



ORKUSTOFNUN

Vatnamælingar

Vatnasvið Elliðaáanna

Vatnafar og rennslishættir



**Axel Valur Birgisson
Kristinn Einarsson
Snorri Zóphóníasson
Árni Snorrason**

**Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur og
Borgarverkfræðinginn í Reykjavík**

1999

OS-99018



ORKUSTOFNUN
VATNAMÆLINGAR

Skýrsla
OS-99018
Verknr. 7-646898

**Axel Valur Birgisson, Kristinn Einarsson,
Snorri Zóphóníasson og Árni Snorrason**

Vatnasvið Elliðaáanna

Vatnafar og rennslíshættir

Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur og
Borgarverkfræðinginn í Reykjavík


OS-99018

Mars 1999

ISBN 9979-68-031-8

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



Skýrsla nr: OS-OS-99018	Dags: Mars 1999	Dreifing: <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill: VATNASVIÐ ELLIÐAÁNNA Vatnafar og rennslishættir	Upplag: 50 + kort	
	Fjöldi síðna: 59	
Höfundar: Axel Valur Birgisson Kristinn Einarsson Snorri Zóphóníasson Árni Snorrason	Verkefnisstjóri: Kristinn Einarsson	
Gerð skýrslu / Verkstig: Yfirlitsrannsókn	Verknúmer: 7-646898	
Unnið fyrir: Orkuveitu Reykjavíkur og Borgarverkfræðinginn í Reykjavík		
Samvinnuaðilar:		
Útdráttur: Fjallað er um vatnafar og rennslishætti á vatnasviði Elliðaánna. Byggt er á gögnum frá 1925 til og með 1998 sem Vatnamælingar Orkustofnunar hafa um rennsli Elliðaánna og nálægra vatnsfalla, mælingar á grunnvatnshæð í Heiðmörk, vatnshæð Elliðavatns, ásamt gögnum um reiknað innrennsli til Elliðavatns og mælingar á vatnshita í Elliðavatni og í Elliðaánum. Gerð er athugun á flóðum, þurrðum, ísavandamálum og lágrennslistímabilum ásamt langtímabreytingum á rennsli Elliðaánna með samanburði við veðurgögn frá Veðurstofu Íslands sem og áhrifum rafstöðvarinnar í Elliðaárdal á rennsli. Birt eru línurit sem sýna áhrif virkjunar á rennsli Elliðaánna og þau borin saman við rennsli sem ótruflað er af mannavöldum. Veðurfar spilar stórt hlutverk á vatnasviðinu. Rennsli nokkurra einkennandi ára er sýnt á móti langtímarennslu í Hólmsá, Suðurá og Elliðaánum og hvernig rennslið sveiflast samanborið við grunnvatnsstöðu hjá Berhól í Heiðmörk og vatnsborð Elliðavatns. Gert er tölfræðilegt mat á breytingum á langtímarennslu Elliðaánna á mánaðar- og ársgrunni. Engar breytingar af mannavöldum virðast hafa orðið á langtímarennslu Elliðaánna. Vatnstaka Vatnsveitunnar í Heiðmörk virðist ekki hafa áhrif á innrennsli til Elliðavatns.		
Lykilorð: Elliðaár, vatnasvið, vatnafar, rennslishættir, langtímasveiflur	ISBN-númer: 9979-68-031-8	
	Undirskrift verkefnisstjóra: 	
	Yfirfarið af: KE, SZ	

Ágrip

Fjallað er um vatnafar og rennslishætti á vatnasviði Elliðaáanna. Skýrslan er byggð á gögnum frá 1925 til og með 1998 sem Vatnamælingar Orkustofnunar hafa undir höndum um rennsli Elliðaáanna og nálægra vatnsfalla, mælingar á grunnvatnshæð í Heiðmörk, vatnshæð Elliðavatns, ásamt gögnum um reiknað innrennsli til Elliðavatns og mælingar á vatnshita í Elliðavatni og í Elliðaánum. Gögn nokkurra ára eru tekin til athugunar til að skýra vatnafræðilegan breytileika á svæðinu. Gerð er athugun á flóðum, þurrðum, ísavandamálum og lágrennslistímabilum ásamt langtímabreytingum á rennsli Elliðaáanna með samanburði við veðurgögn frá Veðurstofu Íslands sem og áhrifum rafstöðvarinnar í Elliðaárdal á rennsli. Birt eru línurit sem sýna áhrif virkjunar á rennsli Elliðaáanna og þau borin saman við rennsli sem ótruflað er af mannavöldum. Vatnafar og rennslishættir á vatnasviðinu ráðast af mörgum flóknum þáttum. Duttlungafullt veðurfar og mismunandi staðhættir spila afgerandi hlutverk. Rennsli nokkurra einkennandi ára er sýnt á móti langtímarennslu. Skýrð er hegðun hvers vatnsfalls fyrir sig, Hólmsár, Suðurár og Elliðaáanna og hvernig rennsli þeirra sveiflast samanborið við grunnvatnsstöðu hjá Berhól í Heiðmörk og vatnsborð Elliðavatns. Gert er tölfræðilegt mat á breytingum á langtímarennslu Elliðaáanna á mánaðar- og ársgrunni. Engar breytingar af mannavöldum virðast hafa orðið á langtímarennslu Elliðaáanna og tölfræðilega marktækar breytingar í ákveðnum mánuðum eða árum skera sig ekki úr samanborið við aðrar breytingar í sömu mánuðum. Vatnstaka Vatnsveitu Reykjavíkur í Heiðmörk virðist ekki hafa áhrif á innrennsli til Elliðavatns.

Kápumynd: Horft til vesturs yfir Elliðavatn, Rauðhólarnir til hægri. Suðurá rennur fyrir miðri mynd til Helluvatns og til hægri rennur Hólmsá/Bugða hjá Suðurlandsvegnum.

Myndataka: Oddur Sigurðsson

Efnisyfirlit

1	Inngangur	7
2	Mælistöðvar á vatnasviði Elliðaánna	8
3	Vatnafar og rennslishættir	9
3.1	Vatnafarslegar aðstæður	9
3.2	Rennslishættir	10
3.2.1	Suðurá	11
3.2.2	Hólmsá	12
3.2.3	Elliðaár	13
3.3	Breytileiki vatnafarsins	16
3.3.1	Mjög snjóþungt og vatnsríkt úrkomuár; árið 1989	16
3.3.2	Snjólétt úrkomuár með lágrennsli; árið 1991	19
3.3.3	Snjóþungt og fremur vatnsríkt ár; árið 1993	22
3.3.4	Kalt og þurrt lágrennslisár; árið 1995	25
3.3.5	Hlýtt og fremur þurrt lágrennslisár; árið 1998	28
3.3.6	Samantekt	31
3.4	Truffanir á rennsli af völdum íss	32
3.5	Truffanir á rennsli af völdum skafrennings	33
3.6	Áhleðsla íss í vatnsríkum vetri	34
3.7	Hitastigsmælingar	34
4	Langtímabreytingar á rennsli Elliðaánna	37
4.1	Tölfræðilegt mat á langtímabreytingum	37
4.2	Myndrænt mat á langtímabreytingum	39
4.3	Um mögulegan skort á gögnum	50
5	Flóð	51
5.1	Flóð á vatnasviðinu	51
5.2	Flóð í Hólmsá og Elliðaánum árið 1982	51

6 Nýting Elliðaánna	54
6.1 Elliðaárstöð	54
6.2 Vatnstaka Vatnsveitu Reykjavíkur	57

Myndaskrá

1 Vatnshæðarmælir við Suðurá	11
2 Vatnshæðarmælir við Hólmsá	12
3 Mælistaðurinn við Heyvað	14
4 Elliðavatnsstífla í leysingum og ís	15
5 Elliðavatnsstífla í vetrarstillum	15
6 Vatnafarslegar aðstæður árið 1989	17
7 Grunnvatnshæð við Berhól árið 1989	18
8 Rennsli Hólmsár árið 1989	18
9 Rennsli Elliðaánna árið 1989	19
10 Vatnafarslegar aðstæður árið 1991	20
11 Rennsli Elliðaánna árið 1991	21
12 Rennsli Hólmsár árið 1991	21
13 Grunnvatnshæð við Berhól árið 1991	22
14 Vatnafarslegar aðstæður árið 1993	23
15 Rennsli Elliðaánna árið 1993	24
16 Rennsli Hólmsár árið 1993	24
17 Grunnvatnshæð við Berhól árið 1993	25
18 Vatnafarslegar aðstæður árið 1995	26
19 Grunnvatnshæð við Berhól árið 1995	27
20 Rennsli Elliðaánna árið 1995	27
21 Rennsli Hólmsár árið 1995	28
22 Vatnafarslegar aðstæður árið 1998	29
23 Grunnvatnshæð við Berhól árið 1998	30
24 Rennsli Elliðaánna árið 1998	30

25	Rennsli Hólmsár árið 1998	31
26	Ístruflanir í Hólmsá	32
27	Veðurfar í Reykjavík, jan-mars 1997	33
28	Skafrenningur í Suðurá	34
29	Hitastig í Elliðavatni	35
30	Veðurfar í Reykjavík, apríl-júní 1997	36
31	Massalínurit úrkomu móti rennsli	40
32	Ársrennsli Elliðaánna 1925-98	41
33	Ársrennsli Sogsins 1940-98	42
34	Ársúrcoma í Reykjavík 1921-98	42
35	Ársúrcoma í Stykkishólmi 1920-98	43
36	Rennsli Elliðaánna í janúar	43
37	Rennsli Elliðaánna í febrúar	44
38	Rennsli Elliðaánna í mars	44
39	Rennsli Elliðaánna í apríl	45
40	Rennsli Elliðaánna í maí	45
41	Rennsli Elliðaánna í júní	46
42	Rennsli Elliðaánna í júlí	46
43	Rennsli Elliðaánna í ágúst	47
44	Rennsli Elliðaánna í september	47
45	Rennsli Elliðaánna í október	48
46	Rennsli Elliðaánna í nóvember	48
47	Rennsli Elliðaánna í desember	49
48	Vatnasvið Elliðaánna árið 1982	52
49	Flóðferlar í Hólmsá og Elliðaánnum árið 1982	53
50	Dæmi um rennsli Elliðaánna með Elliðaárstöð í keyrslu	54
51	Dæmi um lágrennsli Elliðaánna án keyrslu rafstöðvarinnar	55
52	Dæmi um hárennsli Elliðaánna án keyrslu rafstöðvarinnar	56
53	Nánari skoðun á hárennsli Elliðaánna	56
54	Veðurfar í Reykjavík í maí 1998	57

1 Inngangur

Árið 1996 kom út skýrslan *Vatnasvið Elliðaánna, Gagnaskýrsla* [12] þar sem safnað var á einn stað öllum mælingum frá 1928 og fram til 1995 sem Vatnamælingar Orkustofnunar höfðu undir höndum um rennsli Elliðaánna og nálægra vatnsfalla, mælingar á grunnvatnshæð í Heiðmörk, vatnshæð Elliðavatns ásamt gögnum um reiknað innrennsli til Elliðavatns og mælingar á vatnshita í Elliðavatni og í Elliðaánum. Skýrslan var unnin fyrir Rafmagnsveitu Reykjavíkur í kjölfar samþykktar Borgarráðs árið 1995 að fara skuli fram úttekt á lífríki Elliðaárdalsins og vatnafari Elliðaánna.

Í þessari skýrslu er fjallað um vatnafar og rennslishætti á vatnasviðinu á grundvelli áðurnefndar gagnaskýrslu og þeirra gagna sem safnast hafa til og með 1998 auk eldri gagna frá 1925 til 1927. Reynt er að varpa skýru ljósi á vatnafarslega eiginleika vatnasviðs Elliðaánna sem er 270 km^2 miðað við vatnaskil á yfirborði.

Í skýrslunni er gerð athugun á ýmsum vatnafræðilegum þáttum á vatnasviðinu s.s. flóðum, þurrðum, ísavandamálum og lágrennslistímabilum en einnig eru athugaðar langtímabreytingar á rennsli Elliðaánna sem og áhrif Elliðaárstöðvarinnar á rennsli Elliðaánna. Skýrslan byggir nokkuð á dæmum þar sem einstök tímabil eru valin til að skýra breytileika aðstæðna á vatnasviðinu ásamt tengslum veðurfars og rennslis.

Mælistöðvar á vatnasviði Elliðaánna ná til vatnshæðarmæla í Elliðaánum, Elliðavatni, Hólmsá og Suðurá ásamt grunnvatnsmælum í Heiðmörk og vatnshitamælum í Elliðaánum. Mælistöðvarnar ásamt afmörkuðu vatnasviði þeirra eru sýndar á korti 1 (aftast í skýrslunni).

Gögn nokkurra ára eru tekin til athugunar til að skýra vatnafræðilegan breytileika á svæðinu en vatnafar og rennslishættir á vatnasviði Elliðaánna ráðast af mjög mörgum flóknum þáttum og spilar veðurfar þar stórt hlutverk. Árin 1989, 1991, 1993, 1995 og 1998 eru valin til að lýsa mismunandi aðstæðum sem orðið geta á svæðinu. Auk þessa er árið 1982 tekið til umfjöllunar varðandi flóð á vatnasviðinu.

Reynt er að lýsa hverju ári fyrir sig með því að skoða vatnasviðið sem eina heild og gera grein fyrir því hvernig aðstæður breytast í takt við veðurfar. Sýnd eru meðaltöl rennslis innan viðkomandi ára á móti langtímarennsli. Auk þessa er gerð grein fyrir hegðun hvers vatnsfalls fyrir sig, Suðurrár, Hólmsár og Elliðaánna og hvernig rennsli þeirra sveiflast samanborið við grunnvatnsstöðu hjá Berhól í Heiðmörk og vatnsborð Elliðavatns.

Vatnshitamælingar í Elliðavatni og Elliðaánum eru birtar á ársgrunni og sérstakir atburðir eru teknir fyrir ásamt veðurfarsþáttum.

Fjallað er um reiknað innrennsli til Elliðavatns, en Elliðavatn er miðlunarlón fyrir Elliðaárnar og því hægt að reikna innrennsli til vatnsins á sama hátt og fyrir önnur miðlunarlón. Breytingar á innrennsli yfir ákveðinn tíma eru ágætis mælikvarði á það sem er að gerast á vatnasviðinu á hverjum tíma.

Árið 1998 var skilað áfangaskýrslu um ársrennsli Elliðaánna árin 1929-1995 með hliðsjón af mögulegum langtímabreytingum [7]. Gert var tölfræðilegt mat á þeim breyt-

ingum sem höfðu átt sér stað á ársrennslinu. Í þessari skýrslu eru dregnar saman niðurstöður úr áfangaskýrslunni og einnig er fjallað um rennslið á mánaðargrunni til þess að athuga hvort marktækar breytingar hafi átt sér stað innan ársins á rennsli ána.

Flóð eru alltið á vatnasviði Elliðaána en stórflóð sem betur fer fátíð. Stórflóð urðu í febrúar 1968 og nokkur stórflóð árið 1982, og er það ár tekið til sérstakrar athugunar m.t.t flóða.

Nýting Elliðaána hefur staðið lengi yfir en árnar voru virkjaðar fyrir um 80 árum þegar rafstöðin í Elliðaárdal var tekin í notkun. Í kjölfar þess fylgdu breytingar á rennsli ána, stíflur voru gerðar og rennslinu var stýrt af mannavöldum. Í skýrslunni eru birt línurit sem sýna rennsli ána með og án stýringar, ásamt veðurfarsþáttum.

Vatnstaka á vatnasviðinu hófst árið 1909 hjá Vatnsveitu Reykjavíkur og fer hún enn fram í Heiðmörk. Lítillega verður fjallað um hugsanleg áhrif vatnstökunnar á rennsli Elliðaána.

2 Mælistöðvar á vatnasviði Elliðaána

Mælistöðvar á vatnasviði Elliðaána ná til vatnshæðarmæla í Elliðaánum (í Árbæjarlóni; vhm 001 og við Heyvað; vhm 301), Elliðavatni (vhm 180), Hólmsá (vhm 185) og Suðurá (vhm 186) ásamt grunnvatnsmælum í Heiðmörk (vhm 187, 188 og 189) og vatnshitamælum í Elliðaánum (v/180, 301 og 001) (sjá kort 1).

Flestar mælistöðvarnar á vatnasviðinu hafa brunnsírta af hefðbundinni gerð en í slíkum siritum er flotholt í mælibrunni sem fylgir breytingum á vatnshæð árinna og hreyfingar hennar eru skráðar á pappír. Skráning af pappírnum er síðan færð inn í tölvu sem vatnshæð og henni breytt í rennsli með hjálp rennslislykla þar sem það á við.

Rennslykill fæst með því að finna og sannreyna öðru hvoru samband á milli stakra rennismælinga og vatnshæðar við mælistað og eftir það nægir að þekkja vatnshæðina til að segja um rennslið á sama tíma.

Stafrænt skráningarkerfi var sett upp í Elliðaánum og við Elliðavatn sumarið 1988. Í því felst að notuð er tölvuskráning til að fylgjast með breytingum á vatnshæð í stað pappírs áður. Einnig er vatnshiti mældur og skráður á stafrænt form. Pappírssíritarnir voru ekki allir lagðir niður þrátt fyrir tilkomu stafrænu mælanna, nema við Heyvað þar sem skynjari í brunni tók við af brunni árið 1985, enda komu upp veruleg vandamál við rekstur þeirra í upphafi.

Rekstur þeirra komst þó í gott horf og nú eru pappírsgögn frá Elliðavatni aðeins notuð ef stafrænar mælingar falla niður.

Mæliraðirnar fyrir svæðið eru mislangar og jafnframt eru gæði gagnanna mismikil, bæði vegna mismunandi mæliaðferða og vegna veðurfarsáhrifa en sumar árnar truflast tíðar af ís og snjó en aðrar.

3 Vatnafar og rennslishættir

3.1 Vatnafarslegar aðstæður

Ellidaárnar eru lindár að uppruna og er vatnasvið þeirra um 270 km^2 á yfirborði. Vatnasviðið einkennist jarðfræðilega af ungum bergmyndunum. Aðal berggerðirnar eru móberg, grágrýti og hraun. Hraunin eru ung og hriplek þar sem mest öll úrkoma sígur fljótt í jörð. Grágrýtið og móbergið eru mun þéttari bergmyndanir og eins er yfirborð þéttara þar sem gróður er ráðandi. Á þessum svæðum getur yfirborðið orðið vatnshelt vegna frosts og rennur þá úrkoman af yfirborði í stað þess að seytla til grunnvatns. Klakahella myndast síður á hraunasvæðunum og sum hraunin þéttast aldrei.

Móberg er aðallega á svæðinu í og við Vífilfell og við Lyklafell á Miðdalsheiði. Miðdalsheiði er að öðru leyti þakin grágrýti sem og norðurhluti vatnasviðsins. Hraun frá nútíma eru á Sandskeiði, í Svínahrauni og í Heiðmörk þar sem Húsfellsbruni og Hólmshraunin eru mest áberandi (sjá örnefni á korti 1)[1], [19].

Úrkoma á svæðinu fer stigvaxandi í austur og suðaustur frá Reykjavík inn til landsins og er margfaldur munur á úrkomu innan vatnasviðsins. Úrkoma í Reykjavík er að meðaltali 799 mm/ári (tímabilið 1961-1990, var 805 mm 1931-1960) en rúmlega 1300 mm/ári að Hólmi og sennilega er úrkoma um 1600 mm/ári í Heiðmörk eða tvöfalt meiri en í Reykjavík (tímabilið 1931-1960). Úrkoma vex enn í átt að Bláfjöllum en líklegt þykir að þar sé úrkoman um eða yfir 3000 mm/ári [14].

Eitt af einkennum vatnasviðsins er að grunnvatnsvatnaskil falla ekki að yfirborðsvatnaskilum þ.e. að meiri úrkoma er á svæðinu en afrennsli á yfirborði gefur til kynna. Sjáanlegt yfirborðsrennsli ofan Elliðavatns er Suðurá ($0.38 \text{ m}^3/\text{s}$) og Hólmsá ($2.26 \text{ m}^3/\text{s}$) (tímabilið 1972-1998) en samanlagt standa þær einungis fyrir um tæplega 56% af rennsli Elliðaánna sem er $4.75 \text{ m}^3/\text{s}$ að meðaltali á sama tíma.

Grunnvatnsrennsli til Elliðavatns er því litlu minna en sem nemur rennsli Hólmsár, þ.e. ef rennsli Suðurár og Hólmsár er dregið frá rennsli Elliðaánna. Tímamunur á rennslisbreytingum í Hólmsá og Elliðaánum er eflaust breytilegur en til lengri tíma litið en nokkurra mánaða, hefur miðlun í Elliðavatni ekki áhrif á slíka reikninga.

Annað einkenni vatnasviðsins er að við vissar aðstæður geta orðið mjög mikil flóð í Hólmsá og í Elliðaánum. Við aðstæður þar sem nýfallin snjór er ofan á svellalögum og mikil hláka fylgir í kjölfarið, geta flóð orðið nær 100 sinnum stærri en meðalrennslið, en algengt er meðal íslenskra vatnsfalla að þetta hlutfall sé nærri 10-30 [13], [9].

Fullyrða má að snjósöfnun á vatnasviðið yfir vetrartímann hefur mikil áhrif á það hvort lágrennslis gæti sumarið á eftir eða eigi. Vetrarsnjórinn á vatnasviðinu geymir talsverðan vatnsforða þótt erfitt sé að áætla nákvæmlega hversu mikið magn hann geymir enda snjóþekjan oft æði ójöfn. Meginatriðið er, að snjórinn miðlar úrkomunni

til rennslis fram eftir vori, í stað þess að hún renni viðstöðulaust fram eða hverfi til grunnvatns. Það er því afgerandi fyrir vor og sumarrennsli hvort vetrarúrkoman falli sem snjór eða sem rigning. Úrkoman er jafnframt miklu meiri að vetri en sumri. Um 60% af mældri úrkomu í Reykjavík fellur á sex mánaða tímabilinu október-mars, og er þá hluti af snjónum talinn tapast fram hjá úrkomumælinum.

Ef veturinn er hlýr og ekki er frost í jörðu skilar vatn sér ekki t.d. af vatnasviði Hólmsár sem yfirborðsvatn heldur rennur til grunnvatnsgeymis og því verður vetrarrennsli lítið. Í venjulegu árferði er þó rennslið meira að vetri til.

Lágrennslistímabil eru tíð á sumrin en rennsli er einna mest að vetri til. Er það stundum vegna frosts í jörðu en þá nær leysingavatn ekki að síga í grunnvatnsgeyminn heldur streymir af yfirborði. Rennslið er þó meira háð stærð grunnvatnsgeymisins hverju sinni og þeirri seinkun sem hann veldur á því að úrkoman komi fram sem rennsli.

Ellíðaárnar eru í dag talsvert breyttar frá því sem áður var, en árnar voru virkjaðar árið 1921. Nokkrar kvíslar voru teknar af og vatn sett í einn farveg samhliða virkjun og stíflugerð. Fyrst var stífla gerð við Árbæ og þar er enn lítið inntakslón en á 3. áratugnum var unnið að stíflugerð í Elliðavatni sem leiddi til yfirborðshækkunar og nærri tvöföldunar á flatarmáli Elliðavatns.

Stíflumannvirki við útfallið hafa tekið talsverðum breytingum í tímans rás. Ný stífla var reist veturinn 1977-78 hjá útfalli Elliðavatns og frá árinu 1978 er því forsenda til þess að reikna innrennsli í Elliðavatn. Rennsli Elliðaáanna hefur því verið talsvert stýrt og miðlað af mannavöldum í gegnum tíðina.

Reiknað innrennsli er ágætis mælikvarði á þær breytingar sem verða á vatnasviðinu hverju sinni. Til að reikna innrennslið er útrennslið fyrst fundið með mælingum á rennsli ána og síðan er forðabreyting vatnsins fundin með vatnsborðsmælingum og forðalykli. Reiknað innrennsli er til fyrir tímabil sem vatnsborðsbreytingar í Elliðavatni eru þekktar eða árin 1978 og fram til 1995.

Reiknað meðalinnrennsli til Elliðavatns ætti að vera það sama og rennsli Elliðaáanna. Reiknað innrennsli er $4.53 \text{ m}^3/\text{s}$ á tímabilinu 1978 til 1995 og rennsli Elliðaáanna við Heyvað er $4.42 \text{ m}^3/\text{s}$ á sama tíma. Mismunurinn skýrist af óvissu í forðalykli annars vegar og rennslislykli hins vegar.

3.2 Rennslishættir

Í ljósi áðurnefnda aðstæðna á vatnasviði Elliðaáanna má sjá að rennslishættir geta orðið allflóknir og spilar veðurfarið þar stórt hlutverk ásamt hinum mismunandi berggerðum á svæðinu. Vetrarrennslið einkennist talsvert af því hvort hið gropna og hripleka lindársvæði verður vatnsþétt. Það gerist í vetrarkuldum með örlitlum blotum inná milli svo vatn frýs á ný og þéttir yfirborðið. Úrkoma rennur því af yfirborði í stað þess að seytla til grunnvatns. Hraunasvæðin þéttast þó ekki að fullu enda mjög hrjúf og gropin. Á sumrin hefur stærð grunnvatnsgeymisins mikil áhrif á rennsli og ef snjósöfnun var í

lágmarki veturinn á undan, má vænta lágrennslis um sumarið eins og áður hefur komið fram.

3.2.1 Suðurá

Suðurá er lindá með um 10 km^2 vatnasvið á yfirborði. Mælingar á vatnshæð Suðurár hófust þann 9. júní 1972 (mynd 1) við stað kenndan við Hófleðurshól. Upphaf þessara mælinga má rekja til samstarfs Vatnamælinga, Vatnsveitu Reykjavíkur og Rafmagnsveitu Reykjavíkur um vatnamælingar á vatnasviði Elliðaáanna og á þetta einnig við um Hólmsá. Þessar mælingar tengdust að hluta til þeirri viðleitni að gera vatnasvið Elliðaáanna að alþjóðlegu viðmiðunar- og sýnisvæði fyrir vatnafar sem ein-kenndist af grunnvatnsrennslis á hraunasvæðum. Var þessi áhugi tengdur svonefndum Vatnafræðiáratug (1965-1974) á vegum Sameinuðu þjóðanna en þá varð mikil vakning um nauðsyn rannsókna á vatnafari.

Meðalrennslis Suðurrár er um $0.4 \text{ m}^3/\text{s}$ (1973-1998). Rennslid er afar stöðugt ef litið er til lengri tíma og ræðst rennslid að mestu leyti af grunnvatnsstöðu. Ístruflanir eru óal-gengar en fyrir kemur að skafrenningur hlaði í hana að vetri til og valdi skammvinnri truflun. Mesta rennslis í ánni hefur náð um $5.4 \text{ m}^3/\text{s}$. Áin er stutt að komin, upptök hennar eru lindir hjá Silungapolti við jaðar Hólmshraunanna og allt í kringum upp-tökin eru úfin og lek hraun. Skammt sunnan Suðurlandsvegur, vestan mælistaðarins, sameinast Hólmsá Suðurá og rennur þaðan í Helluvatn og svo til Elliðavatns.



Mynd 1: Vatnshæðarmælir við Suðurá, Hengillinn í baksýn.

3.2.2 Hólmsá

Rennsli Hólmsár hefur verið mælt síðan 9. júní 1972 líkt og Suðurá, er síritandi vatnshæðarmælir var reistur við Gunnarshólma (mynd 2). Langtíma meðalrennsli árinna er um $2,3 \text{ m}^3/\text{s}$ (1973-1998).

