

**Orkuveita Reykjavíkur  
Stutt dæling úr HK-22 og HK-23  
við Engidalskvísl**

**Þórólfur H. Hafstað  
Gunnar Gunnarsson**

Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur

## Orkuveita Reykjavíkur

### Stutt dæling úr HK-22 og HK-23

### við Engidalskvísl

Föstudaginn 27. desember 2002 var dælt í tilraunarskyni úr vinnsluholunum HK-22 og HK-23 við Engidalskvísl á Mosfellsheiði. Þetta var aðeins skammtímadæling og ber að taka niðurstöðunum sem fyrstu vísbendingu um það hvernig grunnvatnsborð á þessu svæði bregst við úrdælingu. Ýmist var dælt úr annarri holunni eða báðum í senn og niðurdráttur vatnsborðsins mældur í dæluholunum sjálfum og einnig í rannsóknarholunni HK-21, sem þarna er rétt hjá. Meiningin var að reyna að fá annars vegar mat á heildarniðurdrætti við dælingu á fullum afköstum úr báðum holunum en hins vegar að þrepadæla a.m.k. aðra vinnsluholuna til að fá afkastaferil hennar. Allar eru holurnar í norðurjaðri þurrs leysingavatnsfarvegar um 150 m norðan við Engidalskvísl.

*Innbyrðis er afstaða holnanna þannig:*

Milli HK-21 og HK-22 eru 29.63 m, milli HK-21 og HK-23 eru 53.30 m,  
milli HK-22 og HK-23 eru 27.17 m, milli HK-23 og rennslismælingakars eru 20 m,  
karið og dæluholurnar (HK-23 og HK-22) eru á línu 45° austan við norður.

*Frágangur og fóðringar eru með þessum haetti í holunum:*

*HK-21* er með Ø8" lausa fóðringu í 78 m dýpi: Var boruð í 103 m, en stendur í 87 m.

*HK-22* er með Ø10¾" lausa fóðringu í 122.5 m dýpi: Hún var boruð í 153 m með 9¾" lofthamri, lenti þar í kargakenndu efni og miklu vatni, sem kæfði hamarinn.

*HK-23* er með Ø10¾" lausa fóðringu í 121.5 m dýpi: Var boruð m. 9¾" í 158 m, en áfram með 6¾" hjólarónu og lofti í 202.5 m; eftir það fékkst ekkert svarf upp og var borun haett. Holan er lokað á 163 m dýpi en líklega kemst vatn upp með hrúninu.

Allar voru holurnar boraðar með lofthamri en HK-23 var boruð með hjólarónu og lofti neðan við 158 m þar sem lofthamarinn vann ekki lengur vegna vatnsaga.

Svarf úr vinnsluholunum (HK-23 og HK-22) hefur nú verið greint og eru sniðin birt á mynd 3. Í stuttu máli virðast jarðög neðan vatnsborðs vera misvel vatnsleiðandi stafli af grágrýtishraunlögum (ólivín-pól.). Neðan við fóðringarnar ber tölувert á kargakenndum lögum, sem væntanlega eru gropin og sæmilega vel vatnsgefandi. Á tæplega 180 m er komið í bólstraberg í holu HK-23 og er það ríkjandi niður á 202 m dýpi, en þar var borun HK-23 haett sem fyrir segir. Bólstrabergið er ef að líkum lætur afar lekt og ákaflega vel vatnsgefandi. Segir nú af skammtímadælingunni.

Komið var á staðinn í birtingu á þriðja í jólum í indælu veðri; logni og 6°C frosti.

*Áður en dæling hófst* var grunnvatnsstaðan mæld sem hér segir:

HK-21; vatnsborð 66.65 m m.v.flangsstútinn, sem er 8 cm yfir flansinum.

HK-22; vatnsborð 67.02 m m.v. topp á mælingaröri, sem er 79 cm yfir (neðri) flans.

HK-23; vatnsborð 66.43 m m.v. topp á mælingaröri, sem er 60 cm yfir (neðri) flans.

