

Grugg og gegnsæi í Lagarfljóti fyrir og eftir gangsetningu Kárahnjúkavirkjunar



Landsvirkjun

Desember 2010

Skýrsla LV nr: LV-2010-123

Dags: desember 2010

Fjöldi síðna: 10 Upplag: 20 Dreifing: ☒ Opin ☐ Takmörkuð til

Titill: Grugg og gegnsæi í Lagarfljóti fyrir og eftir gangsetningu Kárahnjúkavirkjunar

Höfundar /
fyrirtæki: Hákon Aðalsteinsson
Landsvirkjun Power

Verkefnisstjóri: Hákon Aðalsteinsson

Unnið fyrir: Landsvirkjun

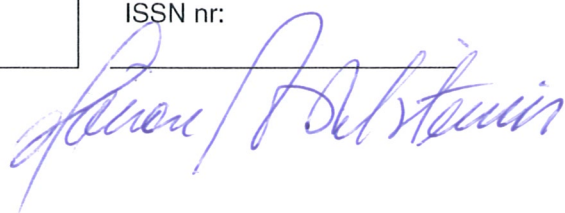
Samvinnuaðilar: _____

Útdráttur: Aðeins liggja fyrir niðurstöður mælinga í tvö sumur frá því að virkjunin var tekin í notkun. Sumarið 2008 var Jökulsárveita ekki kominn í gagn, en rekstrarfyrirkomulag virkjunarinnar 2009 var eins og búast má við í framtíðinni. Fyrir virkjun, 2003 og 2004 var aurstyrkur yfir sumarið á bilinu 30 til 50 mg/l, heldur lægri á vorin (20-30 mg/l). Þetta eru nokkuð dæmigerð gildi fyrir aurstyrk fyrir virkjun. Gegnsæi (T-1%) vatnsins reiknast tíðast 100-120 cm, en getur verið nokkru hærri á vorin. Eftir virkjun er aurstyrkur tíðast um 100 mg/l yfir sumarið, heldur lægri 2008 áður en virkjunin var komin í fullan rekstur. Gegnsæi reiknast tíðast 50-60 cm, og er lítil ef nokkur munur á vori og sumri ólíkt því sem var fyrir virkjun. Ekki er hægt að draga víðtækar ályktanir af því eina ári sem Kárahnjúkavirkjun var í fullum rekstri (2009), en samkvæmt fyrirbyggjandi mælingum er aurstyrkur í Lagarfljóti um fimmfalt hærri á vorin eftir virkjun og nærri þrefalt hærri yfir sumarið en fyrir virkjun. Gegnsæið var tíðast u.þ.b. 50 cm og því tæplega helmingur þess sem mældist 2003 og 2004.

Lykilorð: Aurstyrkur, grugg, rýni, gegnsæi, Kárahnjúkavirkjun, Lagarfljót.

ISBN nr: _____

ISSN nr: _____





Grugg og gegnsæi í Lagarfljóti fyrir og eftir gangsetningu Kárahnjúkavirkjunar



Inngangur

Gruggið stafar af finni bergmylsnu sem berst undan jökli. Í öllum skýrslum um mælingar er talað um aur og aurburð, sem skiptist í svifaur og skriðaur eftir því hvernig hann berst fram. Þær mælingar sem hér eru til umræðu eru eingöngu tengdar svifaur.

Samfelldar aurburðarmælingar eru til úr báðum jökulánum, Jökulsá á Dal og Jökulsá í Fljótsdal, frá því um miðjan 7. áratuginn. Í Lagarfljóti hófust mælingar um svipað leyti, en voru stopular eftir 1970, og fram undir það að reglulegar mælingar voru teknar upp að nýju 1995 vegna áforma um virkjun. Við upplifum svifaurinn sem grugg og það hugtak höfðar til þess magns af aur sem hefur áhrif á skynjun okkar á gruggun, sem er nokkuð í takt við þau áhrif sem aurinn hefur á lífsskilyrði í viðkomandi vatni.

Mælingar á svifaur voru nýttar til að spá fyrir um hvernig grugg, bæði litur og magn aurs muni breytast við virkjun. Talið var að grugg muni aukast 5-10 falt í Lagarfljóti eftir virkjun¹. Það mun þá verða svipað eða meira en það var í kjölfar framhlaups Eyjabakkajökuls í september til október 1972. (Hákon Aðalsteinsson 1976a). Fyrir virkjun réðist grugg af aurstyrk í Jökulsá í Fljótsdal, en eftir virkjun bætist við vatn úr Háslóni. Í venjulegu árferði minnkar rennsli í jökulám nokkuð hratt í september til október. Mjög lítill aur barst Lagarfljóti yfir veturinn og minnkaði því grugg fram á vorið. Þegar jökulbráð byrjaði, venjulega í júní, jókst grugg, fyrst innst í fljótinu og færðist síðan út eftir því. Hið sama gerist í Háslóni, en styrkur aurs verður þar alltaf mun meiri en í Lagarfljóti vegna þess að styrkur gruggs í Jökulsá á Dal er um 10 sinnum hærri en í Jökulsá í Fljótsdal.

Innrennsli til virkjunar verður blanda vatns úr Háslóni og frá Jökulsárveitu (Jökulsá í Fljótsdal), breytilegt eftir árstíma og árferði. Hlutfall vatns úr Jökulsárveitu verður að jafnaði hæst á vorin og fram eftir sumri. Þegar vatnsstaðan í Háslóni er orðin það góð að það muni „örugglega“ fyllast, er Jökulsá í Fljótsdal hleypt á yfirfall og eftir það er innrennslið í Lagarfljót blanda beggja, en vatn frá Háslóni verður síðan nær allsráðandi yfir veturinn. Vegna þess hve Háslón er gruggugt kemur Lagarfljóti mun gruggugara undan ís strax á vorin en það var fyrir virkjun. Að öðru leyti er erfitt að alhæfa um þróun gruggsins að sumrinu.

Áður en veitt er frá Jökulsá í Fljótsdal til virkjunar, fellur grófasti aurinn út í Ufsarlóni. Honum er síðan skolað reglulega úr lóninu, þannig að megnið af aurburði Jökulsár í Fljótsdal heldur áfram að skila sér til Lagarfljóts, en með óreglulegum hætti, þ.e. í púlsum. Gera má ráð fyrir að þessi aur muni að mestu falla út við ósa Jökulsár í Fljótsdal og hafa lítil áhrif í Lagarfljóti.

