

## Um baðstað Baðfélags Mývatnssveitar

**Halldór Ármannsson,  
Kristján Sæmundsson**

**Greinargerð HÁ-KS-2002-06**



19-12-02

## UM BAÐSTAÐ BAÐFÉLAGS MÝVATNSSVEITAR

### 1. Staðhættir

Böðin verða á gömlu hrauni úr hárrí gjallborg austan við byggingareitinn. Hraunið er sums staðar bert, annars staðar er á því jarðvegur og ofan á honum austan og sunnan til eru túffstappar frá Hverfjalli, en nyrst og vestast gjallmylsna frá Jarðbaðshólum. Rask hefur verið þarna nokkurt og efnisnám, ekki bara úr gjallinu heldur einnig úr túffinu og við það gengið á túffstappana. Sléttað hefur verið yfir og sáð í flögin norðan og sunnan við gufubaðið sem nú er.

### 2. Sprungur og gjár

Vestast á byggingareitnum er misgengissprungu með 4-5 m sigi að vestanverðu og samsíða hliðarsprungum á 5-15 m breiðu belti. Þetta er sama misgengið og austan við Léttsteypuna, en þar er sig á því austan megin. Á byggingareitnum (mynd 1), 25-50 m austar, er samsíða gjá, 10-20 cm víð. Hún sést þó ekki samfelld. Gufu leggur upp úr henni á nokkrum stöðum og á henni stendur baðhúsið. Austan við baðhússprunguna er heilleg spilda þar til nálgast stórt misgengi vestan undir háa gjallgígnum. Sigstallurinn þar er 4-6 m há, en sprungur ná yfir 5-10 m breitt bil og spangir á milli. Aðalgjáin er nokkrir metrar á breidd með halli vestan við. Á flatanum 30-40 m vestan við sigstallinn er 20-30 cm breið gjá, ósamfelld og hliðruð til. Þessi misgengisstallur er suðurframhald misgengisins í Krummaskarði. Gufur leggur upp úr gjám þessum á um 300 m kafla, mestar þar sem þær ganga hæst upp í brekkuna að gígnum.

### 3. Gufur

Á byggingareitnum og suðaustan við hann er nokkuð samfelld hitasvæði. Þar leggur gufu upp úr gjám, götum og túðum og sums staðar úr hraunhryggjum og -hörslum. Stórir flákar bræða þar af sér snjó án þess að gufur sjáist. Hitasvæðið er í bungu sem liggur vestur frá háa gjallgígnum og landið er lægra sunnan, vestan og norðan við. Meginskýringin á því að gufurnar skuli leggja upp þar sem hærra er, felst í eðlisþyngdarmun á rakamettuðu heitu lofti og köldu, þar sem hólar og hæðir virka líkt og strompar. Gufurnar ná suður fyrir Rauðuborg og vestur á móts við Múlaveg. Þær leggur upp af heitum grunnvatnsstraumi sem liggur suður og vestur frá Námafjalli til Mývatns. Grunnvatnið sést í Grjótagjá á löngum kafla, hitnandi suður, einnig í Stórugjá og kemur svo fram í lindum milli Voga og Reykjahlíðar (mynd 2). Hiti í gufuaugunum hefur ekki verið mældur kerfisbundið, en fáein gildi gefa hugmynd um hita grunnvatnsins suður af Jarðbaðshólum: Milli hólanna 58°C, Gufubaðið 53-54°C, Rauðaborg um 50°C. Ekki hefur orðið vart við árstíðabundnar sveiflur í gufustreyminu, t.d. vegna leysinga.

Landhæð á reit baðfélagsins er kringum 340 m og grunnvatnshæð þar undir áætluð kringum 279 m (Snorri Páll Kjarran og Sigurður Lárus Hólm 1999). Fyrirhugað er að veita affalli frá baðlóni ofan í gjá um það bil 60 m vestan við gufubaðið (mynd 1). Vatn það sem rynni frá baðlóninu yrði líklega um 30°C heitt og gæti breiðst lárétt út

áður en það blandaðist og bærisk frá. Þessi fjarlægð er sennilega í stysta lagi og kæling gæti orðið í gufubaðsaugunum. Nánar verður fjallað um þetta atriði í 5. kafla.

