



Peistareykir, Krafla og Bjarnarflag

Afköst borhola og efnainnihald vatns og gufu í borholum og
vinnslurás árið 2018

Lykilsíða



Skýrsla LV nr: LV-2019-026

Dags: Mars 2019

Fjöldi síðna: 81

Upplag: 5

Dreifing:

- Birt á vef LV
- Opin
- Takmörkuð til

Titill: Þeistareykir, Krafla og Bjarnarflag. Afköst borhola og efnainnihald vatns og gufu í borholum og vinnslurás árið 2018.

Höfundar/fyrirtæki: Trausti Hauksson

Verkefnisstjóri: Steinn Ágúst Steinsson

Unnið fyrir: Landsvirkjun

Samvinnuaðilar: Kemía, samningur 2396

Útdráttur: Skýrslan fjallar um árlegt eftirlit með borholum og vinnslurás orkuveranna á Þeistareykjum, Kröflu og Bjarnarflagi. Fjallað er um breytingar á afköstum borhola og á styrk efna í borholuvatni og gufu á milli ára. Teknar eru saman magntölur fyrir heildaruppteikt gufu og vatns sem og um losun á yfirborð, í borholur og til andrúmslofts. Birtar eru mælingar á efnastyrk frárennslisvatns og útblástursgufu.

Lykilorð: Þeistareykir, Krafla og Bjarnarflag 2018. Vinnslurás. Afköst borhola. Efnainnihald vatns og gufu. Frárennslí. Útblástur gastegunda. Dæling í holur.

ISBN nr:

Samþykki verkefnisstjóra
Landsvirkjunar

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "S. Á. Steinsson", written over a horizontal line.

Peistareykir, Krafla og Bjarnarflag.

Afköst borhola og efnainnihald vatns og gufu í borholum og
vinnslurás árið 2018.

EFNISYFIRLIT

1	INNGANGUR	5
2	ÞEISTAREYKIR	6
2.1	AFKASTAMÆLINGAR	7
2.1.1	<i>Afköst borhola</i>	7
2.1.2	<i>Massa og varmavinnsla</i>	10
2.2	EFNAMÆLINGAR	12
2.2.1	<i>Vatn og gufa úr borholum</i>	12
2.2.2	<i>Vinnslurás</i>	21
2.2.3	<i>Frárennsli</i>	22
3	KRAFLA	28
3.1	AFKASTAMÆLINGAR	30
3.1.1	<i>Afköst borhola</i>	30
3.1.2	<i>Massa og varmavinnsla</i>	36
3.2	EFNAMÆLINGAR	38
3.2.1	<i>Vatn og gufa úr borholum</i>	38
3.2.2	<i>Vinnslurás</i>	47
3.2.3	<i>Frárennsli</i>	47
4	BJARNARFLAG	55
4.1	AFKASTAMÆLINGAR	56
4.1.1	<i>Afköst borhola</i>	56
4.1.2	<i>Massa og varmavinnsla</i>	58
4.2	EFNAMÆLINGAR	60
4.2.1	<i>Vatn og gufa úr borholum</i>	60
4.2.2	<i>Vinnslurás</i>	64
4.2.3	<i>Frárennsli</i>	64
5	NIÐURSTÖÐUR	70
5.1	ÞEISTAREYKIR	70
5.2	KRAFLA.....	71
5.3	BJARNARFLAG	72
6	HEIMILDASKRÁ	73
VIÐAUKI 1	Þeistareykir, Krafla og Bjarnarflag. Massa- og varmavinnsla og losun koldíoxíðs (CO ₂) og brennisteinsvetnis (H ₂ S).....	74
VIÐAUKI 2	Meðhöndlun sýna og efnagreiningaaðferðir.....	78

TÖFLUSKRÁ

	bls
Tafla 1	Þeistareykjastöð, afköst tengdra borhola sumarið 2018.7
Tafla 2	Þeistareykjastöð, borholur. Styrkur aðalefna í vatni og gufu árið 2018 13
Tafla 3	Þeistareykjastöð, borholur. Þungmálmur í skiljuvatni árið 2018..... 14
Tafla 4	Þeistareykjastöð, borholur. Gas í gufu og gashlutföll árið 2018..... 14
Tafla 5	Þeistareykjastöð, borholur. Reiknaður berghiti árið 2018 14
Tafla 6	Þeistareykjastöð, efnagreining gufu, sýnataka 2018-08-14 22
Tafla 7	Þeistareykjastöð, efnagreining gass, sýnataka 2018-08-14..... 22
Tafla 8	Efnasamsetning vatns í Þeistareykjastöð 2018 23
Tafla 9	Þeistareykjastöð. Hitaveituhola ÞR-14. 23
Tafla 10	Næringarefni og þungmálmur í vatni frá Þeistareykjastöð 2018 24
Tafla 11	Umhverfismörk fyrir málma í yfirborðsvatni til verndar lífríki..... 24
Tafla 12	Kröflustöð, afköst tengdra borhola sumarið 2018 31
Tafla 13	Kröflustöð. Styrkur efna í vatni og gufu borhola árið 2018 39
Tafla 14	Styrkur þungmálma í borholusýnum í Kröflu 2018..... 40
Tafla 15	Kröflustöð, borholur. Gas í gufu og gashlutföll árið 2018. 40
Tafla 16	Kröflustöð, borholur. Reiknaður berghiti árið 2018. 41
Tafla 17	Kröflustöð, efnagreining gufu inn í stöð, sýnataka 2018-05-22 48
Tafla 18	Kröflustöð, efnagreining gass, sýnataka 2018-05-22 48
Tafla 19	Kröflustöð. Kælivatnssýni árið 2018. 49
Tafla 20	Kröflustöð. Frárennslissýni árið 2018..... 49
Tafla 21	Næringarefni og þungmálmur í vatni frá Kröflustöð 2018. 50
Tafla 22	Bjarnarflag. Afköst borhola 2018. 56
Tafla 23	Bjarnarflag, borholur. Gas í gufu 2018. 60
Tafla 24	Bjarnarflag, borholur . Berghiti 2018. 60
Tafla 25	Bjarnarflag. Styrkur efna í vatni og gufu úr borholum árið 2018..... 61
Tafla 26	Bjarnarflag, borholur. Þungmálmur í skiljuvatni árið 2018..... 61
Tafla 27	Bjarnarflag. Frárennslissýni 2018..... 65
Tafla 28	Næringarefni og þungmálmur í vatni frá Bjarnarflagi 2018 65

MYNDASKRÁ

	bls
Mynd 1	Þeistareykjastöð. Gufuborholur 2018 (Orkustofnun-borholuskrá). 6
Mynd 2	Þeistareykir. Gufurennslí úr holum á A-teigi..... 8
Mynd 3	Þeistareykir. Vatnsrennslí úr borholum á A-teigi. 8
Mynd 4	Þeistareykir. Gufurennslí úr holum á C-teigi 9
Mynd 5	Þeistareykir. Vatnsrennslí úr holum á C-teigi..... 9
Mynd 6	Vinnsla úr borholum á Þeistareykjum..... 11
Mynd 7	Borholur á A-teigi. CO ₂ í gufu á móti tíma. 15
Mynd 8	Borholur á A-teigi. H ₂ S í gufu á móti tíma..... 15
Mynd 9	Borholur á A-teigi. SiO ₂ í vatni á móti tíma. 16
Mynd 10	Borholur á A-teigi. Al í vatni á móti tíma..... 16
Mynd 11	Borholur á A-teigi. Cl í vatni á móti tíma..... 17
Mynd 12	Borholur á A-teigi. SO ₄ í vatni á móti tíma. 17
Mynd 13	Borholur á C-teigi. CO ₂ í gufu á móti tíma..... 18

Mynd 14	Borholur á C-teigi. H ₂ S í gufu á móti tíma.	18
Mynd 15	Borholur á C-teigi. SiO ₂ í vatni á móti tíma.	19
Mynd 16	Borholur á C-teigi. Al í vatni á móti tíma.	19
Mynd 17	Borholur á C-teigi. Cl í vatni á móti tíma.	20
Mynd 18	Borholur á C-teigi. SO ₄ í vatni á móti tíma.	20
Mynd 19	Þeistareykjastöð, flæði í ágúst 2018.	21
Mynd 20	Meðburður (Na) í gufu inná vélar.	25
Mynd 21	Rafleiðni í vatni í kæliturnum.	25
Mynd 22	Þeistareykjastöð. Árleg vinnsla og losun CO ₂	26
Mynd 23	Þeistareykjastöð. Árleg losun H ₂ S.	27
Mynd 24	Tengdar borholur í Kröflu árið 2018 (Orkustofnun-borholuskrá).	29
Mynd 25	Leirbotnar, gufurennslí úr grunnum holum.	32
Mynd 26	Leirbotnar, vatnsrennslí úr grunnum holum.	32
Mynd 27	Leirbotnar, gufurennslí úr djúpum holum.	33
Mynd 28	Leirbotnar, vatnsrennslí úr djúpum holum.	33
Mynd 29	Suðurhlíðar, gufurennslí úr holum.	34
Mynd 30	Suðurhlíðar, vatnsrennslí úr holum.	34
Mynd 31	Vesturhlíðar, gufurennslí úr holum.	35
Mynd 32	Vesturhlíðar, vatnsrennslí úr holum.	35
Mynd 33	Kröflusvæði. Árleg gufuvinnsla og frárennslí.	37
Mynd 34	Leirbotnar, grunnar holur, SiO ₂ í vatni á móti tíma.	42
Mynd 35	Leirbotnar, djúpar holur, CO ₂ í gufu á móti tíma.	42
Mynd 36	Leirbotnar, djúpar holur, H ₂ S í gufu á móti tíma.	43
Mynd 37	Leirbotnar, djúpar holur, SO ₄ í vatni á móti tíma.	43
Mynd 38	Suðurhlíðar, CO ₂ í gufu á móti tíma.	44
Mynd 39	Suðurhlíðar, SO ₄ í vatni á móti tíma.	44
Mynd 40	Vesturhlíðar Kröflu, CO ₂ í gufu á móti tíma.	45
Mynd 41	Vesturhlíðar Kröflu, H ₂ S í gufu á móti tíma.	45
Mynd 42	Vesturhlíðar Kröflu, SO ₄ í vatni á móti tíma.	46
Mynd 43	Flæðirit fyrir Kröflustöð í maí 2018.	47
Mynd 44	Kröflustöð. Gas í H ₂ -gufu árið 2018.	51
Mynd 45	Kröflustöð. Sýrustig kælivatns árið 2018.	51
Mynd 46	Kröflusvæði. Árleg losun koldíoxíðs (CO ₂).	52
Mynd 47	Kröflusvæði. Árleg losun brennisteinsvetnis (H ₂ S).	53
Mynd 48	Kísilmettun í niðurdælingarvatni.	54
Mynd 49	Tengdar holur í Bjarnarflagi 2018 (Orkustofnun-borholuskrá).	55
Mynd 50	Bjarnarflag, gufurennslí úr holum.	57
Mynd 51	Bjarnarflag, vatnsrennslí úr holum.	57
Mynd 52	Bjarnarflag. Árleg gufuvinnsla og frárennslí.	59
Mynd 53	Bjarnarflag, vermi á móti tíma.	62
Mynd 54	Bjarnarflag, CO ₂ í gufu á móti tíma.	62
Mynd 55	Bjarnarflag, H ₂ S í gufu á móti tíma.	63
Mynd 56	Bjarnarflag, Cl í vatni á móti tíma.	63
Mynd 57	Flæðirit fyrir Bjarnarflagsstöð maí 2018.	64
Mynd 58	Bjarnarflag. Árleg losun koldíoxíðs (CO ₂).	66
Mynd 59	Bjarnarflag. Árleg losun brennisteinsvetnis (H ₂ S).	67
Mynd 60	Kísilmettun jarðbaðsvatni.	69

1 INNGANGUR

Í maí, júní og ágúst 2018 voru tekin vatns- og gufusýni úr samtals 10 gufuholum á Þeistareykjum, 19 holum í Kröflu og 1 holu í Bjarnarflagi til árlegs eftirlits. Að auki voru tekin sýni úr vinnslurásum Þeistareykjastöðvar og Kröflustöðvar þ.e. gufu inn á vélar, gasútblæstri, kælivatni og einnig úr frárennsli og niðurdælingarvatni. Í Bjarnarflagi voru tekin sýni úr Bjarnarflagsslóni og skiljuvatni sem fer í Jarðböðin. Borholurnar voru afkastamældar samhliða sýnatöku með þynningaraðferð og mælingu á þrýstifalli yfir blendu.

Trausti Hauksson hjá Kemíu sá um sýnatökur og efnagreiningar rokgjarnra efna og gassýna á rannsóknastofu Kröflustöðvar. Ásgerður K. Sigurðardóttir hjá Landsvirkjun tók þátt í sýnatökum á Þeistareykjum og safnaði þar sýnum úr borholum fyrir Marion Saby til sérstakra rannsókna. Vaktmenn á Þeistareykjum þeir Elvar Magnússon, Ottó Berg Magnússon og Ágúst Hermannsson aðstoðuðu við sýnatökur á Þeistareykjum. Vilhjálmur Arnarsson sumarstarfsmaður og Ómar M.H. Zarióh vaktmaður í Kröflu aðstoðuðu við sýnatökur í Kröflu og Bjarnarflagi. Helgi A. Alfreðsson og Júlía Björke hjá Geochemý sáu um afkastamælingar borhola og efnagreiningar á anjónum og katjónum með jónaskilju og á kísli með litrófmæli á rannsóknastofu Kröflustöðvar. Þungmálmar vor greindir hjá ALS Global í Svíþjóð. Lýsing á meðhöndlun sýna og efnagreiningaaðferðum er birt í viðauka 2.

Afköstin voru ákvörðuð með mælingu á mismunaprýstingi yfir tvífasa blendu, samhliða vatnsákvörðun með þynningaraðferð. Vatnsákvörðun með þynningaraðferð byggist á því að litarefni er dælt inn í rennislípu með jöfnu rennsli og styrkur þess í sýni af vatninu ákvarðaður. Vermir og rennsli er síðan reiknað út frá þessum tveimur mælingum. Aðferðinni er lýst í skýrslu um innleiðingu hennar (Trausti Hauksson 2011). Þar sem ekki var blenda í lögninni var eingöngu vatnsrennsli mælt með þynningaraðferð og vermið reiknað út frá kísilhita.

Niðurstöður mælinga voru skráðar á tölvutækt form, og var forritið ViewData (útgáfa V1.65) notuð til úrvinnslu gagna við gerð skýrslunnar (Kemía 2010). Allar mæliniðurstöður eru aðgengilegar í ViewData.

Verkið var unnið samkvæmt samningi 2396 um ráðgjafarþjónustu. Verkefnisstjóri var Steinn Ágúst Steinsson.

2 ÞEISTAREYKIR

Boraðar hafa verið 17 gufuborholur á Þeistareykjum og hafa prófanir á þeim staðið yfir síðan 2002. 12 holur eru nú tengdar Þeistareykjastöð. Orkuframleiðlan hófst með ræsingu vélarsamstæðu eitt í október 2017 og vélarsamstæðu tvö í mars 2018.

10 holur voru tengdar og blásandi þegar holurnar voru aflmældar og sýni tekin til árlegs eftirlits í ágúst 2018. Staðsetning borholanna er sýnd á eftirfarandi loftmynd. Tvær safnæðar liggja að skiljustöðinni. Önnur frá A-teigi þar sem holur ÞG-01, ÞG-04, ÞG-05, ÞG-13 og ÞG-17 voru tengdar og blásandi. Hin frá C-teigi þar sem holur ÞG-03, ÞG-06, ÞG-07, ÞG-12 og ÞG-16 voru tengdar og blásandi.



Mynd 1 Þeistareykjastöð. Gufuborholur 2018 (Orkustofnun-borholuskrá).

2.1 AFKASTAMÆLINGAR

2.1.1 Afköst borhola

Afkastamælingarnar voru skráðar í gagnagrunn ViewData sem reiknar vermi og heildarrennsli sem og háþrýstigufu og skiljuvatnvið veitubrýsting 8,5 barg. Forritið reiknar einnig rafafli, sem framleiða má úr gufunni, miðað við uppgefna nýtni hverflanna í þeistareykjastöð (81 %). Í töflu 1 eru birtar reiknaðar stærðir fyrir mælingar úr hverri holu.

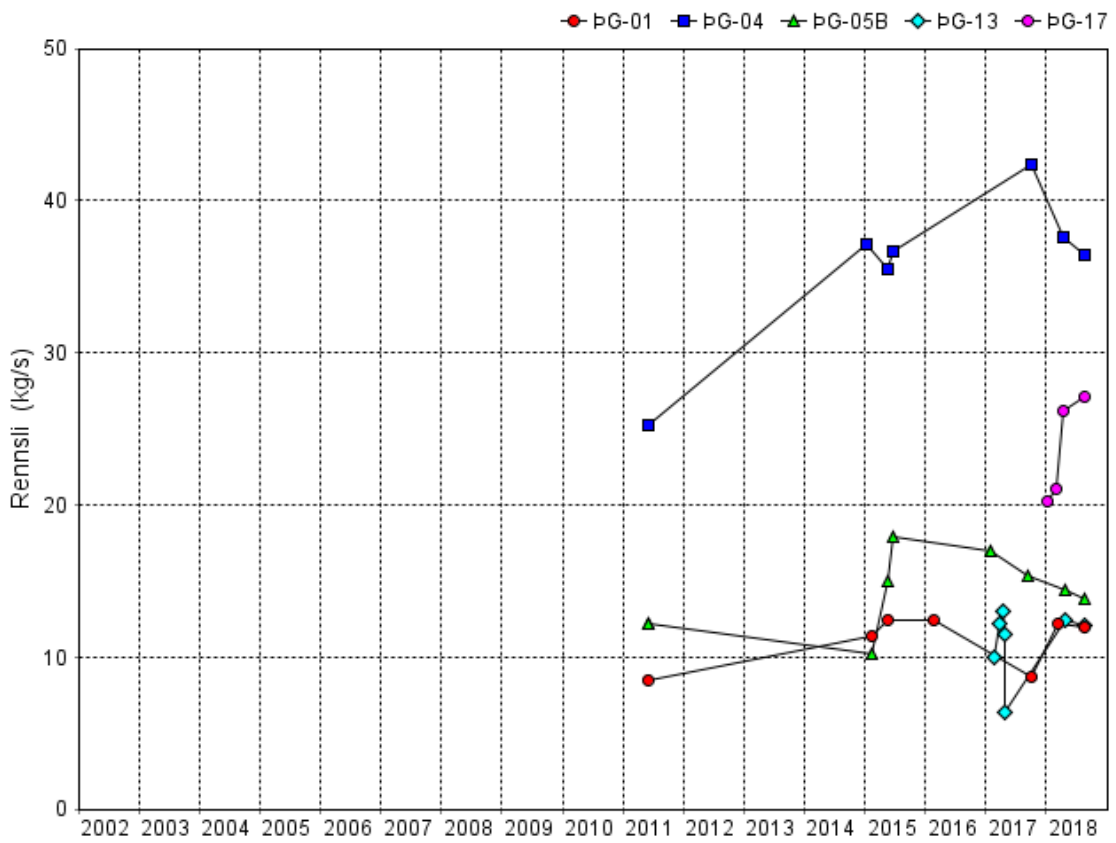
10 holur voru tengdar þeistareykjastöð og framleiddu þær 152,9 kg/s af háþrýstigufu þegar þær voru mældar í byrjun september, sem reikningslega nægir til framleiðslu á 88 MW af rafmagni. Hluti gufunnar fer í gastæmingu eða 1,2 kg/s. Vélarnar framleiddu 86 MW þann 29. ágúst.

Tafla 1 Þeistareykjastöð, afköst tengdra borhola sumarið 2018.

Nafn		Tími	Heildar Vermi kJ/kg	Heildar Rennsli kg/s	Heildar Varmaafli MW	HP-Skilja Gufa ¹⁾ kg/s	Frárennsli Vatn ¹⁾ kg/s	Hverfill Rafafli MW
ÞG-01	A	2018-09-06	1867	21,7	36,7	11,9	9,7	6,9
ÞG-03	C	2018-09-09	2553	14,5	34,4	12,9	1,6	7,4
ÞG-04	A	2018-09-06	2699	37,9	95,6	36,5	1,4	21,0
ÞG-05B	A	2018-09-06	1181	74,4	74,9	15,8	58,6	9,1
ÞG-06	C	2018-09-09	2639	14,9	36,6	13,9	0,9	8,0
ÞG-07	C	2018-09-09	2543	9,3	22,1	8,3	1,1	4,8
ÞG-12	C	2018-09-06	2748	9,2	23,8	9,1	0,1	5,2
ÞG-13	A	2018-09-05	2269	16,1	33,7	12,1	4,0	6,9
ÞG-16	C	2018-09-06	1980	8,7	15,7	5,3	3,4	3,0
ÞG-17	A	2018-09-05	2442	32,4	73,4	27,1	5,3	15,6
Allar			2044	239,1	446,9	152,9	86,1	87,9
A-teigur			1898	182,5	314,3	103,4	79,0	59,5
C-teigur			2518	56,6	132,6	49,5	7,1	28,4

¹⁾Við skiljuþrýsting 8,5 barg

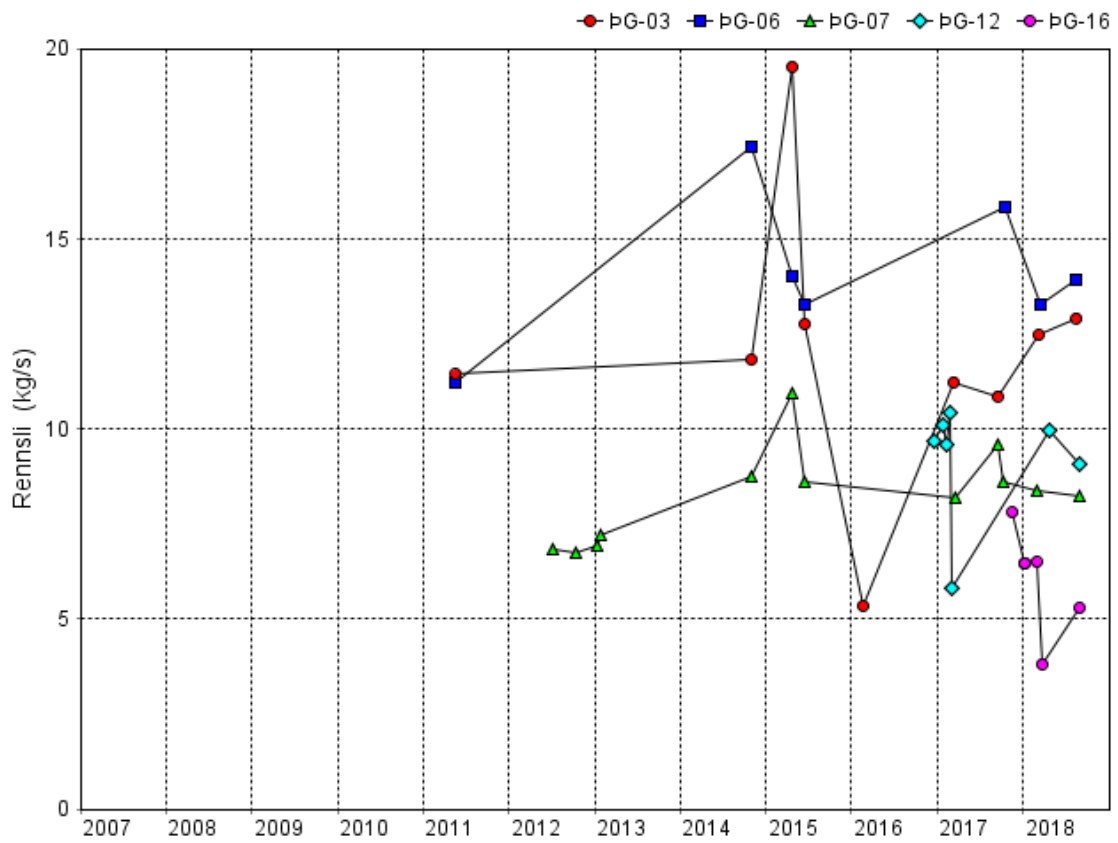
Holurnar eru á borteigum A og C. Holurnar á A-teigi eru afkastameiri og framleiddu 103,4 kg/s af gufu á meðan holurnar á C-teigi framleiddu 49,5 kg/s. Vatnsrennsli frá A-teigi er einnig meira eða 79,0 kg/s á móti 7,1 kg/s frá C-teigi. Þróun afkasta borhola á A-teigi er sýnd á myndum 2 og 3. Hóla ÞG-04 er afkastamest og bætti við sig frá upphleypingu en hefur aðeins gefið eftir síðan virkjunin var gangsett haustið 2017. Hóla ÞG-5B hefur einnig gefið nokkuð eftir síðan 2016 en þá var hún tengd og notuð til útskolunar gufuveitunnar. Vatnsrennsli úr holunni hefur aðeins aukist á sama tíma og hólarn því kólnandi. Hóla ÞG-17 hefur bætt verulega við sig frá því henni var hleypt upp í byrjun árs 2018. Holur ÞG-03 og ÞG-06 eru afkastamestar á C-teigi en nýju holurnar ÞG-12 og ÞG-16 eru afkastaminni og afköst ÞG-16 minnkandi (Myndir 4 og 5).



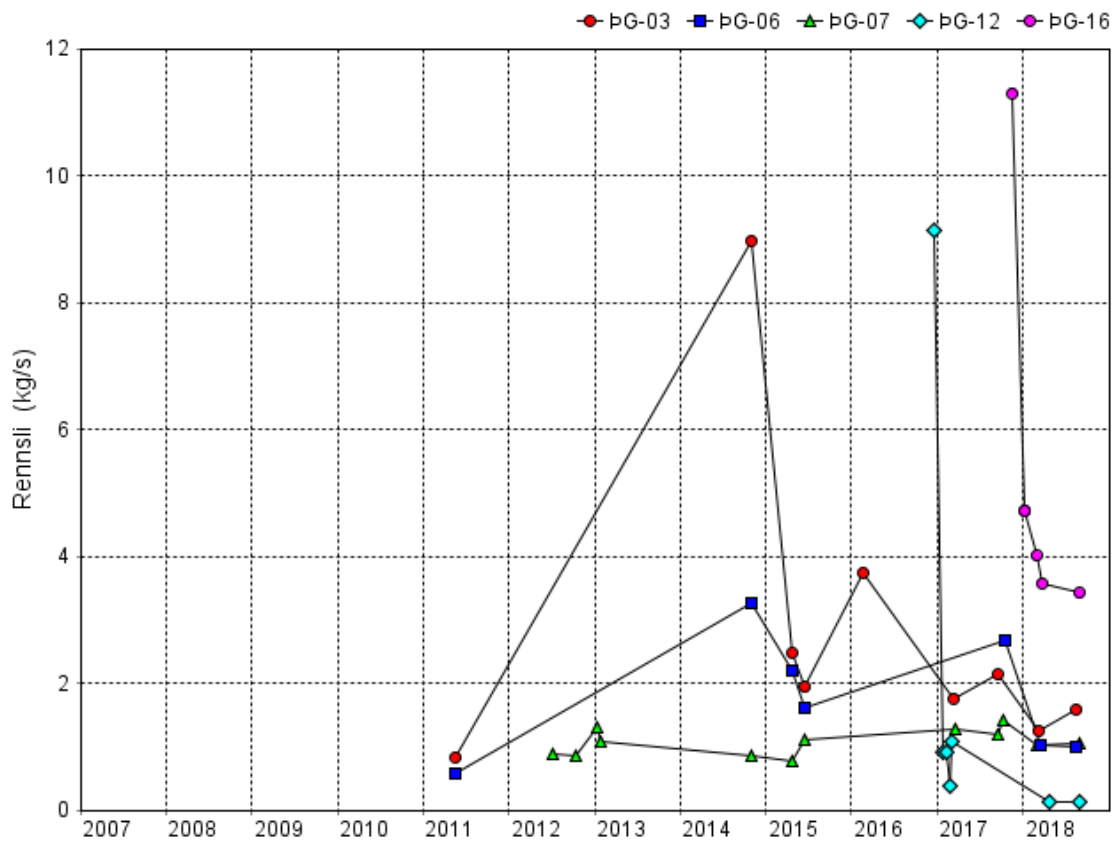
Mynd 2 Þeistareykir. Gufurennslí úr holum á A-teigi



Mynd 3 Þeistareykir. Vatnsrennslí úr borholum á A-teigi.



Mynd 4 Þeistareykir. Gufurennslí úr holum á C-teigi



Mynd 5 Þeistareykir. Vatnsrennslí úr holum á C-teigi

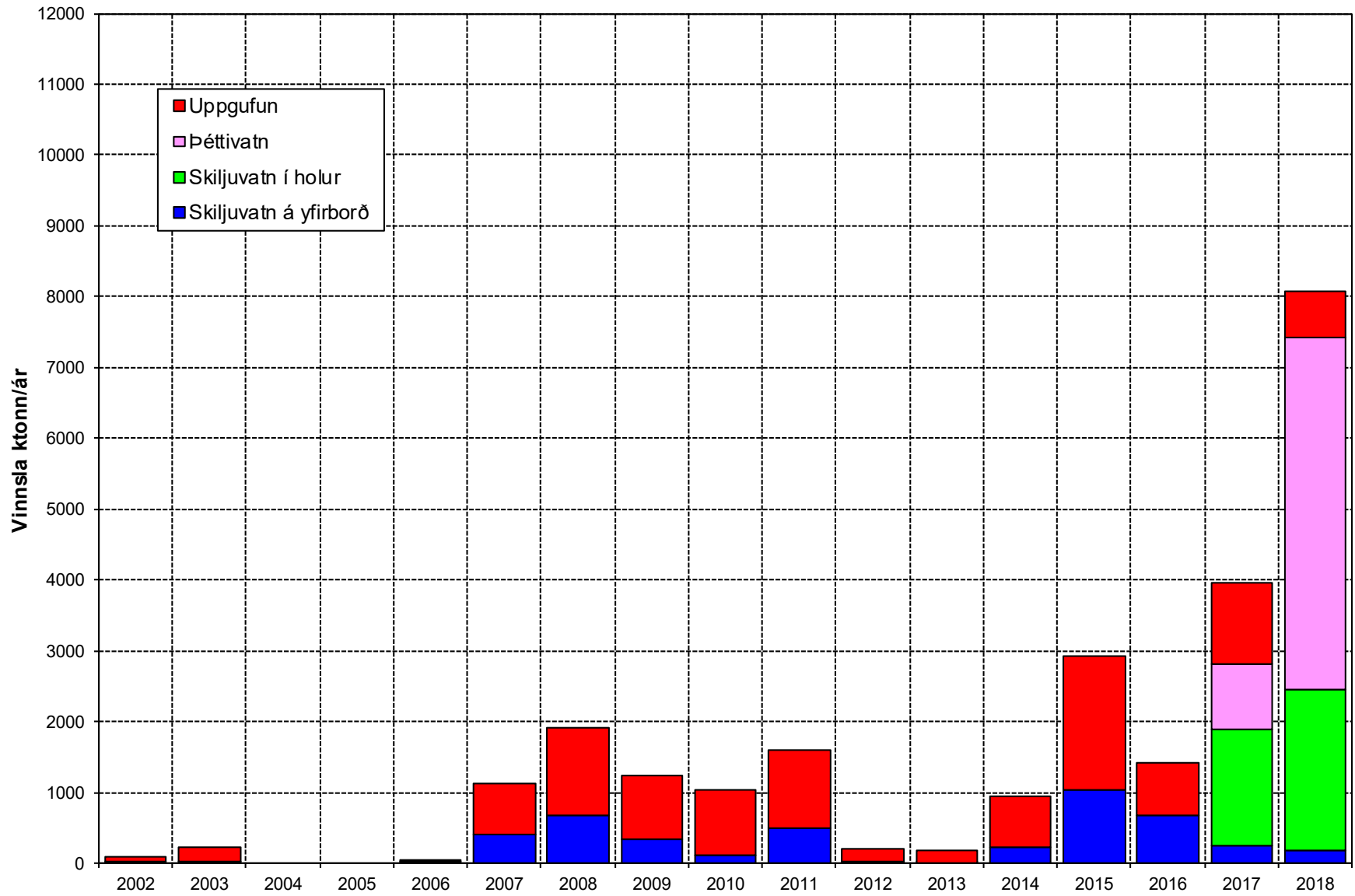
2.1.2 Massa og varmavinnsla

Árleg massa- og varmavinnsla á Þeistareykjum var reiknuð og eru niðurstöður birtar í Viðauka 1 en þar kemur einnig fram hversu miklu var dælt í holur.

Tekin voru samtals um 8.069 þúsund tonn af vatn og gufu úr jarðhitageyminum á árinu 2018. Þar af var gufa til raforkuframleiðslu 4.971 þúsund tonn. Upptekt vegna prófunar á holum var 2.123 þúsund tonn.

Dælt var samtals 2.270 þúsund tonnum af skiljuvatni í holur en 184 tonn voru losuð á yfirborð vegna prófunar á holum. Mynd 6 sýnir magn gufu og vatns sem upp var tekið og skiptingu milli frárennslis á yfirborð og dælingar í holur.

Öll gufan þéttist í kælikerfi stöðvarinnar og er henni að mestum hluta dælt niður með skiljuvatni en hluti notaður til áfyllingar á kælikerfi. Uppgufun á mynd 6 er frá holum sem voru í prófun.



Mynd 6 Vinnsla úr borholum á Þeistareykjum.

2.2 EFNAMÆLINGAR

2.2.1 Vatn og gufa úr borholum

Niðurstöður efnagreininga á vatni og gufu úr borholum á Þeistareykjum, sem safnað var í eftirliti 2018, eru varðveittar í gagnagrunni ViewData.

Reiknaður efnastyrkur í gufu og vatni við skiljuþrýsting 8,5 barg er sýndur í töflu 2. Í töflunni kemur fram styrkur allra helstu efna sem og rennsli gufu og vatns í hverri holu. Styrkur þungmálma í skiljuvatni frá holunum er sýndur í töflu 3.

Í töflu 4 er tekið saman yfirlit um gasstyrk í gufu úr holunum ásamt gassamsetningu og hversu mikið gas streymir úr hverri holu. Meðaltal gass í gufu inn á hverfil reiknast um 0,23 % og gasstreymi inn í stöðina reiknast 0,35 kg/s.

Í töflu 5 er sýndur reiknaður hiti í holunum miðað við efnajafnvægi í berginu. Hæstur kísilhiti reiknast í holu ÞG-07 en í öðrum hávermisholum á C-teigi er ekki hægt að reikna hitann því kísilstyrkurinn er meiri en svo að hann geti verið efnajafnvægi við kvars.

Á myndum 7 til 18 eru dregnir upp ferlar fyrir gas í gufu og styrk uppleystra efna í skiljuvatni fyrir holur á A-teigi annars vegar og C-teigi hinsvegar.

