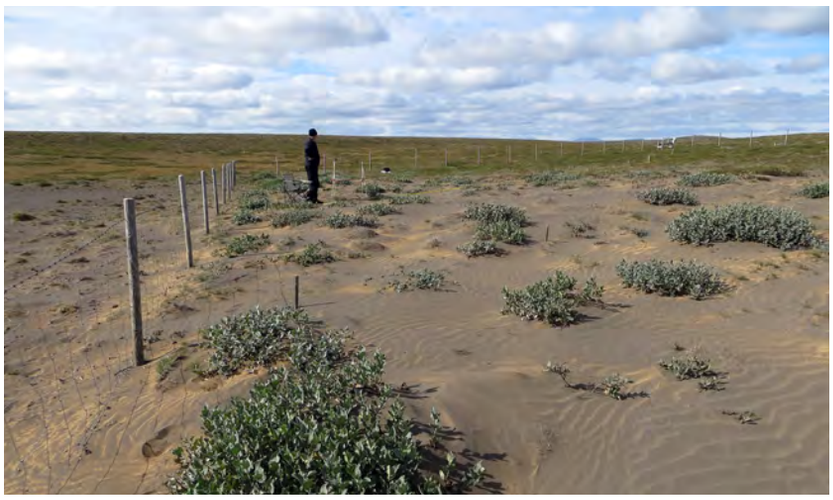
NÍ-15004



Blöndulón
Vöktun á strandrofi og áfoki
Áfangaskýrsla 2014

Borgþór Magnússon og Sigmar Metúsalemsson

Unnið fyrir Landsvirkjun, LV-2015/055

NÁTTÚRUFRÆÐISTOFNUN ÍSLANDS

Blöndulón
Vöktun á strandrofi og áfoki
Áfangaskýrsla 2014

Borgþór Magnússon og Sigmar Metúsalemsson

Unnið fyrir Landsvirkjun (LV-2015-055)

NÍ-15004 Garðabær, maí 2015

NÁTTÚRUFRÆÐISTOFNUN ÍSLANDS

Mynd á kápu: Loðvíðir vex upp í áfoki í Sandvík eftir friðun frá haustinu 2003. Ljósm. Sigmar Metúsalemsson, 12. ágúst 2014.

ISSN 1670-0120

NÁTTÚRUFRÆÐISTOFNUN ÍSLANDS

Urriðaholtsstræti 6-8 212 Garðabæ
Sími 590 0500 Fax 590 0595
http://www.ni.is ni@ni.is

Borgum
við Norðurslóð 602 Akureyri
Sími 460 0500 Fax 460 0501
http://www.ni.is nia@ni.is

Skýrsla nr. 15004	**Dags, Mán, Ár** Maí 2015	**Dreifing** Opin
Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill Blöndulón Vöktun á strandrofi og áfoki Áfangaskýrsla 2014		**Upplag** 40 **Fjöldi síðna** 51 **Kort / Mælikvarði**
Höfundar Borgþór Magnússon og Sigmar Metúsalemsson		**Verknúmer** NÍ/VFR 2010-01 **Málsnúmer** 2010060015
Unnið fyrir Landsvirkjun, LV-2015-055. Verkefnisstjóri, Hákon Aðalsteinsson.		
Samvinnuaðilar Landsvirkjun, Landgræðsla ríkisins.		

Útdráttur
Í skýrslunni er greint frá rannsóknum og vöktun við Blöndulón árið 2014 sem var lokaár fimm ára rannsóknaráætlunar. Megináhersla hennar var vöktun á landbroti úr bökkum, sandfoki úr fjörum og eftirlit með áburðargjöf á sandfokssvæði og aðgerðum til að styrkja gróður í þeim.

Árið 2014 var hlýtt og úrkoma yfir meðallagi. Vatnsborð lónsins var með lægsta móti að vori og fjörur á þurru fram eftir sumri, yfirfallshæð var náð í byrjun september. Í lok maí gerði sunnanrok með vindhraða yfir 20 m/sek og er líklegt að sandfok hafi þá orðið. Yfir sumarið voru vindar fremur hægir og stórviðri gerði ekki er lón var á yfirfalli.

Öldurof úr bökkum lónsins var lítið 2013–2014, eða 0,01 m að meðaltali sem er það minnsta sem mælst hefur. Meðalrof úr bökkum frá 2003 hefur hins vegar numið 0,35 m á ári. Sandfok inn á gróðurlendi var kortlagt með allri strandlengju lónsins haustið 2014, en það var síðast gert árin 2007–2009. Ummerki um sand í eyjum voru jafnframt könnuð á gervitunglamyndum. Sanddreif hafði aukist mikið, eða úr 29 ha í 80 ha að flatarmáli milli áranna 2009 og 2014. Um fjórðungur sands var í eyjum. Lengst náði sandur um 160 m upp frá strönd. Frá því vöktun sandfoks hófst við lónið hefur einhver sandur fokið upp í 10 árum af 18. Líklegt er að sandfok verði viðvarandi við lónið næstu áratugi. Mestar líkur eru á að sandur geti sótt inn á land upp úr víkum við norður- og vesturströnd lónsins undan sunnanáttum.

Gróður var mældur í þriðja sinn í tilraunagirðingu í Sandvík sem sett var upp árið 2003. Sandur hafði þykknað í víkinni, gróðurþekja minnkað og tegundum fækkað frá mælingum 2003 og 2007. Þar sem sandur var mestur (>20 cm) var gróðurþekja víðast hvar mjög rýr og aðeins um 2–3 tegundir að finna. Sjálfsprottinn loðvíðir hafði hins vegar aukist mikið innan girðingarinnar og þar sem sandurinn var mestur. Líklegt er að víðikjarr myndist þar á næstu 10–20 árum og myndi vörn gegn sandfoki. Á beittu landi utan girðingar var víði hins vegar vart að finna.

Áburðargjöf á óvarin sandsvæði árin 2010–2014 hefur lítinn árangur borið. Lagt er til að henni verði hætt. Þess í stað verði stærstu áfokssvæði við vestan- og norðanvert lónið girt af og friðuð. Borið verði á þau fyrstu árin, melfræi sáð og víði plantað. Í lok skýrslunnar eru settar fram tillögur um með hvaða hætti rannsóknum og vöktun verði haldið áfram við lónið á næstu árum.

Lykilorð Blöndulón, miðlunarlón, öldurof, sandfok, uppgræðsla	**Yfirfarið** HA, SHM, MH

EFNISYFIRLIT

ÁGRIP **7**

1 INNGANGUR **9**

2 VEÐUR OG VATNSBÚSKAPUR **10**
2.1 Veðurmælingar 10
2.2 Vatnsborð Blöndulóns 13
2.3 Vindur, vatnsborð, áfok og öldurof 13

3 RANNSÓKNIR 2014 **17**

4 NIÐURSTÖÐUR OG UMRÆÐA **17**
4.1 Öldurof 17
4.2 Gróður í Sandvík 18
4.3 Víðir í Sandvík 27
4.4 Sandfok 35
4.5 Sandþykkt og gróðurþekja í sandgeirum 37
4.6 Aðgerðir á áfokssvæðum og eftirlit með þeim 40
4.7 Framhald verkefnis 46

5 ÞAKKARORÐ **46**

6 HEIMILDIR **47**

7 VIÐAUKAR **49**
1. viðauki. Rof (m) sem mælst hefur úr bökkum á sniðum við Blöndulón. 49
2. viðauki. Niðurstöður sand- og gróðurmælinga í mælireitum í Sandvík 2014. 50

ÁGRIP

Í skýrslunni er greint frá rannsóknum og vöktun við Blöndulón árið 2014 sem var fimmta og lokaár samkvæmt rannsóknaráætlun fyrir tímabilið 2010–2014. Verkefnið hefur staðið óslitið frá árinu 1993. Í upphafi beindist það að rannsóknum á áhrifum hækkaðrar grunnvatnsstöðu við lónið á gróður, en á seinni árum að landbroti úr bökkum, sandfoki úr fjörum, áhrifum þess á gróður og aðgerðum til að verjast því.

Árið 2014 var mjög hlýtt við Blöndulón og úrkoma yfir meðallagi. Lítið var um hvassviðri, frá vori til hausts, á þeim tíma þegar hættast er við sandfoki úr fjörum eða öldurofi úr bökkum. Í lok maí gerði þó sunnan hvassviðri sem líklegt er að hafi valdið einhverju sandfoki. Niðurdráttur í lóninu að vori var með mesta móti eftir óvenju slæmt vatnsár. Því var vatnsborð lónsin lágt fram eftir sumri og fjörur lengi á þurru. Lónið fór í yfirfall í byrjun september og var við það í sex vikur.

Öldurof úr bökkum var mælt á 16 stöðum, tíunda árið í röð. Lítið rof varð milli áranna 2013–2014, eða 0,01 m að meðaltali, sem er það minnsta sem mælst hefur. Yfir árin tíu hefur meðalrof numið 0,35 m (0,01–1,55 m) á ári. Öldurof verður þegar saman fer mjög há lónstaða (10–20 cm yfir yfirfallshæð) að hausti og stórviðri. Mælingarnar benda til að það geti gerst einu sinni til tvisvar á áratug. Þess á milli er rof lítið.

Sandfok úr fjörum Blöndulóns var kortlagt í lok ágúst 2014, bæði á helstu foksvæðum við vestur- og norðurströnd lónsins sem tekin hafa verið út árlega undanfarin ár og einnig var farið með allri strandlengju lónsins og sanddreif kortlögð. Það var síðast gert á árunum 2007–2009. Ekki var farið út í eyjar árið 2014 en sandur í þeim kortlagður af gervitunglamyndum af svæðinu frá sumrinu 2012. Sandfok varð upp frá lóninu sumarið 2014, líklega í sunnanhvassviðri í lok maí. Sanddreif upp af nokkrum víkum við vestan- og norðanvert lónið skreið norður fyrir þau mörk sem hún var við haustið 2013. Mestar voru breytingar norður af Áfangavík, þar sem sanddreif jókst úr 6,3 í 7,3 ha. Sandfokið 2014 telst ekki mikið. Kortlagning á sanddreif með allri strandlengju lónsins 2014 og í eyjum leiddi hins vegar í ljós að hún hafði aukist mikið frá árinu 2009, eða úr 29 ha í 80 ha. Með öllu lóninu hafði sandur aukist, mest við suðurströnd og í eyjum en í þeim var um fjórðungur sanddreifarinnar. Lengst hafði sandur borist um 160 m upp frá strönd. Skoðun á gervitunglamyndum bendir til að verulegur hluti af þessari auknu sanddreif hafi fokið upp vorið 2012. Sandfoks varð fyrst vart við lónið árið 1998, en frá þeim tíma hefur eitthvert sandfok orðið í 10 árum af 18. Líklegt er að sandfok verði viðvarandi næstu áratugina.

Sandþykkt var mæld og gróðurþekja áætluð á sniðum sem lögð voru upp eftir nokkrum sandgeirum við vestur- og norðurströnd lónsins haustið 2014. Í þeim mældist sandþykkt frá 0,1–62 cm, en 8,9 cm að meðaltali. Gefi hún mynd af þykkt sands í dreif með öllu lóninu má áætla að sandmagn í þeim 80 ha sem kortlagðir voru haustið 2014 nemi um 72.000 rúmmetrum. Gróðurþekja endurspeglaði sandþykkt í sandgeirunum. Við 20 cm sand var þekja fallin niður fyrir 40% og við 40 cm var nánast allur gróður horfinn.

Í ágúst 2014 var gróður og sandþykkt mæld í þriðja sinn í tilraunagirðingu í Sandvík. Þar voru árið 2003 lögð fjögur mælisnið upp eftir sandgeira sem myndaðist í víkinni árið 2000. Tvö sniðanna fengu hálfan túnskammt af áburði (50 kg N/ha) árin 2004–2007 en hin engan áburð. Sniðin voru endurmæld árið 2007. Árið 2014 var bætt við tveimur sniðum utan girðingar til að fá samanburð við beitt land. Auk endurtekinna mælinga á sniðunum voru lögð út sérsnið til að mæla þéttleika og hæð víðiplantna innan og utan girðingar. Mælingarnar 2014 leiddu í

ljós að sandur hafði aukist til muna á tilraunasvæðinu. Var hann orðinn yfir 40 cm þykkur þar sem mest var, miðað við 25 cm 2007 og 15 cm árið 2003. Stafar það að mestu af endurteknu áfoki úr víkinni. Vegna þessa hafði gróðurþekja rýrnað og plöntutegundum fækkað þar sem sandur lá yfir. Á landi sem fékk áburð 2004–2007 og var komið með þétt gras árið 2007 höfðu áburðarárhif gengið til baka og þekja grasa rýrnað. Mosar og fléttur hurfu að mestu úr gróðir í reitum þar sem sandur var 1–5 cm þykkur, tvíkímblöðungar, starir og sef þar sem sandur var orðinn 20 cm, en þolnastir reyndust runnar og grös, einkum fjalldrapi, loðvíðir og túnvigull sem fundust í reitum með yfir 25 cm þykkum sandi. Við þær aðstæður var gróðurþekja fallin niður fyrir 10% af því sem hún var í mólendi sem var laust við sand. Í því fundust að meðaltali um 20 plöntutegundir í hverjum mælireit, en aðeins tvær þar sem sandur náði 25 cm.

Eftir 11 ára friðun hafði víðir, einkanlega loðvíðir, aukist mikið innan girðingarinnar í Sandvík 2014 og var hann tekinn að mynda þétta brúska þar sem sandur var mestur. Árið 2003 var meðalþekja loðvíðis innan girðingarinnar 0,1% en hún hafði aukist í 3,5% árið 2014, samkvæmt mælingum á sniðunum sem lögð voru út 2003. Á sérsniðum sem lögð voru út 2014 til mælinga á víði, var meðalþekja loðvíðis 4,5% innan girðingarinnar en 0,1% utan henna. Meðalþekja fjallavíðis var hins vegar 2,3% innan girðingar en 0,9% utan hennar. Þvermál loðvíðiplantna var að meðaltali 42 cm og hæð 12 cm innan girðingarinna en utan hennar var þvermálið aðeins 5 cm og hæð 2 cm. Lítill munur var á stærð fjallavíðplantna innan og utan girðingar. Þéttastur var loðvíðir neðan til í girðingunni þar sem sandur var mestur, sem sýnir að hann er vel aðlagaður sandfoki og eflist á meðan flestar aðrar tegundir láta undan. Líklegt er að þétt loðvíðikjarr myndist í girðingunni í Sandvík á næstu 10–20 árum verði henni viðhaldið. Víðirinn mun binda sand og draga úr áfoki lengra inn á land.

Sumarið 2014 var haldið áfram áburðardreifingu á sandfokssvæði við lónið til styrkingar gróðri, en hún hófst 2010. Í Lambavík var reist girðing 2013 til að friða sandfokssvæði fyrir botni víkurinnar og var melfræi sáð þar sama ár. Skoðun á svæðunum haustið 2014 sýnir að árangur af þessum aðgerðum er misjafn og er ástæða til að endurskoða aðgerðir eftir fimm ára reynslu af þeim. Í ljós hefur komið að takmarkaður árangur er af áburðargjöf á ófriðað land. Sauðfé, gæsir og álftir sækja í áborið land og halda gróðri niðri. Reynsla af girðingunni í Sandvík bendir til að við langtímafriðun sendins lands við lónið muni vaxa upp á því víðikjarr og binda sand. Melsáningin í girðingunni í Lambavík lofar góðu en hún er ekki fullreynd. Haustið 2014 voru plöntur lífvænlegar og teknar að binda sand en talsvert sá á þeim eftir gæsabeit. Lagt er til að hætt verði að bera á ófriðað áfoksland við lónið en þess í stað verði meiri áhersla lögð á verstu áfokssvæðin og þar sem mest hætta er á að sandur berist upp undan sunnanáttum við vestur- og norðurströnd lónsins. Eftir úttektina 2014 er mest þörf talin nú á aðgerðum norður af Áfangavík og Galtarvík. Lagt til að stærstu áfoksgeirarnir þar verði girtir af til langframa, borið á land, melgresi sáð og víði plantað. Við sunnanvert lónið kemur einnig til álita að friða Sandárnes en þar hefur mikill sandur fokið inn á gróið land.

Í lok skýrslunnar eru viðraðar tillögur að framhaldi rannsókna og vöktunar við lónið. Lagt er til að dregið verði úr umfangi verkefnisins, farið verði að lóninu annað til þriðja hvert ár til að fylgjast áfram með sandfoki, rofi úr bökkum, framvindu í girðingunni í Sandvík og meta árangur aðgerða. Árlegt eftirlit við lónið og aðgerðir færist meir í hendur starfsmanna í Blöndustöð. Lagt er til að vefsjá yfir vöktunina við Blöndulón, sem sett var upp vorið 2015, verði viðhaldið árlega. Hún sýnir m.a. staðsetningu rannsóknareita og sniða, girðinga, og útbreiðslu sands við lónið.

1 INNGANGUR

Árið 2014 hélt Náttúurufræðistofnun Íslands áfram rannsóknum og vöktun við Blöndulón fyrir Landsvirkjun. Rannsóknirnar hafa staðið frá árinu 1993. Þær hafa beinst að grunnvatnsbreytingum við lónið, gróðurframvindu, strandrofi, áfoki úr fjörum, áhrifum sandfoks á gróður, ráðgjöf og eftirliti (1. tafla). Verkefnið var upphaflega unnið á Rannsóknastofnun landbúnaðarins en fluttist með verkefnisstjóra til Náttúrufræðistofnunar Íslands árið 2001. Árið 2005 var gerð fimm ára áætlun og samningur um verkefnið sem voru endurnýjuð árið 2010 (NÍ/VFR 2010-01). Megináhersla verkefnisins tímabilið 2010–2014 var á vöktun á strandrofi, sandfoki og ráðgjöf um áburðargjöf og uppgræðslu á sandfokssvæðum og eftirlit með þeim. Niðurstöður verkefnisins hafa verið birtar í framvinduskýrslum og greinum og er hér vísað til þeirra varðandi fræðilegan bakgrunn og aðferðir (sjá einkum: Borgþór Magnússon 2003, Borgþór Magnússon o.fl. 2009, Olga Kolbrún Vilmundardóttir o.fl. 2009, 2010, 2011).

Sumarið 2014 var unnið við rannsóknir við lónið í tvær vikur um miðjan ágúst. Gróður var endurmældur í áfoksgeira í tilraunagirðingu í Sandvík, en það var áður gert 2007 og 2003 er hún var sett upp. Öldurof úr bökkum var mælt á 16 stöðum, tíunda árið í röð. Farið var með allri strandlengju lónsins og sandfok á land kortlagt, en fimm ár eru liðin frá því það var gert. Einnig voru sandsvæði sem borið hefur verið á undanfarin ár, sáð í eða girt, skoðuð og árangur metinn. Í skýrslunni er gerð grein fyrir niðurstöðum ársins eins og í fyrri áfangaskýrslum frá tímabilinu (Borgþór Magnússon 2011, 2012, Borgþór Magnússon og Sigmar Metúsalemsson 2013, 2014). Tillögur eru einnig settar fram um framhald rannsókna og vöktunar við lónið næstu árin og aðgerðir til hefta sandfok á helstu áhættusvæðum við strönd þess.

1. tafla. Yfirlit yfir helstu þætti rannsóknaverkefnisins við Blöndulón 1993–2015. Verkefnið hófst með rannsóknum á þremur svæðum árið 1993 sem var fjölgað í sex við stækkun lónsins árið 1996. Öldurof var rannsakað á einu svæði 1996–2004, en á 16 eftir það. Aðgerðir á sandfokssvæðum fólust einkum í áburðargjöf, girt hefur verið á tveimur svæðum.

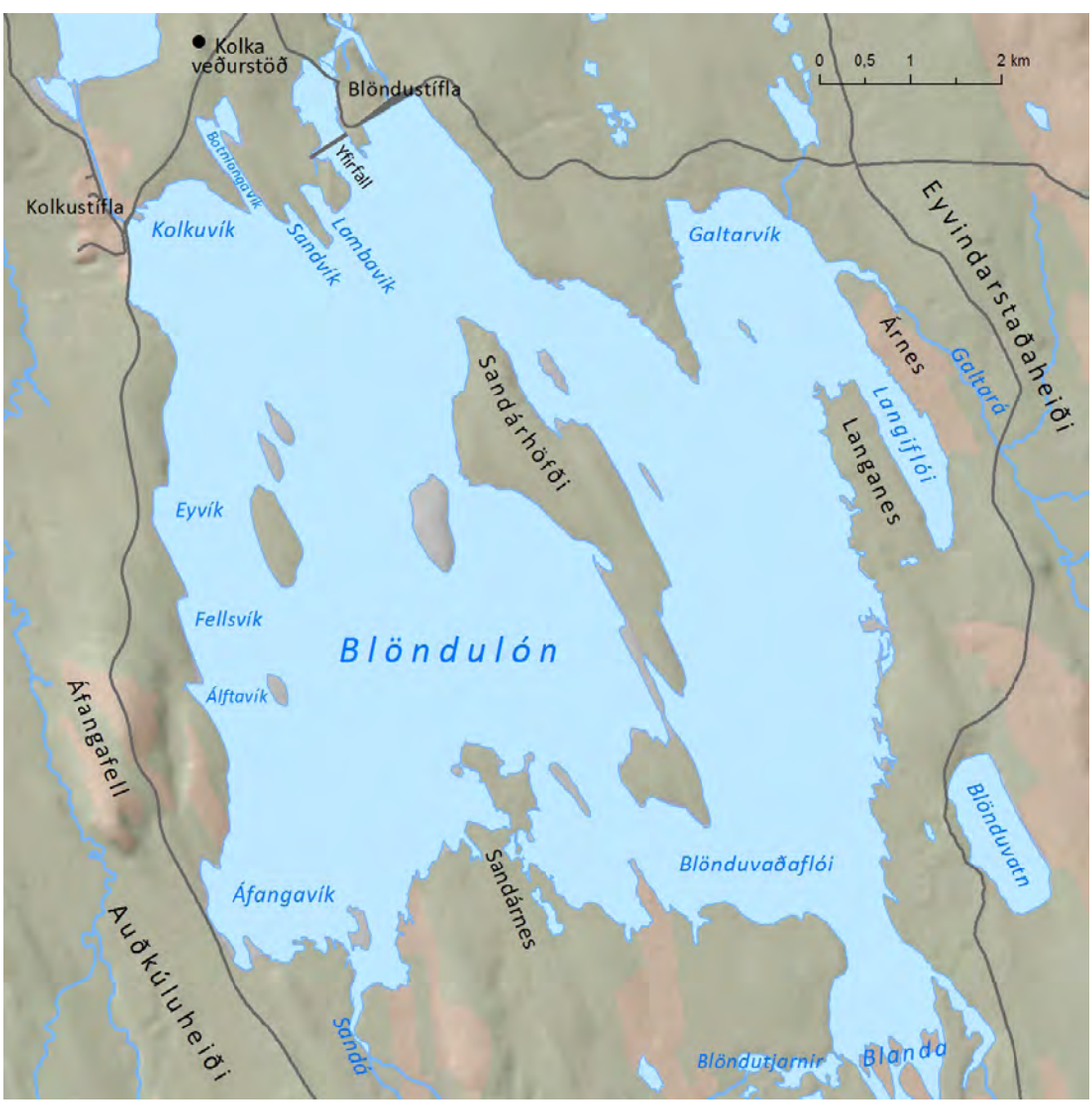
Rannsóknaþættir	Fjöldi svæða	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Gróður og grunnvatn																								
Gróður	3, 6	■			■							■			■									
Grunnvatn	3, 6	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■						
Öldurof úr bökkum og sandfok																								
Öldurof	1, 16				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Sandfok	6						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Sandfok	öll ströndin																	■					■	
Sandfok og gróðurþekja	7																						■	
Gróður, sandfok og áburður: tilraun																								
Gróður og sandfok	1												■			■							■	
Áburður	1												■	■	■	■								
Aðgerðir á sandfokssvæðum																								
Áburður/sáning/girt	7																		■	■	■	■	■	
Framvinduskýrslur og greinar				■		■						■	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■	■
Vefsjá yfir verkefni																								■

2 VEÐUR OG VATNSBÚSKAPUR

2.1 Veðurmælingar

Veðurmælingar í sjálfvirku stöðinni Kolku (1. mynd) gengu nær áfallalaust árið 2014. Aðeins einn dagur (6. júní) féll úr í hita- og vindmælingum, en úrkomumælingar voru samfelldar. Eins og annarsstaðar á landinu var árið mjög hlýtt við Blöndulón og úrkoma yfir meðallagi. Meðalárshiti mældist 1,6°C og meðalsumarhiti 8,1°C sem er við efstu mörk meðalhita frá árinu 1997 (2. tafla, 2. mynd). Heildarúrkoma ársins 2014 var 410 mm og sumarúrkoma 281 mm sem er vel yfir meðallagi, einkanlega sumarúrkoman. Heildstæðar veðurmælingar í Kolku ná orðið yfir 17 ára tímabil. Þær sýna að hlýnun hefur orðið á tímabilinu en hins vegar hefur lítillega dregið úr úrkomu (2. og 3. mynd).

