



ORKUSTOFNUN

**Sjálfvirkar veðurathuganir við
vatnshæðamæla á hálendinu**

**Kristinn Einarsson,
Árni Snorrason,
Sigvaldi Árnason**

Greinargerð KE-ÁSn-SÁ-92-03

REKINGARSTOFN

SJÁLFVIRKAR VEÐURATHUGANIR VIÐ VATNSHÆÐARMÆLA Á HÁLENDINU

1. INNGANGUR

Hér verður fjallað um sjálfvirkar veðurathuganir við vatnshæðarmæla á hálendinu. Þetta málefni hefur verið rætt af fulltrúum Landsvirkjunar, Orkustofnunar, Veðurstofu Íslands og Rafmagnsveitna ríkisins í *Rennslisspárnefnd*, en hún starfaði á árunum 1981-1985, og á síðari árum í *Samstarfsnefnd Landsvirkjunar og Orkustofnunar um vatnamælingar og í Rennslisgagnanefnd*, sem skipuð er fulltrúum Landsvirkjunar, Orkustofnunar og ráðgjafarverkfræðinga. Málið hefur verið til umfjöllunar á Vatnsorkudeild Orkustofnunar í rúman áratug, sjá t.d. Kristin Einarsson (1981) og Orkustofnun (1983).

Fyrst verður litið á þörf orkugeirans fyrir veðurgögn. Síðan verða raktar almennar kröfur til mælinganna. Getið verður um þátt sjálfvirkra veðurstöðva í sameiginlegri langtímaáætlun Landsvirkjunar og Orkustofnunar um vatnamælingakerfið. Að lokum er fjallað um mikilvægustu viðmiðunarstöðvar á vegum Veðurstofu Íslands og um samvinnu orkugeirans við Veðurstofuna.

2. ÞÖRF ORKUGEIRANS FYRIR VEÐURGÖGN

Við rekstrareftirlitkingar orkukerfisins er mjög mikið stuðst við rennslisílkön, og liggur nokkurra áratuga þróun að baki þeim aðferðum sem beitt er, bæði við rekstrareftirlitkingar og við gerð rennslisílkana. Þessi rennslisílkön nota veðurgögn, í fyrsta lagi til þess að lengja rennslisráðir aftur í tímann, í öðru lagi til þess að spá fyrir um vetrarrennsli og magn vorflóða (langtímaspár), og í þriðja lagi til þess að gera skammtíma (3 til 5 daga) rekstrarspár. Tvö fyrst töldu atriðin hafa drifið líkangerð á vegum Landsvirkjunar um áraráðir, en það síðast talda gæti komið að gagni fyrr en varir.

Því nær, eða helst inni á, viðkomandi vatnsviði sem veðurstöðvarnar eru, því betra getur rennslisílkanið orðið. Hingað til hafa menn orðið að notast við stöðvar í byggð, sem með örfáum undantekningum þýðir utan vatnsviðsins og þar að auki á láglandi. Virkjanlegt rennsli dregst hins vegar saman á hálendi. Árangur líkangerðarinnar hefur þrátt fyrir þetta verið furðu góður, miðað við það sem gerist erlendis, sem væntanlega skýrist af hlutdeild jökulrennslis, snjóbráðar og grunnvatnsrennslis í virkjanlegu rennsli á Íslandi. Hitastig ræður jökulrennsli og snjóbráð, og hitamæling heldur tölfraðilegri fylgni fyrir sýnu stærra svæði en t.d. regnmæling. Grunnvatnið jafnar hins vegar skammtíma-sveiflur.

Á hitt ber að líta í fyrsta lagi, að frekari þróun í gerð rennslisílkana fyrir orkuviðnaðinn er vart möguleg, án þess að gagna sé aflað inni á sjálfum vatnsviðunum sem um er fjallað hverju sinni. Í öðru lagi er þörf á slíkum gögnum til þess að sannreyna og prófa útreikninga í þeim líkönum sem þegar hafa verið gerð.

3. ALMENNAR KRÖFUR TIL MÆLINGA

Hér verður fjallað um nokkur atriði sem hafa verið í huga, og gera þarf kröfur um varðandi mælingar veðurbátta með sjálfvirkum hætti.

