



**ORKUSTOFNUN**

**RANNSÓKNASVIÐ - Reykjavík, Akureyri**

**Mælingaeftirlit 2001  
á Nesjavöllum, Kolviðarhóli  
og Ölkelduhálsi**

**Sigvaldi Thordarson  
Benedikt Steingrímsson**

**Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur**

**2002**

**OS-2002/003**





**ORKUSTOFNUN**  
Rannsóknasvið

Verknr. 8-630 007/014

**Sigvaldi Thordarson**  
**Benedikt Steingrímsson**

## **Mælingaeftirlit 2001 á Nesjavöllum, Kolviðarhóli og Ölkelduhálsi**

**Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur**

**OS-2002/003**

**Janúar 2002**

Orkustofnun - Rannsóknasvið

Reykjavík: Grensásvegi 9, 108 Rvk. – Sími 569 6000 – Fax 568 8896

Akureyri: Háskólinn á Akureyri, Sólborg v. Norðurslóð, 600 Ak.

Sími 463 0957 – Fax 463 0999

Netfang: [os@os.is](mailto:os@os.is) – Veffang: <http://www.os.is>



<b>Skýrsla nr.:</b> OS-2002/003	<b>Dags.:</b> Janúar 2002	<b>Dreifing:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
<b>Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill:</b> Mælingaefirlit 2001 á Nesjavöllum, Kolviðarhóli og Ölkelduhálsi	<b>Upplag:</b> 40	
	<b>Fjöldi síðna:</b> 28	
<b>Höfundar:</b> Sigvaldi Thordarson Benedikt Steingrímsson	<b>Verkefnisstjóri:</b> Benedikt Steingrímsson	
<b>Gerð skýrslu / Verkstig:</b> Reglubundið vinnsluefirlit	<b>Verknúmer:</b> 8-630 007/014	
<b>Unnið fyrir:</b> Orkuveitu Reykjavíkur		
<b>Samvinnuaðilar:</b>		
<b>Útdráttur:</b> Gerð er grein fyrir mælingum til eftirlits á hita og þrýstingi í borholum Orkuveitu Reykjavíkur á Nesjavöllum, Kolviðarhóli og Ölkelduhálsi árið 2001. Skýrslan er framhald af ýtarlegri eftirlitsskýrslu sem út kom 2001 og náði yfir árin 1998–2000. Mælingarnar nú voru gerðar með svipuðum hætti og áður, en á Nesjavöllum voru einungis mældar holur NJ-15 og NJ-18, þar sem aðrar holur voru ekki aðgengilegar. NJ-holurnar voru mældar í júní en KhG-1 og ÖJ-1 í október. Í heild hafa engar verulegar breytingar orðið í hita og þrýstingi þeirra fjögurra holna sem mældar voru 2001. Hiti hefur hækkað í efri hluta NJ-15 og 18 frá því fyrir nokkrum árum en þó lítið á allra síðustu árum. Um 4-6 bar þrýstiniðurdráttur hefur orðið í NJ-mæliholunum frá upphafi en lækkunin hefur verið innan skekkjumarka síðustu árin. Vatnsborð hefur lækkað í þeim eins og eðlilegt er á vinnslusvæði, sem nemur ~5 m á ári. Mjög litlar hita- og þrýstibreytingar hafa orðið í KhG-1 og ÖJ-1 á síðustu árum.		
<b>Lykilorð:</b> Háhitasvæði, jarðhitakerfi, eftirlit, hiti, þrýstingur, Nesjavellir, Kolviðarhóll, Ölkelduháls	<b>ISBN-númer:</b>	
	<b>Undirskrift verkefnisstjóra:</b>	
	<b>Yfirið af:</b> PI	

**Lykilsida bakhlið**

## EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR .....	7
2. YFIRLIT MÆLINGA .....	7
3. MÆLINGAR Í EINSTÖKUM HOLUM .....	8
3.1. Hola NJ-15.....	8
3.2. Hola NJ-18.....	13
3.3. Hola KhG-1 .....	17
3.4. Hola ÖJ-1.....	21
4. SAMANTEKT OG HELSTU NIÐURSTÖÐUR .....	24
5. HEIMILDIR .....	28

## TÖFLUR

Tafla 1. Yfirlit um mælingar árið 2001. ....	7
--	---

## MYNDIR

Mynd 1. <i>Hitamælingar innan fóðringar í holu NJ-15.</i> .....	9
Mynd 2. <i>Hitamælingar í holu NJ-15.</i> .....	10
Mynd 3. <i>Þrýstimælingar í holu NJ-15.</i> .....	11
Mynd 4. <i>Hiti á 1000 m og 1500 m dýpi í holu NJ-15.</i> .....	12
Mynd 5. <i>Þrýstingur á 1000 m og 1500 m dýpi í holu NJ-15.</i> .....	12
Mynd 6. <i>Hitamælingar innan fóðringar í holu NJ-18.</i> .....	13
Mynd 7. <i>Hitamælingar í holu NJ-18.</i> .....	14
Mynd 8. <i>Þrýstimælingar í holu NJ-18.</i> .....	15
Mynd 9. <i>Hiti á 1200 m og 1700 m dýpi í holu NJ-18.</i> .....	16
Mynd 10. <i>Þrýstingur á 1200 m og 1700 m dýpi í holu NJ-18.</i> .....	16
Mynd 11. <i>Hitamælingar í vinnslufóðringu holu KhG-1.</i> .....	17
Mynd 12. <i>Hitamælingar í holu KhG-1.</i> .....	18
Mynd 13. <i>Þrýstimælingar í holu KhG-1.</i> .....	19

Mynd 14. <i>Hiti á 700 m, 1000 m, 1400 m og 1700 m dýpi í holu KhG-1.</i> .....	20
Mynd 15. <i>Þrýstingur á 700 m, 1000 m, 1400 m og 1700 m dýpi í holu KhG-1.</i> .....	20
Mynd 16. <i>Vatnsborð í holu KhG-1.</i> .....	21
Mynd 17. <i>Hitamælingar í holu ÖJ-1.</i> .....	22
Mynd 18. <i>Þrýstimælingar í holu ÖJ-1.</i> .....	23
Mynd 19. <i>Hiti og þrýstingur á 900 m dýpi í holu ÖJ-1.</i> .....	24
Mynd 20. <i>Hiti á 800 m dýpi undir sjávarmáli á Nesjavöllum.</i> .....	25
Mynd 21. <i>Hiti á 1400 m dýpi undir sjávarmáli á Nesjavöllum.</i> .....	25
Mynd 22. <i>Þrýstingur á 800 m dýpi undir sjávarmáli á Nesjavöllum.</i> .....	26
Mynd 23. <i>Þrýstingur á 1400 m dýpi undir sjávarmáli á Nesjavöllum.</i> .....	26
Mynd 24. <i>Vatnsborðsmælingar í nokkrum holum á Nesjavöllum.</i> .....	27



## 1. INNGANGUR

Í eftirfarandi skýrslu er fjallað um hita- og þrýstimælingar sem gerðar voru til eftirlits í borholunum á Nesjavöllum, Kolviðarhóli og Ölkelduhálsi á árinu 2001. Mælingarnar og úrvinnsla þeirra er gerð samkvæmt samningi Orkuveitu Reykjavíkur og Orkustofnunar. Síðasta eftirlitsskýrsla kom út árið 2001, en sú skýrsla náði yfir árin 1998–2000 og var nokkru ítarlegri en fyrri eftirlitsskýrslur, m.a. var þar að finna ýmsar grunnupplýsingar um allar Nesjavallaholurnar (auk KhG-1 og ÖJ-1) og áhrif skotgata á fóðringar háhitaholna (Benedikt Steingrímsson og Sigvaldi Thordarson 2001).

Þær mælingar sem hér er fjallað um eru sýndar í samhengi við fyrri mælingar. Litið er á hvernig einstakar holur hafa hegðað sér í gegnum tíðina, bæði hvað hita og þrýsting varðar. Einnig eru í skýrslunni sýndar vatnsborðsmælingar sem starfsmenn Orkuveitunnar framkvæma vikulega í þrýstingslausum (á holutoppi) holum. Síðustu árin hafa þeir mælt vatnsborð í holum NJ-12, 15, 17 og 18, en hola NG-10 féll einnig inn í þetta eftirlit áður en hún fór í vinnslu.

## 2. YFIRLIT MÆLINGA

Mælingar á Nesjavöllum, Kolviðarhóli og Ölkelduhálsi voru gerðar með svipuðum hætti og undanfarin ár, en einungis holur NJ-15 og NJ-18 voru mældar af Nesjavallaholunum þar sem aðrar holur voru í notkun eða ekki aðgengilegar. Holurnar á Nesjavöllum voru mældar í júní, en holurnar á Kolviðarhóli og Ölkelduhálsi voru mældar í október. Fjallað verður um mælingar hvernar holu fyrir sig hér á eftir, en í töflu 1 er yfirlit um þær mælingar sem framkvæmdar voru árið 2001, auk þess sem þar kemur fram hvert mælt vatnsborð holunnar var.

**Tafla 1.** Yfirlit um mælingar árið 2001.

Hola	Dagsetning	GO-hiti (m)	Kuster-hiti (m)	Þrýstingur (m)	Athugasemdir
NJ-15	26-06-2001			0-1716	vb=187,23 m
	27-06-2001	150-550	600-1717		
NJ-18	27-06-2001	140-930	900-1999	200-2000	vb=164,87 m
KhG-1	25-10-2001	0-675	700-1793	700-1793	vb=124 m
ÖJ-1	03-10-2001		0-1008	0-1007	$P_0 < 0,1$ bar vb~280 m skv. þrýstimæl.
Alls:		1.865	4.317	5.616	Alls: 11.798 m

### 3. MÆLINGAR Í EINSTÖKUM HOLUM

Hér á eftir verður fjallað um mælingar í hverri holu fyrir sig og mælingar ársins 2001 sýndar ásamt helstu mælingum fyrri ára. Á myndunum er einnig sýndur berghiti og upphafsþrýstingur til glöggvunar á breytingum á hita og þrýstingi hvernar holu. Einnig eru birtar myndir sem sýna hvernig hiti og þrýstingur breytist með tíma á völdum dýpum í hverri holu fyrir sig.

