

LV-2015-081



Landsvirkjun



Krafla og Bjarnarflag

Afköst borhola og efnainnihald vatns og gufu
í borholum og vinnslurás árið 2014.

Lykilsíða



Skýrsla LV nr: LV-2015-081 Dags: 15. maí 2015

Fjöldi síðna: 77

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 2014

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 magnトルur 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.

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

ISBN nr:

Samþykki verkefnisstjóra
Landsvirkjunar

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "S. Á. Steinsson".

LV-2015-081



Krafla og Bjarnarflag

Afköst borhola og efnainnihald vatns og gufu
í borholum og vinnslurás árið 2014.

Efnisyfirlit

1.	Inngangur.....	1
2.	Krafla.....	2
2.1	Vinnslurás orkuversins.....	2
2.2	Afkastamælingar	12
2.2.1	Afköst borhola	12
2.2.2	Massa og varmavinnsla.....	19
2.3	Efnamælingar	24
2.3.1	Vatn og gufa úr borholum.....	24
2.3.2	Fráreynsli frá Kröflustöð	29
2.3.3	Efnabreytingar í holum	38
3.	Bjarnarflag.....	50
3.1	Afkastamælingar	50
3.1.1	Afköst borhola	50
3.1.2	Massa og varmavinnsla.....	52
3.2	Efnamælingar	54
3.2.1	Vatn og gufa úr borholum.....	54
3.2.2	Fráreynsli	54
3.2.3	Efnabreytingar í holum	61
4.	Niðurstöður.....	63
4.1	Krafla	63
4.2	Bjarnarflag	64
5.	Heimildaskrá.....	65
	VIÐAUKI 1	67
	VIÐAUKI 2	75
	Meðhöndlun sýna og efnagreiningaaðgerða	77

Töfluskrá

Tafla 1	Kröflustöð, efnagreining gufu inn í stöð, sýnataka 2014-07-10.....	4
Tafla 2	Kröflustöð, efnagreining gass, sýnataka 2014-07-10.....	4
Tafla 3	Kröflustöð, efnagreining kælivatns, sýnataka 2014-07-10	4
Tafla 4	Kröflustöð, afköst borhola árið 2014	12
Tafla 5	Kröflustöð. Styrkur efna í vatni og gufu borhola árið 2014.....	25
Tafla 6	Kröflustöð, borholur. Gas í gufu og gashlutföll árið 2014.....	27
Tafla 7	Kröflustöð, borholur. Reiknaður berghiti árið 2014	28
Tafla 8	Kröflustöð. Frárennslissýni árið 2014.....	34
Tafla 9	Styrkur mengunarefna í borholusýnum í Kröflu 2014.....	35
Tafla 10	Styrkur mengunarefna í yfirborðsvatni í Kröflu 2014.....	36
Tafla 11	Umhverfismörk fyrir málma í yfirborðsvatni til verndar lífríki.	36
Tafla 12	Heildarlosun mengunarefna frá Kröflu árið 2014	37
Tafla 13	Bjarnarflag. Afköst borhola 2014.	50
Tafla 14	Bjarnarflag. Gas í gufu inn á veitu 2014	55
Tafla 15	Bjarnarflag. Berghiti 2014	55
Tafla 16	Bjarnarflag. Styrkur efna í vatni og gufu úr borholum árið 2014	58
Tafla 17	Bjarnarflag. Frárennslissýni 2014.....	58
Tafla 18	Hitaveita Reykjahlíðar	58
Tafla 19	Styrkur mengunarefna í borholusýnum í Bjarnarflagi 2014.	59
Tafla 20	Styrkur mengunarefna ($\mu\text{g/l}$) í frárennslissvatni í Bjarnarflagi 2014.....	59
Tafla 21	Umhverfismörk fyrir málma í yfirborðsvatni til verndar lífríki.	59
Tafla 22	Heildarlosun mengunarefna frá Bjarnarflagi árið 2014	60

Myndaskrá

Mynd 1	<i>Kröflustöð vél 1 og 2. Raforkuframleiðsla árið 2014.</i>	5
Mynd 2	<i>Kröflustöð vél 1 og 2. HP-gufa árið 2014.</i>	5
Mynd 3	<i>Kröflustöð vél 1 og 2. LP-gufa árið 2014.</i>	6
Mynd 4	<i>Kröflustöð vél 1 og 2. Hitastig í eimsvala árið 2014.</i>	6
Mynd 5	<i>Kröflustöð vél 1 og 2. Gasþrýstingur í eimsvala árið 2014.</i>	7
Mynd 6	<i>Kröflustöð vél 1 og 2. Gashiti í eimsvala árið 2014.</i>	7
Mynd 7	<i>Kröflustöð. Gas í HP-gufu árið 2014.</i>	8
Mynd 8	<i>Kröflustöð vél 1 og 2. Varmanýtni árið 2014.</i>	8
Mynd 9	<i>Kröflustöð vél 1og 2. Vélarnýtni árið 2014.</i>	9
Mynd 10	<i>Kröflustöð vél 1 og 2. Hitastig kælivatns árið 2014.</i>	9
Mynd 11	<i>Kröflustöð vél 1 og 2. Sýrustig kælivatns.</i>	10
Mynd 12	<i>Blásandi borholur í Kröfli í júní árið 2014.</i>	11
Mynd 13	<i>Leirbotnar, gufurennslí úr grunnum holum.</i>	14
Mynd 14	<i>Leirbotnar, vatnsrennslí úr grunnum holum.</i>	14
Mynd 15	<i>Leirbotnar, gufurennslí úr djúpum holum.</i>	15
Mynd 16	<i>Leirbotnar, vatnsrennslí úr djúpum holum.</i>	15
Mynd 17	<i>Suðurhlíðar, gufurennslí úr holum.</i>	16
Mynd 18	<i>Suðurhlíðar, vatnsrennslí úr holum.</i>	16
Mynd 19	<i>Hvíthólkif, gufurennslí úr holu KJ-21.</i>	17
Mynd 20	<i>Hvíthólkif, vatnsrennslí úr holu KJ-21.</i>	17
Mynd 21	<i>Vesturhlíðar, gufurennslí úr holum.</i>	18
Mynd 22	<i>Vesturhlíðar, vatnsrennslí úr holum.</i>	18
Mynd 23	<i>Leirbotnar, grunnar holur. Árleg vinnsla og vermi.</i>	19
Mynd 24	<i>Leirbotnar, djúpar holur. Árleg vinnsla og vermi.</i>	20
Mynd 25	<i>Suðurhlíðar Kröfli. Árleg vinnsla og vermi.</i>	20
Mynd 26	<i>Hvíthólkif. Árleg vinnsla og vermi.</i>	21
Mynd 27	<i>Vesturhlíðar Kröfli. Árleg vinnsla og vermi.</i>	21
Mynd 28	<i>Kröflusvæði. Árleg vinnsla og vermi.</i>	22
Mynd 29	<i>Kröflusvæði. Árleg gufuvinnsla og frárennslí.</i>	23
Mynd 30	<i>Flæðirit fyrir Kröflustöð í lok júní 2014 (án KJ-09 og KJ-28)</i>	29
Mynd 31	<i>Kröflusvæði. Árleg losun koldíoxiðs (CO_2).</i>	31
Mynd 32	<i>Kröflusvæði. Árleg losun brennisteinsvetnis (H_2S).</i>	32
Mynd 33	<i>Styrkur CO_2 og H_2S í vinnslugufu Kröflustöðvar.</i>	33
Mynd 34	<i>Leirbotnar, grunnar holur, SiO_2 í vatni á móti tíma.</i>	38
Mynd 35	<i>Leirbotnar, grunnar holur, Ca í vatni á móti tíma.</i>	39
Mynd 36	<i>Leirbotnar, djúpar holur, CO_2 í gufu á móti tíma.</i>	40
Mynd 37	<i>Leirbotnar, djúpar holur, H_2S í gufu á móti tíma.</i>	41
Mynd 38	<i>Leirbotnar, djúpar holur, SiO_2 í vatni á móti tíma.</i>	41
Mynd 39	<i>Leirbotnar, djúpar holur, SO_4 í vatni á móti tíma.</i>	42
Mynd 40	<i>Leirbotnar, djúpar holur, Cl í vatni á móti tíma.</i>	42
Mynd 41	<i>Suðurhlíðar, CO_2 í gufu á móti tíma.</i>	43
Mynd 42	<i>Suðurhlíðar, Cl í vatni á móti tíma.</i>	44
Mynd 43	<i>Hvíthólkif, vermi á móti tíma.</i>	45
Mynd 44	<i>Hvíthólkif, SiO_2 í vatni á móti tíma.</i>	46
Mynd 45	<i>Hvíthólkif, CO_2 í gufu á móti tíma.</i>	46
Mynd 46	<i>Hvíthólkif, H_2S í gufu á móti tíma.</i>	47
Mynd 47	<i>Hvíthólkif, H₂ í gufu á móti tíma.</i>	47
Mynd 48	<i>Vesturhlíðar Kröfli, CO_2 í gufu á móti tíma</i>	48
Mynd 49	<i>Vesturhlíðar Kröfli, H₂ í gufu á móti tíma</i>	49
Mynd 50	<i>Vesturhlíðar Kröfli, SO_4 í vatni á móti tíma.</i>	49
Mynd 51	<i>Bjarnarflag, gufurennslí úr holum.</i>	51
Mynd 52	<i>Bjarnarflag, vatnsrennslí úr holum.</i>	51
Mynd 53	<i>Bjarnarflag. Árleg vinnsla og vermi.</i>	52
Mynd 54	<i>Bjarnarflag. Árleg gufuvinnsla og frárennslí.</i>	53
Mynd 55	<i>Flæðirit fyrir Bjarnarflagsstöð júní 2014</i>	54
Mynd 56	<i>Bjarnarflag. Árleg losun koldíoxiðs (CO_2).</i>	56
Mynd 57	<i>Bjarnarflag. Árleg losun brennisteinsvetnis (H_2S).</i>	57
Mynd 58	<i>Bjarnarflag, CO_2 í gufu á móti tíma.</i>	61
Mynd 59	<i>Bjarnarflag, H_2S í gufu á móti tíma.</i>	62
Mynd 60	<i>Bjarnarflag, Cl í vatni á móti tíma.</i>	62

1. Inngangur

Í júlímánuði árið 2014 voru tekin vatns- og gufusýni úr samtals 20 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

Hvíthólkif: KJ-21

Leirbotnar: KG-05, KJ-09 KG-13, KG-24, KJ-27 og KJ-28

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 og KT-40.

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

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

Að auki var safnað sýnum úr vinnslurásum Kröflustöðvar þ.e. millieimsvala og gasútblæstri, háþrysti- 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 hafði umsjón með afkastamælingum og sýnatöku og tók saman þessa skýrslu.

Ásgerður K. Sigurðardóttir og Baldur Brynjarsson aðstoðuðu við framkvæmd sýnatöku og afkastamælinga og efnagreindu sýnin.

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 vaktmönum 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 2014.

Raforkuframleiðsla hverflanna er sýnd á mynd 1. Hverfill 1 var í gangi í 347 daga á árinu. Framleiðsla hans var að jafnaði um 28,7 MW. Orkuframleiðslan var 860 TJ á árinu. Framleiðsla hverfils 2 var að jafnaði um 28,7 MW en hann gekk í 326 daga og orkuframleiðslan var 809 TJ. Samtals var raforkuframleiðsla stöðvarinnar 1669 TJ.

Afkost virkjunarinnar voru um 56 MW í upphafi árs. Vegna bágrar vatnsstöðu í lónum var holum KJ-9 og KJ-28 hleypt upp og þær tengdar stöðinni. Við það jókst framleiðslan um tæp 2 MW. Þegar holunum var lokað í byrjun júní minnkuðu afköstin í um 55 MW að meðaltali. Eftir viðhaldsstopp fór framleiðslan í rúm 60 MW. Í viðhaldsstoppinu voru gerðar endurbætur á gaslosunarbúnaði stöðvarinnar sem skýrir aflaukninguna að hluta. Breyttar tengingar og tímabundin aflaukning borhola við Víti er einnig líkleg skýring. Aflaukningin gekk að hluta til baka og í lok árs framleiddi stöðin um 58 MW

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

Enginn meðburður borholuvatns mældist í háþrýstigunni.

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 %, samanborið við 0,91 % árið 2013. Heildargasstreymi inn í stöðina reiknast 1,20 kg/s samanborið við 1,22 kg/s í fyrra.

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. Það láðist þó að taka sýni úr vél 2.

Hitastig í eimsvala er sýnt á mynd 4, eimsvalaþrýstingur á mynd 5 og hiti gass á mynd 6.

Gasstyrkur var mældur reglulega með rúmmálsmælingu í háþrýstigufu (sjá mynd 7). Gasstyrkur mældist að jafnaði um 0,95 % en minnkaði í 0,75 % þegar lokað var fyrir holurnar við Víti en þær eru gasríkar. Gas í lágþrýstigunni var ómælanlegt með rúmmálsaðferð.

Í byrjun árs reiknaðist orkunýtni vélar 1 um 62,5% og varmanýtnin 17% sem er jafnt uppgefinni nýtni hverflanna¹. Þegar holur KJ-9 og KJ-28 voru tengdar þá minnkaði varmanýtnin í 16%. Eftir viðhaldsstopp reiknaðist orkunýtnin meiri en áður eða um 65%, væntanlega vegna betri

¹ 1. Útreikningar

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

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}	Vermi há- og lágþrýstigufu við inntaksþrýsting (kJ/kg)
H_{ES}	Vermi gufu við móþrýsting í eimsvala miðað við óbreitta entrópiú (kJ/kg).
Q_{HP}	Rennsli há- og lágþrýstigufu (kg/s).

gassogsbúnaðar, en hafði minnkað í 64% í lok árs. Ekki var hægt að reikna nýtni fyrir vél 2 því gufumælar voru óvirkir. Sjá myndir 8 og 9.

Mynd 10 sýnir hitastig kælivatnsins og mynd 11 sýrustig. Sýrustigi kælivatnsins er stjórnað með íblöndun skiljuvatns sem leitt er frá lágþrýstiskiljum. Sýrustig vatnsins var nokkuð breytilgt vegna þess að yfir stóðu rannsóknir á myndun brennisteins í kælivatninu við m.a. breytilegt rennsli skiljuvatns og lútaríblöndun.

Tafla 1 Kröflustöð, efnagreining gufu inn í stöð, sýnataka 2014-07-10

	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	114,4	9040	1243	36,9	15,3	2,54		1,03
Lþ-Gufa	20,6	840	317	0,4	7,1	0,88	0,27	0,12
Samtölur	135	7789	1102	31,3	14	2,29	0,27	0,89

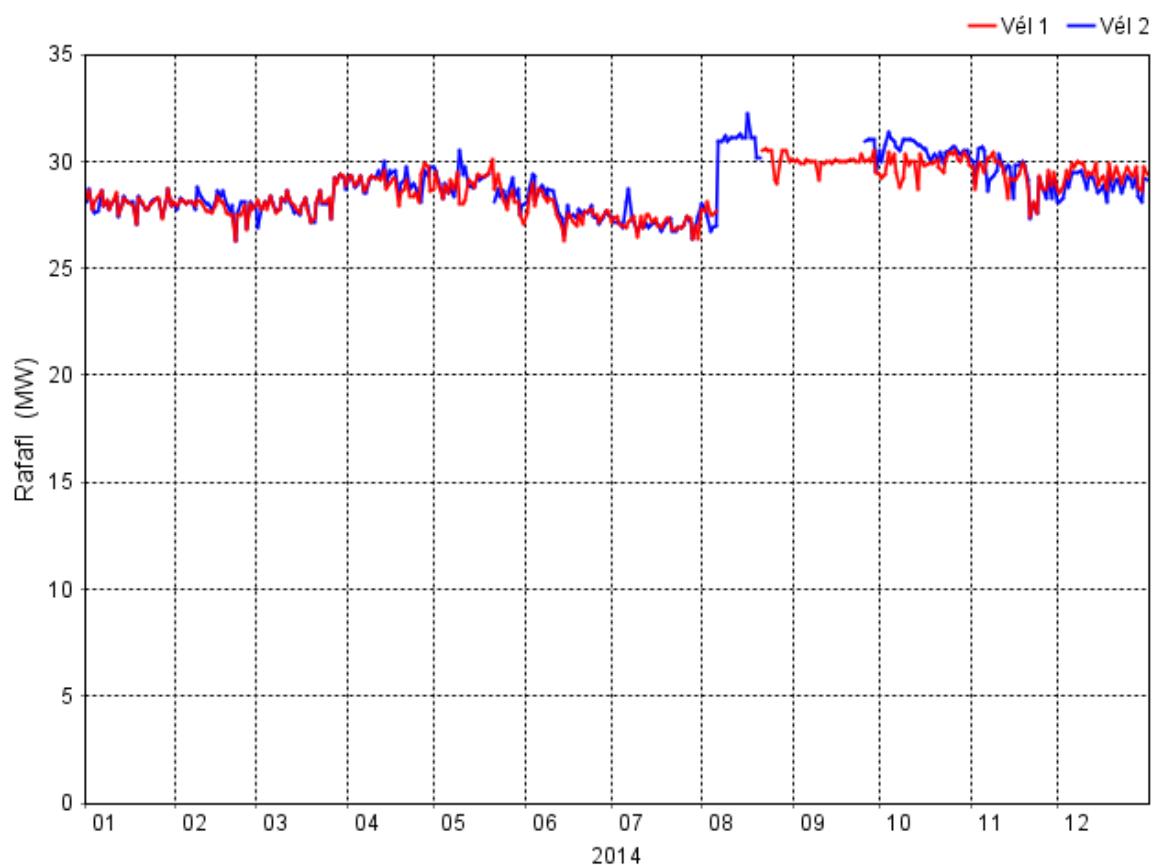
Tafla 2 Kröflustöð, efnagreining gass, sýnataka 2014-07-10

	CO ₂	H ₂ S	H ₂	O ₂	N ₂	CH ₄	Ar
Nafn	%	%	%	%	%	%	%
Hþ-Gufa	78,73	13,98	7,02		0,21	0,06	0,00
Lþ-Gufa	56,93	27,74	5,89		7,60	1,64	0,20
Millieimsvali 1	72,38	11,14	6,34	2,95	6,85	0,08	0,26
Gas 1	59,80	8,09	4,80	6,10	20,81	0,03	0,37
Millieimsvali 2	70,23	11,23	5,87	3,39	8,93	0,05	0,30
Gas 2	54,64	8,72	5,05	7,20	23,92	0,06	0,41

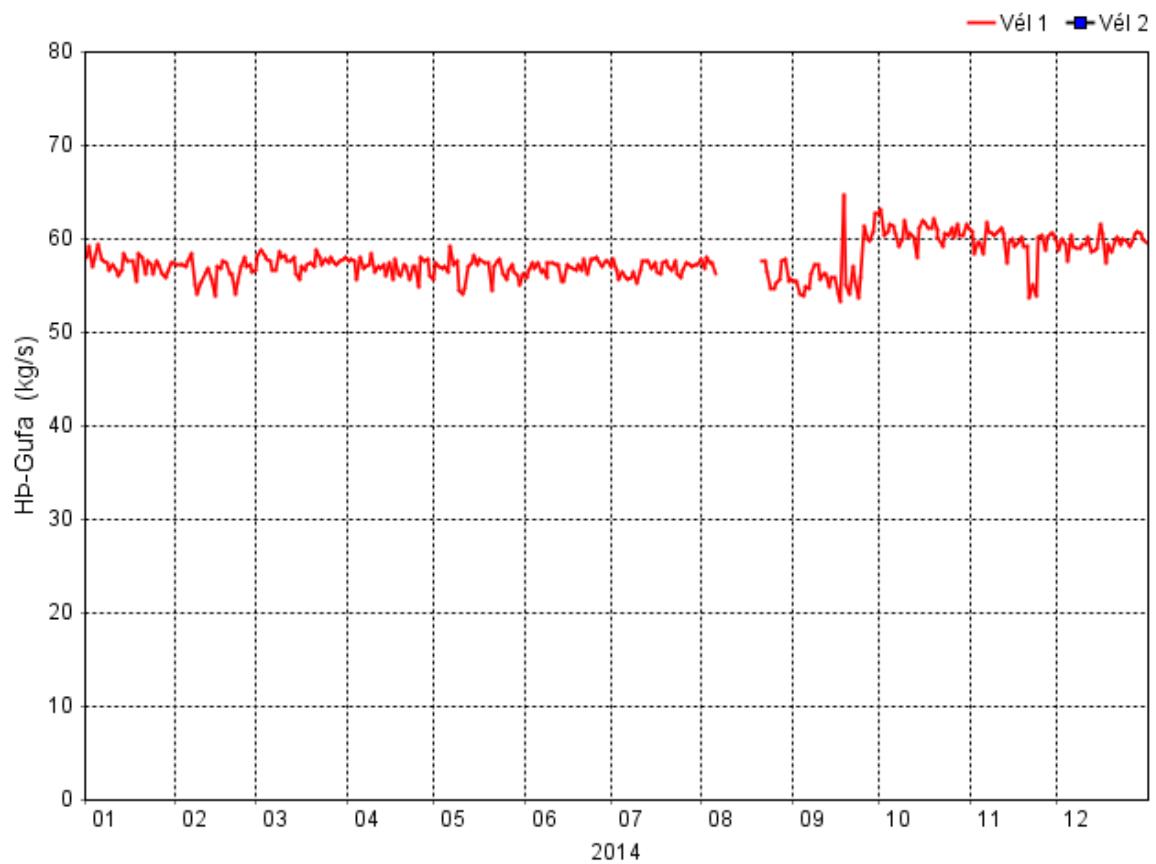
Tafla 3 Kröflustöð, efnagreining kælivatns, sýnataka 2014-07-10

Nafn	Hitastig	pH	Basi	CO ₂	H ₂ S	SiO ₂	Na	SO ₄	Raf-leiðni	SS
	°C		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	μS/cm	mg/kg
Eimsvali 1	40,7	5,51	1,7	30,6	5,4		8,5	44,3		17,8
Eimsvali 2										
Kæliturn 1	21,8	7,59	11,0	30,2	0,0		10,3	42,4		12,8
Kæliturn 2										

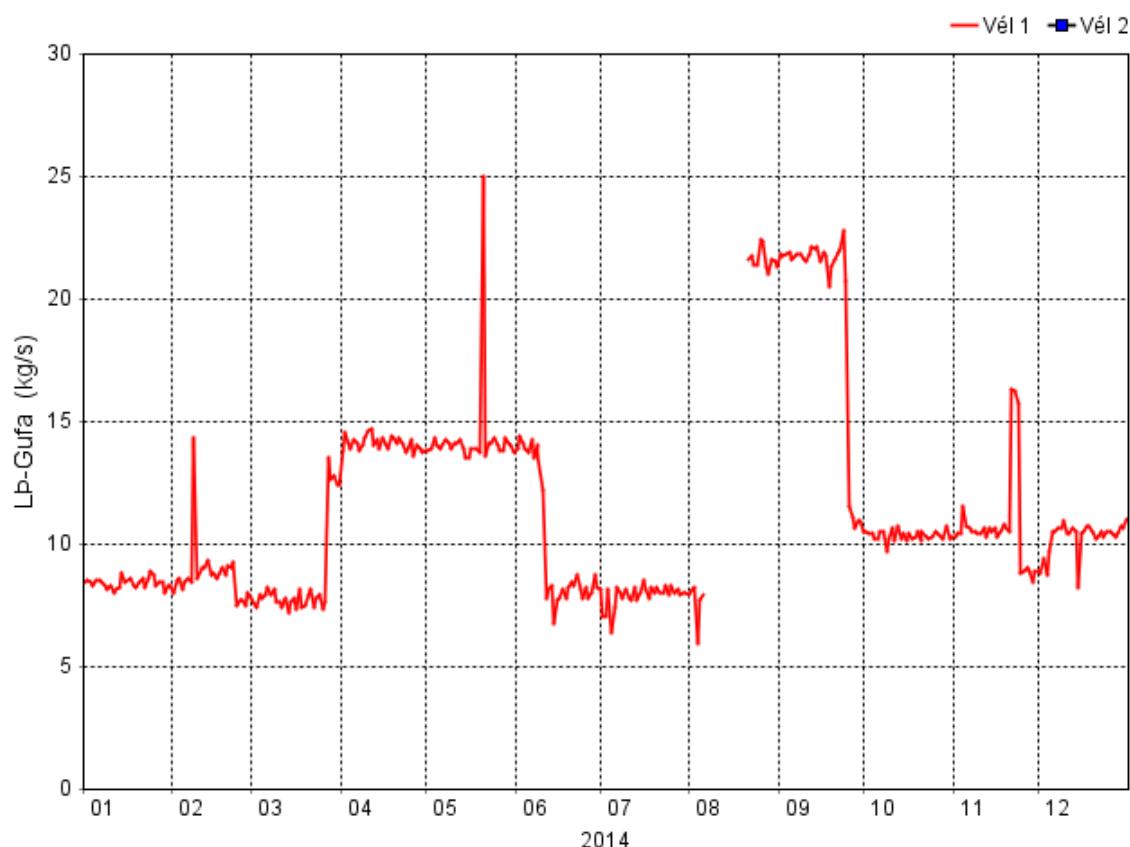
SS=brennisteinn



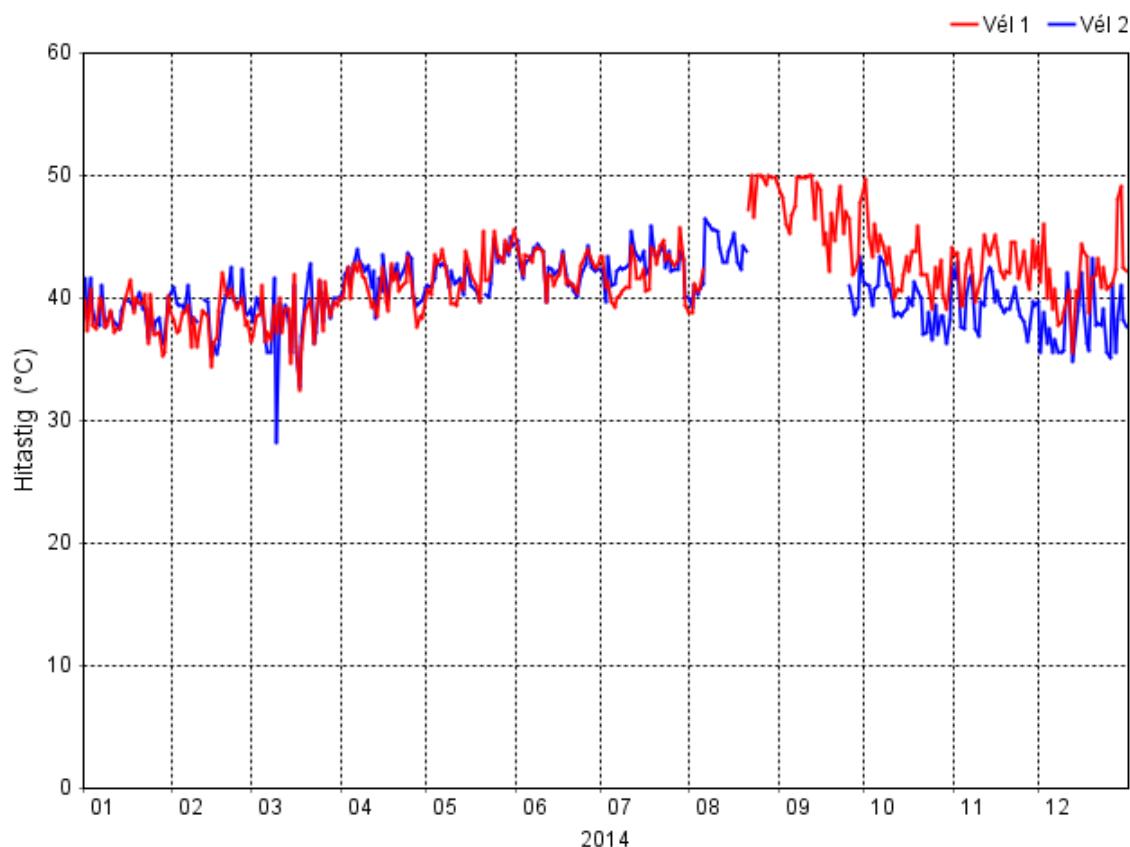
Mynd 1 Kröflustöð vél 1 og 2. Raforkuframleiðsla árið 2014.



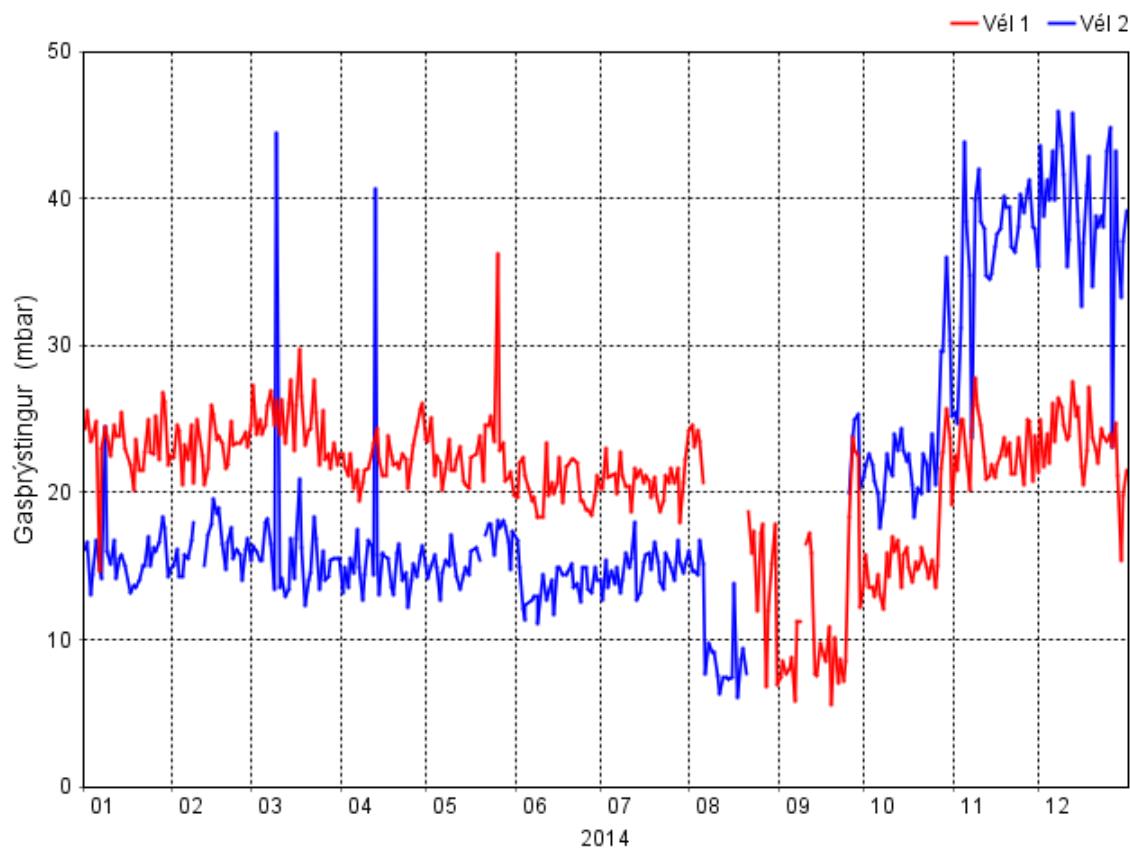
Mynd 2 Kröflustöð vél 1 og 2. HP-gufa árið 2014.



