



ORKUSTOFNUN

Rannsóknasvið

HOLA 1 VIÐ GRÝTUBAKKA Í GRÝTUBAKKAHREPPI

**Afkastaspá og hugmyndalíkan
að vatnskerfi**

Grímur Björnsson

Unnið fyrir Grýtubakkahrepp

1997

OS-97029



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 610 668

Grímur Björnsson

HOLA 1 VIÐ GRÝTUBAKKA Í GRÝTUBAKKAHREPPI
Afkastaspá og hugmyndalíkan að vatnskerfi

Unnið fyrir Grýtubakkahrepp

OS-97029

Júlí 1997

**ORKUSTOFNUN**

Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Lykilsíða

Skýrsla nr.: OS-97029	Dags.: Júlí 1997	Dreifing: <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill: Hóla 1 við Grýtubakka í Grýtubakkahreppi Afkastaspá og hugmyndalíkan að vatnskerfi	Upplag: 20	
	Fjöldi síðna: 16	
Höfundar: Grímur Björnsson	Verkefnisstjóri: Kristján Sæmundsson	
Gerð skýrslu / Verkstig: Álitsgerð, mat á borholu/vatnskerfi	Verknúmer: 610 668	
Unnið fyrir: Grýtubakkahrepp		
Samvinnuaðilar:		
Útdráttur: <p>Skýrslan fjallar um afkastaprófun á borholu númer 1 við Grýtubakka. Holan var boruð með Ými í nóv. - des. 1978. Hún er 471 m djúp og gaf umtalsvert magn af rúmlega 25°C heitu vatni. Holan var afkastaprófuð síðari hluta árs 1996 til að sannreyna vinnslugetu hennar með tilliti til fiskeldis. Prófuninni er lýst og gerð spá um langtímaafköst holunnar. Í lokin er sett fram einfalt hugmyndalíkan af vatnskerfinu sem fæðir holuna, sem m.a. er byggt á borskýrslum og hita-mælingum úr holunni. Helstu niðurstöður eru þær að holan byggir hratt upp þrýsting við lokun sem fræðilega bendir til stórs vatnskerfis. Gildi leiðnistuðuls og rýmdarstuðuls eru há sem einnig bendir til hins sama. Vinnsluspár gefa til kynna að holan skili um 25 l/s í sjálfrennsli af 25-26°C heitu vatni til langframa. Holan virðist boruð gegnum nær lóðréttan vatnsleiðara sem hún tekur vatn úr á dýptarbilinu 60-150 m. Í heild virðist holan vænleg til langtíma vinnslu bæði hvað varðar hita og rennsli. Auk þess eru miklar líkur á því að vatn heitara en 35°C sé að finna í næsta nágrenni holunnar.</p>		
Lykilorð: Lághitasvæði, fiskeldi, borhola, prófun, vinnslugeta, líkan, spá	ISBN-númer:	
	Undirskrift verkefnisstjóra: 	
	Yfirfarið af: KS, PI	

EFNISYFIRLIT

1. Inngangur	3
2. Framkvæmd mælinga	3
3. Lokunarþrýstingur og lekt holu 1	4
4. Skammtímaprófun og afkastaferill holu 1	6
5. Langtímaprófun holu 1	8
6. Upplýsingar úr borskýrslum Ýmis	9
7. Hitamælingar í holu 1	10
8. Hugmyndalíkan af vatnskerfinu við holu 1	13
9. Niðurstöður og umræða	15

MYNDASKRÁ

1 Lokunarþrýstingur holu 1	5
2 Lokunarþrýstingur holu 1 sem fall af lógariþmískum tíma	5
3 Rennslisprófun holu 1 í desember 1996	6
4 Afkastaferill holu 1 í desember 1996	7
5 Spár um afköst holu 1 við 20, 25 og 30 l/s rennsli	9
6 Hitamælingar í holu 1 fyrsta mánuðinn eftir að borun lauk	11
7 Frágangur og æðar holu 1	12
8 Sprungukort af nágrenni holu 1 við Grýtubakka	14

TÖFLUSKRÁ

1 Lokunarþrýstingur holu 1 í júlí 1996	3
2 Rennslisprófun holu 1 haustið 1996	4

1. Inngangur

Skýrsla þessi er samin að beiðni Grýtubakkahrepps og fjallar um afkastaprófun sem gerð var á holu 1, Grýtubakka síðsumars og veturinn 1996. Holan var boruð af jarðbornum Ými í nóvember og desember, 1978. Hún er 471 m djúp og gaf umtalsvert magn af rúmlega 25 °C heitu vatni. Nú er uppi áhugi á að nýta holuna til fiskeldis og var afkastaprófunin gerð til að sannreyna vinnslugetu hennar. Í skýrslunni er prófuninni og úrvinnslu hennar lýst og gerð spá um langtímaafköst holunnar. Eins voru skoðaðar bor-skýrslur og hitamælingar. Allar þessar upplýsingar eru í lokin samtvinnaðar í einfalt hugmyndalíkan af vatnskerfinu sem fæðir holu 1.

2. Framkvæmd mælinga

Prófun holu 1 var gerð í tveimur áföngum. Í þeim fyrri var holunni einfaldlega lokað og mælt hvernig toppþrýstingur hennar byggðist upp. Í þeim síðari var vatni smáhleypt af holunni í áföngum og skoðað hvernig rennslið jókst í hverju þrepi. Guðni Sigþórsson á Grenivík gerði mælingarnar en Ari Rögnvaldsson hjá Hitaveitu Akureyrar var honum til halds og trausts og útvegaði V-laga kar til að mæla rennslið. Töflur 1 og 2 sýna gögnin sem söfnuðust. Í töflu 2 er búið að snúa hæð vatnsins í réttthyrnda yfirfallinu í l/s samkvæmt jöfnunni:

$$Q = 1.32 \cdot h^{2.47} \cdot \rho$$

þar sem Q er rennslið í kg/s, h er hæðin í yfirfallinu (m) og ρ er eðlisþyngd vatnsins (997kg/m³).

Tafla 1: Lokunarþrýstingur holu 1 í júlí 1996.

Dags	Þrýst. (bör-y)	Dags	Þrýst. (bör-y)	Dags	Þrýst. (bör-y)
24/7 14:00	1.45	24/7 15:35	2.17	25/7 12:00	2.40
24/7 14:05	1.81	24/7 15:45	2.18	25/7 13:00	2.40
24/7 14:10	1.88	24/7 15:55	2.19	25/7 15:00	2.40
24/7 14:15	1.98	24/7 16:05	2.20	25/7 17:00	2.40
24/7 14:20	1.99	24/7 16:15	2.20	26/7 07:00	2.50
24/7 14:25	2.00	24/7 16:25	2.20	26/7 12:00	2.45
24/7 14:30	2.00	24/7 17:25	2.20	26/7 17:00	2.50
24/7 14:35	2.02	24/7 18:25	2.20	27/7 07:00	2.55
24/7 14:40	2.02	24/7 19:25	2.20	27/7 17:00	2.55
24/7 14:45	2.04	25/7 07:00	2.40	28/7 07:00	2.55
24/7 14:55	2.10	25/7 08:00	2.40	28/7 17:00	2.55
24/7 15:05	2.10	25/7 09:00	2.40	29/7 07:00	2.60
24/7 15:15	2.11	25/7 10:00	2.40	29/7 17:00	2.62
24/7 15:25	2.16	25/7 11:00	2.40	*)	

*) Holutoppþrýstingurinn hélst stöðugur í 2.6 börum allt fram í nóvember 1996.

