



ORKUSTOFNUN

Vatnamælingar

Breytingar á rennslis- lyklum í Jökulsá á Dal við Hjarðarhaga

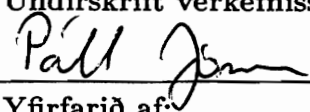
**Páll Jónsson
Árni Snorrason
Svanur Pálsson**

Unnið fyrir Landsvirkjun

1999

OS-99106



Skýrsla nr: OS-99106	Dags: Desember 1999	Dreifing: <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill: Breytingar á rennslislyklum í Jökulsá á Dal við Hjarðarhaga	Upplag: 25	
	Fjöldi síðna: 19	
Höfundar: Páll Jónsson, Árni Snorrason og Svanur Pálsson	Verkefnisstjóri: Páll Jónsson	
Gerð skýrslu / Verkstig: Athugun á breytingum á rennslislyklum	Verknúmer: 641733	
Unnið fyrir: Landsvirkjun		
Samvinnuaðilar:		
Útdráttur: Rennslislyklar í Jökulsá á Dal við Hjarðarhaga hafa tilhneigingu til þess að breytast á þann hátt, að þeir færast tiltölulega skyndilega á milli tveggja þrepa. Þversnið árinna breytist með tíma og hefur tilhneigingu til að skipta um form, sem eru í grófum dráttum tvenns konar. Mismunurinn á meðalrennslinu reiknuðu með rennslislyklum fyrir þrepin tvö nemur 9% af meðalrennslinu, 144 m ³ /s, reiknuðu út frá meðalrennslislykli. Þetta er meiri munur en svo, að unnt sé að nýta vatnsorku árinna á sem hagkvæmastan hátt. Með því að mæla rennsli oftár á jökulleysingartímanum er unnt að minnka þessa skekkju verulega, því að þá ætti frekar að vera ljóst, hvorum lyklinum rennsli árinna fylgir á hverjum tíma. Tíðar rennslismælingar um það leyti sem lyklarnir eru að færast á milli þrepa ættu einnig að leiða til nánari skilnings á því, hvernig færslan á sér stað.		
Lykilorð: Jökulsá, aurburður, farvegur, frávik, rennsli, rennslislykill, vikmörk, vatnshæð, vatnshæðarmælir.	ISBN-númer:	
	Undirskrift verkefnisstjóra: 	
	Yfirfarið af: PJ, ÁSn	



ORKUSTOFNUN
Vatnamælingar

Skýrsla
OS-99106
Verknr. 641733

Páll Jónsson, Árni Snorrason og Svanur Pálsson

Breytingar á rennslislyklum í Jökulsá á Dal við Hjarðarhaga

Unnið fyrir Landsvirkjun

OS-99106

Desember 1999

ORKUSTOFNUN: Kennitala 500269-5379 - Sími 569 6000 - Fax 568 8896
Netfang Vatnamælinga vm@os.is - Heimasíða <http://www.os.is/vatnam>

Efnisyfirlit

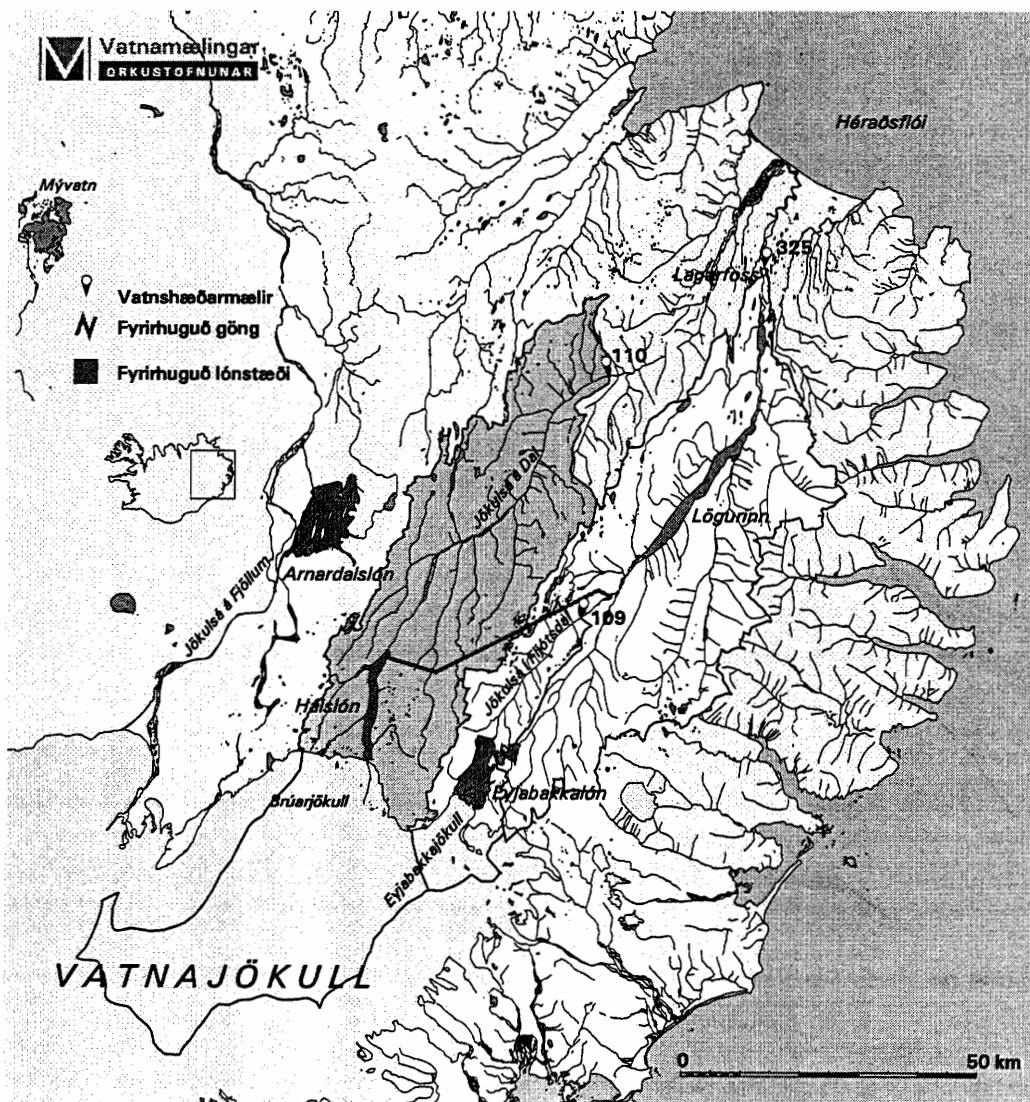
1	Inngangur	5
2	Áreiðanleiki rennslisgagnanna	7
3	Breytingar á rennslislykli á tímanum, sem mælingar ná yfir	8
4	Tölfræðileg athugun á lykklafærslum	10
5	Áhrif lykklaskipta á rennslisraðir	12
6	Breytingar á farvegi	15
7	Niðurstöður	18
8	Heimildir	19

Myndaskrá

1	Kort af vatnasviðum Jökulsár á Dal og Jökulsár í Fljótsdal	5
2	Rennslislykill 3 ásamt 95% vikiörkum	8
3	Frávik rennslismælinga 1964–94 frá lykli 3	9
4	Frávik rennslismælinga 1995–99 frá lykli 3	9
5	Rennslislykill 1 með 95% vikiörkum	10
6	Rennslislykill 2 með 95% vikiörkum	11
7	Samanburður á ársmeðalrennsli samkvæmt þremur rennslislyklum . . .	12
8	Mismunur í mánaðarmeðalrennsli milli lykils 1 og lykils 2	13
9	Mismunur í daglegu rennsli milli gildandi lykils og lykils 3	14
10	Sex dýptarsnið í Jökulsá á Dal við Hjarðarhaga mæld 1995	16
11	Sex dýptarsnið í Jökulsá á Dal við Hjarðarhaga mæld 1995–1997	16
12	Sex dýptarsnið í Jökulsá á Dal við Hjarðarhaga mæld 1997–1998	17
13	Sex dýptarsnið í Jökulsá á Dal við Hjarðarhaga mæld 1998–1999	17

1 Inngangur

Aðalþátturinn í vatnsrennsli Jökulsár á Dal er jökulvatn frá Brúarjökli, en hann er samkvæmt nýjustu mælingum talinn vera um 1700 km². Þar af eru um 1410 km² taldir vera á vatnasviði Jökulsár á Dal. Brúarjökull er framhlaupsjökull. Vitað er um framhlaup snemma á 17. og 18. öld, 1810, 1890 og haustið 1963. Vatnshæðarmælir Vatnamælinga Orkustofnunar í Jökulsá við Hjarðarhaga (vhm110) var tekinn í notkun 1963 rétt fyrir síðasta framhlaup Brúarjökuls. Afbrigðilega mikið rennsli mældist fyrstu árin eftir framhlaupið, en verið getur, að áhrifa framhlaupsins gæti á öllu mælitímabilinu. Þess vegna er ekki víst, að rennslið, sem mælt hefur verið, sé dæmigert fyrir önnur tímabil, (Árni Snorrason 1985). Áhrif framhlaupsins hafa verið rannsökuð, (Magnús Tumi Guðmundsson o. fl. 1996), og var m. a. áætlað hversu rennsli hefði aukist vegna framhlaupsins, sem stækkar leysingarsvæðið, breytir þversniði jökulsins og brýtur hann upp. Rennlisaukningin var áætluð um 10–15% næstu 4–6 árin eftir hlaupið 1963.



