

# Vöktun á lífríki og vatnsgæðum Þingvallavatns

Gagnaskýrsla fyrir árið 2021

Verkþáttur nr. 2:  
Lífríki og efna- og eðlisþættir í vatnsbol

Haraldur R. Ingvason, Finnur Ingimarsson og  
Stefán Már Stefánsson

Fjölrit nr. 3-2022

Ágúst 2022



## Náttúrufræðistofa Kópavogs

Natural History Museum of Kópavogur

Unnið fyrir:



BLÁSKÓGABYGGÐ



GRÍMSNES- OG  
GRAFNINGSHREPPUR



Landsvirkjun



Orkuveita  
Reykjavíkur

# VÖKTUN Á LÍFRÍKI OG VATNSGÆÐUM ÞINGVALLAVATNS

## Gagnaskýrsla fyrir árið 2021

Verkþáttur nr. 2:

Lífríki og efna- og eðlisþættir í vatnsbol

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

Unnið fyrir Bláskógabyggð, Grímsnes- og Grafningshrepp,  
Landsvirkjun, Orkuveitu Reykjavíkur  
og Þjóðgarðinn á Þingvöllum

Fjölrit nr. 3-2022



Náttúrufræðistofa  
Kópavogs

Hamraborg 6a • 200 Kópavogur

[www.natkop.kopavogur.is](http://www.natkop.kopavogur.is)

## Efnisyfirlit

Inngangur .....	1
Framkvæmdalýsing.....	2
Niðurstöður .....	3
Eðlis- og efnabættir.....	3
Sjónkýpi og blaðgræna-a .....	5
Vatnshiti á stöð 2 .....	5
Sviflæg krabbadýr .....	7
Sviflæg þyrildýr.....	9
Umræður .....	12
Eðlis- og efnabættir.....	12
Sjónkýpi og blaðgræna-a .....	12
Vatnshiti á stöð 2 .....	14
Svifdýr .....	16
Silungastofnar .....	21
Samantekt .....	22
Þakkir.....	23
Heimildir .....	24

## Vöktun Þingvallavatns 2021

## Inngangur

Frá árinu 2007 hefur staðið yfir vöktun á lífríki og vatnsgæðum Þingvallavatns. Forsvarsaðilar verkefnisins eru Landsvirkjun, Orkuveita Reykjavíkur, Bláskógabyggð, Grímsnes og Grafningshreppur og Þjóðgarðurinn á Þingvöllum. Framkvæmdaraðilar eru Náttúrufræðistofa Kópavogs og Ferskvatnssvið 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. Hafrannsóknastofnun sér um sýnatökur á efnasýnum í innrennsli og útfalli vatnsins og efnamælingar.

Vöktun Náttúrufræðistofu Kópavogs hefur beinst að helstu lífveruhópum í svifvist Þingvallavatns, þ.e. svifþörungum, þyrildýrum, sviflægum krabbadýrum og murtu. Til viðbótar hefur verið safnað upplýsingum um ólífræna þætti í vatnsbol, á borð við styrk næringarefna, 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 loftslagi.

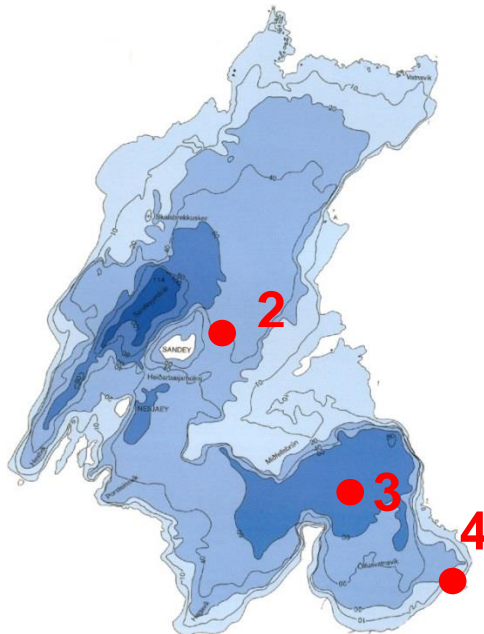
Frá árinu 2015 hafa svifþörungur verið greindir til tegunda, en slík greining fór einnig fram á árunum 2007–2010 þegar sýni voru send til Kanada til tegundagreininga. Sýnum hefur verið safnað sérstaklega í þessum tilgangi, bæði á dýptarsniði á stöð 3 sem og í útfalli vatnsins en þar hefur sýnatökutíðni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

Frá upphafi hafa niðurstöður verkefnis verið birtar árlega í skýrslum frá Náttúrufræðistofunni og frá Gunnari St. Jónssyni þörungafraeðingi og eru skýrslurnar m.a. aðgengilegar á heimasíðu Náttúrufræðistofu Kópavogs (<https://www.natkop.kopavogur.is>). Að auki birtust 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 2021. Eins og síðustu ár er áhersla lögð á myndræna framsetningu helstu niðurstaðna auk þess að gefa yfirlit yfir sýnatökur sem vöktuninni tengjast.

## Framkvæmdalýsing

Árið 2021 var framkvæmd vöktunarinnar með hefðbundnum hætti á stöðvum 3 og 4 (1. mynd). Farnar alls fjórar rannsóknarferðir (12. maí, 1. júlí, 26. ágúst og 21. október) þar sem gerðar voru mælingar og sýni tekin (1. tafla). Sýni til talninga á svifdýrum voru tekin með 10 lítra vatnssýnataka allt 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 hitasírítum á dýptarsniði á stöð 2 á tímabilinu 28. apríl til 21. október (1. mynd). Vatnssýnum til mælinga á næringarefnum og fleiri efnum var safnað á 5 m og 35 m dýpi dagana 1. júlí og 26. ágúst, sýnum til tegundagreininga á svifþörungum var safnað 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 efnaþýnum voru gerðar í samstarfi við Hafrannsóknastofnunar 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 úr í sérskýrslum (Gunnar Steinn Jónsson 2021). Sýnataka til ástandsmælinga á murtustofninum fóru fram dagana 12. og 20. Október en niðurstöður þessara mælinga verður gefin út fyrir síðustu ár í sérstakri skýrslu. Varðandi nánari framkvæmdalýsingar, sem og sögu þess hvernig verkefnið hefur þróast gegn um árin, er vísað til fyrri gagnaskýrslna (sjá t.d. Haraldur R. Ingvason o.fl. 2015).



1. mynd. Sýnatöku- og mælistöðvar í Þingvallavatni árið 2021.

## Vöktun Þingvallavatns 2021

**1. tafla.** Yfirlit yfir sýnatökur og mælingar á vegum Náttúrufræðistofu Kópavogs vegna vöktunar í Þingvallavatni árið 2021, alls fjögur skipti (12. maí, 1. júlí, 26. ágúst og 21. október). Að auki var tíu hitasíritum komið fyrir þann 28. apríl á stöð 2 (sjá 1. mynd), með jöfnu millibili frá 4 m dýpi og niður á 40 m dýpi. Tölur í töflu eru fjöldi sýna eða mælinga. Murtuveiði fór fram 12. og 20. október.

		Stöðvar og dýpi (m)											
		3									4		
Tegund sýnis	Mælibleyrtur	1	5	10	20	25	35	45	55	65	~1		
<b>Þörungasvíf</b>													
Ósíað sýni, 100 ml	Tegundagr./taling		4		4		4			4	4		
Ósíað sýni, 1 lítri	Blaðgræna-a	4	4	4		4	4	4	4	4	4		
	Sjónkýpi	4	4	4	-	-	-	-	-	-	-		
<b>Dýrasvíf</b>													
Síað sýni, 9 lítrar, 45 µm	Tegundagr./taling	4	4	4		4	4	4	4	4	4		
<b>Eðlisþættir - Fjölpáttamælir</b>													
	Vatnshiti	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4		
	Sýrustig	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4		
	Rafleiðni	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4		
<b>Efnagreining - ósíað, 1 lítri</b>													
		2				2							
<b>Murtuveiði, Svínanes</b>													
	Möskvastærðir (mm)	10, 12,5, 15,5, 19,5 og 24											

## Niðurstöður

### Eðlis- og efnabættir

Vatnssýni til efnamælinga voru tekin á stöð 3, á 5 m og 35 m dýpi í tveimur ferðum árið 2021 (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. Ferskvatnssvið Hafrannsóknastofnuar tekur sýni til mælinga á næringarefnum í innrennsli og útfalli Þingvallavatsn (Eydís Salome Eiríksdóttir 2022)

Árið 2021 var heildarstyrkur fosfórs (P-heild) að meðaltali 8 µg/l sem setur vatnið í ástandsflokk A samkvæmt reglugerð nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns. Styrkur fosfórs mældist nánast sá sami í öllum mælingum eða á bilinu 7–9 µg/l. Heildarstyrkur köfnunarefnis (N-heild) var að meðaltali 53 µg/l sem telst lágt gildi og langt innan marka fyrir ástandsflokk A (2. tafla). Þann 1. júlí var ekki teljandi munur eftir dýpi, en í ágúst var gildi heildar köfnunarefnis töluvert hærra á 35 m dýpi en á 5 m dýpi. Ekki mældist teljandi munur milli mælinga hjá öðrum efnum sem mæld voru og raunar voru NH<sub>4</sub> NO<sub>3</sub> og NO<sub>2</sub> ýmist undir eða nærri greiningamörkum.

## Vöktun Þingvallavatns 2021

**2. tafla.** Styrkur heildarfosfórs (P-heild), fosfats (PO<sub>4</sub>), heildarniturs (N-heild), ammóníums (NH<sub>4</sub>), nitrats (NO<sub>3</sub>) og nítríts (NO<sub>2</sub>) á stöð 3 í Þingvallavatni árið 2021.

Dags.	Dýpi m	P-heild µg/l	PO <sub>4</sub> -P µg/l	N-heild µg/l	NH <sub>4</sub> -N µg/l	NO <sub>3</sub> -N µg/l	NO <sub>2</sub> -N µg/l
1.7.2021	5	8	4,9	50	<3,0	<2,0	0,46
"	35	7	5	46	<3,0	<2,0	0,35
26.8.2021	5	8	6,4	48	<3,0	<2,0	<0,30
"	35	9	6	67	<3,0	2,2	0,44
<b>Greiningarmörk</b>		<b>Greiningarmörk ekki gefin</b>			<3,0	<2,0	<0,30
Meðaltal		8	5,6	53	<3,0	2,2	0,42
staðalfrávik		0,82	0,74	9,64	-	-	0,06
Ástandsflokkur A		<10		<300		Næringarefnasnautt	
Ástandsflokkur B		10–30		300–750		Næringarefnalítið	
Ástandsflokkur C		31–50		751–1.500		Næringarefnaríkt	
Ástandsflokkur D		51–100		1.500–2.500		Næringarefnauðugt	
Ástandsflokkur E		>100		>2.500		Ofauðugt	

Vatnshiti í sýnatökuferðum á stöð 3 fylgdi árstíðum en einnig mátti greina hitamun eftir dýpi að sumarlagi eins og undanfarin ár. Í maí mældist nánast sami hiti í allri vatnssúlunni eða um 2,9 °C. Í júlíbyrjun hafði þetta breyst, en þá mældist hitinn á bilinu 5,9–7,9 °C og meðalhitinn 6,9 °C, og um mánaðarmótin ágúst/september mældist hitinn á bilinu 6,8–11,1 °C og meðalhitinn 8,7 °C. Í október var hitastig allrar vatnssúlunnar svo aftur orðið jafnt, eða 6,7 °C.

**3. tafla.** Vatnshiti, rafleiðni og sýrustig í Þingvallavatni í fjórum sýnatökuferðum árið 2021. Meðaltal, staðalfrávik, hámark og lágmark miðast við stöð 3.

