

Orkustofnun
Jarðboranir ríkisins

BREYTT BORTÆKNI VIÐ VIÐAR, GRUNNAR BORHOLUR

eftir

Per Krogh, JBR

Ritismið þessi hefur verið unnin undanfarinn mánuð eða svo, eftir að ljóst var, að höggborarnir tveir geta alls ekki annað þeim verkefnum, er þegar liggja fyrir á árinu 1974.

Tilgangur þessarar samantektar var að mynda grundvöll fyrir umræðum um borkaup, og er gott að vita að jarðhitadeild hefur áhuga á þessu máli, og er með mjög svo svipaðar hugmyndir um holuprógröm.

Erum við hér á jarðboranadeild einnig með aðrar hugmyndir í þessu sambandi.

Önnur byggist á lofthamarsborun með snúningsborði með aflvél. Tæki þetta festist svo við venjulegan krana (um 30 t), til að annast hífingarnar.

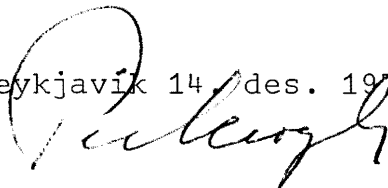
Hin byggist á nokkurs konar höggbor með virku höggi (meira en fallþyngd) og skolun á botni.

Höggafjöldi á mín. er 2-3 sinnum fleiri en á venjulegan höggbor. Borstamminn er mjög svo flókinn, og ekki sérlega traustvekjandi.

Búið er að skrifa ýmsum fyrirtækjum í þessu sambandi, og svörin ýmist komin, eða að berast.

Læg ég því staðar numið, og mun halda þessum störfum áfram innan vinnuhópsins, sem búið er að skipa.

Reykjavík 14. des. 1973.



ORKUSTOFNUN

Jarðboranir ríkisins
071273

Breytt bortækni við grunnar,
víðar holur.

PK/sv

Ljóst er, að höggborarnir tveir munu ekki anna þeim verkum,
er þegar liggja fyrir á næsta ári.

Hér skal reynt að lýsa tækni og tækjum, er helst koma til
greina.

Eingöngu skulu athugaðir möguleikar til að bora víðar,
grunnar holur í hörðum berglögum.

Þar sem nokkuð stöðugt er unnið við forboranir fyrir Gufu-
borinn og hann er með mjög svo fastmótaðan frágang á holum,
er ekki óeðlilegt að tekið verði tillit til krafna Gufubors.
Þess skal getið, að kröfur þessar eru mjög í samræmi við þær,
sem gera verður til kaldavatnsborana.

Þó að miðað verði eingöngu við kröfur þessar við val á tækjum,
er þar með alls ekki slegið föstu, að slíkur borbúnaður geti
ekki unnið á miklu víðara verksviði.

Hingað til hafa verið boraðar um 23 m djúpar holur fyrir
Gufuborinn, aðallega í þeim tilgangi að hægt sé að fá við-
unanlegt álag á borkrónuna frá upphafi. Fljótvirkari tæki
en höggborar munu sennilega verða látnir bora allt að 40 m
dýpi, áður en Gufuborinn tekur við.

Á háhitasvæðum verður að fódra niður í 30-40 m fyrir Gufu-
borinn með 475 mm (18 5/8"). Lágmarksholuvídd er því 560 mm
(22").

Bortæki verða öðru framar að standast eftirfarandi kröfur:

Að geta borað með sæmilegum hraða alla leið frá yfirborði.

Að geta borað án vatns.

Eðlilegast er þá að nota loft til að kæla borkrónuna og skila svarfinu upp. Lofthamar (hammerdrill) bætist svo við ofaná borkrónuna og minnka þá kröfurnar á álagi í 1/4 af því, sem venjuleg snúningsborun þarf. Nauðsynlegt loftmagn ákveðist eingöngu af skolhraðanum, en ekki af hamrinum, sem er tiltölulega neyslugrannur.

Loftmagn er allstaðar miðað við 1 ata við 15°C.

Hin klassiska tala fyrir lágmarkshraða virðist vera 15 m/sek (3000 ft/mín), aukandi með holudýpi og borhraða eftir formúlu, sem ekki þarf að nota í þessu dæmi.

Skulu hér sýnd tvö dæmi. Skolhraði 15 m/sek

1. 560 mm (22") hola, með gufuborsstengur 114 mm (4 1/2")
Uppstreymisflatarmál 0,236 m²
Loftmagn V = 214 m³/mín

2. 560 mm hola með 473 mm (18 5/8") fóðurpípur sem borstengur
Uppstreymisflatarmál 0,073 m²
Loftmagn V = 65,7 m³/mín.

