



Blöndulón

Vöktun á grunnvatni, gróðri og strönd

Áfangaskýrsla 2006

**Olga Kolbrún Vilmundardóttir,
Borgþór Magnússon og Victor Helgason**

Unnið fyrir Landsvirkjun



Blöndulón
Vöktun á grunnvatni, gróðri og strönd
Áfangaskýrsla 2006

Olga Kolbrún Vilmundardóttir, Borgþór Magnússon
og Victor Helgason

Unnið fyrir Landsvirkjun (LV-2007/047)

NÍ-07007

Reykjavík, maí 2007



NÁTTÚRUFRÆÐISTOFNUN ÍSLANDS

Mynd á kápu: Rofbakki á sniði R 13 í Blönduvaðsflóa. Ljósm. Olga K. Vilmundardóttir, 25. sept. 2006.
ISSN-1670-0120

	Hlemmi 3 105 Reykjavík 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. NÍ-07007	Dags, Mán, Ár Maí 2007	Dreifing X Opin ☐ Lokuð til		
Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill Blöndulón Vöktun á grunnvatni, gróðri og strönd Áfangaskýrsla 2006	Upplag 40			
	Fjöldi síðna 41			
Höfundar Olga Kolbrún Vilmundardóttir, Borgþór Magnússon og Victor Helgason	Verknúmer NÍ/VFR 2006–01 Málsnúmer 2003060015			
Unnið fyrir Landsvirkjun, LV-2007/047				
Samvinnuaðilar Landsvirkjun				
Útdráttur Árið 2006 var haldið áfram rannsóknum og vöktun fyrir Landsvirkjun á grunnvatnsstöðu, gróðurframvindu og strandmyndun við Blöndulón en þær hafa staðið samfellt frá 1993. Síðustu ár hefur loftslag farið hlýnandi við Blöndulón. Í byrjun árs 2006 var umhleypingasamt og skiptust á hlýinda- og kuldaflar. Lónborð lækkaði ekki mikið yfir veturinn en heildarsveifla vatnsborðs yfir árið nam rétt rúmum 3 metrum. Sumarið 2006 náði vatnsborð yfirfalli 2. ágúst og hélst það til 26. september eða í 55 daga. Grunnvatn var mælt handvirkt í holum á gróðursniðum sumarið 2006 og með síritum á sniðum 1 og 6. Fylgst hefur verið með gróðurframvindu á sex föstum sniðum frá árinu 1996. Endurmælingar fóru fram í ágúst 2006 er lón var á yfirfalli. Unnið verður úr gögnum veturinn 2007–2008. Rof úr bökkum var mælt á rofsniðum að vori og aftur að hausti 2006 en 15 ný snið voru lögð út sumarið 2004. Öldurof varð ekki mikið á rofsniðum sumarið 2006 og mældist aðeins 0,15 m að meðaltali. Á tveimur sniðum við austanvert lónið var öldurof umtalsvert. Rofið gæti hafa átt sér stað í sunnan hvassviðri í september. Á mörgum sniðanna hefur dregið úr hraðfara rofi; malarfjörur hafa myndast neðan við bakka og þétt jökulberg og stórgrýti myndar vörn gegn öldurofi. Lítilsháttar rof verður þó enn á þessum svæðum en það má rekja til vatnsrofs og áhrifa frosts og þíðu. Ekki gerði mikil hvassviðri sumarið 2006 þegar lón var á yfirfalli og ekki varð vart við sandfok úr fjörum lónsins. Hæglætisveður ríkti framan af sumri 2006 en það, ásamt góðum vatnsbúskap í lóninu, dregur úr möguleikum á sandfoki úr fjörum snemmsumars. Í skýrslunni eru gerðar tillögur að framhaldi rannsókna við lónið fyrir sumarið 2007. Gert er ráð fyrir að ítarleg skýrsla um rannsóknirnar við Blöndulón komi út vorið 2008.				
Lykilorð grunnvatn, strandmyndun, öldurof, sandfok, gróður, miðlunarlón, Blöndulón	Yfirfarið PH			

ÁGRIP

Í skýrslunni er greint frá rannsóknum við Blöndulón árið 2006 en þær hafa staðið frá árinu 1993 og eru unnar fyrir Landsvirkjun. Rannsóknirnar beinast að áhrifum lönsins á grunnvatnsstöðu og gróður upp af strönd og framvindu strandmyndunar.

Síðustu ár hefur loftslag farið hlýnandi við Blöndulón. Veðurfar í byrjun árs 2006 var rysjótt og skiptust á hlýinda- og kuldakaflar og lækkaði lónborð ekki mikið yfir veturinn. Heildarsveifla vatnsborðs yfir árið var rétt rúmir 3 metrar. Sumarið 2006 náði vatnsborð yfirfalli 2. ágúst og hélst það til 26. september eða í 55 daga.

Hæð grunnvatns var mæld handvirk í holum á gróðursniðum sumarið 2006 og með síritum á sniðum 1 og 6. Komin er skýr mynd á breytingar grunnvatnsborðs sem verða við lónborðsveiflur og úrkomudaga. Lónið hefur mikil áhrif á grunnvatnsborð; grunnvatnsstaða er hæst meðan lónið er á yfirfalli en þegar lækkar í lóninu fellur grunnvatnsborðið á ný. Sveiflur í grunnvatnsborði verða einnig vegna leysinga eða úrkomu.

Fylgst hefur verið með gróðurframvindu á sex föstum sniðum en mælingar fóru fyrst fram árið 1996 og aftur 1999. Endurmælingar árið 2006 fóru fram í ágúst er lón var á yfirfalli. Úrvinnsla gagna verður veturinn 2007–2008 og niðurstöður gróðurmælinganna munu birtar vorið 2008.

Rof úr bökkum var mælt á rofsniðum að vori og aftur að hausti 2006 en sniðin voru sett niður með strönd lönsins sumarið 2004 til að fylgjast með öldurofi úr bökkum. Öldurof varð ekki mikið á rofsniðum sumarið 2006, mældist aðeins 0,15 m að meðaltali. Á tveimur sniðum við austanvert lónið var öldurof umtalsvert. Rofið gæti hafa átt sér stað í sunnan hvassviðri í september þegar lónið var á yfirfalli. Á mörgum sniðanna virðist hafa dregið úr hraðfara rofi; malarfjörur myndast við bakka eða rof er komið niður í þétt jökulberg. Lítilsháttar rof verður þó enn á þessum svæðum en það má rekja til vatnsrofs og áhrifa frosts og þíðu. Líklegt er að öldurof verði áfram úr bökkunum ef mikið hvassviðri gerir þegar lón er á yfirfalli líkt og dæmi eru um.

Ekki varð vart við sandfok úr fjörum lönsins árið 2006. Aðstæður eru til sandfoks þegar lágt er í lóninu snemmsumars og hvassar sunnanáttir eru ríkjandi. Í byrjun júní 2006 var lónborð 476 m y.s. og fjörur á þurru fremur litlar að flatarmáli. Til samanburðar var lónborð í 473,6 m y.s. þegar sandfoksveður gerði 9. júní 2005. Ekki gerði ámóta hvassviðri árið 2006 en hæglætisveður ríkti þá framan af sumri. Góður vatnsbúskapur í lóninu virðist geta dregið úr möguleikum á sandfoki úr fjörum snemmsumars.

Í skýrslunni eru gerðar tillögur að framhaldi rannsókna við lónið fyrir sumarið 2007. Veturinn 2007–2008 verður unnið að útgáfu skýrslu þar sem gerð verður ítarleg grein fyrir niðurstöðum rannsókna við Blöndulón. Gert er ráð fyrir að skýrslan komi út vorið 2008.

EFNISYFIRLIT

ÁGRIP	3
1 INNGANGUR	9
2 VEÐUR OG VATNSBÚSKAPUR	9
2.1 Veðurmælingar við Blöndulón árið 2006	9
2.2 Vatnsborð Blöndulóns 2006	10
3 RANNSÓKNIR 2006	11
4 NIÐURSTÖÐUR OG UMRÆÐA	15
4.1 Grunnvatn	15
4.2 Gróðurframvinda	15
4.3 Öldurof	18
4.4 Sandfok	25
4.5 Helstu niðurstöður rannsókna 2006	27
4.6 Framhald rannsókna	28
5 ÞAKKARORÐ	28
6 HEIMILDIR	29
7 VIÐAUKAR	30

MYNDIR

1. mynd. Mesti 10 mínútna vindhraði á sólarhring í veðurstöðinni Kolku 2006	12
2. mynd. Dreifing mesta 10 mín. vindhraða á sólarhring og vindátta	12
3. mynd. Vatnsborð Blöndulóns frá 1. október 2005 til ársloka 2006	13
4. mynd. Vatnsborð Blöndulóns 1997–2006	13
5. mynd. Blöndulón og nágrenni	14
6. mynd. Reitur 2 á sniði 4 í Langaflóa	16
7. mynd. Staðsetning rofsniða við Blöndulón	17
8. mynd. Öldurof úr bakka á sniði R 0	19
9. mynd. Rofbakki við R 0 (gróðursnið 3) haustið 2006	19
10. mynd. Öldurof úr bökkum Blöndulóns mælt á sniðum R 0–R 15	22
11. mynd. Lónhæð og mesti 10 mín. vindhraði hvers sólarhrings við Blöndulón árið 2006	22
12. mynd. Niðurfallið torf og ummerki um öldurof á sniði R 12	23
13. mynd. Ummerki um öldurof á sniði R 13 sumarið 2006	23
14. mynd. Sunnan við snið R 13 hefur alda borið fínmol og reka upp á rofbakka	24

TÖFLUR

1. tafla. Meðalhiti og heildarúrkoma árs og sumars í veðurstöðinni Kolku	10
2. tafla. Rof sem mældist úr bökkum Blöndulóns á sniði R 0 (gróðursnið 3)	18
3. tafla. Rofsnið við Blöndulón, sem sett voru niður í júní 2004	21
4. tafla. Meðalrof sem mælt hefur á sniðum eftir svæðisskiptingu við lónið	25

VIÐAUKAR

1. viðauki. Niðurstöður mælinga á jarðvatnsstöðu við Blöndulón	30
2. viðauki. Niðurstöður mælinga á sniðum	31
3. viðauki. Grunnvatnsborð mælt með síritum á gróðursniði 1 og 6 við sunnanvert lónið.	39

1 INNGANGUR

Blöndulón myndaðist sumarið 1991 þegar vatni var safnað í það í fyrsta sinn. Frá árinu 1993 hafa staðið yfir samfelldar rannsóknir á áhrifum lónsins á umhverfið. Þar hefur m.a. verið fylgst með áhrifum lónsins á grunnvatnsstöðu, gróðurframvindu og strandmyndun. Niðurstöður hafa verið birtar í sjö skýrslum og kom sú síðasta út vorið 2006 (Borgþór Magnússon 1995; Ásrún Elmarsdóttir og Borgþór Magnússon 1997; Borgþór Magnússon og Ásrún Elmarsdóttir 1999; Borgþór Magnússon 2003; Borgþór Magnússon o.fl. 2004; Borgþór Magnússon og Victor Helgason 2005; Borgþór Magnússon o.fl. 2006). Árið 2003 var gerð fimm ára áætlun um rannsóknir árin 2003–2007. Við endurskoðun var gert ráð fyrir að lokaáfangi rannsóknanna lyki árið 2008. Stutttri framvinduskýrslu yfir rannsóknirnar yrði skilað vorið 2007 en lokaskýrsla gefin út vorið 2008.

Helstu markmið rannsókna við Blöndulón eru:

- Að kanna áhrif lónsins á grunnvatnsstöðu í landi upp frá lóninu
- Að kanna áhrif breyttrar grunnvatnsstöðu á gróður
- Að kanna áhrif lónsins og öldugangs á strandmyndun
- Að kanna áhrif sandfoks á gróður
- Að draga lærdóm af framvindu sem verður í kjölfar myndunar miðlunarlóns og nýta hann þegar umhverfisáhrif eru metin af lónum á nýjum virkjunarsvæðum.

Í skýrslunni er gerð grein fyrir framvindu og helstu niðurstöðum rannsókna ársins 2006 en þær voru unnar samkvæmt samningi milli Landsvirkjunar og Náttúrufræðistofnunar Íslands. Stefnt er að því að ítarleg skýrsla um niðurstöður rannsókna við lónið komi út vorið 2008 en með henni verði nógildandi rannsóknáætlun lokið. Hér verður því einungis fjallað lauslega um ákveðna þætti rannsóknarinnar og heildarumfjöllun bíður vors 2008.

2 VEÐUR OG VATNSBÚSKAPUR

2.1 Veðurmælingar við Blöndulón árið 2006

Veðurstöðin Kolka er sjálfvirk veðurathugunarstöð við Blöndulón. Hún var sett upp af Landsvirkjun í samstarfi við Veðurstofu Íslands árið 1993 og er í 504 m y.s. Síðustu ár hefur loftslag farið hlýnandi hér á landi og sýna veðurmælingar frá Kolku fram á sömu þróun við Blöndulón (1. tafla). Niðurstöður mælinga fyrir árið 2006 sýna að meðalhiti var allhár og sambærilegur við árin 2003 og 2004. Meðalárshiti var 1,2°C og meðalhiti yfir sumarmánuði (júní–september) var 7,4°C. Árið 2005 kom bakslag í hlýnandi veðurfar en það ár var mun kaldara og sambærilegra árunum fram að 2003. Veðurfar í byrjun ársins 2006 var rysjótt og skiptust á hlýinda- og kuldakaflar. Um miðjan maí byrjaði að hlýna og fyrstu frostdagar voru um miðjan október. Heildarúrkoma 2006 var 321 mm sem er nokkuð minni en í meðalári við Blöndulón. Úrkoma yfir sumartíma (júní–september) mældist 153 mm. Einungis árið 2000 hefur mælst minni úrkoma (mælingar 2004 undanskildar vegna bilunar í mæli) en þá var mjög lágt í lóninu framan af sumri.

Hægir vindar ríktu að vori og yfir sumarið með fáum undantekningum (1. mynd). Þann 15. júní gerði hvassa suðvestanátt og dagana 14.–15. júlí ríkti sunnanstrekkingur með mesta 10 mín. vindhraða 20–22 m/sek. Að venju voru suðlægar áttir hvassastar við Blöndulón en einnig gat vindhraði orðið talsverður í norðlægum áttum (2. mynd). Þegar leið að hausti gerði nokkra hvassviðrisdaga; dagana 8.–10. og 13.–14. september ríktu suð- og austlægar áttir og var mesti 10 mín. vindhraði 19–23 m/sek.

1. tafla. Meðalhiti og heildarúrkoma árs og sumars (júní–september) í veðurstöðinni Kolku við Blöndulón frá árinu 1994. Mæligögn eru samfelld fyrir alla liði frá árinu 1997. Gögn frá Landsvirkjun og Veðurstofu Íslands.

Ár	Meðalárshiti °C	Meðalsumarhiti °C	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	6,1	403	161
1999	-0,2	6,9	392	187
2000	0,3	7,3	312	152
2001	0,5	6,5	411	220
2002	0,9	7,1	421	207
2003	1,7	8,1	472*	219
2004	1,3	8,0	299**	129**
2005	0,4	5,9	372	164
2006	1,2***	7,4	321	153

* mælingar féllu niður 17.–31. desember 2003 vegna bilunar í mæli

** mælingar féllu niður 1. janúar–6. apríl og 1.–4. júlí vegna bilunar

*** mælingar féllu niður 13.–30. apríl 2006 vegna bilunar

2.2 Vatnsborð Blöndulóns 2006

Árferði endurspeglast í vatnsborði Blöndulóns. Veðurfar fyrri hluta ársins 2006 var umhleyppingasamt með hlýindaköflum en innstreymi eykst í lónið í hlýindum. Lónborðsferli 2006 svipar því til áranna 2003–2004 þegar lónborð hækkaði snemma árs vegna hlýindakafla að vetri (3. og 4. mynd). Þá var lónhæð í vetrarlok tiltölulega há og fór lónið snemma á yfirfall, í júlí eða byrjun ágúst (Borgþór Magnússon o.fl. 2003, Borgþór Magnússon og Victor Helgason 2005). Veturinn 2005–2006 var kaldur framan af en í byrjun árs 2006 gerði nokkra hlýindakafli og við það hækkaði í lóninu. Lægst fór lónborð niður í 475 m y.s. 28. apríl 2006 en upp úr því hækkaði vatnsborð (3. mynd). Heildarsveifla vatnsborðs yfir árið var rétt rúmir 3 m en það er frekar lítil sveifla miðað við fyrri ár (4. mynd). Vatnshæðarferillinn er allfrábrugðinn árinu áður (2005) þegar lónborð var lægst í tæpum 471 m y.s. og heildarsveifla vatnsborðs var tæpir 7,3 m (Borgþór Magnússon o.fl. 2005).

Sumarið 2006 náði vatnsborð lónsins yfirfalli 2. ágúst og hélst það til 26. september, eða í 55 daga. Miðað við fyrri mælingar var lónið frekar lengi á yfirfalli en lengst var það á yfirfalli í 75 daga (Borgþór Magnússon og Victor Helgason 2005). Lónið var hálfum metra frá yfirfalli fram í lok október en lækkaði svo jafnt og þétt fram í desember. Frá 20. desember tók við hlýindakafli og var lónið hálfum metra frá yfirfalli í lok ársins 2006 (3. mynd).

3 RANNSÓKNIR 2006

Eftirtalдар ferðir voru farnar að lóninu vegna rannsókna árið 2006:

20.–22. júní 2006 var farið að mælisniðum við lónið og litið eftir fastamerkjum. Farið var með lóninu á Auðkúluheiði og Eyvindarstaðaheiði og öldurof mælt á sniðum. Ummerki um sandfok voru könnuð í fjörum og skráð. Grunnvatnsborð var mælt í holum. Borgþór Magnússon og Lovísa Ásbjörnsdóttir voru í ferðinni.