Gæta þarf að tvennskonar sjónarmiðum varðandi grugg. Annars vegar er áhugavert að sannreyna hugmyndir um breytingar á styrk aurs eftir virkjun og hins vegar hvaða breytingar verða á gegnsæi vatnsins. Hið síðarnefnda vegna áhrifa á lífríki fljótsins.

Við vöktun á gruggi eftir virkjun verður annars vegar að taka mið af flóknu samspili milli þessara tveggja uppspretta aurs, og hins vegar verður vöktunin að svara þeirri meginspurningu hver eru áhrif virkjunarinnar á Lagarfljót.

Mælingar á aurstyrk hafa frá upphafi verið unnar af Aurburðarstofu Orkustofnunar (Veðurstofunnar frá 2007). Flest sýni til mælinga hafa verið tekin af starfsmönnum Vatnamælinga Orkustofnunar (Veðurstofunnar frá 2007), einnig mælingar á rýni.

¹ *Kárahnjúkavirkjun – Áhrif á lit Lagarfljóts – Niðurstöður tilrauna*. Landsvirkjun, VST, Orkustofnun Vatnamælingar. – Apríl 2001.

Breytingar á grugg í Lagarfljóti eftir virkjun

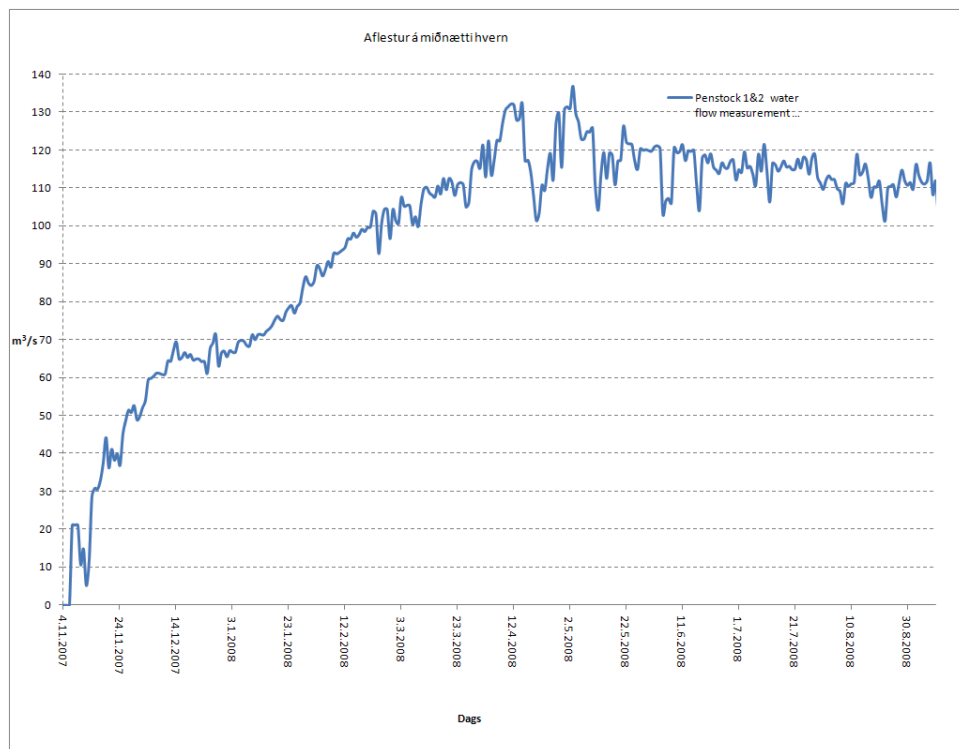
Fyrir:

Á sjöunda áratugnum var algengt að styrkur aurs við Lagarfoss hafi mælst um og undir 20 mg/l fram í apríl/maí, og hann jókst eftir það fram í september/október upp í 30-50 mg/l. Á fyrstu árum eftir að Eyjabakkajökull skreið fram (1972) mældust mun hærri gildi eða um 50 mg/l í júní 1975 við Lagarfljótsbrú og um 90 mg/l undir lok ágústmanaðar. Hæst mældist aurstyrkur um 140 mg/l innanlega í fljótinu (út af Hafursá) undir lok ágústmanaðar það ár.

Samfelldar mælingar voru teknar upp aftur 1995. Hér á eftir verður miðað við mælingar sem gerðar voru 2003-2004. Þær mælingar eru flestar frá sumri og hausti. Styrkur aurs mældist tíðast á bilinu 30-40 mg/l, sem er sambærilegt við mælingar á sjöunda áratugnum.

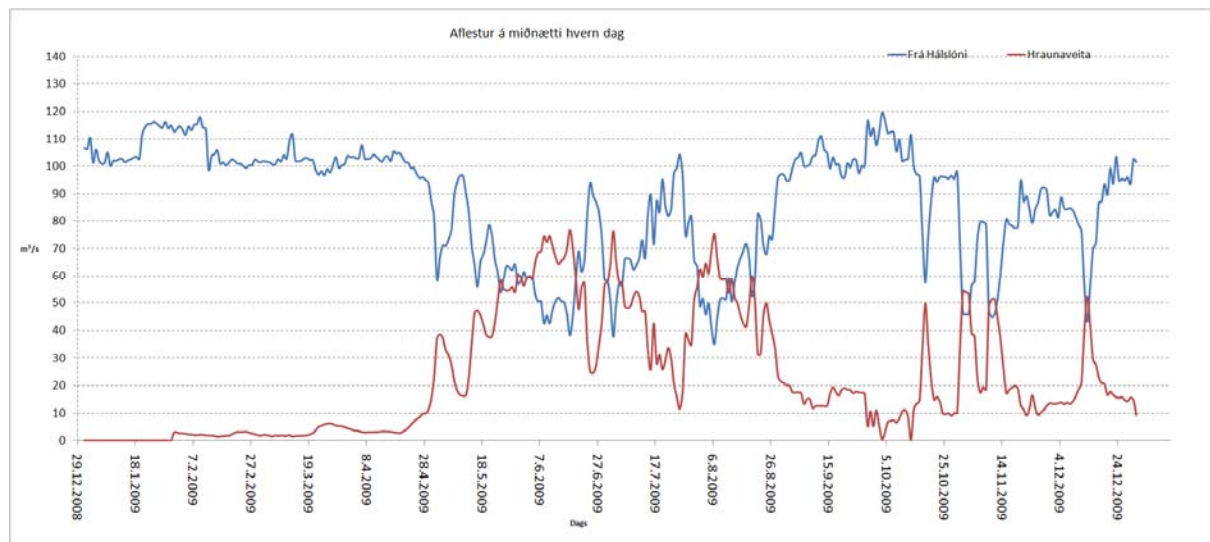
Eftir:

Fyrsta vélin í Fljótsdalsstöð var gangsett í nóvember 2007 og þann 27. nóvember voru 5 af 6 aflvélum tilbúnar. Sjötta vélin var tilbúin til reksturs í lok mars. Framan af árinu 2008 jókst orkuvinnslan jafnt og þétt þar til í lok mars að stöðin var komin í fullan rekstur. Á 1. mynd er sýnt hvernig vatnsnotkun í stöðinni eykst jafnt og þétt fram á vor 2008.



