



NÁTTÚRUSTOFA  
VESTFJARÐA

# Súrefnismælingar í Arnarfirði

október og desember 2016

Margrét Thorsteinsson og Cristian Gallo

NV nr. 08-17

Mars 2017

 <b>NÁTTÚRUSTOFA VESTFJARÐA</b>		<b>Dagsetning mán/ár:</b> Mars 2017
		<b>Dreifing:</b> <input type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til: <input checked="" type="checkbox"/> Háð leyfi verkkaupa
<b>Skýrsla nr:</b> NV nr. 08-17	<b>Verknúmer:</b> 475	
<b>Heiti skýrslu:</b> Súrefnismælingar í Arnarfirði 2016 - október og desember		<b>Blaðsíður:</b> 12
		<b>Fjöldi viðauka:</b> 1
<b>Höfundur:</b> Margrét Thorsteinsson og Cristian Gallo		<b>Upplag:</b> 5
		<b>Fjöldi korta:</b> 1
<b>Unnið fyrir:</b> Arnarlax		<b>Gerð skýrslu/Verkstig:</b> Lokaeintak
<b>Verkefnisstjóri:</b> Cristian Gallo		<b>Samstarfsaðilar:</b>
<b>ÚTDRÁTTUR</b> <p>Að beiðni Arnarlax framkvæmdi Náttúrustofa Vestfjarða súrefnismælingar í Arnarfirði 24. október og 6. desember árið 2016. Mælt var á þrem stöðum; út af Baulhús, við Gíslasker og út af Haganesi.</p> <p>Súrefnismettun 24. október var 49-56% við botninn og 72-91% á 65 m dýpi. Það munaði 3,8°C á hitastigi sjávar við botn og á 65 m dýpi. Selta mældist 34,5-34,6 ‰ á öllum stöðum</p> <p>Súrefnismettun 6. desember var 49% og 61% við botninn og 92% og 88% á 65 m dýpi. Súrefnismettun var 94% og 99% á 45 m dýpi og 102% og 100% á 10 m dýpi. Það munaði 0,8°C á hitastig sjávar í neðri og efri sjávarlögum. Selta mældist (34,2-34,4‰) við botninn og á 65 m, 45 m og á 10 m dýpi á öllum stöðum nema á 10 m dýpi við Gíslasker mældist seltan 33,8‰.</p> <p>Niðurstöður þessarar mælinga sýna lægra súrefnisstyrk við sjávarbotninn 2016 en var í mælingum Hafrannsóknastofnunar 10. október og 14. og 15. nóvember 2013.</p>		
<b>Lykilorð íslensk:</b> Súrefni, hiti, selta		<b>Lykilorð ensk:</b> Oxygen, temperature, salinity
<b>Undirskrift verkefnastjóra:</b> 		<b>Yfirfarið af:</b> Nancy Bechtloff

**EFNISYFIRLIT**

ÚTDRÁTTUR.....	1
INNGANGUR .....	3
AÐFERÐIR.....	4
Staðhættir.....	4
NIÐURSTÖÐUR.....	5
UMRÆÐUR.....	9
ÞAKKIR .....	10
HEIMILDASKRÁ .....	10
VIÐAUKI I .....	11

## INNGANGUR

Að beiðni Arnarlax framkvæmdi Náttúrustofa Vestfjarða súrefnismælingar í Arnarfirði. Mælt var með sondu við sjávarbotninn 24. október og 6. desember 2016. Það er í lok þess tímabils þegar súrefnisstyrkur í Arnarfirði hefur mælst í lágmarki, sem er frá ágúst og fram í lok desember. Þessar mælingar eru tilkomnar vegna kröfu um súrefnismælingar sem gerðar eru í athugasemdum við starfsleyfistillögu Arnarlax í 10.000 tonna framleiðslu á lax í Arnarfirði (Umhverfisstofnun 2016). Fyrirhugað er að þessar mælingar verði endurteknar reglubundið þrisvar á hverju ári í apríl/maí, október og nóvember/desember á þrem dýpstu stöðum Arnarfjarðar.

Ástæða fyrir því að sett eru skilyrði fyrir súrefnismælingum í Arnarfirði er sú að súrefnisstyrkur hefur mælst mjög lágur á tímabilinu ágúst til desember. Í tilfelli þröskuldsfjarða er megin áhyggjuefnið að jafnaði endurnýjun sjávar og þar með súrefnis í botnlaginu. Þær athuganir sem gerðar hafa verið staðfesta að þetta er raunin í því sem næst öllum Arnarfirði, hvort sem er ytri eða innri hluta hans (Sólveig Rósa Ólafsdóttir og fl. 2015).

