Akureyrarbær

Eftirlit með urðunarstað á Glerárdal haustið 2023

Magnús Ólafsson
Gunnlaugur M. Einarsson
Deirdre Clark

Unnið fyrir Akureyrarbæ

ÍSOR-2023/049

Desember 2023

ÍSLENSKAR ORKURANNSÓKNIR
Kópavogur: Urðarhvarfi 8, 203 Kóp. – Sími: 528 1500
Akureyri: Rangárvöllum við Hlíðarfjallsveg, 603 Ak. – Sími: 528 1500
isor@isor.is – www.isor.is

Lykilsíða

Skýrsla nr.	Dags.	Dreifing
ÍSOR-2023/049	Desember 2023	☒ Opin ☐ Lokuð til

Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill	Upplag
Akureyrarbær Eftirlit með urðunarstað á Glerárdal haustið 2023	1
	Fjöldi síðna 31
Höfundar Magnús Ólafsson, Gunnlaugur M. Einarsson og Deirdre Clark	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.

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 einnig haustið 2023. Engar vísbendingar um breytingar komu fram.

Lykilorð	
Sorpurðun, efnaeftirlit, snefilmálmar, sigvatn, sig, árset, vatnsborðsmælingar, Glerárdalur, Akureyrarbær Staðir: K722, M20077, M20078, V5000, V5001	Undirskrift verkefnisstjóra Yfirfarið Finnbogi Óskarsson

Efnisyfirlit

1 Inngangur **7**

2 Sýnataka árið 2023 ..... **8**

2.1 Mælingar 16. september 2023 8

2.2 Sýnataka og mælingar 30. október 2023 8

3 Niðurstöður efnagreininga **10**

4 Drónamyndataka 31. október 2023 ..... **24**

5 Samantekt **30**

6 Heimildaskrá **31**

Töflur

Tafla 1. *Sýnatökustaðir á Glerárdal* 7

Tafla 2. *Mælt rennsli, hitastig, sýrustig, leiðni, anjónir, málmar og ólífræn snefilefni í vatnssýnum* 12

Tafla 3. *Niðurstöður mælinga á næringarefnum í vatnssýnum.* 13

Tafla 4. *Niðurstöður mælinga á olíuefnum, arómötum og fenólum í vatnssýnum.* 13

Tafla 5. *Niðurstöður efnagreininga á lífrænum halógenefnum* 14

Tafla 6. *Niðurstöður efnagreininga á arómatískum efnum með og án halógena* 15

Tafla 7. *Niðurstöður mælinga á efnum í seti úr farvegi Glerár ofan og neðan urðunarstaðar* 15

Tafla 8. *Umhverfismörk fyrir málma í yfirborðsvatni til verndar lífríki* 17

Tafla 9. *Umhverfismörk fyrir næringarefni/lífræn efni í ám til verndar lífríki* 17

Myndir

Mynd 1. *Sýnatökustaðir við aflagðan urðunarstað á Glerárdal* 8

Mynd 2. *Sýnataka úr brunninum og yfirfallinu* 9

Mynd 3. *Sýnataka úr lind P-4, Glerá ofan urðunarsvæðis og Glerá neðan urðunarsvæðis* 10

Mynd 4. *Niðurstöður mælinga á hitastigi, sýrustigi (pH), rafleiðni og oxunarhæfni, og efnagreininga á aðalmálmum (Na, K, Mg og Ca) í sýnum úr brunni, yfirfalli, lind P-4 og Glerá ofan og neðan urðunarsvæðis* 18

Mynd 5. *Niðurstöður efnagreininga á anjónum, ammóníaki og heildarmagni köfnunarefnis og fosfórs í sýnum úr brunni, yfirfalli, lind P-4 og Glerá ofan og neðan urðunarsvæðis* 19

Mynd 6. *Niðurstöður efnagreininga á snefilefnum í sýnum úr brunni, yfirfalli, lind P-4 og Glerá ofan og neðan urðunarsvæðis* 20

Mynd 7. *Niðurstöður efnagreininga á snefilefnum í sýnum úr brunni, yfirfalli, lind P-4 og Glerá ofan og neðan urðunarsvæðis.* 21

Mynd 8. *Niðurstöður efnagreininga á arómatískum efnum, heildarmagni lífrænna halógenefna, olíuefna og heildarmagni lífræns kolefnis í sýnum úr brunni, yfirfalli, lind P-4 og Glerá ofan og neðan urðunarsvæðis.* 22

Mynd 9. *Niðurstöður efnagreininga á snefilefnum í setsýnum úr botni Glerár ofan og neðan urðunarsvæðis.* 23
Mynd 10. *Loftmynd og hæðarlíkan fyrir allt svæðið sem var flogið yfir (stærð um 0,3 km²)* 25
Mynd 11. *Loftmynd og hæðarlíkan fyrir allt svæðið sem var flogið yfir (stærð um 0,3 km²)* 26
Mynd 12. *Loftmynd og hæðarlíkan fyrir allt svæðið sem var flogið yfir (stærð 0,3 km²)* 27
Mynd 13. *Hæðarlíkan fyrir árin 2018, 2019, 2020 og 2023* 28
Mynd 14. *Loftmyndir fyrir árin 2018, 2019, 2020 og 2023* 29

1 Inngangur

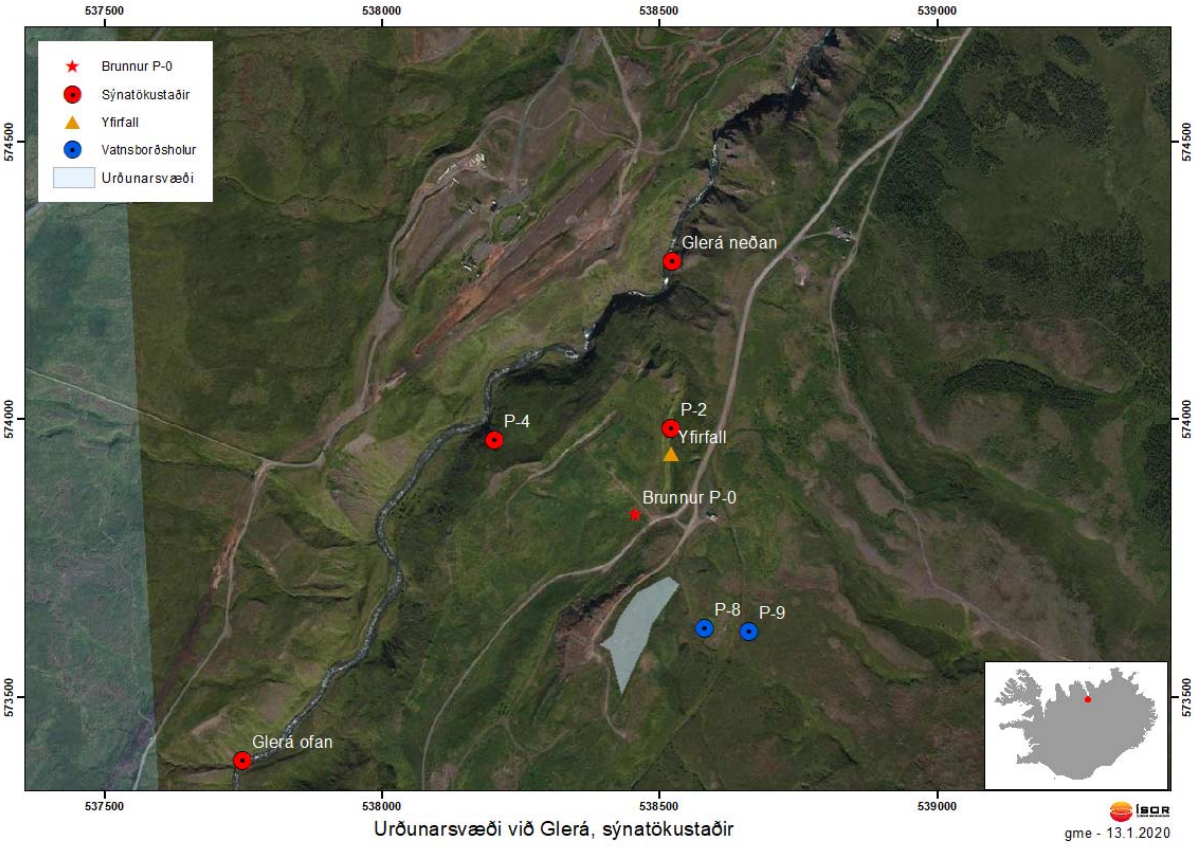
Íslenskar orkurannsóknir (ÍSOR) hafa tekið að sér umhverfiseftirlit með aflögðum urðunarstað Akureyrarbæjar á Glerárdal eins og nánar er tilgreint í verksamningi sem dagsettur er 30. nóvember 2018 og í bréfi Umhverfisstofnunar (2014). Samkvæmt samningnum sér ÍSOR um tvær mælingaferðir á ári til að fylgjast 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 Rannsóknasvið Orkustofnunar, 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 (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 2022 er lýst í skýrslum ÍSOR (Magnús Ólafsson o.fl., 2019; 2020; 2021; Finnbogi Óskarsson o.fl., 2022).

Yfirlit um sýnatökustaði má finna í töflu **Error! Reference source not found.** en staðsetning þeirra er sýnd á mynd 1.

Tafla 1. *Sýnatökustaðir á Glerárdal.*

Staður	Staðar-número	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 Sýnataka árið 2023

2.1 Mælingar 16. september 2023

Sýnataka fór ekki fram vorið 2023 en á haustdögum, nánar tiltekið þann 16. september, var hitastig og sýrustig mælt á þremur eftirlitsstöðum og vatnsborð var mælt í tveimur eftirlitsholum. Greint hefur verið frá niðurstöðum mælinga í greinargerð ÍSOR (Bjarni Gautason, 2023).

