



Krafla og Bjarnarflag

Afköst borhola og efnainnihald vatns og gufu í borholum
og vinnslurás árið 2015

Lykilsíða



Skýrsla LV nr: LV-2016-127

Dags: maí 2016

Fjöldi síðna: 86

Upplag: 5

Dreifing:

Birt á vef LV

Opin

Takmörkuð til

Titill: Krafla og Bjarnarflag. Afköst borhola og efnainnihald vatns og gufu í borholum og vinnslurás árið 2015.

Höfundar/fyrirtæki: Trausti Hauksson

Verkefnisstjóri: Steinn Ágúst Steinsson

Unnið fyrir: Landsvirkjun

Samvinnuaðilar: Kemía

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

Lykilorð: Krafla og Bjarnarflag. Afköst borhola. Efnainnihald vatns og gufu. Frárennslis. Útblastur. Dæling í holur. Gróðurhúsalofttegundir. Þungmálmar.

ISBN nr:

Samþykki verkefnisstjóra
Landsvirkjunar

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

Krafla og Bjarnarflag

Afköst borhola og efnainnihald vatns og gufu í borholum og
vinnslurás árið 2015

EFNISYFIRLIT

1	INNGANGUR	6
2	KRAFLA.....	7
2.1	VINNSLURÁS ORKUVERSINS.....	7
2.2	AFKASTAMÆLINGAR	18
2.2.1	Afköst borhola.....	18
2.2.2	Massa og varmavinnsla.....	25
2.3	EFNAMÆLINGAR	31
2.3.1	Vatn og gufa úr borholum.....	31
2.3.2	Frárennsli frá Kröflustöð	36
2.3.3	Efnabreytingar í holum	45
3	BJARNARFLAG	56
3.1	AFKASTAMÆLINGAR	56
3.1.1	Afköst borhola.....	56
3.1.2	Massa og varmavinnsla.....	58
3.2	EFNAMÆLINGAR	60
3.2.1	Vatn og gufa úr borholum.....	60
3.2.2	Frárennsli	60
	Efnabreytingar í holum	66
4	NIÐURSTÖÐUR.....	69
4.1	Krafla.....	69
4.2	Bjarnarflag.....	69
5	HEIMILDASKRÁ.....	71

VIÐAUKI 1 Krafla og Bjarnarflag. Massa- og varmavinnsla og
losun koldíoxíðs (CO₂) og brennisteinsvetnis (H₂S). 72

VIÐAUKI 2 Meðhöndlun sýna og efnagreiningaaðferðir. 81

TÖFLUSKRÁ

	bls
Tafla 1 Kröflustöð, efnagreining gufu inn í stöð, sýnataka 2015-06-01.....	9
Tafla 2 Kröflustöð, efnagreining gass, sýnataka 2015-06-01.....	9
Tafla 3 Kröflustöð, efnagreining kælivatns, sýnataka 2015-06-02	9
Tafla 4 Kröflustöð, afköst borhola árið 2015	19
Tafla 5 Kröflustöð. Styrkur efna í vatni og gufu borhola árið 2015	32
Tafla 6 Kröflustöð, borholur. Gas í gufu og gashlutföll árið 2015.....	34
Tafla 7 Kröflustöð, borholur. Reiknaður berghiti árið 2015	35
Tafla 8 Kröflustöð. Vatnssýni árið 2015.	41
Tafla 9 Styrkur mengunarefna í borholusýnum í Kröflu 2015.	42
Tafla 10 Styrkur mengunarefna í vatnssýnum í Kröflu 2015.....	43
Tafla 11 Umhverfismörk fyrir málma í yfirborðsvatni til verndar lífríki.....	43
Tafla 12 Heildarlosun mengunarefna frá Kröflu árið 2015	44
Tafla 13 Bjarnarflag. Afköst borhola 2015.	56
Tafla 14 Bjarnarflag. Gas í gufu inn á veitu 2014	61
Tafla 15 Bjarnarflag. Berghiti 2014	61
Tafla 16 Bjarnarflag. Styrkur efna í vatni og gufu úr borholum árið 2015.....	64
Tafla 17 Bjarnarflag. Vatnssýni 2015.	64
Tafla 18 Styrkur mengunarefna í borholusýnum í Bjarnarflagi 2015.....	65
Tafla 19 Styrkur mengunarefna ($\mu\text{g/l}$) í vatnssýnum í Bjarnarflagi 2015.....	65
Tafla 20 Umhverfismörk fyrir málma í yfirborðsvatni til verndar lífríki.....	65
Tafla 21 Heildarlosun mengunarefna frá Bjarnarflagi árið 2015	66

MYNDASKRÁ

	bls
Mynd 1 Kröflustöð vél 1 og 2. Raforkuframleiðsla árið 2015.	10
Mynd 2 Kröflustöð vél 1 og 2. HP-gufa árið 2015.	11
Mynd 3 Kröflustöð vél 1 og 2. LP-gufa árið 2015.	11
Mynd 4 Kröflustöð vél 1 og 2. Hitastig í eimsvala árið 2015.	12
Mynd 5 Kröflustöð vél 1 og 2. Gasþrýstingur í eimsvala árið 2015.	12
Mynd 6 Kröflustöð vél 1 og 2. Gashiti í eimsvala árið 2015.	13
Mynd 7 Kröflustöð. Gas í HP-gufu árið 2014.	13
Mynd 8 Kröflustöð vél 1 og 2. Varmanýtni árið 2015.	14
Mynd 9 Kröflustöð vél 1 og 2. Vélarnýtni árið 2015.	15
Mynd 10 Kröflustöð vél 1 og 2. Hitastig kælivatns árið 2015.	15
Mynd 11 Kröflustöð vél 1 og 2. Sýrustig kælivatns árið 2015.	16
Mynd 12 Blásandi borholur í Kröflu í júní árið 2015.	17
Mynd 13 Leirbotnar, gufurennslí úr grunnum holum.	20
Mynd 14 Leirbotnar, vatnsrennslí úr grunnum holum.	21
Mynd 15 Leirbotnar, gufurennslí úr djúpum holum.	21
Mynd 16 Leirbotnar, vatnsrennslí úr djúpum holum.	22
Mynd 17 Suðurhlíðar, gufurennslí úr holum.	22
Mynd 18 Suðurhlíðar, vatnsrennslí úr holum.	23
Mynd 19 Hvíthólaklif, gufurennslí úr holum.	23
Mynd 20 Hvíthólaklif, vatnsrennslí úr holum.	24
Mynd 21 Vesturhlíðar, gufurennslí úr holum.	24
Mynd 22 Vesturhlíðar, vatnsrennslí úr holum.	25
Mynd 23 Leirbotnar, grunnar holur. Árleg vinnsla og vermi.	26
Mynd 24 Leirbotnar, djúpar holur. Árleg vinnsla og vermi.	27
Mynd 25 Suðurhlíðar Kröflu. Árleg vinnsla og vermi.	27
Mynd 26 Hvíthólaklif. Árleg vinnsla og vermi.	28
Mynd 27 Vesturhlíðar Kröflu. Árleg vinnsla og vermi.	28
Mynd 28 Kröflusvæði. Árleg vinnsla og vermi.	29
Mynd 29 Kröflusvæði. Árleg gufuvinnsla og frárennslí.	30
Mynd 30 Flæðirit fyrir Kröflustöð í júní 2015.	36
Mynd 31 Kröflusvæði. Árleg losun koldíoxíðs (CO ₂).	38
Mynd 32 Kröflusvæði. Árleg losun brennisteinsvetnis (H ₂ S).	39
Mynd 33 Styrkur CO ₂ og H ₂ S í vinnslugufu Kröflustöðvar.	40
Mynd 34 Leirbotnar, grunnar holur, SiO ₂ í vatni á móti tíma.	45

Mynd 35	<i>Leirbotnar, djúpar holur, CO₂ í gufu á móti tíma.</i>	46
Mynd 36	<i>Leirbotnar, djúpar holur, H₂S í gufu á móti tíma.</i>	47
Mynd 37	<i>Leirbotnar, djúpar holur, SiO₂ í vatni á móti tíma.</i>	47
Mynd 38	<i>Leirbotnar, djúpar holur, SO₄ í vatni á móti tíma.</i>	48
Mynd 39	<i>Leirbotnar, djúpar holur, Cl í vatni á móti tíma.</i>	48
Mynd 40	<i>Suðurhlíðar, CO₂ í gufu á móti tíma.</i>	49
Mynd 41	<i>Suðurhlíðar, Cl í vatni á móti tíma.</i>	50
Mynd 42	<i>Hvíthólaklif, vermi á móti tíma.</i>	51
Mynd 43	<i>Hvíthólaklif, SiO₂ í vatni á móti tíma.</i>	52
Mynd 44	<i>Hvíthólaklif, CO₂ í gufu á móti tíma.</i>	52
Mynd 45	<i>Hvíthólaklif, H₂S í gufu á móti tíma.</i>	53
Mynd 46	<i>Hvíthólaklif, H₂ í gufu á móti tíma.</i>	53
Mynd 47	<i>Vesturhlíðar Kröflu, CO₂ í gufu á móti tíma.</i>	54
Mynd 48	<i>Vesturhlíðar Kröflu, H₂S í gufu á móti tíma.</i>	55
Mynd 49	<i>Vesturhlíðar Kröflu, SO₄ í vatni á móti tíma.</i>	55
Mynd 50	<i>Bjarnarflag, gufurennslí úr holum.</i>	57
Mynd 51	<i>Bjarnarflag, vatnsrennslí úr holum.</i>	57
Mynd 52	<i>Bjarnarflag. Árleg vinnsla og vermi.</i>	58
Mynd 53	<i>Bjarnarflag. Árleg gufuvinnsla og frárennslí.</i>	59
Mynd 54	<i>Flæðirit fyrir Bjarnarflagsstöð júní 2015.</i>	60
Mynd 55	<i>Bjarnarflag. Árleg losun koldíoxíðs (CO₂).</i>	62
Mynd 56	<i>Bjarnarflag. Árleg losun brennisteinsvetnis (H₂S).</i>	63
Mynd 57	<i>Bjarnarflag, vermi á móti tíma.</i>	67
Mynd 58	<i>Bjarnarflag, CO₂ í gufu á móti tíma.</i>	67
Mynd 59	<i>Bjarnarflag, H₂S í gufu á móti tíma.</i>	68
Mynd 60	<i>Bjarnarflag, Cl í vatni á móti tíma.</i>	68

1 INNGANGUR

Í júní mánuði árið 2015 voru tekin vatns- og gufusýni úr samtals 19 holum í Kröflu og úr 2 holum í Bjarnarflagi til árlegs eftirlits.

Tekin voru sýni úr eftirfarandi tengdum vinnsluholum sem voru blásandi:

Bjarnarflag: BN-09 og BJ-13.

Hvíthólaklif: KJ-21.

Leirbotnar: KG-05, KJ-13, KG-24 og KJ-27.

Suðurhlíðar: KJ-14, KJ-16, KJ-17, KJ-19, KJ-20, KJ-30, KJ-31 og KJ-37.

Vesturhlíðar: KJ-32, KJ-33, KJ-34, KJ-36, KJ-38 og KT-40.

Staðsetning borhola í Kröflu er sýnd á mynd 12 (Kafli 2.2) og eru þær holur, sem voru blásandi auðkenndar með fylltum hring.

Borholurnar voru afkastamlæddar samhliða sýnatöku með þynningaraðferð og mælingu á þrýstifalli yfir blendu.

Að auki var safnað sýnum úr vinnslurásum Kröflustöðvar þ.e. millieimsvala og gasútblæstri, háþrýsti- og lágþrýstigufu og kælivatni og einnig úr frárennsli frá skiljustöðvum og niðurdælingarvatni.

Í Bjarnarflagi var safnað sýnum úr Bjarnarflagslóni og í skiljustöðvum og hitaveituvatni í varmaskiptastöð.

Trausti Hauksson sá um sýnatökur, afkastamælingar og efnagreiningar á staðnum. Sumarstarfsmenn Landsvirkjunar, þau Freia Hik og Daníel Róbertsson, aðstoðuðu.

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.

2 KRAFLA

2.1 VINNSLURÁS ORKUVERSINS

Heildargufustreymi og afl hverfla sem og sýrustig kælivatns, kælivatnsrennsli og hitastig, var skráð daglega af vaktmönnum í gagnavinnsluforritið ViewData.

Að auki var gasstyrkur og meðburður borholuvatns í háþrýsti- og lágþrýstilögnum mældur vikulega og niðurstöður skráðar í gagnagrunninn. Á myndum 1 til 11 eru dregnir upp ferlar þessara mæliniðurstaðna árið 2015.

Raforkuframleiðsla hverflanna er sýnd á mynd 1. Hverfill 1 var í gangi í 353 daga á árinu. Framleiðsla hans var að jafnaði um 28,7 MW. Orkuframleiðslan var 877 TJ á árinu. Framleiðsla hverfils 2 var að jafnaði um 28,6 MW en hann gekk í 352 daga og orkuframleiðslan var 868 TJ. Samtals var raforkuframleiðsla stöðvarinnar 1745 TJ.

Afköst virkjunarinnar voru um 59 MW í upphafi árs en minnkuðu jafnt og þétt þar til eftir vélarstopp í ágúst að þau jukust aftur í um 59 MW.

Mælt gufurennslu inn á hverflana er sýnt á myndum 2 og 3 en gufumælar vélar 2 voru óvirkir nær allt árið.

Enginn meðburður borholuvatns mældist í háþrýstigufunni.

Gas í háþrýsti- og lágþrýstigufu við stöðvarvegg var efnagreint og er samsetning gassins sýnd í töflu 1. Meðaltal gass í gufu inn á hverfil, þ.e. bæði háþrýsti og lágþrýstigufu, reiknast um 0,89 %, og heildargasstreymi inn í stöðina reiknast 1,29 kg/s.

Gassýnum var safnað úr millieimsvala og eftirkæli og er efnasamsetningin sýnd í töflu 2. Ástand gaslosunarbúnaðar virðist í góðu horfi.

Niðurstöður efnagreininga á vatnssýnum úr eimsvala og kæliturni vélasamstæðu 1 og 2 eru sýndar í töflu 3. Vatnið í kælikerfi vélar 1 var í súrara lagi og mætti auka skiljuvatnsblöndun í það.

Hitastig í eimsvala er sýnt á mynd 4, eimsvalaþrýstingur á mynd 5 og hiti gass á mynd 6. Gasþrýstingur (þ.e. mældur þrýstingur – gufuþrýstingur) í eimsvala 1 mældist mun lægri eftir viðhaldsstopp en hærri í eimsvala 2.

Gasstyrkur var mældur reglulega með rúmmálmælingu í háþrýstigufu (sjá mynd 7). Gasstyrkur mældist að jafnaði um 0,94%. Gas í lágþrýstigufunni var ómælanlegt með rúmmálsaðferð.

Í byrjun árs reiknaðist orkunýtni vélar 1 um 63,5% og varmanýtnin 16,5% sem er rétt yfir uppgefinni nýtni hverflanna¹. Þegar leið á árið minnkaði varmanýtnin og var komin í um 16 % og 62,5% í júlí. Eftir viðhaldsstopp jókst orkunýtnin og var um 64,5% út árið. Ekki var hægt að reikna nýtni fyrir vél 2 því gufumælar voru óvirkir. Sjá myndir 8 og 9.

¹ Útreikningar

$$\text{Varmanýtni hverfils} = P_{\text{Hverfill}} / (H_{\text{HP}} * Q_{\text{HP}} + H_{\text{LP}} * Q_{\text{LP}})$$

$$\text{Vélarnýtni hverfils} = P_{\text{Hverfill}} / ((H_{\text{HP}} - H_{\text{ES}}) * Q_{\text{HP}} + (H_{\text{LP}} - H_{\text{ES}}) * Q_{\text{LP}})$$

P_{Hverfill} Afl hverfils (kW)

H_{HP} H_{LP} Vermis há- og lágþrýstigufu við inntaksþrýsting (kJ/kg)

H_{ES} Vermis gufu við mótþrýsting í eimsvala miðað við óbreitta entrópíu (kJ/kg).

Q_{HP} Q_{LP} Rennslu há- og lágþrýstigufu (kg/s).

Mynd 10 sýnir hitastig kælivatnsins og mynd 11 sýrustig. Sýrustigi kælivatnsins er stjórnað með íblöndun skiljuvatns sem leitt er frá lágþrýstiskiljum. Sýrustigið sveiflast nokkuð en æskilegt er að halda því stöðugu í um pH 5 til þess að lágmarka brennsteinsmyndun í kerfinu.

Tafla 1 Kröflustöð, efnagreining gufu inn í stöð, sýnataka 2015-06-01

	Gufa							Gas
Staður	Rennsli	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	%
HÞ-Gufa	118,2	9227	1260	36,1	16,5	1,83		1,05
LÞ-Gufa	27,2	689	291	0,7	28,6	3,28		0,10
<i>Samtölur</i>	145,4	7630	1079	29,5	18,8	2,1		0,89

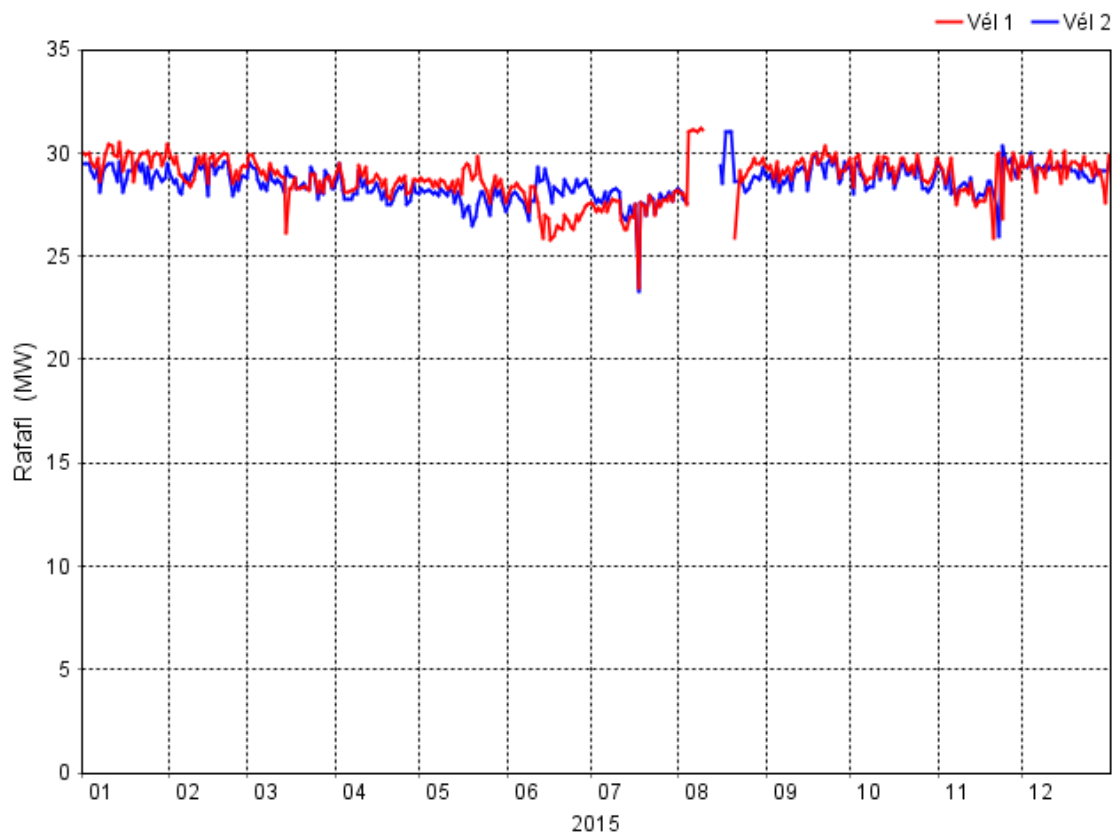
Tafla 2 Kröflustöð, efnagreining gass, sýnataka 2015-06-01

	CO ₂	H ₂ S	H ₂	O ₂	N ₂	CH ₄	Ar
Nafn	%	%	%	%	%	%	%
HÞ-Gufa	79,04	13,94	6,76		0,22	0,04	
LÞ-Gufa	60,72	33,12	1,42		3,95	0,79	
Gufa saman	78,64	14,35	6,64		0,3	0,06	
Millieimsvali 1	77,39	11,91	4,38	1,65	4,55	0,03	0,1
Gas 1	68,78	7,54	3,94	3,97	15,49	0,03	0,24
Millieimsvali 2	71,61	11,21	3,31	3,26	10,38	0,02	0,2
Gas 2	65,06	8,8	3,46	5,16	17,17	0,03	0,32

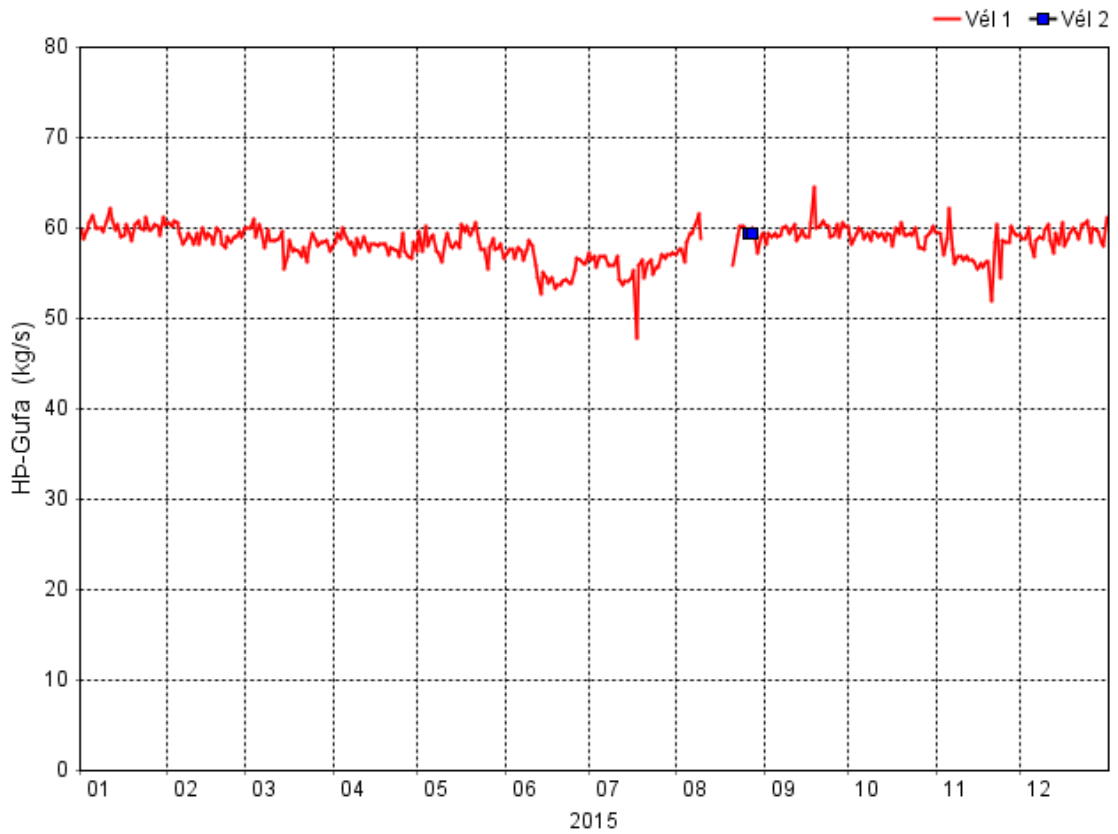
Tafla 3 Kröflustöð, efnagreining kælivatns, sýnataka 2015-06-02

Nafn	Hitastig	pH	Basi	CO ₂	H ₂ S	SiO ₂	Na	SO ₄	Rafleiðni	SS
	°C		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	µS/cm	mg/kg
Eimsvali 1	41,0	4,82	0	26,4	7,8	27,4	12,3	48,3	142	11,85
Eimsvali 2	42,4	5,57	1,1	20,1	5,5	65	32,9	73,9	216	14,44
Kæliturn 1	19,2	4,74	-0,3	5,3					130,5	6,59
Kæliturn 2	18,9	6,53	0,5	2,2					213	11,2

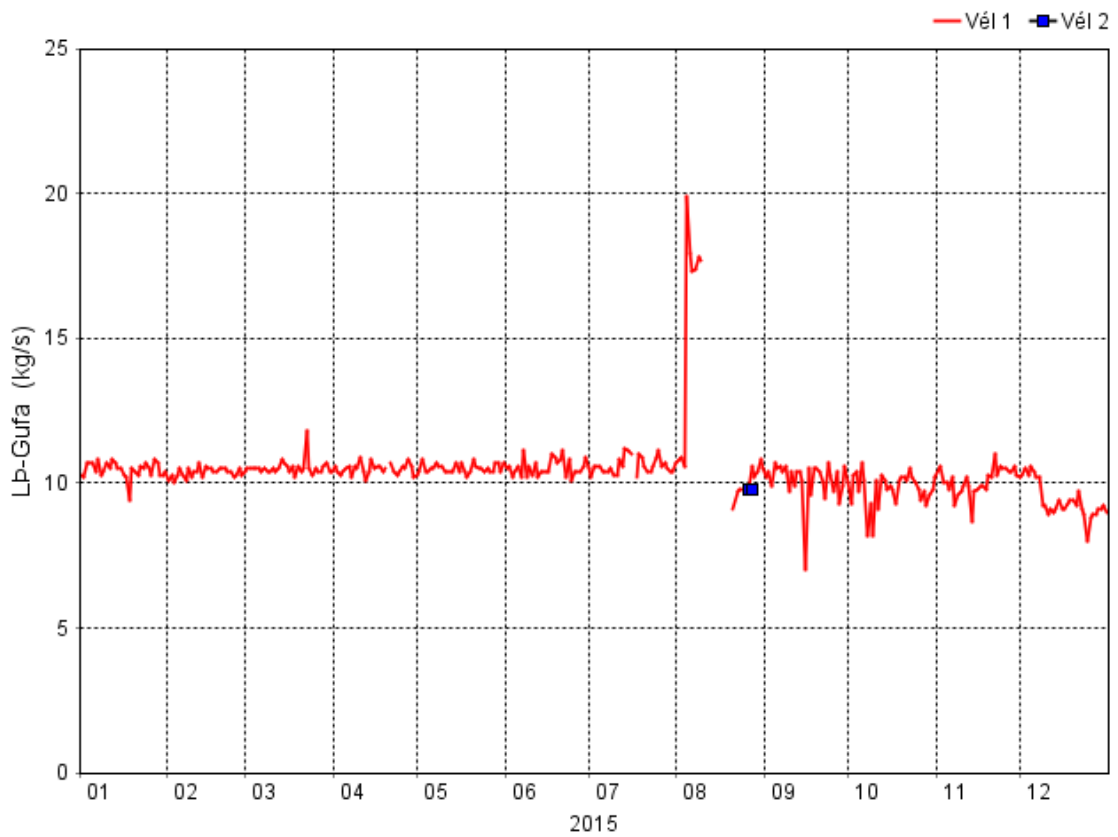
SS=brennisteinn



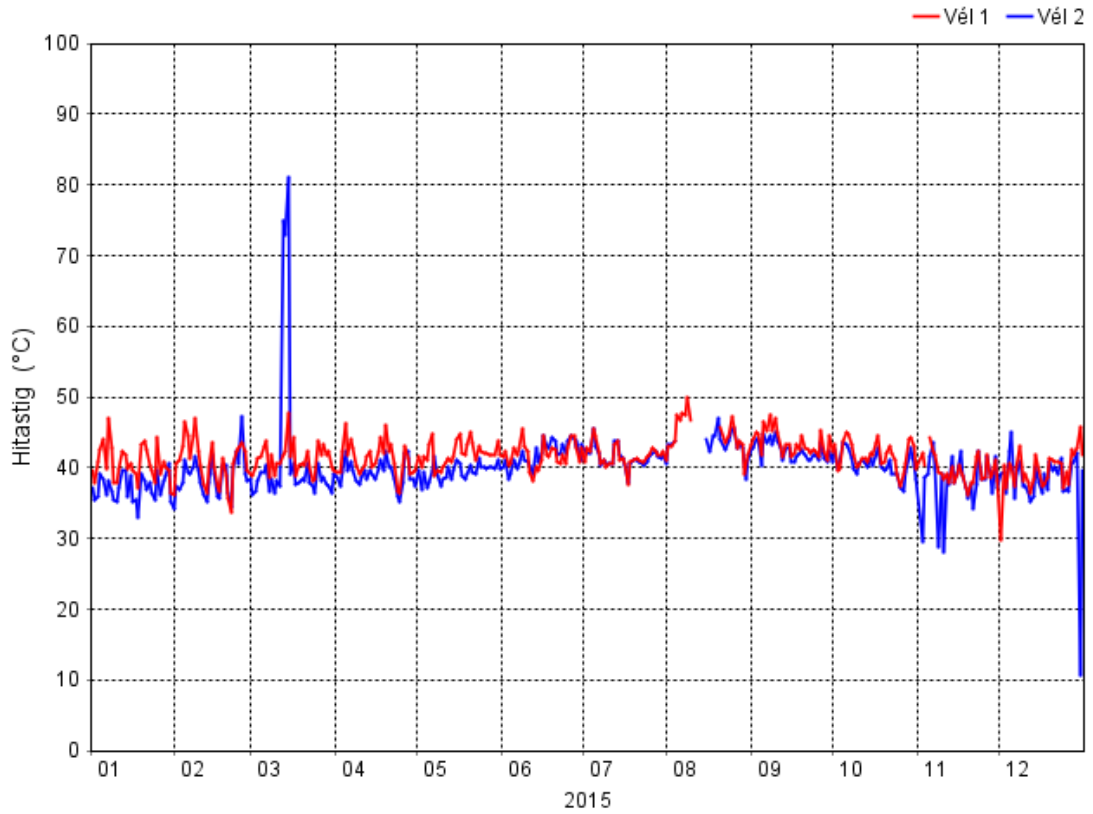
Mynd 1 Kröflustöð vél 1 og 2. Raforkuframleiðsla árið 2015.



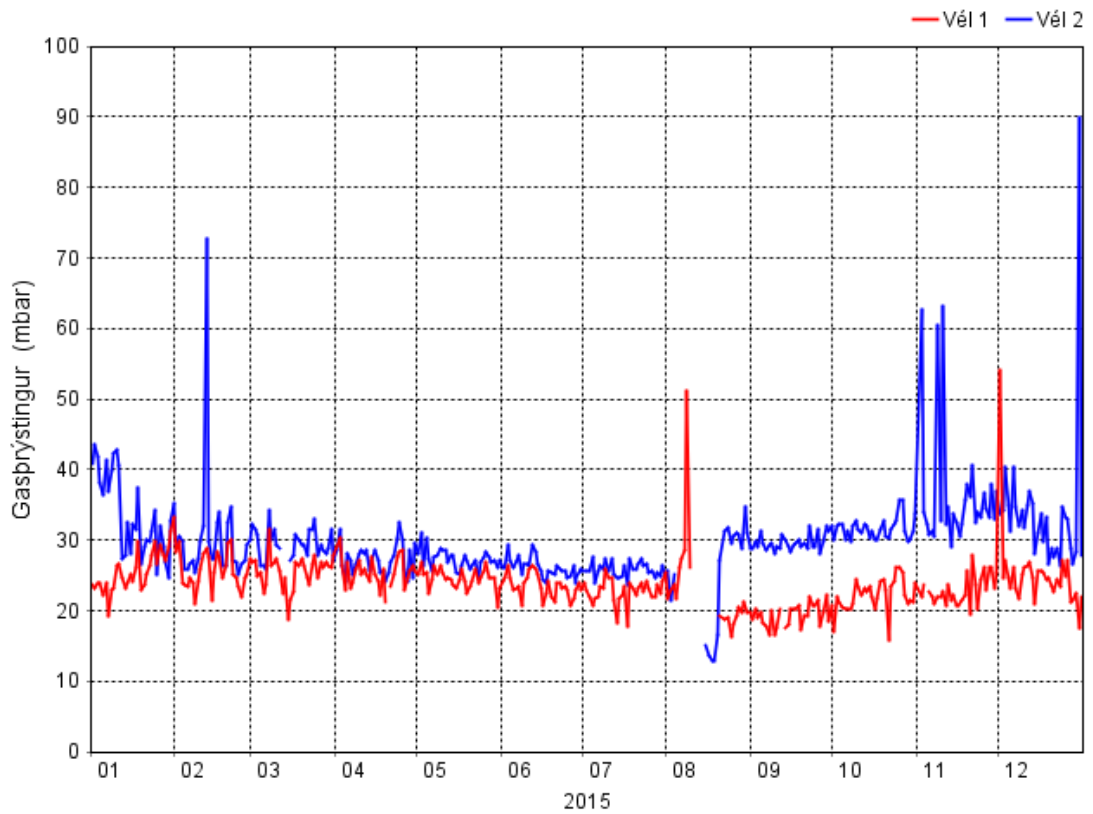
Mynd 2 Kröflustöð vél 1 og 2. Hb-gufa árið 2015.



