



ORKUSTOFNUN

Vatnsþurrð Reiðhjallavirkjunar veturinn
1993-1994

Kristján Sæmundsson, Grímur Björnsson

Greinargerð KS-GrB-94-12



VATNSPURRD REIÐHJALLAVIRKJUNAR VETURINN 1993-1994

Í mars 1994 var haft samband við annan undirritaðra (KS) frá Orkubúi Vestfjarða og ósk-að eftir álitsgerð varðandi vatnsþurrð í Reiðhjallavirkjun nú í veturnar (1993-1994). Orku-búsmenn sögðu vatnsþurrðina vera einsdæmi í sögu virkjunarinnar, og álitu hugsanlegt að rennsli ofan í jarðgöngin kynni að valda. Undirritaðir hafa ásamt fleirum haft með höndum rannsókn á vatnsrennsli í göngin, þannig að hér gat verið að koma fram ný hlið á því máli.

Að ósk Orkubúsmanna fóru undirritaðir til Ísafjarðar dagana 17-18 mars s.l. til að safna upplýsingum og athuga staðhætti eftir því sem þá var unnt. Veður var stillt báða dagana. Blotað hafði fyrr í mánuðinum, en síðan fryst aftur.

Greinargerðin lýsir þeim athugunum sem gerðar voru vestra og þeim hugmyndum og spám sem nú liggja fyrir um vatnskerfið sem Reiðhjallalindirnar sækja vatn sitt til. Birtur er stuttur almennur inngangskafla um jarðfræði og vatnafar fjalllendisins sunnan við Reiðhjalla. Á eftir fylgir kafli um sögu rennslis og rafmagnsframleiðslu Reiðhjallavirkjunar og eru sérstaklega skoðaðar þær breytingar sem hafa orðið síðan haustið 1993. Því næst er lýst þeim hugmyndum sem nú eru uppi um eðli vatnskerfisins ofan 400 m hæðar í fjalllendinu milli Djúps og Súgandafjarðar. Niðurstöður fylgja síðan ásamt tillögum um frekari athuganir sem byggja mætti á aðgerðir til úrbóta.

Jarðfræðilegur inngangur

Það sem mestu ræður um lekt í blágrýtisstafla eins og á Vestfjörðum er holufylling og sprungumyndun. Hraunlagagerðin virðist skipta minna máli meðan holufyllingen er lítil. Á því svæði Vestfjarðakjálkans sem liggar norðan línu úr botni Önundarfjarðar í botn Skutulsfjarðar er holufylling lítil ofan 200 m og nánast engin ofan 500 m nema leirskánir. Lindir í fjallshlíðum eru flestar í 400-500 m hæð. Hraunlagastaflinn er vatnsmettaður nánast upp til yfirborðs upp að þeim hæðarmörkum, en ofan þeirra er þess að vænta að dýpki á grunnvatnsborð.

Á mynd 1 er sýnd staðsetning ganga og misgengja í fjalllendinu milli Ísafjarðardjúps og Önundarfjarðar, lega jarðganganna undir Breiðadals- og Botnsheiðar ásamt upplýsingum um lindarrennsli út úr þessum fjallaklasa síðla sumars (Grímur Björnsson og Guðni Axelsson, 1994). Hingað til hefur verið talið að sprungulekt jarðlaga á þessu svæði tengist aðallega NV-SA-sprungubelti sem liggar úr Súgandafirði upp á Botnsheiði og þaðan áfram til SA. Sprungubelti þetta er 2-4 km á breidd. Því fylgja einnig berggangar með sömu stefnu. Jarðhitinn í Súgandafirði tengist þessu sprungubelti. Gömul hugmynd er að jarðhitakerfið sé fætt af grunnvatnsstraumi eftir sprungubeltinu ofan frá heiðinni. Er hún raunar orðin sennileg út frá vatninu í jarðgöngunum og hita þess. Stærsta vatnsæðin í jarðgöngunum er í einu af þessum misgengjum.

Algengasta sprungustefna á þessu svæði er hinsvegar NA-SV-læg og kemur fram bæði í misgengjum og berggögum. Þekkt er að góð lekt tengist þer gengum með þessari

stefnu. Ákveðnar reinar virðast skera sig úr þar sem mest er um ganga og misgengi. Ein slík liggur um Reiðhjalla frá NA til SV í stefnu á Botnsheiði. Bein vísbending um góða lekt í henni eru hinar vatnsmiklu lindir við Reiðhjallann, sem eru miklu stærri en svarar til vatnasviðs hvilftarinnar sem þær koma úr. Óbein vísbending um góða lekt er laug (27°C) niðri á láglendi í framhaldi af berggöngunum ofan við Reiðhjalla (mynd 1). Þær aðstæður líkjast því sem áður var sagt um Súgandafjörð.

