

VÖKTUN BLAÐGRÆNU Í LÓNUM - ÁRSSKÝRSLA 2018

Sesselja Guðrún Sigurðardóttir og Aðalsteinn Örn Snæþórsson

NNA-1807

Húsavík, desember 2018



N á t t ú r u s t o f a
N o r ð a u s t u r l a n d s

EFNISYFIRLIT

Inngangur	3
Rannsóknasvæðið.....	3
Framkvæmd.....	3
Niðurstöður og umræður	4
Þakkir	7
Heimildir	8
1. viðauki	9
2. viðauki	10

INNGANGUR

Frá árinu 2010 hefur Náttúrustofa Norðausturlands séð um vöktun á lífríki Lónanna í Kelduhverfi fyrir fiskeldisfyrirtækið Rifós hf. með það að markmiði að fylgjast með mögulegum áhrifum fiskeldisins á lífríki Lónanna. Frá árinu 2013 hefur verið unnið eftir vöktunaráætlun fyrir starfsemi fiskeldisins sem samþykkt var af Umhverfisstofnun (Aðalsteinn Örn Snæpórsson 2013).

Árið 2018 voru sem fyrr gerðar vikulegar mælingar á blaðgrænu-a í Lónunum. Hér verður greint frá niðurstöðum mælinga ársins.

RANNSÓKNASVÆÐIÐ

Lónin eru tvö samtengd sjávarlón, Innra- og Ytra-Lón, aðskilin að hluta með grófu malarriffi. Þau eru um 3,1 km² að stærð, staðsett í Kelduhverfi. Sýnatökur fara fram í Innra-Lóni. Nánari lýsingu á rannsóknarsvæðinu má sjá í eldri vöktunarskýrslu (Aðalsteinn Örn Snæpórsson og Sesselja Guðrún Sigurðardóttir 2014).

FRAMKVÆMD

Blaðgræna-a er litarefni sem gegnir lykilhlutverki í ljóstillífun plantna. Mælingum á blaðgrænu-a er ætlað að endurspegla magn svifþörunga í vatninu en um leið fást vísbendingar um næringarefnaástand í vatninu (Brönmark og Hansson 2005).

Fyrsta sýnataka fyrir Rifós hf. fór fram þann 13. apríl 2010 og hefur farið fram vikulega síðan, eftir því sem aðstæður hafa leyft. Sýnatökur hafa verið í höndum starfsmanna Rifóss og fara fram við bauju um miðja vegu milli fiskeldiskvía og bryggju. Bátur er notaður til að komast á sýnatökustað og eru sýnin tekin með 1 l brúsa sem fylltur er í yfirborðinu. Brúsinn er vafinn í álpappír og geymdur á köldum stað eða á ís þar til hann er fluttur til Húsavíkur í lok dags þar sem sýnið er síað samdægurs.

Sýnin eru síuð í gegnum Whatman GF/C síupappír (Cat No1822 047). Síupappírinn er síðan settur í álpappír og frystur þar til ljósgleypnimæling fer fram en hún er gerð á tveggja til þriggja mánaða fresti. Síupappírinn er þá tekinn úr frysti, lagður í 10 ml af 96% etanóli í lokuðu íláti og geymdur í kæli í 18-24 klst. til að leysa upp blaðgrænu-a úr þeim þörungum sem safnast hafa í síupappírinn. Að 18-24 klst. liðnum er ljósgleypni vökvans mæld við 665 nm og 750 nm bylgjulengdir með ljósgleypnimæli. Ljósgleypni blaðgrænu-a er mest við 665 nm bylgjulengd en við 750 nm er hún mjög lítil. Ljósgleypni annarra agna sem mögulega eru í sýninu ætti að vera jafnmikil við 665 og 750 nm. Mismunur þessara tveggja mæligilda gefur því magn blaðgrænu-a í sýninu.

Heildarmagn blaðgrænu-a var reiknað samkvæmt eftirfarandi jöfnu (Brönmark og Hansson 2005):

$$\text{Heildarmagn blaðgrænu-a } (\mu\text{g/l}) = (\text{Abs}_{(665 - 750\text{nm})} * A * 10^3) / 83,4 * V$$

Þar sem:

- $\text{Abs}_{(665 - 750\text{nm})}$ = ljósgleypni við 665 nm að frádræginni ljósgleypni við 750 nm
- A = rúmmál leysnivökvans (etanól) á síupappírnum í ml
- 83,4 = ljósgleypnistuðull etanóls
- V = rúmmál sýnisins sem síað var í lítrum

Fram til ársins 2016 var notast við ljósgleypnimæli af gerðinni Corning Spectrophotometer 259 en frá 2016 hefur verið notaður mælir af gerðinni Cole-parmer spectrophotometer 1200.

