

**Athugun á ársrennsli Elliðaáanna 1929-1995
með hliðsjón af mögulegum
langtímabreytingum**

Kristinn Einarsson, Snorri Zóphóníasson

Greinargerð KE-SZ-98-02

Athugun á ársrennsli Elliðaánna 1929—1995 með hliðsjón af mögulegum langtímabreytingum

**Unnið fyrir Rafmagnsveitu Reykjavíkur
af Kristni Einarssyni og Snorra Zóphóníassyni**

INNGANGUR

Um áramótin 1996—1997 lauk umfangsmikilli endurskoðun á vatnamælingagögnum frá vatna-sviði Elliðaánna (Sigfinnur Snorrason og Snorri Zóphóníasson 1996). Vatnamælingar Orkustofnunar unnu það verk fyrir Rafmagnsveitu Reykjavíkur í framhaldi af samþykkt Borgarráðs í árslok 1995 um að fram skuli fara úttekt á lífríki Elliðaárdalsins og vatnafari Elliðaánna.

Á árinu 1998 er ætlunin að taka næsta skref og rannsaka á grundvelli gagnanna, hvaða ályktanir sé hægt að draga af þeim um rennslishætti og vatnafar á svæðinu. Að beiðni Rafmagnsveitu Reykjavíkur var þeim verkþætti sem snýr að mögulegum langtímabreytingum á rennsli Elliðaánna hraðað svo sem kostur var, og er gerð grein fyrir fyrstu niðurstöðum slíkra athugana hér á eftir.

Notað var safn tölfræðiforríta frá Vatnamælingum og Veðurstofu Tékklands (Czech Hydrometeorological Institute 1996) til að kanna, hvort marktækar breytingar væri að finna á ársrennsli Elliðaánna og nálægra vatnsfalla eða á ársúrkomu nálægra veðurstöðva á fjórum tímabilum, sem öll enda árið 1995. Kannaðar voru marktækar breytingar á meðaltali, dreifingu og tíðnirófi, og athugað, hvort marktæka hneigð eða sjálffylgni væri að finna í gögnunum. Sem viðmiðunargildi voru notuð tvö staðalfrávik, eða sem svarar til 95 % fráviksmarka. Niðurstöður eru settar fram í töflum og athugasemdum.

Gert var massalínurit fyrir rennsli Elliðaánna móti fimm úrkomustöðvum í grenndinni og móti vatnsföllum á Suður- og Vesturlandi utan jökla, og einnig voru unnin nokkur línurit með skarvegnum langtímarennsli Elliðaánna og nálægra vatnsfalla, þannig að sjá mætti rennsliseiginleikana myndrænt.

Ekki var á þessu stigi gerð athugun á því, hvort rennsli eða úrkoma hafi hnikast marktækt til milli mánaða, þ.e. innan ársins.

1. TÖLFRÆÐILEGT MAT Á BREYTINGUM

1.1 Gögn og aðferðir

Í því safni tölfræðiforríta, sem notast var við, er byrjað á að athuga, hvort viðkomandi tímaraðir uppfylli skilyrði um að vera Gauss-dreifðar (þrjú próf) og innbyrðis óháðar (tvö próf). Séu þau ekki uppfyllt er hægt, ef vill, að síja raðirnar á nokkra vegu til að ná því marki. Gerðar voru tilraunir með síun nokkurra raða, en ekki vannst tími til að beita því kerfisbundið. Að þessu búnu

eru prófaðar núll-tilgátur um, að hvorki meðaltal, breytileiki, dreifing né tíðniróf séu að breytast í viðkomandi röð svo marktækt sé. Um er að ræða ellefu mismunandi og mis þungvæg og altæk próf. Sum þeirra eru betur fallin til að finna breytingar kringum miðju tímaraðarinnar, en önnur til að finna breytingar í byrjun eða endi hennar.

Þessum prófum var beitt á allt að fjögur tímabil fyrir hverja röð, sjá töflu 1, og merkir stjarna (*) í töflunni að gögn hafi verið fyrir hendi og prófin framkvæmd, þankastrik (—) að gögn hafi vantað, og núll (0) að gögn hafi að vísu verið fyrir hendi, en ekki talin ástæða til að gera próf:

TAFLA 1. Vatnshæðarmælar og veðurstöðvar ásamt tölfraðilegum prófunartímabilum

Vatnshæðarmælir / veðurstöð	Tímabil			
	1929-95 (67 ár)	1957-95 (39 ár)	1973-95 (23 ár)	1986-96 (10 ár)
vhm081 Korpa; Keldnaholt	—	*	*	*
vhm185 Hólmsá, Reykjavík; Gunnarshólmi	—	—	*	*
vhm186 Suðurá, Reykjavík; Hófleðurshóll	—	—	*	*
vhm77180 Elliðaár; útrennsli Elliðavatns	*	*	*	*
vhm77197 Sogið; útrennsli Þingvallavatns	—	*	*	0
vst001 Reykjavík, úrkoma	*	*	*	0
vst020 Elliðaárstöð, úrkoma	*	*	*	*
vst025 Rjúpnahæð, úrkoma	—	—	*	0
vst178 Stykkishólmur, úrkoma	(—)	*	*	0
vst985 Reykjanes, úrkoma	—	*	*	0
vst990 Keflavík, úrkoma	—	*	*	0
Vatnstaka Vatnsveitu Reykjavíkur	—	—	—	*

Núll (0) koma aðeins fyrir í síðasta dálkinum, en þar er um að ræða tíu ára raðir, sem takmarkast af tiltækum gögnum um árlega vatnstöku Vatnsveitu Reykjavíkur frá og með 1986. Til að fá marktækar niðurstöður úr flestum tölfraðilegum prófum þarf a.m.k. tuttugu athuganir. Þótti því ekki ástæða til að framkvæma prófin fyrir allar raðirnar yfir svo stutt tímabil.

Gögn þau, sem til grundvallar liggja, eru fengin úr gagnabanka Vatnamælinga Orkustofnunar, gagnabanka Veðurstofu Íslands, ársyfirliti Veðurstofu Íslands (Veðráttunni) og frá Vatnsveitu Reykjavíkur (Jón G. Óskarsson, persónulegar upplýsingar).

1.2 Kennitölur raða

Í töflu 2 eru sýndar kennitölur fyrir þær raðir og tímabil sem prófuð voru. Fyrir vatnshæðarmæla og vatnstöku VR er grundvallareiningin m^3/s , en fyrir veðurstöðvarnar eru það mm/ári (atriði 1 til 4 á listanum og í töflunni). Stuðlarnir (5 til 8 á listanum og í töflunni) eru einingarlausir. Sýnt er:

1. Meðaltal (arithmetic mean)
2. Staðalfrávik (standard deviation)
3. Staðalskekkja meðaltals (standard error of mean)
4. Staðalskekkja staðalfráviks (standard error of standard deviation)
5. Breytistuðull (coefficient of variation)
6. Skakkastuðull (coefficient of skewness)

7. Reismarstuðull (coefficient of kurtosis)

8. Sjálf fylgnistuðull (coefficient of autocorrelation, r1)

TAFLA 2. Kennitölur fyrir raðir á mismunandi tímabilum

Vatnshæðarmælir / veðurstöð		Tímabil			
		1929-95 (67 ár)	1957-95 (39 ár)	1973-95 (23 ár)	1986-96 (10 ár)
vhm081 Korpa; Keldnaholt	1	—	1.496	1.533	1.387
	2	—	0.380	0.460	0.342
	3	—	0.061	0.096	0.108
	4	—	0.043	0.068	0.077
	5	—	0.254	0.300	0.247
	6	—	1.382	1.111	0.407
	7	—	5.172	3.952	2.220
	8	—	0.267	0.247	0.008
vhm185 Hólmsá, Reykjavík; Gunnarshólmi	1	—	—	2.398	2.443
	2	—	—	1.140	1.106
	3	—	—	0.238	0.350
	4	—	—	0.168	0.247
	5	—	—	0.476	0.453
	6	—	—	0.844	0.286
	7	—	—	3.203	2.206
	8	—	—	0.073	0.359
vhm186 Suðurá, Reykjavík; Hófleðurshóll	1	—	—	0.385	0.374
	2	—	—	0.058	0.063
	3	—	—	0.012	0.020
	4	—	—	0.009	0.014
	5	—	—	0.150	0.169
	6	—	—	0.263	-0.140
	7	—	—	3.095	2.414
	8	—	—	0.115	0.234
vhm77180 Elliðaár; útrennsli Elliðavatns	1	4.913	4.497	4.706	4.868
	2	1.569	1.499	1.560	1.687
	3	0.192	0.240	0.325	0.533
	4	0.136	0.170	0.230	0.377
	5	0.319	0.333	0.331	0.346
	6	0.446	0.891	0.906	0.174
	7	2.185	3.140	3.356	2.332
	8	0.283	0.223	0.147	0.418
vhm77197 Sogið; útrennsli Þingvallavatns	1	—	105.819	107.411	
	2	—	10.603	11.800	

Vatnshæðarmælir / veðurstöð		Tímabil			
		1929-95 (67 ár)	1957-95 (39 ár)	1973-95 (23 ár)	1986-96 (10 ár)
	3	—	1.698	2.460	
	4	—	1.201	1.740	
	5	—	0.100	0.110	
	6	—	0.799	0.612	
	7	—	2.828	2.438	
	8	—	0.550	0.529	
vst001 Reykjavík, úrkoma	1	808.942	811.285	821.491	
	2	128.550	137.830	143.065	
	3	15.705	22.070	29.831	
	4	11.105	15.606	21.094	
	5	0.159	0.170	0.174	
	6	0.377	0.475	0.383	
	7	2.741	2.574	2.407	
	8	0.138	0.186	0.256	
vst020 Elliðaárstöð, úrkoma	1	897.815	898.877	917.700	931.890
	2	150.651	142.693	143.087	168.247
	3	18.405	22.849	29.836	53.204
	4	13.014	16.157	21.097	37.621
	5	0.168	0.159	0.156	0.181
	6	0.568	0.426	0.292	0.226
	7	3.365	2.533	2.365	2.703
	8	0.055	0.146	0.052	0.234
vst025 Rjúpnahæð, úrkoma	1	—	—	1035.674	
	2	—	—	161.598	
	3	—	—	33.695	
	4	—	—	23.826	
	5	—	—	0.156	
	6	—	—	0.260	
	7	—	—	2.053	
	8	—	—	0.096	
vst178 Stykkishólmur, úrkoma	1	(—)	720.890	735.283	
	2	(—)	156.011	166.361	
	3	(—)	24.982	34.689	
	4	(—)	17.665	24.529	
	5	(—)	0.216	0.226	
	6	(—)	0.598	0.394	
	7	(—)	2.335	2.110	
	8	(—)	0.478	0.661	
vst985 Reykjanes, úrkoma	1	—	1119.097	1122.709	

Vatnshæðarmælir / veðurstöð		Tímabil			
		1929-95 (67 ár)	1957-95 (39 ár)	1973-95 (23 ár)	1986-96 (10 ár)
	2	—	135.730	145.634	
	3	—	21.734	30.367	
	4	—	15.368	21.473	
	5	—	0.121	0.130	
	6	—	0.491	0.318	
	7	—	2.820	2.731	
	8	—	0.194	0.296	
	vst990 Keflavík, úrkoma	1	—	1077.158	1107.595
2		—	148.571	150.248	
3		—	24.101	32.033	
4		—	17.042	22.651	
5		—	0.138	0.136	
6		—	0.457	0.051	
7		—	2.354	2.140	
8		—	0.280	0.239	
Vatnstaka Vatnsveitu Reykjavíkur	1	—	—	—	0.817
	2	—	—	—	0.069
	3	—	—	—	0.022
	4	—	—	—	0.016
	5	—	—	—	0.085
	6	—	—	—	-0.503
	7	—	—	—	2.938
	8	—	—	—	0.713

Númer atriða í töflunni vísa til númera í lista yfir kennitölur hér að framan.

