



ORKUSTOFNUN
Vatnsorkudeild

SULTARTANGAVIRKJUN

Mat á sprungvatnsleiðni við holu SF-2

Jón Ingimarsson

OS-84C17/VOD-10 B

Febrúar 1984



ORKUSTOFNUN
GRENSÁSVEGI 9. 108 REYKJAVÍK

>

SULTARTANGAVIRKJUN
Mat á sprunguvatnsleiðni við holu SF-24

Jón Ingimarsson

OS-84017/VOD-10 B

Febrúar 1984



Dags.

84 03 05

Dags.

Tilv. vor

VOD/360/846.1/34-84/JI-jr

Tilv. yðar

Landsvirkjun
Háaleitisbraut 68
105 REYKJAVÍK

Greinargerð þessi er unnin samkvæmt verksamningi sem gerður var á milli Orkustofnunar og Landsvirkjunar 31. maí 1984.

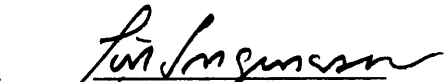
Tilgangur verksins var að meta leiðni sprungu sem borholan SF-24 sker á 45-50 m dýpi.

Óhætt er að reikna með að leiðnin sé $6-9 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$.

Ekki er talin frekari þörf á prófunum til að meta leiðni sprungunnar.


Haukur Tomasson


Davíð Egilson


Jon Ingimarsson

Dagana 21.-23. júní 1983 var lokað fyrir rennsli úr borholunni SF-24, í þeim tilgangi að meta leiðni sprungu sem hola sker á 45-50 m dýpi. Raunar hafði sambærileg tilraun verið gerð í nóvember 1982, en ástæða þótti til að endurtaka hana þar sem frost o.fl. trufluðu mælingar (m.a. fraus í þrýstímæli), sjá meðfylgjandi viðauka úr "Sultartangavirkjun. Jarðfræði- og grunnvatnsrannsóknir á svæði jarðganga og stöðvarhúss í Sandafelli 1982", OS-83014/VOD-08 B.

Rennsli úr holu SF-24 áður en lokað var fyrir hana var um 0,85 l/s af 16,2°C heitu vatni, en var 0,85 l/s af 15,8°C heitu vatni í nóvember 1982, svo ekki er um breytingu að ræða.

Prófunin fór þannig fram að lokað var fyrir rennsli úr SF-24 og síðan var fylgst með hækkun þrýstings í holunni sem og hækkun vatnsborðs í SF-29 og -30. Jafnframt var nokkrum sinnum mælt vatnsborð í SF-20 og SF-6 meðan á prófuninni stóð.

Prófunin stóð yfir í 44 klukkustundir. Þrýstingur í SF-24 hafði aukist um 0,515 bör eða 5,15 m. Vatnsborð hafði hækkað um 4,18 m í SF-29 og 2,95 m í SF-30. Unnið var úr niðurstöðum mælinga á hækkun þrýstings (eða vatnsborðs) með aðferðum Theis og Jacobs, sjá t.d. P. Kruseman og N.A. De Ridder 1979. Niðurstöður úrvinnslunnar eru í töflunni hér að neðan. Til samanburðar eru einnig birtar niðurstöður úrvinnslu mælinga 2.-3. nóvember 1982.

Dagsetning prófunar

Mæli- hola	1983-06-21 - 23		1983-11-02 - 03	
	Theis	Jacobs	Theis	Jacobs
SF-24	$7 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$	$6 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$	$7 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$	$9 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$
SF-29	$7 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$	$7 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$	$9 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$	$9 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$
SF-30	$7 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$	$8 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$	$6 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$	$8 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$

Taflan sýnir að niðurstöðum prófana frá 1982 og 1983 ber vel saman.

