



ORKUSTOFNUN

Mælingar á afköstum og hita holu 12 í Varmahlíð. Bráðabirgðaeintak

**Grímur Björnsson, Sigvaldi Thordarson,
Kristján Sæmundsson**

Greinargerð GrB-SThor-KS-97-04

20. júní, 1997

Greinargerð
GrB/SThor/KS-97/04

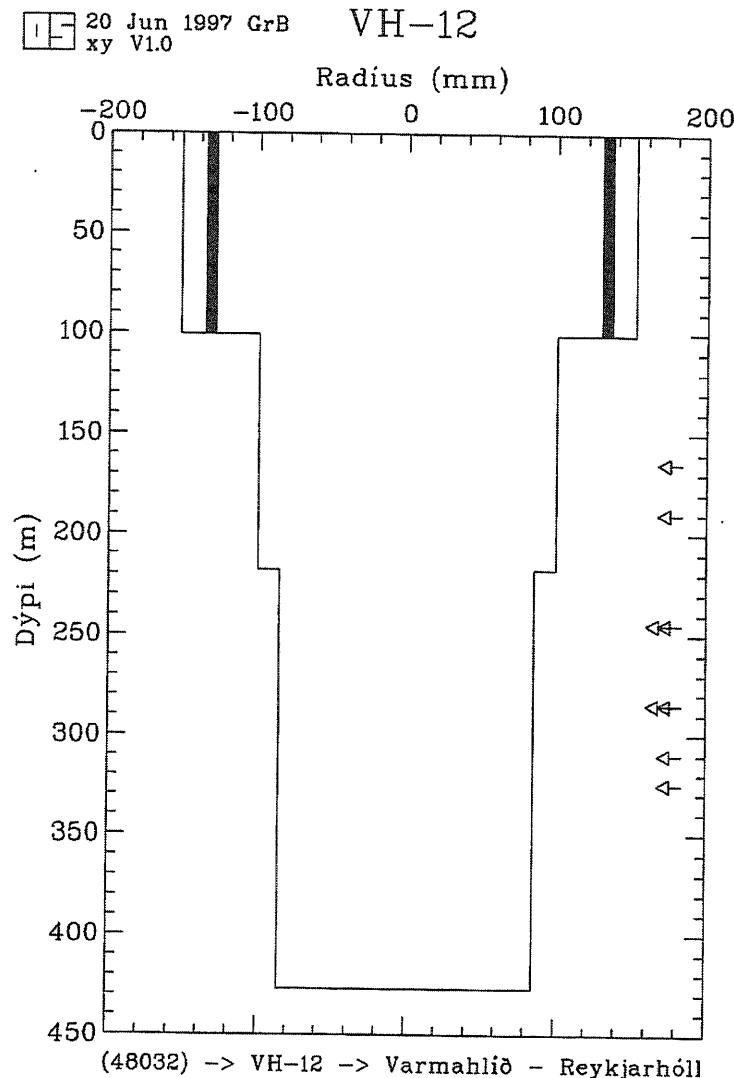
Mælingar á afköstum og hita holu 12 í Varmahlíð Bráðabirgðaeintak

Inngangur

Eftirfarandi greinargerð er tekin saman að beiðni Seyluhrepps. Hún lýsir mælingum sem gerðar voru á holu 12 í Varmahlíð undir lok borunar sunnudaginn 15. júní 1997. Holan er boruð í tengslum við fyrirhugaða stækkun á hitaveitu frá Varmahlíð. Staðsetning hennar byggir á hitamælingum í nokkrum könnunarholum sem voru boraðar í mars og apríl 1997 (*Hitastigulsboranir í Varmahlíð. Rannsóknaráætlun og staðsetning á fyrstu holum.* Orkustofnun, greinargerð, KS-96/28). Í ljósi leitarborana var djúpri holu, númer 12, valinn staður nánast efst í Reykjarhólnum, u.b.b. 250 m í VSV frá gömlu vinnsluholunum (númer 1 og 2).

Hola 12 var boruð með jarðbornum Ými í maí og júní 1997 undir stjórn Sveinbjörns Þórissonar. Lauk borun í 427 m dýpi þann 14. júní. Framan af var borað eingöngu með lofthamri. Eftir að vatnsæðar komu í holuna var borað áfram með blöndu af vatni og lofti. Mynd 1 sýnir frágang holunnar og helstu æðar.