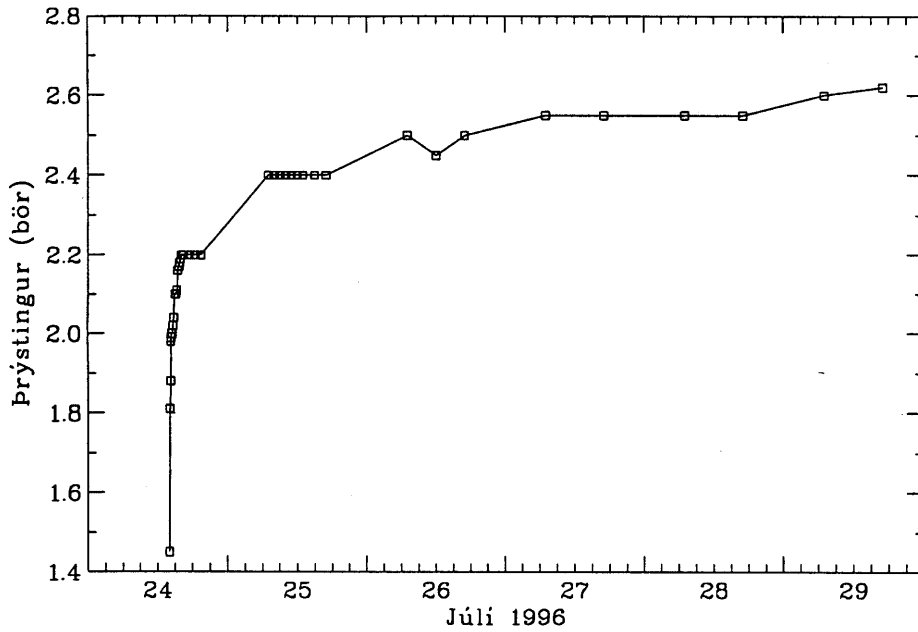
Tafla 2: Rennslisprófun holu 1 haustið 1996.

Dags	Rennsli (l/s)	Hæð í kari (sm)	Topp-þrýst. (bör)	Vatns-hiti (°C)	Úti-hiti (°C)	Dags	Rennsli (l/s)	Hæð í kari (sm)	Topp-þrýst. (bör)	Vatns-hiti (°C)	Úti-hiti (°C)
16/11 10:00	10.3	14.0	2.6	26.9	-6.9	17/11 14:30	21.8	19.0	1.6	26.1	-4.4
16/11 10:30	11.2	14.5	2.6	25.2	-6.9	17/11 15:00	21.8	19.0	1.6	26.0	-4.7
16/11 11:00	10.3	14.0	2.6	24.5	-7.0	17/11 15:30	21.8	19.0	1.6	26.2	-5.3
16/11 11:30	11.2	14.5	2.6	24.4	-6.9	17/11 16:00	23.3	19.5	1.6	26.2	-4.7
16/11 12:00	10.3	14.0	2.6	24.5	-8.5	17/11 16:30	23.3	19.5	1.6	26.2	-4.3
16/11 12:30	8.6	13.0	2.6	25.2	-9.5	17/11 17:00	20.4	18.5	1.6	26.3	-5.5
16/11 13:00	11.2	14.5	2.6	25.2	-9.6	17/11 17:30	21.8	19.0	1.6	26.7	-5.5
16/11 13:30	11.2	14.5	2.6	24.9	-9.9	17/11 18:00	21.8	19.0	1.6	27.0	-5.8
16/11 14:00	12.2	15.0	2.6	25.1	-9.5	17/11 18:30	21.8	19.0	1.6	27.1	-5.1
16/11 14:30	11.2	14.5	2.6	25.1	-8.3	17/11 19:00	20.4	18.5	1.6	27.3	-5.4
16/11 15:00	11.2	14.5	2.6	24.9	-8.9	18/11 10:00	31.4	22.0	1.2	25.0	-16.1
16/11 15:30	10.3	14.0	2.6	25.0	-8.9	18/11 10:30	31.4	22.0	1.2	25.1	-16.4
16/11 16:00	11.2	14.5	2.6	24.9	-6.7	18/11 11:00	29.6	21.5	1.2	25.2	-10.8
16/11 16:30	10.3	14.0	2.6	24.8	-6.2	18/11 11:30	29.6	21.5	1.2	25.5	-11.2
16/11 17:00	10.3	14.0	2.6	24.7	-6.1	18/11 12:00	29.6	21.5	1.2	25.6	-11.0
16/11 17:30	10.3	14.0	2.6	24.7	-5.8	18/11 13:00	28.0	21.0	1.2	25.8	-10.0
16/11 18:00	10.3	14.0	2.6	24.6	-5.0	18/11 14:00	28.0	21.0	1.2	25.4	-9.5
16/11 18:30	10.3	14.0	2.6	24.7	-4.5	18/11 15:00	29.6	21.5	1.2	25.2	-11.0
16/11 19:00	10.3	14.0	2.6	24.7	-4.0	18/11 16:00	31.4	22.0	1.2	25.0	-9.9
17/11 10:00	21.8	19.0	1.6	24.6	-3.6	18/11 17:00	29.6	21.5	1.2	25.2	-12.0
17/11 10:30	20.4	18.5	1.6	24.8	-3.4	18/11 18:00	28.0	21.0	1.2	25.2	-11.0
17/11 11:00	20.4	18.5	1.6	25.0	-3.5	18/11 19:00	28.0	21.0	1.2	25.2	-9.1
17/11 11:30	23.3	19.5	1.6	24.9	-3.7	19/11 10:00	28.0	21.0	1.1	24.7	-5.0
17/11 12:00	23.3	19.5	1.6	25.0	-3.7	19/11 19:00	28.0	21.0	1.1	25.0	-7.0
17/11 12:30	20.4	18.5	1.6	25.1	-4.1	20/11 10:00	28.0	21.0	1.0	25.0	-7.0
17/11 13:00	21.8	19.0	1.6	25.3	-3.7	20/11 19:00	26.3	20.5	1.0	25.7	-9.0
17/11 13:30	21.8	19.0	1.6	26.0	-3.5	21/11 10:00	28.0	21.0	1.0	26.1	-3.0
17/11 14:00	23.3	19.5	1.6	25.9	-3.8	21/11 19:00	24.8	20.0	0.9	25.1	-5.0

3. Lokunarþrýstingur og lekt holu 1

Mynd 1 sýnir hvernig lokunarþrýstingur holu 1 byggðist upp með tímanum. Þar sést vel að þrýstingur óx hratt í byrjun, en síðan smáhægði á. Að sögn Guðna Sigbórssonar stöðvaðist lokunarþrýstingurinn í 2,6 börum og hélst stöðugur í því gildi allt þar til seinni hluti prófunarinnar var gerður í nóvember 1996.

