


Súrefnisskýrsla Arnarfjörður 2022

Unnið fyrir Arnarlax

Margrét Thorsteinsson

NV nr. 11-23
Apríl 2023

 NÁTTÚRUSTOFA VESTFJARÐA		Dagsetning mán/ár: Apríl 2023
		Dreifing: <input type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til: <input checked="" type="checkbox"/> Háð leyfi verkkaupa
Skýrsla nr: NV nr. 11-23	Verknúmer: 455	
Heiti skýrslu: Súrefnisskýrsla Arnarfjörður 2022		Blaðsíður: 11
		Fjöldi viðauka: 1
		Upplag: 3
		Fjöldi korta: 7
		Fjöldi mynda: 5
Höfundur: Margrét Thorsteinsson		Fjöldi tafla: 2
Unnið fyrir: Arnarlax		Gerð skýrslu/Verkstig: Lokaeintak
Verkefnisstjóri: Margrét Thorsteinsson		Samstarfsaðilar: Silja Baldvinsdóttir

ÚTDRÁTTUR

Að beiðni Arnarlax hefur Náttúrustofa Vestfjarða tekið saman árlegt yfirlit yfir súrefnis- hita- og seltumælingar sem Náttúrustofan framkvæmdi í Arnarfirði árið 2022. Náttúrustofa Vestfjarða hóf vöktun á þremur stöðvum í Arnarfirði árið 2016, þar sem dýpi er 100 m eða meira.

Mælingar á súrefni, hita og seltu voru gerðar 7. apríl og 12. desember 2022, ekki náðist að framkvæma mælingu í október vegna veðurs. Mælt var á þremur stöðvum; við Baulhús sem er í ytri hluta Arnarfjarðar og við Gíslasker og Haganes, sem eru í innri hluta fjarðarins.

Niðurstöður mælinga sem gerðar voru 7. apríl sýndu 78% súrefnismettun við yfirborðið á öllum stöðvum og 90-93% súrefnismettun (6,5-6,9 ml/l súrefnisstyrk) við botninn. Hitastig mældist lágt við yfirborðið 0,5-0,6°C en hækkaði með dýpi og var frá 2,3-2,4°C við botninn. Seltustig var um 34‰ niður vatnssúluna á öllum stöðvum og hækkaði með dýpi.

Niðurstöður mælinga sem gerðar voru 12. desember sýndu súrefnismettun frá 82-83% við yfirborðið og það var aðeins við Gíslasker og Haganes sem súrefnisgildið byrjaði að lækka rétt við botninn og súrefnismettun mældist lægst 71% við botninn (4,87-4,88 ml/l súrefnisstyrk). Hitastig lækkaði aðeins niður vatnssúluna. Var um 5,7°C við yfirborðið en um 5°C við botninn. Seltustig var um 34,7‰ niður vatnssúluna.

Súrefnisstyrkur mældist lægstur 6,5 ml/l við botninn við Gíslasker 7. apríl og 4,87 ml/l við botninn við Haganes 12. desember en það er vel yfir 3 ml/l viðmiði sem hefur áhrif á fjölbreytni botndýra.

Súrefnisástand mældist gott á öllum stöðvum í mælingum árið 2022.

Pegar gerður var samanburður við mælingar fyrri ára, virðast mestar líkur á að súrefni mælist lágt á öllum stöðvum í október. Það er eini mánuðurinn sem að súrefnismettun hefur mældist undir 60% við Baulhús, en það var árið 2016 og 2019. Súrefnismettun hefur mælist undir 60% í október og nóvember við Haganes, en það var árið 2016 og 2017. Lág súrefnismettun virðist ná yfir lengra tímabil við Gíslasker eða október, nóvember og desember en það var árið 2016, 2017 og 2019. Við Gíslasker hefur einnig mælist lægri súrefnismettun en á hinum stöðvunum.

ABSTRACT

At the request of Arnarlax, The Natural Science Institute of the Westfjords (Náttúrustofa Vestfjarða (NAVE)), has written an annual report of oxygen measurements carried out by NAVE in Arnarfjörður in 2022. NAVE began monitoring oxygen levels in 2016 in these three deepest places in Arnarfjörður; Baulhús, Gíslasker and Haganes. Oxygen, temperature and salinity measurements were conducted on April 7th and December 12th in 2022, it was not possible to carry out measurement in October due to the weather.

The results of the measurements made on April 7th, showed 78% oxygen saturation at the sea surface and 90-93% oxygen saturation (6,5-6,9 ml/l oxygen concentration) at the seabed at all three places. The sea temperature was 0,5-0,6°C at the sea surface and 2,3-2,4°C at the seabed. The salinity was about 34‰ down the water column and increased slightly with depth.

The results of measurements made on December 12th, showed 82-83% oxygen saturation down the water column with decrease to 71% (4,87-4,88 ml/l oxygen concentration) near the seabed at Gíslasker and Haganes. The sea temperature decreased slightly with depth, and was 5,7°C at the sea surface and about 5°C at the seabed. The salinity was about 34,7‰ down the water column.

