

HV 2023-38
ISSN 2298-9137



HAF- OG VATNARANNSÓKNIR

MARINE AND FRESHWATER RESEARCH IN ICELAND

Vöktun á lífríki og vatnsgæðum Þingvallavatns
Gagnaskýrsla fyrir árið 2022
Verkþáttur nr. 2: Lífríki og efna- og eðlisþættir í vatnsbol

*Haraldur R. Ingvason, Stefán Már Stefánsson
og Finnur Ingimarsson*

HAFNARFJÖRÐUR – DESEMBER 2023

Vöktun á lífríki og vatnsgæðum Þingvallavatns
Gagnaskýrsla fyrir árið 2022
Verkþáttur nr. 2: Lífríki og efna- og eðlisþættir í vatnsbol



*Haraldur R. Ingvason, Stefán Már Stefánsson
og Finnur Ingimarsson*



HAFRANNSÓKNASTOFNUN

Rannsókn- og ráðgjafarstofnun hafs og vatna

Upplýsingasíða

Skýrsla nr. HV 2023-38	Útgáfudagur 18. desember 2023	ISSN 2298-9137	Dreifing: Opin
Titill: Vöktun á lífríki og vatnsgæðum Þingvallavatns; Gagnaskýrsla fyrir árið 2022, Verkþáttur nr. 2 Lífríki og efna- og eðlisþættir í vatnsbol.			Verknúmer 17696
			Fjöldi síðna 25
Höfundar: Haraldur R. Ingvason, Stefán Már Stefánsson og Finnur Ingimarsson			
Verkefnistjóri: Haraldur R. Ingvason			
Yfirfarið af: Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir			
Unnið fyrir: Unnið fyrir Bláskógabyggð, Grímsnes- og Grafningshrepp, Landsvirkjun, Orkuveitu Reykjavíkur og Þjóðgarðinn á Þingvöllum			
Ágrip: Hér er gerð grein fyrir vöktun á lífríki og umhverfisþáttum svifvistar í vatnsbol Þingvallavatns árið 2022. Stöðugleiki virðist ríkja í eðlis- og efnaþáttum meðan töluverðar sveiflur má sjá milli ára í vatnshita og þéttleika lífvera, þar á meðal halaflóar, en þéttleiki hennar hefur verið með minnsta móti samfelld í nokkur ár. Halaflóin leikur lykilhlutverk í svifvistinni og er t.d. mikilvæg fæðutegund fyrir fiska. Þá bendir haustveiði á murtu til að stofninn sé í mikilli lægð eftir nokkurra ára samfellda niðursveiflu			
Abstract <i>Presented here are results from annual ecological monitoring of Lake Þingvallavatn, focusing on phytoplankton, zooplankton, environmental variables and planktonic arctic charr in 2022. Chemical and physical factors seem stable between years while water temperature and zooplankton density are more variable. The density of Daphnia, which plays a key role in the ecosystem, has been rather low since 2019 and the pelagic charr population seems to be collapsing.</i>			
Lykilorð: svifdýr, blaðgræna, vatnshiti, þyrildýr, murta			
Undirskrift verkefnisstjóra: 		Undirskrift forstöðumanns sviðs: 	

Efnisyfirlit

1	Inngangur.....	1
2	Framkvæmdalýsing.....	2
2.1	Niðurstöður.....	3
2.1.1	Eðlis- og efnaþættir	3
2.1.2	Sjónkýpi og blaðgræna-a	5
2.1.3	Vatnshiti á stöð 2	5
2.1.4	Svíflæg krabbadýr	7
2.1.5	Svíflæg þyrildýr	9
2.1.6	Murta	12
2.2	Umræður.....	13
2.2.1	Eðlis- og efnaþættir	13
2.2.2	Sjónkýpi og blaðgræna-a	14
2.2.3	Vatnshiti á stöð 2	15
2.2.4	Svífdýr	17
2.2.5	Murta	22
2.3	Samantekt	24
	Þakkarorð	24
	Heimildaskrá.....	25

Myndaskrá

- Mynd 1.** Sýnatöku- og mælistöðvar í Þingvallavatni árið 2022.....2
- Mynd 2.** Efri mynd: Sólarhringsmeðaltöl vatnshita (°C) á dýptarsniði á stöð 2 á tímabilinu 23.5–18.10 árið 2022 ásamt sólarhringsmeðaltali 10 mínútna meðalvindhraða á klukkustund yfir sama tímabil (Veðurstofa Íslands 2022). Vatnshiti mældur með siritandi hitamælum á 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32, 36 og 40 m dýpi. Neðri mynd: Vatnshiti á 4 m, 12 m og 40 m dýpi. Veðurgögn eru frá veðurstöð 1596, Þingvellir.....6
- Mynd 3.** Vatnshiti (°C) á dýptarsniði á stöð 2 á tímabilinu 23.5–18.10 árið 2022. Litir endurspegla vatnshita í °C. Mælt með siritandi hitamælum á 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32, 36 og 40 m dýpi. Myndin byggir á sólarhringsmeðaltölum á hverju dýpi.....7
- Mynd 4.** Fjöldi sviflægra krabbadýra í 10 lítrum á hverju mældýpi á stöð 3 árið 2022. Um er að ræða meðaltal fjögurra mælinga (í maí, júlí, september og október) ásamt staðalskekkju (St.sk.).....9
- Mynd 5.** Fjöldi sviflægra þyrildýra í 10 lítrum á hverju mældýpi á stöð 3 árið 2022. Um er að ræða meðaltal fjögurra mælinga (í maí, júlí, september og október) ásamt staðalskekkju (St.sk.).....10
- Mynd 6.** Meðalfjöldi algengra þyrildýrategunda í 10 lítrum á hverju mældýpi á stöð 3 árið 2022. Tegundirnar eru sólþyrla (*Conocilus unicornis*), spaðabyrla (*Keratella cochlearis*), fjaðrabýrla (*Polyarthra tegundir*), slóðabyrla (*Filinia terminalis*) og pokabyrla (*Asplachna priodonta*).....10
- Mynd 7.** Sjónkýpi í Þingvallavatni árin 2007–2022 flokkað eftir árstíma. Mælt var á stöð 2 árin 2007–2015 og á stöð 3 árin 2016–2022.....14
- Mynd 8.** Blaðgræna-a í Þingvallavatni árin 2007–2022 flokkað eftir árstíma. Mælt var á stöð 2 árin 2007–2015 og á stöð 3 árin 2016–2022. Meðaltöl mælinga á öllum átta sýnatökudýpum. Vikmörk sýna staðalskekkju (SE).....14
- Mynd 9.** Vatnshiti á dýptarsniði (4–40 m dýpi) á rannsóknartímabilinu 23. maí -18. október árið 2022 brotinn upp eftir dagafjölda vatnshita á hverju dýpi. Heildardagafjöldi á rannsóknartímanum var 149 dagar.....16
- Mynd 10.** Dagsetningar sýna hvenær jafnhitastigi (vatnshitamunur á 4 m og 40 m dýpi kominn niður í 0,1 °C) er náð á árablinu 2010–2022 (súlurit). Einnig er sýndur meðalvatnshiti í vatnsbol þann 1. október sama ár (línurit).....16
- Mynd 11.** Fjöldi ranaflóa og langhalafloa í 10 lítrum á hverju dýpi árin 2008–2022. Mældýpi á stöð 3 eru 1, 5, 10, 25, 35, 45, 55 og 65 m, en samanburðarárin á stöð 2 ná mælingar aðeins niður á 35 m dýpi. Um er að ræða meðaltal fjögurra mælinga á hverju dýpi (í maí, júní/júlí, ágúst/september og október/nóvember) ásamt staðalskekkju (St.sk.).....18
- Mynd 12.** Fjöldi svifdíla og augndíla í 10 lítrum á hverju dýpi árin 2008–2022. Mældýpi á stöð 3 eru 1, 5, 10, 25, 35, 45, 55 og 65 m, en samanburðarárin á stöð 2 ná mælingar aðeins niður á 35 m dýpi. Um er að ræða meðaltal fjögurra mælinga á hverju dýpi (í maí, júní/júlí, ágúst/september og október/nóvember) ásamt staðalskekkju (St.sk.).....19
- Mynd 13.** Fjöldi fjaðrabýrlna og slóðabyrlna í 10 lítrum á hverju dýpi árin 2008–2022. Mældýpi á stöð 3 eru 1, 5, 10, 25, 35, 45, 55 og 65 m, en samanburðarárin á stöð 2 ná mælingar aðeins niður á 35 m dýpi. Um er að ræða meðaltal fjögurra mælinga á hverju dýpi (í maí, júní/júlí, ágúst/september og október/nóvember) ásamt staðalskekkju (St.sk.).....20

Mynd 14. Fjöldi sólþyrlna og spaðabyrlna í 10 lítrum á hverju dýpi árin 2008–2022. Mældýpi á stöð 3 eru 1, 5, 10, 25, 35, 45, 55 og 65 m, en samanburðarárin á stöð 2 ná mælingar aðeins niður á 35 m dýpi. Um er að ræða meðaltal fjögurra mælinga á hverju dýpi (í maí, júní/júlí, ágúst/september og október/nóvember) ásamt staðalskekkju (St.sk.).21

Mynd 15. Stöðluð heildarveiði (aflí á sóknareiningu/CPUE, efri mynd), og hlutfall veiði í hverja möskvastærð (neðri mynd).22

Mynd 16. Meðallengd hænga og hrygna ásamt 95% öryggismörkum á árabílinu 2003–2022.23

Töfluskrá

Tafla 1. Yfirlit yfir sýnatökustöðvar árið 2022. vegna vöktunar í Þingvallavatni árið 2022.....3

Tafla 2. Styrkur heildarfosfórs (P-total), fosfats (PO₄), heildarniturs (N-total), ammóníums (NH₄), nítrats (NO₃) og nítríts (NO₂) á stöð 3 í Þingvallavatni árið 2022. Gulbrúnar tölur í töflu eru mælingar úr ósíuðum sýnum og eru þær mælingar ekki notaðar til að reikna út meðaltal og ástandsflokk, heldur aðeins til samanburðar.....4

Tafla 3. Vatnshiti, rafleiðni og sýrustig í Þingvallavatni í þremur sýnatökuferðum árið 2022 en mælingar féllu niður þann 18. október vegna bilunar í tækjabúnaði. Meðaltal, staðalfrávik, hámark og lágmark miðast við stöð 3.4

Tafla 4. Magn blaðgrænu-a og sjóndýpi í Þingvallavatni í fjórum sýnatökuferðum árið 2022.....5

Tafla 5. Tegundasamsetning svíflægra krabbadýra og þéttleiki (fjöldi einstaklinga í 10 lítrum) í Þingvallavatni 2022. Meðaltal, staðalskekkja (St.sk.) og geómetrískt meðaltal (Gm.) er reiknað fyrir stöð 3.....8

Tafla 6. Tegundasamsetning helstu tegunda þyrildýra (Rotifera) og þéttleiki (fjöldi einstaklinga í 10 lítrum) í Þingvallavatni 2022. Meðaltal, staðalskekkja (St.sk.) og geómetrískt meðaltal (Gm.) er reiknað fyrir stöð 3.11

Tafla 7. Heildarafli og aflasamsetning í murtuveiði við Mjóanes árið 2022.....12

Tafla 8. Heildarafli og aflasamsetning í murtuveiði við Heiðarbæ árið 2022.....12

Tafla 9. Meðalstyrkur heildarfosfórs (P-heild) og heildarniturs (N-heild) í Þingvallavatni að sumarlagi á árunum 2010–2022. Blátt táknar ástandsflokk A, grænt ástandsflokk B og gult ástandsflokk C.13

1 Inngangur

Allt frá árinu 2007 hefur staðið yfir samfelld vöktun á lífríki og vatnsgæðum Þingvallavatns. Forsvarsaðilar verkefnisins eru Landsvirkjun, Orkuveita Reykjavíkur, Bláskógabyggð, Grímsnes og Grafningshreppur og Þjóðgarðurinn á Þingvöllum. Framkvæmdaraðilar síðustu ár hafa verið Náttúrufræðistofa Kópavogs og Ferskvatns- og eldissvið Hafrannsóknastofnunar. Um er að ræða sýnatökur og mælingar nokkrum sinnum á ári og hefur Náttúrufræðistofa Kópavogs sinnt þeim hluta sem snýr að vöktun á lífríki ásamt efna- og eðlisþáttum í vatnsbol en Ferskvatns- og eldissvið Hafrannsóknastofnunar séð um sýnatökur á efnasýnum í innrennsli og útfalli vatnsins og efnamælingar.

Sá hluti vöktunarinnar sem hér verður fjallað um hefur beinst að helstu lífveruhópum í svifvist Þingvallavatns, þ.e. svifþörungum, þyrildýrum, sviflægum krabbadýrum og murttu. Til viðbótar hefur verið safnað upplýsingum um ólífræna þætti í vatnsbol, á borð við styrk næringarefna ofan og neðan hitaskiptalags, sýrustig, rafleiðni og vatnshita. Saman mynda þessir þættir helstu áhrifavalda í vistkerfi Þingvallavatns, en þeir geta verið háðir utanaðkomandi áhrifum og aðstæðum svo sem aðflutningi næringarefna, veðurfari og breytingum á loftslagi.

Frá árinu 2015 hafa svifþörungur verið greindir til tegunda, en slík greining fór einnig fram á árunum 2007–2010 þegar sýni voru send til Kanada til tegundagreininga. Sýnum hefur verið safnað sérstaklega í þessum tilgangi, bæði á dýptarsniði á stöð 3 sem og í útfalli vatnsins en þar hefur sýnatökutiðni verið hærrí en í vatninu. Þessi hluti vöktunarinnar hefur að mestu verið á hendi Gunnars Steins Jónssonar líffræðings.

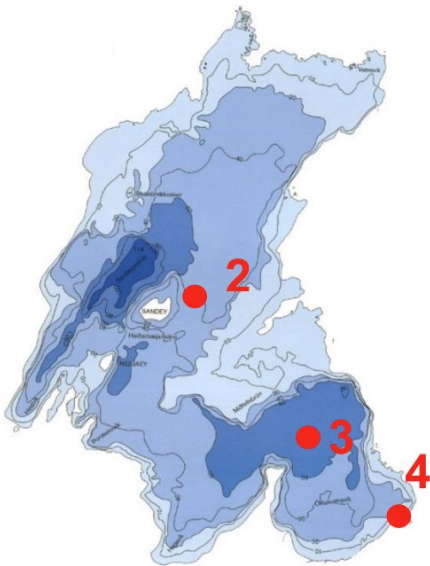
Frá upphafi hefur verið gerð grein fyrir niðurstöðum vöktunarinnar í skýrslum Náttúrufræðistofu Kópavogs og Gunnars St. Jónssonar og hafa skýrslurnar til þessa verið öllum aðgengilegar á heimasíðu Náttúrufræðistofu Kópavogs (<https://www.natkop.kopavogur.is>). Að auki hafa verið birtar greinar í Náttúrufræðingnum, félagsriti Hins íslenska náttúrufræðifélags, sem byggja á niðurstöðum vöktunarinnar (Hilmar J. Malmquist o.fl. 2020, Finnur Ingimarsson o.fl. 2020, Eydís Salome Eiríksdóttir og Sigurður Reynir Gíslason 2020).

