

## NÝTING VATNA TIL RAFORKUFRAMLEIÐSLU Líklegir árekstrar við önnur nýtingarsjónarmið

Hákon Aðalsteinsson, Orkustofnun

### 1. Inngangur

Íslendingar hafa margvísleg not af vötnum.<sup>1</sup> Fyrrum var sú notkun fyrst og fremst tengd fæðulífsbjörg, og hafði mikla þýðingu víða um land. Nú skiptir öflun matbjargar úr vötnum minna máli. Meira máli skipta nú tekjur veiðiréttarhafa af annars vegar veiðifíkninni, og hins vegar öflun fiskjar til vinnslu og sölu bæði innanlands og til útflutnings. Þáttur vatnsfalla í orkuöflun þjóðarinnar hefur verið mikilvægur og farið vaxandi frá því að fyrsta meiriháttar vatnsaflsstöðin var reist í Elliðaánum um 1920. Talið er að hægt sé að tífalda þennan þátt í nýtingu vatna.

Það er þannig nærtækt að álykta að beislun vatnsorkunnar geti haft víðtæk áhrif á aðra notkun vatna, og að varla fari hjá því að einhverjir árekstrar geti orðið við önnur sjónarmið um nýtingu. Þau eru annars vegar tengd veiðihlunnindum sem áður getur, og hins vegar nauðsyn þess að vernda einhver vötn, vatnsföll eða heil vatnasvæði. Tilgangur verndunar getur verið margvíslegur, og forsendur fyrir mati á verndargildi að sama skapi. Mikilvægur þáttur í verndun varðar útivistargildi og á því sviði mætast hagsmunir verndunar og veiðihlunninda hvað varðar t.d. stangveiði.

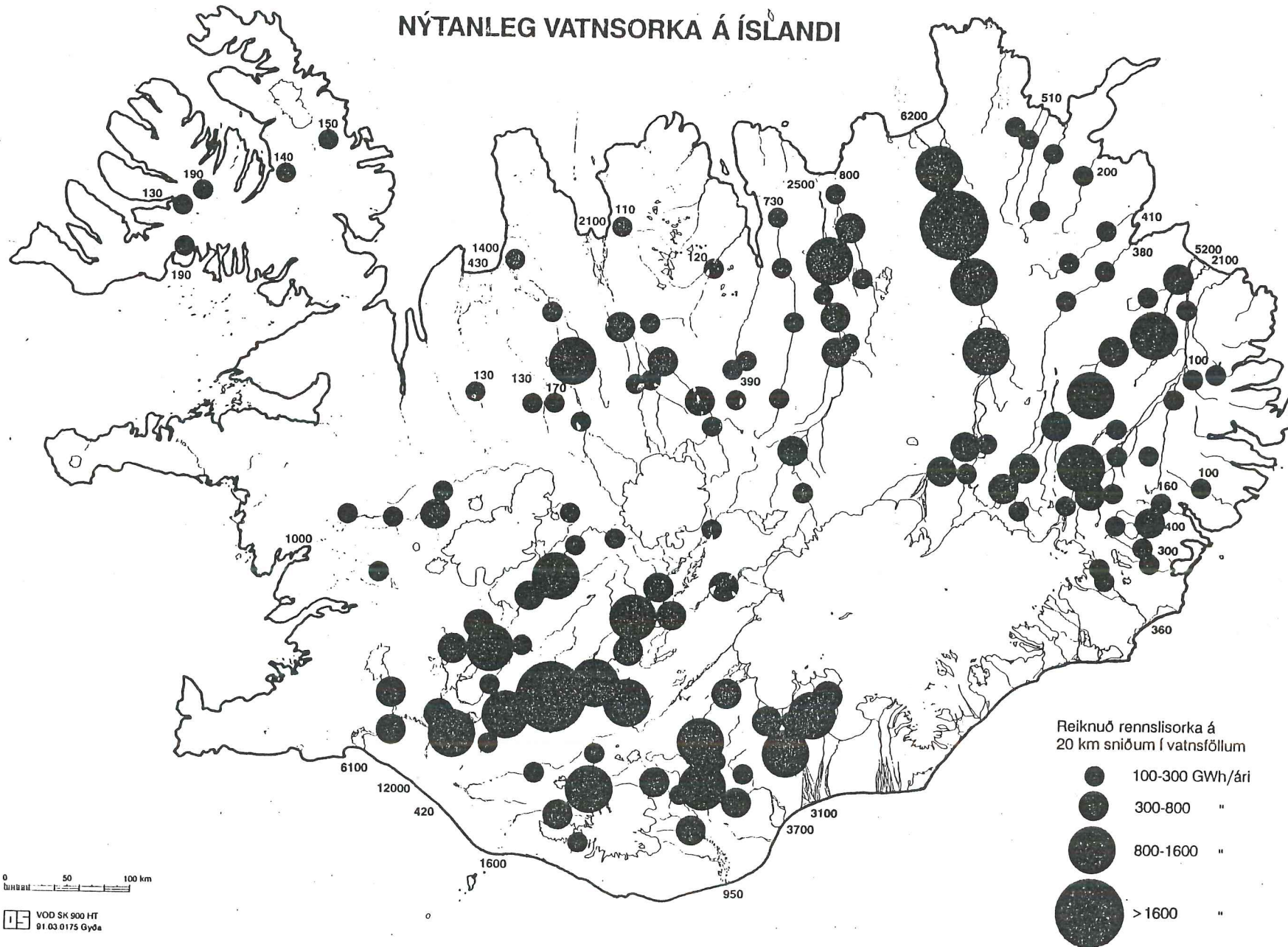
### 2. Skipuleg nýting vatna

Fáum blandast hugur um að fyrr en seinna er nauðsynlegt að fjalla um skipulag á nýtingu þessarar auðlindar. Til þess að það verði gert af einhverju viti þarf að fjalla um nýtingu vatna á heildstæðan hátt. Ýmsar áætlanir hafa verið settar fram um virkjanleika vatnsorkunnar. Þær byggðust framan af á takmarkaðri þekkingu á vatnafari og lélegum landakortum, þ.e. meira á innsæi en staðgóðum upplýsingum (sjá yfirlit Sigurðar Þórðarsonar 1990).

