

# V. FARVEGIR MARKARFLJÓTS Í LANDEYJUM OG RENNSLI JÖKULHLAUPSINS 1822

Gunnar Orri Gröndal og Sverrir Elefsen

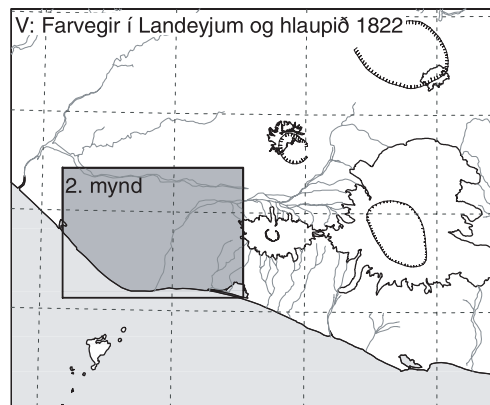
Orkustofnun, Vatnamælingar, Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

## 1. Inngangur

Ætlunin er að meta flutningsgetu árfarvega í Landeyjum (myndir 1 og 2), nánar tiltekið farvega Markarfljóts, Affalls, Ála og Þverár. Lögun farveganna og halli voru mæld á heppilegum stað sunnan Þjóðveggar 1 í desember 2003, en greinileg brot í landslaginu afmarka hlaupfarvegi áнна mjög vel á þessu svæði. Í kjölfar eldgoss í Eyjafjallajökli 1822 kom jökulhlaup undan Gígjökli, sem skv. frásögn Páls Sigurðssonar í Árkvörn flæddi yfir allar eyrar innarlega í Fljótshlíð, en utar fyllti það alla forna og nýja farvegi Markarfljóts og Þverár án þess að fara yfir jörð að öðru leyti (Guðrún Larsen, 1999).

Lögun farveganna er talin hin sama í öllum meginatriðum nú og var eftir hlaupið 1822 (Hreinn Haraldsson, persónulegar upplýsingar), þ.a. út frá flutningsgetu bakkafullra farvega fæst mat á hámarksrennsli í hlaupinu 1822. Vissulega er nákvæmni slíks mats lakari en ef um ferska hlaupfarvegi væri að ræða, en gera má ráð fyrir að það fari þó a.m.k. nærri um stærðargráðu hámarksrennslisins.

Lögun farveganna var mæld með RTK (realtime kinematic) GPS mælitæki í desember 2003. Tvö þversnið með nokkur hundruð m millibili voru mæld í



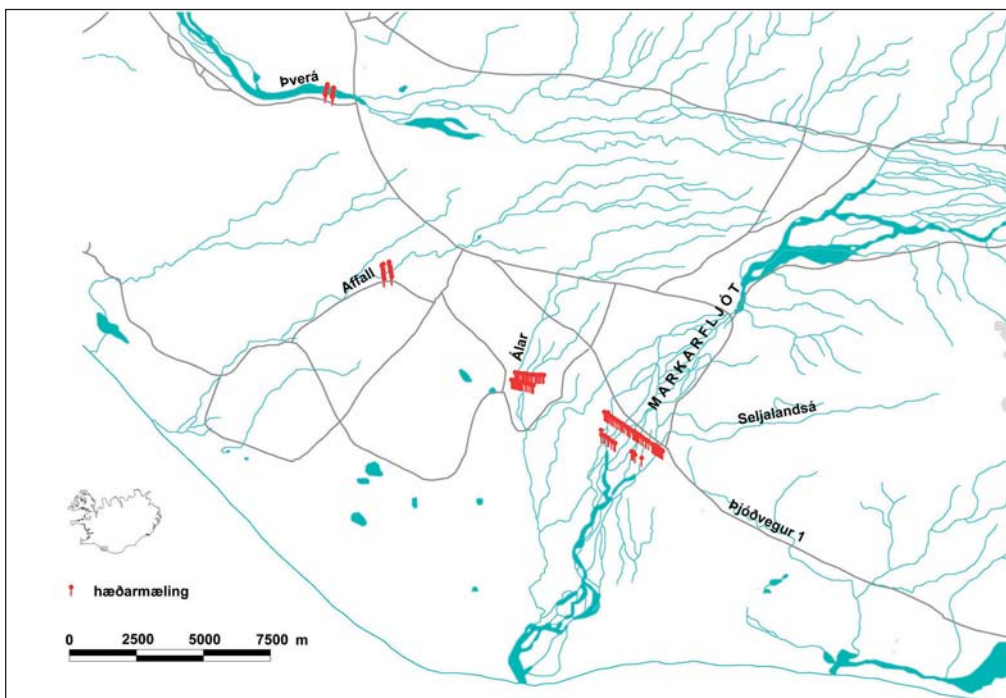
Mynd 1. Rannsóknasvæðið.

