

Öndverðarnes. Afköst holu ÖN-28 við borlok

**Þórólfur H. Hafstað,
Kristján Sæmundsson**

Greinargerð ÞHH-KS-2001-14

29. júní 2001

Öndverðarnes

Afköst holu ÖN-28 við borlok

Inngangur

Hér er sagt frá loftdælingu úr nýrri vinnsluholu Orkuveitu Reykjavíkur í Öndverðarnesi, sem gerð var í borlok þann 27. maí 2001. Prepadæling var gerð til að geta lagt gróft mat á afköst holunnar. Áður hafði hún verið hitamæld og það var endurtekið í lok dælingarinnar til að reyna að finna hvar innrennsli ætti sér stað. Nýja holan reyndist ekki eins gjöful og vonast hafði verið til og einsýnt að hún hefur ekki hitt í aðaluppstreymi jarðhitans þarna. Reikna má með að vatnsborð í holunni lækki í allt að 170 m við 20 l/s dælingu úr henni. Undir lok dælingar mældist hiti á vatninu upp komnu og loftblönduðu vera um 80°C, en hiti í innstreymisæðum holunnar er um og yfir 90°C.

Holan ÖN-28 (fast staðarnúmer; s=93258) var boruð með jarðbornum Aza frá Jarðborunum h/f. Hún er 400 m djúp og er fóðruð með Ø 10¼" niður á 138 m dýpi. Til stóð að bora dýpra en grunur vaknaði um að hún hefði farið út úr uppstreyminu, sem kemur skáhallt að neðan, austanfrá (mynd 3). Þá var borun hætt og fylgst með upphitun, þ.e. hvernig vatnið niðri undir holubotni hitnaði yfir nótt. Niðurstaðan sýndi að með frekari dýpkun stefndi í lækkanði berghita og vatnslíkur því litlar.

Meðan loftdælt var úr ÖN-28 var vatnsborð í henni mælt óbeint með því að mæla hversu háan loftþrýsting þyrfti til að viðhalda loftflæði niður úr borstangalengjunni. Á fyrra þrepi náðu stangir á 183 m dýpi og 247 m á hinu síðara. Notuð var afkastamikil loftpressa sem getur náð allt að 30 bar þrýsting. Vatnið, sem loftflæðið reif upp með sér, var látið renna um u-laga yfirfallsstíflu, þar sem magnið var mælt. Miðað við aðstæður telst mælingin nokkuð nákvæm að mat mælingamanns, bæði hvað rennsli og þrýsting varðar. Litlar þrýstibreytingar mældust innan hvors þreps og auðvelt reyndist að höndla rennslið og mæla það. Niðurstaða þrepadælingarinnar er sýnd á mynd 1.

Jafnframt mælingum í vinnsluholunni sjálfri var fylgst með vatnsborðsbreytingum í nokkrum rannsóknarholum í grenndinni. Vart varð við breytingar í þeim öllum, en þær breytingar voru mismiklar og ekki séð fyrir endann á þeim þegar dælingum var hætt. Verður þar af leiðandi lítið af þeim lært utan að samband sé verulegt milli þeirra innbyrðis. Helst vekur þó athygli hve lítil vatnsborðslækkunin varð í ÖN-25, sem aðeins er í um 10 m fjarlægð frá dælingarholunni.

Gjöfulasta og heitasta æðin í holunni ÖN-28 er á um 230 m dýpi, en þar hefur hiti mælst um 93°C eins og sýnt er á mynd 2. Þar neðan við lækkar hitinn aftur. Fyrir bragðið er hætt við að kaldara vatn dragist að henni við langtíma úrdælingu nema henni sé mjög í hóf stillt.

Gangur dælingar úr ÖN-28 í Öndverðsrnesi þann 27. maí 2001

Eftirfarandi er lauslegur útdráttur úr minnis-punktum mælingamanns og sýnir helstu skráningar hans meðan dæling úr holunni ÖN-28 stóð yfir.

Síðdegis var borstrengur dreginn upp til að losna við kolla og borkrónu. Borstangir settar niður á 183 m dýpi í ÖN-28 á ný.

Mælt í nálægum holum á golfvellinum.

16:30. Komst ekki í ÖN-27; toppur er jarðaður undir torfi á upphafsteig 2. brautar.

16:45. Vatnsborð í ÖN-24 (neðarlega í brekkunni vestur af dæluholunni: 0.69 m.

