



Eftirlitsmælingar í Kröflu og Bjarnarflagi 2014

Eftirlitsmælingar í Kröflu og Bjarnarflagi 2014



ÍSOR-2014/055

Verknr. 14-0163

Desember 2014

Lykilsíða

Skýrsla LV nr.: LV-2014-128

Dags: Desember 2014

Fjöldi síðna: 41

Upplag: 7

Dreifing:

☒ Birt á vef LV

☒ Opin

☐ Takmörkuð til

Titill:

Eftirlitsmælingar í Kröflu og Bjarnarflagi 2014.

Höfundar/fyrirtæki:

Þorsteinn Egilson, Hörður Tryggvason, Halldór Ingólfsson og Halldór Örvar Stefánsson

Verkefnisstjóri:

Ásgrímur Guðmundsson f.h. LV

Magnús Ólafsson f.h. ÍSOR

Unnið fyrir:

Unnið af Íslenskum orkurannsóknnum fyrir Landsvirkjun

Samvinnuaðilar:

Útdráttur:

Eftirlitsmælingar á jarðhitasvæðum Landsvirkjunar í Kröflu og Bjarnarflagi voru gerðar 9. apríl (KJ-18), 5., 6. og 8. júlí 2014. Í holu KG-10 lækkaði hiti um 0,3°C frá 2013 til 2014 sem er heldur hægari kæling en undanfarin ár en kæling hefur verið 0,47°C/ár að meðaltali síðan 1976. Þrýstingur féll um 0,9 bar milli ára í KG-10 og er nú um 2,8 bar undir upphafsþrýstingi. Breytingar mældust milli ára í 1000 og 2000 m og við botn (2180 m) í holu KJ-18 í Suðurhlíðum, bæði í hita og þrýstingi, en breytingarnar eru litlar. Hóla KJ-11 í Leirbotnum var mæld 2013 og aftur 2014. Hiti í 1320 m hækkaði um tæpar 6°C milli ára en þrýstingur lækkaði um 3 bar. Hóla KJ-21 í Hvíthólum var ekki mæld og hefur ekki verið eftirlitsmæld síðan 2010. Hóla KJ-17 í Suðurhlíðum var mæld 2014 í blæstri til að kanna innstreymi í holuna. Hóla KJ-6 er mikilvæg fyrir eftirlitsmælingar í Kröflu en hún var hvorki mæld 2013 eða 2014 vegna ferilefna-prófana.

Litlar breytingar eru milli ára í hita og þrýstingi í holum B-2 og B-5 í Bjarnarflagi síðustu árin og er þrýstingur mjög svipaður upphafsþrýstingi en hiti vel undir berghita í holu B-2 og neðan 450 m í B-5 en holan er rúmir 600 m á dýpt.

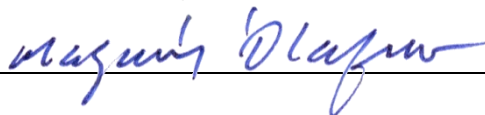
Lykilorð:

Krafla, Bjarnarflag, jarðhitakerfi, borholur, eftirlitsmælingar, hitamælingar, þrýstimælingar, vatnsborð, niðurdráttur, niður-dæling, kólnun, KJ-6, KG-10, KJ-11, KJ-17, KJ-18, KJ-21, KJ-26, B58006, B58010, B58011, B58017, B58018, B58021, B58026, B-2, B-5, BJ-13, BJ-14, B58302, B58305, B58313, B58314

ISBN nr.:

Samþykki verkefnisstjóra
Landsvirkjunar

Undirskrift verkefnisstjóra



Yfirfarið af

BS, MÓ

Efnisyfirlit

1	Inngangur	7
2	Ferðadagbók mælingamanna.....	8
3	Eftirlitsmælingar í Kröflu.....	10
3.1	Hola KJ-6	11
3.2	Hola KG-10.....	13
3.3	Hola KJ-11	17
3.4	Hola KJ-17	21
3.5	Hola KJ-18	24
4	Eftirlitsmælingar í Bjarnarflagi	29
4.1	Hola B-2	29
4.2	Hola B-5	34
5	Helstu niðurstöður	39
6	Heimildir	41

Töflur

Tafla 1.	Yfirlit um hita- og þrýstimælingar í Kröflu- og Bjarnarflagsholum 2008–2014.	8
----------	---	---

Myndir

Mynd 1.	Yfirlit um holustaðsetningar og holuferla stefnuboraðra holna í Kröflu.	10
Mynd 2.	Saga hita á 1000 og 1200 m dýpi yfir þann tíma sem KJ-6 hefur verið nýtt sem eftirlitshola.	12
Mynd 3.	Árlega mældur þrýstingur á 1200 m dýpi til 2012 og mælt vatnsborð fram til september 2013 ásamt árlegri meðalvinnslu út árið 2012 úr Leirbotnakerfinu í Kröflu.	12
Mynd 4.	Saga hita á 800 m dýpi í holu KG-10 þar sem kerfisbundinnar kælingar gætir.	14
Mynd 5.	Þrýstingur á 800 m dýpi og vatnsborð í holu KG-10 ásamt vinnslusögu Leirbotna fram til ársins 2013.	14
Mynd 6.	Hitamælingar síðustu átta ára í holu KG-10 ásamt berghitaferlinum.....	15
Mynd 7.	Þrýstimælingar síðustu átta ára í holu KG-10 ásamt metnum upphafsþrýstingi.	16
Mynd 8.	Yfirlit um vinnsluna í holu KJ-11 þar til henni var lokað árið 2002.	18
Mynd 9.	Valdar hitamælingar úr holu KJ-11 í Kröflu sem var boruð 1976	19
Mynd 10.	Nokkrar þrýstimælingar úr holu KJ-11 í Kröflu	20
Mynd 11.	Yfirlit um vinnsluna í holu KJ-17 þann tíma sem hún hefur verið nýtt.....	21
Mynd 12.	Hitamælingar úr vinnsluholu KJ-17 í Kröflu sem gerðar voru 1984 og 2014.....	22
Mynd 13.	Þrýstimælingar úr vinnsluholu KJ-17 í Kröflu sem gerðar voru 1984 og 2014.....	23
Mynd 14.	Saga hita á 1000, 2000 og 2180 m dýpi yfir þann tíma sem KJ-18 hefur verið notuð sem eftirlitshola.	25

Mynd 15. Saga vatnsborðs og þrýstings á 1000 og 2000 m dýpi í holu KJ-18 ásamt vinnslusögu Suðurhlíða fram til ársins 2014.	25
Mynd 16. Saga vatnsborðs og þrýstings á 1000 m dýpi í holu KJ-18 ásamt vinnslusögu Suðurhlíða fram til ársins 2014 með hærri upplausn en gert er á mynd 15.....	26
Mynd 17. Hitamælingar síðustu átta ára í holu KJ-18 ásamt metnum berghitaferli.	27
Mynd 18. Þrýstimælingar síðustu átta ára í holu KJ-18 ásamt metnum upphafsþrýstingi.....	28
Mynd 19. Yfirlitsmynd um holustaðsetningar og ferla stefnuboraðra holna í Bjarnarflagi.	29
Mynd 20. Mældur hiti á 350 og 480 m dýpi í holu B-2 ásamt tilsvareandi upphafshita í jarðhitakerfinu þar sem holan stendur.	30
Mynd 21. Mældur þrýstingur á 350 og 480 m dýpi í holu B-2 ásamt tilsvareandi upphafsþrýstingi og mældu vatnsborði.....	31
Mynd 22. Mældur þrýstingur á 480 m dýpi í holu B-2 ásamt tilsvareandi upphafsþrýstingi og mældu vatnsborði.....	31
Mynd 23. Hitamælingar síðustu sjö ára í holu B-2 ásamt metnum berghitaferli.....	32
Mynd 24. Þrýstimælingar síðustu sjö ára í holu B-2 ásamt metnum upphafsþrýstingi	33
Mynd 25. Mældur hiti á 300 og 600 m dýpi í holu B-5 ásamt tilsvareandi berghita.....	35
Mynd 26. Mældur þrýstingur á 300 og 600 m dýpi í holu B-5 ásamt tilsvareandi upphafsþrýstingi, mældu vatnsborði og vinnslusögunni í Bjarnarflagi til 2014.	35
Mynd 27. Mældur þrýstingur á 600 m dýpi í holu B-5 ásamt tilsvareandi upphafsþrýstingi, mældu vatnsborði og vinnslusögunni í Bjarnarflagi til ársins 2014.....	36
Mynd 28. Hitamælingar síðustu sjö ára í holu B-5 ásamt metnum berghita	37
Mynd 29. Þrýstimælingar síðustu sjö ára í holu B-5 ásamt metnum upphafsþrýstingi	38

1 Inngangur

Helstu holur sem hafa verið notaðar undanfarna áratugi til að fylgjast með hita og þrýstingi í vinnslusvæðunum í Kröflu eru KJ-6, KG-10, KJ-18 og KJ-21 en einstakar aðrar holur hafa nýst óreglulega í eftirlitinu.

Vegna fyrirhugaðra skjálftamælinga í holu KJ-18 á vegum IMAGE-verkefnisins (Gylfi Páll Hersir, 2013) sem krafðist kælingar á holunni með niðurdælingu var eftirlitsmælingin í henni gerð áður en niðurdælingin var sett á og fór hún fram 9. apríl 2014. Ófært var fyrir mælingabíl ÍSOR að holunni vegna snjóalaga og var því ákveðið að slaka mælinum niður í holuna með dráttarvélaspi sem Landsvirkjun á og fór mælingin þannig fram (Hörður Tryggvason, 2014). Hóla KJ-6 hefur til margra ára verið fastur punktur í vinnslueftirliti fyrir Kröflustöð en vegna ferilefnaprófana var hún sett í blástur og því ekki mæld 2013 (Þorsteinn Egilson o.fl., 2013). Hún var enn í blæstri sumarið 2014 og því heldur ekki mæld þá. Blæstri holunnar er lokið og gert er ráð fyrir að hún komi aftur inn sem eftirlitshola á næsta ári. Ákveðið hafði verið 2013 að bæta holum KJ-11 og KJ-35 við sem eftirlitsholum 2013 en ekki tókst að mæla holu KJ-35 (Þorsteinn Egilson o.fl., 2013). Hóla KJ-11 var mæld aftur 2014 og að auki var holu KJ-17 bætt við og hún mæld í blæstri. Þá var hóla KG-10 mæld 2014 sem hluti af hefðbundnum eftirlitsmælingum á jarðhitasvæði Landsvirkjunar í Kröflu. Ekki var mælt í holu KJ-21 að þessu sinni en hún er eftirlitshola fyrir jarðhitakerfið í Hvíthólum og er venjulega mæld í vinnsluhléum. Síðasta eftirlitsmæling í henni var gerð 2010 en hún var síðan könnuð 2012 þegar farið var í lóðanir og körfumælingar í allmörgum holum í Kröflu (Hörður Tryggvason og Halldór Ingólfsson, 2012). Hóla KJ-21 var mæld í blæstri í október 2014 en auk hita og þrýstings var hún einnig spinner-mæld og verða þeim mælingum gerð skil í greinargerð. Eftirlitsmælingar ársins 2014 á jarðhitasvæði Landsvirkjunar í Bjarnarflagi voru gerðar í holum B-2 og B-5 þann 6. júlí 2014. Eftirlitsmælingarnar í júlí 2014 voru gerðar í sömu ferð og mælingar í ýmsum öðrum holum í Þingeyjarsýslum, eins og fram kemur í ferðadagbók mælingamanna.

Yfirlit mælinga í hinum hefðbundnu eftirlitsholum í Kröflu og Bjarnarflagi síðustu sjö ár er sýnt í töflu 1 hér á eftir.

Tafla 1. Yfirlit um hita- og þrýstimælingar í Kröflu- og Bjarnarflagsholum 2008–2014.

Hola	2008		2009		2010		2011		2012		2013		2014	
	Dags.	Dýpi	Dags.	Dýpi	Dags.	Dýpi	Dags.	Dýpi	Dags.	Dýpi	Dags.	Dýpi	Dags.	Dýpi
KJ-6	24/9	1200	8/6	1200	19/7	1200	11/8	1200	4/7	1200	-	-	-	-
KG-10	23/9	800	9/6	800	21/7	800	11/8	800	5/7	800	10/9	805	5/7	800
KJ-18	23/9	2213	9/6	2200	20/7	2200	14/8	2195	5/7	2197	11/9	2197	9/4	2197
KJ-21	27/6	1004	9/6	998	21/7	998	-	-	28/9	933	-	-	-	-
KJ-11											11/9	1400	6/7	1400
KJ-17													8/7	1941
KJ-35											10/9	0	-	-
B-2	24/9	490	-	-	19/7	488	1/12	490	3/7	488	10/9	485	6/7	488
B-5	24/9	615	-	-	19/7	611	1/12	611	3/7	611	11/9	600	6/7	611
BJ-14											12/9	2398	-	-

Niðurstöður mælinganna 2014 eru birtar í langri röð mælinga sem gerðar hafa verið í eftirlitsholunum en skýrsla um eftirlitsmælingar og vinnslu fram á árið 2013 var gefin út í fyrra (Þorsteinn Egilson o.fl., 2013).

2 Ferðadagbók mælingamanna

3. júlí

Ætlunin var að leggja af stað um morguninn norður en þar sem ýmislegt þurfti að klárast áður en lagt var í hann dróst það. Lagt var af stað kl. 14 og var komið í vinnubúðir á Þeista-reykjum rétt fyrir miðnætti.

4. júlí

Um morguninn var fundur með Hreini og haldin stutt kennslustund í öryggis- og umhverfismálum. Byrjað var á ÞG-9 á því að lagfæra rörið aðeins en einn loka vantaði á það (þarf að skipta um báða lokana, ½"). Byrjað var að mæla rétt fyrir kl. 12. Mælir gekk nokkuð greiðlega niður þangað til að hann settist á 1166 m dýpi. Ákveðið var að taka mælinn upp og skipta út löngu lóði fyrir styttra lóð og miðjustilli. Sú samsetning skilaði engu aukalega og var „recovery“ þrep því tekið í 1150 m dýpi. Þar var mælirinn hafður í 5 klst. og var þá tekinn upp. Töluvert gas var á holunni og bíða þurfti í góða stund á meðan hús tæmdist af gasi. Búið var að ganga frá um kl. 23:30.

5. júlí

Byrjað var á holu ÞG-9 og mælt var niður í 1150 m dýpi og stoppað þar í rúmar 15 mínútur. Eftir það var prófað að slaka í dýpið sem mælirinn settist í daginn áður en hann fór ekki

neðar. Nú var eingöngu miðjustillir framan á mælinum. Eftir þetta var farið í Kröflu og hola KG-10 mæld í 800 m og gekk það vel.

6. júlí

Kl. 8:30 var komið að holu KJ-11. Húsið var læst og ekki náðist í neinn til að opna húsið og var því farið í Bjarnaflag til að mæla holur B-2 og B-5. Þær mælingar gengu vel fyrir sig og einnig voru aðstæður skoðaðar við BJ-13. Farið var aftur í Kröflu og vaktin fengin til að opna húsið á KJ-11. Líklega er aðallokinn ekki alveg opinn því mælir virtist setjast á hann og þurfti nokkrar tilraunir til að koma honum framhjá (þarf að skoða fyrir næstu mælingu). Holan var mæld opin á 10" flansi og töluvert andaði af henni af gufu. Eftir að komið var framhjá lokanum gengu mælingarnar vel og mælt var í 1400 m en holan er stífluð í 1428 m. Næst var farið í lóðun í holu KS-1. Hún var mæld opin með hjól á 3" lokanum. Lóðið var 1¾" og það gekk mjög vel niður í 1855 m. Þar stoppaði það en fór niður í annarri tilraun. Næstu 100 m lét lóð nokkuð ófriðlega en eftir það var þyngdin nokkuð stöðug. Það stoppaði svo endanlega í 2361 m dýpi.

7. júlí

Lagt var af stað á Þeistareyki um áttaleytið til að mæla holu ÞG-9. Tekið var sama prógramm og á laugardeginum og mælt niður í 1150 m. Beðið var þar í 15 mínútur og slakað svo þangað til mælirinn settist í 1166 m. Farið aftur í Kröflu og þá var búið að rífa ofan af holu KS-1 til að hægt væri að körfumæla hana. Byrjað á að fara með 3" körfu og fór hún hnökralaust niður í 1860 m. Þegar híft var upp festist hún í 1860, 1857, 1853, 1847 og 1830 m. Í 1830 m festist hún meira en á hinum stöðunum og þurfti átak, sem jafngildi 350 kg, til að losa hana. Eftir það varð ekki vart við neitt fyrr en í 300 m en þá mátti sjá 30 kg léttingu á vigtinni og upp kom vírin án körfu. Líklega hefur festing í körfunni losnað í festunni í 1830 m og karfan dottið endanlega af á 300 m dýpi. Eftir það var ákveðið í samráði við LV að setja niður lóð í 1800 m til að sjá hvort karfan væri einhvers staðar þar á leiðinni sem reyndist ekki vera. Næst var sett 7,5" karfa í holuna til að skoða fóðringuna. Sú karfa fór hnökralaust í 840 m þar sem var stoppað til að fara ekki með hana niður í hengistykkið. Ekki var gert meira á holu KS-1.

8. júlí

Búið var að taka ofan af húsinu á KJ-17 og byrjað þar. Lokinn var mjög ljótur og tók um klst. að þrifa hann og verka til að hægt væri að setja hring í grópina. Holan er í vinnslu og gekk nokkuð vel að komast niður hana. Mælirinn fór í 1941 m sem er svipað og þegar hún var mæld síðast árið 1984. Ekki var hægt að mæla toppþrýstinginn þar sem allir kúlulokar á lögninni voru stíflaðir. Holan púlsar og því hefði verið gott að mæla toppþrýstinginn. Þegar 3" lokanum var lokað pústaði mikið af gufu með spindlinum og er þessi loki orðinn mjög lélegur. Allt gekk þó að lokum og því næst var farið á holu BJ-13. Byrjað var á að taka hatt af húsinu til að geta mælt. 3" lokinn er mjög ofarlega og nær hjólið á lokanum í gegnum þakið sem gerir mjög óþægilegt að vinna við hann. Mælirinn settist þegar hann kom í aðallokann, líklega skekkti rennslið hann í T-stykkinu. Karl hjá Landsvirkjun kom og ákveðið var að prófa að þrengja aðeins fyrir holuna til að koma mælinum niður. Þegar komið var að holunni var P_0 um 14 bar og þegar P_0 var kominn í 20 bar fór mælirinn niður. Þegar mælirinn var kominn í 300 m var opnað fyrir aftur. Mælirinn gekk nokkuð vel niður fyrstu 500 m en eftir það léttist hann töluvert. Í um 780 m byrjaði mælirinn að fljóta og í 790 m hætti hann alveg

að fara niður. Reynt var nokkrum sinnum en ekkert gekk. Ákveðið var að hætta þar og taka upp.