Tölfræðiútreikningar voru gerðir í tölfræðiforritinu R (R Core Team 2016). Alhæft línulegt líkan (e. Generalized linear model - GLM) var notað til að kanna leitni í gögnum og t-próf til að kanna mun milli ára.

NIÐURSTÖÐUR OG UMRÆÐUR

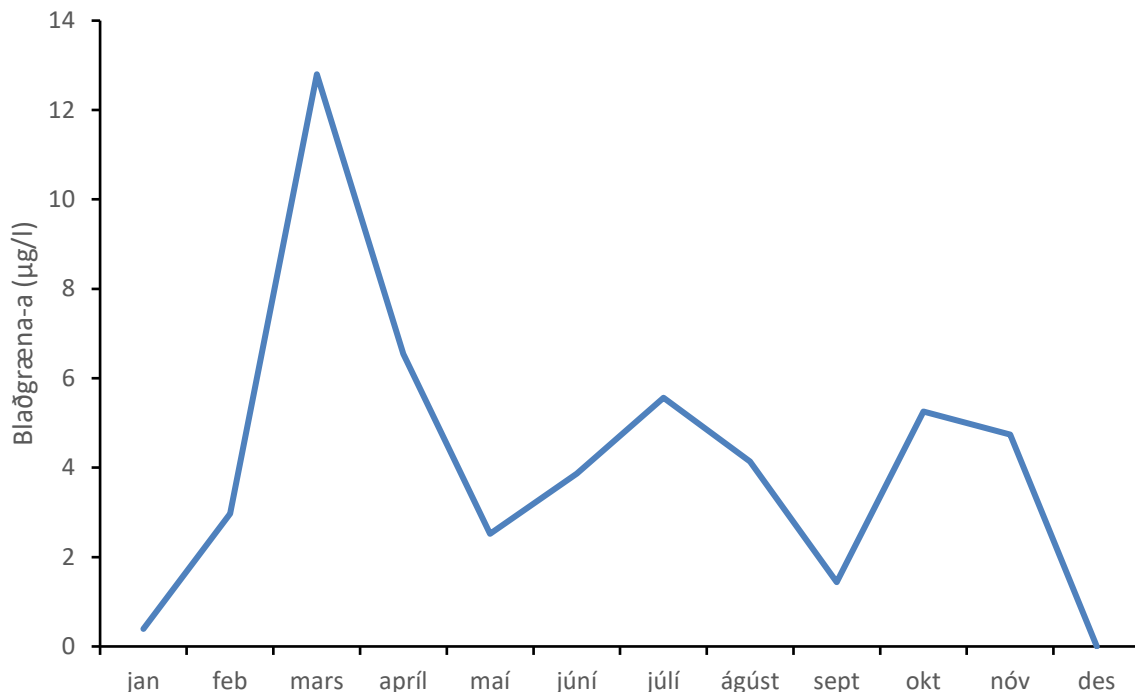
Alls voru tekin 50 vatnssýni til blaðgrænumælinga árið 2018 (1. tafla). Niðurstöður mælinga fyrri ára má sjá í eldri vöktunarskýrslum (Sesselja Guðrún Sigurðardóttir og Aðalsteinn Örn Snæþórsson 2016, 2017a og 2017b).

Að jafnaði verða tveir toppar í magni blaðgrænu-a í Lónunum (sjá línurit fyrir hvert ár í 1. viðauka) en það er vel þekkt í t.d. stöðuvötnum eins og Þingvallavatni (Hilmar Malmquist o.fl. 2010). Í Lónunum hefur fyrri toppurinn, vortoppurinn, yfirleitt komið í mars/apríl og varað fremur stutt og sá seinni, hausttoppurinn, í júlí/ágúst og varað lengur. Yfir vetrartímam er magn svifþörunga (frumframleiðenda) í lágmarki vegna skorts á birtu en með aukinni birtu og nægu framboði næringarefna snemma að vori verður toppur í magni þeirra sem fellur svo fljótt aftur, að öllum líkindum vegna skorts á köfnunarefni (N). Köfnunarefni berst hins vegar upp frá botni að hausti þegar blöndun á sér stað í vatnsbolnum og svifþörungarnir ná hámarki í kjölfarið (Brönmark og Hansson 2005). Þess ber að geta að þó magn blaðgrænu-a sé jafnan í lágmarki yfir vetrartímam vegna birtuskilyrða geta komið upp aðstæður þar sem magn blaðgrænu-a eykst fyrirvaralaust, t.d. vegna vinda, aukningar á næringarefnum eða hlýinda.

