

**Mæling á þversniði og halla farvegjar  
Markarfljóts til ákvörðunar á stærð  
hamfaraflóða**

**Gunnar Orri Gröndal**

**Greinargerð GOG-2004/01**

## Mæling á þversniði og halla farvegar Markarfljóts til ákvörðunar á stærð hamfaraflóða

### Inngangur

Ætlunin er að meta stærð hamfaraflóða sem fóru um farveg Markarfljóts fyrir 3000 og 4000 árum. Aðferðin sem beitt var við þetta var að mæla þversnið farvegarins á heppilegum stað, milli Einhryningsflata og Þröngár (mynd 1), og staðsetja efstu setmörk í því. Þversnið farvegarins er nokkuð einsleitt (álíka breitt og djúpt) á um 3 km kafla á þessum stað, og því er unnt að gera ráð fyrir að rennsli þar hafi verið einsleitt og nokkurn veginn stöðugt (uniform, steady flow) í hæsta toppnum. Þá er nóg að nota sk. Manning jöfnu til þess að áætla mesta rennsli í flóðinu.



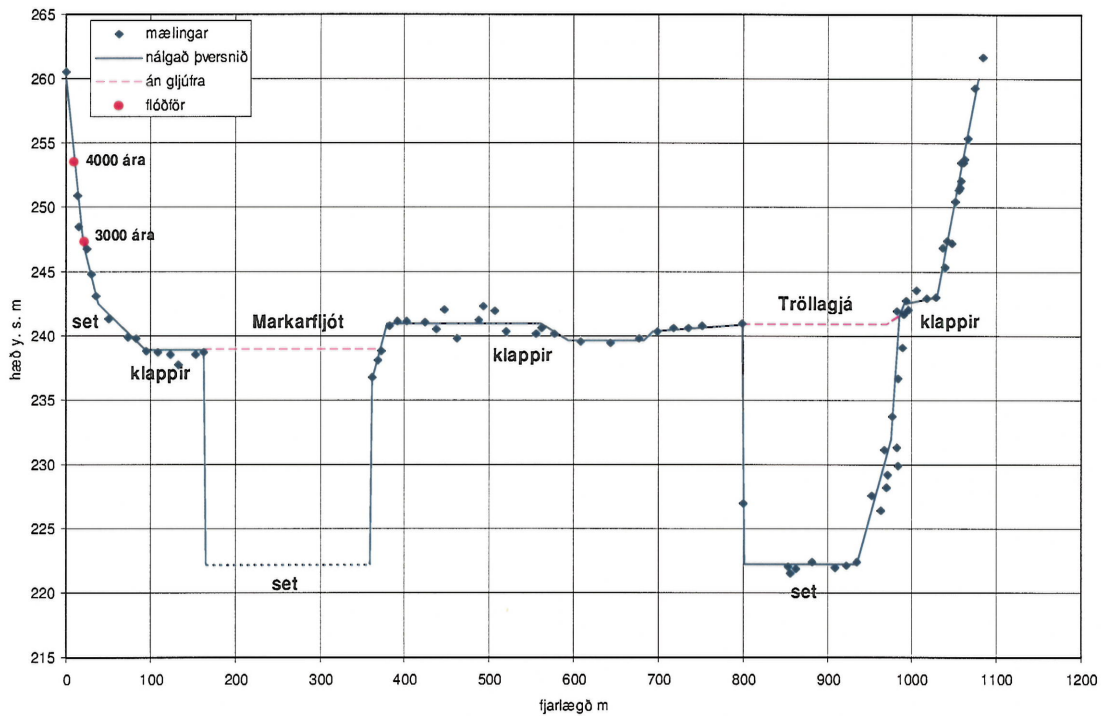
Mynd 1. Mæling á þversniði farvegar Markarfljóts.