Vindar við Blöndulón árið 2014 voru svipaðir og fyrri ár, vindasamt yfir veturinn en hægari veður að sumri. Mestu veður sem gengu yfir, með 10 mín vindhraða yfir 35 m/sek voru í mars og lok nóvember (4. mynd). Að vori og sumri (maí–ágúst) náði vindur sér sjaldan verulega upp, en 10 mín vindhraði fór í eitt skipti yfir 20 m/sek, í seinni hluta maí (4. mynd).

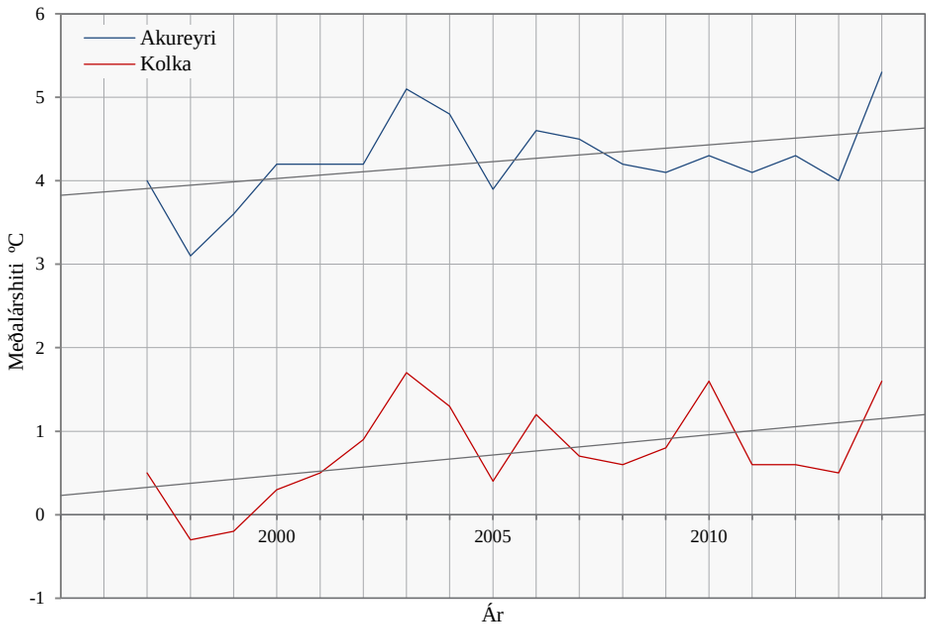


1. mynd. Blöndulón og nágrenni, nöfn á víkum og nesjum eru vinnuheiti sem notuð hafa verið til auðkenningar í verkefninu. Ljósbrúnn litur sýnir gamalgróin svæði en ljósbleikur mela- og uppgræðslusvæði, samkvæmt Corine-flokkun Landmælinga Íslands 2006.

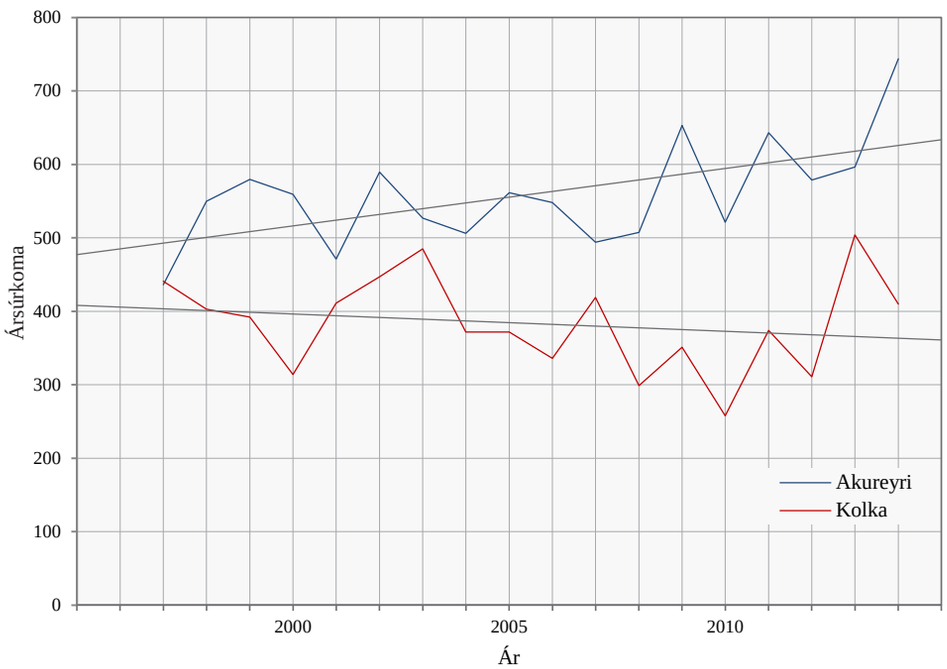
2. tafla. Meðalhiti og heildarúrkoma árs og sumars (júní–september) í Kolku við Blöndulón árin 1994–2014. Athuga ber að mæligögn geta verið gloppótt fyrir einstök ár, sbr. skýringar undir töflu. (Gögn frá Veðurstofu Íslands og Landsvirkjun)

Ár	Meðalárshiti ºC	Meðalsumarhiti ºC	Heildar-ársúrkoma mm	Heildar-sumarúrkoma mm
1994		6,6		
1995		6,9		
1996		7,2		
1997	0,5	6,6	441	212
1998	-0,3 [i]	6,1	403	161
1999	-0,2	6,9	392	187
2000	0,3	7,3	314	152
2001	0,5	6,5	411	220
2002	0,9	7,1	447	207
2003	1,7 [ii]	8,1 [ii]	485 [iii]	185 [iii]
2004	1,3	8,0	372 [iv]	129 [iv]
2005	0,4 [v]	5,9 [v]	372	164
2006	1,2 [vi]	7,4	336 [vi]	149
2007	0,7 [vii]	6,9	419 [vii]	209 [vii]
2008	0,6	7,6	299 [viii]	138 [viii]
2009	0,8 [ix]	7,2 [ix]	351	148
2010	1,6 [x]	8,3	258 [xi]	136
2011	0,6 [xii]	6,4	374 [xiii]	148
2012	0,6 [xiv]	8,1 [xiv]	311 [xv]	80 [xv]
2013	0,5 [xvi]	6,5 [xvi]	504	266
2014	1,6 [xvii]	8,1 [xvii]	410	281
Meðaltal 1997–2014	**0,7**	**7,1**	**383**	**176**

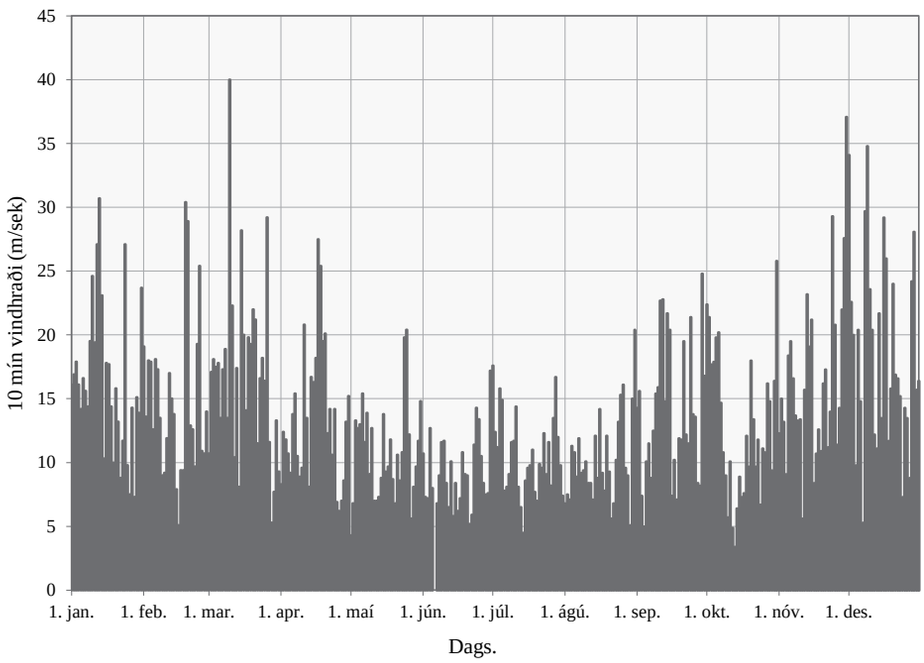
[i] mælingar féllu niður 14.–15. og 17.–19. febrúar
[ii] mælingar féllu niður 31. júlí
[iii] mælingar féllu niður 31. júlí, 2.–31. ágúst og 17.–31. desember
[iv] mælingar féllu niður 1. janúar–6. apríl og 1.–4. júlí
[v] mælingar féllu niður 12.–28. júní
[vi] mælingar féllu niður 13.–30. apríl
[vii] mælingar féllu niður 15.–20. febrúar, 17.–20. mars og í úrkomumæli 30. desember
[viii] ólag á úrkomumæli, sennilega vanmat
[ix] mælingar féllu niður 30. ágúst–22. september, 10.–15. og 23.–31. des
[x] mælingar féllu niður 1.–13. janúar, 24. febrúar–1. mars, og 31. maí
[xi] mælingar féllu niður 25.–31. desember
[xii] mælingar féllu niður 22. desember
[xiii] mælingar féllu niður 1.janúar–15. febrúar
[xiv] mælingar féllu niður 10. og 29. febrúar., 11. júlí og 16.ágúst–24. september
[xv] mælingar féllu niður 16. ágúst–23. september
[xvi] mælingar féllu niður 5. október
[xvii] mælingar féllu niður 6. júní



2. mynd. Meðalárshiti við Blöndulón frá 1997–2014, samkvæmt mælingum í Kolkustöð, og línulegt aðhvarf sem sýnir breytingu yfir tímabilið (sjá einnig 1. töflu). Til samanburðar er einnig sýndur meðalárshiti á Akureyri yfir sama tímabil, en þar hafa mælingar ekki fallið niður. Gögn frá Landsvirkjun og Veðurstofu Íslands.



3. mynd. Heildarársúrkoma við Blöndulón 1997– 014, samkvæmt mælingum í Kolkustöð, og línulegt aðhvarf sem sýnir breytingu yfir tímabilið (sjá einnig 1. töflu). Til samanburðar er einnig sýnd ásúrkoma á Akureyri yfir sama tímabil. Gögn frá Landsvirkjun og Veðurstofu Íslands.



4. mynd. Mesti 10 mínútna vindhraði sólarhrings í veðurstöðinni Kolku við Blöndulón 2014. Mæling féll niður 6. júní. Gögn frá Landsvirkjun og Veðurstofu Íslands.

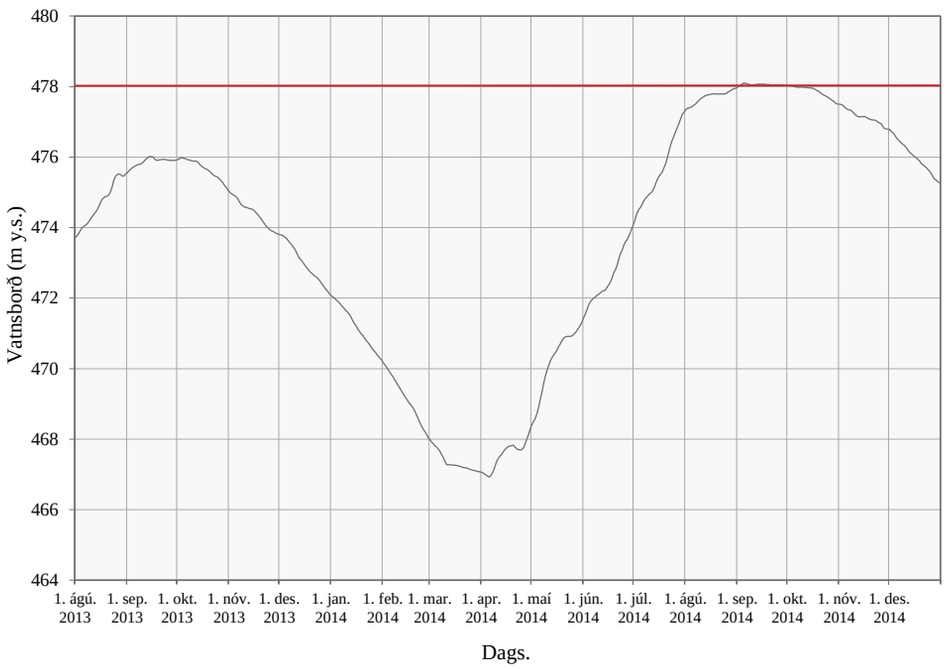
2.2 Vatnsborð Blöndulóns

Eftir óvenju rýran vatnsforða í lóninu árið 2013 varð viðsnúningur á árinu 2014 (5.–6. mynd). Haustið 2013 var vatnsborð það lægsta nokkru sinni á þeim árstíma, eða um 2 m neðan yfirfallshæðar. Vatnsborð lækkaði óslitið yfir veturinn 2013–2014 og var lægst í 466,93 m þann 3. apríl, en það var með því lægsta sem sést hefur að vorlagi. Ekki gerði blota yfir veturinn sem hækkaði vatnsborð eins og sum fyrri ár (6. mynd). Frá seinnihluta apríl hækkaði vatnsborð jafnt og þétt fram í ágústbyrjun er hægði á. Í byrjun september náði það yfirfallshæð og var við hana í um sex vikur, fram í miðjan október er það tók að lækka. Þann 5. september var vatnsborð hæst, 478,10 m eða 10 cm yfir yfirfallshæð. Vatnsborðssveifla yfir árið var því liðlega 11 m, sem er með mesta móti (5.–6. mynd).

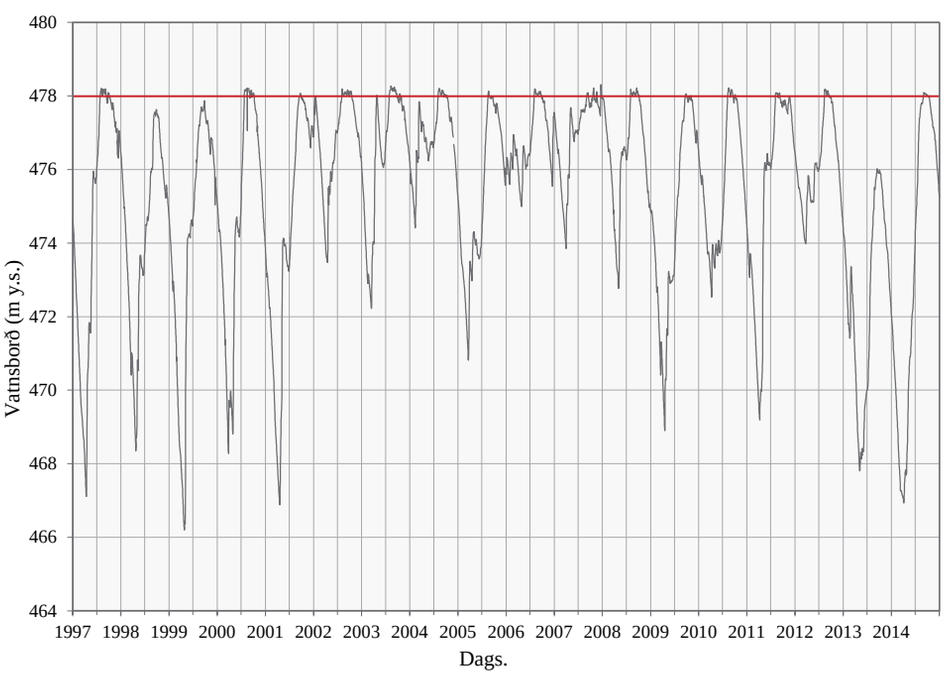
2.3 Vindur, vatnsborð, áfok og öldurof

Eins og komið hefur fram í fyrri skýrslum og greinum leika vindur og vatnsborð lónsins aðalhlutverk í ferlum sem valda áfoki úr fjörum og öldurofi úr bökkum (Olga Kolbrún Vilmundardóttir o.fl. 2010). Áfokshætta skapast að vori og fram eftir sumri þegar lágt er í lóninu og hún varir allt fram undir að það fer á yfirfall. Þar sem áfoksgeirar hafa myndast ofan lóns getur sandur í þeim einnig fokið eftir að lón fyllist. Líklegt er að aðstæður fyrir sandfok úr fjörum skapist ekki fyrr en líða tekur á maí þegar snjóa og ísa hefur leyst og set í fjörum náð að þorna. Aðstæður fyrir öldurof úr bökkum skapast hins vegar að hausti þegar lónhæð nær eða fer yfir yfirfallshæð. Hvassviðri sem byggir upp krappa öldu á lóninu þarf síðan til að öldurof verði á þessum tíma.

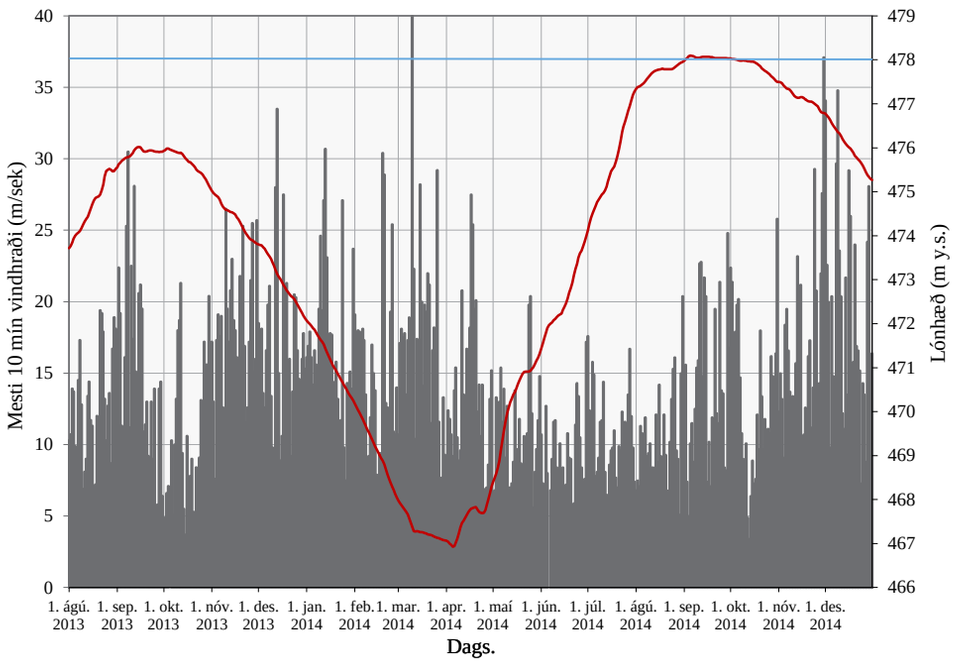
Ef litið er til ársins 2014 sést að verulegan vind (≥ 20 m/sek) sem líklegur er til að hafa valdið sandfoki hefur gert einu sinni að vori eða fyrri hluta sumars, þ.e. 24.–25. maí. Viðlíka vind gerði ekki aftur fyrr en í lok ágúst og var lónið þá komið á yfirfall (7. mynd). Þann tíma sem



5. mynd. Vatnsborð Blöndulóns frá 1. ágúst 2013 til ársloka 2014, mælt með sírita í Blöndustíflu. Yfirfall, 478,0 m, er merkt með rauðri línu. Gögn frá Landsvirkjun (2015: Wiski gagnagrunnur, 13.01.2015 - M00328).



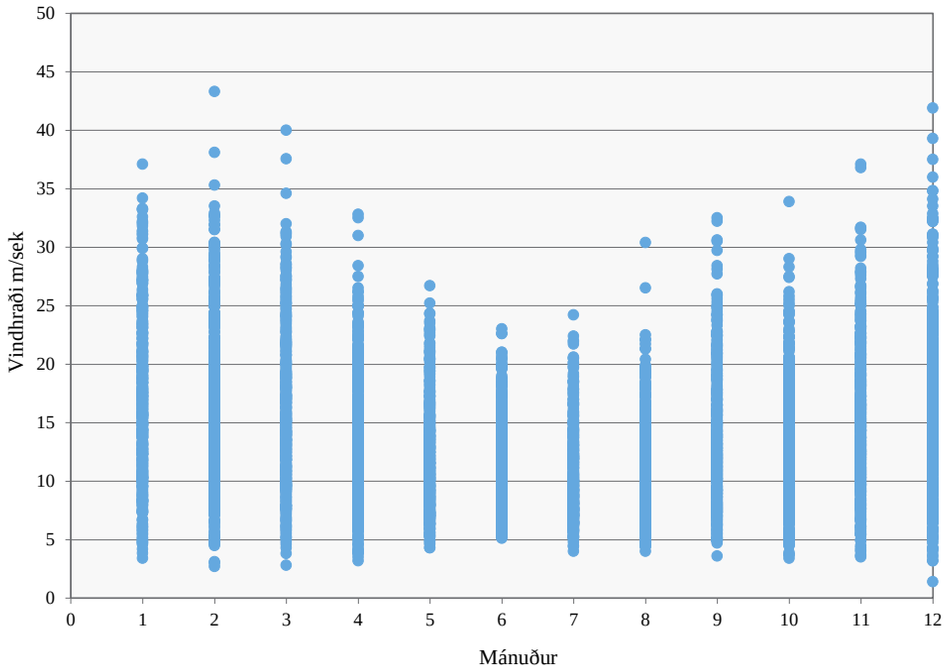
6. mynd. Vatnsborð Blöndulóns 1997−2014, mælt með sírita í Blöndustíflu. Gögn frá Landsvirkjun.