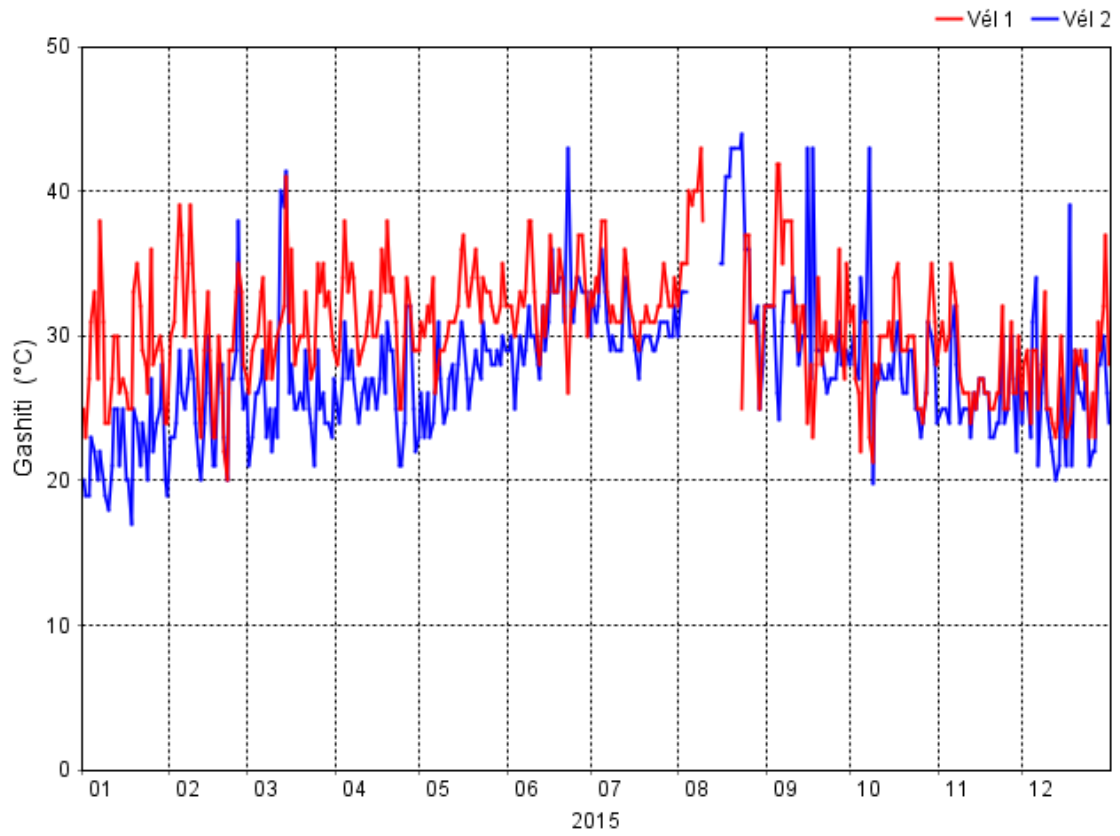
Mynd 3 Kröflustöð vél 1 og 2. LP-gufa árið 2015.



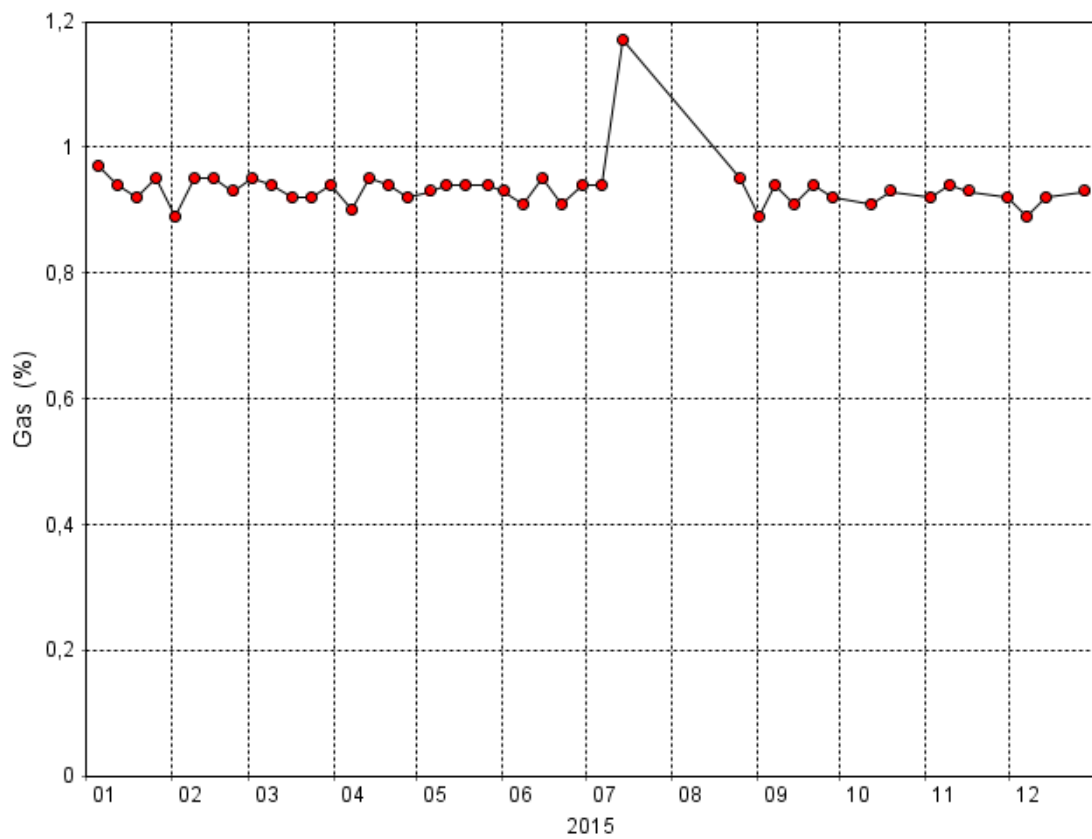
Mynd 4 Kröflustöð vél 1 og 2. Hitastig í eimsvala árið 2015.



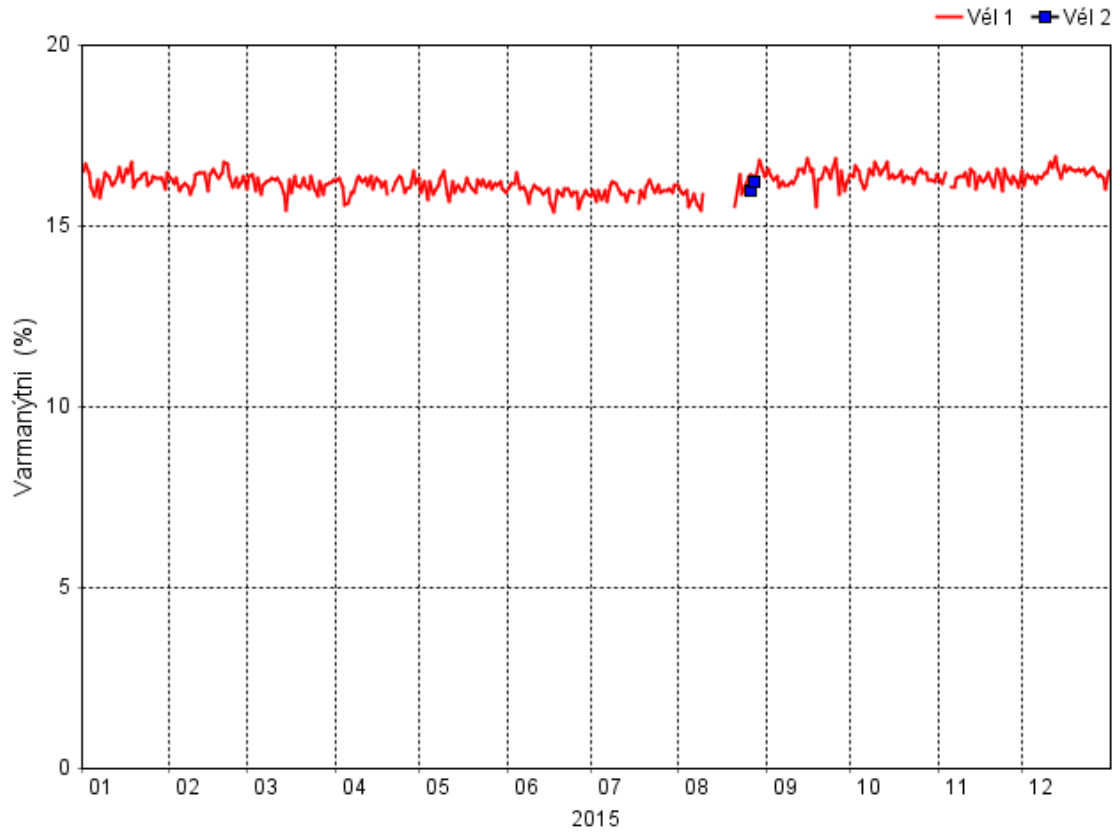
Mynd 5 Kröflustöð vél 1 og 2. Gasprýstingur í eimsvala árið 2015.



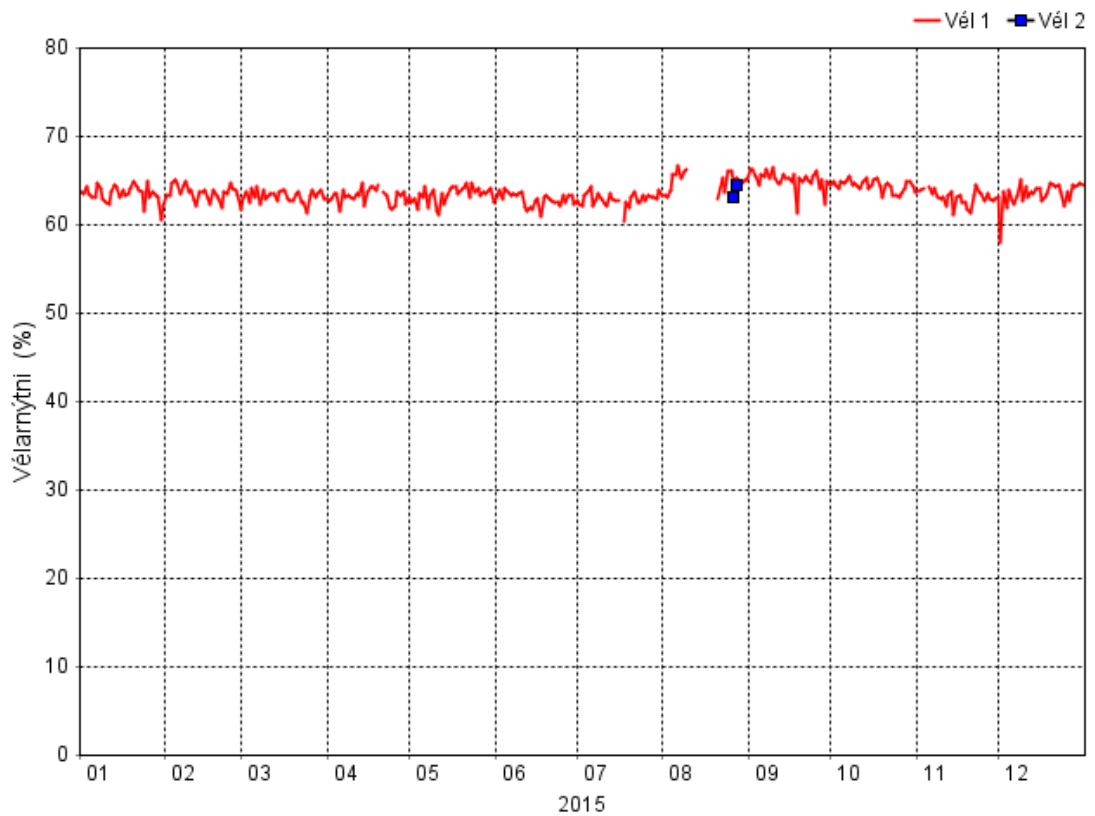
Mynd 6 Kröflustöð vél 1 og 2. Gashiti í eimsvala árið 2015.



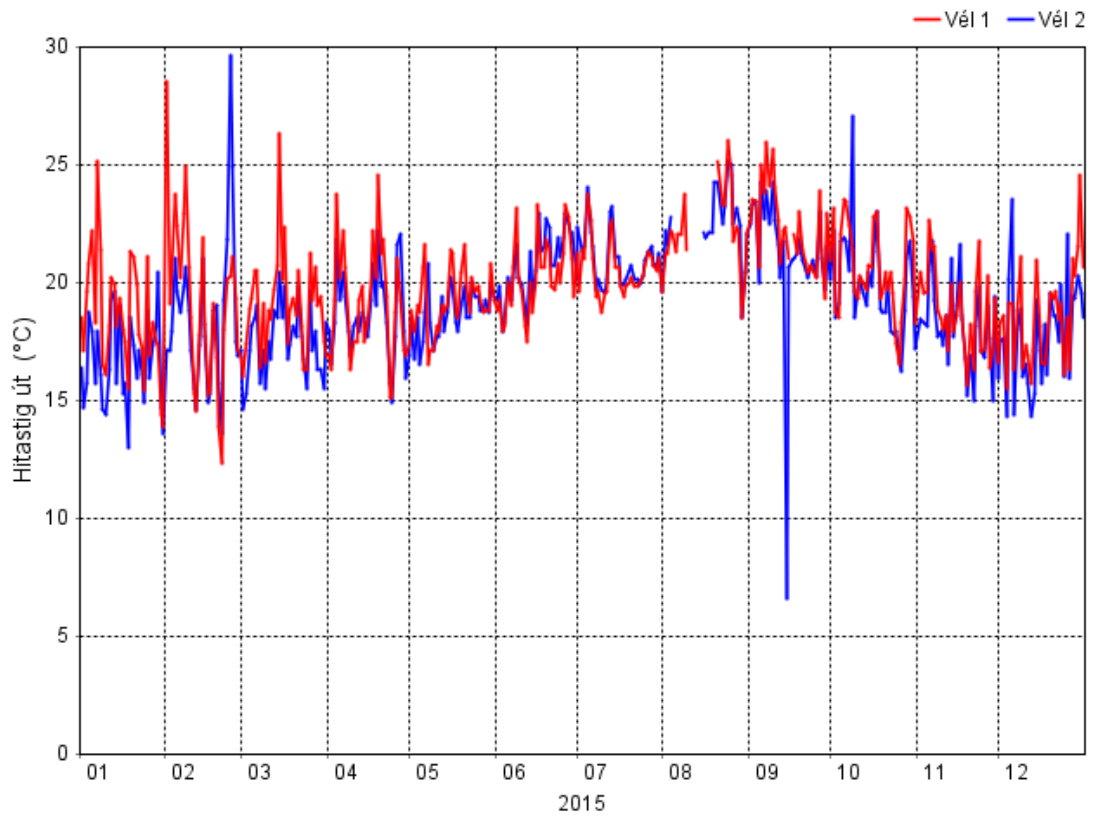
Mynd 7 Kröflustöð. Gas í Hb-gufu árið 2014.



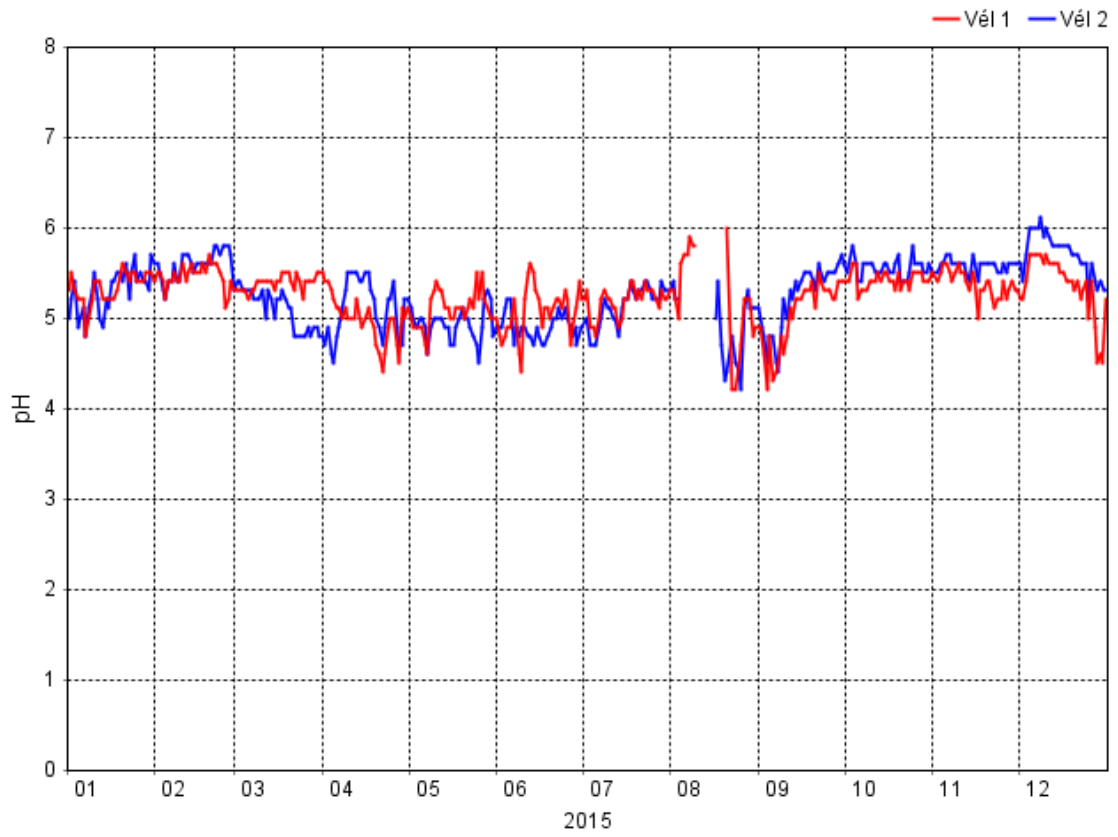
Mynd 8 Kröflustöð vél 1 og 2. Varmanýtni árið 2015.



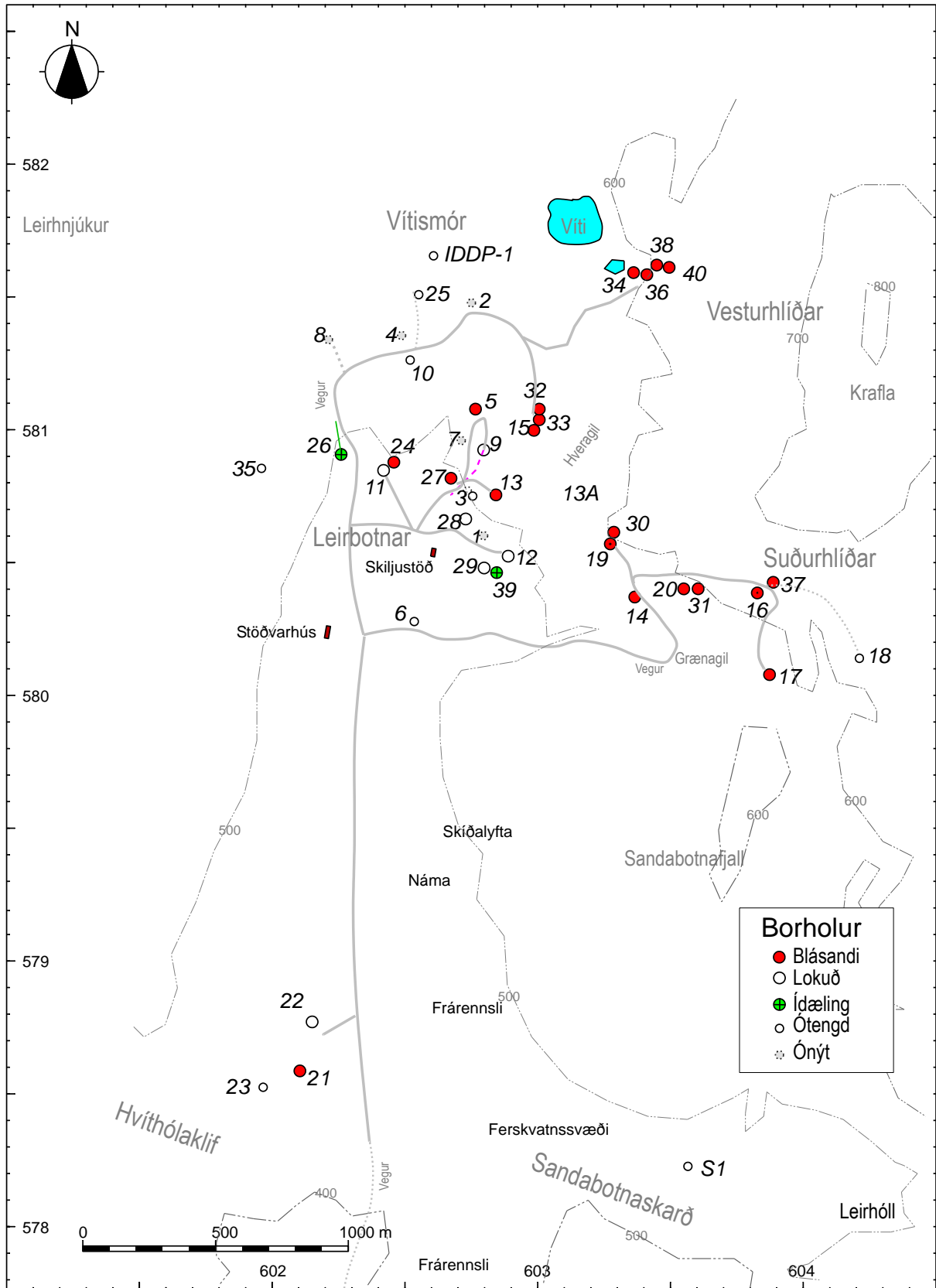
Mynd 9 Kröflustöð vél 1og 2. Vélarnýtni árið 2015.



Mynd 10 Kröflustöð vél 1 og 2. Hitastig kælivatns árið 2015.



Mynd 11 *Kröflustöð vél 1 og 2. Sýrustig kælivatns árið 2015.*



Mynd 12

Blásandi borholur í Kröflu í júní árið 2015.

2.2 AFKASTAMÆLINGAR

2.2.1 Afköst borhola

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. Vermis og rennsli er síðan reiknað út frá þessum tveimur mælingum. Þar sem ekki var blenda í lögninni var vermið reiknað út frá kísilhita (KG-05 og KG-24). Aðferðinni er lýst í skýrslu um innleiðingu hennar (Trausti Hauksson 2011).

Mælingarnar voru skráðar í gagnagrunn ViewData. ViewData forritið reiknar vermi og heildarrennsli sem og háþrýsti- og lágþrýstigufu og frárennslisvatn og gufu úr holunum eftir aðskilnað vatns og gufu í skiljustöð. Forritið reiknar einnig rafafli, sem framleiða má úr gufunni, miðað við uppgefna nýtni hverflanna í Kröflu (62,5%). Í töflu 4 eru birtar reiknaðar stærðir fyrir valdar mælingar úr hverri holu.

Í júní árið 2015 voru 19 holur tengdar Kröflustöð og framleiddu þær 118,2 kg/s af háþrýstigufu og 18,8 kg/s lágþrýsti-gufu, sem reikningslega nægir til framleiðslu á 57,1 MW af rafmagni. Hluti háþrýstigufunnar er notaður til þess að knýja gasdælur og voru afköst virkjunarinnar því nokkuð minni eða 55 MW. Háþrýstigufa var lítilsháttar meiri en 2014, en lágþrýstigufa mældist minni því holur KJ-9 og KJ-28 voru lokaðar 2015 en þær voru blásandi sumarið 2014 vegna lágrar vatnsstöðu í lónum. Gufuframleiðsla á svæðinu dugar ekki fyrir fullum afköstum stöðvarinnar sem á að geta framleitt a.m.k. 62 MW en framleiddi 55 MW þegar holnar voru afkastamældar.

Á myndum 13 til 22 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 bar þrýsting fyrir hávermisholur og 1,2 bar þrýsting fyrir lágvermisholur.

Aðeins tvær grunnar lágvermisholur voru blásandi allt árið, holur KG-05 og KG-24. Rennsli úr þeim hefur ekki breyst mikið frá því að þeim var hleypt upp þar til árið 2012 en þá mældist rennslið meira. Sjá myndir 13 og 14. 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. Eingöngu vatnsfasinn er mældur og er vermi áætlað út frá kísilhita. Þetta þarf að bæta og mæla ætti gufufasann einnig með þynningaraðferð.

Tvær holur vinna úr dýpri hluta Leirbotnasvæðisins, þ.e. holur KJ-13 og KJ-27. Vatnsrennsli úr þeim jókst fram að 2004 en gufurennsli breyttist minna. Eftir 2004 hafa orðið óverulegar breytingar á afköstum þeirra. Sjá myndir 15 og 16.

Afköst KJ-14 í Suðurhlíðum hafa minnkað verulega frá því að þeim var hleypt upp. Holan var hreinsuð í nóvember og jókst gufan úr 3 kg/s í 5 kg/s við þá aðgerð..

Hola KJ-30 minnkaði í afli frá síðasta ári eins og undanfarin fimm ár. Milli 2010 og 2011 var aflrýrnunin sérstaklega hröð sem getur bent til stíflu eða skemmda í holunni.

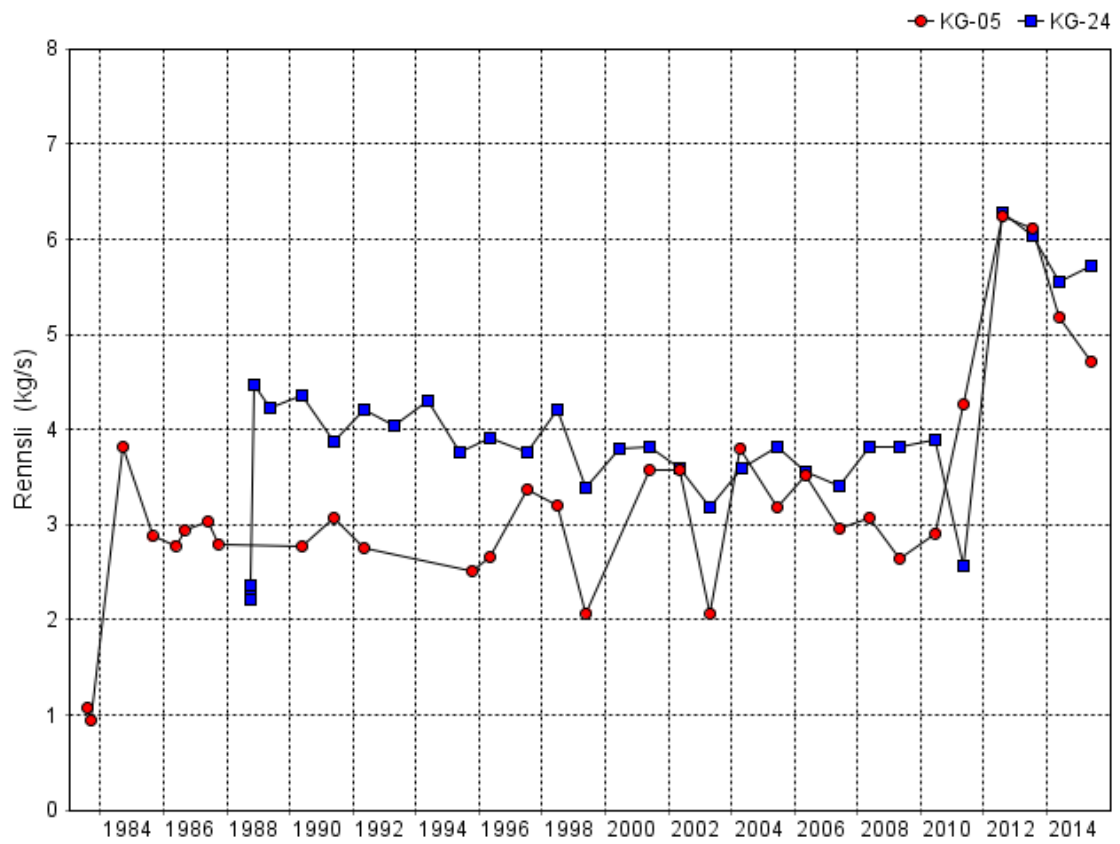
Vatnsrennsli jókst úr KJ-19 en gufurennsli minnkaði milli ára eins og árið á undan. Holan lognaðist útaf í nóvember. Þetta tengist mögulega niðurdælingu í KJ-39. Sjá myndir 17 og 18.

Hola KJ-21 á Hvíthólasvæði jók enn lítilsháttar við sig í afli eftir afkastaminnkun síðustu ár. Sjá myndir 19 og 20.

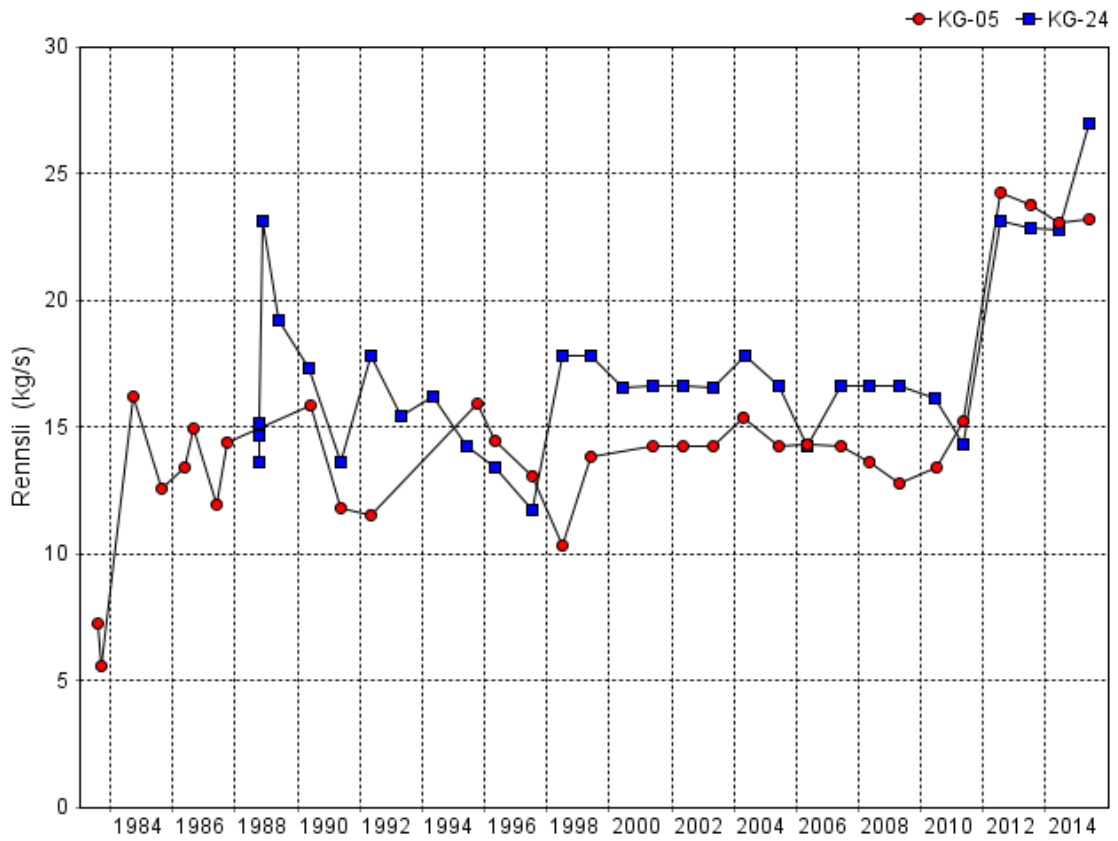
Sex holur eru virkjaðar á Vesturhlíðasvæðinu, þ.e. KJ-32, KJ-33, KJ-34, KJ-36, KJ-38 og KT-40. Hola KJ-40 bætti enn við sig í afli og er afkastamesta holan á svæðinu, en hola KJ-38 dalaði enn og er afkastaminna holan og gefur aðeins um 1,5 kg/s af gufu. Aflaukning sem varð árið 2014 í holu KJ-34 hefur gengið til baka að mestu. Sjá myndir 21 og 22.