Vatnasvið Hólmsár er um 200 km^2 á yfirborði og er að hluta til þakið mjög lekum hraunum sem vatn hripar fljótt ofan í en einnig grágrýti og móbergi sem eru þéttari berggerðir. Lítið er um yfirborðsrennsli nema þegar jörð er frosin og leysingar eru, sum hraunin þéttast þó ekki vegna frosts og þar verður ekki afrennsli á yfirborði þótt jörð sé vatnsheld annarsstaðar á vatnasviðinu.

Rennsli Hólmsár er meira að vetri en sumri og stafar það að hluta til af áhrifum grunnvatnsgeymis og að einhverju leyti af leysingavatni sem rennur á frosnu yfirborðinu. Áin bólgnar oft upp af völdum grunnstinguls (íslag sem myndast á árbotninum í miklu frosti), að henni þrengir vegna skara eða að hana leggur alveg.

Einkenni á rennsli Hólmsár eru löng lágrennslistímabil, mikil leysingaflóð og yfirfallsrennsli en það er þegar rennsli eykst við það að grunnvatnsgeymirinn nær ákveðnu marki og rennur þá yfir þröskuld á honum og eykur þar með rennsli í Hólmsá [17].



Mynd 2: Vatnshæðarmælir við Hólmsá, Hengillinn í baksýn.

Tengsl veðurfars og rennslishátta geta verið mjög skýr á vatnasviðinu. Hólmsá er mjög sérstakt vatnsfall að því leytnu til að aðeins lítill hluti úrkomunnar sem fellur á vatnasvið árinna skilar sér í rennsli (líkt og í Elliðaánum í heild).

Þetta ósamræmi milli úrkomu á yfirborðsvatnasvið Hólmsár og afrennslis af yfirborði er talsvert. Talið er að allt að 75% úrkomunnar tapist út af vatnasviðinu sem grunnvatnsrennsli. Eins og áður sagði verður rennslisaukning í Hólmsá við háa grunnvatnsstöðu sem bendir til að yfirfall sé á grunnvatnsgeymi sem skilar af sér í viðbótarvatnsmagni til árinna þegar grunnvatnshæðin fer yfir ákveðið mark [17].

Við þær aðstæður þegar jörð er frosin og þakin nýföllnum snjó og skyndileg leysing verður með miklu úrfelli, skilar nær öll úrkoman og snjóbráðnunin sér í miklu flóði. Snjórinn getur í fyrstu haldið talsverðu vatni en sé hlákan mikil og viðvarandi hefjast flóð á svæðinu enda hluti yfirborðsins á vatnasviðinu þá þakinn klakahellu. Ekki hefst afrennsli á öllu svæðinu, t.d. ekki á hluta Heiðmerkur enda land þar of hrjúft og sprungið. Við þessar aðstæður getur áin margfaldast og vaxið allt að hundraðfalt miðað við meðalrennsli.

Fyrir á árum mynduðust miklar vatnsuppistöður á Sandskeiði við þessar aðstæður og flæddi þá yfir veginn um Helligheiði. Á árunum 1970-72 var vegurinn endurbyggður og hækkaður, þannig að slíkt veldur ekki lengur töfum á samgöngum.

Flóðum í Hólmsá verður gerð betur skil í kafla 5.

3.2.3 Elliðaár

Elliðaárnar eru að meginhluta lindár að uppruna og er vatnasvið þeirra um 270 km^2 á yfirborði og er það gróflega séð þakið grágrýti norðantil, móbergi austantil og ungum hraunum sunnantil. Lítið er um vatn á yfirborði nema þegar jörð er frosin. Líkt og með Hólmsá er ekki nema hluti afrennslis af vatnasvæðinu sem fellur til Elliðaáanna, stór hluti vatnsins rennur í burtu sem grunnvatnsstraumur. Úrkoma sem rennur burt sem grunnvatn er um 2,7 falt rennsli Elliðaáanna [17].

Rennsli Elliðaáanna, hefur verið mælt með ýmsum hætti í gegnum tíðina. Til eru gögn hjá Vatnamælingum Orkustofnunar sem ná aftur til 1925 en í Elliðaárstöð frá 1923. Rennsli árinna hefur mælst að meðaltali um $4.9 \text{ m}^3/\text{s}$ á árunum 1925-1998 en erfitt hefur reynst að finna gögn um rennsli Elliðaáanna fyrir virkjun þeirra. Einhverjar vísbendingar eru þó til, t.d. taldi Knud Zimsen meðalrennsli ána yfir árið vera um $4 \text{ m}^3/\text{s}$ en „...á þeim tímabilum þegar árnar eru litlar, megi ekki gjöra ráð fyrir meiru en $2.5 \text{ m}^3/\text{s}$ “ [6].

Gögnin frá 1925 til 1928 eru byggð á rennslisferlum sem birtust í Tímariti VFÍ, en gögn frá 1928 til 1969 eru byggð á daglegum kvarðaálesturum í Árbæjarlóni, fyrir utan árið 1968, en þá er rennsli áætlað stóran hluta ársins vegna stórflóðs sem kom í árnar. Frá 1969 til 1984 og 1988 til 1998 er útrennslið byggt á sírtagögnum við Heyvað og frá 1985 til 1988 er byggt á reiknuðu rennsli um yfirfall og lokur í Elliðavatnsstíflu. Stafræn gögn hafa verið notuð frá 1989.

Við Heyvað, (mynd 3) sem er á milli Elliðavatns og Árbæjarlóns, við gömlu vatnsveitubrunna, var reistur brunnsíriti árið 1969. Síritinn mældi heildarrennsli Elliðaáanna ofan virkjunar og var starfræktur til 1984 en mælingar féllu niður til 1988 er stafrænt skráningarkerfi var tekið í notkun.



Mynd 3: Mælistaðurinn við Heyvað í Elliðaánum, tengt er í skynjarann úr brúarstöplinum fjær á myndinni.

Í byrjun féllu mælingar oft niður vegna vandræða með stafrænu skráninguna ásamt því að nokkuð er um ísavandamál við Heyvað, talsvert er því um áætlanir í gögnunum.

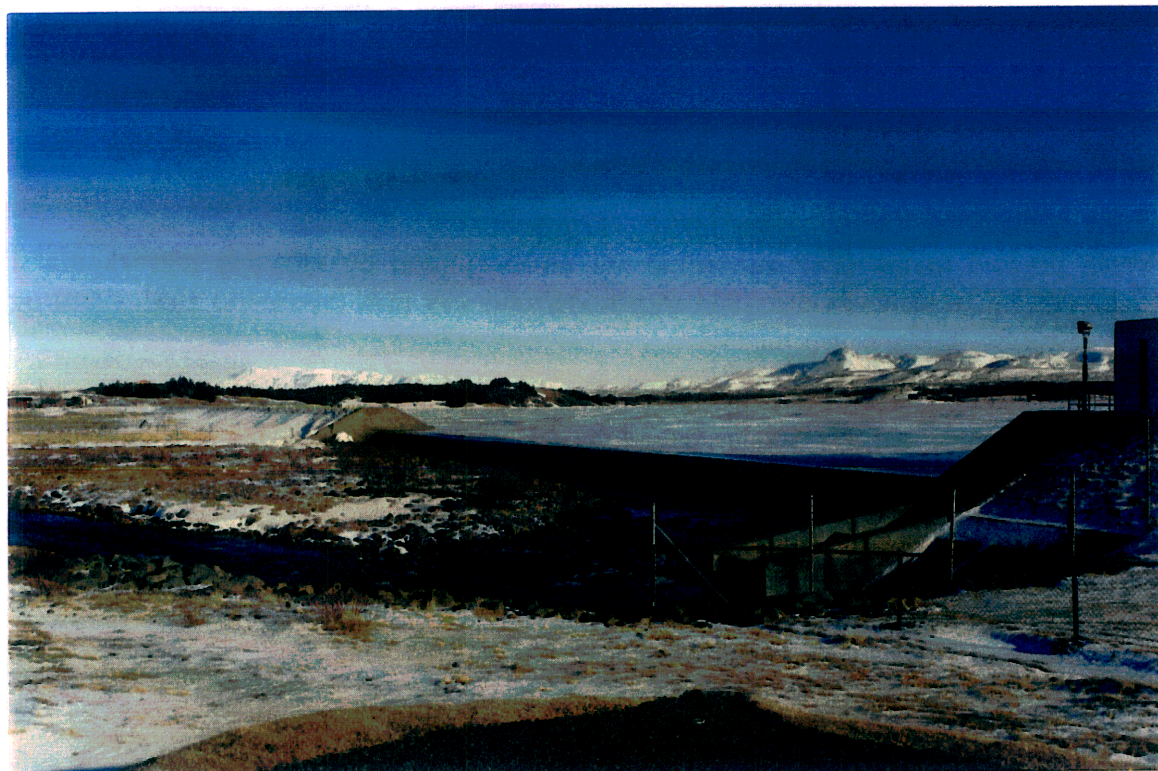
Reglubundnar breytingar verða á ársrennsli Elliðaánna. Til að miðla rennslinu var byggð stífla á engjum Elliðavatns á 3. áratugnum eins og áður sagði. Þær vatnsborðsmælingar sem hér er stuðst við eru gerðar við nýju stífluna frá 1978. Vatnshæðarmælir er í lokuhúsi á stíflunni og eru mælingar skráðar með sírita en frá 23. ágúst 1988 hefur gögnum verið safnað stafrænt á 15 mínútna fresti. Stafrænu gögnin eru aðalgögnin um vatnshæð vatnsins en síritablöðin eru notuð ef stafræna skráningin fellur niður.

Veðurfar hefur áhrif á vatnshæðarmælingarnar því vindur getur truflað vatnshæðina og ís sem sest á yfirfall stíflunnar getur valdið hækkandi vatnshæð (mynd 4). Til samanburðar er mynd 5, tekin í góðviðri síðla mars 1999.

Elliðaárnar geta líkt og Hólmsá, tugfaldast í rennsli í flóðum sem verða á vatnasviðinu og ríkja þá svipaðar aðstæður og við flóð í Hólmsá. Flóðum í þessum ám verður gerð skil í kafla 5.



Mynd 4: Elliðavatnsstífla í leysingum í janúar 1999. Ís er yfir öllu vatninu. Laxastiginn er til hægri.



Mynd 5: Elliðavatnsstífla í vetrarstillum. Mynd tekin síðla mars 1999.

3.3 Breytileiki vatnafarsins

Það er ljóst að vatnafarslegar aðstæður á vatnasviði Elliðaánna eru flóknar en til að skýra þær nánar verða nokkur vel valin ár tekin til umfjöllunar.

Til að fá sem heildstæðasta mynd af vatnafarslegum aðstæðum hverju sinni þarf að kanna nokkur grundvallaratriði eins og úrkomu og hita á nálægri veðurstöð, vatnshæð grunnvatns og stöðuvatna ásamt hitastigi, og rennsli vatnsfalla á vatnasviðinu.

Hér verður lýst með mælingum einstakra ára þeim breytileika sem getur orðið á vatnasviðinu. Árin 1989, 1991, 1993, 1995 og 1998 verða skoðuð m.t.t. veðurfars, rennslis í Suðurá, Hólmsá og Elliðaánum, vatnsborðsbreytinga í Elliðavatni og grunnvatnshæðar við Berhól. Valið tekur mið af þeim breytilegu aðstæðum sem ríkja á vatnasviði Elliðaánna. Einnig er árið 1982 tekið til umfjöllunar í sérstökum kafla um flóð á vatnasviðinu.

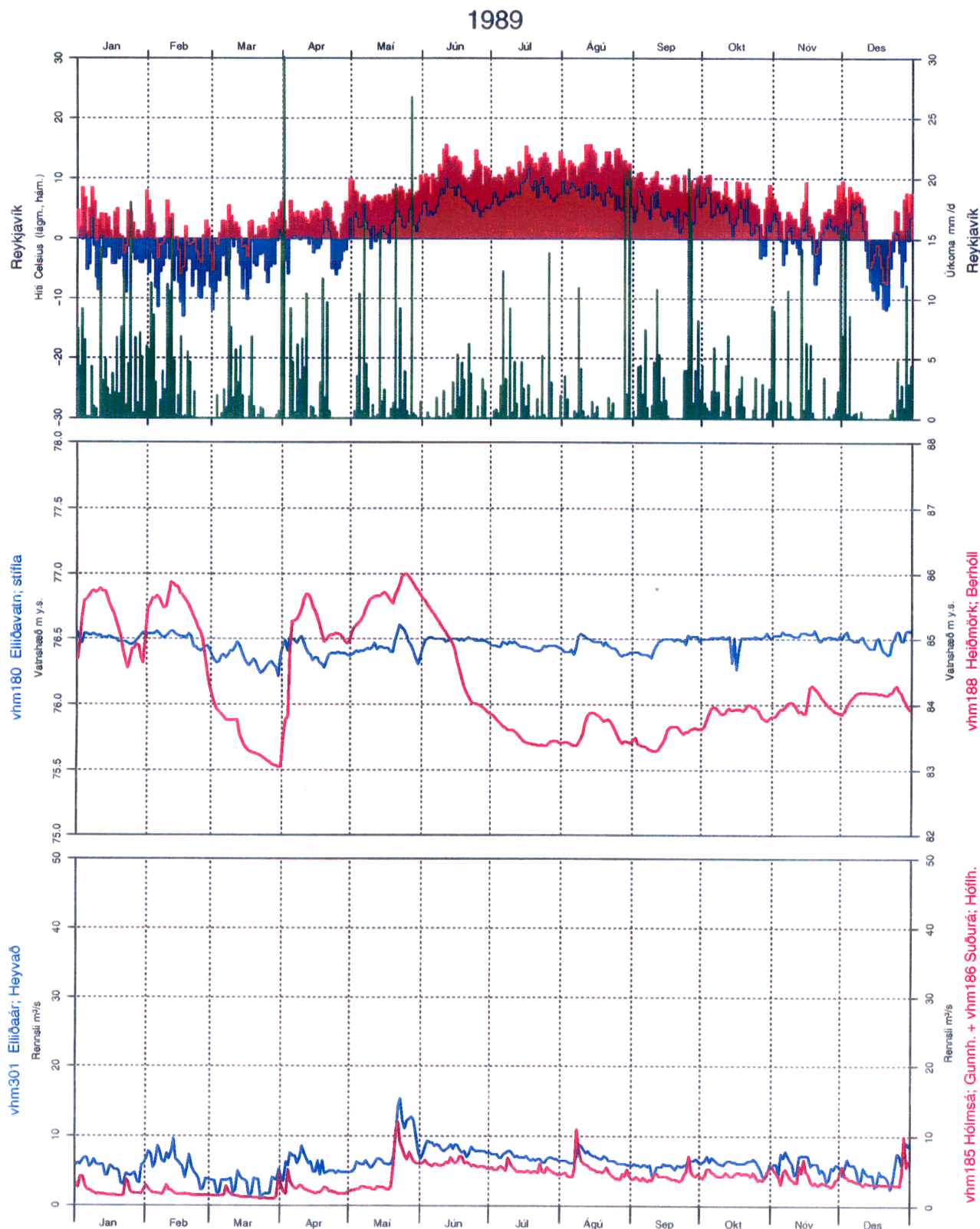
Á þessum árum komu fyrir miklar leysingar og stórflóð, lágrennlistímabil og vatnsrík ár, vetrarríki og hlýindi. Ættu þessi ár að gefa allskýra mynd af þeim breytilegu aðstæðum sem upp geta komið á svæðinu.

Veðurfar á vatnasviðinu er eins og annars staðar á landinu mjög breytilegt. Eitt af einkennum íslenskrar veðráttu er tíðar vetrarhlákur og ráða þær miklu um vatnafar á svæðinu. Jarðfræðilegar aðstæður gera það að verkum að á hraunasvæðunum skila sumarrigningar sér illa í rennsli nema að þær séu því meiri enda gleypa hraunin alla úrkomu ásamt því að uppgufun getur verið mikil á sumardögum. Einnig hafa eldri berggerðir á svæðinu, grágrýti og móberg, mikil áhrif á vatnafarið enda geta þessi svæði hulist klakahellu að vetri til og verður þá yfirborðið vatnshelt á stórum svæðum.

3.3.1 Mjög snjóþungt og vatnsríkt úrkomuár; árið 1989

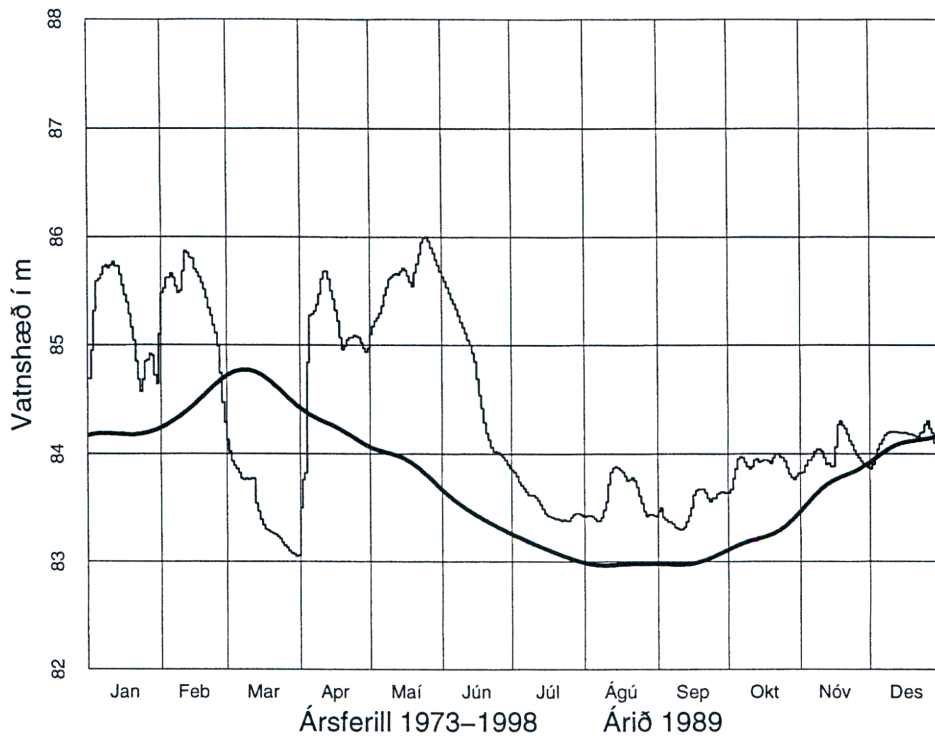
Fyrstu mánuði ársins 1989 var mikið um umhleypingar og víða var metúrkoma. Í Reykjavík var ársúrkoma um 1064 mm miðað við 799 mm (tímabilið 1961-1990) og hiti var 1.2 °C kaldara en í meðalári.

Óvenjumikill snjór hélst langt fram eftir vori og leysti hann mjög seint. Veturinn var kaldur og sérstaklega febrúar, er meðalhiti í Reykjavík var um -3.0 °C miðað við 0.4 °C í meðalári. Þetta kemur ágætlega fram á mynd 6, bæði snjór og vetrarkuldar hafa þau áhrif að grunnvatn stendur afar lágt er kemur fram í mars sem og rennsli ána á svæðinu.



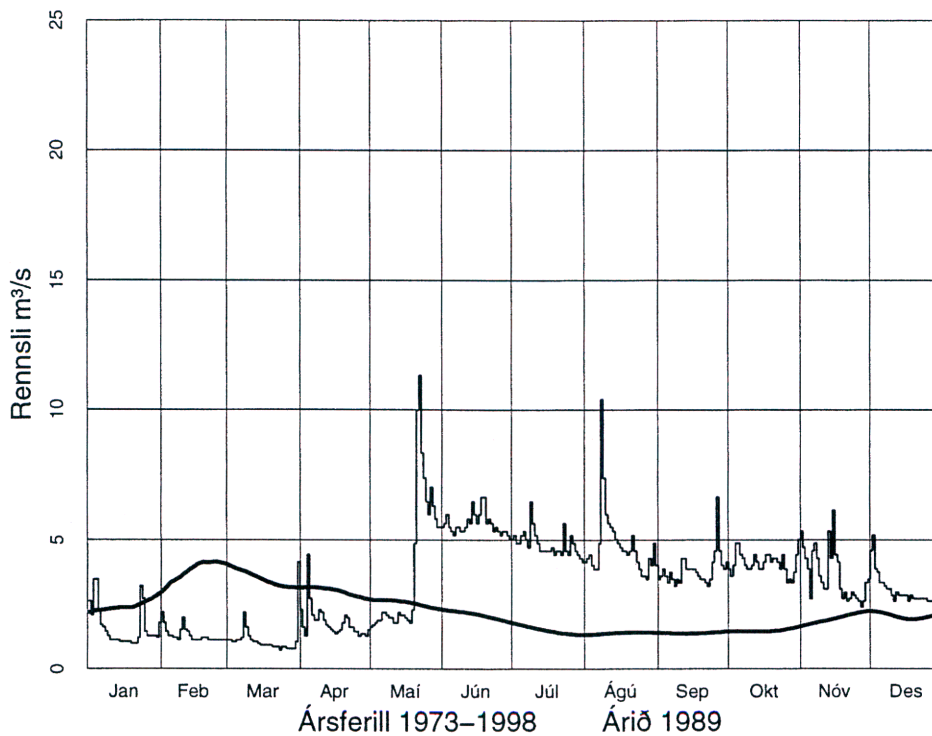
Mynd 6: Vatnafarslegar aðstæður á vatnasviði Elliðaánna árið 1989. Efst er hiti og úrkoma í Reykjavík. Í miðjunni er vatnsborð Elliðavatns og grunnvatnshæð hjá Berhól og neðst er rennsli Elliðaánna á móti rennsli Suðurár og Hólmsár.

vhm 1188 Heiðmörk; Berhóll/Háhella



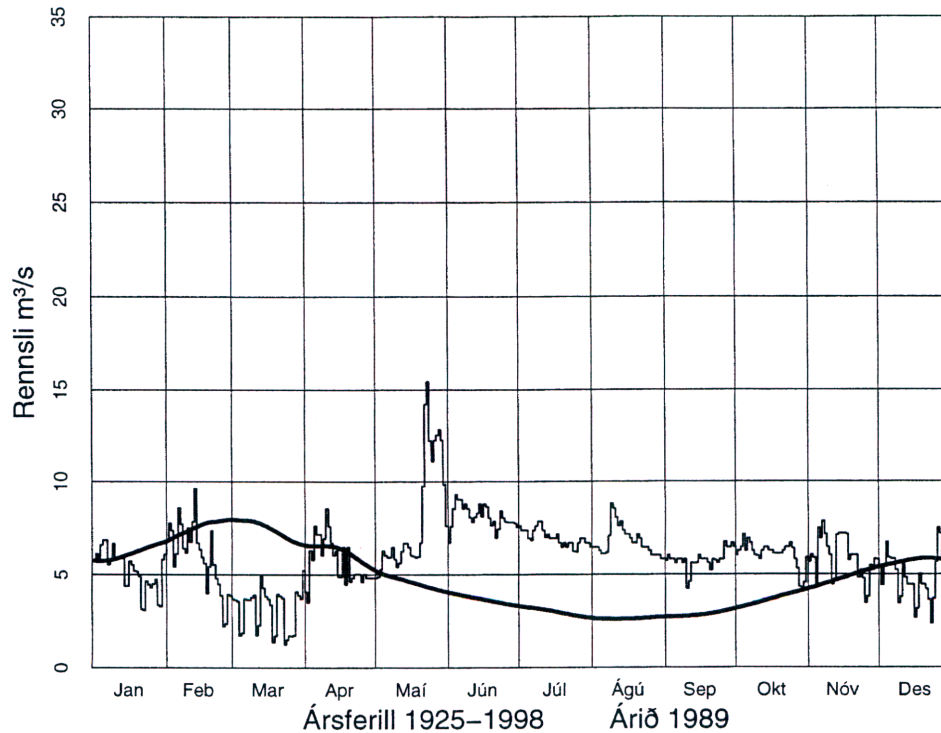
Mynd 7: Grunnvatnshæð við Berhól árið 1989 ásamt langtímaferli (breiða línan).

vhm 185 Hólmsá, Reykjavík; Gunnarshólmi



Mynd 8: Rennsli Hólmsár árið 1989 ásamt langtímaferli (breiða línan).

vhm 701 Elliðaár, Reykjavík; Heyvað



Mynd 9: Rennsli Elliðaáanna árið 1989 ásamt langtímaferli (breiða línan).

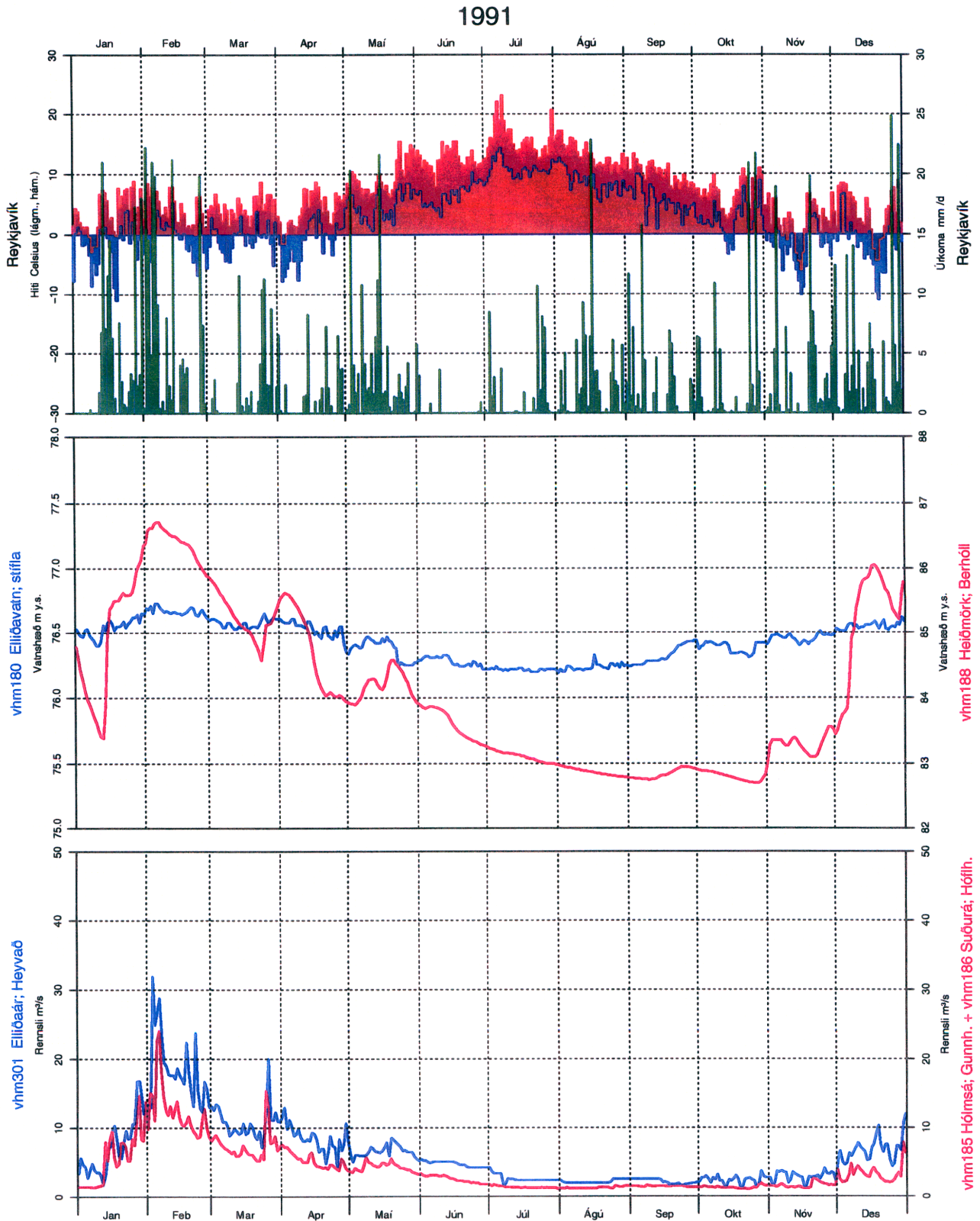
Breyting verður á grunnvatnshæðinni í byrjun apríl en fyrsta dag mánaðarins gerir 48 mm úrkomu í Reykjavík (meðalúrkoma í apríl 1961-1990 er 58 mm). Árnar taka þó ekki almennilega við sér fyrir en í vorleysingum seint í maí. Vatnsforði snjóalaganna seytlar í lindir fram á sumar og á myndum 7-9 má sjá hve hátt rennsli og grunnvatn stendur fram eftir árinu. Snjósöfnunin um veturinn hefur þau áhrif að árið verður vatnsríkt í heildina séð og rennsli ána helst vel yfir meðalrennslinu.

