



**Borun holu ÞK-16 og dýpkun ÞK-15 við
Þorleifskot. Frumniðurstöður**

**Guðni Axelsson, Ómar Sigurðsson, Þórólfur H. Hafstað,
Grímur Björnsson, Ásgrímur Guðmundsson,
Kristján Sæmundsson**

Greinargerð GAx-Ómar-ÞHH-GrB-ÁsG-KS-99-03

BORUN HOLU ÞK-16 OG DÝPKUN ÞK-15 VIÐ ÞORLEIFSKOT Frumniðurstöður

1. INNGANGUR

Fyrri hluta árs 1999 stóðu yfir umfangsmiklar borframkvæmdir á jarðhitasvæðinu við Þorleifskot með jarðbornum Sleipni. Í fyrsta lagi var hola ÞK-16 boruð í rúmlega 2100 m dýpi og í öðru lagi var hola ÞK-15 dýpkuð í tæplega 2400 m dýpi. Í þessari greinargerð eru birtar frumniðurstöður þessara verka, en ákveðið hefur verið að taka nú í vetur saman nákvæmari skýrslu um þessar tvær holur. Þar verður fjallað um borsögu þeirra beggja, mælingar úr holunum, örvunaraðgerðir og prófanir, ásamt úrvinnslu gagna sem safnað var.

2. HOLA ÞK-16

Borun ÞK-16 hófst um miðjan mars 1998. Henni var valinn staður stutt frá holu ÞK-9 á grundvelli athugana á jarðhitakerfinu við Þorleifskot, sem fram fóru á árunum 1997 og 1998 (Kristján Sæmundsson, 1998). Þessi staður varð fyrir valinu þar sem hola 9 virðist vera næst líklegu uppstreymi í djúphluta jarðhitakerfisins. Jarðhitakerfinu má skipta í tvo hluta, efri og neðri hluta, ofan og neðan u.þ.b. 1000 m dýpis. Hiti efri hlutans er nú á bilinu 70 - 90°C, en dýpri hlutinn er mun heitari, eða 100-140°C. Berg í dýpri hlutanum er mun þéttara en í þeim efri, þar sem lekt er mjög góð. Talið er að vatnsstreymið um neðri hlutann sé bundið við fáar afmarkaðar sprungur, sem líklegast eru svo til lóðréttar. Það hefur gengið illa að hitta á þessar sprungur. Væntanlega á hitinn í efri hluta kerfisins þó upptök sín í þeim neðri.

Borun holunnar lauk í lok maí og varð hún 2112 m djúp. Hún var fóðruð í 985 m til þess að loka af efra kerfið og þær æðar sem hafa farið kólnandi undanfarin ár og áratugi. Ekki varð vart verulegra skoltapa neðan fóðringar og virðist hola ÞK-16 því ekki skera neinar vel lekar sprungur. Því voru gerðar viðamiklar tilraunir til þess að örva holuna, sem fólust í því að dæla vatni undir miklum þrýstingi á holuna með pakkara á mismunandi dýpum. Á milli pakkana var síðan loftdælt úr holunni. Tilgangurinn með þessu var að reyna að hreinsa, og opna þannig betur einhverjar af minni æðum holunnar, eða jafnvel brjóta leið úr holunni yfir í lekari sprungur nærri henni. Mynd 1 sýnir nokkrar hitamælingar úr holunni. Þær hafa ekki verið túlkaðar nákvæmlega enn, t.d. með tilliti til staðsetninga æða, en það verður gert fyrir lokaskýrsluna.

Eftir að borun holu ÞK-16 lauk var hún pökkuð þrisvar til að reyna að örva gæfni holunnar. Pakkanirnar voru gerðar á tímabilinu 31. maí til 12. júní 1999. Fyrsta pökkunin fór þannig fram að settur var hlemmur á fóðringuna og dælt á holutoppinn. Þegar þrýstingur náði ákveðnu marki fór að renna upp úr holu ÞK-9, sem er þarna nærri. Önnur pökkun var gerð með pakkara á 1177 m dýpi. Þegar pakkurinn var losaður hafði gúmhulsa hans aflagast og rifnað of mikið til að hægt væri að nota hann aftur án viðgerðar.

Þriðja pökkun var gerð með pakkara á 1567 m dýpi. Meðan pökkun stóð yfir var fylgst með þrýstingi á holutoppi og dælumagni. Einnig var fylgst með hversu bakþrýstingur félli hratt eftir hverja pökkun.

