



**ORKUSTOFNUN**

## Rannsóknir Vatnamælinga Orkustofnunar fyrir Orkuveitu Reykjavíkur

**Páll Jónsson, Sverrir Elefsen**

**Greinargerð PJ-SE-2003/01**



## Rannsóknir Vatnamælinga Orkustofnunar fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

### INNGANGUR

Þriðjudaginn 21. janúar 2003 var haldinn fundur um rannsóknir Vatnamælinga Orkustofnunar fyrir Orkuveitu Reykjavíkur. Tilgangur fundarins var að fara yfir núverandi stöðu þessara rannsókna og verkefni og umfang þeirra í nánustu framtíð. Á fundinum voru Árni Snorrason, Kristinn Einarsson og Páll Jónsson frá Vatnamælingum Orkustofnunar og Einar Gunnlaugsson frá Orkuveitu Reykjavíkur.

Árið 1996 var skipulagi Orkustofnunar breytt og urðu Vatnamælingar þá sjálfstæð rekstrareining. Engar beinar fjárveitingar renna til Vatnamælinga eftir þessa breytingu og gera Vatnamælingar samninga um öll unnin verk. Samningar um rekstur vatnshæðarmælakerfis fyrir iðnaðarráðuneyti eru gerðir við Auðlindadeild Orkustofnunar, sem fær til þess fjárveitingar frá Alþingi. Einnig eru í gildi samningar um rekstur vatnshæðarmæla fyrir öll stærstu orkufyrirtækin: Landsvirkjun, Orkuveitu Reykjavíkur, Orkubú Vestfjarða, RARIK og Hitaveitu Suðurnesja. Auk þess hefur verið samið við aðra aðila um rekstur vatnshæðarmæla og kostar Vegagerðin flesta þeirra. Nokkrir vatnshæðarmælar tengast vöktun vatnsfalla frá Vatnajökli, Mýrdals- og Eyjafjallajökli, vegna hugsanlegra eldsumbrota undir þessum jöklum með tilheyrandi jökulhlæpum í kjölfarið.

Helmingur af veltu Vatnamælinga er vegna rekstrar vatnshæðarmælakerfisins, þar sem áherslan er á að afla gagna með kerfisbundnum langtímmamælingum á rennsli og vatnsborði, en auk þess stunda Vatnamælingar kerfisbundnar langtímmamælingar og grunnrannsóknir á mörgum öðrum sviðum, svo sem aurburðarrannsóknir, jöklamælingar, grunnvatnsmælingar, efnavöktun og ýmislegt fleira. Veigamikill hluti verkefna Vatnamælinga varðar jafnframt gagnaúrvinnslu og varðveislu þessara gagna í gagnagrunni.

### REKSTUR VATNSHÆÐARMÆLAKERFIS

Vatnamælingar hafa um langa hríð rekið vatnshæðarmæla fyrir Orkuveitu Reykjavíkur og áður fyrir Vatnsveitu og Rafmagnsveitu Reykjavíkur. Þannig eru til í gagnagrunni Vatnamælinga viðamikil gögn um vatnasvið Elliðaánn, sem gerð er ítarleg grein fyrir í skýrslu Orkustofnunar OS-96054/VOD-08 B (Sigfinnur Snorrason og Snorri Zóphóníasson: Vatnasvið Elliðaánn. Gagnaskýrsla, Október 1996).

Kostnaður við rekstur vatnshæðarmæla á vegum Vatnamælinga er metinn í rekstrareiningum á ári, þar sem miðað er við að venjulegur rennslisgæfur vatnshæðarmælir samsvari 100 rekstrareiningum. Þóknun á rekstrareiningu breytist samkvæmt meðaltali af gildandi launavísitölu opinberra starfsmanna og gildandi

vísitölu neysluverðs á hverjum tíma, en þóknunin fyrir rekstrareiningu var 7.890 kr/ári í upphafi, 1. janúar 1998. Í meðfylgjandi skjali, "einingarverð2003\_OR.doc", er gerð grein fyrir útreikningum á þóknuninni en hún er 11.043 kr/ári án vsk. miðað við 1. janúar 2003.

### **Elliðaár**

Rennsli Elliðaáanna á sólarhringsgrunni hefur verið skráð hjá Vatnamælingum frá árinu 1924. Rennsli á sólarhringsgrunni frá árunum 1925-1927 hefur nýlega verið skráð á Vatnamælingum á grundvelli gagna frá Elliðaárstöð. Frá 1. september 1928 til 29. maí 1969 er þetta rennsli byggt á kvarðaálestrum úr Árbæjarlóni. Frá 30. maí 1969 til 31. desember 1984 er byggt á síritagögnum úr Elliðaám við Heyvað. Frá 1. janúar 1985 til 31. desember 1988 er hins vegar byggt á reiknuðu rennsli um yfirlall og lokur, en eftir það er aftur byggt á stafrænum rennslisgögnum úr vatnshæðarmælinum við Heyvað.

Til eru gögn fyrir Elliðaárstöðina og Elliðavatnsmiðlun, þar sem skráð er forði, innrennsli, notað vatn og framhjárennsli til að meta vatnsbúskap rafstöðvarinnar. Þessi gögn ná aftur til ársins 1924 með mismunandi mæliaðferðum og útreikningum. Einkum vantart gögn frá því eftir stórfloðið í Elliðaánum í lok febrúar 1968 og fram á árið 1969, en í flóðinu urðu skemmdir á bæði Árbæjar- og Elliðavatnsstíflu.

