



Háhitasvæðin á Þeistareykjum, í Kröflu og Námafjalli

Vöktun á yfirborðsvirkni og grunnvatni

Háhitasvæðin á Þeistareykjum, í Kröflu og Námafjalli

Vöktun á yfirborðsvirkni og grunnvatni



ÍSOR-2013/037

Verknr.: 13-0117

Ágúst 2013

Lykilsíða



Skýrsla LV nr.:	LV-2013-091	Dags:	Ágúst 2013
Fjöldi síðna: 152	Upplag: 10	Dreifing:	☒ Birt á vef LV ☒ Opin ☐ Takmörkuð til
Titill:	Háhitasvæðin á Þeistareykjum, í Kröflu og Námafjalli. Vöktun á yfirborðsvirkni og grunnvatni.		
Höfundar/fyrirtæki:	Sigurður G. Kristinsson, Þráinn Friðriksson, Magnús Ólafsson, Sveinborg Hlíf Gunnarsdóttir og Steinþór Nielsson.		
Verkefnisstjóri:	Sigurður H. Markússon f.h. LV	Magnús Ólafsson f.h. ÍSOR	
Unnið fyrir:	Unnið af Íslenskum orkurannsóknnum fyrir Landsvirkjun		

Samvinnuaðilar:

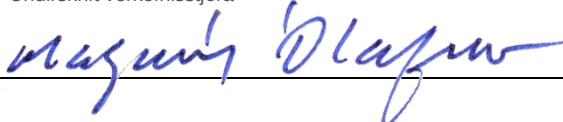
Útdráttur: Jarðhiti á Þeistareykjum, í Kröflu og Námafjalli hefur verið kortlagður og kannaður nokkrum sinnum á síðustu áratugum. Tilgangurinn er að fylgjast með breytingum á jarðhitavirkninni. Jarðhitinn er síbreytilegur af náttúrulegum ástæðum, svo sem eldvirkni og jarðhniki, en einnig vegna vinnslu vökva úr jarðhitasvæðunum. Árið 2012 voru gerðar ítarlegar rannsóknir á jarðhitavirkni á Þeistareykjum, útbreiðsla jarðhitans var kortlögð og teknar myndir m.a. með hitamyndavél. Koldíoxíðflæði um jarðveg var mælt og tekin sýni úr sex gufuaugum. Í Kröflu og Námafjalli voru einnig teknar hitamyndir af yfirborðsjarðhitunum og fáein sýni tekin úr gufuaugum á hvoru svæði og borin saman við fyrri mælingar. Grunnvatn í Mývatnssveit er kannað árlega og var svo einnig gert 2012 í þeim tilgangi að meta áhrif frá affallsvatni frá Kröflu- og Bjarnarflagsvirkjunum. Í skýrslunni er einnig gerð grein fyrir athugunum á efnasamsetningu grunnvatns í Þeistareykjasprungusveim í Kelduhverfi til að hafa til viðmiðunar í framtíðinni þegar vinnsla er hafin á Þeistareykjum. Vöktunin 2012 sýnir engar meiri háttar breytingar frá fyrri árum. Jarðhitavirknin hefur í heildina frekar dvínað á öllum svæðunum. Ásýnd jarðhitans er reyndar mjög háð veðurskilyrðum hverju sinni og vera má að vegna mikilla þurrka þegar athuganir fóru fram hafi virkni hans sýnst minni en áður. Á fáeinum jarðhitaskellum á svæðunum er þó aukning í jarðhitavirkninni. Yfirlit með efnasamsetningu grunnvatns síðustu áratugina sýnir að vatn í lindum við Mývatn og grunnvatn vestan Námafjalls hefur ekki orðið fyrir neinum áhrifum frá jarðhitavatni frá Bjarnarflagsvirkjun eða Kröfluvirkjun hvað varðar styrk arsens og áls.

Lykilorð:

Þeistareykir, Krafla, Námafjall, Bjarnarflag, Mývatnssveit, Kelduhverfi, yfirborðsvirkni, gasflæðimælingar, gufusýni, grunnvatn, hitamyndir

ISBN nr:

Samþykki verkefnisstjóra
Landsvirkjunar

Undirskrift verkefnisstjóra 	Yfirfarið af HÁ, AKM, BS
--	-----------------------------

Efnisyfirlit

1	Inngangur	11
2	Þeistareykir.....	13
2.1	Yfirborðsvirkni á Þeistareykjum	13
2.1.1	Misgengi suðvestan Randa og jarðhitinn við Hitur.....	15
2.1.2	Randir	17
2.1.3	Tjarnarás.....	21
2.1.4	Bæjarfjall.....	26
2.1.5	Ketilfjall	33
2.1.6	Niðurstöður	38
2.2	Efnasamsetning gufu úr gufuaugum á Þeistareykjum	38
2.2.1	Sýnatökustaðir á Þeistareykjum	38
2.2.2	Gufuefnagreiningar	45
2.3	Gasflæði um jarðveg á Þeistareykjum.....	51
2.3.1	Almennt um gasflæðimælingar	51
2.3.2	Gasflæðimælingar á Þeistareykjum	51
2.4	Niðurstöður gasflæðimælinga	52
3	Krafla	55
3.1	Yfirborðsvirkni í Kröflu.....	55
3.1.1	Leirbotnar.....	56
3.1.2	Leirhnjúkur	56
3.1.3	Vítismór.....	58
3.1.4	Vítissvæði.....	58
3.1.5	Hveragil.....	60
3.1.6	Vesturhlíðar Kröflu.....	61
3.1.8	Hvíthólar	64
3.1.9	Niðurstöður	64
3.2	Efnasamsetning gufu úr gufuaugum í Kröflu	65
3.2.1	Sýnatökustaðir í Kröflu.....	65
3.2.2	Gufuefnagreiningar	69
4	Námafjall	74
4.1	Yfirborðsvirkni í Námafjalli.....	74
4.1.1	Austurgrundir	75
4.1.2	Hverir	76
4.1.3	Námafjall.....	79
4.1.4	Bjarnarflag.....	83
4.1.5	Jarðbaðshólar.....	87
4.1.6	Niðurstöður	87
4.2	Efnasamsetning gufu úr gufuaugum í Námafjalli	87
4.2.1	Sýnatökustaðir.....	87

4.2.2 Niðurstöður efnagreininga.....	92
5 Vöktun grunnvatns í Mývatnssveit og Kelduhverfi	96
5.1 Mývatnssveit.....	97
5.2 Kelduhverfi	108
6 Helstu niðurstöður.....	112
6.1 Þeistareykir	112
6.2 Krafla.....	112
6.3 Námafjall	113
6.4 Eftirlit með grunnvatni.....	113
6.4.1 Mývatnssveit	113
6.4.2 Kelduhverfi.....	113
7 Heimildir	114
Viðauki 1: Yfirborðsathuganir á Þeistareykjum 2012.....	118
Viðauki 2: Niðurstöður gasflæðimælinga um jarðveg á Þeistareykjum	133
Viðauki 3: Eldri gufuefnagreiningar	146
Viðauki 4: Kort: Þeistareykir - Krafla - Námafjall	150

Töflur

Tafla 1. Sýnatökustaðir á Þeistareykjum.....	40
Tafla 2. Efnasamsetning gufusýna frá Þeistareykjum 2012.....	46
Tafla 3. Sýnatökustaðir í Kröflu.	65
Tafla 4. Efnasamsetning gufusýna frá Kröflu 2012.	70
Tafla 5. Sýnatökustaðir í Námafjalli	87
Tafla 6. Efnasamsetning gufusýna frá Námafjalli 2012.....	93
Tafla 7. Umhverfismörk fyrir málma í yfirborðsvatni til verndar lífríki.....	98
Tafla 8. Niðurstöður efnagreininga á affallsvatni og vatni úr borholum, gjám og lindum í Mývatnssveit í júní 2012. Styrkur er í mg/L.	101
Tafla 9. Niðurstöður efnagreininga á affallsvatni og vatni úr borholum, gjám og lindum í Mývatnssveit í október 2012.....	103
Tafla 10. Niðurstöður efnagreininga á sýnum úr gjám og lindum í Kelduhverfi haustið 2012.	111

Myndir

Mynd 1. Yfirlitskort yfir þau svæði sem fjallað er um í þessari skýrslu.	12
Mynd 2. Jarðhitakort af Þeistareykjum frá 2007 með kortlagningu 2012 til samanburðar.....	14
Mynd 3. Gufueimur kemur upp úr N-S misgengi sem liggur samsíða veginum að holum ÞG-8 og ÞG-2 vestast á svæðinu.	15
Mynd 4. Hitur: Heit gufa kemur upp á litlu svæði í hrauninu um 400 m sunnan við ÞG-8.	16
Mynd 5. Ummyndunarsvæði um 2 km norðan við Hitur og 500 m NA af ÞR-7.	17

Mynd 6. Dæmigerður jarðhiti á Röndum norðvestan við Bæjarfjallið	18
Mynd 7. Meginþorri leirhvera á Röndum sumarið 2012 var vatnslítill og þurr.....	18
Mynd 8. Randir séðar ofan af Bæjarfjalli. Lambafjöll í baksýn.	19
Mynd 9. Sunnarlega á jarðhitasvæðinu á Röndum einkennist jarðhitavirkni af ljósum leirskellum.	19
Mynd 10. Syðsti hluti Tjarnaráss um 250 m frá Bæjarfjalli.....	22
Mynd 11. Tjarnarás; horft til norðurs.	23
Mynd 12. Tjarnarás norðanverður um 1500 m norðvestan við Bæjarfjall, horft til suðurs.....	23
Mynd 13. Yfirlitsmynd af Tjarnarási og svæðinu norðvestan við Bæjarfjall	24
Mynd 14. Jarðhitinn í norðanverðu Bæjarfjalli kemur aðallega fram á tveimur línun með N-S stefnu.....	27
Mynd 15. Jarðhitinn á eystri línunni í norðanverðu Bæjarfjalli einkennist af mikilli ummyndun í leir og fjölda gufu-, leir- og brennisteinshvera.....	27
Mynd 16. Jarðhitinn í norðanverðu Bæjarfjalli og á grundinni fyrir framan fjallið.....	29
Mynd 17. Brennisteinshverir á Neðri-Bóndhól. Bóndhólsskarð í baksýn.	29
Mynd 18. Sléttan fyrir neðan Neðri-Bóndhól. Parna er töluverð gufu- og leirhveravirkni.	30
Mynd 19. Neðri-Bóndhóll og sléttan norðvestan við hann.	30
Mynd 20. Svæðið 150 m norðan við Neðri-Bóndhól.....	31
Mynd 21. Jarðhiti í vesturhlíð Ketilfjalls.	34
Mynd 22. Áberandi brennisteinsútfellingar á jarðhitasvæðinu í vestanverðri hlíð Ketilfjalls.	34
Mynd 23. Guflu- og leirhverir (tveir stórir leirhverir) rétt norðan holu ÞG-7.....	35
Mynd 24. Gömul og kulnuð ummyndun og hiti í jörðu (<50°C) rétt utan við mesta jarðhitann norðan borteigs.....	35
Mynd 25. Brennisteinspúfur og mikil ummyndun sem einkennist af rauðum og ljósum leir á sléttum vestan Ketilfjalls.....	36
Mynd 26. Jarðhiti rétt sunnan við borteig ÞG-3, ÞG-6 og ÞG-7.....	36
Mynd 27. Sölnandi gróður er merki um að jarðhitavirknin sé að breytast eða færast.	37
Mynd 28. Volgar lindir í hlíðarfæti Ketilfjalls. Mesti hiti er 37,5°C.....	37
Mynd 29. Gufuaugu á Þeistareykjum.....	39
Mynd 30. Sýnataka úr auga Þ G-101 sunnan við skálann á Þeistareykjagrundum.	41
Mynd 31. Sýnataka úr gufuauga Þ G-102 í hlíðum Ketilfjalls.....	41
Mynd 32. Sýnataka úr gufuauga Þ G-103 syðst á Tjarnarási.....	42
Mynd 33. Sýnataka úr gufuauga Þ G-103 syðst í Tjarnarási nærri Bæjarfjalli.....	42
Mynd 34. Horft yfir leirflag norðan Neðra-Bóndhóls.	43
Mynd 35. Sýnataka úr gufuauga Þ G-105 við vesturjarðar ummyndunarsvæðisins á Röndum vestan Bæjarfjalls.	43
Mynd 36. Undirbúningur sýnatöku úr auga Þ G-105.	44
Mynd 37. Jarðefnafræðingur stendur vinstra megin við gufuauga Þ G-106.	44
Mynd 38. Styrkur CO ₂ í guflu frá gufuaugum á Þeistareykjum.....	47
Mynd 39. Styrkur H ₂ S í guflu frá gufuaugum á Þeistareykjum.	48
Mynd 40. Styrkur H ₂ í guflu frá gufuaugum á Þeistareykjum.....	48
Mynd 41. Styrkur N ₂ í guflu frá gufuaugum á Þeistareykjum.....	49
Mynd 42. Súrefnissamsættuhlutföll í guflu frá gufuaugum á Þeistareykjum.	50

Mynd 43. Vetrissamsætuhlutföll í gufu frá gufuaugum á Þeistareykjum.	50
Mynd 44. Niðurstöður mælinga á gasflæði um jarðveg á Þeistareykjum í ágúst 2012.	53
Mynd 45. Gasflæði um jarðveg og jarðvegshitastig á Þeistareykjum í ágúst 2012.	54
Mynd 46. Jarðhitakort af Kröflu.	55
Mynd 47. Leirhnjúkur. Hveravirkni er einna mest við hnjúkinn austanverðan.	57
Mynd 48. Gufuvirkni í gossprungunni frá Kröflueldum 1975–1984. Leirhnjúkur í baksýn.	57
Mynd 49. Jarðhitinn norðan við Víti einkennist af ummynduðum leir- og gufuaugum í heitum skellum.	59
Mynd 50. Yfirlitsmynd af Tviburavötnum.	59
Mynd 51. Litla-Víti	60
Mynd 52. Virkni á móts við Litla-Víti. Mikill hiti (70–98°C) en lítil gufa.	60
Mynd 53. Ummyndun og hveravirkni í Hveragili ofanverðu. Horft til norðurs.	61
Mynd 54. Hitaskellur í Hveragili.	61
Mynd 55. Yfirlitsmynd af vesturhlíðum Kröflu tekin af vesturbarmi Hveragils.	61
Mynd 56. Gufuvirkni við Hvíthóla.	64
Mynd 57. Gufuaugu í Kröflu	66
Mynd 58. Leirhnjúkur.	67
Mynd 59. Sýntaka úr gufuauga K G-101. Horft til norðausturs.	68
Mynd 60. Gufuauga K G-102 í suðurhlíðum Kröflu.	68
Mynd 61. Gufusýntaka í undirbúningi við gufuauga K G-103 við Tviburavötn	69
Mynd 62. Styrkur CO ₂ í gufu frá gufuaugum í Kröflu frá 1978–2012.	71
Mynd 63. Styrkur H ₂ S í gufu frá gufuaugum í Kröflu frá 1978–2012.	72
Mynd 64. Styrkur H ₂ í gufu frá gufuaugum í Kröflu frá 1978–2012.	73
Mynd 65. Styrkur N ₂ í gufu frá gufuaugum í Kröflu frá 1978–2012.	73
Mynd 66. Jarðhitakort af Námafjallssvæðinu frá 2010.	74
Mynd 67. Hverir og jarðhitinn á Austurgrund. Myndin er tekin af Mið-Kollu.	77
Mynd 68. Jarðhitaskellurnar á Austurgrund í forgrunni en austurhlíð Námafjalls myndar bakgrunn og gnæfir Mið-Kolla hæst til vinstri með Syðri- og Ytri-Kolla beggja vegna.	77
Mynd 69. Námafjall. Horft ofan af Mið-Kollu til norðurs.	79
Mynd 70. Námafjall. Horft til norðurs frá Syðri-Kollu.	80
Mynd 71. Námafjall. Horft til vesturs.	80
Mynd 72. Námafjall. Horft til norðurs frá Ytri- Kollu.	81
Mynd 73. Gil austan við „Gamla bakaríið“ og norðan við holu B-9	84
Mynd 74. Ofan við „Gamla bakaríið“ er töluverð virkni sem einkennist af heitri jörð (>90°C) með gufu og brennisteini.	84
Mynd 75. Gufuaugu í Námfjalli og Bjarnarflagi.	88
Mynd 76. Sýntaka úr gufuauga N G-101 á norðanverðum hrygg Námafjalls.	89
Mynd 77. Jarðefnafræðingur sýslar við gufuauga N G-102 ofarlega í gili í Námafjalli austanverðu. Horft til suðvesturs.	90
Mynd 78. Sýntaka úr gufuauga N G-102. Horft til austurs til Jörundar.	90
Mynd 79. Jarðefnafræðingur undirbýr sýnatöku úr gufuauga N G-103. Horft til suðurs. S	91
Mynd 80. Sýntaka úr gufuauga N G-103. Horft norður eftir gili.	91

Mynd 81. Styrkur CO ₂ í gufu frá gufuaugum í Námafjallssvæði frá 1995–2012.....	94
Mynd 82. Styrkur H ₂ S í gufu frá gufuaugum í Námafjallssvæði frá 1995–2012.	95
Mynd 83. Styrkur H ₂ í gufu frá gufuaugum í Námafjallssvæði frá 1995–2012.	95
Mynd 84. Styrkur N ₂ í gufu frá gufuaugum í Námafjallssvæði frá 1995–2012.	96
Mynd 85. Sýnatökustaðir í Mývatnssveit.....	100
Mynd 86. Styrkur arsens í sýnum af affallsvatni og af vatni úr LUD-4 frá árunum 1997–2012 ásamt umhverfismörkum I og II.....	105
Mynd 87. Styrkur arsens í vatni úr holum AB-2 og LUD-4 og lindum við Mývatn frá árinu 1997–2012 ásamt umhverfismörkum I og II.....	105
Mynd 88. Styrkur arsens í lindum við Mývatn og í vatni úr holum AB-2, LUD-2 og LUD-3 á árunum 1997–2012 ásamt umhverfismörkum I.	106
Mynd 89. Styrkur arsens í vatni frá skiljustöð í Kröflu og úr holu LUD-4 á árunum 2001–2012 ásamt skekkjumörkum greininga.	106
Mynd 90. Styrkur áls í affallsvatni og LUD-4 og AB-2 á árunum 1997–2012 ásamt tillögum Löfgren og Lydersen (2002) fyrir umhverfismörk fyrir lax/skálga (I) og silung/aborra (II).....	107
Mynd 91. Styrkur áls í vatni linda við Mývatn og holum AB-2, LUD-2 og LUD-3 á árunum 1997–2012 ásamt tillögum Löfgren og Lydersen (2002) fyrir umhverfismörk fyrir lax/skálga (I) og silung/aborra (II).	107
Mynd 92. Sýnatökustaðir í Kelduhverfi haustið 2012.	109
Mynd 93. Styrkur arsens í vatni úr lindum í Kelduhverfi frá árinu 2007–2012 ásamt umhverfismörkum I.....	110
Mynd 94. Styrkur áls í vatni úr lindum í Kelduhverfi frá árinu 2007–2012 ásamt umhverfismörkum I og II.	110

Hitamyndir 1. Myndirnar eru teknar ofan af Bæjarfjalli vestanverðu	20
Hitamyndir 2. Framhald af Röndum og Tjarnarás í framhaldi af Röndum til norðurs	21
Hitamyndir 3. Efstu myndirnar sýna syðsta hluta Tjarnaráss niðri á sléttunni.	25
Hitamyndir 4. Norðurhlíð Bæjarfjalls.....	28
Hitamyndir 5. Jarðhitinn norðan við Bæjarfjall.....	32
Hitamyndir 6. Jarðhitinn í austanverðum Leirhnjúk.....	58
Hitamyndir 7. Vesturhlíðar Kröflu.	62
Hitamyndir 8. Suðurhlíðar Kröflu.	63
Hitamyndir 9. Austurgrundir	75
Hitamyndir 10. Hverir séðir ofan af Mið-Kollu Námafjalls.	76
Hitamyndir 11. Jarðhitinn í Námafjalli austanverðu og á Hverum	78
Hitamyndir 12. Jarðhitinn ofan á Námafjalli.....	82
Hitamyndir 13. Vesturhlíð Námafjalls. Jarðhitinn er einna mestur efst í fjallinu.....	83
Hitamyndir 14. Myndir teknar frá Syðri-Námakollu til vesturs.....	85
Hitamyndir 15. Myndir teknar frá Jarðbaðshólum í átt að gufuaflstöðinni (til norðurs) í Bjarnarflagi og svo til austurs upp í Krummaskarð og þá í átt að vesturhlíðum Námafjalls.....	86

1 Inngangur

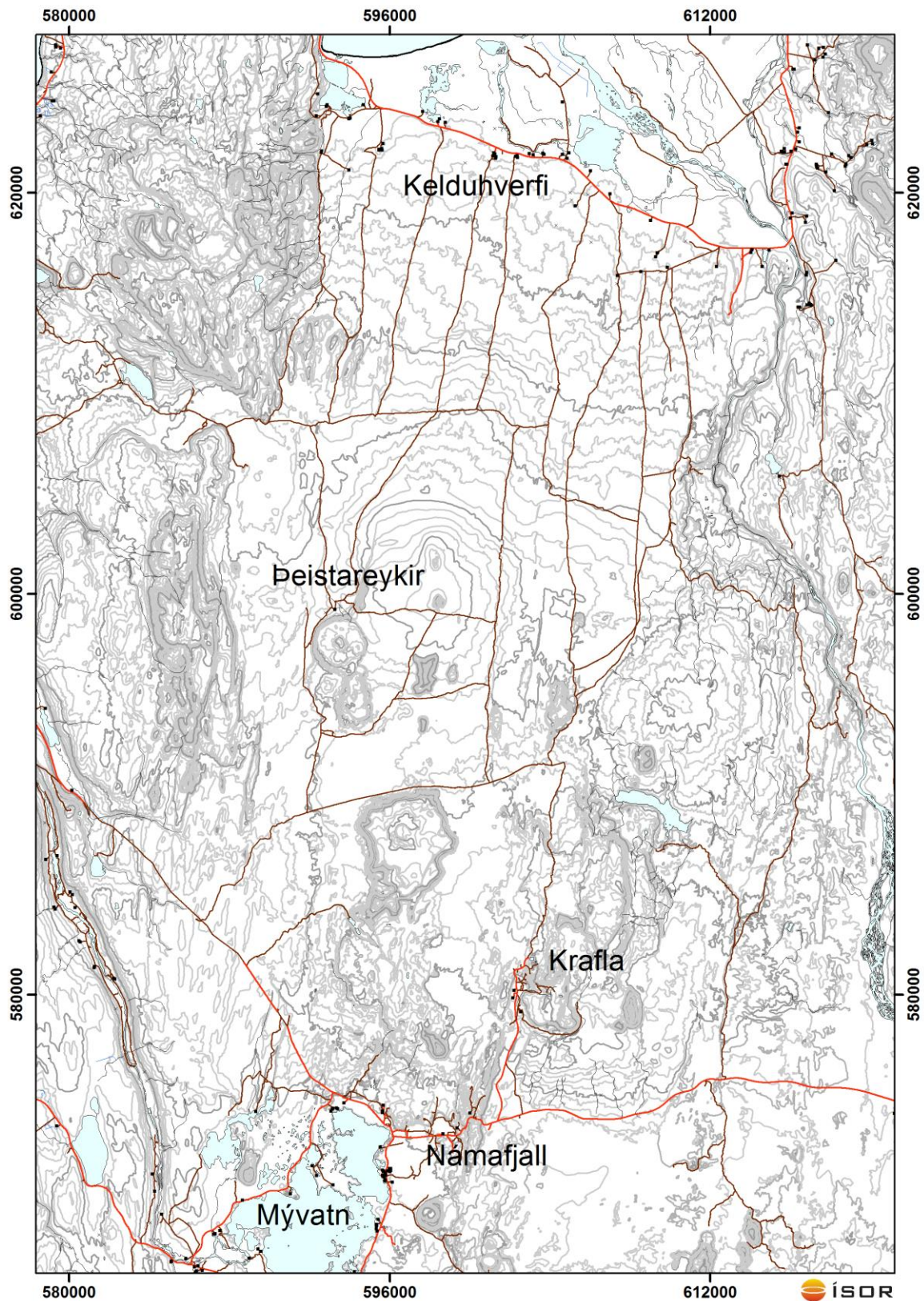
Í þessari skýrslu er greint frá athugunum á yfirborðsvirkni jarðhitans á þremur jarðhitasvæðum á Norðausturlandi, þ.e. Þeistareykjum, Kröflu og Námafjalli, sem og vöktun grunnvatns í Mývatnssveit og Kelduhverfi á árinu 2012 (mynd 1). Niðurstöður ársins 2012 eru bornar saman við eldri athuganir á svæðunum sem ná mislangt aftur í tímann eftir atvikum. Tilgangurinn er að kortleggja virknina og fylgjast með þeim breytingum sem hafa orðið á jarðhitavirkni og efnasamsetningu grunnvatns á þessum svæðum undanfarin ár og áratugi hvort heldur sem er af náttúrulegum orsökum eða af völdum jarðhitanýtingar. Niðurstöðurnar leggja síðan grunn að frekara eftirliti til framtíðar.

Sumarið 2012 voru gerðar ítarlegar athuganir á jarðhitavirkni á Þeistareykjum en yfirferð í Kröflu og Námafjalli var lauslegri. Jarðhitastaðir á Þeistareykjum voru skoðaðir og þeim lýst, gerðar hitamælingar og teknar myndir með hitanæmri myndavél sem nemur innrauða geislun. Hitamyndir voru einnig teknar af jarðhitavirkni í Kröflu og Námafjalli og athuganir gerðar á helstu jarðhitastöðum. Í öllum tilfellum var leitast við bera virknina saman við eldri lýsingar.

Gufusýni voru tekin úr gufuaugum á jarðhitasvæðunum þremur og efnasamsetning gufu borin saman við eldri efnagreiningar frá sömu slóðum. Efnasamsetning gufu stjórnast m.a. af hitastigi í jarðhitakerfinu og langtímabreytingar á gufunni gefa því vísbendingar um þróun hita í kerfunum. Þá komu fram miklar breytingar á gufusamsetningu í tengslum við elds-umbrotin í Kröflu, sem enn eimir eftir af, og er markmið eftirlitsins með efnasamsetningu gufu einnig að fylgjast með því hvernig þeim breytingum vindur fram.

Gasflæði um jarðveg var mælt á Þeistareykjum sumarið 2012 en slíkar mælingar hafa áður verið gerðar í Kröflu og Námafjalli. Gasflæði frá jarðhitakerfum gefur vísbendingar um virkni kerfanna, þ.e. hversu mikil gufa myndast í þeim. Gasflæðimælingar eru sérstaklega heppilegar til eftirlits af þessu tagi þar sem auðvelt er að bera þær saman milli ára.

Gerðar voru mælingar á efnasamsetningu grunnvatns í Mývatnssveit og affallsvatni frá virkjunum í Kröflu og Bjarnarflagi í þeim tilgangi að kanna áhrif frá affallsvatni á grunnvatnið. Þá er einnig greint frá niðurstöðum samskonar vöktunar á grunnvatni í Kelduhverfi en þær eru gerðar til að leggja grunn að eftirliti með áhrifum áætlaðrar virkjunar á Þeistareykjum á grunnvatn. Vöktun á grunnvatni í Mývatnssveit hefur farið fram í núverandi mynd frá árinu 2003 og í Kelduhverfi frá 2007. Niðurstöður ársins 2012 eru bornar saman við eldri niðurstöður.



Mynd 1. Yfirlitskort yfir þau svæði sem fjallað er um í þessari skýrslu.

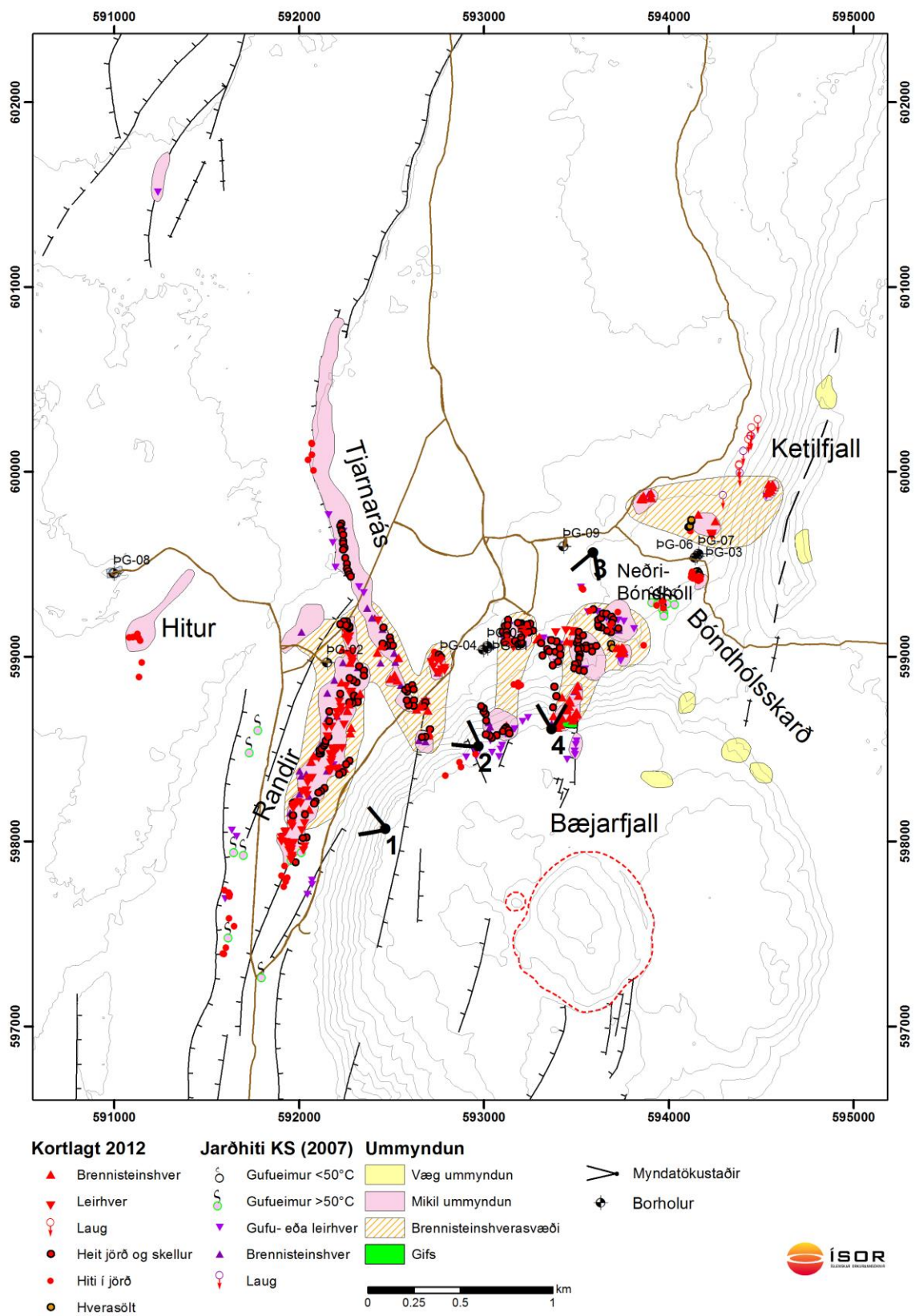
2 Þeistareykir

2.1 Yfirborðsvirkni á Þeistareykjum

Á Þeistareykjum hefur áður verið gerð úttekt á yfirborðsvirkninni og birtust niðurstöðurnar í skýrslu Orkustofnunar frá 1984 (Gestur Gíslason o.fl., 1984). Einnig gerði Kristján Sæmundsson jarðfræðiyfirlit árið 2007 þar sem jarðhitakort af svæðinu var uppfært frá 1984 (Kristján Sæmundsson, 2007) og er kort Kristjáns notað sem grunnur í þessari skýrslu.

Á Þeistareykjum var farið yfir allt svæðið á tímabilinu 9.–13. ágúst 2012, þar sem jarðhitavirkni á yfirborði hefur áður verið getið, jarðhitenum lýst og hann flokkaður með sama hætti og á korti Kristjáns Sæmundssonar (2007). Jarðhitasvæðinu á Þeistareykjum er skipt upp í eftirfarandi undirsvæði: Hitur, Randir, Tjarnarás, Bæjarfjall og Ketilfjall (sjá mynd 2). Hiti var mældur í gufuaugum, hverum og jarðhitaskellum sem og á ummynduðum svæðum til að staðfesta virkan jarðhita á öllum stöðunum. Einnig voru teknar myndir með hitanæmri myndavél af jarðhitastöðunum. Hitamyndir af jarðhitenum voru teknar seint að kvöldi eða á nóttunni til að sía frá sólaráhrif dagsins og sýna myndirnar vel dreifingu jarðhitans. Hitamyndirnar voru teknar á FLIR ThermoCAM T-360 myndavél sem nemur innrauða geislun.

Vert er að taka með í reikninginn að sumarið 2012 var mjög þurrt og hafði ekki rignt í margar vikur þegar feltvinnan fór fram. Því er ljóst að ásýnd margra hverasvæðanna var önnur en hún er að öllu jöfnu. Á mynd 2 má sjá þau jarðhitafyrirbæri sem kortlögð voru árið 2012 í samanburði við kort Kristjáns Sæmundssonar frá 2007. Staðsetning og stefna myndatöku-staða með hitamyndavél er einnig sýnd á mynd 2. Allar athuganir á einstökum jarðhita-stöðum sem gerðar voru á Þeistareykjum 2012 er að finna í töflu V-1 í viðauka 1 þessarar skýrslu ásamt hnitum staðanna. Upphaflega stóð til að mæla snjóafbræðslu á svæðinu í fyrstu snjóum að hausti en það tókst ekki vegna gríðarlegs fannfergis strax í byrjun september 2012.



Mynd 2. Jarðhitakort af Þeistareykjum frá 2007 með kortlagningu 2012 til samanburðar.

2.1.1 Misgengi suðvestan Randa og jarðhitinn við Hítur

Gufueimur kemur upp úr misgengi með N-S stefnu sem liggur vestan og samsíða veginum sem liggur að holum ÞG-8 og ÞG-2. Syðstu jarðhitaummerki eru nærri gatnamótunum þar sem vegur af Hólasandi skiptist annars vegar til Bæjarfjalls og hinsvegar að holum ÞG-8 og ÞG-2 (mynd 2). Hitinn í syðsta gufuuppstreyminu var um 54°C og lagði þar upp lyktarlausa gufu sem líklegast á uppruna sinn í heitu og jafnvel sjóðandi grunnvatni. Næstu 300 m til norðurs mátti fylgja misgenginu og hitanum eftir. Eftir því sem norðar dregur lækkar misgengisstallurinn en ummyndun eykst og hitinn hækkar. Hitinn fór mest upp í 90,5°C. Þessi virkni fjarar út á móts við virknina í Röndum sem er undir norðvestanverðu Bæjarfjalli. Það má sjá glitta í heita bletti á misgenginu vestan Randa í bakgrunni á nokkrum hitamyndum af Röndum (sjá hitamyndir 1).



Mynd 3. Gufueimur kemur upp úr N-S misgengi sem liggur samsíða veginum að holum ÞG-8 og ÞG-2 vestast á svæðinu. Misgengið er með austurfalli en á myndinni er horft til suðurs. Misgengisstallurinn sést vel frá veginum meðfram Bæjarfjalli.

Norðvestar, eða sunnan við borholu ÞG-8, eru nokkur lítil hitasvæði í hrauninu, kennd við Hitur, þar sem heit, lyktarlaus gufa streymir upp til yfirborðs (mynd 2). Hitinn er víðast hvar um 40–70°C en mældist hæstur 75°C á tveimur stöðum (mynd 4). Væg ummyndun er á hluta svæðisins. Á jarðhitakorti Gests Gíslasonar og fl. (1984) er sýnd samfelld snjóafbræðsla frá misgengisstallinum vestan við Randir að jarðhitanum í Hitum en ekki sáust nein ummerki um hita á þessum slóðum sumarið 2012. Fróðlegt væri að kanna aftur hvernig snjóafbræðsla er á svæðinu og bera saman við það sem sýnt er á kortinu frá 1984. Reyndar stóð til að gera snjóafbræðslukort af svæðinu haustið 2012 en vegna fannfergis strax í septemberbyrjun varð ekkert úr því.



Mynd 4. Hitur: Heit gufa kemur upp á litlu svæði í hrauninu um 400 m sunnan við ÞG-8. Hæstur hiti, um 75°C, var mældur í hraunkolli.

Um tveimur kílómetrum norðan við Hitur (sjá mynd 2) er ummyndunarblettur sem var merktur heitur (snjóafbræðsla og gufa <90°C) á korti frá 1984 en gufu- eða leirhver á korti frá 2007. Á þessum stað mældist 2012 einungis velgja í vatnsfylltri skál þar sem mesti hiti var 27°C (mynd 5). Hiti í jarðvegi var nærri lofthita. Það er greinilegt að hér hefur kólnað frá fyrri mælingum.



Mynd 5. Ummyndunarsvæði um 2 km norðan við Hitur og 500 m NA af ÞR-7. Ummyndun er mikil og einkennist af dökkrauðum leir en enginn verulegur hiti mældist á svæðinu. Skálin, sem hitinn (27°C) mældist í ágúst 2012, var hálf full af vatni. Pollurinn var að minnsta kosti 1,5 m á dýpt.

2.1.2 Randir

Jarðhitavirknin á Röndum virðist tengjast misgengi með NNA-læga stefnu og falli til vesturs (mynd 2). Jarðhitinn og gufueimurinn, sem kemur upp suðvestan og vestan við Randir og lýst er í kafla 3.1.1, er á misgengi með falli til austurs og myndast smá sigdæld þarna á milli misgengjanna sem þrengist til suðurs (sjá mynd 2). Á Röndum eru fjölmargir leir- og brennisteinshverir og ummyndun mikil. Ummyndunin einkennist aðallega af rauðum og gráum leir. Virknin kemur upp í tveimur nánast samsíða línunum með 30–50 m bili. Inni á milli er köld leirumyndun en á línunum er nánast samfeld virkni sem þó myndar hverapýrpingar með meiri virkni. Hitinn í virkum leir- og brennisteinshverum er yfir 95°C í flestum tilfellum. Gufuaugu voru ekki aflmikil og flestir leirhverir vatnslitlir en slettu þó leir. Nokkrir leirhverir voru þó vatnsfylltir (sjá myndir 6 og 7) en dreifing þeirra var nokkuð jöfn yfir svæðið. Miðað við kort Kristjáns Sæmundssonar (2007) nær hitinn núna um 100 m lengra til suðurs frá ummyndunarsvæðinu en hann var var mestur 97°C. Á korti Kristjáns eru hinsvegar sýndir gufu- eða leirhverir austan við þennan stað (við veginn) sem og gufueimur rétt við gatnamótin. Ekki var vart við hita á þessum stöðum.

Á myndum 6–9 má sjá yfirlit yfir jarðhitann en hann er umfangsmikill og ummyndun er nánast samfelld. Hitamyndir 1 sýna nokkrar hitamyndir af jarðhitnum á Röndum teknar ofan af Bæjarfjalli og er myndatökustaðurinn (1) sýndur á mynd 2.



Mynd 6. Dæmigerður jarðhiti á Röndum norðvestan við Bæjarfjallið, sem einkennist af leirhverum og heitum skellum.



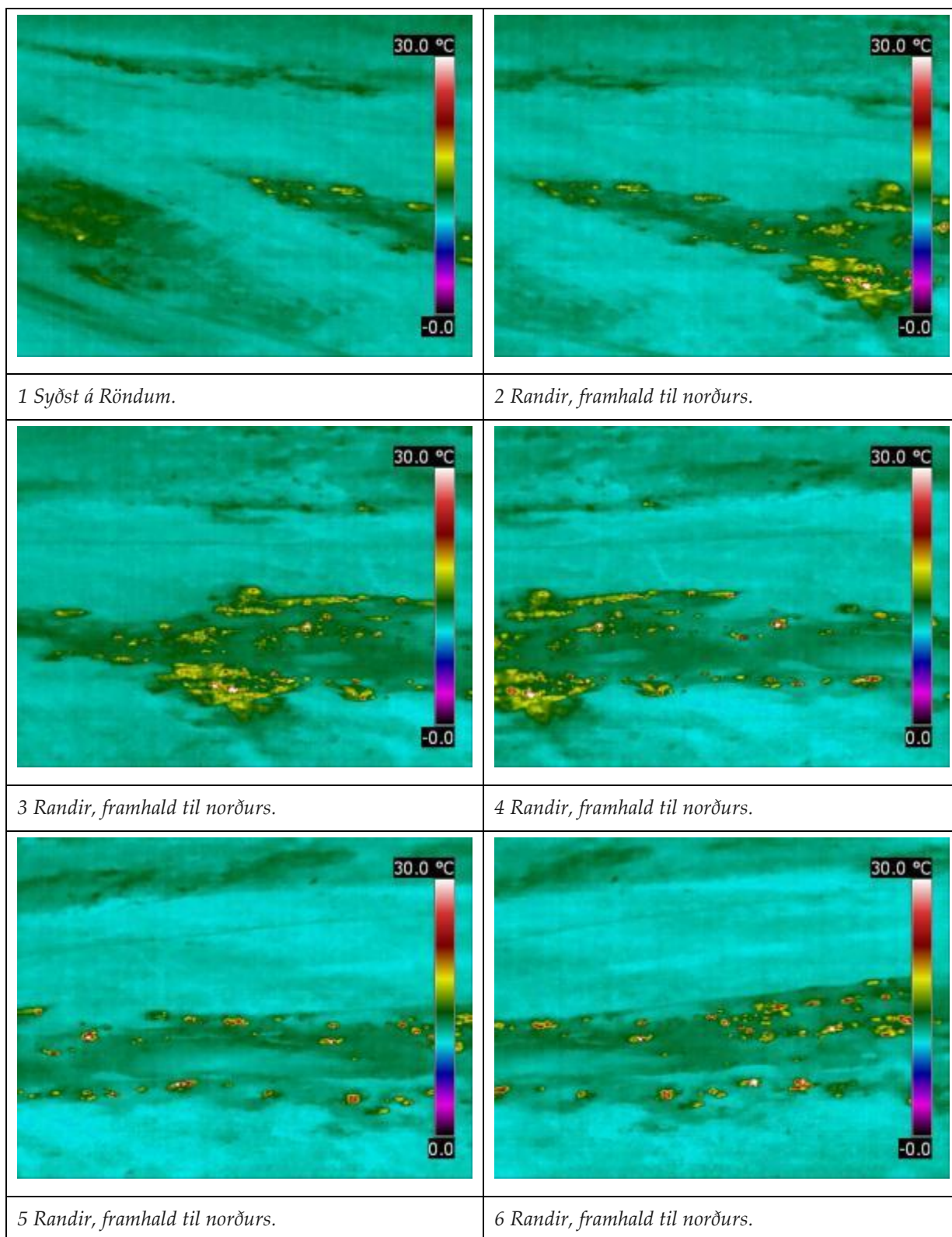
Mynd 7. Meginþorri leirhvera á Röndum sumarið 2012 var vatnslítill og þurr en þó voru nokkrir hverir vatnsfylltir þrátt fyrir mikla þurrka en dreifing þeirra jöfn yfir svæðið.



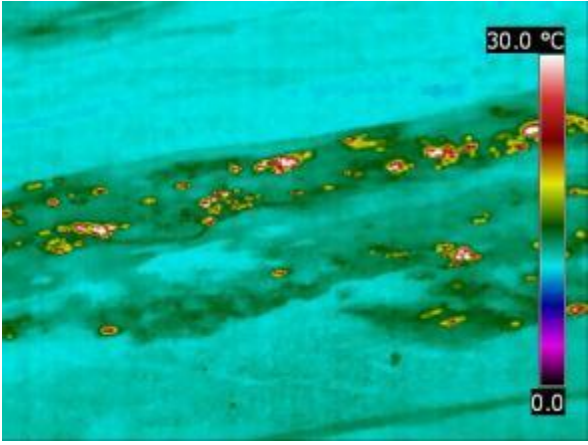
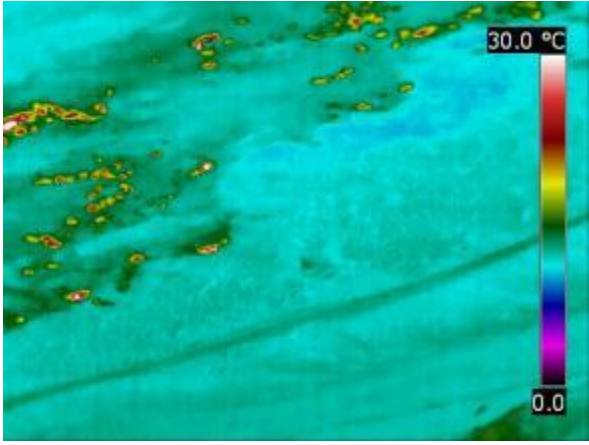
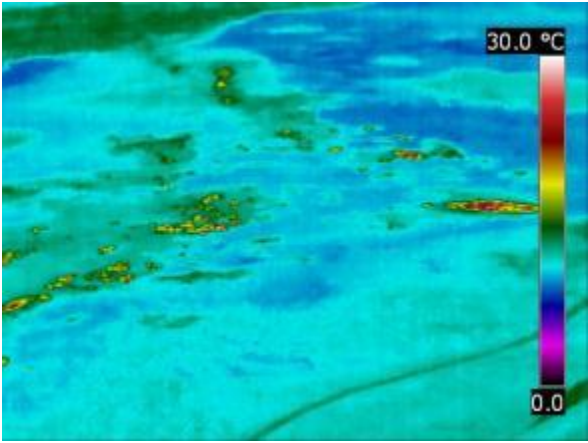
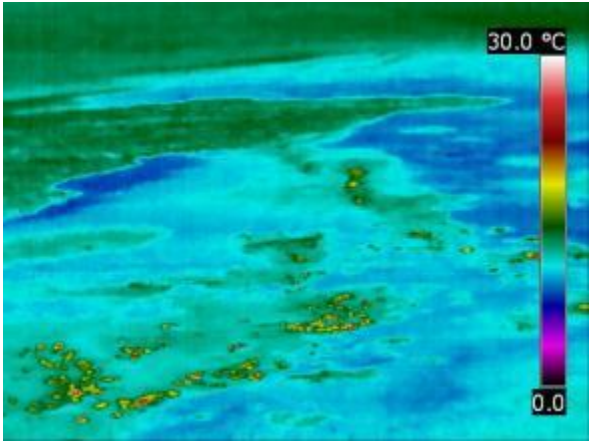
Mynd 8. Randir séðar ofan af Bæjarfjalli. Lambafjöll í baksýn. Jarðhitinn teygir sig úr SSV í NNA og er mesta virknin bundin við tvær samsíða línur þó að ummyndun sé nokkuð samfelld.



Mynd 9. Sunnarlega á jarðhitasvæðinu á Röndum einkennist jarðhitavirkni af ljósum leirskellum. Jarðvegur er mikið ummyndaður í rauðan leir, gufuvirkni lítil og hiti allt að 97°C.



Hitamyndir 1. Myndirnar eru teknar ofan af Bæjarfjalli vestanverðu (myndatökustaður 1 á mynd 2) og sýna jarðhitann á Röndum sem raðast á tvær línur. Myndirnar skarast nokkuð og eru teknar frá suðvestri (1) til norðurs (6) (framhald á næstu síðu (hitamyndir 2)). Í bakgrunni mynda 1–4 má sjá glitta í hita á misgenginu vestan Randa.

	
1 Norðarlega á Röndum. Vegurinn með hlíðinni sést neðst á myndinni.	2 Norðarlega á Röndum.
	
3 Tjarnarás í framhaldi af Röndum en með aðra stefnu.	4 Tjarnarás, frh. til norðurs, Þeistareykjahraun .

Hitamyndir 2. Framhald af Röndum (1–2) og Tjarnarás í framhaldi af Röndum til norðurs (3–4). Myndir af Tjarnarási teknar á norðvesturhorni fjallsins (myndatökustaður 2 á mynd 2). Svæði með hæstum hita (hvítt og rautt) einkennist af gufu- og/eða leirhveravirkni.

2.1.3 Tjarnarás

Jarðhitinn í Tjarnarási kemur í beinu framhaldi norður af Röndum en þó með annarri stefnu syðst (mynd 2). Tjarnarásinn liggur í sveigðu misgengi þar sem suðurendinn stefnir frá Bæjarfjalli til NNV en sveigir síðan til norðurs og síðan norð-norðausturs. Fall misgengisins er til vesturs. Jarðhitinn á þessu misgengi er mestur næst Bæjarfjalli og nær þar upp í miðjar hlíðar fjallsins. Ummyndun á Tjarnarási er mikil og teygir sig um 2 km norður fyrir Bæjarfjall. Hún einkennist af ljósri og rauðri leirumyndun meðfram misgengisbrúninni sem hefur fall til vesturs. Myndir 10–13 sýna jarðhitavirkni á Tjarnarási og hitamyndir af Tjarnarási eru sýndar á hitamyndum 2 og 3.

Skipta má Tjarnarásnum upp í þrjá hluta. Fyrst ber að nefna suðurhluta svæðisins með NNV-læga stefnu og mikinn jarðhita syðst við Bæjarfjallið og upp í hlíðar þess þar sem koma fram stöku svæði með töluverðri virkni leir- og brennisteinshvera með hita yfir 90°C hita.

Annar hlutinn er miðbik svæðisins þar sem stöku gufu- og leirhverir og einstaka brennisteinshverir raðast á línu með NNV-læga stefnu. Virkni þessara hvera er lítil. Nyrsti hlutinn er nánast allur kaldur (almennur jarðvegshiti 10–15°C) fyrir utan einn stað um 1500 m NNV frá Bæjarfjalli með gufuvirkni og hita frá 50 upp í 97°C (mynd 12). Þar fyrir norðan byrjar misgengið að sveigja til NNA. Á jarðhitakortinu frá 2007 (mynd 2) er enginn hiti sýndur á norðanverðum Tjarnarási en á jarðhitakortinu frá 1984 er hiti sýndur á norðurhlutanum miðjum eins og sumarið 2012. Norðan við ummyndunina á ásnum er sýndur hiti sem og snjóafbræðsla á korti frá 1984. Engin velgja (<15°C) mældist þar sumarið 2012.



Mynd 10. Syðsti hluti Tjarnaráss um 250 m frá Bæjarfjalli. Ljósugulir brennisteinshverir eru áberandi á svæðinu. Lítil gufuvirkni en hiti >90°C.