Eftir að prófun var hætt var skrúfað frá SF-24 og fylgst með breytingu á rennsli með tíma. Hitastig vatnsins sem rann upp úr holunni var $16,4^{\circ}\text{C}$ og þrýstingur í byrjun var 0,52 bör. Rennslið var um 1,7 l/s þegar skrúfað var frá, en hafði minnkað í um 1,15 l/s eftir 5 tíma. Líkja má eftir hegðun rennslisins samkvæmt jöfnunni (sjá t.d. P. Kruseman og N.A. De Ridder 1979):

$$Q_t = \frac{4 \cdot \pi \cdot T \cdot h_e}{\ln(0,562 / u_w)}$$

þar sem Q_t er rennsli úr holunni á tímanum t (m^3/s)

T er leiðni (m^2/s)

h_e er þrýstingur yfir efri brún rörs (m)

$$u_w = \frac{r_w^2 \cdot S}{4 \cdot T \cdot t}$$

S er geymslustuðull

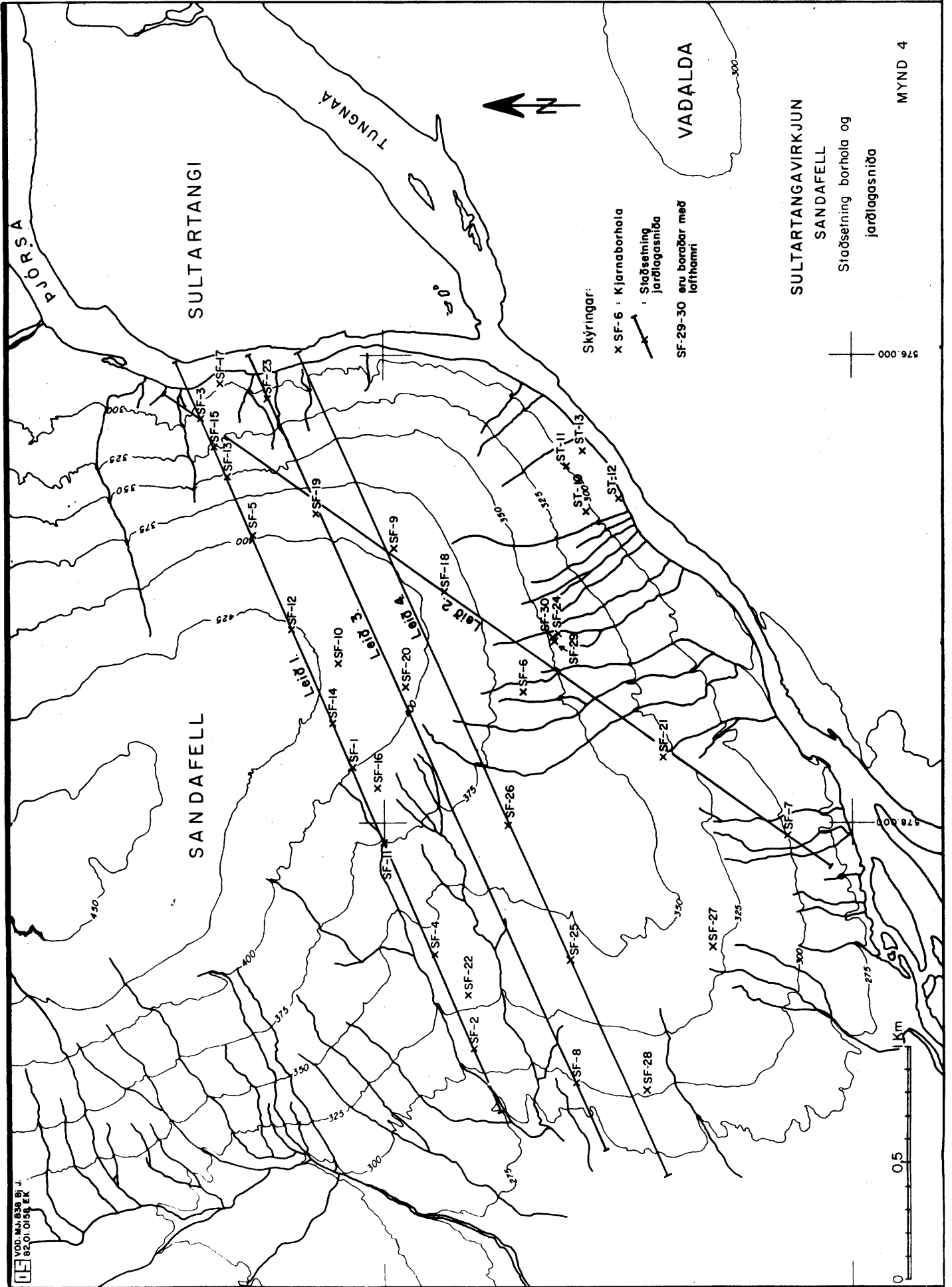
t er tíminn sem liðinn er frá því skrúfað var frá rennsli úr holunni (s).

r_w er radíi holu, (hér einhver óþekkt kennistærð fyrir sprunguna), (m).