Í rannsókn sem Hafrannsóknastofnun gerði á svipuðum tíma, eða 10. október 2013 þá voru lægstu gildi súrefnis neðan við 80 m dýpi almennt frá 3.9 ml/L og 55% metnun, yst og dýpst í ytri firði til 4.6 ml/L og 65% metnun nyrst í miðjum firðinum. Mæling 14. og 15. nóvember 2013 sýndi að lóðrétt blöndun fjarðarins náði nánast til botns á öllum mælistöðvum. Hiti var undir 6°C og seltan um 34.5‰ víðast hvar. Súrefnisgildi voru hærri en 6 ml/L og súrefnismettun var ofan við 85% (Héðinn Valdimarsson og Magnús Danielsen 2014).

Niðurstöður samfelldra mælinga frá árinu 2014 sýndu að súrefnisstyrkur í botnlagi í Suðurfjörðum Arnarfjarðar lækkaði jafnt og þétt eftir því sem leið á haustið og var orðinn minni en 3 ml/L skömmu áður en endurnýjun varð. Síðla hausts um miðjan nóvember varð svo endurnýjun sjávar í botnlaginu sem drifin var af blöndun innan og utan fjarðarins. Þetta ferli á sér stað á hverju hausti, en hvenær endurnýjunin verður er breytilegt milli ára (Sólveig Rósa Ólafsdóttir og fl. 2015).

Í fjörðum þar sem haft (þröskuldur) er við mynnið þarf sérstaklega að huga að þeim mörkum sem lífríkið þolir hvað varðar lágmarksstyrk súrefnis í dýpstu hlutum fjarðarins. Í tilfelli Arnarfjarðar þarf að fylgst stöðugt með súrefnisstyrk í botnlagi sjávarins til að afla vitneskju um áhrif eldisins á súrefnisbúskap í dýpsta hluta fjarðarins (Sólveig Rósa Ólafsdóttir og fl. 2015).

Rannsóknir frá Noregi benda til að við súrefnisstyrk minni en 3-3,5 ml/L fari tegundafjölbreytileiki botndýra minnkandi (Buhl-Mortensen o.fl., 2006).

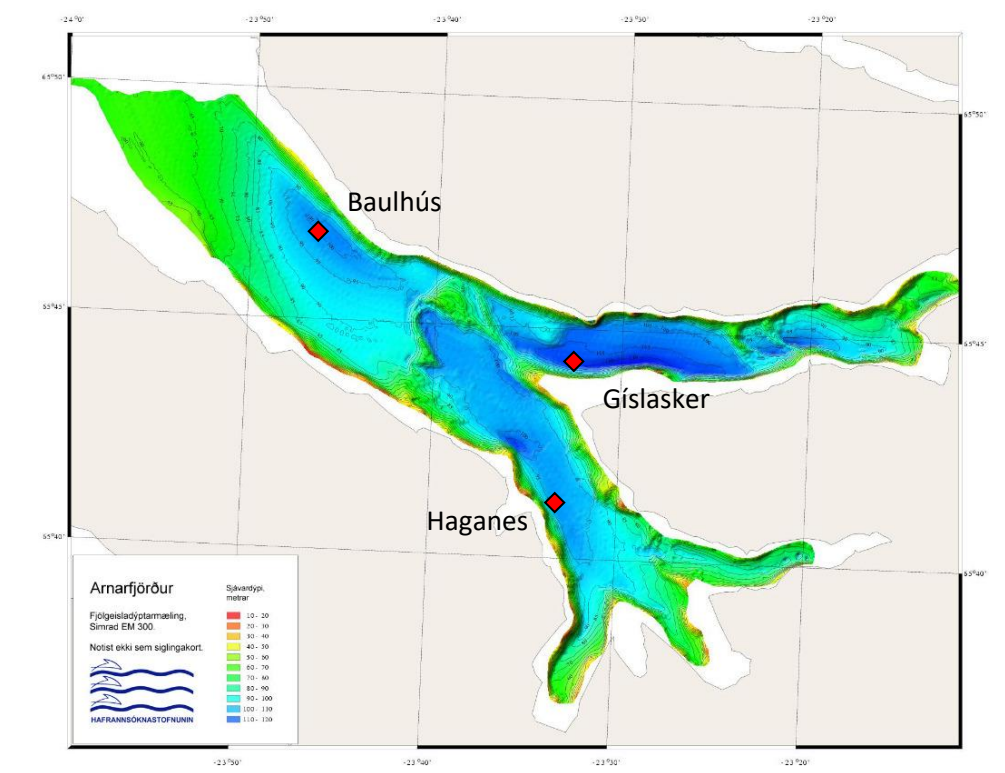
## AÐFERÐIR

### Staðhættir

Arnarfjörður er þröskuldsfjörður þar sem grunníð við mynni fjarðarins er á um 40 m dýpi en fyrir innan hann er um 100 m dýpi. Tveir aðrir hryggir eru í firðinum, annar liggur fyrir innan Baulhús og yfir að Hvestu en hinn liggur frá Baulhúsum að Langanesi (Jóhannes Briem 2002).