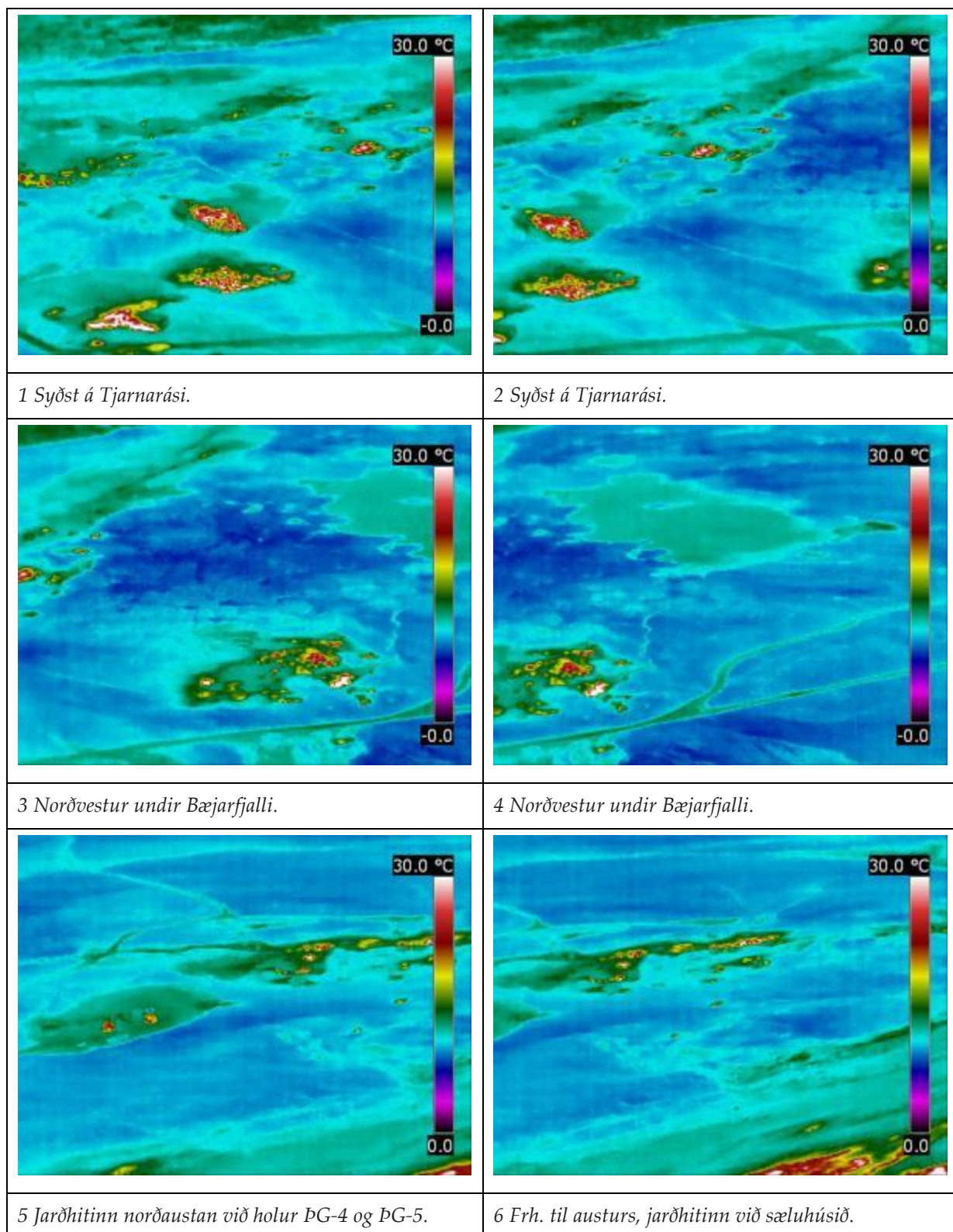
Mynd 11. Tjarnarás; horft til norðurs. Mikil ummyndun sem einkennist af ljósum og rauðum leir. Á norðanverðum Tjarnarási er nánast engin jarðhitavirkni fyrir utan staka gufu- og leirhverir á afmörkuðu svæði þar sem ásin sveigist til norð-norðausturs (ljóst svæði aftast á myndinni).



Mynd 12. Tjarnarás norðanverður um 1500 m norðvestan við Bæjarfjall, horft til suðurs. Í forgrunni eru nokkrir ljósir, heitir blettir þar sem hiti í jörðu er frá 50–97°C. Ummyndunarskellur í hlíðum Bæjarfjalls fyrir miðri mynd eru syðsti hluti af virkninni á Tjarnarási.



Mynd 13. Yfirlitsmynd af Tjarnarási og svæðinu norðvestan við Bæjarfjall (lengst til vinstri og fjær sjást jarðhitaskellur í Röndum). Malarplan með hvítum tönkum vinstra megin á miðri mynd er borplan holu ÞG-2.



Hitamyndir 3. Efstu myndirnar sýna syðsta hluta Tjarnaráss niðri á sléttunni. Framhald myndanna er síðan til austurs að sæluhúsinu. Vinstra megin á mynd 5 má sjá borholuhús holna ÞG-4 og ÞG-5. Ofarlega á mynd 6, rétt ofan við jarðhitann, er sæluhúsið. Hæsti hiti samkvæmt hitamyndunum ($T > 20^{\circ}\text{C}$) eru rauðir og hvítir blettir á myndunum. Þeir eru allir við gufu- og leirhveru (myndir teknar frá myndatökustað 2 norðvestan í brúnum Bæjarfjalls).

2.1.4 Bæjarfjall

Jarðhitnum í og við Bæjarfjall má skipta upp í nokkur afmörkuð svæði en mestallur jarðhitinn liggur þó á milli tveggja misgengja með N-S læga stefnu sem mynda sigdal í toppi fjallsins (mynd 2). Misgengin eru þó fleiri innan sigdældarinnar. Jarðhitinn kemur aðallega fram á tveimur línunum sem liggja eins og misgengin (mynd 14, hitamyndir 4).

Á vestari línunni er meginvirknin á tveimur stöðum. Annar þeirra er í norðurhlíðum fjallsins ofarlega en teygir sig niður í gil. Þarna eru gufu- og leirhverir sem og brennisteinshverir sem eru hlutfallslega fleiri í hlíðinni. Virkni hvera er meiri neðarlega í hlíðinni. Hinn staðurinn er í gilskorningnum hjá skálanum og þar um kring. Þar eru aðallega gufu- og leirhverir. Á milli þessara svæða er töluverður hiti í jörðu (<95°C).

Jarðhitinn á eystri línunni er mun umfangsmeiri (mynd 15) og breiðir hann töluvert úr sér þegar niður á sléttuna er komið (500 x 300 m) og myndar þar nánast samfellt svæði með heitri jörð og skellum (mynd 2). Virkninni á eystri línunni má svo skipta upp í þrjú til fjögur svæði. Það efsta er ofarlega í norðurhlíðum fjallsins þar sem brennisteinshverir eru ráðandi en þar eru einnig umtalsverðar gífsútfellingar. Kristján Sæmundsson (2007) sýnir gufu/leirhverir uppi á brún Bæjarfjalls syðst á þessu svæði. Þeir voru ekki virkir sumarið 2012. Neðan við þetta er svo allstórt svæði sem nær upp í hlíðar fjallsins en einnig út á sléttuna. Þetta er stór leirskella með ótal gufu- og leirhvera (mismikil virkni innan leirskellunnar, sjá hitamyndir 4 og 5). Virkni næst fjallinu var þó nokkur en þar var vatn mest áberandi þrátt fyrir að almennt hafi vatnsstaðan í hverum verið lág. Hiti almennt í virkum gufu- og leirhverum var yfir 90°C en hærri í brennisteinshverum, yfir 95°C. Á þessu svæði er meginvirknin við fjallið, bergið er sundursoðið í leir, mest ljóslitaður leir en einnig rauður, og myndast hverasölt kringum gufuop.

Rétt norðar á sléttunni eru tveir staðir sem mætti líta á sem eitt svæði en þar sem ekki er samfella og virkni er mismunandi er þessu skipt hér í tvö svæði. Annars vegar er lítill hóll (Neðri-Bóndhóll). Á toppi hans er mikil brennisteinshveravirkni sem nær eilítið niður í hlíðar hólans, aðallega norðanmegin (>95°C, mynd 17). Hinsvegar er slétta norðvestan við hólinn þar sem er töluverð gufu- og leirhveravirkni á allstóru svæði (125–140 m á kant, mynd 18). Gufur og leirslettur úr hverum voru töluverðar þrátt fyrir lága vatnsstöðu en ekki var hægt að ganga um allt svæðið vegna heits leirs (mjúkur og ótryggur til göngu).

Um 150 m úti á sléttunni, í beinu framhaldi til norðurs, er þó nokkur jarðhiti sem kemur upp um hraunkoll (mynd 20). Svæðið er ekki stórt, eða um 50 m á annan veginn og 70 m á hinn. Ummyndun er ekki mikil enda kemur gufan upp um hraunkoll, nema rétt við hæsta hitann (95°C) en þar einkennist ummyndunin af rauðleitum leir og hverasöltum.

Á milli vestari og eystri jarðhitalínanna er svæði (100 x 60 m) niðri á sléttunni sem tengir þessi svæði saman í nánast einn samfelldan gufu- og leirhveraflekk með A-V læga stefnu (mynd 2). Virkni á þessu svæði var ekki mikil, aðallega leirhverir þar sem vatnsstaðan var lág.

Hin mikla virkni í norðurjaðri Bæjarfjalls og suðurenda Tjarnaráss gæti bent til þess að jarðhitavirknin þarna tengist hliðrun með A-V stefnu. Þessi hliðrun tengist aðalsiginu á sprungusveimnum sem myndar belti með stefnu frá Þeistareykjum yfir Stórahver að ummyndunarskellum við Mælifell (Kristján Sæmundsson, 2007). Engar sprungur hafa þó sést á yfirborði með þessa stefnu.

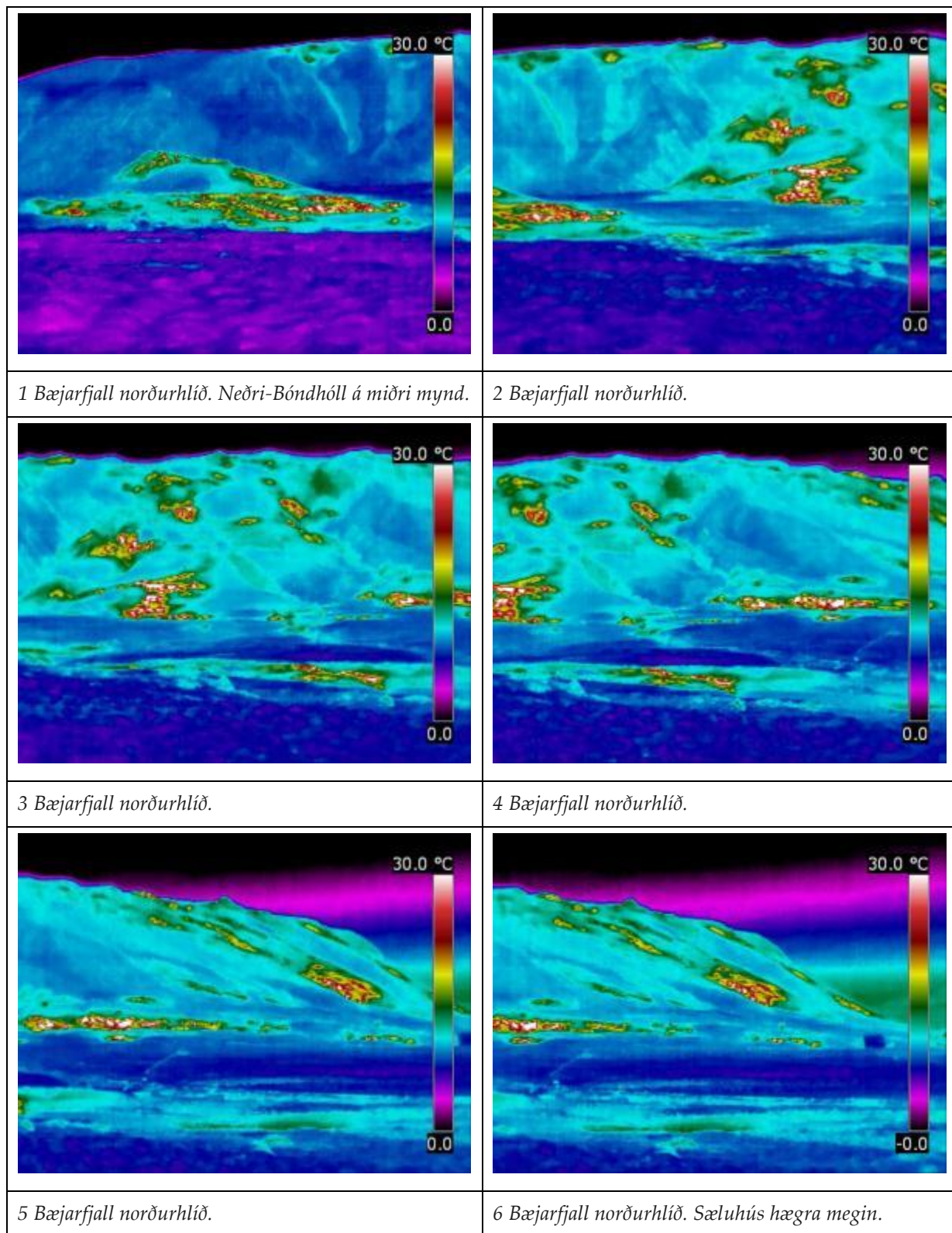
Á milli Bæjarfjalls og Ketilfjalls er jarðhiti neðst í brekkunni neðan við Bóndhólsskarð (mynd 2). Parna kemur upp nokkur gufa úr hrauni og í jarðvegi er hitinn á gufunni allt að 70°C. Svæðið er að mestu gróið (gras og mosi). Stærð þess er um 50 x 30 m. Svæðið kemur fram á hitamyndum 5 (sjá mynd 5, grænn blettur hægra megin við Neðri-Bóndhól).



Mynd 14. Jarðhitinn í norðanverðu Bæjarfjalli kemur aðallega fram á tveimur línum með N-S stefnu. Eystri línan er breiðari og sést hér á miðri mynd en vestari línan er lengra til hægri, sunnan Þeistareykjaskála (sæluhús). Nánast samfellt hverasvæði er á milli eystri og vestari línunnar í hliðarfætinum og tengist það mögulega A-V hliðrun.



Mynd 15. Jarðhitinn á eystri línunni í norðanverðu Bæjarfjalli einkennist af mikilli ummyndun í leir og fjölda gufu-, leir- og brennisteinshvera (ljósir blettir).



Hitamyndir 4. Norðurhlíð Bæjarfjalls. Jarðhitinn kemur vel fram á myndunum en svæði með hæstum hita (20–30°C) tengjast brennisteins- og leirhverum. Myndirnar eru teknar rétt austan við ÞG-9 og eru teknar frá suðaustri til suðvesturs (sjá mynd 2, myndatökustaður 3).



Mynd 16. Jarðhitinn í norðanverðu Bæjarfjalli og á grundinni fyrir framan fjallið. Jarðhiti við Neðri-Bóndhól er á miðri mynd. Neðst á myndinni glittir rétt í borteig C fyrir holur ÞG-3, ÞG-6 og ÞG-7. Myndin er tekin ofan af toppi Ketilfjalls.



Mynd 17. Brennisteinshverir á Neðri-Bóndhól. Bóndhólsskarð í baksýn. Þó nokkur gufuvirkni er á hólnum.



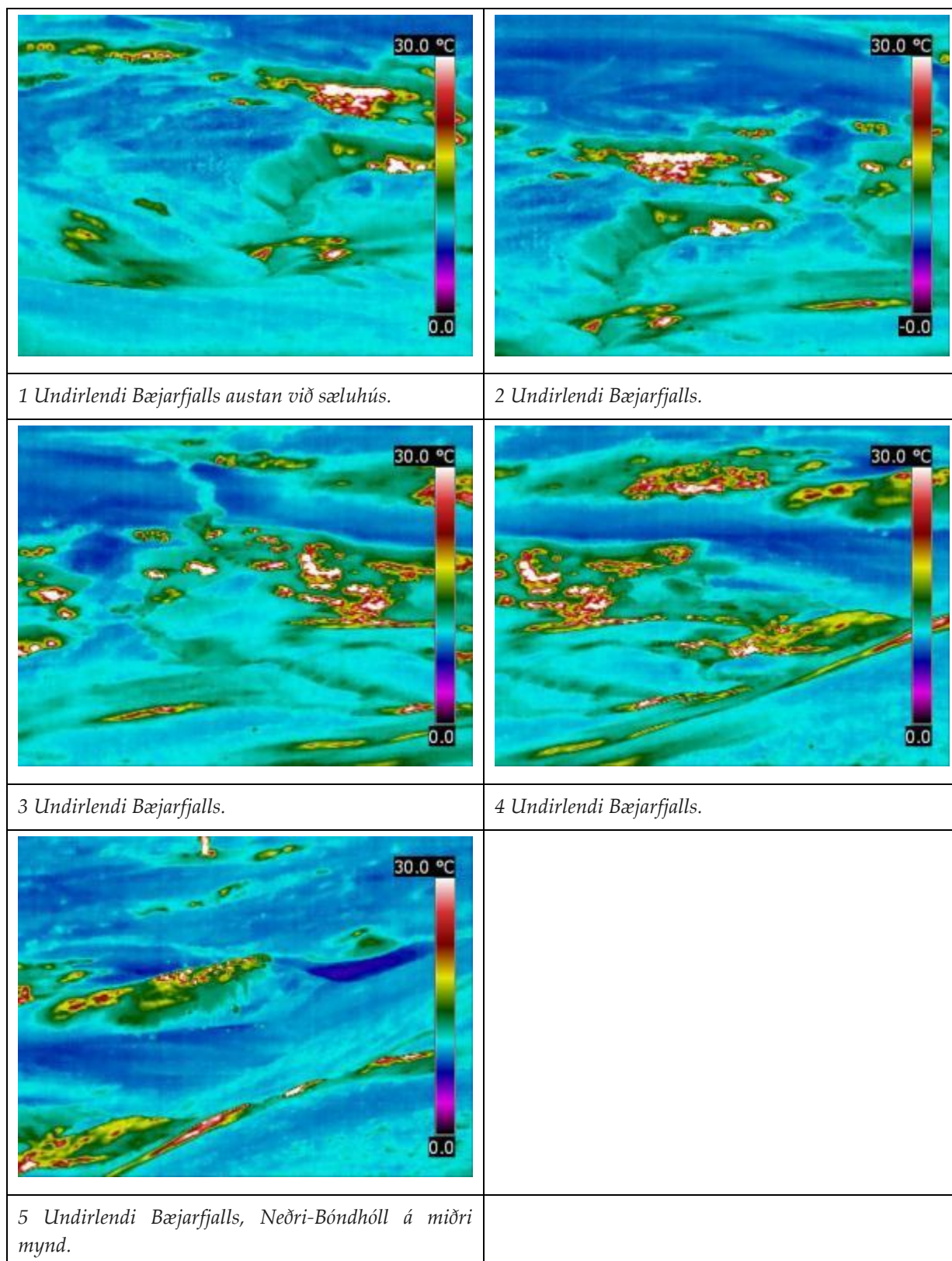
Mynd 18. Sléttan fyrir neðan Neðri-Bóndhól. Þarna er töluverð gufu- og leirhveravirkni.



Mynd 19. Neðri-Bóndhóll og sléttan norðvestan við hann. Mikla brennisteinsvirkni er að finna á toppi hólsins en gufu- og leirhveravirkni er áberandi á sléttunni.



Mynd 20. Svæðið 150 m norðan við Neðri-Bóndhól. Hér er lítils háttar gufuvirkni úr hraunkolli. Sölnandi mosagróður er rétt við mesta hitann.



Hitamyndir 5. Jarðhitinn norðan við Bæjarfjall. Hitamyndirnar eru teknar ofan af fjallinu til norðurs, frá norðvestri til norðausturs (mynd 2, myndatökustaður 4) en heitustu svæðin sem koma fram sem rauðir og hvítir blettir falla að svæðum með gufu- og leirhverum sem og brennisteinsþúfum. Á síðustu hitamyndinni má sjá DG-7 í blæstri efst á mynd en fyrir miðri mynd er Neðri-Bóndhóll.

2.1.5 Ketilfjall

Við rætur Ketilfjalls eru volgar laugar sem eru afrennsli upphitaðs grunnvatns frá hitagjafa undir fjallinu (mynd 2). Laugarnar koma fram á um 500 m langri línu með NNA-læga stefnu. Hitinn í laugunum var frá 19–37,5°C (mynd 28) og rennsli mjög lítið (áætlað < 1 l/s samtals frá 6 laugum). Í laugunum kringum frárennslið var grænt slý (stundum brúnt). Mesti hitinn mældist í laugum sem eru syðst á laugarlínunni. Í skýrslu Gests Gíslasonar (1984) er hitinn í laugunum sagður frá 11,8–41,7°C og Kristján Sæmundsson (2007) nefnir að laugarnar séu frá 30–40°C heitar. Háhitaummerki (>90°C) er þó á þremur stöðum í og við fjallið.

Uppi í miðjum vesturhlíðum Ketilfjalls er mest áberandi jarðhitastaðurinn. Þar eru bæði gufu- og leirhverir og brennisteinsþúfur. Nokkurt gufustreymi er á þessum stað bæði frá gufuaugum og brennisteinsþúfum. Hitinn þarna var >95°C. Svæðið myndar tvo belgi sem tengjast saman, sá syðri er mun stærri, en saman mynda þeir ljósa línu í fjallinu (myndir 21–22).

Jarðhiti er norðan og sunnan við borteig holna ÞG-3, ÞG-6 og ÞG-7. Nyrðra svæðið er mun stærra með brennisteinsþúfum og gufu- og leirhverum (þó nokkuð vatn, mynd 23) með töluverðri virkni auk leirummyndunar sem er að mestu köld, hringlaga skál (gamall leirhver) með ljósri leirummyndun sem var þó með smá velgju. Hiti var undir 50°C (mynd 24).

Vestar á sléttunni við jaðar ummyndaða svæðisins er svæði með stökum jarðhitaskellum (hrúgöldum, >90°C) þar sem brennisteinsþúfur eru eingöngu en lítill sem enginn hiti á milli þeirra (mest <20°C, mynd 25). Er þetta í samræmi við kort Kristjáns Sæmundssonar frá 2007 (mynd 2).

Sunnan borteigs holna ÞG-3, ÞG-6 og ÞG-7 er nokkuð áberandi jarðhiti vestanvert í lágum hól (mynd 26) en þarna er heit jörð með gufuaugum (lítill virkni) og leirummyndun. Virknin þar virðist vera að breiðast út þar sem víða má sjá sölnaðan gróður (mynd 27) en hitastig innan flekksins var 70–98°C.



Mynd 21. Jarðhiti í vesturhlíð Ketilfjalls. Gufuhverir og mikill brennisteinn. Í hlíðarfæti fjallsins vestan megin er að finna volgar laugar sem eru afrennsli upphitaðs grunnvatns.



Mynd 22. Áberandi brennisteinsútfellingar á jarðhitasvæðinu í vestanverðri hlíð Ketilfjalls.



Mynd 23. Gufu- og leirhverir (tveir stórir leirhverir) rétt norðan holu ÞG-7 sem sést í blæstri í bakgrunninum. Á þessu svæði er einnig að finna brennisteinshveri.



Mynd 24. Gömul og kulnuð ummyndun og hiti í jörðu ($<50^{\circ}\text{C}$) rétt utan við mesta jarðhitann norðan borteigs.



Mynd 25. Brennisteinspúfur og mikil ummyndun sem einkennist af rauðum og ljósum leir á sléttum vestan Ketilfjalls. Hár hiti ($>95^{\circ}\text{C}$) er staðbundinn við brennisteinspúfurnar en kalt er á milli þeirra ($< 20^{\circ}\text{C}$). Bæjarfjall í suðri.



Mynd 26. Jarðhiti rétt sunnan við borteig ÞG-3, ÞG-6 og ÞG-7 sem einkennist af heitri jörð með gufuaugum og að hluta til leirummyndun. Gufustreymi var ekki mikið en hitinn frá $70\text{--}98^{\circ}\text{C}$ innan flekksins.



Mynd 27. Sölnandi gróður er merki um að jarðhitavirknin sé að breytast eða færast. Lítil gufa en hiti í blettum frá 70–98°C.



Mynd 28. Volgar lindir í hliðarfæti Ketilsfjalls. Mesti hiti er 37,5°C. Bæjarfjall í bakgrunni.

2.1.6 Niðurstöður

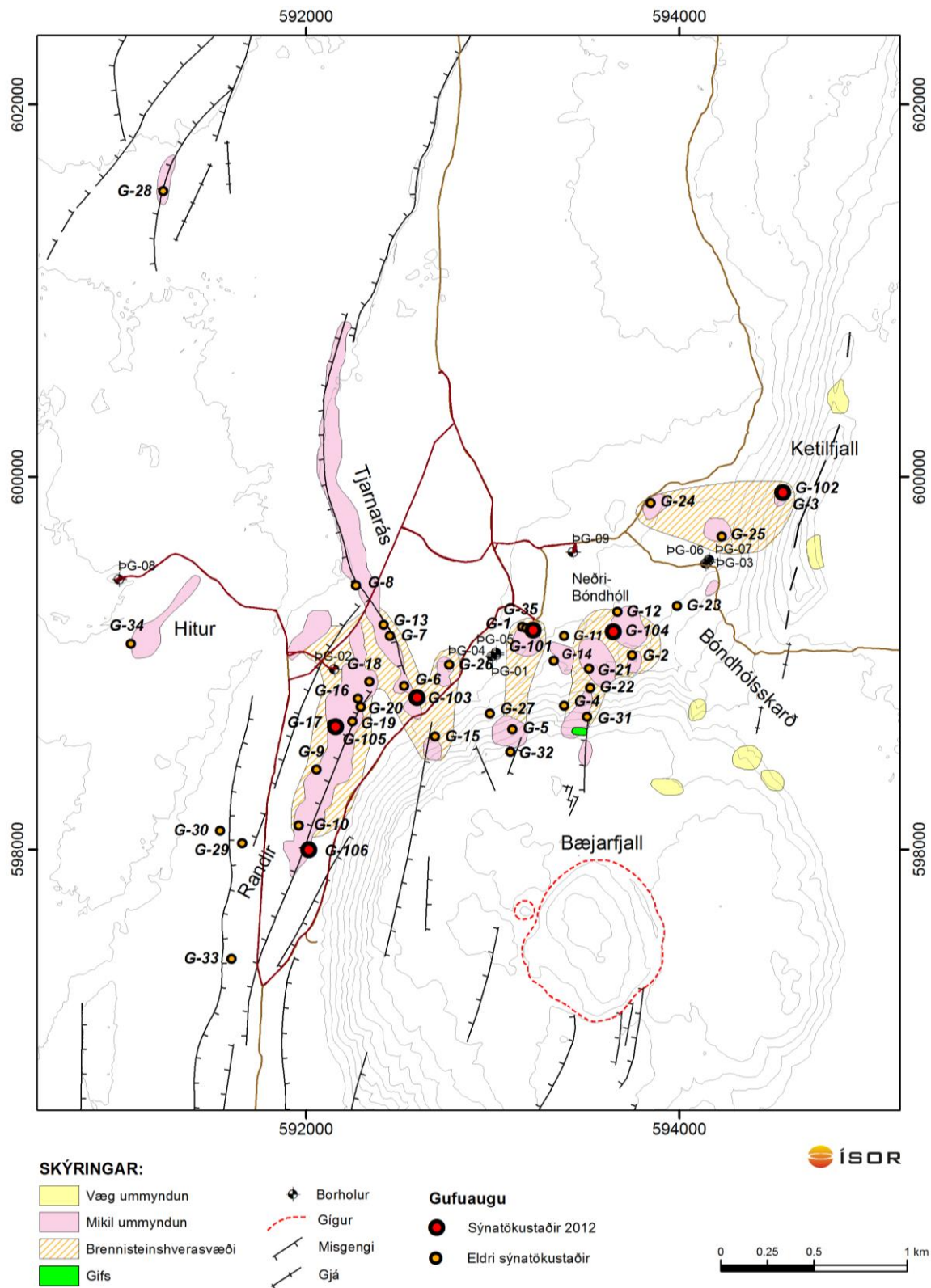
Almennt gildir að dreifing jarðhitans á Þeistareykjum sumarið 2012 er áþekk því sem áður hefur verið lýst og birt á jarðhitakortum frá árunum 1984 og 2007. Virknin er mest í norðurhlíðum Bæjarfjalls og við norðanverðar rætur fjallsins en einnig er mikill jarðhiti á Röndum vestan við fjallið sem og syðst á Tjarnarási en sú virkni teygir sig upp í hlíðar Bæjarfjalls. Helstu breytingar frá fyrri athugunum eru að gufu- og leirhverir sem voru efst í Bæjarfjalli austast á virka svæðinu (Kristján Sæmundsson, 2007) voru óvirkir árið 2012. Hvort lágri grunnvatnsstöðu (vegna þurrka) er um kenna eða náttúrulegum breytingum á jarðhitavirkninni verður að koma í ljós á næstu árum. Einnig virðist jarðhitaskella um 2 km norðan við Hitur vera að kólna miðað við mælingar sumarið 2012.

Á tveimur stöðum hefur jarðhitinn teygst sig lengra til suðurs, þ.e. við Hitur og á Röndum en það eru þó smávægilegar breytingar. Þá virðist jarðhitavirkni vera að færast í aukana og breiðast aðeins út á svæðinu sunnan við holur ÞG-3, ÞG-6 og ÞG-7. Fróðlegt væri að skoða betur svæðið við Hitur og þaðan suður að jarðhitinum sem fylgir misgengisstallinum suðvestur fyrir Randir. Á eldri kortum er merkt inn stórt svæði suður af Hitum þar sem snjór hafði leyst að völdum jarðhita. Árið 2012 stóð til að gera snjóafbræðslukort af svæðinu svipað og gert var árið 1984 en vegna gríðarlegs fannfergis strax í september 2012 varð ekkert úr þeirri vinnu. Mikilvægt er að gera nýtt sjóafbræðslukort af Þeistareykjum og bera saman við kortið frá 1984.

2.2 Efnasamsetning gufu úr gufuaugum á Þeistareykjum

2.2.1 Sýnatökustaðir á Þeistareykjum

Sex gufusýnum var safnað á Þeistareykjum þann 12. ágúst 2012. Veður var ágætt til sýnatöku; stillt en mjög hlýtt og gufa því ekki sérlega greinileg nema undir kvöld. Yfirlit um sýnatökustaði er sýnt í töflu 1 og staðsetning þeirra sýnd á mynd 29 ásamt öðrum gufuaugum sem sýni hafa verið tekin úr á Þeistareykjum (Gestur Gíslason o.fl., 1984). Gufuaugum, sem tekin voru sýni úr sumarið 2012, er lýst nánar hér á eftir. Í gagnagrunni ÍSOR eru sýnatökuaugu ársins 2012 á Þeistareykjum kölluð „Þ G-101“ og svo framvegis til að forðast rugling við gufuaugu á öðrum svæðum en í texta og á myndum hér á eftir eru nöfn gufuaugna víða stytt í „G-101“ til einföldunar.



Mynd 29. Gufuaugu á Þeistareykjum. Gufuaugu sem safnað var úr sumarið 2012 (G-101 til G-106) eru sýnd með rauðum táknum.

Tafla 1. *Sýnatökustaðir á Þeistareykjum.*

Sýnanúmer	Nafn auga*	Staðarnúmer	Eldri sýni**	x-hnit	y-hnit	Hæð (m y.s.)	Lýsing
20120182	G-101	H 10182	G-1	593218	599177	357	Í gili við sæluhús
20120183	G-102	H 10183	G-3	594555	599915	465	Í skál í Ketilfjalli
20120184	G-103	H 10184	G-6	592595	598816	343	Syðst í Tjarnarás
20120185	G-104	H 10185	G-12	593646	599170	385	Í stóru flagi norðan Neðra-Bóndhóls
20120186	G-105	H 10186	G-17	592158	598659	340	Á Röndum vestan Bæjarfjalls
20120187	G-106	H 10187	G-10	592014	597999	338	Syðst á Röndum vestan Bæjarfjalls

* Nöfn gufuaugna eru styttn. Fullt nafn í gangagrunni ÍSOR er „p G-101“ o.s.frv.

** Hér er vísað til gufuaugna sem lýst er í skýrslu Gests Gíslasonar o.fl. (1984).

p G-101: Sæmilega öflugt gufuauga í grunnu gili sunnan við sæluhús á slóðum gamla G-1. Hið gamla auga G-1 er nú heillum horfið og því ekki unnt að taka gufusýni þar. G-101 er staðsett aðeins austar en G-1, í leirhólum í lækjarfarveginum. Á þessum slóðum eru allmörg augu sem gætu dugað til sýnatöku. Sjá mynd 30.

p G-102: Öflugt auga í skál í Ketilfjalli á slóðum gamla G-3. G-102 er þó staðsett norðarlega í skálinni en G-3 var í henni sunnanverðri. G-102 var langfýsilegasta augað í skálinni að þessu sinni þó umtalsverð gufa hafi sést víðar. G-102 var eina augað þar sem gufustreymi var vel afmarkað. Sjá mynd 31.

p G-103: Sæmilega öflugt auga í frekar afmörkuðu leirflagi syðst á Tjarnarási á móts við norðvestur horn Bæjarfjalls. Allmörg álitleg augu voru í þessu flagi en það sem var valið er staðsett sunnarlega í flaginu fyrir miðju. Það varð fyrir valinu vegna þess að auðvelt var að komast að því og gufustreymi var fókuserað. G-103 er nálægt gamla G-6. Sjá myndir 32 og 33.

p G-104: Frekar öflugt auga í stóru leirflagi norður af Neðri-Bóndhól. Hið gamla auga G-12 var staðsett í þessu flagi. Mjög mikill brennisteinn er í flaginu og mörg augu komu til greina fyrir sýnatöku. Þetta auga er vestarlega í flaginu og var það valið með tilliti til aðgengis og afmarkaðs (fókuseraðs) flæðis. Sjá mynd 34.

p G-105: Frekar öflugt auga í leirflagi í vesturjaðri ummyndunarrandarinnar sem liggur vestan við Bæjarfjallið (Randir). Þetta auga er á sömu slóðum og G-17. Leirflagið er við leirpytt í brún leirsléttunnar sem liggur lægra en svæðið í kring og hefur gufuvirknin étið sig nokkuð inn í brúnina. Sjá myndir 35 og 36.

p G-106: Vel afmarkað auga syðst í Röndum vestan við Bæjarfjall. Þetta auga er við stóran leirpytt sem rýkur allnokkuð úr. Þá eru nokkrir minni pyttir þarna líka. Hið gamla auga G-10 mun hafa verið á þessum slóðum en aðeins norðar. Sjá mynd 37.



Mynd 30. Sýnataka úr auga Þ G-101 sunnan við skálann á Þeistareykjagrundum.



Mynd 31. Sýnataka úr gufuauga Þ G-102 í hlíðum Ketilfjalls. Í bakgrunni má sjá glitta í Bæjarfjall og skála. Nær má sjá gufustrók frá holu ÞG-7.



Mynd 32. *Sýnataka úr gufuauga Þ G-103 syðst á Tjarnarási, nærri rótum Bæjarfjalls norð-vestanverðum. Myndin er tekin í suðaustur og sést syðsta hitaskellan í Bæjarfjalli í bakgrunni. Einnig má sjá jarðfræðinga að störfum.*



Mynd 33. *Sýnataka úr gufuauga Þ G-103 syðst í Tjarnarási nærri Bæjarfjalli. Í baksýn má sjá steypusiló á borplani ÞG-2. Myndin er tekin til vesturs.*



Mynd 34. Horft yfir leirflag norðan Neðra-Bóndhóls. Vestan (vinstra) megin í flaginu má sjá ílangan, appelsínugulan díl en þar er jarðefnafræðingur að búa sig undir sýnatöku úr gufuauga Þ G-104.



Mynd 35. Sýnataka úr gufuauga Þ G-105 við vesturjarðar ummyndunarsvæðisins á Röndum vestan Bæjarfjalls. Horft er til norðurs og má sjá steypusiló á borplani holu ÞG-2 norðan við bograndi jarðefnafræðing.



Mynd 36. Undirbúningur sýnatöku úr auga Þ G-105. Kraftur augans er kannaður með skóflu. Myndin sýnir vel hvernig gufuvirknin hefur étið sig inn í brún leirsléttunnar.



Mynd 37. Jarðefnafræðingur stendur vinstra megin við gufuauga Þ G-106. Gufa er ekki greinileg á þessari mynd þar sem veður var mjög hlýtt. Í bakgrunni má sjá syðsta stóra leirpyttinn á Röndum.

2.2.2 Gufuefnagreiningar

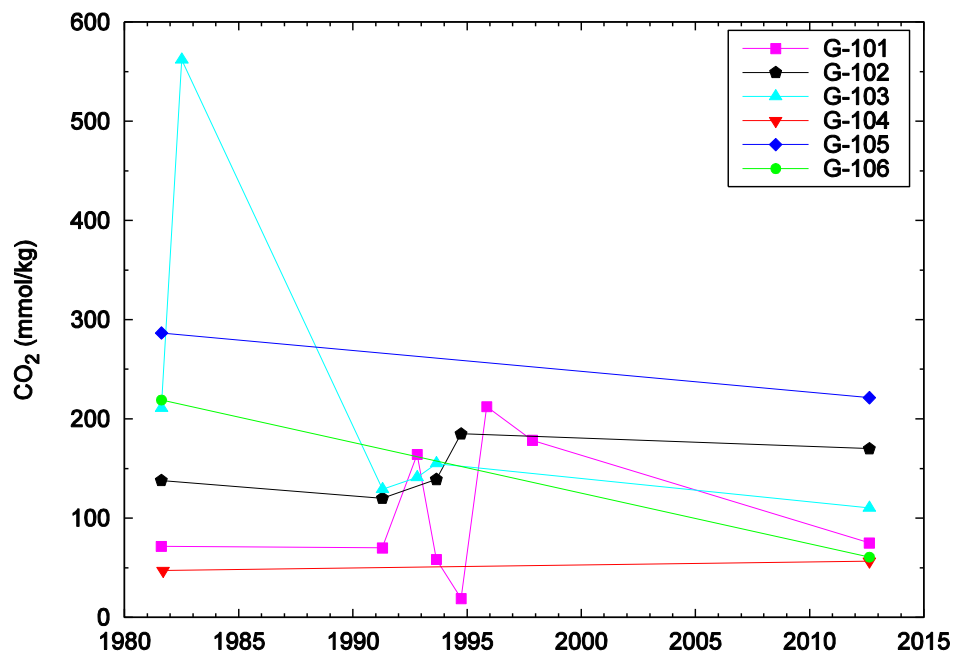
Gufusýni voru efnagreind á rannsóknarstofu ÍSOR. Styrkur CO_2 og H_2S var greindur með títrun en styrkur H_2 , CH_4 , Ar, N_2 og O_2 var greindur með gasgreini. Styrkur Cl í þéttivatni var greindur með jónaskilju. Samsætuhlutföll vetnis og súrefnis í þéttivatni voru greind hjá Jarðvísindastofnun Háskóla Íslands. Niðurstöður efnagreininga sýna sem tekin voru á Þeistareykjum sumarið 2012 eru sýndar í töflu 2 og á myndum 38–43 ásamt efnasamsetningu eldri sýna úr sömu augum.

Tafla 2. Efnasamsetning gufusýna frá Þeistareykjum 2012.

Númer	Dagsetning	Staður	CO ₂	H ₂ S	Ar	CH ₄	H ₂	N ₂	O ₂	Cl	δD	δ ¹⁸ O
			mmol/kg	mmol/kg	mmol/kg	mmol/kg	mmol/kg	mmol/kg	mmol/kg	mg/kg	per mille	per mille
20120182	12/8/2012	Þ G-101	75,0	25,9	0,019	0,051	19,9	1,3	0,0	0,18	-110,49	-14,71
20120183	12/8/2012	Þ G-102	170	55,0	0,053	0,943	71,4	3,7	0,0	0,14	-119,69	-12,45
20120184	12/8/2012	Þ G-103	110	38,2	0,024	0,335	15,0	1,8	0,0	0,08	-116,17	-16,72
20120185	12/8/2012	Þ G-104	56,7	23,7	0,012	0,064	14,7	0,7	0,0	0,14	-111,31	-15,5
20120186	12/8/2012	Þ G-105	221	34,4	0,147	1,061	15,7	8,9	0,0	0,09	-119,2	-18,65
20120187	12/8/2012	Þ G-106	60,7	15,6	0,019	0,175	7,5	1,3	0,0	0,14	-117,59	-15,73

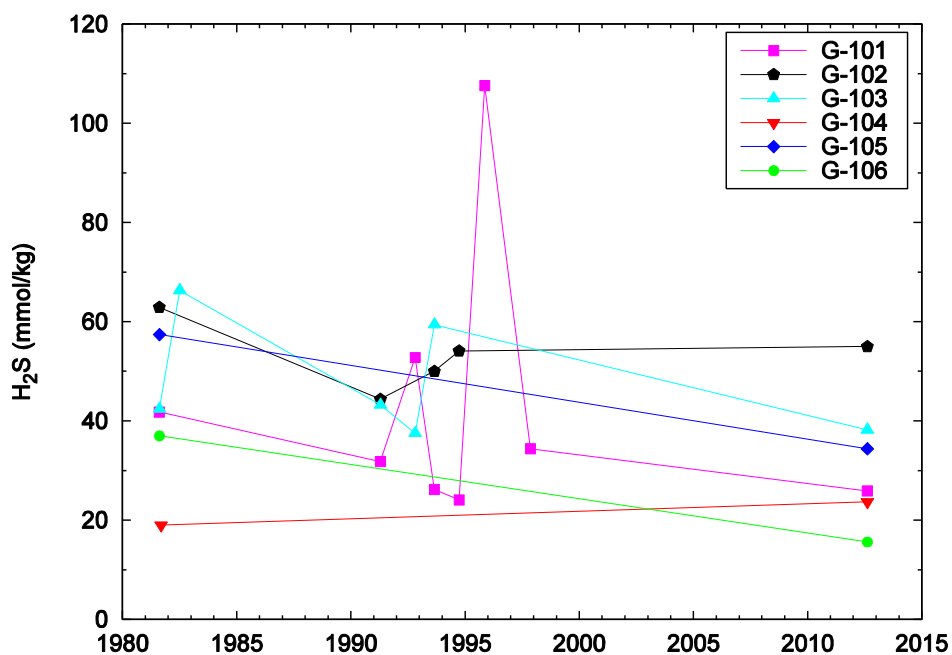
Styrkur gastegunda í gufu frá Þeistareykjum með tíma er sýndur á myndum 38–41. Myndir 42 og 43 sýna súrefnis- og vetnissamsætuhlutföll. Efnagreiningar eldri sýna eru fengnar úr gagnagrunni ÍSOR og eru þær sýndar í töflum V-3 til V-8 í viðauka 3. Það er nokkuð misjafnt hve margar efnagreiningar eru til úr hverju auga. Til eru nokkur eldri sýni úr augum G-101, G-102 og G-103 en bara tvö úr G-104, G-105 og G-106. Því er mun minna um síðarnefndu sýnin að segja.

Nokkrar breytingar hafa orðið á styrk gastegunda í gufu úr gufuaugum á Þeistareykjum frá því að fyrstu sýni voru tekin þar árið 1981. Styrkur CO_2 hefur sveiflast nokkuð og mest í G-101 (við læk í gili neðan við sæluhús). Styrkur CO_2 í sýninu sem tekið var sumarið 2012 er þó áþekkur því sem var 1981 og 1991, um 75 mmol/kg, en bæði hærri og lægri gildi mældust á árunum milli 1991 og 2000. Styrkur CO_2 í gufu frá G-102 í Ketilfjalli er nokkru hærri nú en hann var 1981 og 1991. Fyrir 1991 var styrkurinn tæp 140 mmol/kg en er 170 mmol/kg í nýjasta sýninu. Styrkur CO_2 í gufu frá G-103, syðst í Tjarnarási, hefur aftur á móti lækkað, var rúm 211 og 560 mmol/kg 1981 og 1982 en er nú um 110 mmol/kg mg/kg. Styrkur CO_2 í hinum augunum þremur hefur breyst minna milli 1981 og 2012, innan við 50 mmol/kg, þótt auðvitað sé ekkert hægt að segja um sveiflur sem kunna að hafa orðið innan tímabilsins.



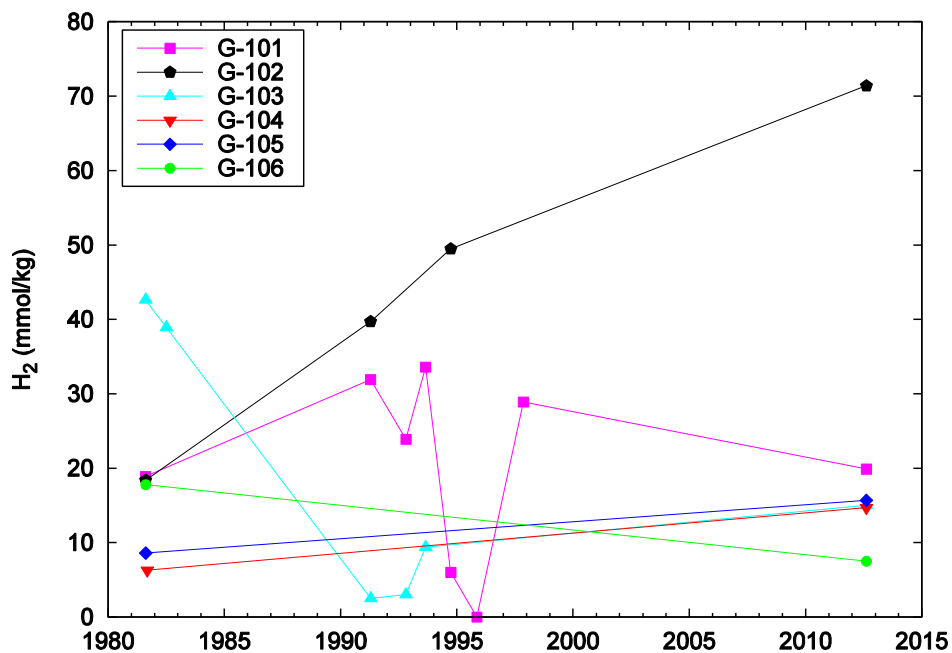
Mynd 38. Styrkur CO_2 í gufu frá gufuaugum á Þeistareykjum.

Styrkur H_2S í gufu úr gufuaugum á Þeistareykjum hefur sveiflast heldur minna en styrkur CO_2 ef frá er talið sýni frá 1995 þar sem styrkur er næstum fjórum sinnum meiri en í flestum eldri og yngri sýnum (sjá mynd 39). Yfirleitt er styrkur H_2S mestur í G-102 (Ketilfjalli) og þá í G-103 á Tjarnarási.



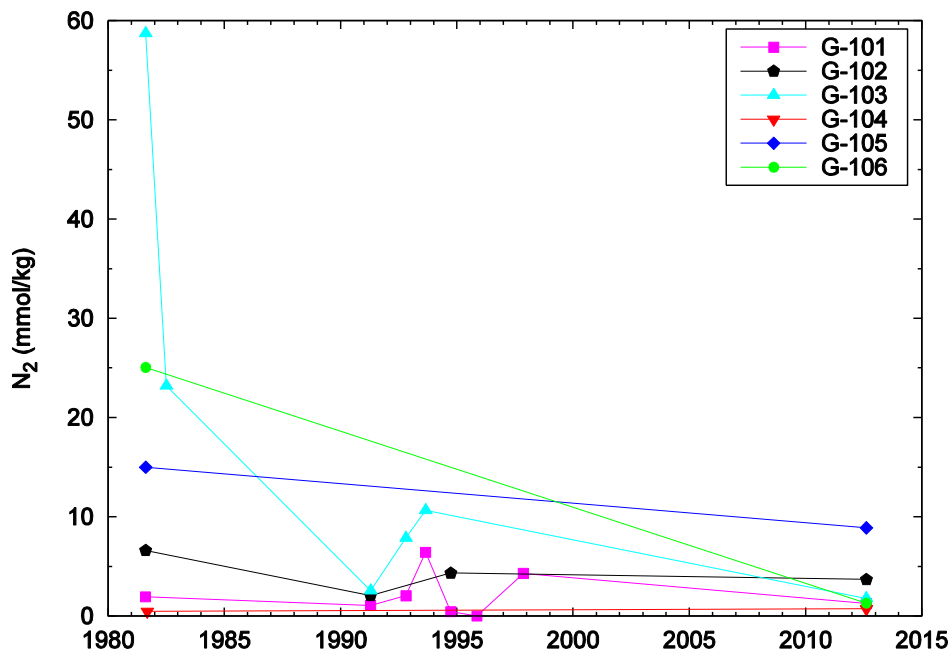
Mynd 39. Styrkur H_2S í gufu frá gufuaugum á Þeistareykjum.

Styrkur H_2 í gufu frá gufuaugum á Þeistareykjum (mynd 40) hefur verið stöðugur með tveimur undantekningum. Í fyrsta lagi koma fram nokkrar sveiflur í styrk H_2 í G-101 milli 1990 og 2000. Sveiflur í styrk H_2 í G-101 eru úr fasa við breytingar á styrk CO_2 og H_2S í gufu úr sama auga á þessu tímabili. Í öðru lagi virðist styrkur H_2 fara jafnt og þétt hækkandi í G-102 í Ketilfjalli.



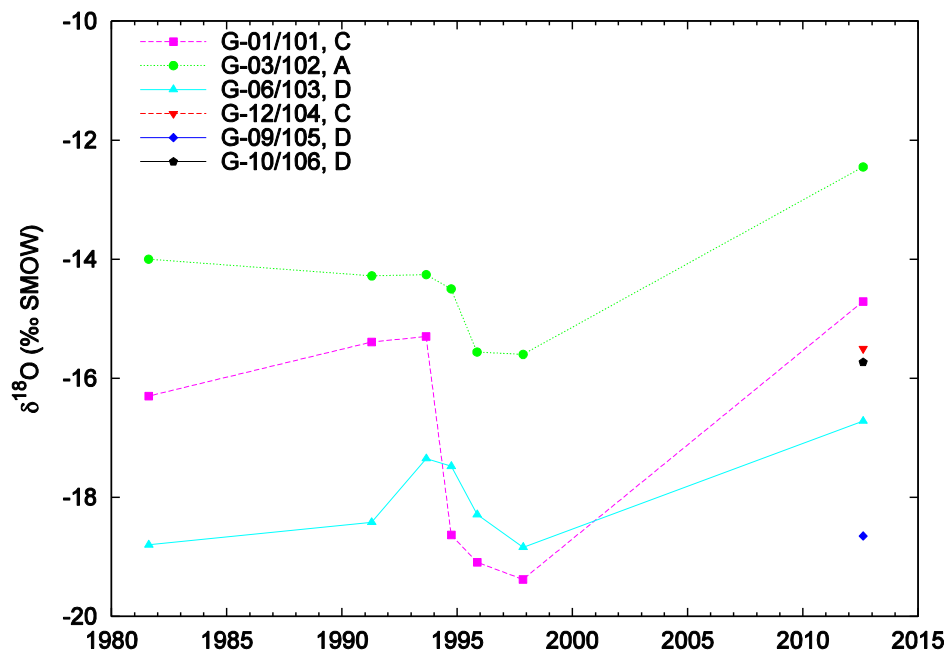
Mynd 40. Styrkur H_2 í gufu frá gufuaugum á Þeistareykjum.

Það er ekki ástæða til að fjölyrða um styrk N_2 sem sýndur er á mynd 41. Þar ber hæst að styrkur N_2 í augum 105 og 106 virðist hafa lækkað en það stafar líklegast af andrúmsloftsmengun í eldri sýnunum. Að öðru leyti er ekki að sjá dramatískar langtímabreytingar í styrk N_2 en árið 2012 var styrkur N_2 innan við 10 mmol/kg í öllum sýnum.