Í síðasta samningi Vatnamælinga og Orkuveitu Reykjavíkur hefur rekstur vatnshæðarmæklerfis vegna Elliðaáa og Elliðaárstöðvar verið samtals 305 rekstrareiningar, 135 einingar fyrir rennslisgæfan vatnshæðarmæli í Elliðaám við Heyvað, þar sem einnig er mældur vatnshiti og mælirinn símtengdur eins og aðrir mælar í Elliðastöðvarkerfinu, 85 rekstrareiningar fyrir vatnshæðarmæli í Elliðavatni við Vatnsendastíflu og 85 rekstrareiningar fyrir Elliðaárstöðina og Árbæjarlón.

Allt Elliðaárkerfið var endurbætt um mánaðarmótin mars-apríl 2000 og skipt um rafræna þrýstiskynjara til mælinga á vatnshæð og vatnshita eftir þörfum og eru gögnin skráð í skráningartæki af gerðinni Campell. Einnig voru allir þessir mælar símtengdir og eru gögnin sótt og varðveitt í gagnagrunni Vatnamælinga og má einnig sjá gögnin á vef Vatnamælinga og uppfæra þaðan ef þurfa þykir. Auk þess geta starfmenn Elliðaárstöðvar hringt beint í mælana til að fá samtíma upplýsingar.

Í ljósi reynslunnar af rekstri Elliðárkerfisins þykir Vatnamælingum nú ástæða til að fækka rekstrareiningum fyrir kerfið. Í upphafi var gert ráð fyrir að all nokkur kostnaður fylgdi því að koma upp og þróa nýtt tölvukerfi kringum þessar mælingar og hefur sú þróun gengið vonum framar. Tillaga Vatnamælinga er því sú að umfang rekstrar Vatnamælinga á vatnshæðarmælum í Elliðaám og Elliðaárstöð fyrir Orkuveitu Reykjavíkur verði 245 rekstrareiningar, í stað 305 rekstrareininga áður, 100 einingar fyrir rennslisgæfan vatnshæðarmæli í Elliðaám við Heyvað, þar sem einnig er mældur vatnshiti og mælirinn símtengdur eins og aðrir mælar í Elliðastöðvarkerfinu, 70 rekstrareiningar fyrir vatnshæðarmæli í Elliðavatni við Vatnsendastíflu og 75 rekstrareiningar fyrir Elliðaárstöðina og Árbæjarlón. Einnig er lagt til að unnið verði úr gögnunum frá Elliðavatni og Árbæjarlóni ekki eingöngu sem vatnsborðsstöðvum heldur einnig sem miðlun og að gefin sé út rafstöðvarsþýrla fyrir Elliðaárstöðina.

## **Hólmsá og Suðurá**

Síritandi vatnshæðarmælar hafa verið reknir í Hólmsá og Suðurá frá 1. júní 1972. Eftir áðurnefndar skipulagsbreyingar á Orkustofnun hafa Vatnamælingar samið um rekstur vatnshæðarmælis vhm 185 í Hólmsá við Borgarverkfræðing, en rekstur vhm 186 í Suðurá hefur verið kostaður af Orkuveitu Reykjavíkur. Í Suðurá er að mestu lindavatn og er mælirinn lítið truflaður af völdum íss, en bakvatnsáhrifa getur gætt þegar mikið rennsli er í Hólmsá eða vegna ísalagna í Hólmsá.

Í síðasta samningi Vatnamælinga og Orkuveitu Reykjavíkur var greiðsla Orkuveitu Reykjavíkur vegna Suðurár 70 rekstrareiningar og er þá gert ráð fyrir tveimur rennslismælingum og þremur vitjunum í mælinn á árinu, þannig að þessi mælir er talinn tæplega venjulegur 100 eininga mælir. Mælirinn er pappírssíriti af gerðinni A.Ott með mánaðarblöðum og þarf því að fara mánaðarlega í hann til að skipta um pappír.

Tillaga Vatnamælinga er að umfang rekstrar Vatnamælinga á vatnshæðarmælinum í Suðurá verði óbreytt eða 70 rekstrareiningar.

## **Heiðmörk**

Frá 1. nóvember 1972 hafa Vatnamælingar rekið þrjá síritandi grunnvatnsmæla í borholum í Heiðmörk fyrir Vatnsveitu Reykjavíkur og síðan Orkuveitu Reykjavíkur. Allar vatnshæðir í þessum grunnvatnsholum eru gefnar upp sem hæð yfir sjó í Reykjavíkurkerfinu. Þessir þrír mælar eru vhm 187: Heiðmörk; Undanfari, vhm 188: Heiðmörk; Berhóll og vhm 189: Heiðmörk; Thorgeirsstaðir. Síritarnir eru allir pappírssíritar af A.Ott gerð og hefur þurft að skipta um blöð í þeim mánaðarlega, en í október 2000 voru settir þrýstiskynjarar í allar holurnar og vatnshæðin skráð með Campbell skráningartæki. Ekki hefur enn verið ráðist í að símtengja mælana þannig að birta mætti gögnin á vef Vatnamælinga, en slík símtenging myndi auðvelda allan rekstur mælanna og auka rekstraröryggi þeirra.

Í síðasta samningi Vatnamælinga og Orkuveitu Reykjavíkur var greiðsla Orkuveitunnar vegna þriggja grunnvatnsmæla í Heiðmörk 25 rekstrareiningar fyrir hvern eða samtals 75 rekstrareiningar. Miðað við að sett verði upp símtenging við mælana er gert ráð fyrir að fjöldi eininga aukist um 5 fyrir hvern mæli.

Tillaga Vatnamælinga er að sett verði upp símtenging við grunnvatnsmælana í Heiðmörk og verði þá umfang rekstrar Vatnamælinga á vatnshæðarmælum í Heiðmörk fyrir Orkuveitu Reykjavíkur 90 rekstrareiningar, eða 30 rekstrareiningar fyrir hver mæli.