Botnlögun Arnarfjarðar einkennist af grynningum sem hefur áhrif á streymi sjávar inn og út úr firðinum svo og dýptardreifingu sjógerða í honum þegar lagskipting helst, en þá er hita- og seltustigull meiri á skilum milli sjávarlaga. Lagskipting stendur að jafnaði frá vori og fram á haust og á þeim tíma má lýsa henni með yfirborðslagi 15-20 m djúpu. Þetta lag er ferskara og heitara en miðlagið sem er um það bil á 20 m til 60 m dýpis. Neðan þess dýpis er botnlag frá 60 m niður undir botn. Hringrás meðalstraumsins er almennt þannig að sjór berst inn í fjörðinn sunnantil og út úr honum norðanvert. Hringrás þessi verður þó flóknari í innfjörðum fjarðarins. Ljóst er að straumur í botnlaginu er minni en í miðlaginu á meðan lagskipting stendur. Þessi þrjú lög eru sambærileg því sem þekkt er í þröskuldsfjörðum almennt (Sólveig Rósa Ólafsdóttir og fl. 2015).

Fyrri mælingin var gerð 24. október og önnur mælingin 6. desember 2016. Fyrirhugað var að mæla á þrem stöðum; út af Baulhúsum, við Gíslasker og út af Haganesi en mæling tókst ekki við Baulhús í desember (kort 1).



Kort 1. Súrefnismælingar á þrem stöðum í Arnarfirði 2016. Staðirnir eru merktir inn á kort Hafrannsóknastofnunar Íslands.

Í töflu 1 er staðsetningarhnit og dýpi niður á botn s.k.v. dýptarmæli í báti.

**Tafla 1. Staðsetning og dýpi mælingastöðva í október og desember 2016.**

Staðir	Dýpi (m)	Hnit
Baulhús	110	N65°45.833 V23°43.733
Gíslasker	114	N65°44.278 V23°29.726
Haganes	106	N65°40.241 V23°31.298

Notað var mælingatæki (sonda) af gerð SD204 frá SAIV A/S sem mælir seltu/leiðni, hitastig og dýpi (STD/CTD) og er með viðbótar einingum sem mæla súrefni og blaðgrænu. Mælingatækið mælir á 5 sekúndna fresti og mælingar frá þessum þrem stöðum eru sýndar í kortum í viðauka 1. Í þessari rannsókn var ákveðið að láta tækið stoppa í 10 mínútur á mismunandi dýpi og niðurstöður frá þeirri mæliröð (121 mæling alls) settar upp í töflur. Notað var línuspil með dýptarmæli til að láta mælingatækið síga niður á botn og það dregið 5 m upp frá botninum, eftir það var tækið dregið upp í næstu mælihæð sem var 70 m dýpi. Í desember var mælt að auki í 10 mínútur á 45 m og 10 m dýpi við Gíslasker og Haganes. Lesið var af tækinu þegar komið var í land. Mælingar voru síðan bornar saman við mælingar sem Hafrannsóknastofnun gerði 10. október og 14. - 15. nóvember 2013 (Héðinn Valdimarsson og Magnús Danielsen 2014).

## NIÐURSTÖÐUR

Fyrri mælingin var gerð 24. október, þá var vindur og aðstæður til mælingar ekki góðar, það var töluvert rek og mælingatækið fór ekki lóðrétt niður við Baulhús eða Gíslasker en minna rek var í síðustu mælingunni við Haganes.

Önnur mælingin var gerð 6. desember, aðstæður til mælingar voru góðar, veður var stillt og við frostmark, rek á bátinum mældist 0,2 mílur á klst og mælingatækið fór lóðrétt niður en mæling tókst þá ekki við Baulhús.

Í töflu 2 eru niðurstöður mælinga af sjávarbotni. Mælitækið var látið síga niður á botn og dregið upp um 5 m en vegna strauma og reks einkum við Baulhús í október þá mælir tækið ofar en áætlað var. Allar niðurstöður mælinga í skýrslunni eru fengnar frá mælingatækinu.

Tafla 2. Mæling á hita, seltu, súrefnismettun, súrefnisstyrk og hæsta og lægsta súrefnisgildi við sjávarbotninn á þrem stöðum í Arnarfirði.

Mælingar við sjávarbotn í Arnarfirði 2016					
	Baulhús	Gíslasker		Haganes	
	október (79 m)	október (99 m)	desember(99 m)	október (92 m)	desember (92 m)
Hiti °C	5,6	5,5	5,9	5	6,3
Selta ‰	34,6	34,6	34,6	34,6	34,5
O <sup>2</sup> %	56	55	49	49	61
O <sup>2</sup> mg/L	5,4	5,4	4,7	4,8	5,9
O <sup>2</sup> gildi*	5,3-5,6	4,9-5,9	4,1-6,2	4,7-4,8	4,9-7,4

\*Hæsta og lægsta gildi sem mælitækið skráði á 10 mínútum (121 mælingar).

