



**ORKUSTOFNUN**

Jarökönnunardeild

ÞORLÁKSHÖFN

Dæluprófun neysluvatnsholu

Björn Jóhann Björnsson

## EFNISYFIRLIT

|  |   |
|--|---|
| Inngangur .....                                  | 1 |
| 1. Staðsetning vatnsbóls fyrir Þorlákshöfn ..... | 2 |
| 2. Hönnun neysluvatnsborholanna .....            | 2 |
| 3. Dæluprófun neysluvatnsborholu .....           | 4 |
| 4. Afköst og niðurdráttur .....                  | 5 |
| 5. Lekt hraunsins við Þorlákshöfn .....          | 6 |
| 6. Niðurstöður og lokaorð .....                  | 7 |

### Myndir

1. Snið af neysluvatnsborholu.
2. Hönnun malarsíu.
3. Jarðvatnsstaða í neysluvatnsholu.
4. Jarðvatnsmælingar í athugunarholum.
5. Niðurdráttur og afköst dælu.
6. Lok dælingar.

## INNGANGUR

Í desember 1974 fór Verkfræðipjónusta Guðmundar Óskarssonar Skipholti 15, Reykjavík, þess á leit við Orkustofnun, að hún sendi álitssgerð um möguleika á skólphreinsun í Þorlákshöfn í Ölfushreppi, þannig að skólpi væri dælt beint niður í hraunið, sem Þorlákshöfn er byggð á.

Orkustofnun svaraði með bréfi, sem dagsett er 20. desember 1974, og voru þar sett fram drög að rannsóknaráætlun, sem miðaði að því að fá úr því skorið hvort dæling skólps niður í hraunið væri möguleg og einnig hver yrðu umhverfisáhrif slíkrar dælingar.

Samhliða þessu var leitað til Orkustofnunar vegna staðsetningar og frágangs á nýju vatnsbóli fyrir Þorlákshöfn, því saurmengun hafði komið í ljós í eldra vatnsbóli bæjarins.

Þessi skýrsla fjallar um staðsetningu og frágang á neysluvatnsborholum, sem boraðar voru í Þorlákshöfn á tímabilinu janúar til apríl 1975, og einnig um dæluprófun á annari neysluvatnsbolunni, sem er liður í undirbúningi álitssgerðar um skólpdælingu niður í hraunið.

## 1. STAÐSETNING VATNSBÓLS FYRIR ÞORLÁKSHÖFN

Þorlákshöfn er byggð á hrauni, sem er 6000-7000 ára gamalt og er runnið frá Heiðinni Há, sem er hraundyngja norðvestur af Þorlákshöfn. Austan við Þorlákshöfn er aftur á móti svokallað Leitarhraun, sem er nokkru yngra en hraunið frá Heiðinni Há.

Það sem einkum réði staðsetningu vatnsbólsins í hrauninu frá Heiðinni Há var það, að kaldavatnskerfi Þorlákshafnar er hannað með það fyrir augum að framtíðarvatnsból bæjarins sé vestan við byggðina, og vatnafræðilega er þessi lausn a.m.k. jafngóð og sú lausn að staðsetna vatnsbólið í Leitarhrauni. Er það vegna þess að skólp frá byggðarkjarnanum við Hlíðardalsskóla rennur út í Leitarhraun og einnig mun nýr þjóðvegur til Þorlákshafnar liggja um Leitarhraun og skapa mengunarhættu, ef vatnsból væri staðsett í því.

Að tilhlutan Jón Jónssonar, jarðfræðings hjá Orkustofnun voru boraðar þrjár grunnar holur vestur af Þorlákshöfn í hrauninu frá Heiðinni Há, til þess að athuga halla jarðvatnsflatar. Var vatnsborð í þessum holum mælt nokkrum sinnum og halli jarðvatnsflatar áætlaður út frá þeim mælingum, enda þótt þær væru mjög ófullkomnar og líklega ónákvæmar.

Að þessu loknu var ákveðið í samráði við hreppsnefnd og heilbrigðisnefnd Ölfushrepps að staðsetja hið nýja vatnsból tæplega 1 km fyrir vestan núverandi byggð í Þorlákshöfn.

## 2. HÖNNUN NEYSLUVATNSBORHOLANNA

Boraðar voru tvær neysluvatnsholur með 100 m millibili. Sú lýsing á holunum, sem hér fer á eftir á einkum við þá holu sem boruð var síðar, þ.e. þá holu sem stendur norðar, en hönnun þeirrar holu, sem boruð var fyrr er hliðstæð, þannig að ekki tekur því að lýsa báðum holum sérstaklega.

Athuganir þær sem fyrr var um getið, sýndu að jarðvatns-  
hæð á borstað var aðeins tæplega 3 m yfir sjávarborði skv.  
Vita og Hafnarmálastjóra, sem þýðir að vatnsborð á holu-  
stæðinu er um 2 m yfir meðalsjávarborði.

Við svo lágt jarðvatnsborð getur verið hætt á mengun frá  
sjó. Til þess að minnka þessa hættu var reynt að gera hol-  
una þannig úr garði að niðurdráttur jarðvatnsborðs væri  
sem minnstur við dælingu úr holunni. Þannig var t.d. ákveð-  
ið að hafa síurör 6 m á lengd. Borað var í hrauni niður á  
u.þ.b. 25 m dýpi, en þar fyrir neðan tók við gjall eða mól.  
Jarðvatnsborð var í um 18 m dýpi frá holutoppi. Borun var  
hætt á um 28 m dýpi. Sett var í holuna 6 m langt síurör 8"  
í þvermál með 1 mm breiðum raufum (sjá mynd 1.). Nær síurör-  
ið ekki lengra upp en svo, að tryggt megi teljast að mengun  
í jarðvatnsborði komist ekki inn í holuna.

