Akureyrarbær

Eftirlit með urðunarstað á Glerárdal árið 2022

Finnbogi Óskarsson
Sigurveig Árnadóttir
Deirdre Clark
Iwona M. Galeczka
Unnur Þorsteinsdóttir

Unnið fyrir Akureyrarbæ

ÍSOR-2022/045

Desember 2022

ÍSLENSKAR ORKURANNSÓKNIR
Kópavogur: Urðarhvarfi 8, 203 Kóp. – Sími: 528 1500
Akureyri: Rangárvöllum, P.O. Box 30, 602 Ak. – Sími: 528 1500
isor@isor.is – www.isor.is

Lykilsíða

Skýrsla nr.	Dags.	Dreifing
ÍSOR-2022/045	Desember 2022	☒ Opin ☐ Lokuð til

Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill	Upplag
Akureyrarbær Eftirlit með urðunarstað á Glerárdal árið 2022	1
	Fjöldi síðna 33
Höfundar Finnbogi Óskarsson, Sigurveig Árnadóttir, Deirdre Clark, Iwona M. Galeczka og Unnur Þorsteinsdóttir	Verkefnisstjóri Bjarni Gautason
Gerð skýrslu / Verkstig	Verknúmer 19-0079

Unnið fyrir
Akureyrarbæ
Samvinnuaðilar

Útdráttur

Greint er frá niðurstöðum efnagreininga á sigvatni af aflögðum sorpurðunarstað á Glerárdal ofan Akureyrar. Verkið er hluti af árlegu efnaeftirliti með sigvatni af svæðinu en slíku eftirliti var sinnt á árum áður, að mestu samfellt frá 1995 til 2011 og var síðan tekið upp á ný árið 2019. Niðurstöður eru birtar og bornar saman við eldri efnagreiningar. Niðurstöður sýna ekki miklar breytingar milli ára en þó hefur t.d. leiðni vatns og styrkur allra aðalefna og margra snefilefna í brunni og yfirfalli lækkað umtalsvert frá því um síðustu aldamót. Styrkur aðalefna og næringarefna í Glerá er að jafnaði svolítið hærri neðan urðunarstaðarins en ofan hans.

Annar þáttur eftirlitsins er að fylgst er með efnasamsetningu sets í farvegi Glerár ofan og neðan urðunarstaðarins. Styrkur þeirra efna sem voru mæld í setinu er svipaður ofan og neðan urðunarstaðarins. Þó má sjá að styrkur arsens (As) og kadmíums (Cd) er marktækt hærri neðan urðunarstaðarins en ofan við hann.

Auk efnamælinga er fylgst með vatnsborði í tveimur borholum á svæðinu en litlar breytingar hafa komið fram í þeim. Drónamyndir til að kanna mögulegar hæðarbreytingar á urðunarsvæðinu voru teknar á árunum 2018, 2019 og 2020 og engar vísbendingar um breytingar komu fram. Slíkar mælingar voru ekki gerðar á árinu 2022.

Lykilorð	
Sorpurðun, efnaeftirlit, snefilmálmar, sigvatn, sig, árset, vatnsborðsmælingar, Glerárdalur, Akureyrarbær, ÍSOR Staðir: K722, M20077, M20078, V5000, V5001, A83624, A83625	Undirskrift verkefnisstjóra Yfirfarið Magnús Ólafsson

Efnisyfirlit

1 Inngangur **7**
2 Mælingar á sýrustigi og vatnsborði **8**
3 Sýnataka haustið 2022 ..... **11**
4 Niðurstöður efnagreininga **13**
5 Samantekt **25**
6 Heimildaskrá **26**
Viðauki 1: Minnisblað um sýnatöku í september 2022 ..... **27**
Viðauki 2: Minnisblað um mælingar vorið 2022 ..... **28**

Töflur

Tafla 1. *Sýnatökustaðir á Glerárdal* 7
Tafla 2. *Mælingar á Glerárdal 26.4.2022* 9
Tafla 3. *Mælingar á hitastigi og sýrustigi (pH-gildi) vor og haust 2022* 10
Tafla 4. *Vatnsborðsmælingar í vatnsborðsholum í vor- og haustmælingum* 10
Tafla 5. *Mælt rennsli, hitastig, sýrustig, leiðni, anjónir, málmar og ólífræn snefilefni í vatnssýnum* 14
Tafla 6. *Niðurstöður mælinga á næringarefnum í vatnssýnum* 15
Tafla 7. *Niðurstöður mælinga á olíuefnum, arómötum og fenólum í vatnssýnum* 15
Tafla 8. *Niðurstöður efnagreininga á lífrænum halógenefnum* 16
Tafla 9. *Niðurstöður mælinga á efnum í seti úr farvegi Glerár ofan og neðan urðunarstaðar* 17
Tafla 10. *Umhverfismörk fyrir málma í yfirborðsvatni til verndar lífríki, skilgreind í reglugerð um varnir gegn mengun vatns (reglugerð 796/1999)* 18
Tafla 11. *Umhverfismörk fyrir næringarefni/lífræn efni í ám til verndar lífríki, skilgreind í reglugerð um varnir gegn mengun vatns (reglugerð 796/1999)* 18

Myndir

Mynd 1. *Sýnatökustaðir við aflagðan urðunarstað á Glerárdal* 8
Mynd 2. *Við mælingar í yfirfalli í Sigurðargili og læk í austurbakka Glerárgils* 9
Mynd 3. *Vatnsborðsmælingar í holum P-8 og P-9* 10
Mynd 4. *Sýnataka úr brunninum og yfirfallinu* 12
Mynd 5. *Sýnataka úr lind P-4 og Glerá neðan urðunarsvæðis* 12
Mynd 6. *Niðurstöður mælinga á hitastigi, sýrustigi, rafleiðni og oxunarhæfni, og efnagreininga á aðalmálmum í sýnum úr brunni, yfirfalli, lind P-4 og Glerá* 19
Mynd 7. *Niðurstöður efnagreininga á anjónum, ammóníaki og heildarmagni köfnunarefnis og fosfórs í sýnum úr brunni, yfirfalli, lind P-4 og Glerá* 20
Mynd 8. *Niðurstöður efnagreininga á snefilefnum í sýnum úr brunni, yfirfalli, lind P-4 og Glerá* ..21

Mynd 9. *Niðurstöður efnagreininga á snefilefnum í sýnum úr brunni, yfirfalli, lind P-4 og Glerá*...22
Mynd 10. *Niðurstöður efnagreininga á arómatískum efnum, heildarmagni lífrænna halógenefna, olíuefna og heildarmagni lífræns kolefnis í sýnum úr brunni, yfirfalli, lind P-4 og Glerá*.....23
Mynd 11. *Niðurstöður efnagreininga á snefilefnum í setsýnum úr botni Glerár* 24

1 Inngangur

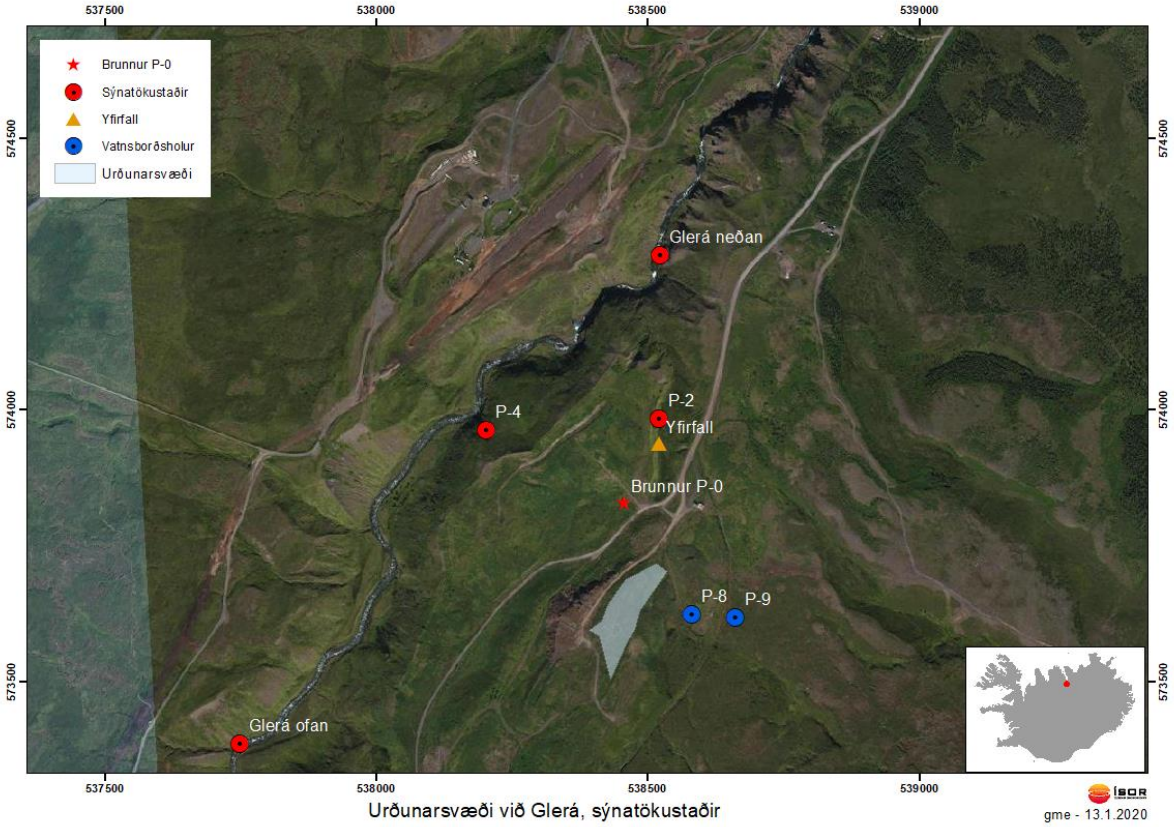
Íslenskar orkurannsóknir (ÍSOR) hafa tekið að sér umhverfiseftirlit með aflögðum urðunarstað Akureyrarbæjar á Glerárdal eins og nánar er tilgreint í verksamningi sem dagsettur er 30. nóvember 2018 og í bréfi Umhverfisstofnunar (2014). Samkvæmt samningnum sér ÍSOR um tvær mælingaferðir á ári til að fylgjast með sigvatni frá urðunarsvæðinu. Sú fyrri er farin á vorin til að mæla sýrustig (pH), hitastig og rennsli auk stöðu vatnsborðs í tveimur borholum. Í seinni ferðinni að hausti eru tekin vatnssýni til yfirgripsmikilla efnagreininga auk mælinga á vatnsborði í holunum tveimur og efnagreininga á seti í botni Glerár.

ÍSOR, áður Orkustofnun, sinnti slíku eftirliti í allmörg ár, fyrst haustið 1995 og allt til hausts 2011. Síðan var ekkert eftirlit af þessu tagi um árabil þar til það var tekið upp á ný á árinu 2019 en þá með nokkuð viðameiri hætti (sjá Magnús Ólafsson o.fl., 2019 og heimildir þar). Þegar sýnataka fór fram í fyrsta sinn haustið 1995 var Lúðvík E. Gústafsson frá Hollustuvernd ríkisins viðstaddur og valdi sýnatökustaðina eins og fram kemur í greinargerð Orkustofnunar (Hrefna Kristmannsdóttir, 1996). Niðurstöðum efnagreininga og annarra mælinga fyrir árin 2019 til 2021 er lýst í skýrslum ÍSOR (Magnús Ólafsson o.fl., 2019; 2020; 2021).

Yfirlit um sýnatökustaði má finna í töflu 1 en staðsetning þeirra er sýnd á mynd 1.