3.3.2 Snjólétt úrkomuár með lágrennsli; árið 1991

Árið 1991 var mikil úrkoma á Suðvesturlandi en snjóalög voru lítil. Úrkoma var 27% meiri en í meðalári í Reykjavík eða um 1095 mm. Hefur ekki mælst svo mikil ársúrkoma í Reykjavík síðan 1925 er 1110 mm mældust. Úrkomusamt var um veturinn og vorið, en eftir fylgdi hlýtt og sólríkt sumar. Úrkoma jókst svo aftur síðla árs. Hiti var í meðallagi.

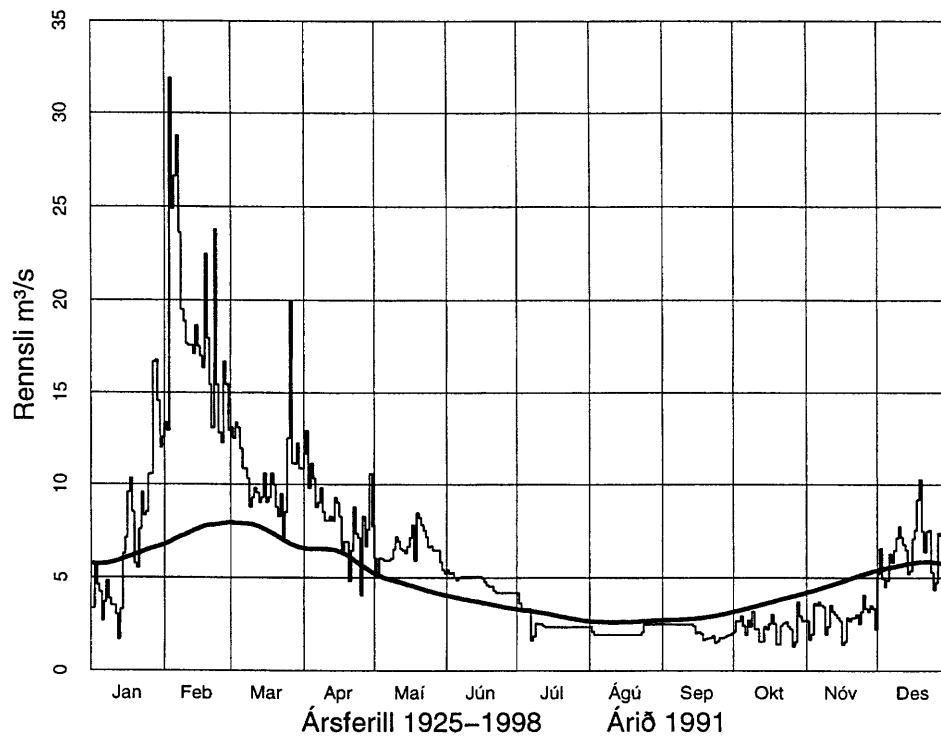
Mikil vetrarúrkoma gerði það að verkum að grunnvatnsstaða náði hærra en flóðaárið 1982 (sjá kafla 5.2) þótt ekki yrði stórflóð í ánum í kjölfarið enda aðstæður með öðrum hætti nú en þá. Snjór var lítill hluti þessarar úrkomu svo um veturinn varð ekki um teljandi snjósöfnun að ræða.

Þetta veðurlag kemur vel fram á myndum 10 til 13, grunnvatnsstaða hækkar og rennsli



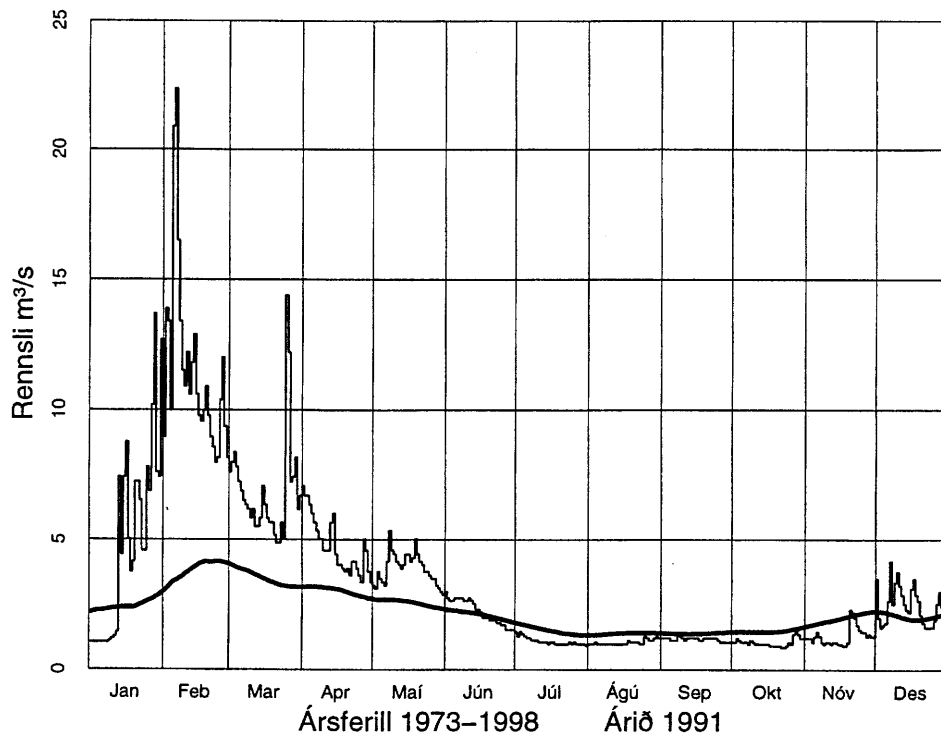
Mynd 10: Vatnafarslegar aðstæður á vatnasviði Elliðaánna árið 1991. Efst er hiti og úrkoma í Reykjavík. Í miðjunni er vatnsborð Elliðaavatns og grunnvatnshæð hjá Berhól og neðst er rennsli Elliðaánna á móti rennsli Suðurár og Hólmsár.

vhm 701 Elliðaár, Reykjavík; Heyvað



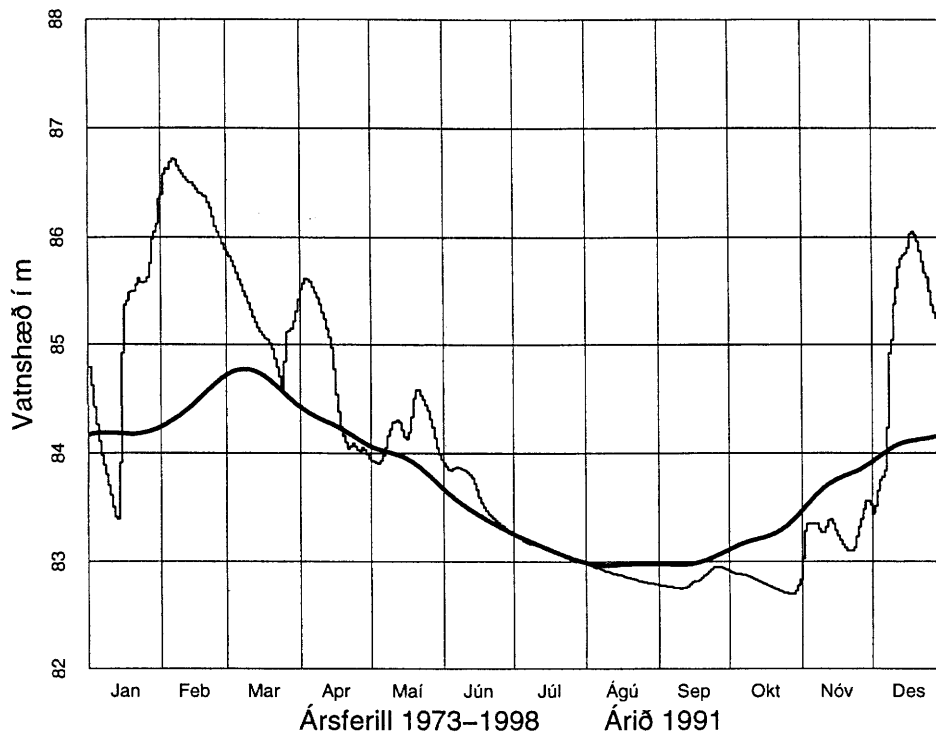
Mynd 11: Rennsli Elliðaáanna árið 1991 ásamt langtímaferli (breiða línan).

vhm 185 Hólmsá, Reykjavík; Gunnarshólmi



Mynd 12: Rennsli Hólmsár árið 1991 ásamt langtímaferli (breiða línan).

vhm 1188 Heiðmörk; Berhóll/Háhella



Mynd 13: Grunnvatnshæð við Berhól árið 1991 ásamt langtímaferli (breiða línan).

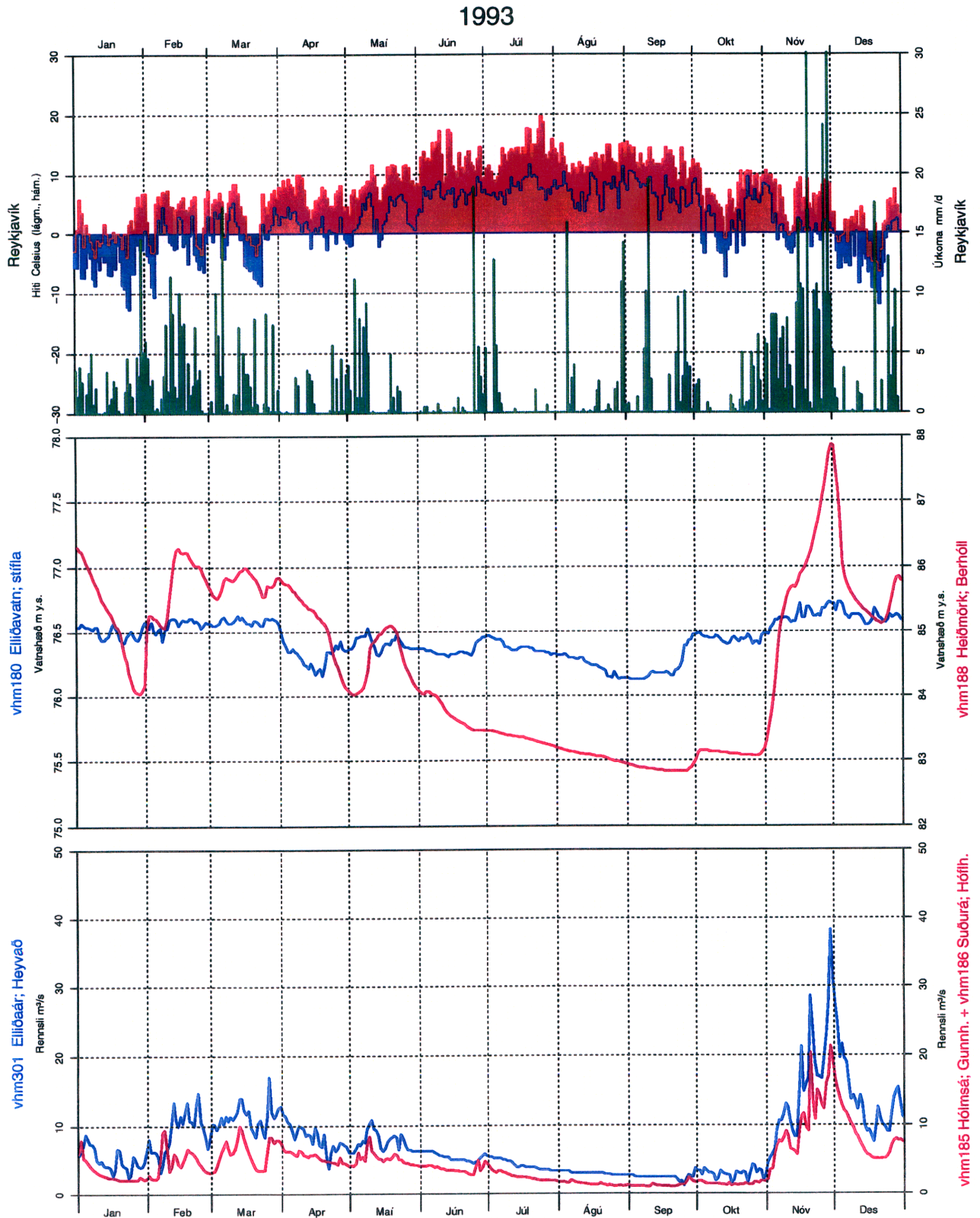
ánnu vex í kjölfar mikillar úrkomu í byrjun ársins og vorleysingar í maí eru áberandi. En þessi háa grunnvatnsstaða dugir rétt fram í ágúst (mynd 13) en þá fara þurrkar sumarsins að segja til sín. Þrátt fyrir mikið úrkomuár er jafnframt um lágrennslis-tímabil að ræða, jafnt í Elliðaánum sem og í Hólmsá (myndir 11 og 12). Einnig var grunnvatnsstaða við Berhól undir meðaltali seinni parts sumars og um haustið (mynd 13).

Mikil úrkoma er því ekki ávísun á mikið rennsli nema tímabundið ef snjósöfnun er minniháttar á vatnasviðinu. Þetta verður betur skýrt með næsta dæmi.

3.3.3 Snjóþungur og fremur vatnsríkt ár; árið 1993

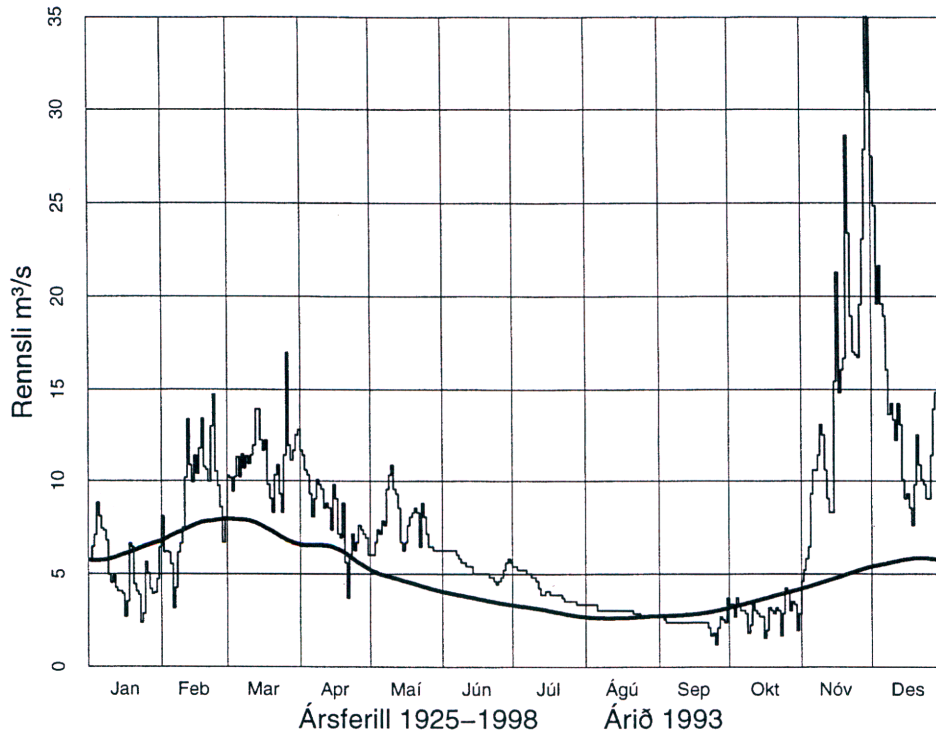
Er nú fróðlegt að skoða árið 1993 sem var úrkomuminna en árið 1991 (934 mm árið 1993 á móti 1095 mm 1991) en samsetning vetrarúrkomu var með öðrum hætti. Hiti var rétt undir meðaltali árið 1993.

Veturinn var snjóþungur og við samanburð á rennsli vatnsfallana á svæðinu á þessum árum, má sjá að vetrarrennslið árið 1993 (sjá mynd 14) er töluvert minna en snjóþungur veturinn verður til þess að grunnvatnsstaðan verður hærri en 1991 þrátt fyrir meiri úrkomu það ár. Snjóbirgðir vetrarins hafa því lekið til grunnvatns og hækkað þar stöðuna.



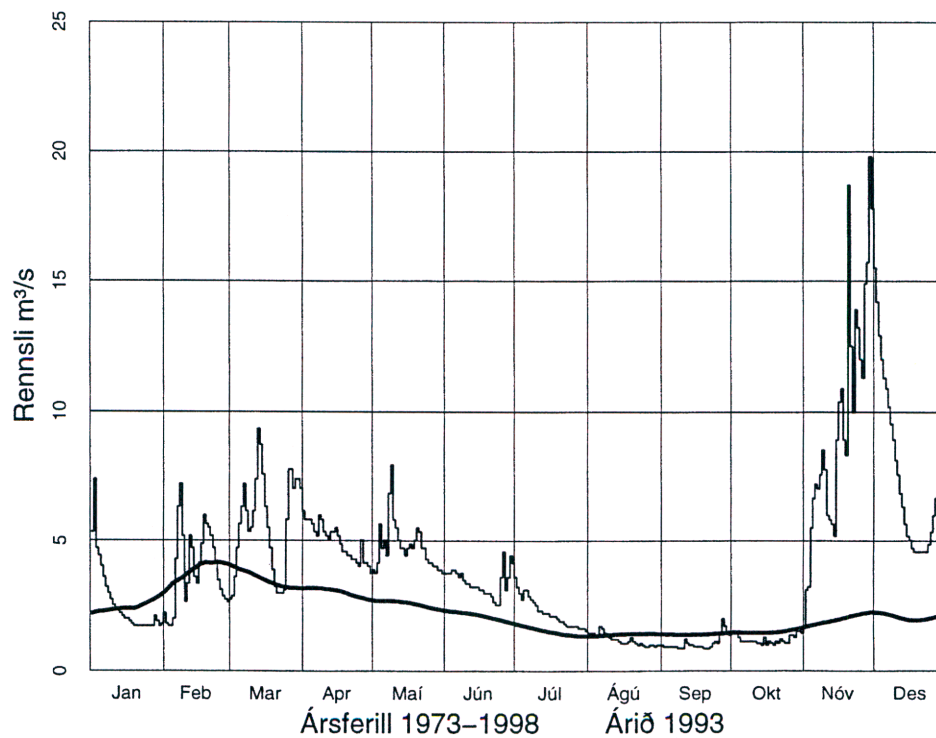
Mynd 14: Vatnafarslegar aðstæður á vatnasviði Elliðaánna árið 1993. Efst er hiti og úrkoma í Reykjavík. Í miðjunni er vatnsborð Elliðaavatns og grunnvatnshæð hjá Berhól og neðst er rennsli Elliðaánna á móti rennsli Suðurár og Hólmsár.

vhm 701 Elliðaár, Reykjavík; Heyvað



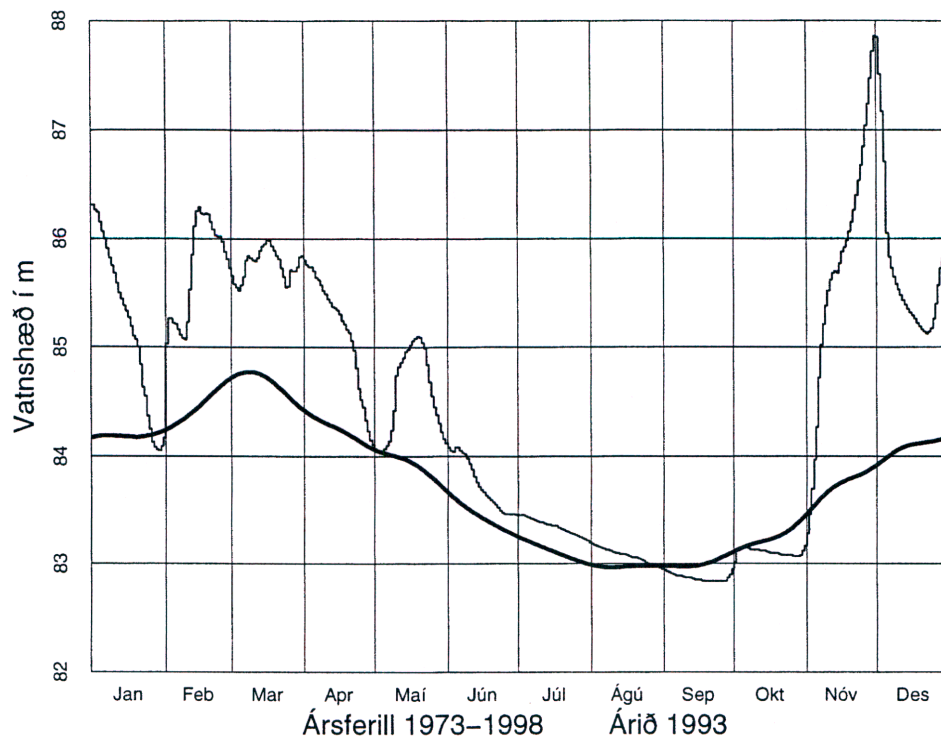
Mynd 15: Rennsli Elliðaárna árið 1993 ásamt langtímaferli (breiða línan).

vhm 185 Hólmsá, Reykjavík; Gunnarshólmi



Mynd 16: Rennsli Hólmsár árið 1993 ásamt langtímaferli (breiða línan).

vhm 1188 Heiðmörk; Berhóll/Háhella



Mynd 17: Grunnvatnshæð við Berhól árið 1993 ásamt langtímaferli (breiða línan).

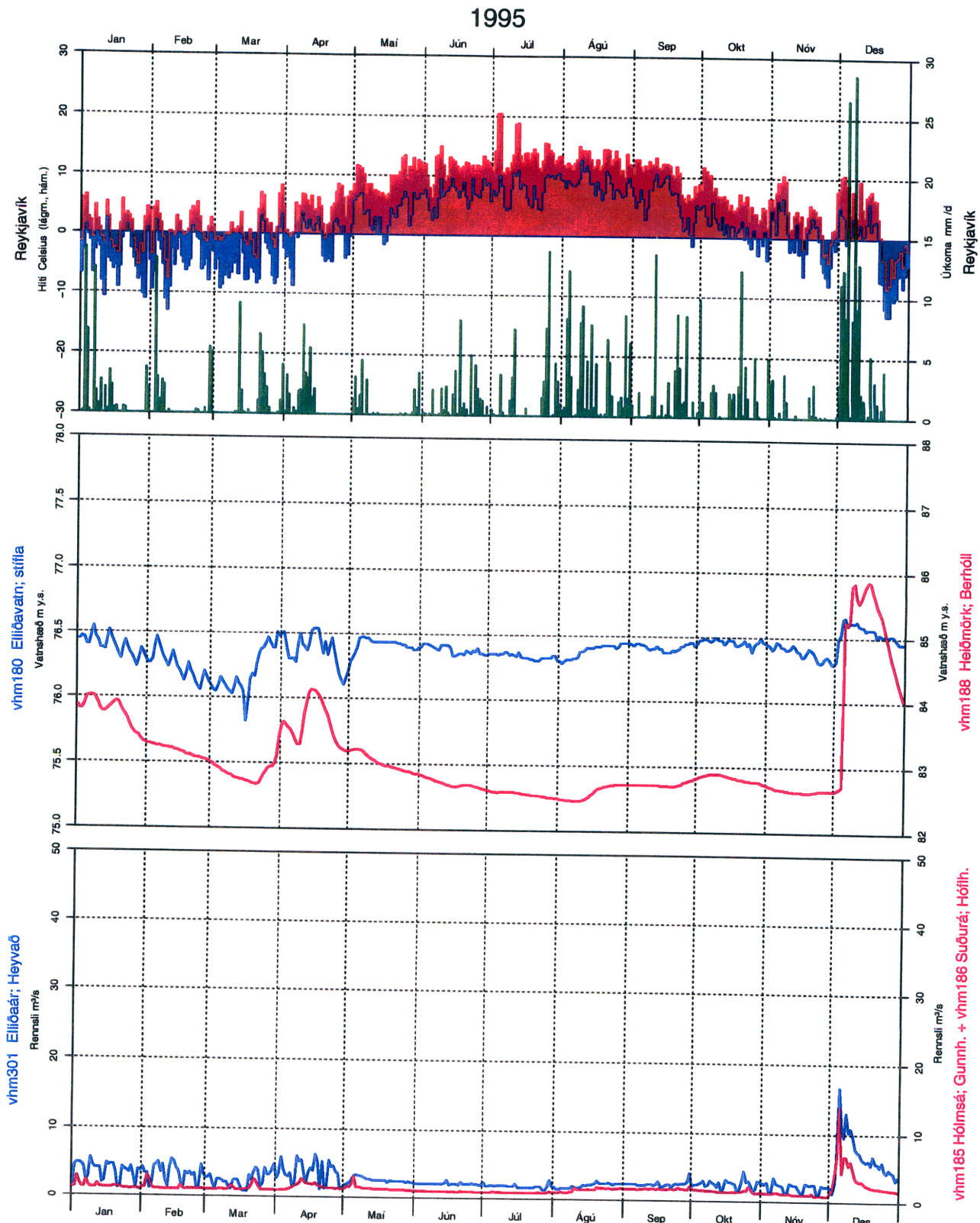
Ekki dugði þetta þó til vegna þess að bæði grunnvatnsstaða og rennslið í ánum dala undir meðaltalið um haustið (myndir 15, 16 og 17). Þurrkatíð og kuldar í október hafa eflaust sín áhrif. Talsverðar rigningar bæta síðan ástandið í nóvember með hærri grunnvatnsstöðu og auknu rennsli. Í heildina séð var 1993 vatnsríkt ár og grunnvatnsstaða stóð ekki eins hátt um langt árabíl eða síðan árið 1976.

Kemur vel fram á samanburði á árunum 1991 og 1993, að þegar vetrarúrkoman fellur sem snjór frekar en regn, er vatnsforði snjóalaganna að seytla í lindir fram eftir vori. Vetrarúrkoma og gerð hennar hefur því afgerandi þýðingu fyrir stærð grunnvatnsgeymisins og þar af leiðandi lindarennslu til vatnsfalla á svæðinu.

Þetta sýnir öðru fremur hve tengsl veðurfars og rennslishátta geta verið skýr á vatnsviðinu.