The lowest oxygen concentration in 2022 was 6,5 ml/l at the seabed on April 7th and 4,87 ml/l at the seabed on December 12th which is well above the 3 ml/l limit of affecting the diversity of benthic animals.

The oxygen level at the seabed was very good in all places in 2022.

When comparing measurements from 2016-2022, it seems most likely that oxygen level at seabed would be measured low in all three places in October, as this is the only month that NAVE has measured oxygen saturation below 60% at Baulhús. In Haganes it has been below 60% in October and November. In Gíslasker the oxygen saturation below 60% seems to extend over a longer period and the oxygen level has also been measured lower there, than in Haganes and Baulhús.

Lykilorð íslensk:
Súrefni, hiti, selta

Lykilorð ensk:
Oxygen, temperature, salinity

Undirskrift verkefnastjóra:



Yfirfarið af:
Kristjana Einarsdóttir

EFNISYFIRLIT

ÚTDRÁTTUR.....	iii
ABSTRACT	iv
INNGANGUR	1
AÐFERÐIR.....	2
NIÐURSTÖÐUR.....	3
Árið 2022	3
Árið 2016-2022	4
UMRÆÐUR.....	7
ÞAKKIR	7
HEIMILDASKRÁ	8
VIÐAUKI I	10

INNGANGUR

Að beiðni Arnarlax framkvæmir Náttúrustofa Vestfjarða súrefnismælingar í Arnarfirði fyrri part árs og á tímabili þegar súrefnisstyrkur í Arnarfirði hefur mælst í lágmarki, sem er frá ágúst og til loka desember. Þessar mælingar eru tilkomnar vegna kröfu um súrefnismælingar sem gerðar voru í athugasemdum við starfsleyfistillögu Arnarlax fyrir 10.000 tonna framleiðslu á löxum í Arnarfirði (Umhverfisstofnun 2016). Þessar mælingar eru endurteknar þrisvar á hverju ári í febrúar/mars, október og síðan nóvember/desember á þremur stöðvum í Arnarfirði. Náttúrustofa Vestfjarða hefur framkvæmt súrefnis-, hita- og seltumælingar í Arnarfirði frá því vöktun hófst árið 2016.

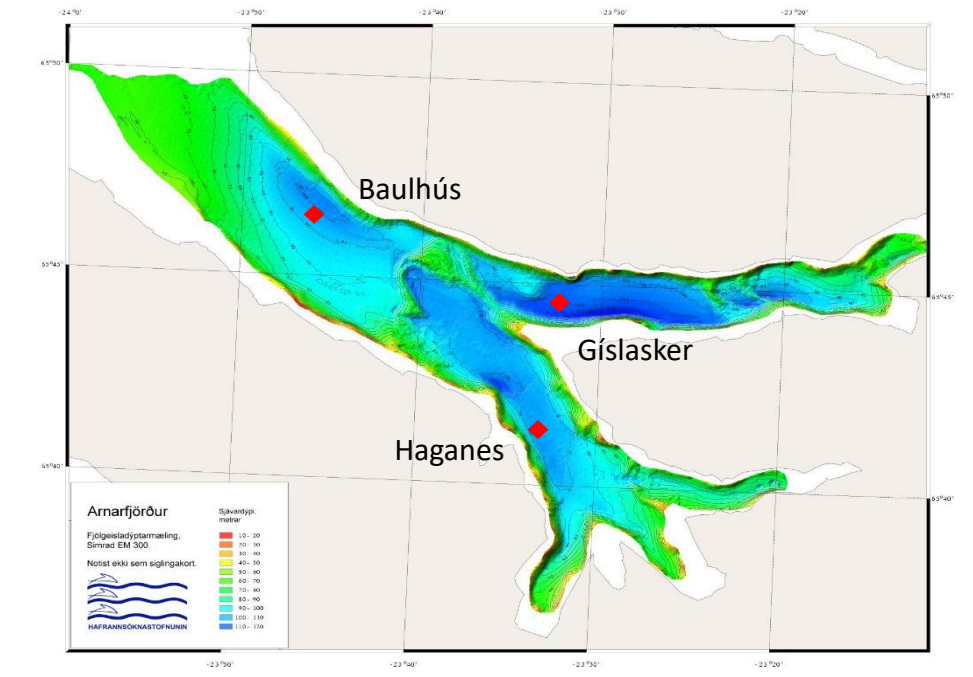
Arnarfjörður er þröskuldsfjörður og megin áhyggjuefni slíkra fjarða er að jafnaði endurnýjun sjávar og þar með súrefni í botnlaginu. Þær athuganir sem gerðar hafa verið staðfesta að þetta er raunin í því sem næst öllum Arnarfirði, hvort sem er í ytri eða innri hluta hans. Í þröskuldsfjörðum þarf sérstaklega að huga að þeim mörkum sem lífríkið þolir hvað varðar lágmarksstyrk súrefnis í dýpstu hlutum fjarðarins. Í tilfalli Arnarfjarðar er fylgst stöðugt með súrefnisstyrk í botnlagi sjávarins til að afla vitneskju um áhrif eldisins á súrefnisbúskap í dýpstu hlutum fjarðarins (Sólveig Rósa Ólafsdóttir o.fl. 2017).