17:00. Vatnsborð í ÖN-21 (milli brauta 8 og 9 norður af dæluholunni: 3.98 m.

17:05. Vatnsborð í ÖN-18 á 8. braut: 3.07 m.

17:06. Vatnsborð í ÖN-17 á 8. braut: 6.42 m.

17:08. Sjálfrennsli úr ÖN-23 á 8. braut:

1.5 l/s, hiti 82.6°C.

17:10. Vatnsborð í ÖN-25, vestanhallt í borplani vinnsluholu: 8.38 m (sv. í ÖN-28).

17:10. Vatnsborð í ÖN-28 er á 9 m dýpi.

17:15. **ÖN-28: Fyrri þrep.** Stangir: 183 m.

Vatn mjög óhreint í byrjun. Rennsli slitrótt í fyrstu. Þrýstingur rúmlega 6 bar og rokkar töluvert fyrsta korterið. Loftmagn pressu minnkað og rennslið jafnast smám saman.

17:30. Loftþrýstingur 6.2 - 6.4 bar. Stillist.

17:45. Þrýstingur á loftlegg í ÖN-28 6.4 bar.

Rennsli: Rétt tæpir 7 cm á yfirfalli = <17 l/s.

18:20. Vatnsborð í ÖN-25: 13.11 m.

18:25. Vatnsborð í ÖN-24: 1.14 m.

18:20. Rennsli úr ÖN-23; ca. 1 l/s, 81.9°C.

18:30. Vatnsborð í ÖN-18: 3.40 m.

18:33. Vatnsborð í ÖN-17: 6.56 m.

18:36. Vatnsborð í ÖN-21: 3.99 m.

18:40. Þrýstingur á loftlegg í ÖN-28: 6.4 bar.

Rennsli: Tæpir 7 cm á yfirfalli = <17 l/s.

Vatn er enn óhreint og afráðið að dæla enn um sinn til að hreinsa holuna.

20:10. Þrýstingur á loftlegg virðist vera að hækka; 6.8 - 7.0 bar (greiðara innrennsli?).

20:12. Vatnsborð í ÖN-25: 13.43 m.

20:14. Vatnsborð í ÖN-24: 1.34 m.

20:15. Rennsli frá ÖN-28; Tæpl. 7 cm á yfirfalli = 15 - 16 l/s. Hiti vatns í holutoppi er 79.9°C; holan fer hitnandi.

20:22. Rennsli úr ÖN-23; 0.8 l/s, 82.2°C.

20:22. Vatnsborð í ÖN-18: 3.49 m.

20:24. Vatnsborð í ÖN-17: 6.73 m.

20:25. Vatnsborð í ÖN-21: 4.00 m.

20:30. Þrýstingur á loftlegg í ÖN-28; 7.0 bar! Vatnið hefur hreinsast en er samt gulleitt.

20:32. Slökkt á loftpressu. Fyrri þrepi lokið.

Vatnsborð á 183 - 70 = 113 m dýpi við 15 l/s.

Stangir síkkaðar til að fá meira vatn upp.

21:05: **ÖN-28: Annað þrep.** Stangir: 247 m.

21:00. Vatnsborð í ÖN-25: 9.08 m.

21:01. Vatnsborð í ÖN-24: 1.30 m.

21:05. Vatnsborð í ÖN-18: 3.40 m.

21:06. Vatnsborð í ÖN-17: 6.75 m.

21:10. Vatnsborð í ÖN-21: 4.01 m.

21:30. Þrýstingur á loftlegg í ÖN-28 mælist 10 bar. (9.6 kg/cm² á pressumæli borsins).

Hiti í holutoppi 78.9°C.

21:50. Rennsli um yfirfall: 7½ cm = 19 l/s.

Hiti vatns (og lofts) í holutoppi: 79.8°C.

22:00. ÖN-28: Þrýstingur 9.9 bar á loftlegg; 9.8 kg/cm² á bormæli.

22:40. ÖN-25: 14.76 m á vatnsborð.

22:42. ÖN-24: 1.52 m á vatnsborð.

22:45. Rennsli um yfirfall sama: 19 l/s.

22:47. ÖN-23: Rennsli dalar enn: 0.4 l/s.

22:48. ÖN-18: 3.57 m á vatnsborð.

22:50. ÖN-17: 6.85 m á vatn.

22:52. ÖN-21: 4.02 m.

22:55. ÖN-28: Þrýstingur 9.9 bar á loftlegg; 9.8 kg/cm² á bormæli.