Tafla 4 Kröflustöð, afköst borhola árið 2015

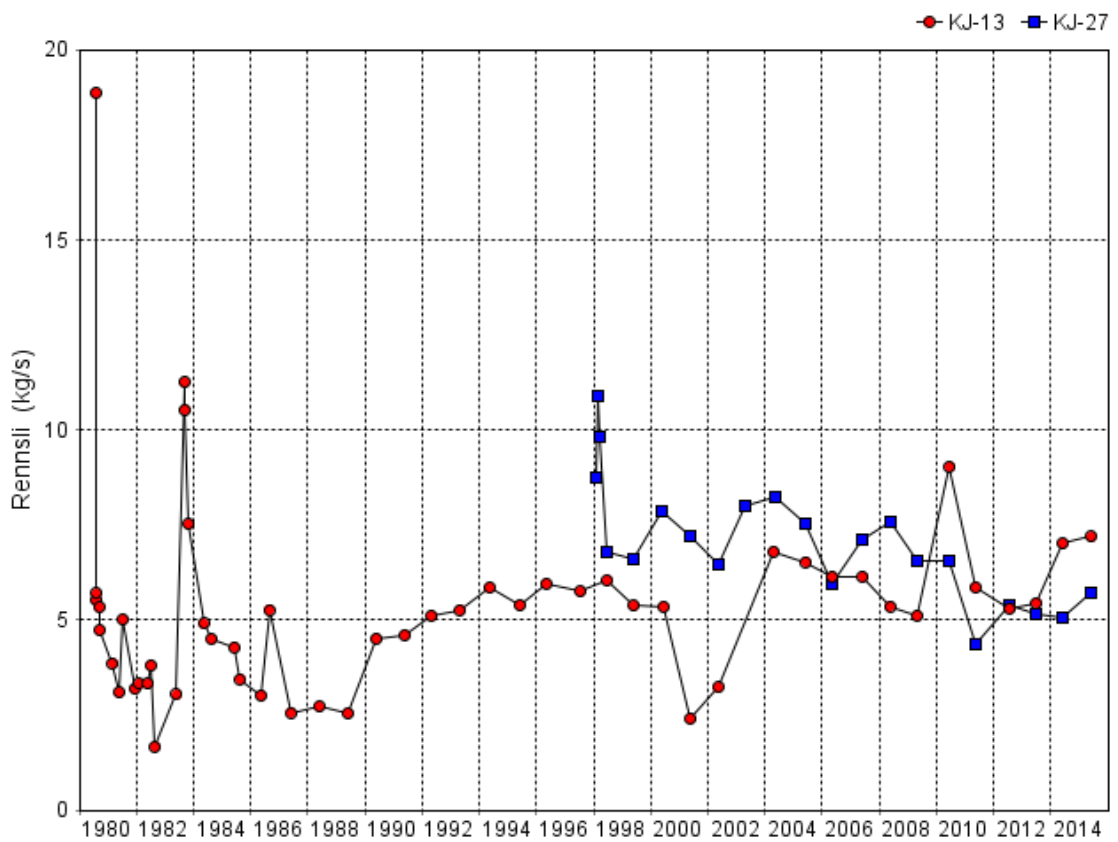
Hóla	Tími	Heildar			HP-Skilja	LP-Skilja	Frárennsli		Hverfill
		Vermi	Rennsli	Varmaa fl	Gufa	Gufa	Gufa	Vatn	Rafafll
		kJ/kg	kg/s	MW	kg/s	kg/s	kg/s	kg/s	MW
KG-05	2015-06-22	889	27,9	20,1		4,7	1,0	22,1	1,5
KG-24	2015-06-22	902	32,7	24,0		5,7	1,2	25,8	1,8
KJ-13	2015-06-22	1512	18,3	24,6	7,1	1,0	0,4	9,7	3,4
KJ-14	2015-06-11	2727	3,0	7,6	2,9	0,0	0,0	0,1	1,3
KJ-16	2015-09-01	2660	1,4	3,5	1,3	0,0	0,0	0,1	0,6
KJ-17	2015-06-01	2412	5,4	12,1	4,4	0,1	0,0	0,8	2,0
KJ-19	2015-06-11	1466	3,9	5,0	1,4	0,2	0,1	2,1	0,7
KJ-20	2015-06-11	2705	4,5	11,5	4,4	0,0	0,0	0,1	1,9
KJ-21	2015-06-12	1544	22,8	31,4	9,2	1,3	0,5	11,8	4,4
KJ-27	2015-06-12	1061	34,5	30,8	5,7	2,7	1,1	24,9	3,3
KJ-30	2015-06-11	2728	18,1	46,5	17,8	0,0	0,0	0,3	7,7
KJ-31	2015-06-11	2783	0,7	1,9	0,7	0,0	0,0	0,0	0,3
KJ-32	2015-06-12	1253	35,9	39,0	9,3	2,5	1,1	23,1	4,8
KJ-33	2015-06-11	2106	3,5	6,7	2,4	0,1	0,0	1,0	1,1
KJ-34	2015-06-11	2600	21,0	51,0	19,3	0,2	0,1	1,5	8,4
KJ-36	2015-06-11	2605	11,0	26,9	10,1	0,1	0,0	0,8	4,4
KJ-37	2015-06-11	2630	1,1	2,6	1,0	0,0	0,0	0,1	0,4
KJ-38	2015-06-12	1597	3,5	4,9	1,5	0,2	0,1	1,7	0,7
KT-40	2015-06-12	2753	19,7	51,0	19,6	0,0	0,0	0,1	8,5
	Samtölur	1660	268,8	401,3	118,2	18,8	5,8	126,1	57,1



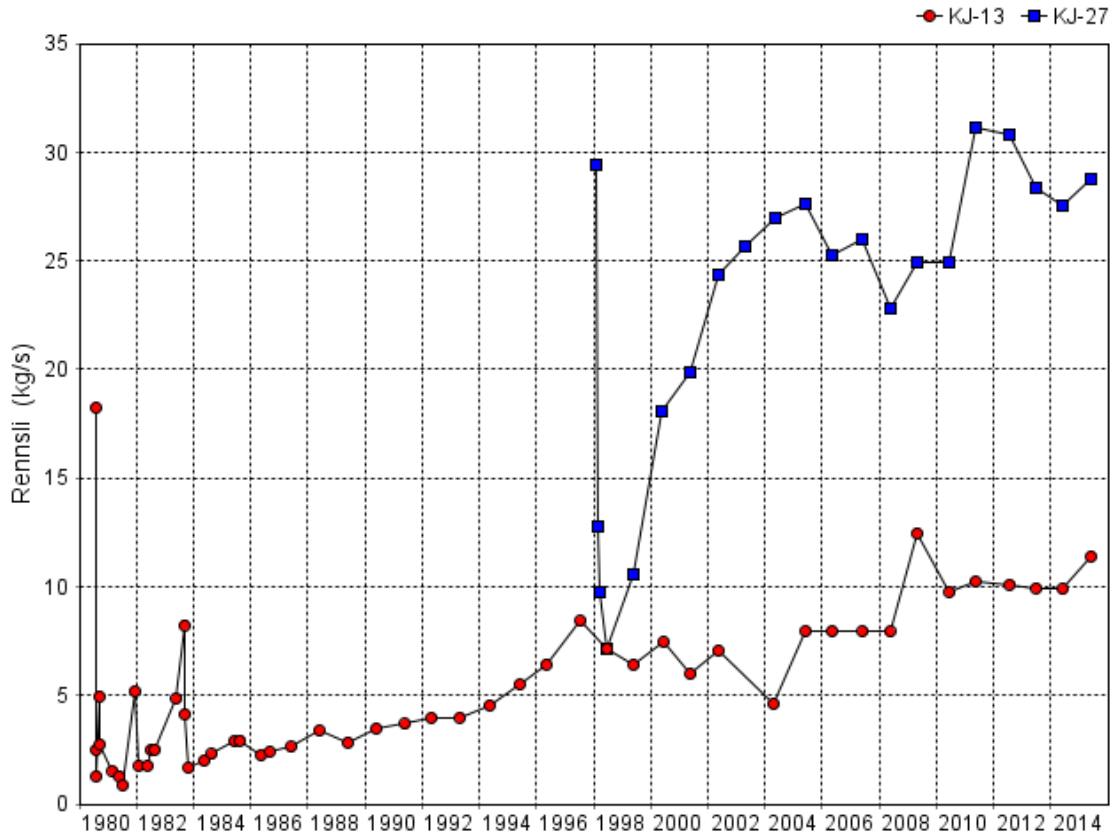
Mynd 13 *Leirbotnar, gufurennslí úr grunnum holum.*



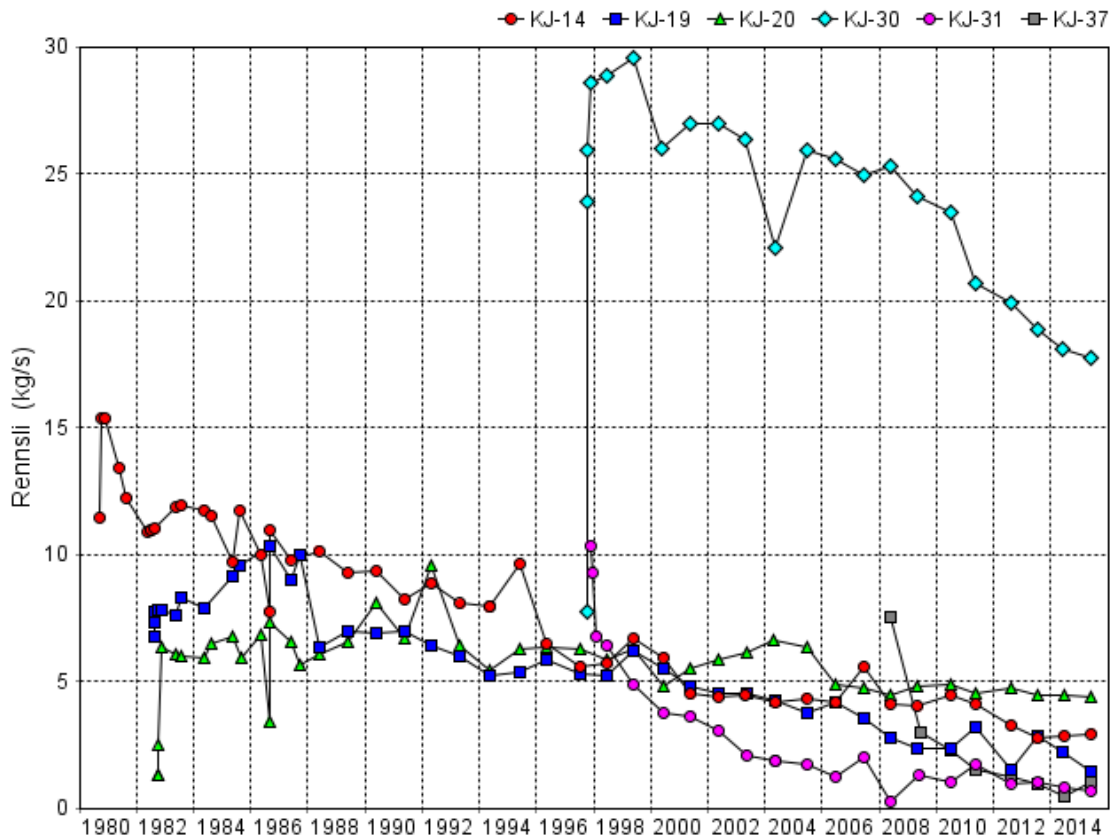
Mynd 14 Leirbotnar, vatnsrennsli úr grunnum holum.



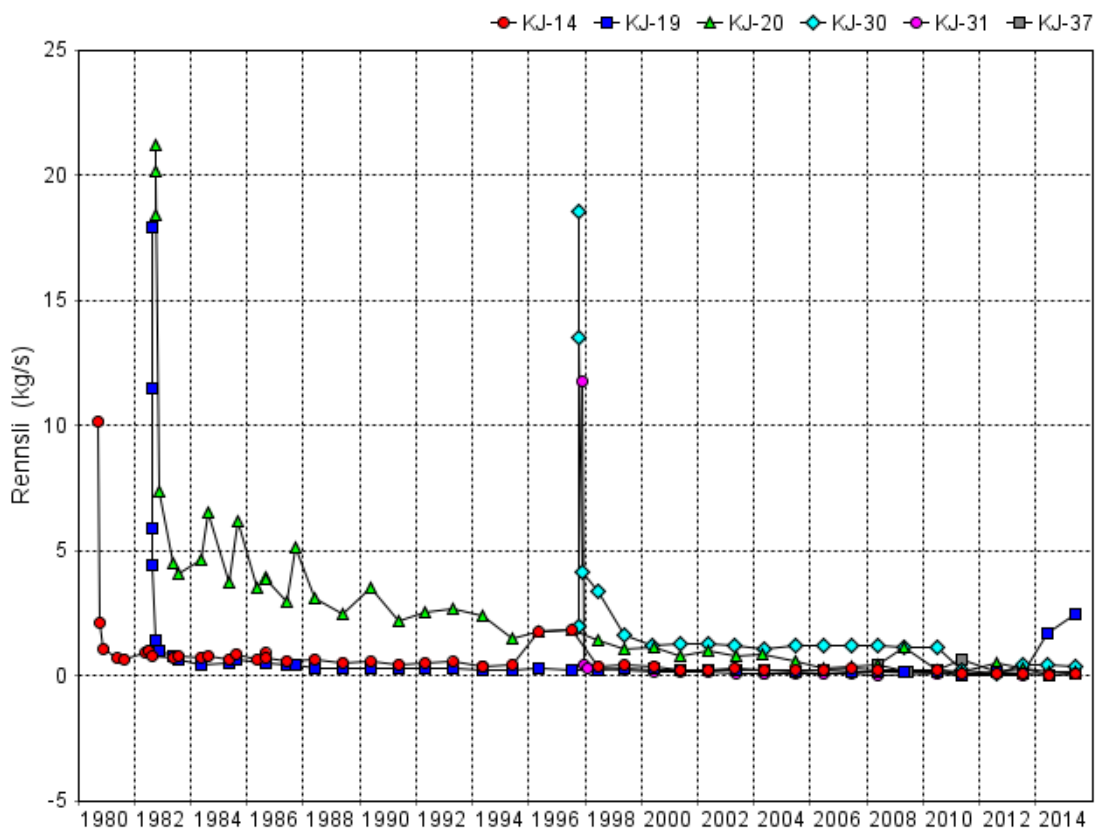
Mynd 15 Leirbotnar, gufurennisli úr djúpum holum.



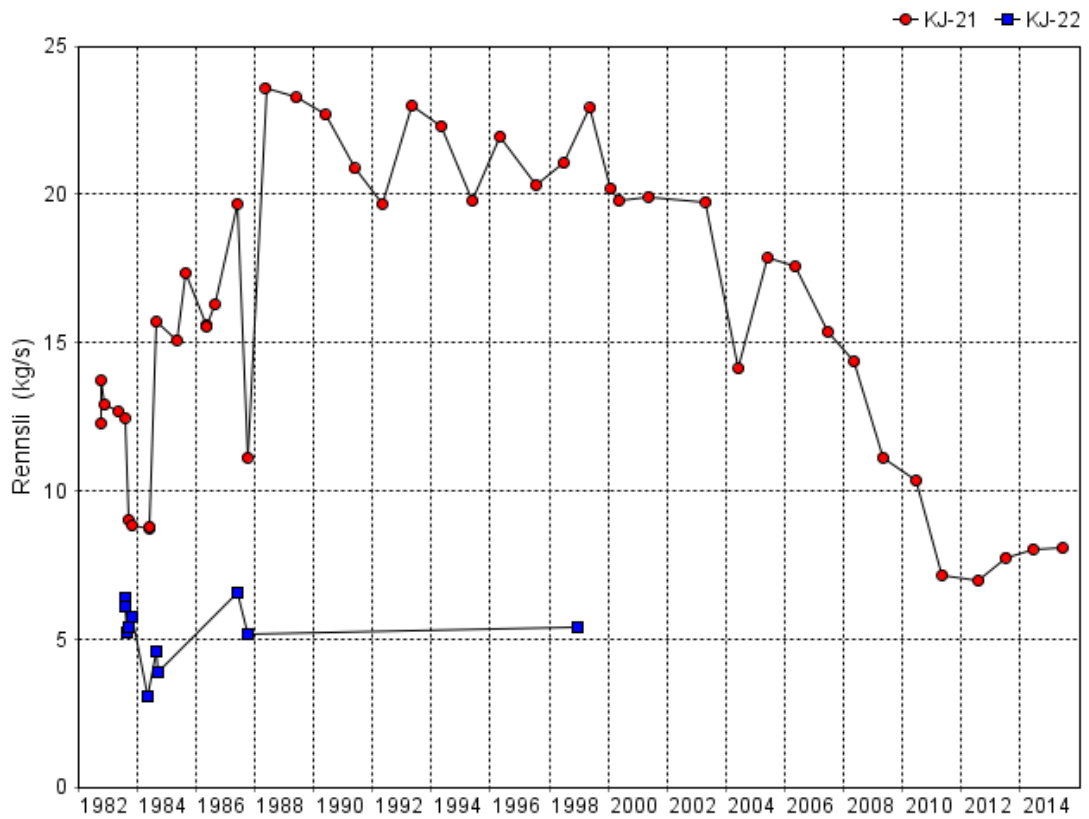
Mynd 16 Leirbotnar, vatnsrennsli úr djúpum holum.



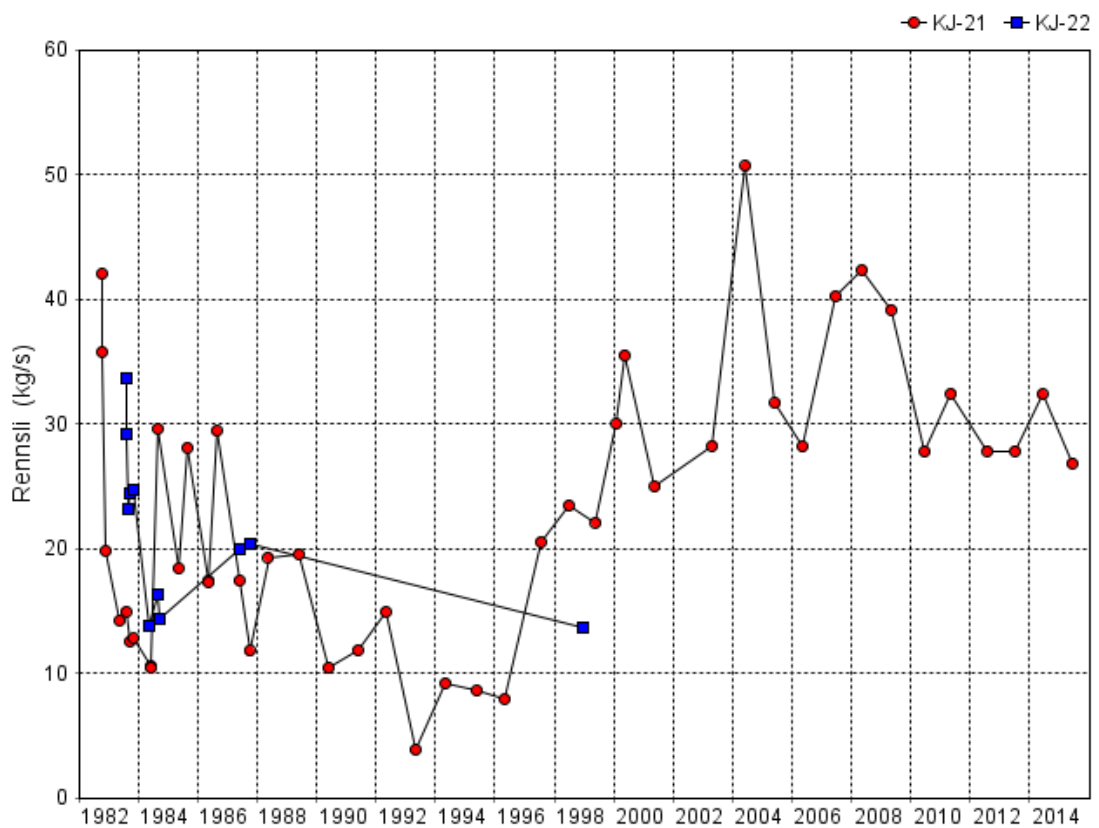
Mynd 17 Suðurhlíðar, gufurensli úr holum.



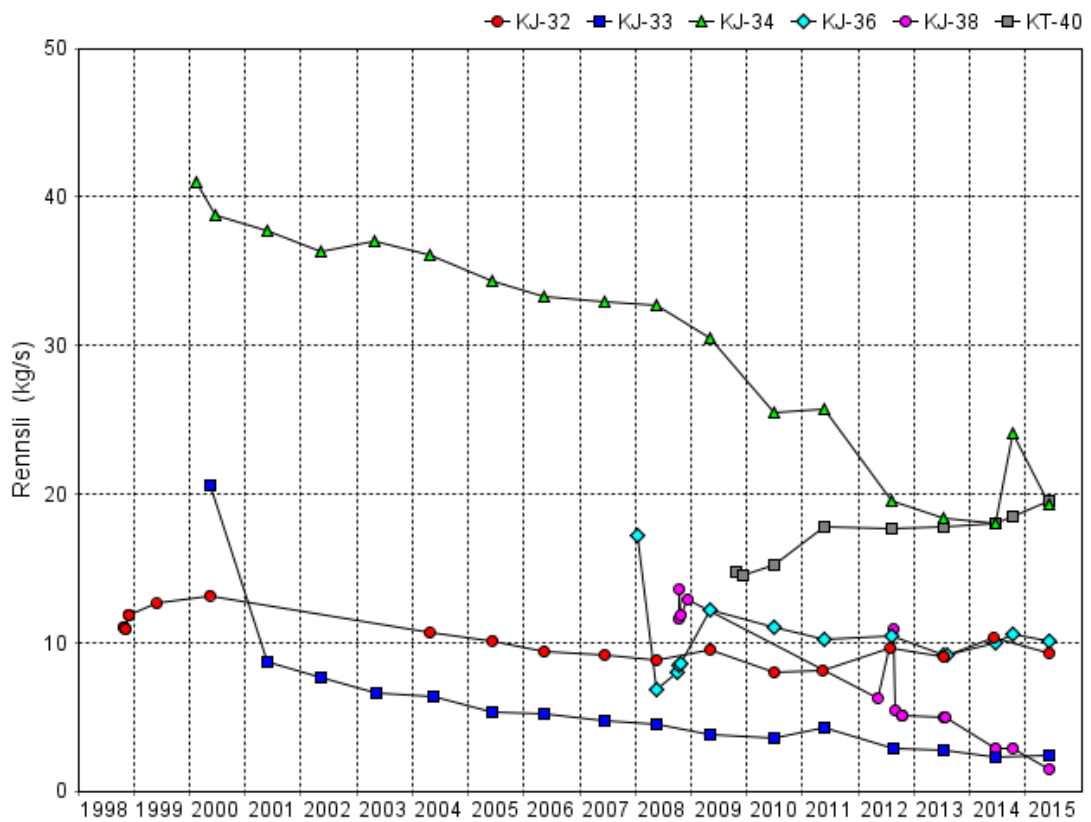
Mynd 18 Suðurhlíðar, vatnsrennsli úr holum.



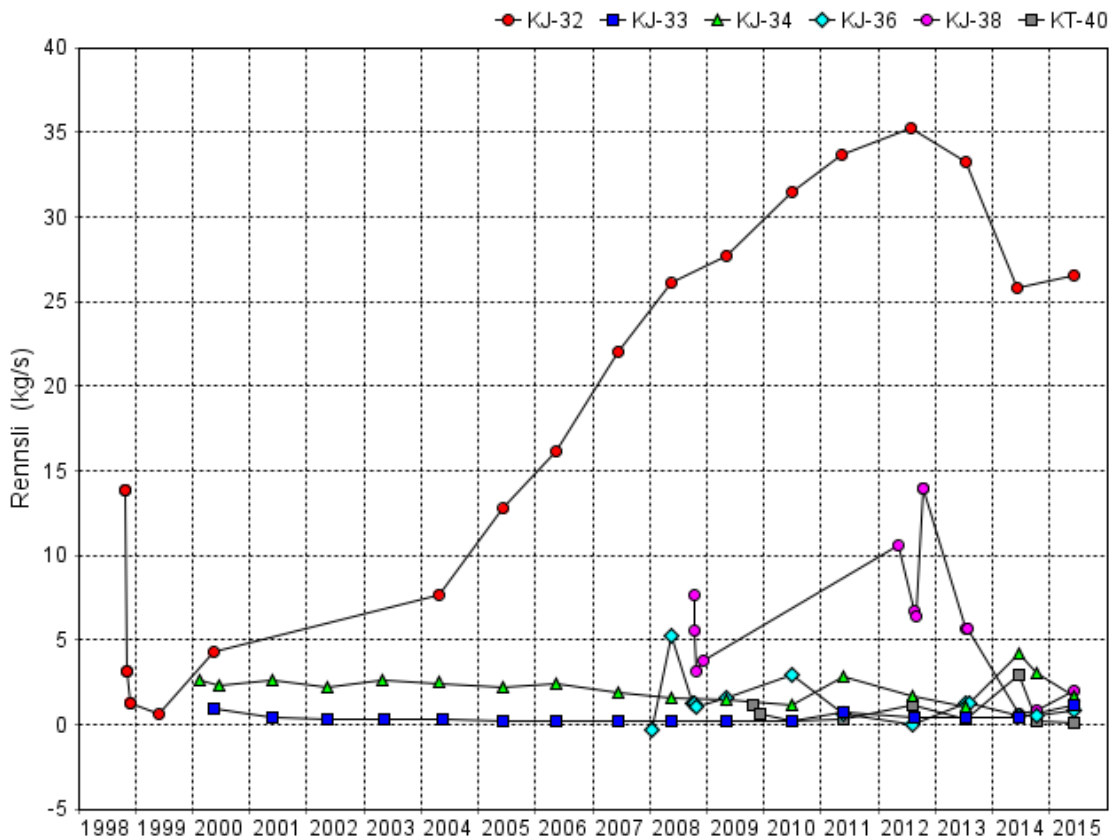
Mynd 19 Hvítbólaklif, gufurennslí úr holum.



Mynd 20 Hvíthólaklif, vatnsrennsli úr holum.



Mynd 21 Vesturhlíðar, gufurennisli úr holum.



Mynd 22 Vesturhlíðar, vatnsrennsli úr holum.

2.2.2 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.

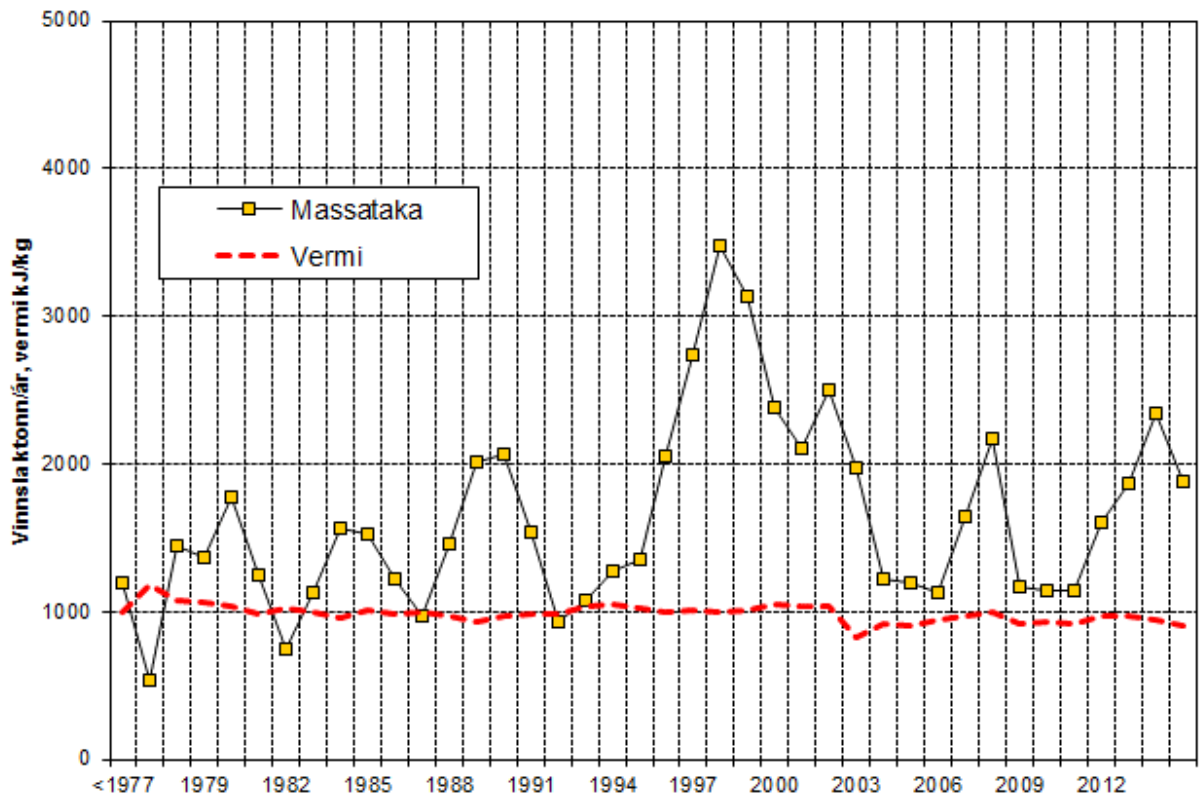
Árleg massavinnsla úr hverju svæði, meðalvermi og niðurdæling er sýnt á myndum 23 til 27, og heildar massavinnsla og meðalvermi úr Kröflusvæði er sýnt á mynd 28.

Tekin voru samtals um 8.899 þúsund tonn af vatn og gufu úr svæðinu á árinu 2015. Þar af var gufa til raforkuframleiðslu 4.449 þúsund tonn. Upptekt vegna prófunar á holum var 6 þúsund tonn.

Dælt var samtals 2.178 þúsund tonnum af vatni í holu KJ-26 (Leirbotnar) og 2.122 þúsund tonnum í KJ-39 (Suðurhlíðar). Nettó vinnsla úr jarðhitageyminum var því 4.599 þúsund tonn.

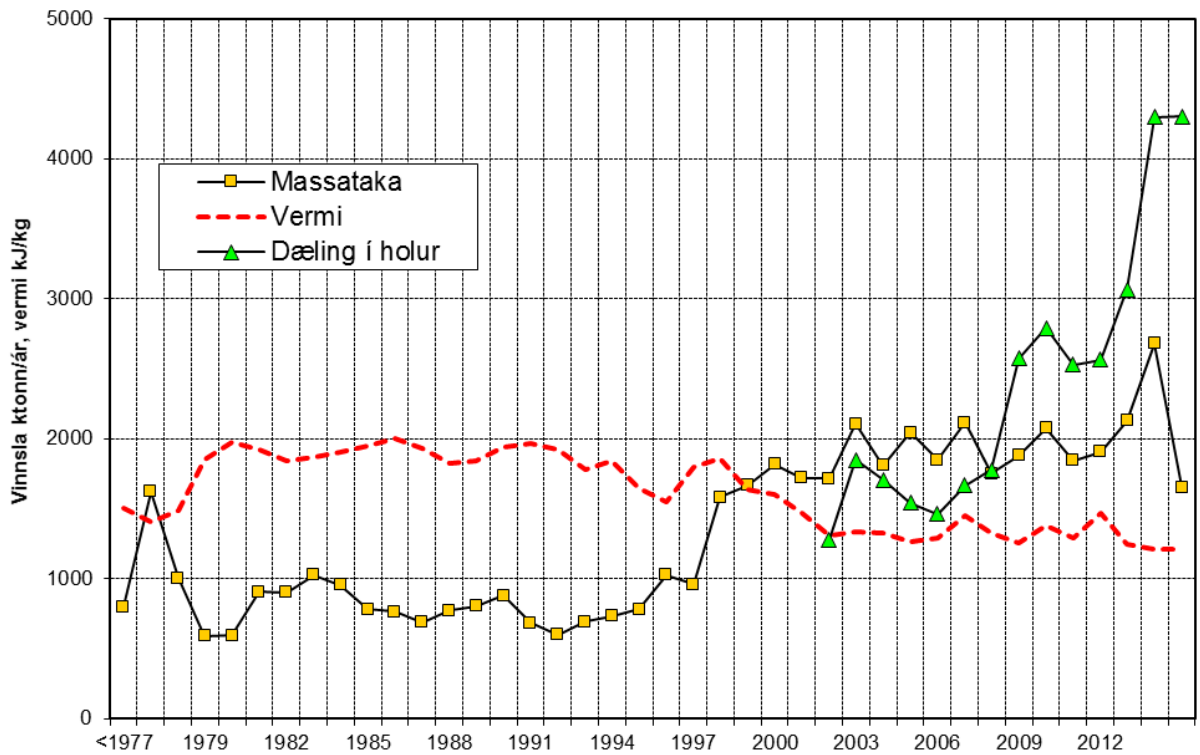
Mynd 29 sýnir magn gufu og vatns sem upp er tekið og skiptingu milli frárennslis og dælingar í holur.

Áætlað er að um 40% gufunnar þéttist í kælikerfi stöðvarinnar. Frárennsli jarðhitavökva frá stöðinni þ.e. skiljuvatn sem ekki er dælt niður ásamt þéttivatni frá kæliturnum var því um 1.924 þúsund tonn á árinu 2015.