## **Skorradalsvatn og Andakílsárvirkjun**

Vatnshæðarmælir hefur verið rekinn í Skorradalsvatni frá 21. júní 1967, eingöngu sem pappírssíriti af A.Ott gerð til 29. ágúst 1996, en þá var settur þrýstiskynjari í brunninn og vatnshæðin skráð með skráningartæki frá Hugrúnu hf. og hefur síðan verið tvöföld skráning á vatnshæðinni. Vatnshæðin er einnig skráð með sama þrýstiskynjara af skráningartæki frá virkjuninni og er fylgst með vatnshæðinni í stjórnstöð virkjunarinnar.

Gögnin úr mælinum í Skorradalsvatni hafa verið unnin þannig að þau gefa stöðu vatnsborðs í metrum yfir sjó, en Skorradalsvatn er einnig miðlun fyrir

**Andakílsárvirkjun.** Við skipulagsbreytingar á Orkustofnun var gerður samningur um rekstur mælisins í Skorradalsvatni við Andakílsárvirkjun og hafa verið greiddar 40 rekstrareiningar fyrir þennan mæli. Þegar Akranesveitur tóku yfir rekstur Andakílsárvirkjunar árið 1996 var gerður samskonar samningur við þær. Í upphafi árs 2002 yfirtók síðan Orkuveita Reykjavíkur rekstur Andakílsárvirkjunar og greiddi fyrir rekstur mælisins á árinu 2002, þó að ekki væri formlegur samningur í gildi.

Miðvikudaginn 26. febrúar 2003 heimsóttu þrír starfsmenn Vatnamælinga, Páll Jónsson, yfirverkefnisstjóri, Sverrir Elefsen, fagstjóri tæknimála og Kristjana Eyþórðsdóttir, svæðisstjóri VM á Vesturlandi, stöðvarstjóra Andakílsárvirkjunar Guðbjörn Tryggvason. Tilgangur heimsóknarinnar var að gera vettvangskönnun og ræða við stöðvarstjóra um mælingar á vatnsbúskap Andakílsárvirkjunar. Var þessi heimsókn mjög gagnleg og leggja Vatnamælingar til að eftirfarandi mælingum og gagnaúrvinnslu fyrir Andakílsárvirkjun verði komið á, þannig að upplýsingar um vatnsbúskap Andakílsár verði sambærilegum hætti og við Elliðaár. Gert er ráð fyrir að Vatnamælingar sjá um rekstur allra vatnshæðarmæla og útgáfu gagna eins og gert er fyrir Elliðaárkerfið. Kostnaður Orkuveitu Reykjavíkur er gefinn upp í rekstrareiningum eins og áður, en gert er ráð fyrir að allur kostnaður vegna mælitækja og vinnu sé innifalinn eins og verið hefur í fyrrí samningum.

1. Sett verði upp Campbell skráningartæki í núverandi vatnshæðarmæli í Skorradalsvatni og mælirinn símtengdur, þannig að gögn geti birst á vef Vatnamælinga og í stjórnstöð Andakílsárvirkjunar eins oft og óskað er.
2. Settur verði þrýstiskynjari með öndunararbúnaði, vatnshitamælir og Campbell skráningartæki í útrennslí Skorradalsvatns þar sem vatni er hleypt um lokur. Mældur verði upp rennslislykill fyrir útrennslíð og væri það jafnframt kvörðun á lokubúnaðinum.
3. Gögn úr Skorradalsvatni verði unnin sem miðlun, þannig að innrennslí sé reiknað útfrá forðabreytingu og útrennslí. Rennsli á yfirlalli og um flipaloku verði reiknað útfrá vatnshæð í Skorradalsvatni.
4. Rekstrarkostnaður vegna Skorradalsvatnsmiðlunar verði 150 rekstrareiningar og verði innifalið í þeim kostnaði eftirlit með rennslislykli fyrir útfallið, útgáfa hefðbundinnar vatnsborðsskýrslu fyrir Skorradalsvatn og vatnshitaskýrslu fyrir útfallið. Einnig verði reiknuð miðlun í Skorradalsvatni og gefin út skýrsla um hana.
5. Settir verði upp þrýstiskynjarar með öndun bæði í inntakslón og útrennslí virkjunarinnar við stöðvarhús. Þessir mælar verði báðir símtengdir, þannig að gögnum frá þeim verði safnað hjá Vatnamælingum og þau jafnframt birt bæði á vef Vatnamælinga og í stjórnstöð virkjunarinnar. Mældur verði upp rennslislykill fyrir útrennslíð frá virkjuninni, en það væri jafnframt kvörðun á vélum virkjunarinnar. Framhjárennslí um yfirlall inntakslónsins yrði reiknað og einnig reynt að meta viðbótarinnrennslí í gamla farvegi Andakílsár milli inntakslóns og stöðvarhúss.
6. Gefin verði út rafstöðvarsþírsla fyrir virkjunina á svipuðu formi og gert var fram til ársins 1984, þar sem fram kemur vatnsbúskapur stöðvarinnar. Til þess að auðvelda þessa reikninga er rétt að dýptarmæla inntakslónið og reikna forðalykil fyrir það.
7. Rekstrarkostnaður vegna Andakílsárvirkjunar verði 75 rekstrareiningar og verði innifalið í þeim kostnaði allt eftirlit með hæðarkerfi fyrir yfirlögg, rennslislyklum og vatnshæðum.