Tafla 2 Þeistareykjastöð, borholur. Styrkur aðalefna í vatni og gufu árið 2018

Staður	T	Tími	Skilja	Gufa							Vatn														
			Vermi	Rennsli	CO ₂	H ₂ S	H ₂	N ₂	CH ₄	Ar	Rennsli	pH	CO ₂	H ₂ S	SiO ₂	Na	K	Ca	Mg	Fe	Al	F	Cl	SO ₄	B
			kJ/kg	kg/s	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	kg/s		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
ÞG-01	A	2018-08-15	1867	11,96	1047	310	13	5,2	0,08		9,74	9,02	13,0	15,6	769	112,4	23,3	0,25	0,027	0,009	1,809	0,81	105,8	11,6	1,18
ÞG-03	C	2018-08-16	2553	12,91	1047	581	26,7	6,5	0,22		1,59	9,09	16,4	36,9	1172	145,4	31,1	0,26	0,006	0,008	3,177	1,77	89,1	11,3	4,43
ÞG-04	A	2018-08-15	2699	36,49	404	781	44,3	11,2	0,4		1,41	8,59	2,7	20,5	687	60,9	13,4	0,06	0,018	0,024	2,359	2,2	61	1,3	8,56
ÞG-05B	A	2018-08-15	1181	15,76	1698	275	2,1	15,5	0,47	1,39	58,64	9,34	39,6	26,1	627	129,6	22,8	0,46	0,011	0,008	1,9	1,35	61,4	33,5	0,73
ÞG-06	C	2018-08-16	2639	13,90	989	891	26,7	10,2	0,13		1,00	8,62	6,6	23,5	1312	146,1	32,6	0,25	0,007	0,006	1,511	1,83	198	3,4	5,71
ÞG-07	C	2018-08-28	2543	8,24	5482	1123	31,6	38,7	2,71	1,58	1,06	8,87	61,1	50,4	932	106,1	21,5	0,29	0,006	0,004	1,868	1,09	21,5	11,2	3,85
ÞG-12	C	2018-08-28	2748	9,08	283	287	28,6	6,3	0,16		0,12	9,50	11,7	48,2	1742	344,2	36	0,44	0,008	0,018	1,465	4,96	135,8	11,1	19,69
ÞG-13	A	2018-08-16	2269	12,08	4046	765	31,9	17,8	0,88	1,26	4,02	9,00	54,2	41,5	867	125,2	25,4	0,1	0,008	0,003	2,006	1,26	71,5	2,8	1,87
ÞG-16	C	2018-08-28	1980	5,28	2257	696	23,1	76,5	0,73	2,4	3,42	8,76	18,6	22,9	1066	85,2	20,8	0,38	0,005	0,002	3,028	2,46	53,7	9,9	0,4
ÞG-17	A	2018-08-16	2442	27,07	2064	675	18,7	10,9	0,19		5,33	8,74	16,6	21,7	926	89,7	19,9	0,12	0,006	0,005	2,343	1,11	85,2	2,8	2,35
		Samtals	2044	152,8	1608	651	26,5	14,6	0,46	1,52	86,3	8,95	33,8	25,6	714	122,6	22,8	0,38	0,008	0,008	1,842	1,34	69,7	25,2	1,18
		A-teigur	1898	103,4	1536	620	26,1	11,8	0,37	1,33	79,1	8,94	34,8	25,2	678	123,3	22,6	0,39	0,008	0,008	1,768	1,28	69	26,6	1,03
		C-teigur	2518	49,4	1759	717	27,5	20,3	0,65	1,9	7,2	8,97	22,6	30,6	1115	114,3	25,1	0,32	0,006	0,005	2,653	2,06	78,2	9,5	2,86

Reiknað við skiljuþrýsting 8,5 barg

Tafla 3 Þeistareykjastöð, borholur. Þungmálmur í skiljuvatni árið 2018

Staður	Teigur	Tími	P	Ni	Cu	Zn	As	Cd	Hg	Pb
			mg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
ÞG-01	A	2018-08-15	0,005	0,226	1,94	2,4	9,23	0,01	<0,002	0,018
ÞG-03	C	2018-08-16	<0,001	<0,05	0,566	1,19	29,6	0,006	<0,002	<0,01
ÞG-04	A	2018-08-15	0,002	0,119	0,776	1,41	130	0,008	<0,002	0,011
ÞG-05B	A	2018-08-15	<0,001	<0,05	<0,1	2,62	0,406	<0,002	<0,002	<0,01
ÞG-06	C	2018-08-16	0,002	0,052	0,837	1,34	44,9	0,007	<0,002	<0,01
ÞG-07	C	2018-08-28	0,001	0,063	0,44	1,4	26,8	<0,002	<0,002	<0,01
ÞG-12	C	2018-08-28	0,029	0,061	1,95	1,24	230	<0,002	<0,002	<0,01
ÞG-13	A	2018-08-16	0,002	<0,05	0,746	0,829	4,69	0,002	<0,002	<0,01
ÞG-16	C	2018-08-28	0,002	0,055	0,482	6,53	2,24	0,004	<0,002	<0,01
ÞG-17	A	2018-08-16	0,003	<0,05	0,654	1,08	8,96	0,003	<0,002	<0,01

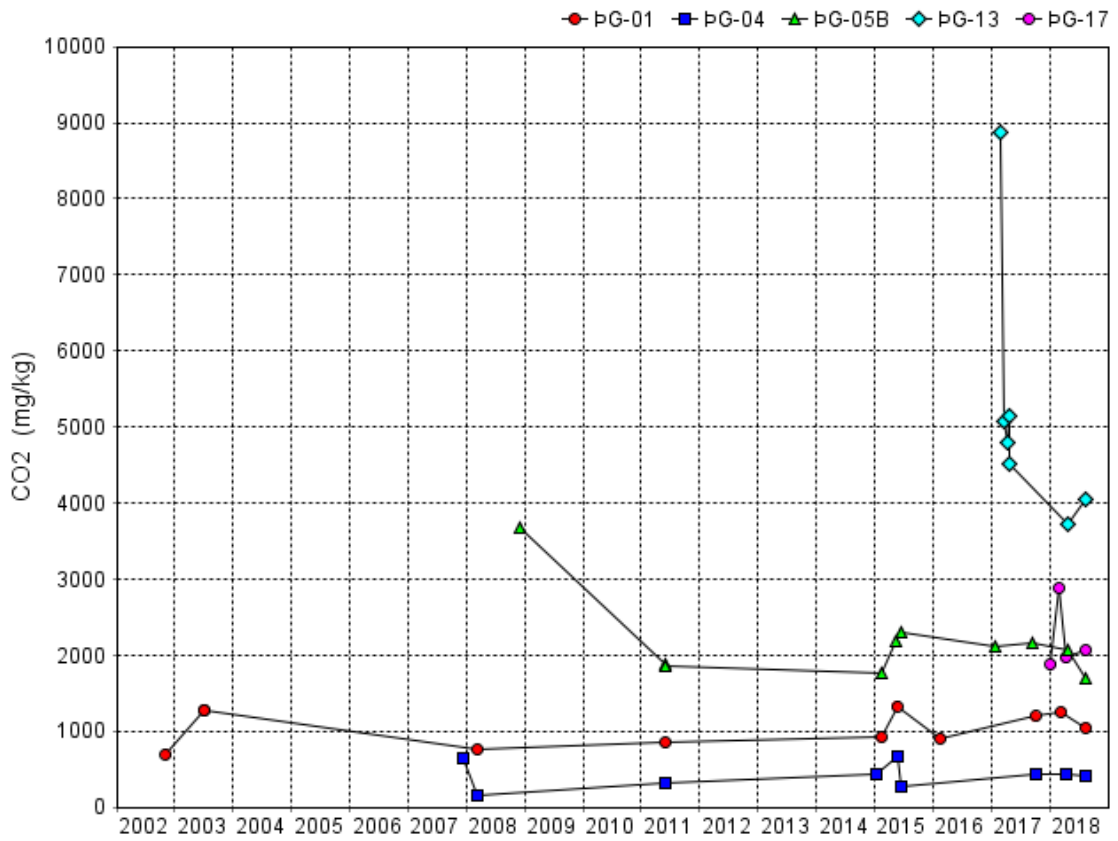
Tafla 4 Þeistareykjastöð, borholur. Gas í gufu og gashlutföll árið 2018

Staður	Teigur	Tími	Gufa		Gas							
			Rennsli	í gufu	rennsli	hlutfall	CO ₂	H ₂ S	H ₂	N ₂	CH ₄	Ar
			kg/s	w%	kg/s	l/kg	vol%	vol%	vol%	vol%	vol%	vol%
ÞG-01	A	2018-08-15	12,0	0,14	0,02	0,97	60,20	22,99	16,33	0,47	0,01	
ÞG-03	C	2018-08-16	12,9	0,17	0,02	1,33	43,81	31,39	24,34	0,42	0,02	
ÞG-04	A	2018-08-15	36,5	0,12	0,05	1,33	16,84	42,03	40,35	0,73	0,05	
ÞG-05B	A	2018-08-15	15,8	0,20	0,03	1,18	79,85	16,71	2,17	1,14	0,06	0,07
ÞG-06	C	2018-08-16	13,9	0,19	0,03	1,52	36,13	42,01	21,26	0,59	0,01	
ÞG-07	C	2018-08-28	8,2	0,67	0,06	4,28	71,27	18,86	8,96	0,79	0,10	0,02
ÞG-12	C	2018-08-28	9,1	0,06	0,01	0,72	21,99	28,79	48,42	0,76	0,03	
ÞG-13	A	2018-08-16	12,1	0,49	0,06	3,20	70,21	17,15	12,09	0,48	0,04	0,02
ÞG-16	C	2018-08-28	5,3	0,31	0,02	2,10	59,62	23,75	13,33	3,17	0,05	0,07
ÞG-17	A	2018-08-16	27,1	0,28	0,07	1,87	61,39	25,93	12,16	0,51	0,02	
		Samtölur	152,8	0,23	0,35	2,24	56,58	25,97	16,64	0,76	0,04	0,04

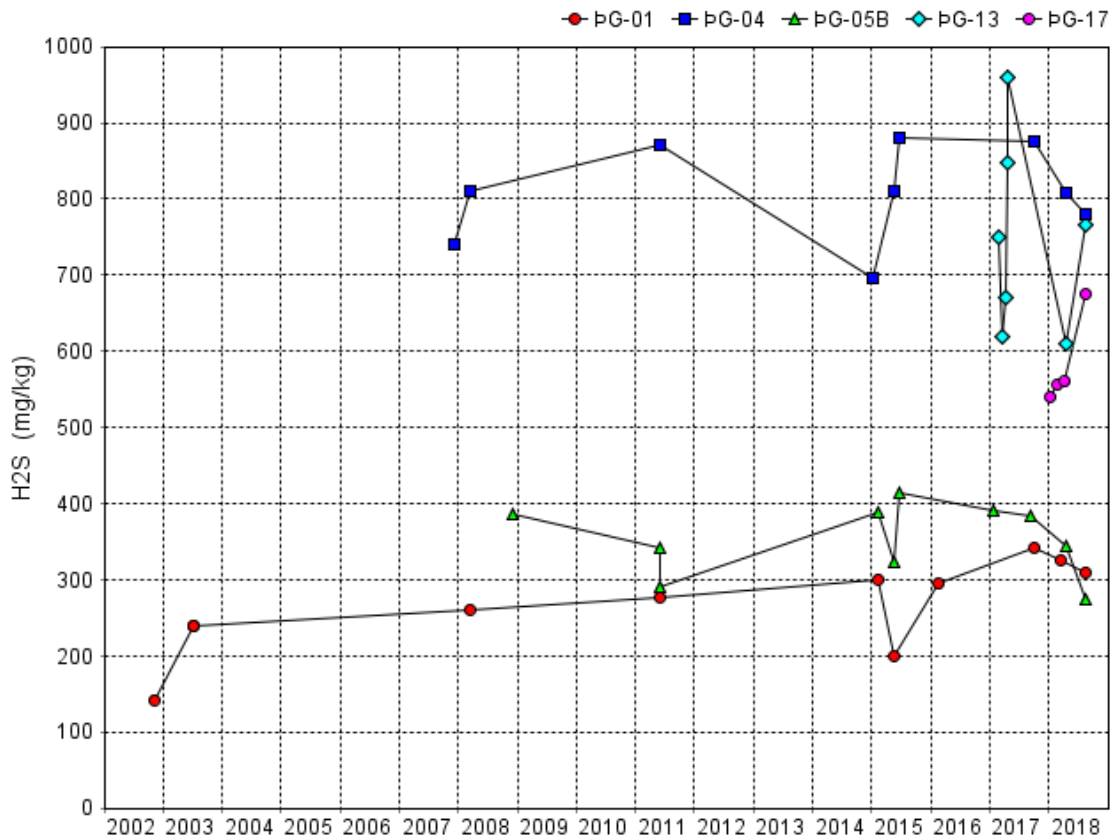
Reiknað við skiljuþrýsting 8,5 barg

Tafla 5 Þeistareykjastöð, borholur. Reiknaður berghiti árið 2018

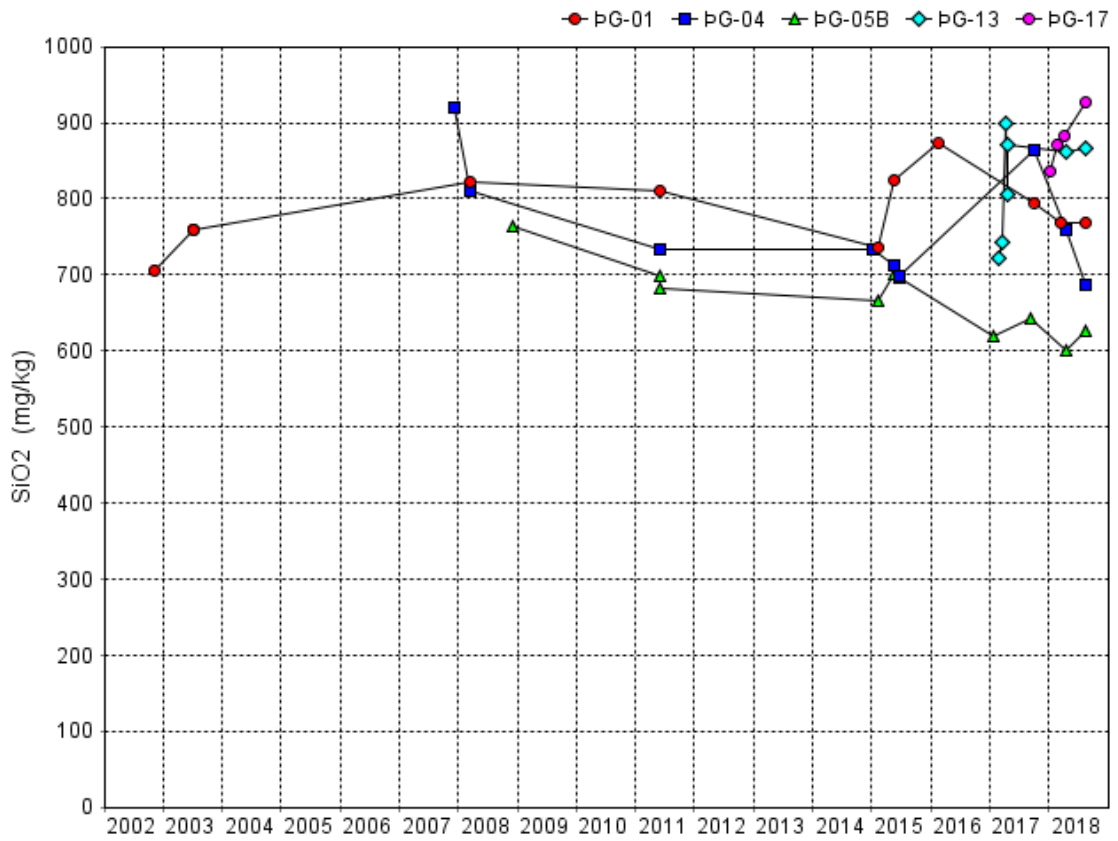
Nafn	T	Tími	Vermi	tSiO ₂ q	tNa/K	tCO ₂	tH ₂ /H ₂ S
			kJ/kg	°C	°C	°C	°C
ÞG-01	A	2018-08-15	2539		298	285	281
ÞG-03	C	2018-08-16	1867	279	289	207	298
ÞG-04	A	2018-08-15	2699	248	296	133	301
ÞG-05B	A	2018-08-15	1181	260	271	217	270
ÞG-06	C	2018-08-16	2269	293	287	259	298
ÞG-07	C	2018-08-28	2442	313	296	242	291
ÞG-12	C	2018-08-28	2553		292	213	300
ÞG-13	A	2018-08-16	2639		297	209	292
ÞG-16	C	2018-08-28	2543		287	268	291
ÞG-17	A	2018-08-16	2748		215	116	310



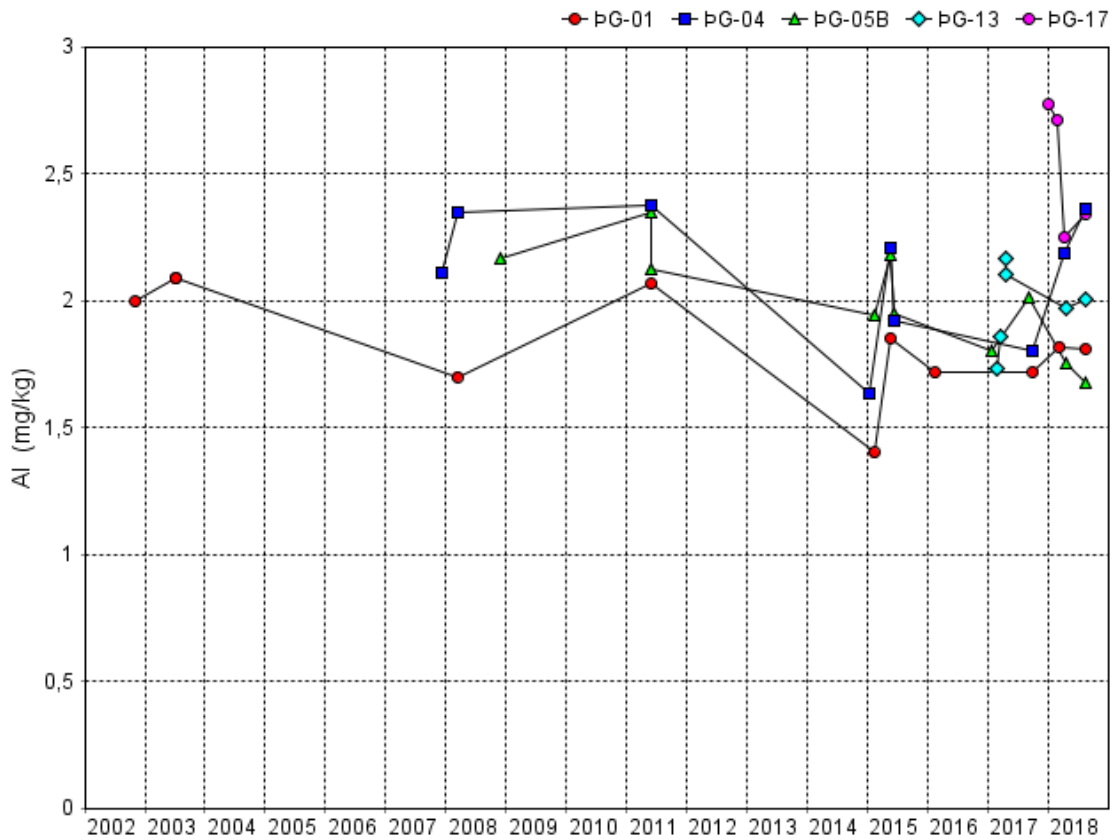
Mynd 7 Borholur á A-teigi. CO₂ í gufu á mótí tíma.



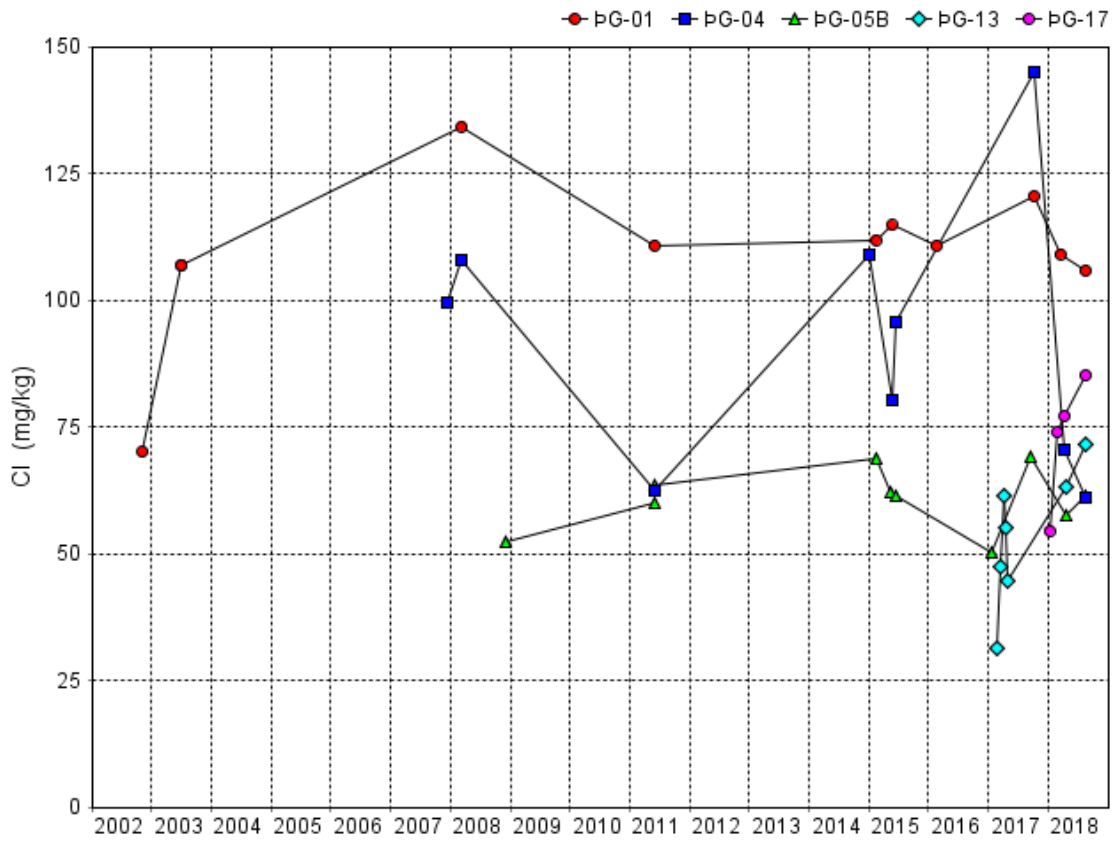
Mynd 8 Borholur á A-teigi. H₂S í gufu á mótí tíma.



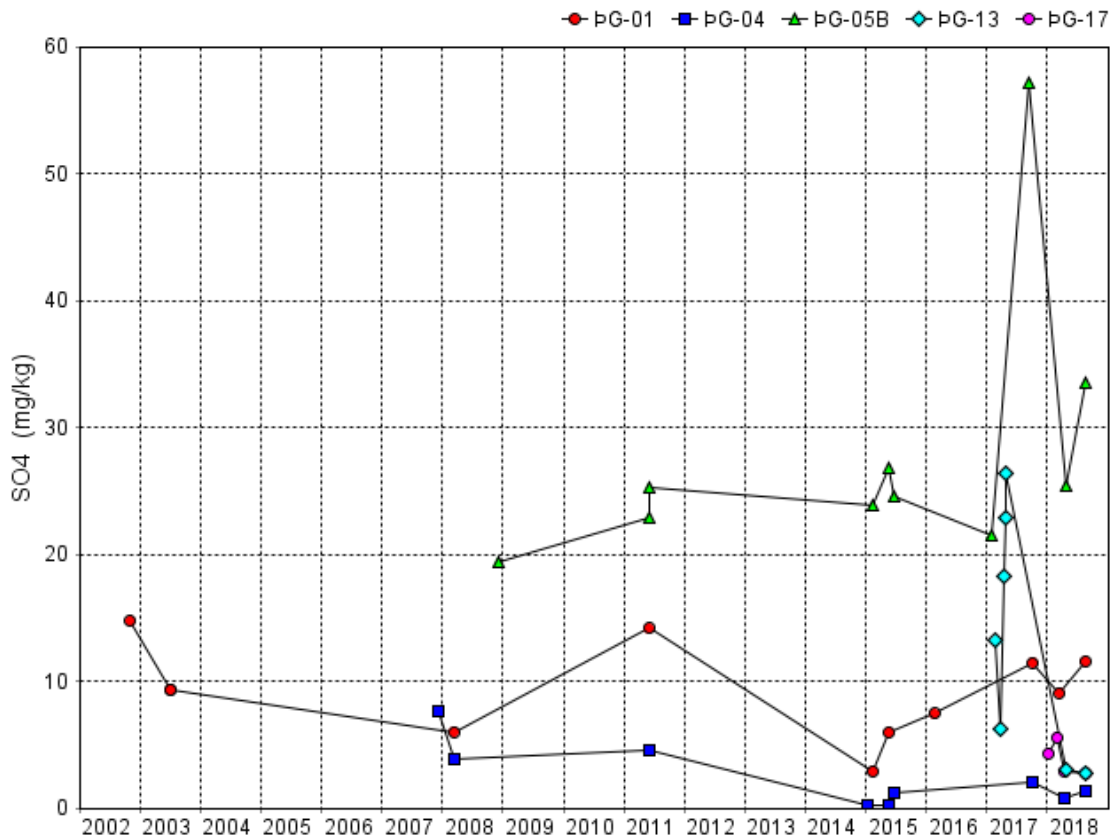
Mynd 9 Borholur á A-teigi. SiO₂ í vatni á móti tíma.



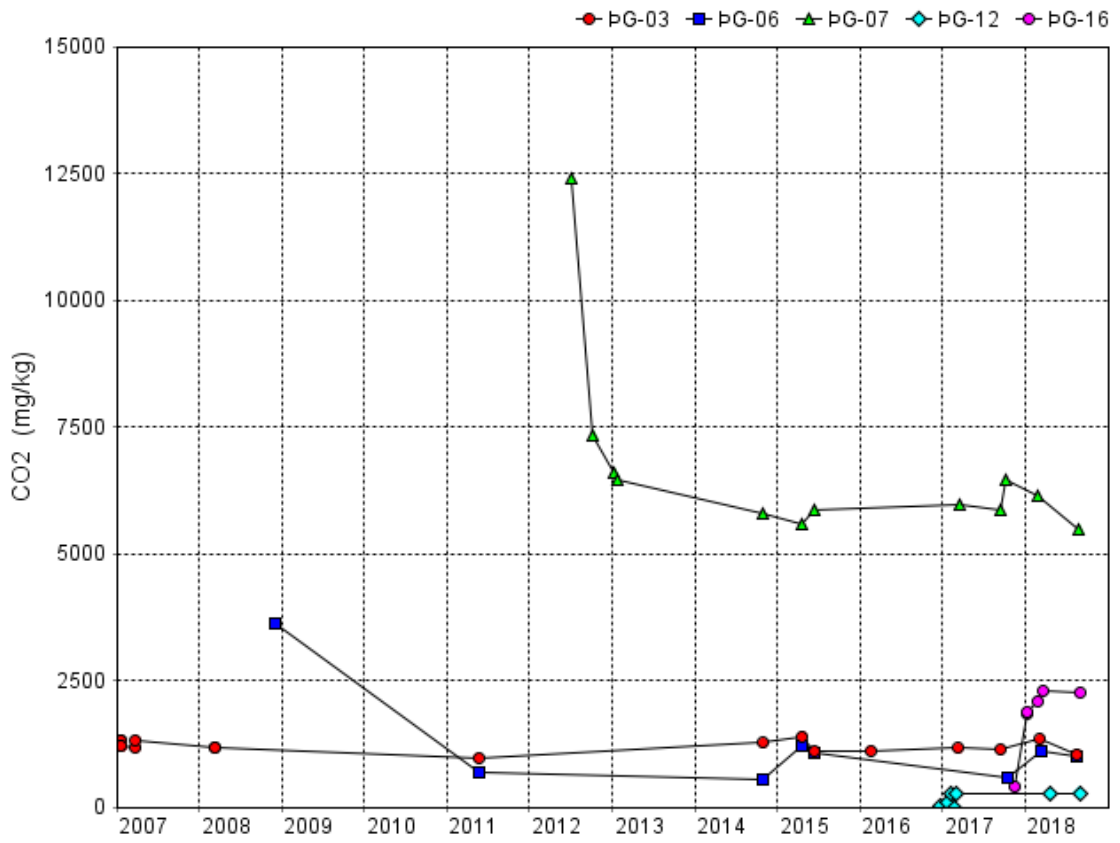
Mynd 10 Borholur á A-teigi. Al í vatni á móti tíma.



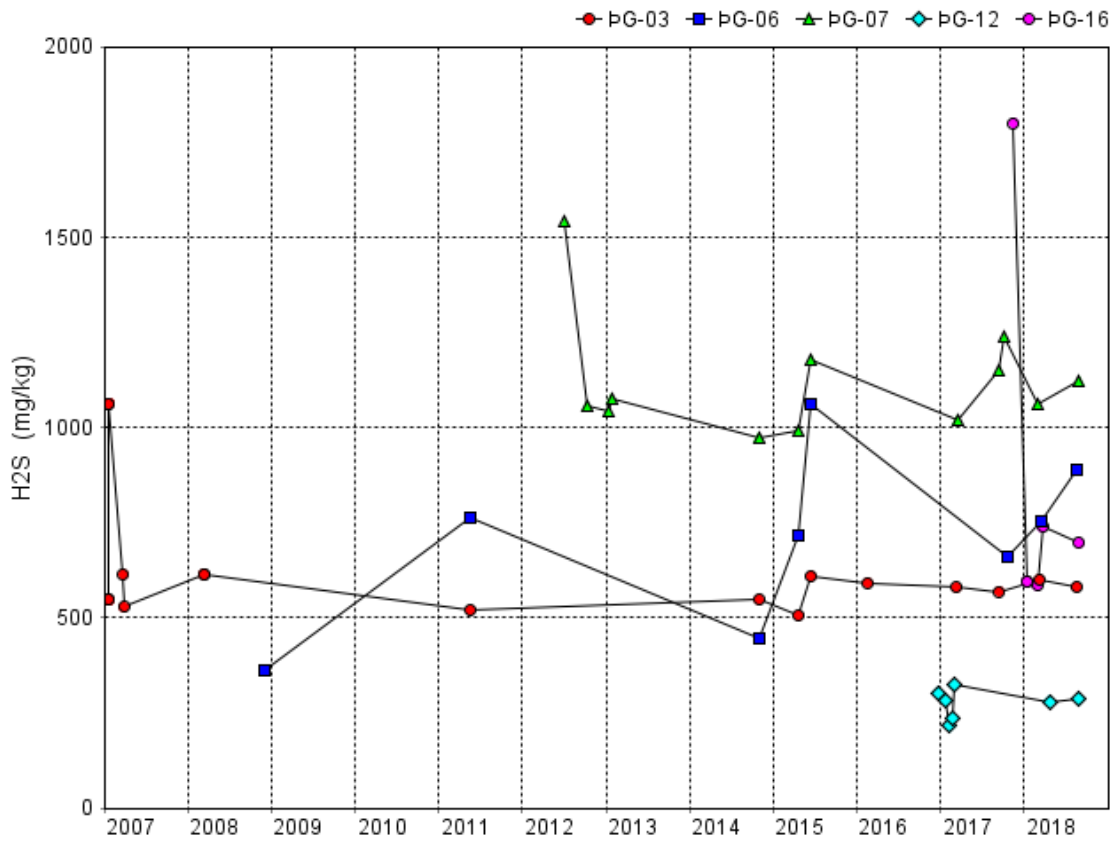
Mynd 11 Borholur á A-teigi. Cl í vatni á mótí tíma



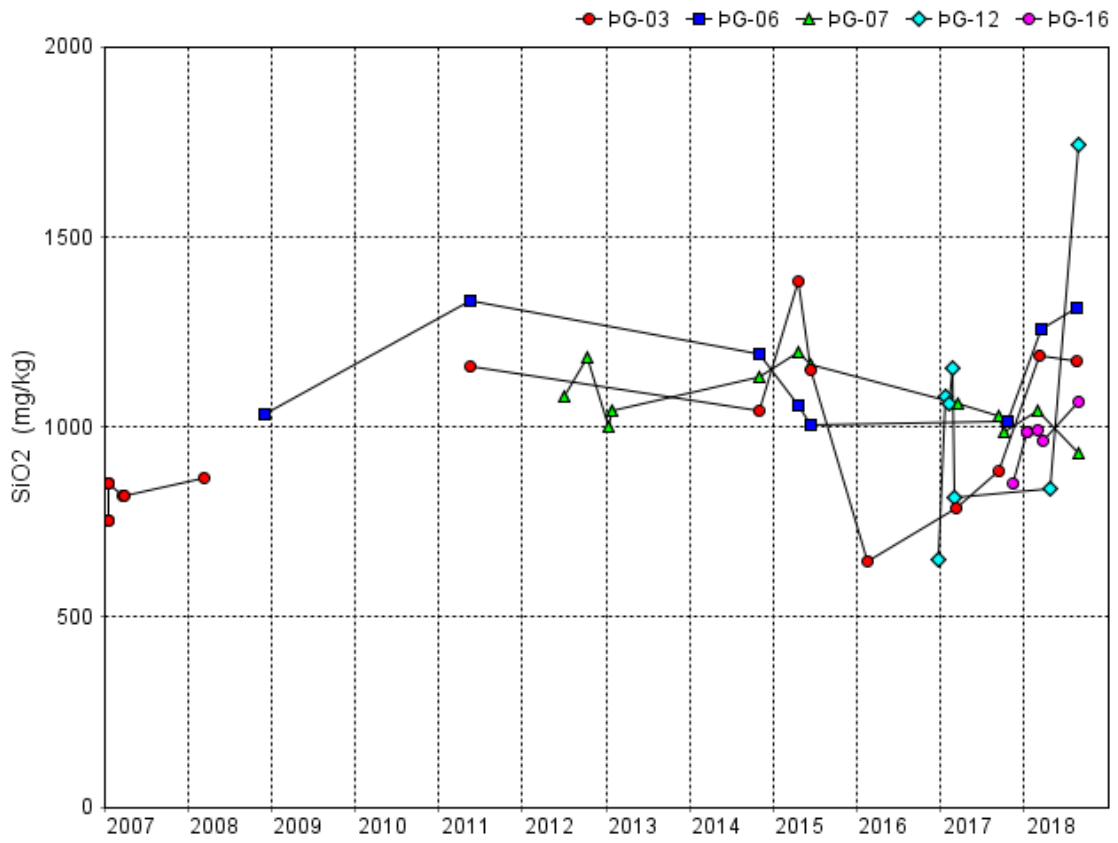
Mynd 12 Borholur á A-teigi. SO₄ í vatni á mótí tíma.



