

Vatnafar - mælingar og rannsóknir

Hákon Aðalsteinsson

Greinargerð HA – 2007/001

Greinargerð nr.: HA – 2007/001	Dags.: Desember 2007	Dreifing: Opin x Lokuð <input type="checkbox"/>
		Skilmálar:

Heiti greinargerðar / Aðal- og undirtitill: Vatnafar mælingar og rannsóknir	Upplag: 25
	Fjöldi síðna:
Höfundar: Hákon Aðalsteinsson	Verkefnisstjóri: HA
Gerð greinargerðar / Verkstig:	Verknúmer: 3044921

Unnið fyrir:

Samvinnuaðilar:

VM

Útdráttur:

Farið er yfir vatnshæðarmælakerfi landsins eftir landshlutum. Landshlutaskiptingin er að mestu byggð á vatnafarslegum skyldleika. Metið er hversu vel kerfið getur skilað nægilegum gögnum til heildarsýnar yfir vatnafar landsins. Fyrir hvert svæði er tafla sem greinir frá mælistöðvum sem eru og hafa verið í rekstri og sem geta nýst til rannsókna á vatnafari. Ennfremur fylgir hverju svæði kort með mælum í langtímarekstri sem skila upplýsingum um náttúrulegt rennsli eða því sem næst. Við mat á gloppum sem þyrfti að fylla í er tekið mið af öllum ofangreindum mælum, þ.e. einnig þeim sem eru eða hafa verið í skammtímarekstri. Gerð er grein fyrir rannsóknarstarfi VM og áherslum á einstaka sviðum, að mestu byggt á hugmyndum starfsmanna VM.

Lykilorð:

Vatnafar, vatnsbúskapur, vatnshæðarmælar, rannsóknir

Undirskrift verkefnisstjóra:



Yfirfarið af:

KE, ÁSn.

1 INNGANGUR

Vatn er mikilvæg auðlind. Aðgangur að heilnæmu neysluvatni er lífsnauðsyn og augljóslega mikilvægt heilbrigðismál. Í hegðun vatnsins við tiltekna aðstæður getur einnig verið fólgin ógnun lífi og eignum, sbr. tíðar fregnir af flóðum. Í hófstílltari hegðun þess á hringrás sinni eru fólgin mikil verðmæti sem nýtt eru til ýmissa hluta, þar sem orkuvinnsla er best þekkt.

Hvort sem er til að nýta sér jákvæða eða verjast neikvæðum eiginleikum vatnsins, er nauðsynlegt að tryggja staðgóða þekkingu á vatnafari landsins. Skilgreina þarf ábyrgð á öflun og viðhaldi þekkingar og umfang hennar.

Orkustofnun og undanfari hennar hefur tengst þekkingaröflun á vatnafari nánast frá upphafi mælinga (sjá nefndarálit (2003) um rannsóknir og vöktun á vatnafari¹). Markmið hins opinbera er nær eingöngu orðað í almennu hlutverki Orkustofnunar samkvæmt lögum um hana, en þetta almenna hlutverk öðlast jafnframt skilgreint innihald með lögum um nýtingu vatns og í auðlinda-stjórnun, sbr. lög um jarðrænar auðlindir og vatnalög. Á grundvelli þessa hlutverks er gert ráð fyrir að Orkustofnun muni deila ábyrgð á upptöku Vatnatilskipunar ESB með Umhverfisstofnun, einkum hvað varðar eðlisræna þætti og gagnagrunna.

2 Vatnshæðarmælakerfið

Orkumálasvið og Vatnamælingar hafa með sér rammasamning um rekstur vatnshæðarmælakerfis Orkustofnunar. Rammasamningurinn fjallar um uppbyggingu kerfisins til nokkurra ára, gæðakröfur sem aðilar eru ásáttir um og ákvæði um rekstrarsamning sem er endurnýjaður árlega. Gæðakröfurnar felast annars vegar í tíðni heimsóknna og hins vegar í eftirliti með rennslislyklum. Þetta er nauðsynlegt að gera því að það er beint samband milli gæða og kostnaðar. Rammasamningur var gerður 1997 til 5 ára. Hann hefur ekki verið endurnýjaður, en andi hans er enn grundvöllur rekstrarfyrirkomulags á vatnshæðarmælakerfi því sem Orkustofnun hefur ábyrgð á. Áður en þessi samningur var gerður fór fram endurskoðun bæði á umfangi kerfisins og verkaskiptingu hins opinbera, orkufyrirtækja o.fl. við rekstur kerfisins.

Við þá endurskoðun sem fram fór á árunum 1996-1997 var það kerfi sem Orkustofnun rak minnkað um 30%, um helmingur þess fór til annarra rekstraraðila, einkum Landsvirkjunar og um helmingur þess sem þá var eftir var lagt niður eða rekstur þeirra aðlagður flóðagreiningu á vegum Vegagerðarinnar, en það merkir að rennslislyklum er ekki haldið við. Hluti af því svigrúmi sem hefur tekist að mynda síðan, t.d. við að Landsvirkjun hefur yfirtekið mæla í tengslum við leyfi til rannsókna og virkjunar, hefur verið nýtt til að endurvekja rennslisgæfni flestra þessara mæla, þ.e. í Haukadalsá í Hvammsfirði, Vatnsdalsá í Forsæludal, Hjaltadalsá og Selá í Vopnafirði.

Í upphafi samningstímans var vhm-kerfi Orkustofnunar alls 6.250 rekstrareiningar, auk nokkurra veðurstöðva. Á árinu 2001 var samið um 6.005 rekstrareiningar, en þá hafði það verið þróað og aðlagð raunverulegum rekstri, og m.a. teknar inn nokkrar veðurstöðvar sem voru í reiðileysi og ennfremur bætt við hitamælingum á nokkrum stöðvum. Nokkru síðar fékkst fjárframlag, samsvarandi 200 rekstrareiningum, til að koma upp viðvörunarkerfi í ám sem tengjast eldstöðvum undir jökli. Í samningum um rekstur kerfisins 2007 fást nú 5.235 rekstrareiningar fyrir samsvarandi upphæð og 6.050 rekstrareiningar voru árið 2001, miðað við verðgildi fjárveitinga til Orkustofnunar.

Æskilegt er að skilgreina hlutverk (skyldur) hins opinbera á sviði vatnafarsþekkingar, sem ætti að ná a.m.k. yfir stóru drættina í vatnsbúskapi landsins. Afurð þess og birting yrði m.a. í formi

¹ Rannsóknir og vöktun á vatnafari. Nefndarálit, nóvember 2003.

afrennsliskorts og tengdu afrennslislíkani. Rétt er að hafa þó í huga að markmið með söfnun og úrvinnslu vatnafarsupplýsinga eru ekki sett í eitt skipti fyrir öll.

Hversu langt eiga skuldbindingar hins opinbera að ná? Því verður ekki svarað hér að öðru leyti en að síðar í þessari skýrslu er lagt mat á hvar helstu gloppur eru í mælakerfi VM.. Eeftirfarandi kafli er listi yfir helstu þætti sem hafa áhrif á vatnsbúskap, og þekking á þeim er nauðsyn til að öðlast skilning á vatnafari landsins.

Vatnsbúskapur – afrennsliskort:

Hvað þarf til? Hverjir eru helstu þættir sem ráða vatnsbúskap?

1. Veðurfar
 - a) hiti, sólfar
 - b) úrkoma (regn og snjór)
2. Afrennslisli – afrennsliseiginleikar – tímabreytileiki
 - a. Þáttur jökla
 - b. Þáttur grunnvatns
 - c. Mikilvægir ytri mótunarþættir (externalities)
 - i. Jarðfræði, jarðgerð (lekt, misleitni o.fl.)
 - ii. Gróður
 - iii. Landslag; m.a. hryfi, stöðuvötn

Afleiddir þættir:

1. Flóð og þurrðir, flóða- og þurrðaspár
2. Aurframburður, efnaframburður

Eftir hve mikilli nákvæmni er sóst? Hverjum á þekkingin að þjóna?

Fyrsta augljósa vísbendingin um nákvæmni er **þéttleiki** mælistöðva. Önnur er **fjöldi mæliára**, þ.e. lengd tímaraða.

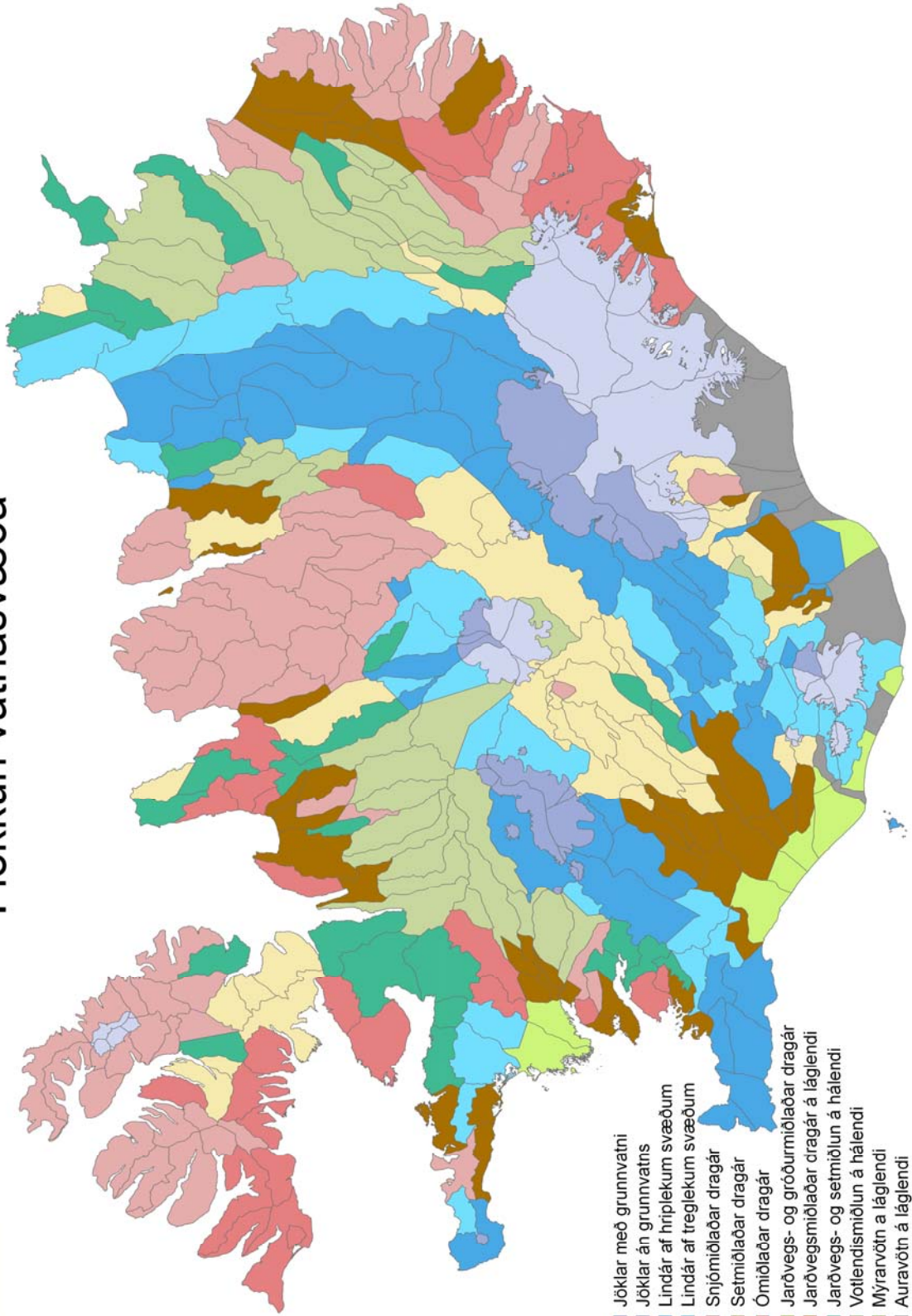
Fjarlægð á milli stöðva er ekki einhlítur mælikvarði á þéttleika, heldur verður einnig að taka mið af landfræðilegri sundurgerð landsins og veðurfari. Orkustofnun lét sérfræðinga sína (á OMS og VM) flokka vatnasvæði landsins eftir vatnafræðilegum eigindum þeirra². Út komu um 10 megin vatnafarsflokkar. Í tengslum við norræn verkefni um mögulegar afleiðingar veðurfarsbreytinga á vatnafar, hefur verið unnið nokkuð úr áratuga gögnum vatnamælinga, sem hafa m.a. sýnt mikla fjölbreytni í afrennsliseiginleikum, sem líklega má rekja til landfræðilegs mismunar á annars nálægum vatnasviðum³. Auk þess er oft augljós vatnafræðilegur munur innan sama vatnasviðs, og eru jöklar augljósustu dæmi þessa. Af þeim sökum eru sums staðar fleiri en einn mælir í sama vatnsfalli.