3.1 Uppfylling staðla

Til þess að þær verði sambærilegar við mælingar á mönnum stöðvum, þarf að gera þá kröfu, að sjálfvirkar veðurstöðvar uppfylli staðla varðandi ytri aðstæður, nákvæmni og tímasetningu mælinga. Þær þurfa einnig að standast sömu kröfur gagnvart villuleit og aðrar stöðvar.

3.2 Staðsetning og dreifing mælistöðva

Þar sem því verður við komið, m.a. vegna ytri aðstæðna svo sem landslags, þurfa sjálfvirkar veðurstöðvar að vera sem næst vatnshæðarmælum eða eldri safnmælum og snjósmælistöðvum, þannig að rekstur þeirra kalli ekki á miklar aukaferðir. Þær þurfa að rísa á nokkrum völdum lykilstöðum, bæði með tilliti til nýtanlegrar og þegar nýttar vatnsorku. Fjöldi þeirra hlýtur að taka mið af nytsemi gagnanna og bolmagni rannsóknar- og virkjunaraðila. Nánar er fjallað um staðarval og forgangsroð í umfjöllun um langtímaáætlun *Samstarfsnefndar Landsvirkjunar og Orkustofnunar um vatnamælingar* hér á eftir.

3.3 Val veðurþátta

Mikilvægustu veðurþættir í gerð rennislífkana eru lofthiti og úrkoma. Mæling lofthita veldur yfirleitt ekki vandkvæðum, en úrkomumælingar eru meðal þess erfiðasta sem glímt er við, bæði á mönnuðum og sjálfvirkum veðurstöðvum.

Vindhraði og vindátt skipta máli fyrir legu háspennulína, og geta einnig haft þýðingu í líkangerð. Mæling þessara þátta er yfirleitt vandkvæðalítil. Vatnshiti við vatnshæðarmæli getur aðstoðað við túlkun ístruflana, og er mæling hans sömuleiðis vandræðalaus.

Geislunarjöfnuður og rakastig, ásamt hitastigi og vindhraða, skipta máli fyrir nákvæmt mat á uppgufun og snjóbráð. Jarðvegshiti og jarðraki geta e.t.v. skýrt hvenær "frýs fyrir" annars lek jarðlög, og írennsli til grunnvatns teppist með tilheyrandi flóðahættu í vetrarblotum. Af þessum þáttum er aðeins mæling jarðvegshitans auðveld, hinir eru háðir töluverðri óvissu þegar mælt er á sjálfvirkum stöðvum.

3.4 Rekstraröryggi

Rekstraröryggi má skipta í tvennt: Að mæling og skráning fari fram, og að viðkomandi nemi sé í lagi og þoli aðstæður. Reynslan hlýtur að vera ólygnust hvað rekstraröryggið varðar, og hafa Vatnamælingar Orkustofnunar reynt að njóta góðs af alþjóðlegum tengslum sínum við systurstofnanir hvað þetta varðar. Einkum hefur verið litið til áralangrar reynslu í rekstri

sjálfvirkra veðurstöðva á Grænlandi á vegum Grønlands Tekniske Organisation (GTO), sem nú heitir Nuna-Tek. Þeir aðilar hafa eingöngu notað tæki frá Handar Inc. í Bandaríkjunum, og náð með þeim yfir 90% gagnaheimtu. Þessi tæki eru nokkru dýrari en þau sem hægt er að fá annars staðar, en þær tilraunir sem fram hafa farið hingað til hér á landi benda til þess, að ekki sé sama hvaða tæki séu notuð til sjálfvirkra veðurathugana. Að öllu óbreyttu mun því Orkustofnun miða við tæki frá Handar Inc. í stöðvum á sínum vegum.

3.5 Gagnaflæði og eftirlit

Tryggja verður að flæði gagna sé komið fyrir með fullnægjandi hætti, bæði frá stöðinni sjálfri til byggða og milli stofnana. Gögnin þurfa einnig að vera undir stöðugu gæðaeftirliti, sem að hluta yrði framkvæmt á staðnum um leið og gögn eru sótt.