Tafla 1. *Sýnatökustaðir á Glerárdal.*

Staður	Staðar-númer	Hnit (ÍSN93)	Staðarlýsing
Brunnur P-0	M-20077	X: 538455 Y: 573829	Á sléttunni í u.þ.b. 230 m hæð.
P-2	K-20076	X: 538521 Y: 573983	Lækur í Sigurðargili.
P-4	K-722	X: 538201 Y: 573962	Í austurbakka Glerárgils.
Yfirfall	M-20078	X: 538520 Y: 573937	Yfirfall frá brunni, rennur út í Sigurðargil.
Glerá - ofan	V-5000	X: 538522 Y: 574285	Við göngubrú á Glerá ofan urðunarsvæðis.
Glerá - neðan	V-5001	X: 538522 Y: 574285	Glerá, neðan Sigurðargils.
P-8	A-83624	X: 538582 Y: 573622	Vatnsborðshola – vestan við Sigurðargil.
P-9	A-83625	X: 538661 Y: 573617	Vatnsborðshola – austan við Sigurðargil.



Mynd 1. *Sýnatökustaðir við aflagðan urðunarstað á Glerárdal. Punktar P-8 og P-9 eru grunnar holur sem notaðar eru til vatnsborðsmælinga. Gráblár reitur afmarkar sk. „yngri urðunarstað" sbr. fyrirmæli Umhverfisstofnunar (2014) þar sem fylgst er sérstaklega með hæðarbreytingum.*

2 Mælingar á sýrustigi og vatnsborði

Þriðjudaginn 26. apríl 2022 fóru þrír starfsmenn ÍSOR (tveir efnafræðingar og einn jarðfræðingur) á gamla sorpurðunarsvæðið á Glerárdal ofan Akureyrar í þeim tilgangi að mæla hita- og sýrustig (pH-gildi) sigvatns og hæð vatnsborðs (Sigurveig Árnadóttir o.fl., 2022). Hitastig og pH-gildi voru mæld á fjórum stöðum (í mælipunktum P-0, P-1, P-2 og P-4; tafla 1 og mynd 1). Niðurstöður hitastigs- og pH-mælinga er að finna í töflu 2 og eru niðurstöðurnar auk þess sýndar í samanburði við mælingar frá fyrri árum (2019, 2020 og 2021) í töflu 3. Þar má sjá að pH-gildi í mælipunktum P-0 (brunnur) og P-1 (yfirfall frá brunni) eru oftast í kringum 6,6 og hafa svo gott sem ekkert breyst milli ára frá 2019. pH-gildi í læk í austurbakka Glerárgils (P-4) mælist yfirleitt í kringum 7,2–7,3 (en mældist 7,02 haustið 2020). Sýrustig í P-2 (læk í Sigurðargili) mældist hærra í vor og í fyrravor en vorin 2019 og 2020 og auk þess mældist hitastig lægra þar 2021 og 2022 en fyrri tvö árin. Hér gæti ástæðan verið sú að ekki var mælt á nákvæmlega sama stað og fyrri vor; síðastliðin tvö vor var mælt rétt neðan við lækjamótin en vorin 2019 og 2020 var mælt rétt ofan við lækjarmótin. Gengið verður úr skugga um hvort þetta sé raunin í næstu mælingaferð.

Þegar kom að því að mæla vatnsborðshæð í holum P-8 og P-9 (mynd 3) kom í ljós að vatnið í holunum var frosið og vatnsborðsmæling því ekki möguleg, enda yrði slík mæling ekki nákvæm vegna þeirrar rúmmálsaukningar sem verður þegar vatn frýs. Ákveðið var því að

bíða í nokkrar vikur með vatnsborðsmælingarnar. Haldið var aftur á Glerárdal þann 3. júní 2022 og vatnsborðshæð mæld í holunum tveimur. Hæðin var síðan aftur mæld um haustið, þann 2. september 2022. Niðurstöðurnar eru sýndar í samanburði við fyrri ár í töflu 4. Vatnsborð í P-8 mældist svipað og hefur verið síðastliðin vor og haust, eða rétt undir yfirborði, að undanskildu síðastliðnu hausti (13. september 2021) þar sem vatnsborðið var rúmlega 1,5 m undir yfirborði. Vatnsborð í P-9 (sem stendur hærra en P-8) hefur oftast mælst u.þ.b. 2,5 m undir yfirborði, nema vorið 2020 og svo nú í vor þegar það mældist hærra (29. maí 2020: 1,4 m undir yfirborði; 3. júní 2022: 1,9 m undir yfirborði).

Mynd 2. *Við mælingar í yfirfalli í Sigurðargili (P-1; vinstri mynd) og læk í austurbakka Glerárgils (P-4; hægri mynd).*

Tafla 2. *Mælingar á Glerárdal 26.4.2022.*

Staðarnafn	Glerárdalur brunnur P-0	Glerárdalur yfirfall P-1	Glerárdalur P-2	Glerárdalur P-4
Staður	M-20077	M-20078	K-20076	K-722
Dagsetning	2022-04-26	2022-04-26	2022-04-26	2022-04-26
Sýnanúmer	20220052	20220053	20220054	20220055
Hitastig [°C]	6,4	6,3	3,1	3,8
Sýrustig [pH/°C]	6,58 / 6,4	6,65 / 6,3	7,10 / 3,1	7,19 / 3,8

Tafla 3. *Mælingar á hitastigi og sýrustigi (pH-gildi) vor og haust 2022 í samanburði við fyrri ár.*

Staður	Brunnur, P-0		Yfirfall í Sigurðargili, P-1		Lækur í Sigurðargili, P-2		Lind í A-bakka Glerárgils, P-4	
Dagsetning	Hitastig	pH	Hitastig	pH	Hitastig	pH	Hitastig	pH
2019-05-06	7,8	6,65	8,2	6,66	7,0	6,84	5,3	7,33
2019-09-20	7,2	6,53	6,9	6,53			5,1	7,26
2020-05-29	8,0	6,62	8,4	6,62	8,3	6,78	7,7	7,25
2020-09-15	6,2	6,63	6,4	6,61			3,6	7,02
2021-06-16	6,6	6,63	6,6	6,62	6,0	7,00	3,9	7,29
2021-09-13	7,3	6,55	7,7	6,55			5,2	7,20
2022-04-26	6,4	6,58	6,3	6,65	3,1	7,10	3,8	7,19
2022-09-01	7,4	6,46	7,1	6,53			7,1	7,49

Mynd 3. *Vinstri: hola P-8 (Haugar 1). Hægri: vatnsborðsmæling í holu P-9 (Haugar 2).*

Tafla 4. *Vatnsborðsmælingar í vatnsborðsholum í vor- og haustmælingum miðað við jörð (m).*

	2019-08-29	2019-11-27	2020-05-29	2020-09-25	2021-06-16	2021-09-13	2022-06-03	2022-09-02
P-8	0,00	0,25	0,00	0,16	0,18	1,66	0,22	0,30
P-9	2,59	2,61	1,40	2,65	2,42	2,74	1,87	2,65

3 Sýnataka haustið 2022

Fimmtudaginn 1. september 2022 tóku starfmenn ÍSOR sýni af vatni á þeim fimm eftirlitsstöðum sem tilgreindir eru í ofangreindum samningi við Akureyrarbæ. Sýnataka fór fram á eftirtöldum stöðum: Brunnur, yfirfall í Sigurðargili, lind P-4 í austurbakka Glerárgils, Glerá ofan urðunarsvæðis og Glerá neðan urðunarsvæðis. Samhliða sýnatöku úr Glerá voru tekin sýni af seti í árbotninum á báðum sýnatökustöðum. Nánari lýsing á sýnatökustöðum er í töflu 1 og staðsetningu þeirra má sjá mynd 1. Fyrstu niðurstöðum var lýst í minnisblaði ÍSOR 4. september 2022 (Finnbogi Óskarsson og Sigurveig Árnadóttir, 2022) sem birt er í viðauka 1.

Sýnatakan gekk vel í björtu en allhvössu veðri. Dagana á undan hafði rignt töluvert og jafnframt verið mikil hlýindi og Glerá var því allvatnsmikil (mynd 5), þó ekki svo að væri til trafala. Fallorka áætlar rennsli árinnar við Glerárvirkjun um 9 m^3/s að kvöldi 30. ágúst, um 8 m^3/s að morgni 1. september og um 6 m^3/s síðdegis sama dag (Andri Teitsson, tölvupóstur 16. nóvember 2022). Til samanburðar má nefna að meðalrennsli Glerár er áætlað um 3,3 m^3/s (Sigurjón Rist, 1956). Hér skal enn á ný ítrekað að á undanförnum árum hefur gróður vaxið mikið á svæðinu, m.a. í Sigurðargili. Er nú svo komið að frárennsli frá yfirfallinu er orðið mjög tregt og nauðsynlegt er að ræsa fram lækjarfarveginn frá yfirfalli og niður að lækjarmótum. Tregt rennsli frá yfirfallinu verður til þess að erfitt er að mæla rennsli úr því, auk þess sem froða safnast upp við enda þess (mynd 4). Ekki er vel ljóst hvað veldur þessari froðu en líklegt er að lífræn efni í sigvatninu hafi með það að gera.

Sýnin voru tekin á venjubundinn hátt í samræmi við hefðbundið verklag við sýnatöku hjá ÍSOR. Efnagreiningar fóru fram á rannsóknarstofu Íslenskra orkurannsókna, Rannsóknarstofu í lyfja- og eiturefnafræði við Háskóla Íslands og hjá ALS Laboratories í Svíþjóð.

Þegar niðurstöður tóku að berast kom í ljós að fyrir mistök voru næringarefni ekki greind samkvæmt forskrift hjá ALS í Svíþjóð og því var gripið til þess ráðs að safna öðru sýnasetti til næringarefnagreininga og var það gert þriðjudaginn 11. október 2022. Þau sýni fengust vandræðalaust greind og er fjallað um þau ásamt öðrum niðurstöðum hér á eftir.

Mynd 4. *Sýnataka úr brunninum (til vinstri) og yfirfallinu (til hægri). Umtalsverð froða myndaðist við útfallið og rennsli þaðan var tregt.*

Mynd 5. *Sýnataka úr lind P-4 (til vinstri) og Glerá neðan urðunarsvæðis (í miðið). Á myndinni til hægri má sjá í fjarska hvar lækur úr Sigurðargili rennur út í Glerá ofan sýnatökustaðarins.*

4 Niðurstöður efnagreininga

Niðurstöður efnagreininga má sjá í töflum 5 til 9. Tafla 5 sýnir niðurstöður mælinga á rennsli, hitastigi vatnsins við sýnatöku, sýrustigi (pH), rafleiðni, helstu anjónum og málmum, og völdum snefilefnum. Í töflu 6 eru sýndar niðurstöður mælinga á næringarefnum, tafla 7 sýnir niðurstöður fyrir olíuefni (TPH), arómata (BTEX) og fenóla og í töflu 8 eru skráðar niðurstöður fyrir lífræn halógenefni (AOX). Tafla 9 sýnir niðurstöður mælinga á setsýnum úr botni Glerár, ofan og neðan urðunarsvæðis. Á myndum 6 til 10 eru sýndar niðurstöður mælinga á allmörgum efnum allt frá árinu 1995 fyrir sýni úr brunni, yfirfalli og lind P-4, svo og af Glerárstöðunum frá 2010. Á mynd 11 er á sama hátt teiknaður upp mældur styrkur valinna snefilefna í þeim setsýnum sem safnað hefur verið frá árinu 2019.