Á Orkustofnun hefur á undanförunum árum verið fetuð slóð að heildarmati á virkjanlegum vötnum á Íslandi. Sú vinna byggir á víðtæku neti vatnshæðarmælistöðva, sem gerir það mögulegt að áætla afrennsli allra helstu vatnsfalla landsins og það er í aðalatriðum nægilegt til að fara nærri um rennsliseiginleika annarra vatnsfalla. Á Orkuþingi 1981 var slíkt heildarmat fyrst kynnt (Haukur Tómasson 1981). Talið er að tæknilega nýtanleg vatnsorka sé um 64 TWh/ári. Erfitt er að meta nákvæmlega hve mikið af því verði hagkvæmt að nýta, en með því að miða við ákveðnar lágmarksstærðir um fall á tiltekinni vegalengd og orkuframleiðslu (Haukur Tómasson og Hákon Aðalsteinsson 1991; Haukur Tómasson 1991) er talið að hagkvæmt verði að nýta 40-45 TWh/ári (mynd 1). Ef gert er ráð fyrir að eðlilegt tillit til náttúruverndarsjónarmiða geti skert þessa orku um 10-15% (Hákon Aðalsteinsson 1991), má gera ráð fyrir að hagkvæm vatnsorka sé um 35 TWh/ári.

<sup>1</sup> Fleirtölumyndin vötn er hér notað í víðtækri merkingu, eins og fyrrum tíðkaðist, og getur bæði átt við stöðuvötn og fallvötn.

# NÝTANLEG VATNSORKA Á ÍSLANDI





Náttúruverndarráð hefur birt tvö yfirlit um verndargildi vatna; Vatnavernd (Arnþór Garðarsson 1978) og Fossar á Íslandi (Sigurður Þórarinnsson 1978). Hvorugt er tæmandi heimild um verndargildi, og vegna skorts á rannsóknum er margt tekið með í skráningu, sem þarf að grisja eftir frekari rannsóknir, t.d. eru öll stærri vötn á landinu flokkuð í verndarflokka. Til þess að tryggja sem best að flestar gerðir vatna verði valdar til verndunar skiptir Arnþór landinu upp í svæði eftir jarðfræði- og landfræðilegum eiginleikum. Fyrir nokkrum árum lét Orkustofnun taka saman skrá um stöðuvötn á Íslandi (Hákon Aðalsteinsson o.fl. 1989). Markmið þeirrar skráningar var m.a. að hafa handbært yfirlit um vötn á virkjunarsvæðum, svo betur væri hægt að gera sér grein fyrir áhrifum tiltekinna virkjunarlausna á þá mögulegu auðlind.

Samkvæmt yfirliti um íslensk vötn, sem byggist á áður nefndri stöðuvatnaskrá, eru 31 stöðuvatn á landinu stærri en 5 km<sup>2</sup>, þar af 4 manngerð, þ.e. miðlunarlón vatnsaflsvirkjana (Hákon Aðalsteinsson 1990 a). Nokkrum náttúrulegum stöðuvötnum er lítilsháttar miðlað eða vatnsborði stjórnað. Þau helstu eru Þingvallavatn, Elliðavatn, Skorradalsvatn, Svínavatn, Laxárvatn og Mývatn. Þórisvatn er eina vatnið sem til þessa hefur tekið gagngerðum breytingum af þessum sökum. Áætlanir um vatnsaflsvirkjanir ná aðeins til örfárra vatna sem eru stærri en 5 km<sup>2</sup>. Þau eru bergvötnin Reyðarvatn í Borg., Íshólsvatn, og Langisjór, og Lögurinn og Hvítárvatn, sem eru jökulskotin vötn. Langisjór gæti hæglega orðið jökulskotið aftur.

Ekkert heildaryfirlit er til um veiðihlunnindi í vötnum. Skýrslur um laxveiðar í ám eru þær einu sem gera mögulegt að meta þau sem slík. Skráning silungsveiði er mun ófullkomnari, og kann að standa veiðiréttareigendum fyrir þrifum, ef byrjað verður að taka nýtingarákvarðanir á þann hátt sem hæfir í upplýsingaþjóðfélagi.

### 3. Einkenni vatnsorku og vatnsorkustaða

Vatnsorkan er í flestum tilfellum bundin við staði þar sem árnar falla af hálendinu niður á láglandi, og er þannig að mestu ofan fiskgengra hluta ána.

Langstærstur hluti þessarrar vatnsorku er í jökulám, sem fæstar hafa mikla hagnýta þýðingu til annarra nota, en þar er í mörgum tilvikum um ýmis álitamál að ræða, sem flest varða náttúruvernd. Þar er fyrst að nefna að jökulárnar eru vatnsmestu ár landsins, og þar eru því margir af mikilfenglegustu fossum landsins. Einnig er vert að athuga sjónarmið varðandi verndun jökulár sem slíkrar. Hinar stærri og lengri jökulár blandast fljótt vatni af öðrum uppruna, og eru því ekki lengi hreinræktaðar jökulár. Slíkar er helst að finna í vatnsföllum sem koma sunnan undan Vatnajökli og Mýrdalsjökli, en þær eru yfirleitt ekki virkjanlegar. Í töflu 1 er að finna lista yfir helstu jökulár landsins með helstu vatnafræðilegum stærðum og mati á framburði þeirra.

Í fáum tilvikum er um árekstra við fiskveiðar að ræða, sem aðallega stafar af því að fáar jökulár eru veiðiár. Nokkrar jökulár eru mikilvæg gönguleið fyrir lax og silung, og þar verður að tryggja fiskgöngur, t.d. Hvítá í Árn., Þjórsá, Hvítá í Borg. og Blanda.

Þau skilyrði sem góður vatnsorkustaður þarf að hafa eru í aðalatriðum tvenns konar:

- Að hægt sé að nýta mikið fall á stuttri vegalengd.
- Að hægt sé að miðla vatni milli árstíða.

Því meiri dragáreinkenni og vatnsrennsli, því stærra miðlunarlón, og því meira virkjanlegt vatn, því lengri leið er hagkvæmt að veita vatni.

TAFLA 1. Helstu jökulár á Íslandi, helstu vatnafræðileg einkenni og aurburður.