1.3 Niðurstöður tölfraðilegra prófa

Er þá rétt að snúa sér að niðurstöðum tölfraðilegra prófa á núlltilgátunni um, að rennsli vatnsfalla, úrkoma við veðurstöðvar og vatnstaka Vatnsveitu Reykjavíkur haldist óbreytt að öllu leyti á þeim tímabilum, sem fjallað er um.

Í töflu 3 kemur fram, hvort tölfraðileg próf gefa tilefni til athugasemda við þær tímaraðir, sem teknar voru til athugunar. Þær raðir og tímabil sem uppfylla kröfur um Gauss-dreifingu og að vera hver um sig innbyrðis óháðar, og þar sem það telst ekki afsannað innan 95 % vikmarka, að meðaltal, staðalfrávik, tíðniróf, skortur á hneigð og sjálffylgnistuðull haldist óbreytt út viðkomandi tímabil, eru stjörnumerktar (*), og verður ekki gerð frekari grein fyrir þeim. Þankastrík (—) merkja eins og áður, að ekki séu gögn fyrir hendi. Bókstafir og tölur við raðir og tímabil, sem gera þarf athugasemdir við, vísa til texta sem merktur er á sama hátt. Sérstaklega er athyglisvert, að rennsli Elliðaánna á árabílinu 1973—95 sleppur athugasemdalaust í gegnum tölfraðileg próf, meðan bæði lengri og skemmri tímabil, sem enda einnig 1995, þurfa athugasemda við. Verður þetta rætt nánar hér á eftir.

TAFLA 3. Niðurstaða tölfræðilegra prófa á tímaröðum

Vatnshæðarmælir / veðurstöð	Tímabil og tilvísun í athugasemdir			
	1929-95 (67 ár)	1957-95 (39 ár)	1973-95 (23 ár)	1986-96 (10 ár)
vhm081 Korpa; Keldnaholt	—	A(1)	A(2)	A(3)
vhm185 Hólmsá, Reykjavík; Gunnarshólmi	—	—	B1	B2
vhm186 Suðurá, Reykjavík; Hófleðurshóll	—	—	*	*
vhm77180 Elliðaár; útrennsli Elliðavatns	C(1)	C(2)	*	C(3)
vhm77197 Sogið; útrennsli Þingvallavatns	—	D(1)	D(2)	
vst001 Reykjavík, úrkoma	*	*	*	
vst020 Elliðaárstöð, úrkoma	E	*	*	*
vst025 Rjúpnahæð, úrkoma	—	—	*	
vst178 Stykkishólmur, úrkoma	(—)	F	F	
vst985 Reykjanes, úrkoma	—	*	G	
vst990 Keflavík, úrkoma	—	*	H	
Vatnstaka Vatnsveitu Reykjavíkur	—	—	—	I

Athugasemdir við töflu 3:

A. **vhm081 Korpa.** Rennslisröðin er ekki Gauss(normal)-dreifð og marktækar breytingar finnast á meðaltali við flutning og/eða breytt eðli mælistöðvar, auk fleiri brotpunkta sem athuga þarf, m.a. með tilliti til áhrifa frá vatnstöku Áburðarverksmiðju ríkisins.

1. Rennsli Korpu 1957-95 fellur ekki að Gauss-dreifingu svo fullnægjandi sé, skv. prófum sem skoða skakka og reisu. Sama segir stikalaust Kolmogorov-Smirnov próf. Ársrennslið er ekki innbyrðis óháð skv. samstæðuprófi, og hafa lík gildi tilhneigingu til að hópast saman. Þrjú próf byggð á hlutfallslegum líkindum finna marktækar breytingar á meðaltali, breytileika og jafnvel tíðnirófi, og tímasetur eitt prófið brotpunktinn árið 1971, annað árið 1974, en það þriðja árið 1983.

Settur var upp síriti við brúna á Úlfarsá/Korpu fyrri hluta árs 1970, en á seinni hluta sama árs var síritinn fluttur niður fyrir brú á núverandi stað. Gæti þar verið kominn hluti skýringar á þessum marktæku breytingum í ársrennslinu, hvort sem um er að ræða breytt eðli gagna (síriti) eða breyttan stað, eða jafnvel hvort tveggja.

2. Rennsli Korpu 1973-95 fellur ekki að Gauss-dreifingu, skv. prófi byggðu á skakka. Worsley próf, sem ekki er næmt fyrir fráviki frá Gauss-dreifingu, finnur marktækt fráviki frá meðaltali með brotpunkti á árinu 1976.
3. Rennsli Korpu 1986-95 fellur ekki að Gauss-dreifingu, skv. stikalaus Kolmogorov-Smirnov prófi. Þar munar þó ekki miklu. Tvö próf byggð á hlutfallslegum líkindum finna marktækar breytingar á meðaltali, breytileika og jafnvel tíðnirófi, og tímasetur annað prófið brotpunktinn árið 1988, en hitt árið 1993. Kolmogorov-Smirnov próf finnur marktæka breytingu í tíðnirófi 1992. Gæta ber þess, að aðeins er hér um tíu punkta ársrennslissafn að ræða, og verða ekki dregnar miklar ályktanir af prófum þessa tímabils.

- B. **vhm185 Hólmsá.** Ársrennslið fellur ekki alveg nógu vel að Gauss-dreifingu. Í heild verða ekki dregnar neinar ályktanir af fyrirbyggjandi gögnum um marktækar breytingar á rennsliinu. Rétt er að síá röðina til að laga dreifinguna og prófa aftur til fullvissu um niðurstöður.
1. Stikalaust Kolmogorov-Smirnov próf telur ársrennsli Hólmsár 1973-95 ekki Gauss-dreift. Þar munar þó mjög litlu við 95 % vikmörkin. Annað próf kennt við sömu Rússana finnur marktæka tíðnirófsbreytingu árið 1979, og munar þar sömuleiðis fremur litlu.
 2. Tvö próf byggð á hlutfallslegum líkindum finna brotpunkta í meðaltali og breytileika eða tíðnirófi fyrir ársrennsli Hólmsár 1986-95 við árin 1988 og 1992. Ekki verða fremur en áður dregnar miklar ályktanir af prófum fyrir þetta tímabil.
- C. **vhm77180 Elliðaár.** Á sama hátt og með Hólmsá fellur ársrennsli Elliðaárna ekki alveg nógu vel að Gauss-dreifingu. Brotpunktar þeir, sem finnast í meðaltali og dreifingu ársrennslis, virðast ekki tengjast breytingum í mæliaðferðum fyrir rennslisröðina (sjá Sigfinn Snorrason og Snorra Zóphóníasson 1996, bls. 8). Reglubundnar breytingar verða á ársrennsli Elliðaárna, en það er háð vali á tímabili hvers eðlis þær eru metnar og hvort þær eru tölfræðilega marktækar. Til dæmis verða engar marktækar breytingar á ársrennslinu 1973-95, og það uppfyllir raunar allar kröfur um Gauss-dreifingu og hendingakennt ferli á því tímabili. Sveifla með bylgjulengdinni 19,5 ár er í rennsli Elliðaárna 1957-95 og finnst einnig í Soginu, úrkomu í Stykkishólmi (sjá hér á eftir) og í Hvítá í Borgarfirði, og hefur þar verið tengd reglubundnum breytingum í hringrás andrúmsloftsins, eins og hún birtist í legu lægðabrauta kringum landið (Árni Snorrason 1990). Nokkuð mun einnig hafa verið fjallað um þessa sveiflu á alþjóðlegum vettvangi meðal veðurfræðinga, og gengur hún þar undir heitinu *North Atlantic Oscillation*.
1. Stikalaust Kolmogorov-Smirnov próf hafnar því, með litlum mun þó, að rennsli Elliðaárna 1929-95 sé Gauss-dreift. Ársrennslið er ekki innbyrðis óháð skv. samstæðu-prófi, og hafa lík gildi tilhneingingu til að hópast saman, sem bendir til reglubundinna breytinga. Próf byggt á uppsöfnuðum frávikum, sem ekki er næmt fyrir góðri Gauss-dreifingu, finnur veikan en þó marktækan brotpunkt í meðalrennsli árið 1961. Kolmogorov-Smirnov próf á dreifingu ársrennslis finnur marktæka breytingu á henni við árið 1952.
 2. Fisher próf á tíðnirófi finnur marktækar sveiflur í ársrennsli Elliðaárna 1957-95 með bylgjulengdinni 19,5 ár. Stikalaust Kolmogorov-Smirnov próf hafnar því, með litlum mun þó, að rennsli Elliðaárna 1957-95 sé Gauss-dreift.
 3. Próf byggt á líkindahlutfalli finnur marktækar breytingar í meðaltali og breytileika við árið 1988 í röð ársrennslis 1986-95. Sami fyrirvari og áður gildir um þetta tímabil.
- D. **vhm77197 Sogið.** Sama langtímasveifla er í Soginu eins og í Elliðaárnum og Hvítá í Borgarfirði, sjá hér að ofan. Vegna hennar er, á sama hátt og þar, mjög háð vali á tímabili, hvaða niðurstöður fást úr tölfræðilegum prófum á tímabilum af þeirri stærðargráðu, hvað þá yfir skemmri tíma.
1. Fisher próf finnur marktæka sveiflu í tíðnirófi Sogsins árin 1957-95 með bylgjulengdinni 19,5 ár. Próf út frá skakka og próf kennt við Kolmogorov-Smirnov hafna því með litlum mun að ársrennslið sé Gauss-dreift. Ársrennslið er ekki innbyrðis óháð skv. samstæðu-prófi, og hafa lík gildi tilhneingingu til að hópast saman, sem bendir til reglubundinna breytinga.

2. Worsley próf, sem ekki er næmt fyrir frávikum frá Gauss-dreifingu, finnur marktæka breytingu í meðaltali fyrir tímabilið 1973-95 við árið 1976. Próf byggð á líkindahlutfalli finna það sama.
- E. **vst020 Úrkoma við Elliðaárstöð.** Stikalaust Kolmogorov-Smirnov próf lendir á markgildi við 95 % vikmörk um það, hvort úrkoman 1929-95 sé Gauss-dreifð. Annað Kolmogorov-Smirnov próf finnur marktæka breytingu í tíðnirófi úrkomu við árið 1952. Sett var hlíf á úrkomumælinn við Elliðaárstöð um mitt ár 1954, og gæti það e.t.v. tengst þessu.
- F. **vst178 Úrkoma í Stykkishólmi.** Fisher próf finnur 19,5 ára sveiflu í úrkomu þar á árunum 1957-95, og 23 og 7,7 ára sveiflur 1973-95, auk þess sem hún er ekki Gauss-dreifð það tímabil. Í ljósi þess, að 19,5 ára sveiflan finnst í Elliðaánum á sama tíma, væri vel þess virði að athuga lengri tímaröð frá Stykkishólmi, en þar hefur verið mæld úrkoma frá 1856 (Trausti Jónsson 1990).
- G. **vst985 Úrkoma á Reykjanesi.** Fisher próf finnur sömu 7,7 ára sveifluna 1973-95 eins og í Stykkishólmi.
- H. **vst990 Úrkoma í Keflavík.** Ársúrkoman er ekki innbyrðis óháð 1973-95 skv. samstæðu-prófi, og hafa lík gildi tilhneigingu til að hópast saman, sem bendir til reglubundinna breytinga.
- I. **Vatnstaka Vatnsveitu Reykjavíkur.** Eina tímaröðin sem sýnir marktæka hneigð með Kendall prófi er vatnstaka Vatnsveitu Reykjavíkur, enda hefur hún stöðugt verið að minnka á síðari árum, og nam aðeins 0,63 m³/s á árinu 1997, samanborið við 0,89 m³/s tíu árum áður. Mörg próf sýna með einnig marktæka breytingu á meðaltali vatnstökunnar á tímabilinu, sem notað var til samanburðar við aðrar raðir, 1986-95.

