



ORKUSTOFNUN
VOD

Verknr. 730

BRÁÐAÐIRGÆINTAK

VIRKJUNARKOSTIR Í JÖKULSÁ Á FJÖLLUM OG JÖKULSÁ Á DAL

Samanburður með tilliti til umhverfis

Hákon Aðalsteinsson, Orkustofnun (ritstjórn)
Davíð Egilson, Náttúruverndarráð
Helgi Bjarnason, Landsvirkjun

Unnið fyrir Samstarfsnefnd Iðnaðarráðuneytis
og Náttúruverndarráðs um orkumál (SÍNO).

Samstarfsnefnd Iðnaðarráðuneytis
og Náttúruverndarráðs um orkumál

Undirrituðum var falið að taka saman gögn um leiðir til að virkja Jökulsá á Fjöllum og Jökulsá á Dal og leggja mat á umhverfisáhrif þeirra. Fyrir samstarfsnefnd lágu ýmsar hugmyndir um veitu Jökulsár á Fjöllum austur á vatnasvið Jökulsár á Dal og virkjun þeirra, fyrst niður undir Brú á Efra Jökuldal og síðan með göngum undir Fljótsdalsheiði að Lagarfjótí.

Talið er að sú áhersla sem lögð hefur verið á veitu Jökulsár á Fjöllum til austurs byggi ekki á fullnægjandi rökstuðningi. Í fyrsta lagi hafði aldrei verið gerð áætlun um að hefja virkjun í Jökulsá á Fjöllum í sömu hæð og gert var ráð fyrir í veituhugmyndinni, og af þeim sökum vantar um 150 m fall í þann samanburð. Í öðru lagi hafa verið hafðir fyrirvarar varðandi veitu frá Grímsstöðum og virkjun ofan í Öxarfjörð (Hólsfjallavirkjun) vegna sprungna og lekahættu. Það hefur hins vegar ekki verið kannað nóg til að hægt sé að skera úr um möguleika á þeirri virkjun. Hún skiptir sköpum í þessum samanburði, því að falli hún dettur líklega út meira en helmingur af nýtanlegu falli í Jökulsá á Fjöllum, því að það falltap verður ekki unnið upp nema að hluta, þó leyfðar verði virkjanir í Þjóðgarðinum Jökulsárgljúfrum.

Ljóst er að umhverfisáhrif af þessum virkjunum tengjast mjög því hvaða staðir verða fyrir valinu til miðlunar og hversu mikillar miðlunar er þörf. Til að fá hugmynd um miðlunarþörf og samanburð á orkugetu eftir því hvort virkjað yrði með veitu Jökulsár á Fjöllum til austurs eða báðar árnar í eigin farvegi, tók Landsvirkjun að sér að láta reikna þessa þætti gróflega miðað við nokkrar leiðir til virkjunar. Bráðabirgðaathugun á orkugetu og miðlunarþörf mismunandi leiða til að virkja árnar hvora í sínu lagi eða með veitu úr Jökulsá á Fjöllum bendir til að ná megi heldur meiri orku með því að fullvirkja árnar í eigin farvegum. Sá munur er vart marktækur miðað við þá annmarka sem eru á slíkum bráðabirgðaáætlunum, þar sem eftir er að meta mannvirkjakostnað inn í þann samanburð (Viðauki; eftir Verk- og kerfisfræðistofuna Streng sf). Þær áætlanir sem hafa verið gerðar um þessar virkjanir hafa bent til að þarna mætti framleiða raforku á bilin 8.000 til 10.000 GWh á ári, sem er nærri þriðjungur af hagkvæmri vatnsorku, sem enn er ónýtt á Íslandi. Niðurstöður Strengs falla innan þessara áætlana.

Niðurstaða þessara bráðabirgðaathugana varð til þess að okkur þótti ekki ástæða til að leggja mat á umhverfisáhrif mismunandi virkjunarleiða, fyrr en ákveðnari vísbendingar liggja fyrir varðandi virkjun í eigin farvegum ána eða með veitu. Ef sú niðurstaða um miðlunarþörf, sem fékkst, 2500-3000 GJ alls, stenst nánari áætlanir, má útiloka ýmsar landkrefjandi hugmyndir, sem settar voru fram til að fullnægja hugmyndum um enn meiri miðlunarþörf. Engu að síður þótti ástæða til að taka saman úr fyrirbyggjandi gögnum ýmislegt sem gæti varpað ljósi á umhverfismál og annað, sem varðar endanlegt val virkjunarleiðar, og ætti að geta auðveldað hlut- aðeigandi að fylgjast með framgangi málsins.

Jarðfræðilegar aðstæður til virkjunar Jökulsár á Fjöllum í eigin farvegi eru slæmar. Virk sprungukerfi eru á sunnanverðu svæðinu, og gera má ráð fyrir kostnaðarsömum aðgerðum til að forðast leka og treysta mannvirki. Þessir annmarkar eru einnig gildir þó veitt sé austur, því efstu lónin í Jökulsá á Fjöllum/Kreppu eru sameiginleg báðum megin leiðunum. Ennfremur er bent á að aurburður verður mikill inn í efsta lónið (6 M m³ á ári), og kemur e.t.v. einnig til með að hafa áhrif á áætlanir um það, hvort sem það tengist veitunni eða virkjun í eigin farvegi. Til þess að virkjun í eigin farvegi komi til greina þarf væntanlega að leiða vatn fram hjá Jökulsárgljúfrum, eftir skurðum og göngum um sprungið og lekt land; Hólsfjallavirkjun. Lögð er áhersla á að kortleggja sprungur, sprunguvirkni og lek hraun á virkjunarsvæðum við Jökulsá á Fjöllum sem fyrst, svo leggja megi mat á kostnað við að bera í brestina.

Gerð er grein fyrir miklum flóðum, sem orðið hafa í Jökulsá á Fjöllum, og er sá þáttur augljóslega óhagstæður virkjunum í Jökulsá á Fjöllum. Í þeim er fólgin mikil áhætta sem erfitt er að meta til kostnaðar.

Báðar megin leiðir hafa það í för með sér að taka mun fyrir grófan aurburð til strandar í Öxarfirði og Héraðsflóa, sem gæti valdið landrofi. Lagt er til að sem fyrst verði gerð athugun á jafnvægi upphleðslu og rofs á þessum strandlengjum á grundvelli fyrirbyggjandi gagna; sjókortum, loftmyndum og niðurstöðum um aurburð ána.

Rennsli í Jökulsárgljúfrum verður aðeins svipur hjá sjón við fullvirkjun ána, meira þó ef veitt yrði austur, að því tilskyldu að vatnið sem eftir er í Jökulsá á Fjöllum yrði ekki virkjað framhjá gljúfrunum, en það yrði líklega hagkvæmt, ef ekki reynast vera jarðfræðilegir annmarkar á Hólsfjallavirkjun. Athuga þarf hver áhrif það hefur á orkuvinnslu að hleypa tilteknu vatnsmagni á gljúfrið t.d. tvo sumarmánuði.

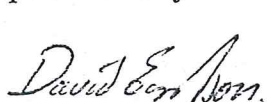
Gróðurlendi sem færi undir vatn ef virkjað yrði í farvegum ána, er líklega um 50 km² á móti 50 til 70 km² ef Jökulsá á Fjöllum yrði veitt austur, ef miðað er við fyrirbyggjandi hugmyndir. Miðlunarþörf virkjana í Jökulsá á Dal er mun meiri ef hún yrði virkjuð ein sér, heldur en ef þær eru virkjaðar saman, því er ekki ólíklegt þegar allt kemur til alls, því er ekki ólíklegt að þegar upp er staðið muni gróðurlendi sem færi undir vatn verða svipað hvor leiðin sem er valin.


Lón við Kárahnúka á landsvæðinu Háls/Sauðafell virðist sameiginlegt öllum hugmyndum. Umhverfisáhrifin, sem aðallega tengjast hreindýrum, eru háð því hvert yrði hæsta vatnsborð í lóni.

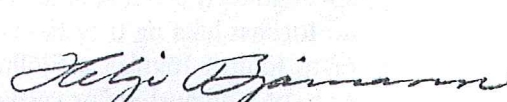
Af ýmsum ástæðum, sem raktar eru hér að framan, eru landsvæði á lónsstæðum sem tengjast veitunni talin hafa meira umhverfisgildi, en þau landsvæði, sem eingöngu tilheyra virkjunum í Jökulsá á Fjöllum. Þar bera hæst líkleg neikvæð áhrif á hreindýrastofninn, gróðurlendi sem talin eru verndarverð og veiðivötn. Á þessu sviði vantar enn gróðurfarsyfirlit frá Möðrudal og Hólsfjöllum, og rannsóknir á veiðivötnunum. Lagt er til að gróðurfarsyfirlitinu verði lokið sem fyrst.

Lýst er forskrift að samanburðaráætlun, þar sem reynt er að minna á sem flesta þætti sem kynnu að skipta máli við að meta niðurstöður hennar í ljósi þess hver séu líkleg umhverfisáhrif mismunandi virkjunartilhagana. Þótt þar séu tiltekin nokkur atriði eru þau vart tæmandi, en aðeins sett fram til að minna á að reynt skal að finna hagkvæmar leiðir til að draga úr umhverfisáhrifum. Til dæmis er bent á leiðir til að hlífa Fagradal og draga úr miðlunarþörf í Jökulsá á Dal. Mikil áhersla er lögð á að niðurstaða fáiast varðandi Hólsfjallavirkjun.

Ljóst þykir að ýmislegt sem erfitt er að reikna komi til með að hafa áhrif á hagkvæmnimat og endanlegt val á virkjunarleið. Slíkir þættir eru tengdir eldvirkni á norðanverðu rekbeltinu, og varða bæði jarðfræðilega annmarka, og ekki síður vatnafræðilega, þar sem reikna má með miklum flóðum í Jökulsá á Fjöllum. Loks má ekki vanmeta félagslegu- og tilfinningaþættina, en um þá er ekkert fjallað í skýrslunni.


Davíð Egilsson


Hákon Aðalsteinsson


Helgi Bjarnason

1. INNGANGUR

Tvær af stærstu jökulám landsins eiga upptök sín í Vatnajökli norðanverðum. Jökulsá á Dal í Brúarjökli, og Jökulsá á Fjöllum u.þ.b. að jöfnu úr Brúar- og Dyngjujökli. Jökulsá á Dal rennur um tiltölulega gamlan berggrunn. Afrennsliseiginleikar hennar bera þess merki, því grunnvatnsþáttur hennar er sáralítill. Jökulsá á Fjöllum rennur í austurjaðri Ódádahrauns, og helsta þverá hennar, Kreppa um hraun í Kverkfjallarana (mynd 1). Í þessum hraunum, eins og öðrum safnast afrennslí af landinu í stór grunnvatnskerfi, og kemur sumsstaðar fram í stórum lindum eða lindasvæðum, svo sem Hvannalindum, Svartá við Vaðöldu, Herðubreiðarlindum, Grafarlandaá og Arnardalsá, auk fjölmargra linda í farvegum ána. Lindarþáttur Jökulsár á Fjöllum er þannig stór en skiptir Jökulsá á Dal litlu. Þetta kemur m.a. fram í því að hlutfall vatnsríkasta og -snauðasta tveggja vikna tímabilsins er meira en 10 í Jökulsá á Dal en aðeins um 3 í Jökulsá á Fjöllum. Meðalrennslí Jökulsár á Dal við Hjarðarhaga í Jökuldal er um 150 m³/s, og um 190 m³/s í J. á Fjöllum við Grímsstaði. Jökulsá á Fjöllum ber fram að meðaltali um 8, en nafna hennar á Dal um 9 M tn af auri á ári (Haukur Tómasson 1986). Með því að rúmþyngd aurs í seti er um 1,4 (Haukur Tómasson, pers. uppl.) munu árlega setjast til í lónum virkjana í þessum ám um 6 M m³ á ári í hvorri á, næstum allt í efstu lónunum.

Ýmsar áætlanir hafa verið gerðar um virkjun þessara vatnsfalla, og rannsóknir þeim tengdar hafa verið í gangi af og til síðan 1971. Lauslegar áætlanir hafa verið gerðar um heildarvirkjun beggja ána (VST 1967a og b), en í seinni tíð hafa áætlanir ýmist snúist um einstakar virkjanir eða mismunandi tilhögun þar sem gert er ráð fyrir veitu úr Jökulsá á Fjöllum. Lengi vel þótti ekki ástæða til að setja kraft í rannsóknir á þessum virkjunarhugmyndum, þar sem virkjanir þóttu vera í stærra lagi miðað við hugmyndir um nýtingu, þar til upp komu hugmyndir um að hagkvæmt gæti orðið að tengjast orkukerfi N-Evrópu. Ennfremur gætu virkjunaráfangar og einstaka virkjanir þarna fallið vel að þeirri stærð álvera, sem nú virðast helst koma til greina. Svo mikils hefur nú þegar verið aflað af grunnupplýsingum um möguleika til hagkvæmrar virkjunar Jökulsáanna, að tímabært þykir að taka út stöðu rannsókna og áætlana og undirbúa ákvarðanir um framhald þeirra. Sú ákvörðun felur í sér uppgjör varðandi umhverfismál, sem er líklega hið afdrifaríkasta sem taka þarf varðandi nýtingu landsgæða til orkuframleiðslu.

Nú liggja fyrir Náttúruverndarráði áskoranir um að friðlýsa tiltekin svæði á Brúaröræfum, sem öll tengjast virkjunarmöguleikum á einn eða annan hátt. Þannig er allt svæðið milli Jökulsár á Fjöllum og Kreppu á Náttúruminjaskrá, Fagridalur bættist við í nýjstu útgáfu hennar (Náttúruverndarráð 1988), og fyrir liggur áskorun um að Dimmugljúfur fari á Náttúruminjaskrá. Þau svæði sem eru í skránni bíða þess að verða metin m.t.t. mögulegrar friðlýsingar af einhverju tagi. Af þeim sökum er æskilegt að fá úr því skorið hvort friðlýsing muni ganga á svig við aðra hagsmuni.

Í skýrslunni er reynt að taka fyrir alla þætti sem máli skipta varðandi val um virkjunarleið, og meta eftir því sem fært þykir miðað við fyrirliggjandi vitneskju. Mörg grundvallaratriði voru óljós. Erfitt var t.d. að meta, með fyrirliggjandi gögnum, hvort og þá hversu mikill ávinningur væri af því veita Jökulsá á Fjöllum austur á Jökuldalsheiði í samamburði við að virkja báðar árnar í eigin farvegi. Til þess að bæta úr því var Verk- og kerfisfræðistofan Strengur fengin til að meta annars vegar líklega miðlunarþörf, og hins vegar bera saman líklega orkugetu eftir því hvort árnar yrðu virkjaðar saman eða sitt í hvoru lagi. Greint verður frá niðurstöðum þeirra reikninga, en þeir benda ekki til að veita úr Jökulsá til austurs muni hafa yfirburði yfir virkjanir í farvegum ána. Inn í þetta mat vantar alla kostnaðarþætti. Þá vantar allt mat á öryggisatriðum hvað varðar náttúruhamfarir. Leitast er við að skilgreina verkefni samamburðaráætlunar, sem talið er nauðsynlegt að gera, einkum með það í huga að auðvelt verði að meta umhverfisáhrif mismunandi leiða. Bent er á ýmsar athuganir sem taldar eru nauðsynlegar hennar vegna.

Ráðgjafar höfunda voru: Hörður Svavarsson, sem lagði til tölulegar upplýsingar um stíflur og miðlunarlón, og Árni Snorrason, Orkustofnun, og Jan Henje og Theodór Theodórsson Landsvirkjun. Verk- og kerfisfræðistofan Strengur áætlaði orkugetu og miðlunarþörf á vegum Landsvirkjunar.

2. HELSTU KOSTIR TIL VIRKJUNAR

Þegar meta á hina ýmsu kosti til að virkja Jökulsárnar á Fjöllum og á Dal, er nauðsynlegt að átta sig á ýmsum almennum atriðum er varða virkjanleika þeirra. Þótt báðar þessar ár séu jökulár, þá er sá reginmunur á að lindavatn er meira en helmingur ársrennslis í Jökulsá á Fjöllum, en óverulegur hluti af ársrennslí Jökulsár á Dal. Það þýðir að hlutfallslega minni miðlun þarf við virkjun í Jökulsá á Fjöllum heldur en við virkjun Jökulsár á Dal. Auk þess hefur verið bent á að sveiflur milli ára í rennslí Jökulsár á Dal geti verið svo miklar að ekki þurfi einungis að miðla innan ársins, heldur einnig og ekki síður milli ára (Þorbergur Þorbergsson og Hörður Svavarsson 1986).

2.1 Orkugeta og miðlunarþörf

Verk- og kerfisfræðistofan Strengur hefur áætlað orkugetu og miðlunarþörf nokkurra virkjunarleiða (sjá Viðauka). Virkjunarleiðirnar voru valdar þannig að sambærilegt fall yrði virkjað í báðum ánum, hvort sem virkjað yrði í eigin farvegum eða með veitu Jökulsár á Fjöllum til Jökulsár á Dal. Áhersla var lögð á að skýra tengsl orkugetu og miðlunar, þ.e. að hvað marki orkugeta ykist með aukinni miðlun. Á þessu stigi er lítið mat lagt á kostnað við mismunandi miðlunarstig. Grunnkerfið sem keyrt var inn á er til helminga almennur markaður og stóriðja, og hefur orkugetuna 7.220 GWh á ári. Því er lýst í viðauka. Engar afltakmarkanir voru settar. Líklega munu virkjanir í þessum ám þjóna markaði, þar sem stóriðja með háan nýtingartíma mun verða meira áberandi en nú. Þess vegna var einnig metið hver miðlunarþörfin væri, ef framleiðslan færi inn á stærri markað þar sem almenni markaðurinn var settur 30 á móti 70 í stóriðju og 20 á almennan á móti 80 í stóriðju.

Helstu niðurstöður eru þær að miðað við núverandi markaðssamsetningu (50/50) muni um 1.000-1.500 GJ miðlun nægja fyrir virkjanir í Jökulsá á Fjöllum. Hafrahvammavirkjun muni líklega þurfa miðlun á bilinu 1.500-2.000 GJ. Ef Jökulsá á Dal yrði virkjuð án veitu úr Jökulsá á Fjöllum yrði líklega ekki hægt að ná slíkri miðlun nema með hárrí vatnsstöðu í lóni innan Kárahnúka. Ef árnar yrðu virkjaðar saman, er heildarmiðlunarþörfin 3.000-3.500 GJ, en ýmsir möguleikar eru til að ná slíkri miðlun, án hárrar vatnsstöðu í Hálslóni.

Í stærra raforkukerfi og við markað með hærri nýtingartíma væri hægt að ná sömu orkugetu við talsvert minni miðlun. Í 16.000 GWh/a markaði þar sem stóriðja er 80% markaðarins þyrfti t.d. 300 GJ minni miðlun fyrir Hafrahvammavirkjun heldur en í markaði sem er um 7.000 GWh/a með 50% stóriðju.

2.2 Virkjun í farvegnum eða veita

Vel má líta svo á að Jökulsá á Fjöllum sé órjúfanlega tengd þjóðgarðinum í Jökulsárgljúfrum og hana eigi því yfirleitt ekki að virkja. Úr Jökulsá á Fjöllum má hins vegar ná orku, sem svarar til um eins sjötta af því sem talið er hagkvæmt að virkja á öllu landinu, miðað við núgildandi forsendur. Frumáætlun sú sem drepíð er á í fyrri kafla og lýst í viðauka bendir til að orkugeta yrði svipuð hvort sem virkjað yrði í hvorri á fyrir sig eða Jökulsá á Fjöllum virkjuð ásamt Jökulsá á Dal úr um 550-600 m y.s. á Brúaröræfum í um 25 m y.s. í Fljótsdal (Almenna, Virkir og VST 1978, Þorbergur Þorbergsson og Hörður Svavarsson 1986, og Jan Henje og Jóhann Helgason 1987), og nýrri Lagarfossvirkjun að 4 m y.s.