Þrátt fyrir töluverðan mun á sjávardýpi á milli Baulhús og Gíslaskers (79-99 m) í október þá voru mæligildi þar svipuð 56 og 55% súrefnismettun og 5,4 mg/L súrefnisstyrkur en við Haganes mældist 49% súrefnismettun og 4,8 mg/L súrefnisstyrkur. Í desember mældist súrefnismettun við Gíslasker 49% og súrefnisstyrkur 4,7 mg/L en við Haganes 61% og 5,9 mg/L.

Mælingatækið var dregið upp í næstu mælihæð sem var 70 m dýpi skv. dýptamæli á línuspili en skv. mælingatæki var það 54 m og 65 m dýpi, vindur og rek var mikið við Baulhús eins og sést á mældu dýpi í töflu 3.

Tafla 3. Mæling á hita, seltu, súrefnismettun, súrefnisstyrk og hæsta og lægsta súrefnisgildi á 65 m dýpi á þrem stöðum í Arnarfirði.

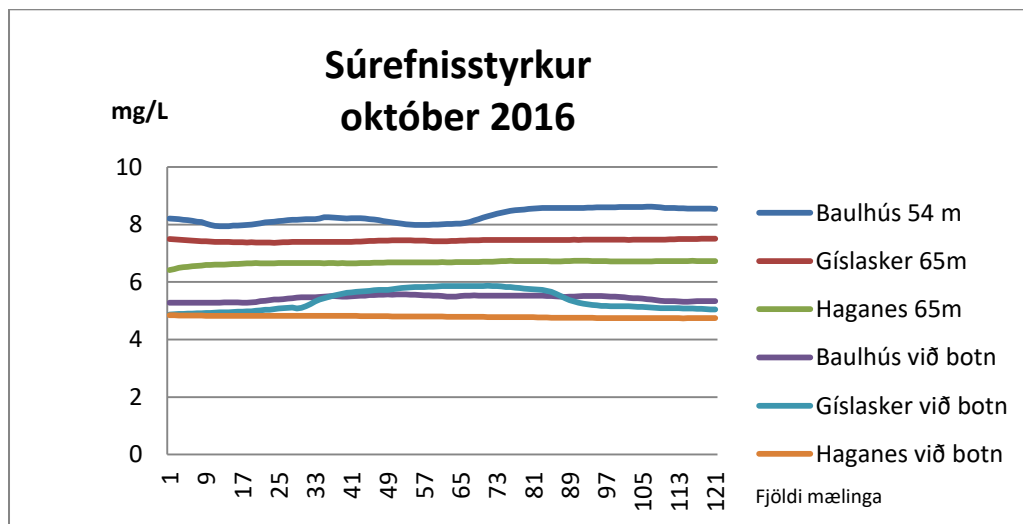
Mælingar á 65 m dýpi í Arnarfirði 2016					
	Baulhús	Gíslasker		Haganes	
	október (54 m)	október (65 m)	desember (65 m)	október (65 m)	desember (65 m)
Hiti °C	8,8	8,1	6,4	7,5	6,5
Selta ‰	34,5	34,6	34,4	34,6	34,4
O <sup>2</sup> %	91	81	92	72	88
O <sup>2</sup> mg/L	8,3	7,4	8,9	6,7	8,4
O <sup>2</sup> gildi	7,9-8,6	7,4-7,5	7,8-10,5	6,4-6,7	7,4-9,2

Í október var súrefnismettun við Baulhús 91% og súrefnisstyrkur 8,3 mg/L á 54 m dýpi. Súrefnismettun við Gíslasker var 81% og súrefnisstyrkur 7,4 mg/L en við Haganes 72% og 6,7 mg/L. Í desember var súrefnismettun við Gíslasker 92% og súrefnisstyrkur 8,9 mg/L. Við Haganes var súrefnismettun 88% og súrefnisstyrkur 8,4 mg/L.