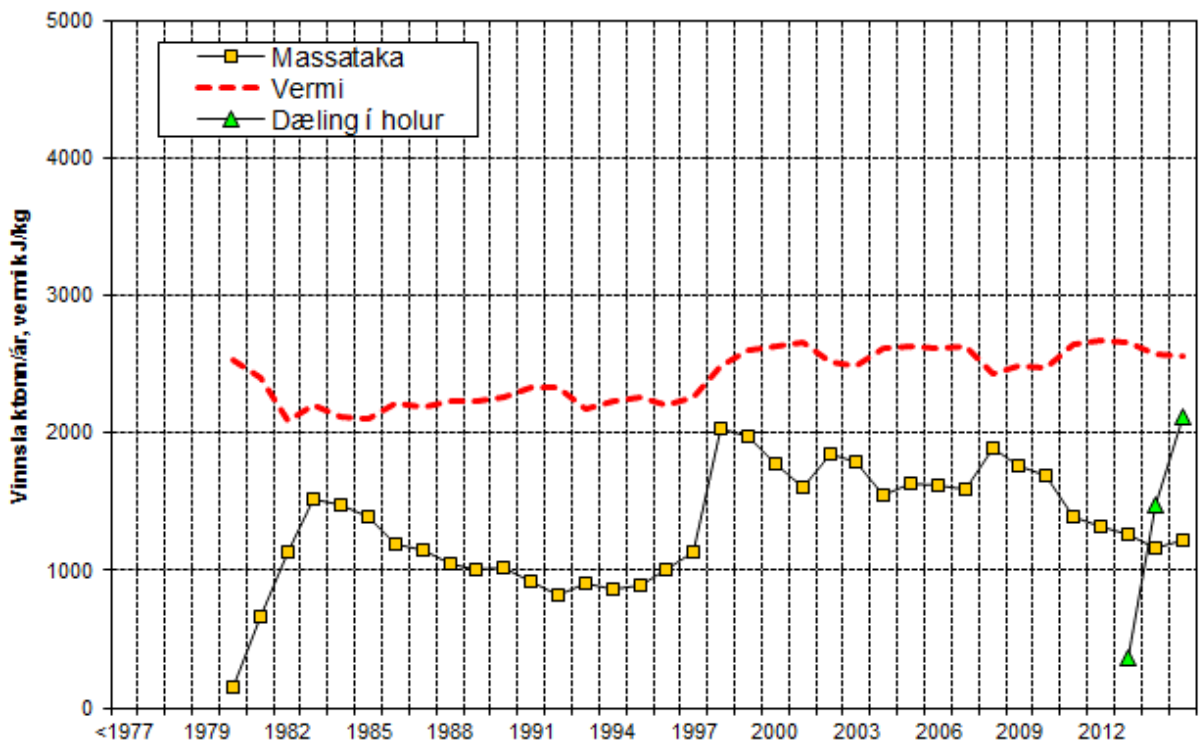


Mynd 23

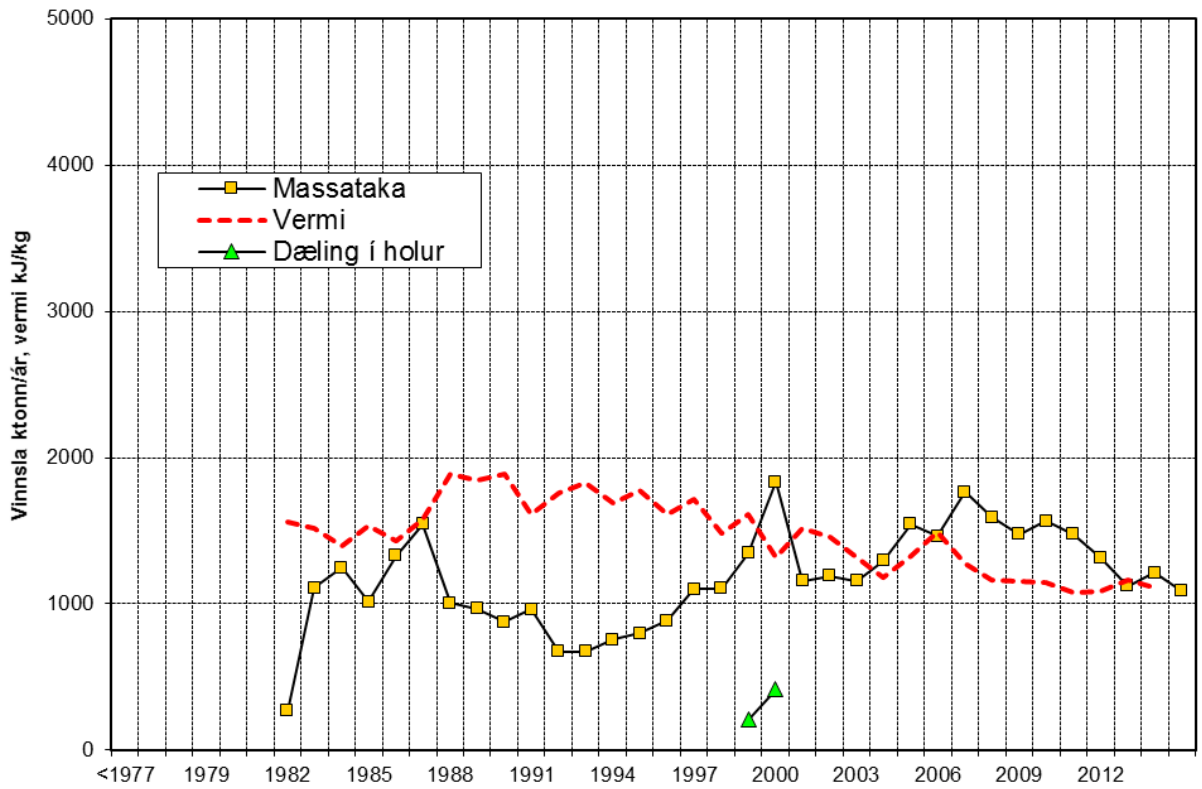
Leirbotnar, grunnar holur. Árleg vinnsla og vermi.



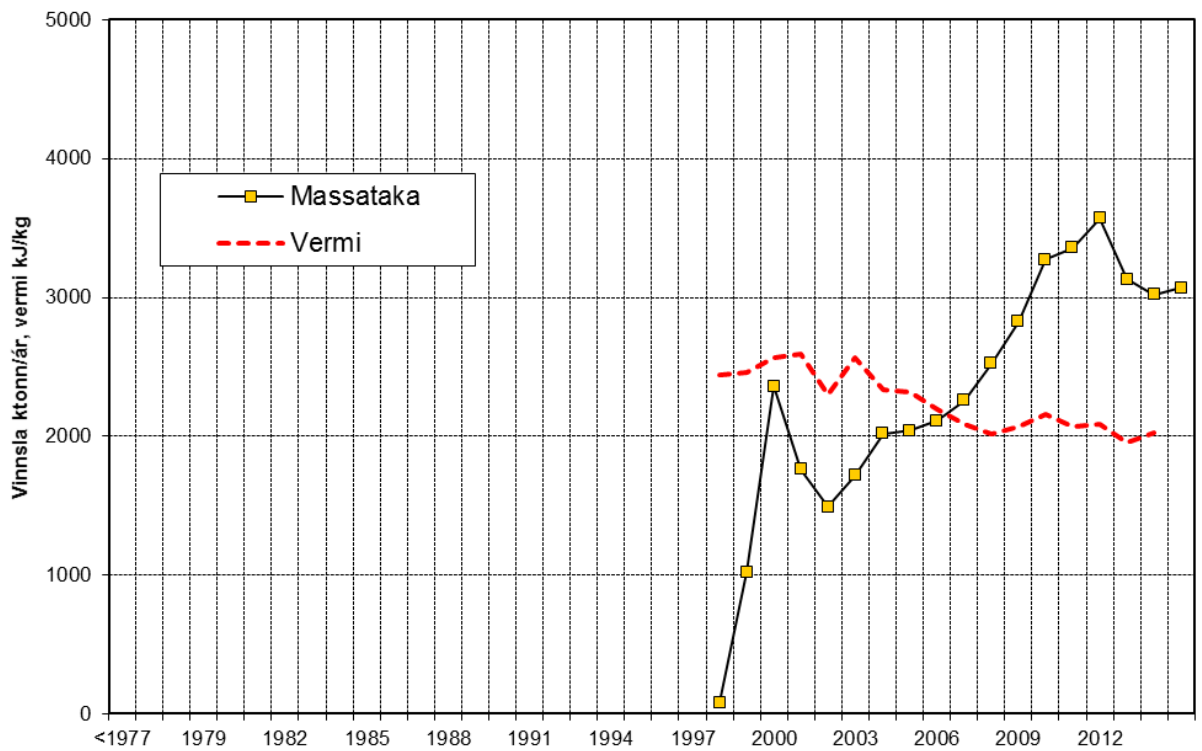
Mynd 24 Leirbotnar, djúpar holur. Árleg vinnsla og vermi.



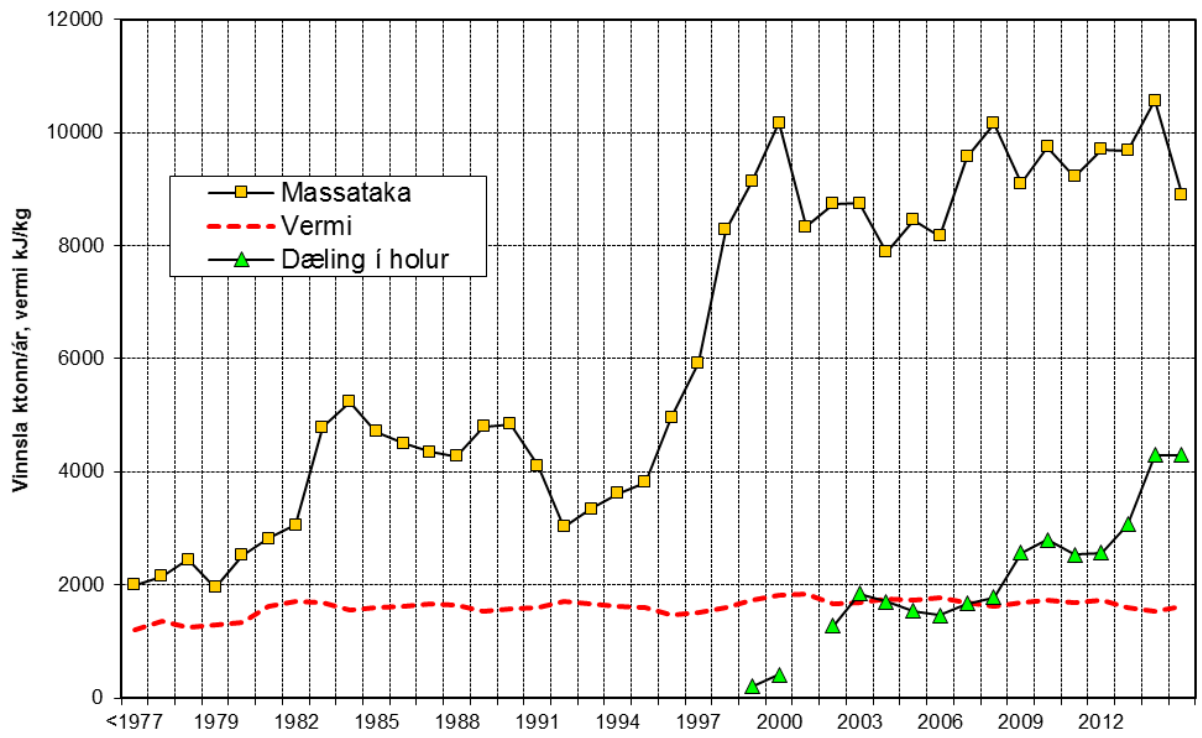
Mynd 25 Suðurhlíðar Kröflu. Árleg vinnsla og vermi.



Mynd 26 Hvíthóllaklif. Árleg vinnsla og vermi.

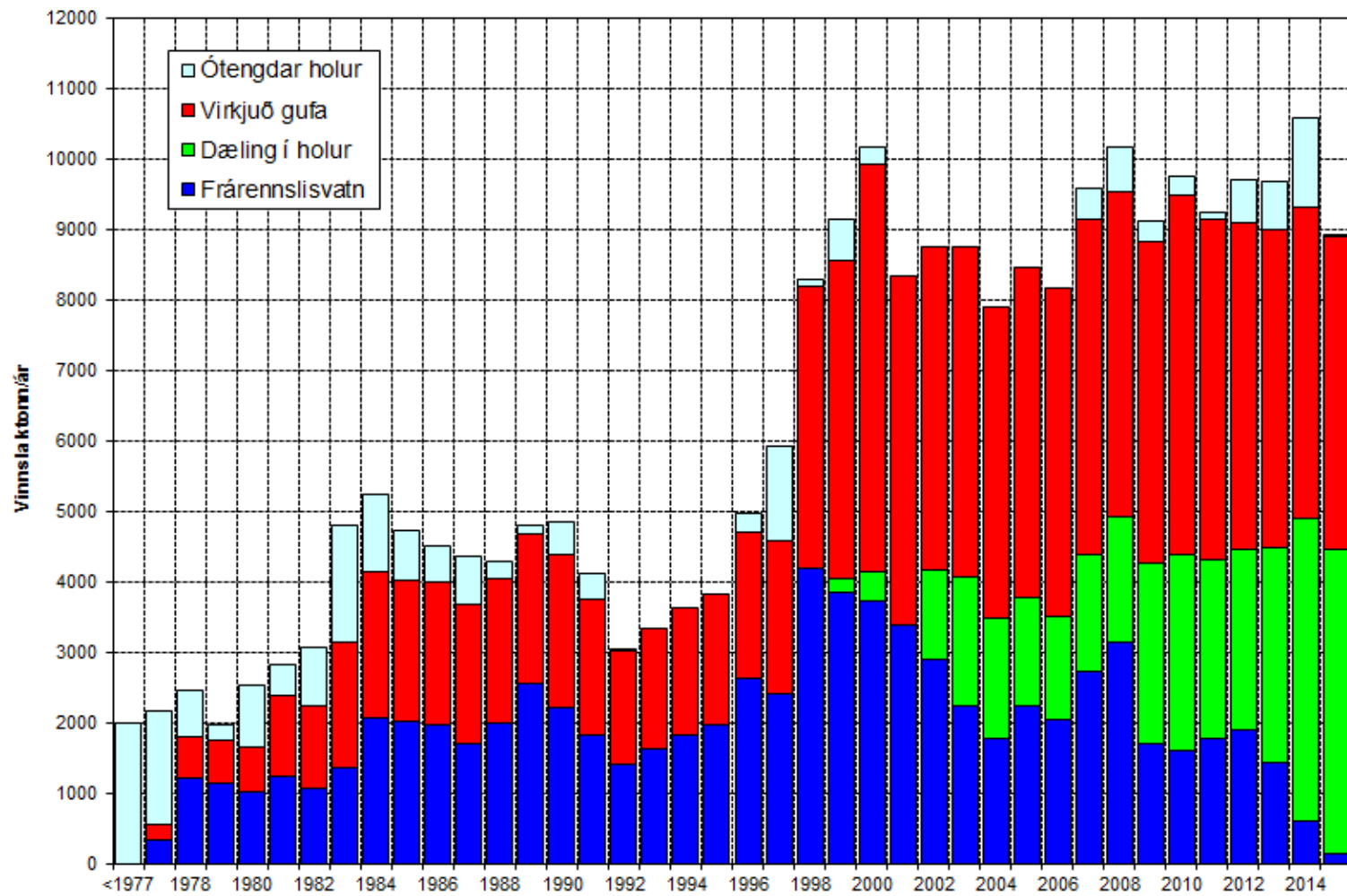


Mynd 27 Vesturhlíðar Kröflu. Árleg vinnsla og vermi.



Mynd 28

Kröflusvæði. Árleg vinnsla og vermi.



Mynd 29

Kröflusvæði. Árleg gufuvinnsla og frárennslí.

2.3 EFNAMÆLINGAR

2.3.1 Vatn og gufa úr borholum

Niðurstöður efnagreininga á vatni og gufu úr borholum í Kröflu, sem safnað var 2015, eru varðveittar í gagnagrunni ViewData.

Reiknaður efnastyrkur í gufu og vatni við skiljuþrýsting er sýndur í töflu 5. Fyrir lágvermisholurnar er miðað við 1,2 bar skiljuþrýsting og 7,0 bar þrýsting fyrir hávermisholur. Í töflunni kemur fram styrkur allra helstu efna sem og rennsli gufu og vatns í hverri holu.

Í töflu 6 er tekið saman yfirlit um gasstyrk í gufu ásamt gassamsetningu og hversu mikið gas streymir úr hverri holu og í töflu 7 er enn fremur sýndur reiknaður berghiti árið 2015.

Meðaltal gass í gufu inn á hverfil, þ.e. bæði háþrýsti og lágþrýstigufu (Tafla 6), reiknast um 0,85 %, samanborið við 0,93 % árið 2014. Heildargasstreymi inn í stöðina minnkaði milli ára og reiknast 1,17 kg/s samanborið við 1,26 kg/s í fyrra.

Gas í holunum í Vesturhlíðum Kröflufjalls þ.e. KJ-38 og KJ-40 minnkaði lítilsháttar. Gas í öðrum holum breyttist lítið milli ára.

Tafla 5 Kröflustöð. Styrkur efna í vatni og gufu borhola árið 2015

Staður	Tími	Skilja Vermi	Gufa							Vatn														
			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
			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	2015-06-04	889	4,7	766	199	1,5	31,7	3,0		23,2	9,49	21,9	13,9	371	209,6	18,1	4,43	0,001	0,001	0,90	1,20	75,9	256,1	0,58
KG-24	2015-06-04	902	5,7	787	192	0,3	3,2	2,5		27,0	9,50	23,2	13,8	391	216,4	17,0	3,46	0,003	0,005	0,80	0,79	57,7	245,4	0,58
KJ-13	2015-06-04	1512	7,2	2073	333	29,8	12,1	1,1		11,4	9,22	38,5	23,7	528	238,0	27,6	3,48	0,003	0,006	1,15	1,28	65,9	272,2	0,97
KJ-14	2015-06-05	2727	2,9	8551	1078	62,0	4,9	1,1		0,1	9,01	139,7	68,1	923	220,6	33,2	0,18	0,004	0,014	0,55	7,84	28,9	3,9	14,55
KJ-16	2015-06-10	2767	1,4	18332	1239	73,3	5,2	3,8		0,0	2,64	18,8	3,9	110	46,1	15,7	10,7	0,172	1,560	2,02	0,13	0,3	112,2	2,84
KJ-17	2015-06-08	2412	4,5	4078	850	42,0	6,0	3,9		0,9	9,13	67,4	54,3	803	161,8	25,9	0,42	0,015	0,033	1,06	3,18	18,8	8,2	2,33
KJ-19	2015-06-08	1466	1,4	6748	715	36,4	5,2	0,7		2,5	8,88	74,8	30,2	740	221,6	42,8	3,03	0,002	0,005	1,40	2,20	133,9	153,9	1,55
KJ-20	2015-06-05	2705	4,4	14073	1219	62,5		2,4		0,1	8,76	152,9	50,3	1154	1895,5	61,2	7,15	0,004	0,008	0,42	2,36	279,4	10,5	4,87
KJ-21	2015-06-03	1194	8,1	1964	359	4,9	39,2	9,7		26,8	9,04	25,1	17,6	590	203,6	27,7	1,34	0,001	0,003	1,29	1,04	185,2	60,7	0,80
KJ-27	2015-06-03	1061	5,7	1412	268	5,3	39,7	4,1		28,8	9,29	28,9	21,0	530	231,0	30,2	3,28	0,001	0,005	1,34	1,18	39,3	275,4	0,59
KJ-30	2015-06-08	2728	17,8	9341	1498	43,1	16,8	0,9		0,4	6,62	10,7	5,4	670	69,0	11,4	0,32	0,009	0,020	1,49	4,56	17,1	5,9	25,43
KJ-31	2015-06-08	2783	0,7	5802	1118	53,8	3,2	1,2																
KJ-32	2015-06-04	1253	9,3	1485	641	14,1	3,8	1,1		26,6	9,30	32,1	53,2	558	259,0	39,4	3,46	0,006	0,009	1,36	1,22	39,2	289,9	0,61

KJ-33	2015-06-09	2106	2,4	3032	1431	94,6	16,6	1,9		1,1	8,88	31,7	57,3	858	172,2	31,2	0,70	0,002	0,004	1,21	2,41	147,3	11,6	2,83
KJ-34	2015-06-09	2600	19,3	9187	1795	42,5	10,5	0,8		1,7	8,27	48,2	35,2	745	220,0	39,9	2,50	0,007	0,023	1,03	2,31	228,8	72,8	6,64
KJ-36	2015-06-09	2605	10,1	12135	2307	51,3	10,5	1,0		0,9	8,30	77,6	55,7	582	134,1	20,8	1,28	0,007	0,013	1,25	1,10	86,5	28,9	3,69
KJ-37	2015-06-10	2630	1,0	8000	1173	59,2	5,3	1,4		0,1	8,32	71,9	40,3	56	12,3	2,6	0,66	0,007	0,005	0,08	0,04	2,0	4,2	1,82
KJ-38	2015-06-09	1597	1,5	11610	1444	28,5	25,0	1,4		2,0	8,55	91,2	42,9	560	182,4	24,1	2,79	0,003	0,005	1,38	1,14	72,1	86,2	0,51
KT-40	2015-06-09	2753	19,6	16288	1023	18,1		1,8		0,1	8,35	100,1	23,7	911	115,8	21,5	1,55	0,008	0,027	2,58	3,11	67,5	20,7	6,64
	<i>Samtölur</i>	1612	127,7	8006	1112	31,7	12,4	2,1		153,6	8,42	29,9	25,1	508	224,4	27,1	3,12	0,003	0,005	1,15	1,17	80,7	219,0	0,85

Tafla 6 Kröflustöð, borholur. Gas í gufu og gashlutföll árið 2015

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	v%	v%	v%	v%	v%	v%
KG-05	2015-06-04	4,72	0,1	0,00	0,62	68,83	23,05	2,90	4,48	0,74	
KG-24	2015-06-04	5,72	0,1	0,01	0,59	74,75	23,57	0,56	0,47	0,65	
KJ-13	2015-06-04	7,19	0,24	0,02	1,77	65,25	13,54	20,51	0,60	0,10	
KJ-14	2015-06-05	2,94	0,97	0,03	6,29	75,62	12,31	11,97	0,07	0,03	
KJ-16	2015-06-10	1,33	1,96	0,03	11,96	85,07	7,42	7,43	0,04	0,05	
KJ-17	2015-06-08	4,46	0,5	0,02	3,40	66,71	17,95	15,01	0,16	0,18	
KJ-19	2015-06-08	1,42	0,75	0,01	4,71	79,61	10,89	9,38	0,10	0,02	
KJ-20	2015-06-05	4,36	1,54	0,07	9,46	82,70	9,25	8,01		0,04	
KJ-21	2015-06-03	9,17	0,25	0,02	1,53	75,72	16,55	4,16	2,41	1,04	0,12
KJ-27	2015-06-03	5,73	0,17	0,01	1,08	72,50	17,75	5,97	3,21	0,58	
KJ-30	2015-06-08	17,75	1,09	0,19	6,81	76,28	15,79	7,69	0,22	0,02	
KJ-31	2015-06-08	0,70	0,7	0,00	4,69	68,84	17,13	13,92	0,06	0,04	
KJ-32	2015-06-04	9,33	0,21	0,02	1,46	56,47	31,50	11,69	0,22	0,11	
KJ-33	2015-06-09	2,37	0,46	0,01	3,88	43,41	26,47	29,59	0,37	0,08	0,09
KJ-34	2015-06-09	19,28	1,1	0,21	6,92	73,79	18,62	7,44	0,13	0,02	
KJ-36	2015-06-09	10,13	1,45	0,15	9,04	74,66	18,33	6,89	0,10	0,02	
KJ-37	2015-06-10	1,03	0,92	0,01	6,01	73,95	14,00	11,94	0,08	0,04	
KJ-38	2015-06-09	1,50	1,31	0,02	7,86	82,08	13,19	4,40	0,28	0,03	0,03
KT-40	2015-06-09	19,56	1,73	0,34	10,01	90,42	7,33	2,19		0,03	0,02
HP>LP		8,40									
	Samtölur	137,09	0,85	1,17	5,27	79,27	13,91	6,56	0,30	0,06	0,03

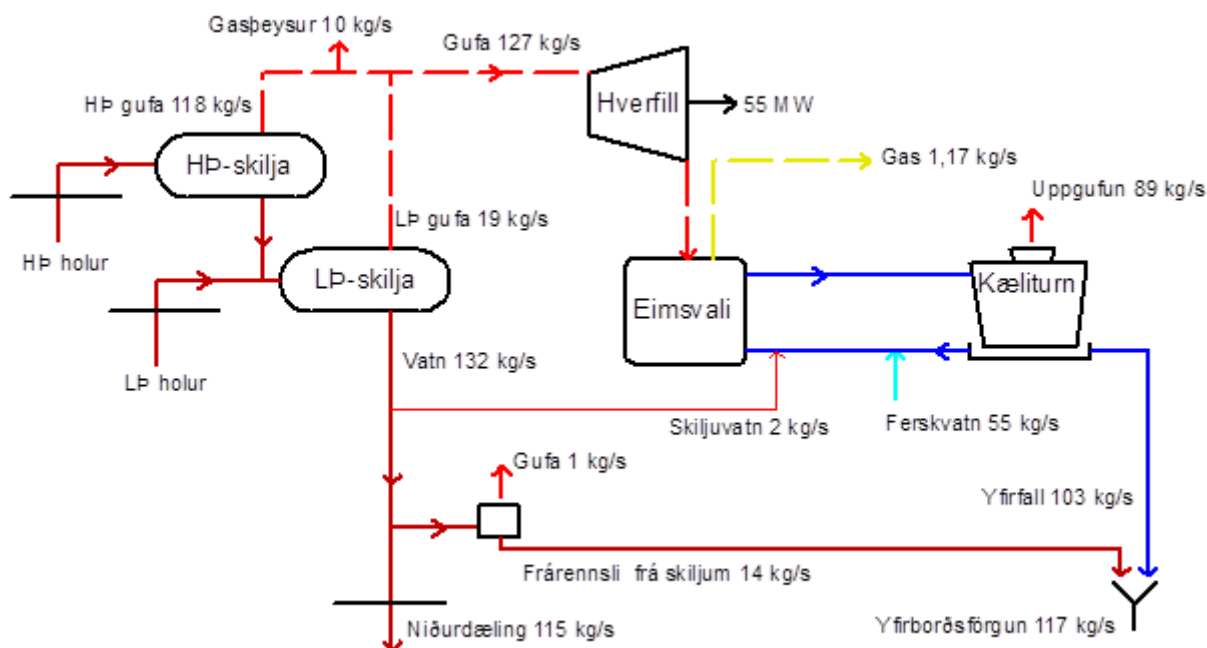
HP>LP: afsuða skiljuvatns úr hábrýstiholum.

Tafla 7 Kröflustöð, borholur. Reiknaður berghiti árið 2015

Nafn	Tími	Vermi	tSiO ₂ q	tNa/K	tCO ₂	tH ₂ /H ₂ S
		kJ/kg	°C	°C	°C	°C
KG-05	2015-06-04	889	214	194	173	268
KG-24	2015-06-04	902	217	184	177	240
KJ-13	2015-06-04	1512	245	226	237	308
KJ-14	2015-06-05	2727	254	254	278	301
KJ-16	2015-06-10	2767		330	292	301
KJ-17	2015-06-08	2412	280	261	260	299
KJ-19	2015-06-08	1466	274	282	268	299
KJ-20	2015-06-05	2705		105	288	299
KJ-21	2015-06-03	1194	254	243	228	279
KJ-27	2015-06-03	1061	246	239	200	285
KJ-30	2015-06-08	2728	227	265	280	292
KJ-31	2015-06-08	2783				298
KJ-32	2015-06-04	1253	249	255	216	287
KJ-33	2015-06-09	2106	289	274	250	303
KJ-34	2015-06-09	2600	265	274	280	288
KJ-36	2015-06-09	2605	241	258	285	287
KJ-37	2015-06-10	2630	132	290	277	299
KJ-38	2015-06-09	1597	249	240	282	285
KT-40	2015-06-09	2753	221	277	290	283

2.3.2 Frárennsli frá Kröflustöð

Á mynd 30 er sýnt flæðirit fyrir Kröflustöð þegar sýnum af frárennsli var safnað til efnagreininga.



Mynd 30 Flæðirit fyrir Kröflustöð í júní 2015.

Rennsli skiljuvatns úr lágbrýstiskilju við 124 °C reiknast um 132 kg/s út frá afkastamælingum tengdra borhola. Um 65 kg/s af skiljuvatni var dælt í holu KG-26 og 50 kg/s í holu KJ-39. Um 2 kg/s var blandað í kæliturna til sýrustigsstillingar en það sem umfram var, um 14 kg/s, rann niður Hlíðardalinn. Við skiljuvatnið bættist vatn úr kæliturnum. Samtals var rennsli frá kæliturnum áætlað um 103 kg/s en innstreymi ferskvatns var mælt 55 kg/s. Af þeim 127 kg/s af gufu, sem streyma inn kælikerfið, þéttast 38 kg/s en 89 kg/s gufa upp í kæliturninum. Samtals runnu um 117 l/s af vatni frá stöðinni og niður Hlíðardalslæk þegar sýnum af frárennsli var safnað.

Teknar voru saman gasmælingar á einstökum holum og árleg gasupptekt úr hverri holu var reiknuð. Þær tölur voru síðan lagðar saman til þess fá út heildargaslosun vegna jarðhita-vinnslunnar þ.e. bæði gaslosun vegna orkuvinnslunnar og vegna rannsókna á árinu 2015. Niðurstöður eru birtar í Viðauka 1.

Gas 1,17 kg/s er losað til andrúmslofts um gaspípu fyrir ofan kæliturnana. Losun koldíoxíðs til andrúmslofts var 32.627 tonn á árinu 2015 en orkuframleiðslan var 1745 TJ og reiknast koldíoxíðlosunin því vera um 67 g/kWh. Losun brennisteinsvetnis til andrúmslofts var 4.514 tonn sem eru 9,3 g/kWh.

Á myndum 31 og 32 er sýnd árleg losun CO₂ og H₂S vegna orkuvinnslunnar og rannsókna frá upphafi vinnslu. Á mynd 33 er sýndur meðaltalsstyrkur CO₂ og H₂S í vinnslugufunni. CO₂ styrkur í gufu hefur verið minnkandi frá því að vinnsla hófst en þegar nýjar holur hafa verið boraðar hefur orðið tímabundin aukning. Þegar nýjar holur voru boraðar um aldamótin og virkjunin stækkuð úr 30 MW í 60 MW varð aukning sem síðan hefur gengið til baka. Þá varð einnig aukning í H₂S styrk sem hefur haldist nánast óbreyttur síðan.

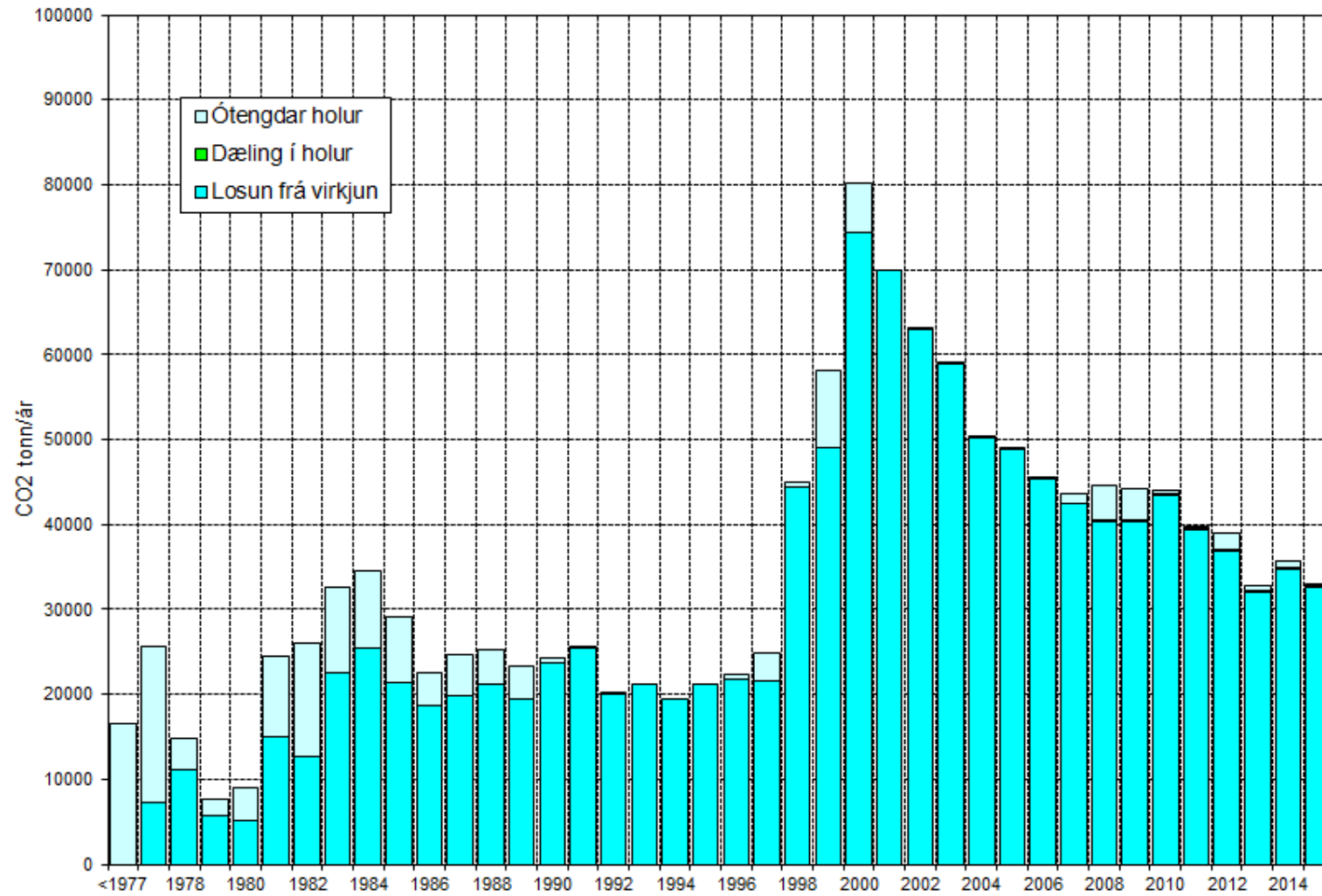
Sýnum var safnað úr frárennislæk skiljustöðvar í Leirbotnum sem og frárennislæk kæliturna. Einnig var safnað tveimur sýnum úr Hlíðardalslæk eftir að rennsli úr kæliturnum og skiljustöð hefur blandast þ.e. úr V-yfirfalli og einnig þar sem lækurinn rennur undir Austurlandsveg. Niðurstöður efnagreininga eru í töflu 8.