Ekki verður þess vart tölfraðilega með marktækum hætti, að minnkuð vatnstaka Vatnsveitu Reykjavíkur í Heiðmörk hafi áhrif á ársrennsli Elliðaána til samsvarandi stigvaxandi aukningar. Þótt þessi minnkun sé veruleg, eða sem nemur 30 % á tíu árum, þá er hún raunar innan staðalskekkju á mati meðalrennslis Elliðaána (sjá töflu 2). Aðrir þættir geta einnig vegið á móti, svo sem minni úrkoma á sama tíma. Haldi það mynstur áfram, sem verið hefur í meiriháttar veðurfarsveiflum við Norður-Atlantshaf, með svipaðri bylgjulengd og verið hefur á síðustu áratugum, má e.t.v. leiða að því líkur út frá því, hvort framundan sé á næstunni úrkomusnautt tímabil á Vesturlandi, og þar með vatnsrýrt í Elliðaánum, eður ei.

Rennslishættir Elliðaána eru flóknir og krefjast enn nánari athugunar. Rétt er, sem næstu skref, annars vegar að sía ársrennslið til aðlögunar að Gauss-dreifingu og keyra aftur sömu prófin, og hins vegar að athuga mögulegar breytingar innan ársins, m.a. gæti útrennsli Elliðavatns hafa hnikast marktækt milli mánaða. Einnig er nauðsynlegt að athuga, hvort vatnstakan gæti hafa haft áhrif á einstök tímabil innan ársins, og er þá einkum lítið til lágrennslistímabila síðla sumars, en þar gætu þau komið fram skýrar en annars staðar.

2. MYNDRÆNT MAT Á BREYTINGUM

Vatnsrennsli Elliðaána er einungis lítt hluti af þeirri heildarúrkomu sem fellur á það svæði sem telst til vatnasviðs ána. Úrkoma sem rennur burt af svæðinu sem grunnvatn er um 2,7 falt rennsli Elliðaána (Vatnasveita Reykjavíkur 1981). Elliðaánnar renna úr Elliðavatni. Til Elliðavatns renna tvær ár, Hólmsá og Suðurá. eru þær báðar mældar með síritandi vatnshæðarmælum og eru þær það yfirborðsrennsli sem sjáanlegt er. Rennsli þeirra samanlagt er 58% af reiknuðu heildarrennsli til Elliðavatns árin 1973 til 1995. Þau 42% af aðrennsli Elliðavatns sem á vantar koma því upp um lindir og að einhverju leyti sem lækir á yfirborði sérstaklega á veturnum þegar leysingar

eru og klaki er í jörðu. Sama gildir um vatnasvið Hólmsár, lækir eru þar lítið á yfirborði nema þegar jörð er freðin. Vatn hripar niður í lek hraun. Rennsli Hólmsár endurspeglar mjög jarðvatnsstöðu og er meira á vetrum en sumrum, Stafar það mest af því að snjóbráðnun úr Bláfjöllum er að skila sér til grunnvatnsgeymisins veturinn eftir að snjórinn féll. Suðurá er lítil á sem rennur í leku hrauni á eigin þéttingu. Fyrir ofan mælinn rennur áin gegnum ræsi í vegi. Fyrir nokkrum árum settu börn tréspjald fyrir ræsisrörið að sumarlagi. Lítið lón myndaðist ofan vegarins en farvegur árinna varð þurr þar fyrir neðan á meðan spjaldið var fyrir rörinu. Áin hvarf til grunnvatns við þessa litlu aðgerð. Rennsli Suðurár er um 8% af rennsli Elliðaá. Gæti þetta bent til þess að yfirborðsrennsli sé viðkvæmt fyrir vega og ræsagerð.

Ætla má að áhrif af vatnstöku úr grunnvatnsstreymi sæist helst á því rennsli til Elliðavatns sem fram kemur er yfirborðsrennslið hefur verið dregið frá. Það er sýnt hér sem vhm981.

Mælingar á rennsli Elliðaáanna eru til frá 1928 og á rennsli Hólmsár og Suðurár frá 1972. Reynt er að sjá út frá þeim gögnum hvort marktækar breytingar hafi orðið á rennsli þeirra miðað við rennsli annara skyldra áa á þessu árabili. Rennslisröð Elliðaáa er hin lengsta sem völ er á svo samanburður verður ekki yfir allt tímabilið. Hægt er að bera rennslið saman við rennsli Ytri-Rangár aftur til 1961 og Sogsins til 1940.

Á mynd 1 eru súlurit sem sýna meðalárgildi rennslisþátta í Heiðmörk. Efst, annað innrennsli til Elliðavatns en Hólmsá og Suðurá, sýnt sem vhm981. Í miðið, samanlagt rennsli Suðurár og Hólmsár, sýnt sem vhm980. Neðst, ársmeðaltal vatnsstöðu í borholu vhm188 við Berhól. Ætla má að rennsli það sem kemur fram við vhm981 hafi eiginleika sem svipi til áa eins og Ytri-Rangár og Sogsins en þær sækja rennsli sitt að mestu leyti til grunnvatnsgeyma.

Á mynd 2 eru súlurit sem sýna einkum meðalárgildi rennslis frá stórum grunnvatnsgeymum á Suðurlandi. Þar má sjá Ytri-Rangá, Sogið og Korpu ásamt vhm981. Þar virðist grunnrennsli síðustu ára til Elliðavatns síst minna en fyrstu árunna eftir 1973 samanborið við hinar þrjár. Veit-ið athygli frávikum frá meðalrennslislínunni. Dregið hefur verið úr vatnstöku vegna neysluvatns í Heiðmörk síðan 1989. Aukningin á árunum 1989 til 1994 er samt hlutfallslega minni í grunnrennslinu en í Hólmsá og Suðurá.

Á mynd 3 er línurit þar sem bornir eru saman tveir þættir í rennsli til Elliðavatns. Á X-ás er teiknað uppsafnað vatnsmagn frá ári til árs þar sem samanlagt rennsli Hólmsár og Suðurár er teiknað móti öðru rennsli til Elliðavatns uppsöfnuðu frá ári til árs, Y-ás. Það sem helst virðist mega lesa út úr þeirri mynd er að í góðum vatnsárum þ.e.a.s. þegar meðalrennsli ársins er hátt er hlutur yfirborðsrennslis meiri í ársrennslinu. Hún segir einfaldlega, að grunnvatnsgeymirinn miðlar en í vatnsríkum árum flæðir yfir þröskuld á honum.

Á mynd 4 er massalínurit af rennsli Elliðaáa annars vegar og samanlögðu rennsli Korpu, Ytri-Rangár, og Sogsins hins vegar. Hallabreytingarnar á línunni eru mjög skyldar því sem sést á mynd 3. Ástæðan er að öllum líkindum sú sama og virkar hin mikla miðlun grunnvatnsgeymisins að baki Soginu og Rangá á sama hátt gagnvart yfirborðsrennslissveiflum í Elliðaáam og vhm981 gagnvart yfirborðsrennslissveiflum í Hólmsá og Suðurá.

Á mynd 5 er massalínurit af rennsli Elliðaáa annars vegar og samanlagðri úrkomu frá mörgum úrkomustöðvum hins vegar. Hallabreytingarnar á þessu línuriti verða á sömu tímum og á myndum 3 og 4. Línan hlykkjast um beina línu sitt á hvað. Þetta bendir til þess að ekki sé um marktækar rennslisbreytingar að ræða í eina átt samanborið við úrkomu. Sú staðreynd að línan er ekki bein

stafar að öllum líkindum af því að vatnsfallið hefur miðlun milli ára vegna grunnvatns, en úrkom-
an ekki. Þegar betur er að gáð er tæpast hægt að ætlast til þess að svona lína verði þráðbein.

Á myndum 6 til 13 eru sýndar langtímasveiflur rennslis við nokkra vatnshæðarmæla. Annars veg-
ar er sýnt skarvegið meðalrennslis og frávik frá langtímameðaltali í % og hins vegar súlurit yfir
meðalrennslis einstakra ára. Á myndunum sem sýna frávik frá langtímameðaltali má greina mynd-
rænt vatnsrýr og vatnsrík tímabil. Séu þessar myndir bornar saman við massalínuritinn má sjá að
hallabreyting verður þar þegar frávikinu skiftir um milli þess að vera jákvætt og neikvætt. Það
mynstur sem fram kemur á þessum myndum virðist keimlíkt. Ekki er að sjá að Elliðaár sæki
óvenju mikið út frá meðaltali miðað við aðrar ár.

Niðurstaða af myndrænum samanburði á rennslisferlum Elliðaáa og annarra skyldra vatnsfalla og
úrkomu er sú, að ekki er hægt að greina marktækar breytingar á rennslisferli Elliðaáa til aukningar eða
minnkunar samanborið við þá þætti.

HEIMILDIR

Árni Snorrason 1990. Hydrological variability and general circulation of the atmosphere. Erindi á
Norrænu vatnafræðiráðstefnunni (NHK-90) í Kalmar, Svíþjóð. Orkustofnun OS-90027/VOD-02,
13 bls.

Czech Hydrometeorological Institute 1996. Technology for detecting changes in time series of
hydrological and meteorological variables (change point problem). 42 bls. ásamt disklingi með
hugbúnaði. Prag.