2.2 Sýnataka og mælingar 30. október 2023

Mánudaginn 30. október 2023 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 staðsetning þeirra er sýnd á mynd 1 og myndir 2 og 3 sýna sýnatökustaðina.

Sýnatakan gekk vel í björtu, stilltu og köldu veðri. Dagana á undan hafði verið fremur kalt og bakkar Glerár voru ísilagðir og mældist hitastig árinnar óvenju lágt, eða rétt neðan við 0 gráður. Fallorka mælir rennsli árinnar við Glerárvirkjun 2 og um hádegið þann 30. október var það um 1,7 m^3/s, og hafði verið mjög svipað dagana á undan (Sunna Guðmundsdóttir, tölvupóstur 13. desember 2023). Til samanburðar má nefna að meðalrennsli Glerár er áætlað um 3,3 m^3/s (Sigurjón Rist, 1956).

Sýnin voru tekin á venjubundinn hátt í samræmi við hefðbundið verklag við sýnatöku hjá ÍSOR (sjá t.d. Halldór Ármannsson og Magnús Ólafsson, 2006). Að þessu sinni fóru efnagreiningar fram á rannsóknarstofu Íslenskra orkurannsókna og hjá ALS Laboratories í Svíþjóð. Á undanförnum mörgum árum hefur Rannsóknarstofa Háskóla Íslands í lyfja- og eiturefnafræði annast stærstan hluta greininga á sýnum af Glerárdal en að þessu sinni sáu ALS Laboratories um þær allar.

Þann 31. október voru teknar drónamyndir af urðunarsvæðinu í fjórða sinn og verður fjallað um þær hér á eftir.

Mynd 2. *Sýnataka úr brunninum (til vinstri) og yfirfallinu (til hægri). Útrásin hefur verið hreinsuð og rennslið greiðara en verið hefur undanfarin ár.*

Mynd 3. *Sýnataka úr lind P-4 (til vinstri), Glerá ofan urðunarsvæðis (í miðið) og Glerá neðan urðunarsvæðis (til hægri).*

3 Niðurstöður efnagreininga

Niðurstöður efnagreininga eru skráðar í töflur 2–7. Tafla 2 sýnir niðurstöður mælinga á rennsli, hitastigi vatnsins við sýnatöku, sýrustigi (pH), rafleiðni, helstu anjónum og málmum, og völdum snefilefnum. Í töflu 3 eru sýndar niðurstöður mælinga á næringarefnum, tafla 4 sýnir niðurstöður fyrir olíuefni (TPH), arómata (BTEX) og fenóla og í töflum 5 og 6 eru skráðar niðurstöður fyrir lífræn halógenefni (AOX) og arómatísk lífræn efni. Tafla 7 sýnir niðurstöður mælinga á setsýnum úr botni Glerár, ofan og neðan urðunarsvæðis. Á myndum 4 til 8 eru sýndar niðurstöður mælinga á allmörgum efnum allt frá árinu 1995 fyrir sýni úr brunni, yfirfalli og lind P-4, svo og af Glerárstöðunum tveimur frá 2010. Á mynd 9 er á sama hátt teiknaður upp mældur styrkur valinna snefilefna í þeim setsýnum sem safnað hefur verið frá árinu 2019.

Á myndum 4 og 5 sést að hitastig og sýrustig á sýnatökustöðunum fimm hefur lítið breyst frá því fyrstu sýnum var safnað árið 1995 og 1996. Hitastig í Glerá getur þó verið mjög breytilegt og fer þá t.d. eftir lofthitastigi og rennsli. Að þessu sinni var rennsli lítið og fremur svalt í veðri og mældist hitastig því óvenju lágt, eða rétt um 0 gráður. Sýrustig vatnsins í Glerá mældist ívið hærra en vant er, hugsanlega stafar það af lægra vatnshitastigi, en sýrustig er sterklega háð hitastigi. Sömuleiðis kann að vera að þáttur bergvatns sé hlutfallslega stór vegna þess hve kalt var orðið. Rafleiðni og styrkur flestra aðalefna (Na, K, Mg, Ca, Cl og SO_4) hefur lækkað umtalsvert á þessu tímabili þótt nokkurt flökt sjáist enn milli ára. Styrkur þessara efna fylgir þó sama mynstri og verið hefur og er hann 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 6 og 7 (t.d. Ba, Co, Cr, Fe, Mn og Sr). Í síðustu eftirlitsskýrslu (Finnbogi Óskarsson o.fl., 2022) var á það bent að þetta má túlka sem minni eða hægari útskolun þessara efna frá urðunarsvæðinu. Styrkur annarra snefilefna (As, Cu, Hg, Mo og 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 2022 og 2023 eru þær að styrkur flestra snefilmálma í brunni og yfirfalli lækkar lítillega milli ára. Hið sama á við um styrk flúors (F) sem hækkaði verulega í brunni og yfirfalli milli 2020 og 2021 en mælist aftur lægri 2022 og einnig 2023.

Samanburður á vatnssýnum úr Glerá ofan og neðan urðunarsvæðis sýnir að líkt og undanfarin ár er styrkur næringarefna að jafnaði svolítið hærri neðan urðunarsvæðisins en ofan þess, og sama á við um mörg aðalefnin (Na, Mg, Ca, Cl) og einnig járn (Fe) og mangan (Mn). Vart er greinanlegur marktækur munur á styrk annarra efna ofan og neðan urðunarsvæðis.

Líkt og fram kom í eftirlitsskýrslu fyrir árið 2022 hefur styrkur arómatískra efna og olíuefna farið lækkandi með árunum og er nú svo komið að bensen og tólúen mælast ekki í neinu sýnanna. Xýlen mælist í lágum styrk í brunni og yfirfalli og etýlbensen í brunni. Fenól mælist sem fyrr aðeins í sýnunum úr brunninum og yfirfallinu. Lífræn halógenefni mældust í sýnunum úr brunni, yfirfalli og lind P4 að þessu sinni en það stafar líklega af lægri greiningarmörkum hjá ALS Laboratories en verið hefur hjá Rannsóknarstofu HÍ í lyfja- og eiturefnafræði. Heildarmagn lífræns kolefnis í vatninu breytist lítið milli ára.

Tafla 2. *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	2023-10-30	2023-10-30	2023-10-30	2023-10-30	2023-10-30
Sýnanúmer	20230479	20230483	20230482	20230481	20230480
Rennsli (L/s)	-	-	1,74	0,22	-
Hitastig (°C)	-0,1	5,8	5,8	2,8	-0,3
Sýrustig (pH/°C)	7,66 / 19,5	6,80 / 20,8	6,62 / 20,4	7,55 / 20,3	7,82 / 19,8
Ammóníak (NH_3)	0,016	91,2	87,5	0,019	0,462
Bór (B)	<0,01	0,286	0,287	0,0230	<0,01
Kísill (SiO_2)	20,1	19,7	19,6	16,2	9,74
Natríum (Na)	4,24	418	423	106	8,29
Kalíum (K)	<0,4	20,4	21,0	4,09	0,505
Magnesíum (Mg)	2,10	52,0	52,5	75,8	3,28
Kalsíum (Ca)	6,73	110	110	198	9,29
Flúoríð (F)	0,037	0,051	0,088	0,066	0,038
Klóríð (Cl)	3,23	498	501	414	9,94
Brómíð (Br)	<0,01	0,651	0,664	0,388	<0,01
Súlfat (SO_4)	1,32	14,1	12,4	8,95	1,59
Ál (Al)	0,0268	0,0901	0,0112	0,0944	0,0343
Arsen (As)	<0,00005	0,00121	0,00110	0,000111	<0,00005
Baríum (Ba)	0,000239	0,0426	0,0340	0,00389	0,000488
Kadmíum (Cd)	<0,000002	0,0000454	0,0000133	0,0000107	<0,000002
Kóbalt (Co)	0,0000963	0,00842	0,00792	0,00129	0,000146
Króm (Cr)	0,000129	0,00365	0,00327	0,000363	0,000137
Kopar (Cu)	0,000516	0,00210	0,000613	0,00912	0,00075
Járn (Fe)	0,146	38,1	29,8	2,03	0,246
Kvikasilfur (Hg)	<0,000002	0,00000355	<0,000002	0,00000493	<0,000002
Litíum (Li)	0,000220	0,00357	0,00354	0,00140	0,000296
Mangan (Mn)	0,0170	1,72	1,66	0,312	0,0271
Mólybden (Mo)	0,0000536	0,000396	0,000378	0,000117	0,0000740
Nikkel (Ni)	0,000158	0,0167	0,0147	0,00619	0,000292
Blý (Pb)	<0,00001	0,00151	0,000546	0,0000429	<0,00001
Antímon (Sb)	<0,00001	0,000117	0,0000930	0,0000240	0,000011
Selen (Se)	<0,0003	<0,002	<0,002	<0,0003	<0,0003
Tin (Sn)	<0,00005	0,00049	0,00036	<0,00005	<0,00005
Strontíum (Sr)	0,00884	0,485	0,492	0,164	0,0139
Vanadíum (V)	0,00247	0,00696	0,00542	0,0158	0,00249
Sink (Zn)	0,000663	0,224	0,00486	0,000549	0,000331

Tafla 3. *Niðurstöður mælinga á næringarefnum í vatnssýnum. Styrkur efna er gefinn í mg/L.*