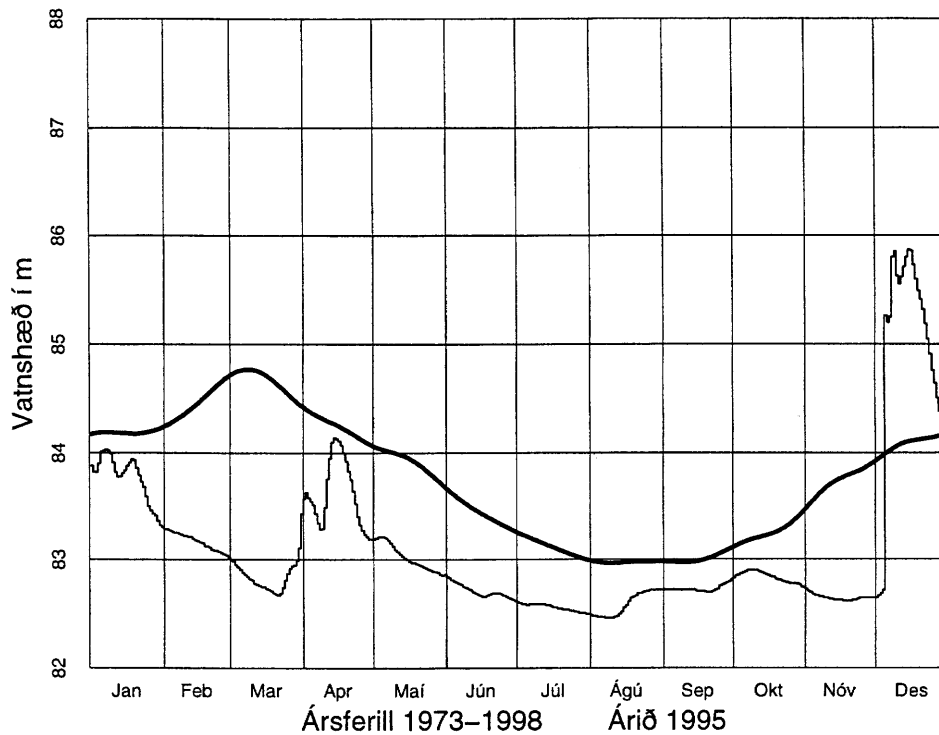
3.3.4 Kalt og þurrt lágrennslisár; árið 1995

Árið 1995 var ár mikils vetrarríkis og lítillar úrkomu. Sumarúrkoman á svæðinu var þó yfir meðallagi. Úrkoma í Reykjavík var einungis 78% af meðalúrkomu eða um 624 mm (meðaltal árána 1961-1990). Er þetta lægsta ársúrkoma í Reykjavík í 30 ár eða frá árinu 1965 er mældust 610 mm. Meðalhiti vetrarins (des. 1994 - mars 1995) var 2 °C undir meðaltali á suðvesturhorni landsins (mynd 18).



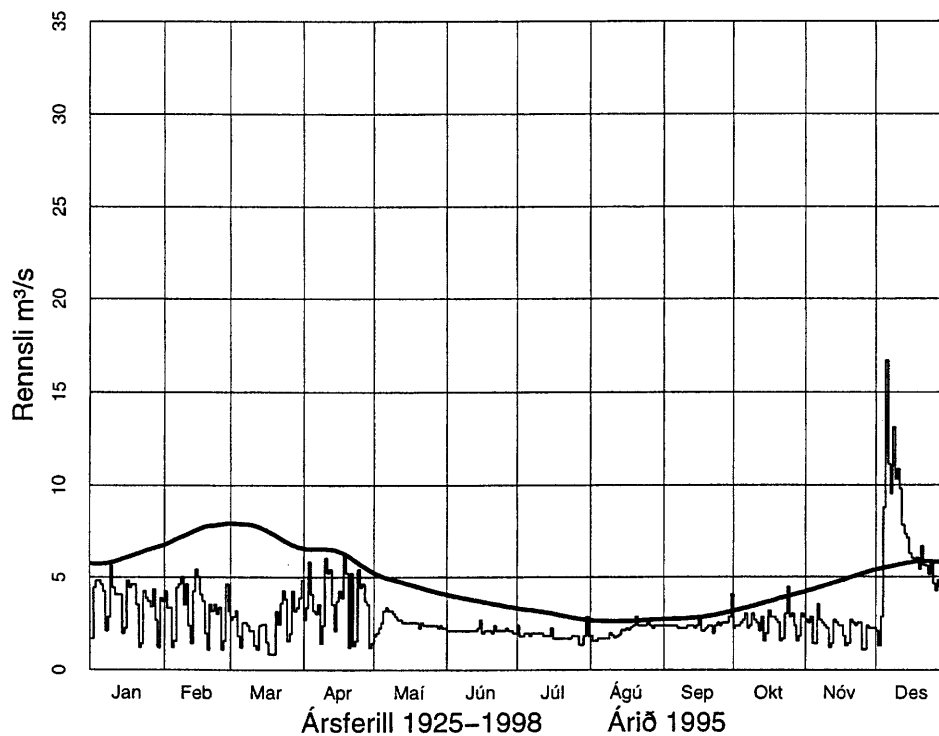
Mynd 18: Vatnafarslegar aðstæður á vatnasviði Elliðaána árið 1995. Efst er hiti og úrkoma í Reykjavík. Í miðjunni er vatnsborð Elliðavatns og grunnvatnshæð hjá Berhól og neðst er rennsli Elliðaána á móti rennsli Suðurár og Hólmsár.

vhm 1188 Heiðmörk; Berhóll/Háhella



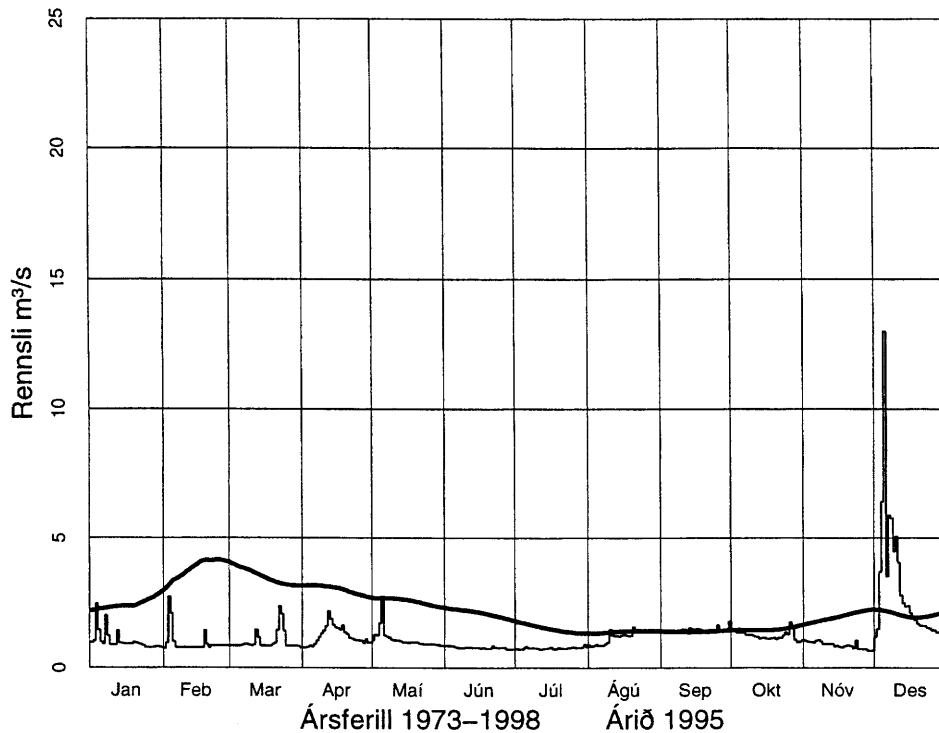
Mynd 19: Grunnvatnshæð við Berhól árið 1995 ásamt langtímaferli (breiða línan).

vhm 701 Elliðaár, Reykjavík; Heyvað



Mynd 20: Rennsli Elliðaárna árið 1995 ásamt langtímaferli (breiða línan).

vhm 185 Hólmsá, Reykjavík; Gunnarshólmi



Mynd 21: Rennsli Hólmsár árið 1995 ásamt langtímaferli (breiða línan).

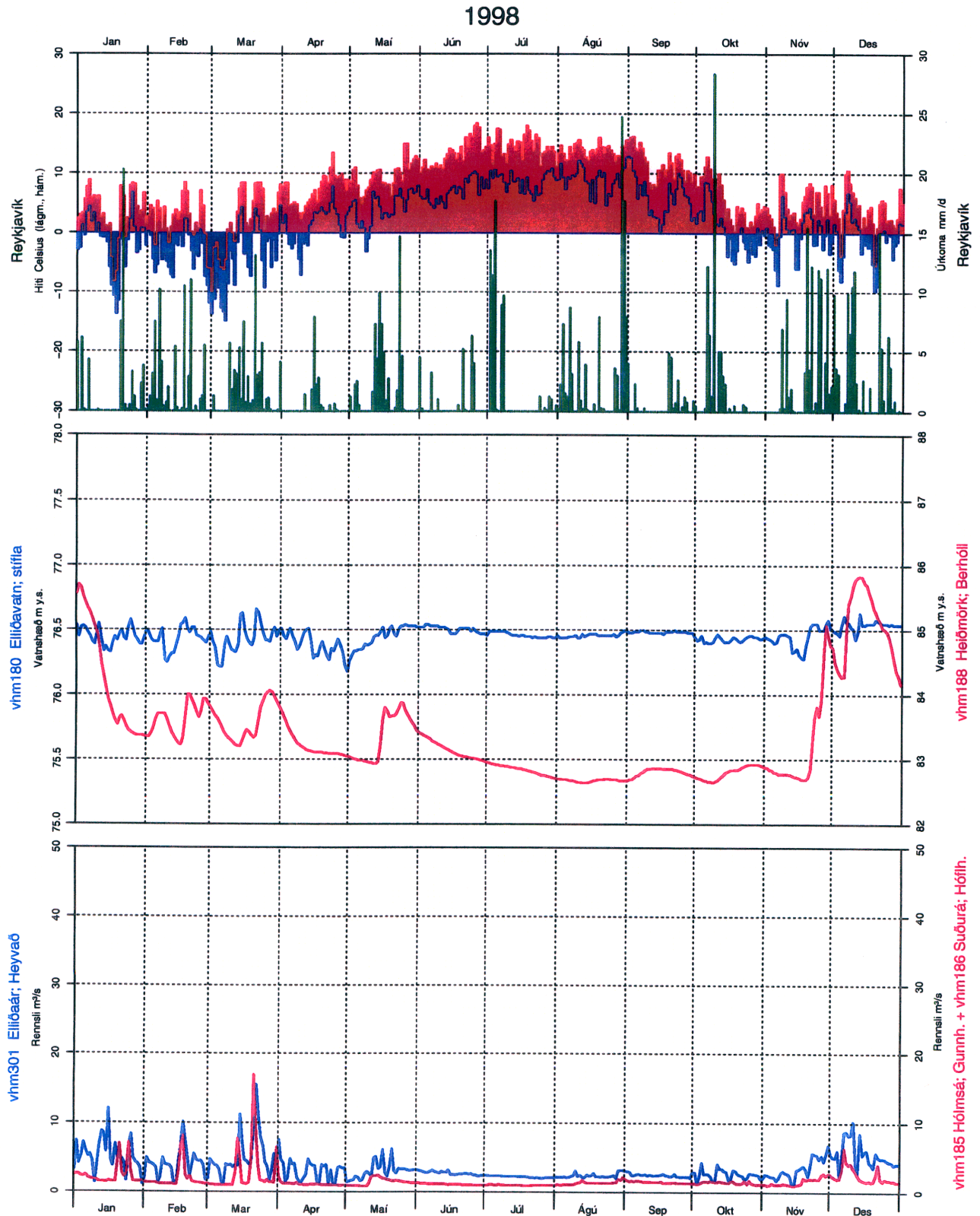
Þessa veðurlags gætti á öllu vatnasviði Elliðaáanna. Grunnvatnsstaða í Heiðmörk var í sögulegu lágmarki en hún hafði ekki verið jafnlág frá upphafi mælinga árið 1972 (mynd 19).

Sama má segja um rennsli ána á vatnasviðinu (myndir 20 og 21). Rennsli í Hólmsá og Suðurá hafði ekki mælst svo lítið frá upphafi mælinga og í Elliðaánum hafa einungis 4 ár reynst vatnsrýrari síðan mælingar hófust árið 1925. Það voru árin 1955 og 1965-1967 en það tímabil er betur þekkt sem hafísárin. Þá fór veðurfar mjög kólnandi hér á landi og voru þau ár fullkomnlega sambærileg við fyrri kuldaskið Íslandssögunnar [11]. Það er því ekki leiðum að líkjast fyrir árið 1995.

Fróðlegt er að sjá vatnshæð Elliðavatns og grunnvatnsstöðu við Berhól í mars en þá gerði 5-10 gráðu frost í tæpa viku (mynd 18). Greinilega má sjá áhrif kuldakastsins á vatnshæðina. Þetta lagast þegar vorar en leysingar voru litlar enda vetrarúrkoma lítil. Það er ekki fyrr en í desember að talsverð breyting verður á, suðlæggar áttir með úrkomu og hlýindum (8 – 10 °C) verða ríkjandi en frosthörkur byrja á ný um miðjan desember.

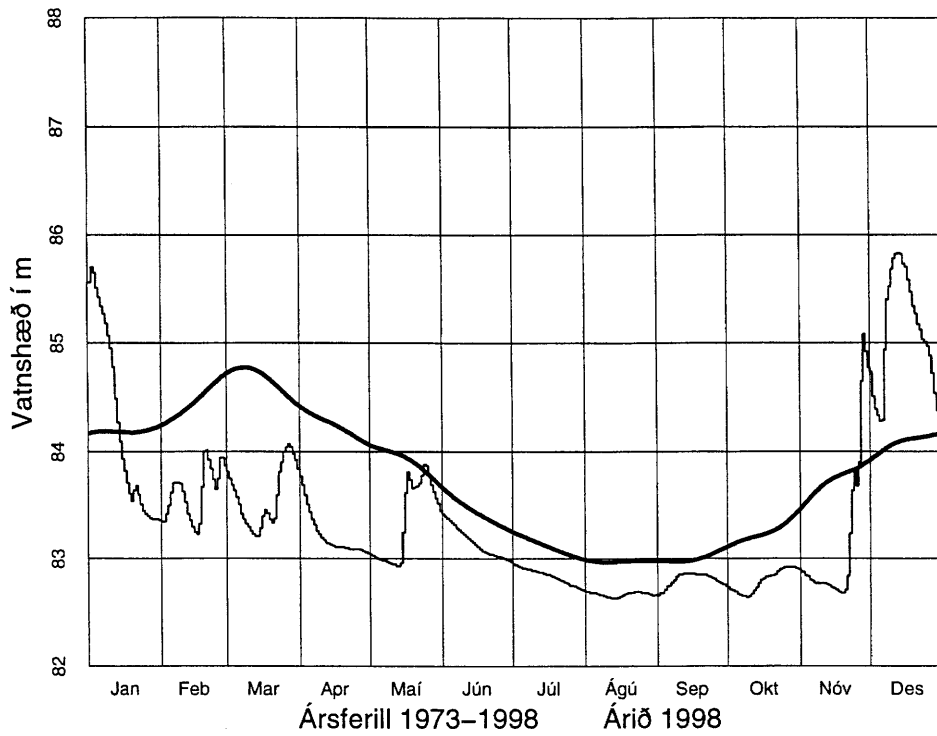
3.3.5 Hlýtt og fremur þurrt lágrennslisár; árið 1998

Árið 1998 var afar snjólétt ár og í kjölfarið fylgdi hlýtt og sólríkt sumar. Snjóskaflar hurfu úr Esjunni en það hafði ekki gerst í yfir 30 ár. Úrkoma í Reykjavík var rétt undir meðaltali eða um 752 mm. Ef árið 1998 (mynd 22) er skoðað í samanburði við



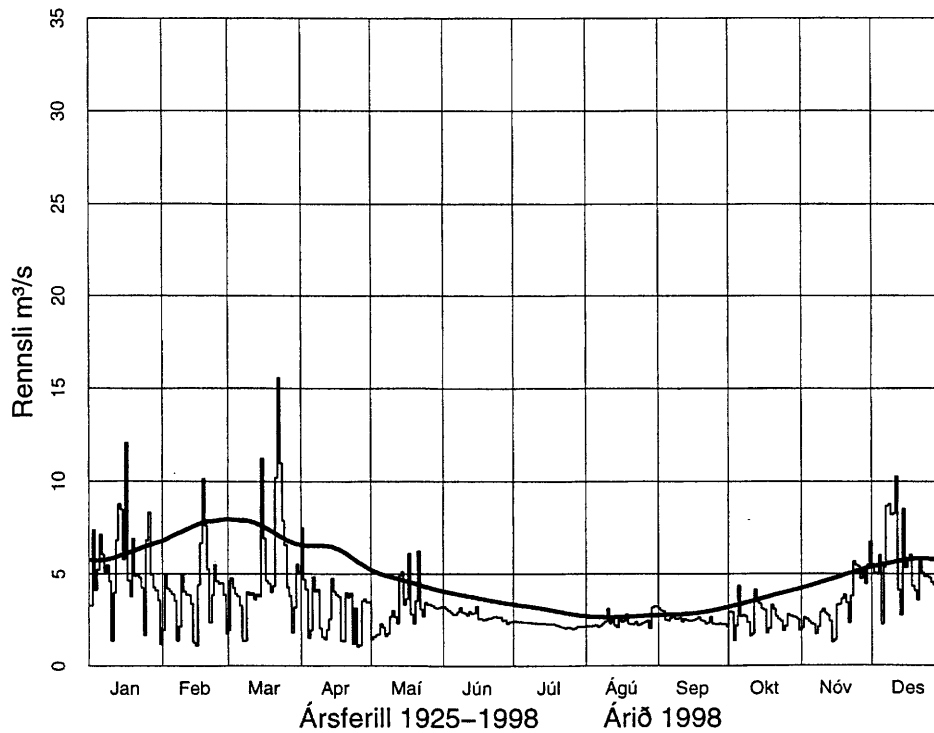
Mynd 22: Vatnafarslegar aðstæður á vatnasviði Elliðaánna árið 1998. Efst er hiti og úrkoma í Reykjavík. Í miðjunni er vatnsborð Elliðavatns og grunnvatnshæð hjá Berhól og neðst er rennsli Elliðaánna á móti rennsli Suðurár og Hólmsár.

vhm 1188 Heiðmörk; Berhóll/Háhella



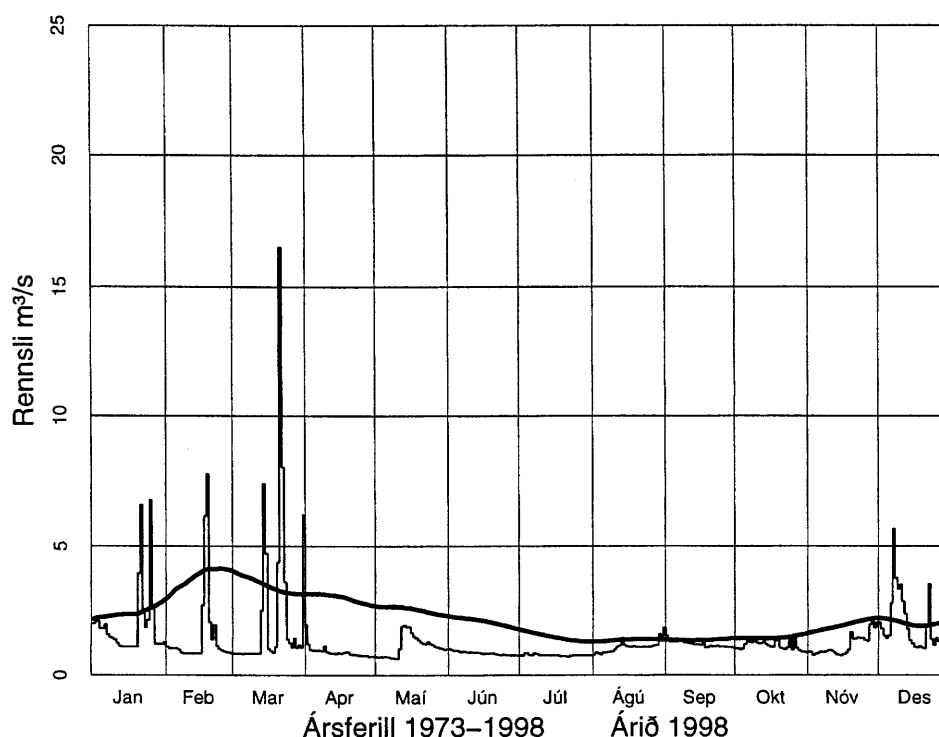
Mynd 23: Grunnvatnshæð við Berhól árið 1998 ásamt langtímaferli (breiða línan).

vhm 701 Elliðaár, Reykjavík; Heyvað



Mynd 24: Rennsli Elliðaárna árið 1998 ásamt langtímaferli (breiða línan).

vhm 185 Hólmsá, Reykjavík; Gunnarshólmi



Mynd 25: Rennsli Hólmsár árið 1998 ásamt langtímaferli (breiða línan).

hin fyrri ár sem til umfjöllunar hafa verið, þá má sjá að mjög takmarkað vetrarrensli er á vatnasviðinu árið 1998 og grunnvatnsstaða nær sér ekki á strik þann veturinn (mynd 23).

Framan af árinu er rennsli áanna undir meðalrennsli fyrir utan stöku skot síðla vetrar en með aukinni úrkomu í ágúst nær rennslið langtímameðalrennslinu.

Líkt og árið 1995 verða umtalsverðir blotar síðla árs sem hækka grunnvatnshæð og rennsli í ánum eykst (myndir 24 og 25).

Vegna lítillar snjósöfnunar veturinn 1998 og samhliða lítilli úrkomu er vetrarrensli lágt í Hólmsá sem og Elliðaánum. Bág grunnvatnsstaða hjálpar svo til að halda sum-arrennsli lágu í vatnsföllunum.

3.3.6 Samantekt

Á þeim dæmum sem hér hafa verið dregin fram, má sjá að vatnafar er mjög breytilegt á vatnasviði Elliðaáanna. Náttúrulegir þættir eins og hitastig og úrkoma ráða rennslinu í meginráttum. Miklu skiptir hvort úrkoma fellur sem snjór eða rigning um veturinn m.t.t hvort lágrennslis gætir sumarið á eftir, og kuldar og tíðar vetrarhlakur hafa augljós áhrif á vatnasviðinu. Þetta undirstrikar einnig hversu flóknir rennslishættir geta orðið undir ákveðnum kringumstæðum.

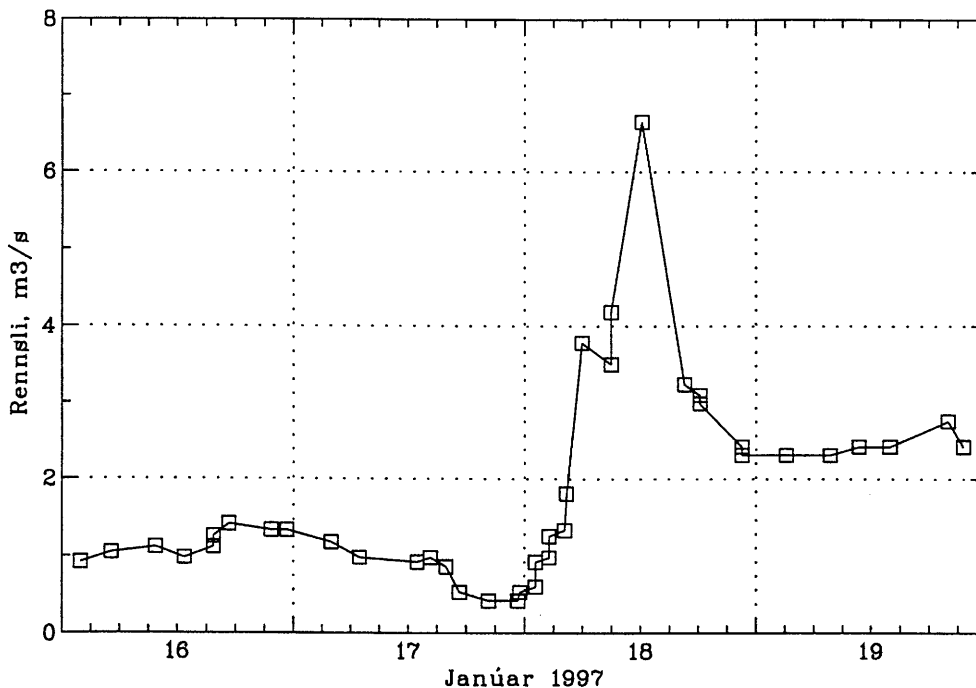
3.4 Truflanir á rennsli af völdum íss

Ístruflanir eru nokkrar í Hólmsá og bólgnar áin fljótt upp þótt ekki frysti nema hluta úr degi (sjá mynd 2 bls. 11). Oft er áin ísilögð í janúar, febrúar og mars á meðan t.d. Suðurá og jafnvel Korpa (sem rennur úr Hafravatni) haldast íslausar. Þennan mun á milli ána má helst rekja til að Suðurá rennur mjög stutt frá upptökum sínum úr Silungapollu við hraunbrún eins Hólmshraunana og lindarrennslið þaðan heldur ánni íslausri. Hitasveiflur eru því litlar í Suðurá. Hólmsá aftur á móti nær að kólna talsvert ofar á vatnasviðinu enda renna margir smálækir og grunnar sprænur til árinna. Hólmsá nær þó að éta af sér ísinn þegar kemur fram á vetur, sérstaklega ofantil.

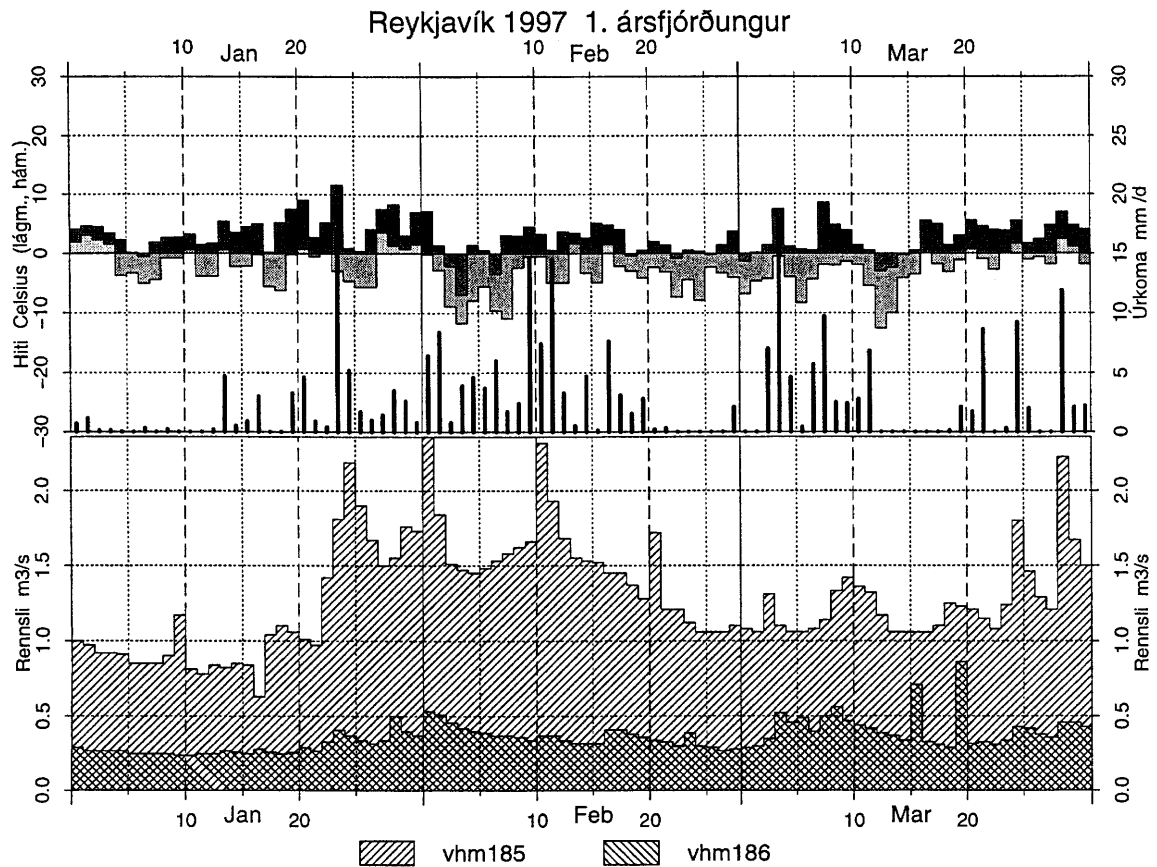
Megin upptök Hólmsár eru í Nátthagavatni og í nágrenni Lækjarbotna en einnig í Selvatni í gegnum Gudduós. Enn ofar, eða á Sandskeiði, er Fossvallaá sem rennur að Nátthagavatni. Vatn sem til árinna rennur þvælist því talsverða leið og nær að kólna í leiðinni. Einnig er Hólmsá lítið vatnsfall svo erfitt er fyrir hana að ryðja ís af sér líkt og rennislismeiri hálendisár gera.