Vor- og hausttoppur komu fram á hefðbundnum tímum að þessu sinni. Vortoppurinn varð vart í mars og mældist hæsta gildi blaðgrænu-a frá upphafi þann 5. mars, 16,7 mg/l (1. tafla). Hausttoppurinn kom fram í seinni hluta júlí (1. mynd). Í október/nóvember kom síðan fram þriðji toppurinn, mjög afgerandi og mældist þá blaðgrænan enn hærra en í mars eða 16,9 mg/l þann 5. nóvember. Blaðgrænan byrjaði að aukast í byrjun október og tók síðan kipp í byrjun nóvember og datt síðan alveg niður eftir það (1. tafla). Þann 5. nóvember var hægviðri og hiti um frostmark, því er erfitt að tengja hækkunina við veðurskilyrði. Líklegra er að um aukið framboð næringarefna hafi verið að ræða og þar af leiðandi hafi ekki orðið skortur á köfnunarefni (N) eins og jafnan er á þessum árstíma, það hafi því leitt af sér þriðja toppinn í fjölda svifþörunga (1. tafla og 1. mynd).

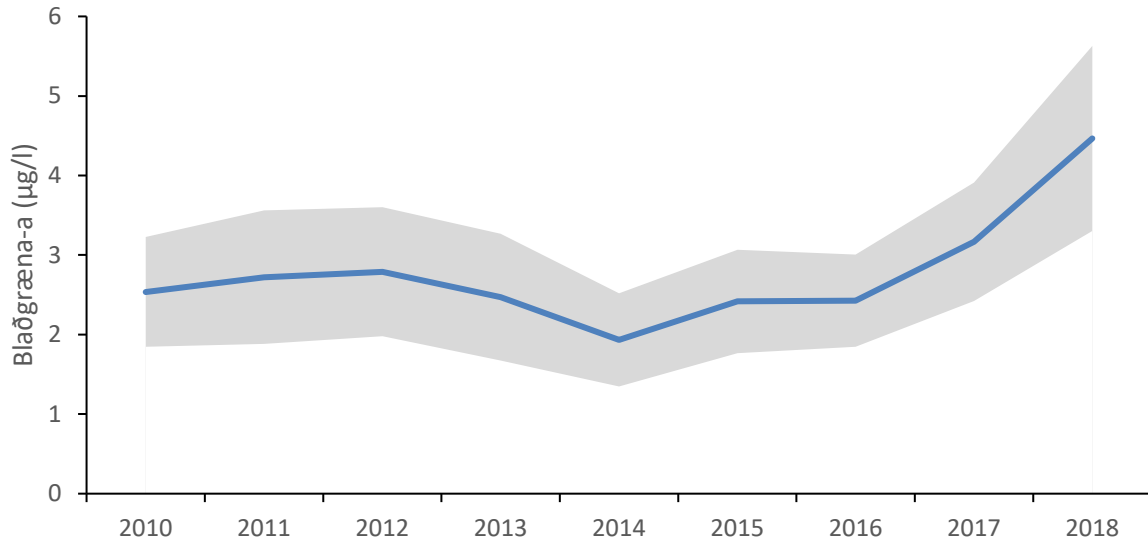
1. tafla. Dagsetningar sýnatöku og reiknað magn blaðgrænu-a árið 2018. Tölur fyrri ára má sjá í eldri skýrslum Náttúrustofunnar.

