

Staða rofvarna við Hálslón



Landsvirkjun

Apríl 2010

Skýrsla nr: LV-2010/049

Dags: 5.4.2010

Fjöldi síðna:	30	Upplag: 15	Dreifing: <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
---------------	----	------------	---

Titill: Staða rofvarna við Háslón

Höfundar: Pétur Ingólfsson og Sveinn Runólfsson

Verkefnisstjóri: Pétur Ingólfsson

Unnið fyrir: Landsvirkjun

Samvinnuaðilar: Landgræðsla ríkisins

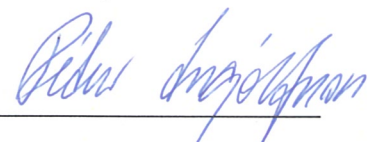
Útdráttur: Í skýrslunni er gerð grein fyrir aðstæðum við Háslón, Þróunarsaga mótnægisaðgerða er rakin og stöðunni lýst eins og hún er í dag. Þá er farið yfir hvaða aðgerðir og tilraunir eru fyrirhugaðar næsta sumar.

Lykilorð: Háslón, rofvarnir,gróðurvernd,uppfok, áfok
--

ISBN nr:

ISSN nr:

Undirskrift verkefnisstjóra
Landsvirkjunar



Staða rofvarna við Hálslón



LANDGRÆÐSLA RÍKISINS



Landsvirkjun

Pétur Ingólfsson, Landsvirkjun

Sveinn Runólfsson, Landgræðslan

Efnisyfirlit

Inngangur.....	5
Aðstæður við Háslón og á strönd þess	7
Mótvægisáðgerðir vegna áfoks.....	14
Mótvægisáðgerðir vegna uppfoks	21
Mælingar á fallryki	24
Rofbakkar	26
Mat á áfoki og uppfoki frá strönd Háslóns á næstu árum.....	27
Vöktun strandar með tilliti til rofs.....	28
Framkvæmdir næsta sumars	28
Niðurstöður	30
Heimildaskrá	31
Kort af Háslóni	33

Inngangur

Hálslón sem er megin miðlunarlón Kárahnjúkavirkjunar er í farvegi Jökulsár á Dal ofan Kárahnjúka og teygir sig frá fremri Kárahnjúk allt inn að Brúarjökli. Lengd Háslóns er 23 km og breiddin víðast 2 til 3 km.



Mynd 1 Gervitunglamynd af Norðausturlandi. Rauði liturinn sýnir gróin svæði og hvítu línurnar eru vegir og vegslóðar.

Í eftirfarandi samantekt verður gerð grein fyrir hvernig Landsvirkjun hyggst uppfylla skilyrðin sem umhverfisráðherra setti í úrskurði sínum um mat á umhverfisáhrifum Kárahnjúkavirkjunar 20. desember 2001 varðandi áfoksvarnir við Háslón

4. Aðgerðir framkvæmdaraðila til að minnka jarðvegsrof og áfok úr Háslóni skulu miðast við að hvergi myndist áfoksgeirar meðfram jöðrum Háslóns í hönnunarstormi með 50-100 ára endurkomutíma.

Í samræmi við það skal framkvæmdaraðili vinna heildstæða áætlun sem sýnir nákvæma útfærslu aðgerða og mat á virkni þeirra. Aðgerðirnar skulu m.a. fela í sér eftirfarandi atriði:

- a) Stjórnun vatnsborðsbreytinga í Háslóni, þ.e. forgangsroðun við fyllingu lóna.*
- b) Uppsetningu og virkni verkfræðilegra rof- og áfoksvarna miðað við hönnunarstorm með 50-100 ára endurkomutíma.*
- c) Stjórnun og aðgerðir vegna stöðvunar áfoksgeira, gróðurverndar og uppgræðslu á svæðum sem verða fyrir áhrifum.*
- d) Sívirkt eftirlit og mat á virkni mótvægisáðgerðanna.*

Tilgangur skilyrðanna er að vernda gróðurinn við lónið fyrir áfoki¹ og rækta gróður í stað þess gróðurs sem tapast í lónstæði Háslóns.

Með skilyrðunum eru gerðar þær kröfur til Landsvirkjunar að áfok frá strönd lónsins sé hindrað, en bregðist áfoksvarnir séu fyrir hendi mótvægisáðgerðir til að draga úr þeim skaða sem kann að verða á gróðrinum.

Ekki eru gerðar kröfur til þess í úrskurði umhverfisráðherra að Landsvirkjun hindri uppfok finefna af ströndinni. Engu að síður hefur verið leitað leiða til þess að hindra uppfok með notkun rykbindiefna.

Frá árinu 2003 hefur Landsvirkjun undirbúið mótvægisáðgerðir í nánú samráði við Landgræðslu ríkisins (Sveinn Runólfsson), Verkfræðistofuna Vatnaskil (Snorri Kjara, Hjalti Sigurjónsson), Verk og jarðfræðistofuna Stuðul (Björn Jóhann Björnsson), Verkfræðistofu Austurlands (Óli Metúsalemsson) og Landbúnaðarháskóla Íslands (Ólafur Arnalds).

Tilgangur þessarar samantektar er að gera grein fyrir hvað hefur áunnist varðandi mótun og þróun aðgerða sem líklegt er að dugi til að vernda gróður fyrir sandfoki. Þessu starfi er ekki lokið því stöðugt þarf að leita leiða til að gera áfoksvarnirnar betri og bregðast við síbreytilegu ástandi strandarinnar frá ári til árs.

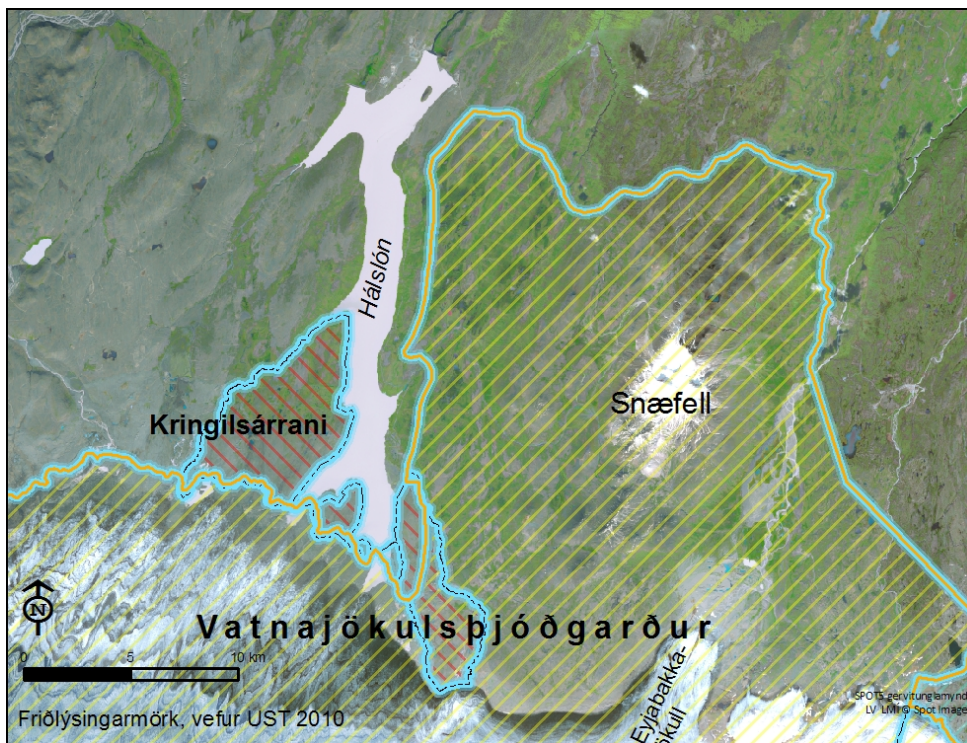
¹ Hér á eftir verður rofi jarðvegs skipt í tvo þætti. Sá hluti rofins jarðvegs sem fýkur með yfirborðinu er kallað áfok, en sá hlutinn sem fýkur upp í lofið og berst burt með vindum er nefndur uppfok.

Aðstæður við Háslón og á strönd þess

Háslón og umhverfi þess

Háslón liggur á hásléttu í 600 til 700 metra hæð, í lægð sem Jökla hefur grafið í landið. Hálendið nokkru vestan Háslóns er vindSORfin eyðimörk. Þaðan hefur borist fokjarðvegur ofan í þá dæld sem Háslón er nú í og myndað jarðveg sem víða er yfir 2 metra þykkur. Þessi jarðvegur hefur skapað skilyrði fyrir óvenju gróskumikinn gróður miðað við hve landið er hátt yfir sjó og úrkoma er lítil. Gróðurbeltið nær stutt vestur fyrir Háslón, en austan þess er samfelld gróðursvæði, nefnt Vesturöræfi, sem nær allt að fjallgarðinum vestan Snæfells.

Gróðurinn kringum Háslón hefur mikið verndargildi m.a. vegna þess hve samfelldur gróður í þessari hæð er óalgengur á Ísland.