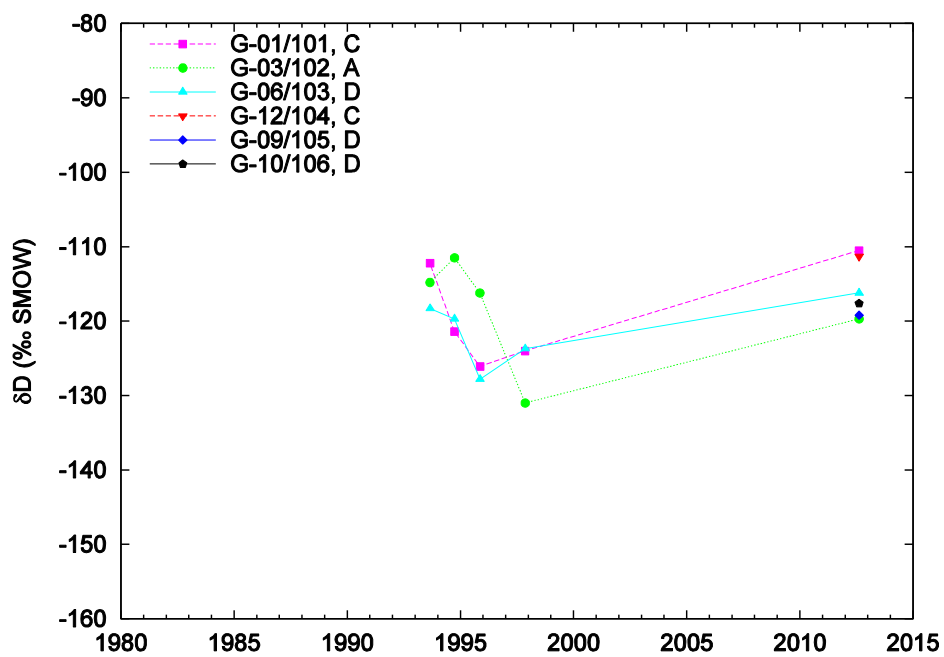


Mynd 41. Styrkur N_2 í gufu frá gufuaugum á Þeistareykjum.

Samsætuhlutföll súrefnis og vetnis í gufu frá Þeistareykjum eru sýnd á myndum 42 og 43. Eldri samsætugögn eru eingöngu til úr G-1, G-3 og G-6 (G-101, G-102 og G-103). Í elstu sýnum var aðeins greint hlutfall $^{18}O/^{16}O$ ($\delta^{18}O$) en hlutfall $^2H/^1H$ (δD) var greint í sýnum sem safnað var eftir 1994. Í sýnum fram til 1993 breyttist $\delta^{18}O$ lítið eða hækkaði lítillega eins og kemur fram á mynd 41. Árið 1994 snarlækkar $\delta^{18}O$ í G-1 og δD einnig en í minna mæli. Næstu árin hélt þessi lækkun áfram og kom þá skýrar fram í G-3 og G-6. Árið 1997 virðist þessi lækkun á bæði $\delta^{18}O$ og δD hafa stöðvast. Heldur hærri $\delta^{18}O$ gildi mældust í sýnum sem tekin voru sumarið 2012 en í sýnum frá 1994 fyrir utan sýni úr G-105 en þar mældist $\delta^{18}O$ gildi sem er sambærilegt við það lægsta sem mældist í augum G-101 og G-103 árið 1997.



Mynd 42. Súrefnissamsætuhlutföll í gufu frá gufuaugum á Þeistareykjum.



Mynd 43. Vetrissamsætuhlutföll í gufu frá gufuaugum á Þeistareykjum.

2.3 Gasflæði um jarðveg á Þeistareykjum

2.3.1 Almennt um gasflæðimælingar

Í jarðhitavökva er ávallt nokkurt magn uppleystra gastegunda. Yfirleitt er CO₂ í mestum styrk en H₂S og H₂ eru einnig algengar jarðhitagastegundir. Þegar gufa myndast við suðu í jarðhitakerfum leita gastegundirnar í gufufasann og gasið fylgir gufunni sem leitar upp vegna lágrar eðlisþyngdar. Hluti gufunnar sem þannig myndast við náttúrulega suðu í jarðhitakerfum leitar út um gufuaugu en stór hluti gufunnar þéttist áður en hún kemst alla leið til yfirborðs. Þetta getur t.d. gerst þegar gufan kemst í snertingu við kalt grunnvatn eða þar sem gufan streymir um gropin jarðveg eða berggrunn og streymið er ekki nægjanlegt til að hita umhverfið að suðu. Þegar svo háttar til þéttist vatnsgufan en hluti gassins sem henni fylgir getur haldið áfram ferð sinni til yfirborðs.

Rannsóknir á jarðhitasvæðum víða um heim hafa sýnt fram á að stærstur hluti gassins frá jarðhitakerfum leitar út um jarðveg en mun minna leitar út um gufuaugu (Werner o.fl., 2000; Werner og Brantley, 2003; Favara o.fl., 2001; Chiodini o.fl., 2005; Fridriksson o.fl., 2006). Eins og fyrr segir myndast gufan sem ber gasið frá jarðhitageyminum við suðu og því eru mælingar á gasflæði heppileg leið til að fylgjast með breytingum á suðuástandi í jarðhitakerfum. Slíkar mælingar hafa nú verið gerðar á Reykjanesi í nærri því áratug og sýna þær glögglega hvernig suða í jarðhitakerfinu hefur aukist samfara aukinni vinnslu fyrir Reykjanesvirkjun (Fridriksson o.fl., 2010; Auður Agla Óladóttir, 2012).

Kerfisbundnar gasflæðimælingar hafa verið gerðar á fjórum jarðhitasvæðum á Íslandi utan Þeistareykja; á Reykjanesi, á Hengilssvæði, í Námafjalli og í Kröflu (Fridriksson o.fl., 2006; Auður Agla Óladóttir, 2012; Hernández o.fl., 2012; Ármannsson o.fl., 2007). Á Reykjanesi og í Kröflu hefur tölfræðilegum aðferðum verið beitt til að greina á milli gasflæðis frá jarðhita annars vegar og gasflæðis frá líffræðilegri virkni (þ.e. rotnun) í jarðvegi hinsvegar. Þar hefur meðalgildi gasflæðis vegna jarðhitavirkni numið 112 og 115 g/m²/dag en bakgrunnsgildi frá lífrænum jarðvegi hefur verið að meðaltali verið 4,1–6 g/m²/dag (Fridriksson o.fl., 2006; Ármannsson o.fl., 2007).

Við gasflæðimælingar á íslenskum jarðhitasvæðum hafa verið notaðar svokallaðar pottmælingar en sú aðferð kallast á ensku „the closed chamber method“. Í stuttu máli er mælirinn samsettur af potti sem lagður er á hvolf á jörðina og dælu sem dælir lofti úr pottinum í CO₂-nema og skilar því svo aftur í pottinn. CO₂-neminn mælir stöðugt styrk CO₂ í pottinum og ef gas flæðir upp um jarðveginn vex styrkurinn í pottinum jafnt og þétt og því hraðar sem gasflæðið er meira. Hallatalan á ferli koldíoxíðstyrks á móti tíma er mælikvarði á gasflæðið. Rannsóknir hafa sýnt að þessi aðferð er ábyggileg og endurteknar mælingar gefa sambærilegar niðurstöður frá einum degi til annars nema þegar jarðvegur er blautur eftir mikla úrkomu en þá getur flæðið minnkað tímabundið (Granieri o.fl., 2003). Þessi aðferð er fljótleg (2–3 mínútur á hverjum stað) og örugg og er mjög útbreidd við mælingar sem þessar á jarðhitasvæðum og eldfjöllum víða um heim.

2.3.2 Gasflæðimælingar á Þeistareykjum

Gasflæði um jarðveg var mælt á 374 stöðum á Þeistareykjum dagana 9., 10. og 11. ágúst 2012 (sjá mynd 44). Markmið þessara mælinga var að skilgreina náttúrulegt gasflæði um jarðveg á svæðinu áður en vinnsla hefst úr jarðhitakerfinu. Gögn þau sem safnast með þessum mælingum verða borin saman við niðurstöður mælinga sem gerðar verða síðar. Ef nýting

jarðhitans veldur breytingum á yfirborðsvirkni verður unnt að nota þennan samanburð til að leggja magnbundið mat á breytingarnar.

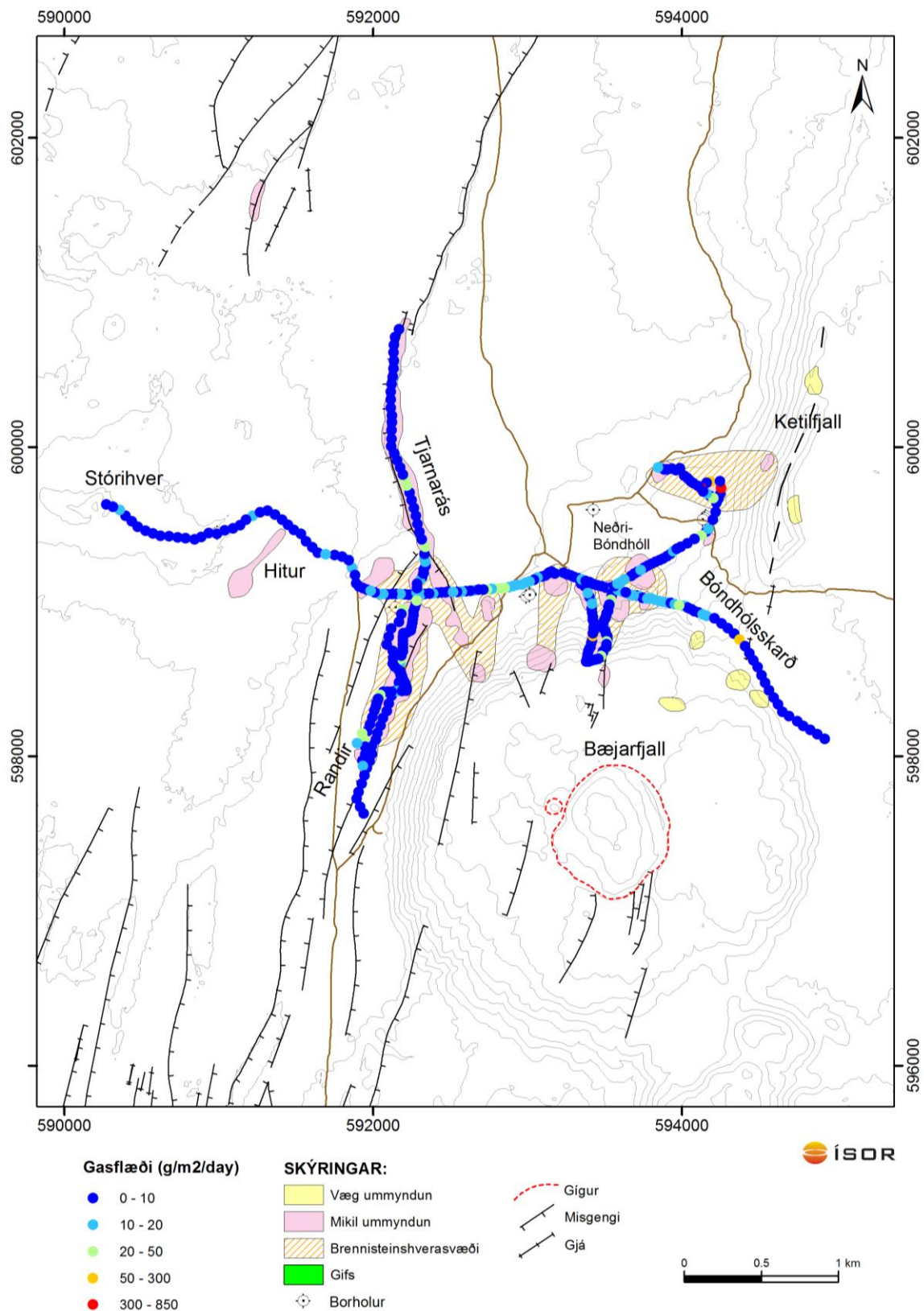
Mælt var á tveimur löngum mælilínunum og lá önnur frá norðri til suðurs eftir Tjarnarási og suður eftir Röndum, vestan Bæjarfjalls. Hin lá frá austurhlíðum Bæjarfjalls, niður Bóndhóls-skarð, um Þeistareykjagrundir og Tjarnarás sunnanverðan og allt vestur að Stórahver. Að auki voru gerðar mælingar á óreglulegri línu sem lá upp og niður eftir virka svæðinu í Bæjarfjalli norðanverðu, og norðaustur að Ketilfjalli (sjá mynd 44). Auk mælinga á gasflæði var hitastig mælt á 15 cm dýpi á nánast öllum mælistöðum og yfirborðsgerð og gróðri lýst stuttlega. Veður var þurrt þegar mælt var og dagana á undan og því ekki ástæða til að ætla að jarðvegskraki hafi haft áhrif á niðurstöðurnar.

Mælingar voru yfirleitt gerðar með 25 m millibili á mælilínunum en 50 m voru á milli mælinga við jaðra mælisvæðisins. Leitast var við að þræða þau svæði þar sem jarðhitaummerki sjást á yfirborði því að þar er líklegast að breytinga verði vart í framtíðinni en engu að síður var gasflæði mælt á fjölda staða þar sem engin merki sjást um jarðhita. Með jarðhitaummerkjum er átt við leirummyndun á yfirborði, gufuaugu og leirhveru eða jarðvegshita yfir 25°C.

2.4 Niðurstöður gasflæðimælinga

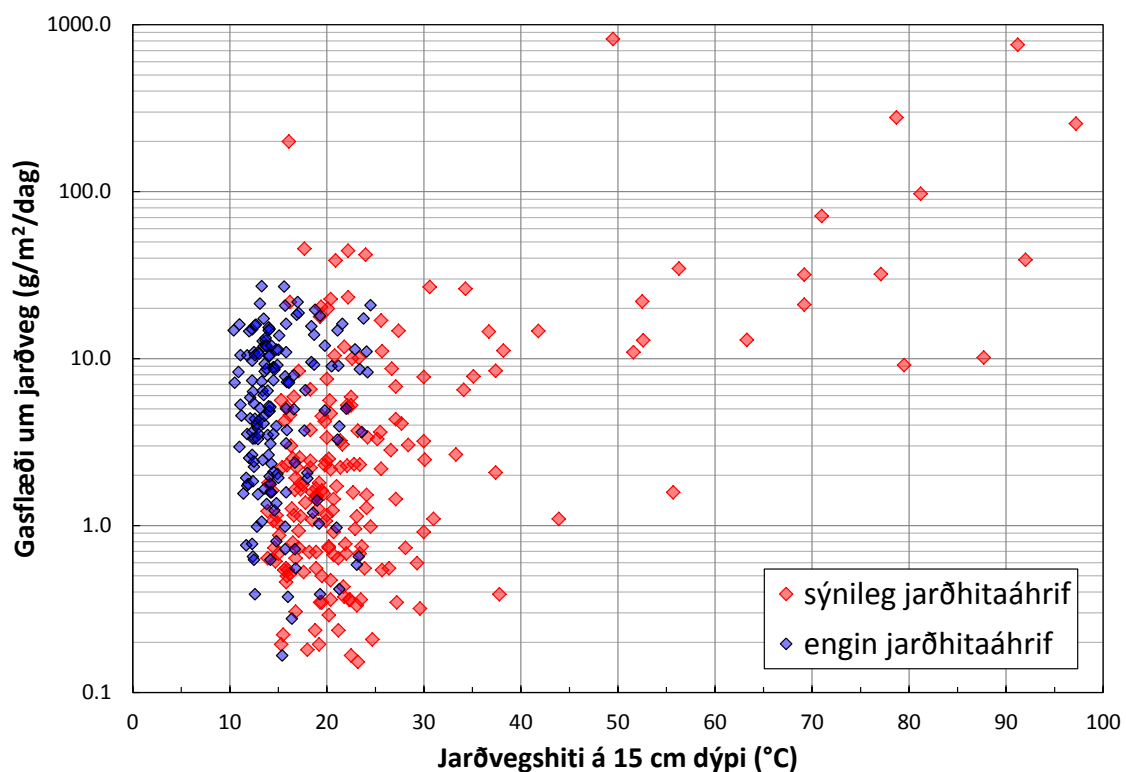
Niðurstöður gasflæðimælinga eru sýndar á myndum 44 og 45 en hnit mælistaða og lýsingu á þeim eru birt í töflu V-2 í viðauka 2. Rúmlega helmingurinn af mælistöðunum 374, eða 192, var á stöðum þar sem jarðhitaáhrifa gætti, þ.e. annaðhvort mátti sjá þar ummyndun eða að hiti var yfir 25 gráðum í jarðvegi. Gasflæði á þeim stöðum sem áhrifa jarðhita gætti var á bilinu 0,2–820 g/m²/d en meðaltal og miðgildi voru 18,2 og 1,6 g/m²/d. Til samanburðar voru meðaltal og miðgildi fyrir þá 181 mælistaði þar sem jarðhitaáhrifa gætti ekki 7,5 og 5,0 g/m²/d. Ef þessi gildi eru borin saman við niðurstöður frá Reykjanesi og Kröflu sést í fyrsta lagi að gasflæði frá stöðum þar sem jarðhitaáhrifa gætir á Þeistareykjum er mjög lágt en sambærileg gildi fyrir Reykjanes og Kröflu eru rúmlega 100 g/m²/dag. Þá er einnig mjög athyglisvert að sjá að miðgildi fyrir gasflæði þar sem jarðhitaáhrifa gætir er talsvert lægra en miðgildið fyrir svæði þar sem slíkra áhrifa gætir ekki. Þetta þýðir með öðrum orðum að það eru meiri líkur á að fá lægra gasflæðigildi á jarðhitaskellu en á venjulegum grasbala á Þeistareykjum. Samanburður við Reykjanes og Kröflu sýnir einnig að bakgrunnsgildi á Þeistareykjum eru heldur hærri en á Reykjanesi og í Kröflu en það gæti stafað af því að jörð er mjög vel gróin á Þeistareykjum og jarðvegur þykkur. Einnig gætu hin miklu hlýindi sem voru þegar mælingar voru gerðar átt sinn þátt í háum gasflæðigildum á grónu landi.

Mynd 44 sýnir staðsetningu mælistaða sem punkta á korti og ræðst litur punktanna af mældu gasflæði. Dökkbláir og ljósbláir punktar sýna staði þar sem gasflæði er á sama bili og búast má við á vel gróinni jörð; dökkbláir punktar sýna staði þar sem gasflæðið var á bilinu 0–10 g/m²/d og ljósbláir punktar tákna gasflæði á bilinu 10–20 g/m²/d. Yfirgnæfandi meirihluti mælinga, eða 343, lentu í þessu tveimur flokkum. Gasflæði yfir 50 g/m²/d mældist á aðeins 8 stöðum. Hæstu mæligildin fengust á jarðhitaskellum norðan í Bæjarfjalli og vestan undir Ketilfjalli. Mjög lítið gasflæði mældist á útkulnuðum jarðhitaskellum á Tjarnarási sem og í leirflögunum á Röndum vestan Bæjarfjalls þó að þar sé talsverð jarðhitavirkni. Almennt má segja að mælt gasflæði á virkum jarðhitasvæðum á Þeistareykjum sé mjög lítið samanborið við gasflæði á jarðhitaskellum á Reykjanesi (Fridriksson o.fl., 2006) og í Kröflu (Ármannsson o.fl., 2007) þrátt fyrir að yfirborðsvirkni á Þeistareykjum sé hvorki daufari né umfangsminni.



Mynd 44. Niðurstöður mælinga á gasflæði um jarðveg á Þeistareykjum í ágúst 2012.

Mynd 45 sýnir mælt gasflæði og mældan hita á 15 cm dýpi í jarðveginum. Þar sést greinilega að á mörgum þeirra staða sem báru merki jarðhita er jarðvegshiti lágur, eða undir 20°C. Þetta á við um marga staði með kaldri leirummyndun. Ennfremur sýnir myndin glögglega að lág gasflæðigildi eru mjög algeng á stöðum þar sem jarðhitaáhrifa gætir. Þannig er nokkuð algengt að gasflæði á stöðum með jarðhitaummerkjum mælist undir 1 g/m²/d en svo lág gildi eru sjaldgæf fyrir staði án jarðhitaummerkja. Líklegasta skýringin á þessu er að þar sem jarðhitaáhrifa gætir á Þeistareykjum er jarðvegur mjög leirkenndur og þéttur. Í jarðhita-leirnum er heldur ekki eins mikið lífrænt efni og í jarðvegi þar sem land er gróið en lífræna efnið gefur frá sér CO₂ við niðurbrot. Mynd 45 sýnir líka að langflest gasflæðigildi á stöðum með jarðhitaáhrifum eru á sama röli og á stöðum án jarðhitaáhrifa. Hæsta gildi sem mældist á stað án jarðhitaáhrifa var 30 g/m²/d en einungis á 13 af 192 mælistöðum þar sem jarðhitaáhrifa gætti var flæðið meira.



Mynd 45. Gasflæði um jarðveg og jarðvegshitastig á Þeistareykjum í ágúst 2012.

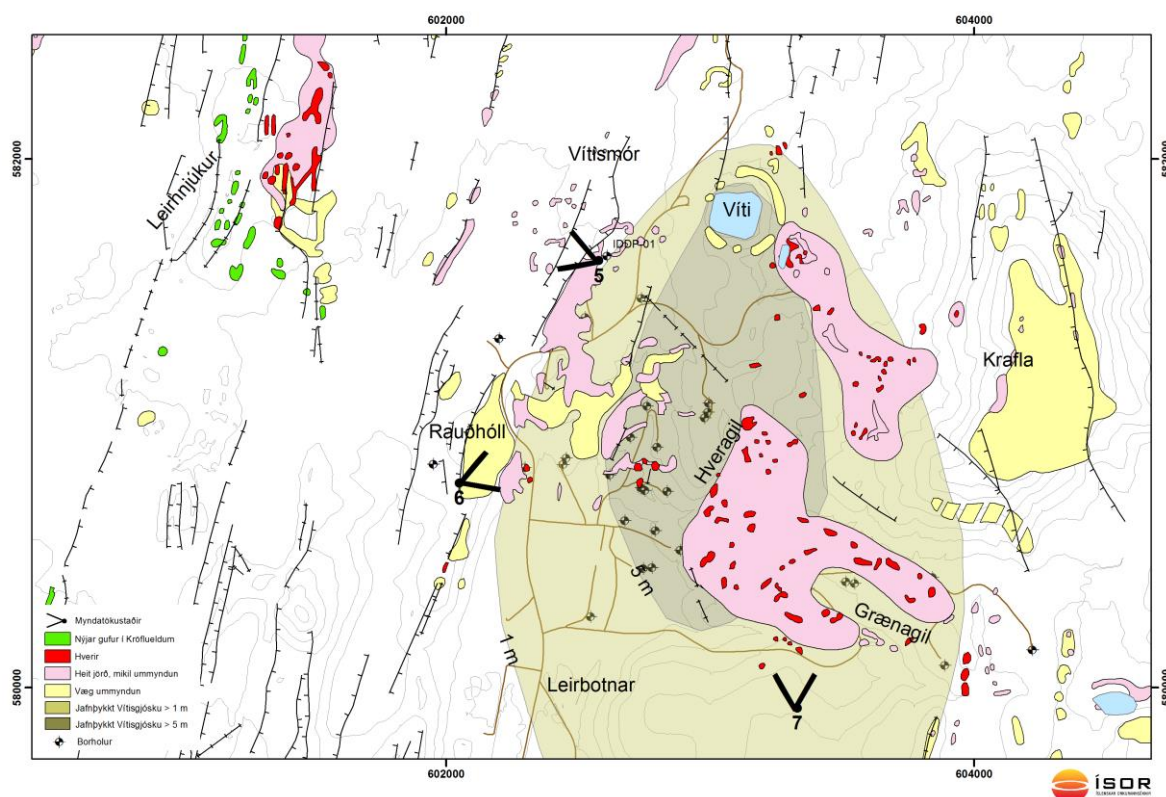
Eins og rakið hefur verið hér á undan er gasflæði um jarðveg á Þeistareykjum minna en almennt gerist á öðrum íslenskum jarðhitasvæðum þar sem sambærilegar mælingar hafa verið gerðar. Mælingarnar sem gerðar voru sumarið 2012 á Þeistareykjum ná yfir öll helstu svæði þar sem jarðhitaummerkja gætir. Ef gasflæði um jarðveg mun aukast í framtíðinni, hvort heldur sem er af náttúrulegum orsökum eða vegna nýtingar á jarðhitakerfinu, munu þau gögn sem nú hefur verið safnað nýtast við að leggja magnbundið mat á þær breytingar.

3 Krafla

Á Kröflusvæðinu hafa verið gerðar fjölmargar rannsóknir á jarðhita og eldvirkni. Fyrstu heildstæðu rannsóknirnar hófust árið 1969 í áætlun um nýtingu jarðhitans (Sveinbjörn Björnsson, 1969) og niðurstöður þeirra birtar í rannsóknarskýrslu árið 1971 (Guðmundur Guðmundsson o.fl., 1971). Jarðhitakort Kristjáns Sæmundssonar (Kristján Sæmundsson 2008; Anette Mortensen o.fl., 2009) er notað sem grunnur að athugunum okkar nú sem og eftirlitsskýrslur Jóns Benjamínssonar (1985; 1999) og Jóns Benjamínssonar og Trausta Haukssonar (1988; 1990; 1994; 1995; 1998; 2000; 2001; 2004; 2008; 2009; 2010; 2011) þar sem einnig er fjallað um jarðhitavirkni á Námafjallssvæðinu.

3.1 Yfirborðsvirkni í Kröflu

Skipting svæða á Kröflusvæðinu í gengum tíðina hefur verið í nokkuð föstum skorðum. Skipting svæðanna er eftirfarandi: Leirbotnar, Leirhnjúkur, Vítismór, Vítissvæðið, Hveragil, Vesturhlíðar og Suðurhlíðar. Þessum svæðum hefur verið lýst áður í reglulegu eftirliti (Jón Benjamínsson og Trausti Hauksson, 2011). Að auki var farið á svæði í jaðri Kröflu, þ.e. Hvít-hóla, Hrafninnuhrygg og Sandabotnahrygg, til yfirlits en enga virkni var að sjá nema í Hvít-hólum. Dagana 15.–17. ágúst 2012 var farið yfir flest svæðanna og yfirborðsvirkni athuguð. Önnur svæði voru skoðuð lauslega og ljósmynduð og hitamyndir teknar. Staðsetning og stefna hitamyndatökustaða er sýnd á jarðhitakorti frá Kristjáni Sæmundssyni (mynd 46). Kortið byggist á jarðhitakorti frá 2008 að viðbættum gjóskugeira Vítis frá 1724 og nákvæmari afmörkun á ummyndun umhverfis Hveragil.



Mynd 46. Jarðhitakort af Kröflu. Athuganir sumarið 2012 sýndu óverulegar breytingar frá fyrri tíð. Vítisgjóskan liggur suður frá Víti og sýnir kortið jafnþykktarlínur miðað við 1 og 5 m þykkt gjóskunnar.

3.1.1 Leirbotnar

Á svæðinu við Leirbotna var aðeins litið yfir svæðið en ekkert gufustreymi var sjáanlegt 2012 frekar en undanfarin ár. Í skýrslu Jóns Benjamínssonar og Trausta Haukssonar (2011) er þess getið að árið 2010 hafi ekki verið sjáanleg gufa í Leirbotnum. Ekki voru gerðar beinar mælingar en notast var við hitamyndavél að kvöldlagi og sáust lítil merki um hitauppstreymi frá svæðinu á myndunum (hitamyndir 7, myndir 3 og 4). Neðan við KJ-9 og í Hveragilsrana eru hitablettir og greinileg velgja þar, þótt ekki hafi gufað upp frá svæðinu (hitamyndir 7, myndir 2 og 3).

3.1.2 Leirhnjúkur

Jarðhiti á Leirhnjúkssvæðinu einkennist af leirhverum og gufuaugum. Leirummyndun og brennisteinn eru víða áberandi en jarðhiti er einnig greinilega undir nýjum hraunum þó vart sjáist ummyndun. Sést það t.d. á því hvernig mosi vex hraðar þar sem hiti er undir hraunum (greinilegt frá göngustígnum frá Leirhnjúk norður í gíginn Hóf).

Jarðhiti og ummyndun í Leirhnjúk sjálfum er mikil og eru margir leirhverir utan í hnjúknum eins og greinilega má sjá frá göngustígnum. Smá gufa kemur upp úr kolli Leirhnjúks. Svæðið við útsýnispallinn í norðaustanverðum Leirhnjúk var með rólegra móti, ekki mikil gufa og virkni í leirskálinni lítil, og skálin vatnsfyllt nyrst (mynd 47).

Í stórum gíg frá Kröflueldum norðanvert í Leirhnjúk stíga gufur víða upp og mældist hitinn í gufuaugunum 2012 yfir 90°C. Auk þess eru brennisteinsblettir áberandi.

Sjá má gufu stíga upp úr holum í nýja hrauninu norðan og norðvestan við gíginn Hóf. Þar kom upp hraunspýja í upphafi Kröfluelda í desember 1975 en einnig síðar (mynd 48). Hitinn á gufunni í hrauninu var frá 25–60°C.



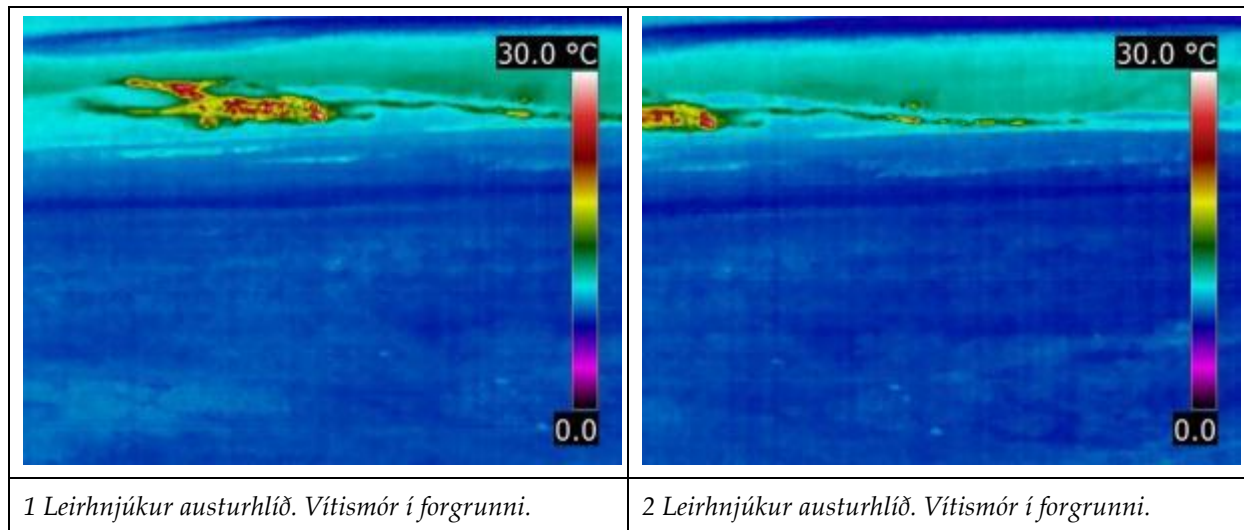
Mynd 47. *Leirhnjúkur. Hveravirkni er einna mest við hnjúkinn austanverðan. Heit jörð með gufu- og leirhórum. Einungis vatn er í skálinni við útsýnispallinn. Gufuop eru öll frekar máttlítil 2012.*



Mynd 48. *Gufuvirkni í gossprungunni frá Kröflueldum 1975–1984. Leirhnjúkur í baksýn.*

Engan virkan jarðhita er að finna á hinum mjög svo ummyndaða Litla-Leirhnjúk vestan nýja hraunsins (sjá jarðhitaskellu norðvestan Leirhnjúks á mynd 57).

Austurhlíðar Leirhnjúks voru hitamyndaðar frá borteig holu IDDP-1 (hitamyndir 6). Samkvæmt myndunum tengist hæsti hitinn gufuvirkum svæðum um miðja austurhlíðina og upp á topp hnjúksins, teygist síðan norður eftir hlíðinni og út á sléttuna. Á þessari línu eru gufu- og leirhverir ríkjandi.



Hitamyndir 6. Jarðhitinn í austanverðum Leirhnjúk. Myndirnar eru teknar frá borteig IDDP-1 (myndatökustaður 5 á mynd 46). Vítismór er í forgrunni en þar er engan hita að sjá.

3.1.3 Vítismór

Ummyndunarblettur (leir) er um 500 m NNV við Víti í átt að Hreindýrahól (mynd 46). Enginn hiti mældist þar í jarðvegi árið 2012. Engin önnur jarðhitavirkni er sjáanlega í norðurhluta Vítismós frá Víti til Leirhnjúks (hitamyndir 6) en í suðurhlutanum við og vestur af borteig IDDP, austur að Hveragili og fram á brúnir Hlíðardals er ljós leirumyndun ríkjandi eins og sést á mynd 46 (sjá einnig mynd 57).

3.1.4 Vítissvæði

Allmikil ummyndun (leir) er umhverfis Víti og jarðhitavirkni sum staðar mikil. Helstu gufusvæðin eru norðan, austan og suðaustan við Víti við svokölluð Tvíburavötn (mynd 46). Gufusvæðin mynda heitar skellur þar sem hiti er yfir 90°C (mynd 49).

Gufusýni voru tekin við Tvíburavötn árið 2012 (myndir 50 og 61).



Mynd 49. Jarðhitinn norðan við Viti einkennist af ummynduðum leir- og gufuaugum í heitum skellum.



Mynd 50. Yfirlitsmynd af Tvíburavötnum. Horft til norðvesturs og sést inn í Viti norðvestan vatnanna.

3.1.5 Hveragil

Neðst í Hveragili er allt kolummyndað en virknin er mest í miðju gilsins og austan til í því. Þar er meðal annars að finna öflug gufuaugu, leirhverir og brennisteinsbunka. Litla-Víti er mjög öflugur leirhver (mynd 51) neðst í Hveragili. Rétt neðan við Litla-Víti myndaðist hveraop árið 2009 (Jón Benjamínsson og Trausti Hauksson, 2011), en sumarið 2012 var ekki mikil virkni í því. Á svæðinu gengt Litla-Víti er lítilsháttar gufustreymi úr leirflagi en flagið er allt mjög heitt, 70–98°C (mynd 52). Nokkur virkni er fyrir miðju gili neðan við K-15 á mótis við Jónshver sem er ekki lengur virkur. Einnig bolar gas í lækjarfarveginum og sjá má smá gufuaugu í kringum þetta svæði. Ummyndun er víðast hvar mjög mikil, leir og brennisteinn (myndir 53 og 54) auk víðfeðms gifslags sem sjá má ofarlega í gili. Gifskristallarnir eru vellagaðir, allt upp í 10 cm á lengd og má sjá mosaþræði inni í þeim.



Mynd 51. Litla-Víti. Gufuop sem opnaðist fyrir neðan Litla-Víti 2009 er svo gott sem hætt að blása.



Mynd 52. Virkni á mótis við Litla-Víti. Mikill hiti (70–98°C) en lítil gufa.



Mynd 53. Ummyndun og hveravirkni í Hveragili ofanverðu. Horft til norðurs.



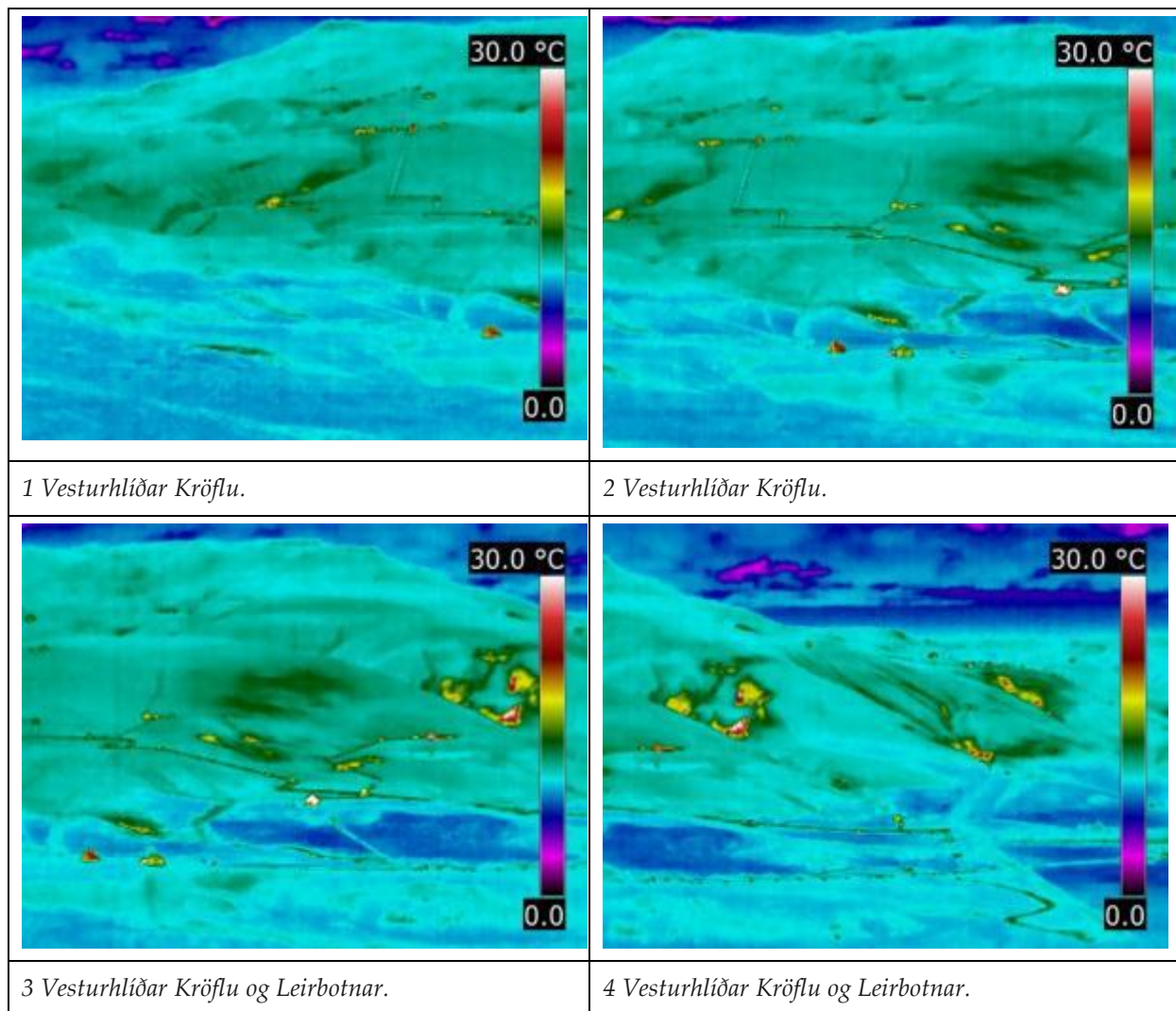
Mynd 54. Hitaskellur í Hveragili.

3.1.6 Vesturhlíðar Kröflu

Vesturhlíðarnar voru aðeins skoðaðar úr fjarska en ekki farið upp í brekkurnar. Virk svæði komu ágætlega fram ofarlega í hlíðunum í hitamyndum sem teknar voru frá Rauðhól (hitamyndir 7). Þó má ætla að virkni í lægðum og smáum skorningum sjáist ekki á hitamyndunum. Einnig skyggði hæðin vestan Hveragils á neðri hlíðarnar. Þær sjást hins vegar ágætlega á mynd 55 sem tekin er af barmi Hveragils og sjást ummynduðu svæðin í vesturhlíð fjallsins vel alveg niður í gilið. Almennt virðist jarðhitavirknin í vesturhlíðum Kröflu ekki vera mikil skv. Jóni Benjamínssyni og Trausta Haukssyni (2011).



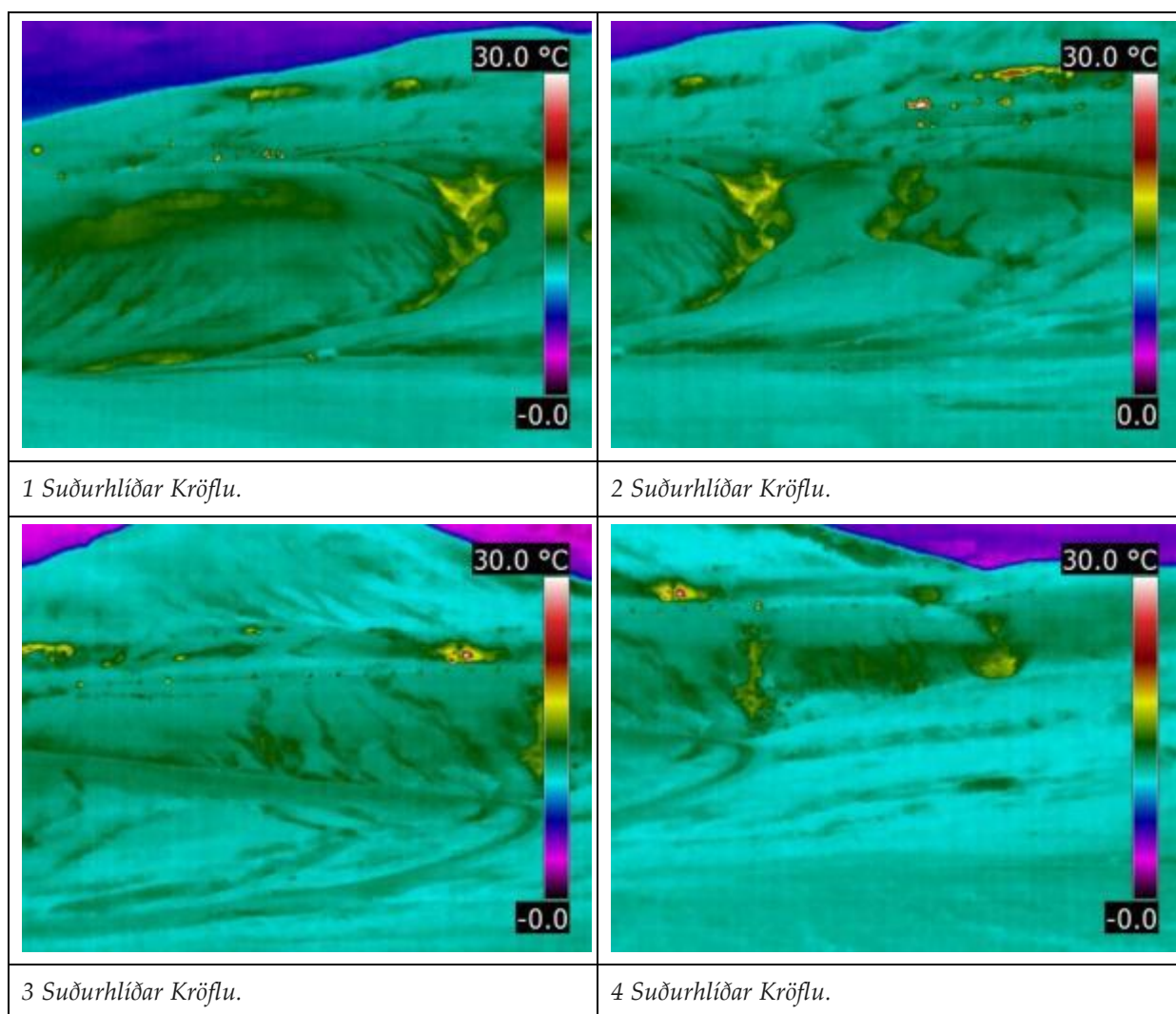
Mynd 55. Yfirlitsmynd af vesturhlíðum Kröflu tekin af vesturbarmi Hveragils.



Hitamyndir 7. Vesturhlíðar Kröflu. Myndir teknar til austurs frá Rauðhól (myndatökustaður 6 á mynd 46). Lítill sem enginn hiti sést í efri hluta fjallsins. Nokkur velgja er þó í giljum neðan til en sést illa á myndunum þar sem vesturbarmur Hveragils birgir sýn á neðsta hluta Vesturhlíða. Á myndum 3 og 4 sést jarðhitinn fremst í Hveragili þar sem Litla-Viti blæs. Í framhaldi sést hitinn neðst í suðurhlíðum Kröflu. Leirbotnasvæðið er í forgrunni mynda 3 og 4 og þar sjást lítil ummerki um yfirborðsvirkni en pípulagnir frá borholunum sjást vel. Myndirnar eru teknar frá norðri til suðurs.

3.1.7 Suðurhlíðar Kröflu

Suðurhlíðar Kröflu eru skornar mörgum giljum og úr fjarska má víða sjá ummyndunar-skellur (leir og brennistein). Á hitamynd 8 koma fram nokkrir heitir blettir bæði í giljum og í ílöngum blettum ofan vegar en hitastig var aðeins mælt í nokkrum þeirra. Nálægt veginum á milli Grænutjarnar og Grænalóns eru nokkrir ummyndunarblettir en lítill hiti ($<15^{\circ}\text{C}$). Ofar í hlíðunum var hár hiti ($>90^{\circ}\text{C}$) staðfestur í nokkrum ummyndunarskellum (heit jörð með smá gufuvirkni) eins og t.d. við K-37 og K-16A og við sýnatökustað G-102 þar sem er afmarkað gufustreymi úr einu auga, smá leirumyndun en brennisteinsútfellingar umhverfis gufuop (mynd 57). G-8 er gamall sýnatökustaður í ílöngu leirflagi með brennisteinsútfellingum og lítils háttar gufustreymi (mynd 57).



Hitamyndir 8. Suðurhlíðar Kröflu. Jarðhitinn er í miðri hlíðinni og í giljum neðarlega. Myndirnar eru teknar frá vestri til austurs, frá norðvesturenda Sandabotnafjalls (myndatökustaður 7 á mynd 46).

3.1.8 Hvíthólar

Gufa stígur upp um glufur í hrauni á litlu svæði (6 x 3 m) á milli KJ-22 og KJ-23. Smá hvinur fylgir gufustreyminu. Brennisteinsútfellingar hafa myndast á hraungrýtinu en einnig var grár leir í botni eins opsins (mynd 56). Önnur jarðhitavirkni á yfirborði sást ekki.



Mynd 56. Gufuvirkni við Hvíthóla.

3.1.9 Niðurstöður

Í yfirliti okkar var farið almennt yfir svæðið, ljósmyndir sem og hitamyndir teknar en ekki gert mikið af beinum mælingum. Samanburður við eldri lýsingar á virkni yfirborðsjarðhitans getur því aðeins verið lauslegur hér. Út frá hitamyndatöku virðist virkni í vesturhlíðum Kröflu vera frekar lítil og í Suðurhlíðum er nokkur virkni í stökum og afmörkuðum blettum. Í Hveragili er virkni svipuð og undanfarin ár en þó eru yfirleitt smávægilegar breytingar. Gufuopið neðan við Litla-Víti sem opnaðist með miklum krafti 2009, og hefur verið að dala síðustu ár, var nánast með engu gufustreymi 2012 en hiti er þó enn til staðar. Við Leirhnjúk virðist virknin á hverasvæðinu vera með minna móti 2012 en hún einkennist af gufu- og leirhverum, nokkuð gufaði úr gosgígnum og í gossprungunni norður eftir frá Leirhnjúk. Almennt gildir fyrir Kröflusvæðið að þar hafa litlar breytingar orðið frá lýsingu Jóns Benjamínssonar og Trausta Haukssonar (2011).

3.2 Efnasamsetning gufu úr gufuaugum í Kröflu

3.2.1 Sýnatökustaðir í Kröflu

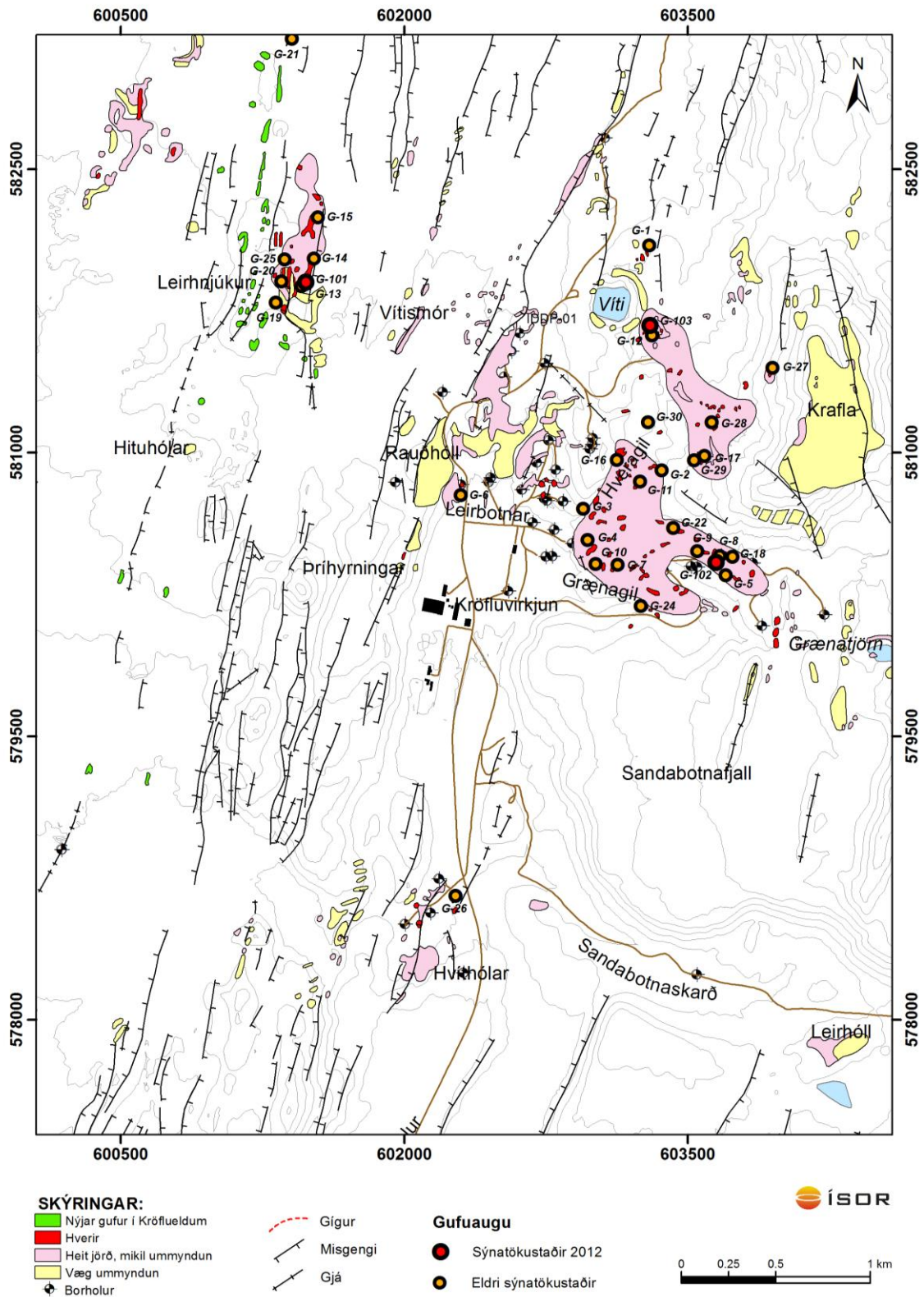
Þremur gufusýnum var safnað í Kröflu þann 13. ágúst 2012 við ágæt skilyrði. Yfirlit um sýnatökustaði er í töflu 3 og staðsetning þeirra sýnd á mynd 57 ásamt öðrum gufuaugum sem sýni hafa verið tekin úr í Kröflu (Halldór Ármannsson og Trausti Hauksson, 1980). Gufuaugum sem tekin voru sýni úr sumarið 2012 er lýst nánar hér á eftir. Í gagnagrunni ÍSOR eru sýnatökuaugu ársins 2012 í Kröflu kölluð „K G-101“ og svo framvegis til að forðast rugling við gufuaugu á öðrum svæðum en í texta og á myndum hér að neðan eru nöfn gufuaugna víða stytt í „G-101“ til einföldunar.