Hiti á vatns við holutopp: 80.0°C.

23:00. Slökkt á loftpressu; þrepinu lýkur.

Vatnsborð var á 247 - 100 - 147 m við 19 l/s.

23:02. ÖN-28: Vatnsborð hefur stigið upp í 93 m í dæluholunni (um 54 m á 2 mínútum).

23:03. ÖN-28: Vatnsborð komið í 93 m.

Hitamæling til botns (sjá mynd 2).

23:10. ÖN-25: 9.80 m á vatnsborð.

23:12. ÖN-24: 1.52 m á vatnsborð.

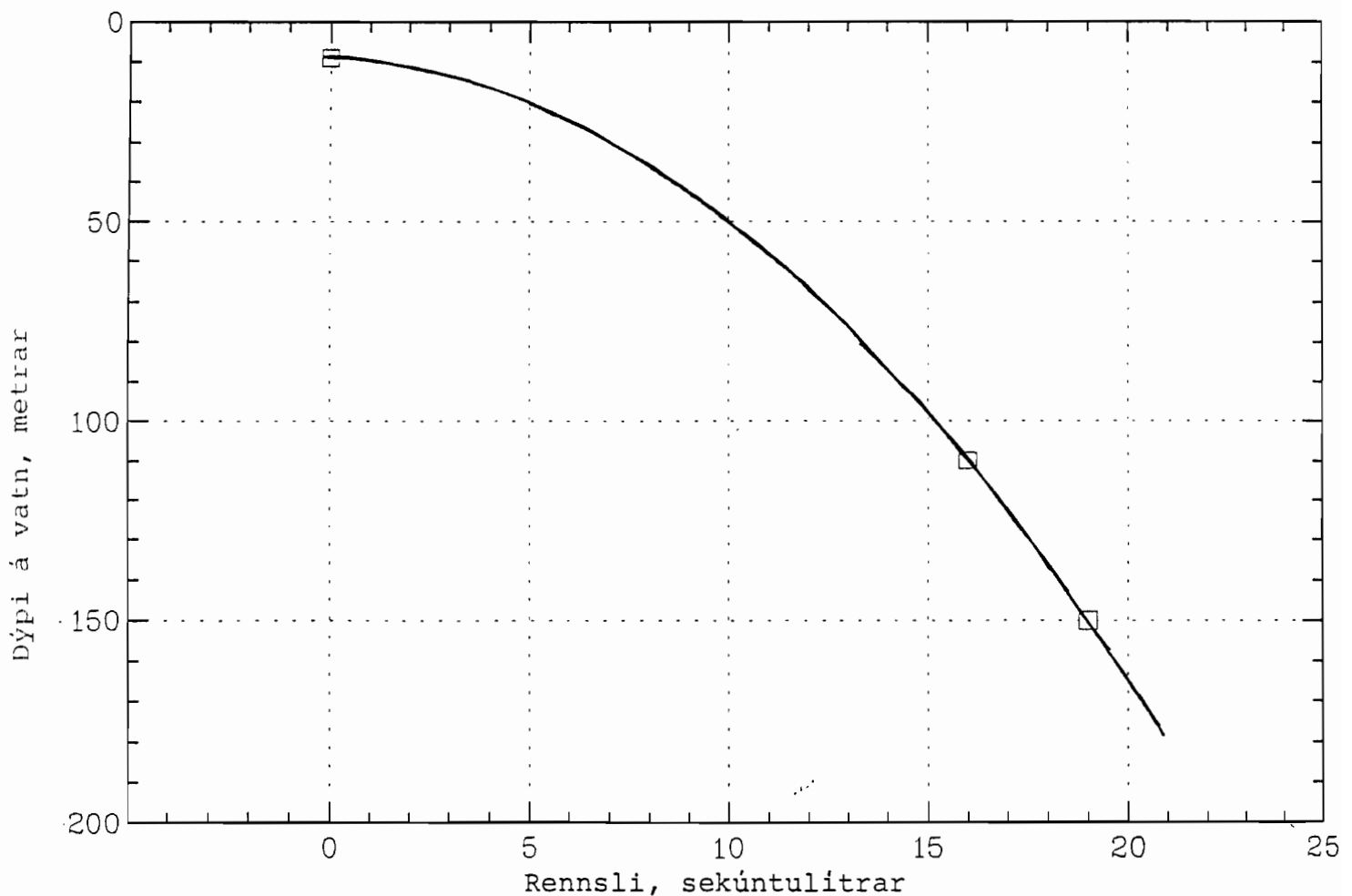
23:15. ÖN-25: 9.76 m á vatnsborð.

