

ORKUSTOFNUN

Jarðhitadeild

RANNSÓKNA OG RÁDGJAFASTARFSEMI VIÐ BORUN TVEGGJA HOLA
VIÐ KRÖFLU

Valgarður Stefánsson
Benedikt Steingrímsson

Mars 1979

E F N I S Y F I R L I T

0. Ágrip
1. Inngangur
2. Verkbættir
 - 2.1 Jarðfræðilegt eftirlit og ráðgjöf við borun
 - 2.2 Mælingar í borholum á bortíma
 - 2.3 Mælingar við borlok
 - 2.4 Mælingar í upphitun
 - 2.5 Mælingar og athuganir við upphleypingu
 - 2.6 Ráðgjafastarfsemi við hönnun borhola og holutoppa
3. Kostnaðaráætlun
 - 3.1 Jarðfræðileg rannsókn og eftirlit
 - 3.2 Mælingar í borholum á bortíma
 - 3.3 Mælingar við borlok
 - 3.4 Mælingar í upphitun
 - 3.5 Mælingar og athuganir við upphleypingu
 - 3.6 Ráðgjafastarfsemi við hönnun borhola og holutoppa

0. ÁGRIP

Verkþáttum jarðhitasérfræðinga við borun á Kröflusvæði er lýst. Þessir verkþættir eru: Jarðfræðilegt eftirlit og ráðfjölf við borun, mælingar í borholum meðan á borun stendur, mælingar við borlok, mælingar í upphitun og mælingar og athuganir við upphleypingu og blástur holu. Í skýrslunni er gerð áætlun um heildarkostnað Orkustofnunar við ofangreinda verkþætti. Heildarkostnaður er áætlaður 58 miljónir króna við borun tveggja hola.

1. INNGANGUR

Í þessari skýrslu er tekið saman þau verk og aðgerðir sem æskilegt er að jarðhitasérfræðingar vinni að við boranir í Kröflu. Í skýrslunni er miðað við eðlilegar aðstæður við borverk. Samkvæmt reynslu við boranir í Kröflu og annars staðar verður hins vegar að gera ráð fyrir að ófyrirsjáanlegar aðstæður komi upp. Í slíkum tilfellum reynir yfirleitt meira á ráðgjöf jarðhitasérfræðinga en ella.

Að borun lokinni koma til ýmis sérfræðistörf við rannsóknir og mælingar áður en hægt er að taka holu í vinnslu. Í þessari skýrslu eru þessir verkþættir einnig teknir með.

Að lokum er gerð kostnaðaráætlun við þessi verk. Miðað er við borun tveggja hola og kostnaður miðaður við verðlag í janúar 1979.

Í þessari skýrslu hefur verið stuðst við fyrri reynslu við boranir í Kröflu og öðrum jarðhitasvæðum íslenskum.

2. VERKÞÆTTIR

2.1 Jarðfræðilegt eftirlit og ráðgjöf við borun

Til þess að fylgjast með gerð jarðlaga er tekið sýni af borsvarfi á 2 m fresti í holunni. Svarfið er greint í smásjá á staðnum. Tilgangur með þessu jarðfræðilega eftirliti er margþættur. Í fyrsta lagi er ávallt reynt að sjá til þess að neðsti endi fóðurrörs sé í góðu bergi. Er þá stuðst við jarðlaga- og ummyndundunargreiningu. Í öðru lagi sést með svarfgreiningu hvaða jarðlög eru hrungjörn og hvar ekki. Einnig sjá jarðfræðingar oft hrun í borholum og gera borstjóra aðvart. Í slíkum tilfellum er oft hægt að gera varúðarráðstafanir til þess að koma í veg fyrir festu. Í þriðja lagi hefur starfsemin upplýsingagildi fyrir jarðhitalegt mat á borholunni. Jarðfræðingurinn fylgist með gangi borunarinnar og fær við það meiri upplýsingar um holuna en það sem lesa má um í borskýrslum.

Til að sinna þessum verkþætti þarf einn jarðfræðingur að vera á staðnum meðan á borun stendur. Til viðbótar þarf að reikna með jafnlöngum tíma til fullnaðarúrvinnslu jarðfræðigagna. Við fullnaðarúrvinnslu koma til verk unnin á rannsóknastofum, svo sem þunnsneiðagreining og röntgengreiningar.