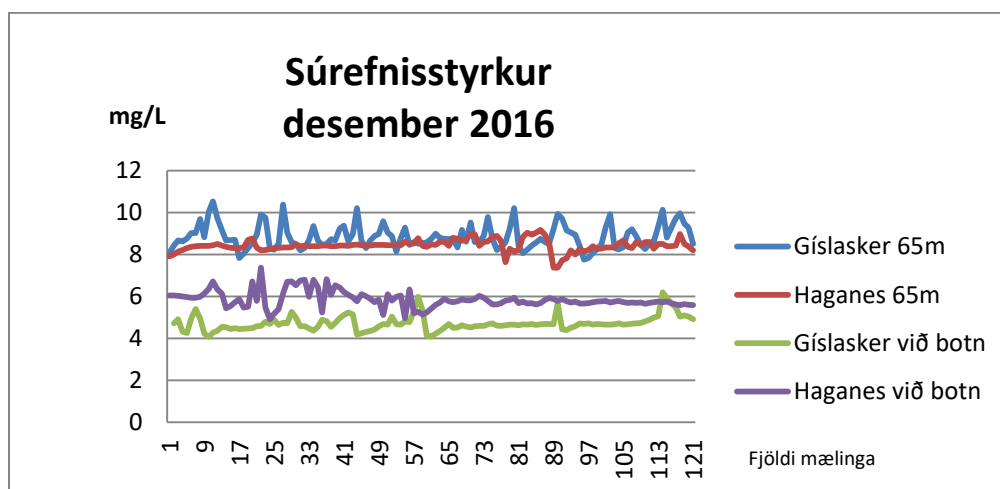
Niðurstöður frá 24. október árið 2016 sýndu að súrefnismettun var hærri á 54 m og 65 m dýpi (72-91%) en við botninn (49-56%). Það munaði 3,8°C á hitastigi sjávar á 65 m dýpi og við botn og selta mældist 34,6 ‰ á öllum stöðum nema við Baulhús 34,5‰.

Súrefnisstyrkur við sjávarbotninn frá mælingu í október til desember lækkaði um 0,7 mg/L við Gíslasker en hækkaði um 1,1 mg/L við Haganes. Á 65 m dýpi mælist súrefnið hærra í desember en október á báðum stöðum. Hæsta hitastigið, mesti styrkur súrefnis og minnsta seltan mældist út af Baulhúsum í október en mælingin var á 54 m dýpi og því á minna dýpi en á hinum stöðunum. Hitastig var hærra við Gíslasker en Haganes í október en lækkar á báðum stöðum frá október til desember. Selta var eins á báðum stöðum.

Mynd 1 og 2 sýnir súrefnisstyrk eftir dýpi í október og desember 2016.



Mynd 1. Mæling á súrefnisstyrk eftir staðsetningu og dýpi í október 2016.



Mynd 2. Mæling á súrefnisstyrk eftir staðsetningu og dýpi í desember 2016.

Í desember mældist bæði hæsta og lægsta súrefnisgildið.



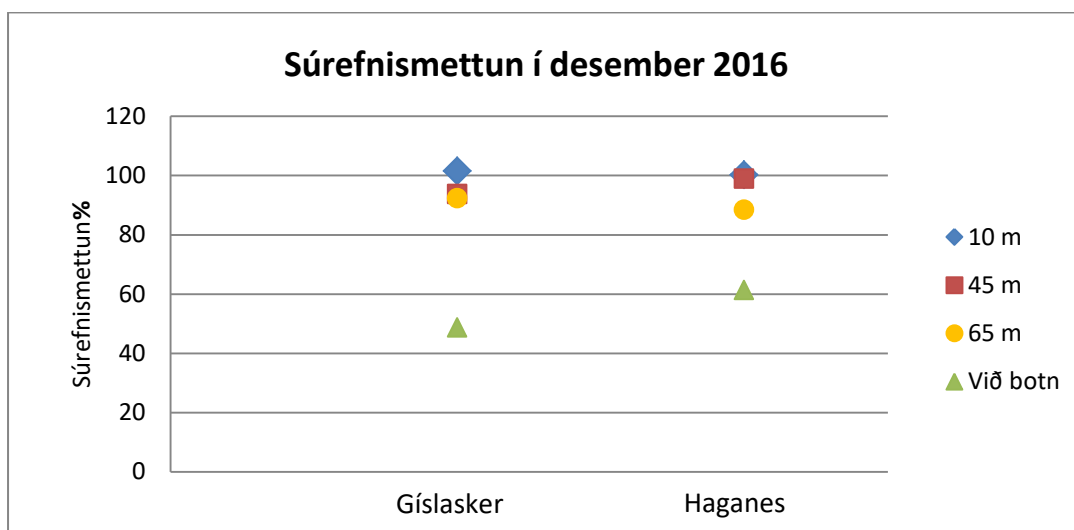
Mælitækið var í 10 mínútur á 10 m og 45 m dýpi við Gíslasker og Haganes 6. desember 2016 (tafla 4).

Tafla 4. Mæling á hita, seltu og súrefni á 10 m og 45 m dýpi við Gíslasker og Haganes í desember 2016.

Mæling á 45 m og 10 m dýpi desember 2016				
	Gíslasker 10 m	Gíslasker 45 m	Haganes 10 m	Haganes 45 m
Hiti °C	6,7	6,4	6,6	6,2
Selta ‰	33,8	34,4	34,2	34,3
O <sup>2</sup> %	102	94	100	99
O <sup>2</sup> mg/L	9,7	9	9,5	9,5
O <sup>2</sup> gildi	8,6-11,4	7,9-10,3	8-11,8	8,5-11,2

Niðurstöður frá 6. desember árið 2016 sýndu að súrefnismettun var hæst í efstu lögum (100-102%) og lítið lægri á 45 m dýpi (94-99%). Selta mældist (34,2-34,4‰) á 10 m, 45 m, 65 m og við botninn á öllum stöðum nema á 10 m dýpi við Gíslasker mældist seltan 33,8%. Það munaði 0,8°C á hitastig sjávar í efstu sjávarlögum og þeim neðstu í desember.