### Mælingar á þversniði og halla farvegarins

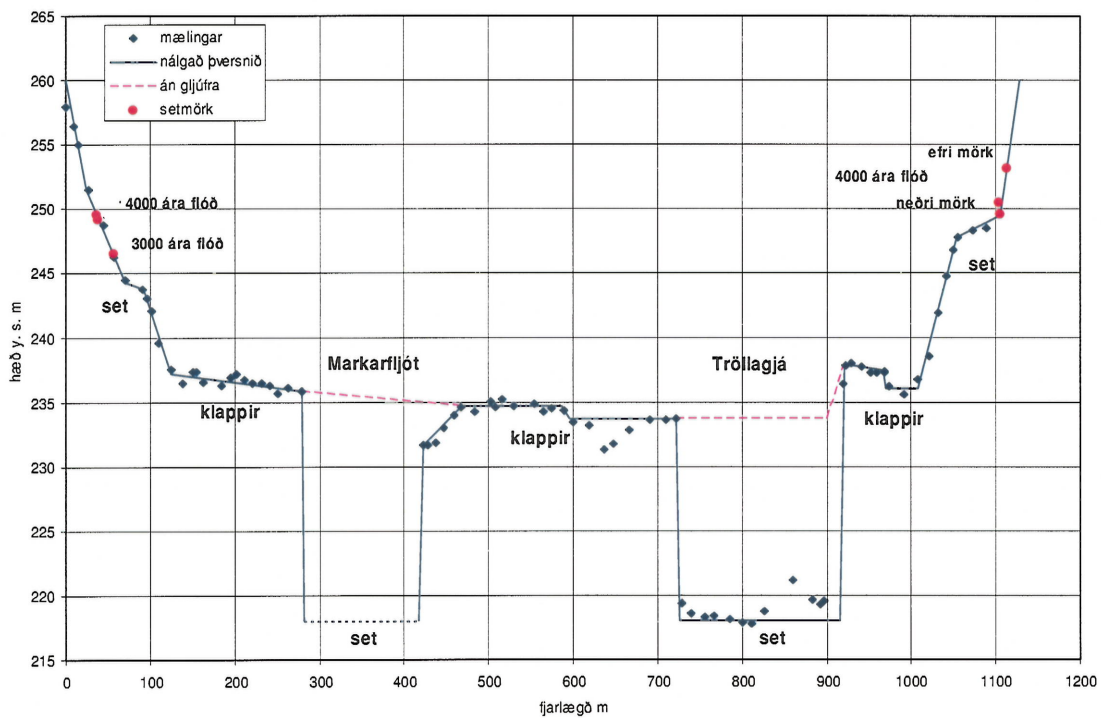
Lögun farvegarins var mæld með DGPS mælitæki í nóvember 2003. Mynd 1 sýnir staðsetningu þversniðanna. Mynd 2 sýnir efra þversnið og mynd 3 hið neðra. Mynd 4 sýnir lengdarsnið. Halli farvegarins er um 1% á þessum stað (0,8% – 1,7%). Halli flóðfaranna virðist vera heldur minni en halli botnsis, sbr. mynd 4, sem gæti bent til að rennslishraði hafi farið minnkandi niður eftir farveginum á þessum stað, og aðferðin sem beitt var við útreikningana gæti af þeim sökum leitt til ofmats á rennsli. Aftur á móti er all nokkur óvissa í t.d. ákvörðun flóðfaranna yfirleitt eða ákvörðun viðnáms farvegarins, og af þeim sökum er ekki ástæða til annars en að ætla að útreikningar skv. Manning jöfnu gefi viðunandi niðurstöðu.