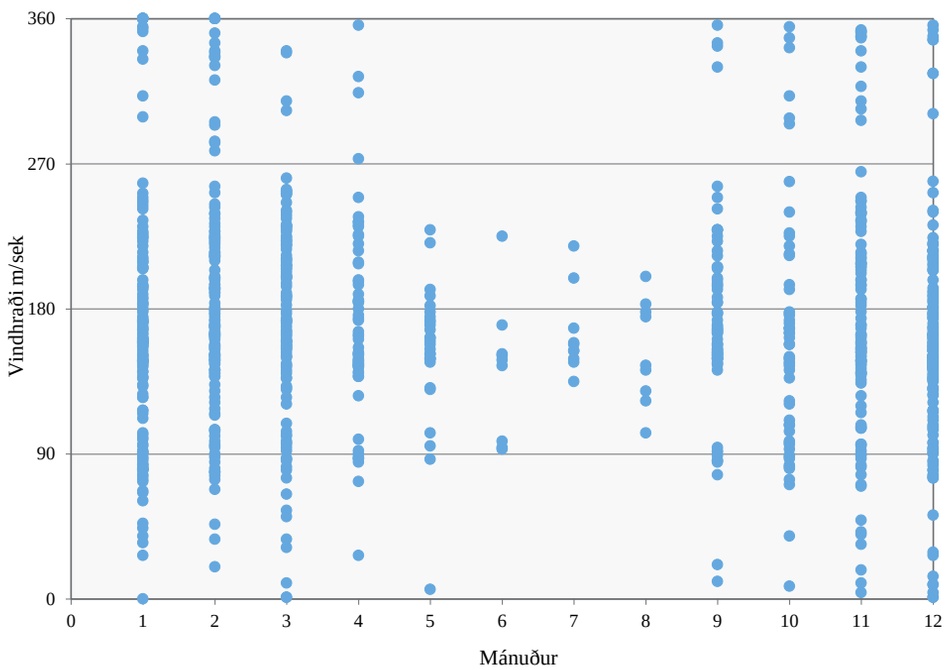
7. mynd. Vatnsborð og mesti 10 mínútna vindhraði hvers sólarhrings við Blöndulón 1. ágúst 2013 til 31. desember 2014. Yfirfallshæð er merkt með blárri línu. Gögn frá Landsvirkjun og Veðurstofu Íslands.

lónið var á yfirfalli frá byrjun september fram í miðjan október gengu ekki illviðri (≥ 30 m/sek) yfir svæðið sem líklegt eru til að valda öldurofi. Slíkt veður gerði hins vegar í nóvember en þá var tekið að lækka verulega í lóninu og mögulega kominn á það lagnaðarís, hætt á öldurofi úr bökkum var liðin hjá (7. mynd).

Vindar blása ætíð stríðar að vetri en sumri eins og vel kemur fram þegar veðurgögn eru skoðuð frá Kolku (8. mynd). Í september tekur að blása og magnast veður fram í febrúar–mars er hægja tekur. Yfir veturinn er ekki hægt að segja að ákveðin hvassviðrisátt sé ríkjandi. Hægviðrasamast er að vori og yfir sumarmánuðina í maí–ágúst. Á þeim tíma breytist hins vegar myndin og hvassviðrisáttir þrengjast og verða sunnanstæðar (SA–SV), (9. mynd). Þetta er á þeim tíma sem helst er hætta á sandfoki við Blöndulón. Því eru yfirgnæfandi líkur á því að sandur úr fjörum lónsins fjúki til norðurs (NV–NA) og geti borist í þá átt undan vindi, en ekki til suðurs. Þetta kemur heim og saman við legu gamalla áfoksgeira á heiðunum við Blöndulón sem hafa flestir SA–NV stefnu (ÓlafurArnalds o.fl. 1997).



8. mynd. Dreifing mesta 10 mínútna vindhraða sólarhrings í Kolkustöð eftir mánuðum ársins. Gögn frá október 1996 til desember 2014, fengin frá Landsvirkjun og Veðurstofu Íslands.



9. mynd. Meðalvindátt þeirra daga sem vindhraði hefur náð ≥ 20m/sek í Kolkustöð, sýnd eftir mánuðum ársins. Gögn frá október 1996 til desember 2014, fengin frá Landsvirkjun og Veðurstofu Íslands

3 RANNSÓKNIR 2014

Dagana 12.–15. og 18.–22. ágúst var unnið að rannsóknum við lónið. Mælt var rof úr bökkum, könnuð og kortlögð ummerki um sandfok úr fjörum, metinn var árangur áburðargjafar og sáninga á sandfokssvæði, og gróður endurmældur í tilraunareitum í sandfláka í Sandvík.

Rannsóknir og eftirlit við Blöndulón árið 2014 fólust því í eftirfarandi:

- Öldurof; rof úr bökkum var mælt á 16 sniðum umhverfis lónið.
- Sandfok úr fjörum; farið var með allri strandlengju lónsins, kannað hvort sandur hefði fokið á land og útlínur sandfláka kortlagðar. Á nokkrum stöðum voru lögð út mælisnið eftir sandflákum og sandþykkt mæld og gróðurþekja metin.
- Eftirlit með áburðardreifingu og grassáningu á sandfoksbletti við lónið og mat á árangri þeirra.
- Gróðurmælingar í tilraun í Sandvík; mældir voru í þriðja sinn reitir sem settir voru upp árið 2003 og girtir af, síðan endurmældir árið 2007. Til viðmiðunar var 2014 einnig bætt við reitum á beittu landi utan tilraunagirðingarinnar. Útbreiðsla og þéttleiki víðiplantna var einnig metin sérstaklega innan og utan girðingar.

Veturinn 2014–2015 var síðan unnið úr gögnum en jafnframt var sett upp vefsjá yfir verkefnið (Sigmar Metúsalemsson). Vefsjáin nefnist Blöndulón og er unnin í ESRI hugbúnað. Hún gefur yfirlit yfir helstu þætti verkefnisins, þ.e. staðsetningu rannsóknasniða og mælireita, útbreiðslu sands eftir árum og þar koma fram ljósmyndir. Vefsjána mætti þróa frekar og bæta inn fleiri verkefnum eða aðgerðum sem unnið hefur verið að við lónið, svo sem uppgræðslunum á Eyvindarstaðaheiði og Auðkúluheiði. Ræðst það að viðtökum sem vefsjáin fær. Slóð inn á vefajána er:

http://www.arcgis.com/apps/Viewer/index.html?appid=6d8d7819a9104ace94fcf8e0423c46a1

4 NIÐURSTÖÐUR OG UMRÆÐA

4.1 Öldurof

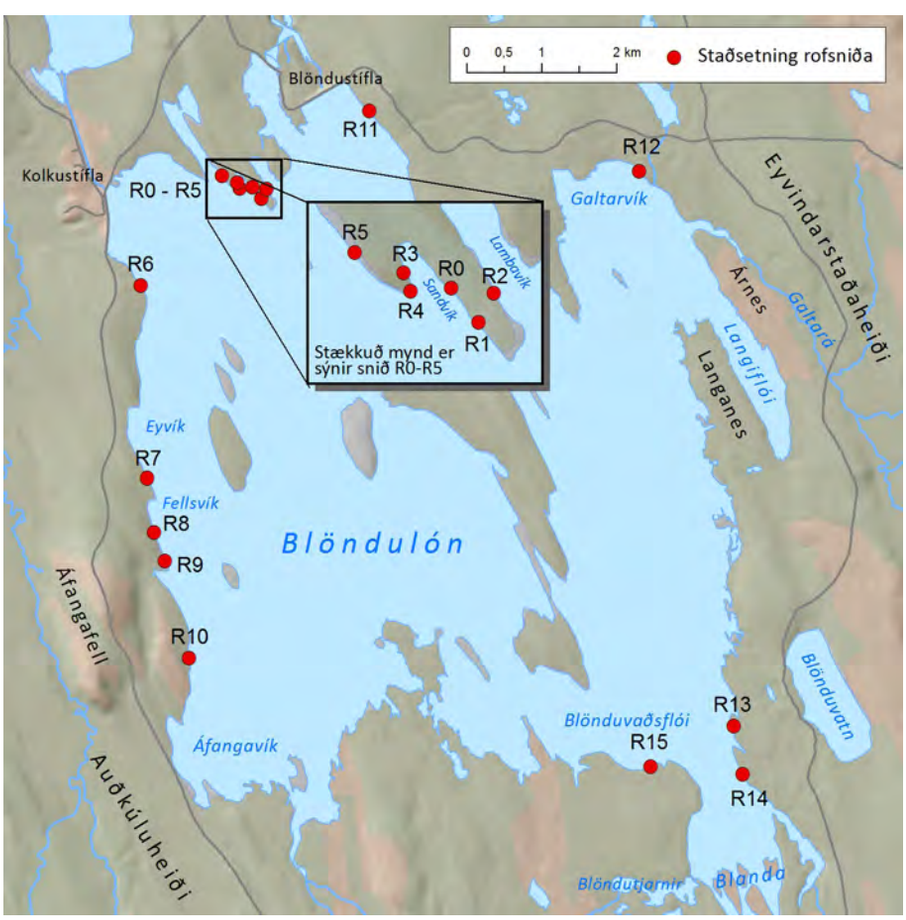
Lítið sem ekkert rof mældist úr bökkum lónsins milli áranna 2013–2014 (4. sept. 2013–18. ágúst 2014) en að meðaltali var rofið 0,01 m (-0,10–0,15 m; 1. viðauki). Þetta er minnsta rof sem orðið hefur frá því rofsniðum við lónið var fjölgað árið 2004 (10.–15. mynd). Rof úr bökkum lónsins verður einkum þegar alda ber bakka í hvassviðrum, en einnig verður hægfara rof vegna frosthreyfinga og niðurfalls torfs. Haustið 2013 var vatnsborð langt undir yfirfallshæð, og þegar mælingar fóru fram í ágúst 2014 var það enn um 20 cm neðan yfirfallshæðar og aðstæður sem skapa öldurof úr bökkum vart til staðar. Mögulegt er að öldurof hafi orðið seinna um haustið 2014 er vatnsborð var við yfirfall og hvassviðri gengu yfir.

Á þeim 10 árum sem rof hefur verið mælt á sniðunum 16 við lónið nemur heildarrof úr bökkum 3,48 m að meðaltali eða 35 cm á ári. Mikil munur er á milli sniða eftir því hversu áveðra bakkarnir eru, en rofið mældir á bilinu 1,46–8,67 m (1. viðauki). Á sniði (R0) sem mælt hefur verið frá árinu 1997 var rofið ívið meira, eða 0,40 cm á ári að meðaltali, (13. mynd).

Þrátt fyrir að lítið rof hafi orðið úr bökkum Blöndulóns frá árinu 2009 er ekki hægt að fullyrða að rof sé að mestu gengið yfir. Eins og rakið hefur verið í fyrri skýrslum og greinum skapast rofskilyrði þegar saman fer mjög hátt vatnsborð (yfirfallshæð + 10–20 cm) og að hvassviðri gangi yfir svæðið, eins og gerðist síðast haustið 2008. Ef dæma má af gangi rofs á sniði R0 má ætla að sambærilegar aðstæður skapist einu sinni til tvisvar á áratug (11. mynd). Ætla verður að þegar lengra líður fram dragi úr öldurofi á hallandi landi, en bakka hopa þar ofar í landið, fjær öldugangi.

4.2 Gróður í Sandvík

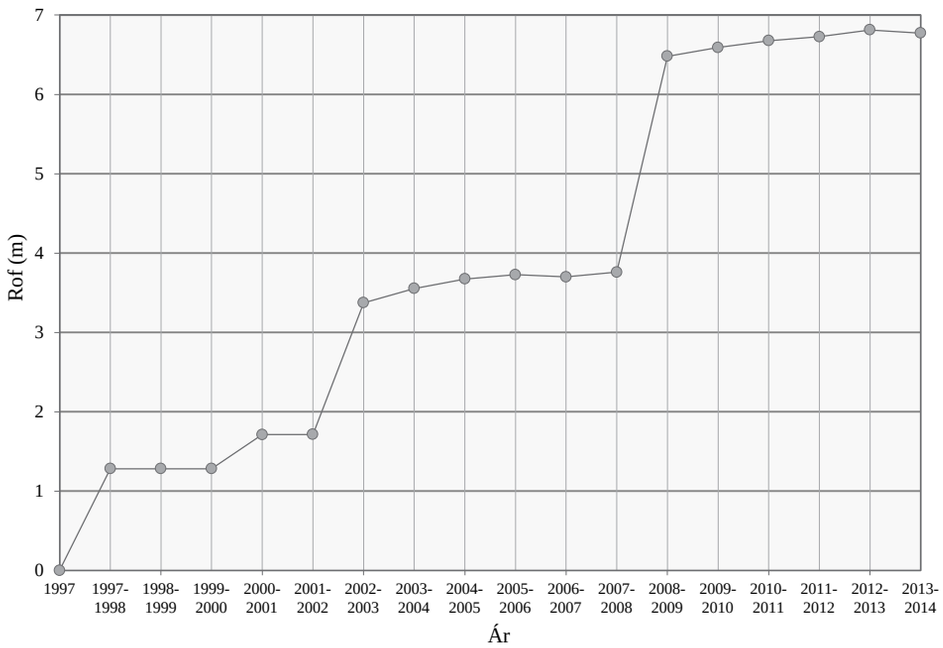
Sumarið 2014 var gróður mældur í þriðja sinn í tilraunagirðingunni í Sandvík, en þar voru árið 2003 lögð út fjögur snið upp eftir sandgeira sem myndaðist í víkinni árið 2000. Á tvö sniðanna (A og B) var dreift tilbúnum áburði árin 2004–2007, sem nam um hálfum túnskammti (um 50 kg N/ha), en hin tvö fengu (C og D) fengu ekki áburð. Gróður á sniðunum var mældur í annað sinn árið 2007, en frá þeim tíma hefur áburði ekki verið dreift á þau. Við mælingarnar 2014 var bætt við tveimur mælisniðum utan við, til að fá samanburð á beittu landi eftir 10 ára friðun innan girðingar. Sömu aðferðum var beitt og fyrr við mælingarnar (sbr. Borgþór Magnússon o.fl. 2004, Olga Kolbrún Vilmundardóttir o.fl. 2009). Á hverju sniði voru lagðir út 10 smáreitir (75×75 cm) með 4 m bili. Í smáreitum var gróður mældur með oddamælingu í svonefndum ITEX-ramma sem er með tvöföldu strengjaneti og 100 punktum, en í hverjum punkti voru plöntutegundir skráðar í tveimur lögum, þ.e. í efra og neðra gróðurlagi. Samanlögð gróðurþekja í báðum lögum getur því reiknast upp undir 200% þar sem gróður er órofinn og þéttur. Sandþykkt var mæld



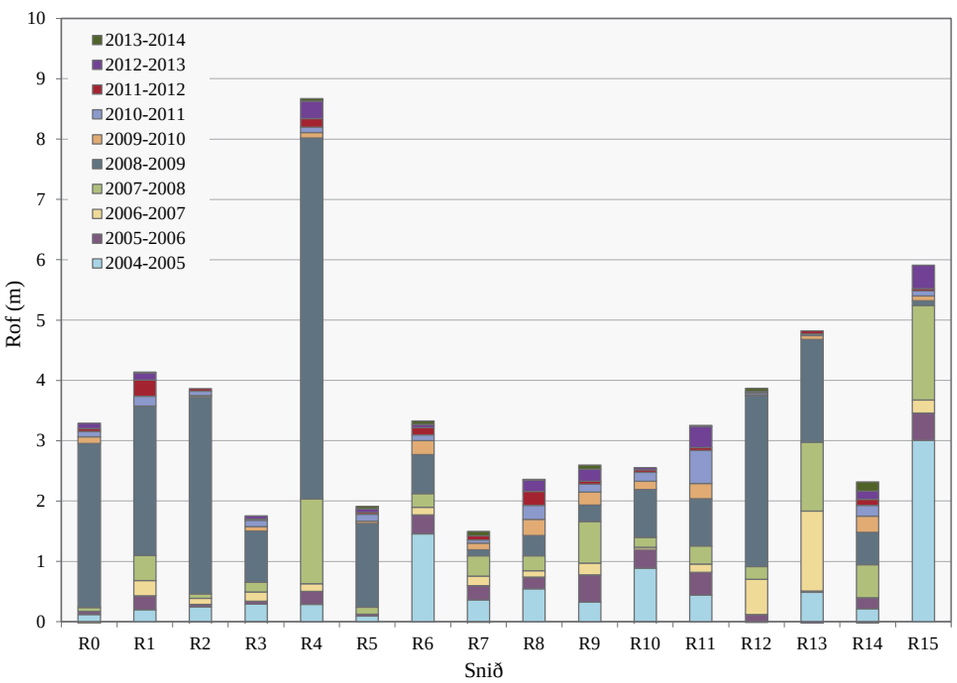
10. mynd. Staðsetning rofsniða við Blöndulón. Snið R0 hefur verið mælt árlega frá 1997, en snið R1−R15 frá árinu 2004.

í smáreitum með því að taka fjóra jarðvegskjarna við jaðar þeirra. Þegar sniðin voru lögð út árið 2003 voru fastir hælar settir í horn smáreita og var þannig hægt að endurtaka mælingar á nákvæmlega sömu stöðum innan girðingarinnar 2007 og 2014.

Sandur á sniðum í Sandvík 2014 hafði aukist mikið frá mælingunum árið 2007 og 2003, en hann var yfir 40 cm þykkur þar sem mest var (15.–16. mynd). Í yfir helmingi smáreita var sandþykktin meiri en 10 cm. Jafnþykkastur var sandurinn neðantil á sniðum C og D en þar um hafði mest sandflæði orðið upp frá lóninu (15. mynd).

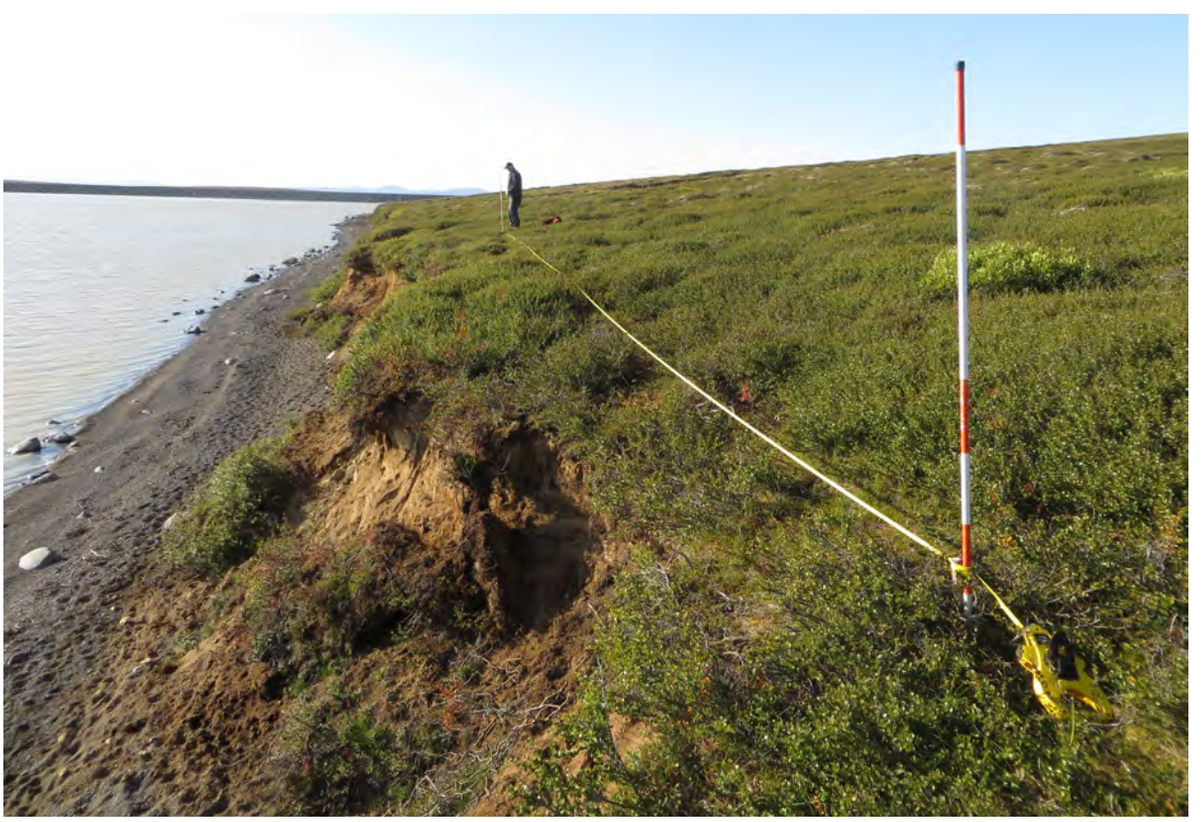


11. mynd. Samanlagt öldurof úr bakka á sniði R0 við norðanvert Blöndulón, frá 31. júlí 1997 til 18. ágúst 2014. Staðsetning sniðs er sýnd á 9. mynd.

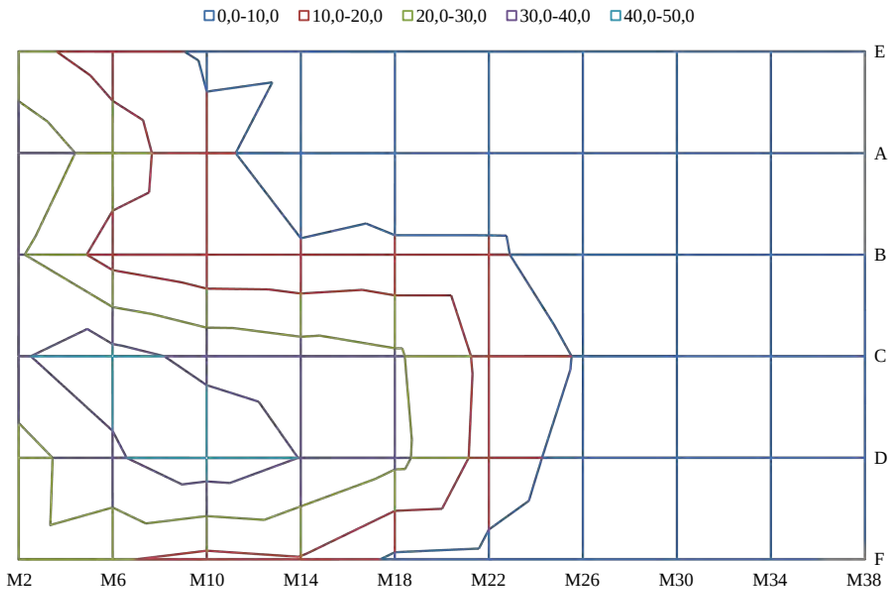


12. mynd. Árlegt rof úr bökkum á föstum mælistöðum við Blöndulón frá árinu 2004. Staðsetning sniða er sýnd á 9. mynd.

13. mynd. Rofbakki á sniði R0 við norðanvert lón, um 0,8 m hár. Hér hefur bakki hopað um 6,8 m frá 1997, þar af 3,2 m frá 2004. Umtalsvert rof hefur ekki mælst hér frá árinu 2009, en úrrennsli verður á vorin þegar frost fer úr jörðu og viðheldur lítilsháttar rofi. Ljósm. Sigmar Metúsalemsson 20. ágúst 2014.



14. mynd. Rofbakki á sniði R11 við norðanvert lón, um 2,5 m hár. Hér hefur bakki hopað um 3,3 m frá árinu 2004, torfur slúta fram yfir holbakka og falla niður, rof er hér viðvarandi. Ljósm. Sigmar Metúsalemsson, 21. ágúst 2014.