Treg vatnsæð á um 1020 m dýpi í holu ÞK-16 hefur tengingu yfir í vatnsæð á svipuðu dýpi í holu ÞK-9. Í seinni pökkunum, þegar pakkari var neðan 1100 m dýpis, hafði þrýstingsaukningin vegna pökkunarinnar lítil áhrif á vatnsborð í öðrum holum.

Eftir fyrstu og síðustu pökkunina var loftdælt úr holunni til að meta áhrif af pökkunum á gæfni holunnar. Mikið bakvatn var í fyrri loftdælingunni, en seinni loftdælingin stóð í um 12 tíma. Loftdælt var með loftpressu borsins með stangir niðri á um 400 m dýpi. Vatnsrennsli var um 8 l/s og vatnsborð nálægt 250 m dýpi við þá dælingu.

Takmarkaður árangur varð af pökkunum, þó um og yfir 100 bar þrýstingur hafi náðst. Ljóst er að þær fáu vatnsæðar sem koma fram í holu ÞK-16 eru mjög tregar og gæfni þeirra jókst lítið. Gæfni holunnar er minni en 8 l/s fyrir 250 m niðurdrátt, því væntanlega var enn bakvatn frá pökkuninni að skila sér til holunnar. Líklegt er að langtíma afköst holu ÞK-16 séu um 5 l/s við 200-250 m niðurdrátt. Hitastig vatns úr holunni er óljóst, en gæti orðið nálægt 100°C. Þó ber að hafa í huga að æðin á 1020 m dýpi er rétt neðan fóðringar og gæti hún dregið til sín kaldara vatn og kólnað. Rétt er að hitamæla holuna fljótlega til að ákvarða betur berghitann við hana svo hægt sé að áætla betur hita á vinnslu úr holunni.

3. DÝPKUN HOLU ÞK-15

Hola ÞK-15 var boruð með jarðbornum Narfa frá því í lok nóvember 1995 fram í byrjun febrúar 1996. Tilgangurinn var að kanna vatnsgæfni og hitaástand jarðhitakerfisins austan hugsanlegrar uppstreymisrásar við Þorleifskot, en bæði höfðu nokkrar rannsóknarholur austan og suðaustan núverandi vinnslusvæðis og hitaástand djúpt í jarðhitakerfinu bent til þess að jarðhitakerfið teygði sig til suðausturs (Ómar Sigurðsson, 1995). Holan var boruð í 1284 m dýpi. Árangur af borun holunnar var þokkalegur og hefur hún gefið um 13 l/s af rúmlega 80°C vatni, sem er um 10°C heitara en vatn úr aðalvinnsluholum svæðisins. Þó virtist sem holan hefði ekki skorið sprungu þá sem henni var ætlað að skera neðan 1000 m dýpis. Því var ákveðið að nota tækifærið ef Sleipnir var á svæðinu til þess að dýpka holuna.

Dýpkun ÞK-15 hófst um miðjan júní og gekk mjög vel. Í byrjun júlí hafði holan verið dýpkuð í 2381 m og var hún þar með orðin sjötta dýpsta hola landsins. Ekki varð vart verulegra æða, en á u.þ.b. 1850 m dýpi töldu bormenn sig verða vara við æð vegna aukins hita skolvatns. Mynd 2 sýnir nokkrar valdar hitamælingar úr holu ÞK-15 og er þessi æð ekki mjög áberandi þar. Þó er ljóst að nokkru meira er um æðar í holu ÞK-15 en í holu ÞK-16, og þær eitthvað opnari. Hugsanlegt er að holan hafi skorið umrædda sprungu einhvers staðar á dýptarbilinu 1300 - 1600 m. Þetta á þó eftir að skoða nánar, m.a. á eftir að túlka tiltækar hitamælingar úr holu ÞK-15 nákvæmlega.

Líkt og með holu ÞK-16 var reynt að örva holu ÞK-15 með pökkunum auk þess sem loftdælt var úr henni. Fyrst var loftdælt úr holunni 30. júní með stangir á 254 og 396 m dýpi, en þá var hún um 1950 m djúp. Virtist hún gefa um 25 l/s með 150 m niðurdrætti og ljóst að holan hafði nokkuð aukið við afköst sín. Samkvæmt hitamælingum virtist vatnið aðallega koma inn ofan 1500 - 1600 m. En þar sem viðbótin kemur inn neðan 1300 m er ljóst

að hún verður a.m.k. 140°C. Þá var ákveðið að halda áfram að dýpka holuna og var því haldið áfram til 11. júlí.