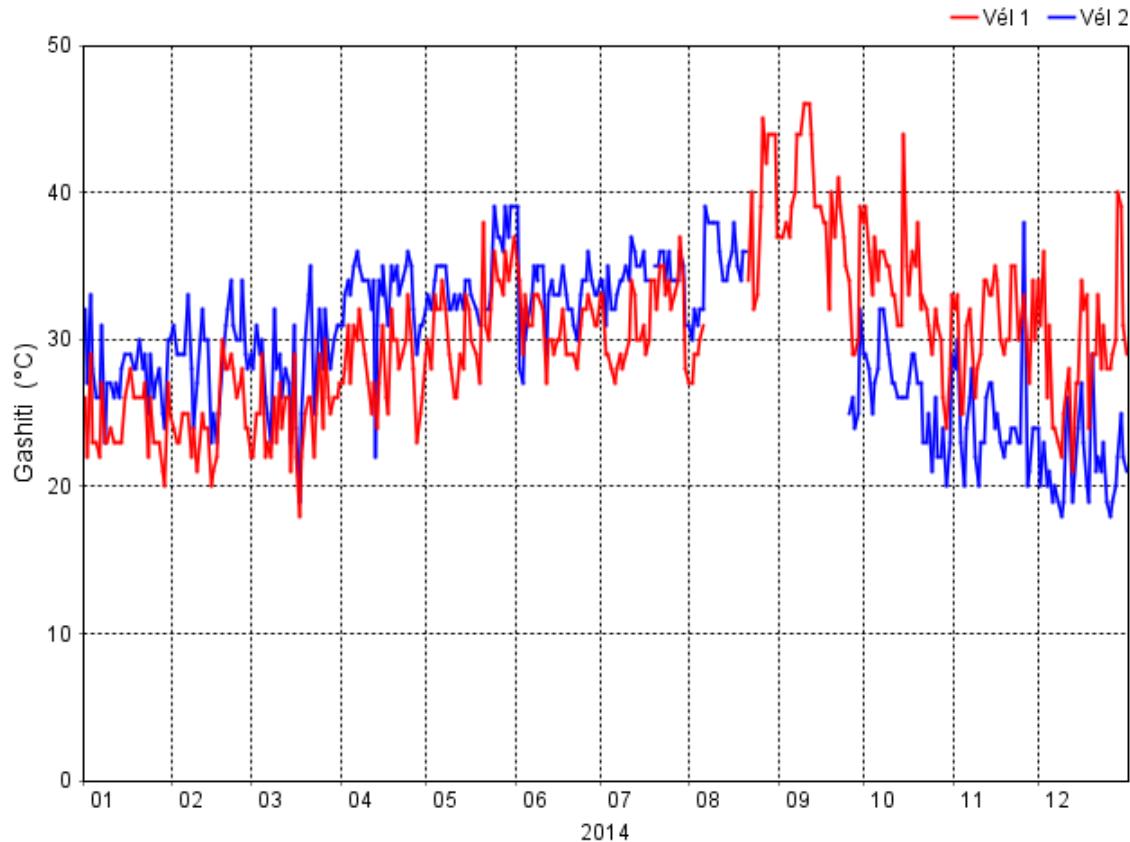
Mynd 3 Kröflustöð vél 1 og 2. Lp-gufa árið 2014.



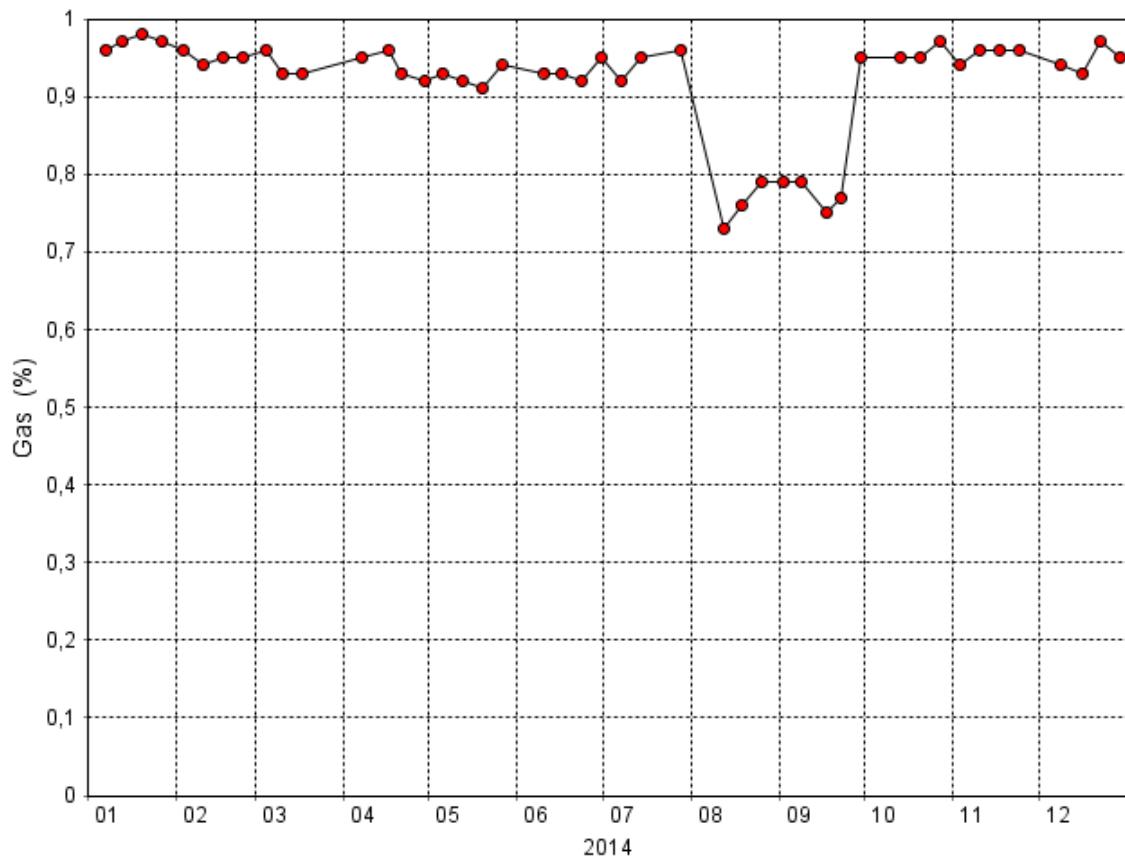
Mynd 4 Kröflustöð vél 1 og 2. Hitastig í eimsvala árið 2014.



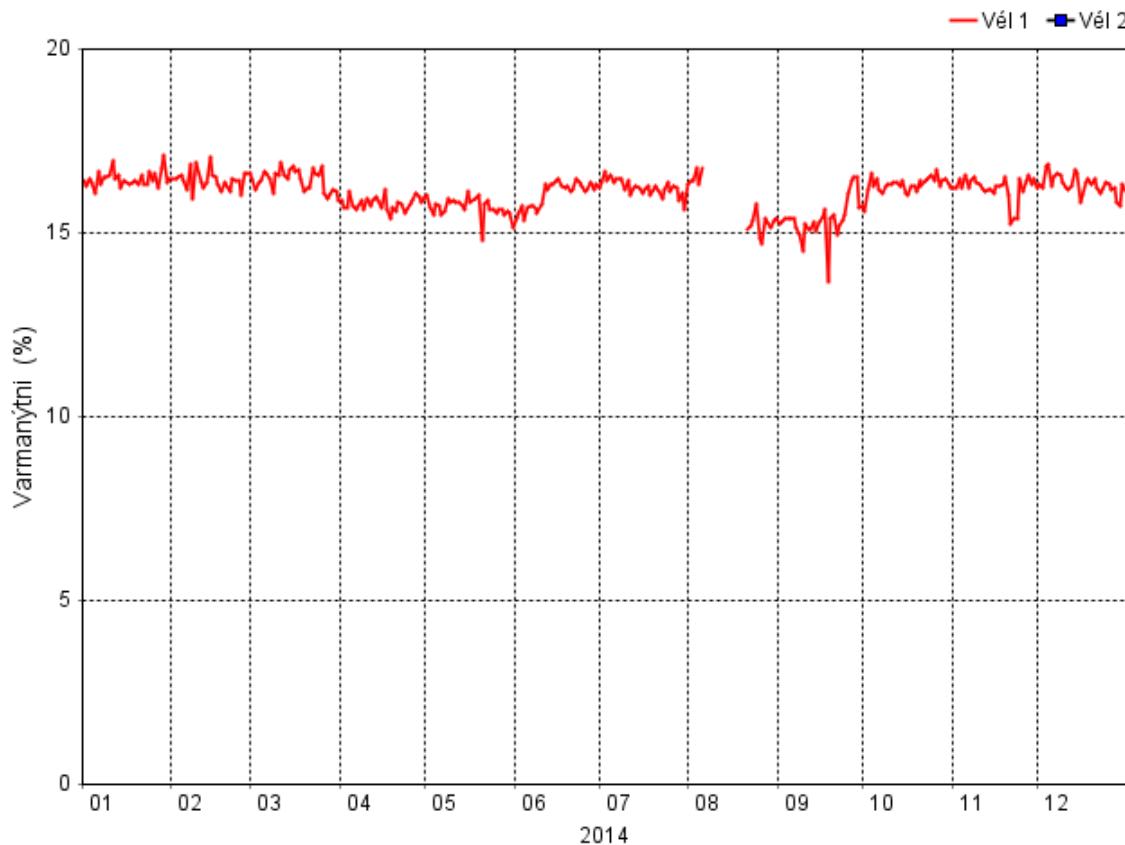
Mynd 5 Kröflustöð vél 1 og 2. Gasprýstingur í eimsvala árið 2014.



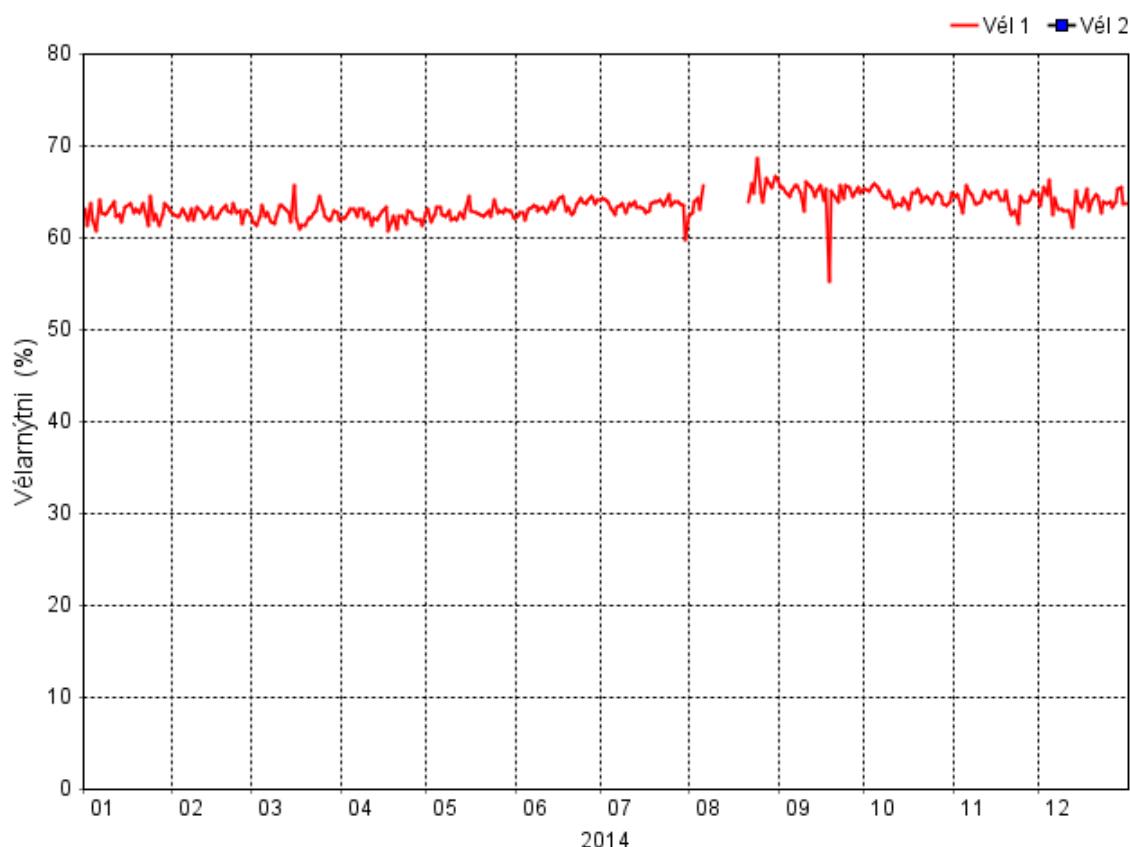
Mynd 6 Kröflustöð vél 1 og 2. Gashiti í eimsvala árið 2014.



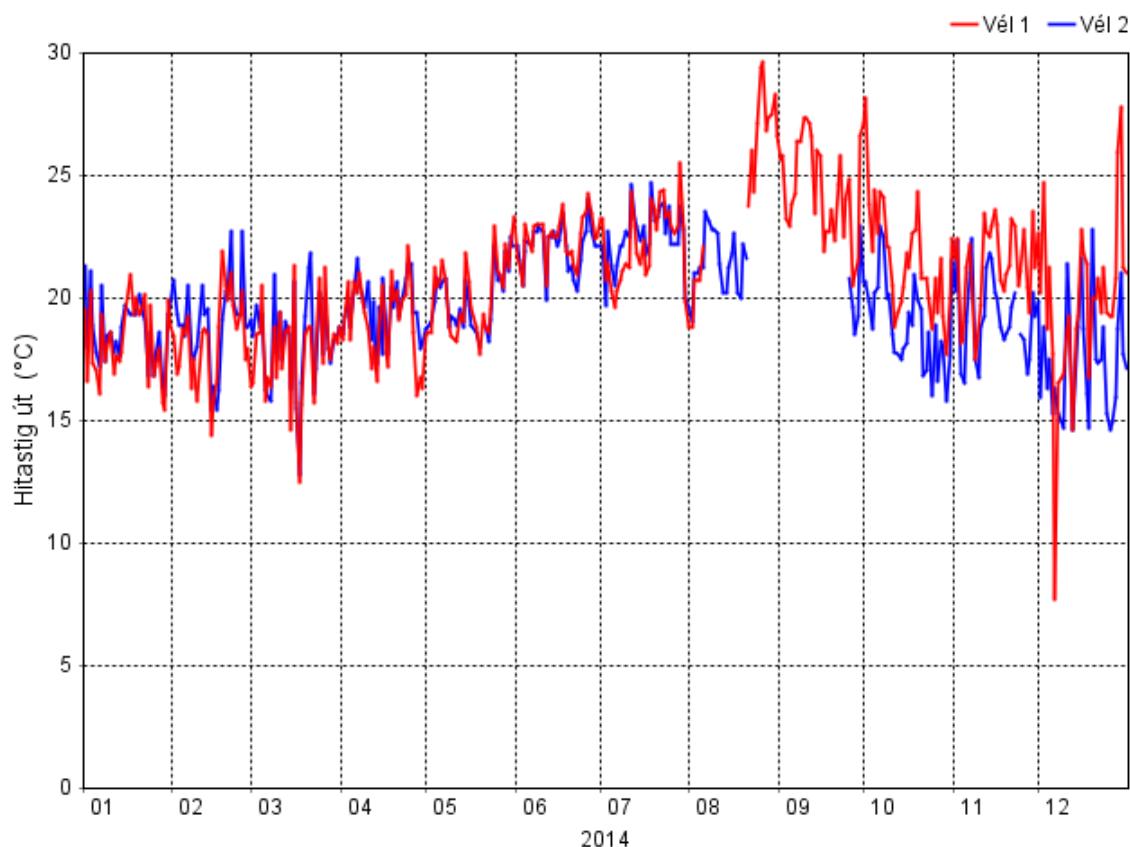
Mynd 7 Kröflustöð. Gas í Hþ-gufu árið 2014.



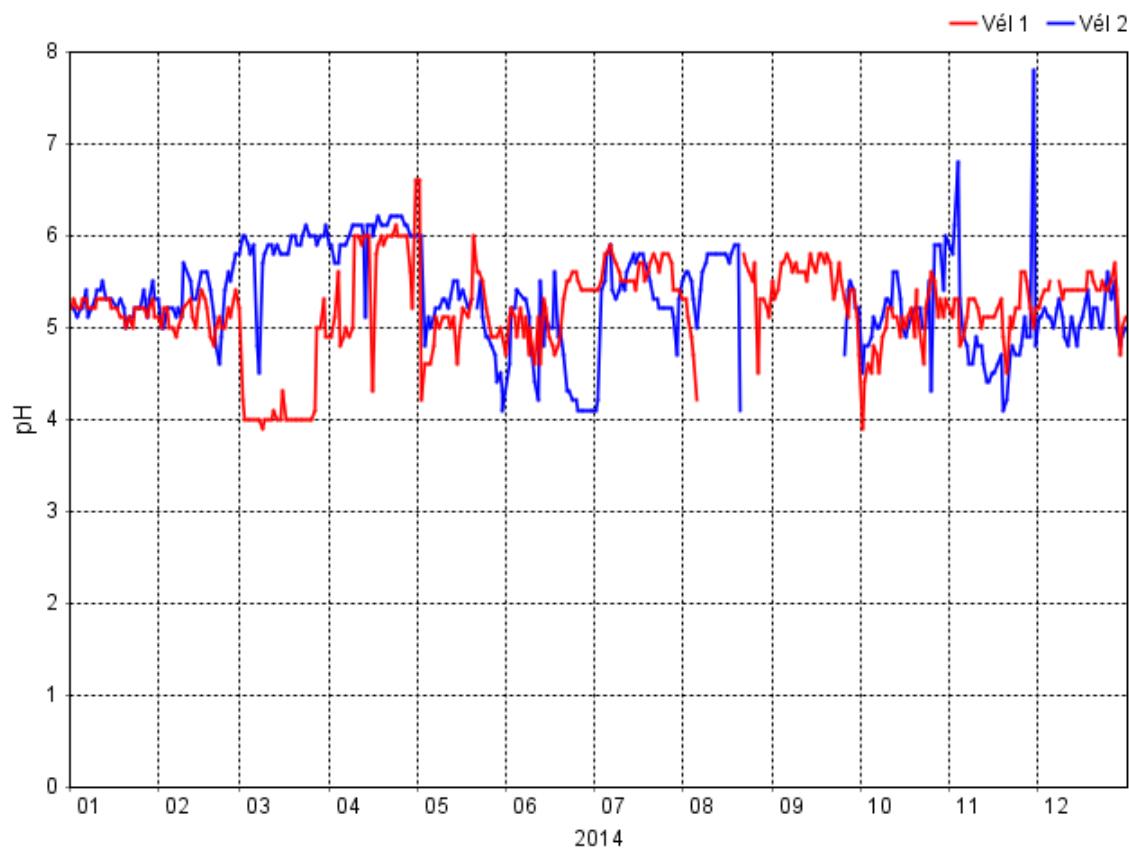
Mynd 8 Kröflustöð vél 1 og 2. Varmanýtni árið 2014.



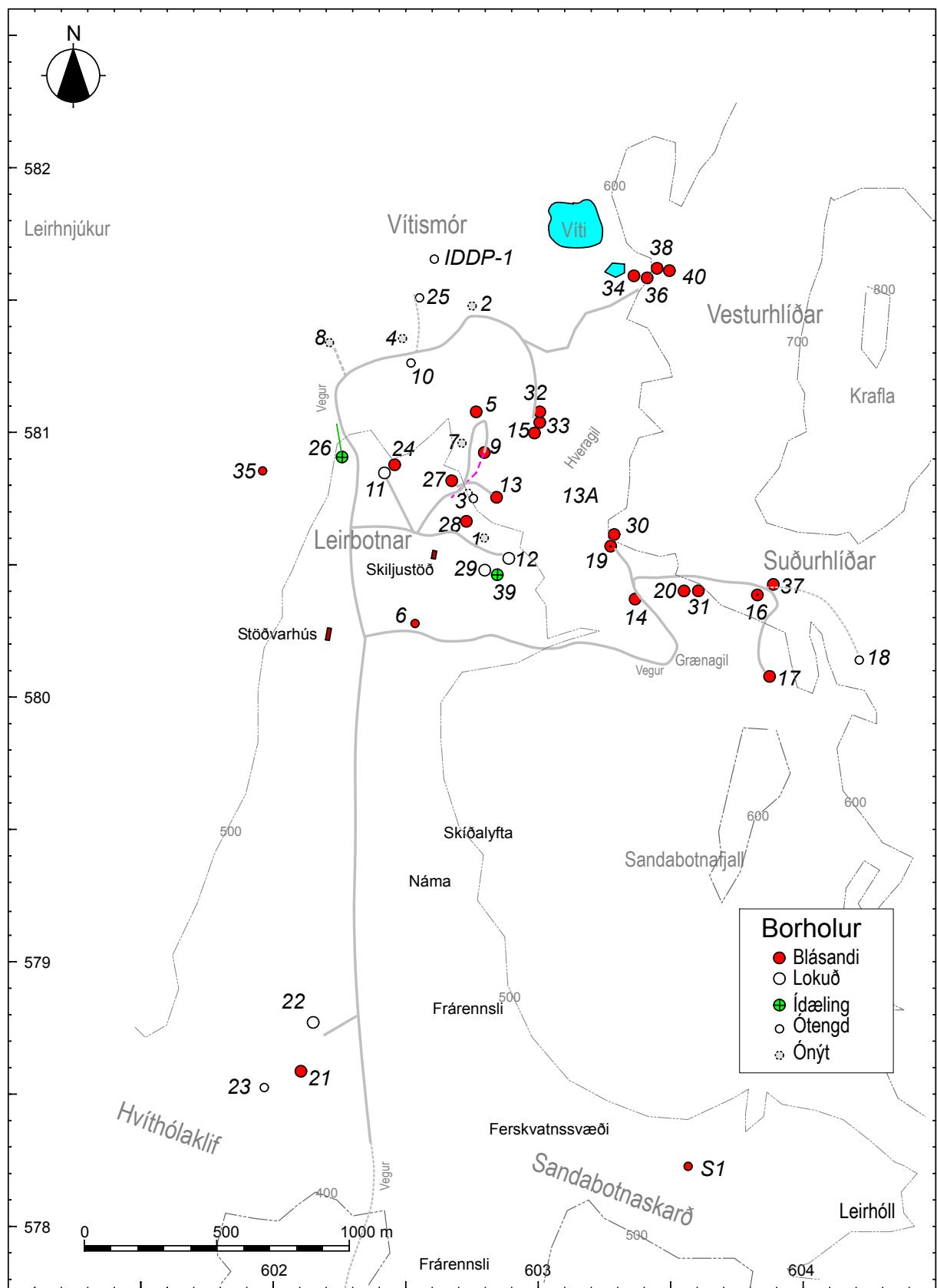
Mynd 9 Kröflustöð vél 1 og 2. Vélarnýtni árið 2014.



Mynd 10 Kröflustöð vél 1 og 2. Hitastig kælivatns árið 2014.



Mynd 11 Kröflustöð vél 1 og 2. Sýrustig kælivatns.



Mynd 12 Blásandi borholur í Kröflu í júní árið 2014.

2.2 Afkastamælingar

2.2.1 Afköst borhola

Afköstin voru ákvörðuð með mælingu á mismunaþrýstingi yfir tvífasa blendu, samhliða vatnsákvörðun með þynningaraðferð. Vatnsákvörðun með þynningaraðferð byggist á því að litarefni er dælt inn í rennslispípuna með jöfnu rennsli og styrkur þess í sýni af vatninu ákvarðaður. Vermi 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 raf afl, 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 júníþyrjun árið 2014 voru 20 holur tengdar Kröflustöð og framleiddu þær 114,4 kg/s af háþrýstigufu og 40,4 kg/s lágþrýstigufu, sem reikningslega nægir til framleiðslu á 62,2 MW af rafmagni. Hluti háþrýstigufunnar er notaður til þess að knýja gasdælur og voru afköst virkjunarinnar því nokkuð minni eða 57 MW.

Háþrýstigufa var óbreytt frá 2013, en lágþrýstigufa mældist 18,7 kg/s meiri en á árið 2013. Holur KJ-9 og KJ-28 voru blásandi vegna lágrar vatnsstöðu í lónum en þær eru tengdar beint inn á lágþrýstiskiljur og framleiða ekki háþrýstigufu.

Tenging KJ-9 og KJ-28 var aðeins skammtímalausn. Þegar holur KJ-9 og KJ-28 var lokað minnkaði lágþrýstigufa í 20,6 kg/s sem samsvarar um 6 MW af minnkun vélar.

Á myndum 14 til 23 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 mikil í frá því að þeim var hleypt upp þar árið 2012. 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. Í ár minnkuðu afköstin nokkuð milli ára, sem stafar af því að holum KJ-9 og KJ-28 var hleypt upp tímabundið sem veldur meiri niðurdrætti í grunna hluta kerfisins.

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

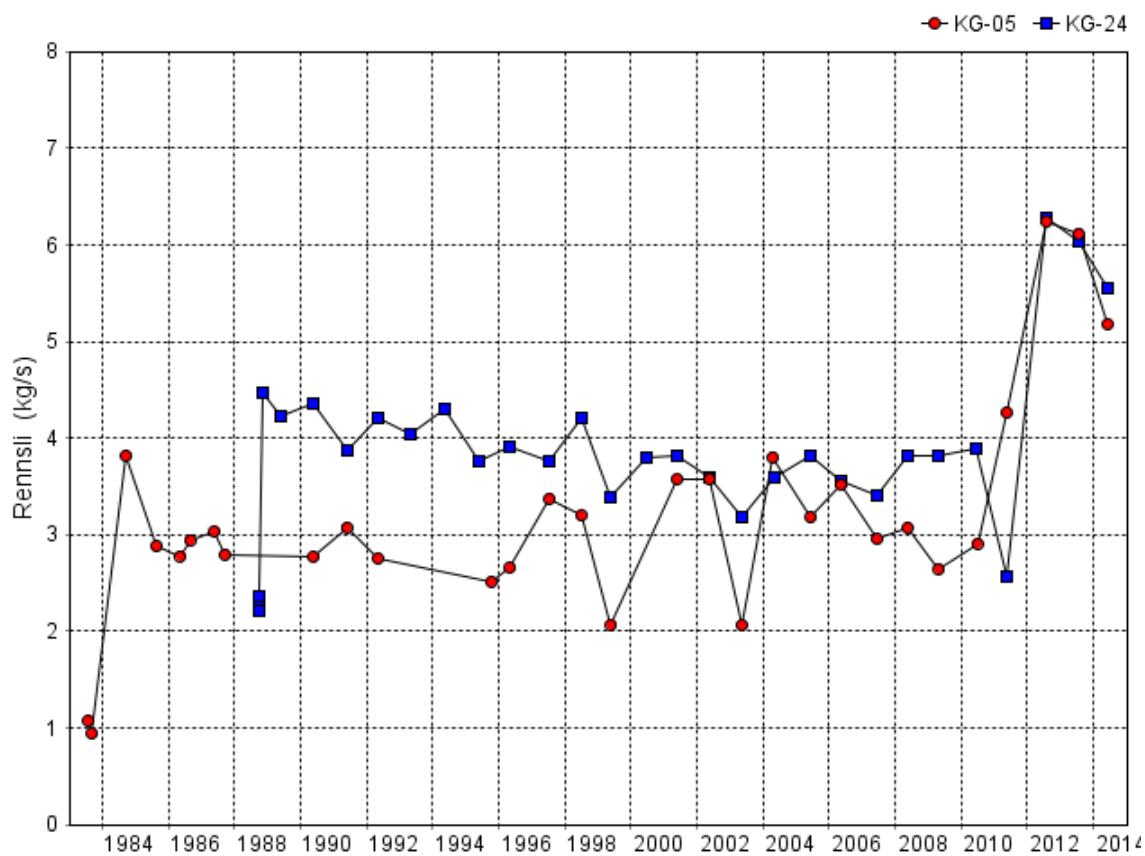
Afköst KJ-14, KJ-31 og KJ-37 í Suðurhlíðum hafa minnkað verulega frá því að þeim var hleypt upp. Þær gefa nú sáralítið afl. Huga ætti að örvinaraaðgerðum á þessum holum. Í framhaldi er æskilegt að þær verði reknar á hærri toppþrýstingi til þess að minnka hættu á uppsuðu og útfellingum í æðum.

Hola KJ-30 minnkaði í aflí frá síðasta ári eins og undanfarin fjögur ár. Milli 2010 og 2011 var afrýrnunin sérstaklega hröð sem getur bent til stíflu eða skemmda í holunni. Merki eru um aukið vatnsrennsli úr KJ-19 sem mögulega tengist niðurdælingu í KJ-39. Sjá myndir 17 og 18.

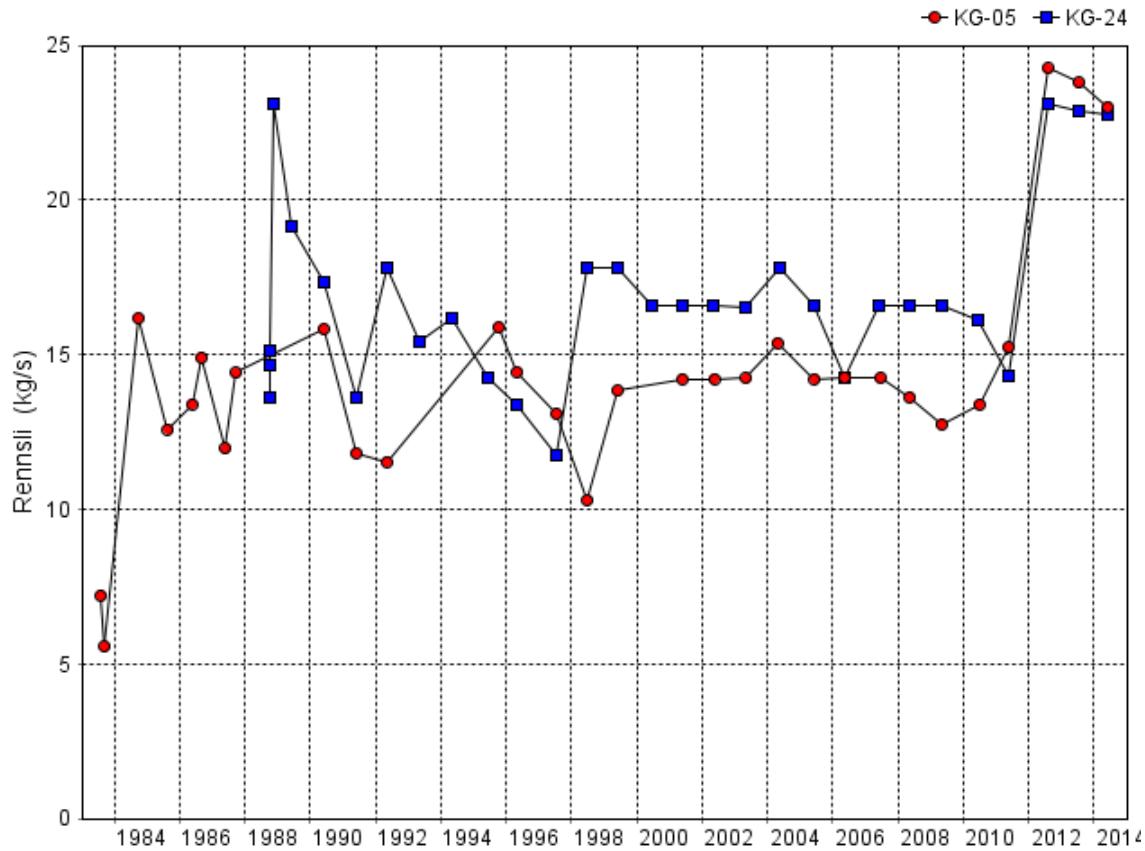
Hola KJ-21 á Hvíthólasvæði jók enn lítilsháttar við sig í aflí eftir afkastaminnkun síðustu ár. Sjá myndir 19 og 20.

Í viðhaldsstoppni var lokað fyrir holurnar á Vesturhlíðasvæðinu, þ.e. KJ-34, KJ-36, KJ-38 og KT-40. Þegar þeim var hleypt upp aftur þá reyndist KJ-34 aflmeiri en fyrir lokun (sjá myndir 21 og 22).