2.2 Mælingar í borholum á bortíma

Gangi borun háhitaholu vandræðalaust fyrir sig er einungis mælt í holunni við fóðringar. Hefur í Kröflu þróast ákveðið mælingaprógram sem nú er unnið eftir við hverja fóðringu í holum þar og á öðrum íslenskum háhitasvæum. Markmið mælinganna er fjölpætt upplýsingasöfnun um eiginleika holanna og berglaganna sem þær skera. Skipta má mælingunum í tvo hópa:

- a) Mælingar sem nauðsynlegar eru vegna fóðringa og steypinga fóðurrörs í hólunni. Hitastig, staðsetning vatnsæða, vídd holunnar og gæði steypu bak við fóðurrör.
- b) Mælingar á jarðeðlisfræðilegum eiginleikum holuveggja.

Með tilkomu nýs mælingabíls seinni hluta árs 1976, urðu þessar mælingar framkvæmanlegar hér á landi. Helstu stærðir sem hægt er að mæla með núverandi tækjakosti eru: Viðnám, sjálfspenna, poruhluti, eðlisþyngd, gammageislun og hljóðhraði. Mælingarnar er einungis hægt að gera í opnum og kældum háhitaholum og er því eini möguleikinn til að ná þessum upplýsingum sá að gera mælingarnar fyrir hverja fóðringu. Vegna hárrar borleigu hefur mælingum verið stillt í hof í Kröflu.

Ofangreindar mæliaðferðir og túlkun þeirra hefur verið í þróun undanfarin ár. Hefur æ betur komið í ljós upplýsingagildi þeirra við jarðhitalegt mat á borholum, og eykst gildið til muna við samtúlkun margra mæliaðferða. Það kemur því vel til álita að afla í framtíðinni allra áðurnefndra upplýsinga í holum í Kröflu, þrátt fyrir þann kostnaðarauka sem því er samfara að hafa bor á holunni á meðan á mælingum stendur. Í þessari skýrslu er lagt til að gerðar verði viðnáms-, hljóðhraða- og neutron-neutron poruhlutamælingar við hverja fóðringu í næstu holum í Kröflu.

Hingað til hefur verið fjallað einungis um þær mælingar sem fyrirsjáanlegt er að gera þarf í hverri holu. Reynslan er sú að óvænt atvik í borverkinu svo sem hrun, festur, misheppnaðar steypingar o.fl. kalla iðulega á meiri mælingar með litlum sem engum fyrirvara. Nauðsynlegt er því að mælingabíll og einn-tveir sérfræðingar séu staðsettir í Kröflu eins mikinn hluta bortímans og kostur er á til að sinna aðkallandi mælingum auk mælinga við fóðringar. Til úrvinnslu gagna er rétt að gera ráð fyrir jafn löngum tíma.

2.3 Mælingar við borlok

Við borlok eru gerðar allar þær mælingar sem gerðar eru við fóðringu, sjá 2.2, en auk þess eru staðsettar vatnsæðar með rennslismáli. Eftir að raufaður liner hefur verið settur í holuna er lekt holunnar ákvörðuð með þrepaðalingum. Við það verk eru dælur borsins notaðar. Þrepaðalingar taka yfirleitt ekki lengri tíma en einn sólarhring. Áætlað er að ein sérfræðingsvika fari í framkvæmd verksins og þrjár sérfræðingsvikur í úrvinnslu.

2.4 Mælingar í upphitun

Meðan hola er að hitna upp þarf að hita og þrýstimæla holuna reglulega. Reiknað er með að eðlilegur upphitunartími sé ca. 2-6 vikur. Á þeim tíma er einnig komið fyrir útblástursbúnaði á holunni þannig að hægt sé að mæla vatnsrennsli frá holu og varmáinnihald vökvans. Ef vel atti að vera þyrfti einn sérfræðingur að vera að mestu leyti við að fylgjast með upphituninni. Rétt er að geta þess að ekki er notaður sami mælingabíll við mælingar í upphitun og fullheitum holum eins og notaður er við mælingar meðan á borun stendur.

Í þessari áætlun er gert ráð fyrir 4 vikna vinnu fyrir sérfræðing og mælingabíl.

2.5 Mælingar og athuganir við upphleypingu

Þegar hola hefur náð eðlilegu hitastigi er henni hleypt í blástur.

