LV-2014-121

Landsvirkjun

Vöktun á áfoki í Kringilsárrana

Lykilsíða

Landsvirkjun

Skýrsla LV nr: LV-2014-121 **Dags:** nóvember 2014

Fjöldi síðna: 18 **Upplag:** Rafræn **Dreifing:**
- [x] **Birt á vef LV**
- [ ] **Opin**
- [ ] **Takmörkuð til**

Titill: Vöktun á áfoki í Kringilsárrana

Höfundar/fyrirtæki: Jóhann Þórsson og Ágústa Helgadóttir / Landgræðsla ríkisins

Verkefnisstjóri: Árni Óðinsson

Unnið fyrir: Landsvirkjun

Samvinnuaðilar:

Útdráttur: Að beiðni Landsvirkjunar var settur upp búnaður til að hægt væri að fylgjast með tíðni og, eftir föngum magni, áfoks frá lónstæði Hálslóns og inn á Kringilsárrana. Settar voru upp þrjár mælistöðvar sem byggja á Sensit kornateljurum ásamt hita- og vindmælum.
Ríkjandi vindáttir og landslag ræður miklu um líkur á áfoki. Sumarið 2014 mældist lítið áfok á tveimur stöðvum en talsvert á þeirri þriðju. Þar mældist áfok sem nam allt að 1,2 t m-1 sem telst umtalsvert. Einungis þurfti vind sem nam 4 m s-1 sem til að áfok hæfist.

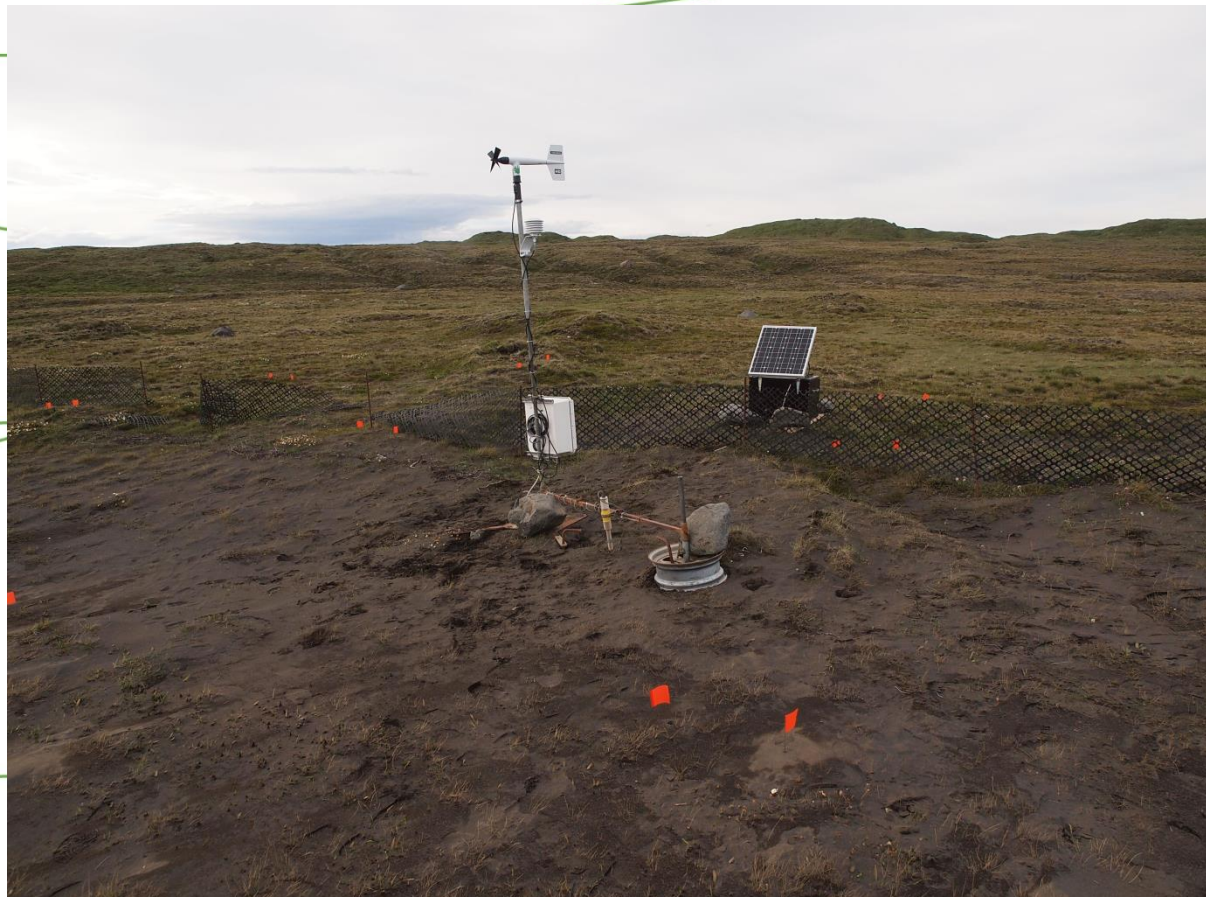
Nauðsynlegt er að fylgjast með framvindu á þessum svæðum.

Lykilorð: Hálslón, Kringilsárrani, áfok, vöktun á áfoki.

ISBN nr:

Samþykki verkefnisstjóra Landsvirkjunar

Vöktun á áfoki í Kringilsárrana



Landgræðsla ríkisins 2014

Lr 2014/28

LANDGRÆÐSLA RÍKISINS

Skýrsla nr.: LR-2014/28 **Blaðsíður:** 18 **Dagsetning:** 26. nóv. 2014

Heiti: **Vöktun á áfoki í Kringilsárrana**

Höfundar: Jóhann Þórsson og Ágústa Helgadóttir

Ljósmyndir: Jóhann Þórsson

Verkefnisstjóri: Sveinn Runólfsson

Unnið fyrir: Landsvirkjun

Útdráttur: Að beiðni Landsvirkjunar var settur upp búnaður til að hægt væri að fylgjast með tíðni og, eftir föngum magni, áfoks frá lónstæði Hálslóns og inn á Kringilsárrana. Settar voru upp þrjár mælistöðvar sem byggja á Sensit kornateljurum ásamt hita- og vindmælum.

Ríkjandi vindáttir og landslag ræður miklu um líkur á áfoki. Sumarið 2014 mældist lítið áfok á tveimur stöðvum en talsvert á þeirri þriðju. Þar mældist áfok sem nam allt að 1,2 t m^{-1} sem telst umtalsvert. Einungis þurfti vind sem nam 4 m s^{-1} sem til að áfok hæfist.

Nauðsynlegt er að fylgjast vel með framvindu á þessum svæðum.

Efnisorð: Hálslón, Kringilsárrani, áfok, vöktun á- áfoki.

Sveinn Runólfsson

Undirskrift verkefnisstjóra

Efnisyfirlit

1. Inngangur 3
2. Eðli áfoks 4
3. Búnaður og uppsetning 4
4. Frumniðurstöður 8
   4.1 Veðurfar 8
   4.2 Áfok 10
5. Samantekt 16
6. Þakkir 17
7. Heimildir 18

Kortaskrá

Kort 1. Kringilsárrani og nágrenni. Rauðu svæðin eru áfokssvæði eins og þau eru tilgreind í skýrslu um Úttekt og mælingar á áfoki við strönd Hálslóns *(Elín Fjóla Þórarinsdóttir o.fl., 2014, sjá kort 3). Svartir krossar (A, B, C) sýna staðsetningu mælistöðva. Athugið að umfang foksvæða er ýkt á kortinu.* 5

Myndaskrá:

Mynd 1. Uppsettur mælibúnaður á mælistöðvunum þremur sem sýndar eru á korti 1. Bókstafir á myndum (A, B, C) vísa til mælistöðva. Mynd neðst til hægri sýnir tengingar í tækjaskáp. 7

Mynd 2. Tíðni og stefna vindátta á mælistöðvum A, B og C (8. júlí til 14. október 2014). Suðlægar áttir voru ríkjandi á öllum þremur mælistöðvunum. 8

Mynd 3. Lofthiti (°C), loftraki (%) og jarðvegshiti (°C) á mælistöðvum A, B og C. Gröfin sýna 10 mínútna meðaltöl á tímabilinu 8. júlí til 14. október 2014. Lárétt svört lína markar 0° C og blá ör bendir á 1. september þegar lónið fór á yfirfall. 9