Loftpressur.

Verð á loftpressum af þessari stærðargráðu er um kr. 180.000 pr m³/mín.

Skv. dæmi 2 þarf því 2 pressur á 34 m³/mín, eða um 6,10 Mkr/stk. Þess skal getið, að slík pressa þarf 380 ha aflvél.

Skv. uppl. frá verktakafyrirtæki er leigugjald fyrir pressu af þessari stærð kr. 1800/h miðað við mánaðarleigu, eða kr. 36.000/dag fyrir 2 pressur í 10 h, eldsneyti innifalið. Með hálfu álagi í 10 h/dag er eldsneytisnotkun um 800 l/dag.

Heildarverð á pressum mun haldast óbreytt með því að kaupa 3 eða 4 smærri pressur og auðveldara að aðlaga rekstur þeirra þörfinni hverju sinni. Þrýstifall í hamrinum er 21-24,5 at. og bætist því við aukapressa (booster), er tekur við lofti frá hinum, og skilar því með a.m.k. 30 at. (430 psi). Ágizkað verð 6 Mkr.

Hér á eftir fer tillaga um uppbyggingu slíks bors.

Borkróna

Venjulegar tannhjólakrónur eru einnig notaðar við loft-hamarsborun. eru þær lítið eitt styrktar, og merktar "P". Aðrar gerðir koma líka mjög til greina, einkum við þrengri holur.

Sem fyrr segir minnkar nauðsynlegt álag í 1/4 af því, sem þarf við venjulega snúningsborun. Bezta álag á 22" krónu er um 10 t.

Lofthamar

Stærstu lofthamarar, sem eru á markaðnum, eru, að því er bezt er vitað, 230 mm (9") í þvermál. Innan í verkfærinu er hinn eiginlegi hamar, er slær á steðja. Borkrónan er skrófuð í steðjann. Snúningur krónunnar framkvæmist ekki af hamrinum, og borstamminn þarf því að snúast. Í hamrinum er einstreymisloki, er varnar því, að óhreinindi komist upp í hamarinn. Verð 9" hamars er um 1,20 Mkr.

Borstammi

Haft skal í huga, að hér er eingöngu um víðar, grunnar holur að ræða, og skiptir ekki öllu máli, hvort borstengurnar eru auðveldar í meðförum. Að ofan var dæmið reiknað með 18 5/8" fóðurrörum í stað stanga, eingöngu til að spara loft. Þetta skapar að vísu önnur vandamál. Ef vatn er í holunni, mun slíkur borstammi fljóta, þegar hann er fylltur með lofti. Á meðan holan er þurr gæti stamminn flotið á

loftinu við botninn, eða álag allt of lítið. E.t.v. má leysa þessa hlið málsins með því að fóðra 18 5/8" rörin með t.d. 5" rörum, og steypa í millibilið. Verð stamma er um 0,7 Mkr.

Bor

Eins og áður er bent á þarf borstamminn að flytja snúningsátakið að botni.

Borstengurnar útheimta, að í stað snúningsborðs kemur afl-svifill, loft- eða vökvaknúinn. Svifill þessi rennur upp og niður í stýringuna í mastrinu. Mastrið þarf því að vera byggt einnig fyrir snúningsátak. Drífstöng (kelly) verður óþörf.

Val á borstangalengdum ræður hæð masturs. Lengdir, er koma til greina, eru 3-4,5-6 og 9 m, með hliðsjón af öðrum hugsanlegum verksviðum bors. Álag á krónu er sem fyrr segir um 10 t , þ.e.a.s. mastrið verður að þola a.m.k. 15 t í notkun. Í þessu sambandi má líka hafa í huga víkkað starfssvið bors.

Dælur

Í mörgum tilvikum mun eflaust vera æskilegt að geta gripið til vökvaskolunar. Þar sem hér er um að ræða mikið skolmagn og hverfandi lítið þrýstifall, mun miðflótttaafldsæla nægja, sem er margfalt ódýrari en stimpildæla. Verð á slíkum bor með svifli og dælu er ágizkað 10-12 Mkr.

Pakkdós

Loft og borsvarf mun koma upp úr holustút með hraða, er nemur a.m.k. 15 m/sek og þessari skothríð þarf að linna með því að leiða hana burt frá bornum. Í þessu augnamiði er notaður snúningspakkari með T-stút og röri frá stútum eins langt og ástæða þykir til. Pakkari, er lokar kringum 18" pípu er ekki til á markaðnum og verður því að smíðast hér. Ágizkað verð 0,3-0,5 Mkr.