Dags.	Blaðgræna-a $\mu\text{g/l}$	Dags.	Blaðgræna-a $\mu\text{g/l}$
2.1.2018	vantar	2.7.2018	3,597
8.1.2018	0,360	9.7.2018	6,115
15.1.2018	0,719	16.7.2018	4,077
22.1.2018	0,240	23.7.2018	6,835
29.1.2018	0,240	30.7.2018	7,194
5.2.2018	1,559	7.8.2018	2,518
12.2.2018	0,360	13.8.2018	7,314
19.2.2018	0,719	20.8.2018	4,317
26.2.2018	9,233	27.8.2018	2,398
5.3.2018	16,667	3.9.2018	1,918
12.3.2018	11,751	10.9.2018	1,679
19.3.2018	10,791	17.9.2018	0,719
26.3.2018	11,990	24.9.2018	1,439
3.4.2018	5,875	1.10.2018	5,755
9.4.2018	3,957	8.10.2018	5,276
16.4.2018	10,552	15.10.2018	2,878
23.4.2018	4,556	22.10.2018	3,717
30.4.2018	7,794	29.10.2018	8,633
7.5.2018	3,717	5.11.2018	16,906
15.5.2018	2,038	12.11.2018	1,199
22.5.2018	2,398	19.11.2018	0,360
28.5.2018	1,918	27.11.2018	0,480
4.6.2018	2,638	3.12.2018	0,360
11.6.2018	5,875	10.12.2018	0,240
18.6.2018	3,597	17.12.2018	0,120
25.6.2018	3,357		



1.mynd. Meðaltal magns blaðgrænu-a ($\mu\text{g/l}$) fyrir hvern mánuð árið 2018.

Heildarmeðaltal blaðgrænu-a yfir árið hefur hækkað talsvert frá árinu 2016 (2. mynd). Hvorki er þó um marktækan mun að ræða milli ára 2016 og 2017 ($t = 1,54$, $p = 0,13$), né milli 2017 og 2018 ($t = 1,73$, $p = 0,087$). Magn blaðgrænu-a árið 2018 er hins vegar marktækt hærra en árið 2016 ($t = 2,97$, $p = 0,0041$). Línulegt líkan sýnir marktæka aukningu frá 2010 til 2018 um $0,141 \mu\text{g/l}$ á ári ($t = 2,64$, $p = 0,0086$).



2. mynd. Magn blaðgrænu-a í Lónum í Kelduhverfi 2010-2018, sýnt sem ársmeðaltalsgildi (blá lína) með 95% öryggismörkum (skyggða bilið).

Í reglugerð nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns eru gefin upp umhverfismörk fyrir næringarefni og lífræn efni til verndar lífríki (2. viðauki). Gefin eru upp fimm umhverfismörk fyrir blaðgrænu-a, frá I og upp í V, þar sem I er næringarfátækt og V er ofauðgun.

Frá upphafi mælinga hafa um eða yfir helmingur sýna hvers árs fallið innan umhverfismarkka I fyrir djúp vötn (næringarfátækt). Breyting varð þar á árið 2017 þegar einungis 37,3% sýna féllu innan umhverfismarkka I. Árið 2018 lækkaði hlutfall sýna innan umhverfismarkka I lítillega frá árinu áður og reyndust 36% sýna falla innan þeirra markka (tafla 2 og 3. mynd). Innan umhverfismarkka II (lágt næringarefnainnihald) lentu 30% sýna sem er nálægt meðaltali (32,6%). Innan umhverfismarkka III (næringarefnaríkt) voru 22% sýna (meðaltal 13,3%) þetta árið en hlutfall sýna innan þeirra markka hefur smám saman aukist frá árinu 2016. Sýnum sem falla undir umhverfismörk IV (næringarefnaauðug) fjölga líka og voru nú 12% (meðaltal 3,5%). Sem fyrr falla engin sýni innan umhverfismarkka V (tafla 2 og 3. mynd). Ekkert bendir því til ofauðgunar í Lónum enn sem komið er. Sú marktæka hækkun sem orðið hefur á blaðgrænu-a frá því að mælingar hófust og það að fleiri sýni falla nú innan umhverfismarkka III og IV hringir þó ákveðnum viðvörunarbjöllum sem vert er að gefa gaum. Nauðsynlegt er því að fylgjast vel með þróuninni og mælir Náttúrustofan með örari sýnatökum árið 2019 til að nema betur þær breytingar sem virðast eiga sér stað. Nánari umfjöllun um ofauðgun má sjá í eldri vöktunarskýrslu (Sesselja Guðrún Sigurðardóttir og Aðalsteinn Örn Snæþórsson 2016).

2. tafla. Hlutfall (%) blaðgrænu sýna úr Lónum sem falla innan þeirra 5 umhverfismarka (2. viðauki) sem skilgreind eru í reglugerð nr. 796/1999 ásamt meðaltali allra áraanna.