Lengd ána er miðuð við ós, eða ármót þegar jökuláin er þverá Vatnasvið ána er gefið við ós eða ármót og mælistað (Sigurjón Rist 1990). Meðalrennsli er úr gagnaskrá Vatnamælinga OS. Meðalaurburðurinn er meðaltal allra mælinga 1963-1990, en fjöldi athugana sem byggt er á er í sviga (Svanur Pálsson og Guðmundur H. Vigfússon 1991). Meðaltölin eru talin gefa þökkalega hugmynd um innbyrðis samburð milli ána. Flestar athuganir eru frá sumarmánuðum, þegar aurburður er mestur, og með því að gera ráð fyrir að sá háttur í sýnatöku líki þökkalega eftir vægi einstakra árstíða í heildaraurburði, ættu meðaltölin að vera nærri lægi. Meðalstyrkur aurs við jökul er metin með því að gera ráð fyrir að hlutfall vatnasviðs undir jökli miðað við vatnasvið við mælistað gefi hugmynd um þynningu aurstyrks frá jökli að mælistað. Heildaraurburður er frá Hauki Tómassyni (1990).

Vatnsfall	Lengd ár km	Vatnasvið				Meðal rennsli m <sup>3</sup> /s	"Meðal" aurb. mg/l	"Meðal" aurb. v. jökul mg/l	Heildar aurb. Þús tn/ár
		Við ós km <sup>2</sup>	Við mælist. km <sup>2</sup>	Undir jökli km <sup>2</sup>					
				km <sup>2</sup>	%				
Hvítá Borg, Kljáfoss	86	3880	1685	360	21	83	91 (104)	500	250
Blanda Löngumýri	125	2370	1690	183	11	43	258 (115)	2300	500
V-Jökulsá Goðdalir	50	825	808	103	13	21	304 (112)	2300	(200)
A-Jökulsá Skatastaðir	81	1200	1100	136	12	40	147 (13)	1200	(200)
Skjálf.flj. Stóruvellir <sup>1</sup>	178	3860	2600	140	5	82	135 (67)	2500	400
J. á Fjöllum Grímsst.	206	7750	5700	1400	24	164	1470 (263)	6000	8000
J. á Dal Brú	150	3700	2010	900	45	120	1310 (149)	2800	9000
" Hjarðarhagi	"	"	2810	900	32	151	1150 (317)	3500	
J. í Fljótssdal Hóll	61	600	575	135	23	28	382 (256)	1600	350
J. í Lóni v. brú	25	540	510	100	19	-	300 (53)	1700	1200
Hornarfj.flj. v. brú	17	-	430	280	65	-	215 (8)	330	100
Kolgríma v. Skálafell	8	335	330	240	80	34	220 (55)	300	200
Fjallsá v. brú	8	-	412	360	87	38	195 (9)	220	300
Kvíá í Öraefum <sup>2</sup>	4	33	30	22	67	(4)	790 (50)	1200	200
Svínafellssá v. brú <sup>2</sup>	7	50	50	34	68	(6)	850 (16)	1200	400
Skaftafellsá v. brú	27	395	270	85	31	-	800 (21)	2600	600
Skeiðará v. brú	33	1474	1275	1130	89	-	2350 (364)	2700	7000
Gígjukvísl v. brú	25	273	173	112	65	-	1640 (180)	2500	1000
Núpsvötn v. brú	24	760	650	375	58	-	1180 (65)	2000	1500
Súla v. brú	7	420	420	355	84	-	2520 (60)	3000	
Núpsá v. brú	31	230	160	20	12	"	360 (12)	3000	
Djúpá v. brú	34	340	260	115	44	25	723 (211)	1700	1000
Hverfisfljót v. brú	38	360	345	190	55	41	1010 (206)	1800	
Skaftá Skaftárdal	70	1430	1385	365	26	115	1025 (177)	3800	4000
Hólmsá Hrífunes <sup>3</sup>	49	500	500	175	35	34	523 (203)	1500	1200
Skálm v. brú	12	130	128	25	20	-	1540 (108)	7800	400
Múlakvísl v. brú	12	190	186	115	62	-	2990 (209)	4800	2400
J. á Sólheimasandi	9	117	110	75	68	-	953 (223)	1400	800
Markarfljót v. brú	100	1200	1070	240	22	-	677 (164)	3000	2400
" á Emstrum	49	1200	560	105	19	38	350 (23)	1800	
Þjórsá Urriðafoss *	230	7530	7200	1010	14	362	330 (178)	2400	3700
" Sandafell *	"	"	6320	1010	16	303	175 (241)		
" Sóleyjarhöfði	"	"	1740	435	25	-	580 (22)	2300	1500
Tungnaá Hald	129	3470	3440	555	16	167	380 (121)	2400	
" Vatnaöldur	116	1700	1350	135	10	86	284 (56)	2800	1500
" Jökulheimar	"	"	250	125	50	-	1780 (49)	3600	
" Jökulkrokur	"	"	-	-	100	-	2330 (101)	2300	
Jökulgliskvísl v. brú	18	107	100	10	10	-	200 (24)	2000	
Kaldakvísl Þóristungur	109	1740	1700	420	25	-	380 (23)	1500	700
" Þórisós	"	"	1230	420	34	47	935 (7)	2700	
Ölfusá Selfoss	185	6100	5760	620	11	398	104 (128)	1000	900
Hvítá Brúarhlöð	160	4500	2075	620	30	108	92 (106)		
Jökulfall	58	380	300	70	23	-	470 (20)	2000	
Fúlakvísl	45	(600)	(600)	(150)	(25)	-	740 (9)	3000	
Tungufljót Faxi	60	770	720	250	35	50	150 (63)	430	

\* Flest sýni frá Þjórsá við Urriðafoss eru tekin á árunum 1962 - 1975, og nær öll sýnin frá Þjórsá við Sandafell eru tekin eftir að Köldukvísl var veitt til Þórisvatns, og flest eftir að Krókslón var myndað í farvegi Tungnaár. Áætlað er að framburðar í Þjórsá hafi minnkað úr 3700 í 800 Þús tn á ári eftir miðlun Köldukvíslar og Tungnaár og stíflun Þjórsár við Sultartanga. Aur Tungnaár fellur úr 1500 í 300 þús. tn á ári og aur Köldukvíslar fellur svo til allur út í Sauðafellslóni og Þórisvatni. (Haukur Tómasson 1982, 1990).