Stöð	Dýpi	Vatnshiti °C				Rafleiðni µS/cm				Sýrustig (pH)			
		12.5.2021	1.7.2021	26.8.2021	21.10.2021	12.5.2021	1.7.2021	26.8.2021	21.10.2021	12.5.2021	1.7.2021	26.8.2021	21.10.2021
3	1	2,8	7,9	11,1	6,7	68,9	63,8	63,6	68,2	7,89	7,84	7,69	7,49
"	5	2,8	7,8	11,0	6,7	69,0	63,9	63,5	68,0	7,90	7,84	7,69	7,49
"	10	2,9	7,7	10,4	6,7	68,9	63,7	63,4	68,1	7,91	7,82	7,67	7,49
"	20	2,9	7,1	8,2	6,7	69,0	63,8	63,9	68,2	7,90	7,80	7,24	7,48
"	25	2,9	6,8	8,0	6,7	69,0	63,8	63,8	68,2	7,85	7,73	7,09	7,48
"	35	2,9	6,6	8,0	6,7	68,8	68,4	63,9	68,2	7,86	7,73	7,12	7,46
"	45	2,9	6,1	7,7	6,7	68,8	68,6	64,1	67,9	7,85	7,56	7,04	7,45
"	55	2,8	6,0	7,1	6,7	69,1	68,5	68,8	68,2	7,86	7,46	6,93	7,44
"	65	2,9	5,9	6,8	6,7	68,9	68,7	69,1	68,5	7,86	7,60	6,96	7,42
4	~1	3,2	7,6	9,1	6,5	69	68,2	67,7	68,1	7,3	7,9	7,22	7,53
Meðaltal		2,9	6,9	8,7	6,7	68,9	65,9	64,9	68,2	7,88	7,71	7,27	7,47
Staðalfrávik		0,1	0,8	1,7	0,0	0,1	2,5	2,3	0,2	0,02	0,14	0,32	0,03
Hámark		2,9	7,9	11,1	6,7	69,1	68,7	69,1	68,5	7,91	7,84	7,69	7,49
Lágmark		2,8	5,9	6,8	6,7	68,8	63,7	63,4	67,9	7,85	7,46	6,93	7,42

Rafleiðni í maí og október mældist afar svipuð eða á bilinu 68–70 µS/cm og breyttist nánast ekkert með dýpi. Í júlí og ágúst mældust gildin í efri lögum vatnsins heldur lægri eða tæplega 64 µS/cm, en tæplega 70 µS/cm í neðri lögunum og voru skilin á milli fremur skörp.

Sýrustig (pH) var hæst í maí eða að meðaltali 7,9 og var mjög svipað niður alla vatnssúluna. Í júlíbyrjun hafði meðaltalið lækkað niður í 7,7 vegna lítilsháttar lækunar frá og með 25 metra dýpi. Um mánaðarmótin ágúst/september var meðaltalið komið niður í 7,3 og var greinileg lækun neðan 10 m dýpis. Í október hafði pH gildið hins vegar að mestu jafnast út og meðaltals pH gildi vatnssúlunnar risið í tæplega 7,5 (3. tafla).



## Sjónkýpi og blaðgræna-a

Niðurstöður mælinga á sjónkýpi voru þær að þann 12. maí mældist það 6 m og um mánaðarmótin júní/júlí hafði sjónkýpi aukist upp í 10,8 m. Í septemberbyrjun hafði sjónkýpið enn vaxið og mældist 15,5 m en um miðjan október var það komið niður í 9,8 m (4. tafla).

4. tafla. Magn blaðgrænu-a og sjónkýpi í Þingvallavatni í fjórum sýnatökuferðum árið 2021.

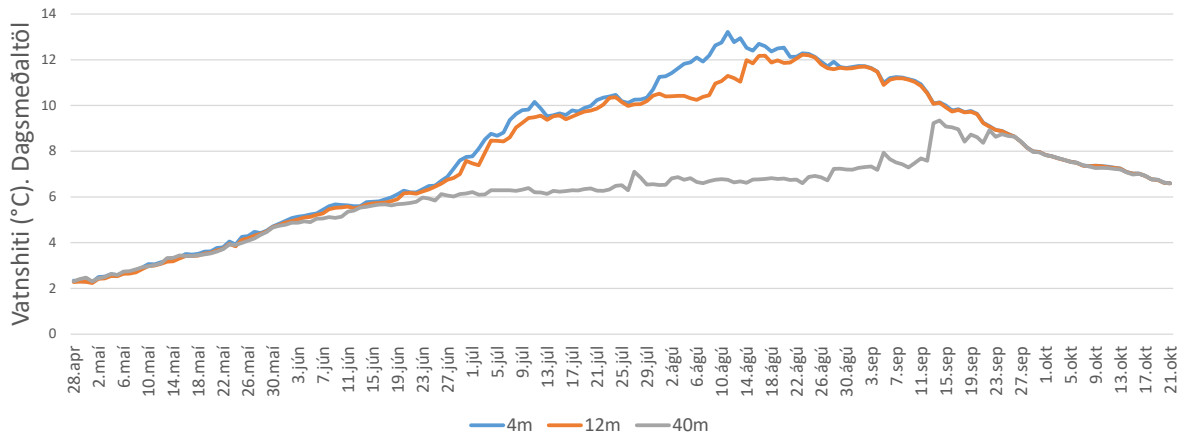
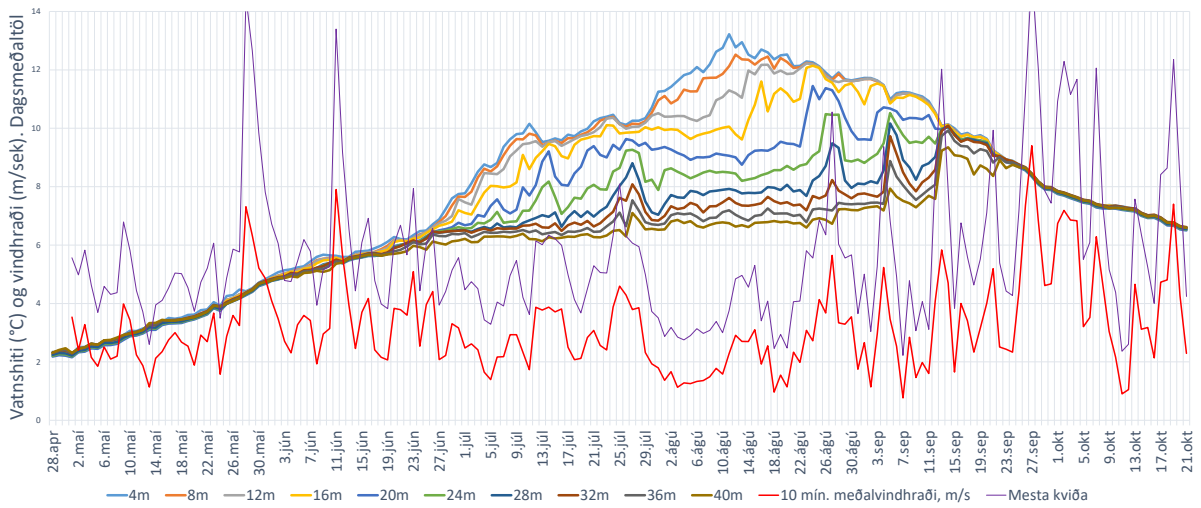
Blaðgræna-a ( $\mu\text{g/l}$ ) og sjónkýpi 2021					
Stöð	Dýpi (m)	12.5.2021	1.7.2021	26.8.2021	21.10.2021
3	1	1,20	0,48	0,60	2,28
3	5	1,20	0,48	0,60	2,52
3	10	1,44	0,60	0,48	2,52
3	25	1,20	0,96	0,84	2,64
3	35	1,20	0,60	0,72	2,76
3	45	1,20	0,60	0,60	2,64
3	55	1,20	1,20	0,60	2,76
3	65	1,20	1,92	0,72	2,40
4	~1	0,96	0,60	0,48	2,40
Meðaltal		1,23	0,85	0,64	2,56
Staðalfrávik		0,08	0,50	0,11	0,17
Hámark		1,44	1,92	0,84	2,76
Lágmark		1,20	0,48	0,48	2,28
Sjónkýpi (m)		6	10,8	15,5	9,8

Vatnssýni til blaðgrænumælinga voru tekin á stöð 3, á 1–65 m dýpi árið 2021 og eru niðurstöðurnar birtar í 4. töflu. Blaðgræna-a mældist á bilinu 0,48–2,76  $\mu\text{g/l}$ . Magn blaðgrænu var breytilegt eftir árstíma og var að meðaltali 1,23  $\mu\text{g/l}$  þann 12. maí, hafði svo lækkað niður í 0,85  $\mu\text{g/l}$  þann 1. júlí, hafði svo enn lækkað þann 26. ágúst niður í 0,64  $\mu\text{g/l}$ , en hafði svo hækkað upp í 2,56  $\mu\text{g/l}$  þann 21. október. Magn blaðgrænu endurspeglar að nokkru í sjónkýpinu, sérstaklega yfir sumarmánuðina þar sem sjónkýpi fer vaxandi með minnkuðu magni blaðgrænu-a.

## Vatnshiti á stöð 2

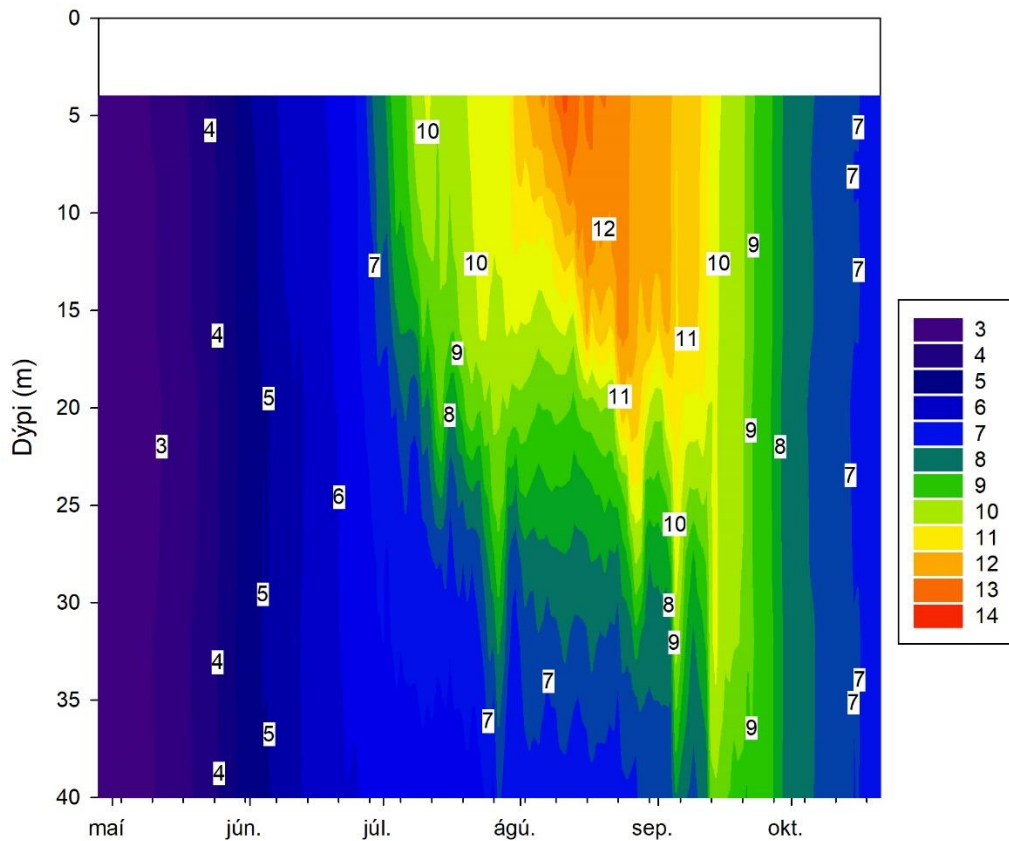
Göngnum um vatnshita á stöð 2 var safnað með síritum á tímabilinu 28. apríl til 21. október (2.–3. mynd). Vatnshiti í vatnssúlunni var nánast hinn sami þegar mælingar hófust eða um 2,3 °C (2. mynd). Hitinn hækkar jafnt og þétt næstu vikur, mest í yfirborðinu og um mánaðarmótin júní/júlí eru efstu 12–16 metrarnir farnir að skilja sig frá neðri lögum. Sökum vinds þá nær þetta dýptarbil þó ekki að skilja sig almennilega frá neðri lögum vatnsins fyrr en um mánaðarmótin júlí/ágúst. Aðskilnaðurinn virðist hins vegar hafa verið afar veikur þetta árið og ekki þurfti mikinn vind til að valda afar eftirtektarverðum bylgjuhreyfingum ásamt blöndun og varmaflutningi niður eftir vatnssúlunni. Þann 4. september má sjá upphafið að endalokunum hitaskiptingar og þann 13. september var endanlega gengið frá þeim vatnshitamun sem enn var að finna í vatnssúlunni, þrátt fyrir að meðalvindhraði næði einungi 6 m/sek og vindhviður náði mest um 12 m/sek (Veðurstofa Íslands 2021). Þaðan í frá kólnar vatnssúlan hægt og rólega og var hitastig hennar komið niður í um 6,6 °C þegar mælingum var hætt.