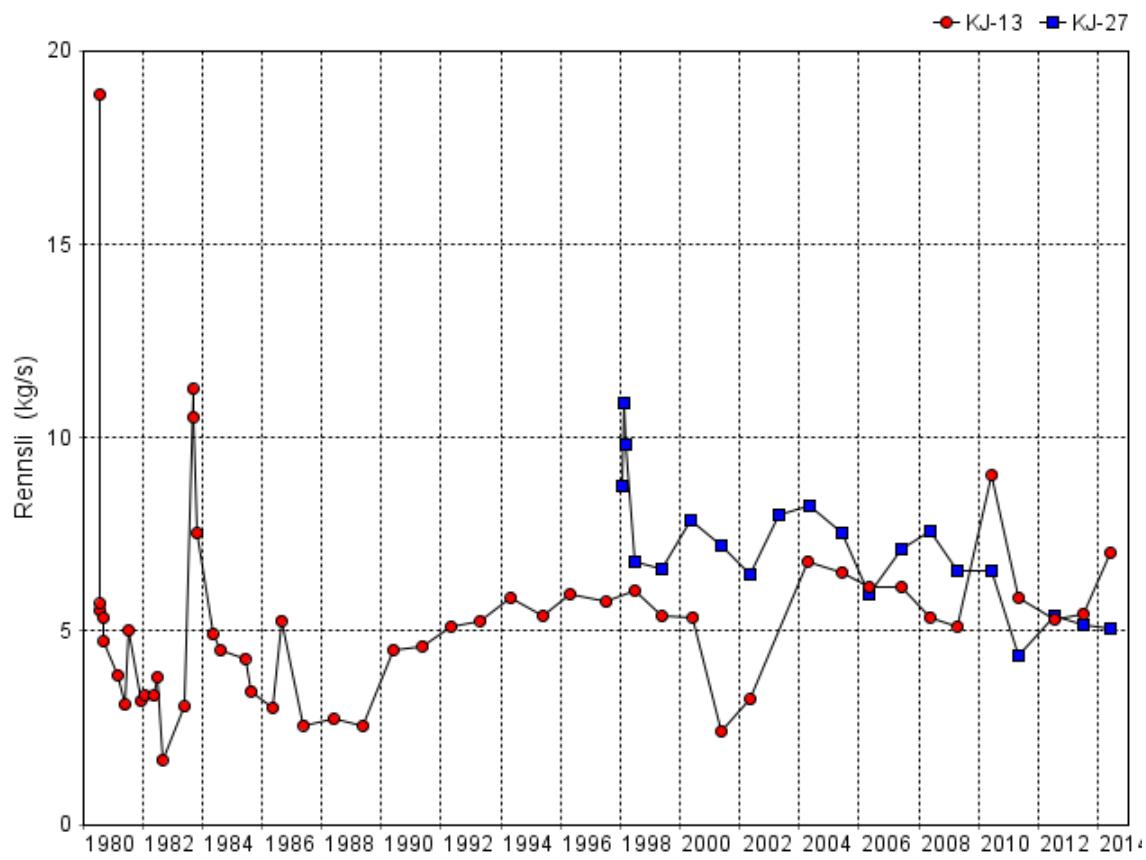
		Heildar			Hþ-Skilja	Lþ-Skilja	Frárennsli		Hverfill
Hola	Tími	Vermi	Rennsli	Varmaa fl	Gufa	Gufa	Gufa	Vatn	Rafafl
		kJ/kg	kg/s	MW	kg/s	kg/s	kg/s	kg/s	MW
KG-05	2014-06-04	921	28,2	21,3		5,2	1,0	22,1	1,7
KG-24	2014-06-03	948	27,8	21,7		5,5	1,0	21,4	1,7
KJ-13	2014-06-03	1570	16,9	23,7	7,0	0,9	0,4	8,6	3,3
KJ-14	2014-06-16	2737	2,9	7,5	2,9	0,0	0,0	0,0	1,3
KJ-16	2010	2660	1,4	3,4	1,3	0,0	0,0	0,0	0,6
KJ-17	2014-06-18	2412	3,3	7,4	2,7	0,1	0,0	0,5	1,2
KJ-19	2014-06-06	1878	3,9	6,7	2,2	0,2	0,1	1,5	1,0
KJ-20	2014-06-16	2692	4,6	11,6	4,4	0,0	0,0	0,1	1,9
KJ-21	2014-06-02	1128	40,4	38,8	8,0	3,0	1,3	28,0	4,4
KJ-27	2014-06-03	1039	32,6	28,4	5,1	2,5	1,1	23,9	3,0
KJ-30	2014-06-06	2720	18,5	47,1	18,0	0,0	0,0	0,4	7,8
KJ-31	2014-06-17	2786	0,8	2,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,3
KJ-32	2014-06-04	1305	36,1	41,1	10,3	2,4	1,0	22,4	5,2
KJ-33	2014-06-17	2433	2,8	6,3	2,3	0,0	0,0	0,4	1,0
KJ-34	2014-06-17	2381	22,2	49,2	18,0	0,4	0,2	3,6	7,9
KJ-36	2014-06-17	2665	10,5	26,2	10,0	0,0	0,0	0,5	4,3
KJ-37	2014-06-19	2730	0,5	1,2	0,5	0,0	0,0	0,0	0,2
KJ-38	2014-06-18	2421	3,5	7,8	2,9	0,1	0,0	0,5	1,3
KT-40	2014-06-18	2479	21,0	48,4	18,0	0,3	0,1	2,6	7,9
	Samtölur	1607	277,9	399,8	114,4	20,6	6,2	136,5	56,0
KJ-09	2014-06-03	1006	22,7	19,0		5,0	0,8	16,9	1,6
KJ-28	2014-06-02	996	68,0	56,3		14,8	2,3	50,9	4,6
	Samtölur	1457	368,6	475,1	114,4	40,4	9,3	204,3	62,2



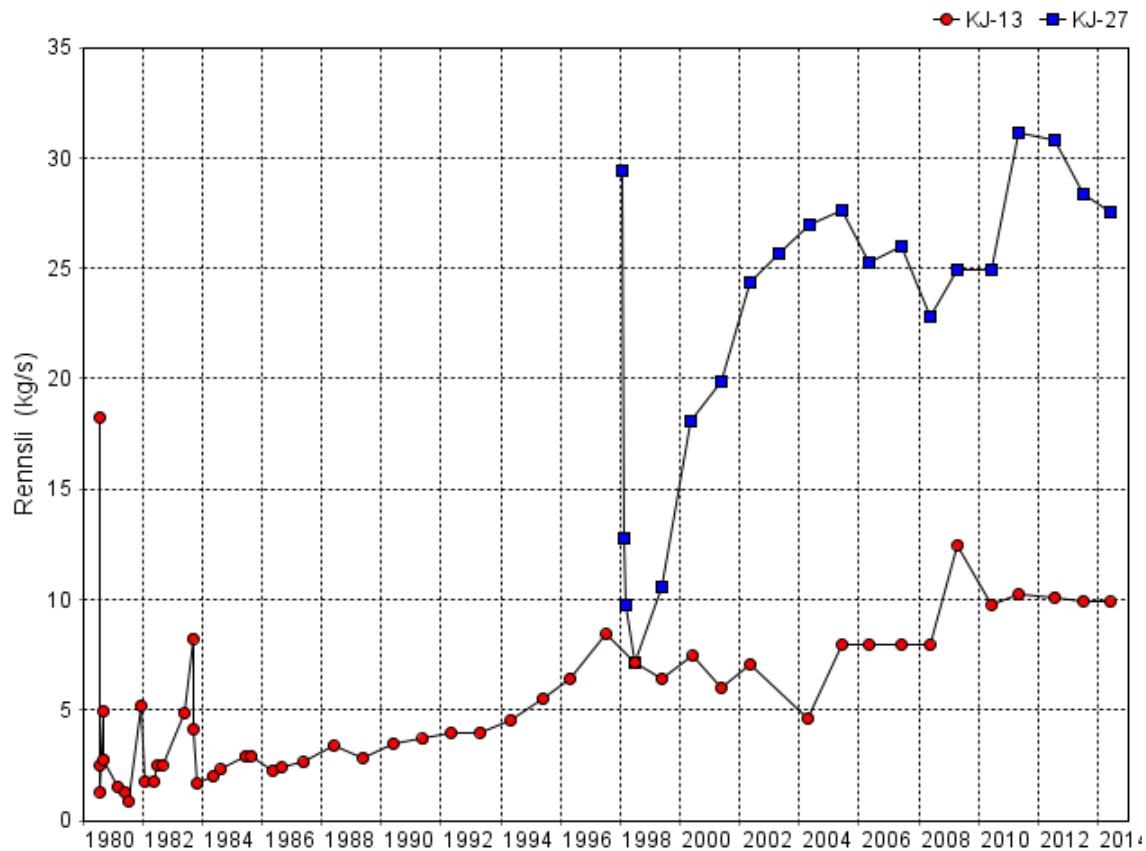
Mynd 13 Leirbotnar, gufurennssi úr grunnum holum.



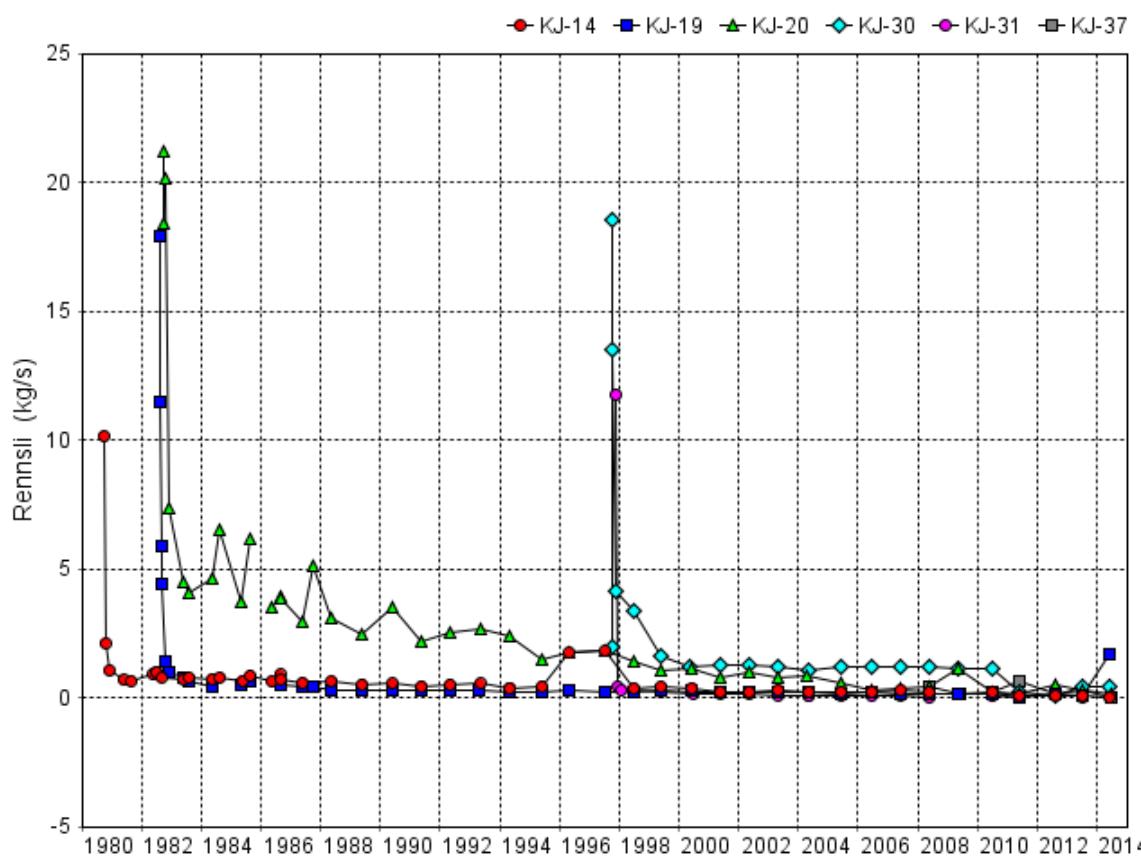
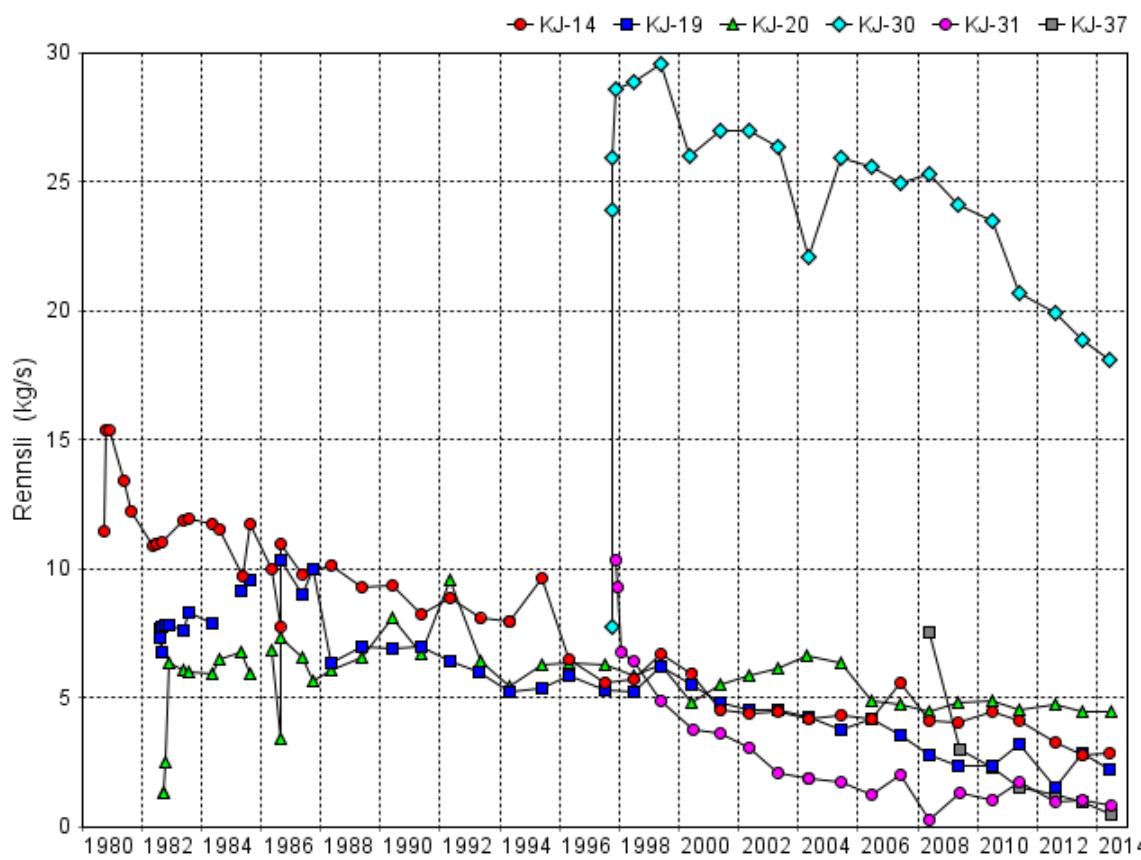
Mynd 14 Leirbotnar, vatnsrennssi úr grunnum holum.

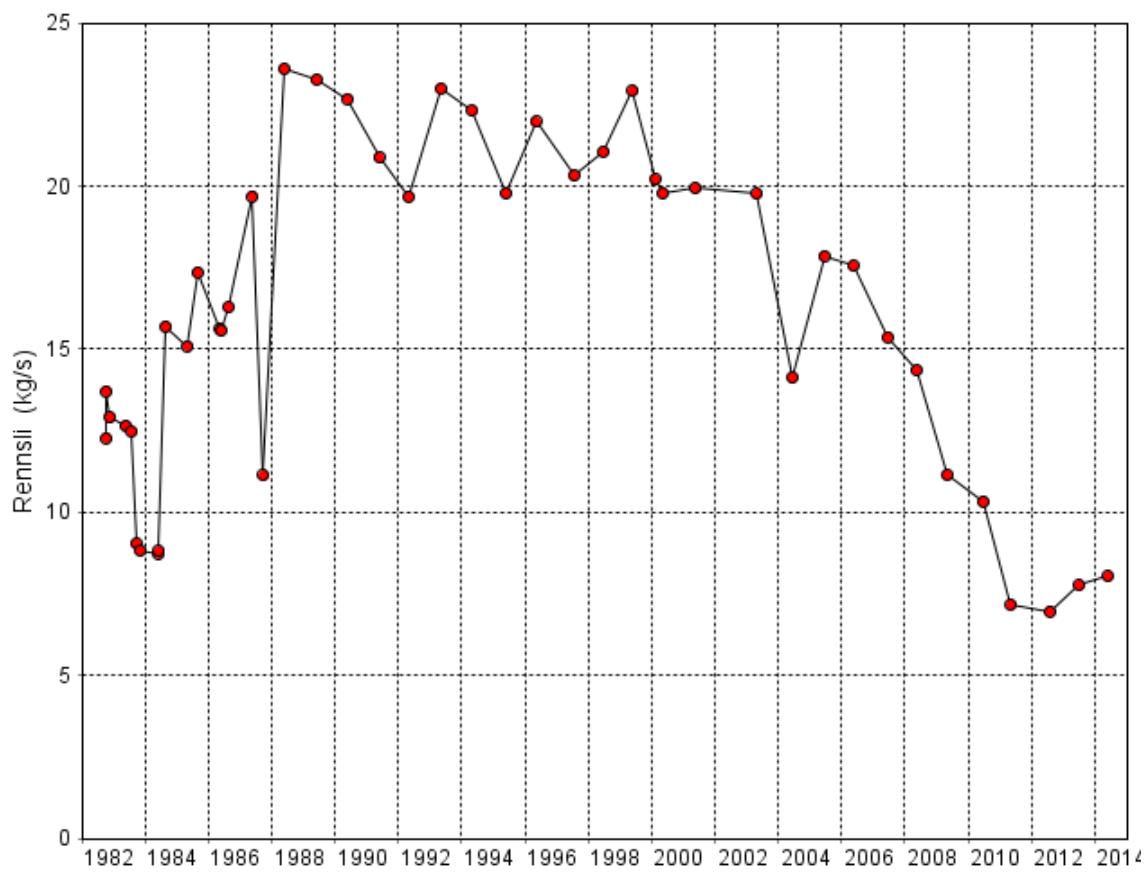


Mynd 15 Leirbotnar, gufurennslí úr djúpum holum.

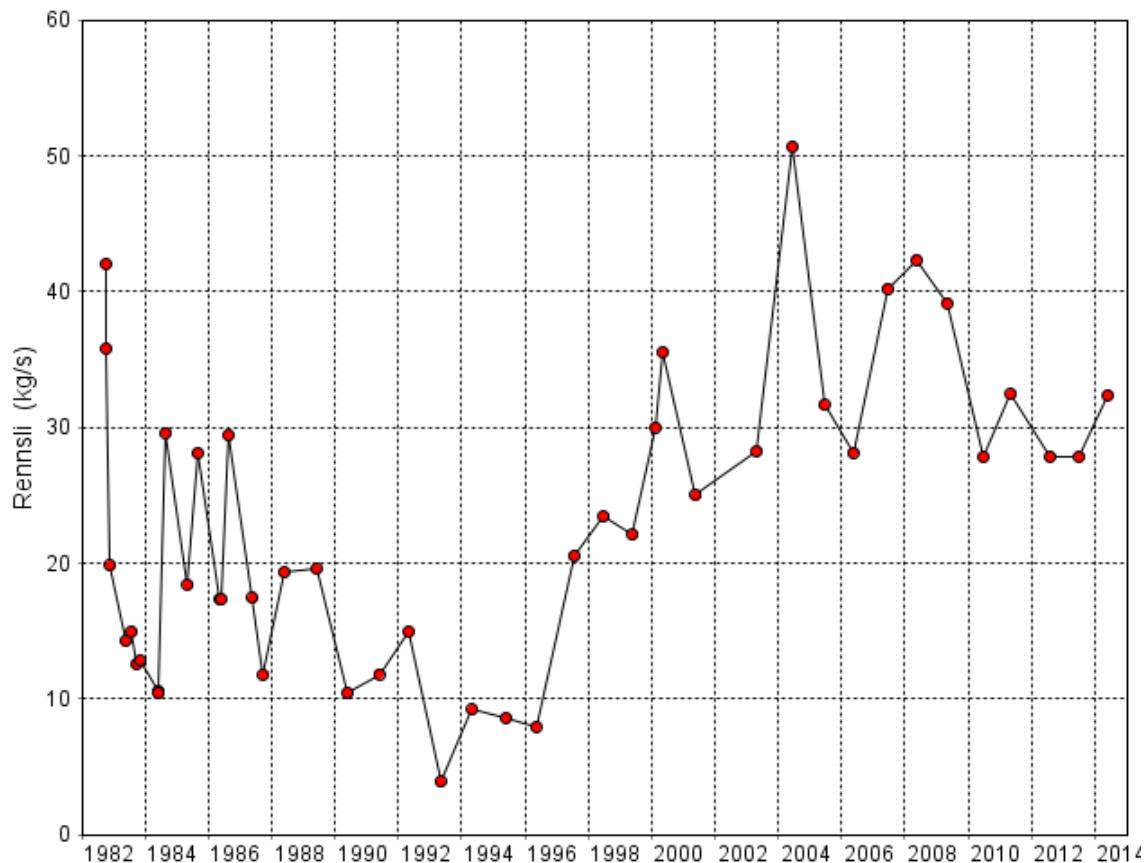


Mynd 16 Leirbotnar, vatnsrennslí úr djúpum holum.

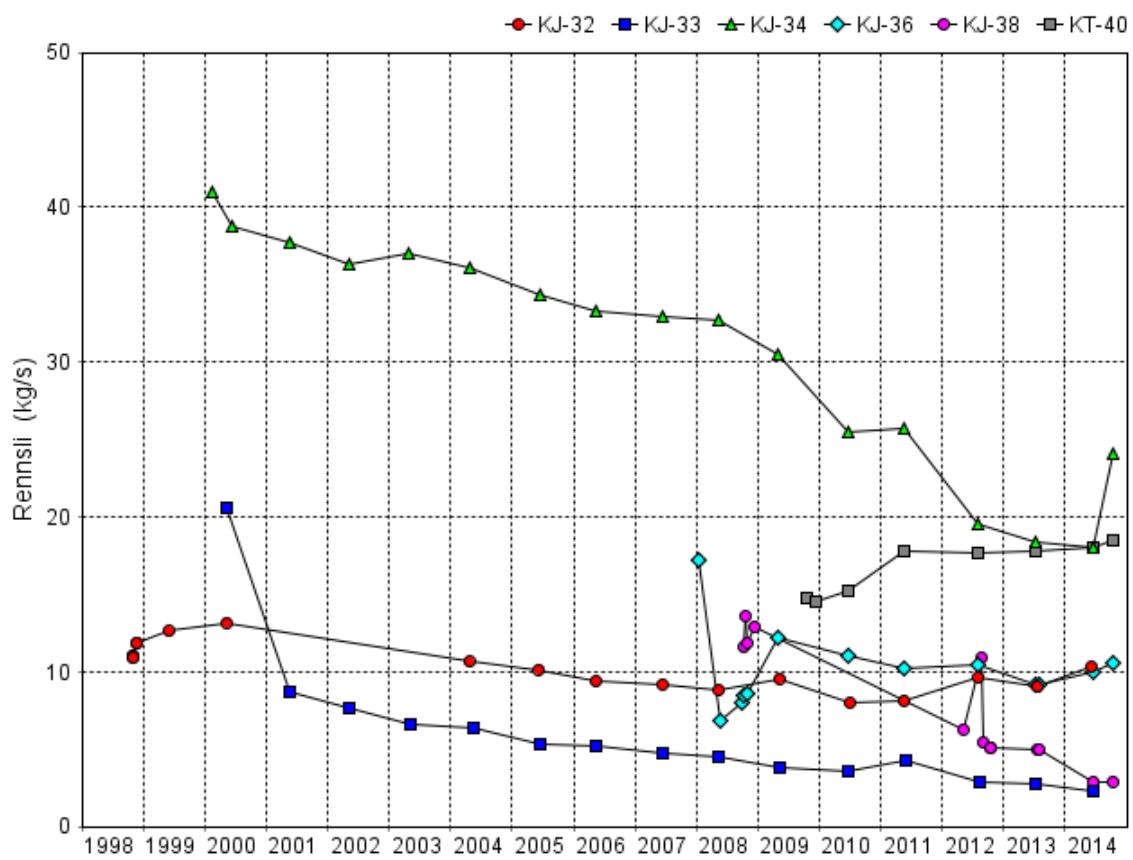




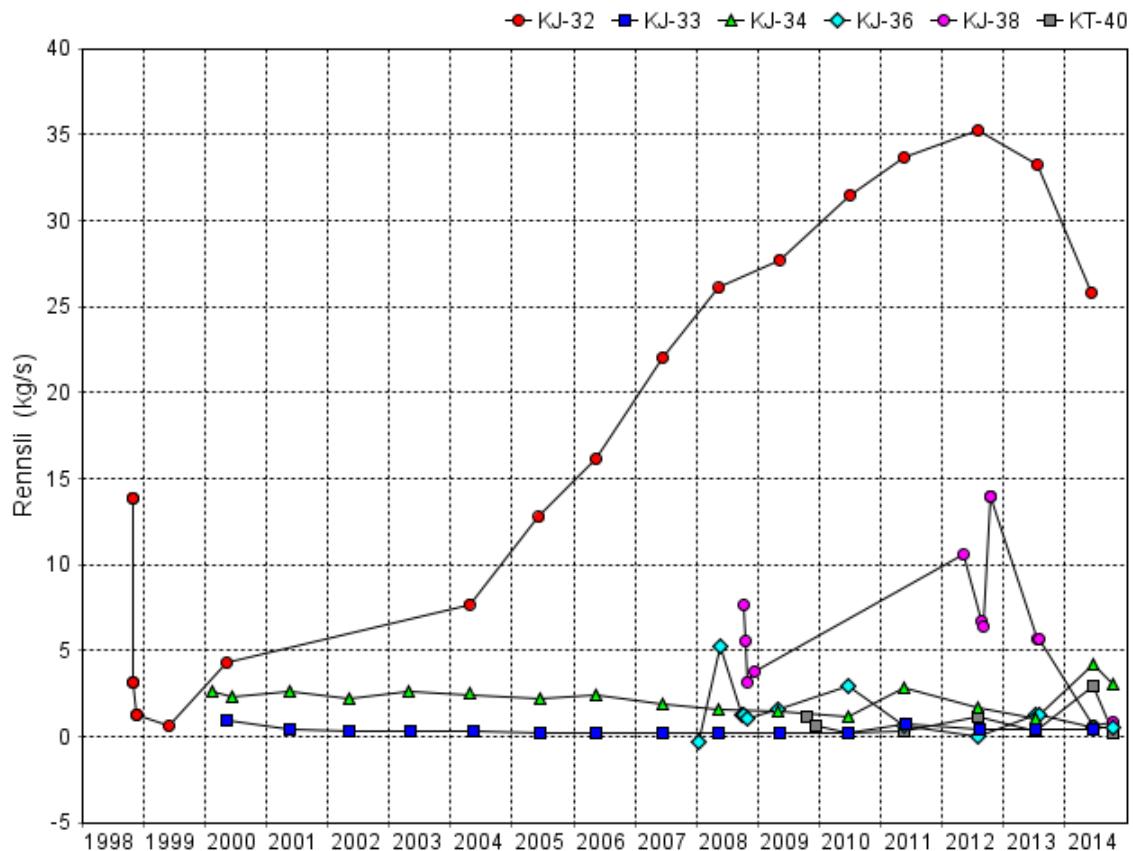
Mynd 19 Hvíthólaklif, gufurennssi úr holu KJ-21.



Mynd 20 Hvíthólaklif, vatnsrennssi úr holu KJ-21.



Mynd 21 Vesturhlíðar, gufurennslri úr holum.



Mynd 22 Vesturhlíðar, vatnsrennslri 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.

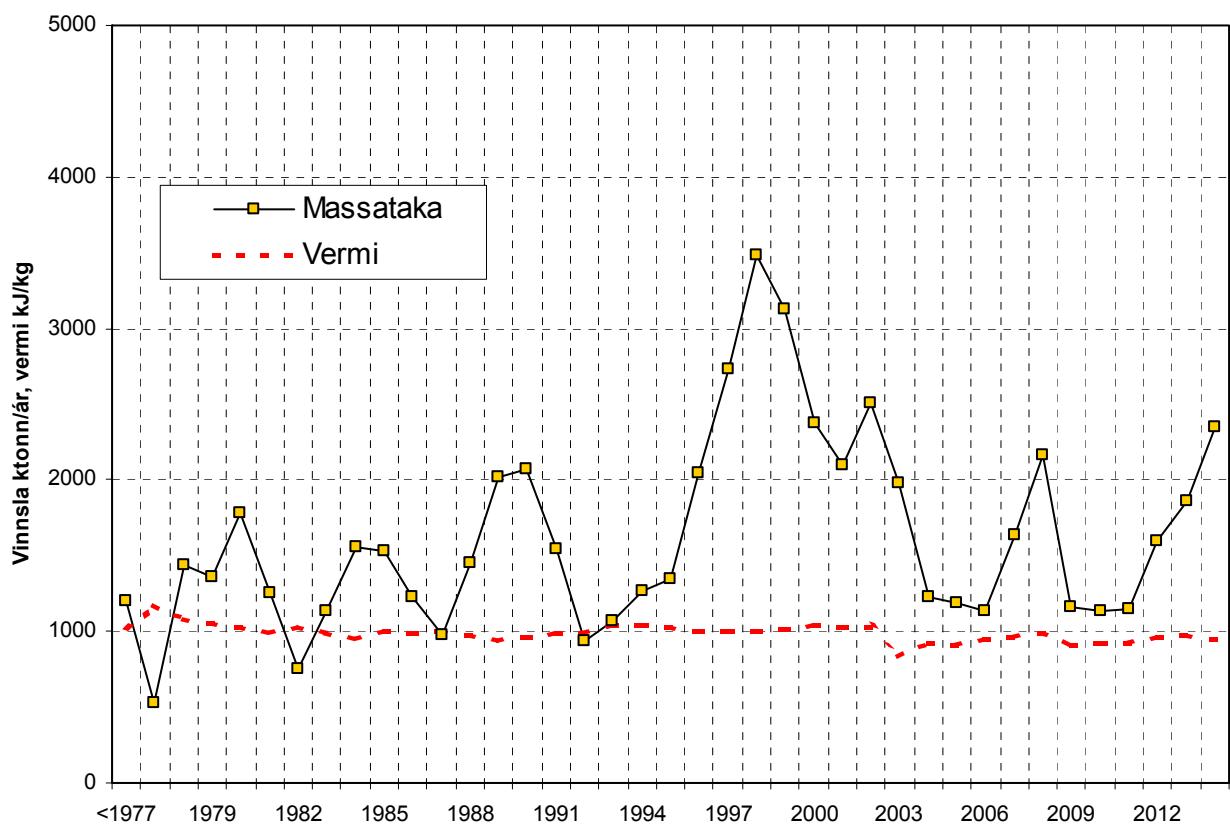
Árleg massavinnsla úr hverju svæði, meðalvermi og niðurdæling er sýnt á myndum 23 til 27, og heildar massavinnsla og meðalvermi úr Kröflusvæði er sýnt á mynd 28.

Tekin voru samtals um 10.681 þúsund tonn af vatn og gufu úr svæðinu á árinu 2014. Þar af var gufa til raforkuframleiðslu 4.728 þúsund tonn. Upptekt vegna prófunar á holum var 1.379 þúsund tonn.

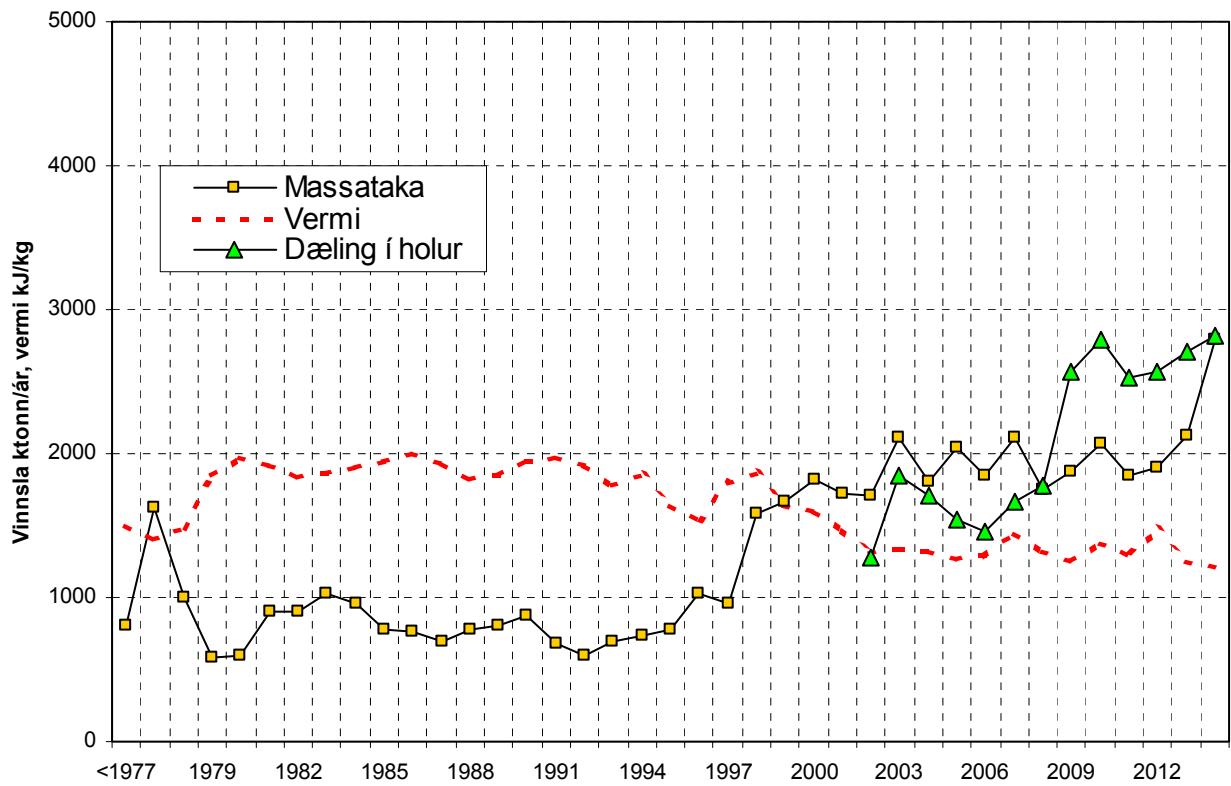
Dælt var samtals 2.817 þúsund tonnum af vatni í holu KJ-26 (Leirbotnar) og 1.479 þúsund tonnum í KJ-39 (Suðurhlíðar). Nettó vinnsla úr jarðhitageyminum var því 6.385 þúsund tonn.