05-01-2004

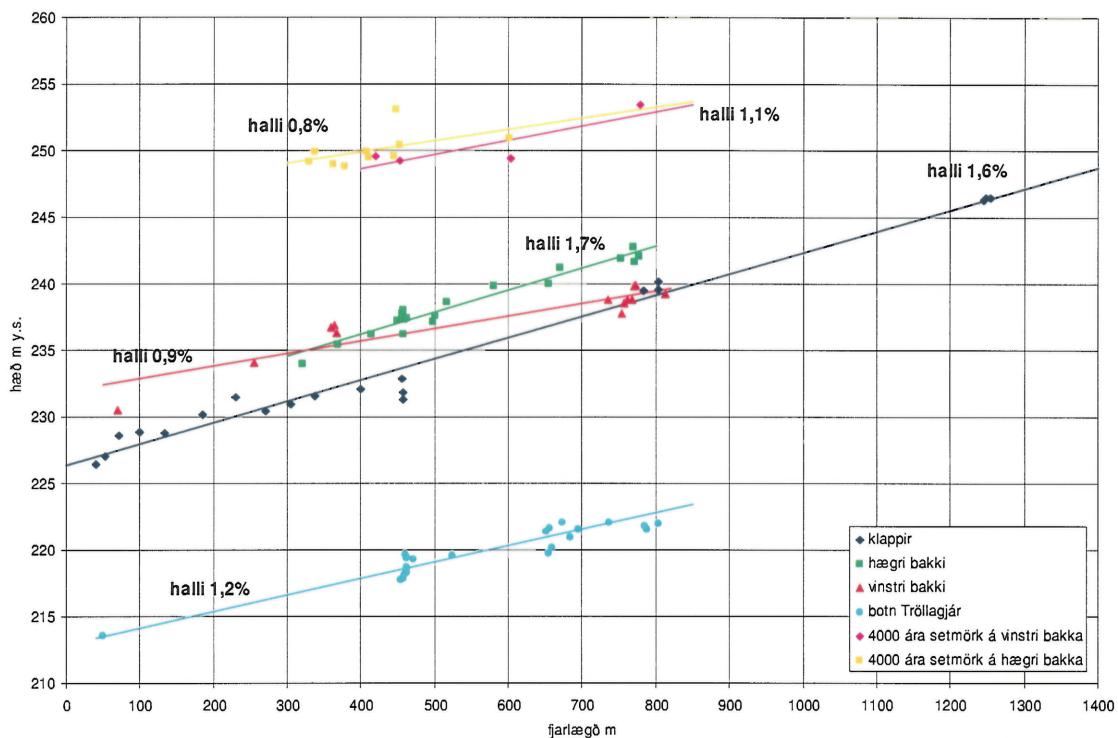


Mynd 2. Efra þversnið. Ekki tókst að mæla botn Markarfljótsgljúfurs á þessum stað, hæð botnsins er þess í stað áætluð sem hin sama og hæð botns Tröllagjár.



Mynd 3. Neðra þversnið. Ekki tókst að mæla botn Markarfljótsgljúfurs á þessum stað, hæð botnsins er þess í stað áætluð sem hin sama og hæð botns Tröllagjár.





Mynd 4. Lengdarsnið

### Útreikningar á rennsli

Forsendan sem útreikningarnir byggja á er að rennsli sé með ágætri nálgun jafnt og stöðugt (steady, uniform flow). Þá fer engin orka í hröðun, halli orkulunnar er hinn sami og halli farvegarins, og unnt er að nota jöfnu Mannings til þess að reikna rennslið beint:

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

þar sem  $Q$  táknar rennsli [ $m^3/s$ ],  $A$  þversniðsflatarmál [ $m^2$ ],  $R_H = A/P$  [ $m$ ] er hlutfall þversniðsflatarmáls og vots ummáls  $P$  [ $m$ ],  $I$  [ $]$  er halli farvegarins og  $n$  [ $s/m^{1/3}$ ] er viðnámsstuðull, sem tekur tillit til orkutaps vegna núnings við botn, iðukasta o.fl. Allar stærðir á vinstri hlið í jöfnu (1) fyrir utan viðnámsstuðullinn  $n$  eru þekktar. Viðnám er mjög breytilegt eftir hrjúfleika botnsins, en ýmislegt annað hefur einnig áhrif, t.d. botnskrið. Við verkfræðileg viðfangsefni er algengt að gildi á viðnámsstuðlinum séu fengin í handbókum, oft með hliðsjón af ljósmyndum sem sýna farvegi með svipað viðnám. T.d. Chow (1959) gefur upp  $n$  á bilinu 0,035 – 0,10 fyrir grófa og óreglulega stórflyótsfarvegi. Reynslujöfnur til mats á  $n$  eru einnig til, t.d. jafna Stricklers:

$$n = Ck^{1/6} \quad (2)$$

þar sem  $k$  [ $m$ ] svarar til hrjúflengdar (hydraulic roughness) og stuðullinn  $C$  [ $s/m^{1/2}$ ] tekur gildi á bilinu 0,03 – 0,04 [Chow, 1959; USACE, 1994]. Jafna Limerinos gildir fyrir náttúrulega farvegi með grjótbötni [USACE, EngMan1110-2-1601; Roberson, 1997]:



05-01-2004

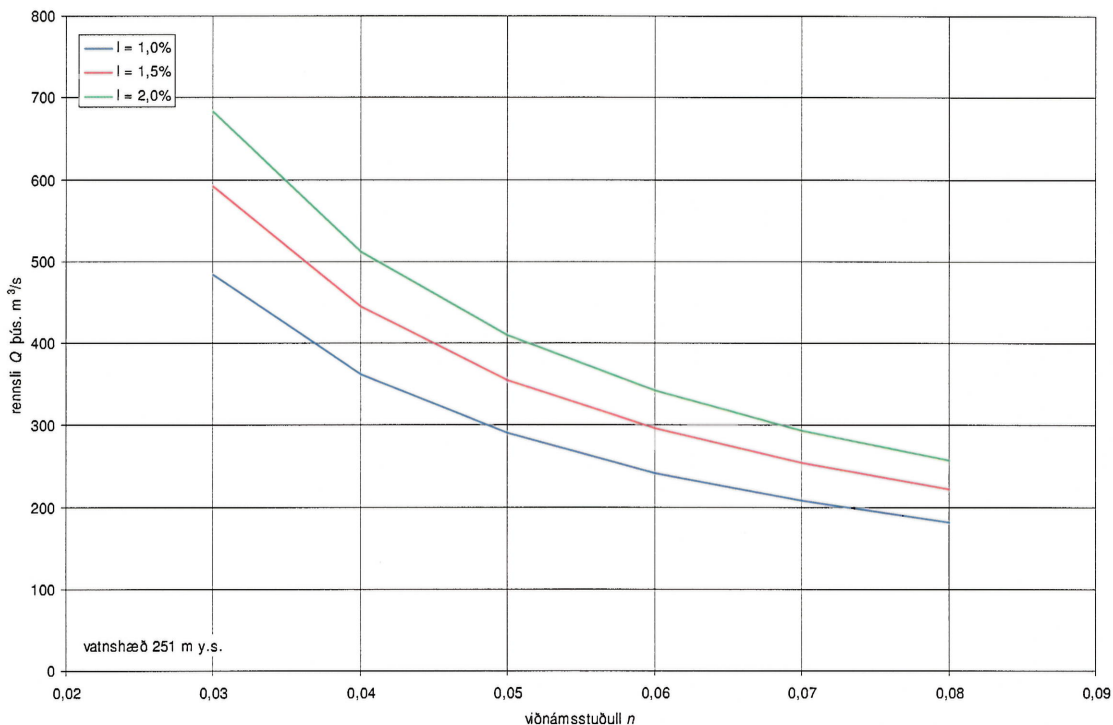
$$n = \frac{0,113R_H^{1/6}}{1,16 + 2,0 \log \left( \frac{R_H}{d_{84}} \right)} \quad (3)$$

Þar sem  $d_{84}$  [m] svarar til 84% flokksbrotsnins í kornastærðarsamsetningu farvegarins. Hjúflengd farvegarins,  $k$ , er óþekkt, og kornastærðasamsetning hefur ekki verið mæld, en myndir 2 og 3 og lauslegar athuganir á staðnum benda til að  $k$  og  $d_{84}$  geti verið af stærðargráðunni 1 m. Tafla 1 sýnir  $n$  reiknað skv. jöfnum (2) og (3) fyrir nokkur mismunandi gildi á  $k$  og  $d_{84}$ :