Ár	Umhverfismörk I	Umhverfismörk II	Umhverfismörk III	Umhverfismörk IV	Umhverfismörk V
2010	51,4	35,1	13,5	0	0
2011	51,1	31,1	13,3	4,4	0
2012	56,5	26,1	10,9	6,5	0
2013	54,5	34,1	6,8	4,5	0
2014	64,6	22,9	12,5	0	0
2015	53,3	40,0	4,4	2,2	0
2016	51,0	32,7	16,3	0	0
2017	37,3	41,2	19,6	2,0	0
2018	36,0	30,0	22,0	12,0	0
Meðaltal	50,6	32,6	13,3	3,5	0



3. mynd. Hlutfall blaðgrænu sýna úr Lónum sem falla innan þeirra fimm umhverfismarka (2. viðauki) sem skilgreind eru í reglugerð nr. 796/1999 árin 2010 - 2018.

ÞAKKIR

Starfsmenn Rifóss fá bestu þakkir fyrir góð skil á sýnum. Sigprúður Stella Jóhannsdóttir og Yann Kolbeinsson lásu yfir handrit.

HEIMILDIR

Aðalsteinn Örn Snæþórsson 2013. *Fiskeldi í Lónum, Kelduhverfi. Vöktunaráætlun*. Náttúrustofa Norðausturlands, NNA-1301.

Aðalsteinn Örn Snæþórsson og Sesselja Guðrún Sigurðardóttir 2014. *Vöktun lífríkis í Lónum. Ársskýrsla 2013*. Skýrsla unnin fyrir Rifós hf. Náttúrustofan Norðausturlands, NNA-1401

Brönmark, C og Hansson 2005. *The Biology of Lakes and Ponds. Second edition*. Oxford University Press Inc., New York.

Hilmar J. Malmquist, Finnur Ingimarsson, Haraldur Rafn Ingvason og Stefán Már Stefánsson 2010. *Vöktun á vatnsgæðum og lífríki Þingvallavatns*. Gagnaskýrsla fyrir árið 2009. Verkpáttur nr. 2: Lífríki og efna- og eðlisþættir í vatnsbol. Náttúrufræðistofa Kópavogs. Fjölrit nr. 1-10.

R Core Team 2016. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org/>

Reglugerð um varnir gegn mengun vatns nr. 796/1999. Umhverfisráðuneytið. <http://www.reglugerd.is/reglugerdir/allar/nr/796-1999>

