

Öndverðarnes. Dæling úr holu ÖN-18

Þórólfur H. Hafstað

Greinargerð PHH-2001-18

Öndverðarnes

Dæling úr holu ÖN-18

Pórolfur H. Hafstað

PHH-2001-18

13. nóvember 2001

Efni

Inngangur	1
Gangur prófunar ÖN-18	2
Niðurstöður í stórum dráttum	4
Heimildir	6
Myndir	

Myndaskrá

1. Yfirlitsmynd.
2. Vatnsborðsbreytingar í holunni ÖN-16.
3. Vatnsborðsbreytingar í holunni ÖN-15.
4. Vatnsborðsbreytingar í holunni ÖN-14.
5. Vatnsborðsbreytingar í holunni ÖN-17.
6. Hitapróunin í vatni úr ÖN-18.
7. Hitamælingar í ÖN-14.
8. Hitamælingar í ÖN-13.
9. Hitamælingar í ÖN-15.
10. Botnhiti í ÖN-15.
11. Hitamælingar í ÖN-16.
12. Botnhiti í ÖN-16.
13. Hitamælingar í ÖN-17.
14. Botnhiti í ÖN-17.
15. Hitamælingar í ÖN-20.
16. Hitamælingar í ÖN-21.
17. Hitamælingar í ÖN-28.
18. Hitamælingar í ÖN-24.
19. Jafnhitalínur fyrir dælingu.
20. Jafnhitalínur í byrjun dælingar.
21. Jafnhitalínur eftir dælingu úr svæðinu.
22. Jafnhiti um ÖN-28, ÖN-25 og ÖN-01.

13. nóvember 2001

Öndverðarnes Dæling úr holu ÖN-18

Inngangur

Hér er sagt frá profudælingu úr vinnsluholu Orkuveitu Reykjavíkur á golfvellingum í Öndverðarnesi í Grímsnesi. Dælt var linnulaust í rúman mánuð úr holunni frá 20. ágúst til 28. september 2001 og fylgst með rennsli, hita- og vatnsborðsbreytingum í dæluholunni sjálfri. Einnig var gjörla fylgst með vatnshæð og hitabreytingum í nálægum rannsóknarholum í samræmi við lauslega áætlun þar um (Þórólfur H. Hafstað 2001). Í heildina var rétt rúmlega 100 þúsund rúmmetrum dælt upp úr jarðhitasvæðinu á þessu tímabili.

Dæling þessi var öðrum þræði þrepaðæling og gerð til að geta lagt mat á afköst vinnsluholunnar. Hins vegar var þarna um tilraun til langtímadælingar að ræða, þar sem markmiðið er að ausa sem mestu vatni upp vikum saman og mæla áhrifin á jarðhitakerfið, þ.e. breytingar á hita og þrýstingi, með það fyrir augum að geta spáð fyrir um hvernig það muni bregðast við langtíma úrdælingu.

Fyrirfram var það vitað að holan væri ákaflega gjöful og jafnframt að hætta væri á að kalt vatn mundi dragast að þegar farið væri að dæla úr holunni. Eins og flestar aðrar holur á svæðinu hafði hún farið í gegn um aðaluppstreymi jarðhitans og grunnt er niður á gjöfular æðar. Mikið er af köldu grunnvatni í efstu jarðlögum og er við því að búast að það eigi greiða leið að vinnsluholunni þegar þrýstingur minnkar í jarðhitakerfinu við úrdælingu.

Holan ÖN-18 (fast staðarnúmer; s=93348) var boruð með jarðbornum Ými frá Jarðborunum h/f árið 1991. Hún er 110 m djúp og nær steipt stálfóðring, Ø 10¾", niður á 60 m dýpi. Þar neðan við er holan 7" víð. Holan sker gjöfular æðar, sem gefa um 80°C heitt vatn á 80 - 90 m dýpi en þar neðan við kólnar á ný. Holan var talin gefa 40 - 50 l/s í stuttri loftdælingu, sem gerð var í borlok og var niðurdráttur lítill við úrdælingu. Óhreyft vatnsborð er aðeins á um 2 m dýpi.

Alls hafa 28 rannsóknar- og vinnsluholur verið boraðar á svæðinu, eins og rakið er í töflu I hér á eftir. Dýpi þeirra er á bilinu 12 - 400 m og samanlagt hafa þarna verið boraðir 3364 m vegna jarðhitaleitar og -vinnslu; þar af tæpir 1900 m á vegum Orkuveitunnar. Yngstu leitarholurnar, sem eru allt að 240 m djúpar, gáfu til kynna að heitavattsuppstreymið kæmi fram sem hitatunga, hallandi um 50° niður til austurs, eins og sýnt er á mynd 22. Í framhaldi af þeirri niðurstöðu var hola ÖN-28 boruð og henni ætlað að ná í uppstreymi heita vatnsins á um 500 m dýpi. Þessi hola boraðist, eins og nær allar aðrar holur á svæðinu, niður í gegn um umrædda hitatungu. Hitaferillin reyndist viðsnúinn og hæstur hiti (93°C) mældist á um 230 m dýpi. Stutt dæluprófun, sem gerð var í borlok

benti auk þess til að holan gæfi ekki mikið vatn og að niðurdráttur yrði mikill við úrdælingu (Þórólfur H. Hafstað og Kristján Sæmundsson 2001).

Tafla 1. Borholur í Öndverðarnesi.

Heiti holu	Staðar- númer	Dýpi m	Heiti holu	Staðar- númer	Dýpi m
ÖN-01	93331	274	ÖN-15	93345	121
ÖN-02	93332	14	ÖN-16	93346	86
ÖN-03	93333	23	ÖN-17	93347	162
ÖN-04	93334	17	ÖN-18	93348	110
ÖN-05	93335	12	ÖN-19	93349	60
ÖN-06	93336	18	ÖN-20	93350	90
ÖN-07	93337	18	ÖN-21	93251	123
ÖN-08	93338	21	ÖN-22	93252	132
ÖN-09	93339	23	ÖN-23	93253	162
ÖN-10	93340	18	ÖN-24	93254	240
ÖN-11	93341	15	ÖN-25	93255	200
ÖN-12	93342	360	ÖN-26	93256	240
ÖN-13	93343	62	ÖN-27	93257	240
ÖN-14	93344	123	ÖN-28	93258	400

Þegar hér var komið sögu þótti ástæða til að láta á það reyna hversu mikið væri úr holu ÖN-18 að hafa til lengri tíma litið, því til stendur að nýta heitt vatn frá Öndverðarnesi til hitaveitu í Grímsnesi. Segir nú af þeirri tilraun.

Gangur prófunar ÖN-18

Allur undirbúningur, niðursetning dælu og frárennismál voru í höndum Guðlaugs Sveinssonar og Árna Gunnarssonar. Fyrst í stað var vatninu dælt í skurð skammt frá holunni. Uppdælt vatn rann að hraunkantinum og hvarf þar í jörð, eins og annað yfirborðsvatn af þessu svæði. Í mikilli úrkomu kom í ljós að ekki mátti miklu muna að þetta frárennsli hefði undan dælingunni og var úr því bætt með því að gera nokkurs konar damm við hraunbrúnina. Síðan kom í ljós að áhrif frárennslisvatnsins gætti í athugunarholunni ÖN-14, sem sýndi að tengsl jarðhitakerfisins við kalda grunnvatnið væru mun nánari en gert hafði verið ráð fyrir. Þá var frárennslinu breytt og dælt um langan veg í læk norðan og austan við golfskálann.

Guðlaugur sá um rekstur rafstöðvar og dælu allan athugunartímann og mældi vatnsborð að minnsta kosti einu sinni á dag í dæluholunni og nokkrum af rannsóknarholunum á svæðinu. Þetta voru ÖN-16 við hlið dæluholunnar, ÖN-17 ofan við, ÖN-21 á brekkubrúnni, ÖN-28 á borplani sunnar, ÖN-24 í brekkurót, ÖN-23 sunnar á braut 8, ÖN-14 á braut 4 við hraunkantinn, ÖN-13 á braut 8 og ÖN-15 við framræsluskurð rétt vestan dæluholu. Innbyrðis afstaða holanna er sýnd á mynd 1. Í þessum holum var hitamælt á nokkurra daga fresti og að auki í ÖN-13 og ÖN-20. Hér á eftir verður stiklað á stóru um gang prófunarinnar.

20. ágúst: Dæling hefst úr ÖN-18 en er mjög óregluleg í fyrstu. Fljótlega kom í ljós að í rigningartíð annaði fráveituskurðurinn engan veginn því viðbótarvatni, sem í hann barst úr holunni. Nagað var úr hraunkantinum til að vatnið ætti greiðari leið inn í hann, rennsli fyrstu dagana sveiflaðist frá 6 til 50 l/s og upphaflega mældist vatnið 80,4°C.

23. ágúst: Skráning hafin. Dælt er 40 l/s. Jafnframt mælingum í vinnsluholunni sjálfri var fylgst með vatnsborðsbreytingum í níu rannsóknarholum í grenndinni. Í þeim verður alls staðar vart við niðurdrátt vegna dælingarinnar. Hitamælt í fimm rannsóknarholum. Strax verður vart við kælingu í botni holanna, sem næstar eru við dæluholuna (ÖN-17, -16 og -15). Hiti á uppdældu vatni er 79°C um kvöldið.

29. ágúst: Enn er dælt 40 l/s. Hiti á uppdældu vatni hefur lækkað smátt og smátt og er tæplega 77°C. Hitamælt í sjö rannsóknarholum og er enn örlítið kólnandi við botn í fyrrnefndum holum. Í holu ÖN-14 suður við hraunkantinn dregur til tíðinda því þar kemur fram veruleg kólnun (niðurrennsli) á efstu 70 m. Einnig kólnar ÖN-13 á miðri 4. braut verulega ofan til.

31. ágúst: Dælt er 40 l/s. Hitastig á dældu vatni lækkar enn og er rúmar 76°C. Hitamælt í sex rannsóknarholum. Sama þróun og fyrr í botnkólnun og niðurrennsli. Einsýnt er að hraunkanturinn svelgir í sig frárennslisvatnið. Þar blandast það kaldara grunnvatni, sem fram kemur í hitamælingu í ÖN-14. Tengslin milli heitra og kaldra grunnvatnskerfa eru greiðari en menn óraði fyrir. Einnig þykir það ljóst vera að 40 l/s dæling sé meira en ÖN-18 þolir.

3. september: Enn er dælt 40 l/s. Hiti á uppdældu vatni kominn niður í 75½°C. Hitamælt í þremur rannsóknarholum í grenndinni enn einn ganginn.

5. september: Frárennslinu breytt þannig að vatninu er hér eftir veitt um langan veg austur fyrir golfskálann. Þessi breyting skeði nánast truflunarlaust og var magninu ekki breytt. Hiti á dældu vatni rétt rúmar 75°C.

8. september: Breyting á frárennslinu er ekki enn farin að koma fram í hitamælingum í þeim sjö rannsóknarholunum, sem mælt var í. Hiti á vatninu (40 l/s) u.þ.b. 74½°C.

10. september: Mikil úrkoma var síðasta sólarhring og flóðvatn á golfvelli. Nú rennur kaldara vatn niður ÖN-14 samkvæmt hitamælingu. Þróun botnhitans í ÖN-15, -16 og -17 er svo sem verið hefur; heldur niður á við; mælt var í sex holum.

11. september: Dregið úr dælingu; rennsli minnkað í 21 l/s. Vatnshitinn hækkar.

14. september: Vatn hefur risið í athugunarholum. Hiti á dældu vatni kominn í 75°C. Hitamælt í sex holum; enn er niðurrennsli í ÖN-14 og botnhitinn í nálægustu rannsóknarholunum lækkar enn þó dregið hafi verið úr dælingu.

18. september: Hóla ÖN-13 hefur verið fyllt upp; í henni verður ekki meira mælt. Steypt mælirör sett í ÖN-14. Meiningin er að koma í veg fyrir niðurrennsli.

19. september: Aðeins mælt í þrem holum vegna útleiðslu í hitamæli í mikilli úrkomu og aurbleytu. Niðurrennsli í ÖN-14 er hætt og botnhiti í ÖN-16 virðist vaxa (tímabundið). Enn er dælt 21 l/s; hiti á uppdældu vatni vel yfir 75°C.

23. september: Dæling 21 l/s. Hitamælt í sex rannsóknarholum; enn hitnar í ofanverðri ÖN-14 en botnhiti í holunum rétt við dæluholuna fer enn lækkaði.

26. september: Dæling ennþá 21 l/s. Hitamælt í sjö rannsóknarholum áður en aukið er við. Botnhiti í ÖN-15, -16 og -17 lægri en fyrr. Síðdegis var dæling aukin upp í 40 l/s. Hitinn á vatninu uppdældu lækkaði þegar um 0,3° (í 74½°C).

28. september: Vatnshitinn var kominn niður í 73,6°C áður en dælan var stöðvuð og aðgerðum hætt að sinni. Vatnsborð fór þegar að rísa á ný í öllum athugunarholum. Hitamælt var í sjö rannsóknarholum á svæðinu skömmu síðar. Ekki verður betur séð en að botnhitinn í þeim holum, sem næstar eru dæluholunni, sé þegar farinn að jafna sig að einhverju leyti, einkum ÖN-15, ÖN-16 og hugsanlega líka ÖN-20 (sbr. myndir 10, 12 og 15).