Í eldra vatnsbólí Þorlákshafanar hafði borið á því, að sandur  
bærist með vatninu. Til þess að reyna að vinna bug á þessu  
vandamáli, er notuð malarsía, sem liggur umhverfis síurörið.

Hægt var að afla tvenns konar forsenda til hönnunar á malar-  
síunni. Annars vegar er um að ræða sand úr vatnskranu í  
Þorlákshöfn og hefur hann meðalkornastærð, um 0.3 mm. Hins  
vegar var tekið "óhreyft" sýni úr mynduninni, sem er undir  
hrauninu frá Heiðinni Há í sambandi við rannsókn á hafnar-  
stæði í Þorlákshöfn árið 1973. Þetta sýni hefur meðalkorna-  
stærð 7.0 mm. Kornarstærðardreifing þessara tveggja sýna  
svo og kornarstærðardreifing malsrsíunnar sem valin var er  
sýnd á mynd 2. Líklegt er að sýnið sem tekið var úr vatns-  
krana í Þorlákshöfn sýni ekki rétta kornarstærðardreifingu  
þeirrar myndunar sem það er ættað úr. Notuð var malarsía með  
meðalkornastærð 3.1 mm. Þessi malarsía á að geta varnað því,  
að sandur berist í holuna ef myndun umhverfis holuna er  
svipuð því og óhreyfða sýnið gefur til kynna. Aftur á móti  
er þessi malarsía næsta gagnslaus í því tilfelli ef myndunin  
umhverfis holuna væri eins og sandsýnið sem tekið var úr  
vatnskranu í Þorlákshöfn. En eins og áður er um getið, þykir

það ólíklegt að myndunin umhverfis holuna sé úr svo fínkornóttu efni eingöngu, auk þess að malarsía, sem varnaði því að sandur úr svo fínkornótttri myndun bærisk inn í holuna, gæti haft of mikil áhrif á vatnsborð í borholunni við dælingu.

### 3. DÆLUPRÓFUN NEYSLUVATNSBORHOLU

Eftir að hola I (syðri hola) hafði verið boruð, var ætlunin að dæluprófa hana með dælu frá Jarðvarmaveitum ríkisins, til þess að kanna hvort sú hola gæfi ein nægilegt vatn fyrir Þorlákshöfn. Þessar prófanir mistókust algjörlega, vegna bilanna í dælubúnaði og var því tekið það ráð að bora aðra holu, til þess að tryggja Þorlákshöfn nægilegt vatn.

Dæluprófun sú, sem lýst verður hér á eftir var gerð með djúpdælu þeirri, sem notuð verður í holu I til neysluvatnsöflunar. Til þess að fylgjast með breytingum á jarðvatnsborði, voru boraðar 3 grunnar holur í beinni línu í suður átt frá neysluvatnsholunni og var fjarlægð þeirra frá henni 3, 6 og 15 m.

Vatnsborðsbreytingar voru þannig mældar á fjórum stöðum á meðan á dæluprófun stóð. Þær breytingar, sem mældust, reyndust vera litlar, þannig að mælingar varð að framkvæma með stuttu millibili, til þess að fá nægjanlega mikla nákvæmni.

Mæling hófst þannig, að byrjað var að mæla í öllum holum, til þess að fá upphaflegt vatnsborð áður en dæling hæfist. Síðan var byrjað að dæla og voru afköst dælnnar mæld jafnóðum og þau smáaukin og fylgst með jarðvatnsborði í neysluvatnsholunni og könnunarholunum. Niðurstöður mælinganna eru sýndar á mynd 3 og 4. Mynd 4 sýnir breytingar á jarðvatnsborði eins og þær voru mældar frá kl. 10<sup>54</sup> til kl. 20<sup>50</sup> 1. júní 1975 í holu DH-3, sem var 15 m frá neysluvatnsholu. Fram komu reglulegar sveiflur á vatnsborðinu, sem aðeins verða skýrðar með því að gera ráð fyrir, að um sjávarfallabylgjur sé að ræðr. Eins og fram kemur er hálfur sveiflutími bylgjanna 6<sup>23</sup> klst. í OH-1

og 6<sup>14</sup> klst. í holu OH-3, og svarar þetta til sveiflutíma um 12 klst. Sveifluhæð bylgjunnar er um 13,5 cm. Nú er augljóst, að þessar breytingar koma einnig fram í neysluvatnsholunni, þannig að þegar mæla á niðurdrátt vegna dælingar, getur mælingin sýnt mismunandi niðurstöður allt upp í u.p.b.  $\pm$  15 cm. Þess vegna verður að leiðrétta vatnsborðið í neysluvatnsholunni um það sem nemur sjávarborðsveiflunni í holunni. Notaðar eru mældar niðurstöður frá OH-1 og OH-3, til þess að leiðrétta vatnsborðið, þannig að þegar dæling hefst er leiðrétting engin en síðar þegar vatnsborð hækkar vegna sjávarfalla verður að leiðrétta mælingu í neysluvatnsholunni sem því svarar. Mynd 3 sýnir annars vegar mælt jarðvatnsborð í neysluvatnsholunni en hins vegar þegar búið er að leiðrétta jarðvatnsborðið fyrir sjávarföllum.

Séu nú mynd 3 og mynd 4 bornar saman má sjá, að áhrif dælingar úr neysluvatnsholu eru nánast engin. Klukkan 11<sup>53</sup> voru afköst dælnnar aukin úr 11 l/sek. í 31 l/sek. Þessi aukning hefur lítil sem enginn áhrif á jarðvatnsborð í OH-1, sem er í 3 m fjarlægð frá neysluvatnsholu. Ef til vill má greina að sjávarfallaferillinn verður flatari á kafla en sú hallahreyfing er svo lítil að hún er ekki marktæk, og gæti stafað af mælingaóvissu.