- Kl. 10:57; dæla í HK-22 sett í gang á fullum afköstum. Q = 53 l/s, T=3.4°C.
- Kl. 11:08; vatnsb. í HK-22; 72.12 m.
- Kl. 11:12; vatnsb. í HK-21; 66.67 m.
- Kl. 11:15; vatnsb. í HK-23; 66.50 m.
- Kl. 11:35; vatnsb. í HK-23; 66.51 m.
- Kl. 11:40; vatnsb. í HK-22; 72.14 m.
- Kl. 11:45; vatnsb. í HK-21; 66.68 m.
- Kl. 12:12; vatnsb. í HK-21; 66.69 m.
- Kl. 12:16; vatnsb. í HK-22; 72.16 m.
- Kl. 12:20; vatnsb. í HK-23; 66.52 m.
- Kl. 12:25; 50 l/s-þepi lýkur og hafði þá staðið í 83 mínútur.
- Kl. 12:25; þrengt að rennsli og það minnkað í um 35 l/s.
- Kl. 13:06; vatnsb. í HK-22; 69.35 m.
- Kl. 13:10; vatnsb. í HK-21; 66.69 m.
- Kl. 13:13; vatnsb. í HK-23; 66.50 m.
- Kl. 13:15; 35 l/s - þepi lýkur og hafði þá staðið í 50 mínútur.
- Kl. 13:15; dælt á fullum afköstum úr HK-22 og HK-23.
- Kl. 13:35; vatnsb. í HK-23; 67.30 m.
- Kl. 13:38; vatnsb. í HK-22; 72.35 m.
- Kl. 13:40; vatnsb. í HK-21; 66.72 m.
- Kl. 15:06; vatnsb. í HK-22; 72.38 m.
- Kl. 15:10; vatnsb. í HK-23; 67.35 m.
- Kl. 15:15; vatnsb. í HK-21; 66.77 m.
- Kl. 16:10; vatnsb. í HK-23; 67.36 m.
- Kl. 16:15; vatnsb. í HK-22; 72.41 m.
- Kl. 16:20; vatnsb. í HK-21; 66.775 m.
- Vatn örlítið hvítskollitað, hiti (T) = 3.3°C; rennsli (Q) = um 107 l/s. Tekið sýni til efnagreiningar.
- Kl. 16:21; Slökkt á dælu í HK-22. Rennsli frá HK-23 þá, Q = um 55 l/s.
- Kl. 16:25; Slökkt á dælunni í HK-23. Dælingum lokið í bili enda skuggsýnt orðið eftir stilltan, kaldan og sólríkan dag. Dælt hafði verið 105 l/s úr holunun tveimur í 190 mín.
- Kl. 16:30; vatnsb. í HK-22; 67.10 m.
- Kl. 16:34; vatnsb. í HK-23; 66.50 m.
- Kl. 16:38; vatnsb. í HK-21; 66.74 m.
- Kl. 16:44; vatnsb. í HK-22; 67.10 m.
- Mælingum hætt í holunum að sinni.
- Yfirlit um dælinguna er á mynd 1.*

Holurnar virtust vera afar fljótar að jafna sig eftir þessa stuttu dælingu. Í lok mæl-inga stóð vatnsborð í þeim ögn lægra (7 – 9 cm) en þegar dæling hófst. Má vera að hluti af þeim mun sé vegna lækkandi grunnvatns á svæðinu almennt, þó rétt sé að fullyrða sem minnst um það núna. Náttúrulegar vatnsborðssveiflur eru ekki vel þekktar á svæðinu ennþá, en þegar til lengri tíma er litið gætu mælingar á ótrufluðu ástandi gefið hvað gleggstar upplýsingar um það hversu mikið vatn er hægt að vinna hér.