Mældur var styrkur mengunarefna í borholna- og yfirborðssýnum og eru niðurstöður birtar í töflum 9 og 10. Til samanburðar er birt tafla 11 sem notuð er til að flokka yfirborðsvatn m.t.t. mengandi efna samkvæmt *Reglugerð um varnir gegn mengun vatns nr. 796/1999 með síðari breytingum* og *Reglugerð um varnir gegn mengun grunnvatns nr. 797/1999 með síðari breytingum* (Umhverfisstofnuneytið 1999). Þau gildi sem eru hærrí en mörk fyrir fyrsta flokk skv. reglugerð nr. 796/1999 eru feitletruð í töflum 9 og 10.

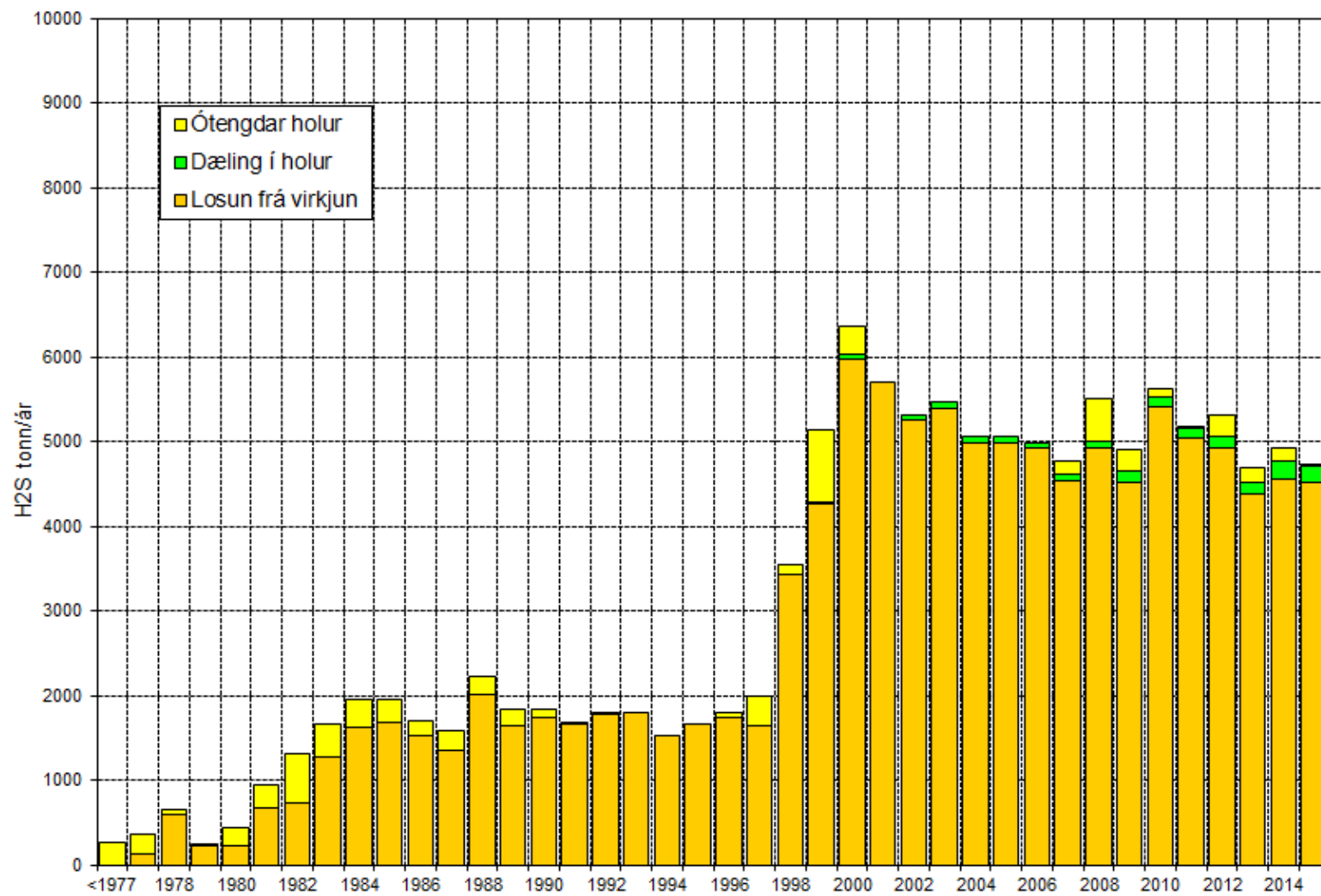
Styrkur arsens (As) í frárennislisvatninu fer við skiljustöð yfir mörk fyrir III. flokk sem þýðir að áhrifa sé að vænta á viðkvæmt lífríki. Styrkur króms (Cr) og nikkels (Ni) fer einnig yfir mörk í vatni frá kæliturnum og í Hlíðardalslæk. Það er vegna tæringar vélbúnaðar.

Heildarlosun mengunarefna frá Kröflu árið 2015 var reiknuð út frá þessum greiningum og heildarlosun vatns til yfirborðs og í niðurdælingarholur. Þetta er tekið saman í töflu 12.

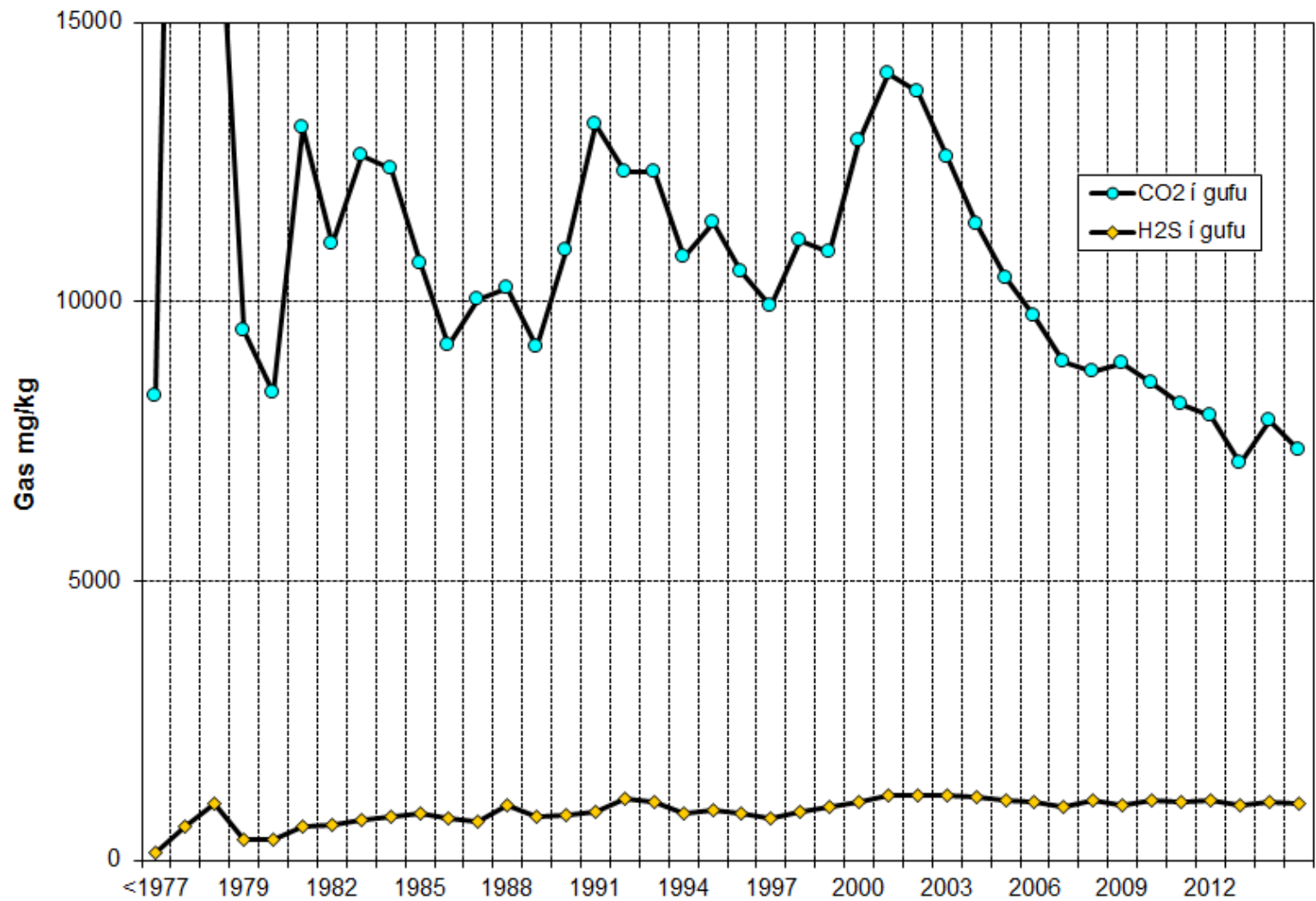
Tekin voru sýni úr ferskvatnsveitu (kranavatn inni í stöð) og einnig tveimur borholum sem notaðar eru fyrir borvatnsveitu. Niðurstöður efnagreininga eru sýndar í töflum 8 og 10. Athyglisvert er að fosfatstyrkur ferskvatnsins er nokkuð hár en það getur hadt áhrif á vöxt brennisteinsoxandi örvera í kælivatni stöðvarinnar.



Mynd 31 Kröflusvæði. Árleg losun koldíoxíðs (CO₂).



Mynd 32 Kröflusvæði. Árlæg losun brennisteinsvetnis (H₂S).



Mynd 33

Styrkur CO₂ og H₂S í vinnslugufu Kröflustöðvar

Tafla 8 Kröflustöð. Vatnssýni árið 2015.

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																		
LÞ vatn	2015-06-02	127	9,16	47,3	31,7	558,9	255,7	33,1	4,1	0,003	0,00	1,200	1,91	85,3	237,3	1,04	1195	0,0
Frárennsli																		
Skiljustöð	2015-06-02	36,7	9,29	57,2	3,8	616	256,0	36,4	4,8		0,01	1,310	2,22	111,0	268,9		1234	
Kæliturnar	2015-06-02	35,5	6,14	77,3	17,6	47,1	23,4	2,7	45,1	11,30	0,03	0,056	0,13	6,7	163,7		387	6,7
V-yfirfall	2015-06-02	19	8,16	59,4		98,8	51,8	6,3	51,7	9,80	0,04	0,214	0,33	16,2	191,5		515	22,2
Austurlandsvegur	2015-06-02	9,7	8,06	77,5		79,6	45,0	5,6	45,0	8,69	0,04	0,142	0,28	12,1	138,2		450	17,0
Önnur sýni																		
AE-8	2015-06-22	16,8	7,7	103,4		51,3	21,7	3,1	24,1	7,87	0,01	0,006	0,10	4,9	26,3		282	
AE-9	2015-06-22	20,7	7,86	79,7		39,8	15,2	2,2	20,2	7,47	0,03	0,002	0,10	5,5	21,2		235	
Ferskvatnsveita	2015-06-22	14,2	7,21	57,7		24,8	19,4	2,3	9,0	3,73	0,12	0,010	0,10	2,8	4,6		138,9	

Tafla 9 Styrkur mengunarefna í borholusýnum í Kröflu 2015.

Staður	Tími	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
KG-05	2015-06-04	0,007	0,227	<0,1	<0,01	<0,05	<0,002	<0,01	2,65	<0,001
KG-24	2015-06-04	0,004	0,525	<0,1	0,026	<0,05	<0,002	<0,01	<0,2	<0,001
KJ-13	2015-06-04	<0,002	0,373	<0,1	0,029	<0,05	<0,002	<0,01	3,24	<0,001
KJ-14	2015-06-05	<0,002	0,749	<0,1	0,112	0,064	<0,002	<0,01	18,6	0,001
KJ-16	2015-06-10	0,022		<0,1	0,279	0,125	<0,002	<0,01	0,416	<0,001
KJ-17	2015-06-08	<0,002		0,142	0,16	0,231	<0,002	<0,01	3,02	0,001
KJ-19	2015-06-08	<0,002		<0,1	0,026	<0,05	<0,002	<0,01	4,94	<0,001
KJ-20	2015-06-05	0,002	2,62	<0,1	0,043	0,058	<0,002	<0,01	41,6	0,002
KJ-21	2015-06-03	<0,002	0,231	<0,1	0,039	<0,05	<0,002	<0,01	2,2	<0,001
KJ-27	2015-06-03	<0,002	4,8	<0,1	0,071	0,054	<0,002	<0,01	2,07	<0,001
KJ-30	2015-06-08	<0,002		<0,1	0,188	0,196	<0,002	<0,01	136	0,002
KJ-31	2015-06-08	0,011		<0,1	0,207	0,096	<0,002	0,01	0,379	<0,001
KJ-32	2015-06-04	<0,002	0,463	0,145	0,017	<0,05	<0,002	<0,01	4,93	<0,001
KJ-33	2015-06-09	<0,002		0,102	0,021	<0,05	<0,002	<0,01	18,5	0,003
KJ-34	2015-06-09	<0,002		0,297	0,117	<0,05	<0,002	<0,01	<0,05	0,003
KJ-36	2015-06-09	<0,002		0,109	<0,01	0,055	<0,002	<0,01	125	<0,001
KJ-37	2015-06-10	<0,002		0,127	<0,01	<0,05	<0,002	<0,01	22	<0,001
KJ-38	2015-06-09	<0,002		<0,1	0,031	<0,05	<0,002	<0,01	3,72	<0,001
KT-40	2015-06-09	<0,002		0,117	0,196	0,108	<0,002	<0,01	28,9	<0,001

Tafla 10 Styrkur mengunarefna í vatnsýnum í Kröflu 2015.

Nafn	Tími	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
Niðurdæling										
LP-skilja	2015-06-02	<0,002	<0,2	<0,1	0,026	<0,05	<0,002	<0,01	11,4	<0,001
Frárennsli										
Frá skiljustöð	2015-06-02	<0,002	0,221	0,114	0,134	0,107	0,008	<0,01	40,8	<0,001
Frá kæliturenum	2015-06-02	0,017	1,14	<0,1	2,01	0,591	<0,002	<0,01	2,51	<0,001
V-yfirfall	2015-06-02	0,018	1,48	0,255	0,845	1,73	0,004	<0,01	7,91	0,003
Hlíðardalslækur	2015-06-02	0,004	1,53	0,222	0,65	1,53	<0,002	<0,01	4,73	0,013
Önnur sýni										
AE-8	2015-06-22	<0,002	5,53	0,622	0,809	0,067	<0,002	0,435	0,33	0,038
AE-9	2015-06-22	0,010	0,521	0,207	0,693	0,061	<0,002	<0,01	0,099	0,040
Ferskvatnsveita	2015-06-22	0,002	44,8	7,05	0,196	0,285	0,038	0,645	0,144	0,096

Feitletruð gildi eru yfir viðmiðunarmörkum (sjá töflu 11).

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.

(Reglugerð um varnir gegn mengun grunnvatns).

Tafla 12 Heildarlosun mengunarefna frá Kröflu árið 2015

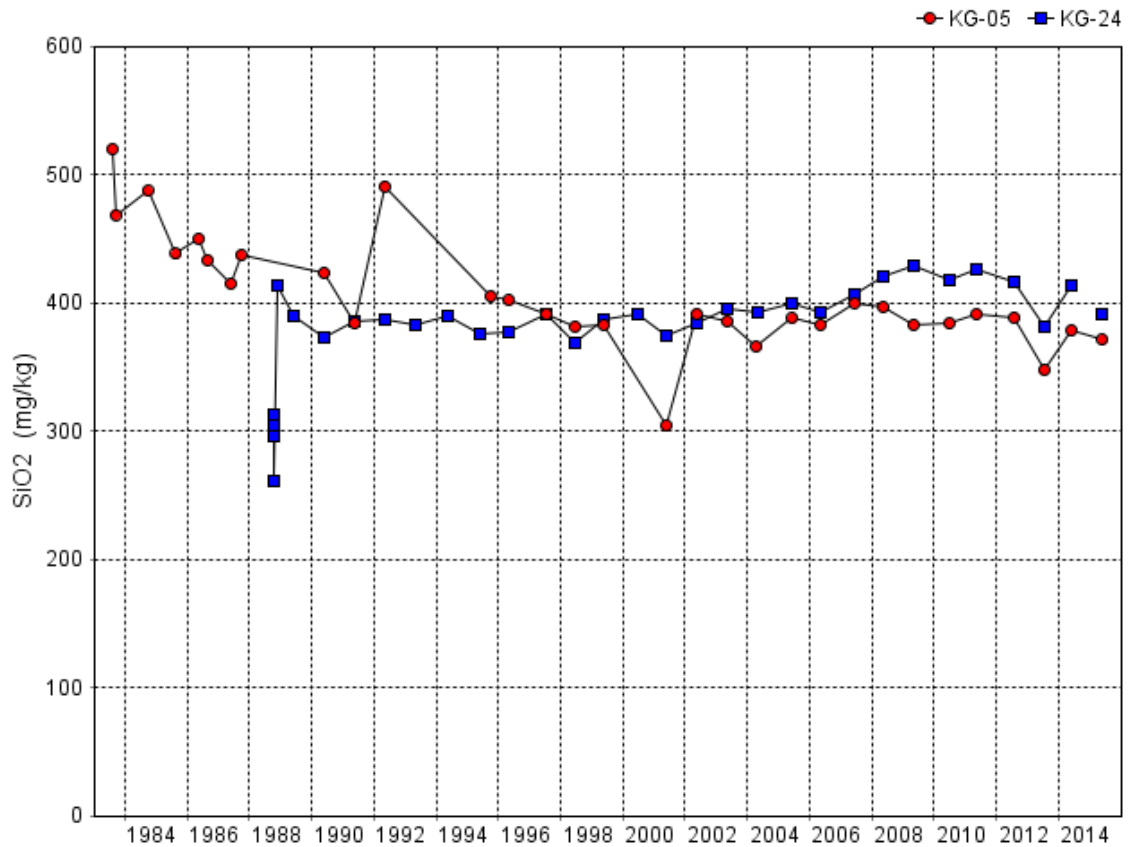
Krafla 2015		Heildar- upptekt	Orkuframleiðsla - losun			Útblástur
			Niðurdæling	Yfirborð	Andrúmsloft	
Skiljuvatn	tonn	4.450.475	4.300.000	145.023	0	5.452
Gufa / þéttivatn	tonn	4.448.525	0	1.778.823	2.668.235	1.467
Samtals	tonn	8.899.000	4.300.000	1.923.846	2.668.235	6.919
Koldíoxíð (CO2)	tonn	32.831	202	146	32.481	2
Metan (CH4)	tonn	11	0	0	11	0
Brennisteinsvetni (H2S)	tonn	4.717	202	32	4.482	1
Kvikasilfur (Hg)	kg	0	0	0	0	0
Kopar (Cu)	kg	0	0	0	0	0
Sink (Zn)	kg	1	1	2	0	0
Kadmíum (Cd)	kg	0	0	0	0	0
Blý (Pb)	kg	0	0	0	0	0
Króm (Cr)	kg	0	0	4	0	0
Nikkel (Ni)	kg	0	0	1	0	0
Arsen (As)	kg	51	49	10	0	0
Fosfór (P)	kg	4	4	2	0	0

2.3.3 Efnabreytingar í holum

Leirbotnar - Efnabreytingar í grunnum holum

Safnað var sýnum til efnagreininga úr fjórum grunnu holum í Leirbotnum þ.e. KG-5, og KG- 24 sem voru í vinnslu.

Styrkur kísils (SiO_2) hefur ekki breyst mikið milli ára í holum KG-05 og KG-24 og virðist jarðhitakerfið í jafnvægi (sjá mynd 34).



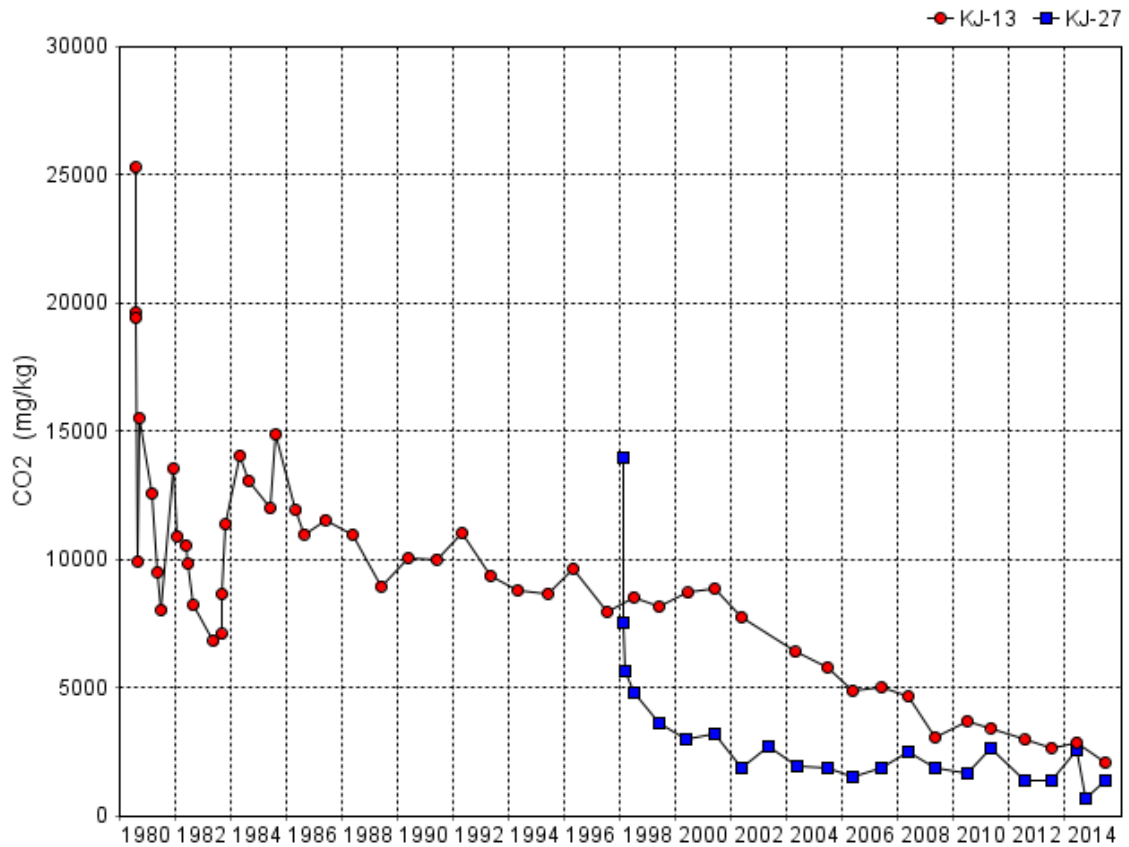
Mynd 34

Leirbotnar, grunnar holur, SiO_2 í vatni á móti tíma.

Leirbotnar - Efnabreytingar í djúpum holum

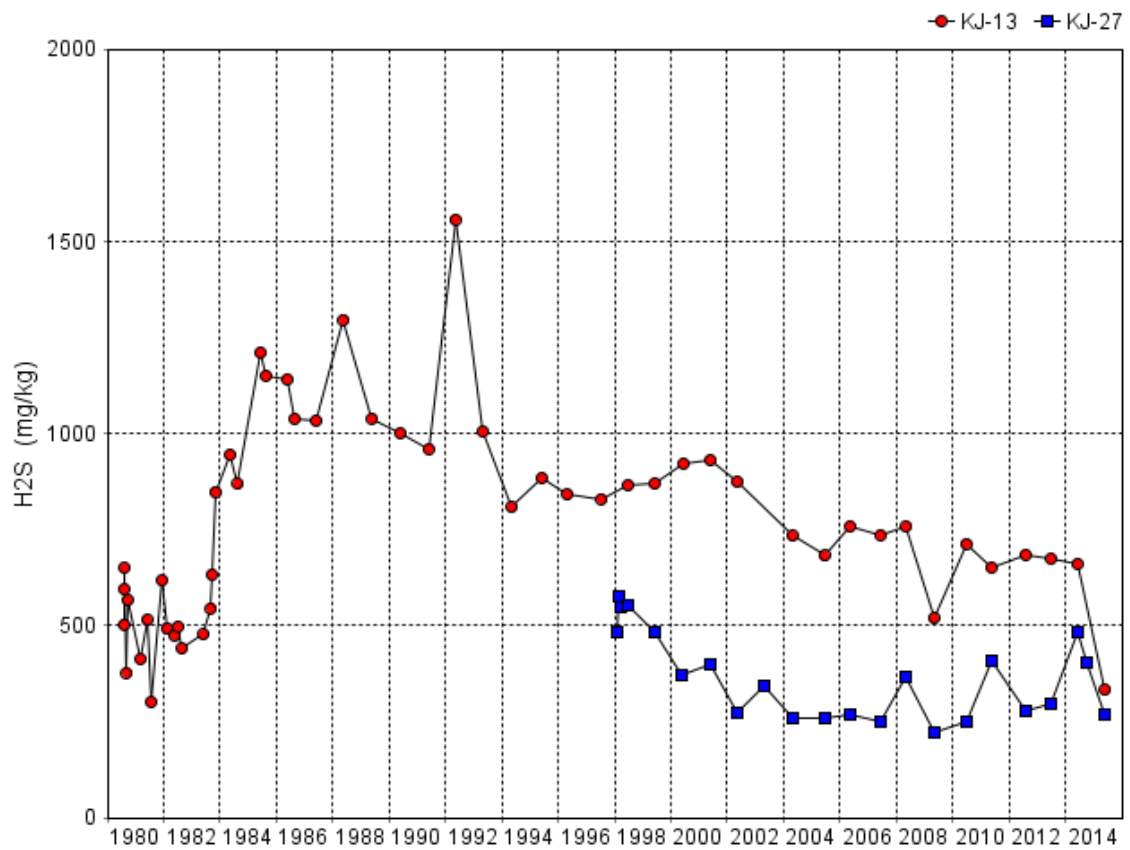
Safnað var sýnum úr tveimur holum, KJ-13 og KJ-27, sem vinna úr dýpri hluta kerfisins í Leirbotnum. Holur KJ-11, KG-12 og KJ-29 voru lokaðar og dælt var í holu KJ-26. Á undanförunum árum hafa orðið breytingar á styrk gastegunda og steinefna í holunum eins og sýnt er á myndum 35 til 39. Þetta hefur gerst samfara auknu vatnsrennsli úr holunum (sjá mynd 17).

CO₂ styrkur í gufu úr holu KJ-13 hefur minnkað jafnt og þétt frá því hún var (sjá mynd 35).

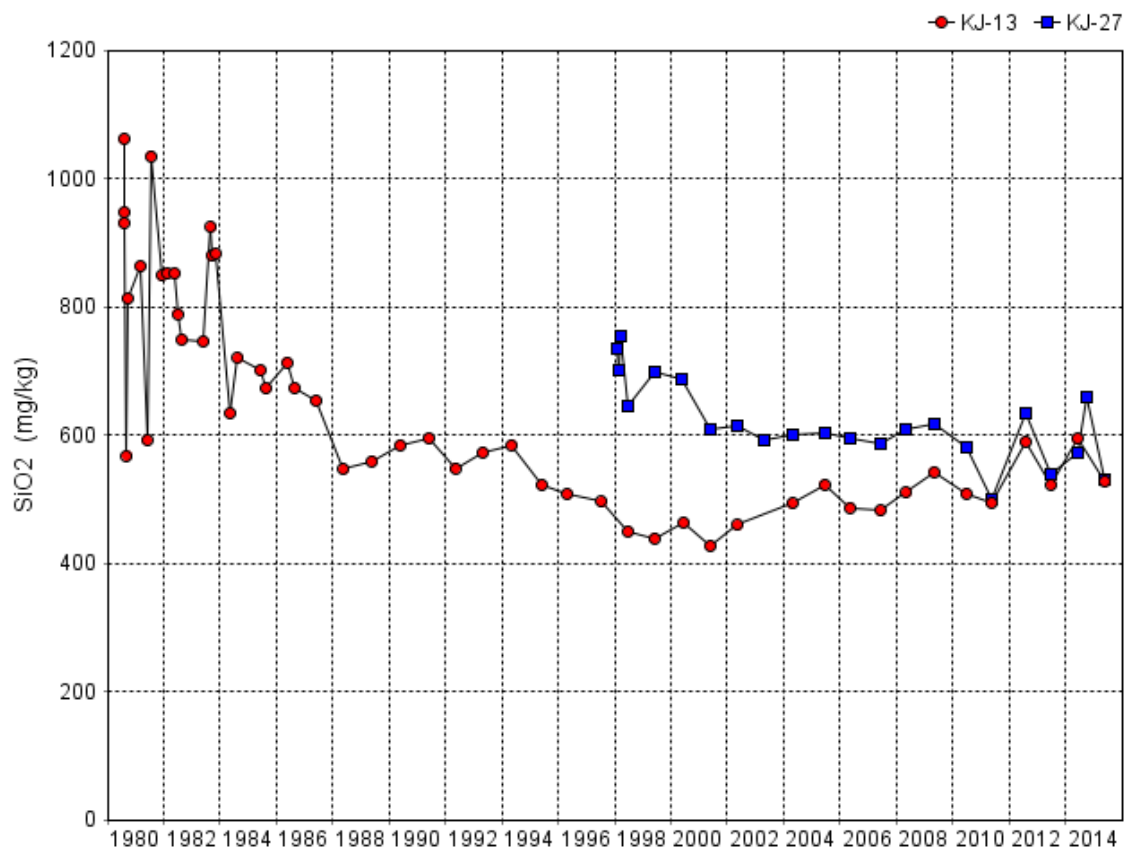


Mynd 35

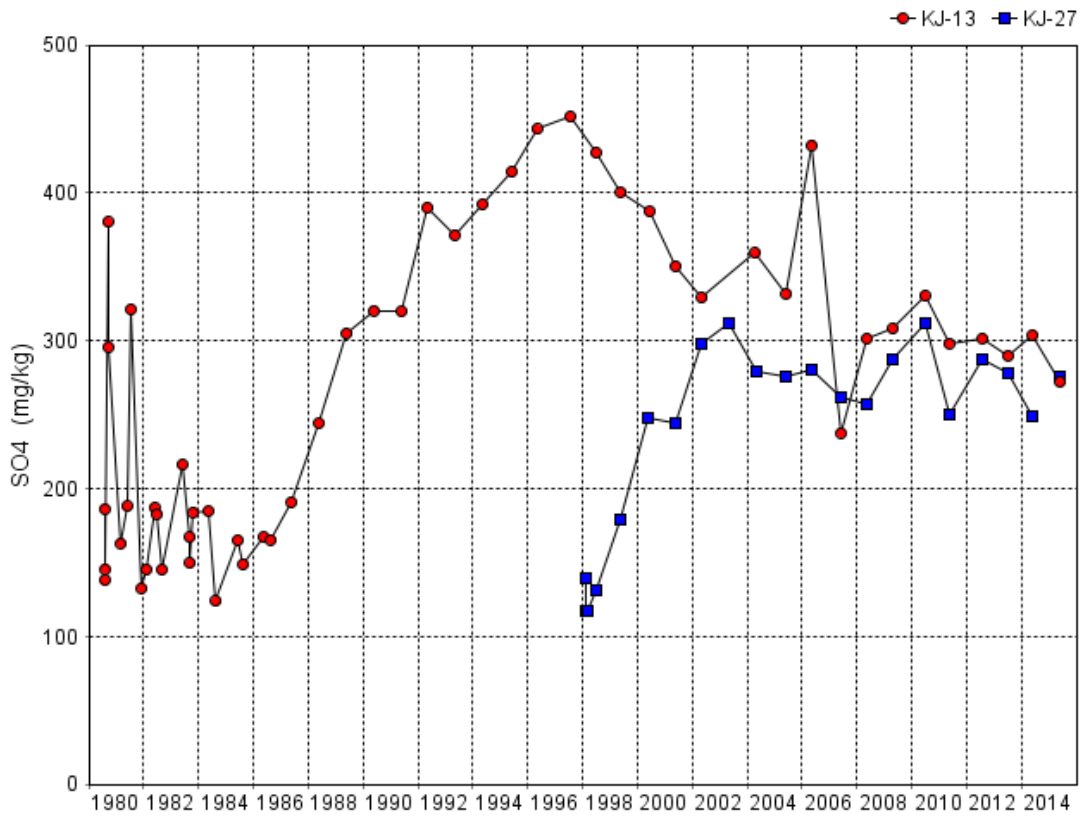
Leirbotnar, djúpar holur, CO₂ í gufu á móti tíma.