Í greiningu á þörfum fyrir upplýsingar má gera ráð fyrir að settar verði mismunandi kröfur um nákvæmni eftir því hvaða hagsmunir eru í húfi. Slíkar kröfur munu ráða miklu um kostnað af gagnaöflun, en þyngstu kostnaðarliðirnir eru fólgnir í rekstri vhm-kerfis og jöklamælingum. Það er ekkert athugavert við það að gagnaöflun byggji á mismunandi nákvæmni, aðalatriðið er að þörf á

² Freysteinn Sigurðsson, Jóna Finndís Jónsdóttir, Stefanía Guðrun Halldórsdóttir og Þórarinn Jóhannsson 2006. *Vatnafasleg flokkun vatnasvæða á Íslandi. Hvernig bregðast landsvæði við úrkomu og miðla henni*. Orkustofnun, OS-2006/013; 14 bls. + kort.

³ Jóna Finndís Jónsdóttir 2007. *Water resources in Iceland. Impacts of climate variability and climate change*. Safn ritgerða til doktorsprófs við Department of water resources engineering, Lund University.

Flokkun vatnasvæða



- Jöklar með grunnvatni
- Jöklar án grunnvatns
- Lindár af hripleikum svæðum
- Lindár af treglekum svæðum
- Snjómiðlaðar dragár
- Setmiðlaðar dragár
- Ómiðlaðar dragár
- Jarðvegs- og gróurmiðlaðar dragár
- Jarðvegsmiðlaðar dragár á láglendi
- Jarðvegs- og setmiðlun á hálandi
- Vottendismiðlun á hálandi
- Mýrarvötn á láglendi
- Auravötn á láglendi
- Jökulsker



nákvæmni sé skilgreind, og haldið til haga. Rekstur einnar rennislísgæfrar mælistöðvar kostar um 1,5-2,5 mkr eftir staðsetningu, hvað mælt er og erfiðleikum við rekstur. Vegna mikils kostnaðar er eðlilegt að reynt sé að láta hverja stöð ná yfir sem stærst vatnasvið, þótt sundurgerð þeirra geti verið talsverð. Líklega er hagkvæmast að halda sig við þetta meginsjónarmið. Til viðbótar má hafa einstaka mæla til nákvæmra mælinga á vatnafari vel skilgreindra og einsleitra vatnasvæða, auk tímabundinna mælistöðva. Þessi síðastnefndu sjónarmið hafa yfirleitt verið víkjandi.

Afrennsliskort: Orkustofnun hefur bundið miklar vonir við að stafrænt afrennsliskort gæti verið leiðbeinandi um marga af þeim þáttum sem nefndir eru hér að ofan. Ennfremur er talið að afrennsliskort og afrennslislíkön tengd því muni gera kleift að nýta takmarkaðar rennislismælingar til betri áætlana um smávirkjanir, en nú er mögulegt. Æskilegt er að vinna sem best úr sögulegum siritandi mælingum úr dreifðum vatnsföllum og tengja viðeigandi afrennslislíkani.

Kerfisreksturinn: Glöppur í kerfinu hafa blasað við lengi. Við endurskipulagningu á Orkustofnun 1996/97 neyddust menn til að létta á kostnaðinum af hinu opinbera kerfi. Að hluta var það gert með því að færa rekstur á tilteknum mælum til notenda gagnanna sem fyrr segir.

Frá því að gripið var til þessara aðgerða hefur stöðugt verið unnið að endurbótum á kerfinu, og frekari útfærslu á því hvernig megi virkja hagsmuni orkufyrirtækja og Vegagerðarinnar. Þannig hefur tekist að endurheimta nokkuð af þéttleika kerfisins, bæði með nýjum mælistöðvum og með því að gera flóðastöðvar rennislísgæfar á ný. Enn eru eftir glöppur sem talið hefur verið æskilegt að fylla í.

2.1 Grunnvatnsrannóknir

Orkustofnun (þar með taldar VM) hefur stundað rannsóknir og mælingar á grunnvatni, og á grundvelli þeirra ráðgjöf bæði til sveitarfélaga vegna neysluvatns og til orkufyrirtækja, aðallega Landsvirkjunar og ráðgjafa hennar, vegna gerðar rennislíkana fyrir vatnsaflsvirkjanir. Vatnsbúskaparmælar gefa mikilsverðar heildarupplýsingar um afköst grunnvatnskerfa. Orkustofnun hefur safnað umtalsverðum gögnum um grunnvatn. Í samstarfi við Landsvirkjun hafa niðurstöður rannsókna á Skaftárvæði verið gefnar út einnig rannsóknaskýrslur um vatnasvið Þingvallavatns fyrir Landsvirkjun. Úttekt á grunnvatni norðan Hofsjökuls liggur fyrir í handriti tilbúnu til útgáfu. Þá hefur einnig verið gerð grein fyrir gagnasöfnun á vatnasviði Skjálfafljóts ofan Bárðardals. Að öðru leyti hafa niðurstöður fyrst og fremst verið birtar í tengslum við ráðgjöf fyrir neysluvatnsöflun. Fyrir liggur nokkurt magn gagna um grunnvatn við Jökulsá á Fjöllum og í lindánum sunnan Langjökuls, en þau gögn eru mun sundurleitari en þau sem þegar hafa verið birt. Landsvirkjun rekur net grunnvatnsmæla á vatnasvið Þjórsár. Í lok greinargerðarinnar er minnst á eftirlitskerfi vegna neysluvatnsnáms á höfuðborgarsvæðinu og Reykjanesi.

3 Lýsing vatnshæðarmælakerfis

3.1 Rennsli vatnsfalla

Í töflunum hér á eftir eru taldir allir svokallaðir rennislísgæfir mælar. Þeir mæla ýmist náttúrulegt eða stýrt rennsli. Þeir þjóna mismunandi tilgangi og upplýsingar frá þeim nýtast að sama skapi til mismunandi þarfa. Þrátt fyrir stýringu rennslis vegna virkjunar (S) ætti að mega nýta líkankeyrslur í tengslum við afrennslislíkön eða a.m.k. til afstemmingar. Mælistöðvar í útrennsli stöðuvatna (N V) mæla yfirleitt ekki skammtímasveiflur í rennsli. Stöðvar í straumvatni mæla náttúrulegan breytileika í rennsli (N) viðkomandi vatnsfalls. Stöðvar í tímabundnum rekstri eru merktar sérstaklega (-t). Í nokkrum tilfellum eru mælar ekki lengur í rennislísgæfum rekstri, en fylgjast með vatnsborð (Vb). Sumar stöðvanna hafa verið settar upp í sérstöku skyni, en í öðrum tilfellum eru þeir hugsaðir sem flökkumælar. Flökkumælar eru settir upp til skamms tíma til að nema bælbrigði í afrennsli á afmörkuðum svæðum, en þeir þurfa að hafa fastar mælistöðvar að bakhjarli. Fyrsti dálkur í töflunum (vatnaflokkun) lýsir helstu eiginleikum vatnasviðsins, sbr. vatnafarsflokkunina. Vatnaflokkun er sambland landfræði- og veðurfarslegra þátta.

3.2 Vesturland (Straumsvík-Gilsfjörður)

Mikil sundurgerð er í vatnafari á Vesturlandi. Inn af Höfuðborgarsvæðinu eru hraunasvæði (H), fjalllendi sunnan Borgarfjarðar (F), vel grónar láglendar heiðar inn af nyrðri dölum Borgarfjarðar Vgr-h), snögggrónar jarðvegsríkar heiðar inn af Dölunum (Sng) og fjölbreytt landgerð Snæfellsness (Bl).

Vesturland er líklega nokkuð flókið veðurfarslega. Norðanáttinn dregur nokkuð greiðlega með sér norðlenskt veður yfir heiðar. Fjallgarðurinn á endilöngu Snæfellsnesi deilir Snæfellsnesinu í a.m.k. tvö vel aðgreind veður- og vatnafarssvæði. Fjallabálkurinn Klofningur á meira sameiginlegt með Barðaströndinni en öðrum hlutum Vesturlands.

Rennslisgæfir vhm

Mælistöð	Vatna-flokkun	Eðli mæl.	Vhm nr.	Staðar nr.	Ábyrgð	Ár í rekstri
Kaldá, Kaldársel	H	N-t	124		Hf	1963-87, 1992-94
Hamrakotslækur, Hafnarfirði	L(-tr)	N-t	422		Hf	1999-2001
Ellidaár, Ellidaárstöð	H	S	1		OR	1925- Dd
Ellidaár, Heyvað	H	S	301	301	OR	1969- Dd
Hólmsá ofan Elliðavatns	Sng	N	185	185	Borgarv	1972- Dd
Suðurá ofan Elliðavatns	Sng	N	186	186	OR	1972- Dd
Korpa við Keldnaholt	Sng	N	81	311	OS/Rvík	1956/70- Dd
Botnsá, Stóri Botn	J/Set-h	N-t	14		OS	1943/67-98, 2002-04
Bugða í Kjós	F	N V(R)	226		OS-VM	1986-2003
Andakílsárvirkjun	Bl	S	319		OS/OR	1949- Dd
Hvanneyri, lækur	J/set	N-t	457		LBHÍ	2001-02
Hvanneyri, lækur	J/set	N-t	590		“	2004-06
Grímsá, Reyðarvatnsós	H	N V	65	322	OS	1951/64- Dd
Hvítá, Kljáfoss	H	N	66	66	OS	1951/63- Dd
Norðurá, Borgarfirði, Stekkur	Vgr-h	N	128	128	OS/Veg.	1959/65- Dd
Litla Skarð, Borgarfirði	Vgr-l	N R	404		VM	1997- Dd
Haffjarðará,	Bl	N	586	586	OS	2005- Dd
Straumfjarðará, Baulárvallavatnsós	Bl	NV	16	16	OS	1944/63- 2005*
Haukadalsá, Hvammsfirði	Sng	N V	12	12	OS	1939/70- Dd

