



Rennslis- og vatnshæðarbreytingar í Sogi neðan Írafoss 2006 – 2017

Lykilsíða



Landsvirkjun

Skýrsla LV nr: LV-2019-009

Dags: 20.12.2018

Fjöldi síðna: 26

Upplag: 14

Dreifing:

- ☐ Birt á vef LV
☐ Opin
☐ Takmörkuð til

Titill: Rennslis- og vatnshæðarbreytingar í Sogi neðan Írafoss 2006 – 2017

Höfundar/fyrirtæki: Auður Atladóttir, Hugrún Gunnarsdóttir og Þórhildur Guðmundsdóttir, Verkís

Verkefnisstjóri: Sigurður G. Sigurðsson

Unnið fyrir: Landsvirkjun

Samvinnuaðilar: _____

Útdráttur: Skýrslan er framhald af vinnu Landsvirkjunar sem birt var í skýrslu árið 2007. Rennsli í Sogi við Ásgarð er greint með tilliti til hraða rennslisbreytingar og lágmarks- og hámarksskilyrða úr leiðbeiningaskjali Landsvirkjunar. Þróunin á tímabilinu 2007-2017 er skoðuð og borin saman við árin 1999-2006. Einnig er sett fram yfirlit yfir mælt vatnsborð í Þingvallavatni á sama tímabili og borið saman við skilyrði úr leiðbeiningum Landsvirkjunar. Lagt er mat á hraða vatnsborðsbreytinga við Sakkarhólma í samanburði við skilyrði ættað frá Noregi og það skoðað með tilliti til mismunandi tímabila innan árs og lífsferil fiska. Sett er fram yfirlit yfir skráða veiði í Sogi. Þróunin hefur verið sú að fjöldi tilvika sem rennsli í Sogi og vatnsborð í Þingvallavatni er utan skilyrða í leiðbeiningum Landsvirkjunar fer að mestu fækkandi þó nokkrar sveiflur séu í fjölda gilda á milli ára.

Lykilorð: Sog, Írafossstöð, rennsli, rennslisstýringar, vatnsborð, Þingvallavatn, veiði.

ISBN nr:

Samþykki verkefnisstjóra
Landsvirkjunar



Verknúmer: 95005005	SKÝRSLA NR.: 95005005	DREIFING: ☐ OPIN ☐ LOKUÐ TIL ☐ HÁÐ LEYFI VERKKAUPA
	ÚTGÁFU NR.:	
	DAGS.: 2018-12-20	
	BLAÐSÍÐUR: 26 UPPLAG:	

HEITI SKÝRSLU:

Rennslis- og vatnshæðarbreytingar í Sogi neðan Írafoss 2006 – 2017

HÖFUNDAR:

Auður Atladóttir, Hugrún Gunnarsdóttir og
Þórhildur Guðmundsdóttir

VERKEFNISSTJÓRI:

Hugrún Gunnarsdóttir

UNNIÐ FYRIR:

Landsvirkjun

UMSJÓN:

Sigurður G. Sigurðsson

SAMSTARFSADILAR:

GERÐ SKÝRSLU/VERKSTIG:

Lokaútgáfa

ÚTDRÁTTUR:

Skýrslan er framhald af vinnu Landsvirkjunar sem birt var í skýrslu árið 2007. Rennsli í Sogi við Ásgarð er greint með tilliti til hraða rennslisbreytingar og lágmarks- og hámarksskilyrða úr leiðbeiningaskjali Landsvirkjunar. Þróunin á tímabilinu 2007-2017 er skoðuð og borin saman við árin 1999-2006. Einnig er sett fram yfirlit yfir mælt vatnsborð í Þingvallavatni á sama tímabili og borið saman við skilyrði úr leiðbeiningum Landsvirkjunar. Lagt er mat á hraða vatnsborðsbreytinga við Sakkarhólma í samanburði við skilyrði ættað frá Noregi og það skoðað með tilliti til mismunandi tímabila innan árs og lífsferil fiska. Sett er fram yfirlit yfir skráða veiði í Sogi.

Þróunin hefur verið sú að fjöldi tilvika sem rennsli í Sogi og vatnsborð í Þingvallavatni er utan skilyrða í leiðbeiningum Landsvirkjunar fer að mestu fækkandi þó nokkrar sveiflur séu í fjölda gilda á milli ára.

LYKILORÐ ÍSLENSK:

Sog, Írafossstöð, rennsli, rennslisstýringar,
vatnsborð, Þingvallavatn, veiði.

LYKILORÐ ENSK:

Discharge, discharge control, water surface
elevation, catch.

UNDIRSKRIFT VERKEFNISSTJÓRA:

Hugrún Gunnarsdóttir

YFIRFARIÐ AF:

ÞG

Rennslis- og vatnshæðarbreytingar í Sogi neðan Írafoss 2006 – 2017



Efnisyfirlit

Efnisyfirlit	ii
Myndaskrá	ii
Töfluskrá	iii
1 Inngangur	1
2 Rennslisstýringar Sogsstöðva	2
3 Vatnsborð Þingvallavatns	4
3.1 Árssveifla Þingvallavatns	4
3.2 Vatnsborð Þingvallavatns og viðmiðunarmörk	4
4 Rennsli í Sogi neðan Írafossstöðvar	6
4.1 Rennslisgögn	6
4.2 Rennslislykill við Ásgarð	6
4.3 Fyrirvaralausar útleysingar	6
4.4 Hraði rennslisbreytinga	7
4.5 Hámarks- og lágmarksrennslis	11
5 Áhrif rennslisbreytinga á lífsskilyrði í ám	14
5.1 Almenn um áhrif rennslisbreytinga á lífsskilyrði í ám	14
5.2 Samband rennslis við Ásgarð og vatnshæðar við Sakkarhólma	15
5.3 Hraðabreytingar á mismunandi tímabilum innan árs	17
5.4 Vatnsborðsbreytingar við Sakkarhólma, greining verstu tilvika	19
6 Lax og silungsveiði í Sogi	22
7 Niðurstöður	23
8 Heimildir	25
Viðaukar	26

Myndaskrá

Mynd 2.1 Sogsstöðvar og staðsetning vatnshæðarmælis vhm 271 við Ásgarð í Sogi	3
Mynd 3.1 Árssveifla dagsmeðaltala vatnsborðs í Þingvallavatni 2006-2017.	4
Mynd 4.1 Graf sem sýnir samanlagðar klst. fyrirvaralausra útleysinga þriggja aflstöðva í Sogi frá 1990-2017.	7
Mynd 4.2 Hraðabreytingar 1999-2005 og 2006-2017, reiknaðar með jöfnu (1). Fjöldi tilfella þar sem hraði rennslisaukningar eða rennslisminnkunar er meiri en 10%.	9
Mynd 4.3 Langæi hraða rennslisaukningar í Sogi við Ásgarð einstakra ára 2006-2017.	10
Mynd 4.4 Langæi hraða rennslisminnkunar í Sogi við Ásgarð einstakra ára 2006-2017.	10
Mynd 4.5 Fjöldi klukkustunda þar sem rennslis í Sogi við Ásgarð mælist yfir 150 m ³ /s.	12
Mynd 5.1 Áætlaður rennslislykill fyrir Sog við Sakkarhólma. ¹⁸	15
Mynd 5.2 Fjöldi klukkustunda þar sem vatnshæð við Sakkarhólma lækkar um meira en 13 cm/klst. Fjöldi klukkustunda þar sem minnkun rennslis er >10% á 3 klst. er sýndur til samanburðar	17
Mynd 5.3 Fjöldi klukkustunda þar sem vatnshæð við Sakkarhólma lækkar um meira en 13 cm/klst. skipt eftir tímabilum innan árs.	18
Mynd 5.3 Dreifing mismunar hæsta og lægsta vatnsborðs (cm) innan sólarhrings við Sakkarhólma.	20
Mynd 5.4 Rennsli við Ásgarð í Sogi 10. – 20. febrúar 2015 og samanlagt stöðvar- og framhjárennslis við Írafoss til samanburðar. Einnig áætlað vatnsborð við Sakkarhólma.	21

Mynd 6.1 Skráð laxveiði í Sogi á árunum 1950 til 2017. Lárétt lína sýnir skráða meðalveiði á tímabilinu 1974 til 2017, sem var 433 laxar. Gögn eru frá Hafrannsóknastofnun..... 22

Töfluskrá

Tafla 2.1	Stýring á vatnshæð Þingvallavatns.....	2
Tafla 3.1	Vatnsborð Þingvallavatns (klukkustundargildi) á tímabilinu 2006 til 2017.	5
Tafla 4.1	Fjöldi og lengd fyrirvaralausra útleysinga í aflstöðvum í Sogi á tímabilinu 2008 til 2017....	7
Tafla 4.2	Hraði rennslisbreytinga í Sogi við Ásgarð 2006-2017 og til samanburðar á árunum 1999-2005.*	8
Tafla 4.3	Rennsli við Ásgarð í Sogi undir og yfir takmörkum um hámark og lágmark á tímabilinu 2006 til 2017 og til samanburðar á árunum 1999-2005.....	11
Tafla 4.4	Dreifing rennslis yfir viðmiðunarmörkum.	12
Tafla 4.5	Dreifing rennslis yfir viðmiðunarmörkum yfir árið.	13
Tafla 5.1	Fjöldi klukkustunda þar sem vatnshæð við Sakkarhólma minnkar um meira en 13 cm/klst., bæði fyrir 2006-2017 og til samanburðar 1999-2005.....	16
Tafla 5.2	Fjöldi klukkustunda sem vatnshæð við Sakkarhólma lækkar um 13 cm/klst. eða meira, flokkað eftir tímabilum er taka mið af lífsferli laxfiska í ferskvatni. Greining fyrir tímabilið 2006-2017 og til samanburðar 1999-2005.	18

1 Inngangur

Landsvirkjun óskaði eftir greiningu á rennslisbreytingum í Sogi neðan Írafossstöðvar á tímabilinu 2006 til 2017 auk samantektar á veiði í ánni á sama tímabili. Í skýrslu Landsvirkjunar frá árinu 2007 voru teknar saman tölfraðilegar upplýsingar um rennsli og vatnshæðir á vatnasviði Sogsstöðva.¹ Tilgangur þeirrar skýrslu var að kanna áhrif aflsstöðva á vatnafarið og hverju breyting sem gerð var á rennslis- og vatnshæðarstýringum stöðvanna á árinu 2003 hafði skilað.

Eftirfarandi samantektarskýrsla er að hluta til framhald af fyrrgreindri skýrslu, en í henni er lögð áhersla á greiningu rennslis og vatnshæða neðan Írafossstöðvar á ofangreindu tímabili. Gögn úr fyrri skýrslu eru jafnframt notuð til samanburðar.

Fjallað er um fyrirkomulag rennslisstýringa við aflsstöðvar í Sogi. Greind er árssveifla á vatnsborði Þingvallavatns og tekin eru saman þau tilfelli þar sem vatnsborð fer undir eða yfir viðmiðunarmörk samkvæmt *Fastbundnum takmörkunum fyrir Sogsstöðvar*.²

Greining fer fram á hámarks- og lágmarksrennsli í Sogi við Ásgarð og greindur er hraði rennslisbreytinga. Tekin eru saman þau tilfelli þegar rennslið fer undir eða yfir viðmiðunarmörk og þegar rennsli breytist örar en miða skal við samkvæmt *Fastbundnum takmörkunum fyrir Sogsstöðvar*. Þar er miðað við að breytingar á rennsli til aukningar eða minnkunar séu ekki meiri en 10% innan 3 klst.

Vatnsborðsbreytingar í Sogi við Sakkarhólma eru einnig metnar og tekinn er saman fjöldi tilfella þar sem vatnsborð minnkar of hratt miðað við þá forsendu að halda breytingum innan 13 cm/klst. Þetta skilyrði er ekki úr leiðbeiningaskjali Landsvirkjunar og er því ekki haft til hliðsjónar við daglegan rekstur en er gildi sem hefur verið miðað við í Noregi. Einnig eru þau tilfelli þar sem vatnsborð breytist hratt í Sogi við Sakkarhólma flokkuð eftir tímabilum með lífsferil laxfiska í ánni í huga.

Tekið er saman yfirlit yfir stangveiði í Sogi á tímabilinu 1950 til 2017.

¹ Landsvirkjun. 2007. Rennsli Sogs og vatnshæð í Þingvallavatni, Úlfjótuvatni, Írafosslóni og Álftavatni. LV-2007/052.

² Landsvirkjun. Fastbundnar takmarkanir fyrir Sogsstöðvar. LEI-76. Útgáfa 9.

2 Rennslisstýringar Sogsstöðva

Á árinu 2003 var viðmiðum vegna reksturs aflsstöðva í Sogi breytt. Sett voru rekstarmörk eða fastbundnar takmarkanir fyrir Sogsstöðvar vegna vatnshæða Þingvallavatns, Úlfjótssvatns og Írafosslóns og sett voru takmörk á mesta og minnsta rennsli og á hraða rennslisbreytinga til minnkunar og aukningar neðan Írafosstöðvar.³ Staðsetning aflsstöðva við Sog er sýnd á mynd 2.1.

Rekstartakmörk vegna vatnshæðar í Þingvallavatni varða hæsta og lægsta vatnsborð auk ákveðins reglunarsviðs á mismunandi tímabilum innan ársins.

Í töflu 2.1 eru sett fram vatnshæðarmörk og reglunarsvið fyrir Þingvallavatn. Í *Fastbundnum takmörkunum fyrir Sogsstöðvar*³ eru einnig sett vatnshæðarmörk fyrir Úlfjótssvatn og Írafosslón.

Tafla 2.1 Stýring á vatnshæð Þingvallavatns.

Vatnshæðarmörk allt árið	
Lágmark:	102,35 m y.s.
Óskgildi:	102,50 m y.s.
Hámark:	102,65 m y.s.
Reglunarsvið frá 1. maí til 1. október	
Neðri mörk:	102,45 m y.s.
Efri mörk:	102,55 m y.s.
Reglunarsvið frá 1. október til 1. maí	
Neðri mörk:	102,40 m y.s.
Efri mörk:	102,50 m y.s.

Heildarrennsli úr Þingvallavatni skal jafnframt í venjulegum rekstri takmarkað við 150 m³/s og framhjárennsli í farvegi Efra Sogs skal að lágmarki vera 3 til 4 m³/s.

Samkvæmt rekstartakmörkunum Sogsstöðva skal halda rennsli frá Írafosstöð yfir 70 m³/s og undir 150 m³/s. Einnig eru takmörk á breytingu rennslis með tíma í Sogi neðan Írafosstöðvar. Miðað er við að breyting á frárennsli stöðvarinnar til minnkunar eða aukningar verði ekki meiri en 10% innan 3 klst.

³ Landsvirkjun. Fastbundnar takmarkanir fyrir Sogsstöðvar. LEI-76. Útgáfa 9.



Mynd 2.1 Sogsstöðvar og staðsetning vatnshæðarmælis vhm 271 við Ásgarð í Sogi.

yfir viðmiðunarmörk á árinu 2013. Vindstyrkur og vindstefna hafa mikil áhrif á mælt vatnsborð vatnsins vegna áhlaðanda. Vatnsborð hækkar við inntak Steingrímsstöðvar, þar sem aðal mælingin fer fram, ef vindur stendur að norðan en lækkar að sama skapi ef vindur stendur að sunnan.

Tafla 3.1 Vatnsborð Þingvallavatns (klukkustundargildi) á tímabilinu 2006 til 2017.

Ár	Hæsta vatnsborð m y.s.	Lægsta vatnsborð m y.s.	Yfir hámarki klst.	Undir lágmarki klst.
2006	102,67	102,41	42	0
2007	102,68	102,34	60	1
2008	102,68	102,37	73	0
2009	102,59	102,41	0	0
2010	102,67	102,35	16	0
2011	102,72	102,43	6	0
2012	102,68	102,40	8	0
2013	102,73	102,44	9	0
2014	102,63	102,40	0	0
2015	102,68	102,45	35	0
2016	102,63	102,41	0	0
2017	102,66	102,46	28	0

Í viðauka 1 eru línurit er sýna árlega vatnshæð Þingvallavatns frá 2006 til 2017.

4 Rennsli í Sogi neðan Írafossstöðvar

4.1 Rennslisgögn

Við greiningu rennslis var notast við gögn úr vatnshæðarmæli Veðurstofu Íslands, vhm 271, við Ásgarð í Sogi á tímabilinu 2006-2017. Allt frá árinu 1972 hefur þar verið síritun á vatnshæð. Við Ásgarð í Sogi fæst samanlagt frárennsli og framhjárennsli frá Írafossstöð. Á milli Írafossstöðvar og sírita við Ásgarð eru tæpir 3 km.

Í greiningu á hraða rennslisbreytinga og talningu tilfella þar sem rennsli fer undir eða yfir viðmiðunarmörk er notað meðalrennsli á klukkustund.

Rétt er að geta þess að rennslisgögn fyrir Sog frá Ásgarði fyrir árin 1999-2005⁵ eru ekki fullkomlega sambærileg þeim gögnum sem notuð voru til greiningar í skýrslu Landsvirkjunar frá árinu 2007. Það veldur því að munur er á talningu rennslisgilda yfir viðmiðunarmörkum hér og í skýrslu Landsvirkjunar. Líkleg skýring þessa er síðari tíma breytingar á rennslislykli vatnshæðarmælisins í Sogi við Ásgarð en það liggur fyrir að rennslislykillinn hefur tekið breytingum. Rennslislyklar nr. 5 og 6 eru notaðir í flóðagreiningu árið 2010⁶ og rennslislyklar 6 og 7 í flóðagreiningu árið 2018.⁷

Gögn um rennsli um vélar Írafossstöðvar og framhjárennsli um botnrás/yfirfall eru frá stjórnstöð Landsnets. Í viðauka 2 er samanlagt rennsli um vélar og framhjárennsli teiknað með rennsli Sogs við Ásgarð.