Mynd 2 Háslón. Vatnsborð þess í hæstu stöðu. (friðlandið litað blátt)

Vestan Háslóns og sunnan Kringilsár er friðland sem nefnt er Kringilsárrani. Í friðlandinu eru allar framkvæmdir bannaðar og undanþágur frá því banni torfengnar. (Austurmörk friðlandsins eru Jökulsá á Dal og síðan Jökulkvísl inn að jökli)

Skipta má ströndinni umhverfis Háslón í 4 hluta:

1) Austurströnd Háslóns frá Desjarárstíflu inn að Jökulkvísl. Þetta svæði er nokkuð einsleitt frá Desjarárstíflu inn að Litlu Sauða. Vel gróin Vesturöræfin austan strandarinnar, en ströndin sjálf breið og hallalítill er aðal uppspretta áfoks sands þegar gróður hefur rofnað. Á milli Litlu Sauðár og Jökulkvísar minnkar gróður mjög.



Mynd 3 Hluti austurstrandar Hálslóns.

2) Vesturströndin frá Sauðárdalsstíflu að Kringilsá. Þetta svæði er nokkuð misleitt. Sauðárdalurinn er lægstur í 592 m hæð, og er því allur á þurru fram eftir sumri.



Mynd 4 Sauðárdalur. Sauðárdalsstífla fremst á myndinni.

Síðan tekur við brött strönd utan í Sauðafelli þangað til komið er að Kringilsá. Þar beygir ströndin til vesturs upp með ánni og hún verður meira aflíðandi. Þar skilur Kringilsá ár hvert eftir mikið af sandi, silti og leir.



Mynd 5 Kringilsá. Kringilsárrani vinstra megin við ána. Fyrir miðri mynd er Kringilsárfoss.

3) Sunnan Kringilsár tekur við friðlandið Kringilsárrani. Sandurinn sem Kringilsá skilur eftir sig á suðurbakkanum er ógn við gróður friðlandsins í Kringilsárrana. Þegar vikinu sem Kringilsá hefur grafið inn í landið sleppir tekur við brött strönd inn fyrir Töðuhrauka. Innan við Töðuhrauka minnkar gróður og næst Gljúfrakvísl er algjör eyðimörk.



Mynd 6 Horft til suðvesturs. Kringilsárrani handan lónsins.

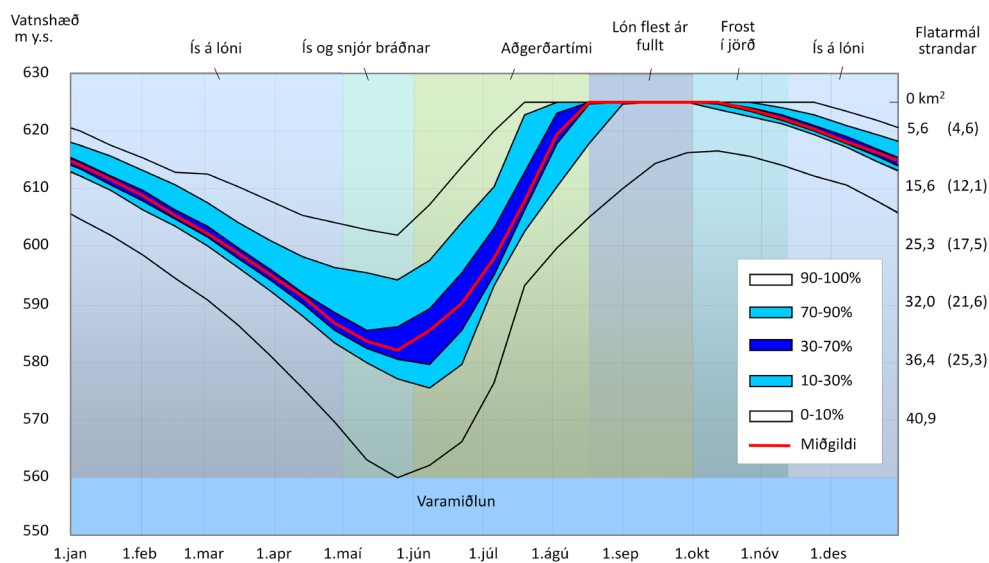
4) Svæðið næst Brúarjökli afmarkast af Brúarjökli að sunnan, Gljúfrakvísl að austan og Jökulkvísl að vestan. Þetta er ógróið svæði, að stórum hluta klettaeyðimörk. Þessar ár eru ófærar nema með bát og hefur þetta svæði verið kannað úr flugvél af hálfu Landsvirkjunar.



Mynd 7 Horft til norðurs yfir Hálslón. Hreinatungur handan Jöklu sem rennur í lónið fyrir miðri mynd.

Vatnsborðsveifla Hálslóns

Hönnun Kárahnjúkavirkjunar miðast við að sveifla vatnsborðs Hálslóns geti mest orðið 75 metrar. Með því að geymavaravatnsforða Landsvirkjunar í Hálslóni í stað þess að geyma hann í Þórisvatni eins og gert er nú, minnkar vatnsborðsveiflan um 10 m. Þá er miðað við að ár hvert þegar ljóst er að öll lón Landsvirkjunar eru að fyllast fá Hálslón forgang hvað varðar vatnssöfnun. Hálslón mun vegna þessa fyllast hraðar en annars hefði verið. Eins og fram kemur á mynd 8 er lónborðsveiflan 48 m eða minni í níu af hverjum 10 árum

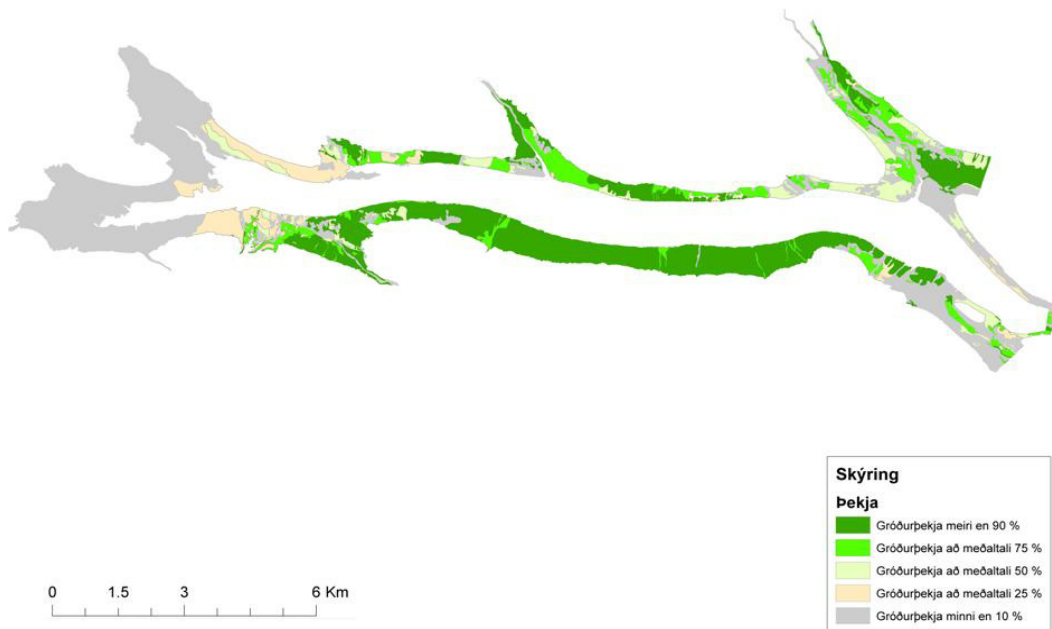


Mynd 8 Vatnsborðsveifla Hálslóns.

Strönd Háslóns

Strönd Háslóns kemur venjulega undan ís í júníbyrjun, þegar lágstaða vatns er í lóninu og hverfur undir vatn smá saman eftir því sem líður á sumarið. Í meðalári fyllist lónið í byrjun ágúst.

Ströndin vestan lónsins er miklu brattari en ströndin austan þess. Austurströndin er víða milli 700-800 m breidd, en vesturströndin nær óvíða meiri en 400 m breidd. Hún teygir sig inn í landið þar sem Sauðá vestri og eystri, Kringilsá og Gljúfrakvísl renna í lónið. Ströndin er víða vaxin gróðri. Hann er lang gróskumestur á flatrí austurströnd lónsins eins og greinilega sést á mynd 9.



Mynd 9 Gróðurþekja þess lands sem nú er strönd Háslóns milli 580 m y.s. og 625 m y. s áður en lónið varð til

Fyrsta sumarið (árið 2008) sem ströndin var á þurru kom í ljós að gróðurinn á mólendissvæðum hafði drepist, en mýrargróðurinn hefur víða náð enn að lifa .