1. Mynd. Rennsli um Fljótsdalsstöð veturinn 2007 – 2008.

Mjög lítið vatn kom frá Fljótsdalsveitu til virkjunar fyrr en í maí 2009 (2. mynd). Sumarið 2008 var virkjunin því keyrð nær eingöngu með vatni frá Háslóni, sem bættist við náttúrulegt rennsli Jökulsár í Fljótsdal, en Háslón hefur þó ekki sett mark sitt að ráði á grugg í fljótinu fyrr en líða tók á vetur 2008. Grugg var því líklega með minna móti 2008 miðað við það sem ætla má að verði í framtíðinni. Reglulegar mælingar eru gerðar við Lagarfoss. Þar er rennslisgæfur mælir, sem gerir kleift að áætla heildarframburð til sjávar fyrir og eftir virkjun. Tilgangur þessarrar samantektar er að gera grein fyrir því hvaða áhrif aukinn aurstyrkur hefur á grugg í Lagarfljóti innan Lagarfljótsbrúar og er því miðað við mælingar sem gerðar voru við Lagarfljótsbrú. Mælingar sem gerðar voru 2008 og 2009 við Lagarfljótsbrú og 2009 út af Strönd benda til að þar geti styrkur gruggs verið allt að 10 mg/l hærri en við Lagarfoss. Eftir því sem innar dregur má búast við meira gruggi.



2. Mynd. Rennsli um Fljótsdalsstöð 2009 eftir uppruna; frá Hálslóni (blár) eða Hraunaveitu (Fljótsdalsveitu) (rauður).

Sumarið 2008 mældist grugg minnst um mánaðarmótin maí/júní, 74-88 mg/l. Þessari þróun stýra svipuð ferli og fyrir virkjun. Þar sem ekkert bætist af aur í Hálslón yfir veturinn þynnist hann smá saman að vissu marki og leysingavatn úr bergvatnsám hefur einnig sitt að segja sem fyrr. Undir lok ágúst mældist grugg um 110 mg/l. Mest mældist gruggið í byrjun október, um 170 mg/l og lækkaði eftir það í um 140 mg/l fram í desember.

Allan veturinn 2008 til 2009 var vatn að miklu leyti tekið úr Hálslóni vegna rekstrartakmarkana í Jökulsárveitu, en sumarið 2009 var vatni úr Jökulsá á Dal safnað í Hálslón og um helmingur af virkjuðu vatni, og þar með frárennsli frá virkjuninni, kom úr Jökulsá í Fljótsdal. Þetta eru þau megin einkenni á uppruna vatnsins sem berst Lagarfljóti sem vænta má að verði í framtíðinni. Sumarið 2009 mældist grugg á bilinu 95-120 mg/l frá maí til september, lægst í júní og júlí.

Endurnýjunartími vatns í Leginum eftir virkjun er um 9 mánuðir, og þar sem vatnið er langt og mjótt, má búast við að nokkrir mánuðir hafi liðið frá því að gruggið sem mældist við Lagarfljótsbrú barst út í Löginn. Fyrir þörunga á strönd fljótsins varðar mestu hver styrkurinn verður á vorin og fyrri hluta sumars, en fleiri ár af rekstri virkjunar og mælingum þarf til að átta sig á hvernig gruggið þróast.

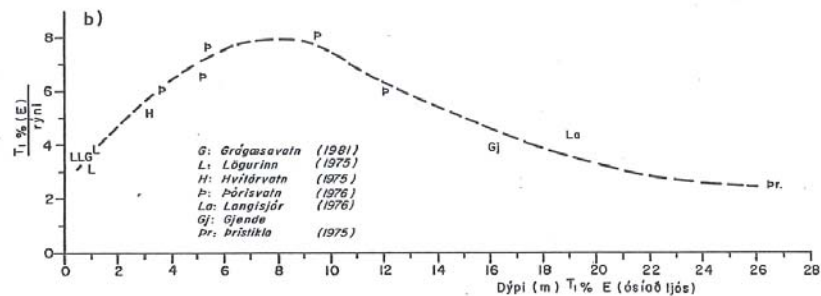
Gegnsæi

Jökulaur setur mark sitt á lífsskilyrði í fljótinu. Áður en Kárahnjúkavirkjun tók til starfa var algengur styrkur svifaus (grugg) í Leginum síðla vors og yfir sumarið 20 – 40 mg/l, minnstur á vorin (Hákon Aðalsteinsson 1976a). Gildi á bilinu 50-150 mældust þó eftir framhlaup Eyjabakkajökuls. Þau sumur sem strandlíf var kannað (2006 og 2007) var aurstyrkur tíðast á bilinu 30-50 mg/l.

Á árunum 1975 til 1976 var gert nokkuð af mælingum á gegnsæi jökulvatna, annars vegar í Lagarfljóti og hins vegar í Þórisvani auk stakra mælinga í öðrum jökulskotnum vötnum (Hákon Aðalsteinsson 1976b). Helstu niðurstöður þessara mælinga voru teknar saman í skýrslu um tengsl aurstyrks og gegnsæis (Hákon Aðalsteinsson 1981). Gegnsæi var þá ýmist mælt beint með ljósmæli eða óbeint með svonefndri rýnisskífu. Þeir eiginleikar vatnsins að hleypa niður ljósi, á ensku *transparency* má útleggja sem gegnsæi. Ljósstyrkurinn dofnað með dýpi og það hefur þótt góð þumalfingursregla í vatnalíffræði að þegar ljósið er orðið minna en um 1% af því sem það var undir yfirborði vatnsins dugi það ekki lengur til ljóstillifunar. Ég hef leyft mér að þrengja merkingu gegnsæis með því að auðkenna þetta dýpi sem gegnsæi vatnsins.

Í beinu mælingunni er ljósmæli sökkt í vatnið og ljósstyrkur mældur á mismunandi dýpi. Óbein mæling með rýnisskífu byggist á því að sökkva hvíttri skífu í vatnið og mæla það dýpi þar sem hún hverfur sjónum manns. Það dýpi er hér kallað rýni. Stundum er rýnisskífunni skipt í hvíta og svarta geira, en með því er oft betra að skynja hvenær skífan hverfur sjónum þegar bakgrunnurinn er dökkur.