<sup>1</sup> Vhm 50 Goðafoss

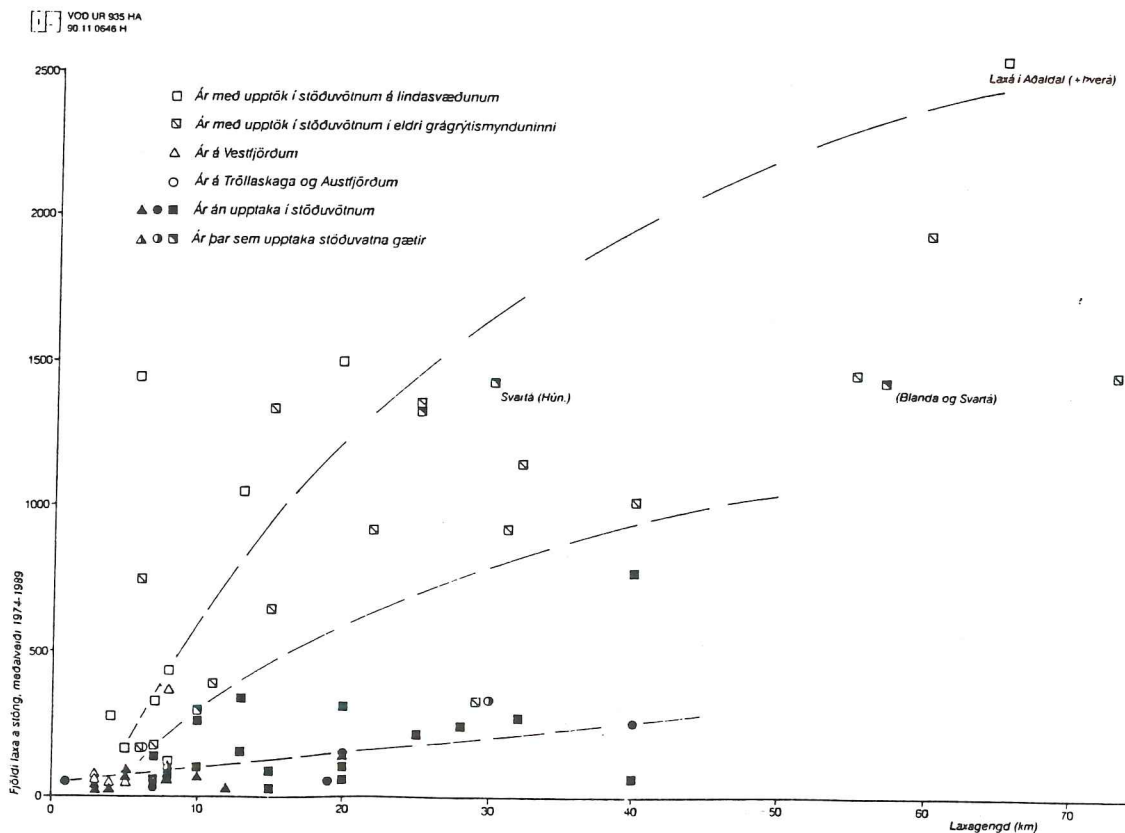
<sup>2</sup> Meðalrennsli áætlað með hliðsjón af Kolgrímu og Fjallsá

<sup>3</sup> Vhm 231 Framgil



Jökulár bera með sér feiknin öll af fínum jarðefnum. Þær eru gruggugar að sjá og sleppa litlu ljósi niður í vatnið, og grófasti hluti efnanna skriður með botni og eirir engu sem annars hefði skilyrði til að dafna þar. Jökulár skila því að öllum líkindum lítilli lífrænni framleiðslu, en lítið er um rannsóknir því til staðfestingar. Miðlunarlón í jökulá fellir út framburð, og í slíkum lónum fellur meira en 80% af honum út ef viðstaða vatns er næg (Haukur Tómasson 1982). Jökuláin er eftir það mun gegnsærri og botnskrið horfið, og þegar við bætist að rennsli jafnast má búast við betri skilyrðum fyrir vatnalíf. Þessum þáttum og öðru sem varðar áhrif virkjana á vötn er gerð frekari skil í Hákon Aðalsteinsson 1981; 1986.

Flestar bestu laxveiðiárnar eru bergvatnsár sem eiga upptök sín að stórum hluta í stöðuvötnum (mynd 2). Þessu sambandi má lýsa á mismunandi hátt, og hér hef ég valið að sýna tengsl milli fjölda veiddra laxa á stöng og lengdar hins fiskgenga hluta ána. Þessar staðreyndir er nauðsynlegt að hafa í huga, þegar farið er að meta hugsanleg áhrif af virkjun á fiskgengd og veiði. Eins og fyrr segir eru flestir bestu virkjunarstaðirnir undir hálendisbrún, þ.e. ofan þess hluta ána, sem er fiskgengur, eins og fram kemur í töflum 3-10. Miðlunarlón er lítið annað en stöðuvatn með breytilegu vatnsborði. Slíkar vatnsborðsbreytingar hafa lítil áhrif á svifframleiðslu vatnanna, og því má búast við að aukinn hlutur stöðuvatna í afrennsli ána auki framboð á lífrænu reki; bæti skilyrði fyrir smádýralíf og fisk. Lífmassi plöntusvifs í vötnum er breytilegur. Algeng gildi eru um 0,2 mg í lítra (Hákon Aðalsteinsson 1990 b), og vatn sem skilar 1000 lítrum á sekúndu ( $1 \text{ m}^3/\text{s}$ ) yfir sumartímenn færir á sem úr því rennur um 20 kg af plöntusvifmassa á sólarhring í vöggugjöf, eða um 2 tn yfir sumarmánuðina.



MYND 2. Tengsl laxveiða við laxagengd í ám af mismunandi gerðum.