Fyrir um 20 árum voru kannaðir möguleikar á að virkja í farvegi Jökulsár á Fjöllum. Fyrst virkjun með stórrí miðlun við Lambafjöll, sem jafnframt hefði orðið aðalmiðlun fyrir virkjanir neðar í ánni. Þar á meðal var athugað með virkjun frá Selfossi og niður fyrir Vígabergsfoss, og einnig slegið á virkjun frá Upptyppingum í Arnardal og þaðan til Lambafjallavirkjunar. Síðar var einnig lítið á möguleika á því að veita ánni frá Grímsstöðum út heiðar og virkja niður í Öxarfjörð, þ.e. Hólsfjallavirkjun (VST 1976). Við athugun á miðlunarmöguleikum vegna veitu Jökulsár á Fjöllum til austurs var m.a. gerð áætlun um miðlun í Arnardal (Þorbergur Þorbergsson og Hörður Svavarsson 1986). Sú miðlun gæti allt eins nýst fyrir virkjanir í farvegi árinna, þar á meðal virkjun frá Arnardal að Lambafjallavirkjun sem áður er nefnd.

Þessar miðlanir munu vera nægjanlegar, og orkugeta a.m.k. eins mikil og við það að veita Jökulsá á Fjöllum austur og virkja með Jökulsá á Dal. Nýtanlegt fall og þar með orkugeta og kostnaður á orkueiningu veltur m.a. á því hvort Hólsfjallavirkjun er tæknilega möguleg, en hluti af veitunni færi um tektónískt virkt svæði, og ýmsir hafa efasemdir um þá virkjunarleið (sjá kafla 8). Þá væri eftir sá möguleiki að virkja fallið frá Grímsstöðum niður fyrir Vígabergsfoss ofan í gljúfrin með umtalsverðu jarðraski.

Sérhver leið sem valin verður til að fullvirkja Jökulsá á Fjöllum mun hafa gagnger áhrif á ásýnd Jökulsárgljúfra. Með virkjunum í gljúfrunum helst áin þar, en fossarnir yrðu svipur hjá sjón og mannvirki og rask setja í staðinn svip á umhverfið. Verði aðrar leiðir fyrir valinu, eða gerlegar, svo sem Hólsfjallavirkjun, mun áin eftir sem áður hverfa úr gljúfrinu, og að því leyti til yrðu áhrifin eins og ef ánni yrði veitt austur á Hérað. Eini munurinn er sá að í fyrri tilfellinu kæmi hún til sjávar í Öxarfirði en í því síðara í Héraðsflóa.

Margir hafa áhyggjur af landbroti í Öxarfirði í kjölfar þess að jökulánni yrði veitt austur. Í því sambandi er rétt að hafa í huga að slíkt landbrot mun eiga sér stað hvort sem ánni yrði veitt austur, eða virkjuð niður í Öxarfjörð, vegna þess að í síðara tilfallinu myndi grófi aurburðurinn, sá er á þátt í því að viðhalda jafnvægi milli upphleðslu og rofs strandarinnar, aldrei berast til strandar, heldur verða eftir í lónum ofar í farveginum.

Hugsanlegt er að efnaíburður Jökulsár á Fjöllum hafi umtalsverð staðbundin áhrif á næringarefnaástand sjávar í Öxarfirði. Sé svo skiptir meginmáli hvort þau byggi á heildaríburði árinna, þar sem mestu munar um lindavatnið, eða séu fyrst og fremst bundin snjóleysingum á vorin, eða jöklaleytingu yfir sumarið. Síðari tilvikin gætu tengst þeim þætti sem ferskvatn á í því að flýta fyrir myndun lagskipts sjávar á vorin og þar með vexti þörunga í yfirborðslögum hans.

Á tímabili veiddust um og yfir 1.000 tn af rækju í Öxarfirði. Frá því að þessar veiðar hófust á síðasta áratug hafa komið löng tímabil þar sem lítið sem ekkert hefur fundist af rækju. Í tilraunaveiðum Hafrannsóknarstofnunar hefur langmest fengist skammt frá landi austan ósa Jökulsár í Bakkahlaupi (Unnur Skúladóttir, pers. uppl.). Heimamenn tengja þetta framburði Jökulsár (Björn Benediktsson, pers. uppl.), en engar upplýsingar er handbærar um það hvort slík tengsl fyrirfinnist, og þá í hverju þau eru fólgin.

Verði Kreppu og Jökulsá á Fjöllum veitt austur, munu um 50-60 m³/s af lindavatni verða eftir í gljúfrunum, eftir því hvaða leið verður fyrir valinu. Líklega má auka rennslið um fossana á sumrin með einhverju framhjärennsli, þegar vel árar í vatnsbúskápi ána. Ennfremur ætti að vera auðvelt að gefa vatninu jökullit, því að það þarf minna en tíunda hluta sumaraursins til að gefa ánni svipaðan lit og Lagarfljót og Hvítá í Árnassýslu hafa. Ef menn vilja hins vegar reyna að glæða veiði í ánni yrði heppilegra að fá sem minnst af gruggi, og halda sig sem mest við linda- og dragárþáttin. Áin yrði nærri tvöfalt stærri en Laxá í Þing. að stærð. Hana mætti líklega gera að þokkalegri veiðiá með því að stífla hana og búa til í henni stöðuvatn. Við Núpaskot neðan við Lambafjöll virðist mega útbúa grunnt 11-12 km² lón í rösklega 400 m y.s., þar sem vatn hefði um 20 daga viðstöðu. Það er nóg til að ná upp framleiðslu á plöntusvifi, sem gæti gefið þokkalegt lífrænt rek í ánni. Líklega mætti virkja úr vatninu við Lambafjöll, en þá gæti þetta lón orðið stærra, og er lagt til að það verði kannað (Kafli 9.2).

3. Náttúrufarslegir annmarkar á virkjun í farvegi Jökulsár á Fjöllum

Jarðfræði

Jökulsá á Fjöllum rennur á berggrunni, sem víða er þakinn nútímahraunum og sprungum, eins og glöggst sést á mynd 1. Þessar sprungur eru mestar og virkastar nærri megineldstöðvum (Kverkfjöllum, Öskju og Kröflu). Helst eru það sprungukerfin næst Kverkfjöllum, sem þarf að hafa áhyggjur af. Frá Kverkfjöllum gengur sprungukerfi í NNA um Rifnahnúk og farveg Jökulsár á Fjöllum austan Upptýppinga, og annar austlægari laust austan við Stífluháls um farveg Kreppu í Fagradalsfjall. Sprunguvirkni sýnist fjara mikið út í austara kerfinu við Lónshnúk, og í því vestara við norðurenda Upptýppinga. (Guttormur Sigbjarnason 1988). Á þessum slóðum eru ráðgerð virkjunarmannvirki hvort sem er vegna virkjana í Jökulsá á Fjöllum eða vegna veitu austur, samkvæmt fyrirliggjandi virkjunarhugmyndum. Norðar virðist jarðfræðin hafa rölegra yfirbragð, og þar má líklega frekar finna staðhætti þar sem sneiða mætti hjá umræddum annmörkum af jarðfræðilegum toga. Lekahætta er fyrir hendi í nútímahraunum sem eru útbreidd á þessum slóðum. Hins vegar er ljóst að ávallt er tekin áhætta hvað leka varðar þegar mannvirki eru reist á eldvirka beltinu.

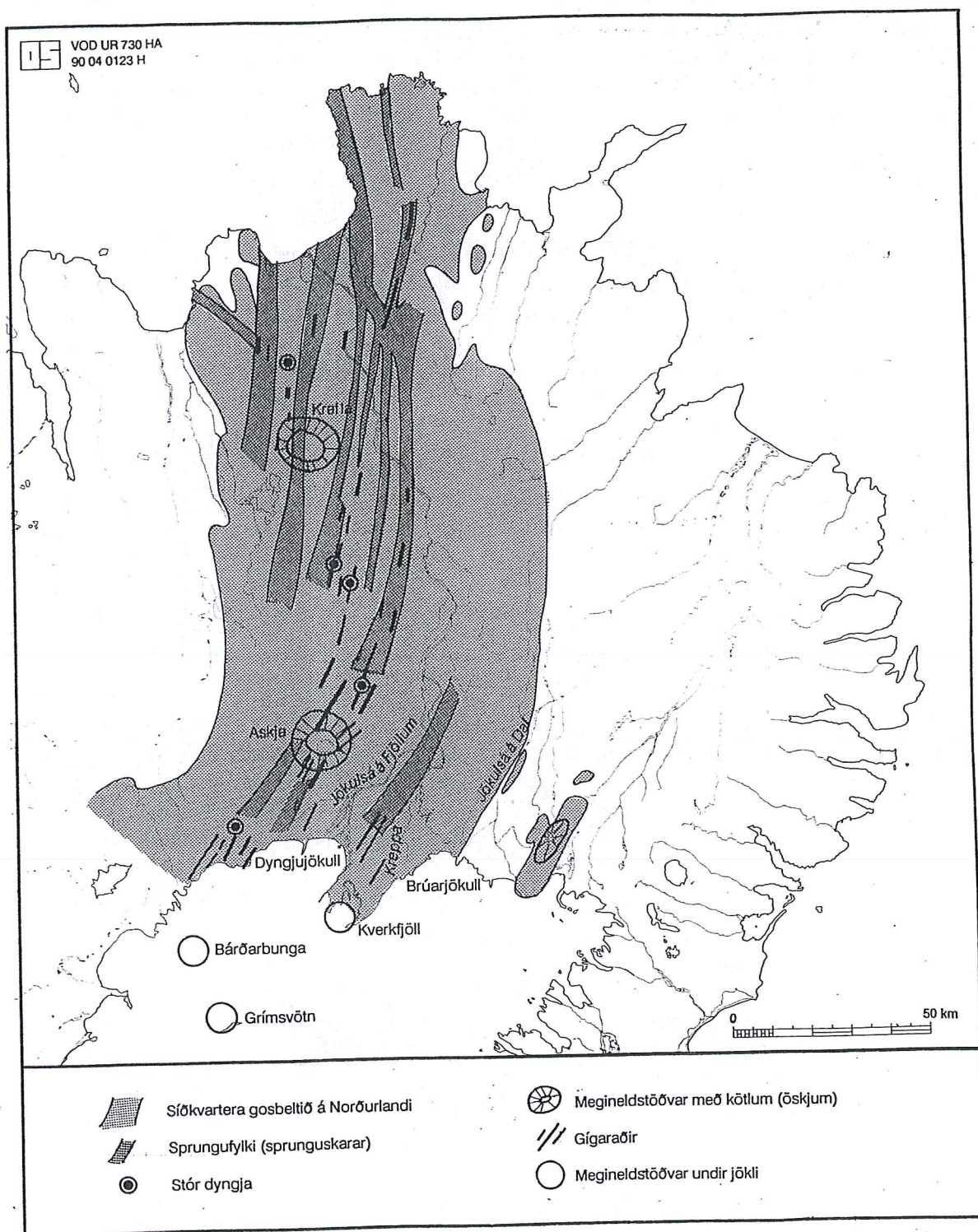
Berggrunnurinn á vatnasviði Jökulsár á Dal er aftur á móti eldri og þar eru ekki að finna virk sprungukerfi. Hann er auk þess þéttari; lekahætta hverfandi og mun auðveldari til mannvirkjagerðar. Vert er þó að benda á að Kárahnúkar mynduðust í gosi undir lok síðasta jökulskeiðs (mynd 1).

Hlaup í Jökulsá á Fjöllum og Kreppu

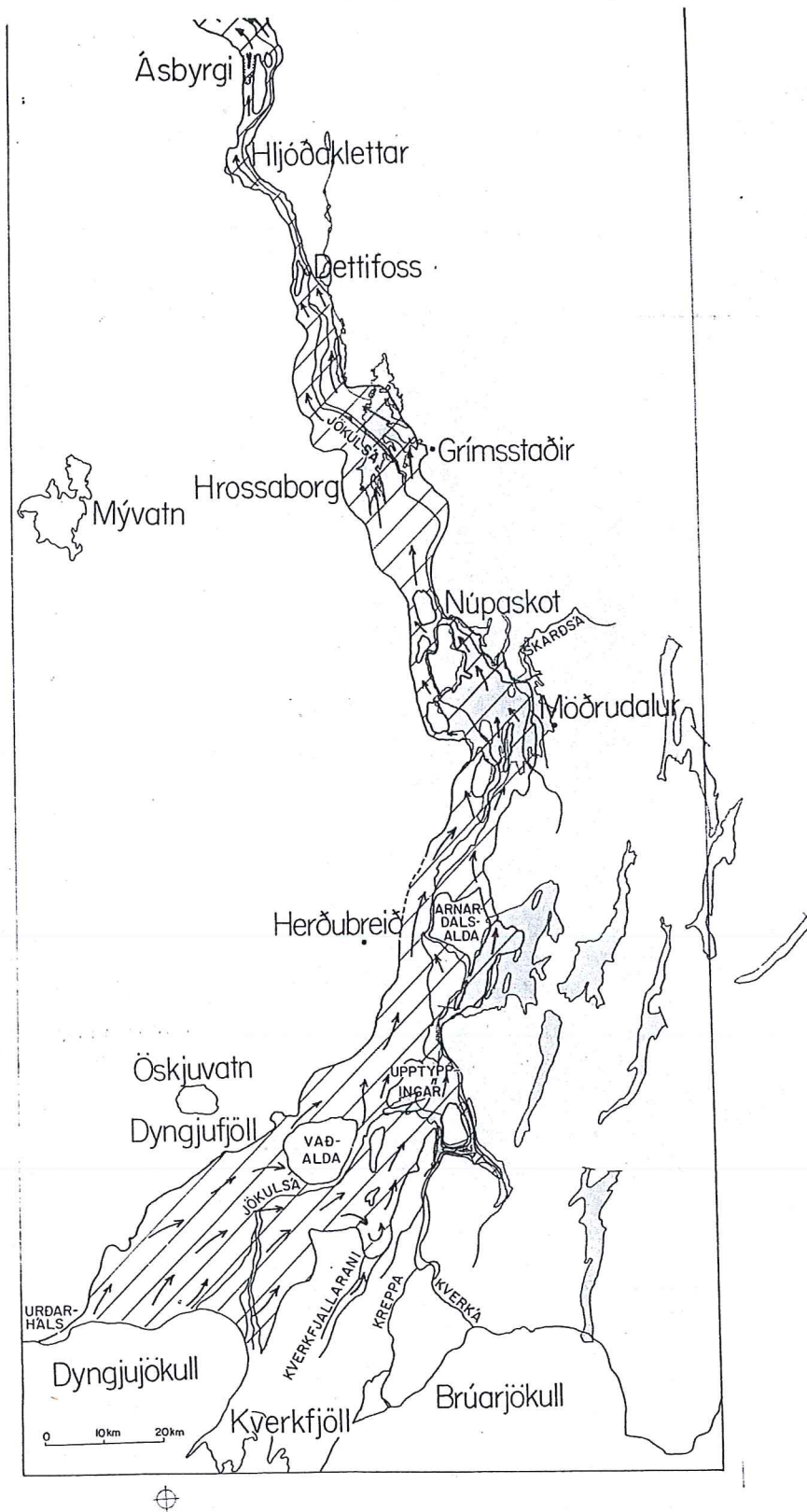
Heimildir eru um mikil hlaup í Jökulsá á Fjöllum. Sigurjón Páll Ísaksson (1985) hefur tekið saman annál tíðra hlaupa á fyrri hluta 18. aldar, sem flest eru sannanlega tengd eldsumbrotum í Vatnajökli. Eftir heimildum um áhrif og ummerki hlaupa, sem urðu 1725-26 var áætlað að í flóðtoppi mesta hlaupsins hafi vatnsrennslið verið a.m.k. 20-25.000 m³ á sekúndu, sem er svipað og í stórum Skeiðarárhlaupum.

Greinileg ummerki eru um enn meiri hlaup í Jökulsá á Fjöllum, sem Haukur Tómasson (1973) kallar hamfarahlaup, (sjá ennfremur Guttorm Sigbjarnarson (1990). Ummerki hlaups þess, sem mótaði Jökulsárgljúfur og Ásbyrgi bendir til að vatnsrennsli í flóðtoppi hafi skipt hundruðum þúsunda rúmmetra á sekúndu. Haukur taldi að heildarvatnsmagn hlaupsins hafi ekki verið undir 10 km³, sennilega enn meira. Áætlun um hlaupvatnið bendir til að þarna sé á ferðinni talsvert meira vatn heldur en kemur fram er Grímsvötn tæmast til Skeiðarár. Það var því nokkur ráðgáta hvaðan úr Vatnajökli slíkt vatnsmagn gæti verið komið. Nýlegar mælingar á jökulbotninum sýna víðáttumikla sigdæld (Kaldera) undir Bárðarbungu (Helgi Björnsson 1988), þar sem slíkt vatnsmagn gæti hæglega safnast fyrir, líklega í tengslum við eldvirkni. Bárðarbunga er talin virk eldstöð, og þar eiga jarðskjálftar tíðum upptök (Páll Einarsson og Sveinbjörn Björnsson 1987).

Guttormur Sigbjarnarson (í handriti) telur að spilda vestan Lindafjalla og norður um Upptýppinga að vestan hafi sigið um a.m.k. 30 m frá því að Krepputunguhraun rann. Sé svo þá er næsta víst að hlaup af þessu tagi muni renna fram af mestum þunga heldur vestar en hlaup það er sýnt er á mynd 2.



MYND 1. Yfirlitsjarðfræðikort af austanverðu landinu. (Freysteinn Sigurðsson einfaldaði eftir Haukí Jóhannessyni og Kristjáni Sæmundssyni 1989).



MYND 2. Afstaða hlaupfarvegjar, sem rekja má til hamfarahlaups undan Dyngjujökli (Guttormur Sigbjarnarson 1990), til mannvirkja sem tengjast virkjunarhugmyndum á þessum slóðum (myndir 3-5).

4. GREINING KOSTA

Þær áætlanir sem gerðar hafa verið um veitu Jökulsár á Fjöllum austur á vatnasvið Jökulsár á Dal fjalla í raun yfirleitt um það hvernig nýta megi þessar tvær ár saman og bæta úr annmörkum á miðlunarmöguleikum í Jökulsá á Dal. Hins vegar hefur aldrei verið kannað hvort haga megi virkjun ána í eigin farvegum og rekstri þeirra þannig að nýta megi góða miðlunarmöguleika í Jökulsá á Fjöllum til að draga úr miðlunarþörf í Jökulsá á Dal. Að hluta er tekið á þessu í orkukerfisreikningunum, sem áður er getið.

Hér á eftir eru settir fram ýmsir möguleikar allt eftir því hvaða skilyrði yrðu hugsanlega sett fyrir virkjun ána.

Fyrstu kostirnir til greiningar eru þeir sem virðast fyrir hendi, ef ekki má veita Jökulsá á Fjöllum austur. Þar er aðeins talað um virkjun í farvegi Jökulsár á Fjöllum, en þeim til viðbótar kæmi virkjun Jökulsár á Dal einnar sér, en um það fyrirkomulag eru takmarkaðar áætlanir til. Áætlanir um virkjun í farvegi Jökulsár á Fjöllum eru úreltar í þessu samhengi. Þar er t.d. aðeins lauslega getið um möguleika á virkjunum í Jökulsá á Fjöllum ofan Lambafjalla. Þar með vantar bæði miðlunarmöguleika og eina 80-120 m upp á virkjanlegt fall.

4.1 Engin veita úr Jökulsá á Fjöllum til Jökulsár á Dal

Skilyrði, sem mætti hugsa sér að setja fyrir því að leyfa virkjun í farvegi Jökulsár á Fjöllum eru margvísleg. Hér er getið nokkurra, og reynt að meta í grófum dráttum áhrif þeirra á það hve mikið nýttist af virkjanlegu rennsli og falli.

Öxarfjörður má ekkert missa af framburði Jökulsár.

Engin miðlun og þar með einungis miðlungs (framhjá)rennslisvirkjanir ef og þar sem aðstæður leyfa, því hver sú miðlun sem eitthvað munar um mun stöðva allan grófan aurburð.

Ef sama mat yrði lagt á Héraðssand og Héraðsflóa eins og gert er hér að framan varðandi afleiðingu af nýtingu Jökulsár á Fjöllum, þ.e. ekkert landbrot liðið, yrði niðurstaðan þar mjög á sömu lund, þ.e. engin miðlun sem um munaði, og miðlungs (framhjá)rennslisvirkjanir. Vafasamt er reyndar hvort hægt er að virkja þessar ár nema fella fyrst út allan grófan aurburð, vegna slits á inntaksmannvirkjum og hverflum.