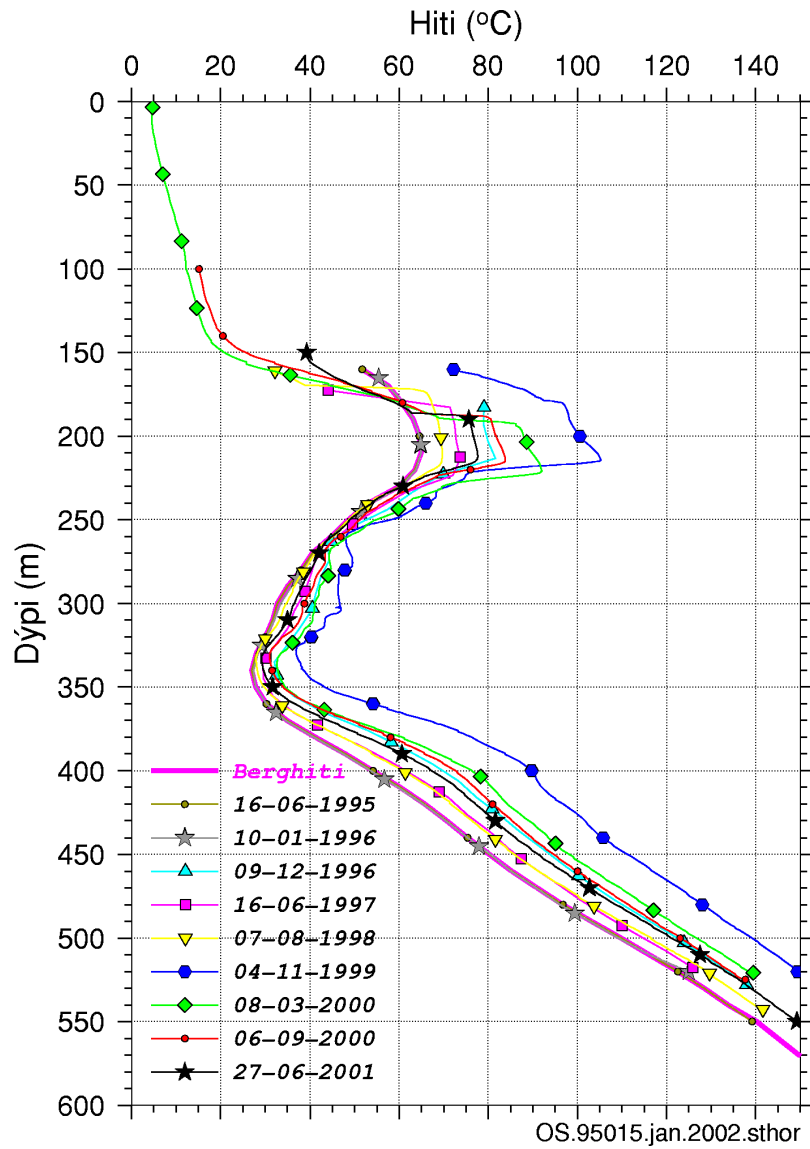
Þegar farið var yfir gögn síðustu ára kom í ljós að kvörðum hitamæla var ekki alltaf alveg rétt og var reynt að bæta úr því eftir bestu getu. Af þessum sökum er örlítill munur á sumum myndanna sem birtast hér og þeim sem birtust í síðustu eftirlitsskýrslu (Benedikt Steingrímsson og Sigvaldi Thordarson 2001). Þá er einnig rétt að hafa það í huga að nákvæmni hitamælanna sem notaðir eru til háhitamælinga er varla meiri en  $\pm 3^\circ\text{C}$  og því ekki unnt að gera nákvæmari úttekt á hitabreytingum hvernar holu en sem því nemur.

#### 3.1. HOLA NJ-15

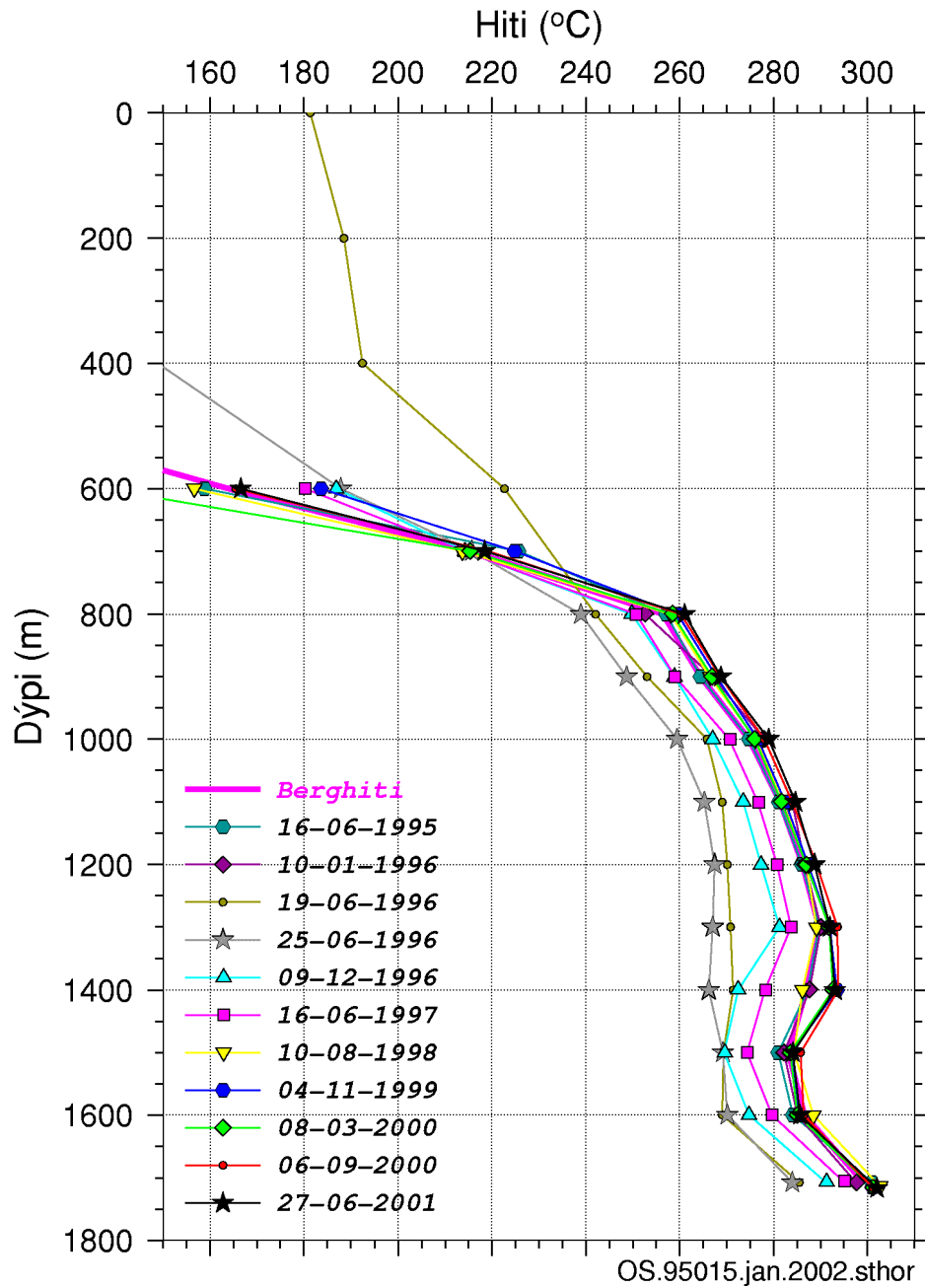
Hola NJ-15 var mæld 26. og 27. júní 2001, en hún er ein af aðal eftirlitsholum svæðisins og hefur staðið þrýstingslaus frá því hún var tekin úr vinnslu 23. júlí 1999, en þá hafði hún verið í vinnslu í um 9 mánaða skeið. Holan hefur tvívegis verið blástursprófuð, fyrst milli desember 1986 til júlí 1987 og síðan frá febrúar til júní 1996. Helsta vinnsluæð holunnar er á 1422 m dýpi.

Hitamælingarnar, ásamt nokkrum eldri mælingum og áætluðum berghitaferli, eru sýndar á myndum 1 og 2, auk þess sem breytingar í hita með tíma á 1000 m og 1500 m dýpi eru sýndar á mynd 4. Engar markverðar breytingar er að sjá í hita holunnar undanfarin ár og virðist holan hafa verið fljót að jafna sig eftir notkunina 1999. Helstu áhrif þeirrar notkunar eru heldur hærra hiti í efstu 700 m holunnar sem hefur náð jafnvægi ári síðar, en það jafnvægi virðist heldur ofan við áætlaðan berghita (mynd 1). Mjög litlar breytingar er að sjá í neðri hluta holunnar, en athyglisvert er að viðsnúningur sem er neðarlega í holunni byrjar neðan við 1400 m dýpi samkvæmt mælingum eftir 1998 en var talinn byrja neðan við 1300 m dýpi fram til þess.

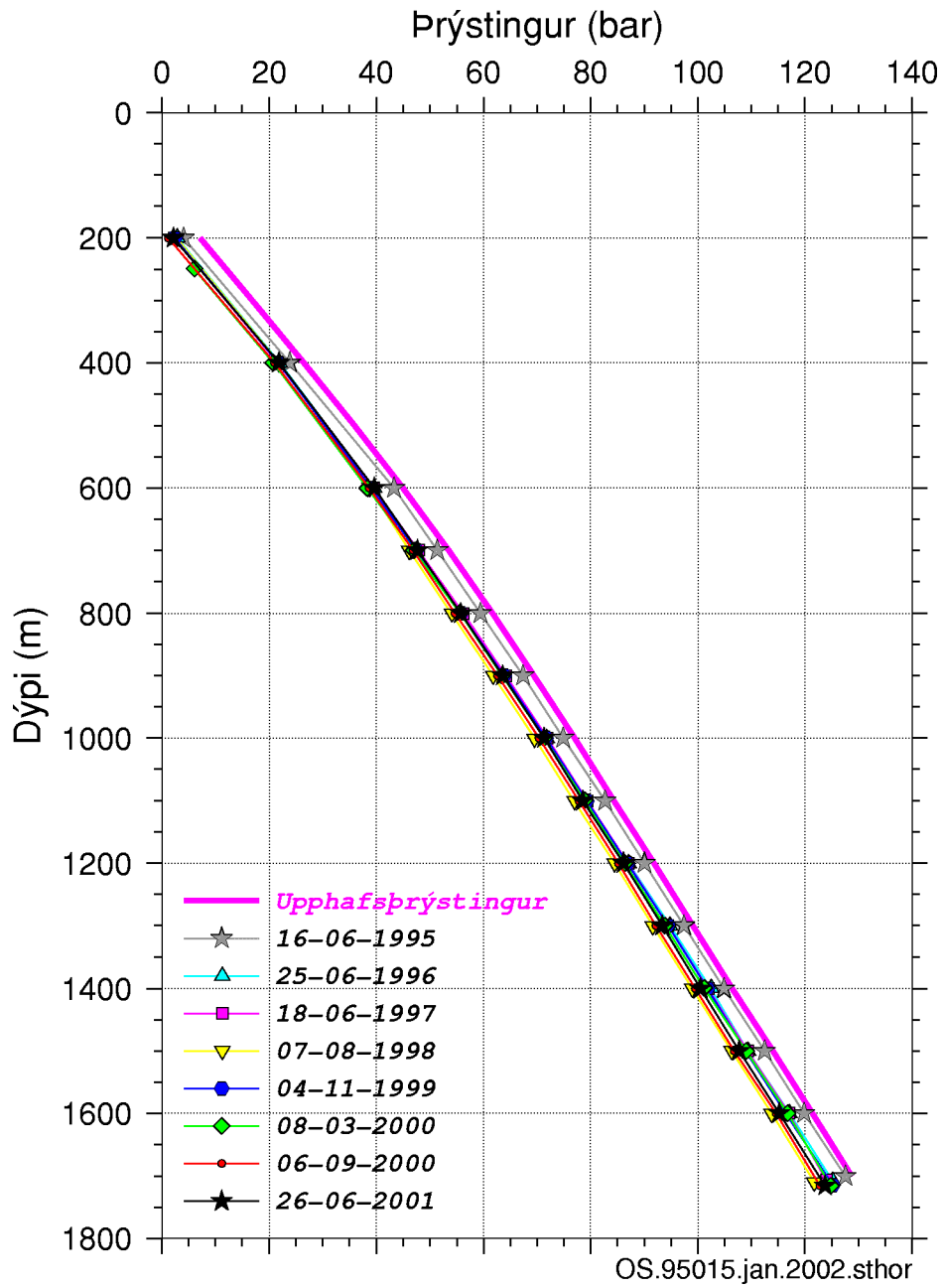
Þrýstimælingar síðustu ára ásamt áætluðum upphafsþrýstingi (frá 1985) eru sýndar á mynd 3 og þrýstibreytingar á 1000 m og 1500 m dýpi eru sýndar á mynd 5. Á þessum myndum sést ~6 bar þrýstilækkun síðustu 10–12 árin. Þrýstilækkunin er nokkuð jöfn fram til 1996, en við blástursprófunina þá og fram til 1998 fellur þrýstingur um 3–4 bar, en hefur verið nokkuð stöðugur síðan.