#### 4. AFKÖST OG NIÐURDFÁTTUR

Samanburður á mældu jarðvatnsborði og leiðréttu jarðvatnsborði á mynd 3 sýnir greinilega hvernig sjávarfalla gætir í neysluvatnsholunni. Á sömu mynd eru einnig sýnd mæld afköst holunnar. Um kl. 15<sup>50</sup> vildi það óhapp til að mælir festist í neysluvatnsholunni og varð að skipta um mæli í henni og við það raskaðist mælingin og hætta varð mælingu í OH-2. Reyndist vera munur á milli jarðvatnsmæla og er sá munur leiðréttur með því að gera ráð fyrir, að þegar væri búið að leiðrétta fyrir sjávarfallaáhrifum, væri jarðvatnsborð í neysluvatnsholunni stöðugt. Um kl 17<sup>30</sup> hækkaði vatnsborð skyndilega um 5 cm í neysluvatnsholunni. Þessi hækkun virðirst ekki eiga rót sína

að rekja til mælingaóvissu, og er líklega skýringin sú, að við mælinguna hafi opnast nýir vatnsvegir að holunni. Mesti niðurdráttur sem hægt var að fá með núverandi ~~dælu~~ reyndist vera 0.93 m. Hæð á klöpp á borstað var skv. upplýsingum frá Verkfræðipjónustu Guðmundar Óskarssonar, 20.7 m skv. bæjar-kerfi. Gera má ráð fyrir, að sá staður sem jarðvatnsmælingar í neysluvatnholunni miðuðust við séu u.p.b. 1 m yfir klöpp eða í hæðinni 21.7 m. Jarðvatnsstaða við mesta niðurdrátt er þá u.p.b. 2.4 m yfir sjávarborði skv. bæjarhæðarkerfinu í Þorlákshöfn. Í hæðarkerfi Vita og Hafnarmálaskrifstofunnar, sem miðað er við meðalstórstraumsfjöruborð, verður lægsta jarðvatnsborð í neysluvatnsholunni í u.p.b. 1.6 m yfir sjó. Því er ekki hægt að útiloka að salt vatn geti mengað neysluvatnið. Dælt var með fullum afköstum í 22 tíma og tekin sýni af vatninu og  $\text{Cl}^-$  greint í þeim. Engin munur  $\text{Cl}^-$  mældist á  $\text{Cl}^-$  innihaldi vatnsins, sem var bæði fyrir og eftir dælingu 13 ppm (parts per million), sem sýnir að ekki er vottur af sjávarmengun í neysluvatninu. Til samanburðar má geta þess, að í efnagreiningu af vatni, sem tekið var í nóvember 1974 úr eldra vatnsbólí Þorlákshafnar var  $\text{Cl}^-$  magn 119.0 ppm.

Vatnsmagn, sem dæla má við 0.90 m niðurdrátt, er um 50 l/sek. Að kvöldi 1. júní mældist vatnsmagnið 52-54 l/sek. við 0.93 m niðurdrátt, en áður en dælan var stöðvuð daginn eftir mældist vatnsmagnið 49 l/sek. og eftir að dælan var stöðvuð og vatnsborð hafði róast, var hægt að mæla niðurdrátt 0.90 m (sjá mynd 6). Hin skjóta vatnsborðshækkun, sem mynd 6 sýnir, er ekki raunveruleg hækkun jarðvatnsborðs, heldur mun vatn, sem sígur úr dælurörinu eiga yfirgnæfandi þátt í þessu fyrirbæri. Mynd 5 sýnir hvernig niðurdráttur breytist með afköstum neysluvatnsholunnar, miðað við að þrýstingur á móti dælunni (til dæmis í vatnskerfi bæjarins) sé enginn. Sést hvernig dælu-einkenni breytast, þannig að þegar dælt er meiru en u.p.b. 45 l/sek. verður lítil aukning í afköstum miðað við aukningu niðurdráttar.

##### 5. LEKT HRAUNSENS VIÐ ÞORLÁKSHÖFN

Ætlunin var að reikna út lekt hraunsins við Þorlákshöfn með



Því að mæla niðurdrátt jarðvatnsborðs í athugunarborholum sem boraðar voru í suðurátt frá þeirri neysluvatnsholu sem prófuð var. Þar sem enginn niðurdráttur mældist var ekki hægt að nota áðurnefnda aðferð til þess að reikna úr lekt hraunsins. Aftur á móti er hægt að nota niðurstöður þær, sem fengust við dæluprófunina til þess að áætla lekt hraunsins með því að bera saman sveifluhæð sjávarfalla eins og hún mældist í borholunum. Notuð er eftirfarandi jafna, sem lýsir sambandi jarðvatnsborðs, staðsetningar, og vatnsleiðnieinkennum vatnsleiðarans:

$$\frac{\delta^2 h}{\delta x^2} + \frac{\delta^2 h}{\delta y^2} + \frac{\delta^2 h}{\delta z^2} = \frac{s}{T} \frac{\delta h}{\delta t} \quad 5.1$$

Tafla 5.1 útskýrir þau tákni, sem notuð eru í þessum kafla. Til þess að unnt sé að nota jöfnu 5.1 verður að einfalda raunverulegar aðstæður mikið, og áður en lengra er haldið er best að geta helstú einfaldana, sem nauðsynlegt er að gera, til þess að jafna 5.1 gildi.

a. Gert er ráð fyrir því að hraði vatnsflæðis í hrauninu sé í réttu hlutfalli við halla jarðvatnsborðs þ.e. að eftirfarandi jafna gildi:

$$V = k \cdot i$$

Líklegt er að þessi jafna gildi þegar litið er á vatnsleiðara eins og hraunið við Þorlákshöfn, í heild, en vafasamt er, að hún gildi um smærri svæði eða litla hluta af vatnsleiðaranum.