Mynd 4. Mælipúlsar (slög á tímaeiningu) og vindhraði (m s^{-1}) á mælistöðvum A, B og C sumarið 2014. Gröfin sýna 10 mínútna heildartalningar (slög) og 10 mínútna meðaltöl (vindhraði) tímabilið 8. júlí til 14. október 2014. Eins og sjá má þá mettast fokmælingarnar við 8000 mælipúlsa (sjá mælistöð C), þá skiptir búnaðurinn sjálfkrafa yfir í örari skráningar sbr. mynd 5. Ör bendir á 1. september þegar lónið fór á yfirfall. Vinsamlega gætið að því að y – kvarðarnir fyrir mælipúlsa eru ekki eins. 11

Mynd 5. Efra graf: Mælipúlsar (slög á tímaeiningu) á mælistöð C þegar skráningartíðni hafði aukist sökum mikils foks. Greina má allt að níu stormtímabil. Ör bendir á 1. september þegar lónið fór á yfirfall. Neðri gröf: Mælipúlsar (slög á tímaeiningu) og vindhraði (m s^{-1}) á mælistöð C þann 28. júlí (neðra graf til vinstri) og 24. september 2014, einnig á mælistöð C (neðra graf til hægri. Öll gröfin sýna 1 mínútu heildartalningar (slög) og 1 mínútu meðaltöl (vindhraði). Sjá einnig töflu 2. 12

Mynd 6. Mælistöð C. Glögglega sést hversu mikill sandur hefur borist upp úr fjöruborðinu og inn á gróið land. Staðsetning mælistöðvarinnar sem var sett þarna upp er sýnd með „X“. 14

Mynd 7. Fjöldi mælipúlsa (1 mín. meðaltöl) á mælistöð C sem fall af meðalvindraða fyrir allt mælitímabilið, 8. júlí til 14. október 2014. Þegar meðalvindhraði nær 4 m s^{-1} þá byrjar sandfoks að gæta. 14

Töfluskrá:

Tafla 1. Búnaður mælistöðva í Kringilsárrana 6

Tafla 2. Stormarnir 28. júlí og 24. september 2014. Glögglega má sjá hversu mikill munur er á foki eftir mælistöðvum, stöð C sker sig greinilega úr hvað fokmagn snertir. Notaður er stuðullinn 0,020 til að reikna efnismagn út frá fjölda mælipúlsa (Ólafur Arnalds og Fanney Ósk Gísladóttir, 2009). 13

1. Inngangur

Veturinn 2013 – 2014 óskaði Landsvirkjun eftir því að Landgræðsla ríkisins setti upp mælibúnað í Kringilsárrana til að hægt væri að vakta áfok frá lónsstæði og inn á gróið land. Beiðni Landsvirkjunar kom í kjölfar úttektar sem unnin var sumarið 2013 þar sem kom í ljós að áfok var til staðar á nokkrum svæðum við strönd Kringilsárrana (Elín Fjóla Þórarinsdóttir og Guðrún Schmidt, 2013). Búnaðurinn var settur upp samhliða skráningu á áfoki við strönd Hálslóns, sjá Elín Fjóla Þórarinsdóttir o.fl. (2014).

Settar voru upp þrjár mælistöðvar, tvær á strandsvæðum þar sem hafði orðið vart áfoks og ein inni á rofsvæði þar sem ástæða þótti til að fylgjast með fokefnum.

Markmið verkefnisins er að safna grunnupplýsingum um tíðni áfoks á fyrrgreindum svæðum við strönd Hálslóns, og jafnframt reyna að fá mat á efnismagn áfoksins.

Forritun og undirbúningur gagnastokka (e. dataloggers) var gerð af starfsmönnum Landgræðslunnar, Ágústu Helgadóttur, Þorsteini Kristinssyni og Jóhanni Þórssyni í júní 2014. Mælibúnaðurinn var settur upp í Kringilsárrana í júlí 2014 af starfsmönnum Landgræðslunnar, Jóhanni Þórssyni, Þorsteini Guðjónssyni og Tómasi Tómassyni.

2. Eðli áfoks

Í aftakaveðrum getur orðið gríðarlegt vindrof, oft vegna staðbundinna aðstæðna. Þetta kom berlega í ljós eftir Eyjafjallajökulsgosið 2010. Þar voru dæmi um svæði þar sem miklir vindstrengir sköpuðust og mikið gjóskufok varð. Á slíkum svæðum rofnaði allt að 70% gróðurþekjunnar sem til staðar var vegna vindrofsins (Jóhann Þórsson, óbirtar niðurstöður). Slík afmörkuð rofsvæði geta jafnframt orðið upptakasvæði umfangsmikillar jarðvegseyðingar.

Fokefni berast með þrennskonar hætti; með skriði (e. creep), með stökkhreyfingum (e. saltation) og með svifi (e. suspension) (Ólafur Arnalds, 1996). Fokefni sem berast með skriði og svifi mælast treglega með þeim búnaði sem hér er notaður, en stökkkorn mælast á hinn bóginn mjög vel. Stökkkorn eru mikilvirkust í vindrofi og mæling á þeim gefur því glögga mynd af eðli vindrofs á hverjum stað og tíma.

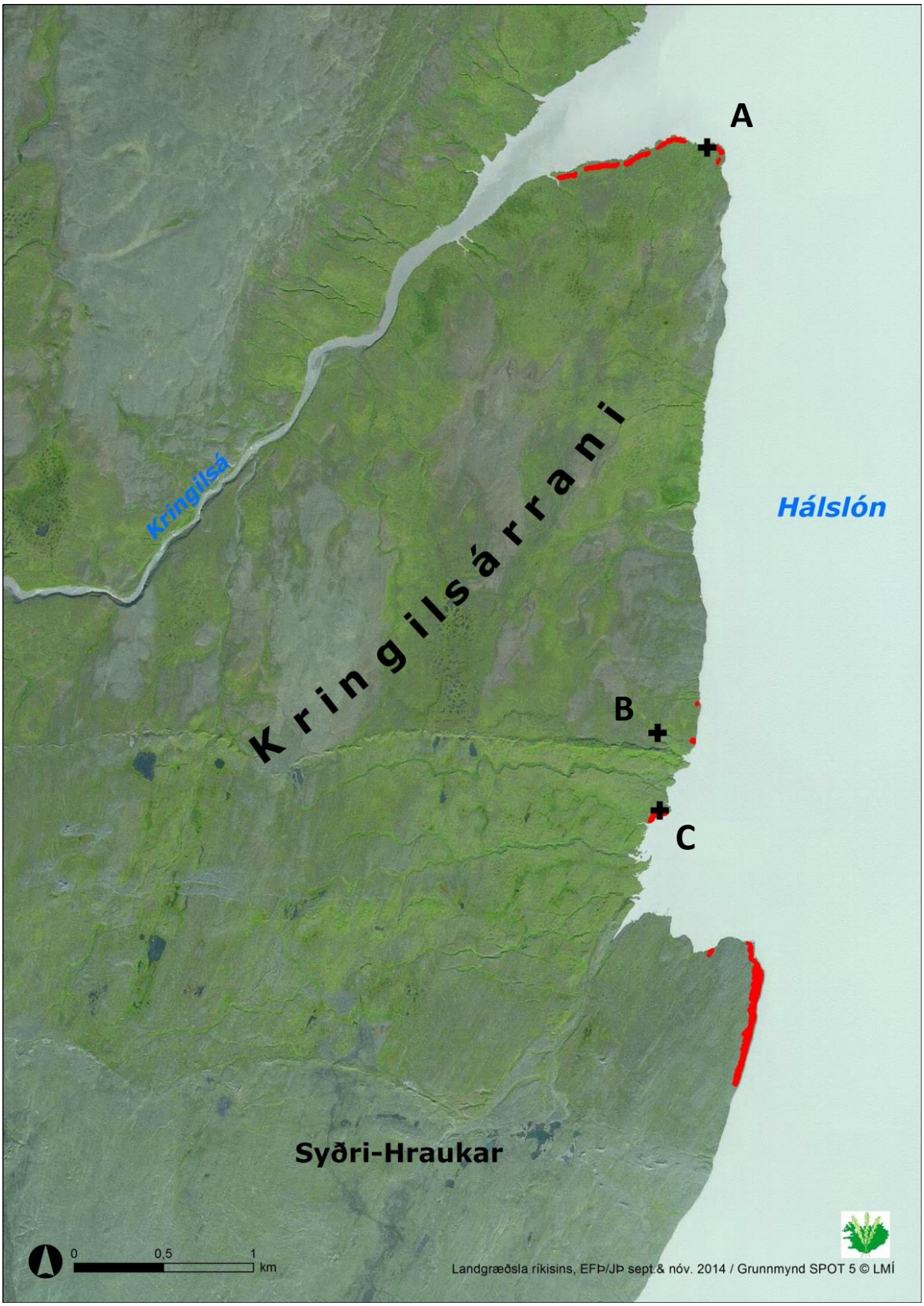
Þættir sem hafa áhrif á fok jarðvegsefna eru þrír: Framboð fokefna, samheldni fokefna og vindstyrkur. Hálendi Íslands einkennist af skertri gróðurhulu og því er þar mikið framboð fokefna. Þau losna hins vegar ekki nema þau verði fyrir krafti sem er stærri en bæði þyngdarkraftur þeirra og þeir samloðunarkraftar sem binda jarðvegskornin saman eða við yfirborðið. Hætta á foki minnkar í úrkomu vegna þess að vatnið bæði þyngir jarðvegskornin og eykur einnig samloðun þeirra.