Framburðurinn látin liggja á milli hluta, en vatnið og jökulliturinn hátt metin.

Niðurstaðan gæti orðið sú að hvoruga Jökulsána sé hægt að virkja án þess að fella út grófan aurburð, og þá jafnframt með verulegri miðlun. Jökulliturinn helst hins vegar sæmilega á vatninu jafnvel þó aurinn minnki um 80-90 %, og gæti orðið svipaður og í Lagarfljóti. Á þessum nótum má stilla upp þremur möguleikum.

Jökulsá áfram í Jökulsárgljúfrum.

Hvað eru "Jökulsár"gljúfur án Jökulsár? Ef engin leið er að hugsa sér Jökulsárgljúfur án Jökulsár yrði einungis hægt að virkja um þriðjunginn af falli árinna frá Arnardal niður að Dettifossi: Arnardalsvirkjun, Lambafjallavirkjun og Selfossvirkjun.

Jökulsá áfram í gljúfrunum neðan Vígabergsfoss.

Í stað Selfossvirkjunar yrði virkjað niður fyrir Vígabergsfoss, sem gæti þýtt allt að 50% viðbót við virkjanirnar í farveginum, og nýtingu á tæpum tveimur þriðju af fallinu.

Vatnið má virkja framhjá gljúfrunum.

Í stað síðastnefndu virkjananna kæmi Hólsfjallavirkjun, og fallið í ánni frá Grímsstöðum niður að Austara-Landi í 30-40 m y.s. yrði að mestu fullnýtt. Ánni yrði þá aftur skilað miðlaðri en ársrennslinu óskertu til sjávar í Öxarfirði. Áhöld eru um hvort virkjunin sé tæknilega gerleg, eins og síðar verður dregið á.

4.2 Jökulsárveita og nýting með Jökulsá á Dal

Ýmsar hugmyndir hafa verið settar fram um veitu Kreppu og Jökulsár á Fjöllum og virkjun með Jökulsá á Dal. Þær hafa verið að þróast m.t.t. þess að nauðsyn sé á miðlun vatns milli ára. Þá þróun má rekja til þess að með auknum rennslismælingum í Jökulsá á Dal verður æ ljósara að rennslisveiflur í ánni eru gríðarlegar bæði innan ársins og milli ára, og því mikil þörf á miðlun í virkjunarleiðum sem hún er hluti af.

Engin tók eru á því að fjalla um allar þær hugmyndir sem settar hafa verið fram, heldur verður hér farið yfir tvær megin leiðir og nokkrar mismunandi útfærslur af þeim, og þær bornar saman hvað varðar megin umhverfisáhrif. Mismunurinn hvað umhverfisþætti varðar liggur fyrst og fremst í möguleikum til að hlífa einstaka landsvæðum.

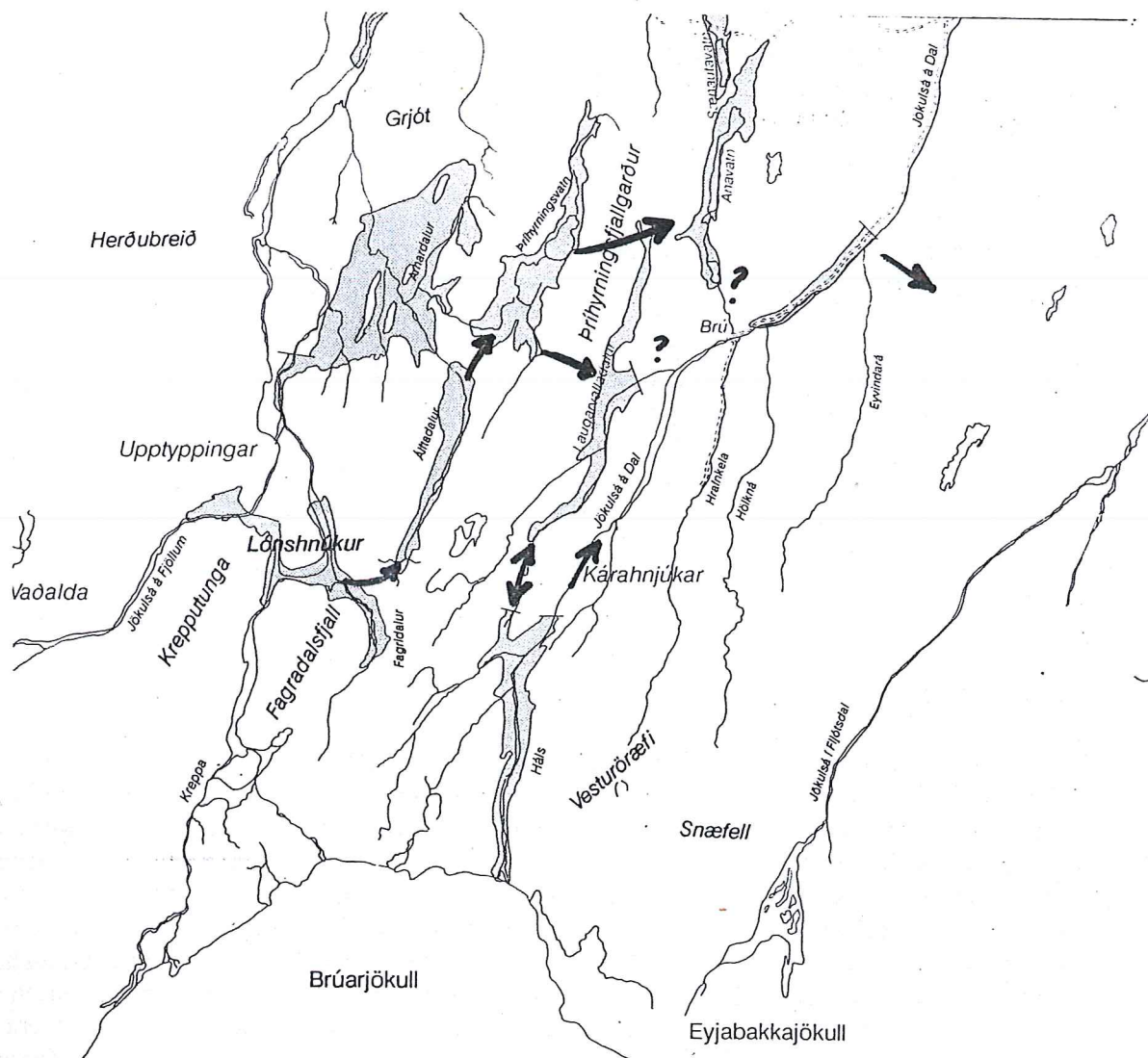
Fyrsta hugmyndin um veitu, sem sett var fram gerði ráð fyrir að stífla Kreppu við Fagradalsfjall og Lónshnúk í um 635 m y.s., og veita Jökulsá á Fjöllum þangað frá Vaðöldu. Veitur úr Jökulsá á Fjöllum svo innarlega, með skurðum og stíflum á svo sprungnum hraunum hefur aldrei þótt árennileg. Frá Fagradal var svo ráðgert að veita beint til Jökulsár á Dal (í Háslón).

Þær áætlanir sem til eru um Hólsfjallavirkjun fjölluðu um virkjun Jökulsár á Fjöllum eftir að veitt hafði verið austur á vatnasvið Jöklu um Fagradal. Samkvæmt þeim áætlunum var gert ráð fyrir að Hólsfjallavirkjun bætti um 1.500 GWh árlega inn á markaðinn eins og hann var fyrir rösklega 10 árum.

4.3 Tvær meginleiðir til að virkja Jökulsárnar til austurs:

Fagradalur-Álftadalur-Príhryningsdalur-Ánavatn/Kollseyrudalur eða Laugarvalladalur; Háls Sauðafell, Brú/Hrafnkelsdalur.

Allt gróðurlendið í Fagradal fær í kaf. Í Príhryningsdal er nokkuð gróið við vatnið, einkum sunnanvert og í Langadal norðan við vatnið. Þá hafa Brúarbændur beutiland á svæði sunnarlega í Príhryningsdal, svo nefndu Breiðastykki. Príhryningsvatn er dagott veiðivatn. Laugarvalladalur er vel gróin. Um hann fer sá hluti hreindýrastofnsins á vorin, sem heldur sig í Kringilsárrana á sumrin. Vetrarheimkynni þeirra hreindýra eru á Jökuldalsheiði í grennd við Sandfell. Hluti dýranna ber í Laugarvalla- og Sauðárdal á leiðinni inneftir. Talið er að um 1950 hafi aðeins örfá dýr verið eftir og öll vestan Jöklu. Sá hluti stofnsins virðist vera í mun betra jafnvægi við umhverfi sitt en aðrir hlutar hans. Ánavatnslægðin og Kollseyrudalur eru að mestu gróin og þar eru daggóð veiðivötn; Ánavatn, Sænautavatn og Þverárvatn. Lág stífla við Kárahnúka, og lágt vatnsborð í Hálslóni gætu tengst lóni í Laugarvalladal, en líklega hátt ef veitt yrði til Ánavatns.

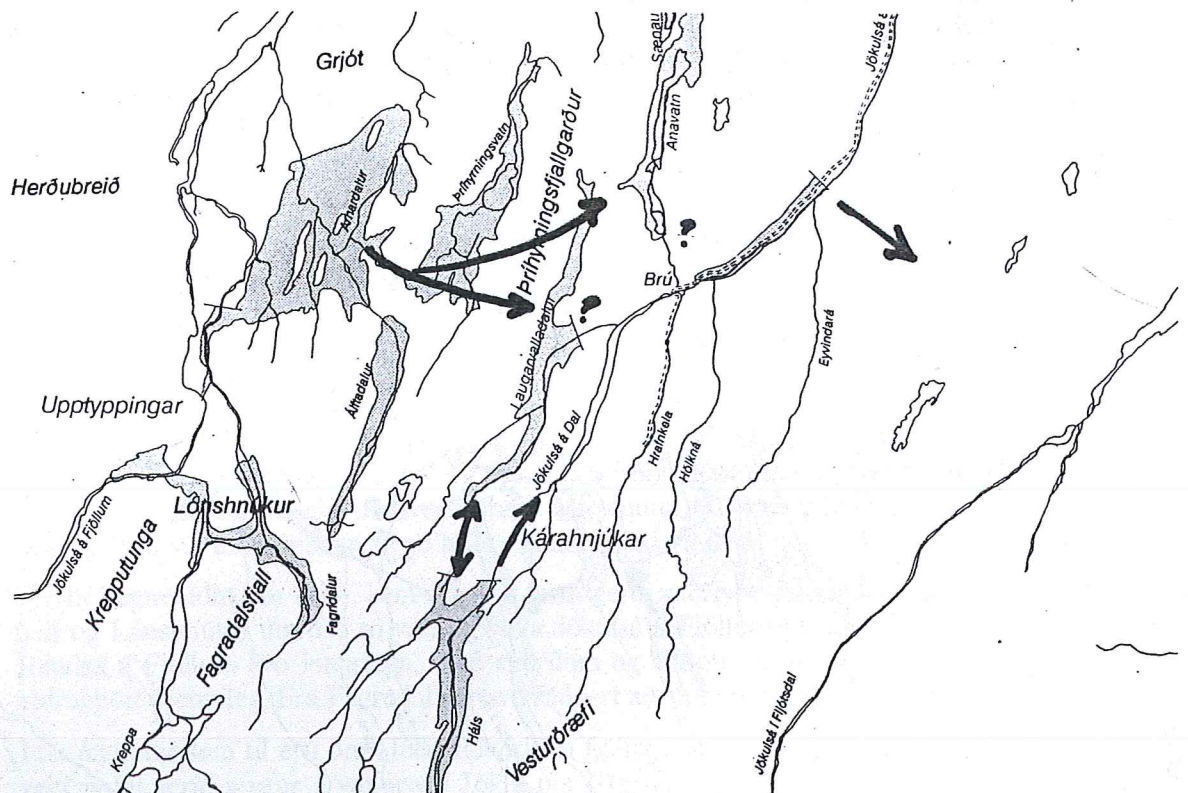


MYND 3. Veituleiðir frá Fagradal (brot af mynd 5).

Arnardalur-Laugarvalladalur og/eða Ánavatn/Kollseyrudalur; Háls/Sauðafell, Brú/Hrafnkelsdalur.

Vatnsborðshæð í Háslóni yrði háð svipuðum tengslum og í fyrri leið. Helsti munur á þessum leiðum er fólgin í því að með þessari leið má hlífa Fagradal og þá um leið Þríhyrningsdal og Þríhyrningsvatni.

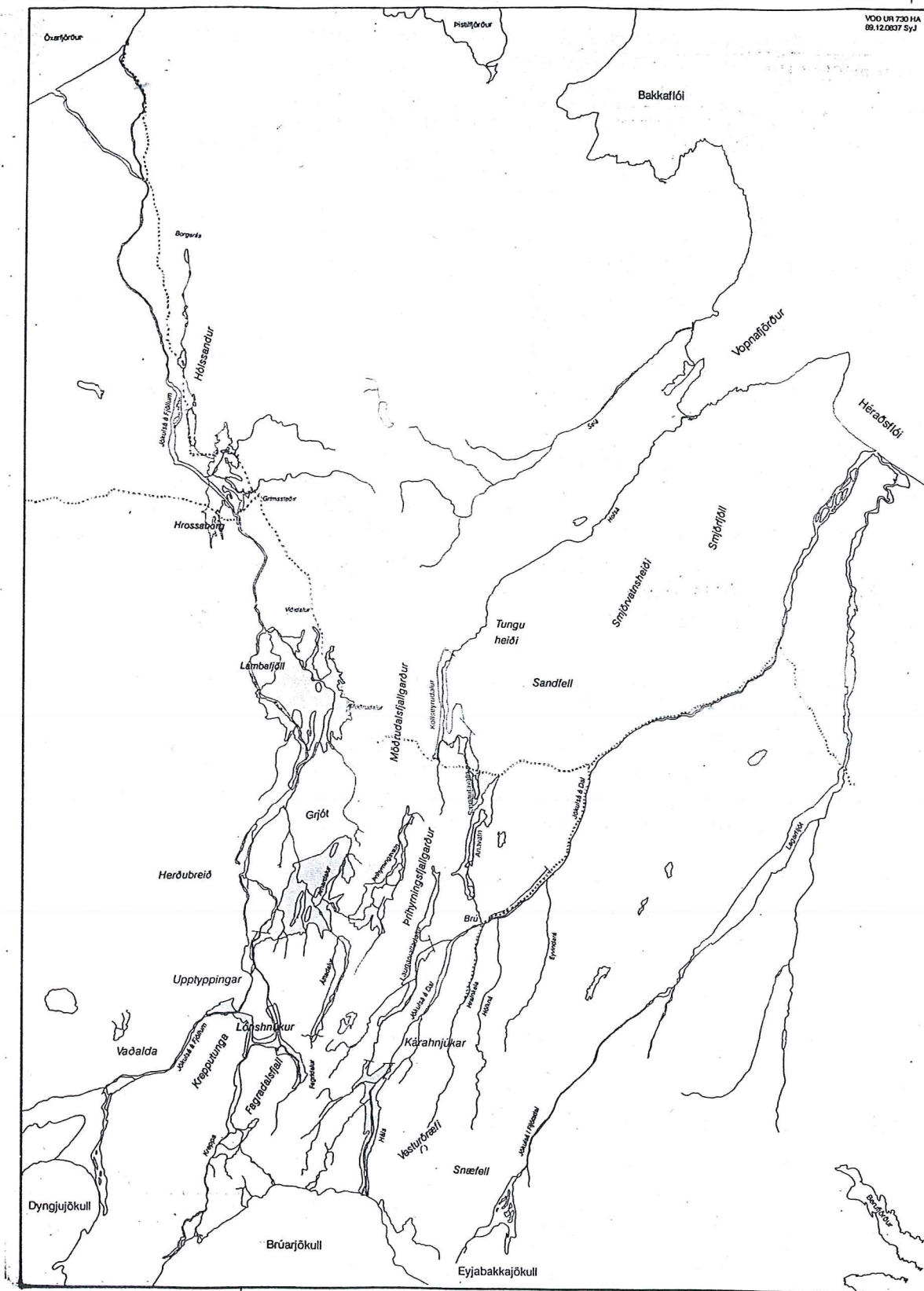
Í öllum tilvikum er gert ráð fyrir virkjun frá Efra Jökuldal um göng til Fljótisdals. Til eru hugmyndir um fyrirkomulag á inntakslóni Brúarvirkjunar, sem myndi sökkva minjum um landnámsbyggð við Bru á Jökuldal, en einnig aðrar, m.a. hugmyndir þar sem virkjað yrði beint úr Háslóni til Fljótisdals (VST 1975).



MYND 4. Veituleiðir fra Arnardal (brot af mynd 5).

5. YFIRLIT

Margar spurningar vakna við umhverfismat. Fyrsta spurningin er hvort fallist verði á að veita Jökulsá á Fjöllum úr farvegi sínum, hvað sem umhverfissjónarmiðum líður. Það á sínar tilfinningalegu og menningarsögulegu hliðar. Að ofangreindum atriðum slepptum, er talið að ná megi þeim markmiðum um umhverfismat, sem að er stefnt með því að bera saman megin miðlunarlónsstæði virkjananna. Landþörf þeirra vegna er langtum meiri en vegna annara mannvirkja, og einnig er mun minni sveigjanleiki í útfærslu hvað varðar miðlanir en önnur mannvirki. Það er sammerkt með flestum lögðum sem nefndar hafa verið til miðlunar, að litlu skiptir hver vatnshæðin er, þegar umhverfisáhrifin eru metin, vegna þess hve gróðurinn er bundinn flötum dalbotnum og lögðum. Eina leiðin virðist vera að fækka lónunum eða skera af þeim. Mögulegt er t.d. að stífla milli Ánavatns og Sænautavatns, sem er á vatnasviði Hofsfár í Vopnafirði.



MYND 5. Yfirlitskort af virkjunarsvæðinu með hugsanlegum miðlunum.

TAFLA 1. Helstu uppistöðulón sem til álita kemur að mynda vegna virkjunar Jökulsár á Fjöllum og Jökulsár á Dal. Einkennisstærðir varðandi miðlun og landnýtingu.

Lónsstæði	Miðlun Gl	Vatnsborð		Stíflur rúmmál Gl	Hlutfallsl. miðlunar kostn.	Landnýting				Einkunn	
		hæsta (m)	lægsta (m)			heild km ²	gróíð km ²	ógróíð km ²	vötn km ²	gróður	dýralíf
Arnardalur	2000	555	525	9,4	9	95	13	80	2	++	
Lambafjallalón	1400	450	420	3,1	5	110	14	96	-	+	
Hólsfjallalón	170	371	365	1,6	(23)	41	25	16	-	+	
Dettifossalón	170	352	342	2,5	(36)	26			+		
Fagridalur	600	635	610	5,1	14	36	6	28	2	+++	+
Fagridalur	110	614	606	2,1	17	24	5	17	2	+++	+
Fagridalur	90	600	595	1,8	(19)	22	1	19	2		
Álftadalur	260	612	582	2,3	10	13	2	11	-	+	+
Þríhyrningsvatn	750	610	580	3,7	8	33	8	21	4	++	+
Laugarvalladalur	670	554	520	7,5	21	30	18	12	-	++	+++
Laugarvalladalur	460	545	515			22	14	8	-	++	+++
Ánavatn/Kolls.d.	1500	554	520	5,2	6						
Ánavatn	(500)	554	520			34	22	6	6	++	+
Kollseyrudalur	(1000)	554	520			64	20	41	3	++	
Háls/Sauðafell	1570	620	550	13,6	13	40	28	12	-	+++	+++
Háls/Sauðafell	550	575	520	4,9	11	18	9	9	-	++	++
Háls/Sauðafell	360	560	515	2,1	13	14	7	7	-	+	+
Brúarlón	110	390	384	4,4	(76)	18,5					
Brúarlón	-	350	-		(6)						

Skýringar: Nákvæm kort vantar af Kollseyrudal, og áætlun um lónrýmið því ónákvæm, og örðugt að meta hversu stór hluti lónrýmisins er á vatnasviði Hofsfár og hve mikill á vatnasviði Þverár (J. á Dal). Gert er ráð fyrir að lónrýmið skiptist í sama hlutfalli og flatarmálið.