b. Jafnan gildir aðeins um vatnsleiðara, þar sem yfirborð jarðvatns er undir meiri þrýstingi heldur en einni loftþyngd. Til þess að jafna 5.1 gildi um vatnsleiðara eins og hraunið við Þorlákshöfn verður að gera ráð fyrir því, að breytingar á jarðvatnsborði vegna sjávarfalla séu litlar í samanburði við þykkt jarðvatns í vatnsleiðaranum. Þessi nálgun gildir líklega í námunda við neysluvatnsborholurnar en mun varla gilda mjög nálægt ströndinni.

c. Gert er ráð fyrir því að stærðirnar  $S$  og  $T$  breytist ekki í hrauninu og að þær séu óháðar stefnu vatnsflæðis.

d. Gert er ráð fyrir því, að vatnsleiðarinn sé óendanlega stór í láréttri stefnu, þykkt hans sé allsstaðar hin sama og botn hans vatnspéttur. Með tilliti til þeirra útreikninga sem hér fara á eftir má segja að hraunið sé óendanlega stórt. Þykkt vatnsleiðarans er líklega nokkuð jöfn, þegar dregur frá ströndinni, en hætt er við því að nálægt ströndinni gildi þessi nálgun ekki. Mismunur á lekt hraunsins og undirlagi þess er líklega nógu mikill til þess að hægt sé í þessum útreikningum að gera ráð fyrir að botn vatnsleiðarans sé vatnspéttur.

---

TAFLA 5.1

Þýðing tákna í þeirri röð sem þau koma fyrir í kafla 5

|            |   |
|------------|---|
| $h$        | hæð jarðvatnsyfirborðs yfir sjávarmáli  |
| $x, y, z,$ | ímyndað hnítakerfi. Hér er $x$ -ásinn ímyndaður samsíða stystu fjarlægð frá vatnsbóli til strandar. |
| $S$        | forðastuðull, (storage coefficient)   |
| $T$        | leiðnistuðull, (coefficient of transmissibility)  |
| $t$        | tími  |
| $K$        | Lektarstuðull (hydraulic conductivity)  |
| $v$        | hraði jarðvatnsstreymis   |
| $i$        | halli jarðvatnsyfirborðs  |
| $t_0$      | sveiflutími flóðbylgjunnar  |
| $h_0$      | sveifluhæð sjávarfalla við ströndina  |
| $h_x$      | sveifluhæð jarðvatnsyfirborðs í fjarlægð $x$ frá strönd   |
| $b$        | þykkt vatnsleiðarans  |
| $\alpha$   | póruhlutfall vatnsleiðara (porosity)  |
| $t_L$      | taftími flóðbylgjunnar  |

e. Gert er ráð fyrir að breytingar á halla jarðvatnsborðs eigi sér stað í aðeins einni stefnu, þ.e.

$$\frac{\delta^2 h}{\delta y^2} = \frac{\delta^2 h}{\delta z^2} = 0$$

f. Að lokum er gert ráð fyrir því að flóðbylgjan berist að neysluvatnsholunni eftir stystu leið frá ströndinni (1500 m). Þetta er að sumu leyti ólíklegt, en notast verður við þessa einföldun þar sem hegðun flóðbylgjunnar í hrauninu í Þorlákshöfn er óþekkt enn sem komið er.

Samkvæmt einföldun e má rita jöfnuna 5.1

$$\frac{\delta^2 h}{\delta x^2} = \frac{s}{T} \frac{\delta h}{\delta t} \tag{5.2}$$

Með því að beita vissum randskilyrðum kemur fram eftirfarandi lausn á jöfnu 5.2

$$h = h_0 \left( e^{-x \sqrt{\pi S / t_0 T}} \right) \sin \left( \frac{2\pi t}{t_0} - x \sqrt{\pi S / t_0 T} \right) \tag{5.3}$$

Því er sveifluhæð sjávarfallabylgjunnar í fjarlægð x frá ströndinni táknud með eftirfarandi jöfnu

$$h_x = h_0 \exp \left( -x \sqrt{\pi S / t_0 T} \right) \tag{5.4}$$

eða

$$\frac{S}{T} = \frac{(\ln (h_0 / h_x))^2}{x^2} \frac{t_0}{\pi} \tag{5.5}$$

Allar stærðir á hægri hlið jöfnu 5.5 eru nú þekktar nema  $h_0$ , sveiflu hæð flóðbylgjunnar við ströndina. Hún er fundin frá töflu 5.2, sem sýnir sjávarföll við Þorlákshöfn 1. júlí 1975 skv. upplýsingum Sjósmælinga Íslands.

TAFLA 5.2

Sjávarföll við Þorlákshöfn 1. júlí 1975

|       | tími  | hæð yfir fastamerki (m) |
|-------|-------|-------------------------|
| Fjara | 5:00  | 0.75                    |
| Flóð  | 11:05 | 2.24                    |
| Fjara | 17:30 | 0.90                    |
| Flóð  | 23:30 | 2.20                    |