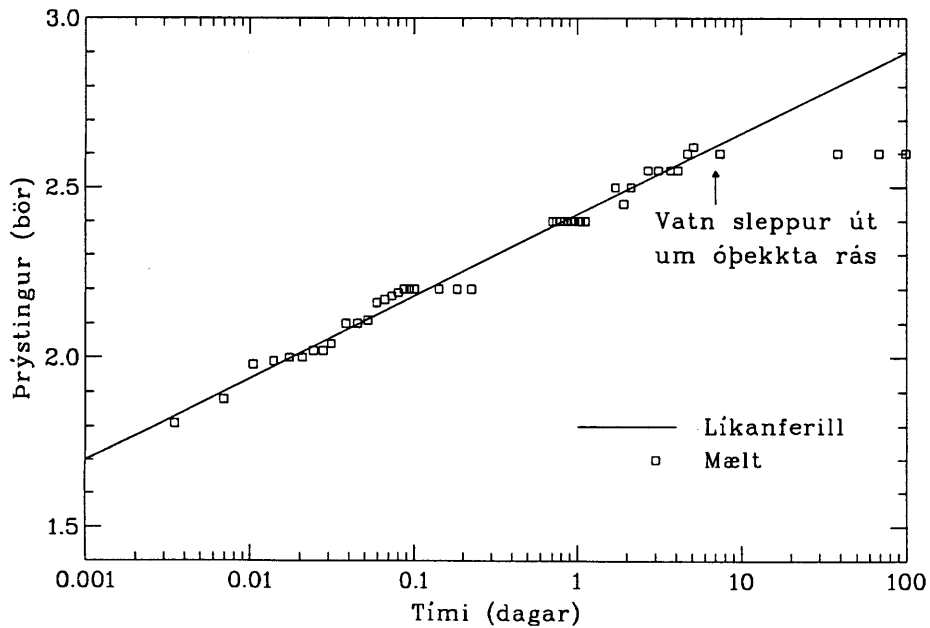
29 Apr 1997 GrB
tp V2.3



Mynd 1: Lokunarþrýstingur holu 1.

Mynd 2 sýnir hvernig lokunarþrýstingur holu 1 hækkaði sem fall af lógariþma af tímanum. Inn á myndina er dreginn svokallaður líkanferill, en algengt er að stór og djúpstæð vatnskerfi fylgi slíkri beinni línu á lógariþmísku grafi. Hér bregður svo við að eftir um 8 daga hættir þrýstingurinn að fylgja líkanferlinum og stöðvast í u.þ.b. 2,6 börum. Það sýnir að á þessum tímamarki byrjar vatn að sleppa út úr vatnskerfinu um óþekkta rás. Ef þetta „yfirfall“ væri ekki til staðar, hefði þrýstingurinn haldið áfram að hækka og t.d. staðið í u.þ.b. 2,9 börum eftir 100 daga lokun.

30 Apr 1997 GrB
xy V1.0



Mynd 2: Lokunarþrýstingur holu 1 sem fall af lógariþmískum tíma.

Hægt er að reikna leiðnistuðul vatnskerfisins við holu 1 út frá hallatölu líkanferilsins á mynd 2. Hallatölunni er lýst með stærðinni $m = 0,26$ bör/lotu. Rennslið fyrir lokun holunnar, W , er ágískað 30 l/s samkvæmt töflu 2. Vatnsleiðinin, T , er þá gefin samkvæmt jöfnunni:

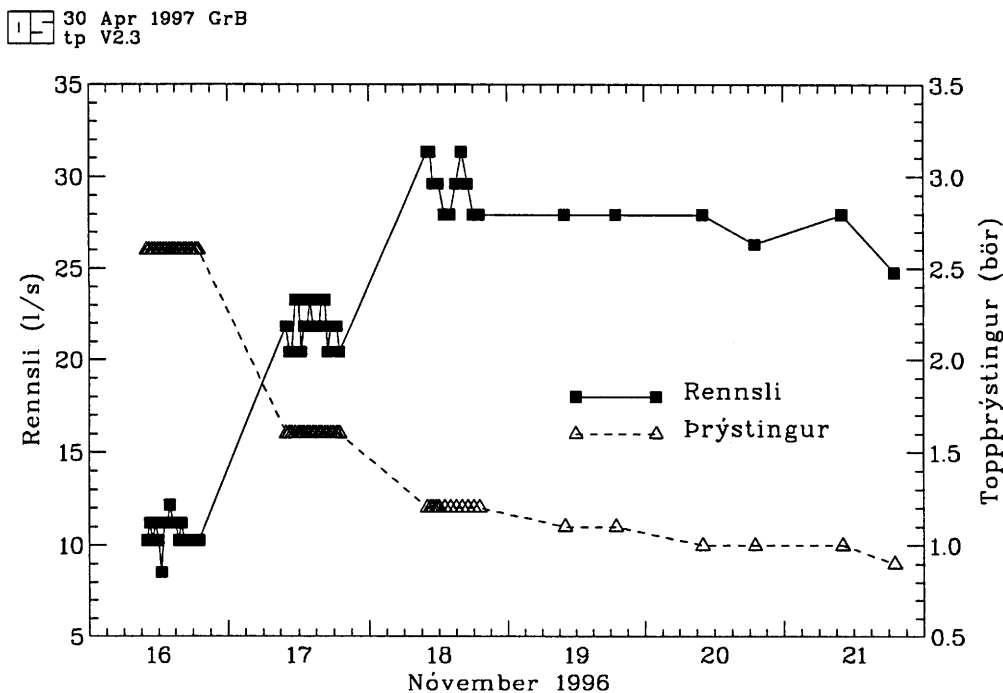
$$T = \frac{2.3 W g}{4 \pi m} = \frac{2.3 \cdot 30 \cdot 9.8}{4 \cdot \pi \cdot 0.26 \times 10^5} = 2 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$$

Þetta er ljómandi góður leiðnistuðull og vart von á öðru þegar tekið er tillit til mikillar vatnsgæfni holunnar.

Ekki er ljóst hvorrar gerðar jaðarinn er sem veldur því að vatnskerfið við holu 1 stöðvast í 2,6 bara þrýstingi eftir tæplega 10 daga lokun. Líklegast er hér um að ræða annað hvort millirensli innan sjálfrar holunnar til grunnrar æðar eða að þrýstingur vatnskerfisins verður nægjanlega hár til að volgra taki að renna einhvers staðar í námunda við holuna.