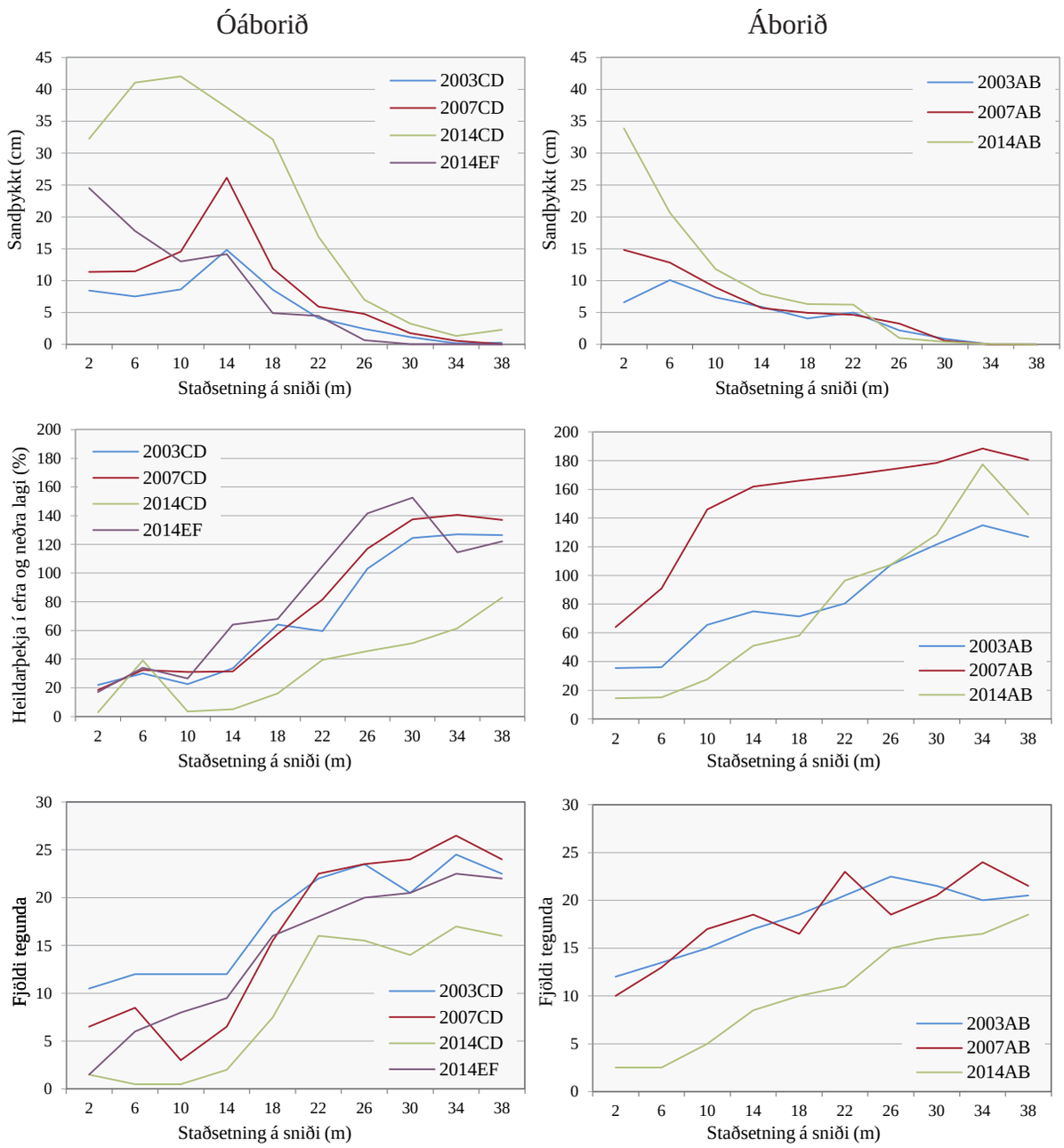
15. mynd. Jafnþykktarlínur sands (cm) á mælisniðum í Sandvík í ágúst 2014. Snið A–D eru innan girðingar, en E og F utan hennar, fjarlægð milli sniða var 13 m. M2–M38 sýnir staðsetningu gróðurmælireita á sniðunum, frá neðsta til efsta hluta sniða og fjarlægð í metrum.

Gróður hafði mjög látið undan í Sandvík árið 2014 frá því í fyrri mælingum, bæði hvað varðar gróðurþekju og fjölda tegunda (16. mynd). Ef fyrst er hugað að óábornu landi, þá hafði gróðurþekja á sniðum CD víðast hvar rýrnað um meira en helming frá árinu 2007 og var komin niður fyrir 5% þar sem sandur var mestur 2014. Einnig hafði tegundum í reitum fækkað mjög og hjörðu aðeins ein til tvær í mesta sandinum (16. mynd). Á sniðum utan girðingar (EF, óáborið, beitt) var sandur hins vegar mun minni og gróðurþekja og fjöldi tegunda umtalsvert meiri en á sambærilegum sniðum (CD, óáborið, friðað) innan girðingar.

Á landi sem var áborið árin 2004–2007 (AB, friðað) höfðu orðið athyglisverðar breytingar 2014. Sú mikla aukning gróðurþekju sem kom fram milli áranna 2003–2007 var gengin til baka og jafnframt hafði tegundum fækkað til muna frá því sem var í fyrri mælingum (16. mynd). Þessar breytingar stafa af aukningu sands á sniðunum 2014 og stöðvun áburðardreifingar eftir árið 2007. Við áburðargjöfina jókst mjög þekja grasa á áborna landinu og urðu þau ríkjandi (Olga Kolbrún Vilmundardótir o.fl. 2009) en þegar áburðargjöf er hætt dregur úr þekju þeirra strax árið eftir og á fáum árum fer hún í svipað horf og áður var (Sigurður H. Magnússon og Borgþór Magnússon 1995). Árið 2014 voru sinuleifar af grösum enn merkjanlegar á áborna landinu en sú gróska sem áburður hafði viðhaldið var horfin.

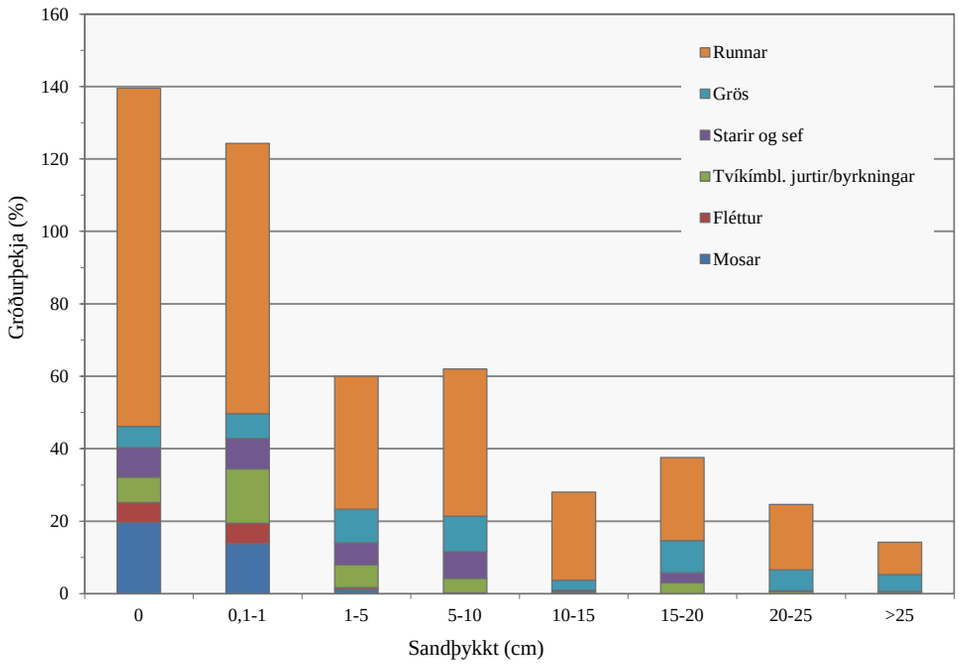
Gróðurmælingarnar í Sandvík árið 2007 leiddu m.a. í ljós að plöntutegundum fækkaði og gróðurþekja minnkaði með aukinni sandþykkt. Lágplöntur hurfu úr þekju við 2,5–5,0 cm þykkan foksand, flestar blómjurtir, smárunnar og hálfgrös hurfu úr þekju við 5–10 cm sandþykkt en runnar og grös stóðust svo þykkan sand og sumar tegundir juku jafnvel þekju sína. Afar fáar tegundir þoldu 10 cm þykkan sand og voru þolmörk mólendisgróðurs á svæðinu talin liggja nærri þeirri sandþykkt. Á ábornu landi jókst gróðurþekja óháð sandþykkt og tegundum fjölgaði lítillega. Grös, einkum túnvingull, urðu ríkjandi í þekju (Olga Kolbrún Vilmundardóttir o.fl. 2009). Gróðurmælingarnar 2014 leiða betur í ljós hver langtímaáhrif sandfoks á gróður á svæðinu hafa verið.

Þegar litið er til breytinga á þekju plöntuhópa með aukinni sandþykkt 2014 sést að megindrættir eru hinir sömu og komnir voru fram 2007. Í óröskuðu mólendi, sem sandur hafði ekki fokið inn á, var heildargróðurþekja í efra og neðra gróðurlagi um 140% árið 2014. Þar af voru runnar um 90%, mosar og fléttur um 25% og tvíkímblaða jurtir, starir og sef, og grös með um 6-8% þekju hver hópur (17. mynd). Við 0,1–1 cm sandþykkt varð áhrifa á gróðurþekju þegar vart, einkum á runna og lágplöntur (mosar og fléttur). Mikil rýrnun varð á gróðurþekju þar sem sandþykkt náði 1–5 cm en í þeim reitum var heildargróðurþekja fallin niður í aðeins 60%, aðallega vegna hnignunar runna og nánast hvarfs lágplantna úr gróðri. Við 5–10 cm sandþykkt hélst þekja í svipuðu horfi en með vaxandi sandþykkt féll hún enn frekar. Þar sem sandur var orðinn yfir 20 cm þykkur, var aðeins lítilsháttar af runnum og grösum enn til staðar og heildargróðurþekja fallin niður í um 20% (17. mynd).

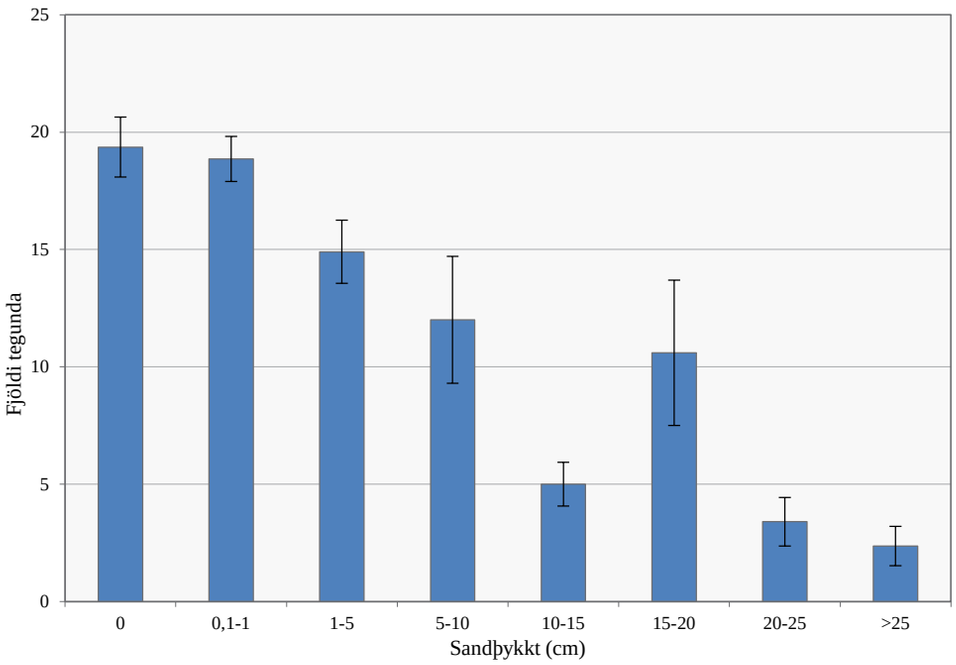


16. mynd. Meðaltal sandþykktar, heildarþekju gróðurs og tegundafjölda plantna á sniðum í Sandvík árin 2003, 2007 og 2014. Tekið var meðaltal tveggja sniða, AB: áborin snið innan girðingar, CD: óáborin snið innan girðingar, EF: óáborin snið utan girðingar, aðeins mæld 2014.

Um 20 tegundir plantna fundust að meðaltali (bil 14–27) í hverjum mælireit í Sandvík árið 2014, þar sem sand var ekki að finna (18. mynd). Lítil breyting varð á þar sem sandur var á bilinu 0,1–5 cm, en tegundum tók að fækka verulega þar sem sandur náði 1–5 og 5–10 cm. Þar sem sandur hafði náð 10 cm eða meira voru tegundir að meðaltali 5 eða færri í hverjum reit, með einni undantekningu. Aðeins tvær tegundir voru að meðaltali í þeim reitum þar sem sandur var þykkari en 25 cm. Þessir reitir voru ellefu að tölu, í þremur þeirra fannst engin planta (sandþykkt 37–40 cm) en átta tegundir þar sem mest var (2. viðauki).



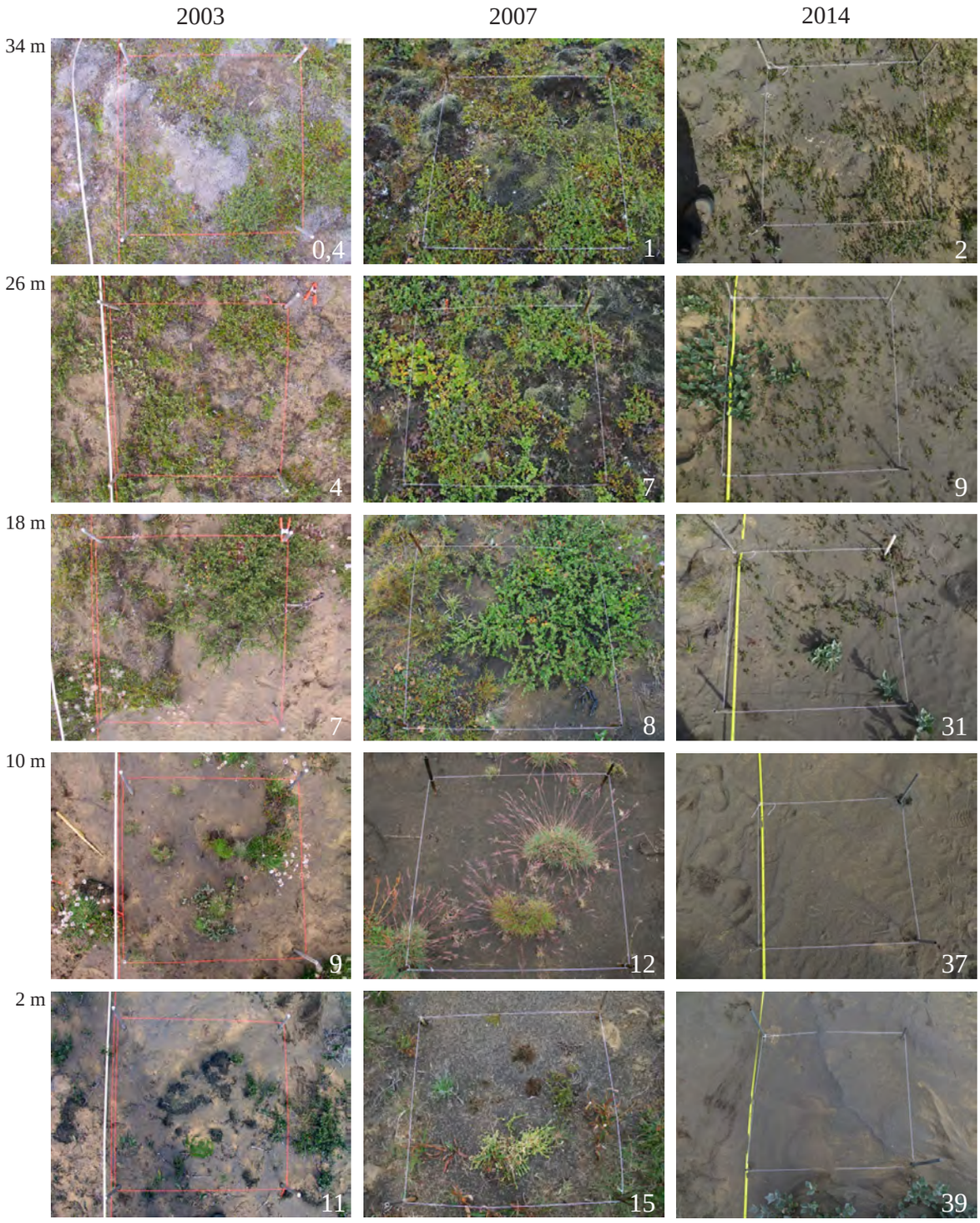
17. mynd. Meðalþekja plöntuhópa við mismunandi sandþykkt í mólendi í Sandvík 2014. Meðaltal fyrir öll snið (A–F) innan og utan girðingar, alls voru mælireitir 60 en 5–11 reitir eru að baki hverri sandþykkt, sjá einnig 2. viðauka.



18. mynd. Meðalfjöldi og staðalskekkja (s.e.) plöntutegunda í mælireit (50×50 cm) við mismunandi sandþykkt í mólendi í Sandvík 2014. Meðaltal fyrir öll snið (A–F), alls voru mælireitir 60 en 5–11 reitir eru að baki hverri sandþykkt, sjá einnig 2. viðauka.

Breytingar á gróðri og sandþykkt í nokkrum smáreitum á ábornu og ábornu landi í Sandvík frá 2003–2014 er sýnd á 19.–20. mynd.

19. mynd. Myndir af mælireitum á sniði A í Sandvík 2003, 2007 og 2014, áborið land, 2004–2007. Til vinstri kemur fram staðsetning reits á sniði frá neðsta reit (2 m) og síðan með 8 m bili, sandþykkt (cm) kemur fram á hverri mynd. Ljósm. Borgþór Magnússon.



20. mynd. Myndir af mælireitum á sniði C í Sandvík 2003, 2007 og 2014, óáborið land. Til vinstri kemur fram staðsetning reits á sniði frá neðsta reit (2 m) og síðan með 8 m bili, sandþykkt (cm) kemur fram á hverri mynd. Ljósm. Borgþór Magnússon.

Viðbrögð einstakra tegunda við sandfoki voru misjöfn, jafnvel innan plöntuhópa. Þetta kom einnig fram við fyrri gróðurmælingar í Sandvík (Borgþór Magnússon o.fl. 2004, Olga Kolbrún Vilmundardóttir o.fl. 2014). Munurinn nú er að sandurinn hefur þykknað og plönturnar hafa búið lengur við álag af sandfoki. Að jafnaði eru jarðlægar, lágvaxnar tegundir viðkvæmari en hávaxnari tegundir, sem meiri líkur eru á að hafi vaxtarsprota og ljóstillífandi vefi ofan sandyfirborðs. Háplöntur sem hafa öflugar forðarætur eru líklegri til að þola áföll en þær sem litlum forða safna. Ennfremur skiptir máli hvort plöntur vaxa stakar eða hafa klónvöxt sem tengir einstaklinga saman með renglum og/eða rótaneti. Um slíkt net er unnt að miðla næringarefnum og orku til einstaklinga sem verða fyrir áföllum (Ingibjörg Svala Jónsdóttir o.fl. 1996).

Mosar og fléttur eru jarðlægar, rótalausar plöntur sem eru mjög viðkvæmar fyrir sandfoki. Þær hverfa að mestu úr gróðri þar sem sandþykkt nær 5 cm. Í reitunum í Sandvík voru greindar 8 tegundir mosa og fléttna. Aðeins vottaði fyrir einni þeirra þar sem sandur var meiri en 5 cm, en það var mosinn hraungambri (21. mynd, 2.viðauki). Hraungambri er ríkjandi lágplöntutegund í mólendinu við Blöndulón og getur náð umtalsverðri þekju. Hann vex einkum á þúfnakollum sem hann á þátt í að mynda og er sú meðalsandþykkt sem mælist í reitum sennilega meiri en að jafnaði liggur á honum. Eins og aðrar tegundir lágplantna lætur hraungambrinn undan við sandfok, en greinist þó með lítilsháttar þekju við meiri sand en hinar tegundirnar (21. mynd).

Tvíkímblaða jurtir og byrkningar sem finnast í mólendinu við Blöndulón eru ekki stórvaxin. Flestar þessara tegunda láta undan við sandfok, einkanlega þegar sandþykkt fer yfir 10 cm. Minnst þol samkvæmt mælingunum 2014 hafði geldingahnappur en lengst héldu út kornsúra og beitieski (22. mynd). Í sandinum í Sandvík varð kornsúra áberandi stórvaxin og blaðmikil sem bendir til að hún geti nýtt sér að ákveðnu marki þær aðstæður sem skapast við sandfok. Þekkt er að rót tegundarinnar er forðarík sem léttir plöntunni að standast álag. Beitieski er klónplanta sem hefur djúpstætt og víðfeðmt rótarkerfi eins og aðrar elftingar. Þær eru þekktar fyrir að standast vel álag og vera erfiðar að uppræta (Williams 2006).

Grasleitar tegundir (grös, starir og sef) sýndu nokkurt þol við sandfoki, en þó misjafnt eftir tegundum. Fáeinar þeirra fundust í reitum þar sem sandur var yfir 20 cm (23. mynd, 2. viðauki). Túnvingull var þolnastur þessara tegunda en hann hélst við og var með nokkra þekju þar sem sandur var yfir 45 cm þykkur. Myndaði hann toppa í sandinum þar sem lítið var um annan gróður. Blásveifgras var einnig þrautseigt en þekja þess var mest þar sem sandur var um 20–40 cm. Aðrar grasleitar tegundir létu mjög undan síga með vaxandi sandálagi (23. mynd).