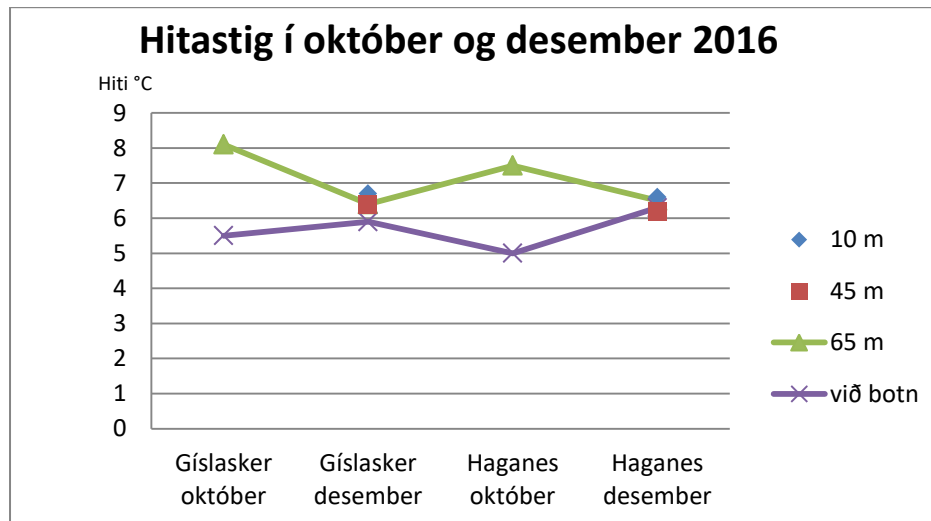
Súrefnismettun eftir dýpi 6. desember við Gíslasker og Haganes er sýnt á mynd 3.



Mynd 3. Mæling á súrefnismettun við Haganes og Gíslasker í desember 2016.

Súrefnismettun ofan við 65 m dýpi mældist hærri en 80%. Súrefnismettun við sjávarbotninn var hærri við Haganes en Gíslasker.

Hitastig var mælt 24. október eftir dýpi, við botn og á 65 m dýpi við Gíslasker og Haganes og við Baulhús á 54 m dýpi. Hitastig var mælt 6. desember við botn, 65 m, 45 m og 10 m dýpi við Gíslasker og Haganes (mynd 4).



Mynd 4. Mæling á hitastigi við Gíslasker og Haganes í október og desember 2016.

Hitastig við sjávarbotninn var hærra í desember en október en lækkar í efstu sjávarlögum í desember. Hitastig var svipað frá botni til yfirborðs í desember. Í viðauka I eru útprent úr mælingatæki sem sýnir seltu, hita, súrefnismettun og súrefnisgildi í mælingum 2016.

## UMRÆÐUR

Í mælingum Náttúrustofu Vestfjarða 24. október 2016 mældist súrefnismettun 49-56% við botninn sem var heldur lægra gildi en hjá Hafrannsóknastofnun 10. október 2013 (55-65%). Súrefnismettun á 65 m dýpi var 72-81% sem var svipað og niðurstöður Hafrannsóknastofnunar (65-83%). Súrefnisstyrkur mældist 4,8 og 5,4 mg/L og umreiknað í  $1 \text{ mg/L} = 22.391 \text{ ml}/31.998 = 0.700 \text{ ml/L}$  skv. (ICES 2017) verður um 3,4-3,8 ml/L sem er heldur lægra en niðurstöður Hafrannsóknastofnunar 10. október 2013 (3,9-4,6 ml/L) (Héðinn Valdimarsson og Magnús Danielsen 2014).

Í mælingum Náttúrustofu Vestfjarða 6. desember 2016 mældist súrefnismettun 49 og 61% við botninn, 88 og 92% á 65 m dýpi og 94-102% á 45 m og 10 m dýpi. Súrefnismettun nær því ekki alveg niður að botni eins og í mælingum Hafrannsóknastofnunar 14. og 15. nóvember 2013. Súrefnisstyrkur var 4,7 og 5,9 mg/L eða um 3,3 og 4,1 ml/L við botninn, 8,4 og 8,9 mg/L eða um 5,9 og 6,2 ml/L á 65 m dýpi og 9-9,7 mg/L eða 6,3-6,8 ml/L á 45 m og 10 m dýpi. Súrefnisstyrkur við botninn var mun lægri en mælingar Hafrannsóknastofnunar í nóvember 2013 (> 6 ml/L). Súrefnisstyrkur á 65 m, 45 m og 10 m var svipaður og hjá Hafrannsóknastofnun í nóvember 2013 (> 6 ml/L).