#### 4. Rennsli

Áætluð staðsetning hins nýja baðlóns er u.þ.b. 1 km sunnan við núverandi niðurrensli og skv. grunnvatnslíkani Snorra Páls Kjaran og Sigurðar Lárusar H (1999) er grunnvatnsrennsli á þessum slóðum frá norðri til suðurs en sveigir til norðvesturs u.þ.b. 1 km sunnar og má ætla að það hitti fyrir Grjótagjá (mynd 2). Árið 2001 var gerð ferilprófun með kalíumjodíði sem sett var niður í núverandi niðurrensli. Niðurstöður hennar gáfu til kynna að ferilefnið dreifðist mjög vel um grunnvatnskerfið og færi aðeins að litlu leyti eftir gjánum. Einu staðirnir þar sem ferilefnið hefur komið fram eru baðstaðurinn í Grjótagjá og Vogagjá sem er framhald Grjótagjár nokkru sunnar. Rennlishraði reiknaðist 14 m/dag eða tveimur stærðargráðum minni en vatnshraðinn í gjánum (1700 m/dag) og þynning á baðstaðnum í Grjótagjá orðin um miljónföld (Hrefna Kristmannsdóttir o.fl. 2001). Samkvæmt upplýsingum frá Jóhanni F. Kristjánssyni verður rennsli gegnum nýja baðlónið <30 l/s, en er ferilefnisprófunin var gerð var niðurrensli 10-15 l/s. Í töflu 1 er sýnt heildarvatnsrennsli frá borholum í Bjarnarflagi 1999-2001. Augljóst er að hola B-09 verður að vera í rekstri til þess að ná rennsli sem nálgast 30 l/s. Einnig er rétt að geta þess að nokkurt tap verður frá holum að niðurrennsliastað vegna uppgufunar og niðurrennsli í hraunið. Niðurrensli var metið um 25 l/s, þegar holur B-04, BJ-11 og BJ-12 voru í rekstri en 10-15 l/s þegar einungis rann frá BJ-11 og BJ-12. Nú hefur verið steypt í holu B-04 og verður hún ekki notuð framar.

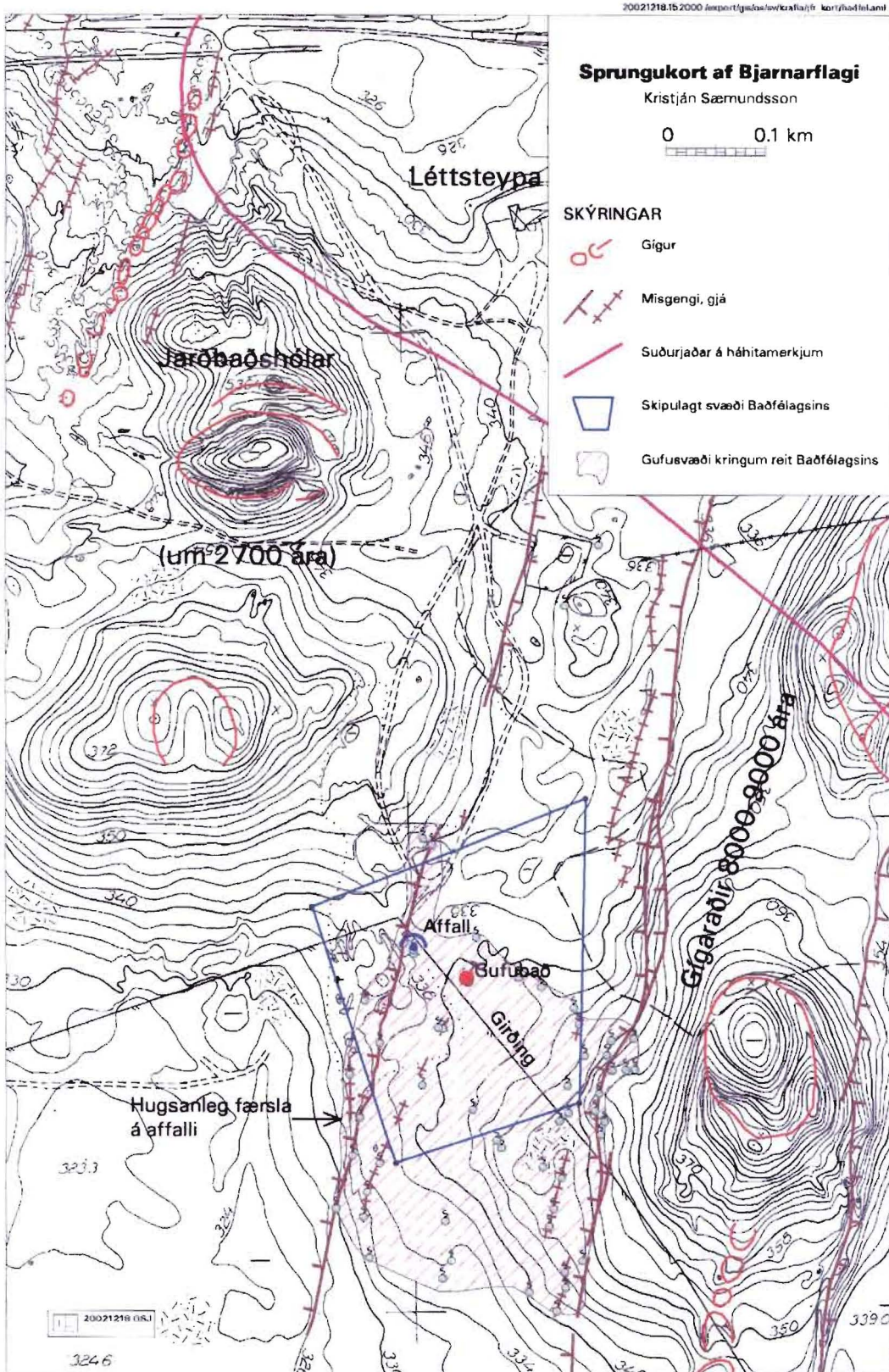
Tafla 1. Heildarvatnsrennsli frá holum í Bjarnarflagi 1999-2001 (Trausti Hauksson og Jón Benjamínsson (2000, 2001, 2002)