Samkvæmt töflu 5.2 er  $h_0 = 75.4$  cm,  $h_x$  er fundin á mynd 4 og er um það bil 13.5 cm. Fjarlægð til strandar (x) er áætluð 1.500 m og sveiflutími flóðbylgjunnar ( $t_0$ ) 12.5 klst. Séu þessar stærðir settar inn í jöfnu 5.5 fæst:

$$\frac{S}{T} = 2 \cdot 10^{-6} \frac{\text{sek.}}{\text{cm}^2}$$

Til þess að áætla út lektarstuðul hraunsins má gera ráð fyrir að  $S = \alpha$ , en  $\alpha$  er áætlað að sé u.p.b. 10%. Einnig er gert ráð fyrir að þykkt vatnsleiðarans sé 10 m (skv. lýsingu á borholum og mynd 1). Þá fæst:

$$k = 50 \text{ cm/sek.}$$

Hér á undan hefur raunverulega verið gert ráð fyrir því að flóð, sem mældist við ströndina kl. 11<sup>05</sup> þann 1. júlí 1975 sé sama flóð og mælist í mælingaholunum milli kl. 14-15 sama dags. Þetta þýðir að það tekur flóðbylgjuna 3-4 klst. að berast frá ströndinni að neysluvatnsholunum. Þessi tími er nefndur taftími flóðbylgjunnar. Á mynd 4 er ekki hægt að tímasetja flóðið nákvæmlega en óhætt er að fullyrða að það kemur fram milli kl. 14 og 15. Ofangreinda fullyrðingu má prófa og jafnframt má sýna fram á nokkurt samræmi í niðurstöðum á eftirfarandi jöfnu um taftíma flóðsins milli strandar og mælingastaðarins:

$$t_L = x \sqrt{\frac{t_0 S}{4\pi T}} \quad 5.6$$

Sé reiknað gildi fyrir  $\frac{S}{T}$ , sem fengið var með því að bera saman hæð flóðsins við ströndina og hæð flóðsins í mælingaborholunum, notað til þess að reikna út taftíman fæst  $t_L = 3 \frac{1}{2}$  klst., sem er í mjög góðu samræmi við mælingar.

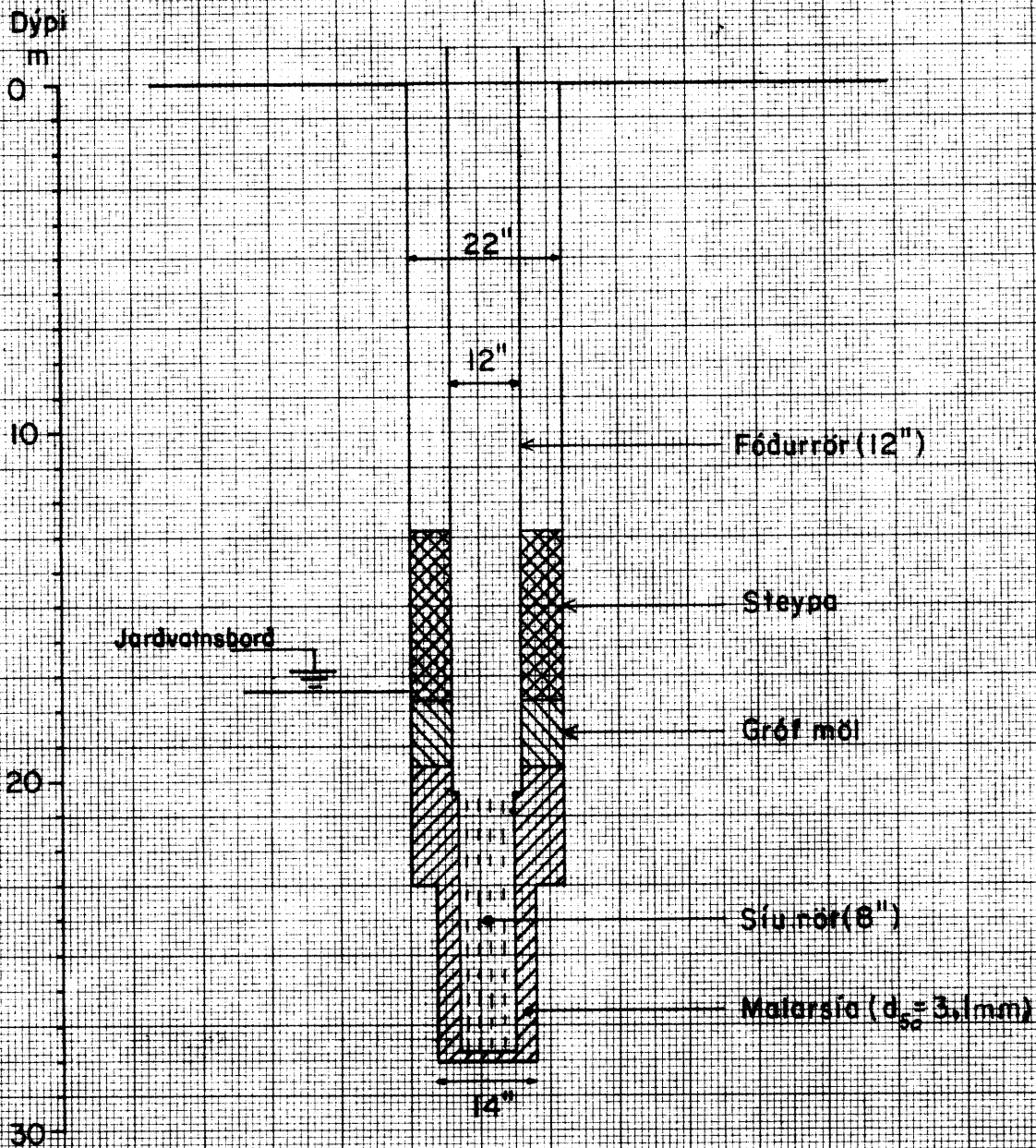
Ekki er mögulegt að gefa upp sérstök óvissumörk fyrir ofangreinda útreikninga. Til þess eru of margir þættir óþekktir og útreikningarnir byggðir á ónákvæmri nálgun á raunverulegum aðstæðum. Þó virðist vera samræmi í niðurstöðum sbr. mældan og útreiknaðan taftíma. Einnig er lektarstuðull ( $K$ ) í samræmi við þær fáu mælingar sem gerðar hafa verið á lekt samþaralegra hrauna. Þess vegna er talið líklegt að ofangreindar niðurstöður geti gefið stærðargráðu lektarstuðuls hraunsins í Þorlákshöfn.