Rofmáttur fokefna fer annars vegar eftir stærð þeirra og hins vegar hraða og er því hliðstæður skriðþunga agnanna (eða $p = m * v$, þar sem p er skriðþungi, m er massi og v er hraði). Þessu til viðbótar eykst rofmáttur með auknum hrjúfleika fokefnisins.

Sá búnaður sem settur var upp í Kringilsárrana er sérhannaður til að mæla stökkkorn. Hann sýnir við hvaða vindstyrk fok hefst og í hvaða vindátt. Jafnframt sýnir hann við hvaða loftrakastig fok á sér stað og við hvaða jarðvegshita. Þanning er hægt að átta sig á hvort úrkoma var þegar fok átti sér stað og hvort jarðvegsyfirborð var frosið en hvorutveggja eru þættir sem hafa áhrif á fok jarðvegsefna.

3. Búnaður og uppsetning

Settar voru upp þrjár mælistöðvar, tvær á strandsvæðum þar sem áfoks hafði orðið vart og ein á rofnu svæði rétt norðan Hrauka, sjá kort 1. Strandmælistöðvarnar tvær voru annars vegar settar upp nyrst á Kringilsárrana, nærri Kringilsárfossi og hins vegar í vík sunnan Hrauka. Á báðum þessum stöðum hafði orðið vart áfoks sumarið 2013 (Elín Fjóla Þórarinsdóttir og Guðrún Schmidt, 2013). Við val búnaðarins var horft til fyrri reynslu og rekstraröryggis. Landgræðslan og Landbúnaðarháskóli Íslands hafa notað sambærilegan búnað með góðum árangri um árabil. Búnaður mælistöðvanna er tilgreindur í töflu 1.



Kort 1. *Kringilsárrani og nágrenni. Rauðu svæðin eru áfokssvæði eins og þau eru tilgreind í skýrslu um* Úttekt og mælingar á áfoki við strönd Hálslóns *(Elín Fjóla Þórarinsdóttir o.fl., 2014, sjá kort 3). Svartir krossar (A, B, C) sýna staðsetningu mælistöðva. Athugið að umfang foksvæða er ýkt á kortinu.*

Tafla 1. *Búnaður mælistöðva í Kringilsárrana*

Gagnastokkur (e. Datalogger)	Campbell[1] CR-3000
Mótald	Westermo[2] GDW-11 GSM/GPRS
Tækjaskápur	Campbell ENC 12/14
Vindstefnu- og hraðamælir	R.M. Young[1] 05108 HD
Lofthita- og rakamælir	Campbell CS215
Skýli fyrir lofthita- og rakamæli	Campbell 41303-5A
Kornateljari	Sensit[3] H14-LIN[*]
Jarðvegshitamælir	Campbell 107-L

[*] *Afgreiðsla teljaranna dróst úr hömlu svo ekki reyndist unnt að setja búnaðinn upp með Sensit H14-LIN kornateljurum eins og fyrirhugað var. Uppsetning þeirra bíður næsta sumars. Til bráðabirgða eru notaðir teljarar af eldri gerð, Sensit H11B.*

Vindmæli var komið fyrir í 2,5 m hæð frá jörðu en lofthita- og rakamæli í 2 m hæð. Mæliflötur kornateljarans var hafður í 10 sm hæð. Sú hæð var valin með tilliti til reynslu Ólafs Arnalds og Fanneyjar Ó. Gísladóttur frá fokmælingum á Hólsfjöllum, 2002 – 2004 (Ólafur Arnalds og Fanney Ósk Gísladóttir, 2009). Loks var jarðvegshitamæli komið fyrir 5 sm neðan jarðvegsyfirborðs. Mælibúnaðurinn gerir kleyft að fylgjast með vindstefnu og –hraða, lofthita og –raka, tíðni fokagna (sandkorna) á tímaeiningu og hitastigi í jarðvegi. Jafnframt er hægt að tengjast mælistöðvunum í gegnum GSM símakerfið til að sækja gögn úr gagnastokkunum. Búnaðurinn er knúður með 60 W sólarspegli sem hleður 115 Ah rafgeymi. Mynd 1 sýnir mælistöðvarnar uppsettar.

Gagnastokkarnir voru forritaðir til að skrá gögn á tvennskonar hátt. Annars vegar á 10 mín fresti undir venjulegum kringumstæðum:

Vindhraði:	10 mín meðaltal ásamt staðalfráviki (m s^{-1})
Mesti vindur:	Mesta hviða á 10 mín tímabili (m s^{-1})
Vindstefna:	10 mín meðaltal ásamt staðalfráviki (°)
Lofthiti:	10 mín meðaltal ásamt staðalfráviki (°C)
Loftraki:	10 mín meðaltal (°C)
Kornatalningar:	10 mín heildartalning (mælipúlsar)
Jarðvegshiti:	10 mín meðaltal ásamt staðalfráviki (°C)

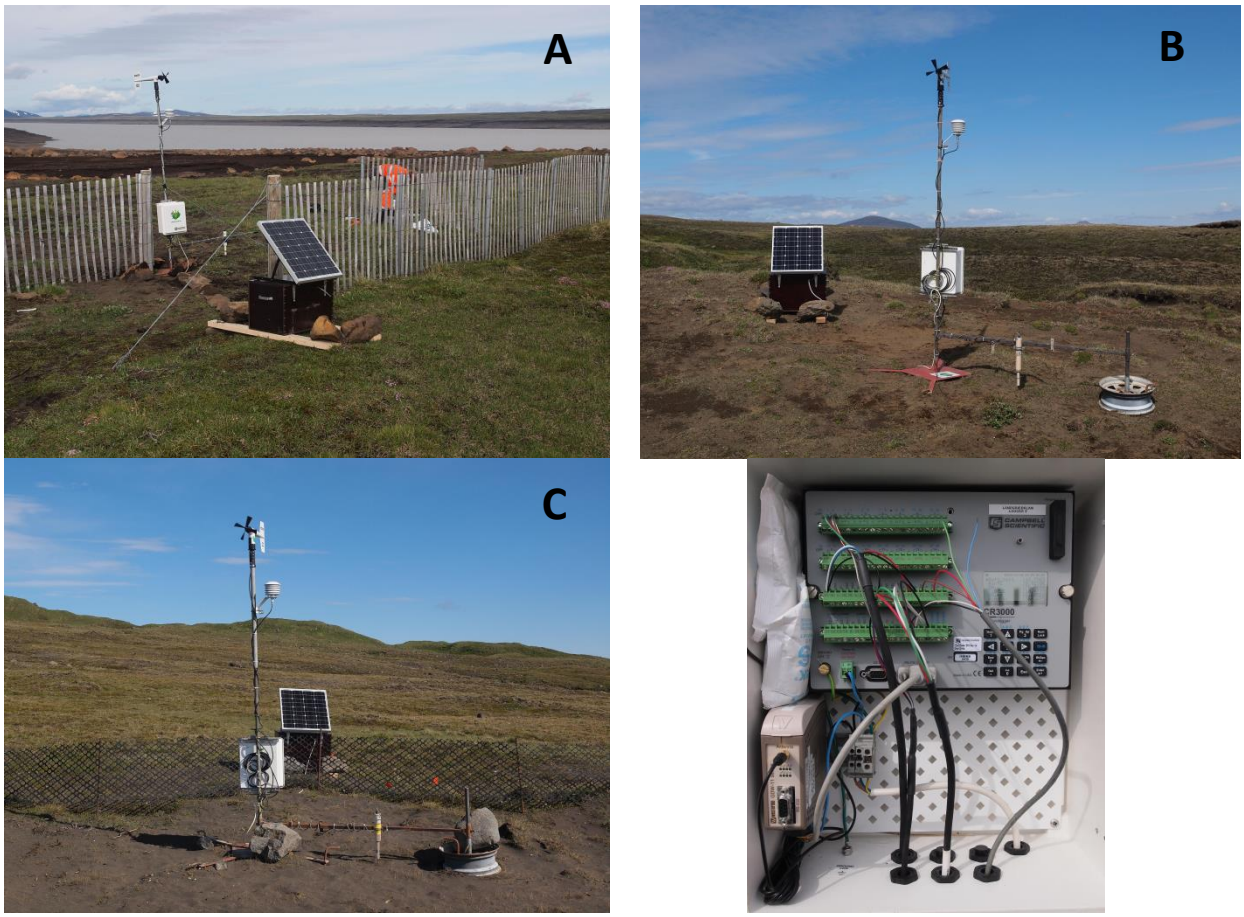
Við aukinn vindstyrk og aukið fok þá var tíðni skráninga hins vegar aukin til að koma í veg fyrir „mettun“ mælinemanna (sjá skýringar við mynd 4**)**:

Vindhraði:	1 mín meðaltal ásamt staðalfráviki (m s^{-1})
Mesti vindur:	Mesta hviða á 1 mín tímabili (m s^{-1})
Vindstefna:	1 mín meðaltal ásamt staðalfráviki (°)
Kornatalningar:	1 mín heildartalning (mælipúlsar)

Skráningar lofthita, loftraka og jarðvegshita voru óbreyttar.

[1] Campbell Scientific Inc., 815 West 1800 North Logan, Utah 84321-1784, USA. http://www.campbellsci.com
[2] Westermo Teleindustri AB, SE-640 40 Stora Sundby, Sweden. http://www.westermo.com
[3] Sensit Inc., 1652 Plum Ln. Suite 106, Redlands, CA 92374, USA. http://www.sensit.com

Áfoksmælingar með hliðstæðum búnaði og hér er notaður hafa verið stundaðar um alllangt skeið á Íslandi (Ólafur Arnalds o.fl., 2001; Fanney Ó. Gísladóttir o.fl., 2005; Ólafur Arnalds og Fanney Ósk Gísladóttir, 2009; Elín Fjóla Þórarinsdóttir og Ólafur Arnalds, 2012; Ólafur Arnalds o.fl., 2013).



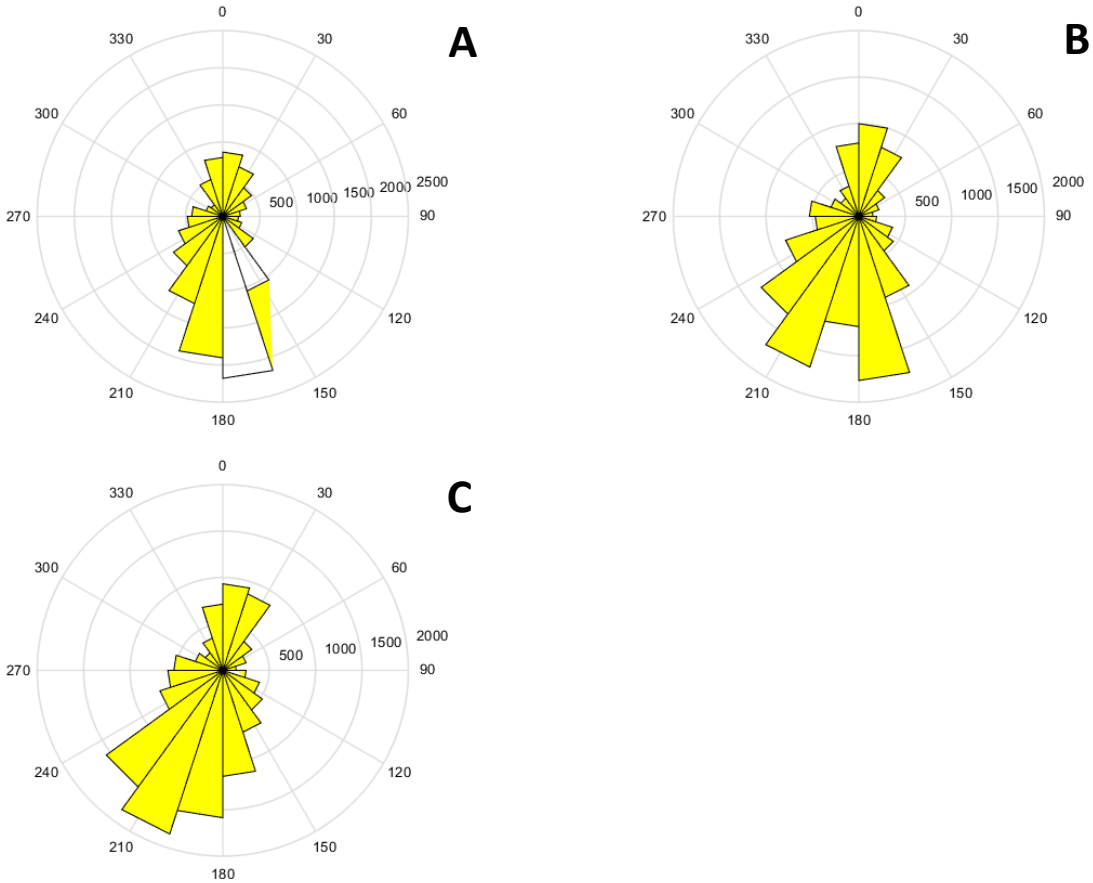
Mynd 1. *Uppsettur mælibúnaður á mælistöðvunum þremur sem sýndar eru á korti 1. Bókstafir á myndum (A, B, C) vísa til mælistöðva. Mynd neðst til hægri sýnir tengingar í tækjaskáp.*

4. Niðurstöður sumars 2014

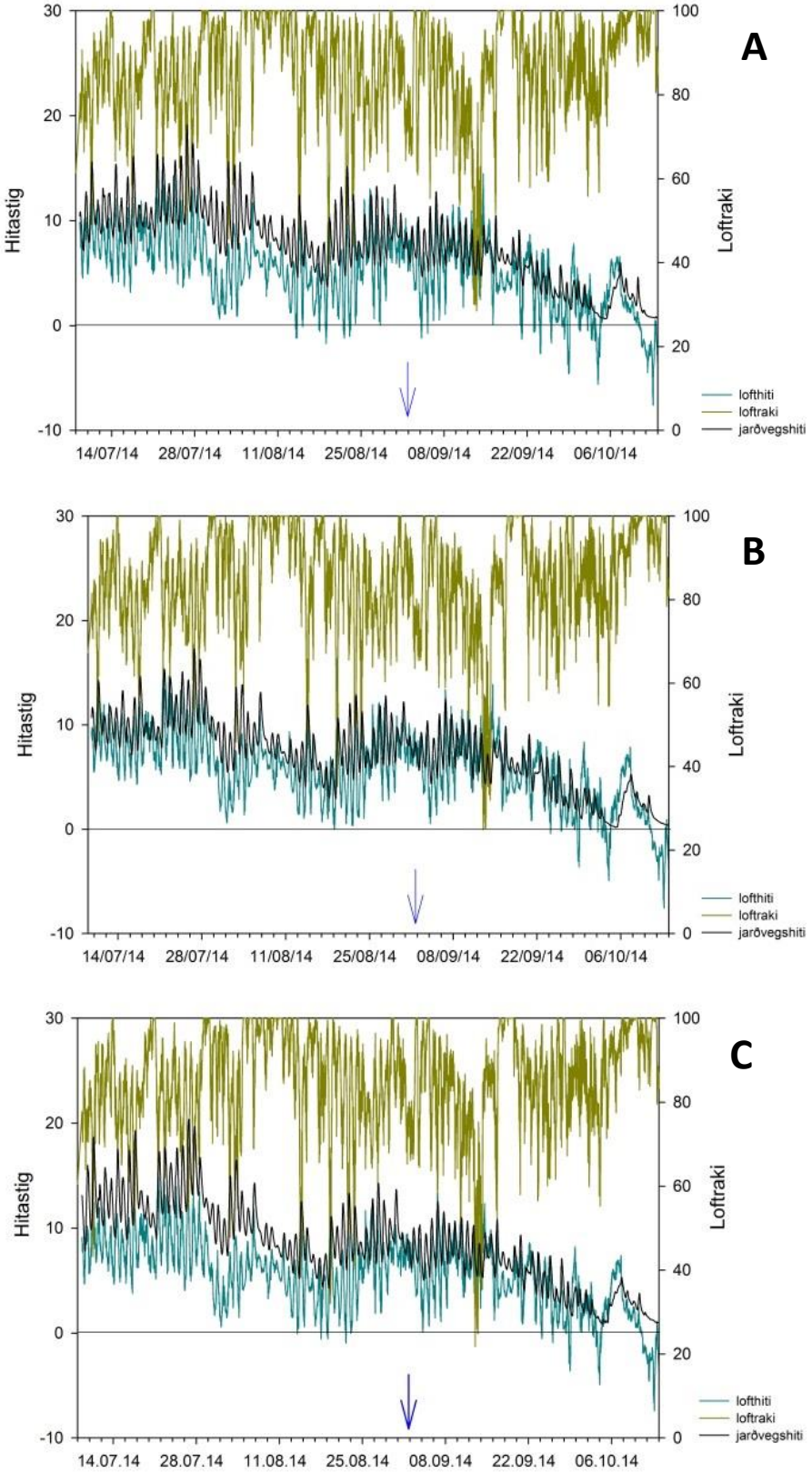
Mælibúnaðinum var komið fyrir dagana 8. júlí (mælistöðvar A og C) og 9. júlí (mælistöð B). Gögnum var safnað frá þeim tíma og framyfir 1. september 2014 þegar lónið fór á yfirfall (Landsvirkjun, 2014).