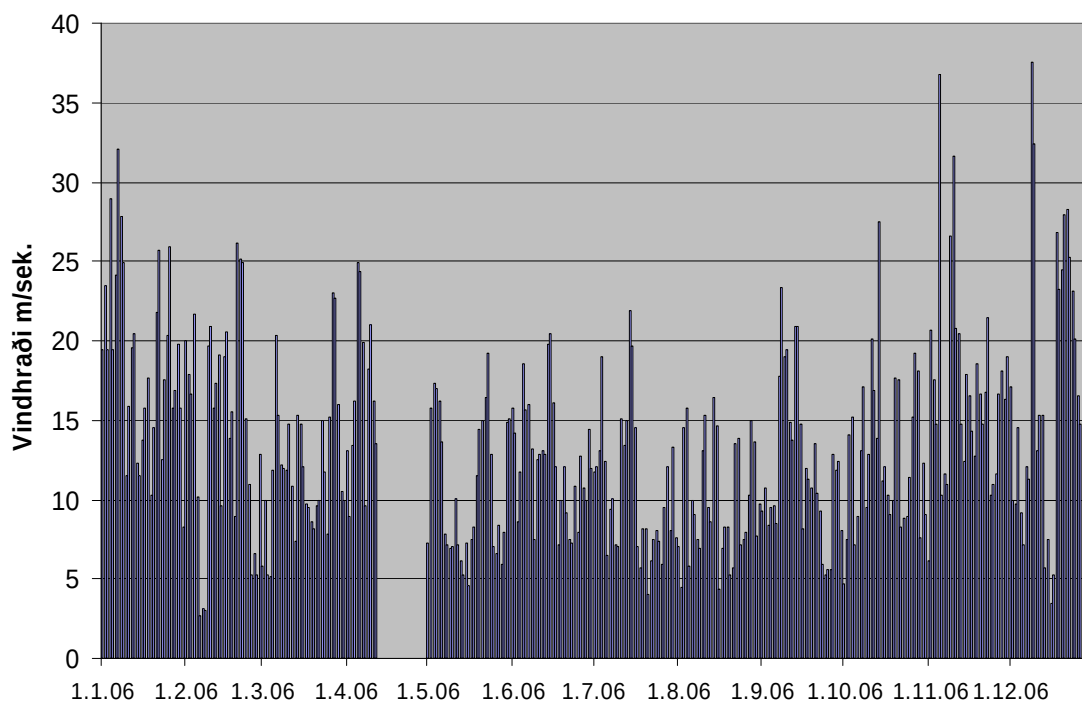
16.–18. ágúst og 21.–23. ágúst 2006 fóru fram endurmælingar á sex gróðursniðum. Tegundir voru skráðar og þekja gróðurs mæld, einnig var grunnvatnsstaða mæld í holum. Borgþór Magnússon og Olga K. Vilmundardóttir voru í ferðinni.

25.–26. september 2006 var farið að mælisniðum við lónið, litið eftir fastamerkjum og grunnvatnsstaða mæld í holum. Rof úr bökkum var mælt á sniðum og kannað sandfok úr fjörum. Lýsing var gerð á jarðvegssniðum við föstu rofsniðin og tekin sýni úr jarðvegs- og jarðlögum. Borgþór Magnússon og Olga K. Vilmundardóttir voru í ferðinni.

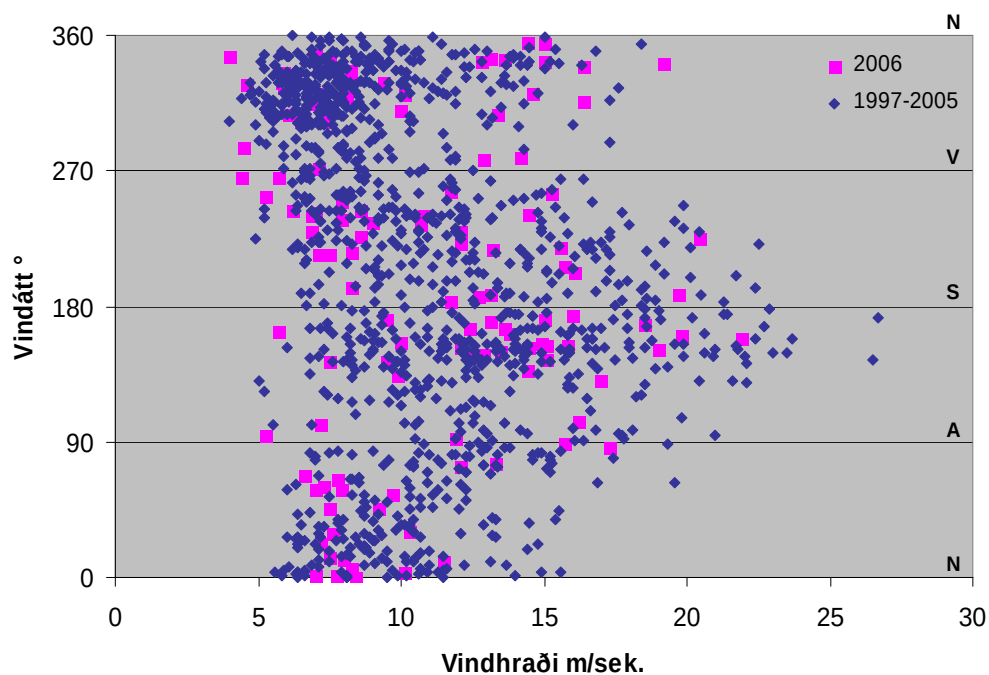
20. september 2006 fór Victor Helgason að lóninu til mælinga á grunnvatnsstöðu og til eftirlits með síritamælum

Rannsóknir við Blöndulón árið 2006 fólust í mælingum og athugunum á eftirfarandi:

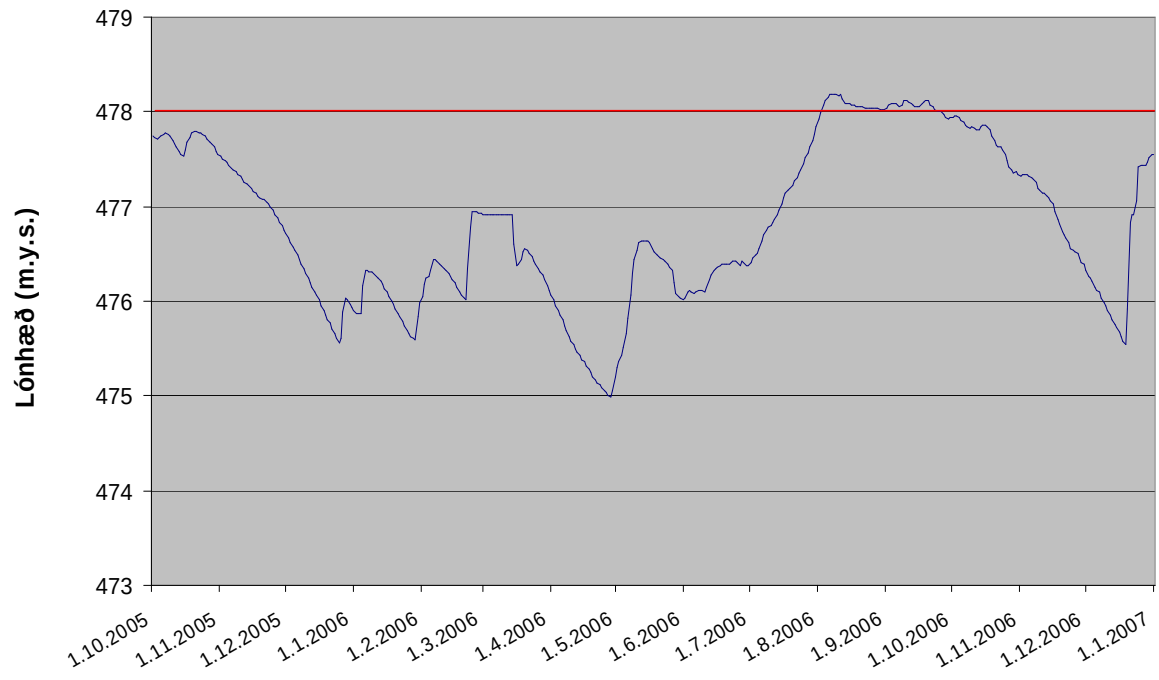
- Grunnvatnsstaða; grunnvatnsborð mælt á föstum sniðum út frá lóninu með síritamælingum og í ferðum að lóninu.
- Gróðurframvinda; endurmælingar á föstum gróðursniðum við lónið. Á hverjum reit voru mældir 10 smáreitir á sömu blettum og mældir voru 1996 og 1999.
- Öldurof; rof úr bökkum mælt á 16 sniðum umhverfis lónið.
- Sandfok úr fjörum; helstu áhættusvæði vöktuð og í ferðum að lóninu í júní og september var kannað hvort sandur hefði fokið upp sumarið 2006. Útbreiðsla sands var skráð með GPS-mælingum. Tekin voru sýni úr fokefnum í sandgeirum við lónið.
- Sniðlýsing við rofsnið; gerð var lýsing á jarðvegssniðum við föst rofsnið. Tekin voru sýni úr jarðvegs- og jarðlögum.



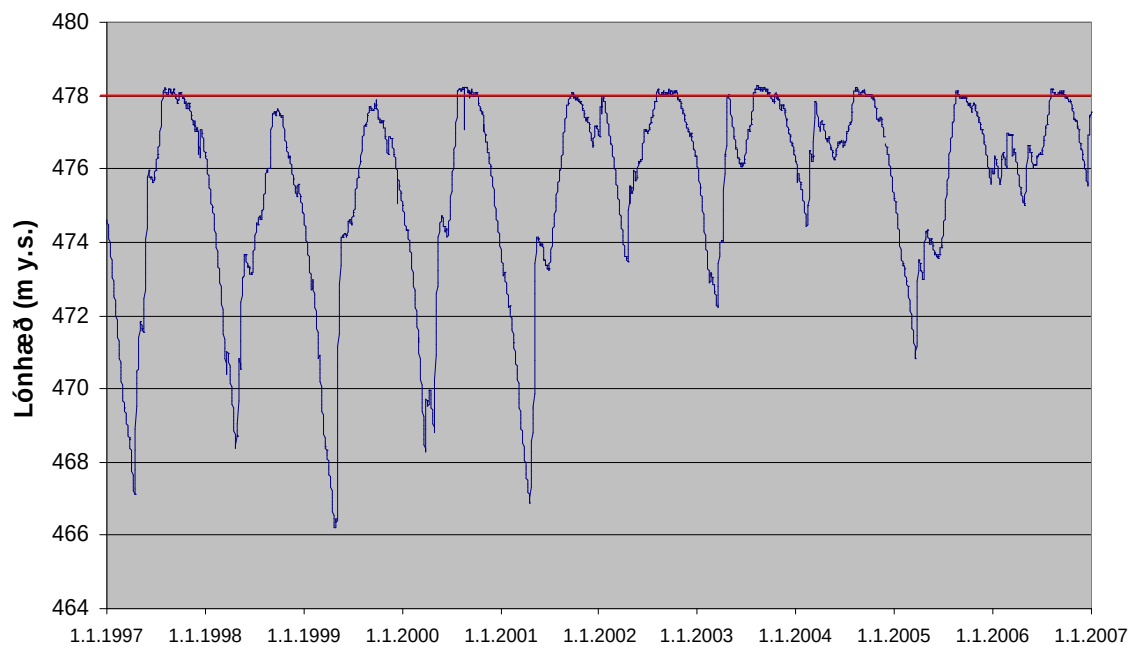
1. mynd. Mesti 10 mínútna vindhraði sólarhrings í veðurstöðinni Kolku við Blöndulón 2006. Mælingar vantar fyrir dagana 13.–30. apríl. Gögn frá Landsvirkjun og Veðurstofu Íslands



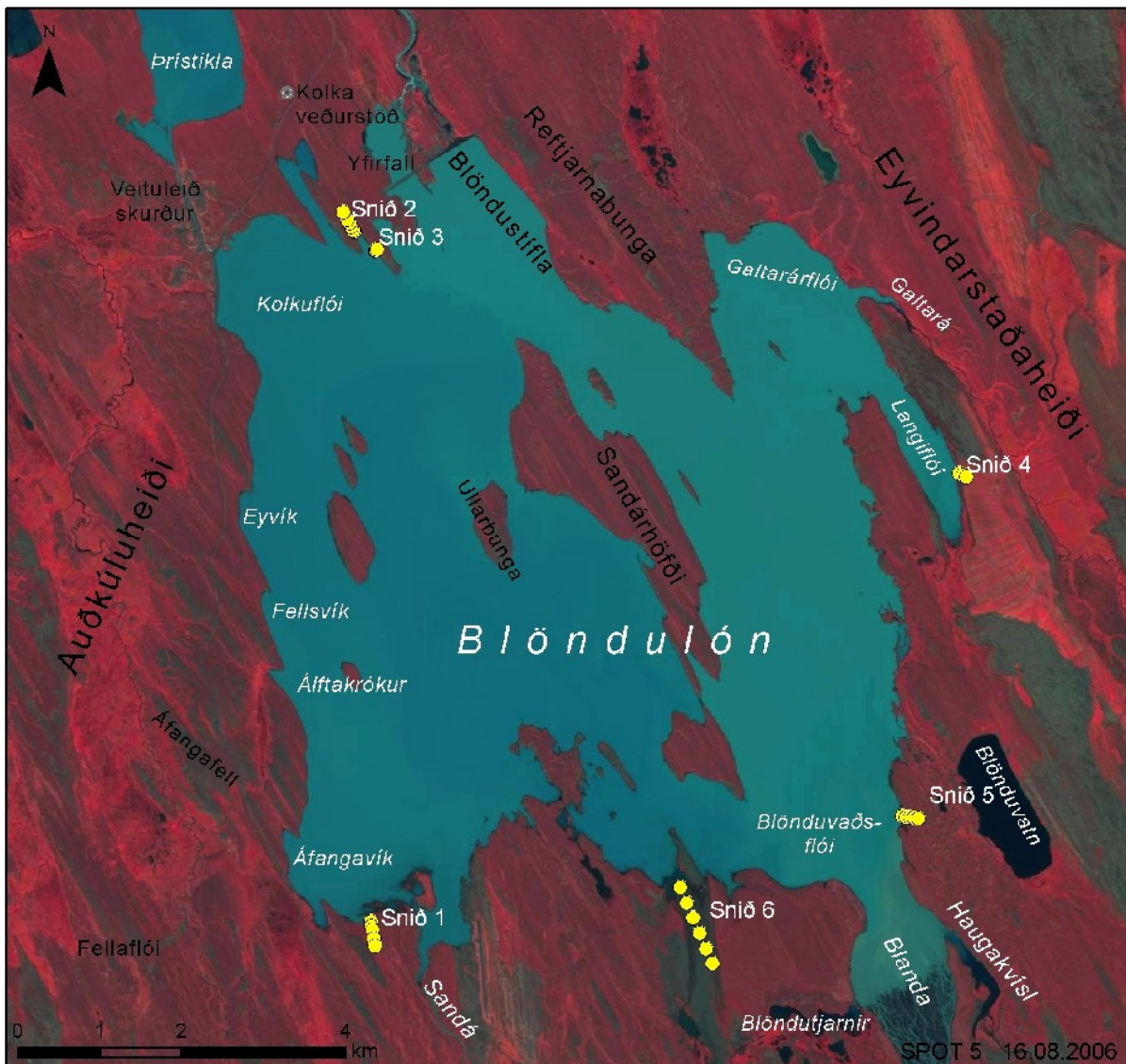
2. mynd. Dreifing mesta 10 mín. vindhraða á sólarhring og vindátt í veðurstöðinni Kolku við Blöndulón á tímabilinu maí–ágúst 2006 og árin 1997–2005. Á þessum tíma sumars eru helst líkur á sandfoki úr fjörum við lónið ef vatnsborð stendur lágt. Gögn frá Landsvirkjun og Veðurstofu Íslands.



3. mynd. Vatnsborð Blöndulóns frá 1. október 2005 til ársloka 2006, mælt með sírita í Blöndustíflu. Gögn frá Landsvirkjun. Yfirfall, 478,0 m, er merkt með rauðri línu.



4. mynd. Vatnsborð Blöndulóns 1997–2006, mælt með sírita í Blöndustíflu. Gögn frá Landsvirkjun.



5. mynd. Blöndulón og nágrenni. Staðsetning fastra rannsóknasniða er sýnd á myndinni, sem er innrauð SPOT 5 gervitunglamynd frá 16. ágúst 2007. Þá var vatnshæð lónsins 478,1 m y.s. Gróin svæði eru rauðleit á myndinni en lítt gróin svæði gráleit.

4 NIÐURSTÖÐUR OG UMRÆÐA

4.1 Grunnvatn

Grunnvatnsstaða: Mælingar á föstum sniðum fóru fram fjórum sinnum yfir árið 2006. Fyrst var mælt að vori, 20.–22. júní, aftur 16.–23. ágúst og loks 25.–26. september. Farið var að öllum sniðum og grunnvatnsstaða mæld handvirkrt eins og undanfarin ár. Niðurstöður mælinganna í september eru sýndar í 1. viðauka. Við mælingarnar var lónhæð 478 m y.s. en 26. september var síðasti dagur lónsins á yfirfalli árið 2006. Grunnvatnsborð er einnig mælt með síritum á sniði 1 og 6 (5. mynd). Lesið var úr grunnvatnsmælunum 9. september og grunnvatnsborð mælt og eru niðurstöður síritamælinga birtar í 3. viðauka.

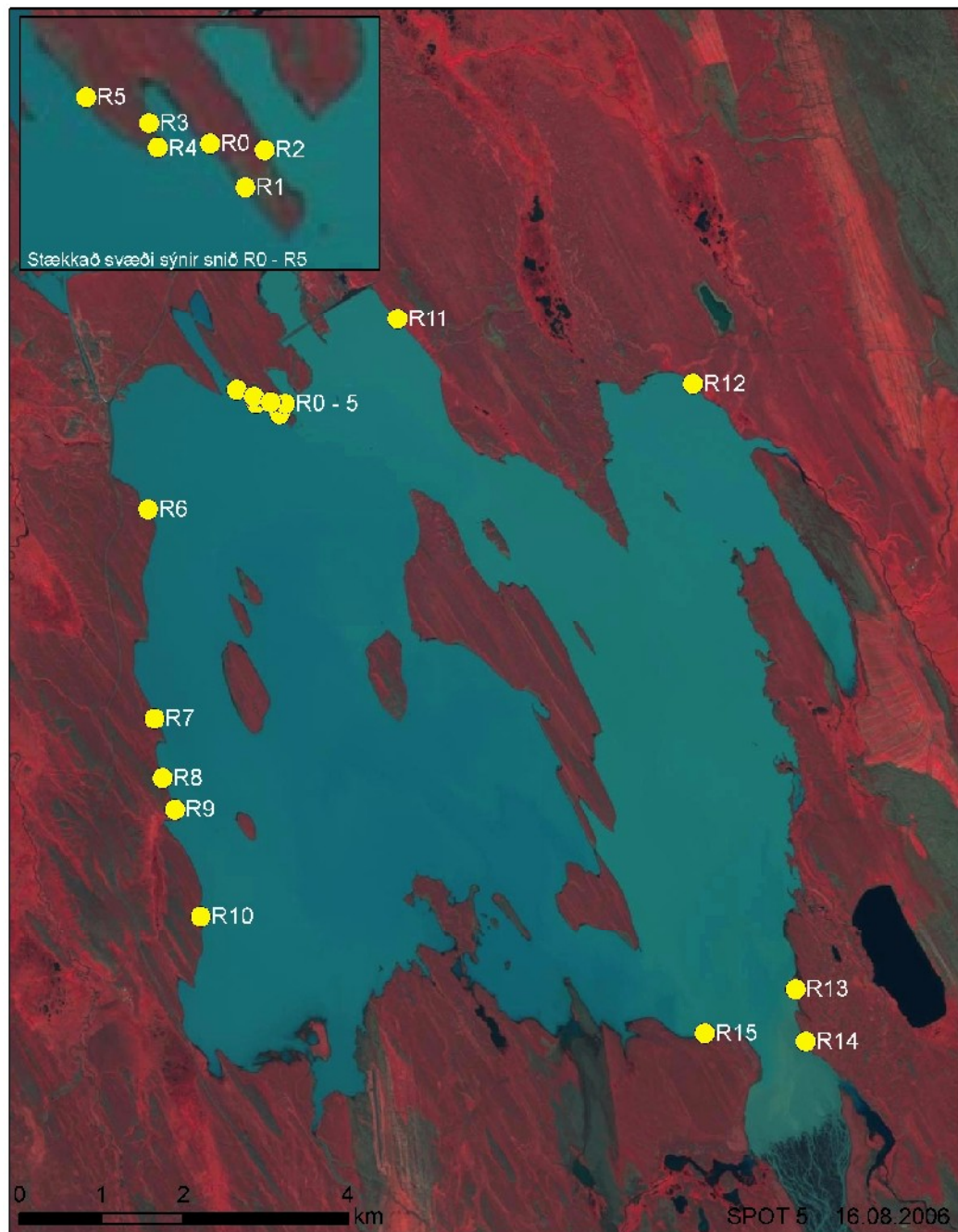
Komin er skýr mynd á breytingar á grunnvatnsstöðu í jarðvegi á sniðum sunnan lónsins og ljóst er að vatnsborð lónsins hefur þar mikil áhrif. Staðan er hæst á þeim tíma sem lónið er á yfirfalli og lækkar eftir að vatnsborð þess fellur (t.d. Borgþór Magnússon 2003, Borgþór Magnússon og Victor Helgason 2004). Sveiflur í grunnvatnsborði verða aðeins á eftir sveiflum í lónborði í tíma. Hækkað grunnvatnsborð hefur mælst á sniðum síðsumars en þá er komið fram yfir vaxtartíma plantna. Sveiflur í grunnvatnsstöðu verða einnig vegna leysinga og votviðris þar sem vatnsborð stígur hratt en sjatnar svo hægar aftur. Umfjöllun verður um niðurstöður grunnvatnsmælinga í lokaskýrslu 2008.

