

ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

ÚTLÁN
Bókasafn Orkustofnunar

GREINARGERÐ UM BORUN EFTIR HEITU VATNI
FYRIR ÞORLÁKSHÖFN VIÐ LITLALAND, ÖLFUSI.

Hrefna Kristmannsdóttir
Rögnvaldur Finnbogason
Kristján Sæmundsson
Ólafur Sigfússon

GREINARGERÐ UM BORUN EFTIR HEITU VATNI
FYRIR ÞORLÁKSHÖFN VIÐ LITLALAND, ÖLFUSI.

Hrefna Kristmannsdóttir
Rögnvaldur Finnbogason
Kristján Sæmundsson
Ólafur Sigfússon

BORUN

Borholan á Litlalandi í Ölfusi var fyrsta verk jarðborsins Jötuns.

Flutningi og uppsetningu borsins var endanlega lokið 28. maí 1975 og formlega var borinn tekinn í notkun 30. maí. Borun aðalholunnar hófst þann sama dag, en áður hafði verið boruð hliðarhola. Á bornum var fyrst aðeins ein áhöfn (til 16. júní) og síðan tvær og var borað í 16 tíma á sólarhring.

Venja er á gufubor (Dofra) að hafa þrjár áhafnir og bora allan sólarhringinn. Þar sem þetta var nýr bor og að mörgu leyti frábrugðinn þeim, sem til voru fyrir, þótti réttara að þjálfar ekki of marga menn í einu. Flestir af áhöfninni voru vanir bormenn af öðrum borum og ágætir starfsmenn. Tveir starfsmenn Jarðborana höfðu dvalist í Texas til að læra á borinn áður en hann kom og tveir Bandaríkjamenn komu með bornum til landsins til að setja hann upp og aðstoða við þjálfun fyrstu áhafnarinnar. Er því óhætt að segja að áhöfnin hafi kunnað vel til verka og ekki hlotist af neinar tafir eða óhöpp vegna reynsluleysis hennar.

Sjálf borun holunnar gekk einnig mjög vel og miðað við borun allan sólarhringinn urðu bordagar 26.

FÓÐRUN

Fóðrunardýpi hafði verið ákveðið um 300 m, sem er um 100 m dýpra en venja er til á lághitasvæðum. Talið var líklegt, miðað við reynslu frá borunum við Hlíðardalsskóla, sem er 2-3 km norðaustan við Litlaland, að fóðra þyrfti af kaldar vatnsæðar niður að þessu dýpi. Við Hlíðardalsskóla reyndust vera hrungjörn jarðlög ofarlega, en neðan 270 m dýpis þar varð hrúns ekki vart.

Þegar komið var niður undir 300 m dýpi kom jarðfræðingur á staðinn og fylgdist með borsvarfi og ákvað endanlegt fóðrunardýpi í 316 m, en þar var berg talið samilega sterkt. Fóðrun tókst illa og kemur þar aðallega tvennt til. Þorlákshafnarkauptúni hafði verið falið að sjá um að kaupa fóðurrör í samráði við Jarðboranir ríkisins. Kom í ljós, að ekki fengust í landinu fóðurrör af þeirri þykkt né úr stálblöndu af þeim staðli, sem Jarðboranir ríkisins höfðu gert ráð fyrir við hönnun holunnar. Var því fallist á að nota þynnri rör og úr lélegri stálblöndu til að tefja ekki framkvæmdir. Steyping fóðringarinnar tókst ekki vel og stafar það aðallega af því, að notað var gamalt sement, en reyning hefur sýnt, að sement, sem notað er til að steypa fóðringar, verður að vera alveg nýtt. Verkfall stóð yfir á þessum tíma í Sementsverksmiðjunni og fékkst því ekki nægilega gott sement. Steypumagnið, sem fékkst, reyndist auk þess of lítið, þannig að efstu 67 metrar fóðringarinnar voru ósteyptir. Það var fyllt að fóðringunni með borsvarfi, sem komið hafði upp við borun efstu 316 m holunnar. Þegar dælt var vatni ofan á steypuna á eftir, til að fá hana til að koma upp með rörunu, var sennilega dælt of miklu vatnsmagni. Aðeins reyndist vera 1 m af steypu í rörunu þegar borað var út úr því, 13 klst. eftir steypingu. Neðri endi fóðringar steypist illa. Eftir fóðrun varð oft vart við fyrirstöðu í 308 m dýpi. Steypan gæti hafa orðið of vatnsblönduð, vegna mikillar dælingar eftir steypingu. Hafi steypan af þeim sökum ekki náð að harðna nægilega, getur hún hafa skolast út þegar borað var aftur niður úr fóðurrörsendanum og hann því hangið laus og bognað þegar síðar var farið að skarka í holunni.