## Vöktun Þingvallavatns 2021



**2. mynd.** Efri mynd: Sólarhringsmeðaltöl vatnshita (°C) á dýptarsniði á stöð 2 á tímabilinu 28.4–21.10 árið 2021 ásamt sólarhringsmeðaltali 10 mínútna meðalvindhraða á klukkustund yfir sama tímabil ásamt mestu vindhviðu (gögn frá Veðurstofu Íslands). 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.

## Vöktun Þingvallavatns 2021



**3. mynd.** Vatnshiti (°C) á dýptarsniði á stöð 2 á tímabilinu 28.4–21.10 árið 2021. Litir endurspeglar 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.

### Sviflæg krabbadýr

Alls fundust fjórar tegundir krabbaflóa í svifvist Þingvallavatns árið 2021, langhalafló (*Daphnia galeata*), kúlufló (*Chydorus sphaericus*), ranafló (*Bosmina coregoni*) og rákafló (*Alonella nana*) (5. tafla). Að meðaltali fundust 11 langhalafær í 10 lítrum (spönn 0–42) og fundust þær í öllum sýnatökuferðum. Mest var af þeim í október eða að meðaltali 22 einstaklingar í 10 l og var mestur þéttleiki á 5 m dýpi og svo á 10 m dýpi, en í öðrum sýnatökum var þéttleikinn mestur á 25 og 35 m dýpi. Af hinum tegundum þremur fundust samtals 5 einstaklingar, þar af einn í útfalli.

Þéttleiki svifdíla (*Leptodiatomus* tegund) var heldur meiri en langhalaflóanna. Að jafnaði voru 22 dýr að meðaltali í 10 lítrum (spönn 0–143). Þau fundust ekki í fyrstu sýnatökuferðinni en í næstu þremur varð þeirra vart á öllum dýpum. Mest var af þeim um mánaðarmótin júní/júlí að meðaltali 47 dýr í 10 l. Þéttleiki svifdíla var oftast mestur á 10 m dýpi.

## Vöktun Þingvallavatns 2021

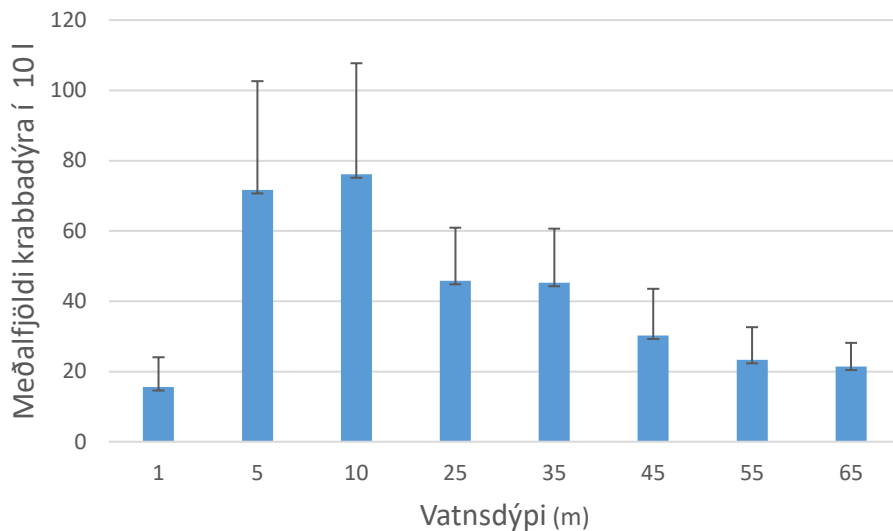
5. tafla. Tegundasamsetning sviflægra krabbadýra og þéttleiki (fjöldi einstaklinga í 10 lítrum) í Þingvallavatni 2021. Meðaltal, staðalskekja (St.sk.) og geómetriskt meðaltal (Gm.) er reiknað fyrir stöð 3.

Dags.	Stöð	Dýpi	<i>Alonella nana</i>	<i>Bosmina coregoni</i>	<i>Chydorus sphaericus</i>	<i>Daphnia galeata</i>	<i>Leptodaptomus</i> tegund	Cyclopidae tegundir	Sviflirtur (nauplius)	Alls (- nauplius)
12.5.2020	3	1	0	0	0	0	0	1	232	233
"	"	5	0	0	0	0	0	0	263	263
"	"	10	0	0	0	1	0	0	219	220
"	"	25	0	0	0	2	0	1	260	263
"	"	35	0	0	0	1	0	0	74	76
"	"	45	0	0	0	2	0	2	167	171
"	"	55	1	0	0	0	0	1	240	242
"	"	65	0	0	0	4	0	0	129	133
12.5.2020	4	~1	0	0	0	1	0	0	68	69
	Meðaltal		0,1	0	0	1	0	1	198	200
	St.sk.					0,5	0,0	0,3	24,1	23,9
	Gm.								184,4	186,9
1.7.2020	3	1	0	0	0	0	38	2	2	42
"	"	5	0	0	0	9	128	2	6	144
"	"	10	0	0	0	4	143	8	8	163
"	"	25	0	0	0	11	22	41	23	98
"	"	35	0	0	0	4	20	38	12	74
"	"	45	0	0	0	0	6	7	0	12
"	"	55	0	0	0	1	7	6	7	20
"	"	65	0	0	0	2	9	20	10	41
1.7.2020	4	~1	0	0	0	0	2	0	0	2
	Meðaltal		0	0	0	4	47	15	8	74
	St.sk.					1,5	19,8	5,6	2,5	20,0
	Gm.						23,8	9,0		54,1
26.8.2021	3	1	0	0	0	0	8	0	1	9
"	"	5	0	0	0	4	38	1	3	47
"	"	10	0	0	0	14	61	3	2	81
"	"	25	0	1	0	36	13	4	2	57
"	"	35	0	0	0	42	12	16	2	72
"	"	45	0	0	0	27	6	11	6	49
"	"	55	0	0	0	12	9	18	4	43
"	"	65	0	0	0	3	2	11	1	18
26.8.2021	4	~1	1	0	0	2	8	4	0	16
	Meðaltal		0	0,1	0	17	19	8	3	47
	St.sk.					5,6	7,2	2,4	0,6	8,7
	Gm.						11,6		2,4	38,8
21.10.2021	3	1	0	0	0	1	11	1	49	62
"	"	5	0	0	0	38	57	10	107	211
"	"	10	0	0	0	34	28	7	102	171
"	"	25	0	0	0	23	22	6	97	148
"	"	35	1	0	0	22	22	2	108	156
"	"	45	0	0	0	27	29	6	116	177
"	"	55	0	0	0	17	17	6	106	144
"	"	65	0	0	1	11	9	12	103	137
21.10.2021	4	~1	0	0	0	2	10	9	64	86
	Meðaltal		0,1	0	0,1	22	24	6	98	151
	St.sk.					4,2	5,3	1,3	7,3	15,1
	Gm.					15,7	20,9	4,9	95,6	143,5

## Vöktun Þingvallavatns 2021

Þéttleiki augndíla (Cyclopoidae) var að meðaltali 8 dýr í 10 lítrum (spönn 0–41). Þau fundust á flestum dýpum í öllum sýnatökuferðum. Þéttleikinn var mestur í júlí, eða 15 dýr í 10 l og voru flest dýrin á 25 m dýpi, en heilt yfir var þéttleiki augndíla mestur á 25 og 35 m dýpi.

Þéttleiki fullvaxinna sviflægra krabbadýra (fjöldi dýra í 10 lítrum) var minnstur á 1 m dýpi eða 16 dýr í 10 lítrum að meðaltali, en fór vaxandi með dýpi niður á 10 m þar sem fjöldinn var 76 dýr í 10 lítrum (4. mynd). Eftir það dró úr þéttleikanum og var hann á bilinu 20–40 dýr á dýpunum þar fyrir neðan. Sviflirfur komu fyrir í töluverðum fjölda í maí og október (5. tafla).

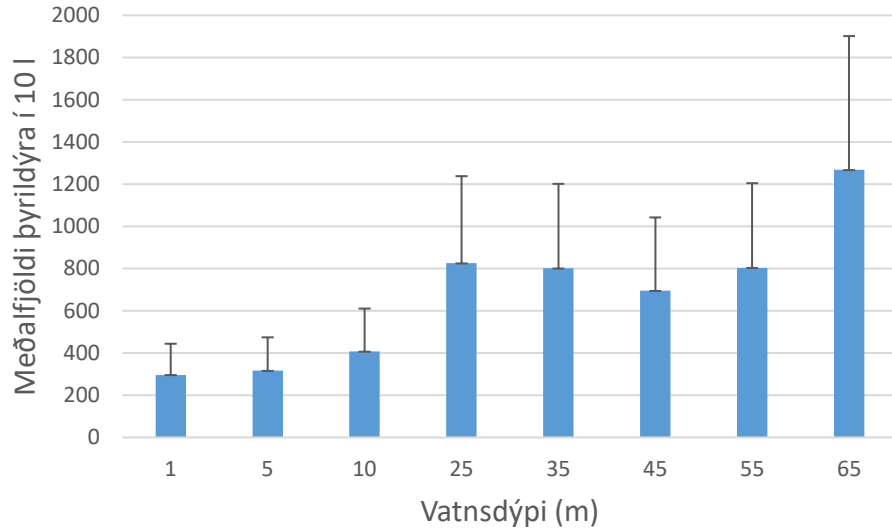


**4. mynd.** Fjöldi sviflægra krabbadýra í 10 lítrum á hverju mældýpi á stöð 3 árið 2021. Um er að ræða meðaltal fjögurra mælinga (í maí, júlí, september og október) ásamt staðalskekkju (St.sk.).

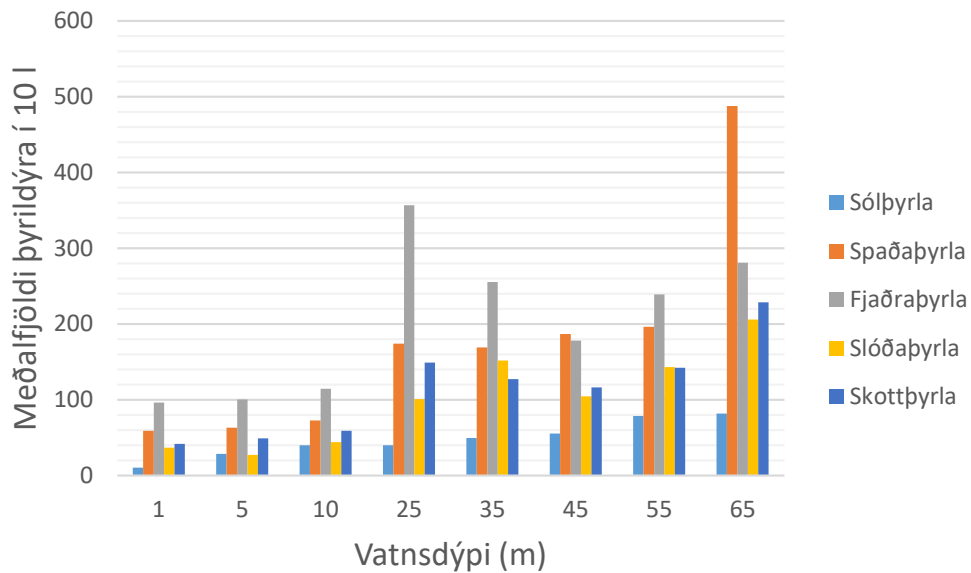
### Sviflæg þyrildýr

Alls voru greindar 14 tegundir þyrildýra í svifi Þingvallavatns árið 2021, en að auki er safnhópur ógreindra tegunda (6. tafla). Af þeim bera fjórar tegundir uppí fjöldann, en það eru fjaðrabýrila (*Polyarthra* tegundir) með 203 dýr að meðaltali í 10 l, spaðabýrila (*Keratella cochlearis*) með 176 dýr, slóðabýrila (*Filinia terminalis*) 102 dýr, skottþýrlur (*Trichocerca* tegundir) 91 dýr. Sólþýrila (*Conocilus unicornis*) er svo nokkuð undan með með 48 dýr í hverjum 10 lítrum. Meðalþéttleiki þyrildýra fer vaxandi með dýpi að 25 metrum þar sem finna mátti að meðaltali 826 dýr í hverjum 10 l (5. mynd). Þar fyrir neðan sveiflast þéttleikinn á bilinu 700–800 dýr í 10 l að frátöldu 65 m dýpinu þar sem þéttleikinn náði 1.268 dýrum. Þegar litið er til dýptardreifingar einstakra tegunda sést að spaðabýrilu og sólþýrilu fjölugar almennt eftir því sem dýpi eykst, sérstaklega á seinni tveimur dagsetningunum dýptardreifingarmynstur annarra hópa er ógreinilegra (6. mynd).