Staðarnafn	Glerá ofan	Brunnur	Yfirfall	Lind P-4	Glerá neðan
Sýnanúmer	20230479	20230483	20230482	20230481	20230480
Lífrænt kolefni (DOC)	0,63	27,3	26,7	6,94	1,00
Nítrat-N (NO_3-N)	<0,030	0,066	0,096	0,071	0,030
Nítrít-N (NO_2-N)	<0,00030	<0,00030	<0,00030	0,00035	0,0026
Ammóníak-N (NH_3-N)	0,013	75	72	0,016	0,38
Heildar-N (N-tot)	0,036	75	74	0,76	0,45
Fosfat-P (PO_4-P)	0,0064	0,0036	<0,0010	0,0071	0,0068
Heildar-P (P-tot)	0,012	0,69	0,43	0,18	0,013
Oxunarhæfni (COD_{Mn})	<0,50	16,8	24,2	5,50	<0,50

Tafla 4. *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	20230479	20230483	20220482	20230481	202
Magn olíuefna	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Bensen	<0,0002	0,00074	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Tólúen	<0,0002	0,00030	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Etýlbensen	<0,0001	0,00059	<0,0001	<0,0002	<0,0001
Orto-xýlen		0,00321	0,00086	<0,0001	
Meta- og para-xýlen	<0,0002	0,0452	<0,0002	<0,0001	<0,0002
Heildar-xýlen	<0,00015	0,0484	0,00086	<0,00015	<0,00015
Fenóltala	<0,005	0,013	0,011	<0,005	<0,005

Tafla 5. *Niðurstöður efnagreininga á lífrænum halógenefnum (AOX). Styrkur efna er gefinn í µg/L.*

Staðarnafn	**Glerá ofan urðunarsvæðis**	**Glerárdalur brunnur P-0**	**Glerárdalur yfirfall**	**Glerárdalur P-4**	**Glerá neðan urðunarsvæðis**
Sýnanúmer	20230479	20230483	20230482	20230481	20230480
Klórómetan	<10	<10	<10	<10	<10
Brómómetan	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Díklórómetan	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Díbrómómetan	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Brómóklórómetan	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Klóróform	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Brómóform	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Brómódíklórómetan	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Díbrómóklórómetan	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Tetraklórómetan	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Tríklóróflúorómetan	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Díklóródíflúorómetan	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Klóróetan	<1,0	2,6	2,8	<1,0	<1,0
1,1-Díklóróetan	<0,10	0,29	0,30	0,13	<0,10
1,2-Díklóróetan	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
1,2,-Díbrómóetan	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
1,1,1-Tríklóróetan	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
1,1,2-Tríklóróetan	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
1,1,1,2-Tetraklóróetan	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
1,1,2,2-Tetraklóróetan	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Vínylklóríð	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
1,1-Díklóróeten	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
cis-1,2-Díklóróeten	<0,10	<0,10	<0,10	0,26	<0,10
trans-1,2-Díklóróeten	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Tríklóróeten	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Tetraklóróeten	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
1,2,-Díklóróprópan	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
1,3-Díklóróprópan	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
2,2-Díklóróprópan	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
1,2,3-Tríklóróprópan	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
1,2-Díbrómó-3-klóróprópan	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
1,1-Díklóróprópan	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
cis-1,3-Díklóróprópen	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
trans-1,3-Díklóróprópen	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Hexaklóróbútadíen	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0

Tafla 6. *Niðurstöður efnagreininga á arómatískum efnum með og án halógena. Styrkur efna er gefinn í µg/L.*

Staðarnafn	Glerá ofan urðunarsvæðis	Glerárdalur brunnur P-0	Glerárdalur yfirfall	Glerárdalur P-4	Glerá neðan urðunarsvæðis
Sýnanúmer	20230479	20230483	20230482	20230481	20230480
2-Klórótólúen	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
4-Klórótólúen	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Klóróbensen	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Brómóbensen	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
1,2-Díklóróbensen	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
1,3-Díklóróbensen	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
1,4-Díklóróbensen	<0,10	0,34	0,22	<0,10	<0,10
1,2,3-Tríklóróbensen	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
1,2,4-Tríklóróbensen	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
1,3,5-Tríklóróbensen	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Lífræn halógenefni (AOX)	0	3,2	3,3	0,39	0
Stýren	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Ísóprópýlbensen	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
n-Própýlbensen	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
1,2,4-Trímetýlbensen	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
1,3,5-Trímetýlbensen	<1,0	6,4	2,7	<1,0	<1,0
n-Bútýlbensen	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
sec-Bútýlbensen	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
tert-Bútýlbensen	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
p-Isóprópýltolúen	<1,0	4,3	<1,0	<1,0	<1,0
Naftalen	<1,0	1,7	<1,0	<1,0	<1,0

Tafla 7. *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	20230479	20230480
Þurrefni @ 105°C	74%	73%
Arsen (As)	0,107	0,126
Kadmíum (Cd)	0,0538	0,0490
Kóbalt (Co)	16,2	15,3
Króm (Cr)	12,3	12,4
Kopar (Cu)	68,9	66,5
Kvikasilfur (Hg)	<0,04	<0,04
Nikkel (Ni)	18,9	18,3
Blý (Pb)	0,768	1,01
Vanadíum (V)	121	102
Sink (Zn)	51,1	45,4
Lífræn halógenefni (AOX)	32	106

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 blýs (Pb) marktækt hærri neðan við urðunarsvæðið en ofan þess en styrkur vanadíums (V) og sinks (Zn) lægri. Þá mældist að þessu sinni styrkur lífrænna halógenefna á báðum stöðum í setinu og talsvert hærri neðan urðunarsvæðis en ofan þess. Á mynd 9 má sjá að styrkur nokkurra snefilmálma (Co, Cr, Cu, Ni og Zn) hefur hækkað á báðum sýnatökustöðum í Glerá á undanförnum árum.

Í reglugerð um varnir gegn mengun vatns (nr. 796/1999, með síðari tíma breytingum) eru skilgreind umhverfismörk fyrir sjö málma og hálfmálma í yfirborðsvatni (tafla 8). Þegar efnasamsetning vatnssýnanna í töflu 2 er borin saman við umhverfismörkin kemur í ljós að bæði sýnin í Glerá falla innan umhverfismarka I (mjög lítil eða engin hætta á áhrifum) fyrir öll efnin. 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 fellur innan umhverfismarka III fyrir sink en styrkur annarra efna fellur innan marka II, III eða IV.

Reglugerð um varnir gegn mengun vatns skilgreinir einnig umhverfismörk fyrir næringarefni í ám (tafla 9). Þegar styrkur næringarefna í töflu 3 er borinn saman við ákvæði reglugerðarinnar á sama hátt og hér að ofan 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 V (ofauðugt) vegna styrks ammóníaks en styrkur annarra efna fellur innan umhverfismarka I eða II. Vatnið úr P-4 fellur innan umhverfismarka IV (næringarefnaauðugt) vegna lífræns kolefnis, innan umhverfismarka III vegna heildarmagns köfnunarefnis en annars innan umhverfismarka I og II. Vatn úr brunni og yfirfalli fellur innan umhverfismarka V fyrir lífrænt kolefni, ammóníak, heildarmagn köfnunarefnis og heildarmagn fosfórs. Súrefnisþörf fellur í flokk IV fyrir yfirfall og í flokk III fyrir brunn.

Tafla 8. *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	0,3-1,5	>1,5
Króm (Cr)	<0,3	0,3-5	5-15	15-75	>75
Kopar (Cu)	<0,5	0-3	3,0-9,0	9-45	>45
Nikkel (Ni)	<0,7	0,7-15	15-45	45-225	>225
Blý (Pb)	<0,2	0,2-1	1-3	3-15	>15
Sínk (Zn)	<5	5-20	20-60	60-300	>300

Skýringar við töflu 8:

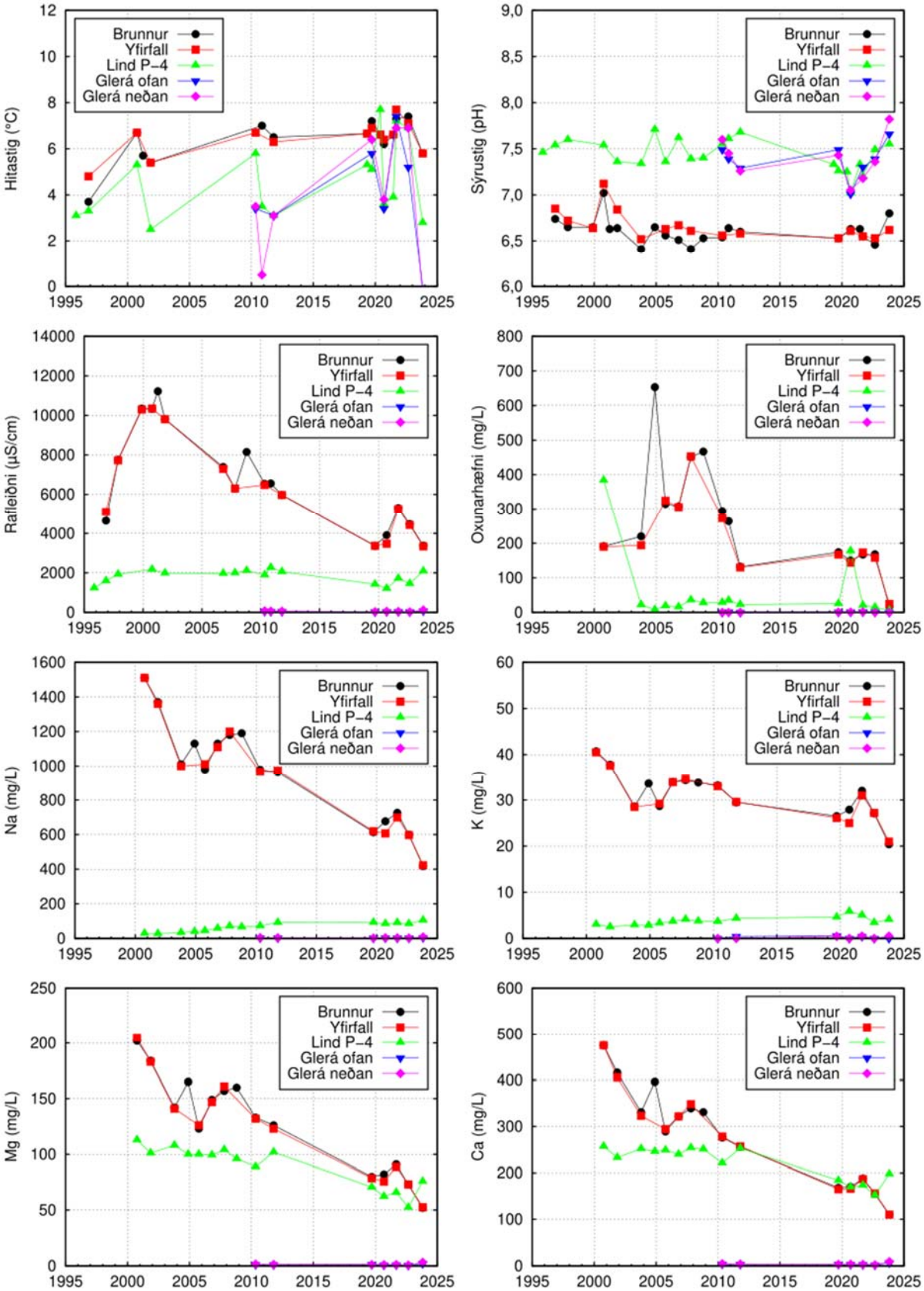
Umhverfismörk I: Mjög lítil eða engin hætta á áhrifum.
Umhverfismörk II: Lítil hætta á áhrifum.
Umhverfismörk III: Áhrifa að vænta á viðkvæmt lífríki.
Umhverfismörk IV: Áhrifa að vænta.
Umhverfismörk V: Ávallt ófullnægjandi ástand vatns fyrir lífríki/þynningarsvæði.