hverjum farvegi á stað þar sem lögun, hrjúfleiki og stefna þeirra er stöðug. Mynd 2 sýnir staðsetningu þversniðanna.

## 2. Útreikningar á rennsli

Forsendan sem útreikningarnir byggja á er að rennsli sé með ágættri nálgun jafnt og stöðugt. Þá fer engin orka í hröðun, halli orkulínunnar er hinn sami og halli farvegarins, og unnt er að nota jöfnu Mannings til þess að reikna rennslið:

$$Q = \frac{AR_H^{2/3} \sqrt{I}}{n} \quad (1)$$



Mynd 2. Yfirlitsmynd sem sýnir mælingar á farvegum í Landeyjum í desember 2003.

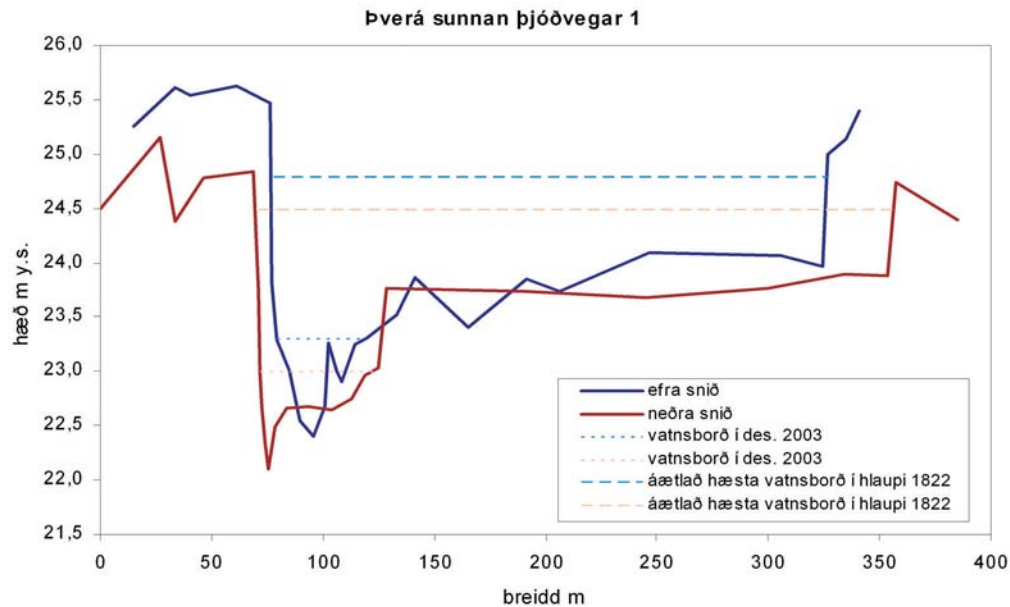
Þar sem  $Q$  táknar rennsli [ $m^3/s$ ],  $A$  þversniðsflatarmál [ $m^2$ ],  $R_H = A/P$  [ $m$ ] er hlutfall þversniðsflatarmáls og vots ummáls  $P$  [ $m$ ],  $I$  [ $^\circ$ ] er halli farvegarins og  $n$  [ $s/m^{1/3}$ ] er viðnámsstuðull, sem tekur tillit til orkutaps vegna núnings við botn, iðukasta o.fl. Viðnám er mjög breytilegt eftir hrjúfleika botnsins, en ýmislegt annað hefur einnig áhrif, t.d. botnskrið. Jafna Limerinos gildir fyrir náttúrulega farvegi með lausum botni sem er á hreyfingu (USACE, 1994):