#### 6. NIÐURSTÖÐUR OG LOKAORÐ

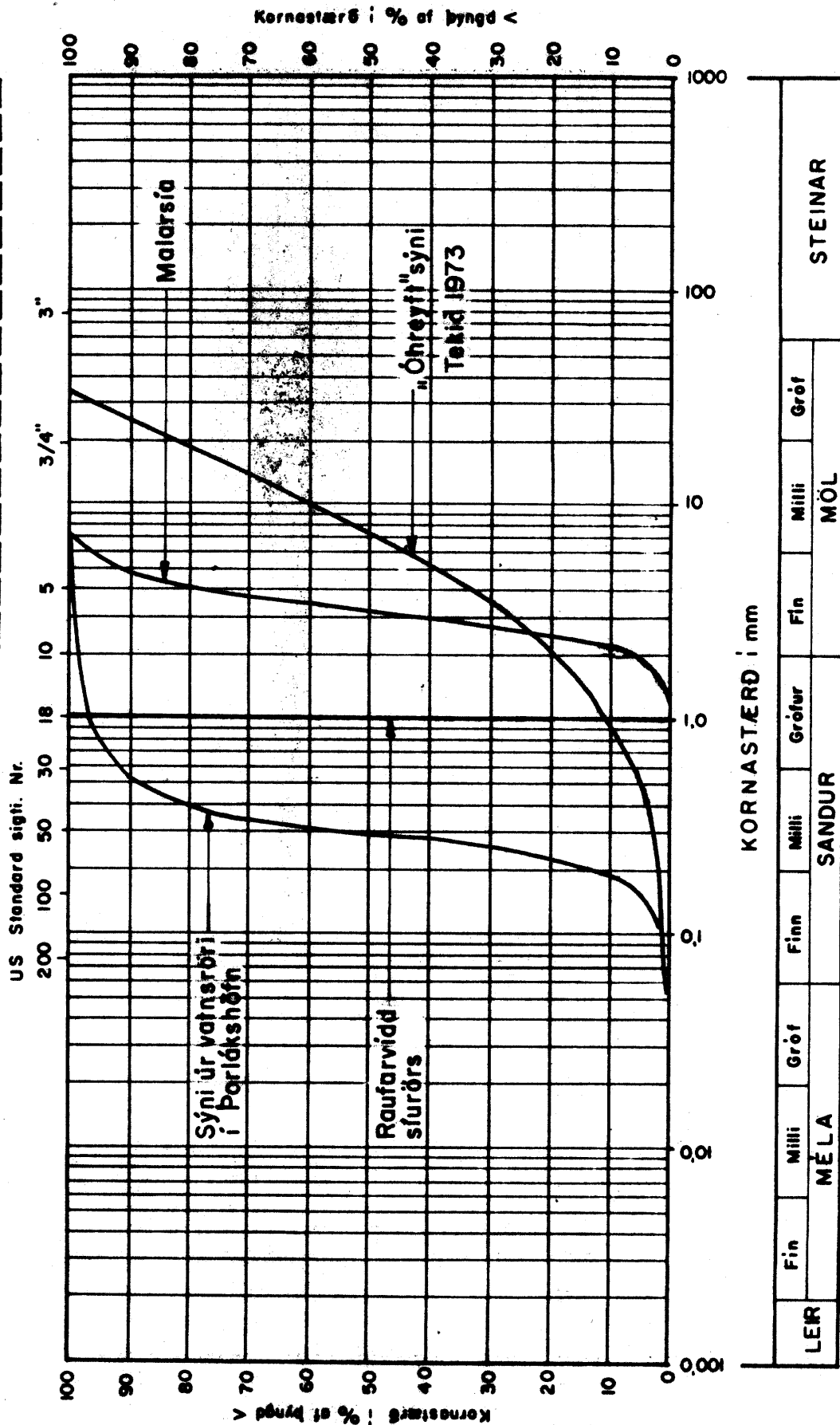
Staðsetning vatnsbólís fyrir Þorlákshöfn var valin með m.a. það fyrir augum að mengunarhætta yrði sem minnst. Vegna þess hve yfirborð hraunsins við vatnsbólíð er bert væri gott að girða vatnsbólíð, til að koma í veg fyrir óþarfa mengun vegna umferðar manna og dýra. Jarðvatnsyfirborð við vatnsbólíð er mjög lágt yfir sjávarmáli og er því möguleiki á því að sjór geti mengað jarðvatnið ef langvinn dæling með hámarksafköstum á sér stað. Því er sjálfsagt að fylgjast með saltmagni í borholunum, þar til reynsla fæst um öryggi vatnsbólísins. Reynt var að ákveða lektarstuðul hraunsins með mælingum á jarðvatnsyfirborði. Niðurstaða sú, sem fékkst með þessum hætti ( $k = 50$  cm/sek.) gefur hugsanlega u.p.b. rétta stærðargráðu. Þessi niðurstaða bendir til þess að lítil vandkvæði séu á því að dæla skólpi niður í hraunið, svo framarlega sem hægt er að halda dælingaholunum óstífluðum. Afla þarf upplýsinga um umhverfisáhrif slíkrar dælingar. Meðal þeirra upplýsinga sem aflað þarf eru upplýsingar um halla jarðvatnsyfirborðs og hegðun sjávarfalla undir kaupstaðnum sjálfum, svo og hvort vandræði geti skapast vegna fnykmengunar eða mismunar á hitastigi skólpsins og hraunsins.