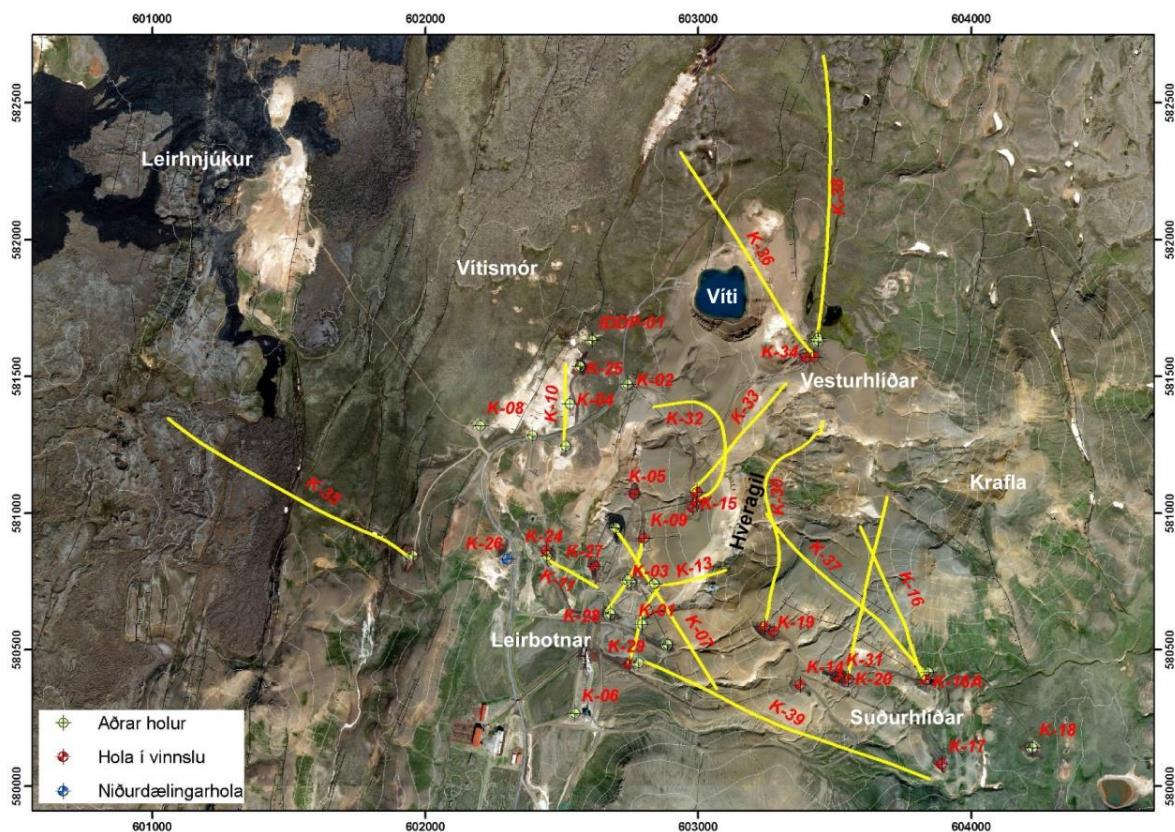
9. júlí

Byrjað var á að ganga frá röri og ýmsu dóti sem var fengið að láni hjá Kröfluvirkjun og farið af stað á Þeistareyki kl. 8:30. Sama prógramm var þar og áður en loki á röri var orðinn mjög vafasamur og byrjaður að leka gasi. Skipta þarf um hann áður en Þeistareykjarörið verður notað næst ($\frac{1}{2}$ " krani). Töluvert gas er á holunni en þrýstingurinn var kominn í 68 bar. Eftir að mælingu lauk í ÞG-9 var gengið frá rörinu inn í húsið og haldið að Hveravöllum þar sem átti að mæla holur HV-1 og HV-10. Mælt var í holu HV-1 og var notað hjól hangandi í krananum og rör með tappa ofan á holuna. Farið var í gegnum lúgu á þakinu fyrir ofan holutoppinn. Þegar HV-10 var skoðuð betur kom í ljós að ekki var hægt að mæla holuna þar sem eingöngu voru um 30 cm frá holutoppi upp í þakið á húsinu en hægt væri að mæla hana ef sett yrði svipuð lúga í þakið eins og er á HV-1. Þetta gekk annars vel og þá var þessari mælingatörn lokið.

3 Eftirlitsmælingar í Kröflu

Í Kröflu voru reglubundnar hita- og þrýstimælingar gerðar í holum KG-10 og KJ-18 og hola KJ-11 í Leirbotnum var mæld annað árið í röð en hún liggur nærri holu KG-26 sem hefur verið nýtt til niðurdælingar síðan 2002. Þá var hola KJ-17 einnig mæld í blæstri

Borholusvæðið í Kröflu og ferlar stefnuboraðra holna eru sýndir á mynd 1.



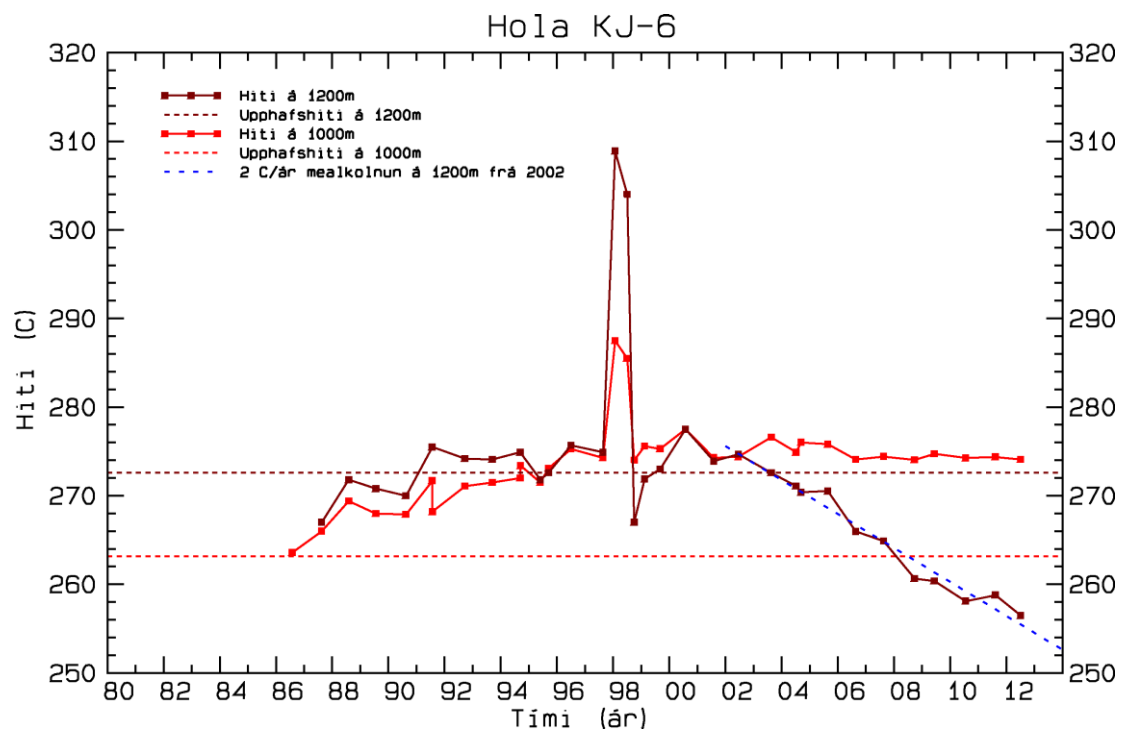
Mynd 1. Yfirlit um holustaðsetningar og holuferla stefnuboraðra holna í Kröflu.

3.1 Hola KJ-6

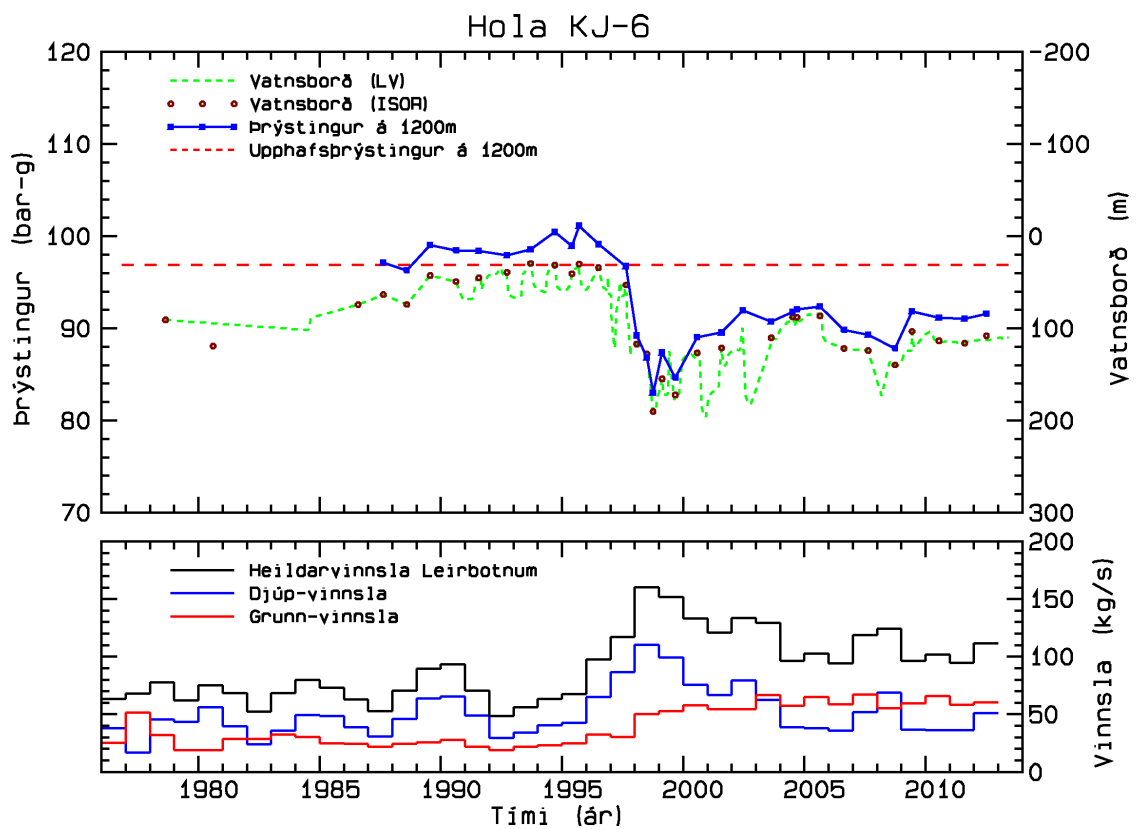
Hola KJ-6 var boruð sumarið 1976 í 2000 m dýpi. Holan er aðeins mæld í 1200 m dýpi og er ástæðan sú að ýmislegt rusl er í henni og vitað er um skemmdir á leiðaranum. Hún hefur verið hryggjarstykkið í eftirlitsmælingum fyrir Leirbotnakerfið (Þorsteinn Egilson o.fl., 2012). Holan hefur ekki verið mæld síðan 2012 vegna þess að hún hefur ekki verið aðgengileg vegna ferilefnaprófana en holunni var hleypt í blástur 15. júlí 2013 og var enn í blæstri sumarið 2014.

Í eftirlitsvinnu sl. ára hefur verið fylgst með hita og þrýstingi á 1000 og 1200 m dýpi í holunni en frá árinu 2002 hófst niðurdæling í holu KG-26 en það hefur valdið kólnun í 1200 m. Fram til ársins 2012 hefur þróun hitastigs á þessu dýpi verið með þeim hætti að vatnshitinn í 1000 m helst stöðugur en kólnun sem verður vart á 1200 m dýpi hefur verið um 2°C/ár síðan niðurdæling hófst í holu KG-26 (Þorsteinn Egilson o.fl., 2012; Arnar Hjartarson, 2006). Mynd 2 sýnir mælt hitastig í holunni á 1000 og 1200 m dýpi fram til ársins 2012 ásamt tilsvarende berghitamati og hún sýnir einnig út frá því áætlaða hitabreytingu fram á árið 2013 (Þorsteinn Egilson o.fl., 2013).

Mynd 3 sýnir mældan þrýsting á 1000 og 1200 m dýpi frá 1986–2012 ásamt mældu vatnsborði í holunni fram á mitt ár 2013 en holan er vatnsborðsmæld reglulega af starfsmönnum Kröfluvirkjunar (Þorsteinn Egilson o.fl., 2012). Að öðru leyti verður ekki fjallað um holu KJ-6 að sinni.



Mynd 2. Saga hita á 1000 og 1200 m dýpi yfir þann tíma sem KJ-6 hefur verið nýtt sem eftirlitshola.



Mynd 3. Árlega mældur þrýstingur á 1200 m dýpi til 2012 og mælt vatnsborð fram til september 2013 ásamt árlegri meðalvinnslu út árið 2012 úr Leirbotnakerfinu í Kröflu.

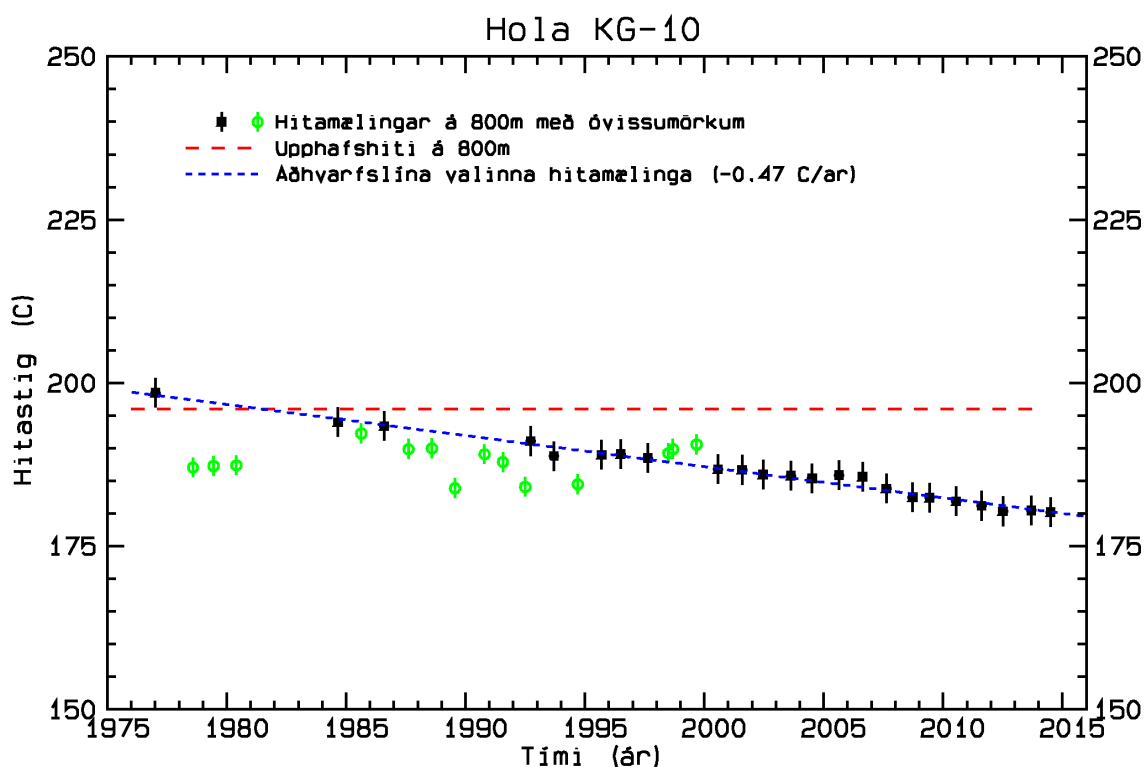
3.2 HOLA KG-10

Hola KG-10 var boruð árið 1976 niður á 2082 m dýpi og er tengd bæði Efra- og Neðra-Leirbotnakerfinu. Holan reyndist aflmikil í byrjun en stíflaðist fljótlega vegna útfellinga. Við hreinsun holunnar 1977 kom í ljós að leiðarinn hafði fallið niður um 75 m, líklega vegna tæringar nálægt botni. Holan lóðast nú um 850 m djúp en þar eru festur og því er hún aðeins mæld niður á 800 m dýpi.

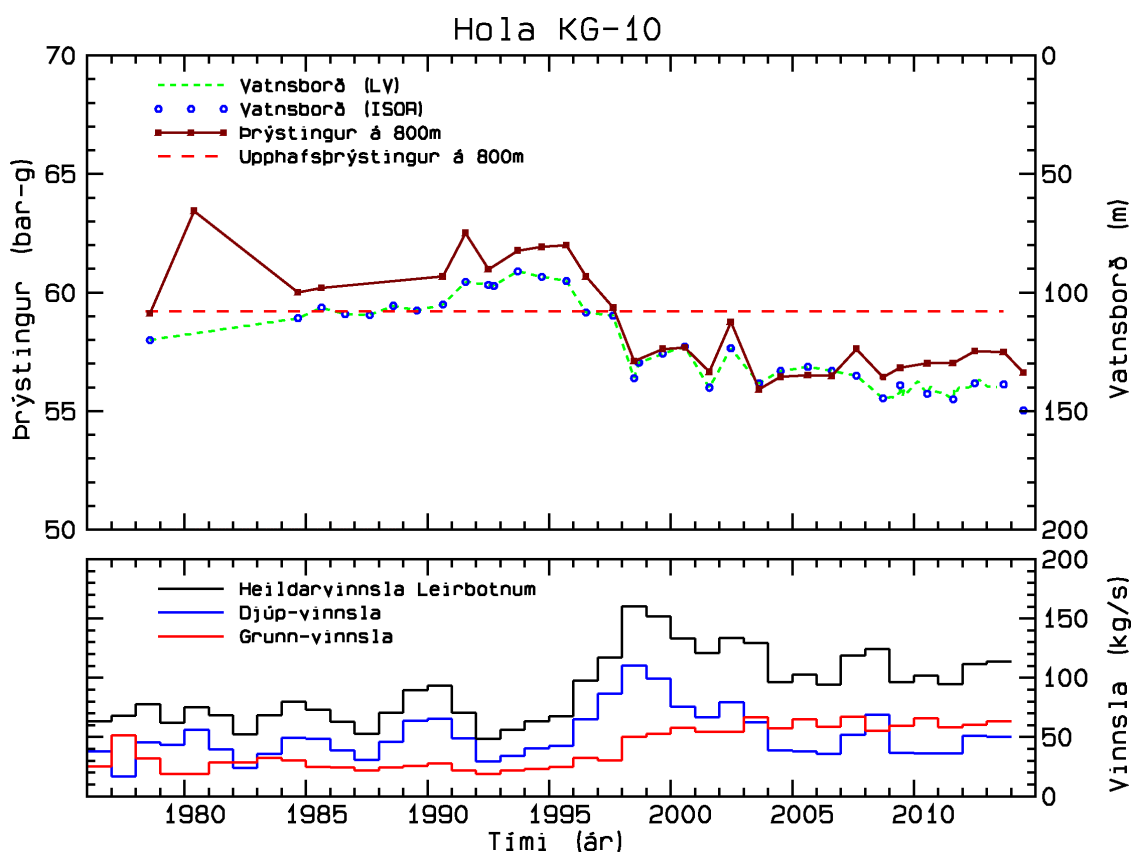
Eftirlitmælingar ársins 2014 voru gerðar í holu KG-10 þann 5. júlí. Mynd 4 sýnir mældan hita á 800 m dýpi í holu KG-10 frá 1976–2014. Nokkurt flókt hefur verið á mældum hita á þessu dýpi og er vinnsla úr holu KG-24 að hluta til talin ábyrg fyrir því (Benedikt Steingrímsson og Grímur Björnsson, 1995) en hún vinnur úr Efra-Leirbotnakerfi nálægt holu KG-10. Þegar horft er framhjá þeim hitamælingum þar sem áhrifa er talið gæta (Arnar Hjartarson, 2006) frá vinnslu úr KG-24 (grænir hringir á myndinni) má sjá kerfisbundna kólnun á 800 m dýpi (Þorsteinn Egilson o.fl., 2013) sem heldur áfram á þessu ári. Meðalkólnunin, sem er mæld með hjálp aðhvarfslínu í gegnum valið safn mælinga frá 1977 (svartir kassar á myndinni), er 0,47°C/ár þar sem val punkta inn á línuna miðast við $\pm 2^\circ\text{C}$ óvissu í hitamælingum. Hitinn á 800 m dýpi í holu KG-10 mældist 180,2°C í júlí 2014, sem er 15,8°C lægri en hitinn á þessu sama dýpi samkvæmt aðhvarfslínunni 1976. Hitinn í 800 m mældist 180,5°C síðsumars 2013. Hér er rétt að minnast á það að berghitinn á 800 m dýpi var endurmetinn í ljósi kólnunarinnar sem orðið hefur síðan vinnsla úr Leirbotnakerfinu hófst (Þorsteinn Egilson, 2010). Hann er nú metinn 196°C í stað 186,5°C samkvæmt berghitamati frá 1990 (bhg 51; BS/GrB 5.4.1990) (sjá mynd 6). Í þessu ljósi er tímabært að uppfæra gildandi berghitaferil fyrir holu KG-10.

