



ORKUSTOFNUN  
Vatnsorkudeild

**SULTARTANGAVIRKJUN**  
**Frárennslisskurður á Hafi**  
**Könnun á grunnvatni, lekt og**  
**vinnsloeiginleikum jarðlaga**

Björn Jónasson  
Jón Ingimarsson  
Pétur Pétursson

OS-83015/VOD-09 B

Mars 1983



**ORKUSTOFNUN**

GRENSÁSVEGI 9, 108 REYKJAVÍK

## SKILAGREIN

**SULTARTANGAVIRKJUN**  
**Frárennslisskurður á Hafi**  
**Könnun á grunnvatni, lekt og**  
**vinnslueiginleikum jarðlaga**

Björn Jónasson  
Jón Ingimarsson  
Pétur Pétursson

OS-83015/VOD-09 B

Mars 1983

Reykjavík 24. mars 1983

Landsvirkjun  
Háaleitisbraut 68  
108 Reykjavík.

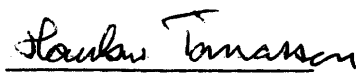
Varðar skilagreinina "Sultartangavirkjun. Frárennslis-skurður á Hafi. Könnun á grunnvatni, lekt og vinnslueiginleikum jarðlaga, OS-83015/VOD-09 B".

Skilagrein þessi er unnin samkvæmt samningi milli Landsvirkjunar og Orkustofnunar, sem undirritaður var þann 1. júní 1982. Hér er um beint framhaldsverk að ræða, sbr. skilagrein "OS82029/VOD19 B". Í kafla 4 er að finna helstu niðurstöður og ályktanir varðandi rannsóknir þessar. Þar kemur fram, að skurðleið I, sem var upphaflega áætluð af ráðgjafa, er hagstæðari en skurðleið II, sem fylgir nokkurn veginn hægri bakka Þjórsár.


Varðandi framhald rannsókna má benda á, að lekt þetta hluta hraunsins hefur ekki verið mæld, en botnhluti skurðar (botnhæð 245 m y.s.) verður þar. Þó er ekki ástæða til að ætla, að lektin sé frábrugðin því sem dælu-prófanir á stíflustæðinu í Sultartanga gáfu enda sama hraunið.

Hér fljóta með tveir viðaukar: Leiðréttingar á skilagreininni "OS82029/VOD19 B" (viðauki 3) og hæð og hiti grunnvatns í borholum á hraunasvæðinu í Sultartanga og sunnan Tungnaár og Þjórsár, sem mælt var á rannsóknartímabilinu (viðauki 4).

Virðingarfyllst,

  
Haukur Tómasson

  
Davíð Egilson

  
Björn Þórnasson

## EFNISYFIRLIT

	Bl.s.
1 INNGANGUR.....	3
1.1 Framkvæmd.....	3
1.2 Tilgangur.....	3
2 GRUNNVATNSMÆLINGAR.....	4
2.1 Almenn.....	4
2.2 Grunnvatnshæð.....	5
2.3 Grunnvatnshiti.....	8
3 DÆLUPRÓFANIR Í GRYFJUM.....	9
3.1 Markmið og framkvæmd.....	9
3.2 Úrvinnsla.....	10
3.3 Niðurstöður og ályktanir.....	11
4 HELSTU NIÐURSTÖÐUR OG ÁLYKTANIR.....	13
5 HEIMILDASKRÁ.....	16

## TÖFLUSKRÁ

1 Samanburður skurðleiða I og II á Hafi.....	15
--	----

## MYNDASKRÁ

1 Yfirlits- og staðsetningarkort(bl. 1a og 1b).....	6
2 Hita- og straummæling í ST-22.....	12
3 Innrennsli í gryfju við PH-101.....	12

## VIÐAUKAR

1 Gryfjugerð á svæði frárennslisskurðar á Hafi (greinar- gerð BJJ-82/03).....	17
2 Grunnvatnshæð og hiti í borholum á Hafi 1982.....	25
3 Leiðréttingar á skilagrein OS82029/VOD19 B.....	31
4 Grunnvatnshæð og hiti í borholum á hraunasvæðinu í Sultartanga og sunnan Tungnaár og Þjórsár 1982.....	33

## 1 INNGANGUR

Í skilagrein þessari er einkum fjallað um grunnvatnsrannsóknir og könnun á vinnslueiginleikum jarðlaga á svæði frárennslisskurðar Sultartangavirkjunar á Hafi árið 1982. Hér er um beint framhaldsverk að ræða, sbr. skilagrein "Sultartangavirkjun. Frárennslisskurður. Jarðlagalýsingar og grunnvatnsathuganir 1981", OS82029/VOD19 B, sjá jafnframt heimildaskrá. Í viðauka 3 er að finna leiðréttingar varðandi téða skilagrein.

Jafnframt var fylgst með grunnvatni í Sultartanga og á hraunasvæðinu sunnan Tungnaár og Þjórsár og eru þær niðurstöður birtar aftast í skilagreininni, sjá viðauka 4. Samtímis fóru fram jarðfræði- og grunnvatnsrannsóknir í Sandafelli, sbr. skilagreinina "Sultartangavirkjun. Jarðfræði- og grunnvatnsrannsóknir á svæði jarðganga og stöðvarhúss í Sandafelli 1982", OS-83014/VOD-08 B. Samningur milli Landsvirkjunar og Orkustofnunar varðandi rannsóknir þessar var undirritaður 1. júní s.l.

### 1.1 Framkvæmd

Vettvangsrannsóknir fóru fram á tímabilinu frá seinni hluta júnímánaðar til seinni hluta októbermánaðar 1982. Þær voru þó að mestu unnar í júlí (vinnslueiginleikar og dæluprófun). Á Hafi voru grafnar fjórar gryfjur með um 60 tonna jarðýtu, Komatsu D355A, sjá viðauka 1. Í þeim tveimur gryfjum, sem náðu ofan í grunnvatn voru gerðar dæluprófanir. Jafnframt var hæð og hiti grunnvatns mældur á hefðbundinn hátt í borholum á öllu hraunasvæðinu (Haf, Sultartangi og svæðið sunnan Tungnaár og Þjórsár).

### 1.2 Tilgangur

Megintilgangur rannsókna var eftirfarandi:

- Á Hafi: 1) Að kanna vinnslueiginleika hraunsins THi á svæði frárennslisskurðar til að skilgreina sem best skilin laust/fast eða hvaða hluta hraunsins er unnt að ýta (rippa) og hvaða hluta þarf að sprengja.
- 2) Að fá mat á væntanlegum leka inn í frárennslisskurð við gerð hans og kanna hvort grunnvatnsaðstæð-

ur geta ráðið úrslitum í sambandi við val á skurðleið. Grunnvatnsmælingar sem sýndu leka úr Þjórsá gáfu tilefni til þessara aðgerða.

Á hraunasvæðinu (Sultartangi og sunnan Tungnaár og Þjórsár): 1) Að kanna hæð og hita grunnvatns. Líta má á þennan þátt sem beina gagnasöfnun m.a. í tengslum við væntanlega áfyllingu lóns Sultartangavirkjunar (Tangalóns). Undanfarin ár hefur fyrri mælingum verið gerð ýtarleg skil, m.a. með gerð grunnvatnslíkans af svæðinu.

## 2 GRUNNVATNSMÆLINGAR

### 2.1 Almennt

Hefðbundnar grunnvatnsmælingar voru gerðar í borholum á Hafi, en þar verður frárennslisskurður virkjunarinnar staðsettur, sjá mynd 1.

Mælingar þær sem hér verður fjallað um voru framkvæmdar á tímabilinu 26. júní til 15. okt. 1982 og eru fremur strjálar. Í skilagreininni "Sultartangavirkjun. Frárennslisskurður. Jarðlagalýsingar og grunnvatnsathuganir 1981", OS82029/VOD19 B, er að finna úttekt á skipan og gerð jarðlaga svo og grunnvatni. Líta ber á þessar mælingar sem framhald þeirrar úttektar hvað varðar grunnvatnsfarið og er æskilegt að hafa þá greinargerð til hliðsjónar.

Í viðauka 2 er að finna töflu yfir hæð grunnvatns (m y.s.) í borholum á svæðinu frá fyrrgreindu tímabili svo og niðurstöður hitamælinga á formi hitaferla. Á hitaferlana eru dregnar meðalhitalínur, sem sýna ríkjandi hitastig grunnvatns í viðkomandi holum.

Nútfímahraunið THi (u.p.b. 3000 ára gamalt) er á svæðinu og ná flestar borholurnar í gegnum það. Þar sem svo háttar er hitastig grunnvatnsins yfirleitt eins í vatnsleiðaranum, a.m.k. í hverri einstakri borholu, ef ekki er innrennsli á fölsku grunnvatni eða yfirborðsvatni.