Samkvæmt þessari aðferð er leiðnin metin $1,6 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ eða um tvöfalt hærri en gildin í töflunni að ofan. Talsvert meiri ónækvæmni er í þessum reikningum, sem stafar einkum af óvissu í rennslismælingu.

Óhætt er að reikna með að leiðnin sé $6 - 9 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$. Ekki er talin þörf á frekari prófunum til að meta leiðni sprungunnar við SF-24.

VIÐAUKI



VOÐ. MÁL. 838 BÍ. J.
82.01.0158.ER

Skýringar:
 x SF-6 : Kjarnaborhola
 : Staðsetning jarðlagasníða
 SF-29-30 eru borðar með lofthamri

SULTARTANGAVIRKJUN
 SANDAFELL
 Staðsetning borhola og jarðlagasníða

MYND 4

5 LEKTARMÆLINGAR

5.1 Sprunguvatnsleiðni

Inngangur og markmið. Sumarið 1981 voru gerðar VLF-mælingar í Sandafelli. Tilgangur mælinganna var að kanna hvort unnt væri að staðsetja sprungur og misgengi eftir frávikum í VLF-mælingum. Mörg frávik komu fram og var eitt slíkt í sunnanverðu Sandafelli. Það var túlkað sem sprunga og var líkleglega hennar ákveðin, sjá mynd 15. Í framhaldi af því var ákveðið að kanna með borun hvort þessi túlkun ætti við rök að styðjast. Í október og nóvember 1981 var SF-24 boruð. Hún er í rúmlega 40 m fjarlægð frá frávikinu og var boruð undir 49° horni frá lóðréttu, sjá mynd 15. Á 45-50 m dýpi var borað í gegnum sprungu. Úr sprungunni runnu um 0,3 sekúntulítrar af rúmlega 15°C heitu vatni. Auk sjálfrennslis úr holunni er margt sem staðfestir að um sprungu er að ræða, t.d. var kjarnaheimta þar nánast engin og RQD gildi mjög lágt. Einnig má nefna að hita- og straummælingar sýna innrennsli í holuna á 45-50 m dýpi.

Í framhaldi af þessu var ákveðið að reyna að mæla leiðni holunnar enda er talið að jarðgöngin muni óhjákvæmilega skera sprungur og því nauðsynlegt að reyna að meta leka í þeim. Jafnframt var ákveðið að mæla hitastig og straumhraða í völdum borholum m.t.t. þess hvort mælingar gefi tilefni til að ætla að holurnar skeri sprungur eða vel vatnsleiðandi belti, sjá 5.2. Í því sambandi má benda á að ef borað hefði verið lóðrétt niður á sprunguna í SF-24 þá hefði ekki verið sjálfrennsli úr holunni.

Framkvæmd. Í júlí 1982 voru gerðar margvíslegar athuganir í SF-24. Má þar nefna að lokað var fyrir rennsli úr holunni og fylgst með hækkun þrýstings og, þegar opnað var fyrir holuna að nýju var mæld breyting á rennsli með tíma. Tvö atriði komu í veg fyrir að prófanir tækjust sem skyldi. Í fyrsta lagi er gat á fóðurröri, sem ekki tókst að þétta fyllilega, þannig að við um 0,2 bara þrýsting (tveggja metra vatnssúlu) fór að smita með gatinu. Í öðru lagi er skemmd í plaströrinu, sem holan er fóðruð með, rétt neðan við yfirborð. Vegna hennar reyndist ekki unnt að hita- og straummæla í holunni.