23:25. ÖN-25: 9.48 m á vatnsborð.

Mælingum hætt. Svæðið yfirgefið.

Afköst holunnar

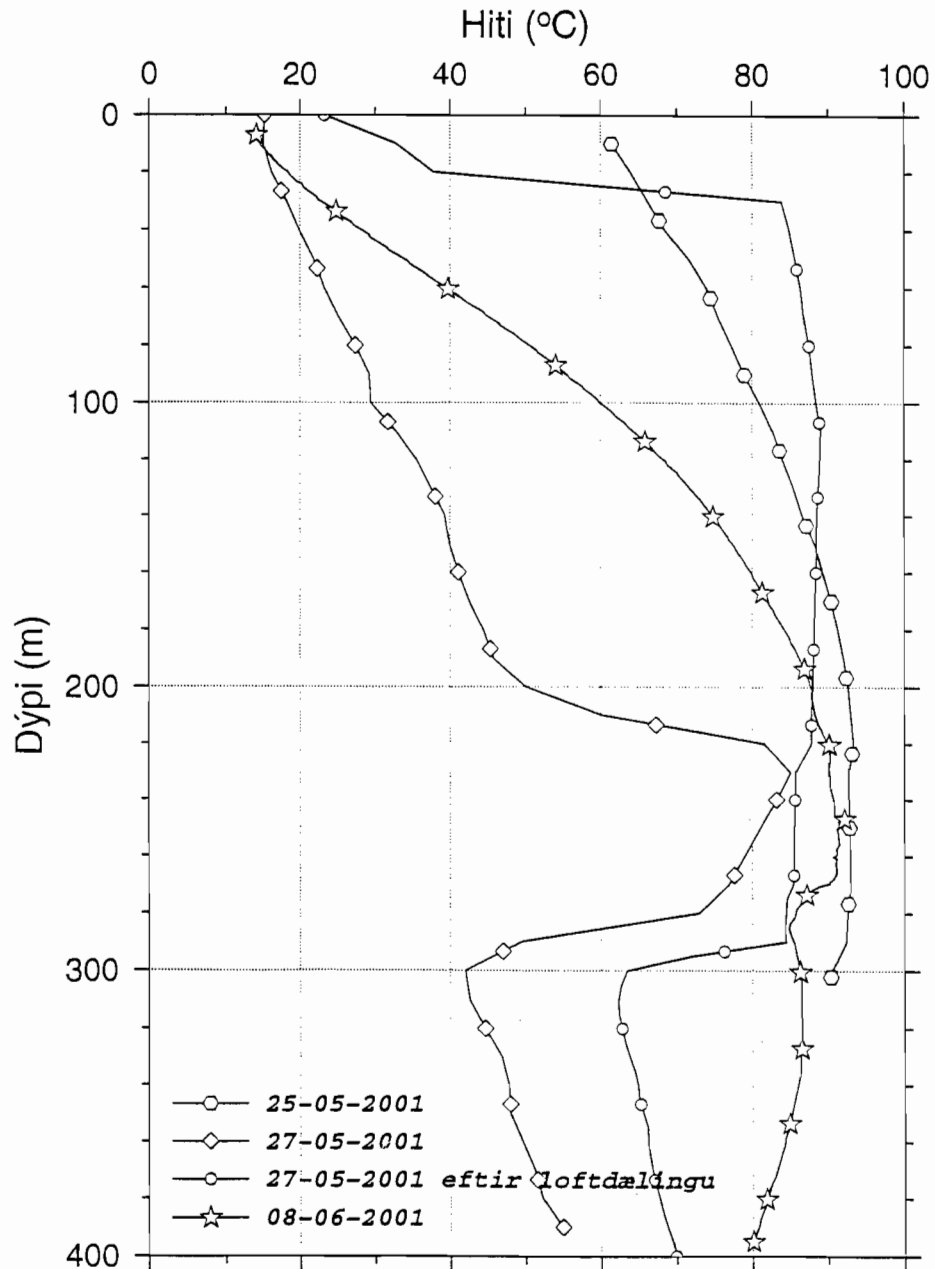
Afkastaferill er teiknaður eftir niðurstöðu þessarrar þrepaðælingar og sýndur á mynd 1. Ferillinn er annarrar gráðu jafna og eins og hann er þarna dreginn fylgir hann líkingunni $Y = 0,4X^2 + 0,4X + 9$. Þarna táknar Y dýpi á vatnsborð (m) miðað við X , sem er dælingin (l/s). Vakin er athygli á að hér er um skammtíma prófun að ræða og verður því að horfa á niðurstöðuna með það í huga að hugsanlega geti hún breyst þegar fullkomið jafnvægi er komið á vatnsstöðu við langtímadælingu. Samkvæmt ferlinum eykst niðurdráttur nokkuð mikið ef dælingin fer upp fyrir ca. 10 l/s. Við þá úrdælingu ætti vatnsborð að standa á um 50 m dýpi. Við 15 l/s ætti það að fara í i 100 m. Vera má að hér skeiki einhverju til eða frá vegna eðlilegrar ónákvæmni við bæði rennslis- og vatnsborðsmælingarnar í þrepaþrófinu. Þarna má einfaldlega mjög litlu muna til að afkastaferillinn breyti um svip.