## 2.2 Grunnvatnshæð

Að vori og fyrri hluta sumars stendur grunnvatn hæst en lækkar jafnt og þétt fram að næsta vori. Hin ótruflaða (náttúrulega) hegðun grunnvatnshæðar á svæðinu er á þann veg. Mikil tímabundin úrkoma og yfirborðsrennsli inn á það framkallar skammtímahækkun á grunnvatninu, sem fjarar alla jafnan fljótt út.

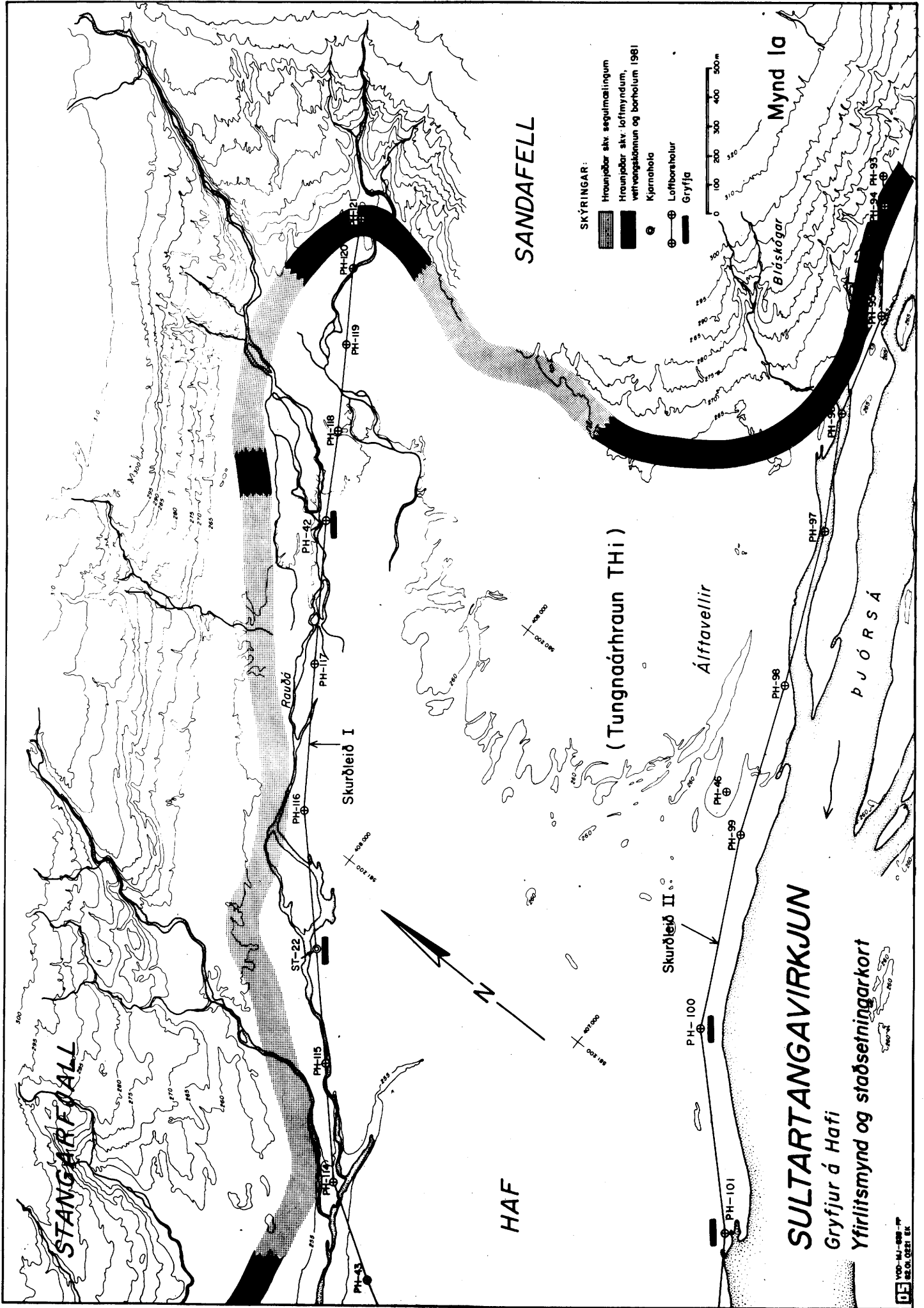
Mælingar á grunnvatnshæð sýna að meðallækkun á tæplega fjögurra mánaða tímabili (júní - október) er um 3±0,5 m. Helstu undantekningar eiga sér eftirfarandi skýringar:

1) Í borholum næst eða í rötum Sandafells (PH-93, 120 og 121) hækkar grunnvatn um nokkra tugi cm enda í tengslum við allt annað grunnvatnskerfi í grunnbergi Sandafells.

2) Í borholum á hraunasvæðinu er lækkun grunnvatns töluvert undir meðallagi (PH-44, 98, 100, 107, 114 og 118) eða frá 0,2-2,1 m. Meginskýringin er sú, að allar þessar holur að einni undanskilinni (PH-107) ná ekki í gegnum hraunið THi, þ.e.a.s. enda í þétta hluta hraunsins, sem heldur uppi óeðilega háu vatni í holunum. Jafnframt á sér stað innrennsli á fölsku grunnvatni (Rauðá og Þjórsá), sem kemur í veg fyrir eðlilega lækkun í holunum. Í PH-107 er svolfítið annað uppi á teningnum. Þar er grunnvatnsborð á milli botnkarga hraunsins THi og grunnbergs Skeljafellsróta.

3) Í þremur borholum á hraunasvæðinu er lækkun óeðlilega mikil eða frá tæpum 5 m upp undir 11 m (ST-22, PH-108 og 116). Lækkunin stafar einkum af minnkandi vatnsmagni í Rauðá, sem á það til að þorna alveg upp, en við það dregur verulega úr umfangi falska grunnvatnsins. Sama skýring gildir fyrir lækkun í PH-108 (tæpir 9m). Þar þornar fölsk grunnvatnslinsa í yfirborðskarganum og grunnvatnsborðið hrapar ofan í botnkarga hraunsins.

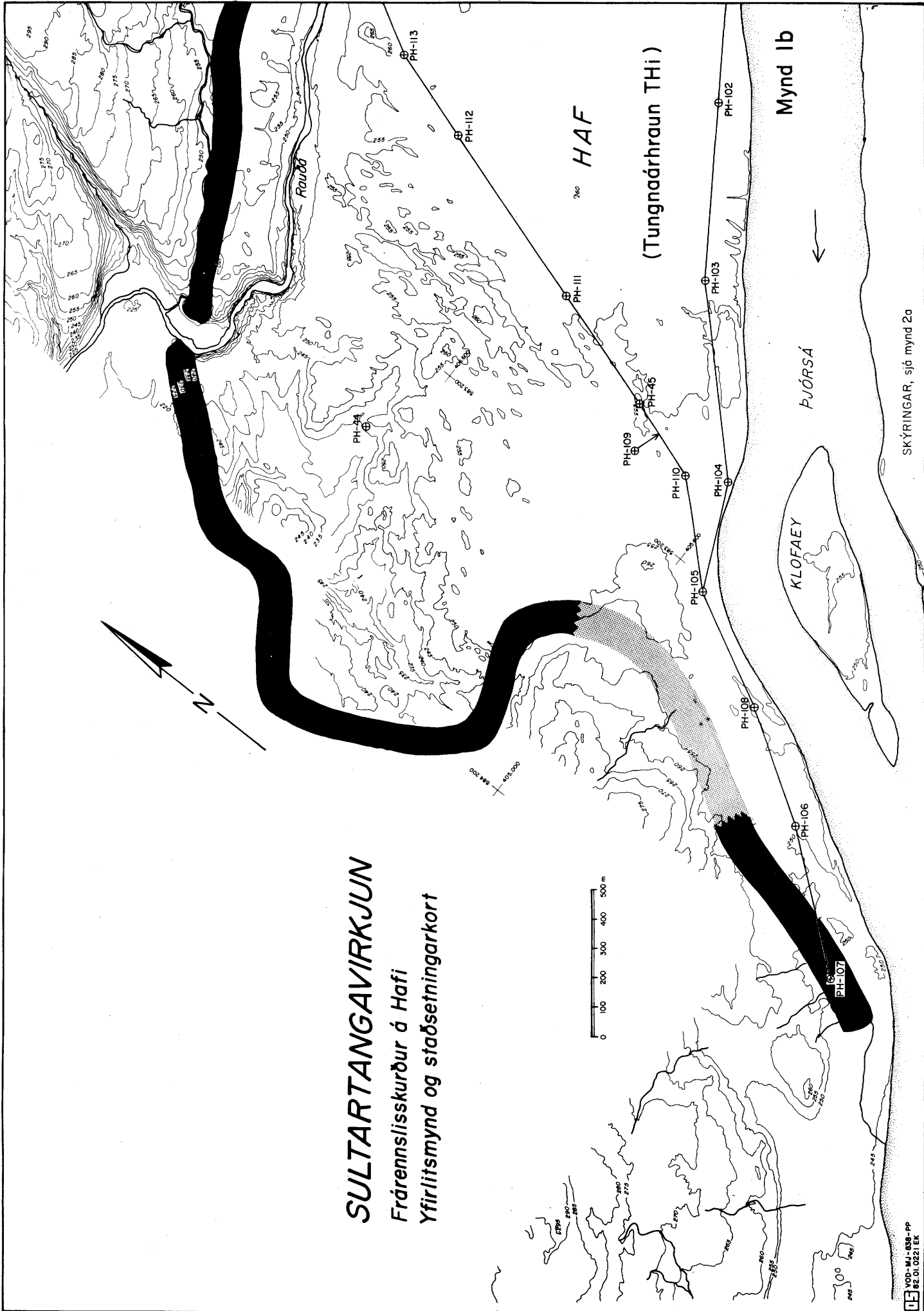
Vegna óreglulegrar jarðlagaskipunar í Sandafelli (sbr. staðsetningu fyrirhugaðra jarðganga og stöðvarhúss) hafa tvær skurðleiðir verið kannaðar (skurðleið I og II), sjá mynd 1. Á báðum skurðleiðunum stendur grunnvatn ofan botnhæðar (245 m y.s.) í austurhluta skurða á u.p.b. 4 km kafla. Vegna tilvistar Rauðár á skurðleið I gætir þar mun meiri árssveiflu í grunnvatnshæð en á leið II, sem er samsíða hægri bakka Þjórsár. Jafnframt er grunnvatnsstaðan lægri á leið I en II samkvæmt ársmeðaltali. Þessu veldur Rauðá, sem myndar falskt grunnvatn á stóru svæði í leysingum að vori og fram eftir sumri.