Mynd 5 sýnir mældan þrýsting á 800 m dýpi í holu KG-10 frá 1978–2014 ásamt áætluðum upphafsþrýstingi og mælt vatnsborð frá sama tíma. Í eftirlitsmælingaferðum ÍSOR er vatnsborð holunnar mælt (bláir hringir á mynd 5) en auk þess mælir LV reglulega vatnsborð holunnar (brotadregin, græn lína á mynd 5). Myndin sýnir einnig árlega meðalvinnslu úr Leirbotnakerfinu til ársins 2014. Þrýstingur á 800 m dýpi er nú um 2,6 bar undir áætluðum upphafsþrýstingi og hefur lækkað um 0,9 bar milli árána 2013 og 2014. Mynd 5 sýnir lítillega vinnsluaukningu milli 2012 og 2013 þ.a. vert er að gefa þrýsti- og vatnsborðslækkuninni gaum en hafa jafnframt í huga að vinnslugögnin fyrir fyrri hluta ársins 2014 liggja ekki fyrir en magnfrek, tímabundin vinnsla getur hæglega raskað vatnsborðinu svo um munar.

Myndir 6 og 7 sýna hita- og þrýstiferla síðustu átta ára í holu KG-10 ásamt metnum berghita og upphafsþrýstingi.

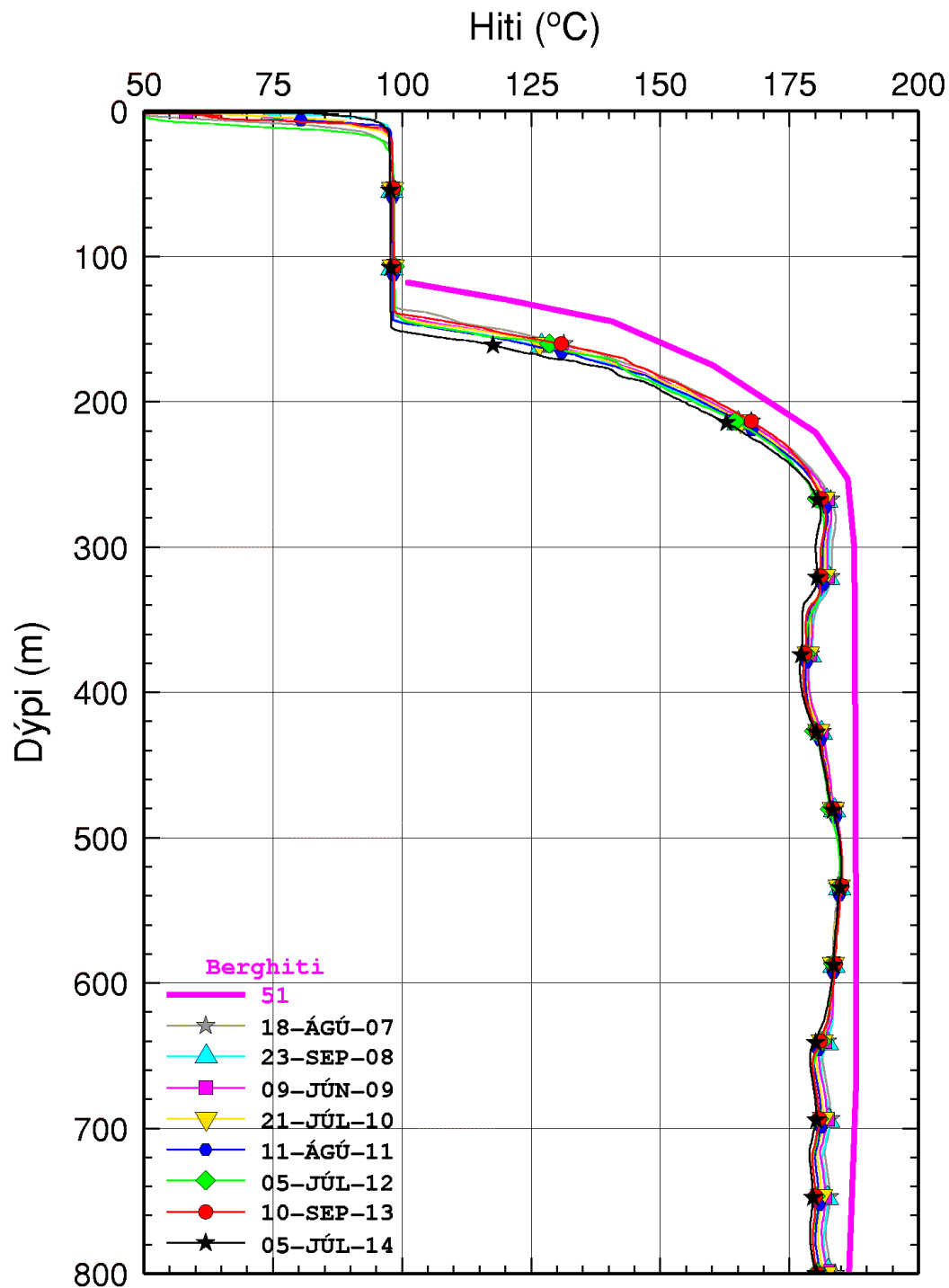


Mynd 4. Saga hita á 800 m dýpi í holu KG-10 þar sem kerfisbundinnar kælingar gætir. Grænmerktu mælingarnar eru undandregnar mati á þessari kólnun vegna áhrifa frá vinnslu, fyrst úr holunni sjálfri og síðar vegna vinnslu úr KG-24.



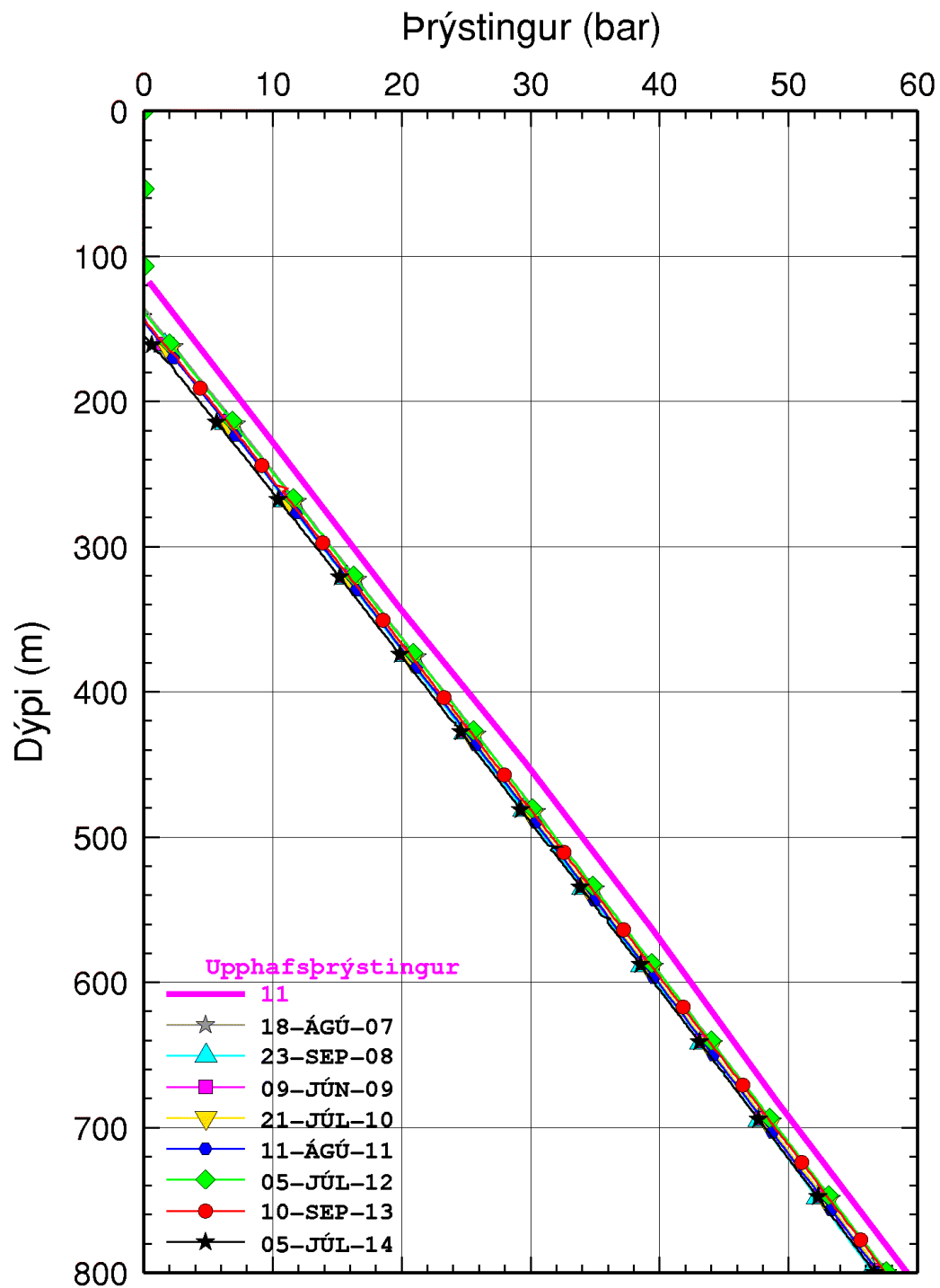
Mynd 5. Brýstingur á 800 m dýpi og vatnsborð í holu KG-10 ásamt vinnslusögu Leirbotna fram til ársins 2013.

Vítismór K-10 Vítismór Suður-Þingeyjarsýsla



Mynd 6. Hitamælingar síðustu átta ára í holu KG-10 ásamt berghitaferlinum. Endurmeta þarf upphafshita við holuna í ljósi túlkunar á kólnun í henni frá því vinnsla úr Leirbotnasvæðinu hófst.

Vítismór K-10
Vítismór
Suður-Píngeyjarsýsla



Mynd 7. Þrýstimælingar síðustu átta ára í holu KG-10 ásamt metnum upphafsprýstingi.

3.3 Hola KJ-11

Hola KJ-11 var boruð haustið 1976 með vinnslufóðringu í 700 m og holudýpi 2217 m. Holan var boruð sem bein hola en síðar kom í ljós í gírómælingu að borinn hafði leitað til aust-suð-austurs (sjá mynd 1). Skoltöp í vinnsluhluta voru nokkur en flest lítil og var 7⁵/₈" raufaður leiðari settur í vinnsluhluta holunnar (Hrefna Kristmannsdóttir o.fl., 1977). Sem fyrr segir hefur þessi hola ekki tilheyrt hefðbundnu, árlegu eftirliti. Hún var mæld í 2200 m í upphitun í nóvember 1978 eftir endurfóðringu, og hitamæld í 1454 m og þrýstimæld í 1726 m 1990. Þá var holan hita- og þrýstimæld í júní 2002, sama ár og niðurdæling hófst í holu KG-26. Mælingin nú, 2014, var gerð niður í 1400 m, líkt og 2013 (Þorsteinn Egilson o.fl., 2013) en við lóðun holunnar haustið 2012 reyndist fyrirstaða á 1428 m dýpi (Hörður Tryggvason og Halldór Ingólfsson, 2012).

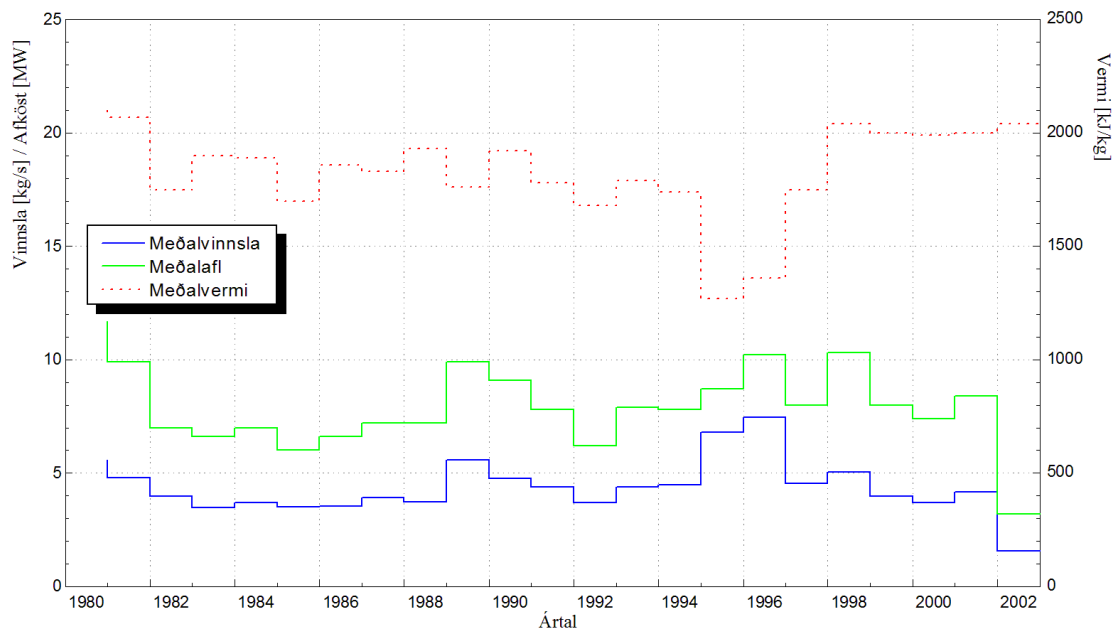
Hola KJ-11 var vinnsluhola frá 1977 fram á sumar 2002 og gaf lengst af um 1,2–1,5 MW. Holan var síðan notuð til niðurdælingar, fyrst frá lokum mars 2003 til ágústloka 2005 en síðan frá október 2009 til apríl 2010. Mynd 8 sýnir vinnslusögu hennar þann tíma sem hún var nýtt sem vinnsluhola.

Mynd 9 sýnir valdar hitamælingar úr holu KJ-11 sem og berghitaferil holunnar en hann var gefinn út árið 1990 og byggist á hugmyndum um skiptingu jarðhitakerfisins í Leirbotnum í Efra- og Neðrakerfi (Valgarður Stefánsson o.fl., 1977). Þar kemur fram kæling á um 1320 m dýpi en við borun holunnar var lek að á 1326 m dýpi (Hrefna Kristmannsdóttir o.fl., 1977). Með tilliti til niðurdælingar í holuna 2008–2009 og síðan 2009–2010 er að svo stöddu ekki unnt að segja til um hversu mikil, ef nokkur, áhrif niðurdælingin í KG-26 hefur. Því miður nær mælingin sem var gerð 2002 ekki niður að þessu dýpi þannig að ekki fæst beinn samanburður fyrir áhrif niðurdælingarinnar á KJ-11. Í september 2013 mældist hitinn í 1320 m 160,7°C, sem er um 90°C kaldara en berghitinn þar, og í júlí 2014 mældist hitinn þarna 166,5°C og hefur þar með hækkað um tæpar 6°C milli ára.

Mynd 10 sýnir valdar þrýstimælingar ásamt mælingunum 2013 og 2014 og metnum upphafsþrýstingi sem fylgir eiginleikum berghitaferilsins fyrir holuna með vatnsborð á 92 m dýpi en í september 2013 stóð vatnsborð holunnar á 174 m dýpi. Þrýstingur í 1320 m mældist þá 98,2 bar sem er 4,1 bar neðan við metinn kerfisþrýsting. Í júlí 2014 var vatnsborðið í 209,6 m sem hefur þá lækkað um rúma 35 m. Í kælipunktinum á 1320 m dýpi mældist þrýstingurinn 95,4 bar, tæpum 3 bar lægri en árið áður og 6,7 bar neðan við metinn upphafsþrýsting.