Tafla 3. *Sýnatökustaðir í Kröflu.*

Sýnanúmer	Nafn auga*	Staðarnúmer	Eldri sýni**	x-hnit	y-hnit	Hæð (m y.s.)	Lýsing
20120188	G-101	H 10188	G-13	601480	581903	575	Ofarlega í stóru flagi í austurhlíð Leirhnjúks
20120189	G-102	H 10189		603649	580421	609	Neðan við veg í Suðurhlíðum
20120190	G-103	H 10190	G-12	603300	581674	593	Við Tvíburavötn austan Vítis

* Nöfn gufuaugna eru stytt. Fullt nafn í gagnagrunni ÍSOR er „K G-101“ o.s.frv.

** Hér er vísað til gufuaugna sem lýst er í skýrslu Halldórs Ármannssonar og Trausta Haukssonar (1980).



Mynd 57. Gufuaugu í Kröflu. Gufuaugu sem safnað var úr sumarið 2012 eru sýnd með rauðum táknum.

K G-101: Gufuauga ofarlega í stóru leirflagi í austurhlíð Leirhnjúks. Efri mörk leirflagsins virðast stjórna af misgengi sem liggur eftir hlíðinni. Mörg álitleg augu eru í flaginu og eins öðru flagi litlu sunnar og ofar í hlíðinni en þetta auga var valið vegna aðgengis og hættu á raski ef farið væri lengra inn á svæðið. Þetta auga er talið vera á sömu slóðum og G-13. Sjá myndir 58 og 59.

K G-102: Frekar kraftmikið auga í lítilli og vel afmarkaðri ummyndunarskellu í suðurhlíðum Kröflu. Allmikil gufa streymir út um augað og er nokkuð af brennisteinsútfellingum í kringum það en minna um leirumyndun. Líklegt má telja að þetta auga sé frekar ungt. Augað er rétt fyrir neðan veginn miðja vegu á milli holu K-16 og K-20. Ekki er vitað til þess að sýni hafi verið tekið á þessum stað áður en það er nærri gufuaugum G-9 og G-8 sem eru fyrir ofan veg (Halldór Ármannsson og Trausti Hauksson, 1980). Ekki var unnt að ná sýni úr gufuaugum ofan vegar að þessu sinni. Þá var mjög lítil gufa á yfirborði á slóðum G-5 neðan við holu K-16. Mynd 60 sýnir gufuauga K G-102.

K G-103: Sæmilegt gufuauga við Tvíburavötn austan Vítis. Augað er við göngustíg fyrir ferðamenn (mynd 61). Hið gamla G-12 mun hafa verið á þessum slóðum (Halldór Ármannsson og Trausti Hauksson, 1980).



Mynd 58. *Leirhnjúkur. Gufuauga K G-101 er staðsett nokkurn veginn fyrir miðri mynd, ofarlega í stærra leirflaginu í hlíðinni og undir móbergsöxlinni sem skagar frekar fersk (grá) upp úr hlíðinni.*



Mynd 59. Sýntaka úr gufuauga K G-101. Horft til norðausturs. Svo virðist sem jaðar virku leirskellunnar markist af misgengi.



Mynd 60. Gufuauga K G-102 í suðurhlíðum Kröflu. Holur K-20 og K-31 sjást í bakgrunni og enn fjær sér í Kröfluvirkjun.



Mynd 61. Gufusýntaka í undirbúningi við gufuauga K G-103 við Tvíburavötn, suðsuðaustan Vitis.

3.2.2 Gufuefnagreiningar

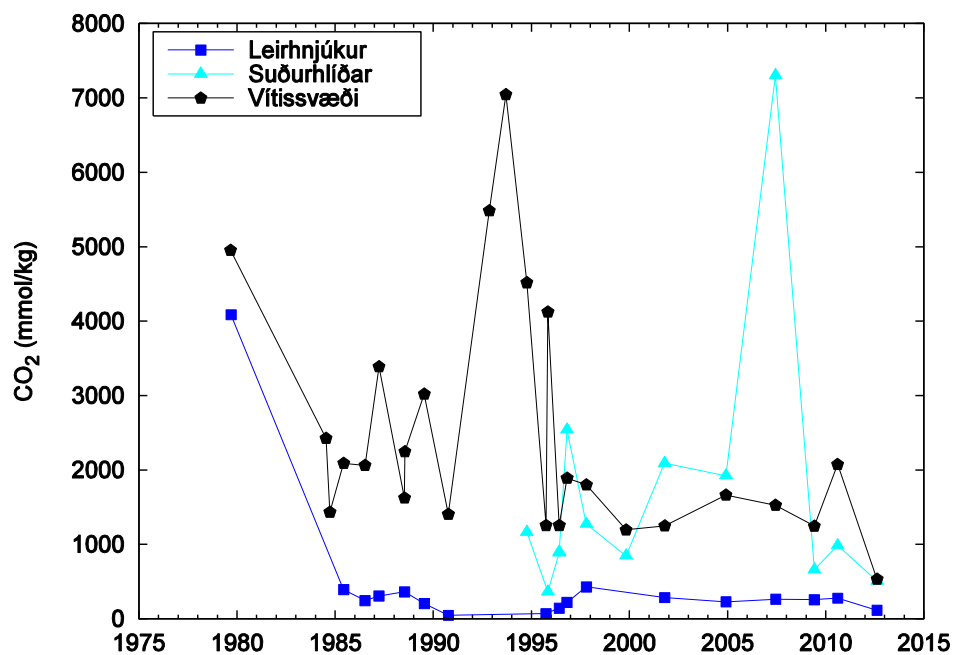
Gufusýni voru efnagreind á rannsóknarstofu ÍSOR. Styrkur CO_2 og H_2S var greindur með títrun en styrkur H_2 , CH_4 , Ar, N_2 og O_2 var greindur með gasgreini. Styrkur Cl í þéttivatni var greindur með jónaskilju. Samsætuhlutföll vetnis og súrefnis í þéttivatni voru greind hjá Jarðvísindastofnun Háskóla Íslands. Niðurstöður efnagreininga sýna sem tekin voru í Kröflu sumarið 2012 eru sýndar í töflu 4.

Tafla 4. Efnasamsetning gufusýna frá Kröflu 2012.

Númer	Dagsetning	Staður	CO ₂	H ₂ S	Ar	CH ₄	H ₂	N ₂	O ₂	Cl	δD	δ ¹⁸ O
			<i>mmol/kg</i>	<i>mmol/kg</i>	<i>mmol/kg</i>	<i>mmol/kg</i>	<i>mmol/kg</i>	<i>mmol/kg</i>	<i>mmol/kg</i>	<i>mg/kg</i>	<i>per mille</i>	<i>per mille</i>
20120188	13/8/2012	G-101 K	114,8	12,5	0,036	0,605	15,4	2,0	0,0	0,04	-107,46	-15,9
20120189	13/8/2012	G-102 K	508	49,4	0,019	0,266	1,1	1,1	0,0	0,17	-112,6	-16,59
20120190	13/8/2012	G-103 K	533	55,6	0,052	0,422	2,8	2,9	0,0	0,07	-114,17	-18,19

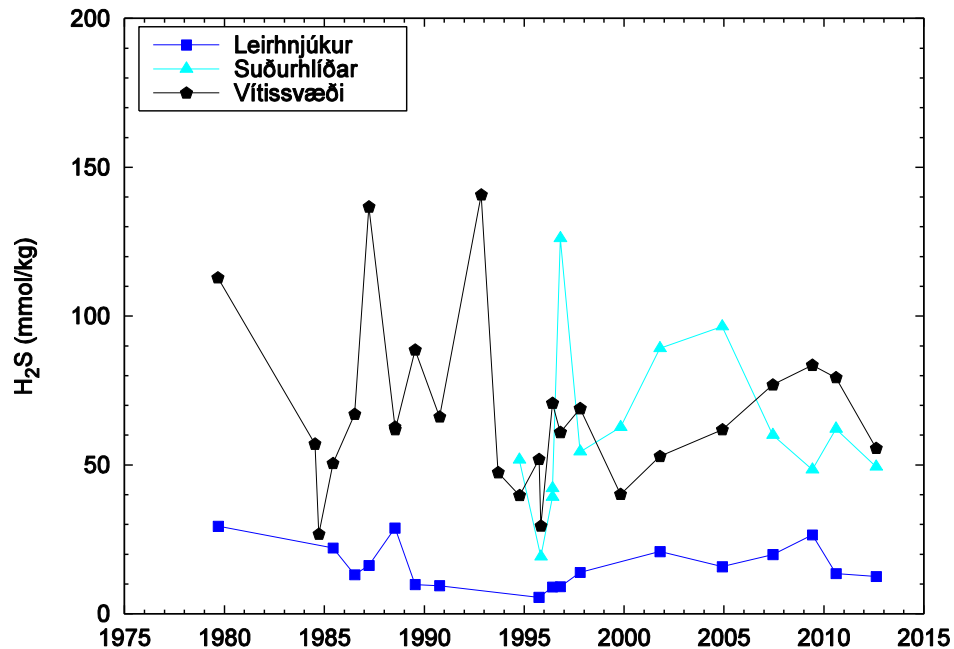
Myndir 62–65 sýna styrk CO_2 , H_2S , H_2 og N_2 í völdum gufuaugum í Kröflu í tímans rás. Nýjustu sýnin voru tekin úr augum G-101, G-102 og G-103 í ágúst 2012 en einnig eru sýnd gögn frá öðrum augum á sömu slóðum og nýju augun. Þar er um að ræða auga G-19 í Leirhnjúk, G-5 í Suðurhlíðum og G-12 við Tvíburavötn austan Vítis. Efnagreiningar eldri sýna eru fengnar úr skýrslum og gögnum Orkustofnunar, Jóns Benjamínssonar og Trausta Haukssonar og Stefáns Arnórssonar o.fl. og eru þær sýndar í töflum V-9 til V-11 í viðauka 3 ásamt tilvitnunum í frumheimildir.

Mynd 62 sýnir að styrkur CO_2 er heldur á niðurleið í gufuaugum í Kröflu. Hæsti styrkur CO_2 í gufu í Kröflu hefur lengst af verið á Vítissvæðinu. CO_2 -styrkur í Suðurhlíðum tók þó nokkurn kipp úr <1000 mmol/kg í >2000 mmol/kg á milli 2000 og 2009 og var á tímabili hærri en í gufu frá Vítissvæði en hefur nú aftur lækkað. Styrkur CO_2 í gufu í Leirhnjúk er á sama róli og verið hefur (<200 mmol/kg) en lækkar þó heldur.



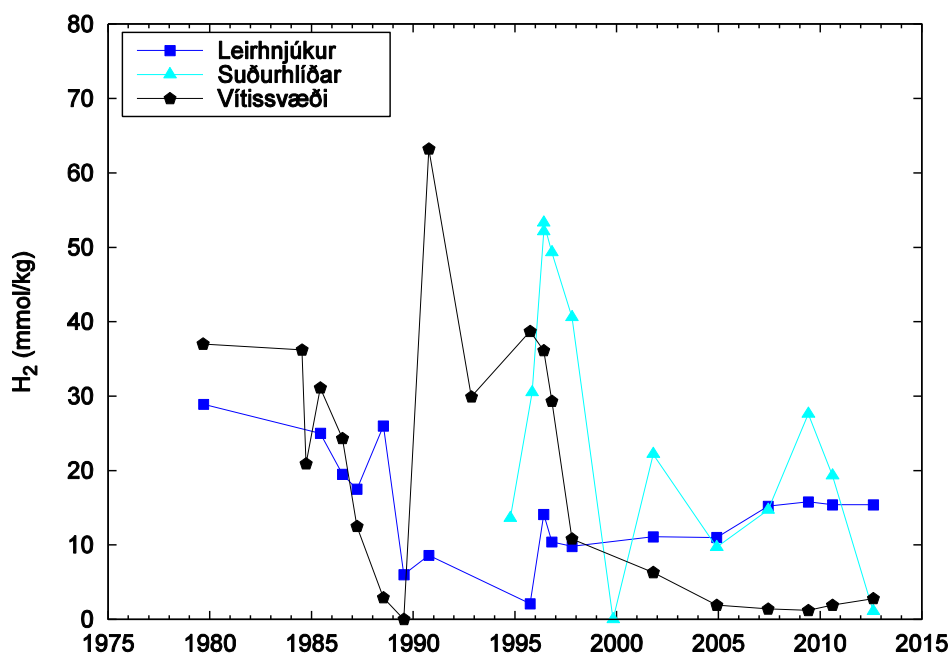
Mynd 62. Styrkur CO_2 í gufu frá gufuaugum í Kröflu frá 1978–2012. Eldri greiningar frá Leirhnjúk, Suðurhlíðum og Vítissvæði eru úr augum G-19, G-12 og G-5.

Styrkur H_2S í gufu frá Kröflu (mynd 63) fylgir sama mynstri og styrkur CO_2 . Styrkurinn er ávallt lægstur í Leirhnjúk og lengst af hæstur við Víti ef frá eru talin nokkur sýni frá tímabilinu 2000–2005. Styrkur H_2S í sýnum frá sumrinu 2012 er ívið lægri en á síðustu árum (10–60 mmol/kg) en þó í öllum tilfellum innan þeirrar spannar sem eldri sýni skilgreina.



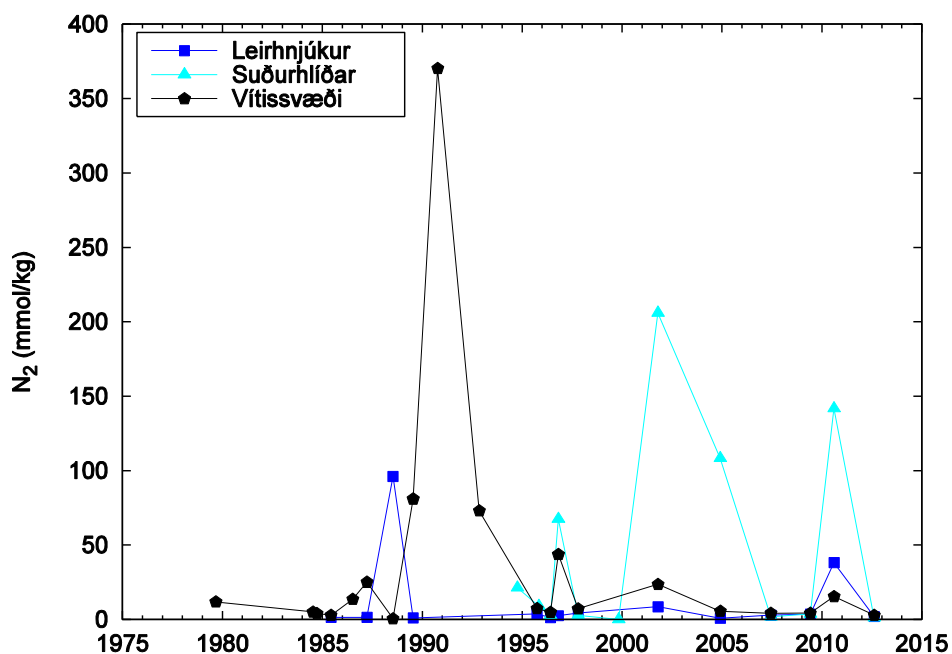
Mynd 63. Styrkur H_2S í gufu frá gufuaugum í Kröflu frá 1978–2012. Eldri greiningar frá Leirhnjúk, Suðurhlíðum og Vítissvæði eru úr augum G-19, G-12 og G-5.

Styrkur H_2 í gufu frá Kröflu (mynd 64) er nokkuð frábrugðinn því sem á við um CO_2 og H_2S . Á síðustu árum hefur styrkur H_2 í gufu frá Vítissvæðinu verið mjög lágur samanborið við styrk þess í gufu frá Suðurhlíðum og Leirhnjúk. Styrkur H_2 í gufu á Vítissvæðinu hefur sveiflast nokkuð í gegnum tíðina og var allhár í kringum 1980, eða um 40 mmol/kg, en lækkaði jafnt og þétt til 1990 þegar hann stökk aftur upp fyrir 60 mmol/kg. Síðan hefur styrkur H_2 lækkað á Vítissvæðinu og hann hefur verið undir 10 mmol/kg síðan 2002. Styrkur H_2 í gufu frá Leirhnjúk hefur hegðað sér með öðrum hætti en í gufu á Vítissvæði. Þar var styrkur H_2 nokkuð hár fram undir 1987 þegar hann lækkaði talsvert en hækkaði svo aftur um 1996 og hefur farið heldur hækkanði síðan. Meiri óregla er í styrk H_2 í gufu frá Suðurhlíðum en hann var mun lægri sumarið 2012 en verið hefur á undanförunum árum.



Mynd 64. Styrkur H_2 í gufu frá gufuaugum í Kröflu frá 1978–2012. Eldri greiningar frá Leirhnjúk, Suðurhlíðum og Vítissvæði eru úr augum G-19, G-12 og G-5.

Ekki er að sjá neinar sérstakar langtímabreytingar í N_2 -styrk í gufu í Kröflu (sjá mynd 65). Tilfallandi sveiflur sem sjást í styrk N_2 stafa af andrúmsloftsmengun við sýnatöku. Styrkur N_2 í gassýnum sem tekin voru sumarið 2012 er mjög lágur (<3 mmol/kg).

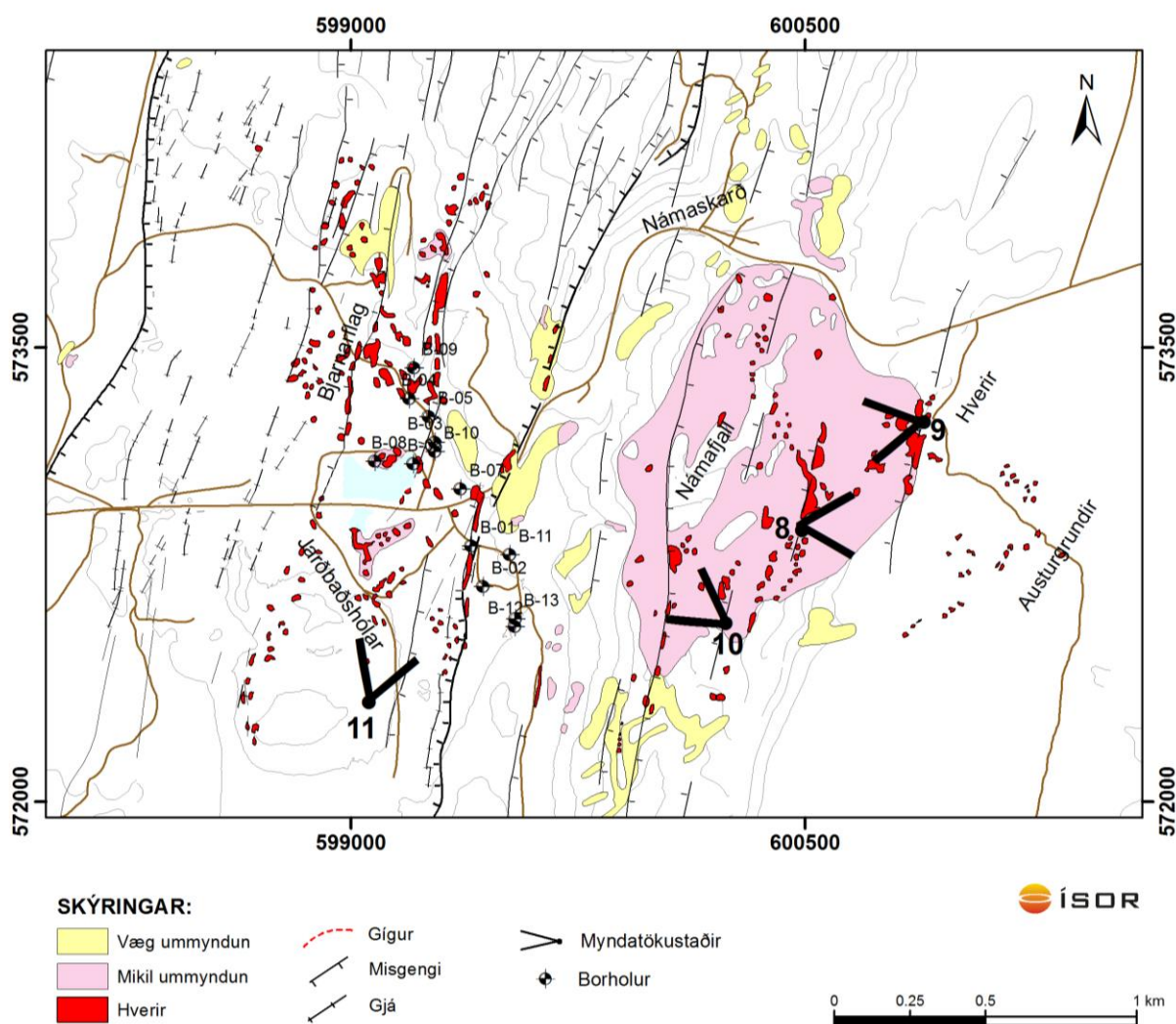


Mynd 65. Styrkur N_2 í gufu frá gufuaugum í Kröflu frá 1978–2012. Eldri greiningar frá Leirhnjúk, Suðurhlíðum og Vítissvæði eru úr augum G-19, G-12 og G-5.

4 Námafjall

4.1 Yfirborðsvirkni í Námafjalli

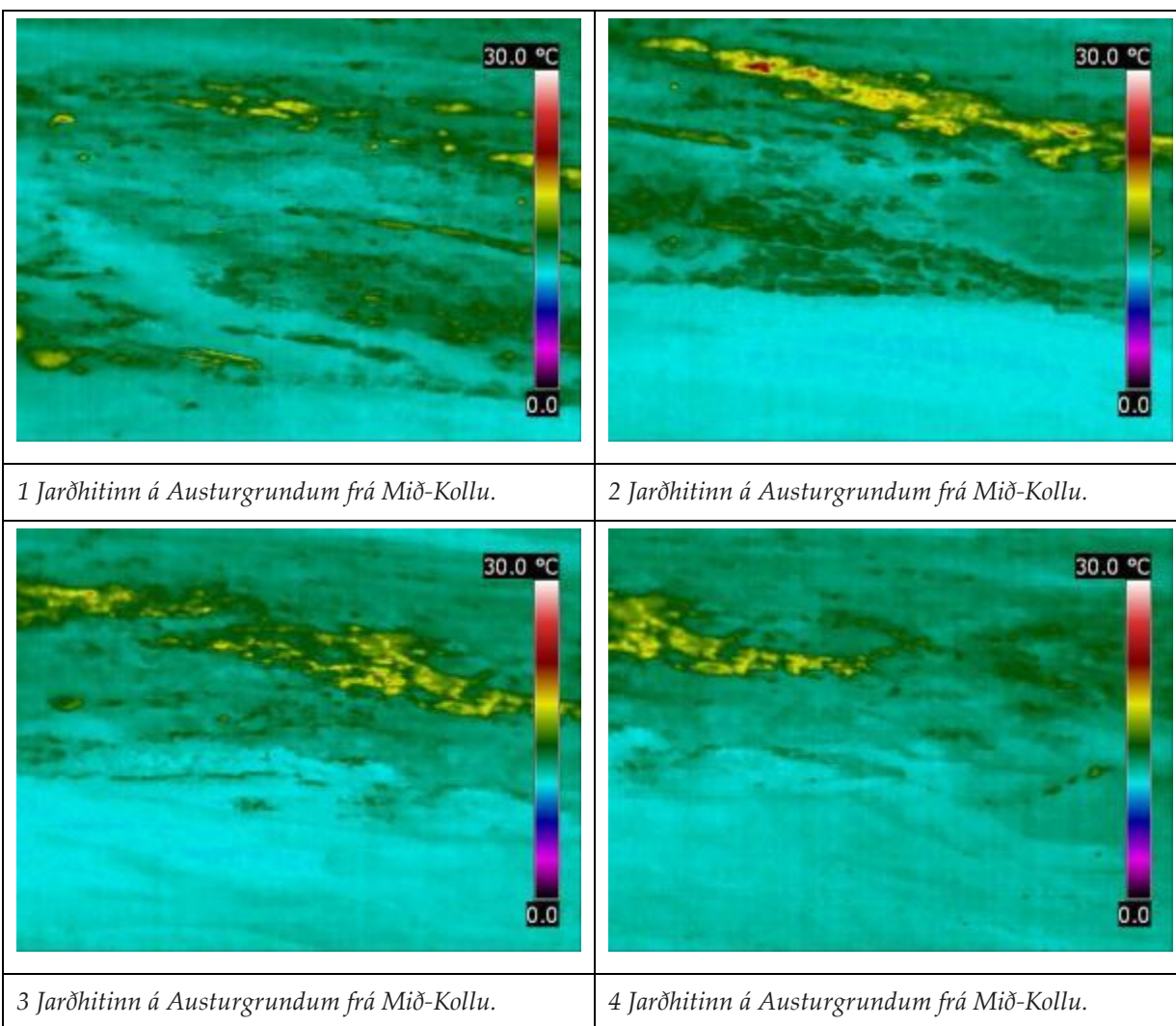
Námafjallssvæðið er meira eða minna allt ummyndað og jarðhitavirkni víðast hvar mikil. Yfirborðsvirkni á Námafjallssvæðinu var könnuð 14.–15. ágúst 2012 en stutt lýsing var gerð af svæðinu sem hér er skipt í fimm undirsvæði. Svæðin eru nokkurn veginn í þessari röð frá austri til vesturs: Austurgrundir, Hverir, Námafjall, Bjarnarflag og Jarðbaðshólar. Hita-myndaseríur voru teknar á fjórum stöðum í Námafjalli og eru myndatökustaðirnir sýndir á mynd 66 sem sýnir jarðhitakort Kristjáns Sæmundssonar (2010).



Mynd 66. Jarðhitakort af Námafjallssvæðinu frá 2010. Á kortið eru merktir inn hitamyndatökustaðir.

4.1.1 Austurgrundir

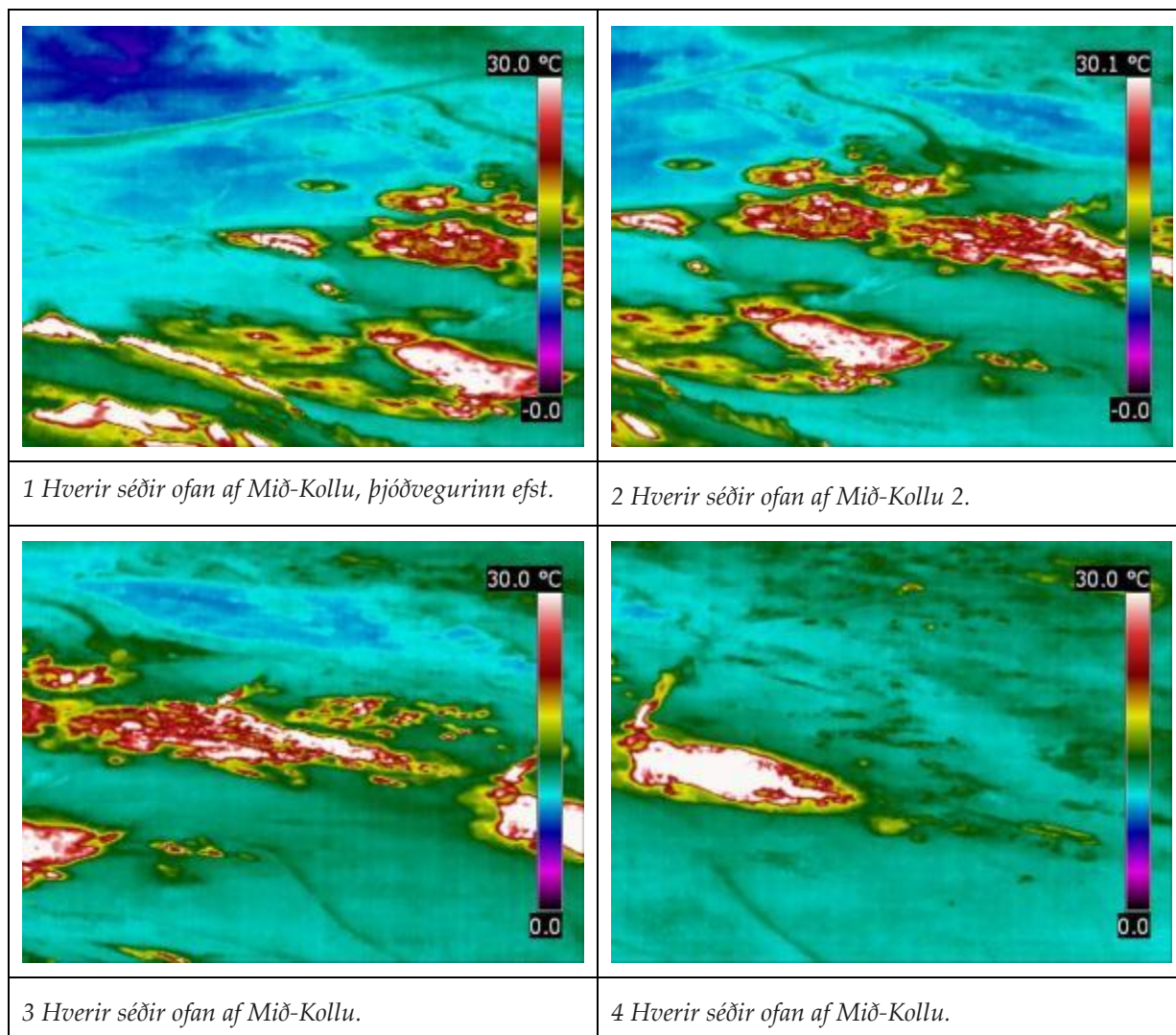
Jarðhiti á grundum austan Námafjalls kemur fyrir í heitum skellum. Skellurnar einkennast af leirumyndun og brennisteinsútfellingum í hrauninu. Skellurnar mynda litlar þúfur í annars svörtu hrauninu (myndir 67 og 68). Hiti í skellum er $>90^{\circ}\text{C}$. Hitamyndir voru teknar af Mið-Kollu á Námafjalli (myndatökustaður 8 á mynd 66) og sýna ágætlega dreifingu jarðhitans á Austurgrundum (hitamyndir 9).



Hitamyndir 9. Austurgrundir. Myndatökustaður 8 (sjá mynd 66).

4.1.2 Hverir

Hverir kallast svæðið við austanverðar rætur Námafjalls og upp í hlíðar fjallsins. Samfelld leirumyndun og brennisteinnur finnst víða. Gamlar borholur, gufa og leirhverir liggja þétt á láglendinu. Virkni er nokkur á svæðinu næst útsýnispöllum og á sléttunni að fjalli, heitar skellur með brennisteini og leirhverum (hiti $>90^{\circ}\text{C}$). Leirhverir eru meira áberandi á norðurhluta svæðisins. Ummyndun (leir) er samfelld upp í hlíðar Námafjalls þar sem brennisteinnur og hár hiti ($>90^{\circ}\text{C}$) finnst í giljum ofan aðaljarðhitasvæðisins (myndir 67–69 og hitamyndir 10 og 11).



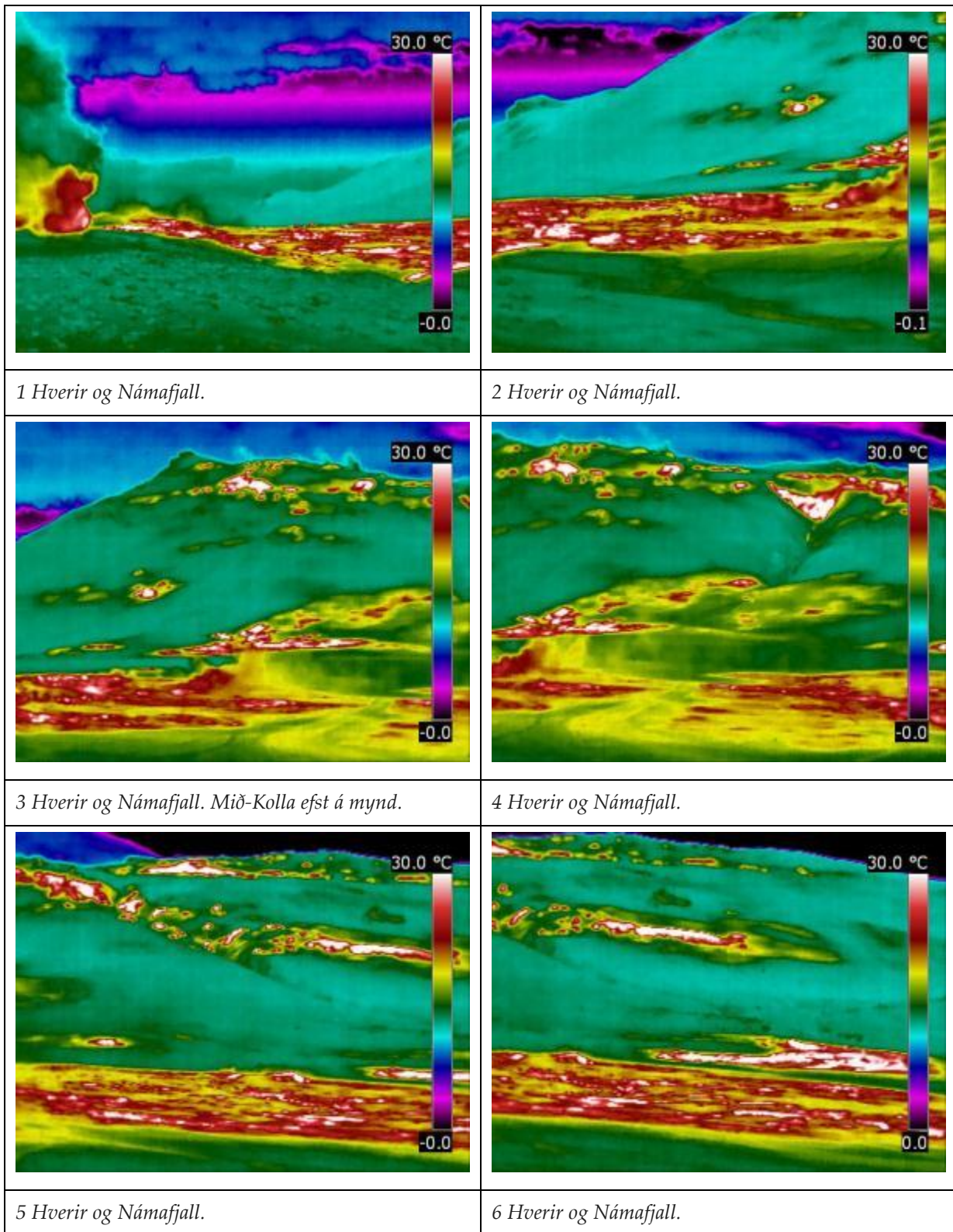
Hitamyndir 10. Hverir séðir ofan af Mið-Kollu Námafjalls. Myndirnar eru teknar frá norðri til suðurs (myndatökustaður 8 á mynd 66). Ofarlega til hægri á mynd 4 sést glitta í hita á Austurgrundum.



Mynd 67. *Hverir og jarðhitinn á Austurgrund. Myndin er tekin af Mið-Kollu.*



Mynd 68. *Jarðhitaskellurnar á Austurgrund í forgrunni en austurhlíð Námafjalls myndar bakgrunn og gnæfir Mið-Kolla hæst til vinstri með Syðri- og Ytri-Kolla beggja vegna.*



Hitamyndir 11. Jarðhitinn í Námafjalli austanverðu og á Hverum. Hvítir og rauðir blettir eru heitar skellur með gufu- og leirhverum. Myndirnar eru teknar af útsýnispalli við Hveri, fyrsta mynd beint til suðurs en síðan til vesturs (myndatökustaður 9 á mynd 66).

4.1.3 Námafjall

Á Námafjalli er meira eða minna samfelld ummyndun og brennisteinsskellur og hiti víða. Syðstu sjáanlegu mörk gufuvirkni eru rétt sunnan syðri Kollu en þar eru einnig stöku brennisteinsþúfur. Mynd 66 og myndir 69–72 sýna vel útbreiðslu jarðhitans á Námafjalli. Frá Ytri-Námukollu og til norðurs verður jarðhitavirknin minni en þó koma stakir blettir með hita yfir 90°C. Norðan vegar yfir Námaskarð (norðursvæði) sést framhald af ummyndun og volg jörð á hólum um 150 m (mesti hiti frá 35–39°C) norðan vegar.

Austurhlíð Námafjalls er mjög ummynduð og er töluverð virkni í henni. Á mynd 68 og hitamynd 11 má sjá hina ummynduðu austurhlíð fjallsins. Leirhverir og brennisteinsþúfur eru mjög áberandi ofarlega í fjallinu norðan við Mið-Kollu en þar er þó nokkur gufuvirkni (mynd 69).

Milli Ytri- og Syðri-Námakollu er þó nokkur virkni í heitum skellum (myndir 70 og 71) en þar gufar ekki mikið úr þeim (hiti >90°C). Brennisteinsþúfur sem og gufu- og leirhverir eru í skellunum. Hitamyndir teknar af Syðri-Kollu (myndatökustaður 10 á mynd 66) sýna jarðhitann efst á Námafjalli vestanverðu (hitamyndir 12). Í vesturhlíð fjallsins er virknin minni en á toppi þess og í austurhlíðum. Virknin í vesturhlíðinni kemur skýrt fram á hitamyndum sem teknar voru frá Jarðbaðshólum (myndatökustaður 11 á mynd 66) og sýna heita bletti sem mynda línu ofarlega í fjallinu (hitamyndir 13). Almennt ber athugunum sumarið 2012 vel saman við lýsingar Jóns Benjamínssonar og Trausta Haukssonar (2011).



Mynd 69. Námafjall. Horft ofan af Mið-Kollu til norðurs. Heitar skellur, brennisteinn og leirpyttir.



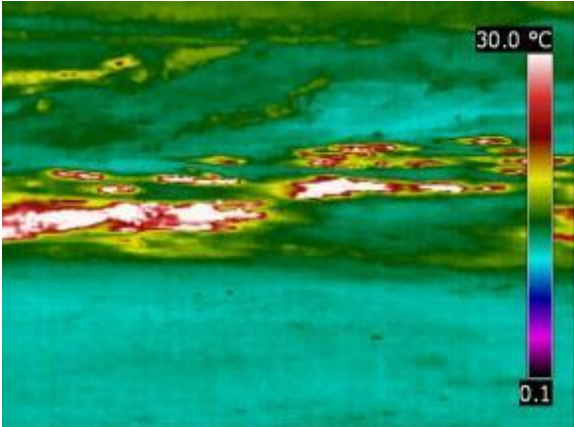
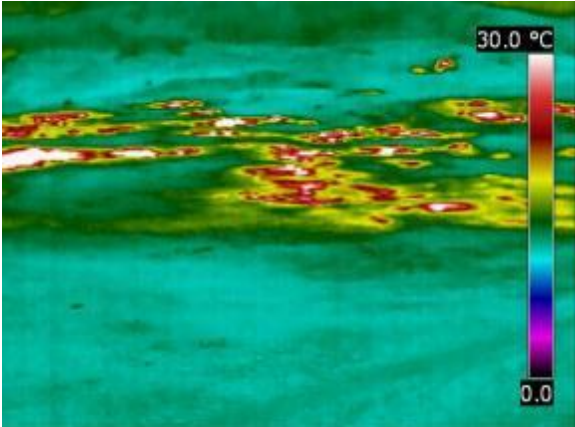
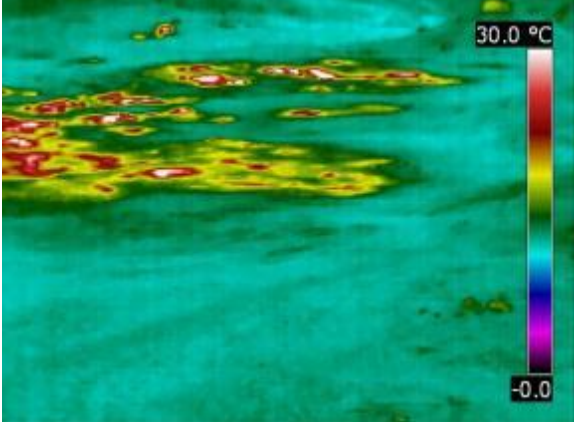
Mynd 70. Námafjall. Horft til norðurs frá Syðri-Kollu. Umtalsverður jarðhiti er á toppi fjallsins.



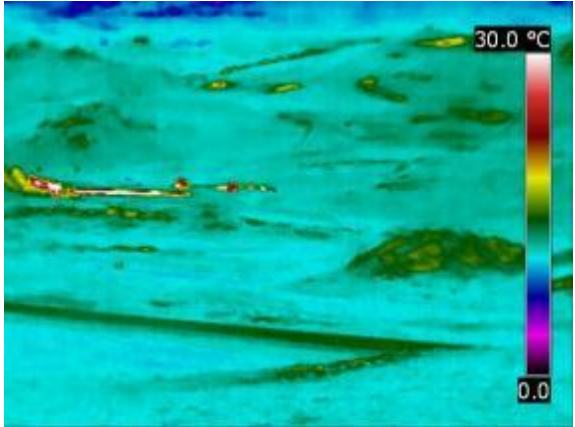
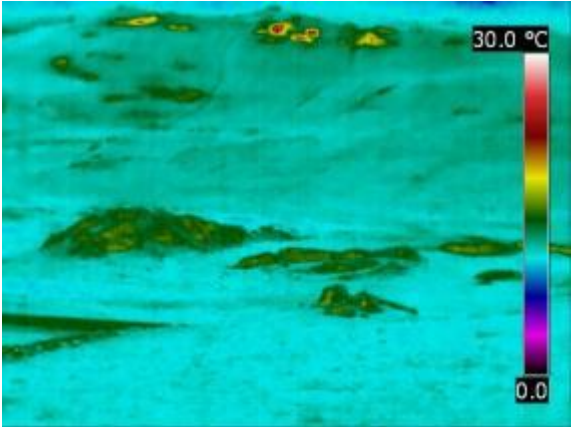
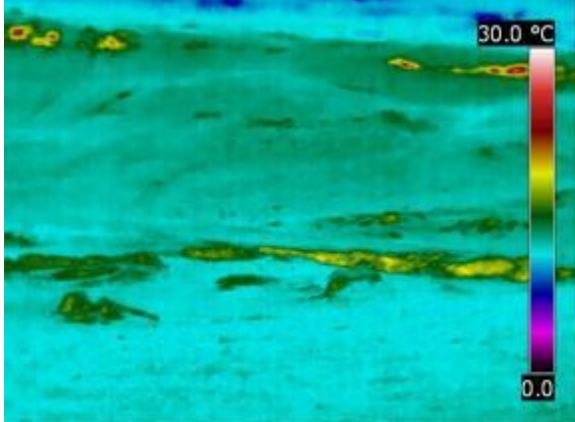
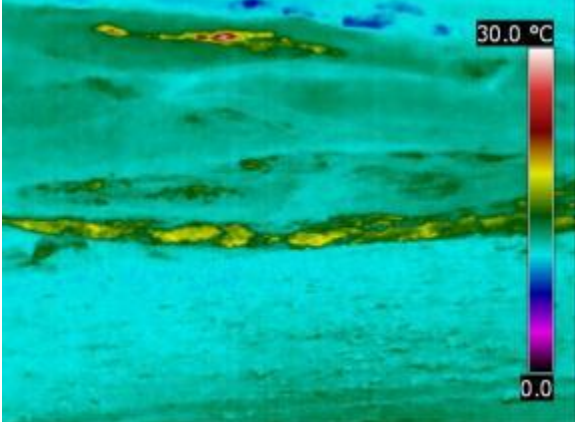
Mynd 71. Námafjall. Horft til vesturs. Jarðhitavirknin á toppi fjallsins teygir sig einnig niður í vesturhliðar þess.



Mynd 72. Námafjall. Horft til norðurs frá Ytri- Kollu. Nokkur ummyndun en virkni minnkar til norðurs.

	
1 Jarðhitinn ofan á Námafjalli.	2 Jarðhitinn ofan á Námafjalli.
	
3 Jarðhitinn ofan á Námafjalli. Ytri-Kolla efst hægra megin á mynd.	

Hitamyndir 12. Jarðhitinn ofan á Námafjalli (myndatökustaður 10 á mynd 66).

	
1 Vesturhlið Námafjalls. Holur B-12, B-13 og B-14 til vinstri á mynd.	2 Vesturhlið Námafjalls.
	
3 Vesturhlið Námafjalls, frh. til suðurs	4 Vesturhlið Námafjalls, frh. til suðurs.

Hitamyndir 13. Vesturhlið Námafjalls. Jarðhitinn er einna mestur efst í fjallinu. Í forgrunni á mynd 3 og 4 má sjá hitaspildur í Jarðbaðshólum (myndatökustaður 11 á mynd 66).

4.1.4 Bjarnarflag

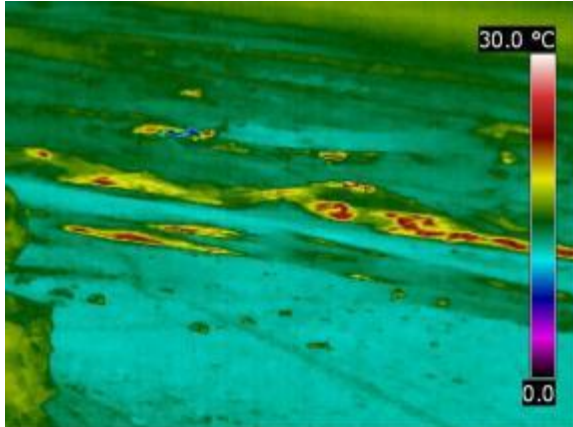
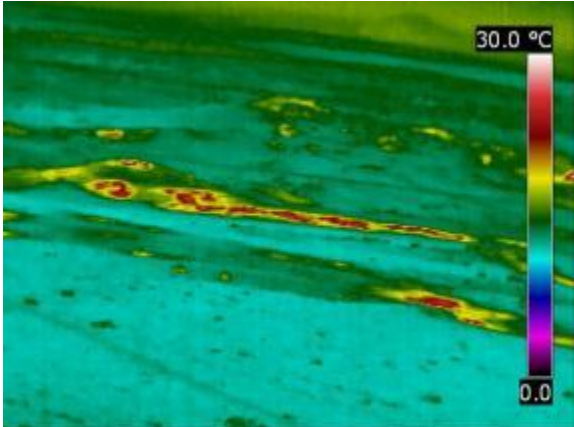
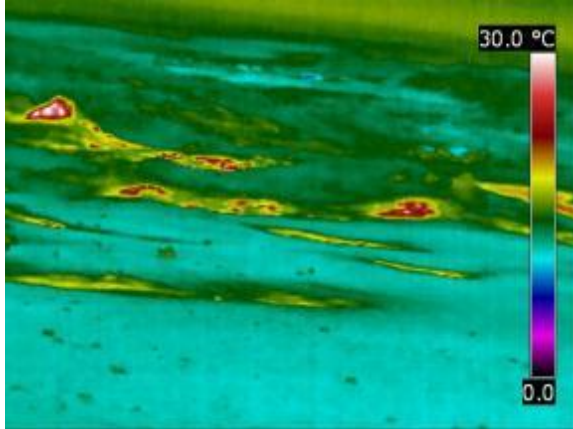
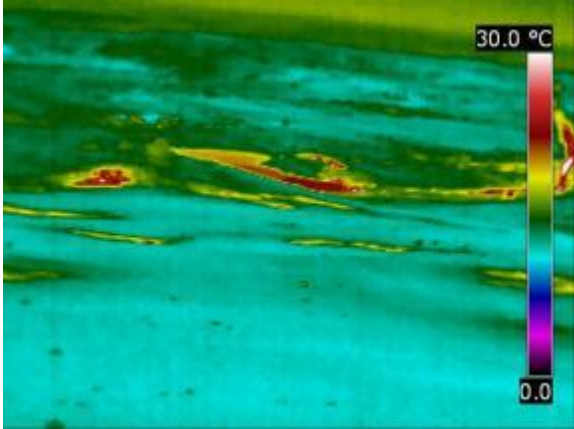
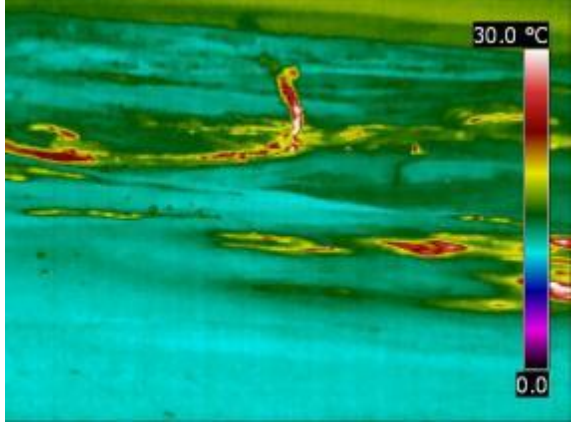
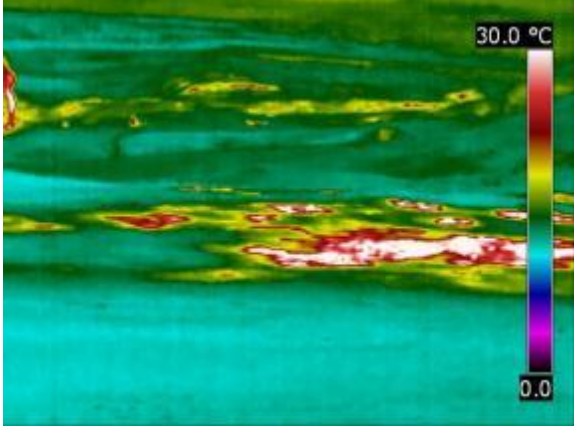
Jarðhiti norðan gufuaflstöðvar, í nánd við bakaríið á horninu (Gamla bakaríið og kartöflugarða), á hólum, hryggjum og giljum var skoðaður. Svæðið við bakaríið var allt heitt ($>90^{\circ}\text{C}$) og gufaði töluvert, brennisteinn og leir áberandi. Er þetta í samræmi við lýsingar Jóns Benjamínssonar og Trausta Haukssonar (2011). Jarðhitinn virðist sums staðar vera að breytast/aukast ef marka má mosa og annan gróður sem er að sölna (mynd 74). Þó er hugsanlegt að ástand gróðursins megi skýra með lítilli úrkomu sumarið 2012. Ofan við Gamla bakaríið teygir virknin sig lengra til norðurs eftir misgengi þar sem gróður er að sölna. Gil austan við er með áberandi barma (misgengi) og mismikla jarðhitavirkni beggja vegna þess, auk brennisteins og gufu. Í mynni gilsins er lítill hiti en litlu sunnar, þar sem komið er að lagnakerfi virkjunar, er nokkur jarðhiti (mynd 73). Jarðhitaummerki teygja sig í austurátt að þjóðvegi. Hitamyndir voru teknar frá Jarðbaðshólum (myndatökustaður 11 á mynd 66) og sýna hluta af jarðhitanum við Bjarnarflag (hitamyndir 15).