4.2 Gróðurframvinda

Gróðurframvinda: Fylgst hefur verið með gróðurframvindu við lónið á sex föstum sniðum frá árinu 1996 (5. mynd, Borgþór Magnússon 2003). Við mælingar var beitt sömu aðferðum og árin 1996 og 1999. Sniðin voru lögð út á ólíkum landgerðum og gróðurfélögum. Snið 1 er í mólendi við suðurströnd lónsins þar sem landhalli er <1%. Aðgrunnt er undan ströndinni og ógreinileg strandlína hefur myndast við sniðið. Vatn lónar milli þúfna neðst á sniðinu. Snið 2 er í hallalitlum sefmóa í Sandvík og hefur sandur fokið úr fjörum inn á sniðið. Aðgrunnt er að sniðinu og áhleðsla vegna ölduhreyfinga hefur myndað malarkamb og sprekrönd við strandlínu. Utar með vikinni er snið 3 sem liggur í 6,7% halla í mólendi. Þar hefur myndast malarfjara undir rofbakka við sniðið. Snið 4 er á mel með uppgræðsluáhrifum í Langaflóa en votlendisgróður er neðst á sniðinu. Vatn lónar inn á flóann og eiginleg strandlína hefur ekki myndast (6. mynd). Við Blönduvaðsflóa liggur snið 5 í þýfðu mólendi og neðst á sniðinu vatnar milli þúfna. Strandlína er frekar ógreinileg en aðgrunnt er við sniðið. Á suðurströnd lónsins liggur snið 6 á stórum mel sem hefur myndast við uppfok og gróðureyðingu. Landið er hallalítið og ekki hefur myndast greinileg strandlína við efsta lónborð. Þegar mælingar á föstum gróðursniðum fóru fram í síðari hluta ágúst hafði lónið verið á yfirfalli frá 3. ágúst. Gögn úr gróðurmælingum hafa verið slegin inn en úrvinnsla þeirra fer fram veturinn 2007–2008 og verða niðurstöður birtar í lokaskýrslu vorið 2008.



6. mynd. Vatn fyllir upp í lægðir við reit 2 á sniði 4 í Langaflóa. Mælingar fóru fram 16. ágúst 2006 og hafði Blöndulón verið á yfirfalli í þrettán daga. Ljós. Olga K. Vilmundardóttir, 16. júlí 2006.



7. mynd. Staðsetning rofsniða við Blöndulón. R 0 er gróðursnið 3, sem mælt hefur verið árlega frá 1997, en snið R 1–R 15 voru sett upp sumarið 2004.

4.3 Öldurof

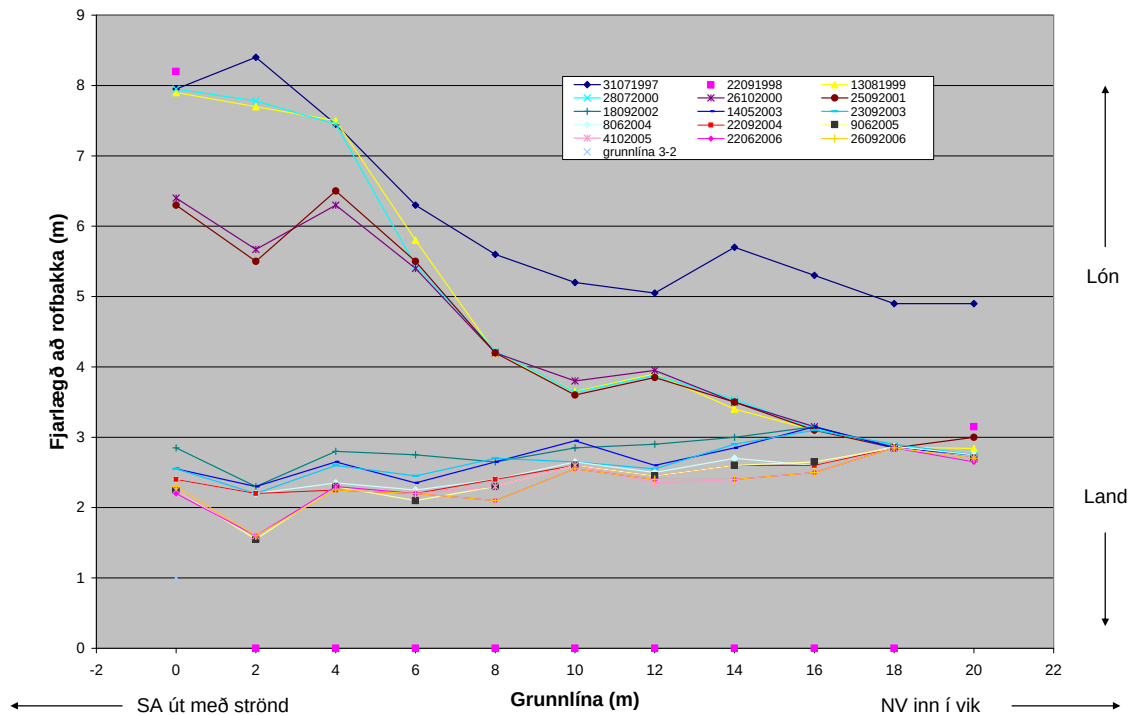
Snið frá 1997: Rof hefur verið mælt á R 0 (gróðursniði 3) árlega á 20 m löngu sniði frá sumrinu 1997 (7.–8. mynd). Rofmælingar á sniðinu spanna því allt tímabilið frá því lónborð náði fyrst 478 m yfirfallshæð árið 1996. Sumurin 1998 og 1999 náði lónið ekki yfirfallshæð og því varð ekki öldurof á sniðinu (Borgþór Magnússon 2003). Gróðurmælilína rétt ofan við bakkann er notuð sem fastmerki og hefur fjarlægð frá línunni niður á bakkabrún verið mæld með 2 m millibili. Árið 2006 var bakkinn mældur 22. júní og aftur 26. september.

Niðurstöður sýna að rof úr bakkanum síðustu ár hefur verið mjög lítið og vart mælanlegt fyrir sumarið 2006 (2. og 3. tafla). Heildarrof frá vori 2004 til hausts 2006 nemur aðeins 0,17 m (3. tafla). Á árunum 1997–2002 var rofið mun meira og var mest 1,26 m frá árinu 1997 til 1999 og 1,55 m frá árinu 2001 til 2002 (2. tafla). Rof úr bakkanum átti sér stað í stökkum sem má rekja til ákveðinna veðuratburða (Borgþór Magnússon 2003). Líklegt er að mikið rof hafi orðið 29. september 1997 en þá náði mesti 10 mín. vindhraði 20 m/sek. og 1. september 2002 er 10 mín. vindhraði fór í 29,7 m/sek. í Kolkustöð. Í báðum tilvikum voru vindar sunnan- og suðvestanstæðir, lón á yfirfalli og alda hefur brotnað við bakka sniðsins. Upphaflega rofnaði hraðar úr nyrðri hluta sniðsins sem er innar í vikinni. Árin 2000 og 2002 varð rofið meira úr syðri hluta þess en malarkambur hafði hlaðist upp við norðurendann.

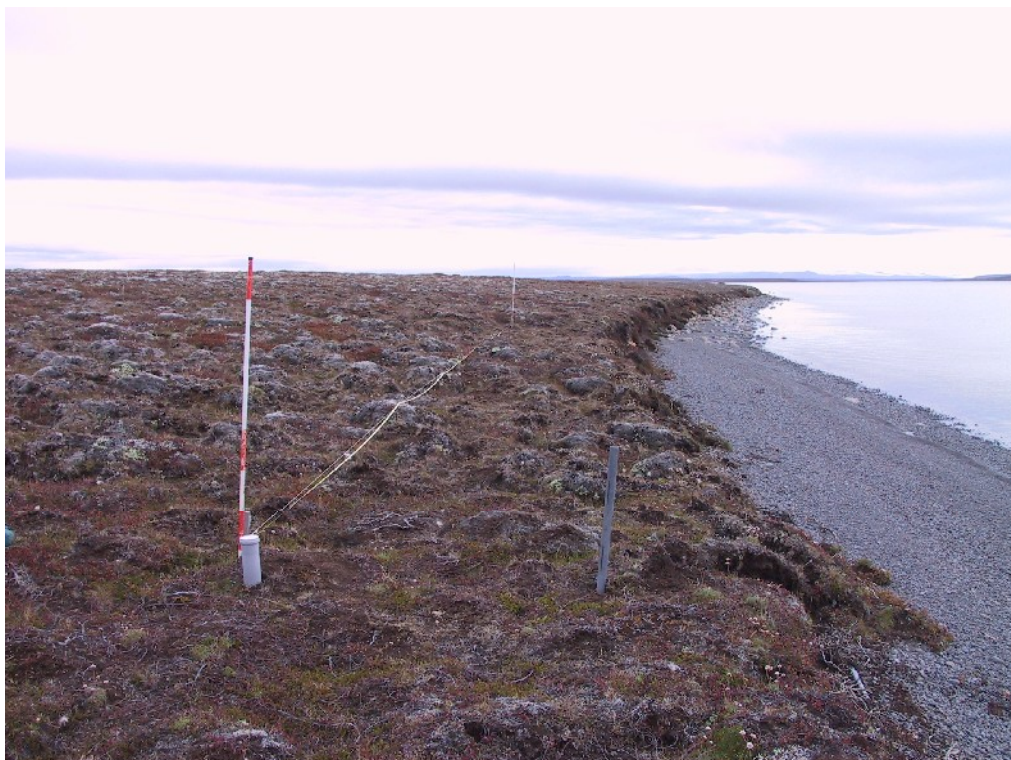
Frá 2003 hefur lítið rof mælst á sniðinu. Malarfjara hefur hlaðist upp neðan við bakkann sem hlífir honum við öldunni (9. mynd). Líklegt er jafnvægi milli rofbakkans og lónborðs sé að komast á og að öldurof hafi nú minni áhrif á mótun bakkans. Frá því að lónborð var hækkað í 478 m y.s. árið 1996 hefur það því tekið um 6 ár fyrir mesta rofið að ganga yfir (2. tafla). Meira rof varð út með ströndinni en inni í vikinni og virðist jafnvægi milli bakka og öldurofs hafa komist fyrr á innar í vikinni en þar hefur myndast malarfjara (8. mynd). Halli við sniðið var mældur 6,7% og jarðvegsþykkt á sniðinu um 70 cm. Þar sem halli er á bilinu 6–9% verður yfirleitt mikið rof fljótt eftir nýmyndun lóns og myndast rofbakkar við efsta lónborð snemma í ferlinu (Stuðull 2001). Jökulruðningur er undirlag jarðvegs á sniðinu en slík jarðlög hafa að geyma gróft efni, s.s. grjóthnullunga og möl, og mynda vörn gegn öldurofi (Saint-Lorrain o.fl. 2001). Líklega hægist á rofi þegar alda hefur rofið niður í jökulruðninginn undir jarðveginum og hlaðið upp efni í malarfjöruna neðan við rofbakkann. Roföfl, líkt og vatnsrof og frost og þíða, valda að öllum líkindum því rofi sem mælst hefur á sniðinu frá 2003. Ekki hefur gert sambærilega storma af suðri þegar lón er á yfirfalli og urðu árin 1997 og 2002 en líklegt er að alda geti áfram rofið úr bökkum sniðsins við slíkar aðstæður. Heildarrof á sniðinu frá upphafi mælinga árið 1997 er 3,72 m að meðaltali yfir sniðið (2. tafla) sem jafngildir rúmunum 74 m² á 20 m löngu sniði.

2. tafla. Rof sem mældist úr bökkum Blöndulóns á sniði R 0 (gróðursnið 3). Rof hefur verið mælt á sniðinu frá júlí 1997.

	1997– 1999	1999– 2000	2000– 2001	2001– 2002	2002– 2003	2003– 2004	2004– 2005	2005– 2006	2006	Heildarrof
Meðalrof	1,26	0,02	0,43	1,55	0,10	0,18	0,12	0,05	-0,01	3,72



8. mynd. Öldurof úr bakka á sniði R 0 (gróðursnið 3) frá júlí 1997 til september 2006. Línurnar sýna legu fjörubakka á mismunandi tímum og hvernig hann hefur hropað.



9. mynd. Rofbakki við R 0 (gróðursnið 3) haustið 2006. Malarkambur hefur hlaðist upp neðan við rofbakkann og myndar vörn gegn öldurofi. Frá árinu 1997 hefur bakkinn gengið inn um 3,72 m að meðaltali á sniðinu. Ljós. O.K.V. 26. september 2006, lón á yfirfalli.

Ný snið frá 2004: Í júní 2004 voru lögð út 15 ný snið til að fylgjast betur með þróun öldurofs úr bökkum við lónið. Sniðin voru lögð út bæði á Auðkúluheiði og á Eyvindarstaðaheiði. Hæð bakka, halli lands og stefna að lóni er mismunandi og ættu sniðin að gefa fyllri mynd af rofinu en fengist hefur af gróðursniði 3 (3. tafla, 7. mynd). Sniðin eru 20 m löng, eins og fyrra snið, og liggja samsíða bakkanum. Lögð var út grunnlína um 5 m ofan við bakka og hún merkt með þremur fasthælum á 0, 10 og 20 m, en endahælarnir voru merktir með GPS-staðsetningatæki. Fjarlægð var síðan mæld á 2 m bili á sniðinu hornrétt niður að brún rofbakkans. Mælingar hafa verið gerðar að vori og hausti sama árs, frá 2004–2006. Í 2. viðauka eru línurit sem sýna niðurstöður mælinga árin 2004–2006.

Niðurstöður mælinga sýna að enn á sér stað öldurof úr bökkum lónsins (3. tafla, 10. mynd). Rof er þó mismikið og er háð ytri aðstæðum s.s. landhalla, aðdýpi, aðdragi af lóni og jarðgrunni (Saint-Lorrain o.fl. 2001). Fyrri rannsóknir hafa einnig sýnt fram á að rofið verður í stökkum þegar fer saman að lón er á eða við yfirfall og stormasöm tíð (Borgþór Magnússon 2003). Einnig er það háð ríkjandi vindátt í einstaka hvassviðri hvar öldurof verður við lónið. Haustmælingar 2005 voru gerðar eftir að lón fór af yfirfalli og varð ekki mælanlegt öldurof frá september 2005 til vors 2006. Það rof sem mældist á sniðunum haustið 2006 hefur því átt sér stað á tímabilinu frá byrjun ágúst til loka september 2006. Dagana 8.–10. september blésu hvassir vindar af suðri og suðvestri og náði mesti 10 mín. vindhraði rúmum 23 m/sek. (11. mynd). Einnig fór 10 mín vindhraði í 21 m/sek. dagana 13. og 14. september en þá var vindur austanstæður.