# SULTARTANGAVIRKJUN

Frárennslisskurdur á Hafi  
Yfirlitsmynd og staðsetningarkort



SKÝRINGAR, sjá mynd 2a

Annars er hún vatnslítil og rennur í ákveðnum farvegi. Þjórsá hefur á hinn bóginn jafnara rennsli og stöðugan farveg, þannig að falskt grunnvatn sem stafar frá leka úr ánni er jafnara.

Grunnvatnsstaðan 1982 er almennt hærri á svæðinu (Haf) en 1981 og er munurinn um 1 m (samanburður októbermælinga beggja ára). Á efri hluta skurðleiðar I er grunnvatnsstaðan 2-8 m hærri, sem stafar af meira vatnsmagni í Rauðá 1982 en 1981. Því má ljóst vera að samfara breytilegri hæð hins eiginlega grunnvatnsflatar frá ári til árs með tilheyrandi árssveiflu á falski grunnvatnsþátturinn (einkum Rauðá svo og Þjórsá) stóran hlut í grunnvatnshæðinni.

### 2.3 Grunnvatnshiti

Hitamælingar grunnvatns er mikil hjálparhella við frekari túlkun á grunnvatnsfari með hliðsjón af hæðarmælingum.

Grunnvatnshiti á Hafi er  $3+0,5$  C. Hér er átt við ótruflað eða "náttúrulegt" hitastig í vatnsleiðaranum. Frávik frá þessari meginmynd sýna og túlkast á eftirfarandi hátt:

Á efri hluta skurðleiðar I (PH-114-121, ST-22 og PH-42) er grunnvatnshitinn meira og minna truflaður. Hitastigið mælist á bilinu  $3-7$  °C og er breytilegt milli mælinga gagnstætt því sem gerist í ótrufluðum vatnsleiðara. Flestar holurnar sýna þó minni hitamun á milli mælinga, en yfirleitt er hiti á bilinu  $3,5-5,5$  °C. Ástæðan fyrir þessu hitastigi er:

- 1) Að grunnvatn úr Sandafelli og yfirborðsvatn hefur áhrif í holum PH-120 og 121.
- 2) Að yfirborðsvatn (Rauðá) sígur ofan í lausu yfirborðslögin og fæðir þannig falska grunnvatnslinsu, sem þétti hluti hraunsins THi heldur uppi. Breytilegt hitastig milli hola ræðst af því hve tengslin eru mikil við fölsku linsuna.

Á fyrrnefndu svæði (skurðleið I) eru hitaferlar þráðbeinir í þeim tilvikum þar sem holurnar ná í gegnum hraunið THi, sem sýnir hve vatnsleiðnin er há í botnkarganum. Aftur á móti þar sem holurnar enda í þétta hluta hraunsins (ná ekki í gegnum hraunið) sýna hitaferlar jákvæðan eða neikvæðan stigul. Ástæðan fyrir því er einkum sú,

að hraunið er það þétt, að ákveðinn taftími er í svörun vegna hitabreytinga.

Á svæði skurðleiðar II er svipað uppi á teningnum hvað varðar túlkun á grunnvatnshitanum. Þar gætir áhrifa frá grunnvatni og yfirborðsvatni Sandafells allra efst. Síðan gætir meiri og minni lekaáhrifa frá Þjórsá í holum að PH-101, sbr. mynd 1. Þessara áhrifa á grunnvatnshitann frá falska grunnvatninu ("lekavatninu") gætir á álfka vegalengdum á báðum skurðleiðum. Hitastigið sem fram kemur við þær aðstæður er á bilinu 3,6-4,7°C, sem bendir til óverulegs leka. Þó koma fram hærri hitagildi í PH-97 (5,7°C) og PH-101 (5,4-8,9°C), en sú síðarnefnda er í beinu sambandi við vatn úr Þjórsá, sjá kafla 3. Grunnvatnshiti er innan marka náttúrulegs hitastigs það sem eftir er skurðleiðar eða frá PH-102 og að PH-107, enda er sá hluti yfirleitt í meiri fjarlægð frá Þjórsá en efri hluti skurðleiðar þar sem fylgt er farvegi Þjórsár. Reyndar hefur farvegurinn verið þurrkaður að hluta með varnargörðum, en þeir eru alls ekki þéttir.

### 3 DÆLUFRÓFANIR Í GRYPFJUM

#### 3.1 Markmið og framkvæmd

Í byrjun júlímánaðar 1982 voru grafnar fjórar gryfjur á Hafinu á þeim svæðum þar sem talið er líklegt að frárennslisskurður verði. Á "skurðleið I" var grafið við borholur ST-22 og PH-42, en "skurðleið II" við PH-100 og 101, sjá mynd 1. Gryfjurnar voru staðsettar með hliðsjón af niðurstöðum borana og mælinga á grunnvatnshæð en yfirleitt er falskt grunnvatnsborð við ST-22 og PH-101.

Markmið með greftri gryfjanna voru:

1. Að kanna vinnslueiginleika lausu jarðlaganna og efsta hluta hraunsins. Sjá nánar viðauka 1.
2. Að dæla vatni úr gryfjunum og mæla leka inn í þær.
3. Að kanna hvar og hvernig lekur inni gryfjurnar.
4. Að mæla lekt vatnsósa jarðlaga.

Í þessum kafla verður gerð grein fyrir liðum 2-4.

Gryfjurnar við ST-22 og PH-101 náðu niður í grunnvatn

(falskt), en gryfjurnar við PH-42 og 100 reyndust þurrar. Um miðjan júlí 1982 var dælt úr gryfjunum. Úr gryfjunni við ST-22 var dælt með Honda bensindælu (afkastageta um 10 l/s.). Við dælingu úr gryfju við PH-101 var notuð rafknúin dæla tengd rafstöð (afkastageta um 90 l/s.). Vatni úr gryfju við ST-22 var dælt í farveg til suðvesturs, en vatni úr gryfju við PH-101 í Þjórsá.

Við dælingarnar var fylgst með vatnsborði í gryfjunum og í holum ST-22 og PH-101. Hiti og straumhraði voru mæld í ST-22 við dælingu úr gryfjunni.

### 3.2 Úrvinnsla

Grunnvatnsborð í gryfjunum og nágrenni þeirra er í beinum tengslum við andrúmsloftið. Áður hefur verið gerð grein fyrir því hvernig meta má lekt út frá rennsli og breytingu á grunnvatnshæð, sjá t.d. Jón Ingimarsson 1980. Áætla má lektina út frá vatnsborðsbreytingum í gryfjunum, en þá verður að taka tillit til rúmtaks vatns í gryfjunum. Í P.Krusman og N.A. De Ridder (1979) er gerð grein fyrir aðferð sem má nota til að áætla lekt í víðum borholum (gryfjum). Samkvæmt henni er:

$$\Delta h = \frac{Q}{4 \times \pi \times k \times D} \times F(u_w, S) ;$$

Þar sem  $\Delta h$  er lækkun vatnsborðs (m)  
 $Q$  er dæling ( $m^3/s$ )  
 $k$  er lekt ( $m/s$ )  
 $D$  er þykkt grunnvatnsgeymis (m)  
 $F(u_w, S)$  er holufall  
 $r^2 \times S$   
 $u_w = \frac{r^2 \times S}{4 \times k \times D \times t}$   
 $S$  er geymslustuðull  
 $r_w$  er radíus holu (m)  
 $t$  er tími frá upphafi dælingar (s)

Við mat á lekt vatnsósa jarðlaga var stuðst við þessa aðferð.