Niðurstöður í stórum dráttum

20. ágúst til 28. september 2001 var alls var dælt yfir 100 þúsund m^3 úr vinnsluholunni ÖN-18 í Öndverðarnesi. Eftir að regla komst á dælinguna þann 23. ágúst, var ýmist dælt 40 l/s (í 20 daga) eða 21 l/s (í 15 daga). Vart varð við vatnsborðsbreytingar í öllum athugunarholunum á svæðinu. Áhrifin eru fyrst og fremst vegna dælingarinnar úr ÖN-18, en einnig hefur úrkoma og írennsli frá yfirborði greinileg áhrif, ekki síst í ÖN-14 suður undir hraunbrúninni. Niðurdráttur vatnsborðs næst dæluholunni er lítil, eða sem næst ½ m fyrir hverja 10 l/s. Ljóst er að verulegt samband er milli holanna innbyrðis, en þó mismikið. Athugunarholurnar norðan og austan dæluholunnar verða fyrir mun minni áhrifum en þær sem eru sunnan og vestan hennar.

Á braut 4, í grennd við hraunkantinn, er kalt grunnvatn undir þunnu heitavatslagi, eins og glögggt kemur fram í ÖN-14 á mynd 19. Í holunni var niðurrennsli allt þar til steipt hafði verið í hana mælirör. Þó svo þeirri rennslisleið hafi verið lokað má þó ljóst vera að kalt grunnvatn getur komist eftir öðrum leiðum niður í jarðhitakerfið, svo sem um þær sprungur, sem víða eru á svæðinu (mynd 1). Þegar þrýstingur minnkar í jarðhitakerfinu vegna úrdælingar, er því alltaf hætt á að kalt og súrefnisríkt vatn berist í svæðið meðan dælt er. Botnhitastig í þeim athugunarholum, sem næst eru dæluholunni ÖN-18, lækkaði allt tímabilið og í stórum dráttum án tillits til hvort dælt var meira eða minna, en það kemur fram á myndum 10, 12 og 14.

Meðan á dælingunni stóð var fylgst með breytingum á vatnsborði í nálægum rannsóknarholum. Dýpi á vatn var mælt að minnsta kosti einu sinni á dag og hiti mældur nokkrum sinnum í rannsóknarholunum í grenndinni; oftast í þeim sem næstar eru dæluholunni. Með þessum mælingum var leitast við að sýna hvernig kaldara vatn sækir inn á svæðið í stað þess sem upp var dælt. Í ljós kom að botnhitinn í holum ÖN-15, -16, -17 og -20 lækkaði allan tíman án tillits til hversu miklu var dælt.

Niðurdráttur vatnsborðsins reyndist vera lítil; við 40 l/s úrdælingu lækkaði það aðeins um 4 m í holu ÖN-16, sem er rétt hjá dæluholunni og við 21 l/s um sem næst 2 m. Afkastaferillinn er næstum línulegur. Niðurdráttur varð vart í öllum holum, sem í var mælt.

Hitastig vatnsins, sem upp var dælt, var upphaflega 80,4°C (sjá mynd 6). Við dælingu 40 l/s lækkaði hitinn jafnt og þétt en hitastigið hélst stöðugra við 21 l/s dælingu (um 75°C). Ekki er þó víst að sá hiti muni haldast óbreyttur við dælingu á því magni til lengri tíma. Þegar dæling var aukin í 40 l/s undir lokin lækkaði hitinn fljótt niður í 73,6°C og var alls ekki séð fyrir endann á hitalækkuninni þegar dælingunni var hætt.

Kæling vegna úrdælingar sást veruleg í efsta hluta ÖN-14, sem er við hraunkantinn vestanvert á svæðinu. Brugðist var við og niðurrennsli í holunni stöðvað með því að steypa mælirör í holuna. Kælingar varð líka vart niður undir botni á þeim rannsóknarholum, sem næstar eru dæluholunni. Yfirleitt kólnaði jafnt og þétt eftir því sem á dælingarskeiðið leið, án tillits til hversu miklu var dælt, en þó ekki undantekningalaust.

Efnagreiningum er enn ekki fulllokið, en vatnið, sem upp dældist, var súrefnislaust, a.m.k. til að byrja með og því ekki tæringarvaldandi þá, þrátt fyrir ótvíræða blöndun við kalt grunnvatn. Brennisteinsinnihald virðist hafa farið minnkandi eftir því sem á leið dælingaferlið og er við búið að ekkert mælist í þeim sýnum, sem tekin voru undir lok dælingarinnar. Flest bendir til að áhrif íblöndunar kalds vatns fari hægt og sígandi vaxandi eftir því sem á dælinguna líður (Gestur Gíslason, pers. uppl.).

Áhrif dælingar á jarðhitakerfið eru afgerandi og þó ekki sé hægt að meta afkastagetu holunnar ÖN-18 nema í grófum dráttum, þá má fullyrða eftir framansögðu að jafnaðarúrdæling úr holunni verður að vera töluvert innan við 20 l/s ef ekki eigi að hljótast verra af. Mælingaholurnar virðast þó vera fljótar til að byrja að hitna í botninn eftir að dælingu er hætt.

Ekki þótti ástæða til að dæla upp minna magni en þessum 21 l/s. Það hefði tekið óratíma að fá marktæka niðurstöðu við mjög lítið rennsli. Gróft séð verður að teljast líklegt að *hola ÖN-18 þoli um 10 l/s úrdælingu* að jafnaði án þess að til hennar dragist kalt grunnvatn til vandræða. Þessi niðurstaða er að verulegu leyti huglæg þar sem ekki er unnt að tilgreina nákvæmlega hversu mikla dælingu holan þolir. Niðurstaðan byggir þó á verulega þýðingarmiklum gögnum, sem safnast hafa saman. Vakin er sérstaklega áthygli á síðustu myndunum hér á eftir, þar sem reynt er að sýna hvernig kalda vatnið nálgast smám saman.

Eðlilegt er að spurt sé hvort dæling úr nýjustu holunni, ÖN-28, muni ekki draga að sér kalt vatn á svipaðan hátt og ÖN-18, þegar til lengdar lætur. Nýja holan er fóðruð mun dýpra en hinar holurnar á svæðinu til þess að draga sem mest úr áhrifum kalda grunnvatnsins. Á hinn bóginn, og ef til vill að nokkru þess vegna, er niðurdrátturinn í henni mikill. Áhrifa frá dælingu úr henni síðastliðið vor gætti alls staðar á svæðinu (Þórólfur H. Hafstað og Kristján Sæmundsson 2001). Niðurdrátturinn í ÖN-28, og þar með áhrifin á vatnsstöðuna á svæðinu, eykst hratt ef dælt er meira en 10 l/s. Mjög mikill niðurdráttur hlýtur fyrr eða síðar að draga að kalda vatnið, þó það gerist ef til vill á nokkuð annan hátt en í ÖN-18. Að þessu skoðuðu verður niðurstaðan sú að ekki verði komist hjá því að reyna enn að hitta í aðaluppstreymisstað heita vatnsins á svæðinu með nýrri holu ef nægt vatn á að fást fyrir þá hitaveitu, sem nú er verið að byggja.

Heimildir

Kristján Sæmundsson 1988: Staðsetning heitavatnsholu í Öndverðarnesi. Orkustofnun, greinargerð KS-88-10. 3 s.

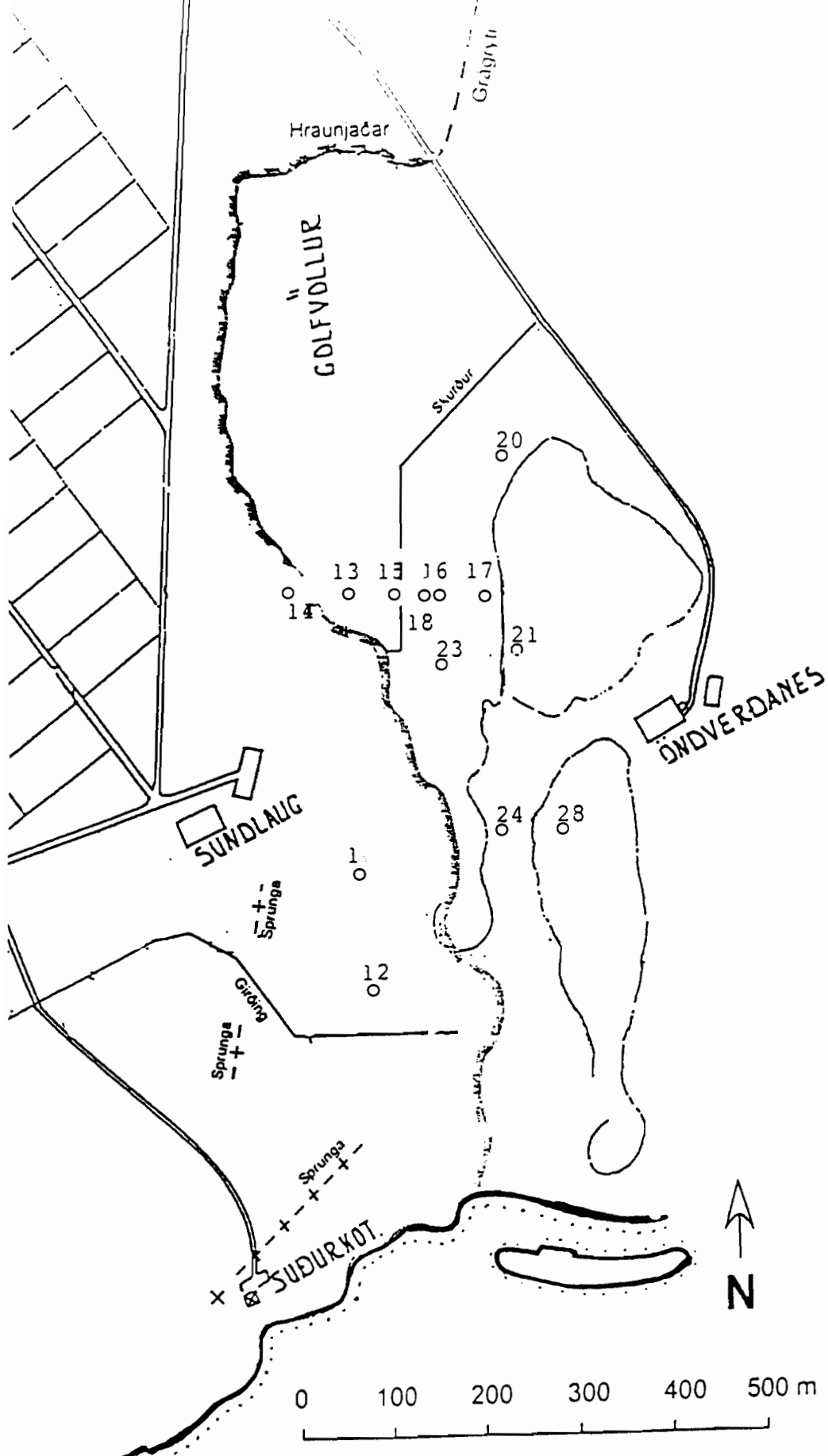
Kristján Sæmundsson 2000: Heitavatsleit í Öndverðarnesi. Orkustofnun, greinargerð KS-2000-21. 3 s, 14 m.

Ómar Sigurðsson 1991: Öndverðarnes í Grímsnesi. Loftdæling holu 12 Orkustofnun, greinargerð Ómar-88-01. 4 s.

Þórólfur H. Hafstað og Kristján Sæmundsson 2001: Öndverðarnes. Afköst holu ÖN-28 við borlok. Orkustofnun, greinargerð ÞHH-KS-2001-14. 6 s.

Þórólfur H. Hafstað 2001: Öndverðarnes. Áformuð profudæling úr holu ÖN-18. Orkustofnun, greinargerð ÞHH-2001-15. 2 s.

Myndir



Mynd 1. Yfirlitsmynd. Meðan dælt var úr ÖN-18 var fylgst með vatnshæð í ÖN-14, -15, -16, -17, -21, -28, -24, og ÖN-12, sem er núverandi vinnsluhola. Breytingar á vatnshæð eru sýndar á myndum 2 - 5. Hitamælingar voru gerðar á nokkurra daga fresti í holunum og eru þær sýndar á myndum 7 - 18.