Í þessari skýrslu er gerð grein fyrir fyrirliggjandi niðurstöðum ársins 2022. Eins og síðustu ár er áhersla lögð á myndræna framsetningu helstu niðurstaðna auk þess að gefa yfirlit yfir sýnatökur sem vöktuninni tengjast. Skýrslan er óvenju seint á ferðinni að þessu sinni þar sem rannsóknahluti Náttúrufræðistofu Kópavogs var óvænt lagður niður á miðju árinu og öll vinna við rannsóknaverkefni hennar með því sett í algert uppnám. Þessu verkefni hefur nú í heild sinni verið komið í skjól hjá Ferskvatns- og eldissviði Hafrannsóknastofnunar með samþykki verkkaupa og er vonast til að skaðinn af þessum gjörningi verði sem minnstur.

2 Framkvæmdalýsing

Árið 2022 var framkvæmd vöktunarinnar með hefðbundnum hætti á stöðvum 3 og 4 (1. mynd). Farnar alls fjórar rannsóknarferðir (23. maí, 6. júlí, 7. september og 18. október) þar sem gerðar voru mælingar og sýni tekin (1. tafla). Sýni til talninga á svifdýrum voru tekin með 10 lítra vatnssýnataka frá yfirborði og niður á 65 metra dýpi á stöð 3 og samhliða gerðar mælingar á vatnshita, rafleiðni og sýrustigi, auk þess sem sýni voru tekin til mælinga á magni blaðgrænu-a. Að auki var vatnshiti mældur með hitasíritum á dýptarsniði á stöð 2 á tímabilinu 23. maí til 18. október (1. mynd). Vatnssýnum til mælinga á næringarefnum og fleiri efnum var safnað á 5 m og 35 m dýpi dagana 6. júlí og 7. september. Þá var sýnum til tegundagreininga á svifþörungum safnað í öllum fjórum sýnatökuferðum á 5, 20, 35 og 65 m dýpi á stöð 3, ásamt sýnum sem tekin voru á um 1 m dýpi á stöð 4 í útfalli vatnsins.

Greiningar á efnasýnum voru gerðar í samstarfi við Hafrannsóknastofnun sem sér um allar aðrar mælingar á efnafræði í verkefninu. Sýnum til tegunda- og magngreininga á þörungum var safnað við útfall vatnsins 1–2 sinnum í mánuði yfir árið. Var sú sýnataka og úrvinnsla hennar á hendi Gunnars Steins Jónssonar og eru niðurstöðurnar gefnar út í sérskýrslum (Sjá t.d. Gunnar Steinn Jónsson 2021). Dagana 12.–13. og 18.–19. október voru lögð net til að afla sýna úr hrygningarstofni murtu. Upplýsingar frá staðkunnugum bentu til þess að lítið væri um murtu og því var brugðið út af vananum og lögð net í fullri lengd með hverri möskvastærð í stað samsettra neta sem alla jafna hafa verið notuð. Þar sem lítið veiddist á hefðbundnum veiðistað við Mjóanes var prófað að leggja síðari lögnina við vestanvert vatnið, eða undan Heiðarbæ og voru notuð til þess tvo samsett net. Varðandi nánari framkvæmdalýsingar, sem og sögu þess hvernig verkefnið hefur þróast gegnum árin, er vísað til fyrri gagnaskýrslna (sjá t.d. Haraldur R. Ingvason o.fl. 2015).



Mynd 1. Sýnatöku- og mælistöðvar í Píngvallavatni árið 2022.

Tafla 1. Yfirlit yfir sýnatökustöðvar árið 2022. vegna vöktunar í Þingvallavatni árið 2022.

		Stöðvar og dýpi (m)										
		3										4
Tegund sýnis	Mælibreytur	1	5	10	20	25	35	45	55	65	~1	
Þörungasvif												
Ósíað sýni, 100 ml	Tegundagr./talning		4		4		4			4	4	
Ósíað sýni, 1 lítri	Blaðgræna-a	4	4	4		4	4	4	4	4	4	
	Sjónkýpi	4	4	4	-	-	-	-	-	-	-	
Dýrasvif												
Síað sýni, 9 lítrar, 45 µm	Tegundagr./talning	4	4	4		4	4	4	4	4	4	
Eðlisþættir - Fjölpáttamælir												
	Vatnshiti	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	Sýrustig	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	Rafleiðni	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Efnagreining - síað/ósíað,		2				2						
Murtuveiði v. Mjóanes	Möskvastærðir (mm)	13, 15,5, 18,5, 21,5 og 25										
Aukaveiði, Heiðarbær		10, 12,5, 15,5, 19,5 og 24										

2.1 Niðurstöður

2.1.1 Eðlis- og efnapættir

Vatnssýni til efnamælinga voru tekin á stöð 3, á 5 m og 35 m dýpi í tveimur ferðum árið 2022 (1. og 2. tafla). Tilgangur þessarar sýnatöku er fyrst og fremst að kanna hvort greina megi mun á styrk helstu næringarefna ofan og neðan við hitaskil á þeim árstíma sem þeirra má vænta. Einnig gefa þessar mælingar vísbendingar um vatnsgæði m.t.t. styrks næringarefna, en til að ákvarða með vissu um þann þátt er þörf á fleiri mælingum sem taka til allra árstíða. Ástandsflokkar vatnsgæða eru því einungis birtir hér til viðmiðunar. Að þessu sinni voru tekin bæði síuð og ósúuð sýni í seinni sýnatökunni til að skoða muninn milli þessara tveggja aðferða, en lengst af hefur verið um ósúuð sýni að ræða. Ferskvatns- og eldissvið Hafrannsóknastofnunar vaktar síðan efnasamsetningu vatnsins og tekur sýni í innrennsli og útfalli Þingvallavatns (Eydís Salome Eiríksdóttir 2023).

Í síuðum sýnum mældist heildarstyrkur fosfórs (P-heild) að meðaltali 12 µg/l sem setur vatnið í ástandsflokk B samkvæmt reglugerð nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns. Styrkur fosfórs mældist nánast sá sami í öllum mælingum eða á bilinu 11–13 µg/l. Heildarstyrkur köfnunarefnis (N-heild) var að meðaltali 99 µg/l sem telst lágt gildi og langt innan marka fyrir ástandsflokk A (2. tafla). N-total og NH₄ mælast nokkru hærrí í seinni sýnatökunni en að öðru leiti eru gildin svipuð milli dagsetninga og dýpa. Í ósúuðum sýnum mælast gildi fyrir köfnunarefni á 35 m dýpi heldur hærrí en í síuðum sýnum, en ívið lægri á 5 m dýpi. Þessi sýni verða síuð framvegis, enda er það verklag viðhaft í efnamælingum í inn- og útfalli vatnsins og mikilvægt að aðferðafræði sé samræmd.

Tafla 2. Styrkur heildarfosfórs (P-total), fosfats (PO₄), heildarniturs (N-total), ammóníums (NH₄), nitrats (NO₃) og nitríts (NO₂) á stöð 3 í Þingvallavatni árið 2022. Gulbrúnar tölur í töflu eru mælingar úr ósíuðum sýnum og eru þær mælingar ekki notaðar til að reikna út meðaltal og ástandsflokk, heldur aðeins til samanburðar.

Dags.	Dýpi m	PO ₄ µg/l	NO ₃ µg/l	NO ₂ µg/l	NH ₄ µg/l	N-total µg/l	P-total µg/l	Ósíuð sýni	
								N total µg/l	P total µg/l
6.7.2022	5	6,8	2,2	0,4	<3,0	69	12		
"	35	7,3	3,2	0,39	<3,0	89	11		
7.9.2022	5	9	2,2	0,3	7,4	98	12		
"	35	8,9	3,6	0,35	5,9	140	13		
7.9.2022	5	9,7	2,8	<0,3	<3,0			65	13
"	35	9,4	7,3	<0,3	10			190	20
Meðaltal		8	2,8	0,36	4,075	99	12		
Staðalfrávik		1,12	0,71	0,05	3,04	29,90	0,82		
Ástandsflokkur A	Næringarefnasnautt					<300	<10		
Ástandsflokkur B	Næringarefnalítið					300–750	10–30		
Ástandsflokkur C	Næringarefnaríkt					751–1.500	31–50		
Ástandsflokkur D	Næringarefnaauðugt					1.500–2.500	51–100		
Ástandsflokkur E	Ofaðugt					>2.500	>100		

Vatnshiti í sýnatökuferðum á stöð 3 fylgdi árstíðum en einnig mátti greina hitamun eftir dýpi að sumarlagi eins og undanfarin ár. Í síðari hluta maí mældist meðalhiti 4,4°C og munaði einungis tæpri gráðu á 1 m og 65 m dýpi. Í júlí var meðalhitinn 8,1°C og lá á bilinu 6,2–9,7°C og 9,8°C með spönn upp á 8,6–10,4°C í september (3. tafla).

Tafla 3. Vatnshiti, rafleiðni og sýrustig í Þingvallavatni í þremur sýnatökuferðum árið 2022 en mælingar féllu niður þann 18. október vegna bilunar í tækjabúnaði. Meðaltal, staðalfrávik, hámark og lágmark miðast við stöð 3.

Stöð	Dýpi	Vatnshiti °C			Rafleiðni µS/cm			Sýrustig (pH)		
		23.5.2022	6.7.2022	7.9.2022	23.5.2022	6.7.2022	7.9.2022	23.5.2022	6.7.2022	7.9.2022
3	1	4,9	9,7	10,4	75,4	67,2	69,1	8,02	7,41	7,83
"	5	4,7	9,5	10,3	76,7	67,8	68,8	8,17	7,40	7,87
"	10	4,5	9,1	10,1	75,4	67,2	69,0	8,18	7,40	7,88
"	20	4,4	8,6	9,8	75,3	66,8	69,1	7,94	7,16	7,90
"	25	4,4	8,4	9,8	76,9	67,3	68,8	7,97	7,37	7,89
"	35	4,3	7,5	9,8	75,5	66,8	68,4	7,78	7,21	7,88
"	45	4,2	7,2	9,7	81	66,1	68,7	7,71	7,43	7,88
"	55	4,2	6,5	9,5	68,4	66,6	68,3	7,64	7,52	7,90
"	65	4,1	6,2	8,6	69	69,0	69,7	7,52	7,58	7,91
4	~1	5,3	9,4	11,1	72,2	68,0	69,6	7,89	-	8,01
Meðaltal		4,4	8,1	9,8	74,8	67,2	68,9	7,88	7,39	7,88
Staðalfrávik		0,3	1,3	0,5	3,9	0,8	0,4	0,23	0,13	0,02
Hámark		4,9	9,7	10,4	81	69	69,7	8,18	7,58	7,91
Lágmark		4,1	6,2	8,6	68,4	66,1	68,3	7,52	7,16	7,83

Rafleiðni hnikaðist lítillega til milli sýnatökutímabíla og var að meðaltali á bilinu 67,2 – 74,8 µS/cm. Leiðnin var alla jafna afar svipuð niður vatnssúluna ef frá er talið sérkennilegt frávik á neðstu dýpunum þann 23. maí. Sama á í stórum dráttum við um sýrustig hvað varðar stöðugleika niður eftir vatnssúlunni nema það fer heldur lækkandi niður hana í maí. Meðaltal júlímánaðar er 7,39 en 7,88 bæði í maí og september.

2.1.2 Sjóndýpi og blaðgræna-a

Sjóndýpi fór vaxandi eftir því sem leið á sumarið og var með mesta móti í byrjun september eða 17 m, sem er með því mesta sem gerist. Jafnframt er þetta að nálgast þau mörk sjóndýpis sem hægt er að mæla með þessari aðferð sökum þess hve Secci diskurinn er orðinn lítill í þessari fjarlægð. Því er ekki gerlegt að ná svona mælingum nema aðstæður séu með besta móti. Sjóndýpið hafði minnkað aftur í október og mældist þá 11,3 m (4. tafla).

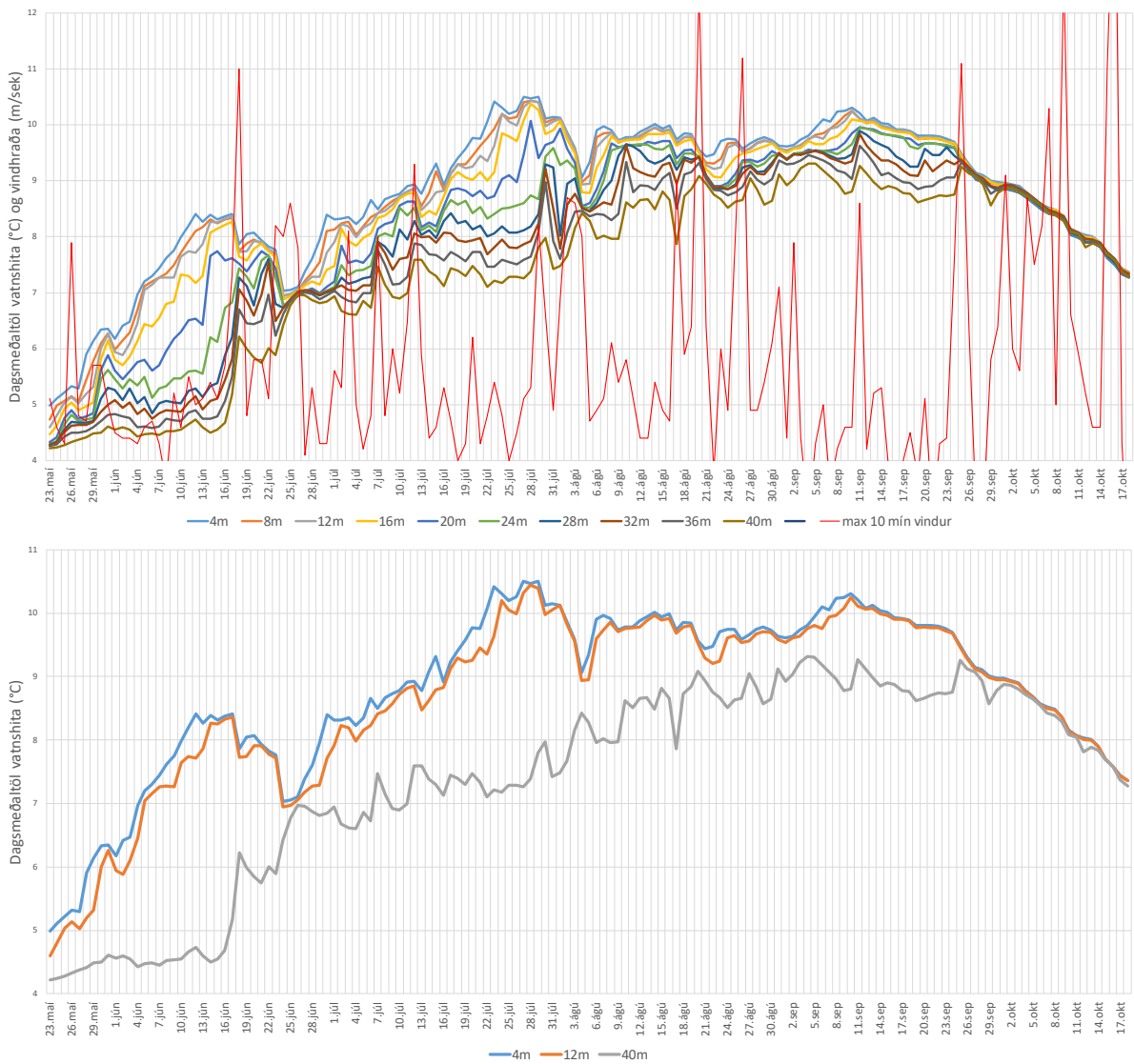
Tafla 4. Magn blaðgræna-a og sjóndýpi í Þingvallavatni í fjórum sýnatökuferðum árið 2022.