Ekki mældust marktækar breytingar á grunnvatnshæð í ST-22 og PH-101 við dælingarnar. Vatnsborð í gryfju við ST-22 var um fjórum metrum ofan við vatnsborð í holunni. Inn-

rennsli er í ST-22 í karga á 5-6 m dýpi. Vatnsborð í gryfju við PH-101 var um 7,5 m ofan við grunnvatnsborð í holunni.

### 3.3 Niðurstöður og ályktanir

Gryfja við ST-22 (flatarmál vatnsborðs um  $17 \times 6 \text{ m} \approx 100 \text{ m}^2$ ).

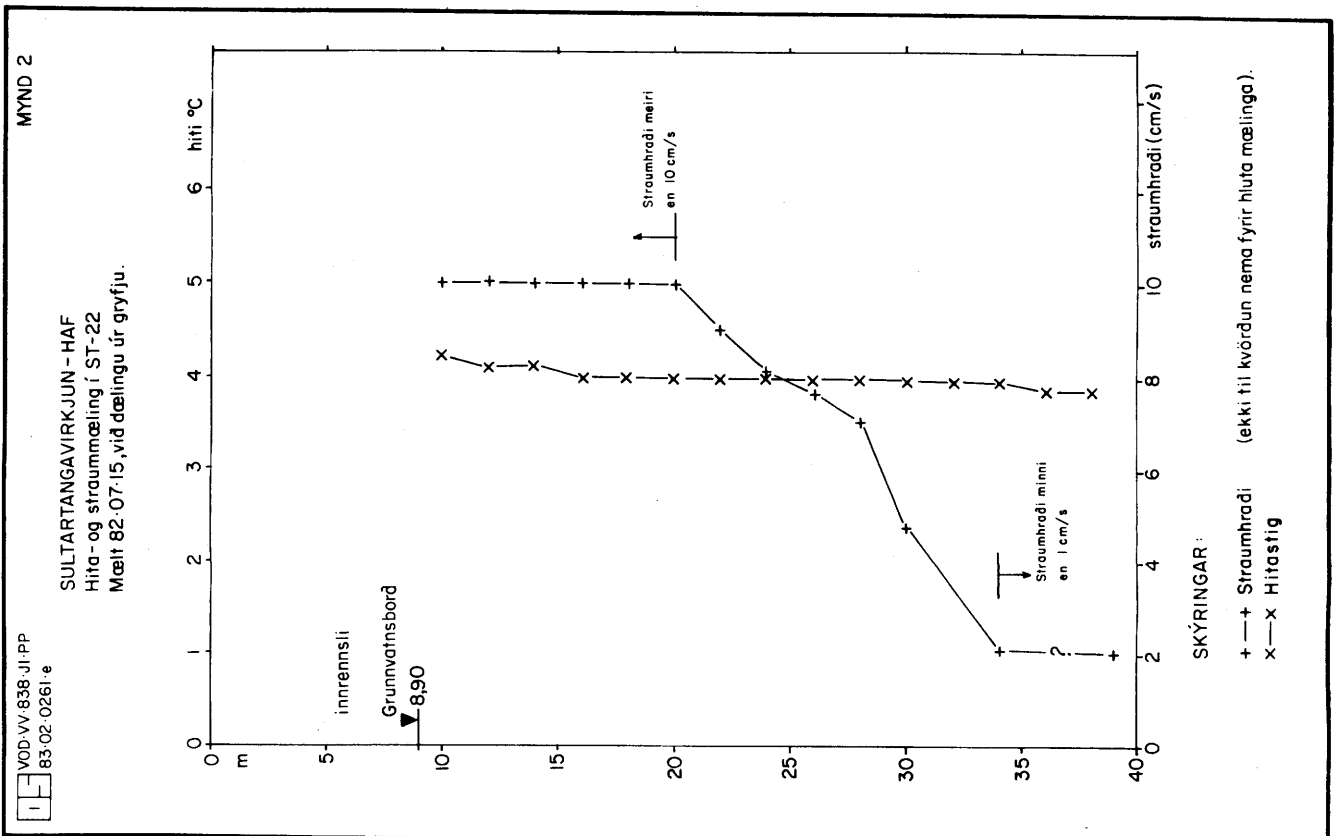
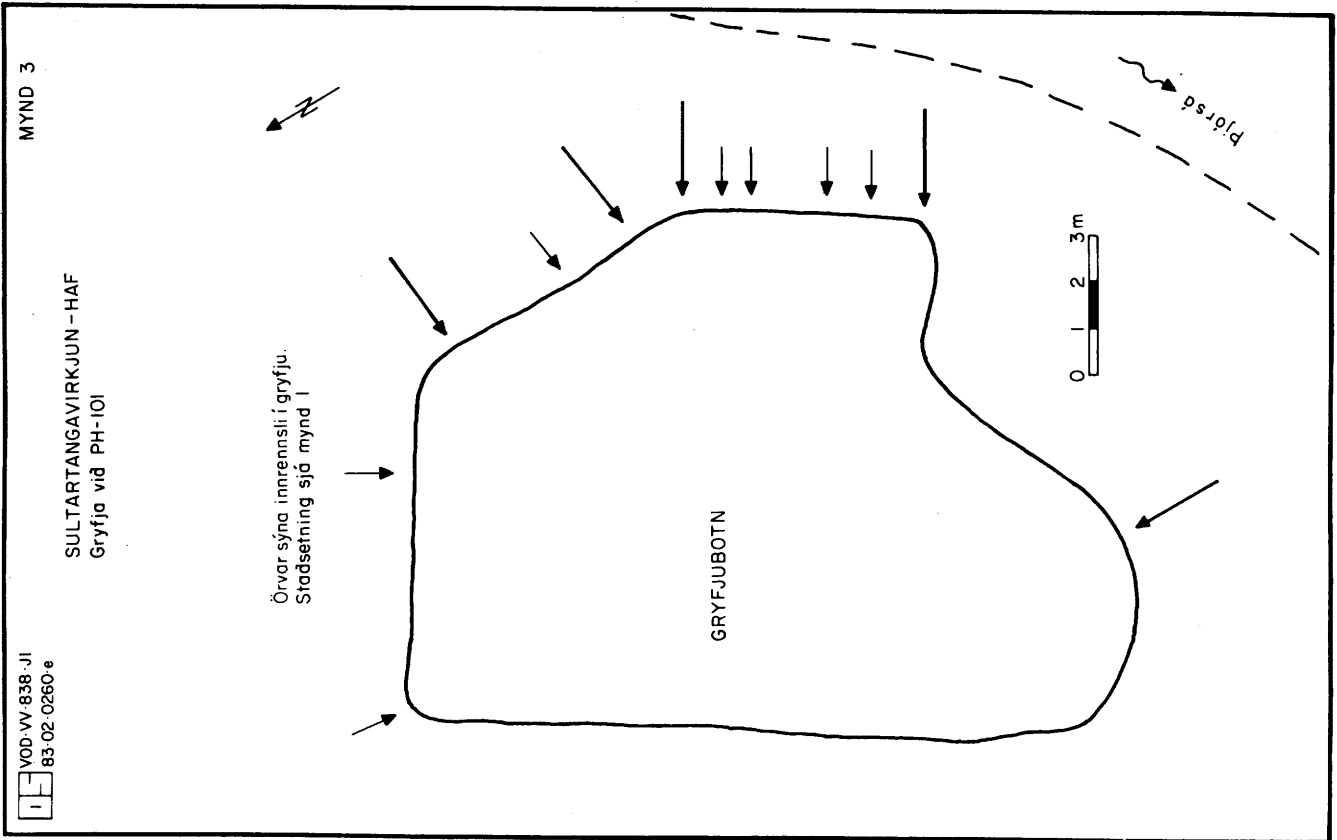
1. Meðalinnrennsli í gryfjuna meðan verið var að tæma hana var einn sekúntulítri. Við lægstu vatnsborðs-stöðu runnu í gryfjuna þrjár sekúntulítrar.
2. Innrennslið í gryfjuna var á mótum kargans og karga-kenndrar klappar.
3. Meðallekt kargans er metin einn til tveir sentimetrar á sekúntu ( $1-2 \times 10^{-2} \text{ m/s}$ ).
4. Á mynd 2 eru niðurstöður mælinga á hita og straumhraða í ST-22. Niðurstöður mælinganna benda til þess að vatnið sem rennur inn í holuna á 5-6 m dýpi renni út í hraunið neðan við 20 m dýpi. Raunar virðist sem mestur hlutinn renni út úr holunni á 28-35 m dýpi. Lagmót hrauna eru á um 33 m dýpi (sjá Davíð Egilson og Ingibjörg Kaldal 1980).