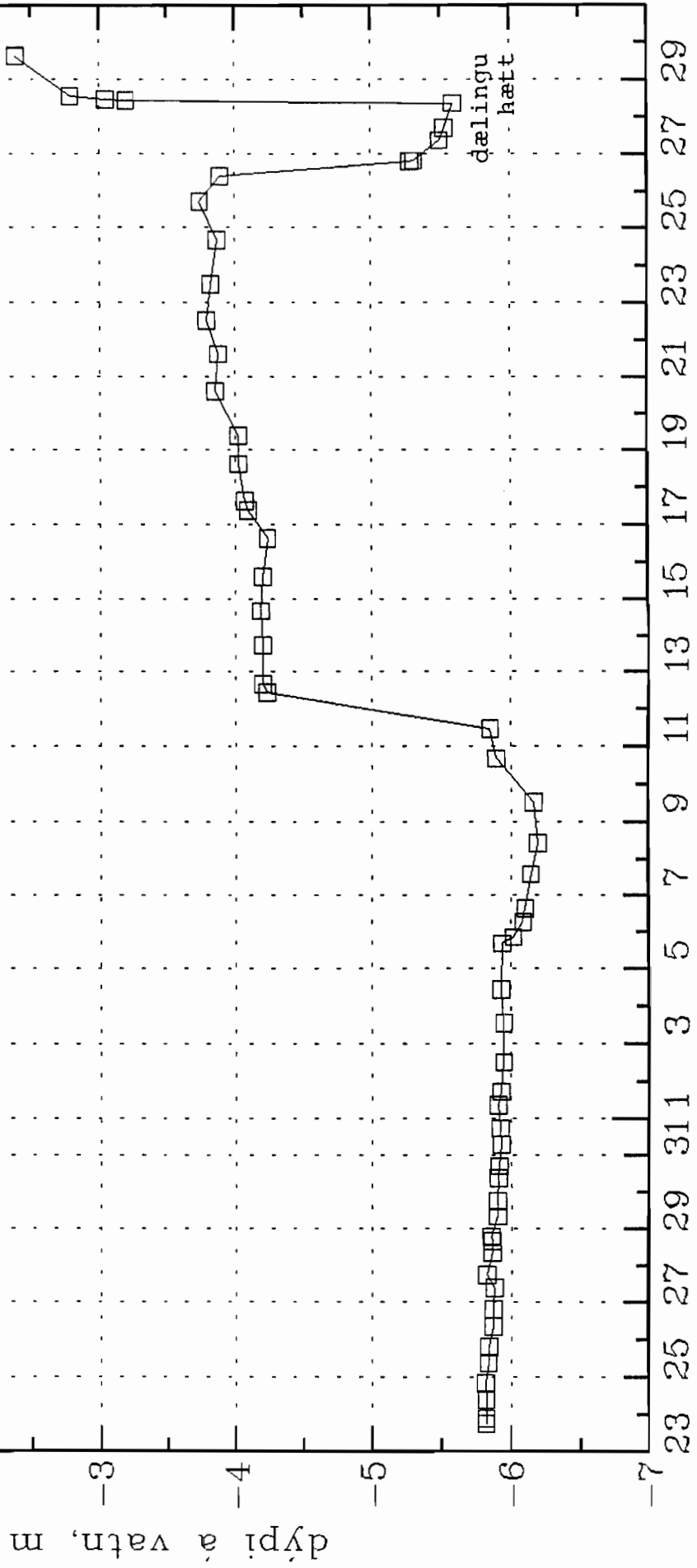
Vatnsborð í ÖN-16 meðan dælt er úr ÖN-18

Mynd 2. Vatnsborðsbreytingar í holunni ÖN-16 meðan dælt er úr ÖN-18. Holan er rétt við hlið dæluholunnar og inni í sama dæluskúrnum. Mælinganar sýna því í stórum dráttum niðurdráttinn í næsta nágrenni dæluholunnar. Áhrifin af breytingu afrennslisins þann 5. sept. eru greinileg. Úrkomu hefur einnig mikið að segja eftir miðjan september. Við 40 l/s dælingu lækkar um ca. 4 m og 21 l/s dæling veldur um 2 m lækkun.

Rennsli: 40 l/s

Rennsli: 21 l/s

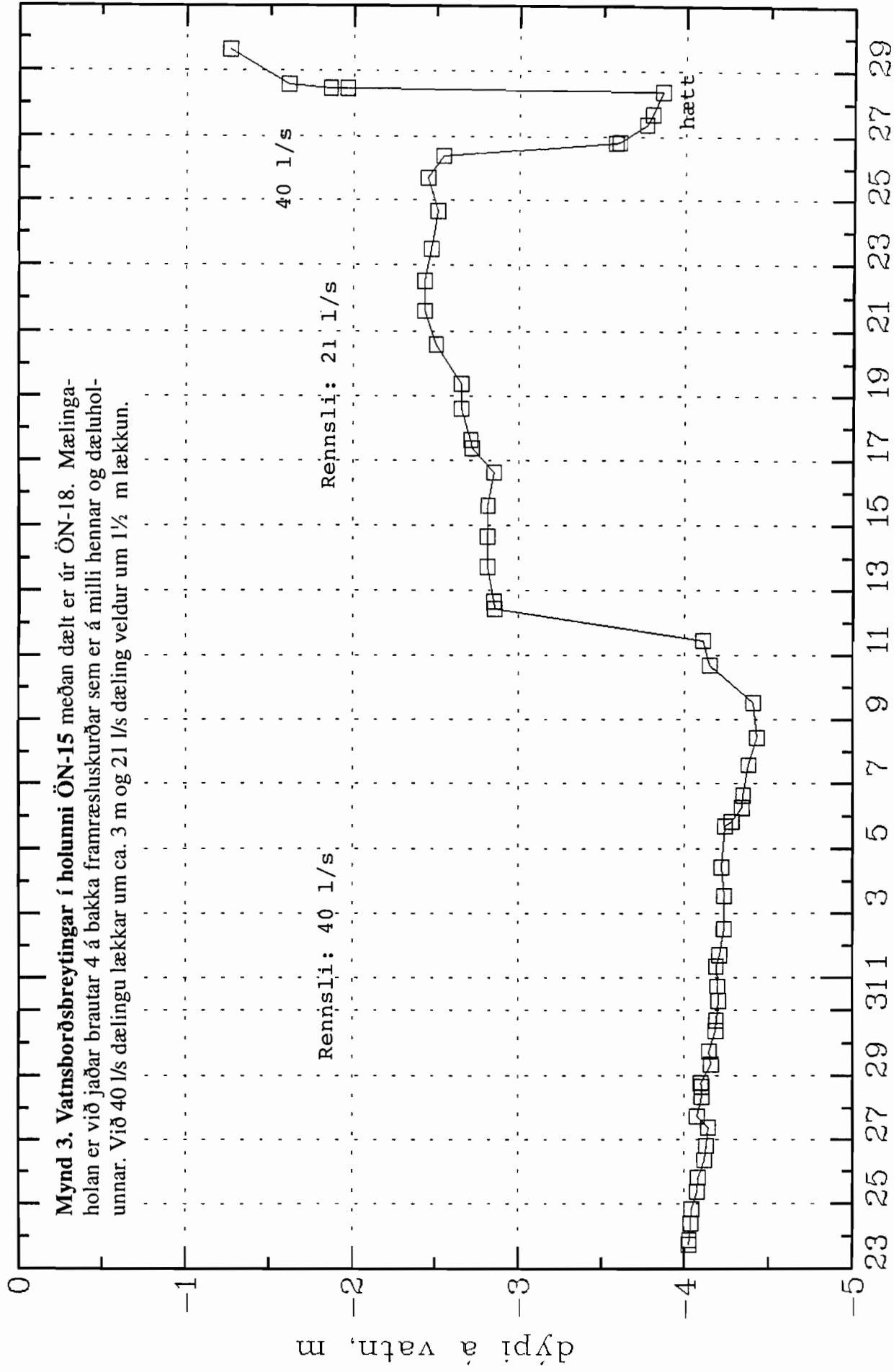
40 l/s



September 2001

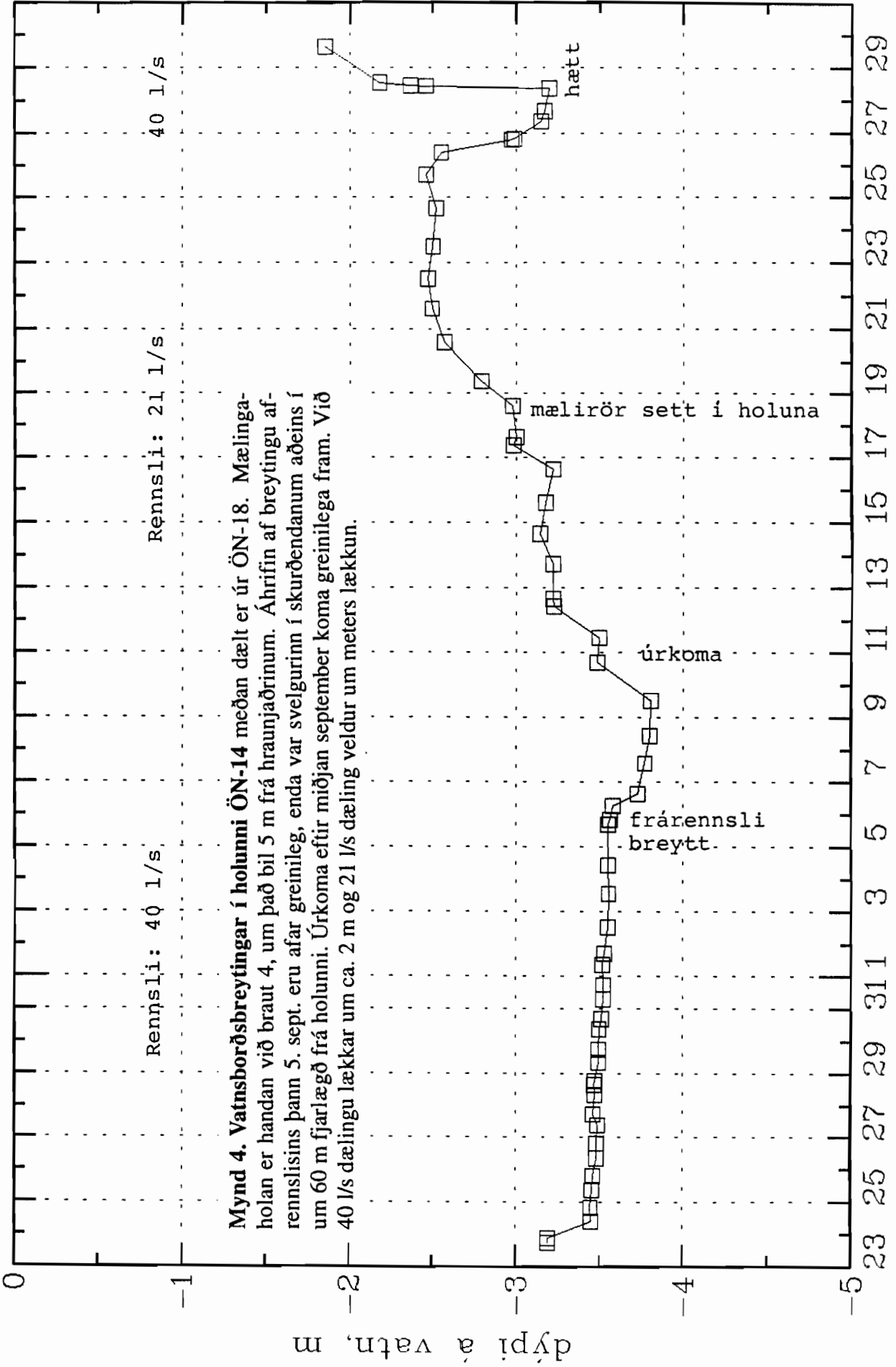
Vatnsborð í ÖN-15 meðan dælt er úr ÖN-18

**Mynd 3. Vatnsborðsbreytingar í holunni ÖN-15 meðan dælt er úr ÖN-18. Mælinga-
holan er við jaðar brautar 4 á bakka framræsluskurðar sem er á milli hennar og dæluhol-
unnar. Við 40 l/s dælingu lækkar um ca. 3 m og 21 l/s dæling veldur um 1½ m lækun.**



September 2001

Vatnsborð í ÖN-14 meðan dælt er úr ÖN-18



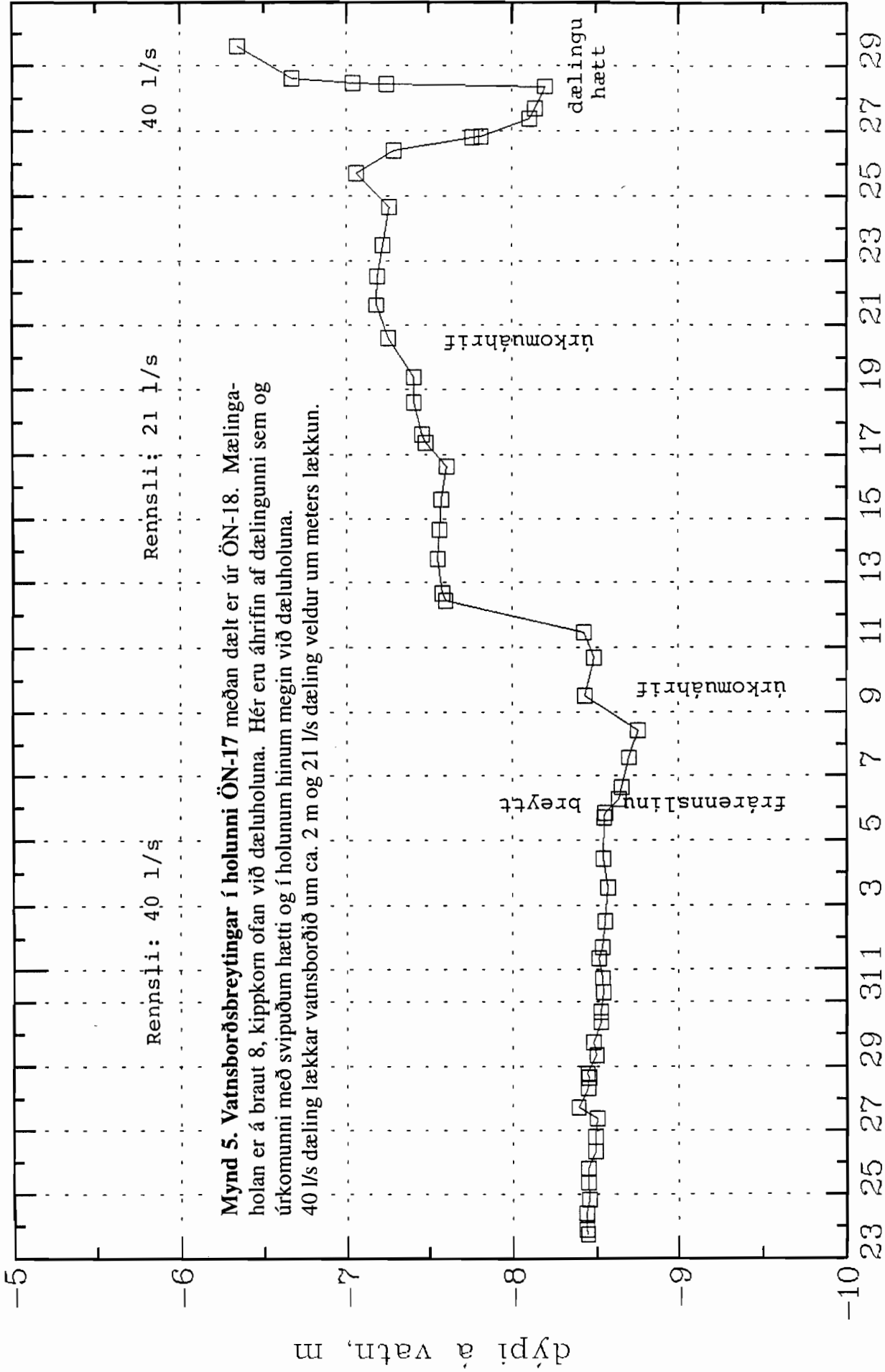
Vatnsborð í ÖN-17 meðan dælt er úr ÖN-18