Ef til vill höfum við þarna fyrir okkur tvö sprungukerfi með góðri vatnsleiðni sem bæði fá aðstreymi ofan af hálendinu kringum Botnsheiði.

Holufyllingin rýrir upprunalega lekt jarðlaganna með því að fylla í blöðrur og annað rými milli steina eða korna í seti og karga sem og kleyfnisprungur hvers konar. Misgengi og berggangar (= sprungufyllingar) eru afleiðing höggunar og kvikuinniskota, sem brýtur sundur berglagastaflann og skapar góða lóðréttu lekt sem smám saman dregur úr þegar leir sest í glufrunnar. Höggunin er af völdum lágrar láréttar bergspennu í báðum sprungukerfunum. Líklega er hún jafngömul upphleðslunni eða lítið yngri sem berggangarnir í þeim báðum sýna. Sprungulektin sem nú er fyrir hendi er því að stofni til gömul. Yngri jarðskorpuhreyfingar kunna að halda henni við. Reynslan í jarðgöngunum er sú að berggangarnir hafa reynst þéttir, en misgengin síður og kaflar í bergenu næst þeim. Verulega góð sprungulekt með "köldu" niðurstreymisvatni er staðbundin og kom fram í "fossilum" í Breiðadalsgöngunum og undir Búrfelli í Botnsdalsgöngunum. Sprungu- og gangakort af svæðinu kemur vel heim við að niðurdráttarkeilan kringum innstreymið í göngunum geti teygt sig til N og dregið til sín vatn undan Kistufelli og lengra norðan að þegar tímar líða (mynd 1).