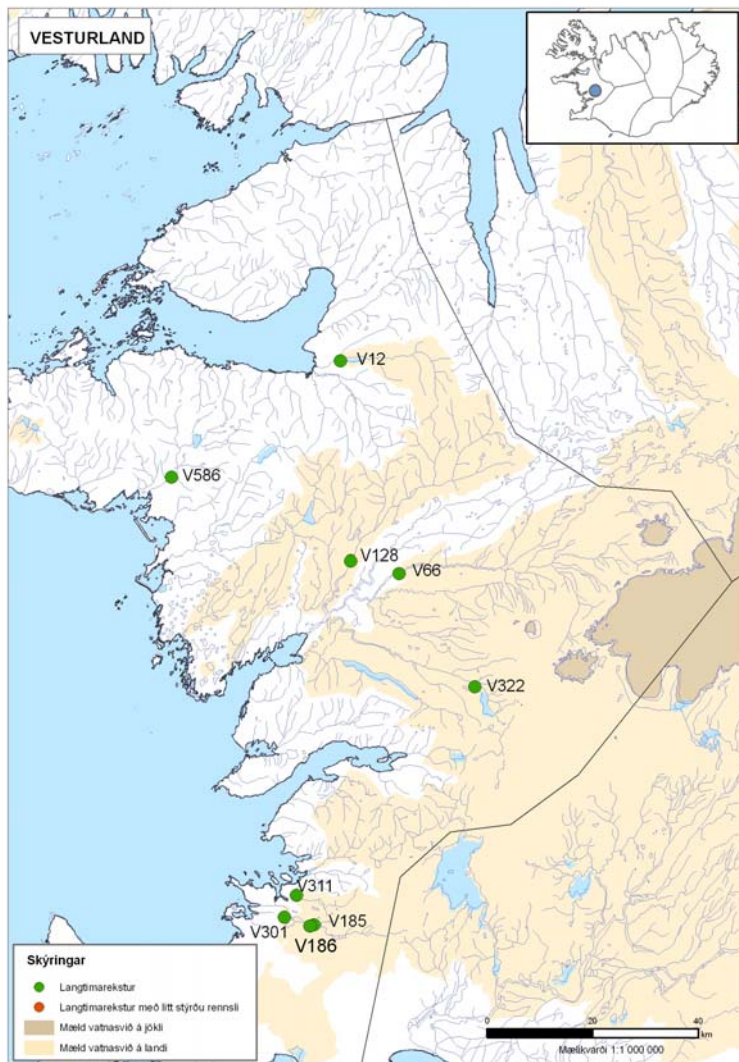
* Vonir standa til að hægt verði að koma af stað nýtilegum mælingum á ný í tengslum við virkjunarleyfi.

Með hliðsjón af landfræðilegum eiginleikum landsfjórðungsins er talið að þessir mælar gefi í aðalatriðum ágætar upplýsingar um viðkomandi landsvæði. Hins vegar hefur einungis verið einn mælir í langtímarekstri á Snæfellsnesi (Straumfjarðará), sem tæplega telst fullnægjandi. Á Vesturlandi hafa m.a. verið í rekstri tveir mælar, sem taka til mjög afmarkaðra vatnasviða, báðir tengdir rannsóknum. Sá í Litla Skarði tengist rannsóknarvatnasviði (R) nokkurra stofnana, og eru VM meðal þeirra. Mælir í Bugðu átti að gegna svipuðu hlutverki, auk þess sem ætlunin var að nýta stöðina til að gera tilraunir, t.d. með mælitæki, en að endingu dagaði hún uppi munaðarlaus. Mælir í Haukadalsá datt úr hópi rennslisgæfra mæla á tímabili.

Úrbætur:

1. Föst mælistöð á utanverðu Snæfellsnesi, t.d. í Fróðá.
2. Flökkumælar. Með fastar mælistöðvar sem bakhjarla, mætti varpa ljósi á blæbrigði í vatnsbúskapi svæðisins með flökkumælistöðvum.

Nýlegar breytingar: Mæli í Straumfjarðará var skipt út fyrir mæli í Haffjarðará, þar sem inn kemur mun stærra vatnasvið, en þó af svipuðum toga. Líklega kemur Straumfjarðará inn aftur en þá sem S-mælistöð.



3.3 Vestfirðir (frá Gilsfirði að Steingrímsfirði)

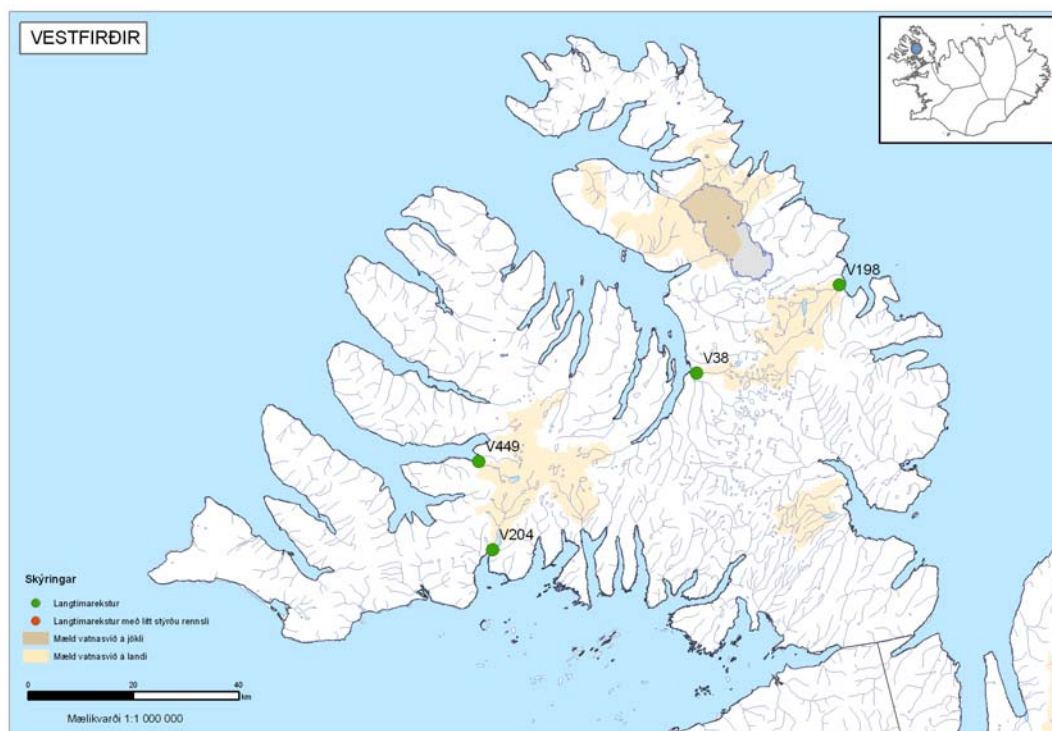
Vatnsföll á Vestfjörðum eru dragár, en með missterkum dragáreinkennum, allt frá því að vera eindregnar dragár þ.e. ómiðlaðar (Óm) eða snjómiðlaðar (Snm), í ár sem hafa miðlun í seti og jarðvegi (Setm og Jm). Mörkin á milli þessara flokka eru ekki alltaf skýr.

Rennslisgæfir vhm

Mælistöð	Vatna-flokkun	Eðli mæl.	Vhm nr.	Staðar nr.	Ábyrgð	Ár í rekstri
Vattardalsá, ofan gömlu brúar	Óm	N-t	400		OV	1996- Dd
Vatnsdalsá, Vatnsfirði, brú	Snm	N-V	204	204	OS	1976- Dd
“ dalbotn	Snm	N-t	208		OV	1991-2005
Mjólká, Arnarfirði, virkjun	Snm	S	18		OV	1947-Dd
Dynjandisá, Arnarfirði v. neðri brú	Snm	N	19	449	OS	1942/56-Dd
“ Litla Eyjavatnsós	Snm	N	104		OS	1968-82
“ Stóra Eyjavatnsós	Snm	N V-t	135		OS/OV	1966-2003
Langavatn, við útfall	Snm	N V-t	173		OV/OS	1973-2000
Hundsá, Skötufirði	Snm	N-t	199		OS	1976-2004
Fjarðará, Skötufirði, Skipphyl	Snm	N-t	402		OV	1996-2002
Fjarðará, Skötufirði dalbotn	Snm	N-t	202		OV	1977-81, 2000- Dd
Ísafjarðará, ofan Torfgils	Setm	N-t	365		OV	1995-Dd

Mælistöð	Vatna-flokkun	Eðli mæl.	Vhm nr.	Staðar nr.	Ábyrgð	Ár í rekstri
Þverá, Langadalsströnd	Snm	N	38	38	OS	1948/66- Dd
Hvalá, Ófeigsfirði	Snm	N	198	198	OS	1976- Dd
Húsadalsá, Steingr. Þverárvirkjun	Setm	S	278		OV	1992-99
Ósá, Steingrímsfirði	Setm	N-t	403		OV	1997-2002

Föstu mælistöðvunum er þokkalega dreift um svæðið, og þeir ásamt hinum tímabundnu mynda í aðalatriðum snið þvert yfir kjálkann. Ekki er lagt til að bæta við föstum stöðvum en gott væri að geta látið 2 mæla flakka til að fá betri hugmynd um afrennsli t.d. inn með Vestfjarðakjálkanum að sunnan, á annesjum og á heiðunum milli Gilsfjarðar og Steingrímsfjarðar.



3.4 Norðvesturland (frá Steingrímsfirði að Héraðsvötnum)

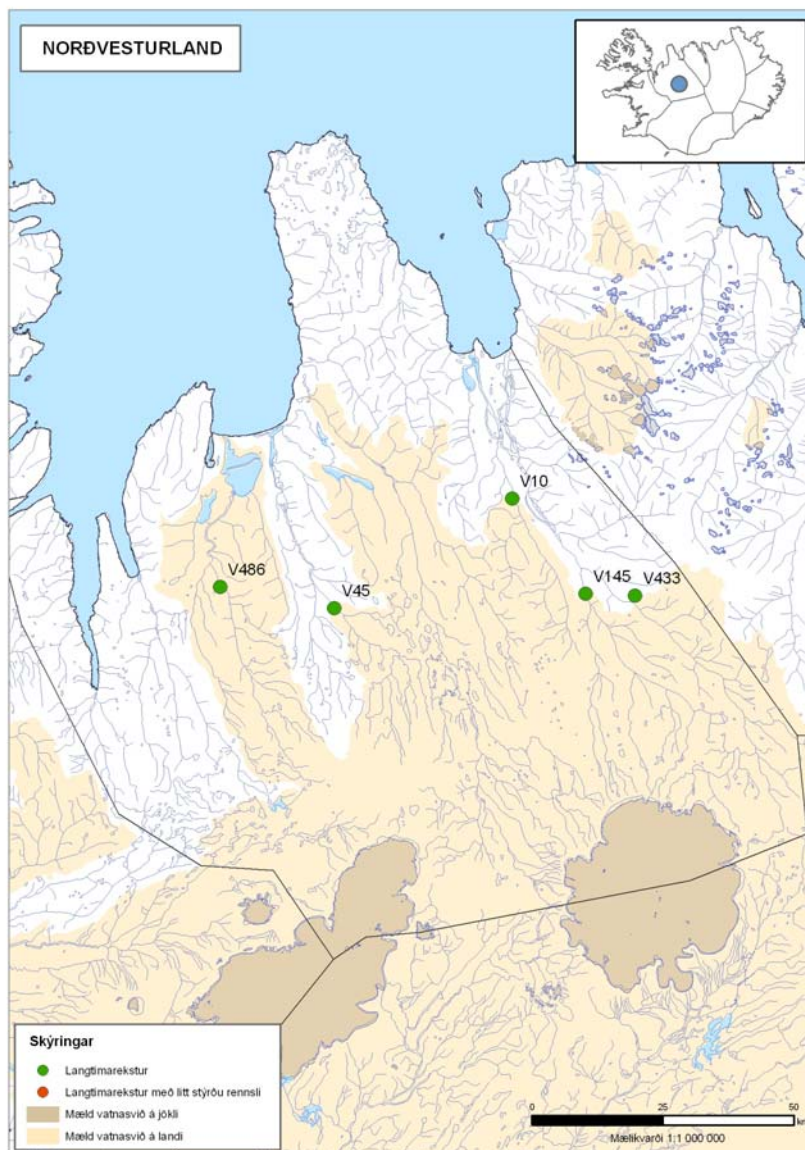
Láglendar vel grónar heiðar á hálendi (Vgr-h), oft með vötnum, eru áberandi einkenni á baklandi þessa vatnasvæðis, framhald samsvarandi heiða í Borgarfirði. Láglendið og Skaginn eru af öðrum toga og fjölbreyttari. Þar má bæði finna fjallendi með eindregnum dragám (Óm) og set- og jarðvegsmiðluðum ám á lágendi; (Jm/setm). Á þessu svæði eru stórar jökulár með nokkuð mismunandi megineinkennum, þ.e. með bergvatnspverám af mismunandi uppruna, og allt frá grónum heiðum við Blöndu að aura og hraunasvæðum við V-Jökulsá. A-Jökulsá bætir auk þess við sig umtalsverðu afrennsli af Nýjabæjarfjalli, að hluta af treglekum svæðum (L-tr).