Gryfja við PH-101 (flatarmál vatnsborðs er  $11 \times 13$  til  $20 \text{ m}$  eða  $140-220 \text{ m}^2$ ).

5. Meðalinnrennsli í gryfjuna meðan verið var að tæma hana var um fjórir sekúntulítrar. Við lægstu stöðu runnu um tólf lítrar á sekúntu í hana.
6. Innrennslið er aðallega ármegin í gryfjuna sjá mynd 3. Vatnið sprengir sér ákveðnar leiðir í siltfylltum karganum. (Ekki tókst að grafa niður úr karganum þar sem ýtan gat ekki unnið í dýpra vatni).
7. Meðallekt kargans er talin um einn til fjórir sentimetrar á sekúntu ( $1-4 \times 10^{-2} \text{ m/s}$ ).

Ástæða er til að telja að svæði með fölsku vatnsborði séu staðbundin á "skurðleið I" þar sem Rauðá rennur neðanjarðar og á "skurðleið II" þar sem botn og/eða barmar Þjórsár eru ekki þéttir.

Eins og kom fram hér að framan er lekt yfirborðskargans metin  $1-4 \text{ cm/s}$ . Til samanburðar má geta þess að lekt í yfirborðskarga sama hrauns á stíflustæði milli Búðarháls og Fitjaskóga sem var kannað 1979, er metin um þrjár  $\text{cm/s}$ , sjá "Búðarhálsvirkjun. Jarðfræði- og grunnvatnsrannsóknir 1979". Hér er því fullt samræmi.



Lekt í þétta hluta hraunsins og botnkarganum hefur ekki verið metin, en ekki er ástæða til að ætla að hún sé verulega frábrugðin því sem áætlað var samkvæmt dæluþrófunum 1979 á framangreindu stíflustæði og á stíflustæði við Sultartanga (sjá Jón Ingimarsson 1980 og 1981). Ástæða væri þó til að kanna sérstaklega þétta hluta hraunsins, þar sem botn fyrirhugaðs frárennsliskurðar er að mestu í honum.

#### 4 HELSTU NIÐURSTÖÐUR OG ÁLYKTANIR

Tafla 1 sýnir helstu niðurstöður m.t.t. samanburðar á skurðleiðum I og II. Þar er miðað við botnhæð skurðar 245 m y.s. og lengd nálægt 7600 m.

**Jarðlag og vinnsloeiginleikar.** Könnun á vinnsloeiginleikum sýnir, að lausa yfirborðssetið og hraunkarginn undir því eru auðgræf. Skilin kargi/blöðrótt-þétt hraun er mjög óreglulegur, sbr. kjarnaskurð á stíflustæði í Sultartanga. Þær fjórar vinnsluþrófanir, sem allar voru gerðar við borholur sýna ennfremur, að fullt samræmi er á milli túlkunar á fasaskilunum laust/fast skv. borholum og því efni sem unnt er að ýta og/eða rippa og því efni sem þarf að sprengja.

Eins og fram kemur í töflu 1 þarf að fjarlægja örlítið meiri massa á skurðleið II en I. Ennfremur er óhagstæðara hlutfall á lausu og föstu á skurðleið II en I. Á skurðleið II er langskurðarflatarmál í föstu um 60% á móti um 43% á leið I.

**Grunnvatnsfar.** Hvað varðar grunnvatnið stendur það ofan 245 m h.y.s. í austurhluta beggja skurðleiða á u.p.b. 4000 m kafla að meðaltali og er það falski grunnvatnsþátturinn sem á þar stærstan hluta að máli (vegna tilvistar Rauðár á skurðleið I og nálægðar Þjórsár, sem lekir varnargarðar afmarka frá skurðleið II). Mun meiri árssveiflu gætir í grunnvatnshæð á skurðleið I en II vegna dragáreinkenna Rauðár og aðlægra lækja, sem flæmast yfir efri hluta skurðleiðar I. Á hinn bóginn er Þjórsá í stöðugum farvegi þar sem árssveiflan veldur aðeins vatnshæðarbreytingum í farveginum, sem þýðir jafn-

ara aðstreymi á fölsku grunnvatni (leka) á efri hluta skurðleiðar II. Í töflu 1 sést þessi munur hvað skýrast, en hún byggir á hæðarmælingum grunnvatns í borholum á tímabilinu október 1981 til sama mánaðar 1982. Þar kemur fram, að þegar grunnvatn stendur hæst á svæðinu skera báðar skurðleiðir álfka stóra hluta grunnvatnsins. Þó er sá skurðarflötur heldur minni á skurðleið I, en á móti kemur að grunnvatn stendur þar mun meira í yfirborðskarganum. Jafnframt sést á töflu, að þegar grunnvatn stendur lágt (í töflu er miðað við mæl. frá miðjum janúar 1982, en grunnvatn er venjulega lægst í apríl-maí) þá sker líftill sem enginn hluti skurðleiðar I grunnvatnsflötinn, sbr. athugasemdir um mælingar. Á skurðleið II minnkar langskurðarflatarmál grunnvatns í skurði á hinn bóginn aðeins um helming frá hæstu grunnvatnsstöðu (botnhæð skurðar 245 m y.s.).

Lekt og innrennsli. Hvað varðar lekt og það vatnsmagn sem í skurðinn kann að renna á framkvæmdatíma er ljóst að það verður afar breytilegt eftir árstíma og eftir því hvaða aðgerðir verða hafðar í frammi til að losa sig við falska grunnvatnspáttinn, en hann veldur einmitt mestu óvissunni í mati á innrennsli í skurðinn (t.d. Rauðá og aðlægum lækjum veitt frá skurðleið I og efri hluti skurðleiðar II færður fjær Þjórsá).

Niðurstöður dæluprófana í gryfjum á svæðinu gefa meðal-lekt í hraunkarganum 1-4 cm/s, en falski grunnvatnspátturinn ræður þar ríkjum. Neðanmáls í töflunni eru gefin lektargildi, mæld í sama hrauni (THi) á svæði stíflustæðis. Falski grunnvatnspátturinn er afar breytilegur og skilar sér einkum eftir yfirborðskarga hraunsins. Við lága stöðu grunnvatns á svæðinu verður að gera ráð fyrir rennsli eftir neðsta hluta kargans á köflum. Þó hæðarmælingar grunnvatns sýni það tæpast, er líkleggra að sá hluti sé jafnari á skurðleið II en I og sé ávallt til staðar á báðum leiðunum. Þannig má ljóst vera að ekki er hægt að gefa nákvæma tölu um náttúrulegt innrennsli meðan á greftri skurðar stendur, en stærðargráðan 0,1-0,5 m<sup>3</sup>/s ætti ekki að vera fjarri lagi. Ef vatnsborð verður lækkað í skurði meðan á greftri stendur, t.d. með dælingu eða með því að veita vatni burt úr skurði á annan hátt, þá vex innrennsli því meir sem niðurdrátturinn verður meiri. Allar þær ráðstafanir sem verða gerðar til að hindra náttúrulegt aðstreymi falska grunnvatnsins draga jafnframt úr innrennsli í hann.



TAFLA 1 Samanburður skurðleiða I og II á Hafí.

Jarðlagabykkir, langskurðarflatarmál jarðлага og grunnvatns og lektargildi.

Skýring	Leið I	Leið II	Aths.
Laus jarðlög, yfirborðsset og kargi langskurðarflatarmál	6,1 m 46360 m <sup>2</sup> (57%)	4,5 m 34200 m <sup>2</sup> (40,5%)	Meðalþykkt skv. borh.
Föst jarðlög, blöðrótt-þétt hraun langskurðarflatarmál	4,6 m 34960 m <sup>2</sup> (43%)	6,6 m 50160 m <sup>2</sup> (59,5%)	Meðalþykkt skv. borh. ofan 245 m y.s.
Laus og föst jarðlög langskurðarflatarmál	10,7 m 81320 m <sup>2</sup> (100%)	11,1 m 84360 m <sup>2</sup> (100%)	- " -
"Mesta" grunnvatnshæð ofan 245 m y.s. langskurðarflatarmál	38000 m <sup>2</sup>	41000 m <sup>2</sup>	Skv. hæðarmæl grv. í borholum okt. 1981 - okt. 1982.
"Minnta" grunnvatnshæð ofan 245 m y.s. langskurðarflatarmál	4700 m <sup>2</sup>	21000 m <sup>2</sup>	- " -
Meðallekt yfirborðskarga	1-2 x 10 <sup>-2</sup> m/s	1-4 x 10 <sup>-2</sup> m/s	Skv. dælupróf. í sitt hvorri gryfjunni á skurðleiðunum

1) Miðað er við skurðlengd 7600 m, sbr. jarðlagasnið af skurðleiðum í skilagreininni OS82029/VOD19 B.