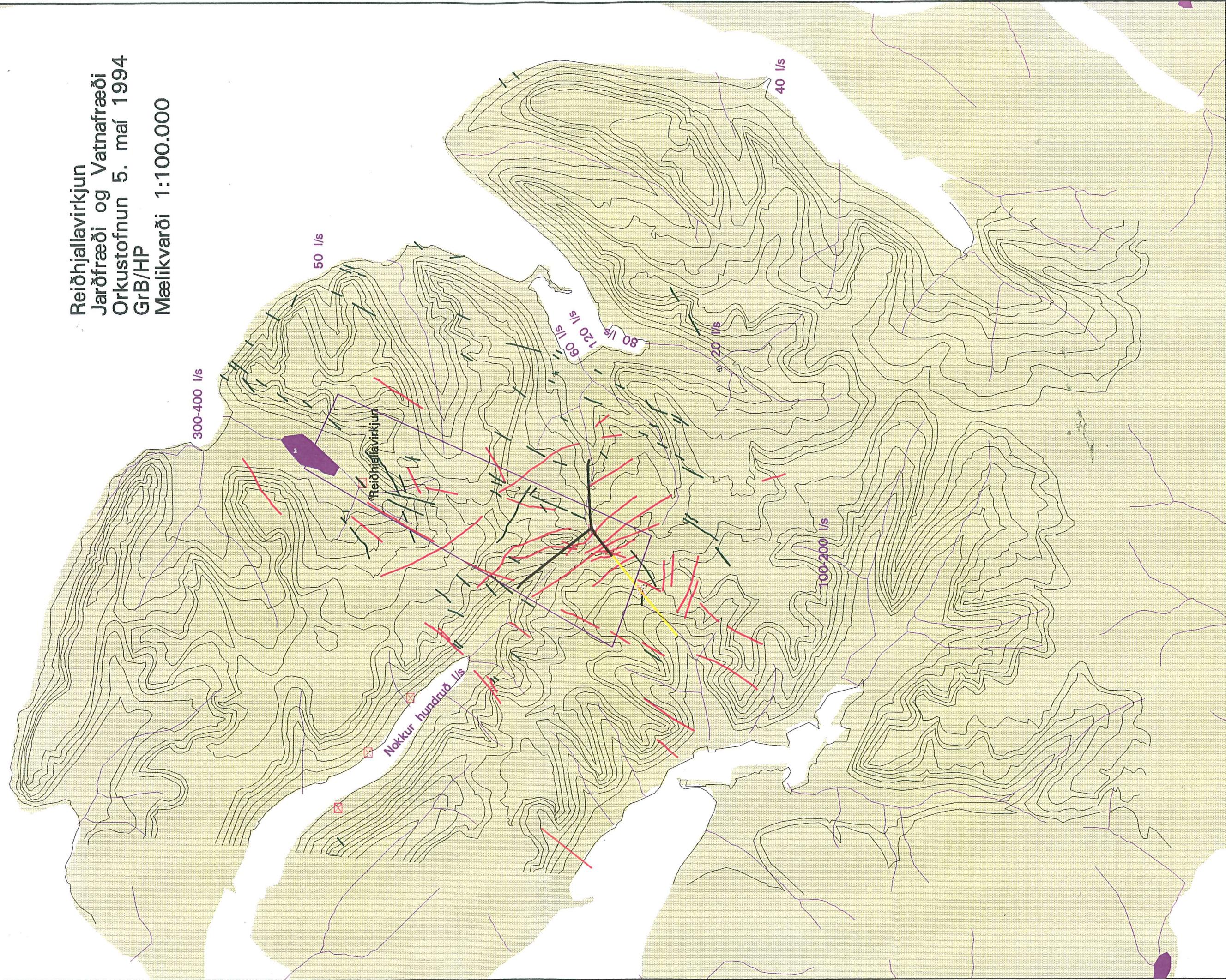
Vatnsþurrð í lindum

Vatnsþurrð í lindum á Botns- og Breiðadalsheiðum var athuguð síðumars og fram á haust 1993, að snjóar lögðust yfir. Þurrð var þá komin fram á mjóu en 3 km löngu svæði sem lá frá NNV til SSA eftir sprungukerfinu sem "fossinn" í jarðgöngunum kemur úr. Þá hafði einnig orðið vart við óeðlilega minnkun í rennsli til Reiðhjallavirkjunar miðað við árstímann. Er þetta var skoðað 1. nóv. 1993 var "sjáanleg minnkun og jafnvel þornun á lindum sem koma fram á norðanverðu Heiðnaskarði". Giskað var á að þurrðin næmi tugum l/s (Ágúst Guðmundsson og Kristján Sæmundsson, 1993). Þann 15. mars 1994 var farið upp að Reiðhjallavirkjun í fylgd með starfsmönnum Orkubús Vestfjarða. Þá var þar allt undir snjó, og aðeins var grafið niður á aðallækinn fram úr skarðinu beint upp af lóninu. Hann var þá mjög líttill, á að giska 3-5 l/s.

Næsta síða:

Mynd 1: Afstöðumynd af jarðfræði fjallaklasans milli Ísafjarðardjúps og Önundarfjarðar. Misgengi eru sýnd með rauðum línum, gangar með grænum, jarðgöngin sem búið er að grafa með svörtum og ógrafni hluti þeirra með gulri línu. Auk þess er sýnt með bláum stöfum lindarennslí út úr einstökum dölum, laugar í Súgandafjörði og í Miðdal með rauðum kössum, 100 m hæðarlínur með grönnum syörtum línum og ár og lækir með bláum línum. Blár kassi afmarkar svo ganga- og misgengjareinina sem lindimrar við Reiðhjalla tengjast.

Reiðhjallavirkjun
Jarðfræði og Vatnafræði
Orkustofnun 5. maí 1994
GrB/HP
Mælikvarði 1:100.000



Mynd 2 sýnir ljósmyndir af aðallæknum sem rennur í Reiðhjallalónið. Myndirnar eru báðar teknað að vetrarlagi frá inntakshúsínu sem er við lónið. Önnur myndin er tekin 2. nóvember 1989, áður en verulegan snjó hafði lagt að. Sést vel fossinn í hjallanum ofan lónsins og renna þar niður tugir sekúndulítra. Hin myndin er tekin 2. apríl 1990. Þennan dag var verulegur snjór yfir lóninu og þurfti að moka upp inntakshúsið til að hægt væri að ganga um það. Vottar þá greinilega fyrir læknum sem afbræðsla þvert yfir lónið. Nú í veturnar var afbræðslan hins vegar óveruleg nema rétt næst hjallanum. Hún náði þó ekki niður í vatn og mun hafa orðið til í blota fyrr í marsmánuði. Minnkað rennsli lækjarsins er því staðfest með hvoru tveggja lítilli afbræðslu og beinni sjónmælingu á rennslinu. Þetta sýnir jafnframt að minnkað lindarennslri er mun líklegri skýring á vatnsþurrð virkjunarinnar en leki á lónstíflunni.