LOK BORUNAR OG FESTUR

Aframhaldandi borun gekk allvel. Vart varð við lítilsháttar hrun neðan 1000m, og smá festur urðu neðan 2000 m dýpis, en ekkert benti til að þær væru alvarlegs eðlis fyrir en komið var niður á um 2160 m

dýpi. Þar varð borsvarfið mjög blandað hrunefnum, sem ætluð voru frá jarðlögum ofan fóðringar og einnig frá 316-600 m dýpi. Var nú ákveðið að hafa holuna ekki dýpri, og varð hún 2187 m djúp.

Við lokaupptekt borsins festust niðri um 390 m af borstöngum. Tók þrjá daga að losa borinn úr festunni og þurfti að belta 200 tonna átaki áður en það tókst. Við athugun á holunni kom í ljós að fóðurrörin voru götött á mörgum stöðum, aðallega ofan 150 m dýpis. Var það skýringin á því að hrunefni ætluð ofan fóðringar hafa komist inn á milli holuveggja og borstanga, en þetta efni var einmitt notað til uppfyllingar í ósteypta kaflanum á milli fóðringa.

Borstangalengjan hafði nuddað göt á fóðringuna við borunina og var talið að þessi festa stafaði aðallega af hruni gegnum rifurnar og e.t.v. við fóðurrörsenda, vegna þess hversu ofarlega festan varð. Ljóst var þó að hrunkaflar væru einnig neðar í holunni, aðallega í móbergslögum á um 560-610 m dýpi. Eftir að losað hafði verið úr festunni var gengið frá kálingu á holunni fyrir sumarfrí bor-áhafnar, sem hófst 22. júlí.

Greining borsvarfs úr holunni sýndi að efstu 850 m í holunni skiptast á hraunlög og móbergslög, en neðan 850 m eru hraunlög ráðandi. Bergið er talsvert ummyndað neðan 300 m dýpis. Með samanburði við svarf var unnt að ákvarða hvaðan hrunefni, sem kom upp úr holunni, var ættað. Þar sem ummyndun var talsverð í móbergslögunum á 560-610 m dýpi og þau þéttuð af útfellingum, var talið ósennilegt, að hrun úr þeim gæti orðið mjög alvarlegt. Ástæðan til þess að hrunið varð svo umfangsmikið, sem síðar kom í ljós, er mjög sennilega sú, að holan hafi lent á sprungum, en slíkt er ekki unnt að sjá af borsvarfi. Talsverðar líkur eru til þess, út frá jarðfræði svæðisins, að hitta á sprungubelti, þótt ekki sé unnt að segja nákvæmlega fyrir um legu þeirra.

VATNSMAGN OG HITI

Á meðan á borun stóð, varð nær ekkert vart við skolvatnstap og benti það til að holan væri mjög vatnslítill. Eftir borun reyndist rennsli úr holunni vera aðeins um 1 l/sek. Nákvæm dæluþrófun á holunni var ekki möguleg vegna gallanna á fóðringunni, en frá síðari ónákvæmum mælingum var talið að holan gæti gefið 5-6 l/sek með 100 m niðurdrætti. Hitamælingar sýndu, að þær litlu vatnsæðar, sem í holunni fundust, voru á 500-850 m dýpi, þar sem hiti vatnsins var 60-110°C og á 1100-1500 m dýpi með vatnshita 130-160°C.

Hola boruð við Hlíðardalsskóla 1963-1966 hafði reynst vatnslítill, en þar hafði tekist að sprengja út vatnsæðar með háum vatnsþrýstingi (þrýstiprófun) og fá holuna til að gefa meira en fimmfalt upprunalegt rennsli. Var vonast til að auka mætti talsvert vatnsgæfni holunnar við Litlaland með því að sprengja út vatnsæðarnar. Með jarðbornum Jötni er unnt að beita meira en tvöfalt hærri þrýstingi og margfalt meira vatnsmagni, en notað var á sínum tíma við þrýstiprófun á holunni við Hlíðardalsskóla.

Áætluð vatnþörf Þorlákshafnar er um 20 l/sek af 100°C heitu vatni. Ef unnt hefði verið, að sprengja út vatnsæðar í holunni við Litlaland, með eins miklum árangri og á sínum tíma í borholunni við Hlíðardalsskóla, hefði verið von til að fá þar talsverðan hluta af þessu vatnsmagni.