Rennslisgæfir vhm

Mælistöð	Vatna-flokkun	Eðli mæl.	Vhm nr.	Staðar nr.	Ábyrgð	Ár í rekstri
Víðidalsá, Kolugil	Vgr-h	N	486	486	OS	2003- Dd
Fremri-Laxá neðan Svínavatns	Vgr-l	S	36		Rarik	1947/66- Dd
Vatnsdalsá, Forsæludalur	Vgr-h	N	45	45	OS	1948/55- Dd
Blanda, Stórhvammur	J/Gr-h	N/S	243		OS/LV	1988- Dd
Blanda, Löngumýri	J/Gr-h	N/S	54		OS/LV	1949/74- Dd
Seyðisá á Kili	L/Gr-h	N-t	250		LV	1990- Dd

Mælistöð	Vatna-flokkun	Eðli mæl.	Vhm nr.	Staðar nr.	Ábyrgð	Ár í rekstri
Svartá, Skagafirði, Reykjarfoss	Ja/Setm	N	10		OS	1929/62- Dd
V-Jökulsá, Goðdalir	Jö/L-hr	N	145	145	OS/LV	1970- Dd
V-Jökulsá Skiptabakki	Jö	N-t	232		OS/LV	1985- ?
Miðhlutará	L-h	N-t	331		OS	1993-2000
Hofsá, Vesturdal	L/setm	N-t	395		OS	1998- Dd
A-Jökulsá, Skatastaðir	Jö/L-tr	N	144	433	OS/LV	1970- Dd
A-Jökulsá, Eyfirðingavað	Jö	N-t	167		OS	1984- Dd
Geldingsá, Nýjabæjarafrétt	F/L-tr	N-t	269		OS	1991-2005

Með mælistöð í Víðidalsá er þetta svæði orðið viðunandi mælt, nema hvað enginn mælir er á Skaga, en þar hafa veðurmælingar lengi verið stundaðar. Vel er fylgst með afrennsli jöklanna, einkum Hofsjökuls, þar sem OS hefur stundað ákomumælingar um tveggja áratugaskeið og reknir hafa verið vhm ofarlega á vatnasviði Jökulsáanna í Skagafirði, auk tímabundinna mæla í völdum þverám ána. Mælir í Vatnsdalsá í Forsæludal datt á tímabili úr rennsligæfum rekstri.



3.5 Tröllaskagi (frá Héraðsvötnum að vatnaskilum Eyjafjarðar og Fnjóskadals)

Vatnafræðilega er þetta svæði nokkuð einsleitt fjallendi.

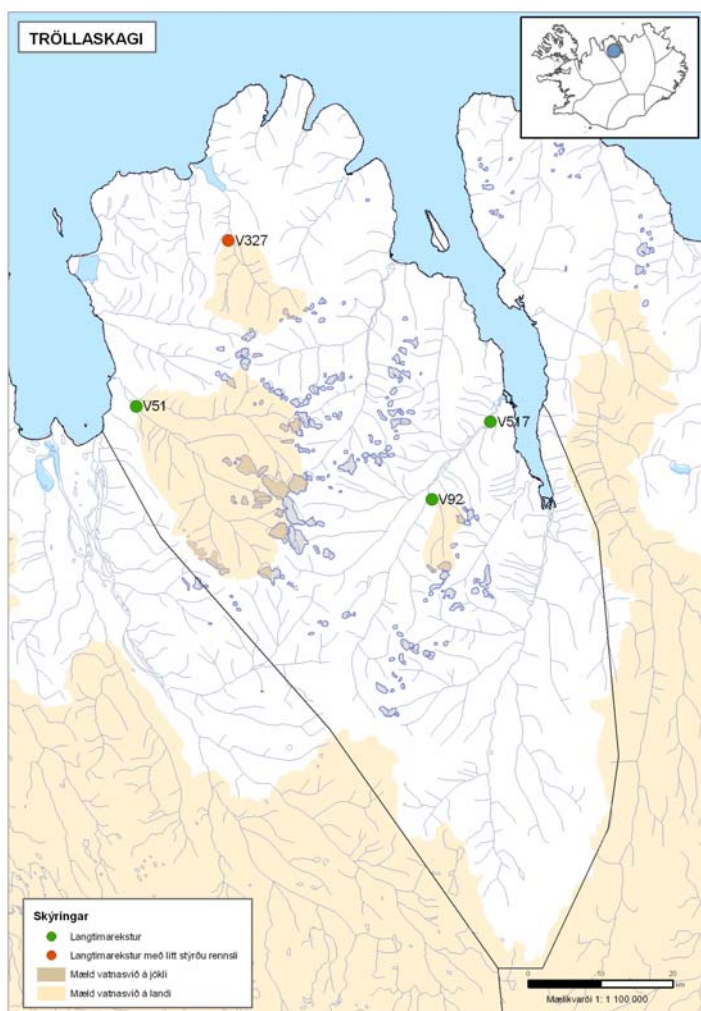
Rennslisgæfir vhm

Mælistöð	Vatna-flokkun	Eðli mæl.	Vhm nr.	Staðar nr.	Ábyrgð	Ár í rekstri
Hjaltadalsá,	F	N	51	51	OS	1957/77- Dd
Kolka, Sleitustaðir	F	N/Vb	52		OS	1957/77-2000
Fljótaá, Skeiðsfossvirkjun, Stíflu	Snm	S	327		Rarik	1945- Dd
Bægisá, S-Bægisá	F	N/Vb	92		OS/Veg	1958/65- Dd
Hörgá, v. Möðruvelli	F/Setm	N	517	517	OS	2007-

Mælir í Hjaltadalsá datt á tímabili úr rennslisgæfum rekstri.

Frá og með vatnsárinu 2007/08 verður Bægisá aftur tekin í rennslisgæfan rekstur, en það gefur greiningu á rennslisáttum hálandisins sérstaklega.

Úrbætur: Við flóð á sl. vetri fékkst staðfesting á því að Fnjóská er ekki góður fulltrúi fyrir vatnafar í Eyjafirði, og því væri æskilegt að bæta einnig við mæli í innanverðum Eyjafirði. Hann gæti e.t.v. tengst Djúpadalsvirkjun.

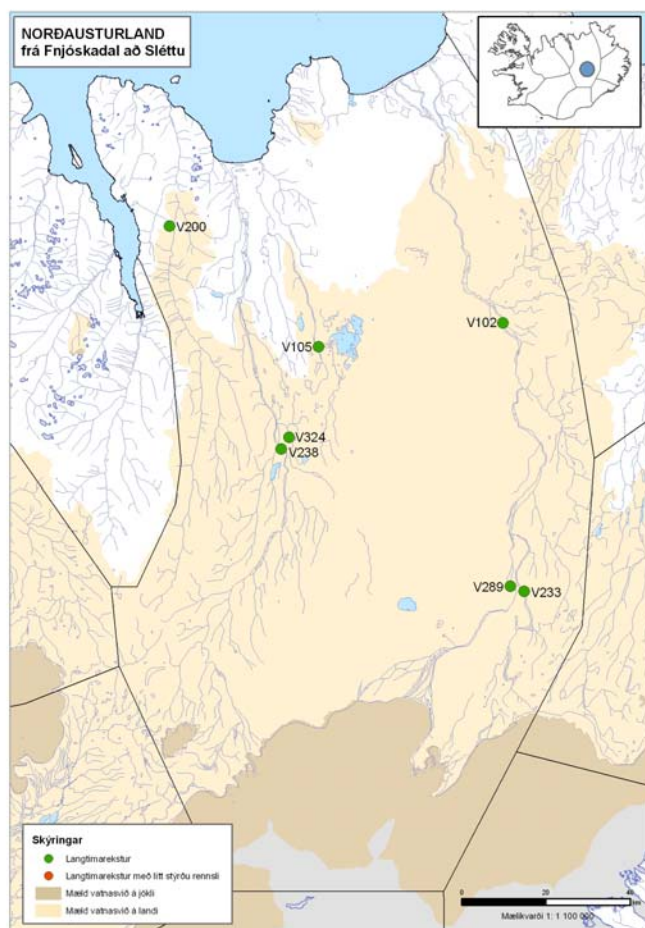


3.6 Norðausturland (frá Fnjóskadal að Sléttu)

Ef undan er skilið vatnasvæði Fnjóskár og neðri hluti Skjálfandafljóts, einkennist þetta svæði af lekum hraunum. Efstu drög Fnjóskár eru eindregnar dragár (Óm), sem falla síðan að mestu eftir löngum dölum þar sem set miðlar vatni (Setm). Líku gildir um neðri hluta Skjálfandafljóts, en grónar lágheiðar eiga þar einnig hlut að máli. Stærstu vatna-svæðin eru hins vegar jökull og hraunaflákar Sprengisands með lindum.

Rennslisgæfir vhm

Mælistöð	Vatna-flokkun	Eðli mæl.	Vhm nr.	Staðar nr.	Ábyrgð	Ár í rekstri
Fnjóská	Óm/Setm	N	200	200	OS	1975- Dd
Skjálfandafljót v. Goðafoss	Jm/L/Setm	N-t	50		OS	1949/55- Dd
Skjálfandafljót, Aldeyjarsfoss	Jm/L/Setm	N	238	238	OS	1987- Dd
Kaldakvísl, Tjörnesi	L-treg	N-t	333		OH	1993-98
Svartá Bárðardal, Ullarfoss	L	N	116	324	OS	1962/85- Dd
Laxá Aðaldal, Birningsstaðasog	L	N	32		OS/LV	1947/63- ?
Laxá Aðaldal, Helluvað	L	N	105	105	OS/LV	1961- Dd
Jökulsá á Fjöllum, v. Ferjubakka	L/Jö	N/Vb	20		OS-VM	1938/55-Dd
Jökulsá á Fjöllum Grímsstaðir	L/Jö	N	102	102	OS	1965- Dd
Jökulsá á Fjöllum Upptypingar	L/Jö	N	162	289	OS	1972/84- Dd
Kreppa v. Lónshnúk	L/Jö	N	233	233	OS	1985- Dd
Svartá v. Vaðöldu	L	N-t	268		OS	1991-1999
Arnardalsá, Möðrudalsöræfi	L/Setm	N-t	332		LV	1993-2003
Skarðsá ofan Núpaskots, Möðrud.	Setm	N-t	367		LV	1995-2003
Smjörhólsá, Kelduverfi	L/Jam	N-t	282		OS	1944/92-2005