Söfnun gagna getur verið með tvennum hætti. Annars vegar er mögulegt að safna gögnum í til þess gerð tæki á staðnum, og sækja þau reglulega með aðstoð ferðatölvu, um leið og litið er eftir stöðinni. Hins vegar er hægt að senda gögnin jafnóðum um símalínur eða þráðlaust með fjarskiptatækjum. Hjá Veðurstofu Íslands er stöðvum skipt í veðurfarsstöðvar og skeytastöðvar, og er þar um hliðstæðu að ræða. Misjafnlega vel hefur reynst að blanda saman í einni og sömu stöðinni gagnasöfnunartækjum, sem heimsótt eru reglulega til tæmingar, og rauntímaálestri með fjarskiptum. Þetta er vissulega hægt, og getur hjálpað til og flýtt fyrir í bilanatilfellum, en er erfiðara í rekstri.

Fyrir þarfir rannsóknaraðila er ekki miðað við rauntímaálestur, en mögulegt er að kaupa sendibúnað aukalega við sjálfvirkar veðurstöðvar frá Handar Inc.

4. LANGTÍMAÁÆTLANIR VATNAMÆLINGANEFNDAR

Samstarfsnefnd Landsvirkjunar og Orkustofnunar um vatnamælingar gerði langtímaáætlun árið 1990, sem náði til árunna 1990 til 1994, um endurbætur á vatnshæðarmælakerfinu. Einn þáttur þessarar áætlunar var upp-

setning sjálfvirkra veðurstöðva hjá nokkrum vatnshæðarmælum á hálendinu. Nýlega hefur langtímaáætlunin verið endurskoðuð, og nær hún nú til áronna 1992 til 1996. Verður rakið hér á eftir það sem snýr að veðurstöðvum í þessari áætlun, og hvað hefur þegar verið gert.

4.1 Langtímaáætlun 1990-1994

Áætlunin var sett fram síðla árs 1989, og náði til uppsetningar á 11 sjálfvirkum veðurstöðvum, sem settar skyldu upp á 5 næstu árum:

1990	vhm 234 Eyjabakkar vhm 167 Eyfirðingavað
1991	vhm 166 Sveinstindur vhm 162 Upptypingar Blöndulón, Kolkuhóll
1992	Hálendislfna, Sandbúðir vhm xxx Norðlingafjót
1993	vhm xxx Farið vhm 237 Jökulfall
1994	vhm 218 Emstrur vhm xxx Djúpa ofan Lambár

Á árinu 1991 var sett upp sjálfvirk veðurstöð í Krepputungu nálægt Upptypingum, af Handar gerð, og er hún rekin af Orkustofnun. Fékk hún númerið 547 hjá Veðurfarsdeild Veðurstofunnar. Áður hafði færanleg veðurstöð sömu gerðar verið til prófunar um nokkra hróð í Reykjavík hjá Veðurstofu Íslands.

Í framhaldi af úrvinnslu Orkustofnunar (Kristinn Einarsson og Örn Ólafsson 1982) og Veðurstofunnar (Trausti Jónsson 1991) úr gögnum sjálfvirkra veðurstöðvar við Stóralæk á Fljótsdalsheiði, sem þar var rekin undir Veðurstofunúmeri 599 á árunum 1980 til 1989, stóð til að flytja hana inn á Eyjabakka. Skráningartæki stöðvarinnar, smíðuð á Raunvísindastofnun háskólans í árdaga slkra tækja, höfðu reynt allvel, en voru farin að láta á sjá og auk þess miðuð við úttak á úrelt tæki, sem gengu úr sér. Ákveðið var að endurnýja stöðina í svipuðu formi, og mæla fyrst um sinn aðeins hitastig og vindhraða eins og áður. Nýtt skráningartæki var smíðað hjá Hugrónu hf. 1991 og bíður nú uppsetningar á Eyjabökkum á vegum Landsvirkjunar.

Færanlega Handar-stöðin, sem prófuð hefur verið hjá Veðurstofunni, verður sett upp á næstunni á vegum Orkustofnunar, við vhm 167 Austari-Jökulsá hjá Eyfirðingavaði.

Þannig eru uppsett eða bíða uppsetningar tæki á þremur af framangreindum ellefu stöðum.

4.2 Langtímaáætlun 1992-1996

Undir lok árs 1991 og í byrjun árs 1992 var langtímaáætlunin endurskoðuð.