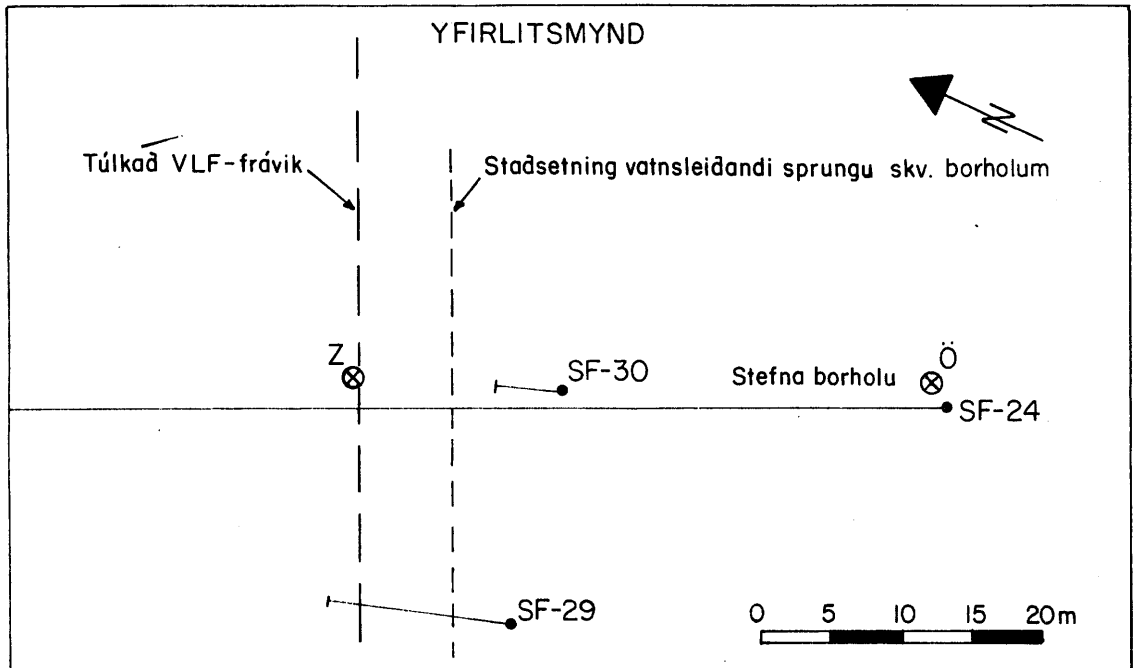


VOD·MJ·838·PP
83·01·0116·e

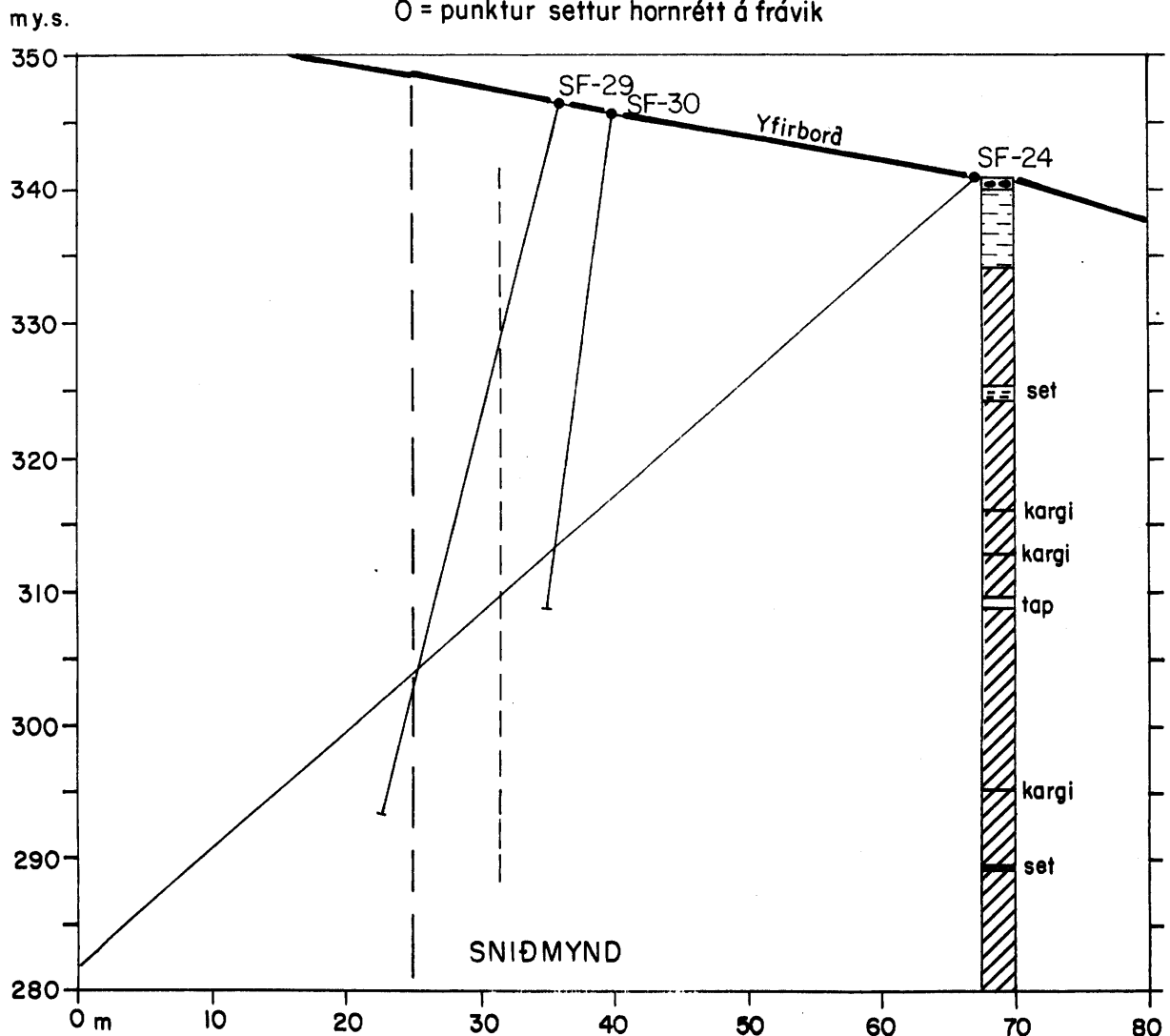
MYND 15

SULTARTANGAVIRKJUN, SANDAFELL

Afstöðumynd í plani og sniði af skáholum SF-24, 29, 30 og vatnsleiðandi sprungu



Z = punktur settur út á frávik
Ö = punktur settur hornrétt á frávik



Í framhaldi af athugunum í júlí var ákveðið að bora tvær loftborsholur, sem skæru sprungukerfið í grennd við SF-24. Holurnar voru boraðar seinni hluta októbermánaðar. Hóla SF-29 virðist skera sprungukerfið á 17-18 m dýpi, en óvíst er hvort SF-30 sker það. Líklegt er, að vel vatnsleiðandi kargabelti í Jaramillósyrpunni tengi milli holu og sprungu, en hætta varð borun vegna þess að loft tapaðist út í SF-24 og 29, þegar komið var á 36-37 m dýpi, sjá mynd 15.

Í byrjun nóvember var lokað fyrir rennsli úr SF-24 og fylgst með hækkun vatnsborðs í SF-29 og 30 auk þess sem hækkun þrýstings í SF-24 var mæld.