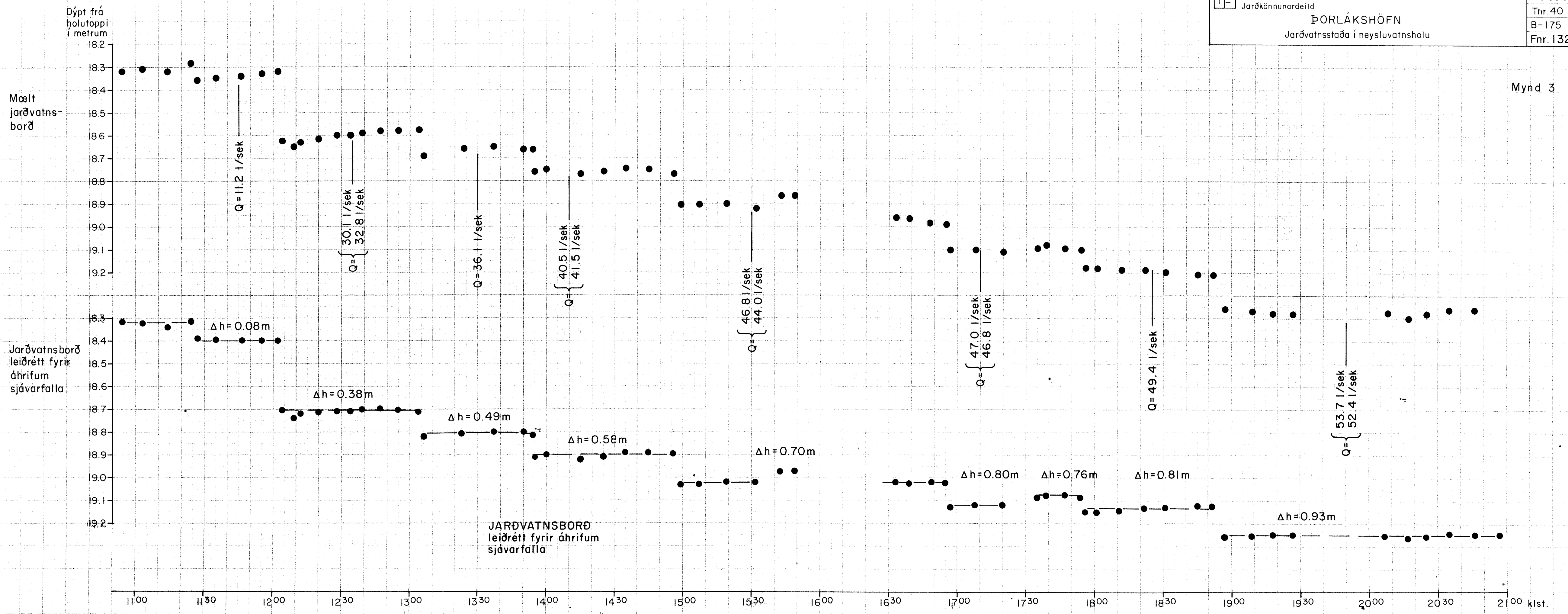
MYND I



MYND 2



Mynd 3





DÝPI, mælt í metrum  
fró holutoppum

HOLA:OH-1

18.0  
8.1  
8.2  
8.3  
8.4

Sveifluhæð ≈ 14 cm

1/2 Sveiflutími = 6<sup>25</sup> klst.

MEDAL JARÐVATNSBORD

HOLA:OH-3

17.3  
17.4  
17.5  
17.6

Sveifluhæð ≈ 13 cm

1/2 Sveiflutími = 6<sup>14</sup> klst.