Hlutfallslegur miðlunarkostnaður (m^3/Gl m; rúmmál stíflu(m^3)/miðlun (Gl) x fall (m)) er yfirleitt fenginn úr stíflu-skrá Vatnsorkudeildar, og gefur til kynna hversu mikla jarðvinnu (kostnað) þarf til að ná tiltekinni miðlun. Augljóslega næst meiri orka úr vatninu eftir því sem virkjað fall er hærra (hlutfallstalan lægri). Þar sem hlutfallslegur miðlunarkostnaður er innan sviga er það ekki aðalmarkmið stíflunnar að skapa lónrými.

Lónstæðin sem um er að ræða og megin umhverfisgildi þeirra eru eftirfarandi:

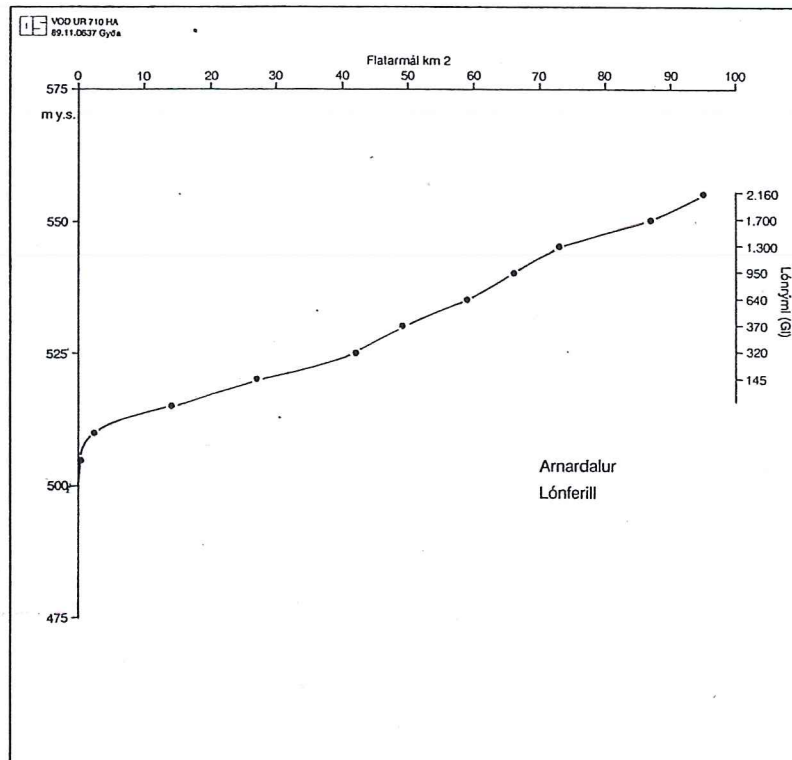
- Arnardalur; fallett gróðurlendi og lindasvæði.
- Lambafjallalón; gróðurlendi.
- Hólsfjallalón; gróðurlendi.
- Fagridalur; einstakt gróðurlendi (á Náttúruminjaskrá).
- Álftadalur; lítið gróinn.
- Þríhyrningsdalur; nokkuð gróinn, beitolönd, gott veiðivatn.
- Laugarvalladalur og Fiskidalur; vel gróinir, mikilvæg farleið hreindýra á vorin.
- Ánavatnsvosin; vel gróin, beitoland, gott veiðivatn, að hluta í farleið hreindýra á leið þeirra frá vetrar- til sumardvalarstaða.
- Kollseyrudalur; vel gróin, beitoland, gott veiðivatn (Sænautavatn).
- Háls/Sauðafell; vel gróin beitolönd hreindýra og sauðfjár, helsta burðarsvæði hreindýranna. Til vesturs er friðland hreindýra í Kringilsárrana (Stjórnartíðindi B. nr. 32/1973).
- Jökuldalur við Brú og Hrafnkelsdalur; landbúnaður og fornminjar.

Í Landnýtingarskýrslu Landbúnaðarráðuneytisins (1986) var gert ráð fyrir að allt að 200 km² lands gætu farið undir vatn, og þar af gætu allt að 130 km² verið gróíð land, eftir því hvaða leiðir yrðu fyrir valinu. Sú ágiskun byggði ekki á nákvæmri úttekt á valmöguleikum, og aðeins að takmörkuðu leiti á kortun gróðurs. Af þeim sökum voru ítrustu áætlanir teknar, og þess gætt að vanmeta ekki gróðurlendin. Nú hefur verið farið yfir bestu fáanlegar upplýsingar um flatarmál gróins lands á þessu svæði (sbr. upphaf næsta kafla).

Miðað við bráðabirgðaúttekt á líklegum virkjunarleiðum má telja líklegt að ekki fari meira en um 70 km² af grónu landi undir vatn við fullvirkjun ána. Ef landnýting þessara kosta er sett í samhengi við orkugetu þeirra (10.000 GWh/a) er fórnarkostnaður um 0,7 ha/árs-GWh, en það er nokkru lægra en það sem færa þarf til að fullnýta alla hagkvæma orkugetu landsins, sem reiknast um 1 ha/árs-GWh (35.000 ha/33.000 GWh á ári).

6. ÁBENDINGAR VARÐANDI EINSTAKA MIÐLUNARMÖGULEIKA

Eftir úttekt á fyrirliggjandi hugmyndum um virkjanir, þykir rétt að koma á framfæri nokkrum ábendingum um fyrirkomulag, sem gæti dregið úr umhverfisáhrifum. Fjallað er um alla þá staði sem nefndir eru í töflu 1. Lónferill hvers miðlunarlóns er sýndur á mynd, og þar sem til-tæk var nægjanlega nákvæm gróðurgreining, er einng sýnt hvernig gróður innan miðlunar-lóns-stæðis breytist með hæð. Gróðurkort hafa ekki verið gefin út af þessu svæði. Þau eru til í handritum af suðurhluta svæðisins; norður að Mórauðavatni í Arnardal, að Þríhyrningsvatni og norður um Sænautavatn. Rannsóknastofnun Landbúnaðarins (RALA) lét þessar upplýsingar í té, og þar sem þeim sleppti setti RALA gróíð land út á kort í mælikvarða 1:50.000 m.a. eftir upplýsingum af gerfitunglamyndum.



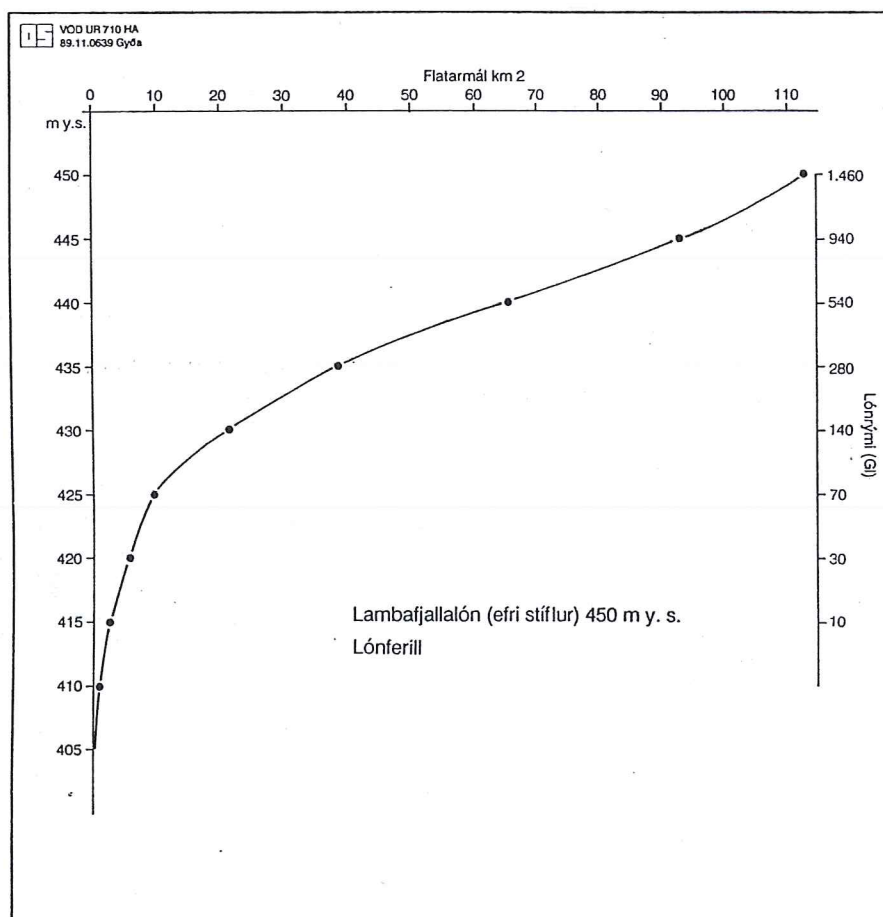
MYND 6. Lónferill miðlunarlóns í Arnardal. Hægra megin er miðlunargeta lónsins sýnd við mismunandi vatnshæð.

6.1 Lón í Arnardal

Vitað er um mikil flóð í Jökulsá á Fjöllum (Sigurjón Páll Ísaksson 1985). Því er líklegt að skilyrði þurfi að vera fyrir nokkra yfirhæð á stíflum og náttúrulega viðbót við yfirfall. Frá 510 m y.s. vex flatarmál og rúmtak lónsins mjög hratt og jafnt (Mynd 6). Gróíð land er að mestu á 520-530 m hæðarbili, og vandséð að nokkru sé hægt að hlífa í miðlunarlóni í Arnardal.

6.2 Lón við Lambafjöll

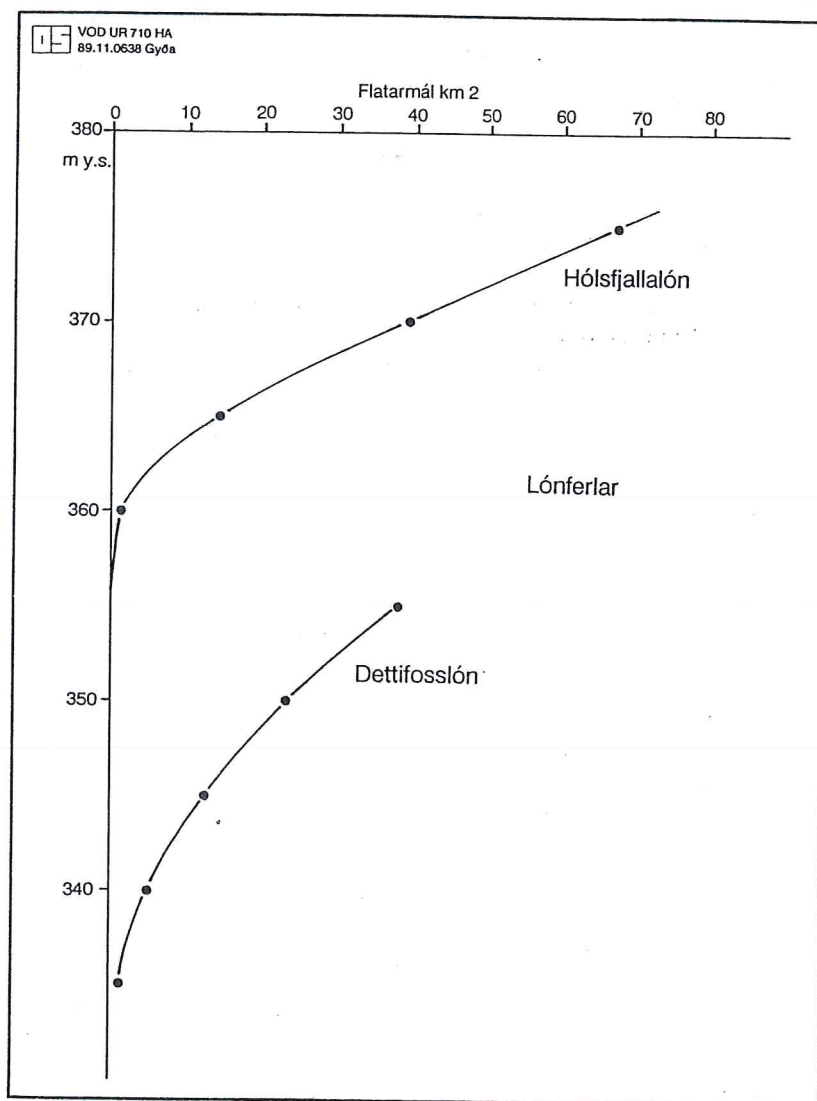
Skilyrði fyrir stór náttúruleg yfirföll virðast vera í um 450 m y.s., en það var yfirborðshæð í lóni í fyrirliggjandi áætlunum (Mynd 7). Annað náttúrulegt yfirfall er í um 435-440 m y.s. Ef farið yrði með lónið niður í þá hæð tapaðist nánast ekkert af gróðurlendi Möðrudals. Miðað við þá hæð er líklega hægt að flytja stíflur neðar í ána til að minnka miðlunartapið. Enn má finna náttúrulegt yfirfall í um 420 m y.s., en við það miðaði hugmynd að lóni, sem notað yrði til að glæða vatnakerfið lífi, ef Jökulsá yrði veitt austur (kafli 2.1). Samkvæmt kortum Orkustofnunar í mælikvarða 1:20.000 með 5 m hæðarlínubilum yrði bærinn og mestallt nytjaland Möðrudals ofan vatnsborðs við hæstu vatnsstöðu í lóni.



MYND 7. Lónferill miðlunarlóns sunnan Lambafjalla. Hægra megin er miðlunargeta lónsins sýnd miðað við mismunandi vatnshæð.

6.3 Hólsfjallalón (við Grímsstaði)

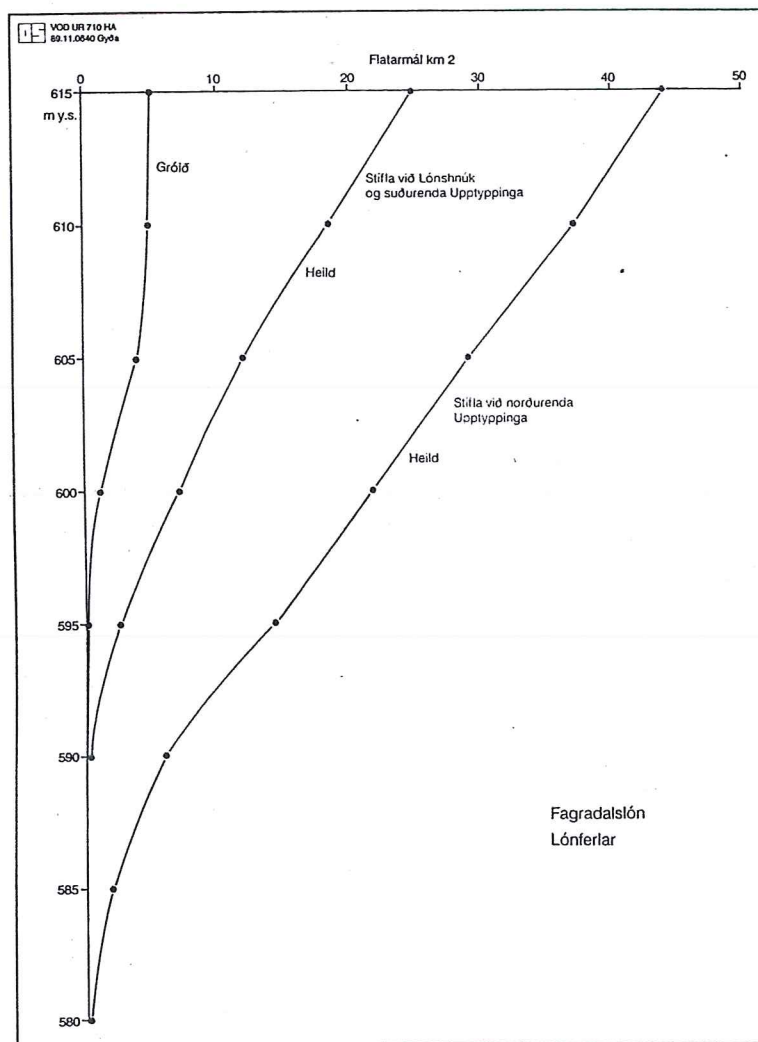
Miðlunarrými er dýrt (tafla 1). Athuga þyrfti nánar hvort lækka mætti stíflur, eða færa neðar, m.t.t. þess að eingöngu yrði miðlað vegna rekstrar Hólsfjallaveitu. Með því móti mætti hlífa talsverðu gróðurlendi. Á mynd 8 er einnig sýndur lónferill Dettifosslóns, en ekkert er fjallað frekar um þá hugmynd sem það tengist.



MYND 8. Lónferlar lóna við Grímsstaði og sunnan Dettifoss

6.4 Fagradalslón

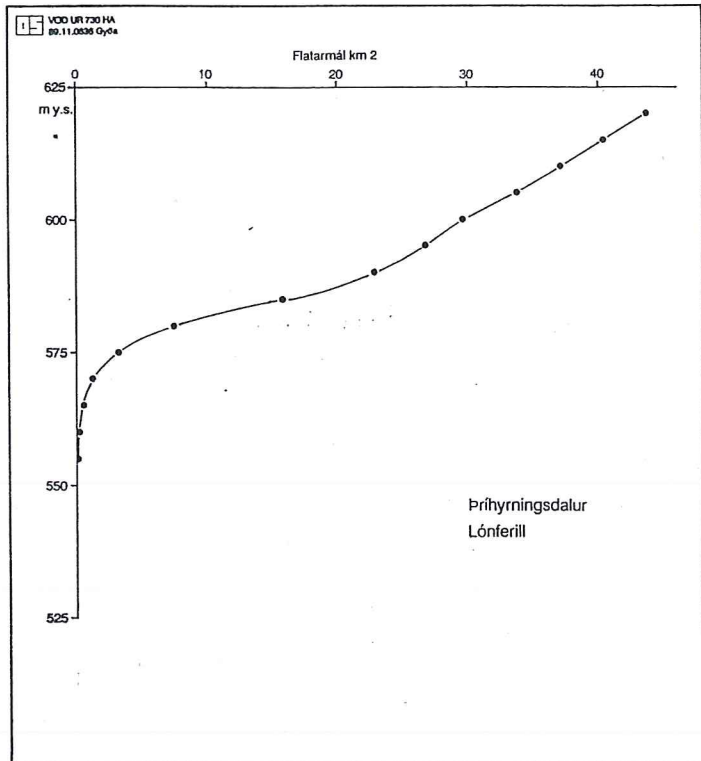
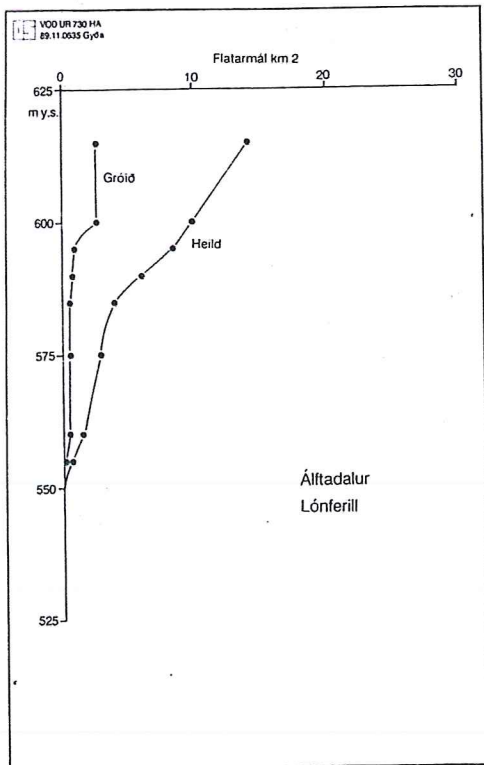
Ýmsar hugmyndir hafa verið settar fram um stíflun ána og veitu Jökulsár á Fjöllum austur yfir hraun í Krepputungum að Kreppulóni. Samkvæmt þeim yrði lónrýmið nánast allt í dal-kvosunum við Fagradalsfjall og Lónshnúk. Miðað við framburð ána gæti aur farið að valda erfiðleikum eftir 10-15 ár. Þess vegna var stíflun beggja ána með einni stíflu, þar sem skemmst er milli þeirra við norðurenda Upptyppinga, könnuð lauslega. Rými það sem getur tekið við framburði eykst úr 80 í 290 Gl eða nær fjórfalt og miðlunarrýmið úr 110 í 300 Gl. Umhverfisáhrifin yrðu nokkurnveginn þau sömu, þó lónið stækki úr 24 í 43 km², því gróðurinn er nánast alveg bundin við hæðarbeltið 600 til 605 m y.s. í Fagradal (Mynd 9). Ef virkjað yrði í farvegum ána væri hægt að virkja úr 600 m hæð frá Upptyppingum ofan í lón í Arnardal, og hlífa mikilvægasta gróðurlendinu.