2) Skv. mæl. á lekt á Sultartangasvæði er lektin í lausu yfirborðsseti 1 x 10<sup>-5</sup> m/s yfirborðskarga 3 x 10<sup>-2</sup> m/s, þéttu hrauni 0,4 - 1,1 x 10<sup>-3</sup> m/s og botnkarga 1,1 - 4,1 x 10<sup>-2</sup> m/s., sjá Jón Ingimarsson.

5 HEIMILDASKRÁ

C.P.Krusemann og N.A Ridder 1979: Analysis and evaluation of pumping test data. International institute for land reclamation and improvement. Wageningen, Netherlands 1979.

Davíð Egilson og Ingibjörg Kaldal 1980: Frárennslisskurður um Haf. Orkustofnun, DE-1K-80/05.

Jón Ingimarsson 1980: Sultartangavirkjun. Dæluprófanir. Orkustofnun, JI-80/06.

Jón Ingimarsson 1981: Stultartangavirkjun. Dæluprófanir 1981. Orkustofnun, JI-81/04.

Pétur Pétursson, Bjarni Kristinsson og Árni Hjartarson 1982: Sultartangavirkjun. Frárennslisskurður. Jarðlagalýsingar og grunnvatnsathuganir 1981. Orkustofnun, OS82029/VOD19 B.

Starfshópur á Vatnsorkudeild 1980: Búðarhálsvirkjun. Jarðfræði- og grunnvatnsrannsóknir 1979. Orkustofnun, OS80019/ROD09.

VIÐAUKI I

Gryfjugerð á svæði frárennslisskurðar á Hafi  
(greinargerð BJJ-82/03).

Orkustofnun  
Vatnsorkudeild  
1982-07-12

Greinargerð  
BjJ-82/03  
al

Sultartangavirkjun. Gryfjugerð á svæði frárennslisskurðar á Hafi.

Framkvæmd og markmið

Dagana 6.-8. júlí s.l. voru grafnar fjórar gryfjur á svæði frárennslisskurðar á Hafi. Í öllum tilvikum var grafið hjá borholum (ST-22 og PH-42 á skurðleið I og PH-100 og -101 á skurðleið II við Þjórsá), sjá staðsetningarkort.

Umsjón og eftirlit með verkinu á vettvangi höfðu Einar B Jónsson frá VST og Björn Jónasson frá OS-VOD. Til verksins var notuð jarðýta frá Hagvirki, Komatsu D 355 A, sem er 60-65 tonn að þyngd.

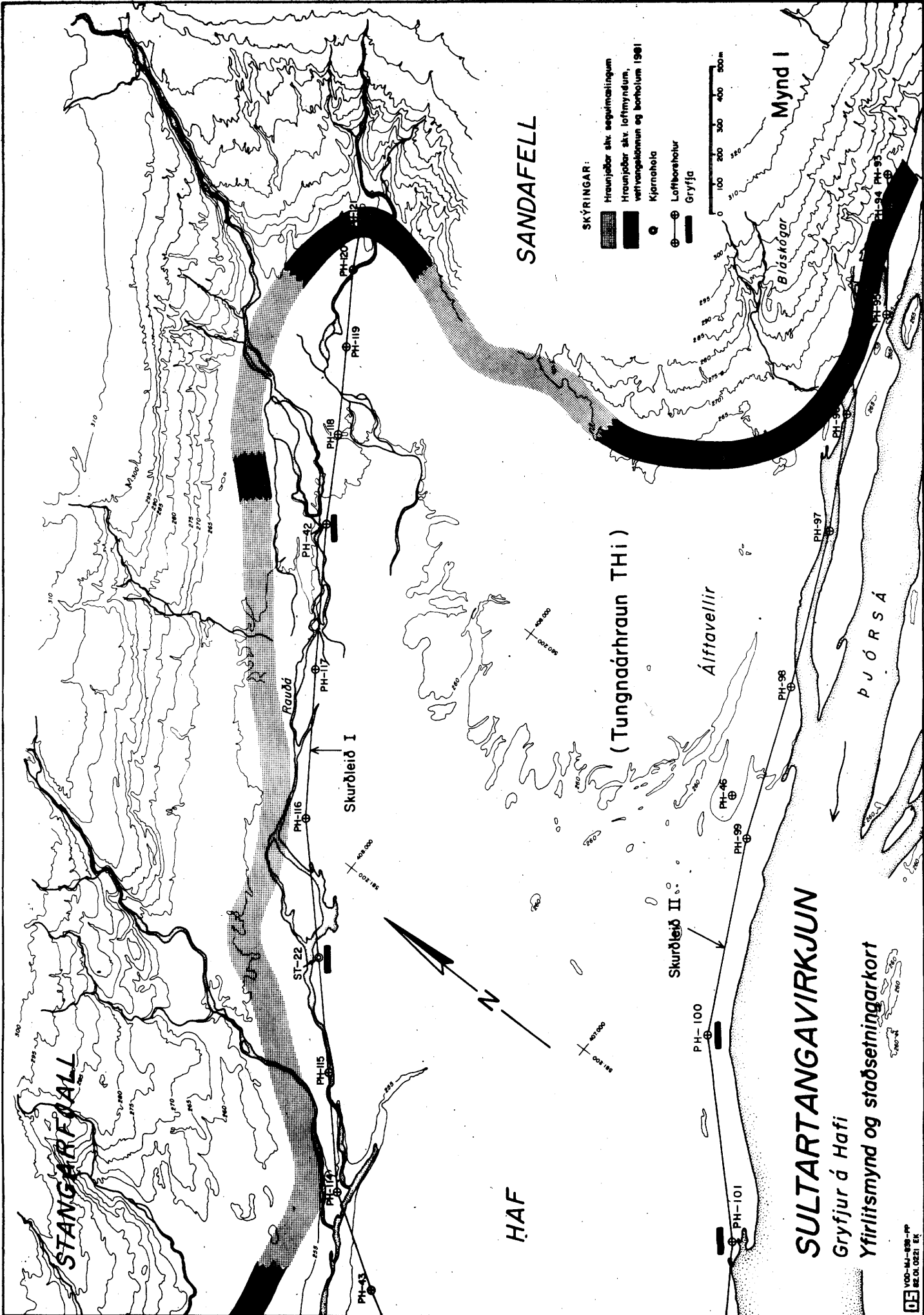
Meginmarkmiðið var að kanna vinnslueiginleika hraunsins THi og fá samanburð við þær borholur, sem eru á svæðinu og fá þannig sem gleggsta vitneskju um skilin laust-fast. Ennfremur á að framkvæma dæluprófanir í gryfjum við PH-101 og jafnvel við borholu ST-22 til að meta væntanlegan leka inn í frárennslisskurð við gerð hans og kanna hvort grunnvatnsfræðilegar aðstæður geti ráðið úrslitum í sambandi við val á skurðleið.

Niðurstöður

Á meðfylgjandi myndum er að finna staðsetningu gryfja svo og gryfjulýsingar í samanburði við borholur með meiru.

Helstu niðurstöður eru þær að ýtan afkastaði við bestu aðstæður um eða yfir  $400 \text{ m}^3/\text{klst}$ . Heildarmagn uppýtts efnis varð um  $4000 \text{ m}^3$  á um 25 vinnslutímum eða um  $160 \text{ m}^3/\text{klst}$  að jafnaði. Þegar komið var í kargakennda til blöðrótta klöpp eða niður úr lausa karganum urðu afköst ýtu nánast engin.