Dagana 13.-15. og 20.-22. júlí var hola PK-15 pökkuð á tveimur mismunandi dýpum. Fyrst á 1410 m dýpi, en þá var lengst af dælt um 20 l/s með u.þ.b. 105 bar toppþrýstingi. Hæst fóru rennsli og þrýstingur þó í 28 l/s og 120 bar. Ekki urðu neinar áberandi breytingar, sem bentu til þess að holan hefði örvast verulega við þessa pökkun. Seinni pökkunin var á 1270 m dýpi. Þá minnkaði dælingin hægt úr 35 l/s í 29 l/s við 108 bar toppþrýsting. Ekki virtust æðar holunnar heldur örvast mikið við þessa aðgerð.

Þann 23. júlí var að síðustu loftdælt úr holu PK-15 til þess að meta árangur dýpkunar, og örvunar, holunnar. Loftdælingin stóð yfir í u.þ.b. 12 klst. Fyrst var dælt í gegnum hjálparfóðringu, sem náði í 228 m, en síðan var blásið um stangir í 402 m dýpi. Í lok seinna þrepsins gaf holan um 28 l/s með tæplega 200 m niðurdrætti. Þetta er sambærilegt við það sem hún gaf í fyrri loftdælingunni, þegar holan var tæplega 2000 m djúp. Því er greinilegt að holan hafi örvast óverulega við pakkanirnar. Þess má geta að í loftdælingunni lækkaði vatnsborð í holu PK-16 um 5 m c.a.

Varlega áætlað má segja að afköst holu PK-15 hafi aukist um 5 l/s við dýpkunina, miðað við 150 m niðurdrátt. Hugsanlegt er þó að þau hafi aukist nokkru meira. Allavega virðist ljóst að dýpkun holu PK-15 hafi skilað meiri árangri en borun holu PK-16.

4. NIÐURSTÖÐUR

Í töflunni hér að neðan eru dregnar saman frumniðurstöður um árangur borana við Þorleifskot á öðrum ársfjórðungi 1999. Leggja verður áherslu á að hér er um mjög ónákvæmar frumáætlanir að ræða. Í fyrsta lagi vegna þess að ekki hefur verið að fullu unnið úr þeim gögnum sem safnað var í pökkunum og loftdælingum. Í öðru lagi vegna þess að um lítið viðbótarvatnsmagn er að ræða, og áætlanir á því þess vegna ónákvæmar. Í þriðja lagi er erfitt að áætla hita þess vatns sem við bætist, sérstaklega fyrir holu PK-16. Um þetta fást í raun ekki nákvæmar upplýsingar fyrr en báðar holurnar hafa verið reynslu-dældar.

Tafla 1. Frumáætlanir á árangri borunar PK-16 og dýpkunar PK-15 árið 1999.

Hola	Afköst	Viðbót			
		l/s	°C	MW	GWh/ári
PK-15 fyrir dýpkun PK-15 eftir dýpkun PK-16	15 l/s við 130 m niðurdrátt				
	20 l/s við 130 m niðurdrátt	5	140	2,1	19
	5 l/s við > 200 m niðurdrátt	5	100	1,4	12
Samtals		10	120	3,5	31

Að lokum er rétt að benda á eftirfarandi atriði bæði tengd holum ÞK-15 og 16 og frekari könnun dýpri hluta jarðhitakerfisins við Þorleifskot.

- Þó árangur borframkvæmda ársins 1999 hafi verið minni en vænst var þá ættu þær samt að skila sem svarar 3,5 MW varmaafli og 30 GWh orkuframleiðslu á ári, samkvæmt fyrstu áætlunum. Þetta er um 20 - 25% af núverandi orkuframleiðslu Hitaveitu Selfoss. Þar munar mestu um háan hita áætlaðrar viðbótar í holu ÞK-15.
- Rétt væri að hitamæla báðar holurnar við fyrsta tækifæri, en þær ættu nú að vera orðnar fullheitar.
- Þá væri rétt að reynsludæla báðar holurnar, en vegna óvissu í ofangreindum áætlunum er það eina leiðin til þess að meta nákvæmlega árangur borframkvæmdanna, þ.e. vatnsmagn og hita.
- Við úrvinnslu gagna fyrir lokaskýrslu um holurnar þarf að leita skýringa á lélegri lekt dýpri hluta jarðhitakerfisins, m.a. með jarðlagagreiningu (svarf og borholumælingar) holnanna og samanburði við aðrar holur. Eins þarf að athuga hvort ÞK-15 hefur hugsanlega farið í gegnum sprunguna sem henni var ætlað að skera.
- Mögulegt er að stefnubora út úr holu ÞK-16 til þess að gera enn eina tilraun til að skera lekari sprungur í djúpkerfinu.
- Þá ætti að kanna þann möguleika að pakka á æðar í annarri eða báðum holunum með mun meiri þrýstingi en gert hefur verið (e.t.v. 300 bör), í þeim tilgangi að hreinlega brjóta leið úr þeim yfir í lekari sprungur ("hydro-fracturing"). Jarðhitaborholur á Íslandi hafa hingað til ekki verið örvaðar við svo háan þrýsting.