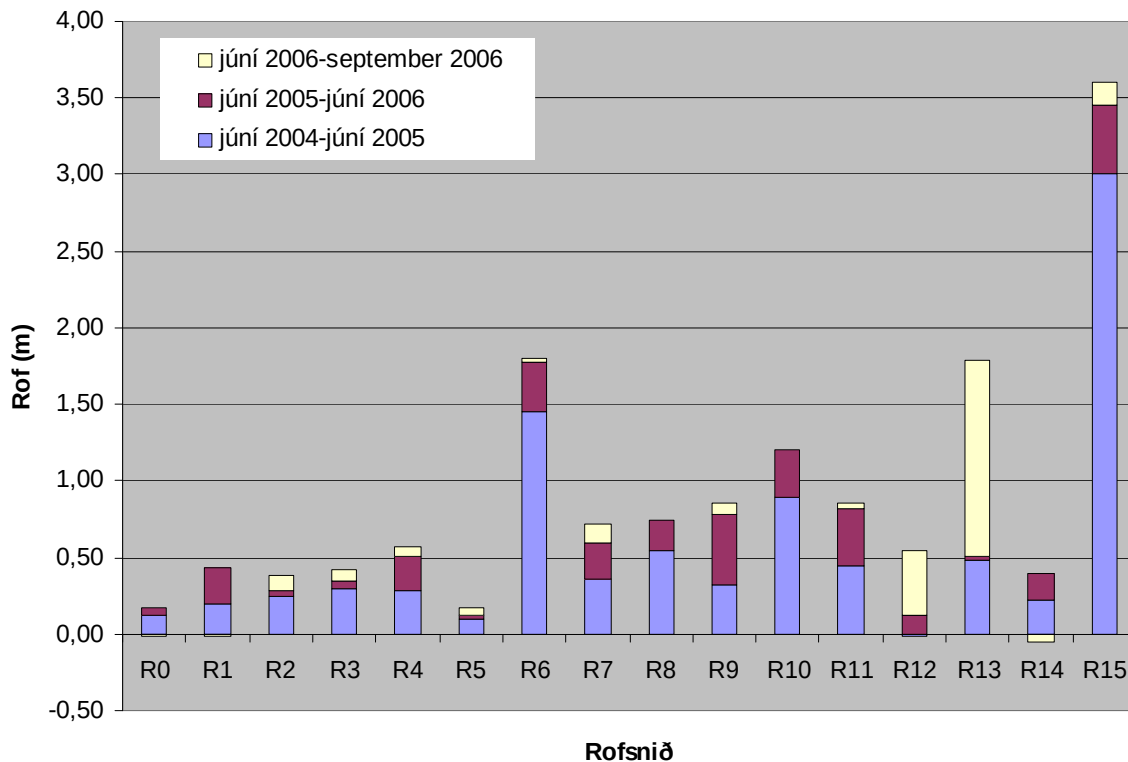
Á heildina lítið varð lítið rof á sniðunum sumarið 2006 og öldurof varð aðeins á tveimur þeirra svo nokkru næmi. Á sniði R 12 nam rof 0,43 m en áður höfðu litlar breytingar mælst á stöðu rofbakkans (3. tafla). Sniðið er í norðausturhluta Blöndulóns, í Galtarárflóa (7. og 12. mynd), í mólendi og er halli 5,5%. Rofbakkar eru 0,5–1 m háir og 0,68 m þykkur jarðvegur hvílir ofan á jökulruðningi. Smámöl hefur hlaðist upp fyrir neðan rofbakkann en víða er stórgrýti í fjöruborðinu og líklegt að með áframhaldandi þróun bakkans myndi það vörn gegn öldurofi. Rofið gæti hafa átt sér stað í sunnan- og suðvestan hvassviðri dagana 8.–10. september (11. mynd). Rof á sniðinu er óvenjulegt að því leyti að fremur aðgrunnt er að lóni og malarkambur og stórgrýti í fjöruborði. Af ummerkjum má ætla að rofið úr bakkanum sé nýlegt og vegna umfangs þess liggur beint við að rekja það til öldurofs (12. mynd). Þegar mælingar fóru fram var lónið á yfirfalli og jarðvegur vatnsósa. Vatnsósa jarðvegur er óstöðugur en það getur skýrt að hluta það óvenju mikla rof sem mældist á sniðinu.

Í Blönduvaðsflóa liggur snið R 13 í hallalitlu mólendi, halli er 0,4% og undirlagið jökulárset (7. og 13. mynd). Umtalsvert rof hefur mælst á sniðinu og mest sumarið 2006 eða 1,28 m. Heildarrof nemur 1,79 metrum frá 2004–2006 (3. tafla, 10. mynd). Við mælingar haustið 2006 var ekki mögulegt að ákvarða jarðvegsþykkt. Jarðvegur var vatnsósa enda lónið á yfirfalli og því ekki hægt að ákvarða á hvaða dýpi jökulársetið tók við af jarðveginum. Jökulársetið er laust við fínefni og stórgrýti og er kornastærð þess einsleit (Ingibjörg Kaldal og Skúli Víkingsson 1989). Það hefur litla samloðun og er auðrofinn jarðgrunnur fyrir öldurof. Á sniðum R 14 og R 15 er jökulárset einnig í jarðgrunni. Lítið rof hefur mælst á R 14 en þar er hár rofbakki (>2 m) í farvegi Blöndu þar sem grófmöl er í fjöruborði. Á sniði R 15 hefur hins vegar orðið mikið rof frá því mælingar hófust, eða 3,60 m. Þar mældist ekki rof sumarið 2006 en sniðið veit í norður og hvassar norðanáttir voru sjaldgæfar sumar og haust. Í grennd við R 13 hefur alda skolað fínsmöl og gróðurleifum upp á rofbakkann sem smám saman er að mótast (14. mynd). Ljóst er að þar sem jarðgrunnur er auðrofinn verður öldurofi vel ágengt en þegar landhalli er lítill tekur mun lengri tíma fyrir öldu að móta bakka. Þar sem landhalli er vart mælanlegur (minni en 1%) eða landslag veitir skjól gegn öldu, t.d. í mýrlendi í Langaflóa, verður rof lítið og rofbakkar myndast ekki. Snið R 13 veit í vesturátt og gæti rofið hafa átt sér stað í sama veðri og þegar rofið varð á R 12, þ.e. 8.–10. september.

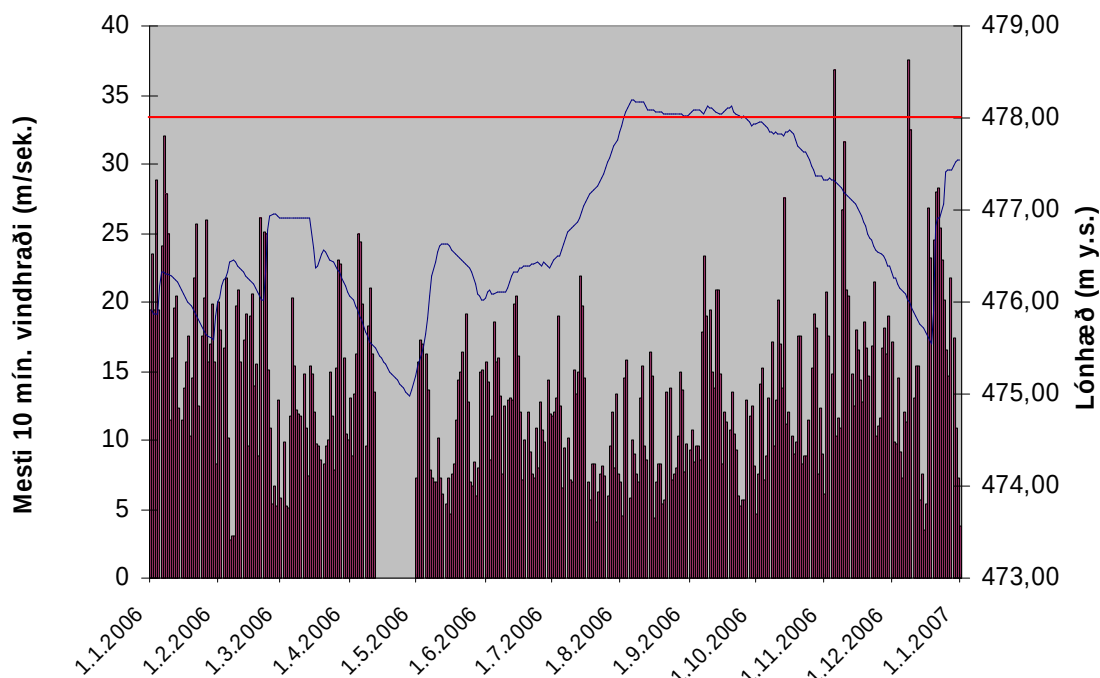
Þrátt fyrir að lónið hafi verið lengi á yfirfalli sumarið 2006 og alda fengið langan tíma til að móta bakka varð rof tiltölulega lítið, eða 0,15 m að meðaltali (3. tafla). Á flestum sniðanna voru breytingar vart mælanlegar og þær litlu sem voru má líklega rekja til frost- og þíðuverkana eða vatnsrofs úr bökkum. Þó er ljóst að öldurof mótar enn rofbakka við lónið en frá því mælingar hófust hefur rof mælst 0,91 m að meðaltali á sniðunum (3. tafla, 10. mynd). Hví rof varð svo lítið sem raun bar þetta sumarið mætti skýra með hæglætistíð þann tíma sem lónið var á og við yfirfall. Einnig er líklegt að á einhverjum sniðanna sé smám saman að myndast jafnvægi milli rofbakka og hæsta lónborðs. Á það einkum við um þau snið þar sem landhalli er umtalsverður. Þar hefur malarfjara og stórgrýti myndað vörn gegn öldurofi eða rof er komið niður í þétt jökulberg.

3. tafla. Snið við Blöndulón, sem sett voru niður í júní 2004. Áætluð hæð bakka, stefna móti lóni, halli og jarðgrunnur eru einnig sýnd.

Snið	Hæð bakka	Stefna móti lóni	Halli	Jarð- grunnur	Rof júní 2004–júní 2005	Rof júní 2005–júní 2006	Rof sumar 2006	Heildar- rof
	m		%		m	m	m	m
R0	0,5–1	SV	6,7	Jökulruðningur	0,12	0,05	-0,01	0,17
R1	1,5–2	SV	3,3	Jökulruðningur	0,20	0,23	-0,02	0,41
R2	0,5–1	NA	5,4	Jökulruðningur	0,25	0,04	0,10	0,39
R3	0,5–1	NA	5,9	Jökulruðningur	0,29	0,05	0,08	0,42
R4	0,5–1	SA	1,7	Jökulruðningur	0,29	0,22	0,06	0,57
R5	0,5–1	SV	10,7	Jökulruðningur	0,09	0,03	0,05	0,18
R6	1–1,5	A	6,4	Jökulruðningur	1,45	0,32	0,03	1,80
R7	1,5–2	A	9,3	Jökulruðningur	0,36	0,24	0,12	0,71
R8	>2	A	23,4	Jökulruðningur	0,55	0,20	0,00	0,75
R9	1–1,5	A	8,5	Jökulruðningur	0,32	0,45	0,07	0,85
R10	0,5–1	A	8,2	Jökulruðningur	0,89	0,31	0,01	1,21
R11	1,5–2	SV	13,7	Jökulruðningur	0,44	0,38	0,04	0,86
R12	0,5–1	SA	5,5	Jökulruðningur	-0,01	0,12	0,43	0,54
R13	0,5–1	V	0,4	Jökulárset	0,49	0,02	1,28	1,79
R14	>2	V	3,1	Jökulárset	0,22	0,18	-0,05	0,34
R15	1–1,5	N	2,2	Jökulárset	3,01	0,45	0,14	3,60
Meðaltal					0,56	0,21	0,15	0,91



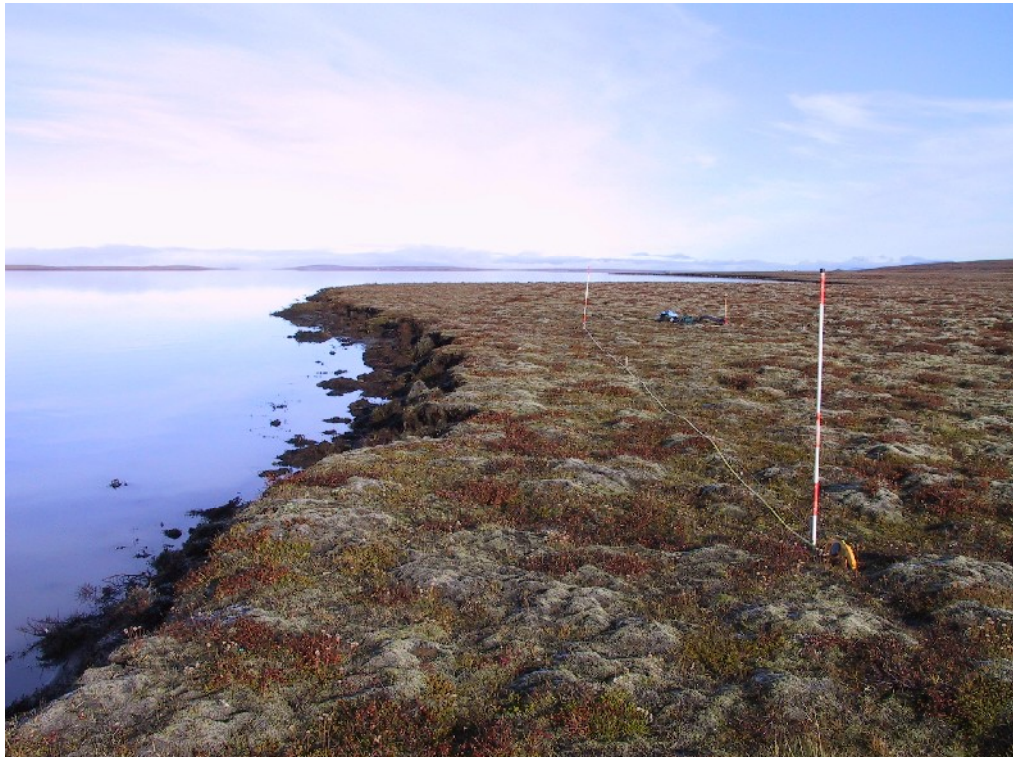
10. mynd. Öldurof úr bökkum Blöndulóns mælt á sniðum R 0–R 15 fyrir árin 2004, 2005 og sumarið 2006. Heildarrof mældist 0,91 m að meðaltali á sniðunum.



11. mynd. Lónhæð og mesti 10 mín. vindhraði hvers sólarhrings við Blöndulón árið 2006. Gögn frá Landsvirkjun og Veðurstofu Íslands. Ef hvassviðri gerir við lónið getur sandur fokið úr fjörum þegar vatnsborð er lágt yfir sumarið en aðstæður til öldurofs skapast þegar lónið er við yfirfall (478 m).



12. mynd. Niðurfallið torf og ummerki um öldurof á sniði R 12 í norðausturhluta lónsins í Galtarárflóa. Á sniðinu gekk bakkinn inn um 0,43 m sumarið 2006 en áður hafði lítið rof mælst á sniðinu. Fínöl hefur hlaðist upp í fjöruna og grjót úr jökulruðningi úr undirlagi myndar smám saman vörn gegn öldurofi úr bakkanum. Ljós. O.K.V. 25. september 2006, lón á yfirfalli.



13. mynd. Öldurof varð á sniði R 13 í Blönduvaðsflóa sumarið 2006. Ummerki þess eru torfhnáusar undir bakka. Rofið mældist 1,28 m en áður mældist öldurof tæpir 0,5 m árið 2004–2005. Heildarrof á sniðinu nemur nú 1,79 m frá júní 2004. Ekki hefur myndast malarströnd fyrir framan rofbakkann og á alda hægt um vik að rjúfa jarðveg á sniðinu. Ljós. O.K.V. 25. september 2006, lón á yfirfalli.



14. mynd. Sunnan við snið R 13 hefur alda borið fínmol og reka upp á rofbakka sem enn er í mótun í hallalitlu mólendi. Ljós. O.K.V. 25. september 2006, lón á yfirfalli.

Svæðisskipt rof: Frá því rofmælingar hófust í júní 2004 hefur komið í ljós að rofhraði er mismikill eftir staðsetningu sniðanna umhverfis lónið. Til að kanna það nánar var strönd Blöndulóns skipt í fjögur svæði: norður-, austur-, suður- og vesturströnd. Til norðurs fellur svæðið frá Kolkustíflu að tanga undan Reftjarnarbungu (5. mynd, bls. 14, og 7. mynd, bls. 17). Til austurs telst Galtarárflói, Langiflói og austurströndin að Blönduvaði. Til suðurs er suðurströndin frá Blönduvaði að Áfangavík og til vesturs er svæðið frá Áfangavík að Kolkustíflu. Rofsniðum er misdreift umhverfis lónið, t.d. fellur aðeins eitt snið undir suðurhlutann. Meðalgildin gefa því ekki fulla mynd af öldurofi við lónið (4. tafla).

Niðurstöður rofmælinga fyrir árin 2004 til 2006 sýna að rof er minnst við norðurströnd lónsins. Í heild hefur meðalrof verið tæpir $0,5 \text{ m}^2/\text{m}$ á strönd en þar er land hallamikið og áveðurs í hvössum, ríkjandi sunnanáttum (4. tafla). Mælingar á R 0 frá 1997 sýna að rofbakkar mynduðust fljótt á sniðinu og mesta rofið gekk yfir á árunum 1997–2002. Sé mesta rofið gengið yfir við norðurströndina gæti það skýrt lágt meðalgildi rofmælinga. Við austur og vesturströndina mælist álíka mikið rof sem í heild nemur tæplega $0,9 \text{ m}^2/\text{m}$ á strönd. Aðstæður eru gerólíkar milli svæðanna, hallamikið land á vesturströndinni en hallalítið mólendi og flóar við austurströndina. Myndast hafa háir og greinilegir rofbakkar við vesturströndina en víða hafa ekki myndast eiginlegir bakkar við hæsta lónborð við austurhlutann, t.d. í Langaflóa, og þar hefur ekki orðið teljandi landbrot (6. mynd, bls. 16). Töluvert rof mælist á hallalitlu mólendi við austurströndina, einkum þar sem jökulárset er í jarðgrunni. Á rofsniði R 15 við suðurströndina hefur mælst mikið rof frá júní 2004. Aðstæður fyrir öldurof eru fyrir hendi en halli á sniðinu mælist $2,2\%$, jarðgrunnur er jökulárset, aðdragandi langur af norðri og nokkurt aðdýpi. Slíkar aðstæður eru fremur sjaldgæfar við suðurströndina þar sem eyjar veita skjól fyrir norðanátt og aðgrunnt er að lóni. Því er óvíst hvort niðurstöður mælinga á R 15 gefi raunhæfa mynd af öldurofi við suðurströndina. Á rofsniðunum hafa að meðaltali rofnað tæpir $0,5 \text{ m}^2/\text{m}$ af ströndinni á ári.

4. tafla. Meðalrof sem mælt hefur á sniðum eftir svæðisskiptingu við lónið.

Svæði	Snið	Meðalrof 2004–2006 m ² /m strönd	Meðalrof á ári m ² /m strönd	Meðalrof á 20 m sniðum 2004–2006 m ²
Norður	R 0 - R 5 og R 11	0,43	0,14	8,54
Austur	R 12 - R 14	0,89	0,30	17,84
Suður	R 15	3,60	1,20	72,00
Vestur	R 6 - R 10	0,89	0,30	17,73
Meðalrof við Blöndulón	Öll snið	1,45	0,48	29,03

Landsvirkjun lét gera athugun á landbroti við lónið þar sem dregin var upp strandlína þess af loftmyndum fyrir árin 1998 og 2004 (Matthías Loftsson og Eiríkur Freyr Einarsson 2007). Landsvæðið milli uppdreginna lína af loftmyndunum tveimur var skilgreint sem landbrot á þessu árabili. Meðalrof m²/m við strönd á ári samkvæmt mælingum NÍ á rofsniðum frá 2004–2006 gefur nokkuð lægri rofgildi en niðurstöður Matthíasar og Eiríks. Nokkuð samræmi er á hlutfalli meðalrofgilda milli svæða við lónið. Skv. mælingum á rofsniðum er rof minnst á norðurströnd lónsins (4. tafla). Á loftmynd frá 1998 eru rofbakkar á norðaustur- og norðvesturströnd lónsins orðnir greinilegir og er það í samræmi við niðurstöður rofmælinga á sniði R 0 frá 1997. Þar hefur hægt á rofi frá árinu 2003 sem getur skýrt lágt gildi rofmælinga á norðurströndinni miðað við önnur svæði við lónið. Samanburður af loftmyndum sýnir einnig að minnsta rofið á ári frá 1998 til 2004 verður á norðurströndinni.