Rennsli: 40 l/s

Rennsli: 21 l/s

40 l/s

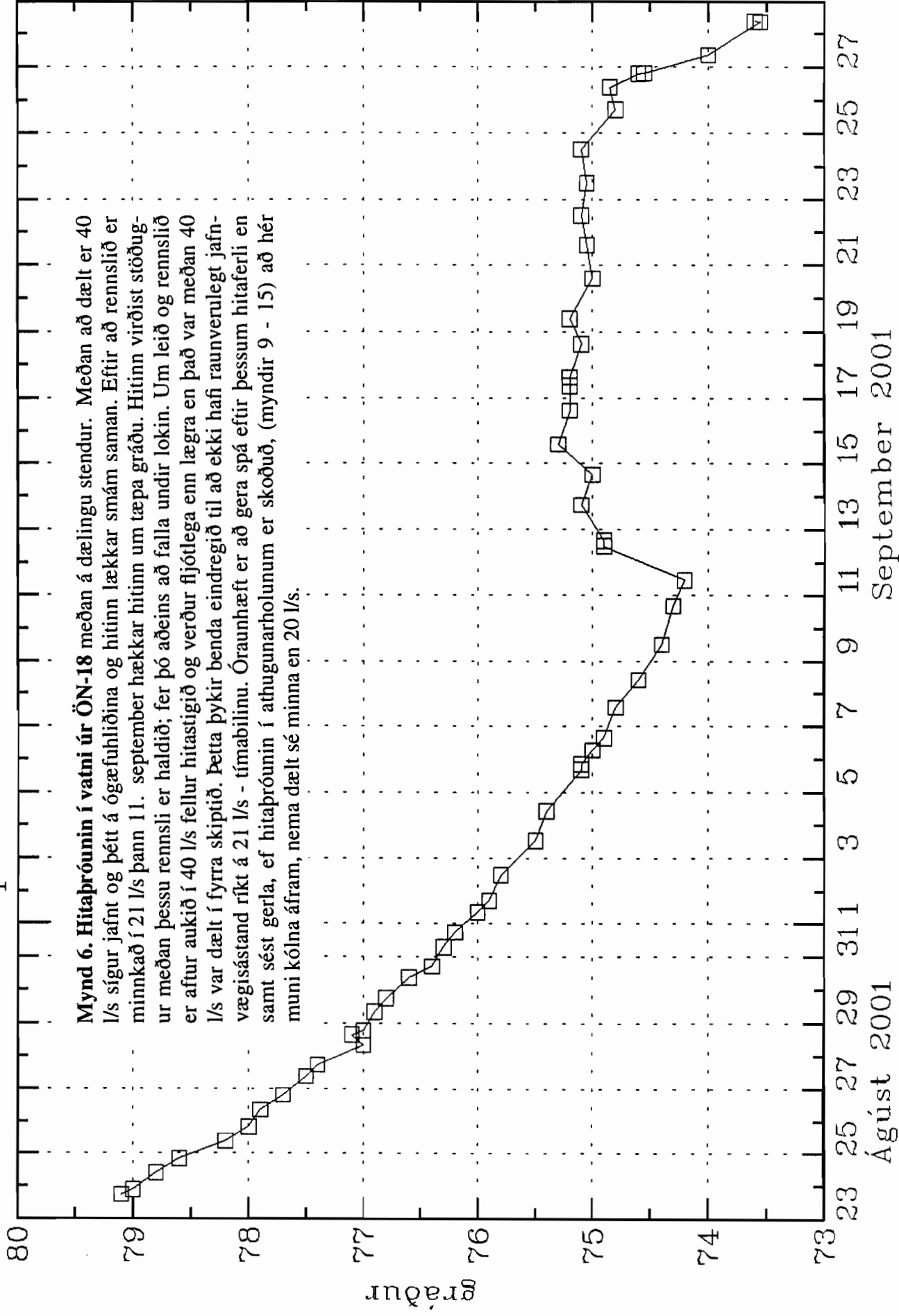
Mynd 5. Vatnsborðsbreytingar í holunni ÖN-17 meðan dælt er úr ÖN-18. Mælinga-holan er á braut 8, kippkorn ofan við dæluloluna. Hér eru áhrifin af dælingunni sem og úrkomunni með svipuðum hætti og í holunum hinum megin við dæluloluna. 40 l/s dæling lækkar vatnsborðið um ca. 2 m og 21 l/s dæling veldur um meters lækkun.



September 2001

Hitapróunin í vatninu úr ÖN-18

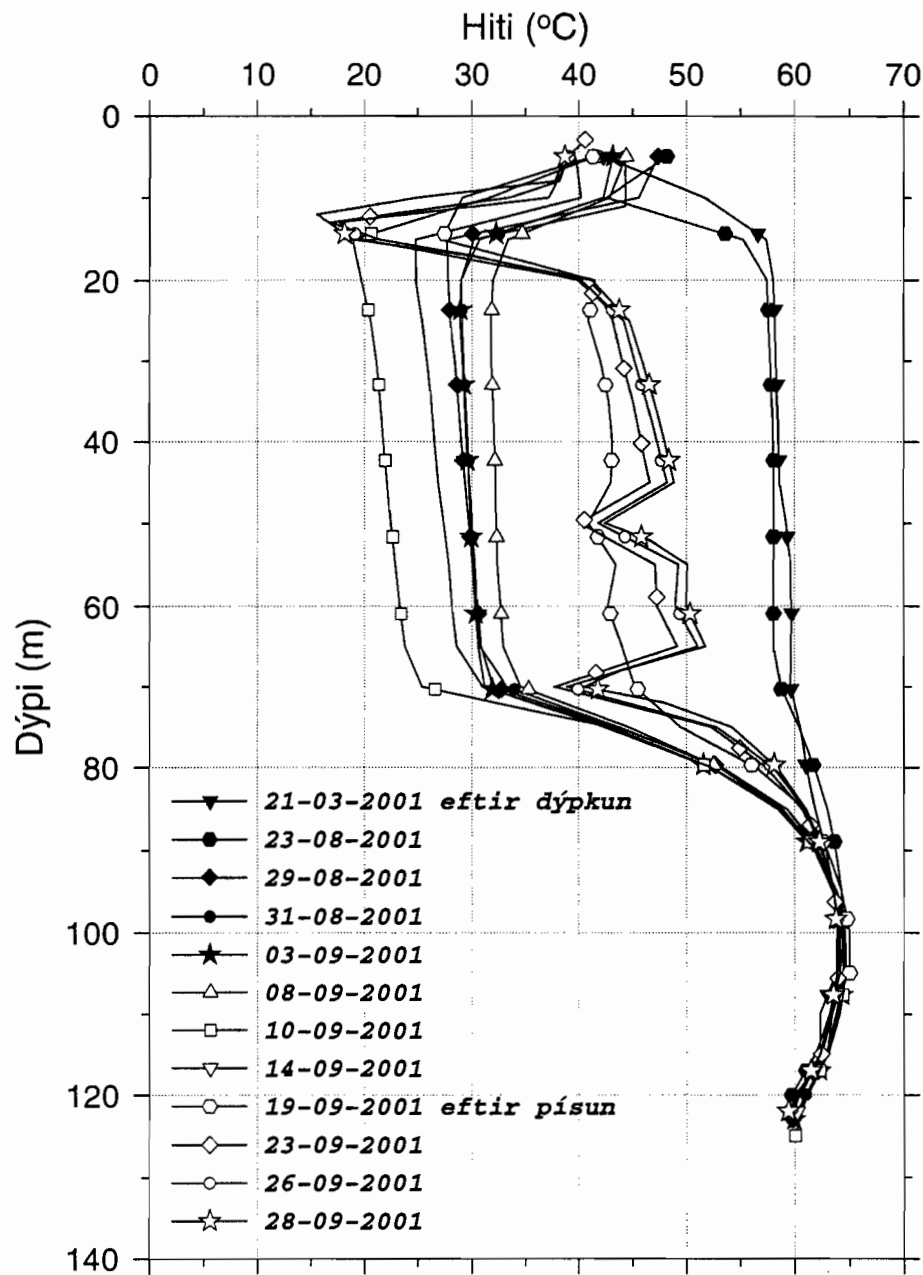
Mynd 6. Hitapróunin í vatni úr ÖN-18 meðan á dælingu stendur. Meðan að dælt er 40 l/s sígur jafnt og þétt á ógæfuhliðina og hitinn lækkar smám saman. Eftir að rennslið er minnkað í 21 l/s þann 11. september hækkar hitinn um tæpa gráðu. Hitinn virðist stöðugur meðan þessu rennsli er haldið; fer þó aðeins að falla undir lokin. Um leið og rennslið er aftur aukið í 40 l/s fellur hitastigið og verður fljótlegra enn lægra en það var meðan 40 l/s var dælt í fyrra skiptið. Þetta þykir benda eindregið til að ekki hafi raunverulegt jafnvægisástand ríkt á 21 l/s - tímabilinu. Óraunhæft er að gera spá eftir þessum hitaferli en samt sést gerla, ef hitapróunin í athugunarholunum er skoðuð, (myndir 9 - 15) að hér muni kólna áfram, nema dælt sé minna en 20 l/s.