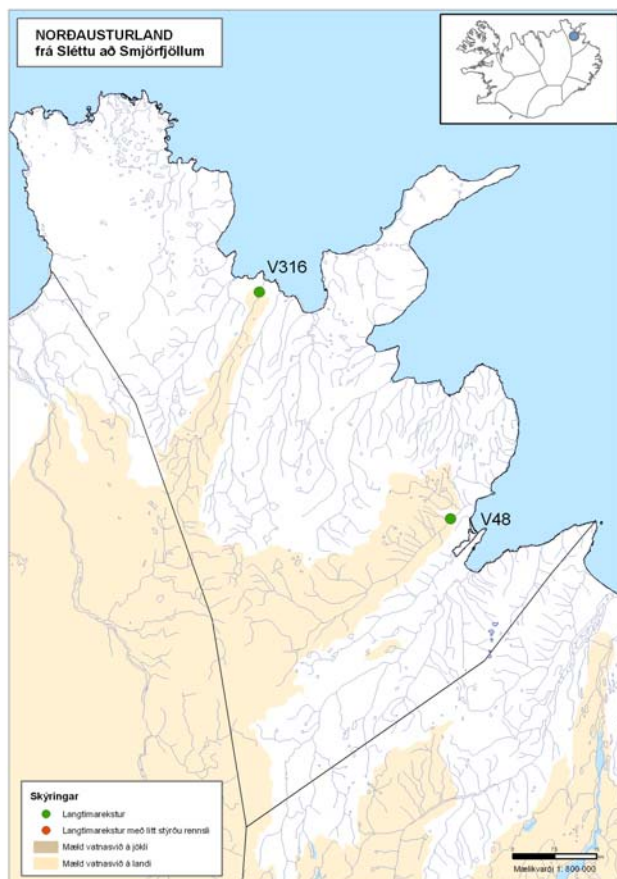
Þetta svæði verður að teljast allvel vaktað af mælum. Þrír mælar í Jökulsá á Fjöllum er vel í lagt, en áin er flókin að uppruna og mikilvæg í flestum skilningi. Efri mælistöðvarnar hafa m.a. verið taldar mikilvægar til vöktunar á flóðum, ekki síst Kreppa. Auk þeirra mæla sem hér eru nefndir hafa VM haldið mælistöð við Ferjubakka í Öxarfirði í takmörkuðm rekstri, þ.e. án kerfisbundinna lykilmælinga. Athugandi væri að endurvekja þá stöð en með því fengist betri þekking á grunnvatnskerfi Ódáðahrauns neðan Grímsstaða á Fjöllum.

3.7 Norðausturland (frá Sléttu að Smjörfjöllum)

Þetta svæði einkennist af víðáttumiklum fremur lágum heiðum, sumum vel grónum (Grm-h), svo sem upp af Þistilfirði og að hluta Vopnafirði, en þar eru einnig víðáttumikil melaflæmi.

Rennslisgæfir vhm

Mælistöð	Vatna-flokkun	Eðli mæl.	Vhm nr.	Staðar nr.	Ábyrgð	Ár í rekstri
Ormarsá, Sléttu	Jam/Setm	N-t	121	121	OS	2005- Dd
Sandá, Þistilfirði	Grm-h/Setm	N	26	316	OS	1944/65- Dd
Selá, Vopnafirði	Grm-h/Setm	N	48	48	OS	1949/65- Dd



Selá datt út um tíma úr rennslisgæfum rekstri. Vatnshæðarmælir í Ormarsá er tíma-bundinn og mun verða fluttur innan svæðisins þegar taldar eru komnar nægar upplýsingar frá honum. Í Þistilfirði verður Sandá viðmiðunarmælir (bakhjarl) og í Vopnafirði Selá.

Úrbætur: Bæta þyrfti við flökkumæli, aðallega til notkunar í Vopnafirði.

3.8 Austurland (frá Smjörfjöllum að Eystra-Horni)

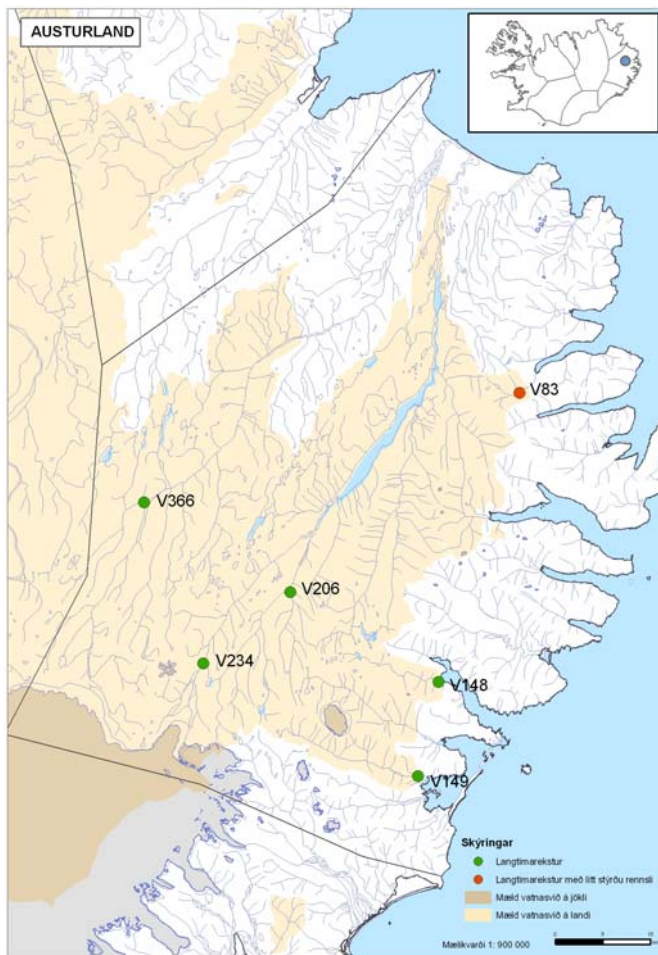
Þetta er mjög sundurleytt svæði. Fjallendi (F) og jöklar (Jö) eru helstu einkenni þess, en með ívafi fremur hálandra og oft velgróinna heiða (Grm-h). Þegar jökulvatnið hverfur úr Jöklu er eftir stærsta dragá landsins sem safnar vatni af víðáttumiklum heiðalöndum, flestum velgrónum. Jökulsá í Fljótsdal er mun meiri jökulá á láglendi enda hirðir Kelduá mest af heiðavatninu (Snm og Óm), en þar eru heiðar að miklu leyti gróðurlausar.

Rennslisgæfir vhm

Mælistöð	Vatna- flokkun	Eðli mæl.	Vhm nr.	Staðar nr.	Ábyrgð	Ár í rekstri
Fjarðará Seyðisfirði, Neðri Stafur	F	N/S	83	83	Rarik/Ve	1953/54- Dd
Jökulsá á Dal, Hjarðarhagi	Jö/Setm	N/S	110		OS/LV	1963- Dd
“ Brú	Jö	N/S	164		OS/LV	1970/86- Dd
Reykjará, ofan Brúar	Setm	N	366	366	LV	1995- Dd
Hrafnkela, Vaðbrekkufoss	Setm	N	146		OS/LV	1969- Dd
Hölkna, vestan Þrælaháls	Snm	N-t	215		LV	1978-92
Lagarfljót, Lagarfoss(virkjun)		N/S	325		OS/Rarik	1944- Dd
“ Lagarfljótsbrú		N/S			OS/LV	Ekki rennsli
Grímsá, Grímsárvirkjun Skriðdal	Setm	S-t	314		OS	1958- Dd
“ Ásgarður	Setm	S-t			OS	1959/69-98
Gilsá, Gilsárfoss, Skriðdal	Setm	N-t	93		OS	1949/60-2000
Geitdalsá, Geitdal (Skriðdalur)	Snm	N-t	275		OS	1992-2000
Bessastaðaá, Hylvað, Fljótsdal	Óm/Snm	N-t	34		OS	1947/70-2000
Jökulsá í Fljótsdal, Hóll	Jö/Snm	N/S	109		OS/LV	1962-Dd
“ Eyjabakkafoss	Jö	N	221	234	LV	1981/85- Dd
Laugará,	Setm	N-t			OS	1970-92
Kelduá, Fljótsdal, Kiðafellstunga	Snm/Set	N/S	205		OS/LV	1977- Dd
“ gegnt Klúku	Snm/Set	N-t	249		OS/LV	1990-2004
“ ofan Grjótár	Óm	N	254		LV	1991- Dd
Ytri Sauða, við útfall, Hraunum	Óm	N-t	255		LV	1991-2000
Vesturdalsá, Vatnadæld	Óm	N-t	267		LV	1991-2000
Fellsá, Fljótsdal, Sturluflöt	“	N	206	206	OS/LV	1977- Dd
Miðhúsaá, Héraði	Snm	N-t	47		Rarik	1949/90-96
Fossá, Berufirði	F	N	148	148	OS	1969- Dd
“ Líkárvatn	Snm/Set	N-t	278		OS	1992-2005
Hamarsá, Einstigsfoss	Snm	N-t	265		OS	1991-2006
“ neðan Jökulgils	Snm	N-t	276		OS	1992-99
“ Bótarhnúkur	Snm	N-t	266		OS	1991-2004
Geithellnaá, gamla brú	Óm/Setm	N	149	149	OS	1970- Dd
“ Skálahvammur	Óm	N-t	277		OS	1992-2006
“ Norðurhnúta	Óm	N-t	256		LV	1991-99

Á þessu svæði hafa verið margir mælar í rekstri undanfarna áratugi, en þeir eru að mestu bundnir jökulánum vegna virkjunarhagsmuna. Á fjörðunum eru eingöngu mælar í Fjarðará í Seyðisfirði og í Fossá í Berufirði. Meginverkefni Orkustofnunar í kjölfar ákvarðana um virkjun jökulanna er að endurskipuleggja rekstur kerfisins þannig að mikilvæg samfella þekkingar á náttúrulegu afrennsli og þróun þess skerðist sem minnst. Þetta er útfært í samvinnu við Landsvirkjun. Með því að tryggja mælistöðvar í mikilvægum ómiðluðum drögum meginanna verður gerlegt að viðhalda svo að viðunandi sé afrennislíkönunum af vatnasviðum virkjuðu vatnsfallanna. Fyrirkomulag mælinga í Fjarðará eftir virkjun er í mótun. Mikilvægt er að geta nýtt þá löngu röð sem þar er.

Úrbætur: Æskilegt væri að koma upp nýrri ótruflaðri mælistöð í einum af Austfjörðunum, t.d. í Norðfjarðará, sem hefur hlutfallslega stórt vatnasvið. Ennfremur hefur verið á dagskrá að koma upp mælistöð í Breiðdalsá, en sú á er vart sambærileg við aðrar ár í fjórðungnum, nema hvað varðar uppruna vatnsins. Breiðdalsá er verðmæt veiðiá. Auk þeirra tveggja sem taldir eru hér að framan væri æskilegt að tryggja a.m.k. einn flökkumæli sem til að byrja með yrði beitt við mælingar á afrennsli af heiðum norðan og vestan Fljótsdalshéraðs. Helstu vandkvæðin eru að slíkan mæli mun líklega í einhverjum tilvikum skorta bakhjarl, t.d. við mælingar á afrennsli Smjörfjalla.



3.9 Suðausturland (frá Eystra-Horni að Örafum)

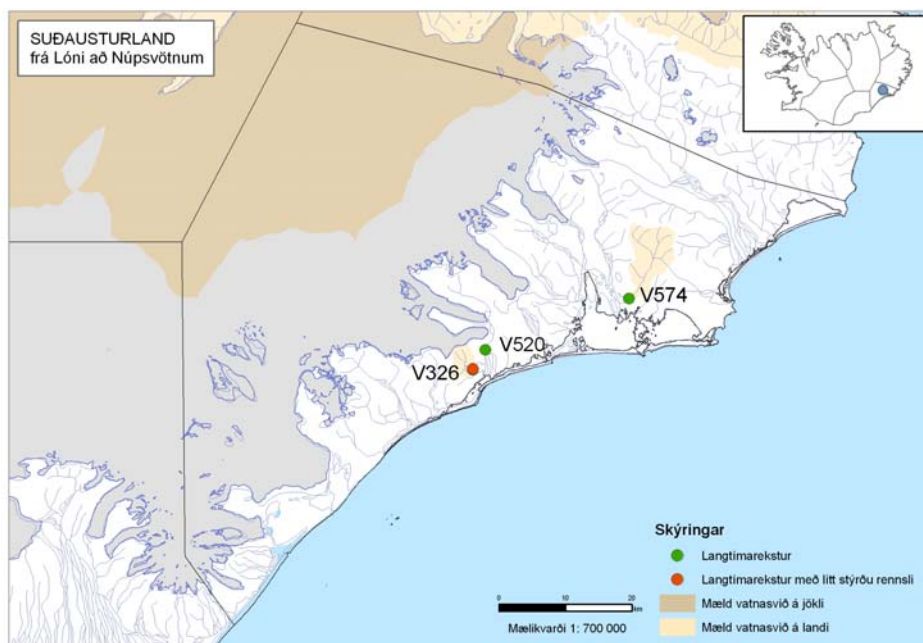
Svæðið einkennist beint og óbeint af nálægð Vatnajökuls. Það er ennfremur meðal úrkomumestu svæða landsins. Orkustofnun rak lengi mæli í Jökulsá í Lóni en varð að gefa hann upp á bátinn vegna örðugleika við að halda honum rennslisgæfum.