Á myndum 6 og 7 sést að hitastig og sýrustig á sýnatökustöðunum fimm hefur lítið breyst frá því fyrstu sýnum var safnað árið 1995 og 1996. Hins vegar hefur rafleiðni og styrkur flestra aðalefna (Na, K, Mg, Ca, Cl, SO_4) lækkað umtalsvert á þessu tímabili þótt nokkurt flökt sjáist enn milli ára. Styrkur þessara efna fylgir þó enn sama mynstri og áður; styrkurinn er langhæstur og svipaður í brunninum og yfirfallinu, í flestum tilfellum umtalsvert lægri í lind P-4 og miklu lægri í báðum Glerársýnunum. Svipaða sögu má segja um mörg snefilefnanna á myndum 8 og 9 (t.d. Ba, Co, Cr, Fe, Mn, Sr). Þetta má túlka sem minni eða hægari útskolun þessara efna frá urðunarsvæðinu. Styrkur annarra snefilefna (As, Cu, Hg, Mo, Ni) breytist lítið sem gæti bent til þess að styrkur þeirra stjórnist af öðrum ferlum en útskolun úr sorphaugunum. Hið sama á við um ýmis næringarefni (NH_3, P, TOC) sem verða líklega til jafnt og þétt við niðurbrot lífræns efnis í haugunum.

Helstu breytingar milli 2021 og 2022 er að styrkur Cd, Pb, Se, Zn hækkar svolítið í sýnum úr brunni, yfirfalli og P-4, en hækkun sem sást í styrk As, Ba, Fe og Ni í sýnum frá 2020 og 2021 virðist gengin til baka. Hið sama á við um styrk flúors (F) sem hækkaði verulega í brunni og yfirfalli milli 2020 og 2021 en mælist aftur lægri 2022. Ekki er augljóst hvað veldur þessu.

Samanburður á vatnssýnum úr Glerá ofan og neðan urðunarsvæðis sýnir að styrkur næringarefna mælist að jafnaði svolítið hærri neðan urðunarsvæðisins en ofan þess, og sama á við um mörg aðalefnin (Na, Mg, Ca, Cl) og einnig kadmíum (Cd). Ekki er marktækur munur á styrk annarra efna ofan og neðan urðunarsvæðis. Engin marktæk hækkun mælist í efnastyrk vatns úr Glerá á milli ára.

Á mynd 10 sést að styrkur arómatískra efna og olíuefna hefur farið lækkandi með árunum og er nú svo komið að bensen og tólúen mælast ekki í neinu sýnanna en etýlbensen, xýlen og fenól aðeins í sýnunum úr brunninum og yfirfallinu. Þar mælist einnig svolítið olíuefni (bensín). Engin lífræn halógenefni mældust í sýnunum frá í haust. Heildarmagn lífræns kolefnis í vatninu breytist lítið milli ára.

Heilt yfir er styrkur málma í seti úr botni Glerár lágur og vart merkjanlegur munur milli sýnanna ofan og neðan við urðunarsvæðið. Þó mælist styrkur arsens (As) og kadmíums (Cd) marktækt hærri neðan við urðunarsvæðið en ofan þess. Engin lífræn halógenefni mælast í setinu. Á mynd 11 sést að styrkur blýs (Pb) mælist talvert hærri í sýnum ársins 2022 en fyrri ár, en þar eð styrkurinn er hærri ofan svæðisins en neðan þess tengist það varla sigvatninu.

Tafla 5. *Mælt rennsli, hitastig, sýrustig, leiðni, anjónir, málmar og ólífræn snefilefni í vatnssýnum. Styrkur efna er gefinn í mg/L.*

Staðarnafn	Glerá ofan urðunarsvæðis	Brunnur P-0	Yfirfall í Sigurðargili	Lind P-4 í Glerárgili	Glerá neðan urðunarsvæðis
Staður	V-5000	M-20077	M-20078	K-722	V-5001
Dagsetning	2022-09-01	2022-09-01	2022-09-01	2022-09-01	2022-09-01
Sýnanúmer	20220195	20220196	20220197	20220198	20220199
Rennsli (L/s)	~7000	1,7	1,5	0,01	~7000
Hitastig (°C)	5,2	7,4	7,1	6,9	6,9
Sýrustig (pH/°C)	7,39 / 21,0	6,46 / 21,0	6,53 / 21,1	7,49 / 21,1	7,36 / 21,0
Leiðni við 25°C	25,0	4470	4425	1453	25,1
Bór (B)	<0,01	0,396	0,398	0,0229	<0,01
Kísill (SiO_2)	13,6	45,8	45,8	38,3	13,9
Natríum (Na)	1,96	599	597	85,6	2,31
Kalíum (K)	<0,4	27,1	27,2	3,44	<0,4
Magnesíum (Mg)	0,597	72,9	73,0	52,3	0,713
Kalsíum (Ca)	2,06	155	156	152	2,38
Flúoríð (F)	0,015	<0,1	<0,1	0,050	0,015
Klóríð (Cl)	0,608	750	752	268	1,03
Brómíð (Br)	<0,01	0,711	0,884	0,175	<0,01
Súlfat (SO_4)	1,09	13,2	14,5	4,62	1,10
Ál (Al)	0,814	0,101	0,151	1,30	0,806
Arsen (As)	0,0000543	0,00186	0,00157	0,000166	0,0000546
Baríum (Ba)	0,00278	0,0533	0,0624	0,00801	0,00264
Kadmíum (Cd)	0,00000274	0,0000601	0,000120	0,0000152	0,00000428
Kóbalt (Co)	0,000411	0,0113	0,0110	0,00409	0,000390
Króm (Cr)	0,000313	0,00456	0,00417	0,000761	0,000339
Kopar (Cu)	0,00265	0,00264	0,00442	0,00549	0,00253
Járn (Fe)	0,802	45,2	47,0	6,87	0,815
Kvikasilfur (Hg)	<0,000002	0,00000632	0,0000120	<0,000002	<0,000002
Mangan (Mn)	0,0150	1,83	1,85	0,74	0,0159
Mólybden (Mo)	0,000101	0,000563	0,000910	0,000185	<0,00005
Nikkel (Ni)	0,000658	0,0196	0,0193	0,00392	0,000581
Blý (Pb)	0,0000764	0,00286	0,00539	0,000136	0,0000666
Antímón (Sb)	0,0000171	0,000137	0,000194	0,0000202	0,0000134
Selen (Se)	<0,0003	0,0111	0,00514	0,00187	<0,0003
Tin (Sn)	<0,00005	0,000571	0,000676	<0,00005	<0,00005
Strontíum (Sr)	0,00449	0,701	0,707	0,169	0,00500
Vanadíum (V)	0,00500	0,00766	0,00819	0,00976	0,00542
Sink (Zn)	0,00119	0,516	1,34	0,00253	0,00122

Tafla 6. *Niðurstöður mælinga á næringarefnum í vatnssýnum. Styrkur efna er gefinn í mg/L.*

Staðarnafn	Glerá ofan	Brunnur	Yfirfall	Lind P-4	Glerá neðan
Sýnanúmer	20220195	20220196	20220197	20220198	20220199
Lífrænt kolefni (TOC)	<0,50	38,4	39,6	4,53	<0,50
Nítrat-N (NO_3-N)	0,012	0,13	0,12	0,17	0,015
Nítrít-N (NO_2-N)	0,00036	<0,00030	<0,00030	0,00048	0,00040
Ammóníak-N (NH_3-N)	<0,0030	77	80	0,021	0,058
Heildar-N (N-tot)	0,060	87	83	0,73	0,13
Fosfat-P (PO_4-P)	0,015	0,0067	<0,0010	0,014	0,017
Heildar-P (P-tot)	0,024	0,53	0,33	0,12	0,032
Oxunarhæfni*) (COD_{Cr})	-	168	158	15,0	-
Oxunarhæfni*) (COD_{Mn})	0,58	-	-	-	<0,50

*) Oxunarhæfni er mæld með Cr-aðferð fyrir sýni með há gildi en með Mn-aðferð fyrir sýni með lág gildi.

Tafla 7. *Niðurstöður mælinga á olíuefnum (TPH), arómötum (BTEX) og fenólum í vatnssýnum. Styrkur efna er gefinn í mg/L.*

Staðarnafn	Glerá ofan	Brunnur	Yfirfall	Lind P-4	Glerá neðan
Sýnanúmer	20220195	20220196	20220197	20220198	20220199
Magn olíuefna	<0,1	0,23	0,15	<0,1	<0,1
Tegund olíuleifa	-	bensín	bensín	-	-
Bensen	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Tólúen	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Etýlbensen	<0,01	0,056	0,046	<0,01	<0,01
Xýlen	<0,01	0,17	0,16	<0,01	<0,01
Fenóltala	<1	3,8	1,7	<1	<1

Tafla 8. *Niðurstöður efnagreininga á lífrænum halógenefnum (AOX). Öll efnin reyndust undir greiningarmörkum en þau eru gefin í µg/L.*

Staðarnafn	**Glerá ofan**	**Brunnur**	**Yfirfall**	**Lind P-4**	**Glerá neðan**
Sýnanúmer	20220195	20220196	20220197	20220198	20220199
Díklóródíflúorómetan	<10	<10	<10	<10	<10
Díbrómóklórómetan	<1	<1	<1	<1	<1
Brómódíklórómetan	<1	<1	<1	<1	<1
Brómóklórómetan	<1	<1	<1	<1	<1
Brómómetan	<10	<10	<10	<10	<10
Díbrómómetan	<1	<1	<1	<1	<1
Tríbrómómetan (brómóform)	<5	<5	<5	<5	<5
Tríklóróflúorómetan	<1	<1	<1	<1	<1
Díklórómetan	<2	<2	<2	<2	<2
Tríklórómetan (klóróform)	<1	<1	<1	<1	<1
Tetraklórómetan	<1	<1	<1	<1	<1
1,2-díbrómóetan	<1	<1	<1	<1	<1
Klóróetan	<10	<10	<10	<10	<10
1-1-díklóróetan	<2	<2	<2	<2	<2
1,2-díklóróetan	<1	<1	<1	<1	<1
1,1,1-tríklóróetan	<1	<1	<1	<1	<1
1,1,2-tríklóróetan	<1	<1	<1	<1	<1
1,1,1,2-tetraklóróetan	<1	<1	<1	<1	<1
1,1,2,2-tetraklóróetan	<1	<1	<1	<1	<1
1,1-díklóróeten	<1	<1	<1	<1	<1
1,2-díklóróeten	<5	<5	<5	<5	<5
Tetraklóróeten	<1	<1	<1	<1	<1
2-klóróetanól	<10	<10	<10	<10	<10
1,2-díbrómó-3-klóróprópan	<1	<1	<1	<1	<1
1,2,3-tríklóróprópan	<1	<1	<1	<1	<1
3-klóróprópen	<1	<1	<1	<1	<1
cis-1,3-díklóróprópen	<1	<1	<1	<1	<1
trans-1,3-díklóróprópen	<1	<1	<1	<1	<1
1,4-díklóróbúten	<2	<2	<2	<2	<2
Brómóbensen	<1	<1	<1	<1	<1
Klóróbensen	<5	<5	<5	<5	<5
4-klórótólúen	<5	<5	<5	<5	<5
1,2-díklóróbensen	<1	<1	<1	<1	<1
1,3-díklóróbensen	<1	<1	<1	<1	<1
1,4-díklóróbensen	<5	<5	<5	<5	<5

Tafla 9. *Niðurstöður mælinga á efnum í seti úr farvegi Glerár ofan og neðan urðunarstaðar. Efnastyrkur er gefinn í mg/kg þurrefnis nema annað sé tekið fram.*

Staðarnafn	**Glerá ofan**	**Glerá neðan**
Sýnanúmer	20220195	20220199
Þurrefni @ 105°C	50%	86%
Arsen (As)	<0,1	0,117
Kadmíum (Cd)	0,0386	0,0636
Kóbalt (Co)	11,8	13,9
Króm (Cr)	7,48	8,45
Kopar (Cu)	73,9	67,5
Kvikasilfur (Hg)	<0,04	<0,04
Nikkel (Ni)	16,2	20,6
Blý (Pb)	3,69	2,22
Vanadíum (V)	96,3	92,2
Sink (Zn)	36,9	40,6
Lífræn halógenefni (AOX)	<30	<30

Í reglugerð um varnir gegn mengun vatns (nr. 796/1999, með síðari tíma breytingum) eru skilgreind umhverfismörk fyrir sjö málma og hálfmálma í yfirborðsvatni (sjá töflu 10). Þegar efnasamsetning vatnssýnanna í töflu 5 er borin saman við umhverfismörkin kemur í ljós að bæði sýnin í Glerá falla innan umhverfismarka II (lítil hætta á áhrifum) vegna styrks kopars en styrkur annarra efna fellur innan umhverfismarka I (mjög lítil eða engin hætta á áhrifum). Vatnið úr lind P-4 fellur innan umhverfismarka III (áhrifa að vænta á viðkvæmt lífríki) vegna styrks kopars en styrkur annarra efna fellur innan umhverfismarka I eða II. Vatnið úr brunninum og yfirfallinu fellur innan umhverfismarka V (ávallt ófullnægjandi ástand vatns fyrir lífríki) vegna hás styrks sinks en styrkur annarra efna fellur innan marka II, III eða IV.