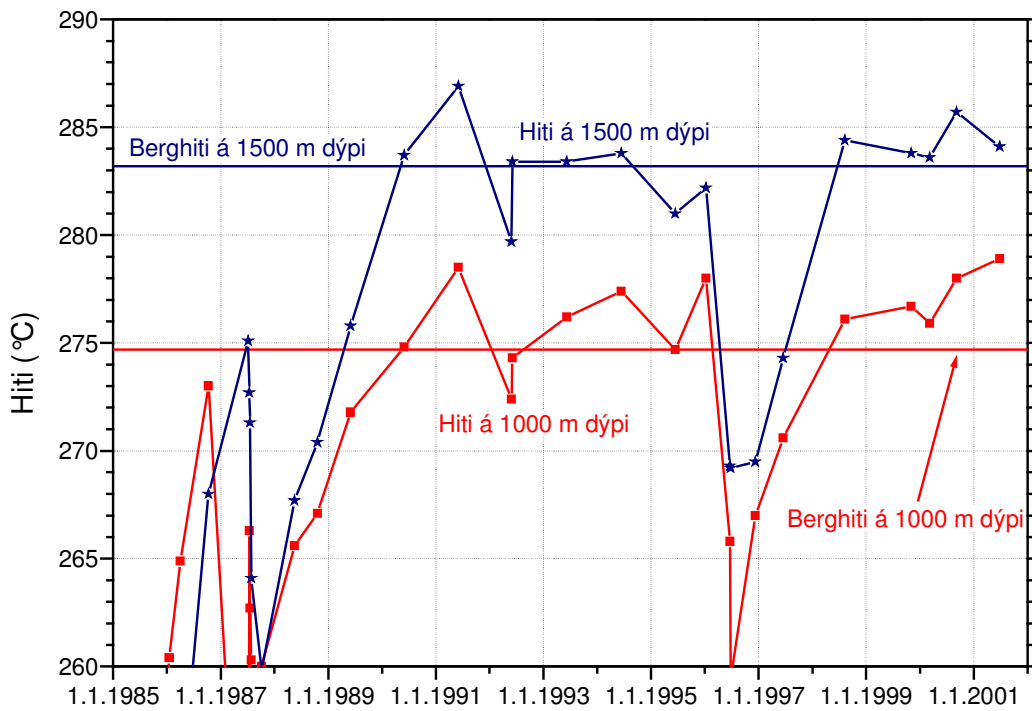
Mynd 1. Hitamælingar innan fódningar í holu NJ-15.



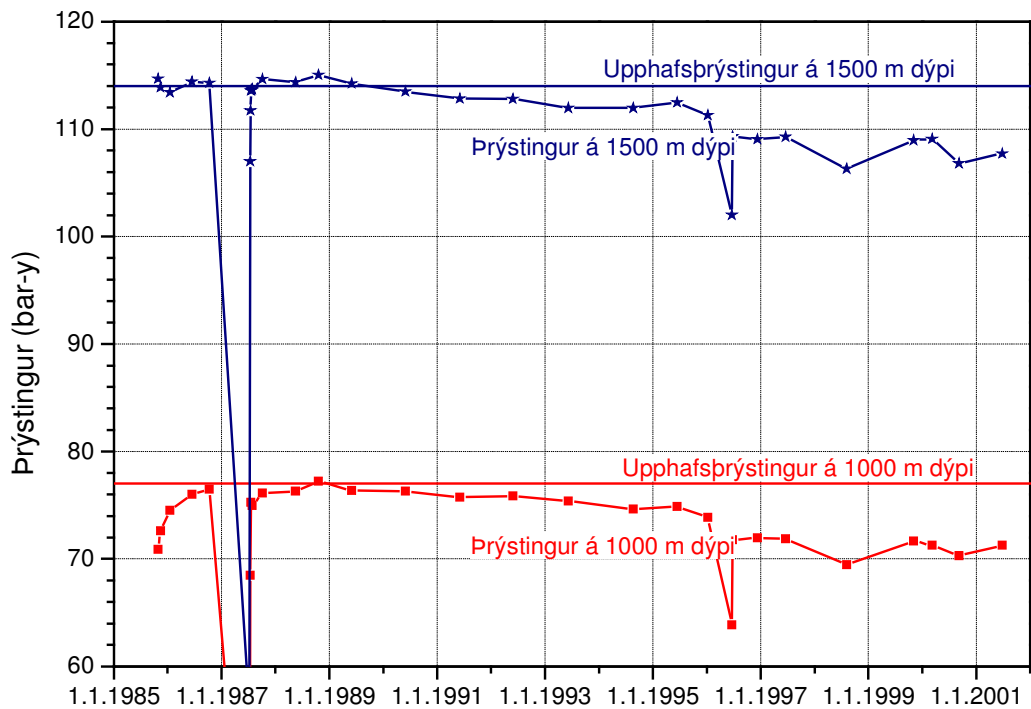
Mynd 2. Hitamælingar í holu NJ-15.



Mynd 3. Þrýstimælingar í holu NJ-15.



Mynd 4. Hiti á 1000 m og 1500 m dýpi í holu NJ-15.

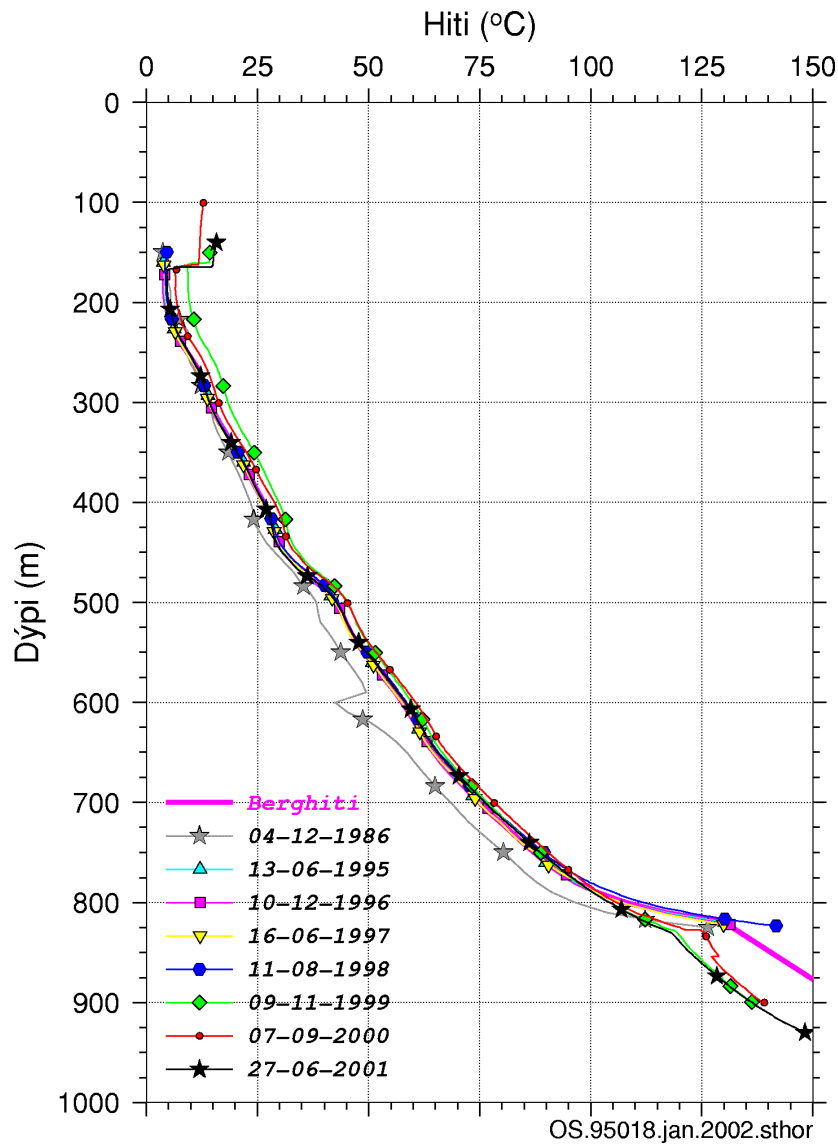


Mynd 5. Þrýstingur á 1000 m og 1500 m dýpi í holu NJ-15.

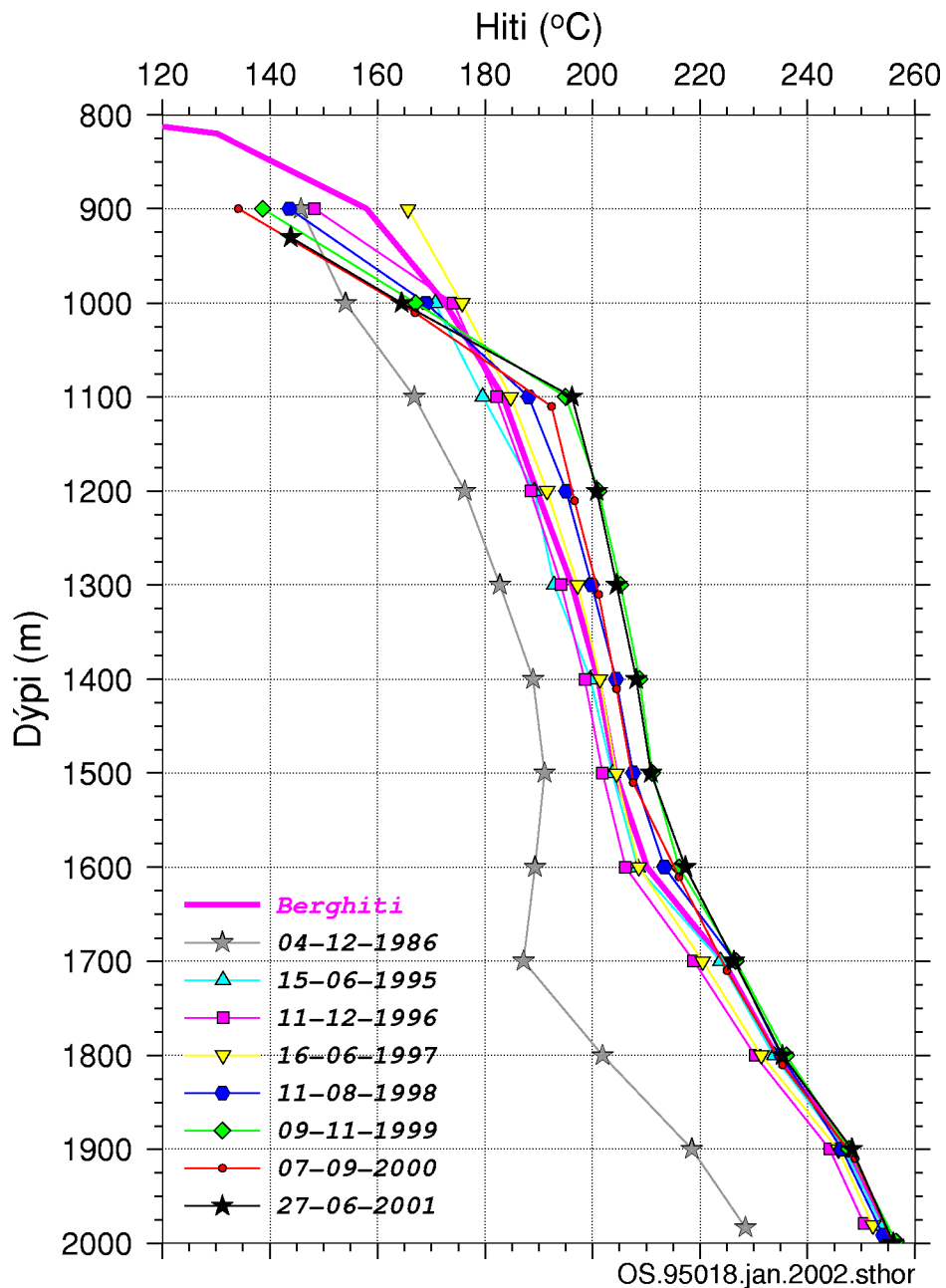
### 3.2. HOLA NJ-18

Hola NJ-18 var mæld 27. júní 2001, en hún er, eins og NJ-15, ein af aðal eftirlitsholum svæðisins og verið mæld reglulega til að fylgjast með jarðhitakerfinu. Hún er staðsett á jaðri vinnslusvæðisins, hefur aldrei verið í notkun og staðið þrýstingslaus frá því blástursprófunum lauk í maí 1988. Helsta æð holunnar er talin vera á 1703 m dýpi.