Ljóst var að hola 12 gaf töluvert vatn strax meðan á boruninni stóð en óvist var um vatnsborðið meðan að á dælingu stóð. Það er nú á u.b.b. 44 m dýpi. Var því ákveðið að holan skyldi prófuð með loftblæstri og hita- og þrýstimælar hafðir á meðan neðan borstanga. Með því móti mætti meta niðurdrátt í dælingu og velja í kjölfarið rétta djúpdælu í holuna. Undirritaðir framkvæmdu umbeðnar mælingar og er þeim lýst hér á eftir, svo og rennslismælingum í þversniði nokkuð frá borstað. Mælingarnar eru nýttar til að spá fyrir um afköst holunnar og vatnsborð við mismikla vinnslu. Í lokin eru settar fram almennar vangaveltur um innri gerð jarðhitakerfisins í Varmahlíð og framtíðarástand þess.



Mynd 1: Útlit og hönnun holu 12 í Varmahlíð. Borvíddir eru sýndar með grónum línum, vinnslufóðring með sverum línum og helstu æðar með örbum.

1. Framkvæmd mælinga

Mælingamenn mættu á borstað upp úr klukkan 14 á sunnudeginum 15. júní og hófu störf með vatnsborðs- og hitamælingu. Vatnsborðið reyndist á 44,0 m dýpi, miðað við yfirborð jarðar. Tengdir voru saman rafrænn hitamælir og þrýstimælir með innbyggðri skráningu (Amerada) og síðan hitamælt í 175 m dýpi. Þá fór hitamælirinn að sýna tóma vitleysu og er líklegt að vír á samskeytum hita- og þrýstimælis hafi náð að snerta hitaskynjarann og trufla. Úr þessu var leyst með því að hífa hratt upp í 100 m dýpi.

Að því búnu hófst loftblástur. Stangir náðu í 96 m dýpi. Vatnið sem kom upp úr holunni var leitt í röri niður til vesturs og mælt í vel frágengnu v-laga þversniði í skurði í u.p.b. 300 m fjarlægð. Blásið var frá kl 15:57 til 21:20, eða í rúmar 5 klst. Fylgst var með hita á 100 m dýpi, þrýstingi á borlofti og vatnshæð í v-laga þversniðinu. Tafla 1 sýnir gögnin sem söfnuðust.

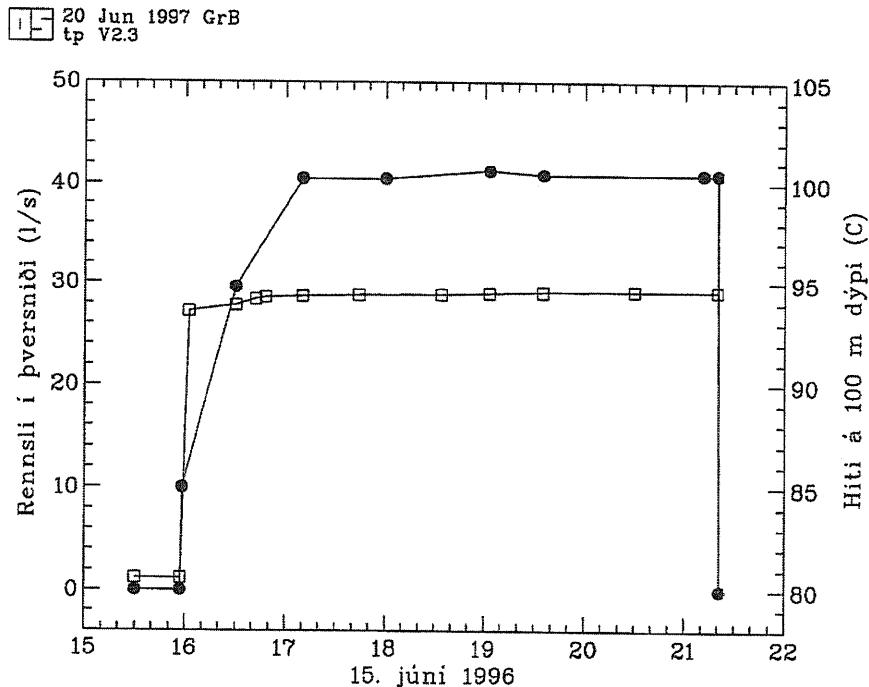
Tafla 1: *Upplýsingar úr blástursþrófun holu 12 þann 15. júní 1997.*