4.2 Rennslislykill við Ásgarð

Í minnisblaði Landsvirkjunar⁸ frá apríl 2018 kemur fram að breytingar eigi sér stað í botni farvegar Sogs við mælistaðinn við Ásgarð. Þangað berist mól úr sethjöllum neðan við Írafossstöð. Slíkar breytingar eigi sér gjarnan stað á löngum tíma í malarfarvegum, jafnvel á mörgum árum eða þegar rennsli breytist snögglega, t.d. í flóðum. Þar kemur einnig fram að líklegt sé talið að gróðurmyndun í farveginum yfir sumartímamann hafi áhrif til hækkunar á metnu rennsli og valdi þannig sveiflunkenndum áhrifum innan ársins. Þessar athuganir á rennsli við Ásgarð benda til þess að rennslislykillinn⁹ þarfnist örari yfirferða þar sem hann sé aðlagður að breyttum aðstæðum í farveginum og því verður að setja fyrirvara við ályktanir um hversu oft rennsli í Sogi er undir eða yfir lág- og hámarksgildum sem sett hafa verið. Hins vegar er talið að rennslisgildin ættu að vera nógu góð til að leggja mat á tíðni hlutfallslegra rennslisbreytinga í samanburði við viðmið.

4.3 Fyrirvaralausar útleysingar

Upplýsingar liggja fyrir um fyrirvaralausar útleysingar frá 2008 fram á árið 2018 en þetta eru atburðir þar sem ekki tekst að opna fyrir framhjárennsli í farveg neðan stöðva áður eða á sama tíma og vélarstöðvun á sér stað. Í skýrslu Landsvirkjunar (2007) eru tiltekin tilvik frá 1990 til 2006.

Í töflu 4.1 er talinn saman fjöldi fyrirvaralausra útleysinga í Sogsstöðvunum þremur og samanlögð lengd þeirra ár hvert. Mynd 4.1 sýnir heildarlengd fyrirvaralausra útleysinga ár hvert líkt og tafla 4.1 gerir en til viðbótar eru fyrirvaralausar útleysingar fyrri ára teknar með til samanburðar. Samanlögð lengd atburðanna segir reyndar takmarkaða sögu því í lengri atburðum er hægt að bregðast við og opna fyrir framhjárennsli áður en hægt er að koma vatni í gegnum vélar aftur. Farvegur neðan stöðvarinnar þarf því ekki að vera þurr allan þann tíma sem atburðurinn varir.

⁵ Veðurstofa Íslands. 2018. Gagnabanki Veðurstofu Íslands, afgreiðsla nr. 2018-11-09/01.

⁶ Veðurstofa Íslands. 2010. Flóð íslenskra vatnsfalla – flóðagreining rennslisraða. Viðbætur 2010. VÍ 2010-001.

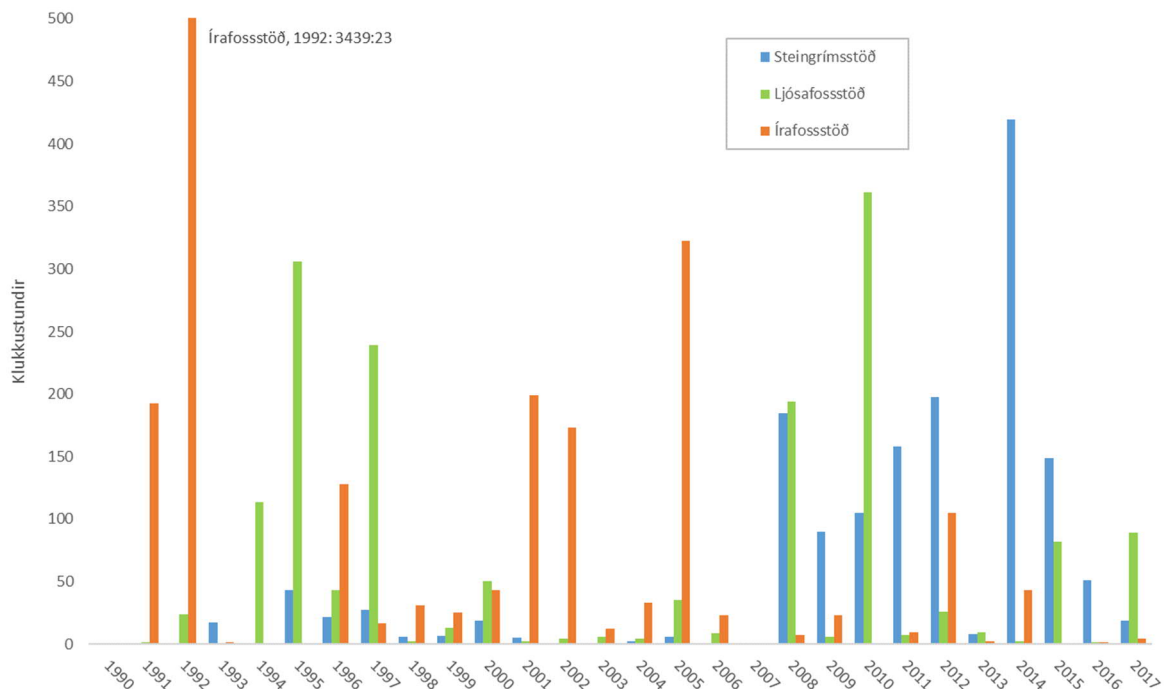
⁷ Veðurstofa Íslands. 2018. Flóð íslenskra vatnsfalla. Flóðagreining rennslisraða. VÍ 2018-003.

⁸ Landsvirkjun. 2018. Samanburður á rennsli um vélar Írafoss og rennsli við Ásgarð. Minnisblað Egils Axelssonar dags. 2018-04-20.

⁹ Rennslislykillinn lýsir sambandi mældrar vatnshæðar og rennslis. Vatnshæðin er mæld með símælingu en rennsli er eingöngu mælt endrum og sinnum.

Tafla 4.1 Fjöldi og lengd fyrirvaralausra útleysinga í aflstöðvum í Sogi á tímabilinu 2008 til 2017.

Ár	Steingrímsstöð		Ljósafofsstöð		Írafossstöð	
	Fjöldi	Lengd (hh:mm)	Fjöldi	Lengd (hh:mm)	Fjöldi	Lengd (hh:mm)
2008	4	184:15	10	193:45	2	7:23
2009	7	89:32	3	6:14	4	23:08
2010	3	104:30	3	361:22	0	0:00
2011	3	157:30	6	7:23	6	9:26
2012	12	197:18	2	26:06	4	105:00
2013	5	7:47	4	9:49	2	2:03
2014	11	419:39	2	2:30	2	43:00
2015	8	148:20	4	82:01	0	0:00
2016	1	50:46	3	1:31	2	1:32
2017	1	19:05	5	89:02	2	4:43



Mynd 4.1 Graf sem sýnir samanlagðar klst. fyrirvaralausra útleysinga þriggja aflstöðva í Sogi frá 1990-2017.

4.4 Hraði rennslisbreytinga

Samkvæmt rekstartakmörkum Sogsstöðva¹⁰ skal miða við að breytingar á rennsli til aukningar eða minnkunar séu ekki meiri en 10% (m³/s) innan 3 klst. Hraði rennslisbreytinga er reiknaður með eftirfarandi hætti:

$$\Delta Q = \frac{Q_t - Q_{t-3}}{Q_t} \cdot 100 [\%] \quad (1)$$

¹⁰ LEI 76. Fastbundnar takmarkanir fyrir Sogsstöðvar. Útgáfa 9.

þar sem Q_t er meðalrennsli á tímaeiningu t (m^3/s) og Q_{t-3} er meðalrennsli á tímaeiningu $t-3$ (m^3/s). Tímaeiningin, t , er hér 1 klst. og $t-3$ tímaeining þremur stundum fyrr, en greiningin er gerð á gögnum með 1 klst. upplausn.

Niðurstöður greiningar á hraðabreytingum meðalrennslis hverrar klukkustundar fyrir tímabilið 1999 til 2017 eru sýndar í töflu 4.2. Gerð var grein fyrir hraða rennslisbreytinga fyrir árin 1999-2005 í skýrslu Landsvirkjunar¹¹ og fylgja þær upplýsingar hér með til samanburðar í töflu 4.2. Þar var hraði rennslisbreytinga reiknaður með aðeins öðrum hætti en hér er gert. Í greiningunni sem tafla 4.2 sýnir er hlaupandi þriggja klukkustunda mismunur metinn og athugað hvort að mismunurinn reynist meiri en 10%. Þau tilfelli eru því næst talin saman fyrir hvert ár fyrir sig. Greining miðast við almanaksárið.

Í töflunni eru annars vegar greindar allar hraðabreytingar frá 2006 til 2017 til aukningar og minnkunar og hins vegar samsvarandi hraðabreytingar án fyrirvaralausra útleysinga Írafossstöðvar. Upplýsingar um fyrirvaralausar útleysingar í Írafossstöð sem nýttar eru til greiningar ná aftur til ársins 2008, sjá kafla 4.3.

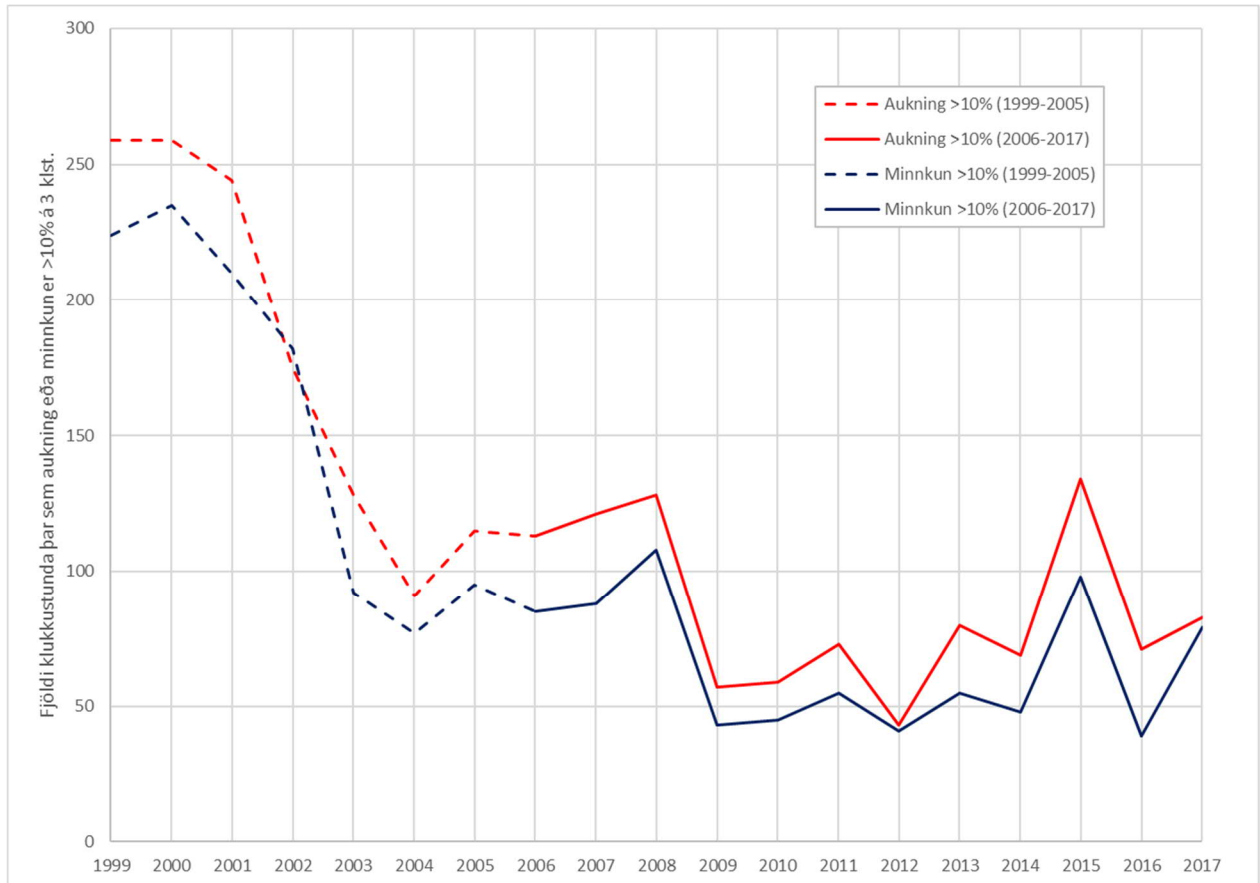
Tafla 4.2 Hraði rennslisbreytinga í Sogi við Ásgarð 2006-2017 og til samanburðar á árunum 1999-2005.*

Ár	Allar hraðabreytingar		Hraðabreytingar án fyrirvaralausra útleysinga	
	Aukning >10%	Minnkun >10%	Aukning >10%	Minnkun >10%
	Fjöldi klst.	Fjöldi klst.	Fjöldi klst.	Fjöldi klst.
1999	259	224	-	-
2000	259	235	-	-
2001	244	210	-	-
2002	175	182	-	-
2003	128	92	-	-
2004	91	77	-	-
2005	115	95	-	-
2006	113	85	-	-
2007	121	88	-	-
2008	128	108	125	108
2009	57	43	55	40
2010	59	45	59	45
2011	73	55	73	51
2012	43	41	42	38
2013	80	55	80	54
2014	69	48	66	45
2015	134	98	134	98
2016	71	39	71	39
2017	83	79	83	78

* Hraðabreytingar fyrir árið 1999-2005 einnig taldar samkvæmt jöfnu (1) hér að ofan.

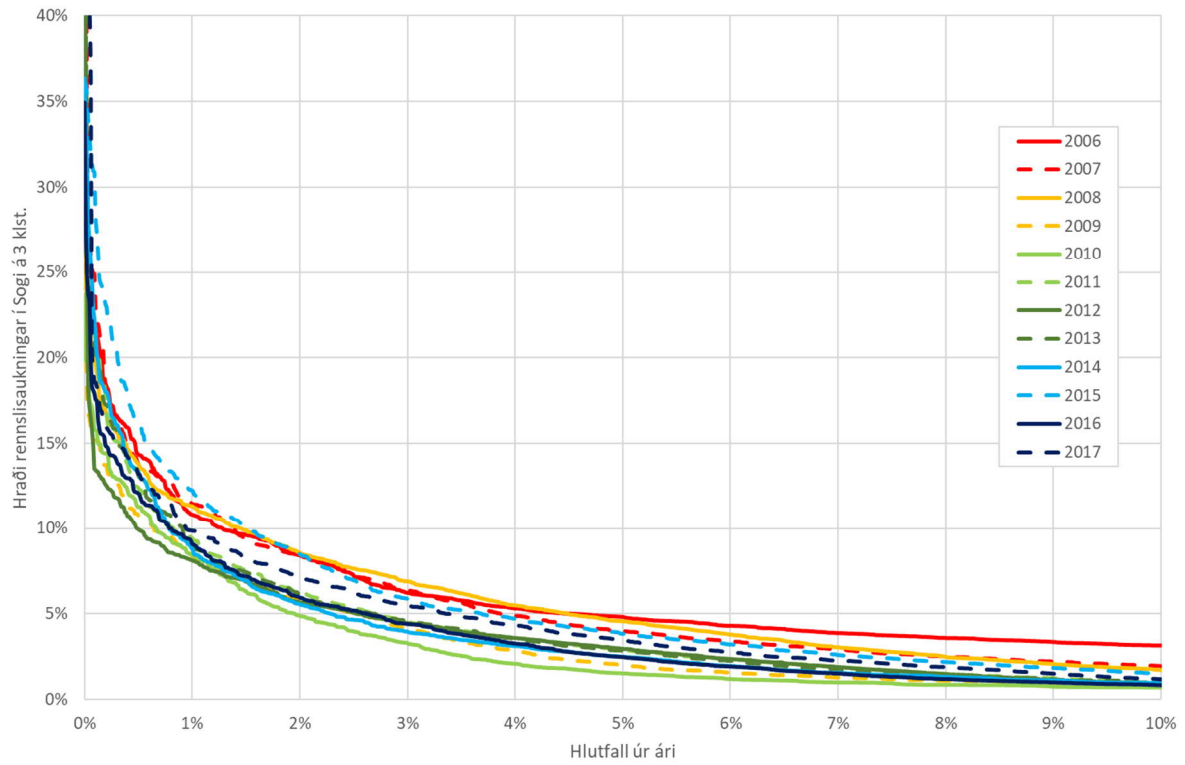
Fjöldi klukkustunda þar sem hraðabreytingar fara yfir 10% er yfir 200 fyrstu árin (1999-2002) en lækkar svo nokkuð hratt og helst nokkuð stöðugur árin 2005-2008. Árin 2009-2014 hefur fjöldi klukkustunda minnkað og helst einnig nokkuð stöðugur. Árið 2015 sker sig úr, þá tvöfaldast fjöldinn frá árinu áður en árin 2016-2017 er fjöldinn svipaður og var árin 2009-2014. Mynd 4.2 sýnir þessa þróun enn frekar.

¹¹ Laufey B. Hannesdóttir. 2007. Rennslis Sogs og vatnshæð í Þingvallavatni, Úlfjótavatni, Írafosslóni og Álftavatni. Landsvirkjun, LV-2007/052.