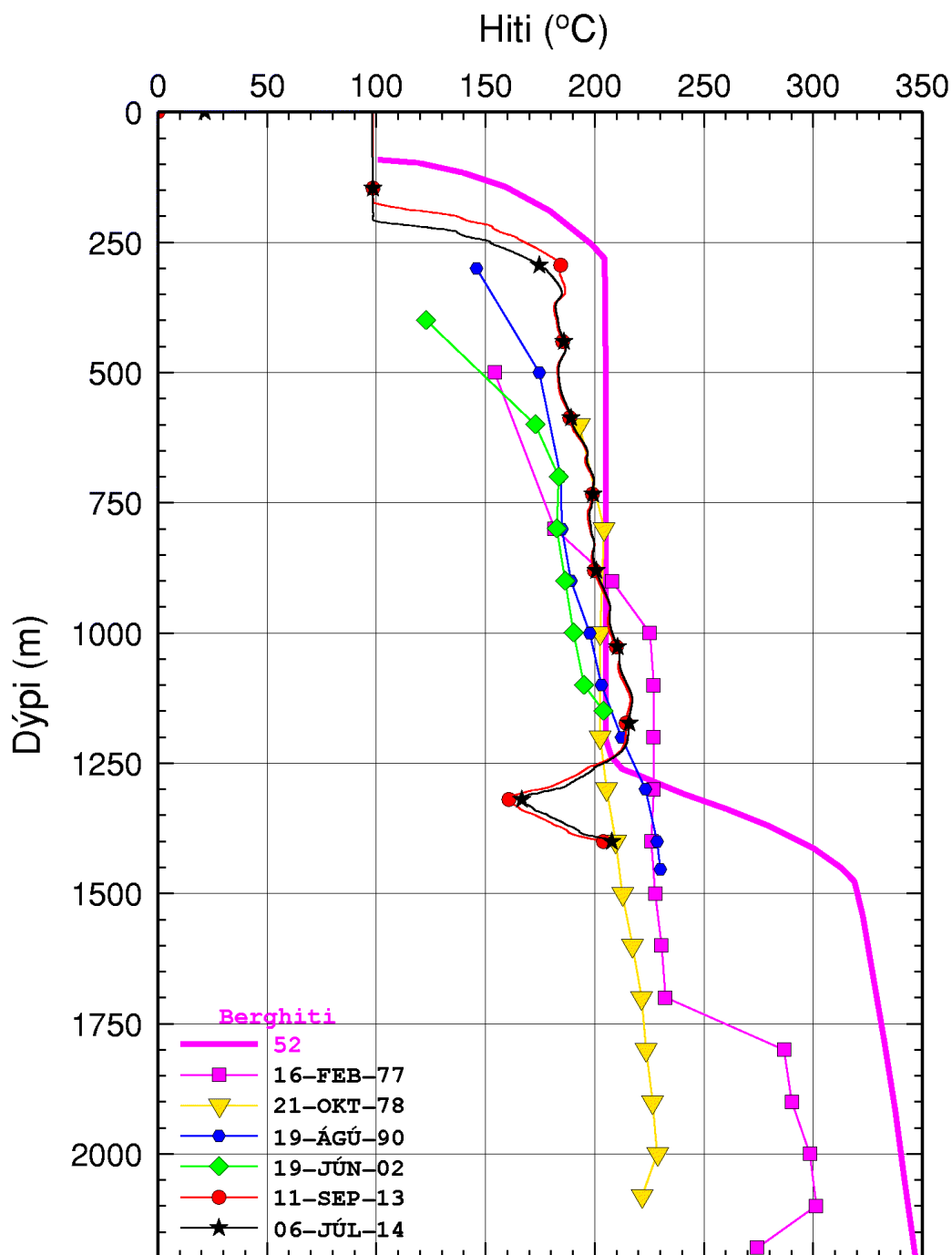
Ítrekað er að ástæða er til að fylgjast í framtíðinni með þróun hita og þrýstings í holu KJ-11 vegna nálægðar hennar við niðurdælingarholuna KG-26 (Þorsteinn Egilson o.fl., 2013).

Krafla, Leirbotnar Hóla KJ-11



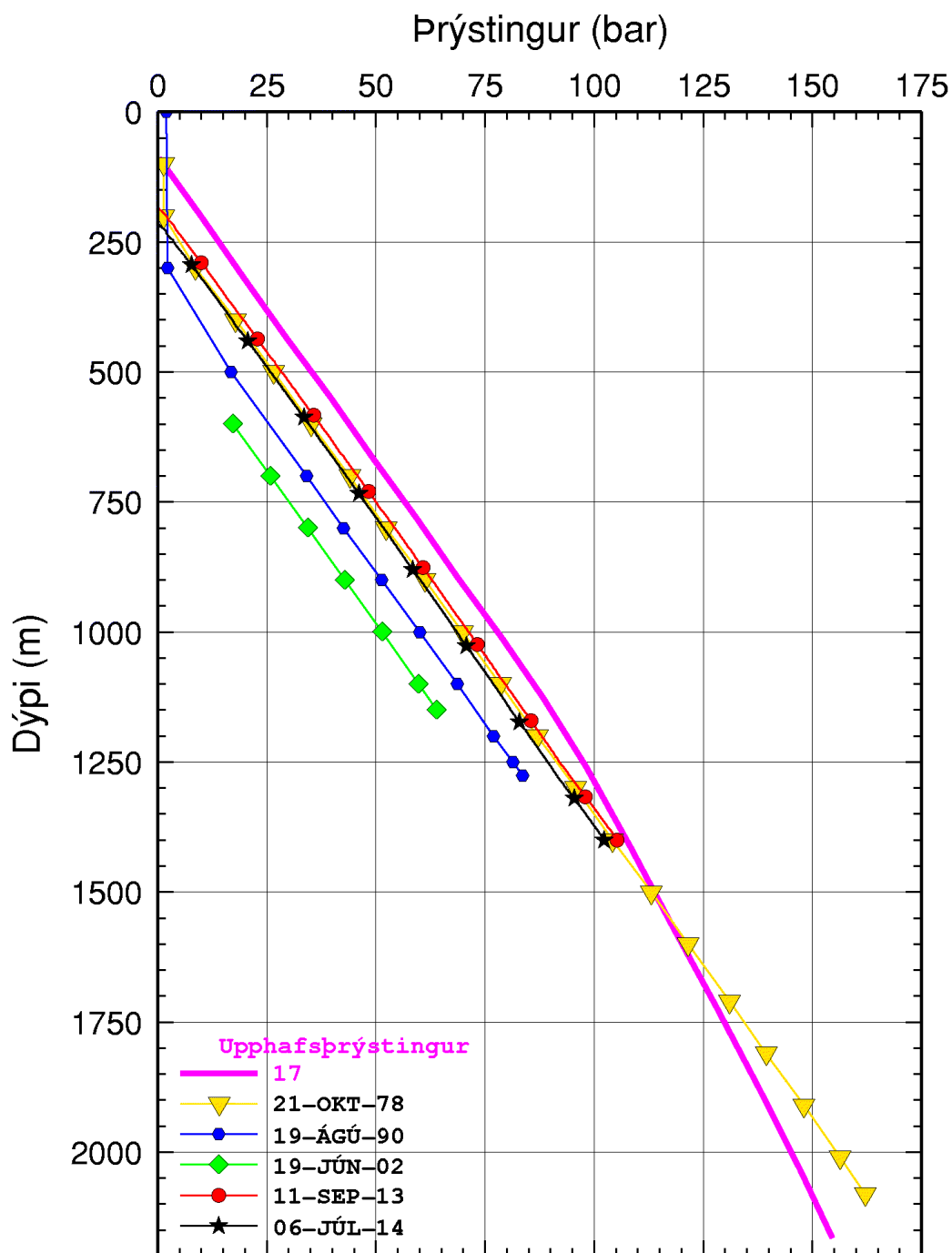
Mynd 8. Yfirlit um vinnsluna í hólú KJ-11 þar til henni var lokað árið 2002.

Krafla K-11 Leirbotn Suður-Píngeyjarsýsla



Mynd 9. Valdar hitamælingar úr holu KJ-11 í Kröflu sem var boruð 1976. Hún var nýtt sem vinnsluhola til 2002 og síðan til niðurdælingar en hefur staðið lokað frá 2010. Hitamæling frá 2002, þegar niðurdæling í grannholuna KJ-26 hófst, nær ekki nægilega langt niður í holuna til að gefa upplýsingar um hitabreytingar við æð á 1326 m dýpi.

Krafla K-11 Leirbotn Suður-Píngeyjarsýsla



Mynd 10. Nokkrar prýstimælingar úr holu KJ-11 í Kröflu sem var boruð 1976 en hefur ekki nýst sem vinnsluhola.

3.4 HOLA KJ-17

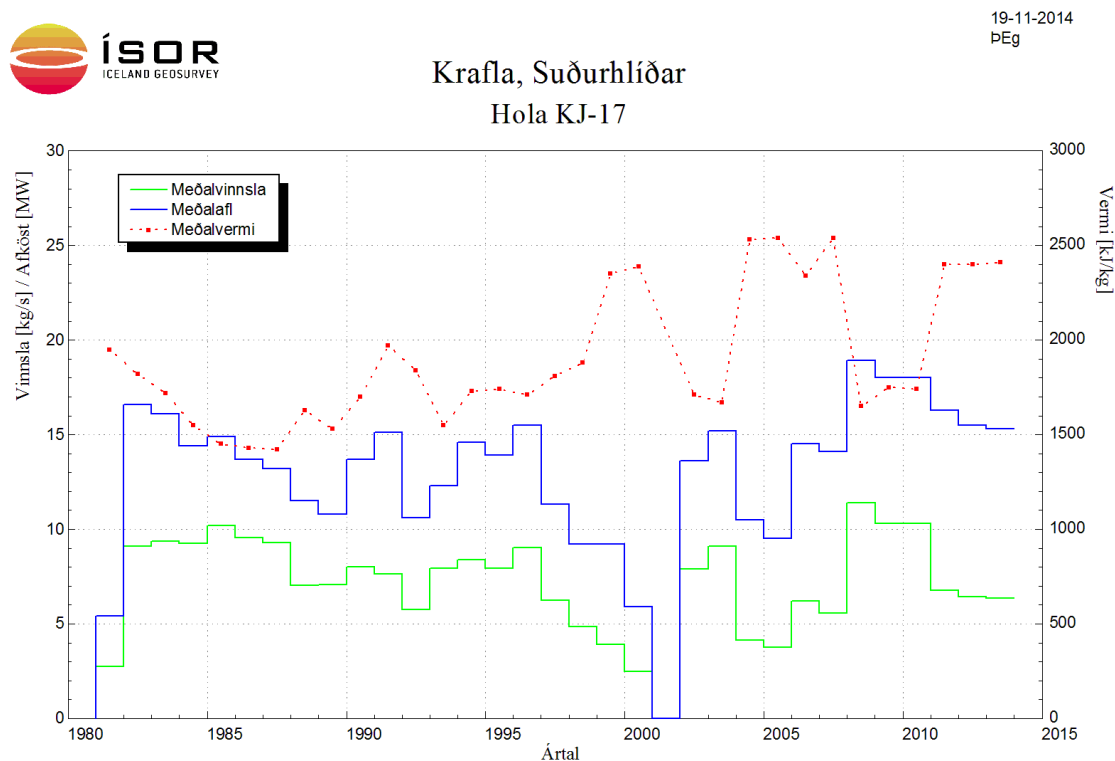
Hola KJ-17 var boruð í Suðurhlíðum Kröflu árið 1981 og lauk borun hennar síðsumars í 2189 m. Borun vinnsluhluta hennar gekk með nokkrum herkjum og var skoltap fremur lítið. Í borlok var hún keyrð í gegnum örvunaraðgerðir og var m.a. þrýst á hana undir þakkara til þess að freista þess að auka lekt botnæðar holunnar. Í þrepaprófun, sem gerð var 9. ágúst 1981, mældist áðælingarstuðull holunnar um 4 (l/s)/bar (Ásgrímur Guðmundsson o.fl., 1981).

Holan hefur verið í vinnslu frá því síðla árs 1981 og er vinnslusaga hennar sýnd á mynd 11 en þar kemur fram að sveiflur í vermi ráðast mikið af því hvernig heildarflæðinu er stýrt. Ef heildarvinnslan er við eða undir 5 kg/s hækkar vermið í um og yfir 2400 kJ/kg sem jafnframt þýðir að gufuhlutfall vökvans úr holunni eykst mikið.

Helsti leki í holunni er talinn vera á 1085–1125 m dýpi Sárálítið skoltap var neðan 1150 m en samkvæmt hitamælingum voru smáæðar niður undir botni. Ekki tókst að auka lekt botnæðanna í örvunaraðgerðum eftir borun (Ásgrímur Guðmundsson o.fl., 1981).

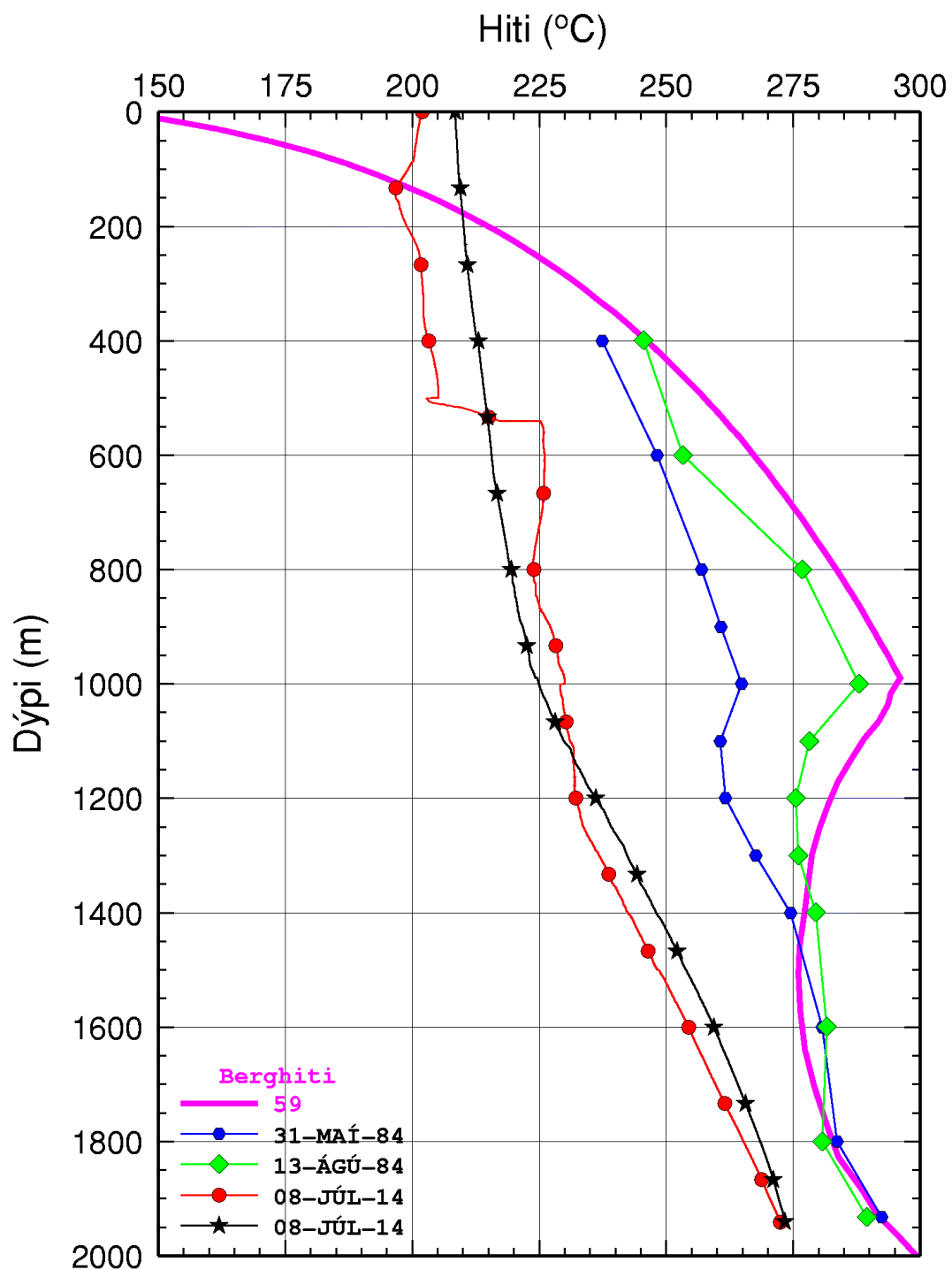
Hita- og þrýstimælingarnar sumarið 2014, sem voru gerðar í holunni blásandi, eru sýndar á myndum 12 og 13. Mælt var á niðurleið allt til botns og síðan upp holuna. Hola KJ-17 er óstöðug í blæstri og sveiflast toppþrýstingur, massarensli og vermi reglulega yfir nokkurra klukkustunda tímabil. Ástæða sveiflnanna er að botnæðin blæs óreglulega líkt og goshver og gusar úr sér og kafnar reglulega á meðan æðin í ~1100 m blæs stöðugt (Halldór Ármannsson og Jón Benjamínsson, 1984). Þetta flókt skýrir mismuninn á hita og þrýstingi í upp- og niðurmælingunum á myndum 12 og 13. Til stendur að skoða þessa blástursmælingar með hermi-forritum og verður þá gerð nánari grein fyrir þeim.

Áður en hola KJ-17 var mæld sumarið 2014 höfðu ekki verið gerðar hita- og þrýstimælingar í henni síðan í maí 1984 og eru þær mælingar einnig sýndar á myndum 12 og 13.



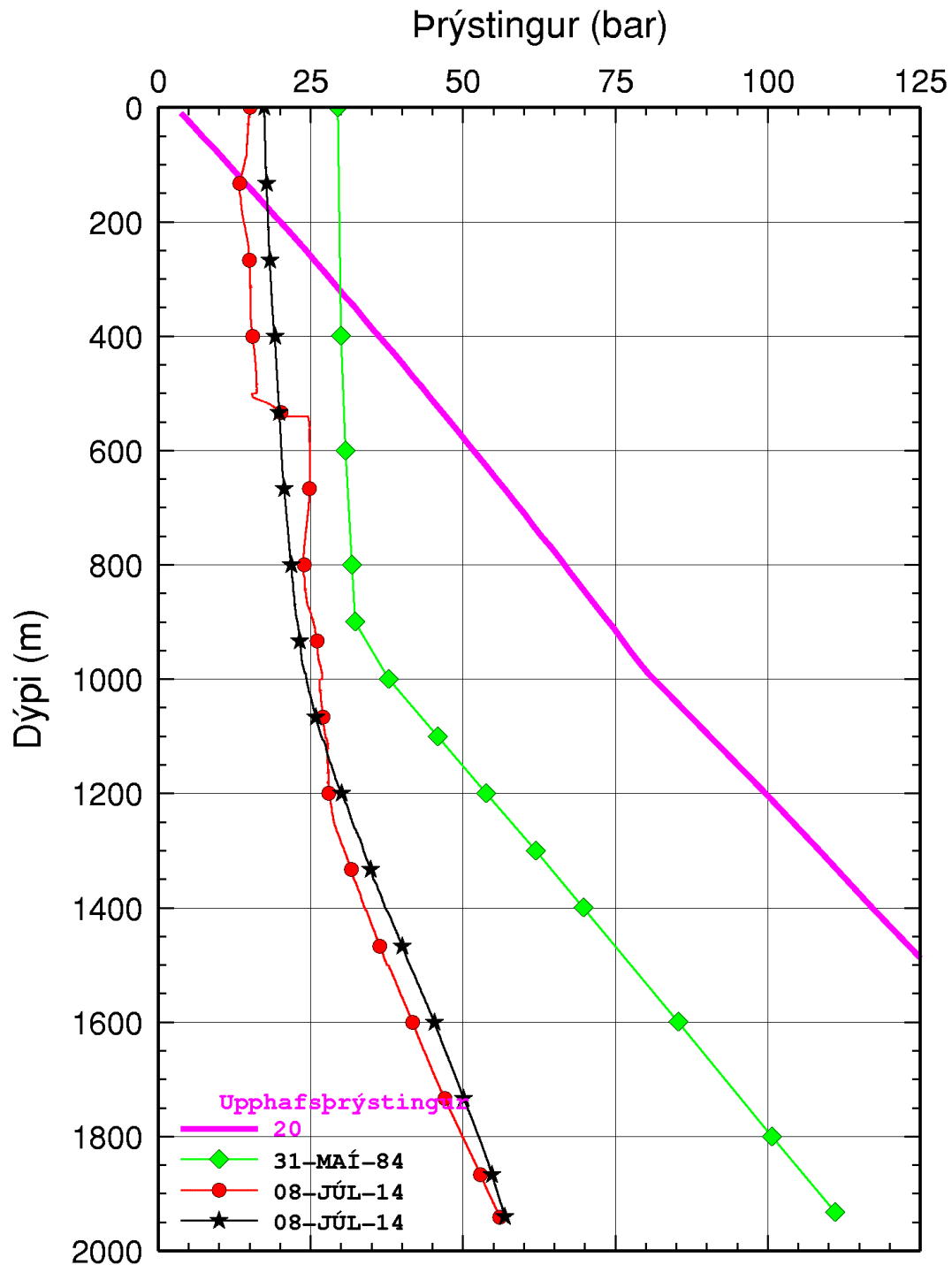
Mynd 11. Yfirlit um vinnsluna í holu KJ-17 þann tíma sem hún hefur verið nýtt.