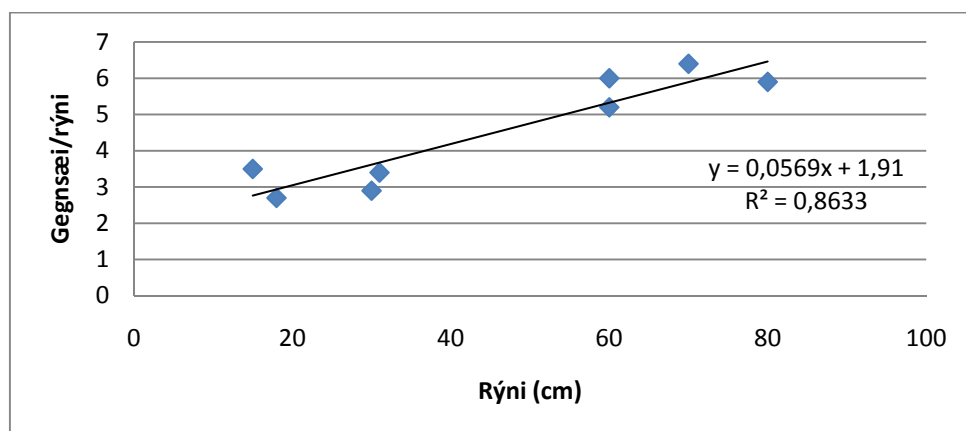
Í stöðuvötnum dvínar ljós með dýpi eftir veldisfalli. Þetta gildir hvort sem dvínunin er mæld með rýnisskífu eða ljósmæli. Við úrvinnslu og túlkun gegnsæismælinganna frá 1975 og 1976 kom í ljós að hin einfalda regla sem gildir um venjuleg stöðuvötn, þar sem margfalda má rýni með stuðli á bilinu 2,3-2,7 til að fá gegnsæi, gefur ekki rétta mynd af að samband rýnis og gegnsæis í jökulskotnum stöðuvötnum (3. mynd).



3. Mynd: Samband á milli hlutfalls gegnsæis og rýnis og gegnsæis (dýpi (m) $T_{1\%}$).

Á 3. mynd er sýnt hvernig gegnsæi eykst að vissu marki hlutfallslega miðað við rýni eftir því sem gegnsæið eykst. Nánari athugun á því við hvaða aurstyrk þessi aukning á sér stað gaf til kynna að hlutfall gegnsæis og rýnis ykist á meðan aurstyrkur í Þórisvatni og Hvítárvatni væri a.m.k. 10-15 mg/l, en þegar aurstyrkur í Þórisvatni var komin undir 2-5 mg/l byrjaði þetta hlutfall aftur að lækka. Til þess að geta borið saman gegnsæi vatnsins, sem er það sem skiptir máli fyrir áhrif á frumframleiðni, þarf að finna samband á milli rýnis og gegnsæis við þann aurstyrk sem um ræðir bæði fyrir og eftir virkjun. Það vill svo til að til eru ljósmælingar við aurstyrk sem er svipaður þeim sem hefur mælst eftir virkjun og hluti mælinga úr Þórisvatni fara nærri því að vera við sambærilegan aurstyrk og var algengur á vorin í Lagarfljóti fyrir virkjun.

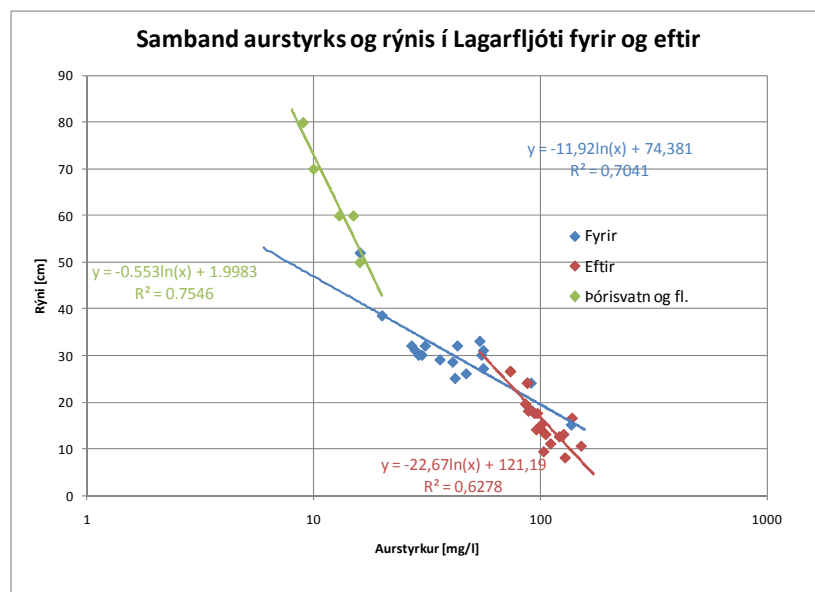
Þessi mælipör virðast falla ágætlega að línulegu sambandi (4. mynd), sem var notað til að áætla og bera saman gegnsæi fyrir og eftir virkjun.



4. Mynd: Hlutfall gegnsæis og rýnis sem fall af rýni í Lagarfljóti (úglarnir vinstra megin) og Þórisvatni og Hvítárvatni (úglarnir hægra megin).

Það svið sem þetta samband spannar, nær nokkuð vel yfir þann aurstyrk sem mælst hefur í Lagarfljóti. Sá galli fylgir þó gjöf Njarðar að fáar beinar mælingar á gegnsæi eru til fyrir þann aurstyrk sem algengur var fyrir virkjun og engar í Lagarfljóti. Klasinn til hægri byggist því aðallega á mælingum í Þórisvatni. Helstu rökin fyrir því að velja þá leið að áætla gegnsæi með því að umreikna rýni er að rýni er að vissu leyti mæling eða mælikvarði á gegnsæi, en nánari athugun á eiginleikum aursins gagnvart gegnsæi, annars vegar í Þórisvatni og hins vegar í Lagarfljóti, bæði fyrir og eftir virkjun, leiðir í ljós mismunandi tengsl rýnis og aurstyrks (5. Mynd).