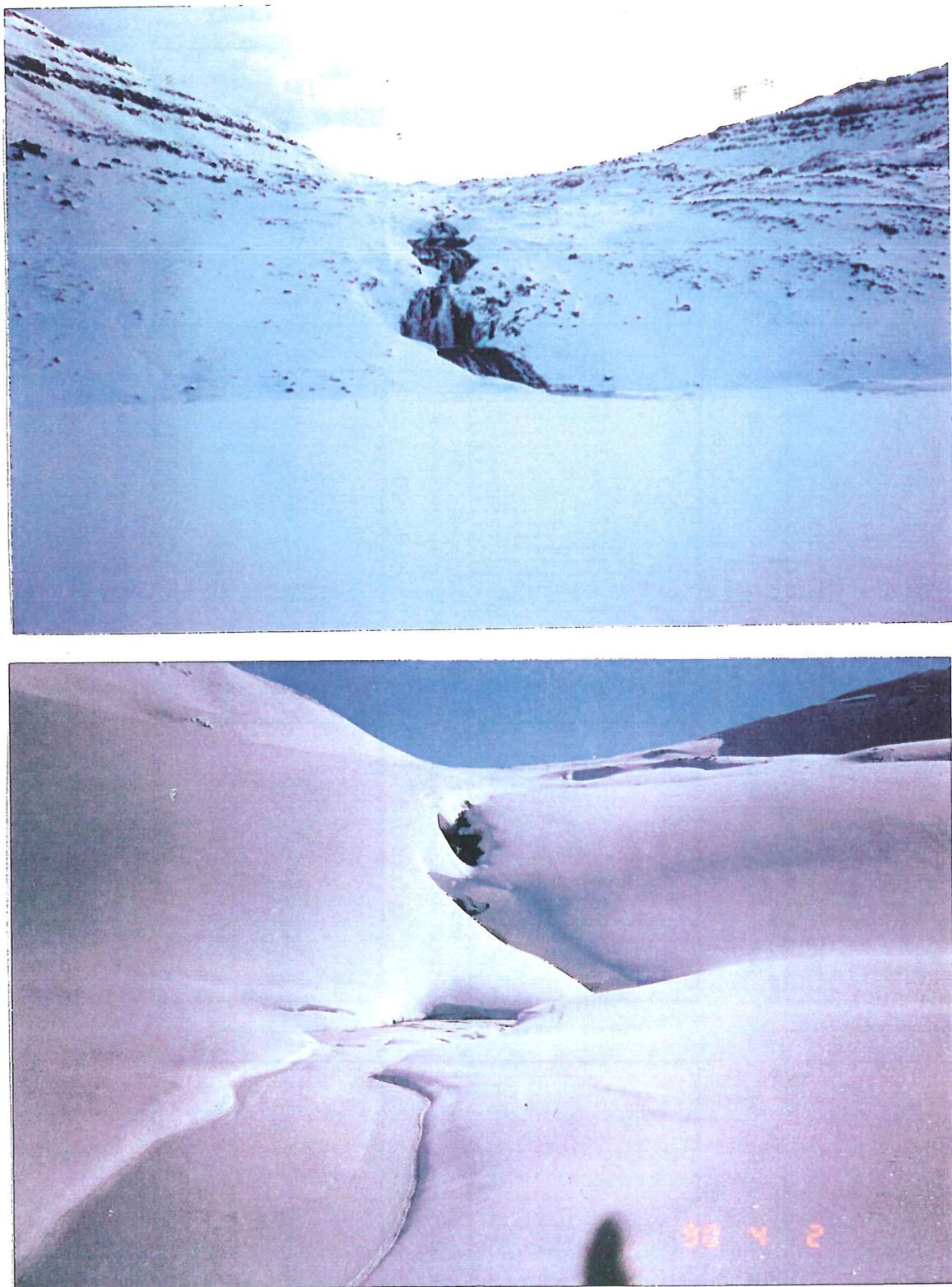
Síðan í nóv. 1993 hefur ekki gefist kostur á að fylgjast með breytingum á rennsli úr lindum á heiðum uppi. Það bíður sumarsins og næsta hausts. Varðandi Reiðhjallavirkjun sérstaklega þarf að aðgreina lindaþátt og leysingaþátt aðrennslis í lónið þegar snjóa leysir.