Tafla 9. *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.*

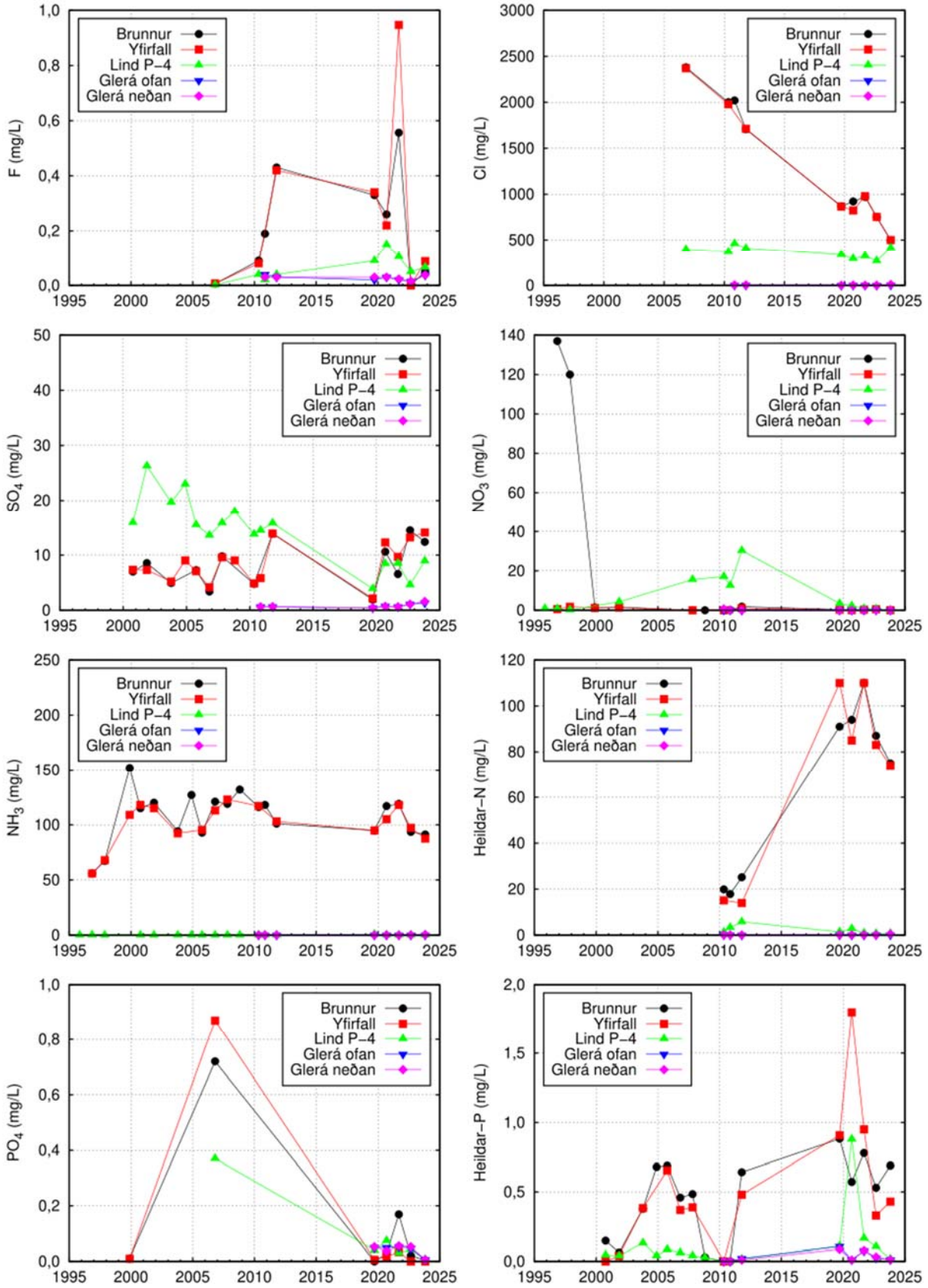
Umhverfismörk	**I**	**II**	**III**	**IV**	**V**
Súrefnisþörf (BOD)	<1,5	1,5-3	3-6	6-10	>10
Oxunarhæfni (COD)	<3	3-10	10-20	20-30	>30
Lífrænt kolefni (DOC)	<1,5	1,5-3	3-6	6-10	>10
Ammóníak (NH_3)	<0,01	<0,025	<0,10	<0,25	>0,25
Köfnunarefni (Heildar-N)	<0,3	0,3-0,75	0,75-1,5	>1,5	>2,5
Fosfat (PO_4-P)	<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 9:

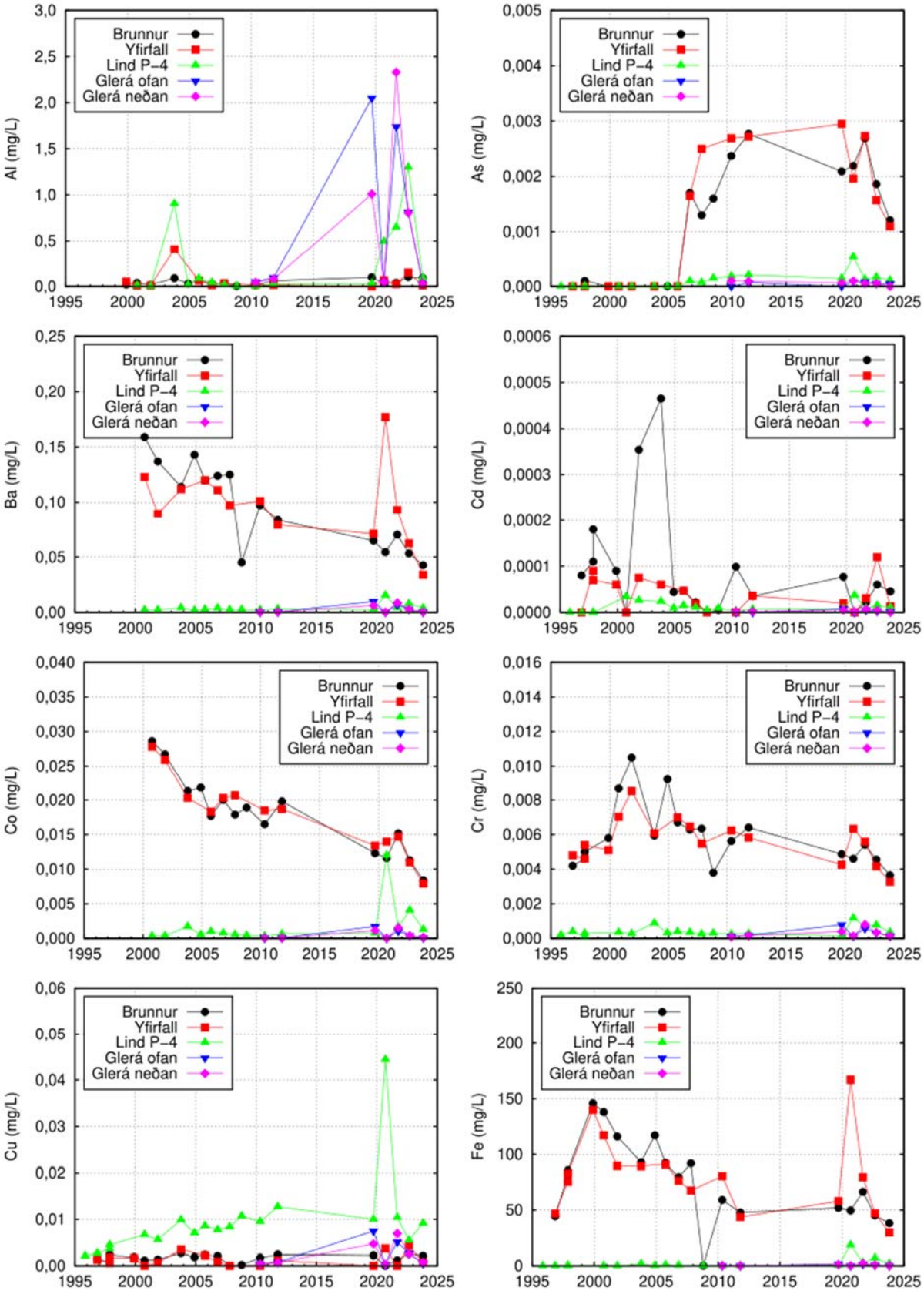
Umhverfismörk I: Næringarfátækt.
Umhverfismörk II: Lágt næringargildi.
Umhverfismörk III: Næringarefnaríkt.
Umhverfismörk IV: Næringarefnaauðugt.
Umhverfismörk V: Ofauðugt.