## Vöktun Þingvallavatns 2021



**5. mynd.** Fjöldi svíflægra þyrildýra í 10 lítrum á hverju mældýpi á stöð 3 árið 2021. Um er að ræða meðaltal fjögurra mælinga (í maí, júlí, september og október) ásamt staðalskekkju (St.sk.).



**6. mynd.** Meðalfjöldi algengra þyrildýrategunda í 10 lítrum á hverju mældýpi á stöð 3 árið 2021.

Vöktun Þingvallavatns 2021

6. tafla. Tegundasamsetning helstu tegunda þyrldýra (Rotifera) og þéttleiki (fjöldi einstaklinga í 10 lítrum) í Þingvallavatni 2021. Meðaltal, staðalskekking (St.sk.) og geómetrískt meðaltal (Gm.) er reiknað fyrir stöð 3.

Dags.	Stöð	Dýpi	<i>Asplanchna priodonta</i>	<i>Conocillius unicornis</i>	<i>Filinia terminalis</i>	<i>Keratella cochlearis</i>	<i>Keratella quadrata</i>	<i>Lecane</i> tegund	<i>Notholca foliacea</i>	<i>Notholca acuminata</i>	<i>Notholca squamula</i>	<i>Ploesoma hudsoni</i>	<i>Polyarthra</i> tegundir	<i>Synchaeta</i> tegund	<i>Trichocerca</i> tegundir	<i>Trichotria</i> tegund	Þyrldýr, ógreind	Alls	
12.5.2020	3	1	2	0	107	169	0	0	27	0	0	0	298	0	0	0	67	669	
"	"	5	0	0	62	147	4	0	31	0	0	0	267	0	0	0	27	538	
"	"	10	1	31	67	129	4	0	44	18	0	0	262	0	0	0	9	566	
"	"	25	4	13	102	107	4	0	49	0	0	0	302	9	0	0	18	609	
"	"	35	0	0	44	84	0	0	40	0	0	0	187	0	0	0	0	356	
"	"	45	1	18	107	151	0	0	49	0	0	0	320	0	0	0	27	672	
"	"	55	6	13	182	138	9	0	40	0	4	0	404	9	0	0	18	823	
"	"	65	1	27	107	98	4	0	27	0	0	0	196	0	0	0	36	494	
12.5.2020	4	~1	1	13	13	44	4	0	13	0	0	0	36	0	0	0	0	126	
		Meðaltal		2	13	97	128	3	0	38	2	1	0	279	2	0	0	25	591
		St.sk.		0,7	4,3	14,9	10,3	1,1		3,2			24,7				7,1	49,1	
		Gm.				89,6	124,7			37,3			271,7					575,6	
1.7.2020	3	1	0	0	0	4	0	0	4	0	0	0	67	0	0	0	0	76	
"	"	5	0	44	0	4	0	0	4	0	0	0	102	0	0	0	4	160	
"	"	10	0	18	9	4	0	0	22	0	0	0	133	0	0	0	0	187	
"	"	25	0	0	116	356	0	0	84	0	0	0	969	0	0	0	0	1524	
"	"	35	1	44	338	311	0	0	107	4	0	0	556	0	4	0	0	1366	
"	"	45	2	22	107	213	0	0	164	0	9	0	227	0	9	0	9	762	
"	"	55	10	4	111	178	0	0	44	0	0	0	382	0	44	0	0	774	
"	"	65	23	76	173	298	31	0	107	4	0	0	480	0	13	0	0	1206	
1.7.2020	4	~1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Meðaltal		5	26	107	171	4	0	67	1	1	0	364	0	9	0	2	757
		St.sk.		2,9	9,5	40,1	52,6			20,4			107,4		5,4			203,0	
		Gm.				56,9			36,4				259,1					490,4	
26.8.2021	3	1	0	0	6	2	0	0	0	0	0	0	8	13	12	0	0	41	
"	"	5	0	0	6	6	0	0	0	0	0	0	8	9	10	0	2	40	
"	"	10	0	48	9	21	0	0	0	0	0	0	24	18	19	0	2	141	
"	"	25	2	52	119	149	0	1	0	0	0	3	141	3	126	0	11	608	
"	"	35	2	80	169	209	0	0	0	0	0	0	253	0	240	0	13	967	
"	"	45	1	98	116	284	4	0	0	0	0	0	156	0	53	0	13	726	
"	"	55	3	178	209	373	9	0	0	0	0	0	151	0	27	0	18	968	
"	"	65	24	164	436	1440	147	0	0	0	0	0	440	0	44	0	27	2722	
26.8.2021	4	~1	0	0	160	347	0	0	0	0	0	3	147	4	84	0	27	772	
		Meðaltal		4	78	133	311	20	0	0	0	0,4	148	5	66	0	11	777	
		St.sk.		2,9	23,7	51,2	168,4	18,1					51,9	2,5	28,1		3,2	309,9	
		Gm.				52,5	77,0						69,5		38,1			356,4	
21.10.2021	3	1	1	42	36	60	12	0	0	0	0	0	13	17	213	3	0	398	
"	"	5	2	70	41	97	8	0	0	0	0	1	24	17	268	0	0	528	
"	"	10	2	63	92	137	14	0	0	0	1	0	38	18	364	0	4	734	
"	"	25	2	94	67	86	10	0	1	0	0	0	16	8	278	0	0	561	
"	"	35	7	74	57	71	10	0	0	0	0	0	27	13	258	0	0	517	
"	"	45	2	84	90	99	14	0	0	0	0	0	11	11	308	0	0	620	
"	"	55	0	119	71	97	13	0	0	0	1	0	19	9	319	0	1	649	
"	"	65	3	60	109	116	22	0	0	0	0	0	8	12	318	0	2	650	
21.10.2021	4	~1	2	69	101	139	19	0	0	0	0	0	16	16	381	1	1	744	
		Meðaltal		3	76	70	95	13	0	0,1	0	0,3	0,1	19	13	291	0,4	1,0	582
		St.sk.		0,7	8,3	9,1	8,5	1,6					3,5	1,3	16,4		0,6	36,7	
		Gm.			72,8	65,9	92,4	12,5					17,4	12,6	287,4			573,4	

## Umræður

### Eðlis- og efnabættir

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

Árið 2021 var ekki að sjá teljandi munur í efnastyrk nema að heildarstyrkur köfnunarefnis var lægri á 5 m dýpi en á 35 m dýpi þann 26. ágúst (2. tafla). Þótt varla sé hægt að tala um að hitaskil hafi beinlínis verið til staðar á þessum tíma, mælist samt aðskilnaður í vatnshita í efstu efstu 10 metrunum, þar sem vatnshiti mældist 11 °C á 5 m dýpi, 8,2 °C á 20 m dýpi og 8 °C á 35 m dýpi (3. tafla). Þarna má því e.t.v. sjá áhrif vegna upptöku þörunganga á köfnunarefni í kjölfar þess að efstu metrar vatnssúlunnar hafi tímabundið einangrast sökum minni eðlisþyngdar.

Þegar meðalgildi heildarfosfórs og heildarköfnunarefnis árið 2021 eru borin saman við fyrri mælingar sést að í heildina er efnastyrkur á svipuðu róli þótt vissulega sé breytileiki milli ára (7. tafla). Heilt yfir er styrkur heildarfosfórs rétt yfir viðmiðunarmörkum fyrir ástandsflokk A (A<10 µg/l, B 10–30 µg/l) og styrkur heildarköfnunarefnis ævinlega langt innan marka fyrir ástandsflokk A (<300 µg/l).

**7. tafla.** Meðalstyrkur heildarfosfórs (P-heild) og heildarniturs (N-heild) í Þingvallavatni að sumarlagi á árunum 2010–2021. Blátt táknar ástandsflokk A, grænt ástandsflokk B og gult ástandsflokk C.

Ár	P-heild µg/l	N-heild µg/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
Meðaltal	14	46	
Miðgildi	12	43	
Staðalfrávik	8	18	

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.

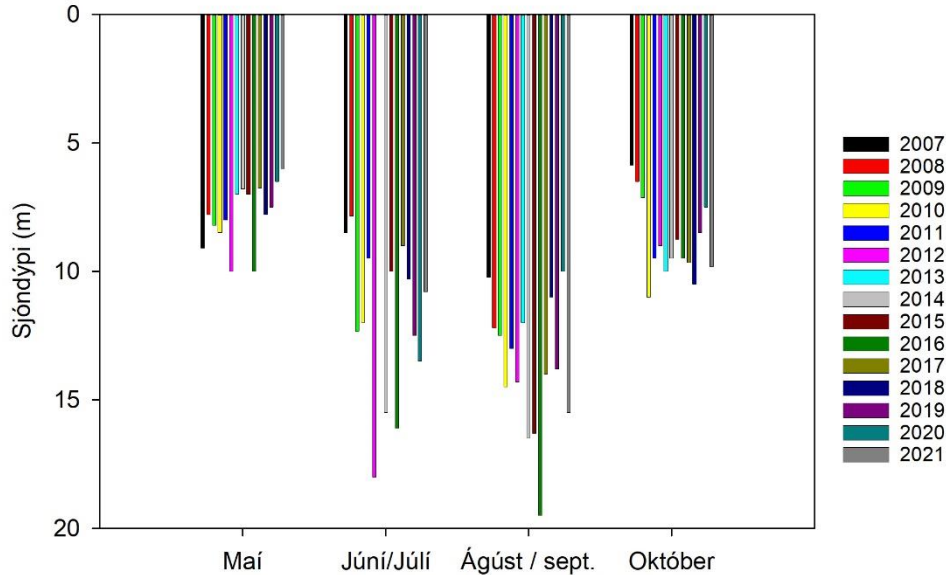
### Sjónkýpi og blaðgræna-a

Sjónkýpi í Þingvallavatni breytist með árstíðabundnum hætti en breytileikinn innan hvers árstíma getur verið verulegur, sérstaklega yfir sumarmánuðina (7. Mynd). Alla jafna er sjónkýpið minnst að vori en