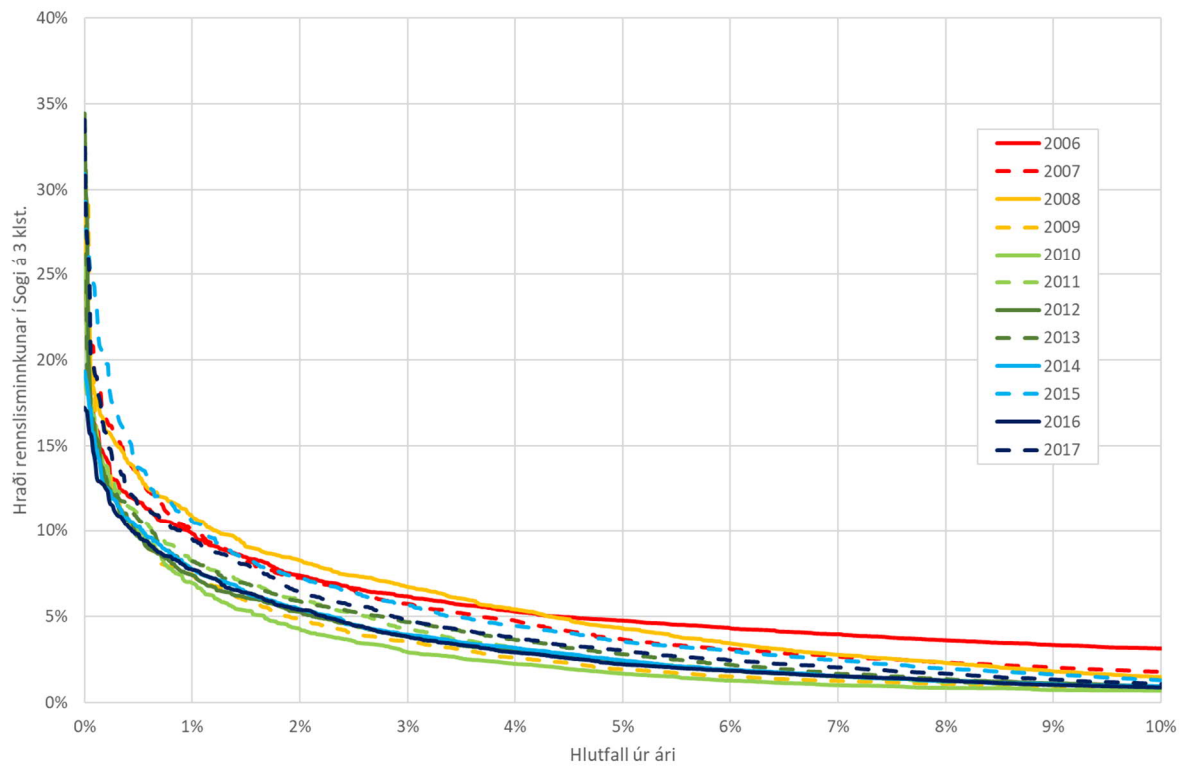


Mynd 4.2 Hraðabreytingar 1999-2005 og 2006-2017, reiknaðar með jöfnu (1). Fjöldi tilfella þar sem hraði rennslisaukningar eða rennslisminnkunar er meiri en 10%.

Langæi hraða rennslisaukningar fyrir árin 2006 til 2017 er sýnt á mynd 4.3 og mynd 4.4 sýnir samsvarandi langæi fyrir hraða rennslisminnkunar. Á láréttum ási er hlutfall reiknað út frá heilu ári (8.760 klst. eða 8.784 klst. í tilfellum hlaupárs). Myndirnar sýna allar að hæstu gildi rennslisaukningar og rennslisminnkunar eru frá árunum 2015 og 2008. Um það bil 0,5 – 1,5% gilda hvers árs eru yfir 10% viðmiði í rennslisaukningu og um 0,5 til rétt rúmlega 1% gilda hvers árs eru yfir 10% í rennslisminnkun. Lægstu gildi rennslisaukningar er að finna árið 2012 og lægstu gildi rennslisminnkunar eru frá árinu 2016. Það rímar við þær niðurstöður sem sýndar eru á mynd 4.2.



Mynd 4.3 Langæi hraða rennslisaukningar í Sogi við Ásgarð einstakra ára 2006-2017.



Mynd 4.4 Langæi hraða rennslisminnkunar í Sogi við Ásgarð einstakra ára 2006-2017.

4.5 Hámarks- og lágmarksrennsli

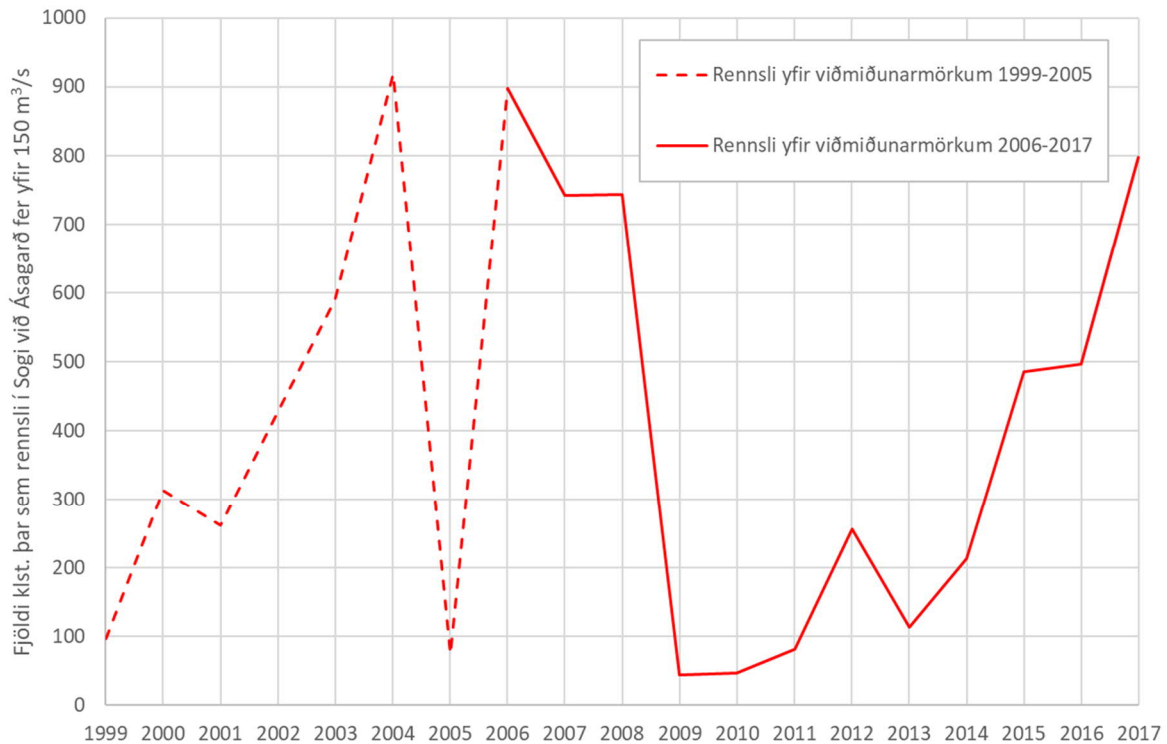
Í fastbundnum takmörkunum fyrir Sogsstöðvar kemur fram að halda skuli rennsli frá Írafossi yfir $70 \text{ m}^3/\text{s}$ og undir $150 \text{ m}^3/\text{s}$.¹² Hér eru tekin saman þau tilfelli þar sem rennsli við Ásgarð mælist utan við takmarkanir en hafa ber í huga þann fyrirvara sem settur er við rennslisgildin, eins og fram kom í kafla 4.2.

Í töflu 4.3 er talinn fjöldi klukkustunda þar sem rennsli fer annars vegar yfir $150 \text{ m}^3/\text{s}$ og hins vegar undir $70 \text{ m}^3/\text{s}$. Í töflunni eru, til samanburðar, teknar með niðurstöður fyrir árin 1999 til 2005. Mynd 4.5 sýnir sömu niðurstöður.

Tafla 4.3 Rennsli við Ásgarð í Sogi undir og yfir takmörkum um hámark og lágmark á tímabilinu 2006 til 2017 og til samanburðar á árunum 1999-2005.

Ár	Rennsli > $150 \text{ m}^3/\text{s}$ Fjöldi klst.	Rennsli < $70 \text{ m}^3/\text{s}$ Fjöldi klst.
1999	97	0
2000	313	0
2001	262	0
2002	427	0
2003	589	0
2004	918	0
2005	75	0
2006	898	0
2007	742	0
2008	744	0
2009	44	0
2010	47	0
2011	82	0
2012	257	1
2013	114	0
2014	214	0
2015	485	0
2016	497	0
2017	797	0

¹² Landsvirkjun. LEI 76. Fastbundnar takmarkanir fyrir Sogsstöðvar. Útgáfa 9.



Mynd 4.5 Fjöldi klukkustunda þar sem rennsli í Sogi við Ásagarð mælist yfir 150 m³/s.

Fjöldi klukkustunda þar sem rennsli fer yfir 150 m³/s sveiflast nokkuð á milli ára eins sjá má á mynd 4.5, fer undir 100 klst. árið 2005 og 2009-2011 en um og yfir 900 klst. árið 2004 og 2006.

Alls mælist rennsli yfir 150 m³/s í 7.600 klst. árin 1999-2017 sem gerir um 400 klst. að meðaltali á ári. Dreifing rennslis yfir viðmiðunarmörkum er tekin saman í töflu 4.4 en í um 63% af þessum tilfellum fer rennslið innan við 10 m³/s upp fyrir viðmiðunarmörkin.

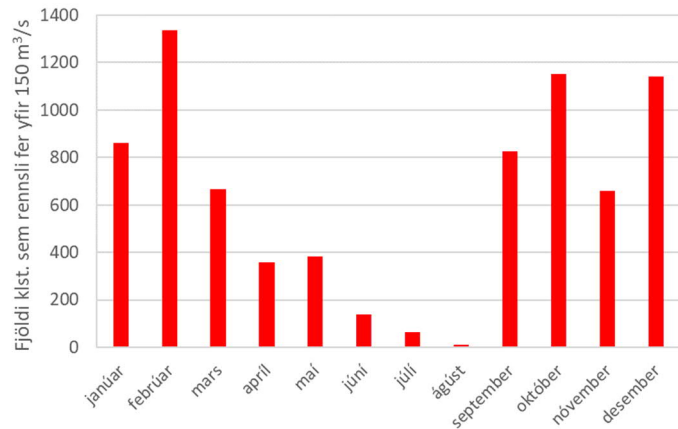
Tafla 4.4 Dreifing rennslis yfir viðmiðunarmörkum.

Rennsli	Fjöldi klst.
151-160 m³/s	4800
161-170 m³/s	1800
171-180 m³/s	500
181-190 m³/s	250
>190 m³/s	250

Flest tilfella, þegar rennsli er yfir 150 m³/s, eiga sér stað yfir vetrarmánuðina en fæst tilfelli eru yfir sumarmánuðina eins og sjá má í töflu 4.5.

Tafla 4.5 Dreifing rennslis yfir viðmiðunarmörkum yfir árið.

Mánuður	Fjöldi klst.
Janúar	862
Febrúar	1.337
Mars	668
Apríl	357
Maí	383
Júní	140
Júlí	63
Ágúst	13
September	827
Október	1.150
Nóvember	661
Desember	1.141



Samkvæmt töflu 4.3 mældist rennsli aðeins í einu tilviki undir 70 m³/s, en það var þann 2. nóvember 2012 kl. 13:00 og mældist rennsli þá 61,3 m³/s. Þá gekk illviðri yfir landið og um kl. 13:10 varð mikil truflun í raforkukerfinu og fimm vélar fóru út við Sog. Vélar í Írafossstöð komu aftur inn kl. 16:50 en aðeins eitt klukkustundargildi við Ásgarð mældist undir mörkum.

Á myndum í viðauka 2 er búið að setja saman annars vegar rennsli við Ásgarð og svo hins vegar samanlagt rennsli um vélar Írafossstöðvar og framhjäreignslu fyrir hvert ár sem er til skoðunar. Samanlagt rennsli um vélar Írafossstöðvar og rennsli framhjá stöð fellur nokkrum sinnum undir neðri viðmiðunarmörk, eða 70 m³/s. Lægsta gildi mælist 1. desember 2008 kl. 2:00, 48,6 m³/s. Önnur tilfelli, t.d. í nóvember 2010 og janúar 2011 eiga það sameiginlegt að þá liggur hið samanlagða rennsli mjög nálægt lágmarkinu, en þó rétt undir því. Samtals er samanlagt rennsli um Írafoss 286 klst. undir mörkum frá 2006 til 2017. Af þessum tilfellum liggur rennslið á bilinu 68 – 70 m³/s í 225 klst.

5 Áhrif rennslisbreytinga á lífsskilyrði í ám

5.1 Almennt um áhrif rennslisbreytinga á lífsskilyrði í ám

Umfangsmiklar rannsóknir hafa farið fram í Noregi á áhrifum hraðra rennslisbreytinga á lífríki áa.^{13,14,15,16} Niðurstöður rannsókna hafa leitt í ljós að hraðar rennslisbreytingar í ám og þá sérstaklega til rennslisminnkunar geta haft neikvæð áhrif á lífsskilyrði botndýralífs og laxfiska.

Hraðar rennslisbreytingar og þá sérstaklega til rennslisminnkunar geta leitt til þess að hrogn þorni og seiði hrekist úr stað eða strandi. Einnig getur rennslisminnkun leitt til þess að minna svæði verði aðgengilegt til hrygningar. Rannsóknir sýna að hitastig, árstími og birtuskilyrði hafa einna mest áhrif á strand seiða í virkjuðum ám.¹⁷ Bent hefur verið á að hægt er að minnka hættu á strandi seiða með því að haga rennslis þannig að það falli betur að lífsskilyrðum í ánni.

Í skýrslu Landsvirkjunar frá árinu 2007 er fjallað um niðurstöður norskrar rannsóknar¹³ á hröðum vatnsborðsbreytingum á lífríki í 4 virkjuðum ám í Noregi. Þar kemur meðal annars fram að vatnshiti og birta séu stýrandi þættir í hegðun laxfiska og því geti tímasetning þeirra atburða sem leiða til rennslisminnkunar skipt verulegu máli. Hröð rennslisminnkun að vetrarlagi geti skipt máli fyrir minni seiði þar sem hreyfanleiki minnkar með lækkanði vatnshiti í ánni og því leitt til aukinnar hættu á strandi seiða. Einnig er bent á að betra sé að lækka vatnsborð í myrkri en birtu til að minnka hættu á strandi seiða og á það sérstaklega við um vetrartímann.

Hér eru dregnar saman helstu niðurstöður er varða annars vegar tímasetningu breytinga/atburða og hins vegar stýringu rennslis úr norsku rannsókninni.

Tímasetning útleysinga/atburða

- Betra er að lækka vatnsborð í myrkri en í birtu til að minnka hættu á strandi seiða. Það á sérstaklega við um vetrartímann.
- Vatnshiti og birta eru stýrandi þættir fyrir hegðun laxfiska og þess vegna hættu á að seiði strandi þegar vatnsborð er lækkað. Seiðin strandi helst við hraða vatnsborðslækkun sem er meiri en 60 cm á klst. að degi til, þar sem botn er grófur og vatnshiti er lægri en 4,5 °C.
- Tími frá klaki seiða laxfiska þar til seiðin synda upp úr mölinni er mjög viðkvæmur þar sem á sama tíma er vatnshiti yfirleitt lágt.

Stýring rennslis

- Ef vatnsborð lækkar hægar en 13 cm á klst. minnkar hættu á strandi seiða til muna. Það er þó háð aðstæðum á hverjum stað svo sem grófleika botnefnis og halla hvort seiði stranda við jafnvel hægari vatnsborðsbreytingu.
- Eftir tímabil stöðugs hárennslis ætti að auka hraða rennslisbreytinga hægt.
- Til þess að viðhalda botndýralífi er mikilvægt að viðhalda rennslis ofan ákveðins lágmarks. Botndýralíf er frábreytt á árbotni, sem ýmist er undir vatnsborði eða þurr.

¹³ Harby, A. et al. 2004. Raske vannstandsendinger i elver. – Virkninger på fisk, bunndyr og begroing. Lokaskýrsla úr verkefninu: "Konsekvenser av effectkjøring på økosystemer i rennende vann". SINTEF. Energiforskning Trondheim AS

¹⁴ Harby, A. and J. Bogen (red). 2012. Miljøkonsekvenser av raske vannstandsendinger. Norges vassdrags- og energidirektorat.

¹⁵ Saltveit, S.J. (red). 2006. Økologiske forhold i vassdrag – konsekvenser av vannføringsendinger. En sammenstilling av dagens kunnskap. Norges vassdrags- og energidirektorat.

¹⁶ Forseth, T. & Harby, A. (eds.). 2014. Handbook for environmental design in regulated salmon rivers. - NINA Special Report 53.

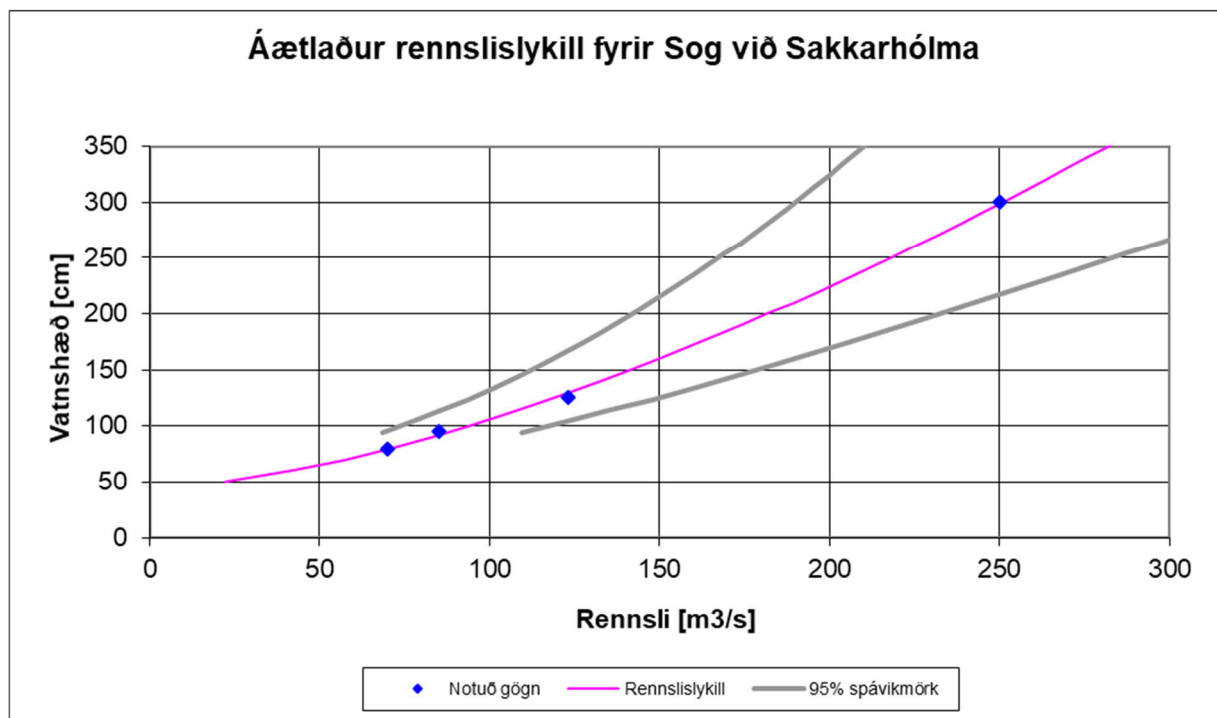
¹⁷ Saltveit, S.J. Et al. 2001. Field experiments on stranding in juvenile Atlantic Salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*) during rapid flow decreases caused by hydropeaking. Regulated Rivers: Research & Management. 17: 609-622.