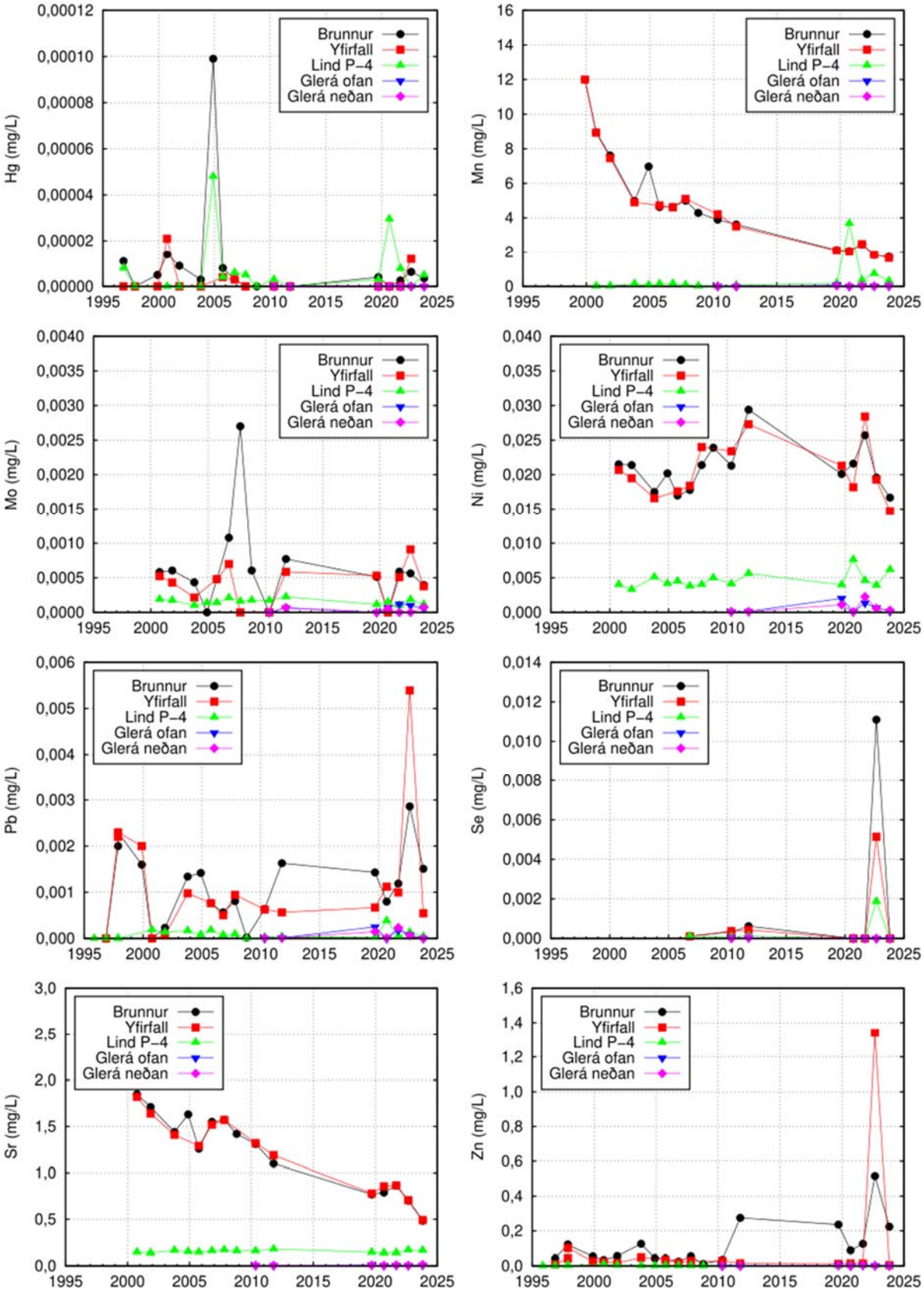
Mynd 4. *Niðurstöður mælinga á hitastigi, sýrustigi (pH), rafleiðni og oxunarhæfni, og efnagreininga á aðalmálmum (Na, K, Mg og Ca) í sýnum úr brunni, yfirfalli, lind P-4 og Glerá ofan og neðan urðunarsvæðis.*



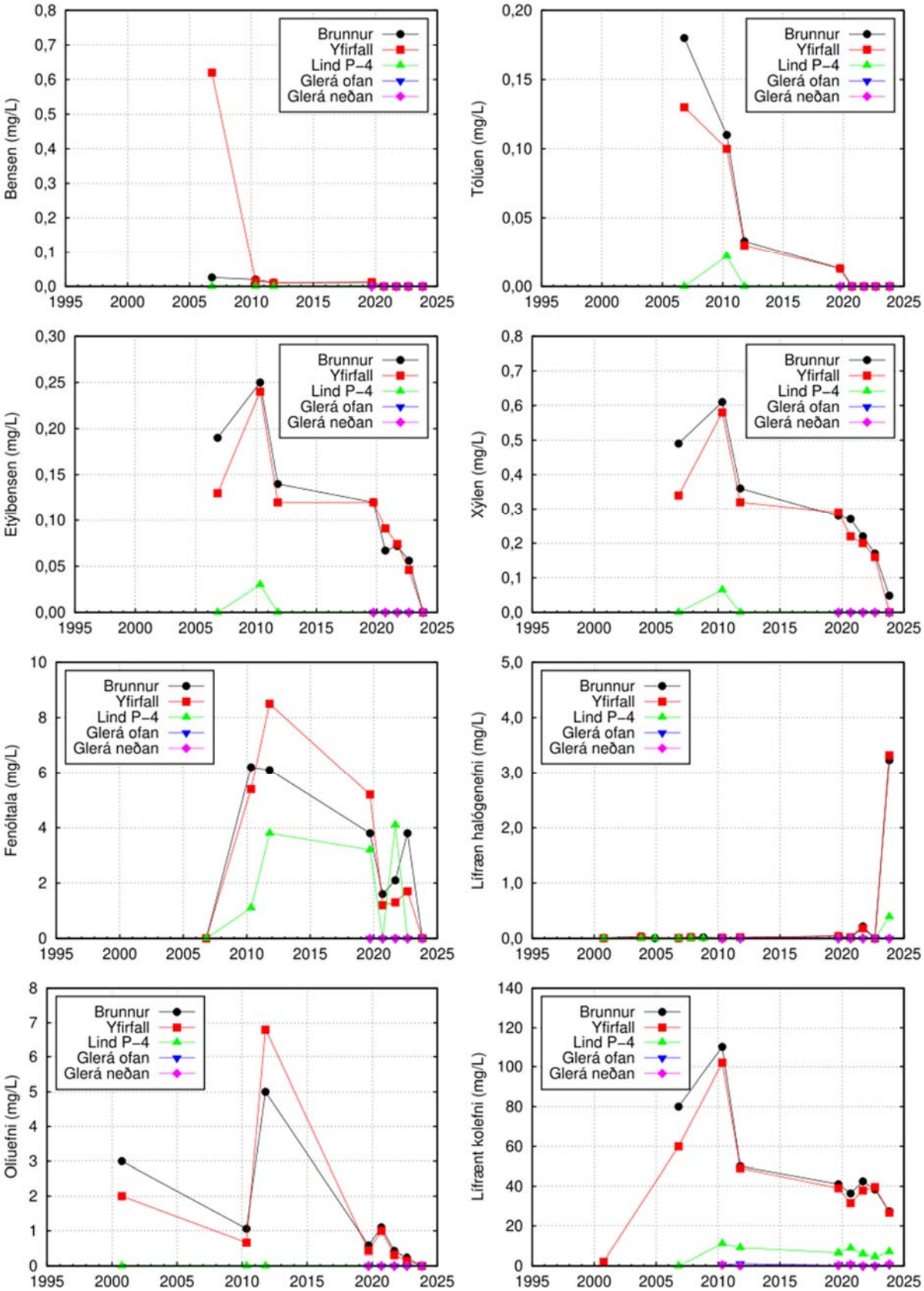
Mynd 5. *Niðurstöður efnagreininga á anjónum (F, Cl, SO_4, NO_3 og PO_4), ammóníaki (NH_3) og heildarmagni köfnunarefnis (N) og fosfórs (P) í sýnum úr brunni, yfirfalli, lind P-4 og Glerá ofan og neðan urðunarsvæðis.*