Rannsókn í Noregi sýndi að botndýrategundum fækkaði um 50-90% ef súrefnisstyrkur var undir 2 ml/l og um 50-35% ef súrefnisstyrkur var 2-3 ml/l. Engin breyting sást ef súrefnisstyrkur var hærri en 3 ml/l. Út frá þessum niðurstöðum voru aðstæður við botn sjávar flokkaðar í; lélegt ástand < 2 ml/l, slakt ástand 2-3 ml/l og gott ástand > 3 ml/l (Buhl-Mortensen o.fl 2006).

Í þessari skýrslu eru niðurstöður á mælingum sem Náttúrustofan framkvæmdi 7. apríl og 12. desember 2022. Niðurstöður eru bornar saman við fyrri mælingar Náttúrustofunnar í Arnarfirði.

AÐFERÐIR

Mælingar voru framkvæmdar á þremur stöðvum í Arnarfirði; út af Haganesi, við Gíslasker og út af Baulhúsum. Allar þessar stöðvar eru innan við haft (þröskuld) við mynni fjarðarins. Staðsetningar stöðva eru sýndar á korti 1 og staðsetningarhnit og botndýpi í töflu 1.



Kort 1. Staðsetning stöðva í Arnarfirði. Stöðvar eru merktar inn á dýptarkort Hafrannsóknastofnunar - *Position of stations in Arnarfjörður. Stations are marked on a map from Marine and Freshwater Research Institute.*

Notað var mælingatæki af gerð SD204 frá SAIV A/S sem mælir seltu/leiðni, hitastig og dýpi og er með viðbótar einingum sem mæla súrefni og blaðgrænu. Í þessari rannsókn var tækið látið síga niður á sjávarbotninn og síðan dregið rólega upp að yfirborðinu og mælingar framkvæmdar á meðan.

Tækið skráði mælingar á 5 sekúndna fresti. Lesið var af tækinu þegar komið var í land. Botndýpi s.k.v. dýptarmæli í báti og staðsetningarhnit stöðva eru í töflu 1.

Tafla 1. Botndýpi og staðsetningarhnit á mældum stöðvum í Arnarfirði - *Station names, bottom depth and geographical coordinates in measured stations in Arnarfjörður.*

Stöð	Botndýpi (m)	Hnit
Baulhús	100	N65°45.833 V23°43.733
Gíslasker	115	N65°44.278 V23°29.726
Haganes	100	N65°40.241 V23°31.298

NIÐURSTÖÐUR

Árið 2022

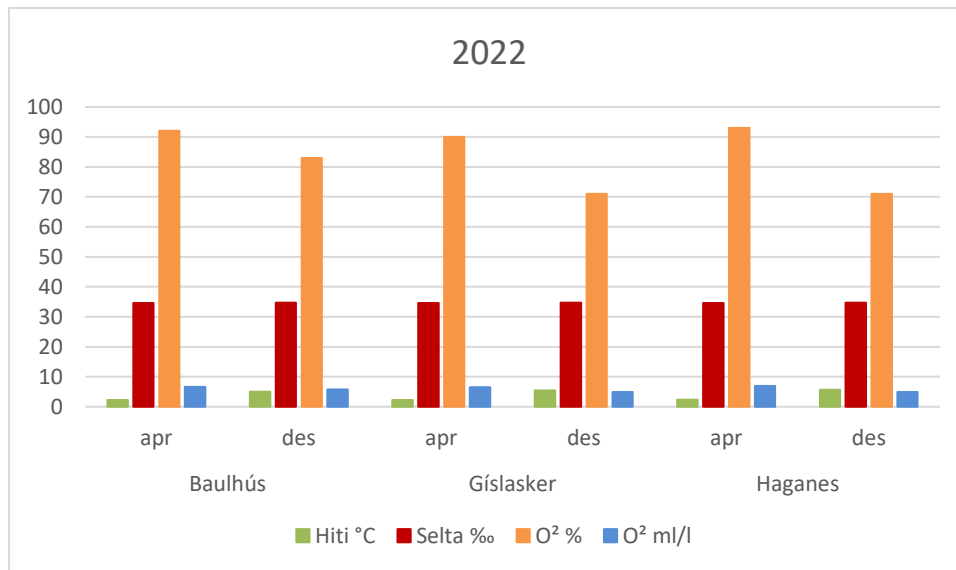
Niðurstöður mælinga sem gerðar voru dagana 7. apríl og 12. desember 2022 eru sýndar í töflu 2, mynd 1 og á kortum í viðauka I. Ekki náðist að framkvæma mælingu í október vegna veðurs.

Þann 7. apríl var 78% súrefnismettun við yfirborðið á öllum stöðvum og 90-93% súrefnismettun við botninn (sjá kort í viðauka I). Súrefnismettun fór ekki niður fyrir 77% og súrefnisstyrkur fór ekki niður fyrir 5,82 ml/l (tafla 2 og mynd 1). Hitastig mældist lágt við yfirborðið 0,5-0,6°C en hækkaði með dýpi og var 2,3-2,4°C við botninn. Seltustig var við 34‰ niður vatnssúluna á öllum stöðvum og hækkaði með dýpi (kort í viðauka og tafla 2).