5.2 Samband rennslis við Ásgarð og vatnshæðar við Sakkarhólma

Í fyrri skýrslu Landsvirkjunar um greiningu á rennsli Sogi kemur fram að vatnsborð breytist hraðast með breyttu rennsli við Sakkarhólma af þeim þremur stöðum þar sem mælingar höfðu farið fram í farveginum.¹⁸

Eins og fram kemur í kafla 5.1 þá eykst hættu á strandi seiða til muna ef vatnsborð lækkar um meira en 13 cm á klukkustund. Í eftirfarandi kafla er lýst sambandi rennslis og vatnshæðar við Sakkarhólma í Sogi. Greindur er fjöldi þeirra tilvika þegar vatnshæð lækkar meira en 13 cm/klst. við Sakkarhólma á árunum 1999 til 2017.

Árið 1996 var vatnsborð í Sogi mælt á fjórum stöðum á milli Írafossstöðvar og Álftavatns. Í þessum athugunum reyndist vatnshæð í Sogi breytast hraðast með breyttu rennsli við Sakkarhólma. Rennslislykill sem lýsir sambandi vatnshæðar við Sakkarhólma og rennslis í Sogi var gefinn út í skýrslu Landsvirkjunar árið 2007,¹⁸ sjá mynd 5.1.



Mynd 5.1 Áætlaður rennslislykill fyrir Sog við Sakkarhólma.¹⁸

Unnt er að lýsa sambandi rennslis í gegnum mældu punkta vatnshæðar með eftirfarandi hætti;

$$Q = a \cdot (W - W_0)^b \quad (2)$$

Þar sem Q er rennsli í Sogi (m^3/s), $a = 0,6771$ og $b = 0,6515$ eru reiknaðir stuðlar rennslislykils, W er vatnshæð (cm) og W_0 er nálægt því að vera vatnshæð við $Q = 0 \text{ m}^3/\text{s}$, eða $W_0 = 50 \text{ cm}$.¹⁹

Út frá rennslisröð frá Sogi við Ásgarð er því unnt að áætla vatnshæð fyrir hverja klukkustund við Sakkarhólma og telja saman þau tilfelli sem falla utan viðmiðunarmarka. Tafla 5.1 og mynd 5.2 sýna niðurstöðurnar. Tilfellum þar sem vatnshæð í Sogi við Sakkarhólma minnkar um meira en 13 cm/klst. hefur fækkað töluvert síðan um aldamót og fjöldi þeirra hefur haldist nokkuð stöðugur undanfarin tíu

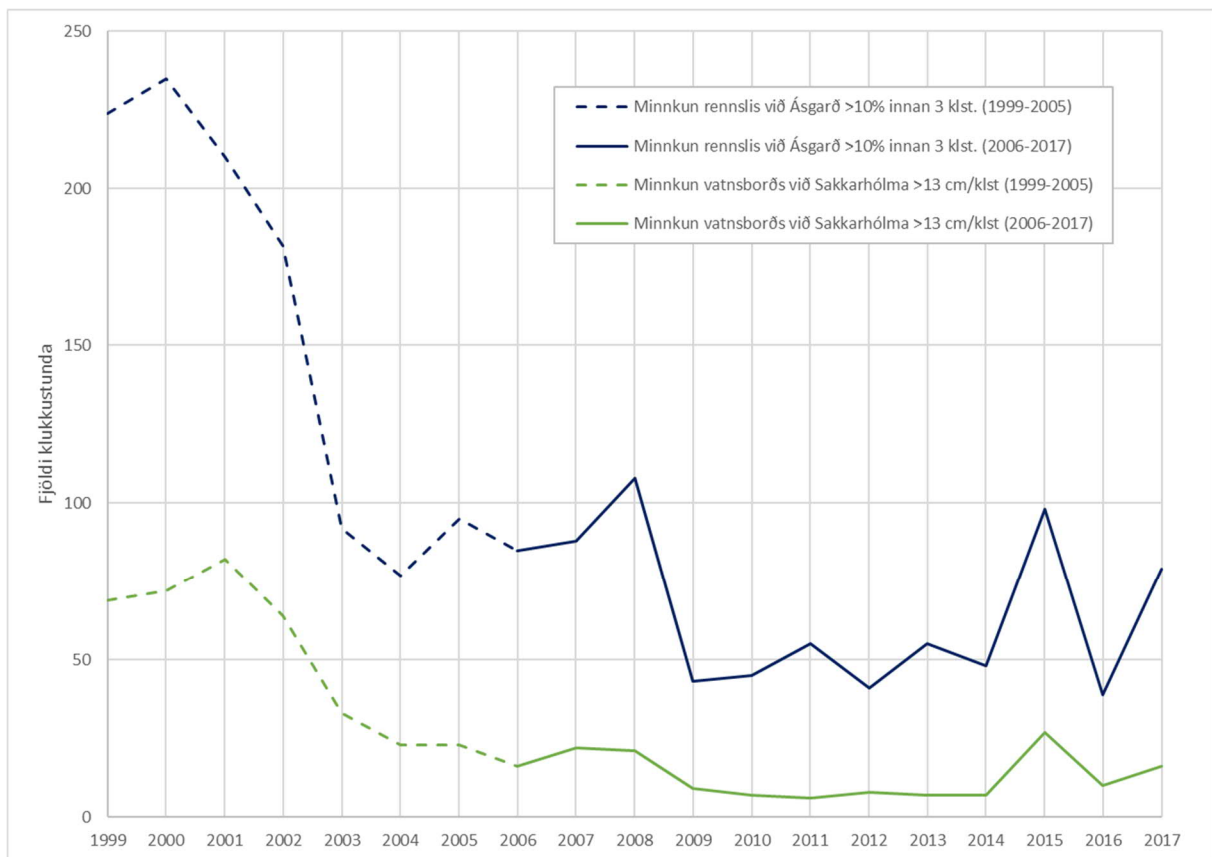
¹⁸ Laufey B. Hannesdóttir. 2007. Rennslis Sogs og vatnshæð í Þingvallavatni, Úlfjótavatni, Írafosslóni og Álftavatni. Landsvirkjun, LV-2007/052.

¹⁹ Stuðlar úr sendum gögnum frá Laufeyju B. Hannesdóttur, tölvupóstur dags. 9.10.2018.

ár, ef frá er talið árið 2015 sem sker sig úr, rétt eins og þegar skoðuð eru þau tilfelli þar sem rennsli í Sogi við Ásgarð minnkar um meira en 10% á 3 klst.

Tafla 5.1 Fjöldi klukkustunda þar sem vatnshæð við Sakkarhólma minnkar um meira en 13 cm/klst., bæði fyrir 2006-2017 og til samanburðar 1999-2005.

Ár	Vatnshæð minnkar >13 cm/klst. Fjöldi klst.
1999	69
2000	72
2001	82
2002	64
2003	33
2004	23
2005	23
2006	16
2007	22
2008	21
2009	9
2010	7
2011	6
2012	8
2013	7
2014	7
2015	27
2016	10
2017	16



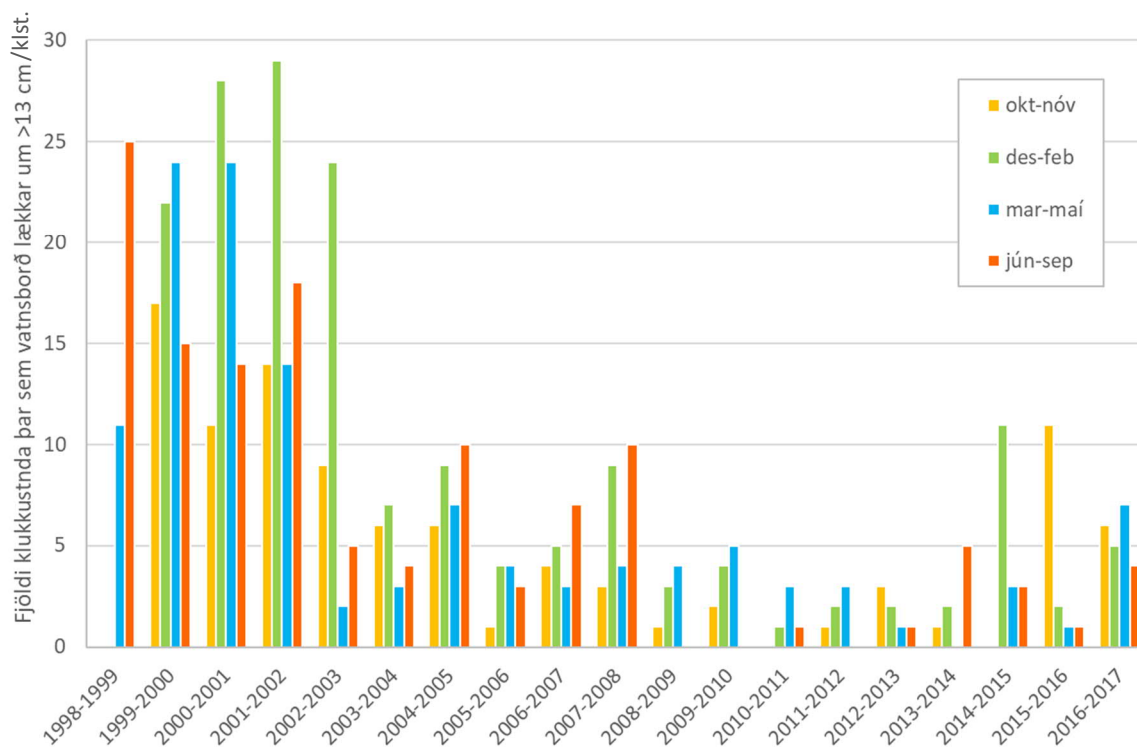
Mynd 5.2 Fjöldi klukkustunda þar sem vatnshæð við Sakkarhólma lækkar um meira en 13 cm/klst. Fjöldi klukkustunda þar sem minnkun rennslis er >10% á 3 klst. er sýndur til samanburðar.

5.3 Hraðabreytingar á mismunandi tímabilum innan árs

Til að greina frekar hraðabreytingar á ákveðnum tímabilum innan ársins var horft til lífsferils laxfiska í ánni. Er þar miðað við að hrygning laxfiska geti átt sér stað í október til nóvember. Í framhaldi eru hrogn grafin í mölina þar sem þau eru fram að klaki, eða frá og með desember til febrúar. Klak hrogn gæti síðan hafist í mars og þá fara kvikpokaseiði að skríða upp úr mölinni. Smáseiði geta síðan verið að taka upp fæðu af botni árinna í byrjun júní. Í töflu 5.2 og mynd 5.3 er samantekt á fjölda klukkustunda þar sem vatnshæð við Sakkarhólma lækkar meira en 13 cm/klst. á þeim tímabilum sem tilgreind eru hér að ofan.

Tafla 5.2 Fjöldi klukkustunda sem vatnshæð við Sakkarhólma lækkar um 13 cm/klst. eða meira, flokkað eftir tímabilum er taka mið af lífsferli laxfiska í ferskvatni. Greining fyrir tímabilið 2006-2017 og til samanburðar 1999-2005.

Ár	okt-nóv	des-feb	mar-maí	jún-sep
1998-1999	-	-	11	25
1999-2000	17	22	24	15
2000-2001	14	28	24	14
2001-2002	9	29	14	18
2002-2003	6	24	2	5
2003-2004	6	7	3	4
2004-2005	1	9	7	10
2005-2006	4	4	4	3
2006-2007	3	5	3	7
2007-2008	1	9	4	10
2008-2009	2	3	4	0
2009-2010	0	4	5	0
2010-2011	1	1	3	1
2011-2012	3	2	3	0
2012-2013	1	2	1	1
2013-2014	0	2	0	5
2014-2015	11	11	3	3
2015-2016	6	2	1	1
2016-2017	1	5	7	4



Mynd 5.3 Fjöldi klukkustunda þar sem vatnshæð við Sakkarhólma lækkar um meira en 13 cm/klst. skipt eftir tímabilum innan árs.

5.4 Vatnsborðsbreytingar við Sakkarhólma, greining verstu tilvika

Hægt er að greina breytingar á vatnsborði Sogs við Sakkarhólma meðal annars með því að skoða hæstu og lægstu gildi vatnsborðs innan sólarhrings og greina mismun þeirra á milli. Sé miðað við árin 2006-2017, þá er meðalmismunur innan sólarhrings mismunandi eftir mánuðum. Meðaltal mismunar hæsta og lægsta vatnsborðs innan sólarhrings er hæst í janúar, 10,4 cm og lægst í júlí, 4,6 cm.

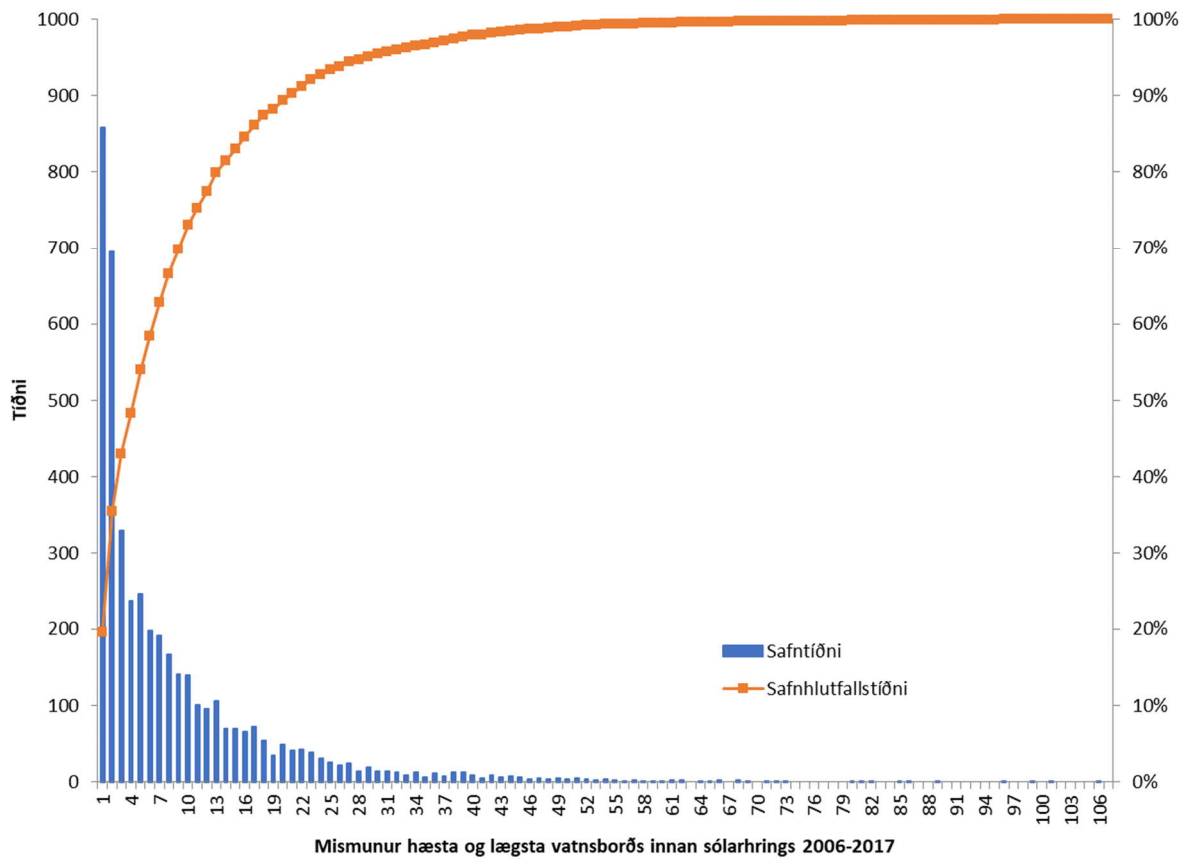
Í helmingi tilvika er munur á vatnshæð innan sólarhrings 5 cm eða minna. Í 90% tilvika er munurinn 21 cm eða minni eins og mynd 5.4 sýnir. Þar sést einnig að mesti munur vatnshæðar innan sólarhrings er 105 cm. Með því að leita uppi verstu tilvik má jafnframt greina hvenær þau eiga sér helst stað, t.d. innan sólarhringsins (í birtu eða myrkri) eða innan ársins.

Ef rýnt er í niðurstöður á mynd 5.4 er unnt að finna gildi sem skera sig úr og skoða tímasetningar sem þar liggja að baki og greina enn betur en hér er gert, t.d. með tilliti til mögulegs ótíltækis véla, veðurfars, birtu eða annars.