Blaðgræna-a ($\mu\text{g/l}$) og sjóndýpi 2022					
Stöð	Dýpi (m)	23.5.2022	6.7.2022	7.9.2022	18.10.2022
3	1	1,80	0,24	0,36	1,68
3	5	1,80	0,36	0,60	1,56
3	10	2,28	0,48	0,48	1,56
3	25	2,28	0,48	0,84	1,68
3	35	2,40	0,72	1,08	1,68
3	45	2,21	1,08	1,32	1,68
3	55	2,40	1,68	1,92	1,80
3	65	2,76	3,29	3,24	1,80
4	~1	1,68	0,36	0,72	1,56
Meðaltal		2,24	1,04	1,23	1,68
Staðalfrávik		0,32	1,02	0,96	0,09
Hámark		2,76	3,29	3,24	1,80
Lágmark		1,80	0,24	0,36	1,56
Sjóndýpi (m)		9	12,2	17	11,3

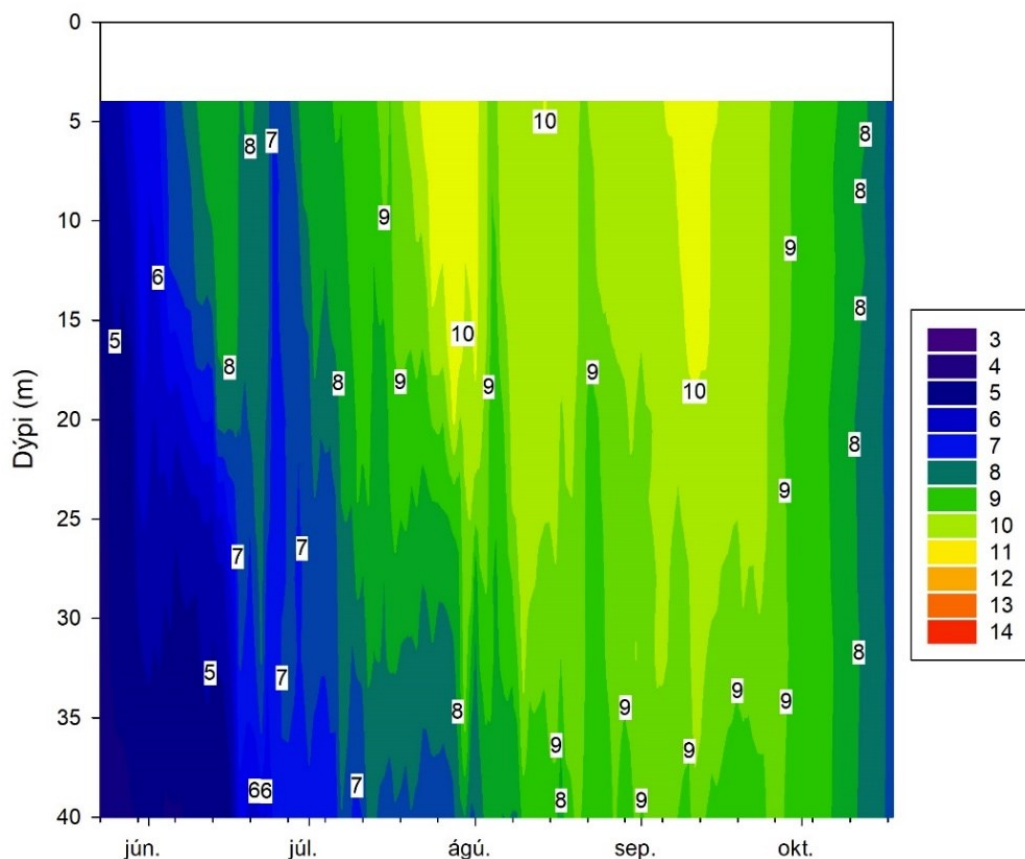
Blaðgræna-a mældist á bilinu 0,24–3,29 $\mu\text{g/l}$ og var meðalgildi í vatnssúlunni á bilinu 1,04–2,24 $\mu\text{g/l}$. Breytileiki sást bæði eftir sýnatökutíma og dýpi á þann veg að minna mældist að sumarlagi en að vori og hausti og meira mældist neðan 35 m dýpis en ofan þess.

2.1.3 Vatnshiti á stöð 2

Vatnshiti var mældur með síritum á 4–40 m dýpi á stöð 2 á tímabilinu 23. maí til 18. október og sýna niðurstöðurnar hitaferla (2.–3. mynd) sem eru undir miklum áhrifum af vindasömu tíðarfari (Veðurstofa Íslands 2022). Þegar mælingar hefjast er hitamunur í vatnssúlunni um 0,8°C en næstu daga hlýnuðu yfirborðslögin og þremur vikum seinna þann 14. júní er hitamunurinn orðinn um 3,9°C. Þessarar hlýnunar verður vart að töluverðu leyti niður á 20 m dýpi en þar fyrir neðan eru litlar breytingar. Þarna má því sjá að það stefnir í glöggan hitaaðskilnað en nokkurra daga vindakafli í lok mánaðarins gerir það að verkum að vatnið blandast alveg upp á nýtt og þann 26. júní mælist aðeins 0,1 gráðu munur, sem stafar að miklu leyti af því að neðri lög vatnsins hafa snögghlýnað úr um 4,5°C upp í um 7°C á fáeinum dögum. Svipað mynstur heldur svo áfram það sem eftir lifir sumars og gerir það að verkum að annars vegar verður lítill hitaaðskilnaður eftir dýpi og hins vegar að um nær stöðugan varmaflutning er að ræða niður í djúpið allt fram í byrjun september. Eftir það fer hiti að lækka lítilllega og má sjá nokkuð stöðugan hitamun í vatnssúlunni upp á um eina gráðu þar til hvasviðri þann 25. september blandar vatnsbolinn að fullu. Mælingum var hætt þann 18. október og þá var vatnshiti um 7,3°C og hitamunur einungis 0,1°C.



Mynd 2. Efri mynd: Sólarhringsmeðaltöl vatnshita (°C) á dýptarsniði á stöð 2 á tímabilinu 23.5–18.10 árið 2022 ásamt sólarhringsmeðaltali 10 mínútna meðalvindhraða á klukkustund yfir sama tímabil (Veðurstofa Íslands 2022). Vatnshiti mældur með síritandi hitamælum á 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32, 36 og 40 m dýpi. Neðri mynd: Vatnshiti á 4 m, 12 m og 40 m dýpi. Veðurgögn eru frá veðurstöð 1596, Þingvellir.



Mynd 3. Vatnshiti (°C) á dýptarsniði á stöð 2 á tímabilinu 23.5–18.10 árið 2022. Litir endurspeglu vatnshita í °C. Mælt með síritandi hitamælum á 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32, 36 og 40 m dýpi. Myndin byggir á sólarhringsmeðaltölum á hverju dýpi.

2.1.4 Sviflæg krabbadýr

Óhætt er að segja að fjölbreytileiki krabbaflóategunda hafi verið lítil í svifvist Þingvallavatns árið 2022 því þótt þriggja tegunda hafi orðið vart komu tvær þeirra, kúlufló (*Chydorus sphaericus*) og rákafló (*Alonella nana*), hvor um sig einungis einu sinni fyrir. Langhalaflóar (*Daphnia galeata*) varð hins vegar vart í öllum sýnatökuferðum og fannst yfirleitt á flestum eða öllum dýpum og stundum í töluverðum þéttleika (5. tafla). Að meðaltali fundust 12 langhalafær í hverjum 10 lítrum (spönn á bilinu 0–120) en mest var af þeim þann 7. september eða 27 að meðaltali og var þéttleikinn mestur á 25 m dýpi. Í seinustu sýnatökuferðinni, þann 18. október varð vart við mikla mergð langhalaflóa við yfirborð á stöð 2 og á netastöð við Svínanes og því ljóst að töluvert var á ferðinni af henni á stóru svæði um miðbik vatnsins. Þá varð halaflóa einnig vart við yfirborð í byrjun desember þegar farið var um norðanvert vatnið vegna annars verkefnis.

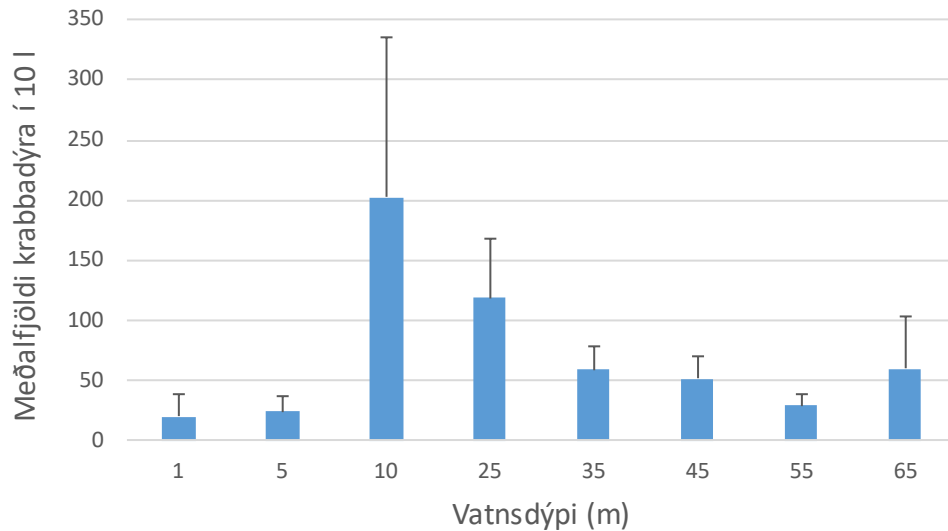
Þéttleiki svifdíla (*Leptodiptomus* tegund) var heldur meiri en hjá langhalaflónni, en að jafnaði fundust 35 dýr í hverjum 10 lítrum (spönn á bilinu 0–583). Þeirra varð vart í öllum sýnatökuferðum (aðeins eitt dýr í fyrstu ferð) en varð vart á nær öllum dýpum í næstu þremur. Mestur þéttleiki fannst þann 6. júlí á 10 m dýpi eða 583 dýr í 10 lítrum. Mestan þéttleika var alla jafna að finna á 10 m dýpi.

Þéttleiki augndíla (Cyclopoidae) var að meðaltali 23 dýr í 10 lítrum (spönn 0–169). Þau fundust á flestum dýpum í öllum sýnatökuferðum, en sjaldnast í teljandi þéttleika ofan 25 m dýpis nema í október, þegar þéttleiki þeirra í vatnsbolnum var með jafnasta móti. Þéttleikinn var mestur í september, eða 41 dýr í 10 l þar sem mestan fjölda var að finna á 65 m dýpi.

Tafla 5. Tegundasamsetning sviflægra krabbadýra og þéttleiki (fjöldi einstaklinga í 10 lítrum) í Þingvallavatni 2022. Meðaltal, staðalskekkja (St.sk.) og geómetrískt meðaltal (Gm.) er reiknað fyrir stöð 3.

Dags.	Stöð	Dýpi	<i>Alonella nana</i>	<i>Chydorus sphaericus</i>	<i>Daphnia galeata</i>	<i>Leptodaptomus</i> tegund	Cyclopidae tegundir	Sviflirfur (nauplius)	Alls (+ nauplius)
23.5.2022	3	1	0	0	0	0	0	1	1
"	"	5	0	0	0	0	0	19	19
"	"	10	0	0	1	0	1	544	547
"	"	25	0	0	2	0	6	219	227
"	"	35	0	0	1	0	2	183	187
"	"	45	0	0	2	0	2	212	217
"	"	55	0	0	0	0	3	141	144
"	"	65	0	0	1	1	18	199	219
23.5.2022	4	~1	0	0	3	0	0	18	21
	Meðaltal		0	0	1	0	4	190	195
	St.sk.				0,328	0,139	2,067	58,92	59,3
	Gm.							85,02	87,14
6.7.2022	3	1	0	0	0	3	0	1	4
"	"	5	0	0	1	7	1	2	11
"	"	10	0	0	7	583	7	6	602
"	"	25	0	0	46	31	103	7	187
"	"	35	0	0	13	30	54	3	101
"	"	45	0	0	10	20	61	1	92
"	"	55	0	0	6	18	11	280	314
"	"	65	0	0	1	8	7	369	384
6.7.2022	4	~1	0	0	50	29	13	266,7	359
	Meðaltal		0	0	10	88	31	84	212
	St.sk.				5,283	70,93	13,44	53,23	73,58
	Gm.					20,68		8,77	94,31
7.9.2022	3	1	1	0	0	0	0	0	1,235
"	"	5	0	0	1	23	2	0	27,16
"	"	10	0	0	22	99	6	2	129,6
"	"	25	0	0	120	36	68	2	225,9
"	"	35	0	0	28	11	32	6	77,78
"	"	45	0	1	11	5	26	4	46,91
"	"	55	0	0	15	7	21	14	56,79
"	"	65	0	0	15	4	169	12	200
7.9.2022	4	~1	0	0	10	12	9		31,11
	Meðaltal		0	0	27	23	41	5	96
	St.sk.				13,74	11,59	19,92	1,858	28,92
	Gm.								50,26
18.10.2022	3	1	0	0	4	57	14	222	297,8
"	"	5	0	0	10	31	18	369	427,8
"	"	10	0	0	10	54	18	249	331,1
"	"	25	0	0	18	21	24	258	321,1
"	"	35	0	0	19	18	26	178	240
"	"	45	0	0	11	33	23	231	298,9
"	"	55	0	0	6	18	11	280	314,4
"	"	65	0	0	1	8	7	369	384,4
18.10.2022	4	~1	0	0	50	29	13	266,7	358,9
	Meðaltal		0	0	10	30	18	269	327
	St.sk.				2,197	6,257	2,37	24,11	20,21
	Gm.				7,521	25,27	16,28	262,2	322,6