Í mólendinu við Blöndulón eru runnar ríkjandi í gróðri en af þeim er langmest af fjalldrapa og krækilyngi, einnig talsvert af bláberjalyngi, en mun minna af holtasóley og víðitegundum (24. mynd, 2. viðauki). Gróðurinn er mótaður af sauðfjárbeit sem heldur niðri loðvíði og gulvíði og kemur í veg fyrir að þeir myndi kjarr. Fjalldrapi, krækilyng og bláberjalyng eru hins vegar lítið bitnar tegundir og verða þær ríkjandi í runnalagi við þessar aðstæður, ef beit er ekki óhófleg. Fjalldrapi er hávaxnastur þessara þriggja tegunda og að jafnaði þekjumestur. Í gróðurmælingum við Blöndulón árið 2006 (Borgþór Magnússon o.fl. 2009) var mesta hæð runna í hverjum smáreit mæld og skráð hvaða tegund var um að ræða. Niðurstöður voru eftirfarandi (áður óbirt gögn):

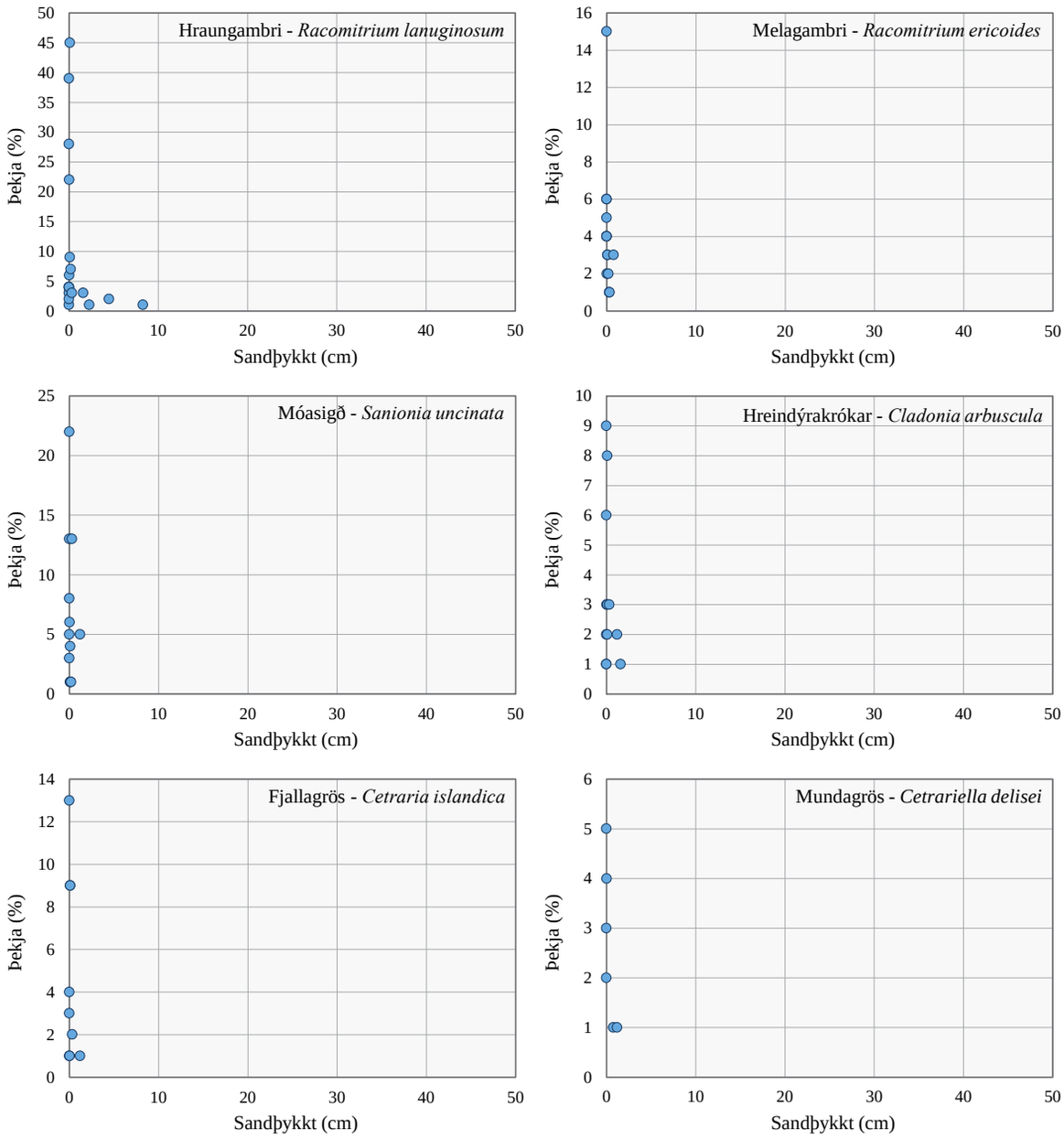
	Fjöldi smáreita	Meðalhæð cm	Bil cm
Fjalldrapi	111	12,3	4–41
Bláberjalyng	9	7,7	5–12
Fjallavíðir	4	5,8	3–10
Krækilyng	25	4,6	2–9

Þessar tölur er gagnlegt að hafa til viðmiðunar þegar viðbrögð tegundanna við sandfoki eru skoðuð, en úthald þeirra er í samræmi við þær. Fjalldrapi stenst sandfokið best en hann lætur ekki verulega undan fyrr en sandur er kominn yfir 20 cm. Hann hjarir þó áfram en með litla þekju allt upp undir 40 cm sandþykkt (24. mynd, 2. viðauki). Bláberjalyngi hnignar hins vegar mjög þar sem sandur er meiri en 10 cm og finnst aðeins í litlum mæli þar sem sandur er meiri. Krækilyng lætur undan þar sem sandur er 5 cm og finnst lítið sem ekkert þegar sandur fer yfir 10 cm. Örfáar plöntur af fjallavíði komu fyrir í reitunum í Sandvík en þekja þeirra var mest í sandlausum reitum. Holtasóley er lágvaxin, jarðlæg tegund. Hún fannst ekki í reitum þar sem sandur var yfir 10 cm. Loðvíðir er sú runnategund sem best stendur sig undir sandálagi í Sandvík, þ.e.a.s. innan girðingarinnar. Þegar gróðurmælt var í fyrsta sinn í víkinni árið 2003 og girt í kjölfarið bar lítið á honum eins og almennt í mólendinu við Blöndulón. Fáum árum eftir friðun fór hins vegar að bera á honum og loðvíðibrúskar að sýna sig, sem hafa farið stækkandi ár frá ári, einkanlega neðst í girðingunni þar sem sandur er mestur. Samkvæmt mælingunum í Sandvík 2014 dró ekki úr þekju loðvíðisins með vaxandi sandþykkt og mest var hún í yfir 40 cm þykkum sandi (24. mynd, 2. viðauki), sem var mælireitur C 6 innan girðingarinnar. Þróun gróðurs í reitnum frá árinu 2003 má sjá á 25. mynd.

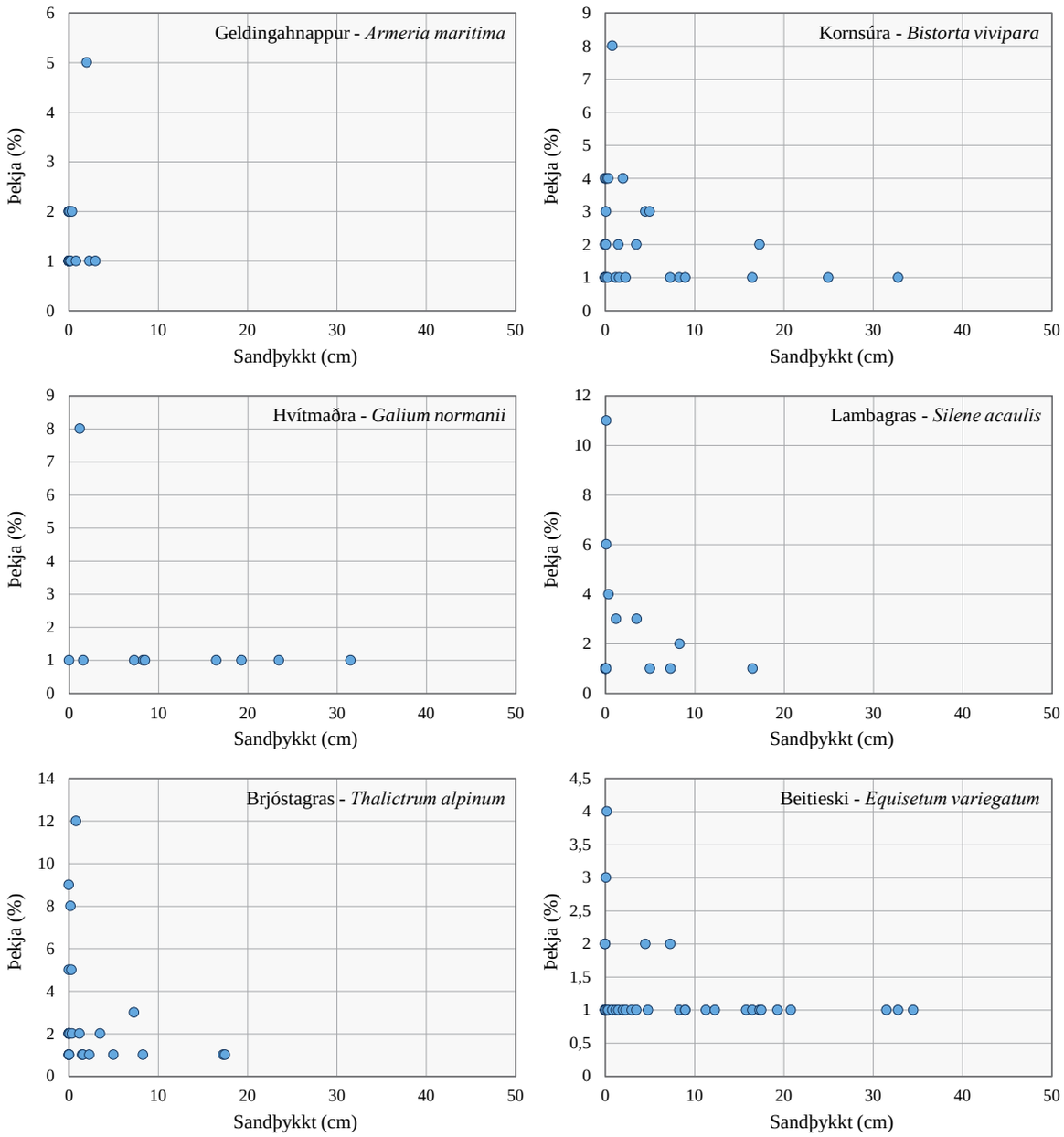
Niðurstöður um viðbrögð plöntutegunda við sandfoki, eftir mælingarnar í Sandvík 2014 vísa í flestu í sömu átt og niðurstöðurnar frá 2007 (Olga Kolbrún Vilmundardóttir o.fl. 2009) nema hvað þær segja meira um langtímaáhrif og aukið sandálag. Árið 2007 var meðalsandþykkt í mælireitum á sniðum innan girðingar í Sandvík 7,2 cm (0–26 cm) en hún var orðin 15,2 cm (0–42 cm) árið 2014. Mælingarnar 2007 sýndu að mosar og fléttur og nokkrar algengar háplöntutegundir (krækilyng, bláberjalyng, geldingahnappur, stinnastör, þurskaskegg, þursaskegg og móasef) létu undan í sandfokinu sem þá var orðið, á meðan allmargar tegundir stóðu það enn af sér og sýndu litlar breytingar í þekju (grasvíðir, loðvíðir, fjalldrapi, kornsúra, brjóstagras, blásveifgras, blávingull, týtulíngresi). Túnvingull var þá eina tegundin sem sýndi jákvæð viðbrögð og jók þekju sína í sandi á óábornu landi (Olga Kolbrún Vilmundardóttir o.fl. 2009). Niðurstöður gróðurmælinga 2014 sýna að fátt er orðið eftir af tegundum í Sandvík þar sem sandur fer yfir 20 cm (13. mynd). Enn er túnvingull til staðar, blásveifgras, fjalldrapi, loðvíðir og vottur af fáeinum öðrum tegundum. Þar sem sandur nær 40 cm eða meir hverfa þessar tegundir allar nema túnvingull og loðvíðir (2. viðauki). Tilraunir Ásu L. Aradóttur o.fl. (2010) á áfoksþoli gróðurs við Hálslón og Blöndulón gefa áþekkar niðurstöður og tilraunin í Sandvík hefur gert. Í tilraunum Ásu o.fl. var þó um mun minni sandþykktir að ræða, eða allt að 8 cm.

4.3 Víðir í Sandvík

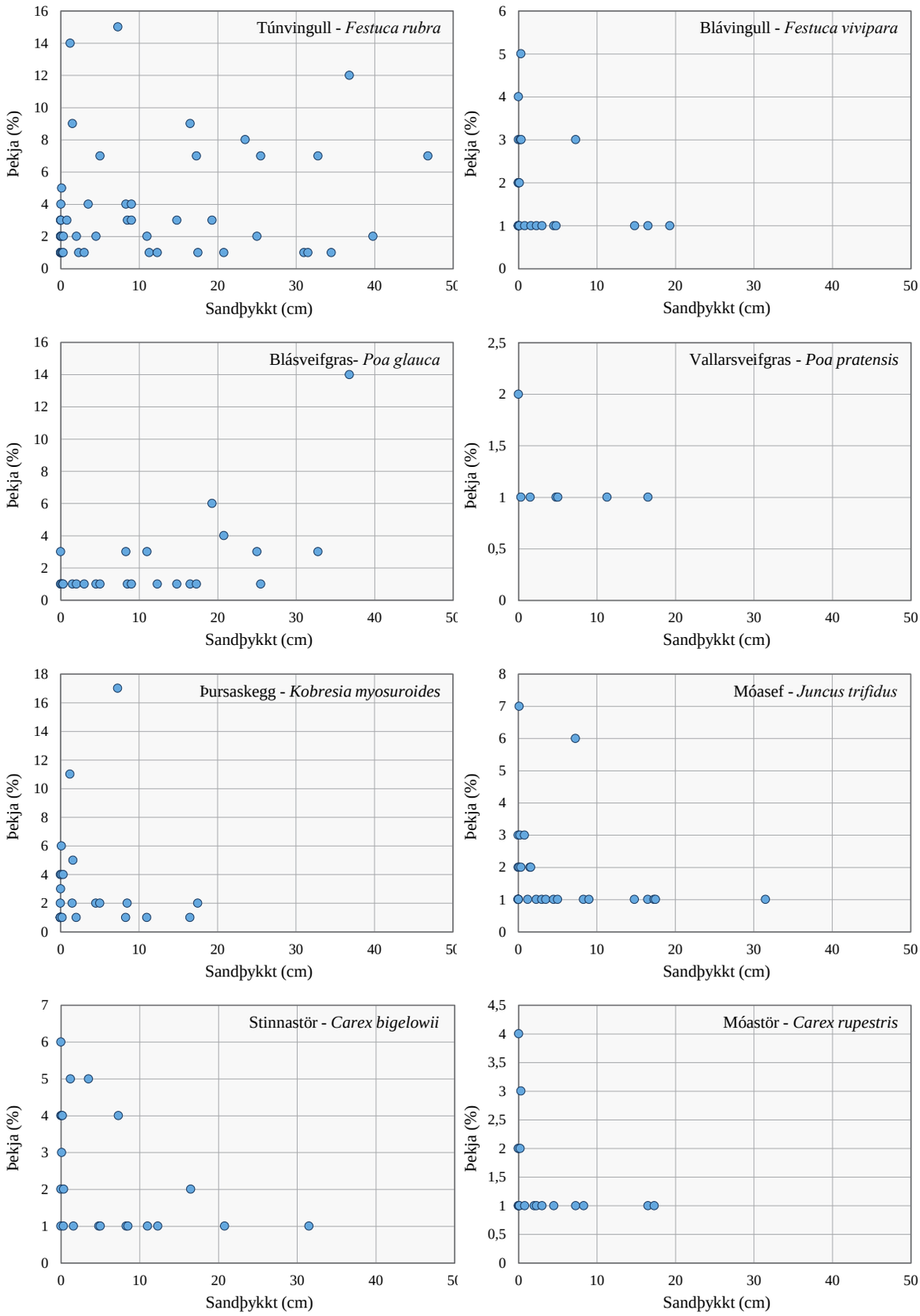
Þar eð plöntur af loðvíði og fjallavíði voru fremur fáar og dreifðar í Sandvík voru lögð út viðbótarsnið 2014 (víðisnið) þvert á gróðursniðin (A–E) innan og utan girðingarinnar og upp frá víkinni. Sniðin voru lögð með því að strekkja málband með 5 m bili frá neðsta til efsta hluta gróðursniðanna (0–40 m). Innan girðingarinnar voru sniðin 50 m löng, en utan við voru tvö 25 m snið sitt hvoru megin hennar. Farið var eftir sniðunum og víðiplöntur undir málbandinu skráðar og mældar. Mesta hæð hverrar plöntu var mæld og jaðrar hennar undir málbandinu (lengd), óháð því hvort þekja hennar væri samfelld eða ekki. Mjög erfitt er að greina með vissu á milli smávaxinna plantna af loðvíði og fjallavíði, en smáplöntur af þeim fyrrnefnda líkjast þeim síðarnefnda, sem sennilega er eitthvað ofmetinn á kostnað hins. Grasvíði var sleppt í þessum skráningum en lítilsháttar er af honum í mólendinu (2. viðauki). Ein smávaxin gulvíðiplanta var skráð á sniði utan girðingar en henni er ekki gerð frekari skil hér. Sandþykkt á víðisniðunum var ekki mæld en hún var áætluð út frá þeirri sandþykkt sem mæld var á gróðursniðunum.



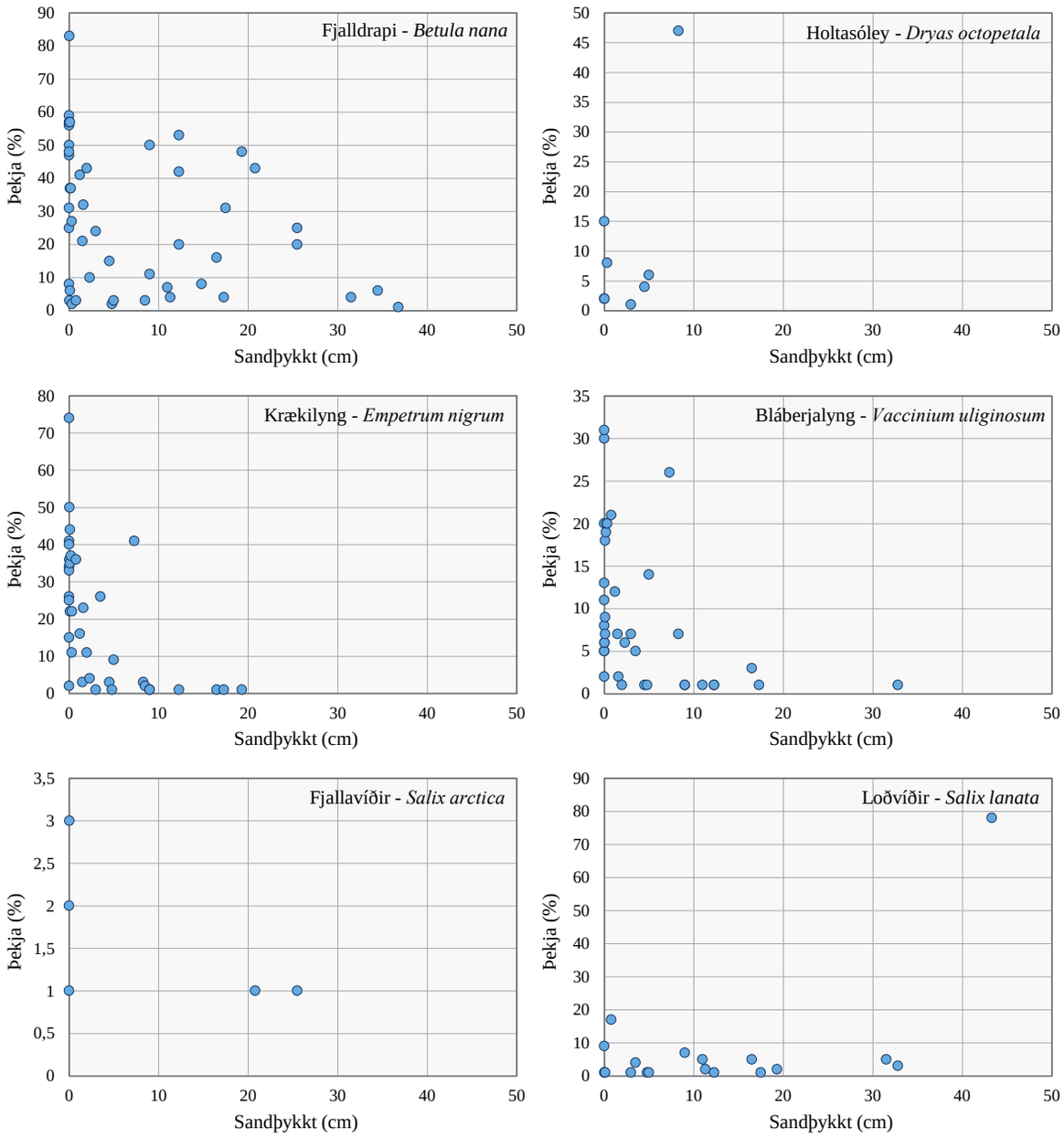
21. mynd. Þekja algengustu mosa og fléttna og sandþykkt í mælireitum í Sandvík 2014; kvarði á y-ási er misjafn eftir tegundum.



22. mynd. Þekja algengustu tvíkímblaða jurta og byrkninga og sandþykkt í mælireitum í Sandvík 2014; kvarði á y-ási er misjafn eftir tegundum.



23. mynd. Þekja algengustu grasa og hálfgrasa, og sandþykkt í mælireitum í Sandvík 2014; kvarði á y-ási er misjafn eftir tegundum.



24. mynd. Þekja algengustu runna og sandþykkt í mælireitum í Sandvík 2014; kvarði á y-ási er misjafn eftir tegundum.

2003: sandur 8 cm, þekja 43%, fj. teg. 13.

2006: sandur 16 cm, þekja 63%, fj. teg. 15.

2007: ekki mælt.

2014: sandur 43 cm, þekja 78%, fj. teg. 1.

25. mynd. Breytingar í mælireit C6 í Sandvík frá 2003–2014, reiturinn er 50×50 cm. Ártal, sandþykkt, gróðurþekja og fjöldi tegunda er sýndur við hverja mynd, að undantekinni 2007. Ljósm. Borgþór Magnússon.

Mikill munur reyndist vera orðinn á víðivexti innan og utan girðingar í Sandvík 2014. Á sniðum innan girðingar voru skráðar 44 plöntur af loðvíði og 43 af fjallavíði, en utan hennar aðeins 4 plöntur af loðvíði en 20 af fjallavíði. Utan girðingar var heildarvíðiþekja að meðaltali aðeins 1%, að mestu fjallavíðir. Voru þeir að meðaltali 5 cm háir og með um 18 cm breiða blaðkrónu. Loðvíðiplöntur utan girðingar voru mjög smávaxnar eða um 2 cm háar og með 5 cm beiða blaðkrónu. Innan girðingar voru fjallvíðiplönturnar heldur stærri en utan hennar, en munur var þó ekki mikill. Heildarvíðiþekja innan girðingarinnar reyndist að meðaltali vera um 7% en þar hafði vægi tegundanna snúist við. Loðvíðiplöntur innan girðingar voru margfalt stærri en utan hennar, eða 12 cm á hæð að meðaltali og 42 cm að þvermáli. Stærstar og gróskumestar voru plöntur neðst í girðingunni þar sem sandur var mestur (3. tafla, 26.–27. ljósmynd).

Til að bera saman við þessar niðurstöður voru teknar saman tölur yfir fjölda og meðalþekju loðvíðis og fjallavíðis í mælireitunum í Sandvík 2003, 2007 og 2014 (4. tafla). Þær benda í sömu átt, þ.e. loðvíði fjölgar til muna innan girðingarinnar og meðalþekja hans eykst, en fjallavíði lætur undan. Utan girðingar var lítið af þessum tegundum í mælireitum 2014.