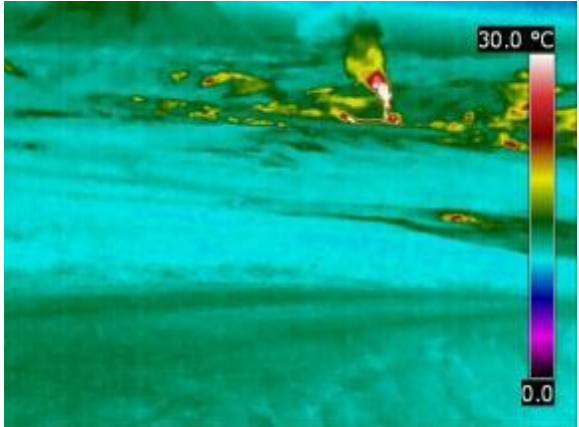
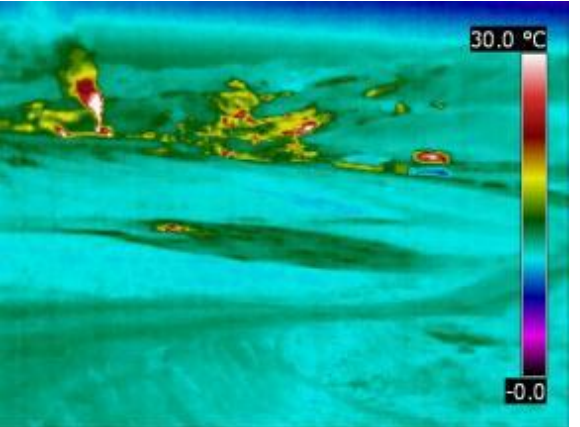
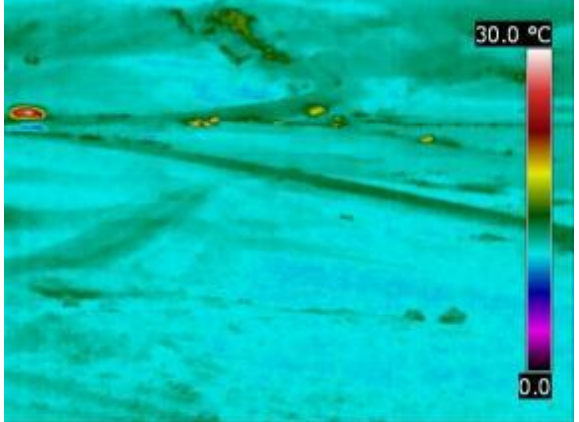
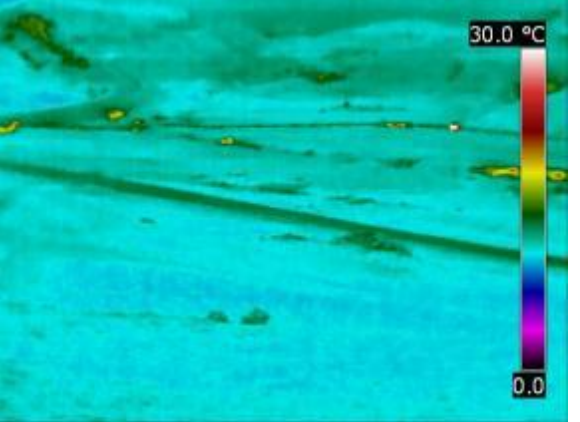
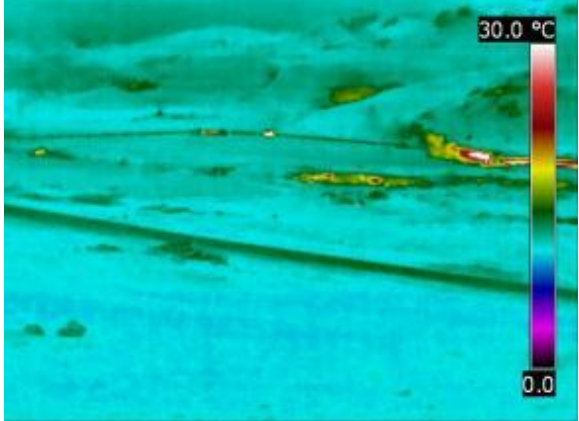
Mynd 73. Gil austan við „Gamla bakaríið“ og norðan við holu B-9 (mynd 66).



Mynd 74. Ofan við "Gamla bakaríið" er töluverð virkni sem einkennist af heitri jörð ($>90^{\circ}\text{C}$) með gufu og brennisteini. Jarðvegurinn er allur leirummyndaður.

	
1 Jarðböðin og Jarðbaðshólar.	2 Jarðbaðshólar.
	
3 Jarðbaðshólar.	4 Bjarnarflagslón á miðri mynd og gufuaflstöðin lengst til hægri.
	
5 Bjarnarflag. Gufuaflstöðin á miðri mynd.	6 Jarðhitinn norðan gufuaflstöðvar efst og jarðhitinn efst á Námafjalli í forgrunni.

Hitamyndir 14. Myndir teknar frá Syðri-Námakollu til vesturs. Á fyrstu mynd eru Jarðböðin og svo taka Jarðbaðshólar við. Lengra til norðurs sést gufuaflstöðin í Bjarnarflagi og jarðhitinn þar norður af (myndatökustaður 10 á mynd 66).

	
1 Bjarnarflag. Gufuaflostöðin á miðri mynd.	2 Bjarnarflag. Gufuaflostöðin lengst til vinstri.
	
3 Vegurinn upp í Námaskarð. Krummaskarð efst á miðri mynd.	4 Vesturhliðar Námafjalls sunnan Krummaskarðs.
	
5 Framhald af mynd 4, til suðurs. B-12-14 til hægri.	

Hitamyndir 15. Myndir teknar frá Jarðbaðshólum í átt að gufuaflostöðinni (til norðurs) í Bjarnarflagi og svo til austurs upp í Krummaskarð og þá í átt að vesturhliðum Námafjalls (myndatöku- staður 11 á mynd 66).

4.1.5 Jarðbaðshólar

Jarðhitavirkni í Jarðbaðshólum er töluvert frábrugðin annarri virkni á Námafjallssvæðinu þar sem leirhverir og brennisteinsþúfur eru allsráðandi og mikil ummyndun. Við Jarðbaðshóla er ummyndun frekar lítil en þó nokkur velgja stígur upp á nokkrum stöðum, vestan í hólunum sem og austan til í þeim, sem kemur vel í ljós á hitamyndum sem teknar voru ofan af Syðri-Kollu og frá Jarðbaðshólum (hitamyndir 13, myndir 3–4, hitamyndir 14, myndir 1–3, hitamyndir 15, mynd 5).

4.1.6 Niðurstöður

Mesta virknin er við Námafjall austanvert þar sem leir- og gufuhverir eru áberandi sem og á toppi fjallsins en þar myndar meginvirknin minni klasa með gufu- og leirhverum sem og brennisteinsþúfum. Í vesturhlíðum fjallsins er mun minni virkni eins og kemur greinilega fram í hitamyndatökunni. Í Bjarnarflagi er mesta virknin á svæði frá Gufuaflstöðinni og norður fyrir Gamla bakaríð. Sunnan þjóðveggar er nokkur gufuvirkni við Jarðbaðshóla og virðist sem jarðhitastaðirnir hafi ekki breyst mikið frá því sem kemur fram á jarðhitakorti Kristjáns Sæmundssonar (2010) og í lýsingum Jóns Benjamínssonar og Trausta Haukssonar (2011).

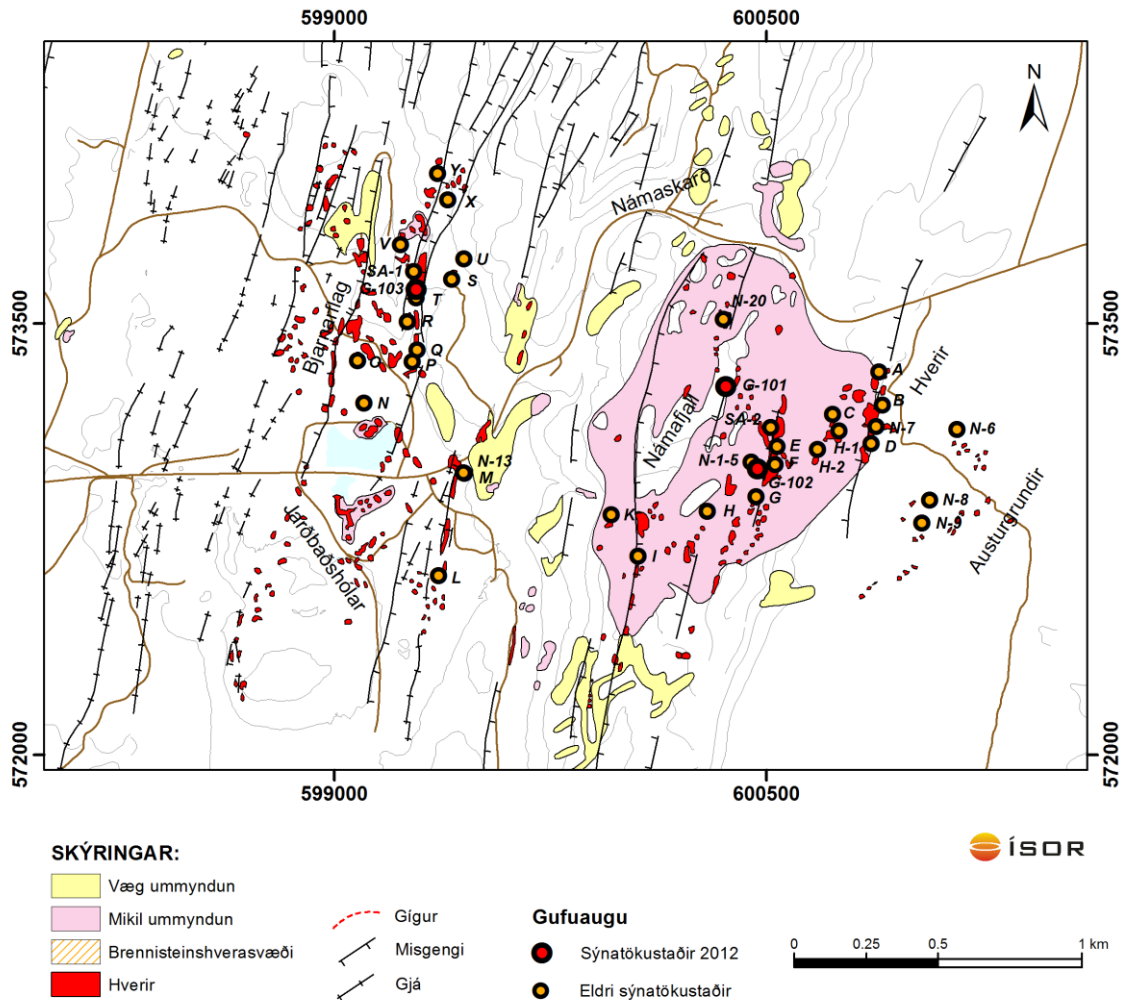
4.2 Efnasamsetning gufu úr gufuaugum í Námafjalli

4.2.1 Sýnatökustaðir

Premur sýnum var safnað í Námafjalli þann 14. ágúst í hlýju veðri en hvössum vindi sem ekki þykir sérlega heppilegt til sýnatöku. Yfirlit um sýnatökustaði er í töflu 5 og staðsetning þeirra sýnd á mynd 75 ásamt öðrum gufuaugum sem sýni hafa verið tekin úr í Námafjalli og Bjarnarflagi. Eldri gufusýnatökustaðir á svæðinu eru auðkenndir með þrennum hætti; staðir merktir N-1 til N-20 og H-1 og H-2 eru sýnatökustaðir skilgreindir af Baldri Líndal (Jarðboranir Ríkisins, 1951; Halldór Ármannsson, 1993), staðir merktir A til X eru sýnatökustaðir skilgreindir af Stefáni Arnórssyni og Herði Svavarssyni (1985) og loks eru tveir staðir merktir SA-1 og SA-2 en þar tóku Stefán Arnórsson o.fl. (1995; 1996) gufusýni. Stefán Arnórsson o.fl. (1995; 1996) tóku sýni á mun fleiri stöðum en þeir staðir höfðu flestir verið skilgreindir í eldri rannsóknum. Sýnatökustöðum ársins 2012 í Námafjalli er lýst frekar hér á eftir. Í gagnagrunni ÍSOR eru sýnatökuaugu ársins 2012 í Námafjalli kölluð „N G-101“ og svo framvegis til að forðast rugling við gufuaugu á öðrum svæðum en í texta og á myndum hér á eftir eru nöfn gufuaugna víða stytt í „G-101“ til einföldunar.

Tafla 5. Sýnatökustaðir í Námafjalli

Sýnanúmer	Nafn auga*	Staðarnúmer	x-hnit	y-hnit	Hæð (m y.s.)	Lýsing
20120191	G-101	H 10191	600359	573281	477	Á hrygg Námafjalls norðanverðum
20120192	G-102	H 10192	600469	572994	471	Í gili hátt í Námafjalli austanverðu
20120193	G-103	H 10193	599284	573619	362	Í gili norður af holu B-9 (mynd 66)



Mynd 75. Gufuaugu í Námafjalli og Bjarnarflagi. Gufuaugu sem safnað var úr sumarið 2012 eru sýnd með rauðum táknum.

N G-101: Fremur aumt auga á hrygg Námafjalls norðanverðum. Allnokkrar skellur eru á þessum slóðum og má víða sjá sæmilegt gufustreymi frá þeim. Auðveldlega gekk að fá gufuna til að streyma um söfnunarbúnaðinn en þegar sýnaflaska var tengd við söfnunarrörið koðnaði flæðið niður. Talsvert var leitað að auga sem héldi nægum þrýstingi til að unnt væri að ná sýni en það gekk illa. Að lokum tókst að ná sýni úr einu auganu með aðstoð sogpumpu en niðurstöður efnagreininga benda þó til að sýnið hafi verið lítillega mengað andrúmslofti. Þetta auga er ekki vænlegt sem eftirlitsstaður þar sem nauðsynlegt er að ná sýni reglulega næstu ár (mynd 76).

N G-102: Mjög öflugt auga í gilskorningi hátt í hlíðum Námafjalls. Aðkoma er fremur erfið að þessu auga nema neðan frá um þröngt gilið (myndir 77 og 78). Augað er hinsvegar öflugt og auðvelt að ná sýni þegar komið er á staðinn og þetta ætti því að geta verið áreiðanlegur sýnatökustaður til eftirlitsmælinga til framtíðar. Stefán Arnórsson o.fl. (1995; 1996) tóku sýni á þessum stað 1995 og 1996 (sýni 95-3119 og 96-3136). Þá tóku Jón Benjamínsson og Trausti Hauksson (2010, 2011) sýni úr auga GN-1, sem er skammt frá þessu auga en litlu ofar í fjallinu, árin 2009 og 2010. Þessi staður er einnig á sömu slóðum og staðir N-1 til N-5 frá því 1951 og 1952 (Jarðboranir Ríkisins, 1951; Halldór Ármannsson, 1993).

N G-103: Ágætt auga í grunnu gili sem liggur norður frá holu B-9 í Bjarnarflagi (mynd 75, 66). Augað er í gilbotninum en tengist virkni sem teygir sig upp eftir allri austurhlíð gilsins. Það er staðsett um 200 m frá gilkjafninum við holu B-9. Stefán Arnórsson o.fl. (1995; 1996) tóku sýni á þessum stað 1995 og 1996 (sýni 95-3109 og 96-3145). Þessi staður er mjög nærri sýnatökustað T hjá Stefáni Arnórssyni og Herði Svavarssyni (1985).



Mynd 76. Sýnataka úr gufuauga N G-101 á norðanverðum hrygg Námafjalls. Þessi staður reyndist erfiður til sýnatöku.



Mynd 77. Jarðefnafræðingur sýslar við gufuauga N G-102 ofarlega í gili í Námafjalli austanverðu. Horft til suðvesturs.



Mynd 78. Sýnataka úr gufuauga N G-102. Horft til austurs til Jörundar.



Mynd 79. Jarðefnafræðingur undirbýr sýnatöku úr gufuauga N G-103. Horft til suðurs. Skiljustöð og Bjarnarflagslón í bakgrunni.



Mynd 80. Sýnataka úr gufuauga N G-103. Horft norður eftir gílinu.

4.2.2 Niðurstöður efnagreininga

Gufusýni voru efnagreind á rannsóknarstofu ÍSOR. Styrkur CO_2 og H_2S var greindur með titrun en styrkur H_2 , CH_4 , Ar, N_2 og O_2 var greindur með gasgreini. Styrkur Cl í þéttivatni var greindur með jónaskilju. Samætuhlutföll vetnis og súrefnis í þéttivatni voru greind hjá Jarðvísindastofnun Háskóla Íslands. Niðurstöður efnagreininga sýna sem tekin voru sumarið 2012 eru sýndar í töflu 6.

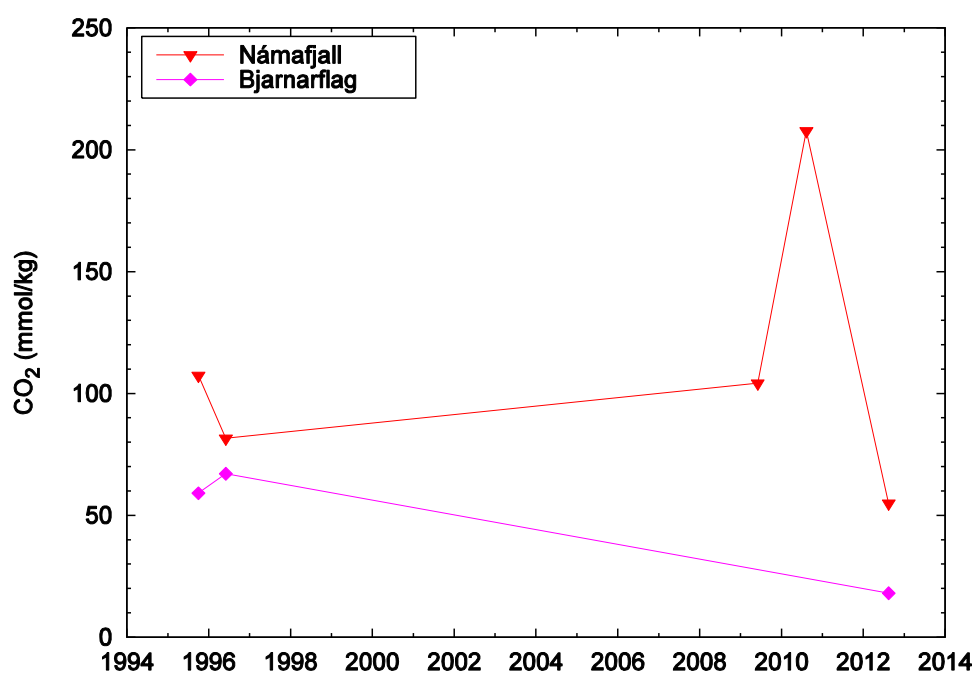
Tafla 6. Efnasamsetning gufusýna frá Námafjalli 2012.

Númer	Dagsetning	Staður	CO ₂	H ₂ S	Ar	CH ₄	H ₂	N ₂	O ₂	Cl	δD	δ ¹⁸ O
			<i>mmol/kg</i>	<i>mmol/kg</i>	<i>mmol/kg</i>	<i>mmol/kg</i>	<i>mmol/kg</i>	<i>mmol/kg</i>	<i>mmol/kg</i>	<i>mg/kg</i>	<i>per mille</i>	<i>per mille</i>
20120191	14/8/2012	G-101 N	53	82,1	0,331	0,566	71,6	34,2	0,0			
20120192	14/8/2012	G-102 N	55	62,4	0,030	0,534	96,7	1,7	0,0	0,11	-106,38	-9,39
20120193	14/8/2012	G-103 N	18	11,3	0,050	1,046	3,0	2,5	0,0	0,06	-108,33	-15,62

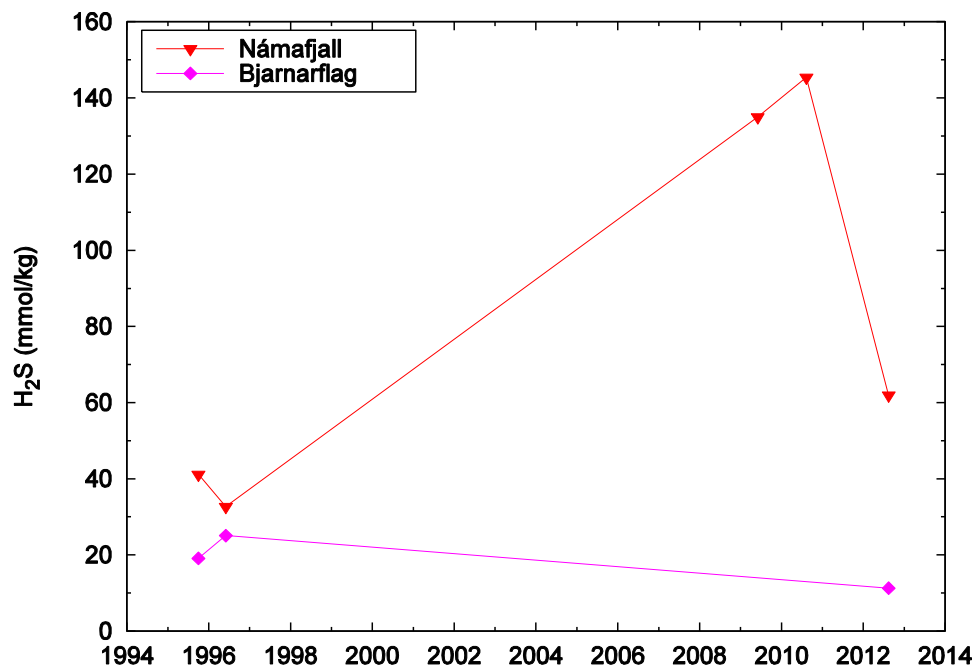
Myndir 81–84 sýna styrk CO_2 , H_2S , H_2 og N_2 í gufuaugum á Námafjalli sjálfu og í Bjarnarflagi í tímans rás. Nýjustu sýnin voru tekin úr augum G-102 og G-103 í ágúst 2012 en einnig eru sýnd gögn úr öðrum augum af sömu slóðum og nýju augun. Efnagreiningar eldri sýna frá sömu stöðum eru fengnar úr skýrslum Stefáns Arnórssonar o.fl. og Jóns Benjamínssonar og Trausta Haukssonar og eru þær sýndar í töflum V-12 og V-13 í viðauka 3 ásamt tilvitnunum í frumheimildir.

Ýmsir hafa safnað sýnum úr gufuaugum í Námafjalli. Fyrstan skal nefna Bunsen (1851) sem sagði frá sýnum sem safnað var á fimmta tug 19. aldar. Þá rakti Christensen (1889) niðurstöður Johnstrups frá 1871 og Thorkelsson (1910) lýsti sýnum frá 1906. Þá tók Baldur Líndal allmörg sýni 1950–1952 og Stefán Arnórsson og Hörður Svavarsson (1985) skýrðu frá niðurstöðum allmargra sýna. Niðurstöður tveggja þeirra síðasttöldu eru raktar í skýrslu Halldórs Ármannssonar (1993) um efnafræði vökva Námafjallssvæðisins.

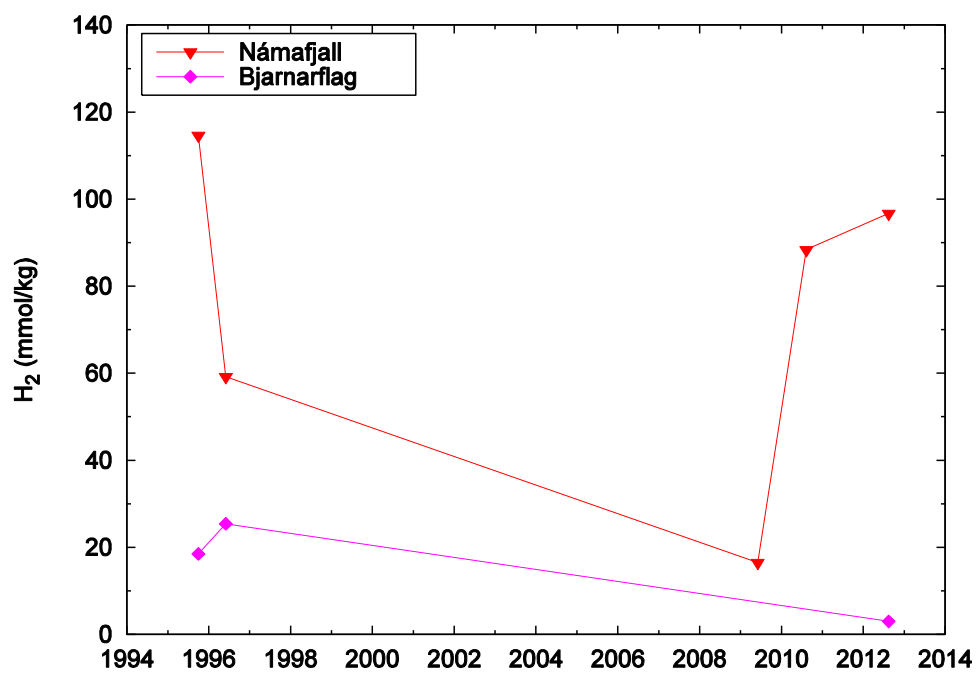
Almennt gildir um gassamsetningu í Námafjallskerfinu að styrkur CO_2 , H_2S og H_2 er jafnan hærri í gufu á Námafjalli en í Bjarnarflagi eins og sjá má á myndum 81–84.



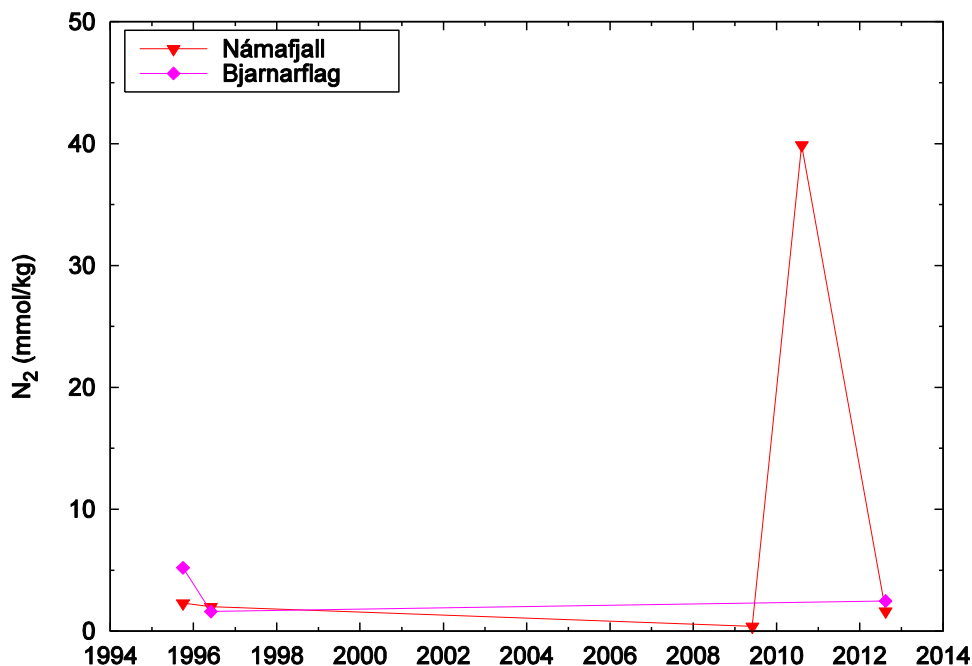
Mynd 81. Styrkur CO_2 í gufu frá gufuaugum í Námafjallssvæði frá 1995–2012.



Mynd 82. Styrkur H_2S í gufu frá gufuaugum í Námafjallssvæði frá 1995–2012.



Mynd 83. Styrkur H_2 í gufu frá gufuaugum í Námafjallssvæði frá 1995–2012.



Mynd 84. Styrkur N_2 í gufu frá gufuaugum í Námafjallssvæði frá 1995–2012.

5 Vöktun grunnvatns í Mývatnssveit og Kelduhverfi

Aðdraganda að eftirliti með affallsvatni frá Kröflu- og Bjarnarflagsvirkjunum er lýst í skýrslu Halldórs Ármannssonar og Magnúsar Ólafssonar (2004) en tillögur að eftirliti voru settar fram í skýrslu Halldórs Ármannssonar (2003). Aðferðin byggist á því að fylgjast með „náttúrulegum ferilefnum“ á borð við arsen, sem eru til staðar í margfalt hærri styrk í affallsvatni en grunnvatni. Fyrirkomulag vöktunarinnar var rætt á fundi Umhverfisstofnunar, Landsvirkjunar og ÍSOR þann 15. júlí 2003 þar sem Umhverfisstofnun samþykkti þá tilhögun sem unnið hefur verið eftir undanfarinn áratug (Halldór Ármannsson og Magnús Ólafsson, 2004). Á grundvelli þessa samkomulags hefur grunnvatn í Mývatnssveit verið vakt að tvisvar á ári frá árinu 2004 og niðurstöður hafa verið birtar árlega í skýrslum sem ÍSOR hefur tekið saman fyrir Landsvirkjun (sjá Halldór Ármannsson og Magnús Ólafsson, 2004, 2005, 2006, 2007, 2012; Halldór Ármannsson o.fl., 2008, 2009, 2010, 2011). Í gagnagrunni ÍSOR eru til niðurstöður efnagreininga sem ná talsvert lengra aftur í tímann fyrir suma vöktunarstaðina.

Sá háttur hefur verið hafður á við sýnatöku í Mývatnssveit að starfsmaður Kröflustöðvar hefur tekið sýni fyrri hluta árs og hefur ÍSOR sent þau sýni til ALS Laboratory í Svíþjóð til greininga á snefilefnum og nokkrum aðalefnum. Starfsmaður ÍSOR hefur tekið sýnin að hausti og hafa þau farið í sk. heildargreiningu samkvæmt ofangreindu samkomulagi við Umhverfisstofnun. Á árinu 2012 óskaði Landsvirkjun eftir því að fyrirkomulagi sýnatöku yrði breytt á þann hátt að starfsfólk Landsvirkjunar tæki sýnin, ÍSOR annaðist efnagreiningar á helstu katjónum og snefilefnum en Landsvirkjun greindi anjónir og reikul efni.

Til upprifjunar er hér sett fram samkomulag sem gert var á fundi 15. júlí 2003 milli Umhverfisstofnunar og Landsvirkjunar en þar segir um eftirlit með efnasamsetningu

affallsvatns frá Kröflu- og Bjarnarflagsvirkjunum (t.d. Halldór Ármannsson og Magnús Ólafsson, 2004):

- *Til eftirlits með affallsvatni verður sýnum til heildargreiningar safnað einu sinni á ári en sýnum til snefilefnagreiningar tvisvar á ári úr frárennsli skiljustöðva, Hlíðardalslæk, holum AB-2, LUD-2, LUD-3 og LUD-4 í Búrfellshrauni, niðurfalli frá Bjarnarflagsslóni, Grjótagjá og lindum í Langavogi og Vogaflóa við Mývatn. Gert er ráð fyrir að ÍSOR sjái um söfnun til heildargreiningar en starfsmaður virkjunarinnar um söfnun til snefilefnagreiningar.*
- *Umhverfisstofnun verður árlega send skýrsla með niðurstöðum mælinga. Verði frávik eða óvæntar niðurstöður skal vöktunaráætlunin endurskoðuð í samvinnu við Umhverfisstofnun.*

Á árinu 2012 óskaði Landsvirkjun eftir tillögum ÍSOR um vöktun á grunnvatni á Þeistareykjum og grunnvatnsstraumnum sem þaðan liggur til sjávar í Kelduhverfi. ÍSOR setti fram tillögur um sýnatöku á fjórum stöðum í Kelduhverfi og einni lind og fimm borholum á Þeistareykjum (Magnús Ólafsson og Þórólfur H. Hafstað, 2012). Tillögur ÍSOR um sýnatöku-staði í Kelduhverfi byggðust á gögnum úr rannsóknum Hrefnu Kristmannsdóttur o.fl. á árunum 2007–2009 (Hrefna Kristmannsdóttir og Valur Klemensson, 2007; Hrefna Kristmannsdóttir og Helga Rakel Guðrúnardóttir, 2009; Hrefna Kristmannsdóttir, 2010), sem unnar voru fyrir Landsvirkjun og fyrri rannsóknum ÍSOR og Orkustofnunar (t.d. Þórólfur H. Hafstað, 1989, 2010).

Í þessum kafla verður greint frá niðurstöðum þeirra efnagreininga sem gerðar voru á vatni í tengslum við vöktun grunnvatns í Mývatnssveit og Kelduhverfi árið 2012.

5.1 Mývatnssveit

Hér að framan hefur komið fram að sýnatöku í Mývatnssveit hefur verið þannig háttað undanfarin ár að starfsmaður Kröflustöðvar hefur tekið sýni fyrri hluta árs og starfsmaður ÍSOR hefur tekið sýnin að hausti. Í þeim sýnum sem starfsmaður Kröflustöðvar hefur tekið eru greindar allar helstu katjónir, auk ýmissa snefilefna. Í sýnum sem starfsmaður ÍSOR hefur tekið á haustin er að auki t.d. greint súrustig, anjónir, leiðni, heildarstyrkur uppleystra efna og samsætur vetnis og súrefnis.

Sýnum til efnagreininga er safnað á eftirfarandi tíu stöðum sem eru sýndir á mynd 85:

- Frárennsli skiljustöðvar í Kröflu.
- Hlíðardalslækur við holu AB-2.
- Borholur AB-2, LUD-2, LUD-3 og LUD-4 í Búrfellshrauni.
- Niðurrennsli frá Bjarnarflagsslóni.
- Grjótagjá (karlagjáin).
- Lindir í Langavogi og Vogaflóa við Mývatn.

Starfsfólk Landsvirkjunar safnaði sýnum í Mývatnssveit dagana 20.–27. júní 2012 í fyrsta sinn, og sýnum haustsins dagana 10.–12. október. Sýnum var safnað á öllum tíu stöðunum og í kvennahluta Grjótagjár að auki. ÍSOR annaðist efnagreiningu katjóna og snefilefna og fóru greiningar fram hjá ALS laboratory í Luleå í Svíþjóð. Aðrar efnagreiningar voru gerðar af starfsfólki Landsvirkjunar í rannsóknarstofunni í Kröflustöð. Niðurstöður efnagreininga eru sýndar í töflum 8 og 9.

Á myndum 86–91 eru niðurstöður frá öllum sýnatökustöðum, annars vegar fyrir arsen (As) á myndum 86–89, og hins vegar fyrir ál (Al) á myndum 90 og 91. Á myndum 86–89 eru einnig

sýnd umhverfismörk I og II fyrir arsen í yfirborðsvatni eins og þau eru tilgreind í reglugerð um varnir gegn mengun vatns og verndar lífríki nr. 796/1999. Í reglugerðinni eru sett umhverfismörk fyrir nokkur snefilefni og þeim skipt í fimm flokka. Fyrir arsen eru umhverfismörk I 0,0004 mg/L en umhverfismörk II eru 0,005 mg/L eins og fram kemur í töflu 7 sem sýnir umhverfismörk eins og þau eru tiltekin í reglugerð 796/1999.

Tafla 7. Umhverfismörk fyrir málma í yfirborðsvatni til verndar lífríki (styrkur efna í mg/L).

Umhverfismörk	I	II	III	IV	V
Kopar	≤0,0005	0,0005-3	0,003-0,009	0,009-0,045	>0,045
Zink	≤0,005	0,005-0,02	0,02-0,06	0,06-0,3	>0,3
Kadmíum	≤0,00001	0,00001-0,0001	0,0001-0,0003	0,0003-1,005	>1,005
Blý	≤0,0002	0,0002-0,001	0,001-0,003	0,003-0,015	>0,015
Króm	≤0,0003	0,0003-0,005	0,005-0,015	0,015-0,075	>0,075
Nikkel	≤0,0007	0,0007-0,0015	0,0015-0,0045	0,0045-0,0225	>0,0225
Arsenik	≤0,0004	0,0004-0,005	0,005-0,015	0,015-0,075	>0,075

Skýringar við töflu 7:

Umhverfismörk I: Mjög lítil eða engin hættu á áhrifum.

Umhverfismörk II: Lítil hættu á áhrifum.

Umhverfismörk III: Áhrifa að vænta á viðkvæmt lífríki.

Umhverfismörk IV: Áhrifa að vænta.

Umhverfismörk V: Ávallt ófullnægjandi ástand vatns fyrir lífríki/þynningarsvæði.

Í skýrslu Halldórs Ármannssonar og Magnúsar Ólafssonar (2005) er gerð grein fyrir því hvers vegna ál (Al) er álitlegt sem eftirlitsefni ásamt arseni. Vitað er um eituráhrif þess gagnvart fiski og sett hafa verið mörk um hámarksstyrk þess í neysluvatni. Viðmiðunarmörk áls fyrir styrk í neysluvatni eru víðast á bilinu 100–200 µg/L (0,1–0,2 mg/L) (Srinivasan o.fl., 1999) en hér á landi eru þau 200 µg/L (0,2 mg/L) samkvæmt reglugerð nr. 536/2001 um neysluvatn. Umhverfismörk fyrir ál í yfirborðsvatni til verndar lífríki hafa ekki verið skilgreind hér á landi. Stungið hefur verið upp á slíkum mörkum í Noregi, þ.e. 20 µg/L (0,02 mg/L) fyrir lax en 80 µg/L (0,08 mg/L) fyrir silung (Löfgren og Lydersen, 2002).

Á myndum 90 og 91 er sýndur styrkur áls í vatni frá öllum vöktunarstöðum í Mývatnssveit. Þar eru einnig sýnd umhverfismörk I (0,02 mg/L) og II (0,08 mg/L) samkvæmt tillögum Löfgren og Lydersen (2002) fyrir lax og silung í Noregi. Mynd 90 sýnir niðurstöður mælinga fyrir affallsvatn, AB-2 og LUD-4. Mynd 91 sýnir á hinn bóginn niðurstöður fyrir sýni úr lindum við Mývatn og úr holum AB-2, LUD-2 og LUD-3. Ofangreind umhverfismörk I og II eru sýnd á myndunum.

Í heild er um litlar breytingar í styrk arsens að ræða frá fyrri athugunum. Styrkur arsens er hæstur í affallsvatni frá skiljustöðvunum í Bjarnarflagi og Kröflu. Talsvert flökt hefur verið í styrk arsens í niðurrennisli frá Bjarnarflagslóni, eins og sést vel á mynd 86, allar götur frá því mælingar hófust þar árið 2000. Að meðaltali hefur styrkur arsens í Bjarnarflagslóni verið um 0,18 mg/L en um 0,03 mg/L í affalli frá skiljustöðinni í Kröflu. Hafa ber í huga að sýnatöku er háttað með ólíkum hætti á þessum tveimur stöðum. Sýni af affallsvatni frá skiljustöð í Kröflu er tekið í útfalli við skiljustöð en í Bjarnarflagslóni eru sýni tekin þar sem vatnið í lóninu rennur ofan í gjá í vesturjaðri þess. Affallsvatn frá skiljustöðinni rennur í lónið austast.

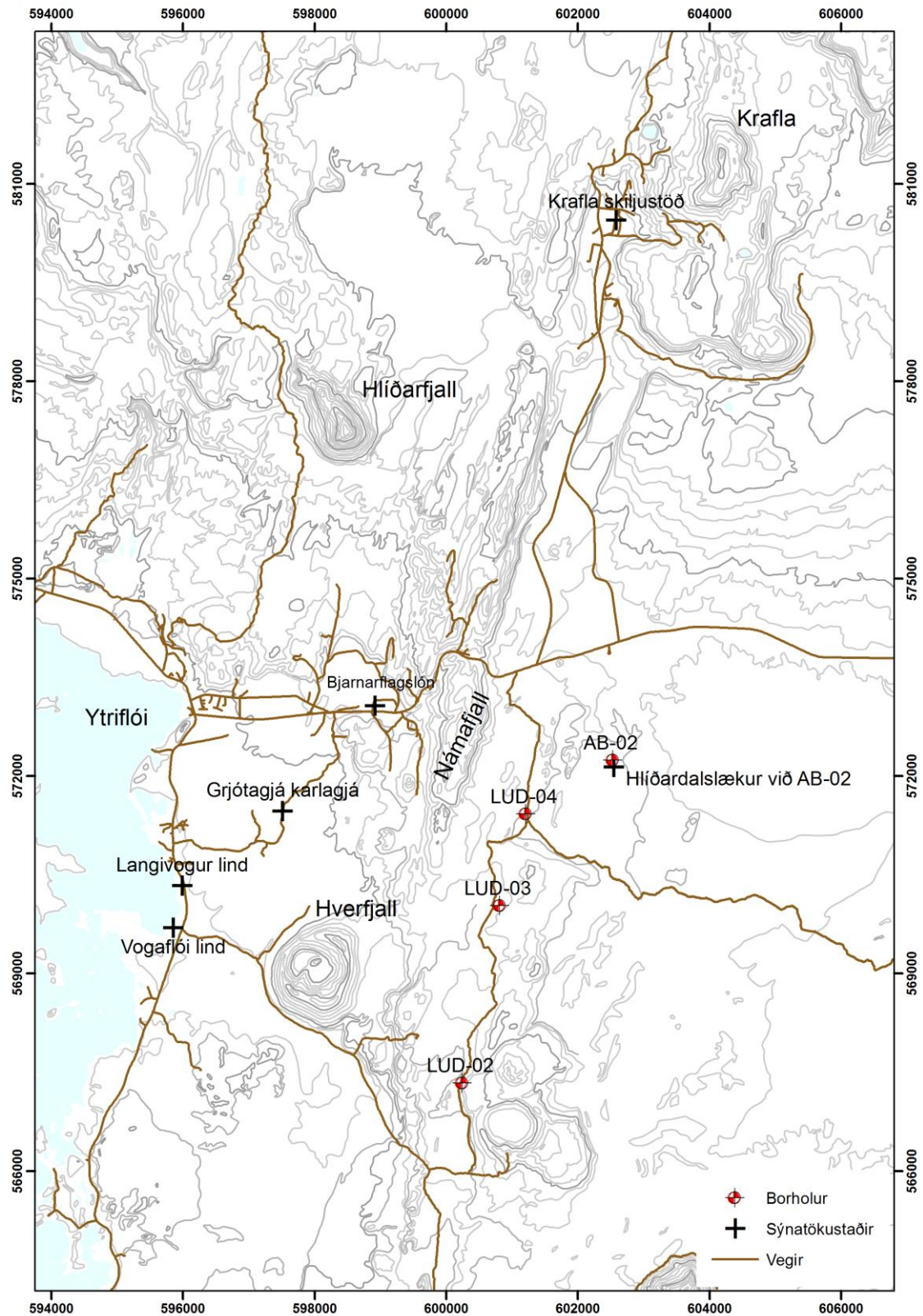
Á fjórum vöktunarstöðum er styrkur arsens yfir umhverfismörkum II (mynd 86). Þeir eru Bjarnarflagsslón, skiljustöðin í Kröflu, Hlíðardalslækur við holu AB-2 og hola LUD-4 en í henni liggur styrkur arsens nánast á markalínunni. Styrkur arsens hækkaði lítillega í holu LUD-4 frá því mælingar hófust 2002 fram til 2009/2010 en hefur síðan lækkað (mynd 87). Hann er nú svipaður og hann var 2002–2006. Styrkur arsens í vatni úr holu AB-2 liggur nánast á umhverfismörkum I (myndir 87 og 88) og styrkur þess á öðrum vöktunarstöðum er innan við umhverfismörk I eins og sýnt er á mynd 88 og engin merki sjást um hækkaðan styrk arsens í lindum við Mývatn. Mynd 89 sýnir dæmi um uppgefna skekkju í arsengreiningum fyrir sýni frá skiljustöðinni í Kröflu og úr holu LUD-4.

Líkt og styrkur arsens er styrkur áls hæstur í affallsvatni frá skiljustöðvunum í Bjarnarflagi og Kröflu og í holu LUD-4 og Hlíðardalslæk við holu AB-2. Eru þessar niðurstöður sýndar á mynd 90. Styrkur áls er umtalsvert hærri í holu LUD-4 en í öðrum holum í Búrfellshrauni og jókst frá upphafi mælinga fram til 2008. Á árinu 2009 lækkaði hann síðan verulega og er nú svipaður og hann var 2002. Fylgja þessar breytingar ágætlega breytingum í styrk arsens á þessu sama tímabili. Styrkur áls í lindum við Mývatn er um og innan við umhverfismörk I (0,02 mg/L; miðað við tillögu Löfgren og Lydersen, 2002, fyrir lax) og hefur verið þannig frá því mælingarnar hófust. Af því sést að gríðarleg minnkun verður á styrk áls frá affallsvatni að lindum. Halldór Ármannsson og Magnús Ólafsson (2010) komust að því að nánast eingöngu þynning veldur styrkminnkun bæði áls og arsens.

Skoðun á niðurstöðum efnagreininga fyrir aðra málma en arsen og umhverfismörk þeirra samkvæmt reglugerð 796/1999 (tafla 7) sýnir að í flestum tilfellum fellur vatnið á eftirlitsstöðum í Mývatnssveit í flokk I eða II. Á þessu eru þó undantekningar, einkum hvað varðar kopar og króm. Hár styrkur þessara virðist þó ekki tengjast jarðhitaáhrifum enda kemur hæsti styrkur króms fram í vatni úr kaldri lind við Vogaflóa og styrkur kopars í sama sýni er þrefalt hærri en í affallsvatni frá Kröflu. Því verður að gera ráð fyrir að styrkur þessara efna sé hár í grunnvatninu á svæðinu frá náttúrunnar hendi. Aftur á móti falla efni eins og kadmíum og blý öll í flokk I og sama má segja um nikkel að frátöldum sýnum úr Hlíðardalslæk. Sýni úr holum falla í flokk II.

Styrkur kvikasilfurs er mældur í öllum eftirlitssýnum á Mývatnssvæðinu. Niðurstöður sýna að styrkur þess er nánast í öllum tilvikum $<0,000002$ mg/L sem eru greiningarmörk þess með þeim aðferðum sem notaðar eru. Vorið 2012 mældist styrkur kvikasilfurs hæstur í niðurrennsli Bjarnarflagsslóns, 0,000052 mg/L og í Hlíðardalslæk við holu AB-2, 0,000027 mg/L. Í skiljuvatni frá Kröflustöð og í Grjótagjá mældist styrkur þess rétt ofan greiningarmarka. Haustið 2012 mældist styrkur þess einnig hæstur í niðurrennsli úr Bjarnarflagsslóni, 0,000026 mg/L og við greiningarmörkin í Hlíðardalslæk. Samkvæmt reglugerð 800/1999 um losunarmörk, umhverfismörk og gæðamarkmið fyrir losun á kvikasilfri í yfirborðsvatn má heildarstyrkur kvikasilfurs í yfirborðsvatni á landi þar sem áhrifa fráveituvatns gætir ekki fara yfir 0,001 mg/L. Af þessu má ráða að styrkur kvikasilfurs í skiljuvatni og heitu og köldu grunnvatni í Mývatnssveit er langt innan þeirra marka sem reglugerðin kveður á um. Hér verður þó að setja þann varnagla að sýnataka til greininga á kvikasilfri hefur ekki verið gerð sérstaklega og því ber að taka niðurstöður greininga þess með fyrirvara. Í þessu ljósi er lagt til að í framtíðinni verði tekin sérstök sýni fyrir greiningu kvikasilfurs og munu þá fást áreiðanlegri upplýsingar um styrk þess.

Tiltæk gögn um efnasamsetningu grunnvatns í lindum við Mývatn sýna að engin merkjanleg áhrif hafa komið fram sem rekja má til jarðhitanytingar í Bjarnaflagi eða Kröflu.



Mynd 85. Sýnatökustaðir í Mývatnssveit.

Tafla 8. Niðurstöður efnagreininga á affallsvatni og vatni úr borholum, gjám og lindum í Mývatnssveit í júní 2012. Styrkur er í mg/L.

ÍSÖR sýnanúmer	20120303	20120300	20120301	20120299	20120294	20120298	20120297	20120296	20120302	20120304	20120295
LV sýnanúmer	12018	12015	12016	12014	12009	12013	12012	12011	12017	12019	12010
Staður	M-20008	V-2356	B-57842	B-58504	B-58503	B-58502	K-558	H-10088	H-10086	H-10085	M-20004
Staðarnafn	Krafla, skiljustöð	Hlíðardalslækur við AB-2	AB-2	LUD-4	LUD-3	LUD-2	Vogaflói lind	Langivogur lind	Grjótagjá, kvennagjá	Grjótagjá, karlagjá	Bjarnarflagslón
Dagsetning	26.6.2012	21.6.2012	21.6.2012	20.6.2012	20.6.2012	20.6.2012	20.6.2012	20.6.2012	26.6.2012	27.6.2012	20.6.2012
Hitastig (°C)	96,0	21,7	4,3	6,1	5,8	5,7	6,2	16,1	42,6	39,5	30,0
Sýrustig/°C	9,77/21,6	8,36/21,7	8,17/4,3	8,296,1	8,63/5,8	8,66/5,7	8,96/6,6	8,60/16,4	8,13/42,6	8,15/39,5	6,25/25,1
Karbonsat (CO₂)	60,3	72,2	47,8	60,6	62,0	68,5	62,8	72,9	97,7	98,0	0,6
Brennisteinsvetni (H₂S)	23,8	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,13	0,07
Kísill (SiO₂) ALS	588	222	31,0	61,4	24,6	26,7	24,6	89,9	163	165	700
Kísill (SiO₂) LV	628	222	30	47	24	25	24	87	164	178	256
Flúoríð (F)	1,35	0,49	0,19	0,28	0,16	0,16	0,20	0,27	0,35	0,36	0,90
Klóríð (Cl)	73,6	26,8	4,7	15,8	4,8	5,5	4,3	15,1	18,2	17,9	60,2
Súlfat (SO₄)	272	247	19,9	125	12,7	17,4	20,3	82,3	97,9	96,0	172
Natríum (Na) ALS	273	108	12,9	62,0	16,4	20,3	22,7	60,1	85,9	84,3	121
Natríum (Na) LV	256	101	12,0	59,4	15,7	19,4	21,6	57,8	78,2	78,5	116
Kalíum (K) ALS	32,5	13,9	1,74	2,57	1,98	2,16	1,89	4,93	7,78	7,74	22,1
Kalíum (K) LV	26,7	15,1	1,86	2,76	2,07	2,30	1,99	5,33	6,22	6,33	24,2
Magnesium (Mg) ALS	<0,09	12,5	6,33	11,8	7,52	8,27	6,58	5,82	3,76	3,59	1,20
Magnesium (Mg) LV	0,04	12,3	5,85	11,4	7,33	7,98	6,31	5,57	3,31	3,20	1,11
Kalsíum (Ca) ALS	3,79	39,7	13,0	18,6	12,2	13,9	12,0	16,8	17,3	16,8	2,88
Kalsíum (Ca) LV	4,98	38,2	12,5	17,9	11,3	13,0	11,1	16,1	24,2	24,6	2,48

SiO₂, Na, K, Mg og Ca voru greind hjá LV og ALS og eru niðurstöður einkenndar með LV og ALS.

Tafla 8. (Frh.)