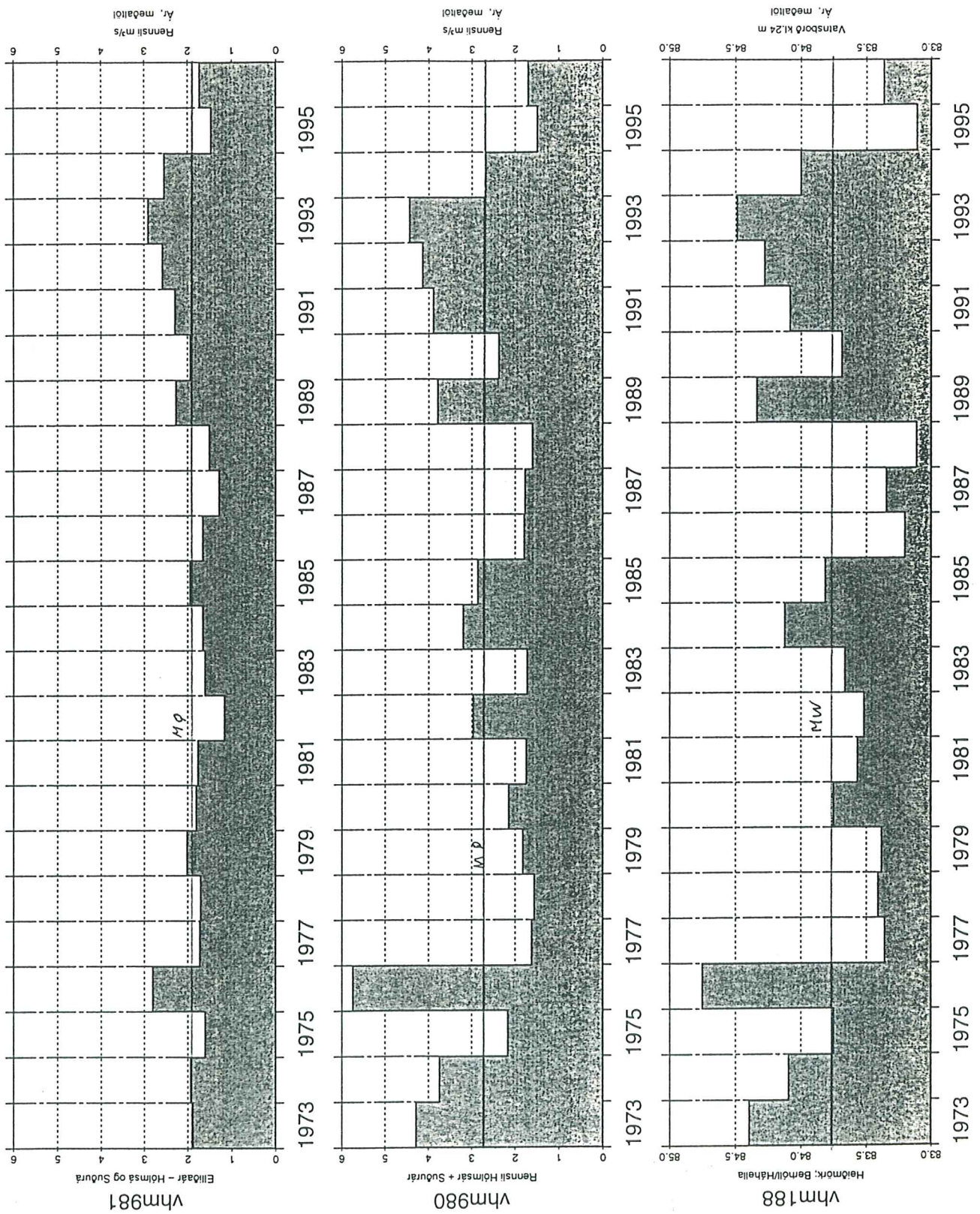
Jón G. Óskarsson 1998. Árleg vatnstaka Vatnsveitu Reykjavíkur 1986-97, persónulegar upplýs-
ingar.

Sigfinnur Snorrason og Snorri Zóphóníasson 1996. Vatnasvið Elliðaáanna. Gagnaskýrsla. Unnið
fyrir Rafmagnsveitu Reykjavíkur. Orkustofnun OS-96054/VOD-08 B, 26 bls. ásamt nokkur
hundruð bls. með töflum og myndum í viðaukum.

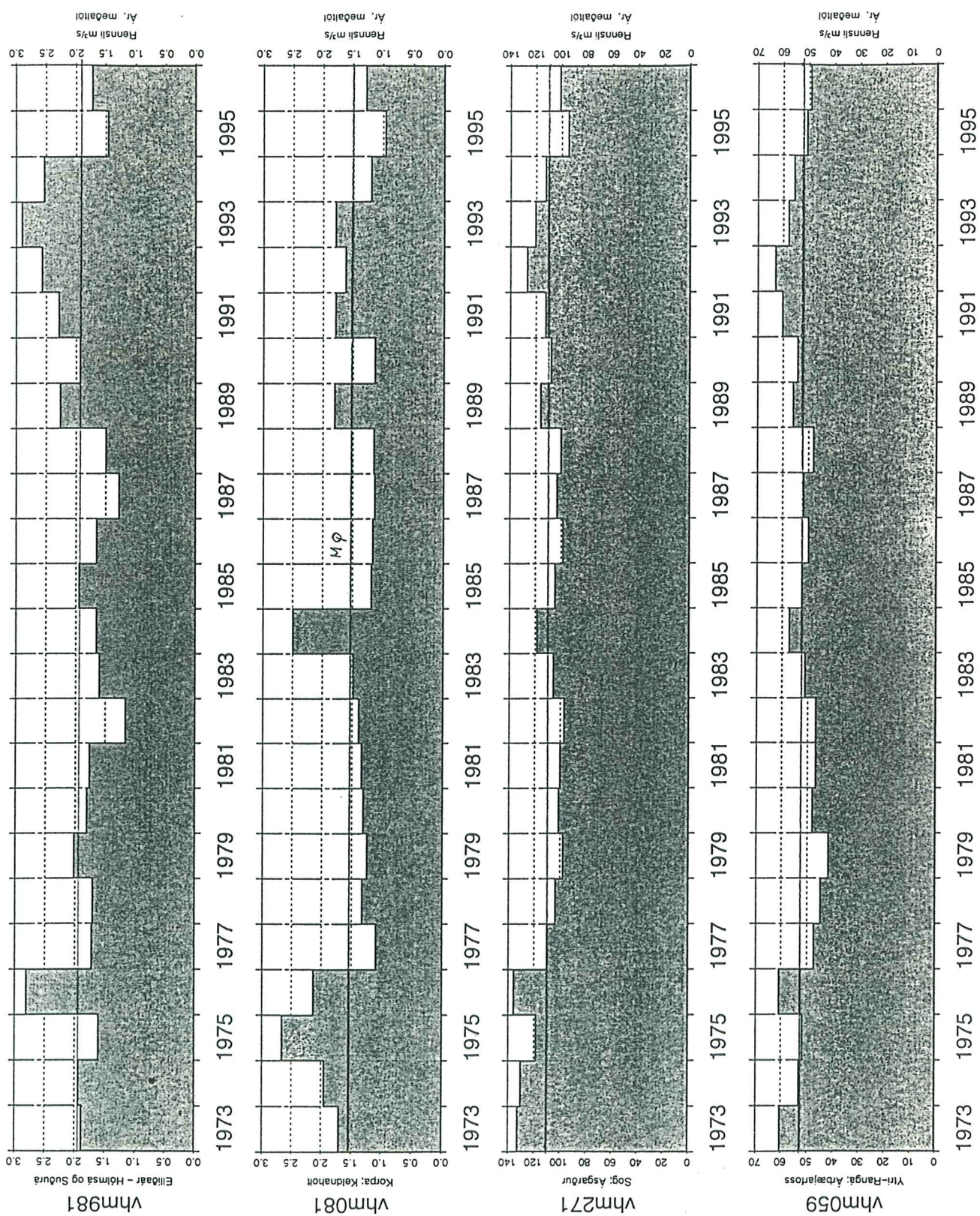
Trausti Jónsson 1990. Úrkoma og veðurlagsflokkun. Í: Guttormur Sigbjarnarson (ritstj.) 1990.
Vatnið og landið, bls. 269-276. Orkustofnun.

Vatnsveita Reykjavíkur 1981. Vatnsból Reykjavíkur og vatnasvið Elliðaáanna. 76 bls. Reykjavík.

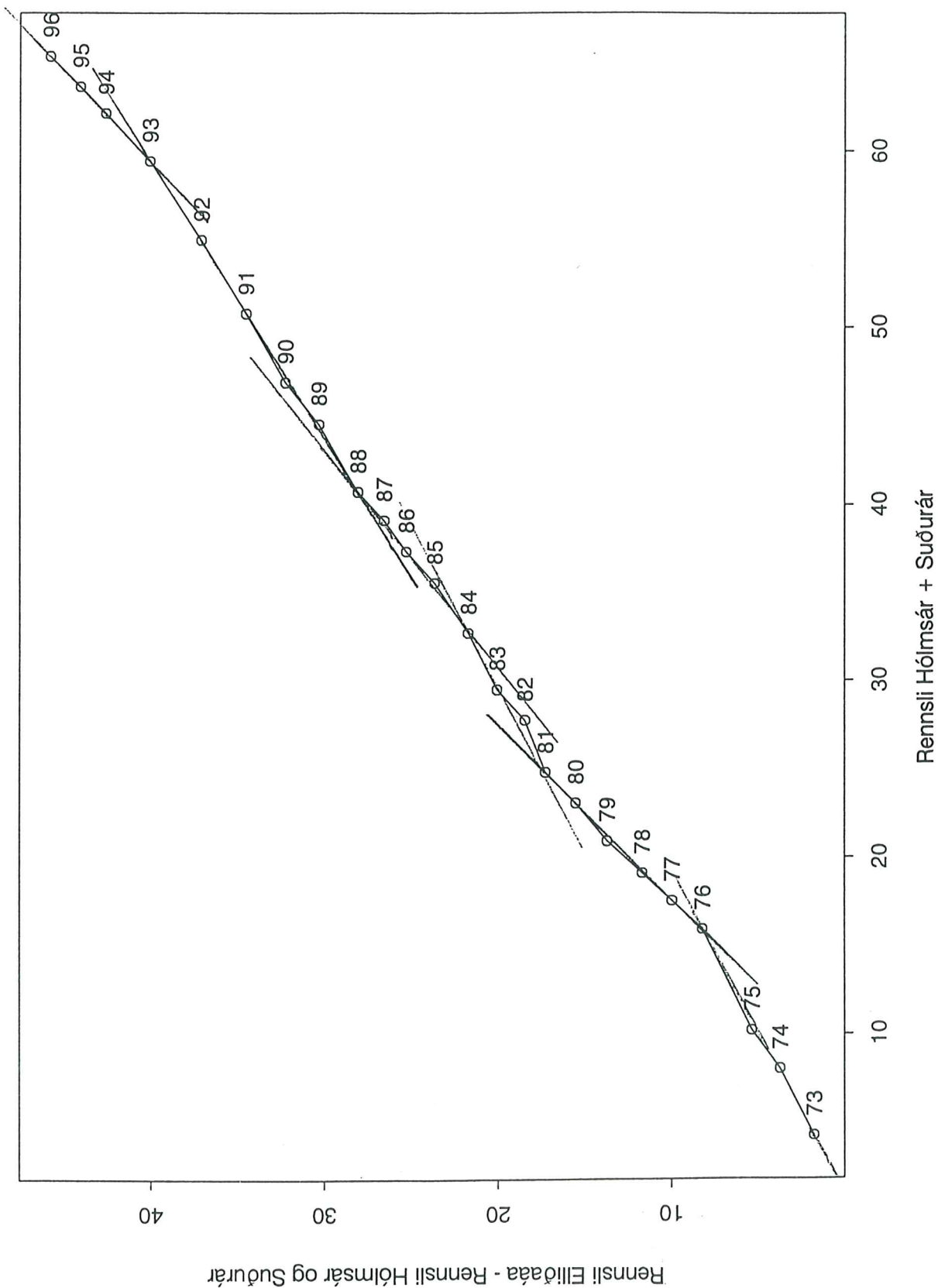
Veðurstofa Íslands 1929—95. Veðráttan, ársyfirlit. Reykjavík.