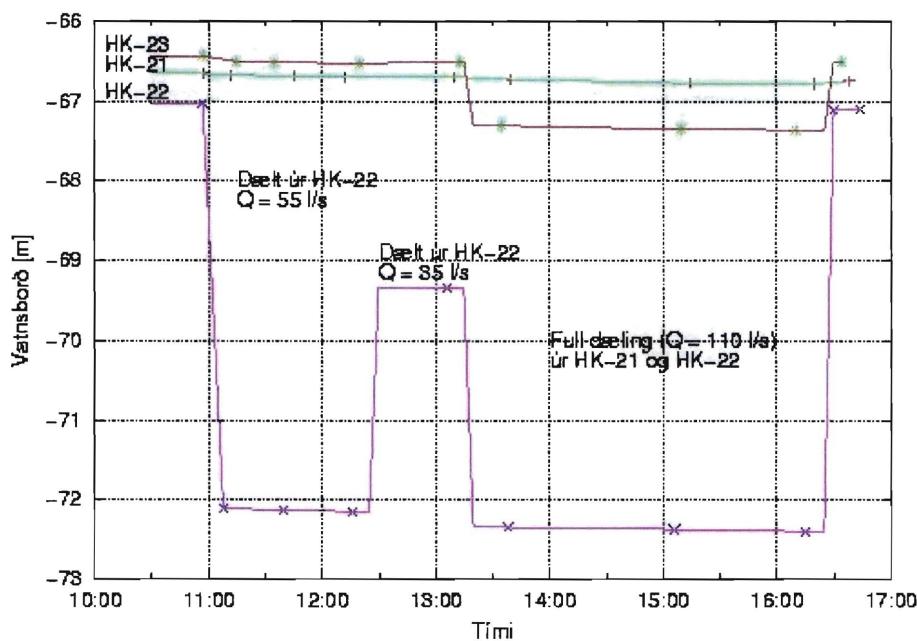
### Helstu niðurstöðurnar má draga svona saman:

*Dælurnar í vinnsluholunun virðast álika afkastamiklar og skila 50 – 55 l/s hvor.  
Niðurdrátturinn er mun meiri í HK-22 ( $\Delta h = 5.14 \text{ m}$ ) en í HK-23 ( $\Delta h = \text{ca. } 0.85 \text{ m}$ ).  
Afkastaferill HK-22 er samkvæmt jöfnunni  $Y = 0,0016X^2 + 0,0084X + 67$ .  
Áhrif dælingarinnar í mæliholunni HK-21 í 30 m fjarlægð eru lítil (10 - 20 cm).*

Gangur dælingarinnar er sýndur á mynd 1 og á mynd 2 er afkastaferill holu HK-22. Svokallað holutap, eða áhrif iðustreymis til vatnsborðslækkunar í holunni er samkvæmt ferlinum verulegur hluti af heildarniðurdrættinum í holunni. Þegar dælan er keyrð á fullum afköstum er niðurdráttur vegna iðustreymistaps 4.75 m meðan lagstreymistapið (laminar flow) orsakar aðeins um 40 cm niðurdrátt. Samtals orsakar dælingin 5.14 m vatnsborðslækkun í HK-22.

Niðurdráttur í HK-23 var ekki mældur sérstaklega en líklegt er að ef dælt hefði verið úr henni einni hefði hann verið afar lítt og ef til vill ekki nema 10 - 20% af niðurdrættinum í HK-22. Þar lækkar vatnsborð um 0.95 m þegar dælt er úr báðum holum og þar af eru ca. 0.10 m vegna áhrifa dælingarinnar úr hinni holunni, þannig að líklegt er að heildarniðurdráttur í HK-23 yrði 0.85 m ef 53 l/s væri dælt úr henni einni.

Meðan dælt var úr báðum holunum á fullum afköstum (100-110 l/s) mælist vatnsborðslækkunin í rannsóknarholunni HK-21 um 13 cm. Líklegt er að jafnvægi hafi ekki verið náð og endanleg áhrif hafi því ekki verið komin fram eftir svona stutta dælingu. Samt ætti að vera hægt að fullyrða að á þessum slóðum ætti svæðisniðurdráttur ekki að verða bagalega mikið, þó þarna yrði veruleg vatnsvinnsla. Þetta mun langtímadæling leiða betur í ljós.



Mynd 1. Gangur skammtímadælingar úr HK-22 og HK-23 þann 27. desember 2002.