Tími	Þrýst. á lofti (bör)	Hiti á 100 m (°C)	Hæð í v-sniði (cm)	Rennsli úr holu (l/s)	Athugasemdir
15:57	0	80.6	0	0	Blástur hefst
16:02	8.2	93.6			
16:30	8.1	93.9	21.5	29.6	
16:42		94.2			
16:48		94.3			
17:10		94.35	24.4	40.5	
17:44	8.1	94.4			
18:00			24.4	40.5	
18:34	8.1	94.45			
19:03		94.5	24.6	41.3	
19:35		94.55	24.5	40.9	
20:30		94.6			Hitamælt niður holuna
21:11	8.2		24.5	40.9	
21:20					Blæstri lýkur

Rennslið í v-sniðinu er reiknað samkvæmt jöfnunni $m = 1320 \cdot h^{2.47}$ þar sem m er rennslið í l/s og h er vatnshæðin í sniðinu í metrum.

Mynd 2 sýnir rennslið úr holunni og hitann á 100 m dýpi með tímanum. Rúma klukkustund tók að fá fram jafnt rennsli á mælistaðnum. Það hélst síðan ákaflega stöðugt í um og yfir 40 l/s allt til loka prófsins. Þá sýnist sem hiti vatnsins, á 100 m dýpi, nálgist 95 °C í langtímadælingu. Þar með má gera ráð fyrir að vinnsluhiti holunnar inn á veitu verði milli 94 og 95 °C.

Varmaafli 40 sekúndulítranna sem dælt var þann 15. júní er um 10 MW, miðað við nýtingu að 35 °C hita. Sýnir það vel hve árangur af boruninni er góður.