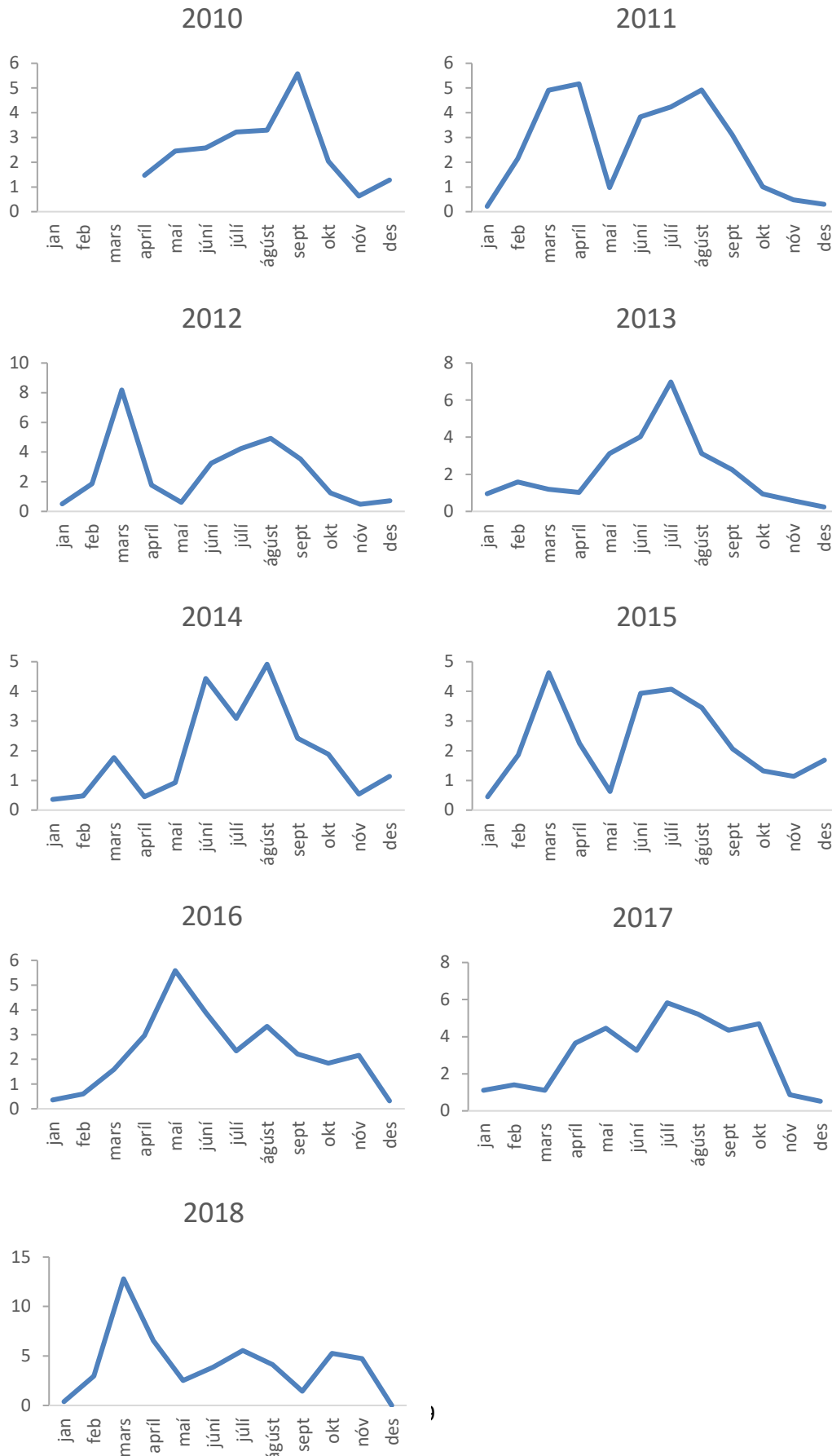
Sesselja Guðrún Sigurðardóttir og Aðalsteinn Örn Snæþórsson 2016. *Frumframléiðni í Lónum. Ársskýrsla 2015*. Náttúrustofa Norðausturlands, NNA-1601.

Sesselja Guðrún Sigurðardóttir og Aðalsteinn Örn Snæþórsson 2017a. *Vöktun lífríkis í Lónum - ársskýrsla 2016*. Náttúrustofa Norðausturlands, NNA-1701.

Sesselja Guðrún Sigurðardóttir og Aðalsteinn Örn Snæþórsson 2017 b. *Vöktun blaðgrænu í Lónum - ársskýrsla 2017*.

1. VIÐAUKI

Meðaltal magns blaðgrænu-a ($\mu\text{g/l}$) fyrir hvern mánuð hvers árs. Þess ber að geta að mælingar hófust ekki fyrr en um miðjan apríl 2010, þar af leiðandi vantar fyrstu mánuði þess árs.



2. VIÐAUKI

Umhverfismörk fyrir næringarefni og lífræn efni í vatni til verndar lífríki (reglugerð nr. 796/1999).

Næringarefni/lífræn efni í stöðuvötnum:

Umhverfismörk I	Næringarfátækt (e. <i>oligotrophy</i>).
Umhverfismörk II	Lágt næringarefnagildi (e. <i>oligo-/mesotrophy</i>).
Umhverfismörk III	Næringarefnaríkt (e. <i>meso-/eutrophy</i>).
Umhverfismörk IV	Næringarefnaauðugt
Umhverfismörk V	Ofauðugt (e. <i>hypertrophy</i>).

Umhverfismörk	I	II	III	IV	V
Heildarfosfór (mg P/l):					
Grunn vötn	<0,02	0,02-0,04	0,04-0,09	0,09-0,15	>0,15
Djúp vötn	<0,01	0,01-0,03	0,03-0,05	0,05-0,1	>0,1
Heildarköfnunarefni (mg N/l)					
	<0,3	0,3-0,75	0,75-1,5	1,5-2,5	>2,5
Blaðgræna-a (µg/l):					
Grunn vötn	<8	8-15	15-30	30-45	>45
Djúp vötn	<2	2-5	5-10	10-25	>25