Hitamælingarnar, ásamt nokkrum eldri mælingum og áætluðum berghitaferli, eru sýndar á myndum 6 og 7, auk þess sem breytingar í hita með tíma á 1200 m og 1700 m dýpi eru sýndar á mynd 9.



Mynd 6. Hitamælingar innan fóðringar í holu NJ-18.



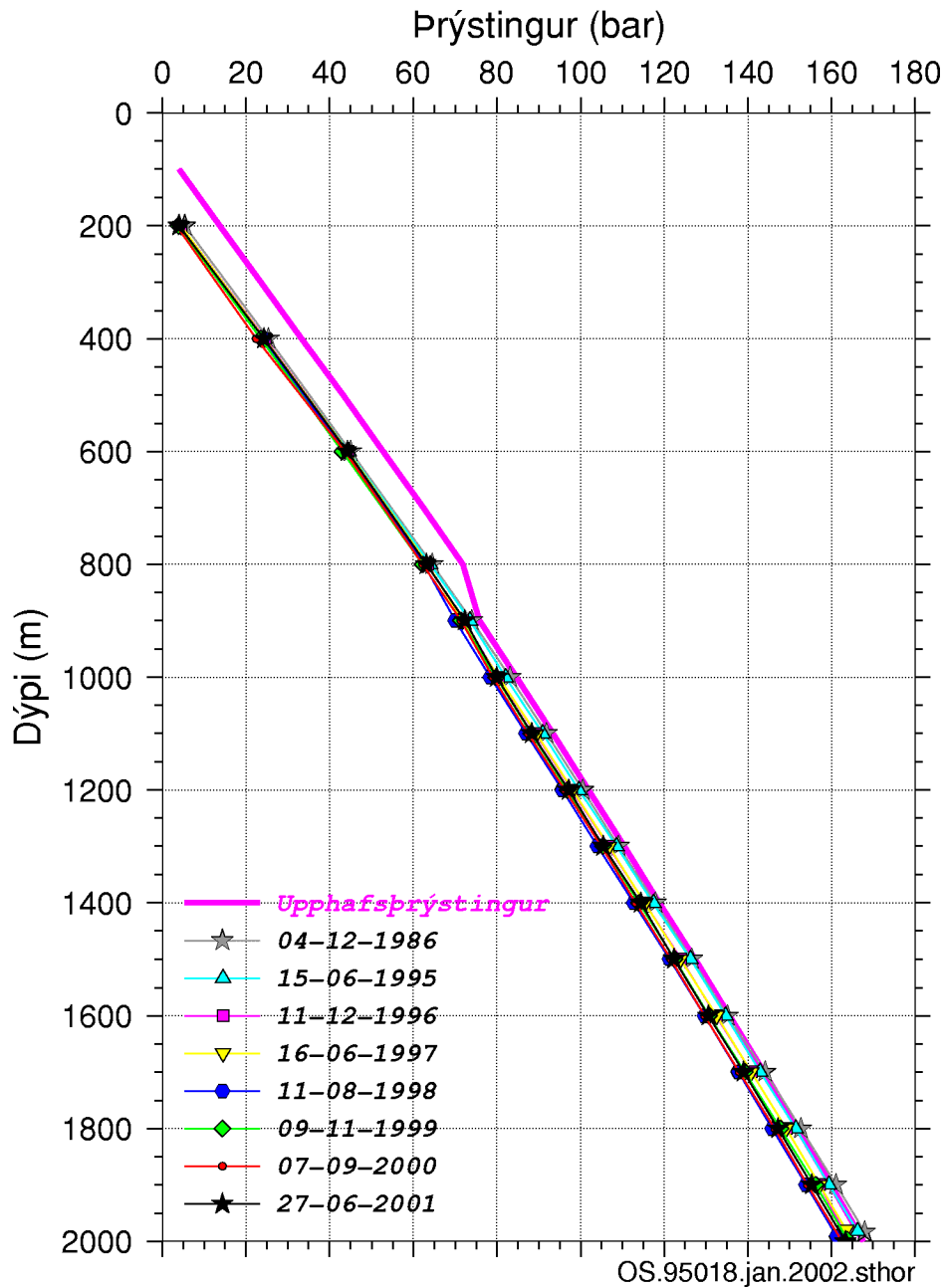
Mynd 7. Hitamælingar í holu NJ-18.

Hitamælingarnar frá 1998–2001 (myndir 6 og 7) benda til þess að hiti sé um 5–10°C hærri en áætlaður berghiti milli 1100–1600 m dýpis, en er mjög nálægt berghita neðan 1700 m dýpis og ofan 800 m dýpis. Þetta sést ágætlega á mynd 9, en þar sést að hiti er hærri undanfarið ár á 1200 m dýpi, þó ekki sé alveg ljóst hvort hitinn sé að sveiflast um nýtt jafnvægisástand, eins og virðist hafa gerst milli 1989–1997, eða hvort hiti fari enn örlítið vaxandi. Miklu minni hitabreyting hefur orðið á 1700 m dýpi. Rétt er að hafa það

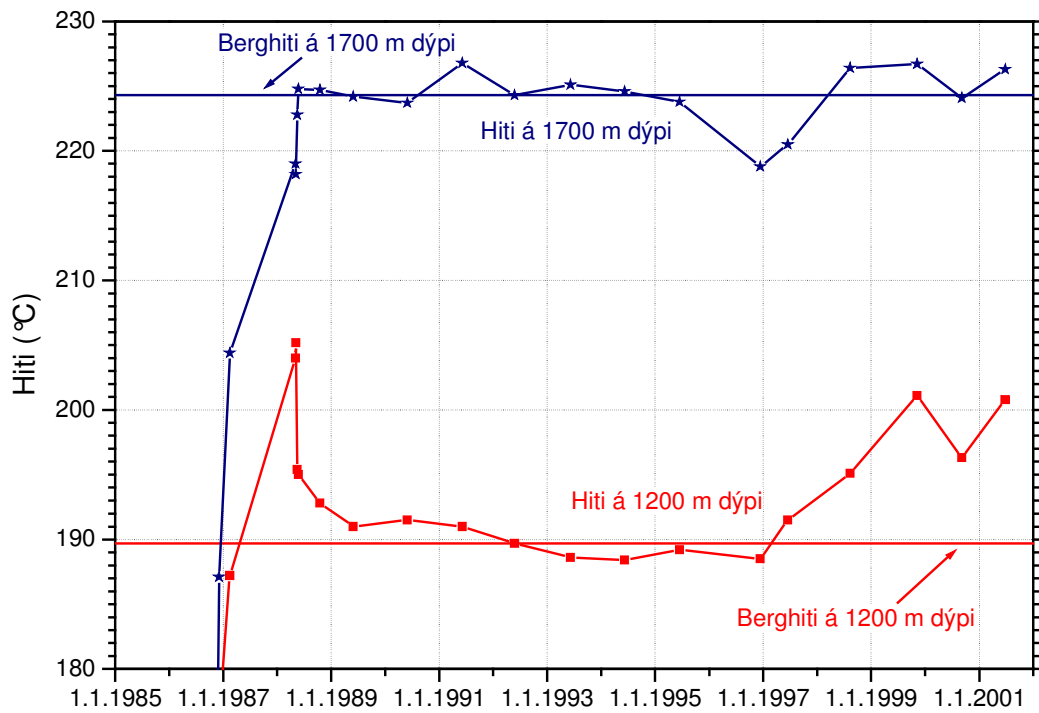


hugfast, sem bent var á fyrr í skýrslunni, að nákvæmni þessara hitamælinga er vart meiri en  $\pm 3^{\circ}\text{C}$ .

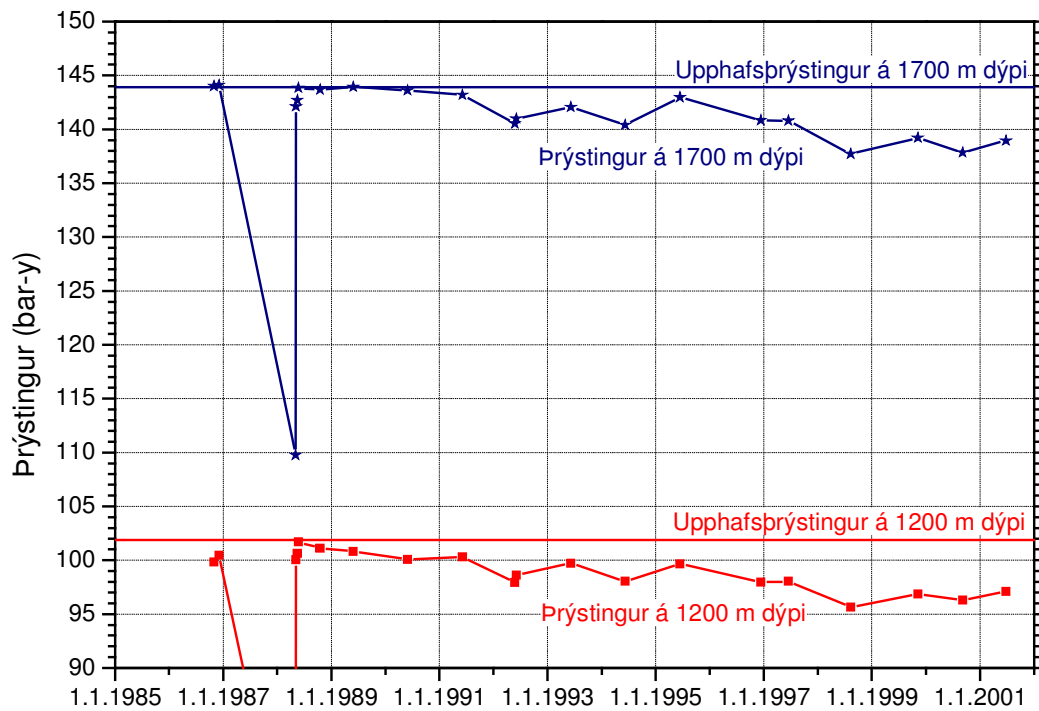
Þrýstimælingar síðustu ára ásamt áætluðum upphafsþrýstingi eru sýndar á mynd 8 og þrýstibreytingar á 1200 m og 1700 m dýpi eru sýndar á mynd 10. Á þessum myndum sést að þrýstilækkun frá upphafi er 5–6 bar, en sáralitlar þrýstibreytingar eru merkjanlegar undanfarin ár. Hugsanlega hefur þrýstingur fallið hraðar milli árunna 1996–1998, líkt og virðist hafa gerst í holu NJ-15.



Mynd 8. Þrýstimælingar í holu NJ-18.



Mynd 9. Hiti á 1200 m og 1700 m dýpi í holu NJ-18.