Saga rennslis og framleiðslu Reiðhjallavirkjunar

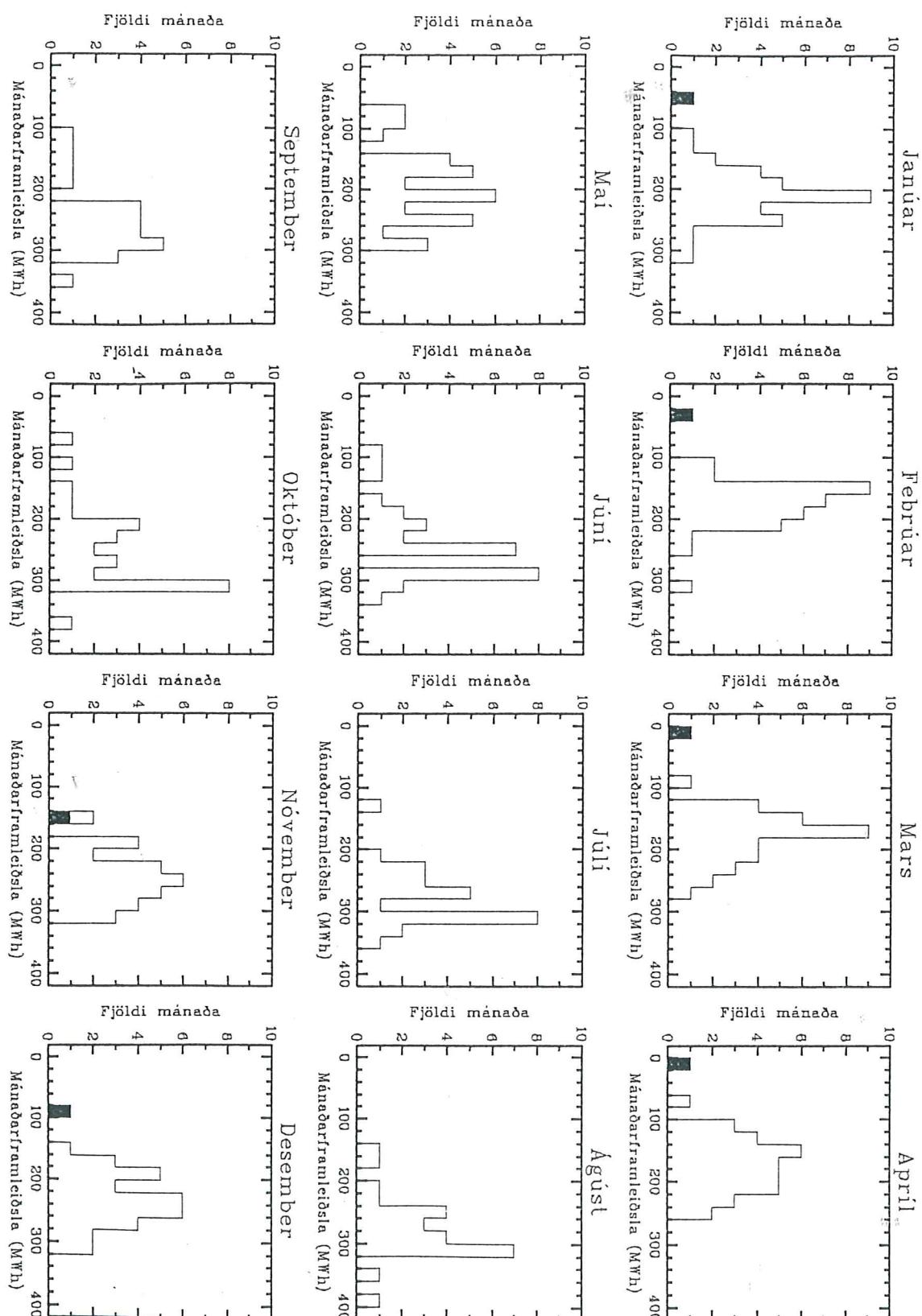
Reiðhjallavirkjun er þannig hönnuð að mestan hluta vetrarins hirðir afstöðin allt það vatn sem rennur til Reiðhjallalónsins. Afköst hennar eru því bein mæling á vatnsrennsli gegnum stöðina og um leið mælikvarði á hitafar og úrkomu á hverjum tíma. Því má nota rúmlega 30 ára langa sögu skráðrar mánaðarframleiðslu til að skoða hvort rafmagnsframleiðslan veturninn 1993-1994 er óeðlilega lægri en áður þekkist. Mynd 3 sýnir tilnærda reifingu mánaðarafkasta fyrir árabilid 1960-1994. Gögnin eru fengin úr safni Orkubúskapardeildar Orkustofnunar. Við gerð myndarinnar var kannað sérstaklega hvort mánuðir með óeðlilega lága framleiðslu skýrðust af bilunum eða stoppi á virkjuninni. Ef svo reyndist var þeim sleppt úr úrtakinu.