Reglugerð um varnir gegn mengun vatns skilgreinir einnig umhverfismörk fyrir næringarefni í ám (sjá töflu 11). Þegar styrkur næringarefna er borinn saman við ákvæði reglugerðarinnar á sama hátt og hér að framan kemur í ljós að vatnið í Glerá ofan urðunarsvæðis fellur innan umhverfismarka I eða II (næringarefnafátækt eða lágt næringarefnagildi). Hins vegar fellur vatnið í Glerá neðan urðunarsvæðis innan umhverfismarka III (næringarefnaríkt) vegna styrks ammóníaks en styrkur annarra efna fellur innan umhverfismarka I eða II. Vatnið úr P-4 fellur innan umhverfismarka IV (næringarefnaauðugt) vegna fosfórstyrks en annars innan umhverfismarka II og III. Hins vegar fellur vatnið úr brunninum og yfirfallinu innan umhverfismarka V (ofauðugt) vegna hás styrks allra tilgreindra næringarefna nema fosfats.

Tafla 10. *Umhverfismörk fyrir málma í yfirborðsvatni til verndar lífríki, skilgreind í reglugerð um varnir gegn mengun vatns (reglugerð 796/1999). Styrkur efna er gefinn í µg/L.*

Umhverfismörk	**I**	**II**	**III**	**IV**	**V**
Arsen (As)	<0,4	0,4-5	5-15	15-75	>75
Kadmíum (Cd)	<0,01	0,01-0,1	0,1-	0,3-	>1,5
Króm (Cr)	<0,3	0,3-5	5-15	15-75	>75
Kopar (Cu)	<0,5	0-3	3,0-	9-45	>45
Nikkel (Ni)	<0,7	0,7-15	15-45	45-	>225
Blý (Pb)	<0,2	0,2-1	1-3	3-15	>15
Sínk (Zn)	<5	5-20	20-60	60-	>300

Skýringar við töflu 10:

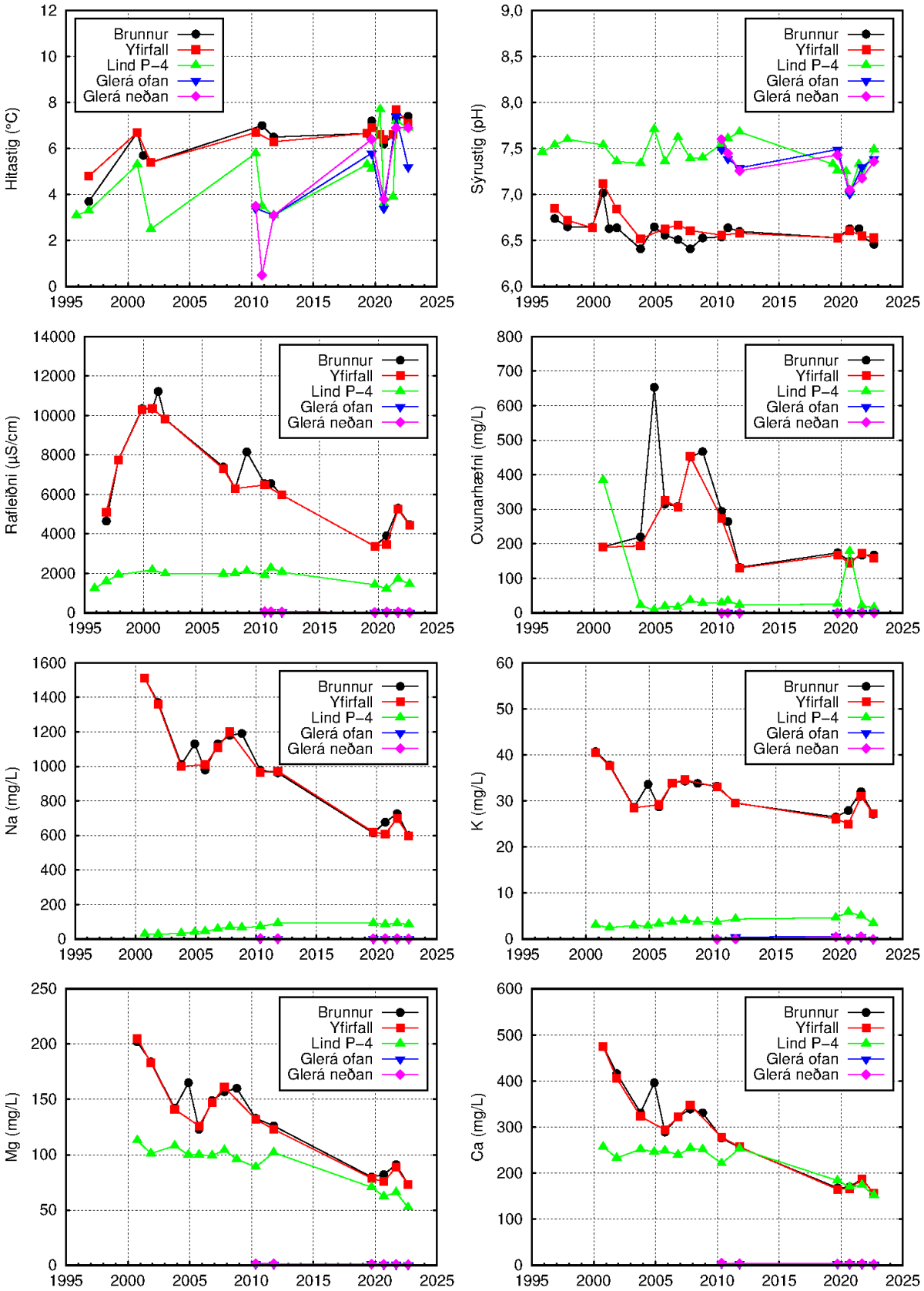
Umhverfismörk I: Mjög lítil eða engin hætta á áhrifum.
Umhverfismörk II: Lítil hætta á áhrifum.
Umhverfismörk III: Áhrifa að vænta á viðkvæmt lífríki.
Umhverfismörk IV: Áhrifa að vænta.
Umhverfismörk V: Ávallt ófullnægjandi ástand vatns fyrir lífríki/þynningarsvæði.

Tafla 11. *Umhverfismörk fyrir næringarefni/lífræn efni í ám til verndar lífríki, skilgreind í reglugerð um varnir gegn mengun vatns (reglugerð 796/1999). Styrkur efna er gefinn í mg/L.*

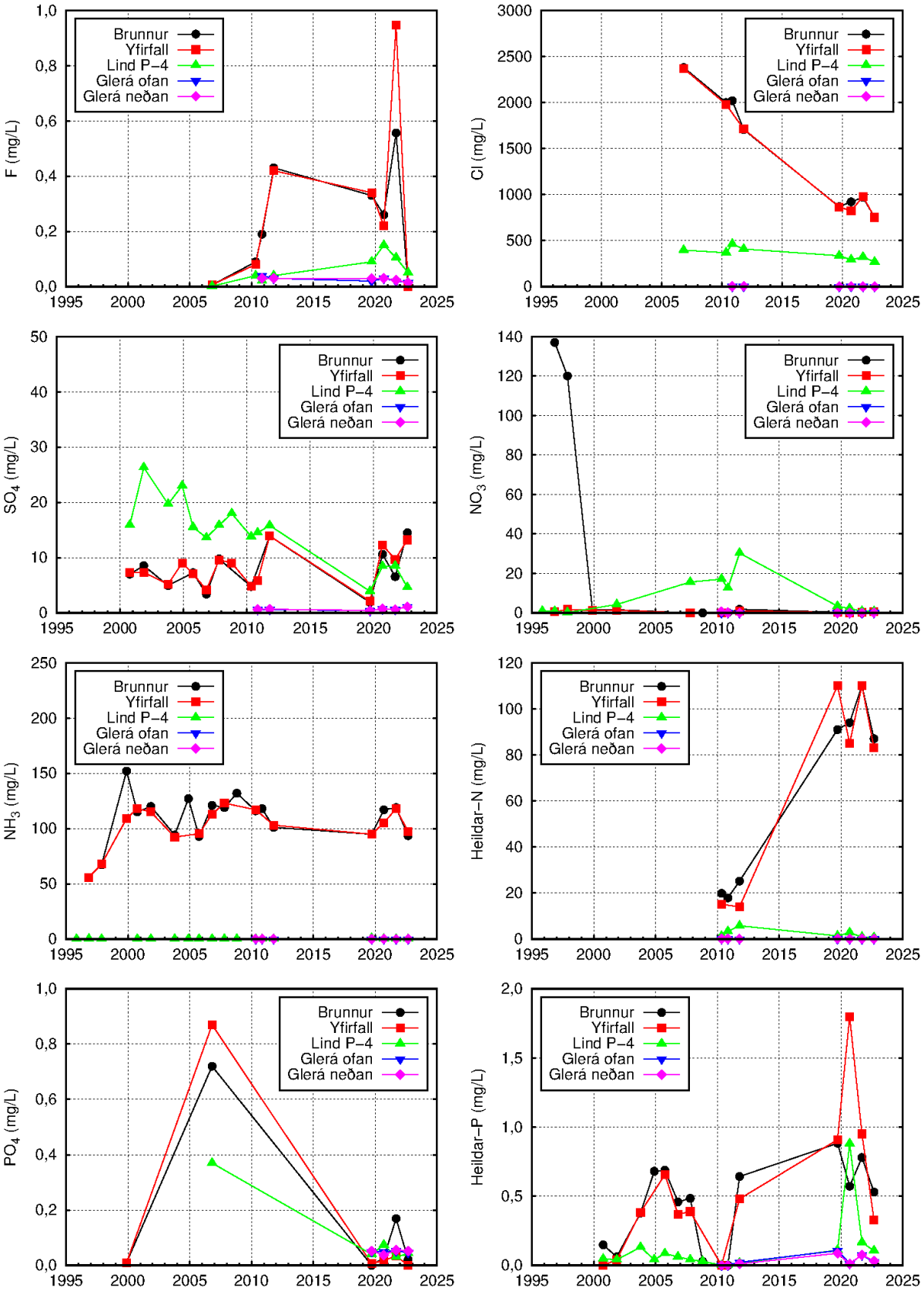
Umhverfismörk	***I***	***II***	***III***	***IV***	***V***
Súrefnisþörf (BOD)	<1,5	1,5-3	3-6	6-10	>10
Oxunarhæfni (COD)	<3	3-10	10-20	20-30	>30
Lífrænt kolefni (DOC)	<1,5	1,5-3	3-6	6-10	>10
Ammóníak (NH_3)	<0,01	<0,025	<0,10	<0,25	>0,25
Köfnunarefni (Heildar-N)	<0,3	0,3-0,75	0,75-	>1,5	>2,5
Fosfat (PO_4-P)	<0,01	<0,02	<0,05	<0,10	>0,10
Fosfór (Heildar-P)	<0,02	<0,04	<0,09	<0,15	>0,15