<i>Staðarnafn</i>	<i>Kraflla, skiljustöð</i>	<i>Hliðardalslækur við AB-2</i>	<i>AB-2</i>	<i>LUD-4</i>	<i>LUD-3</i>	<i>LUD-2</i>	<i>Vogaflooi lind</i>	<i>Langivogur lind</i>	<i>Grjótagjá, kvennagjá</i>	<i>Grjótagjá, karlagjá</i>	<i>Bjarnarflagslón</i>
Ál (Al)	1,48	0,476	0,0317	0,461	0,0181	0,0252	0,00622	0,0111	0,0231	0,0252	2,67
Arsen (As)	0,0284	0,0151	0,000483	0,00631	<0,00005	0,000156	<0,00005	<0,00005	0,000096	0,000151	0,224
Baríum (Ba)	0,00337	0,00296	0,000452	0,000817	0,000332	0,000288	0,000350	0,00174	0,00370	0,00362	0,00106
Kadmíum (Cd)	0,000007	0,000006	0,000003	0,000002	0,000003	<0,000002	0,000004	0,000004	0,000006	0,000003	0,000011
Kóbalt (Co)	0,000036	0,000295	0,000024	0,000021	0,000018	0,000015	0,000026	0,000030	0,000028	0,000022	0,000186
Krómi (Cr)	0,000033	0,00136	0,000533	0,000491	0,000869	0,00119	0,00165	0,000799	0,000014	0,000014	0,000107
Kopar (Cu)	0,000309	0,000686	0,000821	0,00219	0,000723	0,00168	0,00112	0,000495	0,000197	<0,0001	0,00181
Járn (Fe)	0,0058	0,0927	0,0146	0,0454	0,0095	0,0020	0,0006	0,0015	0,0030	0,0021	0,691
Kvikasilfur (Hg)	0,000005	0,000027	<0,000002	<0,000002	<0,000002	<0,000002	<0,000002	<0,000002	<0,000002	0,000003	0,000052
Lípíum (Li)	0,22	0,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0,18
Mangan (Mn)	0,00133	0,116	0,000865	0,00170	0,000534	0,000043	0,000036	0,000065	0,0350	0,0560	0,0157
Mólybden (Mo)	0,00612	0,00448	0,000558	0,00246	0,000821	0,000698	0,000908	0,000747	0,000306	0,000256	0,00368
Nikkel (Ni)	0,000347	0,00117	0,000102	0,000078	0,000064	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	0,000088	0,000319
Blý (Pb)	0,000036	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	0,000015
Strontíum (Sr)	0,0217	0,0426	0,0133	0,0212	0,0118	0,0143	0,0131	0,0197	0,0217	0,0216	0,00963
Sink (Zn)	0,000353	0,00108	0,00223	0,000304	<0,0002	0,000463	0,000433	<0,0002	0,000793	0,00114	0,00572
Svífefni (SS)	1,2	27,5	0,7	0,5	0,6	0,3	0,4	0,2	0,5	0,2	10,4

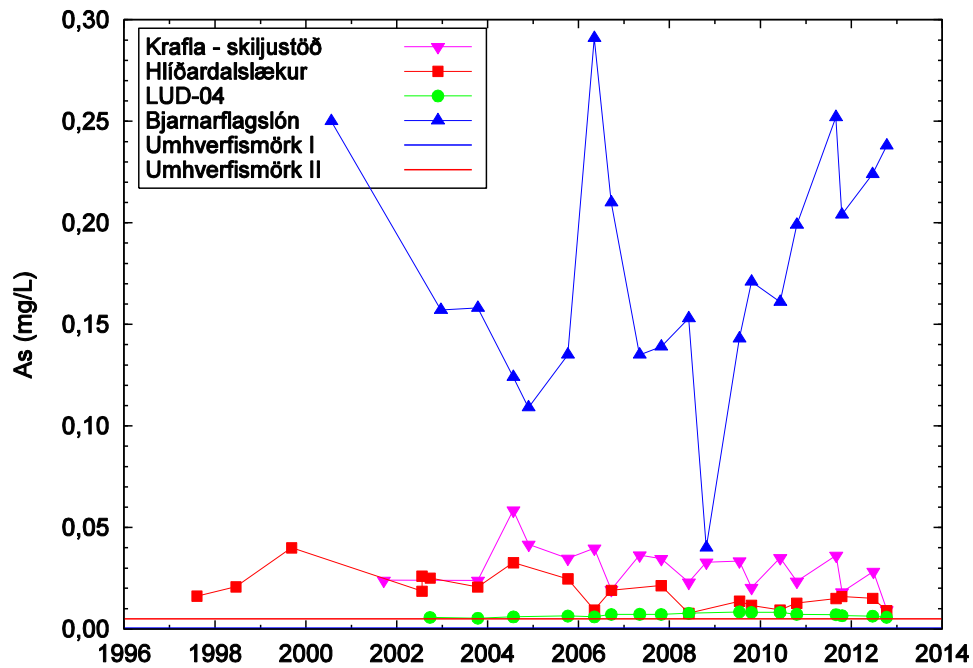
Tafla 9. Niðurstöður efnagreininga á affallsvatni og vatni úr borholum, gjám og lindum í Mývatnssveit í október 2012. Styrkur er í mg/L.

Sýnanúmer	20120315	20120312	20120311	20120309	20120307	20120305	20120306	20120308	20120310	20120313	20120314
Staður	M-20008	V-2356	B-57842	B-58504	B-58503	B-58502	K-558	H-10088	H-10086	H-10085	M-20004
Staðarnafn	Krafla, skiljustöð	Hlíðardalslækur við AB-2	AB-2	LUD-4	LUD-3	LUD-2	Vogaflói, lind	Langivogur, lind	Grjótagjá, kvennagjá	Grjótagjá, karlagjá	Bjarnarflags- lón
Dagsetning	12.10.2012	11.10.2012	11.10.2012	10.10.2012	10.10.2012	10.10.2012	10.10.2012	10.10.2012	11.10.2012	11.10.2012	11.10.2012
Hitastig (°C)	95,1	10,1	4,3	5,8	5,1	5,8	6,1	14,8	41,8	46,5	12,1
Sýrustig	9,36	7,90	7,59	8,19	8,17	8,52	8,28	8,47	7,58	8,03	7,46
T/pH (°C)	7,8	10,3	4,1	5,8	5,1	20	6,1	14,8	38,5	40,1	12
Karbónat (CO ₂)	49,2	89,6	48,6	63,1	62,2	70,8	62,5	76,1	95,7	97,0	10,5
Brennisteinsvetni (H ₂ S)	22,8	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,04
Kísill (SiO ₂) ALS	582	160	29,5	62,0	24,0	26,3	24,6	97,3	155	162	678
Kísill (SiO ₂) LV	563	154	28	46	23	24	23	92	150	-	251
Flúoríð (F)	1,43	0,38	0,21	0,3	0,18	0,18	0,22	0,3	0,38	0,39	0,95
Klóríð (Cl)	85,8	18,8	3,9	15,8	4,9	5,6	4,3	15,2	17,7	17,6	58,7
Súlfat (SO ₄)	266	178	13,8	124	13,1	18,0	20,7	87,3	99,8	99,5	165
Natríum (Na)	256	72,8	10,6	60,7	16,3	20,2	22,4	63,2	80,4	82,6	117
Natríum (Na) LV	253	72	10,2	59,4	16,0	19,5	21,5	61,6	77,8	79,7	119
Kalíum (K)	31,2	9,01	1,65	2,59	1,89	2,09	1,81	5,17	7,46	7,78	20,9
Kalíum (K) LV	31,2	9,0	1,59	2,51	1,87	2,11	1,79	5,01	7,34	7,79	24,1
Magnesíum (Mg)	<0,09	10,6	5,91	11,7	7,43	8,23	6,58	5,53	3,8	3,38	0,86
Magnesíum (Mg) LV	0	10,4	5,45	11,2	7,02	7,76	6,1	5,06	3,54	3,11	0,76
Kalsíum (Ca)	3,79	39,8	12,2	18,3	12,1	13,8	11,9	17,2	16,9	16,1	2,21
Kalsíum (Ca) LV	3,69	38,2	11,4	17,5	11,4	12,7	10,9	15,7	15,6	15,4	1,82

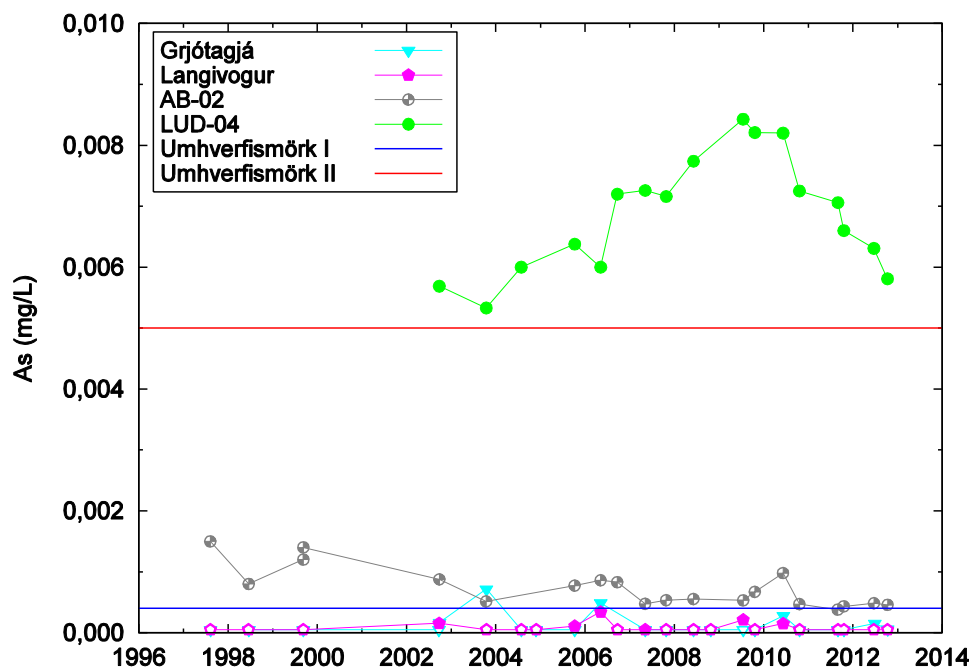
SiO₂, Na, K, Mg og Ca voru greind hjá LV og ALS og eru niðurstöður einkenndar með LV og ALS.

Tafla 9. (Frh.)

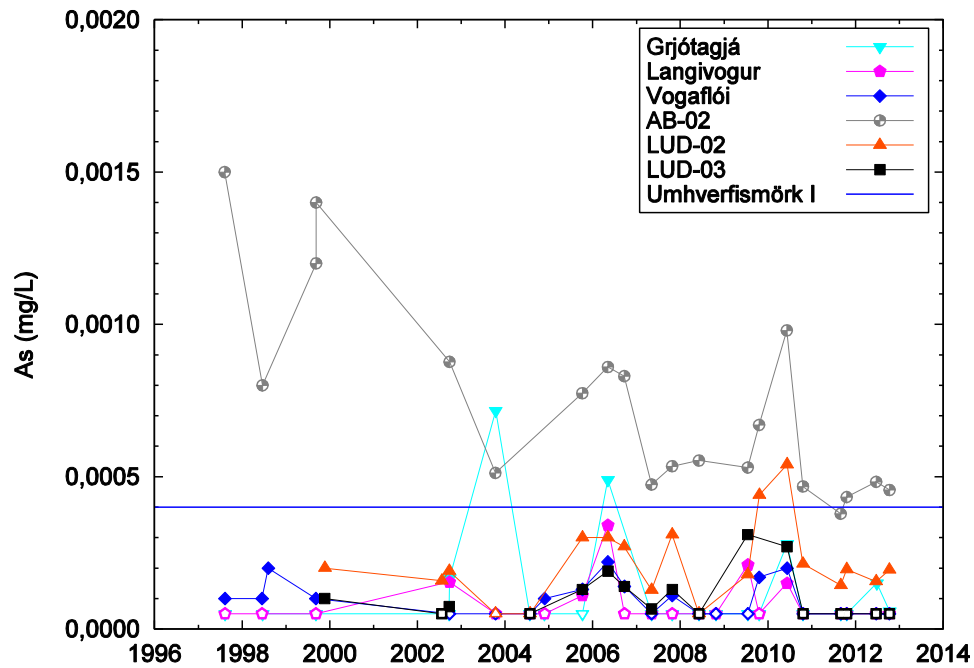
<i>Staðarnafn</i>	<i>Krafla, skiljustöð</i>	<i>Hlíðardalslækur við AB-2</i>	<i>AB-2</i>	<i>LUD-4</i>	<i>LUD-3</i>	<i>LUD-2</i>	<i>Vogaflói, lind</i>	<i>Langivogur, lind</i>	<i>Grjótagjá, kvennagjá</i>	<i>Grjótagjá, karlagjá</i>	<i>Bjarnarflags- lón</i>
Ál (Al)	1,44	0,29	0,00697	0,504	0,0136	0,0306	0,00654	0,011	0,0198	0,0199	2,36
Arsen (As)	0,00948	0,00909	0,000456	0,00581	<0,00005	0,000194	<0,00005	<0,00005	<0,00005	0,000059	0,238
Baríum (Ba)	0,00387	0,0018	0,00037	0,00079	0,000304	0,000353	0,000353	0,00163	0,00288	0,00293	0,000784
Kadmíum (Cd)	0,000004	0,000002	<0,000002	0,000002	<0,000002	0,000003	0,000005	0,000002	<0,000002	<0,000002	0,000007
Kóbalt (Co)	0,00001	0,000145	0,000014	0,000019	0,000019	0,000025	0,000014	0,000015	0,000013	0,000014	0,00005
Króm (Cr)	0,000014	0,000418	0,000532	0,000469	0,000948	0,00119	0,00155	0,000701	0,000013	<0,00001	0,000061
Kopar (Cu)	<0,0001	0,000176	0,000517	0,00202	0,00065	0,00179	0,00126	0,000315	0,000121	0,000189	0,00119
Járn (Fe)	0,0088	0,052	0,0083	0,0491	0,0106	0,0023	0,0007	0,0004	0,0025	0,0093	0,336
Kvikasilfur (Hg)	<0,000002	0,000003	<0,000002	<0,000002	<0,000002	<0,000002	<0,000002	<0,000002	<0,000002	<0,000002	0,000026
Lípíum (Li)	0,21	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0	0,17
Mangan (Mn)	0,00143	0,0473	0,000563	0,00248	0,000775	0,000125	0,000056	<0,00003	0,0148	0,0157	0,0078
Mólybden (Mo)	0,000408	0,0025	0,000434	0,00242	0,000665	0,000817	0,00089	0,000587	0,00027	0,000235	0,00504
Nikkel (Ni)	<0,00005	0,00102	0,000118	0,000052	0,000053	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	0,000126
Blý (Pb)	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001
Strontíum (Sr)	0,0217	0,04	0,0123	0,0209	0,0117	0,0142	0,0128	0,0202	0,021	0,0207	0,00883
Sink (Zn)	<0,0002	<0,0002	0,00269	0,000258	<0,0002	0,000443	0,00108	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0125
Svifefni (SS)	3,7	286	1,1	0,9	1,2	0,5	0,5	0,8	1	1,2	100,0



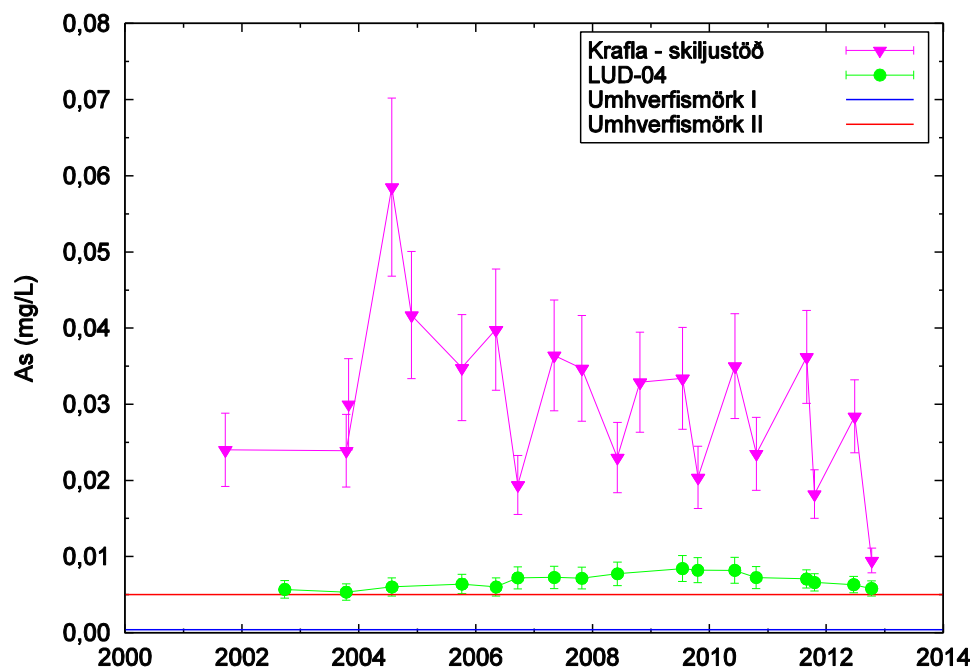
Mynd 86. Styrkur arsens í sýnum af affallsvatni og af vatni úr LUD-4 frá árunum 1997–2012 ásamt umhverfismörkum I og II.



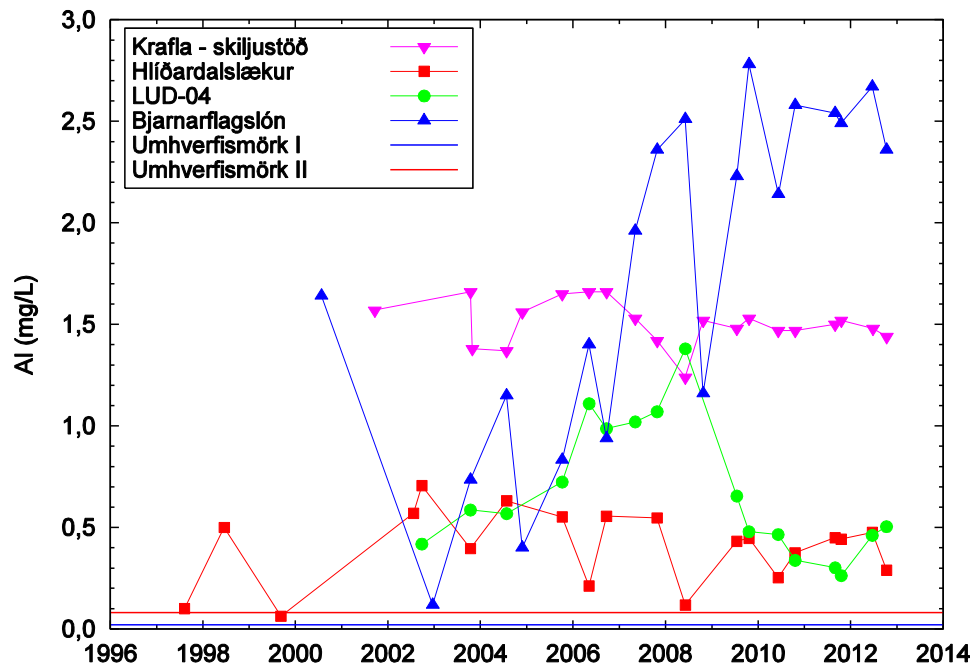
Mynd 87. Styrkur arsens í vatni úr holum AB-2 og LUD-4 og lindum við Mývatn frá árinu 1997–2012 ásamt umhverfismörkum I og II.



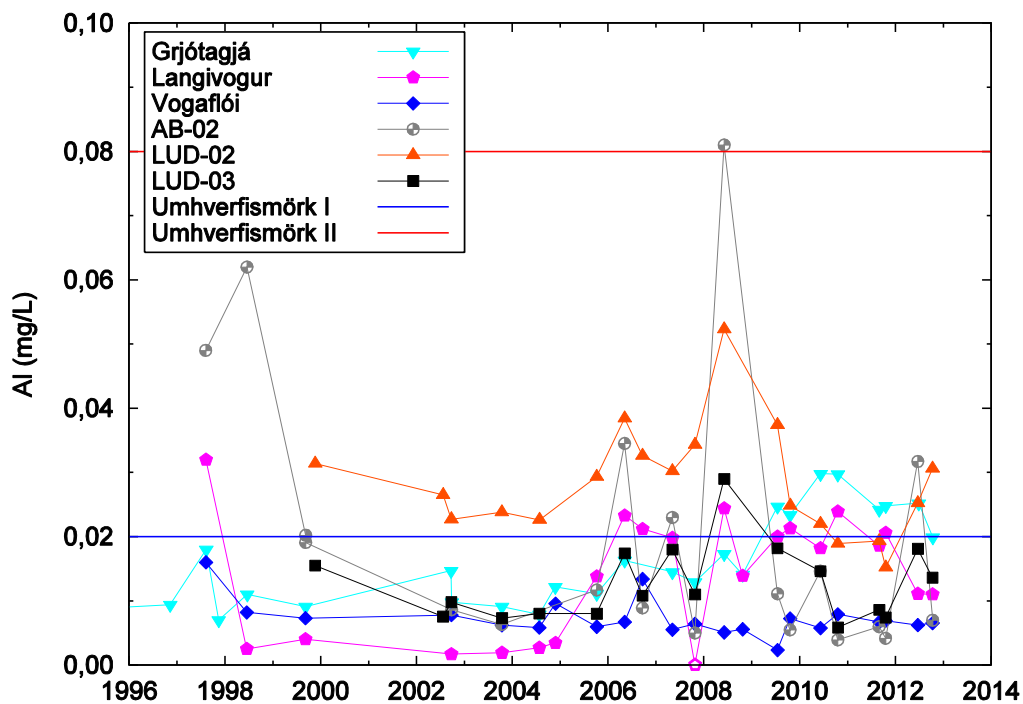
Mynd 88. Styrkur arsens í lindum við Mývatn og í vatni úr holum AB-2, LUD-2 og LUD-3 á árunum 1997–2012 ásamt umhverfismörkum I.



Mynd 89. Styrkur arsens í vatni frá skiljustöð í Kröflu og úr holu LUD-4 á árunum 2001–2012 ásamt skekkjumörkum greininga. Umhverfismörk I (0,0004 mg/l) og umhverfismörk II (0,005 mg/l) eru sýnd á myndinni.



Mynd 90. Styrkur áls í affallsvatni og LUD-4 og AB-2 á árunum 1997–2012 ásamt tillögum Löfgren og Lydersen (2002) fyrir umhverfismörk fyrir lax/skálga (I) og silung/aborra (II).



Mynd 91. Styrkur áls í vatni linda við Mývatn og holum AB-2, LUD-2 og LUD-3 á árunum 1997–2012 ásamt tillögum Löfgren og Lydersen (2002) fyrir umhverfismörk fyrir lax/skálga (I) og silung/aborra (II).

5.2 Kelduhverfi

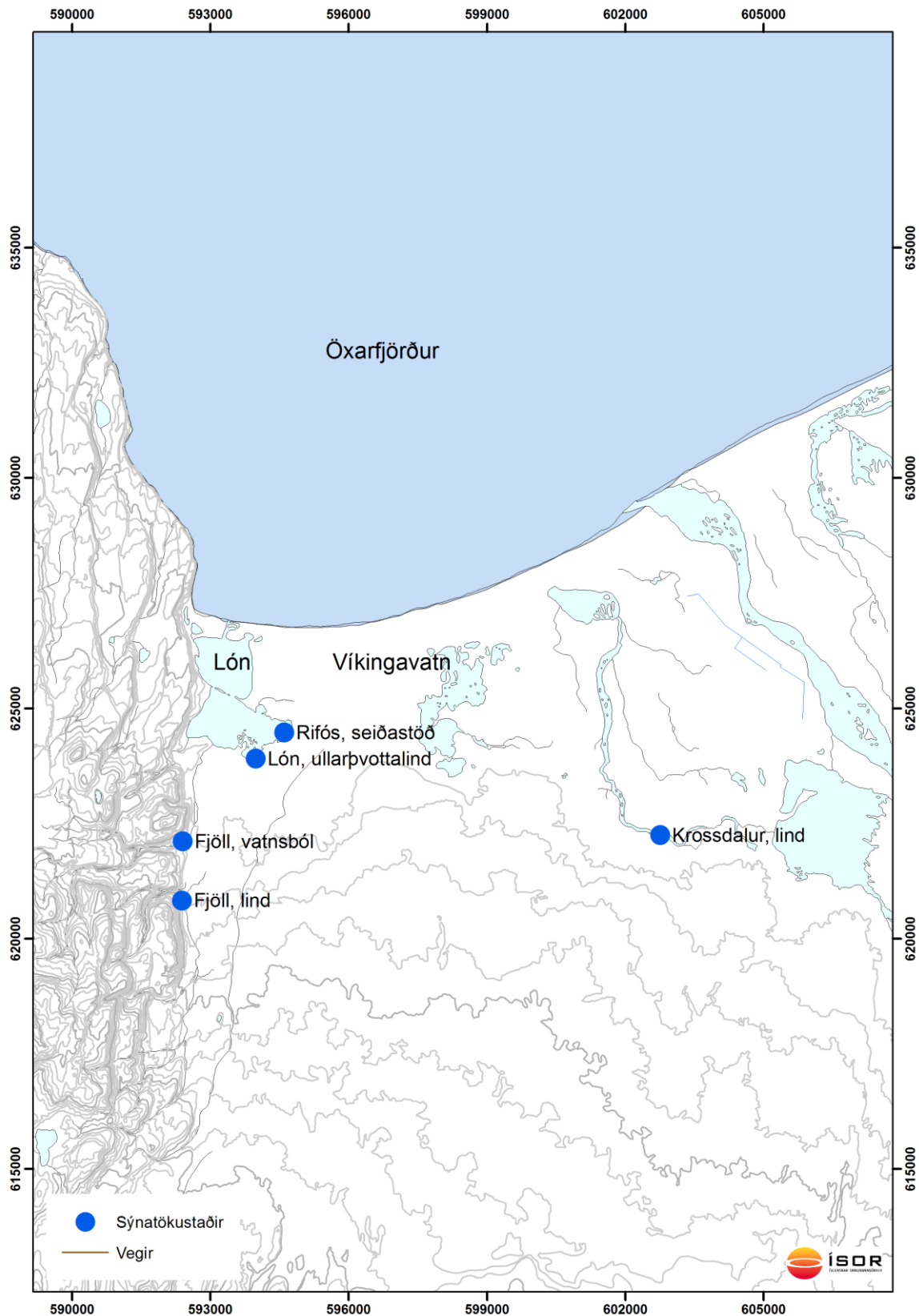
Landsvirkjun vinnur um þessar mundir að undirbúningi að virkjun á háhitasvæðinu á Þeistareykjum. Liður í þeim undirbúningi hefur verið að kanna efnasamsetningu grunnvatns á Þeistareykjum og í grunnvatnsstraumnum sem þaðan rennur til sjávar í Kelduhverfi. Á árunum 2007–2009 voru árlega, stundum tvisvar á ári, tekin sýni á völdum stöðum í Kelduhverfi og víðar í Norðurþingi í þessum tilgangi. Verkið var unnið af Háskólanum á Akureyri og niðurstöður birtar í skýrslum (Hrefna Kristmannsdóttir og Valur Klemensson, 2007; Hrefna Kristmannsdóttir og Helga Rakel Guðrúnardóttir, 2009; Hrefna Kristmannsdóttir, 2010).

Á síðastliðnu ári óskaði Landsvirkjun eftir því að ÍSOR gerði tillögur um vöktun á grunnvatnskerfinu á Þeistareykjum og grunnvatnsstraumnum. ÍSOR setti fram tillögur um sýnatöku á fjórum stöðum í Kelduhverfi, og einni lind og fimm borholum á Þeistareykjum. Tillögurnar um vöktun grunnvatns í Þeistareykjasprungusveim miðast fyrst og fremst við það að huga að og fylgjast með hugsanlegum breytingum sem gætu orðið þegar kemur að frekari borunum og uppbyggingu gufuaflsvirkjunar á svæðinu (Magnús Ólafsson og Þórólfur H. Hafstað, 2012). Tillögur ÍSOR um sýnatökustaði í Kelduhverfi byggðu á gögnum úr rannsóknum Hrefnu Kristmannsdóttur o.fl. á árunum 2007–2009, sem unnar voru fyrir Landsvirkjun og fyrri rannsóknum ÍSOR og Orkustofnunar (t.d. Þórólfur H. Hafstað, 1989, 2010).

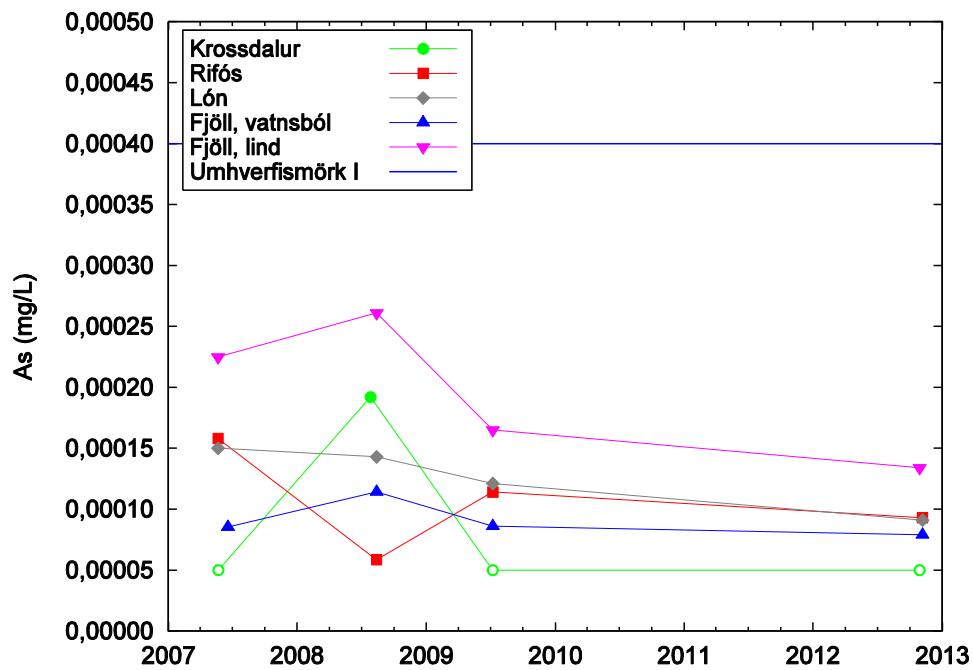
Haustið 2012 tók starfsfólk Landsvirkjunar sýni á fimm stöðum í Kelduhverfi en sýni voru ekki tekin á Þeistareykjum vegna mjög óhagstæðs veðurfars haustið 2012. Sýnataka í Kelduhverfi fór fram annars vegar 29. október og hins vegar 6. nóvember. Sýnatökustaður í Kelduhverfi voru eftirfarandi (sjá einnig mynd 92):

- Fjöll, lind
- Fjöll, vatnsból. Vatnsbólið er í vesturjaðri grunnvatnsstraums frá Þeistareykjum og líklegt er að vatn af sunnaverðu Tjörnesi og Reykjaheiði fæði vatnsbólið. Því er líklegt að staðurinn sé utan hugsanlegs áhrifasvæðis frá grunnvatnsstraumnum frá Þeistareykjum og sé þar af leiðandi góður viðmiðunarstaður.
- Lón, ullarþvottalind. Staðurinn sýnir grunnvatnsstrauminn án áhrifa frá jarðhitavatni
- Rifós, seiðastöð. Vatnið sýnir merki um jarðhitaáhrif og hiti þess er 10–11°C.
- Krossdalur, lind. Staðurinn er austan við áhrifasvæði grunnvatnsstraums frá Þeistareykjum og því góður viðmiðunarstaður.

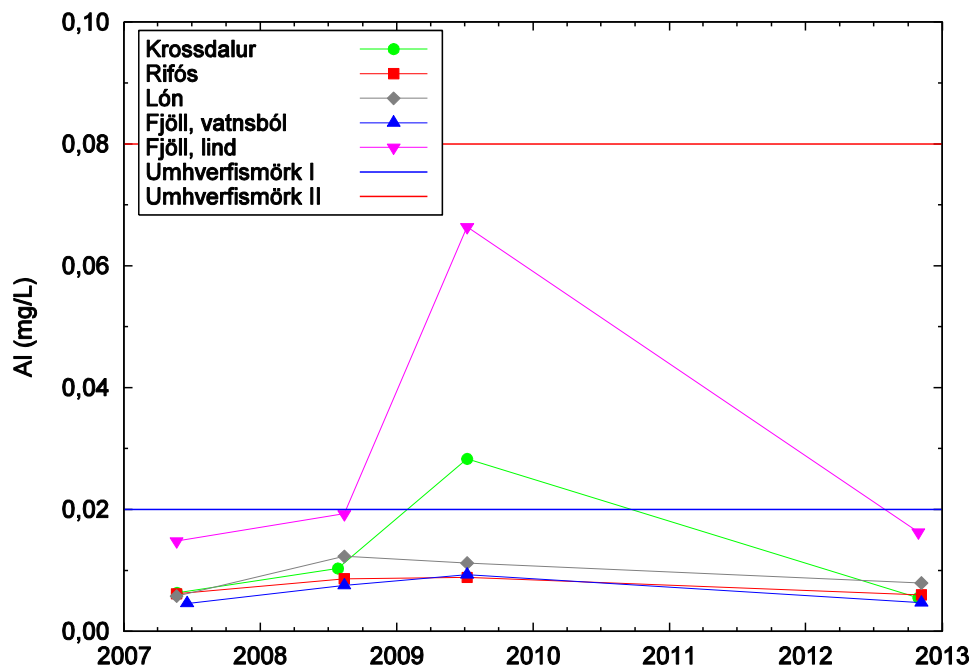
Niðurstöður efnagreininga eru sýndar í töflu 9. Myndir 93 og 94 sýna niðurstöður efnagreininga á arseni og áli fyrir staðina fimm. Þar eru einnig sýndar niðurstöður úr fyrri mælingum frá Háskólanum á Akureyri (Hrefna Kristmannsdóttir, 2010). Inn á mynd 93 eru einnig dregin umhverfismörk I fyrir arsen og á mynd 94 eru sýndar tillögur Löfgren og Lydersen (2002) fyrir umhverfismörk I og II fyrir ál. Niðurstöðurnar sýna að styrkur arsens mælist á öllum stöðum vel innan við umhverfismörk I (0,0004 mg/L). Mynd 94 sýnir að styrkur áls er á öllum stöðum innan við tillögu Löfgren og Lydersen (2002) fyrir umhverfismörk II (0,08 mg/L) og oftast innan við tillögu þeirra fyrir umhverfismörk I (0,02 mg/L). Niðurstöður frá lindum við Krossdal og Fjöll frá árinu 2009 skera sig úr og sýna gildi sem liggja milli umhverfismarkanna I og II.



Mynd 92. Sýnatökustaðir í Kelduhverfi haustið 2012.



Mynd 93. Styrkur arsens í vatni úr lindum í Kelduhverfi frá árinu 2007–2012 ásamt umhverfismörkum I. Niðurstöður greininga frá 2007, 2008 og 2009 eru úr skýrslu Landsvirkjunar (Hrefna Kristmannsdóttir, 2010).



Mynd 94. Styrkur áls í vatni úr lindum í Kelduhverfi frá árinu 2007–2012 ásamt umhverfismörkum I og II. Niðurstöður greininga frá 2007, 2008 og 2009 eru úr skýrslu Landsvirkjunar (Hrefna Kristmannsdóttir, 2010).

Tafla 10. Niðurstöður efnagreininga á sýnum úr gjám og lindum í Kelduhverfi haustið 2012.
Styrkur er í mg/L.

Sýnanúmer	20120316	20120317	20120318	20120319	20120320
Staður	K-2745	K-2742	K-568	K-2744	K-2743
Staðarnafn	Krossdalur	Fjöll, lind	Fjöll, vatnsból	Lón	Rifós
Dagsetning	29.10.2012	29.10.2012	6.11.2012	6.11.2012	6.11.2012
Hitastig (°C)	4,0	2,8	3,0	4,9	10,5
Sýrustig	8,66	9,42	8,88	8,16	8,29
T/pH (°C)	21,2	24,2	22,6	22,1	21,3
Karbonsat (CO ₂)	27,5	18,7	25,6	24,1	36,0
Brennisteinsvetni (H ₂ S)	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Kísill (SiO ₂) ALS	24,0	11,9	13,5	23,3	34,7
Kísill (SiO ₂) LV	22	11	12	21	31
Flúoríð (F)	0,10	0,03	0,03	0,07	0,10
Klóríð (Cl)	7,82	7,34	9,67	7,53	11,2
Súlfat (SO ₄)	3,07	2,73	2,12	2,50	8,24
Natríum (Na) ALS	9,90	15,4	12,4	9,86	17,4
Natríum (Na) LV	9,49	15,1	11,9	9,31	16,9
Kalíum (K) ALS	0,858	<0,4	<0,4	0,922	1,41
Kalíum (K) LV	0,86	0,07	0,15	0,91	1,4
Magnesium (Mg) ALS	2,92	0,153	0,554	2,89	3,76
Magnesium (Mg) LV	2,76	0,140	0,510	2,76	3,57
Kalsíum (Ca) ALS	6,30	4,21	8,06	4,85	7,07
Kalsíum (Ca) LV	5,87	4,14	7,43	4,52	6,39
Ál (Al)	0,00549	0,0163	0,00468	0,00793	0,00599
Arsen (As)	<0,00005	0,000134	0,000079	0,000091	0,000093
Baríum (Ba)	0,000062	<0,00001	<0,00001	0,000058	0,00013
Kadmíum (Cd)	<0,000002	<0,000002	<0,000002	<0,000002	<0,000002
Kóbalt (Co)	0,000017	0,000007	0,000013	0,000012	0,000009
Króm (Cr)	0,000645	0,000175	0,000251	0,000575	0,00103
Kopar (Cu)	0,000298	0,00134	<0,0001	<0,00001	0,000345
Járn (Fe)	0,0011	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Kvikasilfur (Hg)	<0,000002	<0,000002	<0,000002	<0,000002	<0,000002
Lípíum (Li)	0	0	0	0	0
Mangan (Mn)	0,000364	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003
Mólybden (Mo)	0,000183	0,000134	0,000081	0,000233	0,000261
Nikkel (Ni)	<0,00005	0,000545	<0,00005	<0,00005	<0,00005
Blý (Pb)	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001
Strontíum (Sr)	0,00794	0,000834	0,000679	0,00554	0,0103
Sink (Zn)	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Svifefni (SS)	0,2	0,2	0,5	0,3	0,4

SiO₂, Na, K, Mg og Ca voru greind hjá LV og ALS og eru niðurstöður einkenndar með LV og ALS

6 Helstu niðurstöður

Gerð er grein fyrir niðurstöðum einstakra þátta í viðkomandi undirköflum fyrir hvert svæði en markmið þessa kafla hér er að draga saman helstu niðurstöður á einn stað. Hér er einkum leitast við að greina frá þeim breytingum sem hafa sést frá fyrri athugunum en lýsingar á ástandinu 2012 er að finna í undirköflum.

6.1 Þeistareykir

Yfirborðsvirkni

Jarðhitavirkni á Þeistareykjum sumarið 2012 var í aðalatriðum áþekk því sem lýst var af Kristjáni Sæmundssyni (2007) og Gesti Gíslasyni o.fl. (1984). Helstu breytingar eru þær að gufuhverir efst í norðurbrún Bæjarfjalls eru ekki lengur virkir og virkni í jarðhitaskellu, sem er um 2 km fyrir norðan Hitur, hefur einnig fjarað út. Vísbendingar eru um að jarðhitavirkni syðst á Röndum og misgenginu sunnan við Hitur sé að færast aðeins í aukana. Þá eru vísbendingar um að jarðhitavirkni hafi aukist umhverfis borteiginn þar sem holur ÞG-3, ÞG-6 og ÞG-7 eru.

Efnasamsetning gufu

Niðurstöður efnagreininga á gufusýnum sem tekin voru úr gufuaugum á Þeistareykjum sumarið 2012 eru svipaðar og áður og benda því ekki til kerfisbundinna breytinga á efnasamsetningu gufu á svæðinu undanfarnar áratugi. Töluverðar sveiflur voru þó í styrk einstakra gastegunda í gufu á tímabilinu 1991 til 1997. Styrkur vetnis (H_2) í gufu úr auga í Ketilfjalli virðist þó fara vaxandi með tíma en fleiri sýni þarf til áður en hægt er að fullyrða um hvort að um langtímabreytingar sé að ræða.

Gasflæði um jarðveg

Gasflæði um jarðveg á Þeistareykjum er mjög lítið samanborið við önnur íslensk jarðhita-svæði þar sem samskonar mælingar hafa verið gerðar. Gasflæði frá jarðhitaummynduðum stöðum er þar litlu meira en frá stöðum sem sýna engin jarðhitaummerki. Ekki er ljóst af hverju gasflæði á jarðhitaummynduðum stöðum á Þeistareykjum er jafn lítið og raun ber vitni. Kerfisbundnar gasflæðimælingar hafa ekki áður verið gerðar á Þeistareykjum og því ekki hægt að bera niðurstöður ársins 2012 saman við eldri gögn.

6.2 Krafla

Yfirborðsvirkni

Jarðhitavirkni í Kröflu sumarið 2012 var í aðalatriðum áþekk því sem hún hefur verið undanfarin ár og lýst hefur verið af Kristjáni Sæmundssyni (2008) og Jóni Benjamínssyni og Trausta Haukssyni (2011). Helsta breytingin er að öflugt hveraop sem myndaðist árið 2009 neðan Litla Vítis, neðst í Hveragili er ekki lengur virkt. Virkni í Leirhnjúk virðist líka með heldur minna móti en verið hefur.

Efnasamsetning gufu

Niðurstöður efnagreininga á gufusýnum sem tekin voru í Kröflu sumarið 2012 benda ekki til mikilla kerfisbundinna breytinga á efnasamsetningu gufu á svæðinu. Styrkur CO_2 í gufu í Suðurhlíðum lækkar heldur og er áþekkur því sem hann var á tíunda áratug síðustu aldar en

á árunum milli 2000 og 2010 var hann hærri. Svipaða sögu er að segja af gufu frá Vítissvæðinu en þar hefur styrkurinn farið heldur lækkandi frá því um 1995. Styrkur annarra gastegunda er áþekkur því sem verið hefur eða sveiflast óreglulega á milli ára.

6.3 Námafjall

Yfirborðsvirkni

Litlar sem engar breytingar virðast hafa orðið á yfirborðsvirkni í Námafjalli frá korti Kristjáns Sæmundssonar (2010) og lýsingum Jóns Benjamínssonar og Trausta Haukssonar (2011).

Efnasamsetning gufu

Styrkur gastegunda í gufu á Námafjallssvæðinu sýnir engar langtímabreytingar þó nokkuð sé um óreglulegar sveiflur í styrk einstakra gastegunda síðustu ár. Styrkur gastegunda í gufu frá Námafjalli sjálfu er hærri en í gufu úr Bjarnarflagi eins og verið hefur.

6.4 Eftirlit með grunnvatni

6.4.1 Mývatnssveit

Niðurstöður eftirlits með efnasamsetningu grunnvatns síðustu áratuginna sýna að vatn í lindum við Mývatn og í grunnvatn vestan Námafjalls hefur ekki orðið fyrir neinum áhrifum frá jarðhitavatni frá Bjarnarflagsvirkjun eða Kröfluvirkjun hvað varðar styrk arsens og áls. Hærri styrkur arsens og áls kemur fram í tveimur eftirlitsholum í Búrfellshrauni, austan Námafjalls, nærri þeim stað þar sem affallsvatn frá Kröfluvirkjun sígur í hraunið. Í eftirlitsholu LUD-4 er styrkur arsens rétt yfir umhverfismörkum II (0,005 mg/L) og hefur farið lækkandi á síðustu þremur árum. Í eftirlitsholu AB-2 er styrkur arsens rétt við umhverfismörk I (0,0004 mg/L) og hefur hann sömuleiðis farið lækkandi. Styrkur kvikasilfurs í grunnvatni er í öllum tilfellum undir umhverfismörkum en niðurstöður eru ekki fyllilega ábyggilegar. Lagt er til að sérstök sýni til greininga á kvikasilfri verði tekin við efnaeftirlit með grunnvatni í framtíðinni.

6.4.2 Kelduhverfi

Markmið eftirlits með efnasamsetningu grunnvatns í Kelduhverfi er að safna grunnupplýsingum sem nýtast til að meta hugsanleg áhrif á grunnvatnið af jarðhitanytingu á Þeistareykjum í framtíðinni. Þær niðurstöður sem safnast hafa til þessa sýna því styrk í grunnvatni við náttúrulegar aðstæður. Styrkur arsens er í öllum tilfellum undir umhverfismörkum I (< 0,0004 mg/L).

7 Heimildir

- Anette K. Mortensen, Ásgrímur Guðmundsson, Benedikt Steingrímsson, Freysteinn Sigmundsson, Guðni Axelsson, Halldór Ármannsson, Héðinn Björnsson, Kristján Ágústsson, Kristján Sæmundsson, Magnús Ólafsson, Ragna Karlsdóttir, Sæunn Halldórsdóttir og Trausti Hauksson (2009). *Jarðhitakerfið í Kröflu. Samantekt rannsókna á jarðhitakerfinu og endurskoðað hugmyndalíkan.* Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2009/057, Landsvirkjun, LV-2009/111. 206 s + 2 kort.
- Auður Agla Óladóttir (2012) *Application of soil measurements and remote sensing for monitoring changes in geothermal surface activity in the Reykjanes field, Iceland.* MS-ritgerð frá Jarðvísindadeild Háskóla Íslands, 110 bls.
- Ármannsson, H., Fridriksson, Th., Wiese, F., Hernández, P. og Pérez, N. (2007). CO₂ budget of the Krafla geothermal system, NE-Iceland. Í T.D. Bullen and Wang, Y. (ritstj.), *Water-Rock Interaction*, 189–192.
- Bunsen, R. (1851). Über die Prozesse der vulkanischen Gesteinbildungen Islands. *Poggendorffs Annalen der Physik und Chemie* 83, 197–272.
- Chiodini, G., Granieri, D., Avino, R., Caliro, S., Costa, A. og Werner, C. (2005) Carbon dioxide diffuse degassing and estimation of heat release from volcanic and geothermal systems. *Journal of Geophysical Research – Solid Earth*, 110, B4. DOI: 10.1016/j.physletb.2005.07.024.
- Christensen, OT. (1889). A few observations on ourflowing gas as a result of volcanic activity in Iceland. *Tidskr Phys Chem Series* 2;10: 225–243.
- Favara, R., Giammanco, S., Inguaggiato, S. og Pecoraino, G. (2001) Preliminary estimate of CO₂ output from Pantelleria Island volcano (Sicily, Italy): evidence of active mantle degassing. *Applied Geochemistry* 16, 883–894.
- Fridriksson, Th., Kristjánsson B. R., Ármannsson, H., Margrétardóttir, E., Ólafsdóttir, S. og Chiodini G. (2006). CO₂ emissions and heat flow through soil, fumaroles and steam heated mud pools at the Reykjanes geothermal area, SW-Iceland. *Applied Geochemistry*, 21, 1551–1569.
- Fridriksson, Th., Óladóttir, A. A. Jónsson, P. og Eyjólfsdóttir, E. I. (2010). The response of the Reykjanes geothermal system to 100 MWe power production: fluid chemistry and surface activity. *Proceedings of the World Geothermal Congress 2010, Bali, Indonesia.*
- Gestur Gíslason, Gunnar Johnsen, Halldór Ármannsson, Helgi Torfason og Knútur Árnason (1984). *Þeystareykir – Yfirborðsrannsóknir á háhitavæðinu.* Orkustofnun, OS-84089/JHD-16. 134 s. + 3 kort
- Granieri, D., Chiodini G., Marzocchi W. og Avino, R. (2003) Continuous monitoring of CO₂ soil diffuse degassing at Phlegraean Fields (Italy): Influence of environmental and volcanic parameters. *Earth and Planetary Science Letters* 212, 167–179.
- Guðmundur Guðmundsson, Guðmundur Pálmason, Karl Grönvold, Karl Ragnars, Kristján Sæmundsson og Stefán Arnórsson (1971). *Námafjall-Krafla. Áfangaskýrsla um rannsókn jarðhitasvæðanna.* Orkustofnun. 81 bls. + viðauki
- Halldór Ármannsson (1993). *Jarðhitakerfið í Námafjalli. Efnafræðileg úttekt.* Samvinnuverkefni Landsvirkjunar og Orkustofnunar. Orkustofnun, OS-93053/JHD-29 B, 30 bls.

- Halldór Ármannsson (2003). *Förgun affallsvatns frá Kröflu- og Bjarnarflagsvirkjunum*. Orkustofnun, OS-2003/032, 32 bls.
- Halldór Ármannsson og Magnús Ólafsson (2004). *Eftirlit með áhrifum af losun affallsvatns frá Kröflustöð og Bjarnarflagsstöð. Vöktun og niðurstöður 2003*. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2004/005, Landsvirkjun, LV-2004/052, 14 bls.
- Halldór Ármannsson og Magnús Ólafsson (2005). *Eftirlit með áhrifum af losun affallsvatns frá Kröflustöð og Bjarnarflagsstöð. Vöktun og niðurstöður 2004*. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2005/006, Landsvirkjun, LV-2005/025, 15 bls.
- Halldór Ármannsson og Magnús Ólafsson (2006). *Eftirlit með áhrifum af losun affallsvatns frá Kröflustöð og Bjarnarflagsstöð. Vöktun og niðurstöður 2005*. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2006/013, Landsvirkjun, LV-2005/064, 15 bls.
- Halldór Ármannsson og Magnús Ólafsson (2007). *Eftirlit með áhrifum af losun affallsvatns frá Kröflustöð og Bjarnarflagsstöð. Vöktun og niðurstöður 2006*. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/003, Landsvirkjun, LV-2007/007, 14 bls.
- Halldór Ármannsson, Magnús Ólafsson og Mozhgan Bagheri (2008). *Eftirlit með áhrifum af losun affallsvatns frá Kröflustöð og Bjarnarflagsstöð. Vöktun og niðurstöður 2007*. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2009/011, Landsvirkjun, LV-2008/064, 12 bls.
- Halldór Ármannsson, Magnús Ólafsson, Mozhgan Bagheri og Auður Ingimarsdóttir (2009). *Eftirlit með áhrifum af losun affallsvatns frá Kröflustöð og Bjarnarflagsstöð. Vöktun og niðurstöður 2008*. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2008/018, Landsvirkjun, LV-2009/020, 15 bls.
- Halldór Ármannsson, Magnús Ólafsson og Ester Eyjólfsdóttir (2010). *Eftirlit með áhrifum af losun affallsvatns frá Kröflustöð og Bjarnarflagsstöð. Vöktun og niðurstöður 2009*. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/018, Landsvirkjun, LV-2010/055, 16 bls.
- Halldór Ármannsson, Magnús Ólafsson og Hörður Tryggvason (2011). *Eftirlit með áhrifum af losun affallsvatns frá Kröflustöð og Bjarnarflagsstöð. Vöktun og niðurstöður 2010*. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2011/007, Landsvirkjun, LV-2011/027, 15 bls.
- Halldór Ármannsson og Magnús Ólafsson (2012). *Eftirlit með áhrifum af losun affallsvatns frá Kröflustöð og Bjarnarflagsstöð. Vöktun og niðurstöður 2011*. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2012/006; Landsvirkjun, LV-2012/021, 17 bls.
- Halldór Ármannsson og Trausti Hauksson (1980). *Krafla. Samsetning gass í gufuaugum*. Orkustofnun, OS-80027/JHD-16, 51 bls.
- Hernández, P.A., Pérez, N. M., Fridriksson, Th., Jolie, E., Ilyinskaya, E., Thórhallsson, A., Ívarsson, G., Gíslason, G., Gunnarsson, I., Jónsson, B., Padrón, E., Melián, G., Mori, T. og Notsu, K. (2012) Diffuse volcanic degassing and thermal energy release from Hengill volcanic system, Iceland. *Bulletin of Volcanology*, DOI 10.1007/s00445-012-0673-2.
- Hrefna Kristmannsdóttir (2010). *Grunnvatnsrannsóknir í Norðurþingi 2007–2009*. Landsvirkjun, LV-2011/074, 50 bls.
- Hrefna Kristmannsdóttir og Helga Rakel Guðrúnardóttir (2009). *Grunnvatnsrannsóknir í Norðurþingi 2008*. Landsvirkjun, LV-2009/147, 26 bls.