Úrvinnsla. Eftir að skrúfað var fyrir rennsli úr SF-24 var unnið úr jöfnun vatnsborðs í SF-24, 29 og 30 eftir aðferðum Theis og Jacobs, sjá t.d. P.Krusman og N.A. De Ridder 1979. Á myndum 16 og 17 eru dæmi um niðurstöður mælinganna ásamt úrvinnslu en niðurstöður eru í töflu 5.

TAFLA 5 Sprunguleiðni við SF-24, 29 og 30

Mæli- hóla	Dagssetning dæluprófunar			
	1982 07.09-14		1982 11.02-03	
	Theis	Jacobs	Theis	Jacobs
SF-24	$9 \times 10^{-5} \text{ m}^2 / \text{s}$	$7 \times 10^{-5} \text{ m}^2 / \text{s}$	$7 \times 10^{-5} \text{ m}^2 / \text{s}$	$9 \times 10^{-5} \text{ m}^2 / \text{s}$
SF-29			$9 \times 10^{-5} \text{ m}^2 / \text{s}$	$9 \times 10^{-5} \text{ m}^2 / \text{s}$
SF-30			$6 \times 10^{-5} \text{ m}^2 / \text{s}$	$8 \times 10^{-5} \text{ m}^2 / \text{s}$

Niðurstöður og ályktanir.