Mynd 1. Afkastaferill borholunnar ÖN-28 í Öndverðarnesi.

28-jún-2001
 hh s=93258

Öndverðarnes ÖN-28
 Árnessýsla



Mynd 2. Hitmælingar í ÖN-28 í Öndverðarnesi.

Mæliferillinn frá 25. maí nær niður á 300 m dýpi, enda holan ekki orðin dýpri þá. Hitinn er þá farinn að minnka í blábotninn. Eftir það var skipt yfir í hjólakrónuborun og ber næsta mæling þess merki þar sem skolvatnið hefur kælt holuna verulega neðan við 300 m. Úr þessari kólnun dregur verulega við loftdælinguna. Í henni virðist um 88°C heitt vatn hafa komið upp, fyrst og fremst af um 220 m dýpi.

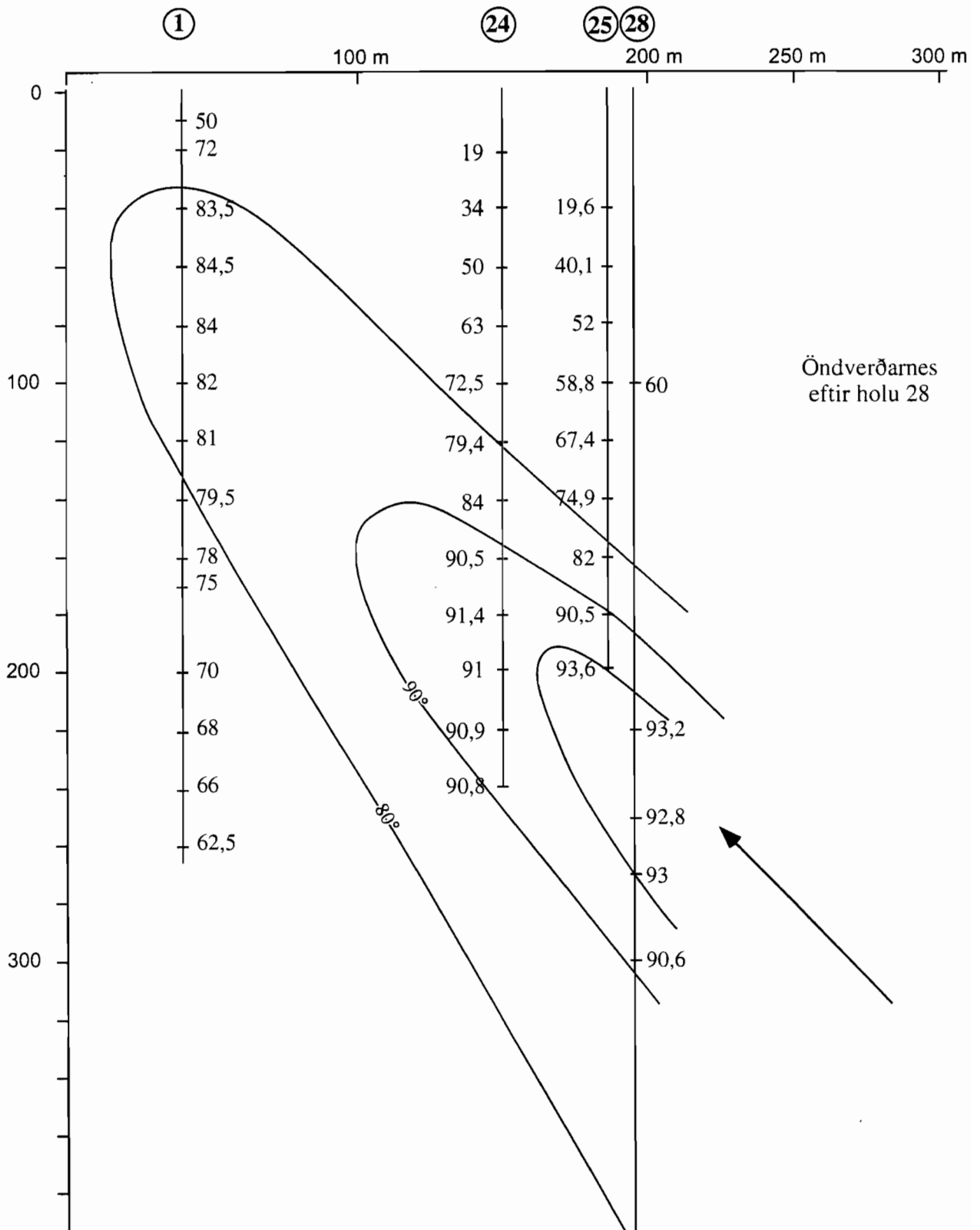
Uppstreymi jarðhitans

Mynd 3 sýnir hitaþversnið frá SV til NA gegnum holur ÖN-01, ÖN-24 og ÖN-25 sem eru 200 - 260 m djúpar og að auki ÖN-28, sem er 400 m djúp. Heitavatnsuppstreymið kemur fram sem hitatunga, hallandi um 50° niður til austurs. Þegar hola ÖN-28 var staðsett var reiknað með að lóðrétt uppstreymi væri rétt austan við ÖN-25 og að vatnið leitaði þaðan í hitatunguna. Borhola þar mundi því ekki lenda í viðsnúnum hita. Niðurstaðan var önnur, eins og myndin sýnir. Hitaferill holunnar er viðsnúinn og endar í 80°C hita í botni. Vatnsæðar koma fram í henni á dýptarbilinu 230 - 290 m og er hitinn í þeim rúmlega 90°C, mestur í þeirri efstu.

Af hitaþversniðinu, sem nú liggur fyrir, má allt eins gera ráð fyrir að hitatungan sé aðaluppstreymið og að hún haldi áfram með svipuðum halla, en breikki eftir því sem dýpra kemur. Til þess bendir eftirfarandi:

1. Með 93°C heitu vatni er komið í sama hita og kísilhitinn bendir til. Býsna öflugt uppstreymi er af slíku vatni í hitatungunni, sem leitarholurnar norðar á golfvellingum sýna. Við loftdælingar úr ÖN-25 og ÖN-28 dróst lítið eitt heitara vatn að holunum en mældist í þeim í kyrru ástandi.
2. Hallinn á jarðhitatungunni ræðst ekki af hallandi jarðlagaskilum. Það sýna jarðlagagreiningar á svarfi, sem gerðar hafa verið í völdum rannsóknarholum. Líklegri eru sprungur (misgengi) eða gangar, þó slíkt hafi ekki greinst í svarfinu.
3. Lárétt kólnun til hliðar frá hitatungunni á 300 til 400 m dýpi nemur um 10°C á 60 m vegalengd.
4. Eitt annað dæmi er þekkt á Suðurlandi þar sem aðstæður eru nauðalíkar þessum. Það er í Kaldárholti í Holtum. Uppstreymið þar er einnig 50° austur hallandi hitatunga. Vinnsla er þar úr borholu, sem tekur vatnið á rúmlega 400 m dýpi. Holan er um 400 m austan við laugarnar, sem upphaflega vísuðu á jarðhitakerfið

Niðurstaðan af borun ÖN-28 er sú að bora þurfi töluvert austar til að ná uppstreyminu á meira dýpi. Með því móti á vinnslan ekki að vera jafn viðkvæm fyrir kólnun og hætt er við í holunum ÖN-18 og ÖN-28. Staðurinn, sem hafður er í huga, er austan við veginn og suður af húsunum á Öndverðarnesi. Með borun þar yrði stefnt á að skera uppstreymistunguna á 400 - 500 m dýpi.



Mynd 3. Hitasnið gegn um holur ÖN-01, ÖN-24, ÖN-25 og ÖN-28 í Öndverðarnesi.