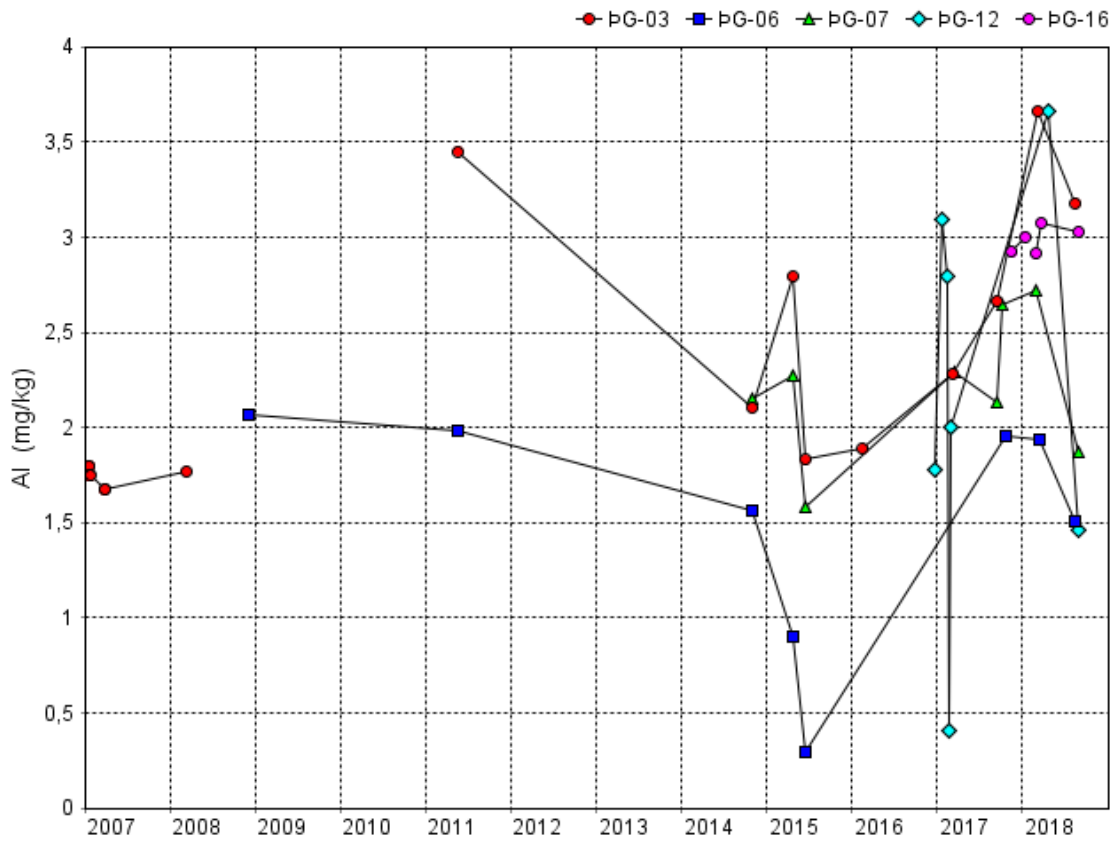
Mynd 13 Borholur á C-teigi. CO₂ í gufu á móti tíma



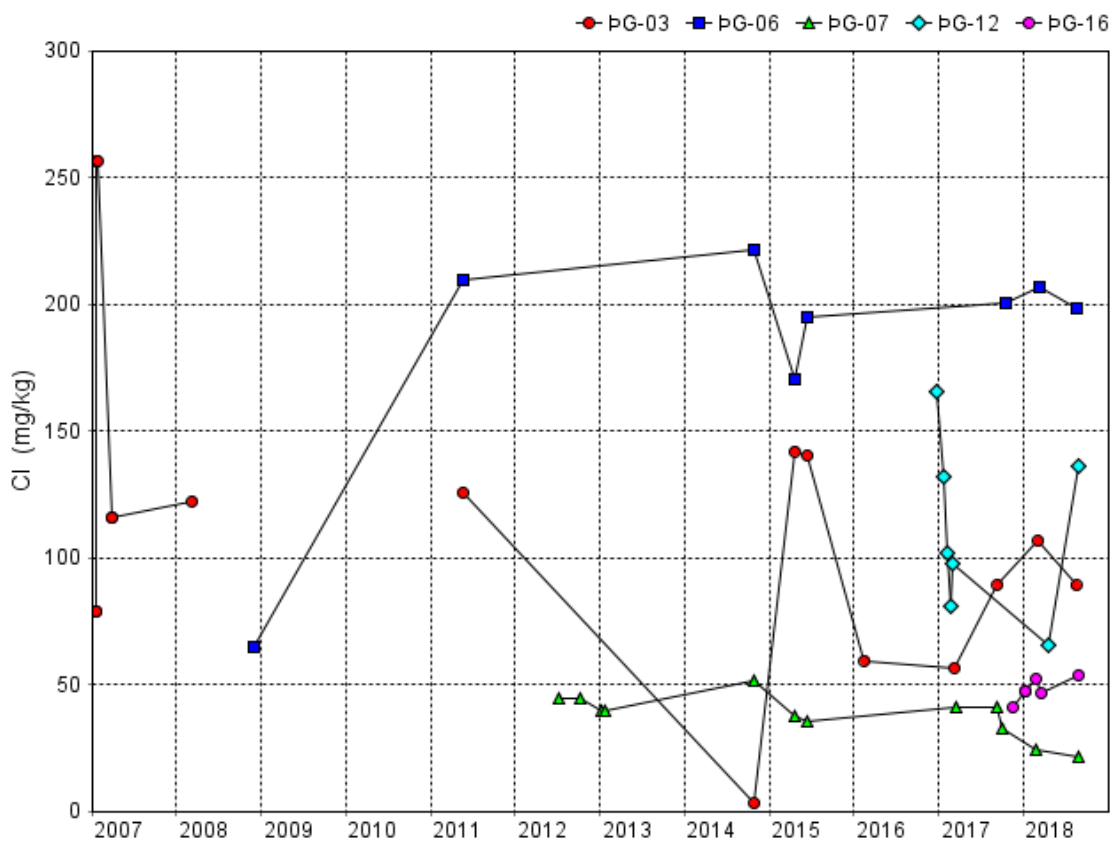
Mynd 14 Borholur á C-teigi. H₂S í gufu á móti tíma.



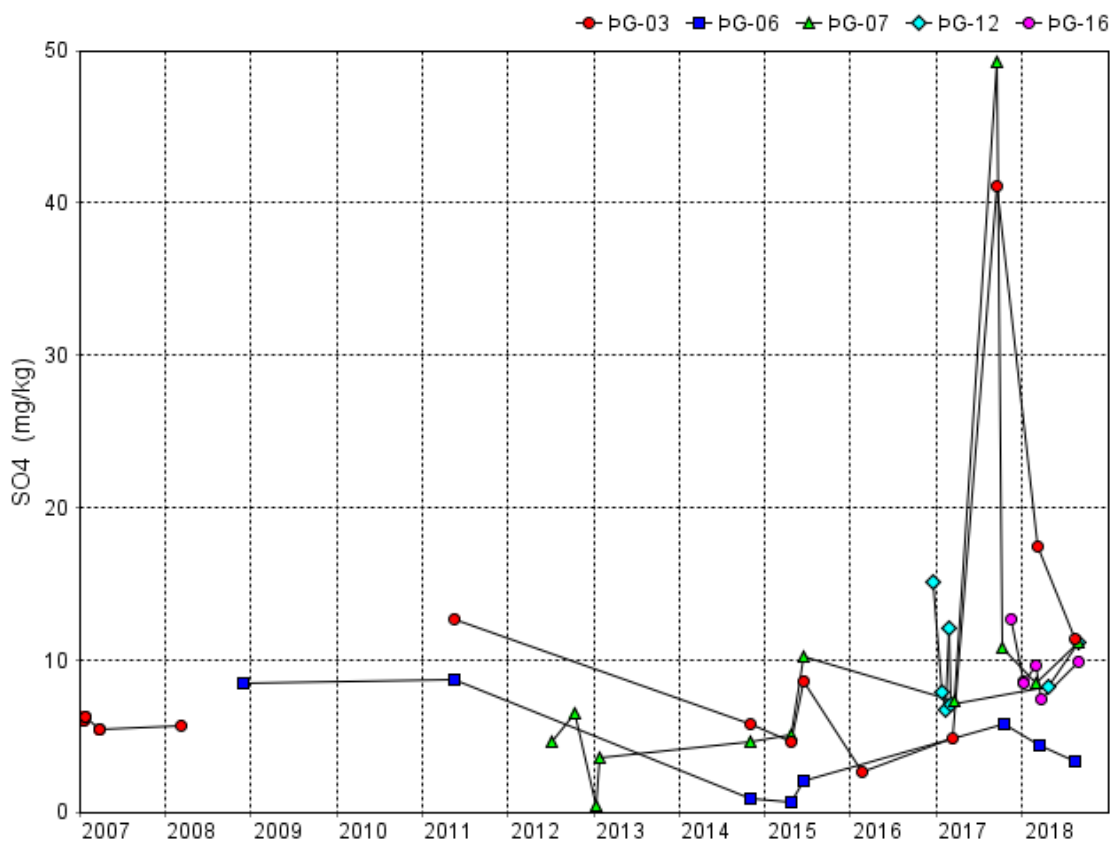
Mynd 15 Borholur á C-teigi. SiO₂ í vatni á móti tíma.



Mynd 16 Borholur á C-teigi. Al í vatni á móti tíma.



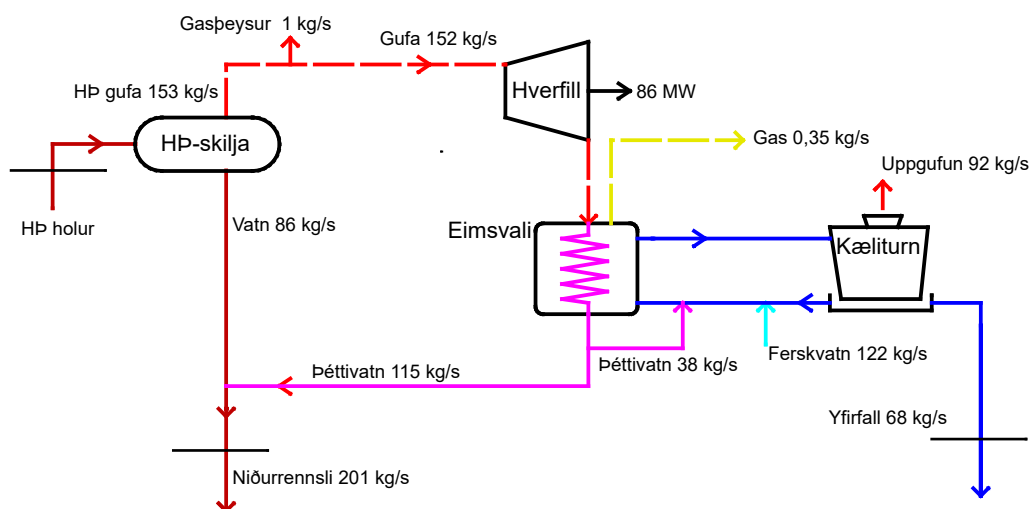
Mynd 17 Borholur á C-teigi. Cl í vatni á móti tíma.



Mynd 18 Borholur á C-teigi. SO₄ í vatni á móti tíma.

2.2.2 Vinnslurás

Eftirfarandi flæðirit fyrir Þeistareykjastöð sýnir stöðuna þegar sýnum var safnað til efnagreininga.



Mynd 19 Þeistareykjastöð, flæði í ágúst 2018

Holur á C-teigi eru tengdar skilju 1 og holur á A-teigi eru tengdar skilju 2. Holurnar á A-teigi eru mun afkastameiri og streymir því skiljuvatn og gufa um jöfnunarlegg úr skilju 2 í skilju 1. Gufa úr skilju 1 er tengd inná vél 1 og úr skilju 2 inná vél 2. Skiljuvatn frá báðum skiljum er sameinað og blandast við þéttivatn frá stöðinni og rennur niður í holur á niðurrennsli svæði.

Gassamsetning gufu inn á vélar var efnagreind og er samsetning gassins sýnd í töflu 6. Samsetning útblásurgas er sýnd í töflu 7. Hlutfall súrefnis og köfnunarefnis í útblásturgasinu er mælikvarði á loftleka í eimsvala en súrefni mældist mældist 0,42% í gasi frá vél 1 og 0,25% frá vél 2. Aukning köfnunarefnis vegna loftleka var hlutfallslega meiri en súrefnis væntanlega vegna þess að súrefnið hvarfast að hluta við brennisteinsvetni. Hlutfallsleg aukning köfnunarefnis samsvarar loftleka um 8,1 l/s í vél 1 og 4,1 l/s í vél 2.

Reglulega er fylgst með styrk natríums í gufu sem streymir inná vélar. Sýnin eru tekin neðan úr gufustofni og ættu því að sýna hámarksstyrk steinefna í gufunni. Til þess að uppfylla kröfur vélarframleiðanda þarf styrkur kísils (SiO_2) að vera minni en 0,1 mg/kg. Styrkur kísils í vatninu er um sexfalt meiri en natríums og má natríumstyrkurinn því ekki mælast meiri en 0,02 mg/kg. Mælingar árið 2018 eru sýndar á mynd 20. Í byrjun árs var styrkurinn yfir mörkum sem væntanlega stafaði af því að meðburður úr hávermiholum á C-teigi náðist ekki að skolast úr gufunni í skiljustöð. Þetta lagaðist þegar nýjar holur á A-teigi voru tengdar og aukið rennsli úr lágvermisholum á A-teigi blandaðist inná stofnin frá C-teigi. Eftir það virkuðu báðar skiljurnar betur og enginn meðburður mældist í gufunni.

Sýni voru tekin af kælivatni bæði úr eimsvala og kæliturnum og eru niðurstöður sýndar í töflu 8. Ferskvatni er dælt á kæliturnana og hækkar styrkur steinefna í kælivatninu vegna uppgufunar. Leiðni ferskvatnsins mældist 111 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en hún mældist 178 $\mu\text{S}/\text{cm}$ í kæliturni 1 og 148 $\mu\text{S}/\text{cm}$ í kæliturni 2. Miðað er við að leiðnin fari ekki yfir 348 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Leiðnin er mæd reglulega af vaktmönnum og er mælingarnar sýndar á mynd 21.

2.2.3 Frárennsli

Stöðin framleiddi 86 MW þegar sýnin voru tekin og reiknast losun CO₂ frá stöðinni 9,4 g/kWh og losun H₂S 3,7 g/kWh. Árleg losun CO₂ og H₂S frá þeistareykjum, síðan boranir hófust árið 2002, er sýnd á myndum 22 og 23. Losuð voru 7.985 tonn af CO₂ og 2.941 tonn af H₂S vegna raforkuvinnslunnar árið 2018. Dælt var niður 166 tonnum af CO₂ og 278 tonnum af H₂S og losun vegna prófunar á holum var 142 tonn af CO₂ og 45 tonn af H₂S.

Frárennsli skiljuvatns í skiljustöðinni mældist um 86 kg/s í afkastamælingum borhola. Þéttivatni er blandað í skiljuvatnið og lækkar hitastigið við það úr 176 °C í 96 °C. Vatnið rennur síðan niður í niðurrennslisholur og mælist rennslið vera 201 l/s. Tekin voru efnasýni af skiljuvatni úr báðum skiljum og einnig úr blöndunni sem rennur í holur og eru niðurstöður sýndar í töflu 8.

Sýni voru tekin úr hitaveituholu, ÞR-14 og eru niðurstöður sýndar í töflu 9.

Þungmálmar voru greindir í kælivatns og frárennslissýnum og eru niðurstöður í töflu 10. Til samanburðar er birt tafla 11, sem notuð er til að flokka yfirborðsvatn m.t.t. mengandi efna. Þau gildi sem eru hærrí en mörk fyrir fyrsta flokk eru feitiletruð og rauðlituð í töflunni. Styrkur arsens (As) í niðurrennslishvatninu fer yfir mörk sem og fyrir kopar (Cu). Styrkur fosfórs (P) í ferskvatni sem og í kælivatni mælist langt yfir mörkum og einnig mælist styrkur króms (Cr) og kopars (Cu) yfir mörkum í kælivatninu. Vatni frá kæliturnum er fargað í grunna borholu við stöðina og hefur því ekki áhrif á lífríki á yfirborði.

Tafla 6 Þeistareykjastöð, efnagreining gufu, sýnataka 2018-08-14

Staður	Gufa							Gas
	Rennsli ¹⁾	CO ₂	H ₂ S	H ₂	N ₂	CH ₄	Ar	hlutfall
	kg/s	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	w%
HP-gufa 1	69,4	1338	507	20,8	19,4	3,2	2,0	0,19
HP-gufa 2	75,2	1626	657	27,4	26,7	0,4		0,23
Samtölur	144,6	1545	615	25,6	24,7	1,2	0,6	0,22

¹⁾Mælt inná vélar

Tafla 7 Þeistareykjastöð, efnagreining gass, sýnataka 2018-08-14

Staður	NCG	CO ₂	H ₂ S	H ₂	O ₂	N ₂	CH ₄	Ar
	l/kg	vol%	vol%	vol%	vol%	vol%	vol%	vol%
HP-gufa 1	1,38	53,78	26,31	18,24		1,23	0,35	0,09
HP-gufa 2	1,73	52,17	27,22	19,22		1,35	0,04	
Gas 1		48,53	24,50	19,14	0,42	7,25	0,05	0,11
Gas 2		49,42	26,21	20,32	0,25	3,72	0,02	0,06

Tafla 8 Efnasamsetning vatns í Þeistareykjastöð 2018

Nafn	Tími	Hitastig	pH	CO ₂	H ₂ S	SO ₄	SiO ₂	B	F	Na	Mg	Al	Fe	Cl	K	Ca	Rafleiðni
		°C	/25°C	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	μS/cm
Ferskvatn	2018-08-29	8,3	8,24	33,1	nd	9,21	24,6	<0,01	0,095	9,9	3,88	0,006	0,009	4,8	1,02	7,4	111
Kæliturn 1	2018-08-13	21,7	8,30	59,9	nd	22,43	46,0	0,021	0,173	22,3	7,06	0,009	0,002	12,9	2,02	15,5	178
Kæliturn 2	2018-08-14	23,2	8,20	51,8	nd	19,59	40,4	0,019	0,14	16,9	6,14	0,008	0,027	9,0	1,79	13,7	148
Eimsvali 1	2018-08-13	35,0	5,54	2,6	0,792	0,19	<0,1	0,024	nd	0,081	nd	nd	0,002	nd	0,01	0,1	1,0
Eimsvali 2	2018-08-14	35,1	6,05	2,6	0,739	0,17	<0,1	0,016	0,014	0,06	0,01	0,012	0,007	nd	0,02	0,05	0,8
Skiljustöð 1	2018-08-14	176,1	8,88	33,8	63,71	20,4	748	1,62	1,532	122,9	0,008	1,73	0,008	70,7	24,75	0,44	505
Skiljustöð 2	2018-08-14	176,1	8,96	40,4	66,87	25,53	700	1,22	1,34	126,5	0,011	2,03	0,008	69,6	24,11	0,44	535
Niðurrennsli	2018-08-15	96,0	8,55	22,9	38,45	9,95	309	0,58	0,576	54,1	0,011	0,80	0,001	27,6	10,77	0,18	267

Tafla 9 Þeistareykjastöð. Hitaveituhola PR-14.

Tími	Skilja	Gufa							Vatn																
		Vermi	Rennsli	CO ₂	H ₂ S	H ₂	N ₂	CH ₄	NH ₃	Rennsli	pH	CO ₂	H ₂ S	SiO ₂	Na	K	Ca	Mg	Fe	Al	F	Cl	SO ₄	B	
		kJ/kg	kg/s	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	kg/s		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
2018-04-12	987			1189	476	1,2	45,4	1,64	0,09		9,49	32,6	43,2	375	118	11,4	0,72	0,002	0,003	1,03	0,72	41,3	22	0,61	
2018-08-29	763	0,2		1344	382	0,3	13,8		0,12	3,0	9,42	31,6	29,7	361	115	10,1	0,91	0,004	0,001	1,07	0,70	35,9	19	0,59	

Tafla 10 Næringarefni og þungmálmar í vatni frá Þeistareykjastöð 2018

Nafn	Tími	PO ₄	NH ₃	NO ₃	P	Cr	Ni	Cu	Zn	As	Cd	Hg	Pb
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
Ferskvatn	2018-08-29	0,272	0,049	0,089	0,112	1,07	0,766	3,1	12,2	0,201	0,004	<0,002	0,018
Kæliturn 1	2018-08-13	0,472	nd	0,065	0,205	1,87	0,088	3,44	0,492	0,389	<0,002	<0,002	<0,01
Kæliturn 2	2018-08-14	0,443	nd	0,066	0,175	1,53	0,065	0,931	0,747	0,321	0,002	<0,002	<0,01
Eimsvali 1	2018-08-13	nd	0,093	nd	<0,001	0,029	0,062	0,232	<0,2	<0,05	<0,002	<0,002	<0,01
Eimsvali 2	2018-08-14	nd	0,041	nd	<0,001	0,088	0,32	0,321	1,56	<0,05	0,003	<0,002	0,021
Skiljustöð 1	2018-08-14	nd	0,029	0,001	0,002	0,022	0,084	0,369	0,842	6,14	<0,002	<0,002	<0,01
Skiljustöð 2	2018-08-14	0,001	0,007	nd	0,002	0,071	<0,05	0,718	1,71	2,32	<0,002	<0,002	<0,01
Niðurrennsli	2018-08-15	0,001	0,033	nd	<0,001	0,072	0,059	0,904	0,708	3,29	<0,002	<0,002	<0,01
Hitaveita ÞR-14	2018-08-29	nd	0,016	nd	<0,001	0,017	0,074	0,776	8,81	1,8	<0,002	<0,002	<0,01

Tafla 11 Umhverfismörk fyrir málma í yfirborðsvatni til verndar lífríki.

	Hg	Zn	Cu	Cr	Ni	Cd	Pb	As	P
	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	mg/kg
Flokkur I <		5	0,5	0,3	0,7	0,01	0,2	0,4	0,02
Flokkur II <		20	3	5	1,5	0,1	1	5	0,04
Flokkur III <		60	9	15	4,5	0,3	3	15	0,09
Flokkur IV <		300	45	75	22,5	1,5	15	75	0,15
Flokkur V >	1	300	45	75	22,5	1,5	15	75	0,15

Umhverfismörk I: Mjög lítil eða engin hættu á áhrifum.

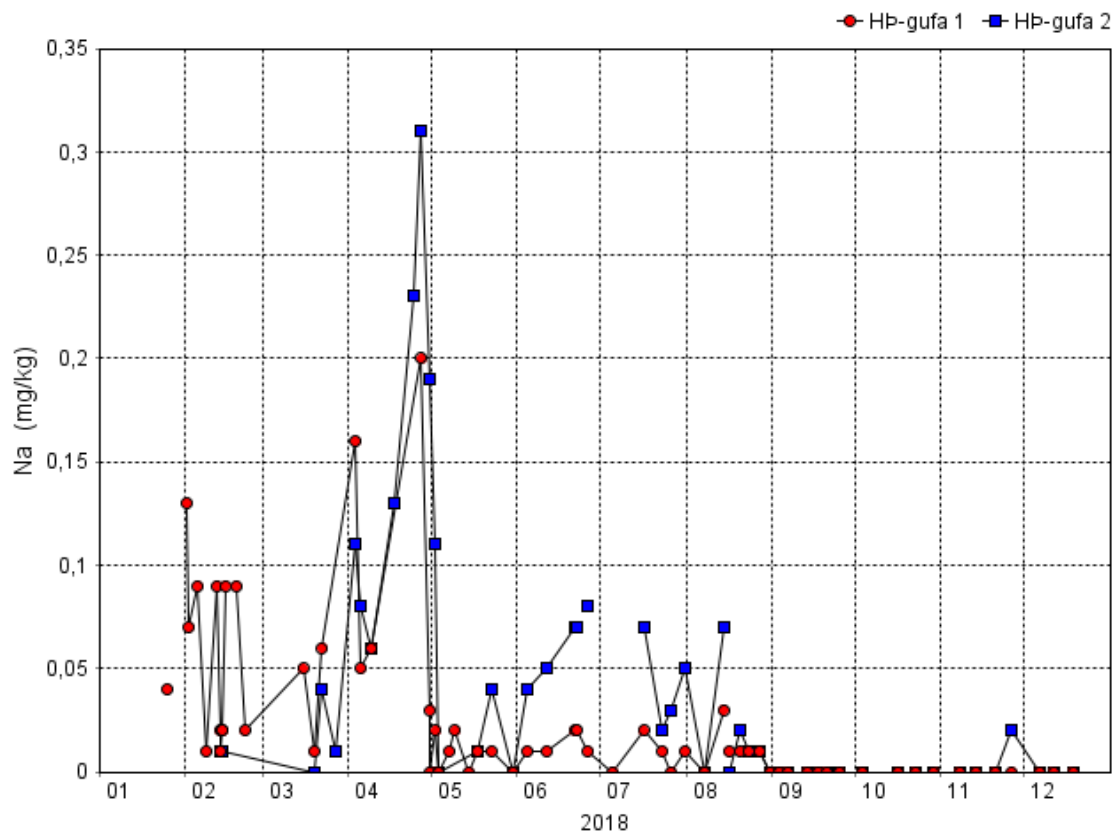
Umhverfismörk II: Lítil hættu á áhrifum.

Umhverfismörk III: Áhrifa að vænta á viðkvæmt lífríki.

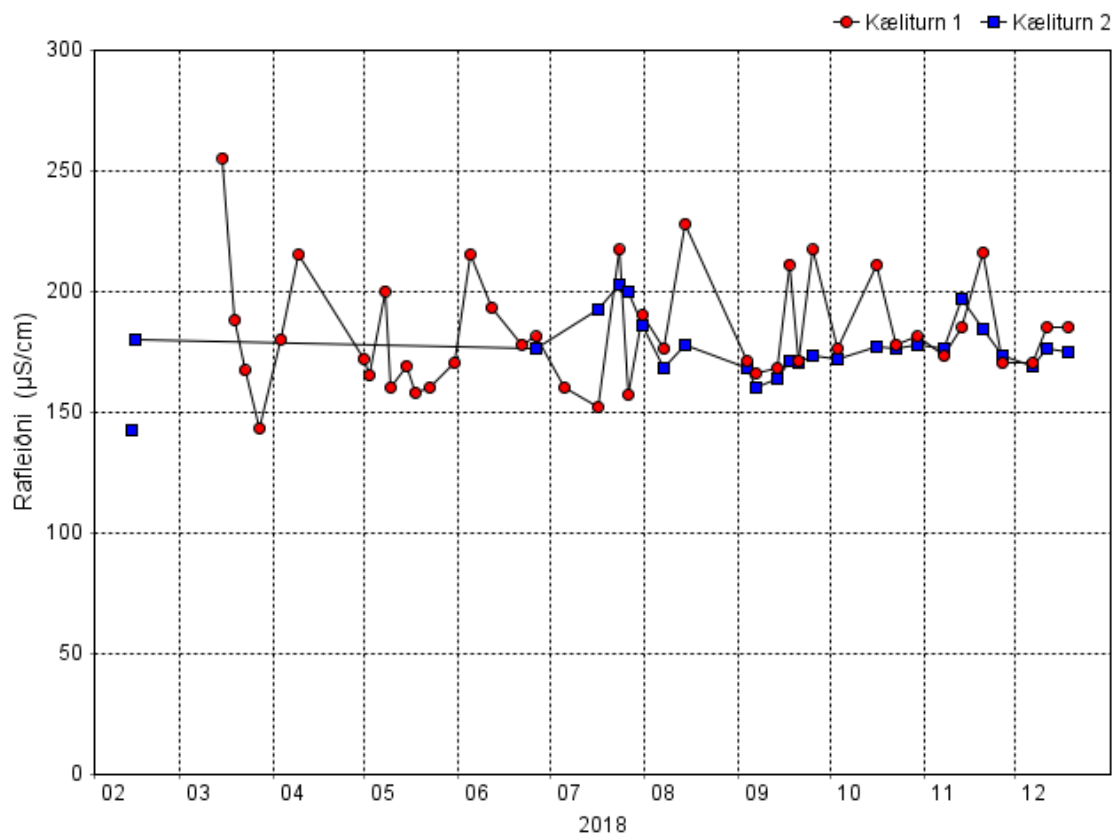
Umhverfismörk IV: Áhrifa að vænta.

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

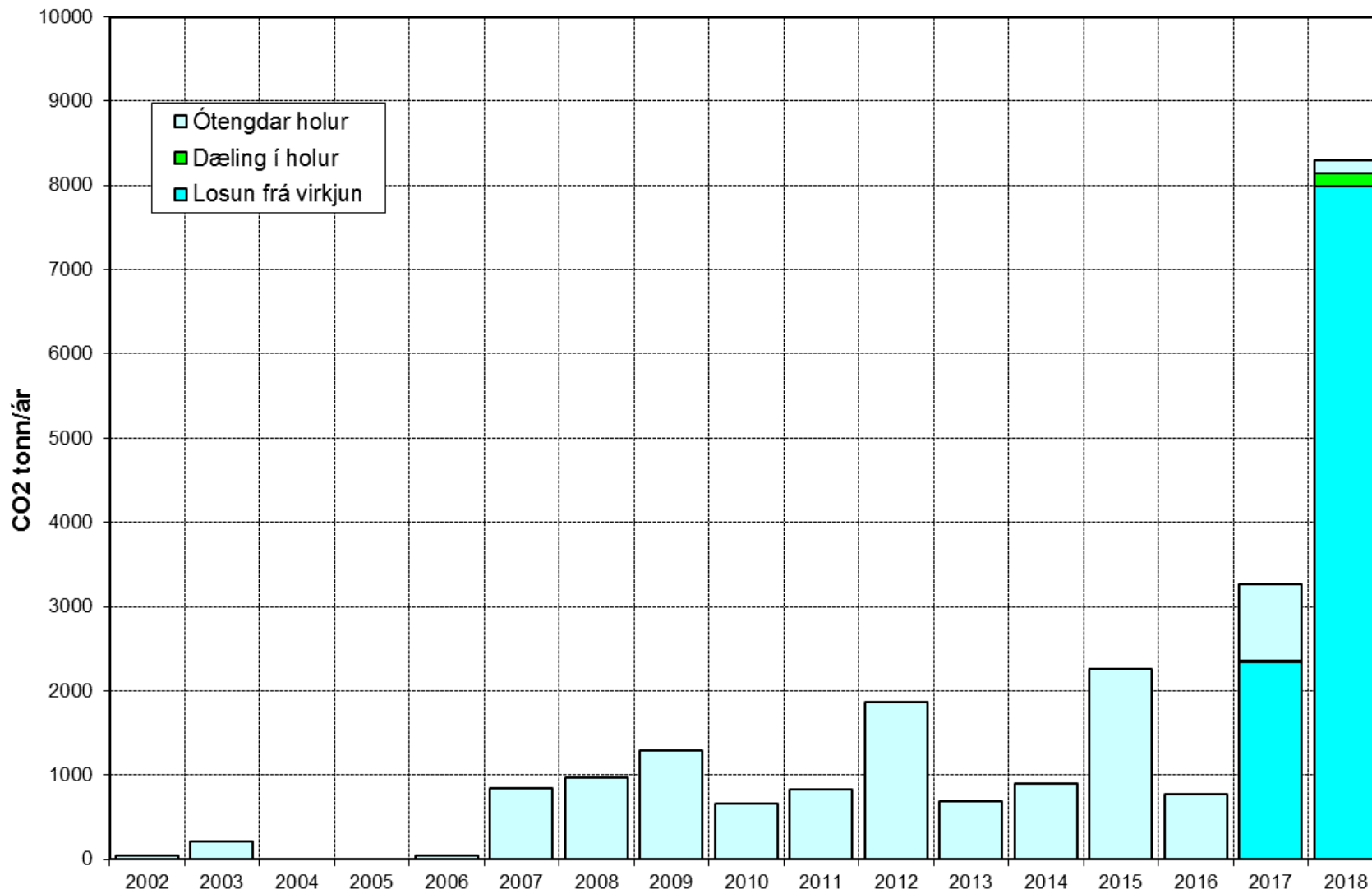
(Reglugerðir 796/1999 og 800/1999)



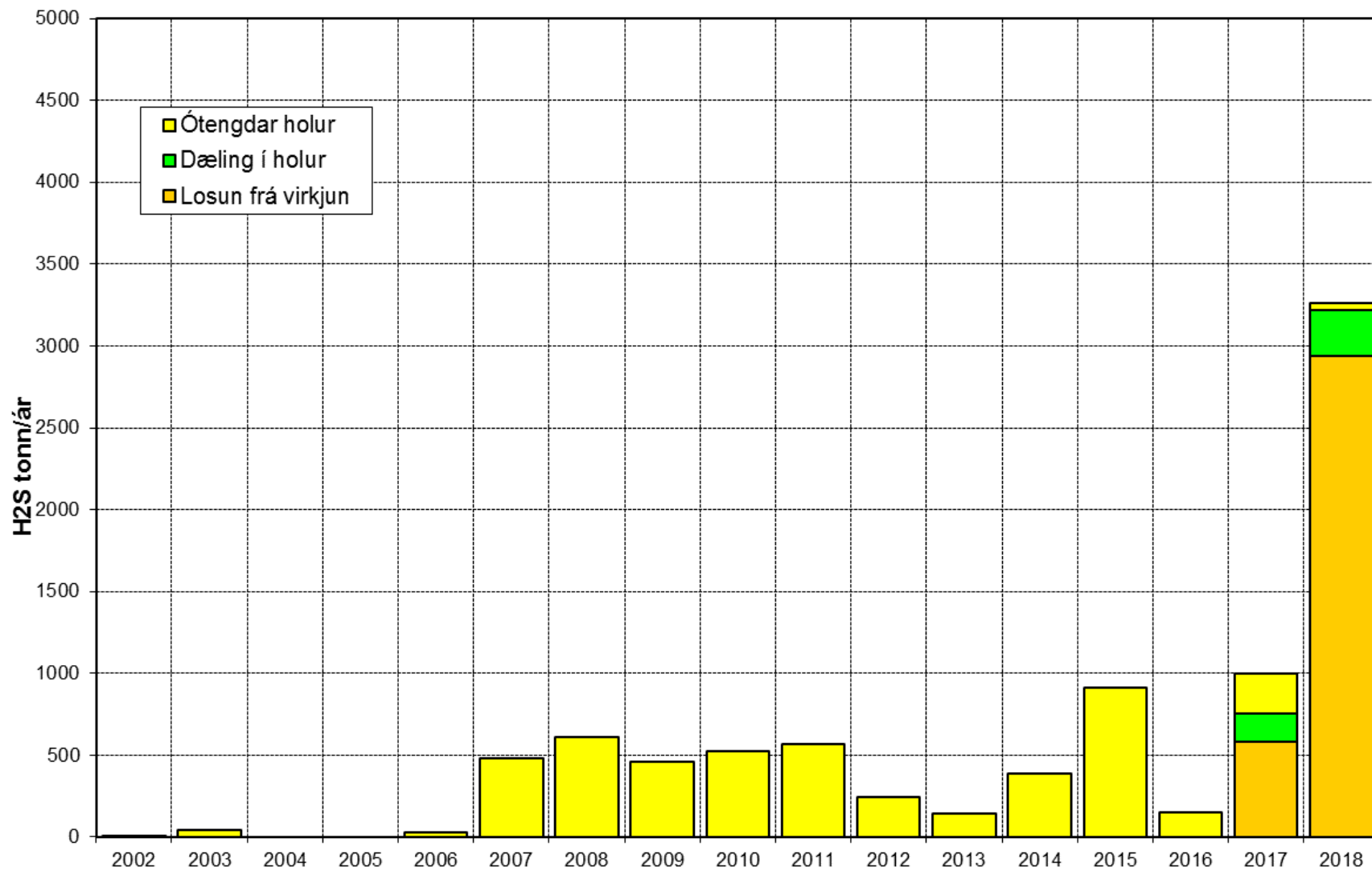
Mynd 20 Meðburður (Na) í gufu inná vélar.