Rennslisgæfir vhm

Mælistöð	Vatna-flokkun	Eðli mæl.	Vhm nr.	Staðar nr.	Ábyrgð	Ár í rekstri
Laxá á Nesjum	Jam	N	74	594	OS	1952/66-84, 2006- Dd
Kolgríma	J/F	N	75	520	Vegag	1952/68-80, 2005- Dd
Smyrlabjargará, Smyrlabjargarv.	F	S	326	326	Rarik	1969- Dd
Brúnarlón	F	S	178		Rarik	1951/72- Dd

Á Suðausturlandi hefur verið stór gloppa í kerfinu allt frá Álftafirði að Djúpa í Fljótshverfi. Á þessu svæði hafa bæst við tvær stöðvar. Hluti af þéttu kerfi í Álftafirði og Hamarsfirði var lagt af (hafði þjónað tilgangi sínum) til að reisa stöð í Laxá á Nesjum. Vegagerðin tók að sér rekstur mælis í Kolgrímu (í skiptum fyrir nokkra flóðamæla sem OS gerði rennslisgæfa). Kolgríma er eina mælistöðin í jökulám sem koma undan sunnan og austanverðum Vatnajökli, allt frá Jökulsá í Fljótsdal að Djúpa.

Úrbætur: Flest vötn á þessum slóðum eru auravötn, sem erfitt er að mæla og telur Orkustofnun núverandi kerfi að mestu viðunandi, en rétt er þó að benda á að í Örafum er ginnin vhm, en úr því þyrfti að bæta.



3.10 Suðausturland (frá Örafum að Mýrdalsjökli)

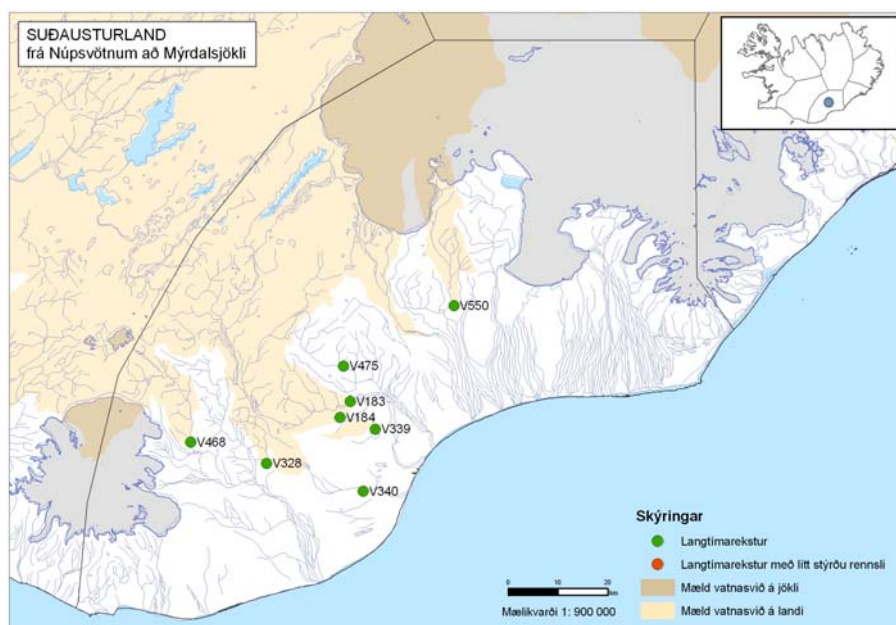
Þetta svæði er nokkuð sundurleitt. Vatnajökull og víðáttumikil hraunaflæmi annars vegar og fjalllendi nærri byggð hins vegar.

Rennslisgæfir vhm

Mælistöð	Vatna-flokkun	Eðli mæl.	Vhm nr.	Staðar nr.	Ábyrgð	Ár í rekstri
Djúpa, Fljótshverfi	Jö/Jam	N	150	550	OS	1968- Dd
Hverfisfljót	Jö	N-t	71		OS	1951/81-2006
Þverárvatn á Síðu	Jam/L	N-t	476		OS	2002- Dd
Geirlandsá, Flatarhylur	Set&Jam	N	475	475	OS	2002- Dd
Skaftá, eystri grein, Kirkjubæjarkl.	Jö/L	N	183		OS	1972- Dd
“ Ása Eldvatn, Eystri Ásar	Jö/L	N	328	340	OS	1993- Dd
Skaftá, Skaftárdal	Jö/L	N-t	70		OS/LV	1951/67- Dd
Skaftá v. Sveinstind	Jö	N-t	166		OS/LV	1972/86- Dd
Útfall Langasjóar	Setm	N-t	401		OS/LV	1996-2002
Tungulækur, Landbroti	L/Jam	N	184	184	Vegag.	1972- Dd
Grenlækur, Landbroti	L/Jam	N	339	339	“	1995- Dd
Eldvatn, Meðalland	L	N	330	340	OS	1993/95- Dd
Tungufljót, Skaftártungu	Set&Jam	N-t	142	379	OS/LV	2001- Dd
Hólmsá, Skaftártungur, Framgil	L	N	231	231	OS/Rarik	1984- Dd
Hólmsá, Skaftártungur, Hólmsárfoss	L	N-t	468		LV	2001- Dd

Á þessu svæði er grunnmælum nokkuð vel dreift, en þar fyrir utan er nokkuð þétt net mæla sem tengjast virkjunarhugmyndum annars vegar og álitamálum um truflun á vatnsrennsli til Landbrotshrauna hins vegar. Einna helst mætti benda á skort á mælingum á afrennsli fjallendisins á milli Skeiðarársands og Fljótshverfis. Orkustofnun hefur lengi haldið út mælistöð í Hverfisfljóti, sem nú er aflögð eftir að lykilmælistaður eyðilagðist af sandburði.

Úrbætur: Athuga mæli fyrir afrennsli af Birninum.



3.11 Suðurland (frá Mýrdalsjökli að Reykjanesi)

Þetta svæði hefur nokkuð skýr vatnafræðileg einkenni. Austast eru gömul treglek hrauna- og setsvæði og Tungnárhraun vestar. Þá tekur við grágrýtið upp af Suðurlandsundirlendinu og síðast hraunasvæði sem tengjast Reykjanesgosbeltinu.

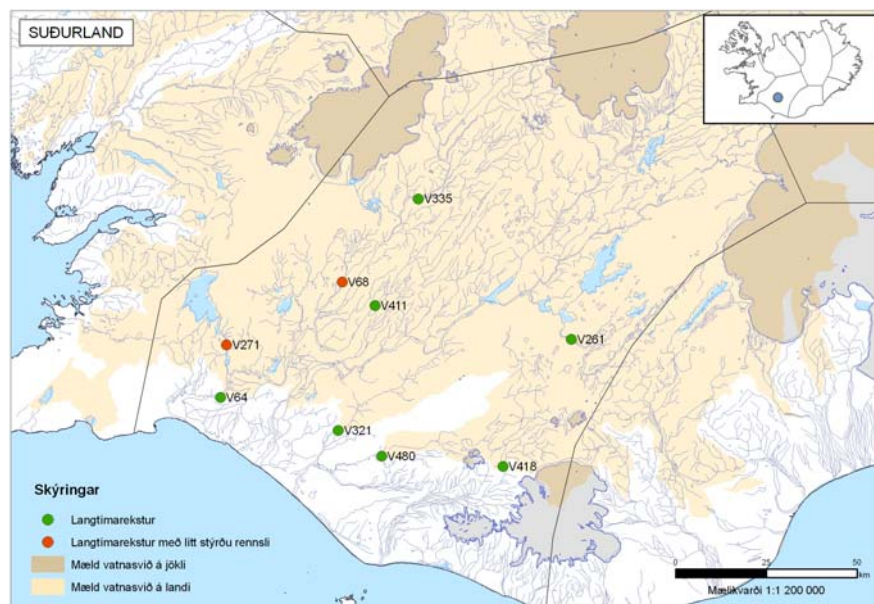
Rennslisgæfir vhm

Mælistöð	Vatna-flokkun	Eðli mæl.	Vhm nr.	Staðar nr.	Ábyrgð	Ár í rekstri
Skógá, Skógarfoss	Tregl	N-t	27		OS	1947/63-95
Markarfljót á Emstrubrú	Jö/L-tregl	N	218	418	OS	1982- Dd
Seljalandsá, ofan Seljalandsfoss	L-tregl	N-t	426		VM	2000-02
Eystri Rangá, Tungufoss	L-tregl	N	60	344	OS	1950/61- Dd
Ytri Rangá, Árbæjarfoss	L	N	59	321	OS/LV	1950/61- Dd
Tungnaá, Mariúfoss	Jö/L	N	96		OS/LV	1958/90- Dd
“ ofan við Hald	Jö/L	N-t	98		OS	1960/82-?
Lónakvísl	L/Setm	N-t	405		LV	1998- Dd
Þjórsá, Krókur v. Þjórsártún	Jö/Setm	N/S	30		OS/LV	1947/54- Dd
“ Sandafell	Jö/Setm	N/S	97		OS/LV	1959/68- Dd
“ Dynkur	Jö/Setm	N/S	112		OS/LV	1987- Dd
“ Norðlingaalda	Jö/Setm	N/S	100		OS/LV	1959/69- Dd
Dalsá, ofan Hnúksvers	Setm	N-t	280		OS	1992-96
Kaldakvísl, Þveröldu	Jö/Setm	N/S	252		OS/LV	1991-98
“ ofan Þórisvatns; Brúarfoss		N-t	1125		LV	1964-72, 1997- ?