$$n = \frac{0,0926R_H^{1/6}}{1,16 + 2,0\log\left(\frac{R_H}{d_{84}}\right)} \quad (2)$$

Þar sem  $d_{84}$  [ $m$ ] svarar til 84% flokksbrotsins í kornastærðarsamsetningu í botni farvegarins. Kornastærðarsamsetning í botni farveganna var ekki mæld, en lauslegar athuganir á staðnum benda til að  $d_{84}$  sé á bilinu 0,02 – 0,10 m við núverandi aðstæður. Þar sem straumradíus farveganna er  $R_H \approx 1$  m (sjá neðar) fæst

Tafla 1. Viðnámsstuðull  $n$  sem fall af kornastærð  $d_{84}$  og straumradíus  $R_H$ .

| $d_{84}$ (m) | $R_H$ (m) | $n$ ( $sm^{-1/3}$ ) | $d_{84}$ (m) | $R_H$ (m) | $n$ ( $sm^{-1/3}$ ) | $d_{84}$ (m) | $R_H$ (m) | $n$ ( $sm^{-1/3}$ ) |
|--------------|-----------|---------------------|--------------|-----------|---------------------|--------------|-----------|---------------------|
| 0,02         | 0,5       | 0,021               | 0,02         | 1,0       | 0,020               | 0,02         | 1,5       | 0,020               |
| 0,04         | 0,5       | 0,025               | 0,04         | 1,0       | 0,023               | 0,04         | 1,5       | 0,023               |
| 0,06         | 0,5       | 0,027               | 0,06         | 1,0       | 0,026               | 0,06         | 1,5       | 0,025               |
| 0,08         | 0,5       | 0,030               | 0,08         | 1,0       | 0,028               | 0,08         | 1,5       | 0,027               |
| 0,10         | 0,5       | 0,032               | 0,10         | 1,0       | 0,029               | 0,10         | 1,5       | 0,028               |



Mynd 3. Þversnið Þverár sunnan þjóðveggar 1. Horft niður eftir farvegi til vesturs.

að líklegt gildi  $n$  skv. jöfnu (2) er  $n = 0,020 - 0,032 \text{ s/m}^{1/3}$ . Tafla 1 sýnir  $n$  reiknað skv. jöfnu (2) fyrir nokkur mismunandi gildi á  $R_H$  og  $d_{84}$ :