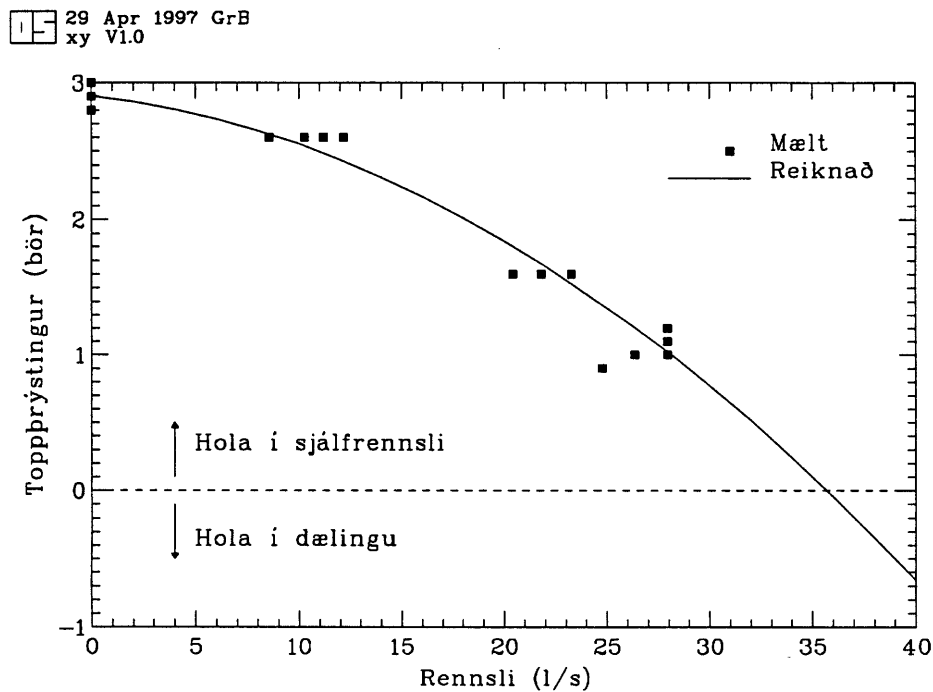
4. Skammtímaprófun og afkastaferill holu 1

Seinni hluti prófunarinnar á holu 1 fólst í opnun hennar í þrepum. Holunni var lokað með hlemmi sem á voru soðnir 4 stútar, einn fyrir þrýstimæli en í hina voru skrúfaðir 2" lokar. Opnað var fyrir einn loka í einu og leið sólarhringur milli þess sem opnað var. Mynd 3 sýnir gögnin sem söfnuðust.



Mynd 3: Rennslisprófun holu 1 í desember 1996.

Næsta skref í úrvinnslu gagnanna er að áætla iðustreymisstuðul holunnar. Iðustreymisstuðullinn lýsir eins konar viðbótarþrýstifalli sem verður á fyrstu metrunum milli holunnar og vatnskerfisins sem fæðir hana. Þessi stuðull er oft á tíðum mjög hár og getur ráðið úrslitum um hvort dæling úr holu skili ásættanlegu viðbótarmagni. Túlkun rennslismælinganna byggir á annarar gráðu margliðu sem er felld að mælipunktum sem sýna holutoppsprýsting sem fall af rennsli. Mynd 4 sýnir hvernig til tókst með margliðusmíðina. Þeirri forsendu var beitt við gerð myndarinnar að lokunarþrýstingur holu 1 er áætlaður 2,9 bör, í samræmi við líkanferilinn á mynd 2.



Mynd 4: Afkastaferill holu 1 í desember 1996.

Reiknaði ferillinn á mynd 4 byggir á eftirfarandi margliðu, þar sem P_0 er holutoppsprýstingurinn í börum og Q er rennslið í l/s:

$$P_0 = 2.9 - 0.017 \cdot Q - 0.0018 \cdot Q^2$$

Gildið 2,9 er áætlaður lokunarþrýstingur holunnar ef óþekkta „yfirfallið“ væri ekki til staðar, liðurinn $0.017 \cdot Q$ lýsir því þrýstifalli sem verður í vatnskerfi holu 1 vegna lagstreymis og liðurinn $0.0018 \cdot Q^2$ innifelur þrýstifall vegna iðustreymis næst holunni. Þessi tvö þrýstitöp eru jafnmikil við u.þ.b. 10 l/s vinnslu, en við meira rennsli gerast iðustreymistöp ráðandi. Þannig áætlast iðustreymistapið yfir 1/2 bar við 30 l/s vinnslu, meðan lagstreymistapið er 1/2 bar.

Mynd 4 má túlka á eftirfarandi hátt. Auðvelt ætti að vera að reka holuna í allt að 35 l/s sjálfrennsli (fullopin). Þar sem holan er við brekku má jafnframt koma við sögu (hívert) að jafngildi 0,3-0,4 bara neikvæðum þrýstingi (niðurdrætti). Við það ykist rennslið um ≈ 3 l/s eða um 10 %.

5. Langtímaprófun holu 1

Gögnin á mynd 4 eiga við um skammtímaafköst holu 1 þegar holan er vel spræk eftir nokkurra mánaða lokun. Rétt er að velta því fyrir sér hvernig rennslið komi til með að haga sér í langtímaþinnslu, og þá einkum og sér í lagi hvort úr því dragi. Hægt er að beita til þess leiðnistuðlinum sem áætlaður var út frá mynd 2, svo og iðustreymisstuðlinum á mynd 4.

Áður en sjálfur niðurdrátturinn er reiknaður, verður að ákvarða rýmdarstuðul vatnskerfisins, S. Hann lýsir því hve mikið vatn er til staðar í geymslu í sjálfu berginu og hve mikið vatn ýtist úr því við að þrýstingur fellur. Rýmdarstuðullinn er ákvarðaður út frá mynd 2 samkvæmt jöfnunni:

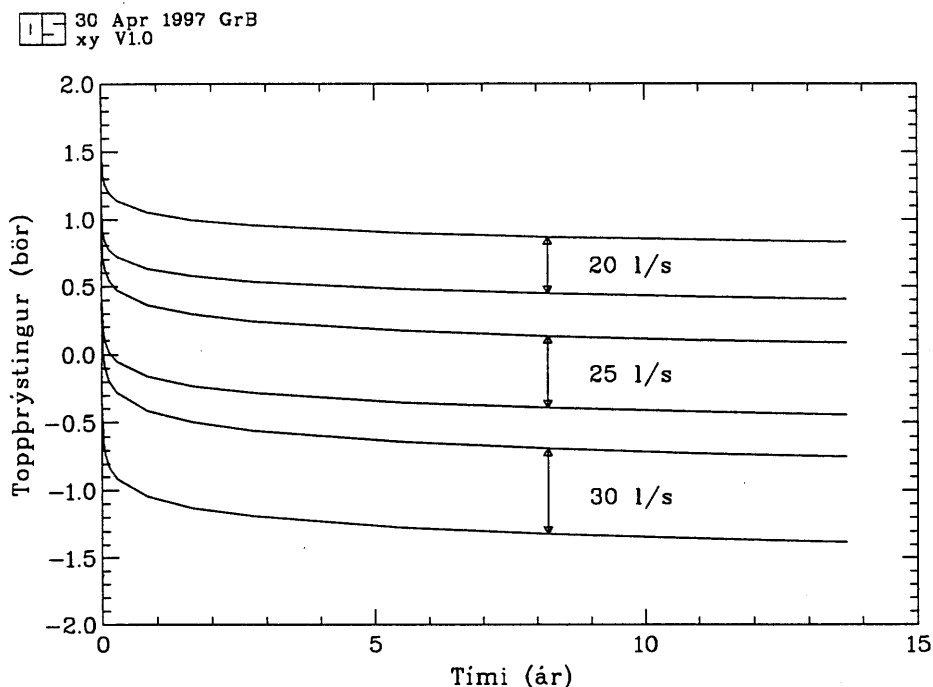
$$S = \frac{2.246 \cdot T \cdot t_0}{r^2}$$