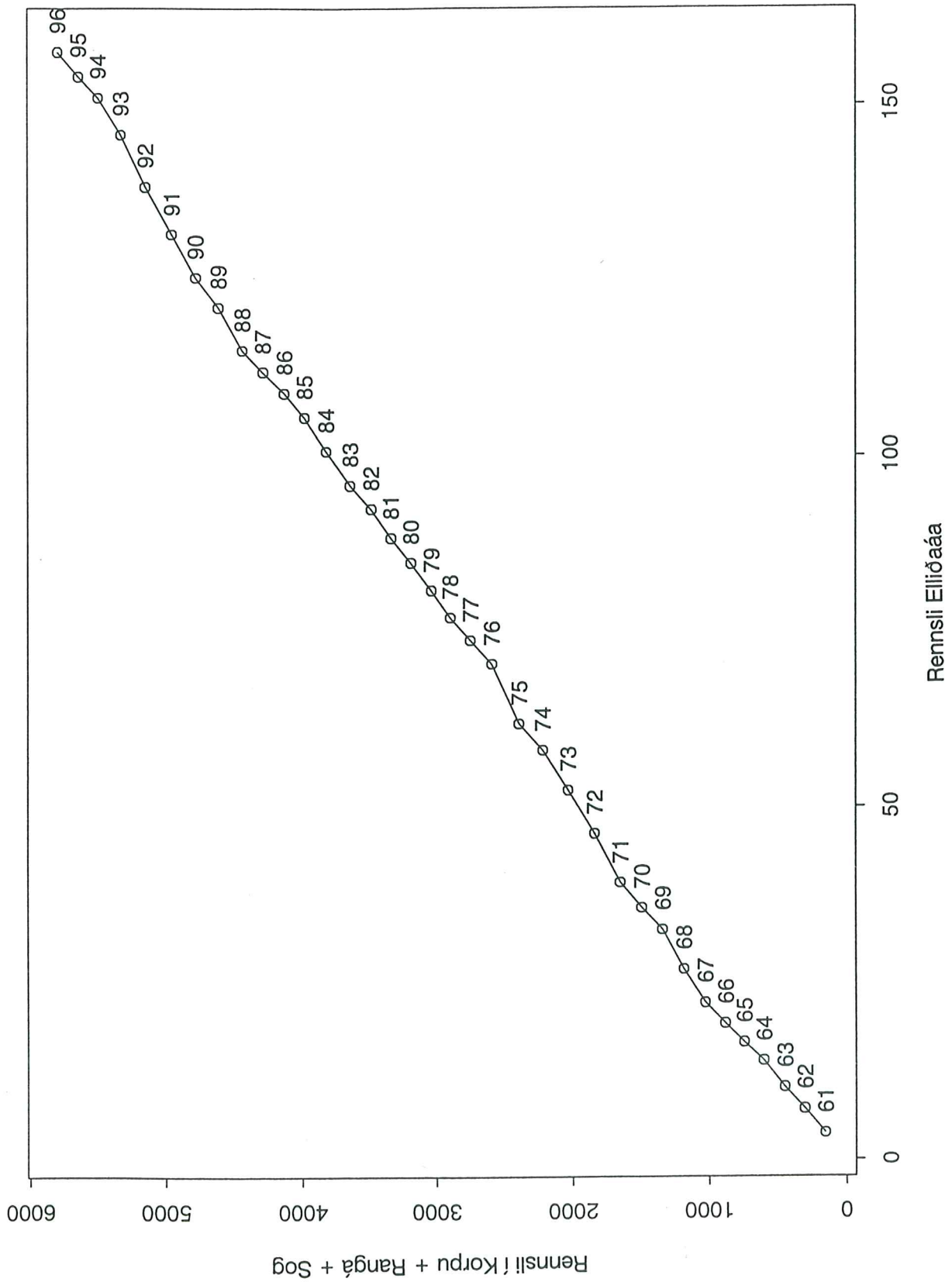
Mynd 1. Ársmeðalrennsli rennslisþátta í Heiðmörk borið saman við langfímameðaltal.



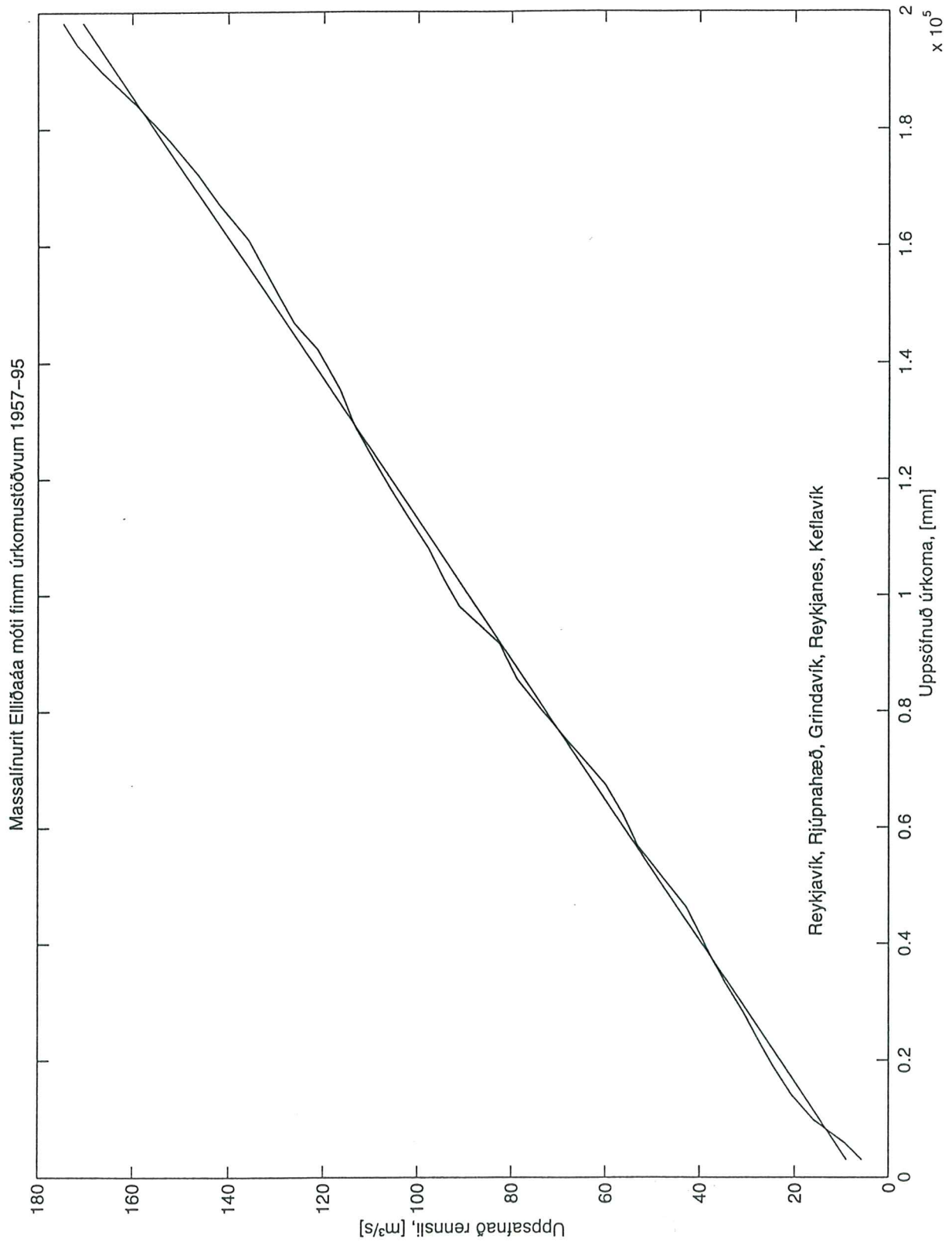
Mynd 2. Ársmeðalrennsli stórra grunnvatnsgeyma á Suðurlandi borið saman við langtímameðaltal.



Mynd 3. Massalínurit rennslisþátta til Elliðavatns



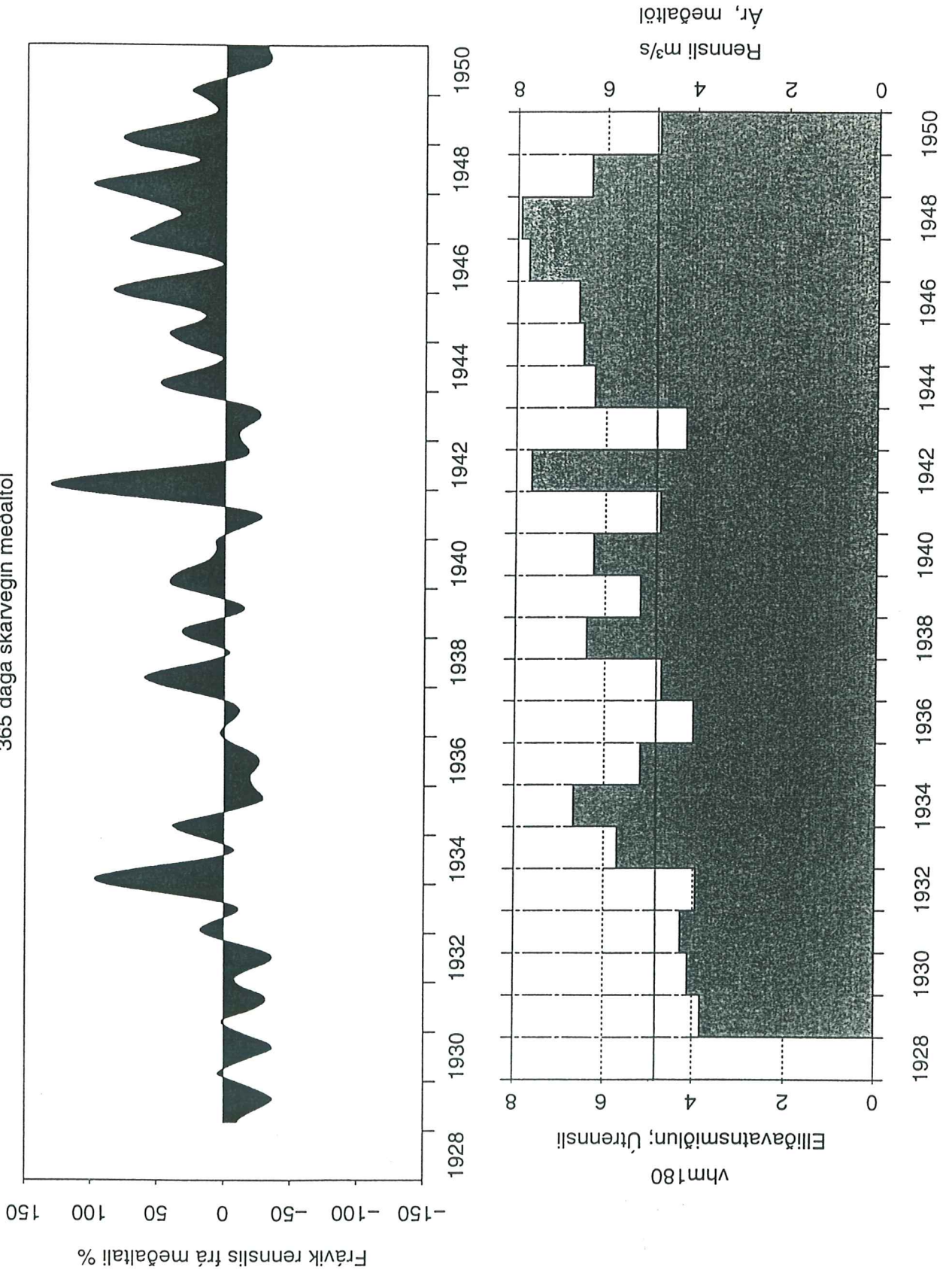
Mynd 4. Massalínurit Elliðaáa móti Korpu + Rangá + Sogi