Skýringar við töflu 11:

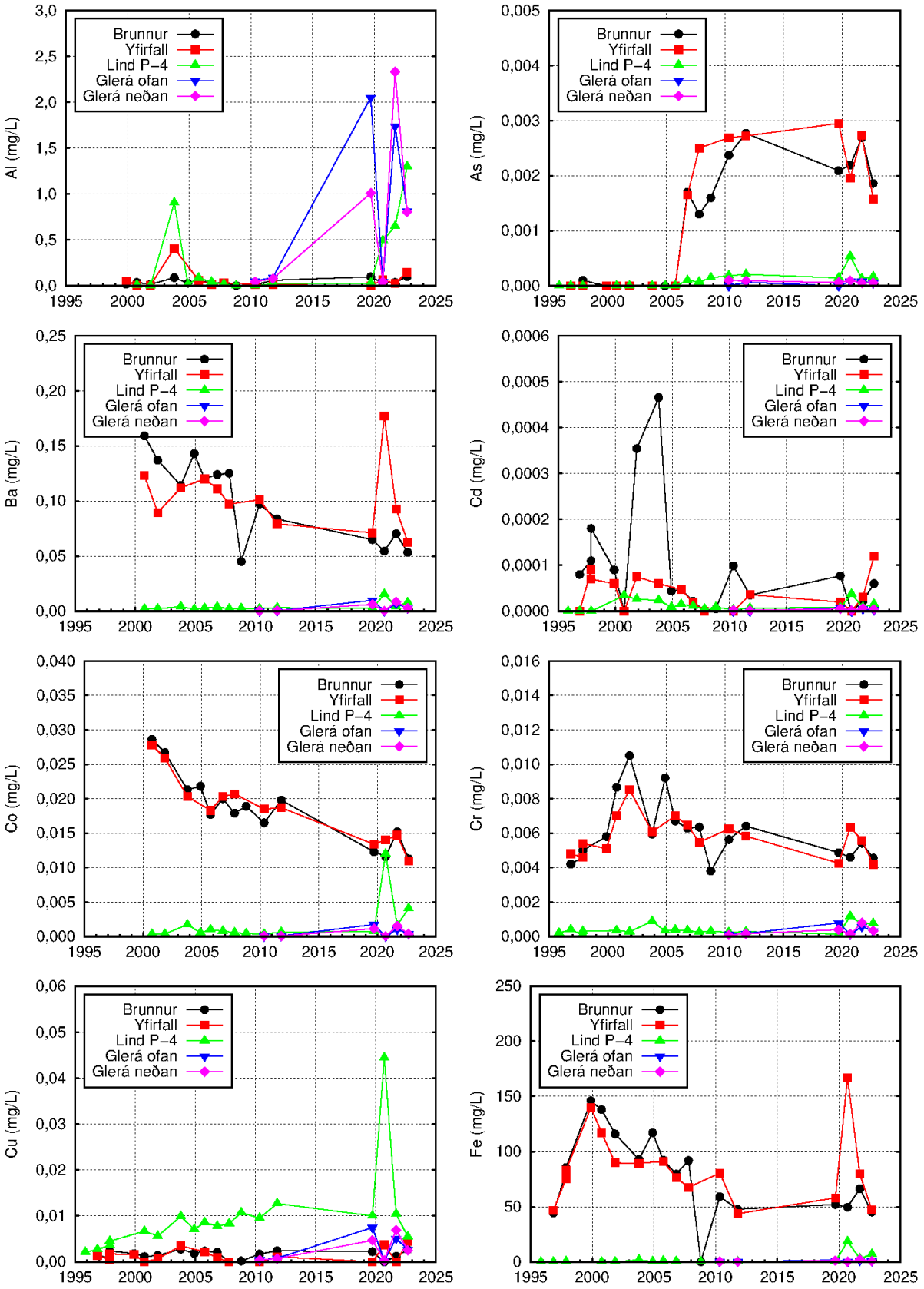
Umhverfismörk I: Næringarfátækt.
Umhverfismörk II: Lágt næringargildi.
Umhverfismörk III: Næringarefnaríkt.
Umhverfismörk IV: Næringarefnaauðugt.
Umhverfismörk V: Ofauðugt.



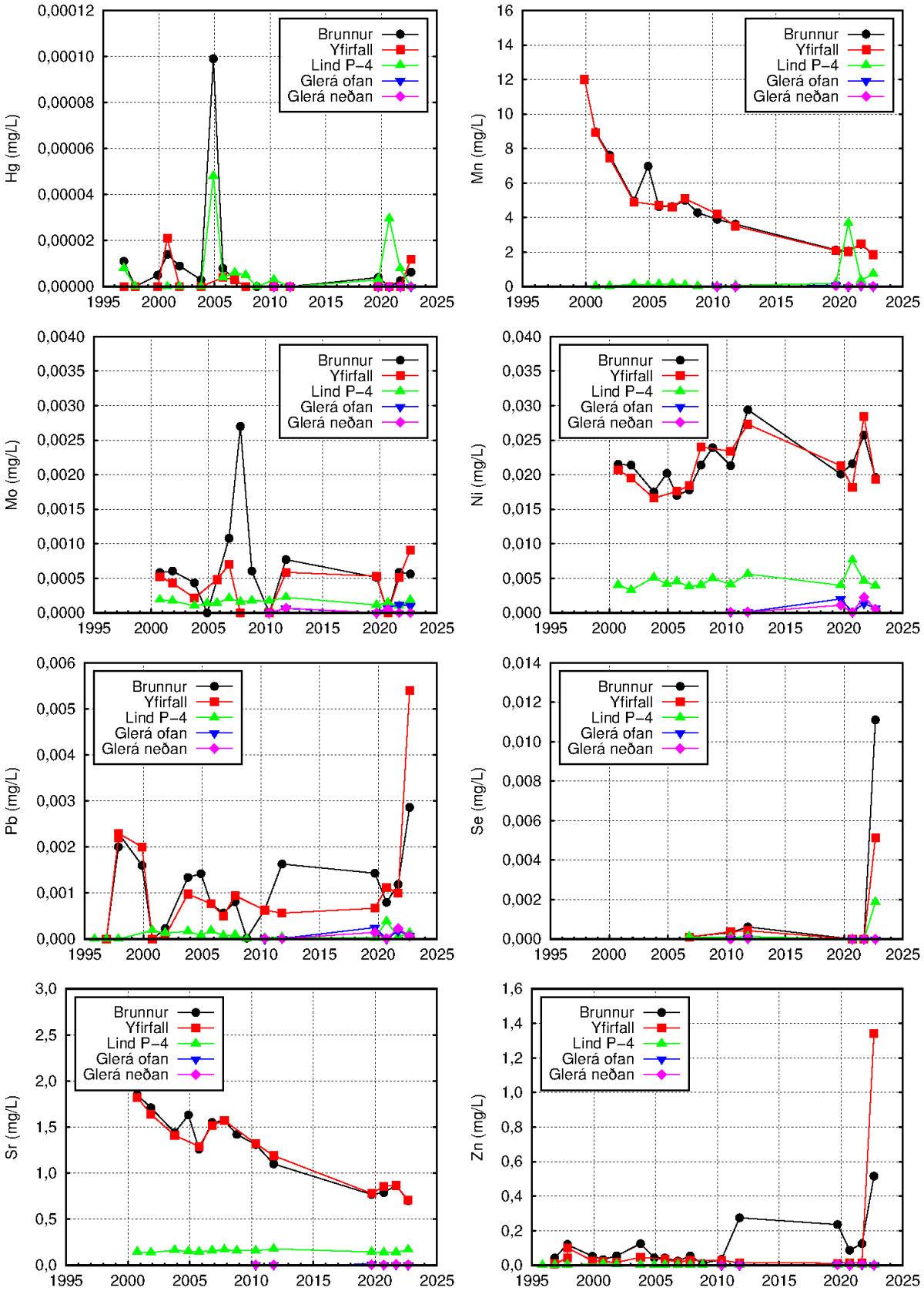
Mynd 6. *Niðurstöður mælinga á hitastigi, sýrustigi (pH), rafleiðni og oxunarhæfni, og efnagreininga á aðalmálmum (Na, K, Mg, Ca) í sýnum úr brunni, yfirfalli, lind P-4 og Glerá ofan og neðan urðunarsvæðis.*



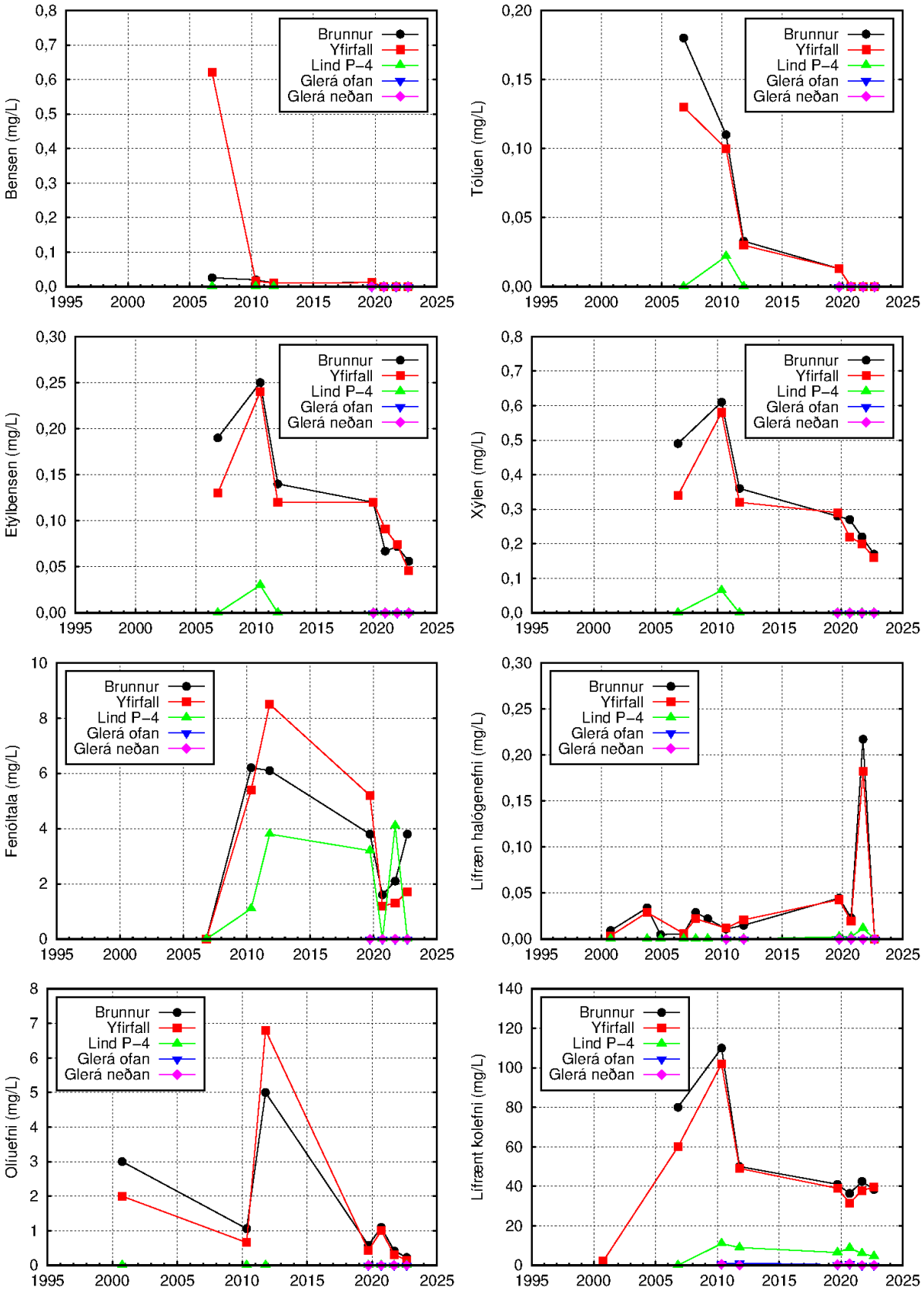
Mynd 7. *Niðurstöður efnagreininga á anjónum (F, Cl, SO_4, NO_3, PO_4), ammóníaki (NH_3) og heildarmagni köfnunarefnis (N) og fosfórs (P) í sýnum úr brunni, yfirfalli, lind P-4 og Glerá ofan og neðan urðunarsvæðis.*