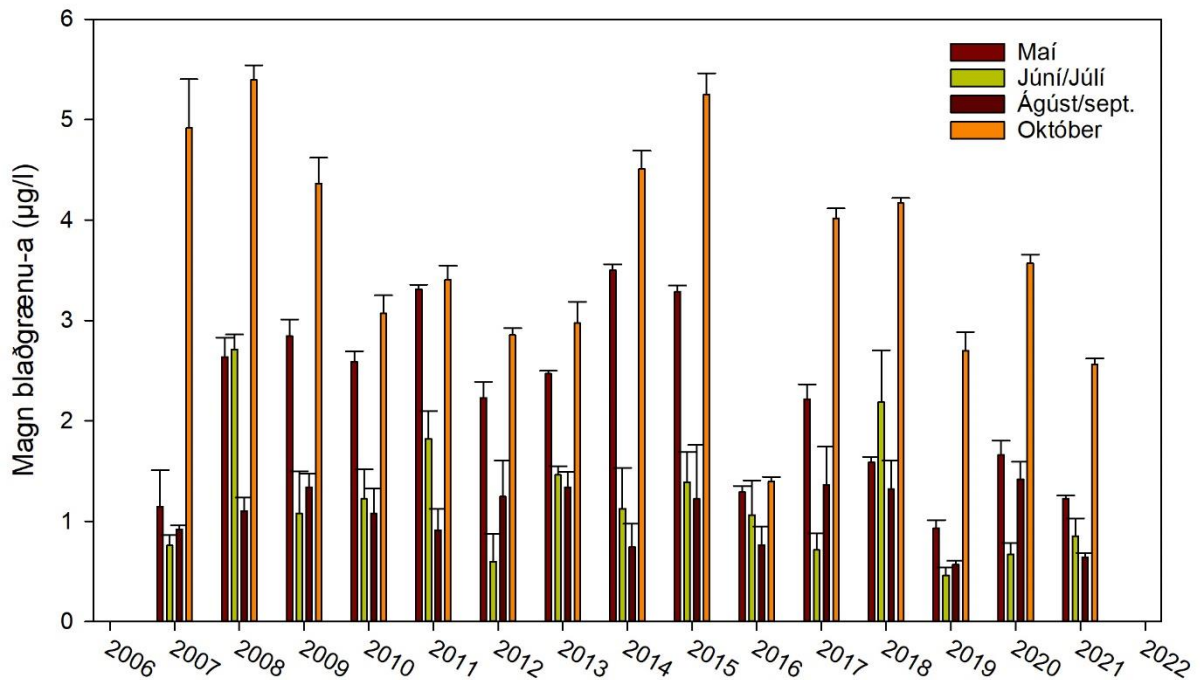


## Vöktun Þingvallavatns 2021

vex yfir sumarið, nær hámarki í ágúst/september en fellur eftir það niður undir vormæligildin. Árið 2021 fylgir þessum ferli og liggur sjóndýpið nærri meðalgildum vöktunarinnar með þeirri undantekningu að sjóndýpið (og þar með tærleiki vatnsins) um mánaðarmótin ágúst/september er með meira móti eða 15,5m.



7. mynd. Sjóndýpi í Þingvallavatni árin 2007–2021 flokkað eftir árstíma. Mælt var á stöð 2 árin 2007–2015 og á stöð 3 árin 2016–2021.



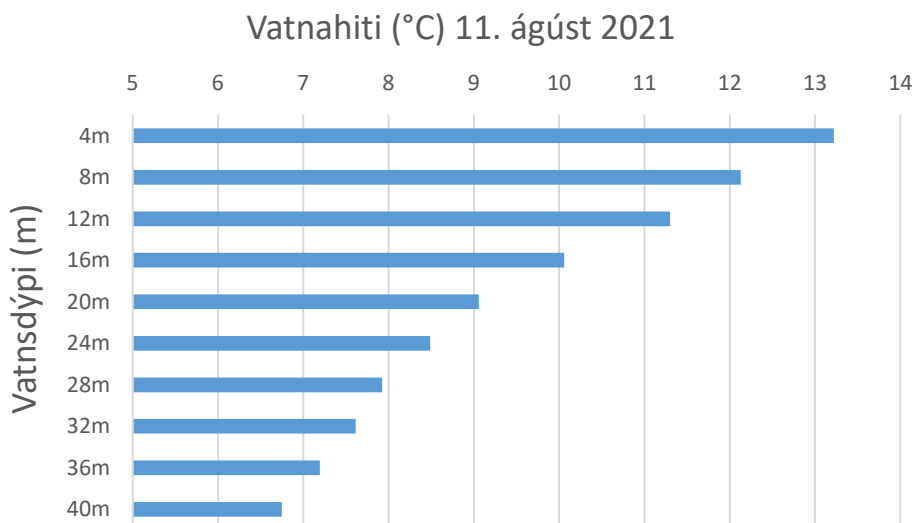
8. mynd. Blaðgræna-a í Þingvallavatni árin 2007–2021 flokkað eftir árstíma. Mælt var á stöð 2 árin 2007–2015 og á stöð 3 árin 2016–2021.

Magn blaðgrænu-a mældist fremur lágt árið 2021 miðað við mörg hin fyrri ár, og líkist helst árunum 2016 og 2019. Athygli vekur að vörgildi frá og með árinu 2016 virðast að jafnaði vera lægri en árin á undan. Þetta gæti stafað af því að vöxtur þeirra svíþörungategunda sem mynda vortoppinn, hafi að stærri hluta lent utan þess tíma þegar mælingar eru gerðar, en vaxtartími og magn tegundanna að vori er afar breytilegt milli ára (Gunnar Steinn Jónsson 2021). Að vanda má greina árstíðabreytileika í sýnunum frá 2021 eins og fyrri ár þar sem alla jafna mælist meira af blaðgrænu-a í vor- og haustsýnum en sýnum sem tekin eru yfir sumarmánuðina. Eins og sést hefur áður er ekki fullt samræmi milli mælinga á magni blaðgrænu-a og sjóndýpis, sérstaklega að haustlagi. Um þetta var m.a. fjallað í skýrslu sem kom út á síðasta ári, en ekki hefur enn tekist að skera úr um hvað þessu veldur (Haraldur R. Ingvason o.fl.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 get hefur verið í Mývatni síðastliðin ár (Náttúrurannsóknastöðin við Mývatn 2020).

## Vatnshiti á stöð 2

Þrátt fyrir að efstu 12–16 metrar vatnssúlunnar hafi strax í lok júní farið að sýna tilhneigingu til að skiljast frá dýpinu þar fyrir neðan hvað vatnshita varðar, er ekki það fyrr en mánuði síðar að vatn á þessum dýptarbilum fer að hlýna fyrir alvöru og hægt er að greina veik skil milli vatnsmassa. Þetta sést einna skýrast á tímabilinu 30. júlí–20. ágúst, en á þeim tíma verður lítil sem engin breytinga á vatnshita á 20 m dýpi og þar fyrir neðan meðan vatnshiti á 4–12 m dýpi hækkar um u.þ.b. 2–3 °C. Seinni helming þess tímabils fylgir vatnshiti á 16 m dýpi svo í kjölfarið. Einna mestan mun er að finna þann 11. ágúst þegar vatnshiti nær 13,4 °C á fjögurra metra dýpi og fellur svo að jafnaði um eina gráðu niður á 20 m dýpi en svo mun minna þar fyrir neðan (9. mynd).

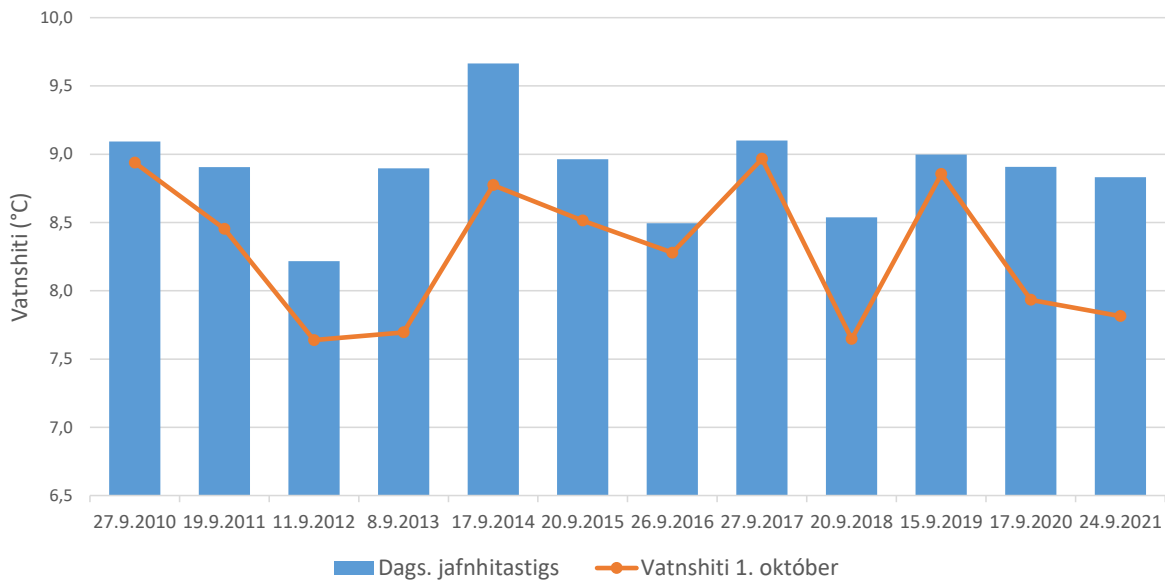


9. mynd. Vatnshiti á dýptarsniði (4 m–40 m dýpi) þann 11 ágúst 2021.

## Vöktun Þingvallavatns 2021

Upp úr 20 ágúst fer svo þessi mynd að riðlast vegna aukins vinds og mánuði síðar er vatnið fullblandað á ný í um 8,7 °C. Vatnshitinn fellur svo jafnt og þétt og er kominn niður í um 6,6 °C þegar mælingum er hætt þann 21. október.

Vatnshiti að sumarlagi er mikill áhrifaþáttur í vistkerfi Þingvallavatns. Lofthitinn er vissulega ráðandi þáttur en vindur spilar einnig mikið hlutverk, sérstaklega þegar kemur að þætti varmaflutnings niður fyrir 20 m dýpi. Hlý og stillt ár geta skapað töluvert sterka lagskiptingu með hlýju yfirborðslagi eins og gerðist árið 2012 en þá að sama skapi einangrað neðri lögin og komið í veg fyrir varmaflutning niður vatnssúluna. Áhrifin geta orðið þau að heildarvatnsmassinn fari fremur svalur inn í haustið og mun svalari en í árum þar sem saman fara hlýindi og vindur sem ekki gefur færi á sterkri lagskiptingu en skapar þess í stað aðstæður þar sem varmi flyst niður vatnssúluna. „Jafnhitastig“ er hugtak fyrir það þegar vatnsmassinn hefur blandast að fullu og vatnshitamunur á 4 og 40 metra dýpi er kominn niður í 0,1°C. Nokkuð breytilegt er hvenær þetta gerist og hver vatnshitinn er, en á því tímabili sem vöktun með hitasírítum hefur staðið í Þingvallavatni, hefur jafnhitastigi verið náð á tímabilinu 8.–27. september og vatnshiti jafnhitastigsins verið á bilinu 8,2–9,7 °C (9. mynd).



**10. mynd.** Dagsetningar sýna hvenær jafnhitastigi (vatnshitamunur á 4 m og 40 m dýpi kominn niður í 0,1 °C) er náð á árabilinu 2010–2021 (súlurit). Einnig er sýndur vatnshiti þann 1. október sama ár (línurit).

Þegar litið er á niðurstöður vatnshitamælinga á tiltekinni dagsetningu að hausti, n.t. þann 1. október, sést að þar er allnokkur áramunur og vatnshitinn er á bilinu 7,6–9 °C (10. mynd). Vatnshiti að hausti er einn þeirra þátta sem geta skipt máli þegar kemur að hrygningu bleikju, en þar sem hún er í eðli sínu kuldasækin en kjörhitastig hrognþroskunar er undir 8 °C og getur vatnshiti sem er umfram kjörhitastig valdið truflunum á hrognþroska og vera má að vísbendingar um slíkt séu þegar komnar fram (Sigurður S. Snorrason o.fl. óbirt gögn). Í einhverjum tilvikum getur bleikja leitað uppi svæði með köldu lindavatnsinnrennsli en murtan á þess tæpast kost þar sem hún hrygnir afar víða meðfram strandlengju vatnsins.

Vindur var sem fyrr lykilbreyta hvað varðar lóðréttu dreifingu vatnshita að sumarlagi, líkt og sést hefur á mælingum fyrri ára, sérstaklega hvað varðar varmaflutning niður á meira en 20-30 m dýpi (Hilmar J. Malmquist o.fl. 2020). Mikilvægt er að fylgjast áfram með samspili þessara þátta á komandi árum í ljósi

yfirstandandi loftslagsbreytinga og mögulegra áhrifa þeirra á lífríki vatnsins (Finnur Ingimarsson o.fl. 2020).