Fróðlegt er að skoða dæmi um ístruflun í Hólmsá (mynd 26) með veðurfarið til samanburðar (mynd 27) en eins og áður sagði leggur hana skjótt ef kalt er í veðri. Má glöggst sjá að háir toppar í „rennsli“ fylgja úrkomu og hitabreytingum en stuðst er við veðurfar í Reykjavík við samanburðinn. Sjá má hvernig „rennslið“ eykst þann 18. janúar en þá gerir um 6-7 gráðu frost. Líklegt er að farvegurinn sé talsvert ísilagður þessa daga og við þessar aðstæður er erfitt að meta náttúrulegt rennsli.

24 Mar 1999 AVB
tp V2.3



Mynd 26: Ístruflanir í Hólmsá við Gunnarshólma.



Mynd 27: Veðurfar í Reykjavík, jan-mars 1997. Efst er hiti, þá úrkoma (súlurnar) og neðst er rennsli Hólmsár (185) og Suðurár (186).

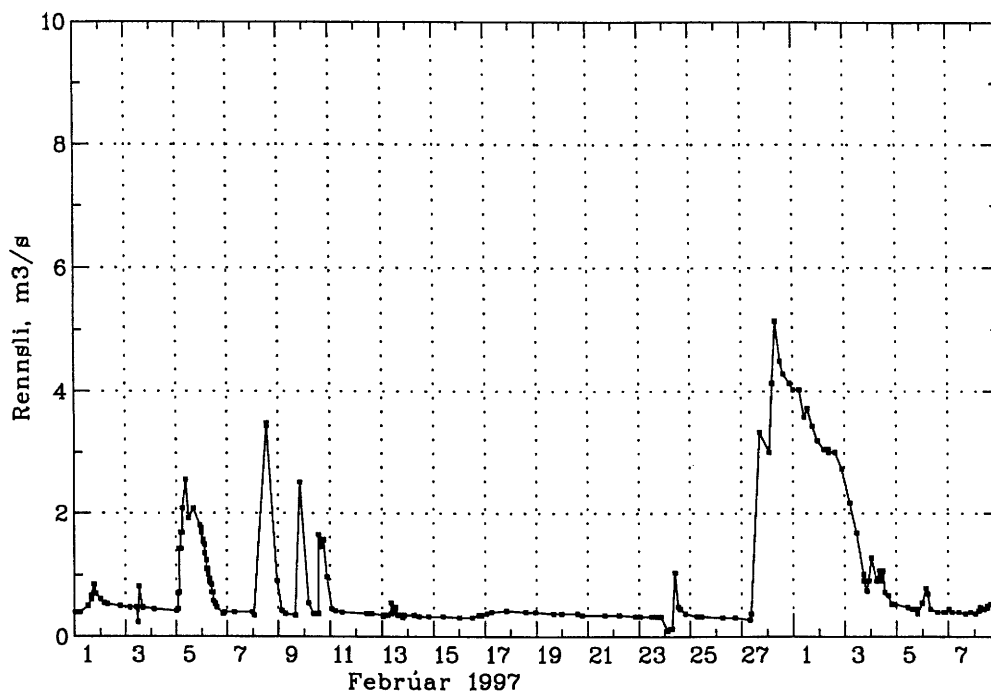
3.5 Truflanir á rennsli af völdum skafrennings

Heiðarnar ofan til á vatnasviði Elliðaánna eru víðfemar og þar er oft um talsverðan skafrenning að ræða, þ.e. snjór sem fellur til á heiðunum berst með hvasstri yfir svæðið. Mjög erfitt er að meta umfang skafrennings enda er hann háður ýmsum tilviljunarkenndum veðurfarsþáttum. Eitt er víst að skafrenningur getur truflað vatnshæð á verulega og þar af leiðandi brenglað mat á rennsli. Er þetta atriði vel þekkt í Suðurá.

Dæmi um truflað rennsli af völdum skafrennings í Suðurá má sjá á mynd 28 og hafa þar veðurfarið á mynd 27 til samanburðar.

Leiða má líkur að því að skafrenningur sé að trufla vatnshæðina í byrjun febrúar enda þá kalt og úrkoma í byggð. Vatnshæðin þá bendir til „rennslis“ upp á $10 \text{ m}^3/\text{s}$ eða meira sem er tvöfalt það sem mælst hefur í ánni í stórfloðum. Vatnshæðin er því verulega trufluð við mælistaðinn.

24 Mar 1999 AVB
tp V2.3



Mynd 28: Truflanir af völdum skafrennings í Suðurá, Hófleðurshóll.

3.6 Áhleðsla íss í vatnsríkum vetri

Mikill ís getur hlaðist upp á vatnasviðinu þegar grunnvatn stendur hátt. Í nóvember 1993 var mikil úrkoma vikum saman með miklu úrfelli annað slagið (sjá kafla 3.3.3). Jörð var þíð og auð og rennsli jókst mikið í Hólmsá, jarðlög voru mettuð af vatni og lindir urðu vatnsmiklar. Meðalrennsli í nóvember er um $2.2 \text{ m}^3/\text{s}$ en varð nær $10 \text{ m}^3/\text{s}$, með nokkrum dögum um og yfir $20 \text{ m}^3/\text{s}$. Hæsta rennsli var $22.5 \text{ m}^3/\text{s}$. Í byrjun desember stytta upp og frysti en vatn sem streymdi úr mettuðum jarðlögum hélt uppi rennslinu í ánni. Afleiðingin var sú að áin bólgnaði upp og flæddi yfir bakka sína og klakahella myndaðist á sléttunum í kring. Víða var um 30 cm þykka íshellu að ræða sem ekki fór í fyrstu hláku.

Klakahellan gerir yfirborðið vatnshelt en til að hún geti myndast þarf að skiptast á frost og þíða. Ef snjór hefði t.d. hlaðist á svæðið og asahláka fylgt í kjölfarið, má líklegt telja að stórfloð hefði orðið á svæðinu.

3.7 Hitastigsmælingar

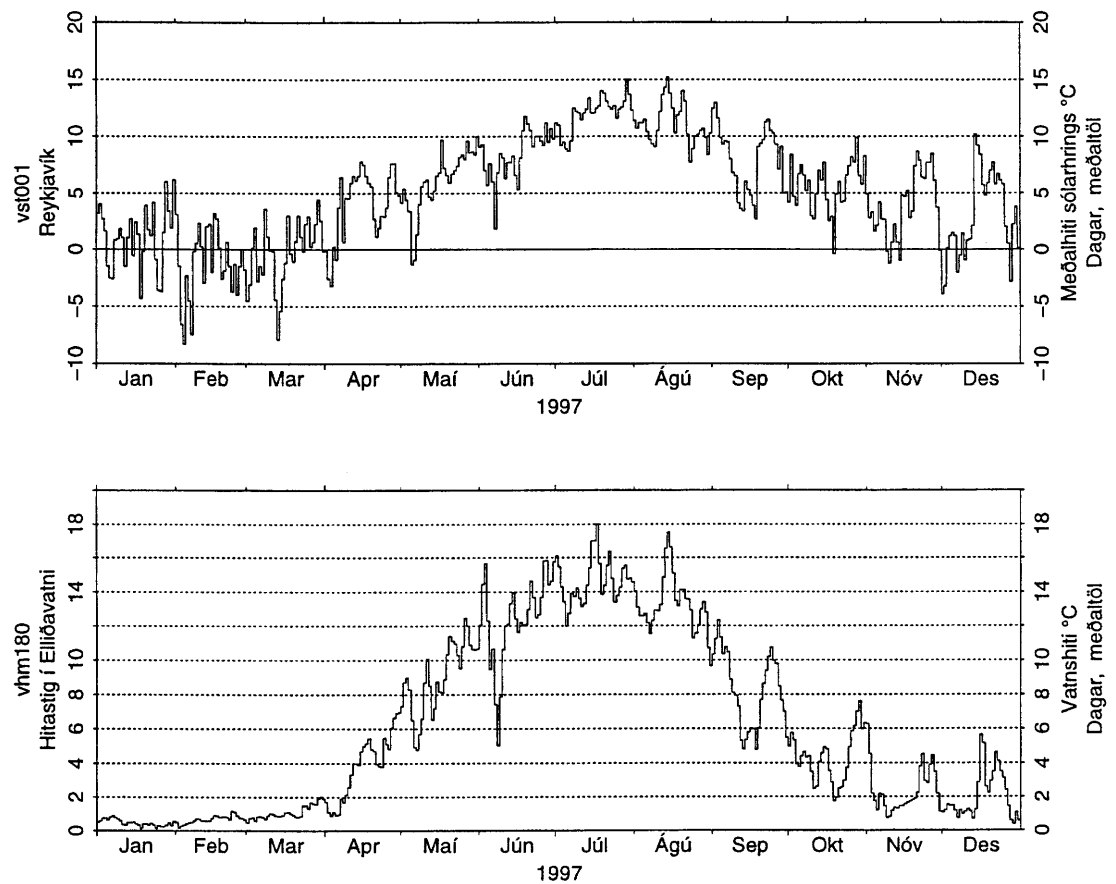
Vatnshitastig í Elliðaánum hefur verið mælt talsvert lengi, en árið 1988 var settur upp stafrænn búnaður í Elliðavatni, við Heyvað og í Árbæjarlóni sem bæði mælir og skráir hitastig.

Mynd 29 sýnir árssveiflu vatnshita í Elliðavatni. Hitinn sveiflast verulega milli sumars

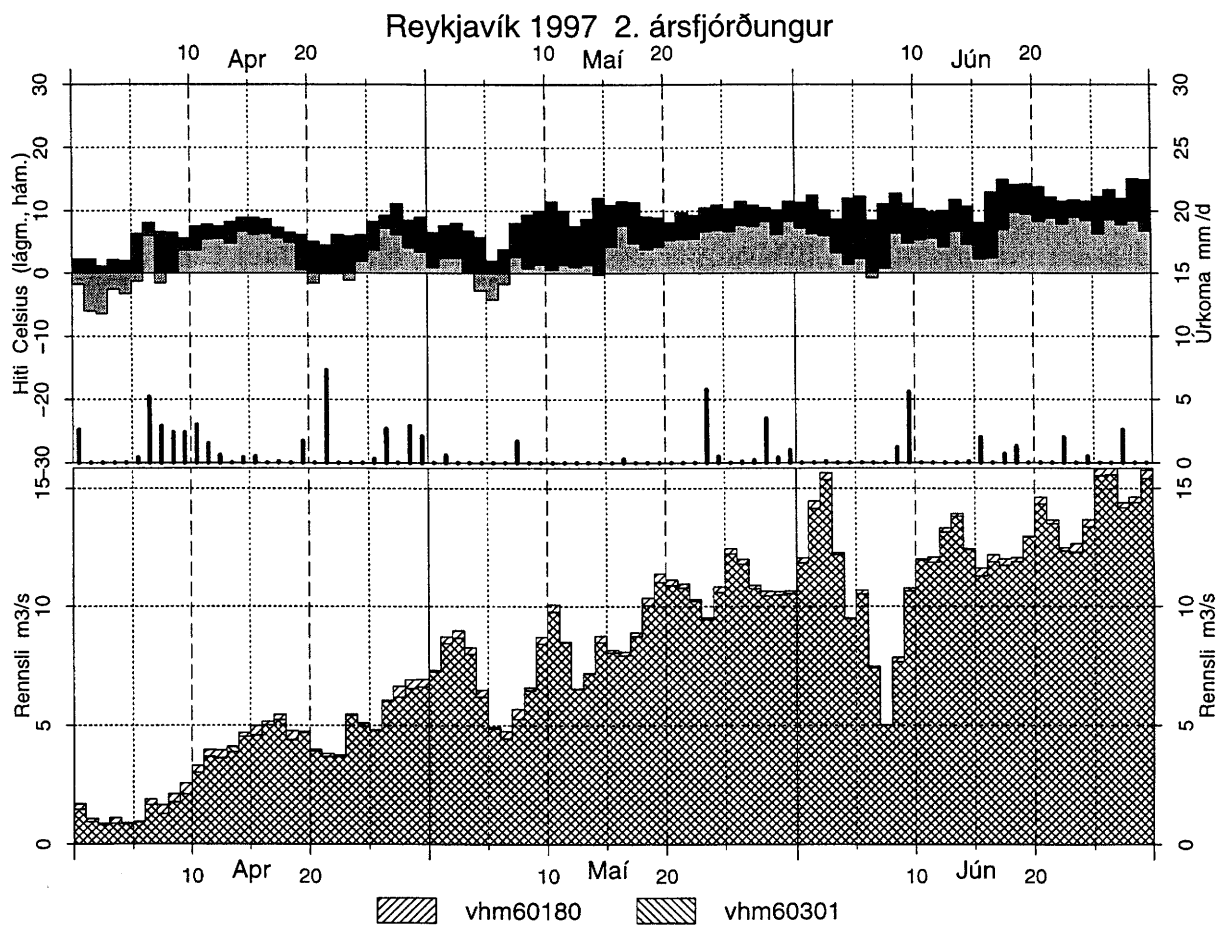
og veturs eða allt að 18-19 stigum. Vakin skal athygli á byrjun júnímánaðar 1997 en á nokkrum dögum sveiflast hiti úr rúmum 15 stigum niður í um 5 stig.

Ef mynd 30 er athuguð kemur fram að frosts gætir í Reykjavík í kringum 7. eða 8. júní. Reyndar er ekki um mikið frost að ræða en nóg til að kæla vatnið um þessar gráður. Sömu sögu er að segja af mælinum við Heyvað (vhm 60301).

Af þessu má álykta að Elliðavatn er mjög næmt fyrir hitasveiflum í umhverfinu en hafa ber í huga að vatnið er á köflum frekar grunnt.



Mynd 29: Vatnshitastig í Elliðavatni. Meðalhiti í Reykjavík árið 1997 er efst, hitastig í Elliðavatni er neðst.



Mynd 30: Veðurfar í Reykjavík, apríl-júní 1997. Efst er hiti, þá úrkoma (súlurnar) og neðst er hitastig í Elliðavatni (60180) og við Heyvað (60301).

4 Langtímabreytingar á rennsli Elliðaáanna

Eins og áður kom fram lauk um áramótin 1996–1997 umfangsmikilli endurskoðun á vatnamælingagögnum frá vatnasviði Elliðaáanna sem unnin var hjá Vatnamælingum Orkustofnunar [12] fyrir Rafmagnsveitu Reykjavíkur. Vorið 1998 gerðu Vatnamælingar síðan tölfraðilega athugun á ársrennsli Elliðaáanna 1929–1995 [7] með hliðsjón af langtímabreytingum í rennsli nálægra vatnsfalla, úrkomu á nálægum veðurstöðvum og vatnstöku Vatnsveitu Reykjavíkur. Hér á eftir eru niðurstöður þeirrar athugunar dregnar saman, og að auki er fléttað inn í þær sérstakri athugun á mánaðarrennsli Elliðaáanna 1925–98, sem gerð var nú með sömu aðferðum og áður. Ásamt tölfraðinni var einnig gerð grein fyrir langtímabreytingum rennslis með myndrænum hætti vorið 1998, og verða hér sýnd nokkur dæmi þess.

4.1 Tölfraðilegt mat á langtímabreytingum

Notað var safn tölfraðiforrita frá Vatnamælingum og Veðurstofu Tékklands [3]. Kannaðar voru marktækar breytingar á meðaltali, dreifingu og tíðnirófi, og athugað, hvort marktæka hneigð eða sjálffylgni væri að finna í rennsli, úrkomu eða vatnstöku. Sem viðmiðunargildi voru notuð tvö staðalfrávik, eða sem svarar til 95 % fráviksmarka. Niðurstöður voru settar fram í töflum og athugasemdum.

Skóðað var rennsli við vatnshæðarmæla í Elliðaánum, Hólmsá, Suðurá, Korpu og Soginu, úrkoma á veðurstöðvunum Reykjavík, Elliðaárstöð, Rjúpnahæð, Stykkishólmi, Reykjanesi og Keflavík, svo og vatnstaka Vatnsveitu Reykjavíkur og samanburður gerður yfir mislöng tímabil, allt eftir aðstæðum. Gögnin voru fengin úr gagnabanka Vatnamælinga Orkustofnunar, gagnabanka Veðurstofu Íslands, ársyfirliti Veðurstofu Íslands [20] og frá Vatnsveitu Reykjavíkur [18].

Þessar kennitölur voru reiknaðar fyrir hverja röð: Meðaltal (arithmetic mean), staðalfrávik (standard deviation), staðalskekkja meðaltals (standard error of mean), staðalskekkja staðalfráviks (standard error of standard deviation), breytistuðull (coefficient of variation), skakkastuðull (coefficient of skewness), reinarstuðull (coefficient of kurtosis) og sjálffylgnistuðull (coefficient of autocorrelation).

Helstu niðurstöður varðandi rennsli og úrkomu voru þessar:

Elliðaár. Reglubundnar breytingar verða á ársrennsli Elliðaáanna. Þær tengjast ekki breytingum á mæliaðferðum fyrir rennslisröðina (sjá [12], bls. 8) eða aðgerðum mannsins á vatnasviðinu, heldur eiga þær rætur í reglubundnum breytingum á hringrás andrúmsloftsins og þar með legu lægðabrauta kringum landið [2]. Sama tæplega 20 ára sveifla finnst á sama tímabili í rennsli Sogsins og Hvítár í Borgarfirði og í úrkomu á Stykkishólmi. Nokkuð hefur verið fjallað um þessa sveiflu á alþjóðlegum vettvangi meðal veðurfræðinga, og gengur hún þar undir heitinu *North Atlantic Oscillation*.

Mánaðarrennsli Elliðaáanna 1925–98 var skoðað á tvennan hátt, allt í senn og hver mánuður fyrir sig.

Í fyrsta lagi var rennslið athugað í heild, frá mánuði til mánaðar. Beitt var tölfræðilegri síu á gögnin til að hreinsa burt truflandi áhrif af árssveiflunni og jafnframt reynt að færa þau sem næst staðaldreifingu. Vel marktækar breytingar á meðaltali og breytileika fundust kringum árin 1938 og 1945, og einnig sást breyting kringum árið 1984. Það krefst nánari athugunar, með hliðsjón af veðurgögnum yfir sama tímabil, að túlka þessar breytingar, en líklegast er að þær tengist breytingum á hringrás andrúmsloftsins. Engin önnur rennslisröð á Íslandi er nægilega löng til að vera samanburðarhæf, þetta er einfaldlega lengsta röðin.

Í öðru lagi var athugað rennsli hvers mánaðar um sig. Gögnin voru síuð til að færa þau nær staðaldreifingu og gera tölfræðileg próf þannig marktækari. Í fjórum mánuðum af tólf fundust einhverjar marktækar breytingar á eiginleikum í rennsli einstakra mánaða á tímabilinu 1925–98, í maí (einu sinni), júlí (einu sinni), ágúst (þrisvar) og nóvember (tvisvar). Árin þar sem breytingar finnast eru 1932, 1948, 1952, 1975 og 1978. Engar marktækar breytingar finnast á rennsli í janúar, febrúar, mars, apríl, júní, september, október eða desembermánuði yfir þetta tímabil.

Veik, en marktæk breyting verður á meðaltali og breytileika rennslis Elliðaáanna í maí og ágúst 1932. Í nóvember 1948 og í sama mánuði 1952 verður breyting á meðaltali og breytileika. Í ágúst 1975 verður breyting á meðaltali eða tíðnirófi, og að lokum verða breytingar á meðaltali, breytileika eða tíðnirófi rennslis Elliðaáanna í júlí og ágúst 1978.

Án samanburðar við veðurþætti, og helst rennsli í öðrum ám, er ógerningur að draga miklar ályktanir af þessum breytingum í mánaðarrennsli eða tengja þær við mögulega orsakavalda. Slík athugun þyrfti að vera bæði tölfræðileg og sjónræn, með samanburði línurita. Að sinni er hér látið við það sitja að athuga, hvort marktækar breytingar sé að finna, og þá í hvaða mánuðum og á hvaða árum þær komi fram í Elliðaánum.

Hólmsá. Engar verulega marktækar breytingar finnast á ársrennsli, en það hefur verið mælt frá árinu 1972.

Suðurá. Engar marktækar breytingar finnast á ársrennsli, en það hefur verið mælt frá árinu 1972.

Korpa. Marktæk breyting verður á meðalársrennsli við endurnýjun á mælistöðinni (síriti frá 1970 í stað kvarða frá 1957) og flutning hennar frá brúnni niður að Keldnaholti á sama ári. Fleiri marktækar breytingar finnast á rennslinu, og gætir þar e.t.v. áhrifa frá miðlun í Hafravatni vegna vatnstöku Áburðarverksmiðju ríkisins. Fyrirsjáanlegt er, að rennslishættir Korpu munu breytast enn meira á næstunni vegna aukinnar byggðar á vatnasviðinu, þannig að ekki er hægt að nota hana eins og æskilegt væri til hliðsjónar við mat á umhverfisbreytingum annars staðar. Þarf í framhaldi af þessu og með hliðsjón af skipulagi til langs

tíma, að huga nánar að mælingum annars staðar á ótrufluðu rennsli af móbergs- og hlýskeiðshraunasvæðum í nágrenni höfuðborgarsvæðisins.

Sogið. Sama langtímasveifla er í Soginu eins og í Elliðaánum og Hvítá í Borgarfirði, sjá hér að ofan.

Reykjavík. Engar marktækar breytingar fundust á ársúrkomu í Reykjavík. Það er eftirtektarvert í ljósi þess, að mælistöðin hefur verið flutt oftar en einu sinni.

Elliðaárstöð. Marktæk breyting verður á úrkomutíðni upp úr 1952. Sett var hlíf á úrkomumælinn við Elliðaárstöð um mitt ár 1954, og gæti það e.t.v. skýrt þetta.

Rjúpnahæð. Engar marktækar breytingar fundust á ársúrkomu á Rjúpnahæð.

Stykkishólmur. Úrkoma í Stykkishólmi sýnir tæplega 20 ára langtímasveiflu eins og í Elliðaánum og Soginu, og inniheldur þar að auki marktækar skemmri tíma sveiflur. Úrkoma hefur verið mæld í Stykkishólmi frá 1856 [15], og má e.t.v. hugsa sér í ljósi þessarar samsvörunar að nota megi eldri gögn þaðan til leiðbeiningar um mögulegar langtímasveiflur í Elliðaánum aftur til miðrar 19. aldar.

Reykjanes. Ársúrkoma á Reykjanesi er með marktæka skemmri tíma sveiflu, en ekki langtímasveiflu.

Keflavík. Nokkur tilhneiging er til reglubundinna breytinga á ársúrkomu í Keflavík en ekki ljóst hvers eðlis þær eru.

Vatnstaka VR. Eina röðin sem sýnir marktæka hneigð til viðvarandi breytingar er vatnstaka Vatnsveitu Reykjavíkur, enda hefur hún stöðugt verið að minnka á síðari árum, og nam aðeins $0,63m^3/s$ á árinu 1997, samanborið við $0,89m^3/s$ tíu árum áður [5], [4]. Sá árangur hefur bæði náðst með minni leka í dreifikerfinu og auknum sparnaði hjá fyrirtækjum og einstaklingum, og hlýtur brátt að stefna í hægfara aukningu að nýju með auknum íbúafjölda.

Það skal undirstrikað, að þess verður ekki vart tölfræðilega, að breytingar á vatnstöku Vatnsveitu Reykjavíkur í Heiðmörk hafi áhrif á ársrennsli Elliðaánna. Þótt hún hafi verið minnkuð um sem nemur 30 % á tíu árum, þá er það vatnsmagn innan staðalskekkju fyrir meðalrennsli Elliðaánna.

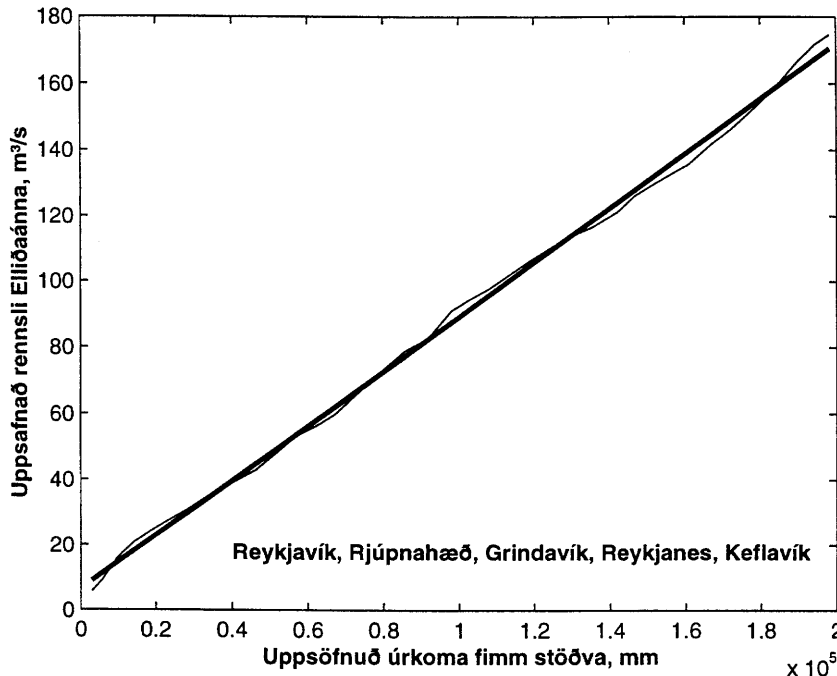
4.2 Myndrænt mat á langtímabreytingum

Hér á undan hafa verið bornir saman ferlar fyrir rennsli, vatnshæð, úrkomu og hitastig í einstökum árum eða yfir skemmri tímabil. Þar er lýst samhengi rennslis í Elliðaánum við einstaka atburði eða aðra mislangvarandi orsakavalda, og reynt að skýra út frá línuritunum hvað liggja að baki þeim árstíðabundnu sveiflum sem verða í rennslinu.

Einnig hefur verið gerð grein fyrir niðurstöðum úr tölfræðilegri athugun á langtíma-breytingum rennslis í Elliðaánum og nokkrum öðrum nálægum ám, ásamt úrkomu á Suðvestur- og Vesturlandi.

Langtímabreytingar á rennsli og veðri má skoða myndrænt með ýmsu móti. Dæmi þessa voru sýnd í fyrri greinargerð frá 1998 [7], og eru nokkur þeirra auk annarra nýrra sýnd hér á eftir.