| Ár              | 1999               | 2000         | 2001               |
|-----------------|--------------------|--------------|--------------------|
| Rennsli kg/s    | 30.5               | 20.7         | 50.7               |
| Holur í rekstri | B-04, BJ-11, BJ-12 | BJ-11, BJ-12 | B-09, BJ-11, BJ-12 |

#### 5. Efnasamsetning

Efnasamsetning vatnsins í lóninu var ákvörðuð 1997 en þá voru holur B-04, BJ-11 og BJ-12 í rekstri. Á sama tíma voru einnig gerðar efnagreiningar í vatni í gjám og lindum í Mývatnssveit. Samkvæmt athugunum á stöðugum vetnis- og súrefnissamsætum þá er líklegt að vatnið fari um Grjótagjá og nái Mývatni í Langavogi (mynd 2) (Halldór Ármannsson o.fl. 1998) en skv. áðurnefndu rennislíkani Snorra Páls Kjaran og Sigurðar Lárusar Hólm (1999) virðist það eiga að renna til vatnsins nokkru norðar, eða um Helgavog. Niðurstöður efnagreininga á vatni frá Bjarnarflagslóni, Grjótagjá, Langavogi og Helgavogi eru birtar í töflu 2. Um nokkur snefilefni hafa verið sett mörk varðandi áhrif á umhverfi til verndar lífríki og eru þau flokkuð í 5 flokka, sem þannig eru skilgreindir:

- I: Mjög lítil eða engin hætta á áhrifum.
- II. Lítil hætta á áhrifum.
- III. Áhrifa að vænta á viðkvæmt lífríki.
- IV. Áhrifa að vænta.
- V. Ávallt ófullnægjandi ástand vatns fyrir lífríki þynningarsvæði.