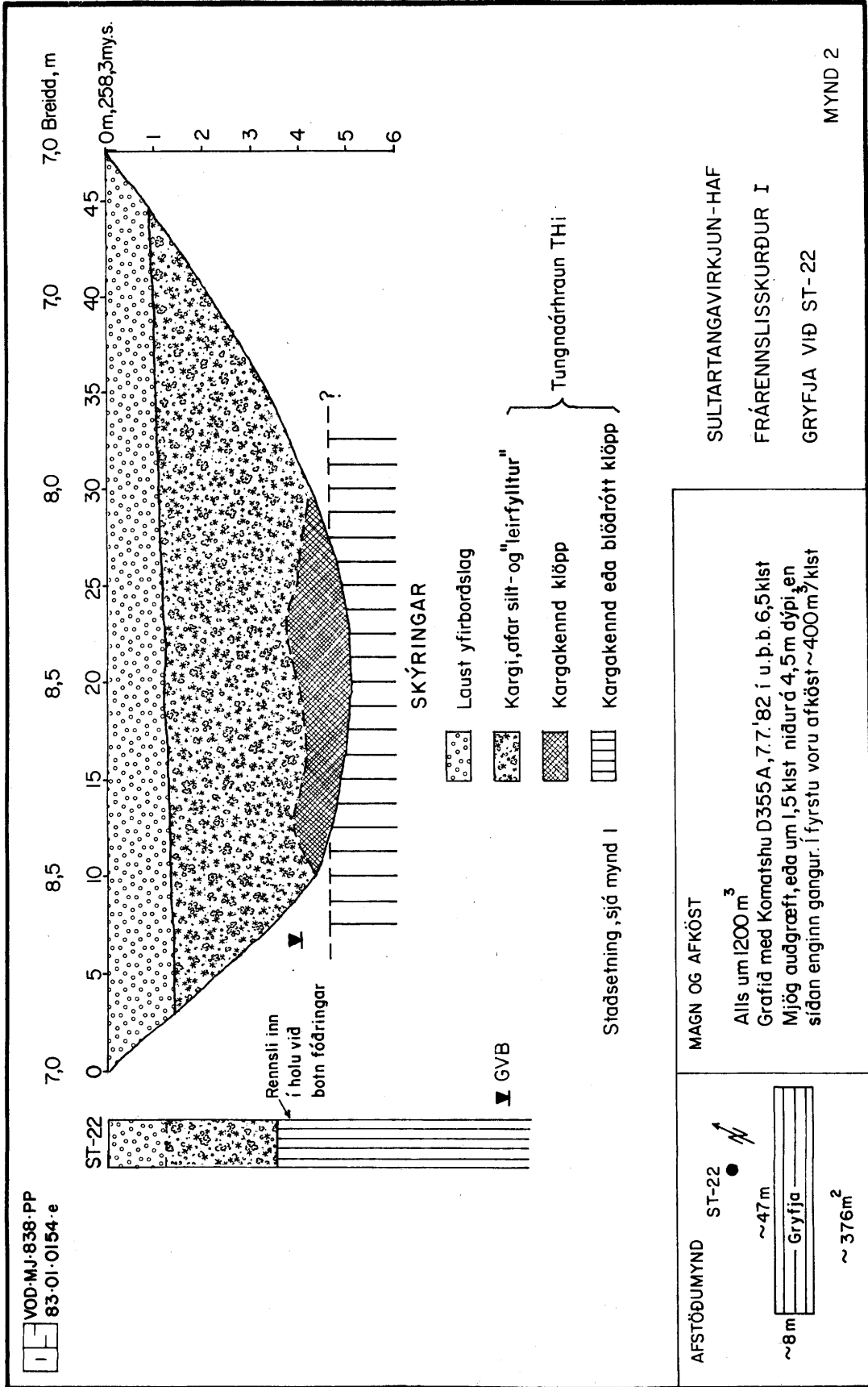
Helstu jarðfræði- og jarðtæknilegar niðurstöður eru þær, að klapparhlutinn hefur afar óreglulegt yfirborð með lausum kargaskvömpum á milli harðra klapparkolla. Afar góð samsvörun er á milli borhola og gryfja, þ.e. skilin kargi/blöðrött og þétt hraun, sbr. greinargerðir ("Frárennslisskurður um Haf, DE-1K-80/05 des. 1980", "Sultartangavirkjun Frárennslisskurður. Jarðlagalýsingar og grunnvatnsathuganir 1981, OS82 029/VOD19 B, mars 1982"), falla saman við skilin laust/fast í gryfjunum og falla þannig saman við ýtanlegt (rippanlegt) efni og það efni sem losa þarf með sprengingum, a.m.k. miðað við þá ýtu sem notuð var til verksins.