VIÐGERÐ Á EFRI HLUTA FÓÐURRÖRS

Eftir að sumarfrí boráhafnar lauk þann 18. ágúst var hafist handa við að athuga, hversu alvarlegar skemmdir væru á fóðringu holunnar, og var það aðallega fundið út með þrýstiprófunum í fóðurrörum. Eftir að fullsannað var, að um miklar skemmdir væri að ræða, var

hafist handa um viðgerð. Ekki þótti ráðlegt að setja grennri fóðringu innan í þá skemmdu, þar sem það hefði útilokað að hægt væri að setja dælu í holuna og ekki hefði verið unnt að þrýstiprófa hana á eftir. Var reynt að þétta fóðringuna með steypingum, en það tókst ekki fullkomlega þótt grjóthrun úr rifunum stöðvaðist. Til þess að gera við og festa fóðurrörsendann hefði þurft að steypa neðst í fóðringuna og neðan við enda fóðurrörs. Þegar steypan væri boruð út aftur var talin talsverð hættu á, að borinn lenti út úr holunni. Var af þessari ástæðu ákveðið að geyma frekari viðgerðir og freista þess að sprengja út vatnsæðar í holunni og setja eftir það mjórri (7 5/8"), raufaða hengi-fóðringu í holuna til að koma í veg fyrir að hún lokaðist af hruni.

ÞRÝSTIPRÓFUN

Fyrsta þrýstiprófun á 768-2187 m dýpi mistókst því "pakkarinn" festist á niðurleið og skaddaðist. Var þá ákveðið að reyna ofar og var "pakkarinn" settur í 522 m. Var dælt á holuna í 42 tíma, samtals 7313 tonnum af vatni, undir 55-96 kg/cm² þrýstingi. Ekki bar þessi þrýstiprófun árangur og er raunar talið sennilegt að holan hafi verið orðin stífluð rétt neðan við þökkunardýpið, því eftir þrýstiprófunina fannst fyrirstaða þar.

VIÐGERÐ Á NEÐRI ENDA FÓÐURRÖRS OG STEYPING Í HRUNKAFLA

Var nú sýnt, að eina vonin til að nýta holuna væri að lagfæra neðri enda fóðurrörsins og steypa í hrunkaflana. Þar með mundu að vísu lokast vatnsæðar ofan 650 m dýpis, en ekki var úr þessu talin nein von til að unnt yrði að koma niður grennri (7 5/8") raufaðri fóðringu í 800 m dýpi. Sú leið hefði auk þess útilokað frekari þrýstiprófanir og án þeirra var lítil von til að fá vatn úr holunni. Var því þann 10. september byrjað að steypa í fóðurrörsendann og síðan var tekið til við að steypa í hrunkaflana. Leit út fyrir að viðgerð holunnar ætlaði að takast, og gekk hún samlega niður á 560 m dýpi. Þegar þangað kom

var ljóst, að þar var hrún mjög mikið og bergið svo sprungið og laust í sér, að mjög erfitt var að komast lengra, Eftir þriðju steypingu á þessu dýpi fór svo að hrynja aftur ofar, þar sem viðgerð hófst.

Var nú, 1. okt., samin áætlun um áframhaldandi viðgerð á holunni. Kom í ljós, að kostnaður við þær framkvæmdir yrði 14,5-20 millj. kr., og mjög óvíst hvort þær tækjust. Var því ekki talið verjandi að ráðast í þær. Að höfðu samráði við orkumálastjóra og sveitarstjórn Þorlákshafnar var því afdráðið að hætta frekari framkvæmdum við holuna.

NIÐURSTÖÐUR

Eins og komið hefur fram í þessari greinargerð eru margar samvirkandi ástæður til þess að svo illa tókst til með þessa borun og að hún varð svo kostnaðarsöm. Auk óhappa við fódurun holunnar var önnur aðalástæðan sú, að borað var í jarðlög, sem voru sprungin og þannig gerð, að við þrýsting og hnjask í borun urðu þau mjög laus í sér. Þetta var ekki hægt að sjá fyrir og engin leið að ráða við hrúnið með þeirri bortækni, sem við ráðum yfir.

Þá mætti spyrja hvers vegna það tók svo langan tíma að sannfærast um að hrúnið væri óviðráðanlegt. Því er til að svara, að gallarnir í fóduringu og hrúnið þaðan var í fyrstu mjög áberandi. Auk þess er algengt, að hrún verði úr slíkum móbergslögum við borun, en alltaf tekst að stöðva það með steypingum eða nýrri fódurun. Þau óhöpp, sem áttu sér stað við fóduringuna, eru ekki orsök þess að hætta varð við holuna, en urðu e.t.v. til þess að lengur var haldið áfram með hana og hún varð dýrari en ella. Þessi óhöpp virðast bæði afleiðing þess, að farið var út í borun án þess að tryggja sér áður að til væru fódurrör, og af ytri óviðráðanlegum orsökum (verkfalli). Ljóst er, að ráðist var í þessa borun með of stuttum fyrirvara til að tími gæfist til að útvega nægilega traust fódurrör. Vegna verkfalls í Sementsverksmiðju ríkisins var tekin sú áhætta að nota gamalt sement, fremur en að stöðva borun uns verkfallið leystist.