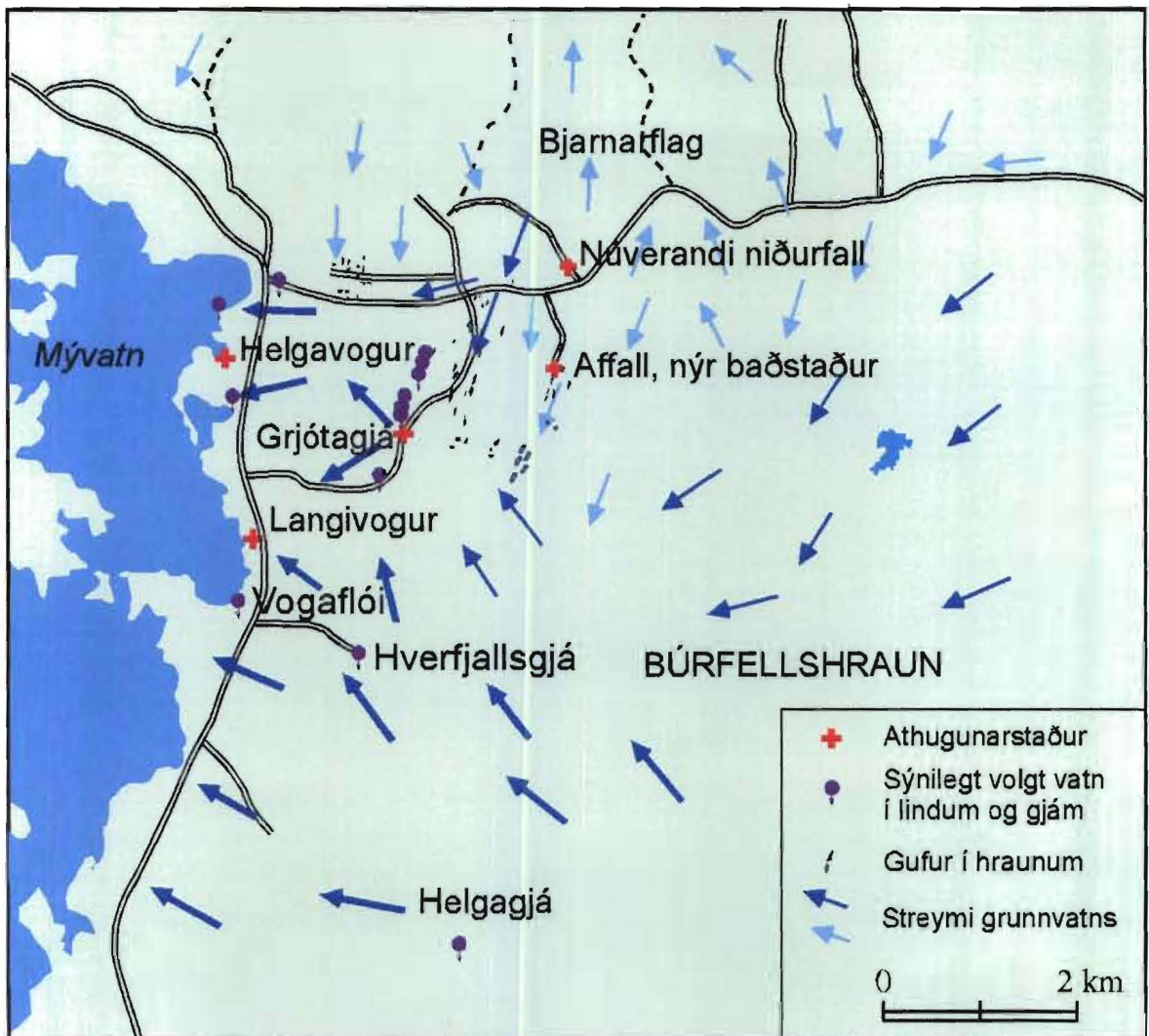


Mynd 1. Kort af reit baðfélagsins og næsta nágrenni. Á kortinu eru sýndar gjár, misgengissprungur og gufur. Gert er ráð fyrir að affall frá baðlóni færi ofan í gjá sem er angi frá misgenginu á reit baðfélagsins. Eins og vikið er að í texta þyrfti e.t.v. að leiða affallið lengra til suðvestur, þó vart lengra en sýnt er á kortinu