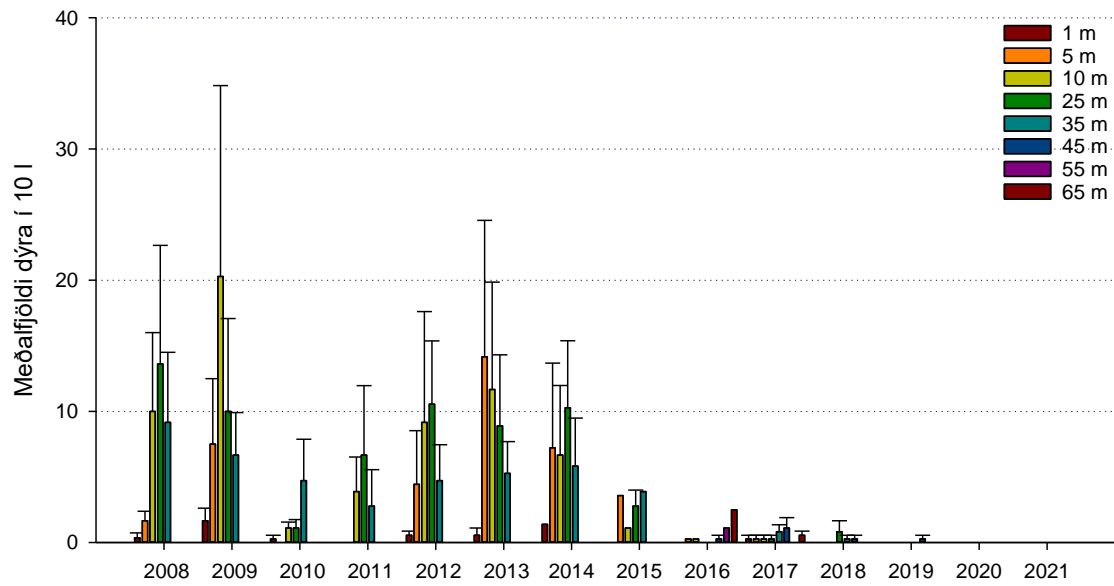
### Svifdýr

Hvað varðar lífssöguþætti svifkrabbadýra í Þingvallavatni þá virðast þeir í föstum skorðum. Árfætlur eru ráðandi hópur fyrri hluta sumars en langhalafær koma inn í auknum þéttleika síðla sumars og að hausti (5. tafla). Árfætlulirfur eru áberandi hópur í svifi að vori og hausti en sjást minna að sumarlagi. Hins vegar er mikill sveiflугangur í þéttleika innan þessara hópa milli ára. Fyrstu ár vöktunarinnar bar nokkuð á ranafló en hún hefur nánast horfið hin seinni ár og fannst einungis eitt eintak árið 2021 (11. mynd). Langhalafló hefur lengst af haldið nokkuð svipaðri stöðu, en eftir 2018 hefur hún ekki náð sér á strik á 5–25 m dýpi, þar sem ævinlega hefur mátt vænta hennar í töluverðum þéttleika (11. mynd). Hún réttir lítillaga úr kútnum árið 2021 miðað við árin á undan, en mikið vantar á að hún nái fyrri þéttleika á áðurnefndu dýptarbili, sem væntanlega er kjördýpi hennar. Rétt er að benda á að þótt vænta megi dægurferða hjá þessari tegund (að hún færi sig á meira dýpi að degi til) þá fer sýnataka fram allt niður á 65 m dýpi þannig að ekki er líklegt að hún sleppi undan sýnatöku af þeim sökum. Svipaða sögu má segja um svifdílíð. Þéttleiki þess hefur sveiflast mikið, en síðan 2018 hefur þéttleikinn verið í lægra lagi (12. mynd). Ólíkt langhalaflónni hefur þéttleikinn þó verið áberandi mestur á 10 m dýpi, sem virðist vera kjördýpi miðað við þéttleikatölur fyrri ára. Þéttleiki augndíla hefur sveiflast mikið síðastliðin ár og fellur verulega frá fyrra ári og er heilt yfir í lægri kantinum (12. mynd) Þéttleiki augndíla er mestur á 25 og 35 m dýpi eins og oftast áður. Ekki er að sjá að þessir krabbadýrahópar sveiflist sérstaklega í takt, t.d. þannig að einhver þeirra græði þegar öðrum hnignar.

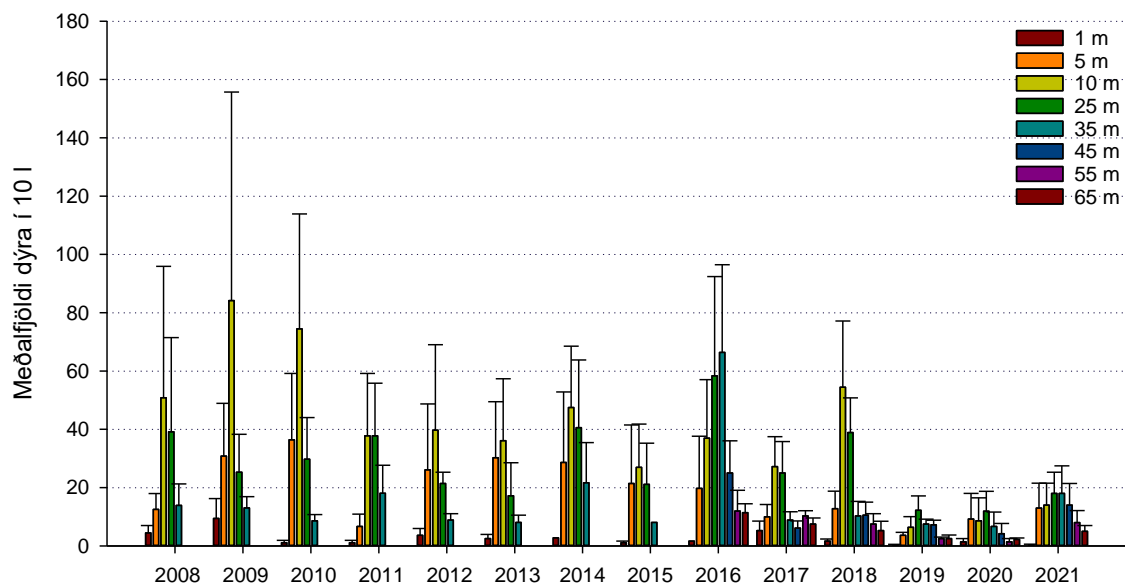
Af þessum fjórum framantöldu hópum eru þrír, ranafló, svifdílí og langhalafló, sem eru eingöngu síarar, þ.e. lífa á smáum þörungum eða bakteríum, en augndílin eru hópur tegunda sem geta innihaldið bæði síara og rándýr.

Vöktun Þingvallavatns 2021

Ranafló (*Bosmina coregonii*)



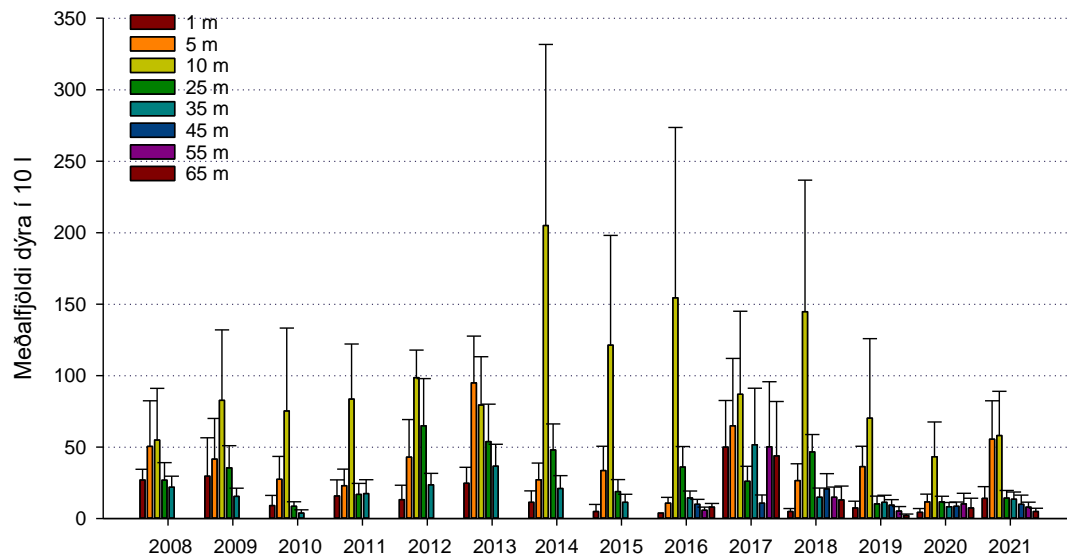
Langhalafló (*Daphnia galeata*)



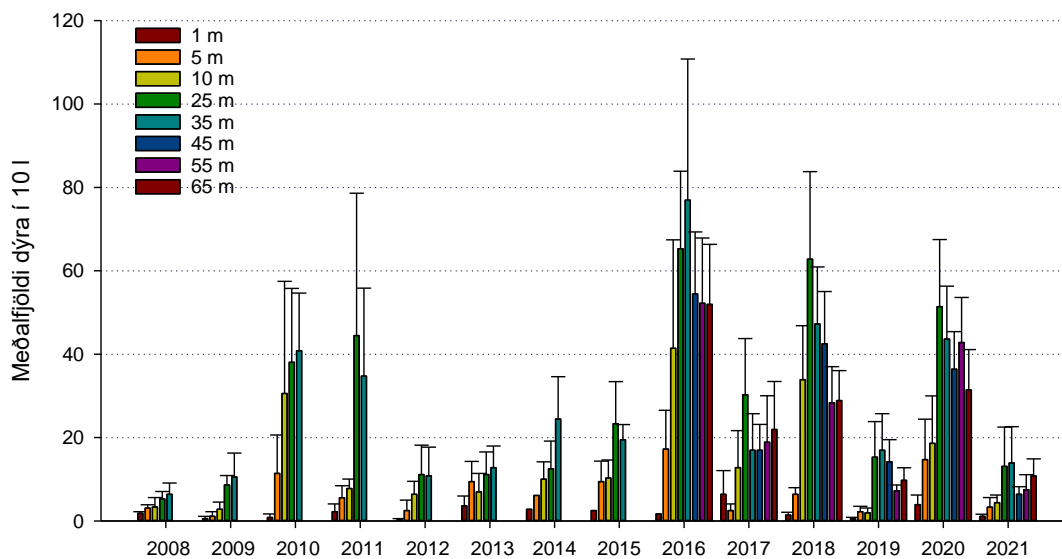
**11. mynd.** Fjöldi ranaflóa og langhalaflóa í 10 lítrum á hverju dýpi árin 2008–2021. Mældýpi á stöð 3 eru 1, 5, 10, 25, 35, 45, 55 og 65 m, en samanburðarárin á stöð 2 ná mælingar aðeins niður á 35 m dýpi. Um er að ræða meðaltal fjögurra mælinga á hverju dýpi (í maí, júní/júlí, ágúst/september og október/nóvember) ásamt staðalskekkju (St.sk.).