Sumarið 2007 var lónið að fyllast og fór vatn á yfirfall 19. október. Vatnsstaðan í lóninu varð hæst 625,87 m. Árið 2008 fór vatn á yfirfall 3. ágúst og var það mikið rennsli inn í lónið í ágúst að vatnsstaðan náði hæst 526 metrum. Þegar ströndin var skoðuð vorið 2009 voru eftirfarandi breytingar einkennandi:

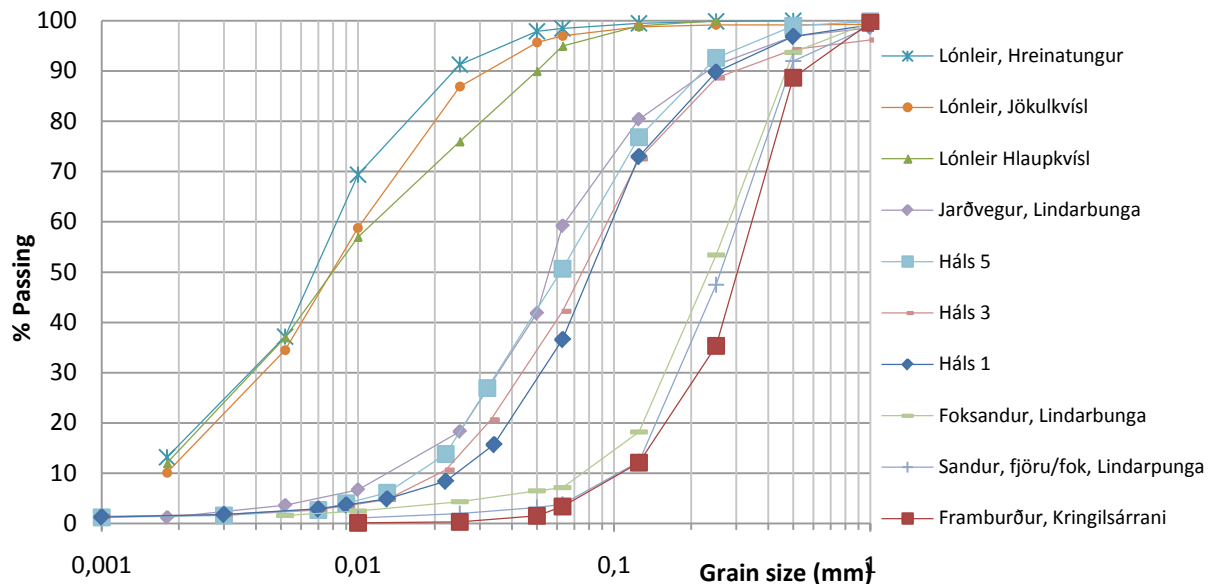
Aldan hefur þegar náð að grafa bakka í hæstu lónstöðu þar sem ströndin er brött. Áhrif öldunnar eru nær eingöngu á bilinu milli hæstu lónstöðu 626 m niður í u.þ.b. 615 m. Á austurströndinni þar sem landið er mjög flatt á þessu hæðarbili hefur aldan rofið sér leið allt upp í hæstu lónstöðu við gil og lækjarfarvegi eða þar sem gróðurþekjan hefur rofnað.

Aldan mun ekki hreinsa jarðveginn af ströndinni niður í lónið nema efst á ströndinni. Þegar hækkar í lóninu er vatnsstaðan í svo stuttan tíma á hverju hæðarbili að aldan nær ekki að flytja til neitt efni að ráði. Öðru máli gegnir þegar lónið er komið í hæstu stöðu síðsumars og helst í henni margar vikur uns lækka fer í lóninu í vetrarbyrjun. Þá verður oft mikil alda á lóninu í hauststormum. Þar sem gróðurþekjan hefur rofnað er aldan fljót að skola rofnæmum jarðveginum neðar í lónið.

Undir jarðveginum eru víða grjót eða jafnvel urð, sem nýtist til bakkavarna þar sem þeirra er þörf og til þess að verja sandgildirnar.

Jarðvegur á austurströnd Háslóns er mjög misjafn að gerð. Á nokkrum stöðum er mýrarjarðvegur sem engin hætta er á að fari að fjúka. Annars staðar er gróður eyddur og aldan búin að mynda sandsvæði sem leggja þarf áherslu á að binda fyrri part sumars.

Jarðvegsþykkt á ströndinni er breytileg. Þegar nær dregur jöklinum eru berar klappir, en á hinni flötu austurströnd innan Lindabungu er jarðvegsþykktin víða milli 2 og 3 metrar. Á mynd 10 eru sáldursferlar efnis af ströndinni. Grófasta efnið er efni sem Kringilsá bar fram síðsumars 2007 og 2008.



Mynd 10 Sáldursferlar efnis sem tekið er á strönd Háslóns.

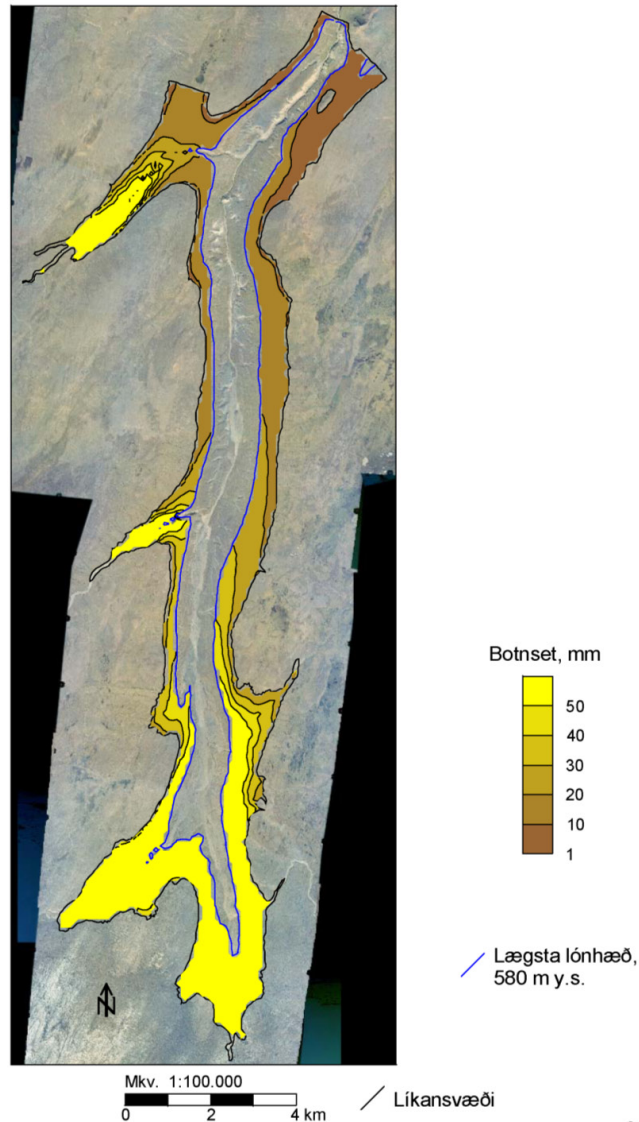
Þar sem gróður er ekki lengur til staðar er jarðvegurinn mjög viðkvæmur bæði fyrir vind og öldurofi.

Í meðalvatnsári er lágstaða lónsins í u.þ.b 581 m og er flatarmál strandarinnar þá um 35 km².

Framburður Jöklu í lónið

Jökla ber mikinn aur inn í Háslón sem dreifist um lónið og botnfellur. Framburður Jöklu inn í lónið er á ári að meðaltali 6,7 milljón tonn svifaurs og 1 milljón tonn sem botnskrið. Þessi framburður mun að óbreyttu veðurfari fylla lónið á 400 árum.

Til að fá mynd af því hvernig svifaurinn og botnskriðið dreifist um lónið gerði Verkfræðistofan Vatnaskil útreikninga á dreifingu hans ([Aurburður og setmyndun, LV-2005/038](#))



Mynd 11 Útbreiðsla alls sets á einu ári fyrir 50 ára hámark (15 milljón tonn á ári).

Fínefni sem Jökla ber inn í lónið dreifist um lónið og berst fínasta efnið eðlilega lengst frá jöklinum. Grófara efnið sest á botn lónsins þar sem kvíslar Jöklu og Kringilsá koma út í það.

Mótvægisáðgerðir vegna áfoks

Almennt

Landsvirkjun ber að tryggja með mótvægisáðgerðum að áfoksgeirar myndist hvergi með strönd lönsins. Í raun þýðir þetta að áfoksvarnirnar verða að miðast við það að sandur af ströndinni berist ekki inn á gróið land, því oft má deila um hvort áfoksgeiri sé að myndast eða ekki. Þær mótvægisáðgerðir sem nú eru notaðar eða fyrirhugað er að nota eru af þrennum toga. Fyrst er að nefna svokallaðar verkfræðilegar áfoksvarnir sem eru fólgnar í að grafa skurð samsíða ströndinni þar sem hægt er að koma við vinnuvélum.

Í öðru lagi eru fokgirðingar notaðar þar sem skurðgröftur og vegagerð er ekki ásættanleg eða leyfileg.