Við austurströndina er landbrot metið mun herra af loftmyndunum en mælingar á rofsniðum gefa til kynna. Þar er tekið fram að mesta landbrot við lónið eigi sér stað í Langaflóa en athuganir NÍ hafa sýnt að þar hefur ekki myndast eiginlegur rofbakki heldur lónar vatn upp milli þúfna í flóanum. Hið mikla landbrot sem greinist af loftmyndum í Langaflóa má einkum rekja til þess að eiginleg strandlína er lítt mótuð árið 1998 og sjónræn viðmiðun því erfið (Matthías Loftsson og Eiríkur Freyr Einarsson 2007). Landbrot í Langaflóa er því að öllum líkindum ofmetið. Hins vegar hefur nokkurt rof mælt á rofsniðum í Galtarárflóa og við Blönduvaðsflóa og er meðalrof á ári 0,30 m²/m við austurströnd lónsins (4. tafla).

Út frá samanburði loftmynda er meðallandbrot á ári mest við suðurströnd lónsins. Þar er víða hallalítið land með lítt mótaðri standlínu. Niðurstöður mælinga á rofsniðum gefa einnig hæsta meðalrofgildi á ári við suðurströnd lónsins. Aðeins eitt rofsnið er á suðurströndinni en vegna ytri aðstæðna við sniðið er ólíklegt að yfirfæra megi niðurstöður á alla suðurströndina þar sem aðstæður eru frábrugðnar þeim við snið R 15. Hugsanlegt er að landbrot sé að einhverju leyti ofmetið á suðurströndinni við samanburð loftmynda því að landið er flatt með stórum strandsvæðum og lítt mótuðum rofbökkum (Matthías Loftsson og Eiríkur Freyr Einarsson 2007).

Niðurstöður mælinga á R 0 (gróðursniði 3) skýra langtíma þróun rofbakka við norðurströndina frá því lónið var hækkað í 478 m y.s. Tímabil rofmælinga á sniðinu spannar árabilið sem notað var við samanburð loftmynda frá 1998 til 2004. Meðalrof 1999–2004 á sniði R 0 er 2,41 m²/m á strönd sem jafngildir 0,4 m²/m á ári (sbr. 2. tafla, bls. 18). Samanborið við rof á svæði 33 (skv. svæðisskiptingu LV en snið R 0 er innan þess svæðis) reikna Matthías og Eiríkur meðallandbrot 3,2 m²/m á strönd frá 1998 til 2004 eða að meðaltali 0,5 m²/m á ári. Aðferðirnar tvær, mælingar á rofsniðum á strönd og samanburður loftmynda, gefa áþekkar niðurstöður við mat á rofi á hallamiklu landi á nesjum við norðurströndina. Á loftmynd frá 1998 höfðu myndast greinilegir rofbakkar við norðanvert lónið og því var hægt að ákvarða rofbakka með nokkurri vissu (Matthías Loftsson og Eiríkur Freyr Einarsson 2007).

4.4 Sandfok

Frá því að Blöndulón var stækkað árið 1996 hefur þess orðið vart að sandur fjúki upp í gróðurlendi úr fjörum þegar lágt er í lóninu fyrri hluta sumars. Sumarið 1998 voru fyrstu greinileg ummerki um sandfok í vikum við norðanvert lónið en stærstu sandgeirarnir mynduðust árið 2000 (Borgþór Magnússon o.fl. 2003). Mikilvægt er að fylgst sé með myndun og þróun slíkra áfoksgeira því að þeir geta verið afar virk roföfl og kaffært gróðurþekju ef uppspretta fokefna er til staðar (Ólafur Arnalds og Fanney Ósk Gísladóttir 2001). Efni í áfoksgeirum er komið úr fjöruborðinu við Blöndulón en sama kornadreifing er í þeim og efni sem liggur í fjörum lónsins þegar vatnsborð er lágt (Björn Jóhann Björnsson og Matthías Loftsson 2003). Uppspretta fokefna er því stöðugt endurnýjuð þar sem alda rýfur efni úr bökkum og færir inn á vikur og grynningar. Því eru aðstæður til sandfoks snemmsumars þegar lónborð er lágt ávallt til staðar og möguleiki á nýmyndun eða stækkun áfoksgeira.

Einungis hefur fokið úr fjörum þegar sunnan hvassviðri gerir snemmsumars. Suðlægar áttir geta haft mikinn og stöðugan vindstyrk og auk þess eru þær þurrar í þessum landshluta. Norðanáttir geta einnig verið hvassar en þeim fylgir iðulega úrkoma, þrátt fyrir að heiðarnar við Blöndulón séu þurrviðrasamt svæði. Komið hefur í ljós að sandfok við lónið er nokkuð staðbundið og hefur það verið mest í vikum við vestan- og norðanvert lónið, þ.e. í Fellsvík, Eyvík, Kolkuvík, Sandvík og Lambavík (5. mynd, bls. 14). Þar hefur fokið upp sandur snemmsumars 1998, 2000, 2003, 2004 og 2005 (Borgþór Magnússon o.fl. 2004, Borgþór Magnússon o.fl. 2006). Ástæðan felst í landslaginu við lónið, hvernig það veit við sunnanáttum og hvort svæði til sandsöfnunar í vikum og á grynningum eru til staðar. Áfoksgeirar hafa ekki myndast við sunnanvert lónið.

Sumarið 2006 voru gömul og ný ummerki um sandfok könnuð við lónið en ekki varð vart við að nýr sandur hefði fokið úr fjörum. Í júní 2006 var lónborð yfir 476 m y.s. og því voru fjörur á þurru fremur litlar að flatarmáli og því ekki mikið af fokefnum á lausu. Til samanburðar gerði mikið sandfok 9. júní 2005 en þá var lónborð í 473,6 m y.s. og fjörur á þurru höfðu mun meira yfirborðsflatarmál (Borgþór Magnússon o.fl. 2005). Þá var einnig lítið um hvassviðrisdaga í maí og júní sem dregur úr líkum á sandfoki. Góður vatnsbúskapur í lóninu getur dregið úr möguleikum þess að sandfok verði úr fjörum. Áfram þykir þó full ástæða til að vakta þekkt áfokssvæði þegar aðstæður eru til sandfoks við lónið.

4.5 Helstu niðurstöður rannsókna 2006

Veðurfar og vatnsbúskapur: Síðustu ár hefur loftslag farið hlýnandi við Blöndulón ef frá er skilið árið 2005. Ársmeðalhiti var 1,2°C og meðalhiti yfir sumarmánuði 7,4°C. Veðurfar í byrjun árs 2006 var rysjótt og skiptust á hlýinda- og kuldakaflar. Að sumri réktu hægir vindar með fáum undantekningum. Þegar leið að hausti gerði hvassviðri um miðjan september og réktu suð- og austlægar áttir en mesti 10 mín. vindhraði varð 19–23 m/sek. Vegna sviptinga í tíðarfari, er skiptust á hlýinda- og kuldakaflar, lækkaði lónborð ekki mikið yfir veturinn. Lægst fór það í 475 m y.s. í lok apríl en hækkaði upp frá því fram á sumar. Heildarsveifla vatnsborðs Blöndulóns yfir árið var rétt rúmir 3 metrar. Sumarið 2006 náði vatnsborð yfirfalli 2. ágúst og hélst það til 26. september eða í 55 daga.

Grunnvatnsstaða: Mælingar á grunnvatni í holum á gróðursniðum fóru fram í júní, ágúst og september 2006. Einnig hafa síritar mælt grunnvatnsstöðu í tveimur holum á sniði 1 og sömuleiðis á sniði 6 frá árinu 2003. Komin er skýr mynd á breytingar grunnvatnsborðs sem verða við lónborðssveiflur og úrkomudaga. Lónið hefur mikil áhrif á grunnvatnsborð upp frá lóninu. Grunnvatnsstaða er hæst meðan lónið er á yfirfalli en þegar lækkar í lóninu fellur grunnvatnsborðið á ný. Sveiflur í grunnvatnsborði verða einnig vegna leysinga eða úrkomu. Niðurstöður grunnvatnsmælinga verða í lokaskýrslu vorið 2008.

Gróðurframvinda: Fylgst hefur verið með gróðurframvindu á sex föstum sniðum frá árinu 1996. Endurmælingar fóru fram í ágúst 2006 er lón var á yfirfalli. Úrvinnsla gagna verður veturinn 2007–2008 og niðurstöður gróðurmælinganna munu birtar vorið 2008.

Öldurof: Öldurof varð ekki mikið á rofsniðum sumarið 2006 og mældist aðeins 0,15 m að meðaltali. Það rof sem mældist á sniðunum hefur að mestu átt sér stað á tímabilinu frá byrjun ágúst til 25.–26. september 2006, þegar lónið var á yfirfalli. Á sniði R 12 í Galtarárflóa mældist rof 0,43 m yfir sumarið 2006 en áður hafði lítið rof mælst á sniðinu. Á sniði R 13 í Blönduvaðsflóa mældist allmikið rof, 1,28 m, sumarið 2006. Þar nemur heildarrof frá júní 2004–september 2006 nú 2,79 m. Jarðgrunnur er jökulárset með einsleita kornastærð sem veitir lítið viðnám gegn öldurofi. Rofið á sniðunum gæti hafa átt sér stað í sunnan hvassviðri dagana 8.–10. september en 9. september var vindur suðvestanstæður og náði 10 mín. vindhraði 19 m/sek. Á mörgum sniðanna hefur dregið úr hraðfara rofi; malarfjörur hafa myndast við bakka og jökulberg og stórgrýti mynda vörn gegn öldurofi. Lítilsháttar rof verður þó enn á þessum svæðum en það má rekja til vatnsrofs og áhrifa frosts og þíðu.

Sandfok: Ekki varð vart við sandfok úr fjörum lónsins árið 2006. Aðstæður eru til sandfoks þegar lágt er í lóninu snemmsumars og hvassar sunnanáttir eru ríkjandi. Í byrjun júní 2006 var lónborð fremur hátt, rétt rúmlega 476 m y.s., og fjörur á þurru fremur litlar að flatarmáli. Til samanburðar var lónborð 473,6 m y.s. þegar sandfoksveðrið gerði sumarið 2005. Ekki gerði hvassviðri líkt og þá en hæglætisveður ríkti framan af sumri 2006. Góður vatnsbúskapur í lóninu virðist geta dregið úr möguleikum á sandfoki úr fjörum snemmsumars.

4.6 Framhald rannsókna

Lagt er til að rannsóknum verði haldið áfram við Blöndulón árið 2007 eins og lagt var upp með í endurskoðuðum samningi fyrir árin 2006–2007.

Sumarið 2007 verði unnið að eftirfarandi rannsóknum:

- Mæling á grunnvatnsborði á föstum sniðum með síritamælingum og ferðum að lóninu.
- Eftirlit með föstum sniðum.
- Mæling á öldurofi á sniðum sem sett voru upp 2004.
- Vöktun á sandfoki úr fjörum. Farið verður að lóninu í júní og september til að vakta helstu áhættusvæði og kanna hvort sandur hafi fokið upp sumarið 2007. Útbreiðsla sands verður skráð með GPS mælingum.
- Gróðurmælingar í rofgeira í Sandvík.

Úrvinnsla og skýrslu/greinaskrif fara fram veturinn 2007–2008.

Lokaskýrslu vegna verkefnisins verður skilað vorið 2008.

5 ÞAKKARORÐ

Hugrún Gunnarsdóttir er verkefnisstjóri af hálfu LV en auk hennar og Victors Helgasonar hafa Theodór Theodórsson og mælingamenn LV komið að verkefninu. Aðstaða í ferðum hefur verið í Blöndustöð eins og undanfarin ár. Guðmundur Stefánsson stöðvarstjóri hafði gætur á sandfoki úr fjörum sumarið 2006. Veðurstofa Íslands hefur yfirfarið og látið í té veðurgögn frá Kolku. Lovísa Ásbjörnsdóttir tók þátt í rannsókniferð að lóninu í júní. Öllu þessu fólki er þakkað framlag sitt til verkefnisins.

6 HEIMILDIR

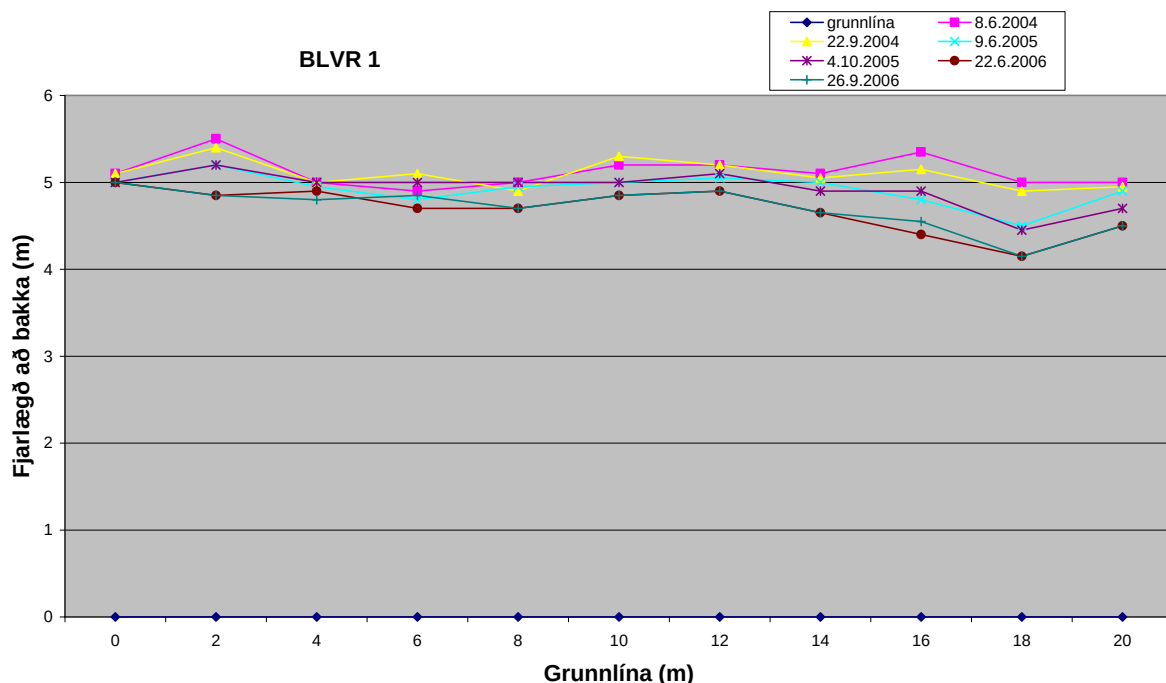
- Ásrún Elmarsdóttir og Borgþór Magnússon 1997. Gróðurbreytingar við Blöndulón. Áfangaskýrsla til Landsvirkjunar 1995–1997. Fjölrit RALA nr. 191. Rannsóknastofnun landbúnaðarins, 68 bls.
- Björn Jóhann Björnsson og Matthías Loftsson 2003. Miðlunarlón vatnsaflsvirkjana. Athugun á rofi og setburði. Áfangaskýrsla II. Athuganir árin 2001 og 2002. LV-2003/120, 37 bls.
- Borgþór Magnússon 1995. Gróðurbreytingar í mólendi við Blöndulón. Áfangaskýrsla til Landsvirkjunar 1993–1994. Fjölrit RALA nr. 182. Rannsóknastofnun landbúnaðarins, 60 bls.
- Borgþór Magnússon og Ásrún Elmarsdóttir 1999. Frá Blöndulóni að Norðlingaöldu. Breytingar á jarðvatnsstöðu og gróðri við miðlunarlón. Skýrsla til Landsvirkjunar. Rannsóknastofnun landbúnaðarins, RALA-010/UM-004, 61 bls.
- Borgþór Magnússon 2003. Grunnvatn, gróður og strandmyndun við Blöndulón. Áfangaskýrsla til Landsvirkjunar 1998–2002. Rannsóknastofnun landbúnaðarins, RALA-024/UM-015. Landsvirkjun, LV-2003/044, 89 bls.
- Borgþór Magnússon, Sigurður H. Magnússon, Karólína R. Guðjónsdóttir og Victor Helgason 2004. Blöndulón. Vöktun á grunnvatni, gróðri og strönd. Áfangaskýrsla 2003. Unnið fyrir Landsvirkjun, LV-2004/082. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-04013, 40 bls.
- Borgþór Magnússon og Victor Helgason 2005. Blöndulón. Vöktun á grunnvatni, gróðri og strönd. Áfangaskýrsla 2004. Unnið fyrir Landsvirkjun, LV-2005/046. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-05007, 48 bls.
- Borgþór Magnússon, Olga K. Vilmundardóttir og Victor Helgason 2006. Blöndulón. Vöktun á grunnvatni, gróðri og strönd. Áfangaskýrsla 2005. Unnið fyrir Landsvirkjun, LV-2006/076. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-06011, 50 bls.
- Ingibjörg Kaldal og Skúli Víkingsson 1982. Blönduvirkjun. Jarðgrunnur á lónstæði og mat á áhrifum lónsins á jarðvegseyðingu. Orkustofnun, OS82005/VOD02, 11 bls. + viðaukar.
- Matthías Loftsson og Eiríkur Freyr Einarsson 2007. Blöndulón – Rofathugun. Samanburður loftmynda 1998 og 2004. LV-2007/014, 34 bls.
- Ólafur Arnalds og Fanney Ósk Gísladóttir 2001. Háslón. Jarðvegur og jarðvegsrof. Rannsóknastofnun landbúnaðarins, 65 bls.
- Saint-Lorrain, Diane, Bachir N. Toulieb, Jean-Phillippe Saucet, André Whalen, Benoit Gagnon & Tonino Nzakimuena 2001. Effects of simulated water level management on shore erosion rates. Case study: Baskatong Reservoir, Québec, Canada. Canadian Journal of Civil Engineering 28: 487–495.
- Stuðull 2001. Kárahnúkavirkjun. Öldurof við Háslón. Unnið fyrir Landsvirkjun, LV-2001/017, 18 bls.

