ORKUSTOFNUN

Ferilprófanir í Mývatnssveit. Túlkun á endurheimtu joðíðs

Guðni Axelsson

Greinargerð GAx-99-02

ORKUSTOFNUN
Greinargerðasafn

ORKUSTOFNUN
Rannsóknasvið

1999-02-26

Greinargerð
GAx-99/02
gax

FERILPRÓFANIR Í MÝVATNSSVEIT
Túlkun á endurheimtu joðíðs

Af þeim þremur ferilprófunum sem fram fóru í Mývatnssveitinni á síðasta ári virðist helst eitthvað hægt að byggja á mælingunum á endurheimtu joðíðs. Greinilega er um nokkra endurheimtu þess á flestum sýnatökustaðanna, þó sýnatakan hafi verið allt of strjál fyrstu dagana (Hrefna Kristmannsdóttir o.fl., 1998). Hins vegar virðist sem mælingar á rhódamíni séu gallaðar og að flúoresceinið hafi brotnað niður og/eða aðsogast. Eitthvað af flúoresceininu virðist þó skila sér, en frekar óreglulega. Því er hvorki hægt að nota mælingarnar á styrk flúoresceins né rhódamíns til túlkunar.

Mynd 1 sýnir staðsetningar sýnatökustaðanna í ferilprófununum og vísa númerin í töflu 1 hér á eftir. Myndir 2-16 sýna síðan mælda endurheimtu joðíðsins, sem sett var niður í Bjarnarflagi (stað III) um miðjan dag 16. september 1998. Þær mælingar hafa verið leiðréttar fyrir bakgrunnsstyrk á hverjum stað, sem ákvarðaður var sem lægsta mæligildið á hverjum stað. Myndirnar sýna vel að mælingarnar eru allt of strjálar fyrstu dagana, en þá virðist joðíðið vera að skila sér á flestum staðanna. Myndirnar sýna mælingar yfir u.þ.b. mánaðartímabil, nema mynd 16 sem sýnir mælingar úr Grjótagjá fram í febrúar á þessu ári. Sú mynd sýnir að joðíðið virðist byrja að skila sér aftur í Grjótagjá um 3 1/2 mánuði eftir niðursetningu. Um það verður fjallað seinna. Annars virðist joðíðið skila sér í hæstum styrk við Hverfjall, í Helgavogi og við Bjarg (10-20 ppb).

Túlkun þessara mælinga fór fram á tvennan hátt: Annars vegar var endurheimta joðíðsins á hverjum stað reiknuð með því að tegra myndir 1-16. Þannig fékkst reyndar stærðin e/q sem fall af tíma, þar sem e er endurheimtan (kg) og q er massastreymið á hverjum stað (kg/s), en það er að vísu óþekkt. Myndir 17-31 sýna e/q fyrir alla sýnatökustaðina. Tafla 1 sýnir líka þetta gildi í lok mælingatímabilsins (u.þ.b. mánuður), fyrir hvern sýnatökustaðanna. Hins vegar var reynt að reikna meðalhraða grunnvatnsstraumsins frá Bjarnarflagi til sýnatökustaðanna, út frá áætluðum tíma hámarksstyrks á hverjum stað og vegalengd þarna á milli. Niðurstöðurnar eru birtar í töflu 1. Þar er auk þess birtur mældur hiti vatns á hverjum stað.

Gögnin frá hverjum sýnatökustað er í raun ekki hægt að túlka frekar, því ekki eru til upplýsingar um rennsli á hverjum stað (q). Áætlaður rennslishraði, en hann er á bilinu 0,3 - 2,0 m/mín, virðist þó eðlilegur borið saman við þær afar takmörkuðu rennslismælingar sem til eru (Þóroddur F. Þóroddsson og Guttormur Sigurbjarnason, 1983). Ekki virðist hægt að greina samband milli þátta eins og endurheimtu, hraða, fjarlægðar og hita. Helst virðist hægt að greina þau sambönd sem sýnd eru á myndum 32 - 34. Í fyrsta lagi beint samband milli hita og fjarlægðar frá Bjarnarflagi (mynd 32), sem þó er óháð ferilprófuninni. Þetta samband sýnir hvernig jarðhitavatnið kólnar er fjær dregur upptökum þess í

Bjarnarflagi/Námafjalli. Væntanlega er kólnunin að hluta vegna blöndunar við kalt grunnvatn. Í öðru lagi virðist hraði grunnvatnsstreymisins vaxa með fjarlægð frá Bjarnarflagi (mynd 33). Þannig tengsl virðist undarlegt, en skýringin er væntanlega sú að hraði kalda grunnvatnsstreymissins sé meiri en volga/heita hluta þess. Þetta samband sést betur á mynd 34.

Tafla 1. Niðurstöður túlkunar endurheimtu joðíðs. Upplýsingar um hita frá Halldóri Ármannssyni o.fl (1998).