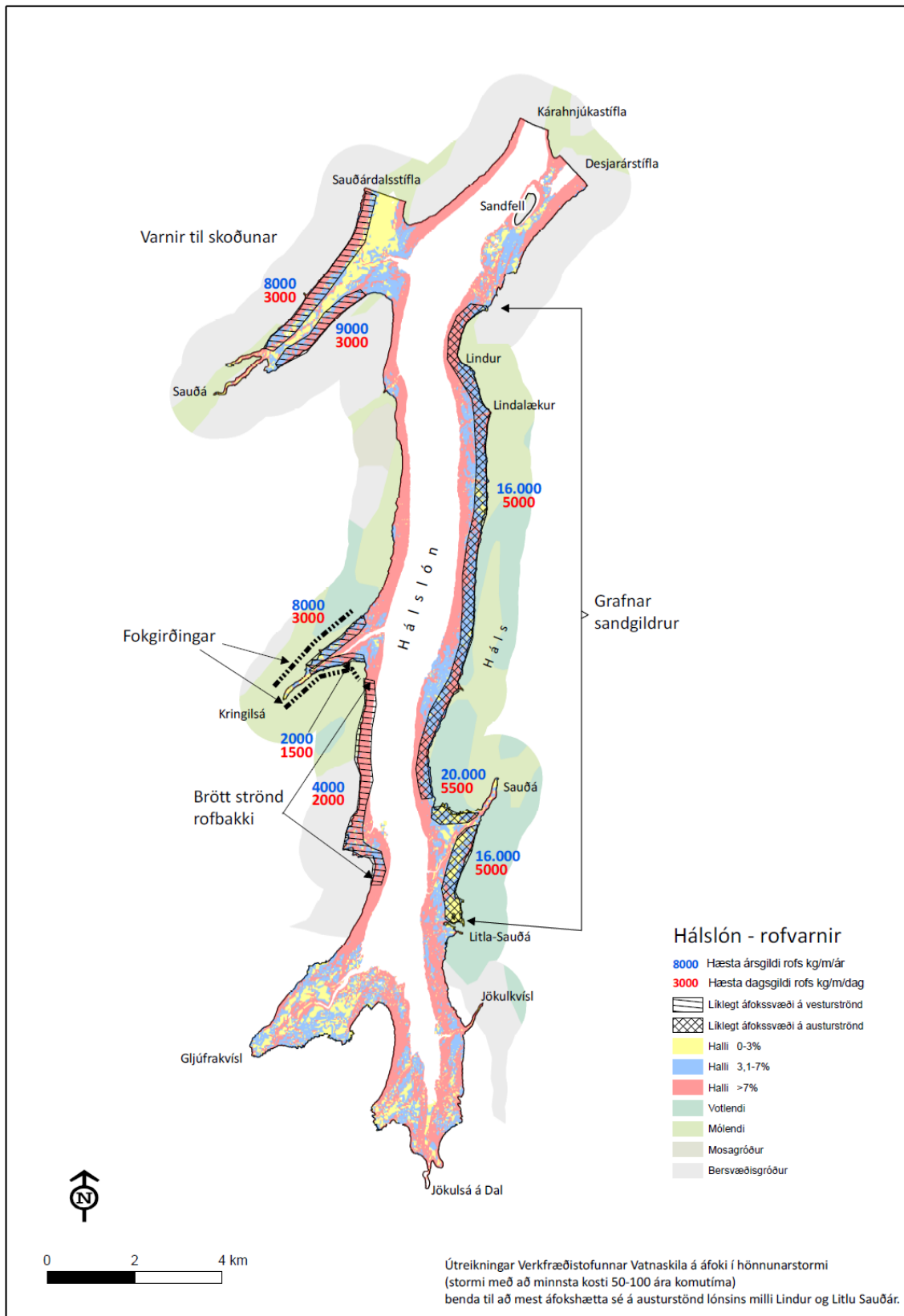
Í þriðja lagi er um að ræða aðgerðir sem miðast við að minnka eða bæta skaðann sem sandurinn veldur ef hann berst inn á gróðurlendi. Helsta aðgerðin er sáning melgresis í áfoksgeira og umhirðu þess, þannig að það nái að spretta við þessar erfiðu aðstæður. Einnig má nefna styrkingu núverandi gróðurs ofan strandarinnar, þannig að hann geti tekið á móti einhverjum sandburði án þess að eyðast.

Allt bendir til þess að þær áfoksvarnir sem nú þegar hefur verið gripið til séu fullnægjandi, en eðlilegt og nauðsynlegt er að þær séu í sífelldri endurskoðun og endurbætur fari fram í samræmi við bestu þekkingu á hverjum tíma.

Verkfræðilegar áfoksvarnir

Áfok sands af strönd Háslóns inn á gróðursvæðin umhverfis lónið eru talin geta orðið ein alvarlegustu umhverfisáhrif Kárahnjúkavirkjunar.

Til að hægt sé að ákveða hvar á ströndinni er þörf mótvægisáðgerða og hvernig þær þurfa að vera er nauðsynlegt að meta hvar og hversu mikill sandur getur fokið frá ströndinni. Verkfræðistofunni Vatnaskilum var á árinu 2003 falið þetta verkefni. Hún vann að þessu verkefni á árunum 2003 til 2007. Í síðustu skýrslunni ([Reikningur á vindrofi á bökkum Háslóns, LV-2007/017](#)) er gerð grein fyrir hversu mikils áfoks má vænta í hönnunarstormi og hvar á ströndinni. Í ljós kom að uppsafnað áfok yfir sumarið getur í sumum árum orðið meira en áfokið frá hönnunarstormi og var tekið tillit til þeirra gilda við hönnun áfoksvarnanna. Við útreikningana er notuð kornastærðardreifing jarðvegsins í stað jökulsets, þar sem hún gefur meira áfok. Útreikningar með kornastærðardreifingu jökulsets eftir 25 ára rekstur gáfu allt að 5 sinnum minna áfok en gert er ráð fyrir á mynd 12.



Mynd 12 Yfirlit yfir áætlað áfok í stormi með að minnsta kosti 50–100 ára endurkomutíma og áfoksvarnir.

Með hliðsjón af niðurstöðum útreikninga Verkfræðistofunnar Vatnaskil var ákveðið að leggja veg með austurströnd Háslóns allt inn að Litlu Sauða. Vegurinn sem er tvíbreiður malarvegur 18 km langur var byggður á árunum 2005 og 2006. Vegurinn fer yfir Sauða eystri sem er óbrúuð, en hún er yfirleitt vel fær upphækkuðum jeppum.



Mynd 13 Hálsvegur. Vegfláinn sem snýr frá lóninu er víða þegar gróinn náttúrulegum gróðri en torf úr vegstæðinu var lagt á bakkann.



Mynd 14 Vegfláinn sem snýr að lóninu. Neðan hans eru gryfjurnar sem taka eiga við áfoki.

Frá Lindabungu að Litlu Sauða voru grafnar gryfjur lónmegin við veginn sem rúma 13 til 15 rúmmetra á lengdarmetra. Gryfjurnar eru nægilega stórar til þess að taka við foksandi sem borist getur af ströndinni yfir mesta áfokssumar á 50 ára tímabili. Efnið sem kom úr gryfjunum var nýtt í undirbyggingu vegarins. Vegurinn gegnir einnig því hlutverki að vera aðkomuleið að svæðinu þegar lagfæringu á sandgryfjum, hreinsunar úr þeim eða annarra varnaraðgerða er þörf.

Þá má vænta að vegurinn verði notaður af ferðamönnum, því með honum opnast leið fyrir venjulega bíla langleiðina inn að Brúarjökli.

Árið 2008 var bætt við nokkrum sandgryfjum til norðurs. Árið 2009 voru hluti sandgryfjanna, sem höfðu skemmst í ölduróti, lagfærðar og strandbakkinn neðan þeirra varinn grjóti þar sem þörf var á.



Mynd 15 Hálsvegur séður úr lofti og sandgryfjur lónsmegin við hann

Fokgirðingar

Ein af þeim aðgerðum sem hægt er að nota til að stöðva áfok sandsins inn á gróður er að setja upp fokgirðingar. Því var leitað til Landgræðslunnar um að rannsaka virkni nokkurra tegunda fokgirðinga. Landgræðslan skilaði skýrslu um niðurstöður rannsókna árið 2007 ([Rannsóknir á virkni fokgirðinga. Lokaskýrsla. LV-2007/111](#)).