Reksturstilhögun

Ljóst er, að rekstur slíks bors verður með nokkrum öðrum hætti en því, sem við höfum vanist með höggborunum og snúningsborunum Wabco og Mayhew. Bortíminn á botni mun reiknast í dögum í stað vikna í hverri holu, og ekki er ósennilegt að nóg væri að starfrækja borinn í 2-4 mánuði ár hvert. Rekstursdagar yrðu því fáir.

Varla er hægt að hugsa sér minna en 2 starfstímabil ár hvert.

Æskilegt væri t.d. að sérfræðingar Gufubors staðsetji 6-8 holur (eða um 1 árs borun) og loftborinn gangi svo á röðina. Hingaðtil hafa 1-3 holur verið ákveðnar hverju sinni.

Með flutningum, frágangi og óhjákvæmilegum töfum má reikna með t.d. einni viku á holu að jafnaði, ef vel tekst.

Áhöfn mun vera 3-4 menn.

Hvert starfstímabil verður að skipuleggja til fulls áður en borun hefst, og ekki mun veita af einum manni til að sjá um að aldrei standi á neinu, svo sem borstæðum, flutningatakjum, borholuefni o.s.frv. Loftpressurnar munu alls ekki verða bundnar við einn bor. Full ástæða er til að reyna lofthamarsborun með t.d. Wabco-bor Norðanlands og víðar, og hefur lengi verið til umræðu. Einnig má leigja pressurnar út á almennum markaði til að jafna reksturinn.

Borunartækni

Óhætt er að fullyrða, að eins lengi og borað er í heilli klöpp og ekki er komið að vatnsborði, mun borhraði verða meiri en við höfum kynnst hingað til.

Hvað jarðvegi viðvíkur skal bent á, að um leið og borkrónunni er lyft frá botni, hættir hamarinn að slá, en sleppir samt loftinu hindrunarlaust í gegn. Í mjúkum leirjarðvegi fær krónan ekkert álag, og hamarinn verður óvirkur. Sama hætta mun vera fyrir hendi t.d. í lausum gjall-lögum. Má þá taka hamarinn úr og nota borinn sem venjulegan snúningsbor, og skola með lofti eða vatni.

Þegar komið er í vatn, breytist myndin enn. Borhraði minnkar til muna.

Vatnsmagnið skiptir hér mjög miklu máli.

Upp að vissu marki þurrkast vatnið upp, en á bilinu 500-1000 l/h er mikil hætta á að hálfþurrkað svarf leggist í krónuna og hún verði óstarfhæf. Algengt ráð við þessu er að bæta við vatni, t.d. 3-5 t/h. Í djúpum holum er svo skammtað sápuefni í vatnið til að létta á vatns-súlunni, sem þá breytist í froðu. Vatnsmagn eins og nefnt er að ofan mun þurfa 4-6 l/h af sápuefni.

Við okkar aðstæður getur þessi mynd orðið mjög svo breytt. Í Svartsengi má t.d. vera við því búinn að vatnsrennslið inn í borholu verði af stærðargráðunni 30-80 l/sek eða 100-300 t/h.

Gæti þetta orðið bæði til góðs og ills. Borhraði mun minnka til muna. Hinsvegar mun loft-vatnsstraumurinn upp á við eiga mjög auðvelt með að flytja borsvarfið til yfirborðsins. Ef þetta reynist rétt, væri hægt að spara loft til muna, þar sem hamarinn er ekki mjög orkufrekur. Talsverð reynsla er fyrir hendi í þessum efnum, þar sem loft hefur verið notað m.a. til að hreinsa sand úr holum, og hefur reynst mjög svo öflugt.

Ekki sakar að hafa í huga hegðun lofts í borholu.

Gróft reiknað má segja að ef 1 l.loftpoki er settur í botn 100 m borholu, sem er full af vatni, er rúmtakið orðið 2 l., þegar hann er kominn upp í 50 m dýpi og 4 l. í 25 m dýpi, og leysir þar með alla erfiðleika með skolhraðann í holum, sem eru þröngar við botn og með víðar fóðringar við yfirborð.

Við höfum reynslu fyrir því, að hrunchættan er mikil í grunnum holum í hrauni, og festur þar af leiðandi tíðar. Aðalkostur höggbora er, að með þeim má líka slá upp og er daglegt brauð að slá upp úr festum. Þessi eiginleiki leyfir talsvert djarfari siglingu en ella.