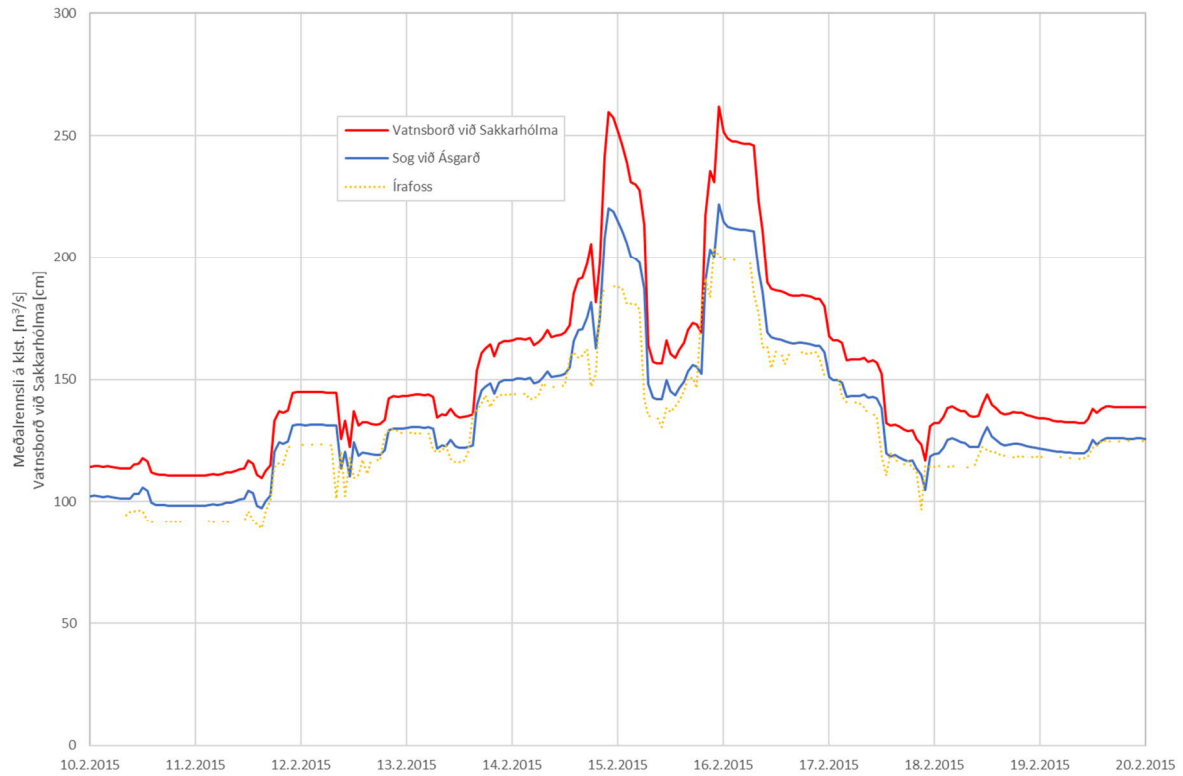
Dæmi um atburð þar sem finna má tvö mjög há samliggjandi gildi mismunar vatnshæðar innan sólarhrings, en það er dagana 14. og 15. febrúar 2015. Fyrri daginn sveiflast vatnsborð mest um 95 cm og seinni daginn mest um 105 cm. Mynd 5.5 sýnir hvað gerist þessa daga en þar er meðalrennsli við Ásgarð í Sogi og samanlagt framhjárennsli og rennsli um vélar Írafossstöðvar borið saman við vatnsborðsbreytingar í Sogi við Sakkarhólma. Sjá má af myndinni að mesta hækkun og lækkun eru nokkuð skarpar breytingar en mesta breytingin verður þegar rennsli er nokkuð mikið eða um og yfir 150 m³/s. Því má telja að líkur á að seiði fari á þurrt við lækkun vatnsborðsins í þessum atburði séu litlar.

Frá 12. – 17. febrúar 2015 lækkar vatnsborð í samtals 7 klst. um 13 cm/klst. eða meira. Til að setja þennan atburð í samhengi, með því að skoða töflu 5.1, má sjá að 7 klst. er afar nærri meðalfjölda klukkustunda ár hvert þar sem lækkun vatnsborðs mælist 13 cm/klst. árin 2009-2014. Skoðun gagna leiðir í ljós að á árunum 2009-2014 verða aldrei fleiri en tvær klukkustundir innan sömu vikunnar þar sem lækkun verður meiri en 13 cm/klst.

Á árunum sem á eftir koma, 2015-2017, fjölgar þessum klukkustundum þar sem vatnsborð við Sakkarhólma lækkar um 13 cm/klst. eða meira, eins og sést í töflu 5.1. Þar má greina atburði þar sem vatnsborð lækkar um 13 cm/klst. í samtals 5 klst. 13. – 15. október 2016, og í 4 klst. 6. – 7. apríl 2017.



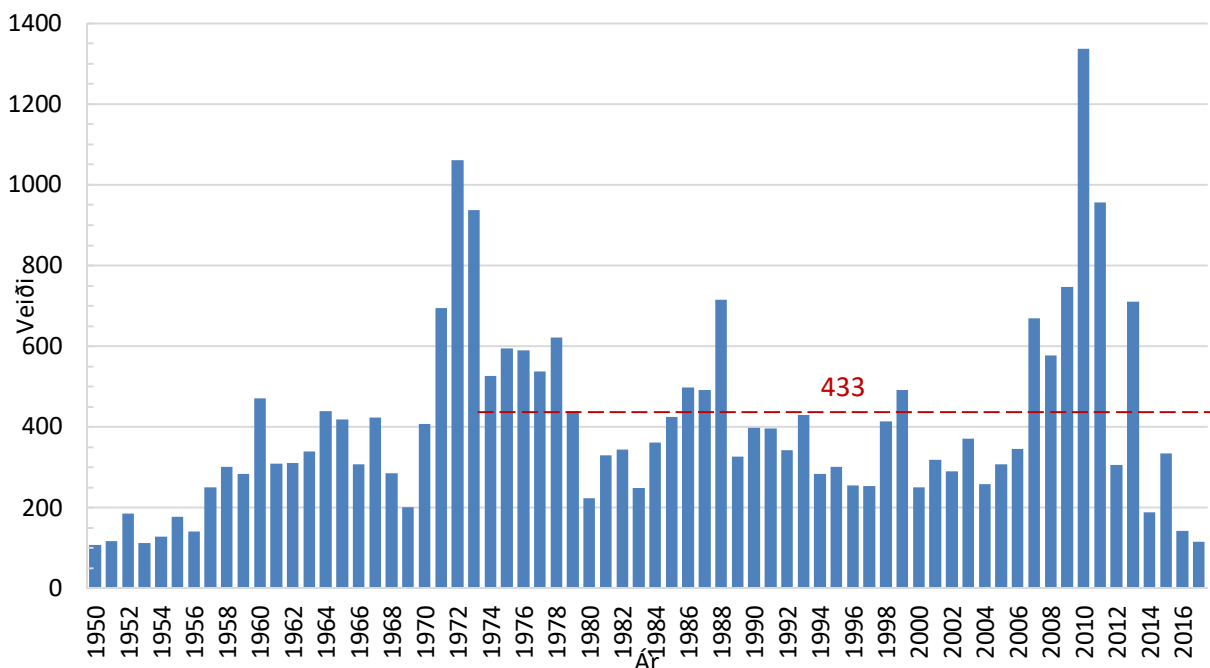
Mynd 5.4 Dreifing mismunar hæsta og lægsta vatnsborðs (cm) innan sólarhrings við Sakkarhólma.



Mynd 5.5 Rennsli við Ásgarð í Sogi 10. – 20. febrúar 2015 og samanlagt stöðvar- og framhjärennsli við Írafoss til samanburðar. Einnig áætlað vatnsborð við Sakkarhólma.

6 Lax og silungsveiði í Sogi

Stangveiði í Sogi á árunum 1950 til 2017 er sýnd á mynd 6.1. Meðalveiði á tímabilinu 1974 til 2017 var 433 laxar. Laxveiði var töluvert yfir meðalveiði á árunum 2010 og 2011, en þá veiddust 1.337 og 955 laxar. Á undanförunum árum hefur laxveiði verið fremur lítil samkvæmt skráningum í veiðibækur. Í skýrslu Hafrannsóknastofnunar um fisk- og smádyrarrannsóknir í Sogi á árinu 2017 kemur fram að veiðiskráning í Sogi hafi verið slök undanfarin ár, en það geti að hluta til skýrt lægri veiðitölur.²⁰ Í skýrslunni er bent á þá varúðarráðstöfun að á meðan seiðapétteleiki í ánni er slakur og laxveiði er lítil sé rétt að sleppa sem mestu af þeim laxi sem veiðist aftur í ánni, í þeim tilgangi að auka fjölda þeirra fiska sem hrygna. Samkvæmt upplýsingum frá Hafrannsóknastofnun hefur hlutfall þeirra laxa sem veiðast og sleppt er aftur í ánni farið vaxandi á síðustu árum. Síðastliðin fimm ár hefur hlutfall slepptra laxa verið á bilinu 27-43%.



Mynd 6.1 Skráð laxveiði í Sogi á árunum 1950 til 2017. Lárétt lína sýnir skráða meðalveiði á tímabilinu 1974 til 2017, sem var 433 laxar. Gögn eru frá Hafrannsóknastofnun.

Auk lax veiðist einnig bleikja og urriði í Sogi en skráning á þeirri veiði er ekki góð og samanburður á silungsveiði því erfiður á milli ára. Sérstakt silungsveiðitímabil hefur verið í Sogi á vorin.²¹ Samdráttur hefur verið í bleikjuveiði í Sogi en það er í takt við veiði á bleikju í öðrum ám á landinu frá því um árið 2000.²²

²⁰ Magnús Jóhannsson og Benóný Jónsson. 2017. Niðurstöður fisk- og smádyrarrannsókna í Sogi árið 2017. Hafrannsóknastofnun, HV 2018-04. Landsvirkjun, LV-2018-025.

²¹ Magnús Jóhannsson, Guðni Guðbergsson og Jón S. Ólafsson. 2011. Lífríki Sogs. Samantekt og greining á gögnum frá árunum 1985-2008. Veiðimálastofnun, VMST/11049. Landsvirkjun, LV-2001/089.

²² Magnús Jóhannsson og Benóný Jónsson. 2014. Fiskrannsóknir í Sogi og þverám þess árið 2013. Veiðimálastofnun, VMST/14005. Landsvirkjun, LV-2014-046.

7 Niðurstöður

Við rekstur aflstöðvanna í Sogi hefur verið leitast við að stýra vatnsborði lóna og rennsli Sogs innan fastbundinna takmarkana.

Í þessari samantekt hefur verið farið yfir hvernig það hefur tekist og sérstaklega skoðað hvort tekist hafi að fækka tilfellum þar sem rennsli, vatnsborð eða hraði rennslisbreytinga fer út yfir viðmiðunarmörk.

Vatnsborð Þingvallavatns

Vatnsborði Þingvallavatns hefur verið haldið mjög stöðugu undanfarin ár. Frávik frá neðri viðmiðunarmörkum teljast vart og frávik frá efri viðmiðunarmörkum eru engin árin 2009, 2014 og 2016. Þegar vatnsborð mælist yfir hámarki er frávik lítið, 1-3 cm og í undantekningartilfellum 4-8 cm.

Rennsli í Sogi

Rennsli í Sogi er yfirleitt nokkuð stöðugt árið um kring, en hraði breytinga á rennsli og vatnshæð er hins vegar í einhverjum tilvikum nokkuð meiri en leiðbeiningar gera ráð fyrir. Við greiningu á rennsli í Sogi við Ásgarð eru gögn allt aftur til ársins 1999 tekin með til samanburðar til að greina þróun í rennsli og hraða breytinga í rennsli árinna.

Hraði rennslisbreytinga

Hraði rennslisbreytinga hefur verið metinn með því að skoða mismun rennslisgilda á milli þriggja tímaskrefa, allt aftur til ársins 1999. Tilvikum þar sem breytingum á rennsli, hvort heldur sem er til aukningar eða til minnkunar, hefur farið fækkandi frá 1999. Breytingarnar eru sveiflukenndar á milli ára en þróunin er á þá leið að frávikum hefur fækkað. Um það bil 0,5 – 1,5% gilda hvers árs eru yfir 10% viðmiði í rennslisaukningu og um 0,5 til rúmlega 1% gilda hvers árs eru yfir 10% í rennslisminnkun.

Viðmið um hámarks- og lágmarksrennsli

Rennsli í Sogi við Ásgarð fer vart undir lágmarksviðmið 70 m³/s en fjöldi tilvika þar sem rennsli fer yfir hámarksviðmið 150 m³/s sveiflast á milli ára. Tilfelli eru fæst á árunum 1999, 2005 og 2009-2011 en flest árin 2004 og 2006. Fjöldi tilvika hefur farið vaxandi frá 2013 til 2017. Fari rennsli yfir hámarksviðmið, þá fara rúm 60% þeirra gilda ekki yfir 160 m³/s. Flest tilvik greinast í febrúar, október og desember og fæst yfir hásumarið.

Áhrif rennslisbreytinga á lífsskilyrði í ám

Umfangsmiklar rannsóknir á áhrifum hraðra rennslisbreytinga hafa verið gerðar í Noregi sem leitt hafa í ljós neikvæð áhrif á lífsskilyrði botndýralífs og laxfiska. Niðurstöður benda enn fremur til að hraði breytingarinnar og vatnsborðslækkun innan klukkustundar sem og tímasetning slíkra atburða getur skipt verulegu máli.

Vatnsborðsbreytingar við Sakkarhólma

Fjöldi tilvika þar sem vatnsborð lækkar um meira en 13 cm/klst. í Sogi við Sakkarhólma er talinn saman með hliðsjón af rennslislykli sem settur var fram í skýrslu Landsvirkjunar frá 2007. Fjöldi þeirra tilvika þar sem vatnshæð minnkar of hratt hefur heilt yfir farið minnkandi frá árinu 1999. Þessi tilvik eru einnig tekin saman fyrir einstök tímabil með tilliti til lífsferils laxfiska og þar er þróunin á sama veg, frávikum fækkar frá því sem var um aldamót, fyrir utan veturinn 2014 til 2015 sem sker sig raunar úr hvað þetta varðar.

Stangveiði í Sogi

Stangveiði í Sogi á undanförunum árum hefur verið nokkuð undir meðalveiði ef tekið er mið af tímabilinu frá 1974 til 2017 sem var 433 laxar, en talið er að skráningu á veiði sé nokkuð ábótavant. Hlutfall þeirra veiddra laxa sem sleppt er aftur í ána hefur farið vaxandi og var á bilinu 27-43% á síðustu fimm árum. Bent hefur verið á að það sé góð varúðarráðstöfun að sleppa sem mestu af veiddum laxi í þeim tilgangi að auka fjölda þeirra laxa sem hrygna í ánni, sérstaklega þegar seiðabættleiki er lágur og laxveiði er lítil.

Til umhugsunar

Ástæða gæti verið til að skoða frekar einstök tilvik vatnsborðsbreytinga þegar mikill munur er á vatnsborði innan sólarhrings og þá sérstaklega með áherslu á tilvik þegar rennsli er tiltölulega lítið.

Ekki hefur verið skoðað hvernig veðurfar og stórir afrennslisatburðir í kjölfar úrkomu og leysinga hafa haft áhrif á rennslið í Sogi. Á meðan vatnsborði Þingvallavatns er haldið innan þröngra marka minnka möguleikar á að nýta stærð þess til að hafa áhrif á rennslissveiflur í Sogi vegna stórra úrkomu- og/eða leysingaatburða.

Ljóst er að botn árinna við mælistað vatnshæðar við Ásgarð er breytilegur, einkum vegna setflutnings en einnig vegna gróðurmyndunar. Því er æskilegt að finna mælistaðnum nýjan og betri stað.

Full þörf er á að huga vel að stýringum á rennsli við aflstöðvarnar í Sogi með það að markmiði að ná tilvikum utan þeirra viðmiða um rennslisbreytingar sem Landsvirkjun hefur sett sér, enn frekar niður en þegar hefur verið gert.

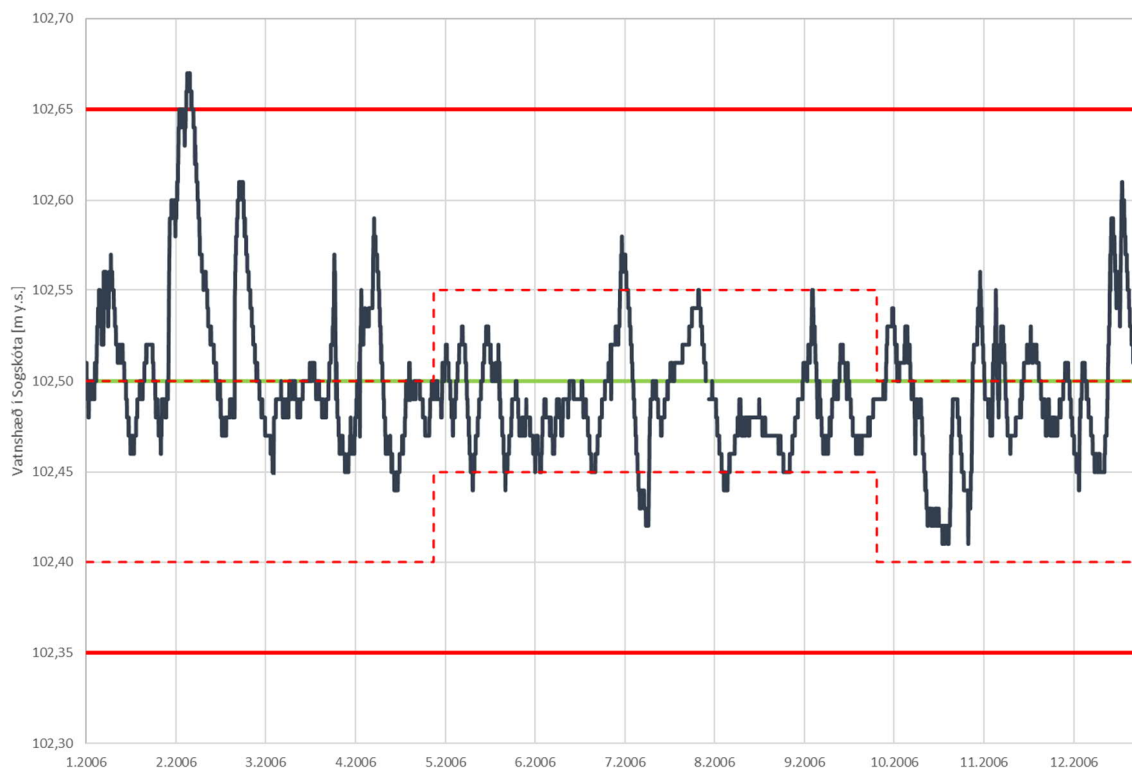
8 Heimildir

- Forseth, T. & Harby, A. (eds.). 2014. Handbook for environmental design in regulated salmon rivers. - NINA Special Report 53.
- Harby, A. et al. 2004. Raske vannstandsendinger i elver. – Virkninger på fisk, bunndyr og begroing. Lokaskýrsla úr verkefninu: “Konsekvenser av effectkjøring på økosystemer i rennende vann”. SINTEF. Energiforskning Trondheim AS
- Harby, A. og J. Bogen (red). 2012. Miljøkonsekvenser av raske vannstandsendinger. Norges vassdrags- og energidirektorat.
- Landsvirkjun. Fastbundnar takmarkanir fyrir Sogsstöðvar. LEI-76. Útgáfa 9.
- Landsvirkjun. 2007. Rennsli Sogs og vatnshæð í Þingvallavatni, Úlfljótsvatni, Írafosslóni og Álftavatni. LV-2007/052.
- Landsvirkjun. 2018. Samanburður á rennsli um vélar Írafoss og rennsli við Ásgarð. Minnisblað Egils Axelssonar dags. 2018-04-20.
- Laufey B. Hannesdóttir. 2007. Rennsli Sogs og vatnshæð í Þingvallavatni, Úlfljótsvatni, Írafosslóni og Álftavatni. Landsvirkjun, LV-2007/052.
- Magnús Jóhannsson og Benóný Jónsson. 2014. Fiskrannsóknir í Sogi og þverám þess árið 2013. Veiðimálastofnun, VMST/14005. Landsvirkjun, LV-2014-046.
- Magnús Jóhannsson og Benóný Jónsson. 2017. Niðurstöður fisk- og smádyrarannsókna í Sogi árið 2017. Hafrannsóknastofnun, HV 2018-04. Landsvirkjun, LV-2018-025.
- Magnús Jóhannsson, Guðni Guðbergsson og Jón S. Ólafsson. 2011. Lífríki Sogs. Samantekt og greining á gögnum frá árunum 1985-2008. Veiðimálastofnun, VMST/11049. Landsvirkjun, LV-2001/089.
- Saltveit, S.J. Et al. 2001. Field experiments on stranding in juvenile Atlantic Salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*) during rapid flow decreases caused by hydropeaking. Regulated Rivers: Research & Management. 17: 609-622.
- Saltveit, S.J. (red). 2006. Økologiske forhold i vassdrag – konsekvenser av vannføringsendinger. En sammenstilling av dagens kunnskap. Norges vassdrags- og energidirektorat.
- Veðurstofa Íslands. 2010. Flóð íslenskra vatnsfalla – flóðagreining rennslisraða. Viðbætur 2010. VÍ 2010-001.
- Veðurstofa Íslands. 2018. Flóð íslenskra vatnsfalla. Flóðagreining rennslisraða. VÍ 2018-003.
- Veðurstofa Íslands. 2018. Gagnabanki Veðurstofu Íslands, afgreiðsla nr. 2018-11-09/01.