7 VIÐAUKAR

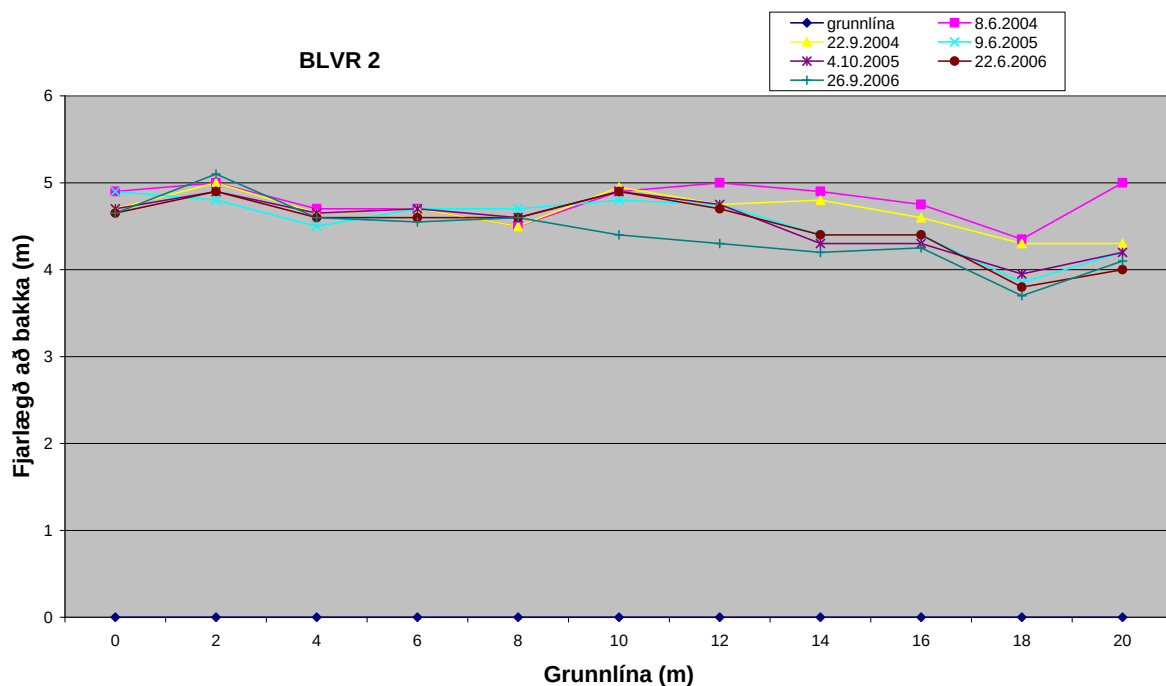
1. viðauki. Niðurstöður mælinga á jarðvatnsstöðu (grunnvatn) við Blöndulón 25.–26. september 2006. Vatnsborðshæð lónsins þessa daga var 478 m y.s. en lónið var á yfirfalli.

Snið	Hola	Hæð rörops yfir jörðu cm	Dýpi á vatn frá röropi cm	Dýpi á grunnvatn undir yfirborði cm	Athugasemdir
1	1	38	85	47	
1	2	31	107	76	
1	3	14	>136		þurr á 136-14 cm
2	1	18	>104		þurr á 104-18 cm
2	2	18	>105		þurr á 105-18 cm
2	3	0	>87		þurr á 87 cm
3	2	0	>87		þurr á 87 cm
3	3	0	>94		þurr á 94 cm
4	2				á kafi í lóni
4	3	30	33	3	
4	4	22	>53		þurr á 53-22 cm
5	0	18	18	0	vatnar upp í lægðir
5	1	19	83	64	
5	2	11	113	102	
5	3	13	>124		þurr á 124-13 cm
6	1	0	0	0	vatn á yfirborði mels
6	2	43	83	40	
6	3	24	93	69	
6	4	22	50	28	
6	5	28	76	48	
6	6	16	99	83	

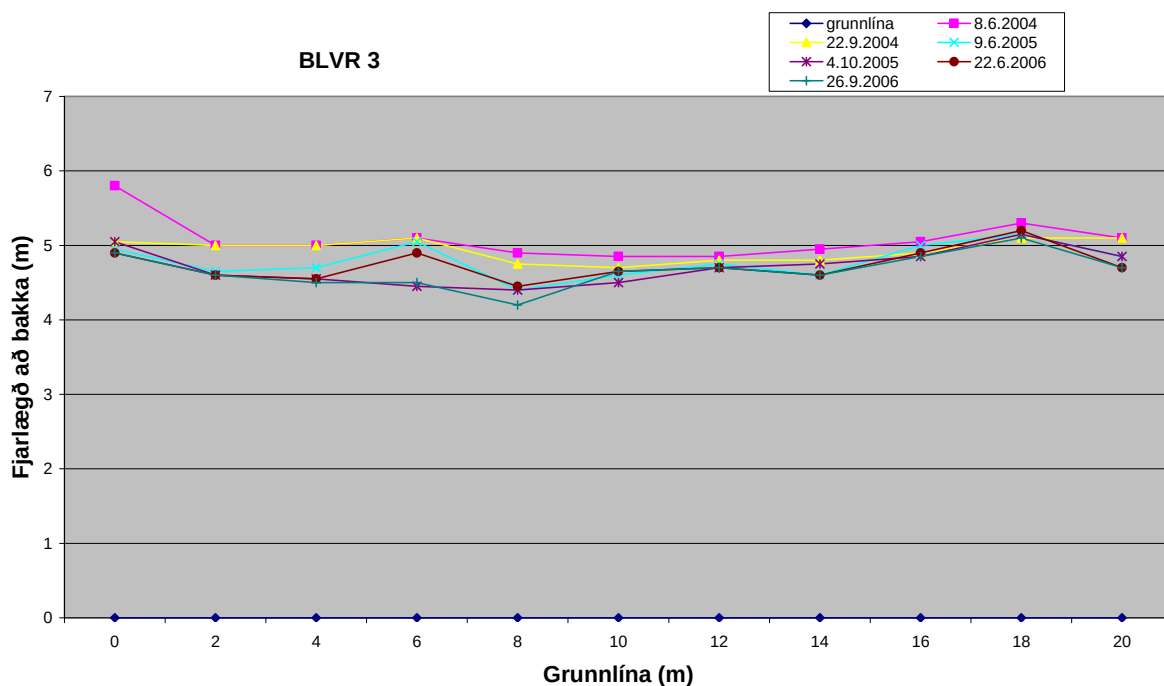
2. viðauki. Niðurstöður mælinga á sniðum sem sett voru upp við Blöndulón í júní 2004 til mælinga á öldurofi. Mælingar fóru fram að vori og hausti árin 2004–2006. Staðsetningu rofsniða má sjá á 7. mynd bls. 17. Í lýsingu á halla lands við sniðin er miðað við eftirfarandi hallabil; 0–1% er mjög hallalítið land, 1–3% er hallalítið land, 3–6% er hallandi land, 6–9% er land með talsverðum halla og >9% er land með miklum halla.



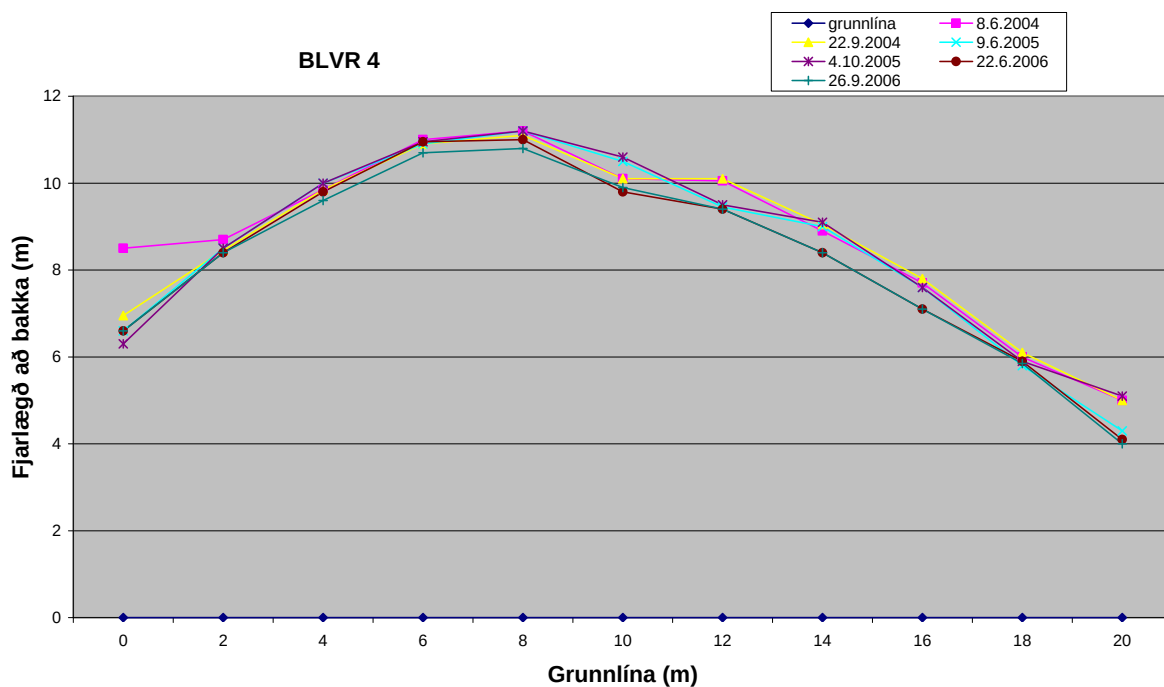
R 1: Á nesi utan við Sandvík á milli Blöndustíflu og Kolkustíflu, strönd snýr mót SV, hallandi land (3,3%), hæð bakka 1,5–2 m. Heildarrof á sniðinu mældist 0,41 m júní 2004 til september 2006.



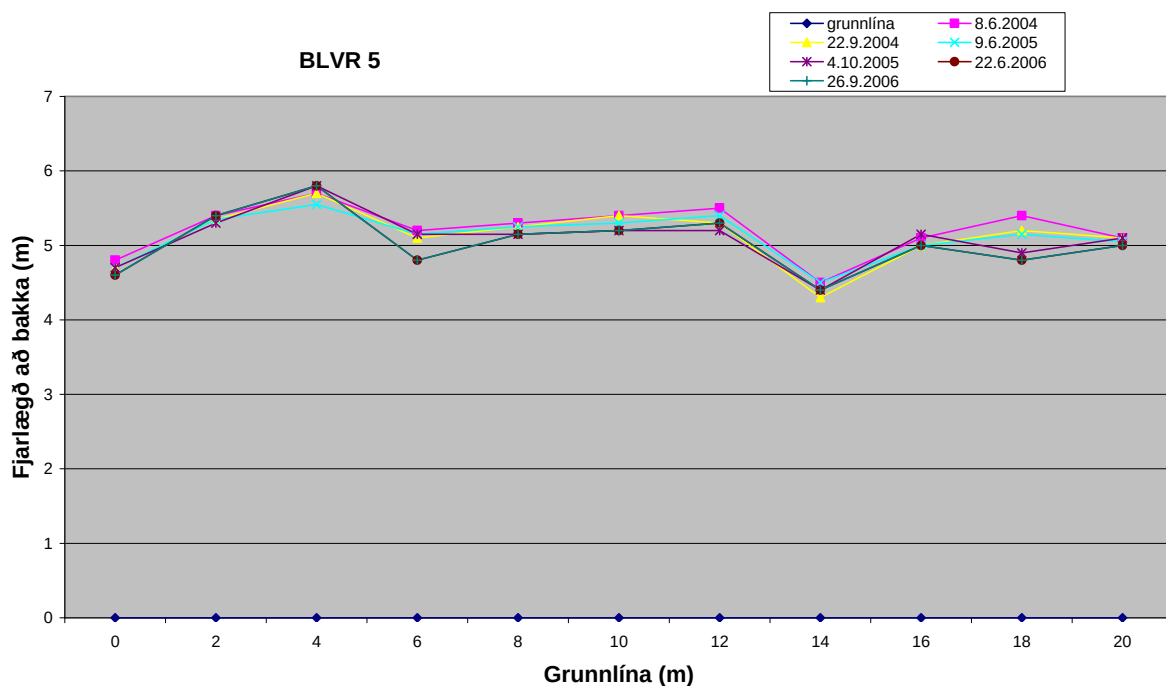
R 2: Í Lambavík á milli Blöndustíflu og Kolkustíflu, strönd snýr mót NA, hallandi land (5,4%), hæð bakka 0,5–1 m. Heildarrof á sniðinu mældist 0,39 m júní 2004 til september 2006.



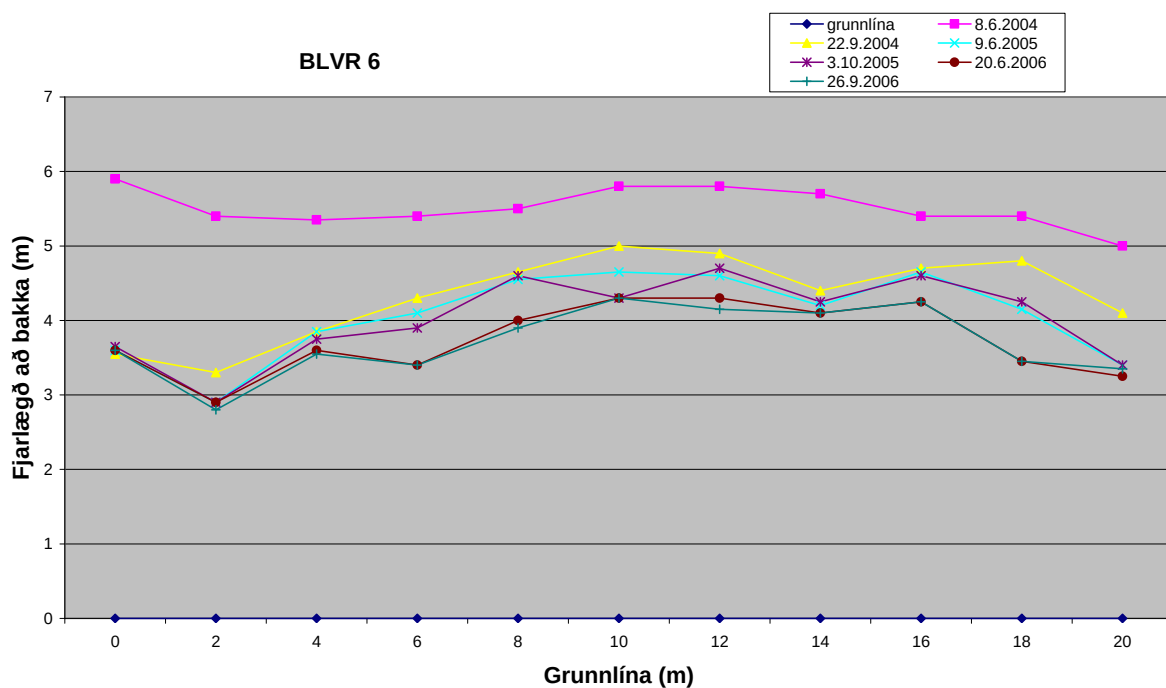
R 3: Í Sandvík á milli Blöndustíflu og Kolkustíflu, strönd snýr mót NA, hallandi land (5,9%), hæð bakka 0,5–1 m. Heildarrof á sniðinu mældist 0,42 m júní 2004 til september 2006.



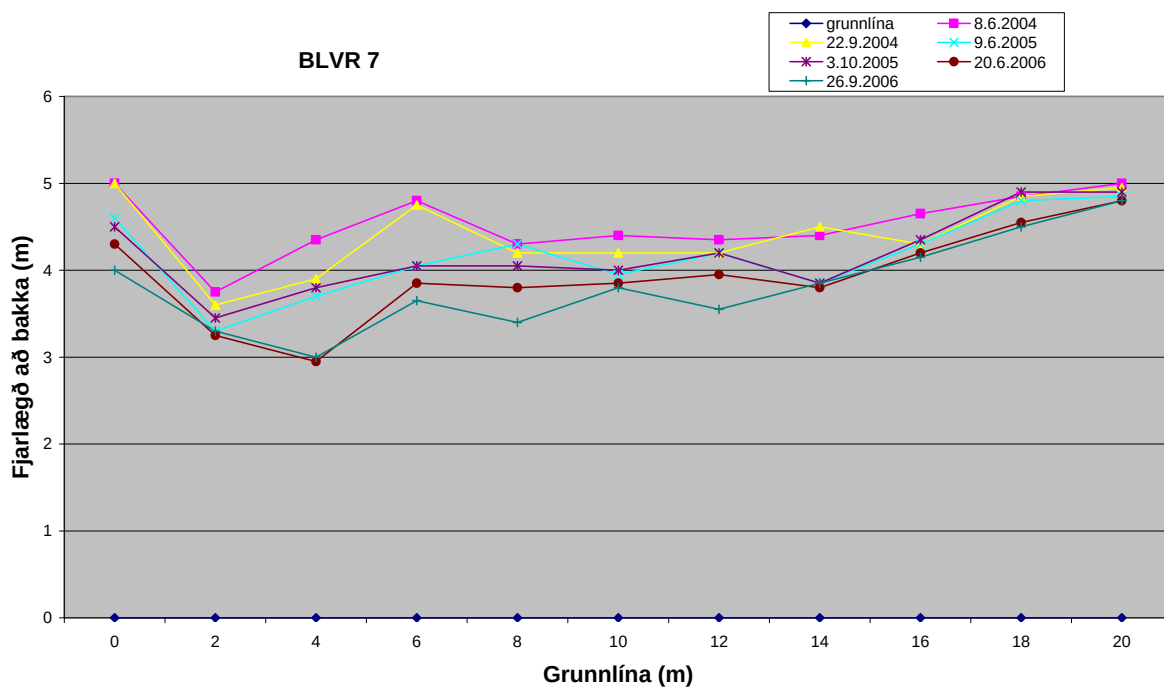
R 4: Tangaoddi sunnan við Sandvík á milli Blöndustíflu og Kolkustíflu, strönd snýr mót SA, hallalítið land (1,7%), hæð bakka 0,5–1 m. Heildarrof á sniðinu mældist 0,57 m júní 2004 til september 2006.



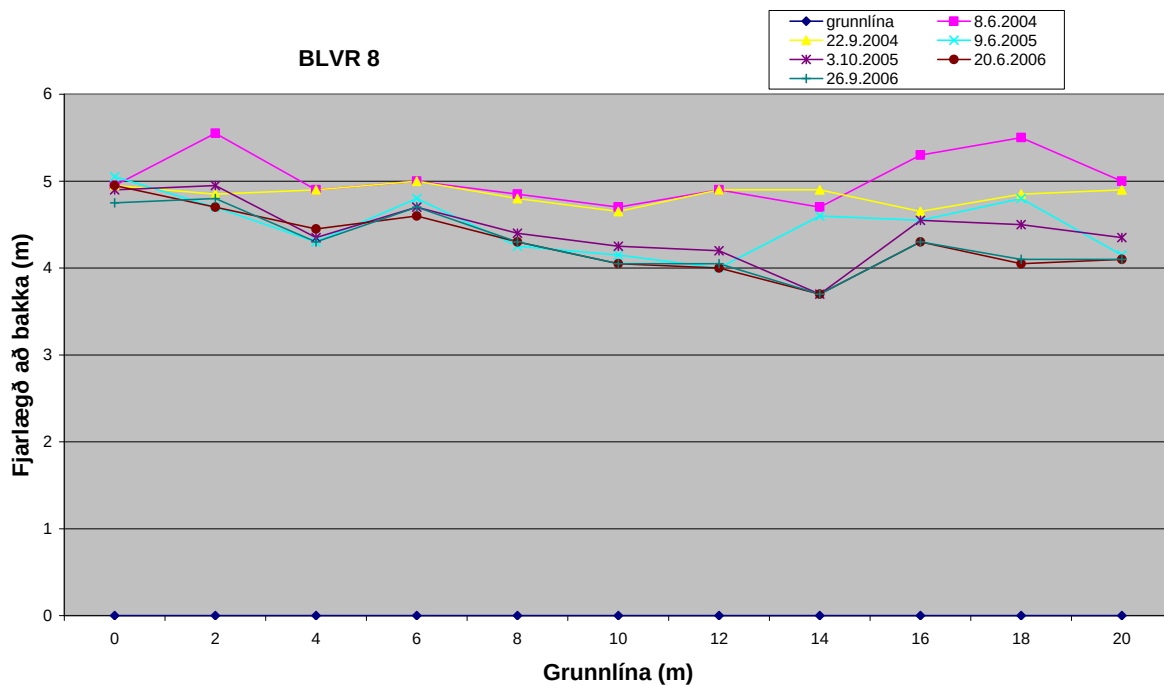
R 5: Á nesi utan við Botnlangavík á milli Blöndustíflu og Kolkustíflu, strönd snýr mót SV, land með miklum halla (10,7%), hæð bakka 0,5–1 m. Heildarrof á sniðinu mældist 0,18 m júní 2004 til september 2006.