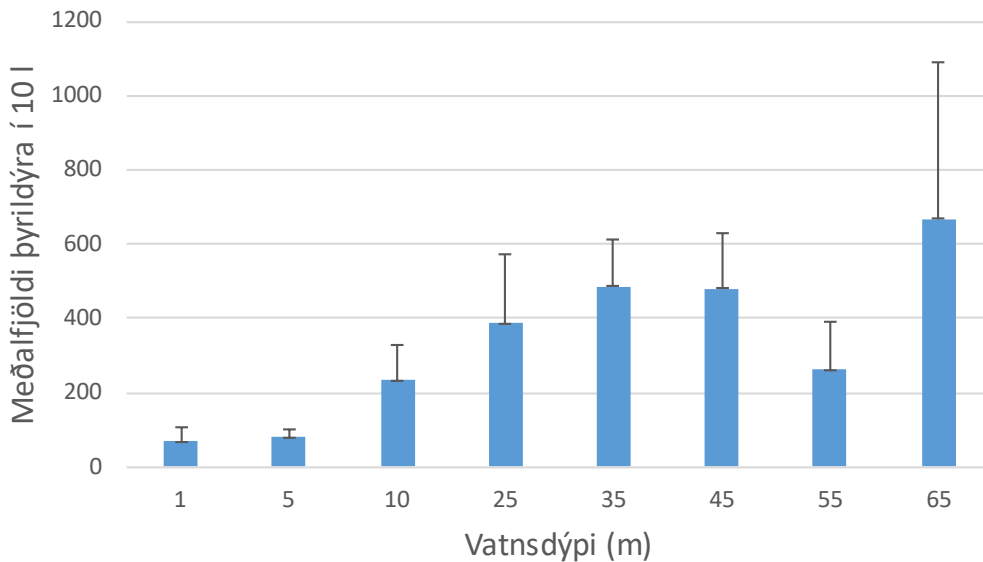
Þéttleiki fullvaxinna sviflægra krabbadýra (fjöldi dýra í 10 lítrum) var minnstur á 1 og 5 m dýpi eða 20–24 dýr í 10 lítrum að meðaltali, en tók stökk á 10 m þar sem fjöldinn var 202 dýr í 10 lítrum (4. mynd). Eftir það dró úr þéttleikanum allt niður á 55 m dýpi þar sem hann var kominn niður í 20 dýr en reis svo aftur og á 65 m dýpi voru 60 dýr í hverjum 10 lítrum. Sviflirfur komu fyrir í töluverðum fjölda í maí og október (5. tafla).



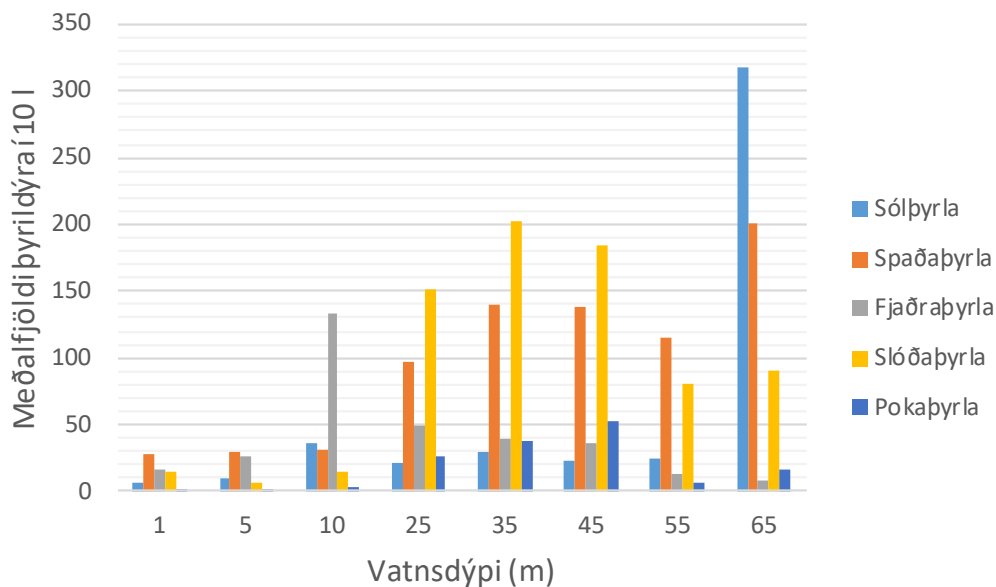
Mynd 4. Fjöldi sviflægra krabbadýra í 10 lítrum á hverju mældýpi á stöð 3 árið 2022. Um er að ræða meðaltal fjögurra mælinga (í maí, júlí, september og október) ásamt staðalskekkju (St.sk.).

2.1.5 Sviflæg þyrildýr

Alls voru greindar 11 tegundir þyrildýra í svifi Þingvallavatns árið 2022, en að auki er safnhópur ógreindra tegunda (6. tafla). Af þeim eru fjórar tegundir langalgengastar, en það eru spaðapyrlla (*Keratella cochlearis*) með 98 dýr að meðaltali í 10 l, slóðapyrlla (*Filinia terminalis*) 93 dýr. Sólpyrlla (*Conocilus unicornis*) er svo nokkuð undan með 58 dýr og svo loks fjaðrþyrlla (*Polyarthra* tegundir) með 40 dýr í hverjum 10 lítrum. Meðalþéttleiki þyrildýra fer vaxandi með dýpi að 35 metrum þar sem finna mátti að meðaltali 486 dýr í hverjum 10 l (5. mynd). Þéttleikinn er svipaður á 45 m dýpi, fellur síðan niður í um 260 á 55 m dýpi en rís upp í um 670 á 65 m dýpi. Þegar litið er til dýptardreifingar einstakra tegunda sést að spaðapyrllu og slóðapyrllu fjölga niður að 35 m dýpi. Fjaðrþyrlla kemur helst fram á 10 m í teljandi þéttleika og sólpyrlan á 65 m (6. mynd).



Mynd 5. Fjöldi sviflægra þyrildýra í 10 lítrum á hverju mældýpi á stöð 3 árið 2022. Um er að ræða meðaltal fjögurra mælinga (í maí, júlí, september og október) ásamt staðalskekkju (St.sk.).



Mynd 6. Meðalfjöldi algengra þyrildýrategunda í 10 lítrum á hverju mældýpi á stöð 3 árið 2022. Tegundirnar eru sólþyrila (*Conocilus unicornis*), spaðáþyrila (*Keratella cochlearis*), fjaðráþyrila (*Polyarthra* tegundir), slóðáþyrila (*Filinia terminalis*) og pokaþyrila (*Asplanchna priodonta*).

Tafla 6. Tegundasamsetning helstu tegunda þyrildýra (Rotifera) og þéttleiki (fjöldi einstaklinga í 10 lítrum) í Þingvallavatni 2022. Meðaltal, staðalskekking (St.sk.) og geometrískt meðaltal (Gm.) er reiknað fyrir stöð 3.

Dags.	Stöð	Dýpi	<i>Asplanchna priodonta</i>	<i>Conocilius unicornis</i>	<i>Filinia terminalis</i>	<i>Keratella cochlearis</i>	<i>Keratella quadrata</i>	<i>Lecane</i> tegund	<i>Notholca foliacea</i>	<i>Notholca squamula</i>	<i>Ploesoma hudsoni</i>	<i>Polyarthra</i> tegundir	<i>Trichocerca</i> tegundir	Þyrildýr, ógreind	Alls
23.5.2022	3	1	6	0	9	9	0	0	0	0	0	9	0	9	41
"	"	5	2	4	4	22	9	0	0	0	0	4	0	4	51
"	"	10	11	0	27	36	0	0	9	0	0	151	0	49	282
"	"	25	82	0	453	164	22	0	22	4	0	107	0	89	944
"	"	35	80	18	213	200	27	4	9	0	0	71	0	93	716
"	"	45	59	0	84	30	27	0	0	0	0	27	4	67	298
"	"	55	28	0	80	107	18	4	0	0	0	9	0	44	290
"	"	65	19	0	71	151	80	0	0	0	0	22	9	44	397
23.5.2022	4	~1	2	0	9	13	18	0	0	0	0	0	0	4	47
		Meðaltal	36	3	118	90	23	1	5	1	0	50	2	50	377
		St.sk.	11,68	2,212	53,36	26,52	9,024	0,727	2,841	0,556	0	19,2	1,169	11,57	110,1
		Gm.	20,21		51,43	57,02						26,44		34,72	246,7
6.7.2022	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	0	0	36
"	"	5	0	0	4	4	0	0	0	0	0	93	4	9	116
"	"	10	0	80	0	4	0	0	0	0	3	373	0	9	470
"	"	25	22	27	9	0	0	0	0	0	0	71	4	0	133
"	"	35	71	9	218	62	0	0	0	0	0	80	0	0	440
"	"	45	151	4	382	133	0	0	0	0	0	116	76	0	862
"	"	55	0	9	9	44	0	0	0	0	1	9	0	0	72
"	"	65	0	27	49	98	0	0	0	0	0	4	0	0	178
6.7.2022	4	~1	0	0	4	53	4	0	0	0	0	4	0	4	71
		Meðaltal	31	19	84	43	0	0	0	0	1	98	11	2	288
		St.sk.	19,33	9,426	49,96	18,03	0	0	0	0	0,42	41,79	9,313	1,455	100,2
		Gm.										48,8			182,9
7.9.2022	3	1	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
"	"	5	0	10	10	5	0	0	0	0	0	5	0	0	30
"	"	10	0	35	5	0	0	0	0	0	0	10	0	0	49
"	"	25	0	35	128	89	0	0	0	0	5	20	0	15	291
"	"	35	0	74	341	217	0	0	0	0	10	5	0	0	647
"	"	45	0	49	247	272	0	0	0	0	2	5	0	0	575
"	"	55	0	79	222	267	10	0	0	0	2	25	0	5	610
"	"	65	46	1.215	193	459	5	0	0	0	4	0	0	0	1.921
7.9.2022	4	~1	0	44	0	4	0	0	0	0	1	0	0	13	63
		Meðaltal	6	188	143	164	2	0	0	0	3	9	0	2	516
		St.sk.	5,71	147	45,53	59,29	1,299	0	0	0	1,188	3,199	0	1,866	222,4
		Gm.		46,12											175,9
18.10.2022	3	1	0	18	49	102	0	0	0	0	0	18	0	0	187
"	"	5	0	22	4	84	0	0	0	0	0	4	0	0	116
"	"	10	0	27	27	84	0	0	0	0	0	0	0	0	138
"	"	25	0	27	18	133	0	0	0	0	0	0	0	0	178
"	"	35	0	18	40	80	0	0	0	0	0	4	0	0	142
"	"	45	0	36	27	120	0	0	0	0	0	0	0	4	187
"	"	55	0	9	9	44	0	0	0	0	1	9	0	0	72
"	"	65	0	27	49	98	0	0	0	0	0	4	0	0	178
18.10.2022	4	~1	0	0	4	53	4	0	0	0	0	4	0	4	71
		Meðaltal	0	23	28	93	0	0	0	0	0	5	0	1	150
		St.sk.	0	2,841	6,042	9,577	0	0	0	0	0,139	2,131	0	0,556	14,44
		Gm.		21,28	21,62	89,33									143,5

2.1.6 Murta

Murtuveiði var með dræmasta móti árið 2022 þrátt fyrir að brugðið hafi verið út af hefðbundnu veiðiátaki og það aukið verulega með því að leggja net í fullri lengd með hverri möskvastærð í stað samsettra neta. Alls veiddust 197 murtur á hefðbundinni veiðislóð við Svínanes norður af Mjóanesi 12.–13. október (7. tafla). Langmest veiddist í smæsta möskvann (13 mm legglengd) og svo í næstu möskvastærð. Meðallengd murtu var 14,6 cm og var kynjahlutfall afar skekkt eða einungis 25 hrygnur á móti 172 hængum.

Tafla 7. Heildarafli og aflasamsetning í murtuveiði við Mjóanes árið 2022.

Möskvastærð mm	Murta	Dvergleikja		Kuðungableikja		Síableikja		Urriði	
		smá	stór	smá	stór	smár	stór		
13	125	7	5					2	
15,5	45	2			1			3	
18,5	9	1						1	3
21,5	13	5				1		10	
25	5	5				2		8	2
Alls	197	20	5	1	2	1		24	5

Í framhaldinu var ákveðið að kanna hvort ástandið væri með svipuðum hætti annarsstaðar í vatninu og voru lögð tvö samsett net undan Heiðarbæ (Svínanes) við vestanvert vatnið 18.–19. október. Alls veiddust 47 murtur í þau net sem er mjög lítið (23 í annað samsetta netið og 24 murtur í hitt, 8. tafla). Þessari aukaveiði var haldið til hliðar í úrvinnslu og byggja þær niðurstöður murtuvöktunarinnar sem notaðar eru til samanburðar við fyrri á eingöngu á aflanum frá Mjóanesi.

Tafla 8. Heildarafli og aflasamsetning í murtuveiði við Heiðarbæ árið 2022.

	Möskvi mm	Murta	Dvergleikja	Kuðungableikja	Síableikja	Urriði
Net 1	10			1		
	12	3	1		1	1
	15	17		1		
	19	2				2
	24	1		1		
Net 2	10					
	12	3		1	1	
	15	16	1	1		
	19	4				
	24	1				1
Alls		47	2	5	2	4

2.2 Umræður

2.2.1 Eðlis- og efnaþættir

Eins og fram hefur komið eru efnaþættir sem tilheyra þessum verkþætti, fyrst og fremst gerðar til að kanna hvort munur mælist á styrk næringarefna ofan (á 5 m dýpi) og neðan þess dýpisbils (á 35 m dýpi) þar sem vænta má að hitalagskiptalag myndast að sumarlagi. Ef skarpt hitaskiptalag myndast má vænta þess að framleiðsla svifþörunga gangi á næringarefnaforða ofan lagsins sökum takmarkaðrar blöndunar þess við neðri hluta vatnssúlunnar. Næringarefni berast helst til vatnsins með innrennsli en að sumri er það kaldara en yfirborðslög og leggst innrennslisvatnið því undir og sameinast neðri vatnslögum.

Árið 2022 var ekki að sjá teljandi munur í efnastyrk nema að heildarstyrkur köfnunarefnis var lægri á 5 m dýpi en á 35 m dýpi á báðum sýnatökudagsetningunum (2. tafla). Engin raunveruleg hitalagskipting var til staðar þann 6. júlí og hitamunur milli 5 og 35 m dýpis mældist þá sléttar tvær gráður en einungis hálf gráða þann 7. september (3. tafla). Gögn frá hitasíritum sýna einnig að ítrekuð vindknúin blöndun átti sér stað í vatnsbolnum þetta sumar (2. og 3. mynd) og efnafræðileg einangrun yfirborðslaganna hefur því verið minni en í árum þar sem hitaskil ná að myndast. Þrátt fyrir þetta varð vatnið afar tært og magn blaðgrænu-a bendir til lítillar þörungaframleiðslu í efstu 10–20 metrum vatnssúlunnar.