Suðurhlíðar K-17 Suðurhlíðar Suður-Þingeyjarsýsla



Mynd 12. Hitamælingar úr vinnsluholu KJ-17 í Kröflu sem gerðar voru 1984 og 2014.

Suðurhlíðar K-17
Suðurhlíðar
Suður-Píngeyjarsýsla



Mynd 13. Þrýstimælingar úr vinnsluholu KJ-17 í Kröflu sem gerðar voru 1984 og 2014.

3.5 Hola KJ-18

Hola KJ-18 er austan við vinnslusvæði Suðurhlíða Kröflu og var boruð haustið 1981 í 2215 m dýpi. Vinnslufóðring nær niður á 663 m dýpi en enginn leiðari er í holunni sem aldrei hefur blásið. Ekki hefur orðið vart neinnar fyrirstöðu í holunni og hafa mælingar ávallt gengið vel (Þorsteinn Egilson o.fl., 2013).

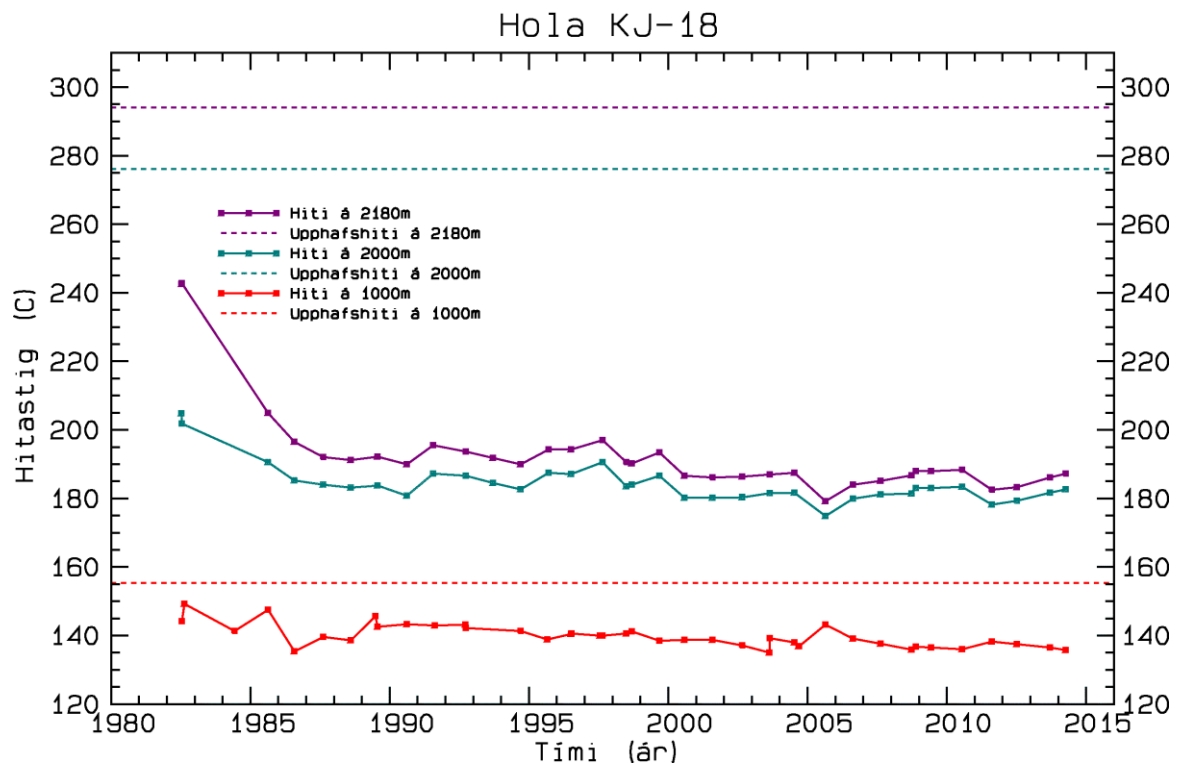
Hola KJ-18 var mæld 9. apríl 2014, eða nokkru fyrr en aðrar eftirlitsholur eins og fram kemur í inngangi. Mynd 14 sýnir mældan hita á 1000, 2000 og 2180 m dýpi í holu KJ-18 frá 1981–2014. Miðað við fyrri útgáfur af þessari mynd (Þorsteinn Egilson, 2010) inniheldur hún upplýsingar um endurmetið berghitamat (155°C) og þar sést að hitinn á 1000 m dýpi mældist í apríl 2014 um 20°C lægri en upphafshitinn. Frá 2011 er um að ræða jafna kólnun, 0,88°C/ár, á 1000 m dýpi í holu KJ-18.

Töluverðrar kólnunar gætir á 2000 m dýpi, sem og á 2180 m dýpi. Kólnunin er hvað mest á árunum 1981–1988 en í júlí 2010 mældist 92,7°C kólnun á 2000 m dýpi og um 106°C kólnun við botn á nærri 2180 m dýpi (Þorsteinn Egilson, 2010). Frá 2011 hefur orðið nokkuð jöfn hitahækkun í bæði 2000 og 2180 m, og frá 2012 er þessi hitahækkun ~2,0°C/ár í báðum tilfellum. Athygli vekur að hitabreytingar á 1000 m dýpi verða með gagnstæðum formerkjum síðustu árin en hitabreytingar í 2000 og 2180 m (nærri botni) fylgjast vel að án þess að einhlít skýring á því liggi fyrir. Líklegast er þó að þetta tengist rennsli og rennslisbreytingum í holunni.

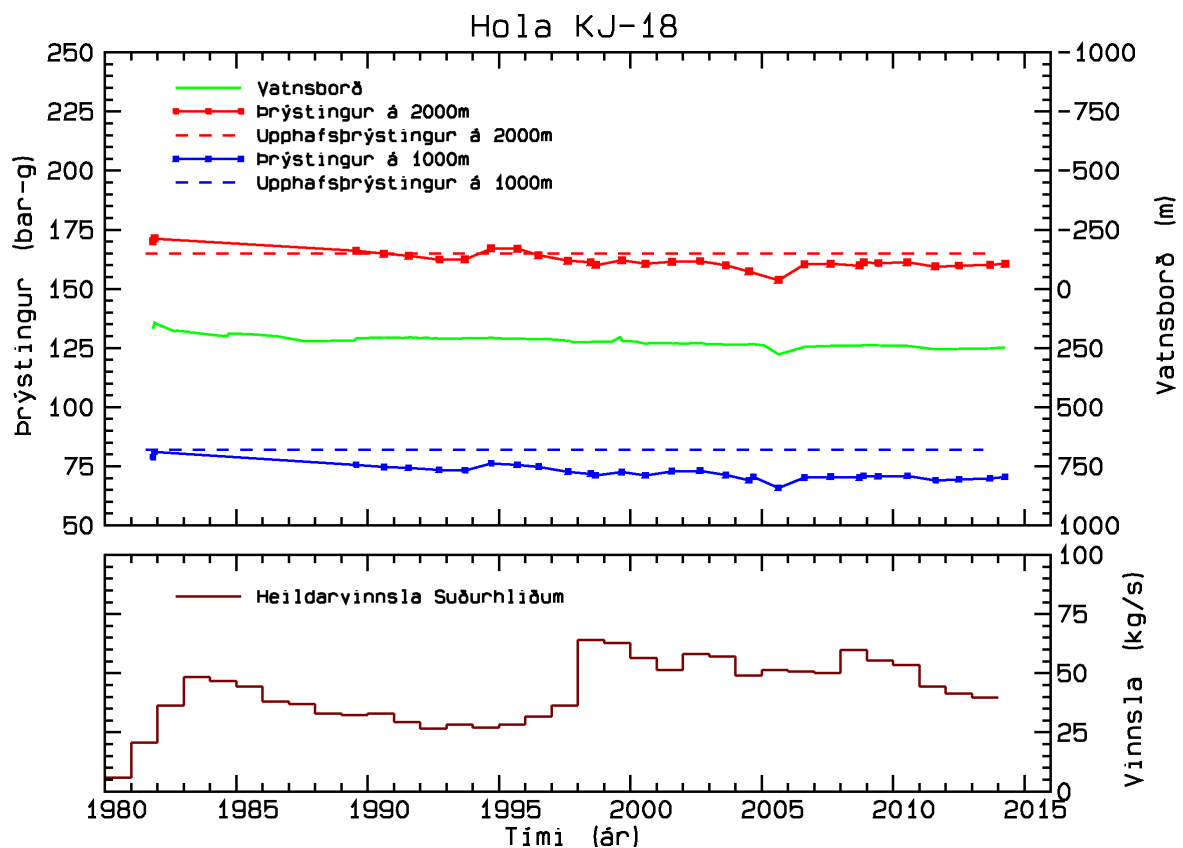
Mynd 15 sýnir mældan þrýsting á 1000 og 2000 m dýpi í holu KJ-18 frá 1981–2014, tilsvareandi áætlaðan upphafsþrýsting, mælt vatnsborð og vinnslusögu Suðurhlíða út árið 2013. Af þrýstimælingunum að dæma hefur þrýstingur í holu KJ-18 farið lækkandi með tíma en síðustu átta árin hefur þrýstingurinn þó haldist nokkuð óbreyttur á ofangreindum stöðum í holunni og heldur hækkað síðustu ár sem skýrist væntanlega af heldur minni vinnslu úr Suðurhlíðum. Þrýstingur í holu KJ-18 árið 2014 er 11,6 bar lægri en upphafsþrýstingur í 1000 m og 4,4 bar lægri en upphafsþrýstingur í 2000 m. Mynd 16 sýnir þrýsting á 1000 m dýpi og vatnsborð með hærri upplausn en gert er með mynd 15 til að draga betur fram breytingar sem hafa orðið. Þar kemur fram að þrýstibreytingin á 1000 m dýpi hefur að jafnaði verið um 0,6 bar/ár síðan 2011.

Eins og sést á myndum 14 og 15 sker mælingin frá 2005 sig nokkuð frá öðrum mælingum og sömuleiðis vatnsborðið. Ekki hefur fundist tilhlýðileg skýring á þessu og ekki er vitað um neinar beinar breytingar á ytri aðstæðum, s.s. aukinni vinnslu úr Suðurhlíðum (Þorsteinn Egilson, 2010).

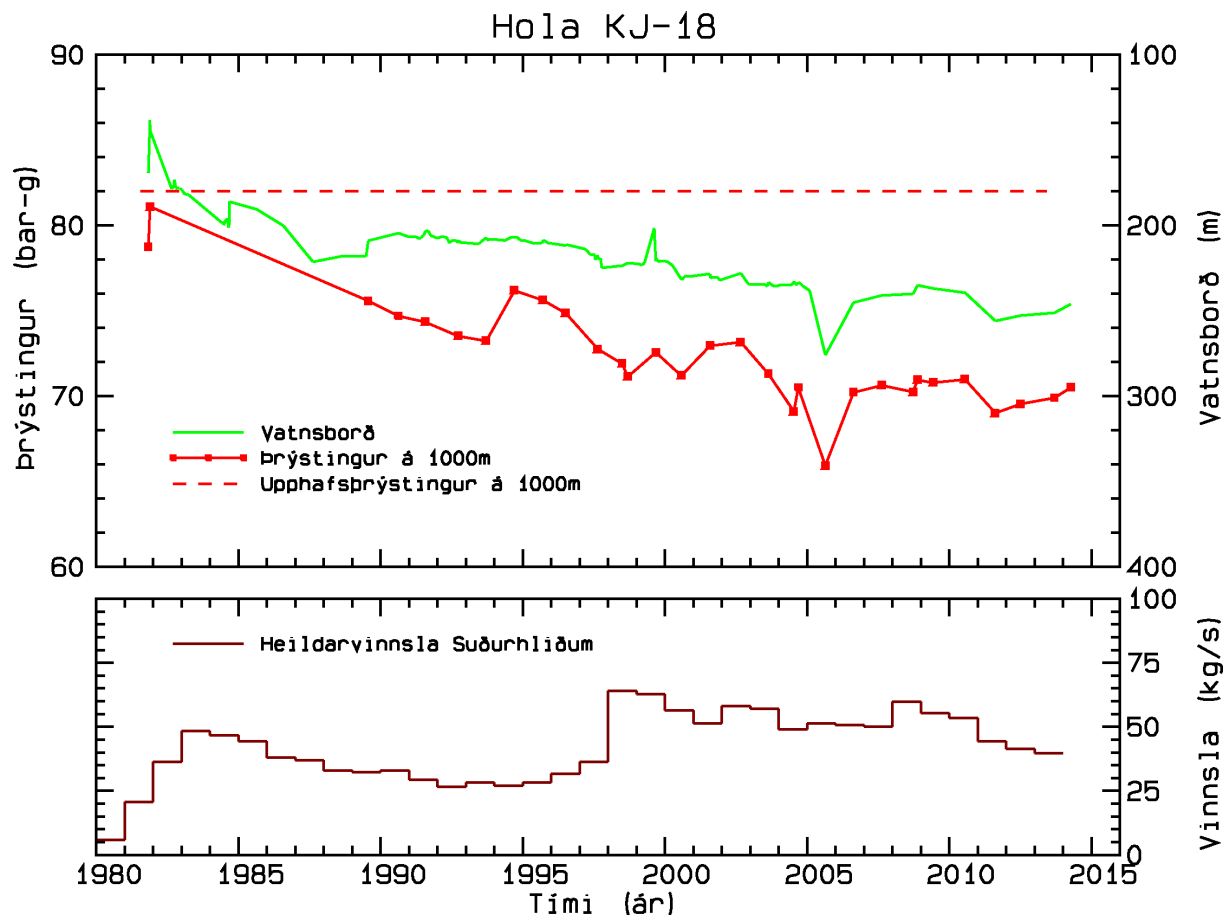
Myndir 17 og 18 sýna hita- og þrýstimælingar síðustu átta ára í holu KJ-18 ásamt metnum berghita og upphafsþrýstingi.



Mynd 14. Saga hita á 1000, 2000 og 2180 m dýpi yfir þann tíma sem KJ-18 hefur verið notuð sem eftirlitshola.

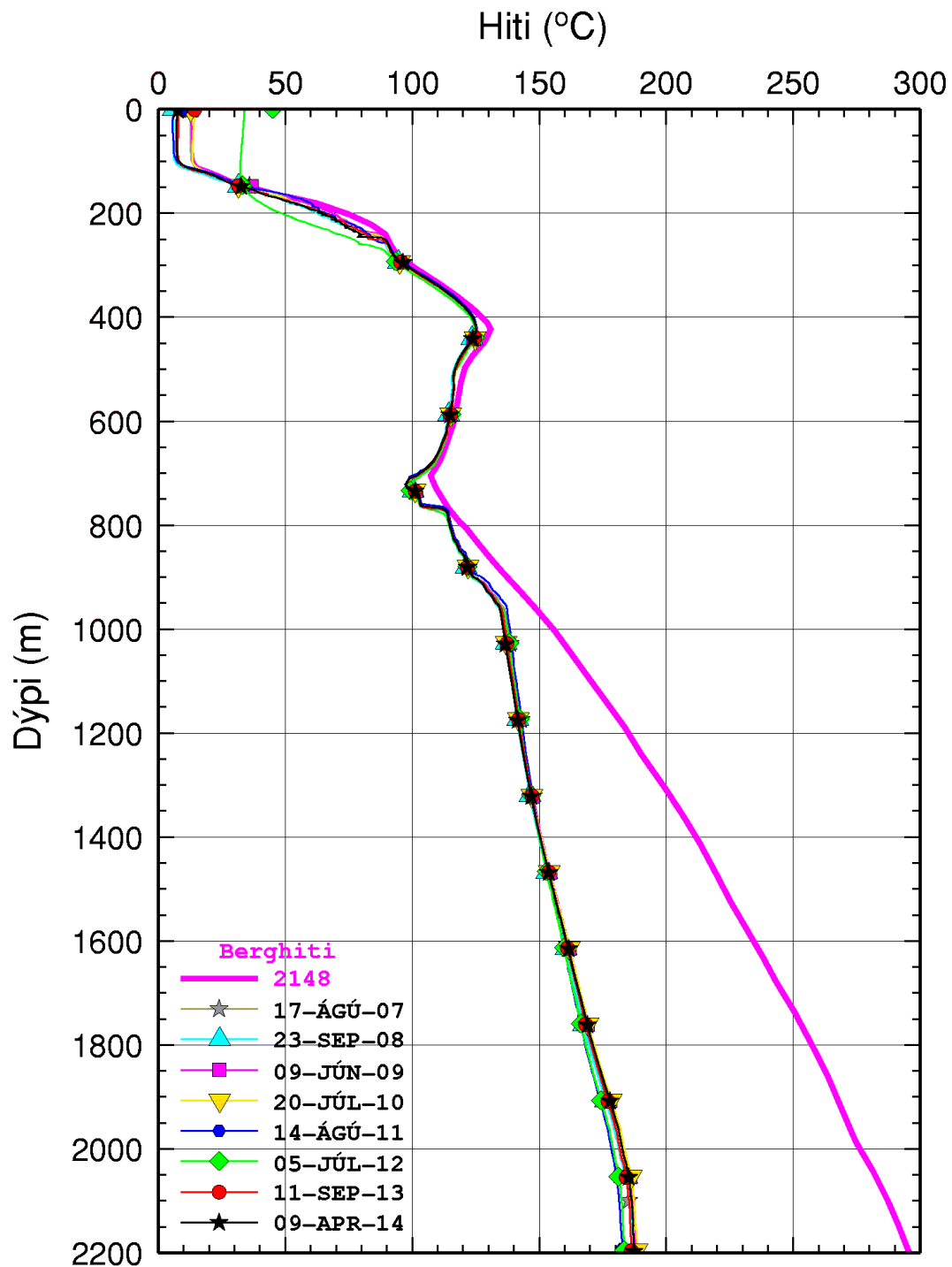


Mynd 15. Saga vatnsborðs og þrýstings á 1000 og 2000 m dýpi í holu KJ-18 ásamt vinnslusögu Suðurhlíða fram til ársins 2014.