Mynd 1: Kort af vatnasviðum Jökulsár á Dal og Jökulsár í Fljótsdal.

Afrennsli frá jöklinum er mjög háð hitastigi. Þess vegna eru miklar dagsveiflur í rennsli árinna. Oft er um 50% munur á hæsta og lægsta rennsli á sama sólarhringnum. Árstíðasveiflur eru gífurlegar, en meðalrennsli þá mánuði að vetrinum, sem rennslið er lægst, er um $10 \text{ m}^3/\text{s}$. Hins vegar er dagsmeðalrennslið að sumrinu oft yfir $500 \text{ m}^3/\text{s}$. Einnig er mikill veðurfarslegur breytileiki, þar sem lægsta ársmeðalrennslið er $100 \text{ m}^3/\text{s}$, en hið hæsta $186 \text{ m}^3/\text{s}$. Auk þess eru langtímasveiflur, bæði vegna veðurfarsveifna og áhrifa framhlaupa.

Afrennslið frá jökullausa hluta vatnasviðsins, sem er um 1910 km^2 , einkennist af miklu rennsli vegna snjóleysinga síðla vors og snemmsumars, en á öðrum árstímum er afrennslið fremur lítið, sérstaklega á veturna, en þá getur afrennslið farið niður í $2 \text{ l}/(\text{s} \cdot \text{km}^2)$.

Flóð í Jökulsá á Dal eru flest af þremur tegundum, vorflóð vegna snjóleysinga, sumarflóð vegna jökulleysinga og flóð vegna rigninga og snjóleysinga á haustin og snemma vetrar. Heimildir eru um mikil flóð í Jökulsá fyrr á öldum. Líklega hafa það verið jökulhlaup, hugsanlega í tengslum við framhlaup í jökli, en jökulhlaup samfara framhlaupinu 1963 er eina jökulhlaupið, sem komið hefur eftir að vatnshæðarmælingar hófust. Þetta hlaup varð í október 1964, og var rennslið í hámarki þess $1180 \text{ m}^3/\text{s}$ þann 10. október 1964. Þetta er jafnframt mesta flóð, sem mælt hefur í Jökulsá á Dal við Hjarðarhaga. Tvö næst mestu flóð eru bæði vorflóð, í júní 1989 og 1995, en hámarksrennslið í þeim var $1140 \text{ m}^3/\text{s}$ og $1130 \text{ m}^3/\text{s}$.

Farið var að taka sýni til mælinga á svifaur nærri vatnshæðarmælinum við Hjarðarhaga um líkt leyti og vatnshæðarmælingarnar hófust, (Haukur Tómasson o. fl. 1996 og Svanur Pálsson o. fl. 1998). Síðar var farið að taka sýni frá brúnum við Hjarðarhaga og Brú með sýnataka USGS (S-49) og spili. Framburður svifaurs í Jökulsá á Dal er mjög mikill, að meðaltali 6-7 milljónir tonna á ári, en sveiflast frá 2 upp í 12 milljónir tonna ári. Hann komst raunar upp í 18 milljónir tonna á ári rétt eftir framhlaupið 1963. Af mæligögnunum virðist mega ráða, að áhrif framhlaupsins hafi fjarað út á um 10 árum, (Haukur Tómasson o. fl. 1996 og Svanur Pálsson o. fl. 1998).

Talið er, að grófur svifaur skili sér ekki að fullu í sýni tekin á hefðbundinn hátt í Jökulsá á Dal, þar sem venjulegur sýnataka (S-49) kemst ekki niður undir botn við brýrnar hjá Hjarðarhaga og Brú vegna mikils straumhraða og iðukasta. Því má búast við, að ofangreindar tölur um framburð séu of lágar. Til þess að afla nánari upplýsinga um framburð svifaurs í ánni, svo að unnt sé að endurmeta fyrri gildi, hafa á jökulleysingartímanum bæði 1998 og 1999 verið tekin sýni frá nýju strengjabrautinni við Hjarðarhaga með sýnataka, þar sem innrennsli er stjórnað með rafboðum (P-61), en hann er auk þess nægilega þungur til þess að hægt sé koma honum niður að botni. Hafa þá bæði verið tekin sýni á nokkrum þversniðum og á mismunandi dýpi. Til samanburðar hafa verið tekin sýni á hefðbundinn hátt, (Svanur Pálsson og Ásgeir Gunnarsson 1998 og 1999). Engar mælingar hafa verið gerðar á botnskríði.

Skýrsla þessi er að stofni til grein í ráðstefnuriti norrænu vatnafræðiráðstefnunnar í Helsinki 1998 (Páll Jónsson og Árni Snorrason 1998). Skýrslan er nokkru ítarlegri en greinin, m. a. vegna þess að bæst hafa við gögn frá árunum 1998 og 1999 og í skýrslunni er bætt við umfjöllun um breytingar á farvegi.

2 Áreiðanleiki rennslisgagnanna

Mikill breytileiki og hvað allt getur orðið stórt í sniðum valda því, að mjög erfitt er að rannsaka og mæla Jökulsá á Dal. Rennslissviðið er mjög stórt og mjög mikilvægt er að hafa góð gögn um það allt, komi til virkjunar árinna til raforkuvinnslu. Aurburður er afar mikill og breytilegur, en hann veldur erfiðleikum bæði að því er varðar áreiðanleika rennslislykla og við rekstur vatnshæðarmæla.

Vatnshæðarmælirinn, vhm110, í Jökulsá á Dal við Hjarðarhaga var gangsettur 11. maí 1963 og er brunnsíriti tengdur ánni með tveggja tommu röri. Vegna aurburðarins í ánni vill rörið fyllast af fínum aur og veldur það tregðu í sambandi árinna við brunnninn. Tilhneiging er til þess, að hámrörk og lágmörk verði afskorin, þar sem tregðan veldur því, að rennslisveifla árinna kemur ekki að fullu fram í brunnninum.

Þann 23. maí 1998 var settur upp nýr loftbólusíriti á sama stað og gamli brunnsíritinn og er ætlunin að keyra þá saman í nokkur ár, þannig að betra mat fái á skekkjuna, sem tregða gamla mælisins veldur.

Langvinnar ístruflanir að vetrinum valda verulegri óvissu um lágrennslið, en reynt hefur verið að ná rennslismælingu a. m. k. einu sinni á hverjum vetri, og bætir það mjög mat á vetrarrennslinu.