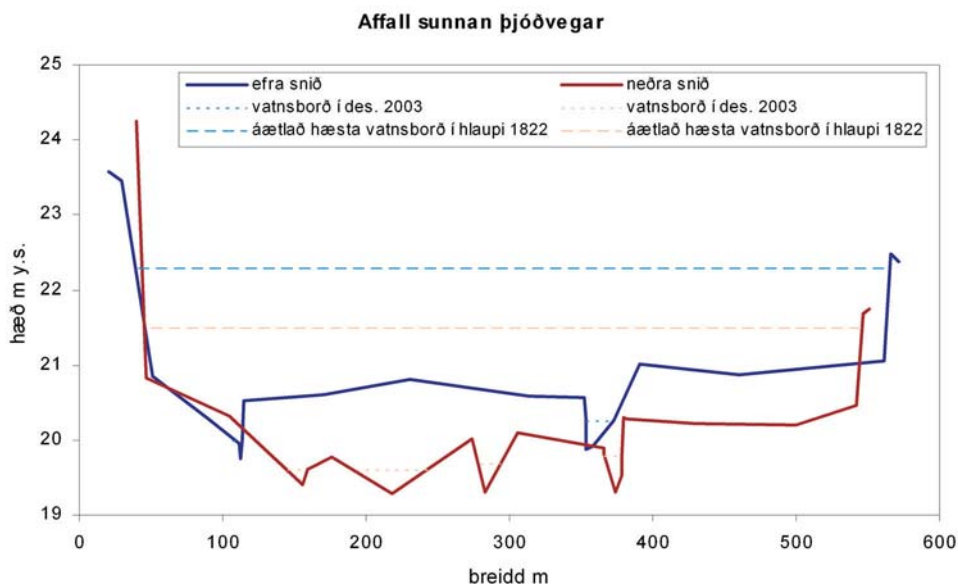
### 2.1. Þverá

Lögun og halli farvegar Þverár var mælt rétt neðan brúar á þjóðvegi 1, sbr. mynd 2. Mynd 3 sýnir þversniðin. Á milli

sniðanna eru um 274 m, halli botnsins á þessum stað er u.þ.b. 0,7‰ – 1,1‰, og breidd farvegarins er á bilinu 250 – 300 m. Greinilegt brot verður í landslaginu þar sem farvegur endar og tún taka við, í um 24,7 m y.s. í neðra sniði en 25,0 m y.s. í því efra, sbr. mynd 3. Mesta rennsli í hlaupinu 1822 er fundið skv. jöfnu (1), og virðist það hafa verið á bilinu 250 – 600 m<sup>3</sup>/s, sbr. töflu 2.

Tafla 2. Útreikningar á mesta rennsli í Þverá í hlaupi 1822.

|                           | efra snið |              |        | neðra snið                |         |              |        |
|---------------------------|-----------|--------------|--------|---------------------------|---------|--------------|--------|
|                           | lágmark   | mitt á milli | bámark |                           | lágmark | mitt á milli | bámark |
| $H$ [m y.s.]              | 24,8      | 24,9         | 25,0   | $H$ [m y.s.]              | 24,5    | 24,6         | 24,7   |
| $A$ [m <sup>2</sup> ]     | 274       | 299          | 324    | $A$ [m <sup>2</sup> ]     | 273     | 302          | 331    |
| $P$ [m]                   | 251       | 251          | 252    | $P$ [m]                   | 288     | 288          | 289    |
| $R_H$ [m]                 | 1,09      | 1,19         | 1,29   | $R_H$ [m]                 | 0,95    | 1,05         | 1,15   |
| $I$ [°]                   | 0,0007    | 0,0009       | 0,0011 | $I$ [°]                   | 0,0007  | 0,0009       | 0,0011 |
| $n$ [sm <sup>-1/3</sup> ] | 0,029     | 0,025        | 0,020  | $n$ [sm <sup>-1/3</sup> ] | 0,029   | 0,026        | 0,020  |
| $Q$ [m <sup>3</sup> /s]   | 265       | 397          | 629    | $Q$ [m <sup>3</sup> /s]   | 236     | 365          | 594    |



Mynd 4. Þversnið Affalls sunnan Þjóðvegur 1. Horft niður eftir farvegi til suð-vesturs.