Tillaga Vatnamælinga er þannig að umfang rekstrar vatnshæðarmælakerfis við Skorradalsvatn og Andakílsárvirkjun verði samanlagt 225 rekstrareiningar.

### **Hengilssvæði og Bláfjöll**

Á áðurnefndum fundi Vatnamælinga og Orkuveitu Reykjavíkur þann 21. janúar síðastliðinn lagði Einar Gunnlaugsson til að Vatnamælingar kæmu að langtímaþældingum á Hengilssvæði og í Bláfjöllum, enda væri slíkt eðlileg útvíkkun á samningi Vatnamælinga og Orkuveitu Reykjavíkur um rekstur vatnshæðarmæla í Heiðmörk og á Elliðaársvæðinu.

Tillaga Orkuveitu Reykjavíkur er að Vatnamælingar sjái um rekstur á öllum grunnvatnsholum Orkuveitunnar þar sem langtímaþældingar eiga að fara fram, en Orkuveita Reykjavíkur hefur borað 23 grunnvatnsholur á þessu svæði á undanförnum árum og eru mælingar á grunnvatnshæð hafnar í nokkrum þeirra, yfirleitt með stökum niðurmælingum í holurnar. Á þessu stigi er um að ræða þjár grunnvatnsholur, þar sem Orkuveitan metur nauðsynlegt að halda uppi langtímaþældingum á vatnsborði. Ein þessara hola er í Bláfjöllum og var hún boruð árið 1995 og hefur farið fram síritandi vatnshæðarmæling í henni með þrýstiskynjara án öndunar frá haustinu 2001. Hinar tvær langtímaholurnar hafa einnig verið mældar með stökum niðurmælingum um nokkurt skeið, en mikilvægt er að koma þeim mælingum í kerfisbundinn rekstur.

Vatnamælingar leggja til að þessir þrír grunnvatnsmælar verði allir búinir þrýstiskynjara með öndun og símtengdir og að umfang rekstrar þeirra verði 30 rekstrareiningar fyrir hvern, í samræmi við grunnvatnsmælingarnar í Heiðmörk, þannig að heildarumfang grunnvatnsmælinga á Hengils- og Bláfjallasvæðinu verði 90 rekstrareiningar.

Auk mælinga í þessum þremur grunnvatnsholum leggur Orkuveita Reykjavíkur til að Vatnamælingar setji upp síritandi rennslisgæfan vatnshæðarmæli í Hengladalsá ofarlega á vatnsviði hennar. Tilgangur þessara mælinga er að fylgjast með yfirborðsvatni á þessu vatnsviði og fá upplýsingar um rennslu á þessum stað m.a. vegna þess að nota á vatnið sem kælingu við borun á svæðinu. Einkum skiptir miklu máli að þekkja lágrennslíð yfir vetrartíman en þessar boranir munu einnig fara fram að vetri til. Vatnamælingar leggja til að þessi mælar verði rekinn eins og venjulegur rennslisgæfur vatnshæðarmælir og umfang rekstrarins verði þannig 100 rekstrareiningar.

### **Mælitæki.**

Undanfarin 5 ár hafa Vatnamælingar unnið kerfisbundið að endurnýjun tækjabúnaðar í vatnshæðarmælakerfinu. Endurnýjunin felur í sér uppsetningu stafrænna skráningartækja frá Campbell Scientific og þrýstiskynjara frá Druck, auk hugsanlega skynjara til ýmissa umhverfismælinga annarra en vatnshæðar.

Nýju skráningartækin eru fjölrása forritanleg tæki, sömu gerðar og víða eru notuð annars staðar við umhverfismælingar enda hafa þau reynst vel.

Allir þrýstinemar í kerfinu við Andakílsárvirkjun verða af gerðinni Druck PTX1830 en Druck PDCR1830 á öðrum stöðum. Þeir eru tengdir skráningartæki með kapli sem hefur innbyggða öndunarslöngu þannig að þrýstingur andrúmsloftsins er leiddur niður

að bakhlið skynjarahimnu og er þannig leiðrétt fyrir áhrifum loftþrýstings á skynjarann utan frá. Loftið í öndunarslönguna er þurrkað í tengikassa við skráningartæki. Við Andarkílsárvirkjun verða skynjararnir jafnframt tengdir núverandi tölvukerfi. Elliðaárkerfið verður í óbreyttri mynd.

Ætlunin er að öll gagnasöfnun verði framkvæmd sjálfvirkt með símatengingu við mælana líkt og gert er í dag í Elliðaárkerfinu. Á skrifstofu Vatnamælinga Orkustofnunar er rekið sérstakt tölvukerfi með öflugum rafbakhjarli fyrir gagnasöfnun úr símatengdum mælum og birtingu gagna á vefnum. Símatengingen tryggir mun meira öryggi við rekstur mælanna þar sem bilanir koma strax í ljós. Þá er viðskiptavinum jafnframt boðinn aðgangur að nýjustu gögnum á vefnum í formi línurita eða á töfluformi. Uppfærslutíðni gagna á vefnum er samkvæmt nánara samkomulagi en jafnframt er möguleiki á að uppfæra gögnin handvirkta af vefsíðu. Vefaðgangurinn er stýrður þannig að hægt er að koma í veg fyrir að aðrir sækí sér tölulegar upplýsingar eða uppfæri gögnin en þeir sem hafa til þess leyfi.