þar sem t_0 er skurðpunktur líkanferilsins á mynd 2 við þrýstiásinn, T er vatnsleiðnin og r er radíus holu 1 (hér ágískaður 1 m vegna iðustreymistapa). Skurðpunkturinn er talinn eiga sér stað þegar holutoppþrýstingurinn er á bilinu 1-1½ bar, en það er áætlað iðustreymistap holu 1 fullloppinnar við 25-30 l/s rennsli. Það gefur gildi fyrir t_0 á bilinu 1×10^{-6} til 2×10^{-4} daga eða 0.09 til 18 sekúndur. Þar með fæst að rýmdarstuðullinn S liggja á bilinu 4×10^{-4} til 0.08, sem er nokkuð hátt og telst það jákvætt fyrir langtímaþinnslu úr holunni.

Að fengnum þessum þremur stærðum, vatnslekt, rýmdarstuðli og iðustreymisstuðli, er auðvelt að spá fyrir um langtímaafköst holu 1, t.d. samkvæmt aðferð Cooper og Jakobs. Niðurstöðurnar eru á mynd 5, sem sýnir toppþrýsting holunnar með tímanum við 20, 25 og 30 l/s vinnslu. Er þá búið að gera ráð fyrir iðustreymistöpum. Jafna þrýstiferlanna er:

$$P_0 = 2.9 - \frac{2.30 \cdot W \cdot g}{4 \cdot \pi \cdot T} \log_{10} \frac{2.25 \cdot T \cdot t}{r^2 S} \cdot 1 \times 10^{-5} - 0.0018 \cdot Q^2$$

þar sem tíminn, t, er gefinn í sekúndum en aðrar stærðir þær sömu og áður. Sem fyrr sjálfrennur holan meðan toppþrýstingurinn er yfir núlli, og líklega má enn bæta við rennslið með aðstoð hívorts í allt að -0,4 bara þrýsting. Tveir rennslisferlar eru sýndir fyrir hvert vinnslutilfelli, er sá efri fyrir rýmdarstuðulinn 0,08 en sá neðri fyrir rýmdarstuðulinn 4×10^{-4} . Þetta eru talin útgildi vatnsrýmdarinnar þ.a. holutoppþrýstingurinn ætti að liggja einhvers staðar þarna á milli.



Mynd 5: Spár um afköst holu 1 við 20, 25 og 30 l/s rennsli. Raunveruleg afköst lenda á milli ferlanna tveggja sem eru sýndir fyrir hvert rennsli.

Mynd 5 ber að túlka þannig að óvarlegt er að gera ráð fyrir meir en 25 l/s jafnaðarvinnslu úr holunni án dælingar. Holan verður fljót að stilla sig í jafnvægi, u.þ.b. 1 ár. Að því loknu verða breytingar mjög hægar eða vel innan við 0,1 bar/ári.

Rétt er að minna á í lokin að spáin á mynd 5 byggir á tiltölulega stuttri vinnslusögu og er í glannalegra lagi að byggja allt að 15 ára rennslisspá á ekki meiri gögnum. Eins getur undirritaður ekki lagt mat á nákvæmni rennslismælinganna sem liggja til grundvallar líkaninu þar sem hann hefur aldrei komið á holuplanið. Komi til þess að hola 1 verði virkjuð er því rétt að grípa til eftirfarandi varúðarráðstafana:

1. Að fyrsti áfangi nýtingar reiði sig á ekki meira vatnsmagn en 20 l/s. Það magn ætti að haldast til langframa.
2. Láta holuna renna áfram með núverandi útbúnaði og skrá á mánaðarfresti rennsli og holutoppsþrýsting. Best væri að leiða vatnið úr 2" stútunum þremur um barka fram af holuplaninu og tímamæla þar rennslið í stóra olútunnu (220 l), því nákvæmni V-laga rennsliskarsins er tæplega næg til að mæla hægfara minnkun. Að því gefnu að rennslisbreytingar verði hægar í langtímavinnslu, má spá því að 90-95% af rennslismagninu, sem mælist eftir eitt ár, verði öruggt til langframa.

6. Upplýsingar úr borskýrslum Ýmis

Eftirfarandi punktar um hola 1 eru teknir úr borskýrslum Ýmis frá nóvember og desember 1978, rituðum af Árna Guðmundssyni borstjóra. Einkum eru dregin út atriði sem varða vatnsæðar, hita og frágang holunnar.

7,3 m 6½" loftborun með miklu vatni og hruni, steypt í það
19,5 m Hjólakrónubras og loks rýming með 9 7/8" í 19,5 m þar sem er sennilega klöpp.

19,9 m	7 5/8" fóðring rekin í þetta dýpi en ósteypt. Borað áfram með 6½" loft-hamri.
20 m	Smávatn
21 m	Viðbót
63 m	Viðbót, sjálfrennsli mælt 2 l/s af 28°C heitu vatni.
99,9 m	Hitamælt í botn og reyndist þar 35°C hiti. Sjálfrennsli 5 l/s af 28°C. Skipt í 5 7/8" hjólakrónuborun.
120-130 m	Rennsli eykst stöðugt
135 m	Sjálfrennsli áætlað 15-20 l/s og hiti 29°C.
166 m	Holan hitamæld.
178 m	Hrun
184 m	Hiti á sjálfrennsli 29°C.
197 m	Rennsli eykst
209 m	Hiti á sjálfrennsli 28°C
250 m	Kolhart jarðlag
258 m	Hiti á sjálfrennsli 27,5°C.
270 m	Holan hitamæld til botns.
364 m	Kolhart
416-418 m	Kolhart
471,2 m	Borun hætt. Vatnsmagn jókst eftir að borstrengurinn var kominn úr holunni.