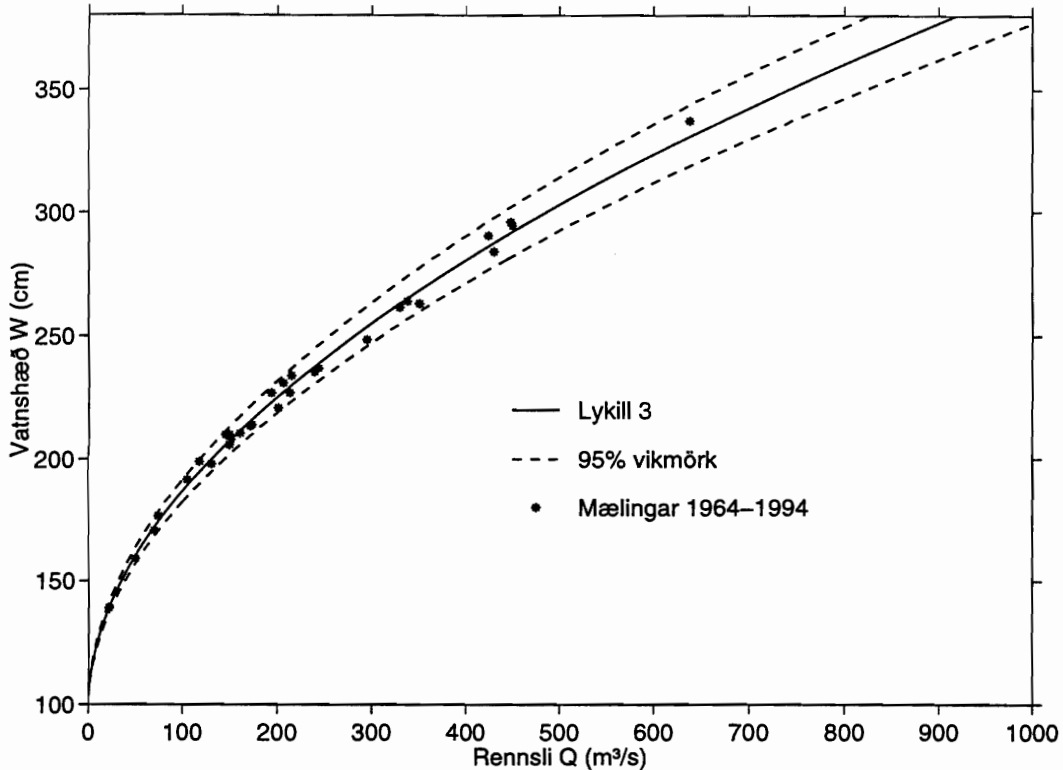
Rennslismælingar eru gerðar með mælum, sem hengdir eru í strengjabrautir. Við vhm110 eru tvær strengjabrautir. Sú eldri er með handknúnu spili og eru nánast allar rennslismælingar teknar með þeirri strengjabraut. Haustið 1997 var byggð önnur strengjabraut með rafknúnu spili og er hún ætluð til aurburðarsýnatöku auk rennslismælinga. Nokkrar af nýjustu rennslismælingunum hafa verið gerðar með henni. Það er þekkt úr fræðunum, að upphengdir mælar sýna of mikið rennsli og er vitað um nokkrar ástæður fyrir því.

1. Í miklu iðustreymi getur venjuleg skrúfa mælt of mikinn straumhraða vegna eigin tregðu.
2. Straumhraðamælir leggst alltaf samsíða ás hámarkshraða, en hann er ekki alltaf hornréttur á mælt þversnið.
3. Dýpið getur mælst of mikið vegna þess, að lóðið hefur rekið undan straumi.

Reynsla Vatnamælinga af mælingum með straumsjá (Acoustic Doppler Current Profiler) í öðrum íslenskum stórám staðfesta, að mælingar með upphengdum mælum í stórfloðum gefa of mikið rennsli, jafnvel þótt þung lóð séu notuð.

3 Breytingar á rennslislykli á tímanum, sem mælingar ná yfir

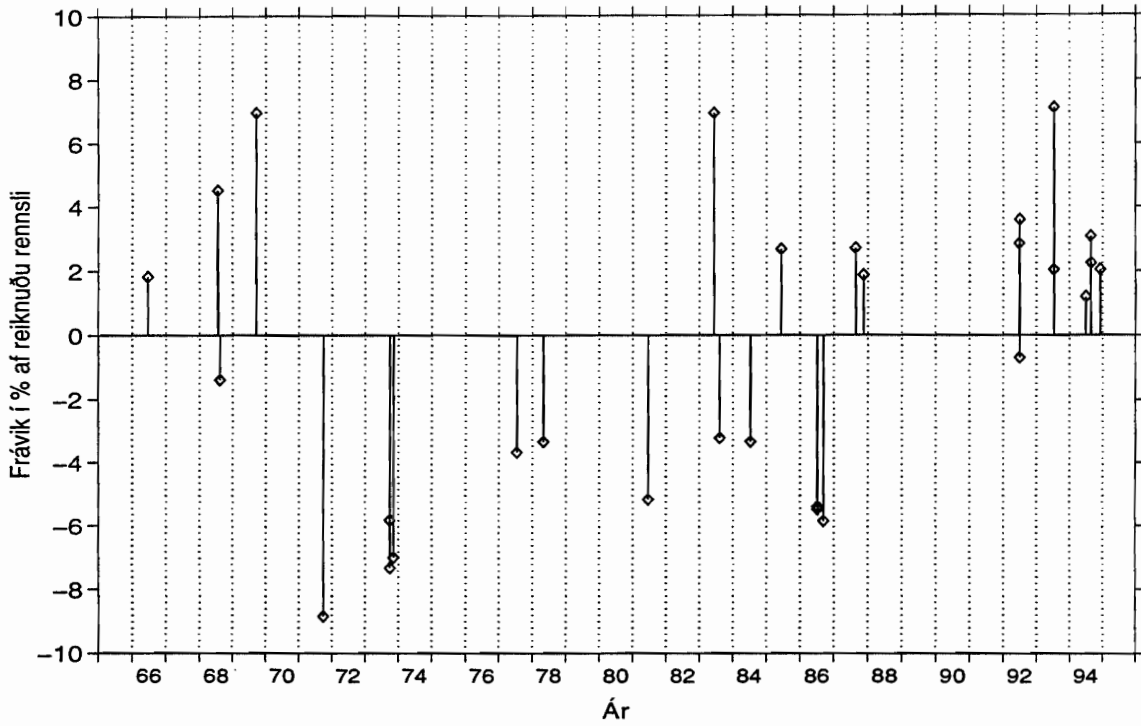
Rennslislykill fyrir vhm110 við Hjarðarhaga virðist vera stöðugur, þegar litið er til langs tíma, en í gagnasafninu má sjá færslur á milli tveggja þrepa.



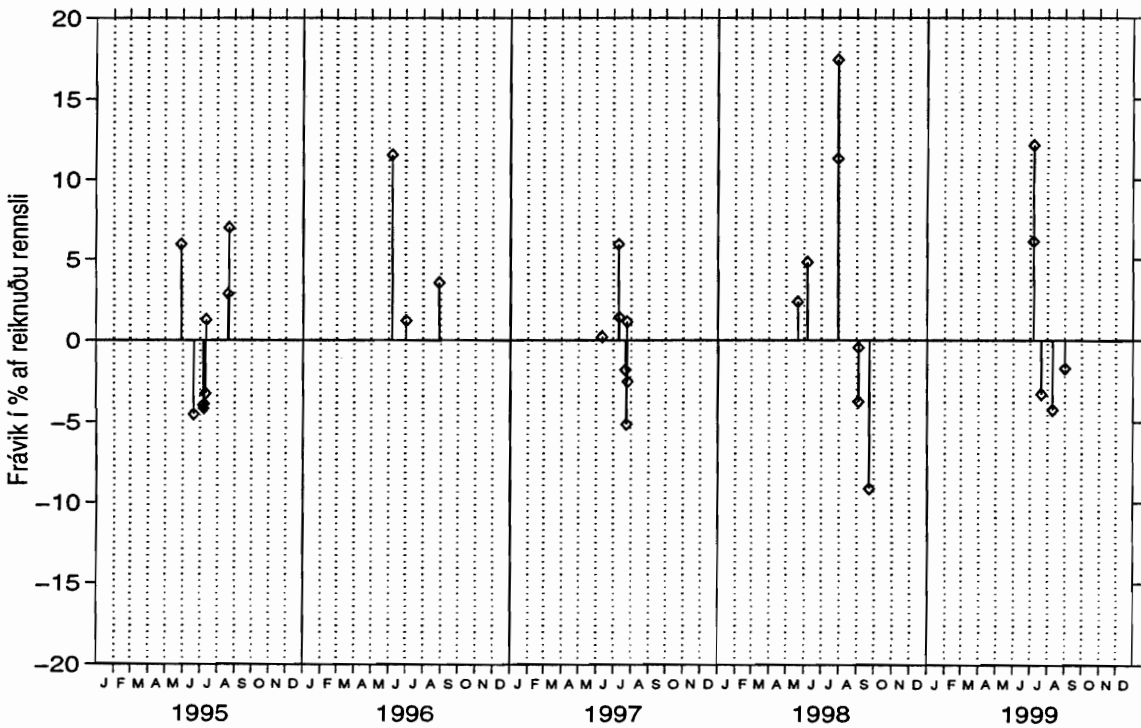
Mynd 2: Rennslislykill 3 ásamt 95% vikmörkum.