Tafla 2. Efnasamsetning vatns frá Bjarnarflagslóni, Grjótagjá, Langavogi og Helgavogi sumarið 1977 (Halldór Ármannsson o.fl. 1998)

| Efni            | PH/°C   | CO <sub>2</sub><br>mg/kg | H <sub>2</sub> S<br>mg/kg | B mg/kg | Leiðni<br>µS/sm/<br>25°C | SiO <sub>2</sub><br>mg/kg | Uppl.<br>steinefni<br>mg/kg | Li<br>mg/kg | Na<br>mg/kg | K mg/kg | Mg<br>mg/kg | Ca<br>mg/kg | F mg/kg |
|-----------------|---------|--------------------------|---------------------------|---------|--------------------------|---------------------------|-----------------------------|-------------|-------------|---------|-------------|-------------|---------|
| Lón             | 7.04/24 | 30.1                     | 0.14                      | 2.96    | 825                      | 280.8                     | 1094                        | 0.13        | 142         | 20.1    | 0.29        | 2.02        | 0.72    |
| Grjóta-<br>gjá  | 8.23/24 | 116.5                    | 0.06                      | 0.39    | 465                      | 155.5                     | 409                         | 0.017       | 75.7        | 7.35    | 2.91        | 12.8        | 0.42    |
| Langi-<br>vogur | 8.56/23 | 70.1                     | <0.03                     | 0.23    | 404                      | 102.9                     | 339                         | 0.0094      | 67.6        | 4.78    | 2.97        | 10.7        | 0.34    |
| Helga-<br>vogur | 8.23/23 | 112.0                    | <0.03                     | 0.11    | 437                      | 77.5                      | 287                         | 0.0094      | 57.5        | 5.14    | 5.64        | 26.1        | 0.28    |

| Efni            | Cl<br>mg/kg | Br<br>mg/kg | SO <sub>4</sub><br>mg/kg | Al<br>mg/kg | Cr<br>mg/kg | Mn<br>mg/kg | Fe<br>mg/kg | Cu<br>mg/kg | Zn<br>mg/kg | As<br>mg/kg | Pb<br>mg/kg | δD (‰<br>SMOW) | δ <sup>18</sup> O (‰<br>SMOW) |
|-----------------|-------------|-------------|--------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------|-------------------------------|
| Lón             | 60.2        | 0.17        | 232                      | 0.89        | 0.0004      | 0.0049      | 0.0234      | 0.0019      | 0.004       | 0.23        | 0.0002      | -85.2          | -5.97                         |
| Grjóta-<br>gjá  | 18.0        | 0.064       | 63.4                     | 0.018       | <0.0001     | 0.042       | 0.0115      | 0.0001      | 0.0001      | <0.0001     | <0.0002     | -90.9          | -11.58                        |
| Langi-<br>vogur | 13.8        | 0.048       | 85.4                     | 0.032       | 0.0004      | 0.0003      | 0.0037      | 0.0031      | 0.0031      | <0.0001     | <0.0002     | -92.2          | -11.92                        |
| Helga-<br>vogur | 10.4        | 0.038       | 78.9                     | 0.008       | 0.0005      | 0.0001      | 0.0018      | 0.0008      | <0.0001     | 0.0001      | <0.0002     | -88.0          | -12.09                        |



Mynd 2. Niðurstreymisstaðir, athugunarstaðir og hugsanlegar rennislisleiðir, byggðar á rennislíkani Snorra Páls Kjara og Sigurðar Lárusar Hólm (1999). Einnig eru sýnd gufusvæði og hvar volgt vatn er sjáanlegt í gjám og lindum.

Í töflu 3 eru umhverfismörk þessi sýnd fyrir nokkur þeirra efna sem styrkur er sýndur fyrir í töflu 2. Nokkur önnur snefilefni eru talin í reglugerð (Stjórnartíðindi B 1999), t.d. Cd og Ni og er hugsanlegt að farið yrði fram á ákvörðun þeirra í vatninu. Af þeim efnum sem þarna eru talin er As það sem athuga þarf. Styrkur þess er óviðunandi í vatni frá lóninu. Hins vegar er það eitt af fáum efnum sem berst eingöngu með jarðhitavatni en er ekki til staðar í köldu grunnvatni. Sé gert ráð fyrir að blöndun sú er fram fer milli lónsins og Grjótagjár sé við As-snauð grunnvatn og þynning miljónföld ætti styrkur í Grjótagjávatni að vera u.þ.b. 0.0000002 mg/l enda mældist hann <0.0001 mg/l, þ.e. undir mörkum þeirrar efnagreiningaraðferðar sem notuð var. Á leið sinni til Mývatns blandast vatnið síðan öðru vatni sem hugsanlega er í vottur af arseni, þó langt neðan allra umhverfismarkna. Þegar ferilprófunin var gerð fóru aðeins 10-15 l/s niður um niðurrennslið, en nú er gert fyrir 30 l/s. Því gæti þynning orðið minni, eða um 500 þúsundföld. Sé tekið tillit til þess að vatnið mundi nú renna niður þar sem það á um 1 km styttri leið til Grjótagjár en áður er varlega áætlað að þynning verði a.m.k. 100 þúsundföld og styrkur As þar vegna baðvatnsins því af stærðargráðunni 0.00002 mg/l sem er langt neðan umhverfismarkna vegna lífríkis.