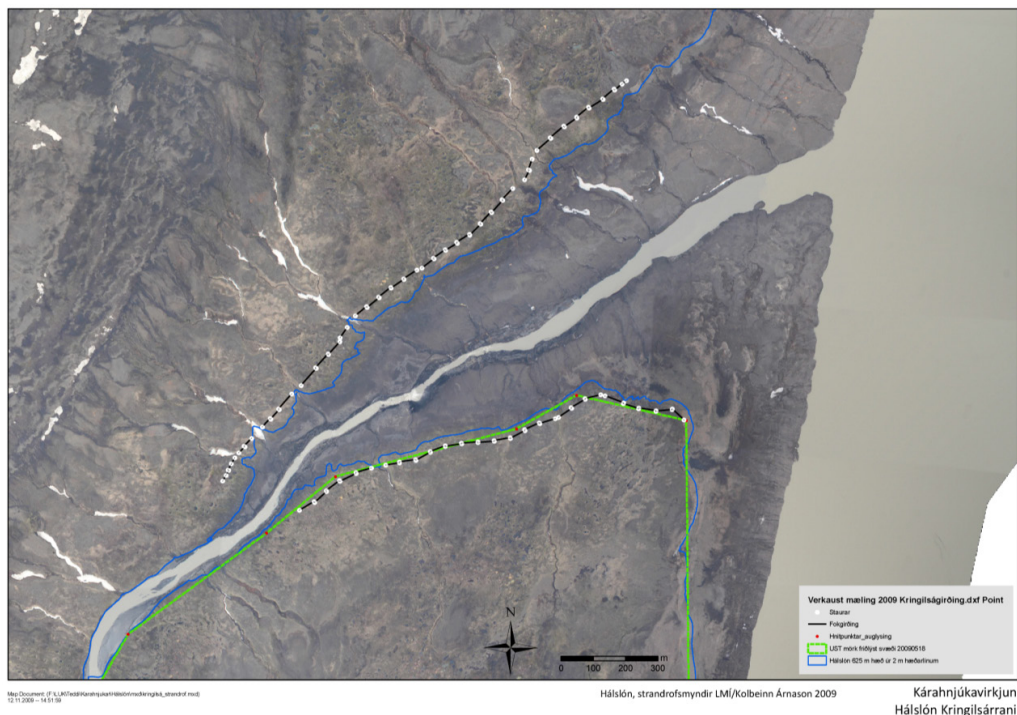


Mynd 16 Óli Grétar Metúsalemsson stendur við sandbakka sunnan Kringilsár sumarið 2008.

Víðast á vesturströndinni er stöndin svo brött og væntanlegt sandfok það lítið að bakkarnir sem myndast hafa í hæð efstu lónstöðu stöðva sandfokið, nema í Sauðárdal, við Kringilsá og Gljúfrakvísl.

Á vesturströnd Háslóns er ekki gert ráð fyrir vegagerð, þannig að við áfoksvarnir með ströndinni var ekki hægt að beita aðgerðum sem krefjast notkunar vinnuvéla. Sumarið 2008, fyrsta sumarið sem ströndin var á þurru, kom í ljós að við Kringilsá hafði safnast saman mikill sandur, sem gæti fokið inn á gróður. Þar sem friðlandið í Kringilsárrana er sunnan árinna var enn mikilvægara en ella að setja þar upp fokgirðingu eins fljótt og kostur var. Efnid í girðinguna var að mestu flutt að vetrarlagi yfir í Kringilsárrana, þar sem Kringilsá er einungis fær stórum vinnutækjum áður en sumarvatn fer í hana. Sumarið 2009 var gengið frá fokgirðingum beggja megin Kringilsár. Norðan Kringilsár er girðingin 1,7 km löng og sunnan hennar 1,2 km. Ekki hefur ennþá reynt á virkni þessara girðinga.

Næsta sumar er ætlunin að gera tilraun með að nota jarðvegsbindiefni til að binda sandinn efst á ströndinni, þannig að minna reyni á fokgirðingarnar ef kemur til aftakaveðra.



Mynd 17 Loftmynd af Kringilsá þar sem hún fellur í Háslón. Á bökkum hennar hefur Kringilsá hlaðið upp miklum sandi.

Tilraunasáning á melgresi og styrking gróðurs

Landsvirkjun hefur staðið fyrir tilraunasáningum á melgresi, fyrst í samstarfi við Landbúnaðarháskólanum á Hvanneyri og síðar með Landsgræðslunni með viðamikilli sáningartilraun sem enn er í gangi.

Styrking gróðurs við Háslón byrjaði sumarið 2009 og hefur Landgræðslan valið þau svæði sem á að styrkja.

Tilraunir með sáningu melgresis

Melgresi hefur reynst mjög vel í baráttu við sandfok. Ekki er fyrir hendi reynsla af sáningu melgresis í svo mikilli hæð sem landið kringum Háslón er. Hluti af gróðurtilraunum Lbhí sem hófust við Háslón árið 2002 voru tilraunir með sáningu melgresis og var því sáð í mel á Hálsi. Melurinn þarf foksand til að geta þrifist og þar sem fok var ekkert á svæðinu heppnaðist sáningin ekki eins og til var ætlast.

Landgræðslan hefur nú með höndum þriggja ára tilraunaverkefni sem miðar að því að leita hagkvæmsta leiða við að koma melgresi til á bökkum Háslóns. Um tvær aðskildar tilraunir er að ræða; sáningartilraun og vökvunartilraun. Notað var melfræ frá Hallgeirsey og háfjallamelgresisfræ sem safnað var af fjalllendinu norðvestan Háslóns.

Fyrri hluti sáningartilraunarinnar var haustsáning sem var gerð haustið 2008. Vegna vökvunartilraunarinnar sem hófst sumarið 2009 var búinn til áfoksgeiri með því að aka sandi á svæði þar sem melgresinu var sáð.



Mynd 18 Vökvunarbúnaður á tilraunareit fyrir melgresissáningu. Sauðafell í baksýn.

Hluti sáningarsvæðisins var vökvaður reglulega yfir sprettutímam sítastliðið sumar. Fyrstu niðurstöður sýna að auðvelt er að koma melgresi til á melum við Háslón með því að fella fræið vel niður í jarðveginn að hausti ásamt áburðargjöf. Hins vegar á eftir að koma í ljós hver vetrarafföll verða á plöntunum. Meginn tilgangur þessara melgresisrannsókna er að kanna hvort unnt er að stöðva framrás áfoksgeira, sem berst inn á gróið land í aftakaveðri með því að sá melgresi í hann. Gert er ráð fyrir að þessum rannsóknum ljúki árið 2011.

Uppgræðsla við Háslón

Árið 2009 var gróður styrktur með áburðargjöf á 255 ha svæði austan við Háslón (sjá mynd 19). Markmiðið var að koma þar til staðargróðri er gæti tekið við hugsanlegu áfoki upp úr Háslóni þegar vatnsborðsstaða þess væri lág. Landgræðsla ríkisins hafði umsjón með verkinu. Borið var 200 kg/ ha af 23-12 (N-P) áburði. Landgræðsla ríkisins var eftirlits aðili og tók út dreifigæði á áburðardreifurum verktaka fyrir dreifingu og fylgdist síðan með framkvæmd verksins.

Síðastliðið haust var árangur skoðaður af starfsmönnum Landgræðslunnar. Gróður hafði tekið ágætlega við sér og var jafn yfir að líta sem bendir til þess að áburðardreifingin hafi tekist vel.

Landsvirkjun mun endurtaka áburðardreifinguna sumarið 2010 með minni skammti, 170 kg/ha. Einnig verður borið á nýtt svæði, u.þ.b. 100 ha með 200 kg áburðar/ha. Endanleg staðsetning þess hefur ekki verið ákveðin en Landgræðslan leggur til að svæði verði valin norðaustan og austan við uppgræðslusvæðið frá 2009 (sjá mynd 19).



Dreifingarsvæði við Háslón 2010

0 250 500 750 1.000 m



Landgræðsla ríkisins, JÚRÓ feb. 2010. Grunnmynd SPOT 2007 ©LMI

Mynd 19

Mótvægisáðgerðir vegna uppfoks

Almennt

Í úrskurði umhverfissráðherra eru ekki gerðar kröfur til þess að Landsvirkjun stöðvi uppfok jarðvegs frá strönd Hálslóns. Í stjórnarsýslukæru Landsvirkjunar dagsettri 4. september 2001 (Stjórnarsýslukæra. Greinargerð um efnislega þætti, 4. september 2001) segir á bls. 8: „Rykbindingu er beitt sem neyðarvarnaraðgerð ef hætta er á að sandur byrji að fjúka í miklu magni og ef silt sem liggur á lónströndinni nær að brotna upp og hætta er á að verulegt mistur skapist“.

Í úrskurði ráðherra (Umhverfissráðuneytið. Úrskurður. Reykjavík 20. desember 2001) er fjallað um þessi áform Landsvirkjunar á bls. 81, þar sem segir: „Framkvæmdaaðili hyggst sprauta vatni á afmörkuð svæði á ströndinni til þess að minnka áfok og rykmyndun. Þessi aðferð verður notuð í sterkum vindi og þurrki. Rykbindingu verður beitt sem neyðarvarnaraðgerð ef hætta er á að sandur byrji að fjúka í miklu magni og ef silt sem liggur á lónströndinni nær að brotna upp og hætta er á að verulegt mistur skapist. Að áliti ráðuneytisins er þetta raunhæf mótvægisáðgerð fyrir afmörkuð svæði, t.d. vikur, þar sem finefni safnast fyrir“.