Viðaukar

No table of contents entries found.

Viðauki 1 Vatnshæð Þingvallavatns



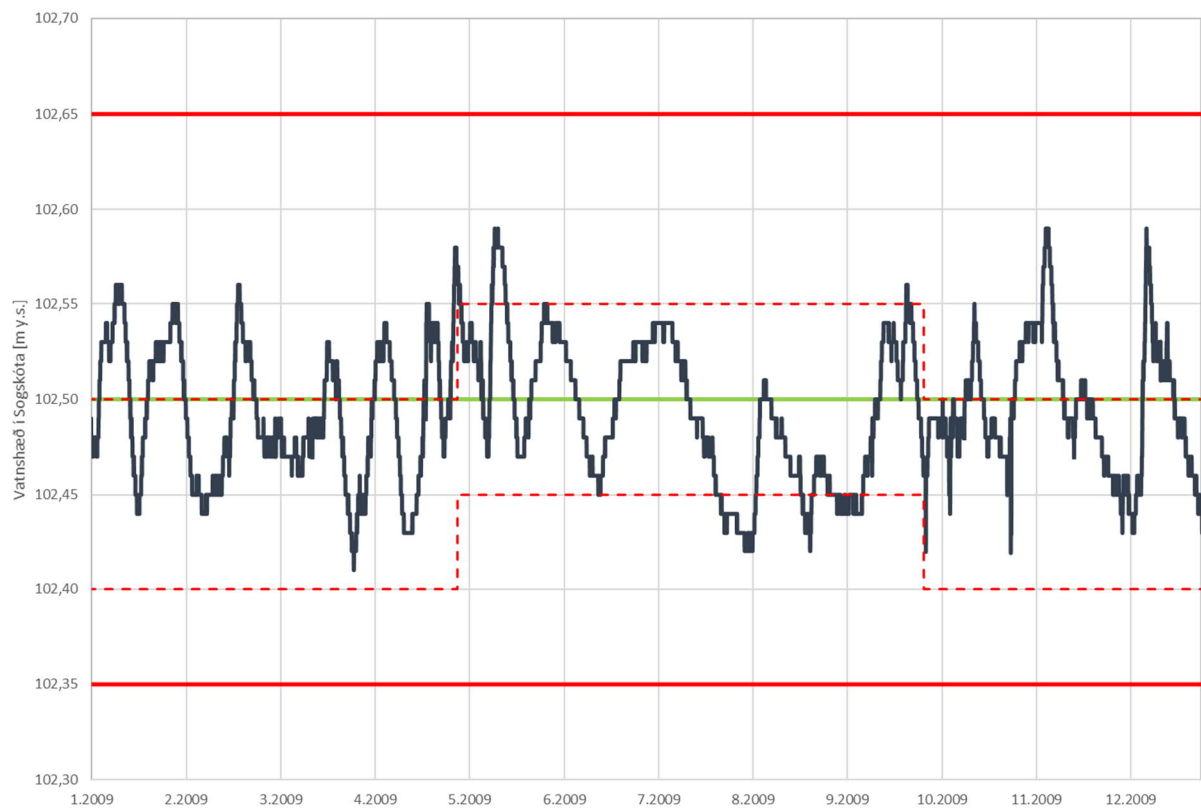
Mynd 1 Vatnshæð Þingvallavatns 2006 (blátt), óskgildi (grænt), viðmiðunarmörk (rauðar heilar línur) og reglunarsvið (rauðar brotalínur). Gögn eru úr vatnshæðarmæli Landsvirkjunar við útfall vatnsins.



Mynd 2 Vatnshæð Þingvallavatns 2007 (blátt), óskgildi (grænt), viðmiðunarmörk (rauðar heilar línur) og reglunarsvið (rauðar brotalínur). Gögn eru úr vatnshæðarmæli Landsvirkjunar við útfall vatnsins.



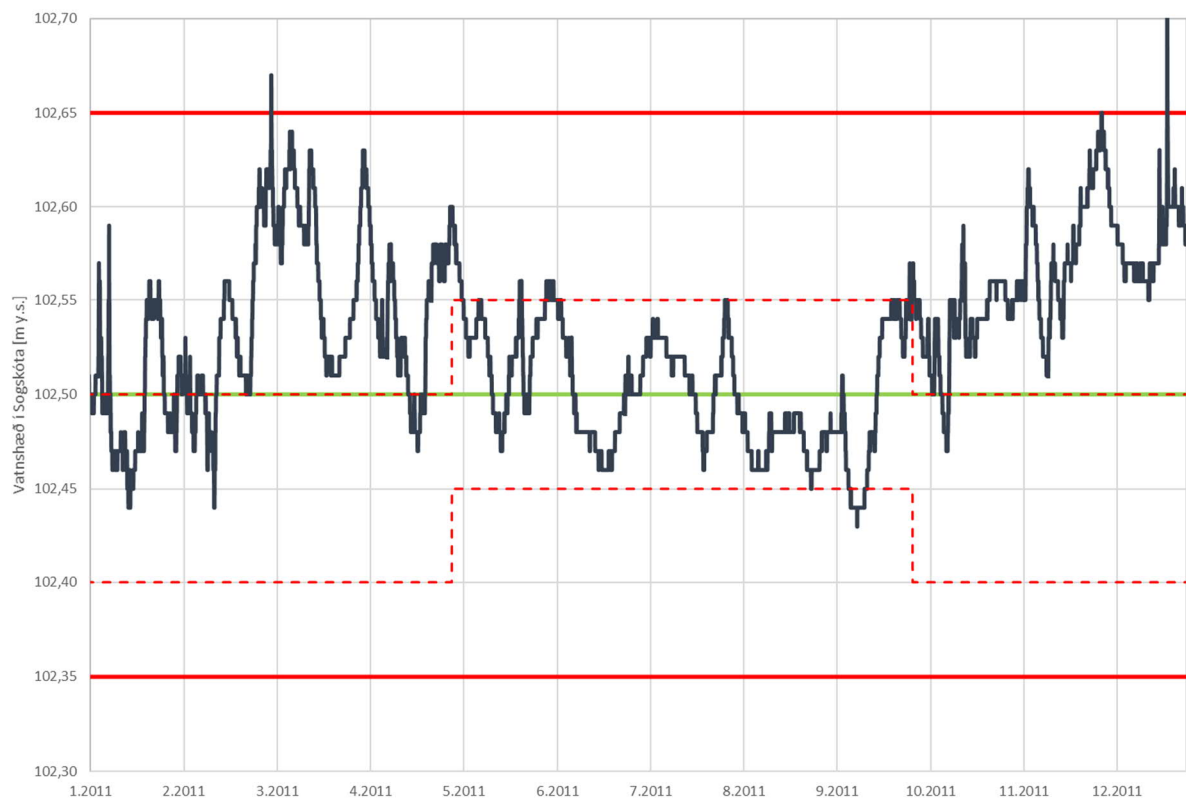
Mynd 3 Vatnshæð Þingvallavatns 2008 (blátt), óskgildi (grænt), viðmiðunarmörk (rauðar heilar línur) og reglunarsvið (rauðar brotalínur). Gögn eru úr vatnshæðarmæli Landsvirkjunar við útfall vatnsins.



Mynd 4 Vatnshæð Þingvallavatns 2008 (blátt), óskgildi (grænt), viðmiðunarmörk (rauðar heilar línur) og reglunarsvið (rauðar brotalínur). Gögn eru úr vatnshæðarmæli Landsvirkjunar við útfall vatnsins.



Mynd 5 Vatnshæð Pingvallavatns 2010 (blátt), óskgildi (grænt), viðmiðunarmörk (rauðar heilar línur) og reglunarsvið (rauðar brotalínur). Gögn eru úr vatnshæðarmæli Landsvirkjunar við útfall vatnsins.



Mynd 6 Vatnshæð Pingvallavatns 2011 (blátt), óskgildi (grænt), viðmiðunarmörk (rauðar heilar línur) og reglunarsvið (rauðar brotalínur). Gögn eru úr vatnshæðarmæli Landsvirkjunar við útfall vatnsins.



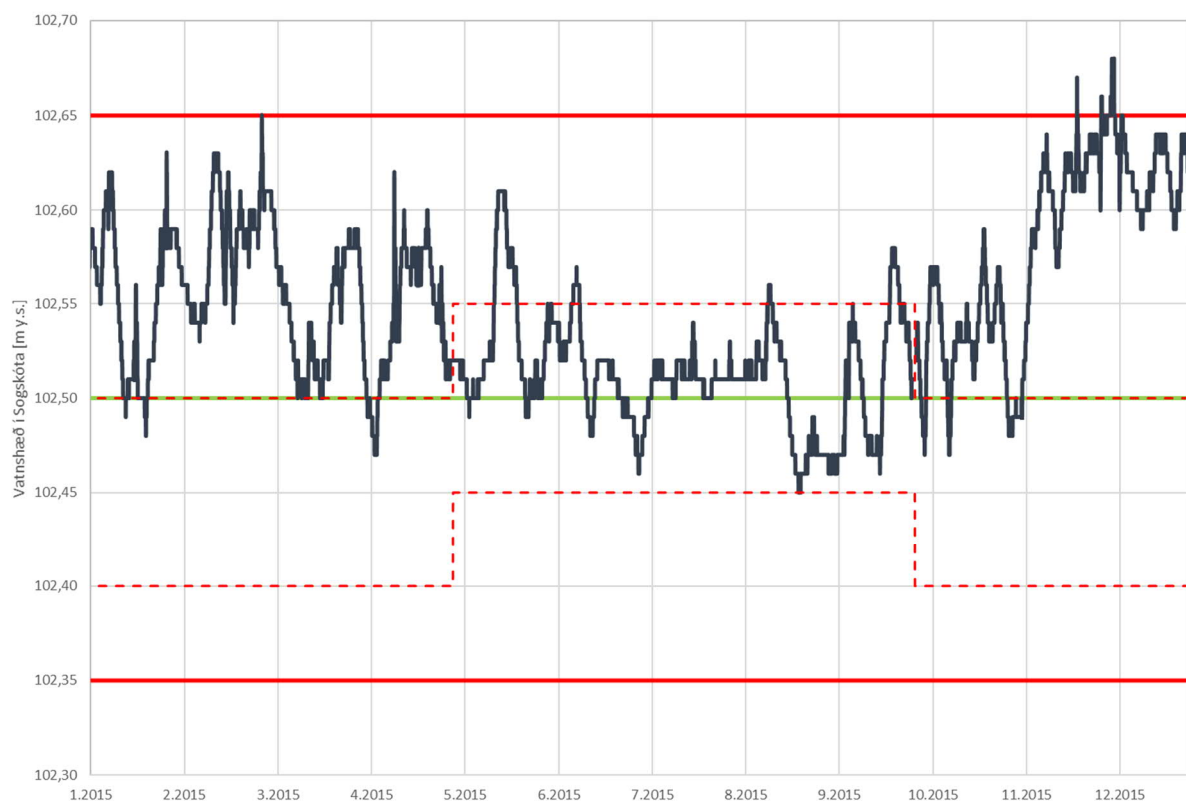
Mynd 7 Vatnshæð Þingvallavatns 2012 (blátt), óskgildi (grænt), viðmiðunarmörk (rauðar heilar línur) og reglunarsvið (rauðar brotalínur). Gögn eru úr vatnshæðarmæli Landsvirkjunar við útfall vatnsins.



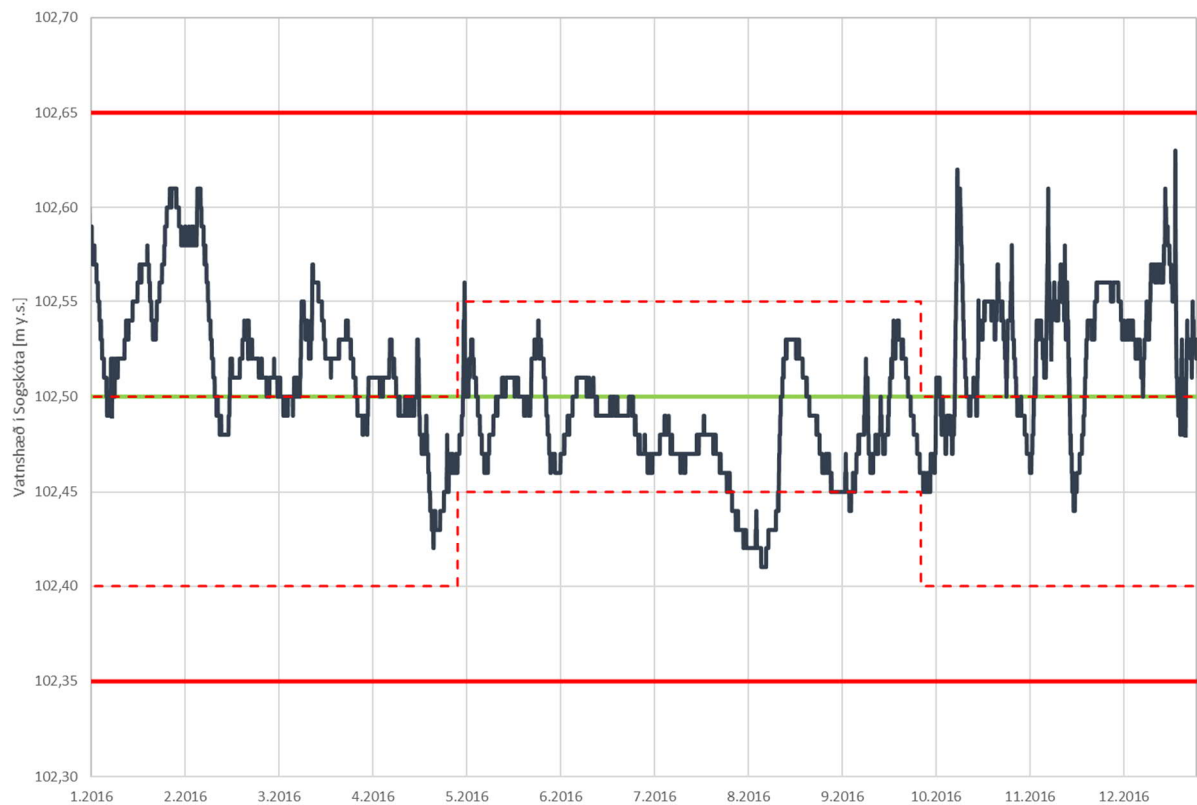
Mynd 8 Vatnshæð Þingvallavatns 2013 (blátt), óskgildi (grænt), viðmiðunarmörk (rauðar heilar línur) og reglunarsvið (rauðar brotalínur). Gögn eru úr vatnshæðarmæli Landsvirkjunar við útfall vatnsins.



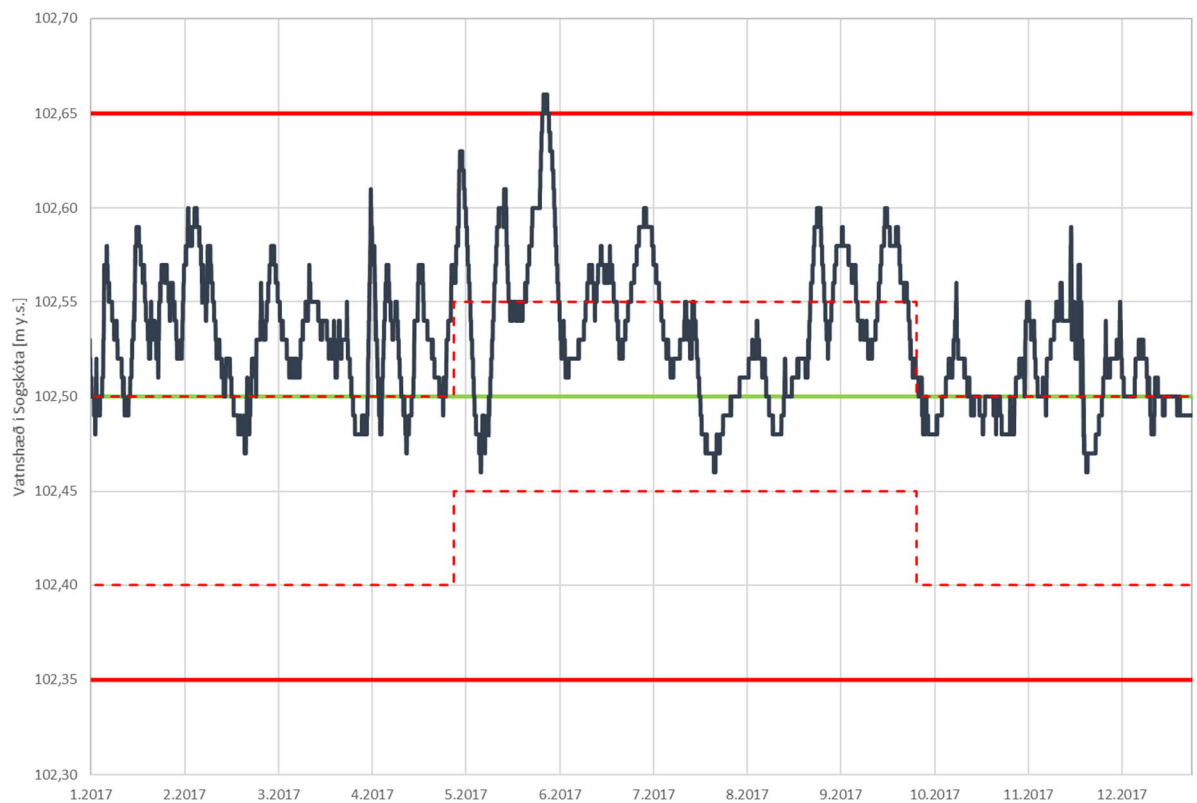
Mynd 9 Vatnshæð Þingvallavatns 2014 (blátt), óskgildi (grænt), viðmiðunarmörk (rauðar heilar línur) og reglunarsvið (rauðar brotalínur). Gögn eru úr vatnshæðarmæli Landsvirkjunar við útfall vatnsins.