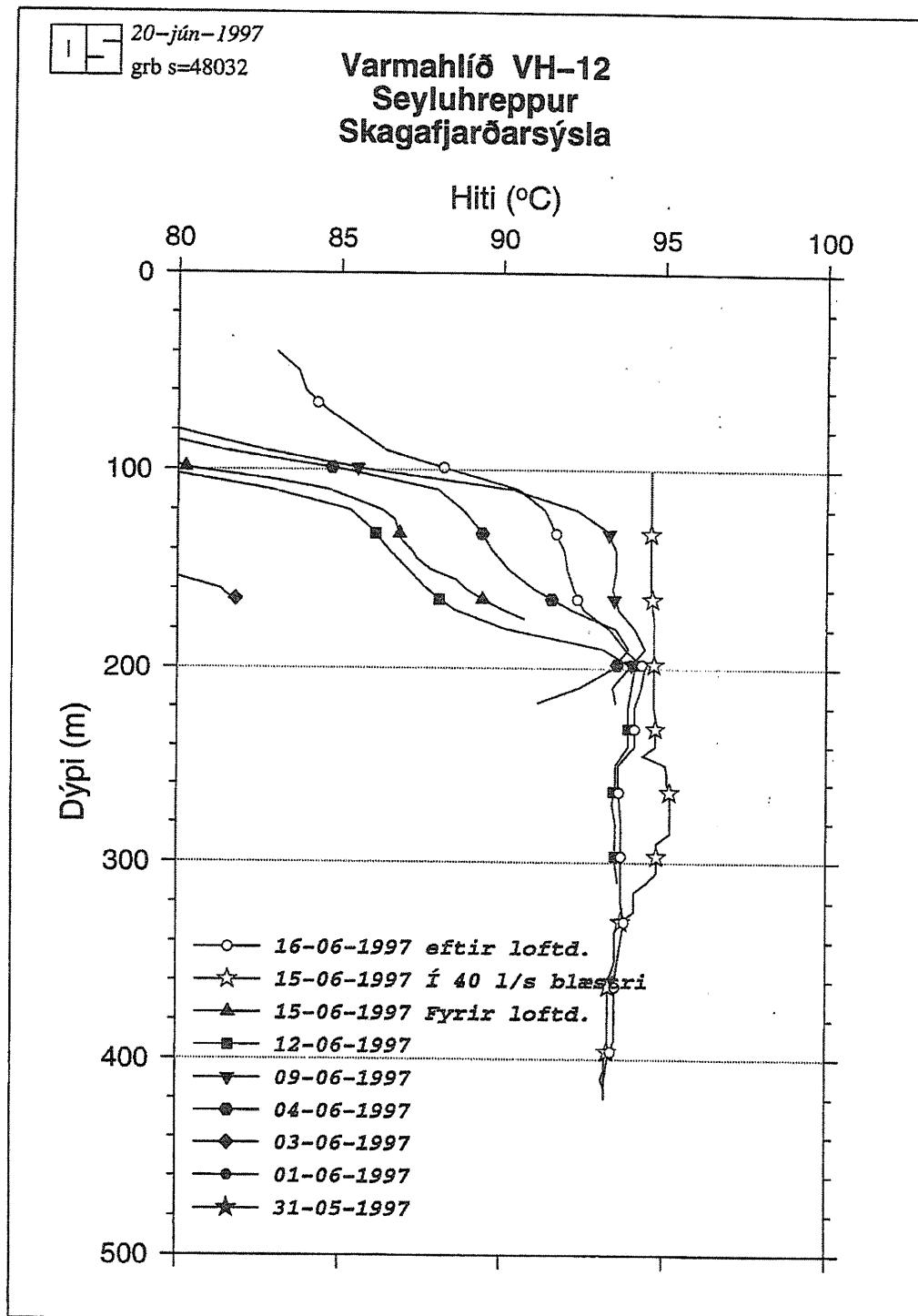


Mynd 2: Hiti (□) og rennsli (●) í dæluprófun holu 12.

2. Hitamælingar

Hola 12 var hitamæld þrívegis í tengslum við rennslisprófunina þann 15. júní síðastliðinn: 1) fyrir blástur niður í 175 m dýpi, 2) í blæstri frá 100 í 420 m dýpi og loks 3) úr 420 m upp til yfirborðs morguninn eftir prófið. Gögnin eru birt á mynd 3 ásamt eldri mælingum. Áberandi er á myndinni hve holan er heit í blæstrinum. Þá snýst hitinn við neðan æðar á 285 m dýpi. Mælingin daginn eftir blástur sýnir svo 1-2 °C lægri hita en mældist í blæstrinum. Líklega er þessi mæling einna næst réttum berghita á 180-420 m dýpi. Virðist því sem holan dragi sér heitara vatn frá nálægri uppsprettu.

Enn er eftir að bera saman upplýsingar um æðadýpi við borskýrslur. Skoðun hitamælinganna bendir til að stærstu æðar holunnar séu á u.p.b. 245 og 285 m dýpi. Smáæðar koma svo fyrir á 165, 190, 310 og 325 m.



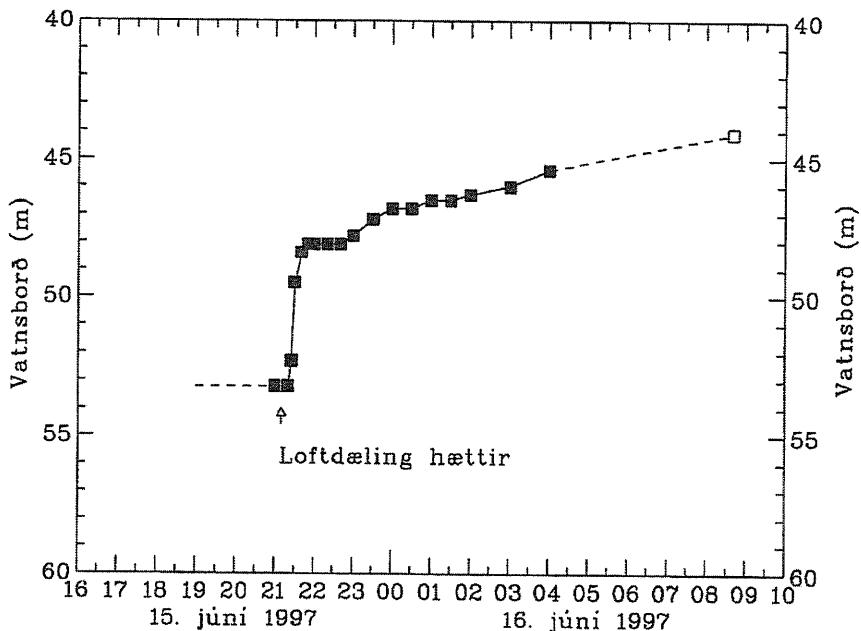
Mynd 3: Allar tiltækar hitamælingar í holu 12.