### **Samantekt um rekstur vatnshæðarmælakerfis**

Samkvæmt ofangreindum tillögum munu Vatnamælingar taka að sér rekstur vatnshæðarmælakerfis fyrir Orkuveitu Reykjavíkur að umfangi samtals 820 rekstrareiningar. Um er að ræða rekstur á 14 síritandi vatnshæðarmælum, fjórum rennslisgæfum mælum, fjórum vatnsborðsmælum og sex grunnvatnsmælum. Uppkast að samningi Orkuveitu Reykjavíkur og Vatnamælinga Orkustofnunar um rekstur vatnshæðarmælakerfis má sjá í meðfylgjandi skjali "samn-or2003.doc" og yfirlit yfir vatnshæðarmæla og rafstöðvar sem þessi samningur tekur til má sjá í meðfylgjandi skjali "samn-or2003-fylgiskjal.xls".

Þóknun fyrir rekstrareiningu er 11.043 kr/ári miðað við verðlag 1. janúar 2003 og yrði því heildar upphæð fyrir samninginn samkvæmt uppkastinu 9.055.260 krónur án vsk. fyrir 820 rekstrareiningar.

### **ENDURSKOÐUN OG UPPFÆRSLA GAGNA FRÁ ANDAKÍLSÁRVIRKJUN**

Í gagnagrunni Vatnamælinga eru til unnin gögn frá Andakílsárvirkjun fyrir tímabilið 1949-1984 og hafa verið gefnar út rafstöðvarsþýrslur fyrir þetta tímabil. Í þessum skýrslum er yfirlit yfir vatnsbúskap stöðvarinnar, þ.e.a.s. innrennsli, notað vatn, framhjárennsli, útrennsli, vatnshæð og forða í miðlunarlóni og breytingar á þessum stærðum. Ekki eru nein línurit í þessum skýrslum og ekki eru öll gögnin til á tölvutæku formi.

Í upphafi tíunda áratugar síðustu aldar fór fram gagnger endurskoðun og endurúrvinnsla á rafstöðvargögnum frá Elliðaárstöðinni, rafstöðvum RARIK og Orkubús Vestfjarða og einnig á nokkrum rafstöðvum Landsvirkjunar og hafa verið gefnar út mjög ítarlegar skýrslur um þessi gögn. Farið var yfir allan innslátt á gögnum frá rekstri stöðvanna og öll pappírsgögn tölvutekin. Allir rennslis- og forðalyklar voru endurskoðaðir og unnir með nýjustu aðferðum sem völ var á. Einnig var farið yfir hæðarkóta á öllum viðmiðum og tryggt að unnið væri úr gögnum í réttu hæðarkerfi. Í skýrslunum eru settar fram töflur yfir dagsgildi rennslis og upplýsingar um vatnshæð og forða í lónum í lok hvers dags. Sömuleiðis eru birt línurit yfir þessar stærðir og í texta er gerð grein fyrir úrvinnslunni svo og gæðum gagnanna.

Frá árinu 1995 hefur farið fram endurskoðun eldri gagna frá mörgum vatnshæðarmælum, sem Vatnamælingar hafa rekið frá stofnun þeirra. Í upphafi var um að ræða gögn frá vatnasviði Efri-Þjórsár og Tungnaár og var sú vinna unnin fyrir Landsvirkjun vegna vatnafræðilegs líkans af svæðinu sem unnið var af verkfræðistofunni Vatnaskil. Síðar hefur Auðlindadeild Orkustofnunar staðið fyrir endurskoðun gagna frá nokkrum vatnasviðum í tengslum við Rammaáætlun um nýtingu vatnsafls og jarðhita, meðal annars vatnasviðum Skjálfandafljóts, Hvítár í Árnessýslu og Skaftár. Einnig hefur Landvirkjun kostað endurskoðun gagna frá vatnasviði Neðri-Þjórsár og nýlega er hafin endurskoðun gagna af vatnasviði Jökulsár á Dal fyrir Landvirkjun. Í þessari endurskoðun felst að öll gögn eru tölvutekin og allar rennslismælingar eru endurreiknaðar með nútíma aðferðum. Nýir rennslislyklar eru unnir og gefin út skýrsla um gerð þeirra. Farið er vandlega yfir öll vatnshæðargögn og allar áætlanir vegna ístruflana og vegna annara vandræða við rekstur mælanna eru endurkoðaðar. Að lokum er gefin út skýrsla um þessa endurskoðun með töflum og línuritum og samanburði við eldri úrvinnslu gagnanna.

Vatnamælingar leggja til að gerður verði samningur milli Orkuveitu Reykjavíkur og Vatnamælinga um endurskoðun og uppfærslu gagna frá Andakílsárvirkjun. Öll gögn frá árabilinu 1949-1984 verði tölvutekin og endurskoðuð með þeim aðferðum sem lýst er að ofan. Einnig verði öll gögn frá Skorradalsvatni eftir 1967 hnituð í fullri upplausn og þau endurskoðuð með sama hætti. Einnig að gagnaröðin frá Andakílsárvirkjun verði uppfærð með gögnunum frá árabilinu 1985-2002 og þau unnin með sama hætti og endurskoðuðu gögnin. Með þessu móti fást mjög mikilvægar upplýsingar um vatnsbúskap rafstöðvarinnar og einnig vatnsbúskap á þessum hluta Vesturlands en gagnaröðin frá Andakílsárvirkjun er ein af lengstu tímaröðunum í gagnabanka Vatnamælinga.

Kostnaður vegna þessarar endurskoðunar er allmikill og þarf að leggja í nokkra vinnu til að gera sem réttasta kostnaðaráætlun. Gera má ráð fyrir að vinnan við þessa endurskoðun og uppfærslu færi fram á lengri tíma og yrði kostnaðinum þannig dreift á nokkur ár. Vatnamælingar eru reiðubúnar að leggja vinnu í að útbúa eins nákvæma kostnaðaráætlun og kostur er og væri þá í kjölfarið hægt að ganga frá samningi milli Orkuveitu Reykjavíkur og Vatnamælinga Orkustofnunar um þessa endurskoðun og uppfærslu gagna.