05-okt-2001
hh s=93344

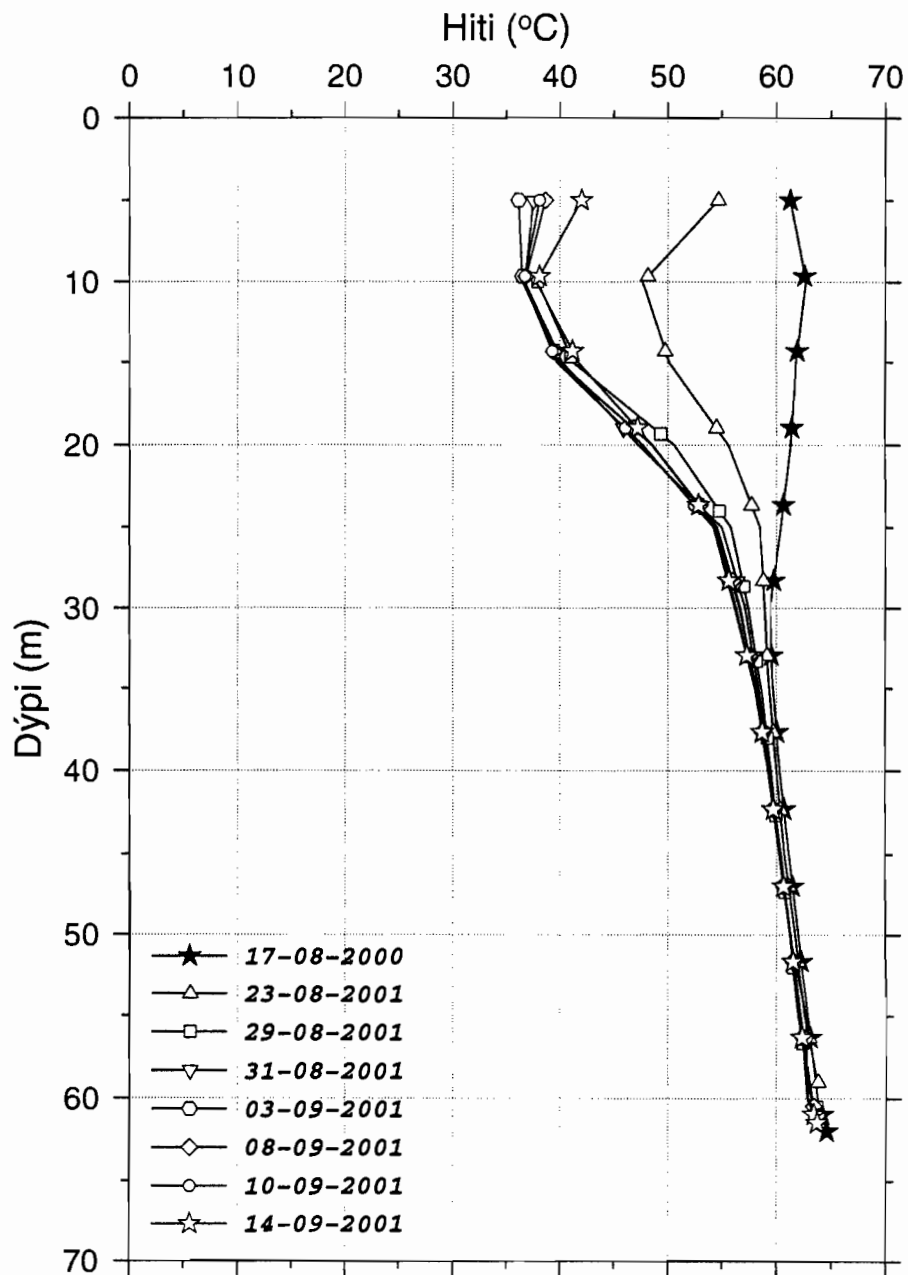
Öndverðarnes ÖN-14 Árnessýsla



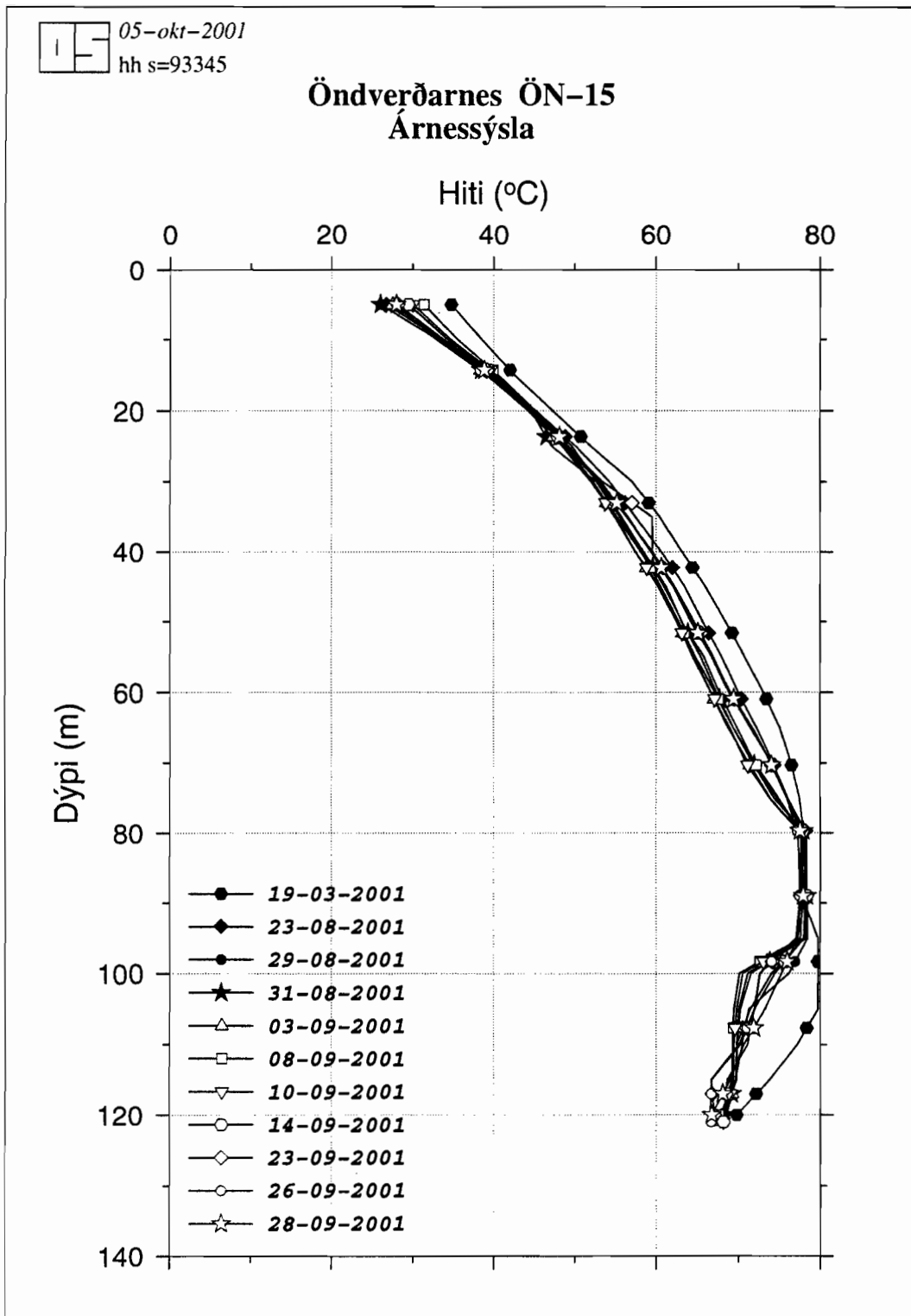
Mynd 7. Hitamælingar í ÖN-14. Áhrif dælingarinnar eru afar áberandi eftir 23. ágúst. Mikið niðurrennsli er í holunni allt niður á 70 m dýpi. Þetta breytist við að mælirörið er steyppt í holuna þann 18. september, en eftir það kemur áberandi kæling fram á 50 og 70 m dýpi.

05-okt-2001
hh s=93343

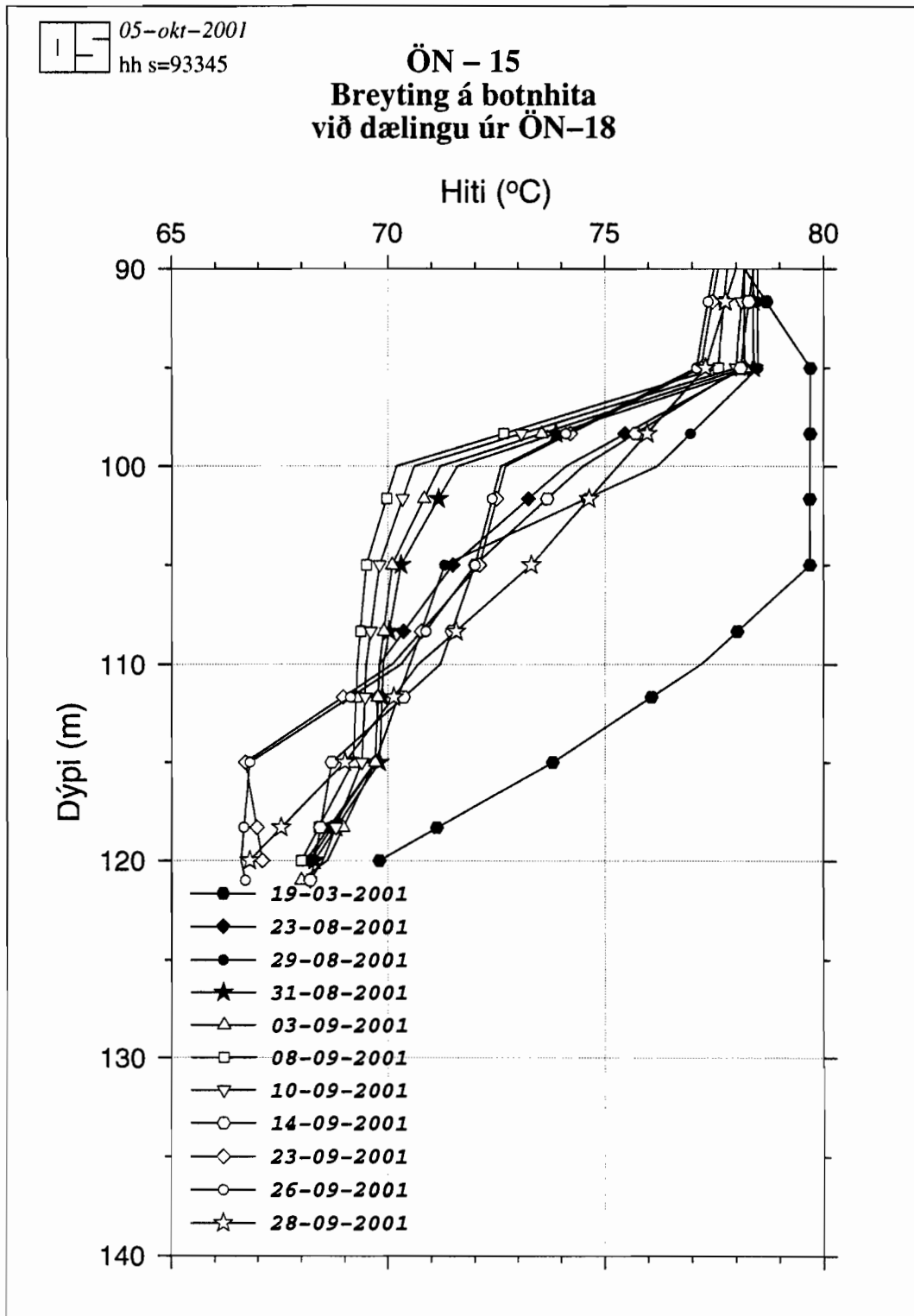
Öndverðarnes ÖN-13 Árnessýsla



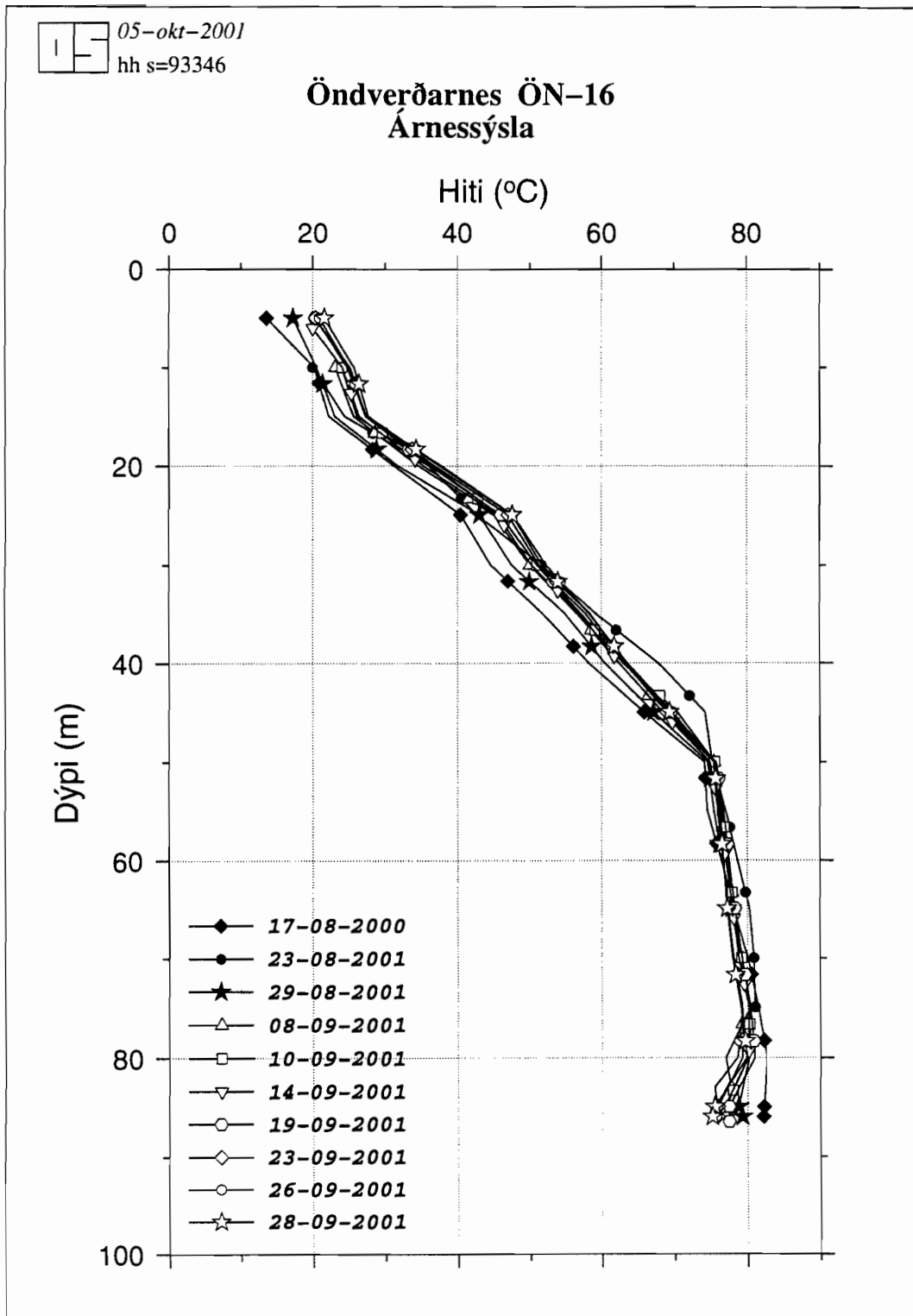
Mynd 8. Hitamælingar í ÖN-13. Holan er aðeins rétt ríflega 60 m djúp. Fyrir dælingu var hitinn yfir 60°C í vatnsborði en þar kólnar verulega meðan dælt er. Fyllt var upp í þessa holu þann 17. september til að draga úr niðurrennsli.