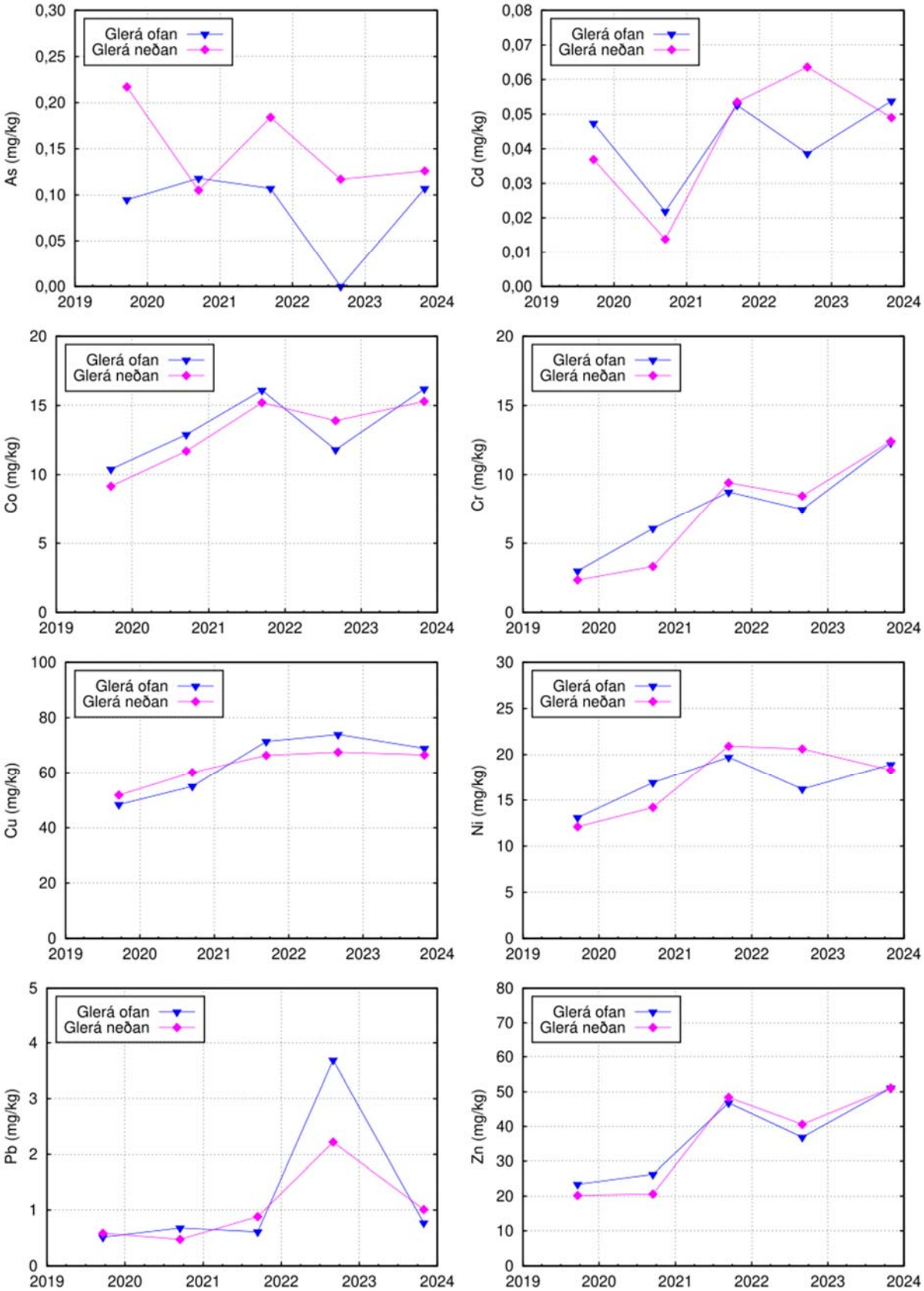
Mynd 6. *Niðurstöður efnagreininga á snefilefnum (Al, As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu og Fe) í sýnum úr brunni, yfirfalli, lind P-4 og Glerá ofan og neðan urðunarsvæðis.*



Mynd 7. *Niðurstöður efnagreininga á snefilefnum (Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Se, Sr og Zn) í sýnum úr brunni, yfirfalli, lind P-4 og Glerá ofan og neðan urðunarsvæðis.*



Mynd 8. *Niðurstöður efnagreininga á arómatískum efnum (bensen, tólúen, etýlbensen, xýlen og 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 9. *Niðurstöður efnagreininga á snefilefnum (As, Cd, Cr, Co, Cu, Ni, Pb og Zn) í setsýnum úr botni Glerár ofan og neðan urðunarsvæðis.*

4 Drónamyndataka 31. október 2023

Drónamyndir hafa verið teknar fjórum sinnum af urðunarsvæðinu á Glerárdal. Myndatakan hefur það að markmiði að kanna hæðarbreytingar á urðunarsvæðinu sem rekja má til sigs. Notaður var DJI Matrice 200 dróni ÍSOR. Fyrsta myndatakan fór fram 21.11.2018, önnur þann 27.9.2019, þriðja 14.9.2020 og sú fjórða 31.10.2023. Gerð hefur verið grein fyrir fyrri myndatökum í minnisblaði frá 25.11.2020 (Gunnlaugur M. Einarsson og Albert Þorbergsson, 2020).

Myndir frá 21. nóvember 2018

Flogið var í 100 m hæð og teknar voru 227 myndir sem svo var skeytt saman með ArcGIS PRO og Pix4d hugbúnaðinum, sem notar myndmælingu (*e. photogrammetry*) til að útbúa punktaský, hæðarlíkan og samsetta loftmynd. Þar sem flogið var í lítilli hæð fékkst mjög góð upplausn í rúmi en hver myndeining í myndkorti er 0,02 × 0,02 m á jörðu en upplausn í hæðarlíkani er 0,14 × 0,14 m í rúmi.

Myndir frá 27. september 2019

Flogið var í 100 m hæð og teknar voru 337 myndir sem svo var skeytt saman með ArcGIS PRO og Pix4d hugbúnaðinum sem notar myndmælingu (*e. photogrammetry*) til að útbúa punktaský, hæðarlíkan og samsetta loftmynd. Þar sem flogið var í lítilli hæð fékkst mjög góð upplausn í rúmi en hver myndeining í myndkorti er 0,02 × 0,02 m á jörðu en upplausn í hæðarlíkani er 0,13 × 0,13 m í rúmi.

Myndir frá 14. september 2020

Þann 14. september 2020 voru í þriðja sinn teknar loftmyndir með dróna af urðunarsvæðinu á Glerárdal. Teknar voru 327 myndir sem skeytt var saman með Pix4d-hugbúnaðinum sem einnig býr til punktaský og hæðarlíkan. Auk myndanna var að þessu sinni safnað nákvæmum hnitum af völdum stöðum á því svæði sem myndað var til að hnitsetja megi myndirnar enn nákvæmar. Upplausn loftmynda og hæðarlíkans er 0,02 8 × 0,028 m.

Myndir frá 31. október 2023

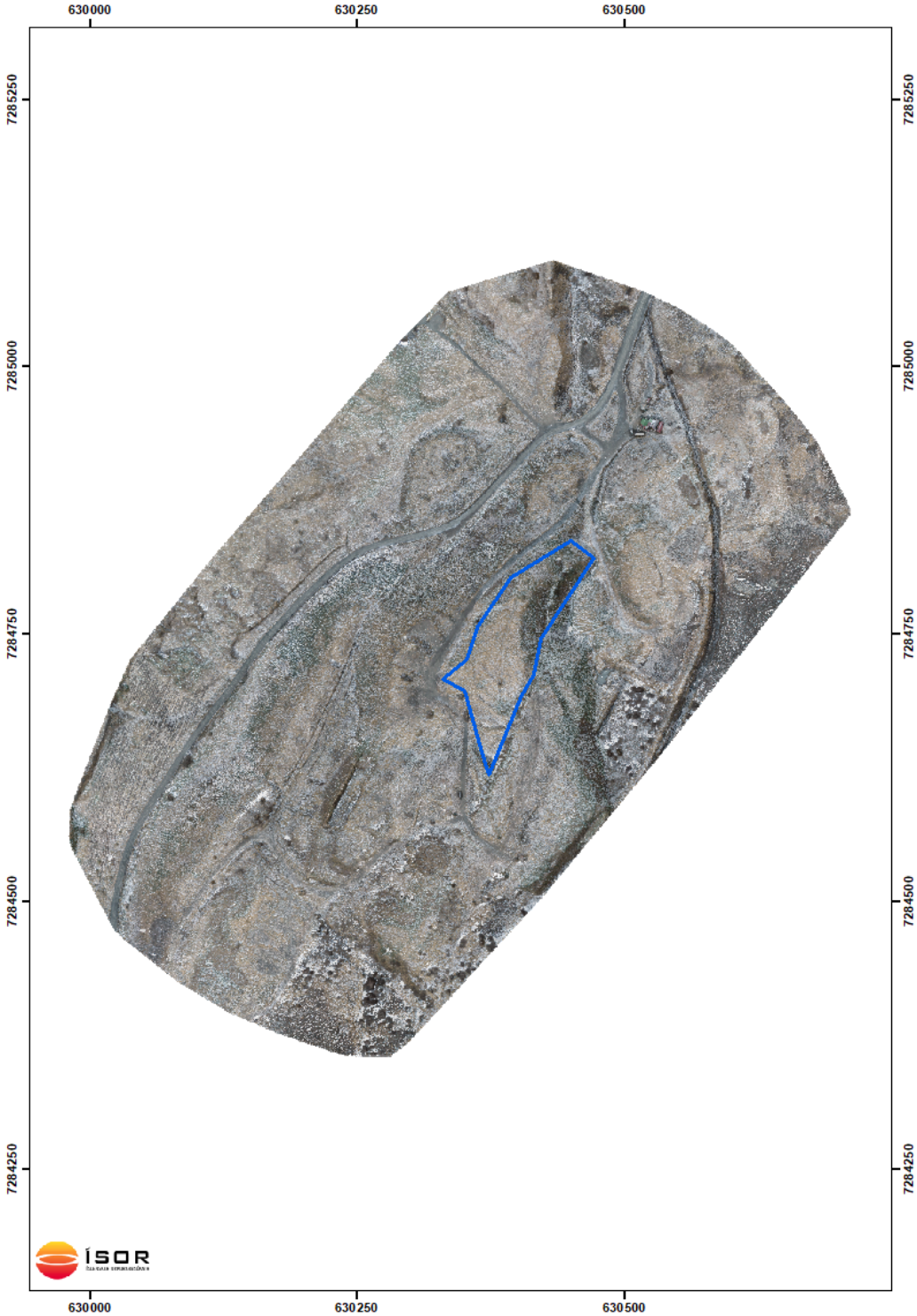
Þann 31. október 2023 voru í fjórða sinn teknar loftmyndir með dróna af sama svæði og áður. Teknar voru 340 myndir í tveimur flugum. Unnið var úr myndunum með hugbúnaðinum WebODM. Að þessu sinni er upplausn loftmynda og hæðarlíkans 0,05 × 0,05 m. Myndir 10–12 sýna þessi gögn.