Mynd 21 Rafleiðni í vatni í kæliturnum.



Mynd 22 Þeistareykjastöð. Árleg vinnsla og losun CO₂.

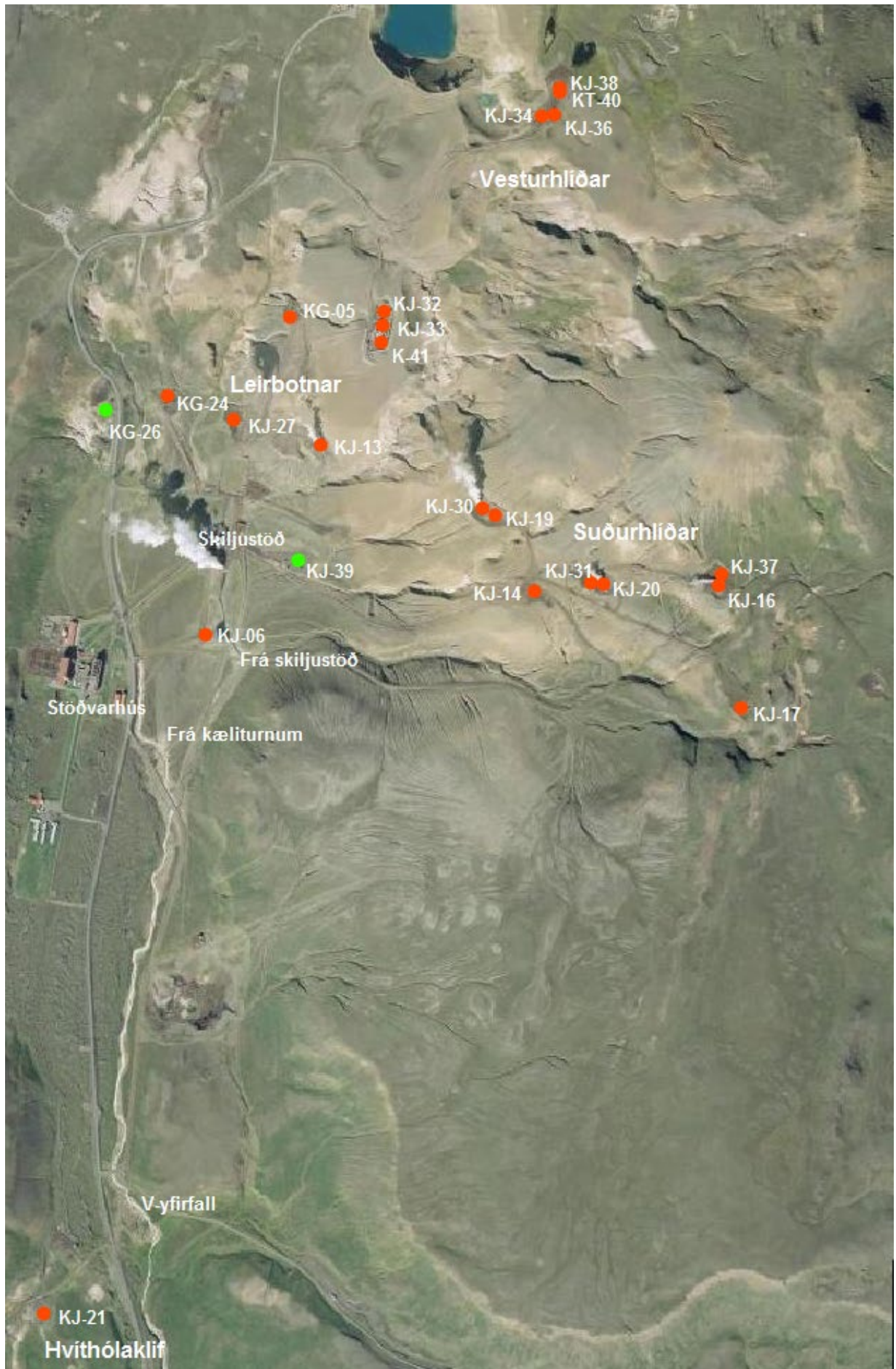


Mynd 23 Þeistareykjastöð. Árleg losun H₂S.

3 KRAFLA

Síðan virkjun Kröflu hófst árið 1974 hefur verið boruð 41 hola til gufuöflunar á svæðinu. Nú er 21 gufuborhola tengd Kröflustöð og tvær gufuborholur eru nýttar sem niðurdælingarholur. Orkuframleiðlan hófst með ræsingu vélarsamstæðu eitt árið 1977 og vélarsamstæðu tvö árið 1997. Þegar holurnar voru aflmældar og sýni tekin til árlegs eftirlits í júní 2018 voru 19 holur blásandi. Staðsetning borholanna er sýnd á eftirfarandi loftmynd. Fimm safnæðar liggja að skiljustöðinni. Lágprýstar holur, KG-05, KG-24 og KJ-06 í Leirbotnum er tengdar inná lágprýstiskiljur. Háprýstar holur í Leirbotnum, KJ-13 og, KJ-27 eru tengdar inná safnkistu fyrir háprýstiskiljur. Safnæð liggur frá Suðurhlíðum og tengir holur KJ-14, KJ-16, KJ-17, KJ-19, KJ-20, KJ-30, KJ-31 og KJ-37 við háprýstiskiljur. Frá Vesturhlíðum liggur önnur lögn sem tengir holur KJ-32, KJ-33, KJ-34, KJ-36, KJ-38, KT-40 og K-41. Fimmta lögnin liggur frá Hvíthólsvæðinu og tengir holu KJ-21 við háprýstiskiljur. Þegar sýnum var safnað úr holunum voru holur KJ-21 og KJ-38 lokaðar. Tvær holur voru notaðar til niðurdælingar, KG-26 og KJ-39.

Á mynd 22 eru einnig sýndir sýnatökustaðir fyrir frárennsli frá stöðinni. Þ.e. úr læk frá skiljustöð, úr læk frá kæliturnum og úr V-yfirfalli þar sem sameinað vatn frá svæðinu rennur niður Dallæk.



Mynd 24 Tengdar borholur í Kröflu árið 2018 (Orkustofnun-borholuskrá).

3.1 AFKASTAMÆLINGAR

3.1.1 Afköst borhola

Mælingarnar voru skráðar í gagnagrunn ViewData sem reiknar vermi og heildarrennsli sem og háþrýsti- og lágþrýstigufu og frárennslisvatn og gufu úr holunum eftir aðskilnað vatns og gufu í skiljustöð við 7,0 barg og 1,2 barg. Forritið reiknar einnig rafafli, sem framleiða má úr gufunni, miðað við uppgefna nýtni hverflanna í Kröflu (62,5%). Í töflu 12 eru birtar reiknaðar stærðir fyrir valdar mælingar úr hverri holu.

Sumarið 2018 voru 20 holur tengdar Kröflustöð og framleiddu þær 116,8 kg/s af háþrýstigufu og 31,3 kg/s lágþrýstigufu, sem reikningslega nægir til framleiðslu á 60,3 MW af rafmagni. Hluti háþrýstigufunnar er notaður til þess að knýja gasdælur og voru afköst virkjunarinnar því nokkuð minni eða 54 MW. Háþrýstigufa mældist lítilsháttar minni en 2017. Gufuframleiðsla á svæðinu dugar ekki fyrir fullum afköstum stöðvarinnar sem á að geta framleitt a.m.k. 62 MW en framleiðir 54 MW.

Á myndum 25 til 32 eru sýndar breytingar sem orðið hafa á gufu og vatnsrennsli úr vinnsluholunum frá því að þær voru teknar í notkun. Rennslið er reiknað við 7 barg þrýsting fyrir hávermisholur og 1,2 barg þrýsting fyrir lágvermisholur.

Þrjár grunnar lágvermisholur voru blásand, holur KG-05, KJ-06 og KG-24. Rennsli úr KG-05 og KG-24 breyttist lítið frá því að þeim var hleypt upp þar til árið 2012 en þá mældist rennslið meira. Sjá myndir 25 og 26. Það er vegna þess að nú eru holurnar ekki lengur teknar út á hljóðdeyfi til afkastamælinga heldur eru þær nú mældar á veitu við mun lægri toppþrýsting. Þær mælast nú gefa um 5 kg/s af lágþrýstigufu. Hóla KG-05 hefur þó verið að minnka í afli á síðustu árum. Holu KJ-06 var hleypt upp 2013 og gefur hún um 12 kg/s af lágþrýstigufu og hefur ekki breyst. Vatnsrennsli frá lágvermisholunum var samtals 69 kg/s.

Tvær holur vinna úr dýpri hluta Leirbotnasvæðisins, þ.e. holur KJ-13 og KJ-27. Óverulegar breytingar hafa orðið í holu KJ-27 síðustu ár en aukning í vatnsrennsli hefur orðið úr holu KJ-13, sérstaklega á síðustu tveimur árum. Sjá myndir 27 og 28.

Afköst KJ-14 í Suðurhlíðum hafa minnkað verulega frá því að henni var hleypt upp en lítilsháttar aukning varð í vatnsrennsli. Hóla KJ-30 minnkaði í afli frá síðasta ári eins og undanfarin ár og hefur aflið minnkað um helming frá því henni var hleypt upp. Vatnsrennsli jókst úr KJ-19 eftir að niðurdæling hófst í KJ-39 og tollir hún ekki inná veitu lengur. Sjá myndir 29 og 30.

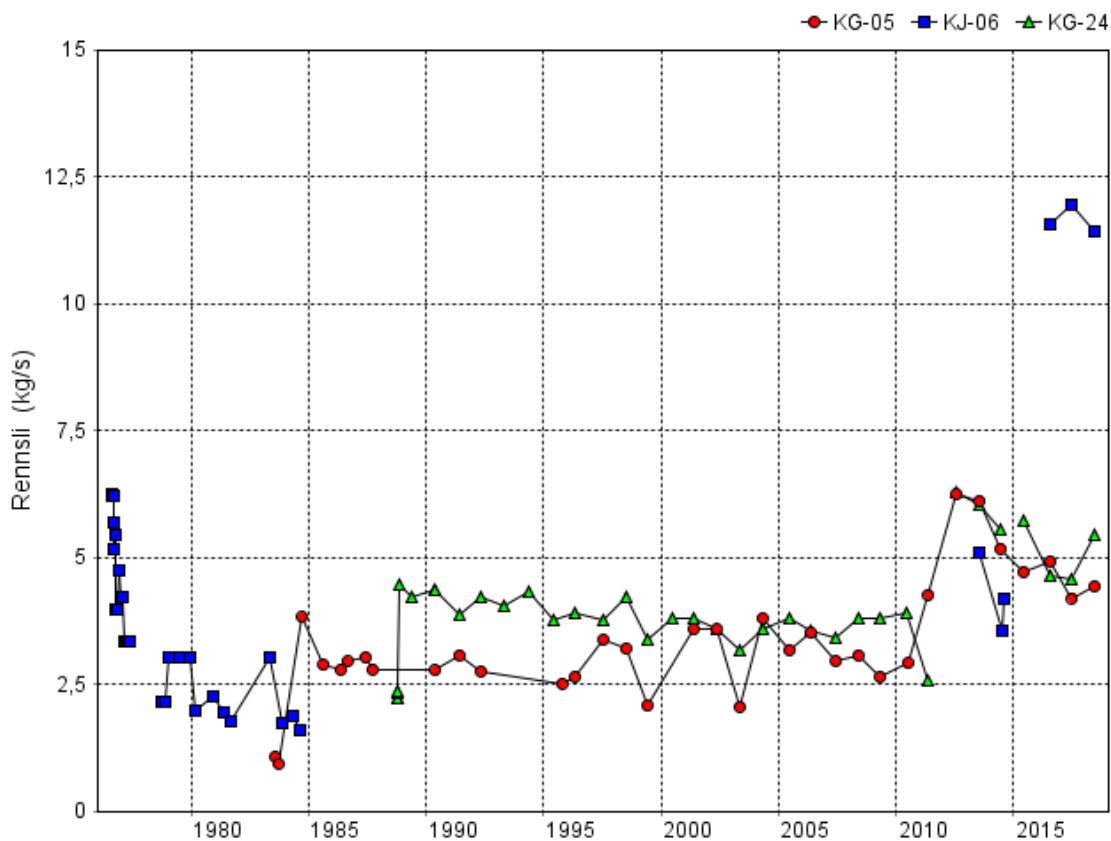
Hóla KJ-21 á Hvíthólasvæði var lokuð þegar holurnar voru mældar um sumarið en var opnuð seinna á árinu.

Sjö holur eru virkjaðar á Vesturhlíðasvæðinu, þ.e. KJ-32, KJ-33, KJ-34, KJ-36, KJ-38 og KT-40 og K-41. Hóla KJ-33 var dauð þegar sýni voru tekin og tollir illa inni á veitu. Aðrar holur breyttust lítið. Sjá myndir 31 og 32.

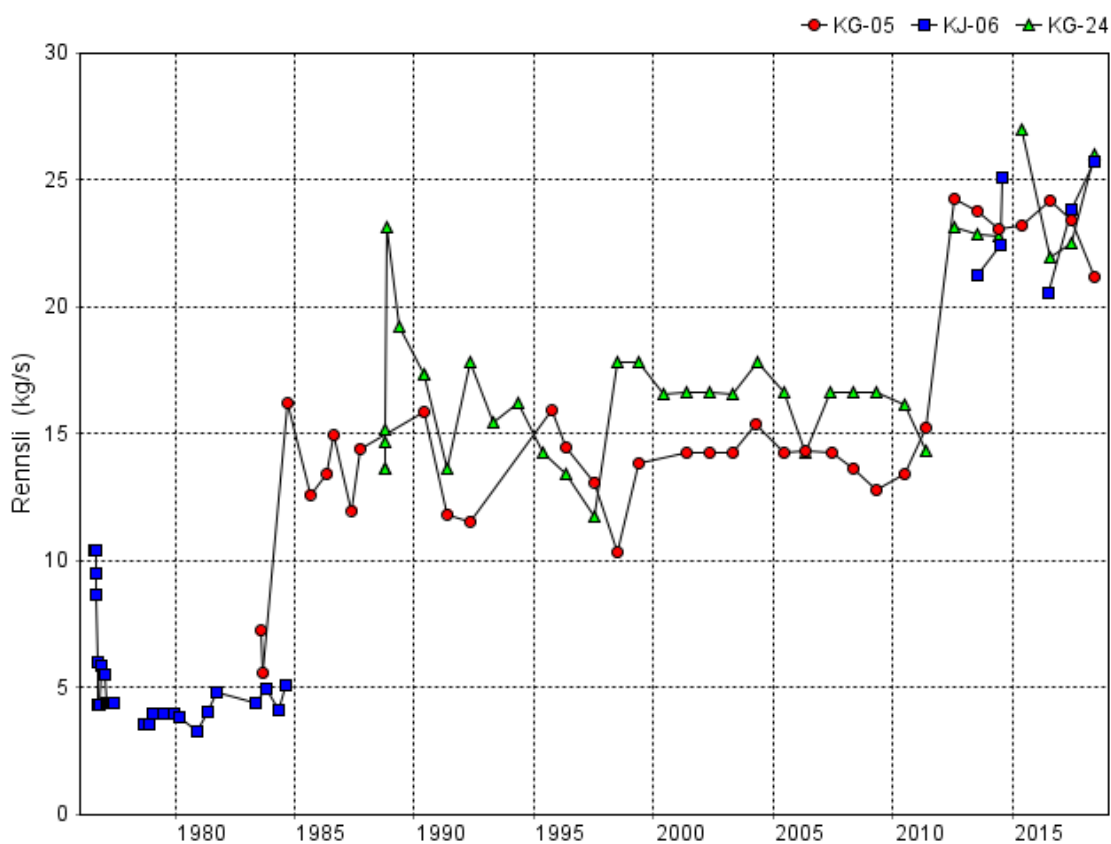
Tafla 12 Kröflustöð, afköst tengdra borhola sumarið 2018

Hola	Tími	Heildar			HP-Skilja	LP-Skilja	Frárennsli ³⁾		Hverfill
		Vermi	Rennsli	Varmaafli	Gufa ¹⁾	Gufa ²⁾	Gufa	Vatn	Rafafli
		kJ/kg	kg/s	MW	kg/s	kg/s	kg/s	kg/s	MW
KG-05	2018-05-11	898	25,6	18,7		4,4	0,9	20,2	1,4
KG-24	2018-05-14	898	31,4	23		5,4	1,1	24,9	1,7
KJ-06	2018-05-14	1193	37,1	38		11,4	1,1	24,5	3,6
KJ-13	2018-05-11	1137	38	36,8	7,7	2,8	1,2	26,2	4,2
KJ-14	2018-05-17	2368	5	10,9	4,0	0,1	0,0	0,8	1,8
KJ-16	2018-05-18	2767	1,5	3,8	1,5	0,0	0,0	0,0	0,6
KJ-17	2018-05-18	1931	9,1	16	5,4	0,3	0,1	3,2	2,4
KJ-19	2018-05-18	1301	3,9	4,4	1,1	0,3	0,1	2,4	0,6
KJ-20	2018-05-18	2700	4,3	11	4,2	0,0	0,0	0,1	1,8
KJ-27	2018-05-11	997	32,6	27	4,4	2,6	1,1	24,5	2,7
KJ-30	2018-05-18	2763	14,5	37,8	14,5	0,0	0,0	0,0	6,3
KJ-31	2018-05-18	2787	0,7	1,7	0,7	0,0	0,0	0,0	0,3
KJ-32	2018-05-14	1142	41,7	40,6	8,6	3,1	1,3	28,7	4,7
KJ-33	2018-05-17	1881	3,8	6,5	2,2	0,2	0,1	1,4	1,0
KJ-34	2018-05-14	2603	23,3	56,8	21,4	0,2	0,1	1,6	9,3
KJ-36	2018-05-16	2672	10,4	26,2	10,0	0,0	0,0	0,4	4,3
KJ-37	2018-05-02	1474	1,5	1,9	0,5	0,1	0,0	0,8	0,3
KJ-38	2018-09-27	1759	9,6	15,2	4,8	0,4	0,2	4,1	2,2
KT-40	2018-05-16	2751	19,2	49,5	19,0	0,0	0,0	0,1	8,2
K-41	2018-05-17	2762	6,8	17,6	6,8	0,0	0,0	0,0	2,9
	Samtölur	1554	320	443,4	116,8	31,3	7,3	163,9	60,3

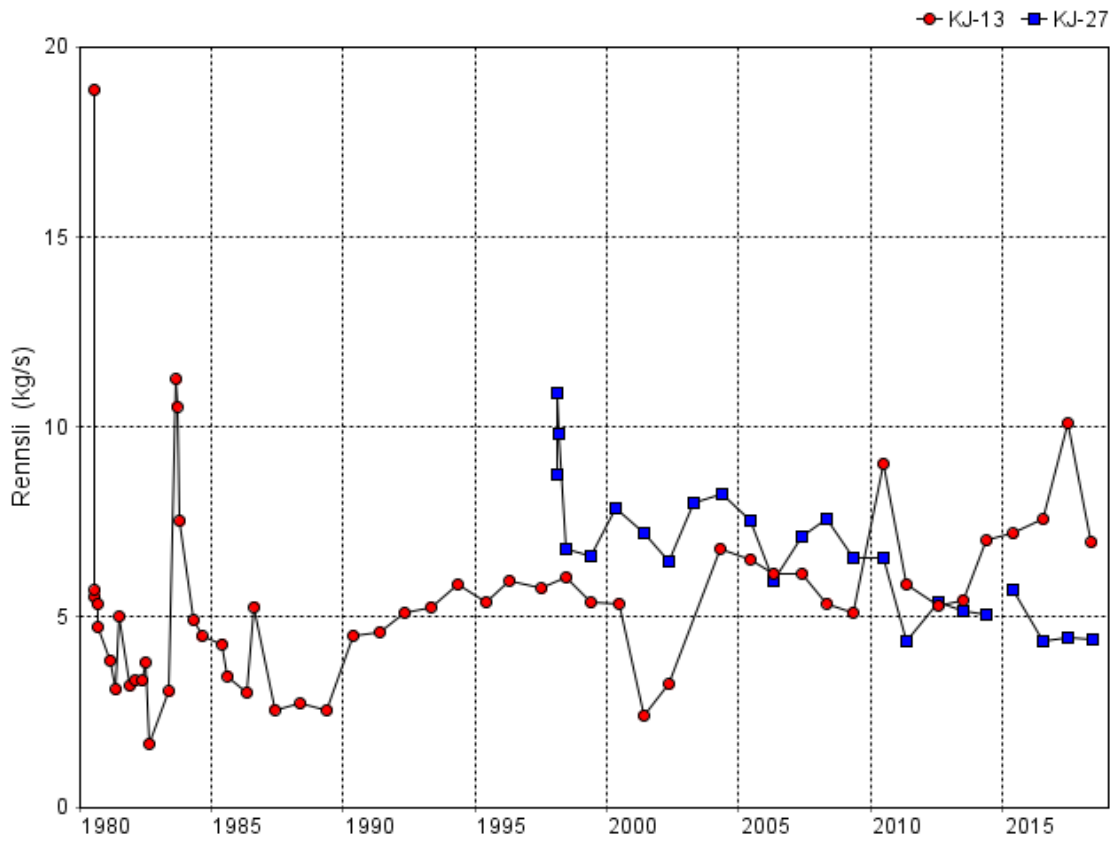
¹⁾ Við Skiljubrýsting 7,0 barg, ²⁾ 1,2 barg, ³⁾ 0,0 barg



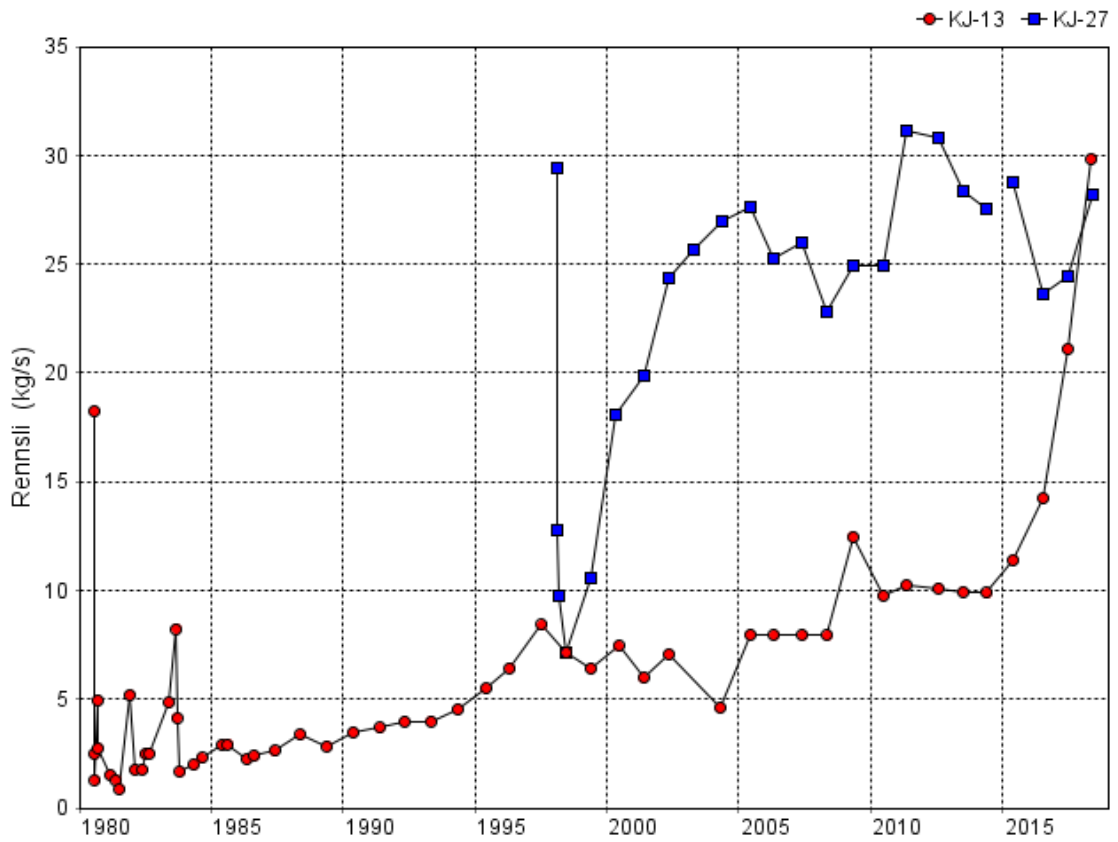
Mynd 25 Leirbotnar, gufurennisli úr grunnum holum.



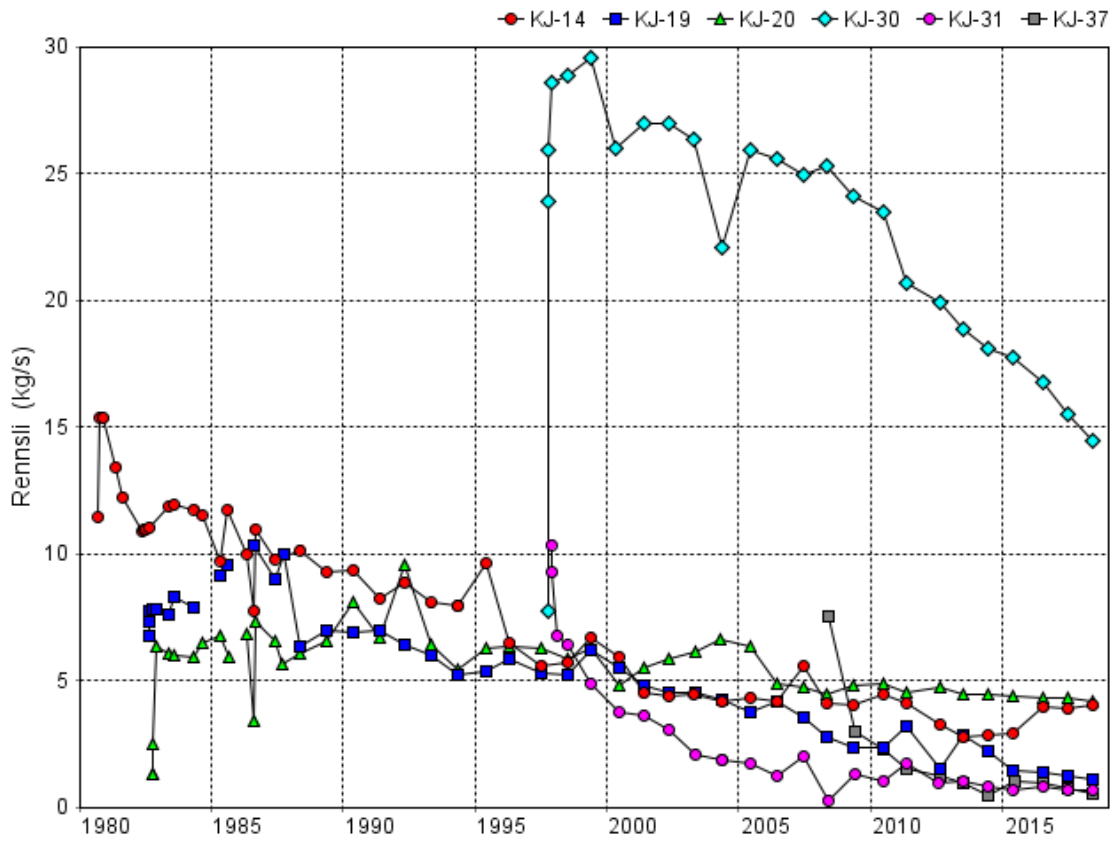
Mynd 26 Leirbotnar, vatnsrennsli úr grunnum holum.



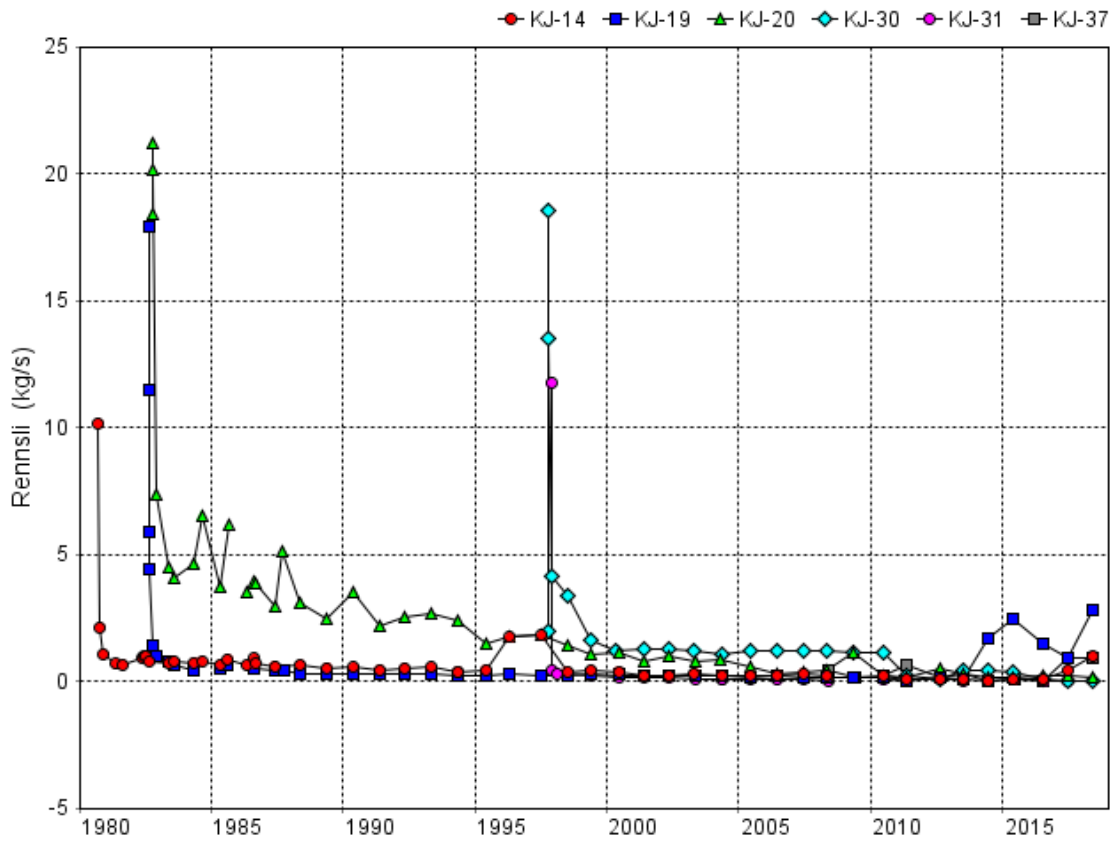
Mynd 27 Leirbotnar, gufurennisli úr djúpum holum.



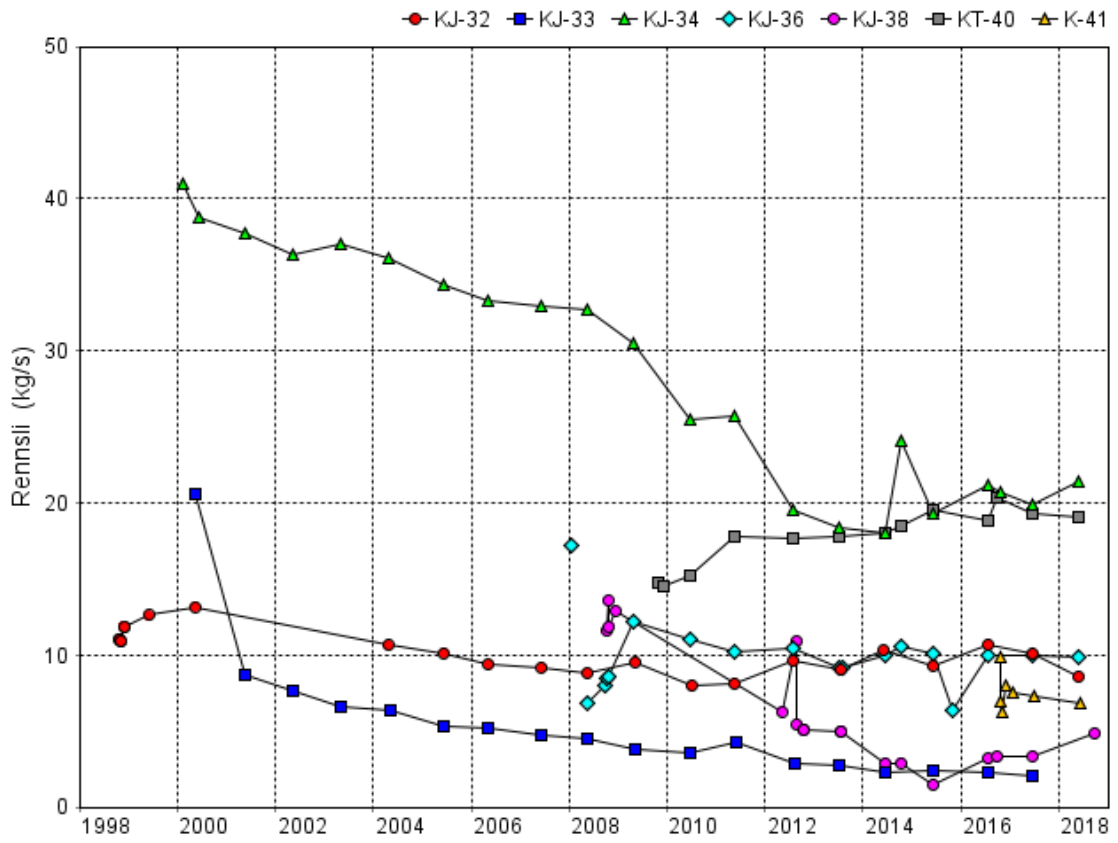
Mynd 28 Leirbotnar, vatnsrennsli úr djúpum holum.