Þann 12. desember var súrefnismettunin 82-83% við yfirborðið og mældist nokkuð jöfn niður vatnssúluna á öllum stöðvum (kort í viðauka). Það var aðeins við Gíslasker og Haganes sem súrefnið byrjaði að lækka rétt við botninn. Súrefnismettun fór ekki niður fyrir 71% og súrefnisstyrkur fór ekki niður fyrir 4,87 ml/l (tafla 2 og mynd 1). Hitastig mældist frá 5,1-5,7°C við yfirborðið og lækkaði aðeins með dýpi. Seltustig mældist við 34,7‰ niður vatnssúluna (kort í viðauka).

Tafla 2. Niðurstöður mælinga á sjávarhita, seltu, súrefnismettun og súrefnisstyrk við sjávarbotninn í Arnarfirði 7. apríl og 12. desember 2022- *Results from measurements at the seabed in Arnarfjörður on april 7th and december 12th 2022. The table shows temperature, salinity, oxygen saturation and oxygen concentration at the seabed.*

	Baulhús		Gíslasker		Haganes	
	Apríl	Desember	Apríl	Desember	Apríl	Desember
Hiti °C	2,3	5	2,3	5,5	2,4	5,7
Selta ‰	34,6	34,7	34,6	34,7	34,6	34,7
O² %	92	83	90	71	93	71
O² ml/l	6,6	5,76	6,5	4,88	6,9	4,87

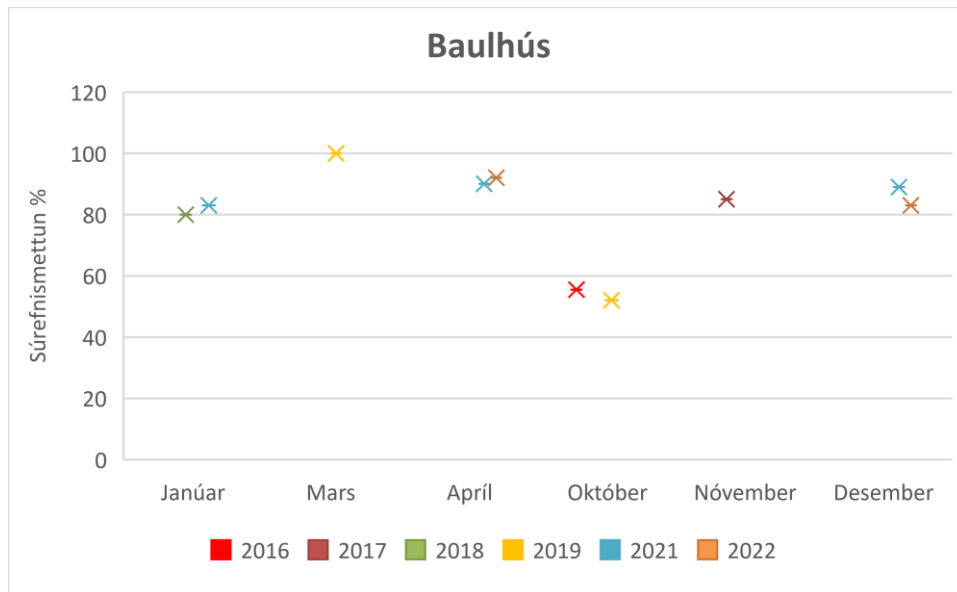


Mynd 1. Mælingar á sjávarhita, seltu, súrefnismettun og súrefnisstyrk við sjávarbotninn í Arnarfirði 7. apríl og 12. desember 2022. - Results from measurements at the seabed in Arnarfjörður in april 7th and december 12th 2022. The figure shows temperature, salinity, oxygen saturation and oxygen concentration at the seabed.

Mælingar Náttúrustofunnar sýndu gott súrefnisástand við sjávarbotninn árið 2022.