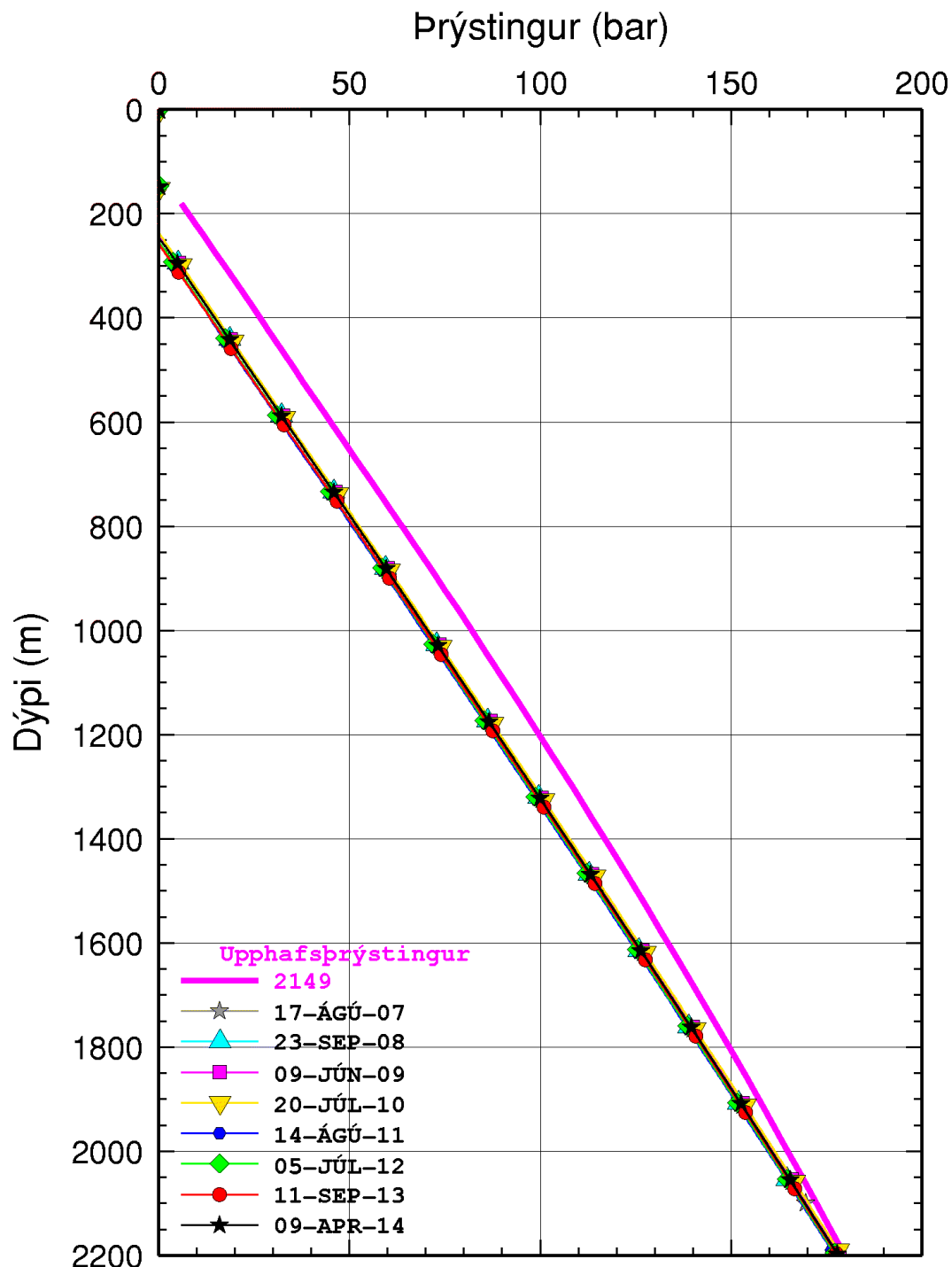
Mynd 16. Saga vatnsborðs og þrýstings á 1000 m dýpi í holu KJ-18 ásamt vinnslusögu Suðurhlíða fram til ársins 2014 þar sem breytingar eru sýndar með hærri upplausn en gert er á mynd 15.

Suðurhlíðar K-18
Suðurhlíðar
Suður-Píngeyjarsýsla



Mynd 17. Hitamælingar síðustu átta ára í holu KJ-18 ásamt metnum berghitaferli.

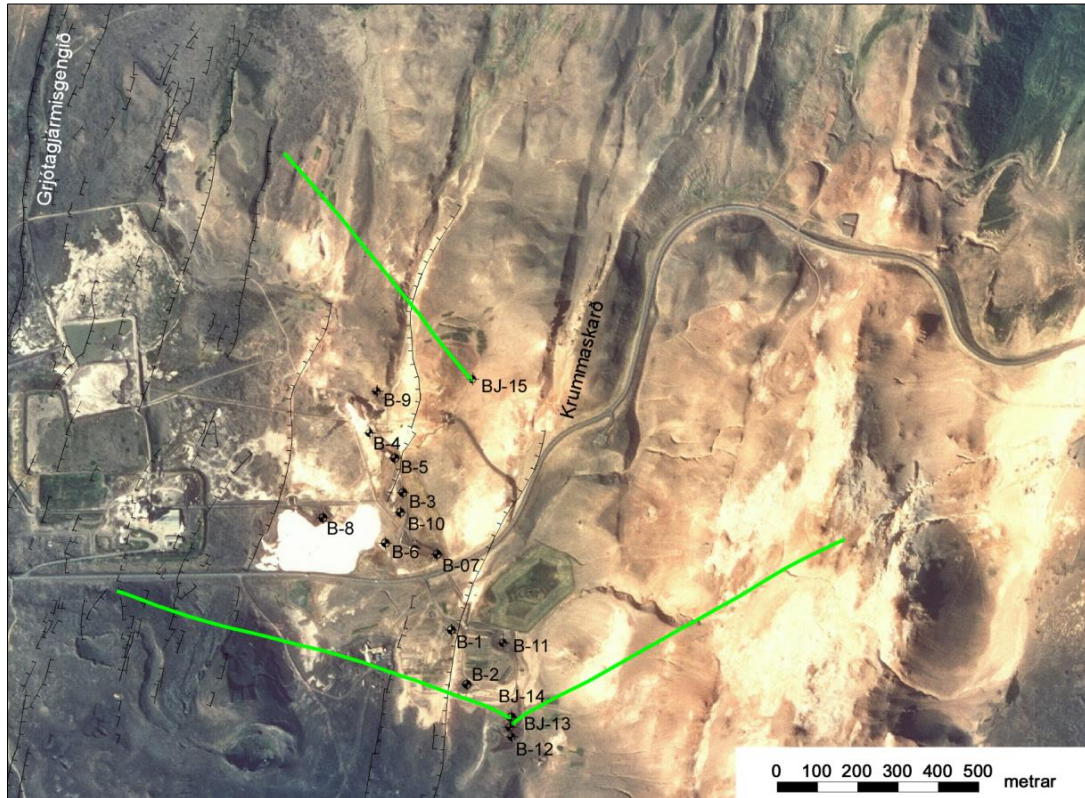
Suðurhlíðar K-18
Suðurhlíðar
Suður-Pingeyjarsýsla



Mynd 18. Þrýstimælingar síðustu átta ára í holu KJ-18 ásamt metnum upphafsprýstingi.

4 Eftirlitsmælingar í Bjarnarflagi

Borun á Bjarnarflagssvæðinu hófst árið 1963 með holu B-1 en alls hafa verið boraðar 15 holur í Bjarnarflagi. Aðalvinnsluholurnar á svæðinu eftir 1979 hafa verið holur B-11 og B-12 auk þess sem hola B-9 bættist í hóp vinnsluholna árið 2001. Eftir að borun holu BJ-13 lauk árið 2006 hefur hún verið notuð sem vinnsluhola (Þorsteinn Egilson, 2010). Mynd 19 sýnir holustaðsetningar og ferla holna í Bjarnarflagi. Holur B-2 og B-5 eru aðaleftirlitsholurnar.



Mynd 19. Yfirlitsmynd um holustaðsetningar og ferla stefnuboraðra holna í Bjarnarflagi.

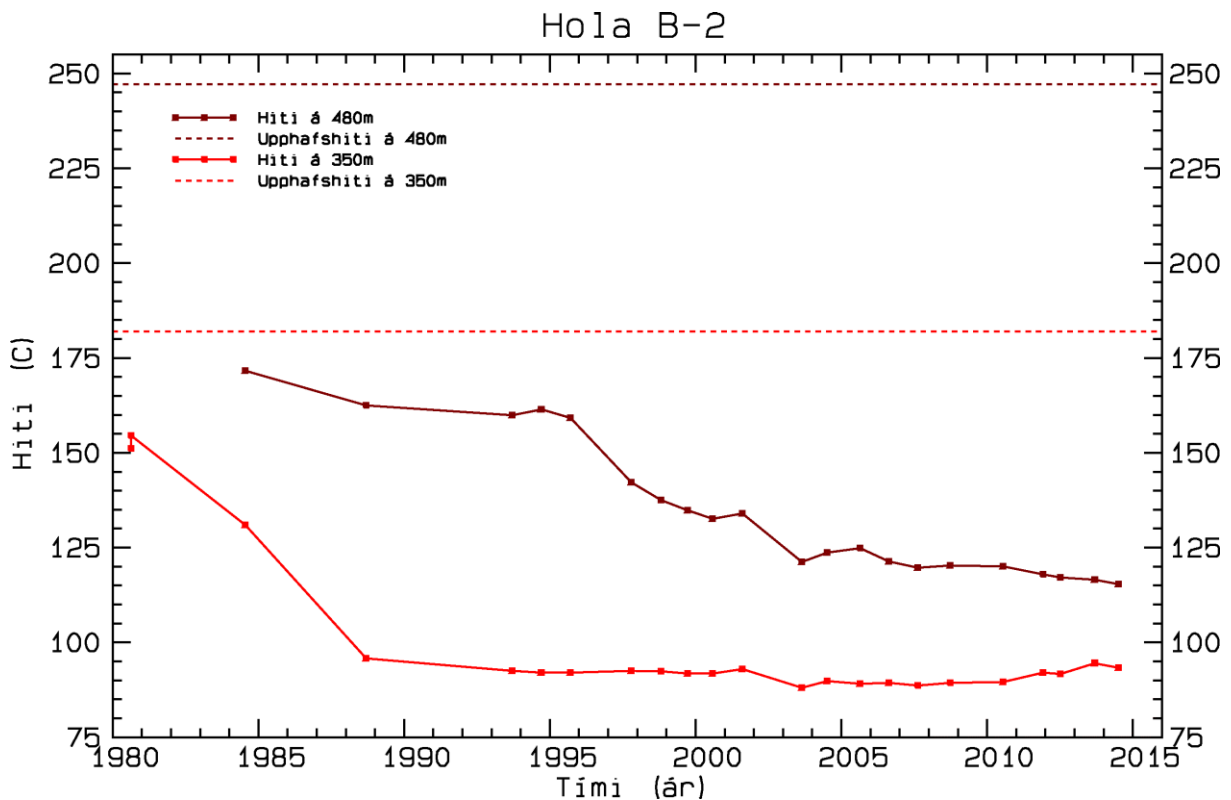
4.1 Hola B-2

Hola B-2 í Bjarnarflagi var boruð árið 1963. Hún er um 500 m djúp með steyptri fóðringu niður á tæplega 210 m dýpi og er 10–20 m austan megin við Krummaskarðsmisengið. Holan var afllítill og var vinnsla úr henni hætt árið 1969. Nú stendur hún þrýstingslaus með vatnsborð á um 64 m dýpi.

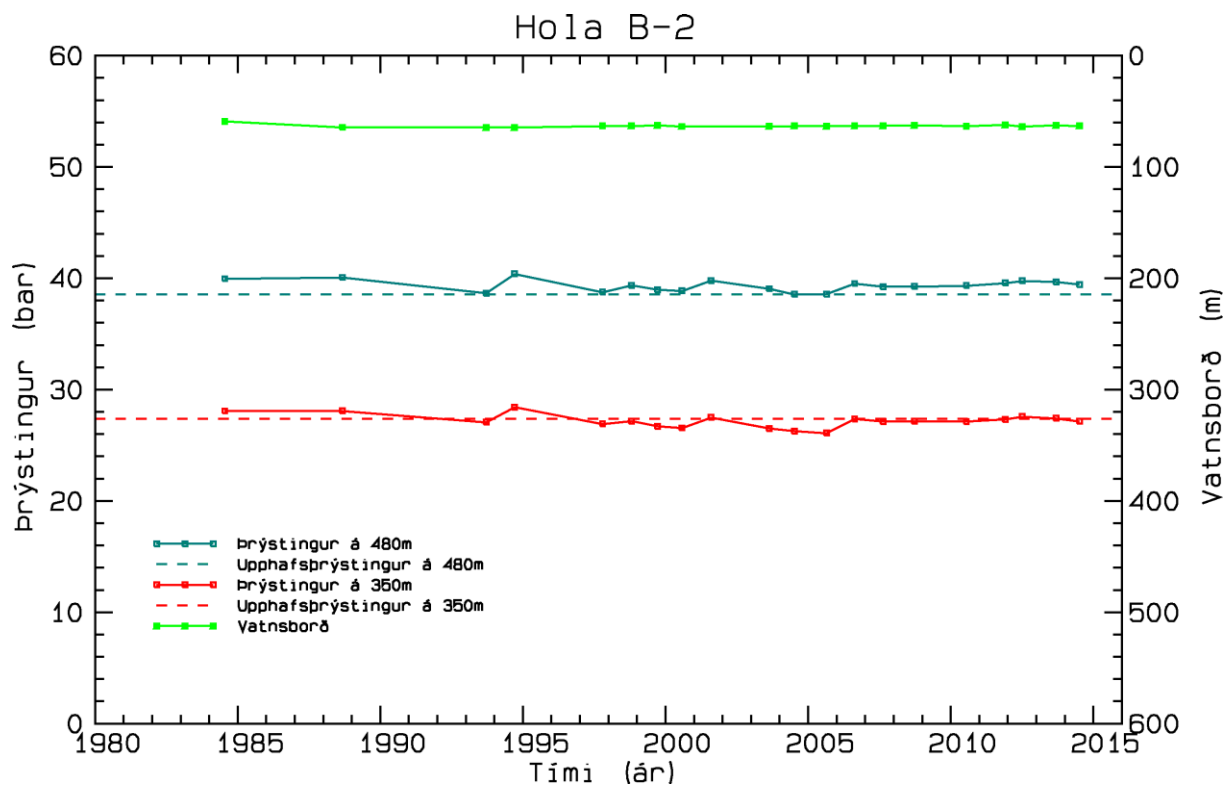
Hola B-2 var hita- og þrýstimæld 6. júlí 2014. Mynd 20 sýnir mældan hita í holunni á 350 og 480 m dýpi frá 1979–2014 þar sem fram kemur greinileg kæling miðað við áætlaðan berghitaferil holunnar. Á 350 m dýpi verður ríflega 92°C kæling frá 1979–1988 en eftir 1989 hefur hitinn í 350 m haldist nokkuð stöðugur. Frá 2010 gætir hækkunar á hita og mælingin í júlí 2014 sýnir 3,8°C hærri hita en mældist á 350 m dýpi um mitt ár 2010 en hitinn á þessu dýpi hafði þó lækkað um 1,2°C síðasta árið. Hitinn á 350 m dýpi mældist 88,7°C undir metnum berghita árið 2014. Kælingin í 480 m tók mun lengri tíma en nær ákveðnu lágmarki árið 2003. Frá 2005 hefur hiti á 480 m dýpi lækkað nokkuð jafnt um 1,1°C/ár (Þorsteinn Egilson o.fl., 2012) og helst sú þróun áfram 2014. Hitinn á 480 m dýpi er nú um 131,9°C undir berghita.

Mynd 21 sýnir mældan þrýsting í holu B-2 á 350 og 480 m dýpi frá 1980–2014 þar sem fram kemur að þrýstiástandið hefur lítið breyst með tíma, eða í mesta lagi um $\pm 0,9$ bar. Myndin sýnir einnig mælt vatnsborð í holunni. Volga (100°C) grunnvatnskerfið á 200–400 m dýpi stjórnar þrýstingi í holunni og ljóst að þrýstingurinn í því kerfi haggast lítið við vinnslu úr djúpu holunum (BJ-11, BJ-12 og BJ-13) (Þorsteinn Egilson, 2010). Mynd 22 sýnir svipaða hluti og mynd 21, þ.e. mælt vatnsborð í holu B-2, þrýsting á 480 m dýpi en auk þess vinnslusögu Bjarnarflags frá 1980 fram til ársins 2014. Hin mikla vinnsluaukning árið 2011, vegna prófana á holu BJ-14 (Trausti Hauksson, 2014), hefur ekki náð að hafa sýnileg áhrif, hvorki á þrýsting né hita.