Massalínurit Elliðaánna móti fimm úrkomustöðvum 1957–95

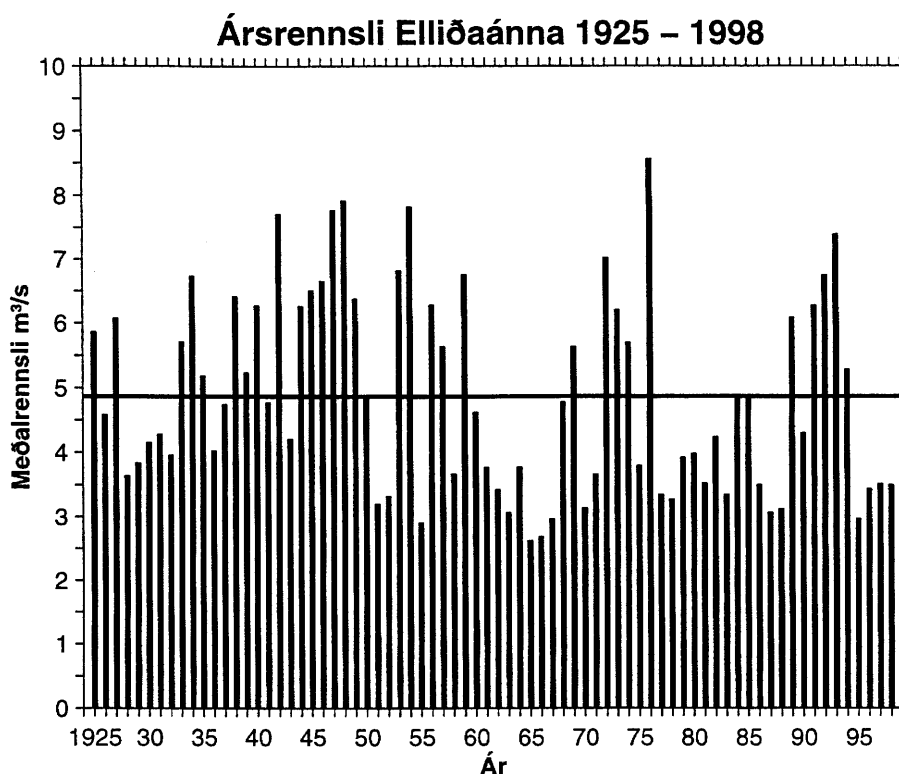


Mynd 31: Massalínurit sýnir uppsafnaða úrkomu á fimm veðurstöðva á Suðvesturlandi móti uppsöfnuðu rennsli Elliðaánna 1957–95.

Gert var massalínurit fyrir rennsli Elliðaánna móti fimm úrkomustöðvum í grenndinni á árunum 1957–95, sjá mynd 31. Þar sést, að uppsafnað rennsli móti uppsafnaðri úrkomu fylgir nærri því beinni línu. Komið geta árábil, þar sem rennsli Elliðaánna er minna en úrkoman gefur tilefni til að ætla, en á móti koma tímabil, þar sem rennslið er þvert á móti meira. Athuga ber, að hinn stóri grunnvatnsgeymir á Elliðaáarsvæðinu getur jafnað úrkomusveiflum milli ára. Engin slík miðlun er í úrkomunni. Það að sambandið milli úrkomu og rennslis fylgir beinni línu til lengri tíma litið, sýnir að engar breytingar utan hinna náttúrulegu virðast hafa orðið á langtímarennsli Elliðaánna. Svipuð línurit má gera með uppsöfnuðu rennsli nokkurra vatnsfalla móti því hinu sama í vatnsfallinu, sem til athugunar er hverju sinni. Það hefur verið gert fyrir Elliðaáarnar, og með sömu niðurstöðu og sést á myndinni með uppsafnaðri úrkomu móti rennsli.

Marktæk langtímasveifla er m.a. í rennsli Elliðaánna og Sogsins og í úrkomu í Stykkishólmi, eins og áður var lýst. Á myndum 32 til 35 er sýnt ársrennsli Elliðaánna 1925–98 (mynd 32), ársrennsli Sogsins 1940–98 (mynd 33), ársúrkoma í Reykjavík 1921–98 (mynd 34, [10] og [20]) og ársúrkoma í Stykkishólmi 1920–1998 (mynd 35, [16]). Dregin er lína fyrir meðaltal viðkomandi ára á hverri mynd fyrir sig til að auðvelda mat á frávikum frá því.

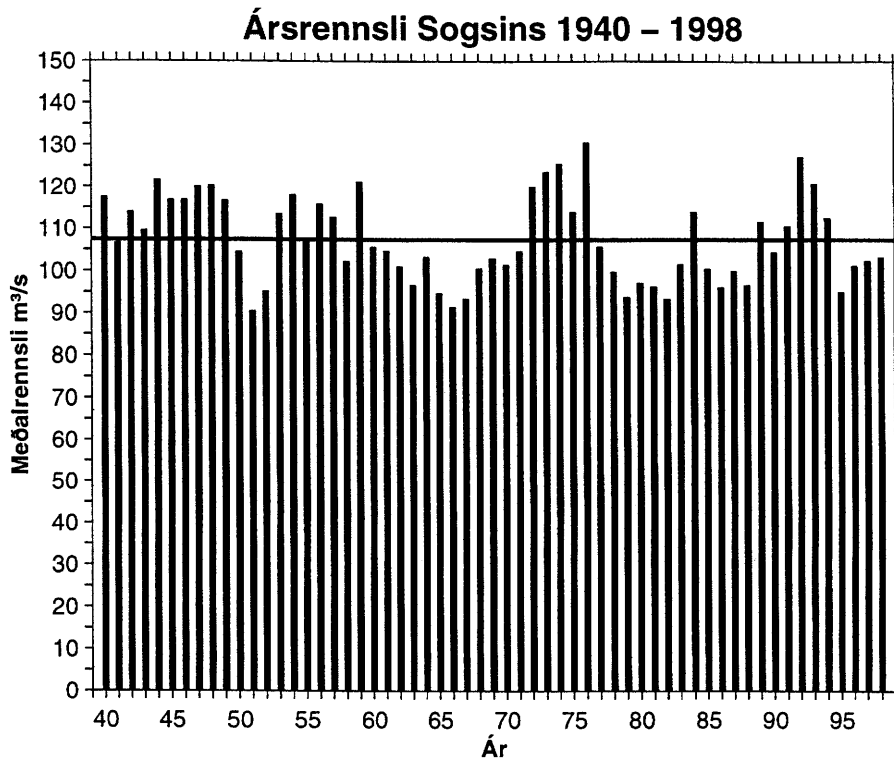
Vel sést við myndrænan samanburð að allreglulegar langtímasveiflur verða samtímis



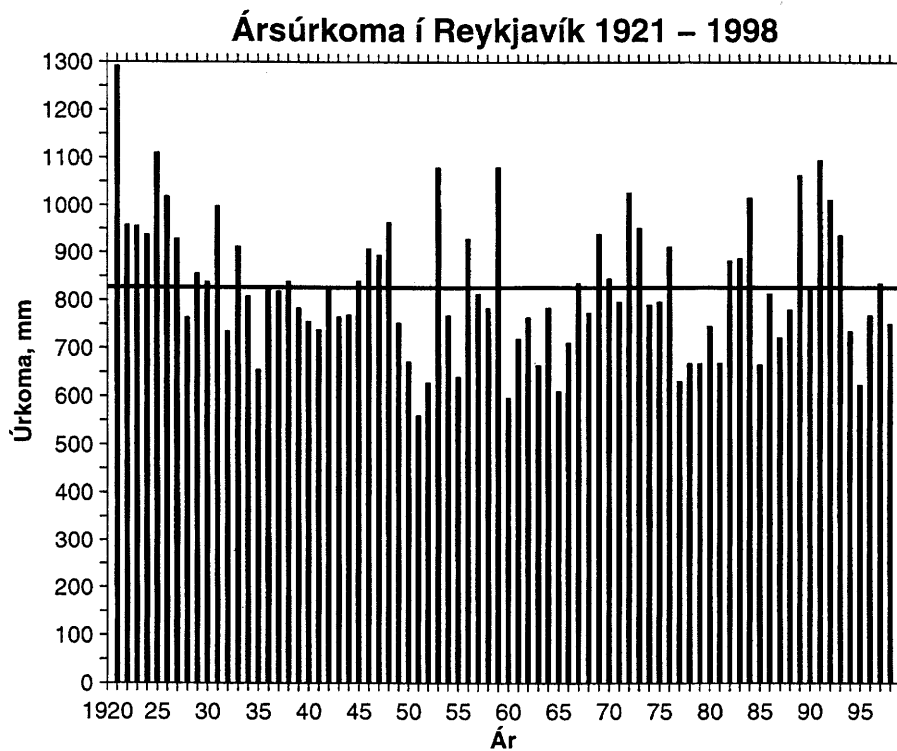
Mynd 32: Ársrennsli Elliðaáanna 1925–98. Meðalrennsli tímabilsins er $4,86 \text{ m}^3/\text{s}$.

í úrkomu og rennsli. Þessar sveiflur eru greinilegastar í rennsli Sogsins og í úrkomu í Stykkishólmi. Greinileg grunnsveifla er einnig í ársrennsli Elliðaáanna, en toppar sjást skjótast öðru hvoru upp úr henni, einkum þegar grunnsveiflan er sjálf nálægt hámarki. Hér virðast koma fram áhrif „yfirfallsins“ í grunnvatnsgeyminum, sem ýkir viðbrögð rennslisins á úrkomuríkum tímabilum. Minna reglubundin sveifla er sýnileg í úrkomu í Reykjavík en í Stykkishólmi.

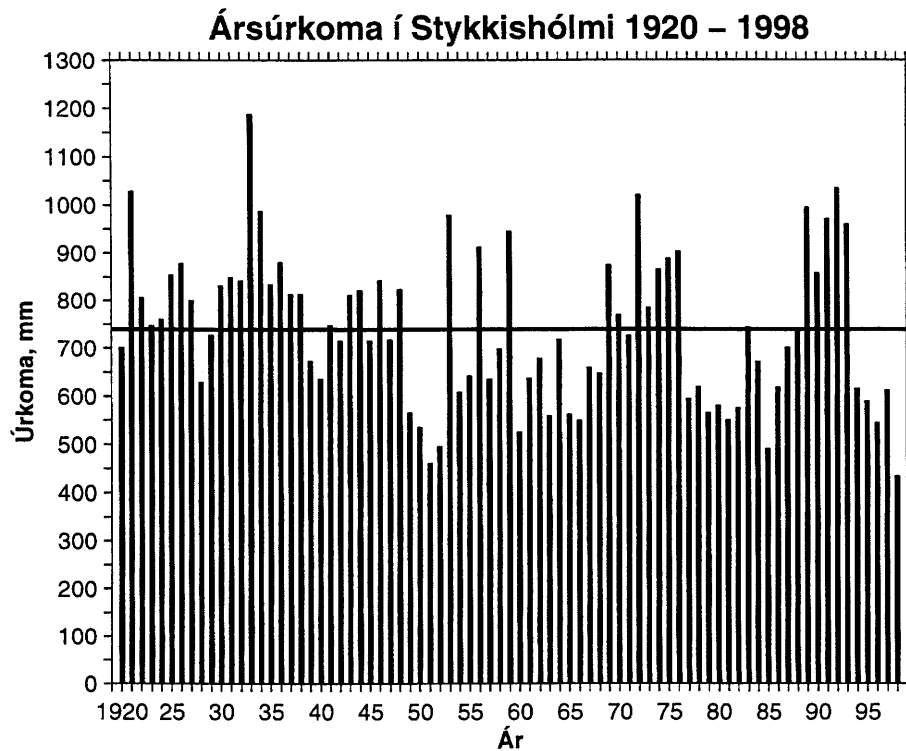
Gerð var tölfræðileg athugun á rennslisbreytingum hvers mánaðar fyrir sig í Elliðaánum, eins og fram kemur hér á undan, og kom í ljós að marktækra breytinga verður vart á meðaltali eða breytileika rennslis í maí (1932), júlí (1978), ágúst (1932, 1975, 1978) og nóvember (1948, 1952) á tímabilinu 1925–98. Á myndum 36 til 47 er sýnt rennsli hvers mánaðar um sig á þessu árabili, og er notaður sami mælikvarði alls staðar á hæð súlanna til að draga skýrar fram mismuninn á grunnrennsli og rennslissveiflum frá mánuði til mánaðar. Einkar vel kemur fram, að tiltölulega stöðugt lágrennsli ríkir í Elliðaánum að sumarlagi. Einnig sést vel, að vetrarrennslið er tiltölulega mikið og mjög breytilegt. Hinar tölfræðilega marktæku breytingar í ákveðnum mánuðum eða árum virðast hins vegar ekki skera sig sérstaklega úr, samanborið við aðrar breytingar í sömu mánuðum.



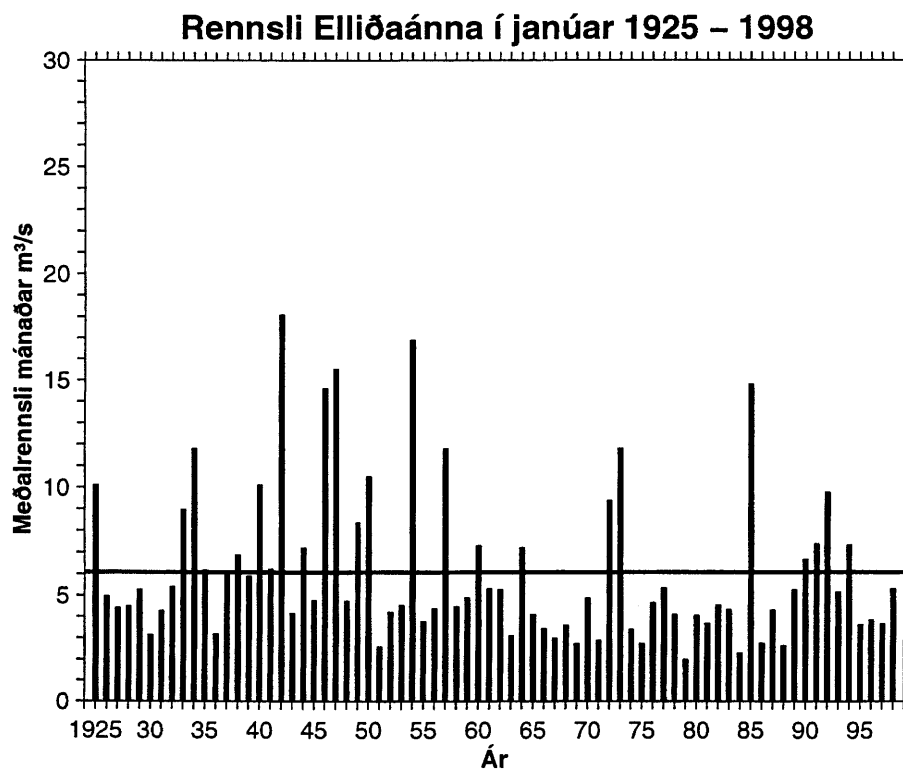
Mynd 33: Ársrennsli Sogsins 1940–98. Meðalrennsli tímabilsins er $107 m^3/s$.



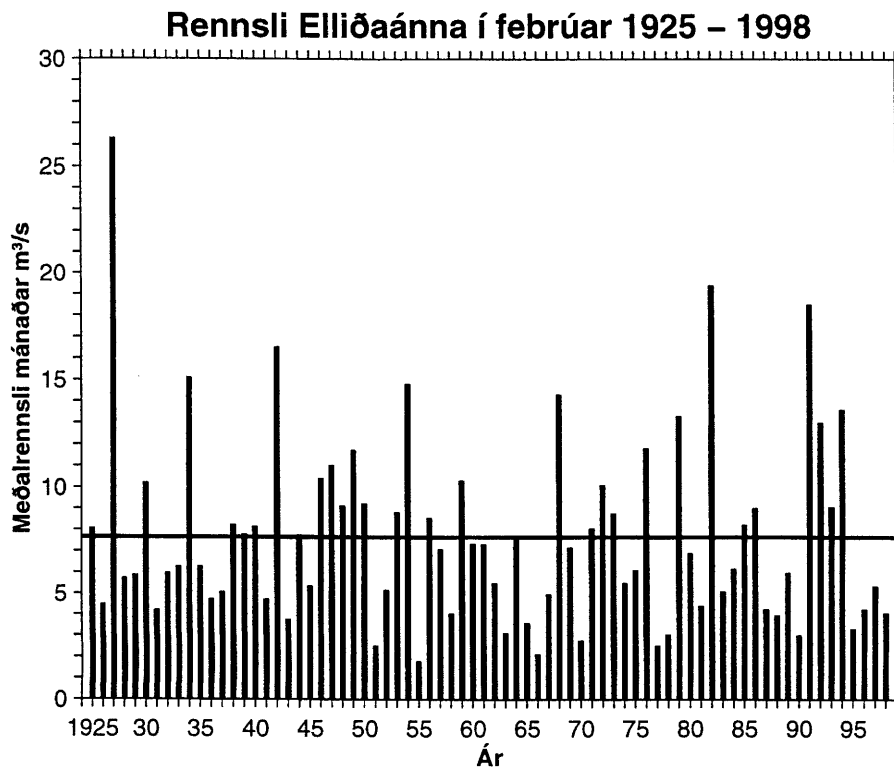
Mynd 34: Ársúrkoma í Reykjavík 1921–98. Meðalúrkoma tímabilsins er $827 mm$.



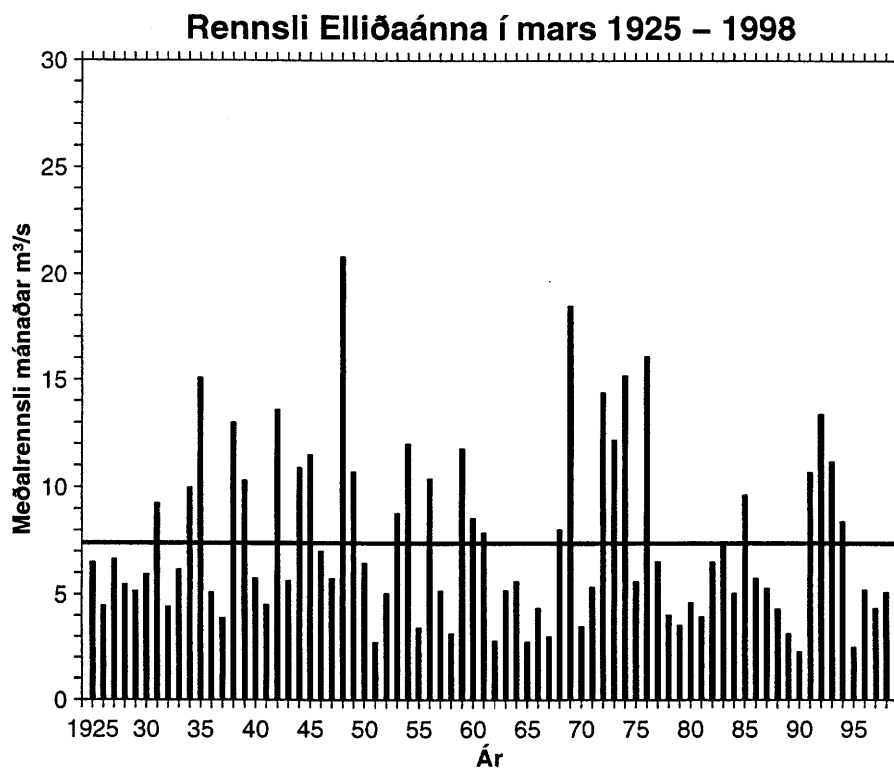
Mynd 35: Ársúrkoma í Stykkishólmi 1920–98. Meðalúrkoma tímabilsins er 739 mm.



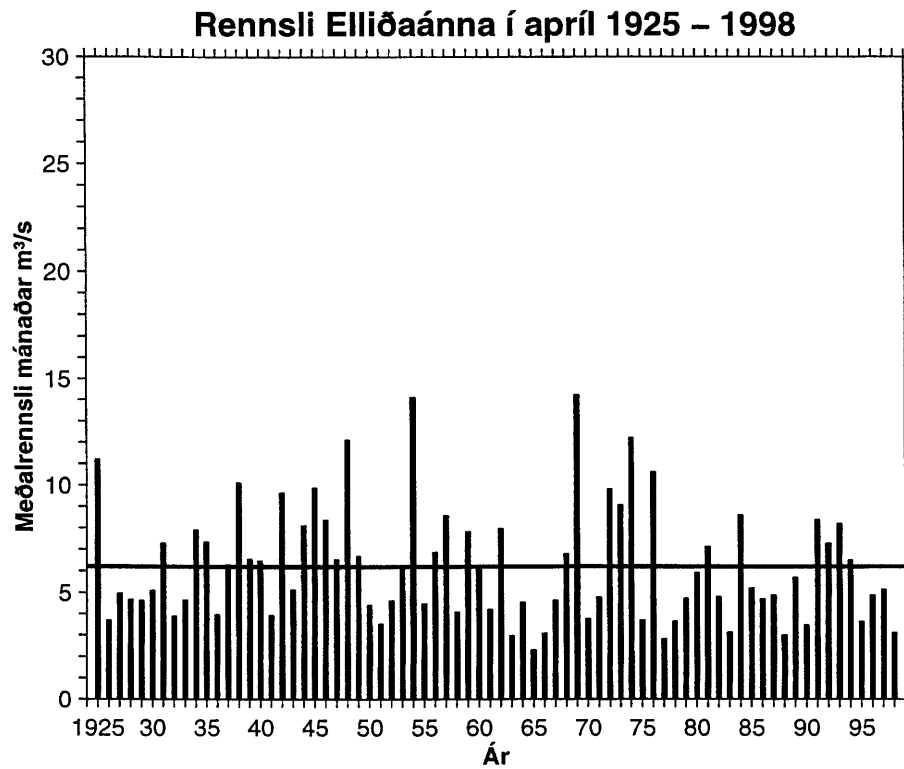
Mynd 36: Rennslí Elliðaánna í janúar 1925–98. Meðalrennslí mánaðarins er 6,08 m³/s.



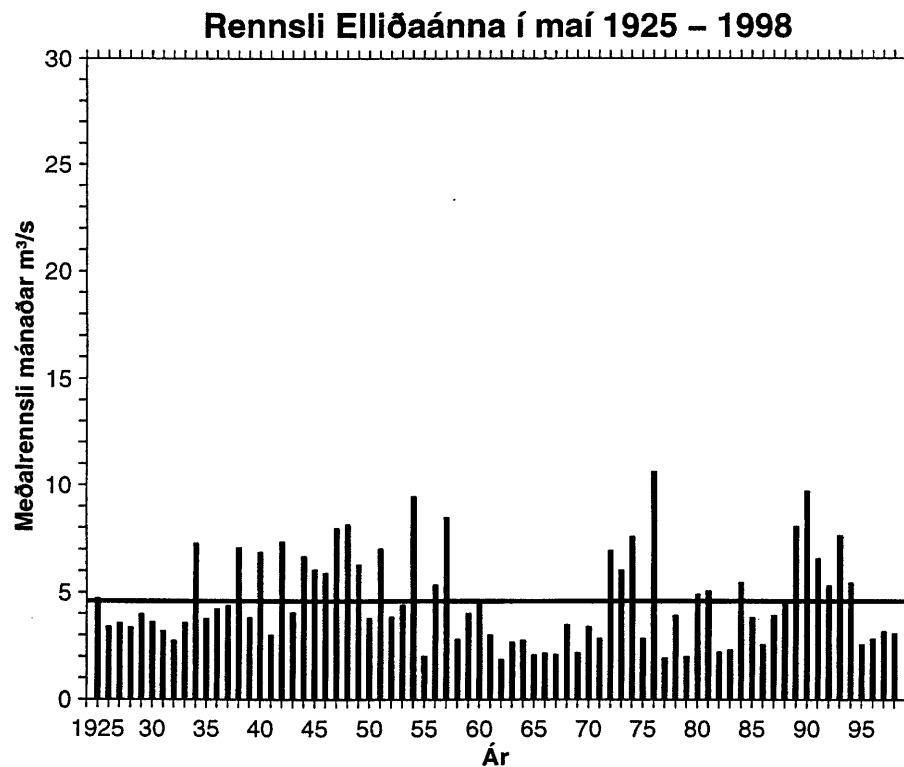
Mynd 37: Rennsli Elliðaánna í febrúar 1925–98. Meðalrennsli mánaðarins er $7,66 \text{ m}^3/\text{s}$.



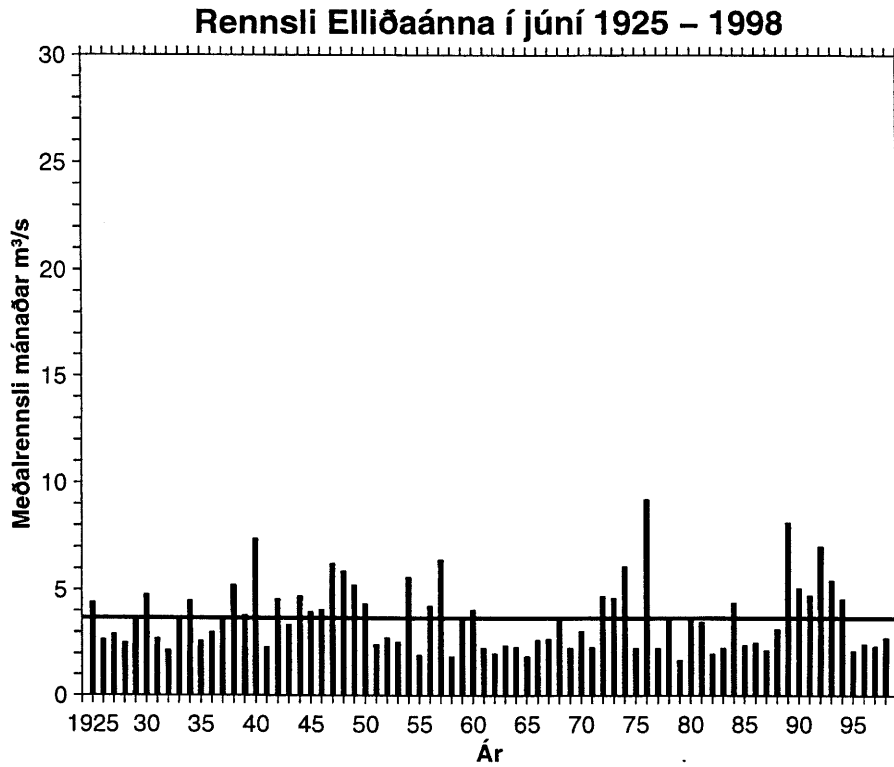
Mynd 38: Rennsli Elliðaánna í mars 1925–98. Meðalrennsli mánaðarins er $7,41 \text{ m}^3/\text{s}$.



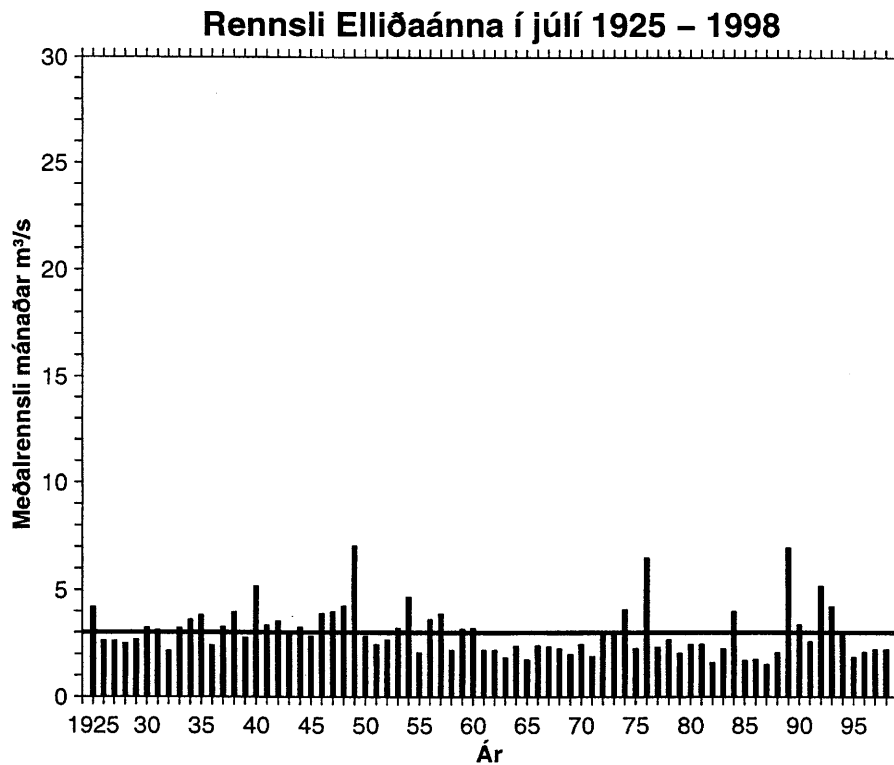
Mynd 39: Rennslí Elliðaáanna í apríl 1925–98. Meðalrennslí mánaðarins er $6,20 m^3/s$.