Mynd 10 Vatnshæð Þingvallavatns 2015 (blátt), óskgildi (grænt), viðmiðunarmörk (rauðar heilar línur) og reglunarsvið (rauðar brotalínur). Gögn eru úr vatnshæðarmæli Landsvirkjunar við útfall vatnsins.

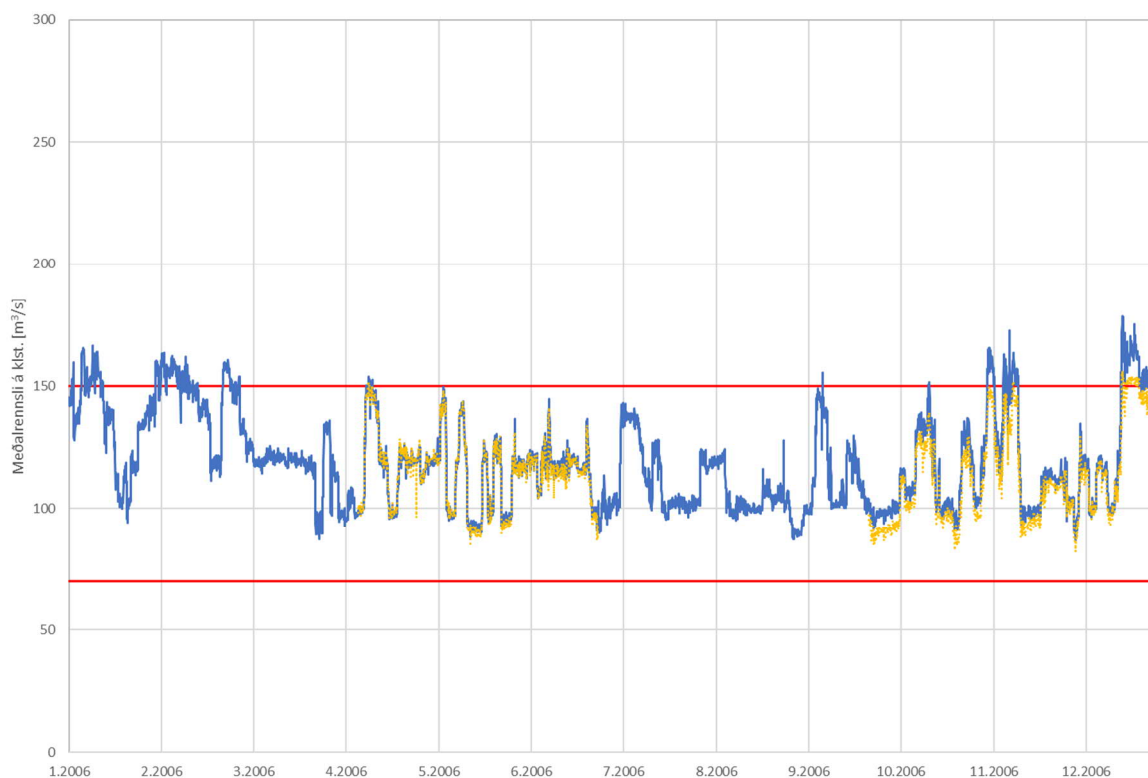


Mynd 11 Vatnshæð Þingvallavatns 2016 (blátt), óskgildi (grænt), viðmiðunarmörk (rauðar heilar línur) og reglunarsvið (rauðar brotalínur). Gögn eru úr vatnshæðarmæli Landsvirkjunar við útfall vatnsins.



Mynd 12 Vatnshæð Þingvallavatns 2017 (blátt), óskgildi (grænt), viðmiðunarmörk (rauðar heilar línur) og reglunarsvið (rauðar brotalínur). Gögn eru úr vatnshæðarmæli Landsvirkjunar við útfall vatnsins.

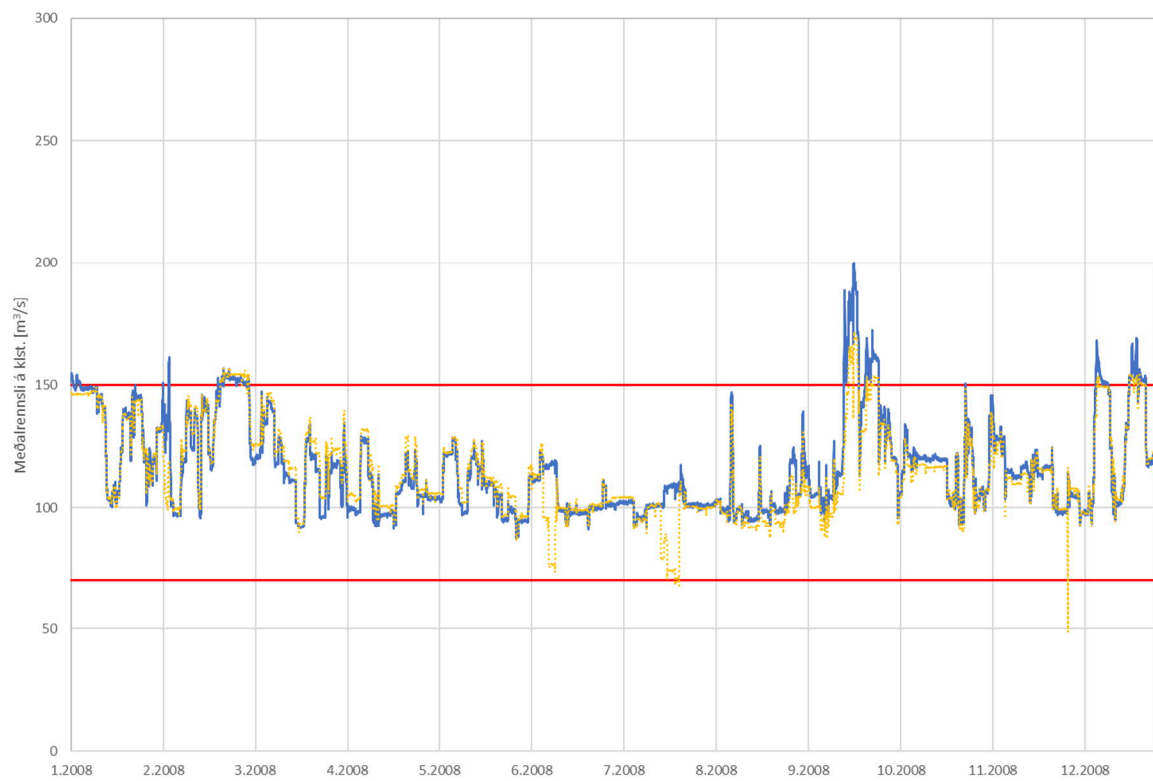
Viðauki 2 Rennsli Sogs við Ásgarð og Írafossstöð



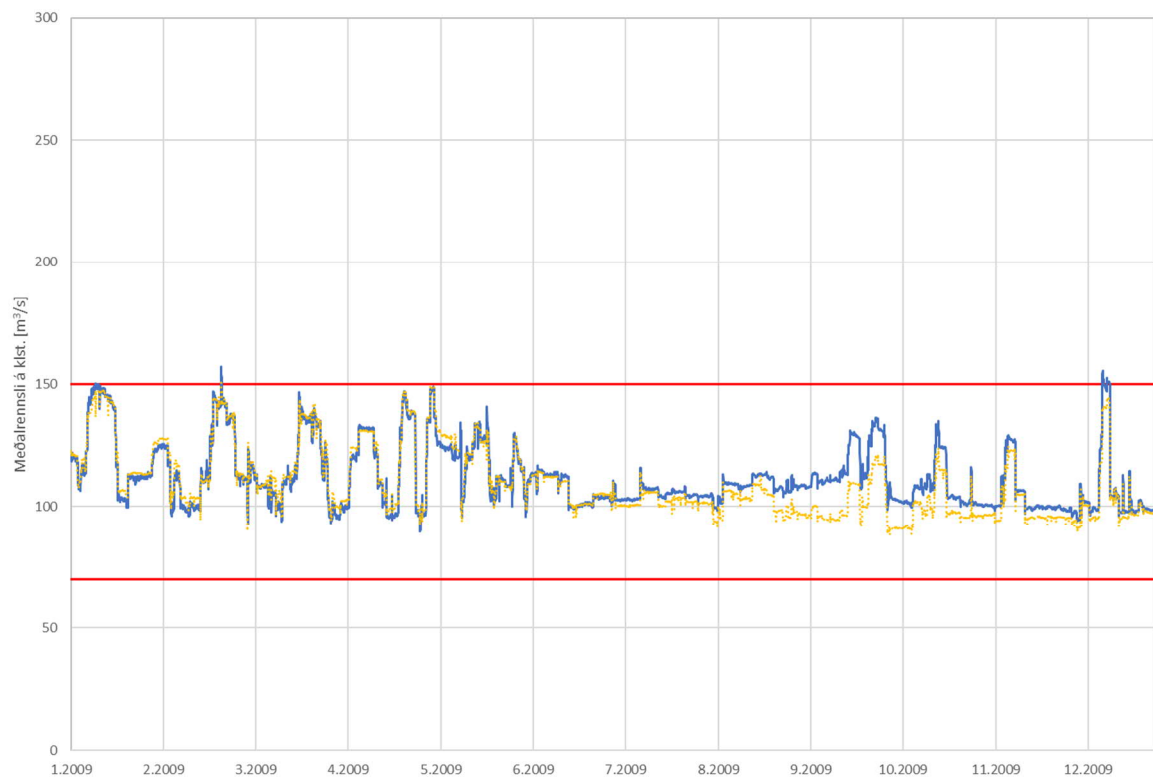
Mynd 1 Rennsli Sogs við Ásgarð 2006, Vhm 271 (blátt), samanlagt rennsli um vélar Írafossstöðvar og framhjärennslis (gult) og viðmiðunarmörk rennslis frá Írafossi (rautt).



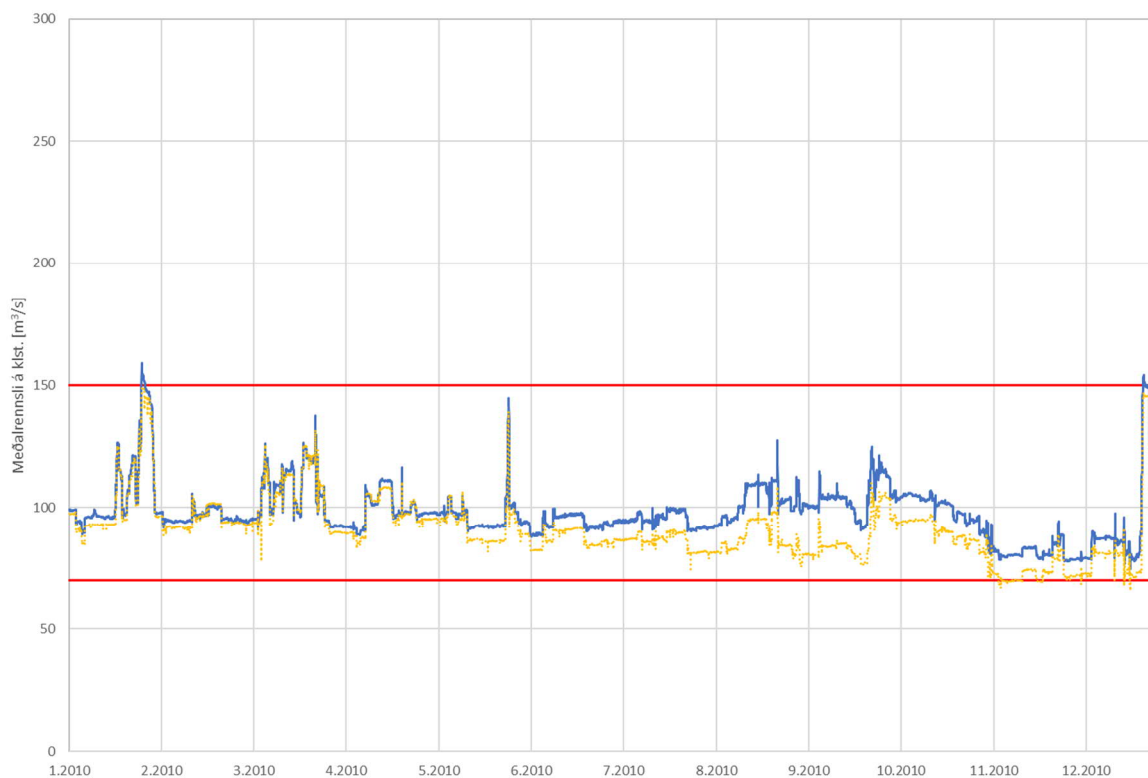
Mynd 2 Rennsli Sogs við Ásgarð, Vhm 271, árið 2007 (blátt), samanlagt rennsli um vélar Írafossstöðvar og framhjärennslis (gult) og viðmiðunarmörk rennslis frá Írafossi (rautt).



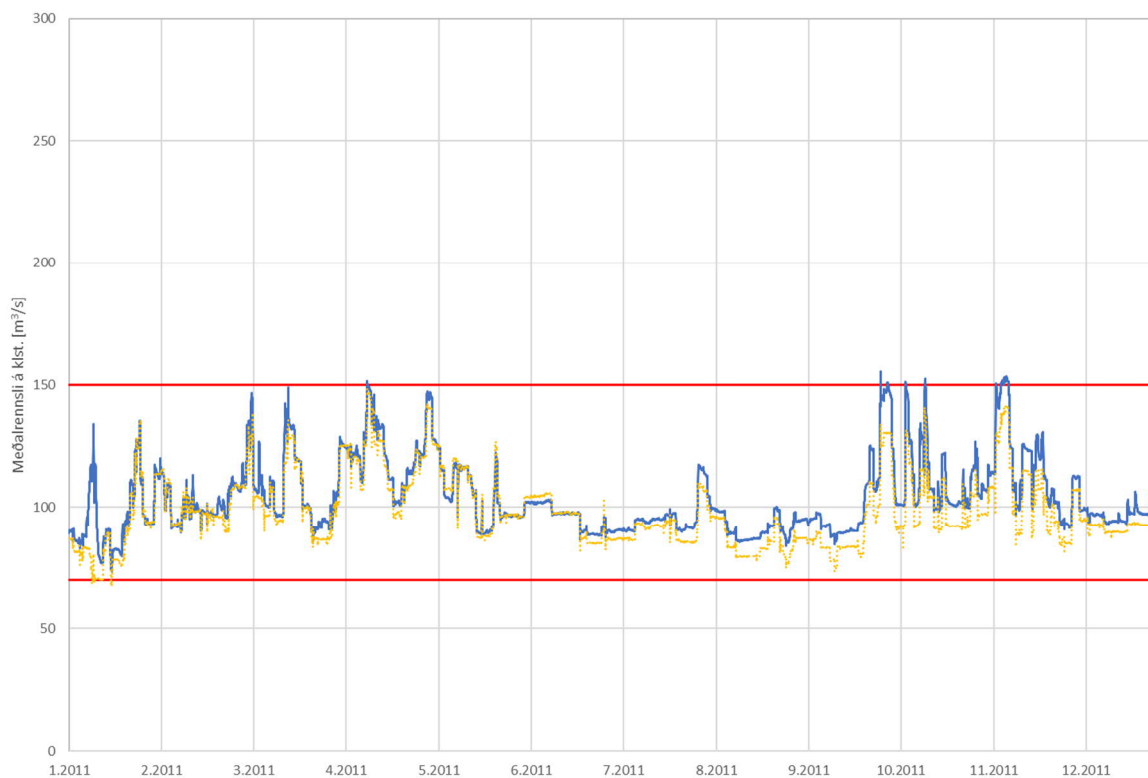
Mynd 3 Rennslí Sogs við Ásgarð, Vhm 271, árið 2008 (blátt), samanlagt rennslí um vélar Írafossstöðvar og framhjárennslis (gult) og viðmiðunarmörk rennslis frá Írafossi (rautt).