Þegar þetta er ritað vantar hitamælingarnar þrjár í holunni, sem borskýrslur geta um, og er það bagalegt. Sem betur fer geta skýrslurnar þó um 35°C hitann á 100 m dýpi. Það er ákveðin vísbending um að heitara vatnsuppstreymi geti verið einhvers staðar í námunda við holuna. Þá er einnig vert athygli að sjálfrennslið smákólnar eftir því sem holan dýpkaði og að bestu vatnsæðar hennar virðast koma á 120-130 m dýpi. Eins geta borskýrslur um 15-20 l/s sjálfrennsli, þegar holan var 130 m djúp, sem síðan jókst eftir að strengurinn var tekinn upp úr holunni. Þetta má túlka þannig að holan hafi einnig gefið 25-30 l/s við lok borunar, líkt og mældist nú í nóvember. Rennslið var hins vegar aldrei mælt nákvæmlega í boruninni, heldur er það ágiskun.

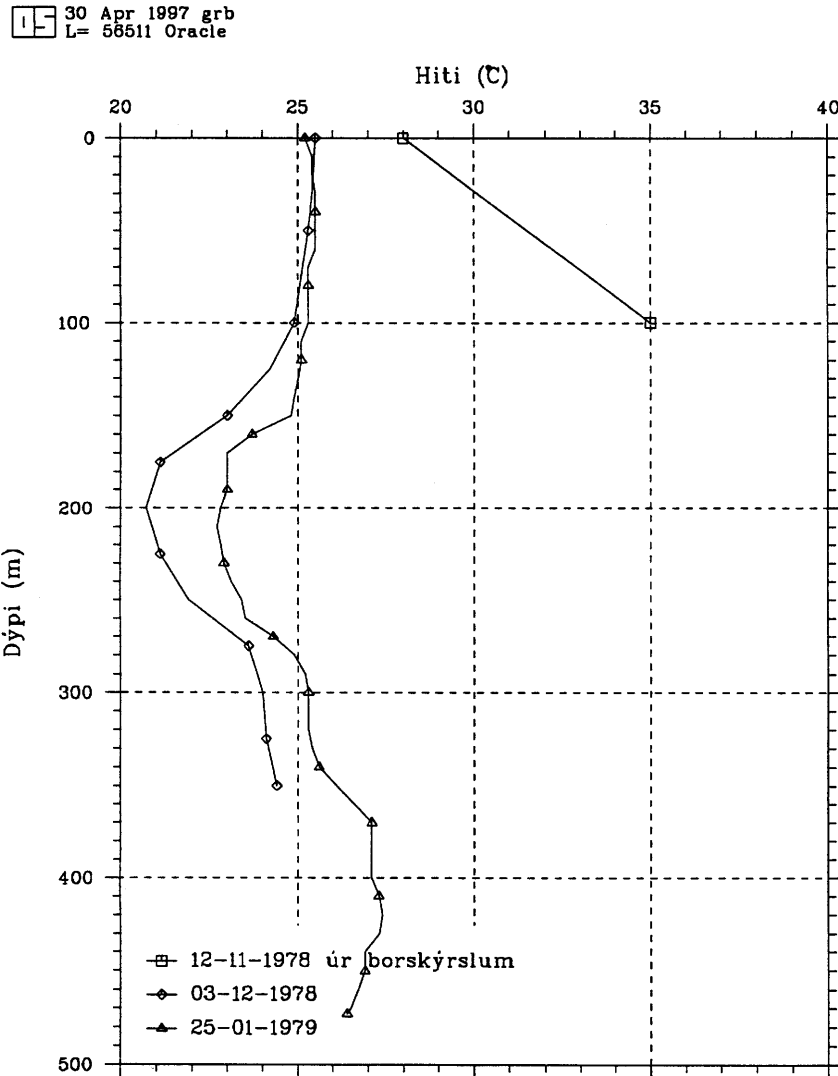
Þá er athyglisvert að fóðringin í holu 1 er ósteypt. Það getur skýrt hvers vegna holutoppsþrýstingurinn varð stöðugur eftir 8 daga lokun sumarið 1996 (mynd 2). Á þeim tímapunkti nær holuþrýstingurinn að verða nægilega hár til að þrýsta vatni framhá fóðringarendanum og upp í laus og vatnsgæfu jarðlögin sem eru ofan 20 m dýpis. Óþekkta rásin sem getið er um í kafla 3 er því væntanlega leki fram hjá ósteyptum en hálfþéttum fóðringarenda á 20 m dýpi.

7. Hitamælingar í holu 1

Mynd 6 sýnir hitamælingar í holu 1. Þrjár mælingar eru tiltækar í gagnasafni Orkustofnunar, sú fyrsta byggir á aðeins tveimur punktum úr ofanefndum borskýrslum, önnur er gerð degi eftir að borun lauk en sú þriðja einum mánuði eftir borun. Af myndinni sést að holan er viðsnúin í hita, þ.e. hiti lækkar neðan við 100 m dýpi, en þar gæti holan einmitt verið heitust (35 °C). Sjálfrennsli var 5 l/s í fyrstu mælingunni en töluvert í seinni tvö

skiptin (Benedikt Steingrímsson 1997, munnlegar upplýsingar). Virðist það koma að mestu leyti úr æðum á 120-150 m dýpi og eru þær um 24 °C heitar. Smávatn kemur svo úr æð á 197 m. Neðan hennar virðist holan vera nánast þurr.

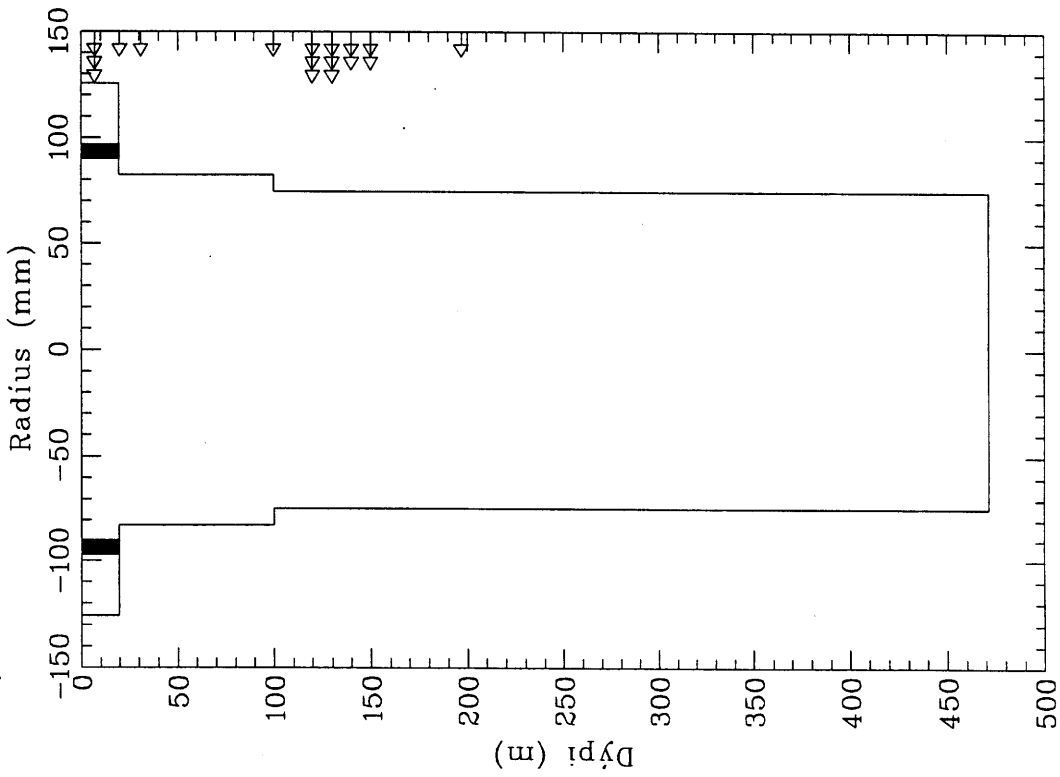
Það er mikilsvert að rennslishiti holunnar, eftir borun, er sá sami og mældist nú í nóvember 1996 (25-26 °C). Hefur holan því haldist stöðug í hita þessi 18 ár sem hún hefur runnið frjáls. Það lofar góðu um að hitinn muni haldast áfram stöðugur um næstu framtíð.