Ef meðalgildi heildarfosfórs og heildarköfnunarefnis þessara mælinga eru borin saman við fyrri mælingar sést að í heildina er efnastyrkur á svipuðu róli þótt vissulega sé breytileiki milli ára (9. tafla). Heilt yfir er styrkur heildarfosfórs rétt yfir viðmiðunarmörkum fyrir ástandsflokk A ($A < 10 \mu\text{g/l}$, B $10\text{--}30 \mu\text{g/l}$) og styrkur heildarköfnunarefnis ævinlega langt innan marka fyrir ástandsflokk A ($< 300 \mu\text{g/l}$).

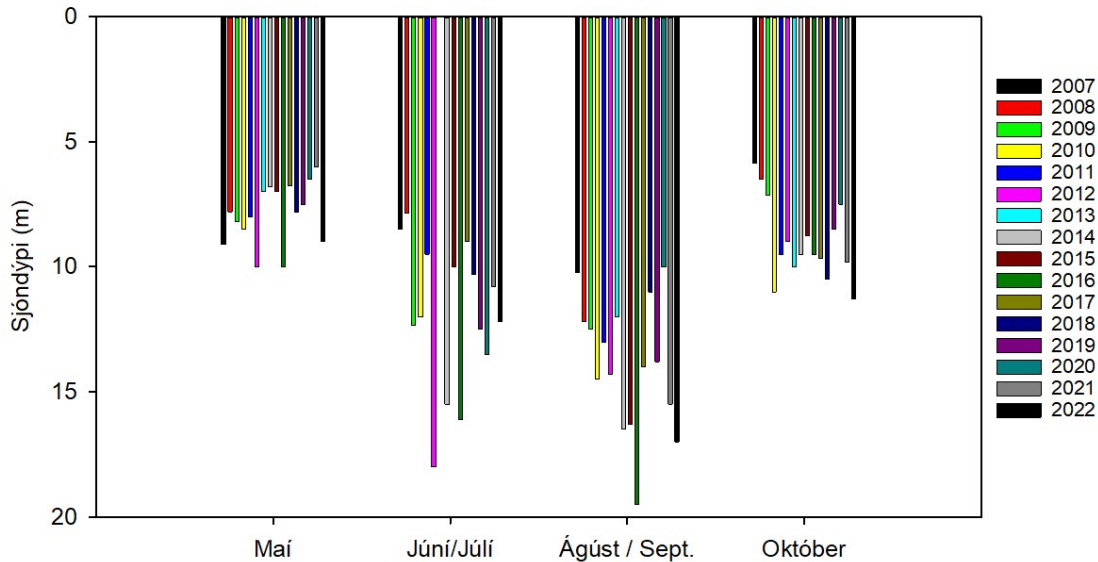
Tafla 9. Meðalstyrkur heildarfosfórs (P-heild) og heildarniturs (N-heild) í Þingvallavatni að sumarlagi á árunum 2010–2022. Blátt táknar ástandsflokk A, grænt ástandsflokk B og gult ástandsflokk C.

Ár	P-heild $\mu\text{g/l}$	N-heild $\mu\text{g/l}$	Fjöldi mælinga
2010	15	74	6
2012	14	65	4
2013	11	68	8
2014	37	<200	8
2015	13	20	9
2016	12	42	8
2017	9	33	8
2018	12	43	6
2019	9,9	25	6
2020	12	38	4
2021	8	53	4
2022	12	99	4
Meðaltal	14	51	
Miðgildi	12	43	
Staðalfrávik	8	24	

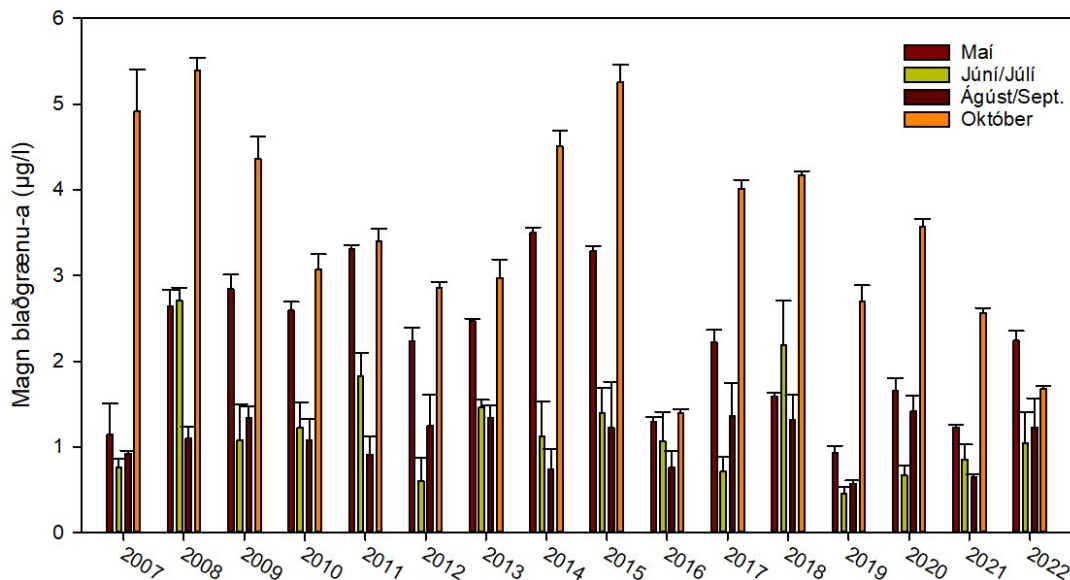
Þegar litið er til sýrustigs (pH) og rafleiðni á stöð 3 sést enn sá stöðugleiki sem einkennt hefur þessa þætti í Þingvallavatni (3. tafla). Eins og fyrri ár má sjá árstíðabreytileika í þessum þáttum, sem væntanlega eru afleiðd áhrif af vatnshita, en hann er í góðu samræmi við það sem sést hefur áður í þessari vöktun.

2.2.2 Sjóndýpi og blaðgræna-a

Sjóndýpi í Þingvallavatni breytist með árstíðabundnum hætti en breytileikinn innan hvers árstíma getur verið verulegur (7. mynd). Alla jafna er sjóndýpið minnst að vori en vex yfir sumarið, nær hámarki í ágúst/september en fellur síðla hausts (4. tafla). Árið 2022 fylgir þessum ferli en að þessu sinni er sjóndýpið með mesta móti að júlímælingunni frátalinni, en hún liggur um miðbik fyrri mælinga. Októbermælingin er hins vegar sú hæsta frá upphafi eða 11,3 m.



Mynd 7. Sjóndýpi í Þingvallavatni árin 2007–2022 flokkað eftir árstíma. Mælt var á stöð 2 árin 2007–2015 og á stöð 3 árin 2016–2022.



Mynd 8. Blaðgræna-a í Þingvallavatni árin 2007–2022 flokkað eftir árstíma. Mælt var á stöð 2 árin 2007–2015 og á stöð 3 árin 2016–2022. Meðaltöl mælinga á öllum átta sýnatökudýpum. Vikmörk sýna staðalskekku (SE).

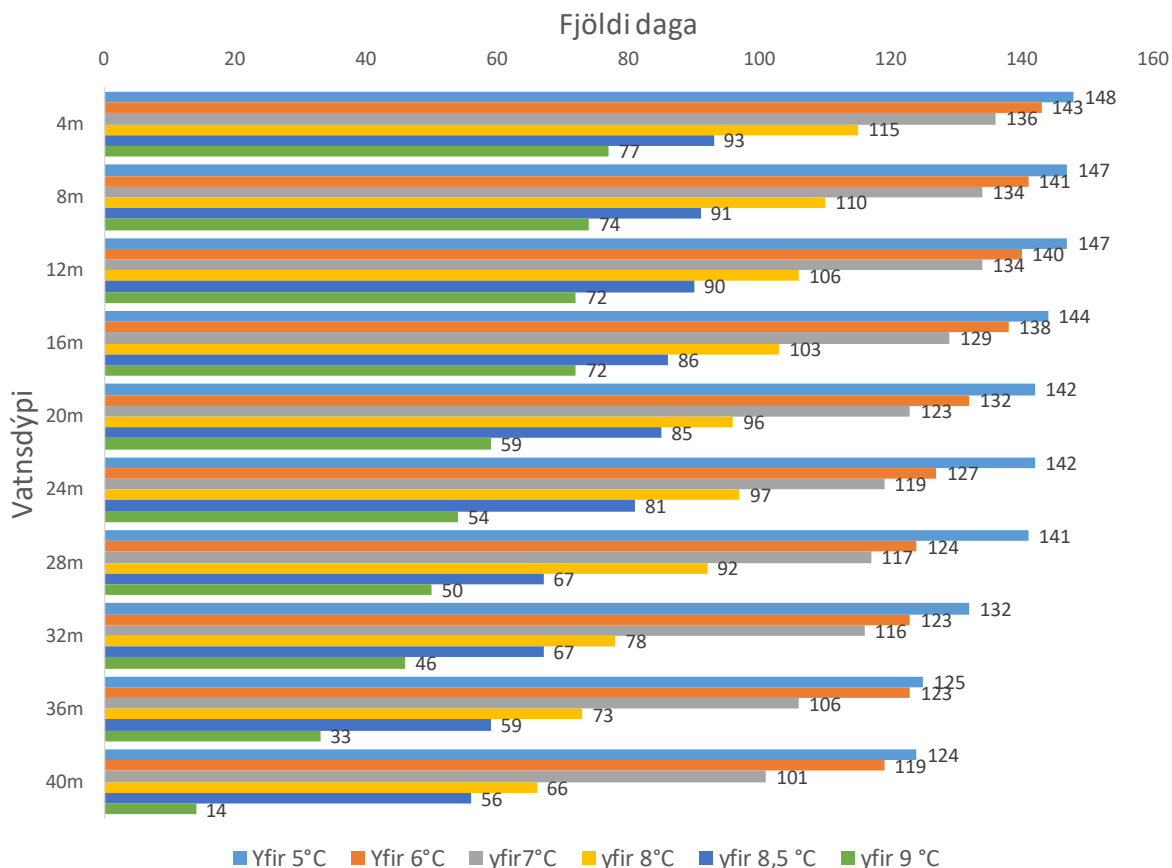
Magn blaðgrænu-a féll innan þeirra mæligilda sem sést hafa áður en þó var haustmælingin með því lægsta sem sést hefur og er árið 2016 eina árið með lægri gildi á þeim tíma (8. mynd). Árstíðabreytileiki er til staðar en hann er minni en oftast þar sem vor- og/eða hausttoppar eru ekki sérlega afgerandi. Þetta skýrist væntanlega af því hve blandað vatnið var lengst af sumars og þar með jafnara og greiðara

aðgengi svifþörungum að bæði næringarefnum og birtu en í lagskiptu ástandi. Þá er einnig mögulegt að sýnataka hafi ekki hitt á þann tíma þar sem svifþörungavöxtur hafi verið í fullum gangi, sérstaklega að vori þar sem vaxtartími og magn tegundanna er afar breytilegt milli ára (sjá t.d. Gunnar Steinn Jónsson 2021).

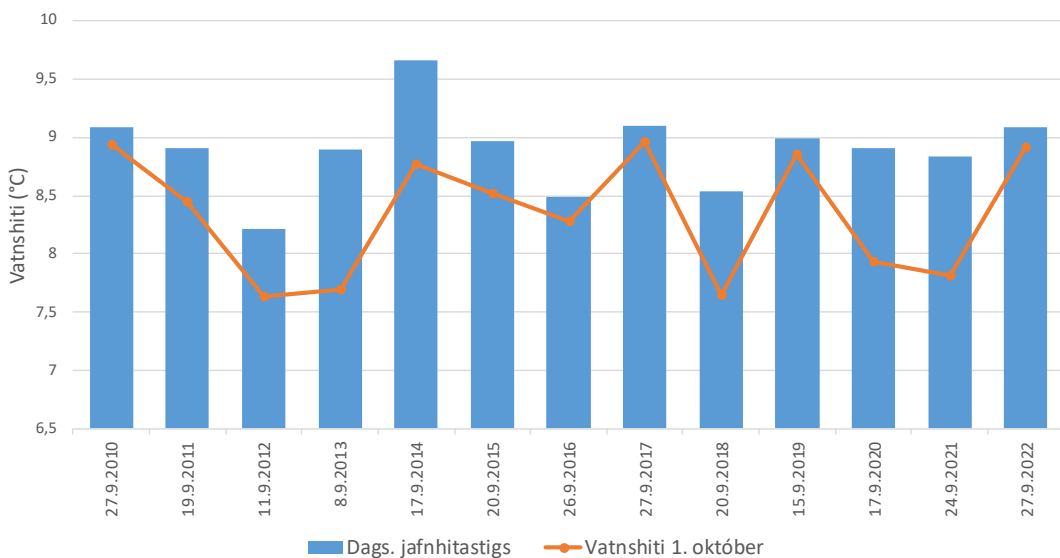
Mælingar á blaðgrænu-a í þessu verkefni hafa gefið afar gagnlegar upplýsingar en eins og ætíð er með punktmælingar þá gefa þær einungis mynd af stöðunni daginn sem sýni eru tekin. Taka þarf til skoðunar að koma upp samfelldri vöktun blaðgrænu-a, t.d. með því að setja upp síritandi vöktunarstöð við útfall vatnsins, líkt og gert hefur verið í Mývatni síðastliðin ár (Náttúrurannsóknastöðin við Mývatn 2021). Þá gefa tegundagreiningar á svifþörungum afar gagnlegar upplýsingar um persónur og leikendur í þessu mikilvæga þrepi í vistkerfi vatnsins, því þótt blaðgræna sé öflugt tól til að afla upplýsinga um magn þörungum í svifvist vatnsins segir hún ekkert um tegundasamsetninguna og t.d. hve mikið er á hverjum tíma um þörungum sem geta verið vísitægi á ástandbreytingar eða hentug fæða fyrir svifdýr. Þá getur stundum sést misræmi t.d. hvað varðar samband blaðgrænu og annarra þátta eins og sjóndýpis (Haraldur R. Ingvason o.fl. 2021) og þá er afar mikill styrkur af beinum þörungagreiningum.