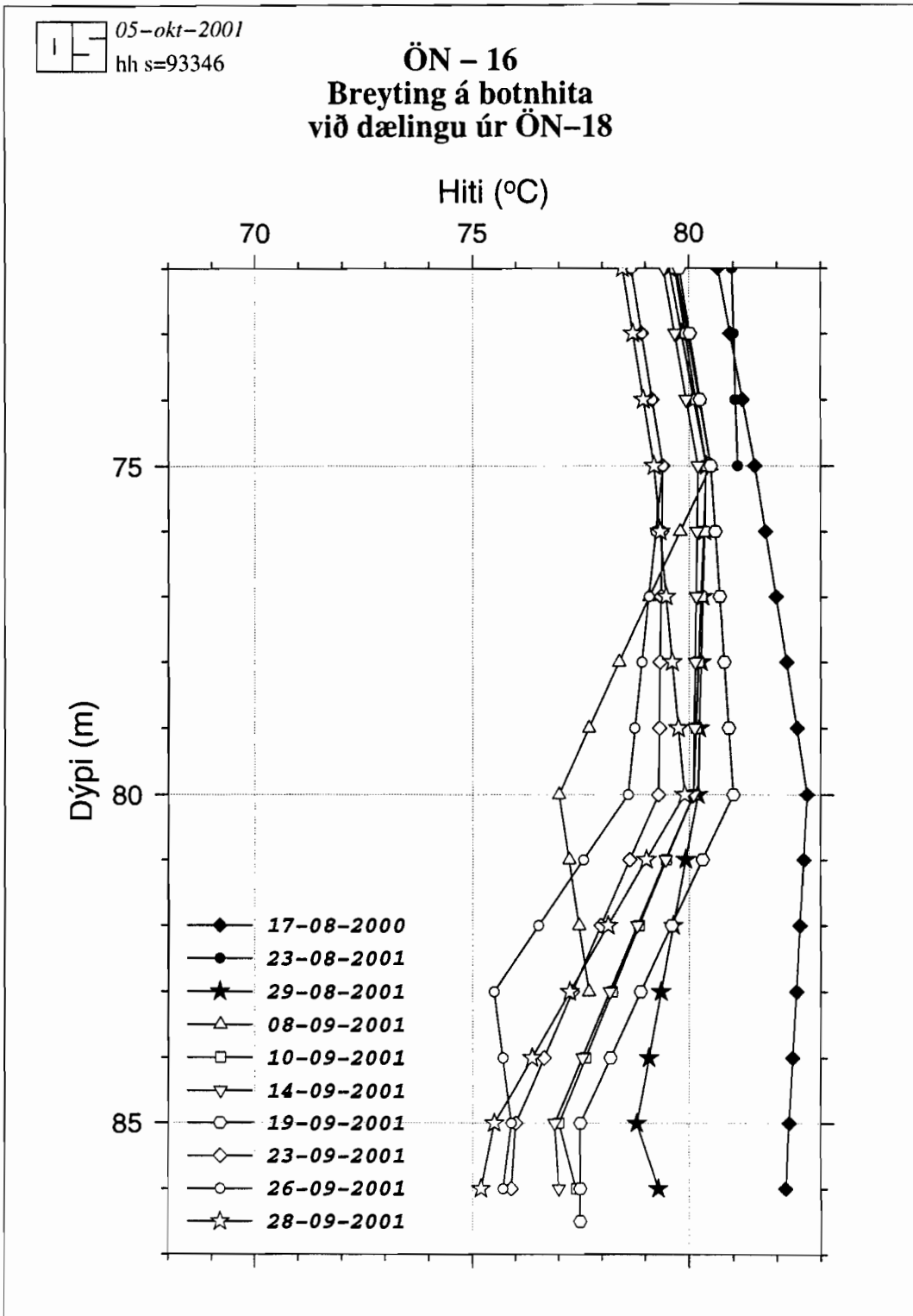
Mynd 9. Hitamælingar í ÖN-15. Í stórum dráttum virðast hitabreytingar ekki vera svo miklar í holunni ofanverðri. Neðan við 95 m kólnar hins vegar stöðugt meðan á dælingu stendur. Þessi þróun er betur sýnd á mynd 10.



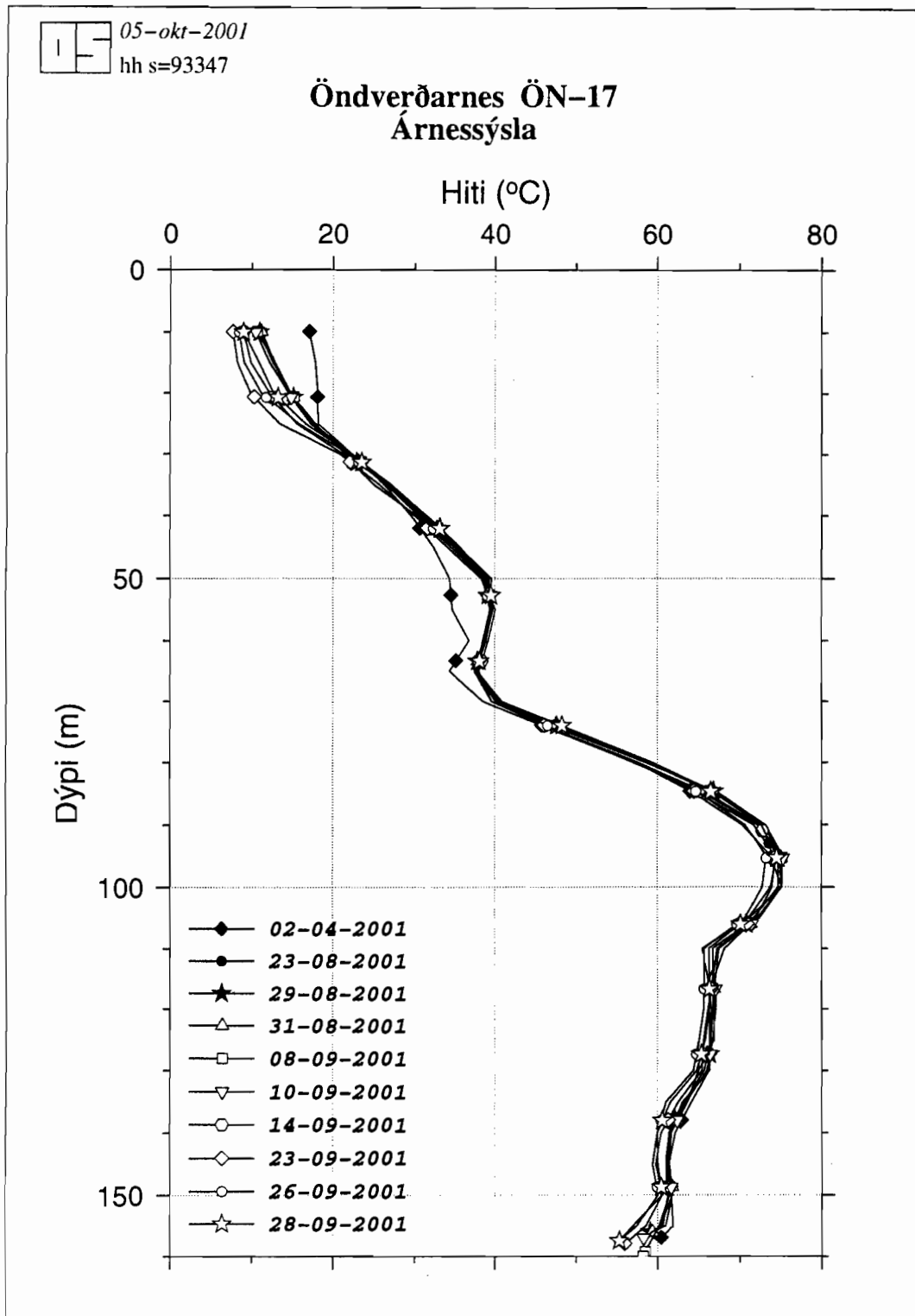
Mynd 10. Botnhiti í ÖN-15. Myndin sýnir hitabreytingarnar á neðstu metrunum meðan á dælingu stóð úr ÖN-18. Þarna kólnaði jafnt og þétt allt tímabilið án tillits til hversu miklu var dælt. Síðasta mælingin var gerð nokkrum klukkustundum eftir að slökkt var á dælu og verður ekki betur séð en að þá þegar hafi holan verið farin að jafna sig.



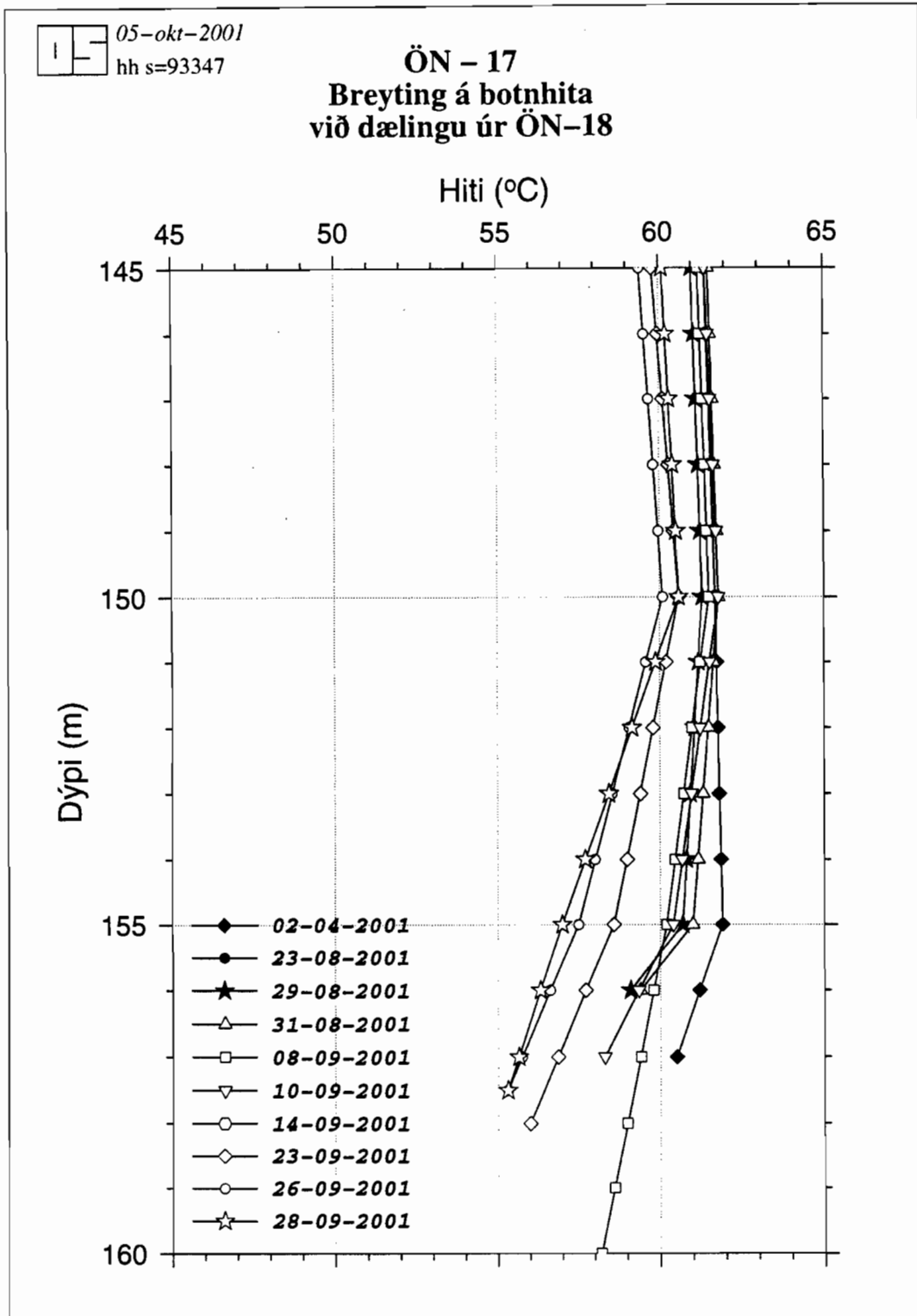
Mynd 11. Hitamælingar í ÖN-16. Holan er þétt upp við úrdælingarholuna og í byrjun hækkar hitinn í henni ofanverðri og helst svo svipaður eftir það. Neðan við 50 m kólnar á hinn bóginn jafnt og þétt, eins og betur kemur fram á mynd 12.



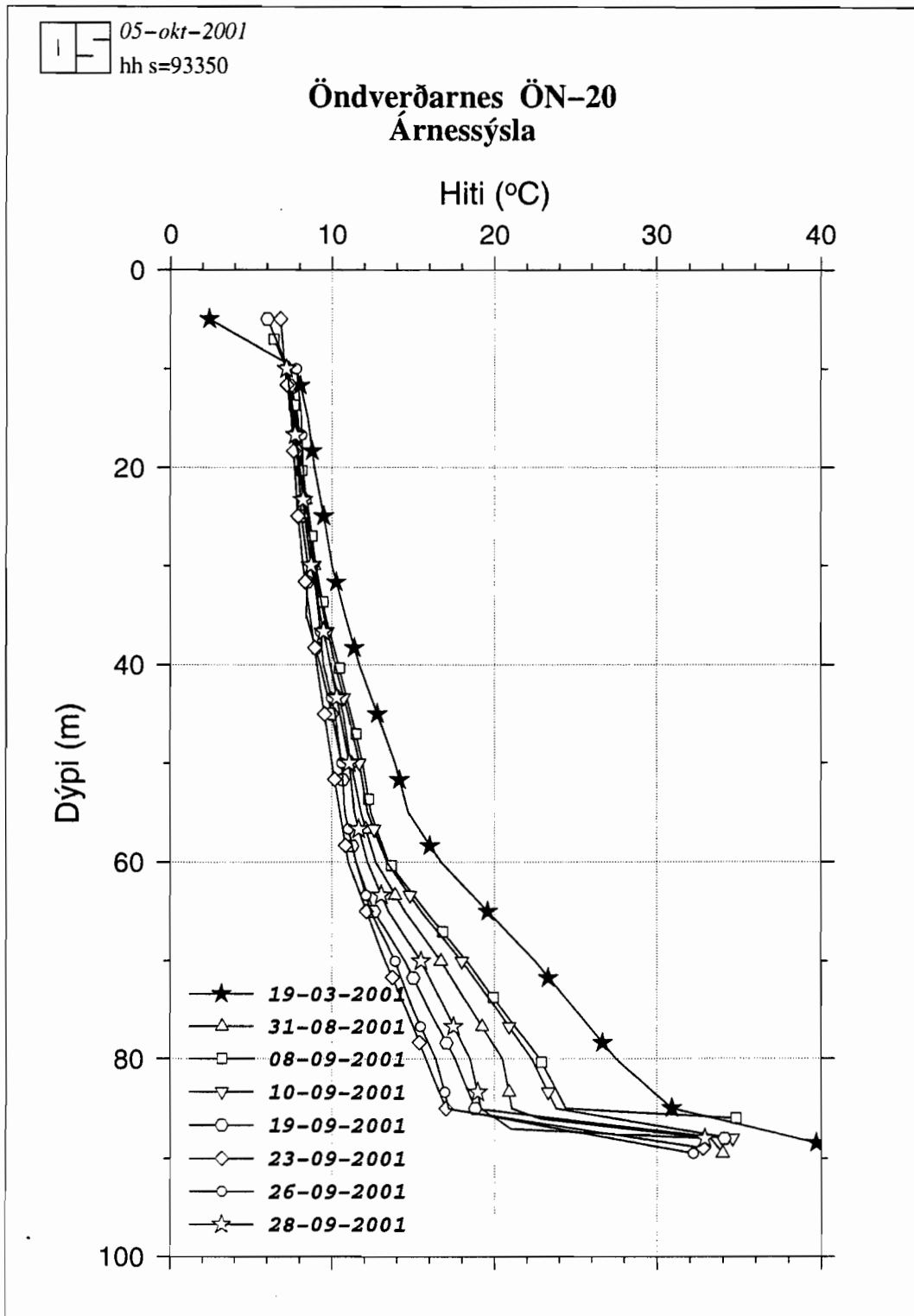
Mynd 12. Botnhiti í ÖN-16. Hitabreytingar vegna dælingar úr ÖN-18 þarna alveg við hliðina eru töluverðar. Botnhitinn lækkar jafnt og þétt og í heildina um einar 7°C og er svipaður og hitinn á vatninu sem upp kom í dælingunni.