Loft/vatnsstreymi upp úr borholu er all ofsafengið, og getur hæglega framkallað hrun mun oftar en með öðrum aðferðum. Eins og áður er bent á, getur lofthamarinn ekki slegið upp. Ráð kunna að vera fyrir hendi, en eru enn á hugleiðingarstigi, og skulu ekki rædd frekar að sinni.

Reksturs- og holukostnaður

Skal hér gerð tilraun til að kanna:

1. Fjárfestingu
2. Daglegan reksturskostnað
3. Kostnað pr. dag með höggbor, og kostn.pr. holumeter
4. Nauðsynlegan borhraða með loftbor til að ná sama verði á holumeter og höggbor.

	Mkr	Mkr
Pressur (bls 2)	18,2	
Lofthamar (bls)	1,2	
Varahlutir	1,6	21,0
<hr/>		
Borstammi	0,7	0,7
<hr/>		
Bor með aflsvifli, spili, miðflóttu-aflsdælu og aflvél, ágizkað	12,0	12,0
<hr/>		
Pakkdós	0,3	0,3
<hr/>		
Verkfæri bors, rafsuðuvél, logskurðartæki, tengur og handverkfæri, verkfæraskúr og vinnuskúr	1,0	1,0
<hr/>		
Alls		35,0
<hr/>		

Reksturskostnaður á dag (útsöluverð)

	Kr.	Kr.
Loftpressur m/hamri		54.000
Borleiga, daggjald	8.000	
" 10 h á kr. 800	8.000	16.000
<hr/>		
S.sk. af kr. 52.000		6.800
Bílar, 2 á kr. 1500/dag		3.000
Vinna, 4 menn, 14 h/dag, unnið annanhvorn laugardag		20.000
<hr/>		
Alls á dag án borholuefnis og upphalds		99.800
<hr/>		

Kostnaður á h á botni því kr. 10.000

Með sama hætti kostar Wabco um kr. 4.000/h
 " " " " höggbor um kr. 2.000/h
 Útseldir vinnudagar þessara bora eru um 200 dagar á ári.

Hingað var komið, þegar vinnuhópur var stofnaður. Skal því sleginn botn í þetta með því að benda á að 60-80 dagar á botni ár hvert mun vera hámark fyrir þetta verkefni, og tímakostnaður á botni eftir því.

Salzgitter Maschinen AG
332 Salzgitter 51
Postfach 51 16 40
W-Germany

PK/sg

4.12.73

Re: Drilling shallow, wide wells with hammerdrill

Dear Sirs,

Through recent years we have ¹²wmployed cable tool rigs mainly for two purposes:

1. For drilling shallow waterwells
2. Pre-drilling for rotary rigs

In both cases we frequently enter hard, broken basalts (lavas) from surface on, and the cable tool rigs do a slow job. In case 2 we drill just as deep as necessary to get a reasonable weight on bit. For these purposes we now consider to turn over to hammerdrilling, i.e. with pneumatic hammer above bit. Water for drilling purposes is frequently lacking at these locations.

We are aiming at hole diameters of a 560 mm and a depth of . say 15 to 40 m. The watertable may be encountered at a 4-7 m, and water quantities may vary from zero to a 50-60 l/sec. An usual upset with a 4 1/2" to 6 5/8" drill string is out of question because of a costly compressor-fleet. It has occurred to us, that for this shallow-hole drilling we could use let's say 13 3/8" or even 18 5/8" casing for drill string in order to save air, using a power swivel for rotation. One heavy drill collar might improve the upset. At bottom we intend to use a 9" Mission Hammerdrill or equivalent.

We should be grateful to receive your view and advise of you feel that any of your rigs would be convenient or could be modified for the purposes mentioned above. At this early stage we do not ask for a bid, but a loose estimation would of course be of value.

Mr. Isleifur Jónsson, the manager of our company - The State Drilling Contractors - will likely go to Germany very soon, and should then ~~be~~ able to discuss the matter in more detail.

Yours veru truly,

Per Krogh
Drilling Engineer

BOMAG GmbH
31 Celle-Vorwerk
Ströherstrasse 3
W-Germany

PK/sg

4.12.73

Re: Drilling shallow, wide wells with hammerdrill

Dear Sirs,

Through recent years we have employed cable tool rigs mainly for two purposes:

1. For drilling shallow waterwells
2. Pre-drilling for rotary rigs

In both cases we frequently enter hard, broken basalts (lavas) from surface on, and the cable tool rigs do a slow job. In case 2 we drill just as deep as necessary to get a reasonable weight on bit. For these purposes we now consider to turn over to hammerdrilling, i.e. with pneumatic hammer above bit. Water for drilling purposes is frequently lacking at these locations.