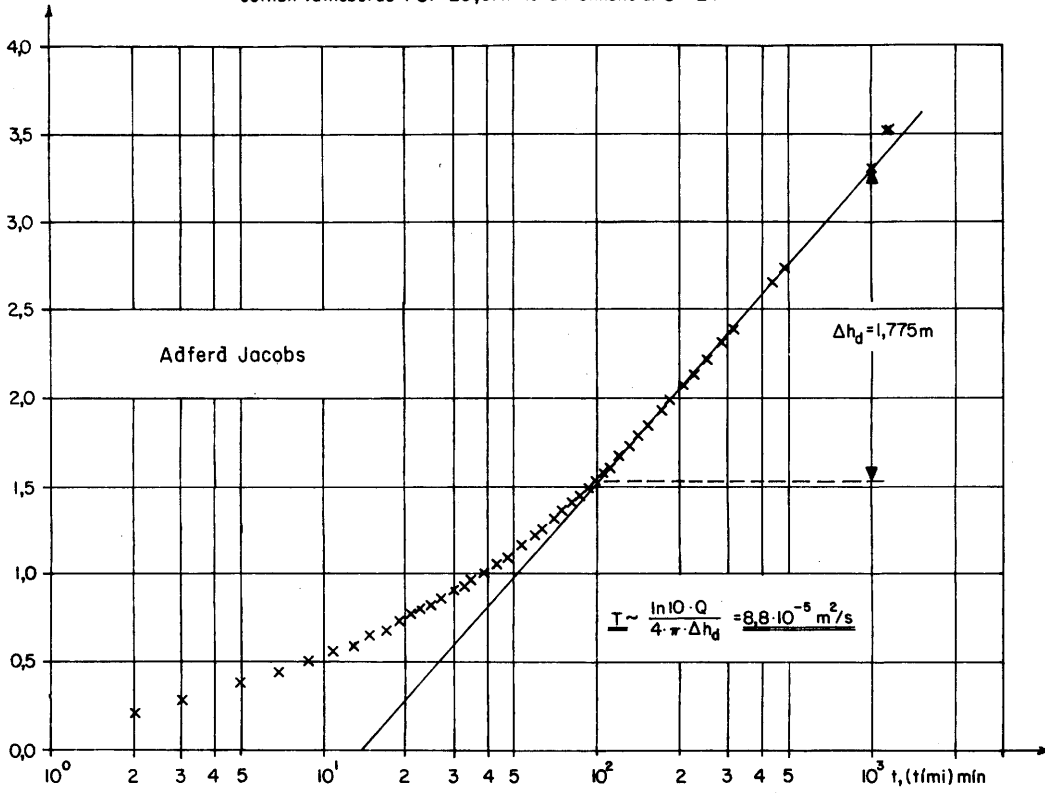
1. Sprunguleiðnin er metin $6-9 \times 10^{-5} \text{ m}^2 / \text{s}$.
2. Þegar lokað var fyrir rennsli (0,8 l/s) úr SF-24 hækkaði vatnsborð í SF-29 um 3,5 m, í SF-30 um 2,2 m og í SF-24 um ca. 4,6 m á 20 klukkustundum.
3. Rennsli úr SF-24 jókst úr um 0,3 l/s í 0,8 l/s við borun á SF-29 og SF-30. Það gæti bent til þess að SF-29 og/eða SF-30 tengi á milli sprungna.

Hækkun grunnv. b
Δh (m)