Staður (nr.)	dagar	fjarl (km)	endurh./q (kg.s/kg)	toppur (dagar)	hraði (m/min)	hiti (°C)
Grjótagjá (14)	27	2.5	0.000462	4.5	0.39	47
Leynigjá (13)	27	3.0	0.00303	5.0	0.42	42
Hverfjall (19)	20	4.5	0.00397	3.0	1.0	6
Helgagjá (8)	19	7.0	0.000207	8.0	0.61	7
Garðslind (22)	19	11.5	0.00246	4.0	2.0	6
Syðrivogar (21)	19	10.0	0.000664	5.5	1.3	5
Strandavogur (20)	19	6.5	0.00140	3.0	1.5	7
Vogaflói (9)	19	5.0	0.000413	3.5	1.0	6
Langivogur (10)	19	4.0	0.00130	6.5	0.43	23
Helgavogur (11)	19	3.5	0.00476	3.0	0.81	26
Dælustöð (17)	19	3.5	0.000150	7.0	0.33	27
Bjarg (18)	27	3.0	0.00355	3.0	0.69	20
Egils-hola (7)	27	2.5	0.00199	4.5	0.39	31
Stóragjá (15)	27	2.5	0.00224	3.0	0.58	29

Einu áætlanirnar sem tiltækar eru um grunnvatnssrennslið í Mývatnssveit eru birtar af Jóni Ólafssyni (1979). Þar er áætlað að grunnvatnsstreymið til Ytri-flóa sé 7 m^3/s að jafnaði, en 21 m^3/s til Syðri-flóa. Þessar tölur má nota til þess að áætla gróflega heildarmagn joðíðs sem streymt hafi út í Mývatn þennan tæpa mánuð sem mælingar fóru fram. Byggt er á eftirfarandi:

Ytri-flói: Meðalgildi endurheimtu (e/q) fyrir Vogaflóa, Langavog, Helgavog og Bjarg er <e/q> = 0,0034 kg.s/kg og meðalhraðinn fyrir þessa fjóra staði er <v> = 0,73 m/mín = 0,012 m/s. Þá áætlum við að mepalrennsli grunnvatns um austurströnd Ytri-flóa sé um Q = 3.5 m^3/s.

Syðri-flói: Meðalgildi endurheimtu (e/q) fyrir Garðslind, Syðrivoga og Strandavog er <e/q> = 0,0015 kg.s/kg og meðalhraðinn fyrir þessa þrjá staði er <v> = 1,3 m/mín = 0,022 m/s. Þá áætlum við að mepalrennsli grunnvatns um austurströnd Ytri-flóa sé um Q = 7 m^3/s.

Til þess að meta magn joðíðs sem streymdi út í Mývatn notum við jöfnuna:

$$M = \langle e/q \rangle \rho_v Q$$

þar sem ρ_v er eðlismassi vatns 1000 kg/s. Því til viðbótar má nota jöfnuna:

$$A = \frac{Q}{\langle v \rangle}$$

til þess að meta samanlagt þverskurðarflatarmál þeirra rása sem grunnvatnsið streymir eftir um austurhlið hvors hluta vatnsins. Þá fást niðurstöðurnar sem dregnar eru saman í töflu 2.

Tafla 2. Áætlanir um endurheimtu joðíðs í Mývatni á prófunartímanum.

	lengd strandar (km)	<e/q> (kg.s/kg)	<v> (m/s)	Q (m^3/s)	M (kg)	A (m sup 2)
Ytri-flói	4	0,0025	0,012	3,5	8,8	290
Syðri-flói	6	0,00115	0,022	7,0	10,5	320
Samtals	10			10,5	19,3	610

Samkvæmt niðurstöðum í töflu 2 ættu um 1/4 þeirra 76,6 kg af joðíði, sem niður fóru í Bjarnarflagi, að hafa skilað sér út í Mývatn. Þetta verður að teljast mjög sennileg tala, sem kemur skemmtilega á óvart ef öll ónákvæmnin sem á bak við hana liggur er höfð í huga. Líkur eru á því að grunnvatnsstreymið út um austurströnd Mývatns sé meiri en gert er ráð fyrir í töflunni. Ef það er t.d. tvöfalt meira fæst að endurheimta joðíðsins sé 50%.

Niðurstöðurnar um samanlagt þvarskurðaflatarmál (A) þeirra rása sem grunnvatnið streymir eftir inn um austurhlið vatnsins, þ.e. 600 m^2 á 10 km, verða einnig að teljast sennilegar einkum ef haft er í huga að það á fyrst og fremst við um þær rásir, sem mest rennslið er eftir. Það gæti einnig verið vanmetið eins og massi joðíðsins í töflunni.

Afgangurinn af joðíðinu skilar sér svo væntnalega á mun lengri tíma með hægari hluta grunnvatnsstraumsins. Athygli vekur t.d. að mælingar úr Grjótagjá sýna að joðíð fer aftur að greinast þar um síðustu áramót. Hvaða löngu leið það hefur borist er erfitt að segja. Athyglisvert væri að mæla joðíðstyrk í sýnum úr lindum við vatnsbakkann yfir jafn langann tíma og í Grjótagjá.

NIÐURSTÖÐUR OG TILLÖGUR.

Tiltæk gögn eru allt of takmörkuð til þess að leyfa náakvæma túlkun ferilprófananna í Mývatnssveit 1998. Á það bæði við um mælingar á endurheimtu ferilefnanna og og magnbundnar upplýsinga um grunnvatnsrennsli á svæðinu. Mjög **ónákvæmar** áætlanir benda til þess að um fjórðungur þess joðíðs, sem sett var niður í affallslónið í Bjarnarflagi hafi skilað sér út í Mývatn á u.þ.b. 1/2 mánuði, sem sýnir mikinn hraða grunnvatnsstreymis á svæðinu. Það er í samræmi við það sem talið hefur verið til þessa. Þá sýna niðurstöðurnar að ferilefnið dreifist mjög vel um grunnvatnskerfið allt. Sama mun vænt-

anlega gilda um hugsanleega mengun í Bjarnarflagi.