Loðvíðir er eftirsóttur af sauðfé og finnst lítið í gamalgrónu beitilandi, en heiðarnar við Blöndulón eru dæmi um það. Hins vegar getur hann verið algengur og áberandi á friðuðu landi á sömu

3. tafla. Niðurstöður mælinga 2014 á loðvíði og fjallavíði innan og utan tilraunagirðingar í Sandvík sem sett var upp haustið 2003. Snið voru lögð út þvert á tilraunareiti í 0–40 m fjarlægð frá neðsta hluta girðingar sem var við efri mörk sandfjöru við lón. Snið innan girðingar voru 50 m löng en 2×25 m utan og sitt hvoru megin girðingar.

Innan girðingar										
		Loðvíðir				**Fjallavíðir**				**Heild**
Snið (m)	Áætluð sandþykkt (cm)	Fjöldi plantna	Þvermál (cm)	Hæð (cm)	Þekja (%)	Fjöldi plantna	Þvermál (cm)	Hæð (cm)	Þekja (%)	Heildar-þekja víðis (%)
0	34	8	88	17	14,1	6	38	8	4,5	18,6
5	31,5	4	62	13	4,9	0	0	0	0	4,9
10	27	6	75	13	9	1	59	10	1,2	10,2
15	22	5	40	9	4	4	18	7	1,4	5,4
20	15	7	17	10	2,4	9	34	6	6,1	8,5
25	6,5	6	23	6	3	6	20	5	2,4	5,4
30	2	2	37	18	1,5	5	11	3	1,1	2,6
35	1	3	10	6	0,6	5	21	7	2,1	2,7
40	2	3	23	16	1,4	7	17	11	2,3	3,7
Meðaltal	15,7	4,9	41,7	12,0	4,5	4,8	24,2	6,3	2,3	6,9
Utan girðingar										
0	27,5	1	6	3,0	0,1	0	0	0,0	0,0	0,1
5	19,5	1	16	4,0	0,3	2	22	3,5	0,9	1,2
10	8	0	0	0,0	0,0	1	3	8,0	0,1	0,1
15	12,5	1	5	5,0	0,1	3	23,6	3,7	1,4	1,5
20	4,5	0	0	0,0	0,0	4	20,2	6,0	1,6	1,6
25	2	0	0	0,0	0,0	2	15	6,5	0,1	0,1
30	0	0	0	0,0	0,0	1	5	6,0	0,1	0,1
35	0	1	20	6,0	0,4	5	11,8	7,2	1,2	1,6
40	0	0	0	0,0	0,0	2	60,5	8,5	2,4	2,4
Meðaltal	8,2	0,4	5,2	2,0	0,1	2,2	17,9	5,5	0,9	1,0

4. tafla. Fjöldi og meðalþekja loðvíði- og fjallavíðiplantna í smáreitum (50×50 cm) í Sandvík árin 2003, 2007 og 2014. Innan girðingar voru 40 reitir en 20 utan hennar. Til samanburðar er því fjöldi plantna fyrir utan margfaldaður með 2, rauntala er gefin í sviga. Reitir utan girðingar voru settir upp 2014.

		Innan girðingar			**Utan girðingar**
		2003	**2007**	**2014**	**2014**
Fjöldi plantna:	Loðvíðir	2	11	15	8 (4)
	Fjallavíðir	12	7	2	6 (3)
Þekja %:	Loðvíðir	0,1	1,0	3,5	0,3
	Fjallavíðir	0,5	0,6	0,1	0,3

26. mynd. Loðvíðir í foksandi í neðsta hluta girðingar í Sandvík, land friðað fyrir beit frá haustinu 2003. Ljósm. Sigmar Metúsalemsson 12. ágúst 2014.

27. mynd. Efri hluti girðingar í Sandvík, foksandur lítill og loðvíðir ekki áberandi. Ljósm. Sigmar Metúsalemsson 12. ágúst 2014.

svæðum, eins og í hólmum í ám og vötnum (Hörður Kristinsson 1979, Ingibjörg Svala Jónsdóttir 1984). Ekki fer á milli mála að það er sauðfjárbeitin sem veldur þessum mun. Á svæðum þar sem land er friðað eða beit lítil tekur víðir að gera vart við sig á fáum árum. Loðvíðir er víða mikill í gömlum landgræðslugirðingum og hann getur verið ríkjandi á landi þar sem áfok er mikið og beitarálag létt. Bendir það til að tegundin þoli áfok vel (Kristín Svavarsdóttir og Ása L. Aradóttir 2006). Fyrir meir en tvö hundruð árum hafði Björn í Sauðlauksdal lýst eiginleikum loðvíðisins til að binda sand (sjá: Jóhann Pálsson 1997; Kristín Svavarsdóttir og Ása L. Aradóttir 2006). Loðvíðir vex á túndru- og fjallasvæðum vestanhafs og austan. Hann vex í mólendi og á sendnum svæðum og myndar sums staðar sandhóla með melgresi og fleiri víðitegundum (Peterson og Billings 1978). Margar víðitegundir þykja hafa góða eiginleika til uppgræðslu lands og heftingar sandfoks, m.a. vegna hraðs vaxtar, góðrar rótamyndunar, klónvaxtar, þols gegn þurrki og áfoki (Kuzovkina og Volk 2009). Hér á landi hafa víðitegundir talsvert verið rannsakaðar á undanförnum árum og notkun þeirra í landgræðslu aukist (Kristín Svavarsdóttir og Ása L. Aradóttir 2006).

Góður vöxtur loðvíðis í girðingunni í Sandvík, einkanlega þar sem sandurinn er mestur, sýnir að af tegundum sem vaxa á svæðinu er hann vænlegastur til að standast og binda sand sem fýkur upp frá lóninu. Eftir ellefu ára friðun voru víðibrúskar teknir að myndast í sandinum og líklegt er að þeir eigi eftir stækka talsvert og mynda kjarr á komandi árum. Loðvíðir fannst hins vegar vart utan við girðinguna sem sýnir að nauðsynlegt er að friða land fyrir sauðfjárbeit til að ná upp víðivexti. Ef fleiri sandsvæði en í Lambavík og Sandvík verða girt af og friðuð fyrir sauðfjárbeit við Blöndulón á næstu árum, til að ná upp víði, kemur til álita að nota græðlinga af loðvíði og gulvíði til að flýta fyrir. Þá má annaðhvort forrækta eða stinga beint í land (Kristín Svavarsdóttir og Ása L. Aradóttir 2006). Við Hálslón hafa farið fram góðurrannsóknir vegna hættu á áfoki (Ólafur Arnalds o.fl. 2010). Í þeim voru m.a. gerðar tilraunir með víðigræðlinga og þær ályktanir dregnar að ekki væri hægt að mæla með þeirri aðferð til að bregðast í skyndi við alvarlegu áfoki, en hins vegar til að styrkja gróður til lengri tíma til að taka við áfoki (Kristín Svavarsdóttir og Ása L. Aradóttir 2010).

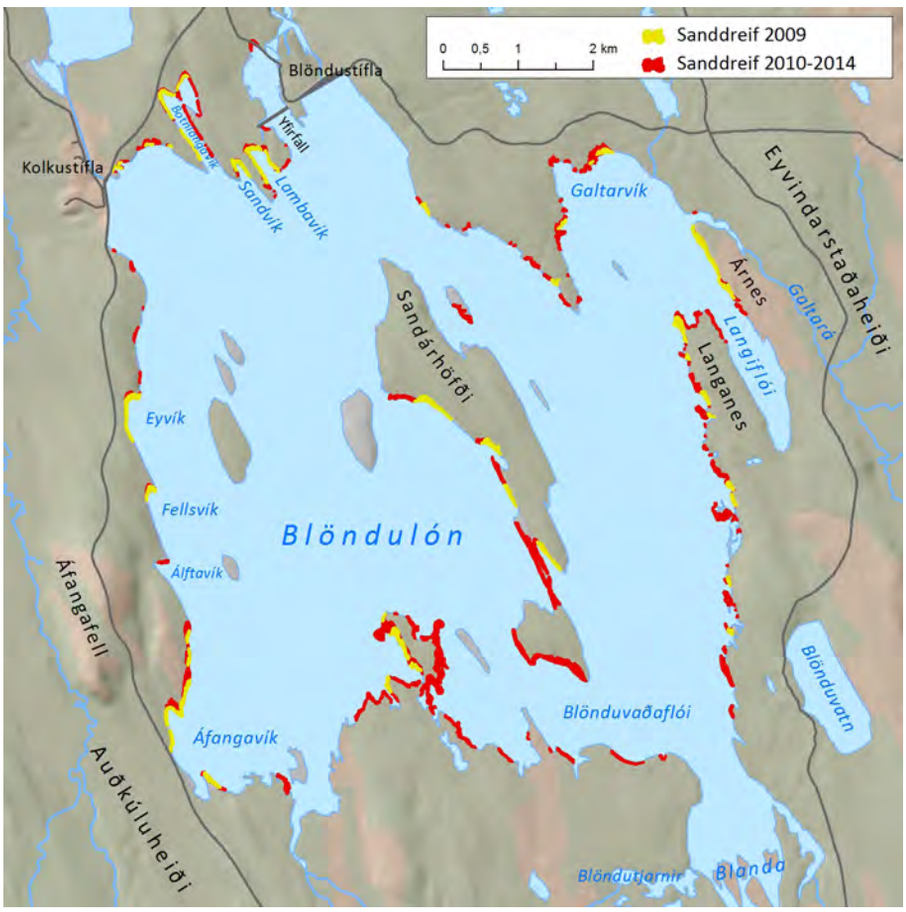
4.4 Sandfok

Haustið 2014 var gengið með allri strandlengju lónsins til að kanna ummerki um og kortleggja sanddreif upp úr fjörum. Ekki var farið út í eyjar en gervitunglamyndir frá sumrinu 2012 (DigitalGlobe World View 2, myndir frá 1. júní og 12. júlí 2012) voru notaðar til að greina og afmarka sanddreif þar upp frá fjörum. Samkvæmt þessari kortlagningu reiknaðist heildarflatarmál sanddreifar 95,7 ha en þar af voru 20,9 ha í eyjum, einkum Sandárhöfða (5. tafla). Sambærileg heildarúttekt með allri ströndinni var síðast gerð á árunum 2007–2009. Samkvæmt þeirri úttekt var heildarflatarmál sanddreifar við lónið haustið 2009 alls 28,8 ha, og hefur hún því meira en þrefaldast að flatarmáli á 5 árum (28. mynd, 5. tafla). Skoðun á gervitunglamyndunum frá sumrinu 2012 sýna að mestur hluti sanddreifarinnar var kominn þegar voru myndirnar teknar í júní og júlí. Líklegt er að sandfokið hafi orðið þá um vorið, en ekki varð vart við nýja sanddreif þar sem farið var um við lónið 2010 og 2011. Samanburður milli áranna 2009 og 2014 sýnir að sanddreif hefur aukist mest við suðurströnd lónsins og í eyjum, með austur- og norðurstönd en minnst með vesturströndinni.

Samkvæmt kortlagningunni 2014 voru alls 114 sandflákar með ströndum lónsins og í eyjum, frá 0,01–7,2 ha að flatarmáli, en meðalstærð þeirra var 0,84 ha. Þrettán flákar voru yfir 2 ha, en stærstu samfelldu sandsvæðin voru í Sandárnesi á milli Áfangavíkur og Blönduvaðaflóa, í Sandárhöfða, í Áfangavík og Galtarvík (28. mynd).

Í nokkrum víkum við norður- og vesturströnd, sem taldar hafa verið áhættusvæði með tilliti til sandfoks og þær því teknar út árlega undanfarin ár, urðu mismiklar breytingar milli áranna 2013 og 2014. Dæmi um þetta má sjá frá Botnlangavík og Lambavík þar sem breytingar voru litlar (29. mynd). Hins vegar urðu þær heldur meiri í víkum við vestanvert lónið og í Galtarvík við norðanvert lónið (sjá Blöndulón vefsjá). Í öllum tilvikum skreið sandur lengra til norðurs inn á mólendið, sennilega í hvössu sunnanveðri sem gerði 24.–25. maí.

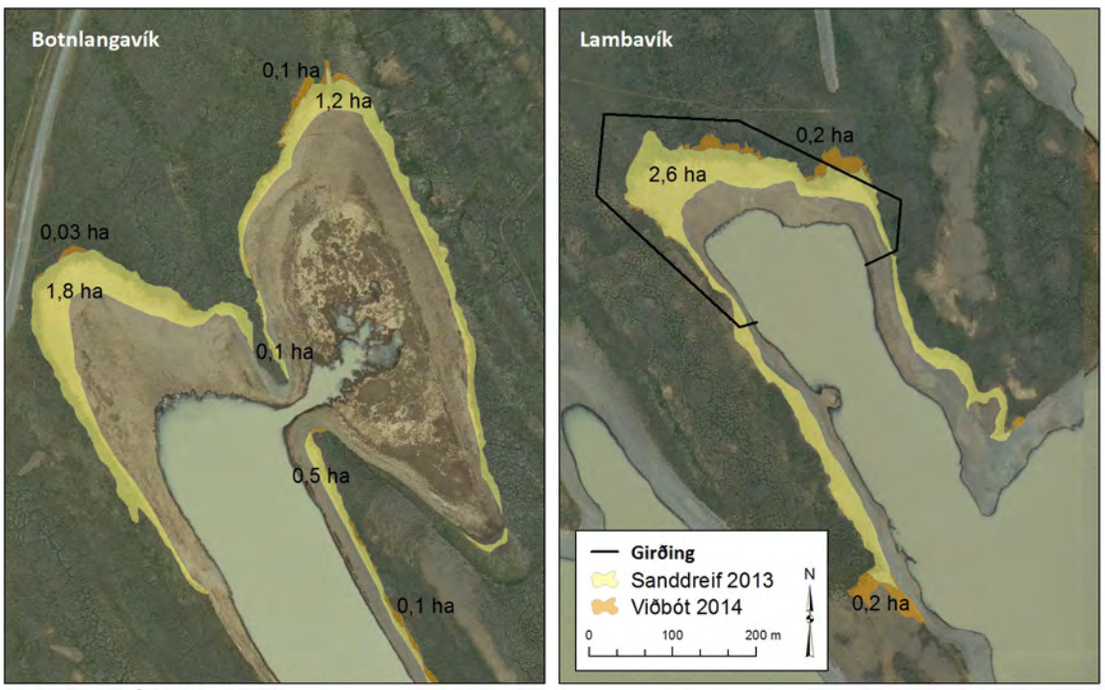
Frá því að Blöndulón var stækkað árið 1996 hefur orðið vart við eitthvert sandfok við lónið í 10 árum af 18. Þetta eru árin 1998, 2000, 2003, 2004, 2005, 2008, 2009, 2012, 2013 og 2014. Niðurstöðurnar gefa ekki annað til kynna en að sandfok verði viðvarandi upp frá lóninu næstu áratugina og að álag á gróður muni aukast á þeim svæðum þar fokið er tíðast.



28. mynd. Heildarútbreiðlsa kortlagðrar sanddreifar við Blöndulón, annars vegar til og með 2009, hins vegar eftir það til og með haustsins 2014.

5. tafla. Heildarflatarmál kortlagðar sanddreifar eftir svæðum við Blöndulón 2009 og 2014.

Svæði	Sanddreif 2009 ha	Sanddreif 2014 ha
Vesturströnd (Sandá–Kolkustífla)	7,2	12,6
Norðurströnd (Kolkustífla–Galtará)	6,9	18,9
Austurströnd (Galtará–Blanda)	7,0	18,6
Suðurströnd (Blanda–Sandá)	2,9	25,5
Eyjar (Sandárhöfði)[1]	4,8	20,9
Samtals	**28,8**	**79,8**



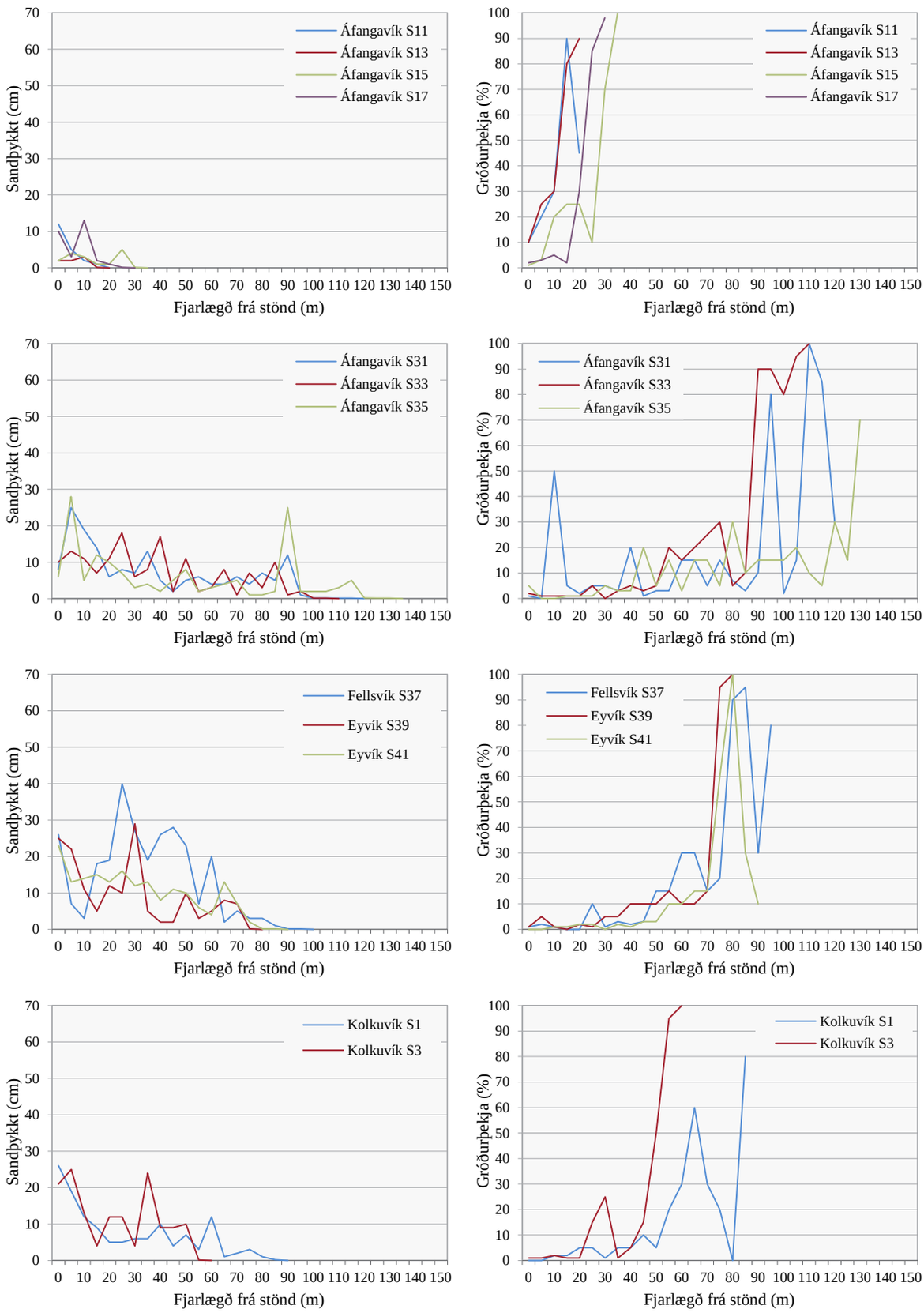
29. mynd. Útbreiðsla sands fyrir botni Lambavíkur og Botnlangavíkur haustið 2014. Loftmynd frá 21. júlí 2010, lónhæð 476,27 m, eða tæpum 2 m undir yfirfallshæð. Neðri jaðar sanddreifar markar stöðu vatnsborðs á yfirfalli. Sumarið 2013 var girt fyrir botn Lambavíkur og melgresi sáð í sandinn. Land innan girðingar er 3,2 ha ofan fjörumarka.

4.5 Sandþykkt og gróðurþekja í sandgeirum

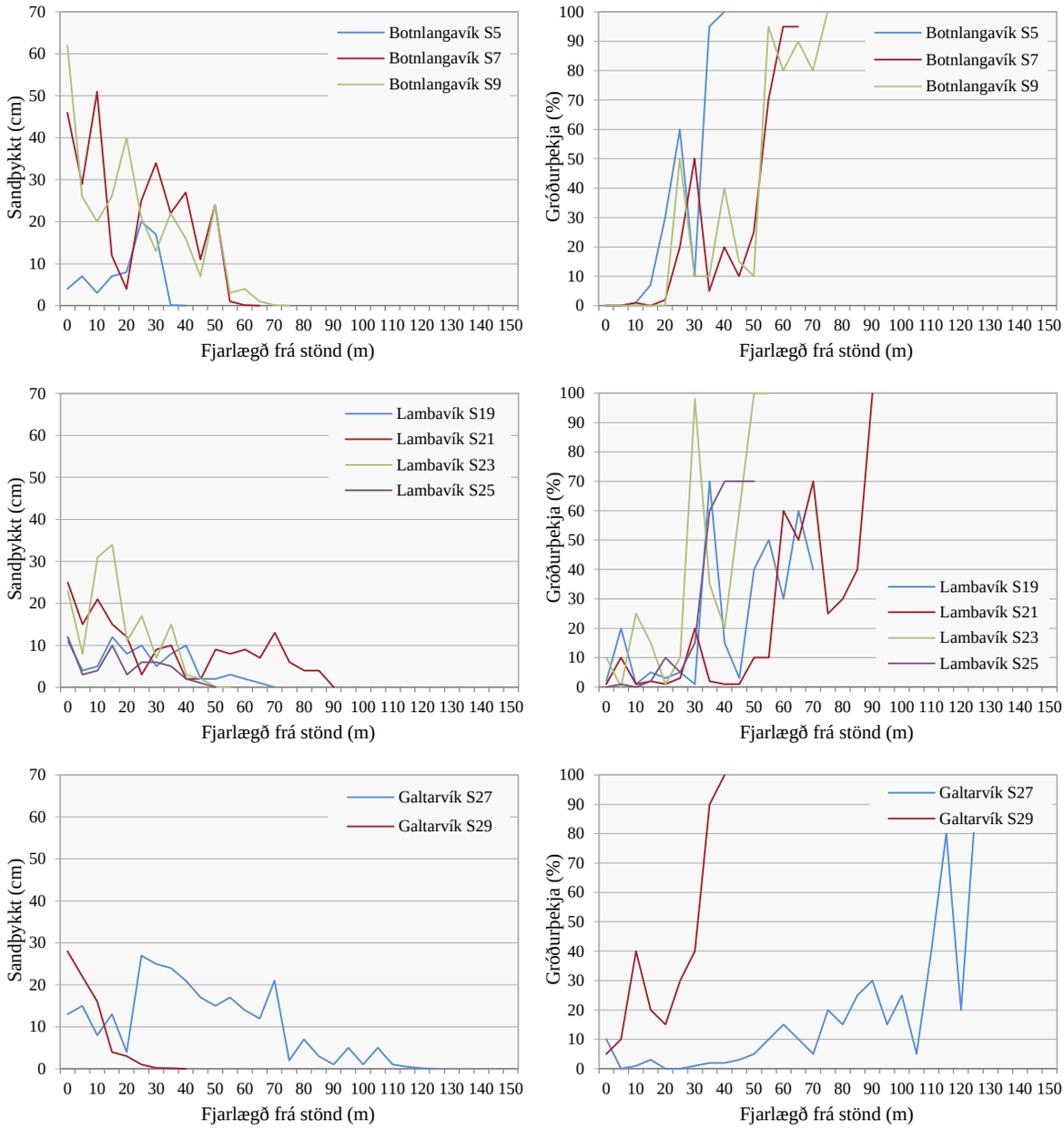
Sumarið 2014 voru lögð út snið upp eftir nokkrum sandgeirum í víkum við vestur- og norðurströnd þar sem fylgst hefur verið með sandfoki undanfarin ár. Upphafs- og endapunktar voru merktir með GPS-mælingu. Á 5 m bili var lagður út 50×50 cm rammi, en í honum var heildargróðurþekja metin með sjónmati og sandþykkt mæld í jarðvegskjarna sem tekinn var í miðju rammans. Mælt var frá neðri mörkum sandgeira við strönd og farið upp eftir honum þar til ekki sáust lengur merki um áfok. Alls var þannig mælt 21 snið í sjö víkum. Staðsetning þeirra var færð inn á vefsjá fyrir Blöndulón. Þar kemur fram upphafs- og endapunktur hvers sniðs, t.d. S1-S2. Á meðfylgjandi myndum hér í skýrslunni eru sniðin merkt með upphafspunkti (30.–31. mynd).