#### 4. Virkjanleg bergvötn og hliðstæður

Til þess að geta lagt mat á það hve mikils vatnsorkunýting krefst af vötnum, er nauðsynlegt að hafa eitthvað til samanburðar. Hér er annars vegar borið saman við hliðstæð vatnsföll að stærð og hins vegar við laxveiðiár, þar sem til eru veiðiskýrslur. Landinu er skipt upp eftir megin-  
kennum í jarðfræði og landfræði:

1. Vesturland og Norðvesturland: Tertíer berggrunnur, en lágar grónar heiðar gefa fremur næringarrík vötn.
2. Vestfirðir: Gamall tertíer berggrunnur, víða sterk dragaréinkenni og vötn í snauðari kantinum, en lindárþáttur er þó víða meiri en í sambærilegum ám á Austfjörðum.
3. Norðausturland: Að undanskildum Tröllaskaga sem er úr gömlum tertíer berggrunni og hraunbreiðu Ódáðahrauns, eru þar víða láglendar grónar heiðar með næringarríkum vötnum.
4. Austfirðir: Gamall tertíer berggrunnur, þar sem dragaréinkenni eru ríkjandi. Einnig grónar heiðar, en vatn af þeim fellur víðast hvar fljótt til jökulvatna.
5. Suðurland: Einkennist af nálægð ungra jarðlaga og víðáttumikilla hrauna, þar sem stór lindavötn eru áberandi. Þar eru þó tertíer grágrýtissvæði, bæði í V-Skaftafellssýslu og milli höfuðáanna á Miðsuðurlandi, með vötnum af blandaðri gerð.

Nánari greining á virkjunarmöguleikum og ýmsum sjónarmiðum varðandi þá er að vænta í skýrslu, sem höfundur hefur tekið saman, og verður birt síðar.

##### 4.1 Vestfirðir

Ítrustu virkjunarhugmyndir gera ráð fyrir að safna vatni annars vegar af Glámuhálendi ofan 460-470 m y.s. til einnar virkjunar, líklega í Hestfirði, og hinsvegar af Steingrímsfjarðar- og Ófeigsfjarðarheiði til virkjunar í Ófeigsfirði.

Fyrirnefnda veitan mun ríra rennsli til margra vatnsfalla á utanverðri Barðaströnd, í Arnarfirði og við Djúp. Gera má ráð fyrir að meðalrennsli minnki um allt frá þriðjungi að helmingi núverandi rennslis á láglendi í viðkomandi ám. Í eldri hugmyndum var gert ráð fyrir nokkrum einstökum virkjunum með minni veitum af næstu vatnasviðum. Áhrif af þeirri virkjunarleið á vatnsföllin hefði verið nokkuð önnur, því að í flestum tilfellum hefði vatnið skilað sér í botni dalanna með jafnara rennsli og í flestum tilvikum með meira rennsli úr stöðuvötnum. Það má leiða líkum af því að síðarnefnda leiðin hefði getað haft jákvæð áhrif á veiði.

Síðarnefnda veitan mun sameina mögulega virkjun við austanvert Djúp og virkjun Hvalár í Ófeigsfirði. Um megin áhrif þessarra kosta gildir það sama og um mismun virkjunarleiða á Glámuhálendi.

Sem stendur er ekki hægt að segja fyrir um hvort margar dreifðar og fremur smáar virkjanir eða safnveitur og tvær stórar virkjanir verða fyrir valinu. Muni raforkukerfi landsins mótast af stórum notendum á næstu áratugum, er líklegt að stórar einingar verði fyrir valinu.

Nokkur Stöðuvötn verða fyrir áhrifum og eru þau helstu talin í töflu 2.

TAFLA 2. Miðlanir vegna virkjunar með veitu vatns af Glámuhálendi.

Vatn	Stærð km <sup>2</sup>	Vatnsb. m y.s.	Vatnsborðs- sveifla	Ný stærð km <sup>2</sup>
Stóra Eyjavatn	1,6	570	570-555	1,6
Hólmavatn	0,8	491	499-487	1,5
Kjálkavatn	0,7	508	512-500	1,1
Tröllárvatn	0,8	497	500-490	1,3
Nýrnævötn	1,4	564	569-564	2,5
Miðdalsvatn	0,6	472	473-468	0,6
Rjúkandivatn	0,2	568	574-565	0,5
Hundsvatn	0,8	573	574-560	0,8

Allmörg af stærri vatnsföllum fjórðungsins verða fyrir áhrifum, en finna má hliðstæð vatnsföll sem yrðu óhreifð (tafla 4).

Á Vestfjörðum eru 54 fiskihverfi, þar af eru 17 laxveiðiár, flestar í Strandasýslu. Af þessum ám eru fjórar í Djúpi, og af þeim yrðu þrjár fyrir áhrifum miðað við fyrirbyggjandi virkjunaráætlanir (tafla 3). Ekki er líklegt að mikil áhrif yrðu á veiði í Vatnsdalsá, því að varla minnkar rek úr vatninu við skemmri viðstöðutíma í því.

TAFLA 3. Laxveiðiár á Vestfjörðum, upplýsingar um laxgengd og meðalveiði árána 1974 til 1989, ásamt hæstu og lægstu veiðitölunum.

Vatnsfall	Vatnasvið Km <sup>2</sup>	Lengd ár km	Meðal laxveiði 1974-1989	Laxgengd km
Fjarðarhornsa (Kollaf.)	40	10	22 ( 0- 60)	4
Vatnsdalsá	97	15	(50)	2
Suðurfossa	37	5	(50)	3
Laugardalsá (Djúp)	56	16	377 (125-703)	8
Hvanneyrardalsá	68	12	17 ( 3- 52)	3
Langadalsá	150	15	131 ( 31-277)	20
Hvannadalsá	90	19	59 ( 24-120)	3
Selá (Steingr.f.)	210	33	22 ( 0- 60)	12
Staðará	180	20	65 ( 25-124)	10
Víðidalsá	72	12	68 ( 12-182)	3
Hrófá	74	17	40 ( 14- 85)	3
Krossá í Bitru	55	12	110 ( 41-180)	(7)
Víkurá	57	14	85 ( 5-219)	5
(Prest)Bakkaá	40	10	69 ( 21-123)	8
Laxá (Hrút.)	57	14	60 ( 9-165)	5



TAFLA 4. Virkjanlegar ár á Vestförðum; nokkrar vatnafræðilegar stærðir og samanburður við ár með svipað vatnasvið.