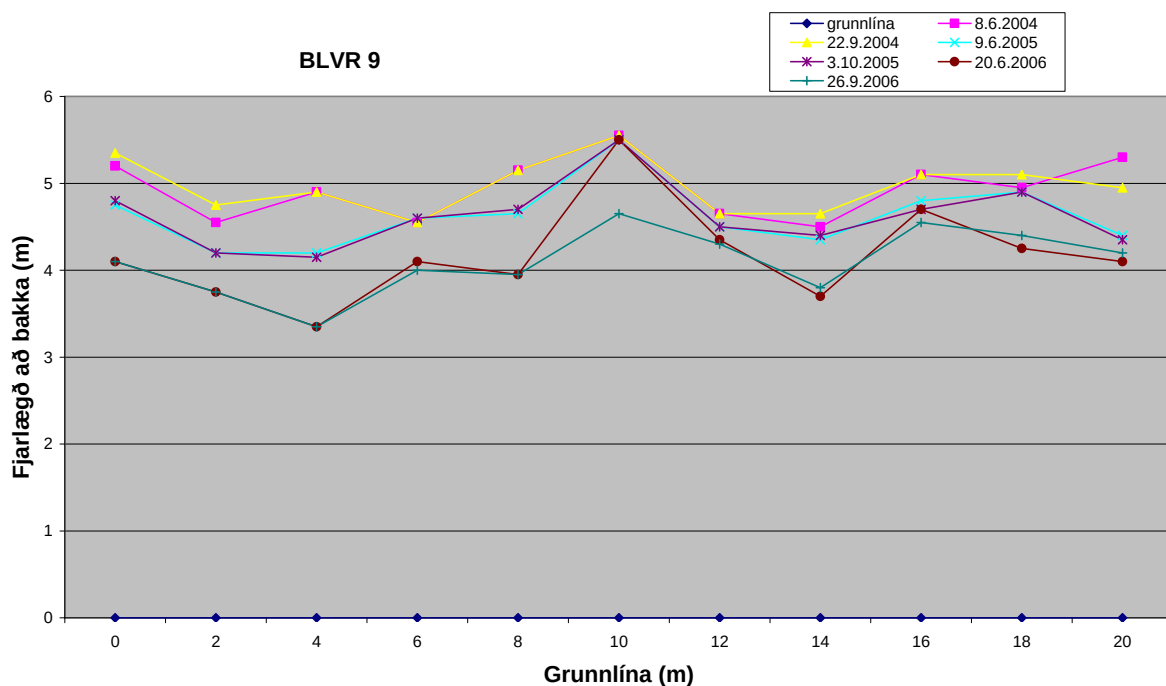
R 6: Mólendisbakkar sunnan við Kolkustíflu, strönd snýr mót A, land með talsverðum halla (6,4%), hæð bakka 1–1,5 m. Heildarrof á sniðinu mældist 1,80 m júní 2004 til september 2006.



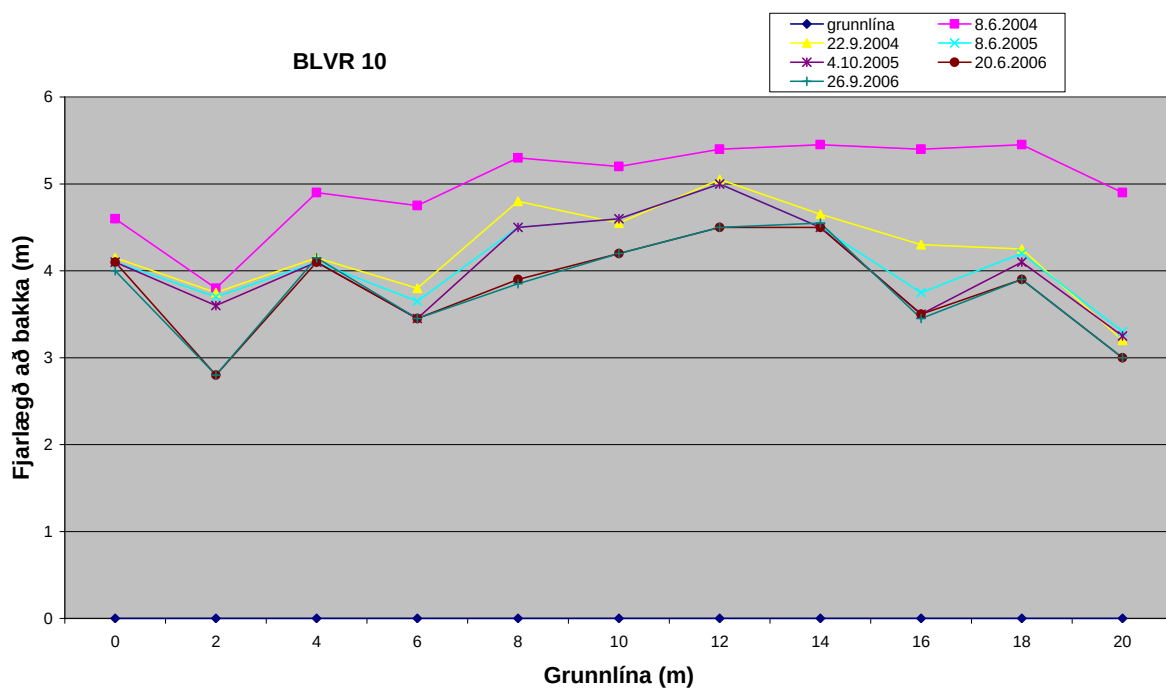
R 7: Bakkar sunnan við Eyvík, strönd snýr mót A, land með miklum halla (9,3%), hæð bakka 1,5–2 m. Heildarrof á sniðinu mældist 0,71 m júní 2004 til september 2006.



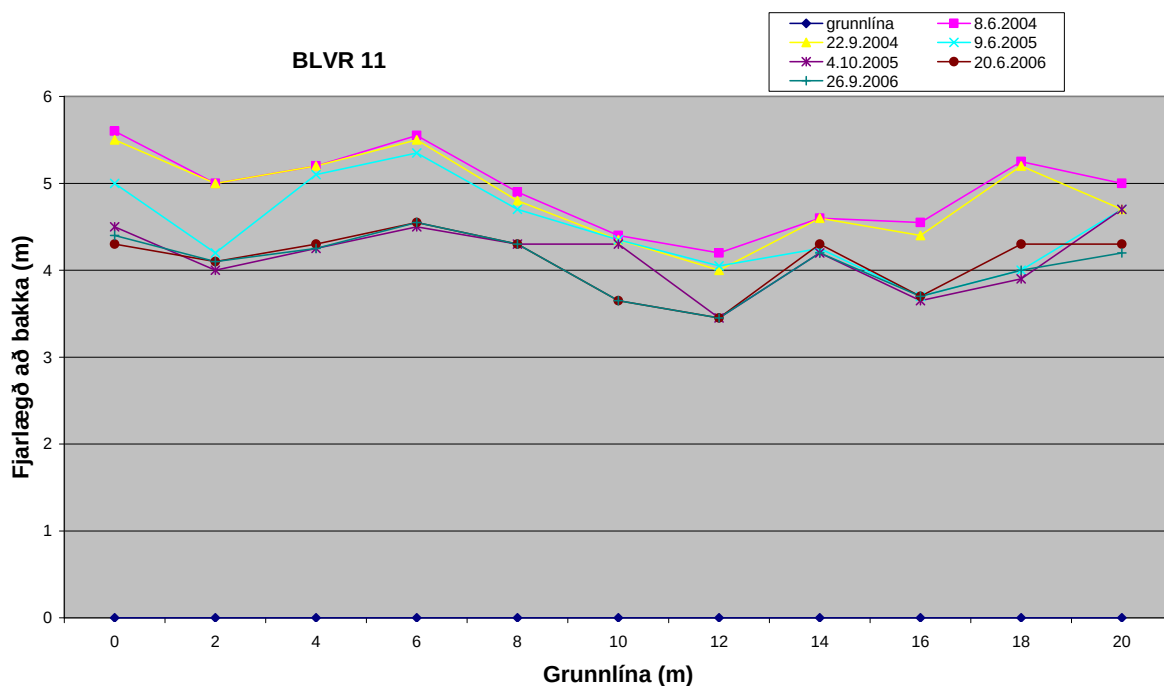
R 8: Bakkar sunnan við Fellsvík undir Áfangafelli, strönd snýr mót A, land með miklum halla (23,4%), hæð bakka 2> m. Heildarrof á sniðinu mældist 0,75 m júní 2004 til september 2006.



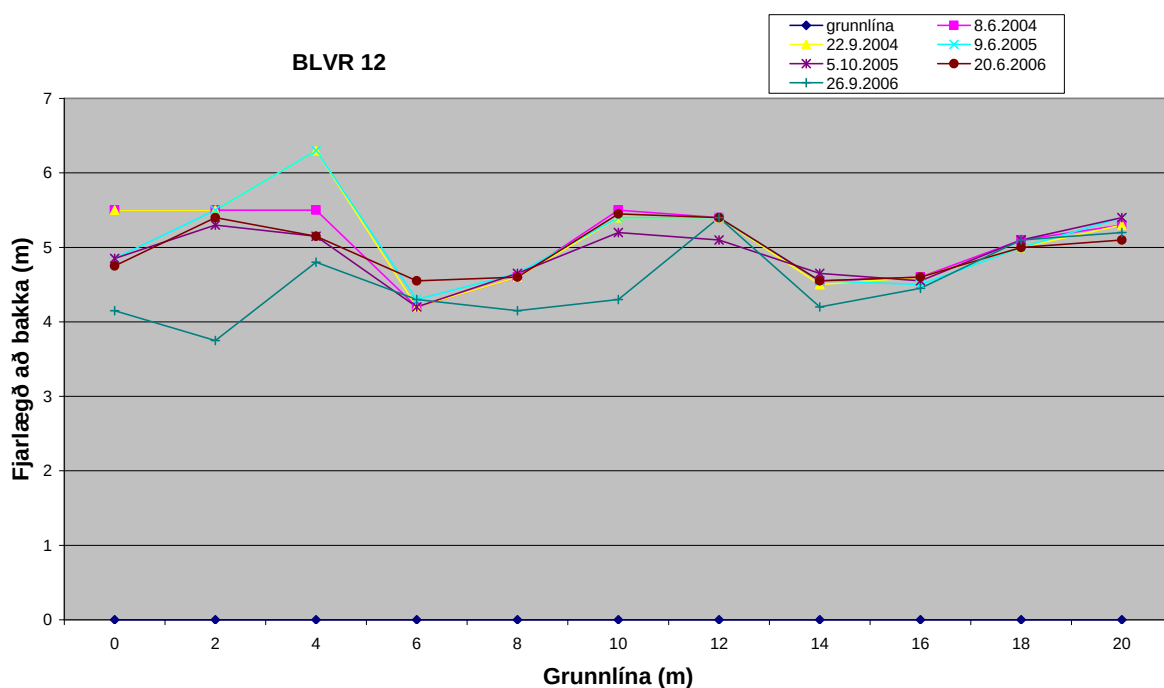
R 9: Bakkar sunnan við Fellsvík undir Áfangafelli tæpa 500 m sunnan við R 8, strönd snýr mót A, land með talsverðum halla (8,5%), hæð bakka 1–1,5 m. Heildarrof á sniðinu mældist 0,85 m júní 2004 til september 2006.



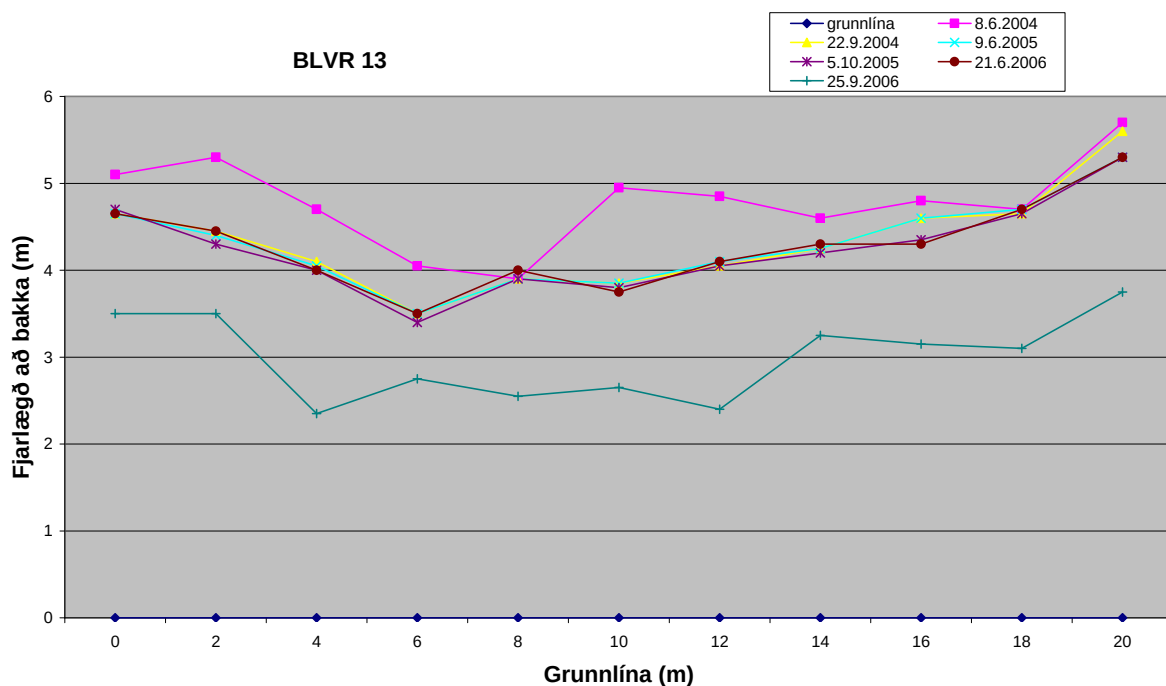
R 10: Bakkar norðan við Áfangavík undir Áfangafelli, strönd snýr mót A, land með talsverðum halla (8,2%), hæð bakka 0,5–1 m. Heildarrof á sniðinu mældist 1,21 m júní 2004 til september 2006.



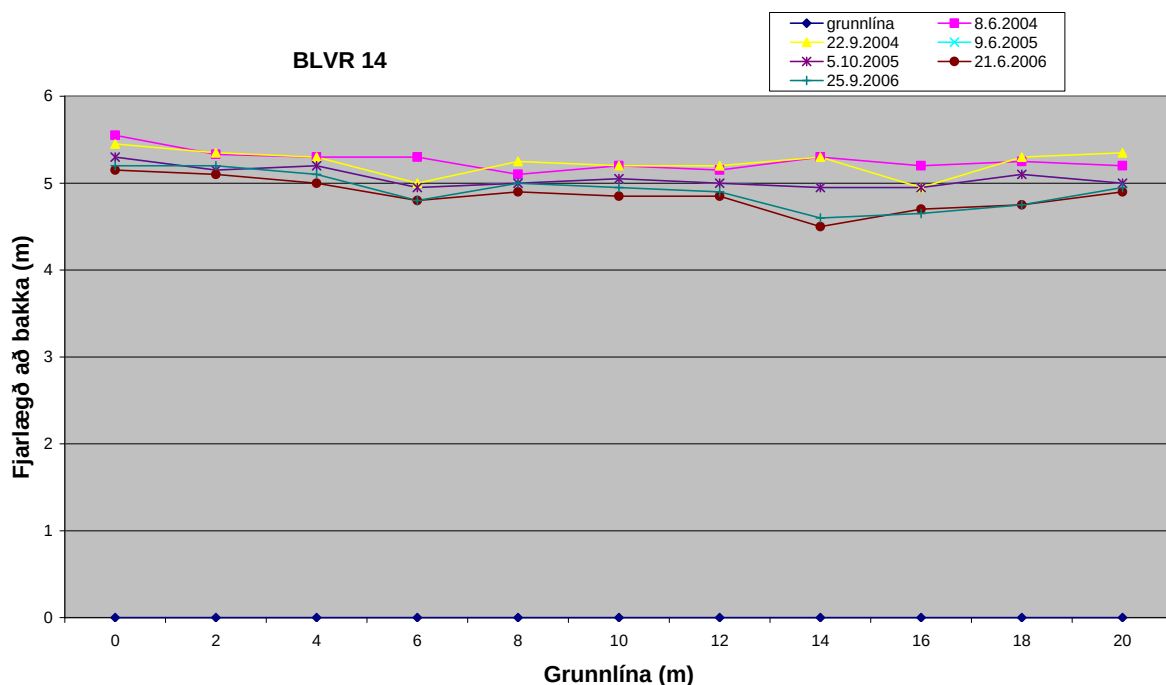
R 11: Bakki sunnan Blöndustíflu undir Reftjarnarbungu, strönd snýr mót SV, land með miklum halla (13,7%), hæð bakka 1,5–2 m. Heildarrof á sniðinu mældist 0,86 m júní 2004 til september 2006.