We are aiming at hole diameters of a 560 mm and a depth of say 15 to 40 m. The watertable may be encountered at a 4-7 m, and water quantities may vary from zero to a 50-60 l/sec. An usual upset with a 4 1/2" to 6 5/8" drill string is out of question because of a costly compressor-fleet. It has occurred to us, that for this shallow-hole drilling we could use let's say 13 3/8" or even 18 5/8" casing for drill string in order to save air, using a power swivel for rotation. One heavy drill collar might improve the upset. At bottom we intend to use a 9" Mission Hammerdrill or equivalent.

We would be grateful to receive your view and advise if you feel that any of your rigs would be convenient or could be modified for the purposes mentioned above. At this early stage we do not ask for a bid, but a loose estimation would of course be of value.

Mr. Isleifur Jónsson, the manager of our company - The State Drilling Contractors - will likely go to Germany very soon, and should then be able to discuss the matter in more detail.

Yours very truly,

Per Krogh
Drilling Engineer

Ets. Morault & Cie
63 Rue d'Allonville
Nantes
France

PK/sg

5.12.73

Dear Sirs,

Re: William Kent Drilling Equipment, Model GR 2000 Drill

Frequently we need to drill shallow, wide wells, mainly for two purposes:

1. Shallow water well drilling
2. Pre-drilling for rotary rigs in order to be able to start with a reasonable weight on bit.

In both cases we enter hard basaltic broken lavas from surface. We are aiming at 560 mm wells to a depth of a 40 m. At present, cable tools are used for this purposes.

It seems to us that your circulation percussion bits might offer a better solution.

Would you please propose a rig composed for the above conditions, as simply equipped as possible. According to the very condensed informations in the Composite Catalog, it should run similar to this:

Rig: GR 2000 with standard mast

Draw works: Standard

Percussion device: A, B, C, D, F. Stroke to be discussed.

We feel that a short stroke should be chosen.

Bits 22", 18" and 14"

Fluid circulation: Standard centrifugal pump.

Alternatively submersible pump with hydraulic motor.

Standard water swivel.

Rotary table: Nil

Kelly: Nil

Mounting: Trailer, alternatively truck

A smaller rig may be considered.

We would appreciate to receive your comments to above, as well as cost estimate.

In order to compare cost we need information on expected drilling velocity and size of crew.

Mr. Isleifur Jónsson, manager of our company - The State Drilling Contractors will likely visit Germany pretty soon, so direct discussions could be arranged.

Yours very truly,

Per Krogh
Drilling Engineer

Einnig sent Ingersoll-Rand

Mission Manufacturing Co
PO Bx 40402
Houston
Texas 77040, U.S.A.

PK/sg

26.11.73

Dear Sirs,

Re. Drilling shallow, wide wells with Hammerdrill

Through recent years we have employed cable tool rigs mainly for two purposes.

1. For-drilling shallow waterwells
2. Pre-drilling for rotary rigs

In both cases we frequently enter hard, broken basalts (lavas) from surface on, and the cable tool rigs do a slow job. In case 2 we drill just as deep as necessary to get a reasonable weight on bit.

Water for drilling purposes is frequently lacking at locations, and we consider to change over to drilling with air. We are aiming at hole diameters of a 22" to a depth of say 50 to 140 ft. The watertable may be encountered perhaps at a 15 to 20 ft. Water quantities may vary from zero to a 30 barrels pr. minute. Now we assume that the hammerdrill will work in hard, broken lavas, but we do not feel confident that it will work in layers of unconsolidated lava gravel. An usual upset with a 4 1/2" to 6 5/8" drill string is out of question because of a costly compressor fleet. It has occurred to us, that for this shallow-hole drilling we could use let's say 13 3/8" or even 18 5/8" casing for drill string in order to save air, using a power swivel for rotation. One heavy drill collar might improve the upset. The air-water column should easily bring the cuttings to the surface, and we feel that we should not need to exceed air quantities necessary for the pneumatic tool. Presently we are even considering air-drilling for two smaller rotary-rigs. A typical hole size will be say 6 3/4" to a 3300 ft depth.

We should be grateful to receive your view and advice as well as technical informations on air quantities and pressures for each individual tool. In this connection, please mention if the oilfield-trend is towards rotating or reciprocating compressors. Please inform about prices and delivery time for the Mission Hammerdrills. *DHD 16 and DHD 17 sänkborrmaskiner*

Yours very truly,

Per Krogh
Drilling Engineer