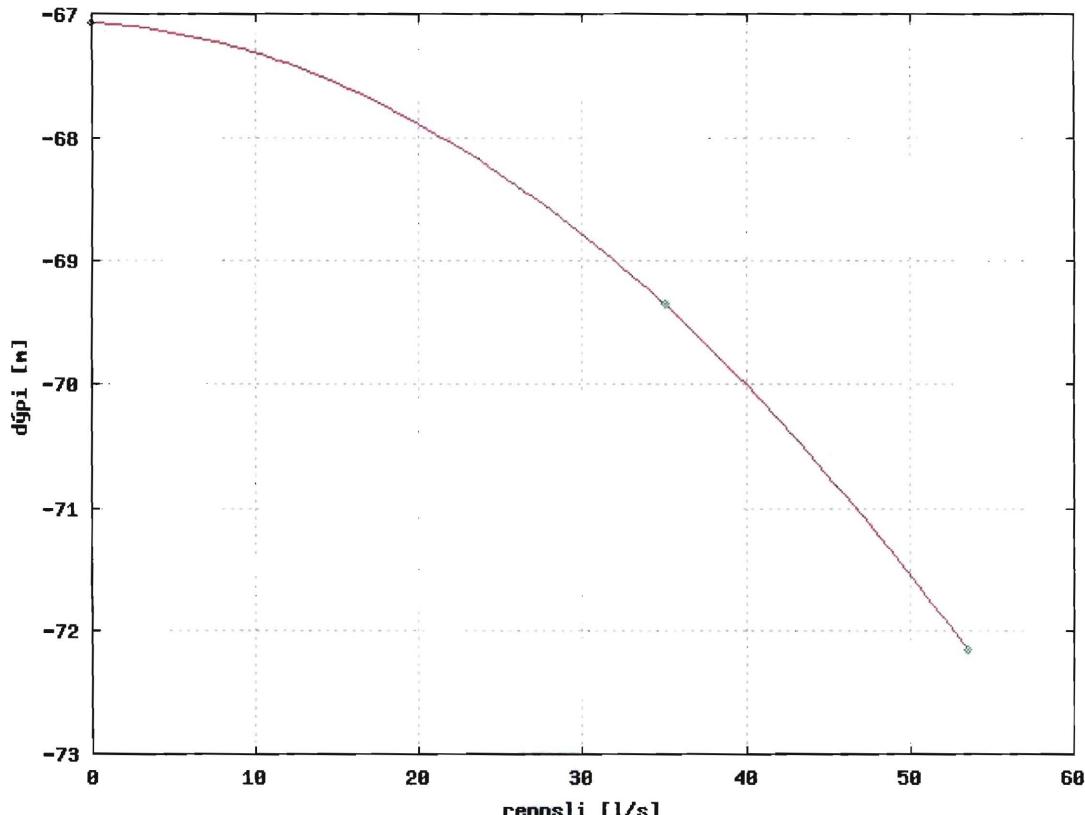
Það sem af er vetri hefur verið hlýtt og oft vætusamt og er þar af leiðandi ekki treystandi á að fyllilega sé að marka prufudælingar fyrr en fryst hefur og kyrfilega lokað fyrir írennsli yfirborðsvatns niður í þann vatnsgeymi, sem hérla er dælt úr.

Svæðið, sem hérla er prófað, er á margan hátt sérstakt. Eftir því sem best er vitað núna, þá er vatnið tottað upp úr grunnvatnsstraumi, sem hefur norðlæga stefnu,

þ.e.a.s. í átt til Þingvallavatns. Þvert yfir þennan grunnvatnsstraum rennur Engidalskvísl frá Henglinum til vesturs inn á vatnasvið Elliðaánnar. Rétt neðan (vestan) við holurnar minnkar kvíslin áberandi mikið. Prátt fyrir frost væri daginn, sem dælt var, mátti ætla að 100 – 200 l/s væru í kvíslinni þar sem hún rann fram hjá holunum. Meðan dælt var á fullu bættust rúmlega 100 l/s við. Rétt um 1 km neðan var kvíslin alveg horfin. Vatnið virtist hverfa niður í malareyrar á um ½ km kafla. Á þessum slóðum er sennilegt að misgengissprungur þveri farveginn og það er ekki útilokað að þær geti tekið við yfirborðsvatni. Þetta er engan veginn visst en skal haft í huga.