Nýir eða eldri óafgreiddir staðir fyrir sjálfvirkar veðurstöðvar eru sem hér segir:

1992	Veiðivatnahraun vhm 166 Skaftá
1993	vhm 218 Emstrur
1994	vhm 57 Hvftárvatn Blöndulón, Kolkuhóll
1995	vhm xxx Stóra-Laxá Hálendislfna, Sandbúðir
1996	vhm xxx Djúpa ofan Lambár

Þegar hefur verið getið um Eyjabakka og Eyfirðingavað, sem komast í gagnið 1992, en auk þess mun Landsvirkjun setja upp stöð í Veiðivatnahrauni á árinu.

Handarstöð er í pöntun hjá Orkustofnun, og er ætlunin að nota hana tímabundið við rannsóknir á Hofsjökli sumarið 1992. Skv. langtímaáætlun ætti hún síðan að fara að Sveinstindi við Skaftá, en um þessar mundir er mikil áhersla lögð á vatnsorkurannsóknir á Hraunum á Austurlandi, og er líklegra að hún verði sett upp þar síðla árs 1992.

Rétt er að geta þess, að langtímaáætlun 1992 til 1996 gerir ráð fyrir þeim möguleika, að reistir verði nýir safnmælar fyrir úrkomu, svipaðir þeim sem settir voru upp víða á hálendinu kringum 1960, jafnframt stikum til snjósmælinga. Veðurstöðin í Krepputungu er nálægt einum slíkum eldri safnmæli. Þetta gæti haft einhver áhrif á staðsetningu sjálfvirkra veðurstöðva, en eftir sem áður yrði stefnt að því að koma upp 1-2 sjálfvirkum stöðvum á hverju ári á næstunni.

5. VIÐMIÐUNARSTÖÐVAR Í BYGGÐ

Rétt er að fjalla lítillega um þær veðurstöðvar Veðurstofu Íslands, sem nýtast við gerð rennslislíkana. Er fyrst fjallað um núverandi viðmiðunarstöðvar, en síðan rætt um nokkrar stöðvar sem líklegastar eru til þess að verða notaðar í þessum tilgangi á næstunni.

5.1 Núverandi viðmiðunarstöðvar í gerð rennslislíkana

Eftirtaldar stöðvar hafa verið notaðar við gerð rennslislíkana á vegum Landsvirkjunar hjá Verkfræðistofunni Vatnaskilum hf. á nokkrum undanförunum árum: Nautabú (Blanda), Hallormsstaður (Jökulsá í Fljótsdal, Kelduá, Fellsá, Grímsá og Eyvindará), Teigarhorn (sömu vatnasvið og fyrir Hallormsstað) og Kirkjubæjarklaustur (Þjórsá, Tungnaá og Kaldakvísl). Til skamms tíma voru þessar stöðvar, ásamt Reykjavík og Hæl, einu stöðvarnar sem tiltækar voru samfelld á tölvutæku formi, nógu langt aftur í tímann til þess að nýtast við rekstrareftirlitakerfingisins (Kristinn Einarsson 1990). Og bæði Reykjavík og Hæll hafa raunar einnig verið notaðar við gerð rennslislíkana, sú fyrri m.a. á vegum Vatsveitu Reykjavíkur og sú síðari í eldri rennslislíkönunum af Þjórsársvæðinu.

Gleðilegar framfarir hafa nýlega orðið á þessu sviði, vegna skipulegrar vinnu Veðurfarsdeildar Veðurstofunnar, og hafa nú a.m.k. Síðumúli, Stykkishólmur, (Kvígindisdalur), Hornbjargsviti, Kjörvogur/Gjögur, Grímsey, Akureyri, Grímsstaðir, Raufarhöfn, Dalatangi, Hólar í Hornafirði, Fagurhólsmýri, Loftsalir/Vatnsskarðshólar, Stórhöfði og Reykjanes bæst í hóp veðurstöðva með tölvutæk sólarhringsgildi frá 1950 eða fyrr. Einnig hefur verið og er unnið mikið starf við úrvinnslu eldri gagna frá fjölmörgum öðrum veðurstöðvum.

En samtímis hefur það slys hent á árinu 1990, að Hallormsstaður er aflagður sem veðurstöð. Mætti þó ætla, að Skógrækt ríkisins hefði áhuga á sambandi veðurfars og skilyrða til skógræktar á aðalstöðvum sínum, og auk þess er hér um að ræða grunnstöð fyrir hönnun og rekstur virkjana á innanverðu Fljótsdalshér-

aði, eins og að framan er rakið. Hlýtur að teljast æskilegt og eðlilegt, að þessi mistök verði leiðrétt og stöðin endurreist sem fyrst.