$k / d_{84}$ [m]	Strickler	Limerinos
	jafna (2)	jafna (3)
	$n$ [s/m <sup>1/3</sup> ]	$n$ [s/m <sup>1/3</sup> ]
0,1	0,026	0,039
0,5	0,034	0,046
1	0,038	0,050
2	0,043	0,055
5	0,050	0,062
10	0,056	0,069
20	0,063	0,078

Tafla 1. Viðnámsstuðull  $n$  skv. jöfnu (2) og jöfnu (3)

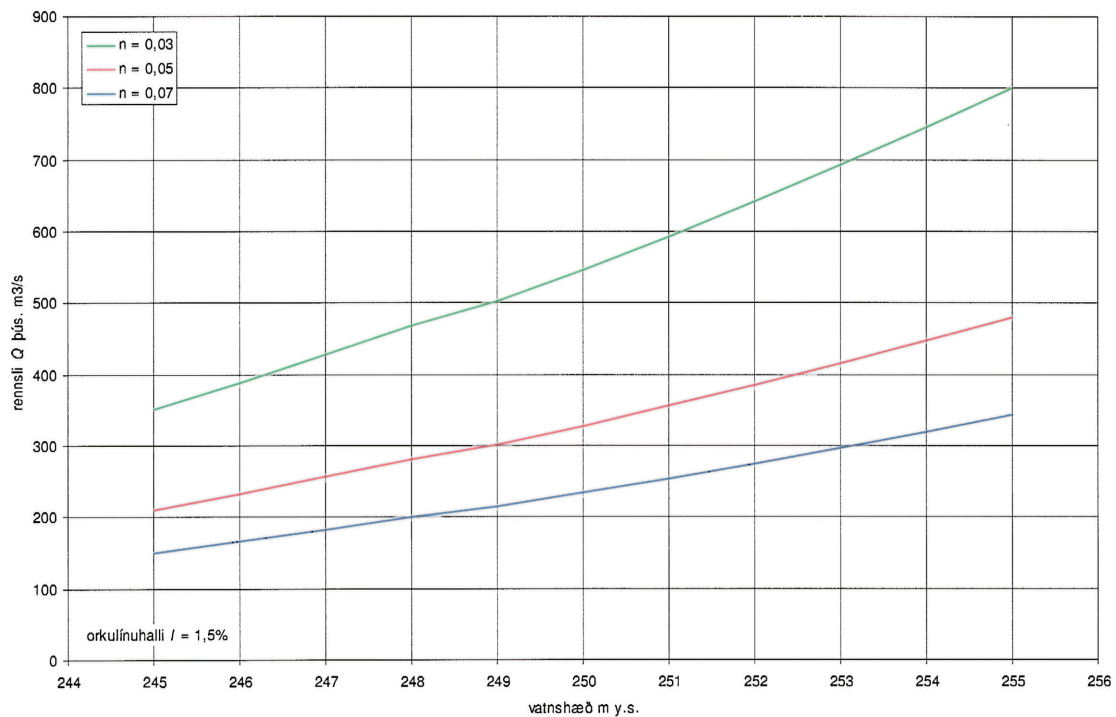
Mynd 5 sýnir rennsli reiknað skv. jöfnu (1) sem fall af viðnámsstuðlinum  $n$ .



Mynd 5. Rennsli í neðra sniði reiknað skv. jöfnu (1) sem fall af viðnámsstuðli  $n$ . Vatnshæð 251 m y.s.