MYND 9. Lónferlar tveggja lóna við Upptyppinga.

6.5 Álftadalur-Þríhyrningsdalur

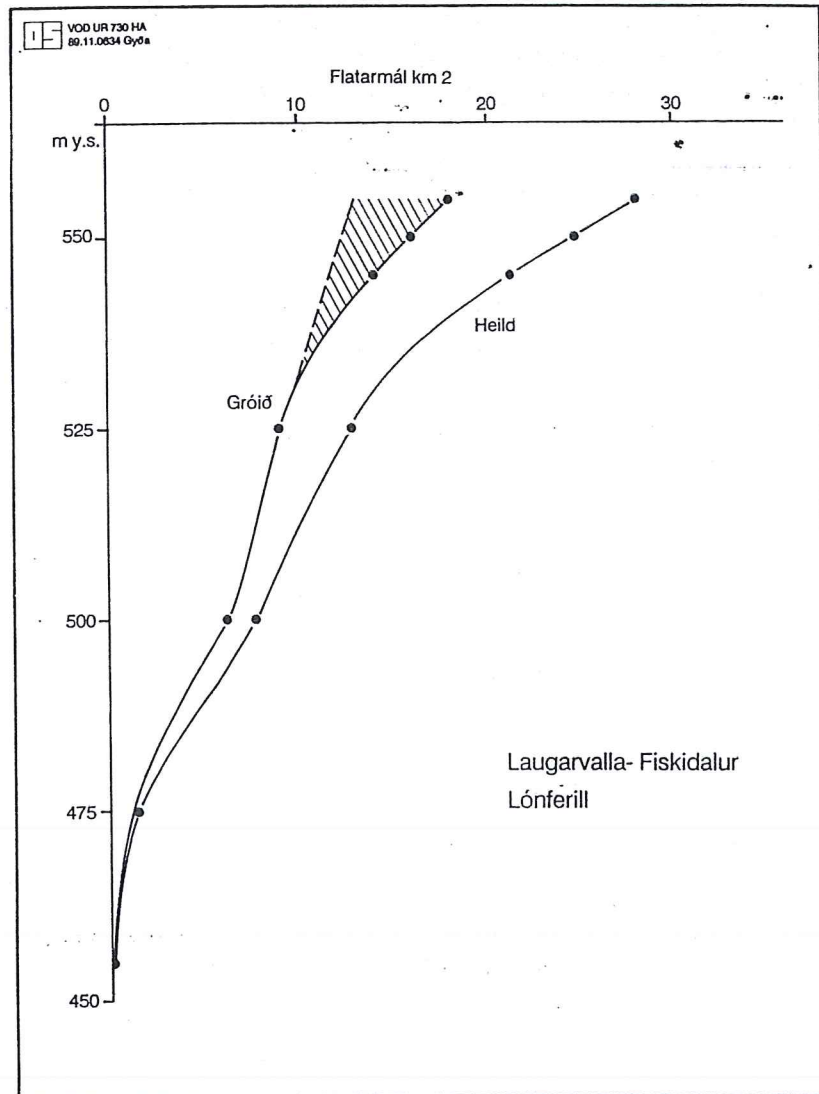
Í Þríhyrningsdal er gróðurlendið fremur lítið og er nánast allt neðan 600 m hæðar (Mynd 10). Í Þríhyrningsdal er gróðurlendi norðan og sunnan Þríhyrningsvatns, aðallega á hæðarbilinu 585-595 m og í svonefndu Breiðastykki í 580-590 m hæð. Breiðastykki er 2,6 km², svæðið sunnan Þríhyrningsvatns 3 km², og norðan þess heldur minna.



MYND 10. Lónferlar lóna í Álftadal og Þríhyrningsdal.

6.6 Laugarvalladalur/Fiskidalur

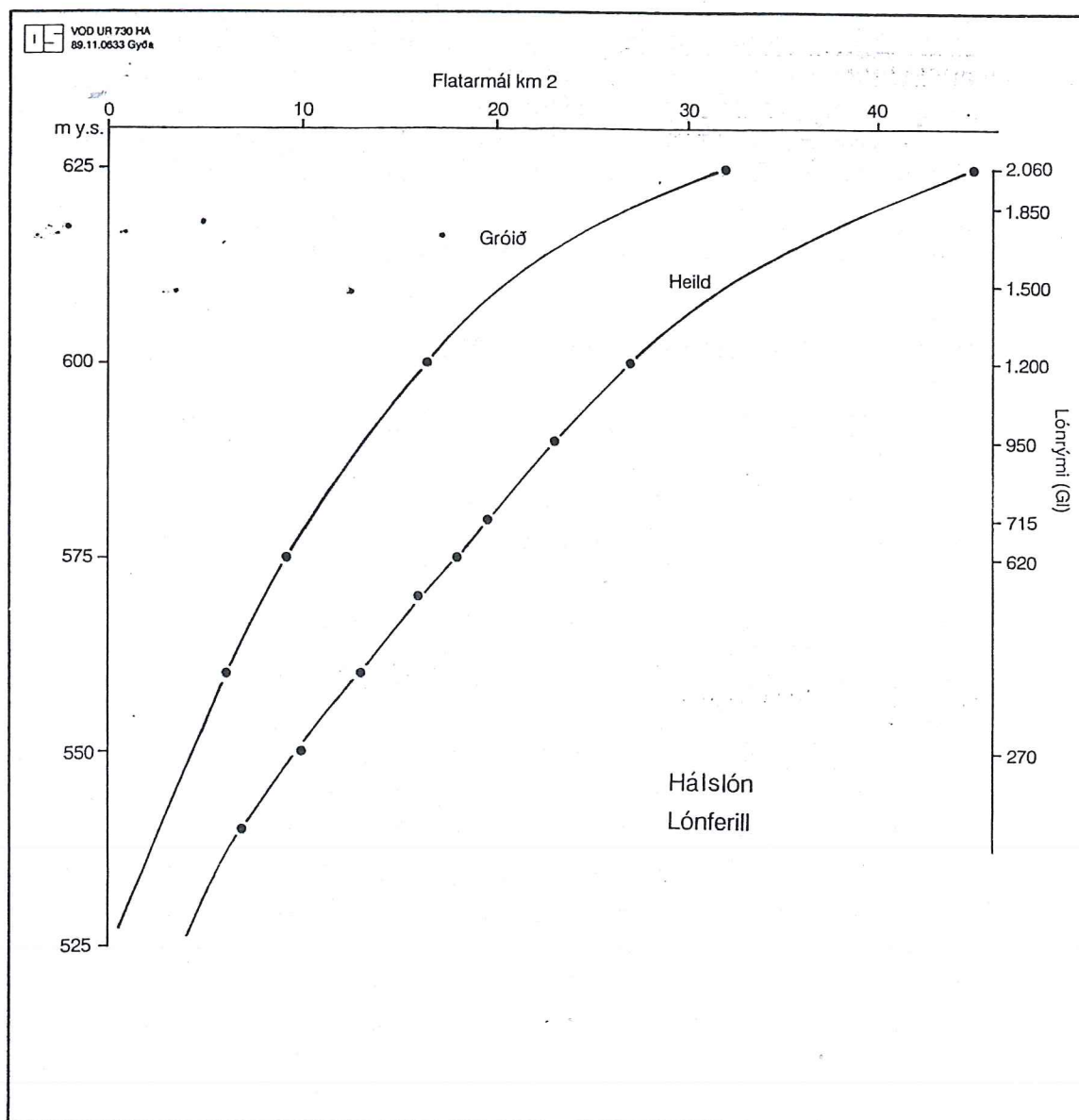
Þó að gróður sé mestur í botni dalsins, þá er Laugarvalladalur langur og jafnt hallandi, þannig að samband gróðurlendis og hæðar í lóni fylgir nokkurn veginn lónferlinum (Mynd 11). Skyggða svæðið í gróðurferlinum á allt við innsta og efsta hluta Fiskidals (ofan 530 m), um 5 km² gróðurspildu. Að teknu tilliti til þess má sjá að í Laugarvalladal minnkar gróðurinn hlutfallslega með hæð.



MYND 11. Lónferill lóns í Laugarvalladal og Fiskidal.

6.7 Ánavatn/Kollseyrudalur

Þar má fá mikla miðlun með litlum tilkostnaði, en það kostar 2 góð veiðivötn og allmikið gróðurlendi. Með því að stífla á vatnaskilum milli Sænautavatns og Ánavatns má hlífa öðru veiðivatninu og um helmingi gróðurlendisins. Nákvæm kort vantar af hluta þessa svæðis, og því eru engir lónferlar teiknaðir. Við Ánavatn eru engin glögg hæðarskil í gróðurlendinu, en í lónstæðinu Sænautavatnsmegin háttar líklega til líkt og í Laugarvalla- og Fiskidal.



MYND 12. Lónferill lóns sem myndað yrði með stíflu sunnan Dimmugljúfra. Hægra megin er miðlunarrýmið sýnt miðað við mismunandi vatnshæð.

6.8 Háls/Sauðafell

Lón innan Kárahnúka, þar sem heitir Háls austan Jöklu og Sauðafell að vestan. Í þessum texta er farin sú leið að kenna lónsstæðin við landið að baki stíflnanna. Þetta lón hefur hingað til venjulega verið nefnt Hafrahvammalón, og þá kennt við staðsetningu stöðvarhúss við Hafrahvamma. Stungið er upp á því að lónið verði kennt við Háls, þó virkjunin sé kennd við Hafrahvamma. Í töflu 1 er miðað við stíflustæði innan við Dimmugljúfur, en í fyrstu áætlunum var stíflan staðsett utan við gljúfrin. Þær áætlanir voru gerðar áður en aðstæður voru kannaðar á vettvangi. Niðurstaða síðari áætlana hefur verið sú að engin hagræn ástæða sé til að hrófla við Dimmugljúfrum, sem talin eru hafa umhverfisgildi.

Hvergi skiptir eins miklu máli hvaða vatnshæð í lóni verður fyrir valinu, því eins og mynd 12 sýnir fylgir gróðurferillinn lónferlinum náíð, og að auki eru áhrif lónsin á aðalburðarsvæði hreindýranna þar mjög háð hæð í lóni. Sú virkjunarleið sem krefst mikillar miðlunar í farvegi Jökulsár á Dal, og hefur þar af leiðandi í för með sér háa vatnssstöðu, kemur illa bæði við aðalburðarsvæði hreindýranna og beitolönd þeirra framan af sumri. Ennfremur eru árekstrar við þá hagsmuni sem réðu friðun Kringilsárrana, því líklegri sem hærra verður í lóninu.

Með tilvísun til áætlaðrar miðlunarþarfar virkjunar í Jökulsá á Dal, ef hún yrði virkjuð sér, er rúmtak lónsins við nokkrar vatnsborðshæðir gefið í mynd 8.

7. STAÐA UMHVERFISRANNSÓKNA

- Yfirlit um Háls, Kringilsárrana, Sauðárdal og Sauðafell var gefið út 1981 (Hjörleifur Guttormsson o.fl.).
- Yfirlit um Fagradal, Grágæsadall, Háumýrar og svæðið suður og vestur um til Hvannalinda og Jökulsár á Fjöllum við Vaðöldu var gefið út 1988, (Kristbjörn Egilsson og Einar Þórarinnsson 1988). Skordýrarannsóknir, (Erling Ólafsson 1988).
- Þá hefur verið gerð gróðurfarsathugun í Arnardal, Laugarvalladal/Fiskidal, Þríhyrningsdal, svæðum umhverfis Ánavatn og Sænavatn og út í Kollseyrudal, auk þess í Víðidal og í brúnum Jökuldals, milli Skjöldólfsstaðahnúks og Háfjalls, (Kristbjörn Egilsson og Hörður Kristinnsson, í handriti).
- Ýtarleg úttekt hefur verið gerð af Jökulsárgljúfrum fyrir Náttúruverndarráð (Helgi Hallgrímsson 1974). Sjá ennfremur Jökulsárgljúfur eftir Theodór Gunnlaugsson (1975) og Jarðsaga Jökulsárgljúfra eftir Sigurvin Elíasson (1980).
- Ýtarleg úttekt var gerð á hreindýrunum á þessum slóðum á árunum 1979-81, (Skarphéðinn Þórisson 1983, Kristbjörn Egilsson 1983, og Kristbjörn Egilsson og Skarphéðinn Þórisson 1983). Auk þess eru í skýrslu Kristbjörns miklar upplýsingar um gróður á þessum slóðum til viðbótar fyrri upptalningu.
- Samhliða því að fylgst var með hreindýrum voru skráðar niður upplýsingar um fugla eftir því sem tími leyfði. Úr því efni var tekin saman grein um fuglalíf í Hvannalindum (Kristinn H. Skarphéðinnsson 1983). Að öðru leyti liggur það efni hálfunnið á Náttúrufræðistofnun.
- Landslagskort (staðfræðikort) hafa verið gerð af meginhluta virkjunarsvæðisins, einkum þar sem helst þótti koma til álita að staðsetja mannvirki. Enn vantar þó talsvert á að kort séu fullnægjandi fyrir landnýtingarmat.
- Gróðurkort má gefa út af flestum svæðunum á Brúaröræfum og Jökuldalsheiði með skömmum fyrirvara. Þó vantar enn nokkrar sneiðar á tilheyrandi staðfræðikort í mælikvarða 1:50000, sem hafa verið útbúin úr fyrirbyggjandi kortum í mælikvarða 1:20000.
- Fornmannabyggðin við Brú hefur verið kortlögð allýtarlega. Ennfremur eru til ýtarlegar rannsóknir á byggðasögu Jökuldalsheiðar og Brúaröræfa. Þær rannsóknir eru alfarið í umsjón annara aðila.
- Þá má nefna athuganir á tjörnum á Vesturöræfum, (Hákon Aðalsteinsson, 1980). Ýmislegt fleira af því tagi er til, en nokkur svæði eru enn ókönnuð.
- Jarðsaga og landmótunarsaga Brúaröræfa og hluta Jökuldalsheiðar hefur verið skráð, og er til á Orkustofnun í handriti, (Bessi Aðalsteinsson o.fl.), og handrit afberggrunnskortum af þessu svæði hafa verið gerð aðgengileg (Helgi Torfason). Jarðfræðikort hafa verið gerð

af Krepputungu og Brúardölum (Guttormur Sigbjarnarson 1988), af Möðrudal (Jóhann Helgason 1987), og af innsta hluta Jökulsárgljúfra og hluta af Hólsfjöllum (Oddur Sigurðsson o.fl. 1975).

Það sem einna helst skortir á heildaryfirlit, utan þess að koma því efni út sem nú þegar er svo til tilbúið til útgáfu, er:

- Mat á jarðfræðilegum og landfræðilegum verndargildum á Jökuldalsheiði, og einstökum svæðum á Brúaröræfum, og norður meðfram Jökulsá á Fjöllum að Dettifossi.
- Rannsóknir á fiskivötnum á svæðinu.
- Gróðurfarsyfirlit af Möðrudal og Hólsfjöllum. Ennfremur vantar að ljúka einstaka svæðum sunnar.
- Þá er æskilegt að bæta við staðfræðikortum til þess að vinna landnýtingarmat á traustan grunn.
- Meta þarf jafnvægi milli upphleðslu og rofs í Héraðsflóa og Öxarfirði. Í fyrstu á grundvelli fyrirbyggjandi gagna; Sjókortum, loftmyndum og niðurstöðum um aurburð ána.

8. SAMANBURÐARÁÆTLUN OG VIÐBÓTARRANNSÓKNIR

Markmiðið með samanburðaráætlun er:

- Að bera saman orkuvinnslu og framleiðslukostnað á orkueiningu mismunandi kosta til að virkja Jökulsárnar.
- Að benda á helstu leiðir til að virkja árnar með það fyrir augum að nýta sem best orkugetu þeirra, sbr. fyrri lið, með sem minnstum umhverfisspjöllum.

Gert er ráð fyrir að samfara samanburðaráætlun þurfi að leggja í nokkra gagnaöflun og viðbótarrannsóknir, bæði vegna hennar, og mats á umhverfisáhrifum einstakra virkjunarleiða. Í vatnamælingum þarf samanburðarmælingar og vatnasviðsgreiningu, og í Jökulsá á Fjöllum þarf að rennslismæla að vetri til á nokkrum völdum stöðum milli Grímsstaða og Vaðöldu. Með þeim og mælingum á yfirborðsáðrennsli fæst góð áætlun um lindahrennslið, en það skiptir miklu máli fyrir einstakar virkjanir og veitur úr ánni.

Í texta þessarar skýrslu hefur margoft bryddað á fyrirvörum varðandi svonefnda Hólsfjallavirkjun. Sá fyrirvari varðar einkum hluta af veitu Jökulsár á Fjöllum frá lóni við Grímsstaði að Borgarási, og göng þaðan að virkjun við Austara Land. Oddur Sigurðsson færði sprungur og misgengi á virkjunarsvæðinu inn á kort (Oddur Sigurðsson o.fl. 1975), og í skýrslu VST (1976) um Hólsfjallavirkjun segir Oddur: "Undirstaða stíflugarðanna (við Borgarás) er jökulurð, en þetta svæði er ákaflega sprungið og missigið og auk þess benda líkur til að mjög djúpt sé á jarðvatn. Verður því að teljast mikil hættu á leka, og gæta þarf að sprungum, sem liggja undir fyrirhugaðar stíflur." Ennfremur: "Fallgöngin verða að mestu í grágrýtisbasalti með fáum þykkum millilögum. Bergið er í sjálfu sér nokkuð þétt og ef tækist að sneiða hjá sprungum yrðu göngin einnig þétt." Í skýrslu VST (1976) eru rannsóknir á jarðfræði svæðisins taldar ónógar til að byggja á fullkomna frumáætlun um virkjunina, einkum við nyrðri hluta skurðleiðar og stíflustæði að hluta.

Það liggur í augum uppi að ef Hólsfjallavirkjun, eða önnur virkjun sama falls, er ekki gerleg hlýtur nýting í eigin farvegum ána að falla á samanburðinum við veitu Jökulsár á Fjöllum austur á vatnasvið Jökulsár á Dal. Samanburðaráætlun nær því ekki markmiði sínu, nema úr því fáið skorið hvort Hólsfjallavirkjun er framkvæmanleg og eitthvert mat á því hvað það

kynni að kosta að bera í "brestina".

Berggrunnur á vatnasviði Jökulsár á Fjöllum er yngri og virkari en berggrunnur á vatnasviði Jökulsár á Dal. Sprungubelti teygir sig frá Kverkfjöllum í NNA og síðar í N í átt að Melrakka-sléttu, og nokkuð víst að friðvænlegra yrði mannvirkjum austan þess á Jökuldalsheiði heldur en í því eða við. Æskilegt er því að kortleggja sprungur og hraun frá Vaðöldu að Sléttu, líta eftir lindum og reyna að meta lekt á stíflustæðum. Að því búnu mætti reyna að giska á hugsanlegan aukakostnað við mannvirki vegna jarðfræðilegra aðstæðna.

Vætanlega þarf að huga vel að flóðahættu í Jökulsá á Fjöllum, hvort mögulegt er að ráða við flóð á borð við stór Skeiðarárhlaup, sem virðast koma í tengslum við eldvirknihrinur í norðanverðum Vatnajökli. Í tengslum við kortlagningu hrauna og sprungna ætti að leita hugsanlegra ummerkja þessara hlaupa. Hamfarahlauþ ræður enginn mannlegur máttur við, og líklega erfitt að meta þann áhættuþátt.

Aðrar rannsóknir

Reiknað er með því að auka þurfi við kortagerð í mælikvarða 1:20.000 eða 1:25.000. Því mætti fresta þar til niðurstöður liggja fyrir úr samanburðaráætlun.