Til þess að bæta úr tilfinnanlegum skorti á þekkingu á grunnvatnsstreymi í Mývatnssveit er lagt til að eftirfarandi verði rannsakað:

1. Gerðar verði ítarlegar mælingar á grunnvatnsstreymi í Mývatnssveit.
2. Fjórða ferilprófunin verði framkvæmd, t.d. með endurtekinni niðursetningu kalíumjoðíðs (100-200 kg). Þá þarf að leggja áherslu á tíðari sýnatöku fyrstu dagana og nákvæmar styrkmælingar.
3. Huga þarf að því hvort ekki væri rétt að setja upp nákvæmt reiknilíkan af grunnvatnskerfinu. Gögn úr 1 og 2 væru þó forsenda þess að það væri hægt, auk fyrirliggjandi gagna um efnainnihald og vatnshita.

HEIMILDIR:

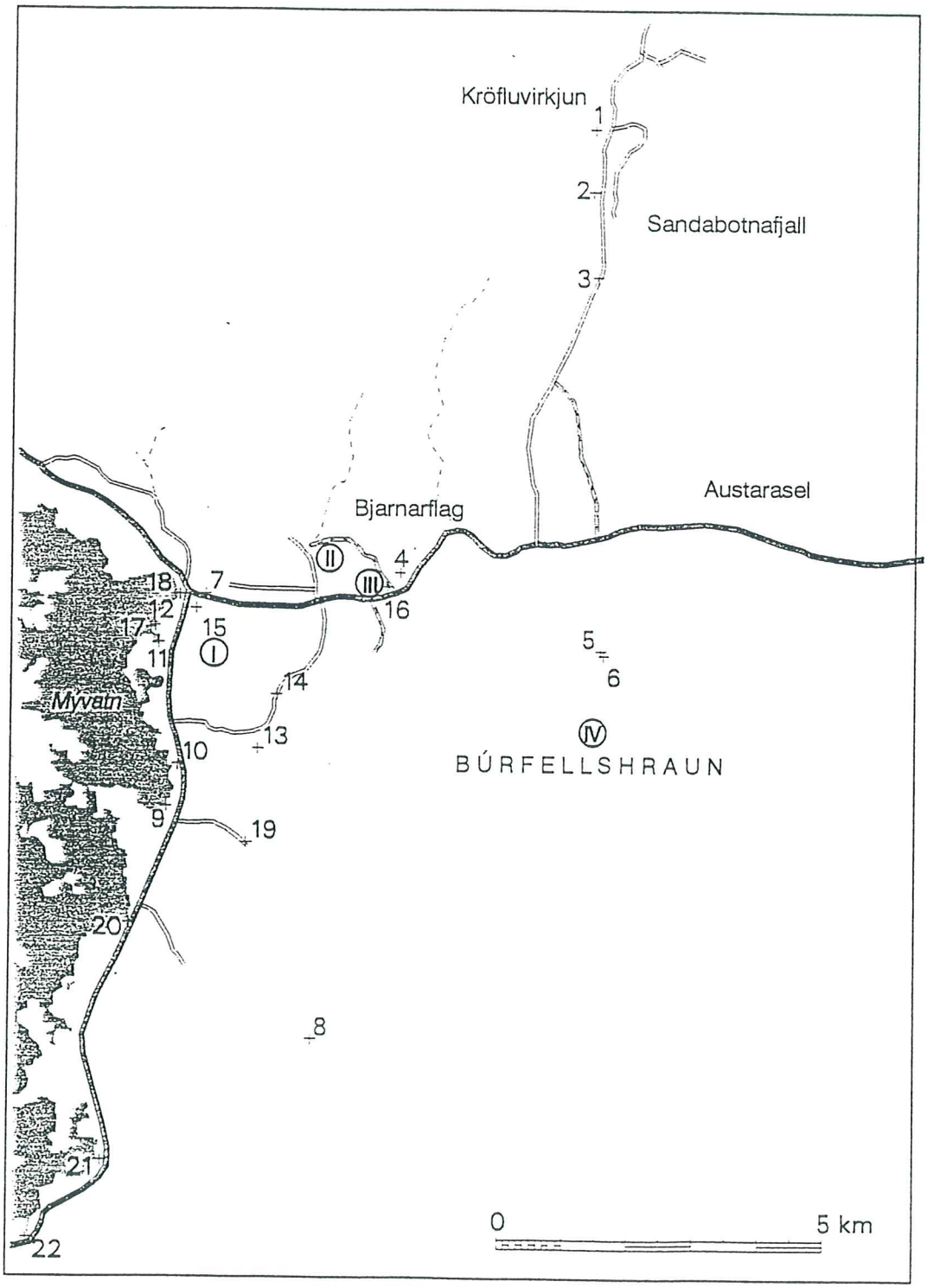
Halldór Ármannsson, Hrefna Kristmannsdóttir og Magnús Ólafsson, 1998: Krafla-Námafjall. Áhrif eldvirkni á grunnvatn. Orkustofnun, OS-98066, 33 s.

Hrefna Kristmannsdóttir, Steinunn Hauksdóttir og Guðni Axelsson, 1998: Frumniðurstöður ferilprófunar með kalíum-joðíði á Kröflu-Námafjallssvæði og tillögur um lokaáfanga prófana 1998. Orkustofnun, greinargerð HK/StH/GAx-98/06, 8 s.