Mynd 2 sýnir lykil nr. 3 fyrir vhm110 í Jökulsá á Dal við Hjarðarhaga. Hann er byggður á öllum rennslismælingum þar á tímabilinu 1964–1994 (Vatnamælingar OS 1999). Umtalsverð dreifing er á mæligildunum. Þegar frávikin eru skoðuð í tímaröð, mynd 3, koma greinilega í ljós tímabundnar færslur. Frávikssveiflurnar eru nokkru minni en $\pm 10\%$. Nær engin gildi hafa frávik nálægt núlli, sem er ólíkt því, sem við mætti búast af gögnum af þessu tagi. Punktarnir safnast hins vegar á sinn hvorn enda frávikssviðsins í samræmi við þrepin tvö, sem nefnd voru hér að framan. Viðbrögðin við þessum upplýsingum voru þau að mæla rennsli oft sumurin 1995 og 1997, en 1996 var mælt álíka oft og venjulega. Einnig voru fleiri mælingar en venjulega sumurin 1998 og 1999.

Á mynd 4 eru sýnd frávikin í mælingunum 1995–1999 frá rennslislykli nr. 3 (Vatnamælingar OS 1999). Mælingarnar staðfestu fyrri athuganir, en jafnframt kemur fram, að færsla á milli þrepa getur átt sér stað innan árstíðar, sem ekki var ljóst af eldri gögnum. Dæmi um það eru færslur á miðju sumri öll árin nema 1996, sem hægt er að sýna fram á vegna tíðra mælinga um það leyti, sem skiptin áttu sér stað. Árin 1997, 1998 og 1999 virðist sem skiptin eigi sér stað í júlí, þannig að þá skipti frávikin frá jákvæðu í neikvætt frávik, sem bendir til þess, að þegar jökulleysing hefst, flytji farvegurinn minna vatn við tiltekna vatnshæð.



Mynd 3: Frávik rennslismælinga 1964–94 frá lykli 3.

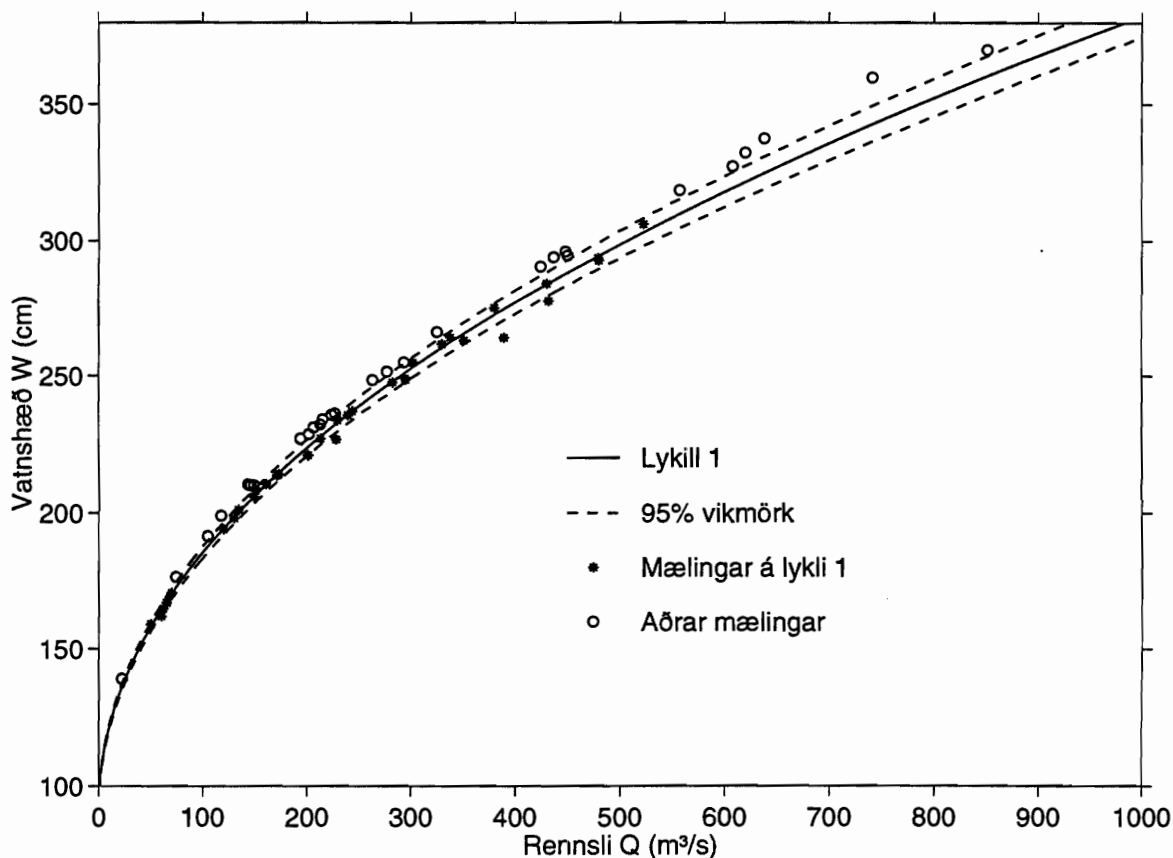


Mynd 4: Frávik rennslismælinga 1995–99 frá lykli 3.

4 Tölfræðileg athugun á lykklafærslum

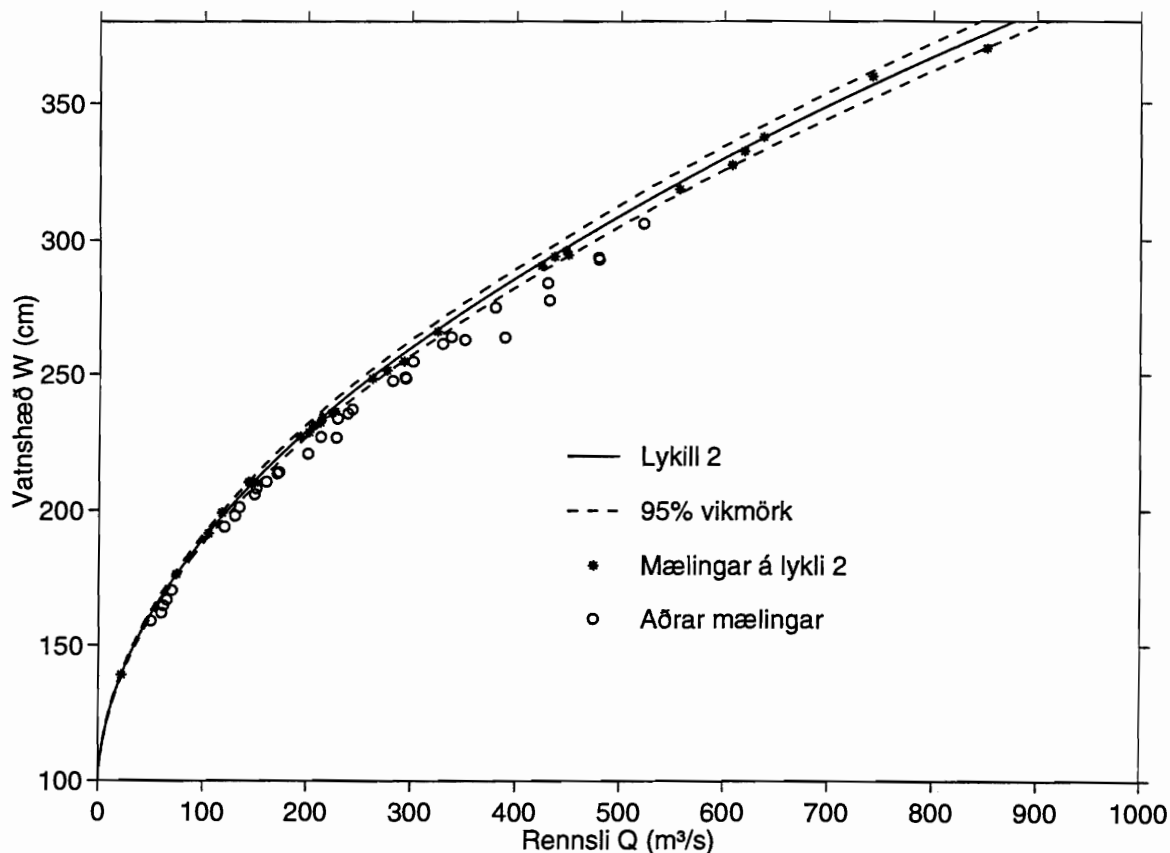
Reiknuðu 95% vikmörkin á lykli 3, sem sýnd eru á mynd 2, eru byggð á mælingum á tímabilinu 1964–94. Bilið milli vikmarkanna er um $\pm 10\%$ af áætluðu rennsli. Til þess að skoða einkenni gagnanna frekar var öllu gagnasafninu frá tímabilinu 1964–1997 skipt í tvo hópa eftir því í hvora áttina frávikið var frá lykli 3. Mynd 5 sýnir lykil 1, sem byggður er á lægri gildunum. Öll gildi í þeim hópi lenda innan 95% vikmarka, en öll gildi úr hærri hópnum lenda utan markanna. Athyglivert er, að þrjár mælinganna frá 1998–1999 lenda utan vikmarka lykils 1 og gefa í öllum tilfellum meira rennsli en vænta má samkvæmt lykli 1. Fyrir hærri hópinn á hið sama sér stað, þegar tilsvareandi athugun er gerð á gildunum í þeim hópi, eins og sést á mynd 6, sem sýnir lykil 2. Þetta staðfestir á tölfræðilegan hátt það, sem áður var búið að taka eftir, að rennsliarlyklar Jökulsár á Dal við Hjarðarhaga staðnæmast við tvö ólík þrep.