2.2.3 Vatnshiti á stöð 2

Þegar mælingar hófust í lok maí var hiti í vatnsbol á stöð 2 á bilinu 4–5°C en fór hækkandi næstu daga og vikur, en jafnframt hófst aðskilnaður þar sem efstu 16 metrarnir hlýnuðu skart meðan vatnshiti neðan við 24 m stóð að mestu í stað. Þessi ferill hlaut skarpan endi seinni hluta júní þegar vindur blandar vatnsbolinn nánast að fullu og ef frá er skilið tímabil í seinni hluta júlí þá á sér stað ítrekuð blöndun í vatnsbolnum sökum vinds. Þetta er sérstaklega greinilegt þegar þróun vatnshita á 40 m dýpi er skoðuð, þar sem gróflega má segja að vatnshiti fari stöðugt hækkandi frá vori til hausts (2. mynd). Að sama skapi hlýnuðu yfirborðslög minna en oft áður, en vatnshiti á 4–12 m dýpi náði yfir 10°C fáeina daga í júlí (hámarkshiti 10,4°C á 4 m dýpi) og svo aftur í september. Vatnshiti um og yfir 8,5°C varði hins vegar langtímum saman langt niður eftir vatnsbol (9. mynd) sem gerði það að verkum að vatnið fór með hlýasta móti inn í haustið, en meðalvatnshiti í vatnssúlunni var um 8,9°C þann 1. október 2022 (10. mynd).



Mynd 9. Vatnshiti á dýptarsniði (4–40 m dýpi) á rannsóknartímabilinu 23. maí -18. október árið 2022 brottin upp eftir dagafjölda vatnshita á hverju dýpi. Heildardagafjöldi á rannsóknartímanum var 149 dagar.



Mynd 10. Dagsetningar sýna hvenær jafnhitastigi (vatnshitamunur á 4 m og 40 m dýpi kominn niður í 0,1 °C) er náð á árabílinu 2010–2022 (súlurit). Einnig er sýndur meðalvatnshiti í vatnsbol þann 1. október sama ár (línurit).

2.2.4 Svifdýr

Eins og fyrri ár eru lífsöguþættir svifkrabbadýra í Þingvallavatni í föstum skorðum hvað varðar tímasetningar og kjördýpi. Árfætlur eru ráðandi hópur fyrri hluta sumars og algengastar á um 10 m dýpi en langhalafær koma inn í auknum þéttleika síðla sumars og að hausti og liggja alla jafna öllu dýpra eða gjarna á um 25 m dýpi (5. tafla). Árfætlulirfur eru áberandi hópur í svifi að vori og hausti en sjást minna að sumarlagi.

Hvað tegundafjölda krabbaflóa varðar þá hefur verið nánast hending að finna aðrar tegundir en langhalafló, og ranafló sem sást nokkuð af framan af vöktunartímabilinu en hefur ekki orðið vart í sýnum frá árinu 2019. Hvað þéttleika varðar þá hefur langhalaflóin löngum haldið sjó þrátt fyrir sveiflur, en síðustu ár hefur hallað undan fæti og þéttleiki verið sögulega lítill á öllum dýptarbílum (11. mynd). Árið 2022 náði hún sér loks aðeins á strik á 25 m dýpi en var að öðru leyti síst í meiri þéttleika en árin á undan. Í þessu ljósi er eftirtektarvert að halaflóar skuli hafa orðið vart í miklu magni við yfirborð í október, en einnig kemur hún fram í nokkrum þéttleika á þeim tíma í útfalli eða 50 dýr í 10 lítrum. Á þeim tíma er hún einnig hvað jafndreifðust um vatnssúluna á stöð 3 og því vissulega til staðar þótt þéttleikinn sé ekki sérlega hár. Ekki gafst færi á magnbundinni sýnatöku við þetta tækifæri, hvorki við yfirborð né í vatnssúlunni, en þetta vekur upp spurningar um hvort rétt sé að auka áherslu á að fylgja betur eftir lífsferlum langhalaflóa í tíma og rúmi, enda um tegund sem leikur eitt af aðalhlutverkum í vistkerfi vatnsins.

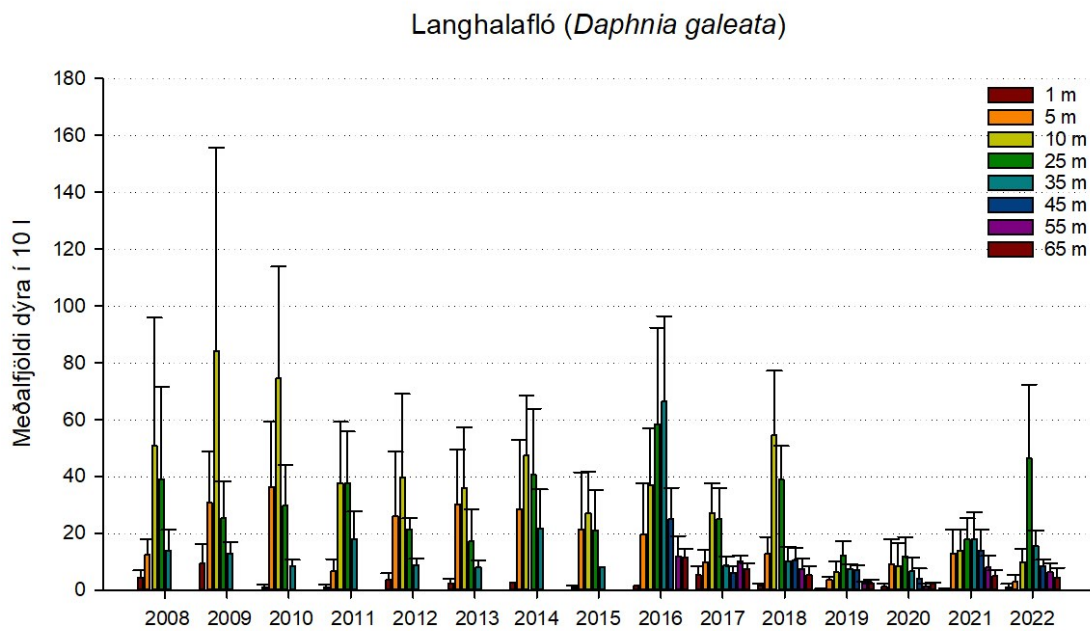
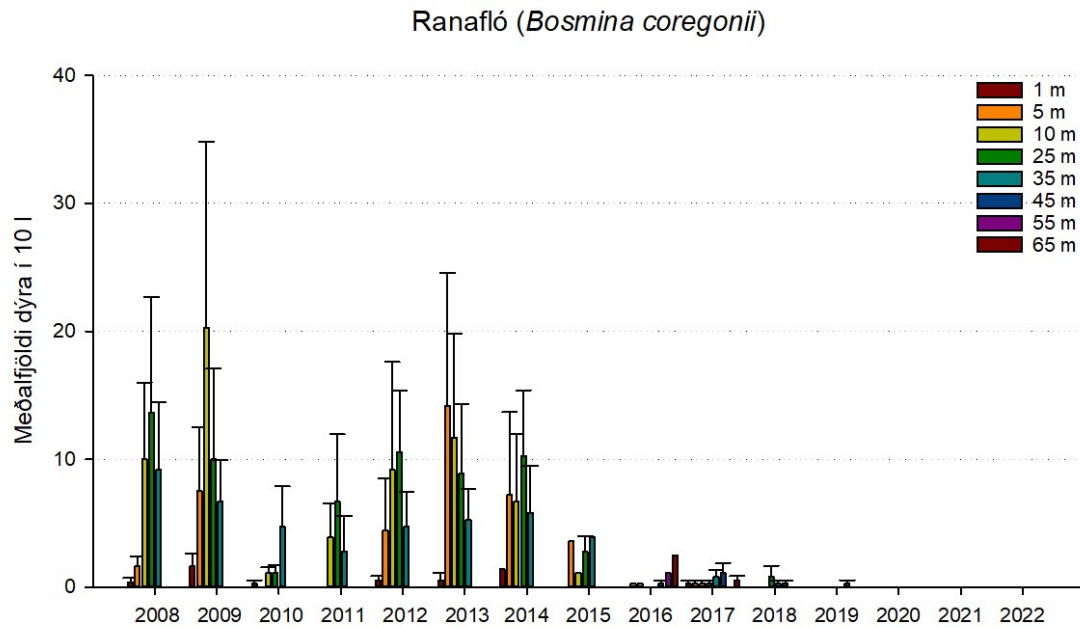
Svifdéli eru annar meginhópur sviflægra krabbadýra í Þingvallavatni og hafa þau fylgt svipuðum ferli og langhalaflóin síðustu ár, þ.e. að þéttleiki hefur verið í lægri kantinum, bæði almennt og einnig á 10 m dýpi sem virðist vera kjördýpi (12. mynd). Árið 2022 ná þau hins vegar háum þéttleika á 10 m dýpi og sýna þannig svipaða mynd og langhalaflóin, mögulegan viðsnúning frá því ástandi sem hefur sést sl. þrjú ár eða svo. Augndéli eru svo þriðji krabbadýrahópurinn í svifvistinni og hefur sá hópur verið afar sveiflukenndur í gegnum tíðina og ekki verið í takti við langhalafló eða svifdéli (12. mynd). Þéttleiki augndíla vex milli ára frá 2021 og slagar í árin 2018 og 2020 á vissum dýpum. Svo virðist sem heldur hafi dregið úr þéttleika á 45 m dýpi og þar fyrir neðan (frá árinu 2016) en ef skoðað er hvað er að gerast á 35 m dýpi og þar fyrir ofan virðist myndin vera meira og minna svipuð frá upphafi.

Af þessum framantöldu hópum eru svifdéli og langhalafló eingöngu sírarar, þ.e. lifa á smáum þörungum eða bakteríum, en augndílin eru hópur tegunda sem geta innihaldið bæði síara og rándýr.

Þegar litið er til þyrildýra má sjá álíka misvísandi ferla og hjá krabbadýrunum, þ.e. að sum þeirra halda sínu striki meira og minna í gegnum alla tímaseiriuna meðan þéttleiki annarra rís og fellur, stundum í takti við halafló og svifdéli. Þyrildýr eru smásæ dýr, gjarna á bilinu 0,1–0,3 mm að lengd. Þau standa dýra neðst í svifvist Þingvallavatns og lifa á bakteríum, bifdýrum og örsmáum þörungum sem þau sía úr vatninu og getur fæðuval þeirra því mögulega skarast við fæðuval svifkrabbadýra. Aðrar tegundir eru rándýr sem éta m.a. önnur þyrildýr.

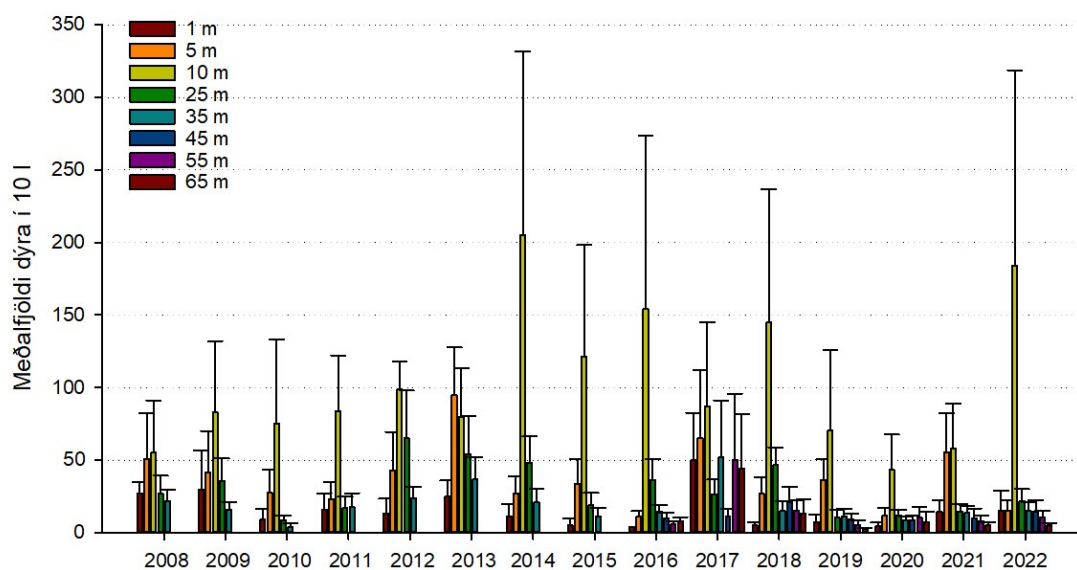
Fjaðrabýrila er dæmi um tegund sem farið hefur í gegnum miklar sveiflur og var þéttleiki hennar árið 2022 sá lægsti frá upphafi, en hún hefur verið í samfelldri lægð frá 2019 (13. mynd). Slóðabýrila er svo dæmi um tegund sem hefur frekar sótt í sig veðrið, sérstaklega framan af, og aðallega neðan til í vatnsbolnum (13. mynd). Síðustu ár hefur þó ýmist dregið úr þéttleika hennar eða hann jafnast í vatnsbolnum. Sólþýrila er dæmi um tegund sem alla jafna er til staðar í nokkrum þéttleika, oft með fjöldatoppa á 10–35 m dýpi (14. mynd). Þessir toppar hafa hins vegar ekki skilað sér síðan 2019 en í staðin hefur þéttleikinn verið í lægri kantinum og aukist með dýpi. Árið 2022 sker sig svo úr með afar lítinn þéttleika á öllum dýpum nema 65 m og sýnir í raun sömu mynd og árið 2016. Spaðabýrilan hefur svo í gegnum tíðina verið ímynd stöðugleikans í hópi þyrildýra og heldur því áfram, og þótt þéttleikinn

sé heilt yfir í lægri kantinum er hann innan þess breytileika sem sést hefur áður og svipar árinu 2022 mikið til árána 2016 og 2017, en einnig 2010 ef aðeins er litið til efstu 35 metranna í vatnsbolnum (14. mynd).