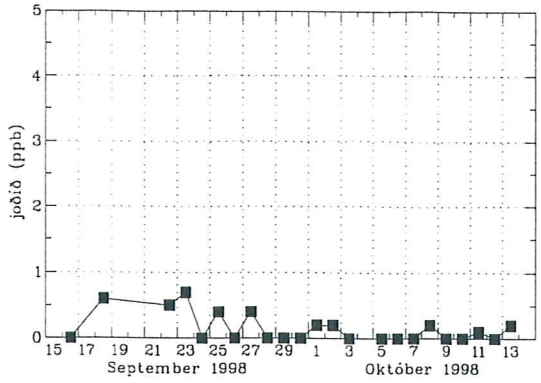
Jón Ólafsson, 1979: Physical characteristics of Lake Mývatn and River Laxá. OKIOS, 32, 38-66.

Þóroddur F. Þóroddsson og Guttormur Sigbjarnarson, 1983: Kísiliðjan við Mývatn. Grunnvatnsrannsóknir. Orkustofnun, OS-83118/VOD-10, 41 s.

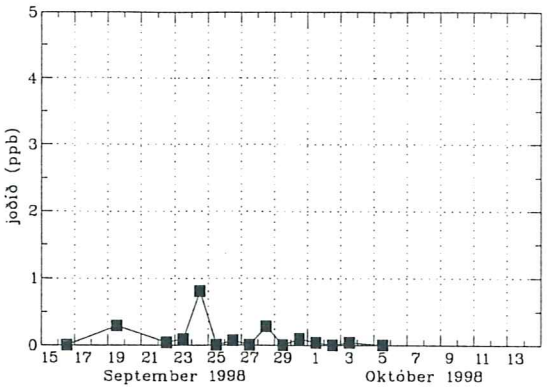
Guðni Axelsson



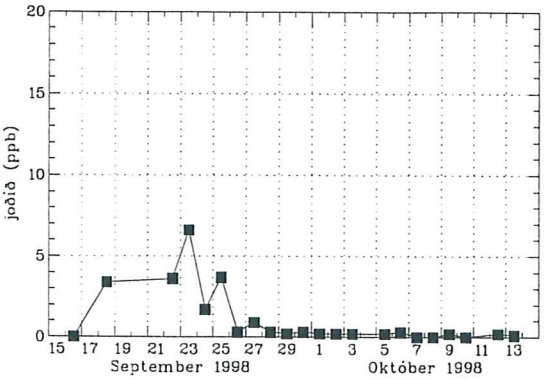
Mynd 1. Staðsetningar sýnatökustaða í ferilprófunum í Mývatnssveit 1998.



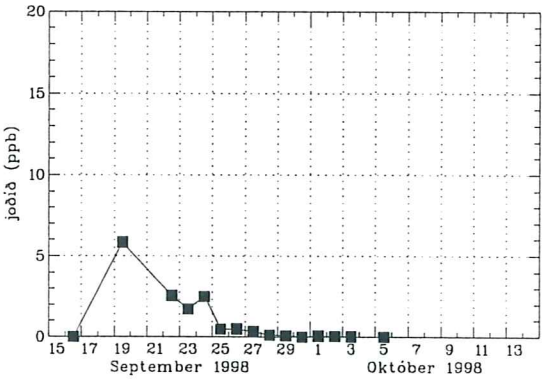
Mynd 2. Leiðréttur styrkur í Grjótagjá.



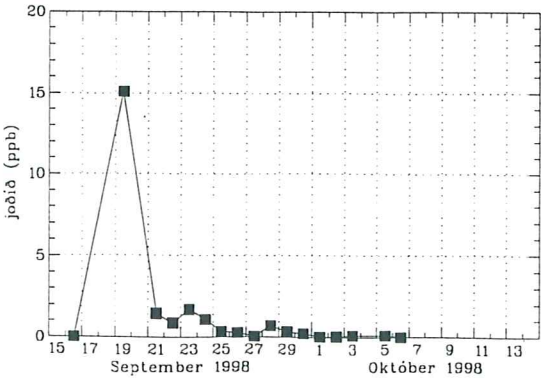
Mynd 5. Leiðréttur styrkur í Helgagjá.



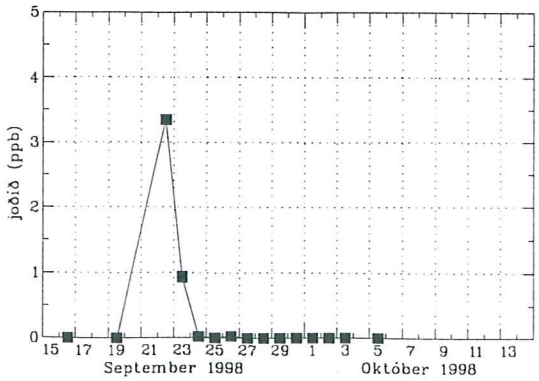
Mynd 3. Leiðréttur styrkur í Leynigjá.



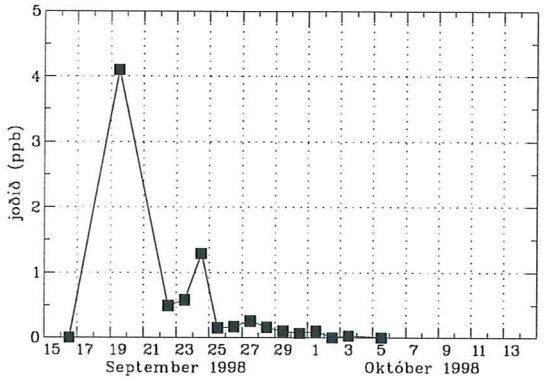
Mynd 6. Leiðréttur styrkur í Garðslind.