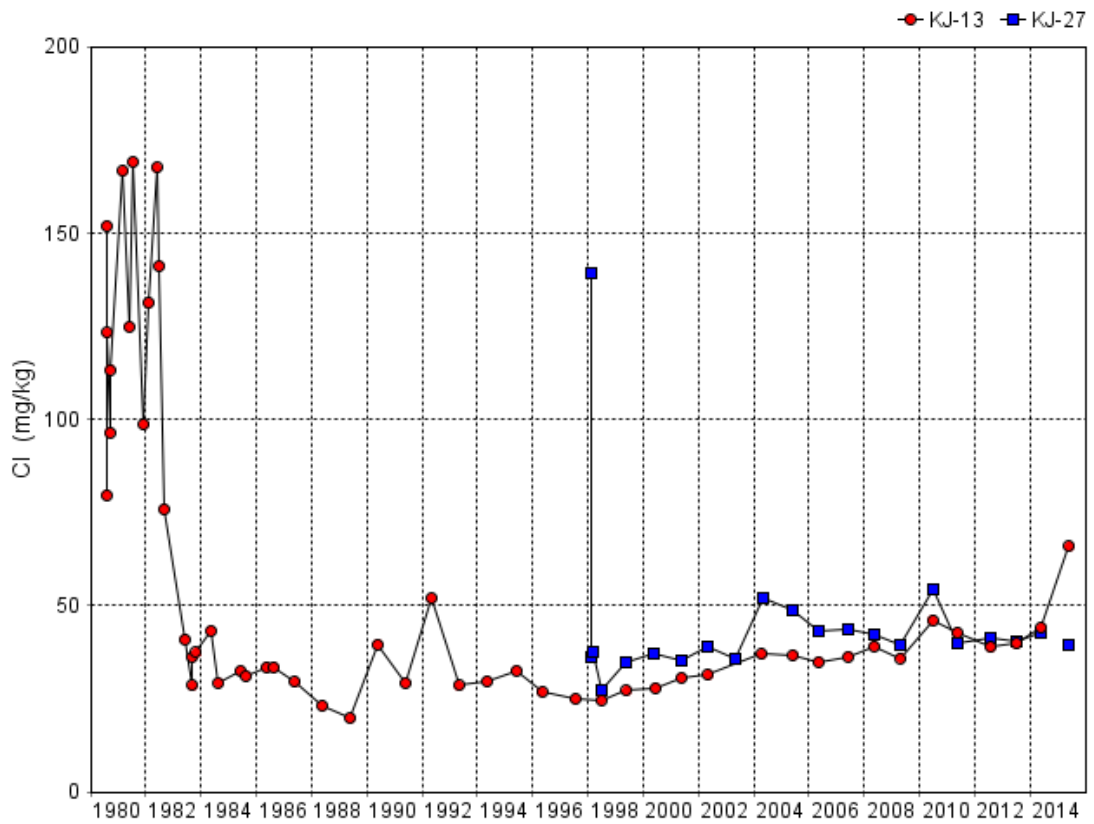
Mynd 36 *Leirbotnar, djúpar holur, H₂S í gufu á móti tíma.*



Mynd 37 *Leirbotnar, djúpar holur, SiO₂ í vatni á móti tíma.*



Mynd 38 Leirbotnar, djúpar holur, SO₄ í vatni á móti tíma.



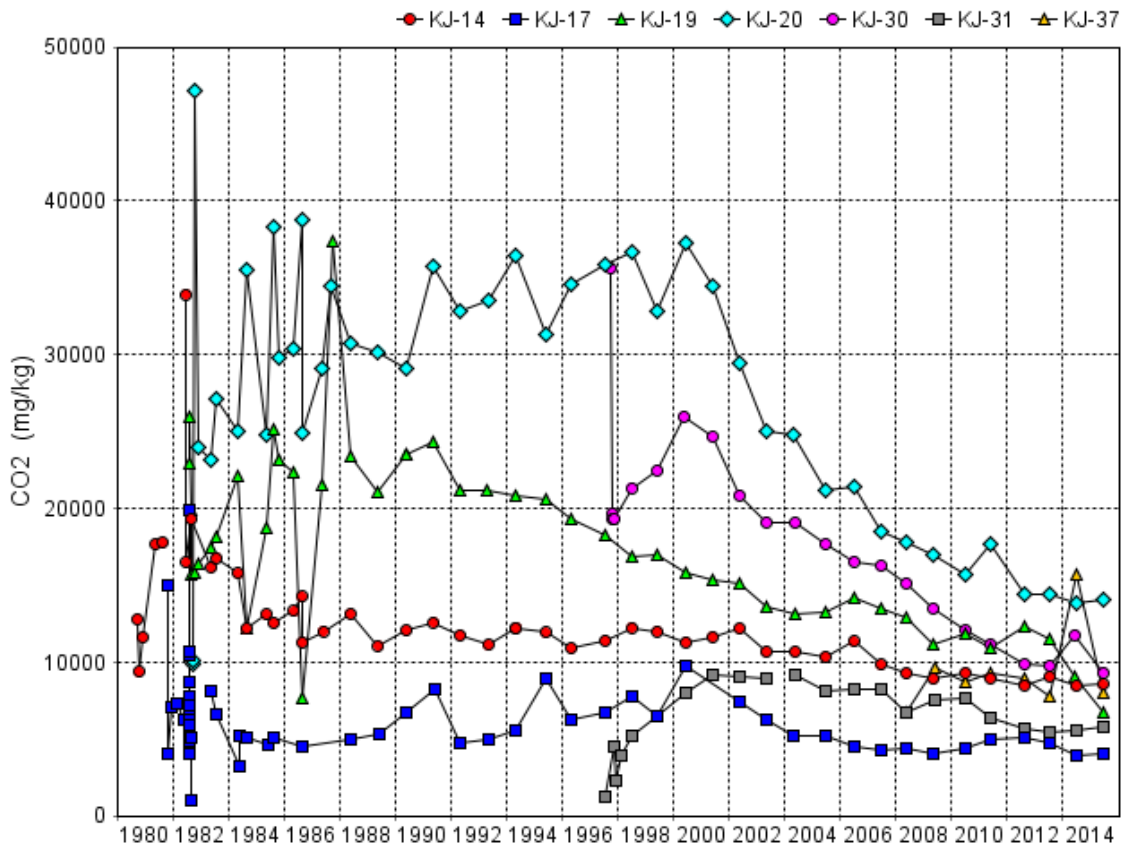
Mynd 39 Leirbotnar, djúpar holur, Cl í vatni á móti tíma.

Suðurhlíðar Kröflu – Efnabreytingar í holum

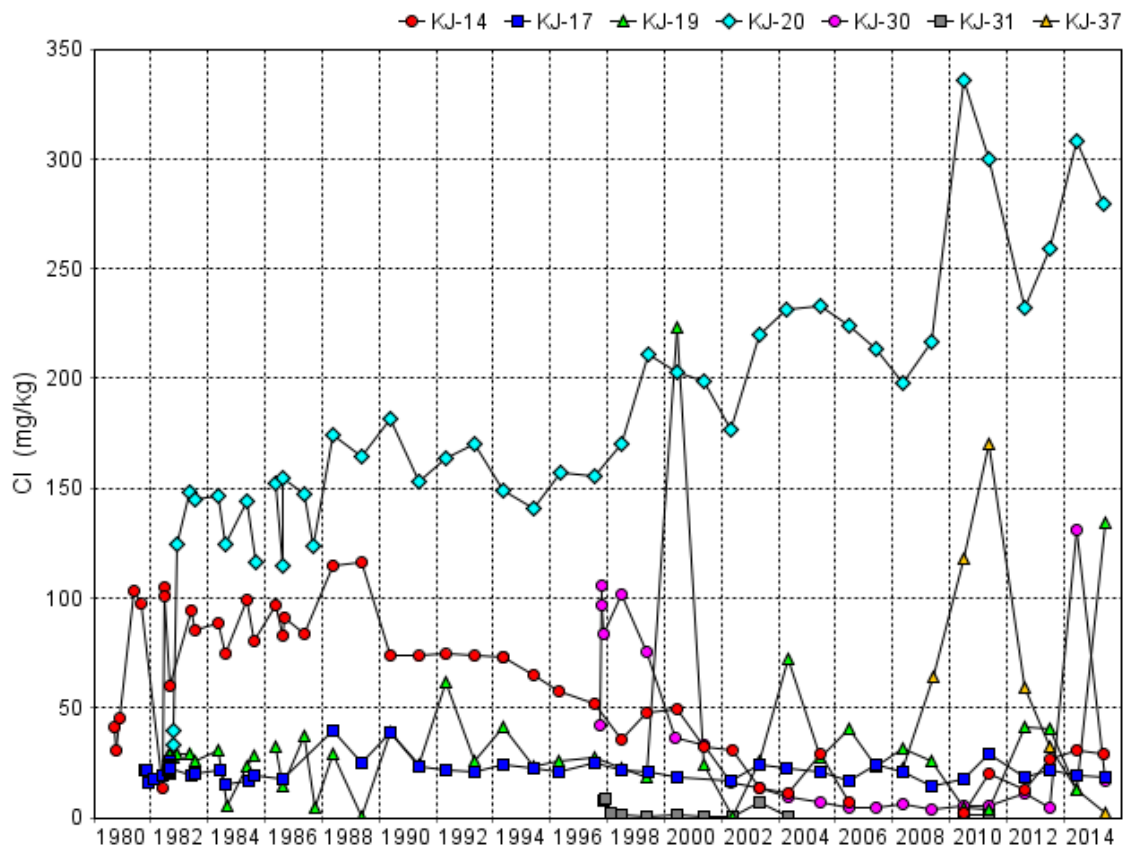
Sýnum var safnað úr samtals átta holum í Suðurhlíðum Kröflu, KJ-14, KJ-16, KJ-17, KJ-19, KJ-20, KJ-30, KJ-31 og KJ-37.

Á mynd 40 er gasstyrkur (koldíoxíð CO_2) í gufu reiknaður við skiljuþrýsting, sýndur á móti tíma fyrir holurnar. Þar kemur fram að styrkur CO_2 í gufu minnkaði hratt árin 2014 og 2015 en hola lognaðist útaf í nóvember 2015. CO_2 styrkur öðrum holum breyttist.

Styrkur klóríðs (Cl) er sýndur á móti tíma á mynd 41. Klóríðstyrkur í holu KJ-20 er með því mesta sem mælist í Kröflu. Klóríðstyrkur í KJ-19 tekur stökk uppávið.



Mynd 40 Suðurhlíðar, CO_2 í gufu á móti tíma.



Mynd 41

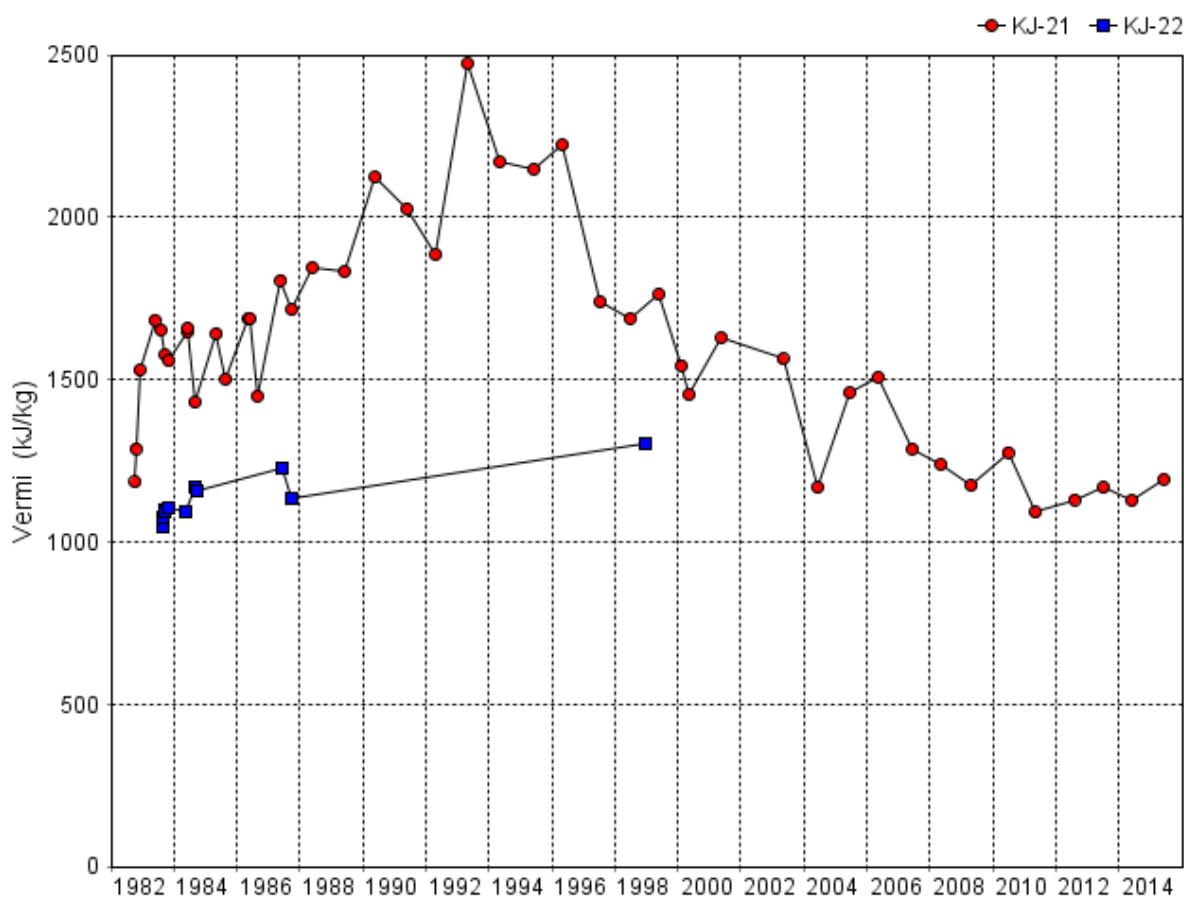
Suðurhlíðar, Cl í vatni á mótí tíma.

Hvíthólaklif – Efnabreytingar í holum

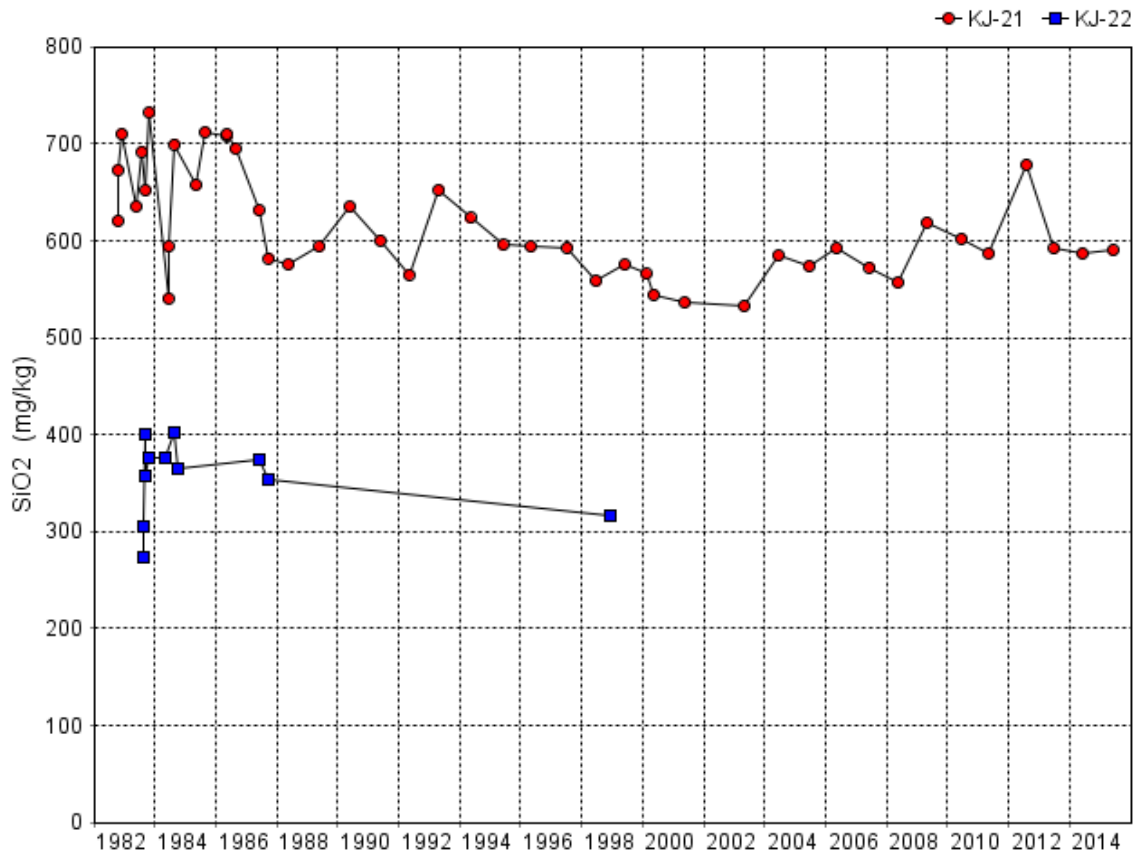
Vermi rennis úr holu KJ-21 hefur verið minnkandi undanfarin ár samhliða minnkandi gufuafköstum (sjá mynd 42). Á mynd 43 er sýndur kísilstyrkur í holu KJ-21 frá upphafi. Kísilstyrkurinn (sjá mynd 43) hefur ekki minnkað samsvarandi og vermið, sem bendir til þess að berghiti hafi lítið breyst og að vermisminnkun verði ekki skýrð með lækkandi berghita.

Gasstyrkur í gufunni hefur minnkað en það getur bæði bent til lækkandi hita og hins að hlutur gufu úr gufuæð sem fæðir holuna á um 600 m dýpi sé að minnka í rennsli holunnar (sjá mynd 44, 45 og 46). Gufan í gufuæðinni er gasríkari en gufa sem sýður af vatni sem ættað er dýpra úr holunni.

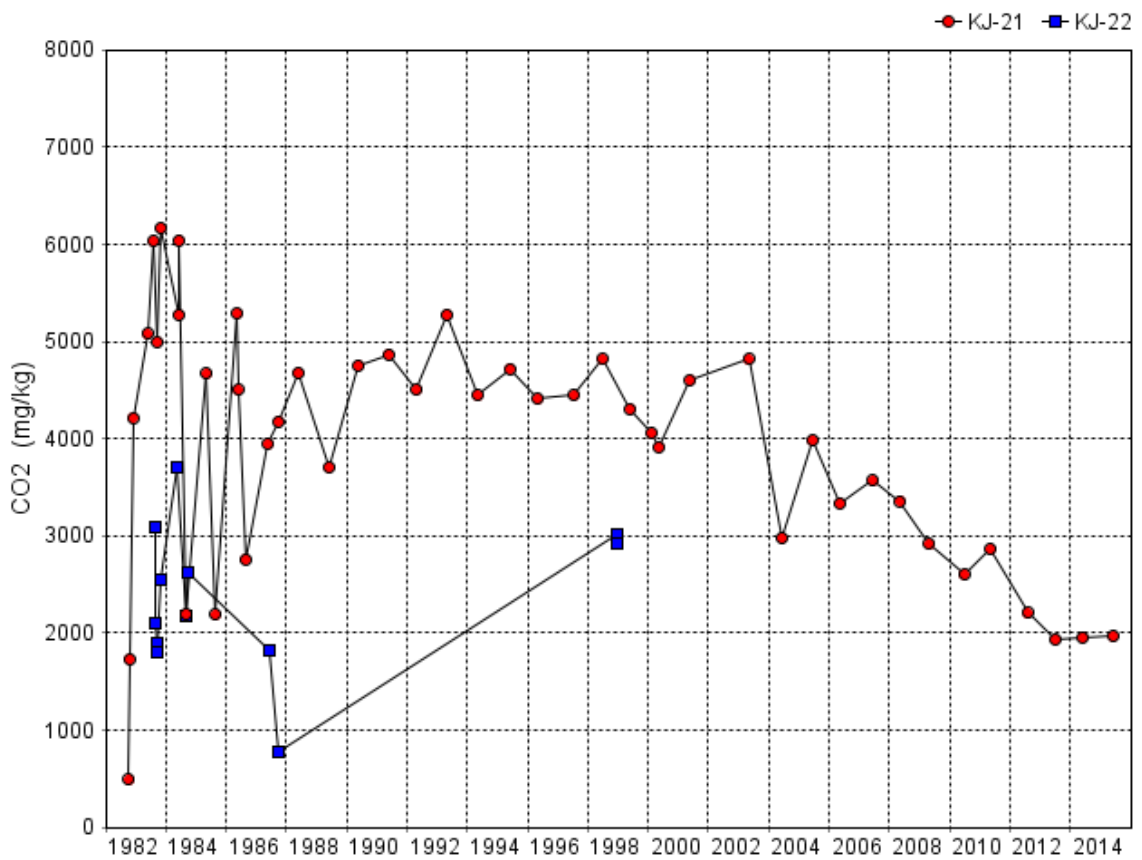
Möguleg skýring getur verið breytt þrýstiástand í jarðhitageymnum og minni suða á 600 m dýpi. Það gæti t.d. stafað af innstreymi vatns og vermislækkun þeirri sem orðið hefur í Leirbotnaholunum. Í upphafi vinnslu í Leirbotnum varð aukning í gufuvirkni á yfirborði á Hvíthólasvæðinu og því líklegt að þrýstitenging sé á milli svæðanna. Einnig er mögulegt að niðurdæling í holu KJ-26 hafi áhrif á þrýstiástandið í kerfinu.



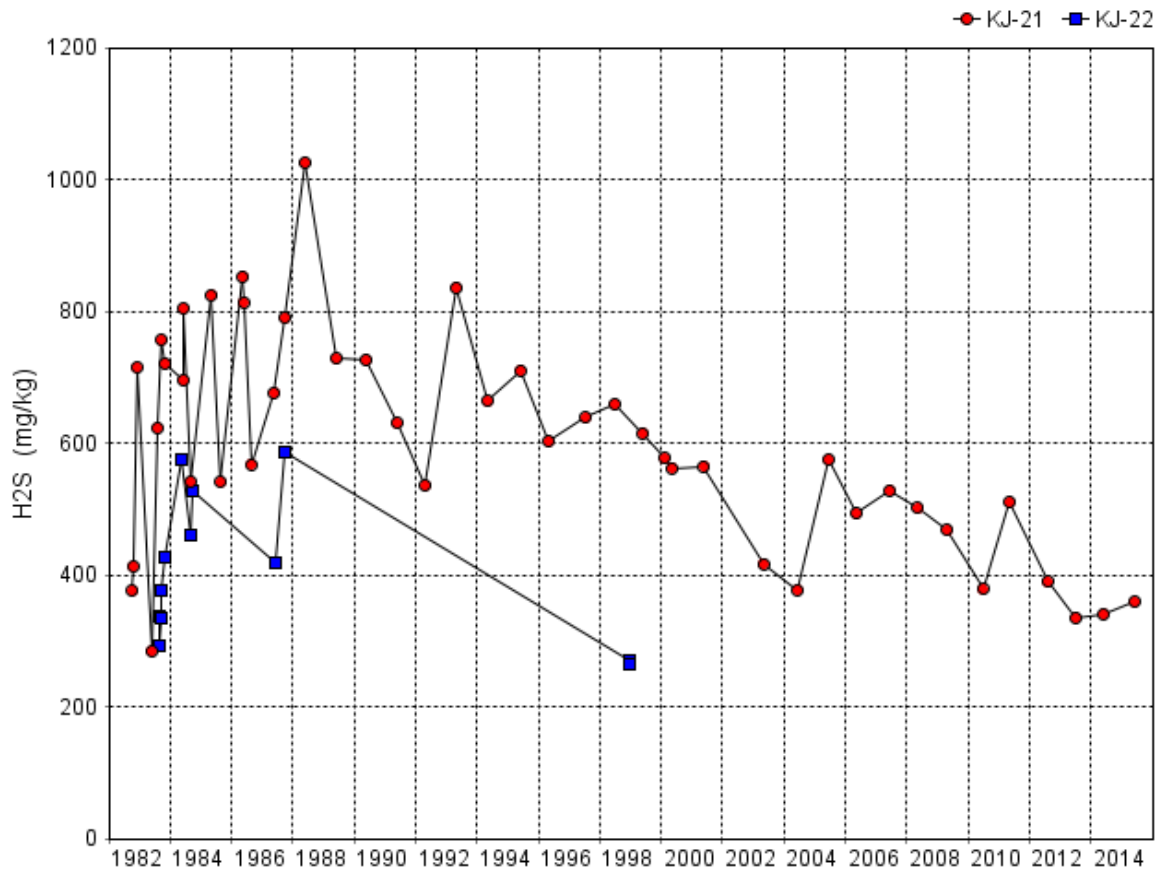
Mynd 42 Hvíthólaklif, vermi á móti tíma.



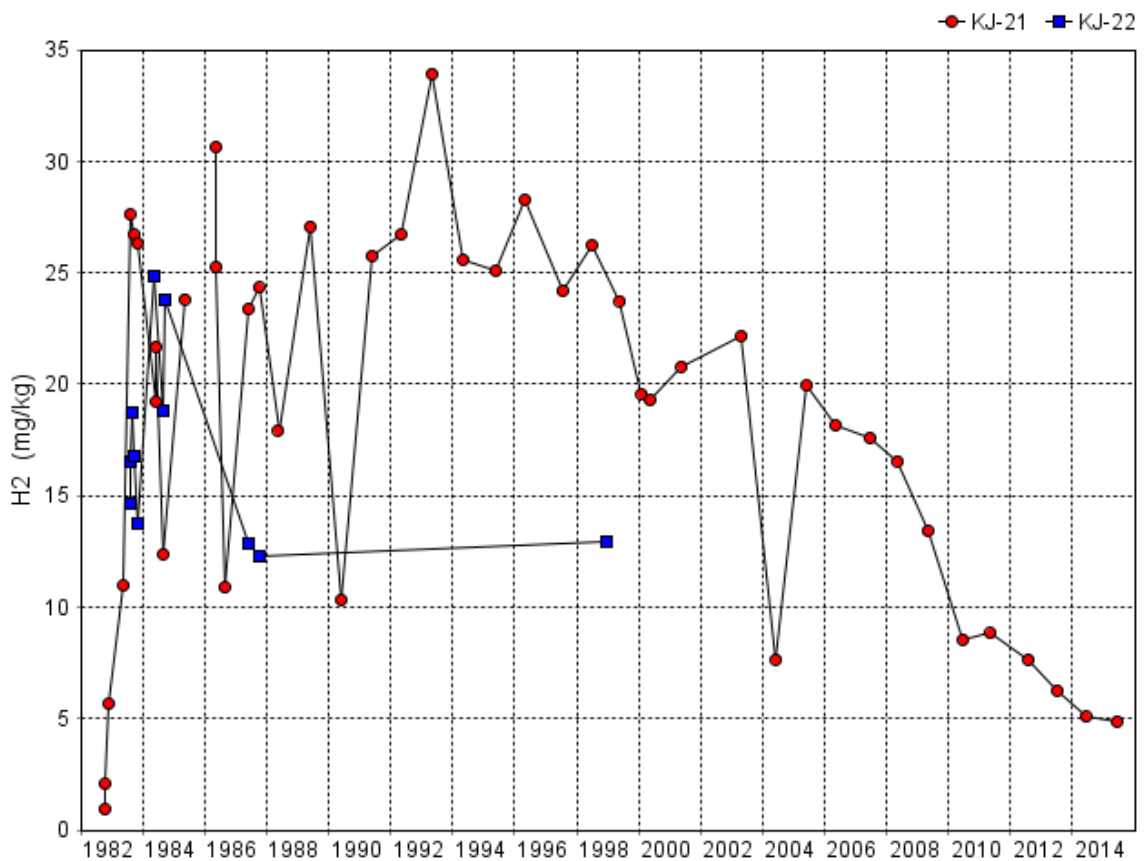
Mynd 43 *Hvíthólaklif, SiO₂ í vatni á móti tíma.*



Mynd 44 *Hvíthólaklif, CO₂ í gufu á móti tíma.*



Mynd 45 Hvíthólaklif, H₂S í gufu á móti tíma



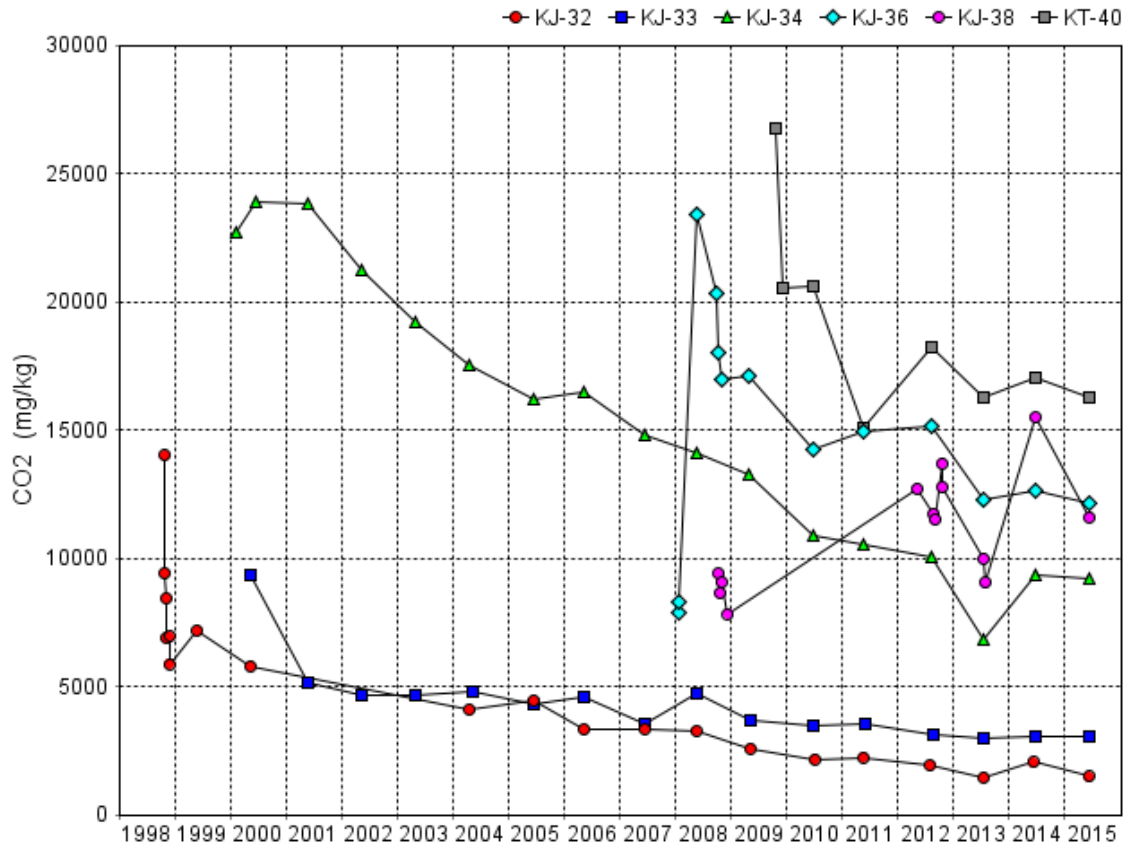
Mynd 46 Hvíthólaklif, H₂ í gufu á móti tíma.

Vesturhlíðar Kröflu – Efnabreytingar í holum

Á mynd 47 er styrkur koldíoxíðs (CO₂) í gufu úr holum í Vesturhlíðum Kröflu sýndur. Koldíoxíðstyrkur í gufu úr holunum hefur minnkað frá upphleypingu nema fyrir holu KJ-38. Mest gas mælist í gufu úr holu KJ-40 og breytist lítið milli ára.