Af þeim geirum sem þannig voru mældir teygði sandur sig lengst upp á land við norðanverða Áfangavík (S35) og í Galtarvík (S27) þar sem efstu mörk hans voru yfir 120 m frá strandlínu (30.–31. mynd). Sandur var að jafnaði þykkastur í neðri hluta geira og þynntist er ofar dró, en þykktardreifing var þó mjög misjöfn vegna þýfis, dælda á milli þeirra eða slakka í landi. Víðast hvar var sandþykkt um 10–30 cm á neðri hluta sniða. Undantekning frá þessu var í Botnlangavík (S5, S7, S9) þar sem stórþýfi var mest en þar mældist 40–60 cm þykkur sandur í kröppustu lægðum (31. mynd). Sandþykkt mældist að meðaltali 8,9 cm í sandgeirunum.

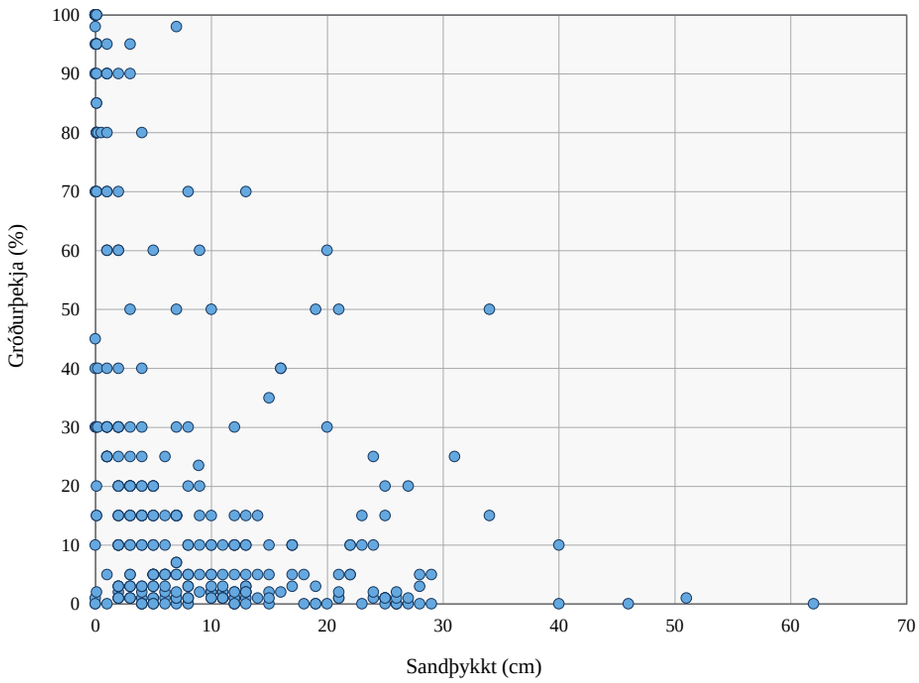
Gróðurþekja endurspeglaði sandþykkt, en dílarof í landi hafði einnig áhrif óháð sandþykkt. Almennt séð var gróðurþekja mjög skert í neðri hluta geira þar sem sandþykkt var um eða yfir 10 cm. Við 20 cm þykkt var hún í flestum tilvikum fallin niður fyrir 40% og þar sem sandur var kominn yfir 40 cm var gróður nánast horfinn (32. mynd).



30. mynd. Sandþykkt og áætluð gróðurþekja á mælisniðum í sandgeirum Áfangavík, Fellsvík, Eyvík og Kolkuvík 2014. Mælt er með 5 m bili upp frá strönd, staðsetning sniða kemur fram á vefsjá: http://www.arcgis.com/apps/Viewer/index.html?appid=6d8d7819a9104ace94fcf8e0423c46a1



31. mynd. Sandþykkt og áætluð gróðurþekja á mælisniðum í sandgeirum í Botnlangavík, Lambavík og Galtarvík 2014. Mælt er með 5 m bili upp frá strönd, staðsetning sniða kemur fram á vefsjá: http://www.arcgis.com/apps/Viewer/index.html?appid=6d8d7819a9104ace94fcf8e0423c46a1

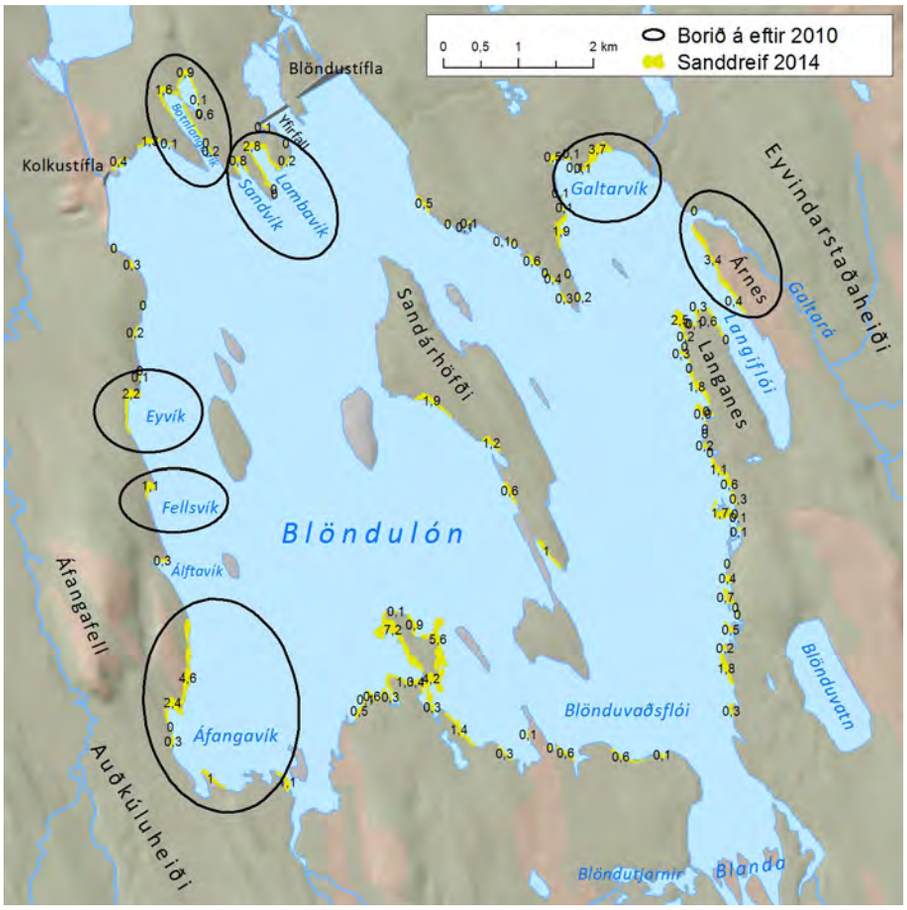


32. mynd. Gróðurþekja og sandþykkt á sniðum í sandgeirum við vestan- og norðanvert Blöndulón haustið 2014, allir mælipunktar á sniðum S1–S41 (sjá 30.–31. mynd).

4.6 Aðgerðir á áfokssvæðum og eftirlit með þeim

Til að reyna að styrkja gróður á áfokssvæðum og hamla gegn sandfoki inn á mólendi við lónið var farið að bera á nokkur svæði sumarið 2010 og hefur það verið gert árlega síðan. Þetta eru einkum svæði við vestur- og norðurströnd lónsins þar sem endurtekið fok hefur orðið upp úr fjörum lónsins og líkur eru á að uppfoksgeirar geti myndast (33. mynd, 6. tafla). Áburðarmagn hefur samsvarað hálfum túnskammti, þ.e. 50 kg N á ha. Notaður hefur verið Græðir 9 (27-6-6), eða samsvarandi áburður. Í Græði 9 er 27% af hreinu köfnunarefni, og fara því 185 kg áburðar á hvern ha. Vinnuflokkur úr Blöndustöð hefur að mestu annast verkið. Í Árnesi við Langaflóa hefur verið borið á með dráttarvél af verktaka sem annast áburðardreifingu á uppgræðslur á Eyvindarstaðaheiði. Þar hefur Bjarni P. Maronsson frá Landgræðslu ríkisins haft umsjón. Á þremur svæðum þar sem sandur var mikill og gróður illa farinn var grasfræi einnig dreift. Sumarið 2013 var ennfremur girt fyrir botn Lambavíkur (29. mynd) til að friða svæðið fyrir sauðfjárbeit og auka líkur á að árangur næðist, en mikill sandur kom þar upp árið áður. Melgresi var þar sáð í sandgeirann í tilraunaskyni í júní 2013 og spíraði það vel um haustið.

Þessi aðgerðasvæði voru skoðuð í lok sumars 2014. Í ljós kom við sjónmat, eins og síðustu ár, að áhrifa gætir af áburðinum sem kemur víðast hvar fram í þéttari grasvexti og grænni blæ en á óábornu landi. Hins vegar vegur það á móti að sauðfé, gæsir og álftir sækja í áborna landið og halda því snöggbitnu. Einnig er álag á gróðrinum af endurteknu áfoki og þykknandi sandlagi. Þegar á heildina er litið er ályktunin sú að fimm ára áburðargjöf á ófriðaða áfoksgeira hafi skilað fremur takmörkuðum árangri. Hún hefur hvorki dugað til að auka eða viðhalda gróðri né koma í veg fyrir framrás sands inn á land. Því þarf meira að koma til ef sporna skal gegn áhrifum uppfoksins. Reynslan af girðingunni í Sandvík hefur sýnt að góður árangur er áburðargjöf þar sem land er friðað fyrir beit. Jafnframt vex upp loðvíðir með tíð og tíma á friðuðu landi, einkanlega þar sem sandfok er.



33. mynd. Sandsvæði (gulmerkt) sem borið hefur verið við Blöndulón frá 2010, afmörkuð með svörtum ferlum. Fleiri en einn fláki getur verið innan hvers svæðis, flatarmál er uppfært eftir mælingar haustið 2014.

6. tafla. Sandflákar sem borið hefur verið á við Blöndulón frá 2010 og meðferðir sem þeir hafa fengið. Tillaga um meðferð árið 2015 er einnig sýnd. Á: áburður, G: grasfræi, M: melgresi, V: víðir.

Svæði	Stærð fláka (ha)	Áburðarmagn 2015 (kg)	Meðferð fyrri ára 2010	2011	2012	2013	2014	Tillaga 2015
Galtarvík	3,7	703	Á	Á	Á	Á	Á	Girða - ÁMV
Lambavík	2,8	532	ÁG	Á	Á	Girða ÁGM	Á	ÁV
Botnlangavík	1,6		Á	Á	Á	Á	Á	Endurskoða
Botnlangavík	0,9		Á	Á	Á	Á	Á	Endurskoða
Eyvík	2,2		Á	Á	Á	Á	Á	Endurskoða
Fellsvík	1,1		Á	Á	Á	Á	Á	Endurskoða
Áfangavík	2,4	456	Á	Á	Á	Á	Á	Girða - ÁMV
Áfangavík	4,6	874	Á	Á	Á	Á	Á	Girða - ÁMV
Áfangavík	1,1		Á	Á	Á	Á	Á	Endurskoða
Langiflói - nes	3,4		ÁG	Misfórst	ÁG	ÁG	ÁG	Endurskoða
Samtals	23,8	2565						

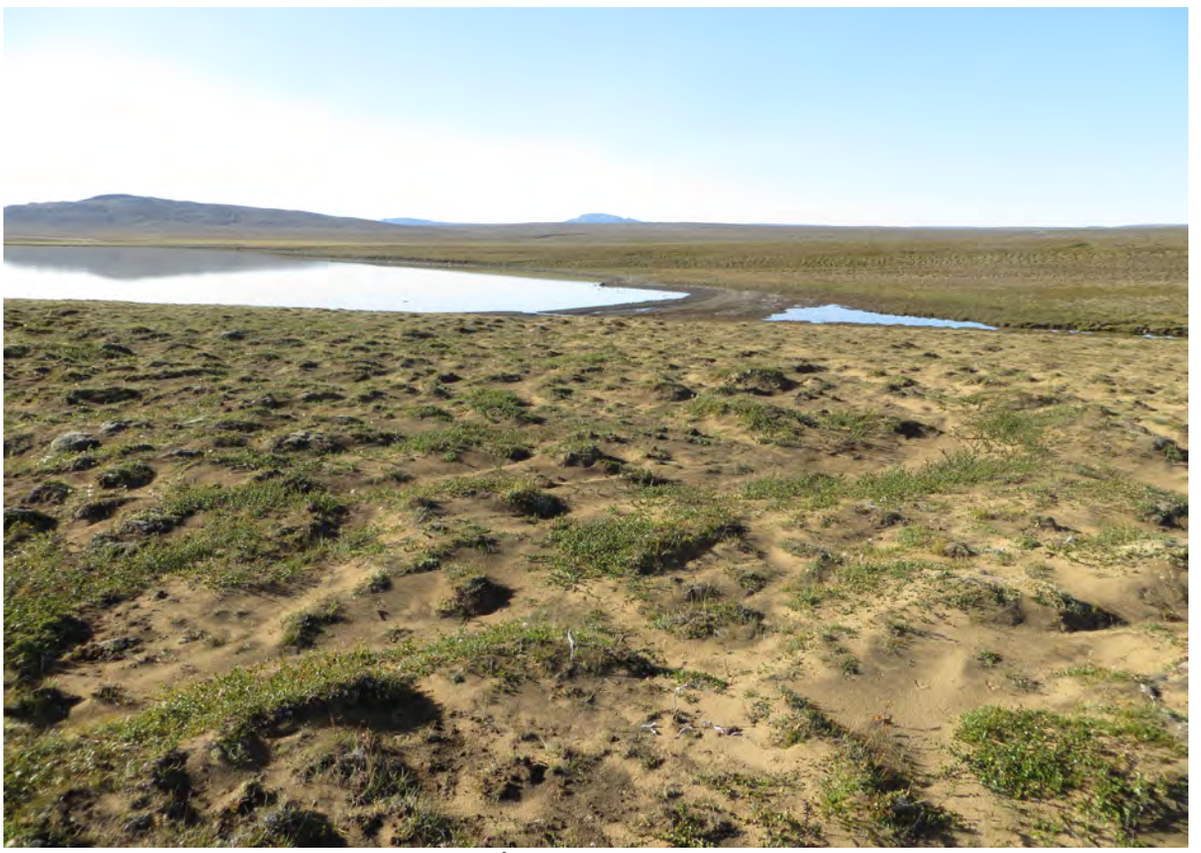
Í Lambavík var melgresi, haustið 2014, komið vel upp af sáningunni árið áður og hafði myndað rákir sem voru teknar safna í sig sandi. Greinilegt var að gæs hafði lagst á melgresið en það var talsvert bitið (34.–35. mynd). Ekki er útilokað að gæsin geti komið í veg að melgresið nái góðum þroska og að viðunandi árangur verði af sáningunni. Það kemur í ljós á næstu 1– árum. Ástæða er til að setja upp einhverjar hindranir fyrir gæsina, a.m.k. í hluta sáningarinnar.

Í ljósi þeirra niðurstaðna og reynslu sem fengist hefur í þessu verkefni á undanförnum árum er ástæða til að endurskoða þær aðferðir sem beitt hefur verið til að reyna að styrkja gróður í áfoksgeirum og hefta sandfok. Áburðardreifing á beitt land hefur skilað takmörkuðum árangri og er hér lagt til að henni verði hætt. Þessi í stað verði meiri kraftur settur í aðgerðir á þeim svæðum þar sem ástand er verst og ríkust ástæða til að grípa inn í. Einkum þarf að huga að tveimur svæðum við lónið. Annars vegar norðan við Áfangavík á Auðkúluheiði, og hins vegar norðan við Galtarvík á Eyvindarstaðaheiði en á þessum svæðum eru 2–5 ha sandflákar sem hafa farið stækkandi á undanförnum árum (3. tafla, 36.–38. mynd, Blöndulón vefsjá). Lagt er til að land þetta verði friðað fyrir beit, áburði dreift á sand eins og undanfarin ár. Jafnframt verði melgresi sáð í rákir þar sem sandur er mestur eins og gert var í Lambavík 2013. Einnig verði klipptir græðlingar af gulvíði- og loðvíði í nágrenni lónsins og þeim plantað beint í landið til að flýta uppvexti víðis innan girðinganna. Áfram þarf að fylgjast með öðrum áfokssvæðum með vestur- og norðurströnd lónsins og gæti einnig þurft grípa til aðgerða þar einnig á næstu árum ef sandfok á land eykst þar.

Veðurgögn frá Kolkustöð hafa sýnt að sandfok að sumri verður oftast í sunnan til sauðaustlægum áttum. Fornir áfoksgeirar á heiðunum hafa ennfremur stefnu til norðvesturs sem sýnir það sama. Endurtekið sandfok á land verður því einkum við vestur- og norðurströnd lónsins og mestar líkur eru á að sandur geti sótt þar inn á land. Við suður- og austurströndina stendur áfoksvindur oftast af landi og út á lónið og þar eru því minni líkur á að sandur sæki inn á land, þótt sandfok geti orðið í einstaka ári. Því er ekki talin brýn ástæða til að grípa til aðgerða gegn sandfoki með suður- og austurströnd lónsins. Þó kæmi til álita að loka Sandárnesi sem gengur út í lónið vestan við Sandárhöfða (28. og 38. mynd), en það er mjótt að sunnan og þyrfti því ekki langa girðingu til að loka því fyrir sauðfé. Ekkert verður að gert úti í eyjum. Þar er ekki sauðfjárbeit og reikna má með að víðir vaxi þar upp á sandsvæðum.

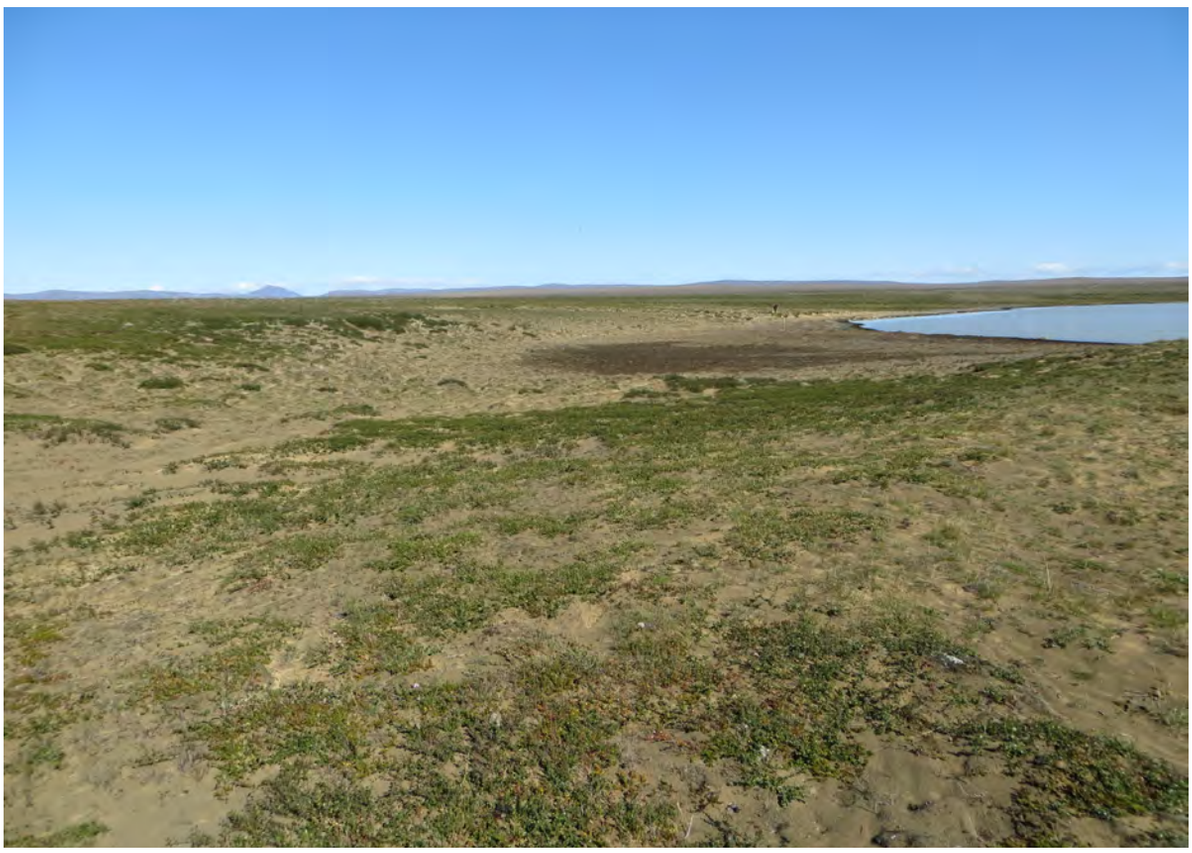
34. mynd. Rákir af melgresi í Lambavík 18. ágúst 2014, en því var sáð 20. júní 2013. Þótt melgresið sé smávaxið er það tekið að safna í sig sandi. Ljósm. Sigmar Metúsalemsson.

35. mynd. Ummerki um gæsabeit á melgresi í Sandvík. Ljósm. Sigmar Metúsalemsson 13. ágúst, 2014.