Mynd 5. Massalínurit Elliðaáa móti fimm úrkomustöðvum 1957-95

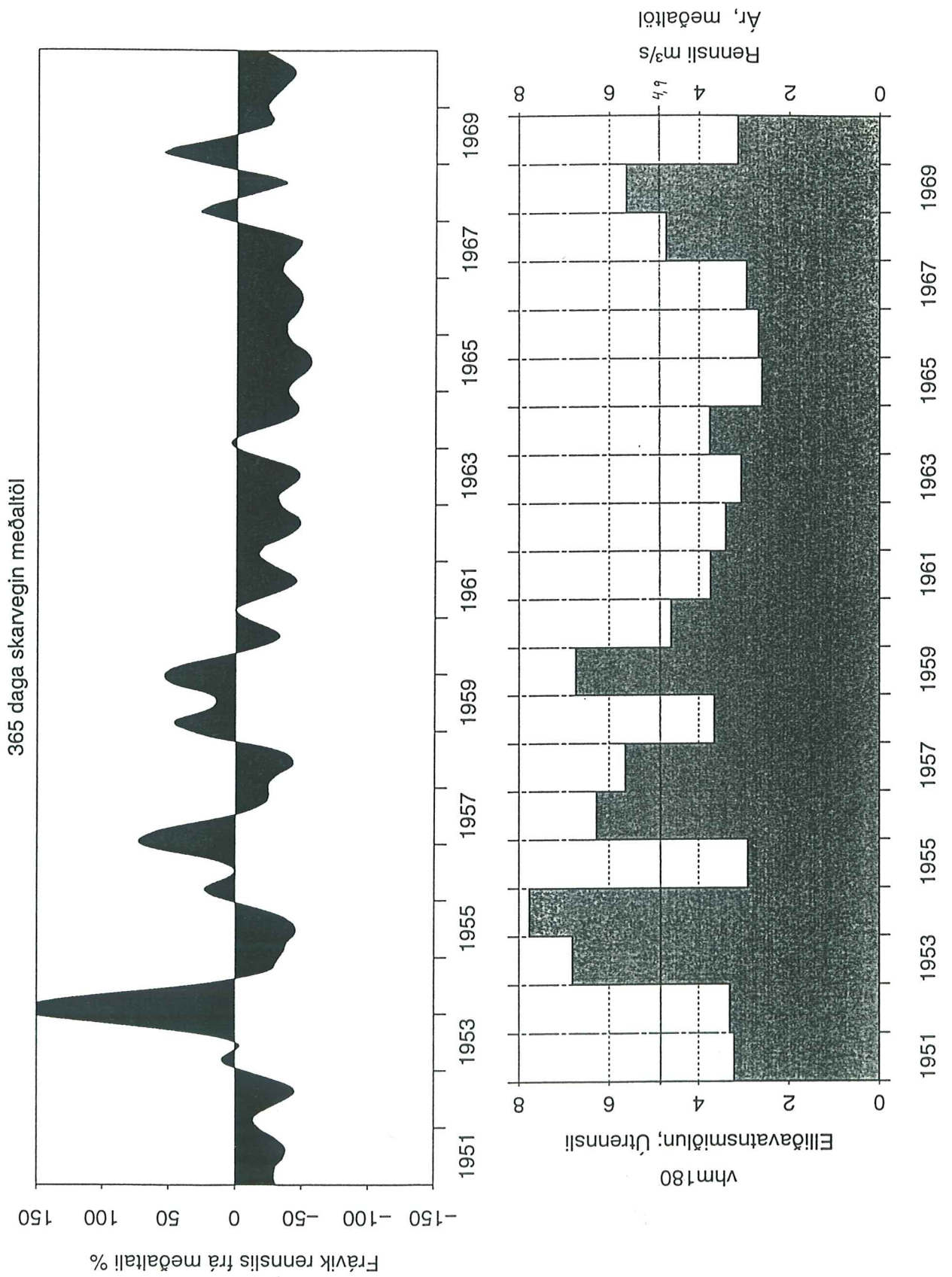
Langtímasveiflur rennslis við vhm180 árin 1928–1950

365 daga skarvegjin meðaltöl



Mynd 6.

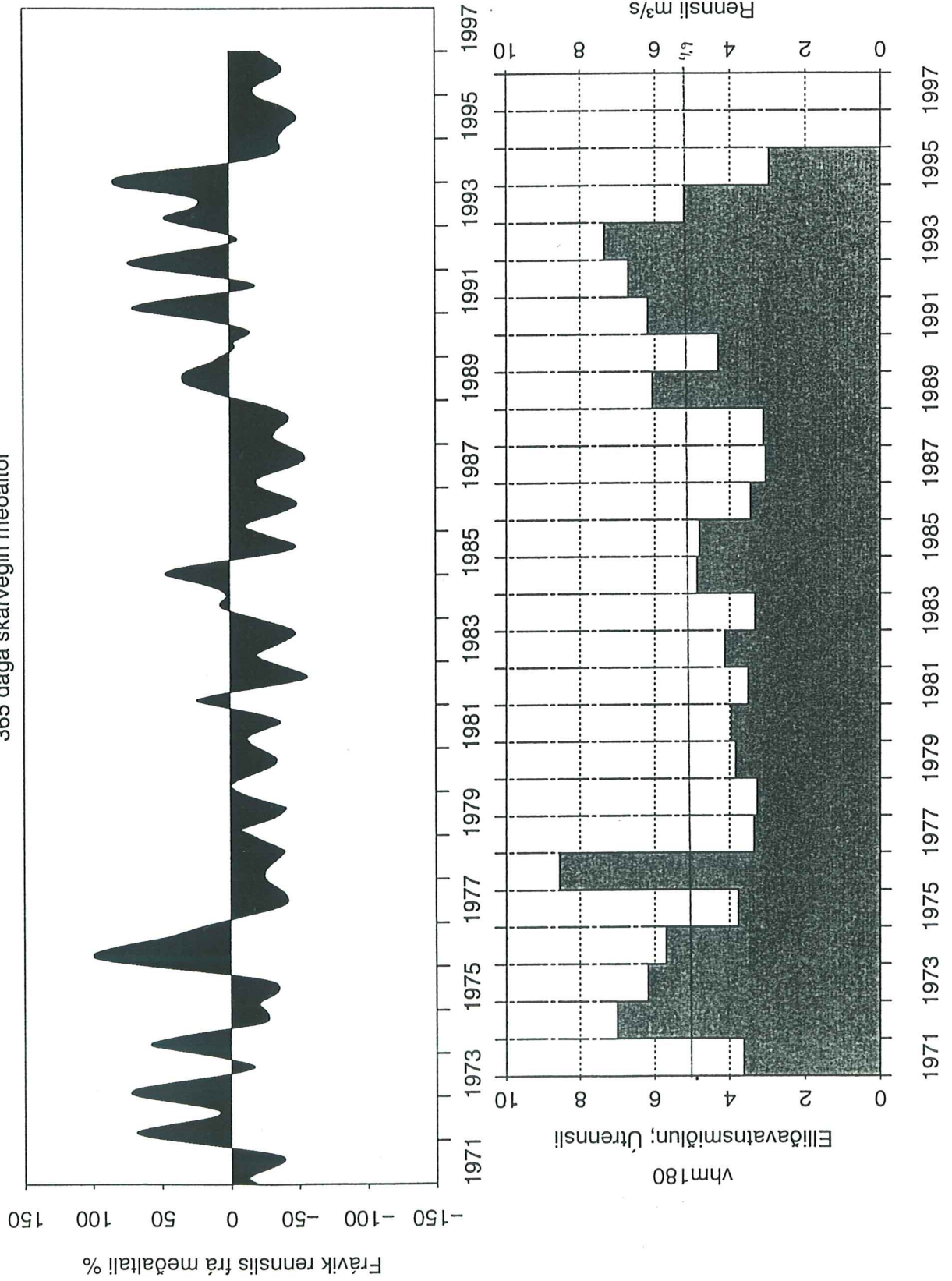
Langtímasveiflur rennslis við vhm180 árin 1951–1970



Mynd 7.

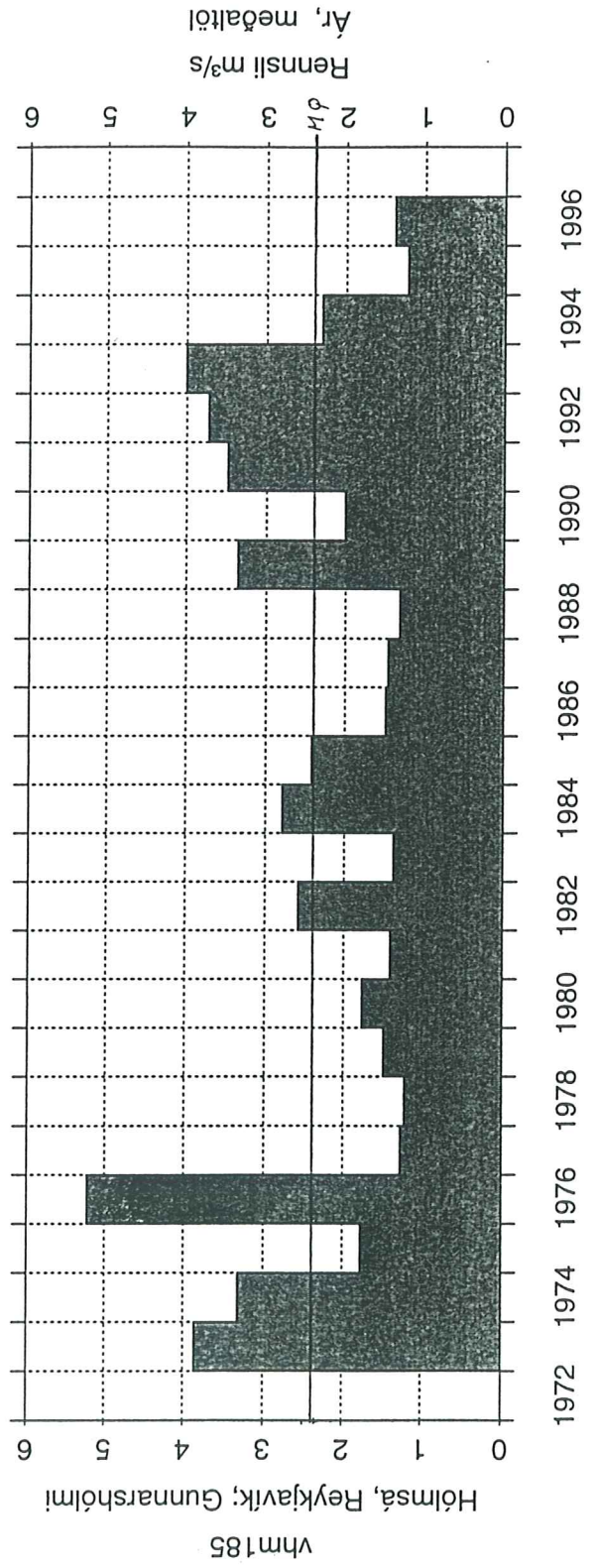
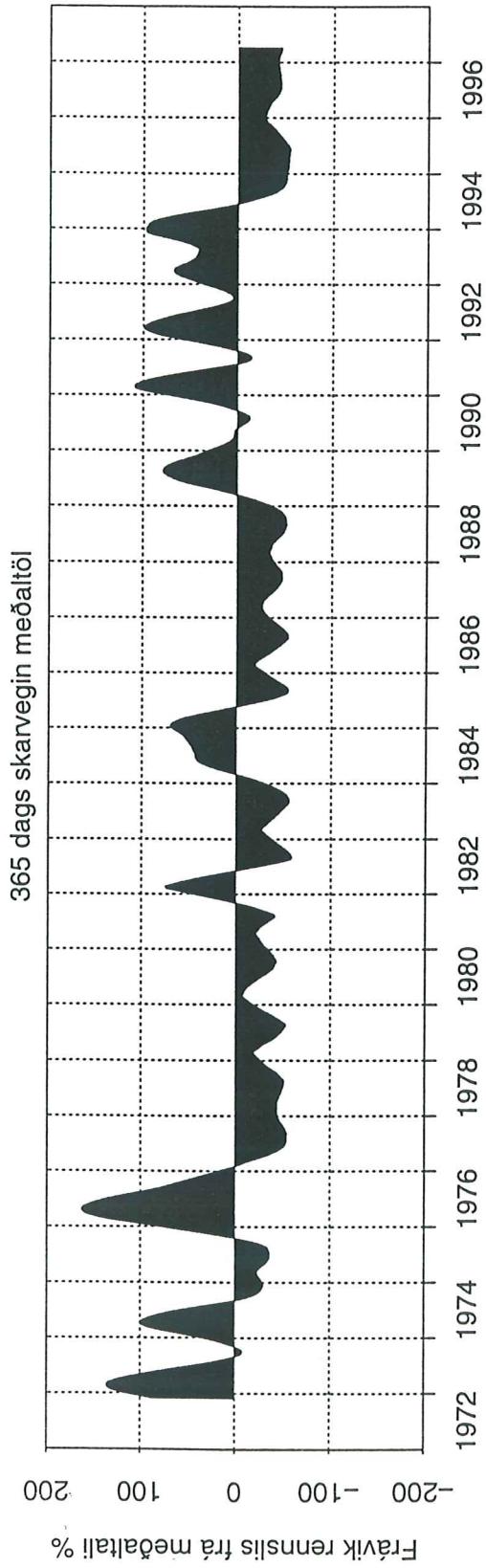
Langtímasveiflur rennslis við vhm180 árin 1971–1997