4.1 Veðurfar

Suðlægar áttir voru ríkjandi á mælitímabilinu sbr. mynd 2. Lítill loftraka- og hitamunur var á milli mælistöðvanna eins og búast má við vegna nálægðar þeirra. Jarðvegshiti var einnig mjög sambærilegur (mynd 3).



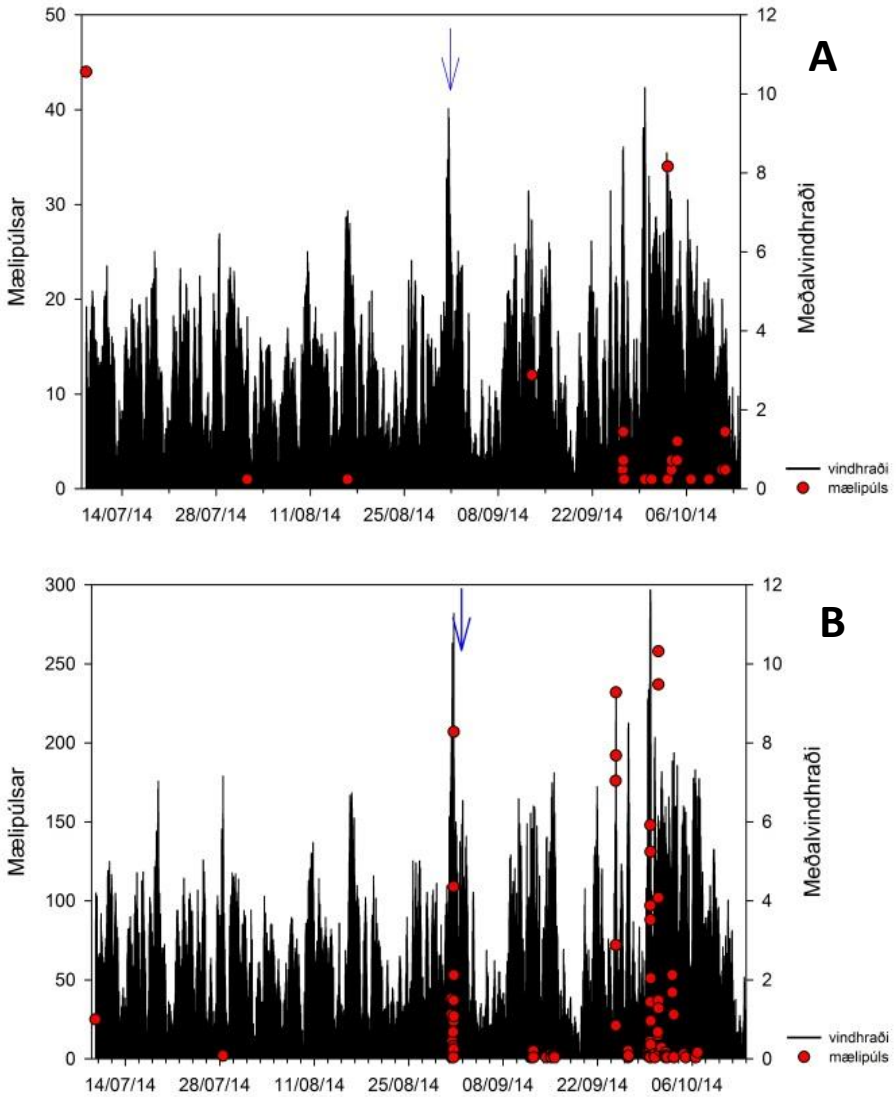
Mynd 2. *Tíðni og stefna vindátta á mælistöðvum A, B og C (8. júlí til 14. október 2014). Suðlægar áttir voru ríkjandi á öllum þremur mælistöðvunum.*



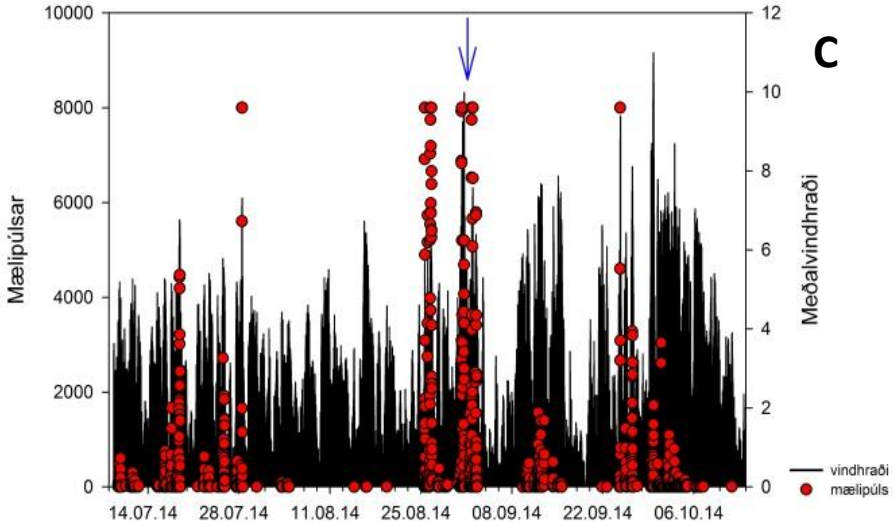
Mynd 3. *Lofthiti (°C), loftraki (%) og jarðvegshiti (°C) á mælistöðvum A, B og C. Gröfin sýna 10 mínútna meðaltöl á tímabilinu 8. júlí til 14. október 2014. Lárétt svört lína markar 0° C og blá ör bendir á 1. september þegar lónið fór á yfirfall.*

4.2 Áfok

Mjög lítið fok mældist á mælistöð A, nyrst á Kringilsárrana. Talsvert fok mældist á mælistöð C og örlítið á mælistöð B (mynd 4**)**. Mælistöð C er við vík sem opnast móti suðri og liggur því beint við ríkjandi áttum á mælitímabilinu, sbr. mynd 2, öfugt við mælistöð A sem er á norðurströnd Kringilsárranans. Mælistöð B er á rofnu landi um 200 m frá strönd lónsins miðað við hæstu vatnsstöðu.