Uppdældu vatni er hent á jörðina aðeins um 20 m frá holu HK-23. Eðlilega hlýtur sá grunur að vakna að ef til vill sígi einhver hluti vatnsins aftur í jörð rétt við holurnar. Þetta er ekki síst athyglisvert þegar haft er í huga að HK-23 reyndist vera mun gjöfulli en hin holan. Það þykir þó ekki sennileg skýring að hluta vatnsins sé hringdælt; líklegra er að HK-23 sé einfaldlega miklu betur heppnaðri viinsluhola en HK-22. Þegar kemur að frekari prófunum þykir samt rétt að reyna að losna við vatnið aðeins lengra frá þeim, t.d. með að leggja byggingaplast í farveginn niður af mælicherinu.

Munurinn á vatnsgæfninni úr holunum er sláandi mikill. Efalaust er hann fyrst og fremst vegna þess að HK-23 nær niður í velleiðandi bólstarberg á ca. 180 m dýpi, eins og sýnt er á mynd 3. Bólstrabergið skaffar ugglaustr obbann af vatninu. Nú er það vitað á hvaða dýpi vatnið fæst og sú vitneskja hlýtur að koma að gagni þegar staðfest hefur verið með langtímadælinu að hér sé vænlegt vatnsvinnslusvæði. Rétt þykir að bíða með langtímadælingu þangað til frost hefur verið í jörðu í nokkrar vikur a.m.k.



Mynd 2. Afkastaferill holu HK-22 samkvæmt skammtímaprófun.

Hann fylgir jöfnunni  $Y = 0,0016X^2 + 0,0084X + 67$ . Niðurdrátturinn í holunni er að langmestu leyti vegna iðustreymistaps við eða í holuveggjunum.