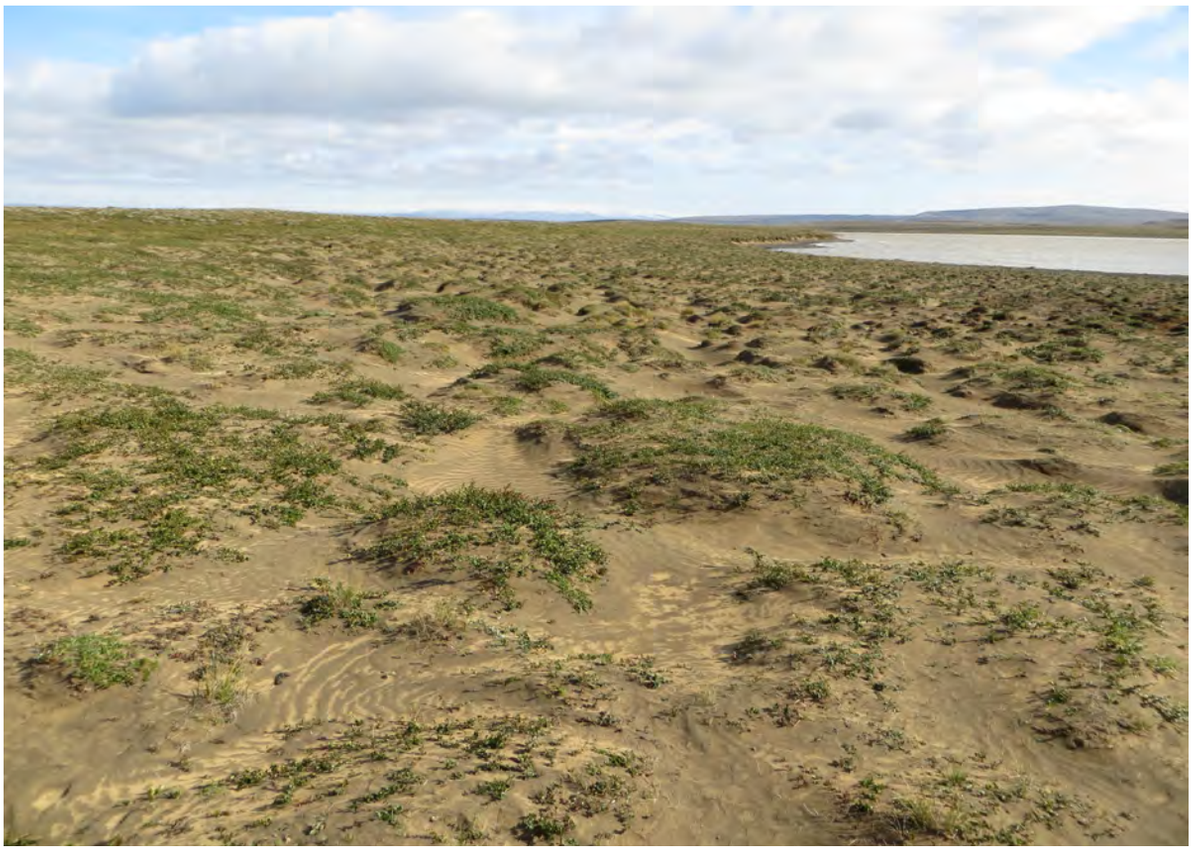


36. mynd. Sandgeiri við norðanverða Áfangavík, var um 2,5 ha haustið 2014. Ljósm. Sigmar Metúsalemsson, 20. ágúst 2014.

37. mynd. Sandgeiri norður af Áfangavík, hluti áfokssvæðis sem var 4,6 ha haustið 2014. Ljósm. Sigmar Metúsalemsson, 20. ágúst 2014..



38. mynd. Sandgeiri norður af Kolkuvík, var tæpir 4 ha haustið 2014. Ljósm. Sigmar Metúsalemsson, 21. ágúst 2014.



39. mynd. Sandur í Sandárnesi við sunnanvert lón, um 18 ha af sanddreif voru í nesinu haustið 2014. Ljósm. Sigmar Metúsalemsson, 19. ágúst 2014.

4.7 Framhald verkefnis

Árið 2014 var það síðasta af fimm sem rannsókna- og vöktunaráætlun og samningur Náttúrufræðistofnunar Íslands og Landsvirkjunar tók til um Blöndulón. Verkefnið hefur staðið óslitið frá 1993. Ástæða er til að endurskoða það nú frá grunni og ákveða í framhaldinu hvort eða með hvaða hætti því verði haldið áfram. Rík ástæða er til að halda áfram vöktun við lónið, einkum vegna viðvarandi sandfoks á land og aðgerða til að hefta það. Eftirlit með svæðum og aðgerðir gætu í auknum mæli færst til starfsmanna í Blöndustöð eða annarra innan Landsvirkjunar. Hins vegar yrði dregið úr beinum rannsóknum og vöktun af því tagi sem unnið hefur verið að í þessu verkefni.

Í verkefninu hefur byggst upp langtímagagnaröð sem skilað hefur nýrri þekkingu á áhrifum miðlunarlóna hér á landi og hefur fræðilegt og hagnýtt gildi. Verði verkefninu hætt nú tapast tækifæri til að byggja frekar á þann grunn sem fengist hefur. Líftími Blöndulóns verður líklega talinn í öldum frekar en áratugum. Niðurstöður þessa verkefnis sýna að umhverfisbreytingar af völdum lónsins eru enn virkar og jafnvægi ekki komið á. Því teljum við ríka ástæðu til að halda verkefninu áfram. Næstu tíu árin gæti rammi um rannsóknir verið eftirfarandi:

- Farnar verði rannsóknaferðir að lóninu annað til þriðja hvert ár að jafnaði
- Strandrof verði þá mælt á föstum sniðum.
- Sandfok úr fjörum verði vaktað og kortlagt með vestur- og norðurströnd í rannsóknaferðum. Farið verði með allri strönd lónsins á fimm ára fresti og sanddreif kortlögð, mælingar endurteknar í sniðum sem lögð voru út í sandgeirum 2014, næst árið 2020.
- Gróðurmæling á föstum sniðum verði endurtekin á tíu ára fresti, næst 2016.
- Víðir verði endurmældur innan og utan girðingar í Sandvík á fimm ára fresti, næst 2020.
- Upplýsingavefjá um Blöndulón verði viðhaldið árlega og aðgerðir færðar inn í samvinnu við starfsmenn Blöndustöðvar.
- Framvinduskýrsla verði skrifuð fimmta hvert ár.

5 ÞAKKARORÐ

Hákon Aðalsteinsson og Guðmundur R. Stefánsson stöðvarstjóri í Blöndustöð voru tengiliðir af hálfu Landsvirkjunar. Bjarni Maronsson hjá Landgræðslu ríkisins hafði umsjón með áburðardreifingu á sandfláka á Eyvindarstaðaheiði. Aðstaða var veitt í Blöndustöð í ferðum að lóninu. Sigurður H. Magnússon las yfir handrit og færði margt til betri vegar.

6 HEIMILDIR

Ása L. Aradóttir, Ólafur Arnalds og Harpa K. Einarsdóttir 2010. Áfokstilraunir. Í Ólafur Arnalds, Ása L. Aradóttir og Kristín Svavarsdóttir. *Gróðurrannsóknir vegna hættu á áfoki frá Hálslóni,* bls. 89–110. Rit Lbhí nr. 27 (LV-2010/088). Reykjavík: Landbúnaðarháskóli Íslands.

Borgþór Magnússon 2011. *Blöndulón. Vöktun á strandrofi og áfoki. Áfangaskýrsla 2010.* Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-11001. Unnið fyrir Landsvirkjun, LV-2011/19. Garðabær: Náttúrufræðistofnun Íslands.

Borgþór Magnússon 2012. *Blöndulón Vöktun á strandrofi og áfoki. Áfangaskýrsla 2011.* Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-12004. Unnið fyrir Landsvirkjun, LV-2012/049. Garðabær: Náttúrufræðistofnun Íslands.

Borgþór Magnússon, Olga K. Vilmundardóttir og Victor Helgason 2009. *Blöndulón. Vöktun á grunnvatni, gróðri og strönd. Lokaskýrsla 1993–2009.* Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-09017. Unnið fyrir Landsvirkjun, LV-2006/076. Reykjavík: Náttúrufræðistofnun Íslands.

Borgþór Magnússon og Sigmar Metúsalemsson 2013. *Vöktun á strandrofi og áfoki. Áfangaskýrsla 2012.* Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-13004. Unnið fyrir Landsvirkjun, LV-2013/037. Garðabær: Náttúrufræðistofnun Íslands.

Borgþór Magnússon og Sigmar Metúsalemsson 2014. *Vöktun á strandrofi og áfoki. Áfangaskýrsla 2013.* Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-14005. Unnið fyrir Landsvirkjun, LV-2014/054. Garðabær: Náttúrufræðistofnun Íslands.

Hörður Kristinsson 1979. Gróður í beitarfriðuðum hólmum á Auðkúluheiði og í Svartárbugum. *Týli* 9: 33–46.

Ingibjörg Svala Jónsdóttir 1984. Áhrif beitar á gróður Auðkúluheiðar. *Náttúrufræðingurinn* 53: 19–40.

Ingibjörg S. Jónsdóttir, T.V. Callaghan og A.D. Headley 1996. Resource dynamics within arctic clonal plants. *Ecological Bulletins* 45: 53–64.

Jóhann Pálsson 1997. Víðir og víðiræktun á Íslandi. *Skógræktarritið* 1997: 5–36.

Kristín Svavarsdóttir og Ása L. Aradóttir 2006. Innlendar víðitegundir og notkun þeirra í landgræðslu. Í Kristín Svavarsdóttir, ritstj. *Innlendar víðitegundir: Líffræði og notkunarmöguleikar í landgræðslu,* bls. 9–20. Gunnarsholt: Landgræðsla ríkisins.

Kristín Svavarsdóttir og Ása L. Aradóttir 2010. Víðigræðlingatilraunir. Í Ólafur Arnalds, Ása L. Aradóttir og Kristín Svavarsdóttir. *Gróðurrannsóknir vegna hættu á áfoki frá Hálslóni,* bls.71–87. Rit Lbhí nr. 27 (LV-2010/088). Reykjavík: Landbúnaðarháskóli Íslands.

Kuzovkina, Y.A. og T.A. Volk 2009. The characterization of willow (*Salix L.*) varieties for use in ecological engineering applications: Co-ordination of structure, function and autecology. *Ecological Engineering* 35: 1178–1189.

Olga Kolbrún Vilmundardóttir, Borgþór Magnússon, Guðrún Gísladóttir og Sigurður H. Magnússon 2009. Áhrif sanfoks á mólendisgróður við Blöndulón. *Náttúrufræðingurinn* 78: 125–137.

Olga Kolbrún Vilmundardóttir, Borgþór Magnússon, Guðrún Gísladóttir og Þröstur Þorsteinsson 2010. Shoreline erosion and aeolian deposition along a recently formed hydro-electric reservoir, Blöndulón, Iceland. *Geomorphology* 114: 542–555.

Olga Kolbrún Vilmundardóttir, Þröstur Þorsteinsson, Borgþór Magnússon og Guðrún Gísladóttir 2011. Landbrot og mótun strandar við Blöndulón. *Náttúrufræðingurinn* 81: 17–30.

Ólafur Arnalds, Ása L. Aradóttir og Kristín Svavarsdóttir 2010. *Gróðurrannsóknir vegna hættu á áfoki frá Hálslóni*. Rit Lbhí nr. 27 (LV-2010/088). Reykjavík: Landbúnaðarháskóli Íslands.

Ólafur Arnalds, Elín Fjóla Þórarinsdóttir, Sigmar Metúsalemsson, Ásgeir Jónsson, Einar Grétarsson og Arnór Árnason 1997. *Jarðvegsrof á Íslandi.* Gunnarsholt: Landgræðsla ríkisins og Rannsóknastofnun landbúnaðarins.

Peterson, K.M. og W.D. Billings 1978. Geomorphic processes and vegetational chagne along the Meade River sand bluffs in Northern Alaska. *Arctic* 31: 7–23.

Sigurður H. Magnússon og Borgþór Magnússon 1995. *Uppgræðsla á Auðkúlu- og Eyvindarstaðaheiði. Mat á ástandi gróðurs sumarið 1994: skýrsla til Landsvirkjunar.* Fjölrit Rala nr. 180. Reykjavík: Rannsóknastofnun landbúnaðarins.

Veðurstofa Íslands. *Tíðarfar ársins 2014. Stutt yfirlit, 15.1.2014.* www.vedur.is/um-vi/frettir/nr/3061 [skoðað 4.3.2015]

Williams, E.D. 2006. Studies on the depth distribution and on the germination and growth of *Equisetum arvense* L (field horsetail) from tubers. *Weed Research* 19: 25-32.

7 VIÐAUKAR

1. viðauki. Rof (m) sem mælst hefur úr bökkum á sniðum við Blöndulón. Snið R0 hefur verið mælt á hverju ári frá 1997 en snið R1-R15 frá 2004.

Snið	1997-1998	1998-1999	1999-2000	2000-2001	2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	Heildarrof 2004-2014	Meðalrof 2004-2014	Meðalrof 1997-2014
R0	1,28	0,00	0,00	0,43	0,00	1,66	0,18	0,12	0,05	-0,03	0,06	2,72	0,11	0,09	0,05	0,09	-0,04	3,22	0,32	0,40
R1								0,20	0,23	0,25	0,41	2,47	-0,02	0,16	0,27	0,12	0,01	4,12	0,41	
R2								0,25	0,04	0,10	0,08	3,26	0,02	0,08	0,04	0,00	-0,05	3,81	0,38	
R3								0,29	0,05	0,15	0,16	0,85	0,07	0,11	0,02	0,05	-0,07	1,68	0,17	
R4								0,29	0,22	0,13	1,40	5,99	0,09	0,09	0,14	0,29	0,04	8,67	0,87	
R5								0,09	0,03	-0,02	0,12	1,39	0,04	0,11	0,03	0,06	0,04	1,89	0,19	
R6								1,45	0,32	0,12	0,23	0,65	0,23	0,10	0,12	0,05	0,06	3,33	0,33	
R7								0,36	0,24	0,16	0,34	0,10	0,11	0,05	0,07	-0,04	0,07	1,46	0,15	
R8								0,55	0,20	0,10	0,25	0,34	0,27	0,23	0,23	0,19	0,01	2,36	0,24	
R9								0,32	0,45	0,20	0,69	0,27	0,22	0,13	0,05	0,20	0,07	2,60	0,26	
R10								0,89	0,31	0,03	0,16	0,80	0,14	0,15	0,04	0,04	-0,10	2,46	0,25	
R11								0,44	0,38	0,14	0,30	0,79	0,25	0,55	0,05	0,35	0,02	3,26	0,33	
R12								-0,01	0,12	0,59	0,21	2,83	0,01	0,03	0,01	0,02	0,05	3,86	0,39	
R13								0,49	0,02	1,33	1,14	1,70	0,06	0,03	0,05	-0,03	-0,03	4,76	0,48	
R14								0,22	0,18	-0,02	0,55	0,54	0,27	0,18	0,10	0,14	0,15	2,29	0,23	
R15								3,01	0,45	0,21	1,57	0,08	0,08	0,08	0,04	0,39	-0,01	5,90	0,59	
Meðalrof								**0,56**	**0,21**	**0,21**	**0,48**	**1,55**	**0,12**	**0,13**	**0,08**	**0,12**	**0,01**	**3,48**	**0,35**	

2. viðauki. Niðurstöður sand- og gróðurmælinga í mælireitum í Sandvík 2014. Reitum er raðað eftir vaxandi sandþykkt. Reitir merktir A, B, C og D eru innan girðingar en E og F utan hennar.

						Mosar og fléttur								Tvíkímblaða jurtir og byrkningar														
Sanþykktarbil	Sandþykkt cm	Fjöldi reita	Reitur	Fjöldi tegunda	Heildarþekja	Hraungambri, *Racomitrium lanuginosum*	Melagambri, *Racomitrium ericoides*	Móasigð, *Sanonia uncinata*	Fjallagrös, *Cetraria islandica*	Mundagrös, *Cetraria delisei*	Hreindýrakrókar, *Cladonia arbuscula*	Breiskjur, *Stereocaulon*	Skollakræða, *Alectoria ochroleuca*	Geldingahnappur, *Armeria maritima*	Smjörgras, *Bartsia alpina*	Kornsúra, *Bistorta vivipara*	Músareyra, *Cerastium alpinum*	Hvítmaðra, *Galium normanii*	Móanóra, *Minuartia biflora*	Lyfjagras, *Pinguicula vulgaris*	Túnsúra, *Rumex acetosa*	Lambagras, *Silene acaulis*	Holurt, *Silene maritima*	Brjóstagras, *Thalictrum alpinum*	Blóðberg, *Thymus praecox*	Tungljurt, *Botrychium lunaria*	Beitiski, *Equisetum variegatum*	Mosajafni, *Selaginella selaginoides*
0	0,0	11	A26	18	143	1	5	8							1	4						1		9			2	1
	0,0		A30	14	139	4		22	3					2										2			2	
	0,0		A34	16	163	3	4	5		5						1								1				
	0,0		A38	18	111	28	6	3			2			1		1		1						5				
	0,0		B38	19	174	39	6	13	4		1			2		1	1											
	0,0		E30	22	140	4	15		13	2	9	1		1		1								1			1	
	0,0		E34	19	139	2	4				6			1		2								2			1	
	0,0		E38	17	158		4					1		1		1								2			1	
	0,0		F38	27	86	4			1	3	1		1	1	1	2				1	1	1			1		1	
	0,0		B34	17	192	22		6							1	4						1		1			1	
	0,0		F34	26	90	6	2		1	4	3					1	1		1	1		1		1			1	
0,1-1	0,1	7	D38	19	128	45		1	9		8	1		2	1	1						11					1	
	0,1		E26	19	134	9	3	1	9		2			1		2						1		2			1	
	0,1		F30	19	165		3	4			3	1			1	3					1	6					3	
	0,2		A22	21	140	7	2	1						1	2	4							1	8			4	
	0,3		A18	14	91		1	13								1								5			1	
	0,4		D34	22	94	3	1		2		3			2	4	4					1	4		2			1	
	0,8		B30	18	118		3			1				1	1	8								12			1	
1-5	1,2	10	F26	21	149			5	1	1	2					1		8			1	3		2		1	1	
	1,5		E18	15	56											2								1			1	1
	1,6		E22	16	79	3					1					1		1						1				
	2,0		B26	12	72									5		4											1	
	2,3		C34	12	29	1								1		1								1			1	
	3,0		C30	15	44									1	1												1	
	3,5		D30	13	58											2						3		2			1	
	4,5		C38	13	38	2										3											2	
	4,8		A14	9	81																						1	
	5,0		D26	23	65							1			1	3					1	1		1				
5-10	7,3	5	F22	20	131											1		1			1	1		3		1	2	
	8,3		F18	17	80	1										1		1				2		1			1	
	8,5		E10	8	14													1										
	9,0		C26	8	26											1											1	
	9,0		E14	7	59																						1	
10-15	11,0	6	B14	8	21																							
	11,3		B10	5	9																						1	
	12,3		A10	5	46																						1	
	12,3		B18	6	25																							
	12,3		B22	1	53																							
	14,8		E06	5	14																							
15-20	15,8	5	B06	1	1																						1	
	16,5		D22	20	57											1		1				1					1	
	17,3		C22	12	22										1	2								1			1	
	17,5		F10	8	39																			1			1	
	19,3		F14	12	69													1			1						1	
20-25	20,8	5	F06	7	54																						1	
	23,5		E02	2	9													1										
	25,0		D02	3	6											1												
	25,5		A06	4	29																							
	25,5		F02	1	25																							
>25	31,0	11	B02	2	2																							
	31,5		C18	8	15													1									1	
	32,8		D18	7	17											1											1	
	34,5		C14	3	8																						1	
	36,8		A02	3	27																							
	37,3		C10	0	0																							
	38,8		D06	0	0																							
	39,5		C02	0	0																							
	39,8		D14	1	2																							
	43,3		C06	1	78																							
	46,8		D10	1	7																							

			Starir og sef									Grös										Runnar						
Sandpykktarbil	Sandþykkt cm	Reitur	Móasef, *Juncus trifidus*	Þursaskegg, *Kobresia myosuroides*	Axhæra, *Luzula spicata*	Stinnastör, *Carex bigelowii*	Háleggjarstör, *Carex capillaris*	Hnappstör, *Carex capitata*	Móastör, *Carex rupestris*	Sliðrastör, *Carex vaginata*	Sýkigras, *Tofieldia pusilla*	Týtulíngrei, *Agrostis vinealis*	Fjallapuntur, *Deschampsia flexuosa*	Bugðupuntur, *Deschampsia alpina*	Túnvingull, *Festuca rubra*	Blávingull, *Festuca vivipara*	Reyrgresi, *Heterochlole oderata*	Fjallasveifgras, *Poa alpina*	Blásveifgras, *Poa glauca*	Vallarsveifgras, *Poa pratensis*	Lógresi, *Trisetum spicatum*	Fjalldrapi, *Betula nana*	Holtasóley, *Dryas octopetala*	Krækilyng, *Empetrum nigrum*	Fjallavíðir, *Salix arctica*	Grasvíðir, *Salix herbacea*	Loðvíðir, *Salix lanata*	Bláberjalyng, *Vaccinium uliginosum*
0	0,0	A26	1	1		6									2	2						25		41		3		30
	0,0	A30		1		4									1	3				2		47		15				31
	0,0	A34		1						9					1	1			3			59		40		1	9	20
	0,0	A38		1					2	8		3			3	4						31		2		2		8
	0,0	B38	1			2			1						2	1						50	2	34	2	1		11
	0,0	E30	3	2	1				2	1		1			1	1					1	48		26				5
	0,0	E34		4	1		1			3	1	3			3	2						56		33		1		13
	0,0	E38	2	1		1	1			1		7			1	1						57		74				2
	0,0	F38	1	1					1		2				2	2		2	1			8	15	25	1	1		5
	0,0	B34	1						1	8					3				1			83		50		2	1	6
	0,0	F34	1	3	1		1		4		1				4			1				3	2	36	3		1	6
0,1-1	0,1	D38	2	6	1				1		1				2							6		22				7
	0,1	E26		4		3				1		3			1	1						37		44				9
	0,1	F30	7			4						10			5	2						57		35		1	1	18
	0,2	A22	3	1		4			2						1	3			1		1	37		37		1		19
	0,3	A18				1			3						1	5			1	1		27		11				20
	0,4	D34	2	4		2					1				2	3						2	8	22		1		20
	0,8	B30	3						1	2					3	1					1	3		36		3	17	21
1-5	1,2	F26	1	11		5						21			14			1				41		16		1		12
	1,5	E18	2	2	1							3			9				1	1		21		3		1		7
	1,6	E22	2	5	1	1				3		1				1					1	32		23				2
	2,0	B26		1					1	1		1			2				1			43		11				1
	2,3	C34	1						1						1	1						10		4				6
	3,0	C30	1						1			1			1	1			1			24	1	1		1	1	7
	3,5	D30	1			5		1				3			4		1							26			4	5
	4,5	C38	1	2					1						2	1			1			15	4	3				1
	4,8	A14				1										1		1		1		2		1			1	1
	5,0	D26	1	2	1	1				1	1	5			7			1	1	1		3	6	9		2	1	14
5-10	7,3	F22	6	17	1	4			1			3		1	15	3		1						41		2		26
	8,3	F18	1	1		1			1			4			4				3		1		47	3				7
	8,5	E10		2		1						1			3				1			3		2				
	9,0	C26													3				1			11		1			7	1
	9,0	E14	1									1			4							50		1				1
10-15	11,0	B14		1		1						1			2				3			7					5	1
	11,3	B10													1					1		4					2	
	12,3	A10				1									1							42						1
	12,3	B18																	1		1	20		1			1	1
	12,3	B22																				53						
	14,8	E06	1												3	1			1			8						
15-20	15,8	B06																										
	16,5	D22	1	1	1	2			1			8			9	1		1	1	1		16		1		1	5	3
	17,3	C22	1						1				1		7				1			4		1				1
	17,5	F10	1	2						1					1							31					1	
	19,3	F14			1					1		3			3	1			6			48		1			2	
20-25	20,8	F06				1						3			1				4			43			1			
	23,5	E02													8													
	25,0	D02													2				3									
	25,5	A06													7				1			20			1			
	25,5	F02																				25						
>25	31,0	B02													1			1										
	31,5	C18	1			1							1		1							4					5	
	32,8	D18													7				3		1						3	1
	34,5	C14													1							6						
	36,8	A02													12				14			1						
	37,3	C10																										
	38,8	D06																										
	39,5	C02																										
	39,8	D14													2													
	43,3	C06																									78	
	46,8	D10													7													