Í mælingum Náttúrustofu Vestfjarða 6. desember 2016 mældist hæsti hitinn 6,7°C en það var aðeins hærra en mældist 14. og 15. nóvember 2013 (<6°C). Seltan var um 34,4% víðast hvar sem er svipað og mælingar Hafrannsóknastofnunar í nóvember 2013 (34,5%).

Niðurstöður mælinga á súrefnisstyrk í október og desember 2016 sýna að súrefnisstyrkur við botninn var lægri en mælingar Hafrannsóknastofnunar í október og nóvember 2013. Súrefnisstyrkur sem mældist við sjávarbotninn 2016 var lágur og við mörk þess að hafa áhrif á tegundafjölbreytileika botndýra samkvæmt norskum rannsóknum (Buhl-Mortensen o.fl., 2006).

## ÞAKKIR

Lagt var af stað frá Bíldudal á bátum Góa, skipstjóri var Gunnar Karl Garðarsson og þökkum við honum fyrir aðstoð við mælingar.

## HEIMILDASKRÁ

Buhl-Mortensen, L. Aure, J. Alve, E., Oug, E. og Husum K. 2006. *Effects of hypoxia on fjordfauna: The bottomfauna and environment in fjords on the Skagerrak coast [in Norwegian]*. Fisker og Havet. 108 bls.

Böðvar Þórisson, Cristian Gallo, Þorleifur Eiríksson. 2010. *Súrefnis-, seltu- og hitamælingar í Arnarfirði í ágúst 2010*. Unnið fyrir Arnarlax. NV nr. 17-10.

Böðvar Þórisson, Georg Haney og Þorleifur Eiríksson. 2011. *Straum- og súrefnismælingar í Arnarfirði: desember 2010 og janúar 2011*. Unnið fyrir Arnarlax. Náttúrustofa Vestfjarða, NV nr. 2-11.

Héðinn Valdimarsson og Magnús Danielsen, 2014. *Endurteknar mælingar á hita, seltu og súrefni sjávar á föstum stöðvum í Patreks-, Tálkna-, Arnar-, Dýra- og Öfundarfirði árin 2013 og 2014*. Hafrannsóknastofnun.

International Council for the Exploration of the Sea (ICES). 2017. Sótt 5. 4. 2017 af: <http://ocean.ices.dk/Tools/UnitConversion.aspx>

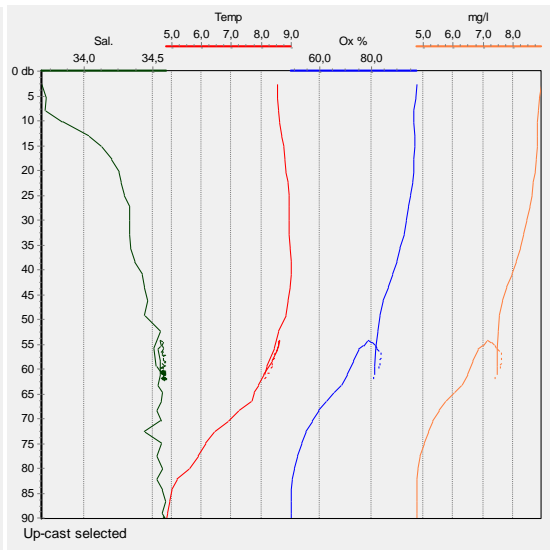
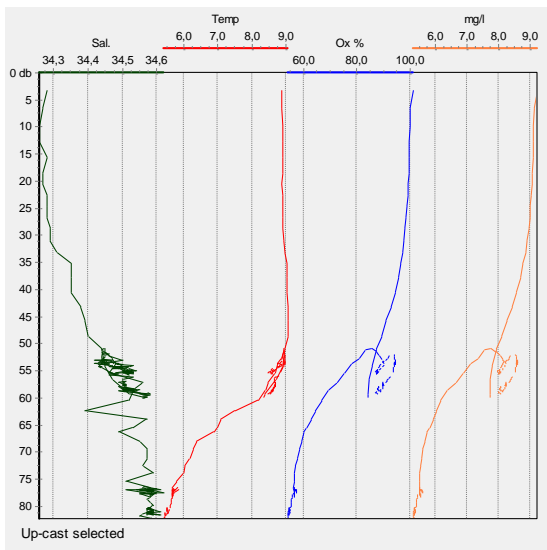
Jóhannes Briem. 2002. *Mælingar á straumum, hita- og seltu í Arnarfirði frá 5. júlí til 15. september árið 2001*. Hafrannsóknastofnun. NR. 1/2002. 48 bls.