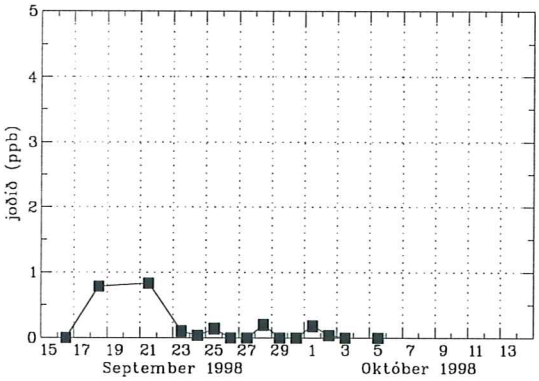
Mynd 4. Leiðréttur styrkur við Hverfjall.



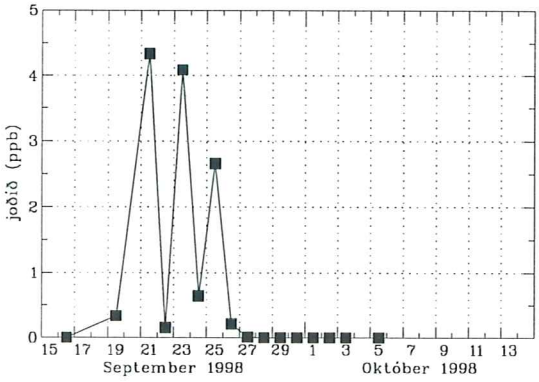
Mynd 7. Leiðréttur styrkur í Syðrivogum.



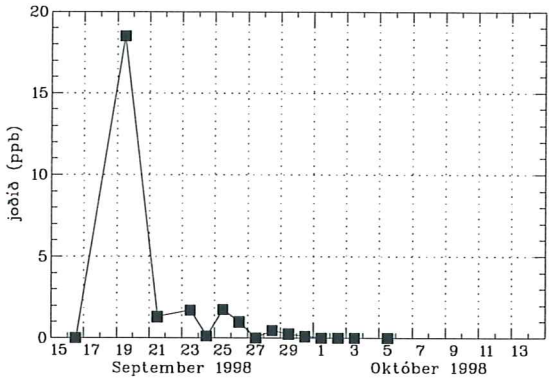
Mynd 8. Leiðréttur styrkur í Strandavog.



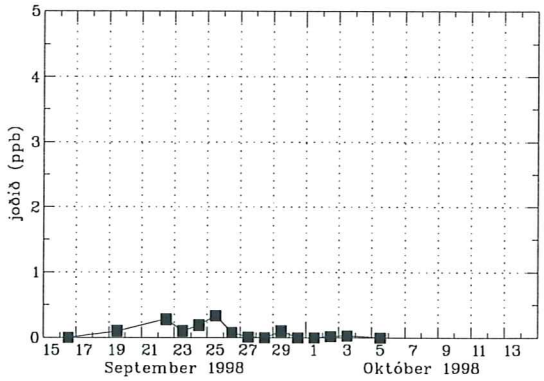
Mynd 9. Leiðréttur styrkur í Vogaflóa.



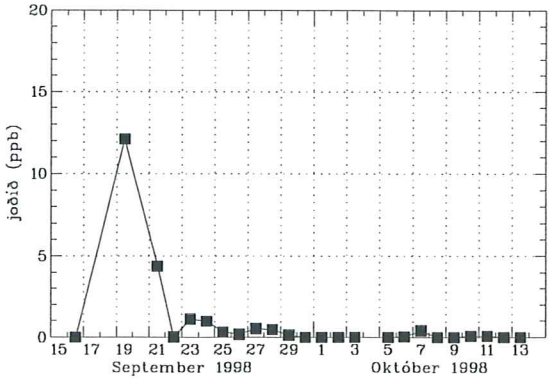
Mynd 10. Leiðréttur styrkur í Langavog.



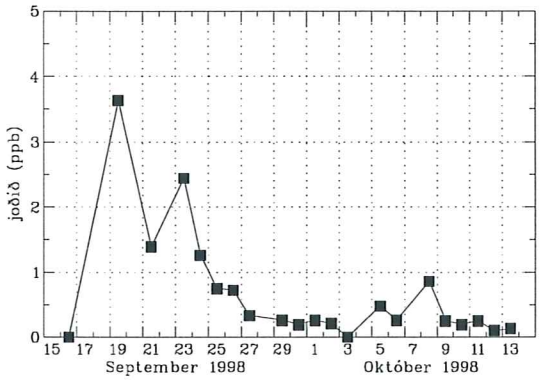
Mynd 11. Leiðréttur styrkur í Helgavog.



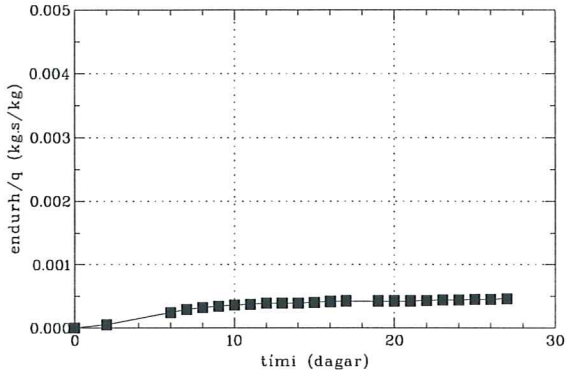
Mynd 12. Leiðréttur styrkur í dælustöð.