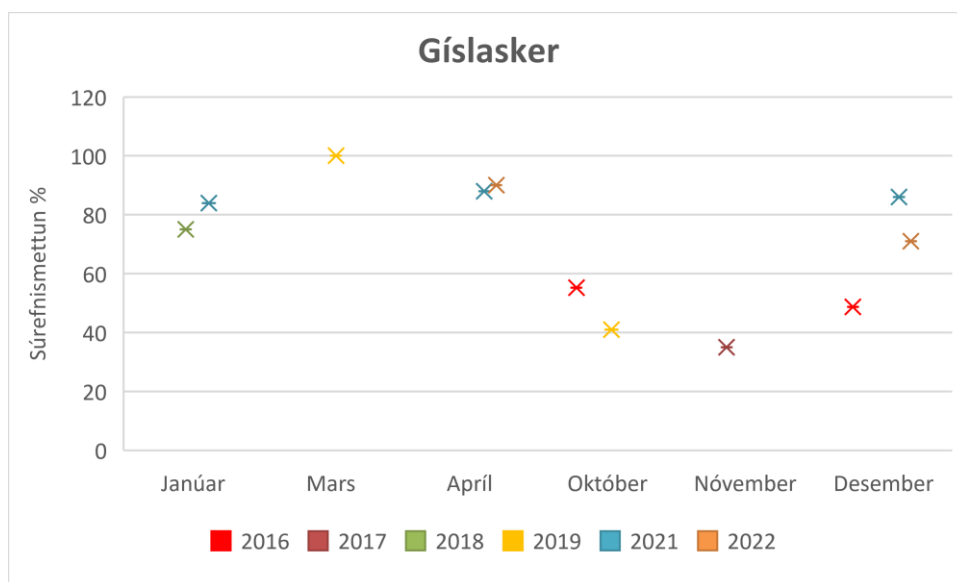
Árið 2016-2022

Megin markmið þessarar vöktunar er að fylgjast með súrefnismagni við sjávarbotninn á um 100 m dýpi á þremur stöðvum í Arnarfirði. Neðangreindar myndir sýna mælingar á súrefnismettun við sjávarbotninn við Baulhús, Gíslasker og Haganes eftir mánuðum frá árinu 2016 til 2022. Árið 2020 náði NAVE ekki að framkvæma mælingar, en það var einkum vegna COVID-19 takmarkana en einnig vegna veðurs.



Mynd 2. Súrefnismettun við sjávarbotninn við Baulhús 2016-2022 – *Oxygen saturation at the seabed at Baulhús 2016-2022.*

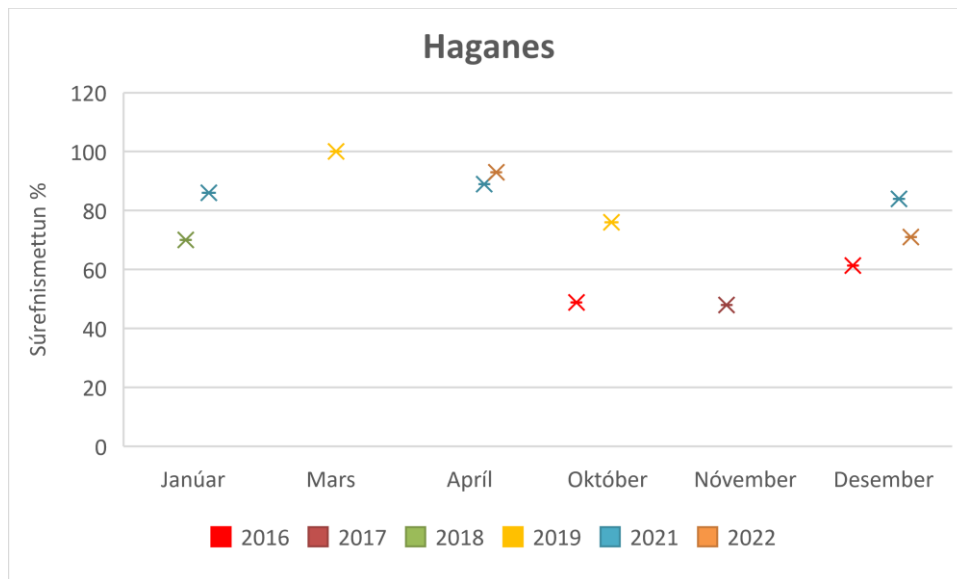
Við Baulhús hefur mælst há súrefnismettun alla mánuði nema í október. Þann 24. október árið 2016 mældist súrefnisstyrkurinn 3,8 ml/l (súrefnismettun 55,5%). Þann 18. október árið 2019 mældist súrefnisstyrkurinn 3,61 ml/l (súrefnismettun 52%). Súrefnismettun mældist hins vegar há 7. nóvember 2017.



Mynd 3. Súrefnismettun við sjávarbotninn við Gíslasker 2016-2022 – *Oxygen saturation at the seabed at Gíslasker 2016-2022.*

Við Gíslasker hefur mælst há súrefnismettun í janúar, mars og apríl en lág í október og nóvember. Þann 24. október árið 2016 mældist súrefnisstyrkurinn 3,8 ml/l (súrefnismettun 55,3%) eins og við Baulhús. Hins vegar þann 7. nóvember árið 2017 mældist súrefnisstyrkurinn mjög lágur 2,32 ml/l (súrefnismettun 35%) en var á sama

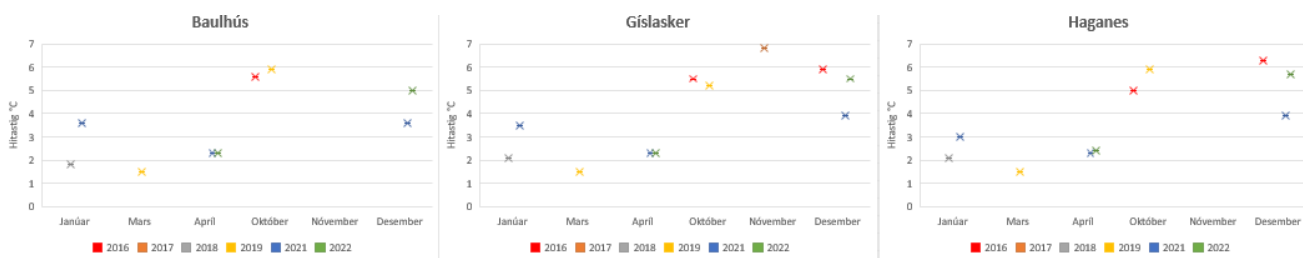
tíma hár við Baulhús. Þann 18. október árið 2019 mældist súrefnisstyrkurinn 2,88 ml/l (súrefnismettun 41%) og þann 6. desember 2016 mældist súrefnisstyrkurinn 3,3 ml/l (súrefnismettun 48,7%).