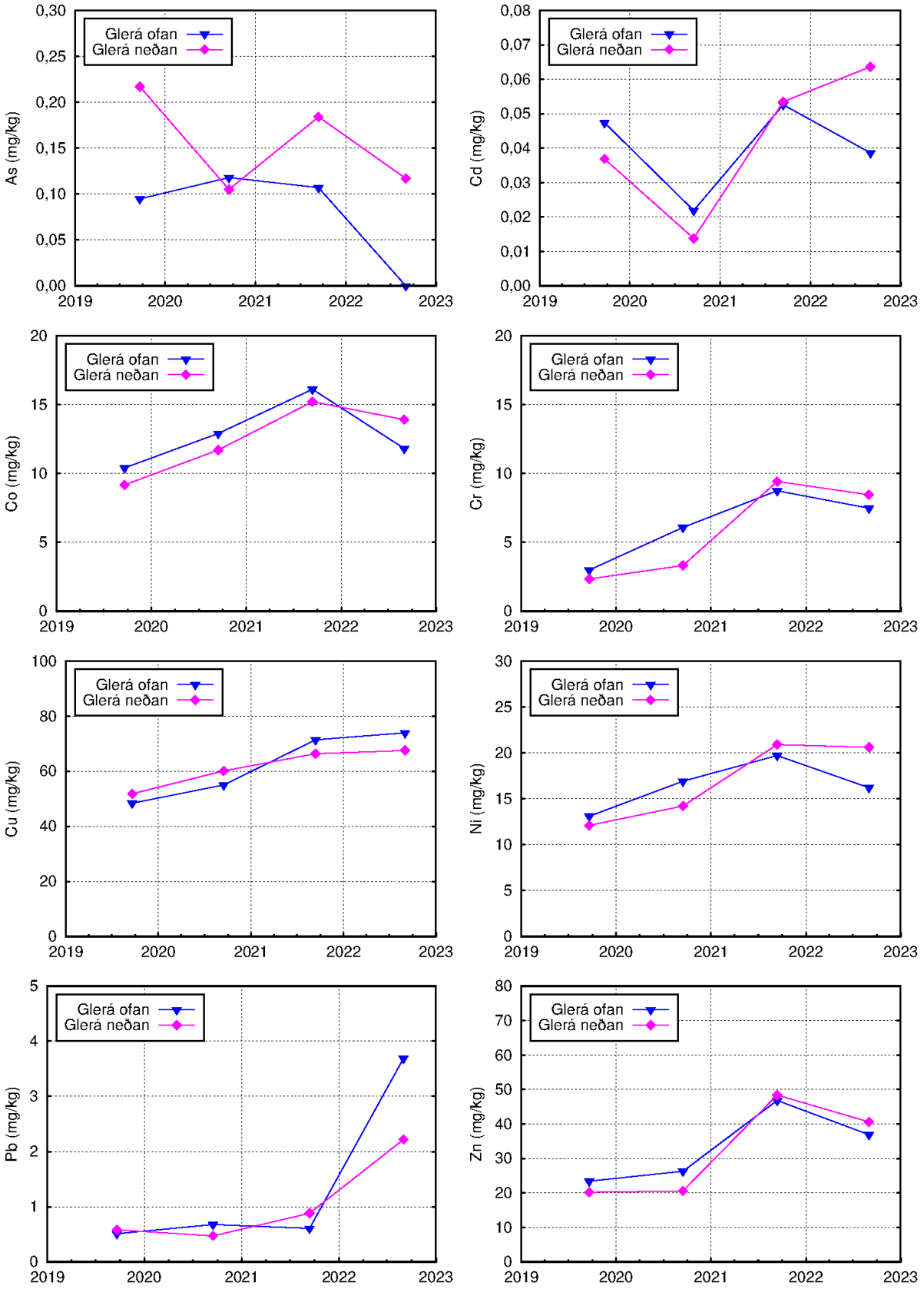
Mynd 8. *Niðurstöður efnagreininga á snefilefnum (Al, As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe) í sýnum úr brunni, yfirfalli, lind P-4 og Glerá ofan og neðan urðunarsvæðis.*



Mynd 9. *Niðurstöður efnagreininga á snefilefnum (Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Se, Sr, Zn) í sýnum úr brunni, yfirfalli, lind P-4 og Glerá ofan og neðan urðunarsvæðis.*



Mynd 10. *Niðurstöður efnagreininga á arómatískum efnum (bensen, tólúen, etýlbensen, xýlen, fenól), heildarmagni lífrænna halógenefna (AOX), olíuefna (TPH) og heildarmagni lífræns kolefnis (TOC) í sýnum úr brunni, yfirfalli, lind P-4 og Glerá ofan og neðan urðunarsvæðis.*



Mynd 11. *Niðurstöður efnagreininga á snefilefnum (As, Cd, Cr, Co, Cu, Ni, Pb, Zn) í setsýnum úr botni Glerár ofan og neðan urðunarsvæðis.*

5 Samantekt

Fimm eftirlitsferðir voru farnar á aflagðan sorpurðunarstað á Glerárdal árið 2022. Fyrsta ferðin var farin þann 26. apríl og var þá mælt hitastig og pH-gildi sigvatns frá svæðinu á fjórum eftirlitsstöðum. Ekki var unnt að mæla vatnsborðshæð í tveimur vöktunarholum í þeirri ferð enda var vatnið í holunum frosið og var því farin önnur ferð 3. júní og vatnsborð mælt. Í þriðju ferðinni, sem farin var þann 1. september, var einnig mælt hitastig og pH-gildi en nú á fimm eftirlitsstöðum auk þess sem vatnssýni voru tekin til efnagreininga. Þá voru tekin sýni til efnagreininga af seti í botni Glerár, bæði ofan og neðan urðunarstaðarins. Vatnsborðshæð var svo mæld í vöktunarholunum tveimur degi síðar, 2. september. Eins og áður hefur verið nefnt misfórust greiningar á næringarefnum í vatnssýnunum frá 1. september og því var farið fimmta sinni á Glerárdal 11. október og sýnum safnað til greininga á næringarefnum.

Samanburður þessara athugana við mælingar fyrri ára sýnir að sýrustig hefur ekki breyst að ráði frá því mælingar hófust árið 1996. Hins vegar hefur rafleiðni og styrkur allra aðalefna og sumra snefilefna lækkað umtalsvert á þessu tímabili, og sama á við um mörg lífrænu efnanna. Engin lífræn halógenefni, bensen eða tólúen mældust í sýnum ársins en etýlbensen, xýlen, fenól og olíuleifar aðeins í sýnum úr brunni og yfirfalli.

Milli áranna 2021 og 2022 hækkar styrkur nokkurra snefilefna (Cd, Pb, Se, Zn) nokkuð í sýnum úr brunni, yfirfalli og lind P-4, en hækkun í styrk annarra efna (As, Ba, F, Fe, Ni) sem sást í sýnum frá 2021 virðist gengin til baka. Engin marktæk hækkun efnastyrks milli ára sést í vatni úr Glerá.

Styrkur arsens og kadmíums í setsýnum úr botni Glerár mælist nokkuð hærri neðan við urðunarsvæðið en ofan við það en ekki er merkjanlegur munur á styrk annarra málma í setsýnum.

Vatnsborðshæð var á svipuðu róli og undanfarin ár og sýna þessar mælingar engan marktækan mun sem hægt er að ráða í að svo stöddu en þess er vænst að vatnsborðsmælingar yfir lengra tímabil muni gefa betri mynd.

6 Heimildaskrá

Finnbogi Óskarsson og Sigurveig Árnadóttir (2022). *Sorpurðunarsvæðið á Glerárdal: Sýnataka og mælingar í september 2022 – frumniðurstöður.* Íslenskar orkurannsóknir, minnisblað 5. september 2022, 1 s.

Hrefna Kristmannsdóttir (1996). *Efnagreiningar á lindarvatni frá Sorpeyðingu Eyjafjarðar.* Orkustofnun, greinargerð HK-9603, 5 s.

Magnús Ólafsson, Heimir Ingimarsson, Hörður Tryggvason og Gunnlaugur M. Einarsson (2019). *Akureyrarbær. Eftirlit með urðunarstað á Glerárdal árið 2019.* Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2019/079, 28 s.

Magnús Ólafsson, Hörður Tryggvason, Gunnlaugur M. Einarsson og Albert Þorbergsson (2020). *Akureyrarbær. Eftirlit með urðunarstað á Glerárdal árið 2020.* Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2020/027, 26 s.

Magnús Ólafsson, Sigurveig Árnadóttir og Arnar Már Vilhjálmsson (2021). *Akureyrarbær. Eftirlit með urðunarstað á Glerárdal árið 2021.* Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2021/043, 24 s.

Reglugerð um varnir gegn mengun vatns, nr. 796/1999.

Sigurjón Rist (1956). *Íslenzk vötn 1.* Raforkumálastjóri, Vatnamælingar, 127 s.

Sigurveig Árnadóttir, Deirdre Clark, Iwona Monika Galeczka og Unnur Þorsteinsdóttir (2022). *Mælingar á hitastigi, sýrustigi og vatnsborði á sorpurðunarsvæðinu á Glerárdal vorið 2022.* Íslenskar orkurannsóknir, minnisblað 19. júlí 2022, 7 s.

Umhverfisstofnun (2014). *Urðunarstaður á Glerárdal. Fyrirmæli um frágang og vöktun*. Bréf til Akureyrarkaupstaðar (13.08.2014).

Viðauki 1: Minnisblað um sýnatöku í september 2022

Minnisblað
5. september 2022

Sorpurðunarsvæðið á Glerárdal:
Sýnataka og mælingar í september 2022 - frumniðurstöður

Sýnataka og mælingar samkvæmt verksamningi milli Akureyrarbæjar og ÍSOR um eftirlit með gömlu sorpurðunarsvæði á Glerárdal fóru fram þann 1. september síðastliðinn. Vatnssýni til efnagreininga voru tekin á venjubundnum fimm sýnatökustöðum og auk þess var setsýnum safnað úr farvegi Glerár ofan og neðan urðunarsvæðisins. Við sýnatökuna var mælt hitastig og rafleiðni í vatninu auk þess sem rennsli var metið fyrir sigvatnsstaðina. Vegna bilunar í pH-mæli var ekki unnt að mæla sýrustig á staðnum eins og vant er, en það var mælt á rannsóknastofu ÍSOR degi síðar.

Í töflu 1 eru sýndar frumniðurstöður mælinganna frá 1. september síðastliðnum, auk mælinga á sýrustigi. Rétt er að benda á að aðstæður til rennslismælinga við yfirfallið í Sigurðargili voru erfiðar vegna þess að gróður hindrar frárennsli frá yfirfallinu. Sú mæling er því óvissari en hinar.

Nánar verður gerð grein fyrir niðurstöðum efnagreininga af vatni og seti þegar þeim verður að fullu lokið.