5.2 Líklegar viðmiðunarstöðvar í náinni framtíð

Telja má líklegt, að mikilvægi Stykkishólms sem viðmiðunarstöðvar til langs tíma verði seint ofmetið. Á tímum yfirvofandi veðurfarsbreytinga þarf enn frekar á sögulegum heimildum að halda um náttúrulegar veðurfarsveiflur fyrri tíma. Úrvinnsla eldri gagna frá Reykjavík, Akureyri og Teigarhorni, til samanagerðar við Stykkishólm, er sömuleiðis sjálfsögð.

Á næstu árum má telja líklegt að grípa þurfi a.m.k. til Grímsstaða, Dalatanga, Hóla í Hornafirði, Fagurhólsmýrar og Loftsalá/Vatnsskarðshóla úr framangreindum viðbótarhópi veðurstöðva, vegna rennslislíkanagerðar. Þess utan gæti t.d. Reykjahlíð, Egilsstaðir/Eyvindará, Vík í Mýrdal og Sámstaðir bæst í þennan hóp, þegar úrvinnslu þeirra er lokið.

6. SAMVINNA ORKUGEIRANS VIÐ VEÐURSTOFU ÍSLANDS

6.1 Núverandi samvinna

Formleg samvinna Orkustofnunar og Landsvirkjunar við Veðurstofu Íslands á sér aðeins einn lifandi vettvang um þessar mundir, Íslensku vatnafræðinefndina. Sú nefnd hefur ekki nægilega vítt starfssvið til þess að geta fjallað um þau efni, sem að framan greinir. Virk tengsl til flæðis veðurgagna frá Veðurstofu Íslands til virkjunaraðila eru fyrir hendi gegnum Orkustofnun, og nýtast Veðurstofunni í leiðinni sem öryggisafrit tölvutækra gagna á sólarhringsgrunni. Þessum tengslum var komið formlega á fót á starfstíma Rennslisráðsnefndar (ca. 1981 til 1985), en hún var skipuð fulltrúum Orkustofnunar, Landsvirkjunar og Veðurstofu Íslands.

6.2 Æskileg samvinna í náinni framtíð

Hagkvæmt og eðlilegt virðist, að Rennslisráðsnefnd verði endurreist í einhverju formi. Sýsið varðandi Hallormsstað sýnir best nauðsyn þessa.

Einnig þarf á formlegum tengslum að halda við Tækni- og veðurathuganadeild Veðurstofunnar, til flæðis upplýsinga og tæknilegra ráðlegginga í sambandi við rekstur sjálfvirkra veðurstöðva á hálendinu. Þar er um erfið svið að ræða, en jafnframt eru mistök í rekstri dýr og virka letjandi á frekari uppbyggingu. Því nánari sem samvinnan verður, þeim mun auðveldara, árangursríkara og ódýrara verður að reka það kerfi.

Orð eru til alls fyrst. Umræður um framan- greind málefni eru fyllilega tímabærar.

HEIMILDIR

Kristinn Einarsson 1981: *Notkun veðurathugana í rekstri vatnsvirkjana*. Orkustofnun, greinargerð KE-81/03, 4 s.

Kristinn Einarsson 1990: *Frá mælingum til líkans*. Í: Guttormur Sigbjarnarson (ritstj.) 1990: *Vatnið og landið*. Vatnafræðiráðstefna, október 1987. Orkustofnun, Reykjavík, s. 175-183.

Kristinn Einarsson og Örn Ólafsson 1982: *FLJÓTSDALSHEIÐI. Úrvinnsla hitamælinga í Múlabúðum, undir Laugarfelli og við Stóra-læk*. OS82065/VOD33 B, 26 s.

Orkustofnun 1983: *VEÐURSTÖÐVAR OG SKRÁNINGARTÆKI. Álit vinnuhóps á Vatnsorkudeild*. Orkustofnun OS-83052/VOD-25 B, 9 bls.

Trausti Jónsson 1991: *Weather conditions at the proposed Eyjabakki Dam*. Veðurstofa Íslands, 11 s. + 18 myndir.