## RANNSÓKNIR Á HLÁKU OG ÍSMYNDUN

Á áðurnefndum fundi Orkuveitu Reykjavíkur og Vatnamælinga þann 21. janúar 2003 kom fram hjá Einari Gunnlaugssyni að Orkuveitan hefði mikinn áhuga á að fá viðvörun þegar von væri á mikilli hláku á áhrifasvæði vatnsbóla Reykjavíkur í Heiðmörk. Þegar mikla hláku gerir á þessu svæði er hætta á að yfirborðsvatn berist í grunnvatnskerfið og vatnsbólin. Mjög óæskilegt er að þetta vatn berist í neysluvatnskerfi svæðisins og til þess að koma í veg fyrir það myndi viðvörun um yfirvofandi hláku gera Orkuveitunni kleift að stjórna því úr hvaða grunnvatnsholum yrði dælt inn á neysluvatnskerfið og hvar stöðva mætti dælingu tímabundið.

Vatnamælingar vita ekki til þess að slíkar hlákurannsóknir hafi farið fram hér á landi eða annars staðar, en kanna mætti nánar hvort slíkt hafi verið gert. Vatnamælingar líta á þetta verkefni sem kjörið tækifæri til að þróa aðferðir til slíkrar vöktunar en eins og áður hefur komið fram hafa Vatnamælingar í auknum mæli tekið að sér vöktun á

nokkrum vatnsföllum vegna hugsanlegrar náttúrvár, einkum á eldvirkum svæðum undir jöklum.

Erfitt er að gera nákvæma áætlum um slíka hlákuvöktun en fyrsta hugmynd er að nota rafleiðnimælingar á yfirborðsvatni til að fylgjast með hvort mikið leysingavatn sé á ferðinni, þar sem rafleiðni í vatnsföllum lækkar greinilega þegar mikið leysingavatn berst í ána. Gert er ráð fyrir að áðurnefnd mælistöð í Hólmsá, sem kostuð er af Borgarverkfræðingi, verði endurnýjuð með rafrænum þrýstiskynjara með öndun í stað núverandi brunnmælis og vatnshæðin verði skráð með Campbell skráningartæki. Tilvalið er að setja jafnframt upp rafleiðni- og vatnhitanema við mælistöðina og tengja þá við sama skráningatækið. Einnig mætti setja upp lofthitamæli og loftþrýstingsmæli við stöðina og fá þannig nákvæmari upplýsingar um ástandið á vatnasviðinu. Stöðin yrði símtengd og forrituð þannig að hún sendi frá sér viðvörun til Vatnamælinga sem gerðu Orkuveitunni viðvart þegar mælingar þykja benda til "hlákuaðstæðna".

Gera mætti samning um rekstur þess hluta mælistöðvarinnar sem snýr að hlákurannsóknum byggðan á rekstrareiningum og er það líklega einfaldast. Taka þarf þá tillit til þess að þarna er um tilraunastarfsemi og frumrannsóknir að ræða og þyrfti að byggja upp reynslu vegna viðvörunarkerfisins og notkun þeirra upplýsinga sem fást úr hinum ýmsu mælitækjum sem tengdust stöðinni. Mögulegt er einnig að setja upp slíka stöð við vatnshæðarmælinn í Suðurá sem er nær vatnstökusvæði Orkuveitunnar, en vatnasvið hans er miklu minna að flatarmáli en vatnasvið Hólmsár og því ef til vill erfiðara að meta "hlákuaðstæður" útfrá mælingum þar.

Vatnamælingar leggja til að komið verði upp mælistöð til hlákurannsókna við vatnshæðarmælinn í Hólmsá til að byrja með og verði það gert sem fyrst þannig að öðlast megi einhverja reynslu fyrir næsta vetur. Settur verði upp rafleiðniskynjari með vatnshitanema og einnig lofthita- og loftþrýstingsmælir við stöðina. Tillaga Vatnamælinga er að kostnaður vegna þess hluta stöðvarinnar sem snýr að hlákurannsóknunum verði sem svarar 100 rekstrareiningum á ári til að byrja með.

Auk þess að rannsaka og koma upp mælakerfi til viðvunar vegna hlákuaðstæðna á Heiðmerkursvæðinu mætti hugsa sér að þróa viðvörunarkerfi vegna ísmyndunar t.d. í Elliðaánum við Heyvað, þannig að vara mætti við þegar ís hleðst upp í ánum með þeim afleiðingum að önnur eða báðar kvíslar ánnar þorni, líkt og gerðist veturinn 2001/2002. Ekki er hér lagt mat á kostnaðinn við slíkt viðvörunarkerfi en sjálfsagt er að Vatnamælingar leggi mat á kostnaðinn óski Orkuveita Reykjavíkur eftir því.

## SAMVINNUVERKEFNI

Vatnamælingar hafa áhuga á að efla umhverfisvöktun á Íslandi, einkum rannsóknir tengdar vatnsbúskap og vatnafari. Eins og áður er getið stunda Vatnamælingar langtímarannsóknir á ýmsum þáttum sem snúa að umhverfisvöktun, svo sem mælingar á afrennsli, grunnvatni, jöklum, aurburði og efnafraði vatns, auk þess sem þær reka nokkrar sjálfvirkar veðurstöðvar og úrkomumæla á hálandinu. Þessar rannsóknir eru kostnaðar af ýmsum aðilum rétt eins og rekstur vatnshæðarmælakerfisins, en vatnshæðarmælakerfið er sajáttur sem er mikilvægastur fyrir þessar umhverfisrannsóknir. Lang stærstur hluti þessara rannsókna er kostnaður af Landsvirkjun og Auðlindadeild Orkustofnunar en fleiri aðilar koma þar einnig að, svo

sem önnur orkufyrirtæki, Vegagerðin og Raunvíssindadeild Háskóla Íslands og þann 27. febrúar síðastliðinn var raunar skrifad undir samstarfssamning Vatnamælinga og Háskólans á Akureyri og stendur til að setja upp umhverfisrannsóknarstöð í Glerá við Akureyri.