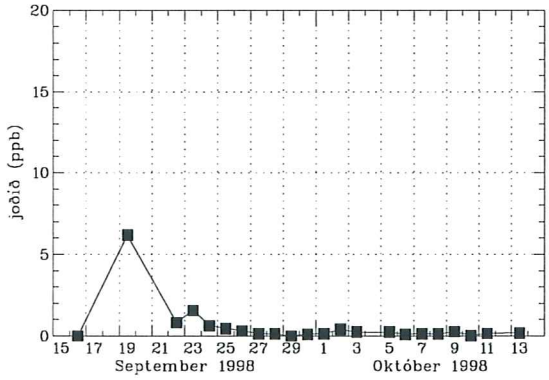
Mynd 13. Leiðréttur styrkur við Bjarg.



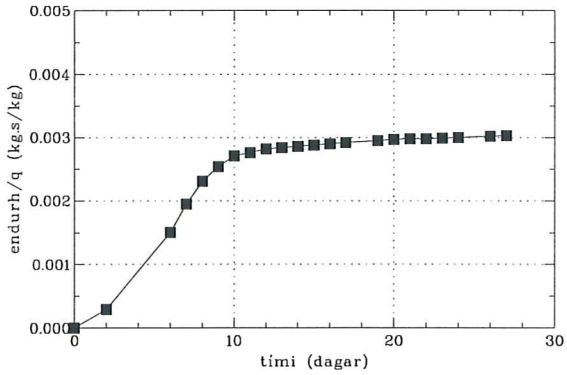
Mynd 14. Leiðréttur styrkur í Egilsholu.



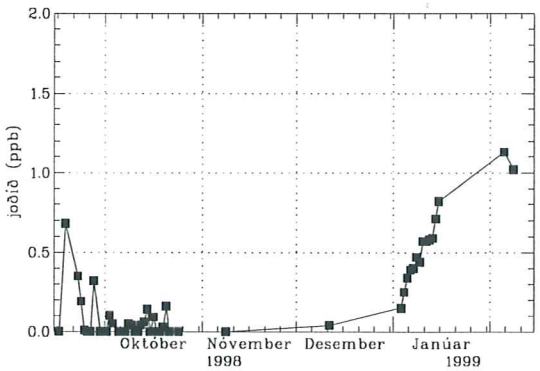
Mynd 17. Endurheimta í Grjótagjá.



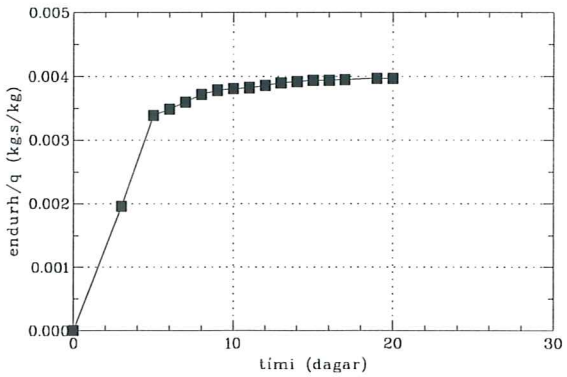
Mynd 15. Leiðréttur styrkur í Stórugjá.



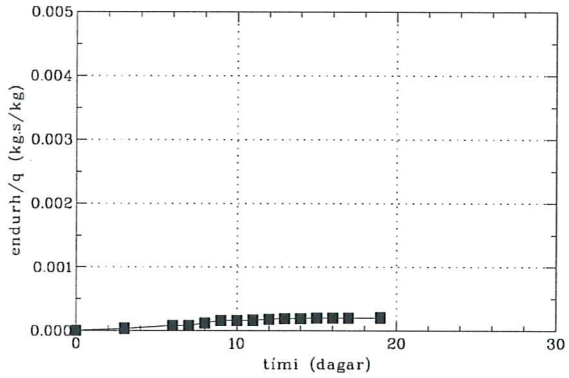
Mynd 18. Endurheimta í Leynigjá.



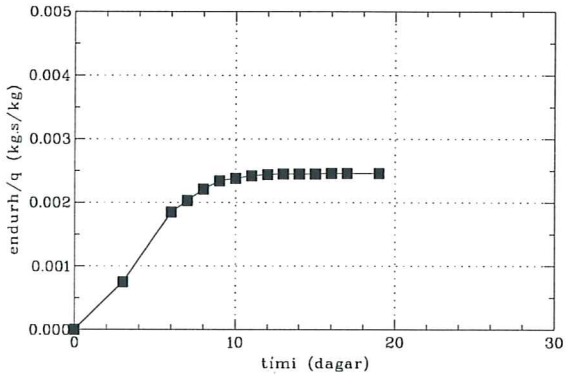
Mynd 16. Styrkur í Grjótagjá til feb. 1999.