Í úrskurði ráðherra er þannig tekið á afdráttarlausan hátt undir hugmyndir Landsvirkjunar um að beita rykbindingu sem einni af mótvægisáðgerðum gegn rofi.

Frá árinu 2005 hefur Landsvirkjun varið töluverðu fé til þróunar aðferða sem binda jarðveg þannig að hann verði rofþolinn. Eftir þriggja ára vinnu ræður Landsvirkjun nú yfir bindiefninu bikþeytu, sem bindur jarðveginn vel og aðferð til að dreifa því, ef um takmarkað umfang er að ræða. Þessu þróunarverkefni er ekki lokið, en tímabært er að staldra við og meta stöðuna áður en lengra er haldið.

Rétt er í þessu sambandi að hafa í huga þau áform sem voru á umhverfismatstímanum um dælingu efnis af strönd lónsins. Í stjórnarsýslukæru Landsvirkjunar er gert ráð fyrir dælingu 12,5 milljóna rúmmetra jarðvegs af austurströndinni niður fyrir lægstu lónstöðu. Nú eru engin áform að dæla þessum jarðveg niður í lónið enda eru áfoksvarnir með vegagerð á austurströndinni og sandgildrum neðan við veginn mun virkari aðferð til að hindra áfok frá ströndinni. Jarðvegsbinding á svæðum þar sem sandur hefur safnast saman mun tryggja að minna reynir á sandgildrurnar.

Aðgerðir til að hindra uppfok

Til þess að binding jarðvegs geti verið raunhæfur kostur sem mótvægisáðgerð gegn uppfoki þarf að vera fyrir hendi gott bindiefni sem hægt er að dreifa yfir stór svæði á skömmum tíma með litlum tilkostnaði.

Einnig þarf að hafa í huga að jarðvegsbinding getur einnig verið heppileg mótvægisáðgerð gegn áfoki því þótt ætla megi að þær verkfræðilegu áfoksvarnir sem gripið hefur verið til séu nægilegar, kann að vera heppilegt að geta bundið jarðveg á svæðum þar sem fokefni eru í óvenju ríkum mæli. Eins gæti verið heppilegt að rykbinda þau svæði strandarinnar sem í lélegum vatnsárum fara ekki undir vatn vegna þess að í september eru bæði tíðari og meiri stormar en vænta má yfir sumartímann.

Þar sem þekking hérlendis á þessu sviði er takmörkuð var í samráði við Landgræðsluna ákveðið árið 2005 að kanna möguleika þess að fá til ráðgjafar erlendan sérfræðing á þessu sviði. Fyrir milligöngu Björns Sigurbjörnssonar f.v. framkvæmdastjóra hjá FAO kom Olivier Berney

sérfræðingur hjá FAO hingað til lands í ágúst 2005 og kynnti sér aðstæður og skilaði greinargerð sem fjallaði um hvernig hindra mætti rof á strönd Háslóns með vökvun.

Sveinn Runólfsson landgræðslustjóri og Björn Sigurbjörnsson gerðu síðan í framhaldi af greinargerð Berneys tillögur um hvaða möguleika skyldi skoða varðandi jarðvegsbindingu strandarinnar ([Hefting áfoks úr Háslóni með vökvun lónstæðis, LV-2006/049](#)).

Olivier Berney kom aftur í ársbyrjun 2007 og skilaði skýrslu ásamt Óla Metúsalemssyni (Verkfræðistofu Austurlands) og Birni Jóhanni Björnssyni (Jarðfræðistofunni Stuðli) þar sem gerðar voru tillögur um aðferðir sem reyna skyldi ([Mitigating wind erosion around Háslón reservoir by irrigation, LV-2007/30](#)).

Árið 2007 fóru fram tilraunir á vegum Landgræðslunnar í Gunnarsholti þar sem prófaðar voru sérstakar dælur Rainstar sem notaðar eru erlendis til vökvunar í landbúnaði. Fenginn var sérfræðingur frá Þýskalandi til að veita ráð um val á tækjabúnaði til vökvunar. Einnig fóru fram prófanir á nokkrum bindiefnum í Gunnarsholti, sem síðan voru reynd á jökulleir úr Skaftá.

Árið 2008 fóru fram tilraunir við Háslón með jarðvegsbindingu á ströndinni upp af Desjarárstíflu með vökvun og notkun bindiefnisins Flobond. Tækjabúnaður var sérstaklega lagaður að aðstæðum og bindiefninu. Í ljós kom að vökvun er ekki raunhæfur kostur ein og sér. Þá hafði Flobond bindiefnið ýmsa galla. Notaðar voru bæði Rainstar dreifisprautur og traktorar er drógu tanka með sérstökum dreifibúnaði við verkið.



Mynd 20 Slöngukefli Rainstar dreifarans fyrir miðri mynd. Vinstra megin er traktor með haugsugu.



Mynd 21 Dreifisprauta Rainstar dreifarans. Slöngukeflið dregur dreifisprautuna til sín.



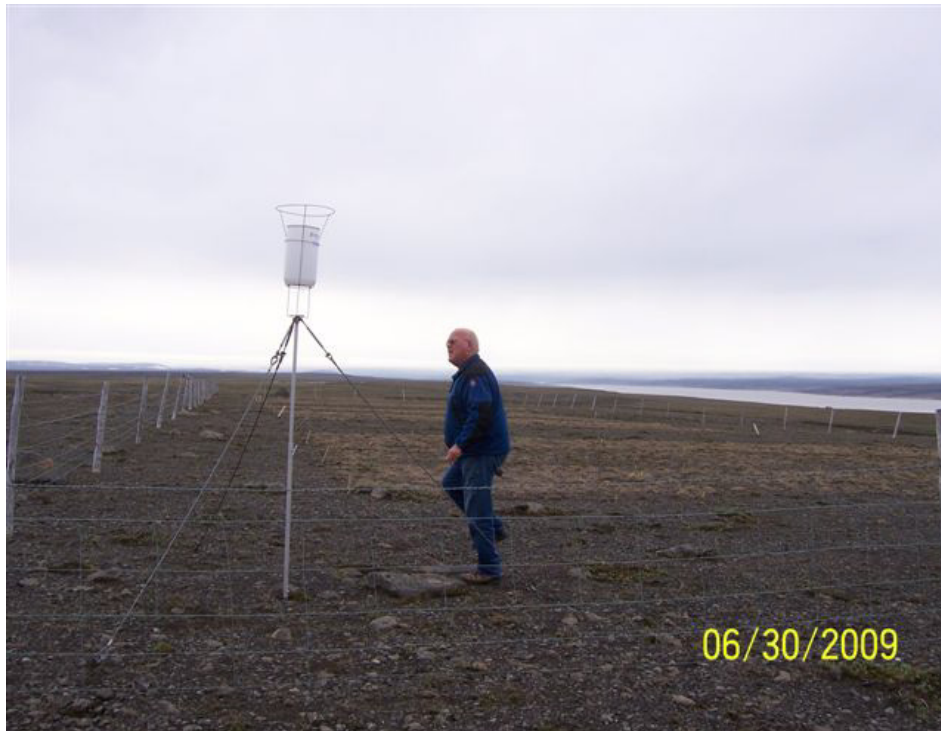
Mynd 22 Rykbindiefni dreift með traktor sem búinn er sérstökum dreifara.

Vorið 2009 voru gerðar umfangsmiklar tilraunir með bindiefni á Landeyjasandi. Þau tvö bindiefni sem best reyndust í tilrauninni voru bikþeyta og efnið „Soiltac“. Verð bikþeytunnar var mun lægra en verð Soiltac efnisins og var horfið frá frekari notkun þess, þrátt fyrir að það hefði ótvíræða bindigetú. Við tilraunir við Háslón reyndust engin vandkvæði við að dreifa bikþeytunni