Mælistöð	Vatna-flokkun	Eðli mæl.	Vhm nr.	Staðar nr.	Ábyrgð	Ár í rekstri
Fossá, Þjórsárdal	L/Setm	N-t	699		LV	1958-93
Rauða, Þjórsárdal, Stöng	L	N-t	600		LV	1984- Dd
Ölfusá, Selfoss	L/Jö/Set	N	64	64	OS	1950- Dd
Sog, Ásgarður	L	S	271	271	LV	1972- Dd
Hvítá, Gullfoss	L/Jö/Set	N-t	87		OS	1954- Dd
Hvítá, Fremstaver	“	N	235	335	OS	1985- Dd
Hvítá, Hvítárvatnsbrú	“	N-t	57		OS	1959- Dd
Jökulfall, Gýgjarfoss	Jö/Setm	N-t	237		OS	1986- Dd
Brúará, Dynjandi	L	N	43		OS	1948/61- Dd
Brúará, Efstadalsbrú	L	N-t	108		OS	1961-2004
Tungufljót, Faxi	L/Setm	N/S	68	68	OS	1951/71- Dd
Stóra Laxá, Stórhylur	Setm	N	411	411	OS	2000- Dd
Fossá, Hrunamannahreppi	Setm	N-t	127		OS	1966-2002
Sandá, Biskupstungum	Setm/Jö	N-t	408		OS	1999-Dd
Farið, Einifell	Jö	N-t	281		OS/OR	1993- Dd
Hengladalsá	L-tr	N-t	507		OR	2003- Dd

Á þessu svæði er keppikefli að viðhalda mælingum á náttúrulegu afrennsli virkjaðra vatnsfalla þar sem það er unnt. Á Þjórsársvæði er mælt í Tungnaá (við Maríufoss) sá eini sem eftir er af mælum sem nema óstýrt rennsli. Til að líkja eftir náttúrulegum ferlum verður að leggja áherslu á vatnsborðsmæla í öllum helstu miðlunarlónunum. Einnig þarf að fylgjast með breytingum á lónrými. Á vatnasviði Hvítár og í Hvítá sjálfri hafa verið allmargir mælar, og hefur sú stefna verið tekin að byggja á þremur megin stöðvum, Ölfusá v. Selfoss, Sogi v. Ásgarð og í Hvítá v. Fremstaver, sem er flóðavöktunarstöð. Stefnt er að því að reka til frambúðar fastar stöðvar í helstu þveránum, og var t.d. Fossá í Hrunamannahreppi með lítið vatnasvið skipt út fyrir Stóru Laxá. Erfitt er að henda reiður á Tungufljóti vegna breytinga sem gerðar hafa verið varðandi Sandvatn á Haukadalsheiði. Það er enn óleyst mál hvernig best er að vinna úr fortíðargögnum, en í framtíðinni mætti e.t.v. byggja á að leggja saman rennsli Tungufljóts og Sandár (vestari).

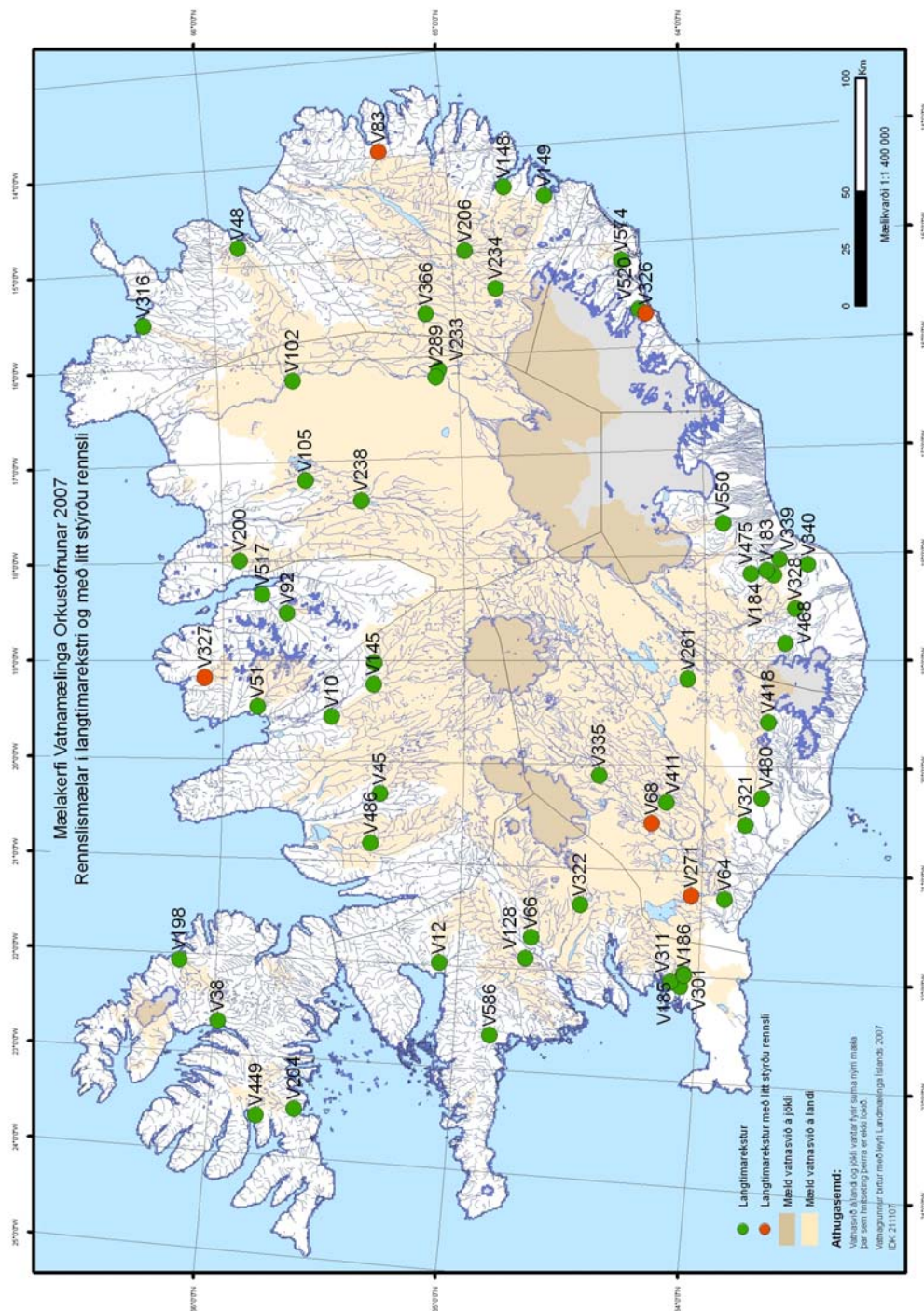
Úrbætur: Þetta svæði er í meginatriðum ágætlega vaktað, og það sem á vantar mætti leysa með flökkumælum, svo sem rennsli í Sandá austan Hvítár, sem hefur m.a. afrennsli af sunnanverðum Kerlingarfjöllum, og gæti haft Stóru Laxá að bakhjarli.



3.12 Stýrt rennsli

Á landshlutakortunum eru nokkrar stöðvar þar sem rennsli er stýrt, aðallega vegna virkjana. Tilteknar eru þær stöðvar þar sem höfundur telur tiltölulega auðvelt að nálgast náttúruleg rennsliseinkenni með líkanreikningum, eins og málum er háttáð nú. Ástæða er til að benda á nokkrar í viðbót þar sem æskilegt væri að gera líkan í þessu augnamiði, og þyrfti að kanna nánar. Þessi vatnsföll eru Blanda, bæði við Löngumýri og Blönduós, Jökulsá á Dal og Lagarfljót og Þjórsá.

3.13 Samantekt



4 Aðrir mælar

4.1 Grunnvatnsmælar

Höfuðborgarsvæðið tekur neysluvatn úr öflugum grunnvatnskerfum í Heiðmörk og Kaldárseli. Vel er fylgst með ástandi grunnvatns í Heiðmörk, og reyndar nær það eftirlitskerfi nú um “alla” Hellisheiði í tengslum við virkjun háhitans og varmaskiptavirkjun þar. Einhverjar mælingar fara fram í Kaldárseli en lítið er fylgst með grunnvatni í Straumsvíkurkerfinu. Eðlilegt væri að sveitarfélögin yrðu gerð ábyrg fyrir því að fylgjast með þessum grunnvatnskerfum, þ.e. hvaða áhrif útþensla þeirra hefur á þá miklu framtíðarhagsmunum sem eru fólgnir í aðgangi að miklu magni af hreinu grunnvatni, til að hægt sé að haga skipulagi á þann veg að ekki gangi umtalsvert á möguleika til að nýta ferskvatnsauðlindina í framtíðinni. Ferskvatnsöflunarkerfi Hitaveitu Suðurnesja í Lágum er einnig vel vaktað, en það svæði sér varmaskiptastöðinn í Svartsengi fyrir ferskvatni og Reykjanesbæ, Sandgerði og Garði fyrir fersku neysluvatni. Æskilegt væri að vakta ástand grunnvatnskerfa á Vatnsleysuströnd.

4.2 Flóðamælar

Í Héraðsvötnum við Grundarstokk er vatnsborðsmælir sem Vegagerðin hefur yfirtekið og rekur sem flóðamæli. Allir mælar í langtímarekstri gagnast Vegagerðinni við tölfraðilega greiningu á flóðum, sem hún lætur gera reglulega. Auk þess hefur hún staðið að mælingaátaki ásamt VM við einstaka flóðaatburði. Í kjölfar mikilla flóða sem urðu í flestum landshlutum í desember 2006 hafa Vatnamælingar skilgreint nokkra mæla sem eftirlitsmæla með regn- og leysingaflóðum til viðbótar við mæla sem áður höfðu verið skilgreindir til að þjóna eftirliti með flóðum sem orsakast af náttúruhamförum. Í rekstri flóðamæla felast auknar kröfur um áreiðanleika, sem í aðalatriðum eru þannig að á hverri stöð er aukaskynjari, og VM verða að vera við því búnar að sinna þessum mælum sérstaklega í bilanatilfellum. Þeir mælar sem nú þegar eru reknir með þessum hætti eru í Skjálfafljóti við Aldeyjarfoss, Í Kreppu við Lónshnjúk og í Jökulsá á Fjöllum við Upptypinga og Grímsstaði. Við bætast mælar í Hvíta í Arnessýslu við Fremstaver, Norðurá í Borgarfirði við Stekk, Hvítá í Borgarfirði við Kljáfoss og Austari Jökulsá í Skagafirði. Eftir er að skilgreina hvort fleiri mælar muni gegna þessu hlutverki.

Til þess að mæla flóðahæðir á láglandi er verið að setja upp vatnsborðsstöðvar við þessar ár og auk þess í Eyjafirði. Vegagerðin rekur nú þegar slíkan mæli við Héraðsvötn í Skagafirði. Eftir er að kanna nánar hvort fleiri mæla væri þörf, eða hvort einhverjir af þeim mælum sem eru í rekstri nýttust í þessum tilgangi.

5 Þörf fyrir endurbætur á vatnshæðarmælakerfi VM

5.1 Vatnshæðarmælakerfi VM

Í greinargerð um Vatnsbúskap og vatnafarsrannsóknir er farið yfir svonefnda rennslisgæfa vatnshæðarmæla á landinu sem eru í langtímarekstri og geta þar með þjónað þeim sem þurfa yfirlitsþekkingu á vatnsbúskap landsins (Hákon Aðalsteinsson og Kristinn Einarsson 2007). Þar er jafnframt lagt mat á hvar þörf væri fyrir viðbætur. Almenn séð er mælum orðið nokkuð vel dreift um landið, enda hefur um nokkurt skeið verið reynt að fylla í augljósar eyður. Nokkrum svæðum er fremur naumlega þjónað, og mest áberandi í þeim hópi eru annes, en þar hafa beinir notkunarhagsmunir ekki verið augljósir. Í mörgum tilvikum er talið fullnægjandi að hafa mæla í tímabundnum rekstri, þ.e. 5-10 ár, svonefnda flökkumæla. Í þessu yfirliti er tekið tillit til þess að í gagnagrunni VM er mikið til af stuttum rennslismæliröðum frá fyrri tíð.

Á **Vesturlandi** þyrfti að bæta við langtímastöð á utanverðu Snæfellsnesi og einum flökkumæli sem jafnframt gæti þjónað afrennsli af sunnanverðum Vestfjarðakjálka. Lagt er til að einn flökkumælir verði hafður til mælinga á annesjum á **Vestfjörðum**. Á **Norðurlandi Vestra** væri æskilegt að hafa einn flökkumæli m.a. fyrir Skaga. Enginn mælir er í innanverðum **Eyjafirði**, og er mælt með samstarfi við Norðurorku um mæli í Djúpadalsá. Á **Norðausturlandi** er mælt með einum flökkumæli fyrir svæðið frá Pistilfirði til Vopnafjarðar. **Austfirðir** eru fremur báglega vaktaðir. Þar er mælt með langtímastöð í Breiðdalsá og öðrum fyrir Austfirði. Á **Suðausturlandi** væri æskilegt að hafa mæli í bergvatnsá í Örafum og á Birninum. Að lokum er lagt til að hafa flökkumæli fyrir bergvatnsár á vatnasviði Hvítár.