Tafla 1. *Mælingar á rennsli, hitastigi og rafleiðni samhliða sýnatöku 1. september 2022, svo og sýrustig sem mælt var degi síðar.*

Sýnanúmer	Staðarnafn	Staður	Rennsli (L/s)	Hitastig (°C)	Leiðni við 25°C (µS/cm)	pH við 21°C
20220195	Glerá, ofan urðunarsvæðis	V-5000	-	5,2	25,0	7,39
20220196	Brunnur	M-20077	1,7	7,4	4470	6,46
20220197	Yfirfall í Sigurðargili	M-20078	1,5	7,1	4425	6,53
20220198	Lækur í austurbakka gils, P-4	K-722	0,01	6,9	1453	7,49
20220199	Glerá, neðan urðunarsvæðis	V-5001	-	6,9	25,1	7,36

Finnbogi Óskarsson

Sigurveig Árnadóttir

Viðauki 2: Minnisblað um mælingar vorið 2022

Minnisblað
19.07.2022
SÁ/DC/IMG/UÞ

Akureyrarbær

Mælingar á hitastigi, sýrustigi og vatnsborði á sorpurðunarsvæðinu á Glerárdal vorið 2022

Inngangur

Í ársbyrjun 2019 gerðu Akureyrarbær og ÍSOR samning þar sem ÍSOR tók að sér ákveðið eftirlit með aflögðum sorpurðunarstað á Glerárdal ofan Akureyrar. Samkvæmt samningi við Akureyrarbæ sér ÍSOR um tvær mælingaferðir á ári til að fylgjast með sigvatni frá urðunarsvæðinu og eru þær farnar að vori og hausti. Í báðum ferðum eru mæld pH-gildi, hitastig og vatnsborðshæð. Sýnatökustaðir eru fleiri á haustin en á vorin auk þess sem vatnssýnum er safnað til efnagreininga í fyrrnefndu ferðinni en ekki þeirri síðarnefndu. Hér verður greint frá niðurstöðum mælinga á hitastigi, sýrustigi (pH-gildi) og vatnsborðshæð vorið 2022.

Mælingar 26. apríl 2022

Þriðjudaginn 26. apríl 2022 fóru þrír starfsmenn ÍSOR (tveir efnafræðingar og einn jarðfræðingur) á gamla sorpurðunarsvæðið á Glerárdal ofan Akureyrar í þeim tilgangi að mæla hita- og sýrustig (pH-gildi) sigvatns og hæð vatnsborðs. Hitastig og pH-gildi voru mæld á fjórum stöðum (í mælipunktum P-0, P-1, P-2 og P-4; tafla 1 og mynd 1). Niðurstöður hitastigs- og pH-mælinga er að finna í töflu 2 og eru niðurstöðurnar auk þess sýndar í samanburði við mælingar frá fyrri árum (2019, 2020 og 2021) í töflu 14 og á myndum 14-15.

Á myndum 14 og 15 má sjá að bæði pH-gildi og hitastig í mælipunktum P-0 (Brunnur) og P-1 (Yfirfall frá Brunni) hafa fylgst mjög vel að í öllum mælingum. pH gildi í þessum mælipunktum eru oftast í kringum 6,6 og hafa svo gott sem ekkert breyst milli ára frá 2019, á meðan hitastigið hefur sveiflast á milli u.þ.b. 6,5 og 8,5°C þó að mæligildin í punktunum tveimur fylgist alltaf vel að. pH-gildi í læk í austurbakka Glerárgils (P-4) mælist yfirleitt í kringum 7,2-7,3 en lækkaði haustið 2020 niður í 7,02. Sýrustig í P-2 (læk í Sigurðargili) mældist hærra í vor og í fyrravor heldur en vorin 2019 og 2020 og auk þess mældist hitastig lægra þar 2021 og 2022 en fyrri tvö árin. Hér gæti ástæðan verið sú að ekki var mælt á nákvæmlega sama stað og fyrri vor, en síðastliðin tvö vor var mælt rétt neðan við lækjarmótin en vorin 2019 og 2020 var mælt rétt ofan við lækjarmótin. Gengið verður úr skugga um hvort þetta sé raunin í næstu mælingaferð. Séu hitastigsmælingar á vorin skoðaðar einar og sér má greina svolitla lækkun í hitastigi (mynd 16) en hafa skal í huga að hér er einungis um fjórar mælingar að ræða.

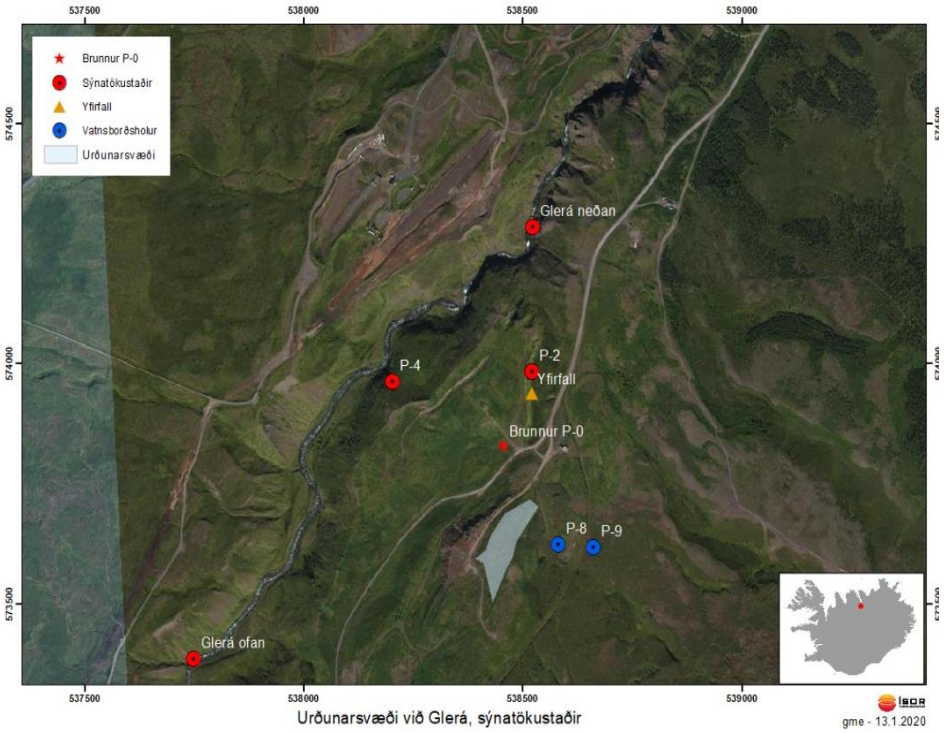
Eins og fram hefur komið í fyrri minnisblöðum er nánast ómögulegt að mæla rennsli með hefðbundinni aðferð (fötu og tímatöku) eins og aðstæður eru núna og voru slíkar mælingar því ekki gerðar í þessari mæliferð. Hins vegar, ef aðstæður hafa ekki verið bættar í næstu mæliferð, væri hægt að beita yfirborðshraðamælingu eða s.k. hrossataðsaðferð (e. float

method), a.m.k. á hluta mælistaðanna (sjá t.d. Michaud og Wierenga, 2005; Jóna Finndís Jónsdóttir o.fl., 2002). Þessi aðferð er nokkuð tímafrekari en sú fyrrnefnda og er auk þess ekki áreiðanleg rennslismæling heldur aðeins gerð til að fá hugmynd um rennslið (Jóna Finndís Jónsdóttir o.fl., 2002).

Þegar kom að því að mæla vatnsborðshæð í holum P-8 og P-9 (mynd 3) kom í ljós að vatnið í holunum var frosið og vatnsborðsmæling því ekki möguleg, enda yrði slík mæling ekki nákvæm vegna þeirrar rúmmálsaukningar sem verður þegar vatn frýs. Ákveðið var því að bíða í nokkrar vikur með vatnsborðsmælingarnar. Haldið var aftur í Glerárdal þann 3. júní 2022 og vatnsborðshæð mæld í holunum tveimur. Niðurstöðurnar eru sýndar í töflu 4 og á mynd 18. Vatnsborð í P-8 mældist svipað og hefur verið síðastliðin vor og haust, eða rétt undir yfirborði, að undanskildu síðastliðnu hausti (13. september 2021) þar sem vatnsborðið var rúmlega 1,5 m undir yfirborði. Vatnsborð í P-9 (sem stendur hærra en P-8) hefur oftast mælst u.þ.b. 2,5 m undir yfirborði, nema vorið 2020 og svo nú í vor þegar það mældist hærra (29. maí 2020: 1,4 m undir yfirborði; 3. júní 2022: 1,9 m undir yfirborði).

Tafla 12. *Mælingastaðir á Glerárdal. Hitastig og pH-gildi var mælt í P-0, P-2, P-4 og yfirfalli og vatnsborð mælt í P-8 og P-9:*

Staður	Staðarnúmer	Hnit (ÍSN93)	Staðarlýsing
Brunnur P-0	M-20077	X: 538455; Y: 573829	Á sléttunni í u.þ.b. 230 m hæð.
P-2	K-20076	X: 538521; Y: 573983	Lækur í Sigurðargili.
P-4	K-722	X: 538201; Y: 573962	Í austurbakka Glerárgils.
Yfirfall (P-1)	M-20078	X: 538520; Y: 573937	Yfirfall frá brunni, rennur út í Sigurðargil.
P-8	A-83624	X: 538582; Y: 573622	Vatnsborðshola – vestan við Sigurðargil.
P-9	A-83625	X: 538661; Y: 573617	Vatnsborðshola – austan við Sigurðargil.



Mynd 12. *Sýnatöku- og mælingastaðir við aflagðan urðunarstað á Glerárdal. Hitastig og pH-gildi var mælt í P-0, P-1, P-2 og P-4 og hæð vatnsborðs var mæld í punktum P-8 og P-9. Mælipunktarnir „Glerá ofan“ og „Glerá neðan“ eru einungis mældir á haustin. Gráblár reitur afmarkar s.k. „yngri urðunarstað“ sbr. fyrirmælum Umhverfisstofnunar (2014) þar sem fylgst er sérstaklega með hæðarbreytingu.*

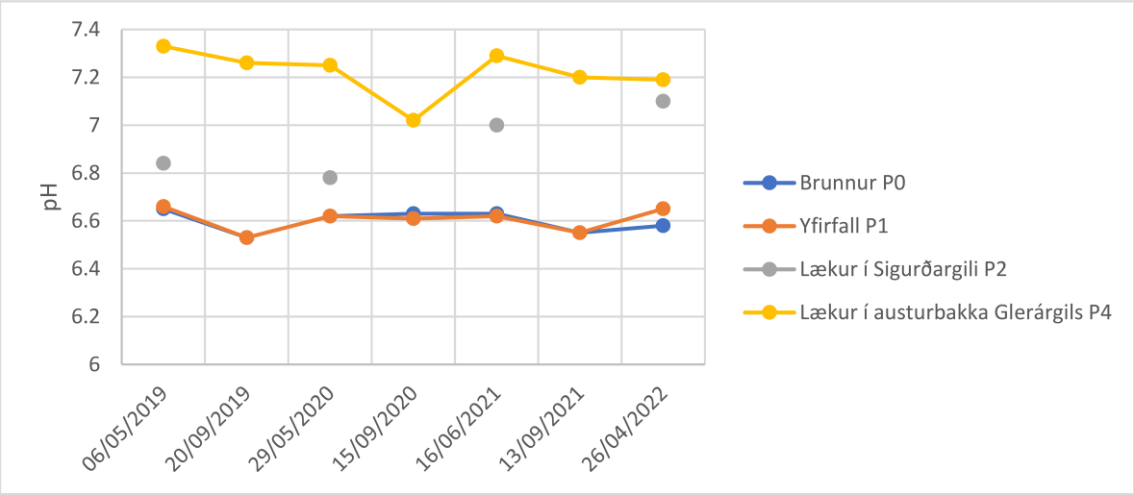
Mynd 13. *Við mælingar í yfirfalli í Sigurðargili (P-1; vinstri mynd) og læk í austurbakka Glerárgils (P-4; hægri mynd).*