3. Mælingar á vatnsborði með tímanum

Mælingarnar í holu 12 höfðu það að markmiði að meta niðurdrátt í henni í dælingu. Því var hengdur þrýstimælir neðan í hitamælinn og skráði hann samfellt þrýsting í 12 tíma. Mælirinn var annars vegar hafður kyrr í 100 m dýpi milli klukkan 15:50 og 20:30, en hins vegar í 420 m dýpi frá 20:54 og fram til u.p.b. 4 aðfararnótt mánudagsins 16. júní.

Mynd 4 sýnir vatnsborð holunnar í blástursprófinu, eins og það reiknast út frá þrýstimælignunni. Þar sem holan stóð full af $90\text{--}95^{\circ}\text{C}$ heitu vatni mest allan mælitímann, er gert ráð fyrir að eðlisþyngd vatnsins í holunni sé 965 kg/m^3 . Vatnsborðið, v , er síðan reiknað með jöfnunni $v = d - P/(\rho \cdot g)$ þar sem d er mælisdýpið, P er þrýstingurinn (Pa), ρ er eðlisþyngd vatnsins í holunni og g er þyngdarhröðun jarðar. Rétt er að taka fram að í fyrri mælisyrpunni á 100 m dýpi, stóð þrýstimælirinn á sér og sýndi rangan aflestur. Í seinni hlutanum losnaði stíflan og sýndi mælirinn þar aflestur sem ekki þarf að draga í efa.

20 Jun 1997 GrB
tp v2.3



Mynd 4: Jöfnun vatnsborðs holu 12 eftir blástur. Reiknað vatnsborð skv. þrýstimælingu er sýnt með fylltum kössum en mælt vatnsborð að morgni 16. með opnum kassa.

Mynd 4 sýnir að hola 12 er tengd óvenju góðum vatnsæðum. Myndina ber að túlka þannig að ef djúpdæla er sett í holuna, þá þarf að lækka vatnsborð frá 44 m niður í 53 m dýpi til að fá upp 40 l/s. Er það einungis 9 m breyting. Eins má sjá af þessum tölum að langtímaniðurdráttur verður hægur en þó einhver með tímanum. Nánari spár um hann þurfa lengri prófun en hér er sýnd.

4. Áhrif á holu 2

Hola 2 er nú aðalvinnsluhola hitaveitunnar í Varmahlíð. Brynleifur Tóbíasson fylgst með holunni meðan að dælingin stóð úr holu 12. Eins var reynt að meta afköst hennar með stuttri mælisyrpu að morgni 16. júní. Þessar mælingar eru skráðar í töflu 2.

Tafla 2: Ýmsar mælingar á rennsli úr holu 2 í Varmahlíð.

Dags	Tími	Rennsli (l/s)	Toppþr. (bör)	Athugasemdir
15/6	12:00	12.5		EKKI UNNIÐ ÚR HOLU 12 SÍÐUSTU 14 TÍMANA
15/6	18:00	11.8		EFTIR 2 TÍMA DÆLINGU ÚR HOLU 12
15/6	19:45	10.5		EFTIR TÆPLEGA 4 TÍMA DÆLINGU ÚR HOLU 12
15/6	21:00	10.0		EFTIR 5 TÍMA DÆLINGU ÚR HOLU 12
16/6	09:30			LOKAÐ OG GENGIÐ FRÁ NÁKV. ÞRÝSTINGSMÆLI
16/6	10:04	0	1.02	BYRJAÐ AÐ TAKA ÞREP
16/6	10:06	5	0.94	ÓNÁKVÆMAR RENNISMÆLINGAR, VATNS
16/6	10:09	14	0.67	SPÝTTIST AF KRAFTI ÚR 3" STÚT Á TOPPI.
16/6	10.11	26	0.48	