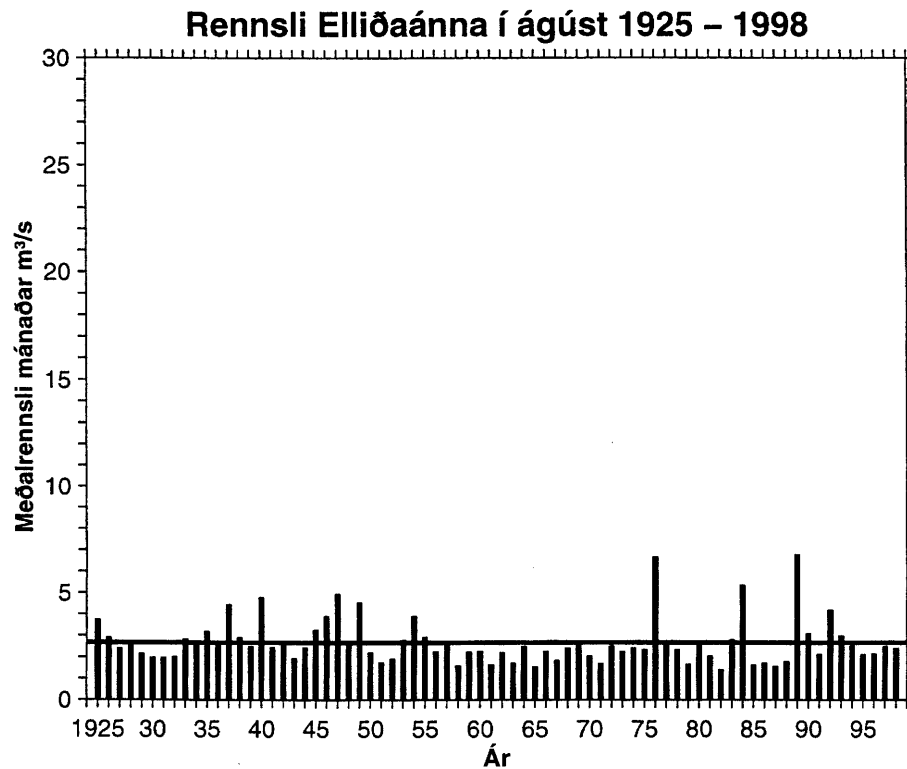
Mynd 40: Rennslí Elliðaáanna í maí 1925–98. Meðalrennslí mánaðarins er $4,59 m^3/s$.



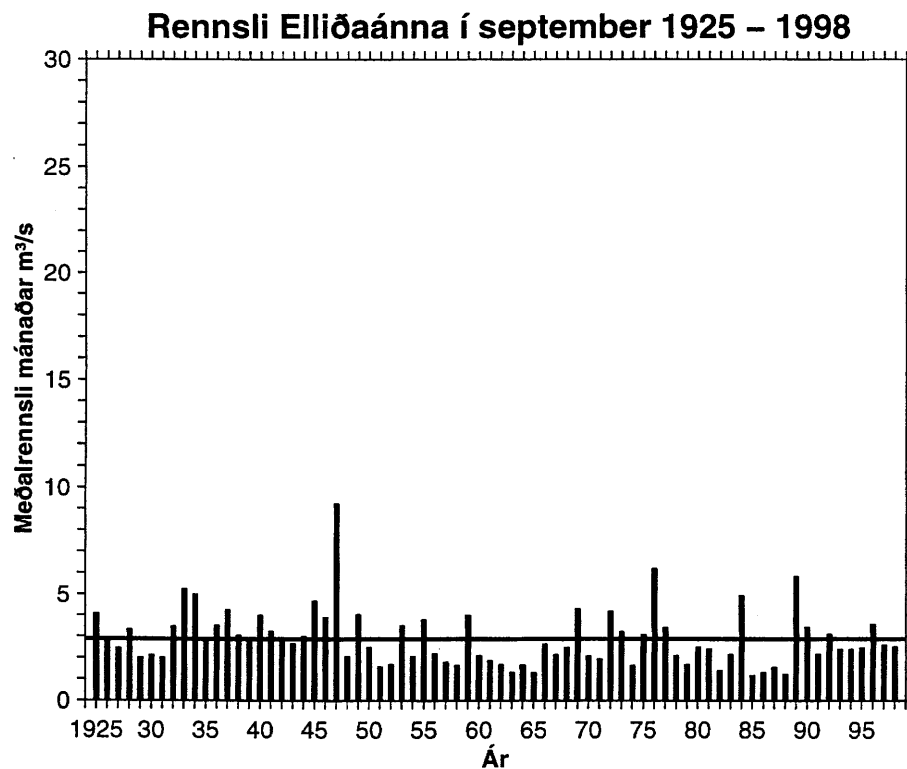
Mynd 41: Rennsli Elliðaáanna í júní 1925–98. Meðalrennsli mánaðarins er $3,67 \text{ m}^3/\text{s}$.



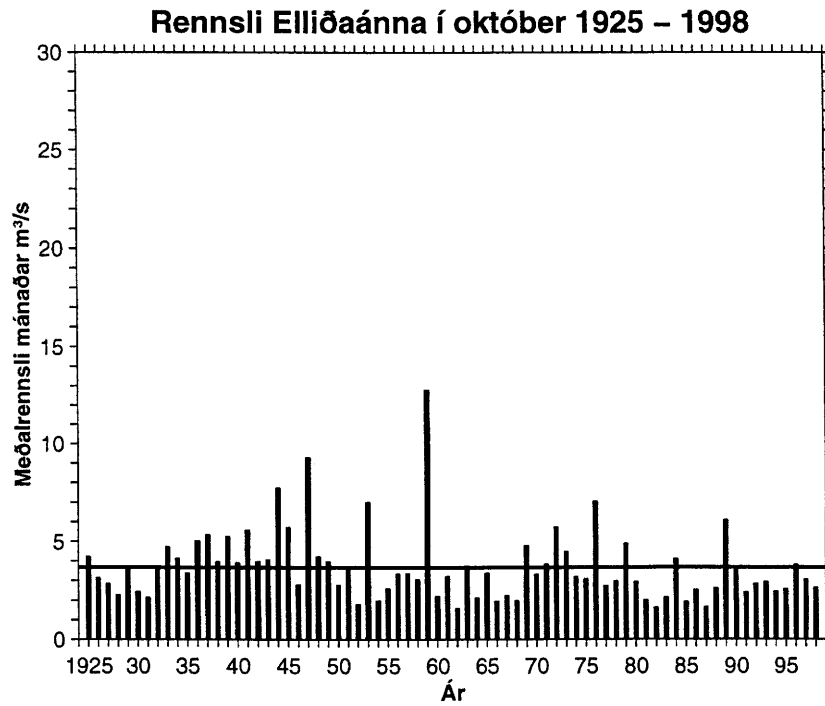
Mynd 42: Rennsli Elliðaáanna í júlí 1925–98. Meðalrennsli mánaðarins er $3,02 \text{ m}^3/\text{s}$.



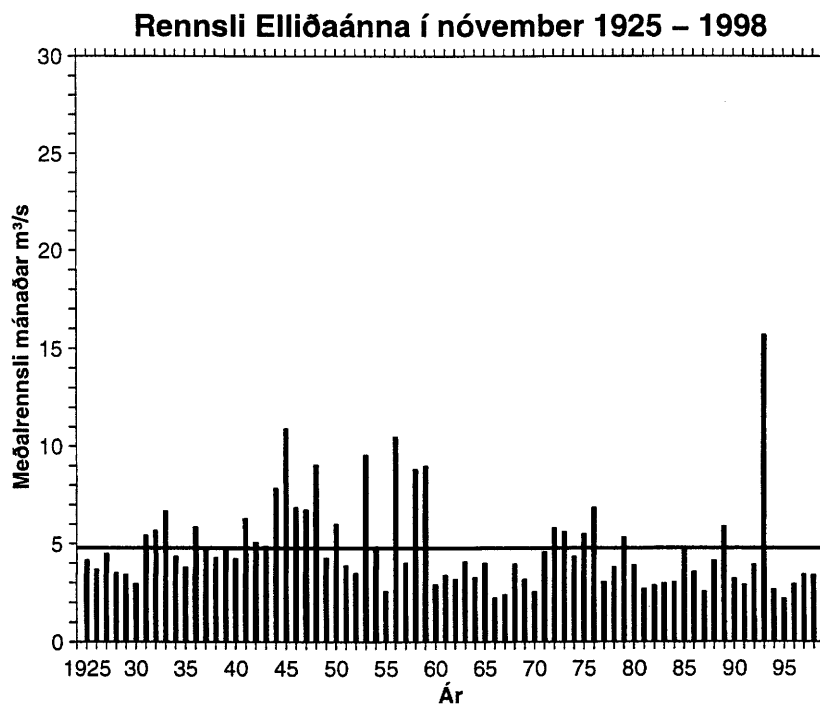
Mynd 43: Rennsli Elliðaánna í ágúst 1925–98. Meðalrennsli mánaðarins er $2,66 m^3/s$.



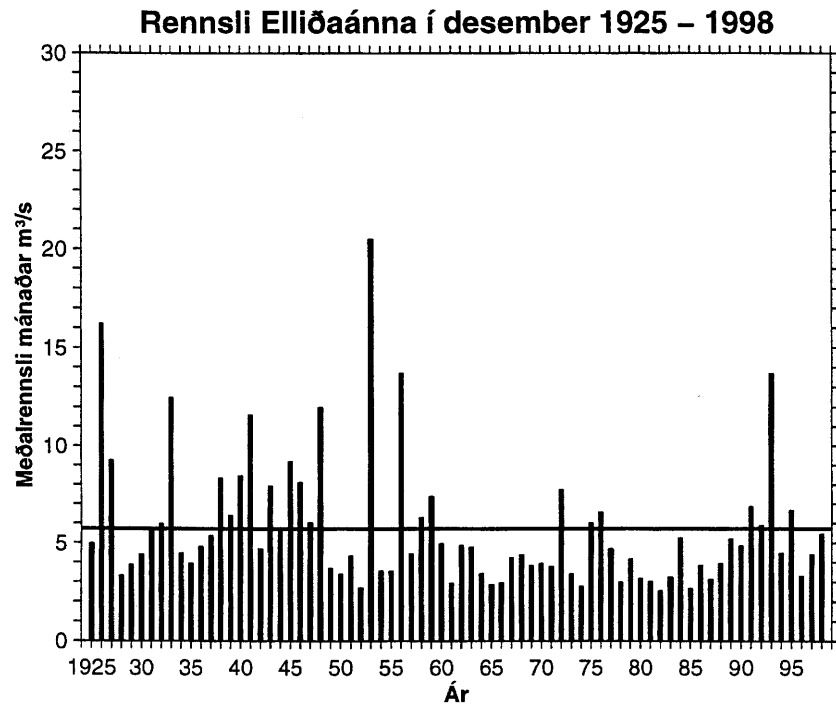
Mynd 44: Rennsli Elliðaánna í september 1925–98. Meðalrennsli mánaðarins er $2,87 m^3/s$.



Mynd 45: Rennsli Elliðaánna í október 1925–98. Meðalrennsli mánaðarins er $3,67 m^3/s$.



Mynd 46: Rennsli Elliðaánna í nóvember 1925–98. Meðalrennsli mánaðarins er $4,78 m^3/s$.



Mynd 47: Rennsli Elliðaáanna í desember 1925–98. Meðalrennsli mánaðarins er 5,73 m^3/s .

4.3 Um mögulegan skort á gögnum

Rennslishættir Elliðaáanna eru flóknir og geta krafist enn nánari athugunar, allt eftir því hvaða spurningum er verið að leita svara við, og hversu nákvæm þau svör þurfa að vera. Það er eftirtektarvert í ljósi mikilvægis svæðisins, að engin veðurstöð er lengur rekin á sjálfu vatnasviði Elliðaáanna, og hefur ekki verið síðan stöðin að Hólmi var lögð niður fyrir 15 árum síðan.

Þar sem svo háttar til, að stærri hluti úrkomunnar rennur burtu neðanjarðar en ofan, hlýtur þó að vera mikilvægt að afla sem bestra upplýsinga um úrkomu og aðra veðurþætti inni á sjálfu svæðinu, sem áhrif geta haft á vatnsjöfnuð þess. Á síðustu 15 árum hefur einnig fleygt fram tækni við rekstur sjálfvirkra mælistöðva, og væri rétt að kanna nánar þörf fyrir slíka stöð, mögulega staðsetningu og kostnað.

Þegar minnst er á nauðsyn frekari mælinga, ber einnig að árétta það sem nefnt var í tengslum við mælingar á Korpu, að huga þarf sem fyrst að mælingum í vatnsfalli af móbergs- og hlýskeiðshraunasvæði, sæmilega óspilltu af mannavöldum og í nágrenni höfuðborgarsvæðisins, þannig að óháður samanburður fáiist við mat á umhverfisáhrifum. Nokkrir möguleikar eru væntanlega fyrir hendi, en fyrst kemur í hugann hvort ekki myndi borga sig að endurreisa vatnshæðarmælinn í Varmá í Reykjadal, ofan Hveragerðis, sem rekinn var á árunum 1949–83. Gögnin frá þeim tíma, í rúmlega aldarþriðjung, yrðu eins konar aukabónus við hvers konar samanburð, auk þess sem Orkuveita Reykjavíkur á hagsmuna að gæta á hluta vatnasviðsins.

5 Flóð

5.1 Flóð á vatnasviðinu

Flóð eru algeng á vatnasviði Elliðaáanna enda vatnafarslegar aðstæður með þeim hætti sem lýst er fyrr í skýrslunni. Stórfloð eru sem betur fer fátíð. Við ákveðnar aðstæður á vatnasviðinu geta árnar margfaldast í rennsli og verður þá láglendið ofan Rauðhóla gjarnan að einu samfelldu vatnshafi.

Stærstu flóðin verða er jörð er freðin og asahláka fylgir í kjölfarið. Allt vatn rennur þá strax fram af yfirborði enda nær klakahella að myndast og gera yfirborð vatnspétt þegar frystir og hlánar á víxl. Þessi flóð eru sambland af regn- og leysingafloðum.

Langstærstu flóð sem mælst hafa á vatnasviði Elliðaáanna komu í febrúar 1968 og 1982. Í flóðunum 1968 brast gamla stíflan við Elliðavatn og er talið að við það hafi flóðið neðan stíflunnar vaxið úr $170 \text{ m}^3/\text{s}$ í $217 \text{ m}^3/\text{s}$.

Miklar skemmdir urðu í flóðinu, vegir eyðilögðust ofan til á vatnasviðinu og um tíma rann flóðvatn úr Suðurá (sennilega vegna ísstíflu) inn í inntök Vatnsveitu Reykjavíkur við Gvendarbrunna og mengaðist neysluvatn borgarbúa í marga daga fyrir vikið. Í miklum flóðum kemur þó nánast allt flóðvatn í Elliðavatn úr Hólmsá.

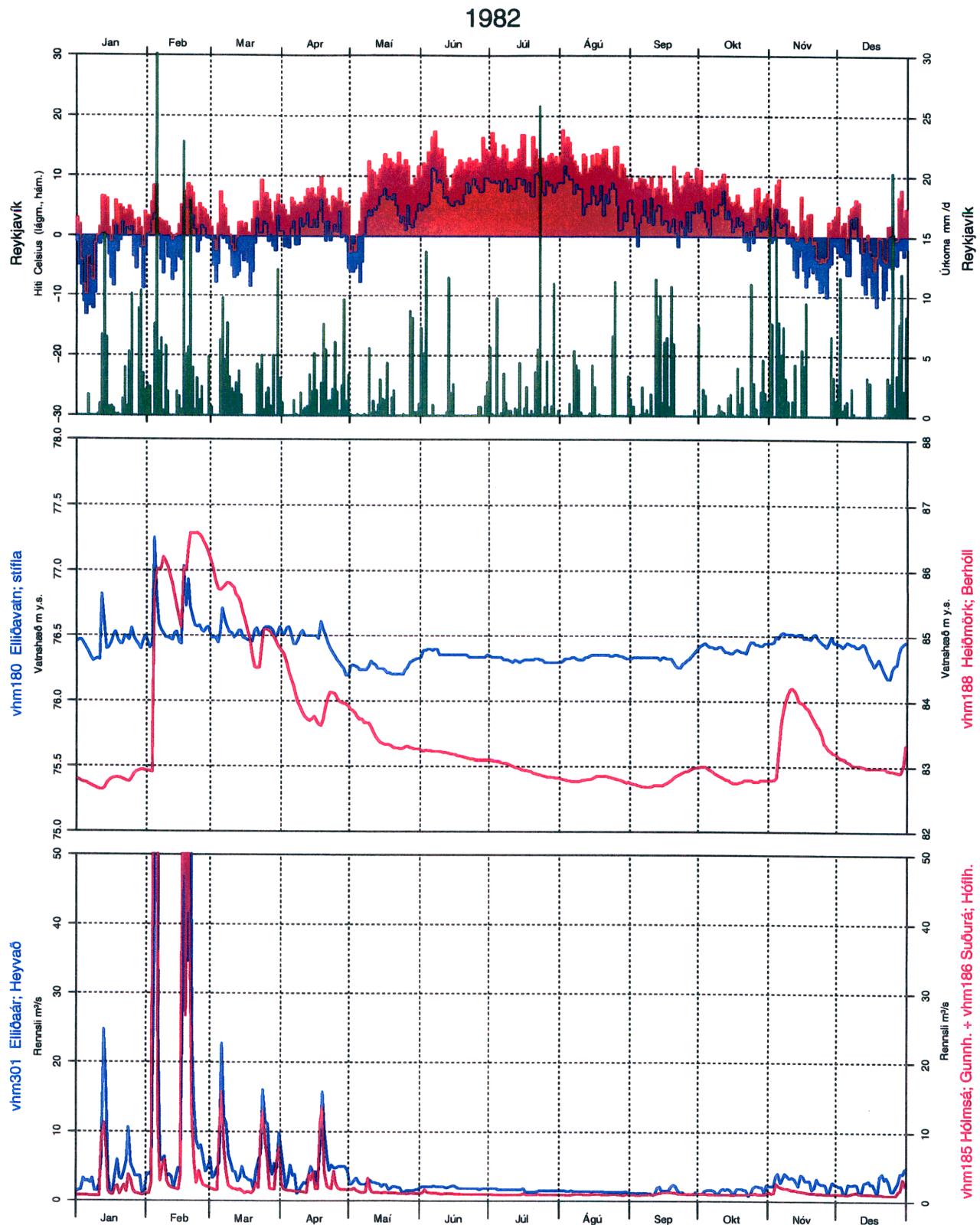
Flóðið 1968 var sambland af regn- og leysingafloði auk svokallaðs mannvirkjafloðs, sem eru flóð tengd mannvirkjum og bilunum á þeim, en stíflan brast er regn- og leysingafloð var í hámarki [8].

Flóðin 1968 voru sennilega mun minni ofan Elliðavatns en flóðin sem komu árið 1982 enda hafði ís mikil áhrif á flóðhæð 1968, en ís í farvegi var ekki fyrirstaða árið 1982 eins og nú verður nánar vikið að.

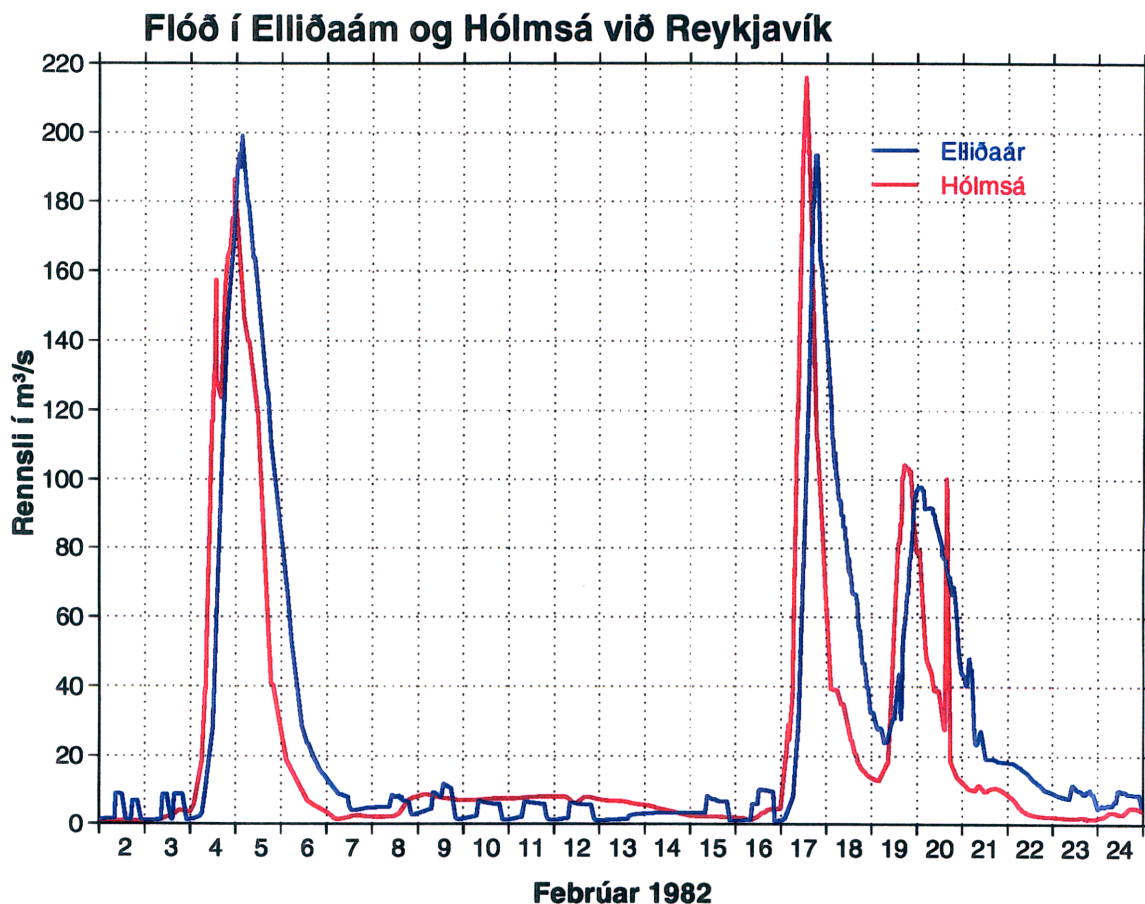
5.2 Flóð í Hólmsá og Elliðaánum árið 1982

Á árinu 1982, sem var frekar kalt ár á vatnasviði Elliðaáanna, urðu þrjú stórfloð á innan við 3 vikum í febrúar. Talsverð úrkoma var framan af vetrinum en í heildina tekið var hún í rúmu meðallagi í Reykjavík (883 mm 1982 á móti 799 mm). Sumarið var kalt og var árið í heild $1.1 \text{ }^\circ\text{C}$ kaldara en í meðalári eða $3.9 \text{ }^\circ\text{C}$ á móti $5.0 \text{ }^\circ\text{C}$.

Á mynd 48 má sjá að við hlákuna, sem verður í kringum 5. febrúar, þá vex snögglega í grunnvatni og vatnsborð Elliðavatns stígur allmikið. Elliðaárnar ná hámarksrennsli við $205 \text{ m}^3/\text{s}$ sem er um fimmtugfalt meðalrennsli árinna (mynd 49). Meðalrennsli Hólmsár nánast hundraðfaldast, en talið er að rennslið hafi náð um $195 \text{ m}^3/\text{s}$ sem er ívíð meira en meðalrennsli Jökulsár á Fjöllum við Dettifoss. Jörð var freðin á þessum tíma og allt vatn rann strax fram á yfirborði. Tæpum 2 vikum seinna eða 17. febrúar verður annað stórfloð á vatnasviðinu. Rennsli Hólmsár nær $217 \text{ m}^3/\text{s}$ og Elliðaárnar fara yfir $200 \text{ m}^3/\text{s}$. Þriðja flóðið verður um 20. febrúar og er mun minna en hin tvö eða um og yfir $100 \text{ m}^3/\text{s}$.



Mynd 48: Vatnafarslegar aðstæður á vatnasviði Elliðaánna árið 1982. Efst er hiti og úrkoma í Reykjavík. Í miðjunni er vatnsborð Elliðavatns og grunnvatnshæð hjá Berhól og neðst er rennsli Elliðaánna á móti rennsli Suðurár og Hólmsár.



Mynd 49: Flóðferlar í Hólmsá og Elliðaánum í febrúar 1982.

Samkvæmt flóðagreiningu [8], [9] eru flóð í Elliðaánum með 100 ára endurkomutíma um $237 \text{ m}^3/\text{s}$. Í Hólmsá eru flóð með 50 ára endurkomutíma um $233 \text{ m}^3/\text{s}$. Elliðaárnar komust því nærri því að hafa tvö 100 ára flóð, þ.e. flóð sem vænta má einu sinni á hundrað ára fresti, á rúmum tveimur vikum, og Hólmsá komst nærri því að hafa tvö 50 ára flóð á sama tíma.

Erfitt er að bera saman flóðrennsli í Elliðaánum og Hólmsá vegna miðlunar í Elliðaivatni því hún dempar flóðgusurnar úr Hólmsá að einhverju leyti.

Hin mikla úrkoma og flóðin í febrúar 1982 urðu þó ekki til þess að mánuðirnir á eftir yrðu vatnsríkir. Þvert á móti var vorið og sumarið í þurrari kantinum, svo hægt er að tala um lágrennslistímabi í því sambandi. Vetrarsnjórinn fer fram í flóðum og nýtist því ekki til þess að fylla á grunnvatnsgeyminn.

Það má því segja að bæði mikið og lítið rennsli hafi einkennt árið og undirstrikar það um leið andstæðurnar sem orðið geta á vatnasviðinu.