Sólveig Rósa Ólafsdóttir, Héðinn Valdimarsson, Hafsteinn Grétar Guðfinnsson, Andreas Macrander, Björn Björnsson. Hafrannsóknastofnun. 2015. *Bráðabirgðamat á burðarþoli Arnarfjarðar m.t.t. sjókvíaldis 26. mars 2015*. Greinargerð

Umhverfisstofnun. 2016. *Greinargerð vegna athugasemda á auglýsingatíma vegna starfsleyfistillögu fyrir Arnarlax hf*. Sótt 5. 4. 2017 af: [https://www.ust.is/library/Skrar/Atvinnulif/Starfsleyfi/Greinargerdir/Fiskeldi-og-kraeklingaraekt/arnarlax\\_greinargerd.pdf](https://www.ust.is/library/Skrar/Atvinnulif/Starfsleyfi/Greinargerdir/Fiskeldi-og-kraeklingaraekt/arnarlax_greinargerd.pdf)

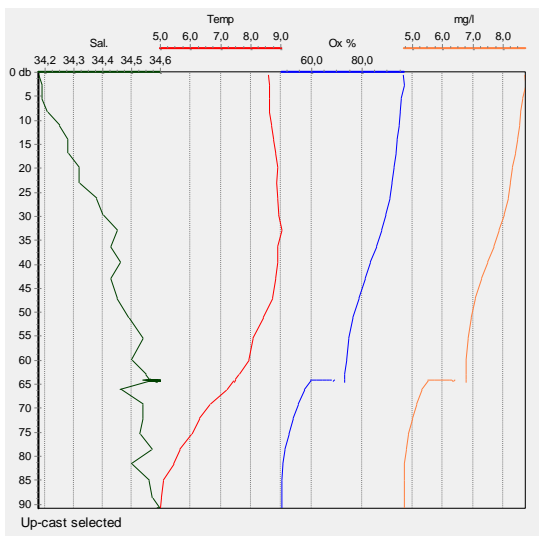
## VIÐAUKI I

Kortin sýna mælingar á seltu (svört lína), hita (rauð lína), súrefnismettun (blá lína) og súrefnisstyrk (brún lína).

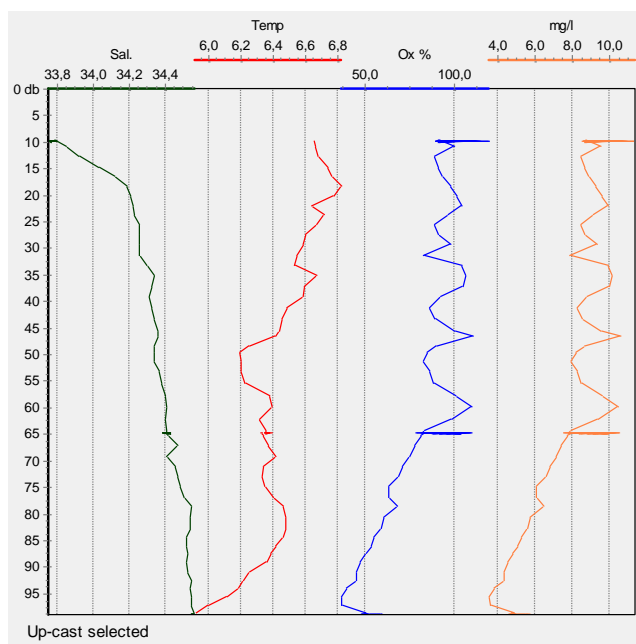


Baulhús 24.10.2016

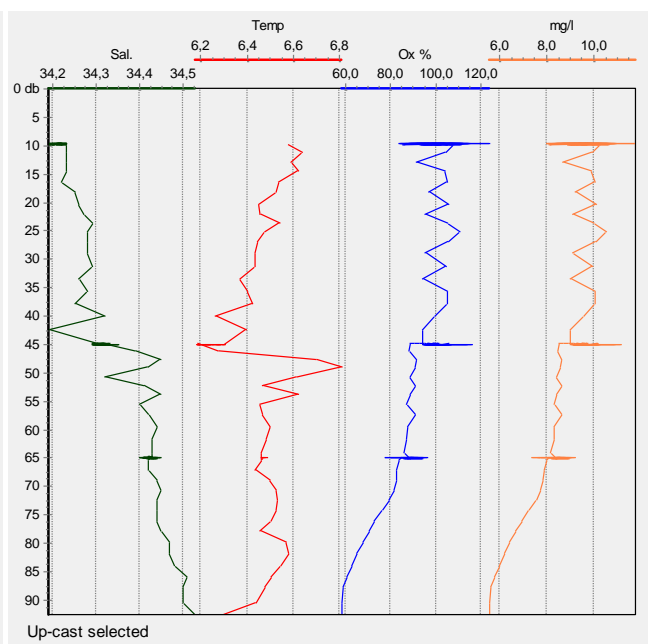
Gíslasker 24.10.2016



Haganes 24.10.2016



Gíslasker 6.12.2016



Haganes 6.12.2016