Samantekt:

Langtímastöðvar: 5

Tímabundnar stöðvar: 6

Meðalkostnaður af rennslisgæfum mælum er um 1,5 mkr.

Auk mælinga á straumvötnum væri æskilegt að auka mælingar á grunnvatnshæð í náttúrulegum grunnvatnskerfum. Ennfremur er óvíst um ábyrgð á sjávarstöðumælingum, og þeim tengt mælingum á ósasvæðum.

6 Rannsóknir og rannsóknapörf í annarri starfsemi VM

6.1 Hefðbundnar rannsóknir á sviði mælitækni og úrvinnslu

Rannsóknir á sviði mælitækni eru grundvöllur að eðlilegri þróun í starfsemi Vatnamælinga og forsenda þess að hægt sé að setja fram vel grunduð ákvæði um gæði þeirra upplýsinga sem aflað er og þann kostnað sem til fellur vegna mælinganna. Þessar rannsóknir snúa annars vegar að siritandi mælingum á ýmsum vatnafræðilegum breytum á föstum mælistöðvum, en hins vegar að stökum mælingum á rennsli, aurburði og öðrum einkennum vatnsfalla. Sumar þessara rannsókna tengjast verkefnum á vegum Alþjóðaveðurfræðistofnunina (WMO), en aðrar eru unnar í samstarfi norrænna vatnafræðistofnana, sem skipuleggja í sameiningu vinnuhópa um þessi viðfangsefni. Dæmi um slíkar rannsóknir er könnun á eiginleikum og nákvæmni nýrrar tækni, sem nýtir hljóðbylgjur til mælinga á lögun farvegs og á straumhraða í mælisniði. Annað dæmi snýr að óbeinum mælingum á vatnshæð með hljóðbylgjum eða radar. Önnur mælitæknileg atriði snúa að könnun á þykkt og vatnsgildi snjóþekju, siritandi mælingum á gruggi, leiðni og öðrum umhverfisþáttum, landmælingum o.fl.

Fræðilegar rannsóknir tengdar aðferðum við úrvinnslu eru annar grundvöllur starfseminnar. Þær miða annars vegar að því að bæta aðferðir við frumúrvinnsla gagana, en hins vegar að kerfisbundinni nýtingu frumgagna til að leggja mat á grunneiginleika íslensks vatnafars. Sum þessara verkefna tengjast gæðamálum, önnur því að ná fram betri vinnubrögðum og hagræðingu í rekstri, án þess að það komi niður á gæðum gagnanna.

6.2 Rannsóknir á náttúrufari og áhrifum loftslagsbreytinga

Vatnafræðileg líkangerð er þungamiðjan í rannsóknum Vatnamælinga. Hún snýr fyrst og fremst að þróun rennslislíkana, sem spá fyrir um rennsli á grundvelli veðurupplýsinga og tekur til afkomu- og afrennslislíkana fyrir jökla og afrennslis af jökulvana svæðum. Grunnvatnslíkön þurfa í mörgum tilfellum að vera þáttur í umfangsmeira líkani.

Afrennslislíkön eru svo notuð til þess að líkja eftir rennsli á svæðum og yfir tímabil sem mælingar ná ekki yfir.

Þessi líkön eru einnig notuð við rannsóknir á áhrifum loftlagsbreytinga á vatnafar og er unnið að því að tengja saman reitaskipt veður- og loftslagslíkön og vatnafarslíkön. Auk þessa tengjast vatnafræðilegu líkönin almennri úrvinnslu, því að möguleikar á því að fylla upp í eyður í rennslisröðum með líkanreiknuðum gögnum, hafa töluvert verið rannsakaðir.

Auk reglubundinna afkomumælinga á Hofsjökli eru líkanreikningar á afkomu jökulsins einn meginþáttur í jöklarannsóknum Vatnamælinga. Tveimur mismunandi líkönum hefur verið beitt til að herma gögn um vetrar-, sumar- og ársafkomu jökulsins. Mögulegt er að reikna afrennsli frá jöklinum með öðru líkaninu og nota það til könnunar á áhrifum loftslagsbreytinga á árstíðasveiflur og dægursveiflur afrennslis frá jöklum. Vatnamælingar hafa einnig staðið fyrir rannsóknum á hegðun jökulhlaupa og á eiginleikum lóna undir Vatnajökli. Fjarkönnun hefur verið nýtt til könnunar á jöklabreytingum og samstarf við sjálfboðaliða um land allt skilar verðmætum upplýsingum um legu allmargra jökulsporða á ári hverju.

Tölfræðilegar rannsóknir á eiginleikum vatnafars, t.d. á flóðum eru ofarlega á baugi og eru m.a. unnar í samstarfi við Vegagerðina og aðra aðila sem þurfa slíkar greiningar við mannvirkjahönnun. Þær eru einnig veigamikill þáttur í rannsóknum á áhrifum veðurfarsbreytinga á vatnafar.

Straumfræðilegar rannsóknir hafa verulega þýðingu fyrir mörg viðfangsefni Vatnamælinga, svo sem ísatruflanir, straumsjármælingar, rennslislyklagerð o. fl., en liggja einnig til grundvallar við áhættumat og viðvaranir vegna flóða.

Flóðakortlagning er nýr þáttur í starfi Vatnamælinga. Vatnafræðileg líkön eru grunnur að því að spá fyrir um rennsli og þar með mögulega vá og ágang vatns. Straumfræðilíkön og tölfræðileg greining flóða eru einnig grunnrannsóknir sem áhættumat þarf að byggjast á.

Möguleg áhrif ferskvatnsafrennslis af landinu, ásamt þeim næringarefnum og svifaur sem því fylgir, á vistkerfi hafsins og viðgang fiskistofna er langtímaverkefni, sem aukin áhersla er lögð á í tengslum við samþættingu veður-, afrennslis- og haffræðilegra líkana.

6.3 Áherslur í samstarfsrannsóknum

Helstu áherslur eru á samþættingu veður- og vatnafarslíkana, en þau leggja grunninn að heildstæðu mati á vatnafari landsins og eru jafnframt grunnur að því að leggja mat á afleiðingar loftlagsbreytinga á vatnafar. Samþætting við vistkerfisfræðilegar rannsóknir í ferskvatni jafnt sem sjó eru einnig ofarlega á baugi og mun mikilvægi slíkra rannsókna aukast mjög í náinni framtíð. Varðar það bæði nytjastofna og heilbrigði umhverfisins, en meginforsendur Vatnatilskipunar ESB byggja á vistkerfisfræðilegu mati á gæðum vatns. Nýtingarrannsóknir vegna vatnsauðlindarinnar munu hér eftir sem hingað til kalla eftir víðtæku samstarfi um rannsóknir um ókomna tíð.

- Norræna verkefnið Climate and Energy Systems (undir forustu Vatnamælinga):
 - Allar veðurstofur Norðurlanda
 - Allar vatnafræðistofnanir Norðurlanda
 - Margar rannsóknastofnanir og háskólar
 - Fyrirtæki úr orkugeiranum

- Verkefnið Veður og Orka (undir verkstjórn Vatnamælinga)
 - Veðurstofa Íslands,
 - Háskóli Íslands
 - Reiknistofa í Veðurfræði
 - Landsvirkjun
 - Orkusjóður
 - Vatnaskil
- Alþjóða heimskaутаársverkefnið Arctic-HYDRA (undir forystu Vatnamælinga)
 - Flestar veðurstofur norðurskautslanda
 - Flestar vatnafræðistofnanir norðurskautslanda
 - Margar rannsóknastofnanir og háskólar, m.a. frá Þýskalandi og Japan
- Ýmis samstarfsverkefni innan WMO, m.a. vegna heimskaутаárs, gæðamála, evrópusamvinnu vegna Vatnatilskipunar ESB.
- Ýmis samstarfsverkefni með vatnafræðistofnunum Norðurlandanna, m.a. landupplýsingakerfi, mælitækni, kerfisrekstur.
- Rannsóknaverkefni í Skaftárkötlum í Vatnajökli (undir forystu VM, með þátttöku vísindamanna á vegum NASA, auk íslenskra vísindamanna.
- Samstarf við USGS um jöklakortabók og könnun jöklabreytinga.
- Þátttaka í evrópsku samstarfi um kjarnaboranir á Grænlandsjökli (NGRIP, NEEM)

7 Einstakir verkþættir

Grunnvatn: Lítið er stundað af kerfisbundnum mælingum á grunnvatnskerfum, en hins vegar eru vhm í flestum meiriháttar grunnvatnsvatnsföllum. Tryggja þarf að byggð sé upp þekking í landinu á sviði grunnvatns-, og vatnajarðfræði.

Snjór: Huga þarf betur að mælingum á snjóþykkt og þekju vegna vatnsbúskaparmælinga. Snjómælingar eru hagnýtar fyrir stýringu vatnsaflsvirkjana. Ákveðin verkefni (fjarkönnun) eru í undirbúningi í samvinnu Veðurstofu og Landsvirkjunar. Vatnamælingar hafa tengsl við Norðmenn varðandi notkun fjarkönnunartækni í þessu skyni.

Jöklar: Tryggja þarf áframhaldandi samvinnu um mælingar á jöklum, ekki síst í tengslum við loftslagsbreytingar.

Svifaur: Auka þarf við mælingar m.a. til að svara fyrir um áhrif af loftslagsbreytingum. Ennfremur væri æskilegt að taka upp kerfisbundnar mælingar á botnskriði. Skapa þarf svigrúm fyrir meira samstarf við aðrar stofnanir og háskóla.

Ísar í ám og vötnum: Lítið rannsakað, en líklega mun tíðni ísskriðs og stíflna af þeirra völdu færast í aukana með loftslagsbreytingum (meiri umhleypingum).

Vatnaskrár: Á svið landupplýsingatengsla munu verða miklar framfarir, m.a. vegna upptöku Vatnatilskipunar ESB.

Afrensliskort: Afrensliskort þarf að uppfæra reglulega. Næsta stig í þróun þess er að bæta nákvæmni. Notkunarmöguleikar eru fjölmargir. Þeir helstu eru: 1) Áætla má rennslis og búa til rennslisraðir á svæðum þar sem beinar mælingar skortir, að teknu tilliti til minni

nákvæmni. 2) Afrennsliskortin (-líkön) auðvelda spár um breytingar í vatnafari vegna breytinga í veðurfari. 3) Endurmeta vatnsorku, ekki síst í minni vatnsföllum.

Kortlagning jökla: Nýlega var lokið við að kortleggja útlínur allra jökla á landinu. Fylgjast þarf með breytingum með reglulegu millibili (5-10 ár?).

Dýptarmæling stöðuvatna: Mikið átak var gert á árum áður, og mikið til af gögnum sem þarf að koma á stafrænt form. Sjálfsagt að ljúka dýptarmælingum stærstu vatna (> 1 km²). Tilkostnaður er ekki mikill með þeim tækjabúnaði sem stendur til boða.

Farvegamælingar: Þær eru oft nauðsynlegur liður í gerð rennslislykla. Ennfremur má búast við því að Vatnatilskipun gera auknar kröfur til rannsókna á farvegum í tengslum við mannvirkjagerð; virkjanir, vegagerð og vegna flóðavarna.

Flóð: Unnið er að flóðakortlagningu nokkurra svæða og verið að byggja upp vöktunar og viðvörunarkefi. Athuga þarf hvaða skyldur upptaka Flóðatilskipunar ESB mun setja okkur á herðar.

Gagnagrunnar og gagnavefsjár: Mikil þekking á þessum málaflokki getur gagnast hjá stofnunum umhverfisráðuneytisins og víðar.