SULTARTANGAVIRKJUN-SANDAFELL

VOD-MJ-838-PP
83.02-0287-e

Jöfnun vatnsborðs í SF-29, eftir lokun rennslis úr SF-24



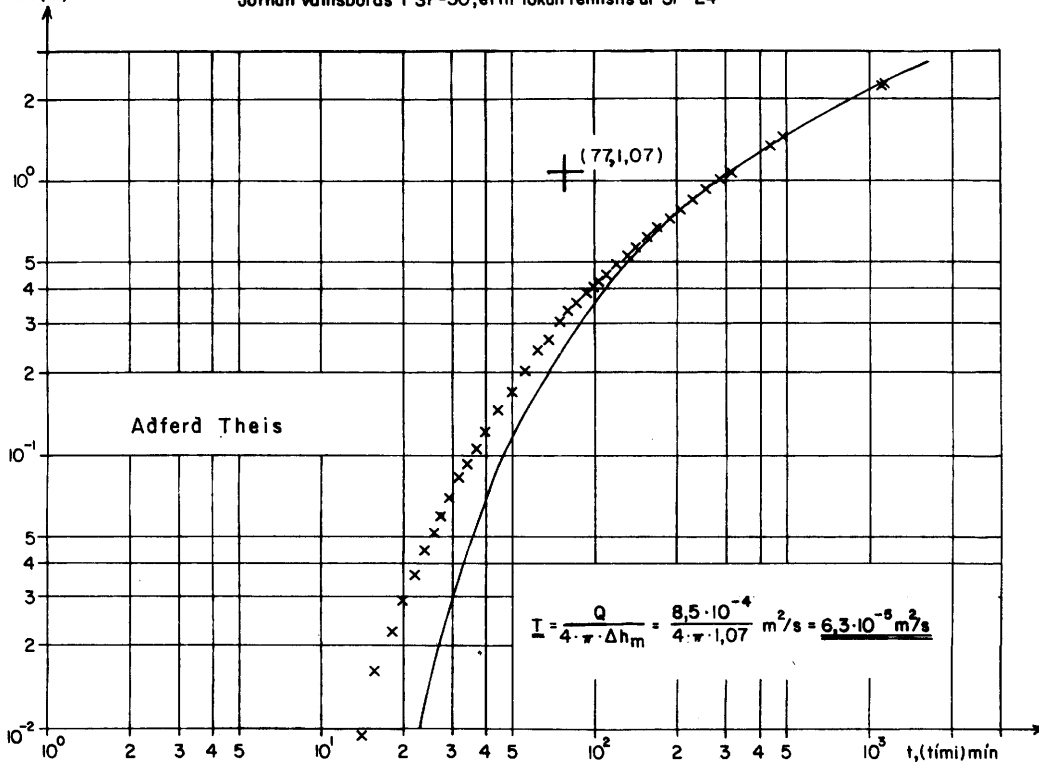
MYND 16

Hækkun grunnv. b
Δh (m)

SULTARTANGAVIRKJUN-SANDAFELL

VOD-MJ-838-PP
83.02-0286-e

Jöfnun vatnsborðs í SF-30, eftir lokun rennslis úr SF-24



MYND 17

Einnig er hugsanlegt að við borun á SF-29 og SF-30 hafi fylling hreinsast úr sprungunni og hún opnast af þeim sökum. Niðurstöður prófananna benda þó ekki til að leiðni hafi aukist.

5.2 Straummælingar

Um miðjan júlí 1982 var mældur hiti og straumhraði (sjá skýringar aftast í kaflanum) í SF-6, SF-11, SF-13, SF-20, SF-27 og SF-28 og um miðjan október að nýju í SF-6, SF-11 og SF-27 auk mælinga í SF-21 og SF-23. Á myndum 18, 19 og 20 eru niðurstöður mælinganna. Á mynd 20 eru einnig niðurstöður mælinga frá 14. janúar 1982 í SF-24. Tilgangur mælinganna var að kanna hvort holurnar skæru vatnsleiðandi sprungur eða belti í jarðlagastaflanum og fá jafnframt fyllri mynd af vatnsleiðninni.

Hér verður gerð stutt grein fyrir niðurstöðum mælinganna;

SF-6. Mælingarnar sýna mikla hækkun í hitastigi (hitahné) á 40-42,5 m dýpi (316-318,5 m y.s). Samkvæmt kjarnagreiningu er RQD 20-30% á bilinu 41-47 m, en er 50-85% ofan við 41 m. Á 44-45,5 m dýpi er kargalag. Mismunur á straumhitastigi og hitastigi breytist lítið á þessu bili. Mælingin frá 15. október bendir til lárétts streymis á 75-90 m dýpi (276-291 m y.s). Við borun tapaðist allt skolvatn á 82,5 m dýpi og var holan þétt með steypu. RQD er 0-15% á 76-87 m dýpi.

SF-11. Mælingar sýna stökk í hitastigi á um 60 m dýpi (315 m y.s). RQD er 25-35% ofan við 61 m en 55-90% neðan við. Mælingarnar benda ekki til marktækra breytinga í straumhraða. Ástæðan fyrir því að mismunur á hitastigi við straummælingu og hitamælingu er meiri í október er að þá var notuð önnur stilling á hitara, sjá mynd 18.

SF-13. Hitaskynjari komst ekki nema á 47,5m dýpi. Mælingar gefa ekki ákveðna vísbendingu um sprungur, þrátt fyrir lága kjarnaheimtu (allt niður í 15%) og RQD (0-15%) á 28-38 m dýpi (BQ-hola).