- Hrefna Kristmannsdóttir og Valur Klemensson (2007). *Grunnvatnsrannsóknir á Norðausturlandi. Skilgreining á grunnástandi og tillögur um framtíðareftirlit með hugsanlegum breytingum á grunnvatnsstraumum í kjölfar vinnslu á háhitasvæðum*. Landsvirkjun, LV-2007/086, 50 bls.
- Jarðboranir Ríkisins (1951) *Efnagreiningar á hverum og laugum*. Jarðboranir Ríkisins, Reykjavík, 88 bls.
- Jón Benjamínsson (1985). *Krafla. Samanburður á gasi gufuaugna milli áranna 1979 og 1984/1985*. Orkustofnun, OS-85075/JHD-26 B, 28 bls.
- Jón Benjamínsson (1999). *Kröflusvæði. Yfirborðsathuganir og efnagreiningar haustið 1999*. Landsvirkjun – Kröflustöð, 19 bls.
- Jón Benjamínsson og Trausti Hauksson (1988). *Kröflusvæði, gufuaugu 1988*. Landsvirkjun – Kröflustöð, 38 bls.
- Jón Benjamínsson og Trausti Hauksson (1990). *Kröflusvæði. Rannsóknir á gufuaugum 1990*. Landsvirkjun – Kröflustöð, 43 bls.
- Jón Benjamínsson og Trausti Hauksson (1994). *Kröflusvæði og Námafjall. Rannsóknir á gufuaugum og frá rennsli 1993*. Landsvirkjun – Kröflustöð, 30 bls.
- Jón Benjamínsson og Trausti Hauksson (1995). *Kröflusvæði og Námafjall. Yfirborðsathuganir haustin 1994 og 1995*. Landsvirkjun – Kröflustöð, 20 bls.
- Jón Benjamínsson og Trausti Hauksson (1998). *Kröflusvæði og Námafjall. Yfirborðsathuganir og efnagreiningar haustið 1997. Yfirlit um Kröflusvæðið*. Landsvirkjun – Kröflustöð, 104 bls.
- Jón Benjamínsson og Trausti Hauksson (2000). *Kröflusvæði og Námafjall. Yfirborðsathuganir og efnagreiningar 2000. Yfirlit um Kröflusvæðið*. Landsvirkjun – Kröflustöð, 33 bls.
- Jón Benjamínsson og Trausti Hauksson (2001). *Kröflusvæði. Umhverfissvöktun 2001*. Landsvirkjun – Kröflustöð, 41 bls.
- Jón Benjamínsson og Trausti Hauksson (2004). *Kröflusvæði og Bjarnarflag. Umhverfissvöktun 2004*. Landsvirkjun – Kröflustöð, 27 bls.
- Jón Benjamínsson og Trausti Hauksson (2008). *Kröflusvæði og Bjarnarflag. Umhverfissvöktun árið 2007*. Landsvirkjun – Kröflustöð, 33 bls.
- Jón Benjamínsson og Trausti Hauksson (2009). *Kröflusvæði og Bjarnarflag. Umhverfissvöktun árið 2008*. Landsvirkjun – Kröflustöð, LV-2009/141, 39 bls.
- Jón Benjamínsson og Trausti Hauksson (2010). *Kröflusvæði og Bjarnarflag. Umhverfissvöktun árið 2009*. Landsvirkjun – Kröflustöð, LV-2010/110, 39 bls.
- Jón Benjamínsson og Trausti Hauksson (2011). *Kröflusvæði og Bjarnarflag. Umhverfissvöktun 2011*. Landsvirkjun, LV-2011/119, 37 bls.
- Kristján Sæmundsson (2007). *Jarðfræðin á Þeistareykjum. Íslenskar orkurannsóknir, greinargerð*, ÍSOR-07270. 23 bls.
- Kristján Sæmundsson (2008). *Krafla. Jarðhitakort, 1:25.000*. Landsvirkjun og Íslenskar orkurannsóknir.
- Kristján Sæmundsson (2010). *Námafjall. Jarðfræði og jarðhitakort, 1:25000*. Landsvirkjun og Íslenskar orkurannsóknir.

- Löfgren, S. og Lydersen, E. (2002). *Heavy metal concentrations in the Nordic lakes in relation to presently used Critical Limits – a state of the art review*. Proc. Workshop on Heavy Metals (Pb, Cd and Hg) in Surface Water Monitoring and Biological Impact, March 18–20, Lillehammer, Norway. ICP-WATERS Report 67/2002. Trans Boundary Air Pollution Programme on Assessment and Monitoring of Acidification of Rivers and Lakes. Norwegian Institute for Water Research, 26–27.
- Magnús Ólafsson og Þórólfur H. Hafstað (2012). *Þeistareykir – Tillaga um grunnvatnsvöktun*. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-12064, 9 bls.
- Reglugerð um neysluvatn* nr. 536/2001.
- Reglugerð um losunarmörk, umhverfismörk og gæðamarkmið fyrir losun á kvikasilfri í yfirborðsvatn* nr. 800/1999.
- Reglugerð um varnir gegn mengun vatns* nr. 796/1999.
- Srinivasan, P. T., Viraraghavan, T. og Subramanian, K. S. (1999). Aluminium in drinking water: An overview. *Water SA*, 25, 47–55.
- Stefán Arnórsson og Hörður Svavarsson (1985) Application of chemical geothermometry to geothermal exploration and development. *Geothermal Resource Council Transactions*, 9, 293–298.
- Stefán Arnórsson, Kristján Geirsson, Práinn Friðriksson og Andri Stefánsson (1995) *Krafla og Námafjall. Gas í borholum og gufuaugum*. Raunvísindastofnun Háskólans, RH 18-95.
- Stefán Arnórsson, Práinn Friðriksson og Ingvi Gunnarsson (1996) *Krafla og Námafjall. Skýrsla um athuganir á gasi í borholum og gufuaugum á árunum 1995 og 1996*. Raunvísindastofnun Háskólans, RH 12-96,
- Sveinbjörn Björnsson (1969). *Áætlun um rannsókn háhitavæða*. Orkustofnun, 54 s.
- Thorkelsson, Th. (1910). *The hot springs of Iceland*. D. Kgl. Vidensk. Selsk. Skrifter, 7. Række, Naturvidensk. Og Matem. Afd. Copenhagen: Bianco Lunos Bogtrykkeri; 181–264.
- Werner C., Brantley S. L. og Boomer K. (2000) CO₂ emissions related to the Yellowstone volcanic system 2. Statistical sampling, total degassing, and transport mechanisms. *Journal of Geophysical Research*, 105, 10.831–10.846.
- Werner, C. og Brantley, S. (2003) CO₂ emissions from the Yellowstone volcanic system. *Geochemistry Geophysics Geosystems* 4, 1061 DOI: 10.1029/2002GC000473.
- Þórólfur H. Hafstað, (1989). Öxarfjörður. *Grunnvatnsathuganir 1987–1988. Framlag til sérverkefnis í fiskeldi*. OS-89039/VOD-08B, 25 bls.
- Þórólfur H. Hafstað (2010). *Þeistareykir. Um grunnvatn og frárennslisvatn*. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-10020, 14 bls.

Viðauki 1: Yfirborðsathuganir á Þeistareykjum 2012

Í töflunum hér á eftir koma athuganir sem gerðar voru á Þeistareykjum, þ.e. staðsetning (GPS-hnit), flokkun jarðhitafyrirbæra, hitastig og athugasemdir við punktinn eða svæðið í kring.

Tafla V-1. Athuganir á yfirborsjarðhita og flokkun á Þeistareykjum 2012.

Númer	x	y	Flokkun	Hiti í °C	Mynd	Athugasemdir
541	590678	601264	ÞR-07			Borhola
542	591238	601652	Miklil ummyndun	-		ummyndun byrjar
543	591226	601539	Pollur	27,2		
544	591181	601399	Miklil ummyndun	-		ummyndun endar
545	591175	601427	Miklil ummyndun	-		Hvít skella
546	594483	600258	Lind	19,1		rennsli ~0,1 l/s
547	594448	600215	Lind	24,4		Kemur undan framhlaupi, 0,2 l/s
548	594443	600170	Lind	19,9		~0.1 l/s
549	594431	600152	Lind	23,2		~0.1 l/s, grænt slí og hvítar útfellingar
550	594383	600015	Lind	37,5		Hiti í mýri
551	594382	600009	Lind	35,9		Smá pyttur
552	594531	599889	Leir kaldur	-		
553	594522	599881	Leir kaldur	-		
554	594532	599885	Brennisteinspúfa	>90		Hiti yfir 90 °C á mörgum svæðum
555	594545	599892	Brennisteinspúfa	>90		Hiti yfir 90 °C á mörgum svæðum
556	594552	599901	Brennisteinspúfa	>90		Hiti yfir 90 °C á mörgum svæðum
557	594560	599917	Brennisteinspúfa	>90		Hiti yfir 90 °C á mörgum svæðum
558	594547	599919				Þrenging á svæðinu
559	594564	599928	Brennisteinspúfa	>90		
560	594562	599931	Brennisteinspúfa	>90		
561	594540	599933	Brennisteinspúfa	>90		
562	594544	599915	Brennisteinspúfa	>90		
563	594541	599897	Brennisteinspúfa	>90		Hiti > 50-98,7 °C
564	594661	599848	Myndatökustaður			Yfirlit frá Ketilfjalli
565	593863	599869	Brennisteinspúfa	98,5	43-44	
566	593863	599864	Brennisteinspúfa	98		
567	593859	599852	Brennisteinspúfa	98		
568	593854	599852	Brennisteinspúfa	98	45-46	
569	593850	599854	Brennisteinspúfa	98	47-48	
570	593857	599850	Brennisteinspúfa	98	49-50	
571	593907	599856	Brennisteinspúfa	98	51	
572	593903	599885	Brennisteinspúfa	98	53-54	
573	594117	599679	Hiti í jörð	< 50	57-59	

Tafla V-1. Framhald. Niðurstöður yfirborsjarðhita og flokkun á Þeistareykjum 2012.

Númer	x	y	Flokkun	Hiti í °C	Mynd	Athugasemdir
574	594106	599700	Hverasölt	98,3	60	smá svæði
575	594114	599704	Hverasölt	98,2	61	
576	594121	599731	Hverasölt	98	62	
577	594121	599738	Hverasölt	77	63	
578	594139	599732	Niðurfall	75,9	64	
579	594158	599767	Brennisteinsþúfa	81	65	
580	594253	599732	Brennisteinsþúfa	97	70	
581	594235	599675	Leir- og/eða gufuhverir	>90	71-76	
582	594232	599663	Leir- og/eða gufuhverir	>90	-	
583	594228	599673	Leir- og/eða gufuhverir	>90	-	
584	594154	599460	Hverasölt	97	79-80	Hiti í jörð >80°C
585	594156	599456	Hverasölt	>90		Hiti í jörð >80°C
586	594155	599447	Hverasölt	>90		Hiti í jörð >80°C
587	594148	599436	Hverasölt	>90		Hiti í jörð >80°C
588	594144	599450	Hverasölt	>90		Hiti í jörð >80°C
589	594147	599459	Hverasölt	>90		Hiti í jörð >80°C
590	594164	599451	Hverasölt	>90	81	Leirflag og heitir blettir
591	594153	599442	Hverasölt	>90		Leirflag og heitir blettir
592	594169	599435	Hverasölt	>90		Leirflag og heitir blettir
593	594161	599434	Hverasölt	>90		Leirflag og heitir blettir
594	594161	599440	Hverasölt	>90		Leirflag og heitir blettir
595	594158	599434	Hiti í jörð	>50		Hiti í jörð oft yfir 70°C/sólnað gras
596	594171	599432	Hiti í jörð	~70		Hiti í jörð oft yfir 70°C/sólnað gras
597	594172	599417	Hiti í jörð	~70		Hiti í jörð oft yfir 70°C/sólnað gras
598	594161	599410	Hiti í jörð	~70		Hiti í jörð oft yfir 70°C/sólnað gras
599	594153	599415	Hiti í jörð	~70		Hiti í jörð oft yfir 70°C/sólnað gras
600	594143	599432	Hiti í jörð	~70		Hiti í jörð oft yfir 70°C/sólnað gras
601	594132	599422	Hiti í jörð	50	85	Niðurfall
602	594120	599430	Hiti í jörð	~70		Hiti í jörð oft yfir 70°C/sólnað gras
603	594122	599446	Hiti í jörð	~70		Hiti í jörð oft yfir 70°C/sólnað gras
604	594127	599458	Hiti í jörð	~70		Hiti í jörð oft yfir 70°C/sólnað gras
605	594044	599438	Myndatökustaður		86	
606	593528	599584	Myndatökustaður		87-92	Yfirlit að Bæjarfelli

Tafla V-1. Framhald. Niðurstöður yfirborsjarðhita og flokkun á Þeistareykjum 2012.

Númer	x	y	Flokkun	Hiti í °C	Mynd	Athugasemdir
607	593686	599067	Hverasölt	95	93-94	
608	593690	599055	Brennisteinspúfa	97		
609	593695	599047	Hverasölt	50-70	95	
610	593717	599047	Brennisteinspúfa	98	96-97	
611	593729	599046	Brennisteinspúfa	> 90	98-104	
612	593734	599019	Brennisteinspúfa	> 90	98-104	167-172 og 173-174 13.ág
613	593754	599018	Brennisteinspúfa	> 90	103-104	
614	593754	599044	Brennisteinspúfa	> 90	98-104	
615	593746	599050	Brennisteinspúfa	> 90	98-104	
616	593687	599134	Heit jörð og skellur	> 90		Yfirlit af skellu neðan við hól, mynd 107
617	593666	599139	Heit jörð og skellur	> 90		
618	593633	599157	Heit jörð og skellur	> 90		
619	593619	599163	Heit jörð og skellur	> 90		
620	593617	599174	Heit jörð og skellur	> 90		
621	593618	599198	Heit jörð og skellur	> 90		
622	593632	599209	Heit jörð og skellur	> 90		
623	593643	599233	Heit jörð og skellur	> 90		
624	593662	599231	Heit jörð og skellur	> 90		
625	593689	599215	Heit jörð og skellur	> 90		
626	593699	599200	Heit jörð og skellur	> 90		
627	593691	599182	Heit jörð og skellur	> 90		
628	593728	599153	Heit jörð og skellur	> 90		
629	593684	599171	Leirhver	> 90	117	
630	593592	599256	Heit jörð og skellur	> 90	118	
631	593537	599364	Hiti í jörð	53-76		Væg ummyndun 50x70 m
632	593531	599369	Hiti í jörð	95	119	Væg ummyndun, hiti í hraunkolli
633	593573	599248	Hiti í jörð	50		10x10 m flötur
634	593388	599141	Leirhver/brennisteinn	98	120	Hitinn á afmörkuðu svæði
635	593444	599151	Leirhver/brennisteinn	98	121-126	
636	593484	599147	Leirhver	98	127-131	Myndir teknar ofan við 636
637	593482	599138	Brennisteinspúfa	70	132	
638	593448	599083	Brennisteinspúfa	98	136	smá svæði
639	593472	599078	Leirhver/brennisteinn	98	133-135	

Tafla V-1. Framhald. Niðurstöður yfirborsjarðhita og flokkun á Þeistareykjum 2012.

Númer	x	y	Flokkun	Hiti í °C	Mynd	Athugasemdir
640	593519	599100	Leirhver	>90	137	
641	593502	599071	Heit jörð og skellur	>90	140-144	
642	593509	599090	Heit jörð og skellur	70-97		
643	593513	599111	Heit jörð og skellur	70-97		
644	593514	599132	Heit jörð og skellur	70-97		
645	593536	599113	Heit jörð og skellur	70-97		
646	593552	599059	Heit jörð og skellur	70-97		
647	593572	599051	Heit jörð og skellur	70-97		
648	593583	599050	Heit jörð og skellur	70-97		
649	593607	599056	Heit jörð og skellur	70-97	145-146	
650	593585	599027	Heit jörð og skellur	70-97		175-181 182 myndir frá aust til vest + upp í fjall 13.ág
651	593551	599044	Heit jörð og skellur	70-97		
652	593514	599057	Heit jörð og skellur	70-97		
653	593522	599045	Heit jörð og skellur	70-97	147-150	Stórt svæði í neðstu hlíðum fjallsins
654	593509	599039	Heit jörð og skellur	70-97		
655	593518	599011	Heit jörð og skellur	70-97		
656	593516	598998	Heit jörð og skellur	70-97	151-152	
657	593515	598989	Heit jörð og skellur	70-97		
658	593508	598964	Heit jörð og skellur	70-97		
659	593493	598957	Heit jörð og skellur	70-97		
660	593488	598937	Heit jörð og skellur	70-97	153-156	Svæðið nær lengra niður til vesturs
661	593515	598927	Heit jörð og skellur	70-97		
662	593540	598924	Heit jörð og skellur	70-97		Gifs hraukar, myndir niður 183-186 og myndir upp 187-190 191-192 13.ág
663	593507	598844	Brennisteinsþúfa	98		
664	593497	598820	Brennisteinsþúfa	95		
665	593512	598788	Brennisteinsþúfa	95		
666	593501	598700	Brennisteinsþúfa	93		
667	593497	598692	Brennisteinsþúfa	98		
668	593504	598688	Brennisteinsþúfa	98		
669	593503	598687	Brennisteinsþúfa	97	164	Brennisteinn og Gifs
670	593491	598669	Brennisteinsþúfa	97		
671	593464	598669	Brennisteinsþúfa	97		
672	593480	598654	Brennisteinsþúfa	97		

Tafla V-1. Framhald. Niðurstöður yfirborsjarðhita og flokkun á Þeistareykjum 2012.

Númer	x	y	Flokkun	Hiti í °C	Mynd	Athugasemdir
673	593365	598609	Myndatökustaður		165-169 og 170-172	
674	593394	598618	Brennisteinspúfa	98		
675	593398	598615	Brennisteinspúfa	97		
676	593401	598629	Brennisteinspúfa	95		
677	593414	598631	Brennisteinspúfa	95		
678	593425	598665	Brennisteinspúfa	94		
679	593375	598678	Brennisteinspúfa	98		
680	593373	598724	Heit jörð og skellur	>90	173	Efsti hluti jarðhitans í gílinu
681	593448	598709	Brennisteinspúfa	85	174	1x1
682	593450	598717	Brennisteinspúfa	97		4x3
683	593445	598731	Brennisteinspúfa	98,5	175-176	Neðstu skellurnar
684	593463	598728	Brennisteinspúfa	>90		
685	593466	598752	Brennisteinspúfa	>90		
686	593463	598765	Brennisteinspúfa	>90		
687	593423	598780	Brennisteinspúfa	98		8x6
688	593391	598785	Heit jörð og skellur	>95	177	Neðstu skellurnar í gílinu
689	593379	598837	Heit jörð og skellur	>96		Neðstu skellurnar í gílinu
690	593300	599106	Brennisteinspúfa	98		Er upphafið af stærri flekk
691	593286	599093	Brennisteinspúfa	98		Smá bolli vestan við
692	593309	599072	Heit jörð og skellur	98		
693	593341	599040	Heit jörð og skellur	98		Megin virknin í hlíðarfæti
694	593352	599028	Heit jörð og skellur	98		
695	593386	599025	Heit jörð og skellur	98		
696	593409	599047	Heit jörð og skellur	98		
697	593391	599082	Heit jörð og skellur	98		yfirlit upp til fjalls 193-195 13.ág
698	593363	599089	Heit jörð og skellur	98	178-182 og 183-184	
699	593412	599010	Heit jörð og skellur	97	185	10x4
700	593402	598973	Heit jörð og skellur	98	186	
701	593372	598952	Heit jörð og skellur	97	187	
702	593248	599177	Heit jörð og skellur	70-97		
703	593203	599180	Heit jörð og skellur	70-97		
704	593194	599175	Heit jörð og skellur	70-97		
705	593209	599169	Leir og vatnshver	>90		

Tafla V-1. Framhald. Niðurstöður yfirborsjarðhita og flokkun á Þeistareykjum 2012.

Númer	x	y	Flokkun	Hiti í °C	Mynd	Athugasemdir
706	593221	599160	Heit jörð og skellur	70-97		
707	593234	599173	Heit jörð og skellur	70-97		
708	593238	599158	Brennisteinsþúfa	98		
709	593265	599140	Heit jörð og skellur	70-97	190	
710	593242	599134	Heit jörð og skellur	70-97	191	
711	593227	599134	Leir og vatnshver	>90		
712	593200	599154	Leir og vatnshver	>90	197-200	
713	593184	599181	Heit jörð og skellur	50-95	201	
714	593130	599199	Heit jörð og skellur	50-95	202	10-15 m breitt í N-S stefnu
715	593101	599134	Heit jörð og skellur	50-95	207	Stór flekkur með hita yfir 50°C, leir og brennisteinn hiti yfir 90°C
716	593114	599164	Heit jörð og skellur	50-95		
717	593129	599168	Heit jörð og skellur	50-95		
718	593121	599132	Heit jörð og skellur	50-95	205	
719	593124	599114	Heit jörð og skellur	50-95	206	
720	593109	599078	Heit jörð og skellur	50-95	208-209	
721	593160	599061	Leirhver	>90	210	
722	593137	599088	Leirhver	>90	211	
723	593167	599086	Leirhver	>90	212	
724	593169	599084	Heit jörð og skellur	>90	213-214	Leirhverir og hitaskellur
725	593186	599068	Heit jörð og skellur	>90		
726	593199	599065	Heit jörð og skellur	>90	215	3 leirhverir fyrir ofan punkt, ættu að fylgja flekknum
727	593200	599073	Heit jörð og skellur	>90	216	
728	593201	599080	Heit jörð og skellur	>90		
729	593200	599103	Heit jörð og skellur	>90		
730	593317	599006	Heit jörð og skellur	98	2	Svæði upp í hlíð mynd 1
731	593201	598846	Hiti í jörð	>50		Stakka heitari skellur >90
732	593188	598839	Hiti í jörð	>50		
733	593185	598857	Hiti í jörð	97		
734	593162	598849	Hiti í jörð	97		
735	593122	598627	Brennisteinsþúfa	98	4-6	
736	593119	598617	Heit jörð og skellur	>90		
737	593112	598608	Heit jörð og skellur	>90	9	mynd frá 737 yfir að 739
738	593102	598595	Heit jörð og skellur	>90		1x1

Tafla V-1. Framhald. Niðurstöður yfirborsjarðhita og flokkun á Þeistareykjum 2012.

Númer	x	y	Flokkun	Hiti í °C	Mynd	Athugasemdir
739	593132	598601	Heit jörð og skellur	>90		
740	593179	598600	Myndatökustaður		14 15	Jarðhitinn í hlíðinni og neðan við skálann
741	592969	598514	Myndatökustaður		16-23 24	Yfirlitsmyndir, 24 af brekkunni
742	592955	598473	Hiti í jörð	42,5		Sprungur sem ganga upp á fjall stefna nærri N-S, raki er í þeim og smá hiti
743	592867	598428	Hiti í jörð	45		Sprungur sem ganga upp á fjall stefna nærri N-S, raki er í þeim og smá hiti
744	592876	598403	Hiti í jörð	47,2	25	Sprungur sem ganga upp á fjall stefna nærri N-S, raki er í þeim og smá hiti
745	592792	598356	Hiti í jörð	30		Sprungur sem ganga upp á fjall stefna nærri N-S, raki er í þeim og smá hiti
746	592465	598068	Myndatökustaður		26-32 33 34	Hitamyndatökustaður
747	593137	598584	Heit jörð og skellur	97	35	30x4
748	593068	598575	Heit jörð og skellur	>90	36-38 39	Stór skella, hiti í jöðrum <50 en brennisteinspúfur >90
749	593044	598559	Heit jörð og skellur	>90		Stór skella, hiti í jöðrum <50 en brennisteinspúfur >91
750	593028	598572	Heit jörð og skellur	>90		Stór skella, hiti í jöðrum <50 en brennisteinspúfur >92
751	593010	598578	Heit jörð og skellur	>90		
752	593012	598653	Heit jörð og skellur	>90		Neðsti punkturinn í flákanum
753	593008	598688	Heit jörð og skellur	>90	40-46	Jarðhitinn í gilskorningnum
754	592996	598703	Heit jörð og skellur	>90		Jarðhitinn í gilskorningnum
755	592997	598720	Heit jörð og skellur	>90		Jarðhitinn í gilskorningnum
756	592986	598729	Heit jörð og skellur	>90		Jarðhitinn í gilskorningnum
757	592984	598731	Heit jörð og skellur	>90		Jarðhitinn í gilskorningnum
758	592683	598765	Leirhver	95	47-48	einnig brennisteinn
759	592688	598762	Brennisteinspúfa	98		
760	592677	598753	Leirhver	98	48	
761	592682	598752	Heit jörð og skellur	>90	49	
762	592675	598731	Heit jörð og skellur	>90		
763	592654	598729	Brennisteinspúfa	98	50	4x2
764	592635	598713	Brennisteinspúfa	98	51	4x4
765	592696	598707	Brennisteinspúfa	98	52	2x2
766	592707	598606	Heit jörð og skellur	98	55	Stór hvítur flekkur, heitur inn í miðju og ofarlega annars volgur
767	592702	598584	Brennisteinspúfa	98	53-54	
768	592699	598572	Brennisteinspúfa	98		
769	592683	598566	Heit jörð og skellur	>95		svæði sem teygir sig suðvestur frá 768, 770 er vestast
770	592665	598564	Heit jörð og skellur	>95		
771	592233	599037	Brennisteinspúfa	98	56	Mun stærra svæði ummyndað

Tafla V-1. Framhald. Niðurstöður yfirborsjarðhita og flokkun á Þeistareykjum 2012.

Númer	x	y	Flokkun	Hiti í °C	Mynd	Athugasemdir
772	592269	599026	Leirhver	97-98	57-62	Svæði með leirhverum einnig brennisthverir
773	592289	599037	Leirhver	97-98	57-62	
774	592265	599093	Leirhver	>90	63-64	Svæði með leirhverum einnig brennisthverir
775	592272	599121	Leirhver	>90		
776	592261	599109	Leirhver	>90		
777	592251	599126	Brennisteinsþúfa	93,9	65	4x2
778	592254	599140	Leirhver	90	66	
779	592262	599141	Leirhver	98	67	punktur milli tveggja leirhvera
780	592271	599151	Heit jörð og skellur	96,4	68	
781	592270	599162	Heit jörð og skellur	97,9	69	
782	592261	599173	Heit jörð og skellur	>90	70-73	NNA (gamal vegslóði ?)
783	592258	599191	Heit jörð og skellur	>90		
784	592241	599191	Heit jörð og skellur	>90		
785	592223	599176	Heit jörð og skellur	>90		
786	592253	599168	Heit jörð og skellur	>90	65-66	Frá 787-801 eru gufu og leirhverir í línu, í jöðrum till beggja átta er volgt.
787	592229	599719	Heit jörð og skellur	>90		
788	592223	599707	Heit jörð og skellur	>90		
789	592229	599685	Heit jörð og skellur	>90		
790	592231	599676	Heit jörð og skellur	>90		
791	592238	599657	Heit jörð og skellur	>90		
792	592236	599623	Heit jörð og skellur	>90		
793	592238	599612	Heit jörð og skellur	>90		
794	592243	599588	Heit jörð og skellur	>90		
795	592238	599578	Heit jörð og skellur	>90		
796	592249	599533	Heit jörð og skellur	>90		
797	592258	599502	Heit jörð og skellur	>90		
798	592258	599476	Heit jörð og skellur	>90		
799	592265	599461	Heit jörð og skellur	>90		
800	592270	599445	Heit jörð og skellur	>90		
801	592280	599433	Heit jörð og skellur	>90	<76	
802	592427	599205	Leirhver	>90	77-78	
803	592436	599170	Niðurfall	53,7	79	
804	592455	599157	Heit jörð og skellur	95	80	

Tafla V-1. Framhald. Niðurstöður yfirborsjarðhita og flokkun á Þeistareykjum 2012.

Númer	x	y	Flokkun	Hiti í °C	Mynd	Athugasemdir
805	592490	599104	Heit jörð og skellur	>90	81-85	Brennisteinsskellur inn á milli.
806	592495	599080	Heit jörð og skellur	>90		
807	592506	599059	Heit jörð og skellur	>90		
808	592476	599060	Heit jörð og skellur	>90		
809	592462	599055	Heit jörð og skellur	>90		
810	592451	599070	Heit jörð og skellur	>90		
811	592444	599057	Brennisteinspúfa	95	90	
812	592424	599021	Brennisteinspúfa	97	91	
813	591149	598967	Hiti í jörð	40-70	1-4	Sunnan við holu ÞG-08 er gufuuppstreymi í hrauninu hiti frá 40-70°C
814	591134	598889	Hiti í jörð	40		
815	591141	599086	Hiti í jörð	35		
816	591133	599102	Hiti í jörð	75		
817	591112	599107	Hiti í jörð	70		
818	591101	599106	Hiti í jörð	70		
819	591081	599104	Hiti í jörð	35		
820	591126	599122	Hiti í jörð	75		
821	592288	598999	Leirhver	97	5	
822	592288	598980	Leirhver	90	6	3leirpyttir
823	592275	598965	Brennisteinspúfa	>70	6	
824	592323	598947	Heit jörð og skellur	>90	7-16	Stórt svæði með fjölda leirhvera og gufu og brennist. í jöðrum
825	592349	598924	Heit jörð og skellur	>90		
826	592349	598895	Heit jörð og skellur	>90		
827	592311	598860	Heit jörð og skellur	>90		
828	592289	598872	Heit jörð og skellur	>90		
829	592272	598884	Heit jörð og skellur	>90		
830	592228	598859	Brennisteinspúfa	>90	17	
831	592254	598851	Leirhver	>90		
832	592279	598817	Leirhver	>90	18	
833	592284	598819	Leirhver	>90		
834	592280	598805	Leirhver	>90		
835	592297	598788	Heit jörð og skellur	>90	19-22	Stórt svæði með fjölda leirhvera og gufu og brennist. í jöðrum
836	592318	598778	Heit jörð og skellur	>91		
837	592331	598799	Brennisteinspúfa	>92		

Tafla V-1. Framhald. Niðurstöður yfirborsjarðhita og flokkun á Þeistareykjum 2012.

Númer	x	y	Flokkun	Hiti í °C	Mynd	Athugasemdir
838	592315	598755	Heit jörð og skellur	>93		
839	592288	598748	Heit jörð og skellur	>94		
840	592270	598752	Heit jörð og skellur	>95		
841	592269	598742	Brennisteinspúfa	95	23	
842	592263	598705	Brennisteinspúfa	>90	24-25	OS-JHD 270 219
843	592243	598641	Leirhver	>90	26	10x5
844	592281	598615	Brennisteinspúfa	>95	27	3x2
845	592277	598584	Brennisteinspúfa	>95	28	4x2
846	592232	598514	Leirhver	>90	29-30	Leirhverasvæði megin virknin endar í 852
847	592210	598515	Leirhver	>90		
848	592194	598499	Leirhver	>90		
849	592186	598498	Leirhver	>90		
850	592180	598512	Leirhver	>90		
851	592168	598483	Leirhver	>90	31	
852	592183	598474	Leirhver	>90	32	
853	592175	598452	Leirhver	>90		
854	592171	598436	Leirhver	>90	33	Tveir saman
855	592163	598392	Leirhver	>90		
856	592172	598397	Leirhver	>90	34	
857	592175	598401	Leirhver	>90		
858	592201	598402	Leirhver	>90	35-36	
859	592213	598405	Leirhver	>90	37	Hér er endinn á 846-852
860	592245	598394	Brennisteinspúfa	97	38	
861	592235	598374	Heit jörð og skellur	>90	39	
862	592216	598362	Heit jörð og skellur	70-97		
863	592137	598289	Heit jörð og skellur	70-97		
864	592119	598271	Heit jörð og skellur	70-97		
865	592104	598263	Heit jörð og skellur	70-97	40	30x10
866	592088	598216	Heit jörð og skellur	70-97		Meiri brennisteinn
867	592080	598205	Heit jörð og skellur	70-97	41	gróður að drepast í kring
868	592056	598171	Brennisteinspúfa	>90		
869	592034	598150	Leirhver	>90	42	
870	592040	598159	Leirhver	>90		

Tafla V-1. Framhald. Niðurstöður yfirborsjarðhita og flokkun á Þeistareykjum 2012.

Númer	x	y	Flokkun	Hiti í °C	Mynd	Athugasemdir
871	592031	598145	Heit jörð og skellur	>90	43	10x3
872	592030	598109	leirhver	>90	44	10x10
873	592015	598071	Leirhver	>90		
874	592041	598022	Heit jörð og skellur	>90	45	Nýjir bollar að myndast
875	592019	598018	Heit jörð og skellur	>90		
876	592029	597983	Leirhver	>90	46-48	Nokkuð stórt svæði með fjölda leirbolla, leirhverir með vatni
877	592023	597962	Leirhver	>90		Endar
878	591981	597887	Heit jörð og skellur	>90		Endirinn á svæði 875
879	591936	597804	Hiti í jörð	70-97	49	Blettir hita frá 70-97°C, gróður að drepast í kring
880	591928	597789	Hiti í jörð	70-97		
881	591929	597782	Hiti í jörð	70-97		
882	591917	597755	Hiti í jörð	70-97		
883	591904	597814	Hiti í jörð	70-97	50	Samskonar svæði með örlítilli hliðrun til vesturs
884	591921	597868	Hiti í jörð	70-97		
885	591956	597912	Leirhver	>95	51	
886	591961	597922	Leirhver	>95		
887	591961	597932	Leirhver	>90		
888	591953	597952	Leirhver	>90	52	
889	591946	597963	Leirhver	>90	53-54	
890	591958	597966	Leirhver	>90		
891	591948	597982	Leirhver	>90		
892	591964	597991	Leirhver	>90		
893	591970	598002	Leirhver	>90		
894	591940	597997	Leirhver	>90		
895	591929	598007	Leirhver	>90	55-62	
896	591905	598011	Leirhver	>90		
897	591904	598032	Leirhver	>90		
898	591923	598060	Leirhver	>90		
899	591928	598064	Leirhver	>90		Svæðið frá 885, fjöldi leirhvera, vatnsríkir, gufa,brennisteinn, gróður að sólna
900	591962	598092	Leirhver	>90	63-65	
901	591960	598104	Leirhver	>90	66	
902	591966	598126	Leirhver	>90	67	
903	591966	598141	Heit jörð og skellur	>95		

Tafla V-1. Framhald. Niðurstöður yfirborsjarðhita og flokkun á Þeistareykjum 2012.

Númer	x	y	Flokkun	Hiti í °C	Mynd	Athugasemdir
904	591966	598207	Heit jörð og skellur	>95	68	Leirkennt
905	591968	598189	Leirhver	>90	69	
906	591969	598203	Leirhver	>90	70	horft til baka
907	591991	598222	Leirhver	>90	71	
908	592009	598217	Leirhver	>90	72	
909	592043	598262	Leirhver	>90	73-74	
910	592014	598279	Leirhver	>90	75-76	
911	592041	598286	Leirhver	>90	77	
912	592047	598328	Leirhver	>90		
913	592050	598345	Leirhver	>90	78-83	
914	592058	598350	Leirhver	>90	84	þó nokkuð vatn
915	592070	598354	Leirhver	>90		
916	592091	598373	Stika	-		OS-JHD 270 209
917	592079	598381				
918	592056	598386				
919	592060	598417				
920	592065	598433	Brennisteinspúfa	>95	86	Horft til baka á 916
921	592078	598462	Brennisteinspúfa	>95	87	
922	592106	598462	Leirhver	>90	88	
923	592119	598475	Heit jörð og skellur	>90		Aðallega leirhverir og skellur en einnig brennisteinn og gufa sem og salt.
924	592110	598475	Heit jörð og skellur	>90		
925	592109	598491	Heit jörð og skellur	>90		
926	592121	598500	Heit jörð og skellur	>90	93	
927	592136	598516	Heit jörð og skellur	>90		Endar
928	592141	598529	Heit jörð og skellur	>90	94	
929	592144	598544	Heit jörð og skellur	>90	95	tekin til Norðurs
930	592157	598564	Heit jörð og skellur	>90		endi á þessum flekk
931	592152	598578	Leirhver	>90	96	
932	592148	598629	Leirhver	>90	97	
933	592175	598632	Leirhver	>90	98	
934	592164	598651	Heit jörð og skellur	>90	99-100 101-103	50x20
935	592162	598703	Heit jörð og skellur	>90	104	
936	592206	598709	Leirhver	>90		

Tafla V-1. Framhald. Niðurstöður yfirborsjarðhita og flokkun á Þeistareykjum 2012.

Númer	x	y	Flokkun	Hiti í °C	Mynd	Athugasemdir
937	592204	598683	Leirhver	>90	105	mynd tekin til N
938	592228	598715	Leirhver	>90	106-110	yfirlit yfir svæðið
939	592227	598737	Leirhver	>90		
940	592219	598767	Leirhver	>90		endi á stóru svæði með leirhverum, nær þó lengra til vesturs
941	592223	598798	Heit jörð og skellur	95	111-112	leir og brennist.
942	592621	598763	Heit jörð og skellur	>90	123	Svæðið er beint fyrir neðan veginn, þó nokkuð vatn
943	592619	598732	Heit jörð og skellur	>90	124	Smá flekkur ofan við
944	592590	598739	Heit jörð og skellur	>90	125	
945	592583	598763	Heit jörð og skellur	>90	126-128	Svæði endar
946	592584	598810	Heit jörð og skellur	>90	113-122	Sýnatökustaður
947	592574	598820	Heit jörð og skellur	>90		
948	592591	598832	Heit jörð og skellur	>90		
949	592612	598845	Heit jörð og skellur	>90		
950	592619	598821	Heit jörð og skellur	>90		
951	592532	598871	Brennisteinspúfa	95	130-133	Brennisteinn í meirihluta
952	592494	598879	Brennisteinspúfa	97		
953	592516	598900	Brennisteinspúfa	94		
954	592537	598994	Brennisteinspúfa	60	134	
955	592732	599026	Hiti í jörð	>35	135	Nýleg virkni sölnað gras
956	592733	599015	Brennisteinspúfa	>90	136	
957	592730	599005	Brennisteinspúfa	>90		
958	592755	599010	Heit jörð og skellur	>90	137	
959	592769	598998	Heit jörð og skellur	>90		
960	592766	598986	Leirhver	>90	138-140	
961	592747	598989	Leirhver	>90		
962	592715	598981	Leirhver	>90		
963	592727	598955	Leirhver	>90		
964	592770	598941	Leirhver	>90		
965	592788	598948	Leirhver	>90	141	
966	592788	598935	Leirhver	>90	142	
967	592760	598921	Leirhver	>90	144	
968	592758	598925	Leirhver	>90		
969	592746	598924	Leirhver	~50	145-147	Sviðin jörð og sölnað gras neðan við veg, hiti allt að 50°C

Tafla V-1. Framhald. Niðurstöður yfirborsjarðhita og flokkun á Þeistareykjum 2012.

Númer	x	y	Flokkun	Hiti í °C	Mynd	Athugasemdir
970	591534	597291				
971	591534	597289	Stika			TH 117
972	591587	597393	Hiti í jörð	54		Steinþór með myndir
973	591593	597391	Hiti í jörð	58		Gufa upp úr spr. Rétt hjá OS-JHD 270 253
974	591604	597425	Hiti í jörð	55		
975	591649	597542	Hiti í jörð	25		smá raki
976	591622	597584	Hiti í jörð	33,2		væg ummyndun
977	591623	597703	Hiti í jörð	88	150	
978	591626	597712	Hiti í jörð	90,5	151	
979	591619	597723	Hiti í jörð	60	152-153	raki í sprungu
980	591596	597736	Hiti í jörð	-		Ummyndun köld
981	592272	598437	Heit jörð og skellur	>90		myndir í iphone, staðirnir eru nærri veginum við Bæjarfell
982	592253	598417	Heit jörð og skellur	>90		
983	593590	599563	Myndatökustaður			Yfirlitsmynd af Bæjarfjalli um nótt
984	592067	600155	Hiti í jörð	>50	158	
985	592070	600151	Hiti í jörð	97,1		
986	592069	600091	Hiti í jörð	90		
987	592048	600064	Hiti í jörð	96,3		
988	592079	600008	Hiti í jörð	55,2		Svæðið á milli 988 og 787 er kalt
989	593725	599241	Hiti í jörð	70,3		gufa upp úr hrauni
990	593934	599277	Hiti í jörð	44,7	166	gufa upp úr hrauni
991	593961	599297	Hiti í jörð	57,5		
992	593971	599300	Hiti í jörð	69,4		OS-JHD 270 223
993	593971	599261	Hiti í jörð	44,5		
994	593865	599060	Hiti í jörð	79,3		Sölnað gras aftan við hólinn, svæði ca 10x10

Viðauki 2: Niðurstöður gasflæðimælinga um jarðveg á Peistareykjum

Tafla V-2. Niðurstöður gasflæðimælinga, jarðvegshiti og lýsing mælistaða á Peistareykjum 2012.

dagsetning	hitastig	GPS#	X (m)	Y (m)	hæð y.s. (m)	T15 (°C)	FCO ₂ (g/m ² /d)	jarðhiti	lýsing	athugasemdir
9. ágúst	19	1	593204	599184	362	20.9	38.7	já	leirflag	
9. ágúst	19	2	593177	599183	356	30	7.7	já	leirflag	
9. ágúst	19	3	593231	599186	357	25.6	2.2	já	leirflag	
9. ágúst	19	4	593254	599178	361	23.6	3.6		gras	
9. ágúst	19	5	593279	599170	366	21.2	9.1		gras	
9. ágúst	19	6	593302	599158	365	18.7	9.2		gras	
9. ágúst	19	7	593326	599152	367	18.4	9.5		gras	
9. ágúst	19	8	593350	599143	370	21.1	14.7		gras	
9. ágúst	19	9	593376	599135	373	20.5	9.0		gras	barð við jh flag
9. ágúst	19	10	593401	599125	373	14.5	2.1		gras	barð við jh flag
9. ágúst	19	11	593426	599113	375	15.9	7.2		gras	
9. ágúst	19	12	593453	599106	374	16.6	1.2	já	leirflag	
9. ágúst	19	13	593477	599101	372	15.7	4.3	já	leirflag	
9. ágúst	19	14	593505	599091	374	23.4	2.3	já	leirflag	
9. ágúst	19	15	593534	599090	374	29.6	0.3	já	leirflag	
9. ágúst	19	16	593557	599080	379	20.8	10.4	já	leirflag	
9. ágúst	19	17	593585	599075	382	15.8	10.9		gras	
9. ágúst	19	18	593612	599066	383	14.8	11.3		gras	
9. ágúst	19	19	593636	599059	383	14	2.6		lyng	við þurrt votlendi
9. ágúst	19	20	593662	599048	384	13.5	17.4		gras	við hólinn
9. ágúst	19	21	593686	599041	395	22.9	11.4		gisinn gróður leir	
9. ágúst	19	22	593706	599039	400	27.2	0.3	já	leirflag	
9. ágúst	19	23	593728	599035	407	52.6	12.8	já	leirflag	
9. ágúst	19	24	593745	599025	411	37.8	0.4	já	leirflag	um 1m frá veikufuauga
9. ágúst	19	25	593775	599020	405	19.3	18.1		gras	f austan hólinn
9. ágúst	19	26	593799	599021	395	13.5	11.9		gras	við rætur hóls
9. ágúst	19	27	593823	599013	395	12	14.6		gras	
9. ágúst	19	28	593852	599005	394	12.7	16.0		gras	
9. ágúst	19	29	593876	599000	396	12.3	15.0		gras	

Tafla V-2. Framhald. Niðurstöður gasflæðimælinga, jarðvegshiti og lýsing mælistaða á Þeistareykjum 2012.

dagsetning	hitastig	GPS#	X (m)	Y (m)	hæð y.s. (m)	T15 (°C)	FCO ₂ (g/m ² /d)	jarðhiti	lýsing	athugasemdir
9. ágúst	19	30	593902	598995	398	12.6	10.5		gras	
9. ágúst	19	31	593928	598992	402	12.3	2.6		gras	
9. ágúst	19	32	593953	598984	406	11.8	10.5		gras	
9. ágúst	19	33	593980	598977	406	13.1	21.3		moldarflag	á bakka leysingaárfarvegs
9. ágúst	19	34	594004	598975	412	11.1	10.5		lyng	
9. ágúst	19	35	594021	598970	420	12.5	10.9		lyng	
9. ágúst	19	36	594037	598962	429	12.4	0.7		lyng	
9. ágúst	19	37	594059	598950	434	10.5	7.2		lyng	
9. ágúst	19	38	594079	598939	439	11.7	0.8		lyng	
9. ágúst	19	39	594105	598930	444	11	3.0		lyng/mosi	
9. ágúst	19	40	594134	598919	445	11	16.0		lyng/mosi	
9. ágúst	19	41	594159	598909	452	10.4	14.7		lyng/mosi	
9. ágúst	19	42	594210	598893	454	11.7	1.9		lyng/mosi	
9. ágúst	19	43	594256	598860	458	12.8	1.0		lyng/mosi	gisinn gróður
9. ágúst	19	44	594296	598829	460	12.1	4.4		lyng/mosi	gisinn gróður
9. ágúst	19	45	594336	598793	465	11.2	4.5		lyng/mosi	gisinn gróður
9. ágúst	19	46	594373	598755	472	12.4	63.3		lyng/mosi	
9. ágúst	19	47	594407	598713	474	13.3	7.3		lyng/mosi	
9. ágúst	19	48	594435	598666	475	12.3	3.6		lyng/mosi	
9. ágúst	19	49	594462	598621	477	13.6	9.3		lyng/mosi	
9. ágúst	19	50	594489	598577	476	12.9	3.8		uppblásandi jarðvegur	
9. ágúst	19	51	594515	598524	476	11.9	1.8		uppblásandi jarðvegur	
9. ágúst	19	52	594536	598476	475	12	2.5		uppblásandi jarðvegur	
9. ágúst	19	53	594562	598427	475	12.5	0.6		uppblásandi jarðvegur	
9. ágúst	19	54	594594	598380	475	12.6	4.4		uppblásandi jarðvegur	
9. ágúst	19	55	594621	598337	478	12.6	3.3		uppblásandi jarðvegur	
9. ágúst	19	56	594648	598289	478	12.4	3.3		uppblásandi jarðvegur	
9. ágúst	19	57	594692	598260	476	12.8	4.1		uppblásandi jarðvegur	
9. ágúst	19	58	594745	598228	480	12.9	3.3		uppblásandi jarðvegur	
9. ágúst	19	59	594784	598196	483	14	4.8		uppblásandi jarðvegur	

Tafla V-2. Framhald. Niðurstöður gasflæðimælinga, jarðvegshiti og lýsing mælistaða á Þeistareykjum 2012.

dagsetning	hitastig	GPS#	X (m)	Y (m)	hæð y.s. (m)	T15 (°C)	FCO ₂ (g/m ² /d)	jarðhiti	lýsing	athugasemdir
9. ágúst	19	60	594829	598170	485	12.5	2.4		uppblásandi jarðvegur	
9. ágúst	19	61	594876	598142	483	13.8	8.7		heiðagróður	við barð
9. ágúst	19	62	594923	598112	486	11.4	1.6		heiðagróður	austasti punktur
9. ágúst	19	63	593155	599194	355	27.1	1.4	já	leirflag	við gufuaugu
9. ágúst	19	64	593136	599184	354	23.1	0.3	já	leirflag	við gufuaugu
9. ágúst	19	65	593115	599170	353	20.7	1.4	já	leirflag	við gufuaugu
9. ágúst	19	66	593091	599162	355	21.4	2.2	já	leirflag	við gufuaugu
9. ágúst	19	67	593065	599157	352	22.6	10.0	já	leirflag	þéttur jarðhitaleir
9. ágúst	19	68	593041	599142	352	14.2	1.6		gras	
9. ágúst	19	69	593014	599131	352	12.9	10.9		gras	
9. ágúst	19	70	592987	599123	353	14.1	15.1		gras	
9. ágúst	19	71	592963	599111	354	16.9	18.3		gras	
9. ágúst	19	72	592930	599109	353	13.7	12.8		gras	
9. ágúst	19	73	592904	599101	354	13.7	11.9		gras	
9. ágúst	19	74	592877	599092	351	13.7	13.3		gras	við veg
9. ágúst	19	75	592850	599087	347	15.6	27.0		gras	
9. ágúst	19	76	592822	599086	345	17	21.8		gras	
9. ágúst	19	77	592792	599083	344	13.3	27.2		gras	
9. ágúst	19	78	592766	599082	342	18.8	19.6		gras	
9. ágúst	19	79	592737	599079	343	15.7	20.8		gras	
9. ágúst	19	80	592713	599078	342	14.6	8.8		gras	
9. ágúst	19	81	592684	599078	345	13.6	8.4		lyng á hrauni	
9. ágúst	19	82	592655	599074	346	14	15.4		gras	bali í lyngvöxnu hrauni
9. ágúst	19	83	592630	599071	347	14.6	8.6		gras	bali í lyngvöxnu hrauni
9. ágúst	19	84	592603	599069	346	12.5	2.2		lyng á hrauni	
9. ágúst	19	85	592573	599065	346	14	10.3		lyng á hrauni	
9. ágúst	19	86	592544	599063	346	14.2	1.8		lyng á hrauni	
9. ágúst	19	87	592517	599063	346	19.8	12.0		lyng á hrauni	
9. ágúst	19	88	592486	599065	345	18.9	0.6	já	leirflag	
9. ágúst	19	89	592467	599061	347	79.5	9.1	já	leirflag	brennisteinn

Tafla V-2. Framhald. Niðurstöður gasflæðimælinga, jarðvegshiti og lýsing mælistaða á Þeistareykjum 2012.

dagsetning	hitastig	GPS#	X (m)	Y (m)	hæð y.s. (m)	T15 (°C)	FCO ₂ (g/m ² /d)	jarðhiti	lýsing	athugasemdir
9. ágúst	19	90	592443	599059	348	20.2	2.5	já	leirflag	
9. ágúst	19	91	592415	599057	346		0.7	já	leirflag	grýtt
9. ágúst	19	92	592388	599052	342	23.8	17.4		gras	bali í slakka
9. ágúst	19	93	592364	599052	345	16.7	2.4		moldarflag	lyng gras
9. ágúst	19	94	592336	599051	346	14.5	8.9		lyng/gras	
9. ágúst	19	95	592309	599048	343	21.6	16.1		lyng/gras	
9. ágúst	19	96	592284	599046	338	23.4	0.7	já	leirflag	jaðar
9. ágúst	19	97	592256	599044	339	20.7	0.7	já	leirflag	
9. ágúst	19	98	592231	599044	341	22.3	0.4	já	leirflag	
9. ágúst	19	99	592205	599047	341	19.2	0.2	já	leirflag	lyng á milli 98 og 99 ekki sama flagið
9. ágúst	19	100	592178	599051	343	13.4	12.7		lyng	
9. ágúst	19	101	592150	599049	342	14.6	0.7	já	leirflag	moldugt
9. ágúst	19	102	592125	599051	339	14.9	9.1		lyng	
9. ágúst	19	103	592095	599047	339	12.1	5.8		lyng	
9. ágúst	19	104	592065	599051	337	12.6	15.8		lyng	
9. ágúst	19	105	592038	599051	336	14	14.7		lyng	
9. ágúst	19	106	592010	599059	337	13.4	6.4		lyng	
9. ágúst	19	107	591984	599070	336	15.8	16.1		lyng	
9. ágúst	19	108	591959	599079	335	20.2	0.7	já	leirflag	
9. ágúst	19	109	591934	599088	338	17.3	1.1	já	leirflag	
9. ágúst	19	110	591909	599098	338	20	7.5	já	leirflag	jaðar
9. ágúst	19	111	591891	599118	339	15.9	0.5	já	leirflag	jaðar moldugt
9. ágúst	19	112	591883	599171	335	14.8	0.8		moldarflag	
9. ágúst	19	113	591863	599221	333	15.1	13.7		lyng	
9. ágúst	19	114	591842	599268	334	15.8	5.0		lyng	
9. ágúst	19	115	591800	599292	337	17.7	3.7		lyng	
9. ágúst	19	116	591751	599301	339	15	1.9		sandbarð	í hrauni
9. ágúst	19	117	591692	599306	342	14.1	10.4		víðir og lyng	
9. ágúst	19	118	591641	599317	339		0.9		vegur	
9. ágúst	19	119	591605	599352	339	18	2.1		moldarflag	