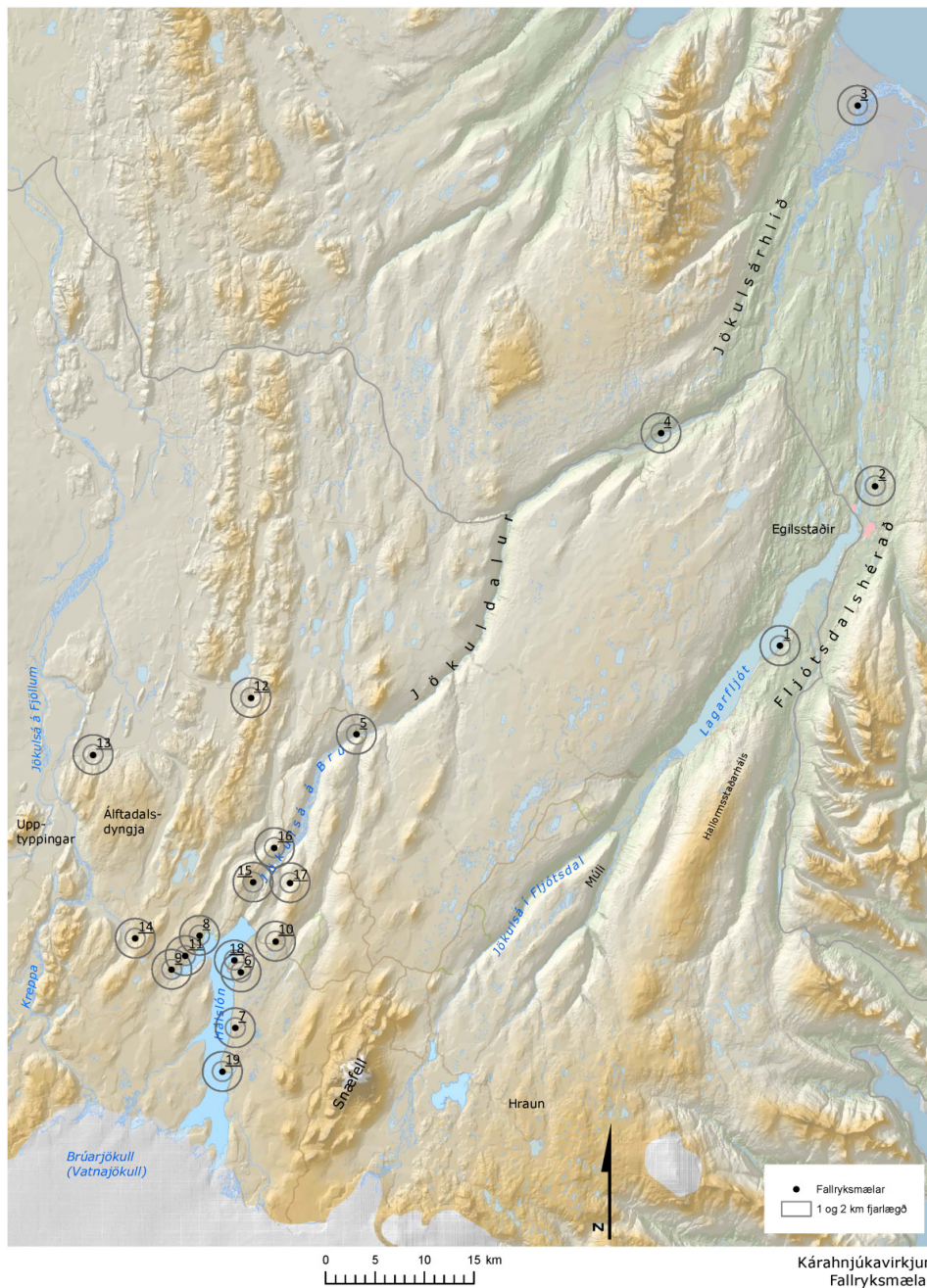
og hún batt jarðveginn það vel að hann hreyfðist ekki við þau veður sem voru á svæðinu sl. sumar. Heilbrigðisstofnun Austurlands gaf leyfi til þess að bikþeytan væri notuð til tilrauna og hefur nú gefið leyfi til notkunar hennar næsta sumar.. Kostnaður við að dreifa bindiefnum og þar með talið bikþeytunni er hins vegar hár eða um 360 þús/ha.. Efniskostnaður vegna bikþeytunnar er 80 þús/ha. Þegar hinn háí kostnaður við dreifinguna er skoðaður verður að hafa í huga að mest áhersla hefur verið lögð á að leysa ýmis tæknileg atriði varðandi aðlögun tækjabúnaðar að verkefninu, en segja má að þau séu nú leyst. Þá hafa verið prófuð mörg bindiefni, sem krefjast mismunandi verklags.

Mælingar á fallryki

Mælingar á fallryki hafa ekki farið fram hér á landi utan þéttbýlis. Landsvirkjun ákvað að hefja mælingu á fallryki árið 2005 með því að setja upp 12 svokallaða fallryksmæla sömu gerðar og notaðir hafa verið af Umhverfisstofnun til mælinga á fallryki á Sauðárkróki og Höfn í Hornafirði. Þessum mælum hefur síðan verið fjölgað og eru þeir nú 19 talsins.



Mynd 23 Hreggviður Jónsson umsjónarmaður mælinga hugar að fallryksmæli á Hálsi.



Mynd 24 Kort sem sýnir staðsetningu mælanna. Ytri hringurinn sem dreginn er kringum hvern mæli hefur 2 km radius.

Á mánaðarfresti eru krukkurnar (sem sjá má á mynd 23) tæmdar og sá jarðvegur sem sest hefur í krukkuna viktaður. Þessar mælingar gefa okkur upplýsingar um hversu mikið svifryk hefur fallið í hvern mæli. Með því að skoða hvaða vindáttir hafa verið í hvassviðrum í mánuðinum má sjá hvaðan svifrykið hefur borist í mælinn.

Mikilvægast er að skoða hve mikið fallryk hefur mælst í kringum Háslón. Árið 2008 mældist fallryk lítið á öllum mælistöðvum á Háslónssvæðinu og alltaf undir $1,5 \text{ g/m}^2$. Á árinu 2009 var mælum á Háslónssvæðinu fjölgað. Mældist fallryk þar þá mest $3,2 \text{ g/m}^2$.

Ef mæligildi er undir 5 g/m^2 er svifrykið í það litlum mæli að það er skaðlaust fyrir heilsu manna.

Rofbakkar

Í kærri Landsvirkjunar til umhverfisráðherra er gert ráð fyrir að rofverja sandbakkann milli Sauðafells og Kringilsár (Stjórnsýslukæra. Greinargerð um efnislega þætti. 4. september 2001, bls. 7). Ekki er tímabært að fara í þá aðgerð fyrr en komið er á jafnvægisástand. Í sumar voru bakkar grjótvarðir á nokkrum kafla á austurströndinni til að verja sandgildirnar.



Mynd 25 Rofvörn strandbakkans á Hálsi neðan við sandgildirnar.

Útlit er fyrir að bakkavörnin verði einfaldara verk en vænta mátti í upphafi vegna þess að víðast er nægt grjót á ströndinni neðan bakkans þar sem jarðvegurinn hefur hreinsast í burtu.

Mat á áfoki og uppfoki frá strönd Háslóns á næstu árum

Almennt

Síðustu tvö sumur hefur uppfok af strönd Háslóns verið skráð af starfsmönnum Landsvirkjunar. Bæði þessi sumar hefur fyrri hluta sumars verið mjög stillt veður, þannig að þau gefa ekki rétta mynd af því sem vænta má varðandi áfok og uppfok frá ströndinni. Ef veðurgögn frá veðurmælingastöðinni við Kárahnjúka á árabílinu 1999 til 2009 eru skoðuð með tilliti til vinds fyrir tímabilið 1. júní til 10. ágúst er sumarið 2009 það stilltasta á mælingatímabilinu. Vindur mælist aldrei yfir 13 m/sek (10 mín meðaltal). Sumrin 2007 og 2008 eru veður einnig stillt, vindhraði fer þá sjaldan yfir 14 m/sek. Sumrin 1999 og 2001 nær mesti vindur 22,4 m/sek. Sumarið 1999 fór vindur 32 sinnum yfir 14 m/sek.

Áfok

Samkvæmt rannsóknum Ólafs Arnalds ([Mælingar á vindrofi á Hólsfjöllum](#). Ólafur Arnalds og Fanney Ósk Gísladóttir) byrjar áfok við 12 m/sek en verður ekki að ráði fyrr en vindur hefur náð 16 m/sek (10 mín meðaltal). Ef vindafar síðustu 10 ára við Háslón er skoðað má ætla að áfoksatburðir séu ekki algengir á tímabilinu 1. júní til 10. ágúst. Fjögur sumur nær vindhraði yfir 20 m/sek og í tvö skiptin er það í lok júlí þegar ströndin er komin að mestu undir vatn. Hins vegar er á tímabilinu 21 skipti þar sem veður er yfir 16 m/sek.

Uppfok

Við Háslón getur verið uppfok af svæðum þar sem jarðvegur er rofnæmur í sáralitlum vindi, en almennt þarf vindur að ná 6 m/sek til þess að uppfoks fari að gæta.

Uppfok af strönd Háslóns hefur verið skráð sumrin 2008 og 2009. Árið 2008 var vart við uppfok í 7 daga í júní og 20 daga í júlí. Árið 2009 var vart við uppfok 10 daga í júní og 18 daga í júlí. Alls var því vart við á þessu 122 daga tímabili eitthvað uppfok í 55 daga, þar af var voru 5 dagar þar sem skyggni við Kárahnjúkastíflu var minna en 3 km.

Þeirri spurningu hefur verið varpað fram hversu mikið strönd Háslóns bæti við uppfokssvæði á Norðausturlandi.

Vestan við Háslón á vatnasvæði Jökulsár á Fjöllum eru mikil uppfokssvæði. Þessi svæði hafa verið ráðandi fyrir það mikla moldrok og mistur sem algengt er á Norðausturlandi þegar hversir að sumarlagi.