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

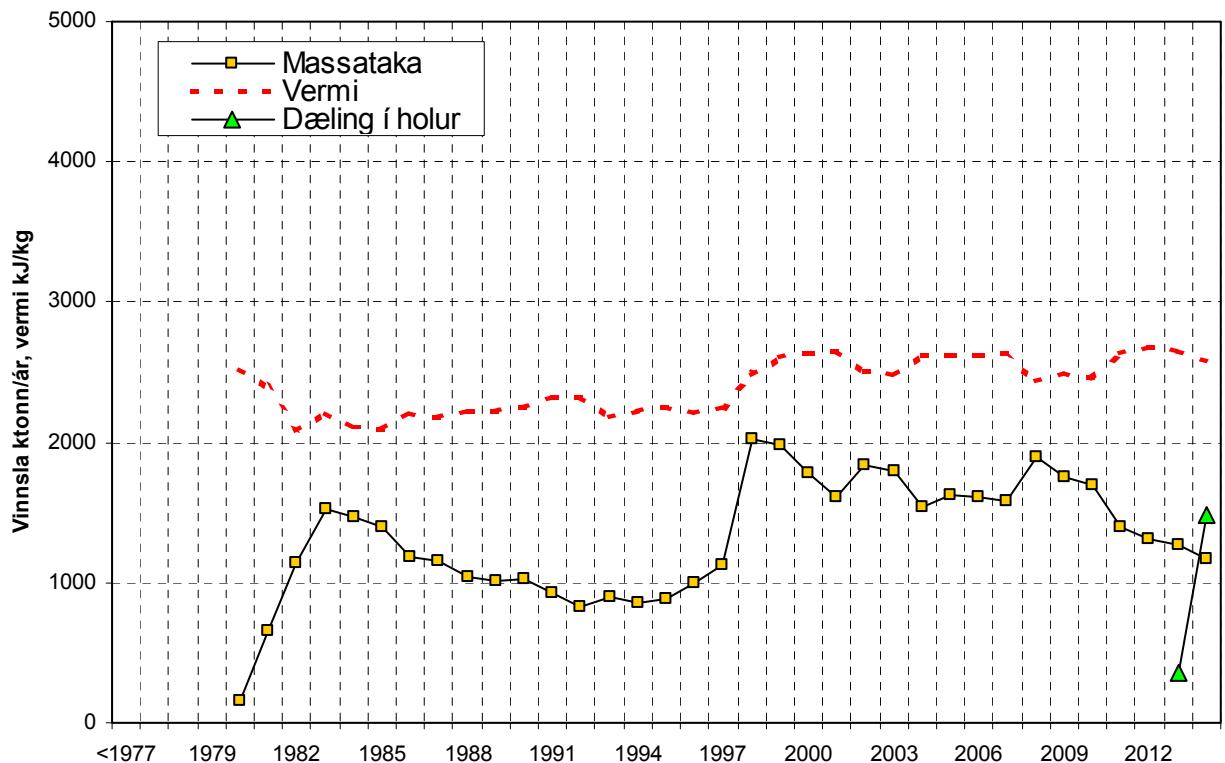
Áætlað er að um 40% gufunnar þéttist í kælikerfi stðvarinnar. Frárennsli jarðhitavökva frá stöðinni þ.e. skiljuvatn sem ekki er dælt niður ásamt þéttivatni frá kæliturnum var því um 2.169 þúsund tonn á árinu 2014.



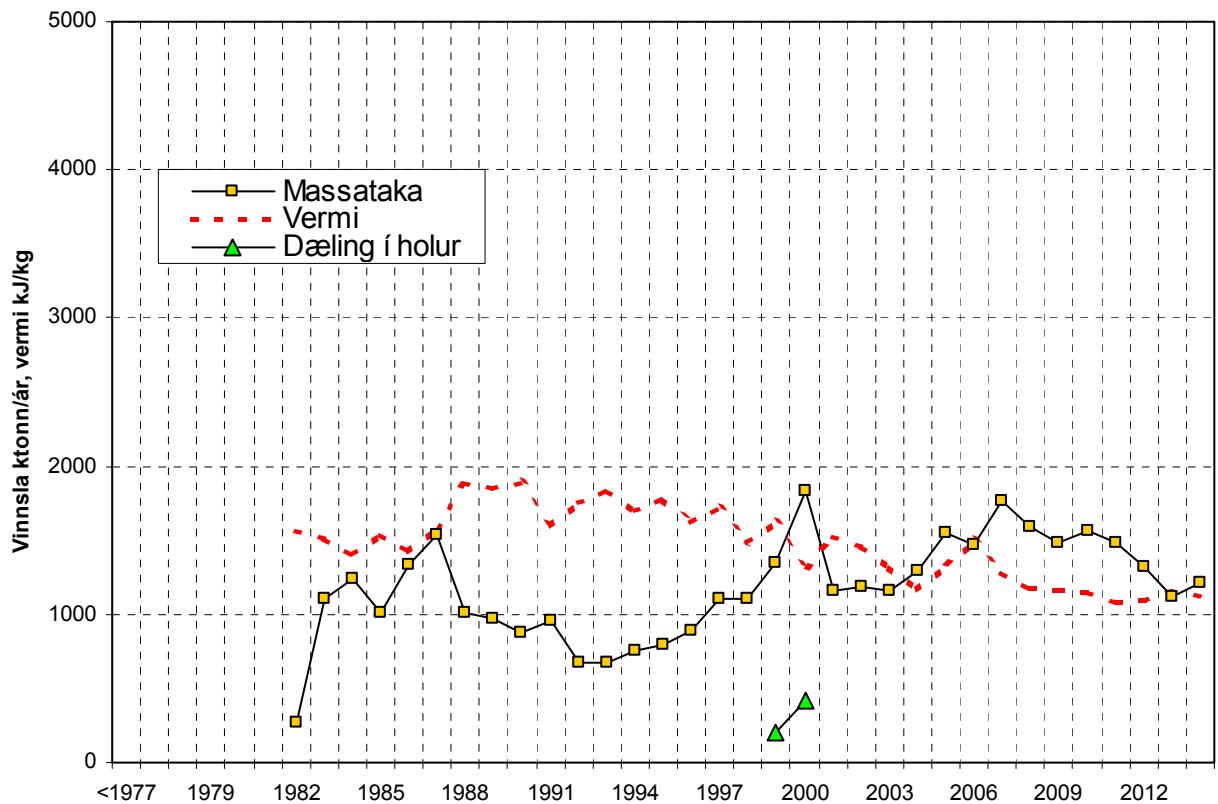
Mynd 23 Leirbotnar, grunnar holur. Árleg vinnsla og vermi.



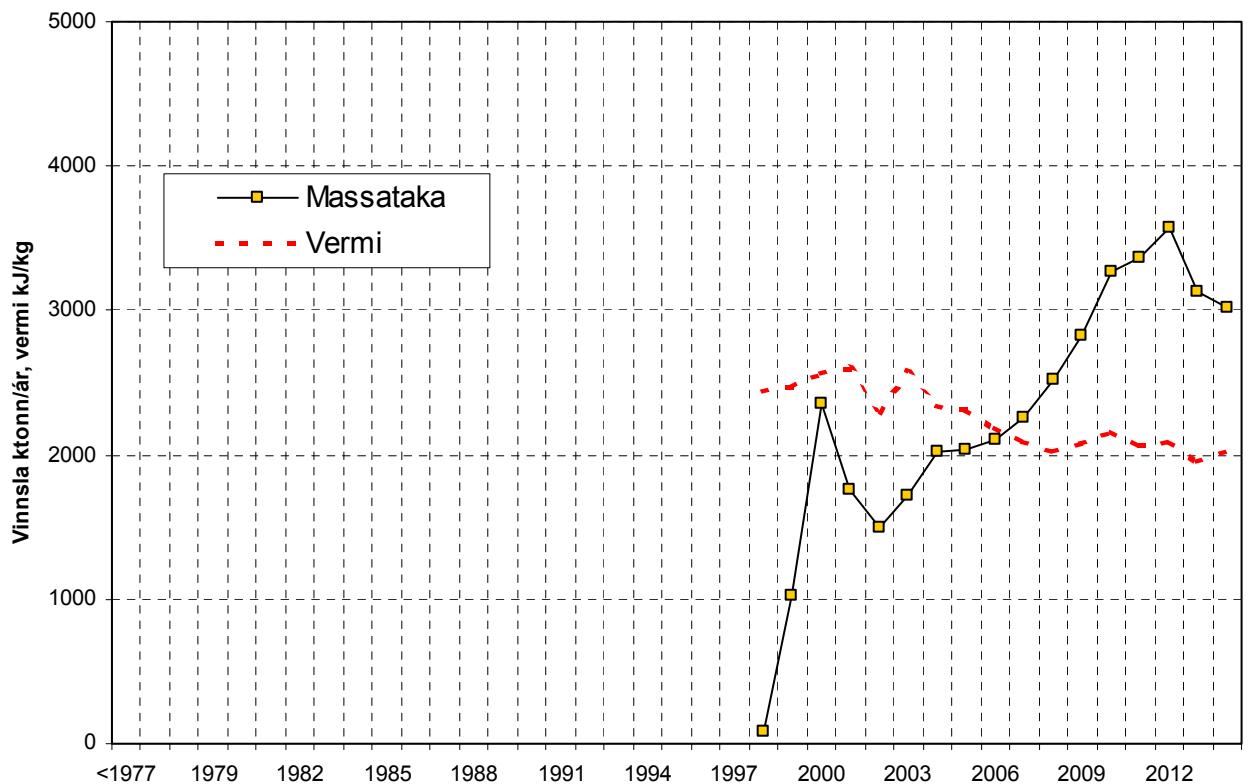
Mynd 24 Leirbotnar, djúpar holur. Árleg vinnsla og vermi.



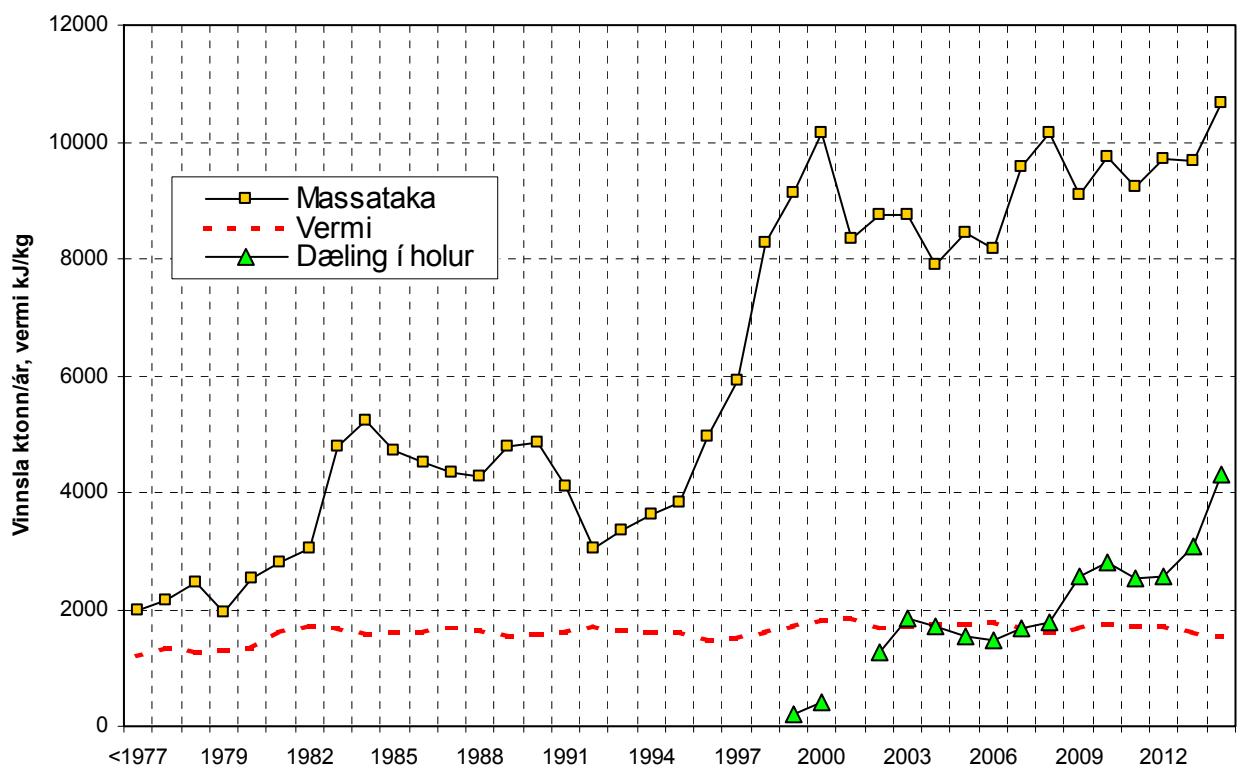
Mynd 25 Suðurhlíðar Kröflu. Árleg vinnsla og vermi.



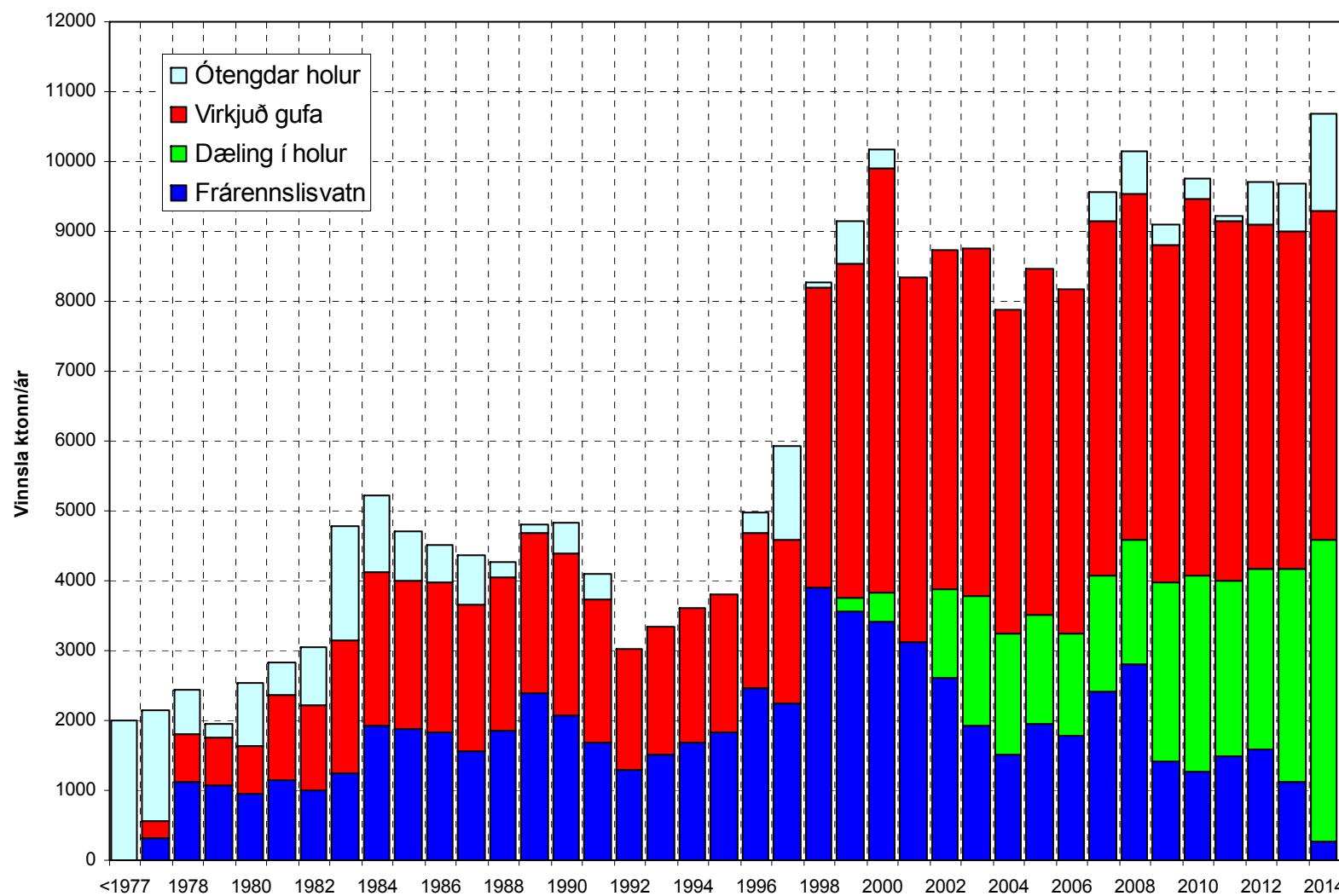
Mynd 26 Hvíthólaklif. Árleg vinnsla og vermi.



Mynd 27 Vesturhlíðar Kröflu. Árleg vinnsla og vermi.



Mynd 28 Kröflusvæði. Árleg vinnsla og vermi.



Mynd 29 Kröflusvæði. Árleg gufuvinnsla og frárennsli.

2.3 Efnamælingar

2.3.1 Vatn og gufa úr borholum

Niðurstöður efnagreininga á vatni og gufu úr borholum í Kröflu, sem safnað var 2014, 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. Hoplur KJ-09 og KJ-28 eru teknaðar sér því þær blésu aðeins tímabundið.

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 2014.

Meðaltal gass í gufu inn á hverfil, þ.e. bæði háþrýsti og lágþrýstigufu (Tafla 6), reiknast um 0,93 %, samanborið við 0,89 % árið 2013. Með holum KJ-09 og KJ-28, sem eru gassnauðar, reiknast gastyrkurinn 0,84%. Heildargasstreymi inn í stöðina jökst milli ára og reiknast 1,26 kg/s samanborið við 1,11 kg/s í fyrra.

Hola KJ-38 sem er tiltölulega gasrík var tengd við veitu, sem skýrir gasukniguna að mestu. Gas í holunum í Vesturhlíðum Kröflufjalls þ.e. KJ-34 jökst en hún er afkastamikil. Gas í öðrum holum breyttist lítið milli ára.

Tafla 5 Kröflustöð. Styrkur efna í vatni og gufu borhola árið 2014

Staður	Tími	Skilja	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	
		kJ/kg	kg/s	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	mg/kg
KG-05	2014-06-04	921	5,18	889	210	0,9	20,6	2,3	0,5	23,02	9,44	22,9	13,2	378,4	204,2	18,1	4,53	0,001	0,001	0,952	1,04	45,5	245,3	0,57	
KG-24	2014-06-03	948	5,55	860	204	0,2	19,3	2,2	0,6	22,75	9,49	24,9	14,4	413	219,5	17,8	3,9	<0,001	0,001	0,831	0,8	46,5	249,5	0,6	
KJ-13	2014-06-03	1570	7,01	2875	661	26,4	7,1	1,3		9,89	9,12	46	40,5	593,9	237,7	26,5	3,58	0,001	0,001	1,101	1,13	44,1	303,9	0,93	
KJ-14	2014-06-16	2737	2,86	8454	1015	55,3	7,0	1,6		0,04	9,11	180,1	83,8	819,6	258,4	40,1	0,17	0,004	0,016	0,169	8,42	31,1	3,9	17,62	
KJ-16	2014-06-19	2660	1,29	8519	1221	53,6	7,6	5,6		0,07	8,67	73,1	40	521,1	156	25,9	0,63	0,002	0,006	1,026	1,5	118,9	7,9	2,83	
KJ-17	2014-06-18	2410	2,72	3976	840	36,2	13,7	3,3	0,8	0,58	9,22	78,3	64	712,5	147,9	24,4	0,44	<0,001	0,005	1,575	2,44	19,1	9,1	1,38	
KJ-19	2014-06-06	1878	2,21	9060	1496	36,0	8,2	1,1		1,69	8,03	42,5	26,2	559,9	59,7	10,3	0,29	0,003	0,015	1,172	3,59	12,7	5,2	21,98	
KJ-20	2014-06-16	2692	4,43	13872	1224	48,8	8,0	2,3		0,17	8,88	172,4	58,4	1234	372,6	66,5	1,98	0,001	0,006	0,337	2,51	308,4	11,1	5,06	
KJ-21	2014-06-02	1128	8,03	1955	341	5,1	31,4	11,0		32,37	9,12	29,3	19,7	586,6	194,8	26,8	1,38	0,001	0,002	1,328	1,03	180,4	63,1	0,78	
KJ-27	2014-06-03	1039	5,07	2598	485	13,6	26,2	3,6		27,53	9,26	53,7	38,4	571,7	228,3	31,3	3,42	0,001	0,001	1,291	0,95	42,7	249	0,56	
KJ-30	2014-06-06	2720	18,07	11772	1217	55,1	5,1	1,3		0,43	8,72	105,1	41,3	1046	214,5	48,6	2,25	<0,001	0,003	1,647	2,19	131,2	65,4	2,62	
KJ-31	2014-06-16	2786	0,8	5593	1031	40,5	4,8	1,0																	
KJ-32	2014-06-04	1305	10,3	2045	921	19,4	7,2	1,4		25,8	9,29	44,8	77,2	527,1	266,4	41,2	3,67	0,001	<0,001	1,318	1,13	38,4	284,5	0,56	
KJ-33	2014-06-17	2433	2,34	3026	1494	40,0	10,3	0,9		0,46	8,92	33,9	64,3	907,8	183,2	33,6	0,65	0,001	0,003	0,756	2,32	121	15,8	3,12	
KJ-34	2014-06-17	2381	18,01	9356	1851	39,0	17,2	0,8		4,19	8,32	52,6	39,1	733,1	203,2	38,2	2,05	0,004	0,056	0,909	2,09	209,4	73,2	6,35	
KJ-36	2014-06-17	2665	9,98	12628	2317	46,8	15,4	1,0		0,52	8,63	110,1	76,8	869,1	193,6	30,6	1,95	0,021	0,038	1,846	1,47	99,7	40,5	4,99	
KJ-37	2014-06-19	2730	0,49	15657	1153	64,6	6,4	1,4		0,01	6,12	21,8	5,3	33,9	7,8	1,4	0,57	0,006	0,016	0,121	0,04	13,2	2,7	1,99	

KJ-38	2014-06-18	2421	2,91	15486	1664	33,9	62,3	2,7	3,2	0,59	8,49	125,6	51,2	562,6	187,9	26,2	2,77	0,002	0,004	1,333	1,21	84,2	86	0,51
KT-40	2014-06-18	2479	18,04	17027	1069	16,9	16,7	2,4		2,96	7,68	77,3	18,1	461,2	65,9	12,3	0,94	0,009	0,028	1,484	1,86	21,6	13,4	4,36
	<i>Samtölur</i>	1607	125,29	8665	1153	30,7	15,3	2,3	1,0	153,07	8,7	38,8	33,7	522,9	217	27,3	3,12	0,001	0,004	1,165	1,1	77,1	202,8	1,15
KJ-09	2014-06-03	1006	5,05	906	205	0,8	20,2	2,3	0,9	17,65	9,51	28	15,4	457,1	232,1	23,7	6,1	0,001	0,001	1,102	0,99	41,2	291,1	0,56
KJ-28	2014-06-02	996	14,81	1749	230	1,9	14,4	2,8	0,7	53,19	9,41	44,9	14,5	483,6	246,3	25,1	3,87	0,002	0,002	0,857	0,79	40,6	301,6	0,57
	<i>Samtölur</i>	1457	145,15	7689	1026	26,7	15,4	2,4	0,9	223,91	8,77	39,4	27,7	508,4	225,1	26,5	3,54	0,001	0,003	1,087	1,02	65,6	233,2	0,97

Tafla 6 Kröflustöð, borholur. Gas í gufu og gashlutföll árið 2014

Staður	Tími	Rennsli	Gas								
			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%
KG-05	2014-06-04	5,18	0,11	0,01	0,68	72,90	22,23	1,66	2,65	0,52	0,04
KG-24	2014-06-03	5,55	0,11	0,01	0,65	73,85	22,58	0,40	2,60	0,52	0,06
KJ-13	2014-06-03	7,01	0,36	0,03	2,4	66,57	19,76	13,33	0,26	0,08	
KJ-14	2014-06-16	2,86	0,95	0,03	6,11	76,94	11,93	10,99	0,10	0,04	
KJ-16	2014-06-19	1,29	0,98	0,01	6,28	75,44	13,96	10,36	0,11	0,13	
KJ-17	2014-06-18	2,72	0,49	0,01	3,27	67,59	18,43	13,44	0,37	0,16	0,02
KJ-19	2014-06-06	2,21	1,06	0,02	6,56	76,82	16,38	6,66	0,11	0,03	
KJ-20	2014-06-16	4,43	1,52	0,07	9,19	83,88	9,56	6,44	0,08	0,04	
KJ-21	2014-06-02	8,03	0,23	0,02	1,44	75,59	17,03	4,30	1,91	1,17	
KJ-27	2014-06-03	5,07	0,31	0,02	1,99	72,71	17,54	8,32	1,15	0,28	
KJ-30	2014-06-06	18,07	1,3	0,24	8,09	80,87	10,80	8,26	0,06	0,02	
KJ-31	2014-06-16	0,8	0,67	0,01	4,35	71,53	17,03	11,31	0,10	0,03	
KJ-32	2014-06-04	10,3	0,3	0,03	2,04	55,67	32,38	11,54	0,31	0,10	
KJ-33	2014-06-17	2,34	0,46	0,01	3,25	51,74	32,99	14,95	0,28	0,04	
KJ-34	2014-06-17	18,01	1,13	0,2	7,02	74,10	18,93	6,74	0,21	0,02	
KJ-36	2014-06-17	9,98	1,5	0,15	9,27	75,76	17,95	6,13	0,14	0,02	
KJ-37	2014-06-19	0,49	1,69	0,01	10,32	84,31	8,02	7,59	0,05	0,02	
KJ-38	2014-06-18	2,91	1,72	0,05	10,28	83,81	11,60	4,01	0,53	0,04	0,02
KT-40	2014-06-18	18,04	1,81	0,33	10,46	90,52	7,34	1,96	0,14	0,04	
H>L		9,90									
	<i>Samtölur</i>	135,19	0,93	1,26	5,59	79,82	13,72	6,18	0,22	0,06	0,00
KJ-09	2014-06-03	5,05	0,11	0,01	0,68	73,83	21,60	1,38	2,58	0,52	0,08
KJ-28	2014-06-02	14,81	0,20	0,03	1,18	82,60	14,00	1,92	1,07	0,37	0,03
	<i>Samtölur</i>	155,05	0,84	1,30	5,01	79,86	13,76	6,06	0,25	0,07	0,00

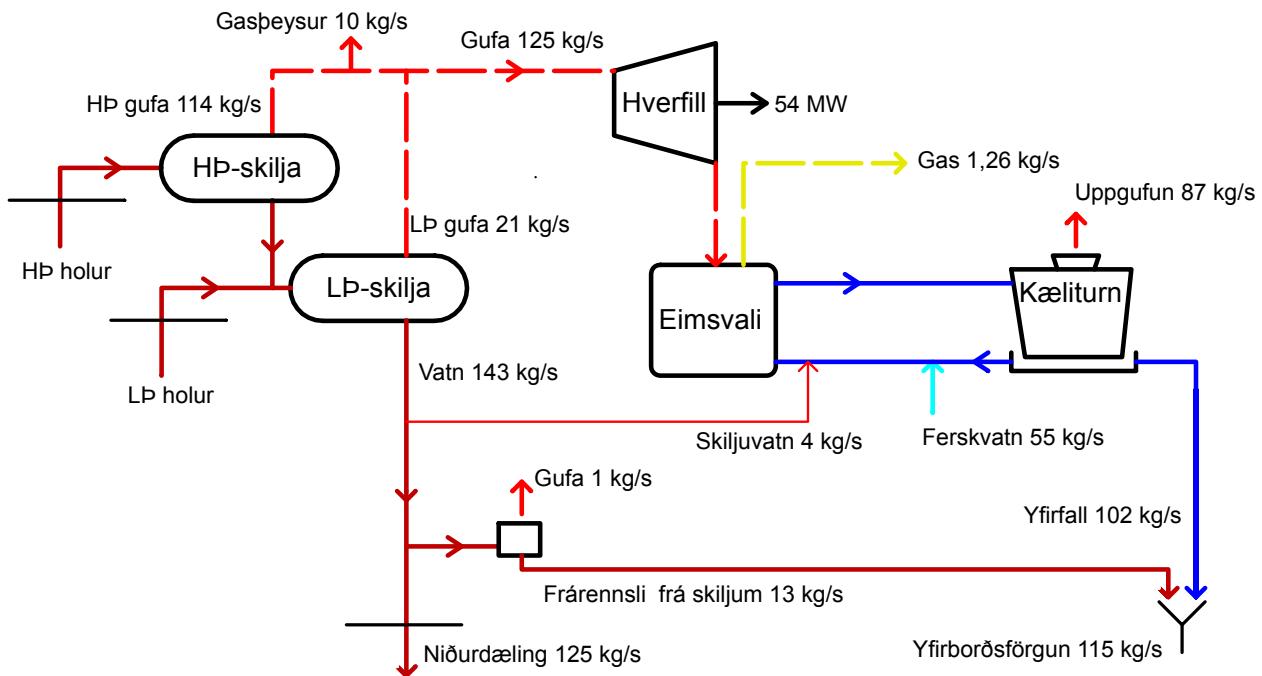
H>L: afsuða skiljuvatns úr háþrýstiholum.

Tafla 7 Kröflustöð, borholur. Reiknaður berghiti árið 2014

Nafn	Tími	Vermi	tSiO ₂ q	tNa/K	tCO ₂	tH ₂ /H ₂ S
		kJ/kg	°C	°C	°C	°C
KG-05	2014-06-04	921	215	197	189	260
KG-24	2014-06-03	948	221	187	187	235
KJ-13	2014-06-03	1570	254	222	247	297
KJ-14	2014-06-16	2737	233	258	278	300
KJ-16	2014-06-19	2660	228	265	278	299
KJ-17	2014-06-18	2410	267	264	259	299
KJ-19	2014-06-06	1878	249	269	278	289
KJ-20	2014-06-16	2692		273	288	297
KJ-21	2014-06-02	1128	254	244	225	280
KJ-27	2014-06-03	1039	252	244	233	291
KJ-30	2014-06-06	2720		299	285	299
KJ-31	2014-06-16	2786				297
KJ-32	2014-06-04	1305	245	257	233	286
KJ-33	2014-06-17	2433	299	276	251	290
KJ-34	2014-06-17	2381	270	278	280	286
KJ-36	2014-06-17	2665		260	286	286
KJ-37	2014-06-19	2730		275	290	301
KJ-38	2014-06-18	2421	245	246	289	286
KT-40	2014-06-18	2479	229	278	291	281
KJ-09	2014-06-03	1006	228	212	195	257
KJ-28	2014-06-02	996	232	212	233	270

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 lok júní 2014 (án KJ-09 og KJ-28)

Rennsli skiljuvatns úr lágþrýstiskilju við 124 °C reiknast um 143 kg/s út frá afkastamælingum tengdra borhola án holu KJ-9 og KJ-28 en 214 kg/s þegar þær blésu einnig. Um 75 kg/s of skiljuvatni var dælt í holu KG-26 og 50 kg/s í holu KJ-39. Um 4 kg/s var blandað í kæliturna til sýrustigsstillingar en það sem umfram var, um 13 kg/s, rann niður Hlíðardalinn. Við skiljuvatnið bættist vatn úr kæliturnum. Samtals var rennsli frá kæliturnum áætlað um 102 kg/s en innstreymi ferskvatns var mælt 55 kg/s. Af þeim 125 kg/s af gufu, sem streyma inn kælikefið, þéttast 48 kg/s en 87 kg/s gufa upp í kæliturninum. Samtals runnu um 115 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 jarðhitavinnslunnar þ.e. bæði gaslosun vegna orkuvinnslunnar og vegna rannsókna á árinu 2014. Niðurstöður eru birtar í Viðauka 1.

Gas 1,26 kg/s er losað til andrúmslofts um gasþípu fyrir ofan kæliturnana. Losun koldíoxíðs til andrúmslofts var 34.395 tonn á árinu 2014 en orkuframleiðslan var 1669 TJ og reiknast koldíoxíðosunin því vera um 74 g/kWh. Losun brennisteinsvetnis til andrúmslofts var 4.520 tonn sem eru 9,7 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. Aukinn koldíoxíðstyrkur árið 2014 var vegna tengingar nýrrar holu.