Mynd 4. Súrefnismettun við sjávarbotninn við Haganes 2016-2022 – *Oxygen saturation at the seabed at Haganes 2016-2022.*

Við Haganes hefur mælst há súrefnismettun í janúar, mars, apríl, desember og einnig 18. október árið 2019. Þann 24. október árið 2016 mældist súrefnisstyrkur 3,4 ml/l (súrefnismettun 48,8%). Þann 7. nóvember árið 2017 mældist súrefnisstyrkur 2,96 ml/l (súrefnismettun 48%) svipað og við Gíslasker.

Seltustig við sjávarbotninn hefur mælst hátt og stöðugt í Arnarfirðinum en hitastigið hefur verið breytilegt eins og mynd 5 sýnir.



Mynd 5. Hitastig við sjávarbotninn við Baulhús, Gíslasker og Haganes 2016-2022. *Temperature at seabed at Baulhús, Gíslasker and Haganes in 2016-2022.*

UMRÆÐUR

Þann 7. apríl mældist súrefnis-, hita- og seltustig hærra við botninn en yfirborðið á öllum stöðvum og niðurstöður mælinga voru svipaðar á milli stöðva. Hitastig mældist óvenju lágt eða 0,5-0,6°C við yfirborðið en var 2,3-2,4°C við botninn.

Þann 12. desember var nánast sama hita- og seltustig niður vatnssúluna á öllum stöðvum sem þýðir engin lagskipting og að sjórinn var vel blandaður. Súrefnismettun hefur að öllum líkindum átt eftir að hækka meira og hitastig lækka.

Samkvæmt mælingum Hafrannsóknastofnunar frá 2014-2020 er hægt að greina árstíðabreytingar í botnlagi Arnarfjarðar í þremur fösom. Mælingar sem NAVE framkvæmdi 2022 falla báðar undir vetrarmælingafasa (nóvember/desember – mars/apríl) en það er þegar botnlagið kólnar frá nóvember til mars, súrefnismettun hækkar snögglega, yfirleitt í nóvember og helst há allan veturinn. Lóðrétt blöndun nær niður í botnlagið og selta verður sveiflukennd (Andreas Macrander o.fl. 2021). Súrefnisstyrkur við sjávarbotninn var hár og hitastig lækkaði frá desember og er lágt í apríl en seltustig við sjávarbotninn mældist hins vegar stöðugt. Helsti munurinn á milli stöðva var að súrefnismettun við Baulhús sem er nær fjarðarmynninu var hærri en við Gíslasker og Haganes í desember.

Þegar skoðaður er samanburður á milli ára sést að það tímabil sem NAVE hefur mælt lágan súrefnisstyrk er frá 18. október til 6. desember. Það virðast mestar líkur á að súrefni mælist lágt á öllum stöðvum í október en það er eini mánuðurinn sem að súrefnismettun fór undir 60% við Baulhús, en það var árið 2016 og 2019. Súrefnismettun fór undir 60% í október og nóvember við Haganes árið 2016 og 2017. Lág súrefnismettun virðist ná yfir lengri tíma við Gíslasker eða október, nóvember og desember en það var árið 2016, 2017 og 2019. Við Gíslasker hefur einnig mælt lægri súrefnismettun en á hinum stöðvunum

ÞAKKIR

Starfsmönnum Arnarlax, Matthíasi Ágústssyni, Sigurbirni Halldórssyni, Víði Jóhannssyni, Guðmundi Traustasyni, Daníel Þór Þórhallssyni, Karli Orra Einarssyni og Haraldi Marteinsyni er þakkað fyrir aðstoð við mælingar árið 2022. Samstarfsaðila á Náttúrustofu Vestfjarða, Kristjönu Einarsdóttur er þakkað fyrir yfirlestur og góðar ábendingar.