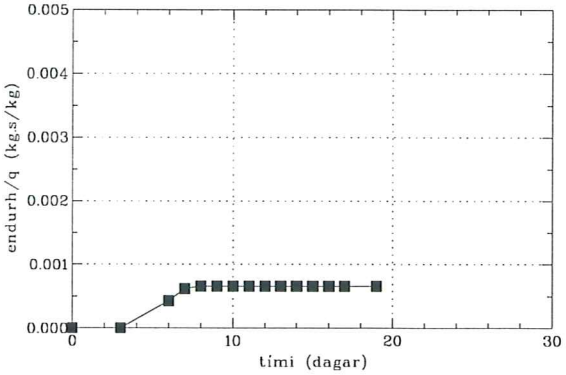
Mynd 19. Endurheimta við Hverfjall.



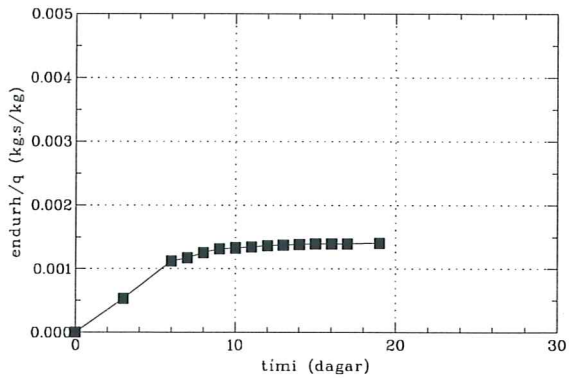
Mynd 20. Endurheimta í Helgagjá.



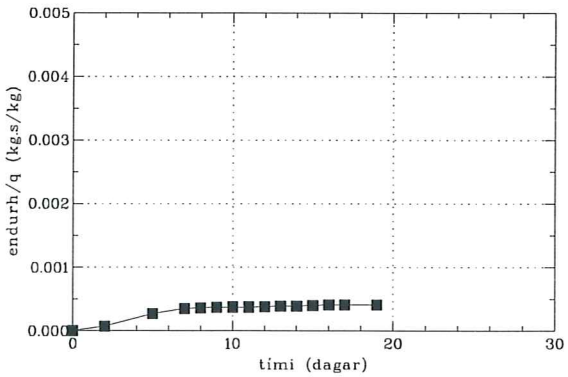
Mynd 21. Endurheimta í Garðslind.



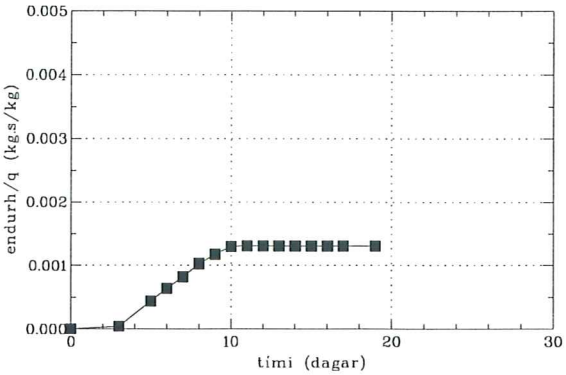
Mynd 22. Endurheimta í Syðrivogum.



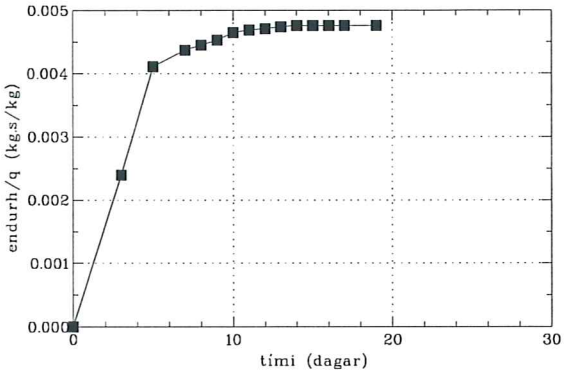
Mynd 23. Endurheimta í Strandavogi.



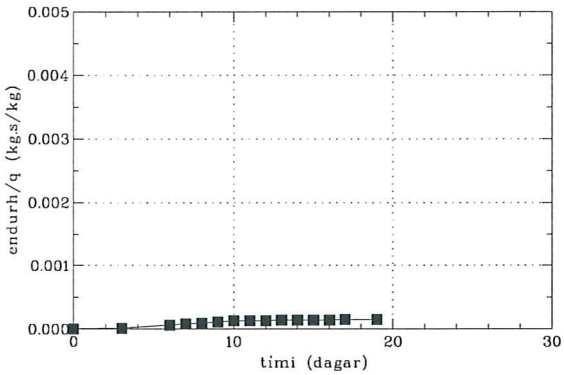
Mynd 24. Endurheimta í Vogaflóa.



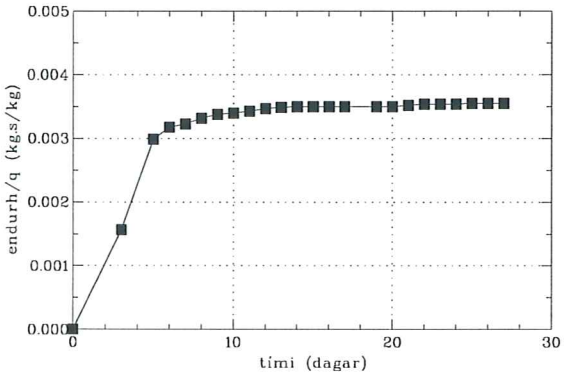
Mynd 25. Endurheimta í Langavogi.