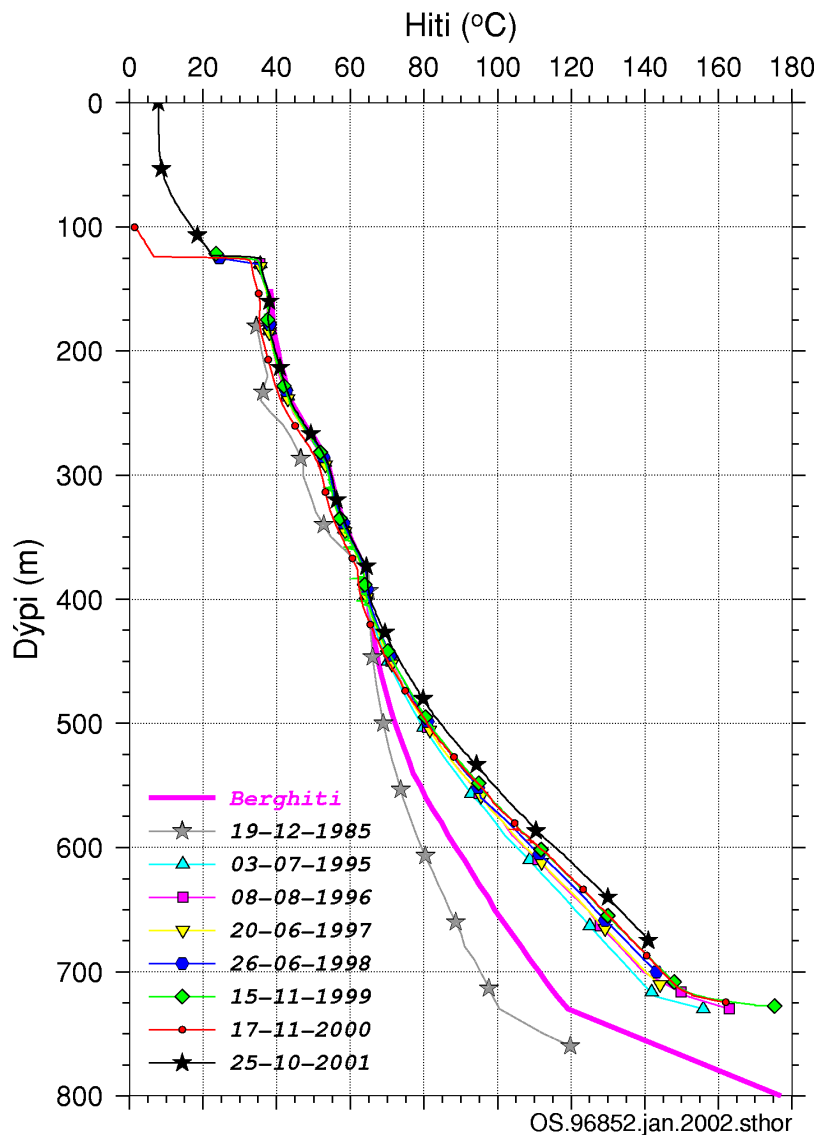


Mynd 10. Prýstingur á 1200 m og 1700 m dýpi í holu NJ-18.

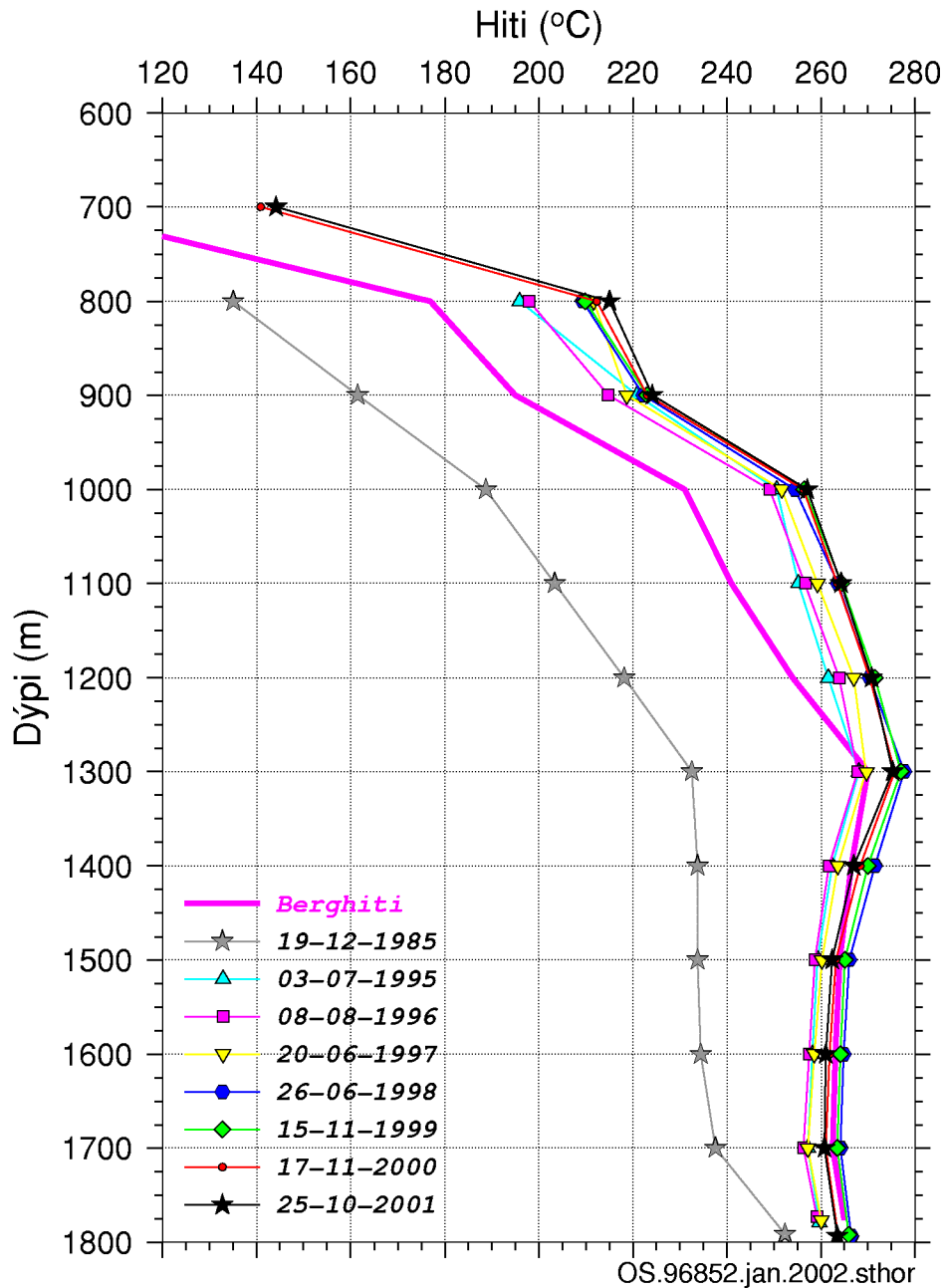
### 3.3. Hóla KhG-1

Hóla KhG-1 var mæld 25. október 2001, en hún hefur staðið lokað og þrýstingslaus síðan blástursprófunum lauk haustið 1986. Helsta æð holunnar er talin vera á 1390 m dýpi.

Hitamælingarnar, ásamt nokkrum eldri mælingum og áætluðum berghitaferli, eru sýndar á myndum 11 og 12, auk þess sem breytingar í hita með tíma á 700 m, 1000 m, 1400 m og 1700 m dýpi eru sýndar á mynd 14. Hiti hefur verið nokkuð breytilegur undanfarin ár, neðan 1300 m dýpis hefur hitinn sveiflast um áætlaðan berghita, en þar fyrir ofan hefur hiti hækkað töluvert upp fyrir berghitann síðan 1993. Undanfarin 4–5 ár er varla hægt að tala um marktækar breytingar í holunni, en hugsanlega er hiti að lækka á 1400 m og 1700 m dýpi.

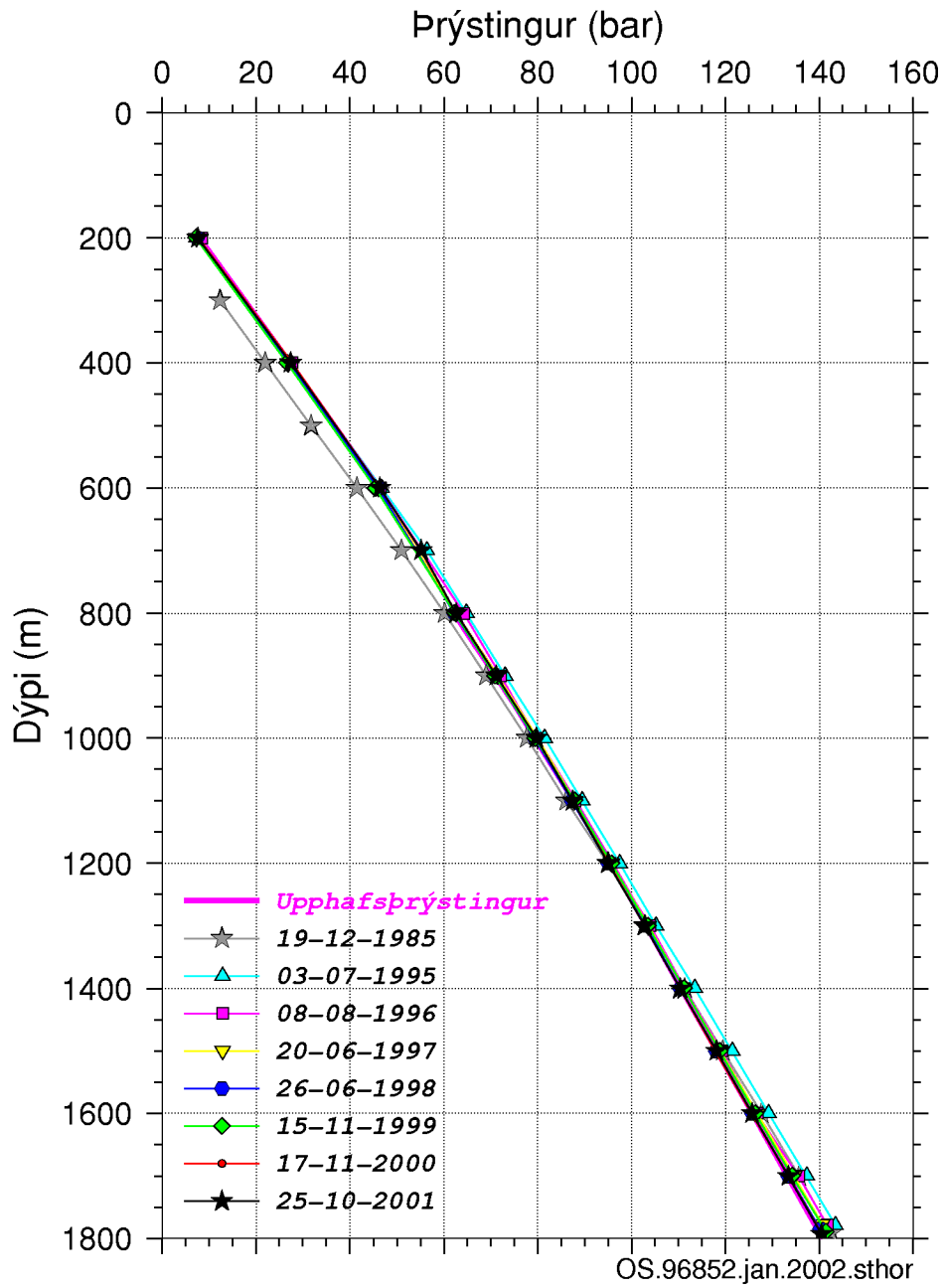


Mynd 11. Hitamælingar í vinnslufóðringu holu KhG-1.