HEIMILDASKRÁ

- Andreas Macrander, Sólveig R. Ólafsdóttir, Magnús Daníelsen, Hjalti Karlsson, Arnþór Bragi Kristjánsson og Jacek Sliwinski. 2021. *Arnarfjörður: Ástand sjávar, straumar og endurnýjun botnlags / Arnarfjörður: Hydrographic conditions, currents and renewal of bottom layer*. Hafrannsóknastofnun, HV 2021-38. 47 bls.
- Buhl-Mortensen, L., Aure, J., Alve, E., Oug, E. og Husum K. 2006. *Effekter av oksygenkvitt på fjordfauna: Bunnfauna og miljø i fjorder på Skagerrakysten*. Fisker og Havet 3-2016: 108. ISSN 0071-5638.
- Cristian Gallo 2017. *Súrefnismæling 7. nóvember 2017 Arnarlax (Arnarfjörður)*. Unnið fyrir Arnarlax. Náttúrustofa Vestfjarða, NVG nr. 5-17. Minnisblað.
- Cristian Gallo 2018. *Súrefnismæling 30. janúar 2018 Arnarlax (Arnarfjörður)*. Unnið fyrir Arnarlax. Náttúrustofa Vestfjarða, NVG nr. 2-18. Minnisblað.
- Margrét Thorsteinsson og Cristian Gallo. 2017. *Súrefnismælingar í Arnarfirði, október og desember 2016*. Unnið fyrir Arnarlax. Náttúrustofa Vestfjarða, NV nr. 08-17.
- Margrét Thorsteinsson og Cristian Gallo. 2018. *Súrefnisskýrsla Arnarfjörður 2017*. Unnið fyrir Arnarlax. Náttúrustofa Vestfjarða, NV nr. 9-18.
- Margrét Thorsteinsson. 2018. *Súrefnismæling 5. október 2018 Arnarlax (Arnarfjörður)*. Unnið fyrir Arnarlax. Náttúrustofa Vestfjarða, NVG nr. 7-18. Minnisblað.
- Margrét Thorsteinsson. 2018. *Súrefnismæling 14. desember 2018 Arnarlax (Arnarfjörður)*. Unnið fyrir Arnarlax. Náttúrustofa Vestfjarða, NVG nr. 8-18. Minnisblað.
- Margrét Thorsteinsson. 2019. *Súrefnismæling 7. mars 2019 Arnarlax (Arnarfjörður)*. Unnið fyrir Arnarlax. Náttúrustofa Vestfjarða, NVG nr. 2-19. Minnisblað.
- Margrét Thorsteinsson. 2019. *Súrefnismæling 18. október 2019 Arnarlax (Arnarfjörður)*. Unnið fyrir Arnarlax. Náttúrustofa Vestfjarða, NVG nr. 5-19. Minnisblað.
- Margrét Thorsteinsson. 2019. *Súrefnisskýrsla Arnarfjörður 2019*. Unnið fyrir Arnarlax. Náttúrustofa Vestfjarða, NV nr. 2-20.
- Margrét Thorsteinsson. 2021. *Súrefnismæling 7. janúar 2021 Arnarlax (Arnarfjörður)*. Unnið fyrir Arnarlax. Náttúrustofa Vestfjarða, NVG nr. 2-21. Minnisblað.
- Margrét Thorsteinsson. 2021. *Súrefnismæling 23. apríl 2021 Arnarlax (Arnarfjörður)*. Unnið fyrir Arnarlax. Náttúrustofa Vestfjarða, NVG nr. 4-21. Minnisblað.
- Margrét Thorsteinsson. 2021. *Súrefnismæling 20. desember 2021 Arnarlax (Arnarfjörður)*. Unnið fyrir Arnarlax. Náttúrustofa Vestfjarða, NVG nr. 10-21. Minnisblað.

Margrét Thorsteinsson. 2022. *Súrefnisskýrsla Arnarfjörður 2021*. Unnið fyrir Arnarlax. Náttúrustofa Vestfjarða, NV nr. 9-22.

Margrét Thorsteinsson. 2022. *Súrefnismæling 7. apríl 2022 Arnarlax (Arnarfjörður)*. Unnið fyrir Arnarlax. Náttúrustofa Vestfjarða, NVG nr. 4-22. Minnisblað.

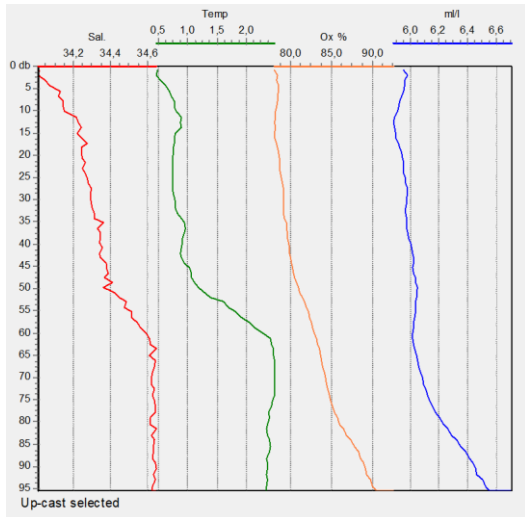
Margrét Thorsteinsson. 2021. *Súrefnismæling 12. desember 2022 Arnarlax (Arnarfjörður)*. Unnið fyrir Arnarlax. Náttúrustofa Vestfjarða, NVG nr. 5-22. Minnisblað.