Í fyrirlestri Ólafs Arnalds um íslensk sandfokssvæði ([Íslensk sandfokssvæði og áfok](#). Ólafur Arnalds Lbh) bendir Ólafur á strandsvæði Háslóns „geti valdið miklu mistri í þurrum vindum, en stærð þess er þó mun minni en Dyngjusandur“

Mikilvægt er að á næstu árum verði reynt að meta hversu stórt uppfokssvæði strönd Háslóns er miðað við uppfokssvæði í nágrenninu.

Í meðalári er stærð strandar Háslóns um 35 ferkílómetrar í maílok, en í byrjun júlí hefur ströndin minnkað um 6 ferkílómetra. Í júlí minnkar ströndin hratt og í lok júlí eru einungis 5 ferkílómetrar hennar á þurru. Hvassviðri eru mun algengari seinni part sumars, en í júní og júlí.

Victor Helgason jarðfræðingur hefur notað loftmyndir til að sjá megin upptök moldroks á Norðausturlandi. Þessi aðferð getur með tímanum orðið mjög gagnleg til að átta sig á hversu mikil áhrif uppfokið af strönd Háslóns hefur.

Vöktun strandar með tilliti til rofs

Vöktun strandarinnar á næstu árum

Almennt má segja að könnun strandarinnar síðustu tvö sumur hafi leitt í ljós að mikill breytileiki er milli sambærilegra svæða og aðstæður geta breyst mikið milli ára.

Það er því mjög mikilvægt að vöktunin beinist með markvissum hætti að þeim atriðum sem nauðsynlegt er að afla upplýsingum um vegna áfoksvarna.

Hér eru gerðar eftirfarandi tillögur um vöktun:

- Um leið og ísa hefur leyst af ströndinni þarf að fara meðfram henni allri og kanna hvort myndast hafa nýir uppfoksstaðir þar sem setja þarf upp áfoksvarnir eða styrkja þær sem eru fyrir. Heppilegt hefur reynst að nota litla flugvél frá Egilsstöðum, til að gera forkönnun á ástandinu. Mikilvægt er að verktaki sé til reiðu til þess að gera þær mótvægisáðgerðir án tafa, vegna þess að áfoksvarnanna er þörf strax, en ekki einum eða tveimur mánuðum seinna þegar ströndin er komin undir vatn.
- Til að fá heildarmynd af breytingum á ströndinni er heppilegast að taka loftmyndir. Á síðasta sumri var tekin loftmynd af ströndinni með ljósmyndabúnaði sem notaður er við ljósmyndun vegna hreindýratálninga. Ef þessi ljósmyndun fer fram þegar ströndin er orðin þurr er hægt að lesa í grófum dráttum efnisgerðir á yfirborði.
- Gera þarf sérstaka vöktunaráætlun um svæðið kringum Kringilsá vegna mikilvægis þess svæðis.
- Mæld hafa verið snið á nokkrum stöðum umhverfis lónið. Með því að mæla sömu sniðin á t.d. þriggja ára fresti fæst ágæt mynd af efnisflutningum niður ströndina.
- Myndataka að ákveðnu marki af sérstökum aðstæðum eða þróun. Nauðsynlegt er að myndatöku sé í hóf stillt og myndir skráðar í gagnasafn.

Verkefnishópur

Verkefnishópur hefur fylgist með því hvernig strönd Háslóns hefur þróast og ákveðið hvernig brugðist skuli við þróuninni með mótvægisáðgerðum til verndar gróðrinum. Hópurinn vinnur nú að aðgerðaráætlun sem miðar að því að fyrir hendi sé búnaðir sem nota megir til mótvægisáðgerða í stórveðrum. Þá þarf hópurinn að ákveða hvernig eigi að þróa frekari áfoksvarnir á grundvelli þess árangurs sem þegar er búið að ná.

Sérstaklega þarf að huga að Kringilsárrana vegna hins erfða aðgengis sem er að því svæði og þeirra takmarkanna sem er á öllum framkvæmdum við friðlandið.

Mikilvægur hluti af starfi hópsins verður að sjá um miðlun upplýsinga til fulltrúa stjórnvalda og fjölmiðla og greiða aðkomu þessara aðila að vettvangi atburða.

Framkvæmdir næsta sumars

Síðast liðið sumar var lokið við að setja áfoksvarnir á þeim svæðum sem útreikningar Vatnaskila sýna að þeirra sé þörf. Ekki voru settar áfoksvarnir þar sem halli strandarinnar og bakkar lónsins mynda „náttúrulega“ áfoksvörn.

Næsta sumar þarf að treysta varnirnar og jafnframt undirbúa fyrstu björgunaraðgerðir ef varnirnar bresta.

Hér verða talin helstu verkefni sem eru nú til skoðunar. Verkefnunum verður síðan raðað í forgangs röð.

- 1) Þar sem veruleg sandsvæði eru á ströndinni þarf að skoða hvort ekki sé heppilegra að binda sandinn eða hindra á annan hátt að hann fjúki í sandgildrunar heldur en að það þurfi að moka honum úr sandgildrunum og síðan „farga“ honum eftir stórviðri.
- 2) Í stórviðrum getur það bæði gerst að varnirnar reynist ekki nægilegar eða að sandur fjúki inn á gróður þar sem ekki voru settar upp varnir. Landsvirkjun þarf því að hafa tilbúnað aðgerðir til að stöðva frekara sandfok þegar svona atburðir eiga sér stað og síðan endurheimta gróðurlendið sem sandurinn hefur farið inná. Tilraunir með ræktun melgresis benda til þess að hægt verði að nota melgresi í þessum tilgangi, en einnig er nauðsynlegt að til reiðu séu tæki til að dreifa bikþeytu á sandfrontinn þannig að hann stöðvist og hreinsa burtu sandinn.
- 3) Þar sem aðgengi að áfokssvæðunum við Kringilsá er sérstaklega erfitt þarf að hafa í hendi flutningatæki og búnað þannig að hægt sé að bregðast við ef núverandi áfoksvarnir reynast ófullnægjandi. Einnig er eðlilegt að styrkja áfoksvarnirnar enn frekar á komandi árum t.d. með því að tvöfalda foggirðingarnar. Þróa þarf léttan og meðfærilegan búnað til nota við fyrstu aðgerðir. Þá þarf að vera mögulegt að flytja tækjabúnað á staðinn til að hreinsa foksand frá foggirðingunum eftir áfoksveður. Finna þarf hvaða flutningsmáti með tækin yfir í Kringilsárrana er heppilegastur, en notkun þyrfluverður vandlega skoðuð.
- 4) Meta þarf hversu stór svæði þarf að rykbinda til þess að rykbindingin geti haft veruleg áhrif á „moldrok“ næst mannvirkjunum við Háslón og hvað sú aðgerð kostar.

Niðurstöður

Strönd Háslóns hefur verið á þurru í tvö sumur. Framkvæmdum við virkjunina er lokið og verður unnið að lokafrágangi svo sem sáningu í nokkur athafnasvæði næsta sumar. Það er því komið að þeim tímamótum að Fljótsdalsstöð taki við rekstri Háslóns, sem m.a. felur í sér ábyrgð á vöktun strandar og nauðsynlegum mótvægisáðgerðum.

Ekkert bendir til annars en að þær áfoksvarnir sem búið er að koma upp séu fullnægjandi, en þær þurfa viðhalds og viðbóta kann að vera þörf í framtíðinni.

Þörf á uppfoksvörnum verður að meta sérstaklega með hliðsjón af þeim árangri sem náðst hefur í tilraunum undanfarinna ára.

Mikilvægt er að við vöktun strandarinnar verði tekið mið af þeirri reynslu sem tekist hefur að afla á síðustu sumrum og stofnaður verði viðbragðshópur til að takast á við þær aðstæður sem myndast kunna í stormi á svæðinu.

Heimildaskrá

Hefting áfoks úr Háslóni með vökvun lónstæðis, LV-2006/049.

Íslensk sandfokssvæði og áfok. Ólafur Arnalds Lbhl.

Mitigating wind erosion around Háslón reservoir by irrigation, LV-2007/30.

Mælingar á vindrofi á Hólsfjöllum. Ólafur Arnalds og Fanney Ósk Gísladóttir.

Rannsóknir á virkni fokgirðinga. Lokaskýrsla. LV-2007/111.

Reikningur á vindrofi á bökkum Háslóns, LV-2007/017.

Stjórnsýslukæra. Greinargerð um efnislega þætti, 4. september 2001.

Stjórnsýslukæra. Greinargerð um efnislega þætti, 4. september 2001, bls. 7.

Umhverfissráðuneytið. Úrskurður. Reykjavík 20. desember 2001.

Uppfok ryks og áfoks sands af bökkum Háslóns, 2007.

Uppfok ryks og sands af bökkum Háslóns, LV-2004/18.

Uptakasvæði áfoks norðan Vatnajökuls. Sigmar Metúsalemsson og Ólafur Arnalds. Handrit.

Kort af Háslóni