Vetrarmánuðirnir 1993-1994 eru merktir með fylltum kössum á mynd 3. Sést strax að þeir skera sig langt frá fyrri árum með lág afköst. Sem dæmi skilaði virkjunin einungis rúmum 5 MWh í apríl 1994 samanborið við meðaltalið 170 MWh í gögnunum á mynd 3. Er enginn vafi að síðasti vetur var eindæma lélegt vatnsár hjá virkjuninni og framleiðslan í sögulegu lágmarki. Ekki er talið að veðurfar ráði þessu. Þannig var meðalhiti ársins 1993 um og yfir meðallagi áranna 1954-1993 á Galtarvita. Úrkomutölur höfðum við ekki fyrir árið 1993 en mikilar fannir voru á heiðum uppi snemmsumars og mikil leysing síðsumars og fram eftir hausti. Eins er framleiðslan 1993-1994 borin saman við rúmlega 30 ár langa rekstrarsögu virkjunarinnar sem ætti að tryggja að flestar gerðir veðurfars sveiflna síðustu áratuga séu inni í samanburðinum.

Mynd 4 sýnir reiknað rennsli gegnum Reiðhjallavirkjun í sekúndulítrum. Einnig er sýnt meðalrennsli áranna 1960-1993 ásamt óvissubili upp á 95 % öryggismörk (tvö staðalfrávik). Rennslið er fengið með því að reikna meðalafköst stöðvarinnar á milli hverra tveggja færslna í dagbókum Reiðhjallavirkjunar. Þegar meðalafköstin, kW_m , eru fundin reiknast rennslið, q , í sekúndulítrum samkvæmt eftirfarandi lykli Vatnamælinga Orkustofnunar frá 1. október 1992: $q = 0.00172 * (kW_m + 171)^{1.8263}$