Umhverfisstofnun. 2016. *Greinargerð vegna athugasemda á auglýsingatíma vegna starfsleyfistillögu fyrir Arnarlax hf.* Sótt 5. maí 2017 af: https://www.ust.is/library/Skrar/Atvinnulif/Starfsleyfi/Greinargerdir/Fiskeldi-og-kraeklingaraekt/arnarlax_greinargerd.pdf

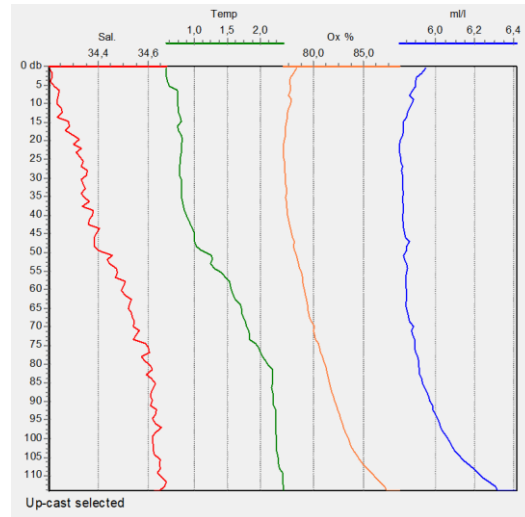
Sólveig R. Ólafsdóttir, Héðinn Valdimarsson, Andreas Macrander og Hafsteinn G. Guðfinnsson. 2017. *Burðarþol íslenskra fjarða*. Hafrannsóknastofnun, HV 2017-033. 17 bls.

VIÐAUKI I

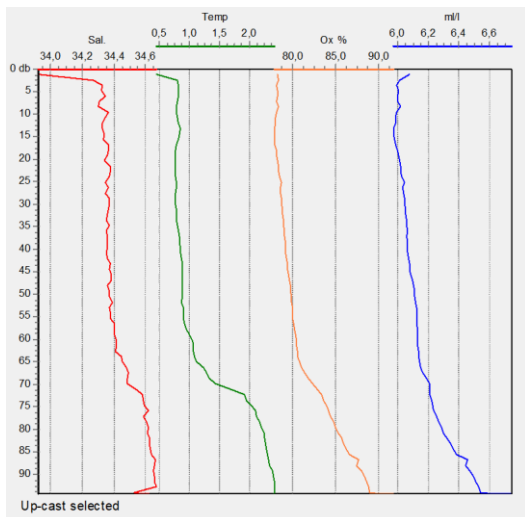
Kortin sýna mælingar á seltu (rauð lína), hita (græn lína), súrefnismettun (appelsínugul lína) og súrefnisstyrk (blá lína) við Baulhús, Gíslasker og Haganes árið 2022.



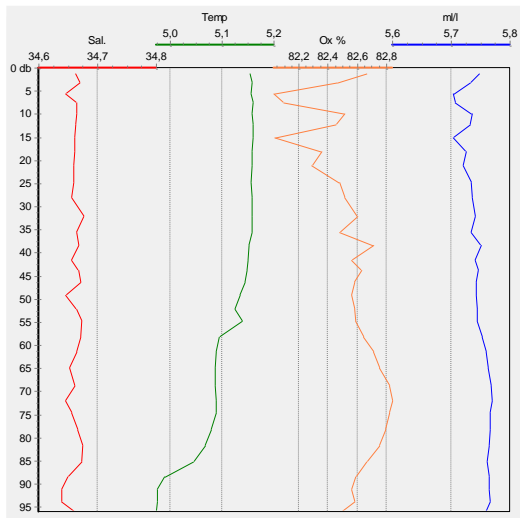
Baulhús 7.4.2022



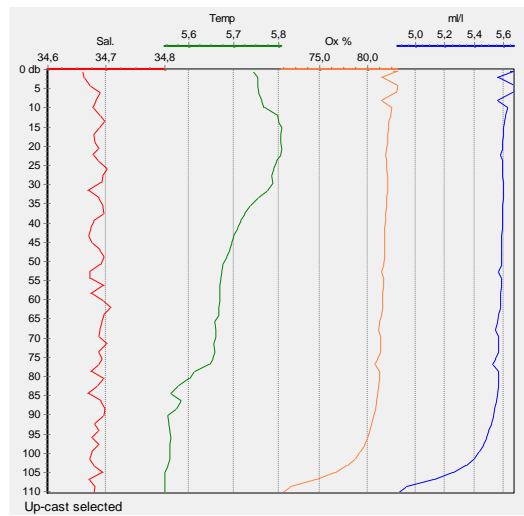
Gíslasker 7.4.2022



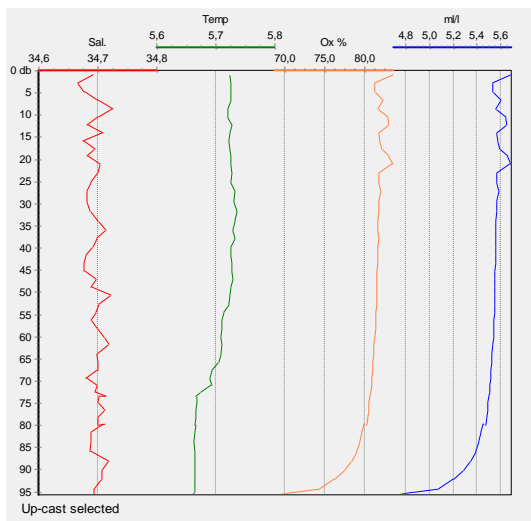
Haganes 7.4.2022



Baulhús 12.12.2022



Gíslasker 12.12.2022



Haganes 12.12.2022