## Vöktun Þingvallavatns 2021

### Svifdili (*Leptodiptomus tegund*)

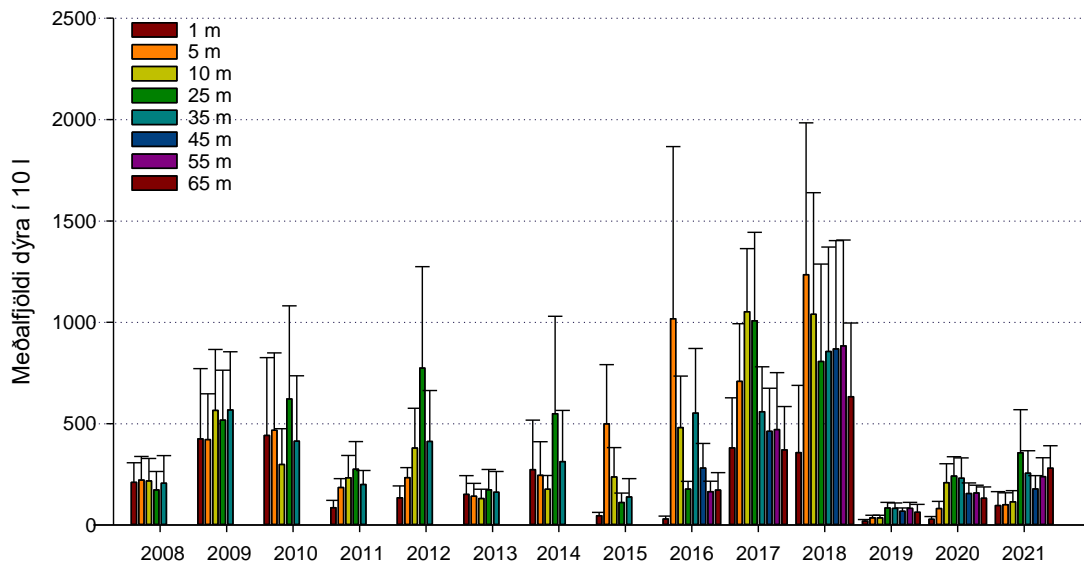


### Augndíli (Cyclopoidae)

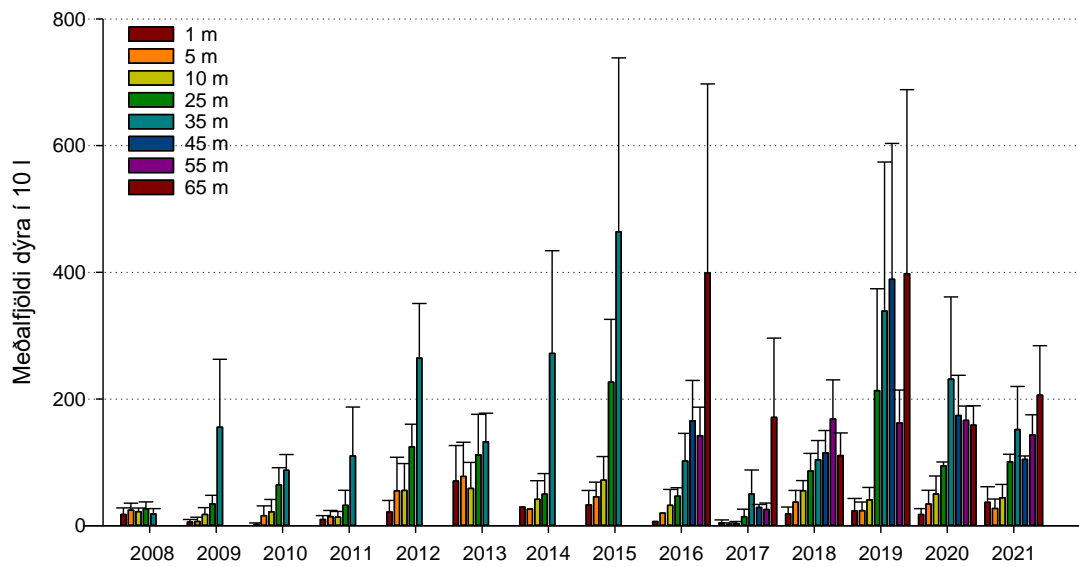


**12. mynd.** Fjöldi svifdila og augndíla í 10 lítrum á hverju dýpi árin 2008–2021. Mældýpi á stöð 3 eru 1, 5, 10, 25, 35, 45, 55 og 65 m, en samanburðarárin á stöð 2 ná mælingar aðeins niður á 35 m dýpi. Um er að ræða meðaltal fjögurra mælinga á hverju dýpi (í maí, júní/júlí, ágúst/september og október/nóvember) ásamt staðalskekkju (St.sk.).

Fjaðrabyrlla (*Polyarthra* tegundir)

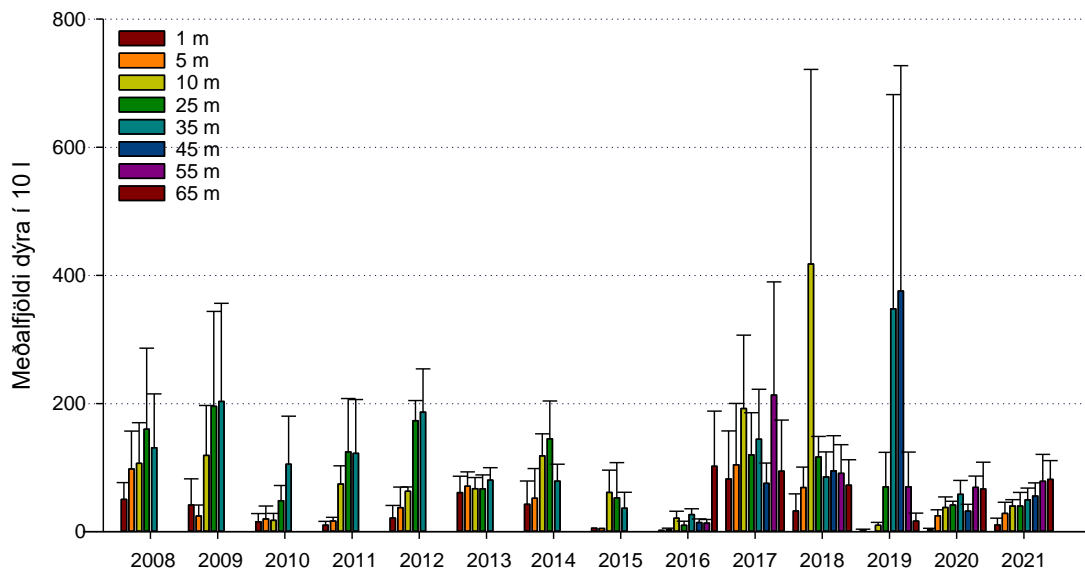


Slóðabyrlla (*Filinia terminalis*)

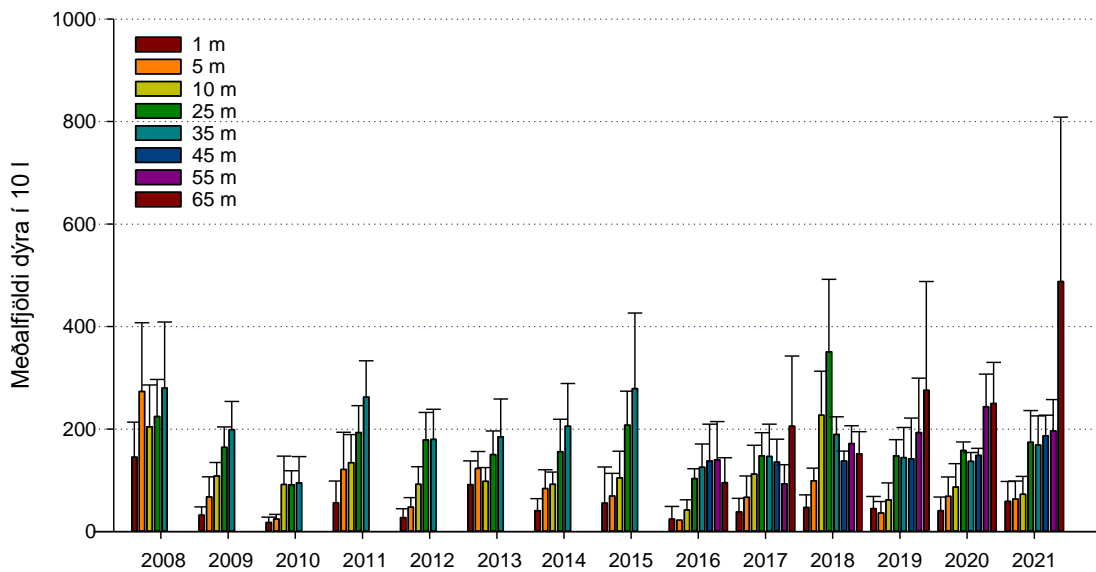


**13. mynd.** Fjöldi fjaðrabyrllna og slóðabyrllna í 10 lítrum á hverju dýpi árin 2008–2021. Mældýpi á stöð 3 eru 1, 5, 10, 25, 35, 45, 55 og 65 m, en samanburðarárin á stöð 2 ná mælingar aðeins niður á 35 m dýpi. Um er að ræða meðaltal fjögurra mælinga á hverju dýpi (í maí, júní/júlí, ágúst/september og október/nóvember) ásamt staðalskekkju (St.sk.).

Sólþyrlla (*Conochilus unicornis*)



Spaðþyrlla (*Keratella cochlearis*)



14. mynd. Fjöldi sólþyrlna og spaðþyrlna í 10 lítrum á hverju dýpi árin 2008–2021. 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.).

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, en sumar tegundir éta einnig önnur þyrildýr. Þau eru því um margt áhugaverður hópur sem oft er litið framhjá, m.a. sökum smæðar, en í þessari vöktun hefur nokkrum hópum algengra þyrildýra verið fylgt eftir.

Miklar sveiflur í þéttleika hafa gegnum tíðina einkennt suma hópa þyrildýranna meðan aðrir virðast nokkuð stöðugir hvað sem á dynur (13. og 14. mynd). Segja má að spaðþyrllan sé tákmynd stöðugleikans og virðist fátt bíta á henni (14. mynd). Hinar tegundirnar sýna mun meiri sveiflur og er sérlega eftirtektarvert að fjaðrþyrllan hefur átt erfitt uppdráttar frá árinu 2018, rétt eins og



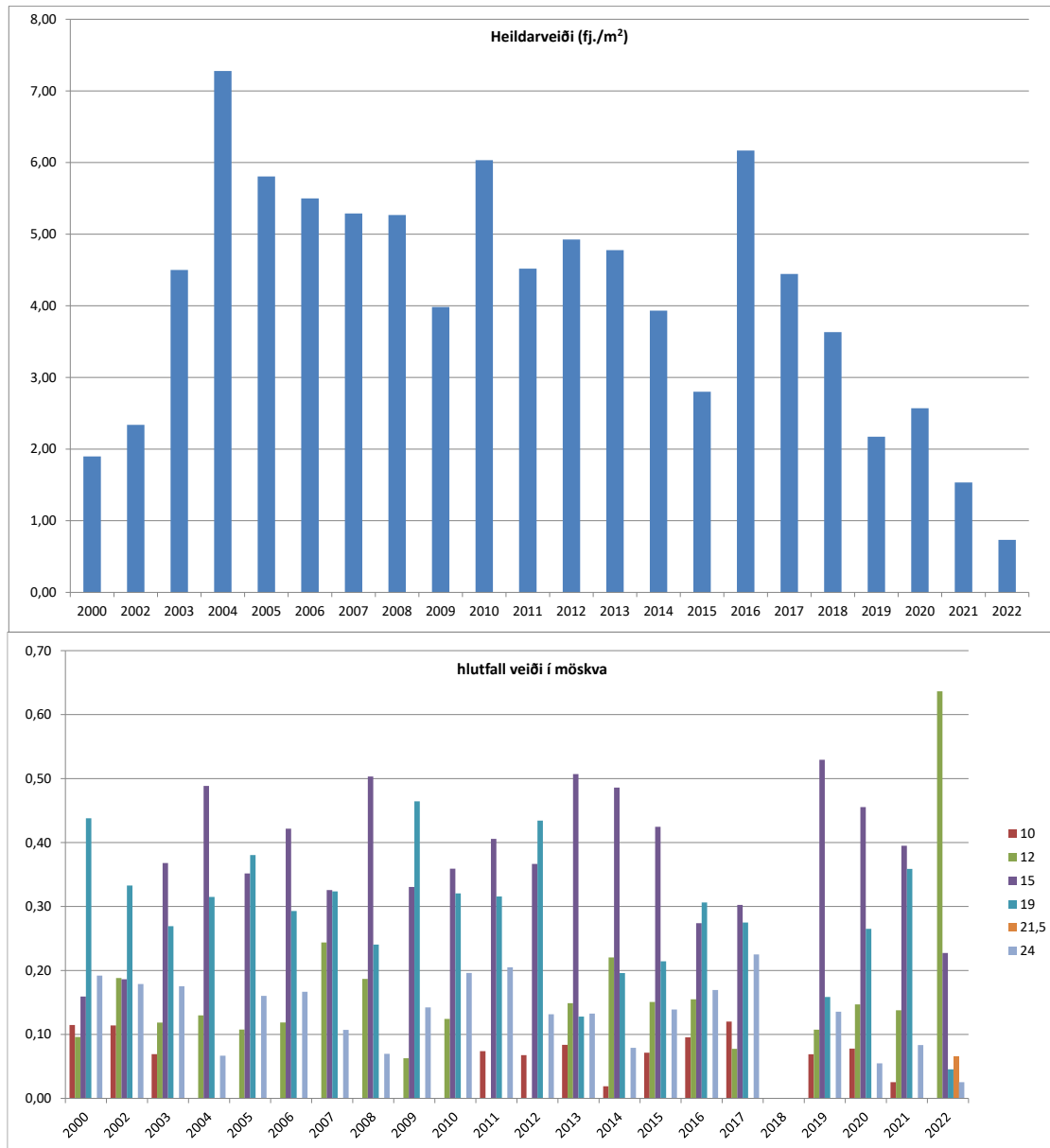
langhalafloin og augndílið. Sólþyrlan hefur sömuleiðis verið í fremur lágum þéttleika sl. tvö ár. Slóðþyrlan sveiflast svo í sínum eigin takti, og mögulega dálítið gangstæðum við fjaðrþyrluna hin síðari ár.