9. VERKLYSING SAMANBURÐARÁÆTLUNAR

9.1 Virkjun í eigin farvegum ána

Hér að neðan er bent á nokkra virkjunarstaði, sem hafa verið til umræðu. Það er ekki ætlun höfundu að þessi listi sé tæmandi, heldur samanteknar ábendingar til þeirra sem munu sjá um samanburðaráætlanir varðandi þessa virkjunarmöguleika. Frekari ábendingar er að finna í viðauka.

1 A: Jökulsá á Fjöllum og Kreppa stíflaðar við Lónshnúk og Upptýppinga. Miðlun í Fagradal, Álftadal og Þríhyrningsdal.

Virkjun ofan í miðlunarlón í Arnardal. Þótt veitt sé með þessum hætti í Arnardal þarf líklega eftir sem áður að gera ráðstafanir til að ná framhjärennslu við Upptýppinga inn í Arnardalslónið. Miðlunarþörf þar yrði metin m.a. með samanburði við miðlun við Lambafjöll (sbr. viðauka).

Virkjun úr Arnardal til Jökulsár á Fjöllum.

Miðlunarlón við Lambafjöll, og virkjun.

Inntakslón með rekstrarmiðlun fyrir veitu Jökulsár á Fjöllum frá Grímsstöðum til virkjunar samkvæmt leið sem nefnd hefur verið Hólsfjallavirkjun.

1 B: Í stað veitu um Fagradal og virkjun úr Álftadal, yrði stíflað nærri norðurenda Upptýppinga, og myndað lón sem næði allt að 600 m hæð.

Virkjað beint ofan í miðlunarlón í Arnardal. Sú miðlun þyrfti að vinna upp það sem tapast í Álftadal og Þríhyrningsdal.

Áframhaldið eins og í leið 1 A:

1 C: Virkjun Jökulsár á Dal í eigin farvegi. Leita skal hagkvæmustu leiða til að virkja Jökulsá

á Dal, án veitu frá Jökulsá á Fjöllum, en með samrekstur við virkjanir í Jökulsá á Fjöllum í huga. Til viðbótar fyrri hugmyndum þarf að kanna möguleika á að virkja beint frá Háslóni við Kárahnúka niður í Fljótsdal.

Athuga skal hagkvæmni þess að veita jökulvatni Kringilsár og Sauðár til Kverkár til miðlana í Jökulsá á Fjöllum.

Athuga skal hagkvæmni þess að veita og miðla afrennsli af Jökuldalsheiði, Brúardölum og e.t.v. víðar vegna svonefndrar Brúarvirkjunar, eða þrepavirkjana í Jökuldal.

9.2 Virkjun Jökulsár á Dal með veitu úr Jökulsá á Fjöllum.

Um þessa megin tilhögun hafa ýmsar hugmyndir verið settar fram. Eitt af markmiðunum með þessum samanburðaráætlunum er að veita umhverfisáhrif mismunandi virkunarleiða, og skapa grundvöll til þess að veita saman hagræna þætti og þætti sem varða m.e.m. huglæg verðmæti.

Best er að sem flestir möguleikar séu kannaðir, og að meðal þeirra verði einhverjir þar sem tiltekin svæði yrðu látin í friði. Svæði sem yrði sleppt í einhverjum kostum, eða sett önnur skilyrði, eru:

1. Fagridalur
2. Laugarvalladalur
3. Ánavatn og/eða Sænautavatn
4. Lág vatnsstaða í Háslóni (þarf að kanna hvort sem er í hugmyndum um veitu eða við virkjun beggja ána í eigin farvegi).

Líklegt þykir að innan hvernar megin leiðar, t.d. virkjun með veitu Jökulsár á Fjöllum, komi upp tilvik, þar sem útilokun eins svæðis þýðir beinlínis að þá verði að fórna öðru, sem einnig hefur hátt verndargildi, m.ö.o. að ein útilokun útiloki aðra. Sem dæmi mætti hugsa sér að ef útiloka á veitu um Fagradal til austurs, verður væntanlega að fara um Arnardal. Þá sparast Þríhyrningsdalur.

Ef Jökulsá og Kreppu yrði veitt austur frá Fagradal myndi talsverður hluti af jökulvatni ána þá er jöklaleyting er í hámarki, renna framhjá. Því skal kanna hvort hagkvæmt sé að fanga það ásamt umtalsverðu lindavatni í lón við Lambafjöll, og virkja þar og í Hólsfjallavirkjun.

HEIMILDIR OG VALIN RITASKRÁ

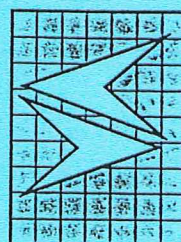
- Almenna verkfræðistofan hf., Virkir hf. og Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen hf. 1978: *Austurlandsvirkjun, forathuganir virkjana á vatnasviðum Jökulsár á Fjöllum, Jökulsár á Brú og Jökulsár í Fljótsdal. I. Tilhögun virkjana*. Orkustofnun, OS ROD 7817.
- Erling Ólafsson 1988: *Könnun á smádyrum í Hvannalindum, Fagradal og Grágæsadal*. Fjöltil Náttúrufræðistofnunar 5. 86 bls.
- Guttormur Sigbjarnarson 1988: *Krepputungu og Brúardalir, lýsingar á kortaeiningum jarðfræðikorts*. Orkustofnun, OS-88038/VOD-06, 44 bls + jarðfræðikort.
- Guttormur Sigbjarnarson 1990: *Hlaup og hlaupfarvegir*. Vatnið og landið, bls. 129-144. Orkustofnun.
- Haukur Jóhannesson og Kristján Sæmundsson 1989: *Jarðfræðikort af Íslandi. 1:500.000. Berggrunnskort*. Náttúrufræðistofnun Íslands og Landmælingar Íslands, Reykjavík (1. útgáfa)
- Haukur Tómasson 1973: *Hamfarahlaup í Jökulsá á Fjöllum. Náttúrufræðingurinn*, 43, 12-34.
- Haukur Tómasson 1986: *Glacial and volcanic shore interaction*. Í: Guttormur Sigbjarnarson (ritstj.), *Icelandic Coastal and River Symposium, Proceedings*. s. 7-16.
- Hákon Aðalsteinsson 1980: *Lífivist í tjörnum og smávötnum á Vesturöræfum, Eyjabökkum og Múla*. Orkustofnun, OS-80015/ROD-08, 50 bls.
- Helgi Björnsson 1988: *Hydrology of ice caps in volcanic regions*. Vísindafélag Íslendinga, rit 45, 139 bls. og kortahefti.
- Helgi Hallgrímsson 1974: *Jökulsárgljúfur, drög að lýsingu lands og lífs og tillögur um verndun*. Náttúruverndarráð, handrit. 81 bls., auk flóruhlita.
- Hjörleifur Guttormsson, Einar Þórarinnsson, Kristbjörn Egilsson, Erling Ólafsson og Hákon Aðalsteinsson 1981. *Náttúrufarskönnun á virkjunarsvæði Jökulsár í Fljótsdal og Jökulsár á Dal*. Orkustofnun, OS-81002/VOD-02, 269 bls. ljósmyndir og kort.
- Jan Henje og Jóhann Helgason 1987: *Jökulsárveita - Tilhögun III, mat á virkjunartilhögunum og forsendum fyrir framhaldi jarðfræðikortlagningar á vatnasviði Jökulsárna á Fjöllum og Brú*. Landsvirkjun, 21 bls.
- Jóhann Helgason 1987: *Jarðfræðirannsóknir á vatnasviði Jökulsár á Fjöllum við Möðrudal*. Orkustofnun, OS-87005/VOD-01, 68 bls. + Jarðfræðikort.
- Kristbjörn Egilsson 1983: *Fæða og beitolönd íslensku hreindýranna*. Orkustofnun, OS-83073/VOD-07, 235 bls.
- Kristbjörn Egilsson og Skarphéðinn Þórisson 1983: *Áhrif fyrirhugaðra virkjana á Austurlandi á hreindýr og beitolönd þeirra*. Orkustofnun, OS-83074/VOD-08, 65 bls.
- Kristbjörn Egilsson og Einar Þórarinnsson 1988: *Brúaröræfi, náttúrufarskönnun vegna virkjunar jökulsár á Fjöllum og Jökulsár á Dal*. Orkustofnun, OS-88021/VOD-03, 161 bls. + ljósmyndir.
- Kristinn H. Skarphéðinsson 1983: *Fuglalíf í Hvannalindum. Bliki 1,2-11*.
- Landbúnaðarráðuneytið 1986: *Landnýting á Íslandi, og forsendur fyrir landnýtingaráætlun*. Landbúnaðarráðuneytið, 105 bls.

- Náttúruverndarráð 1988: *Náttúruminjaskrá*, fimmta útgáfa 1988. Náttúruverndarráð, 60 bls. + kort.
- Páll Einarsson og Sveinbjörn Björnsson 1987: *Jarðskjálftamælingar á Raunvísindastofnun Háskólans*. Í: Þorsteinn. I. Sigfússon (ritstj.) Í hlutarins eðli. Menningarsjóður, Reykjavík. bls. 251-278.
- Oddur Sigurðsson, Snorri Zóphóníasson, Laufey Hannesdóttir og Sveinn Þorgrímsson 1975: *Dettifossvirkjun, jarðfræðiskýrsla*. Orkustofnun, OS-ROD-7526,
- Sigurjón Páll Ísaksson 1985: Stórhlaup í Jökulsá á Fjöllum á fyrri hluta 18. aldar. *Náttúrufræðingurinn* 54:165-191.
- Sigurvin Elíasson 1980: *Jarðsaga Jökulsárgljúfra*. Lesarkir náttúruverndarráðs 6, 22 bls.
- Skarphéðinn Þórisson 1983: *Hreindýrarannsóknir 1979-1981, lokaskýrsla* Orkustofnun, OS-83072/VOD-06, 210 bls.
- Theodór Gunnlaugsson 1975: *Jökulsárgljúfur, Íslenskur undraheimur*. Bókaforlag Odds Björnssonar, Akureyri. s. 5-90.
- Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen sf. 1967a: *Jökulsá á Brú, frumdrög að mynzturáætlun*, gert fyrir Orkustofnun, sept. 1967.
- Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen sf. 1967b: *Jökulsá á Fjöllum, frumdrög að mynzturáætlun*. Gert fyrir Orkustofnun, ágúst 1967.
- Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen sf 1975: *Austurlandsvirkjun. Yfirlit yfir virkjunarathuganir á vatnasbviðum Jökulsár á Fjöllum, Jökulsár á Brú og Jökulsár í Fljótsdal*. Orkustofnun, OS-ROD-7538.
- Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen sf. 1976: *Virkjun Jökulsár á Fjöllum. I. Drög að áætlun um Hólsfjallavirkjun, miðlun og virkjun við Lambafjöll*. Orkustofnun, OS-ROD-7612, 67 bls. + teikningar og uppdraettir.
- Þorbergur Þorbergsson og Hörður Svavarsson 1986: *Austurlandsvirkjun, Jökulsárnar á Dal og Fjöllum, forathugun virkjana*. Orkustofnun, OS-86059/VOD-20 B, 47 bls. + myndir og kort.

VIÐAUKI

**Orkugeta og miðlunarþörf nokkurra
virkjunarkosta í Jökulsá á Fjöllum og á Dal**

STRENGUR verk- og kerfistræðistofan
Síðumúla 29 – 108 Reykjavík – Sími 91-685130



VIRKJANAKOSTIR Í JÖKULSÁ Á FJÖLLUM OG JÖKULSÁ Á DAL

MAT Á MIÐLUNARÞÖRF OG ORKUGETU

1. INNGANGUR

Í þessari greinargerð eru útreikningar á orkugetu virkjanakosta á vatnasviði Jökulsár á Fjöllum og Jökulsár á Dal. Aðaláherslan var lögð á að kanna samspil miðlunarstærðar og orkugetu. Þrjár megin virkjunarleiðir voru kannaðar.

1. Jökulsá á Fjöllum í eigin farvegi
2. Jökulsá á Dal án Jökulsárveitu
3. Jökulsá á Dal með Jökulsárveitu

Jökulsárveita veitir Jökulsá á Fjöllum yfir í Jökulsá á Dal. Sumir valkostanna sem vor athugaðir hér hafa verið metnir áður, en nýir valkostir koma nú til greina t.d. vegna framfara í jarðgangagerð. Stuðst var við tiltæk gögn, en þar sem þessar athuganir eru algjörar frumathuganir varð oft að gera nálganir þar sem á vantar.

2. FORSENDUR ORKUGETUÚTREIKNINGA

Gengið var út frá ákveðnum forsendum um markað, grunnkerfi og uppsetningu virkjana við orkugetuútreikningana.

Grunnkerfi: Til viðbótar við núverandi orkukerfi var gert ráð fyrir að eftirfarandi virkjanir væru komnar í gagnið.

Blanda með 420 GJ miðlun

5. áfangi Kvíslaveitu og stækkun Þórisvatns
stækkun Búrfells

Fljótsdalsvirkjun (ný gangatilhögun)

Orkugeta þessa kerfis er 7220 GWh/ári og miðast við að hlutdeild stóriðju í raforkumarkaðinum sé 50%. Þetta grunnkerfi var notað til viðmiðunar í öllum orkugetuútreikningunum nema annað sé tekið fram.

Markaður: Virkjanaframkvæmdir af þeirri stærðargráðu sem fjallað er um hér verða vart að veruleika nema til komi stóriðjuuppbygging sem nýtir orkuna. Þá er ekki lengur raunhæft að gera ráð fyrir jafnri skiptingu milli stóriðju og almennrar notkunar við orkugetuútreikningana. Hér var því gert ráð fyrir að vægi stóriðjuálagsins ykist með vaxandi markaði. Eftirfarandi viðmiðunarreglur voru notaðar í því skyni (almenn notkun u.þ.b. 3500 GWh/ári).

Tafla 1 Skipting markaðar í orkugetuathugunum

Heildarmarkaður GWh/ári	Stóriðja %	Alm. notkun %
8000	50	50
12000	70	30
16000	80	20

Sú skipting er notuð sem næst kemst orkugetuálagi viðkomandi kerfis.

Uppsetning kerfa: Eins og áður sagði var lögð áhersla á að finna heildarorkugetu og miðlunarbörf þeirra þriggja meginvalkosta sem nefndir voru í upphafi. Orkugeta einstakra virkjana var að mestu lätin liggja milli hluta, slíkt myndi krefjast mun meiri vinnu og verðs að bíða betri tíma. Þau kerfi sem tekin eru til athugunar eru útskýrð í eftirfarandi kafla.

3. LÝSINGAR Á VIRKJANAVALKOSTUM

3.1 Jökulsá á Fjöllum í eigin farvegi (Mynd 1)

Jökulsá á Fjöllum má virkja í fjórum þrepum frá Fagradal (um 600 m.y.s.) niður í Öxarfjörð (um 30 m.y.s.) Þessi þrep eru tiltölulega sjálfstæð, en spurning hvernig þeim er ráðað saman og hvar miðlunarrýmið er.

Rennslisráðir: Tvær rennslisráðir voru notaðar til að meta rennsli til virkjana í Jökulsá á Fjöllum.

R86: Samanlagt rennsli Vhm162 (Jökulsá á Fjöllum við Upptýppinga) og Vhm163 (Kreppa).

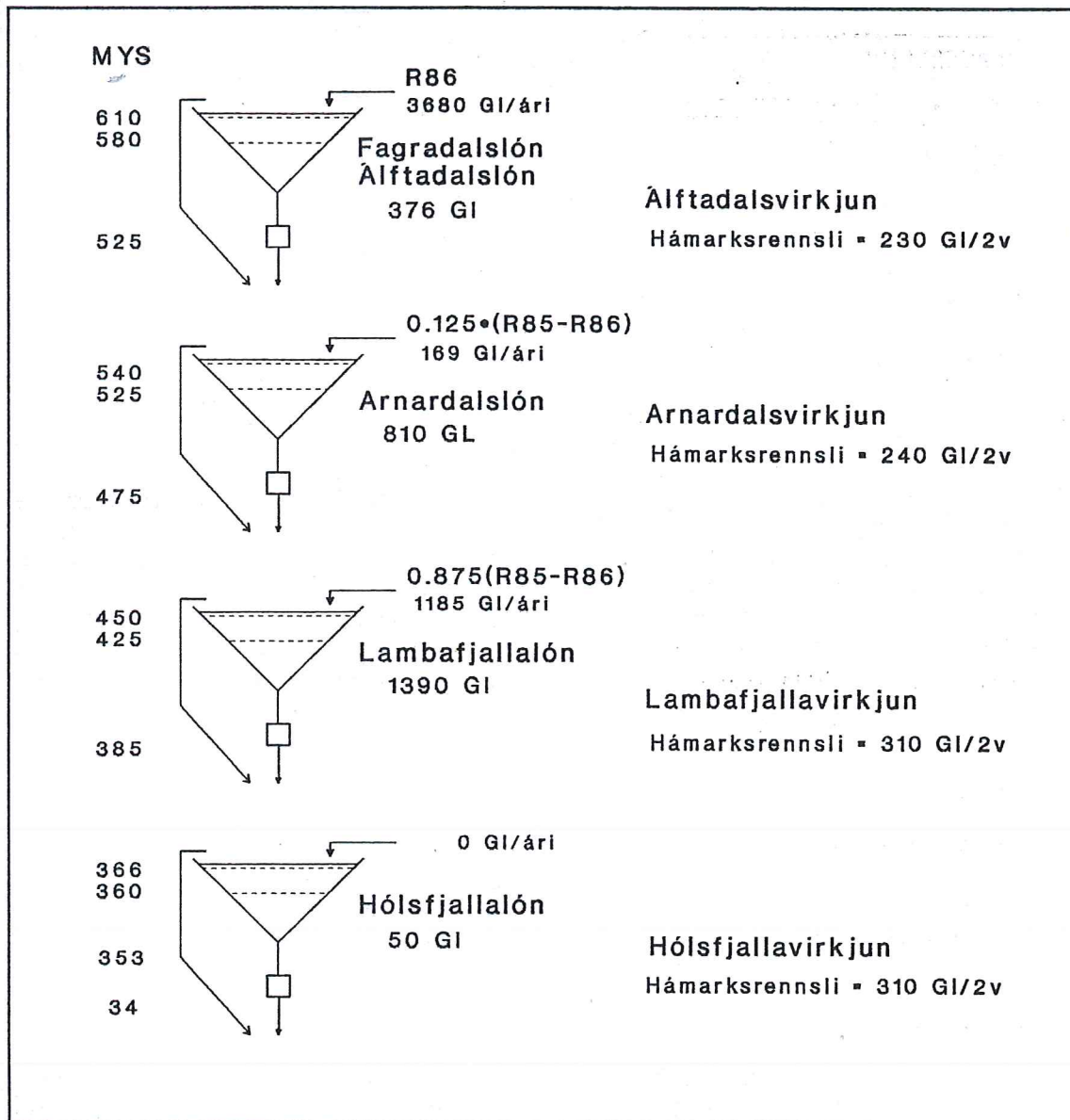
Rennsli 1950-70: Reiknað út frá Vhm020 í Öxarfirði
Rennsli 1971-83: Reiknað út frá Vhm102 v/Grímsstaði.

R85: Vhm102 Jökulsá á Fjöllum við Grímstaði.

Rennsli 1950-70: $Vhm102 = 0.97 Vhm020 - 23.8 \text{ Gl}/2v$.
Rennsli 1971-83: Mælt.

Hólsfjallavirkjun (OS-ROD-76.12)

Jökulsá er stífluð við Sauðaklifshöfða. Nýtanleg miðlun er um 50 Gl milli 363 og 366 m.y.s. Frá stíflu er 34 km langur aðrennslisskurður að inntaki virkjunarinnar á Borgarási í 353 m.y.s. Tvenn lóðrétt fallgöng eru að stöðvarhúsi neðanjarðar og þaðan 8 km frárennslisgöng út í Jökulsá neðan við Austaraland í 34 m.y.s. Gert er ráð fyrir að miðlunin nýtist aðeins sem dægurmiðlun.



Mynd 1 Jökulsá á Fjöllum virkjuð í eigin farvegi

Kennitölur

Meðalrennsli	160 m ³ /s
Hámarksrennsli	256 m ³ /s
Miðlunarrými	50 GI @366 m.y.s.
Nettó fallhæð	309 m
Falltöp	10 m
Frávatnshæð	34 m.y.s.