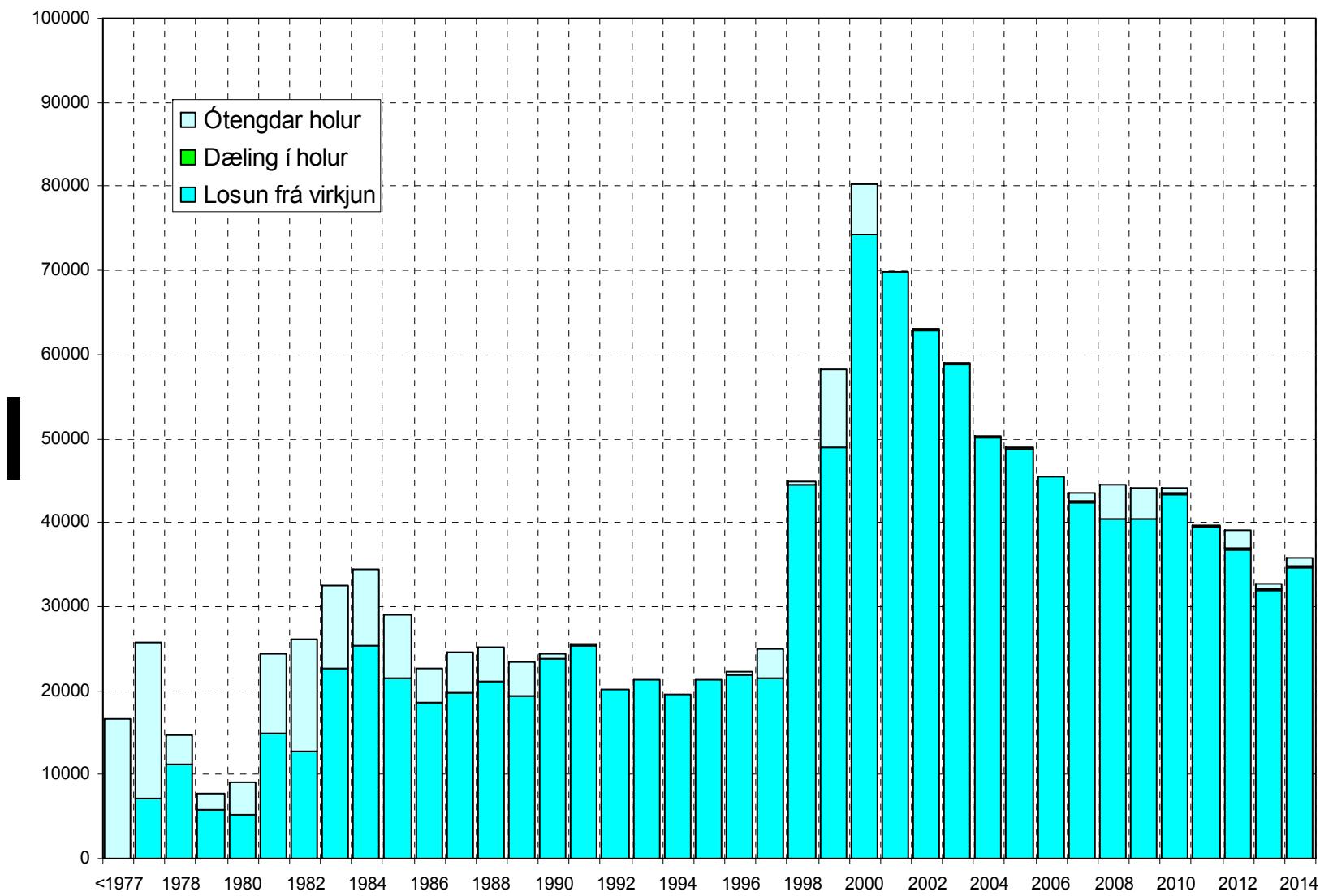
Sýnum var safnað úr frárennslislæk skiljustöðvar í Leirbotnum sem og frárennslislæk kæliturna. Einnig var safnað tveimur sýnum úr Hlíðardalslæk eftir að rennsli úr kæliturnum og skiljustöð hefur blandast þ.e. úr V-yfirfalli og einnig þar sem lækurinn rennur undir Austurlandsveg. Niðurstöður efnagreininga 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* (Umhverfisráðuneytið 1999). Þau gildi sem eru hærri en mörk fyrir fyrsta flokk skv. reglugerð nr. 796/1999 eru feitletruð í töflum 9 og 10.

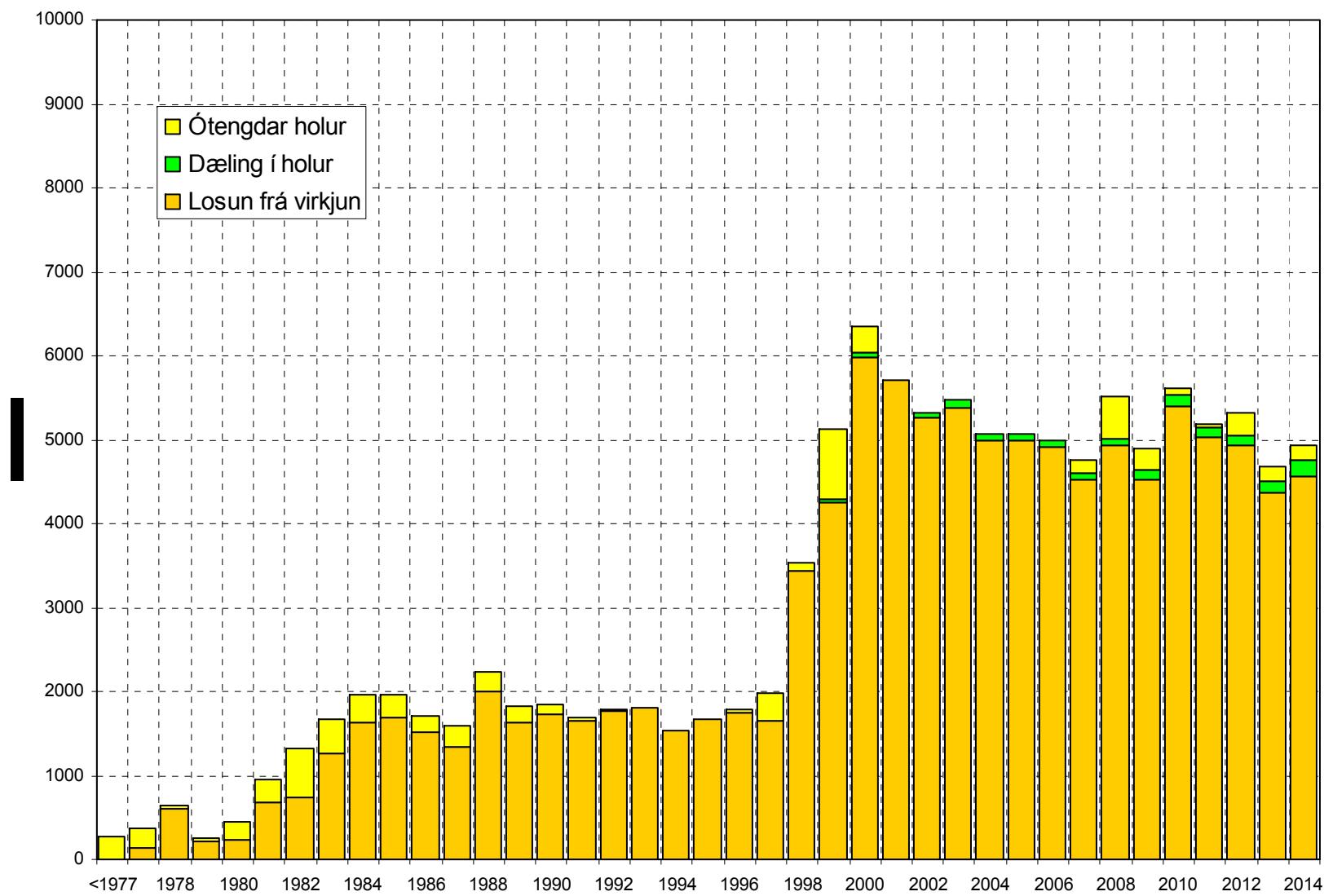
Styrkur arsens (As) í frárennslisvatninu fer við skiljustöð yfir mörk fyrir III. flokk sem þýðir að áhrifa sé að vænta á viðkvæmt lífríki. Gildin eru lægri en árið 2013 sem væntanlega stafar af aukinni niðurdælingu.

Styrkur króms (Cr) og nikkels (Ni) fer yfir mörk í vatni frá kæliturnum. Það er vegna tæringar vélbúnaðar.

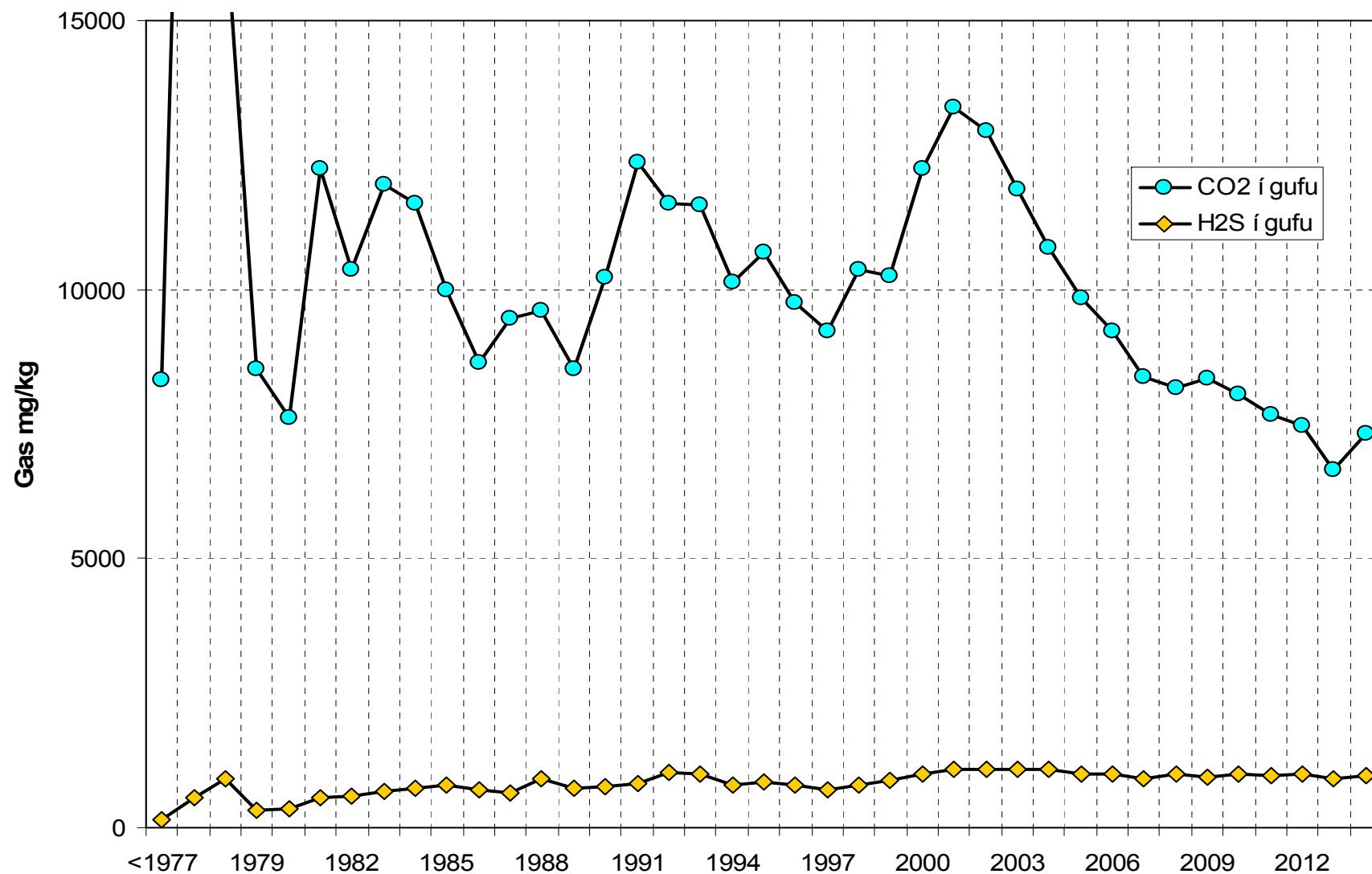
Heildarlosun mengunarefna frá Kröflu árið 2014 var reiknuð út frá þessum greiningum og heildar losun vatns til yfirborðs og í niðurdælingarholur. Þetta er tekið saman í töflu 12.



Mynd 31 Kröflusvæði. Árleg losun koldíoxíðs (CO₂).



Mynd 32 Kröflusvæði. Árleg losun brennisteinsvetnis (H₂S).



Mynd 33 Styrkur CO_2 og H_2S í vinnslugufu Kröflustöðvar

Tafla 8 Kröflustöð. Frárennslissýni árið 2014.

Staður	Tími	Hitasti g	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	2014-06-10	127	9,23	46,2	32,8	745	240	29,5	3,49	0,001	0,002	1,2	1,2	75,0	237	0,94	1151	2,3
Frárennsli																		
Skiljustöð	2014-06-10	55,1	9,42	60,4	8,0	375	258	32,2	2,71	0,003	0,008	1,5	1,5	65,5	241	0,83	1202	1,7
Kæliturnar	2014-06-10	42,6	6,16	111,8	20,0	69	32	3,7	48,9	16,3	0,104	0,1	0,1	7,6	187	0,08	519	12,1
V-yfirfall	2014-06-10	29,5	8,04	59,2		101	45	5,9	42,4	11,2	0,013	0,2	0,2	10,4	175	0,13	518	79,8
Austurlandsvegu r	2014-06-10	24,4	8,18	78,8		121	54	7,3	43,3	11,7	0,037	0,2	0,3	12,2	175	0,15	551	33,9

Tafla 9 Styrkur mengunarefna í borholusýnum í Kröflu 2014.

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	2014-06-04	0,036	0,415	<0,1	0,023	0,085	<0,002	<0,01	3,41	<0,001
KG-24	2014-06-03	<0,002	<0,2	<0,1	0,013	0,064	<0,002	<0,01	0,29	<0,001
KJ-13	2014-06-03	<0,002	0,3	<0,1	0,016	0,114	<0,002	0,012	6,83	0,001
KJ-14	2014-06-16	<0,002	0,675	<0,1	0,48	0,306	<0,002	<0,01	33,7	<0,001
KJ-16	2014-06-19	0,005	0,226	<0,1	0,07	0,082	<0,002	<0,01	68,7	0,004
KJ-17	2014-06-18	<0,002	0,565	0,148	0,226	0,211	0,003	<0,01	12,7	0,002
KJ-19	2014-06-06	<0,002	0,995	<0,1	0,122	0,154	<0,002	<0,01	195	0,002
KJ-20	2014-06-16	<0,002	0,299	<0,1	0,046	0,095	<0,002	<0,01	11	0,003
KJ-21	2014-06-02	<0,002	0,224	<0,1	0,015	0,23	<0,002	0,01	4,11	0,003
KJ-27	2014-06-03	<0,002	<0,2	<0,1	0,024	0,109	<0,002	<0,01	2,53	0,001
KJ-30	2014-06-06	<0,002	<0,2	<0,1	<0,01	<0,05	<0,002	<0,01	6,57	0,001
KJ-31	2014-06-16	0,006	0,793	<0,1	0,147	0,322	<0,002	<0,01	0,662	<0,001
KJ-32	2014-06-04	<0,002	0,207	<0,1	<0,01	<0,05	<0,002	<0,01	3,66	0,002
KJ-33	2014-06-17	<0,002	0,517	<0,1	0,025	<0,05	<0,002	<0,01	11,7	<0,001
KJ-34	2014-06-17	<0,002	0,692	<0,1	0,211	0,052	<0,002	<0,01	9,7	0,001
KJ-36	2014-06-17	<0,002	0,779	<0,1	0,242	0,335	<0,002	<0,01	9,78	0,005
KJ-37	2014-06-19	<0,002	1,12	<0,1	0,024	0,054	<0,002	<0,01	8,67	0,004
KJ-38	2014-06-18	<0,002	0,432	<0,1	0,05	0,076	<0,002	<0,01	2,94	0,002
KT-40	2014-06-18	0,027	0,832	0,142	0,262	0,31	<0,002	<0,01	24,9	<0,001
KJ-09	2014-06-03	<0,002	<0,2	<0,1	<0,01	0,078	<0,002	<0,01	2,83	0,002
KJ-28	2014-06-02	0,086	<0,2	<0,1	<0,01	0,112	<0,002	<0,01	4,46	0,002

Tafla 10 Styrkur mengunarefna í yfirborðsvatni í Kröflu 2014.

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
Ídælingarvatn	2014-06-10	<0,002	0,411	<0,1	<0,01	<0,05	<0,002	<0,01	3,16	0,001
Frá skiljustöð	2014-06-10	<0,002	1,24	<0,1	0,032	0,055	<0,002	<0,01	21,9	0,002
Frá kæliturnum	2014-06-10	0,074	11,3	<0,1	0,681	1,06	<0,002	<0,01	2,73	0,015
V-yfirfall	2014-06-10	0,015	0,706	0,298	0,164	4,17	0,008	<0,01	4,55	0,024
Hlíðardalslækur	2014-06-10	0,006	2,33	0,449	0,402	2,11	<0,002	<0,01	5,5	0,024

Rauðlituðu 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	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 hætta á áhrifum.

Umhverfismörk II: Lítill hætta á áhrifum.

Umhverfismörk III: Áhrifa að vænta á viðkvæmt lífríki.

Umhverfismörk IV: Áhrifa að vænta.

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

(Reglugerð um varnir gegn mengun grunnvatns).

Tafla 12 Heildarlosun mengunarefna frá Kröflu árið 2014

Krafla 2014		Heildar-	Orkuframleiðsla - losun			Rannsóknir
		upptekt	Niðurdæling	Yfirborð	Andrúmsloft	Útblástur
Skiljuvatn	tonn	5.693.733	4.296.000	278.423	0	1.119.310
Gufa / þéttivatn	tonn	4.987.267	0	1.891.063	2.836.594	259.609
Samtals	tonn	10.681.000	4.296.000	2.169.486	2.836.594	1.378.919
Koldíoxíð (CO₂)	tonn	35.732	198	228	34.395	910
Metan (CH₄)	tonn	11	0	0	10	1
Brennisteinsvetni (H₂S)	tonn	4.931	202	40	4.520	169
Kvikasilfur (Hg)	kg	0	0	0	0	0
Kopar (Cu)	kg	1	0	0	0	0
Sink (Zn)	kg	3	2	22	0	0
Kadmíum (Cd)	kg	0	0	0	0	0
Blý (Pb)	kg	0	0	0	0	0
Króm (Cr)	kg	0	0	1	0	0
Nikkel (Ni)	kg	0	0	2	0	0
Arsen (As)	kg	28	14	11	0	10
Fosfór (P)	kg	11	4	29	0	5

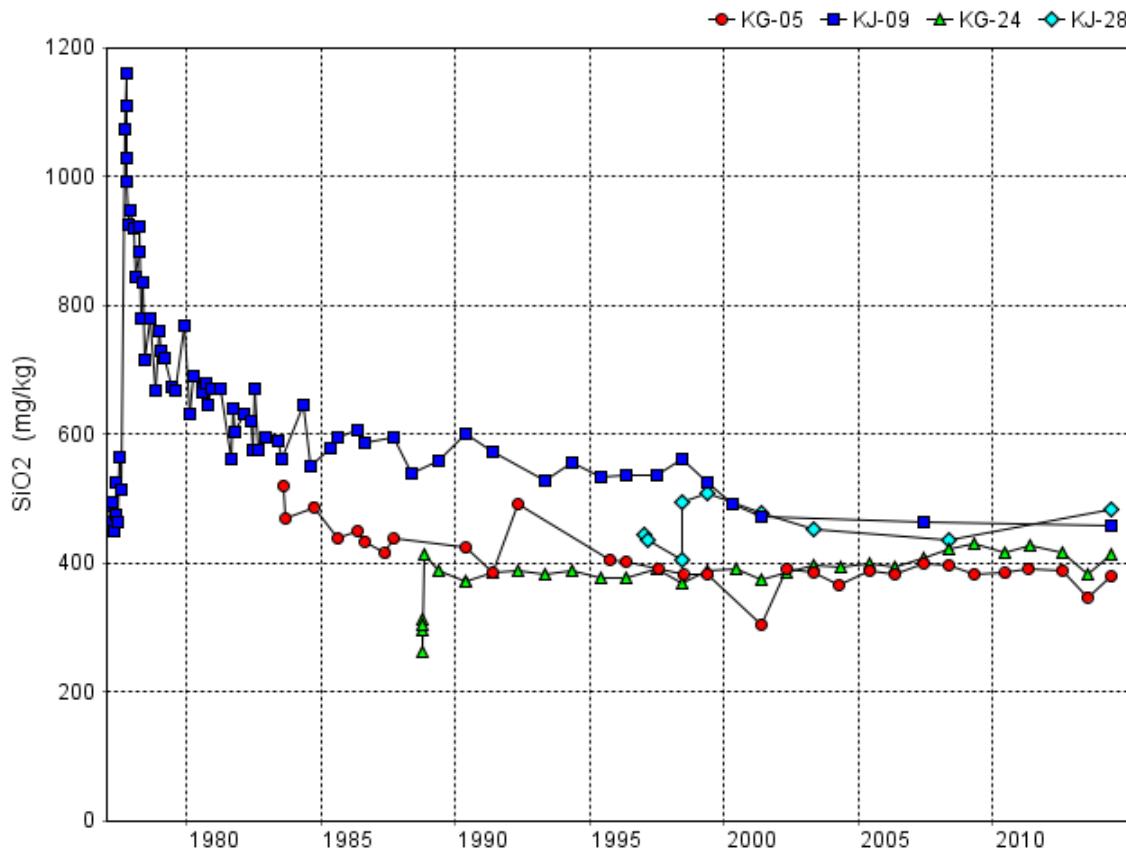
2.3.3 Efnabreytingar í holum

Leirbotnar - Efnabreytingar í grunnum holum

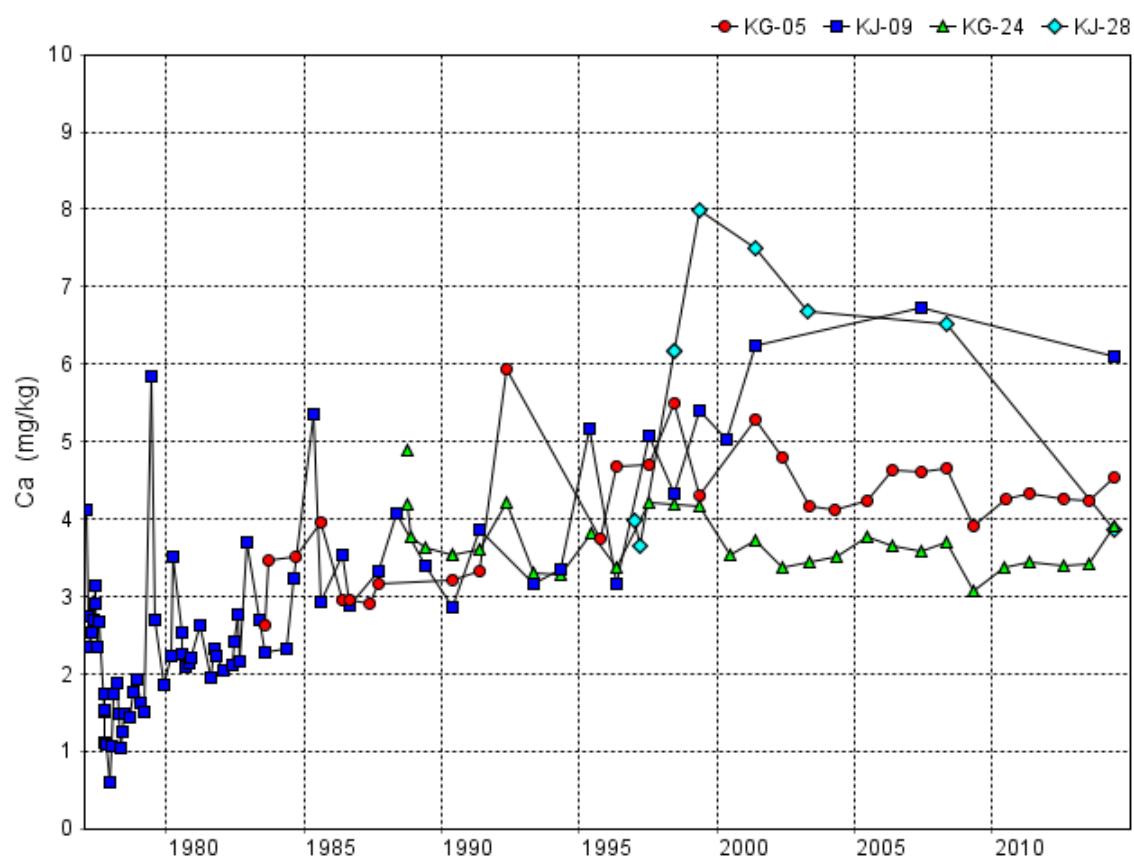
Safnað var sýnum til efnagreininga úr fjórum grunnu holum í Leirbotnum þ.e. KG-5, og KG- 24 sem voru í vinnslu. Holar KJ-9 og KJ-28 voru blásandi tímabundið vegna lágrar vatnsstöðu í lónum.

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). Kísilstyrkur í holum KJ-09 mældist svipaður og síðast þegar holan blés árið 2007 en kísilstyrkur í holu KJ-28 mældist nokkuð meiri en þegar holan blés síðast árið 2008 sem bendir til hitnunar.

Styrkur klasíums (Ca) mældist mun minni í vatni úr KJ-28 en þegar holan blés með kalktálma árið 2008 en munurinn er minni fyrir holu KJ-9 (sjá mynd 35). Þetta bendir til kalkútfellingar í holu KJ-28. Að sama skapi er mögulegt að útfellingarhraðinn sé nú minni í holu KJ-9 en áður var. Útfelling kalks í holu KJ-28 reiknast um 920 kg á þeim 77 dögum sem holan blés en aðeins 77 kg í holu KJ-9 á 71 degi. Ekki er ráðlegt að láta holu KJ-28 blása aftur án tálma.



Mynd 34 Leirbotnar, grunnar holar, SiO_2 í vatni á móti tíma.



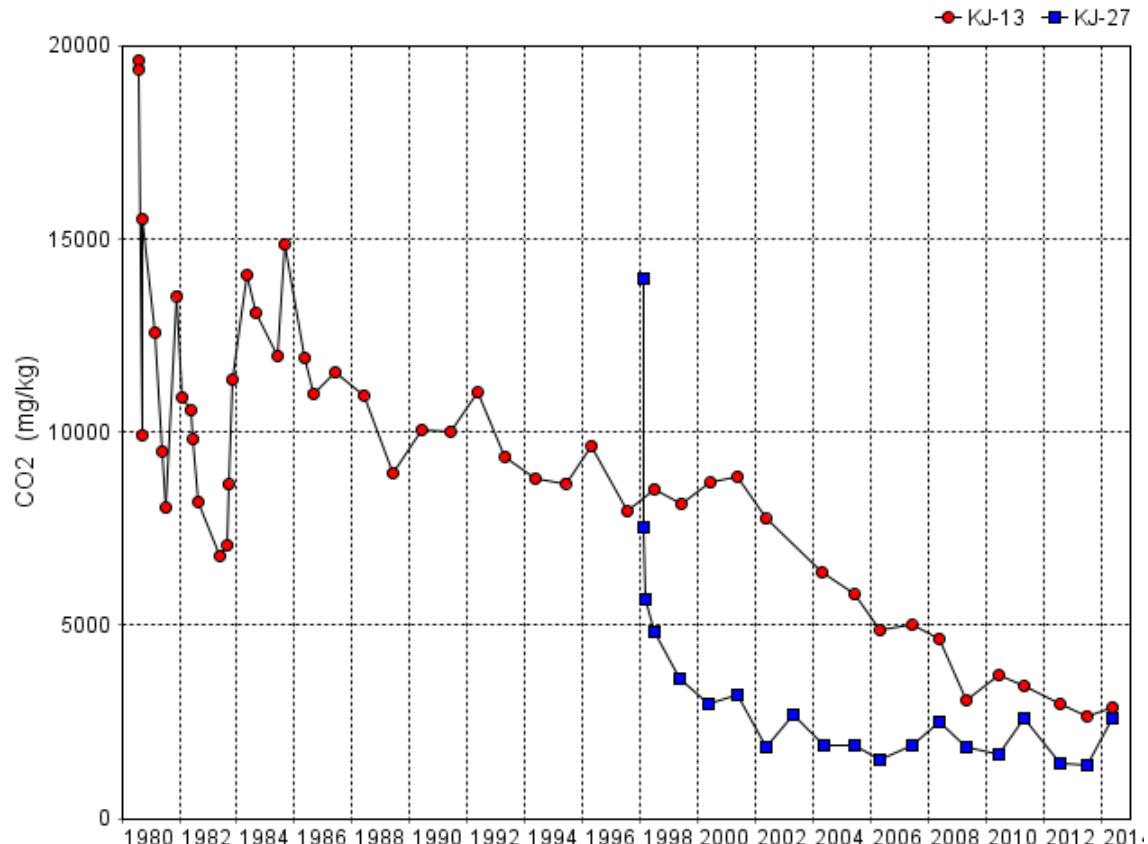
Mynd 35 Leirbotnar, grunnar holur, Ca í vatni á móti tíma.