HEIMILDIR

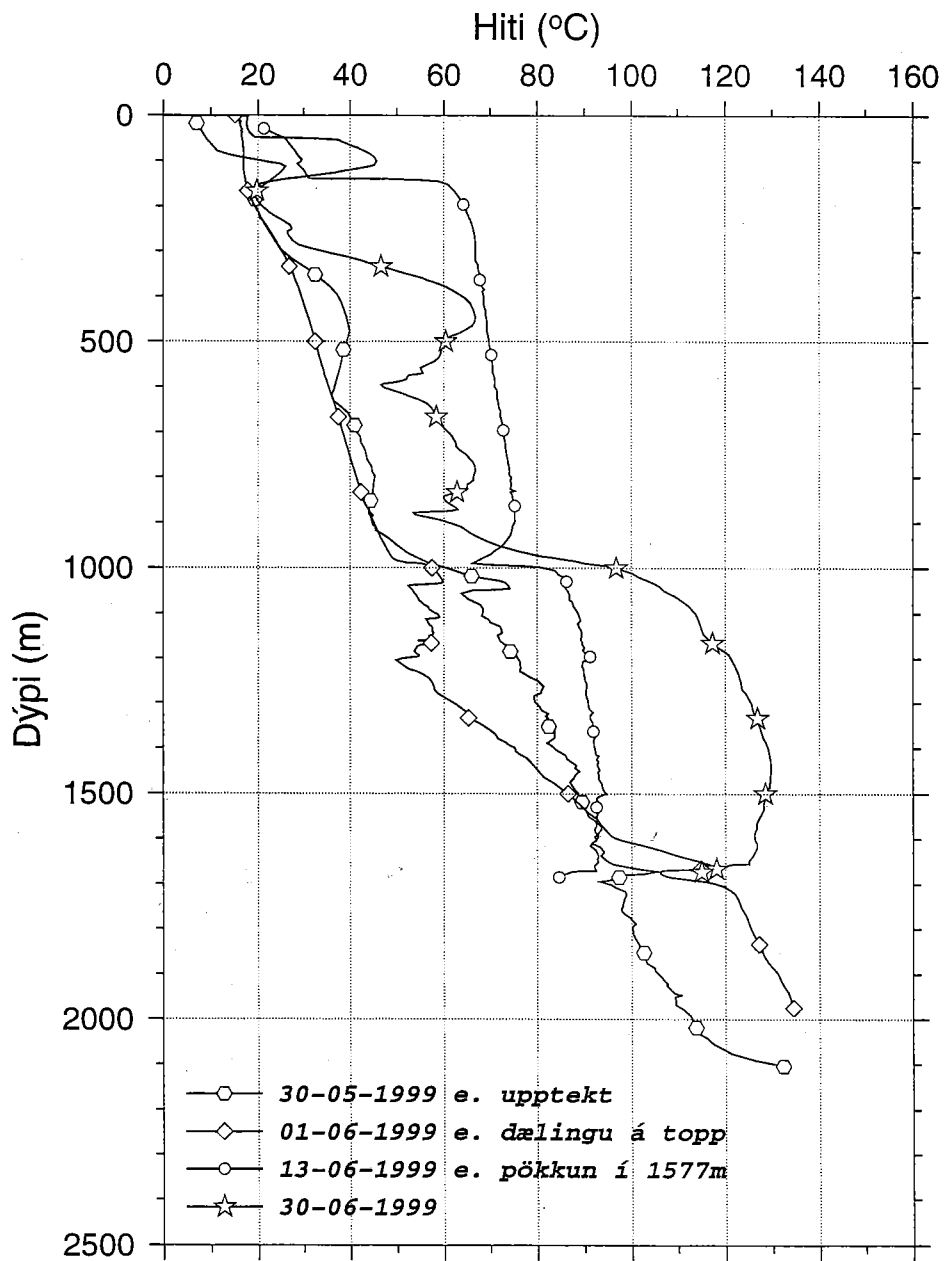
Kristján Sæmundsson, 1998: Selfossveitur. Vatnsvinnslumöguleikar á vinnslusvæðinu í Þorleifskoti og Laugardælum. Orkustofnun, OS-98006, unnin fyrir Selfossveitur, 26 bls.