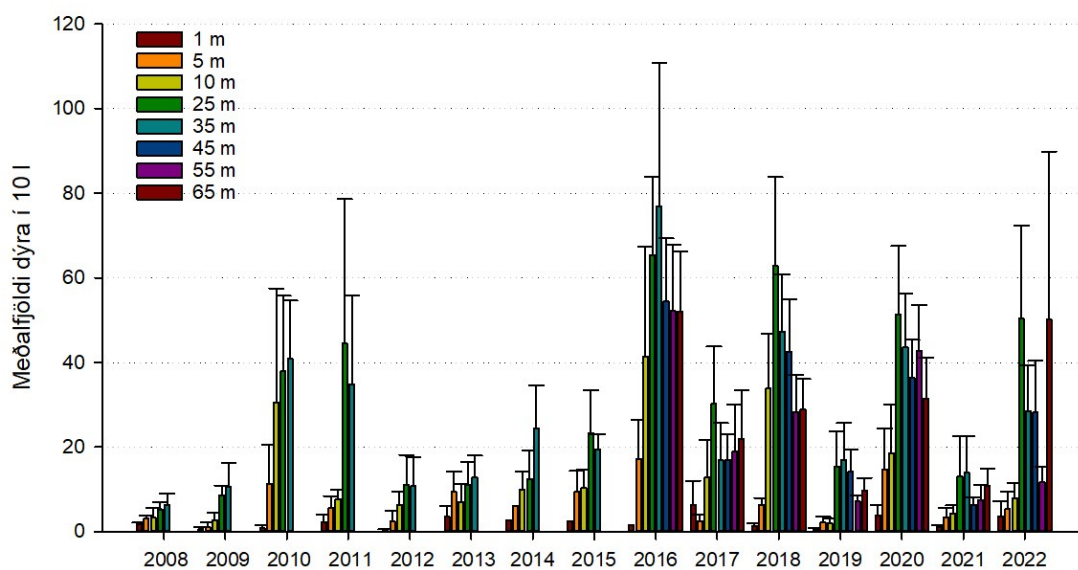


Mynd 11. Fjöldi ranaflóa og langhalaflóa í 10 lítrum á hverju dýpi árin 2008–2022. Mældýpi á stöð 3 eru 1, 5, 10, 25, 35, 45, 55 og 65 m, en samanburðarárin á stöð 2 ná mælingar aðeins niður á 35 m dýpi. Um er að ræða meðaltal fjögurra mælinga á hverju dýpi (í maí, júní/júlí, ágúst/september og október/nóvember) ásamt staðalskekkju (St.sk.).

Svifdílí (*Leptodiaptomus tegund*)

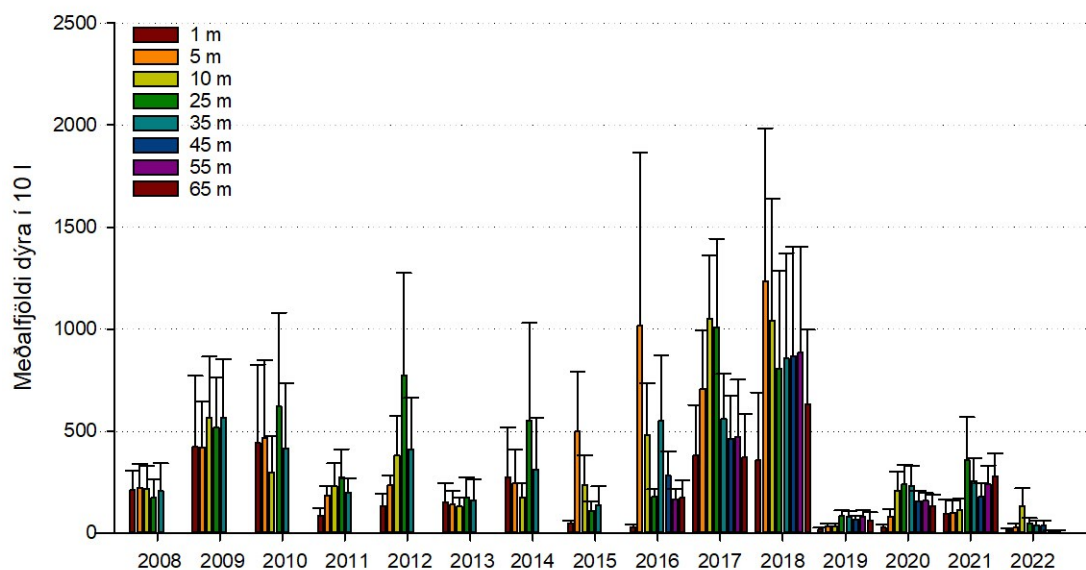


Augndílí (Cyclopoidae)

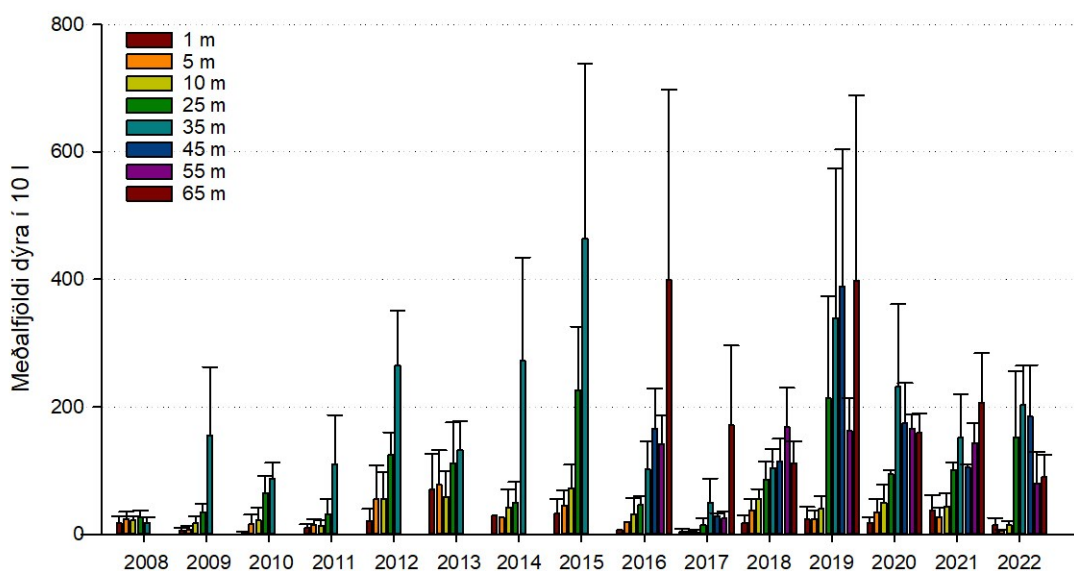


Mynd 12. Fjöldi svifdíla og augndíla í 10 lítrum á hverju dýpi árin 2008–2022. Mældýpi á stöð 3 eru 1, 5, 10, 25, 35, 45, 55 og 65 m, en samanburðarárin á stöð 2 ná mælingar aðeins niður á 35 m dýpi. Um er að ræða meðaltal fjögurra mælinga á hverju dýpi (í maí, júní/júlí, ágúst/september og október/nóvember) ásamt staðalskekkju (St.sk.).

Fjaðrabyrlla (*Polyarthra tegundir*)



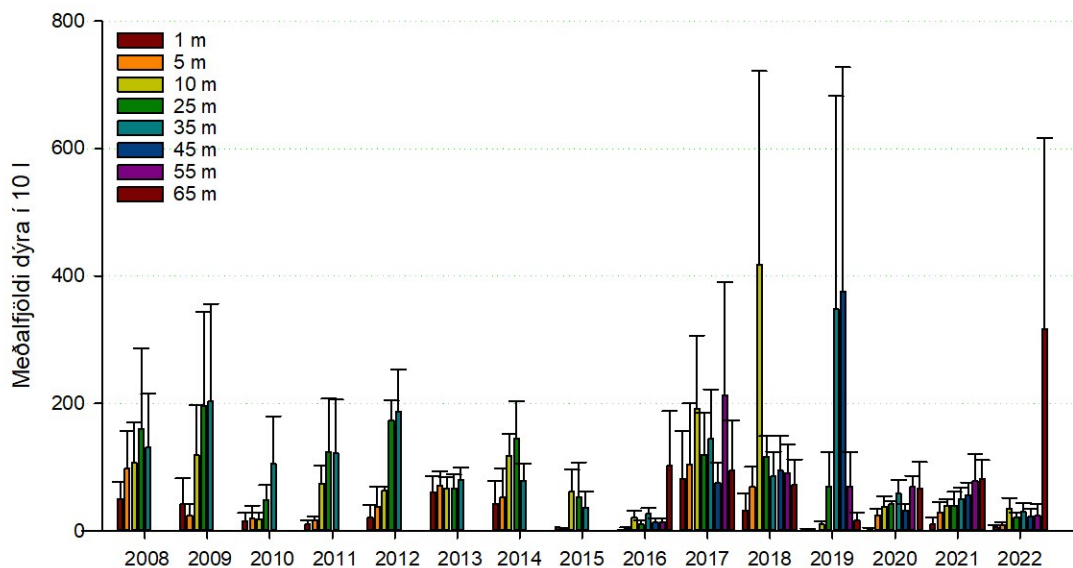
Slóðabyrlla (*Filinia terminalis*)



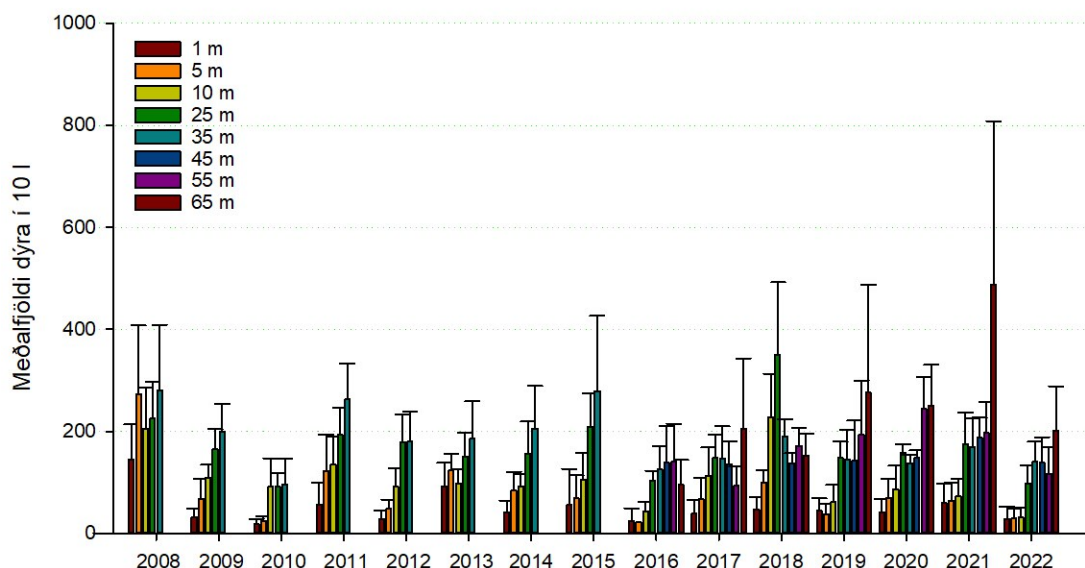
Mynd 13. Fjöldi fjaðrabyrllna og slóðabyrllna í 10 lítrum á hverju dýpi árin 2008–2022. Mældýpi á stöð 3 eru 1, 5, 10, 25, 35, 45, 55 og 65 m, en samanburðarárin á stöð 2 ná mælingar aðeins niður á 35 m dýpi. Um er að ræða meðaltal fjögurra mælinga á hverju dýpi (í maí, júní/júlí, ágúst/september og október/nóvember) ásamt staðalskekkju (St.sk.).

Skýringar á þeim sveiflugangi sem sjá má hjá sumum þeirra dýrategunda sem mynda svifvist Þingvallavatns liggja ekki á lausu, en sveiflur af náttúrulegum toga geta átt sér margvíslegar orsakir. Þar á meðal er samspil vatnshita við lofthita og vind sem aftur ræður mestu um hitadreifingu í vatnsbolnum og hvort lagskipting nái að myndast, sem aftur hefur áhrif á aðgengi svifþörunga að næringarefnum og birtu.

Sólpyrlla (*Conochilus unicornis*)



Spaðapyrlla (*Keratella cochlearis*)

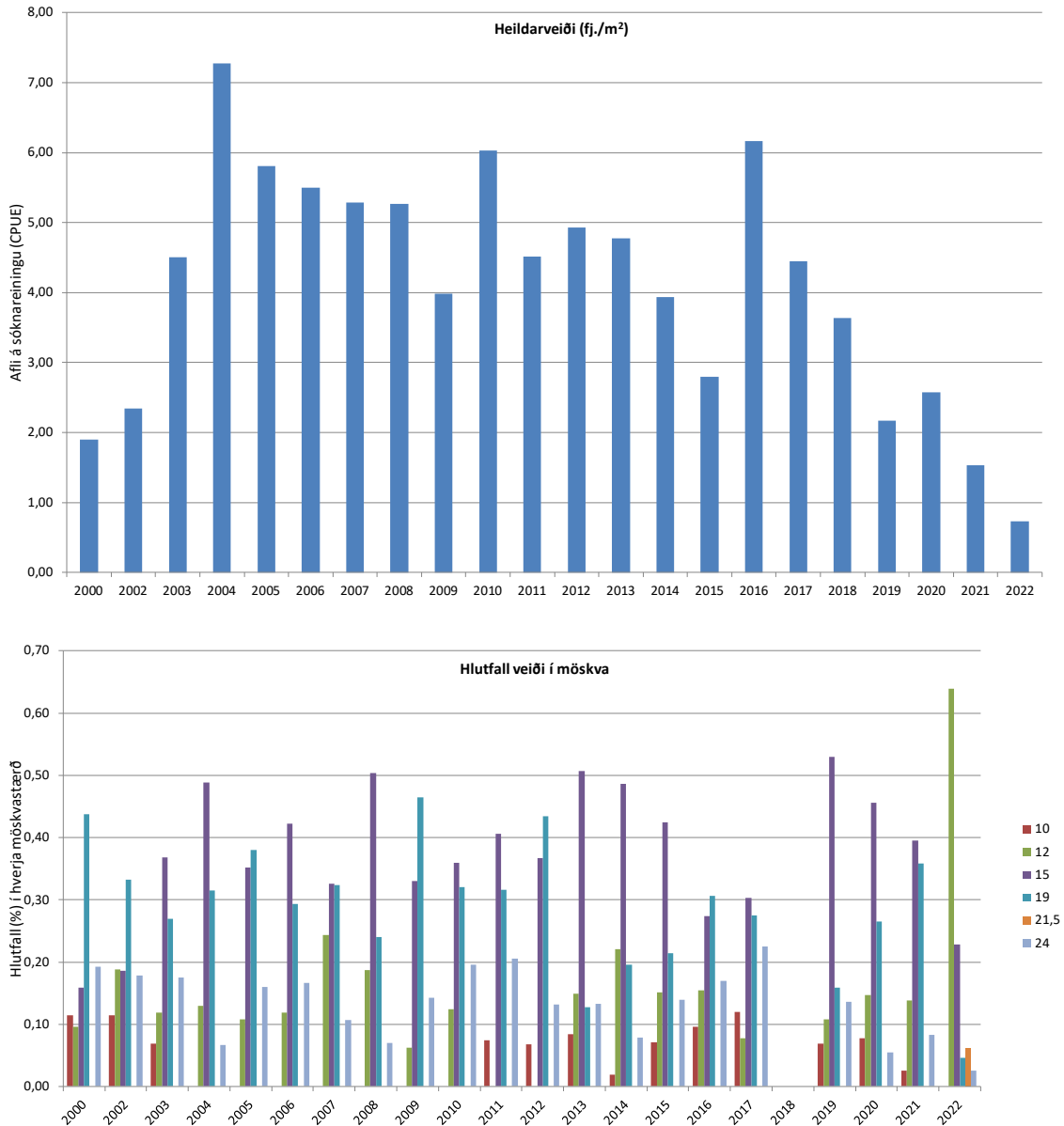


Mynd 14. Fjöldi sólpyrlna og spaðapyrlna í 10 lítrum á hverju dýpi árin 2008–2022. Mældýpi á stöð 3 eru 1, 5, 10, 25, 35, 45, 55 og 65 m, en samiburðarárin á stöð 2 ná mælingar aðeins niður á 35 m dýpi. Um er að ræða meðaltal fjögurra mælinga á hverju dýpi (í maí, júní/júlí, ágúst/september og október/nóvember) ásamt staðalskekkju (St.sk.).