Það vekur athygli, að miklu meira suð er í mælingunum, sem tilheyra lykli 1 en þeim sem tilheyra lykli 2, en þetta endurspeglast einnig í þrengri vikmörkum fyrir lykil 2. Ekki er vitað um ástæður þessa, en þetta bendir til, að e. t. v. sé ástandið, sem svarar til lykils 2, stöðugra en ástandið, sem svarar til lykils 1. Rennsliarlykill 1 flytur meira vatn en lykill 2 við sömu vatnshæð og er því e. t. v. um straumfræðilegar ástæður að ræða fremur en að farvegurinn sé mismunandi, þó að líklega hafi báðir þættir áhrif á hvort ástandið er ríkjandi á hverjum tíma.



Mynd 5: Rennsliarlykill 1 með 95% vikmörkum.

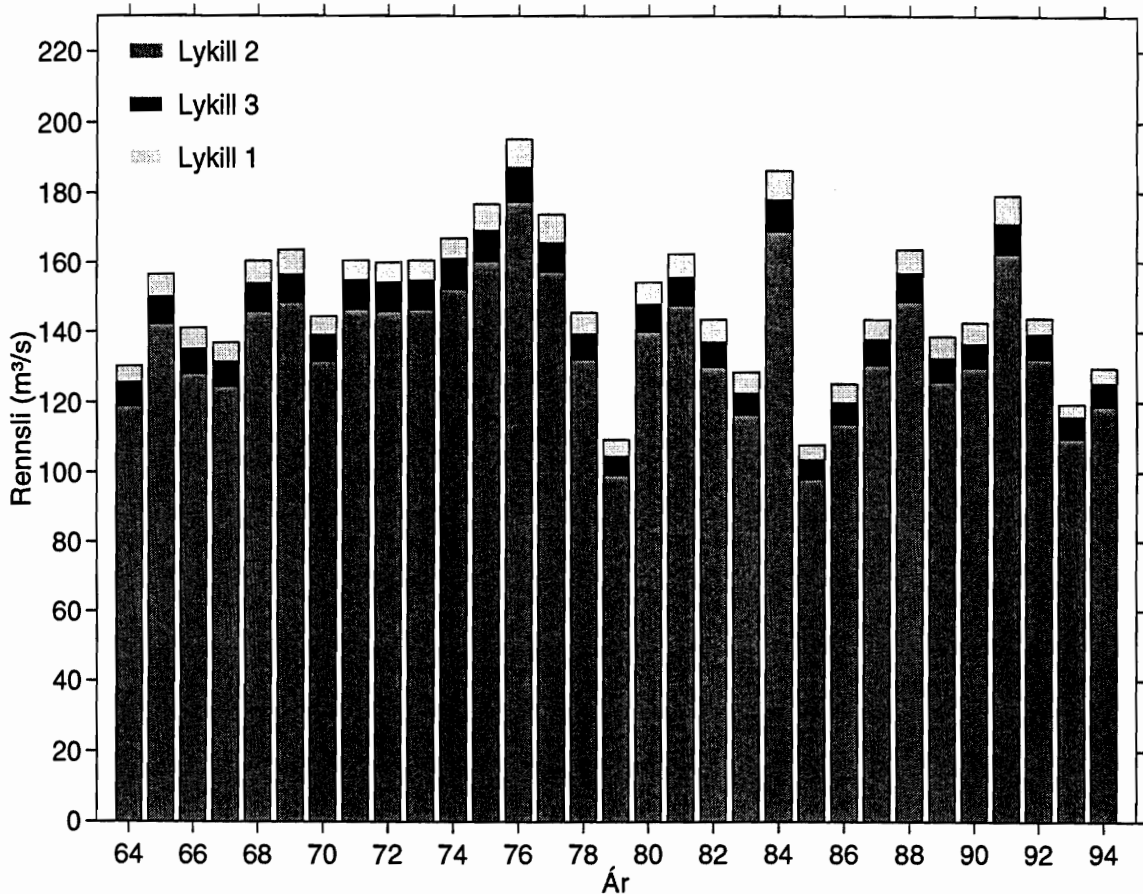
Það flækir málið, að allar hæstu rennismælingarnar tilheyra hærri hópnum, þ. e. lykli 2, sem gæti bent til þess, að í hárennsli gildi lykili byggður á þeim hópi, sem aftur gæti bent til þess, að við mikið rennsli verði ástandið stöðugra, sbr. það sem að ofan greinir. Af því leiðir, að samanburðurinn hér og í næsta kafla er óraunhæfur, því að hann byggist á því, að lægri lykilinn, lykili 1, megi framlengja upp í hærri rennsli. Svárið við þeirri spurningu, hvort ástandið svarandi til lykils 2 sé alltaf ríkjandi við mikið rennsli, er því mjög brýnt.



Mynd 6: Rennsli Lykill 2 með 95% vikmörkum.

5 Áhrif lykaskipta á rennslisráðir

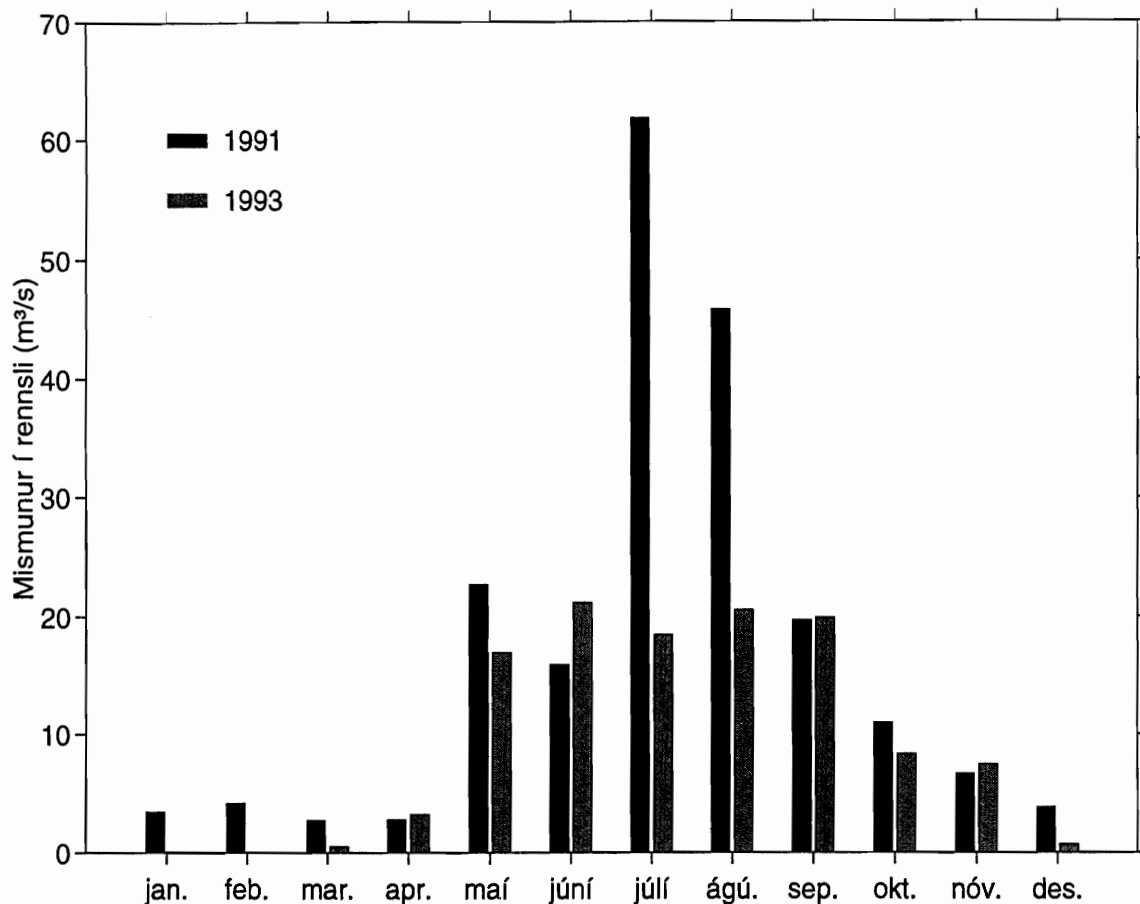
Mjög mikilvægt er að þekkja áhrif færslna á milli lykla á rennslisráðir, því að allar áætlanir um virkjun árinna eru miðaðar við það, að stórt miðlunarlón verði notað til þess að miðla vatni á milli árstíða og hugsanlega einnig á milli ára. Gert er ráð fyrir að nýta vatnið til hlítar á lágrennslitímabilum. Þess vegna er nákvæm áætlun um rennsli lykilatriði við áætlanir um virkjun og við hönnun virkjunar.