Þessi munur stafar líklega af því að aurinn er af mismunandi gerð í viðkomandi jökulám. Í Jökulsá í Fljótsdal er hlutfall ummyndaðra korna hærra en í Jökulsá á Dal, en í Köldukvísl, sem var eina uppspretta gruggs í Þórisvatni þegar mælingar fóru fram þar, er hlutfall ferskra steinda hæst. Ferskar steindir einkennast af ljósu gleri, en ummynduð korn eru brúnleit. Samband aurstyrks og rýnis eftir virkjun dregur dóm af þeirri blöndu aurs úr báðum jökulánum sem einkennir Lagarfljót nú. Samband aurstyrks og rýnis er nokkuð annað í Þórisvatni, og tengist efalítið því að aurinn þar er ferskari en í hinum ánum (Svanur Pálsson og Elsa G. Vilmundardóttir 1983 og 2003).



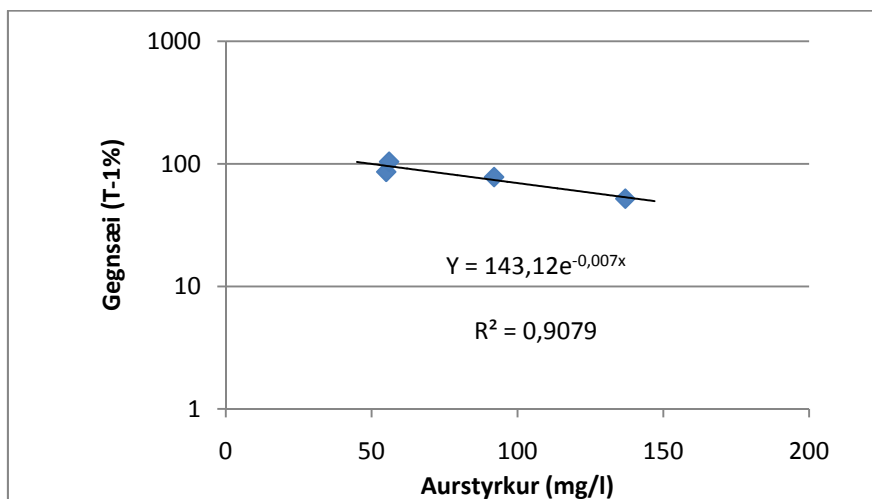
5. Mynd: Tengsl aurstyrks og rýnis í Lagarfljóti fyrir og eftir virkjun, samanborið við Þórisvatn.

Ljósið dvínar örar við hærri aurstyrk eftir virkjun en fyrir. Þetta er í fljótu bragði ekki í samræmi við þann mun sem er á steindum sem einkenna aurinn í Jökulsá á Dal og Jökulsá í Fljótsdal. Gera má ráð fyrir að ummynduðu steindirnar ísogi (*absorb*) meira ljós en þær fersku, sem auk þess hleypa ljósi nokkuð auðveldlega í gegn. Aurskornin eru langflest stærri en bylgjulengd ljóssins og því má gera ráð fyrir að þau endurvarpi öllum bylgjulengdum nokkuð jafnt, sem skýrir hin ljósa lit sem yfirleitt einkennir jökulaur, a.m.k. þar sem styrkur hans er fremur lítill. Jökulár dökkna (aurinn dökkna) eftir því sem styrkurinn eykst sem gæti stafað af því að ísog (*absorption*) í auragnir verður meira áberandi en tvístrun (*scattering*). Það ásamt breytingum í kornastærð væru líklegustu skýringarnar á því að ljós dvínar örar í Lagarfljóti eftir virkjun en fyrir.

Ýmsir eiginleikar aursins hafa verið kannaðir í tengslum við efnavöktun á vatnsföllum á Fljótsdalshéraði síðan 1998 (Sigurður Reynir Gíslason o.fl. 2004). Í viðauka 1 eru nokkrar myndir sem lýsa heildarflatarmáli aursins. Þar er gert ráð fyrir að hvert korn sé kúla (Ageo (cm²/g)). Virkni aursins hvort sem um er að ræða gagnvart efnaeiginleikum eða ljós- (*optiskum*) eiginleikum er háður yfirborði fremur en þyngd. Kornin eru ekki kúlulaga heldur miklu flóknari að lögun. Til að lýsa því hafa verið gerðar úrtaksmælingar á virku flatarmáli, en tiltekið frávik þess frá kúlulögun er sambærilegt við hrýfi (hrjúfleiða) og nefnt eðlisflatarmál (*Specific Surface* (m²/g)). Mælingar á hrýfi eru til fyrir Jökulsá á

Fjöllum, Jökulsá á Dal og Jökulsá í Fljótsdal. Hrífi aurs í Jökulsá á Fjöllum er aðeins um þriðjungur þess sem mældist í jökulánum á Héraði, þar sem aurinn er á móta hrjúfur í báðum ánum, heldur þó hrjúfari í Jökulsá á Dal en Jökulsá í Fljótsdal, ef eitthvað er. Aurinn í Jökulsá á Fjöllum er ferskur líkt og í Köldukvísl og er ekki ólíklegt að lítið hrífi skýri eitthvað af *optiskum* eiginleikum aurs í Þórisvatni (3. mynd). Á sama hátt gæti lítillega meira hrífi og hærri aurstyrkur valdið hlutfallslega meiri dvínum ljóss í blöndunni sem berst frá Fljótsdalsstöð til Lagarfljóts eftir virkjun en var þegar aðeins Jökulsá í Fljótsdal lagði Lagarfljóti til aurinn.

Með hliðsjón af þeim mismun sem er á aur í Þórisvatni (Köldukvísl) og jökulánum á Héraði þótti ástæða til að athuga hvaða áhrif það hefur á mat á gegnsæi fyrir og eftir virkjun að nota ekki viðeigandi mælingar á gegnsæi í Þórisvatni, heldur byggja eingöngu á fátæklegum gögnum um samband aurstyrks og gegnsæis úr Lagarfljóti (6. mynd).



6. Mynd: Gegnsæi sem fall af aurstyrk.

Í rannsóknnum á Lagarfljóti 1975³ voru m.a. tekin botnsýni við Lagarfljótsbrú á um 2 m dýpi. Á steinum þar fundust mosar og grænþörungar, sem gefur til kynna að þangað nái oft nægilegt ljós á vorin. Sú reikniaðferð sem byggð er á gögnum bæði úr Þórisvatni og Lagarfljóti (4. mynd) gaf nægilegt gegnsæi við þann aurstyrk sem oft mælist á vorin (um 20 mg/l), en sú aðferð sem eingöngu sækir gögn í Lagarfljót við fremur háan aurstyrk fyrir virkjun (6. mynd) er fjarri því að leyfa ljósinu að ná niður á 2 m, jafnvel við svo lágan aurstyrk sem 10 mg/l, og var þeirri reikniaðferð því hafnað.