Samanburður

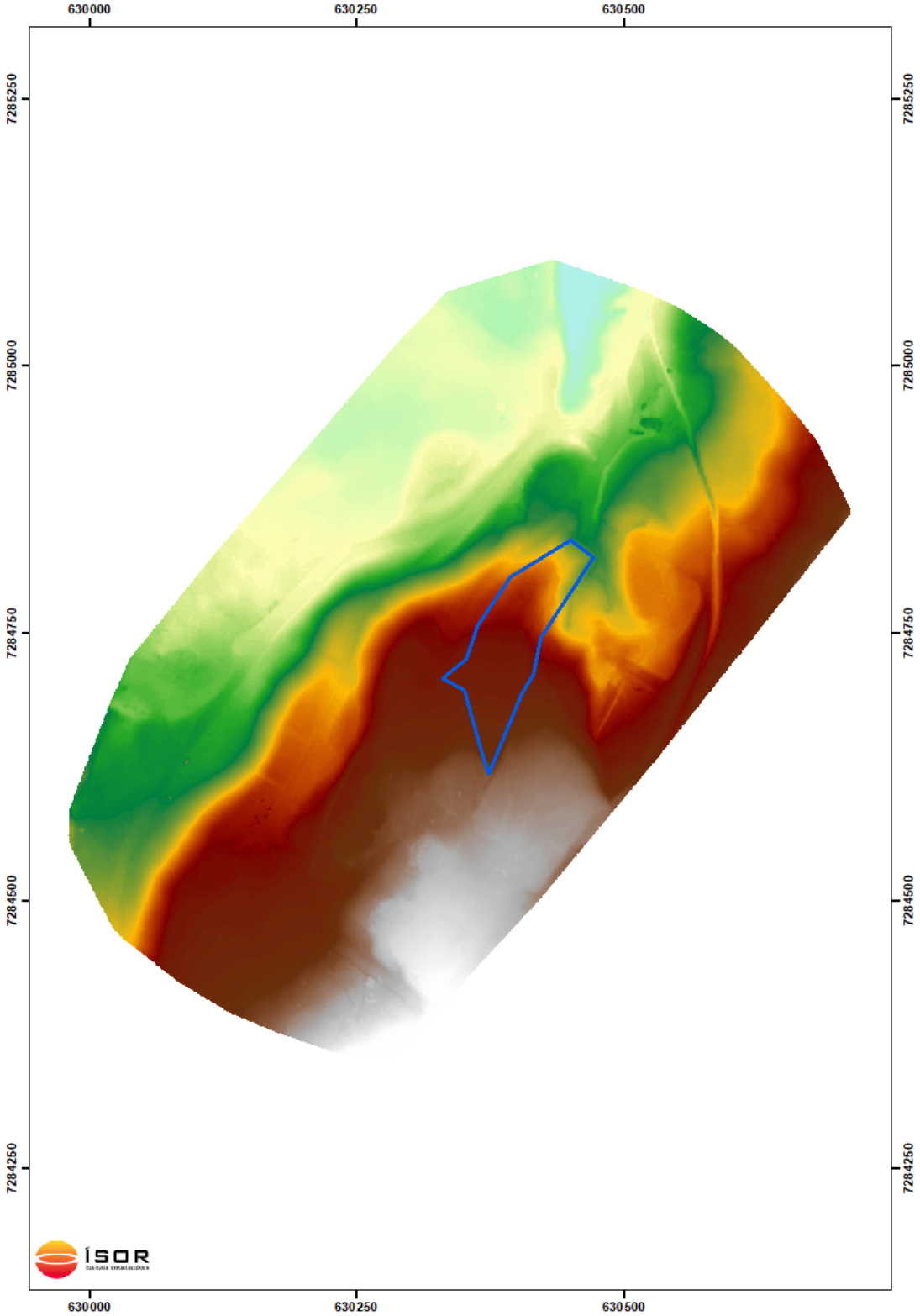
Hér eru gögnin borin saman sjónrænt. Hægt er að bera saman hæðarlíkönin mjög nákvæmlega en til þess þarf að reikna þau á sama plan. Það hefur ekki verið gert hér og því er samanburðurinn sjónrænn.

Ef gögnin frá 2023 eru borin saman sjónrænt (mynd 13) við gögn frá fyrri árum má sjá að breytingar á landslagi austan megin við urðunarsvæðið komu fram milli áranna 2018 og 2019 en þá hafði verið jafnað með tækjum og sáð í sár. Milli áranna 2019 og 2020 er ekki sjáanlegur munur á milli myndanna, nema hvað gróður virðist hafa tekið við. Nokkur áferðarmunur er á milli landslagsmyndanna á mynd 14. Myndirnar eru teknar á svipuðum árstíma en við mismunandi veðuraðstæður og skýrir það þennan áferðarmun. Þannig var frost og hrím á gróðri þegar svæðið var myndað 2023.

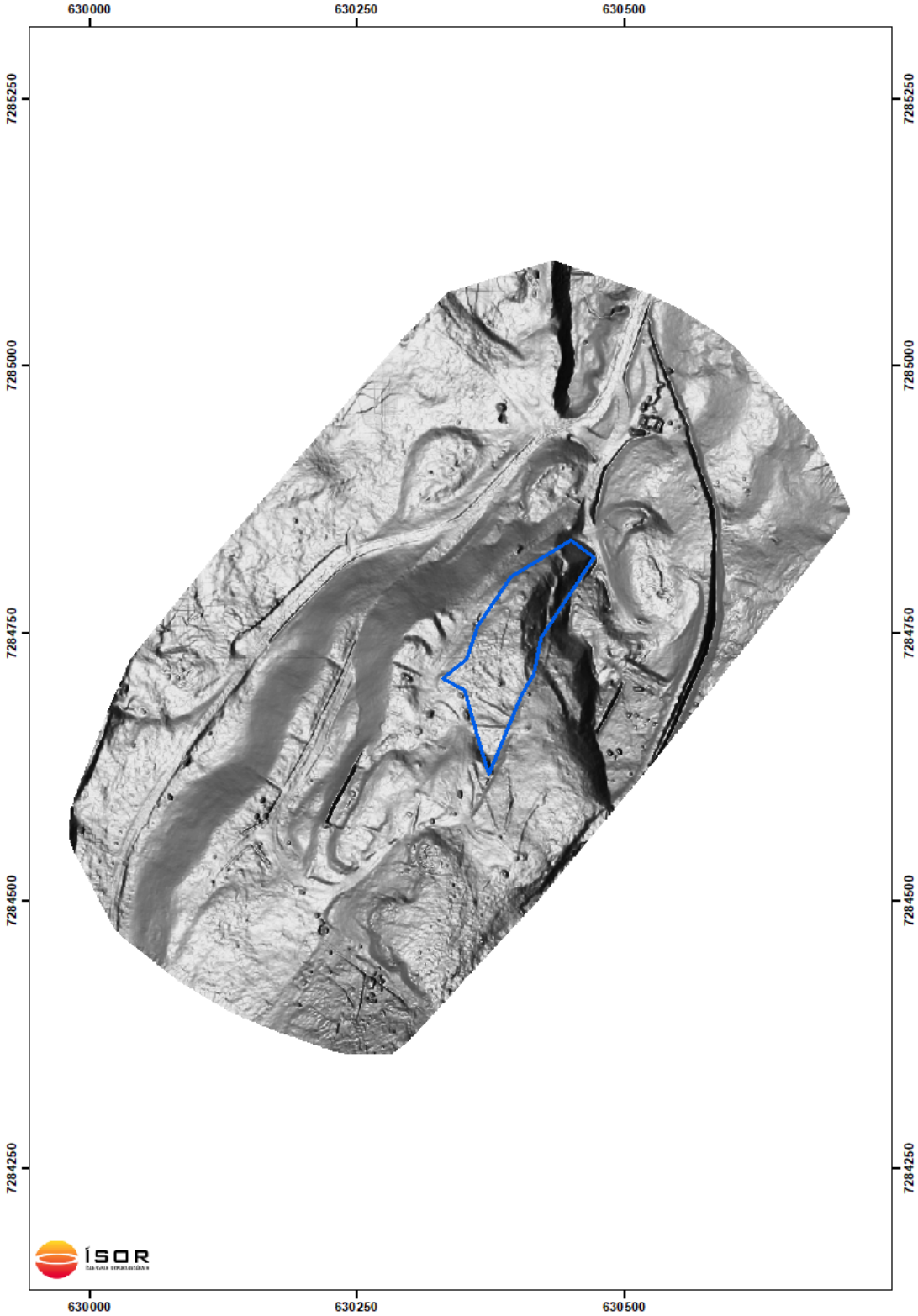
Ekkert hefur komið fram sem bendir til sigs á svæðinu.