Mynd 7: Samanburður á ársmeðalrennsli samkvæmt þremur rennslislyklum.

Áhrif mismunandi lykla á meðalrennsli einstakra ára eru sýnd í mynd 7 (Vatnamælingar OS 1999). Á myndinni eru teiknaðar súlur, ein fyrir hvert ár 1964–1994, þannig að hver súla er þrískipt. Neðsti hlutinn sýnir meðalrennsli árinna samkvæmt lykli 2, síðan kemur viðbót, sem nær upp í meðalrennsli samkvæmt lykli 3, og að lokum enn ein viðbót, sem nær upp í meðalrennsli samkvæmt lykli 1, en sá rennslislykill gefur mest rennsli við tiltekna vatnshæð. Frávikið, sem lyklar 2 og 1 gefa frá rennslinu, sem meðallykillinn nr. 3 gefur, sveiflast frá -5% til +4% af rennsli samkvæmt lykli 3.

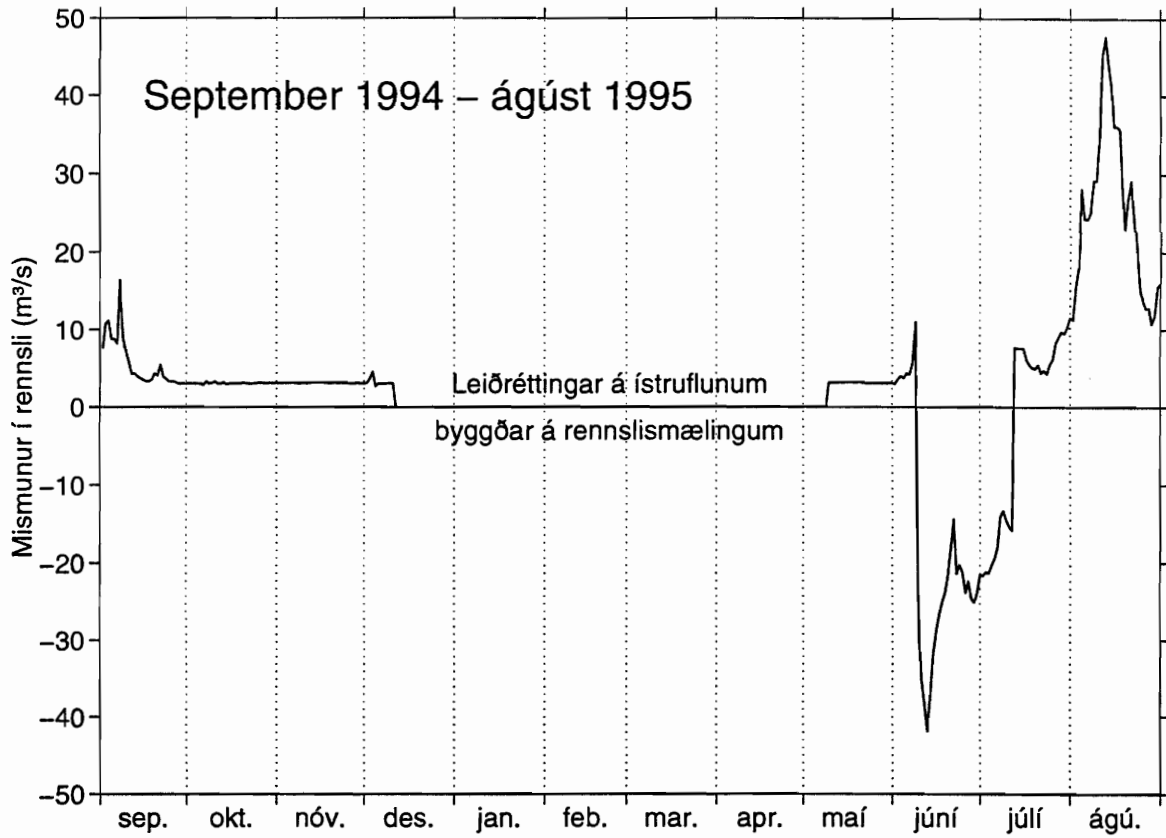
Skekkjurnar vegna mismunar á rennsli eftir því, hvaða lyklar eru notaðir, koma greinilega fram á mynd 8. Þar er sýndur mismunur meðalrennslis mánaða (Vatnamælingar OS 1999) samkvæmt lyklum 1 og 2 árin 1991 og 1993. Árið 1991 var hárennslisár, en 1993 lágrennslisár. Mismunurinn er mjög verulegur, því að bæði árin er hann svo mikill, að svarar til rennslis í miðlungsá. Munurinn milli ára er einnig áberandi og



Mynd 8: Mismunur í mánaðarmeðalrennsli milli lykils 1 og lykils 2.

undirstrikar mikilvægi þess að fá svar við þeirri spurningu, sem sett er fram hér á undan um tengsl færslna á milli lykila (þrepa) og rennslis.

Mynstrið er jafnvel enn skýrara, þegar skoðað er meðalrennsli einstakra daga, sjá mynd 9 (Vatnamælingar OS 1999). Á ístruflanatímanum að vetrinum er enginn munur, því að þá er rennslið áætlað beint út frá rennslismælingum án þess að lykilar séu notaðir. Munurinn er greinilegur á leysingartímanum, þegar skiptin eiga sér stað, en þá verður munurinn mikill, (mynd 9). Myndin sýnir mismuninn á daglegu rennsli milli lykils 1 eða 2, eftir því hvor er talinn gilda, og lykils 3, sem litið er á sem meðallykil fyrir vatnsárið 1994–1995. Sé tímabilið frá 6. júní til 11. júlí 1995 tekið sem dæmi, er frávikið um -5% að meðaltali, en á tímabilinu frá 8. júlí til 31. ágúst sama ár er frávikið +5%. Á öllu vatnsárinu 1994–1995 er mismunurinn hins vegar aðeins um 1%. Af þessu má ráða, að nákvæmni meðallykilsins er viðunandi til þess að reikna langtímameðaltal, en unnt er að reikna rennsli einstakra árstíða og ára með umtalsvert meiri nákvæmni, séu rennslismælingar nægilega tíðar til þess að finna skiptin milli rennslislykila.



Mynd 9: Mismunur í daglegu rennsli milli gildandi lykils og lykils 3.