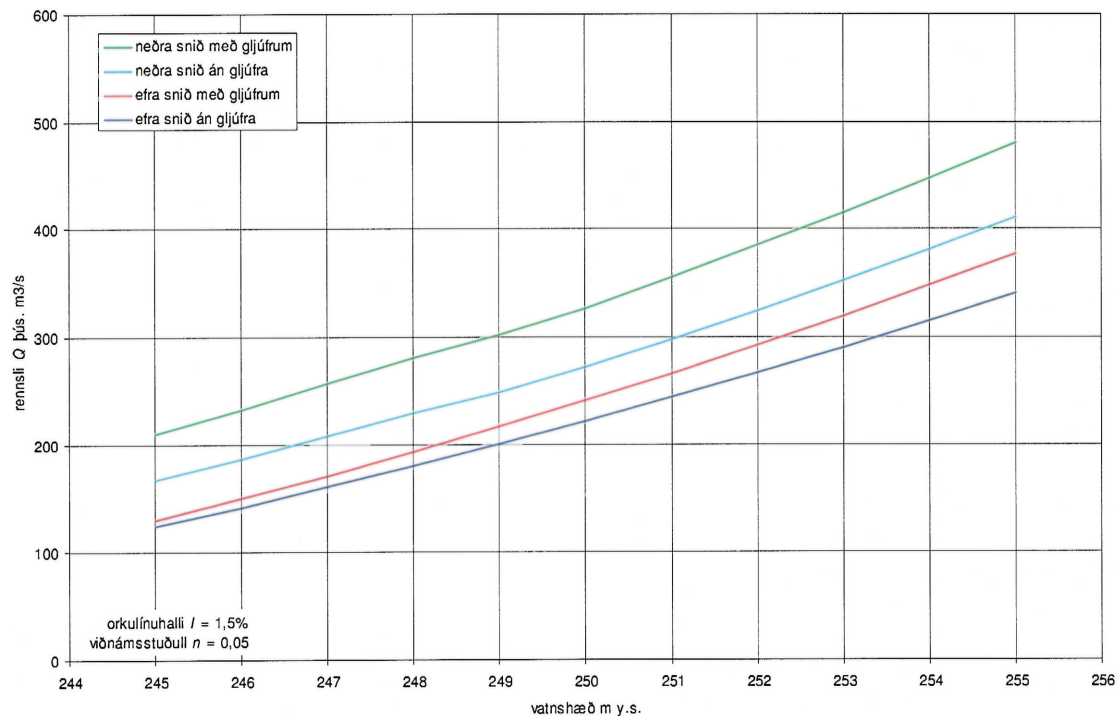


05-01-2004



Mynd 6. Rennsli í neðra sniði sem fall af vatnshæð, núverandi gljúfur. Orkulínuhalli  $I = 1,5\%$ .

Mynd 6 sýnir rennsli í neðra sniði skv. jöfnu ( 1 ) sem fall af vatnshæð, með  $I = 1,5\%$ .



Mynd 7. Rennsli í efra og neðra sniði með og án gljúfra sem fall af vatnshæð. Orkulínuhalli  $I = 1,5\%$ , viðnámsstuðull  $n = 0,05$



### **Niðurstaða**

Ef gert er ráð fyrir að viðnámsstuðullinn sé  $n = 0,04 - 0,05$ , orkulínuhallinn sé  $I = 1,5\%$  og að vatnshæðin í neðra sniði hafi verið 251 m y.s. (254 m y.s. í efra) fæst að mesta rennsli í 4000 ára flóði var á bilinu 350 – 440 þús. m<sup>3</sup>/s, ef gert er ráð fyrir að gljúfrin hafi verið til staðar. Ef gljúfrin eru ekki tekin með í reikninginn fæst að mesta rennsli hefur verið á bilinu 300 – 390 þús. m<sup>3</sup>/s. Skv. sömu forsendum hefur mesta rennsli í 3000 ára flóði verið 280 – 350 þús. m<sup>3</sup>/s með gljúfrum en 230 – 290 þús. m<sup>3</sup>/s án gljúfra m.v. vatnshæðina 248 m y.s. í neðra sniði.

### **Tilvísanir**

Chow, Ven Te: *Open-Channel Hydraulics*. McGraw-Hill Book Company Inc., 1959.

Roberson, J.A, Crowe, C.T.: *Engineering Fluid Mechanics*. John Wiley & Sons, Inc., 1997.

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

### **Lykilorð**

Markarfljót, hamfaraflóð, Manning jafna