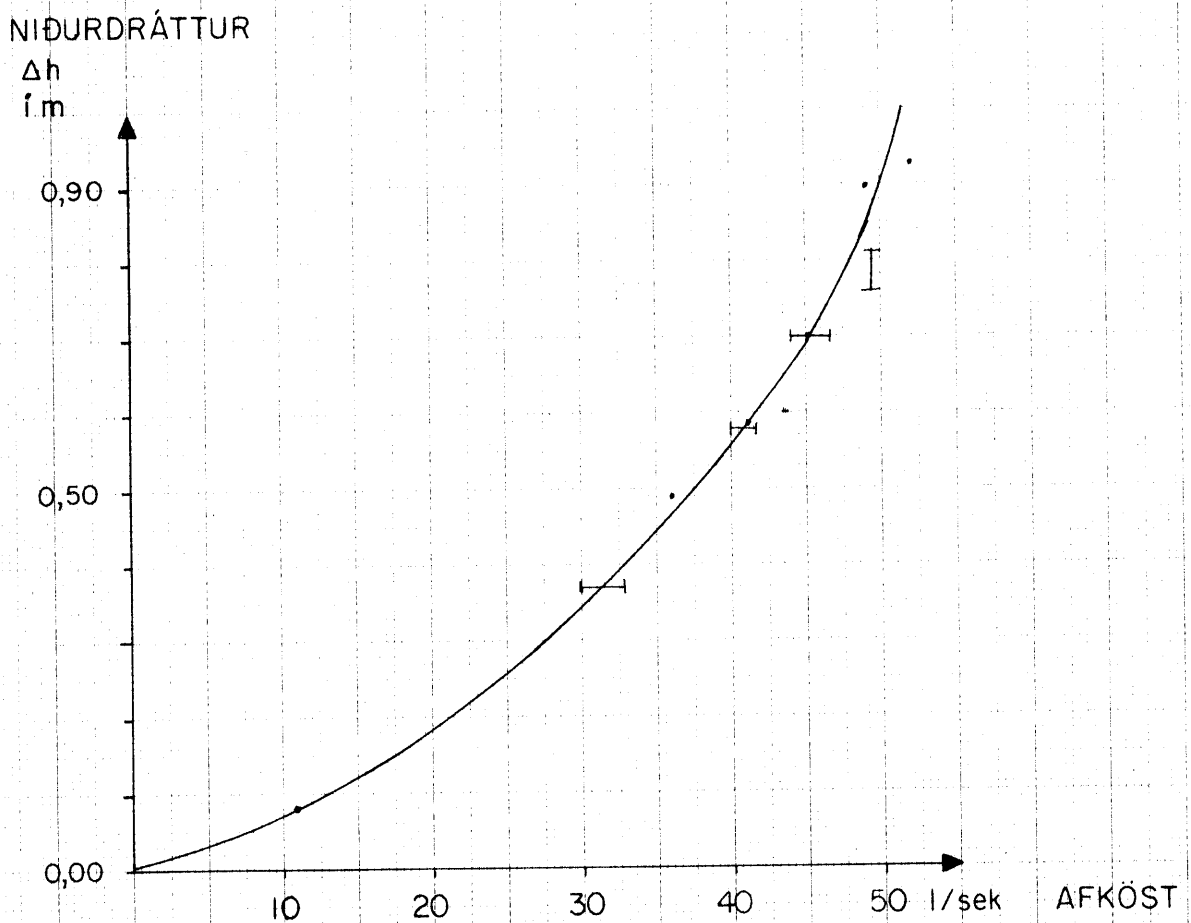
MEDAL JARÐVATNSBORD

DIÆLING HEFST

11:00 11:30 12:00 12:30 13:00 13:30 14:00 14:30 15:00 15:30 16:00 16:30 17:00 17:30 18:00 18:30 19:00 19:30 20:00 20:30 21:00 klst.



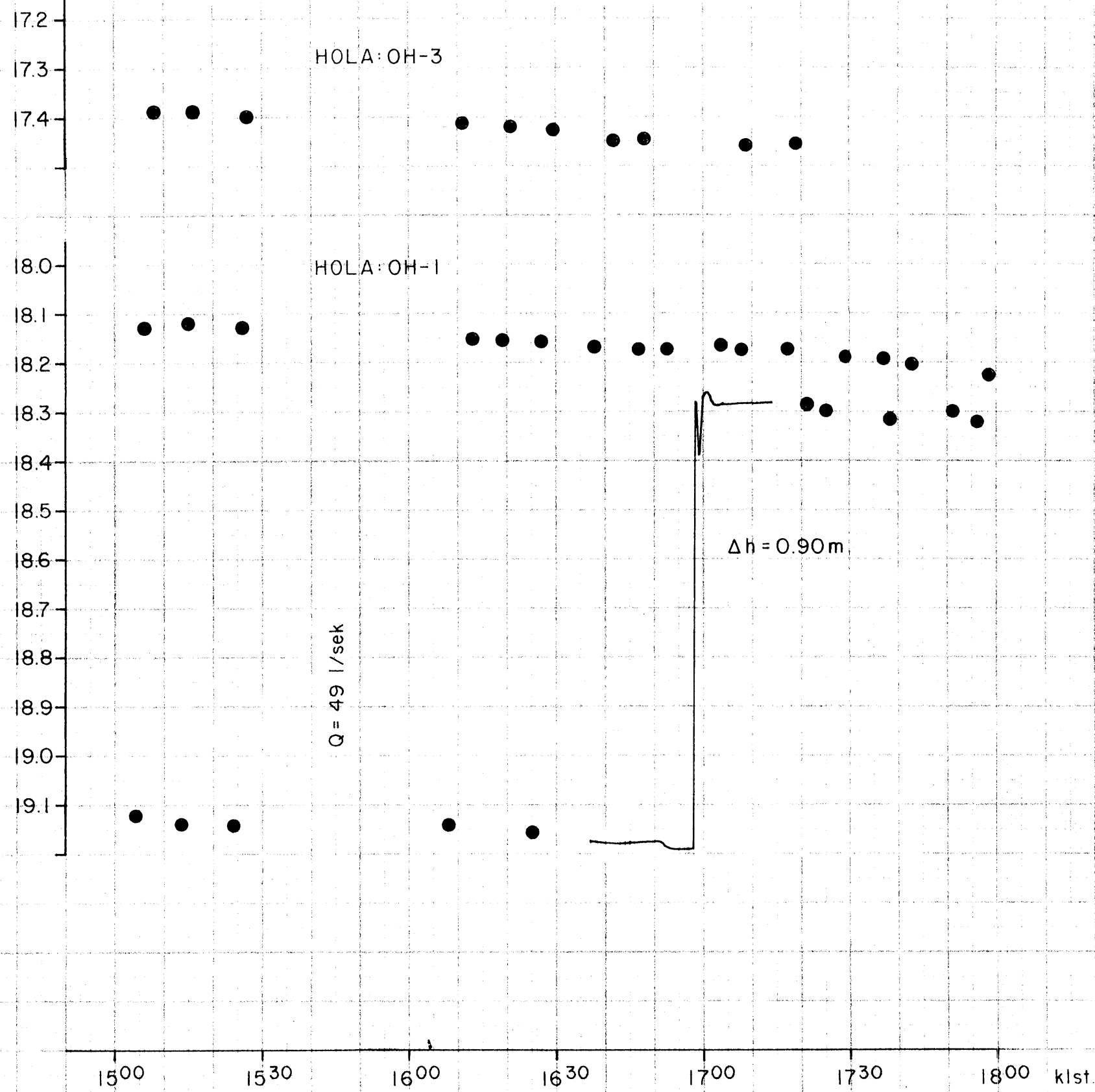
MYND 5



Línuritid er míðað við að mótbrýstingur sé enginn



Dýpi, mælt í metrum  
frá holutoppum



MYND 6