Tafla 13. *Mælingar á Glerárdal 26.4.2022:*

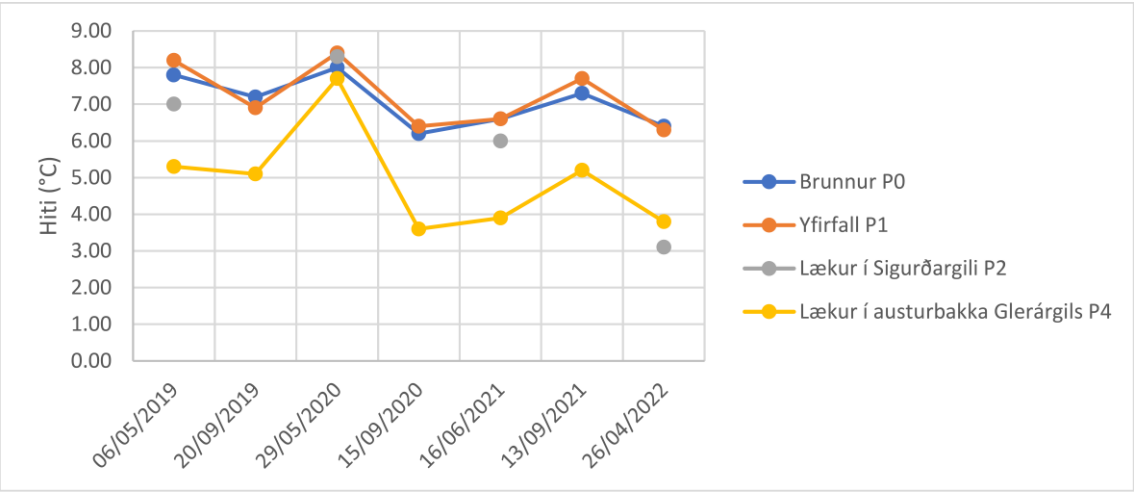
Staðarnafn	Glerárdalur brunnur P-0	Glerárdalur yfirfall P-1	Glerárdalur P-2	Glerárdalur P-4
Staður	M-20077	M-20078	K-20076	K-722
Dagsetning	2022-04-26	2022-04-26	2022-04-26	2022-04-26
Sýnanúmer	20220052	20220053	20220054	20220055
Hiti (TS) [°C]	6,4	6,3	3,1	3,8
Sýrustig [pH]	6,58	6,65	7,1	7,19
Jónavægi [%]	188,14	183,96	121,45	86,57

Tafla 14. *Mælingar á sýrustigi (pH-gildi) og hitastigi vorið 2022, í samanburði við mælingar vor og haust 2019, 2020 og 2021:*

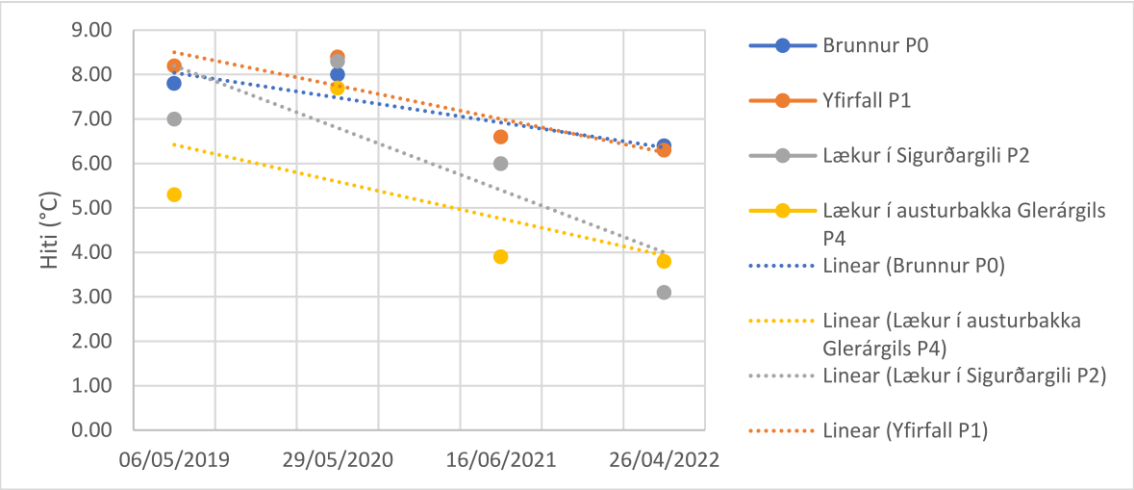
	06/05/2019	*20/09/2019*	*29/05/2020*	*15/09/2020*	*16/06/2021*	*13/09/2021*	*26/04/2022*
Staður	***Hiti (°C)***	***Hiti (°C)***	***Hiti (°C)***	***Hiti (°C)***	***Hiti (°C)***	***Hiti (°C)***	***Hiti (°C)***
Brunnur, P0	7,80	7,20	8,00	6,20	6,60	7,30	6,40
Yfirfall í Sigurðargili, P1	8,20	6,90	8,40	6,40	6,60	7,70	6,30
Lækur í Sigurðargili, P2	7,00		8,30		6,00		3,10
Lækur í A-bakka Glerárgils, P4	5,30	5,10	7,70	3,60	3,90	5,20	3,80
	06/05/2019	***20/09/2019***	***29/05/2020***	***15/09/2020***	***16/06/2021***	***13/09/2021***	***26/04/2022***
Staður	***pH***	***pH***	***pH***	***pH***	***pH***	***pH***	***pH***
Brunnur, P0	6,65	6,53	6,62	6,63	6,63	6,55	6,58
Yfirfall í Sigurðargili, P1	6,66	6,53	6,62	6,61	6,62	6,55	6,65
Lækur í Sigurðargili, P2	6,84		6,78		7		7,1
Lækur í A-bakka Glerárgils, P4	7,33	7,26	7,25	7,02	7,29	7,2	7,19



Mynd 14. *Mælingar á pH-gildi vor og haust 2019, 2020, 2021 og 2022 (P2 ekki mældur á haustin).*



Mynd 15. *Mælingar á hitastigi vor og haust 2019, 2020, 2019 og 2022 (P2 ekki mældur á haustin).*

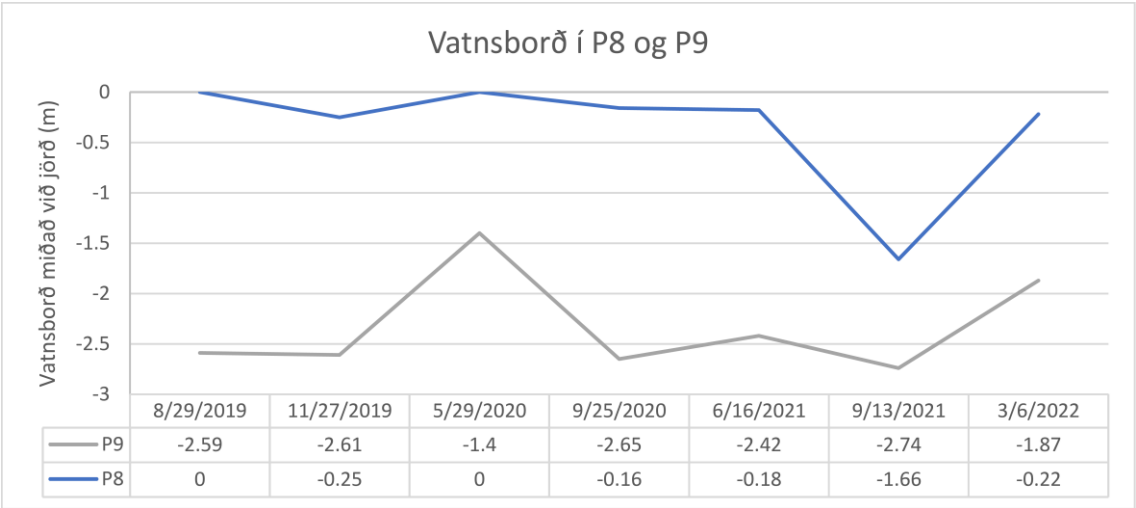


Mynd 16. *Hitastigsmælingar vorin 2019-2022. Bestu leitnilínur í gegnum punktana eru teiknaðar með brotalínum.*

Mynd 17. *Vinstri: hola P-8 (Haugar 1). Hægri: vatnsborðsmæling í holu P-9 (Haugar 2).*

Tafla 15. *Vatnsborðsmælingar í vatnsborðsholum í vor- og haustmælingum (vatnsborð miðað við jörð (m)):*

	29/08/2019	27/11/2019	29/05/2020	25/09/2020	16/06/2021	13/09/2021	3/6/2022
P-8 (Haugar 1)	0,00	0,25	0,00	0,16	0,18	1,66	0,22
P-9 (Haugar 2)	2,59	2,61	1,40	2,65	2,42	2,74	1,87



Mynd 18. *Vatnsborðsmælingar í holum P8 og P9 í mælingum á vorin og haustin frá 2019 til 2021, og vorið 2022.*

Heimildir

Arnar Már Vilhjálmsson og Sigurveig Árnadóttir (2021). *Mælingar á hitastigi, sýrustigi og vatnsborði á sorpurðunarsvæðinu á Glerárdal 16. júní 2021.* Íslenskar orkurannsóknir, minnisblað 18.06.2021, 5 s. Unnið fyrir Akureyrarbæ.

Jóna Finndís Jónsdóttir, Kristinn Einarsson, Snorri Zóphóníasson, Bjarni Kristinsson og Sverrir Elefsen, 2002. Leiðbeiningar um mælingar á vatnsrennsli í smáám og lækjum. Vatnamælingar Orkustofnunar. https://www.vedur.is/media/vatnafar/leidbeiningar_til_raforkubaenda.pdf

Magnús Ólafsson, Hörður Tryggvason, Gunnlaugur M. Einarsson og Albert Þorbergsson (2020). *Akureyrarbær. Eftirlit með urðunarstað á Glerárdal árið 2020.* Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2020/027, 26 s. Unnið fyrir Akureyrarbæ.

Magnús Ólafsson, Heimir Ingimarsson, Hörður Tryggvason og Gunnlaugur M. Einarsson (2019). Akureyrarbær. *Eftirlit með urðunarstað á Glerárdal árið 2019.* Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2019/079, 28 s. Unnið fyrir Akureyrarbæ.

Magnús Ólafsson og Sigurveig Árnadóttir (2021). *Sorpurðunarsvæðið á Glerárdal. Sýnataka og mælingar í september 2021 – frumniðurstöður.* Íslenskar orkurannsóknir, minnisblað 20.09.2021, 1 s. Unnið fyrir Akureyrarbæ.

Magnús Ólafsson, Sigurveig Árnadóttir og Arnar Már Vilhjálmsson (2021). *Akureyrarbær: Eftirlit með urðunarstað á Glerárdal árið 2021.* Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2021-043, 24 s. Unnið fyrir Akureyrarbæ.

Michaud, J.P., og Wierenga, M., 2005. Estimating discharge and stream flows: A guide for sand and gravel operators. Washington state department of ecology, Ecology Publication Number 05-10-070. https://apps.ecology.wa.gov/publications/documents/0510070.pdf

Umhverfisstofnun (2014). *Urðunarstaður á Glerárdal. Fyrirmæli um frágang og vöktun*. Bréf til Akureyrarkaupstaðar (13.08.2014).

Sigurveig Árnadóttir

Deirdre Clark

Iwona Monika Galeczka

Unnur Þorsteinsdóttir