Vatnsfall	Vatnasvið km <sup>2</sup>	Lengd km	Áætlað meðal rennsli (m <sup>3</sup> /s)*
<i>Virkjanlegt:</i>			
<i>Glámusvæði</i>			
Mjólka	35	5	3
Höfsá í Arn.	20	8	1.5
Dynjandisá	35	8	3
Vatnsdalsá	97	15	7
Kjálkafjarðará	25	7	2.2
Vattardalsá	80	13	5.5
Skötufjarðará	89	15	7
Hvanneyrardalsá	68	12	(2.5)
<i>Steingrímsfjarðar- og Ófeigsfjarðarheiði</i>			
Langadalsá	150	15	7
Lágadalsá	86	19	5
Hvannadalsá	90	19	(4)
Þverá	45	16	2
Hafnardalsá	43	17	2
Selá í Djúpi	210	17	11
Eyvindarfjarðará	62	16	4
Hvalá	180	23	11
Rjúkandi	76	21	4.5
Selá í Steingr.f.	210	33	11
<i>Til viðmiðunar:</i>			
Þorskafjarðará	94	18	4
Djúpadalsá	53	15	2.2
Gufudalsá	53	14	2.3
Múlaá	42	9	2.5
Skálmardalsá	48	12	3.2
Ósá (Patr.)	19	7	(1.5)
Laugardalsá (Tálkn.)	12	7	(1)
Selárdalsá	18	6	1.5
Hrafnsyrará	22	7	2
Sandaá (Dýr.)	54	10	(4.5)
Botnsá (Dýr.)	28	6	(2)
Lambadalsá (Dýr.)	37	9	(3)
Núpsá (Dýr.)	30	10	(2.5)
Laugardalsá	56	16	(2)
Húsadalsá	60	13	2
Múlaá, Ísaf.	59	14	3.6
Bjarnarfjarðará	152	15	7
Staðará í Steingr.f.	170	20	8.5
Hrófá í Steingr.f.	74	17	3.7

\*) Tölur í sviga eru ágiskaðar út frá samanburði á vatnasviði þeirra og nálægra áa, þar sem meðalrennsli byggir á mælingu eða vatnafræðilegum útreikningum.



#### 4.2 Vestur- og Norðvesturland

Á Vesturlandi eru tvö vatnsorkusvæði, Grímsá úr Reyðarvatni og Hvítá í Borgarfirði. Gamlar áætlanir eru til um virkjun Botnsár í Hvalfirði, en litlar líkur á virkjun þar. Reyðarvatn yrði hækkað lítilsháttar og miðlað til virkjunar í Tunguá. Það er talið geta opnað nýtt uppeldis og veiðisvæði í Tunguá og stækkað veiðihverfið í heild, þótt eitthvað kynni að draga úr veiði í Reyðarvatni. Í Hvítá eru til áætlanir um virkjun við Kljáfoss, en engar um virkjun ofar í ánni. Á Vesturlandi eru margar af bestu laxveiðiám landsins (tafla 5). Með fiskvegi í Hvítá má koma í veg fyrir umtalsverð áhrif á veiði í efri hluta árinna, og þar með yrðu áhrif virkjana á veiðihlunnindi hverfandi.

TAFLA 5. Virkjanlegar ár á Vesturlandi, nokkrar vatnafræðilegar stærðir, og samanburður við hliðstæðar laxveiðiár í landsfjórðungnum.

Vatnsfall	vatnasvið (km <sup>2</sup> )		Lengd ár (km) að virkjun	Laxgengd km	Meðal laxveiði og spönn 1974-'93
	við sjó/ármót	við virkjun			
<i>Virkjanlegt:</i>					
Grímsá/Tunguá	308	114	35	32	1343 (717-2116)
Hvítá, Kljáfoss	3500	1600	25	51	456 (213- 788)
" Norðlingafljót	"	590	55	"	
<i>Til viðmiðunar:</i>					
Laxá í Leirársveit	142			20	1010 (545-1887)
Flókadalsá	160			13	335 (181- 613)
Reykjadalsá	210			20	99 ( 33- 275)
Þverá/Kjarrá	482			60	1922 (1082-3558)
Norðurá	320			55	1492 (856-2132)
Langá	206			25	1283 (610-2405)
Álftá	118			20	304 (154- 485)
Hítará	318			29	318 (151- 649)
Haffjarðará	300			(15)	662 (465-1131)
Straumfjarðará	221			11	370 (161- 755)

Á Norðvesturlandi eru vatnsorkusvæði í botnum Víðidals og Vatnsdals (Forsæludals). Lítið virðist vera um möguleika á miðlun vatns í Víðidalsá, þannig að líklega er vafasamt að þar verði virkjað. Öðru máli gegnir um Vatnsdalsá, þar virðist vera um ýmsa möguleika að ræða. Virkjun yrði ofan hins fiskgenga hluta ánni í báðum tilvikum. Í Vatnsdalsá fengist jafnara rennsli og meira af aðrennsli úr stöðuvötnum. Á Norðvesturlandi eru margar góðar laxveiðiár (tafla 6) og ekki líkur á að það breytist við mögulegar virkjanir.

Hugmyndir um virkjun Vatnsdalsár eru mjög lauslegar. Ein gerir ráð fyrir veitu úr Álftaskálará og Bríkará um V-Gilsvatn og Þrístiklu að lóni sem yrði myndað með stíflu við Bótarfell. Ennfremur eru möguleikar á miðlun og veitu sem næði til Eyjavatns og V-Friðmundarvatns. Þau vötn eru bæði á Náttúruminjaskrá. Við áætlun um Vatnsdalsá er ekki ólíklegt að tekið verði nokkurt tillit til þess að nokkur vötn hafa þegar verið nýtt vegna Blönduvirkjunar. Í töflu 7 er yfirlit um þau vötn sem um ræðir ásamt hliðstæðum vötnum, sem eru utan væntanlegs virkjunarsvæðis. Að vísu á eftir að meta miðlunarþörf og skoða nánar hvernig henni yrði mætt, og þar

TAFLA 6. Virkjanlegar ár á Norðvesturlandi; nokkrar vatnafræðilegar stærðir, og samanburður við hliðstæðar laxveiðiár á svæðinu.

Vatnsfall	Vatnasvið (km <sup>2</sup> )		Lengd ár (km) að virkjun	Laxgengd km	Meðal laxveiði og spönn 1974-'93
	við sjó/ármót	við virkjun			
<i>Virktanlegt:</i>					
Vatnsdalsá í Forsæludal	1170	300	45	40	974 (571-1582)
<i>Til viðmiðunar:</i>					
Hrútafjarðará/Síká	367			10	311 (194- 536)
Miðfjarðará	790			73	1382 (583-2581)
Víðidalsá/Fitjá	1130	250		25	1276 (604-2023)
Laxá á Ásum	294			15	1262 (625-1881)
Blanda og Svartá	2370			(60)	1302 (421-2858)

gætu ýmis vötn komið til greina. Bleikjuveiði er í flestum vötnum á Grímsstunguheiði. Reynolds frá Skandínávíu segir að bleikja þoli vatnsborðsbreytingar betur en urriði, en áhrifin eru háð því hve miklar þær eru.