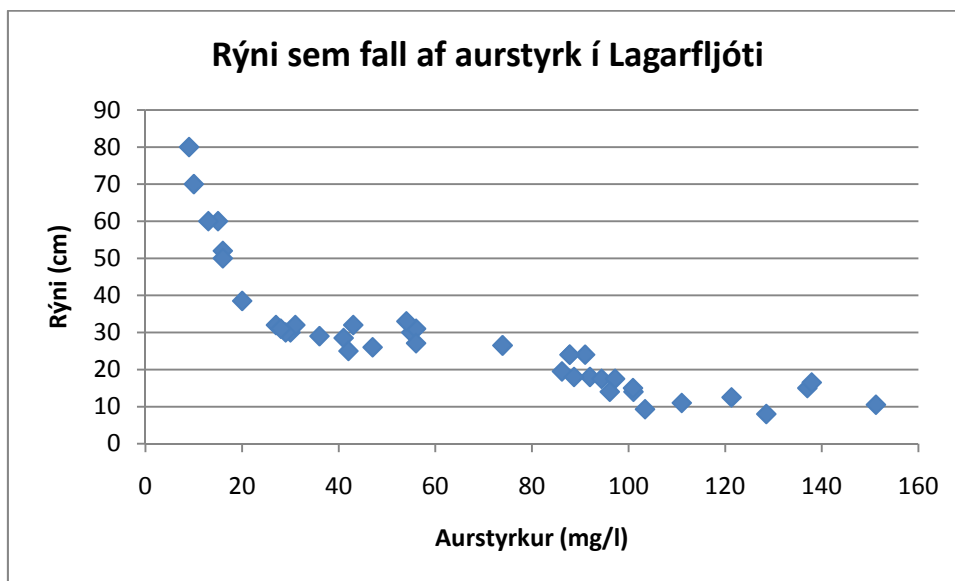
Niðurstöður:

Niðurstöður mælinga á aurstyrk og rýni ásamt útreikningum á gegnsæi eru sýndar á 6. og 7. mynd.

Fyrir virkjun, 2003 og 2004 (8. mynd), var aurstyrkur yfir sumarið á bilinu 30 til 50 mg/l, heldur lægri á vorin (20-30 mg/l). Þetta eru nokkuð dæmigerð gildi fyrir aurstyrk fyrir virkjun. Gegnsæi ($T_{1\%}$) vatnsins reiknast tíðast 100-120 cm, en getur verið nokkru hærri á vorin, t.d. um 250 cm í lok júní 2003.

Eftir virkjun er aurstyrkur tíðast um 100 mg/l yfir sumarið, heldur lægri 2008 áður en virkjunin var komin í fullan rekstur (9. mynd). Gegnsæi reiknast tíðast 50-60 cm, og er lítill ef nokkur munur á vori og sumri.

Vorið 2006 var aurstyrkur við Lagarfoss um 10 mg/l, en 2007 um 30 mg/l. Samkvæmt 5. mynd má búast við að rýni við 10 mg/l aurstyrk sé um 70 cm, en það gæfi um 4 m (400 cm) gegnsæi miðað við tengsl rýnis og gegnsæis, skv. 2. mynd, en aðeins um 140 cm miðað við tengsl aurstyrks og gegnsæis skv. 7. mynd.



7. Mynd: Rýni sem fall af aurstyrk. Samband aursyrks og rýnis við aurstyrk undir 15 mg/l er byggt á mælingum í Þórisvatni og Hvítárvatni.

Aðeins liggja fyrir niðurstöður mælinga í tvö sumur frá því að virkjunin var tekin í notkun. Sumarið 2008 var afbrigðilegt eins og áður hefur verið minnst á, en rekstrarfyrirkomulag virkjunarinnar 2009 var eins og búast má við í framtíðinni. Ekki er hægt að draga víðtækar ályktanir af þessu eina ári, en samkvæmt fyrirliggjandi mælingum er aurstyrkur um fimmfalt hærri á vorin eftir virkjun og nærri þrefalt hærri yfir sumarið en fyrir virkjun. Gegnsæið var tíðast u.þ.b. 50 cm og samkvæmt því tæplega helmingur þess sem mældist 2003 og 2004.

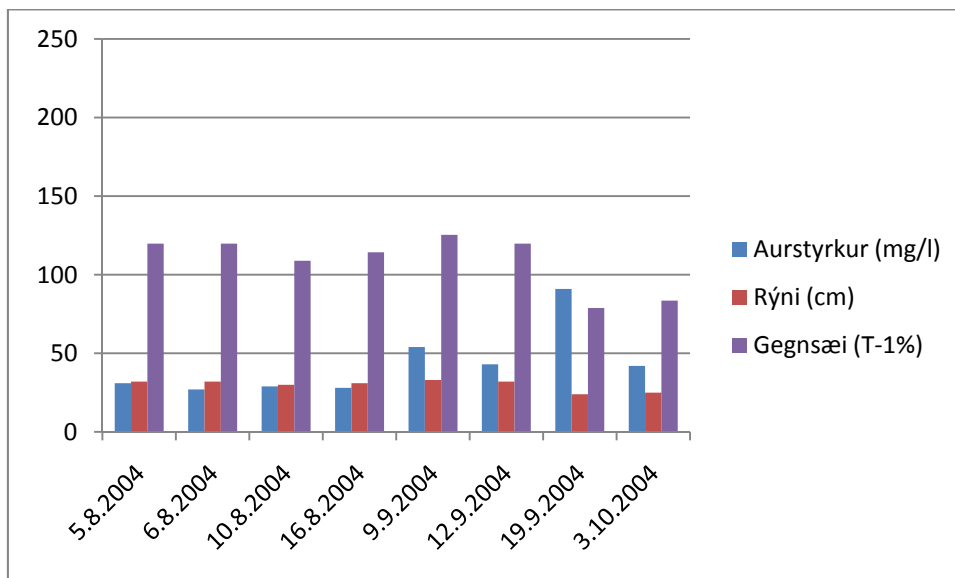
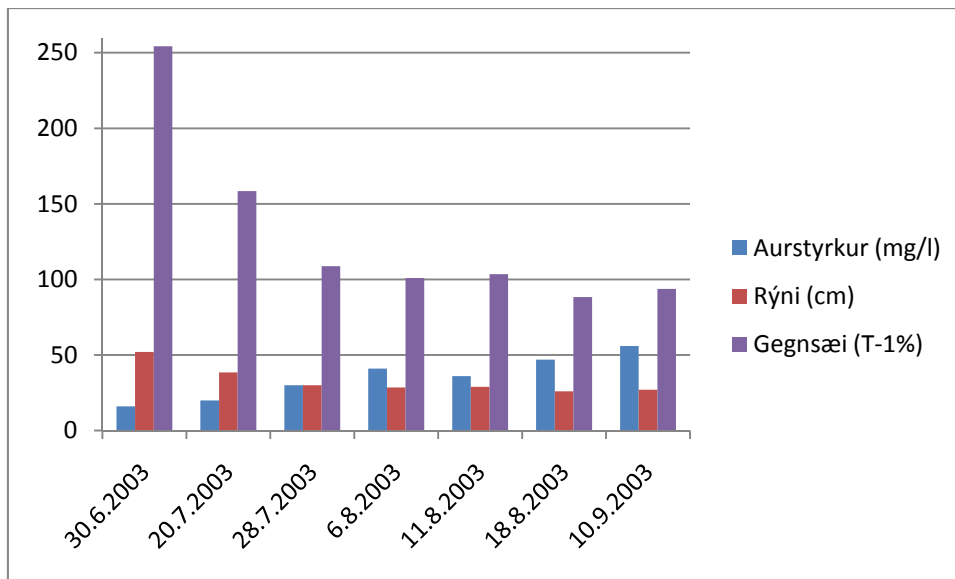
Skekkjumörk í mælingum:

Skekkjumörk í mælingum á aurstyrk voru talin geta verið um 5 mg/l. Nokkuð erfiðara er að meta skekkjumörk í rýnismælingum. Þau eru annars vegar fólgin í mati þess sem mælir á því hvenær skífan hverfur sjónum, og hins vegar geta gáru í yfirborðinu haft áhrif. Straumur við Lagarfljótsbrú veldur erfiðleikum við mælingar þar. Hér er líklega oftast um að ræða nokkra sentimetra. Innfallshorn ljóssins getur einnig haft áhrif, bæði á rýni- og gegnsæismælingu, en reynt var að komast fram hjá þeim áhrifum með því að mæla ætíð nærri hádegi.

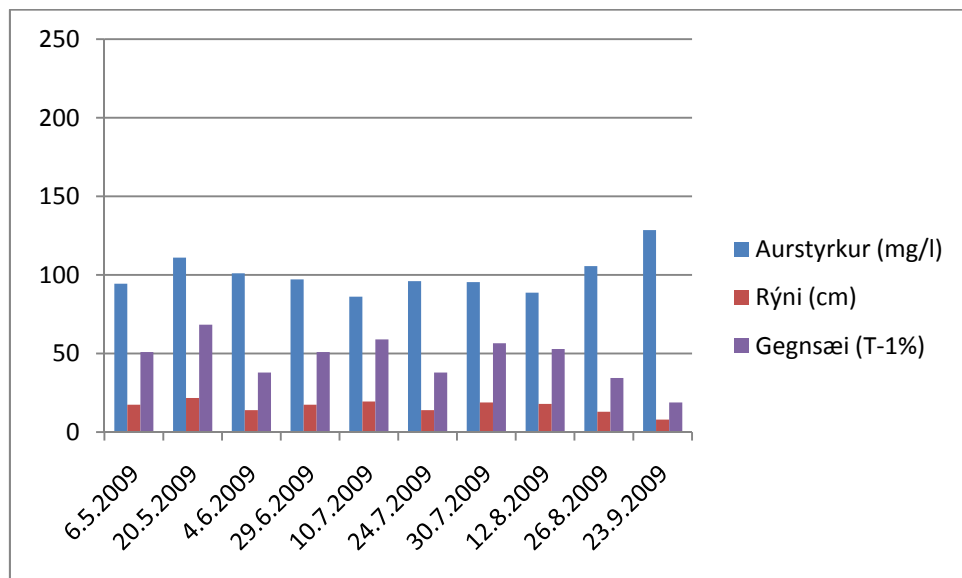
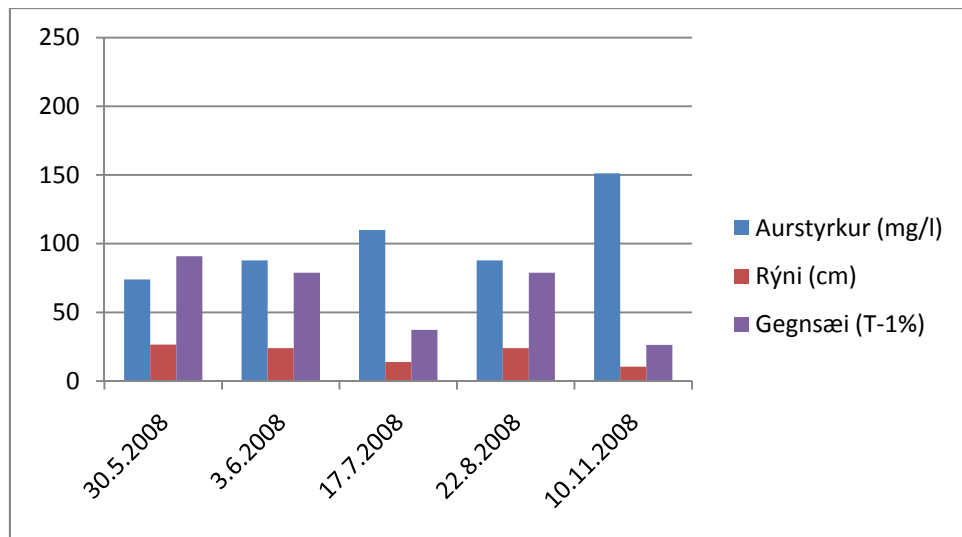
Samband gegnsæis og rýnis og aursyrks byggist á eðlisfræðilegum lögmálum um hegðun ljóss í jökulskotnu stöðuvatni og á eiginleikum aursins, stærð og gerð. Áður en hið jökulskotna vatn nær norður enda Lagarins við Lagarfljótsbrú hefur það haft langa viðstöðu í vatninu. Jökla hefur þar fyrir utan farið eftir endilöngu Háslóni. Grófustu kornin eru horfin til botns og vatnið hefur jafnað út mun á kornastærðardreifingu eftir uppruna jökulvatnsins. Miklar breytingar á rýni yfir skamman tíma eiga sér því tæpast stöð í raunveruleikanum.