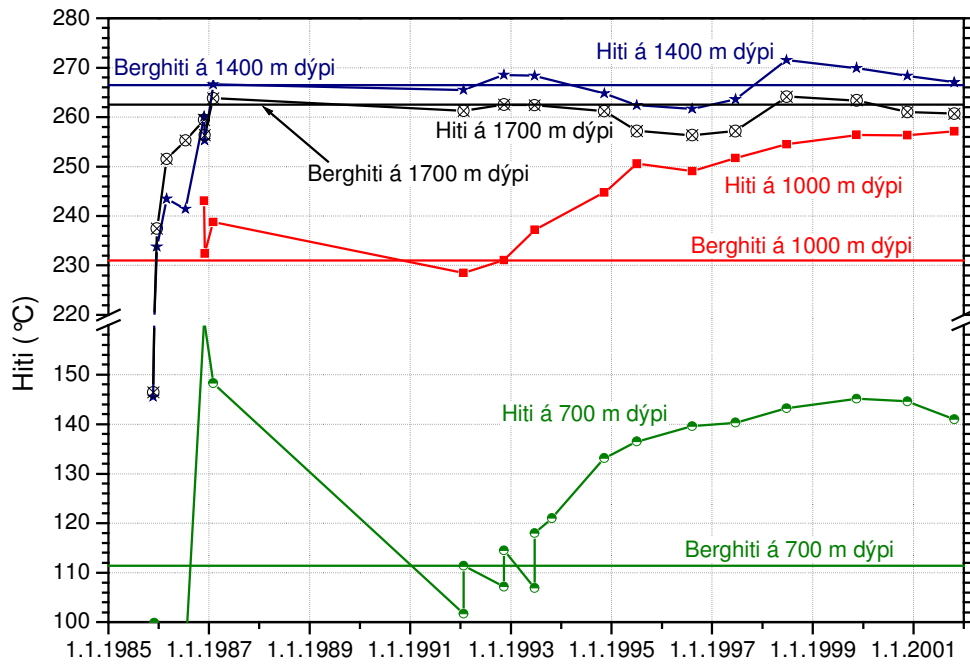


Mynd 12. Hitamælingar í holu KhG-1.

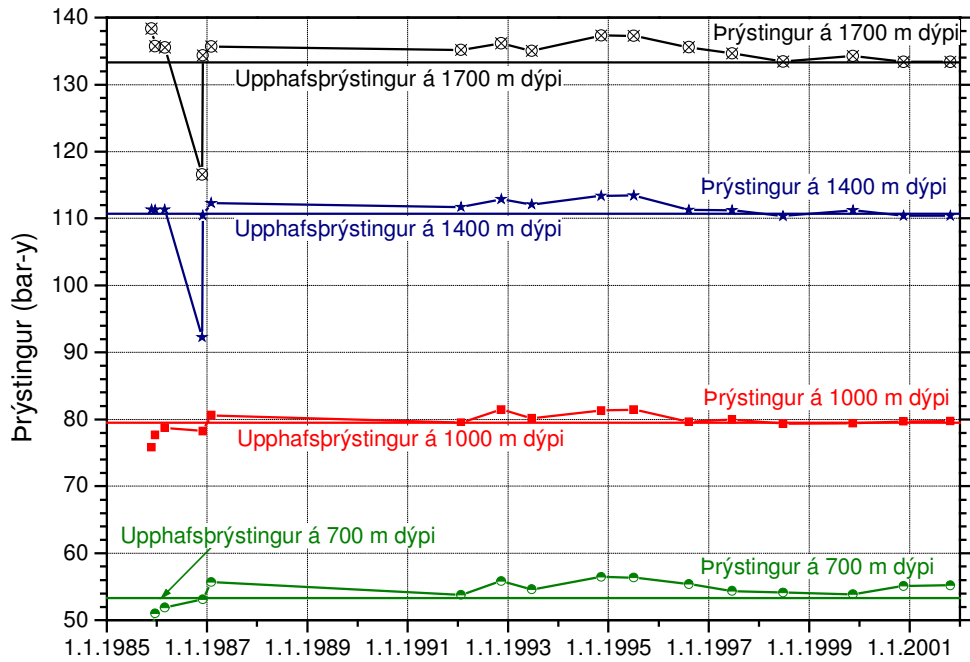
Þrýstimælingar síðustu ára ásamt áætluðum upphafsþrýstingi eru sýndar á mynd 13 og þrýstibreytingar á 700 m, 1000 m, 1400 m og 1700 m dýpi eru sýndar á mynd 15. Á þessum myndum sést að nær engar þrýstibreytingar eru merkjanlegar undanfarin 15 ár. Vatnsborð hefur verið mælt í holu KhG-1 um leið og hiti og þrýstingur er mældur og eru þær mælingar sýndar á mynd 16, og sést þar að vatnsborðið hefur lítið breyst frá árinu 2000, en það hækkaði um ~14 m milli árunna 1992–1995 og hefur verið hægt vaxandi síðan. Þessi vatnsborðshækkun á rætur í vaxandi hita í efri hluta holunnar.



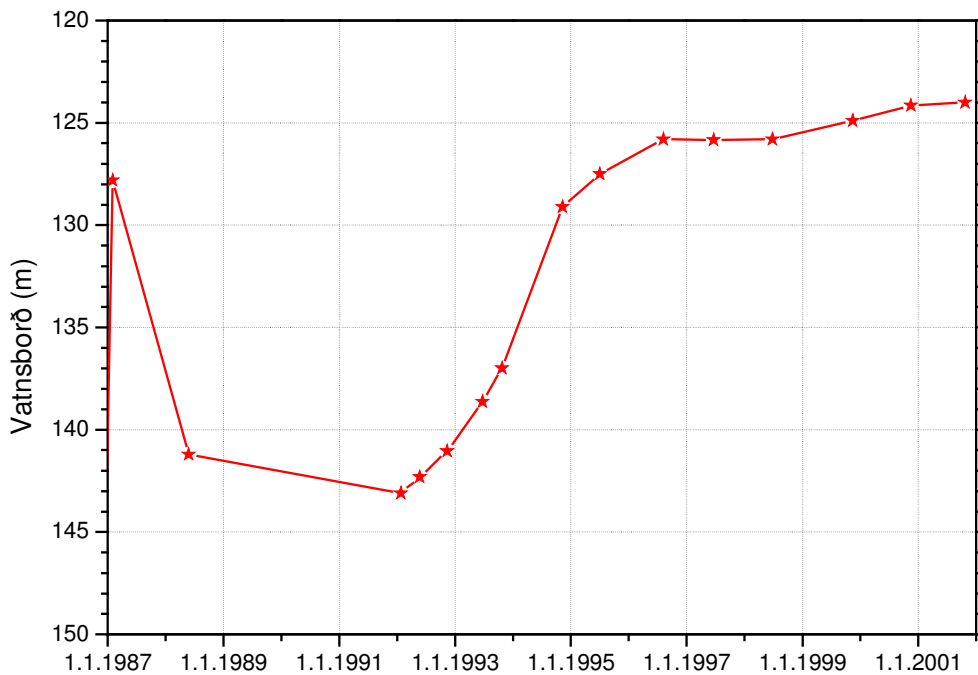
Mynd 13. Þrýstimælingar í holu KhG-1.



Mynd 14. Hiti á 700 m, 1000 m, 1400 m og 1700 m dýpi í holu KhG-1.



Mynd 15. Prýstingur á 700 m, 1000 m, 1400 m og 1700 m dýpi í holu KhG-1.



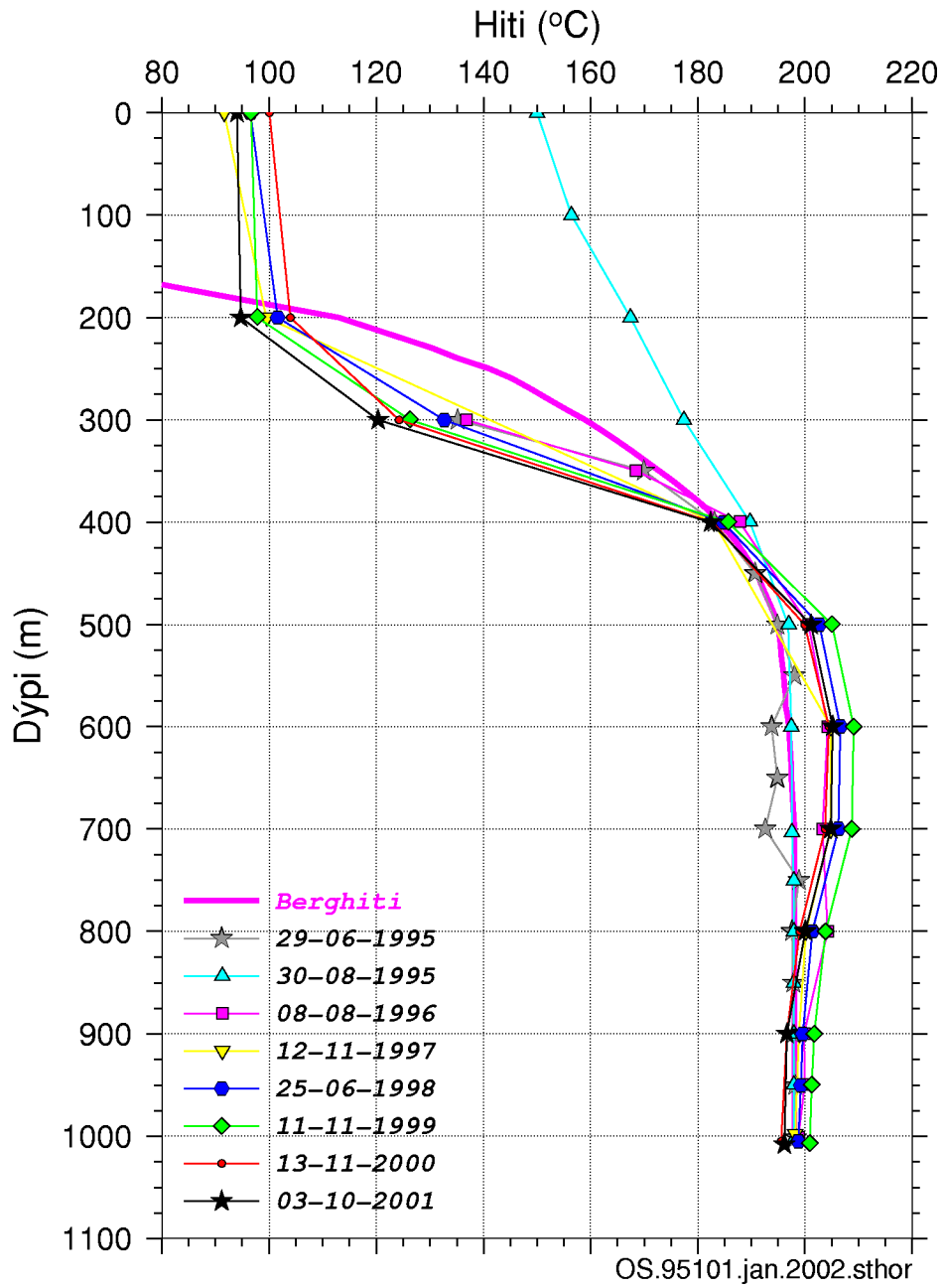
Mynd 16. Vatnsborð í holu KhG-1.

### 3.4. HOLA ÖJ-1

Hola ÖJ-1 var mæld 3. október 2001, en hún var boruð veturinn 1994/5 og hefur staðið lokuð síðan blástursprófunum lauk í september 1995. Síðan þá hefur hún verið mæld reglulega. Helstu æðar holunnar eru taldar vera á 825 m, 950 m og 1013 m dýpi.