Lambafjallavirkjun (OS-ROD-76.12)

Miðlunarlón er myndað með því að stífla Skarðsá í Núpaskarði og Jökulsá milli suðurenda Lambafjalla og norðurenda

Miðfells. Nýtanleg miðlun milli 425 og 450 m.y.s. er um 1390 Gl. Gert er ráð fyrir að stöðvarhús verði byggt í Grímsstaðanúpi við neðri enda aðrennslisgangna, sem eru 3.5 km með inntaki í miðlun.

Kennitölur

Meðalrennsli	160 m ³ /s
Hámarksrennsli	256 m ³ /s
Miðlunarrými	1390 Gl @450 m.y.s.
Nettó fallhæð	37 - 62 m
Falltöp	3 m
Frávatnshæð	385 m.y.s

Arnardalsvirkjun (OS86059/VOD-20B)

Ef ekki er gert ráð fyrir veitu í Álftadal, sbr. Álftadalsvirkjun, er Jökulsá stífluð við Upptyppinga og veitt í Kreppu. Arnardalslón er myndað með fjórum stíflum, í Kreppu, í Þorlákslindahryggjum, í Arnardalsá, og yfir Grjótin. Nýtanlegt miðlunarrými milli 525 og 540 m.y.s. er um 810 Gl og ef farið er í 555 m.y.s. má fá allt að 2000 Gl. Gert er ráð fyrir virkjun úr lóni með frávatnshæð í 475 m.y.s.

Kennitölur

Meðalrennsli	122 m ³ /s
Hámarksrennsli	200 m ³ /s
Miðlunarrými	810 Gl @540 m.y.s.
Nettó fallhæð	46 - 61 m
Falltöp	4 m
Frávatnshæð	475 m.y.s

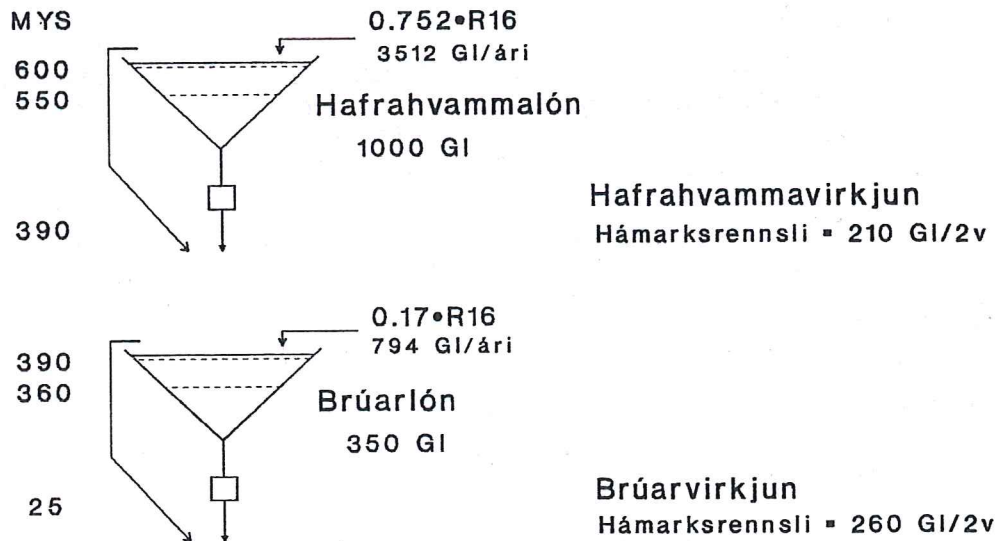
Álftadalsvirkjun

Hér er gert er ráð fyrir veita Jökulsá úr Fagradalslóni í Álftadalslón. Fagradalslón er myndað með því að stífla Kreppu við norðurenda Lónshnúks og veita Jökulsá yfir Krepputunguhraun í Kreppulón með stíflu sunnan Upptyppinga yfir í Lónshnúk. Veitt er yfir í Álftadal með 4 km jarðgöngum úr Fagradal. Stíflað er á tveimur stöðum í Álftadal í 610 m hæð. Nýtanleg miðlunarrými í þessum tveimur lónum milli 580 og 610 m.y.s. er um 380 Gl. Gert er ráð fyrir virkjun með jarðgöngum úr Álftadal í Arnardal. Frávatnshæð virkjunarinnar fylgir vatnsborði Arnardalslóns þannig að fallhæð Álftadalsvirkjunar minnkar eftir því sem herra er í Arnardalslóni.

Kennitölur

Meðalrennsli	117 m ³ /s
Hámarksrennsli	190 m ³ /s
Miðlunarrými	376 Gl @610 m.y.s.
Nettó fallhæð	37 - 82 m
Falltöp	3 m
Frávatnshæð	525-540 m.y.s

Tilhögun 1 - Brúarvirkjun & Hafrahvammavirkjun



Tilhögun 2 - Fljótsdalsvirkjun II



Mynd 2 Jökulsá á Dal án Jökulsárveitu

3.2 Jökulsá á Dal án Jökulsárveitu (Mynd 2)

Tveir valkostir voru skoðaðir hér. Fyrri tilhögunin gerir ráð fyrir miðlun og virkjun við Hafrahvamma og Brúarvirkjun úr Brúarlóni í Jökulsá í Fljótsdal. Seinni tilhögunin gerir ráð fyrir að virkja beint með aðrennslisgöngum úr miðlun við Hafrahvamma yfir í Jökulsá í Fljótsdal.

Rennslisráðir: Eina tiltæka rennslisröðin fyrir Jökulsá á Dal er R16 eða Vhm110 við Hjarðarhaga. Innrennsli í Hafrahvammalón og Brúarlón var fundið með því að taka hlutfall af

áætluðu ársmeðalrennsli til þessara lóna (OS-ROD-78.17) og ársmeðalrennslis við Hjarðarhaga.

Tilhögun 1

Hafrahvammavirkjun

Tilhögun og staðsetning stíflumannvirkja við Hafrahvamma-miðlun ræðst af endanlegri stærð miðlunarinnar. Ef miðað er við stífluhæð í 600 m.y.s. er stíflað við neðri Kárahnjúk og gefur sú tilhögun 1000 Gl miðlun frá 550 m.y.s. En ef gert er ráð fyrir stífluhæð að 625 m.y.s. er stíflað við efri Kárahnjúk, milli Kárahnjúks og Sandafells og í Sauðárdal og gefur sú tilhögun allt að 2000 Gl frá 550 m.y.s. Virkjað er úr Hafrahvammalóni með stöðvarhúsi neðanjarðar og frærennslis-göng í Brúarlón.

Kennitölur

Meðalrennsli	112 m ³ /s
Hámarksrennsli	174 m ³ /s
Miðlunarrými	1000 Gl @600 m.y.s. 2000 Gl @625 m.y.s
Nettó fallhæð	155-205 m (230m @625 m.y.s.)
Falltöp	5 m
Frávatnshæð	390 m.y.s

Brúarvirkjun

Brúarlón er myndað með stíflu í Jökuldal við bæinn Grund. Nýtanlegt miðlunarrými milli 360 og 390 m.y.s. er um 350 Gl. Gerð verða jarðgöng yfir í Eyvindará, stífla í Eyvindará og tæplega 20 km jarðgöng í Bessastaðaá í um 345 m.y.s. Bessastaðaá er stífluð og myndar það lón þrýstijöfnun við inntak Brúarvirkjunar. Hallandi þrýstigöng eru niður að neðanjarðar stöðvarhúsi og þaðan frærennslisgöng út í Jökulsá í Fljótsdal í 25 m.y.s.

Kennitölur

Meðalrennsli	137 m ³ /s
Hámarksrennsli	215 m ³ /s
Miðlunarrými	350 Gl @390 m.y.s.
Nettó fallhæð	305-335 m
Falltöp	30 m
Frávatnshæð	25 m.y.s

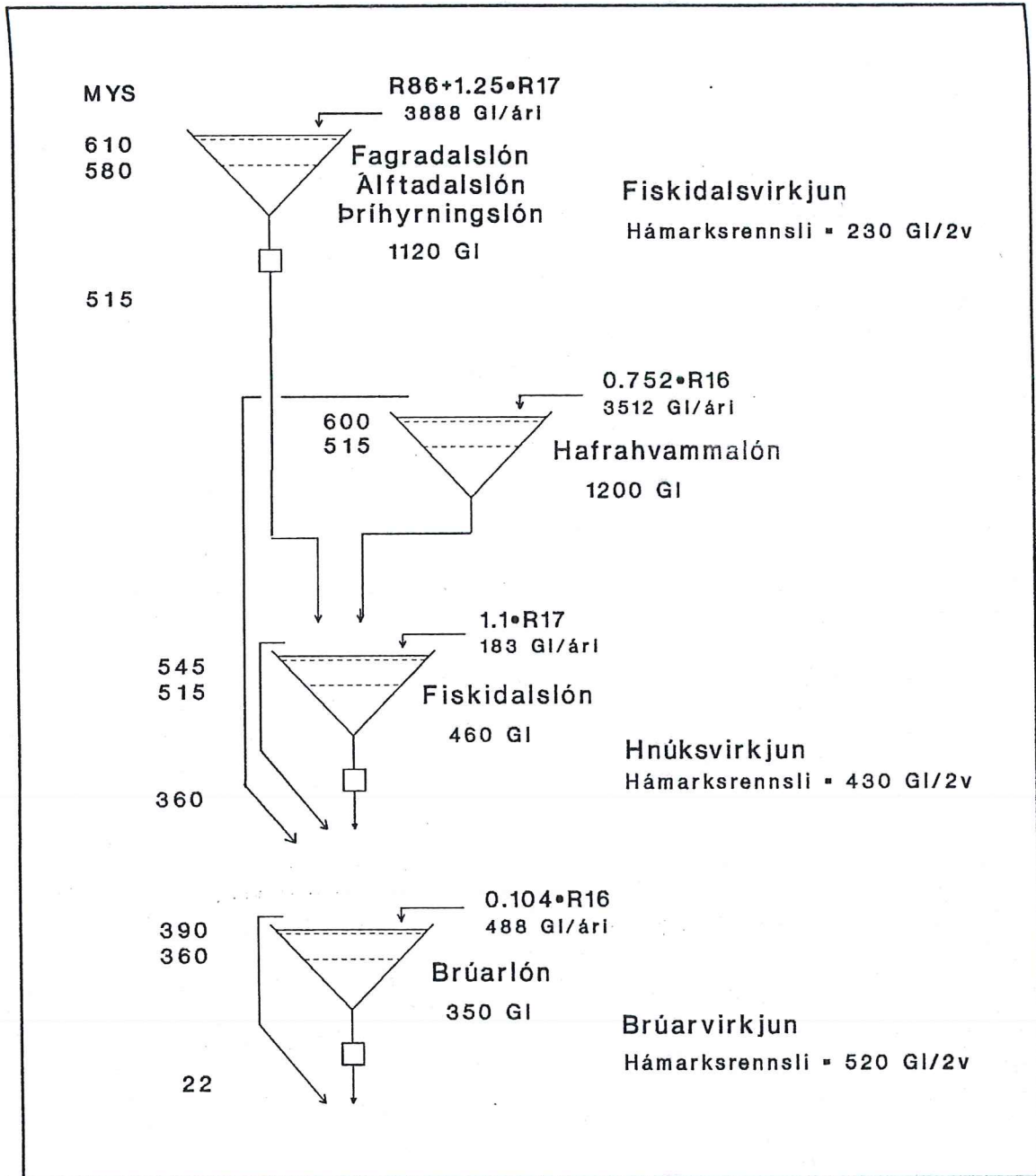
Tilhögun 2

Hafrahvammalón

Sama gildir fyrir lónið sjálft og í tilhögun 1.

Fljótsdalsvirkjun II

Gert er ráð fyrir aðrennslisgöngum úr Hafrahvammalóni með innveitugöngum í Glúmsstaðadal og Þuríðarstaðadal. Þaðan að



Mynd 3 Jökulsá á Dal með Jökulsárveitu

Hafrahvammalón

Jökulsá á Dal er stífluð við Hafrahvamma eins og lýst er hér að ofan og er vatni veitt (án virkjunar) í gegnum jarðgöng yfir í Laugarvalladal.

Kennitölur

Meðalrennsli	112 m ³ /s
Hámarksrennsli	182 m ³ /s
Miðlunarrými	1000 GI @600 m.y.s.
	2000 GI @625 m.y.s.

Fiskidalslón - Hnúksvirkjun

Þar er mynduð miðlun, Fiskidalslón, með stíflu í Reykjadal milli Múla og Nónhnjúks. Úr Fiskidalslóni er virkjað niður í Brúarlón í Hnúksvirkjun. Frárennslishæð virkjunarinnar fylgir vatnsborði Brúarlóns.

Kennitölur

Meðalrennsli	241 m ³ /s
Hámarksrennsli	355 m ³ /s
Miðlunarrými	460 Gl @545 m.y.s.
Nettó fallhæð	122-182 m
Falltöpp	3 m
Frávatnshæð	360-390 m.y.s

Brúarvirkjun

Brúarlóni og Brúarvirkjun er lýst hér að ofan.

Kennitölur

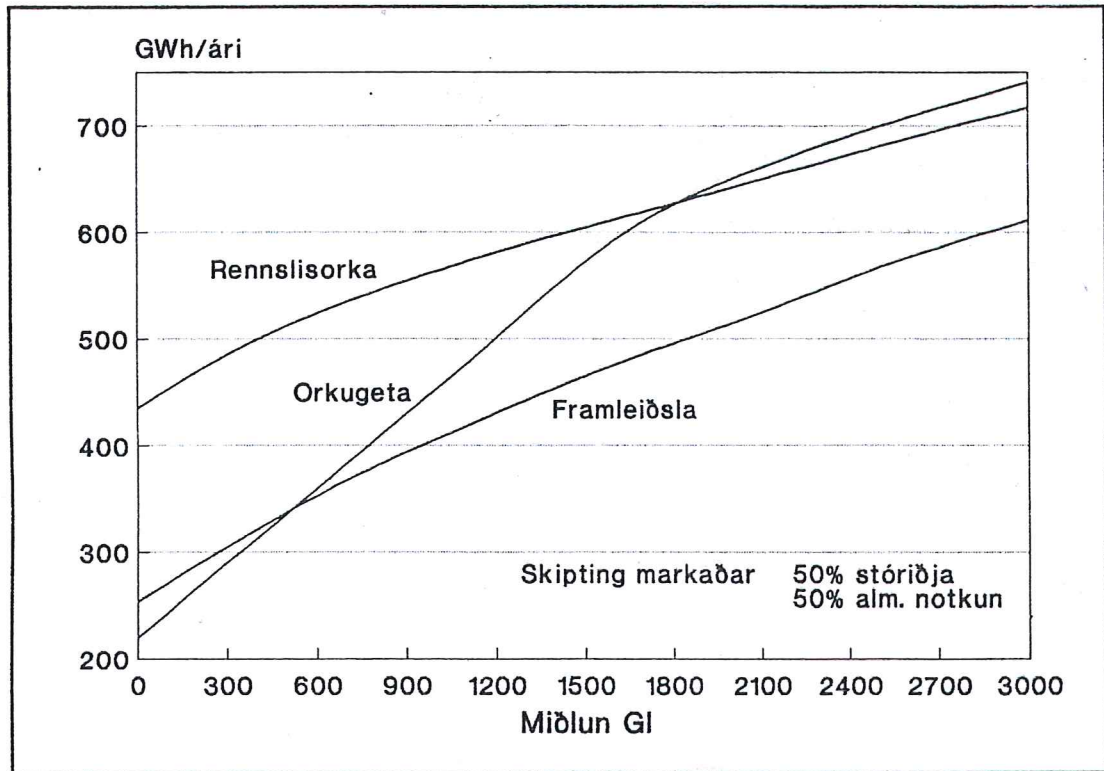
Meðalrennsli	257 m ³ /s
Hámarksrennsli	430 m ³ /s
Miðlunarrými	350 Gl @390 m.y.s.
Nettó fallhæð	305-335 m
Falltöpp	30 m
Frávatnshæð	25 m.y.s

4. NIÐURSTÖÐUR**4.1 Jökulsá á Fjöllum í eigin farvegi**

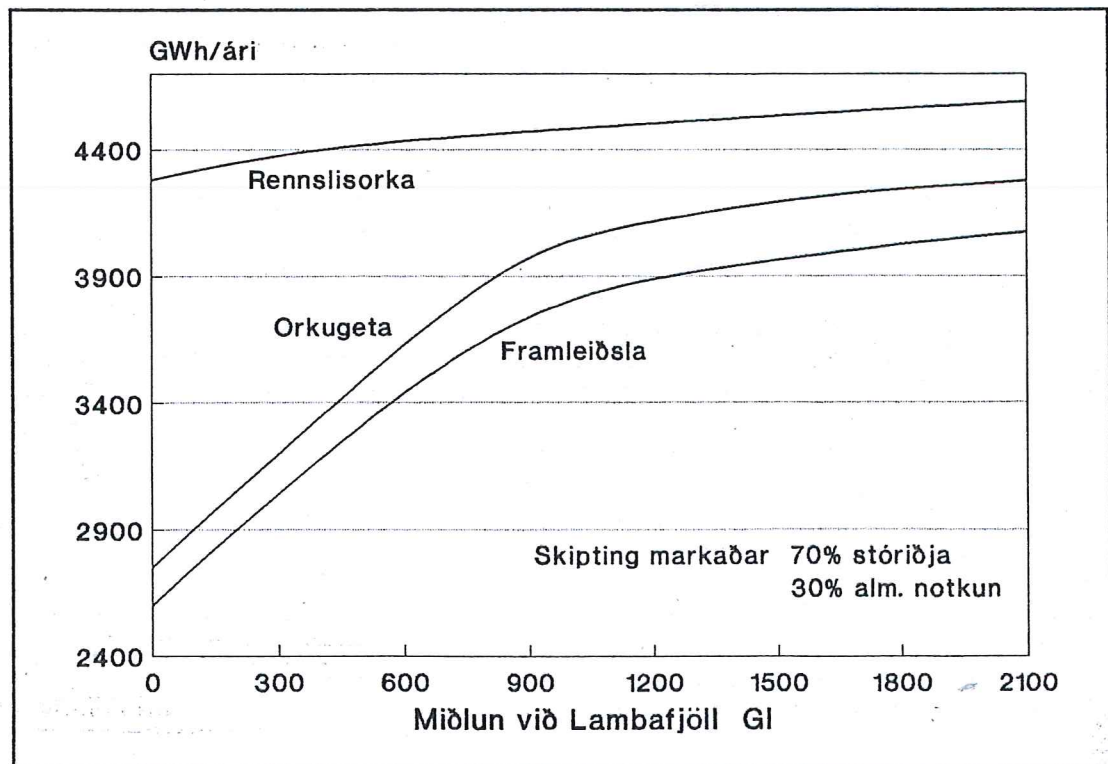
Arnardalsvirkjun: Á mynd 4 er sýnd áhrif miðlunar í Arnardal á orkugetu Arnardalsvirkjunar einnar sér. Ágóði af miðluninni minnkar mikið upp úr 1800 Gl (orkugeta 630 GWh/ári), aukning í orkugetu eftir það er nær eingöngu vegna aukinnar fallhæðar. Þar sem inntak virkjunarinnar er í lóninu sjálfu, eykst fallhæð virkjunarinnar eftir því sem stíflur hækka og rúmmál miðlunar eykst. Þetta sést mjög vel ef litið er á áhrif stærðar miðlunarinnar á rennslisorkuna. Rennslisorkuferillinn sem er sýndur, tekur mið af raunverulegri stöðu lónsins á hverjum tíma. Framleiðsla virkjunarinnar fyrir fullmiðlað kerfi er töluvert minni en orkugetan og sýnir það að aðrar virkjanir í kerfinu njóta góðs af miðluninni.

Þessar niðurstöður gefa vísbendingu um hver miðlunarpörf Jökulsár á Fjöllum er fyrir virkjun af þessari stærð. Sé tekið mið af 1800 Gl, verður hæsta vatnsborð Arnardalslóns um 552 m sem er talsvert hærri en gert er ráð fyrir.