Heimildaskrá

- Hákon Aðalsteinsson 1976a. *Lögurinn, svifaur, gegnsæi og lífríki*. Orkustofnun, OS – ROD-7609.
Hákon Aðalsteinsson 1976b. *Þórisvatn. Áhrif miðlunar og Köldukvíslarveitu á lífsskilyrði svífs*. Orkustofnun, OS-ROD 7643.
Hákon Aðalsteinsson 1981. *Tengsl svífaurs og gegnsæis í jökulskotnum stöðuvötnum*. Orkustofnun, OS-81027/VOD-12.
Sigurður Reynir Gíslason o.fl. 2004. *Efnasamsetning, rennsli og aurburður straumvatna á Austurlandi V. Gagnagrunnur Raunvísindastofnunar og Orkustofnunar*. RH-05-2004.
Svanur Pálsson og Elsa G. Vilmundardóttir 1983. *Bergflokkun og eðlismassi aurs*. Orkustofnun, OS-83016/VOD-01.
Svanur Pálsson og Elsa G. Vilmundardóttir 2003. *Bergflokkun og eðlismassi svífaurs*. Orkustofnun, OS-2003/059.



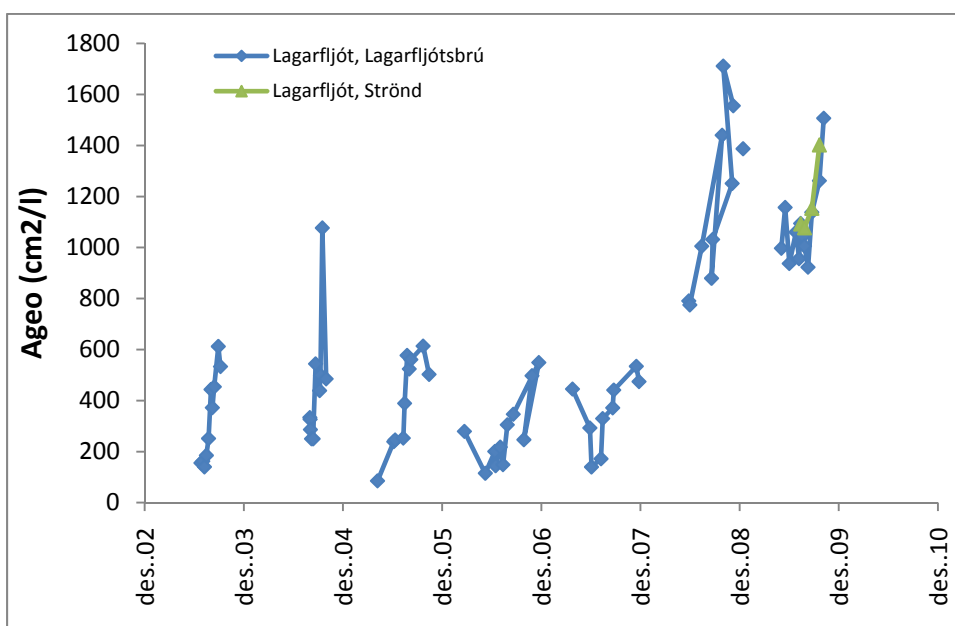
8. mynd: Aur (mg/l) og rýni (cm) mælt í Lagarfljóti við Lagarfljótsbrú 2003 og 2004 ásamt gegnsæi ($T_{1\%}$), reiknað skv. $y = 0,057x + 1,91$ (4. mynd).



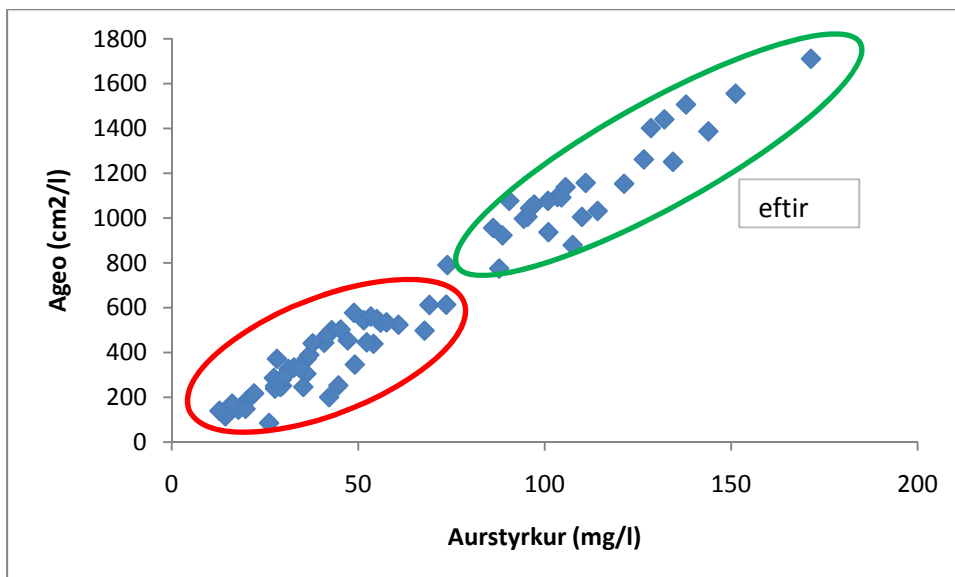
9. Mynd: Aur (mg/l) og rýni (cm) mælt í Lagarfljóti við Lagarfljótsbrú 2008 og 2009, ásamt gegnsæi ($T_{1\%}$), reiknað skv. $y = 0,057x + 1,91$ (4. mynd).

Viðauki 1:

Heildarflatarmál svifaurs í Lagarfljóti 2002 til 2003.
Geometrisk (Ageo (cm^2/g); nánast útreikningur miðað við ofanvarp aurkorna
 (Byggt á gagnagrunni Raunvísindastofnunar og Orkustofnunar, nú Veðurstofu Íslands.
 Birt með leyfi Sigurðar Reynis Gíslasonar).



10. mynd: Heildarflatarmál korna í Lagarfljóti fyrir og eftir virkjun.



11. mynd: Tengsl heildar flatarmáls aurkorna og aurstyrks fyrir og eftir virkjun.

Heildarflatarmál aurkorna hefur u.þ.b. þrefaldast eftir virkjun sem er í samræmi við aukningu á aurstyrk skv. 6.-7. mynd. Heildarflatarmálið hefur að því er virðist ekki aukist að tiltölu við aukinn aurstyrk, sem bendir til að mjög litlar ef nokkrar breytingar á kornastærðardreifingu hafi átt sér stað.

Landsvirkjun • Háaleitisbraut 68 • 103 Reykjavík
Sími: 515 9000 • Bréfasími: 515 9007 • Netfang: landsvirkjun@lv.is
Heimasíða: www.lv.is