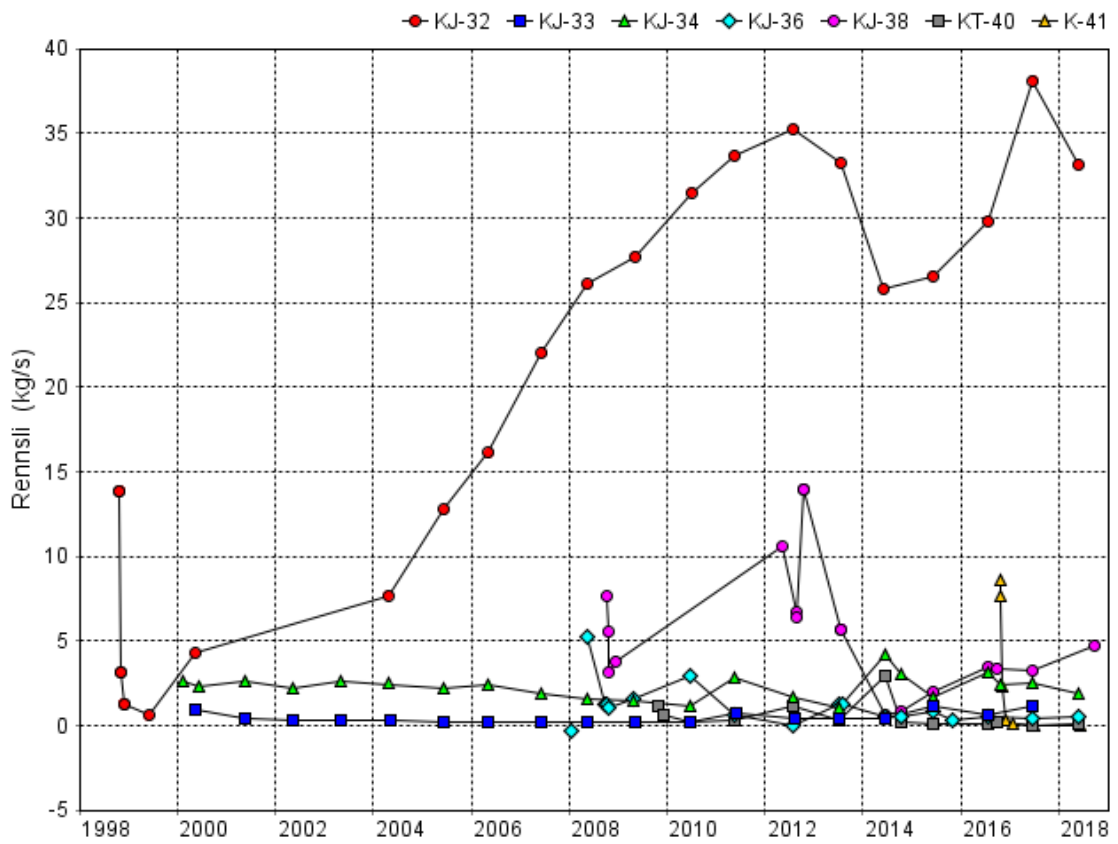
Mynd 29 Suðurhlíðar, gufurennslí úr holum.



Mynd 30 Suðurhlíðar, vatnsrennslí úr holum.



Mynd 31 Vesturhlíðar, gufurennslí úr holum.



Mynd 32 Vesturhlíðar, vatnsrennslí úr holum.

3.1.2 Massa og varmavinnsla

Árleg massa- og varmavinnsla úr jarðhitageyminum í Kröflu var reiknuð fyrir einstök vinnslusvæði og eru niðurstöður birtar í Viðauka 1 en þar kemur einnig fram hversu miklu var dælt í holur.

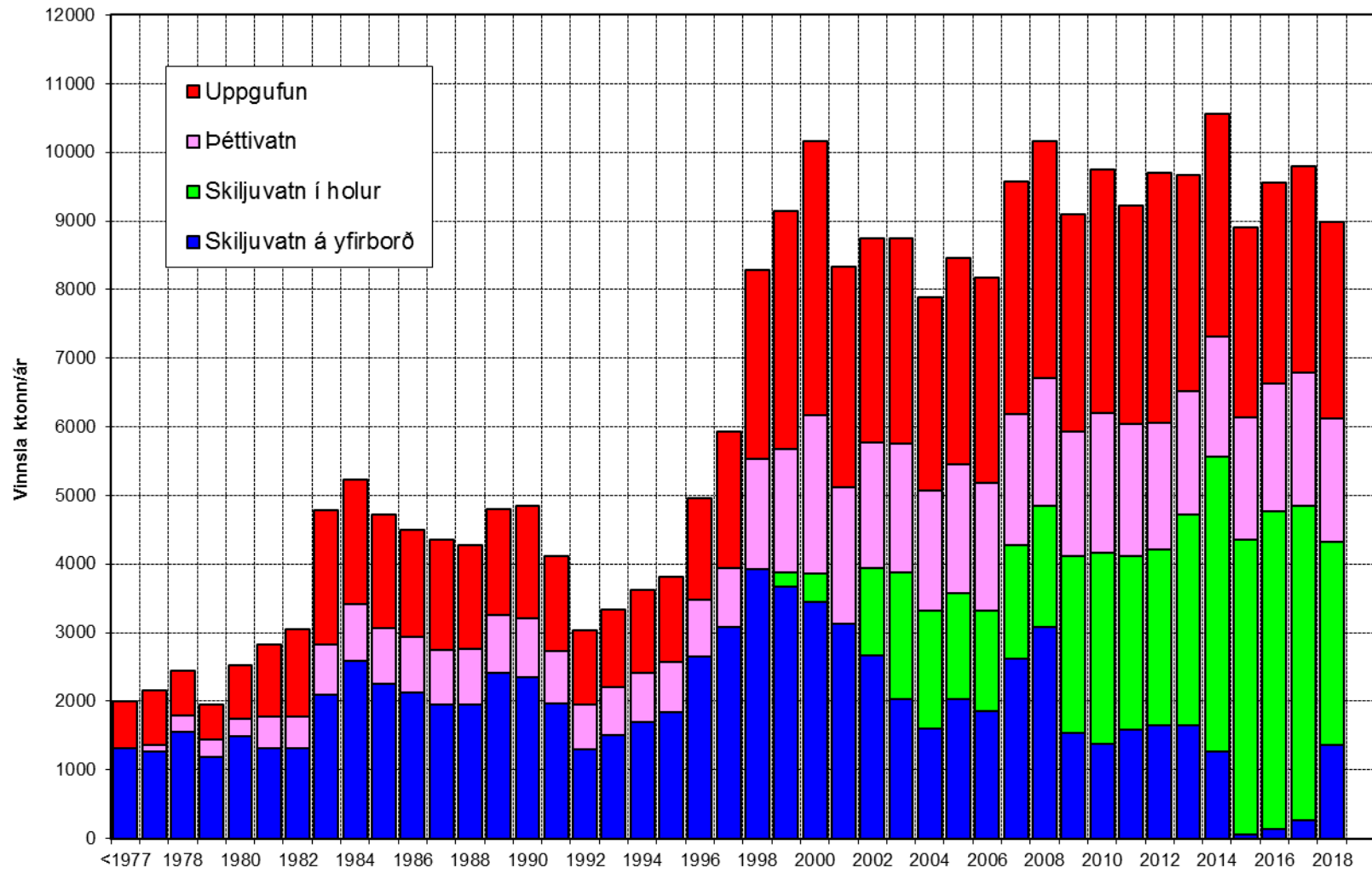
Tekin voru samtals um 8.992 þúsund tonn af vatn og gufu úr svæðinu á árinu 2018. Þar af var gufa til raforkuframleiðslu 4.509 þúsund tonn. Engin upptekt var vegna prófunar á holum.

Dælt var samtals 2.960 þúsund tonnum af skiljuvatni í holur KJ-26 (Leirbotnar) og KJ-39 (Suðurhlíðar).

Mynd 33 sýnir magn gufu og vatns sem upp er tekið og skiptingu milli frárennslis og dælingar í holur.

Áætlað er að um 40% gufunnar þéttist í kælikerfi stövarinnar. Frárennsli jarðhitavökva frá stöðinni þ.e. skiljuvatn sem ekki er dælt niður var 1.259 þúsund tonn sem ásamt þéttivatni frá kæliturnum gerir um 3.163 þúsund tonn á árinu 2018.

Dregið var úr niðurdælingu í holu KJ-39 vegna þess að hún virðist hafa slæm áhrif á afköst borhola í Suðurhlíðum. Losun á yfirborð var því meiri en árið 2017.



Mynd 33 Kröflusvæði. Árleg gufuvinnsla og frárennsli.

3.2 EFNAMÆLINGAR

3.2.1 Vatn og gufa úr borholum

Niðurstöður efnagreininga á vatni og gufu úr borholum í Kröflu, sem safnað var í eftirliti 2018, eru varðveittar í gagnagrunni ViewData.

Reiknaður efnastyrkur í gufu og vatni við skiljuþrýsting er sýndur í töflu 13. Fyrir lágvermisholurnar er miðað við 1,2 barg skiljuþrýsting og 7,0 barg þrýsting fyrir hávermisholur. Í töflunni kemur fram styrkur allra helstu efna sem og rennsli gufu og vatns í hverri holu. Styrkur þungmálma í skiljuvatni frá holunum er sýndur í töflu 14.

Í töflu 15 er tekið saman yfirlit um gasstyrk í gufu ásamt gassamsetningu og hversu mikið gas streymir úr hverri holu. Meðaltal gass í gufu inn á hverfil, þ.e. bæði háþrýsti og lágþrýsti-gufu, reiknast um 0,84 %, sem er sami gasstyrkur og árið 2017. Heildargasstreymi inn í stöðina minnkaði lítilsháttar og reiknast 1,22 kg/s samanborið við 1,25 kg/s í fyrra.

Reiknaður berghiti árið 2018 er sýndur í töflu 16.

Safnað var sýnum til efnagreininga úr þremur grunnu holum í Leirbotnum þ.e. KG-5, KJ-06 og KG-24 sem voru í vinnslu. Styrkur kísils (SiO_2) hefur ekki breyst mikið milli ára í holum KG-05 og KG-24 en þó má merkja lítilsháttar minnkun í holu KG-05 sem bendir til kólnunar. (sjá mynd 34). Kísilstyrkur er meiri í KJ-06 en KG-05 og KG-24 en þó minni en mældist áður en vinnslu úr holunni var hætt tímabundið árið 1984. Kísilstyrkur í holu KJ-06 samsvarar kvartshita 240 °C á meðan holur KG-05 og KG-24 eru með kvartshita 215 til 225 °C.

Safnað var sýnum úr tveimur holum, KJ-13 og KJ-27, sem vinna úr dýpri hluta kerfisins í Leirbotnum. Holur KJ-11, KG-12 og KJ-29 voru lokaðar og dælt var í holu KJ-26. CO_2 styrkur í gufu úr holu KJ-13 hefur minnkað jafnt og þétt frá því hún var tekin í notkun og lækkar enn milli ára (sjá mynd 35). Styrkur H_2S hefur einnig verið minnkandi en þó hægar þar til fyrir þremur árum að hann snöggminnkaði (sjá mynd 36). Undanfarin ár hefur styrkur súlfats verið að aukast (sjá mynd 37).

Sýnum var safnað úr samtals átta holum í Suðurhlíðum Kröflu, KJ-14, KJ-16, KJ-17, KJ-19, KJ-20, KJ-30, KJ-31 og KJ-37. Á mynd 38 er styrkur koldíoxíð (CO_2) í gufu reiknaður við skiljuþrýsting, sýndur á móti tíma fyrir holurnar. Breytingar eru ekki miklar en þó frekar til minnkunar. Styrkur súlfats (SO_4) er lítill í holunum en tók stökk í holu KJ-19 eftir að niðurdæling hófst í nálægri holu KJ-39 (sjá mynd 39). Styrkur súlfats hefur einnig aukist í holu KJ-14.

Á mynd 40 er styrkur koldíoxíðs (CO_2) í gufu úr holum í Vesturhlíðum Kröflu sýndur. Koldíoxíðstyrkur í gufu úr holunum hefur minnkað frá upphleypingu nema í holu KJ-38. Mest gas mælist í gufu úr holu KJ-40 en minnkar nú lítilsháttar milli ára. Styrkur brennisteinsvetnis (H_2S) í gufu er mikill í holunum og mestur í gufu úr holu KJ-36. Styrkurinn breytist lítið milli ára í holunum, sjá mynd 41. Á mynd 42 er styrkur súlfats í borholuvatninu sýndur. Þar kemur fram að styrkur súlfats í holu KJ-32 jókst skyndilega eftir 2004 en hefur náð jafnvægi. Aukinn súlfatstyrkur mældist í KJ-33 í fyrra en ekki náðist sýni í ár því holan var dauð.

Tafla 13 Kröflustöð. Styrkur efna í vatni og gufu borhola árið 2018

Staður	Tími	Skilja	Gufa																					
		Vermi	Rennsli	CO2	H2S	H2	N2	CH4	Ar	Rennsli	pH	CO2	H2S	SiO2	Na	K	Ca	Mg	Fe	Al	F	Cl	SO4	B
		kj/kg	kg/s	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	kg/s		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
KG-05	2018-06-11	898	4,4	663	224	0,9	23,4	1,74	1,39	21,2	9,60	23,9	19,5	379	202	17,8	5,17	0,001	0,001	0,86	0,89	40,7	294	0,56
KG-24	2018-06-11	898	5,4	766	244	0,3	26,1	2,71	0,82	26,0	9,60	28,4	22,0	441	214	17,3	3,98	0,001	0,001	0,79	0,71	42,8	299	0,60
KJ-06	2018-06-11	1193	11,4	1072	201	1,9	48,9	3,27	2,15	25,7	9,71	53,1	24,1	539	230	28,9	1,66	0,001	0,002	1,41	1,17	21,0	190	0,42
KJ-13	2018-05-24	1108	7,0	1063	302	2,5		0,50	0,22	29,8	9,40	28,3	30,8	580	245	38,1	3,46	0,010	0,027	1,46	2,46	50,1	336	1,02
KJ-14	2018-06-12	2368	4,0	6786	923	50,7	3,5	0,61		1,0	8,81	67,2	34,9	888	174	37,8	1,45	0,001	0,001	1,32	1,64	163,9	45	4,35
KJ-16	2018-06-13	2767	2,1	19107	1353	77,7	13,3	6,39		0,0	8,14	153,5	44,7	581	163	29,2	0,84	0,001	0,001	0,87	1,57	113,8	17	2,03
KJ-17	2018-06-13	1931	5,4	3260	769	32,3	16,4	3,27		3,7	9,25	67,0	61,2	714	138	22,8	0,29	0,001	0,010	1,33	2,81	15,7	17	1,69
KJ-19	2018-06-14	1301	1,1	10255	1007	53,6	10,4	1,34		2,8	9,27	293,0	111,0	710	246	43,5	2,90	0,001	0,005	0,52	3,09	78,2	218	1,64
KJ-20	2018-06-12	2700	4,2	11923	1276	52,4	9,5	2,77		0,1	8,95	167,1	69,0	1120	316	55,8	0,88	0,002	0,004	0,14	2,34	274,7	23	5,00
KJ-27	2018-05-25	997	4,4	1450	300	4,1	19,9	2,09	1,00	28,2	9,46	43,0	34,0	520	225	29,9	3,87	0,003	0,002	1,27	1,01	36,0	327	0,54
KJ-30	2018-06-12	2763	14,5	7786	1503	45,9	9,2	0,93		0,0	8,98	141,4	105,4	2091	270	43,1	1,21	0,004	0,015	1,89	13,76	54,1	36	75,13
KJ-31	2018-06-12	2787	0,7	4703	998	54,9	7,3	1,19																
KJ-32	2018-05-25	1142	8,6	1533	734	11,3	0,4	0,91	0,25	33,1	9,40	41,7	76,4	566	244	39,4	3,76	0,013	0,024	1,31	1,07	35,7	326	0,61
KJ-34	2018-05-24	2603	21,4	9388	1957	46,1	11,6	0,77	2,11	1,9	8,60	76,5	60,5	717	210	39,8	2,41	0,003	0,006	1,05	1,99	189,8	80	5,48
KJ-36	2018-05-24	2672	9,9	10987	2490	51,8	15,1	1,16		0,5	8,54	89,5	77,2	626	143	22,8	1,34	0,003	0,006	1,39	1,04	63,1	34	4,63
KJ-37	2018-06-13	1474	0,6	6954	1230	76,7	2,2	1,35		1,0	9,01	101,0	69,0	534	117	19,4	0,48	0,002	0,044	1,21	0,66	24,9	28	2,45
KJ-38	2018-09-27	1759	4,9	12042	1826	40,7	266,0	2,40	5,63	4,7	8,64	105,0	60,3	601	182	24,9	3,33				1,25	80,2	78	
KT-40	2018-05-24	2751	19,1	15371	1150	18,3	14,7	1,57	1,00	0,2	8,58	125,6	35,7	916	112	20,6	1,74	0,010	0,031	3,13	3,57	9,8	23	7,43
K-41	2018-06-13	2762	6,8	12197	1251	54,6	13,0	1,82		0,0	9,24	315,4	125,6	2161	534	79,3	0,28	0,060	0,323	1,49	6,70	53,6	115	7,71
	Samtölur	1551	135,7	6537	992	33,1	36,1	2,11	1,56	179,9	9,07	44,5	39,5	528	224	29,6	3,47	0,006	0,011	1,20	1,32	41,6	279	0,79

Tafla 14 Styrkur þungmálma í borholusýnum í Kröflu 2018.

Nafn	Tími	P	Cr	Ni	Cu	Zn	As	Cd	Hg	Pb
		mg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
KG-05	2018-06-11	<0,001	0,014	<0,05	<0,1	<0,2	1,69	0,002	<0,002	<0,01
KG-24	2018-06-11	<0,001	0,014	<0,05	<0,1	<0,2	0,367	<0,002	<0,002	<0,01
KJ-06	2018-06-11	<0,001	0,018	<0,05	<0,1	<0,2	2,52	0,004	<0,002	<0,01
KJ-13	2018-05-24	<0,001	0,063	0,071	<0,1	1,58	5,15	0,005	<0,002	<0,01
KJ-14	2018-06-12	<0,001	0,019	<0,05	<0,1	0,318	11,4	<0,002	<0,002	<0,01
KJ-16	2018-06-13	<0,001	0,045	0,653	<0,1	0,286	24,7	<0,002	<0,002	<0,01
KJ-17	2018-06-13	0,001	0,095	0,051	<0,1	0,394	15,5	<0,002	<0,002	<0,01
KJ-19	2018-06-14	<0,001	0,086	<0,05	<0,1	0,721	13,4	<0,002	<0,002	<0,01
KJ-20	2018-06-12	0,003	0,039	<0,05	<0,1	0,355	21,5	0,002	<0,002	<0,01
KJ-27	2018-05-25	<0,001	0,024	<0,05	<0,1	0,664	1,58	0,004	<0,002	<0,01
KJ-30	2018-06-12	<0,001	0,157	0,082	<0,1	1,12	367	0,002	<0,002	<0,01
KJ-32	2018-05-25	<0,001	0,023	0,067	<0,1	0,811	3,15	0,003	<0,002	<0,01
KJ-34	2018-05-24	0,003	0,048	0,052	<0,1	0,355	7,73	0,008	<0,002	<0,01
KJ-36	2018-05-24	<0,001	0,036	0,061	<0,1	0,247	13,7	0,004	<0,002	<0,01
KJ-37	2018-06-13	0,003	0,455	0,076	<0,1	0,656	91,4	0,005	<0,002	<0,01
KJ-38	2018-09-27									
KT-40	2018-05-24	<0,001	0,244	0,08	<0,1	0,486	20	0,004	<0,002	<0,01
K-41	2018-06-13	0,005	0,245	0,117	<0,1	1,46	2,12	0,003	<0,002	<0,01

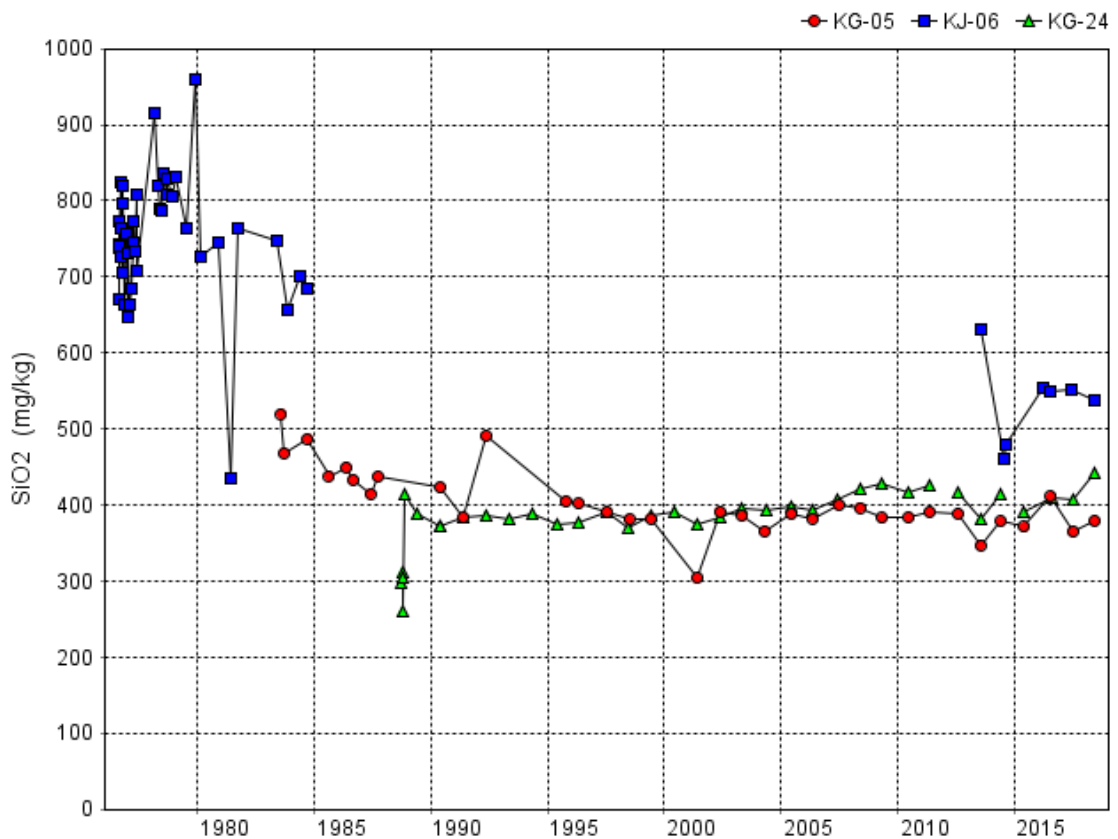
Tafla 15 Kröflustöð, borholur. Gas í gufu og gashlutföll árið 2018.

Staður	Tími	Gufa		Gas							
		Rennsli	í gufu	rennsli	hlutfall	CO ₂	H ₂ S	H ₂	N ₂	CH ₄	Ar
		kg/s	w%	kg/s	l/kg	vol%	vol%	vol%	vol%	vol%	vol%
KG-05	2018-06-11	4,4	0,09	0,00	0,56	65,25	28,50	2,00	3,62	0,47	0,15
KG-24	2018-06-11	5,4	0,10	0,01	0,63	67,37	27,70	0,58	3,60	0,65	0,08
KJ-06	2018-06-11	11,4	0,13	0,02	0,81	73,35	17,75	2,87	5,25	0,61	0,16
KJ-13	2018-05-24	7,0	0,14	0,01	0,84	70,35	25,86	3,68		0,09	0,02
KJ-14	2018-06-12	4,0	0,78	0,03	5,05	74,64	13,10	12,18	0,06	0,02	
KJ-16	2018-06-13	2,1	2,04	0,04	12,48	84,58	7,74	7,51	0,09	0,08	
KJ-17	2018-06-13	5,4	0,41	0,02	2,78	65,28	19,89	14,14	0,51	0,18	
KJ-19	2018-06-14	1,1	1,13	0,01	7,08	80,47	10,20	9,17	0,13	0,03	
KJ-20	2018-06-12	4,2	1,33	0,06	8,19	80,90	11,18	7,77	0,10	0,05	
KJ-27	2018-05-25	4,4	0,18	0,01	1,09	73,78	19,69	4,59	1,59	0,29	0,06
KJ-30	2018-06-12	14,5	0,93	0,14	5,97	72,45	18,06	9,33	0,13	0,02	
KJ-31	2018-06-12	0,7	0,58	0,00	4,01	65,27	17,89	16,64	0,16	0,05	
KJ-32	2018-05-25	8,6	0,23	0,02	1,52	56,13	34,70	9,04	0,02	0,09	0,01
KJ-34	2018-05-24	21,4	1,14	0,24	7,2	72,53	19,53	7,77	0,14	0,02	0,02
KJ-36	2018-05-24	9,9	1,35	0,13	8,54	71,52	20,94	7,36	0,15	0,02	
KJ-37	2018-06-13	0,6	0,83	0,00	5,68	68,01	15,54	16,38	0,03	0,04	
KJ-38	2018-09-27	4,9	1,42	0,07	8,74	76,61	15,01	5,64	2,66	0,04	0,04
KT-40	2018-05-24	19,1	1,66	0,32	9,61	88,93	8,59	2,31	0,13	0,02	0,01
K-41	2018-06-13	6,8	1,35	0,09	8,36	81,16	10,75	7,93	0,14	0,03	
	HP>LP	10,0									
	Samtölur	145,8	0,84	1,22	7,75	79,76	13,85	6,05	0,31	0,03	0,01

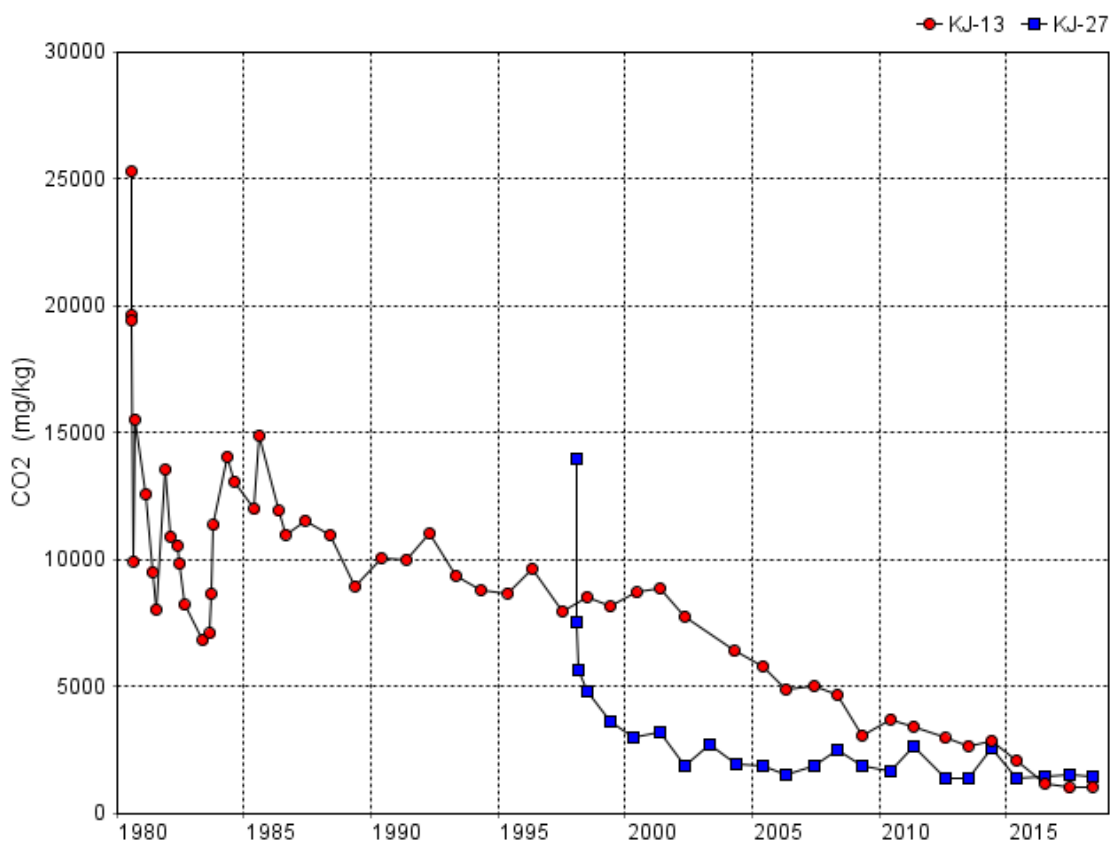
HP>LP: afsuða skiljuvatns úr háþrýstiholum.

Tafla 16 Kröflustöð, borholur. Reiknaður berghiti árið 2018.

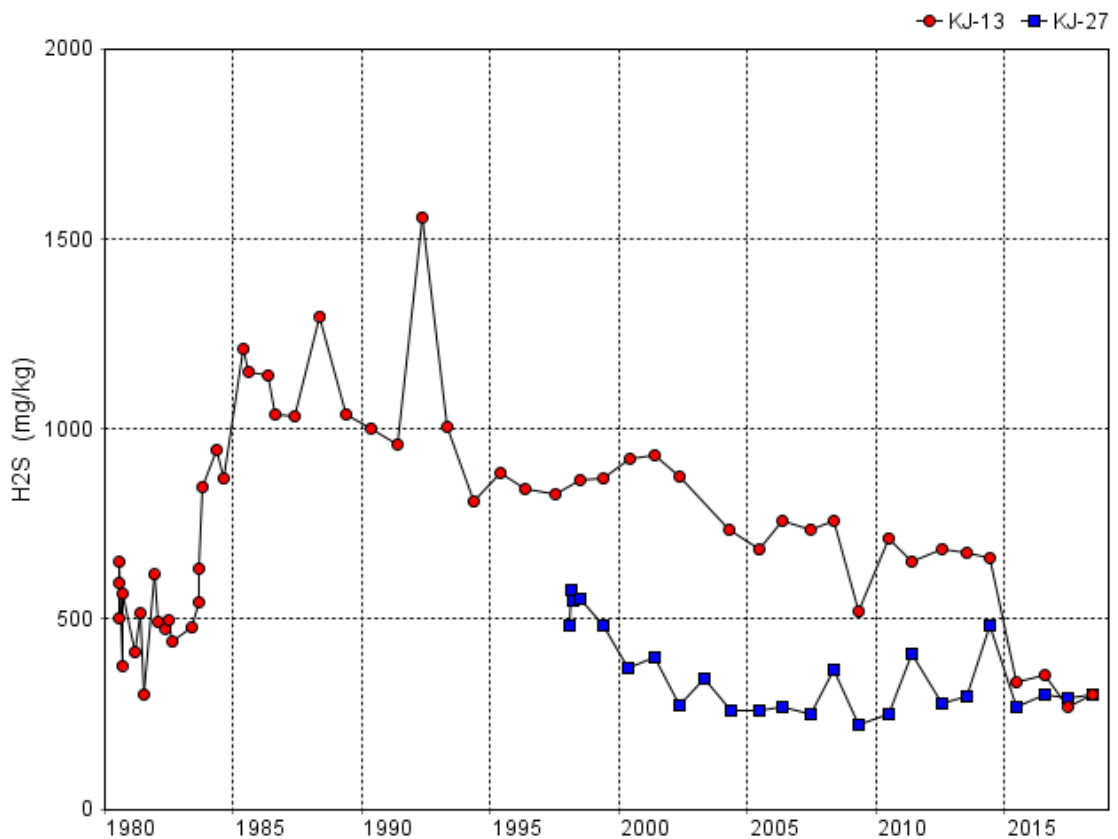
Nafn	Tími	Vermi kJ/kg	tSiO ₂ q °C	tNa/K °C	tCO ₂ °C	tH ₂ /H ₂ S °C
KG-05	2018-06-11	898	215	196	160	259
KG-24	2018-06-11	898	226	187	174	238
KJ-06	2018-06-11	1193	240	235	211	273
KJ-13	2018-05-24	1108	253	258	179	271
KJ-14	2018-06-12	2368	294	294	273	300
KJ-16	2018-06-13	2767	210	274	293	301
KJ-17	2018-06-13	1931	270	265	251	298
KJ-19	2018-06-14	1301	270	272	276	300
KJ-20	2018-06-12	2700		272	285	298
KJ-27	2018-05-25	997	244	241	193	279
KJ-30	2018-06-12	2763	242	261	277	293
KJ-31	2018-06-12	2787				300
KJ-32	2018-05-25	1142	251	262	213	281
KJ-34	2018-05-24	2603	261	279	280	288
KJ-36	2018-05-24	2672	240	261	283	286
KJ-37	2018-06-13	1474	246	265	269	302
KJ-38	2018-09-27	1759	255	244	283	287
KT-40	2018-05-24	2751	224	277	289	281
K-41	2018-06-13	2762		253	285	299



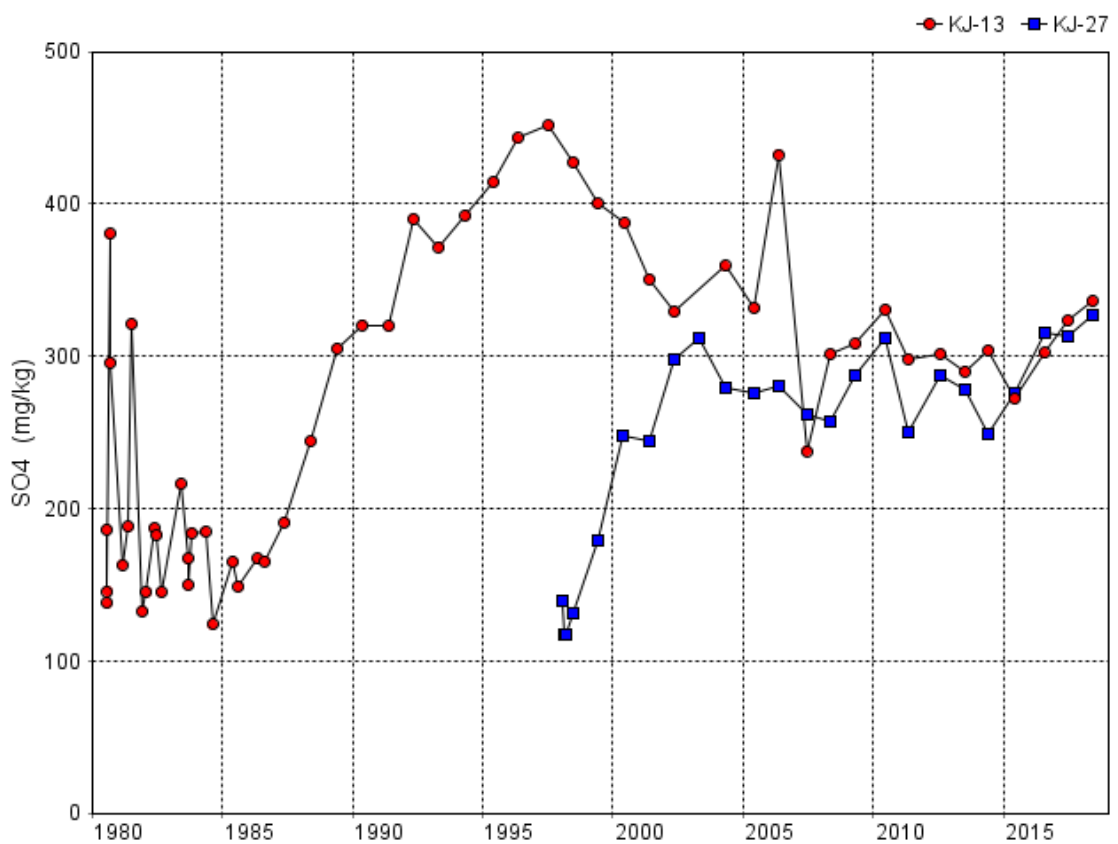
Mynd 34 Leirbotnar, grunnar holur, SiO₂ í vatni á móti tíma.