Ómar Sigurðsson, 1995: Hitaveita Selfoss. Hitadreifing í jarðhitakerfinu við Laugardælur og Þorleifskot. Orkustofnun, OS-95009/JHD-06B, unnin fyrir Selfossveitur, 30 bls.

*Guðni Axelsson
Ómar Sigurðsson
Þórólfur H. Hafstað
Grímur Björnsson
Ásgrímur Guðmundsson
Kristján Sæmundsson*

12-okt-1999
gax s=87417

Þorleifskot ÞK-16 Árnessýsla



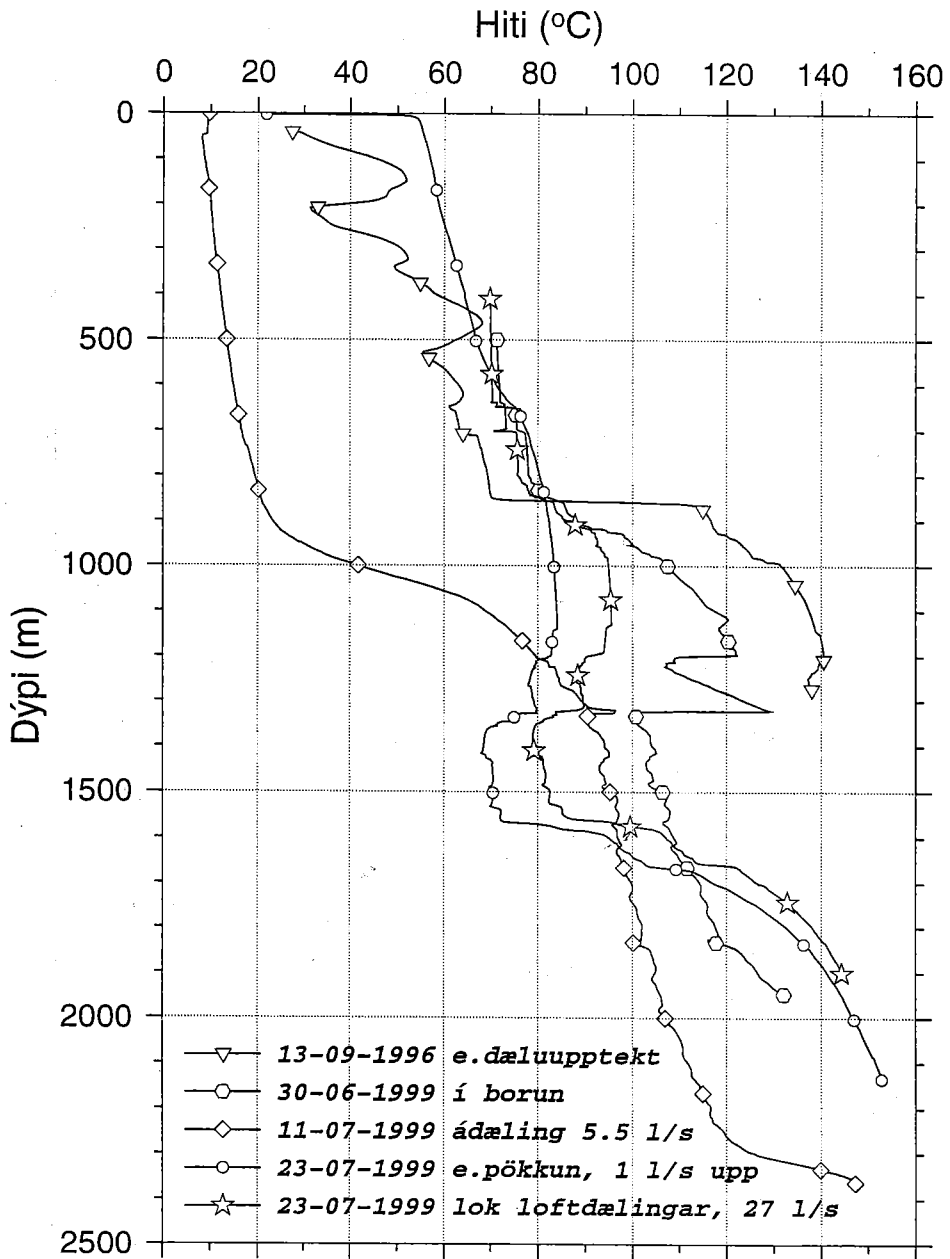
Mynd 1.



12-okt-1999

gax s=87416

Þorleifskot ÞK-15 Árnessýsla



Mynd 2.