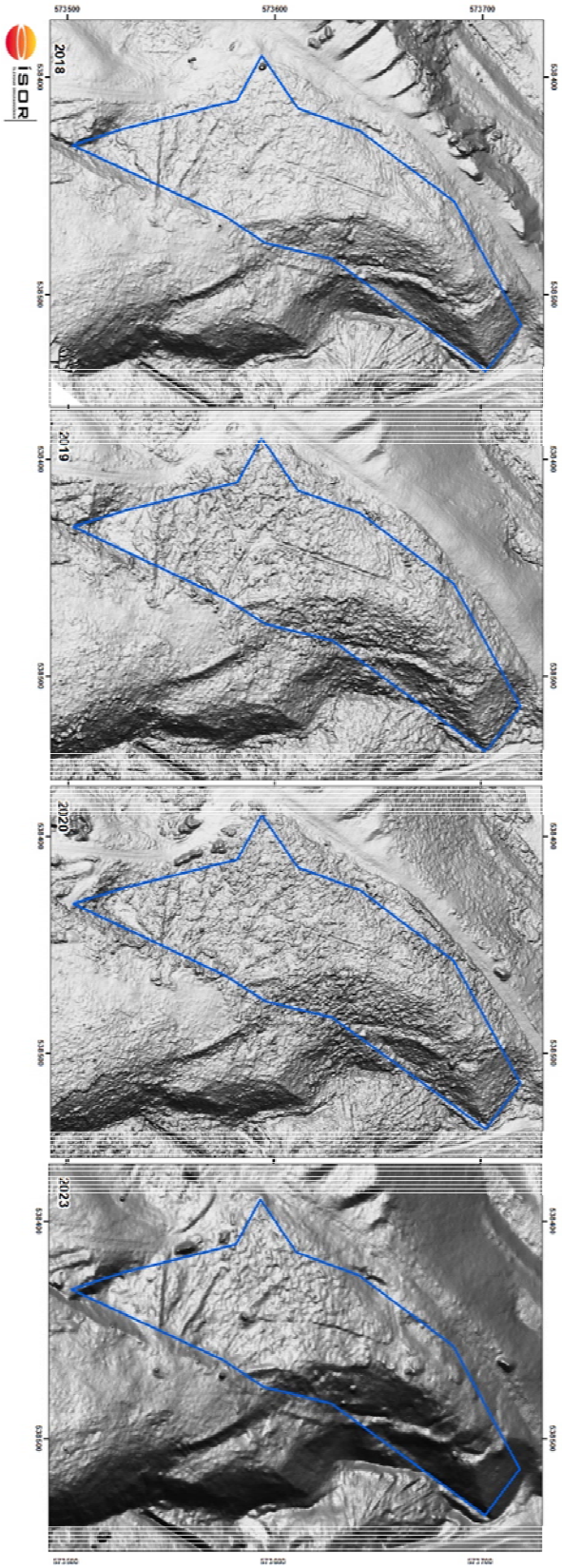
Mynd 10. *Loftmynd og hæðarlíkan fyrir allt svæðið sem var flogið yfir (stærð um 0,3 km²).*



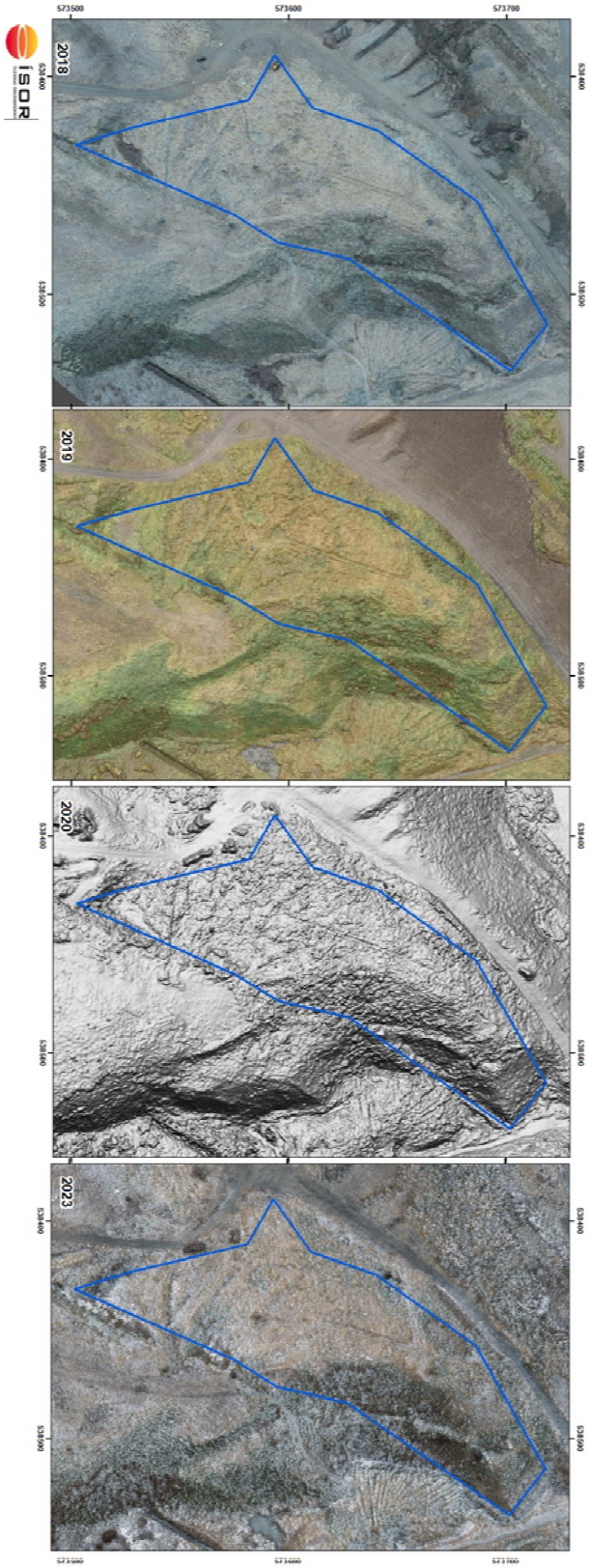
Mynd 11. *Loftmynd og hæðarlíkan fyrir allt svæðið sem var flogið yfir (stærð um 0,3 km²).*



Mynd 12. *Loftmynd og hæðarlíkan fyrir allt svæðið sem var flogið yfir (stærð 0,3 km²).*



Mynd 13. *Hæðarlíkan fyrir árin 2018, 2019, 2020 og 2023.*



Mynd 14. *Loftmyndir fyrir árin 2018, 2019, 2020 og 2023.*

5 Samantekt

Seint í október 2023 fór fram venjubundin sýnataka úr fimm sýnatökustöðum á og við urðunarsvæðið á Glerárdal. Einnig voru teknar drónamyndir til að fylgjast með landbreytingum a svæðinu. Fyrr um haustið voru gerðar mælingar á sömu sýnatökustöðum og í tveimur grunnum borholum og hefur verið gerð grein fyrir þeim niðurstöðum (Bjarni Gautason, 2023). Mælingar að vori féllu niður þetta árið.

Samanburður þessara athugana við mælingar fyrri ára sýnir að sýrustig hefur ekki breyst að ráði frá því mælingar hófust árið 1996, þótt greina megi lítilsháttar hækkun á síðustu árum. Hins vegar hefur rafleiðni og styrkur allra aðalefna og flestra snefilefna lækkað umtalsvert á þessu tímabili, og sama á við um mörg lífrænu efnanna. Engin olíuefni eða arómatísk lífræn efni mældust á sýnatökustöðum í Glerá né í lind P4 en lágur styrkur þeirra og fenóls mældist í brunni og yfirfalli. Í brunni, yfirfalli og P4 mældust einnig lífræn halógenefni (AOX) í lágum styrk. Rétt er þá að geta þess að sýnin voru nú greind hjá ALS Laboratories í Svíþjóð og er líklegt að þær styrkbreytingar sem koma fram milli ára megi rekja til lægri greiningarmarka efnagreiningaraðferðanna en áður.

Helstu breytingar milli 2022 og 2023 eru þær að styrkur flestra snefilmálma í brunni og yfirfalli lækkar lítillega milli ára. Hið sama á við um styrk flúors (F) sem hækkaði verulega í brunni og yfirfalli milli 2020 og 2021 en mælist aftur lægri 2022 og einnig 2023.

Samanburður á vatnssýnum úr Glerá ofan og neðan urðunarsvæðis sýnir að líkt og undanfarin ár er styrkur næringarefna að jafnaði svolítið hærri neðan urðunarsvæðisins en ofan þess, og sama á við um mörg aðalefnin (Na, Mg, Ca og Cl) og einnig járn (Fe) og mangan (Mn). Vart er greinanlegur marktækur munur á styrk annarra efna ofan og neðan urðunarsvæðisins.

Styrkur snefilmálma í setsýnum úr botni Glerár mælist nánast sá sami neðan við urðunarsvæðið og ofan þess.

Samanburður á drónamyndum bendir ekki til landbreytinga eða sigs á svæðinu.

6 Heimildaskrá

Bjarni Gautason (2023). *Sorpurðunarsvæðið á Glerárdal. Mælingar á hitastigi, sýrustigi og vatnsborði á sorpurðunarsvæðinu á Glerárdal haustið 2023.* Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-23071. Unnið fyrir Akureyrarbæ.

Finnbogi Óskarsson, Sigurveig Árnadóttir, Deirdre Clark, Iwona M. Galeczka og Unnur Þorsteinsdóttir (2022). *Akureyrarbær. Eftirlit með urðunarstað á Glerárdal árið 2022.* Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2022/045, 33 s. Unnið fyrir Akureyrarbæ.

Gunnlaugur E. Magnússon og Albert Þorbergsson (2020) *Drónamyndir af urðunarsvæði á Glerárdal.* Íslenskar orkurannsóknir, minnisblað 25.11.2020, 7 s. Unnið fyrir Akureyrarbæ.

Halldór Ármannsson og Magnús Ólafsson (2006*). Sampling of geothermal fluids for chemical analysis.* Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2006/016.

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. Unnið fyrir Akureyrarbæ.

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, 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.

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

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

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