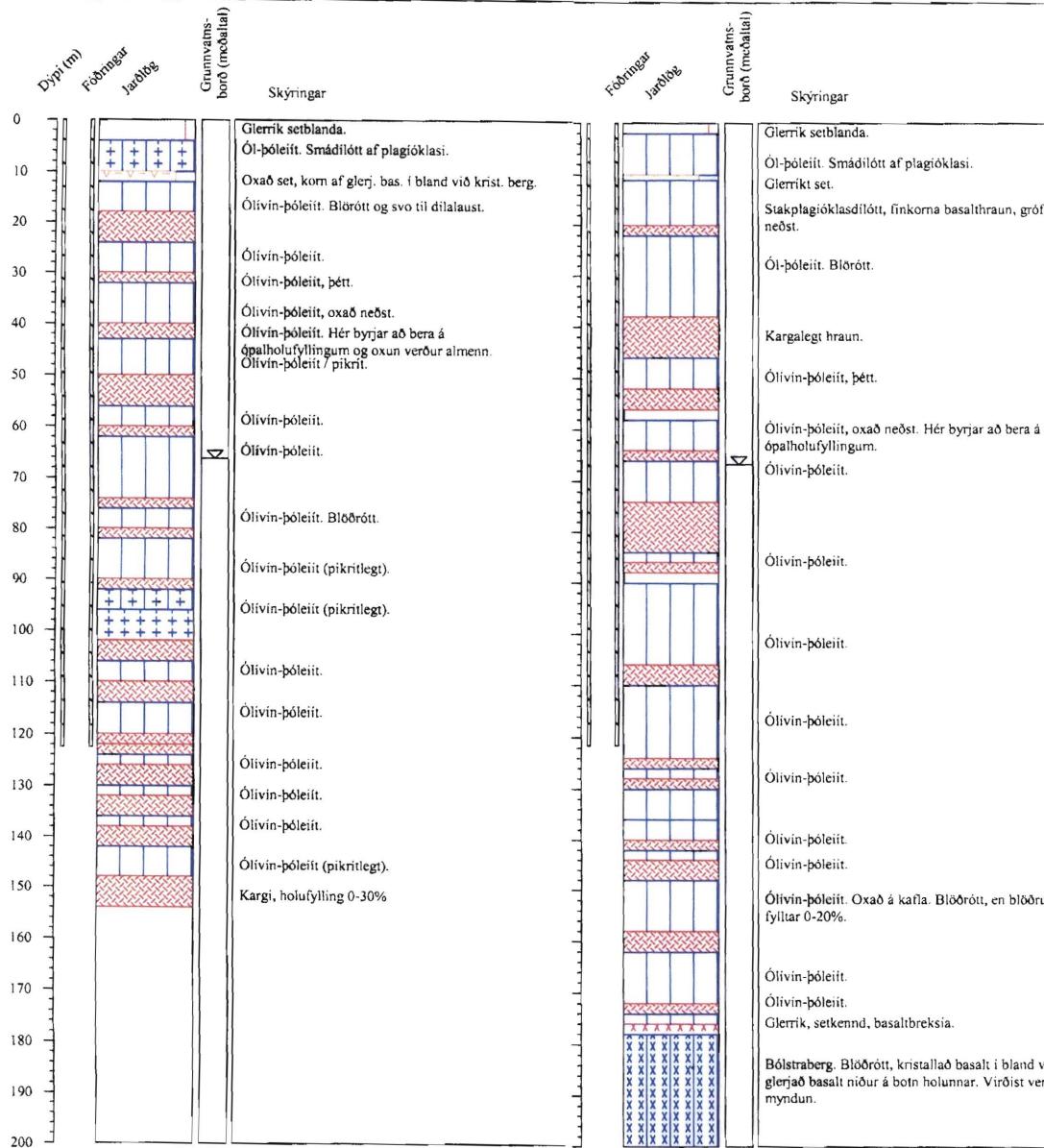
**HK-22**

**Grunnvatnsholur á Hellishelði**

Hæð yfir sjó: um 241 m  
Dýpi holu: 153.5 m

Bor: Ýmir  
Skolun: loft

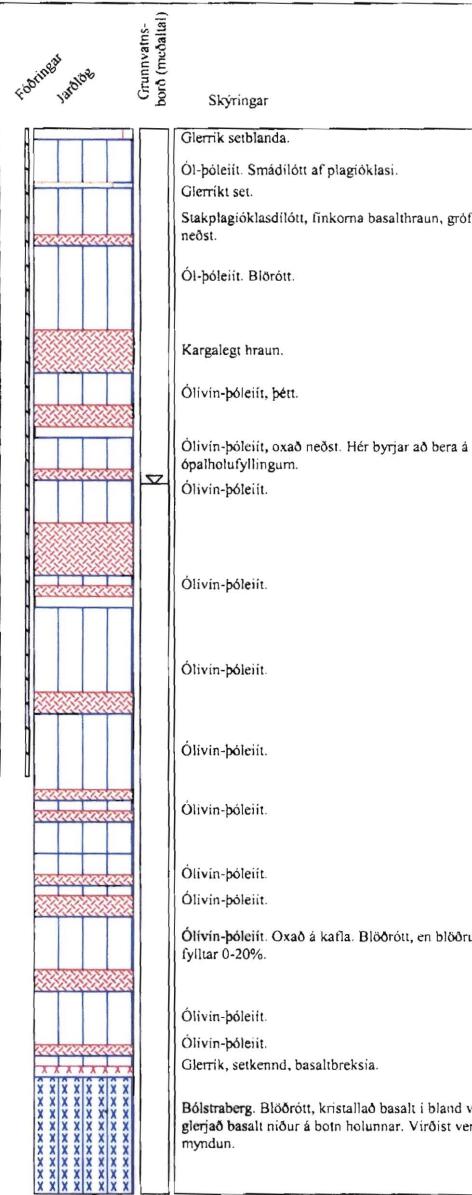
holu: 202.5



**HK-23**

**Grunnvatnsholur á Hellishelði**

Bor: Ýmir  
Skolun: loft



*Mynd 3. Jarðlagasnið gerð eftir borsvarfi úr holum HK-22 og HK-23.*

Hola HK-23 nær niður í ákaflega vel vatnsleiðandi bólstrabergslag á tæplega 180 m dýpi. Holan fíll saman á 163 m dýpi en eigi að síður virðist vatn neðan úr bólstraberginu eiga sæmilega greiða leið upp í gegn um hrunið. Hola HK-22 nær á hinn bóginn ekki niður úr grágrýtisstaflanum (ólivin-póleitit). Þar skiptast á þétt lög og kargakennd og þrátt fyrir að grágrýtið sé í raun mætavel vatnsleiðandi, stenst það bólstraberginu ekki snúninginn. Jarðlagagreininguna gerði Bjarni Reyr Kristjánsson.