Ekki er ljóst af hverju þessi munur (milli tegunda innan árs og innan tegunda milli ára) stafar en ekki er hægt að útiloka möguleg áhrif vatnshita, (t.d. hvort hitaskil ná að myndast) á svifþörungavöxt eða aðra afgerandi þætti eins og lífsöguþætti þessara dýra. Einnig 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. Vísbendingar um mögulegt mikilvægi þessara hópa sáust e.t.v. árið 2016 þegar hrún varð í svifþörungaflóru vatnsins, án þess að það skilaði sér með afgerandi hætti hjá þeim svifdýrum sem einkenna svifvist vatnsins. Ekki er ólíklegt að þessir sömu þættir hafi áhrif á þéttleika bæði þyrildýranna og svifkrabbadýranna, en sýnt hefur verið fram á að vatnshiti er mikilvæg breyta hvað varðar samfélagsmyndandi þætti í svifvist Þingvallavatns (Finnur Ingimarsson o.fl. 2020).

### Silungastofnar

Unnið er að úrvinnslu á vöktun murtustofnsins hin síðari ár og verða niðurstöður og samantekt birt í sérstakri skýrslu. Búið er að vinna upp allan úrvinnsluhala og verið er að greina niðurstöðurnar fyrir skýrslugerð. Eins er verið að taka saman heildar niðurstöður úr silungarannsókninni sem fram fór árið 2019 þar sem veiðiáttak frá árunum 1983-1984 var endurtekið (Sandlund O. T. o.fl 1992) og í smíðum er grein í ritrynt tímarit á alþjóða vettvangi um niðurstöðurnar. Í örstuttum útdrætti má segja að áhyggjur hafa vaknað yfir hnignandi stofnum bleikjuafbrigðanna allra síðustu ár. Á móti hefur stofn urriðans aukist svo um munar og einnig hefur útbreiðsla hans aukist mikið og er þar mikil breyting á. Hér verður ekki fjölyrt um orsakir þessara breytinga, þær bíða komandi vinnu við greiningu á framangreindum niðurstöðum. Teljum við þó rétt að byrta hér niðurstöður sem sýna veiði á murtu frá árinu 2000, sett hér fram sem afli á sóknareiningu (fj./m<sup>2</sup> nets) en netin hafa ávalt legið í sambærilegan tíma eða um 14 tíma og yfir nótt. Veiðin er ávalt framkvæmd í fyrstu tveimur vikum októbermánaðar en þá er hrygning murtunnar í hámarki. Hér má sjá hversu afli hefur fallið mikið allra síðustu ár á efri myndinni en neðri myndin sýnir hlutfall af heildarafla sem kemur í mismunandi möskvastærðir. Gefur hún því mynd af stærðarsamsetningu fiskanna í veiðinni og sýnir að meðalstærð fiskanna er mun minni en undanfarin ár. Að öðru leyti er ekki búið að vinna úr aflanum en það veður gert á næstu dögum en geta má þess að þarna hefur ávallt verið mikið um hrygnandi fisk en þetta árið urðum við varir kannski tveggja hrygnandi murta við netadráttinn. Telja verður ástæðu til að hefja frekari vöktun á silungastofnum vatnsins og hefur Umhverfisstofnun verið gert viðvart um stöðu mála.

## Vöktun Þingvallavatns 2021



### Samantekt

Eins og fyrri ár einkennist eðlispátta- og efnabúskapur Þingvallavatns árið 2021 af stöðugleika. Styrkur næringarefna í vatnsbol mældist lágur, í samræmi við það að framleiðsla vatnsins er takmarkað af köfnunarefni. Sýrustig (pH) og rafleiðni voru á sömu slóðum og verið hefur í vöktuninni fram til þessa, einkennast af stöðugleika en helst undir áhrifum af frumframleiðni sem að líkindum er mest fyrrihluta árs. Sjónþýpi og magn blaðgrænu-a, sem þó var í lægri kantinum, er að sveiflast nokkuð milli ár. Ekki er hægt að segja að hitalagskiptalagið hafi verið með skarpasta móti þetta sumarið, þótt efstu lög vatnssúlunnar hafi náð að hlýna um allt að 5 °C umfram neðri dýpin í tæpan mánuð og varmaflutningur niður fyrir 24 m dýpi var lítill lengst af sumri. Að venju ná haustvindar að hræra í vatnsmassanum sem að lokum blandast alveg um miðjan september. Er þetta á nokkuð í meðallagi hvað hitastig varðar og nokkuð vantar uppá að hæstu hitastigum sé náð.

Þéttleiki svifkrabbadýra var með minnsta móti þriðja árið í röð. Halafló rétti lítilla úr kútnum miðað við síðustu tvö ár en þéttleikinn er samt með því lægsta sem sést hefur. Það sem vekur sérstaka

eftirtekt að ólíkt fyrri árum þá nær hún sé ekki á strik á neinu dýpi en áður mátti ganga að henni nokkuð vísi á 5–25 m dýpi síðari hluta sumars og fram á haust.

Svifdili réttir einnig úr kútnum eftir niðursveiflu undanfarinna tveggja ára. Ranaflóin virðist hins vegar vera að hverfa. Beinir orsakavaldar þessa sveifflugangs eru ekki þekktir en grunur beinist að aðstæðum í búsvæðum þeirra og fæðu, sem stjórnast m.a. af vatnshita og aðgengilegum næringarefnum. Þannig geta t.d. breytingar í innbyrðis tegundahlutföllum í svifþörungaflóru vatnsins haft mikið að segja, enda lifa allar umræddar tegundir á því að sía smásæja svifþörungum (og mögulega í einhverjum tilvikum bakteríur) úr vatnsmassanum.

Vatnið virðist því vera í niðursveiflu hvað helstu stofna lífvera ræðir og spurningar vakna um framhaldið, hvernig og hvenær það nær sér uppúr þessu ástandi. Orsakasamhengi er ekki ljóst, undanfarin ár eru ekki þau hlýjustu sem komið hafa í vatninu en samhengi vistkerfisins er flókið og ekki allir hlutir þess mældir. Áfram er því mikilvægt að fylgjast með framvindu mála og huga að hugsanlegum viðbótar mælingum.

Á árabílinu 2007–2010 voru sýni af þörungum send til greiningar í Kanada en frá og með árinu 2015 hefur Gunnar St. Jónsson þörungaráðingur séð um þennan þátt. Í gögnunum er því úrvinnslugat á árunum 2011 til 2014 en í farvegi er að kanna sýni sem til eru af þörungasvífi frá þessu árabíli. Breytingar í magni þörungum eru allnokkrar á milli ára og til að fá skýrari mynd og betri tengingu væri vert að glugga í þetta gat með forkönnun á völdum sýnum. Vert væri einnig að efla þörungavöktunina með því að setja upp sjálfvirka mælistöð fyrir blaðgrænu við útfall vatnsins á fá með þeim hætti rauntímaupplýsingar um magn og samsetningu þörungasamfélagsins. Hefur umræða um uppsetningu slíks búnaðar verið innan stýrihóps þessa verkefnis um nokkurn tíma.

Sumarið 2021 fór einnig í gang verkefni í samstarfi við HÍ og Sænska lanbúnaðarháskólann sem felst í einstaklingsmerkingum á msimunandi afbrigðum bleikju til að fylgast með atferli eftir árstíma. Settir hafa verið út móttakarar sem hlusta eftir sendingum frá litlum sendum sem komið er fyrir í kviðarholi fiska. Upplýsingar um staðsetningu, dýpi og vatnshita eru sendar frá hverju merki á klukkustundar fresti. Merktir hafa verið á bílinu 4–20 einstaklingar af hverju hinna fjögurra afbrigða bleikjunnar og því er hægt að staðsetja ferðir þeirra um vatnið og þar með nýtingu einstakra vatnshluta. Vitja þarf um þessa móttakara einu sinni á ári til að lesa af þeim upplýsingarnar og skipta um rafhlöður. Spurning er um hvort vöktunaraðilar þessa verkefnis muni vilja koma að hluta af kostnaði við vöktun sem þessa á næstu árum en þarna fást verðmætar upplýsingar um búsvæðanýtingu afbrigðanna.

Einnig er vert að minnast hér á þróun aðferða sem er að eiga sér stað í notkun á s.k. umhverfis erfðaeefni (eDNA) en það er erfðaeefni sem lífverur gefa frá sér og finna má í hlutfalli við stofnstærðir lífveranna. Í vötnum finnst eDNA í vatnssýnum sem tekin eru á athugunarstöð. Að mörgu leyti geta þessar aðferðir gefið meiri upplýsingar en hefðbundnar sýnatökur og það má leiða að því sterkar líkur að í framtíðinni byggji vaktanir sem þessi mun meira á notkun eDNA.

## Þakkir

Rósa Jónsdóttir og Jóhann Jónsson í Mjóanesi og fjölskylda þeirra hafa veitt ómetanlega aðstoð við þetta verkefni í gegn um tíðina. Rósa féll frá nú í sumar, 2022, minnumst við hennar með hlýhug og þakklæti.

## Heimildir

Eydís Salome Eiríksdóttir og Sigurður Reynir Gíslason 2020. Efnabúskapur Þingvallavatns. Náttúrufræðingurinn 90 (1) bls. 65–79.

Eydís Salome Eiríksdóttir . Efnasamsetning Þingvallavatns. Gögn frá árinu 2021. HV 2022-19. Haf- og vatnarannsóknir. 2022.

Finnur Ingimarsson, Haraldur R. Ingvason, Þóra Hrafnisdóttir, 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 svifþörungum í Þingvallavatni 2015 til 2021. Náttúrufræðistofa Kópavogs og RORUM ehf. 29 bls.

Haraldur R. Ingvason, Finnur Ingimarsson, Stefán Már Stefánsson og Þóra Hrafnisdóttir 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.

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.

Heimasíða Náttúrufræðistofu Kópavogs (skoðað 28. ágúst 2022): <https://natkop.kopavogur.is/utgefing/efni/skyrlsur/voktunarverkefni/>

Hilmar J. Malmquist, Finnur Ingimarsson, Haraldur R. Ingvason, Stefán Már Stefánsson og Þóra Hrafnisdóttir 2020. Hlýnun Þingvallavatns og hitaferlar í vatninu. Náttúrufræðingurinn 90 (1) bls. 80–99.

Náttúrufræðingurinn 2021. Ársskýrsla 2020. 41 bls.

Odd Terje Sandlund, Karl Gunnarsson, Pétur M. Jónasson, Bror Jonsson, Torfinn Lindem, Kristinn P. Magnússon, Hilmar J. Malmquist, Hrefna Sigurjónsdóttir, Skúli Skúlason and Sigurður S. Snorrason 1992. The arctic charr *Salvelinus alpinus* in Thingvallavatn. Oikos 64: 305–351p

Reglugerð nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns. [https://www.reglugerd.is/reglugerdir/eftirraduneytum/umhverfisraduneyti/nr/4482\\_skoada\\_28.3.2022](https://www.reglugerd.is/reglugerdir/eftirraduneytum/umhverfisraduneyti/nr/4482_skoada_28.3.2022).

Veðurstofa Íslands 2021: Gagnabanki Veðurstofu Íslands, afgreiðsla nr. 2021-11-01/GEJ01