Leirbotnar - Efnabreytingar í djúpum holum

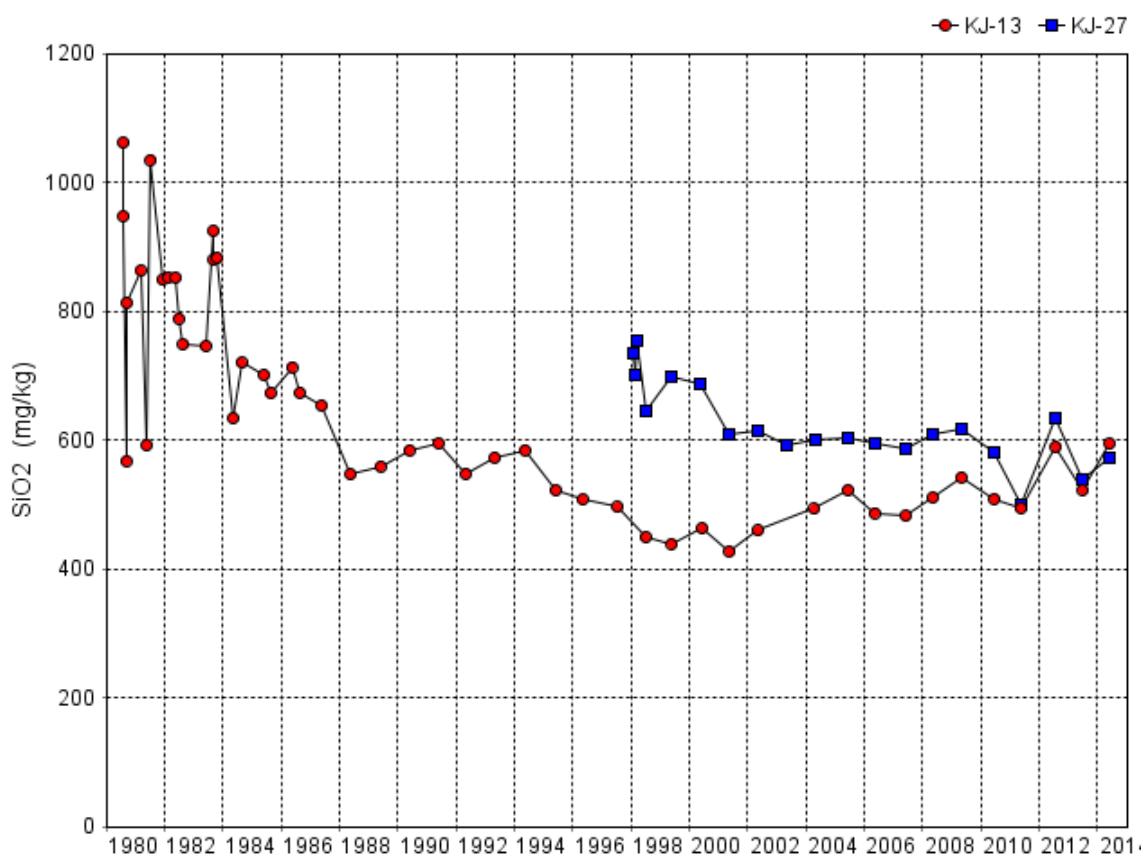
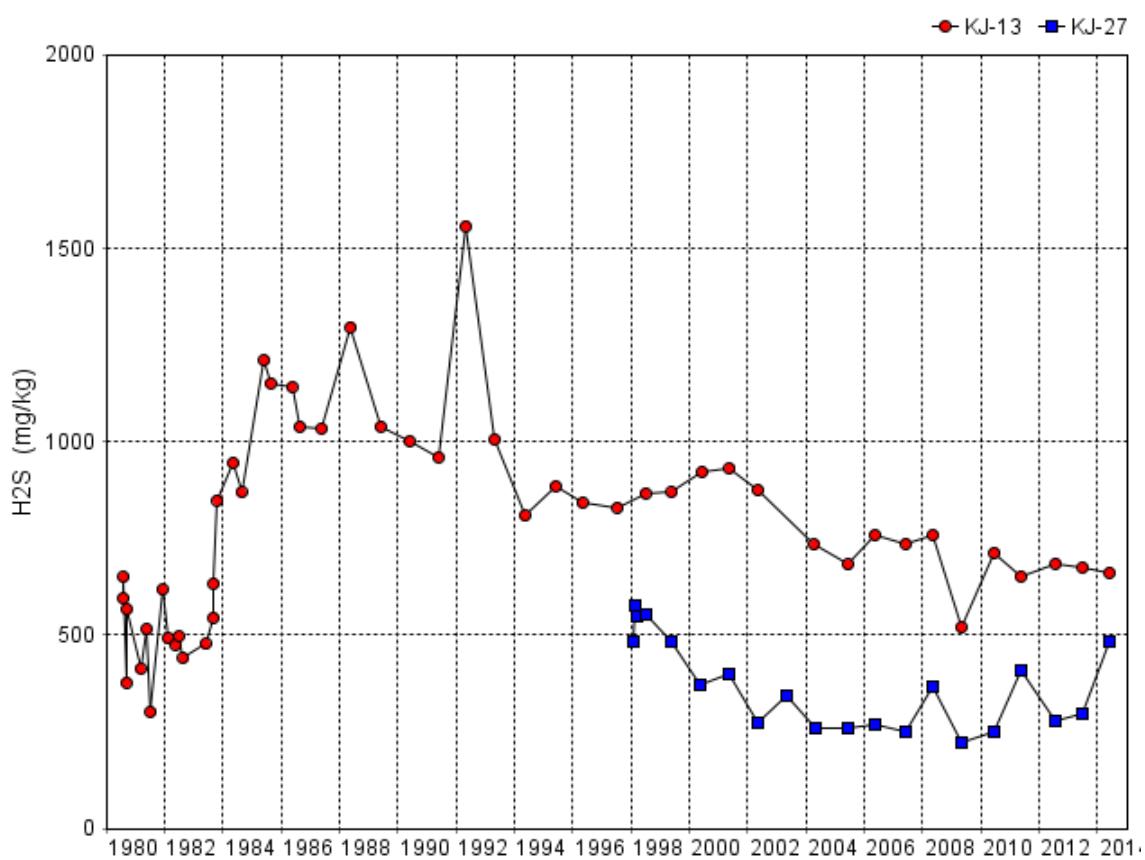
Safnað var sýnum úr tveimur holum, KJ-13 og KJ-27, sem vinna úr dýpri hluta kerfisins í Leirbotnum. Holur KJ-11, KG-12 og KJ-29 voru lokaðar og dælt var í holu KJ-26. Holur KJ-6 og KJ-15 blésu einnig vegna ferilprófana og holur KJ-35 og KS-01 voru einnig í prófun.

Á undanförnum árum hafa orðið breytingar á styrk gastegunda og steinefna í holunum eins og sýnt er á myndum 36 til 40. Þetta hefur gerst samfara auknu vatnsrennsli úr holunum (sjá mynd 17).

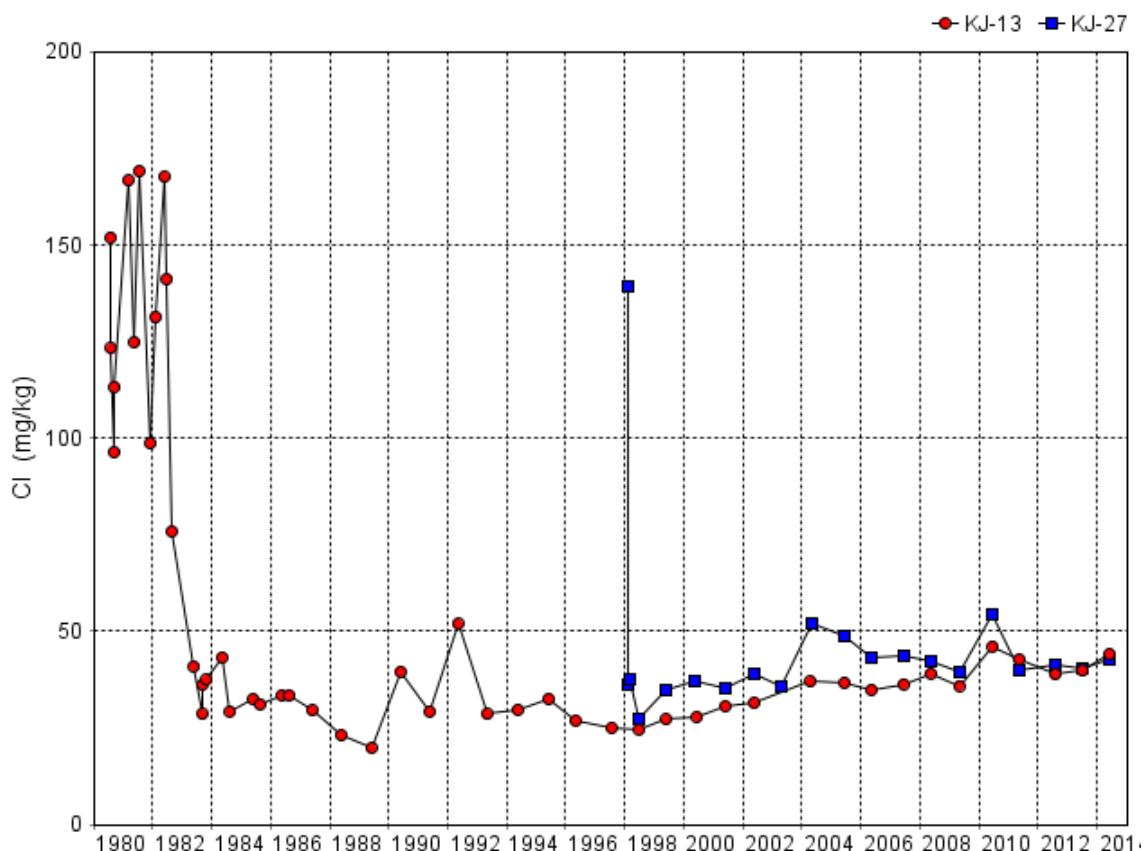
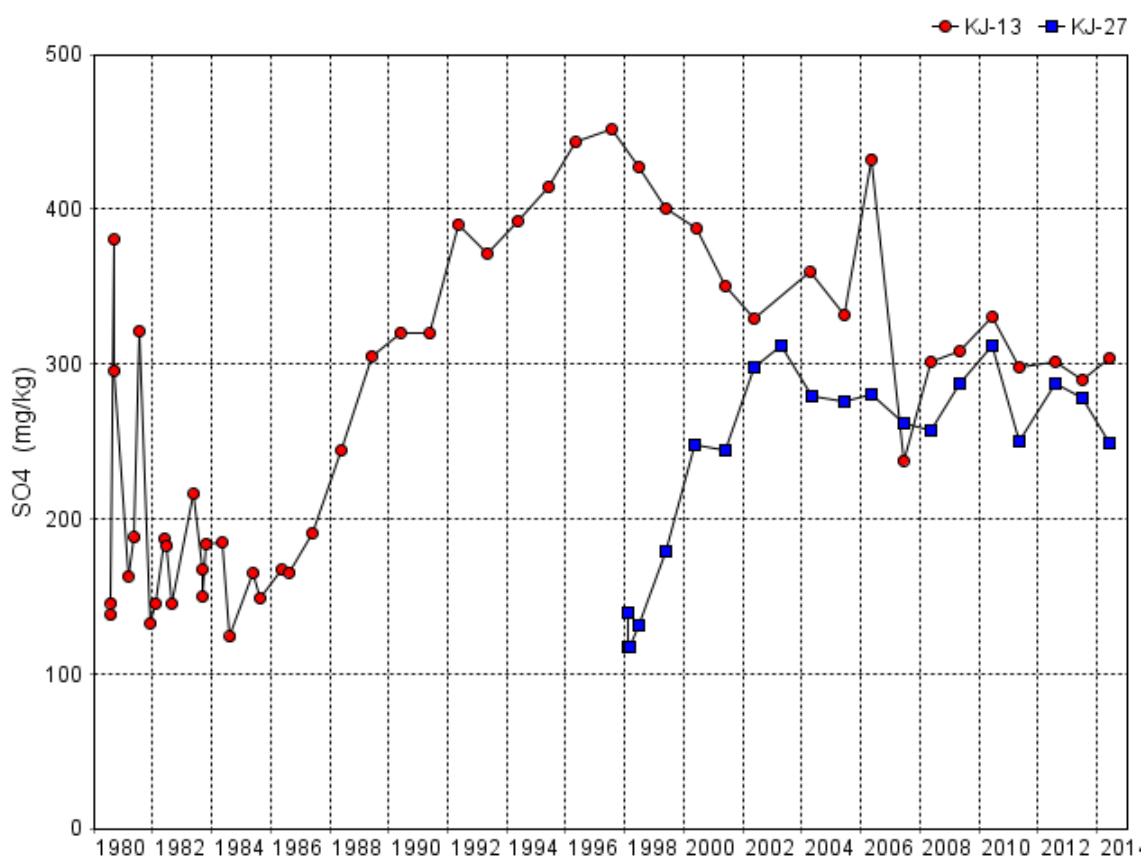
CO₂ styrkur í gufu úr holu KJ-13 hefur minnkað jafnt og þért frá því hún var en jókst lítilsháttar í ár í báðum holunum (sjá mynd 36).



Mynd 36 Leirbotnar, djúpar holur, CO₂ í gufu á móti tíma.



Mynd 38 Leirbotnar, djúpar holur, SiO_2 í vatni á móti tíma.

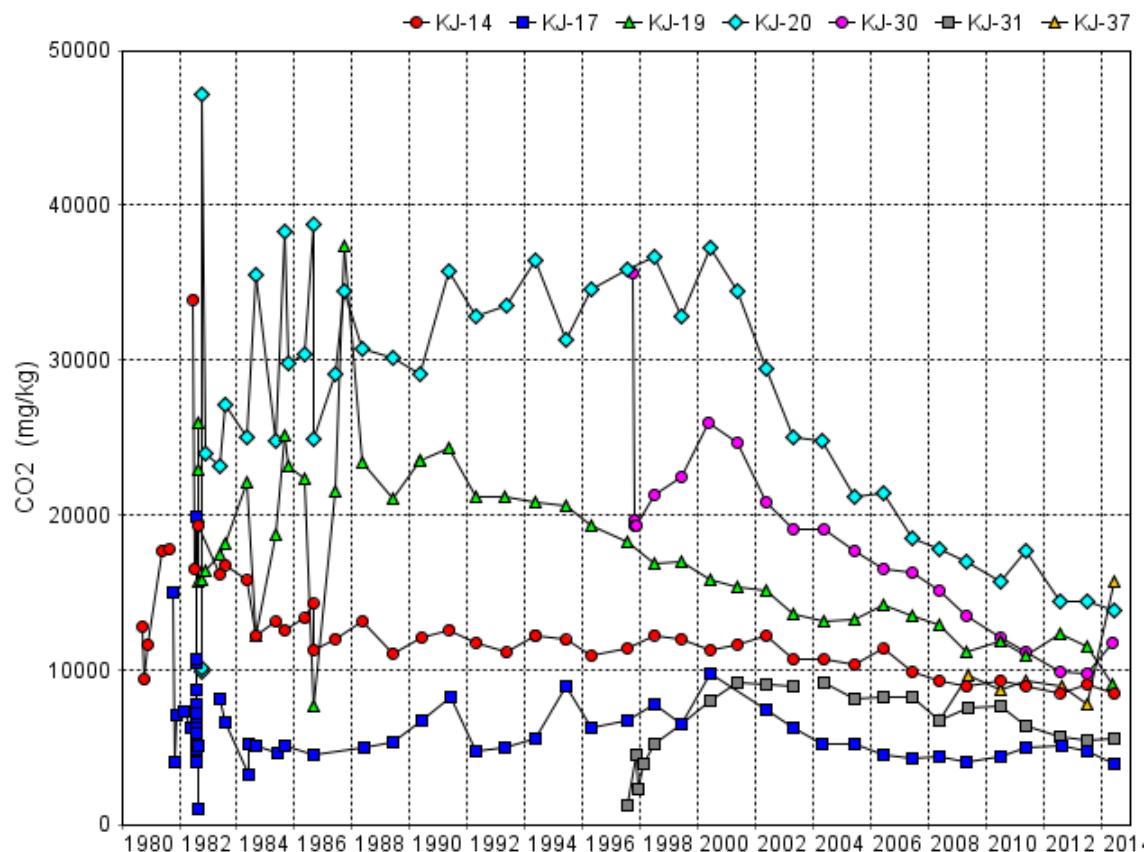


Suðurhlíðar Kröflu – Efnabreytingar í holum

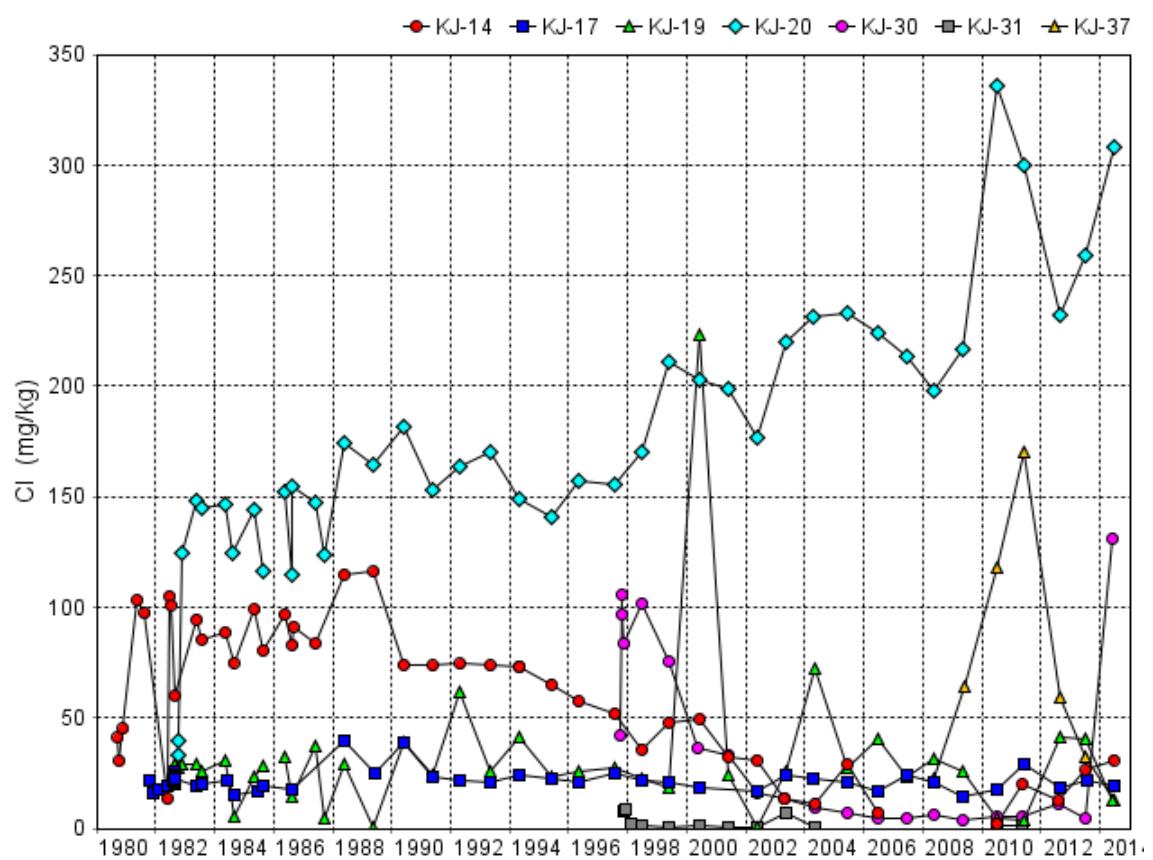
Sýnum var safnað úr samtals átta holum í Suðurhlíðum Kröflu, KJ-14, KJ-16, KJ-17, KJ-19, KJ-20, KJ-30, KJ-31 og KJ-37.

Á mynd 41 er gasstyrkur (koldíoxíð CO₂) í gufu reiknaður við skiljuþrýsting, sýndur á móti tíma fyrir holurnar. Þar kemur fram að styrkur CO₂ í gufu eykst í holu KJ-30 og KJ-37 eftir að hafa minnkað stöðugt í holum KJ-20 og KJ-30 undanfarin ár. CO₂ styrkur í holum KJ-14 og KJ-19 heldur áfram að minnka.

Styrkur klóríðs (Cl) er sýndur á móti tíma á mynd 42. Klóríðstyrkur í holu KJ-20 er með því mesta sem mælist í Kröflu. Klóríðstyrkur í KJ-20 og KJ-30 tekur stökk uppávið.



Mynd 41 Suðurhlíðar, CO₂ í gufu á móti tíma.



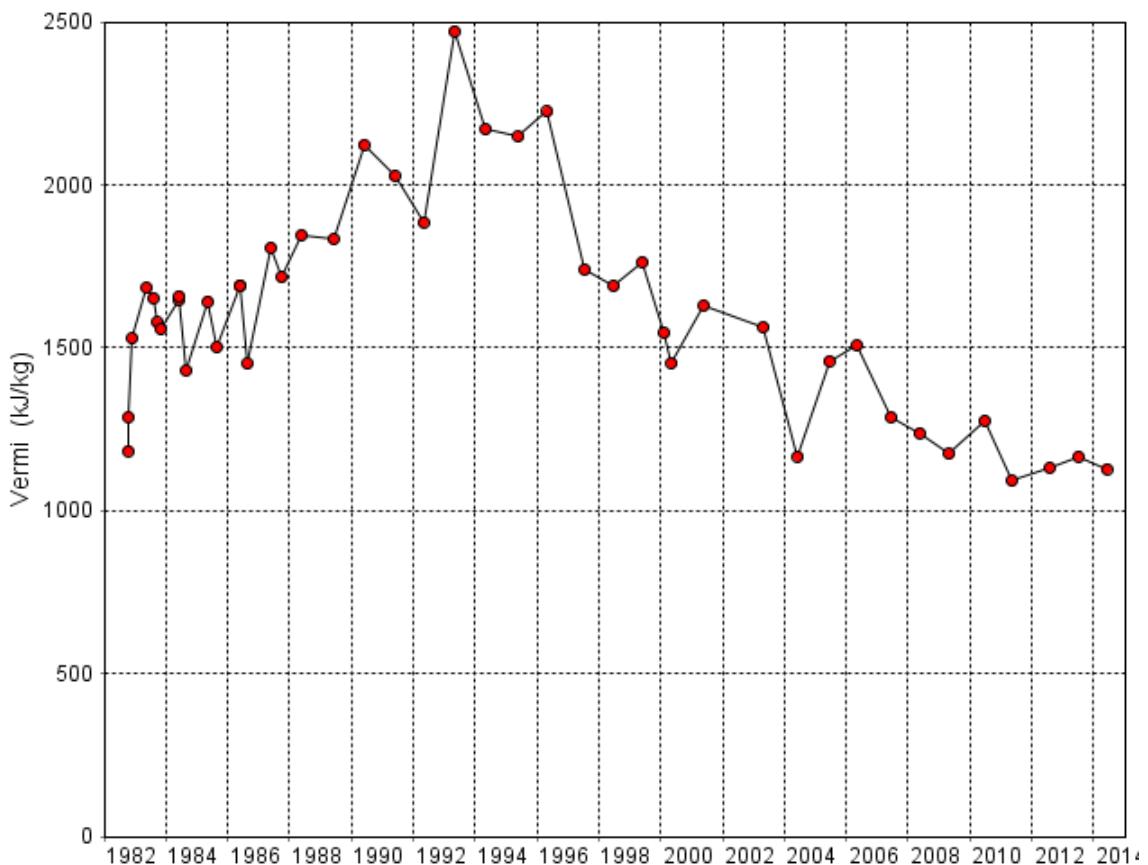
Mynd 42 Suðurhlíðar, Cl í vatni á móti tíma.

Hvíthólaklif – Efnabreytingar í holum

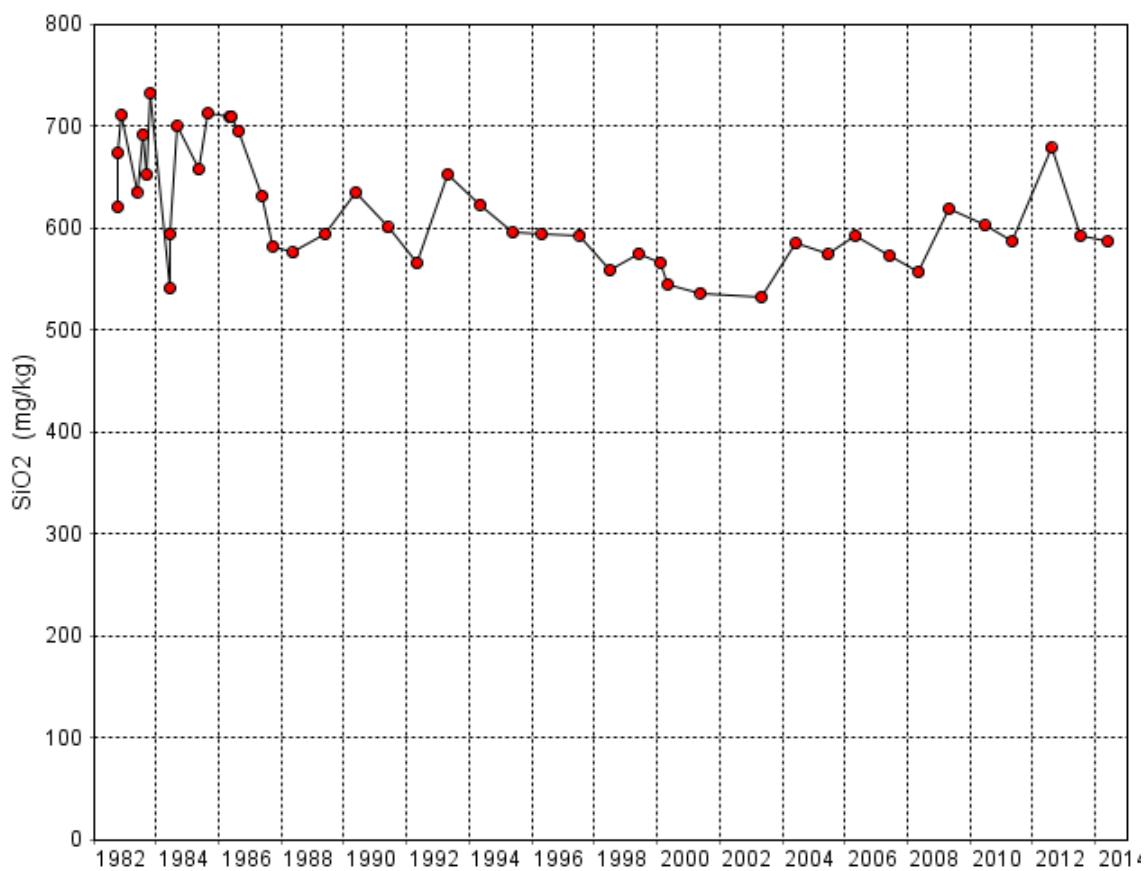
Vermi rennis úr holu KJ-21 hefur verið minnkandi undanfarin ár samhliða minnkandi gufuafköstum (sjá mynd 43). Á mynd 43 er sýndur kísilstyrkur í holu KJ-21 frá upphafi. Kísilstyrkurinn (sjá mynd 44) hefur ekki minnkað samsvarandi og vermið, sem bendir til þess að berghiti hafi lítið breyst og að vermisminkun 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 45, 46 og 47). Gufan í gufuæðinni er gasríkari en gufa sem sýður af vatni sem ættað er dýpra úr holunni.

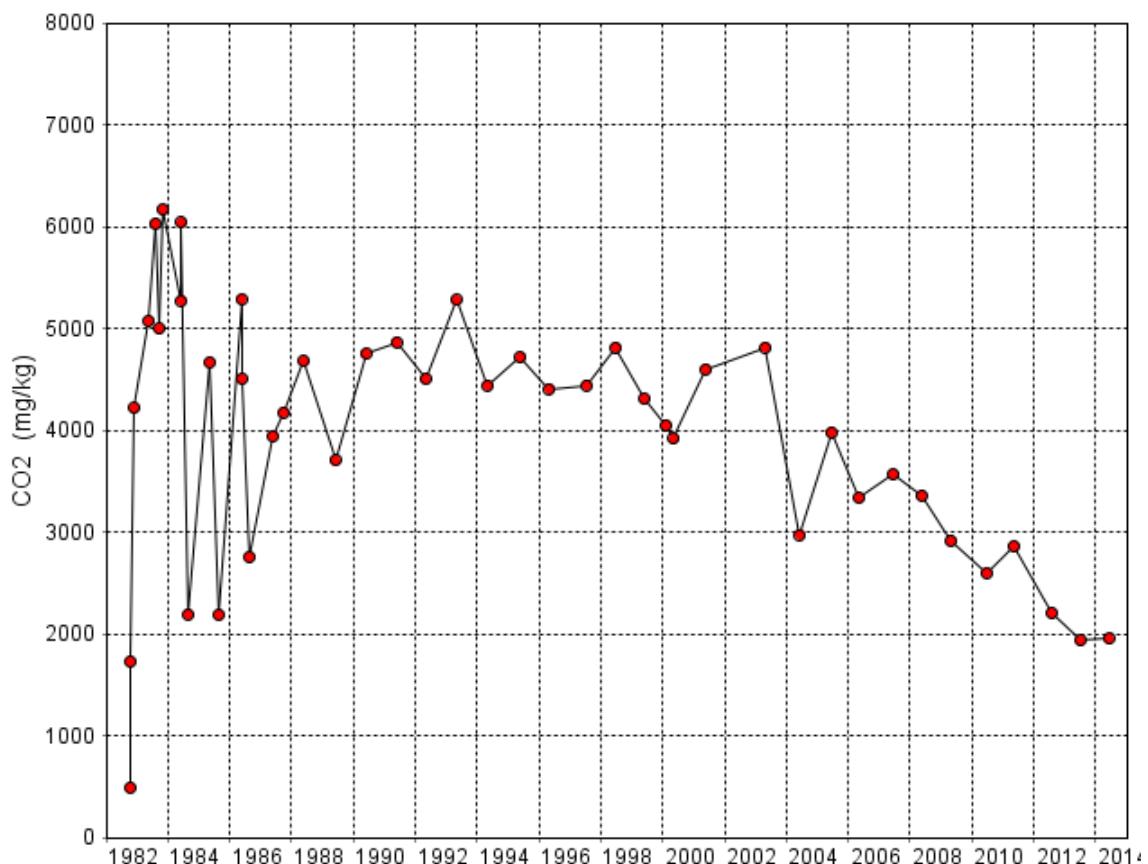
Möguleg skýring getur verið breytt þrýstiástandi í jarðhitageymnum og minni suða á 600 m dýpi. Það gæti t.d. stafað af innstreymi vatns og vermislækkun þeirri sem orðið hefur í Leirbotnaholunum. Í upphafi vinnslu í Leirbotnum varð aukning í gufuvirkni á yfirborði á Hvítholasvæðinu og því líklegt að þrýstiting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



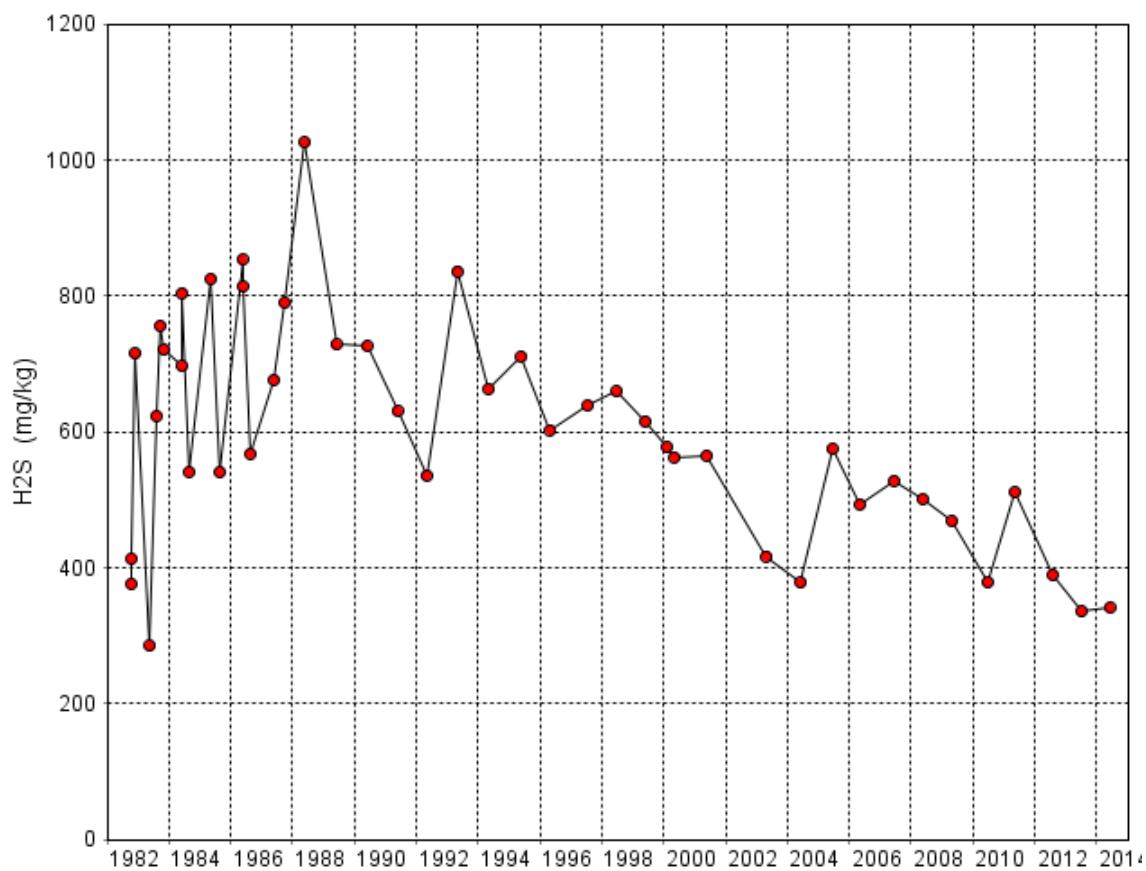
Mynd 43 Hvíthólaklif, vermi á móti tíma.