TAFLA 7. Vötn á Grímsstunguheiði og Auðkúluheiði, bæði vötn sem þegar eru hluti af Blönduveitu og gætu orðið fyrir áhrifum af virkjun í Vatnsdalsá og vötn til viðmiðunar.

Vatn	Hæð y.s. m	Stærð km <sup>2</sup>	Meðaldýpi m
<i>Blönduvirkjun:</i>			
Þrístikla	450	4.0	5.5
Smalatjörn	450	0.21	< 0.5
A-Friðmundarvatn	435	2.0	0.8
Gilsvatn	417	1.4	0.5
<i>Virkjun í Vatnsdalsá:</i>			
V-Gilsvatn	470	0.13	
Þrístikla	455	0.12	
V-Friðmundarvatn	441	5.1	1.2
Eyjavatn	437	1.7	(0.7)
<i>Önnur vötn á Auðkúluheiði:</i>			
Blönduvatn	490	1.1	
Galtaból	450	1.4	4.1
Ásendatjörn	430	0.45	
Lómatjörn	430	0.27	< 0.5
<i>Önnur vötn á vatnasv. Vatnsdalsár:</i>			
Galtarvatn	510	0.65	
Gedduvatn	505	0.5	
Svínavatn	490	0.86	
Þórarinsvatn	490	0.77	
Refkelsvatn	470	0.54	
Mjóavatn	448	2.5	0.8
Úlfkelsvatn	438	0.54	(0.7)

### 4.3 Norðausturland

Til Norðausturlands tel ég svæðið frá Tröllaskaga til og með Vopnafirði. Bakkafjörður og Vopnafjörður tilheyra að sönnu Austfirðingafjörðungi, en í land- og jarðfræðilegu tilliti er meira skylt með þeim og Þistilfirði en Austfjörðum. Á Norðausturlandi eru ýmis vatnsorkusvæði. Þau sem teljast nýtanleg eru talin í töflu 8, en hinsvegar er naumast hægt að tala um að um þau séu til virkjunaráætlanir nema í Skjálfandafljóti við Íshólsvatn, því að ekki er vert að halda gömlum hugmyndum á lofti svo mjög sem allar forsendur, þar með talið viðhorf manna hafa breyst. Á þessu svæði eru margar frægar laxveiðiár (Laxá í Aðaldal og Hofsa og Selá í Vopnafirði), og ár sem eru blandaðar sjóbirtings og laxár (Fnjóská og Skjálfandafljót). Í Fnjóská eru þrjú virkjunarsvæði, þar sem trúlega yrði virkjað beint úr lóni ef til kæmi, en miðlunarmöguleikar eru sennilega takmarkaðir.

TAFLA 8. Virkjanlegar ár á Norðausturlandi; nokkrar vatnafræðilegar stærðir, og samanburður við hliðstæðar laxveiðiár á svæðinu.

Vatnsfall	Vatnasvið (km <sup>2</sup> )		Lengd ár (km) að virkjun	Laxgengd km	Meðal laxveiði og spönn 1974-89
	við sjó/ármót	við virkjun			
<i>Virkjanlegt:</i>					
Fnjóská v. Þverá	1300	1100	20		
Fnjóská v. Nes	1300	1000	30		
Fnjóská v. Reyki	1300	420	40	40	255 ( 93-554)
Skjálfandafljót n. Goðafoss	3780	3100	28	30	340 ( 67- 721)
Hafralónsá, Þistilfirði	560	170	25	25	213 ( 25- 361)
Miðfjarðará, Bakkafirði	300	140	20	7	138 ( 15- 248)
Selá, Vopnafirði	750	360	30	40	783 (123-1523)
Hofsá, "	1100	400	40	31	924 (141-1710)
<i>Til viðmiðunar:</i>					
Eyjafjarðará	1300			49	19 ( 7- 71)
Laxá ásamt Þverám	2150			65	2591 (1567-3941)
Ormarsá á Sléttu	232			7	176 ( 45- 350)
Deildará á Sléttu	46			6	162 ( 27- 357)
Svalbarðsá, Þist.	350			13	155 ( 29- 257)
Sandá, Þist.	257			10	267 ( 35- 474)
Hölná, Þist	320			10	96 ( 11- 219)
Vesturdalsá, Vopnafirði	190			28	248 ( 34- 513)



#### 4.4 Austfirðir

Á Austurlandi eru helstu vatnsorkusvæðin bundin jökulánum, og það gildir reyndar einnig um Norðausturland. Í bergvatnsám eru nokkrir vatnsorkustaðir, og er hinna nýtilegu getið í töflu 9). Þar eins og á Vestfjörðum er verið að kanna virkjun með safngöngum. Mögulegt er að veita vatni yfir vatnaskil á svonefndum Hraunum austan Fljótsdals, en þá falla forsendur fyrir virkjun í Grímsá (Geitdalsá), Hamarsá og Geithellnaá. Engir árekstrar eru fyrirsjáanlegir við veiðihagsmuni á þessum virkjunarsvæðum, enda eru þeir litlir. Meðalrennsli á láglandi í Hamarsá og Geithellnaá mun minnka um helming.

TAFLA 9. Virkjanlegar ár á Austfjörðum; nokkrar vatnafræðilegar stærðir og samanburður við ár með svipuð vatnasvið.

Vatnsfall	Vatnasvið km <sup>2</sup>	Lengd km	Áætlað meðal rennsli (m <sup>3</sup> /s)*
<i>Virkjanlegir:</i>			
Fjarðará Sf.	71	11	5
Grímsá	585	54	28
Fossá í Ber.	104	22	8.5
Kelduá	445	47	27.5
Hamarsá	280	31	29
Geithellnaá	190	31	21
<i>Til viðmiðunar:</i>			
Fjarðará Borg.	126	15	7
Fjarðará Loðm.	90	12	6
Norðfjarðará	110	19	8
Eskifjarðará	60	10	4.5
Sléttuá, Rf.	104	11	9
Dalsá, Ff.	66	13	(5)
Breiðdalsá	370	36	31
Berufjarðará	60	12	4.5
Hofsá, Álfaf.	188	25	20
Laxá í Lóni	109	25	(9)
Laxá á Nesjum	114	20	10

\* Tölur í sviga eru ágískadar út frá samanburði á vatnasviði þeirra og nálæggra áa, þar sem meðalrennsli byggir á mælingu eða vatnafræðilegum útreikningum.