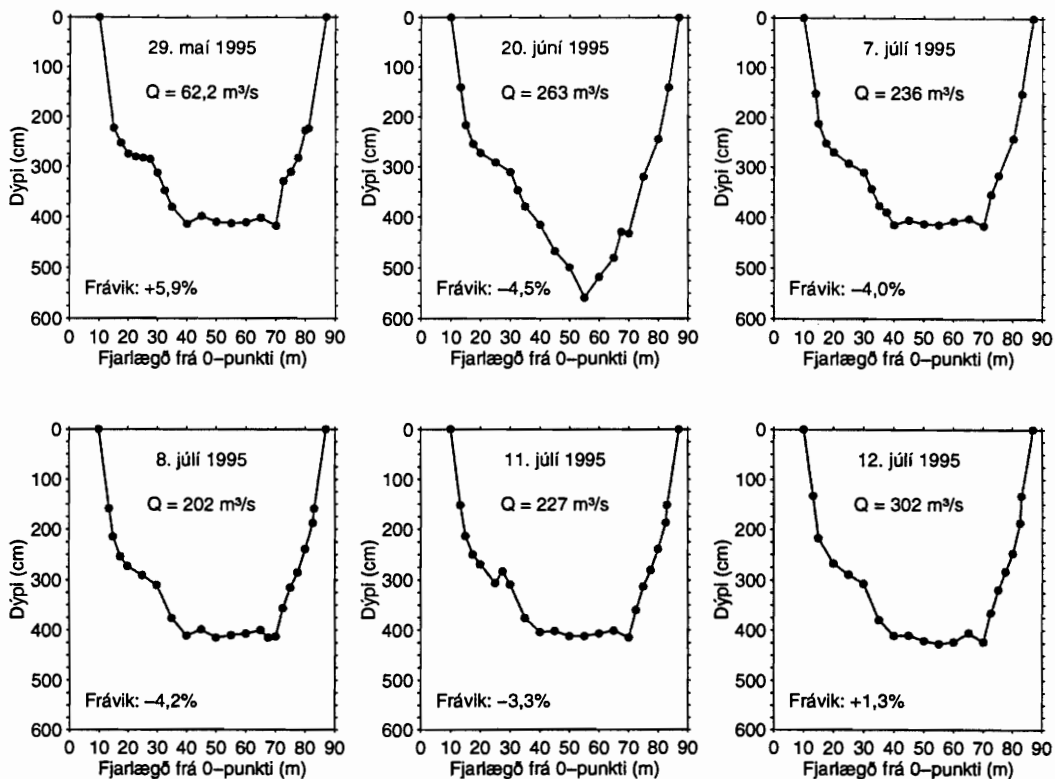
6 Breytingar á farvegi

Þar sem líklegt er, að þessar breytingar á rennslislyklum tengist a. m. k. að hluta til breytingum á farvegi, voru skoðuð dýptarsnið, sem mæld voru við rennslismælingar. Þau eru öll frá mælingum frá gömlu strengjabrautinni og því mjög nærri vatnshæðarmælinum (Vatnamælingar OS 1999). Sniðin, alls 24 að tölu, eru sýnd í tímaröð á myndum 7–10. Þar sem strengjabrautin er mjög nærri vatnshæðarmælinum, er gert ráð fyrir sömu hæðarbreytingum þar og við vatnshæðarmælinn. Til þess að auðvelda samanburðinn er gengið út frá dýpinu, sem mældist í mælingunni við hæstu vatnshæð, og dýptartölurnar í hinum mælingunum eru hækkaðar sem nemur mismuninum á vatnshæð í viðkomandi mælingu og í hæstu mælingunni. Á myndunum er sýnd dagsetning rennslismælingarinnar, mælt rennsli og frávik mælds rennslis frá rennsli reiknuðu með rennslislykli 3 í hlutfalli af reiknuðu rennsli.

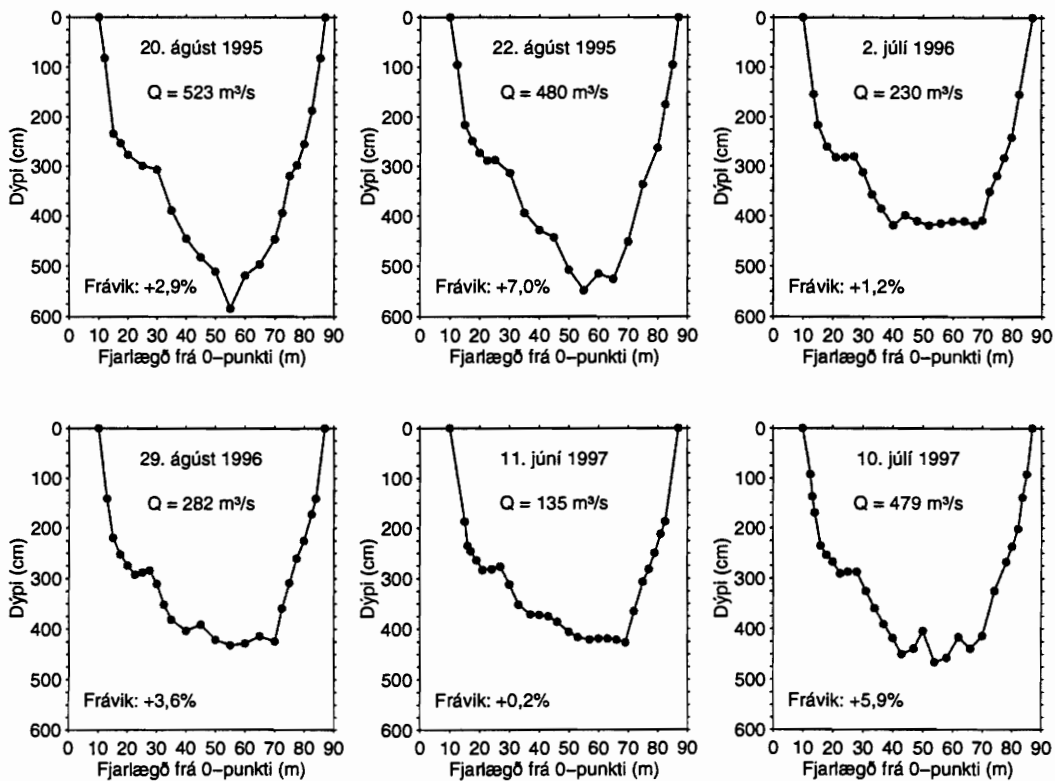
Af myndunum má ráða, að verulegar breytingar eiga sér stað á farveginum. Þversniðið hefur ýmist tilhneigingu til að vera u-laga eða v-laga. Vissulega verður að hafa í huga, þegar myndirnar eru skoðaðar, að framsetningin ýkir breytingarnar, því að dýpið er í miklu stærri kvarða en breiddin, en breytingarnar eru eigi að síður staðreynd.

Ekki er auðvelt að sjá beint samband milli forms farvegarins og frávika mælds rennslis frá reiknuðu rennsli. Engu að síður er það athyglivert, að form farvegarins er tvenns konar rétt eins og virðist vera með rennslislyklana. Að öllum líkindum er það þó ekki eingöngu form farvegarins, sem ræður því hvor lyklanna 1 eða 2 sé í gildi, heldur koma þar væntanlega einnig til straumfræðilegar skýringar.

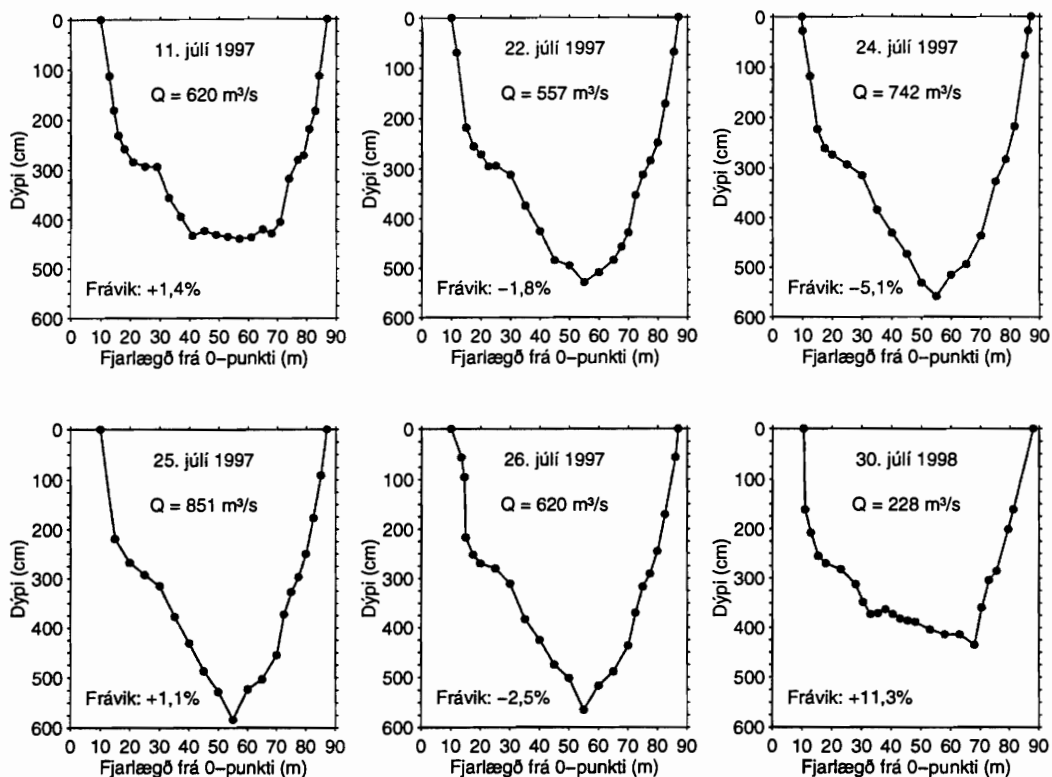
Til þess að fá frekar úr þessu skorið er nauðsynlegt að fylgjast mjög náið með rennsli árinna með tíðari rennslismælingum og töku svifaurssýna og nákvæmri greiningu þeirra, en komið hefur í ljós við þær samanburðarmælingar á svifaur í Jökulsá, sem gerðar voru 1998 og 1999, að styrkur svifaurs eykst mjög næst botninum (Svanur Pálsson og Ásgeir Gunnarsson 1998 og 1999). Einnig væri æskilegt, að reyna að taka sýni af botnskriði og botnefni, þar sem tilfærsla á því efni veldur þeim breytingum á farvegi, sem hér er um að ræða.