Í 3. kafla var minnst á að það affall sem hér er miðað við gæti verið heldur stutt frá gufubaðinu. Til greina kemur að færa affallið sunnar, þangað sem lítil hætta er á að það geti kælt gufubaðsaugun (mynd 1). Slík tilfærsla hefði hverfandi áhrif á efnasamsetningu og gildir það sem hér er sagt um hana þó að affallið yrði fært.

Tafla 3. Umhverfismörk fyrir nokkur efni í yfirborðsvatni til verndar lífríki (mg/l) (Stjórnartíðindi B 1999)

| Flokkur | I        | II           | III         | IV          | V      |
|---------|----------|--------------|-------------|-------------|--------|
| Cu      | ≤ 0.0005 | 0.0005-0.003 | 0.003-0.009 | 0.009-0.045 | >0.045 |
| Zn      | ≤ 0.005  | 0.005-0.02   | 0.02-0.06   | 0.06-0.3    | >0.3   |
| Pb      | ≤ 0.0002 | 0.0002-0.001 | 0.001-0.003 | 0.003-0.015 | >0.015 |
| Cr      | ≤ 0.0003 | 0.0003-0.005 | 0.005-0.015 | 0.015-0.075 | >0.075 |
| As      | ≤ 0.0004 | 0.0004-0.005 | 0.005-0.015 | 0.015-0.075 | >0.075 |

## 6. Um framhald

Umfjöllun þessi er byggð á niðurstöðum sýnis frá Bjarnarflagslóni 1997. Þá voru aðstæður aðrar að því er varðar holur sem vatnið á uppruna í, þar sem hola B-04 var þá notuð til hitaveitu en nú er það B-09 sem er miklu vatnsmeiri en hola B-04 var. Þar sem hola B-09 virðist og draga heldur kaldari vökva en B-04 gæti snefilefnastyrkur verið annar. Því væri e.t.v. ráðlegt að safna sýni úr lóninu eins og það er nú og leggja efnasamsetningu þess til grundvallar áætlana um nýtingu.

## 7. Heimildir

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

Hrefna Kristmannsdóttir, Guðni Axelsson, Steinunn Hauksdóttir, Snorri Páll Kjaran og Heiðrún Guðmundsdóttir 2001. Ferilprófun með kalíumjodíði í Bjarnarflagi 2000-2001. Orkustofnun OS-2001/42, 49 s.

Snorri Páll Kjaran og Sigurður Lárus Hólm 1999. Mývatn. Grunnvatnslíkan af vatnasviði Mývatns. Verkfræðistofan Vatnaskil, Reykjavík, 84 s.

Stjórnartíðindi B 1999. Reglugerð nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns.

Umhverfisráðuneytið, 2231-2253.

Trausti Hauksson og Jón Benjamínsson 2000. Krafla og Bjarnarflag. Afköst borhola og efnainnihald vatns og gufu í borholum og vinnslurás sumarið 1999. Landsvirkjun, Kröflustöð, 74 s.

Trausti Hauksson og Jón Benjamínsson 2001. Krafla og Bjarnarflag. Afköst borhola og efnainnihald vatns og gufu í borholum og vinnslurás sumarið 1999. Landsvirkjun, Kröflustöð, 74 s.

Trausti Hauksson og Jón Benjamínsson 2002. Krafla og Bjarnarflag. Afköst borhola og efnainnihald vatns og gufu í borholum og vinnslurás árið 2001. Landsvirkjun, Kröflustöð, 66 s.