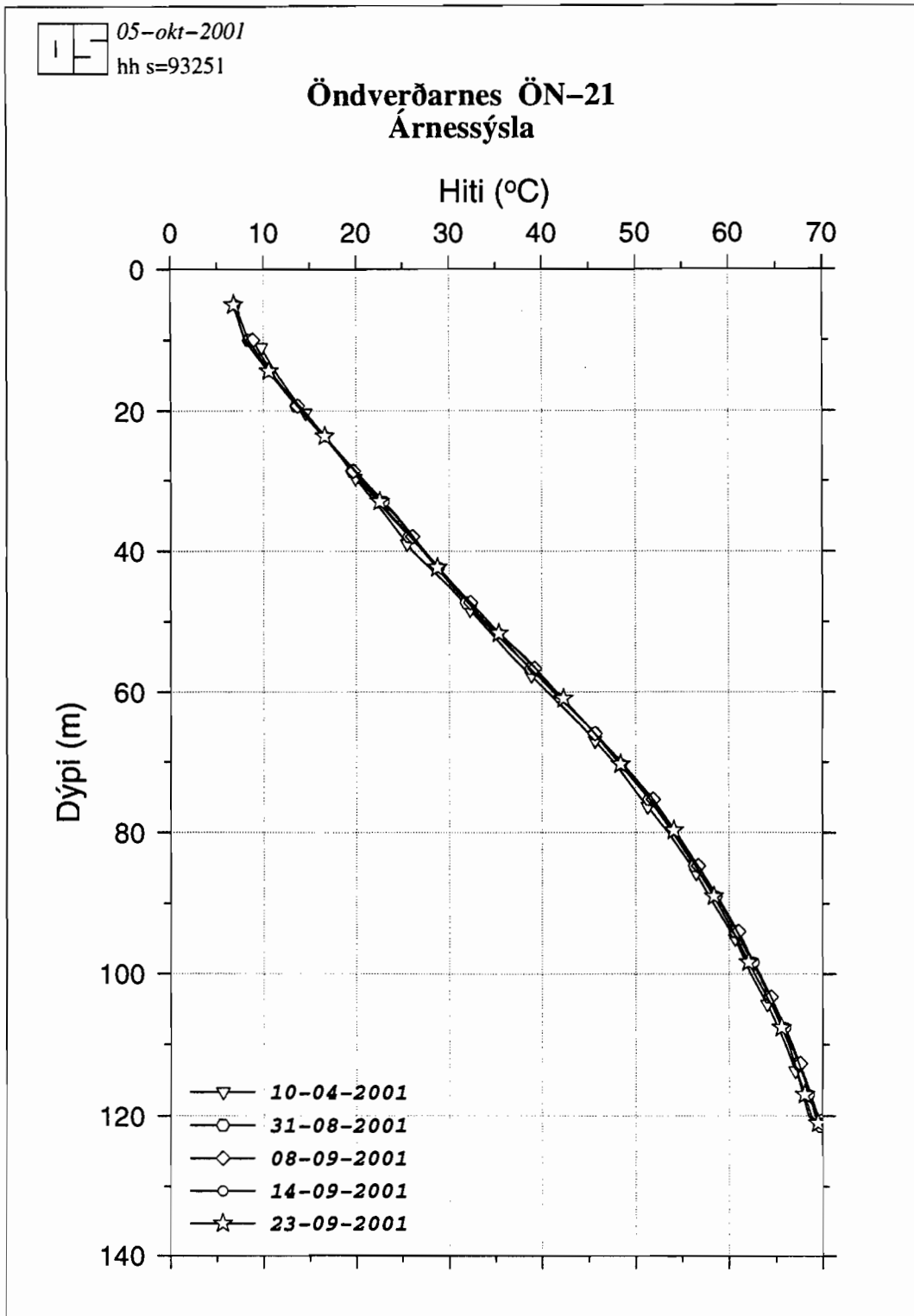
Mynd 13. Hitamælingar í ÖN-17. Ferillinn er afar fjölbreytilegur. Form hans breyttist lítið eftir að dæling hófst en neðan 90 m kólnaði jafnt og þétt; sjá mynd 14. Stöðug æð með um 40°C er á um 55 m dýpi og önnur dalandi (75°C) á um 95 m.



Mynd 14. Botnhiti í ÖN-17. Þarna kólnaði í botninn jafnt og þétt allt tímenn meðan á dælingu stóð úr ÖN-18 og án tillits til hversu miklu var dælt að því virðist. Síðasta mælingin var gerð nokkrum klukkustundum eftir að slökkt var á dælu og virðist hún þá vera farin að jafna sig ofan við 150 m .



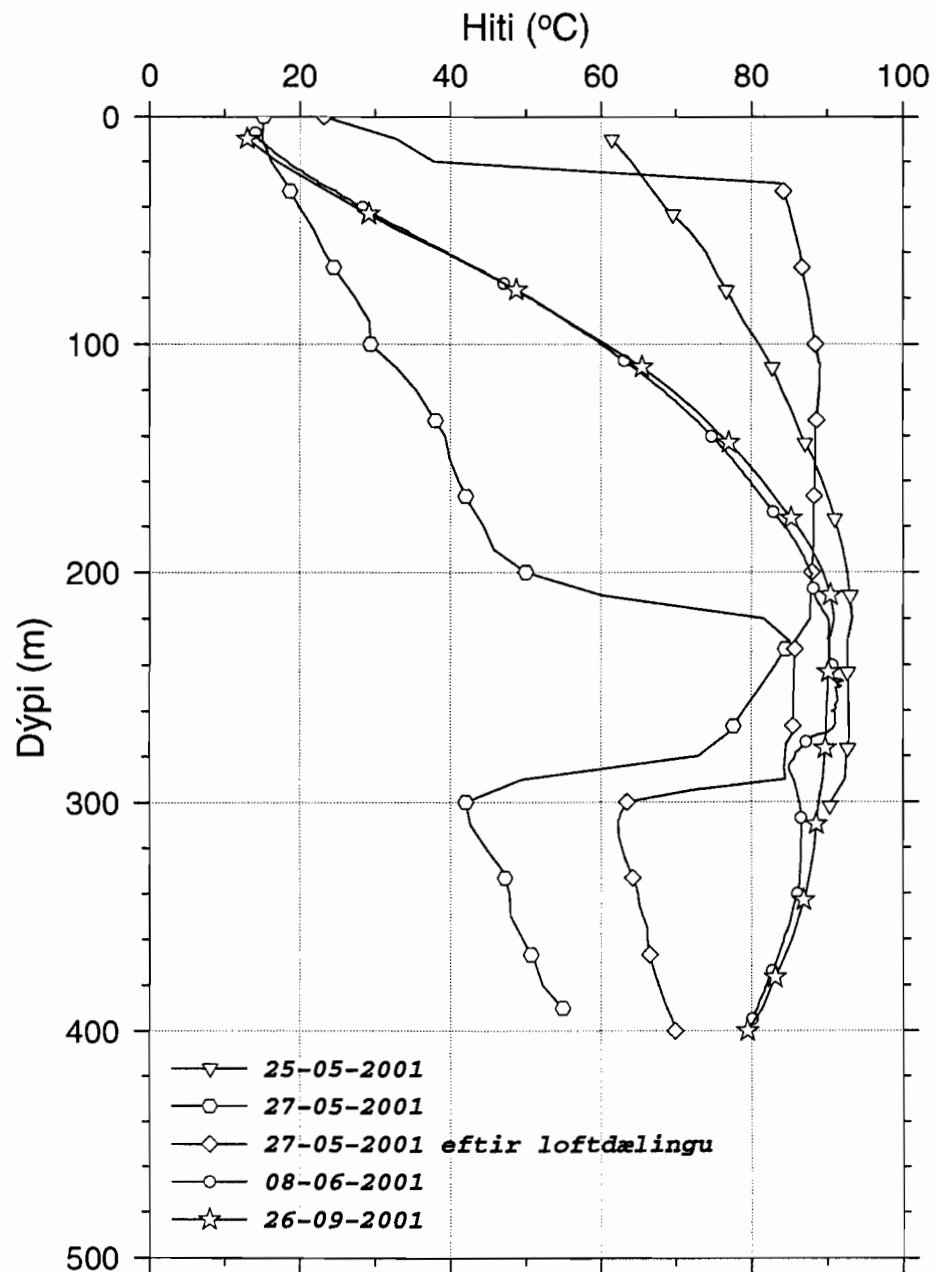
Mynd 15. Hitamælingar í ÖN-20. Holan er töluvert norðar en hinar og eins og í þeim kólnaði meðan dælt var úr ÖN-18 og vísbending er um að holan sé farin að jafna sig í síðustu mælingunni.



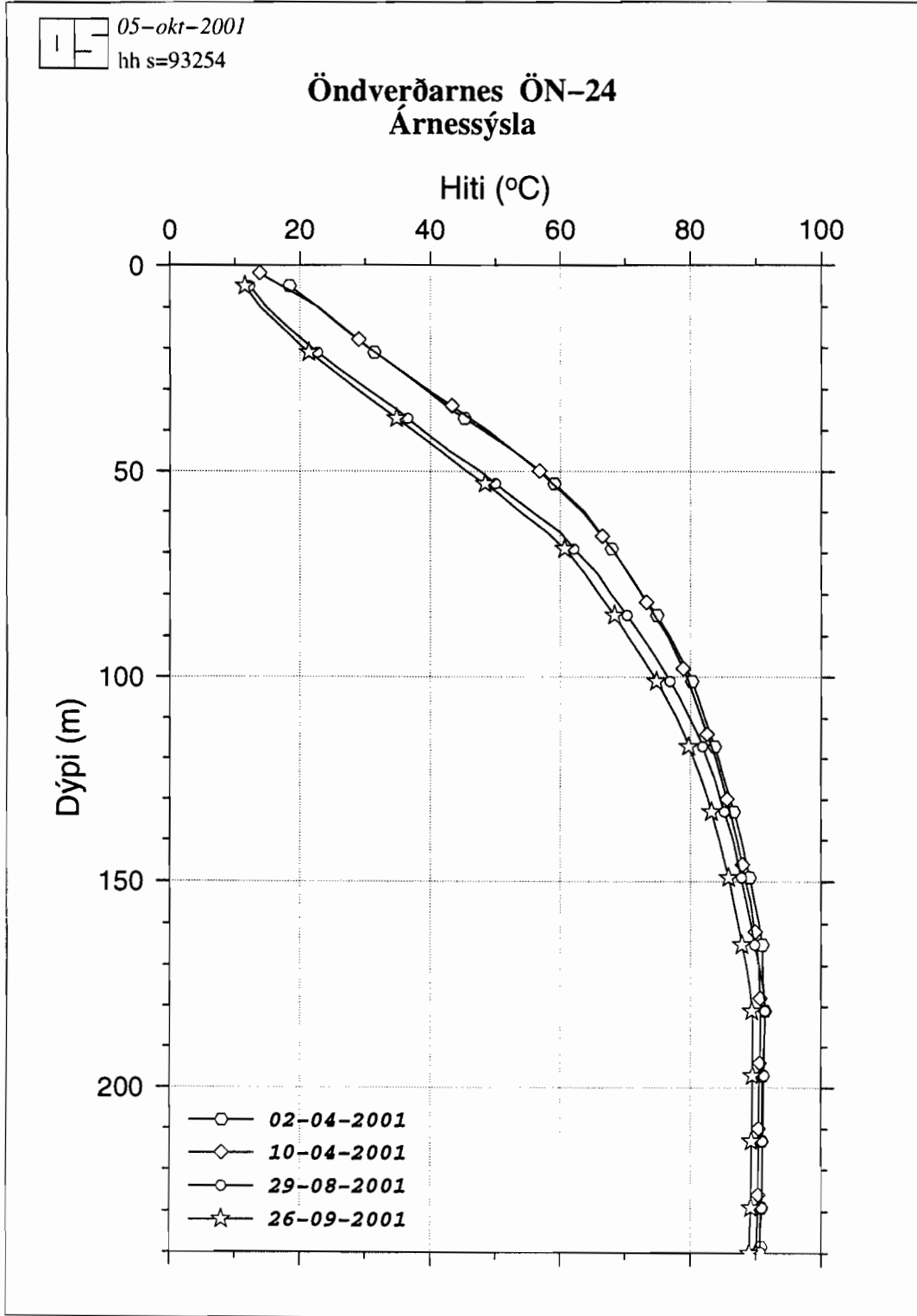
Mynd 16. Hitamælingar í ÖN-21. Sárálitlar breytingar virðast verða á hita í holunni meðan dælt er úr ÖN-18.