#### 4.5 Suðurland

Vatnsorkusvæði eru mörg á Suðurlandi, en þau eru flest, og öll þau stærstu, í jökulánum. Flestar af stærri bergvatnsánnum eru virkjanlegar og kynnu sumar hinna að tengjast veitum vegna virkjana í jökulám, einkum í Vestur Skaftafellssýslu. Til dæmis er mögulegt að Hverfisfljót verði virkjað niður í Geirlandsá. Virkjun í Hólmsá/Tungufljóti eru hluti af virkjunarröð, sem mjög lauslegar hugmyndir eru um. Lindavatn úr Hólmsá væri hugsanlega hægt að virkja niður á svonefndar Kálfasléttur, og ásamt hluta Skaftár niður í Tungufljót og síðar neðar í Tungufljóti, eða af Kálfasléttum til baka í Skaftá. Tveggja þrepa virkjun gæti orðið í Stóru Laxá, og í Tungufljóti er möguleiki á virkjun skammt ofan ármóta við Hvítá. Tungufljót hefur einnig blandast inn í hugmyndir um virkjun Hvítár. Aðeins í Stóru Laxá er um veruleg laxveiðihlunnindi að ræða (tafla 10), og líklega einnig mikilsverð hrygningar og uppeldissvæði, en þau eru neðan helsta vatnsorkusvæðisins, og svipað gildir líklega um Rangárnar og Brúará, en þær ár eru ekki síður silungsveiðiár.

TAFLA 10. Virkjanlegar ár á Suðurlandi; nokkrir vatnafræðilegir þættir, og samanburður við laxveiðiár í landsfjórðungnum.

Vatnsfall	Vatnasvið (km <sup>2</sup> )		Lengd ár (km) að virkjun	Laxgengd km	Meðal laxveiði og spönn 1974-89
	við sjó/ármót	við virkjun			
<i>Virkjanlegt:</i>					
Hólmsá/Tungufljót	1200	700	(30-40)		32 (19- 74)
Eystri Rangá	560	120	20	20	
Ytri Rangá	1000	890	25	> 25	227 (10- 1622)
Stóra Laxá	500	310	22	32	284 (76-707)
Tungufljót (Árn.)	640	420	25	10	
Brúará	680	200	25	(20-25)	57 (19- 92)
<i>Til viðmiðunar:</i>					
Geirlandsá	140			8	65 (26-162)
Eldvatn	260			(15-20)	21 ( 3- 51)
Kerlingadalsá	80			( 5-10)	79 (16-169)
Kálfá	85			13	33 ( 2-104)

*Heimildaskrá*

- Arnþór Garðarsson 1978. *Vatnavernd. Íslensk vatnakerfi og verndun þeirra*. Náttúruverndarráð. Fjölrit nr. 4, 43 bls.
- Haukur Tómasson 1981. *Vatnsafl Íslands, mat á stærð orkulindar*. Erindi flutt á Orkuþingi 1981. Rannsóknaráð ríkisins, bls. 107-120.
- Haukur Tómasson 1982. *Áhrif virkjunarframkvæmda á aurburð í Þjórsá*. Orkustofnun, OS-82044/VOD-07, 39 bls.
- Haukur Tómasson 1990. Aurburður í íslenskum ám. Í: Guttormur Sigbjarnarson (ritstjóri) 1990: *Vatnið og Landið*. Vatnafræðiráðstefna, október 1987. Orkustofnun, 161-167.
- Haukur Tómasson 1991. *Vatnsaflsforðinn og nýting hans*. Erindi flutt á Orkuþingi 1991, 14 bls.
- Haukur Tómasson og Hákon Aðalsteinsson 1991. *Vatnsorkulindir landsins, áttak í grunnrannsóknunum*. Erindi flutt á ársfundi Orkustofnunar 1991. Orkustofnun, OS-910010, bls 45-53.
- Hákon Aðalsteinsson 1981. *Tengsl svifaura og gegnsæis í jökulskotnum stöðuvötnum*. Orkustofnun, OS-81027/VOD-12, 30 bls.
- Hákon Aðalsteinsson 1986. *Vatnsaflsvirkjanir og vötn. Náttúrufræðingurinn 56:109-131*.
- Hákon Aðalsteinsson 1990 a. Flokkun stöðuvatna á Íslandi. Í: Guttormur Sigbjarnarson (ritstjóri) 1990: *Vatnið og Landið*. Vatnafræðiráðstefna, október 1987. Orkustofnun, 145-160.
- Hákon Aðalsteinsson 1990 b. *Vatnalíffræði Íslands, hugleiðingar um efnistösk. Brunnur lifandi vatns*. Afmælisrit til heiðurs Péttri M. Jónassyni próf. sjötugum. Háskóli Íslands - Háskólaútgáfa, 58-64.
- Hákon Aðalsteinsson 1991. *Kostnaður af náttúruvernd og landnýtingu*. Erindi flutt á Orkuþingi 1991, 9 bls.
- Hákon Aðalsteinsson, Sigurjón Rist, Stefán Hermannsson og Svanur Pálsson 1989. *Stöðuvötn á Íslandi, skrá um vötn stærri en 0,1 km<sup>2</sup>*. Orkustofnun, OS-89004/VOD-02, 48 bls.
- Sigurður Þórarinnsson 1978. *Fossar á Íslandi*. Náttúruverndarráð. Fjölrit nr. 2, 43 bls.
- Sigurður Þórðarson 1990. Virkjanleiki vatnsins. Í: Guttormur Sigbjarnarson (ritstjóri), 1990: *Vatnið og Landið*. Vatnafræðiráðstefna, október 1987. Orkustofnun, bls. 231-234.
- Sigurjón Rist 1990. *Vatns er þörf*. Bókaútgáfa Menningarsjóðs, 248 bls.
- Svanur Pálsson og Guðmundur H. Vigfússon 1991. *Niðurstöður svifaursmælinga 1963-1990*. Orkustofnun, OS-91017/VOD-03 B, 151 bls.