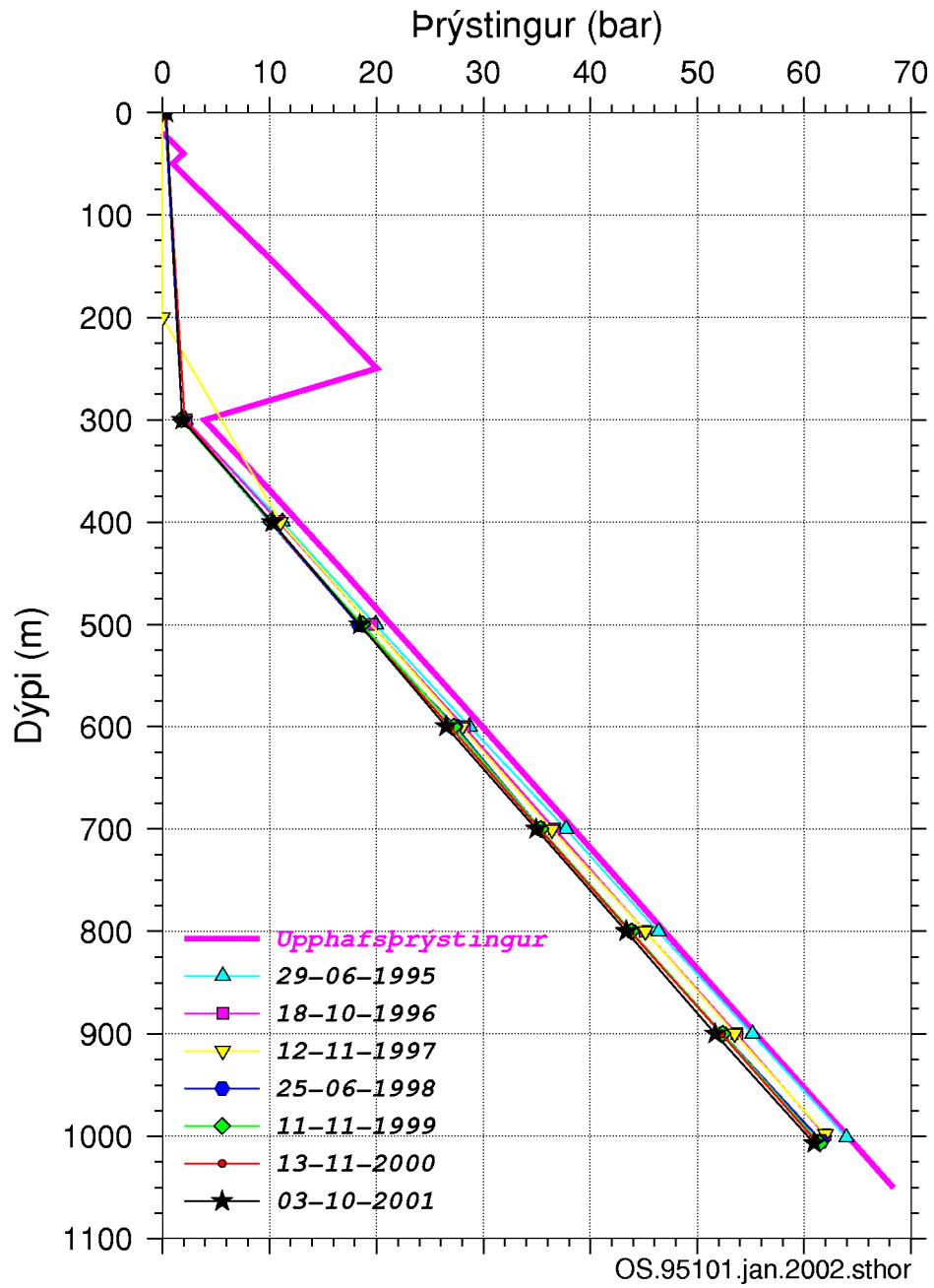
Hitamælingin, ásamt eldri mælingum og áætluðum berghitaferli, er sýnd á mynd 17, auk þess sem breytingar í hita með tíma á 900 m dýpi eru sýndar á mynd 19. Nokkuð ljóst er orðið að holan er viðsnúin neðan 700–800 m dýpis og verður berghitaferill hennar leiðréttur fyrir næstu eftirlitsskýrslu. Ekki er talið að marktækar breytingar í hita hafi orðið í holunni frá því hún jafnaði sig eftir blástursprófunina.

Þrýstimælingin, ásamt eldri mælingum og áætluðum upphafsþrýstingi, er sýnd á mynd 18 og þrýstibreytingar á 900 m dýpi eru sýndar á mynd 19. Þrýstingur féll um ~3 bar fyrstu árin eftir borun holunnar, en frá 1998 hafa engar marktækar breytingar orðið á þrýstingi holunnar.

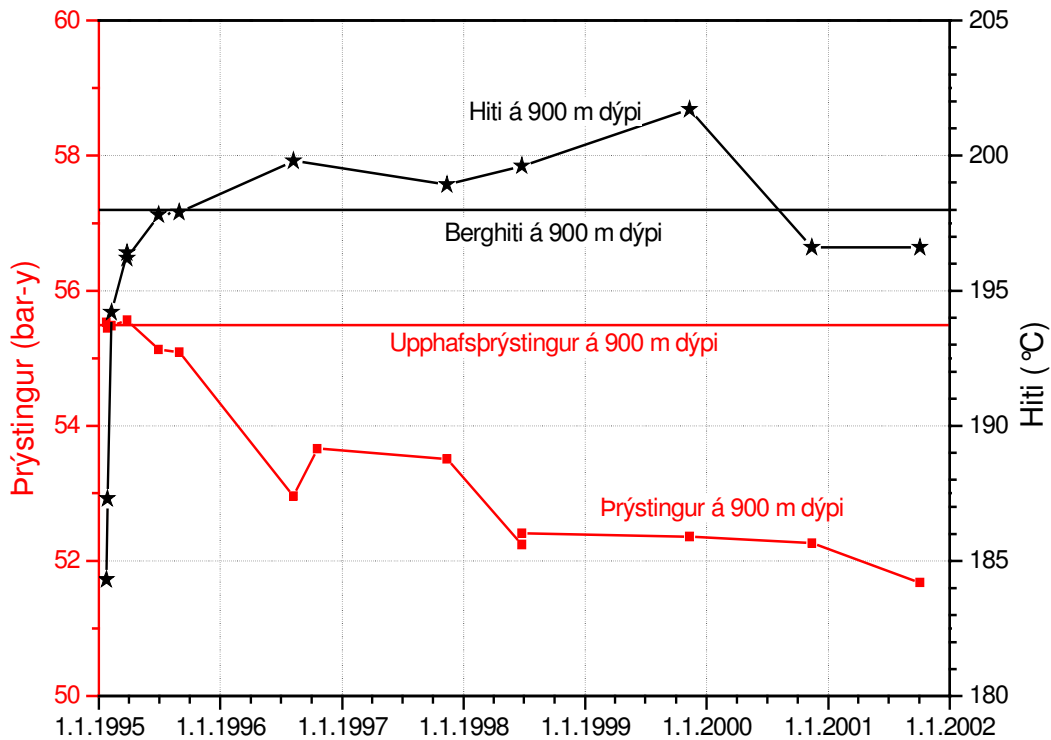


Mynd 17. Hitamælingar í holu ÖJ-1.





Mynd 18. Þrýstimælingar í holu ÖJ-1.



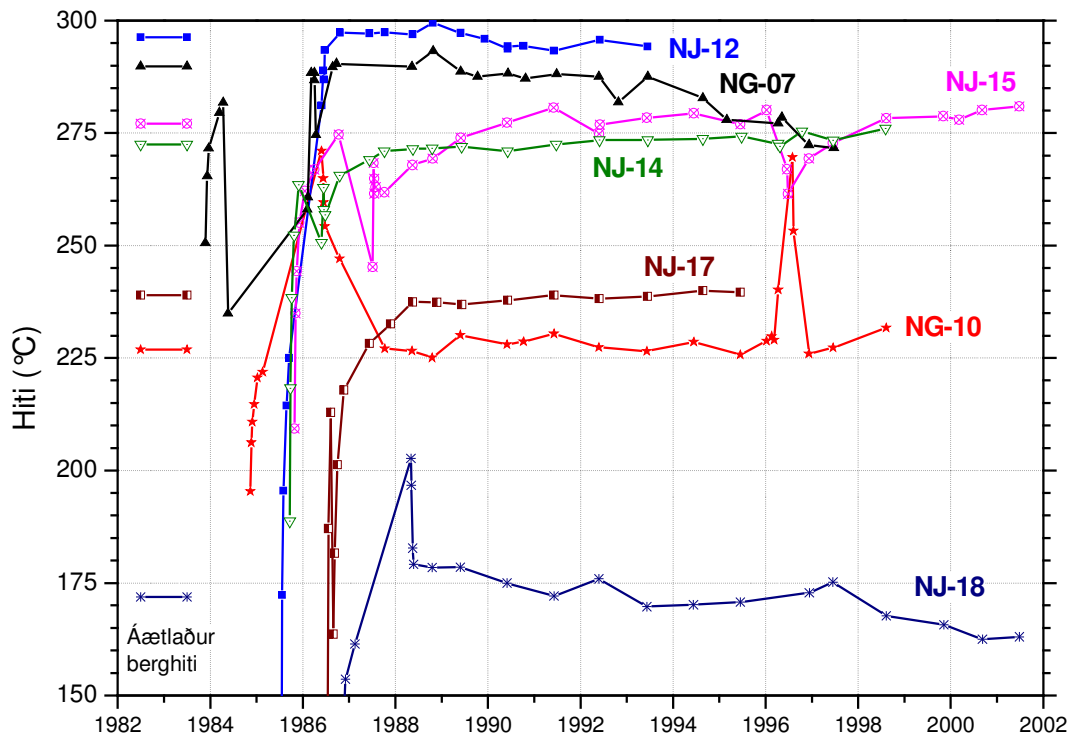
Mynd 19. Hiti og þrýstingur á 900 m dýpi í holu ÖJ-1.

#### 4. SAMANTEKT OG HELSTU NIÐURSTÖÐUR

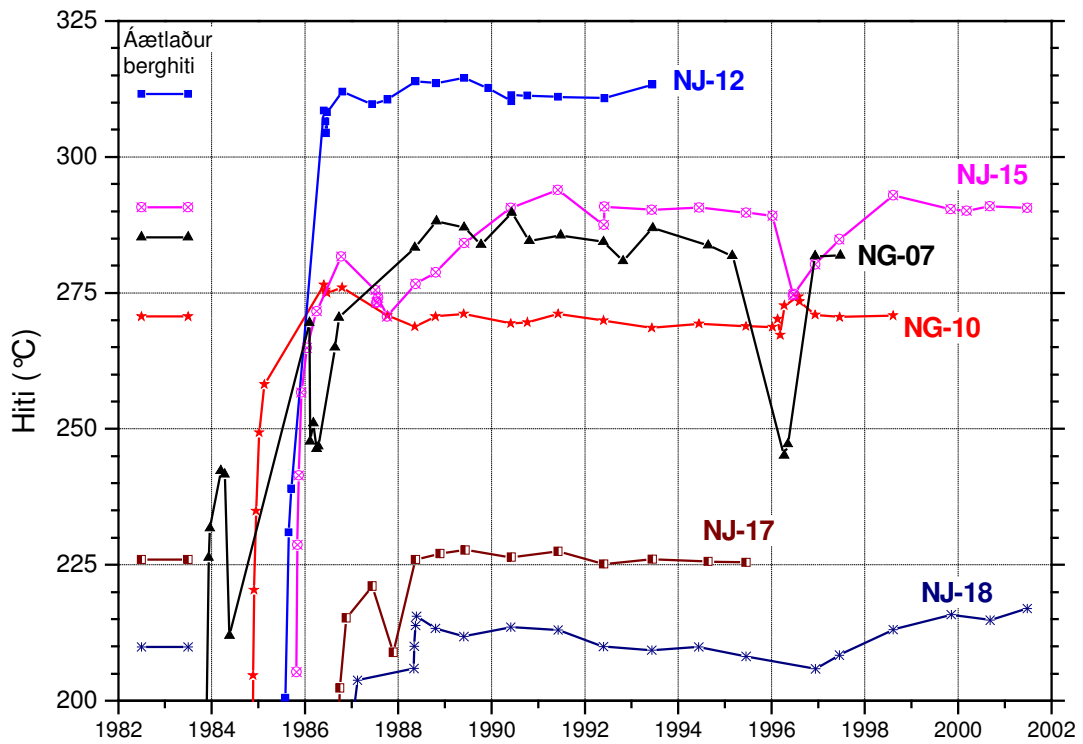
Í heild má segja að á síðasta ári hafi engar verulegar breytingar orðið í hita eða þrýsting þeirra fjögurra holna sem mældar voru árið 2001 (þ.e. NJ-15, NJ-18, KhG-1 og ÖJ-1).