26-sep-2001
hh s=93258

Öndverðarnes ÖN-28 Árnessýsla

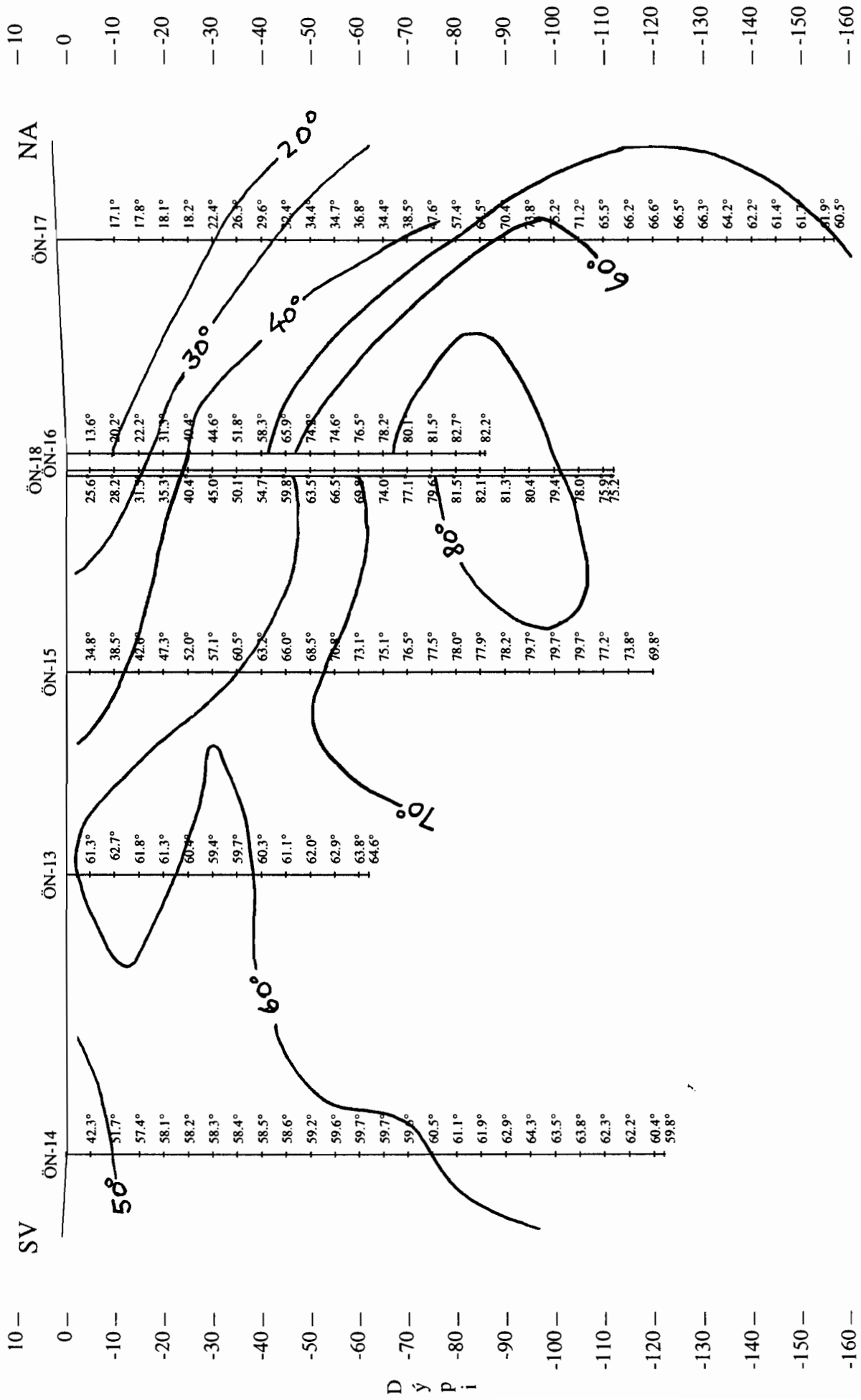


Mynd 17. Hitamælingar í ÖN-28. Hitamælingarnar frá því í vor eru truflaðar af áhrifum borunar og loftdælingar í borlok. Í stórum drátturm verður ekki séð að áhrifa dælingar úr ÖN-18 gæti í hitamælingum í holunni.

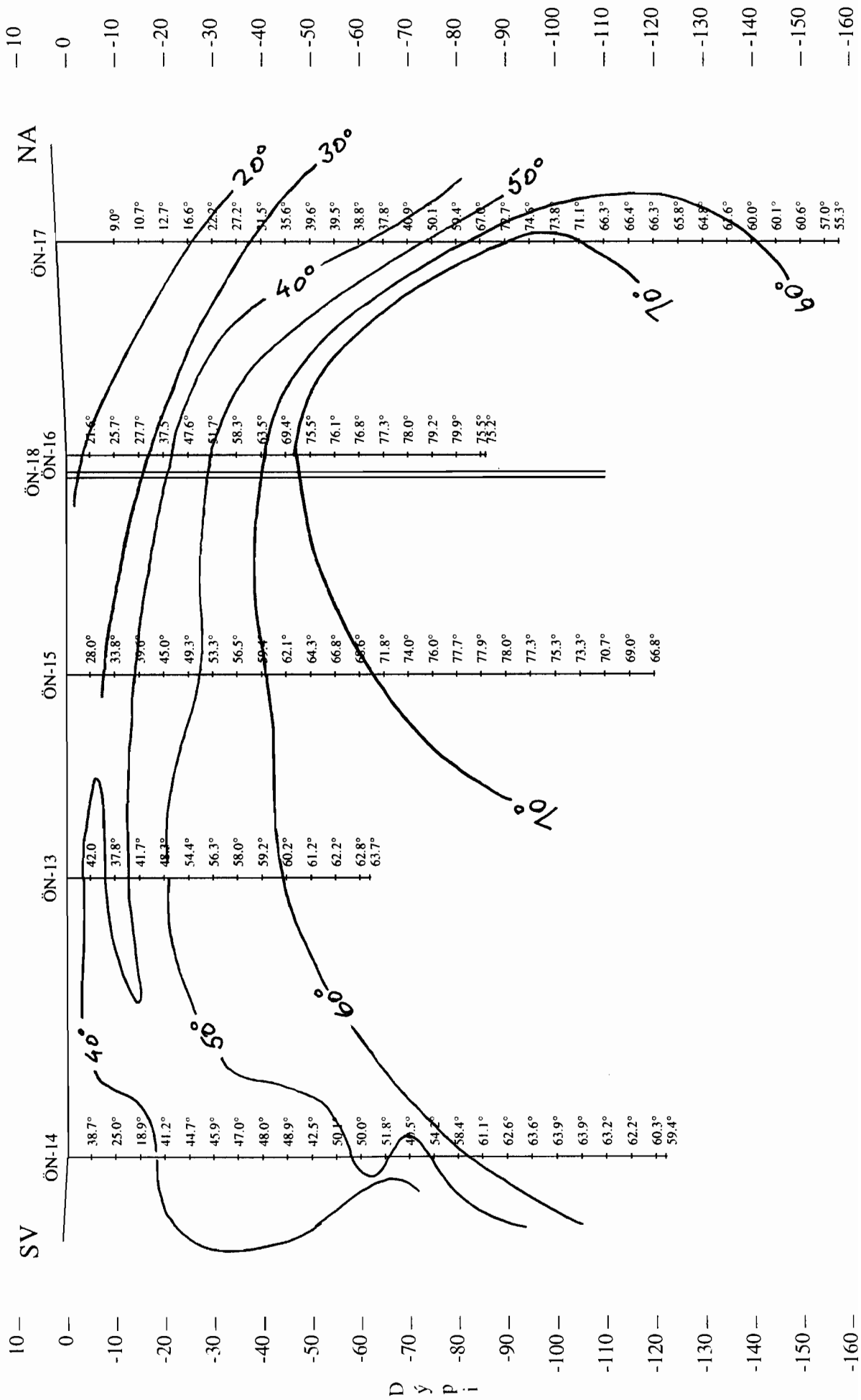


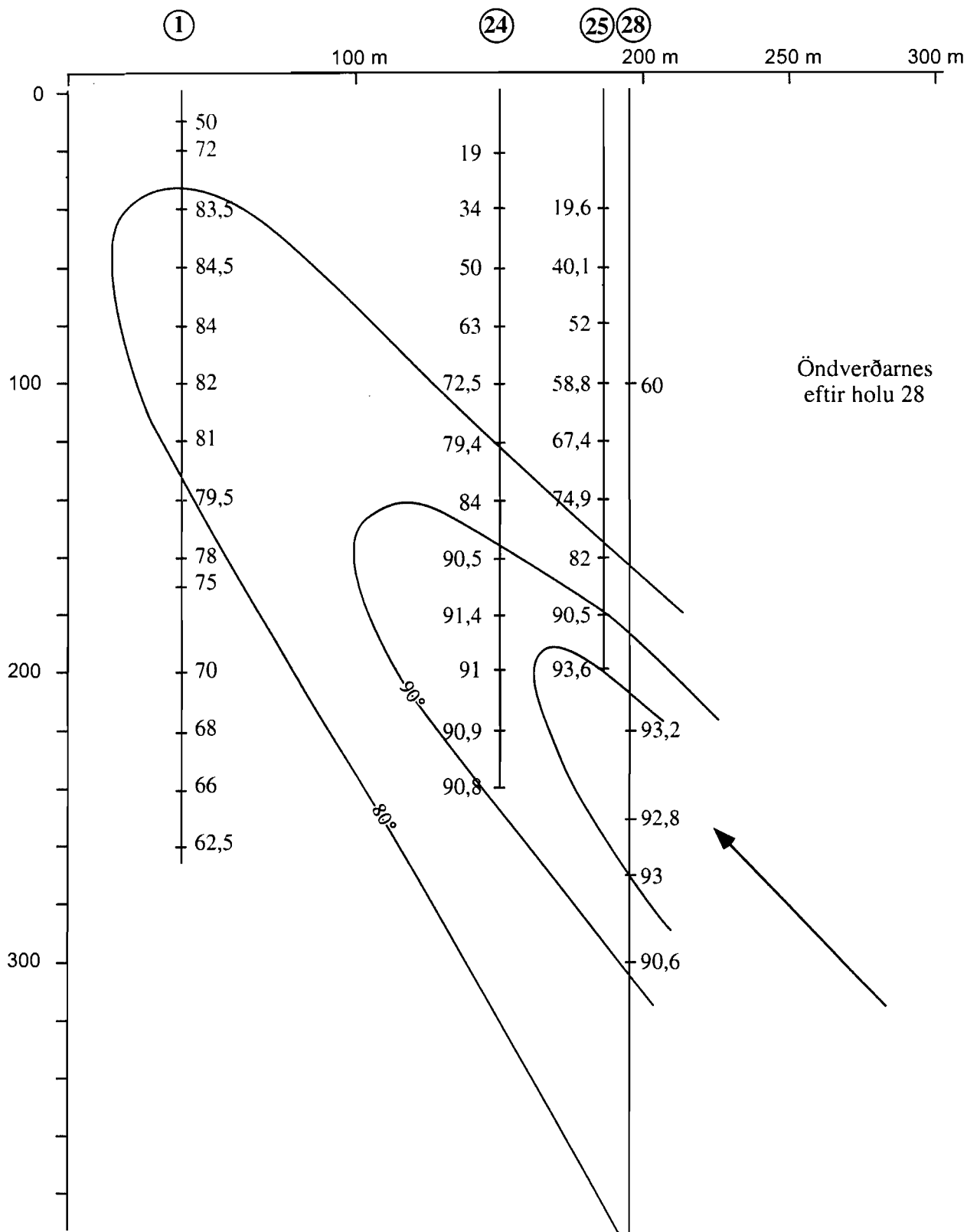
Mynd 18. Hitamælingar í ÖN-24. Breytingar á hita í holunni virðast minni háttar eftir að dæling hefst úr ÖN-18. Hitinn í ofarverðri holunni er þó lægri en hann mældist í vor.

Mynd 19. Snið yfir jarðhitasvæðið í Öndverðarnesi fyrir dælingu úr ÖN 18.
 Hitamælingarnar eru tölvert misaldra. Mælingar úr ÖN-13 og ÖN-16 eru frá ágúst 2000.
 Í hinum holunum var mælt eftir dýpkun í mars og apríl 2001.



Mynd 21. Snið yfir jarðhitasvæðið í Öndverðarnesi að lokinni dælingu úr ÖN 18.
 Hitamælingar gerðar þann 28. september, nema í ÖN-13 (14. sept).





Mynd 22. Jafnhiti um ÖN-28, ÖN-25 og ÖN-01.