Tvö atriði má lesa úr töflu 2. Annars vegar virðist 40 l/s dælingin úr holu 12 hafa „stolið“ 2-3 l/s af heildarrennsli holu 2, eða ca. 25%. Hins vegar skilar hola 2 upp undir 30 l/s eftir skamma lokun. Það er umtalsvert meira en menn muna úr prófunum eftir borun og í stuttum rennslisprófunum þegar holan er tekin út af veitu. Hér eru að koma fram upplýsingar um tengsl holu 2 við uppstrey mishluta jarðhitakerfisins í Varmahlíð. Væntanlega er lektin í þessari tengingu lág þ.a. hratt dregur úr rennsli holu 2 eftir opnun og þrýstingur við hana lækkar. Er það reyndar í góðu samræmi við viðsnúinn hitaferil holunnar.

Dælingin frá holu 2 tekur nú um 6 kW í rafmagni. Kanna ætti hvernig stilla má saman vinnslu úr holum 2 og 12 án þess að rafmagnsnotkun vaxi verulega. Þannig má t.d. skoða þann möguleika að hola 2 þjóni eingöngu byggðinni neðan við sig og þá með sjálfrennsli úr afloftunartanki. Djúpdælan í holu 12 verði svo með hraðastýringu, hún þjóni húsum sem þurfa hærri veituþrýsting og gæti þess utan skammtað vatn í afloftunartankinn við holu 2 ef þess þarf með. Þetta er verkefni fyrir röra- og dælumenn að ganga í.

5. Hugmyndalíkan að jarðhitakerfinu í Varmahlíð

Pennan kafla á eftir að skrifa í samráði við Kristján Sæmundsson þegar hann kemur til byggða. Leita verður uppi skipulagskort og merkja inn á það allar holur og lesa síðan hnitt þeirra svo og hæðir. Inn á kortið verði svo færðar jafnhitalínur og uppstreymisrás svæðisins. Með því er búið að koma inn í þetta plagg flestum tiltækum upplýsingum um jarðhitasvæðið í Varmahlíð.

6. Niðurstöður og umræða

Helstu niðurstöður prófana á holu 12 þann 15. júní 1997 eru eftirtaldar:

1. Holan er ágætlega tengd nokkrum 93-95 °C heitum vatnsæðum á 200-300 m dýpi. Þá virðist hún lítillega hliðlæg eða ofan við heitan kjarna jarðhitakerfisins í Varmahlíð.
2. Ausa má allt að 100 l/s úr holunni í skammtímadælingu með óverulegum niðurdrætti. Einhver viðbótarniðurdráttur verður af langtímovinnslu. Eins verður að gera ráð fyrir að sjálfrennsli úr holu 2 minnki með aukinni dælingu úr holu 12. Viðameiri prófanir þarf til að skera úr um þetta.
3. Stutt prófun á holu 2 sýnir að hún er treglega tengd virkasta hluta jarðhitakerfisins í Varmahlíð. Ef hún fær tíma til að byggja upp toppþrýsting fæst allt að 30 l/s rennsli úr henni strax eftir opnun. Léleg tenging við jarðhitakerfið veldur svo því að rennslið fellur í 10-12 l/s eftir að jafnvægi er komið á.
4. Vel þarf að hyggja að samspili vinnslu úr holum 2 og 12, með það að markmiði að raforkupörf í dælingu verði haldið í hófi.
5. hér kemur loks eitthvað um hugmyndalíkanið

Hola 12 er í stuttu máli sagt ákaflega vel heppnuð og hefur fulla burði til að þola vinnslu til langs tíma. Vegna óvissu um þrýsting jarðhitakerfisins í langtímadælingu holu 12 og áhrif hennar á holu 2, er lagt til að vinnsla verði ekki aukin um meir en e.t.v. 10 l/s í fyrsta áfanga. Til að ná því magni ætti að vera fullnægjandi að setja djúpdælu í 60-80 m dýpi í holu 12. Eins er lögð áhersla á að vinnsla úr holunum tveimur, þ.e. hiti, vatnsborð og þrýstingur verði skráður með skipulegum hætti. Sú vinnlusaga sem þannig safnast má síðar nota til að spá fyrir um áhrif meiri viðbótar en ofannefndra 10 l/s.

Orkustofnun, 20. júní, 1997
Grímur Björnsson, Krisján Sæmundsson og
Sigvaldi Thordarson