Auk þeirra rannsóknarverkefna sem Orkuveita Reykjavíkur kostar og getið er hér að ofan, sjá Vatnamælingar einnig möguleika á frekara samstarfi Orkuveitunnar, Vatnamælinga og annara aðila sem einnig standa fyrir umhverfisrannsóknum tengdum vatnafari og verður hér gerð grein fyrir nokkrum þeirra.

### Vatnsföll í Reykjavík og nágrenni

Eins og áður er getið reka Vatnamælingar vatnshæðarmæli í Hólmsá fyrir Borgarverkfræðing. Sama gildir um vatnshæðarmæli í Korpu við Keldnaholt. Þessir tveir mælar auk þeirra sem Orkuveita Reykjavíkur rekur í Heiðmörk og Elliðaárm eru einu vatnshæðarmælarnir í rekstri á höfuðborgarsvæðinu. Vatnamælingar telja það mjög mikilvægt vegna umhverfis- og skipulagsmála að stundaðar séu grunnrannsóknir á vatnasviðum höfuðborgarsvæðisins og þar sé mikilvægt að byggja upp gagnagrunn með langtíma mælingum, sem nýtast munu sem grunniðmið og til samanburðar, þegar farið er í framkvæmdir á vegum sveitarfélaga eða annara aðila á höfuðborgarsvæðinu. Í þessu samhengi getur aðkoma Orkuveitu Reykjavíkur skipt miklu máli, en jafnframt þyrftu öll sveitarfélögin sem málið varðar að koma að samningum um rekstur á kerfi vatnshæðarmæla á þessu svæði.

Til þess að ná sem mestum og bestum upplýsingum um vatnasviðin og umhverfið þyrfti auk rennslisgæfra vatnshæðarmæla og grunnvatnsmæla að leggja áherslu á efnavöktun t.d. með samfelldum mælingum á rafleiðni og vatnshita. Ýmis vatnsföll koma til greina fyrir þessar mælingar, svo sem Kaldakvísl, Varmá, Kaldá, Leirvogsá og vatnsföll á Kjalarnesi og í Kjós. Einnig er möguleiki að víkka út mælingar á þeim mælistöðvum sem þegar eru í rekstri á höfuðborgarsvæðinu með því að bæta þar við rafleiðni- og vatnshitaskynjurum auk hugsanlega skynjara fyrir aðra umhverfispætti svo sem PH-gildi eða kolsýruinnihald. Kostnaður við uppsetningu og rekstur hvers nýs skynjara við uppsetta mælistöð nemur u.p.b. 10 rekstarareiningum á ári. Þannig myndi kostnaður vegna rafleiðniskynjara í Elliðaánum við Heyvað auka rekstrarkostnað þeirrar mælistöðvar í 110 rekstrarreiningar. Vatnamælingar leggja til að komið verði fyrir slíkum skynjara í Elliðaármar sem fyrst þar sem slíkur skynjari veitir mikilvægar upplýsingar um efnafræði vatnsins.

Árið 1986 reistu Vatnamælingar vatnshæðarmæli í Bugðu í Kjós skammt neðan útfalls Meðalfellsvatns. Tilgangur mælisins var að fylgjast með afrennsli af vatnasviði Bugðu og Meðalfellsvatns, en það var liður í alþjóðlegu verkefni um umhverfisrannsóknir og mengun. Lítið varð úr þessum umhverfisrannsóknum og í raun er það aðeins afrennslið sem hefur verið mælt síðan 1986. Álitlegt er að nýta sér þennan gagnagrunn fyrir umhverfisrannsóknir á vatnasviði í nágrenni höfuðborgarsvæðisins með því að víkka út mælakerfið við Bugðu með mælingum á rafleiðni, vatnshita, lofthita, úrkomu og öðrum veðurathugunum auk fleiri efnafræðilegra eiginleika vatnsins. Er þá eðlilegt að skoða þær mælingar í samhengi við það sem áður er nefnt í tengslum við vatnsföll í nágrenni Reykjavíkur.

## Varmá í Hveragerði

Á árabilinu frá 1950 til 1983 var rekinn vatnshæðarmælir í Varmá við Hveragerði. Um var að ræða kvarða, sem lesið var af kvarða tvisvar í viku fram til ársins 1956, en eftir það var lesið af kvarðanum daglega. Einnig voru teknir aukaálestrar við snöggar rennslisbreytingar. Rennslislykill fyrir mælinn var gerður og var hann byggður á sjö rennslismælingum. Gögn frá þessum mæli eru til í gagnagrunni Vatnamælinga, en eðlilegt er að endurskoða þau ef áhugi er fyrir notkun þeirra. Frá árinu 2002 hefur Hveragerðisbær sýnt því áhuga að taka aftur upp vatnshæðar- og rennslismælingar í Varmá og það hefur Vegagerðin einnig gert með flóðarannsóknir í huga.