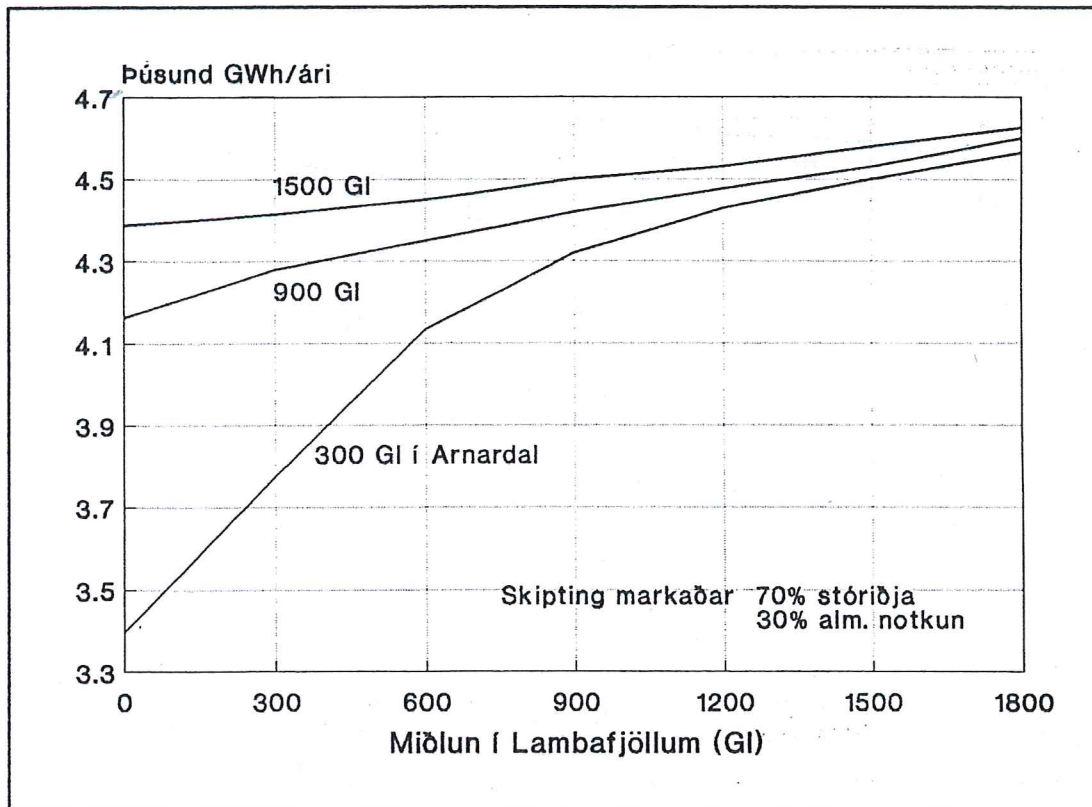
Lambafjallavirkjun og Hólsfjallavirkjun: Orkugeta Lambafjallavirkjunar og Hólsfjallavirkjunar með miðlun við Lambafjöll var einnig fundin og er sýnd sem fall af stærð miðlunar á mynd 5. Þar kemur fram að tilkoma stórrar virkj-



Mynd 4 Áhrif miðlunar í Arnardal á orkugetu Arnardalsmiðlunar



Mynd 5 Áhrif miðlunar við Lambafjöll á orkugetu Lambafjalla- og Hólsfjallavirkjana.

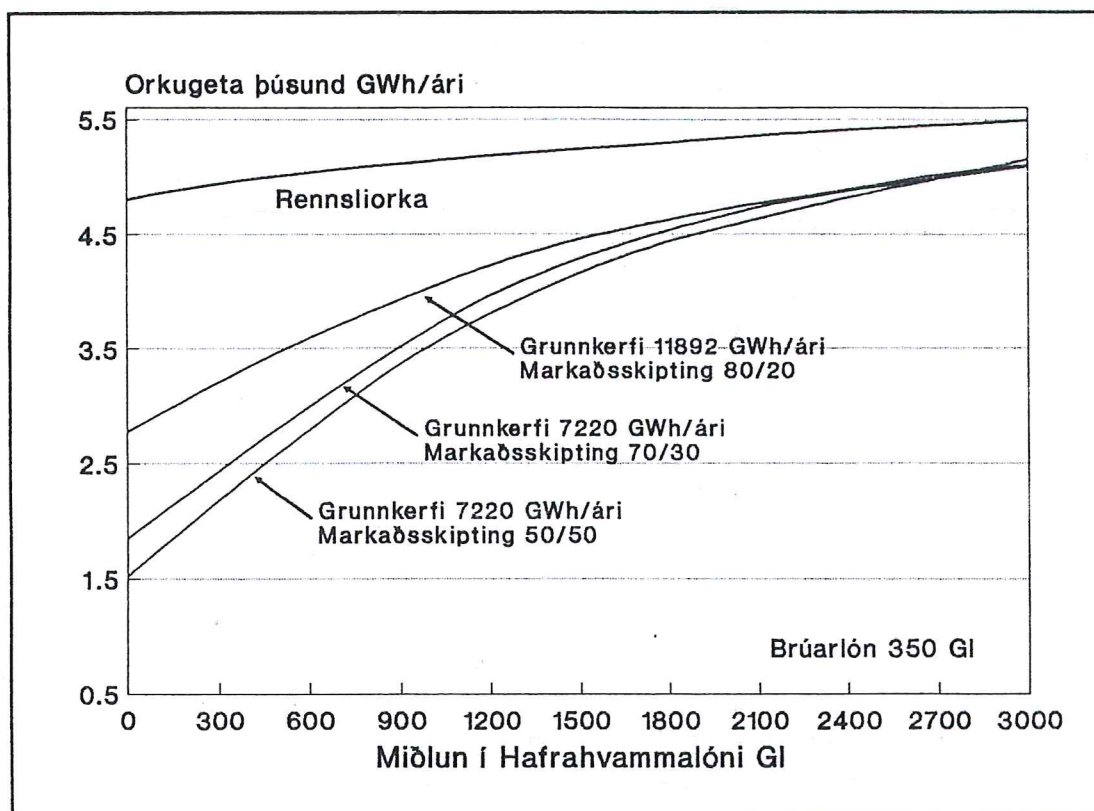


Mynd 6 Áhrif miðlunar við Lambafjöll og í Arnardal á orkugetu virkjana í Jökulsá á Fjöllum.

unar eins og Hólsfjallavirkjunar og stærri hlutdeild stóriðju í raforkumarkaðinum minnkar miðlunarþörfina verulega. Ágóði af miðluninni minnkar mjög ört upp úr 1000 GI/ári. Við 1000 GI (u.þ.b. 446 m.y.s.) er orkugeta þessara tveggja virkjana samanlagt um 4100 GWh/ári og heildarframleiðsla um 3800 GWh/ári.

Hólsfjallavirkjun, Lambafjallavirkjun og Arnardalsvirkjun: Ef þessar þrjár virkanir eru teknar saman, má athuga áhrif miðlunarrýmis í Arnardal annarsvegar og við Lambafjöll hins vegar á samanlagða orkugetu virkjananna. Þetta er sýnt á mynd 6. Þar sést að miðlunarþörfinni virðist fullnægt þegar samanlagt miðlunarrými er um 1000-1200 GI og það skiptir ekki miklu máli fyrir orkugetu virkjananna hvernig þetta miðlunarrými skiptist milli Lambafjalla og Arnardals. Hins vegar má reikna með að afl virkjananna þurfi að vera meira ef miðlunin er við Lambafjöll, en ef miðlunin er í Arnardal.

Sú aukning á orkugetu sem fæst fyrir miðlunarrými umfram 1200 GI stafar mest megnis af aukinni fallhæð í Lambafjallavirkjun og Arnardalsvirkjun þar sem inntak virkjananna er í viðkomandi miðlunarlóni. Ef tekið er mið af 1200 GI, er samanlögð orkugeta um 4400 GWh/ári



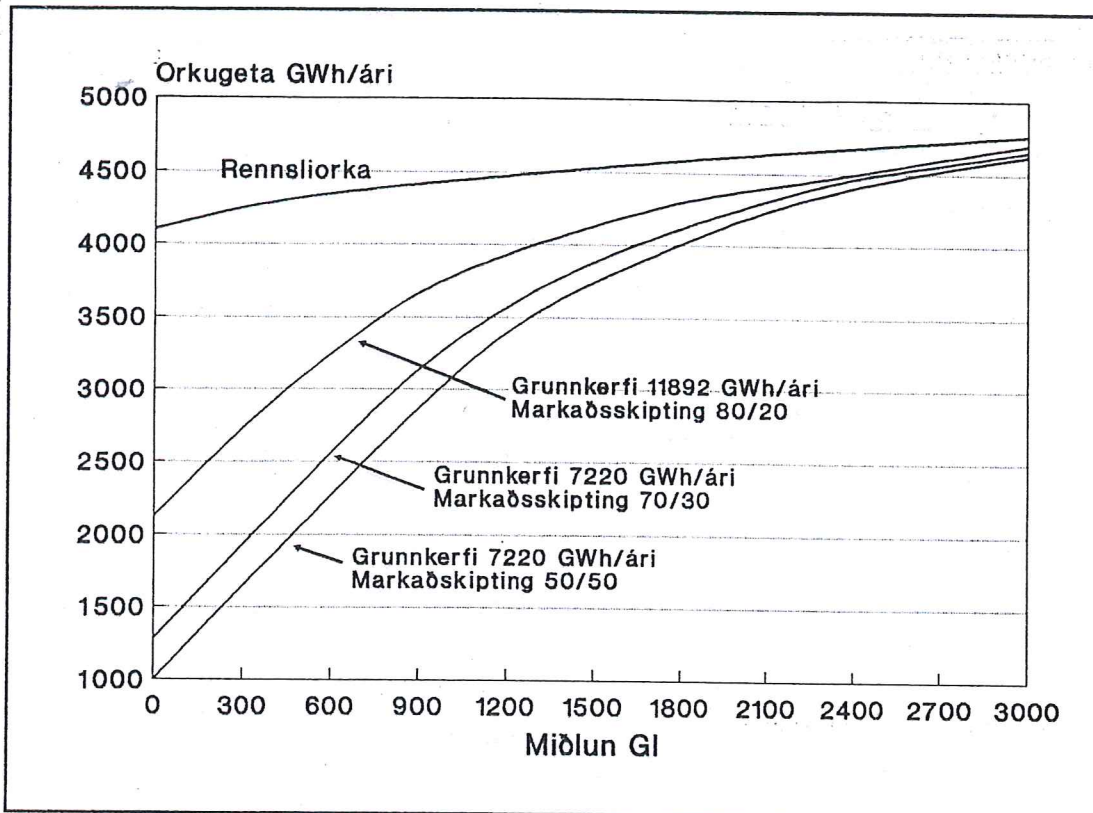
Mynd 7 Áhrif miðlunar í Hafrahvammalóni á orkugetu Hafrahvammavirkjunar og Brúarvirkjunar.

Fullbyggt í Jökulsá á Fjöllum: Að síðustu er Álftadalsvirkjun bætt við kerfið með miðlun í Fagradal og Álftadal. Miðað við 610 m.y.s. er miðlun í þessum tveimur lönum um 376 GJ. Þar sem möguleg miðlun fyrir ofan þessa virkjun er takmörkuð, verður orkugeta hennar háð uppsettu afli. Ef gert er ráð fyrir þessum 376 GJ auk 800 GJ í Arnardal og um 200 GJ við Lambafjöll fást um 4700 GWh/ári út úr þessum fjórum virkjunum.

4.2 Jökulsá á Dal án Jökulsárveitu.

Tilhögun 1. Hafrahvammavirkjun og Brúarvirkjun: Í þessari tilhögun er lítið svigrúm til að auka á miðlun í Brúarlóni umfram 350 GJ. Því er eingöngu athuguð áhrif miðlunarstærðar við Hafrahvamma á orkugetu þessara tveggja virkjana samantlagt. Það er sýnt á mynd 7 fyrir markað sem er 70% stóriðja og 30% almenn notkun. Þar sést að orkugetan er mjög háð miðlunarrými enda er rennsli Jökulsár á Dal mjög sveiflukennt. T.d. bætast við um 1000 GWh/ári við að auka miðlun úr 1000 GJ í 2000 GJ. Upp úr 1800 - 2000 GJ fer ágóðinn að minnka verulega, en við 1800 GJ er orkugetan um 4500 GWh/ári.

Til að kanna áhrif þeirra markaðsforsendna sem gengið er út frá við orkugetuútreikningana er þetta kerfi keyrt inn á

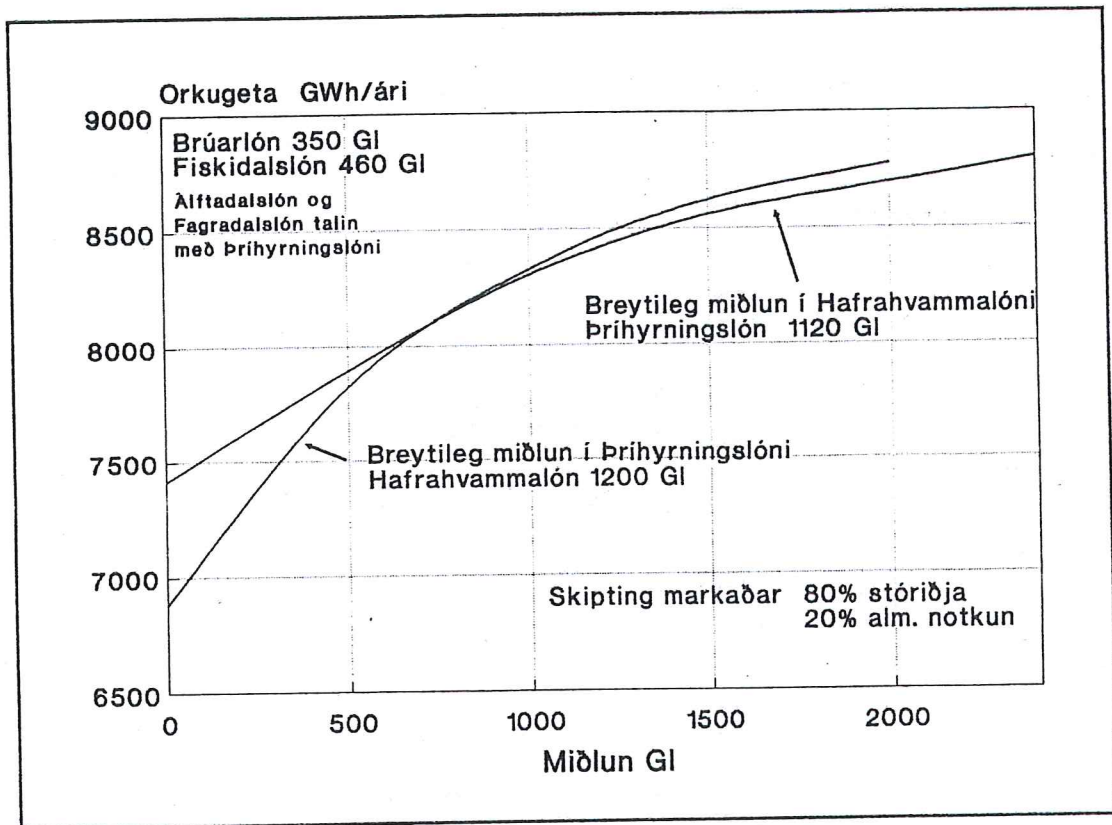


Mynd 8 Áhrif miðlunar í Hafrahvammalóni á orkugetu Fljótsdalsvirkjunar II.

mismunandi markaði. Þetta er einnig sýnt á mynd 7. Auk markaðsskiptingar 70% stóriðja/30% almenn notkun er notuð 50/50 skipting eins og grunnkerfið er keyrt inn á. Það gefur ívið lægri orkugetu eins og við má búast. Sé hins vegar gert ráð fyrir stærra grunnkerfi en viðmiðunargrunnkerfinu (sbr. kafla 2) þegar þessar tvær virkjanir koma inn, t.d. fullútbyggð Jökulsá á Fjöllum eins og hér er gert, þá þarf talsvert minni miðlun til að ná sömu orkugetu enda markaðshlutdeild stóriðju orðin 80%.

Tilhögun 2. Fljótsdalsvirkjun II: Orkugeta Fljótsdalsvirkjunar II sem fall af miðlunarstærð Hafrahvammalóns er sýnt á mynd 8. Hér er sama á ferðinni og fyrir tilfelli 1, orkugetan er mjög háð stærð miðlunarinnar. Við 1800 GJ er orkugeta þessarar tilhögunar um 4100 GWh/ári fyrir 70/30 markaðsskiptingu eða 400 GWh lægri en fyrir tilhögun 1.

Önnur markaðshlutdeild stóriðju hefur sömu áhrif hér og fyrir tilhögun 1. T.d. fæst sama orkugeta (4100 GWh/ári) með 300 GJ minni miðlun sé gert ráð fyrir stærra grunnkerfi og 80% markaðshlutdeild stóriðju.



Mynd 9 Áhrif miðlunar á orkugetu Jökulsár á Dal með Jökulsárveitu.

4.3 Jökulsá á Dal með Jökulsárveitu

Hér er aðeins eitt tilfelli til athugunar, en kannað er áhrif miðlunarstærðar á vatnasviði Jökulsár á Fjöllum annars vegar og Jökulsár á Dal hins vegar. Sveigjanleiki til stækkunar Brúarlóns og Fiskidalslóns umfram það sem sýnt er á mynd 3 er lítil og er því eingöngu hreyft við stærð miðlunarinnar í Þríhyrningsdal, Alftadal og Fagradal fyrir Jökulsá á Fjöllum og stærð Hafrahvammamiðlunar fyrir Jökulsá á Dal.

Á mynd 9 er sýnd heildarorkugeta þessa valkosta, annars vegar sem fall af stærð miðlunar í Hafrahvammalóni þar sem miðlunarrými í Þríhyrningslóni er haldið í 1120 GI og hins vegar sem fall af stærð miðlunar í Þríhyrningslóni, Alftadal og Fagradal þegar Hafrahvammalóni er haldið í 1200 GI. Skipting markaðar í þessum athugunum er 80% stóriðja og 20% almenn notkun.

Frá mynd 9 má álykta að 1120 GI í Þríhyrningslóni (með Fagradal og Alftadal) fari nærri að vera nóg fyrir Jökulsá á Fjöllum og 1000 til 1500 GI í Hafrahvammalóni fyrir Jökulsá á Dal. Þannig verður orkugetan samtals u.p.b. 8500 GWh/ári.

5. ÁLYKTANIR

Helstu ályktanir sem draga má af niðurstöðum þessarar athugunar eru:

1. Ef Jökulsá á Fjöllum er virkjuð í eigin farvegi virðist miðlunarpörfin vera á bilinu 1000 til 1500 Gl eftir því hvað gert er ráð fyrir mörgum virkjunum. Heildarorkugeta getur orðið allt að 4700 GWh/ári ef allar fjórar virkjanirnar eru byggðar.
2. Ef Jökulsá á Dal er virkjuð án Jökulsárveitu er miðlunarpörfin á bilinu 1800-2100 Gl. Af því er 1500 til 1800 Gl í Hafrahvammalóni. Miðlunarpörfin minnkar ef gert er ráð fyrir meiri markaðshlutdeild stóriðju. Heildarorkugetan er 4100 til 4500 GWh/ári eftir valkostum.
3. Ef Jökulsá á Dal er virkjuð með Jökulsárveitu er heildarmiðlunarpörfin 3000 - 3500 Gl. Heildarorkugetan er u.þ.b. 8500 GWh/ári.

Ef sá valkostur að virkja Jökulsá á Fjöllum og Jökulsá á Dal sitt í hvoru lagi er borinn saman við Jökulsá á Dal með Jökulsárveitu sést að miðlunarpörfin er mjög svipuð en heldur meiri orka fæst út úr því að virkja í sitt í hvoru lagi (8800-9200 GWh/ári á móti 8500 GWh/ári). Munar þar sjálfsagt mestu um það vatn sem næst inn í Jökulsá á Fjöllum neðan Jökulsárveitu. Þar á móti kemur að ekki er gert ráð fyrir aukinni framleiðslu í Lagarfossvirkjun í þessari athugun.