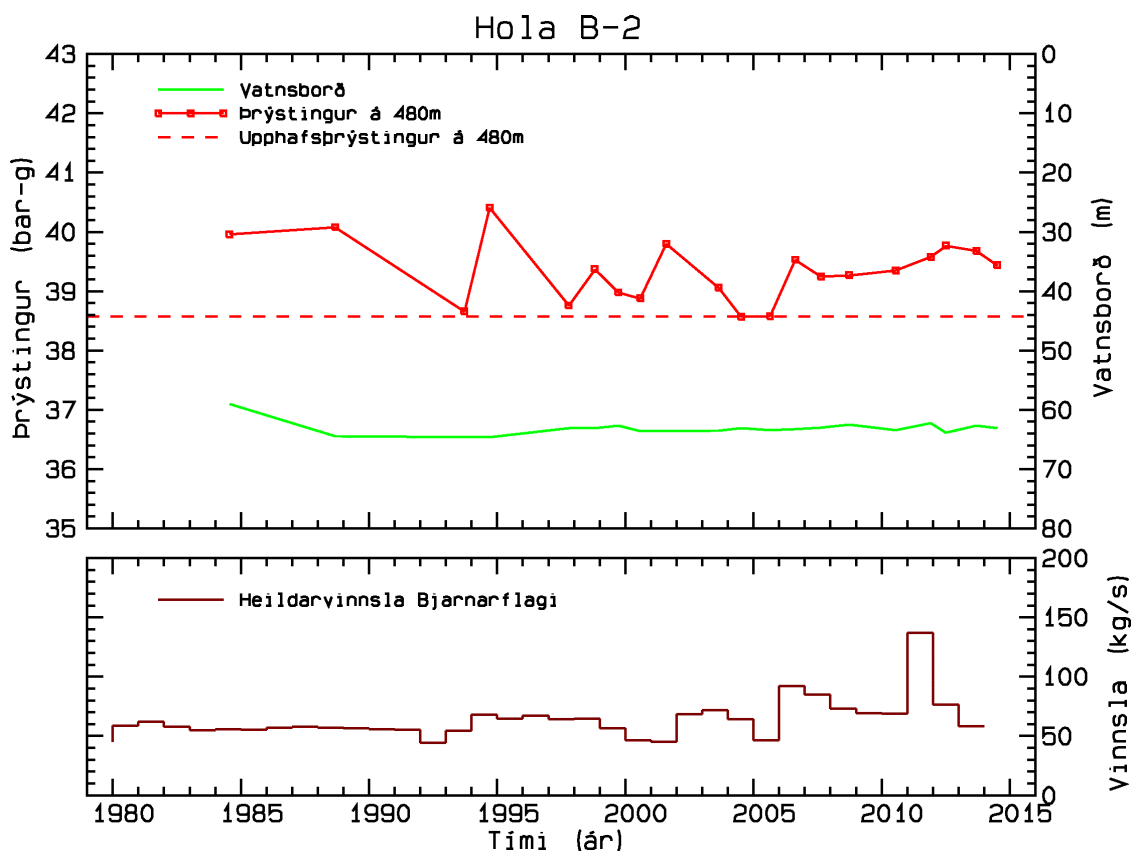
Myndir 23 og 24 sýna hita- og þrýstimælingar síðustu sjö ára í holu B-2 ásamt metnum berg-hita og upphafsþrýstingi.



Mynd 20. Mældur hiti á 350 og 480 m dýpi í holu B-2 ásamt tilsvarendi upphafshita í jarðhita-kerfinu þar sem holan stendur.



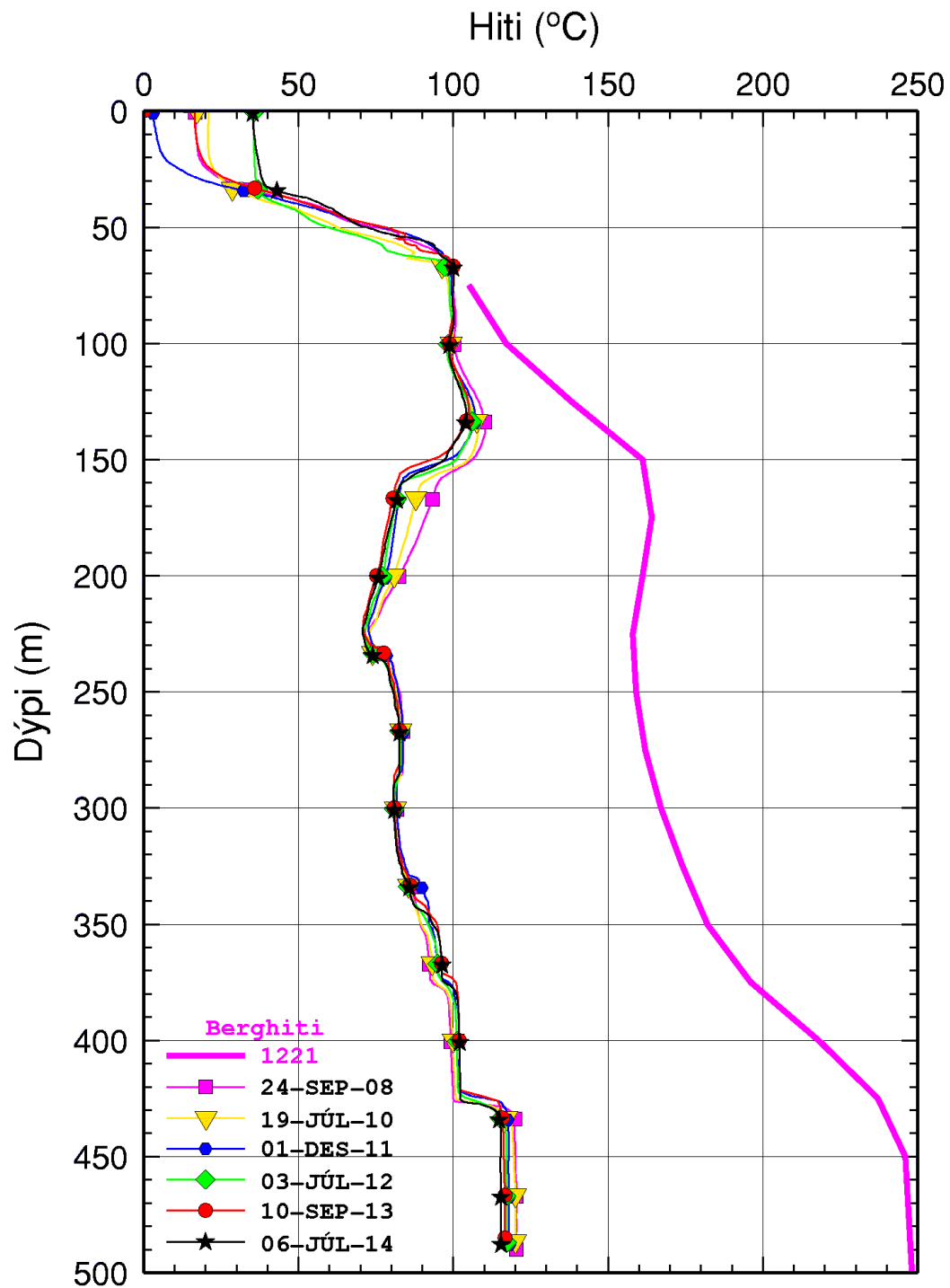
Mynd 21. Mældur prýstingur á 350 og 480 m dýpi í holu B-2 ásamt tilsvareandi upphafsprýstingi og mældu vatnsborði.



Mynd 22. Mældur prýstingur á 480 m dýpi í holu B-2 ásamt tilsvareandi upphafsprýstingi og mældu vatnsborði. Þá sýnir myndin einnig vinnslusöguna í Bjarnarflagi fram til ársins 2014.

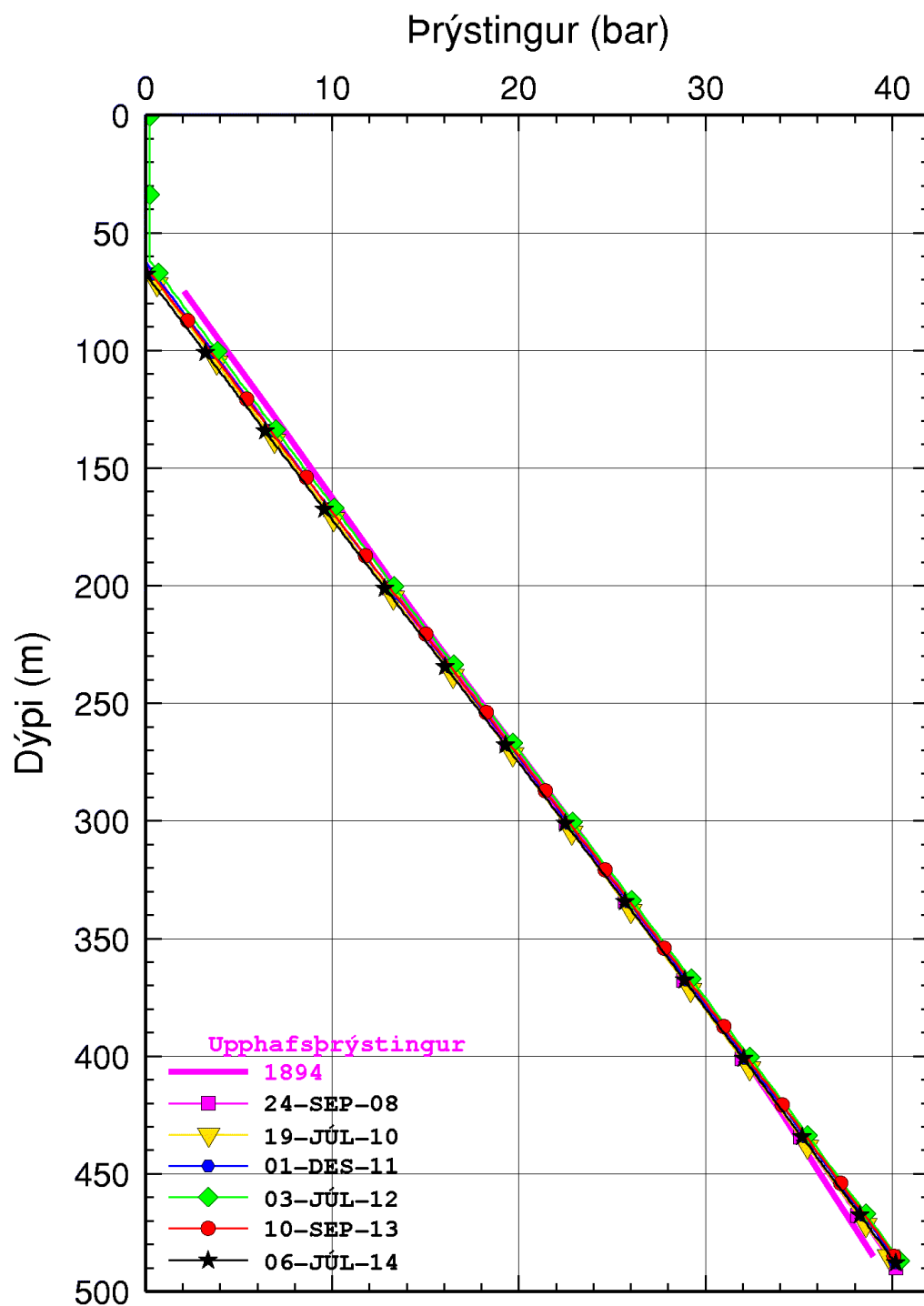
ÍSOR 13-okt-2014
the g s=58302

Námafjall B-02
Bjarnarflag
Suður-Pingeyjarsýsla



Mynd 23. Hitamælingar síðustu sjö ára í holu B-2 ásamt metnum berghitaferli (engin mæling gerð 2009).

Námafjall B-02 Bjarnarflag Suður-Píngeyjarsýsla



Mynd 24. Þrýstimælingar síðustu sjö ára í holu B-2 ásamt metnum upphafsprýstingi (engin mæling gerð 2009).

4.2 Hola B-5

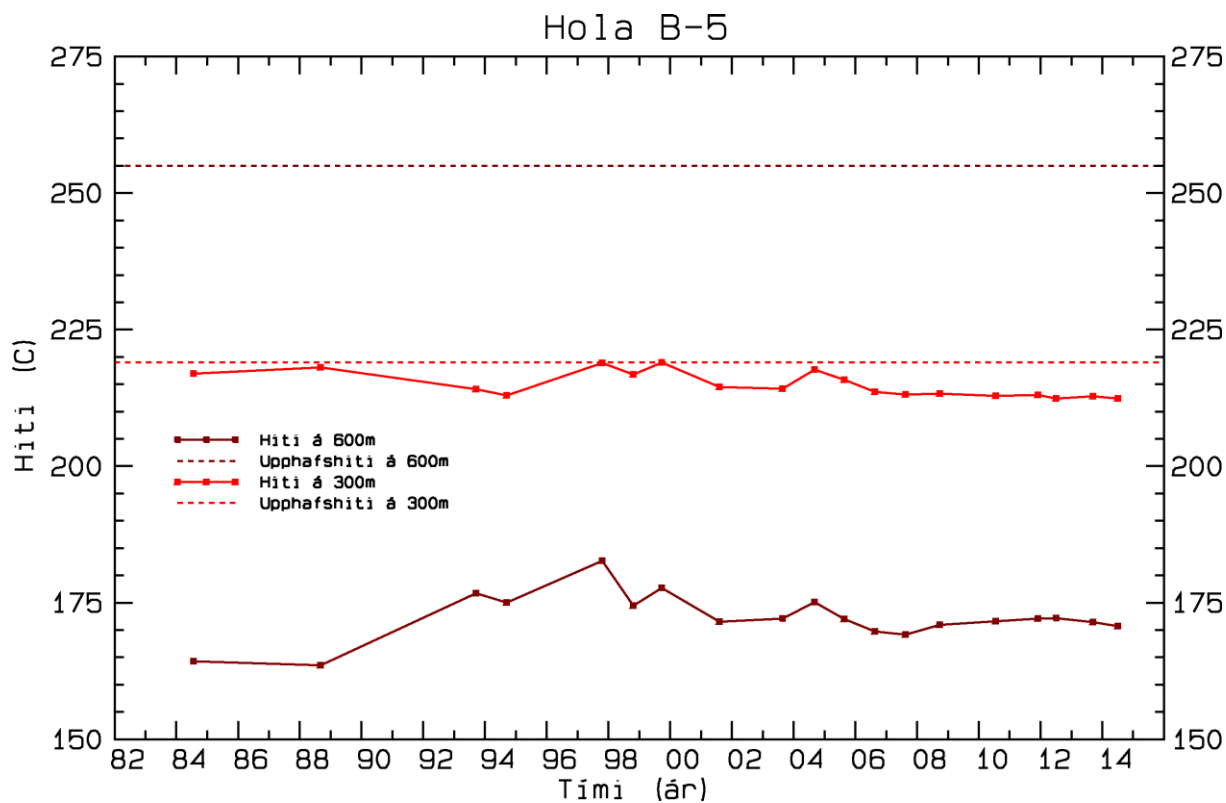
Hola B-5 í Bjarnarflagi var boruð veturinn 1968–1969 niður á 638 m dýpi. 7" fóðring nær niður á 478 m dýpi en henni var komið fyrir eftir að holan hafði verið kæfð vegna þess að hún hljóp í gos (Ásgrímur Guðmundsson o.fl., 1989). Holan fór fljótlega í notkun en hún var afllítill og notkun hennar var hætt árið 1976 og hefur hún frá 1984 nýst sem reglubundin eftirlitshola.

Hola B-5 var hita- og þrýstimæld 6. júlí 2014. Mynd 25 sýnir mældan hita á 300 og 600 m dýpi í holunni frá 1984–2014, ásamt áætluðum berghita á sama dýpi. Á 300 m dýpi hefur hitinn lítið breyst í holunni en hann hefur þó mælst með lítils háttar sveiflum í gegnum tíðina en síðan 2006 hefur hitinn í 300 m haldist tæpum 7°C undir metnum berghita.

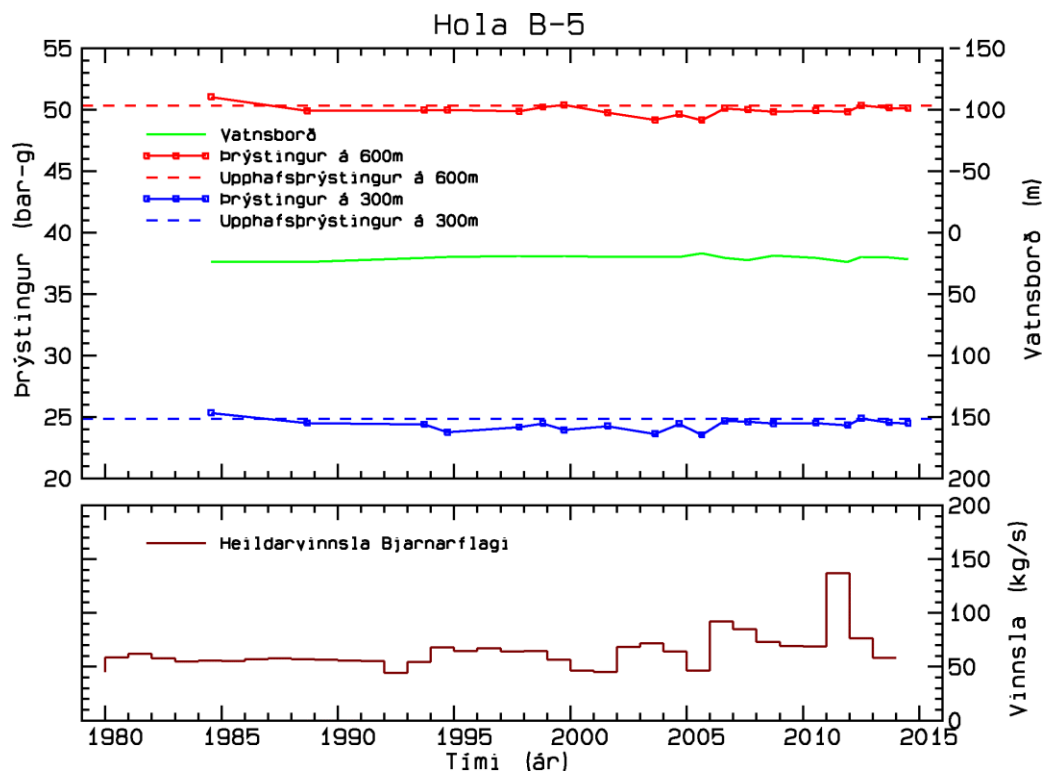
Hitinn á 600 m dýpi er um 83°C lægri en metinn berghiti við holuna, eins og sjá má á mynd 25, og hefur svo verið frá 1984. Nokkrar sveiflur hafa þó verið á mældum hita á umræddu dýpi í gegnum tíðina. Mælingin nú sýnir 0,7°C kælingu frá fyrra ári sem er sama breyting og varð milli áranna 2012 og 2013. Frá 2007–2012 hækkaði hitinn á 600 m dýpi um rúmar 3°C.

Mynd 26 sýnir mælt vatnsborð í holu B-5 og mældan þrýsting á 300 og 600 m dýpi frá 1984, áætlaðan upphafsþrýsting á sama dýpi ásamt vinnslusögu Bjarnarflags út árið 2013. Í júlí 2014 var vatnsborð í 21,6 m en var í 19,8 m í september 2013. Þrýstingurinn nú er um 0,3 bar lægri en metinn upphafsþrýstingur í 600 m og á 300 m dýpi er þessi munur 0,4 bar. Mynd 26 sýnir hugsanleg áhrif aukinnar vinnslu árið 2011, þegar hola BJ-14 var afkastaprófuð (Trausti Hauksson, 2014), á þrýsting og vatnsborð. Mynd 27 sýnir þrýsting í 600 m, ásamt mældu vatnsborði, í hærri upplausn en sýnt er á mynd 26 til að draga betur fram breytingar sem orðið hafa frá einum tíma til annars.