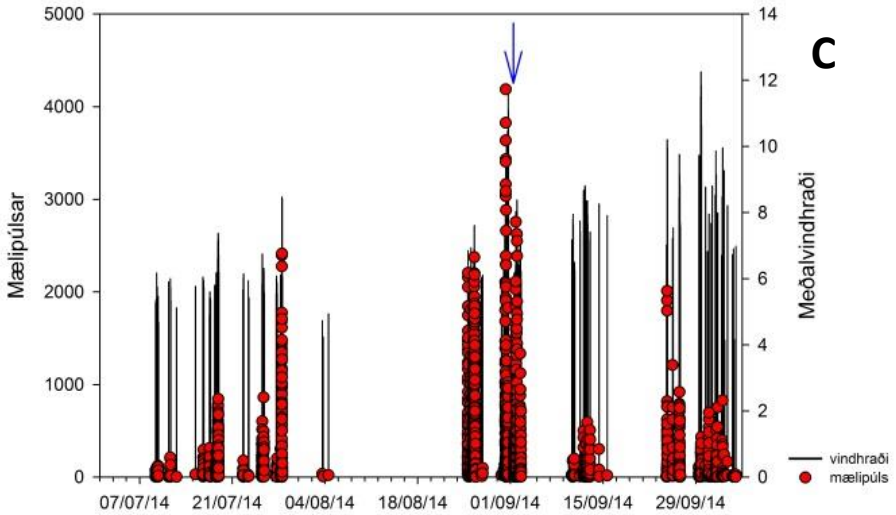


Mynd 4. *Framhald á næstu síðu.*

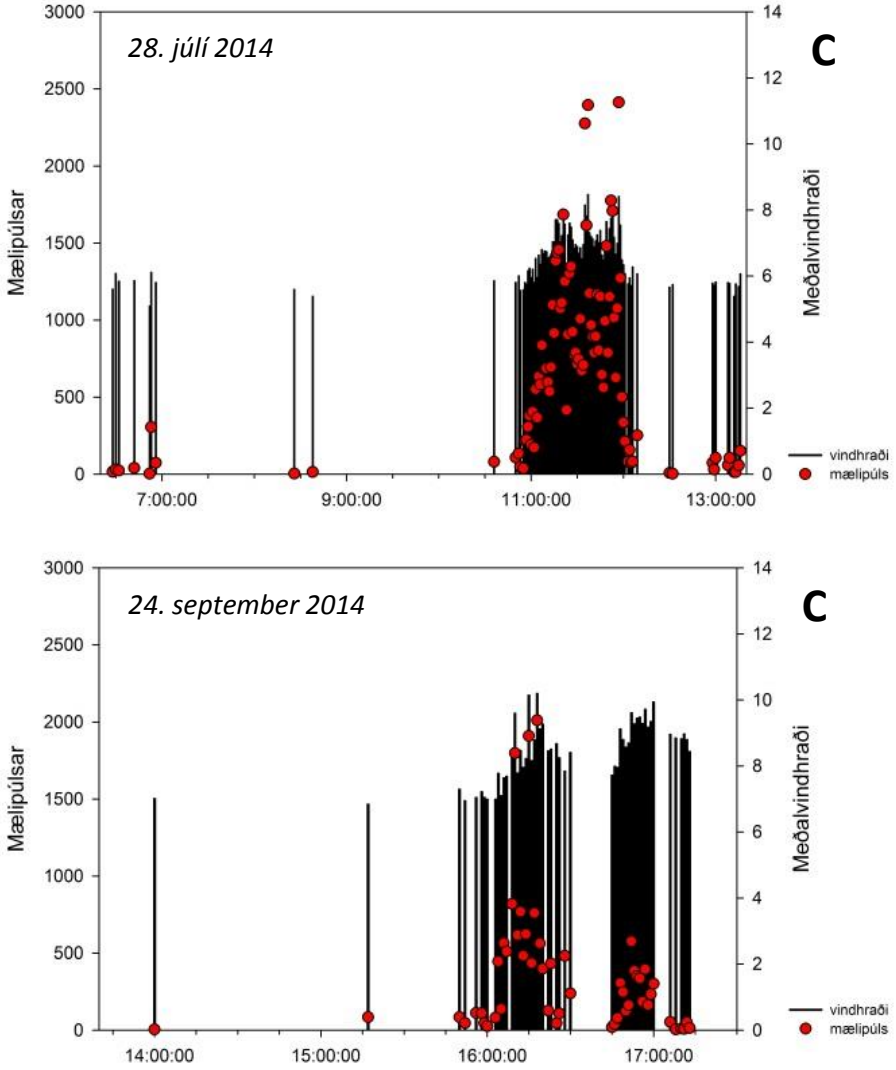


Mynd 4. *Mælipúlsar (slög á tímaeiningu) og vindhraði (m s^{-1}) á mælistöðvum A, B og C sumarið 2014. Gröfin sýna 10 mínútna heildartalningar (slög) og 10 mínútna meðaltöl (vindhraði) tímabilið 8. júlí til 14. október 2014. Eins og sjá má þá mettast fokmælingarnar við 8000 mælipúlsa (sjá mælistöð C), þá skiptir búnaðurinn sjálfkrafa yfir í örari skráningar sbr. mynd 5. Ör bendir á 1. september þegar lónið fór á yfirfall. Vinsamlega gætið að því að y – kvarðarnir fyrir mælipúlsa eru ekki eins.*

Greina má allt að níu stormtímabil á mælistöð C eins og sést á mynd 5 (efsta graf). Þar sjást þau tímabil þegar skráningartíðni jókst vegna aukins foks (> 8000 mælipúlsar 10 mín^{-1}). Neðri gröfin á mynd 5 sýna sértaklega tvo storma, 28. júlí annars vegar (graf í miðju) og 24. september hins vegar (neðsta graf). Þegar seinni stormurinn gekk yfir þá var lónið komið á yfirfall svo það er ljóst að slíkir atburðir eru ekki eingöngu vegna beins efnisflutnings úr fjöruborði. Gerð er ítarlegri grein fyrir þessum tveimur foktímabilum í töflu 2.



Mynd 5. *Framhald á næstu síðu.*



Mynd 5. *Efra graf: Mælipúlsar (slög á tímaeiningu) á mælistöð C þegar skráningartíðni hafði aukist sökum mikils foks. Greina má allt að níu stormtímabil. Ör bendir á 1. september þegar lónið fór á yfirfall. Neðri gröf: Mælipúlsar (slög á tímaeiningu) og vindhraði (m s^{-1}) á mælistöð C þann 28. júlí (neðra graf til vinstri) og 24. september 2014, einnig á mælistöð C (neðra graf til hægri. Öll gröfin sýna 1 mínútu heildartalningar (slög) og 1 mínútu meðaltöl (vindhraði). Sjá einnig töflu 2.*

Allar aðstæður voru hagstæðar fyrir sandfok á mælistöð C, bæði veðurfarið sem einkenndist af þurrum sunnanáttum og lega strandarinnar þarna sem liggur beint við vindinum og því barst fokefni auðveldlega úr fjöruborði lónsins og inn á gróið land.

Ólafur Arnalds og Fanney Ósk Gísladóttir hafa birt niðurstöður umfangsmikilla fokmælinga sem gerðar voru á Hólsfjöllum á árunum 2002 - 2004 (Ólafur Arnalds og Fanney Ósk Gísladóttir, 2009). Þar er birtur stuðull sem má nota til að áætla fok gróflega út frá kornateljaramælingum. Miðað við hann þá má gera ráð fyrir að á þeim foktímabilum sem sýnd eru í töflu 2 hafi efnisflutningurinn á mælistöð C jafngilt rúmlega 1,2 t m^{-1} þann 28. júlí en um 0,4 t m^{-1} í storminum 24. september þegar lónið var komið á yfirfall fyrir nokkru.