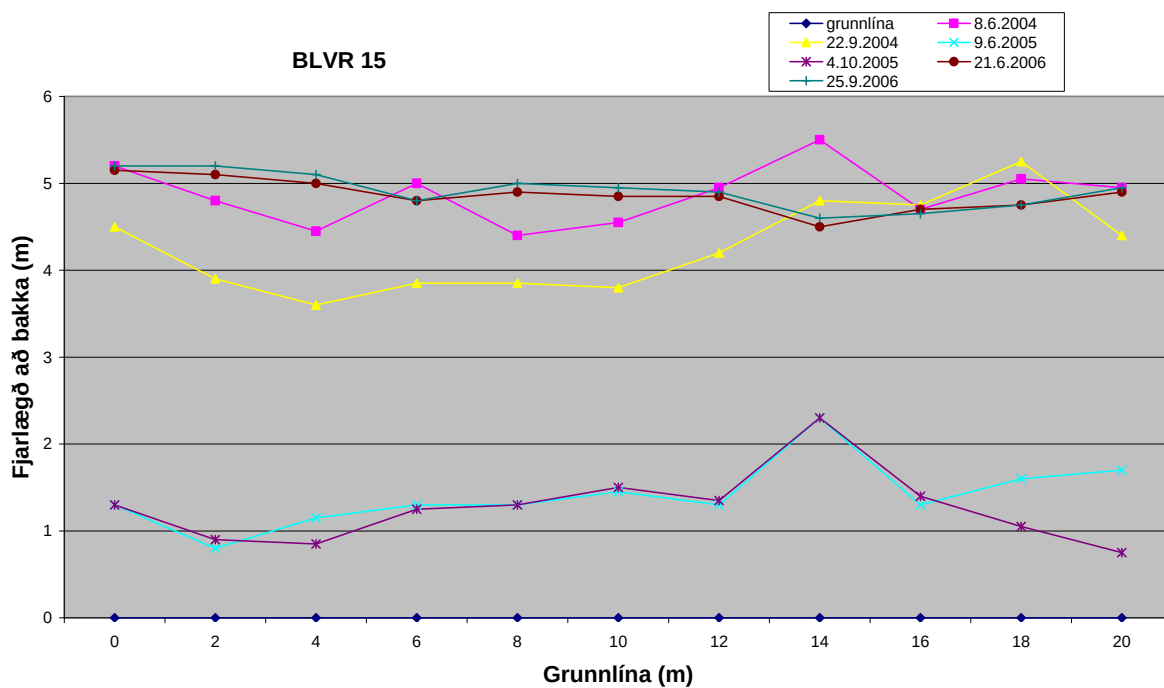
R 12: Land inni í Galtarvík á Eyvindarstaðaheiði, strönd snýr mót SA, hallandi land (5,5%), hæð bakka 0,5–1 m. Heildarrof á sniðinu mældist 0,54 m júní 2004 til september 2006.



R 13: Bakki í mólendisflata neðan við Blönduvatn, strönd snýr mót V, mjög hallalítið land (0,4%), hæð bakka 0,5–1 m. Heildarrof á sniðinu mældist 1,79 m júní 2004 til september 2006.



R 14: Malarbakki við gamla farveg Blöndu norðan við Haugakvísl, strönd snýr mót V, hallalítið land (3,1%), hæð bakka >2 m. Heildarrof á sniðinu mældist 0,34 m júní 2004 til september 2006.



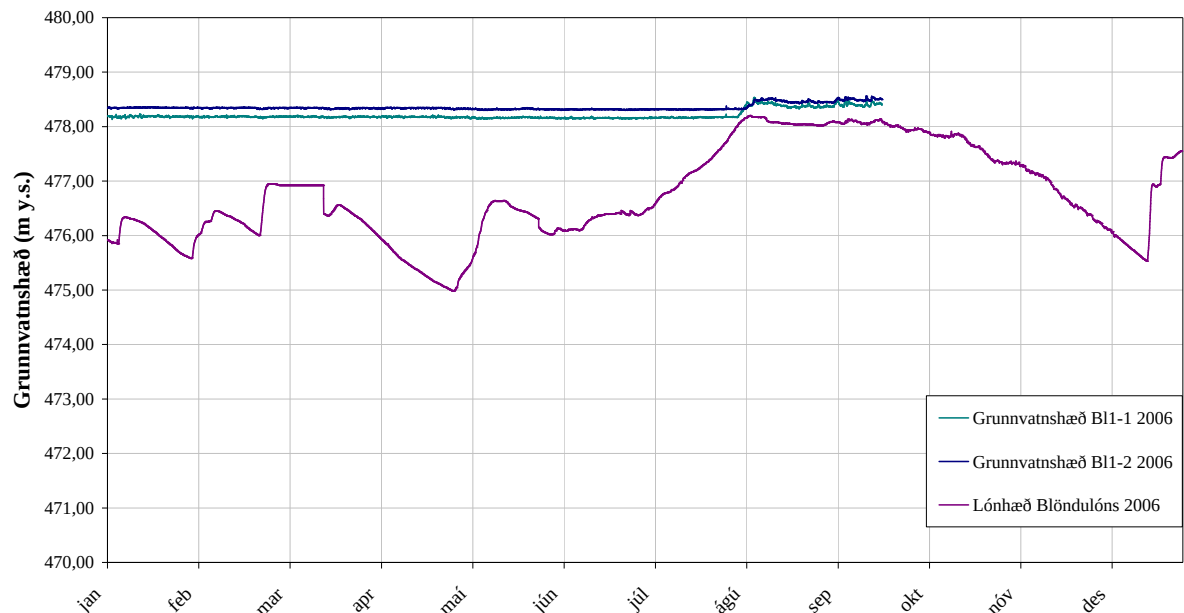
R 15: Mólendisbakki við Blönduvaðsflóa vestan við farveg Blöndu, strönd snýr mót N, hallalítið land (2,2%), hæð bakka 1–1,5 m. Heildarrof á sniðinu mældist 3,60 m júní 2004 til september 2006.

3. viðauki. Grunnvatnsborð mælt með síritum á gróðursniði 1 og 6 við sunnanvert lónið. Öll gögn í þessum viðauka eru komin frá Landsvirkjun, verkfræði- og framkvæmdasviði, rannsóknadeild.

Verkfræði- og framkvæmdasvið
Rannsóknadeild

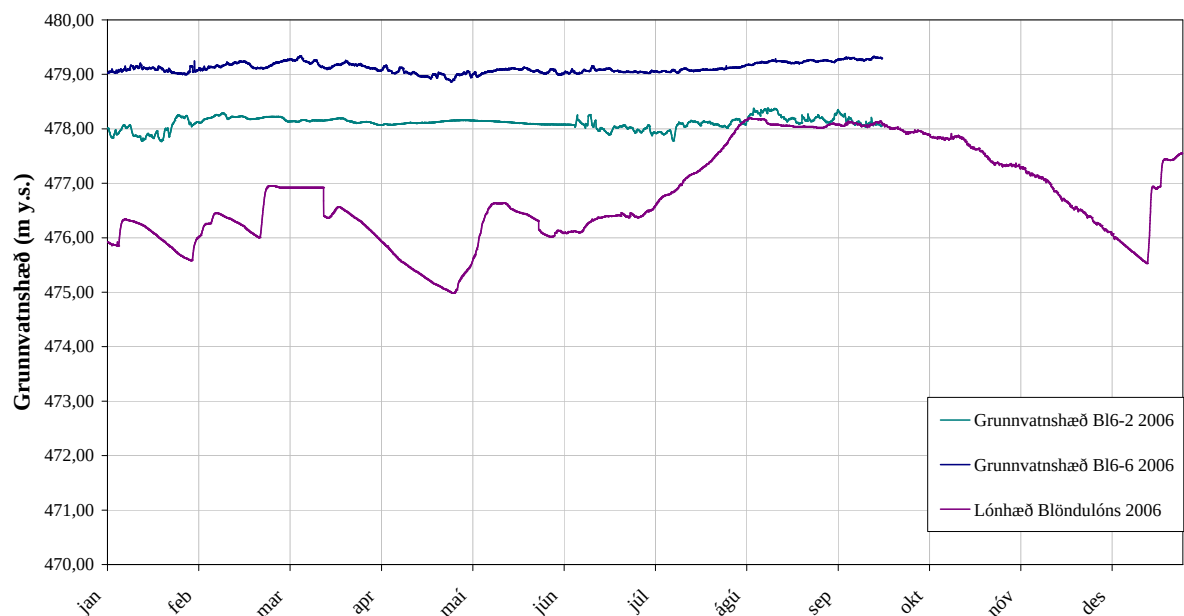
Grunnvatnsmæling í holu 1 og holu 2 í sniði B11


Landsvirkjun



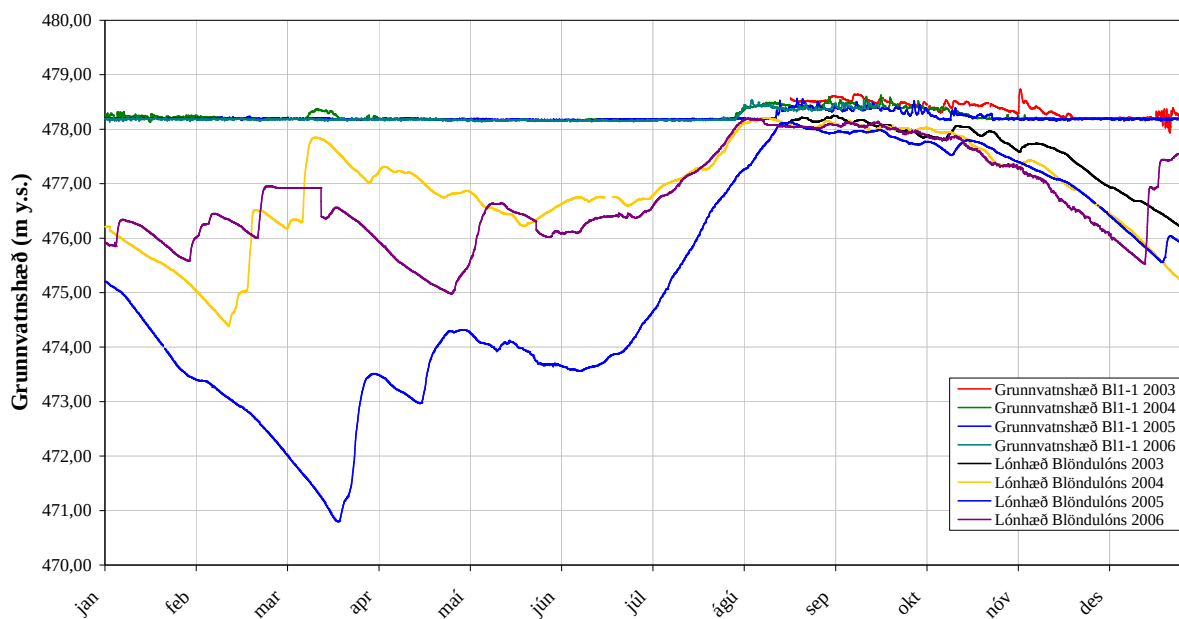
Grunnvatnsmæling sírita í holu 1 og 2 á gróðursniði 1 í mólendi við sunnanvert lónið. Holur eru þurrar yfir veturinn og hækkað grunnvatn í holum mælist skömmu eftir að lón fer á yfirfall. Hóla 2 er fjær lóni og þar hækkar grunnvatnsborð seinna en á holu 1.

Grunnvatnsmæling í holu 2 og holu 6 í sniði B16



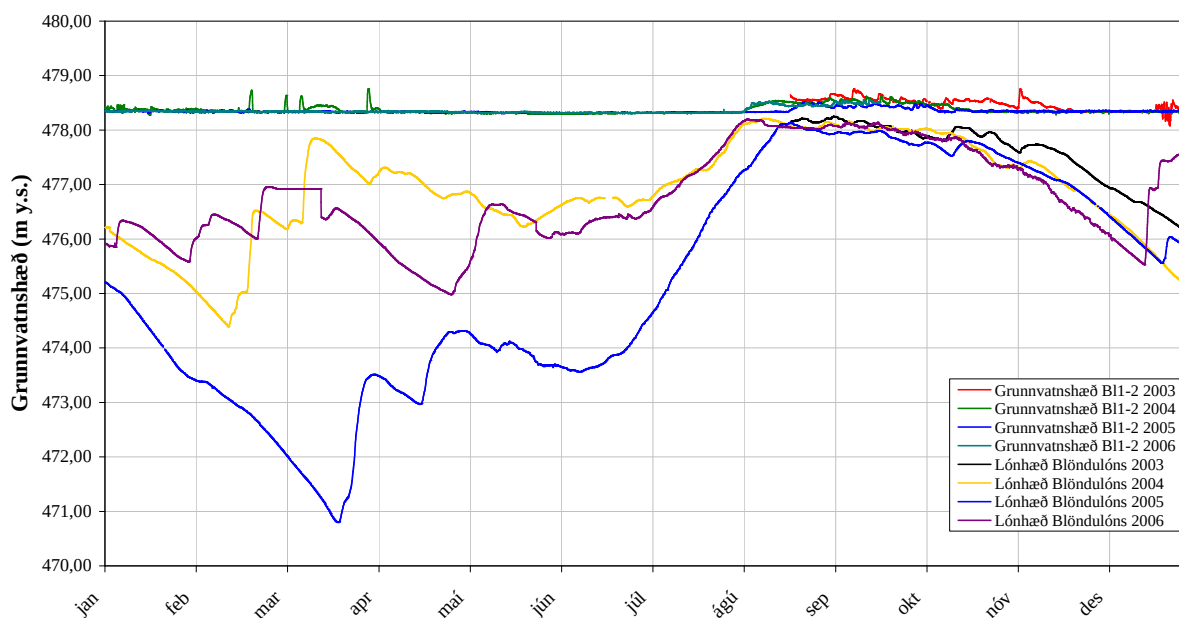
Grunnvatnsmæling með síritum í holu 2 og 6 á gróðursniði 6 við sunnanvert lónið. Sniðið liggur um flatan mel en þar er náttúrulegt grunnvatnsborð hærra en á sniði 1. Holur á sniði 6 þorna ekki yfir veturinn og verða sveiflur á grunnvatnsborði yfir vetrartíma meiri en á sniði 1. Litlar sveiflur mælast í holu 2 frá febrúar til júní, ólíkt holu 6, en mögulegt er að frost hafi truflað skynjara í holu 2.

Grunnvatnsmæling í holu 1 í sniði B1



Niðurstöður grunnvatnsmælinga sírita í holu 1 á gróðursniði 1 og lónhæð fyrir árin 2003–2006.

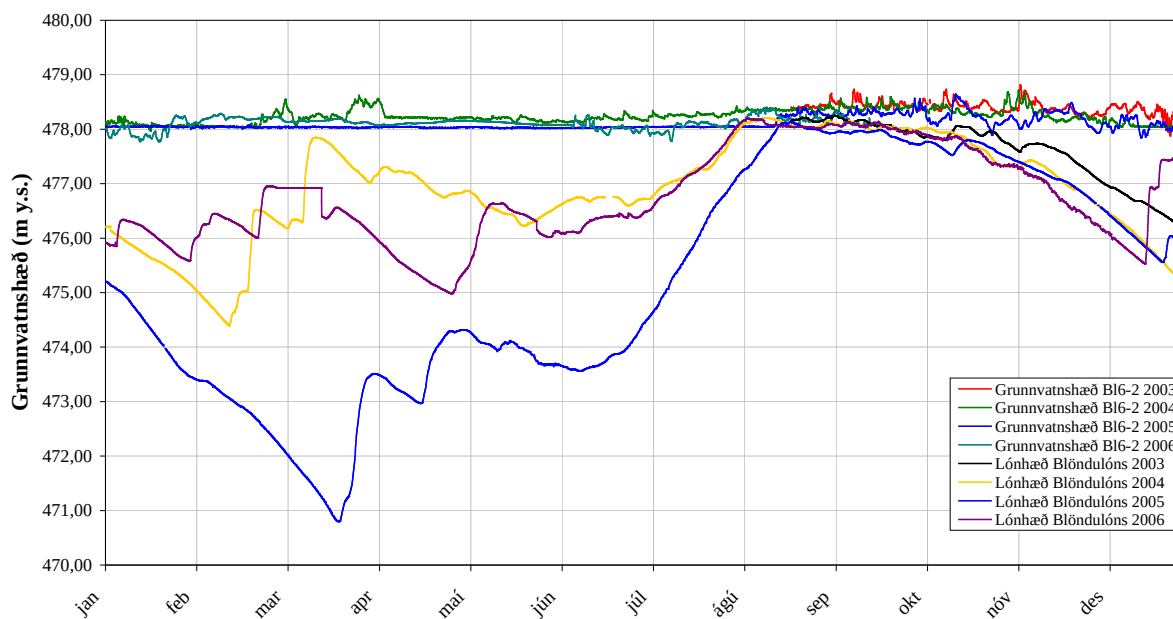
Grunnvatnsmæling í holu 2 í sniði B1



Niðurstöður grunnvatnsmælinga sírita í holu 2 á gróðursniði 1 og lónhæð fyrir árin 2003–2006.

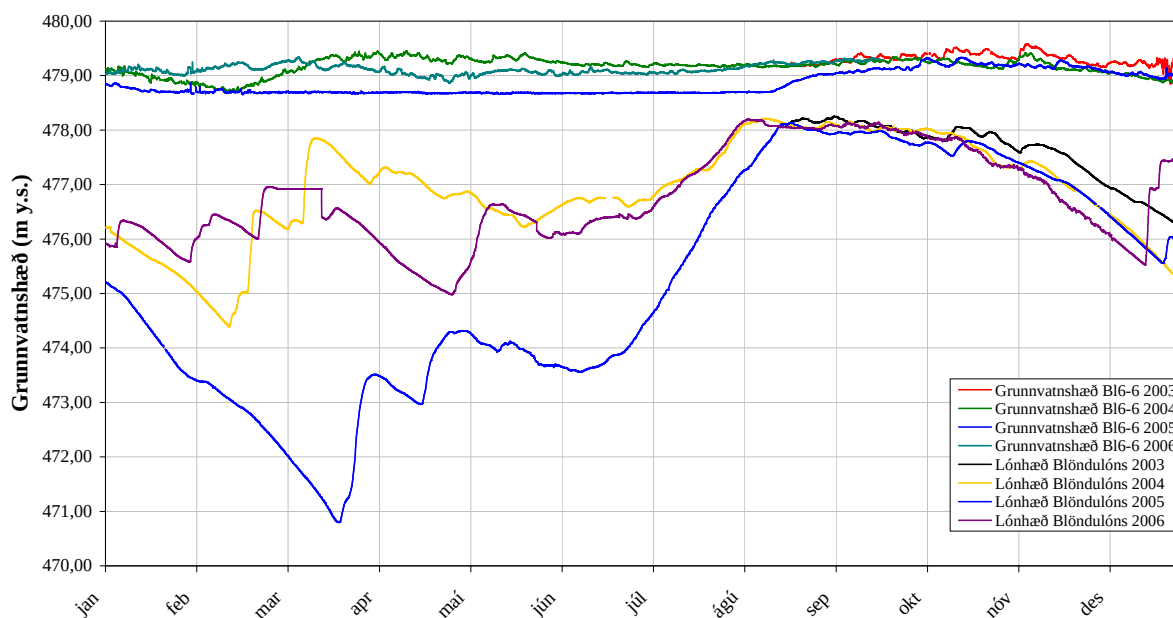
Verkfræði- og framkvæmdasvið
Rannsóknadeild

Grunnvatnsmæling í holu 2 í sniði B16



Niðurstöður grunnvatnsmælinga sýra í holu 2 á gróðursniði 6 og lónhæð fyrir árin 2003–2006.

Grunnvatnsmæling í holu 6 í sniði B16



Niðurstöður grunnvatnsmælinga sýra í holu 6 á gróðursniði 6 og lónhæð fyrir árin 2003–2006.