6 Nýting Elliðaánna

6.1 Elliðaárstöð

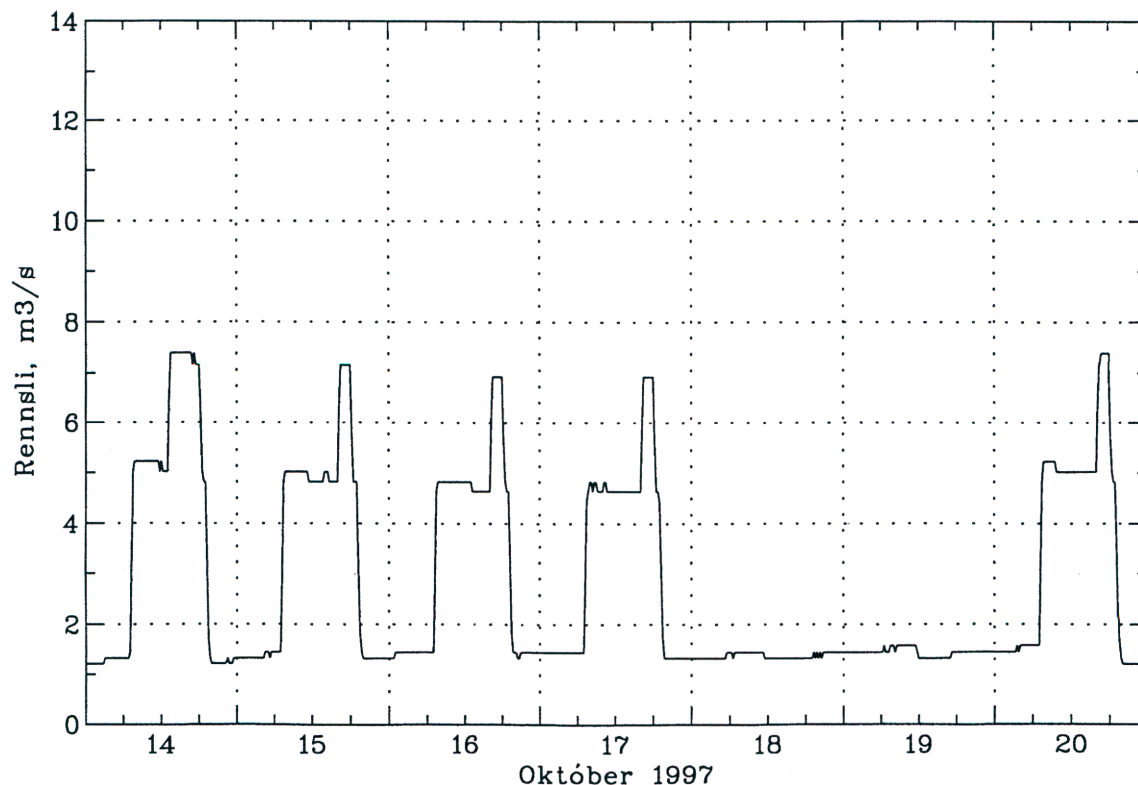
Elliðaárnar voru virkjaðar upp úr 1920 og þann 27. júní 1921 var rafveitan vígð og opnuð af Kristjáni X Danakonungi.

Stýring á útrennsli Elliðavatns vegna raforkuframleiðslu Elliðaárstöðvarinnar hefur nokkur áhrif á rennslishætti Elliðaánna, sér í lagi yfir vetrartímann. Vatnssöfnun er í Árbæjarlóni sem er inntakslón rafstöðvarinnar.

Elliðaárvirkjun er í dag um 3.2 MW og er gangsett á álagstoppum á vetrum. Rennsli í Elliðaárnar er safnað og miðlað frá Elliðavatni að Árbæjarlóni. Úr Elliðavatni er rennslinu stýrt í kvíslar fyrir neðan lónið í gegnum lokur. Miðað er við að lágmarksrennsli fari ekki undir $1 \text{ m}^3/\text{s}$. Vatnrennsli í ánum er aukið rétt fyrir hádegi og seint í eftirmiðdaginn, en mesta álag á stöðinni verður milli klukkan 17.00 og 19.00 í eftirmiðdaginn.

Fróðlegt er að bera saman rennsli Elliðaánna þegar rafstöðin er í keyrslu og þegar rafstöðin er ekki keyrð, en henni er lokað frá 1. maí - 1. október ár hvert. Hún er aðeins keyrð 12 klukkustundir dag hvern um veturinn og ekki um helgar. Á mynd 50 er rennsli Elliðaánna við Heyvað sýnt. Er hér um mjög „týpískt“ mynstur að ræða þegar Elliðaárstöðin er í keyrslu. Þann 18. og 19. er helgi og rennsli því ekki stýrt.

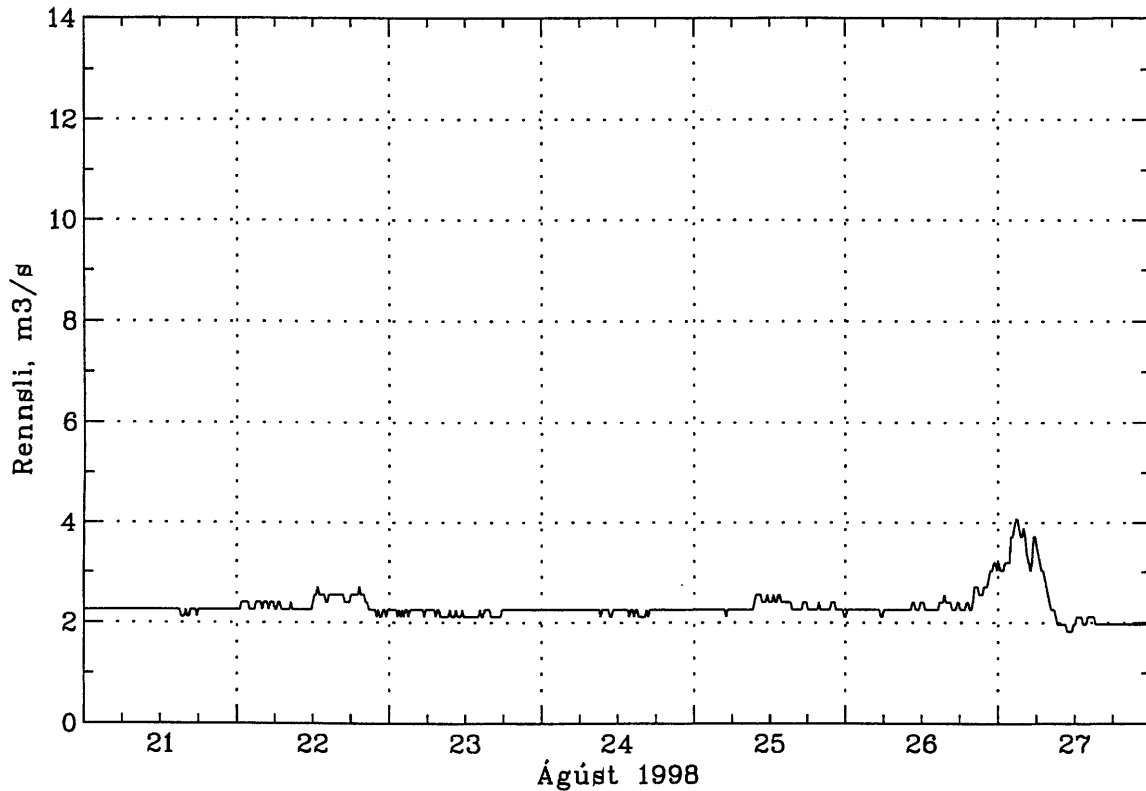
24 Mar 1999 AVB
tp V2.3



Mynd 50: Dæmi um rennsli Elliðaánna v/Heyvað með Elliðaárstöð í keyrslu.

Mynd 51 sýnir aftur á móti rennslið að sumarlagi þegar stöðin er lokuð og rólegheit eru í veðurfari á svæðinu.

24 Mar 1999 AVB
tp V2.3

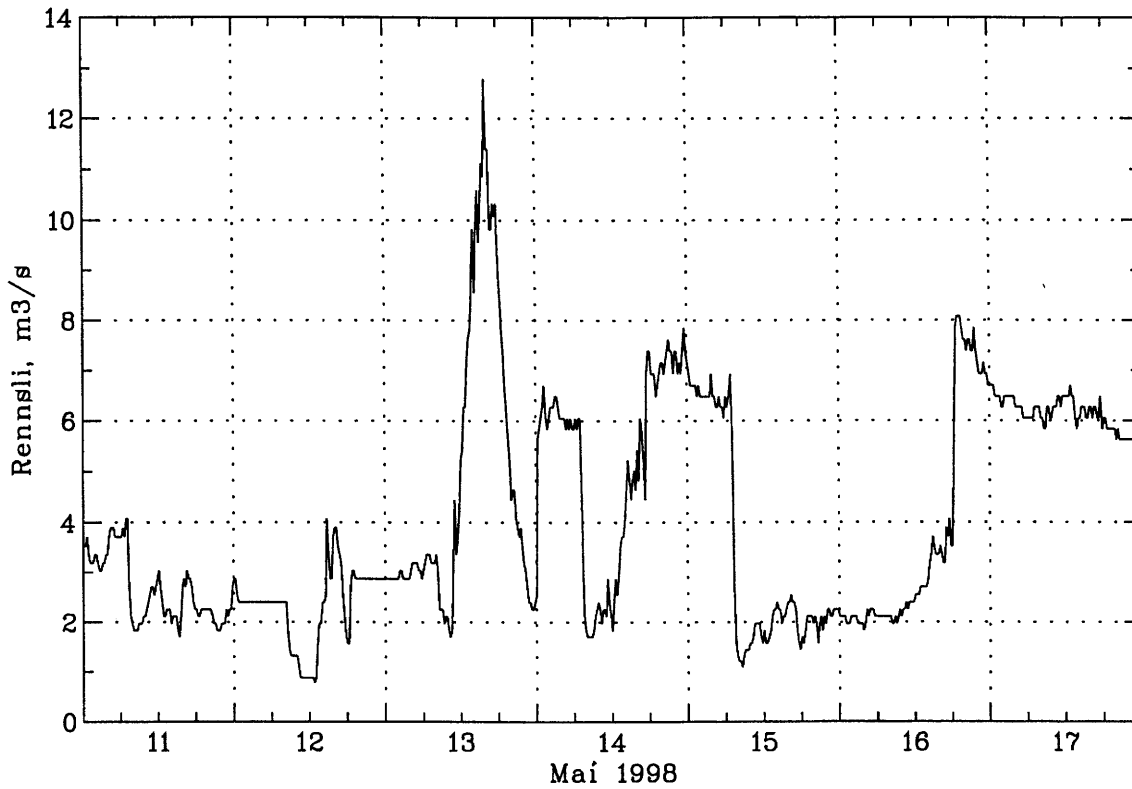


Mynd 51: Dæmi um lágrennsli Elliðaáanna v/Heyvað án keyrslu rafstöðvarinnar.

Rennslið breytist í maí 1998 þegar talsverðar rigningar verða í Reykjavík en greinilega má sjá aukningu í rennsli Elliðaáanna (mynd 52) þessa daga svo rigningarnar virðast skila sér í vatnsföllin.

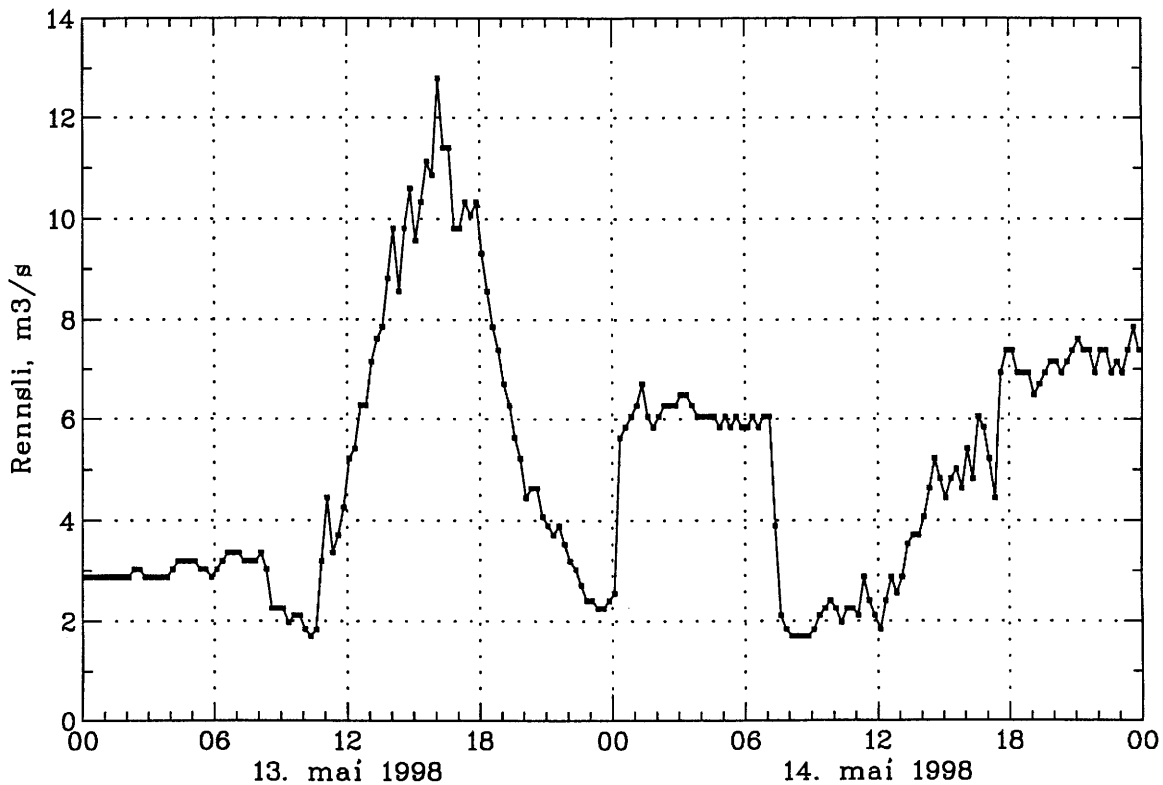
Áhugavert er að kíkja nánar á þessar breytingar innan dagsins (mynd 53) en þar má sjá að töluverðar sveiflur verða í rennsli á örfáum klukkustundum, eða frá $2 \text{ m}^3/\text{s}$ um morguninn 13. maí í tæpa $13 \text{ m}^3/\text{s}$ í eftirmiðdaginn. Veður í Reykjavík á þessum tíma má sjá á mynd 54 og úrkoman upp úr 10. maí sést greinilega. Veðurfarslegar breytingar virðast því skila sér í rennsli, og það sem meira er: Náttúrulegar breytingar eru full eins miklar eða meiri heldur en breytingar af mannavöldum.

24 Mar 1999 AVB
tp V2.3

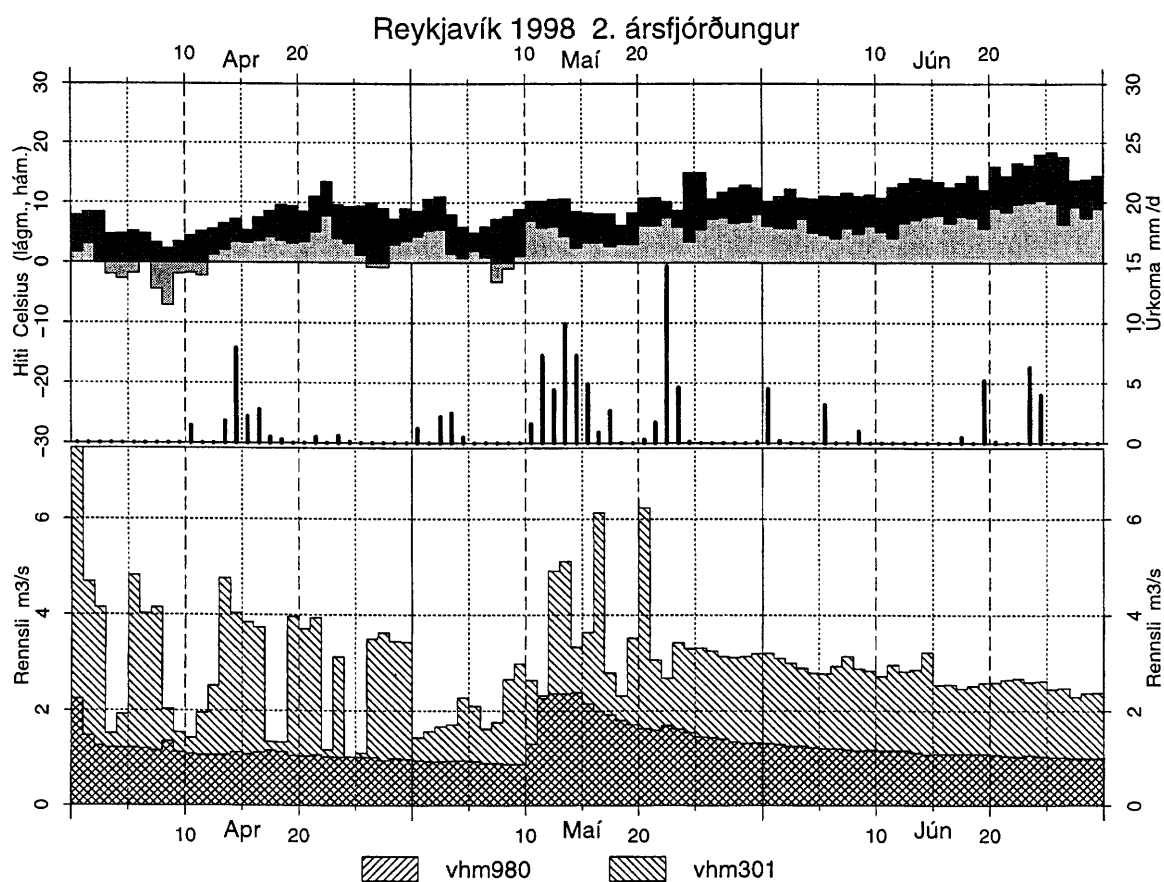


Mynd 52: Dæmi um hárennsli Elliðaánna v/Heyvað án keyrslu rafstöðvarinnar.

24 Mar 1999 AVB
tp V2.3



Mynd 53: Nánari skoðun á hárennsli Elliðaánna (sjá mynd 52).



Mynd 54: Veðurfar í Reykjavík í maí 1998. Hiti er efst, þá úrkoma (súlur) og neðst er rennsli Elliðaáanna (301) og sameiginlegt rennsli Hólmsár og Suðurár (980).

6.2 Vatnstaka Vatnsveitu Reykjavíkur

Vatnstaka hófst við yfirborðslindirnar við Gvendarbrunna í Heiðmörk árið 1909. Var vatni veitt til Reykjavíkur í trépípu mikilli og þótti vatnsveitan mikið þrekvirki á þeim tíma. Árið 1983 var öll vatnsvinnsla í Heiðmörk komin í lokuð vatnsból.

Vatnsvinnsla í Heiðmörk virðist hafa lítil áhrif á rennsli til Elliðavatns en vinnslan er eins og önnur vinnsla á svæðinu, háð grunnvatnsstöðu hverju sinni. Vinnslan hefur minnkað jafnt og þétt, enda stóratök Vatnsveitunnar á síðustu árum að gera við leka á kerfinu að skila sér í bættri nýtingu. Meðalalag á dælustöðvar í vatnsbólunum í Heiðmörk hefur lækkað úr $0.85 \text{ m}^3/\text{s}$ í $0.63 \text{ m}^3/\text{s}$ á árunum 1992-1997 [19].

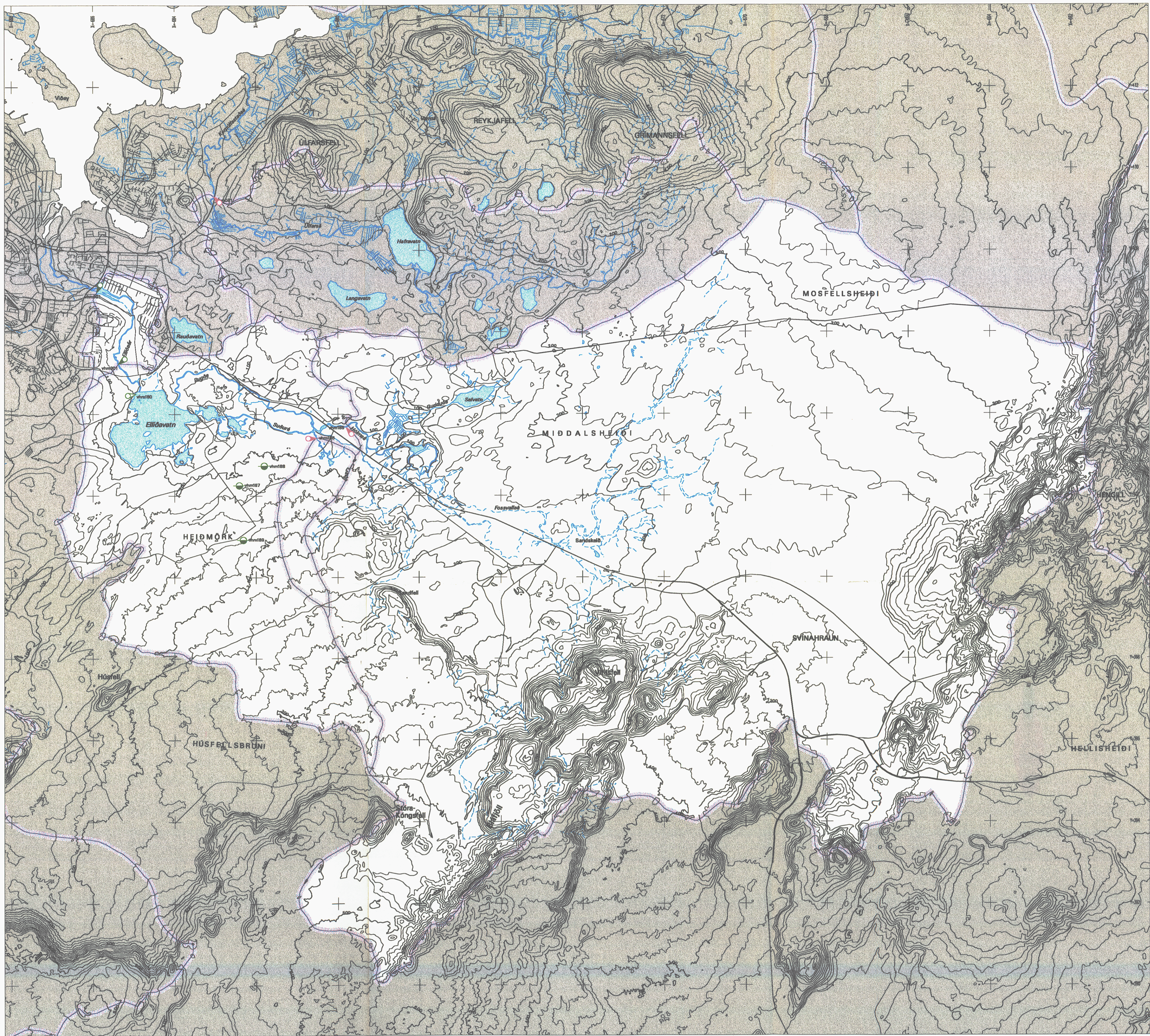
Samkvæmt athugun á ársrennsli Elliðaáanna (sjá kafla 4) verður þess ekki tölfræðilega vart með marktækum hætti, að minnkuð vatnstaka Vatnsveitu Reykjavíkur í Heiðmörk hafi áhrif til aukins rennslis í Elliðaánum, né heldur að aukningin þar á undan hafi áhrif til minna rennslis.

Vatnstaka í Vatnsendakrika í Heiðmörk (norðan Húsfells) hefur aukist undanfarin ár og er um 20% af heildarvinnslu Vatnsveitunnar [5]. Vatnsendakrika er ekki á vatnasviði Elliðaáanna og því hefur vatnstaka þar hvorki áhrif á vatnsvinnslu eldri vatnstökusvæða né á innrennsli til Elliðavatns. Þar er talinn möguleiki á vinnslu á allt að $0.5 \text{ m}^3/\text{s}$ í framtíðinni.

Heimildir

- [1] Árni Snorrason 1983. *Analysis of Multivariate Stochastic Hydrological Systems using Transfer Function Models*. Ph.D. thesis, University of Illinois, USA.
- [2] 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.
- [3] 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.
- [4] Freysteinn Sigurðsson og Kristinn Einarsson 1988. Groundwater Resources of Iceland. - Availability and Demand. *Jökull*, 38, bls.35-54.
- [5] Jón G. Óskarsson 1999. *Vatnstaka Vatnsveitu Reykjavíkur í Heiðmörk*. Persónulegar upplýsingar.
- [6] Knud Zimsen 1917. Rafmagnsstöðin í Reykjavík. *Tímarit VFÍ* 1917, 2.árg. Reykjavík.
- [7] Kristinn Einarsson og Snorri Zóphóníasson 1998. *Athugun á ársrennsli Elliðaánna 1929-1995 með hliðsjón af mögulegum langtímabreytingum*. Unnið fyrir Rafmagnsveitu Reykjavíkur. Orkustofnun, Vatnamælingar, greinargerð KE/SZ-1998/02, 23 bls.
- [8] Kristinn Guðmundsson 1993. *Flóð þrettán vatnsfalla*. Samvinnuverk Vegagerðar ríkisins og Orkustofnunar. Orkustofnun, Vatnsorkudeild, OS-93044/VOD-03, 43 bls.
- [9] Kristinn Guðmundsson og Páll Jónsson 1994. *Flóð þrjátíu vatnsfalla*. Samvinnuverk Vegagerðar ríkisins og Orkustofnunar. Orkustofnun, Vatnsorkudeild, OS-94042/VOD-03, 77 bls.
- [10] Löggildingarstofan 1920-23. *Íslensk veðurfarsbók*. Gefin út af Veðurfræðideild Löggildingarstofunnar. Reykjavík.
- [11] Markús Á. Einarsson 1976. *Veðurfar á Íslandi*. Iðunn. Reykjavík.
- [12] Sigfinnur Snorrason og Snorri Zóphóníasson 1996. *Vatnasvið Elliðaánna. Gagnaskýrsla*. Unnið fyrir Rafmagnsveitu Reykjavíkur. Orkustofnun OS-96054/VOD-08 B, 26 bls. texti ásamt nokkur hundruð bls. með töflum og myndum í viðaukum.
- [13] Sigurjón Rist 1990. *Vatns er þörf*. Bókaútgáfa Menningarsjóðs. Reykjavík.
- [14] Trausti Jónsson 1986. *Veðurfar á höfuðborgarsvæðinu*. Skipulagsstofa höfuðborgarsvæðisins. 26 bls. Reykjavík.

- [15] Trausti Jónsson 1990. *Úrkoma og veðurlagsflokkun*. Í: Guttormur Sigbjarnarson (ritstj.) 1990. *Vatnið og landið*, bls. 269-276. Orkustofnun.
- [16] Trausti Jónsson 1993. *Veður á Íslandi í 100 ár*. Ísafold, Reykjavík, 237 bls.
- [17] Vatnsveita Reykjavíkur 1981. *Vatnsból Reykjavíkur og vatnasvið Elliðaáanna I*. 76 bls., Vatnsbólnefnd, Reykjavík.
- [18] Vatnsveita Reykjavíkur 1982. *Vatnsból Reykjavíkur og vatnasvið Elliðaáanna II*. 29 bls., Vatnsbólnefnd, Reykjavík.
- [19] Vatnsveita Reykjavíkur 1999. *Helstu stærðir Vatnsveitunnar*. Heimasíða Vatnsveitu Reykjavíkur, www.vatn.is.
- [20] Veðurstofa Íslands 1929–97. *Veðráttan, ársyfirlit*. Reykjavík.



Reykjavíkurborg
Orkuveita Reykjavíkur

Reykjavíkurborg
Borgarverkfræðingur

Orkustofnun
Vatnamælingar

ELLIÐAÁR

Vatnasvið og vatnshæðarmælakerfi
Catchment area and water gauges



Hnitakerfi Lambert. Hæðarlínubíll 20 m
Kortgrunnur Staðfræðilíkt LMI og gögn frá LUKR



15974 806

Tákn

- 📍 Rennissistöð
- 📍 Vatnsborðstöð
- 📍 Grunnvatnsstöð

Litir

- Vatnsháskaparstöð
- Svæðisstöð
- Samanburðarstöð
- Rekstrarstöð
- Rannsóknarstöð

- 📍 Vatnasvið Elliðaárna
- 📍 Vatnaskil

VOD-VM-897 SV/KE/PJh
09.03.20 VOD-VM-897 SV/KE/PJh 09.03.20