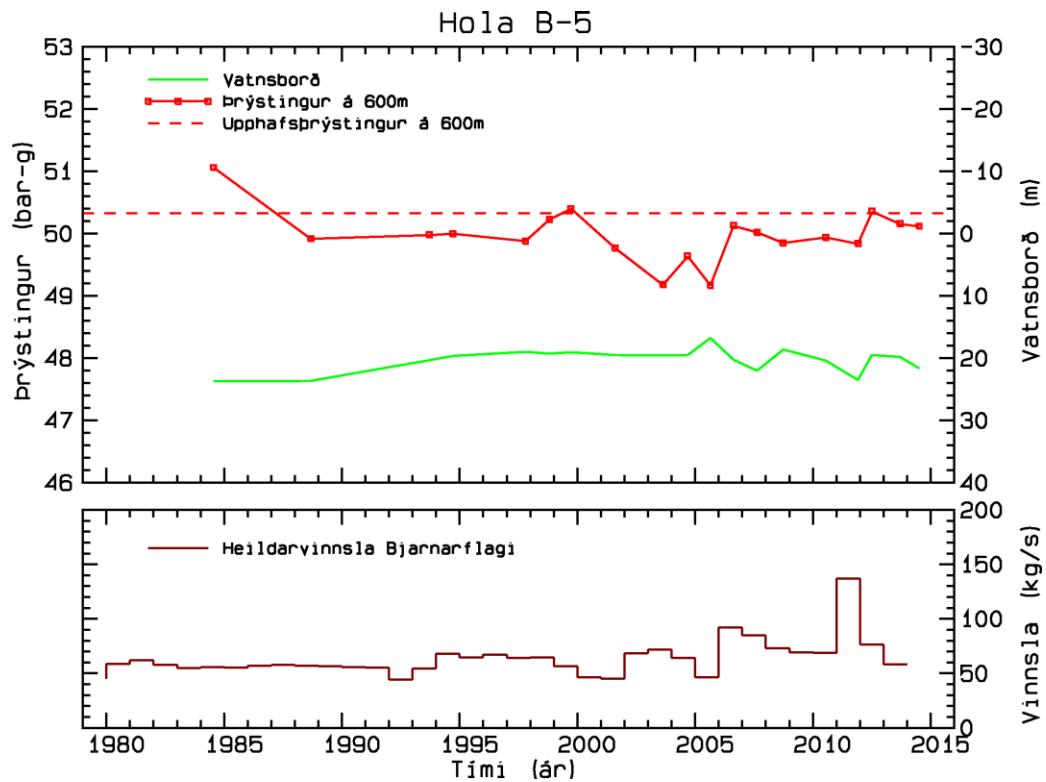
Myndir 28 og 29 sýna hita- og þrýstimælingar síðustu sjö ára í holu B-5 ásamt metnum berg-hita og upphafsþrýstingi.



Mynd 25. Mældur hiti á 300 og 600 m dýpi í holu B-5 ásamt tilsvareandi berghita.

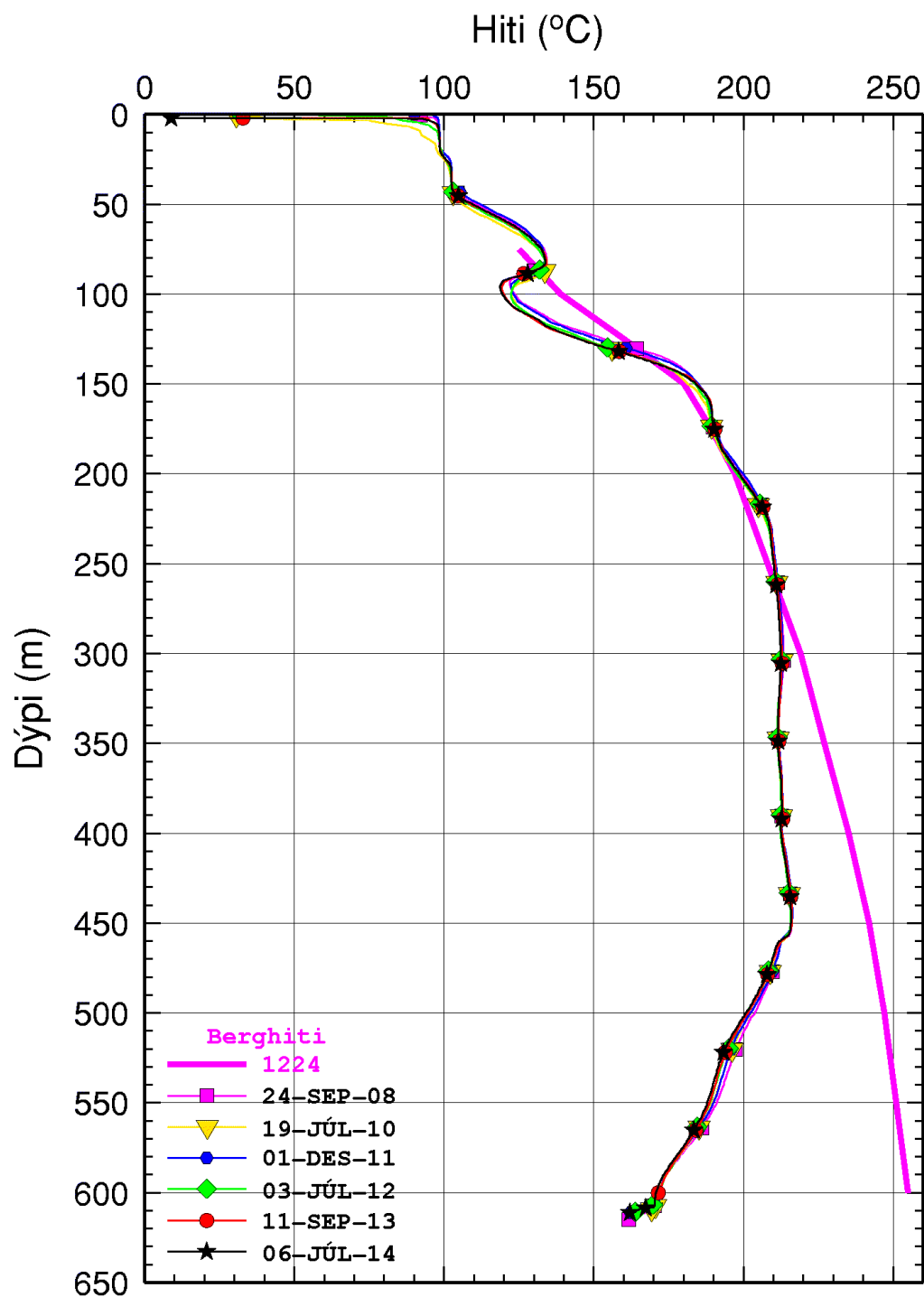


Mynd 26. Mældur brýstingur á 300 og 600 m dýpi í holu B-5 ásamt tilsvareandi upphafsbrýstingi, mældu vatnsborði og vinnslusögunni í Bjarnarflagi fram til ársins 2014.



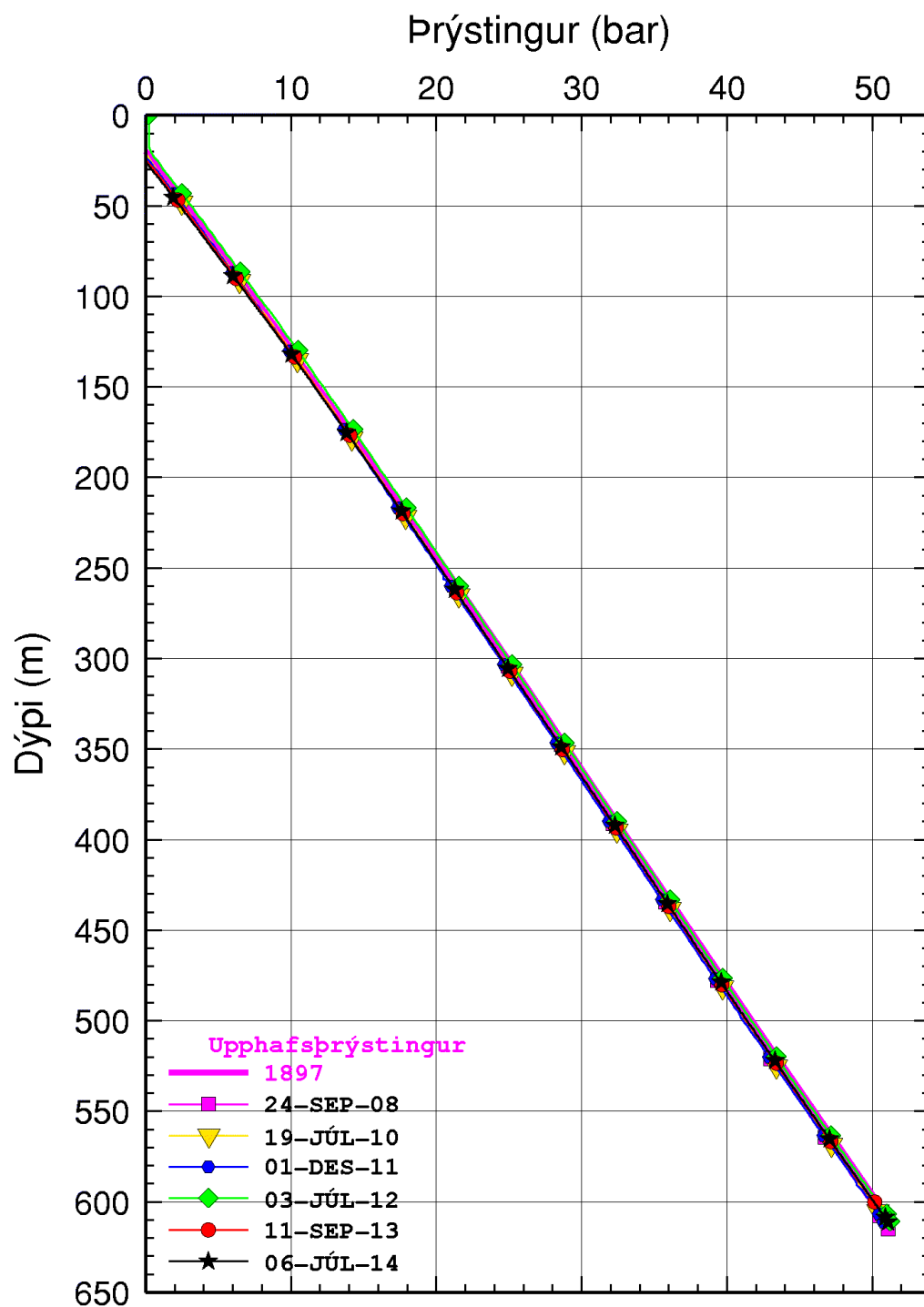
Mynd 27. Mældur prýstingur á 600 m dýpi í holu B-5 ásamt tilsvareandi upphafsprýstingi, mældu vatnsborði og vinnslusögunni í Bjarnarflagi til ársins 2014. Myndin er gerð fyrir meiri upplausn en mynd 25 til að draga betur fram breytingar frá einum tíma til annars.

Námafjall B-05
Bjarnarflag
Suður-Þingeyjarsýsla



Mynd 28. Hitamælingar síðustu sjö ára í holu B-5 ásamt metnum berghita (ekki mæld árið 2009).

Námafjall B-05 Bjarnarflag Suður-Pingeyjarsýsla



Mynd 29. Þrýstimælingar síðustu sjö ára í holu B-5 ásamt metnum upphafsprýstingi (ekki mæld árið 2009).

5 Helstu niðurstöður

- Eftirlitsmælingar voru gerðar í Kröflu og Bjarnarflagi 5., 6. og 8. júlí 2014 nema í holu KJ-18 sem var eftirlitsmæld 9. apríl 2014.
- Mældar voru holur KG-10, KJ-11, KJ-17 og KJ-18 í Kröflu og holur B-2 og B-2 í Bjarnarflagi. Leirbotnaholan KJ-6 var ekki mæld þar sem hún var í blæstri vegna ferilefnaprófana.
- Hitinn á 800 m dýpi í holu KG-10 heldur áfram að lækka í samræmi við þróun síðustu ára og mældist í júlí 2014 um 15,8°C lægri en metinn upphafshiti 1976.
- Endurmeta þarf upphafshita jarðlaga við holu KG-10 í ljósi gildandi túlkunar á kólnun í holunni frá því að vinnsla úr Leirbotnasvæðinu hófst.
- Frá 2003 hefur þrýstingur á 800 m dýpi í KG-10 heldur þokast upp á við en lækkar samt um 0,9 bar milli 2013 og 2014 og er nú 2,6 bar lægri en metinn upphafsþrýstingur á umræddu dýpi.
- Vegna niðurdælingar í holu KJ-11 á árunum 2003–2005 og síðan 2009–2010 er að svo stöddu ekki unnt að segja til um hversu mikil áhrif niðurdælingin í KG-26 hefur.
- Hola KJ-17 er vinnsluhola í Suðurhlíðum sem var hita- og þrýstimæld í blæstri í tengslum við eftirlitsmælingarnar. Rennsli úr holunni sveiflast reglulega og var hún því mæld bæði niður og upp. Unnið verður síðar úr blástursmælingunum í KJ-17 ásamt blástursmælingum sem gerðar voru í holu KJ-21 í október 2014.
- Smávægilegar breytingar hafa átt sér stað á hitastigi og þrýstingi í Suðurhlíðaholunni KJ-18 frá 2006. Í apríl 2014 var hitastig í 1000 m 19,7°C lægra en tilsvareandi berghiti, á 2000 m dýpi var hitinn 93,5°C lægri en berghitinn þar og nærri botni (2180 m) var þessi munur 106,7°C en hitinn neðan til í holunni hefur hækkað milli ára á meðan hitinn í 1000 m hefur lækkað.
- Þrýstingurinn í KJ-18 mældist í júlí 2014 11,5 bar lægri en metinn upphafsþrýstingur á 1000 m dýpi. Á 2000 m dýpi mældist tilsvareandi þrýstimunur 4,2 bar og hefur þrýstingurinn þar nánast ekkert breyst milli ára.
- Eftirlitsholan B-2 í Bjarnarflagi sýnir litlar hitabreytingar á síðustu árum á þeim dýpum, 350 og 480 m, sem skoðuð hafa verið. Hitinn 2014 var 88,7°C lægri en metinn berghiti á 350 m dýpi og á 480 m dýpi var þessi munur um 131,9°C. Á 480 m dýpi lítur út fyrir að glitti í rúmlega 1,1 °C/ár jafnaðarkólnun frá árinu 2005.
- Mælingarnar í júlí 2014 sýna að þrýstingurinn í B-2 var nánast jafn upphafsþrýstingnum á 350 m dýpi en á 480 m dýpi var þrýstingurinn 1,1 bar hærri en metinn upphafsþrýstingur, svipað og árið áður.
- Eftirlitsholan B-5 í Bjarnarflagi sýnir smávægilega hitalækkun milli ára á 300 m dýpi og liggur hitinn þar um 6,5°C lægra en áætlaður berghiti. Á 600 m dýpi var hitinn hins vegar um 84°C lægri en metinn berghiti.
- Mælingarnar 2014 sýna að þrýstingurinn í holu B-5 er nánast jafn metnum upphafsþrýstingi á bæði 300 og 600 m dýpi og ekki er um markverða breytingu að ræða frá fyrra ári.

- Mikilvægt er að búið sé að yfirfara loka á holutoppum áður en mælingar fara fram til að tryggja að hægt sé að mæla holurnar og einnig til að flýta fyrir mælingum. Vel gekk þó að opna flesta loka í þessari mælitörn.

6 Heimildir

- Arnar Hjartarson (2006). *Eftirlitsmælingar í Kröflu og Bjarnarflagi frá 1996 til 2005*. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2006/020, Landsvirkjun, LV-2006/077, 52 bls.
- Ásgrímur Guðmundsson, Benedikt Steingrímsson og Gísli Karel Halldórsson (1981). *Krafla Hóla KJ-17. Áfangaskýrsla um vinnsluborun holunnar*. Orkustofnun, greinargerð ÁG-BS-GKH-81/04, 26 bls.
- Ásgrímur Guðmundsson, Benedikt Steingrímsson, Sæþór L. Jónsson og Sverrir Þórhallsson (1989). *Borholur í Bjarnarflagi*. Orkustofnun, OS-89046/JHD-21B, 93 bls.
- Benedikt Steingrímsson og Grímur Björnsson (1995). *Borholumælingar í Kröflu og Bjarnarflagi árið 1994*. Orkustofnun, OS-95024/JHD-17, 62 bls.
- Gylfi Páll Hersir (2013). *IMAGE: Integrated methods for advanced geothermal exploration. Exploration and assessment of geothermal reservoir.*
http://www.isor.is/sites/isor.is/files/704/image-isor-georg_presentation.pdf
- Halldór Ármannsson og Jón Benjamínsson (1984). *Kröflusveiflur í byrjun sumars 1984*. Orkustofnun, OS-84057/JHD-17B, 28 bls.
- Hrefna Kristmannsdóttir, Ásgrímur Guðmundsson og Margrét Kjartansdóttir (1977). *Krafla Hóla KJ-11. Borun, vatnsæðar, jarðlög og ummyndun*. Orkustofnun, OD-JHD-77/08, 23 bls.
- Hörður Tryggvason (2014). *Krafla –Hóla KJ-18. Hita- og þrýstímæling*. Greinargerð ÍSOR-14022, 6 bls.
- Hörður Tryggvason og Halldór Ingólfsson (2012). *Krafla. Lóðanir og mælingar í vinnsluholum í september og október 2012*. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-12069, 11 bls.
- Trausti Hauksson (2014). *Krafla og Bjarnarflag. Afkost borhola og efnainnihald vatns og gufu í borholum og vinnslurás árið 2013*. Landsvirkjun, LV-2014-064, 75 bls.
- Valgarður Stefánsson, Karl Ragnars og Kristján Sæmundsson (1977). *Gufuöflun fyrir Kröfluvirkjun 1977*. Orkustofnun, OS-JHD-7707, 17 bls.
- Þorsteinn Egilson (2010). *Eftirlitsmælingar í Kröflu og Bjarnarflagi árin 2006–2009*. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/029, Landsvirkjun, LV-2010/078, 51 bls.
- Þorsteinn Egilson (2012). *Eftirlitsmælingar í Kröflu og Bjarnarflagi 2011*. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2012/026, Landsvirkjun, LV-2012/073, 52 bls.
- Þorsteinn Egilson, Halldór Ingólfsson og Bjarni Kristinsson (2012). *Eftirlitsmælingar í Kröflu og Bjarnarflagi 2012*. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2012/044, Landsvirkjun, LV-2012/097, 32 bls.
- Þorsteinn Egilson, Hörður Tryggvason og Bjarni Kristinsson (2013). *Eftirlitsmælingar í Kröflu og Bjarnarflagi 2013*. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2013/059, Landsvirkjun, LV-2013/129, 40 bls.



Landsvirkjun

Háaleitisbraut 68
103 Reykjavík
landsvirkjun.is

landsvirkjun@lv.is
Sími: 515 90 00