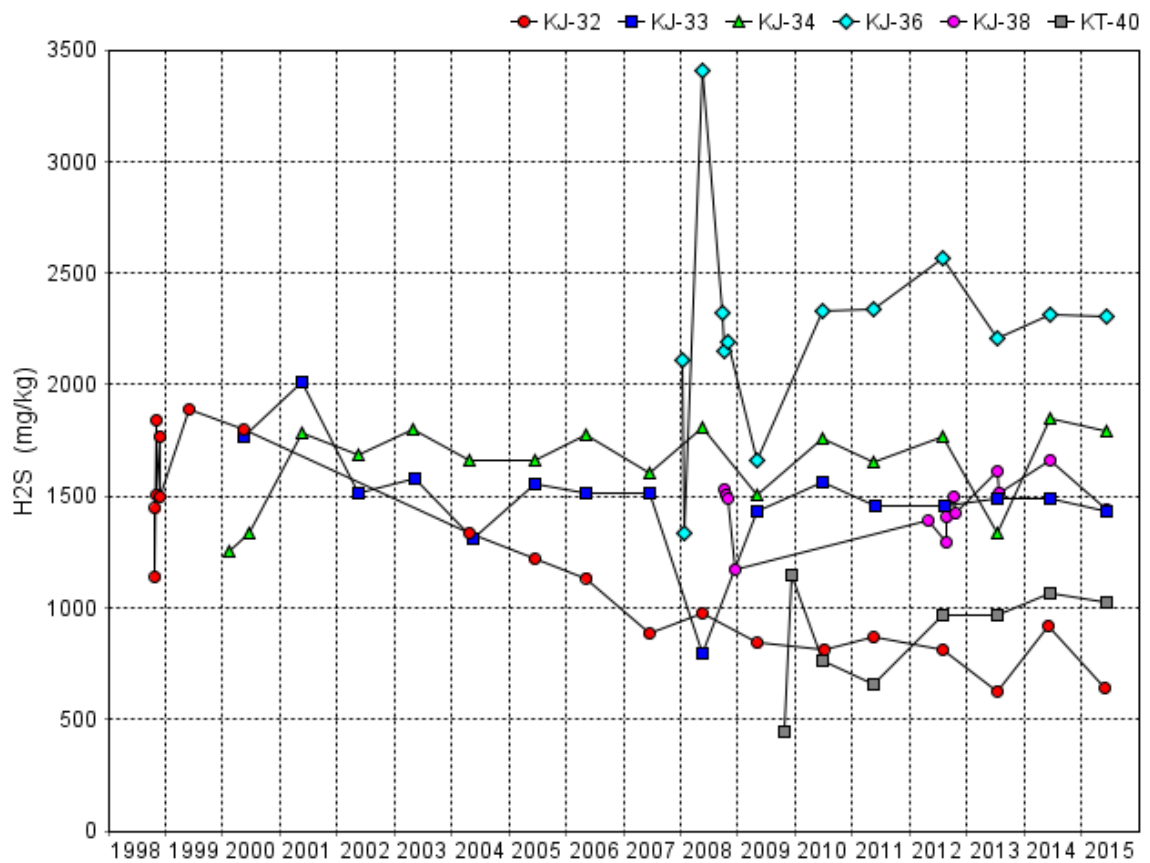
Styrkur brennisteinsvetnis (H_{2s}) í gufu er mikill í holunum og mestur í gufu úr holu KJ-36. Styrkurinn breytist lítið milli ára í holunum. Sjá mynd 48.

Á mynd 49 er styrkur súlfats í borholuvatninu sýndur. Þar kemur fram að styrkur súlfats í holu KJ-32, sem hefur verið að aukast síðustu árin, hefur náð jafnvægi.

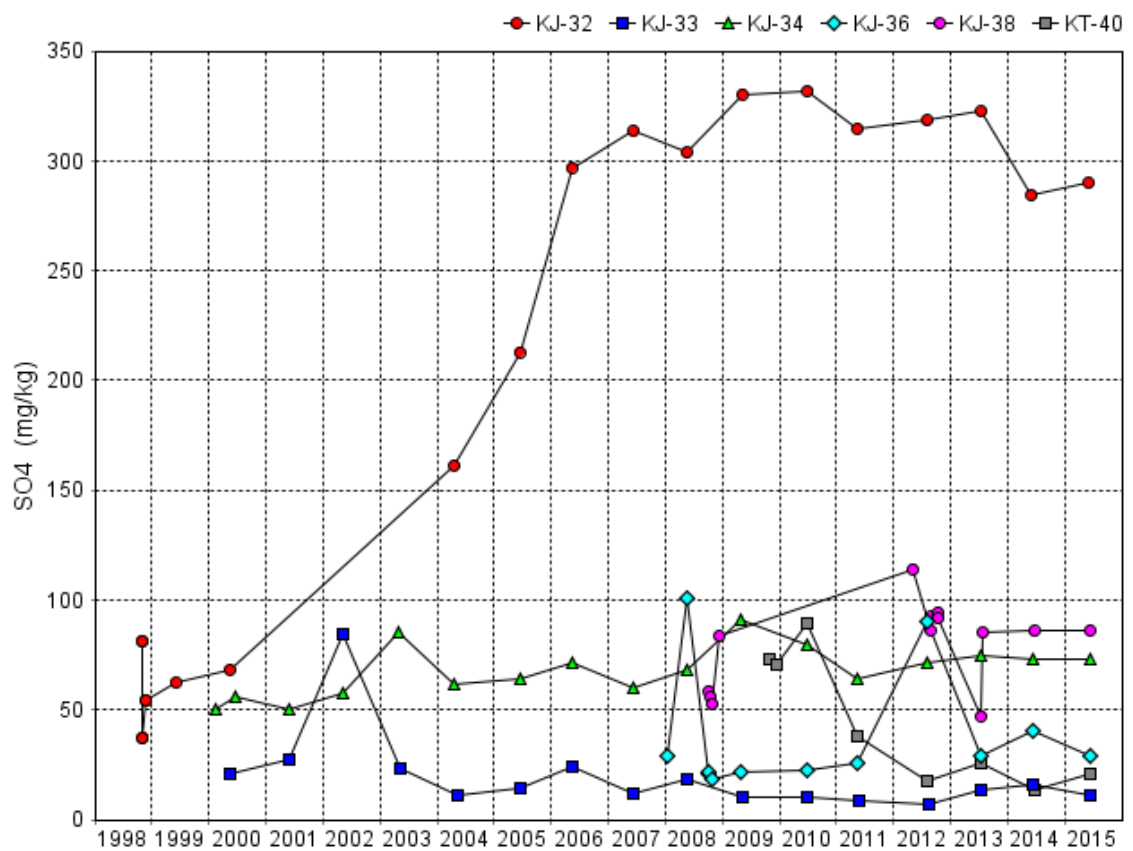


Mynd 47

Vesturhlíðar Kröflu, CO₂ í gufu á móti tíma



Mynd 48 Vesturhlíðar Kröflu, H₂S í gufu á móti tíma



Mynd 49 Vesturhlíðar Kröflu, SO₄ í vatni á móti tíma.

3 BJARNARFLAG

Gufa frá svæðinu er nýtt til rafmagnsframleiðslu í Gufuafllstöðinni 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.

3.1 AFKASTAMÆLINGAR

3.1.1 Afköst borhola

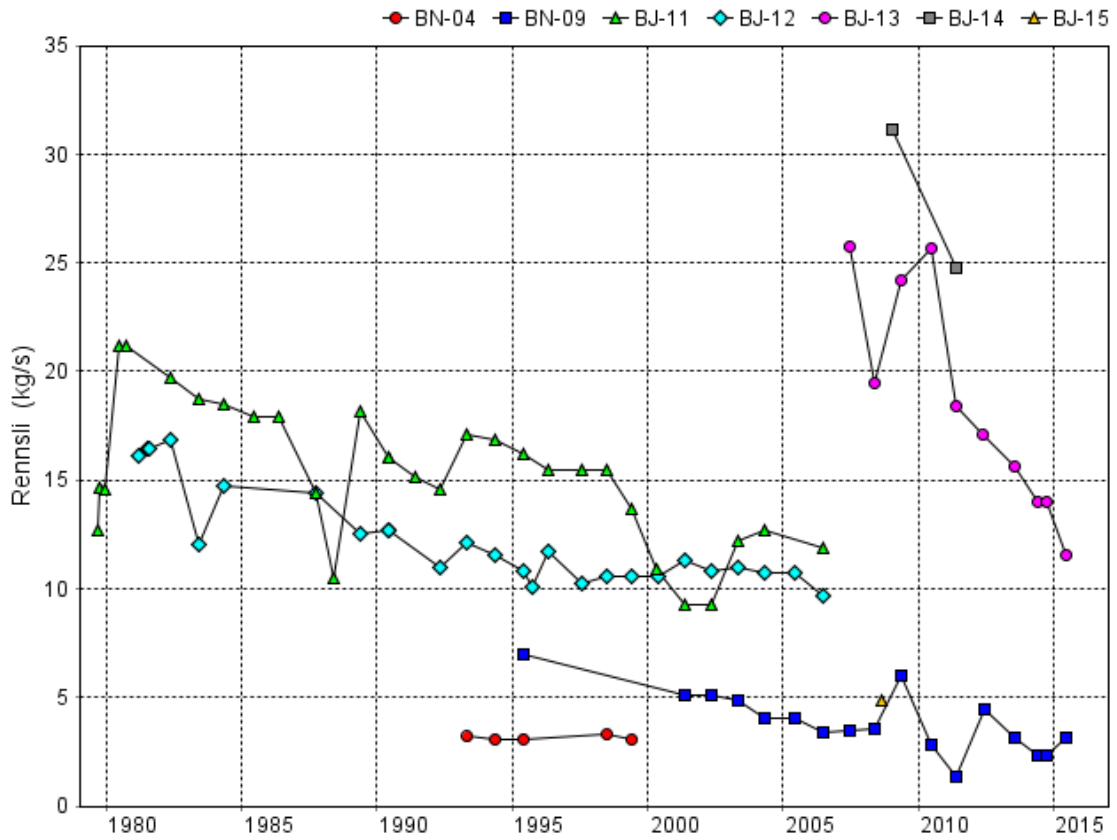
Afköstin voru ákvörðuð með mælingu á mismunaprýstingi yfir tvífasa blendu samhliða vatnsákvörðun með þynningaraðferð. Vatnsákvörðun með þynningaraðferð byggist á því að litarefni er dælt inn í rennislípuuna með jöfnu rennsli og styrkur þess í sýni af vatninu ákvarðaður (Trausti Hauksson 2011).

Í júnímánuði árið 2015 voru 2 holur tengdar Bjarnarflagsstöð og framleiddu þær samkvæmt aflmælingum 14,8 kg/s af háprýstigufu en stöðin framleiddi um 2,0 MW af rafmagni. Frá holu BJ-13 renna 15,7 kg/s af skiljuvatni í Bjarnarflagslónið en 18,0 kg/s renna úr holu BN-09 í Jarðböðin.

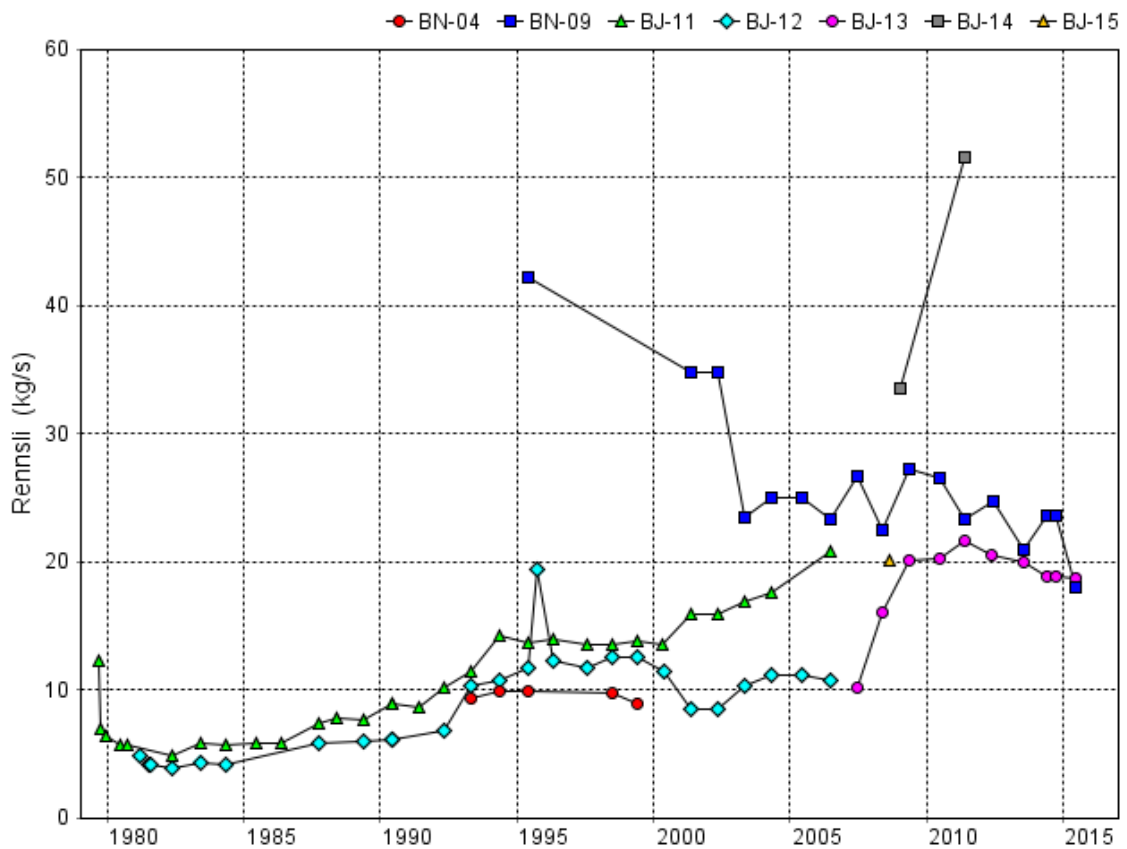
Niðurstöður afkastamælinga eru birtar í töflu 13. Breytingar á afköstum borhola í Bjarnarflagi eru sýndar á myndum 50 og 51. Gufuafköst holu BJ-13 hafa minnkað nokkuð hratt undanfarin ár en vatnsrennsli verið stöðugra.

Tafla 13 Bjarnarflag. Afköst borhola 2015.

Staður	Tími	Heildar			HP-Skilja	Frárennsli		Hverfill
		Vermi	Rennsli	Varmaafll	Gufa	Gufa	Vatn	Rafafl
		kJ/kg	kg/s	MW	kg/s	kg/s	kg/s	MW
BJ-13	2015-06-22	1544	30,3	41,7	11,6	3	15,7	5,4
BN-09	2015-06-22	1083	21,2	19,4	3,2	2,9	15,1	1,5
	Samtölur	1354	51,5	61,1	14,8	5,9	30,9	6,8



Mynd 50 Bjarnarflag, gufurennslí úr holum.

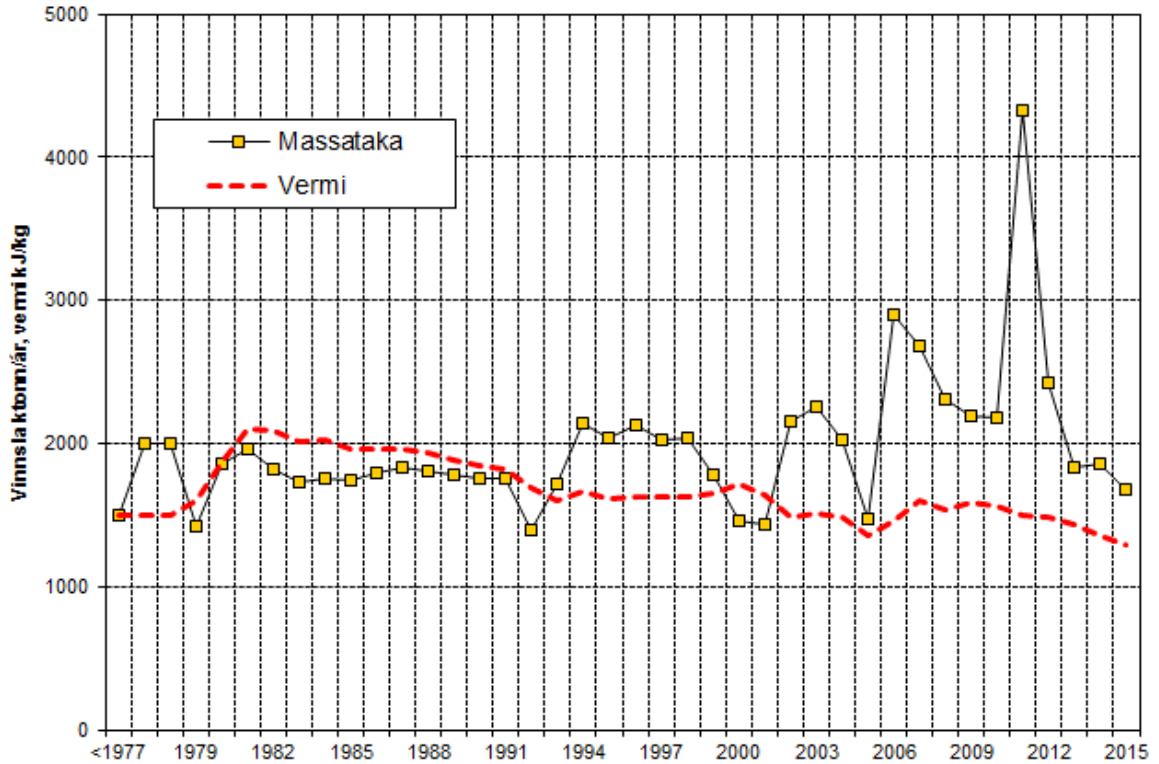


Mynd 51 Bjarnarflag, vatnsrennslí úr holum.

3.1.2 Massa og varmavinnsla

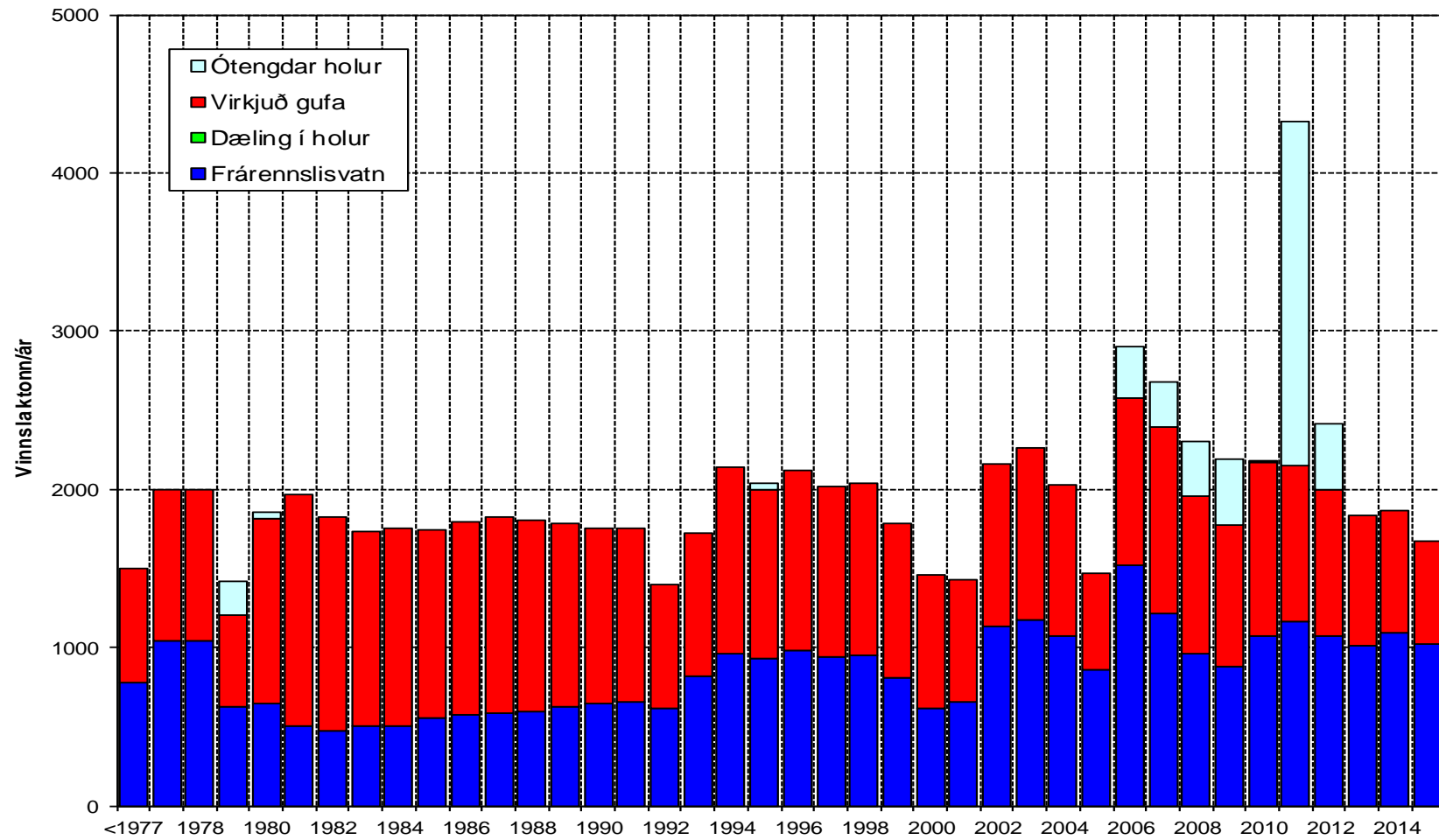
Yfirlit um árlega vinnslu úr holum í Bjarnarflagi er birt í Viðauka 2 aftast í skýrslunni. Á mynd 52 er sýnd árleg massavinnsla ásamt meðal vermi úr holunum síðan árið 1977. Tölur um árlega vinnslu sem teknar eru saman í mynd 53 sýna vinnslu vatns og gufu frá upphafi.

Heildarmassataka árið 2015 var 1.671 þúsund tonn sem er minna en árið 2014 en þá var vinnslan 1.863 þúsund tonn. Virkjuð gufa á árinu var 650 þúsund tonn sem er minnkun frá 2014 og vatnstreymi frá virkjun 1.021 þúsund tonn sem er lítilsháttar minnkun.



Mynd 52

Bjarnarflag. Árleg vinnsla og vermi.



Mynd 53

Bjarnarflag. Árleg gufuvinnsla og frárennsl.

3.2 EFNAMÆLINGAR

3.2.1 Vatn og gufa úr borholum

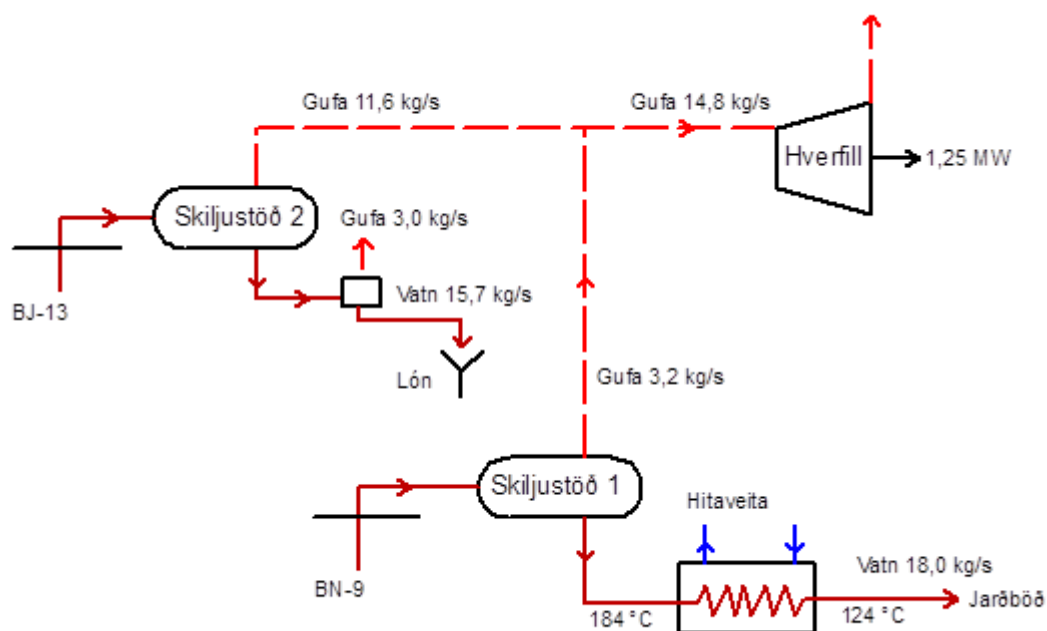
Safnað var sýnum til efnagreininga úr borholum BN-09 og BJ-13 í Bjarnarflagi og eru niðurstöður greininga á vatni og gufu úr borholunum vistaðar í gagnagrunni fyrir jarðhitagögn (ViewData).

Gasstyrkur í gufu og efnahiti eru sýnd í töflum 14 og 15. Gas er lítið í gufu frá holunum og reiknast meðal gasstyrkur 0,20 %, sem er svipað og í fyrra en þá mældist meðalstyrkur 0,19%.

Í töflu 16 er sýndur reiknaður efnastyrkur í gufu og vatni úr borholunum í Bjarnaflagi við skiljuþrýsting.

3.2.2 Frárennsli

Á mynd 54 er sýnt flæðirit fyrir Bjarnarflagsstöð þegar sýnum af frárennsli var safnað til efnagreininga.



Mynd 54 Flæðirit fyrir Bjarnarflagsstöð júní 2015

Teknar voru saman árlegar gasmælingar á einstökum holum og árleg gasupptekt úr hverri holu var reiknuð. Þær tölur voru síðan lagðar saman til þess fá út heildarlosun vegna jarðhitavinnslunnar. Þannig fengust tölur bæði um gaslosun vegna orkuvinnslunnar og vegna rannsóknaboranna. Niðurstöður eru birtar í Viðauka 1.

Á myndum 55 og 56 er sýnd árleg losun CO₂ og H₂S vegna orkuvinnslunnar og rannsóknaboranna frá upphafi vinnslu.

Heildarlosun koldíoxíðs var 358 tonn árið 2015 sem er svipað og árið 2014. Losun brennisteinsvetnis var minni í ár eða 540 tonn samanborið við 589 tonn í fyrra.

Frárennissýni til efnagreininga var safnað úr útrennsli Bjarnarflagslónsins, þar sem það rennur ofan í sprungu vestanvert við lónið. Jafnframt voru tekin sýni úr skiljuvatni sem rennur í Jarðböðin og af hitaveituvatni. Niðurstöður eru sýndar í töflu 17.

Kísilstyrkur í vatni úr skiljustöð 1 sem rennur í Jarðböðin mældist 468 mg/kg sem er rétt undir mettunarmörkum við 123 °C (490 mg/kg).

Mengandi efni í vatninu voru efnagreind og eru niðurstöður birtar í töflum 18 og 19. Til hliðsjónar er jafnframt tafla 20 yfir umhverfismörk fyrir ástand vatns úr *Reglugerð um varnir gegn mengun vatns nr. 796/1999 með síðari breytingum (533/2001 og 913/2003)* (Umhverfisráðuneytið 1999).

Ennfremur er stuðst við *Reglugerð um varnir gegn mengun grunnvatns nr. 797/1999, Reglugerð um losunarmörk, umhverfismörk og gæðamarkmið fyrir losun á kvikasilfri í yfirborðsvatn nr. 800/1999 og Reglugerð um losunarmörk, umhverfismörk og gæðamarkmið fyrir losun á kadmíum í yfirborðsvatn nr. 802/1999* (Umhverfisráðuneytið 1999).

Styrkur arsens (As) fer yfir mengunarmörk eins og áður. Sérstaklega í Bjarnarflagslóninu en þar er styrkurinn 128 µg/l og er vatnið í flokkun V sem telst ávallt ófullnægjandi ástand fyrir lífríki/þynningarsvæði. Styrkur arsens er minni í Jarðbaðavatninu en það kemur úr holu BN-9 sem er kaldari en hola BJ-13 (sjá tSiO_{2q} og tNa/K í töflu 15). Kopar (Cu) mældist einnig yfir viðmiðunarmörkum í Bjarnarflagslóninu.

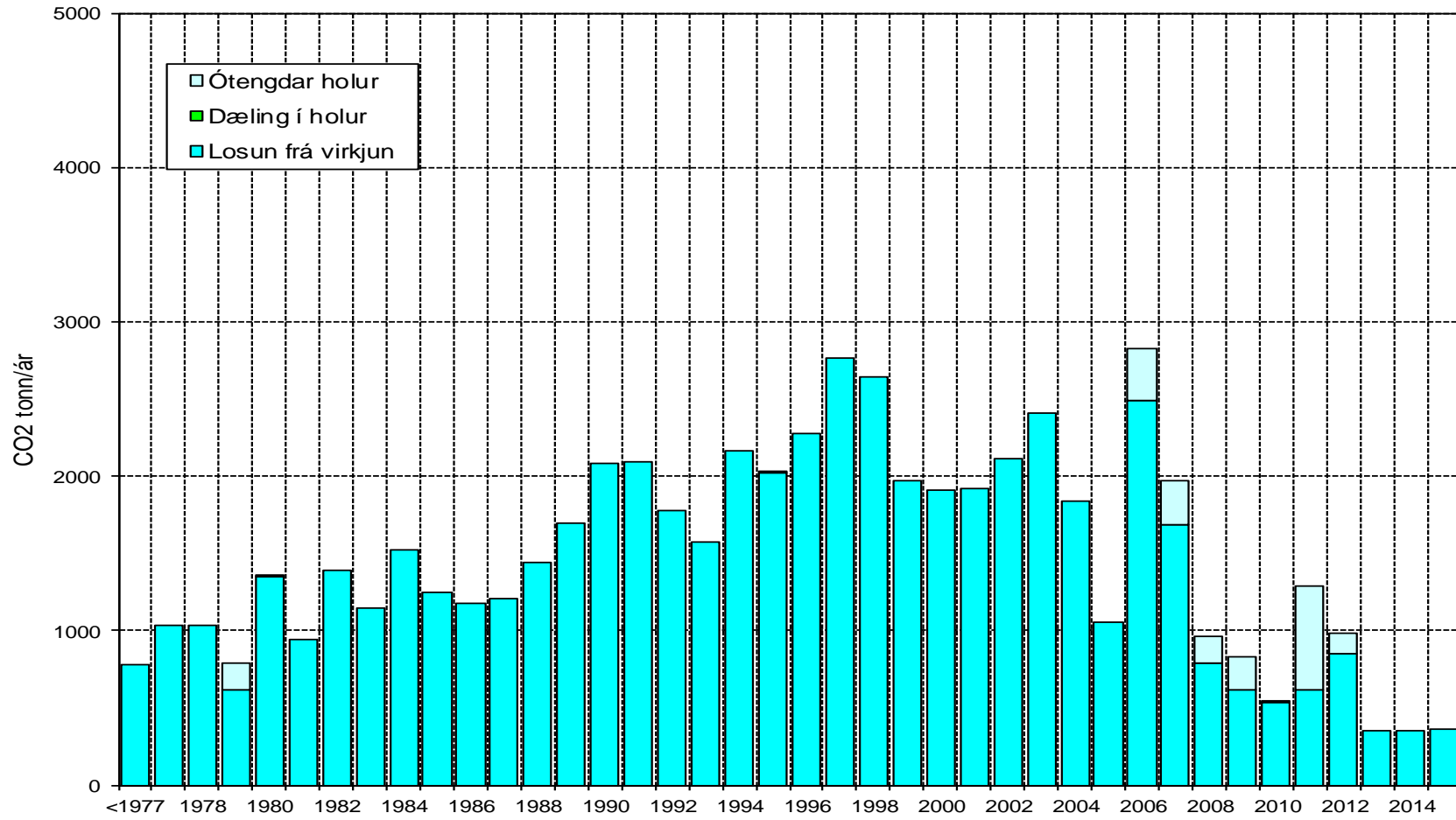
Heidarlosun mengunarefna frá Bjarnarflagi er birt í töflu 21.