Tafla 3. Útreikningar á mesta rennsli Affalls í hlaupi 1822.

|                           | efra snið |              |        |                           | neðra snið |              |        |
|---------------------------|-----------|--------------|--------|---------------------------|------------|--------------|--------|
|                           | lágmark   | mitt á milli | hámark |                           | lágmark    | mitt á milli | hámark |
| $H$ [m y.s.]              | 22,3      | 22,4         | 22,5   | $H$ [m y.s.]              | 21,5       | 21,6         | 21,7   |
| $A$ [m <sup>2</sup> ]     | 842       | 896          | 947    | $A$ [m <sup>2</sup> ]     | 742        | 792          | 842    |
| $P$ [m]                   | 527       | 528          | 529    | $P$ [m]                   | 501        | 502          | 503    |
| $R_H$ [m]                 | 1,60      | 1,70         | 1,79   | $R_H$ [m]                 | 1,48       | 1,58         | 1,67   |
| $I$ [°]                   | 0,0021    | 0,0025       | 0,0028 | $I$ [°]                   | 0,0021     | 0,0025       | 0,0028 |
| $n$ [sm <sup>-1/3</sup> ] | 0,028     | 0,025        | 0,020  | $n$ [sm <sup>-1/3</sup> ] | 0,028      | 0,025        | 0,020  |
| $Q$ [m <sup>3</sup> /s]   | 1879      | 2562         | 3667   | $Q$ [m <sup>3</sup> /s]   | 1563       | 2149         | 3116   |

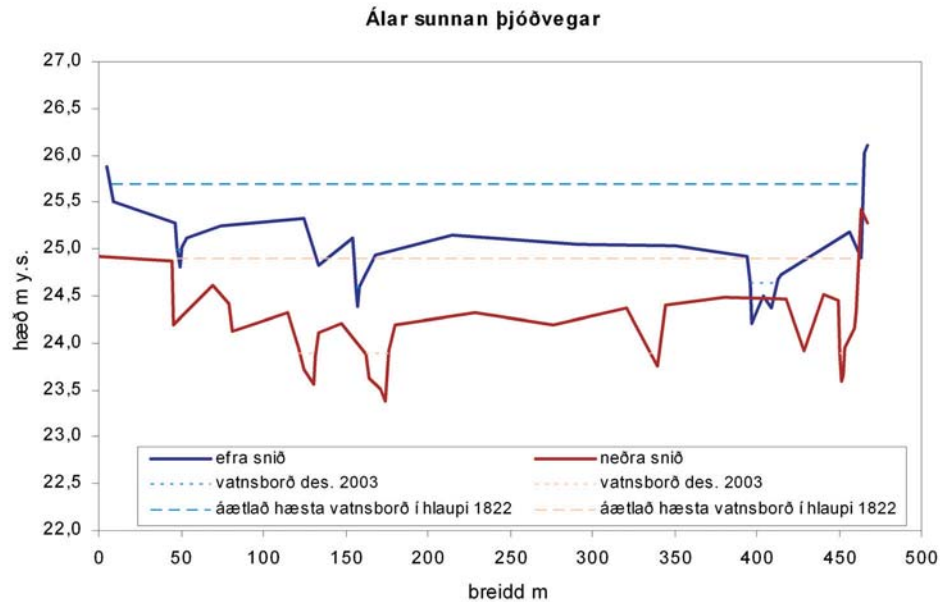
## 2.2. Affall

Farvegur Affalls var mældur um 2 – 3 km neðan brúar á Þjóðvegi 1, sbr. mynd 2. Á þessum slóðum er farvegurinn skýrt afmörkuð dæld í landslaginu, um 1 – 2 m að dýpt, sbr. mynd 4. Tvö snið voru mæld, og eru 288 m á milli þeirra. Breidd farvegarins er um 500 m, og halli botnsins á bilinu 2,1‰ – 2,8‰. Hægri bakki árinna er nokkru lægri en sá

vinstri, og ef gert er ráð fyrir að vatn hafi numið við efri brún hans hefur vatnsborðshæðin í hlaupinu 1822 verið 21,7 m y.s. í neðra sniði og 22,5 m y.s. í efra sniði. Mesta rennsli í hlaupinu skv. jöfnu (1) hefur verið á bilinu 1600 – 3700 m<sup>3</sup>/s, sjá töflu 3.