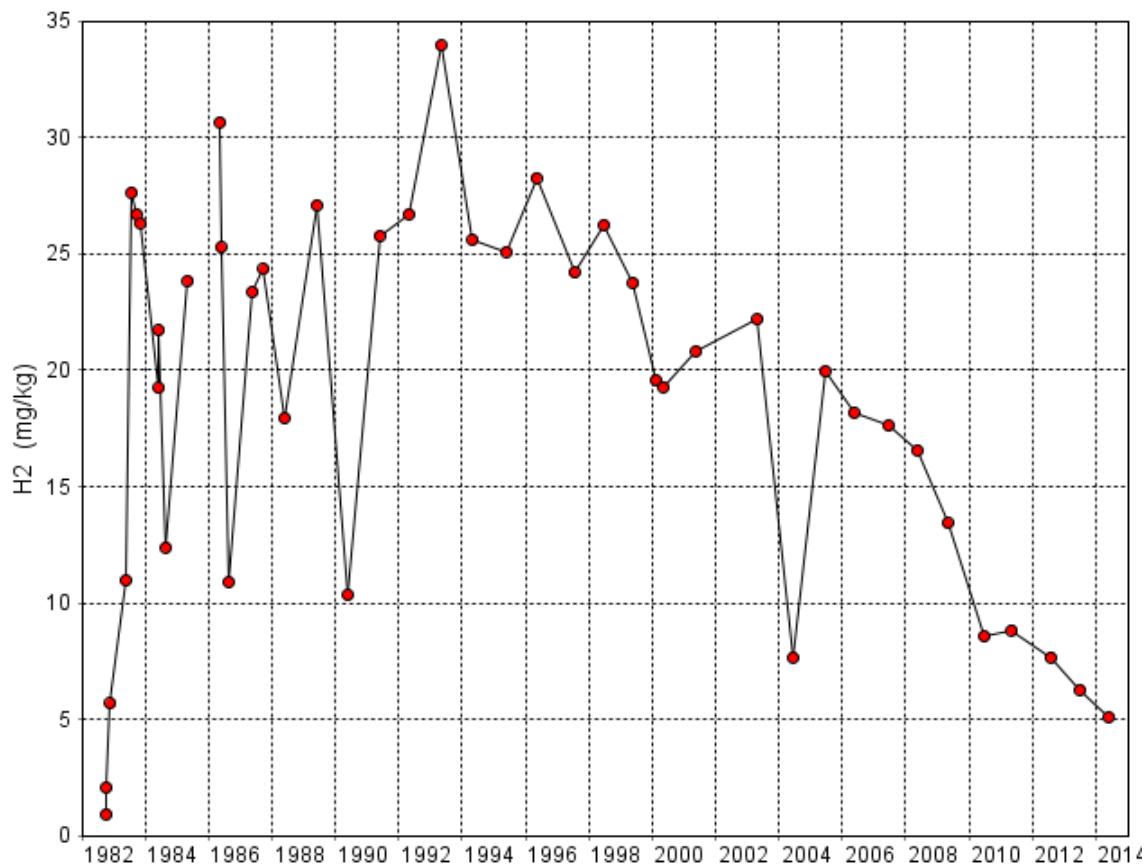
Mynd 44 Hvítárlaklif, SiO_2 í vatni á móti tíma.



Mynd 45 Hvítárlaklif, CO_2 í gufu á móti tíma.



Mynd 46 Hvíthólaklif, H₂S í gufu á móti tíma



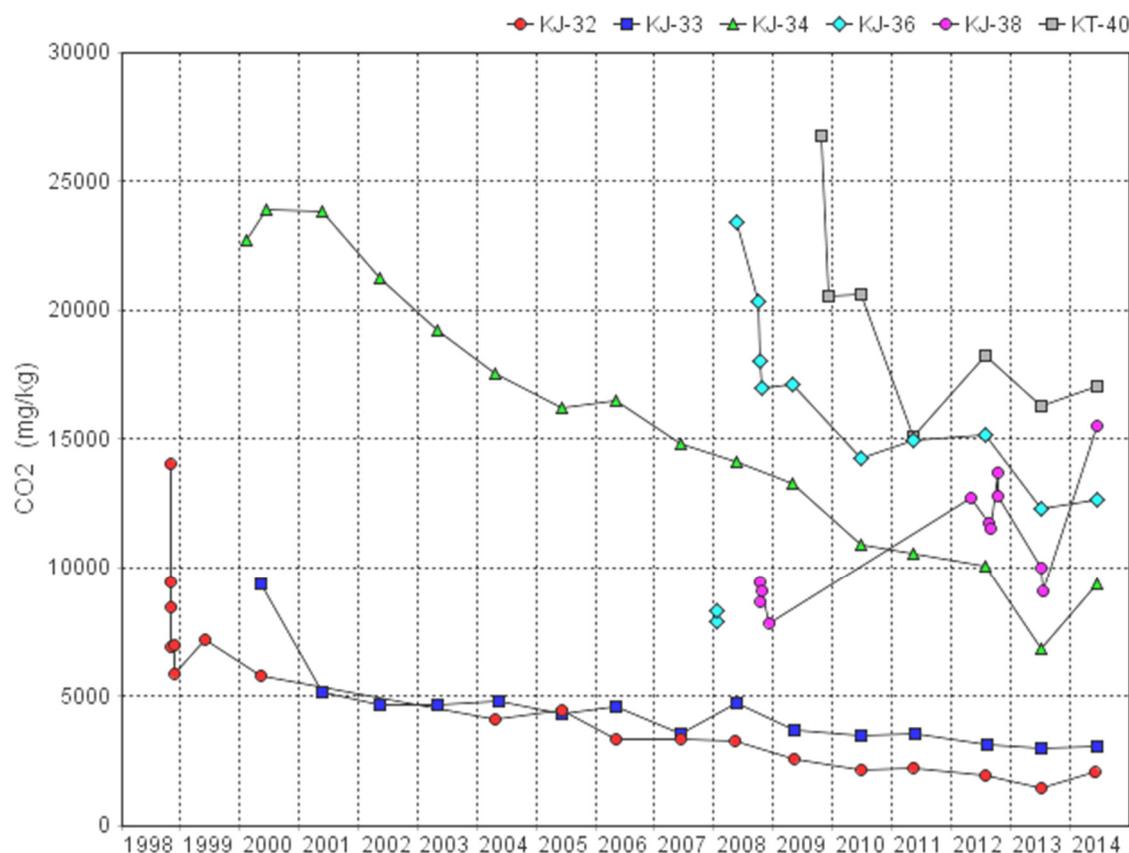
Mynd 47 Hvíthólaklif, H₂ í gufu á móti tíma.

Vesturhlíðar Kröflu – Efnabreytingar í holum

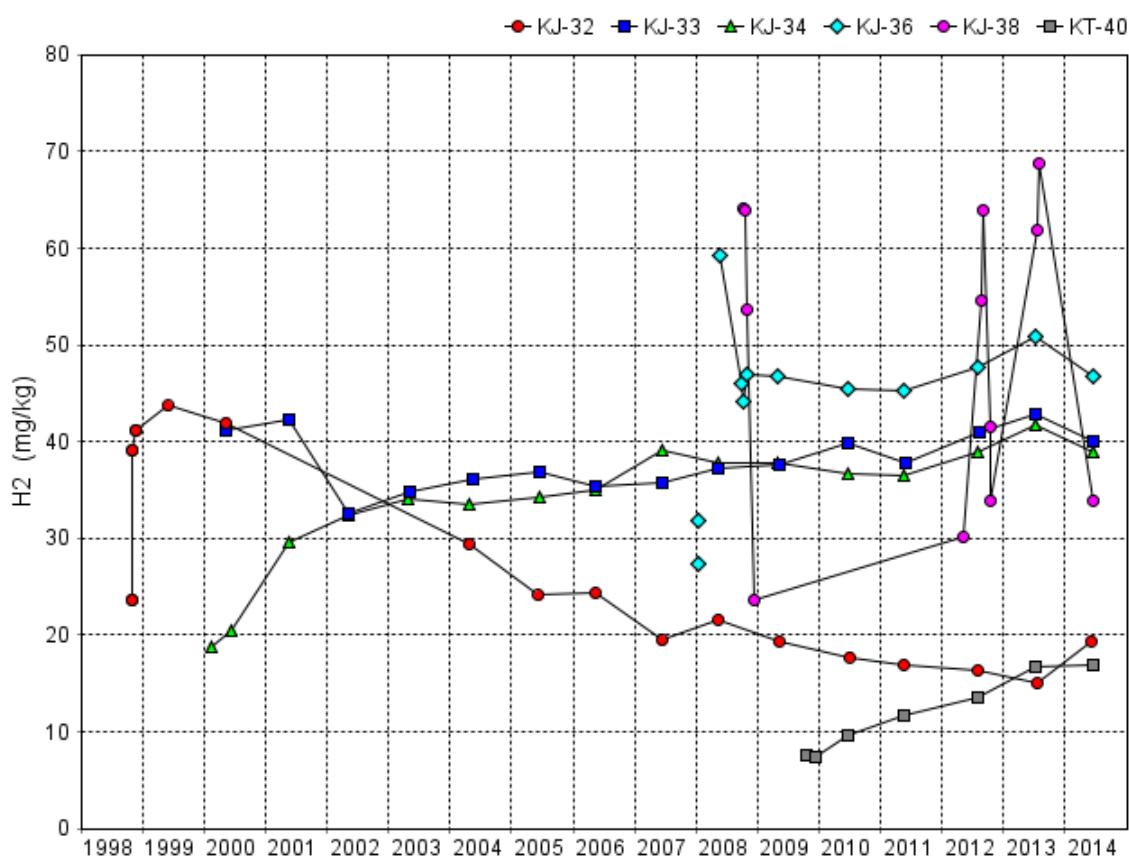
Á mynd 48 er styrkur koldíoxíðs (CO_2) í gufu úr holum í Vesturhlíðum Kröflu sýndur. Koldíoxíðstyrkur í gufu úr holunum hefur minnkað en mest í holu KJ-34. Mest gas mælist í gufu úr holu KJ-40.

Styrkur vetrnis (H_2) í gufu hefur verið vaxandi nema í KJ-32 (mynd 49) en gengur nú aðeins til baka nema í holu KJ-32 þar sem hann eykst lítilsháttar..

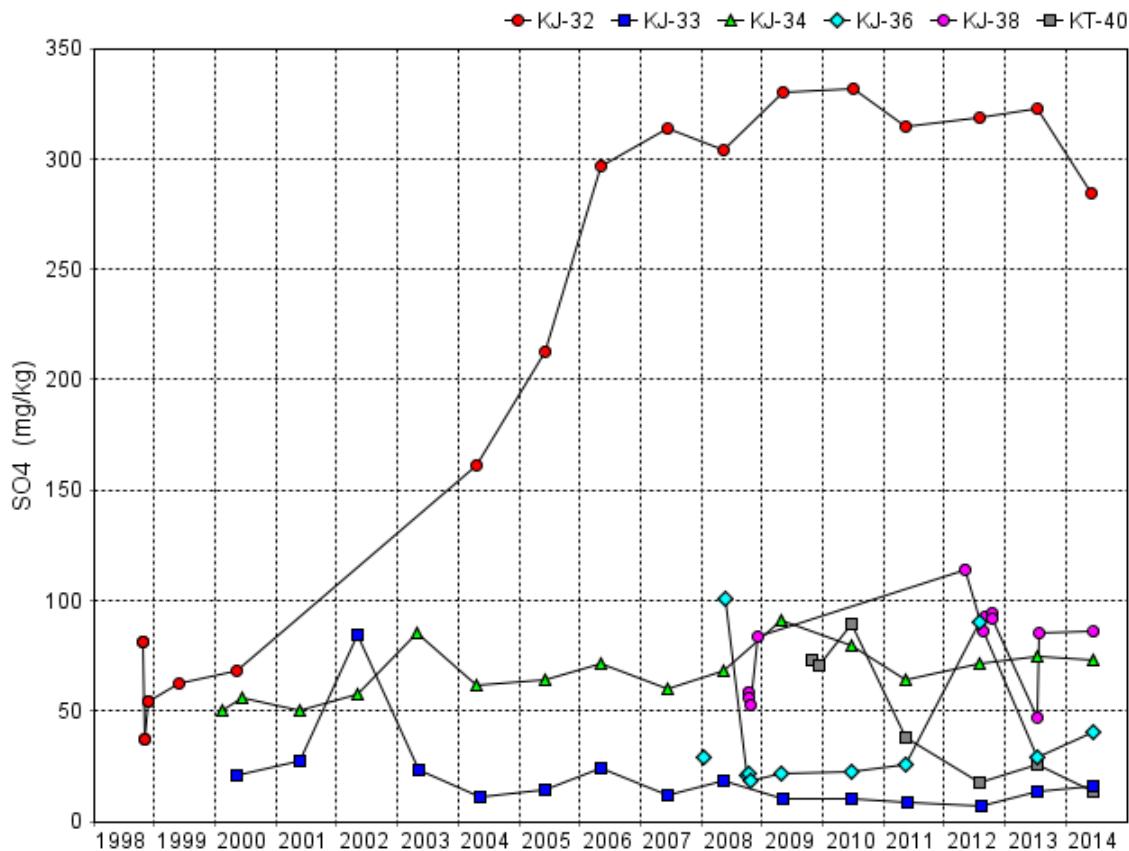
Á mynd 50 er styrkur súlfats í borholuvatninu sýndur. Þar kemur fram að styrkur súlfats í holu KJ-32, sem hefur verið að aukast síðustu árin, hefur náð jafnvægi og engur lítilsháttar til baka.



Mynd 48 Vesturhlíðar Kröflu, CO_2 í gufu á móti tíma



Mynd 49 Vesturhlíðar Kröflu, H_2 í gufu á móti tíma



Mynd 50 Vesturhlíðar Kröflu, SO_4 í vatni á móti tíma.

3. Bjarnarflag

Gufa frá svæðinu er nýtt til rafmagnsframleiðslu í Gufuaflsstöðinni í Bjarnarflagi sem rekin er af Landsvirkjun. Einnig er skiljuvatn úr holu BN-9 notað til upphitunar hitaveituvatns varmaskiptastöð fyrir Hitaveitu Skútustaðahrepps og er skiljuvatninu síðan veitt í Jarðböðin.

3.1 Afkastamælingar

3.1.1 Afköst borhola

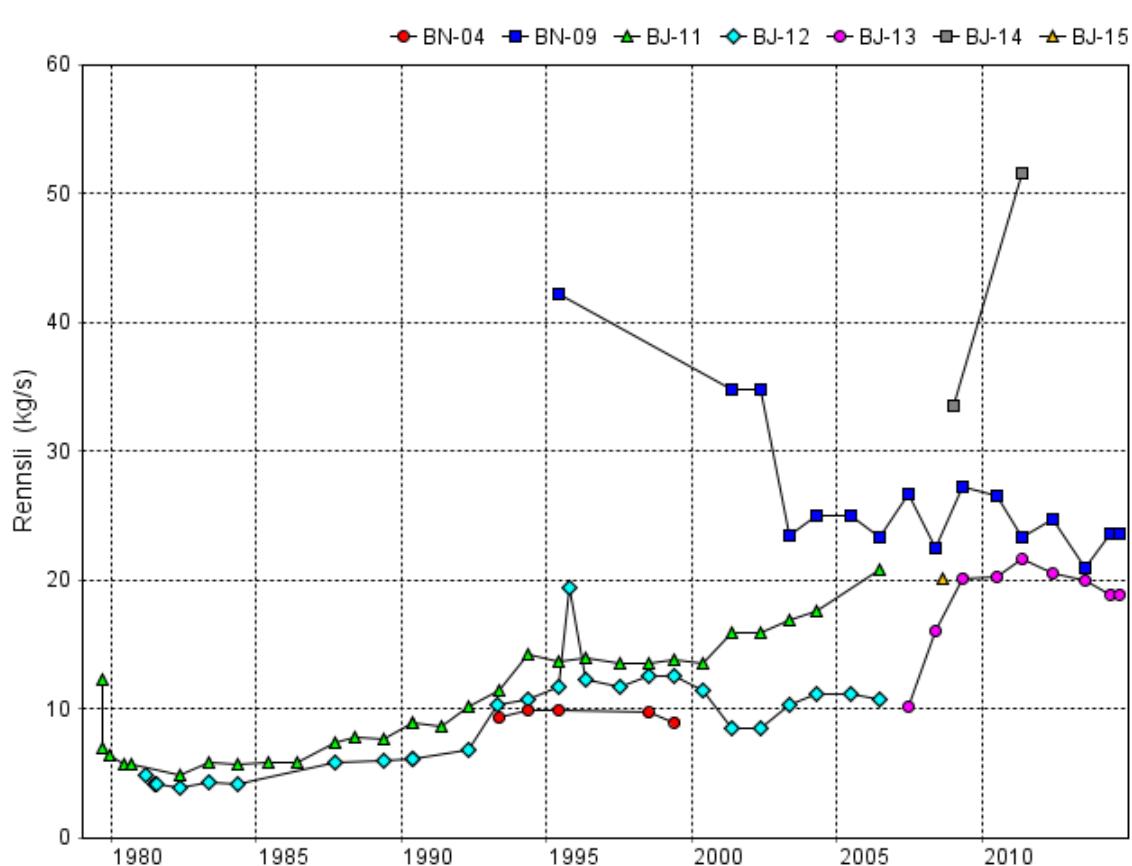
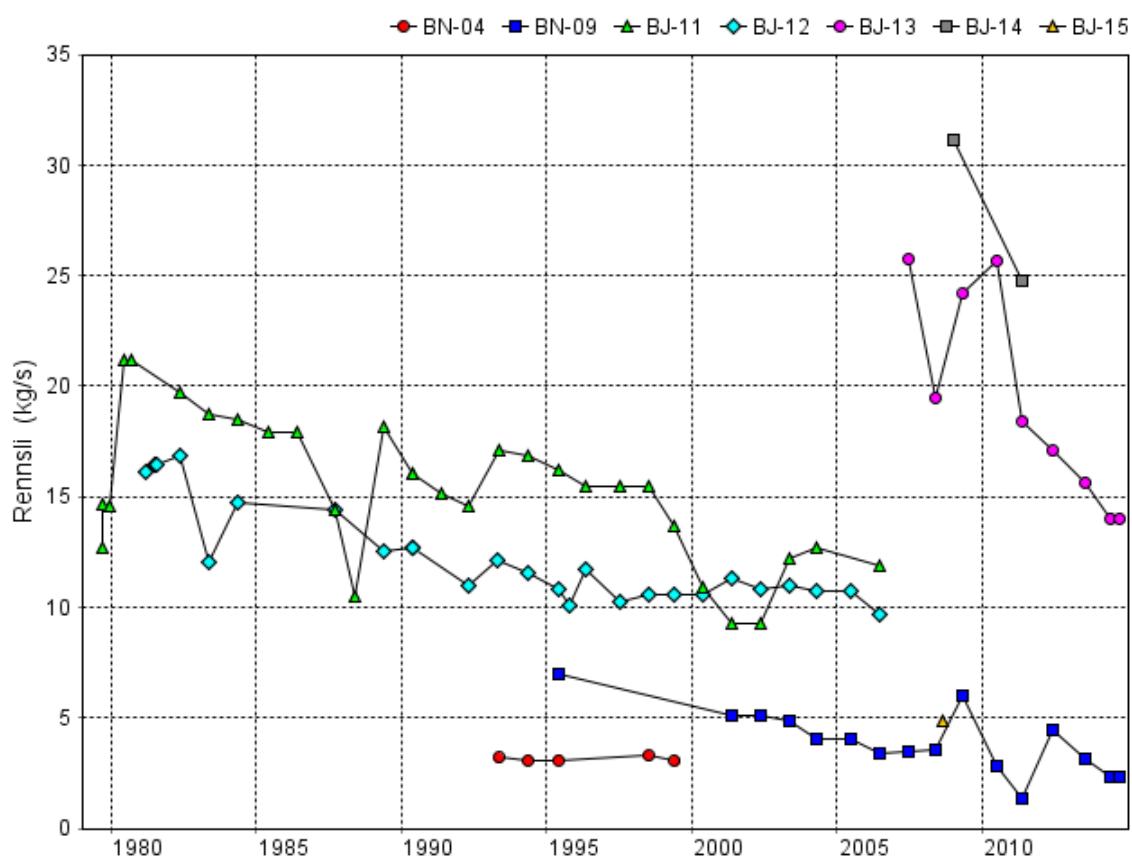
Afköstin voru ákvörðuð með mælingu á mismunaþrýstingi yfir tvífasa blendu samhliða vatnsákvörðun með þynningaraðferð. Vatnsákvörðun með þynningaraðferð byggist á því að litarefni er dælt inn í rennslispípuna með jöfnu rennsli og styrkur þess í sýni af vatninu ákvarðaður (Trausti Hauksson 2011).

Í júlímaðuði árið 2014 voru 2 holur tengdar Bjarnarflagsstöð og framleiddu þær samkvæmt aflmælingum 16,4 kg/s af háþrystigufu en stöðin framleiddi um 2,0 MW af rafmagni. Frá holu BJ-13 renna 15,9 kg/s af skiljuvatni í Bjarnarflagslónið en 23,6 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 51 og 52. Gufuafköst holu BJ-13 hafa minnkað nokkuð undanfarin ár.

Tafla 13 Bjarnarflag. Afköst borhola 2014.

Staður	Tími	Heildar			Hþ-Skilja	Frárennsli		Hverfill
		Vermi	Rennsli	Varmaafl		Gufa	Vatn	
		kJ/kg	kg/s	MW	kg/s	kg/s	kg/s	MW
BJ-13	2014-06-05	1632	32,9	48,1	14,0	3,0	15,9	6,5
BN-09	2014-06-04	964	26,0	20,7	2,4		23,6	1,1
	Samtölur	1337	58,8	68,8	16,4	3,0	39,5	7,6

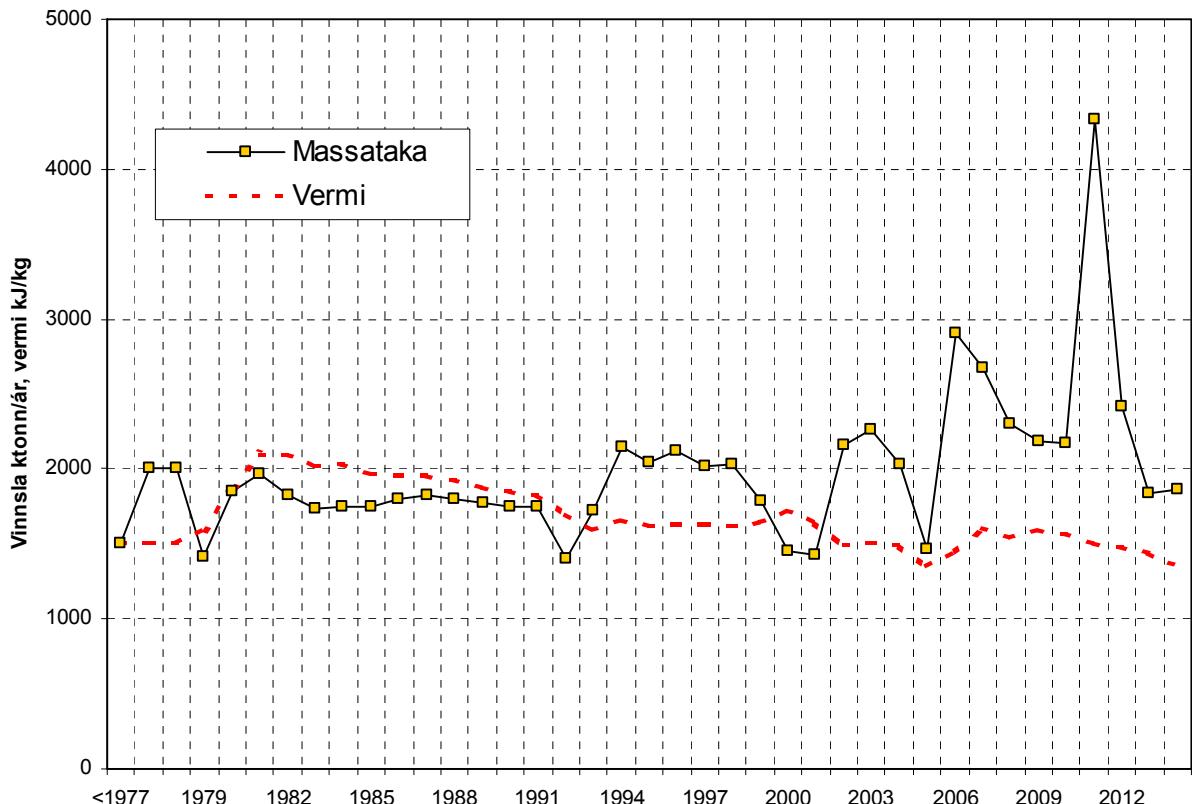


Mynd 52 Bjarnarflag, vatnsrennslri úr holum.

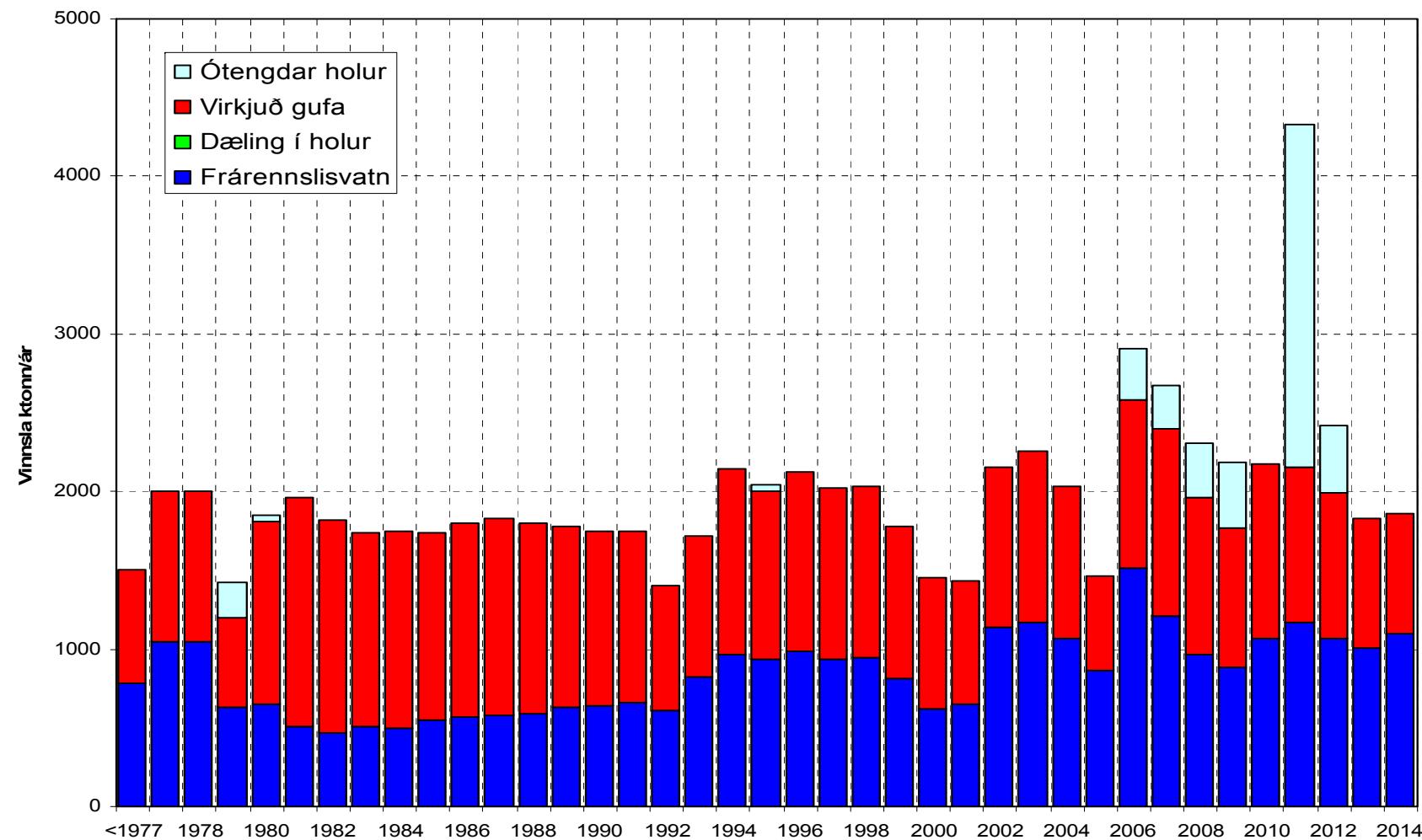
3.1.2 Massa og varmavinnsla

Yfirlit um árlega vinnslu úr holum í Bjarnarflagi er birt í Viðauka 2 aftast í skyrslunni. Á mynd 53 er sýnd árleg massavinnsla ásamt meðal vermi úr holunum síðan árið 1977. Tölur um árlega vinnslu sem teknar eru saman í mynd 54 sýna vinnslu vatns og gufu frá upphafi.

Heildarmassataka árið 2014 var 1.863 þúsund tonn svipað og árið 2013 en þá var vinnslan 1.832 þúsund tonn. Virkjuð gufa á árinu var 770 þúsund tonn sem er minnkun frá 2013 og vatnsstreymi frá virkjun 1.093 þúsund tonn sem er lítilsháttar aukning.



Mynd 53 Bjarnarflag. Árleg vinnsla og vermi.



Mynd 54 Bjarnarflag. Árleg gufuvinnsla og frárennslí.

3.2 Efnamælingar

3.2.1 Vatn og gufa úr borholum

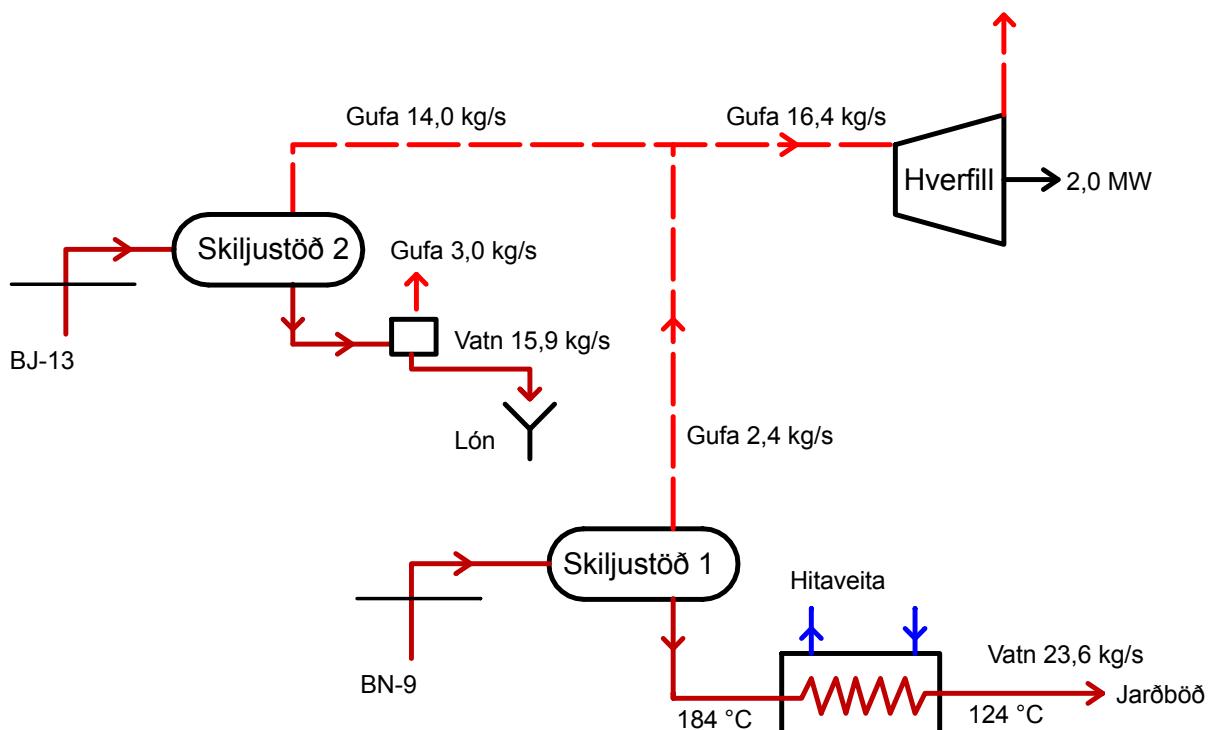
Safnað var sýnum til efnagreininga úr borholum BN-09 og BJ-13 í Bjarnarflagi og eru niðurstöður greininga á vatni og gufu úr borholunum vistaðar í gagnagrunni fyrir jarðhitagögn (ViewData).

Gasstyrkur í gufu og efnahiti eru sýnd í töflum 14 og 15. Gas er lítið í gufu frá holunum og reiknast meðal gasstyrkur 0,19 %, sem er svipað og í fyrra en þá mældist meðalstyrkur 0,18%.

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

3.2.2 Frárennsli

Á mynd 55 er sýnt flæðirit fyrir Bjarnarflagsstöð þegar sýnum af frárennsli var safnað til efnagreininga.



Mynd 55 Flæðirit fyrir Bjarnarflagsstöð júní 2014

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 56 og 57 er sýnd árleg losun CO₂ og H₂S vegna orkuvinnslunnar og rannsóknaboranna frá upphafi vinnslu.

Heildarlosun koldíoxíðs var 347 tonn árið 2014 sem er sama losun og árið 2013. Losun brennisteinsvetnis var minni í ár eða 589 tonn samanborið við 671 tonn í fyrra.

Frárennslissýni til efnagreininga var safnað úr útrennsli Bjarnarflagslónsins, þar sem það rennur ofan í sprungu vestanvert við lónið. Jafnframt voru tekin sýni úr skiljuvatni frá báðum skiljustöðvum. Niðurstöður eru sýndar í töflu 17 og mælingar á samsetningu hitaveituvatns er sýnd í töflu 18.

Kísilstyrkur í vatni úr skiljustöð 1 sem rennur í Jarðböðin mældist 445 mg/kg sem er nálægt mettunarmörkum við 123 °C (490 mg/kg).