Á myndum 20–23 er sýnt hvernig hiti og þrýstingur breytist á 800 m u.s. og 1400 m u.s. í nokkrum Nesjavallaholum. Þetta eru samskonar myndir og birtar voru í síðustu eftirlitsskýrslu (Benedikt Steingrímsson og Sigvaldi Thordarson 2001) og hafa einungis bæst við mælingar í NJ-15 og NJ-18 á árinu 2001, en fleiri holur eru sýndar þarna til þess að betri mynd fái af heildarbreytingum á Nesjavallasvæðinu.

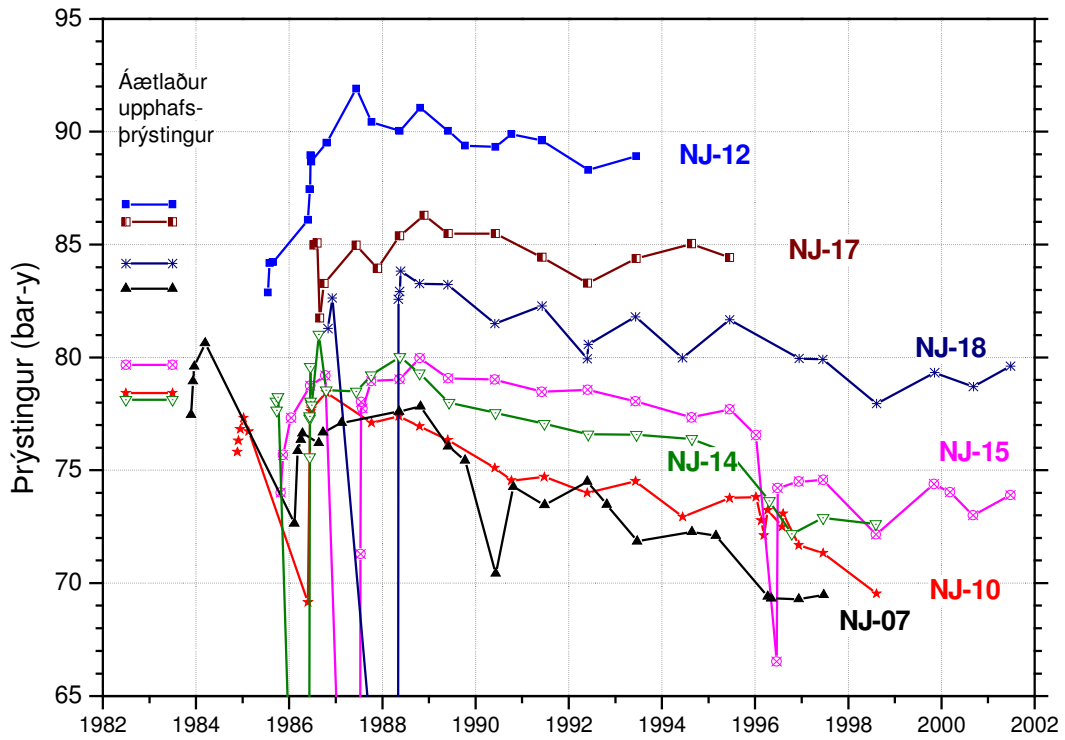
Á mynd 24 er sýnt hvernig vatnsborð nokkurra Nesjavallaholna breytist með tíma, en þessar mælingar eru gerðar af starfsmönnum Orkuveitu Reykjavíkur. Þessar myndir eru mjög í takt við sambærilegar myndir sem birtar voru í síðustu eftirlitsskýrslu (Benedikt Steingrímsson og Sigvaldi Thordarson 2001), og má segja að styrkari stoðum hafi verið rennt undir þær ályktanir sem þá voru dregnar með þeim mælingum sem bættust við árið 2001.



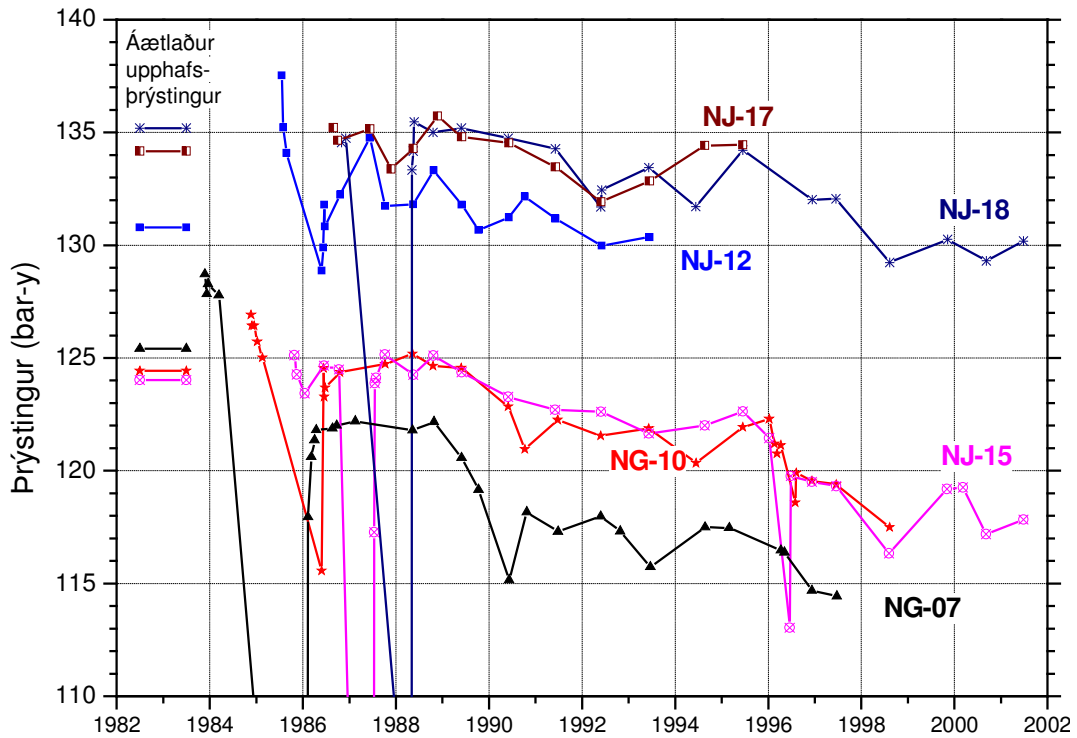
Mynd 20. Hiti á 800 m dýpi undir sjávarmáli á Nesjavöllum.



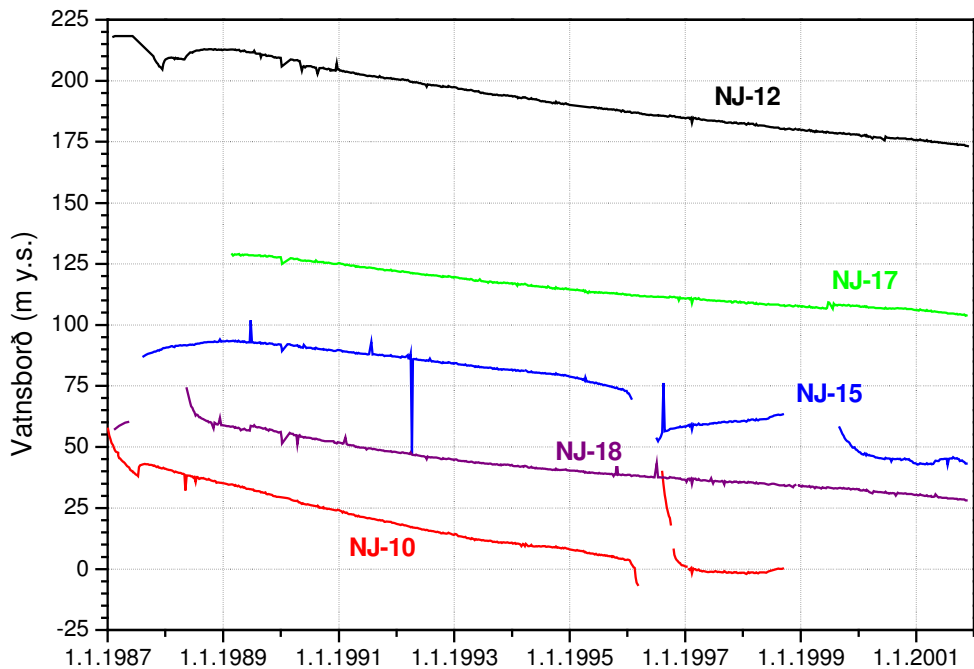
Mynd 21. Hiti á 1400 m dýpi undir sjávarmáli á Nesjavöllum



Mynd 22. Prýstingur á 800 m dýpi undir sjávarmáli á Nesjavöllum.



Mynd 23. Prýstingur á 1400 m dýpi undir sjávarmáli á Nesjavöllum.



**Mynd 24.** Vatnsborðsmælingar í nokkrum holum á Nesjavöllum.

Samandregnar niðurstöður mælinga ársins 2001 á Nesjavöllum, Kolviðarhóli og Ölkelduhálsi eru eftirfarandi:

- Hiti hefur hækkað í efri hluta Nesjavallaholnanna NJ-15 og NJ-18 frá því sem var fyrir nokkrum árum, en síðustu ár hefur breytingin verið lítil. Hiti breytist lítið í neðri hlutum þessara holna.
- Þrýstimælingar í holum NJ-15 og NJ-18 sýna um 4–6 bar þrýstiniðurdrátt í þessum holum frá upphafi (1985–1987). Hröðust var breytingin á árunum 1996–1998, um 3–4 bar. Síðustu árin hefur breytingin verið innan skekkjumarka mælitækjanna.
- Vatnsborð lækkar í Nesjavallaholunum sem gefur til kynna þrýstilækkun á svæðinu, en eðlilegt er að slíkt gerist á vinnslusvæðum. Vatnsborðsbreytingin er varla meiri en ~5 m á ári, sem svarar til um 0,5 bar á ári, sem skýrir að ekki sjáist marktæk þrýstibreyting í holum NJ-15 og NJ-18 síðustu ár.
- Ekki eru neinar merkjanlegar þrýstibreytingar í KhG-1 undanfarin ár og skýrist hækkanði vatnsborð þar með hækkanði hita á 400–1200 m dýpi, en vatnsborðshækkunin varð mest milli 1992–1995. Neðan 1300 m dýpis breytist hiti lítið, hugsanlega má merkja örlitla lækkun í hita þar síðustu árin.
- Engin hitabreyting er sjáanleg í holu ÖJ-1 síðasta ár á 900 m dýpi, en hugsanlega er hiti nú ~3°C lægri en hann var árin 1996–2000. Ofan 400 m dýpis hefur hiti verið breytilegri milli ára. Endurskoða þarf áætlaðan berghita á 500–700 m dýpi.
- Þrýstingur í holu ÖJ-1 féll um ~3 bar frá 1995 til 1998, en hefur verið stöðugur síðan. Breytingin á síðasta ári er ~0,5 bar sem er innan skekkjumarka þrýstimælisins sem notaður er.

## **5. HEIMILDIR**

Benedikt Steingrímsson og Sigvaldi Thordarson 2001: *Mælingæfirlit 1998–2000 á Nesjavöllum, Kolviðarhóli og Ölkelduhálsi*. Orkustofnun, OS-2001/033, 55 s.