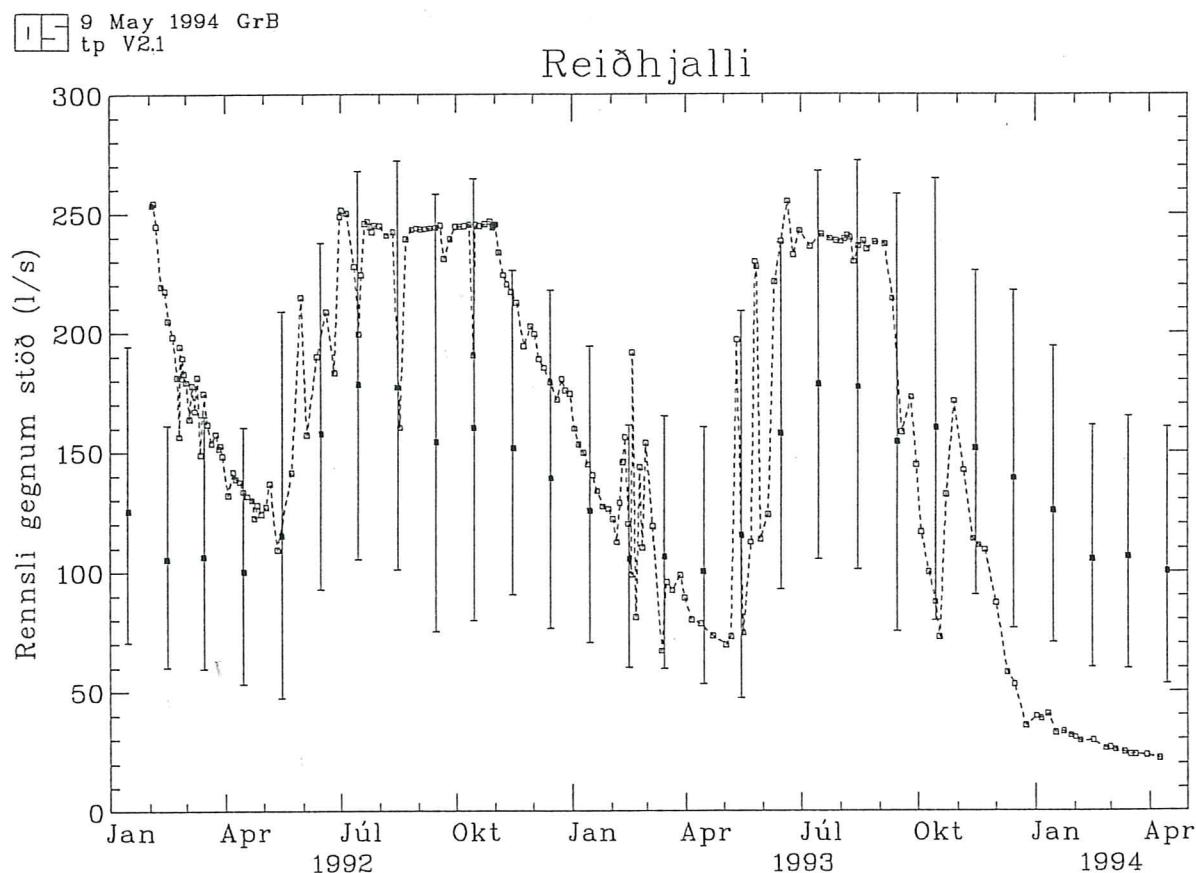


Mynd 2: Ljósmyndir af aðallæknum sem rennur til Reiðhjallalónsins. Efri myndin er tekin 2. nóvember 1989 og sýnir vel fossin sem þá kemur niður hjallann ofan lónsins. Neðri myndin er svo tekin 2. apríl 1990, í miklum snjóum. Sést þá vel afbræðslan frá aðallæknum og nær hún þvert yfir lónið að inntakshúsini. Myndirnar eru teknar frá stíflugarðinum af starfsmönnum Orkubús Vestfjarða.



Mynd 3: *Tíðnidreifing mánaðarframleiðslu Reiðhjallavirkjunar árabilið 1960-1994.*
Talinn er fjöldi mánaða sem lendir innan 20 MWh þrepa á bilinu 0 og 400 MWh.
Framleiðslan veturnið 1993-1994 er sýnd með svörtum kössum.

Mynd 4 sýnir að vatnsrennsli er minnst gegnum Reiðhjallavirkjun í apríl og maí mánuði ár hvert. Þannig runnu í gegnum stöðina rétt rúmir 100 l/s í maí 1992 og u.p.b. 70 l/s í maí 1993. Síðastliðinn vetur sker sig svo úr í lágu rennsli. Til að mynda félld októberrennslið niður undir 70 l/s, náði sér svo upp aftur þegar hlýnaði og ringdi en félld svo hratt á nýjan leik. Runnu milli 30 og 40 l/s í janúar 1994 og einungis rúmir 20 l/s í byrjun apríl. Vantar því milli 50 og 80 l/s til að rennsli nái því sem það varð minnst árin 1992 og 1993.



Mynd 4: Rennsli gegnum Reiðhjallavirkjun í sekúndulítrum. Rennslið tímabilið 1992-1994 er reiknað út frá framleiddum kWh milli tveggja skráninga í dagbók virkjunarinnar. Eins er sýnt með óvissukrossum meðalrennslið í hverjum mánuði árabilið 1960-1993. Lenda 95 % mælinganna frá þessum tíma innan óvissubilsins sem er sýnt á myndinni (tvö staðalfrávik). Meðalrennslið er reiknað með rennslislykli nýju vélarinnar, sem var tekin í notkun í desember 1992. Meðalrennslið er væntanlega vanmetið þar sem nýtni nýju vélarinnar er betri en þeirrar gömlu.

Mynd 4 sýnir einnig að sumarið 1992 hélst um og yfir 250 l/s rennsli í Reiðhjallalónið frá því um miðjan júní og fram í nóvember að rennslið tók að síga niður á við. Sumarið 1993 næst fullt rennsli einnig um miðjan júní en nú bregður svo við að rennslið minnkar aftur strax um miðjan september. Varir því hámarksrennslið samfellt í 4 mánuði 1993 samanborið við tæpa 6 mánuði 1992.

Eðli vatnskerfisins sem fæðir lindirnar ofan Reiðhjalla

Þær rannsóknir sem nú hafa verið gerðar á fjallendinu milli Djúps og Súgandafjarðar sýna að mikill forði grunnvatns er til staðar í fersku basaltinu sem myndar fjöllin ofan 400 m hæðar (Grímur Björnsson og Guðni Axelsson, 1994). Einnig er lekt bergsins mikil. Það veldur því að sumarúrkoman, sem nær að síga niður í þessi jarðlög, streymir að mestu lárétt úr fjöllunum og kemur fram í lindum í 300-500 m y.s. Þessu til viðbótar eru lóðréttu brotin, gangar og misgengi, sem skerast gegnum staflann og veita vatni greiðlega eftir sér. Slík brot eru t.d. ofan Reiðhjalla. Hefur þeirra hlutverk verið að veita vatni úr grunnvatnskerfi Breiðadals- og Botnsheiða til lindanna ofan við hjallann. Til-koma jarðganganna veldur svo því að vatn fer einnig að renna um lóðréttu brotin frá grunnvatnskerfinu ofan 400 m og til ganganna. Hefur sú aukna vatnsvinnsla, sem þannig á sér stað, leitt til þess að vatnsborð í borholu ofan ganganna hefur lækkað a.m.k. um 20 m. Þetta þrýstifall í grunnvatnskerfinu er væntanlega höfuðástæða þess að leku berg-gangarnir í Reiðhjalla ná ekki að vinna jafnmikið vatn út úr heiðunum og áður. Skýrir það vatnsþurrð virkjunarinnar.