Þessir þættir geta hins vegar tekið breytingum vegna áhrifa hnattrænnar hlýnunar á staðbundnar veðuraðstæður s.s. vindafar og lofthita. Þá getur tegundasamsetning þörungasvífs skipt miklu máli, t.d. geta aðrir þörungahópar en þeir sem eru mest áberandi í stærð og lífþyngd, verið mikilvægir þegar kemur að afkomu svifdýra, eða hópar sem alls ekki eru mældir s.s. frumdýr og bakteríur. Saman geta allir þessir þættir haft afgerandi áhrif á framvindu innan svifvistarinnar og þar með einnig á þau fæðuprep sem ofar standa.

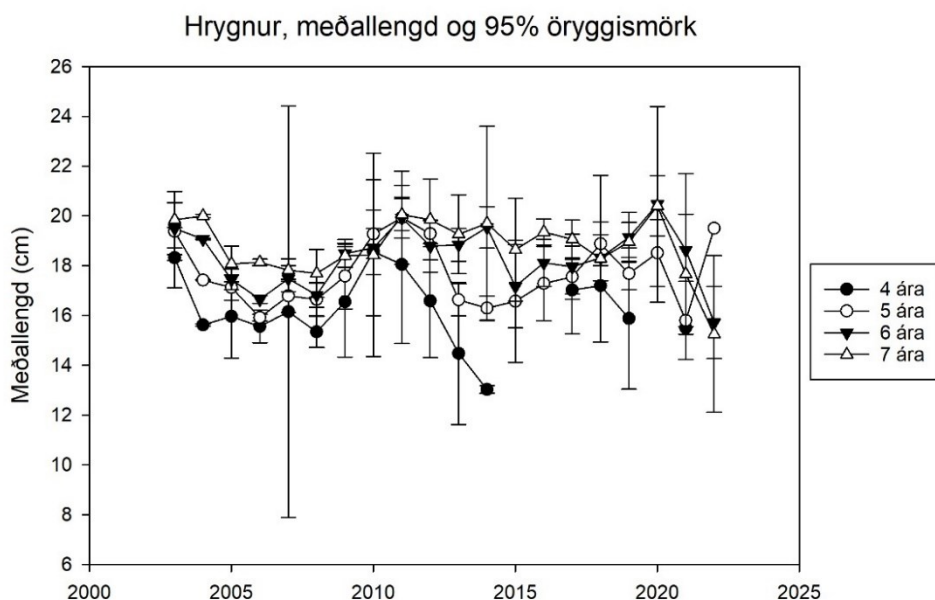
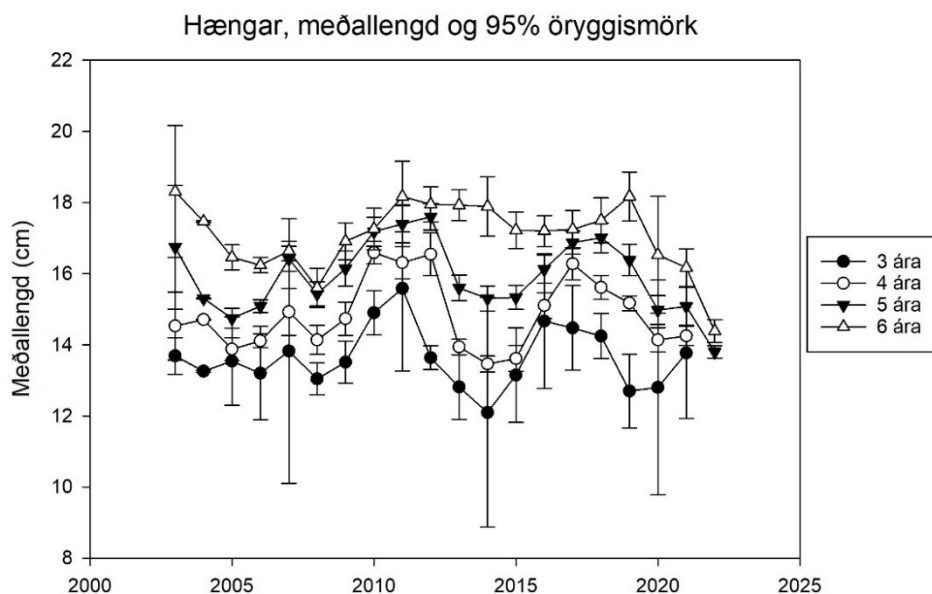
2.2.5 Murta

Murtuafli var með lakasta móti árið 2022. Nokkur kraftur var settur í úrvinnslu niðurstaðna þegar ljóst var að ástandið var óvenjulegt og var frumniðurstöðum bætt við í skýrslu síðasta árs þótt strangt til tekið ættu þær ekki heima þar (Haraldur R. Ingvason o.fl. 2022). Þá voru niðurstöður kynntar að hluta á ráðstefnu Vistfræðifélags Íslands sem haldin var á Laugarbakka 24.–26. mars 2023 (Vistís 2023).



Mynd 15. Stöðluð heildarveiði (afli á sóknareiningu/CPUE, efri mynd), og hlutfall veiði í hverja mörkvastærð (neðri mynd).

Þegar niðurstöður ársins 2022 eru settar í samhengi við fyrri ár vöktunarinnar blasir við fremur óvenjuleg staða. Afli á sóknareiningu mældist sá lægsti frá upphafi og hefur raunar verið nær samfelld á niðurleið a.m.k. frá árinu 2016 og jafnvel allt frá 2010 (15. mynd). Þá bregður svo við að mesta veiðin er í smærri mörkva en áður og það endurspeglast í lengdardreifingu fiskanna þar sem meðallengd 5 og 6 ára hænga hefur ekki áður mælst minni (15. og 16. mynd). Svipuð leitni sést einnig hjá þeim örfáu hrygnum sem veiddust. Hér fór því saman að fiskurinn var óvenju smár og að óvenju lítið veiddist af honum. Þessar niðurstöður voru í samræmi við veiðireynslu haustsins hjá ábúendum í Mjóanesi (Jóhann Jónsson, munnlegar upplýsingar) sem gerðu það að verkum að strax var farið út með net í fullri lengd en ekki samsett eins og alla jafna hefur verið reglan á síðari árum.



Mynd 16. Meðallengd hænga og hrygna ásamt 95% öryggismörkum á árabílinu 2003–2022.

Ástæður þessa ástands eru ekki ljósar en böndin berast a.m.k. að einhverju leyti að fæðu murtunnar og þá sérstaklega svíflægum krabbadýrum á borð við langhalafló, en óvenju lítið hefur verið af henni í sýnum úr vatnsbol allt frá árinu 2018, og á sama tíma hefur ranafló horfið úr sýnunum. Þá hefur þéttleiki svífdíla einnig verið í lægri kantinum á þessu tímabili. Upplýsingar um aðra mikilvæga fæðuflokka murtunnar á borð við mýflugur og mýpúpur liggja ekki fyrir. Þá liggja ekki heldur fyrir beinar mælingar á stofnstærð murtu, sem gætu svarað því hvort stofninn hafi raunverulega minnkað sem öllu þessu nemur eða hvort aðstæður hafi af einhverjum orsökum verið með þeim hætti að einungis hluti stofnsins, og þá smávaxnari fiskarnir í þessu tilviki, hafi skilað sér til hrygningar.

2.3 Samantekt

Niðurstöður fyrri ára sína að gróflega er hægt að skipta mælipáttum þessa vöktunarhluta í tvennt; stöðuga þætti og óstöðuga þætti. Stöðugu þættirnir eru eðlisþættir og efnabúskapur, sem alla jafna breytast lítið innan árs og eru mjög sambærilegir milli ára, meðan óstöðugu þættirnir eru þéttleiki lífvera í svifvist og hitadreifing í vatnsbol. Árið 2022 fellur ágætlega að þessari mynd, breytingar í eðlis- og efnabáttum eru á fremur þröngu sviði og gildi á svipuðu róli og áður. Þannig sýndi t.d. sýrustig að vori merki um frumframleiðni í efri lögum vatnsbols en útslagið var lítið og ekki sjáanlegt það sem eftir lifði tímabilsins. Að sama skapi var ekki mikill munur á efnasamsetningu á 5 og 35 m dýpi, en báðir þessir þættir endurspeglu það að lagskipting var ekki fyrir hendi í vatninu þetta árið heldur var lengst af einungis um hitagradient að ræða frá yfirborði og niður allan vatnsbol niður á 40 m dýpi. Það sést t.d. afar vel á þeirri staðreynd að vatnshiti á 40 metrum fór síhækkandi nær allt tímabilið, allt þar til lofthitinn fór að kæla fullblandað vatnið. Magn blaðgrænu mældist með jafnasta móti milli árstíða, sem væntanlega stafar af blöndun vatnsbolsins og sjóndýpi var með mesta móti.

Langhalafló og svifdílí rétta heldur úr kútnum en eru þó áfram í lágum þéttleika miðað við árin fyrir 2019, meðan ranafló virðist vera horfin. Augndílí mæta hins vegar aftur til leiks í töluverðum þéttleika. Svipað mynstur sést einnig hjá þyrildýrum þar sem t.d. fjaðrabýrta virðist eiga verulega undir högg að sækja meðan spaðabýrta siglir fremur lygnan sjó.

Hvað murtu varðar þá reyndist afli á sóknareiningu sá minnsti sem sést hefur frá því farið var að vakta hana með samræmdum hætti á árunum 2000–2003 og að auki er meðallengd hrygningarfisks einhver sú minnsta sem sést hefur. Murtan virðist því vera í fordæmalausri stöðu, með þeim fyrirvara að mælingar ná einungis rúm 20 ár aftur í tímann, sem þó telst þokkalega löng mælingaröð á íslenskan mælikvarða.

Vöktunarverkefni eru langhlaup en eftir því sem fleiri ár bætast við fæst skýrari mynd af aðstæðum í Þingvallavatni og þeim breytileika sem þar er að finna. Mikilvægt er að halda áfram að þróa vöktunina hér eftir sem hingað til og má í því sambandi nefna þörungavöktunina sem hefur bætt gríðarmiklum upplýsingum við hvað varðar samsetningu þörungasvífsins, upplýsingum sem ekki er hægt að afla með blaðgrænumælingum þar sem þær gefa aðeins vísbendingar um heildarmagn þörunga. Þá gefa niðurstöður murtuvöktunarinnar fullt tilefni til að kanna betur hvað er að gerast með þann stofn og raunar einnig aðra stofna því vatnið er jú eitt samhangandi vistkerfi.

Þakkarorð

Rósa Jónsdóttir og Jóhann Jónsson í Mjóanesi og fjölskylda þeirra hafa veitt ómetanlega aðstoð við þetta verkefni í gegnum tíðina og verður þeim seint fullþakkað. Rósa féll frá sumarið 2022 og minnumst við hennar með hlýhug og þakklæti. Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir las drög skýrslunnar yfir og færði margt til betri vegar.

Heimildaskrá

- Eydís Salome Eiríksdóttir 2023. Efnasamsetning Þingvallavatns. Gögn frá árinu 2022. HV 2023-29, ISSN 2298-9137. 31 bls. https://www.hafogvatn.is/static/research/files/hv2023_29.pdf
- Eydís Salome Eiríksdóttir og Sigurður Reynir Gíslason 2020. Efnabúskapur Þingvallavatns. Náttúrufræðingurinn 90 (1) bls. 65–79.
- Finnur Ingimarsson, Haraldur R. Ingvason, Þóra Hrafnadóttir, Stefán Már Stefánsson og Kristín Harðardóttir 2020. Vöktun svifdýra í Þingvallavatni 2007–2016. Náttúrufræðingurinn 90 (1) bls. 23–35.
- Gunnar Steinn Jónsson 2021. Vöktun á svifpörungum í Þingvallavatni 2015 til 2021. Náttúrufræðistofa Kópavogs og RORUM ehf. 29 bls.
- Haraldur R. Ingvason, Finnur Ingimarsson og Stefán Már Stefánsson 2021. Vöktun á lífríki og vatnsgæðum Þingvallavatns. Gagnaskýrsla fyrir árið 2020. Verkpáttur nr. 2: Lífríki og efna- og eðlisþættir í vatnsbol. Náttúrufræðistofa Kópavogs. Fjölrit nr. 2-2021. 24 bls.
- Haraldur R. Ingvason, Finnur Ingimarsson og Stefán Már Stefánsson 2022. Vöktun á lífríki og vatnsgæðum Þingvallavatns. Gagnaskýrsla fyrir árið 2021. Verkpáttur nr. 2: Lífríki og efna- og eðlisþættir í vatnsbol. Náttúrufræðistofa Kópavogs. Fjölrit nr. 3-2022. 24 bls.
- Haraldur R. Ingvason, Finnur Ingimarsson, Stefán Már Stefánsson og Þóra Hrafnadóttir 2015. Vöktun á lífríki og vatnsgæðum Þingvallavatns. Gagnaskýrsla fyrir árið 2014. Verkpáttur nr. 2: Lífríki og efna- og eðlisþættir í vatnsbol. Náttúrufræðistofa Kópavogs. Fjölrit nr. 1-2015. 25 bls.
- Heimasíða Náttúrufræðistofu Kópavogs (skoðað 21. sept. 2023): <https://natkop.kopavogur.is/utgefid-efni/skyrlsur/voktunarverkefni/>
- Hilmar J. Malmquist, Finnur Ingimarsson, Haraldur R. Ingvason, Stefán Már Stefánsson og Þóra Hrafnadóttir 2020. Hlýnun Þingvallavatns og hitaferlar í vatninu. Náttúrufræðingurinn 90 (1) bls. 80–99.
- Náttúrufræðingurinn við Mývatn 2021. Ársskýrsla 2020. 41 bls.
- Reglugerð nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns. https://www.reglugerd.is/reglugerdir/eftir-raduneytum/umhverfisraduneyti/nr/4482_skoada_28.3.2022.
- Veðurstofa Íslands 2022: Gagnabanki Veðurstofu Íslands, afgreiðsla nr. 2022-11-15/GEJ05.
- Vistís, Annual meeting of the Icelandic Ecological Society 24.-26. mars 2023. <https://nordicsocietyoikos.glueup.com/resources/protected/organization/1097/event/70375/8d40c7e1-6527-47e2-9488-e3261d175f93.pdf> (skoðað 21.9.2023).