365 daga skarvegin meðaltöl



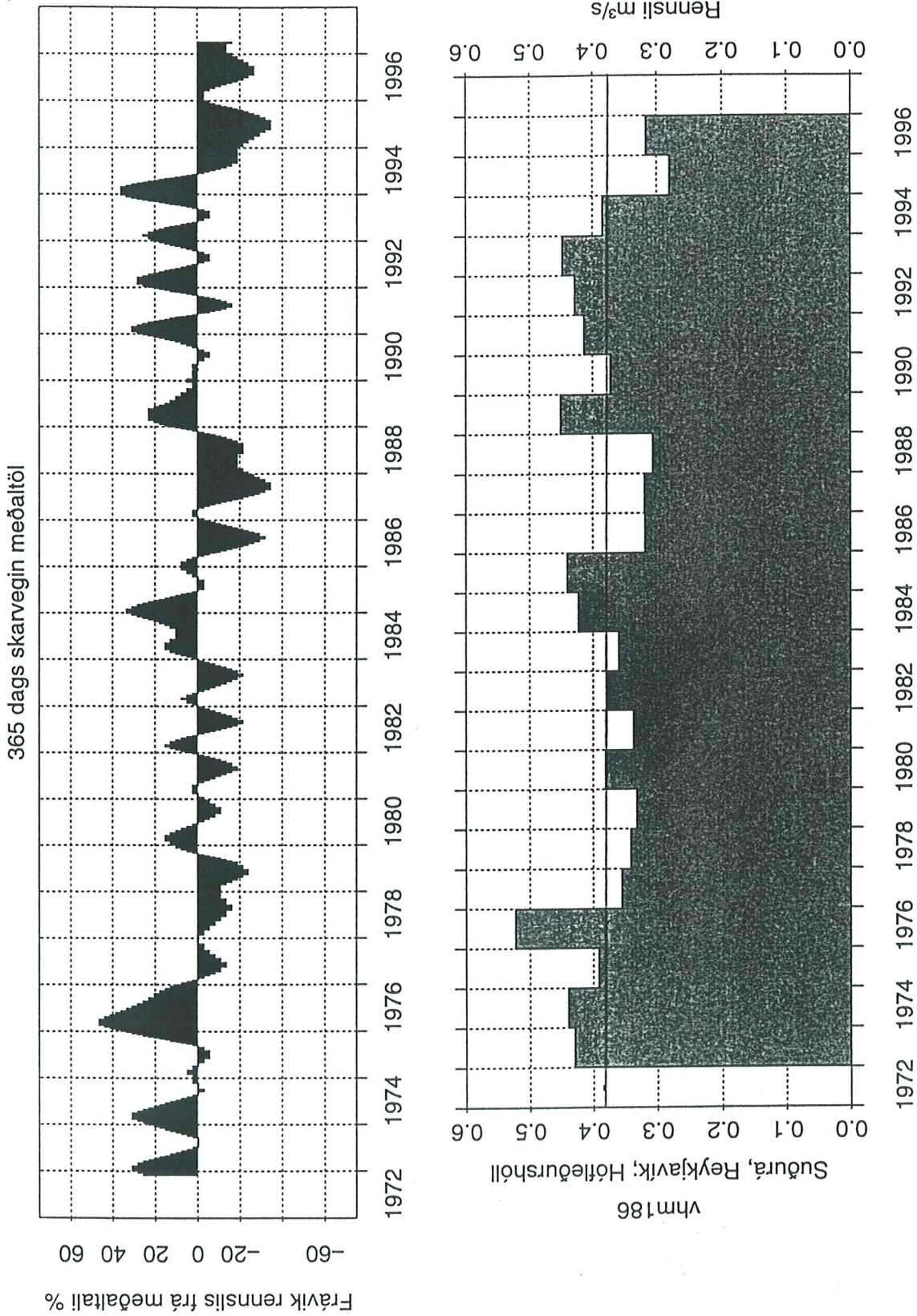
Mynd 8.

Langtímasveiflur rennslis við vhm185 árin 1972–1997



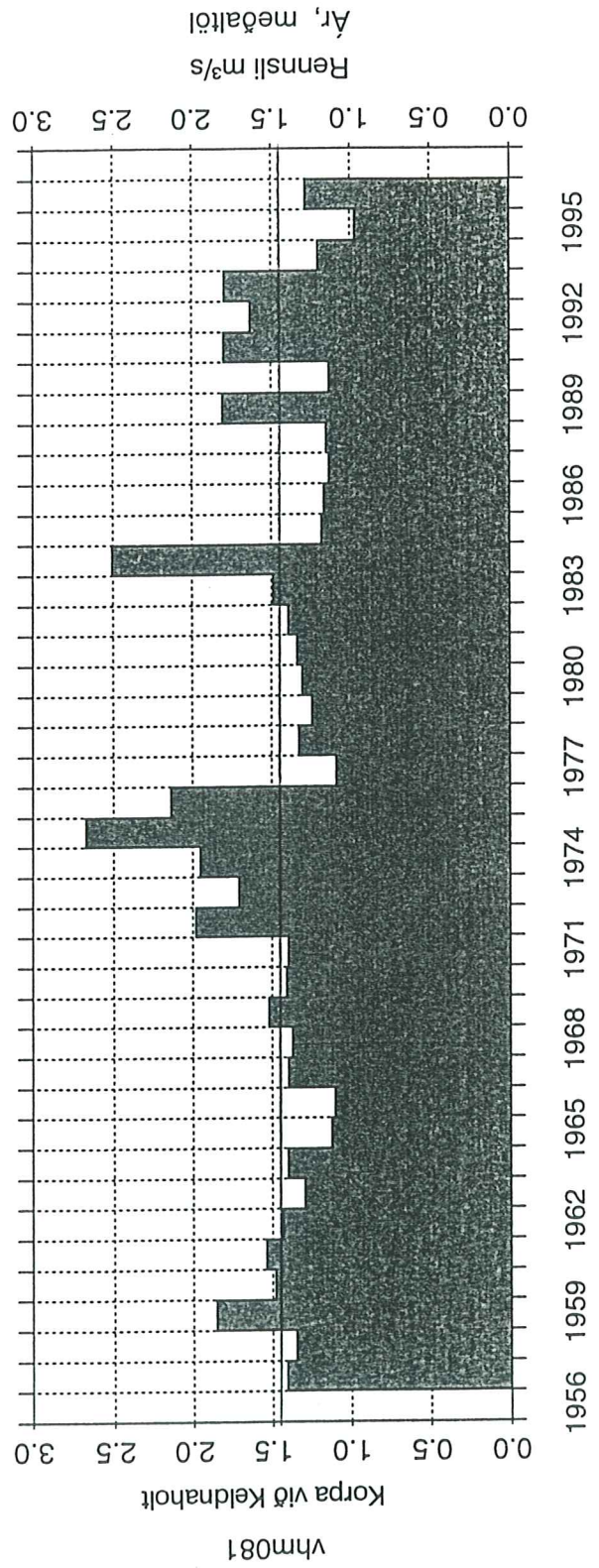
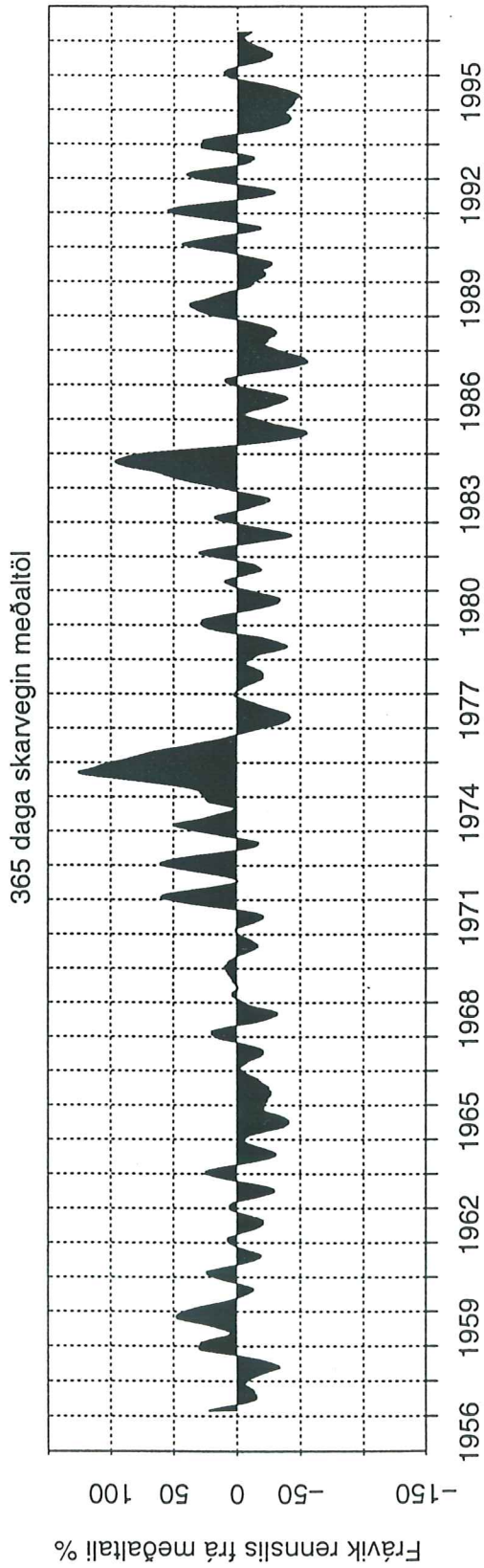
Mynd 9.