Í ljósi þess að Orkuveita Reykjavíkur hefur hug á að taka upp mælingar ofarlega á vatnsviði Hengladalsár er það álitlegur kostur að mæla samtímis rennslí Varmár og fá þannig góðan samanburð milli þessara mæla og geta þannig tengt rennslí Varmár og Hengladalsár. Þetta gæfi upplýsingar um langtímapánni Hengladalsár með því að nota hina löngu rennslisröð úr Varmá. Þar sem fleiri aðilar hafa áhuga á mælingum í Varmá er ekki óeðlilegt að ætla að hér gæti orðið til samvinna um kostun rennslisgæfs vatnshæðarmælis í Varmá, sem rekinn yrði af Vatnamælingum. Gera má ráð fyrir að rekstur þess mælis muni svara til 100 rekstrareininga og mætti skipta kostnaðinum á milli þeirra aðila sem hafa hagsmuni af þessum mælingum.

## Efnavöktun á Vesturlandi

Frá árinu 1996 hafa Vatnamælingar verið í samvinnu við Raunvísindastofnun Háskólags um efnavöktun vatnsfalla á Suðurlandi og á Austurlandi. Kostunaraðilar að þessari vöktun hafa verið Landsvirkjun, Auðlindadeild Orkustofnunar (þar til á síðasta ári) og Hollstuvernd fyrir hönd AMSUM-hópsins (nú Umhverfisstofnun). Farið hefur verið að ákveðnum vatnsföllum 7 til 12 sinnum á ári og tekin ítarleg vatnsefnasýni ásamt sýnum af lífrænum og ólífrænum aurburði. Rennslí, þegar sýnataka fór fram, hefur fengist úr gögnum úr vatnshæðarmæli á hverjum stað.

Vöktunin á Suðurlandi var í upphafi viðamikil rannsókn á 7 mælistöðvum 12 sinnum á ári en hefur nú verið minnkuð niður í 3 langtímastöðvar þar sem mælt er 7 sinnum á ári: Þjórsá við Þjórsártún, Sog við Þrástarlund og Ölfusá við Selfoss. Tilgangur þessara stöðva er að fylgjast með langtíma sveiflum í aurburðar- og efnainnihaldi í náttúrulegum vatnsföllum sem og undir áhrifum virkjana.

Á Austurlandi hefur verið lagt kapp á að mæla náttúrulegt ástand vatnsfalla sem munu verða fyrir áhrifum vegna virkjunar við Kárahnjúka, þ.e. Jökulsá á Dal, og Jökulsá í Fljótsdal auk þess sem fylgst er með vatnsföllum sem þegar hafa verið virkjuð, Lagarfljóti og Grímsá. Þá er jafnframt mælt náttúrulegt ástand tveggja ápekkra vatnsfalla þar sem annað er við sjávarsíðuna, Fjarðará í Seyðisfirði en hitt ekki, Fellsá í Fljótsdal.

Nú nýverið var rætt við fulltrúa frá Landsvirkjun, Auðlindadeild Orkustofnunar og Umhverfisstofnun um efnavöktunarverkefni á Vesturlandi. Fram kom á fundinum að vilji er fyrir því hjá Landsvirkjun að hefja efnavöktun á Blöndu. Jafnframt hefur Umhverfisstofnun hug á að hefja efnavöktun á Vatnsdalsá, Miðfjarðará eða Viðidalsá að því gefnu að hafinn verði rekstur rennslisgæfs vatnshæðarmælis í Miðfjarðará eða Viðidalsá.

Með þessum nýju verkefnum opnast tækifæri til að hefja efnavöktun vatnsfalla í Borgarfirði með minni tilkostnaði en ef um sérstakt verkefni væri að ræða án samlegðaráhrifa. Hér skal sérstaklega bent á nauðsyn þess að meta náttúrulegt ástand Hvítár í Borgarfirði áður en til hugsanlegra virkjunarframkvæmda kæmi. Við Kljáfoss í Hvítá er þegar rekinn rennslisgæfur vatnshæðarmælir. Þá má einnig benda á vatnsföll eins og Grímsá í Lundareykjadal og Andakílsá í Skorradal en saman mynda öll þessi vatnsföll flokk þriggja tiltölulega ólíkra vatnsfalla.

Í ljósi þess að Orkuveita Reykjavíkur rekur Andakílsárvirkjun og á jafnframt virkjunarrétt í Hvítá í Borgarfirði, líta Vatnamælingar svo á að mikilvægt sé að Orkuveitan komi að efnavöktun á þessu svæði.

## NIÐURSTÖÐUR

Í þessari greinargerð er farið vítt og breitt um svið grunnrannsókna Vatnamælinga og Orkuveitu Reykjavíkur á höfuðborgarsvæðinu og á Vesturlandi. Sumt af því sem fjallað er um er í ákveðnum farvegi og ætti að vera hægt að ganga frá mjög fljótlega, svo sem rekstur vatnshæðarmælakerfis og hlákurannsóknir. Annað sem hér er rætt þarf frekari umræðu og ber að líta á sem tillögur og grundvöll að slíkum umræðum, sem æskilegt er að fari fram á næstu vikum og mánuðum. Gera þarf nákvæmar kostnaðaráætlunar um sumt af því sem fjallað er um og í mörgum tilfellum er einnig um að ræða samstarf fleiri aðila en Vatnamælinga og Orkuveitu Reykjavíkur.

Það er von um Vatnamælinga að í kjölfarið á mjög mikilvægum og góðum fundi Vatnamælinga og Orkuveitu Reykjavíkur þann 21. janúar síðastliðin geti þessi greinargerð orðið mikilvægur grunnur frekari viðræðna Orkuveitu Reykjavíkur og Vatnamælinga um núverandi og aukið samstarf á sviði grunnrannsókna á vatnafari höfuðborgarsvæðisins.