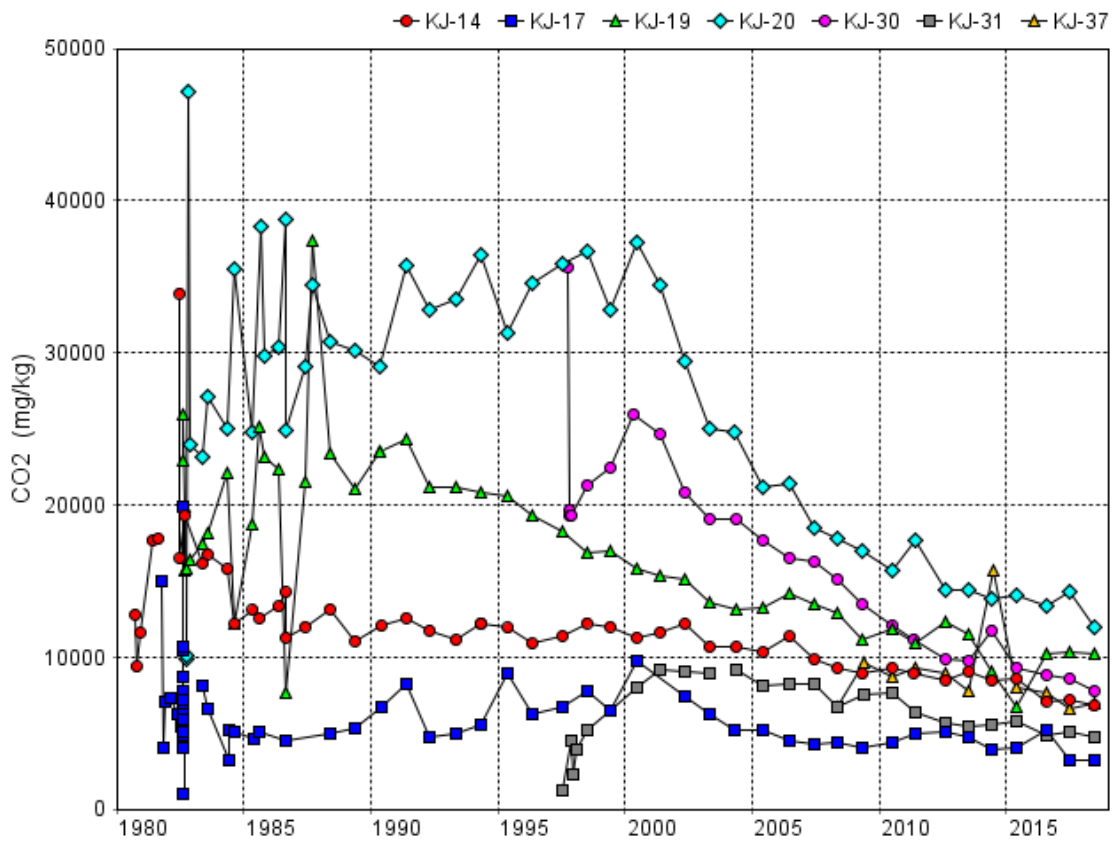
Mynd 35 Leirbotnar, djúpar holur, CO₂ í gufu á móti tíma.



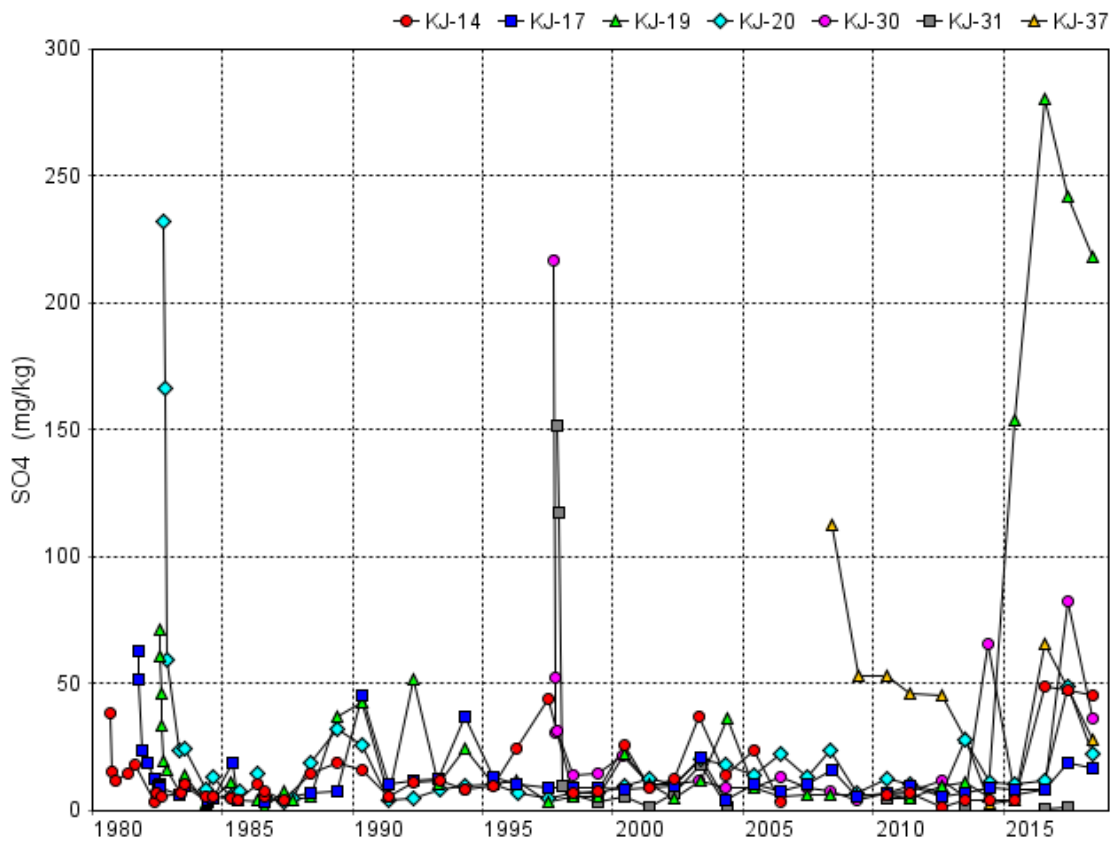
Mynd 36 Leirbotnar, djúpar holur, H₂S í gufu á mótí tíma.



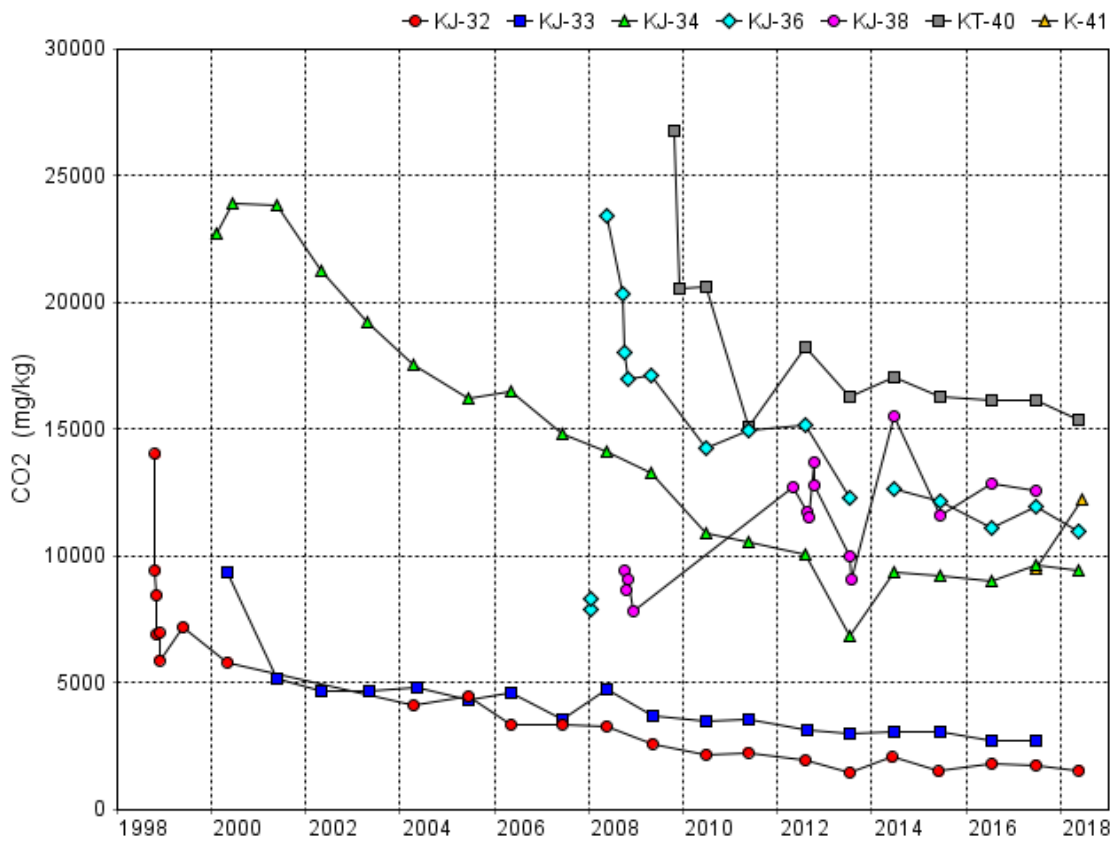
Mynd 37 Leirbotnar, djúpar holur, SO₄ í vatni á mótí tíma.



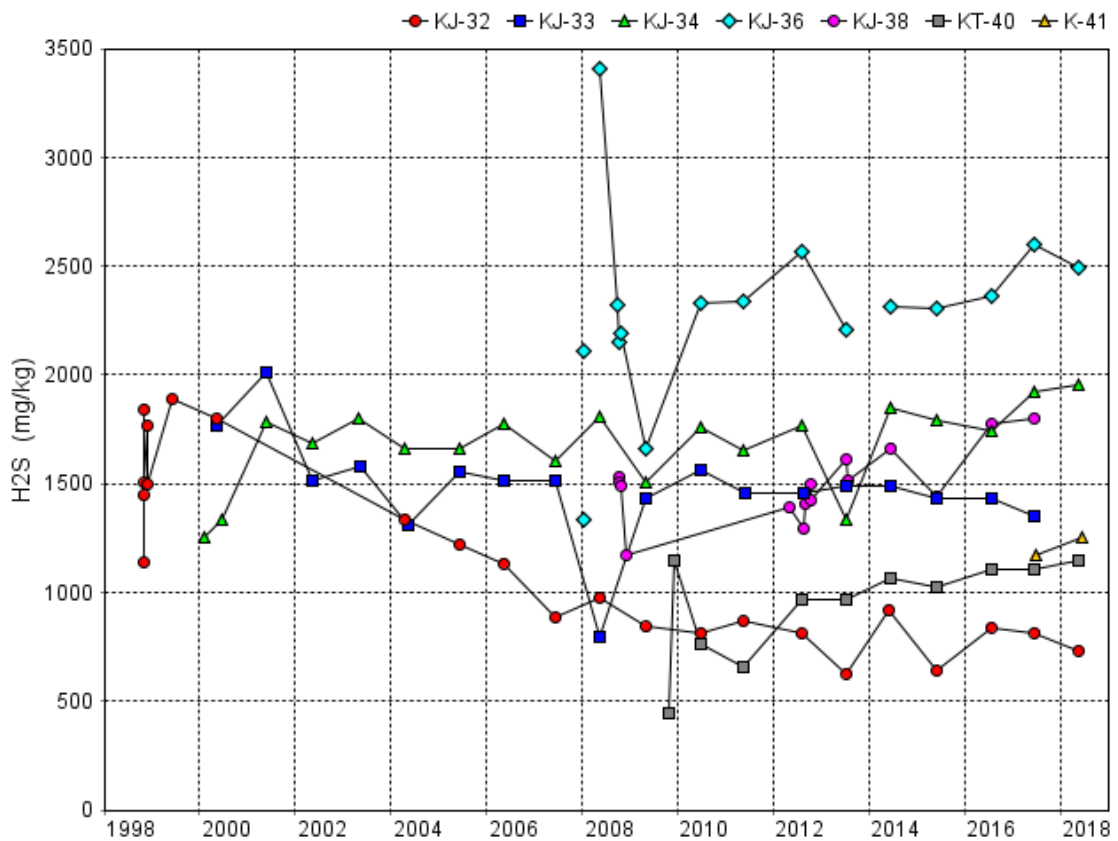
Mynd 38 Suðurhlíðar, CO₂ í gufu á móti tíma.



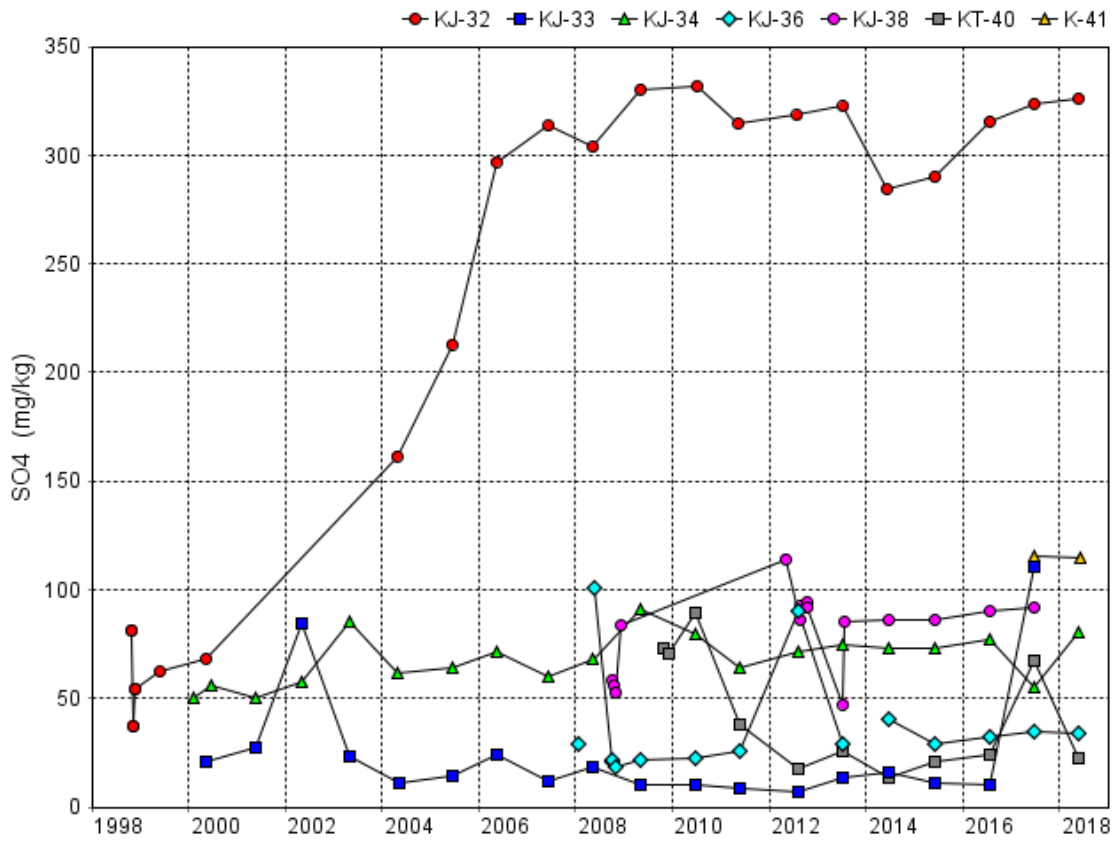
Mynd 39 Suðurhlíðar, SO₄ í vatni á móti tíma.



Mynd 40 Vesturhlíðar Kröflu, CO₂ í guflu á mótí tíma



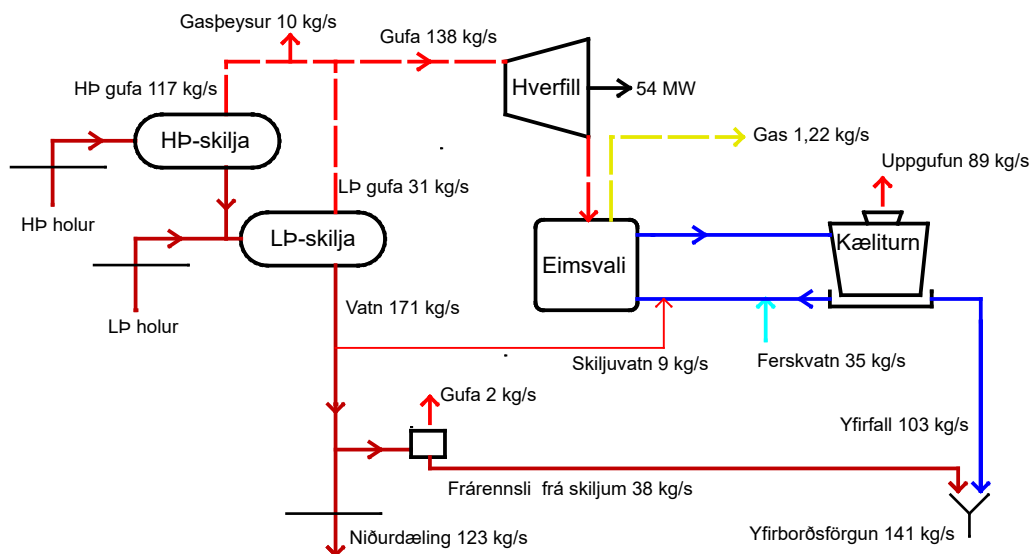
Mynd 41 Vesturhlíðar Kröflu, H₂S í guflu á mótí tíma



Mynd 42 Vesturhlíðar Kröflu, SO₄ í vatni á mótí tíma.

3.2.2 Vinnslurás

Á mynd 28 er sýnt flæðirit fyrir Kröflustöð þegar sýnum af frárennsli var safnað til efnagreininga.



Mynd 43 Flæðirit fyrir Kröflustöð í maí 2018.

Frárennsli skiljuvatns frá borholum í skiljustöðinni í Leirbotnum við 126 °C mældist um 171 kg/s í afkastamælingum borhola. Um 9 kg/s var blandað í kæliturna. Mestum hluta eða 123 kg/s var dælt í holur KJ-26 og KJ-39. Það sem umfram var rann niður Hlíðardalinn. Við skiljuvatnið sem rennur út í læk bættist vatn úr kæliturnum. Samtals rennsli frá kæliturnum var áætlað um 103 kg/s. Samtals runnu því um 141 l/s af vatni frá stöðinni og niður Hlíðardalslæk þegar sýnum af frárennsli var safnað.

Gasstyrkur og meðburður borholuvatns í háþrýsti- og lágþrýstilögnum mældur vikulega og niðurstöður skráðar í gagnagrunn. Gasstyrkurinn er sýndur á mynd 44. Enginn meðburður borholuvatns mældist í háþrýstigufunni.

Gas í háþrýsti- og lágþrýstigufu við stöðvarvegg var efnagreint og er samsetning gassins sýnd í töflu 17. Meðaltal gass í gufu inn á hverfil, þ.e. bæði háþrýsti og lágþrýstigufu, reiknast um 0,84 % sem er sami styrkur og árið 2017 og heildargassteymi inn í stöðina reiknast 1,22 kg/s samanborið við 1,25 kg/s árið 2017. Gasið er losað til andrúmslofts um gaspípu fyrir ofan kæliturnana.

Gassýnum var safnað úr millieimsvala og eftirkæli og er efnasamsetningin sýnd í töflu 18. Ástand gaslosunarbúnaðar virðist í góðu horfi.

Niðurstöður efnagreininga á vatnssýnum úr eimsvala og kæliturni vélasamstæðu 1 og 2 eru sýndar í töflu 19. Ferskvatnshlutfall í kælivatni mælist 60% af útrennsli úr kæliturni 1 og 42% úr kæliturni 2. Skiljuvatnshlutfallið mældist 6% í útrennsli úr kæliturni 1 og 8% úr kæliturni 2. Sýrustig kælivatnsins er mælt reglulega og eru mælingarnar sýndar á mynd 45. Miðað er við að sýrustigið fari ekki undir pH 5,00 og hefur það yfirleitt verið í lagi.

3.2.3 Frárennsli

Stöðihn framleiddi 54 MW og reiknast losunin á orkueiningu vera 72 g/kWh af CO₂ og 10,6 g/kWh H₂S. Árleg losun CO₂ og H₂S er sýnd á myndum 46 og 47. Losuð voru 31.735 tonn af CO₂ og 4.890 tonn af H₂S vegna raforkuvinnslunnar árið 2018. Dælt var niður 189 tonnum af CO₂ og 139 tonnum af H₂S en engin losun var vegna prófunar á holum.

Sýnum var safnað úr frárennislæk skiljustöðvar í Leirbotnum sem og frárennislæk kæliturnna. Einnig var safnað tveimur sýnum úr Hlíðardalslæk eftir að rennslí úr kæliturnum og skiljustöð hefur blandast þ.e. úr V-yfirfalli og einnig þar sem lækurinn rennur undir Austurlandsveg. Niðurstöður efnagreininga eru í töflu 20. Styrkur heildarkísils í niðurdælingarvatni mældist 550 mg/kg og er yfir metunarmökum en styrkur óklofins kísils ($(\text{Si}(\text{OH})_4$) hefur verið undir mörkunum (sjá mynd 48). Viðtökuhæfni holu KG-26 virðist hafa minnkað síðan ádæling hófst árið 2002. Skoðað var inni holutoppinn síðasta vor og var útfellingarskán innan á honum. Tekið var sýni og reyndist útfellingin vera álsílikat. Álstyrkur í vatninu hefur verið nokkuð stöðugur um 1,25 mg/kg en sýrustigið hátt og því fellur álsílikat út. Sýrustigið var hæst á árin 2007 til 2013 en hefur verið lægra undanfarin ár. Sama má segja um kísilstyrk sem var um 600 mg/kg árin 2007 til 2013 en hefur verið um 550 mg/kg undanfarin ár.

Mældur var styrkur næringarefna og þungmálma í yfirborðssýnum og eru niðurstöður birtar í töflu 21. Þau gildi sem eru hærri en mörk fyrir fyrsta flokk skv. reglugerð nr. 796/1999 eru feitletruð í töflunni (Sjá töflu 11). Styrkur arsens (As) í frárennislisvatninu fer yfir mörk eins og áður. Við V-yfirfall þar sem vatnið rennur frá virkjunarsvæðinu flokkast vatnið í III flokk og er áhrifa að vænta á viðkvæmt lífríki. Vatnið hefur þynnst og styrkurinn minnkað þegar lækurinn rennur undir Austurlandsveg og en vatnið flokkast enn í III flokk. Þungmálmar voru nú undir mörkum í vatni frá kæliturnum en þeir hafa yfirleitt verið yfir mörkum. Nú var vatnsrennslí úr eftirkæli minna því kæling gasins var minnkuð til þess að minnka brennissteinsmengun í Dallæk. Fosfór (P) mælist yfir mörkum í Dallæk en en það er vegna mikils fosfórsstyrks í yfirborðsvatni en ekki vegna frárennislis frá virkjuninni.

Tafla 17 Kröflustöð, efnagreining gufu inn í stöð, sýnataka 2018-05-22

Staður	Gufa							Gas
	Rennslí	CO ₂	H ₂ S	H ₂	N ₂	CH ₄	Ar	hlutfall
	kg/s	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	w%
HP-Gufa	123,3	8532	1217	32,4	12,9	1,27	0,65	0,98
LP-Gufa	34,0	830	276	0,5	10,2	0,94	0,41	0,11
Samtölur	157,3	6867	1014	25,5	12,3	1,20	0,60	0,79

Tafla 18 Kröflustöð, efnagreining gass, sýnataka 2018-05-22

	CO ₂	H ₂ S	H ₂	O ₂	N ₂	CH ₄	Ar
Nafn	vol%	vol%	vol%	vol%	vol%	vol%	vol%
HP-Gufa	78,75	14,51	6,52		0,19	0,03	0,01
LP-Gufa	68,29	29,32	0,82		1,31	0,21	0,04
Gufa saman	78,56	14,54	6,49		0,19	0,03	0,01
Millieimsvali 1	71,89	11,81	5,94	2,92	7,25	0,02	0,17
Gas 1	53,61	8,56	4,36	7,47	25,59	0,02	0,39
Millieimsvali 2	74,04	10,92	3,42	2,92	8,52	0,03	0,14
Gas 2	60,07	9,53	8,07	5,54	16,42	0,08	0,29

Tafla 19 Kröflustöð. Kælivatnssýni árið 2018.

Staður	Tími	Hitastig	pH	CO ₂	H ₂ S	SiO ₂	Na	K	Ca	Mg	Fe	Al	F	Cl	SO ₄	B	Rafleiðni	SS
		°C		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	μS/cm	mg/kg
Eimsvali 1	2018-05-23	42,3	5,71	21,6	5,5	44,3	18,8	2,6	5,45	2,49	0,022	0,034	0,15	3,8	64,6	0,07	143	10,2
Eimsvali 2	2018-05-23	42,1	5,05	20,7	6,9	49,4	22,9	3,0	4,20	1,76	0,033	0,062	0,12	4,2	68,7	0,10	146	13,7
Kæliturn 1	2018-05-23	23,1	6,67	5,6													141	10,1
Kæliturn 2	2018-05-23	20,8	5,69	3,2													147	14,0
Ferskvatnsveita	2018-05-23	5,8	7,17	52,3	nd	25,9	8,8	1,2	9,86	4,15	0,002	0,001	0,12	2,6	4,7		106	

SS=brennisteinn

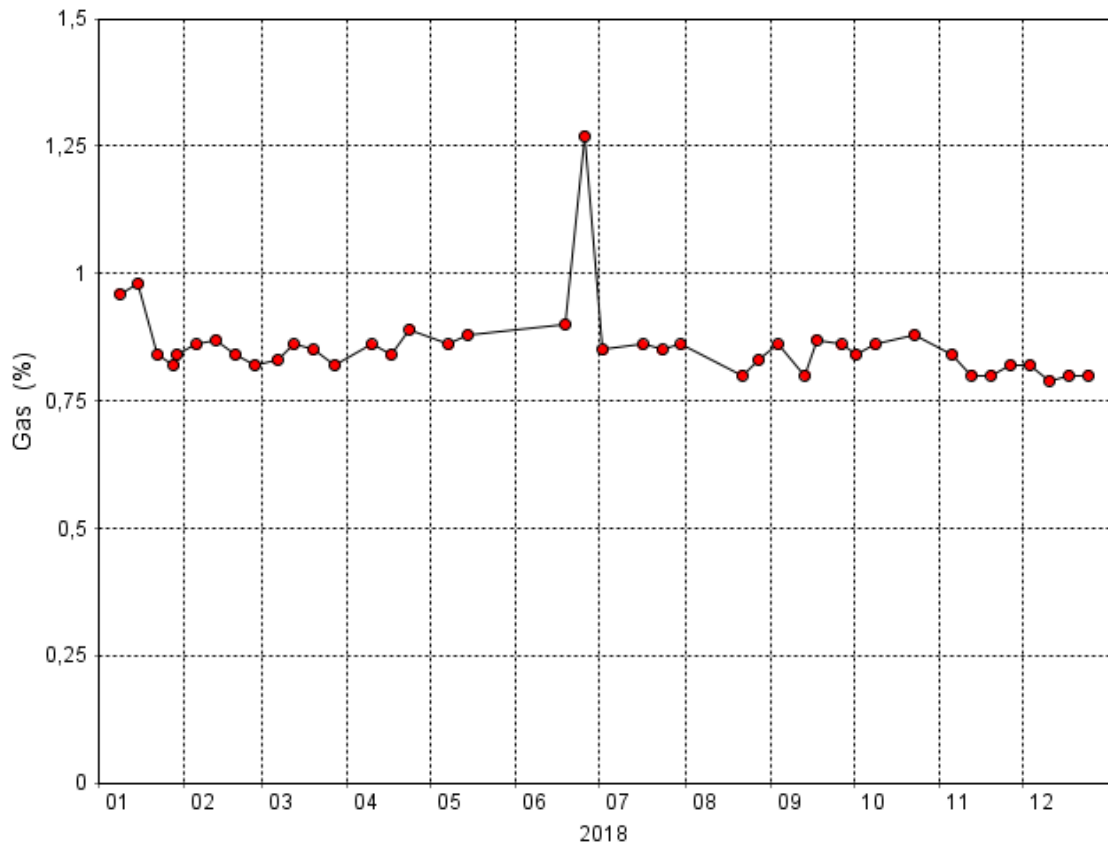
Tafla 20 Kröflustöð. Frárennslissýni árið 2018.

Staður	Tími	Hitastig	pH	CO ₂	H ₂ S	SiO ₂	Na	K	Ca	Mg	Fe	Al	F	Cl	SO ₄	B	Rafleiðni	SS
		°C		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	μS/cm	mg/kg
Niðurdæling																		
LP vatn	2018-05-23	184,1	9,15	56,2	42,6	550	234	32,8	3,77	0,003	0,002	1,30	1,32	46,3	374	0,89	918	0,5
Frárennslí																		
Skiljustöð	2018-05-23	40,1	9,46	55,6	8,3	612	274	37,3	5,55	0,009	0,018	1,46	1,46	55,1	365	1,07	1036	
Kæliturnar	2018-05-23	34,2	6,30	56,4	3,8	48	20,7	2,7	34,7	11,8	0,051	0,03	0,12	4,0	159	0,08	326	13,6
V-yfirfall	2018-05-23	21,8	8,74	45,9	nd	127	63,8	7,8	47,0	7,9	0,026	0,27	0,37	12,3	231	0,24	470	62,3
Austurlandsvegur	2018-05-23	13,8	7,98	69,5	nd	114	57,1	7,2	42,1	7,3	0,035	0,22	0,30	10,8	179	0,20	430	38,1

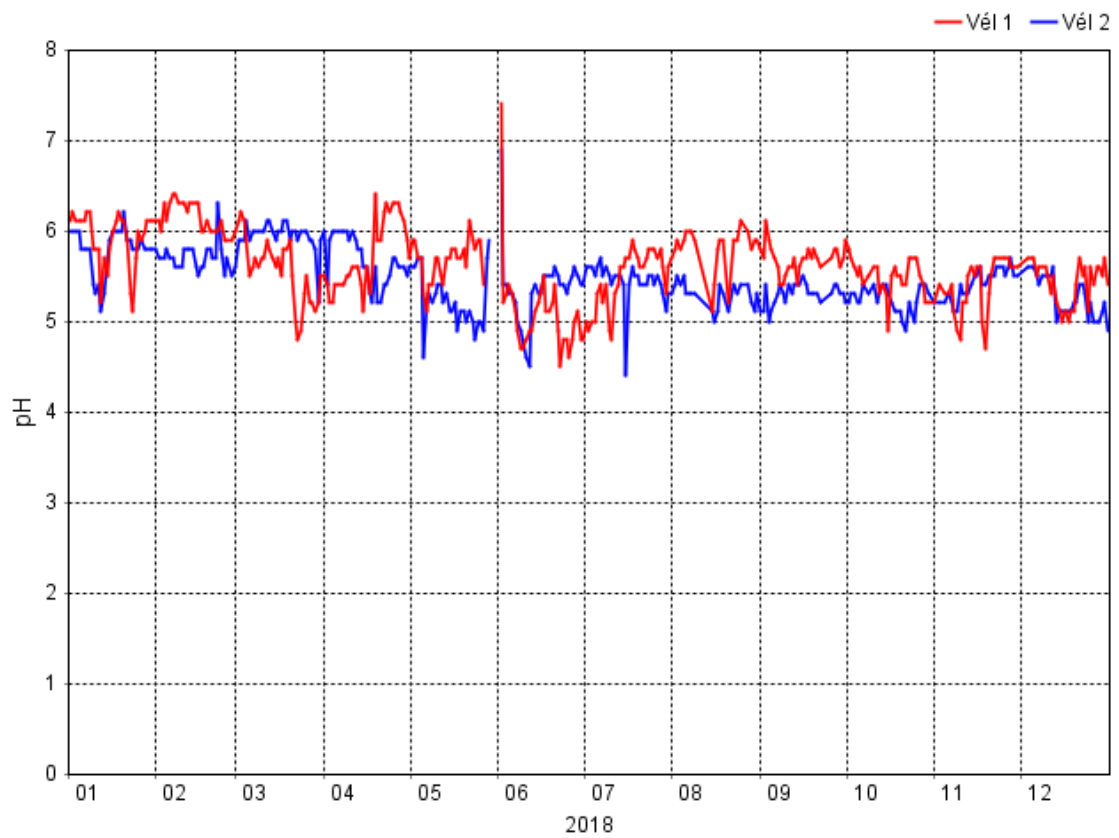
Tafla 21 Næringarefni og þungmálmur í vatni frá Kröflustöð 2018.

Staður	Tími	PO ₄	NH ₃	NO ₃	P	Cr	Ni	Cu	Zn	As	Cd	Hg	Pb
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
Niðurdæling													
Lp vatn	2018-05-23	0,033	0,03	nd	<0,001	<0,01	0,076	0,453	0,407	23	0,006	<0,002	0,011
Frárennsli													
Skiljustöð	2018-05-23	0,024	0,01	nd	<0,001	0,137	<0,05	0,626	0,32	35,9	0,006	<0,002	0,012
Kæliturnar	2018-05-23	0,001	0,03	0,02	0,005	0,32	0,464	0,154	2,18	2,77	0,006	0,006	0,011
V-yfirfall	2018-05-23	0,023	0,004	nd	0,026	0,219	0,436	0,322	0,79	10,4	0,01	0,014	<0,01
Austurlandsvegur	2018-05-23	0,025	nd	nd	0,022	0,369	0,709	0,256	0,751	8,23	0,003	<0,002	0,01

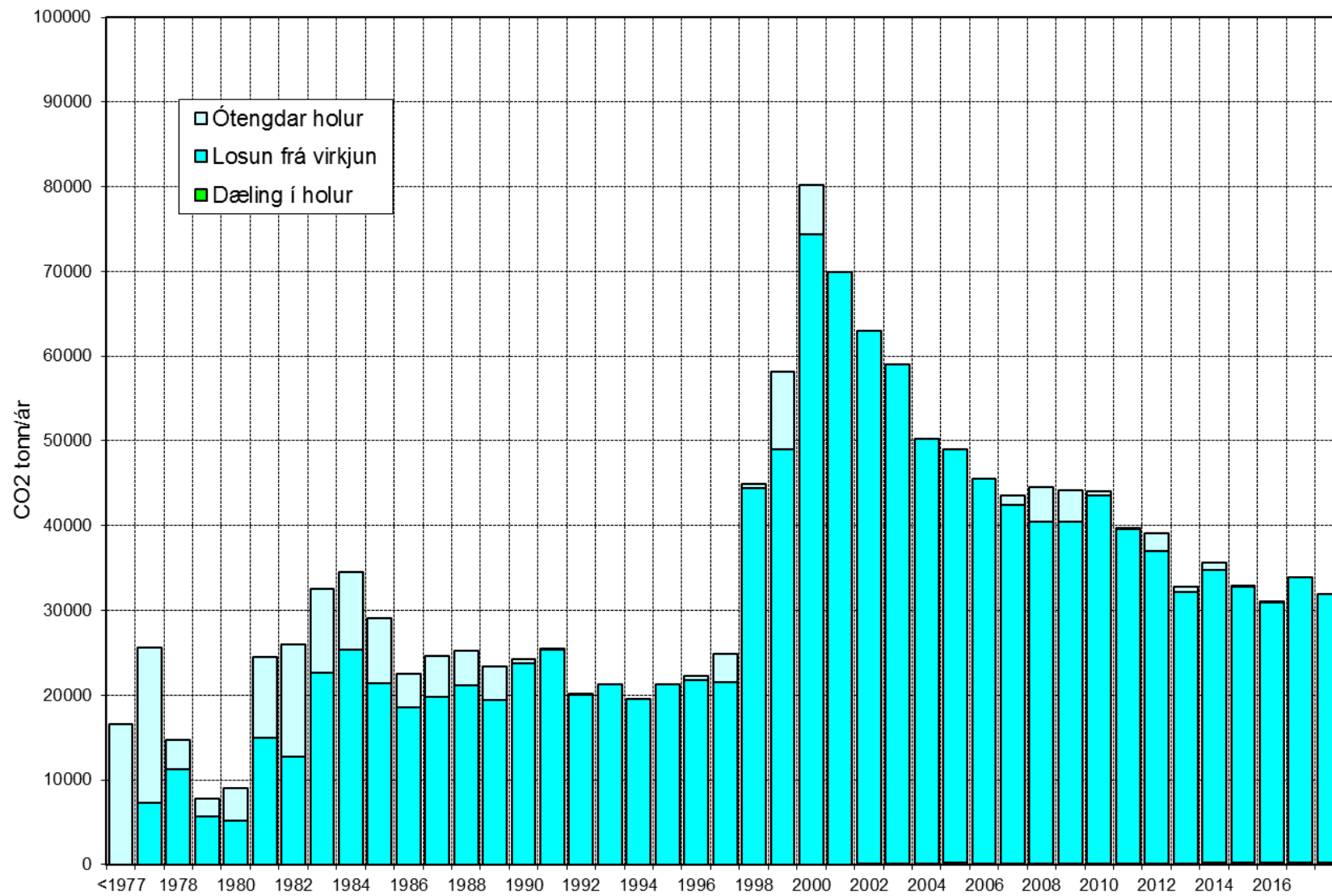
Feitletruð gildi eru yfir viðmiðunarmörkum (sjá töflu 11).