## 2.3. Álar

Breidd farvegar Ála er 400 – 450 m þar



Mynd 5. Þversnið Ála sunnan Þjóðveggar 1. Horft niður eftir farvegi til suðurs.

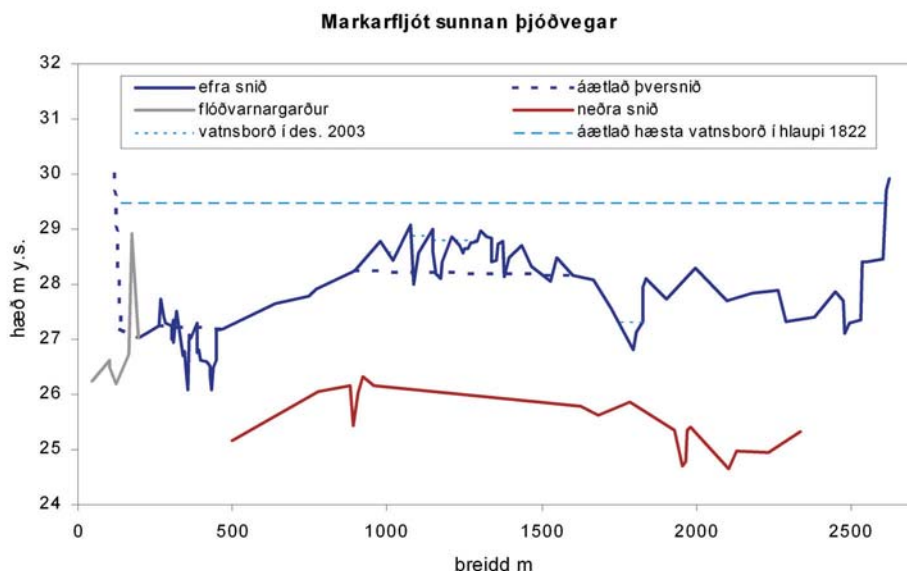
Tafla 4. Útreikningar á mesta rennsli Ála í hlaupi 1822.

|                           | efra snið |              |        |                           | neðra snið |              |        |
|---------------------------|-----------|--------------|--------|---------------------------|------------|--------------|--------|
|                           | lágmark   | mitt á milli | hámark |                           | lágmark    | mitt á milli | hámark |
| $H$ [m y.s.]              | 25,5      | 25,6         | 25,7   | $H$ [m y.s.]              | 24,7       | 24,8         | 24,9   |
| $A$ [m <sup>2</sup> ]     | 199       | 245          | 291    | $A$ [m <sup>2</sup> ]     | 191        | 232          | 274    |
| $P$ [m]                   | 456       | 458          | 461    | $P$ [m]                   | 418        | 418          | 446    |
| $R_H$ [m]                 | 0,44      | 0,54         | 0,63   | $R_H$ [m]                 | 0,46       | 0,56         | 0,62   |
| $I$ [ ]                   | 0,0018    | 0,0024       | 0,0030 | $I$ [ ]                   | 0,0018     | 0,0024       | 0,0030 |
| $n$ [sm <sup>-1/3</sup> ] | 0,033     | 0,027        | 0,021  | $n$ [sm <sup>-1/3</sup> ] | 0,033      | 0,027        | 0,021  |
| $Q$ [m <sup>3</sup> /s]   | 147       | 290          | 569    | $Q$ [m <sup>3</sup> /s]   | 146        | 283          | 527    |

sem hann var mældur um 2 km sunnan Þjóðveggar 1. Um 330 m eru á milli sniðanna sem mæld voru, og reyndist halli botnsins vera á bilinu 1,8‰ – 3,0‰. Austari bakki árinna er lægri en hinn vestari, sbr mynd 5, og er hæð austari bakka í neðra sniði 24,9 m en 25,9 í efra sniði. Skv. jöfnu (1) hefur mesta rennsli í hlaupinu 1822 verið á bilinu 150 – 550 m<sup>3</sup>/s, sbr. töflu 4.