Til þess að ákvarða eiginleika holunnar eru framkvæmdar ýmsar athuganir. Fylgst er með efnainnihaldi borholuvökvans og gasi í gufu. Þegar hola hefur náð fullum blæstri eru framkvæmdar aflmælingar með mælingum á kritiskum þrýstingi og vatnsstreymi við mismunandi holutoppþrýsting. Þá eru einnig gerðar hita og þrýstimælingar bæði í lokaðri holu og í blæstri ef hægt er. Þegar hola hefur verið í fullum blæstri í 1-2 vikur er æskilegt að loka fyrir holuna og mæla recovery í svo sem 4 sólarhringa. Er þetta gert til að meta lekt holunnar þegar hún er orðin fullheit. Í þessari áætlun er reiknað með að það taki ca. 4 vikur að hleypa upp holunni og fá fram vinnslueiginleika holunnar. Til þess að sinna öllum verkþáttum er talið að þrjár sérfræðingar anní verkinu. Að auki er rétt að reikna með jafn löngum tíma í úrvinnslu.

2.6 Ráðgjafastarfsemi við hönnun borhola og holutoppa

Orkustofnun hefur hannað allar borholur og holutoppa í Kröflu. Þessi hönnunarverk hafa verið í sífelldri þróun og má búast við að hægt sé að endurbæta hönnun og uppsetningu holutoppa í framtíðinni. Hér er þó reiknað með 8 vikna vinnu fyrir einn sérfræðing við ráðgjafastarfsemi í þessum efnum.

3. KOSTNAÐARÁÆTLUN

Svo sem að framan greinir er einungis reiknað með beinum kostnaði Orkustofnunar við verkið. Reiknað er með borun tveggja hola og að ekki sé hlé á milli borverkanna. Kostnaður miðast við verðlag í janúar 1979.

3.1 Jarðfræðileg rannsókn og eftirlit

	kkr.	kkr.
Vinna í Kröflu 80 d x 12 t x 5000 =	4.800	
Úrvinnsla 80 d x 8 t x 5.000 =	3.200	
Þunnsneiðar og röntgen 150 x 10000 =	1.500	
Dvalar og fæðiskostnaður	860	
Bílakostnaður	2.060	
Reksturskostnaður	100	
Ferðakostnaður	300	
		<hr/>
		12.820

3.2 Mælingar í borholum meðan á borun stendur

Vinna í Kröflu 80 x 12 x 5000 =	4.800	
Leiga fyrir mælingabíl 80 x 150 =	12.000	
Úrvinnsla 80 x 8 x 5000 =	3.200	
Dvalar og fæðiskostnaður	860	
Ferðakostnaður	300	
		<hr/>
		21.160

3.3 Mælingar við borlok

Vinna í Kröflu 7 x 12 x 5000 =	420	
Úrvinnsla 20 x 8 x 4450 =	800	
Tækjaleiga 6A + 7 x 2A =	100	
Dvalar og fæðiskostnaður	80	
Bílakostnaður	180	
Ferðakostnaður	60	
Reksturskostnaður	20	
		<hr/>
		1.660

3.4 Mælingar í upphitun

	kkr.	kkr.
Vinna í Kröflu 30 x 12 x 5000 =	1.800	
Leiga á mælingarbil 30 x 20 x 5000 =	3.000	
Dvalar og fæðiskostnaður	300	
Ferðakostnaður	90	
Rekstrarkostnaður	50	
		<hr/>
		5.240

3.5 Mælingar og athuganir við upphleypingu

Vinna í Kröflu 3 x 30 x 12 x 5000 =	5.400	
Leiga fyrir mælingarbil	3.000	
20 efnagreiningar	1.100	
Úrvinnsla 3 x 30 x 8 x 5000 =	3.600	
Dvalar og fæðiskostnaður	900	
Bilakostnaður	720	
Ferðakostnaður	270	
Reksturskostnaður	100	
		<hr/>
		15.090

3.5 Ráðgjafastarfsemi um hönnun borhola og holutoppa

Vinna 6 x 5 x 8 x 5000 =	1.200	
Vinna 2 x 5 x 12 x 5000 =	600	
Dvalar og fæðiskostnaður	150	
Bilakostnaður	360	
Ferðakostnaður	60	
		<hr/>
		2.370

Heildarsumma liða 3.1-3.6 er 58.340 kkr.