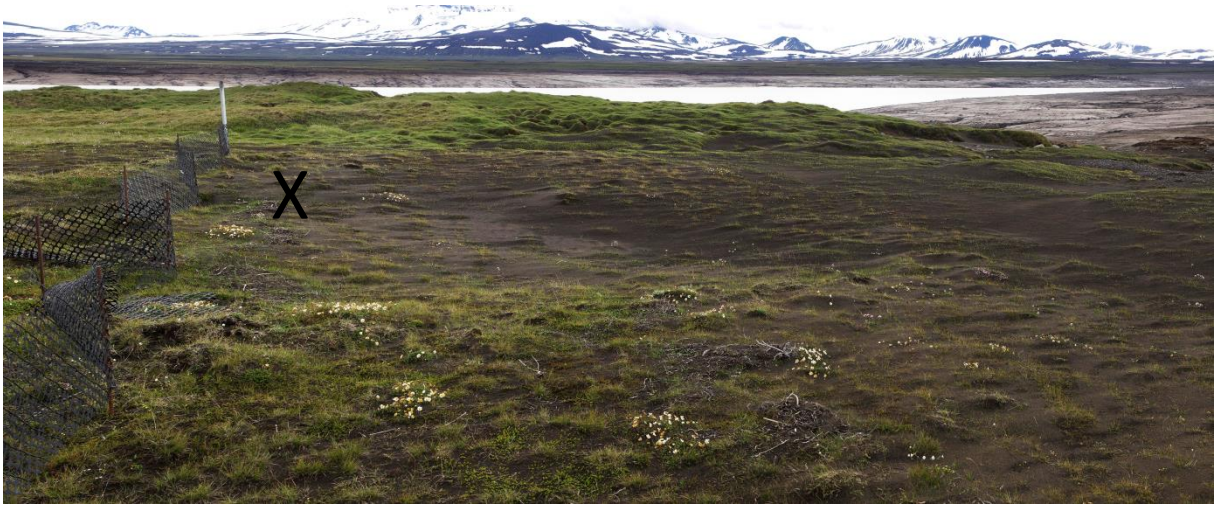
Vegna þess hversu óaðgengilegt svæðið er þá var ókleift að gera magnbundnar mælingar á áfoki. Það krefst þess að notaðar séu fokgildrur sem hægt er að vitja um reglulega til að safna áfoksefnum. Þannig væri hægt að fá nákvæmar upplýsingar um magn áfoksefna og eðli þeirra. Þar sem slíkar upplýsingar liggja ekki fyrir verður að áætla magn fokefnanna út frá öðrum fyrirliggjandi gögnum.

Tafla 2. Stormarnir 28. júlí og 24. september 2014. Glögglega má sjá hversu mikill munur er á foki eftir mælistöðvum, stöð C sker sig greinilega úr hvað fokmagn snertir. Notaður er stuðullinn 0,020 til að reikna efnismagn út frá fjölda mælipúlsa (Ólafur Arnalds og Fanney Ósk Gísladóttir, 2009).

Dags.	Mæli-stöð	Lofthiti	Loftraki	Hámarks-meðal-vindur	Mesta hviða	Jarðvegs hiti	Vindátt	Mælipúlsar	
		°C	%	m s^{-1}	m s^{-1}	°C	°	fjöldi	kg m^{-1}
28.7.2014	A	8,4-13,7	67,3-82,2	6,5	8,1	10,7-14,6	114-189	0	0,0
	B	8,7-13,5	67,6-81,9	7,2	9,3	10,0-12,7	156-176	7	0,1
	C	8,8-13,4	65,1-80,9	7,3	9,7	13,1-15,9	152-182	63323	1266,5
24.9.2014	A	4,5-7,3	72,1 86,9	7,5	10,2	4,2-5,0	148-180	0	0,0
	B	4,8-7,3	71,1-85,0	9,2	11,8	4,5-4,9	159-175	773	15,5
	C	4,7-6,9	72,3-87,0	9,4	11,9	5,7-5,9	160-184	18921	378,4

Efnismagnið sem sýnt er í töflu 2 er byggt á mjög grófum nálgunum og verður að skoða þær í því ljósi. Það er hins vegar áhugavert að bera þær saman við niðurstöður hliðstæðra mælinga frá Hólsfjöllum á árabilinu 2002 – 2004, við Heklu 2008 - 2009 og á Skógaheiði haustið 2010. Á Hólsfjöllum mældust efnisflutningar í stormum frá 5 kg m^{-1} og upp í 312 kg m^{-1} (Ólafur Arnalds og Fanney Ósk Gísladóttir, 2009) en við Búrfell allt að 1.788 kg m^{-1} (Elín Fjóla Þórarinsdóttir og Ólafur Arnalds, 2012). Á Skógaheiði mældust efnisflutningar sem námu um 11.800 kg m^{-1} þegar mest var (Ólafur Arnalds o.fl., 2013). Stormurinn á Skógaheiði var mjög mikill og talinn einn sá mesti sem mælst hefur á Jörðinni. Niðurstöðurnar frá Hólsfjöllum og frá svæðinu við Heklu á hinn bóginn eru væntanlega í takt við það sem má búast við alla jafna á íslenskum rofsvæðum. Mælingarnar frá mælistöð C við Hálslón eru um fjórum sinnum hærri en reikna má með miðað við þessar forsendur en ívið lægri en það sem mældist við Heklu. Anna María Ágústsdóttir (2008) gerði mælingar á sandfoki á Landeyjarsandi á árunum 2004 – 2006. Aðstæður þar eru sennilega hvað sambærilegastar við það sem gerist við strendur Hálslóns með tilliti til eðlis fokefnisins. Þar mældist mjög mikið áfok eða allt að 4.200 kg m^{-1}.

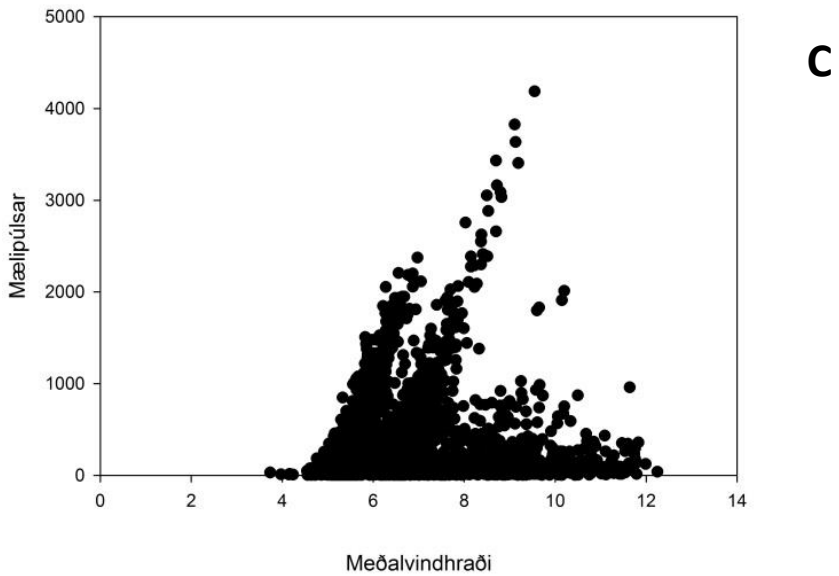
Eins og fram kemur í skýrslu Elínar Fjólu Þórarinsdóttur o. fl. (2014) um áfok við strönd Hálslóns, þá er áfoksgeiri að myndast þar sem mælistöð C var sett upp. Þar eru því mikil fokefni til staðar (mynd 6). Með tilliti til þess, ríkjandi vindáttar sumarið 2014 og þeirra landslagsaðstæðna sem þar eru, þá þurfa þessi háu fokgildi á mælistöð C sumarið 2014 ekki að koma á óvart. Hins vegar ber að hafa í huga að þó efnisflutningarnir á mælistöð C séu umtalsverðir eru þeir hins vegar á mjög afmörkuðu svæði.



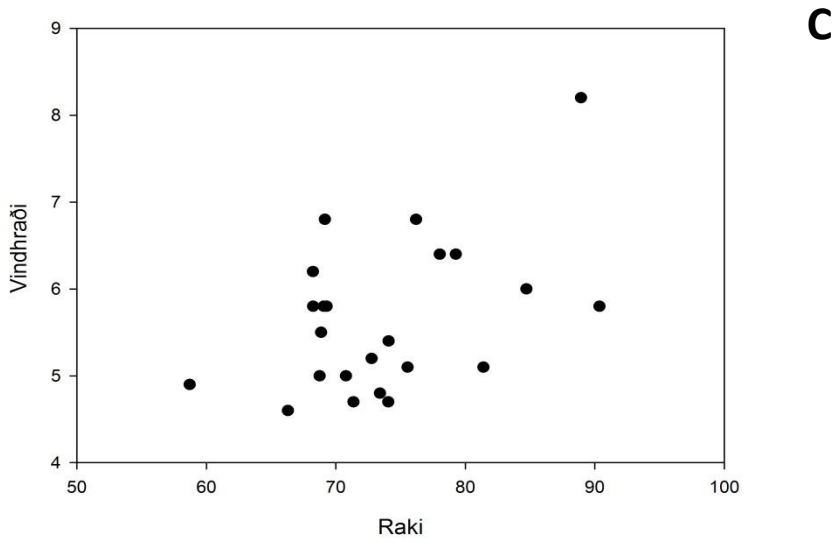
Mynd 6. *Mælistöð C. Glögglega sést hversu mikill sandur hefur borist upp úr fjöruborðinu og inn á gróið land. Staðsetning mælistöðvarinnar sem var sett þarna upp er sýnd með „X“.*

Sérstaklega var skoðað hversu mikinn vind þyrfti alla jafna til að sandfok byrjaði að mælast á mælistöð C sem og við hvaða loftraka það hæfist. Niðurstöðurnar sýndar á myndum 7 og 8.