Mynd 6: Hitamælingar í holu 1 fyrsta mánuðinn eftir að borun lauk.

Mynd 7 sýnir svo útlit holu 1 og hvar helstu æðar er að finna í holunni. Er þá búið að samtúlka hitamælingarnar og upplýsingarnar sem eru gefnar í borskýrslunum. Þessi mynd er varðveitt í gagnasafni Orkustofnunar og fæst fram í tölvukerfi stofnunarinnar með skipuninni *holumynd -s 56511*.

30 Apr 1997 GrB AA-01
xy V1.0



Staður: 56511 ---> AA-01 --> Grýtubakki -

Val- númer	Tegund	Svunta	Dags	Dýptarbil	Athugasemdir
1	Borkróna		0	19	251 mm þvermál
2	Borkróna		19	99	165 mm þvermál
3	Borkróna		99	471	149 mm þvermál
4	Póðring		0	19	194 mm þvermál (utanmál)
5	Vatnsæð	(stærð 3)		7	
6	Vatnsæð	(stærð 1)		20	
7	Vatnsæð	(stærð 1)		31	
8	Vatnsæð	(stærð 1)		99.9	
9	Vatnsæð	(stærð 3)		120	
10	Vatnsæð	(stærð 3)		130	
11	Vatnsæð	(stærð 2)		140	
12	Vatnsæð	(stærð 2)		150	
13	Vatnsæð	(stærð 1)		197	

Mynd 7: Frágangur og æðar holu 1. Fóðringin er ósteypt.

8. Hugmyndalíkan af vatnskerfinu við holu 1

Ekki tókst að finna neinar haldbærar upplýsingar í bókasafni Orkustofnunar um holu 1, sem nýta mætti til gerðar hugmyndalíkans af vatnskerfinu sem fæðir holuna. Sú úrvinnsla rennslisgagna sem hér hefur verið sýnd, borskýrslur, hitamælingar í holunni og samræður við þá félagi Axel Björnsson á Norrænu Eldfjallastöðinni og Kristján Sæmundsson á Orkustofnun gefa þó ákveðnar vísbendingar um innri gerð þess.

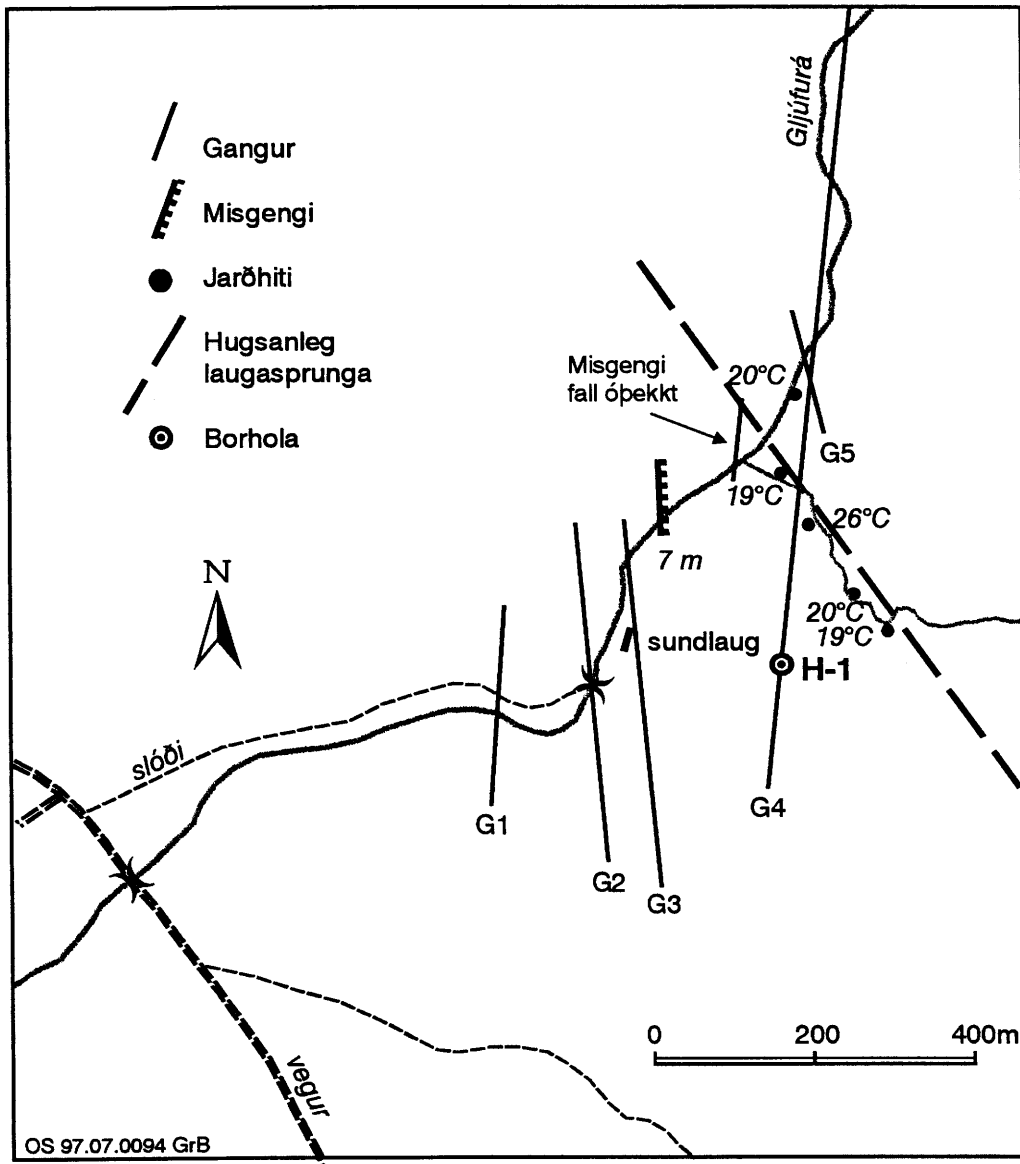
Helstu atriði í hugmyndalíkaninu eru:

1. Hóla 1 sker góðar, 24-35 °C heitar vatnsæðar ofan 150 m dýpis. Þar fyrir neðan kólnar bergið og lekt minnkar.
2. Lekt og rýmd þess vatnskerfis, sem æðarnar tengjast, er mikil og virðist stórt að rúmmáli. Lítil þrýstlækkun vegna vinnslu og stöðugur vatnshiti styður þessa ályktun. Hugsanlega stafar þó hin háa vatnsrýmd af greiðri tengingu vatnsleiðara við grunnvatnið í yfirborði (frjálst vatnsborð).
3. Vatnskerfið tengist að öllum líkindum lóðréttu broti eða brotum, og nær holan vatni úr einu þeirra milli 60 og 150 m dýpis. Heitara vatn (>35°C) kemur skáhallt upp eftir brotinu til yfirborðs. Hár hiti æðar á 100 m dýpi gæti bent til þess að holan sé nær nothæfu sundlaugarvatni fyrir Grenvíkinga en margur hugði.
4. Þetta brotakerfi stefnir milli norðurs og suðurs og liggur í gömlu og þéttu bergi. Óvíst er hvar stóra vatnskerfið er sem fæðir vatn inn í brotakerfið. Hugsanlega er það grunnvatnskerfi í fjallendinu norðan eða austan holunnar.

Það vakti athygli höfundar að engar efnagreiningar eru til á vatninu úr holu 1. Hvatt er til að sýni verði tekið og það skoðað með tilliti til vísbendinga um heitara vatn. Líklega væri best að loka holunni um hríð, áður en sýnið er tekið, í þeirri von að heita æðin á 100 m stjórni þá holuþrýstingnum. Sýni er þá tekið í rólegu rennslis, holan stendur síðan fullopnuð í nokkra klukkutíma eða sólarhringa og annað sýni tekið að því búnu. Eins kæmi til greina að taka sýni úr laugunum í kring. Lagt er til að efnafræðingar segi til um nánari útfærslu þessa.

Mynd 8 sýnir lauga, ganga- og sprungukort Guðmundar Inga Haraldssonar frá árinu 1978. Kortið er geymt í teikningasafni Orkustofnunar en hefur ekki verið birt áður í skýrslu (frumritanúmer F-17712). Axel Björnsson lagði segulmælingar og jarðfræðikortið til grundvallar við staðsetningu á holu 1. Henni var valinn staður í framhaldi af berggangi sem er merktur **G4** á myndinni og henni ætlað að hitta hann á 100 m dýpi (Axel Björnsson, munnlegar upplýsingar, 1997).

Dreifingin á laugunum á mynd 8 gæti bent til jarðhitasprungu sem liggur milli VNV og ASA. Hæsti laugahitinn er þá þar sem hún sker ganginn **G4**. Kristján Sæmundsson er með þá tilgátu að e.t.v. leiði gangurinn vatn út frá sprungunni. Þessi tilgáta verður hugsanlega sannreynd með grunnri borholu nú í sumar í tengslum við áformaða jarðhitaleit Grýtubakkahrepps (Kristján Sæmundsson og Ólafur G. Flóvenz, 1997: *Staðsetning hitastigulsholna kringum Grenvík*. Orkustofnun, greinargerð, KS/ÓGF-97/12).



Mynd 8: Sprungukort af nágrenni holu 1 við Grýtubakka.
Hola er merkt **H-1** á myndinni (ónákvæmt).

9. Niðurstöður og umræða

Helstu niðurstöður þessarar skýrslu um prófanir og athuganir á holu 1 við Grýtubakka eru eftirtaldar:

1. Holan byggir hratt upp þrýsting við lokun en hann stöðvaðist síðan í 2,6 börum. Þrýstingurinn fylgir ágætlega fræðilegu líkani af stóru vatnskerfi fram til þess að 2,6 bara þrýstingnum er náð. Að þeim tíma liðnum er talið að leki hefjist framhjá ósteyptum en hálfþéttum, neðri enda holufóðringarinnar.
2. Á grunni fræðilega líkansins af stóra vatnskerfinu er leiðnistuðull vatnskerfisins við holuna, T, áætlaður $2 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ og rýmdarstuðull þess, S, er talinn liggja á bilinu 4×10^{-4} til 0,08. eru hvoru tveggja gildin há og benda til ágætlega stórs vatnskerfis.
3. Iðustreymisstuðull holunnar er áætlaður $0,0018 \text{ bör}/(\text{l/s})^2$. Hann gerist nokkuð frekur til holuþrýstingsins eftir því sem rennslið eykst og hefur yfirhöndina við meir en 10 l/s rennsli.
4. Rennslisspár benda til þess að holan geti gefið kringum 25 l/s í sjálfrennsli af 25-26°C vatni, til langframa. Þegar mið er tekið af óvissum í mælingum og skammri tímalengd prófunarinnar, er samt óvarlegt að ætla sér meir en 20 l/s í fyrsta áfanga holunýtingar. Þessa áætlun má endurskoða eftir eins árs vinnslu, en að þeim tíma liðnum er talið að rennslisminnkun verði mjög hæg með tímanum.
5. Borskýrslur og hitamælingar benda til þess að holan sé boruð gegnum nær lóðréttan vatnsleiðara og tekur hún vatn úr honum milli 60-150 m dýpis. Bestu æðarnar virðast á 120-130 m dýpi og eru þær um 24°C heitar. Heitasta æðin er hins vegar 35 °C á 100 m dýpi.
6. Samanburður á mælingum gerðum í borun árið 1978 og svo aftur seinni helming árs 1996, bendir til þess að holan hafi sáralítið breyst í hita. Erfiðara er að gera sér grein fyrir rennslinu þar sem það hefur aldrei verið mælt nákvæmlega fyrir en nú.
7. Hiti holunnar lækkar neðan 100-150 m dýpis og er hún líkast til boruð gegnum lárétt eða upphallandi afrennsli frá mun heitari upptökum. Góður líkamshiti á vatninu er nær örugglega til staðar einhvers staðar mjög nærri holu 1.
8. Lagt er til að vatnssýni verði tekið úr holunni til að betur megi átta sig á mögulegum hita vatnsins sem fæðir þetta heita afrennsli.
9. Vatnskerfið sem hola 1 vinnur úr, tengist að öllum líkindum lóðréttum brotum með norðlæga stefnu. Þau virðast svo aftur í sambandi við stórt vatnskerfi, hugsanlega kalt grunnvatnið í fjöllunum austan/sunnan/norðan? holunnar. Þessi tenging við víðáttumikil kerfi gerir það að verkum að svæðið þolir vel langtíma vinnslu.

Í heild sinni virðist því hola 1 vænlegur kandídat í langtíma vinnslu, bæði hvað varðar hita og rennsli. Auk þess eru afgerandi líkur fyrir því að vatn heitara en 35 °C sé til staðar einhvers staðar í næsta nágrenni holunnar.