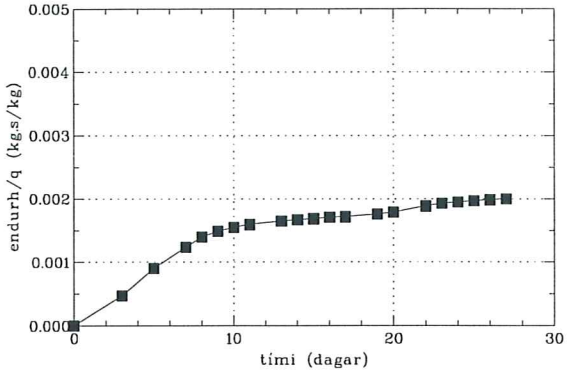
Mynd 26. Endurheimta í Helgavogi.



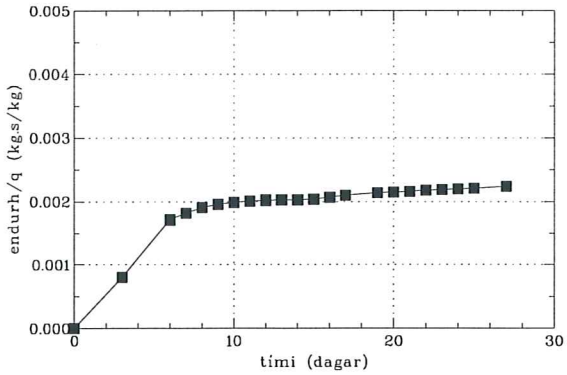
Mynd 27. Endurheimta í dælustöð.



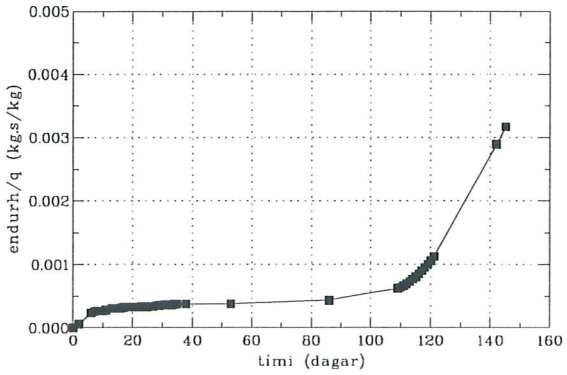
Mynd 28. Endurheimta við Bjarg.



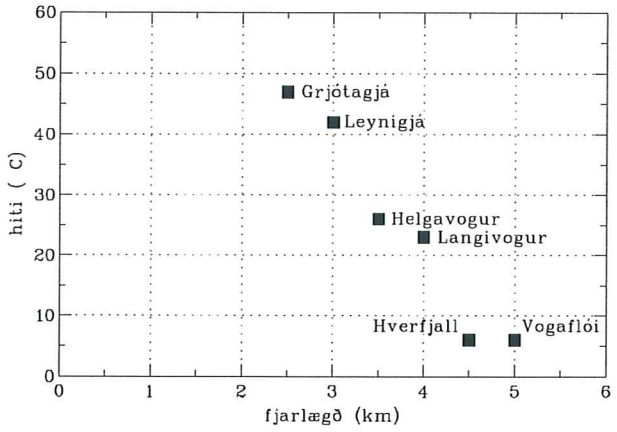
Mynd 29. Endurheimta í Egilsholu.



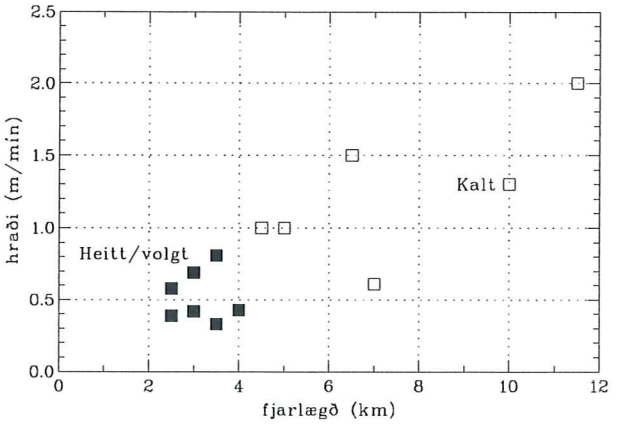
Mynd 30. Endurheimta í Stórugjá.



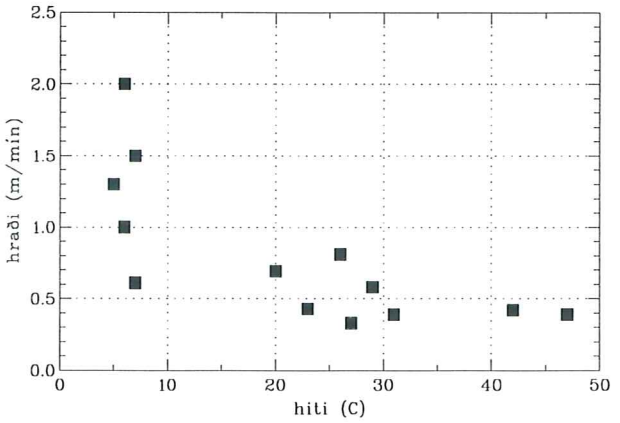
Mynd 31. Endurheimta í Grjótagjá til feb. 1999.



Mynd 31. Samband hita á nokkrum sýnatökustöðum og fjarlægðar frá Bjarnarflagi.



Mynd 32. Samband áætlaðs hraða á sýnatökustöðum og fjarlægðar frá Bjarnarflagi.



Mynd 33. Samband áætlaðs hraða og hita á sýnatökustöðum.