Langtímasveiflur rennslis við vhm186 árin 1972–1997



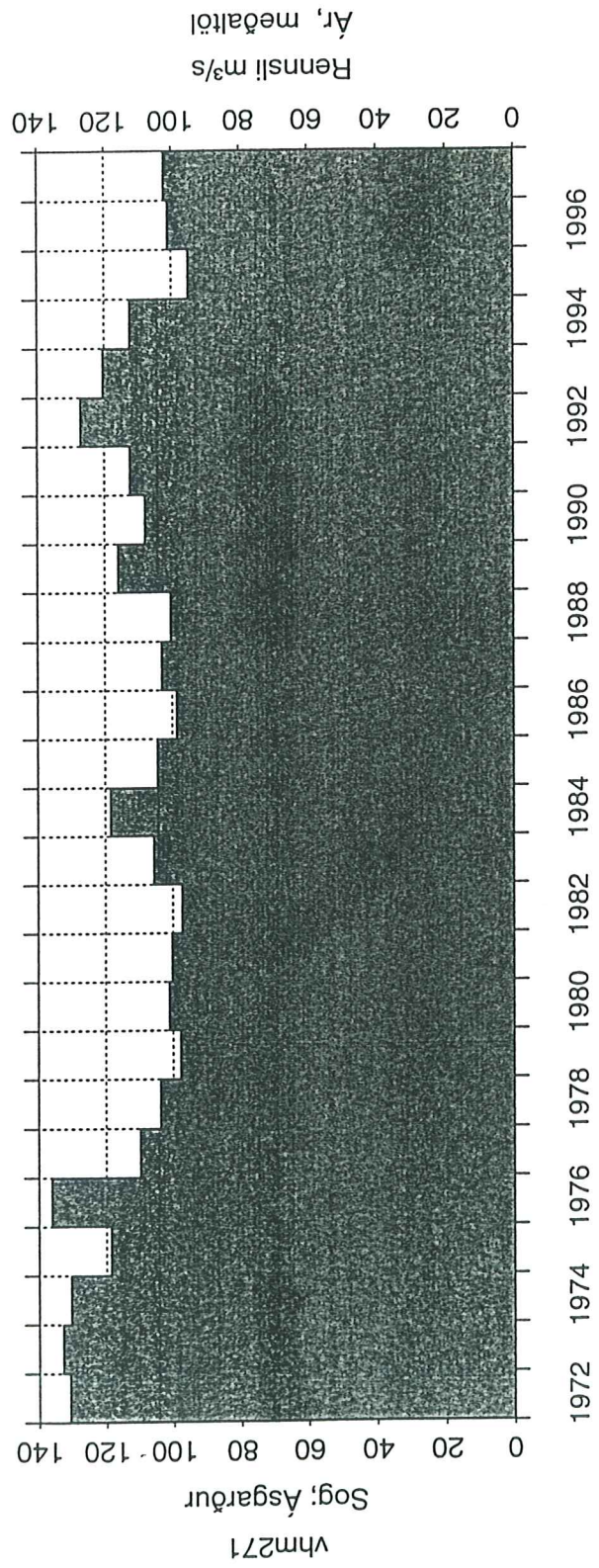
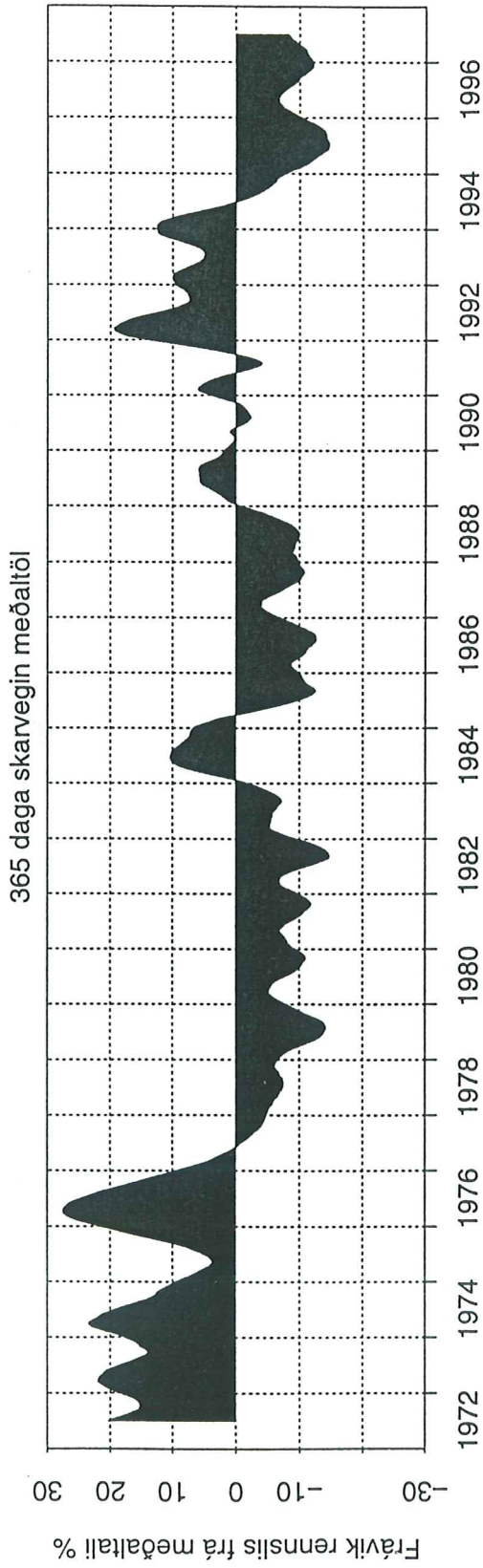
Mynd 10.

Langtímasveiflur rennslis við vhm081 árin 1956–1997



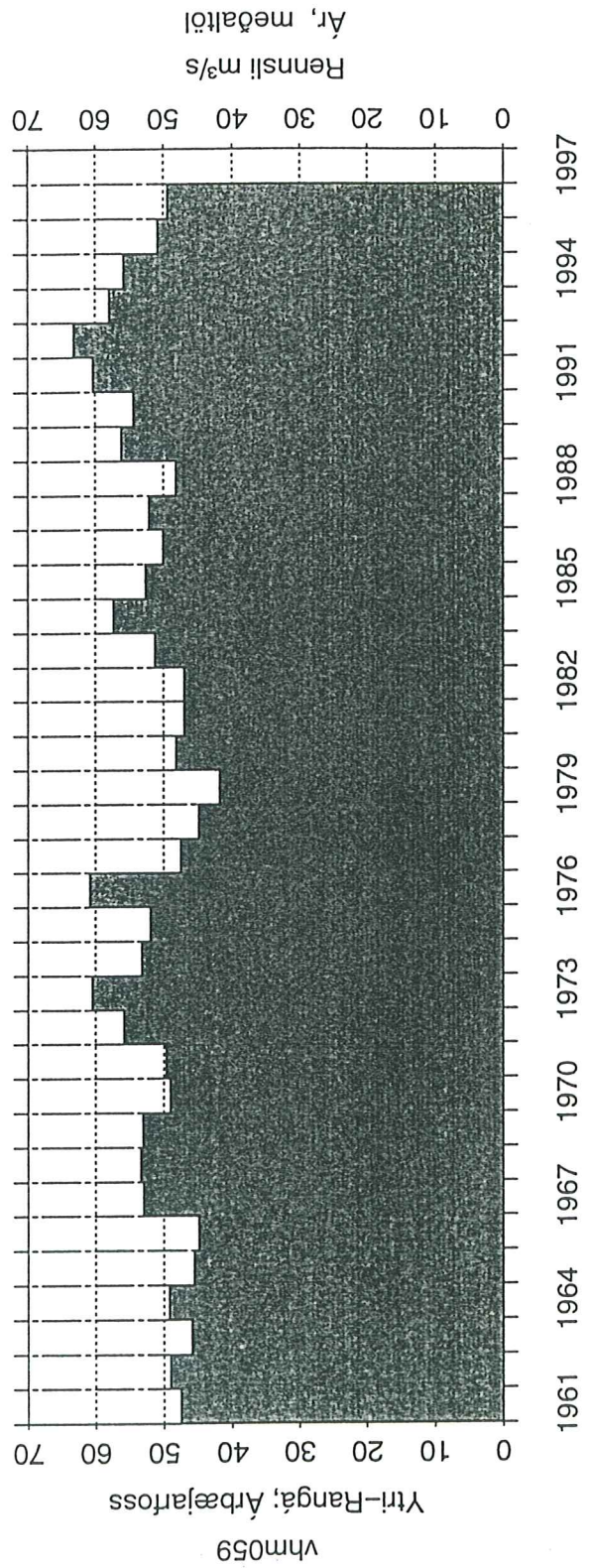
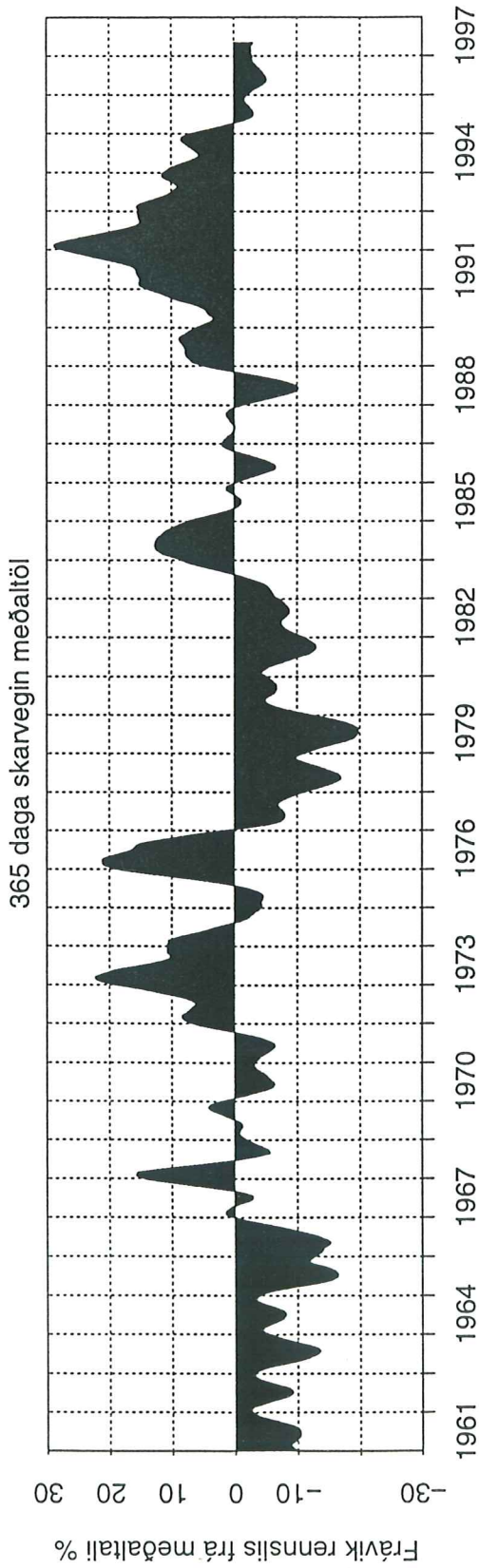
Mynd 11.

Langtímasveiflur rennslis við vhm271 árin 1972-1997



Mynd 12.

Langtímasveiflur rennslis við vhm059 árin 1961–1997



Mynd 13.