Niðurstöður og umræða

Meginniðurstöður athugunar á vatnsrennsli gegnum Reiðhjallavirkjun eru þessar:

1. Aðallækurinn sem kemur í Reiðhjallalónið reyndist einungis veita 3-5 l/s til þess í mars 1994 samanborið við tugi sekúndulítra áður. Afbræðsla yfir læknum var einnig stórum minni en áður.
2. Mánaðarafköst virkjunarinnar nú í veturna hafa verið langt undir meðaltali, og eru reyndar í sögulegu lágmarki frá nóvember 1993 til og með apríl 1994. Ekki er talið að veðurfar ráði þessu. Einnig nær hinn sögulegi samanburður til rúmlega 30 ára langar rekstrarsögu virkjunarinnar. Það ætti að tryggja að flestar gerðir veðurfars-sveiflna síðustu áratuga séu inni í samanburðinum.
3. Umreikningur rafmagnsframleiðslu yfir í vatnsrennsli sýnir að nú í apríl 1994 runnu einungis rúmir 20 l/s gegnum virkjunina samanborið við 70-100 l/s í sama mánuði árin 1993 og 1992. Vantar því milli 50 og 80 sekúndulítra upp á eðlilegt vetrarrennsli.
4. Lindirnar ofan Reiðhjalla tengjast NA-SV-lægri ganga og misgengjarein sem nær allt suður á Botnsheiði og Breiðadalsheiði. Lekt er talin mikil innan þessarar reinar og hefur hún unnið vatn lárétt úr grunnvatnskerfi fjallendisins milli Djúps og Súgandafjarðar. Mikil vatnsvinnsla um jarðgöngin frá í júlí 1993 hefur lækkað mjög þrýsting í þessu grunnvatnskerfi. Er það talin höfuðástæða þess að Reið-hjallalindirnar fái ekki jafnmikið vatn út úr fjöllunum og áður.

Á þessari stundu er erfitt að benda á einhverja eina leið til úrbóta í vatnsmálum virkjunar- innar. Upp hafa komið hugmyndir um að auka megi rennsli til Reiðhjallalónsins með borunum lárétttra sem lóðrétttra holna á lónstallinum. Árangur slíkra aðgerða er tvísýnn og getur orðið enginn ef þrýstingur lækkar svo mikið í hlíðinni ofan lónsins að vatnsborð

falli niður fyrir lónhæðina. Því er lagt til að vorið og sumarið 1994 verði nýtt til að skoða rennslíð úr lindunum ofan Reiðhjalla með það fyrir augum að mat fáist á hvaða lindir hafi þornað, í hvaða hæð þær eru og hvort enn megi finna lindasvæði sém ekki eru eins næm fyrir lækkuðum grunnvatnsþrýstingi uppi á Breiðadals- og Botnsheiðum. Ljóst er að erfitt verður að kanna slíkt vegna snjóa. Best væri að skoða þetta fyrri hluta júní, áður en rennsli vex verulega úr lindunum vegna sumarleysinga. Hugsanlega má staðsetja eitt-hvað af lindunum með aðstoð mynda og hjálp kunnugra og síðan hreinlega grafa þær upp úr snjó til mælinga.

*Orkustofnun, 9. maí 1994;
Kristján Sæmundsson
Grímur Björnsson*

Heimildir

Grímur Björnsson og Guðni Axelsson, 1994: Vatnsrennslí í Vestfjarðagöngum. Staða og horfur í apríl 1994. Orkustofnun, skýrsla í prentun, 19 bls.

Ágúst Guðmundsson og Krisján Sæmundsson, 1993: Breiðadals- og Botnsheiði, breyt- ingar á grunnvatni. Bréf til Vegagerðar Ríkisins, Ísafirði. Jarðtæknistofan, 4 bls.

Orkubú Vestfjarða: Dagbækur Reiðhjallavirkjunar frá 1992, 1993 og 1994.