Alla jafna þarf vindstyrk upp á 4 m s^{-1} til að foks verði vart. Hér er ekki tekið tillit til rakastigs, í mjög blautu veðri þarf meiri vindstyrk til að yfirborðið komist á hreyfingu en ef þurrt er, eins og gerð er grein fyrir í kafla 2 (*Eðli áfoks*). Þetta þröskuldsgildi er mun lægra en mældist á Hólsfjöllum, þar varð foks alla jafna ekki vart nema vindur færi yfir 8 m s^{-1} (Ólafur Arnalds og Fanney Ósk Gísladóttir, 2009) og á svæðinu norðan Heklu þurfti vindur að vera tæplega 10 m s^{-1} til að fok hæfist (Elín Fjóla Þórarinsdóttir og Ólafur Arnalds, 2012) og sama virtist eiga við á Skógaheiði (Ólafur Arnalds o.fl., 2013). Á Landeyjasandi mældist hins vegar sambærilegt þröskuldsgildi eða um og yfir 4 m s^{-1} (Anna María Ágústsdóttir, 2008) og 6,0 m s^{-1} til 8,3 m s^{-1} (Hjalti Sigurjónsson o.fl., 1999).



Mynd 7. *Fjöldi mælipúlsa (1 mín. meðaltöl) á mælistöð C sem fall af meðalvindraða fyrir mælitímabilið, 8. júlí til 14. október 2014. Þegar meðalvindhraði nær 4 m s^{-1} þá byrjar sandfoks að gæta.*



Mynd 8. *Vindhraði (m s^{-1}) sem þarf til að áfok hefjist sem fall af loftraka (%), $p < 0,05$. Byggt á heildargögnum sumarsins 2014 fyrir mælistöð C.*

Nota má samband vindhraða og raka sem sýnt er á mynd 8 til að áætla líkur á áfoki á mælistöð C við ákveðinn vindhraða (mt.t. loftraka) eða við ákveðinn loftraka (m.t.t. vindhraða), sjá jöfnu 1:

$$\text{vindhraði (m s}^{-1}) = 1.57 + 0,06 \times \text{loftraki (\%)} \quad (p < 0,05) \qquad \text{jafna 1}$$

Sambandið sem jafna 1 lýsir er marktækt, $p<0,05$.

5. Samantekt

Áfok í Kringilsárrana er bundið við strandsvæði Hálslóns. Í fjöruborðinu er mikið af seti sem fellur til þegar vatnsstaða er há síðsumars og að hausti. Þegar Ef þessi svæði koma upp síðla vetrar og hlánar þá getur þetta efni farið á hreyfingu. Staðbundnar landslagsaðstæður og ríkjandi vindar hverju sinni ráða því hvert efnið berst eins og sést glögglega á því hversu staðbundin áfokssvæðin eru (kort 1).

Mest fok mældist á mælistöð C, hverfandi foks varð vart á mælistöðvum A og B. Mælistöð C er við áfoksgeira sem er að myndast upp frá fjöruborði lónsins. Sumarið 2014 mældist þar fok sem samsvaraði rúmlega 1,2 t m^{-1} miðað við þær forsendur sem hér eru notaðar. Það verður að teljast mikið en það er jafnframt mjög staðbundið. Lítinn vind þarf til að foks verði vart á mælistöð C. Við um 4 m s^{-1} byrjar að gæta sandfoks þar sem er lágt gildi sé litið til annarra sambærilegra mælinga.

Þó lítið sem ekkert áfok hafi mælst á mælistöðvum A og B þá verður að hafa í huga að sumarið 2014 var sérstakt sökum þess hversu sunnanáttir voru tíðar. Ummerki áfoks eru greinileg á svæðinu þar sem mælistöð A er, svo ljóst er að það á sér þar stað. Afar lítið áfok mældist þar enda er ekki að vænta áfoks nema í hvössum norðanáttum, sem var óalgengt veðurlag sumarið 2014.

Ljóst er að svæðið í kring um mælistöð C er viðkvæmt og að þar er virkt áfok. Nauðsynlegt er að gefa því nánari gætur á næstu árum. Huga þarf að ákvörðun eðliseiginleika fokefnisins til að geta metið magn áfoksins með meiri nákvæmi. Jafnframt ætti að setja upp sjálfvirka myndavélar á mælistöðvunum til að hægt sé að fylgjast með landbreytingum sökum þess hversu óaðgengilegar mælistöðvarnar eru alla jafna.

6. Þakkir

Þorsteinn Kristinsson kerfisstjóri sá um uppsetningu samskiptaprótókolla og tengingar mótalda. Árni Eiríksson sá um uppsetningu rafhleðslubúnaðar og Tómas Tómasson og Þorsteinn Guðjónsson aðstoðuðu við uppsetningu búnaðar og frágang í Kringilsárrana. Eru þeim öllum færðar bestu þakkir fyrir.

7. Heimildir

Ólafur Arnalds, 1996: *Jarðvegsfræði*. Reykjavík: Ólafur Arnalds, 56 s.

Ólafur Arnalds, Fanney Ó. Gísladóttir, og Hjalti Sigurjónsson, 2001: Sandy deserts of Iceland: an overview. *Journal of Arid Environments,* 47: 359-371.

Ólafur Arnalds og Fanney Ósk Gísladóttir, 2009: *Mælingar á vindrofi á Hólsfjöllum*, Reykjavík. 43 s.

Ólafur Arnalds, Elín Fjóla Þórarinsdóttir, Jóhann Þórsson, Pavla Dagsson-Waldhauserova, og Anna María Ágústsdóttir, 2013: An extreme wind erosion event of the fresh Eyjafjallajokull 2010 volcanic ash. *Sci. Rep.,* 3: 7. http://dx.doi.org/10.1038/srep01257.

Anna María Ágústsdóttir, 2008: *Rannsóknir á virkni fokgirðinga - lokaskýrsla til Landsvirkjunar*. Landsvirkjun, LV-2007/111, Reykjavík. 63 s.

Fanney Ó. Gísladóttir, Ólafur Arnalds, og Guðrún Gísladóttir, 2005: The effect of landscape and retreating glaciers on wind erosion in south Iceland. *Land Degradation & Development,* 16: 177-187.

Landsvirkjun, 2014: Vatn rennur á yfirfalli Hálslóns. URL http://www.landsvirkjun.is/fyrirtaekid/fjolmidlatorg/frettir/frett/vatn-rennur-a-yfirfalli-halslons/.

Hjalti Sigurjónsson, Fanney Ó. Gísladóttir, og Ólafur Arnalds, 1999: *Measurement of eolian processes on sandy surfaces in Iceland*. RALA Report, 201, Reykjavik. 27 s.

Elín Fjóla Þórarinsdóttir og Ólafur Arnalds, 2012: Wind erosion of volcanic materials in the Hekla area, South Iceland. *Aeolian Research,* 4: 39-50. 10.1016/j.aeolia.2011.12.006.

Elín Fjóla Þórarinsdóttir og Guðrún Schmidt, 2013: *Mat á áfoki við strönd Kringilsárrana*. Skýrslur Landgræðslu ríkisins, LR-2013/25, Gunnarsholt. 18 s.

Elín Fjóla Þórarinsdóttir, Kristín Svavarsdóttir, Jóhann Þórsson, og Guðrún Schmidt, 2014: *Úttekt og mælingar á áfoki við strönd Hálslóns*. Skýrslur Landgræðslu ríkisins, LR-2014/19, Gunnarsholt. 38 s.

Landsvirkjun

Háaleitisbraut 68
103 Reykjavik
landsvirkjun.is

landsvirkjun@lv.is
Sími: 515 90 00

UMHVERFISMERKI
141 381
Prentað efni