#### 2.4. Markarfljót

Með byggingu brúa og leiðigarða við Þjóðveg 1 hefur orðið all nokkurt rask á náttúrulegum farvegi Markarfljóts, og tókst ekki að finna þversnið sem ekki hefur orðið fyrir áhrifum af vegagerð undanfarinna ára. Skammt sunnan Þjóðveggar 1 eru skýr merki eftir hlaup á vestari bakka fljótsins en túnin austan megin liggja lægra en farvegurinn og hefur



Mynd 6. Þversnið Markarfljóts sunnan Þjóðveggar 1. Horft niður eftir farvegi til suðurs.

Tafla 5. Útreikningar á mesta rennsli Markarfljóts í hlaupi 1822.

|                           | efra snið |              |        |
|---------------------------|-----------|--------------|--------|
|                           | lágmark   | mitt á milli | hámark |
| $H$ [m y.s.]              | 29,5      | 29,7         | 29,9   |
| $A$ [m <sup>2</sup> ]     | 4197      | 4694         | 5193   |
| $P$ [m]                   | 2486      | 2489         | 2500   |
| $R_H$ [m]                 | 1,69      | 1,89         | 2,08   |
| $I$ [°]                   | 0,0023    | 0,0028       | 0,0033 |
| $n$ [sm <sup>-1/3</sup> ] | 0,028     | 0,025        | 0,020  |
| $Q$ [m <sup>3</sup> /s]   | 10209     | 15306        | 24110  |

garður verið reistur til varnar ágangi fljótsins. Ákveðið var að mæla tvö þversnið á þessum stað (mynd 6) og áætla lögun austari bakka farvegarins með hliðsjón af lögun austari bakka farvegarins norðan Þjóðveggar. Um 750 m eru milli þversniðanna sem mæld voru og er halli farvegarins á þessum stað á bilinu 2,3% – 3,3%. Niðurstöðu útreikninganna er að finna í töflu 5, en skv. þeim

hefur mesta rennsli Markarfljóts í hlaupinu 1822 verið á bilinu 10.000 – 24.000 m<sup>3</sup>/s.

### 3. Samantekt

Athuganirnar benda til að mesta rennsli í jökulhlaupinu sem varð í kjölfar eldgoss í Eyjafjallajökli 1821-22 hafi verið á bilinu 12.000 – 29.000 m<sup>3</sup>/s. Skv. frásögn Páls Sigurðssonar í Árvörðum af jökulhlaupinu 1822, sem reyndar er frá því um 1870 (Guðrún Larsen, 1999), flæddi vatn yfir allar eyrar á milli Langanness og innanverðrar Fljótshlíðar, en þarna á milli eru u.þ.b. 4 km. Af kortum má áætla halla farvegarins á þessum slóðum, u.þ.b. 6% - 7%, og ef gert er ráð fyrir að kornastærð botnsins sé sambærileg og hún er neðar í farveginum fæst skv. jöfnu (1) að meðaldýpi í flóðinu hafi verið á bilinu 0,9 – 1,7 m. Þetta virðist vel raunhæft ef marka má frásögn

Páls Sigurðssonar (Guðrún Larsen, 1999) af vatnságangi á tún og engjar beggja vegna Markarfljóts í jökulhlaupinu 1822.

#### 4. Heimildir

Guðrún Larsen. 1999. Gosið í Eyjafjallajökli 1821-23. Stutt samantekt á framvindu og áhrifum gossins samkvæmt lýsingum. Raunvísindastofnun Háskólans, RH-28-99. 13 bls.

Hreinn Haraldsson, framkvæmdastjóri þróunarviðs Vegagerðarinnar. 2004. Persónulegar upplýsingar.

US Army Corps of Engineers, Engineering and Design. 1994. Hydraulic Design of Flood Control Channels. Engineer Manual 1110-2-1601, USACE.