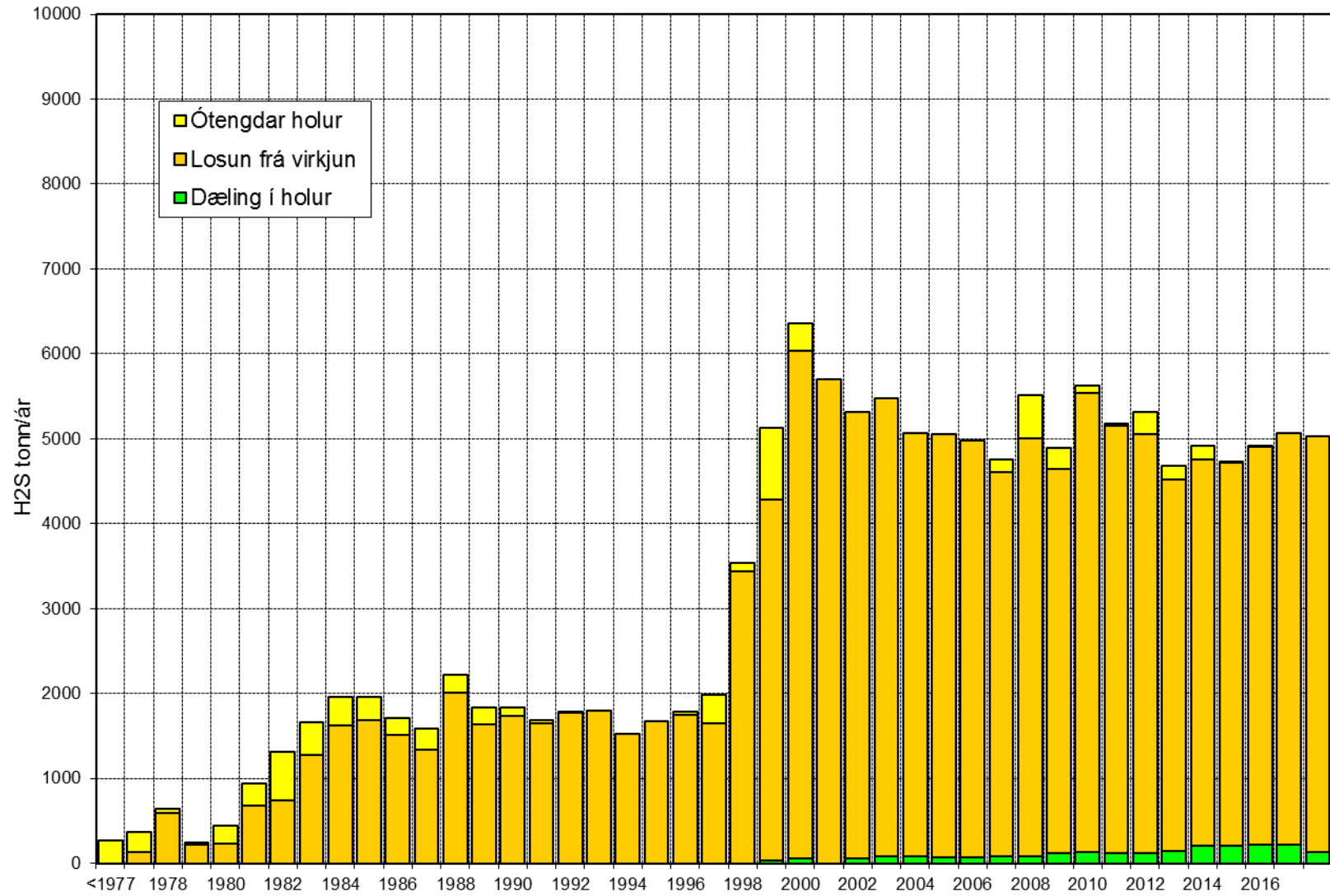
Mynd 44 Kröflustöð. Gas í HP-gufu árið 2018.



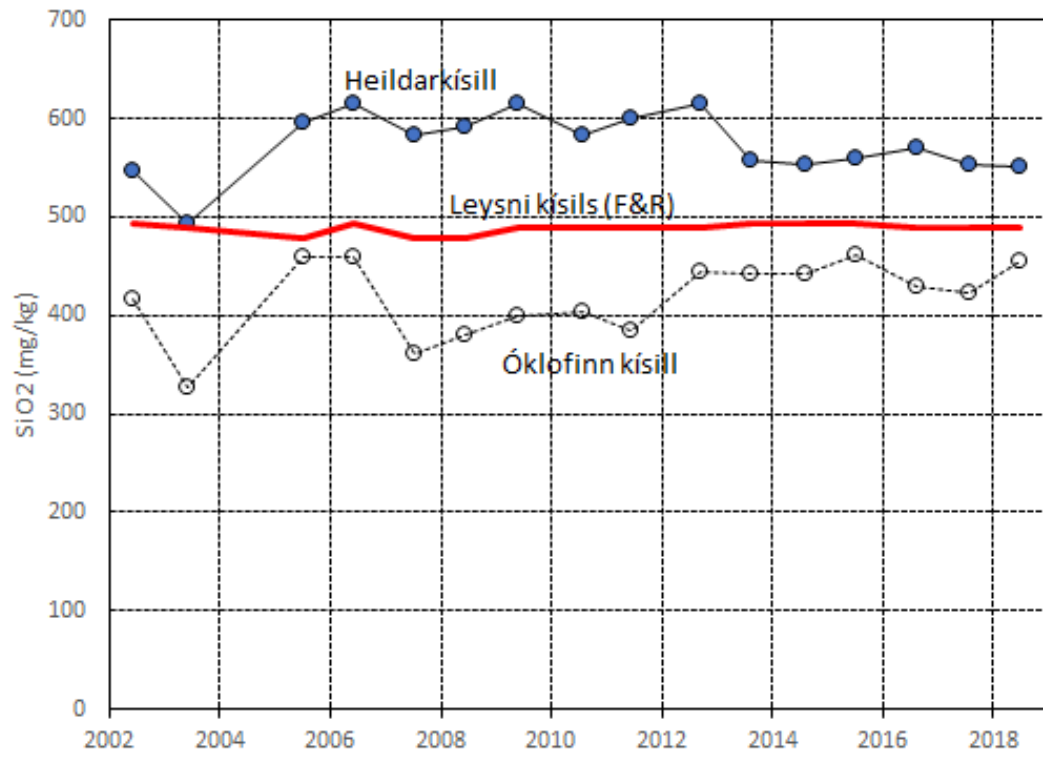
Mynd 45 Kröflustöð. Sýrustig kælivatns árið 2018.



Mynd 46 Kröflusvæði. Árlæg losun koldíoxíðs (CO₂).



Mynd 47 Kröflusvæði. Árleg losun brennisteinsvetnis (H₂S).



Mynd 48 Kísilmettun í niðurdælingarvatni.

4 BJARNARFLAG

Gufa frá svæðinu er nýtt til rafmagnsframleiðslu í Gufuafsstöðinni í Bjarnarflagi sem rekin er af Landsvirkjun. Einnig er skiljuvatn úr holu BN-9 notað til upphitunar hitaveituvatns í varmaskiptastöð fyrir Hitaveitu Skútustaðahrepps og er skiljuvatninu síðan veitt í Jarðböðin. Holur BN-09, BJ-11, BJ-12, BJ-13 og BJ-14 eru tengdar stöðinni. Gufustöðin var ekki í rekstri og því aðeins tekið sýni úr BN-09 sem var ein blásandi. Staðsetning borholanna er sýnd á eftirfarandi mynd.



Mynd 49 Tengdar holur í Bjarnarflagi 2018 (Orkustofnun-borholuskrá).

4.1 AFKASTAMÆLINGAR

4.1.1 Afköst borhola

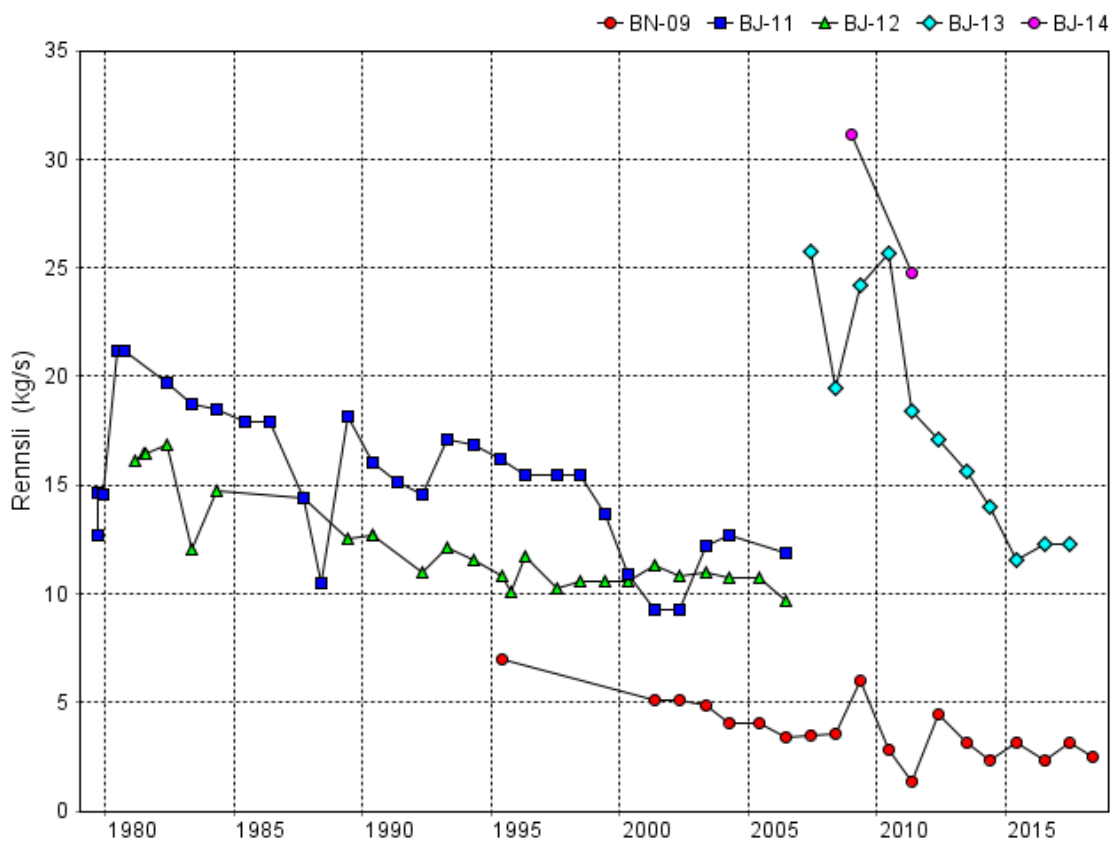
Í maímánuði árið 2018 var aðeins ein hola tengd Bjarnarflagsstöð því unnið var að endurnýjun gufustöðvarinnar. Úr holu BN-09 runnu um 2,5 kg/s af gufu til upphitunar í varmaskiptastöð og 19,4 kg/s af 134 °C af heitu skiljuvatni í Jarðböðin. Aðrar holur voru lokaðar.

Niðurstöður afkastamælinga eru birtar í töflu 22. Breytingar á afköstum borhola í Bjarnarflagi eru sýndar á myndum 50 og 51.

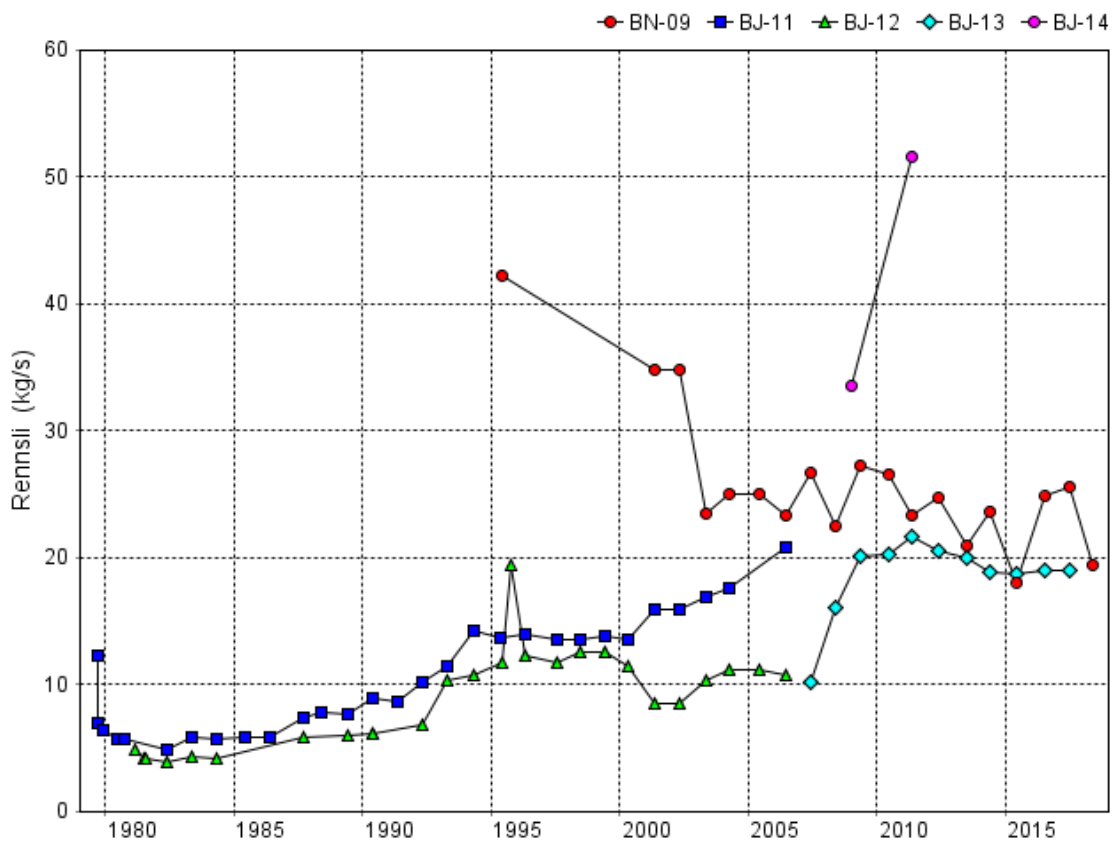
Tafla 22 Bjarnarflag. Afköst borhola 2018.

Staður	Tími	Heildar			HP-Skilja	Frárennsli		Hverfill
		Vermi	Rennsli	Varmaafli	Gufa ¹⁾	Gufa ²⁾	Vatn ²⁾	Rafafl
		kJ/kg	kg/s	MW	kg/s	kg/s	kg/s	MW
BN-09	2018-05-11	1008	21,9	18,4	2,5	3,1	16,3	1,1
	Samtölur	1008	21,9	18,4	2,5	3,1	16,3	1,1

¹⁾ Við Skiljuþrýsting 10,0 barg, ²⁾ 0,0 barg



Mynd 50 Bjarnarflag, gufurennslí úr holum.

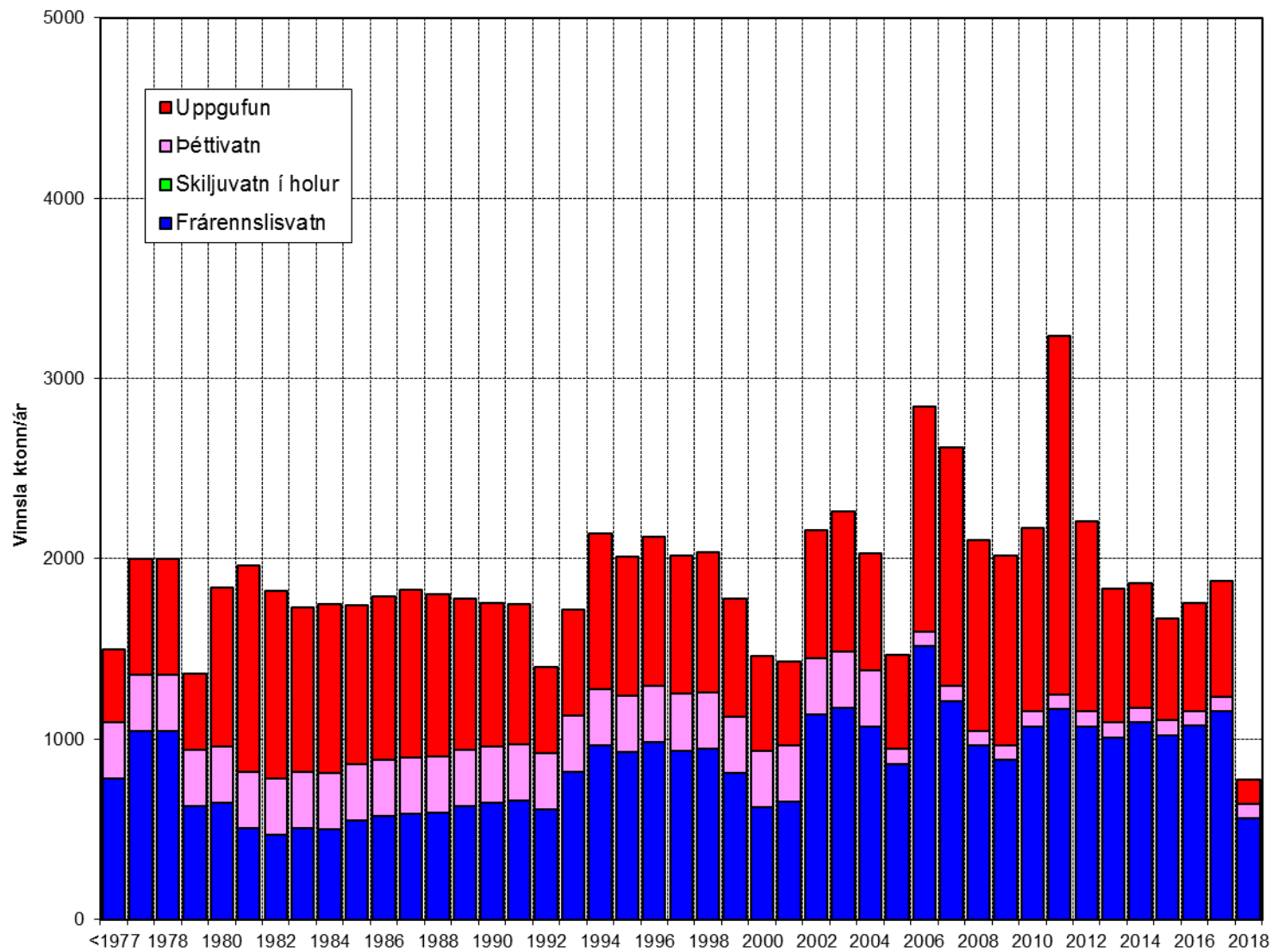


Mynd 51 Bjarnarflag, vatnsrennslí úr holum.

4.1.2 Massa og varmvinnsla

Yfirlit um árlega vinnslu úr holum í Bjarnarflagi er birt í Viðauka 2 aftast í skýrslunni. Á mynd 51 er sýnd árleg massavinnsla ásamt meðal vermi úr holunum síðan árið 1977. Tölur um árlega vinnslu sem teknar eru saman í mynd 52 sýna vinnslu vatns og gufu frá upphafi.

Heildarmassataka árið 2018 var 776 þúsund tonn sem er mun minna en árið 2017 en þá var vinnslan 2.024 þúsund tonn. Virkjuð gufa á árinu var 217 þúsund tonn og þar af þéttust 83 þúsund tonn í varmaskiptastöðinni. Vatnsstreymi frá svæðinu var 559 þúsund tonn sem rennur í Jarðböðin og síðan frá þeim niður í grunna borholu.



Mynd 52 Bjarnarflag. Árleg gufuvinnsla og frárennsli.

4.2 EFNAMÆLINGAR

4.2.1 Vatn og gufa úr borholum

Safnað var sýnum til efnagreininga úr borholu BN-09 í Bjarnarflagi og eru niðurstöður greininga á vatni og gufu úr borholunum vistaðar í gagnagrunni fyrir jarðhitagögn (ViewData).

Gasstyrkur í gufu og efnahiti eru sýnd í töflum 23 og 24. Gas er lítið í gufu frá holunni og reiknast meðal gasstyrkur 0,36%.

Í töflu 25 er sýndur reiknaður efnastykurur í gufu og vatni úr borholunum í Bjarnaflagi við skiljuþrýsting og styrkur þungmálma í skiljuvatni í töflu 26.

Breytingar á vermi er sýnt á mynd 53 en það hefur lækkað jafnt og þétt í holu BJ-13 síðustu ár en holunni var lokað 2018. Á mynd 54 er sýndur koldíoxíðstyrkur (CO₂) í gufu, reiknaður við skiljuþrýsting. Styrkur H₂S í gufu úr holunum er sýndur á mynd 55. Á mynd 56 er sýndur styrkur Cl í vatni borholanna, reiknaður við skiljuþrýsting.

Tafla 23 Bjarnarflag, borholur. Gas í gufu 2018.

Staður	Tími	Gufa	Gas								
		rennsli	Hlutf.	rennsli	hlutf.	CO ₂	H ₂ S	H ₂	N ₂	CH ₄	Ar
		kg/s	w%	kg/s	l/kg	vol%	vol%	vol%	vol%	vol%	vol%
BN-09	2018-05-29	2,49	0,36	0,01	3,66	28,09	28,62	39,05	2,73	1,44	0,06
	Samtölur	2,49	0,36	0,01	3,66	28,09	28,62	39,05	2,73	1,44	0,06

Tafla 24 Bjarnarflag, borholur . Berghiti 2018.

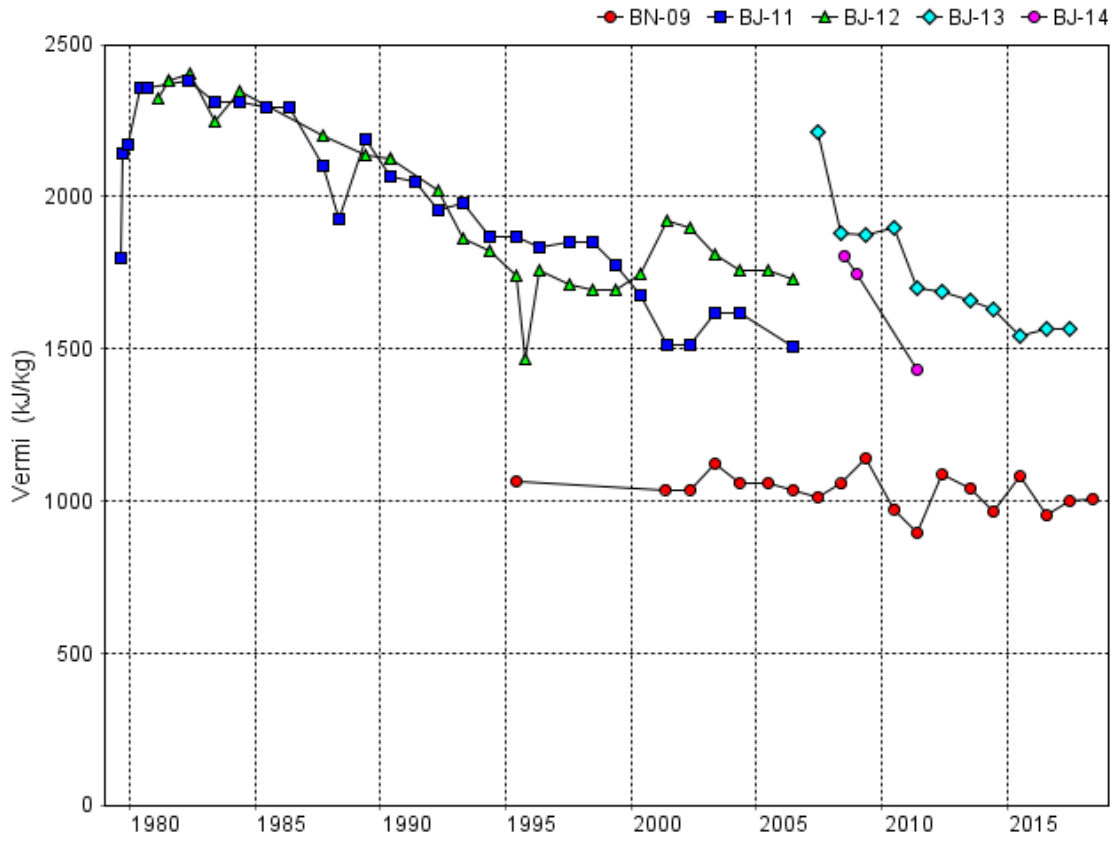
Nafn	Tími	Skilja	Efnahitar			
		Vermi	tSiO ₂ q	tNa/K	tCO ₂	tH ₂ /H ₂ S
		kJ/kg	°C	°C	°C	°C
BN-09	2018-05-29	1008	235	226	198	306
	Samtölur	1008	235	226	198	306

Tafla 25 Bjarnarflag. Styrkur efna í vatni og gufu úr borholum árið 2018.

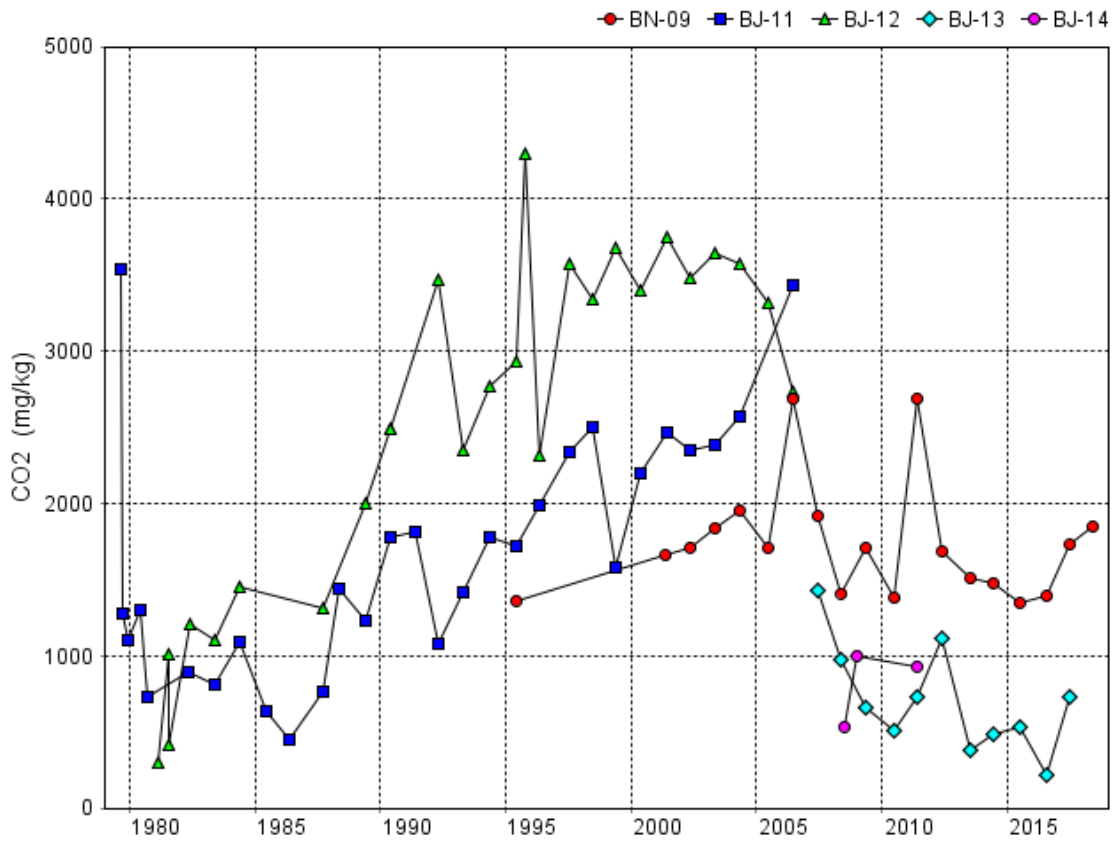
Staður	Tími	Gufa							Vatn														
		Qs	CO ₂	H ₂ S	H ₂	N ₂	CH ₄	Ar	Qw	pH	CO ₂	H ₂ S	SiO ₂	Na	K	Ca	Mg	Fe	Al	F	Cl	SO ₄	B
		kg/s	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	kg/s	/25°C	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
BN-09	2018-05-29	2,49	1850	1460	117,8	114,3	34,61	3,88	19,41	9,28	41,1	134,9	448,5	149,8	17,4	3,15	0,002	0,003	0,849	0,46	29,9	58,8	0,61
	Samtölur	2,49	1850	1460	117,8	114,3	34,61	3,88	19,41	9,28	41,1	134,9	448,5	149,8	17,4	3,15	0,002	0,003	0,849	0,46	29,9	58,8	0,61

Tafla 26 Bjarnarflag, borholur. Þungmálmur í skiljuvatni árið 2018.

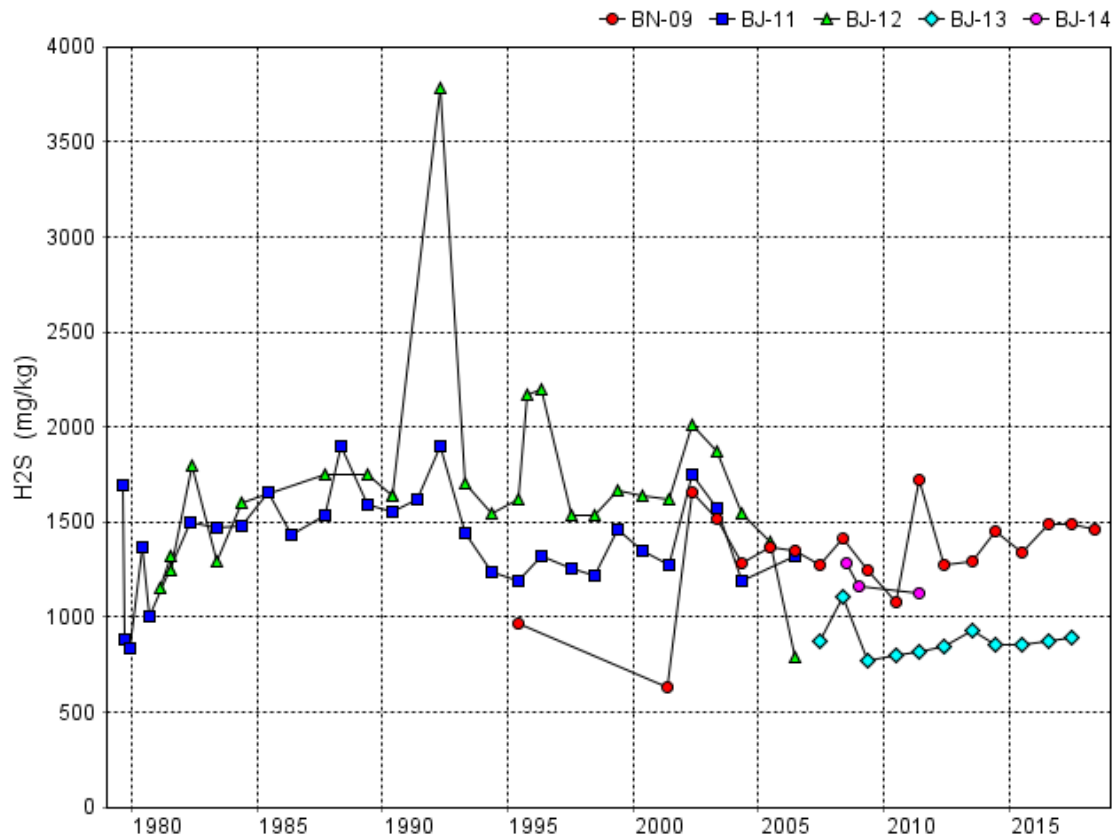
Staður	Tími	P	Cr	Ni	Cu	Zn	As	Cd	Hg	Pb
		mg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
BN-09	2018-05-29	<0,001	0,026	<0,05	0,731	554	2,56	0,005	<0,002	<0,01



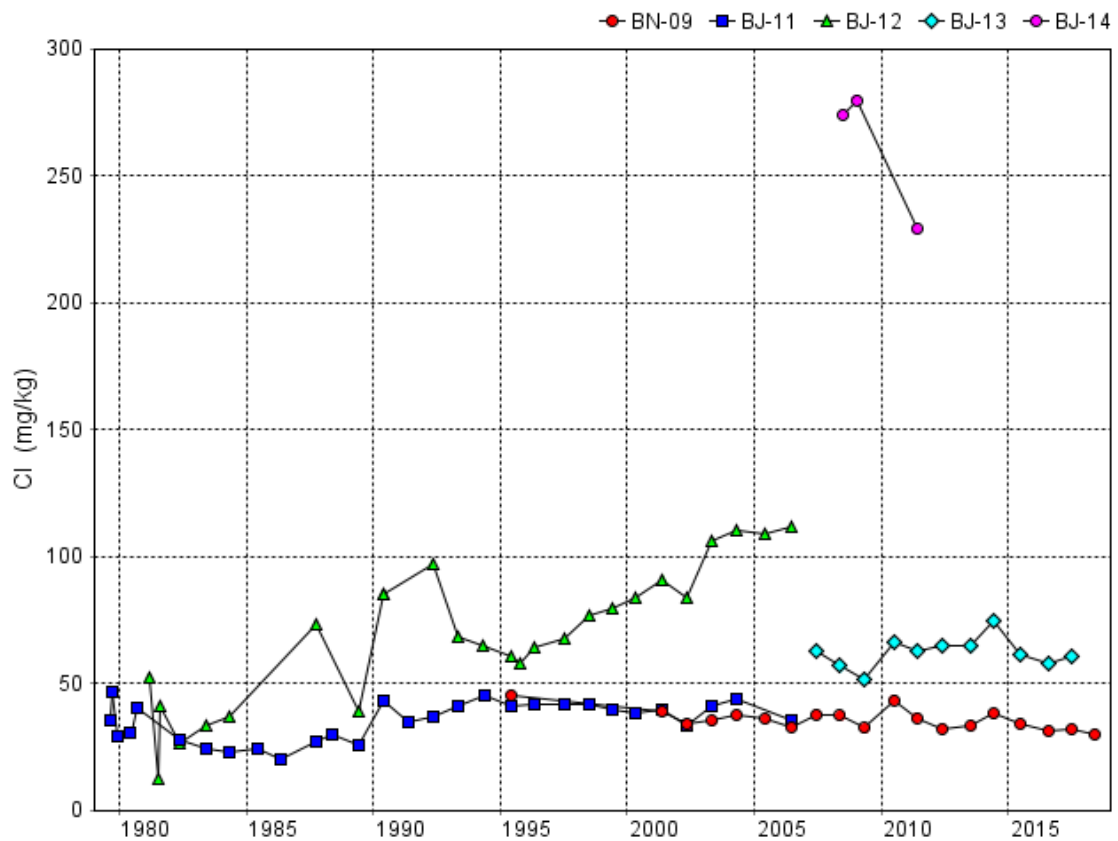
Mynd 53 Bjarnarflag, vermi á móti tíma.