Tafla 14 Bjarnarflag. Gas í gufu inn á veitu 2014

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	2015-06-23	3,17	0,29	0,01	3,22	23,27	29,87	42,17	2,87	1,66	0,15
BJ-13	2015-06-23	11,57	0,15	0,02	1,58	18,87	39,01	40,19	1,24	0,32	0,37
	Samtölur	14,74	0,20	0,03	1,93	20,43	35,77	40,89	1,82	0,79	0,30

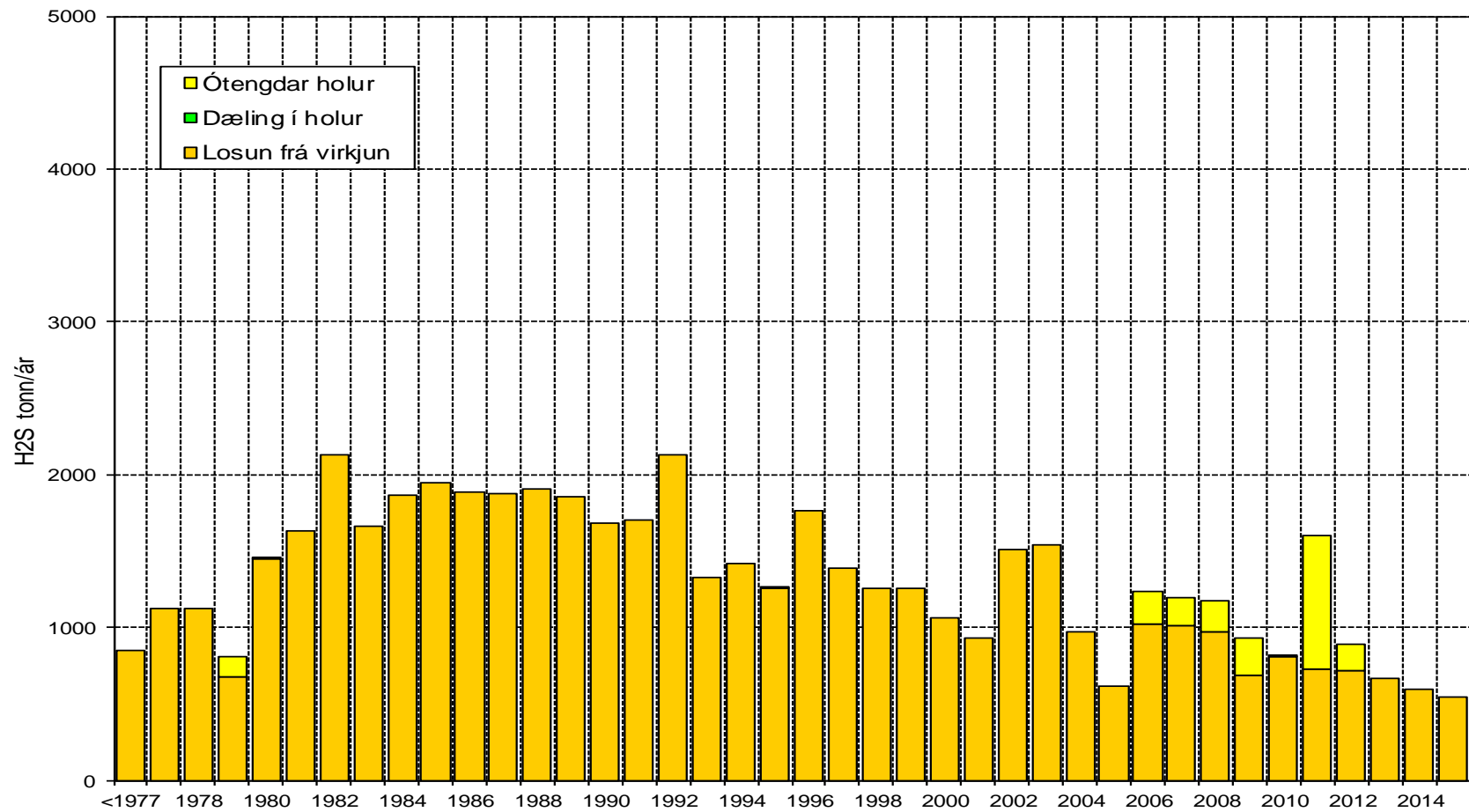
Tafla 15 Bjarnarflag. Berghiti 2014

Nafn	Tími	Skilja	Efnahitar			
		Vermi	tSiO _{2q}	tNa/K	tCO ₂	tH ₂ /H ₂ S
		kJ/kg	°C	°C	°C	°C
BJ-13	2015-06-23	1544	288	284	137	302
BN-09	2015-06-23	1080	238	231	183	307
	Samtölur	1353	263	257	160	304



Mynd 55

Bjarnarflag. Árleg losun koldíoxíðs (CO₂).



Mynd 56

Bjarnarflag. Árleg losun brennisteinsvetnis (H₂S).

Tafla 16 Bjarnarflag. Styrkur efna í vatni og gufu úr borholum árið 2015

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
BJ-13	2015-06-23	11,6	535	857	52,2	22,4	3,3	9,6	18,7	8,93	6,1	41	826	114	22,5	0,25	0,001	0,002	2,598	0,88	61,3	8,4	1,91
BN-09	2015-06-23	3,2	1348	1340	111,9	105,9	35,0	8,1	18,0	9,17	23,6	97,5	468	154	18,7	2,63	0,001	0,004	0,758	0,62	34	34,4	0,65
	Samtölur	14,7	710	961	65,1	40,4	10,1	9,3	36,8	9,05	14,7	68,7	650	134	20,6	1,42	0,001	0,003	1,696	0,75	47,9	21,2	1,29

Tafla 17 Bjarnarflag. Vatnssýni 2015.

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	/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	mg/kg
Í jarðböð	2015-06-23	127,7	8,77	28,8	117,3	537	154	18,7	2,97	0,001	0,003	0,74	0,60	55,8	36	0,64	764	0,0
Bjarnarflagslón	2015-06-23	25,2	7,33	11,6	0,1	561	121	18,6	3,37	1,050	0,459	1,69	0,75	75,9	208		696	43,2
Hitaveituvatn	2015-06-23	98,1	7,69	51,8	2,3	25	8,3	1,1	9,28	4,89			0,09	5,6	7	128,2	128,2	

Tafla 18 Styrkur mengunarefna í borholusýnum í Bjarnarflagi 2015.

Staður	Tími	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
BJ-13	2015-06-23	0,004	<0,2	0,424	<0,01	<0,05	<0,002	<0,01	21	0,001
BN-09	2015-06-23	<0,002	0,206	0,769	0,032	<0,05	<0,002	<0,01	3,26	<0,001

Tafla 19 Styrkur mengunarefna (µg/l) í vatnssýnum í Bjarnarflagi 2015.

Staður	Tími	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
Í jarðböð	2015-06-23	<0,002	0,326	0,271	0,021	<0,05	<0,002	<0,01	2,68	<0,001
Bjarnarflagslón	2015-06-23	0,009	4,41	2,28	<0,01	0,244	<0,002	<0,01	128	0,004
Hitaveituvatn	2015-06-23	<0,002	1,02	<0,1	0,322	0,789	<0,002	0,024	<0,09	0,058

Feitletruð og rauðlituð gildi eru yfir viðmiðunarmörkum.

Tafla 20 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/þynningarsvæði.

(Reglugerðir 796/1999 og 800/1999)

Tafla 21 Heildarlosun mengunarefna frá Bjarnarflagi árið 2015

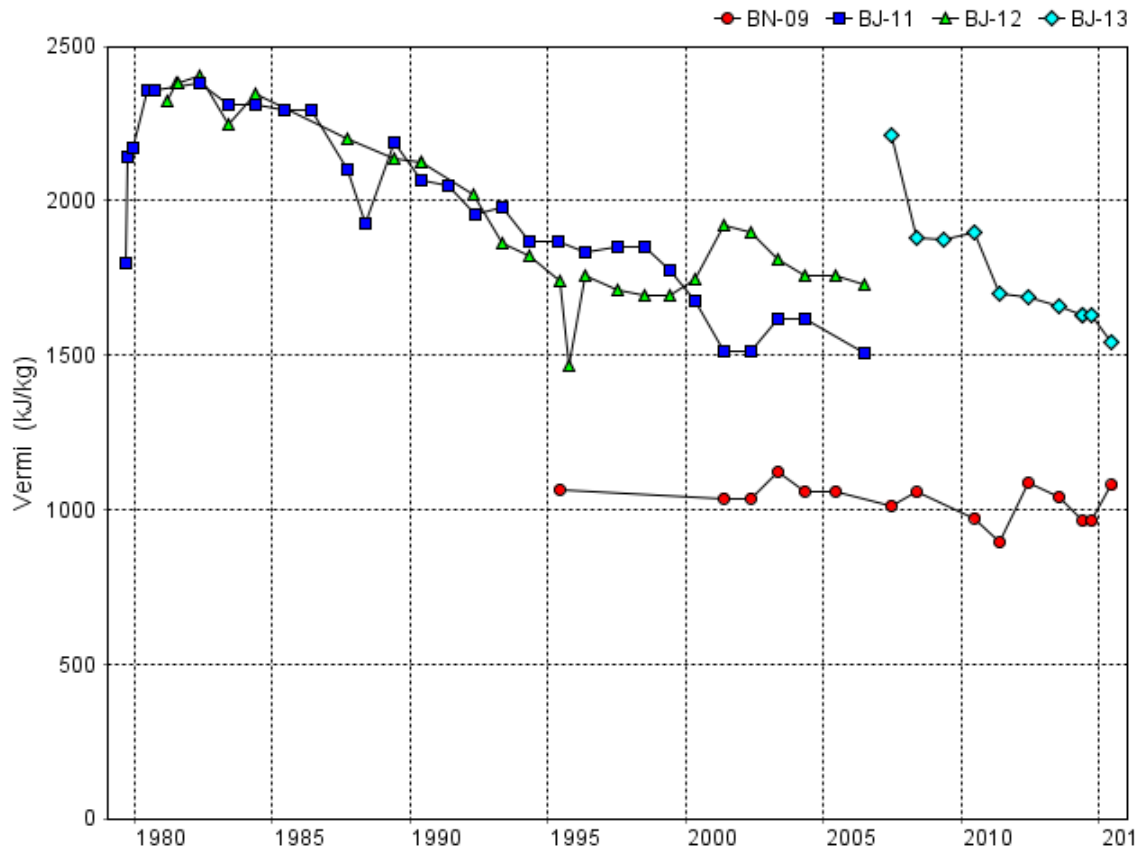
Bjarnarflag 2015		Heildar- upptekt	Orkuframleiðsla - losun			Útblástur
			Niðurdæling	Yfirborð	Andrúmsloft	
Skiljuvatn	tonn	1.020.656	0	1.020.656	0	0
Gufa / þéttivatn	tonn	650.344	0	0	650.344	0
Samtals	tonn	1.671.000	0	1.020.656	650.344	0
Koldíoxíð (CO ₂)	tonn	358	0	21	337	0
Metan (CH ₄)	tonn	4	0	0	4	0
Brennisteinsvetni (H ₂ S)	tonn	540	0	63	477	0
Kvikasilfur (Hg)	kg	0	0	0	0	0
Kopar (Cu)	kg	0	0	1	0	0
Sink (Zn)	kg	0	0	2	0	0
Kadmíum (Cd)	kg	0	0	0	0	0
Blý (Pb)	kg	0	0	0	0	0
Króm (Cr)	kg	0	0	0	0	0
Nikkel (Ni)	kg	0	0	0	0	0
Arsen (As)	kg	20	0	72	0	0
Fosfór (P)	kg	2	0	3	0	0

Efnabreytingar í holum

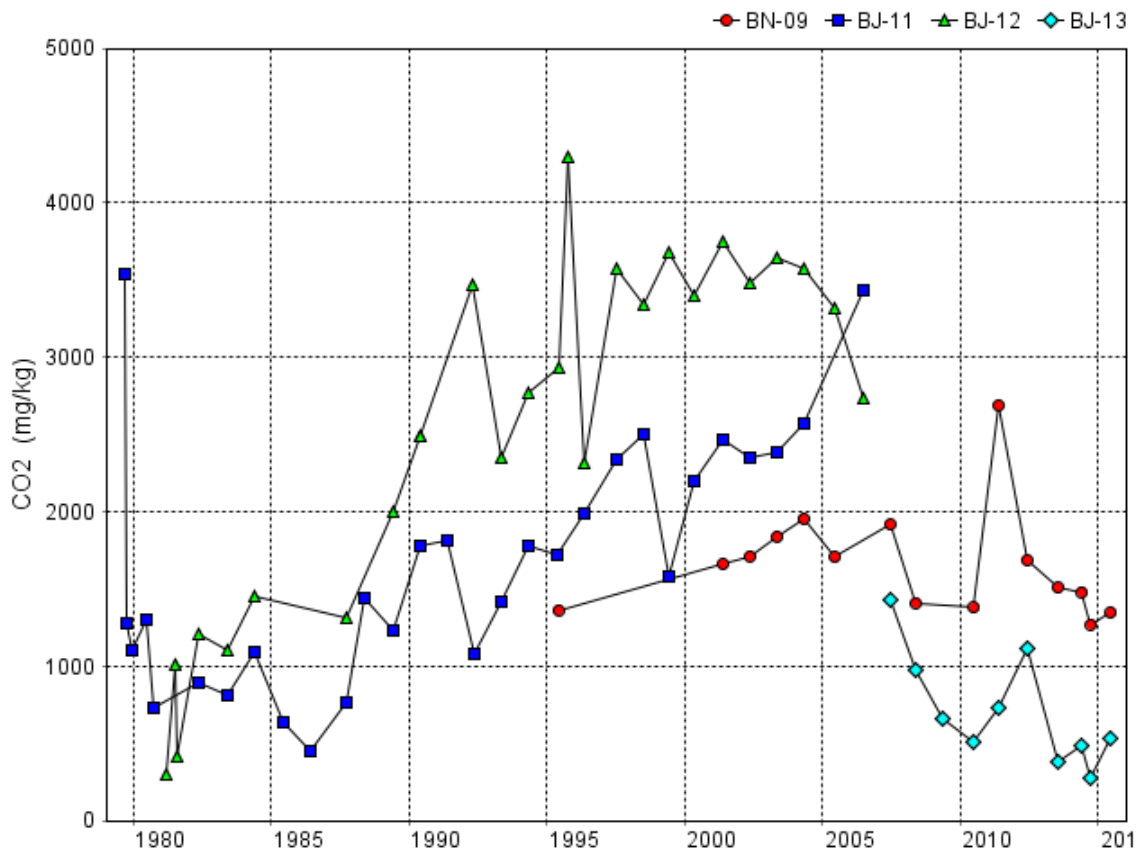
Vermi er sýnt á mynd 57 en það hefur lækkað jafnt og þétt í holu BJ-13 síðustu ár.

Á mynd 58 er sýndur koldíoxíðstyrkur (CO₂) í gufu, reiknaður við skiljuþrýsting. Styrkur H₂S í gufu úr holunum er sýndur á mynd 59.

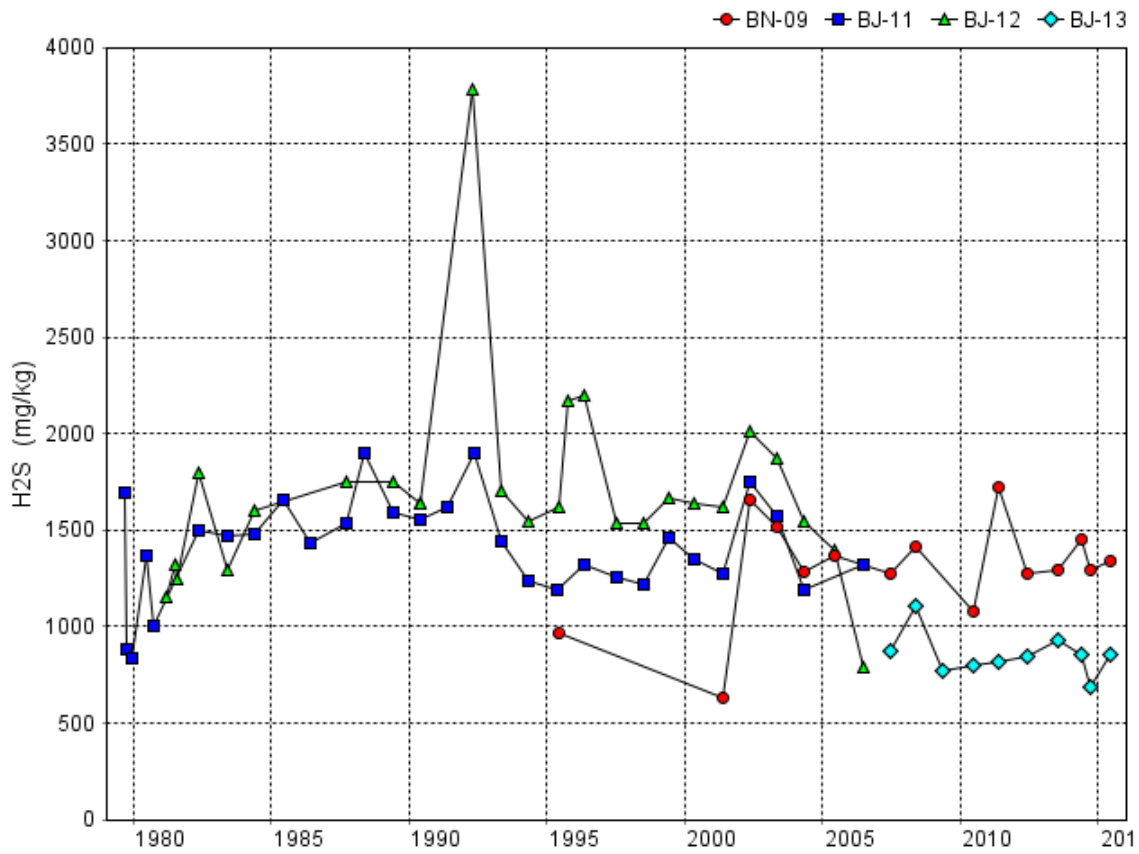
Á mynd 60 er sýndur styrkur Cl í vatni borholanna, reiknaður við skiljuþrýsting.



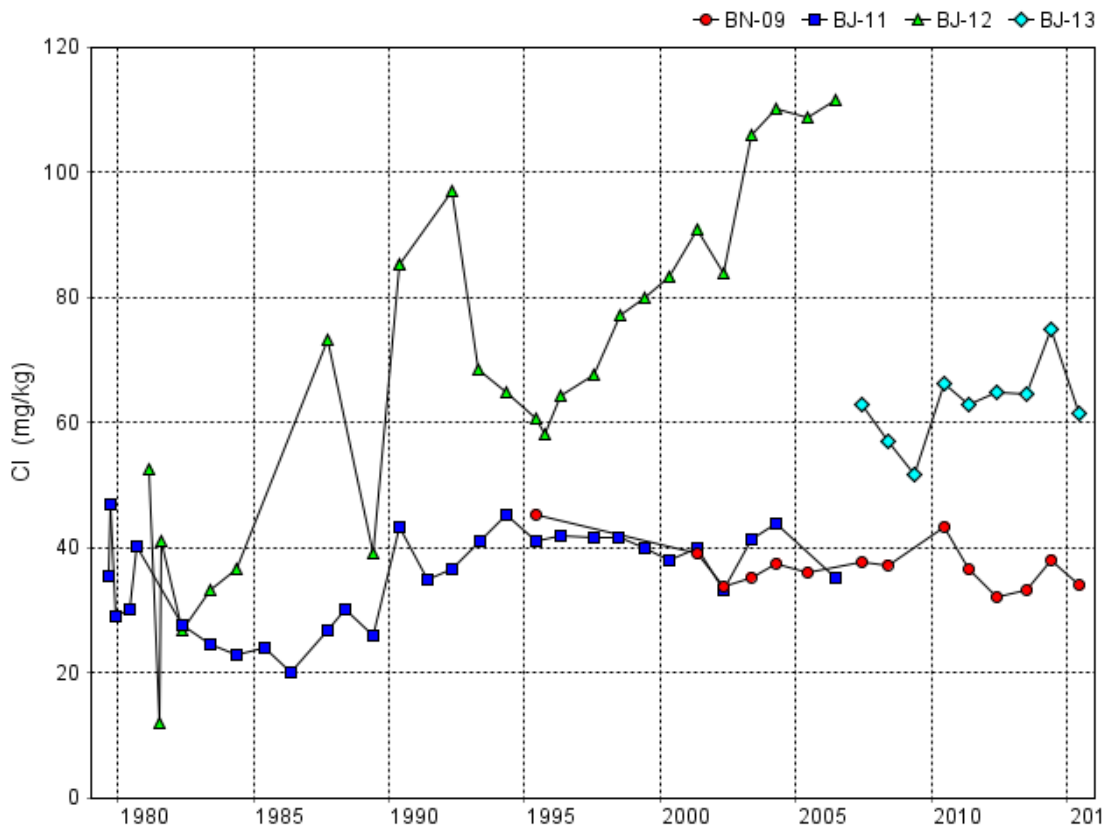
Mynd 57 Bjarnarflag, vermí á móti tíma.



Mynd 58 Bjarnarflag, CO₂ í gufu á móti tíma.



Mynd 59 Bjarnarflag, H₂S í gufu á móti tíma.



Mynd 60 Bjarnarflag, Cl í vatni á móti tíma.

4 NIÐURSTÖÐUR

4.1 Krafla

- Afköst virkjunarinnar voru um 59 MW í upphafi árs en minnkuðu jafnt og þétt þar til eftir vélarstopp í ágúst að þau jukust aftur í um 59 MW. Samtals var raforkuframleiðsla stöðvarinnar 1745 TJ árið 2015.
- Í júní árið 2015 voru 19 holur tengdar Kröflustöð og framleiddu þær 118,2 kg/s af háþrýstigufu og 18,8 kg/s lágþrýstigufu, sem reikningslega nægir til framleiðslu á 57,1 MW af rafmagni. Hluti háþrýstigufunnar er notaður til þess að knýja gasdælur og voru afköst virkjunarinnar því nokkuð minni eða 55 MW. Háþrýstigufa var lítilsháttar meiri en 2014, en lágþrýstigufa mældist minni því holur KJ-9 og KJ-28 voru lokaðar 2015 en þær voru blásandi sumarið 2014 vegna lágrar vatnsstöðu í lönnum. Gufuframleiðsla á svæðinu dugar ekki fyrir fullum afköstum stöðvarinnar sem á að geta framleitt a.m.k. 62 MW en framleiddi 55 MW þegar holnar voru afkastamældar.
- Afköst KJ-14 í Suðurhlíðum var hreinsuð í nóvember og jókst gufan úr 3 kg/s í 5 kg/s við þá aðgerð. Hola KJ-30 minnkaði í afli frá síðasta ári eins og undanfarin ár. Vatnsrennsli jókst úr KJ-19 en gufurennsli minnkaði milli ára eins og árið á undan. Holan lognaðist útaf í nóvember. Þetta tengist mögulega niðurdælingu í KJ-39.
- Hola KJ-21 á Hvíthólasvæði jók enn lítilsháttar við sig í afli eftir afkastaminnkun síðustu ár.
- Hola KJ-40 bætti enn við sig í afli og er afkastamesta holan í Kröflu, en hola KJ-38 dalaði enn og gefur aðeins um 1,5 kg/s af gufu. Aflaukning sem varð árið 2014 í holu KJ-34 hefur gengið til baka að mestu.
- Tekin voru samtals um 8.899 þúsund tonn af vatn og gufu úr svæðinu á árinu 2015. Þar af var gufa til raforkuframleiðslu 4.449 þúsund tonn. Upptekt vegna prófunar á holum var 6 þúsund tonn.
- Dælt var samtals 2.178 þúsund tonnum af vatni í holu KJ-26 (Leirbotnar) og 2.122 þúsund tonnum í KJ 39 (Suðurhlíðar). Nettó vinnsla úr jarðhitgeyminum var því 4.599 þúsund tonn. Frárennsli jarðhitavökva frá stöðinni þ.e. skiljuvatn sem ekki er dælt niður ásamt þéttivatni frá kæliturnum var um 1.924 þúsund tonn á árinu 2015.
- Meðaltal gass í gufu inn á hverfil, þ.e. bæði háþrýsti og lágþrýsti-gufu (Tafla 6), reiknast um 0,85 %, samanborið við 0,93 % árið 2014. Heildargasstreymi inn í stöðina minnkaði milli ára og reiknast 1,17 kg/s samanborið við 1,26 kg/s í fyrra. Gas í KJ-38 og KJ-40 minnkaði lítilsháttar. Gas í öðrum holum breyttist lítið milli ára.
- Losun koldíoxíðs til andrúmslofts var 32.627 tonn á árinu 2015 en orkuframleiðslan var 1745 TJ og reiknast koldíoxíðlosunin því vera um 67 g/kWh. Losun brennisteinsvetnis til andrúmslofts var 4.514 tonn sem eru 9,3 g/kWh.
- Styrkur arsens (As) í frárennslisvatninu fer við skiljustöð yfir umhverfismörk. Styrkur króms (Cr) og nikkels (Ni) fer einnig yfir mörk í vatni frá kæliturnum og í Hlíðardalslæk. Það er vegna tæringar vélbúnaðar.

4.2 Bjarnarflag

- Í júnímánuði árið 2015 voru 2 holur tengdar Bjarnarflagsstöð og framleiddu þær samkvæmt aflmælingum 14,8 kg/s af háþrýstigufu. Frá holu BJ-13 renna 15,7 kg/s af skiljuvatni í Bjarnarflagslónið en 18,0 kg/s renna úr holu BN 09 í Jarðböðin.
- Gufuafköst holu BJ-13 hafa minnkað nokkuð hratt undanfarin ár en vatnsrennsli verið stöðugra.
- Heildarmassataka árið 2015 var 1.671 þúsund tonn sem er minna en árið 2014 en þá var vinnslan 1.863 þúsund tonn. Virkjuð gufa á árinu var 650 þúsund tonn sem er minnkun frá 2014 og vatnsstreymi frá virkjun 1.021 þúsund tonn sem er lítilsháttar minnkun.

- Gas er lítið í gufu frá holunum og reiknast meðal gasstyrkur 0,20 %, sem er svipað og í fyrra en þá mældist meðalstyrkur 0,19%.
- Heildarlosun koldíoxíðs var 358 tonn árið 2015 sem er svipað og árið 2014. Losun brennisteinsvetnis var minni í ár eða 540 tonn samanborið við 589 tonn í fyrra.
- Kísilstyrkur í vatni úr skiljustöð 1 sem rennur í Jarðböðin mældist 468 mg/kg sem er rétt undir metnunarmörkum við 123 °C (490 mg/kg).
- Styrkur arsens (As) fer yfir mengunarmörk eins og áður. Sérstaklega í Bjarnarflagslóninu en þar er styrkurinn 128 µg/l og er vatnið í flokkun V sem telst ávallt ófullnægjandi ástand fyrir lífríki/þynningarsvæði. Styrkur arsens er minni í Jarðbaðavatninu. Kopar (Cu) mældist einnig yfir viðmiðunarmörkum í Bjarnaflagslóninu.

5 HEIMILDASKRÁ

- 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 2015. *Krafla og Bjarnarflag. Afköst borhola og efnainnihald vatns og gufu í borholum og vinnslurás árið 2014*. Landsvirkjun, maí 2015, Skýrsla nr: LV-2015/xx 77 s.
- Umhverfísráðuneytið 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.
- Umhverfísráðuneytið 1999: *Reglugerð um varnir gegn mengun grunnvatns nr. 797/1999*. Stjórnartíðindi, B 106, Nr. 785-810, s. 2253-2258.
- Umhverfísráðuneytið 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.
- Umhverfísráðuneytið 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

Krafla og Bjarnarflag

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

Krafla. Heildar massavinnsla hvers árs (ktonn)

	<1977	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Vinnsla	2000	2151	2447	1954	2527	2819	3055	4789	5231	4712	4503	4355	4274	4798	4840	4109	3027	3341	3615	3817
Ótengdar holur	2000	1593	653	204	884	449	827	1648	1108	704	516	694	229	126	455	367	5	0	0	0
Virkjuð gufa		243	664	671	685	1221	1231	1894	2191	2140	2150	2088	2194	2275	2317	2050	1727	1836	1928	1988
Dæling í holur																				
Frárennslisvatn	0	315	1130	1079	958	1149	997	1247	1932	1868	1837	1573	1850	2397	2068	1692	1295	1505	1687	1829

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2001	2011	2012	2013	2014	2015
Vinnsla	4964	5922	8278	9136	10167	8336	8738	8747	7886	8453	8167	9568	10157	9101	9749	9223	9703	9674	10681	8899
Ótengdar holur	271	1344	92	593	259	0	0	0	0	0	0	428	630	288	284	84	609	683	1379	7
Virkjuð gufa	2237	2327	4288	4778	6073	5219	4858	4959	4654	4952	4919	5056	4945	4837	5393	5133	4934	4810	4728	4447
Dæling í holur				207	415		1278	1849	1708	1540	1462	1665	1778	2572	2792	2530	2563	3067	4296	4300
Frárennslisvatn	2456	2252	3898	3558	3420	3117	2602	1939	1524	1961	1786	2419	2804	1405	1280	1476	1597	1115	278	145

Bjarnarflag. Heildar massavinnsla hvers árs (ktonn)

	<1977	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Vinnsla	1500	2000	2000	1418	1852	1964	1820	1733	1751	1742	1794	1827	1801	1780	1753	1750	1401	1721	2142	2040
Ótengdar holur	0	0	0	218	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38
Virkjuð gufa	718	958	958	575	1161	1459	1351	1227	1250	1192	1221	1244	1207	1152	1108	1090	790	901	1179	1072
Dæling í holur																				
Frárennslisvatn	782	1042	1042	625	649	505	469	506	501	550	573	583	594	628	645	660	611	820	963	930

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Vinnsla	2122	2020	2034	1782	1458	1430	2156	2261	2028	1467	2904	2676	2302	2190	2174	4328	2418	1832	1863	1671
Ótengdar holur	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	327	282	345	419	1	2174	425	0	0	0
Virkjuð gufa	1138	1083	1088	970	839	776	1018	1088	960	606	1062	1182	994	887	1103	990	923	824	770	650
Dæling í holur																				
Frárennslisvatn	984	937	946	812	619	654	1138	1173	1068	861	1515	1212	963	884	1070	1164	1070	1008	1093	1021

Krafla. Árleg losun CO₂ (tonn)

	<1977	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Heildarlosun	16627	25645	14762	7726	9011	24464	26032	32578	34521	29078	22550	24590	25216	23399	24300	25533	20140	21247	19523	21233
Ótengdar holur	16627	18412	3553	2004	3790	9512	13274	9952	9103	7676	3953	4835	4104	4000	595	185	55	0	0	0
Frá virkjun	0	7233	11209	5722	5221	14953	12757	22626	25417	21403	18596	19755	21111	19400	23705	25347	20055	21248	19523	21233
Dæling í holur	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Heildarlosun	22298	24856	44885	58158	80175	69877	63009	59023	50280	48964	45514	43607	44515	44145	44100	39683	39050	32737	35732	32831
Ótengdar holur	469	3364	435	9174	5831	0	0	0	0	0	0	1144	4064	3648	567	83	2041	626	910	2
Frá virkjun	21829	21491	44450	48971	74320	69878	62899	58891	50158	48787	45415	42378	40398	40358	43397	39451	36845	31985	34692	32627
Dæling í holur	0	0	0	13	24	0	111	132	122	178	99	85	53	139	137	149	164	127	130	202

Bjarnarflag. Árleg losun CO₂ (tonn)

	<1977	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Heildarlosun	776	1034	1034	788	1362	944	1394	1146	1519	1249	1180	1210	1438	1697	2086	2091	1774	1574	2166	2033
Ótengdar holur	0	0	0	168	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
Frá virkjun	776	1034	1034	621	1348	944	1394	1146	1519	1249	1180	1210	1438	1697	2086	2091	1774	1574	2166	2024
Dæling í holur																				

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Heildarlosun	2274	2761	2641	1973	1910	1922	2111	2406	1839	1053	2830	1973	962	826	530	1292	980	347	347	358
Ótengdar holur	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	336	290	169	205	0	674	132	0	0	0
Frá virkjun	2274	2761	2641	1973	1910	1922	2111	2406	1839	1053	2493	1683	793	621	530	618	849	347	347	358
Dæling í holur																				

Krafla. Árleg losun H₂S (tonn)

	<1977	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Heildarlosun	270	369	643	248	444	943	1318	1662	1957	1960	1708	1586	2226	1833	1837	1688	1781	1804	1528	1669
Ótengdar holur	270	236	47	28	212	267	581	391	333	272	192	245	217	200	105	33	5	0	0	0
Frá virkjun	0	133	597	220	232	676	738	1271	1623	1688	1516	1341	2011	1634	1732	1655	1776	1804	1528	1669
Dæling í holur	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Heildarlosun	1789	1989	3543	5130	6359	5703	5317	5471	5065	5059	4984	4759	5508	4894	5621	5180	5320	4684	4931	4717
Ótengdar holur	47	339	110	844	327	0	0	0	0	0	0	157	500	251	88	28	272	170	169	1
Frá virkjun	1743	1650	3433	4256	5971	5703	5257	5384	4985	4987	4915	4525	4925	4522	5401	5033	4928	4370	4560	4514
Dæling í holur	0	0	0	30	61	0	60	87	80	72	69	78	84	121	131	119	120	144	202	202

Bjarnarflag. Árleg losun H₂S (tonn)

	<1977	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Heildarlosun	844	1125	1125	804	1451	1632	2132	1666	1863	1945	1880	1871	1901	1852	1681	1701	2134	1330	1420	1268
Ótengdar holur	0	0	0	129	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
Frá virkjun	844	1125	1125	675	1450	1632	2132	1666	1863	1945	1880	1871	1901	1852	1681	1701	2134	1330	1420	1259
Dæling í holur																				

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Heildarlosun	1760	1386	1254	1253	1064	934	1508	1543	974	619	1231	1189	1176	930	813	1603	888	671	589	540
Ótengdar holur	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	209	180	205	248	1	881	172	0	0	0
Frá virkjun	1760	1386	1254	1253	1064	934	1508	1543	974	619	1022	1009	971	682	812	722	716	671	589	540
Dæling í holur																				

VIÐAUKI 2

MEDHÖNDLUN SÝNA OG

EFNAGREININGAÆDFERÐIR

MEÐHÖNDLUN SÝNA OG EFNAGREININGAÆFERÐIR

Meðhöndlun vatnssýna í felti:

Ru: Ómeðhöndlað sýni

Fu: Sýni síað með 0,45 µm síubynnu.

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

Magn sýru í sýni 0,5 %.

Fp: Sýni síað með 0,45 µm síubynnu 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 síubynnu 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 vigtnun 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.

Síl (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.

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

Meðhöndlun sýnis: Fa

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



Landsvirkjun

Háaleitisbraut 68
103 Reykjavík
landsvirkjun.is

landsvirkjun@lv.is
Sími: 515 90 00