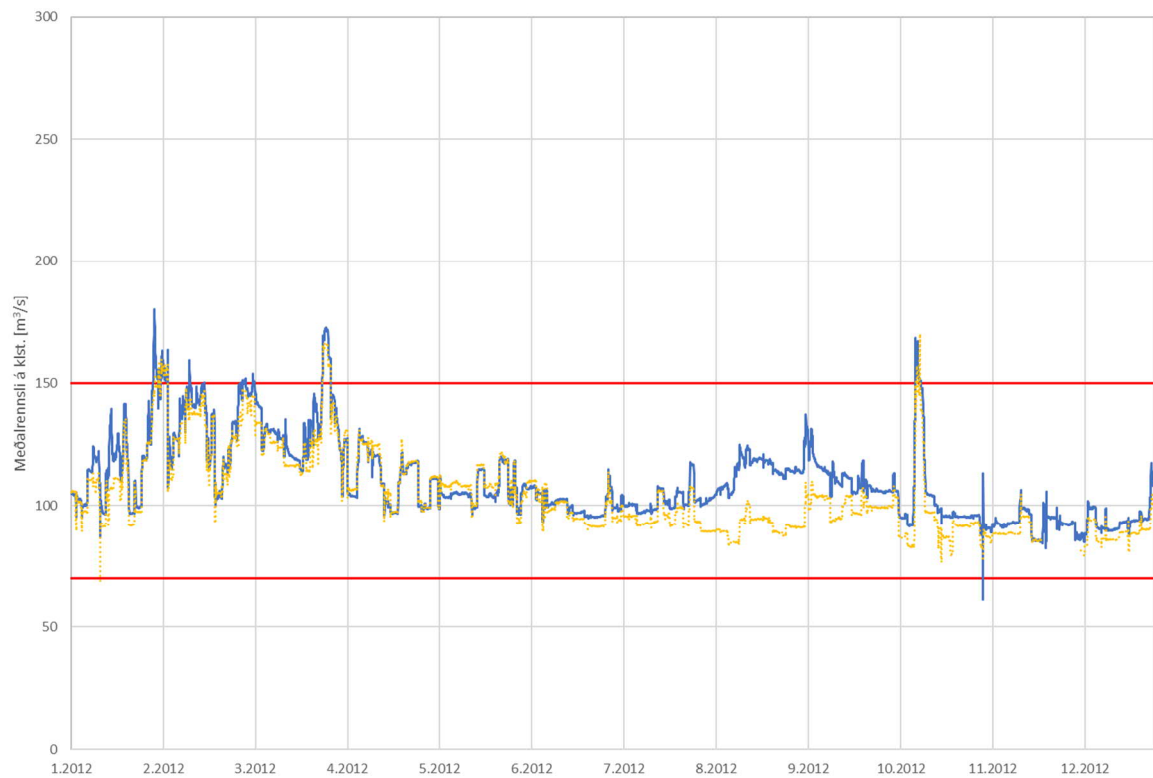
Mynd 4 Rennslí Sogs við Ásgarð, Vhm 271, árið 2009 (blátt), samanlagt rennslí um vélar Írafossstöðvar og framhjárennslis (gult) og viðmiðunarmörk rennslis frá Írafossi (rautt).



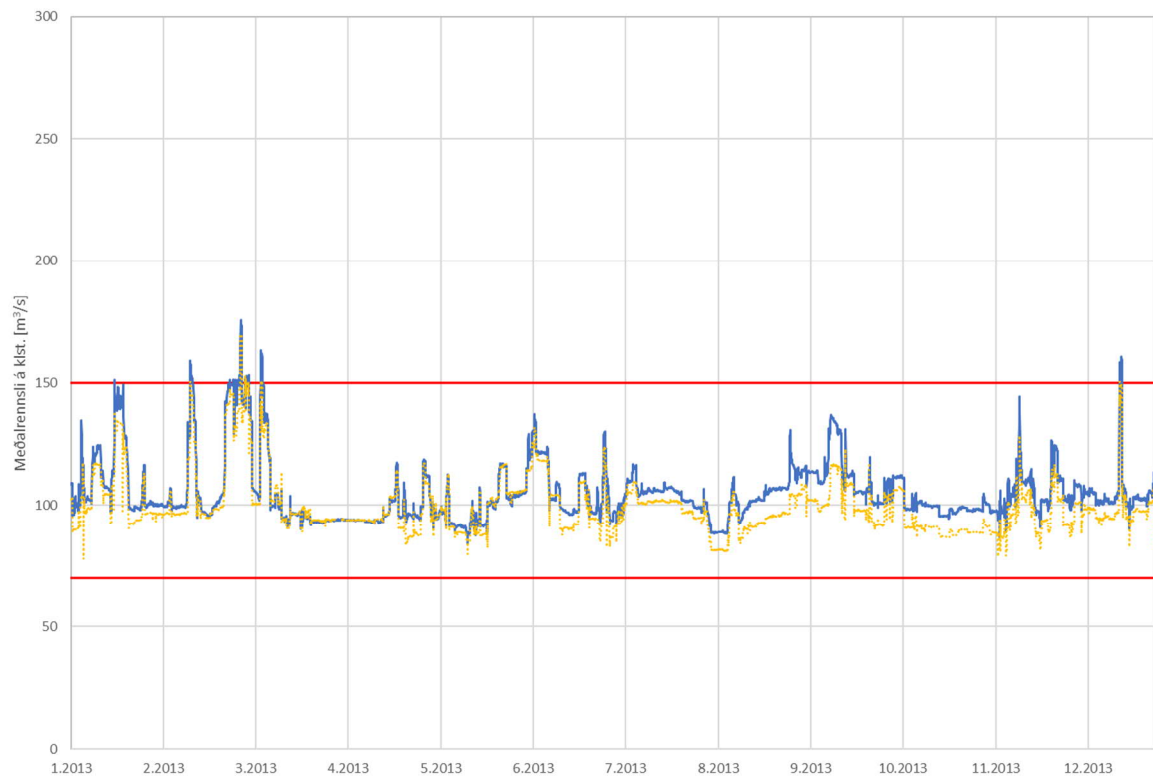
Mynd 5 Rennslí Sogs við Ásgarð, Vhm 271, árið 2010 (blátt), samanlagt rennslí um vélar Írafossstöðvar og framhjárennslis (gult) og viðmiðunarmörk rennslis frá Írafossi (rautt).



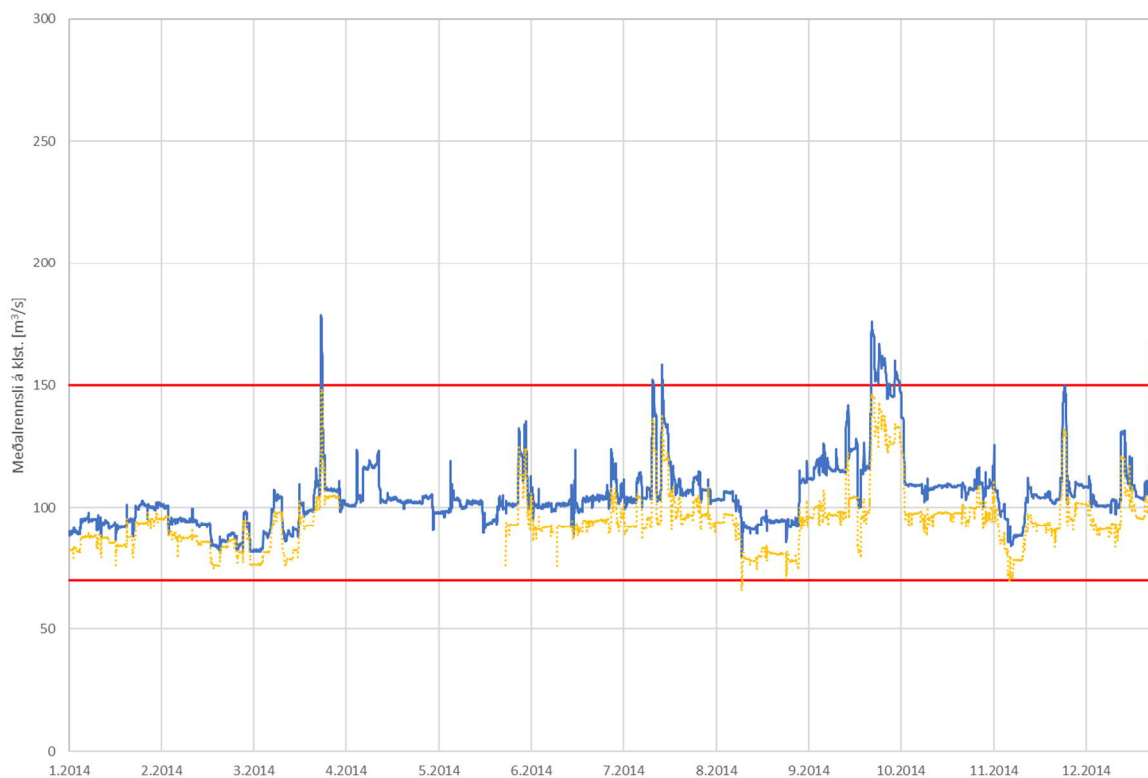
Mynd 6 Rennslí Sogs við Ásgarð, Vhm 271, árið 2011 (blátt), samanlagt rennslí um vélar Írafossstöðvar og framhjárennslis (gult) og viðmiðunarmörk rennslis frá Írafossi (rautt).



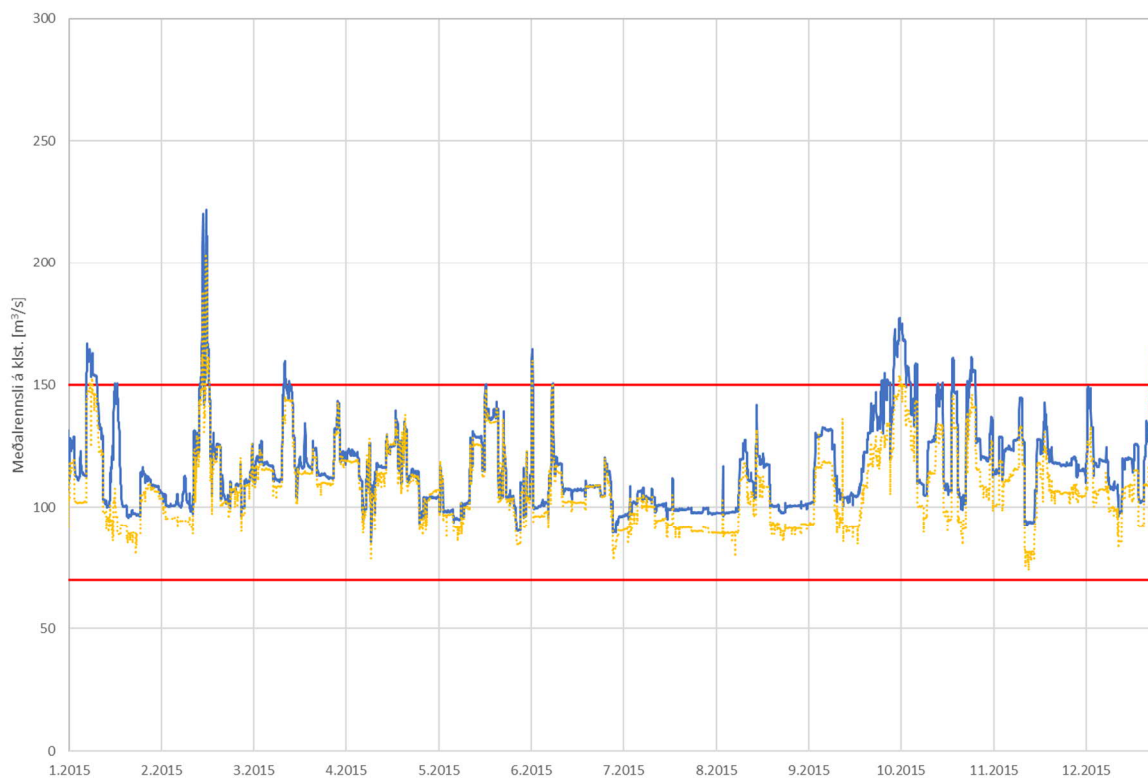
Mynd 7 Rennslí Sogs við Ásgarð, Vhm 271, árið 2012 (blátt), samanlagt rennslí um vélar Írafossstöðvar og framhjárennslis (gult) og viðmiðunarmörk rennslis frá Írafossi (rautt).



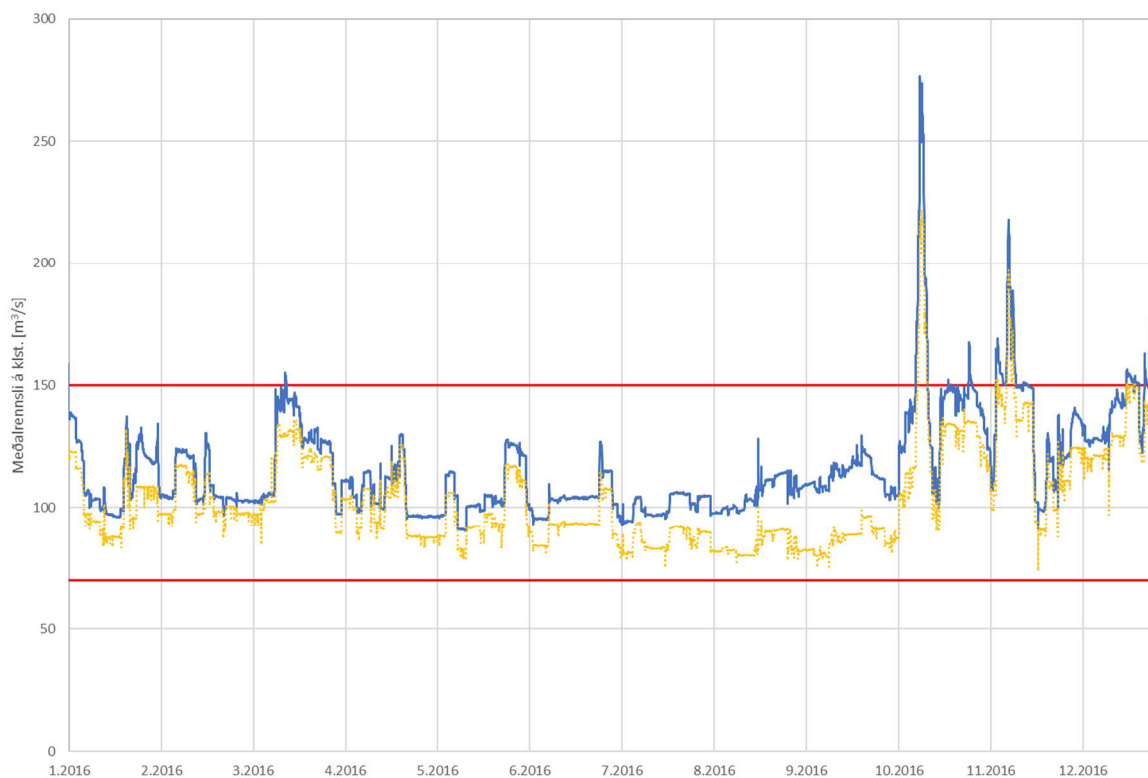
Mynd 8 Rennslí Sogs við Ásgarð, Vhm 271, árið 2013 (blátt), samanlagt rennslí um vélar Írafossstöðvar og framhjárennslis (gult) og viðmiðunarmörk rennslis frá Írafossi (rautt).



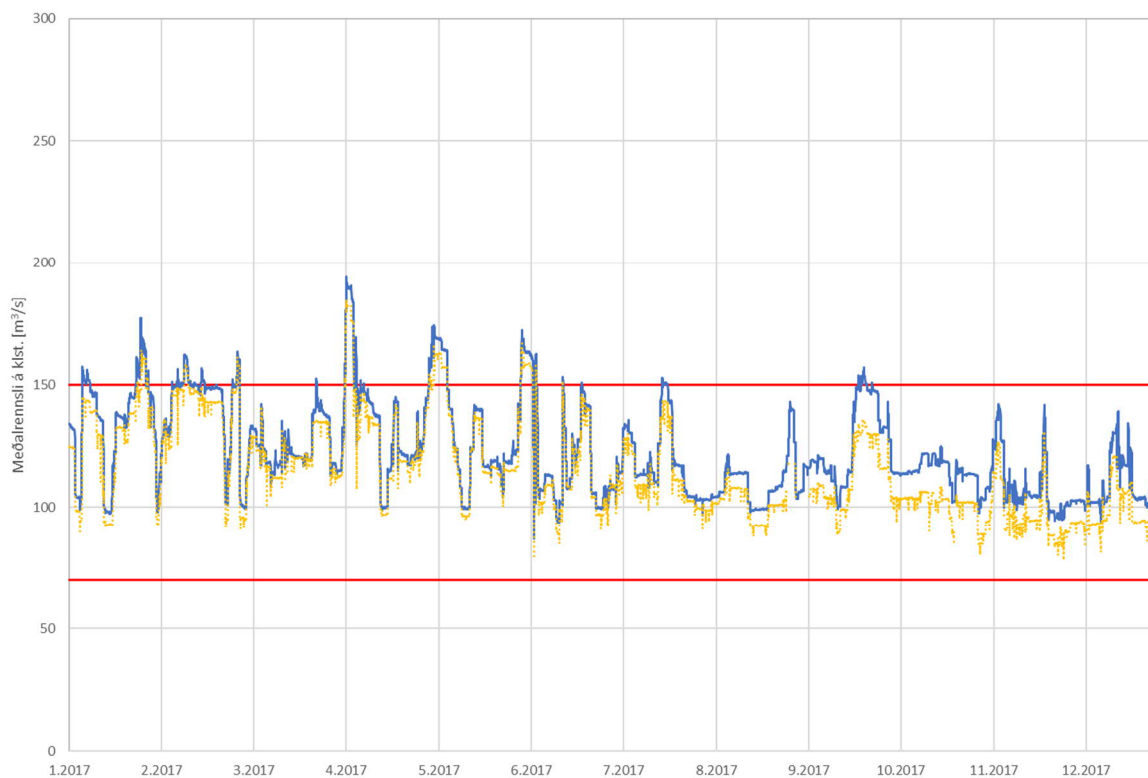
Mynd 9 Rennsli Sogs við Ásgarð, Vhm 271, árið 2014 (blátt), samanlagt rennsli um vélar Írafossstöðvar og framhjárennslis (gult) og viðmiðunarmörk rennslis frá Írafossi (rautt).



Mynd 10 Rennsli Sogs við Ásgarð, Vhm 271, árið 2015 (blátt), samanlagt rennsli um vélar Írafossstöðvar og framhjárennslis (gult) og viðmiðunarmörk rennslis frá Írafossi (rautt).



Mynd 11 Rennsli Sogs við Ásgarð, Vhm 271, árið 2016 (blátt), samanlagt rennsli um vélar Írafossstöðvar og framhjárennslis (gult) og viðmiðunarmörk rennslis frá Írafossi (rautt).



Mynd 12 Rennsli Sogs við Ásgarð, Vhm 271, árið 2017 (blátt), samanlagt rennsli um vélar Írafossstöðvar og framhjárennslis (gult) og viðmiðunarmörk rennslis frá Írafossi (rautt).



Landsvirkjun

Háaleitisbraut 68
103 Reykjavík
landsvirkjun.is

landsvirkjun@lv.is
Sími: 515 90 00