Mynd 54 Bjarnarflag, CO₂ í gufu á móti tíma.



Mynd 55 Bjarnarflag, H_2S í gufu á móti tíma.



Mynd 56 Bjarnarflag, Cl í vatni á móti tíma.

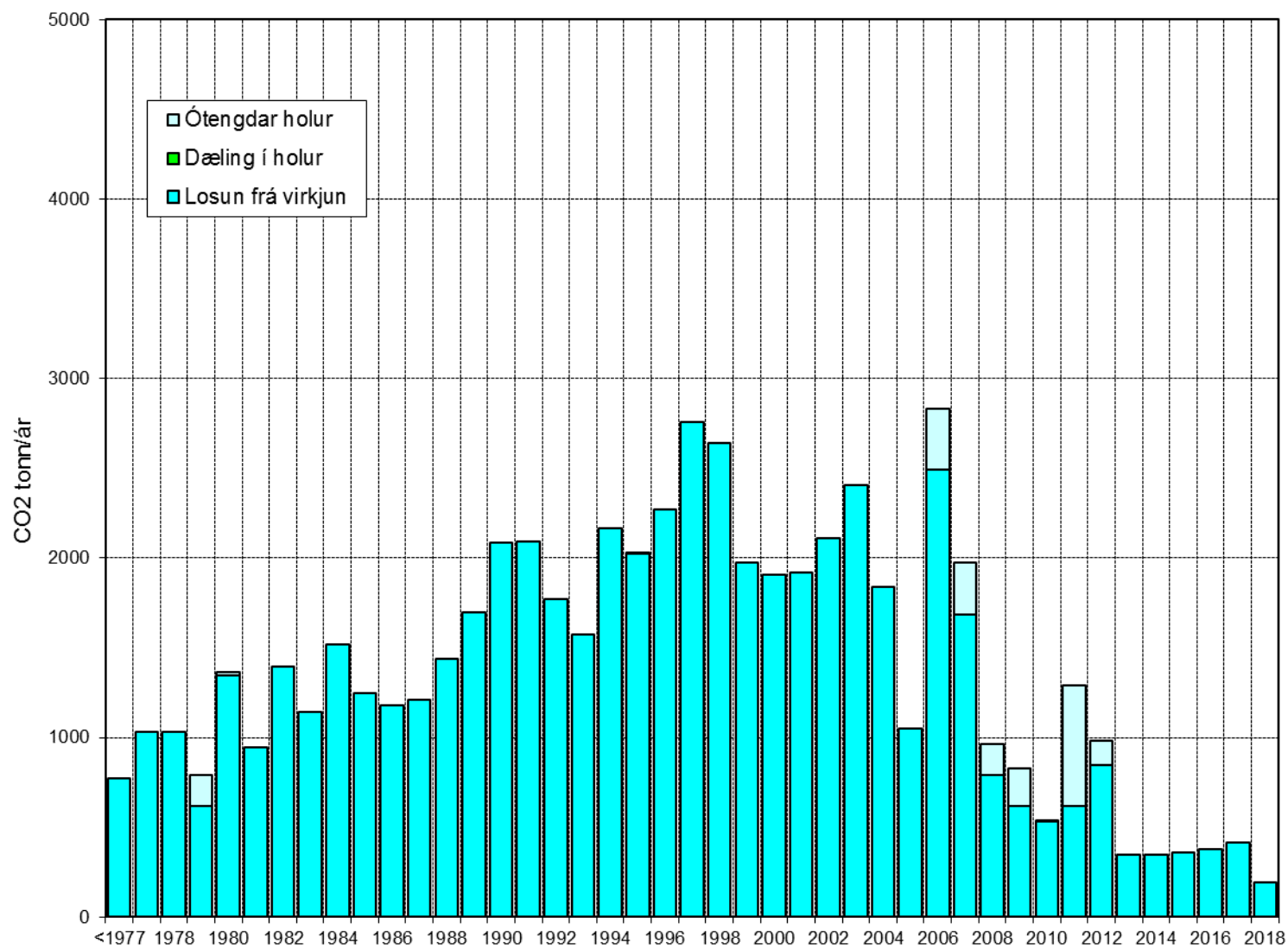
Tafla 27 Bjarnarflag. Frárennslissýni 2018.

Staður	Tími	Hitastig	pH	CO ₂	H ₂ S	SiO ₂	Na	K	Ca	Mg	Fe	Al	F	Cl	SO ₄	B
		°C	/25°C	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Í jarðböð	2018-05-29	100	9,76	31,7	94	512,8	163,3	19,8	3,38	0,001	0,001	0,752	0,54	33	56,8	0,66
Bjarnarflagslón	2018-05-29	15,4	8,79	79,6	nd	263,1	114,6	14,3	5,31	1,56	0,047	0,462	0,45	23,4	161,7	0,45
Hitaveituvatn	2018-05-29	98,9	7,78	50	2,9	26,3	8,4	1,2	10,98	5,692	0,003	0,006	0,1	2,8	7,3	

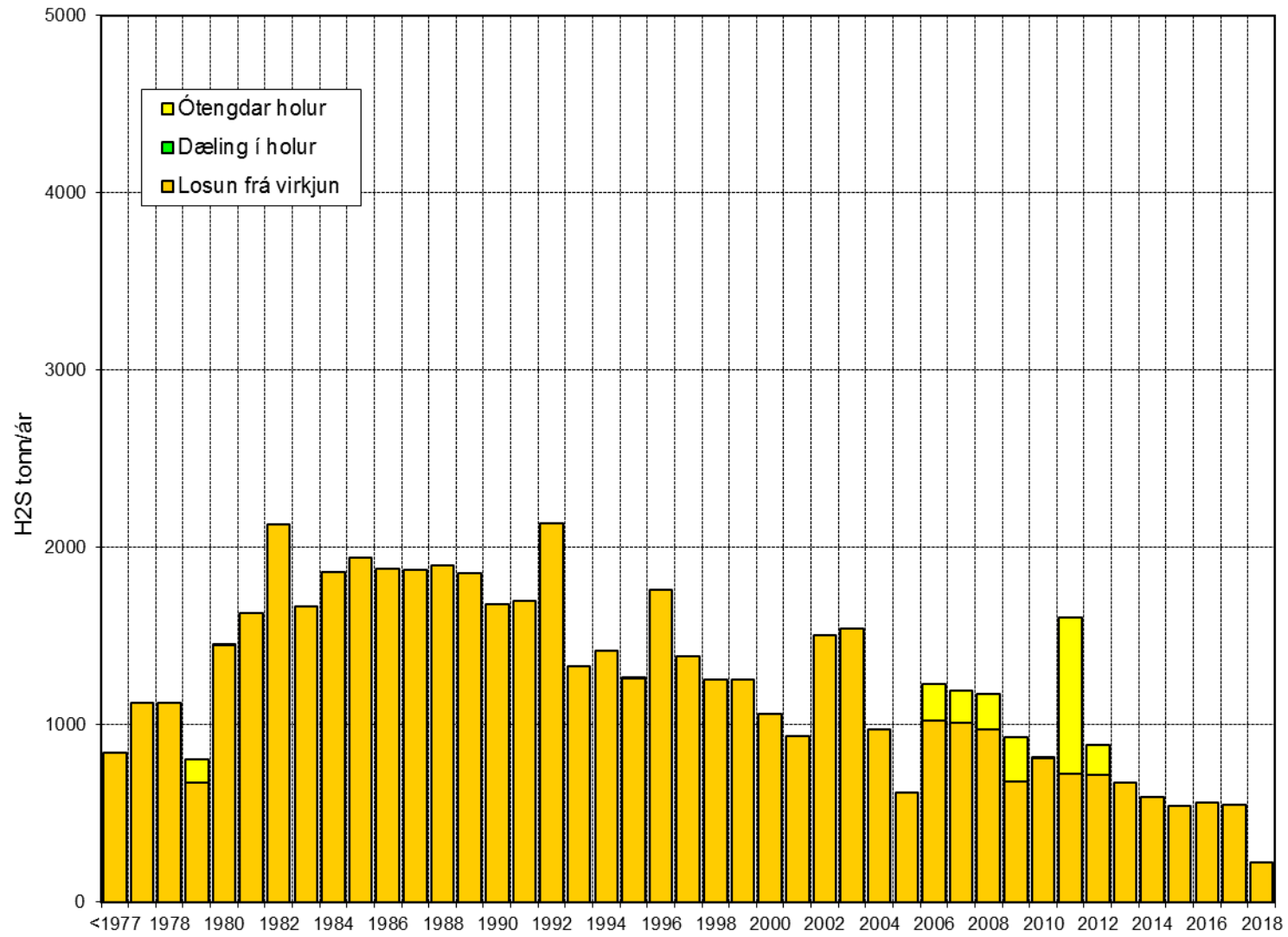
Tafla 28 Næringarefni og þungmálmar í vatni frá Bjarnarflagi 2018

Staður	Tími	PO ₄	NH ₃	NO ₃	P	Cr	Ni	Cu	Zn	As	Cd	Hg	Pb
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
Jarðböð	2018-05-29	0,007	0,028	0,000	<0,001	<0,01	<0,05	<0,1	0,23	1,48	<0,002	<0,002	<0,01
Bjarnarflagslón	2018-05-29	0,005	0,005	0,002	0,010	0,14	0,272	1,36	75,1	23,6	0,004	<0,002	0,017
Hitaveituvatn	2018-05-29	0,108	0,006	0,220	0,060	0,34	0,095	0,11	0,63	0,062	<0,002	0,003	0,014

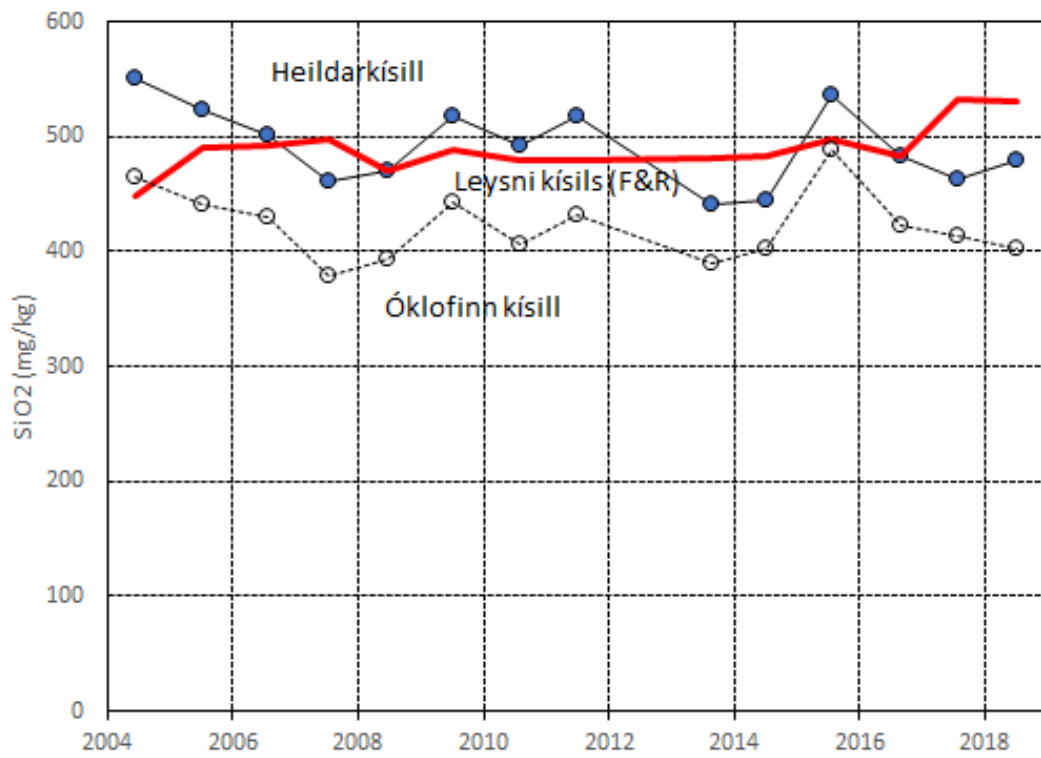
Feitletruð gildi eru yfir viðmiðunarmörkum (sjá töflu 11).



Mynd 58 Bjarnarflag. Árlæg losun koldíoxíðs (CO₂).



Mynd 59 Bjarnarflag. Árleg losun brennisteinsvetnis (H₂S).



Mynd 60 Kísilmettun jarðbaðsvatni.

5 NIÐURSTÖÐUR

5.1 ÞEISTAREYKIR

- Holur ÞG-01, ÞG-04, ÞG-05, ÞG-13 og ÞG-17 á A-teigi og holur ÞG-03, ÞG-06, ÞG-07, ÞG-12 og ÞG-16 á C-teigi voru tengdar Þeistareykjastöð og framleiddu þær 152,9 kg/s af háþrýstigufu sem reikningslega nægir til framleiðslu á 88 MW af rafmagni. Hluti gufunnar fer í gastæmingu eða 1,2 kg/s og framleiddu vélarnar 86 MW.
- Holurnar á A-teigi framleiddu 103,4 kg/s af gufu á meðan holurnar á C-teigi framleiddu 49,5 kg/s. Vatnsrennsli frá A-teigi er einnig meira eða 79,0 kg/s á móti 7,1 kg/s frá C-teigi.
- Hóla ÞG-04 er afkastamest og bætti við sig frá upphleypingu en hefur aðeins gefið eftir síðan virkjunin var gangsett haustið 2017. Hóla ÞG-05B hefur einnig gefið nokkuð eftir síðan 2016 en hún var notuð til útskolunar gufuveitunnar. Vatnsrennsli úr holunni hefur aðeins aukist á sama tíma og holan því kólnandi. Hóla ÞG-17 hefur bætt verulega við sig frá því henni var hleypt upp í byrjun árs 2018. Holur ÞG-03 og ÞG-06 eru afkastamestar á C-teigi en nýju holurnar ÞG-12 og ÞG-16 eru afkastaminni og afköst ÞG-16 minnkandi.
- Tekin voru samtals um 8.069 þúsund tonn af vatn og gufu úr jarðhitageyminum á árinu 2018. Þar af var gufa til raforkuframleiðslu 4.971 þúsund tonn. Upptekt vegna prófunar á holum var 2.123 þúsund tonn. Dælt var samtals 2.270 þúsund tonnum af skiljuvatni í holur en 184 tonn voru losuð á yfirborð vegna prófunar á holum. Öll gufan þéttist í kælikerfi stöðvarinnar og er henni að mestum hluta dælt niður með skiljuvatni en hluti notaður til áfyllingar á kælikerfi.
- Meðaltal gass í gufu inn á hverfil reiknast um 0,23 % og gasstreymi inn í stöðina reiknast 0,35 kg/s.
- Hlutfallsleg aukning köfnunarefnis í útblástursgasi samsvarar loftleka um 8,1 l/s í vél 1 og 4,1 l/s í vél 2.
- Losun CO₂ frá stöðinni var 9,4 g/kWh og losun H₂S 3,7 g/kWh. Losuð voru 7.985 tonn af CO₂ og 2.941 tonn af H₂S vegna raforkuvinnslunnar árið 2018. Dælt var niður 166 tonnum af CO₂ og 278 tonnum af H₂S og losun vegna prófunar á holum var 142 tonn af CO₂ og 45 tonn af H₂S.
- Í byrjun árs var meðburður yfir mörkum en það lagaðist þegar nýjar holur á A-teigi voru tengdar og aukið rennsli úr lágvermisholum á A-teigi blandaðist inná stofnin frá C-teigi. Eftir það virkuðu báðar skiljurnar betur og enginn meðburður mældist í gufunni.
- Leiðni vatnsins mældist 178 µS/cm í kæliturni 1 og 148 µS/cm í kæiturni 2. Miðað er við að leiðnin fari ekki yfir 348 µS/cm.
- Frárennsli skiljuvatns í skiljustöðinni mældist um 86 kg/s. Þéttivatni er blandað í skiljuvatnið og lækkar hitastigið við það úr 176 °C í 96 °C. Vatnið rennur síðan niður í niðurrennslisholur og mælist rennslið vera 201 l/s
- Styrkur arsens (As) í niðurrennslisvatninu fer yfir mörk sem og fyrir kopar (Cu). Styrkur fosfórs (P) í ferskvatni sem og í kælivatni mælist langt yfir mörkum og einnig mælist styrkur króms (Cr) og kopars (Cu) yfir mörkum í kælivatninu. Vatni frá kæliturnum er fargað í grunna borholu við stöðina og hefur því ekki áhrif á lífríki á yfirborði.

5.2 KRAFLA

- Holur KG-05, KG-24 og KJ-13 og KJ-27 í Leirbotnum, holur KJ-14, KJ-16, KJ-17, KJ-19, KJ-20, KJ-30, KJ-31 og KJ-37 í Suðurhlíðum og KJ-32, KJ-33, KJ-34, KJ-36, KJ-38, KT-40 og K-41 í Vesturhlíðum voru tengdar Kröflustöð og framleiddu þær 116,8 kg/s af háprýstigufu og 31,3 kg/s lágprýstigufu, sem reikningslega nægir til framleiðslu á 60,3 MW af rafmagni. Hluti háprýstigufunnar er notaður til þess að knýja gasdælur og voru afköst virkjunarinnar því nokkuð minni eða 54 MW. Háprýstigufa mældist lítilsháttar minni en 2017. Gufuframleiðsla á svæðinu dugar ekki fyrir fullum afköstum stöðvarinnar sem á að geta framleitt a.m.k. 62 MW en framleiðir 54 MW.
- Óverulegar breytingar hafa orðið í holu KJ-27 síðustu ár en aukning í vatnsrennsli hefur orðið úr holu KJ-13, sérstaklega á síðustu tveimur árum.
- Afköst KJ-14 í Suðurhlíðum hafa minnkað verulega frá því að henni var hleypt upp en lítilsháttar aukning varð í vatnsrennsli. Hóla KJ-30 minnkaði í afli frá síðasta ári eins og undanfarin ár og hefur aflið minnkað um helming frá því henni var hleypt upp. Vatnsrennsli jókst úr KJ-19 eftir að niðurdæling hófst í KJ-39 og tollir hún ekki inná veitu lengur
- Hóla KJ-33 var dauð þegar sýni voru tekin og tollir illa inni á veitu.
- Enginn meðburður borholuvatns mældist í gufu inná vél.
- Meðaltal gass í gufu inn á hverfil, þ.e. bæði háprýsti og lágprýstigufu, reiknast um 0,84 % sem er sami styrkur og árið 2017 og heildargasstreymi inn í stöðina reiknast 1,22 kg/s samanborið við 1,25 kg/s árið 2017 og reiknast losunin á orkueiningu vera 72 g/kWh af CO₂ og 10,6 g/kWh H₂S. Árleg losun var 31.735 tonn af CO₂ og 4.890 tonn af H₂S vegna raforkuvinnslunnar árið 2018. Dælt var niður 189 tonnum af CO₂ og 139 tonnum af H₂S en engin losun var vegna prófunar á holum.
- Ferskvatnshlutfall í kælivatni mælist 60% af útrennsli úr kæliturni 1 og 42% úr kæliturni 2. Skiljuvatnshlutfallið mældist 6% í útrennsli úr kæliturni 1 og 8% úr kæliturni 2. Sýrustig kælivatnsins hefur yfirleitt verið í lagi.
- Styrkur heildarkísils í niðurdælingarvatni mældist 550 mg/kg og er yfir metunarmökum.
- Styrkur arsens (As) í frárennslivatninu fer yfir mörk eins og áður. Við V-yfirfall þar sem vatnið rennur frá virkjunarsvæðinu flokkast vatnið í III flokk og er áhrifa að vænta á viðkvæmt lífríki. Vatnið hefur þynnst þegar það rennur undir Austurlandsveg og en flokkast enn í III flokk.
- Þungmálmur voru nú undir mörkum í vatni frá kæliturnum en þeir hafa yfirleitt verið yfir mörkum. Nú var vatnsrennsli úr eftirkæli minna því kæling gasins var minnkuð til þess að minnka brennissteinsmengun í Dallæk.
- Fosfór (P) mælist yfir mörkum í Dallæk en en það er vegna mikils fosfórsstyrks í yfirborðsvatni en ekki vegna frárennslis frá virkjuninni.

5.3 BJARNARFLAG

- Árið 2018 var aðeins ein hola tengd Bjarnarflagsstöð því unnið var að endurnýjun gufustöðvarinnar. Úr holu BN-09 runnu um 2,5 kg/s af gufu til upphitunar í varmaskiptastöð og 19,4 kg/s af 134 °C af heitu skiljuvatni í Jarðböðin. Aðrar holur voru lokaðar.
- Heildarmassataka árið 2018 var 776 þúsund tonn sem er mun minna en árið 2017 en þá var vinnslan 2.024 þúsund tonn. Virkjuð gufa á árinu var 217 þúsund tonn og þar af þéttust 83 þúsund tonn í varmaskiptastöðinni. Vatnsstreymi frá svæðinu var 559 þúsund tonn sem rennur í Jarðböðin og frá þeim niður í grunna borholu.
- Gas er lítið í gufu frá holu BN-09 og reiknast meðal gasstyrkur 0,36%.
- Losun koldíoxíðs til andrúmslofts var 191 tonn árið 2018. Losun brennisteinsvetnis var 223 tonn.
- Styrkur arsens (As) fer yfir mengunarmörk í frárennslisvatni eins og áður. Í Bjarnarflagslóninu er styrkurinn 24 µg/l og er vatnið í flokki IV og er áhrifa að vænta á lífríki/þynningarsvæði. Mengunin er þó minni en áður í lóninu enda var lítið sem ekkert skiljuvatnsstreymi í það.

6 HEIMILDASKRÁ

- Trausti Hauksson 2002. *Niðurdæling í KG-26. Mælingar á rennsli og sýnataka*. Landsvirkjun, Kröflustöð, janúar 2002, 3 s.
- Trausti Hauksson 2002: *Bætt orkunýting í Bjarnarflagi. Athugun á útfellingahættu kísils*. Greinargerð unnin fyrir Landsvirkjun. 30. nóvember, 2002, 3 s.
- Trausti Hauksson, Stefán Arnórsson, Halldór Ármannsson, Ómar Sigurðsson 2004. *Ídæling affallsvatns frá Kröflustöð. Tillögur um eftirlit með dælingu í holu KG-26 og áhrifum hennar á borholur og jarðhitakerfið Kröflu*. Landsvirkjun, nóvember 2004.
- Trausti Hauksson 2010. *ViewData. Gagnabirtingarkerfi fyrir jarðvatnsvinnslu. Notkunarleiðbeingar*. Kemía janúar 2010, útgáfa 1.6, 14 s.
- Trausti Hauksson 2011. *Afkastamælingar borhola með þynningaraðferð og tvífasa mæliblendu. Innleiðing aðferðar*. Landsvirkjun, janúar 2011, Skýrsla nr: LV-2011/018 20 s.
- Trausti hauksson 2017. *Commissioning of unit 1 in Þeistareykir power plant*. Landsvirkjun - Memo, November 2017 3s.
- Trausti hauksson 2018. *Commissioning of unit 2 in Þeistareykir power plant*. Landsvirkjun - Memo, March 2017 3s.
- Trausti Hauksson 2018. *Krafla og Bjarnarflag. Afköst borhola og efnainnihald vatns og gufu í borholum og vinnslurás árið 2017*. Landsvirkjun, maí 2018, Skýrsla nr: LV-2018-050 73 s.
- Trausti Hauksson og Freyja Björk Dagbjartsdóttir 2018. *Kröflustöð. Prófun á áhrifum gaskælingar á brennisteinslosun í Dallæk*. Landsvirkjun, júní 2018. Tilvísun: KRA000774/2017-153 23s.
- Trausti Hauksson og Ásgerður K. Sigurðardóttir 2018. *Kröflustöð borhola KJ-26. Efnagreining útfellinga í holutoppi*. Landsvirkjun mminnisblað, október 2018. Tilvísun: LV-2018-072 7s
- Umhverfisráðuneytið 1999: *Reglugerð um varnir gegn mengun vatns nr. 796/1999 með síðari breytingum nr. 533/2001 og nr. 913/2003*. Stjórnartíðindi, B 106, Nr. 785-810, s. 2231-2253.
- Umhverfisráðuneytið 1999: *Reglugerð um varnir gegn mengun grunnvatns nr. 797/1999*. Stjórnartíðindi, B 106, Nr. 785-810, s. 2253-2258.
- Umhverfisráðuneytið 1999: *Reglugerð um losunarmörk, umhverfismörk og gæðamarkmið fyrir losun á kvikasilfri í yfirborðsvatn nr. 800/1999*. Stjórnartíðindi, B 106, Nr. 785-810, s. 2283-2287.
- Umhverfisráðuneytið 1999: *Reglugerð um losunarmörk, umhverfismörk og gæðamarkmið fyrir losun á kadmíum í yfirborðsvatn nr. 802/1999*. Stjórnartíðindi, B 106, Nr. 785-810, s. 2293-2299.

VIÐAUKI 1

Þeistareykir, Krafla og Bjarnarflag

Massa- og varmavinnsla og
losun koldíoxíðs (CO_2) og brennisteinsvetnis (H_2S)

Peistareykir. Heildar massavinnsla hvers árs (ktonn).

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Vinnsla	100	229	0	0	56	1124	1914	1251	1033	1590	213	175	956	2920	1426	3965	8069
Ótengdar holur	100	229	0	0	56	1124	1914	1251	1033	1590	213	175	956	2920	1426	1087	2123
Virkjuð gufa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1220	4971
Uppgufun	79	210	0	0	36	724	1242	901	907	1099	190	162	734	1889	738	1156	644
Þéttivatn	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	906	4971
Skiljuvatn í holur	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1658	2270
Skiljuvatn á yfirborð	21	19	0	0	20	400	672	350	126	491	23	13	222	1031	688	244	184

Krafla. Heildar massavinnsla hvers árs (ktonn).

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Vinnsla	8738	8747	7886	8453	8167	9568	10157	9101	9749	9223	9703	9674	10566	8899	9554	9803	8992
Ótengdar holur	0	0	0	0	0	428	630	288	284	84	609	683	1264	7	19	0	0
Virkjuð gufa	4572	4675	4404	4682	4663	4756	4621	4546	5087	4835	4632	4509	4409	4447	4656	4834	4509
Uppgufun	2967	3001	2811	3004	2983	3385	3456	3175	3549	3175	3646	3156	3247	2771	2919	3021	2869
Þéttivatn	1829	1870	1761	1873	1865	1902	1849	1818	2035	1934	1853	1804	1763	1779	1863	1934	1804
Skiljuvatn í holur	1278	1849	1708	1540	1462	1665	1778	2572	2792	2530	2563	3067	4296	4300	4640	4590	2960
Skiljuvatn á yfirborð	2665	2027	1606	2036	1857	2616	3074	1536	1374	1584	1641	1647	1259	49	133	259	1359

Bjarnarflag. Heildar massavinnsla hvers árs (ktonn).

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Vinnsla	2156	2261	2028	1467	2904	2676	2302	2190	2174	4328	2418	1832	1863	1671	1753	1878	776
Ótengdar holur	0	0	0	0	327	282	345	419	1	2174	425	0	0	0	0	0	0
Virkjuð gufa	1018	1088	960	606	1062	1182	994	887	1103	990	923	824	770	650	679	726	217
Uppgufun	705	776	647	523	1247	1324	1058	1053	1020	1987	1056	741	687	568	596	643	134
Þéttivatn	313	313	313	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83
Skiljuvatn í holur	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Skiljuvatn á yfirborð	1138	1173	1068	861	1574	1269	1161	1055	1071	2259	1279	1008	1093	1021	1074	1152	559

VIÐAUKI 2
MEÐHÖNDLUN SÝNA OG
EFNAGREININGAÆFERÐIR

MEÐHÖNDLUN SÝNA OG EFNAGREININGAÆÐFERÐIR

Meðhöndlun vatnssýna í felti:

Ru: Ómeðhöndlað sýni

Fu: Sýni síað með 0,45 µm síuþynnu.

Fa: Sýni síað með 0,45 µm síuþynnu og sýrt með fullsterkri salpétursýru.

Magn sýru í sýni 0,5 %.

Fp: Sýni síað með 0,45 µm síuþynnu og H₂S fellt með zinkacetati (2 M ZnAc₂)

Magn ZnAc₂ í sýni 0,01 M (0,5% af lausn).

CAT: Sýni síað með 0,45 µm síuþynnu og sýrt með 1 N salpétursýru (HNO₃).

Magn sýru í sýni 0,5 %. Fyrir jónaskilju.

Sýrustig (pH)

Meðhöndlun sýnis: Mælt á staðnum (borholusýni) eða safnað á loftþétta flösku, (Ru) og mælt samdægurs.

Aðferð: Glerrafskaut með sambyggðu AgCl viðmiðunarskauti með tvöfaldri saltbrú.

Mælir stilltur með búffer 7 og 4.

Brennisteinsvetni og Koldíoxíð (H₂S, CO₂)

Meðhöndlun sýnis: Vatni (Ru) safnað í glerflösku lút bætt í til þess að binda gösin.

Þéttri gufu safnað í lofttæmda flösku með 40% lút.

Aðferð: Sjálfvirk títrun.

H₂S títrað með 0,01 N AgNO₃ lausn við hátt pH gildi (pH > 10). Síðan er CO₂ títrað í sömu lausn með 0,1 N HCl lausn frá pH 8,2 til 4,3. Sýru bætt í, blásið með argoni (Ar) og baktítrað með 0,1 N NaOH lausn milli pH 4,3 og 8,2.

Fyrir lútarsýni var CO₂ í blindum (40% NaOH) ákvarðaðað á sama hátt og leiðrétt fyrir áhrifum CO₂ í lútarlausn á títrunina.

Brennisteinsvetni (H₂S) í frárennsli og hitaveituvatni (H₂S < 2 mg/kg)

Meðhöndlun sýnis: Vatni (Ru) safnað í loftþétta flösku.

Aðferð: Títrun með 0,001 N Hg(CH₃COO)₂-lausn í basískri aceton-lausn með dithizone indikator.

Gas (O₂, H₂, CH₄, N₂, Ar)

Meðhöndlun sýnis: Safnað yfir 40% lút. Rúmmál gass yfir lút var mælt með vigtun á kolbu fullri af eimuðu vatni og síðan eftir söfnun. Þrýstingur og hitastig gassins var mælt.

Aðferð: Gasgreinir TCD.

Kísill (SiO₂)

Meðhöndlun sýnis: Vatnsýni var þynnt á staðnum með eimuðu vatni (Rd).

H₂S var eytt með joðlausn og ofgnótt joðs með thiosúlfatlausn.

Aðferð: Litmæling með gulum molybdat komplex í súrri lausn.

Silicon (Si)

Meðhöndlun sýnis: Fa, óþynnt sýni.

Aðferð: Rafgas-massagreining (ICP-AES / ICP-SFMS).

Natríum (Na)

Meðhöndlun sýnis : CAT, óþynnt sýni.

Aðferð: Jónaskilja (IC).

Kalíum (K)

Meðhöndlun sýnis : CAT, óþynnt sýni.

Aðferð: Jónaskilja (IC).

Magnesíum (Mg)

Frárennslissýni og grunnvatn:

Meðhöndlun sýnis : CAT, óþynnt sýni.

Aðferð: Jónaskilja (IC).

Borholusýni:

Meðhöndlun sýnis: Fa, óþynnt sýni.

Aðferð: Rafgas-massagreining (ICP-AES / ICP-SFMS).

Kalsíum (Ca)

Meðhöndlun sýnis : CAT, óþynnt sýni.

Aðferð: Jónaskilja (IC).

Klóríð (Cl)

Meðhöndlun sýnis: Fu.

Aðferð: Jónaskilja (IC).

Súlfat (SO₄)

Meðhöndlun sýnis: Fp.

Aðferð: Jónaskilja (IC).

Flúor (F)

Meðhöndlun sýnis: Fu.

Aðferð: Jónaskilja (IC).

Járn (Fe)

Meðhöndlun sýnis: Fa

Aðferð: Rafgas- massagreining (ICP-AES / ICP-SFMS).

Bór (B)

Meðhöndlun sýnis: Fa

Aðferð: Rafgas- massagreining (ICP-AES / ICP-SFMS)

Ál (Al)

Meðhöndlun sýnis: Fa

Aðferð: Rafgas- massagreining (ICP-AES / ICP-SFMS)

Leiðni (μS)

Mælt á staðnum eða samdægurs. Meðhöndlun sýnis: Fu.

Aðferð: Platínuskaut, viðmiðunarhiti 25°C.

Mælir stilltur með KCl lausn.

Föst svifefni (SS)

Meðhöndlun sýnis: Sýni síað á staðnum með 0,45 μm síuþynnu.

Aðferð: Þurrkun og vigtun síuþynnu fyrir og eftir söfnun.

Þungmálmari Cd, Zn, As, Hg, Pb, Ni, Cr, P

Meðhöndlun sýnis: Fa

Aðferð: Rafgas-massagreining (ICP-AES / ICP-SFMS)

Nítrat (NO_3)

Meðhöndlun sýnis: Fu.

Aðferð: Jónaskilja (IC).

Fosfat (PO_4)

Meðhöndlun sýnis: Fu.

Aðferð: Jónaskilja (IC).

Ammoníak (NH_3)

Meðhöndlun sýnis: Fu.

Aðferð: Jónaskilja (IC).



Landsvirkjun

Háaleitisbraut 68
103 Reykjavík
landsvirkjun.is

landsvirkjun@lv.is
Sími: 515 90 00