Mengandi efni í vatninu voru efnagreind og eru niðurstöður birtar í töflum 19 og 20. Til hliðsjónar er jafnframt tafla 21 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 styrkinn 283 µg/l og er vatnið í flokkun V sem telst ávallt ófullnægjandi ástand fyrir lífríki/bynningarsvæði. Styrkur arsens er minni í Jarðbaðavatninu en það kemur úr holu BN-9 sem er kaldari en hola BJ-13 (sjá tSiO₂q og tNa/K í töflu 15). Kopar (Cu) mældist einnig yfir viðmiðunarmörkum í Bjarnaflagslóninu.

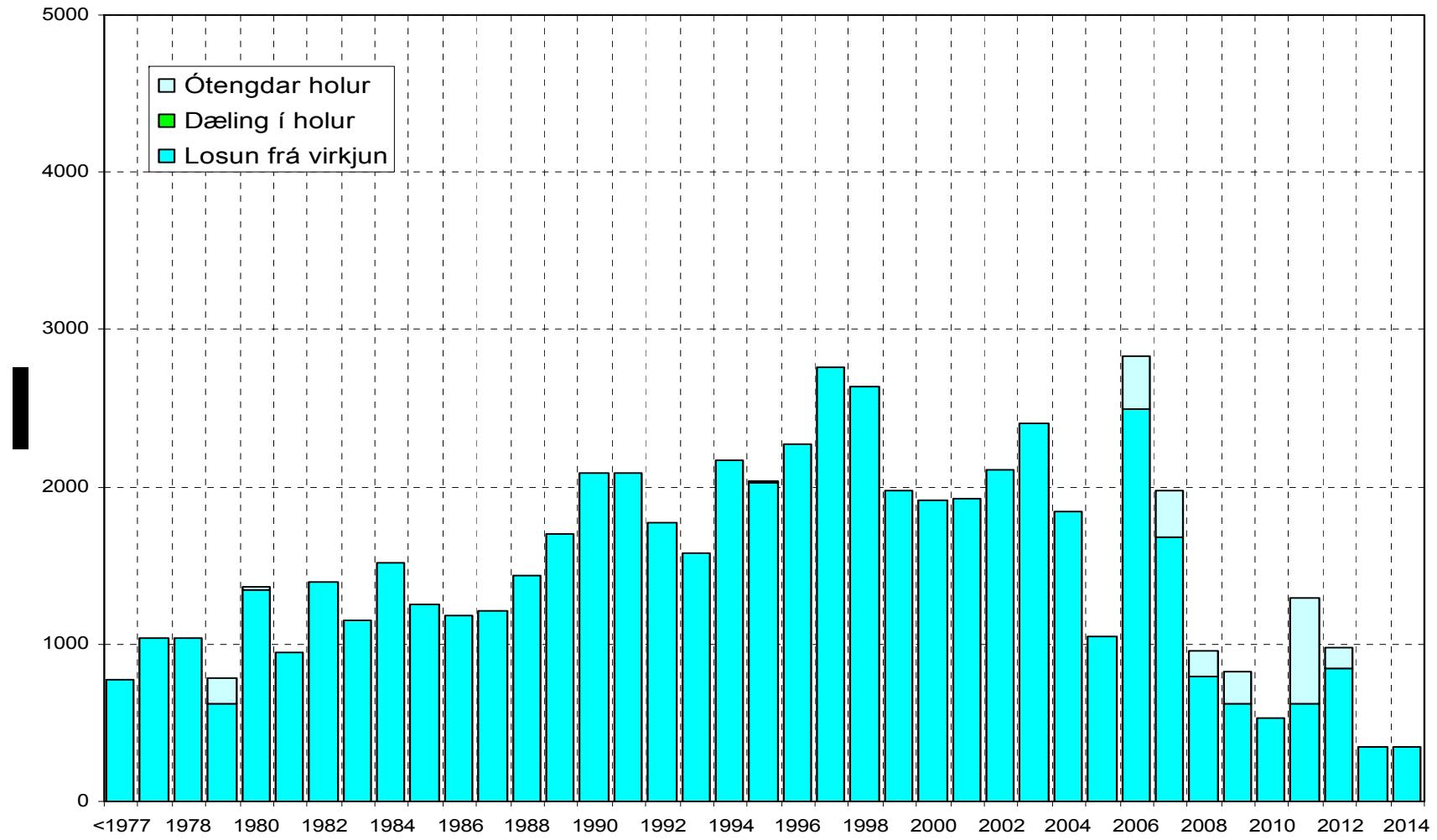
Heidarlosun mengunarefna frá Bjarnarflagi er birt í töflu 22.

Tafla 14 Bjarnarflag. Gas í gufu inn á veitu 2014

Staður	Tími	Gufa	Gas								
			rennslí	Hlutf.	rennslí	hlutf.	CO ₂	H ₂ S	H ₂	N ₂	CH ₄
			kg/s	w%	kg/s	l/kg	vol%	vol%	vol%	vol%	vol%
BN-09	2014-06-05	2,4	0,31	0,01	3,1	26,5	33,6	35,5	2,4	1,9	0,1
BJ-13	2014-06-04	14,0	0,14	0,02	1,42	18,8	43,1	36,7	1,1	0,3	
	Samtölur	16,4	0,19	0,03	1,89	21,0	40,5	36,4	1,5	0,7	0,1

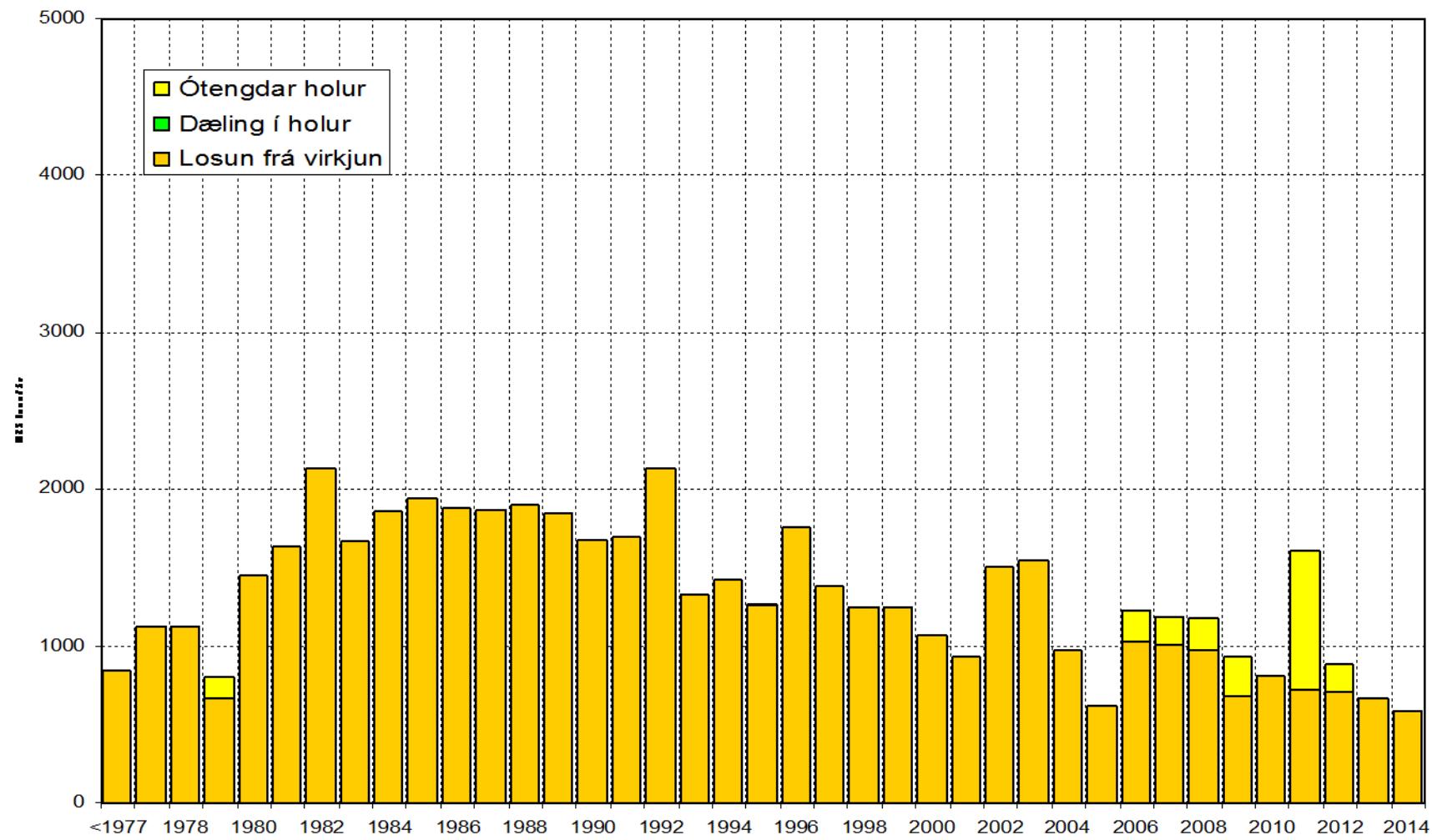
Tafla 15 Bjarnarflag. Berghiti 2014

Nafn	Tími	Skilja	Efnahitar			
			Vermi	tSiO ₂ q	tNa/K	tCO ₂
			kJ/kg	°C	°C	°C
BN-09	2014-06-05	964	236	233	164	302
BJ-13	2014-06-04	1632	286	286	132	299
	Samtölur	1337	261	259	148	301



Mynd 56

Bjarnarflag. Árleg losun koldíoxíðs (CO₂).



Mynd 57 Bjarnarflag. Árleg losun brennisteinsvetnis (H_2S).

Tafla 16 Bjarnarflag. Styrkur efna í vatni og gufu úr borholum árið 2014

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	mg/kg
BN-09	2014-06-05	2,4	1481	1451	91	86	39	5	23,6	9,13	24,7	100	452	147	18,1	3,1	<0,001	0,001	0,76	0,61	38,1	45,3	0,63	
BJ-13	2014-06-04	14,0	482	855	43	18	3		18,9	8,91	5,4	40	812	113	22,6	0,3	<0,001	0,001	2,63	0,94	74,9	17,5	1,97	
	Samtölur	16,4	627	941	50	28	8	5	42,5	9,02	16,1	73	612	131	20,1	1,8	<0,001	0,001	1,59	0,76	54,4	33	1,23	

Tafla 17 Bjarnarflag. Frárennslissýni 2014.

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
Skiljustöð 1 *)	2014-06-05	125,1	8,76	33,7	130,4	444,8	152,7	19	2,95	0,001	0,001	0,771	0,64	40,4	14,9	0,66	772	0
Skiljustöð 2 **)	2014-06-05	184	8,46	7,2	64,3	783,3	114,2	22,9	0,35	0,001	0,001	2,62	0,96	76,2	50,6	1,97	593	0,24
Bjarnarflagslón	2014-06-05	20,9	7,41	27,8	0,2	695,3	124,9	22,3	2,31	0,979	0,096	2,15	0,9	67,2	63,2	1,65		3,6

*) Jarðböð ***) lón

Tafla 18 Hitaveita Reykjahlíðar

Staður	Tími	Hitastig	pH	CO ₂	H ₂ S	SiO ₂	Na	K	Ca	Mg	F	Cl	SO ₄	Rafleiðni
		°C	/25°C	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	μS/cm
Ferskvatn	2014-06-05		7,60	50,8		28	8,1	1,1	9,41	5,5	0,021	0,005	0,09	
Hitaveituvatn	2014-06-05	100,2	7,88	54,9	2,0									

Tafla 19 Styrkur mengunarefna í borholusýnum í Bjarnarflagi 2014.

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
BN-09	2014-06-05	<0,002	0,53	<0,1	<0,01	<0,05	<0,002	<0,01	1,35	0,001
BJ-13	2014-06-04	<0,002	<0,2	<0,1	<0,01	0,055	<0,002	<0,01	18,4	0,002

Tafla 20 Styrkur mengunarefna (µg/l) í frárennslissvatni í Bjarnarflagi 2014.

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
Skiljustöð 1 *)	2014-06-05	<0,002	0,329	<0,1	0,02	<0,05	<0,002	<0,01	2,07	0,001
Skiljustöð 2 **)	2014-06-05	0,002	0,2	0,1	0,01	0,05	0,002	0,01	19,5	0,002
Bjarnarflagslón	2014-06-05	<0,002	1,74	4,12	0,064	0,145	<0,002	0,018	283	0,004

Rauðlituð gildi eru yfir viðmiðunarmörkum. *) Jarðböð **) lón

Tafla 21 Umhverfismörk fyrir málma í yfirborðsvatni til verndar lífríki.

	Hg	Zn	Cu	Cr	Ni	Cd	Pb	As	P
	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 hætta á áhrifum.

Umhverfismörk II: Lítill hætta á áhrifum.

Umhverfismörk III: Áhrifa að vænta á viðkvæmt lífríki.

Umhverfismörk IV: Áhrifa að vænta.

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

(Reglugerðir 796/1999 og 800/1999)

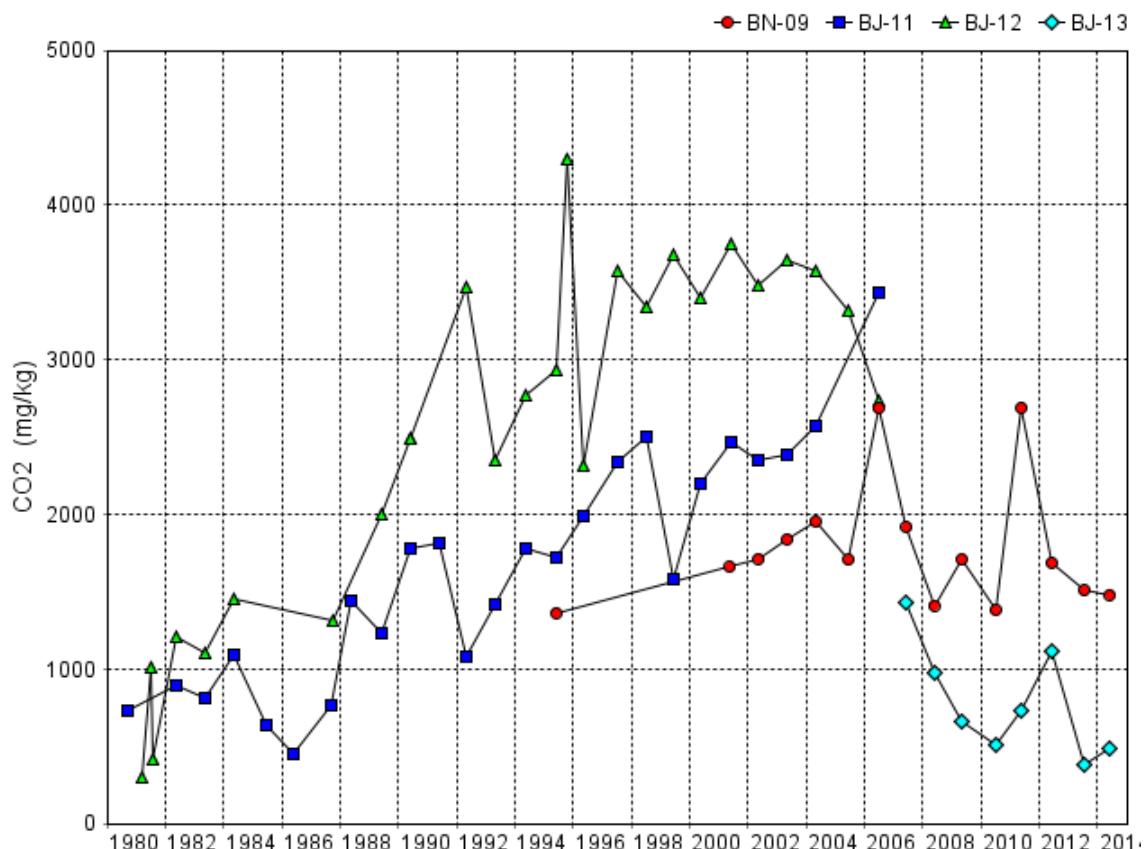
Tafla 22 Heildarlosun mengunarefna frá Bjarnarflagi árið 2014

Bjarnarflag 2014		Heildar-	Orkuframleiðsla - losun			Rannsóknir
		upptekt	Niðurdæling	Yfirborð	Andrúmsloft	Útblástur
Skiljuvatn	tonn	1.092.784	0	1.092.784	0	0
Gufa / þéttivatn	tonn	770.216	0	0	770.216	0
Samtals	tonn	1.863.000	0	1.092.784	770.216	0
Koldíoxíð (CO₂)	tonn	347	0	51	296	0
Metan (CH₄)	tonn	4	0	0	4	0
Brennisteinsvetni (H₂S)	tonn	589	0	142	447	0
Kvikasilfur (Hg)	kg	0	0	0	0	0
Kopar (Cu)	kg	0	0	2	0	0
Sink (Zn)	kg	0	0	1	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	12	0	162	0	0
Fosfór (P)	kg	2	0	3	0	0

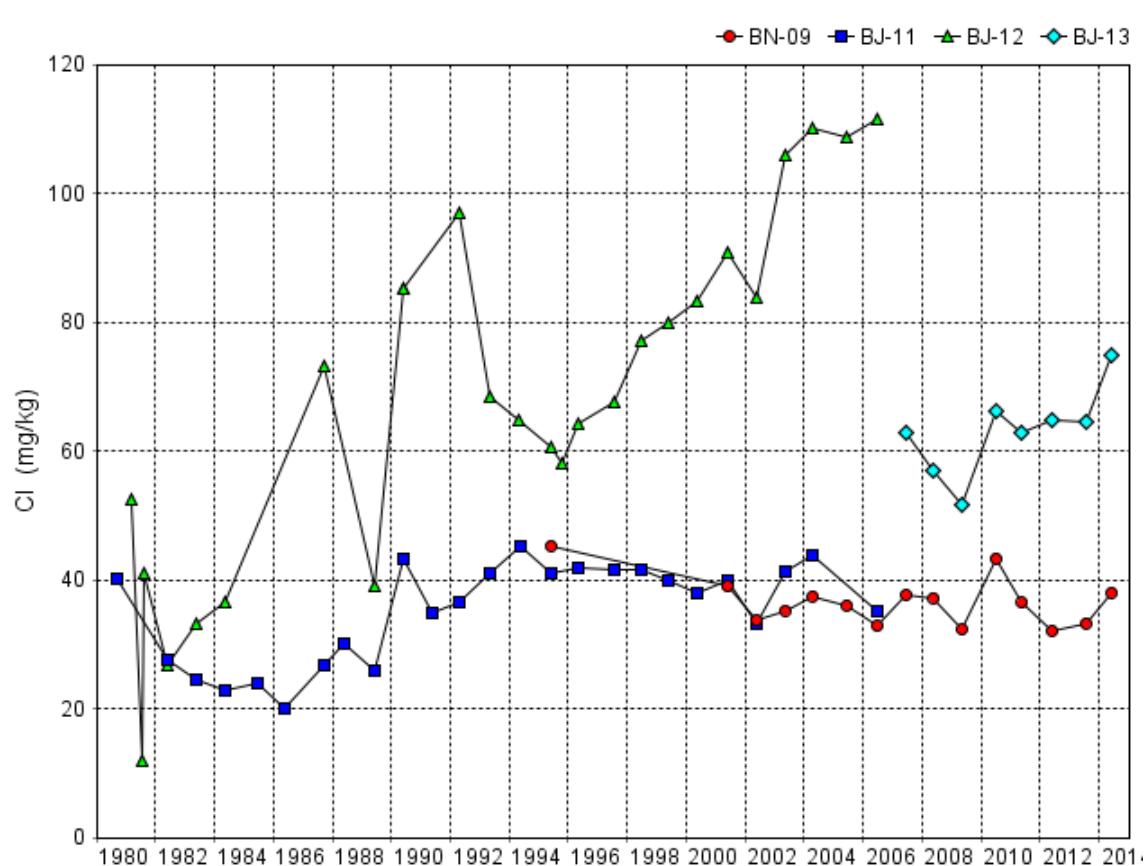
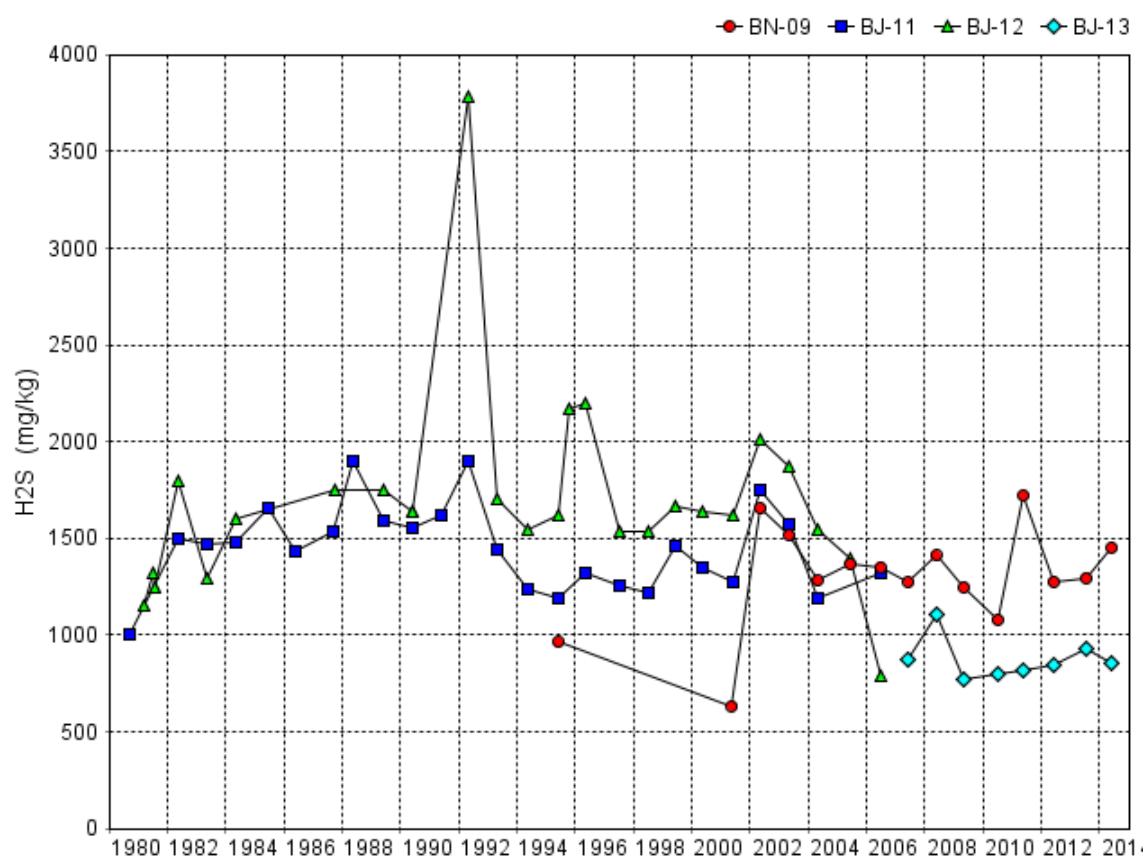
3.2.3 Efnabreytingar í holum

Á mynd 58 er sýndur koldíoxíðstyrkur (CO_2) í gufu, reiknaður við skiljuþrýsting. Styrkur H_2S í gufu úr holunum er sýndur á mynd 59. Styrkurinn breytist lítið milli ára.

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



Mynd 58 Bjarnarflag, CO_2 í gufu á móti tíma.



4. Niðurstöður

4.1 Krafla

- Afköst virkjunarinnar voru um 56 MW í upphafi árs. Vegna bágrar vatnsstöðu í lónum var holum KJ-9 og KJ-28 hleypt upp og þær tengdar stöðinni. Við það jókst framleiðslan um tæp 2 MW. Þegar holunum var lokað í byrjun júní minnkuðu afköstin í um 55 MW að meðaltali. Eftir viðhaldsstopp fór framleiðslan í rúm 60 MW. Í viðhaldsstoppinu voru gerðar endurbætur á gaslosunarþúnaði stövarinnar sem skýrir aflaukninguna að hluta. Breyttar tengingar og tímabundin aflaukning borhola við Víti er einnig líkleg skýring. Aflaukningin gekk að hluta til baka og í lok árs framleiddi stöðin um 58 MW. Samtals var raforkuframleiðsla stöðvarinnar 1669 TJ á árið 2014.
- Í júníþyrjun árið 2014 voru 20 holur tengdar Kröflustöð og framleiddu þær 114,4 kg/s af háþrýstigufu og 40,4 kg/s lágþrýstigufu, sem reikningslega nægir til framleiðslu á 62,2 MW af rafmagni. Hluti háþrýstigufunnar er notaður til þess að knýja gasdælur og voru afköst virkjunarinnar því nokkuð minni eða 57 MW.
- Háþrýstigufa var óbreytt frá 2013, en lágþrýstigufa mældist 18,7 kg/s meiri en á árið 2013. Holur KJ-9 og KJ-28 voru blásandi vegna lágrar vatnsstöðu í lónum en þær eru tengdar beint inn á lágþrýstiskiljur og framleiða ekki háþrýstigufu. Tenging KJ-9 og KJ-28 var aðeins skammtímalausn.
- Hola KJ-30 minnkaði í afli frá síðasta ári eins og undanfarin fjögur ár. Milli 2010 og 2011 var afþýrnunin sérstaklega hröð sem getur bent til stíflu eða skemmda í holunni. Merki eru um aukið vatnsrennsli úr KJ-19 sem mögulega tengist niðurdælingu í KJ-39.
- Í viðhaldsstoppí var lokað fyrir holurnar á Vesturhlíðasvæðinu, þ.e. KJ-34, KJ-36, KJ-38 og KT-40. Þegar þeim var hleypt upp aftur þá reyndist KJ-34 aflmeiri en fyrir lokun.
- Tekin voru samtals um 10.681 þúsund tonn af vatn og gufu úr svæðinu á árinu 2014. Þar af var gufa til raforkuframleiðslu 4.728 þúsund tonn. Upptekt vegna prófunar á holum var 1.379 þúsund tonn.
- Dælt var samtals 2.817 þúsund tonnum af vatni í holu KJ-26 (Leirbotnar) og 1.479 þúsund tonnum í KJ-39 (Suðurhlíðar). Nettó vinnsla úr jarðhitgeyminum var því 6.385 þúsund tonn.
- Meðaltal gass í gufu inn á hverfil, þ.e. bæði háþrýsti og lágþrýstigufu reiknast um 0,93 %, samanborið við 0,89 % árið 2013. Heildargasstreymi inn í stöðina jókst milli ára og reiknast 1,26 kg/s samanborið við 1,11 kg/s í fyrra. Hola KJ-38 sem er tiltölulega gasrík var tengd við veitu, sem skýrir gasukniguna að mestu.
- Losun koldíoxíðs til andrúmslofts var 34.395 tonn á árinu 2014 og 74 g/kWh. Losun brennisteinsvetnis til andrúmslofts var 4.520 tonn sem eru 9,7 g/kWh.
- Styrkur arsens (As) í frárennslisvatninu var eins og áður yfir umhverfismörkum. Gildin eru lægri en árið 2013 sem væntanlega stafar af aukinni niðurdælingu.
- Styrkur klasíums (Ca) mældist mun minni í vatni úr KJ-28 en þegar holan blés með kalktálma árið 2008. Þetta bendir til kalkútfellingar og er ekki ráðlegt að láta holu KJ-28 blása aftur án tálma.

4.2 Bjarnarflag

- Í júlímánuði árið 2014 voru 2 holur tengdar Bjarnarflagsstöð og framleiddu þær samkvæmt aflmælingum 16,4 kg/s af háþrýstigufu en stöðin framleiddi um 2,0 MW af rafmagni. Frá holu BJ-13 renna 15,9 kg/s af skiljuvatni í Bjarnarflagslónið en 23,6 kg/s renna úr holu BN-09 í Jarðböðin.
- Heildarmassataka árið 2014 var 1.863 þúsund tonn svipað og árið 2013 en þá var vinnslan 1.832 þúsund tonn. Virkjuð gufa á árinu var 770 þúsund tonn sem er minnkun frá 2013 og vatnsstreymi frá virkjun 1.093 þúsund tonn sem er lítilsháttar aukning.
- Gas er lítið í gufu frá holunum og reiknast meðal gasstyrkur 0,19 %, sem er svipað og í fyrra en þá mældist meðalstyrkur 0,18%.
- Heildarlosun koldíoxíðs var 347 tonn árið 2014 sem er sama losun og árið 2013. Losun brennisteinsvetnis var minni í ár eða 589 tonn samanborið við 671 tonn í fyrra.
- Styrkur arsens (As) fer yfir mengunarmörk eins og áður. Sérstaklega í Bjarnarflagslóninu en þar er stykurinn 283 µg/l sem telst ófullnægjandi ástand. Styrkur arsens er minni í Jarðbaðavatninu.

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 2014 *Krafla og Bjarnarflag. Afköst borhola og efnainnihald vatns og gufu í borholum og vinnslurás árið 2013.* Landsvirkjun, mars 2014, Skýrsla nr: LV-2014/073 73 s.

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

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	
Vinnsla	4964	5922	8278	9136	10167	8336	8738	8747	7886	8453	8167	9568	10157	9101	9749	9223	9703	9674	10681	
Ótengdar holur	271	1344	92	593	259	0	0	0	0	0	0	428	630	288	284	84	609	683	1379	
Virkjuð gufa	2237	2327	4288	4778	6073	5219	4858	4959	4654	4952	4919	5056	4945	4837	5393	5133	4934	4810	4728	
Dæling í holur				207	415		1278	1849	1708	1540	1462	1665	1778	2572	2792	2530	2563	3067	4296	
Frárennslisvatn	2456	2252	3898	3558	3420	3117	2602	1939	1524	1961	1786	2419	2804	1405	1280	1476	1597	1115	278	

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	
Vinnsla	2122	2020	2034	1782	1458	1430	2156	2261	2028	1467	2904	2676	2302	2190	2174	4328	2418	1832	1863	
Ótengdar holur	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	327	282	345	419	1	2174	425	0	0	
Virkjuð gufa	1138	1083	1088	970	839	776	1018	1088	960	606	1062	1182	994	887	1103	990	923	824	770	
Dæling í holur																				
Frárennslisvatn	984	937	946	812	619	654	1138	1173	1068	861	1515	1212	963	884	1070	1164	1070	1008	1093	

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 holar	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 holar	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	
Heildarlosun	22298	24856	44885	58158	80175	69877	63009	59023	50280	48964	45514	43607	44515	44145	44100	39683	39050	32737	35732	
Ótengdar holar	469	3364	435	9174	5831	0	0	0	0	0	0	1144	4064	3648	567	83	2041	626	910	
Frá virkjun	21829	21491	44450	48971	74320	69878	62899	58891	50158	48787	45415	42378	40398	40358	43397	39451	36845	31985	34692	
Dæling í holar	0	0	0	13	24	0	111	132	122	178	99	85	53	139	137	149	164	127	130	

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 holar	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 holar																				

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

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 holar	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 holar	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	
Heildarlosun	1789	1989	3543	5130	6359	5703	5317	5471	5065	5059	4984	4759	5508	4894	5621	5180	5320	4684	4931	
Ótengdar holar	47	339	110	844	327	0	0	0	0	0	0	157	500	251	88	28	272	170	169	
Frá virkjun	1743	1650	3433	4256	5971	5703	5257	5384	4985	4987	4915	4525	4925	4522	5401	5033	4928	4370	4560	
Dæling í holar	0	0	0	30	61	0	60	87	80	72	69	78	84	121	131	119	120	144	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	
Heildarlosun	1760	1386	1254	1253	1064	934	1508	1543	974	619	1231	1189	1176	930	813	1603	888	671	589	
Ótengdar holur	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	209	180	205	248	1	881	172	0	0	
Frá virkjun	1760	1386	1254	1253	1064	934	1508	1543	974	619	1022	1009	971	682	812	722	716	671	589	
Dæling í holur																				

VIÐAUKI 2

MEÐHÖNDLUN SÝNA OG

EFNAGREININGAAÐFERÐIR

Meðhöndlun sýna og efnagreiningaaðgerða

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 loftþéttu 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 titrun.

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 fráreppsli og hitaveituvatni (H₂S < 2 mg/kg)

Meðhöndlun sýnis: Vatni (Ru) safnað í loftþéttu 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. Prýstingur og hitastig gassins var mælt.

Aðferð: Gasgreinir TCD.

Kíssill (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)

Fráreppslissýni 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 (μ S)

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 μ m síúþynnu.

Aðferð: Þurrkun og vigtun síúþynnu fyrir og eftir söfnun.

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

Meðhöndlun sýnis: Fa

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



Háaleitisbraut 68
103 Reykjavík
landsvirkjun.is

landsvirkjun@lv.is
Sími: 515 90 00