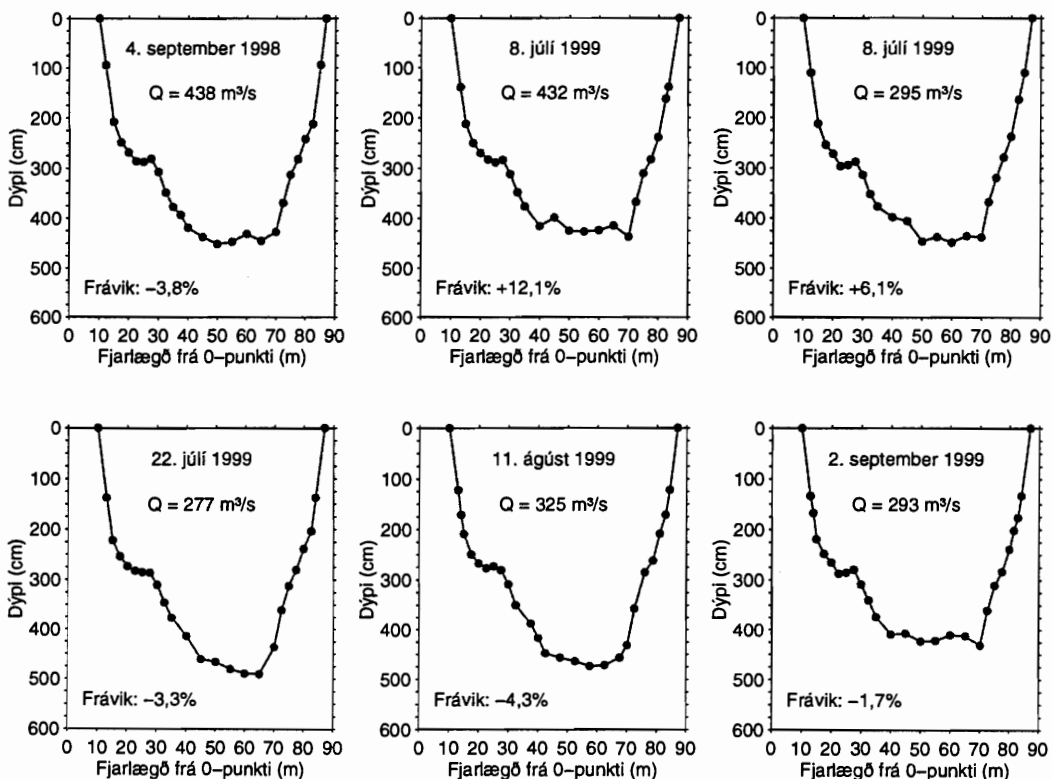
Mynd 10: Sex dýptarsnið í Jökulsá á Dal við Hjarðarhaga mæld 1995.



Mynd 11: Sex dýptarsnið í Jökulsá á Dal við Hjarðarhaga mæld 1995–1997.



Mynd 12: Sex dýptarsnið í Jökulsá á Dal við Hjarðarhaga mæld 1997–1998.



Mynd 13: Sex dýptarsnið í Jökulsá á Dal við Hjarðarhaga mæld 1998–1999.

7 Niðurstöður

Breytingar eiga sér stað á rennslislyklum Jökulsár á Dal við Hjarðarhaga, þannig að þeir færast á milli tveggja þrepa. Farvegurinn er grafinn í móberg og mjög grófa möl og björg. Hann og þar með ráðandi þversnið ættu því að vera tiltölulega stöðug. Dýptarmælingar sýna þó, að botninn breytist með tíma og þversniðið hefur tilhneigingu til að skipta um form, sem eru í grófum dráttum tvenns konar.

Líklega veldur hinn gríðarlegi aurburður árinna og það hve straumhraði og iðuköst hennar eru tröllsleg, þegar rennsli er mikið á jökulleysingartímanum, breytingunum á botninum og þar með þrepaskiptunum, en einnig þarf að grípa til straumfræðilegra skýringa.

Af gögnunum má ráða, að frekar sé unnt að finna skiptin á milli þrepa, ef rennslismælingar eru nógu tíðar. Einnig ættu tíðar rennslismælingar um það leyti, sem rennslislyklarnir eru að færast á milli þrepa, að leiða til nákvæmari skilnings á því, hvernig færslan á sér stað.

Slíkar upplýsingar skipta ekki miklu máli fyrir langtímameðaltöl, en eru mjög mikilvægar, þegar reikna skal rennsli einstakra ára og árstíða. Mismunurinn á meðalrennsli reiknuðu með rennslislyklum fyrir þrepin tvö nemur 9% af meðalrennslinu, 144 m³/s. Þetta er óviðunandi, ef nýta á vatnsorku árinna á sem hagkvæmastan hátt.

Til þess að fá betri upplýsingar um ástand árinna er nauðsynlegt að mæla rennslið oft, einkum á jökulleysingartímanum, þannig að betur megi fylgjast með breytingum á farveginum og því hvenær og hvernig skiptin milli þrepa eiga sér stað. Einnig er ástæða til fjölga svifaursmælingum. Jafnframt væri æskilegt að reyna að taka sýni af botnskriði og botnefni, svo að fá megi betri upplýsingar um áhrif hins gríðarlega aurburðar á rennsli og farvegsbreytingar árinna. Slíkar athuganir ættu ennfremur að geta minnkað þá óvissu, sem er um hlut botnskriðs í heildarframburði árinna.

Mikilvægt er að reyna að mæla upp farveginn bæði ofan og neðan ráðandi þversniðs, þannig að beita megi straumfræðilegu líkani til þess að reikna rennslið við mismunandi vatnshæðir, og þyrfti þetta líkan að geta tekið tillit til aurburðarins einnig.

8 Heimildir

Árni Snorrason 1985: Analysis of River Flow Data from a Glaciated Basin in Iceland. Í: H. W. Shen, J. Obeysekera, V. Yevjevich og D. Decoursey (ritstj.), *Multivariate Analysis of Hydrological Processes*. Proceedings of Fourth International Hydrology Symposium 1985. Colorado State University, s. 651–663.

Haukur Tómasson, Svanur Pálsson og Guðmundur H. Vigfússon 1996: - *Framburður svifaura í jökulsánum norðan Vatnajökuls*. Orkustofnun OS-96024/VOD-02, 93 s.

Helgi Björnsson og Finnur Pálsson 1991: *Vatnajökull northeastern part 1 : 100,000. Ice and water divides*. Landsvirkjun og Raunvísindastofnun Háskóla Íslands.

Magnús Tumi Guðmundsson, Þórdís Högnadóttir og Helgi Björnsson 1996: *Brúarjökull. Framhlaupið 1963-64 og áhrif þess á rennsli Jökulsár á Brú*. Raunvísindastofnun Háskóla Íslands, RH-11-96.

Páll Jónsson og Árni Snorrason 1998: Error analysis of the rating curve for the glacial river, Jökulsá á Dal, Iceland. *Nordic Hydrological Conference 1998*. Helsinki, s. 404–412.

Svanur Pálsson, Árni Snorrason, Hákon Aðalsteinsson og Haukur Tómasson 1998: Discharge and sediment transport from the glaciated river basin of Jökulsá á Dal. *Nordic Hydrological Conference 1998*. Helsinki, s. 713–722.

Svanur Pálsson og Ásgeir Gunnarsson 1998: *Samanburðarmælingar á svifaur í Jökulsá á Dal 1998*. Orkustofnun, greinargerð, SvP-ÁG-98/06, 18 s.

Svanur Pálsson og Ásgeir Gunnarsson 1999: *Samanburðarmælingar á svifaur í Jökulsá á Dal 1999*. Orkustofnun, greinargerð, SvP-ÁG-99/02, 18 s.

Vatnamælingar OS 1999: *Gagnagrunnur um rennsli vatnsfalla*.