Tafla V-2. Framhald. Niðurstöður gasflæðimælinga, jarðvegshiti og lýsing mælistaða á Þeistareykjum 2012.

dagsetning	hitastig	GPS#	X (m)	Y (m)	hæð y.s. (m)	T15 (°C)	FCO ₂ (g/m ² /d)	jarðhiti	lýsing	athugasemdir
9. ágúst	19	120	591566	599390	338	15.7	1.0		moldarflag	
9. ágúst	19	121	591532	599439	338	14.9	2.0		lyng/sandur	
9. ágúst	19	122	591486	599464	337	14.1	2.0		lyng/sandur	
9. ágúst	19	123	591448	599496	340	16	0.4		sandflag	
9. ágúst	19	124	591410	599531	343	15.7	0.7		lyng	gisinn gróður
9. ágúst	19	125	591366	599562	343	16.6	5.0		lyng	gisinn gróður
9. ágúst	19	126	591317	599588	346	16.8	0.6		mold/lyng	
9. ágúst	19	127	591268	599577	347	14.3	1.6		mold/lyng	
9. ágúst	19	128	591221	599555	347	15	11.3		lyng	
9. ágúst	19	129	591177	599531	347	14.5	7.4		lyng	
9. ágúst	19	130	591138	599494	348	13.9	6.4		lyng	
9. ágúst	19	131	591093	599473	350	13.6	4.5		lyng	
9. ágúst	19	132	591039	599462	350		0.8		borplan holu 8	
9. ágúst	19	133	590989	599439	350		0.2		borplan holu 8	
9. ágúst	19	134	590936	599444	350	14.8	3.9		lyng	í hrauni hrauntröð
9. ágúst	19	135	590888	599419	351	13.1	5.0		lyng	í hrauni hrauntröð
9. ágúst	19	136	590843	599404	351	13.1	4.3		lyng	í hrauni hrauntröð
9. ágúst	19	137	590787	599410	351	14	5.2		lyng	í hrauni hrauntröð
9. ágúst	19	138	590735	599415	351	14.1	4.9		lyng	í hrauni hrauntröð
9. ágúst	19	139	590678	599423	352	13	3.5		lyng	í hrauni hrauntröð
9. ágúst	19	140	590624	599427	353	14.3	2.3		lyng	í hrauni hrauntröð
9. ágúst	19	141	590575	599440	355	13.9	3.5		lyng	í hrauni hrauntröð
9. ágúst	19	142	590526	599460	355	13.4	2.5		lyng	í hrauni hrauntröð
9. ágúst	19	143	590476	599485	354	14.8	1.4		lyng	í hrauni hrauntröð
9. ágúst	19	144	590437	599520	357	12.3	7.4		lyng	í hrauni hrauntröð
9. ágúst	19	145	590397	599556	361	13.3	1.1		lyng	í hrauni hrauntröð
9. ágúst	19	146	590359	599593	362	13	10.7		lyng	í hrauni hrauntröð
9. ágúst	19	147	590316	599613	370	14.2	0.6		lyng	utan traðar
9. ágúst	19	148	590273	599629	373	15.7	7.8		lyng	í tröð við gígarm
10. ágúst	20	149	591940	597630	336	14.2	3.1		gras	

Tafla V-2. Framhald. Niðurstöður gasflæðimælinga, jarðvegshiti og lýsing mælistaða á Þeistareykjum 2012.

dagsetning	hitastig	GPS#	X (m)	Y (m)	hæð y.s. (m)	T15 (°C)	FCO ₂ (g/m ² /d)	jarðhiti	lýsing	athugasemdir
10. ágúst	20	150	591916	597674	338	12.3	9.7		gras	
10. ágúst	20	151	591894	597726	337	16.6	7.9		lyng	við enda flags
10. ágúst	20	152	591907	597771	335	35.1	7.8		lyng	inni á flagi
10. ágúst	20	153	591926	597823	333	25.5	3.6		mold	á jarðhitaflagi
10. ágúst	20	154	591944	597877	333	27.7	4.1		mold	á jarðhitaflagi
10. ágúst	20	155	591960	597926	333	30.1	2.5	já	leirflag	við leirpytt
10. ágúst	20	156	591976	597970	335	21.4	3.2	já	leirflag	við leirpytt
10. ágúst	20	157	591991	598015	334	19.8	4.2	já	leirflag	við leirpytt
10. ágúst	20	158	591991	598066	335	22.1	2.3	já	leirflag	við leirpytt
10. ágúst	20	159	592017	598107	337	19.3	0.3	já	leirflag	við leirpytt
10. ágúst	20	160	592028	598152	337	20.4	2.2	já	leirflag	við leirpytt
10. ágúst	20	161	592047	598199	332	21.3	0.4		lyng	við jarðhitaflag
10. ágúst	20	162	592063	598248	332	21.3	3.9		moldarflag	við leirflag
10. ágúst	20	163	592089	598294	335	18.5	1.1	já	leirflag	við leirpytt
10. ágúst	20	164	592102	598342	337		1.0	já	leirflag	við leirpytt
10. ágúst	20	165	592120	598392	337	16	0.5	já	leirflag	við leirpytt
10. ágúst	20	166	592152	598428	336	18.8	1.5	já	leirflag	við leirpytt
10. ágúst	20	167	592167	598479	336	17.6	0.5	já	leirflag	við leirpytt
10. ágúst	20	168	592178	598527	338	16.2	0.5	já	leirflag	við leirpytt
10. ágúst	20	169	592175	598576	338		101.1	já	leirflag	við leirpytt
10. ágúst	20	170	592174	598554	337	16.8	1.9	já	leirflag	við leirpytt
10. ágúst	20	171	592176	598606	337	19.3	17.8	já	leirflag	við leirpytt
10. ágúst	20	172	592181	598631	337	24	41.9	já	leirflag	við leirpytt
10. ágúst	20	173	592184	598651	337	20.2	0.7	já	leirflag	við leirpytt
10. ágúst	20	174	592192	598678	337	23.5	0.4	já	leirflag	við leirpytt
10. ágúst	20	175	592192	598701	336	20	1.2	já	leirflag	við leirpytt
10. ágúst	20	176	592194	598724	337	18.9	0.7	já	leirflag	við leirpytt
10. ágúst	20	177	592194	598750	339	22.5	5.3	já	leirflag	við leirpytt
10. ágúst	20	178	592192	598774	339	22.1	5.3	já	leirflag	við leirpytt
10. ágúst	20	179	592196	598795	341	16.5	0.8	já	leirflag	við leirpytt

Tafla V-2. Framhald. Niðurstöður gasflæðimælinga, jarðvegshiti og lýsing mælistaða á Þeistareykjum 2012.

dagsetning	hitastig	GPS#	X (m)	Y (m)	hæð y.s. (m)	T15 (°C)	FCO ₂ (g/m ² /d)	jarðhiti	lýsing	athugasemdir
10. ágúst	20	180	592221	598802	339	18.8	0.2	já	leirflag	við leirpytt
10. ágúst	20	181	592243	598815	338	-	1.1	já	leirflag	við leirpytt
10. ágúst	20	182	592249	598839	335	19	1.5	já	leirflag	
10. ágúst	20	183	592253	598865	338	22.5	5.9	já	leirflag	
10. ágúst	20	184	592256	598888	337	19.5	4.5	já	leirflag	
10. ágúst	20	185	592261	598914	338		4.7	já	leirflag	
10. ágúst	20	186	592262	598939	337	20.4	4.7	já	leirflag	jaðar
10. ágúst	20	187	592268	598961	337	16.6	5.9	já	leirflag	lyngbúfur í kring
10. ágúst	20	188	592276	598985	337	24.2	8.3		lyng	
10. ágúst	20	189	592281	599008	339	34.3	26.2		mold	við slóða, pyttir nærri
10. ágúst	20	190	592284	599035	337	27.1	4.3		gróðurtorfa	á leirflagi
10. ágúst	20	191	592283	599061	337	25.7	11.1		gróðurtorfa	á leirflagi
10. ágúst	20	192	592285	599088	337	21	1.0		moldarflag	
10. ágúst	20	193	592284	599115	337	21.1	3.3		moldarflag	
10. ágúst	20	194	592301	599136	340	24.1	11.0		gras	milli flaga
10. ágúst	20	195	592318	599157	339	19.1	1.3	já	leirflag	
10. ágúst	20	196	592324	599182	338	25.1	4.6		lyng/gras	
10. ágúst	20	197	592328	599207	341	16.7	1.6	já	leirflag	jaðar
10. ágúst	20	198	592339	599232	341	18.3	6.6	já	leirflag	jaðar
10. ágúst	20	199	592338	599257	339	20.1	19.9	já	leirflag	jaðar
10. ágúst	20	200	592332	599281	338	23.3	10.1	já	leirflag	
10. ágúst	20	201	592333	599308	338	19.9	1.1	já	leirflag	
10. ágúst	20	202	592338	599356	340	20.4	22.7	já	leirflag	
10. ágúst	20	203	592316	599403	338	22.4	0.4	já	leirflag	
10. ágúst	20	204	592299	599452	335	20.3	5.6	já	leirflag	
10. ágúst	20	205	592288	599501	339	17.2	2.6	já	leirflag	
10. ágúst	20	206	592276	599555	338	16.8	0.6	já	leirflag	
10. ágúst	20	207	592263	599605	339	22.5	0.2	já	leirflag	
10. ágúst	20	208	592249	599656	336	29.3	0.6	já	leirflag	
10. ágúst	20	209	592236	599705	334	27.1	6.8	já	leirflag	

Tafla V-2. Framhald. Niðurstöður gasflæðimælinga, jarðvegshiti og lýsing mælistaða á Þeistareykjum 2012.

dagsetning	hitastig	GPS#	X (m)	Y (m)	hæð y.s. (m)	T15 (°C)	FCO ₂ (g/m ² /d)	jarðhiti	lýsing	athugasemdir
10. ágúst	20	210	592219	599752	337	22.2	23.3	já	leirflag	
10. ágúst	20	211	592203	599799	338	19.4	20.4	já	leirflag	
10. ágúst	20	212	592193	599822	339	18.2	0.7	já	leirflag	
10. ágúst	20	213	592176	599868	340	14	1.8	já	leirflag	
10. ágúst	20	214	592155	599913	342	15.9	3.7		moldarflag	
10. ágúst	20	215	592136	599960	342	16.4	0.3		moldarflag	
10. ágúst	20	216	592117	600005	343	15.1	0.9	já	leirflag	
10. ágúst	20	217	592118	600054	342	17.1	0.7	já	leirflag	
10. ágúst	20	218	592118	600108	338	17.1	8.4	já	leirflag	
10. ágúst	20	219	592121	600159	336	20.6	1.2	já	leirflag	
10. ágúst	20	220	592122	600204	336	18.3	3.7	já	leirflag	
10. ágúst	20	221	592115	600255	336	17.3	1.6	já	leirflag	
10. ágúst	20	222	592114	600307	334	19.8	2.3	já	leirflag	moldugt
10. ágúst	20	223	592114	600359	331	18	0.2	já	leirflag	moldugt
10. ágúst	20	224	592119	600407	330	15.3	0.2	já	leirflag	sendið
10. ágúst	20	225	592127	600455	327	15	0.7	já	leirflag	sendið
10. ágúst	20	226	592132	600507	324	16.2	4.6	já	leirflag	
10. ágúst	20	227	592135	600559	324	15.3	5.6	já	leirflag	
10. ágúst	20	228	592131	600611	324	15.9	2.3	já	leirflag	
10. ágúst	20	229	592135	600661	324	15.9	5.1	já	leirflag	
10. ágúst	20	230	592141	600712	325	16.4	1.3	já	leirflag	
10. ágúst	20	231	592167	600762	328	16.7	0.7		moldarbarð	í flagjaðri
10. ágúst	20	232	593562	599100	378	16.1	7.2		gras	
10. ágúst	20	233	593582	599115	377	17.1	18.8		gras	
10. ágúst	20	234	593604	599129	378	18.7	13.9		gras	
10. ágúst	20	235	593625	599143	382	27.4	14.7		gras	við leirflag
10. ágúst	20	236	593642	599149	381	71	71.4	já	leirflag	brennisteinn
10. ágúst	20	237	593671	599166	384	43.9	1.1	já	leirflag	brennisteinn
10. ágúst	20	238	593692	599183	387	33.3	2.7	já	leirflag	
10. ágúst	20	239	593713	599195	386	31	1.1	já	leirflag	

Tafla V-2. Framhald. Niðurstöður gasflæðimælinga, jarðvegshiti og lýsing mælistaða á Þeistareykjum 2012.

dagsetning	hitastig	GPS#	X (m)	Y (m)	hæð y.s. (m)	T15 (°C)	FCO ₂ (g/m ² /d)	jarðhiti	lýsing	athugasemdir
10. ágúst	20	240	593733	599206	386	41.8	14.6		mold	í flagjaðri
10. ágúst	20	241	593756	599221	385	19.8	4.9		gras	
10. ágúst	20	242	593779	599234	384	17.8	6.5		gras	
10. ágúst	20	243	593804	599245	384	14.6	1.2		gras/lyng	í farvegsbakka
10. ágúst	20	244	593828	599258	382	15.4	0.2		lyng	í farvegi
10. ágúst	20	245	593853	599268	385	13.5	4.1		lyng	
10. ágúst	20	246	593877	599279	385	14.5	3.5		lyng	
10. ágúst	20	247	593901	599293	386	23.1	0.6		lyng	
10. ágúst	20	248	593924	599309	386	26.7	8.7		lyng	
10. ágúst	20	249	593944	599327	386	18.4	15.6		lyng	
10. ágúst	20	250	593966	599341	387	16.1	7.2		lyng	
10. ágúst	20	251	593990	599354	389	12.3	0.8		lyng	
10. ágúst	20	252	594033	599378	392	11.8	1.7		lyng	
10. ágúst	20	253	594079	599406	390	10.9	8.3		lyng	
10. ágúst	20	254	594125	599429	394	52.5	22.0	já	sviðinn gróður	mosi og blóðberg
10. ágúst	20	255	594146	599440	397	69.2	31.8	já	leirflag	jarðhitaskella
10. ágúst	20	256	594156	599454	396	55.7	1.6	já	leirflag	jarðhitaskella
10. ágúst	20	257	594172	599472	394	13.8	11.9		lyng	
10. ágúst	20	258	594200	599530	388	15.8	3.1		moldarflag	við borplan
10. ágúst	20	259	594217	599580	392	13.8	1.3		moldarblettur	í lyngmóa
10. ágúst	20	260	594223	599640	388	14.5	1.1	já	leirflag	
10. ágúst	20	261	594235	599664	387	18.9	1.7	já	leirflag	við leirhver
10. ágúst	20	262	594246	599693	388	13.9	0.6	já	leirflag	annað flag
10. ágúst	20	263	594252	599736	386	49.5	820.4	já	leirflag	smáflag
10. ágúst	20	264	594245	599779	382	15.8	1.6		moldarflag	rautt
10. ágúst	20	265	594185	599776	383	16.1	199.4	já	leirflag	
10. ágúst	20	266	594159	599768	377	28.1	0.7	já	leirflag	brennisteinn
10. ágúst	20	267	594121	599731	377	97.2	255.3	já	leirflag	anhýdrítskella
11. ágúst	19	268	593553	599063	389	34.1	6.5	já	leirflag	
11. ágúst	19	269	593545	599038	391	18.5	1.6	já	leirflag	

Tafla V-2. Framhald. Niðurstöður gasflæðimælinga, jarðvegshiti og lýsing mælistaða á Þeistareykjum 2012.

dagsetning	hitastig	GPS#	X (m)	Y (m)	hæð y.s. (m)	T15 (°C)	FCO ₂ (g/m ² /d)	jarðhiti	lýsing	athugasemdir
11. ágúst	19	270	593539	599013	392	92	39.0	já	leirflag	anhýdrítsalt
11. ágúst	19	271	593529	598982	398	21.7	0.4	já	leirflag	sandur yfir þéttum leirpytti
11. ágúst	19	272	593525	598966	402	37.4	2.1	já	leirflag	sandur yfir þéttum bullandi leirpyttum
11. ágúst	19	273	593522	598942	407	25.2	3.3	já	leirflag	sandur yfir þéttum leirpytti, við S hrauka
11. ágúst	19	274	593512	598925	411	23.2	3.7	já	leirflag	sandur á leir ofan við S hrauk skellu
11. ágúst	19	275	593509	598909	415	17.8	1.4	já	leirflag	
11. ágúst	19	276	593503	598896	422	18.6	1.2		sandur	sandur á grófu-hörðu efni
11. ágúst	19	277	593496	598880	427	19.2	1.0		sandur	sandur á grófu-hörðu efni
11. ágúst	19	278	593488	598862	433	23.3	0.7		sandur	sandur á grófu-hörðu efni
11. ágúst	19	279	593483	598848	438	23.1	1.1	já	sandur	leirkenndur og gifsmolur
11. ágúst	19	280	593491	598827	441	18.3	2.4	já	sandur	gifs-borinn sandur í jaðri S hrauka - Myndir
11. ágúst	19	281	593503	598808	444	14.7	0.6	já	sandur	gifs-borinn sandur í jaðri S hrauka - Myndir
11. ágúst	19	282	593509	598791	449	20.4	0.4	já	sandur	Gifsborinn
11. ágúst	19	283	593515	598776	457	30	3.2	já	sandur	gifsborinn neðan við gifshrauka
11. ágúst	19	284	593517	598757	463	19.2	1.8	já	sandur	fyrir neðan gifshrauka
11. ágúst	19	285	593512	598742	473	17.7	45.5	já	sandur	fyrir neðan gifshrauka
11. ágúst	19	286	593511	598726	480	14.4	1.6	já	sandur	gifs-borinn
11. ágúst	19	287	593508	598707	490	21.6	3.1	já	sandur	gifs-borinn á jaðri útkulnaðrar skellu
11. ágúst	19	288	593497	598689	498	56.3	34.6	já	leir	Sandborinn leir í í jaðri skellu, göteftsalt
11. ágúst	19	289	593489	598679	506	23.2	0.2	já	leir	gifsleir í jaðri skellu
11. ágúst	19	290	593484	598663	515	16.3	3.0	já	leir	gifs-leir í útjaðri sömu skellu og 289
11. ágúst	19	291	593475	598649	523	22.2	44.3	já	leir	gifs-leir í útjaðri sömu skellu og 290
11. ágúst	19	292	593457	598630	525	22.7	1.6	já	gifshraukar	
11. ágúst	19	293	593439	598627	529	26.6	2.8	já	sandur	gifssandur
11. ágúst	19	294	593416	598621	532	24.1	1.3	já	sandur	gifs-sandur undir umm. Móbergs klettir
11. ágúst	19	295	593397	598614	536	30	0.9	já	sandur	gifs-sandur undir umm. Móbergs klettir
11. ágúst	19	296	593380	598614	532	14.1	1.8	já	sandur	gifs-sandur
11. ágúst	19	297	593383	598628	526	28.4	3.0	já	sandur	gifs-sandur á jaðri skellu
11. ágúst	19	298	593387	598642	515	15.5	0.2	já	sandur	gifs-sandur, rauðleitur
11. ágúst	19	299	593390	598662	508	15.8	0.6	já	sandur	gifs-sandur, rauðleitur

Tafla V-2. Framhald. Niðurstöður gasflæðimælinga, jarðvegshiti og lýsing mælistaða á Þeistareykjum 2012.

dagsetning	hitastig	GPS#	X (m)	Y (m)	hæð y.s. (m)	T15 (°C)	FCO ₂ (g/m ² /d)	jarðhiti	lýsing	athugasemdir
11. ágúst	19	300	593394	598683	497	16.5	2.5	já	sandur	gifs-sandur, rauðleitur
11. ágúst	19	301	593400	598694	491	15.8	0.5	já	sandur	gifs-sandur, rauðleitur
11. ágúst	19	302	593408	598708	482	15.6	0.5	já	sandur	gifs-sandur, rauðleitur
11. ágúst	19	303	593413	598732	473	14.8	1.2	já	sandur	gifs-sandur, rauðleitur
11. ágúst	19	304	593416	598750	463	17.5	1.8	já	sandur	hart undir, gifs
11. ágúst	19	305	593422	598777	454	78.7	278.3	já	sandur	í efri jaðri virkrar skellu, götít salt
11. ágúst	19	306	593422	598795	447		0.2	já	sandur	gifs-sandur, klöpp undir
11. ágúst	19	307	593426	598817	438	24.7	0.2	já	sandur	gifs-sandur
11. ágúst	19	308	593426	598835	431	22.8	2.3	já	sandur	gifs-sandur
11. ágúst	19	309	593429	598861	423	16.8	0.3	já	sandur	gifs-sandur, mikið gifs - ljós skella og köld
11. ágúst	19	310	593423	598883	416	13.9	1.2	já	sandur	gifs-sandur
11. ágúst	19	311	593421	598902	408	13.6	1.7		gisinngróður	gifs-sandur undir
11. ágúst	19	312	593417	598930	400	12.9	1.5		gisinngróður	gifs-sandur undir
11. ágúst	19	313	593415	598955	391	12.6	0.4		lyng	gróinn hagi
11. ágúst	19	314	593416	598986	388	14.3	11.9		lyng	gróinn hagi
11. ágúst	19	315	593411	599010	386	87.7	10.1	já	leirflag	hitaskella, jaðar
11. ágúst	19	316	593399	599032	382	20.7	0.9	já	leirsandur	
11. ágúst	19	317	593390	599054	379	36.7	14.5	já	leirsandur	
11. ágúst	19	318	593384	599083	377	81.2	97.0	já	leirflag	
11. ágúst	19	319	593368	599101	378	20	3.4	já	leirflag	
11. ágúst	19	320	593347	599116	375	17.3	1.8	já	leirflag	
11. ágúst	19	321	593844	599869	367	25.6	16.9		moldarflag	Nýr prófíll við Ketilfjall
11. ágúst	19	322	593861	599864	367	38.2	11.2	já	Leirflag	leirflag við S skellu
11. ágúst	19	323	593885	599854	369	21.2	0.6	já	leirflag	
11. ágúst	19	324	593906	599854	371	21	1.7	já	leirflag	
11. ágúst	19	325	593936	599861	374	22	5.0		moldarflag	moldarflag í hrauni
11. ágúst	19	326	593960	599851	374	12.5	5.4		lyng	
11. ágúst	19	327	593985	599862	374	11.1	5.3		lyng	
11. ágúst	19	328	594013	599814	379	13.5	6.1		moldarflag	moldarflag í lyngi
11. ágúst	19	329	594034	599799	380	12.8	4.0		moldarflag	moldarflag í lyngi

Tafla V-2. Framhald. Niðurstöður gasflæðimælinga, jarðvegshiti og lýsing mælistaða á Þeistareykjum 2012.

dagsetning	hitastig	GPS#	X (m)	Y (m)	hæð y.s. (m)	T15 (°C)	FCO ₂ (g/m ² /d)	jarðhiti	lýsing	athugasemdir
11. ágúst	19	330	594054	599780	382	12.4	1.8		moldarflag	moldarflag í lyngi
11. ágúst	19	331	594073	599766	381	11.8	3.5		lyng	milli þúfna
11. ágúst	19	332	594102	599748	381	14.2	5.1		lyng	milli þúfna
11. ágúst	19	333	594122	599734	384	91.2	758.0	já	leirflag	Við p 267, leirflag m. Andhydrit skellum
11. ágúst	19	334	594136	599712	385	19.3	0.4		moldarflag	í gömlu hitaflagi
11. ágúst	19	335	594158	599700	386	25.5	14.2		lyng	
11. ágúst	19	336	594180	599684	385	23.4	8.6		gras	jarðhita-gras?
11. ágúst	19	337	594203	599670	388	24.5	20.9		gras	í holu-slakka
11. ágúst	19	338	592193	598950	329	16.2	21.8	já	hvítskella	þurr leir - Ný lína
11. ágúst	19	339	592182	598921	331	14.9	1.0	já		
11. ágúst	19	340	592167	598869	330	18.9	1.5	já	leirmelur	hart
11. ágúst	19	341	592117	598827	334	17.1	0.9	já	Leirskella	hvít í jaðri umm. Svæði köld
11. ágúst	19	342	592102	598772	331	18	1.9		gróður	við leirskellu
11. ágúst	19	343	592088	598722	334	15.4	2.2	já	Leirskella	hvít útkulnuð leirskella á V jaðri svæðis
11. ágúst	19	344	592126	598681	334	16.9	2.2	já	Leirskella	hvít útkulnuð leirskella á V jaðri svæðis
11. ágúst	19	345	592130	598635	338	19.5	1.6	já	leirflag	gróðuræt看ur á dreif
11. ágúst	19	346	592127	598601	336		1.5	já	leirflag	gróðuræt看ur á dreif
11. ágúst	19	347	592139	598579	336	19.5	0.3	já	leirflag	hart undir
11. ágúst	19	348	592164	598557	337	24.2	3.4	já	leirflag	við pytti
11. ágúst	19	349	592180	598540	336	22	0.7	já	leirflag	við pytti
11. ágúst	19	350	592187	598516	337	19.9	2.4	já	leirflag	sendið
11. ágúst	19	351	592196	598495	337	37.4	8.5	já	leirflag	pyttir allt í kring
11. ágúst	19	352	592205	598477	339	22.2	5.1	já	leirflag	pyttir allt í kring
11. ágúst	19	353	592217	598449	337	23.6	0.7	já	leirflag	pyttir allt í kring
11. ágúst	19	354	592216	598425	337	20.4	0.5	já	leirflag	pyttir allt í kring
11. ágúst	19	355	592188	598423	340	19	1.4		moldarflag	sendið-leirugt kalt
11. ágúst	19	356	592156	598423	341	21.8	11.8	já	leirflag	
11. ágúst	19	357	592118	598417	338	19.5	0.5	já	leirflag	
11. ágúst	19	358	592094	598418	338	21.8	0.4	já	leirflag	
11. ágúst	19	359	592065	598417	344	21.9	0.8	já	leirflag	við pytti

Tafla V-2. Framhald. Niðurstöður gasflæðimælinga, jarðvegshiti og lýsing mælistaða á Þeistareykjum 2012.

dagsetning	hitastig	GPS#	X (m)	Y (m)	hæð y.s. (m)	T15 (°C)	FCO ₂ (g/m ² /d)	jarðhiti	lýsing	athugasemdir
11. ágúst	19	360	592045	598397	339	30.6	26.8	já	leirflag	rautt
11. ágúst	23.6	361	592033	598371	340	24.1	1.5	já	leirflag	rautt, virkar skellur nærri
11. ágúst	23.6	362	592025	598348	343	26.4	0.6	já	leirflag	rautt, virkar skellur nærri
11. ágúst	23.6	363	592017	598322	342	25.7	0.5	já	leirflag	ljósari skellur
11. ágúst	23.6	364	592007	598296	340	24.5	1.0	já	leirflag	ljósari skellur
11. ágúst	23.6	365	591995	598253	342	18.3	2.2	já	leirflag	ljósari skellur
11. ágúst	23.6	366	591980	598208	341	19.7	1.6	já	leirflag	ljósari skellur
11. ágúst	23.6	367	591962	598161	338	22.9	1.0	já	leirflag	
11. ágúst	23.6	368	591944	598108	341	77.1	32.0	já	leirflag	Við pytt, ank. Skæni?
11. ágúst	23.6	369	591950	598063	339	21.2	0.2	já	leirflag	rauðleitt, nætti pytt
11. ágúst	23.6	370	591950	598013	338	23.9	0.6	já	leirflag	nærri pytti - Mynd
11. ágúst	23.6	371	591932	597973	339	20.2	0.3	já	leirflag	ljós leir, pyttir
11. ágúst	23.6	372	591935	597937	342	63.3	12.9	já	sviðinn gróður	blóðberg og gróður að sviðna. Ný jarðhitavirkni
11. ágúst	23.6	374	591895	598085	343	51.6	10.9	já	sviðinn gróður	
11. ágúst	23.6	375	591929	598148	344	69.2	21.1	já	sviðinn gróður	

Viðauki 3: Eldri gufuefnagreiningar

Peistareykir

Tafla V-3. Efnasamsetning allra sýna úr G-101 Þ (áður G-1) í mmol/kg

Tími	Númer	CO ₂	H ₂ S	Ar	CH ₄	H ₂	N ₂	O ₂
8/12/2012	20120182	75,0	25,9	0,019	0,051	19,9	1,27	0,00
10/11/1997	19970690	178,4	34,4		5,039	28,9	4,29	0,43
12/11/1995	19950349	212,4	107,6					0
28/9/1994	19940194	19,0	24,1		0,040	6,0	0,45	0,02
28/8/1993	19930154	58,4	26,2		0,085	33,6	6,43	0,82
24/10/1992	19920232	164,3	52,8		3,876	23,9	2,04	0,05
17/4/1991	19910093	70,0	31,8		0,073	31,9	1,06	0,02
10/8/1981	19811052	71,5	41,8		0,228	18,9	1,93	0,04

Tafla V-4. Efnasamsetning allra sýna úr G-102 Þ (áður G-3) í mmol/kg

Tími	Númer	CO ₂	H ₂ S	Ar	CH ₄	H ₂	N ₂	O ₂
12/8/2012	20120183	170	55,0	0,053	0,944	71,4	3,68	0,00
27/9/1994	19940192	185	54,1		0,545	49,5	4,33	0,14
28/8/1993	19930153	139	50,0					
17/4/1991	19910094	120	44,4		0,248	39,7	2,06	0,04
11/8/1981	19811054	138	62,9		0,478	18,4	6,61	0,60

Tafla V-5. Efnasamsetning allra sýna úr G-103 Þ (áður G-6) í mmol/kg

Tími	Númer	CO ₂	H ₂ S	Ar	CH ₄	H ₂	N ₂	O ₂
12/8/2012	20120187	110,2	38,2	0,024	0,335	15,0	1,77	0,00
29/8/1993	19930155	155	59,4		0,684	9,4	10,64	0,63
24/10/1992	19920234	141	37,5		0,838	3,0	7,87	0,91
18/4/1991	19910095	129	43,2		0,412	2,5	2,54	0,06
5/7/1982	19821045	562	66,3	0,650	9,320	38,9	23,19	0,07
13/8/1981	19811057	211	42,4		9,314	42,6	58,71	0,54

Tafla V-6. Efnasamsetning allra sýna úr G-104 Þ (áður G-12) í mmol/kg

Tími	Númer	CO ₂	H ₂ S	Ar	CH ₄	H ₂	N ₂	O ₂
12/8/2012	20120185	56,7	23,7	0,012	0,064	14,7	0,73	0,00
9/8/1981	19811072	47,2	19,0		0,078	6,3	0,48	0,28

Tafla V-7. Efnasamsetning allra sýna úr G-105 Þ (áður G-17) í mmol/kg

Tími	Númer	CO ₂	H ₂ S	Ar	CH ₄	H ₂	N ₂	O ₂
12/8/2012	20120186	221,4	34,4	0,147	1,06	15,7	8,88	0,00
14/8/1981	19811077	286,6	57,4		2,31	8,6	15,0	

Tafla V-8. Efnasamsetning allra sýna úr G-106 Þ (áður G-10) í mmol/kg

Tími	Númer	CO ₂	H ₂ S	Ar	CH ₄	H ₂	N ₂	O ₂
12/8/2012	20120187	60,7	15,6	0,019	0,175	7,5	1,3	0,00
14/8/1981	19811060	219,1	37,0		3,388	17,8	25,06	0,59

Krafla

Tafla V-9. Efnasamsetning gufusýna úr Leirhnjúk (G-101 K og G-19) í mmol/kg

Tími	Heimild	Númer	CO ₂	H ₂ S	Ar	CH ₄	H ₂	N ₂	O ₂
13/8/2012		20120188	114.8	12.5	0.036	0.605	15.4	2.0	0.0
11/8/2010	JB&TH 11		278.3	13.5	0.469	0.619	15.4	38.2	7.9
2/6/2009	JB&TH 10		256.9	26.5	0.056	0.780	15.8	3.6	0.6
13/6/2007	JB&TH 08		263.5	19.9		0.391	15.2	2.9	0.3
1/12/2004	JB&TH 04		227.1	15.8		0.129	11.0	0.8	0.6
18/10/2001	JB&TH 01		285.9	20.9		1.557	11.1	8.5	0.9
20/10/1997	JB&TH 98		428.8	13.9		1.476	9.8	4.4	0.2
24/10/1996	JB&TH 96		220.5	9.1		0.200	10.4	2.5	1.1
1/6/1996	SA&fl 96	96-3121	144.1	9.0	0.027	0.281	14.1	1.2	0.0
30/9/1995	SA&fl 95	95-3105	70.0	5.5	0.091	0.520	2.1	3.8	0.0
8/10/1990	JB&TH 90		46.5	9.4		0.100	8.6		0.0
18/7/1989	JB&TH 89		204.8	9.8			6.0	1.1	0.0
14/7/1988	JB&TH 88		361.6	28.8		2.006	26.0	96.2	0.0
28/3/1987	JB&fl 87		306.1	16.2		0.238	17.5	1.4	0.0
10/7/1986	JB&fl 87		245.0	13.1		0.081	19.5		0.0
9/6/1985	JB&fl 85		392.5	22.1		0.223	25.0	1.3	0.0
12/9/1979	HÁ&TH 80		4086.3	29.4		2.075	28.9		0.0

Tafla V-10. Efnasamsetning gufusýna úr Suðurhlíðum (G-102 K og G-5) í mmol/kg

Tími	Heimild	Númer	CO ₂	H ₂ S	Ar	CH ₄	H ₂	N ₂	O ₂
13/8/2012		20120189	507.7	49.4	0.019	0.266	1.1	1.1	0.0
10/8/2010	JB&TH 11		986.5	62.1	1.748	0.908	19.3	141.8	7.6
2/6/2009	JB&TH 10		661.5	48.4	0.101	0.543	27.6	3.8	0.6
12/6/2007	JB&TH 08		7303.4	60.0		0.411	14.7	1.7	0.0
30/11/2004	JB&TH 04		1921.4	96.5		0.429	9.7	108.3	9.0
18/10/2001	JB&TH 01		2091.8	89.2		0.482	22.2	206.0	0.0
30/10/1999	JB 99		845.9	62.7		0.000	0.0	0.0	0.0
20/10/1997	JB&TH 98		1274.3	54.4		1.036	40.6	2.7	0.6
24/10/1996	JB&TH 96		2539.3	126.1		1.960	49.3	67.5	16.0
1/6/1996	SA&fl 96	96-3129	899.8	42.1	0.056	0.439	53.3	2.5	0.0
1/6/1996	SA&fl 96	96-3130	886.2	39.2	0.050	0.426	52.1	2.2	0.0
4/11/1995	JB&TH 95		361.2	19.2		7.463	30.5	9.0	1.4
7/10/1994	JB&TH 95		1165.5	51.7		5.930	13.6	21.2	0.9
13/9/1993	JB&TH 94		1864.2	94.1		0.802	39.7	5.2	0.2
10/11/1992	JB&TH 93		3749.2	152.3		0.000	313.0	0.0	3.8
9/10/1990	JB&TH 90		986.9	47.8		0.659	59.8	2.7	1.0
17/7/1989	JB&TH 89		592.4	29.7		1.269	38.4	5.7	0.3

12/7/1988	JB&TH 88		1287.4	107.4		0.933	74.0	22.2	4.8
8/7/1986	JB&fl 87		509.0	34.5		0.343	35.9	2.4	0.1
6/6/1985	JB&fl 87		267.3	16.5		0.245	25.0	3.3	0.5
18/7/1984	HÁ&fl 84		263.1	19.3		0.182	22.2	1.2	0.2
7/9/1979	HÁ&TH 80		211.7	20.4		0.151	27.5	1.6	1.5

Tafla V-12. Efnasamsetning gufusýna af Vítissvæði (G-103 K og G-12) í mmol/kg

Tími	Heimild	Númer	CO ₂	H ₂ S	Ar	CH ₄	H ₂	N ₂	O ₂
13/8/2012		20120190	533	55.6	0.052	0.422	2.8	2.9	0.0
10/8/2010	JB&TH 11		2075	79.3	0.299	3.745	1.9	15.4	0.4
2/6/2009	JB&TH 10		1246.0	83.5	0.084	0.995	1.2	4.2	0.1
12/6/2007	JB&TH 08		1526	76.9		1.234	1.4	4.1	0.2
30/11/2004	JB&TH 04		1663.8	61.8		0.520	1.9	5.6	1.6
18/10/2001	JB&TH 01		1249.8	52.9		0.800	6.3	23.6	0.0
29/10/1999	JB 99		1195.4	40.1					
20/10/1997	JB&TH 98		1802.3	68.9		1.283	10.8	7.2	0.4
25/10/1996	JB&TH 96		1888.7	60.9		0.020	29.3	43.7	11.0
1/6/1996	SA&fl 96		1255.4	70.7	0.088	0.324	36.1	4.8	0.0
3/11/1995	JB&TH 95		4125.2	29.5		0.000	0.0	17172.6	4026.3
30/9/1995	SA&fl 95		1255.3	51.9	0.143	0.448	38.7	7.3	0.0
8/10/1994	JB&TH 95		4517.0	39.7		1.583	0.0	637.5	81.8
13/9/1993	JB&TH 94		7044.3	47.4		0.000	39.4	1335.5	100.2
9/11/1992	JB&TH 93		5484.6	140.7		0.575	29.9	73.0	17.8
9/10/1990	JB&TH 90		1407.3	66.1		0.000	63.2	370.2	8.4
17/7/1989	JB&TH 89		3020.2	88.6		8.349	0.0	80.9	13.5
21/7/1988	JB&TH 88		2248.6	61.9					
14/7/1988	JB&TH 88		1625.1	62.7		0.338	2.9	0.5	0.2
28/3/1987	JB&fl 87		3387.3	136.7		0.348	12.5	25.0	8.7
9/7/1986	JB&fl 87		2060.6	67.0		0.000	24.3	13.5	2.8
6/8/1985	JB&fl 85		2090.0	50.5		0.000	31.1	2.8	0.2
24/9/1984	HÁ&fl 84		1432.7	26.7		0.000	20.9	4.0	0.6
14/7/1984	HÁ&fl 84		2425.5	57.0		0.000	36.2	5.0	0.8
3/9/1979	HÁ&TH 80		4952.3	112.9		1.014	37.0	11.7	11.7

Námafjall

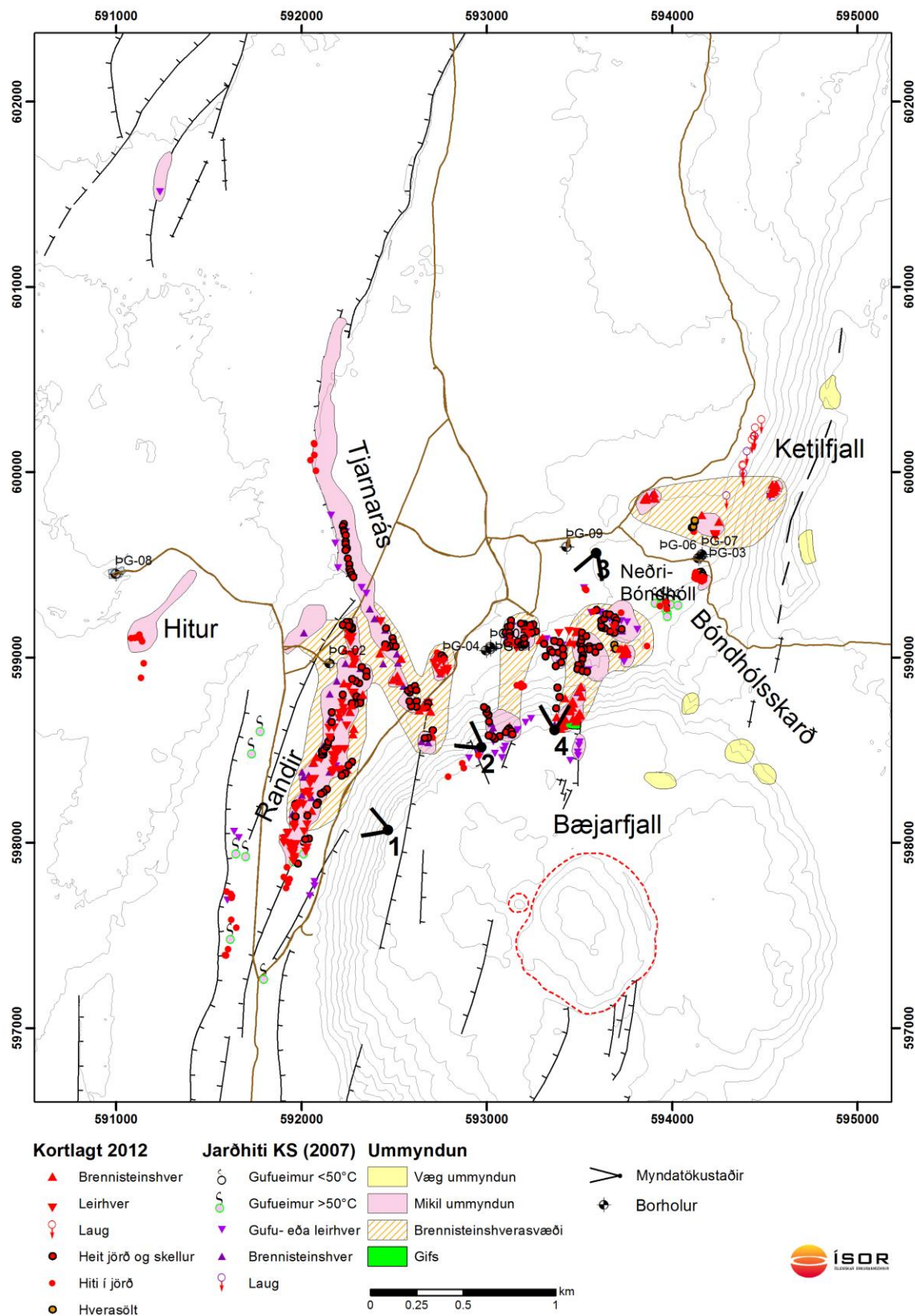
Tafla V-13. Efnasamsetning sýna frá Námafjalli (G-102 N og G-19) í mmol/kg

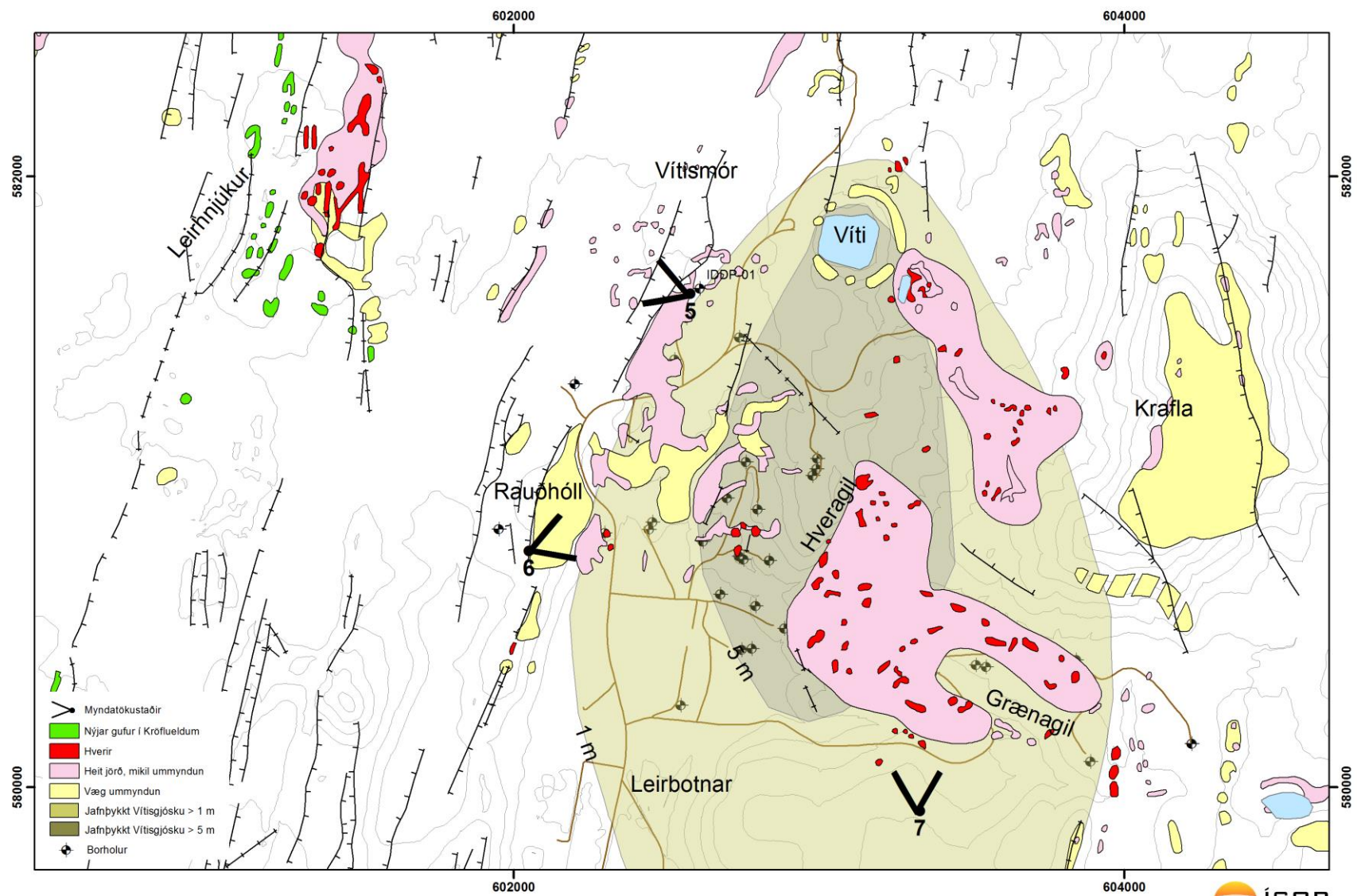
Tími	Heimild	Númer	CO ₂	H ₂ S	Ar	CH ₄	H ₂	N ₂	O ₂
14/8/2012		20120192	55	62	0.03	0.53	96.7	1.65	0.0
10/8/2010	JB&TH 11		207.8	145.4	0.492	121.564	88.4	39.9	6.6
2/6/2009	JB&TH 10		104.3	135.0	0.022	0.203	16.5	0.4	0.0
1/6/1996	SA&fl 96	96-3136	81.6	32.7	0.044	0.296	59.2	2.0	0.0
1/10/1995	SA&fl 95	95-3119	107.5	41.2	0.060	0.786	114.7	2.3	0.0

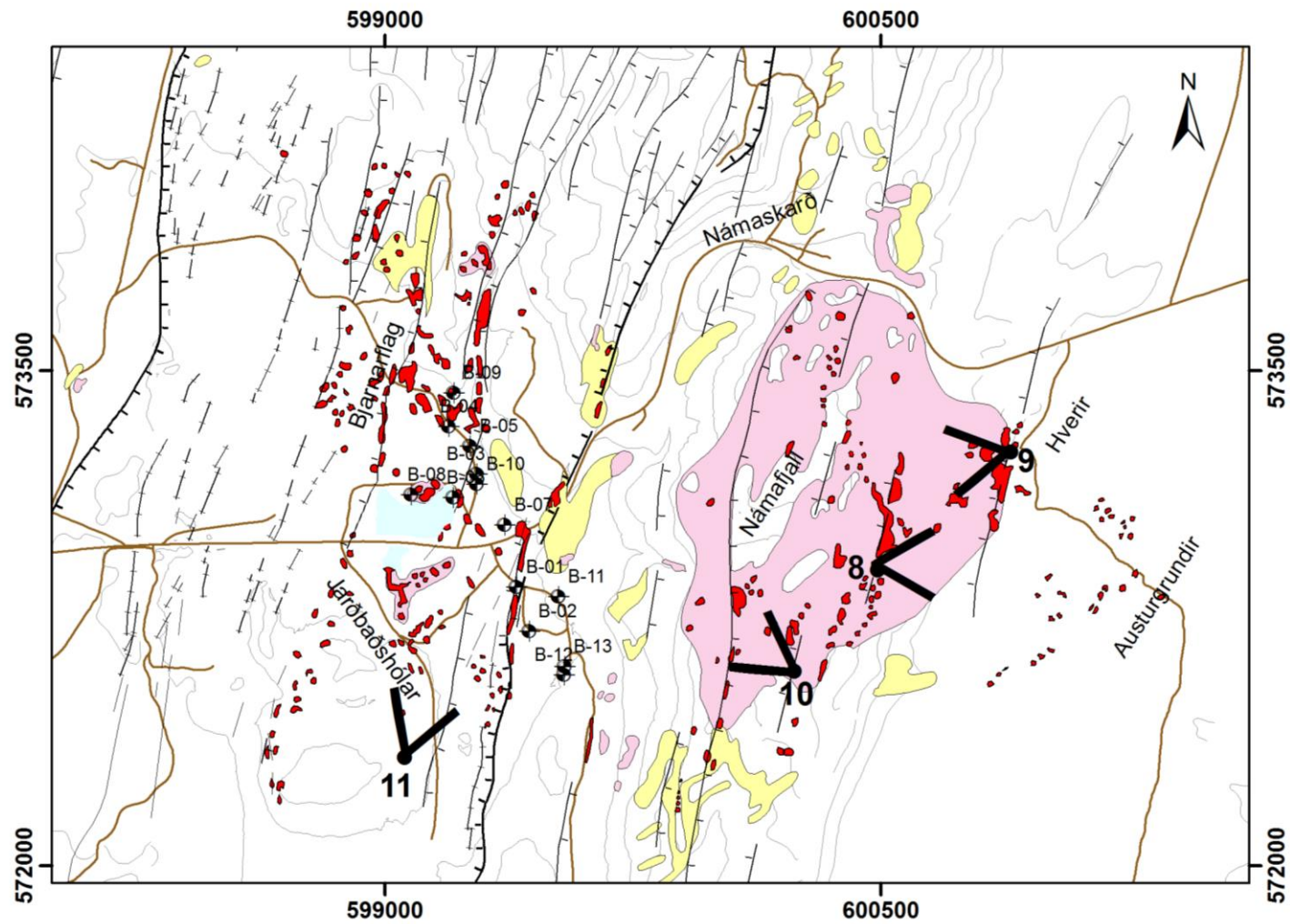
Tafla V-14. Efnasamsetning sýna Bjarnarflagi (G-103 N) í mmol/kg

Tími	Heimild	Númer	CO ₂	H ₂ S	Ar	CH ₄	H ₂	N ₂	O ₂
14/8/2012		20120193	18.1	11.3	0.050	1.046	2.97	2.48	0.00
1/6/1996	SA&fl 96	96-3145	67.1	25.1	0.039	1.053	25.4	1.6	0.00
1/10/1995	SA&fl 95	95-3109	59.1	19.1	0.095	2.289	18.5	5.2	0.16

Viðauki 4: Kort: Peistareykir - Krafla - Námafjall





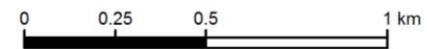


SKÝRINGAR:

- Væg ummyndun
- Mikil ummyndun
- Hverir

- Gígur
- Misgengi
- Gjá

- Myndatökustaðir
- Borholur





Landsvirkjun

Háaleitisbraut 68
103 Reykjavík
landsvirkjun.is

landsvirkjun@lv.is
Sími: 515 90 00