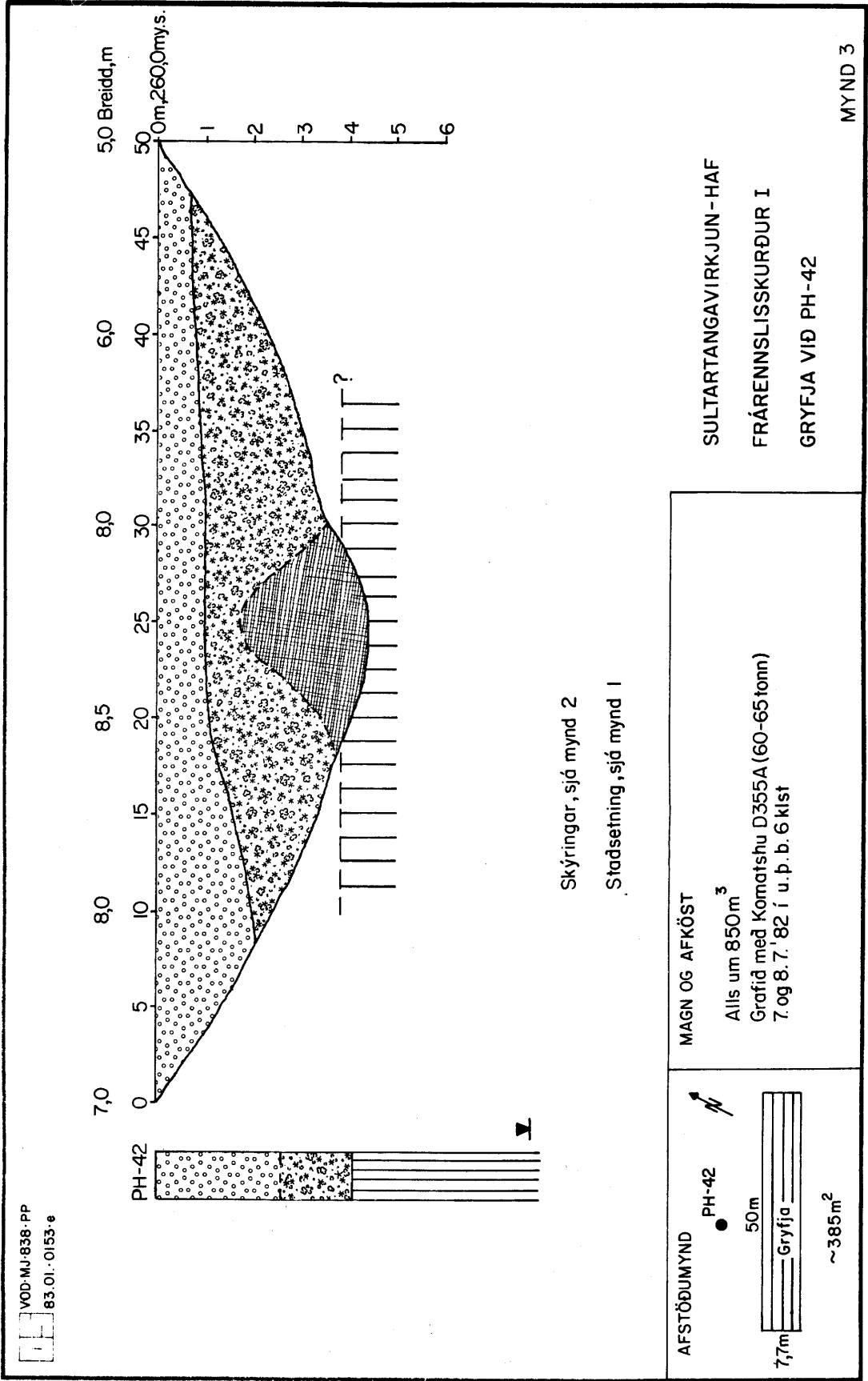


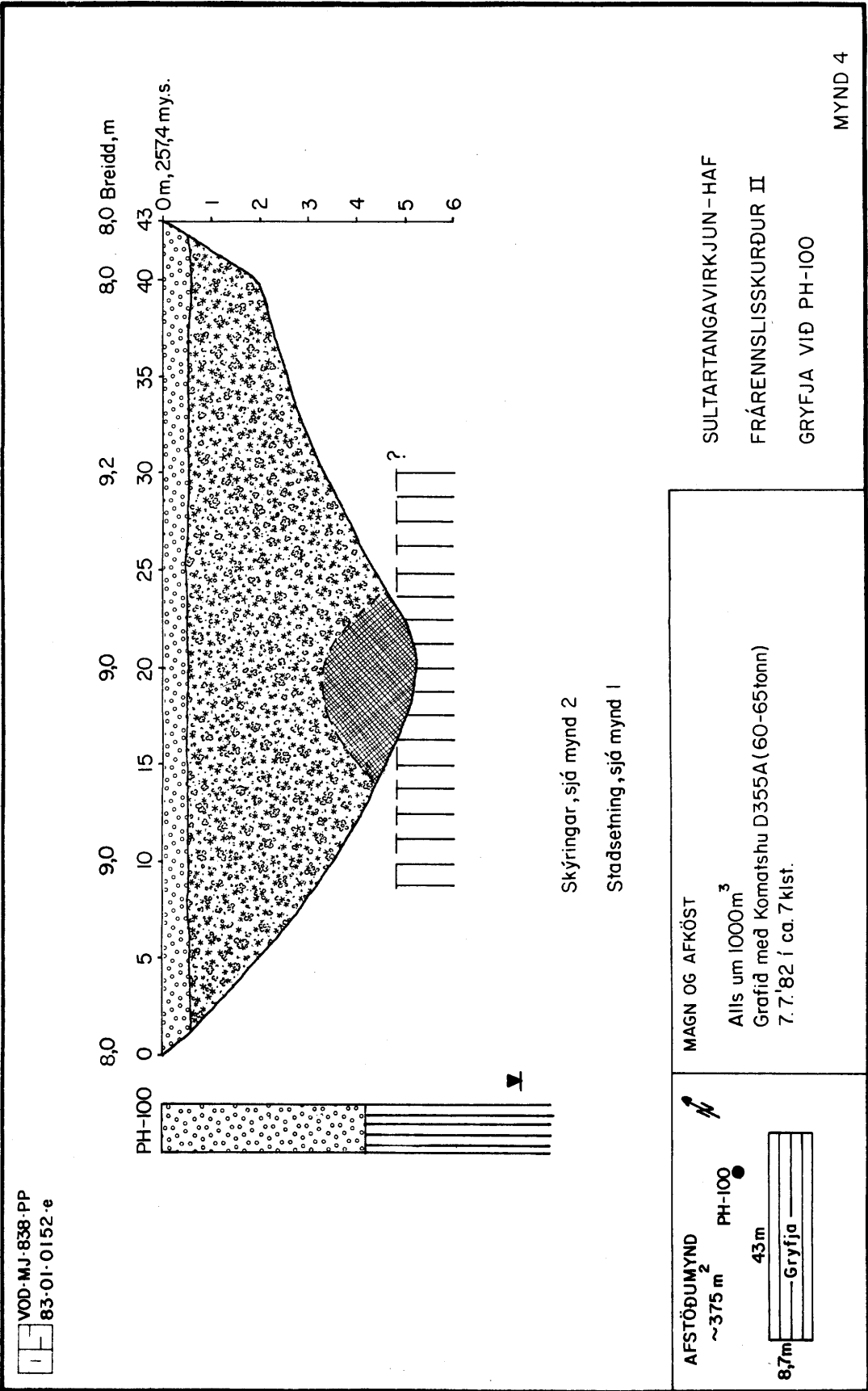
SKÝRINGAR:

- Hraunjabar slú. segulmælingum
- Hraunjabar slú. loftmyndum, vertveigakannun og borholum 1981
- Kjarnahola
- Loftboreholur
- Gryfja

**SULTARTANGAVIRKJUN**  
 Gryfjur á Hafi  
 Yfirlitsmynd og staðsetningarkort

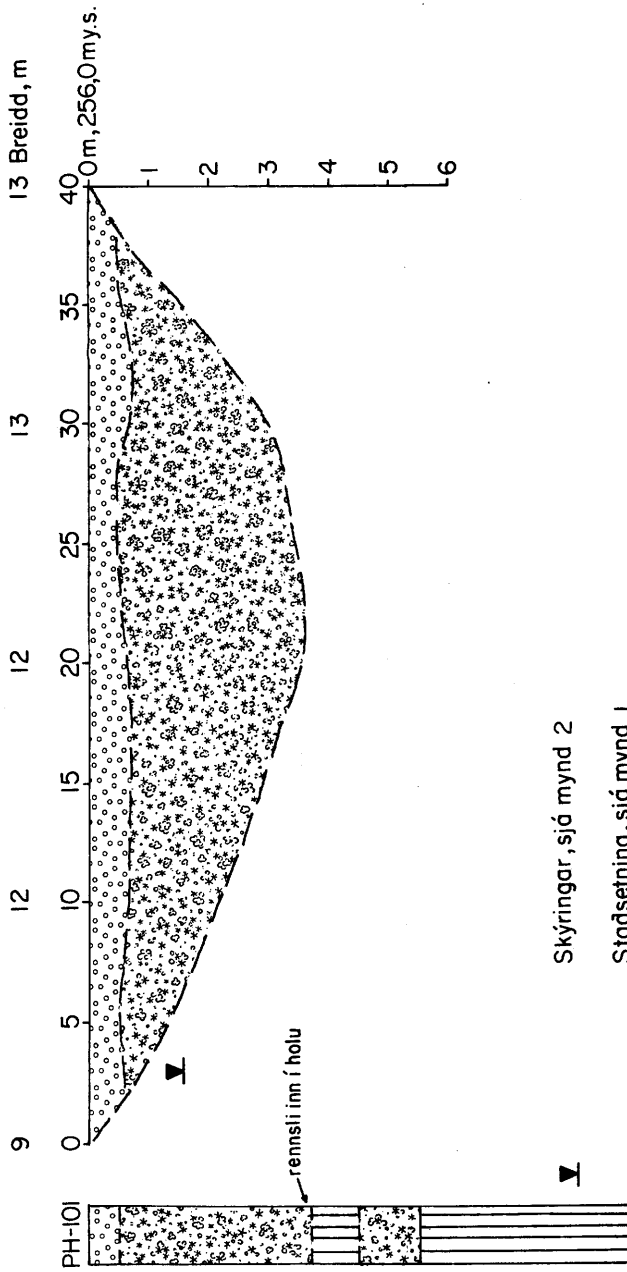




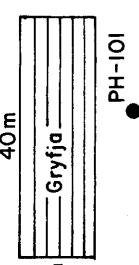




VOD-MJ-838-PP  
83-01-0151-e



Skýringar, sjá mynd 2  
Staðsetning, sjá mynd 1

<p>AFSTÖÐUMYND ~500m<sup>2</sup></p> 	<p>MAGN OG AFKÖST</p> <p>Allis um 1000m<sup>3</sup> Grafid með Komatsu D355A (60-65tonn) 6.7.82 í u.p.b. 5klst.</p>
--	---

SULTARTANGAVIRKJUN - HAF  
FRÁRENNSLISSKURÐUR II  
GRYFJA VIÐ PH-101

MYND 5



**VIÐAUKI 2**

**Grunnvatnshæð og hiti í borholum á Hafi 1982.**



ORKUSTOFNUN

ORKUSTOFNUN  
Vatnsorkudeild

GRUNNVATNSMÆLINGAR  
I BORHOLUM

Mælt:  
Unnid:GHV

SULTARTANGAVIRKJUN - HAF

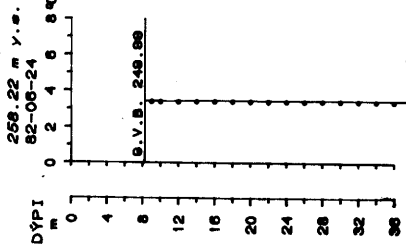
1982-12-27

Dags, mæl- ingar	HEITI HOLU/GRUNNVATNSBORD ■ y.s.												
	ST22	PH42	PH43	PH44	PH45	PH46	PH93	PH94	PH95	PH96	PH97	PH98	PH99
82.06.24	249.99	254.52	248.91	229.59	240.67		268.78	Onyt	256.64	255.00	252.08	255.45	Purr
82.08.04	249.56	256.80	247.65	228.75	239.75		269.24		255.87	254.10	251.19	254.98	
82.10.15	238.92	252.03	245.27		238.00	Purr	268.99		253.46	251.48	248.93	253.38	

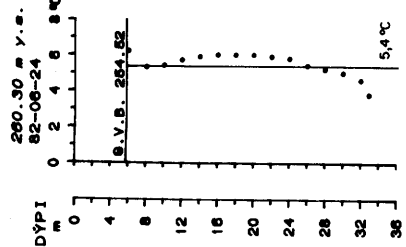
Dags, mæl- ingar	HEITI HOLU/GRUNNVATNSBORD ■ y.s.												
	PH100	PH101	PH102	PH103	PH104	PH105	PH106	PH107	PH108	PH109	PH110	PH111	PH112
82.06.24	250.29	249.14	247.92	242.94	249.59	Purr	Purr	234.76	246.06	240.51	240.43	244.18	Onyt
82.07.01		248.31	247.09										
82.08.04	250.01	247.77	246.50	241.79	249.79		238.91	234.21	245.96	239.57	239.56	242.86	
82.10.15	249.46	245.59	244.37	239.89	246.46		238.43	233.65	237.39	237.89	237.79	241.42	

Dags, mæl- ingar	HEITI HOLU/GRUNNVATNSBORD ■ y.s.									
	PH113	PH114	PH115	PH116	PH117	PH118	PH119	PH120	PH121	
82.06.24	Onyt	253.58	250.28	255.42	252.54	256.70	258.00	258.35	258.96	
82.08.04		253.77	249.49	256.14	253.47	258.97	Onyt	260.56	261.12	
82.10.15		253.42	246.76	250.70	249.40	255.57		258.42	259.22	

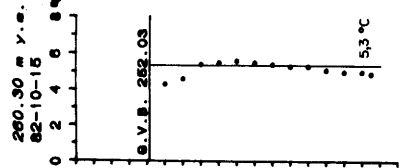
ST22



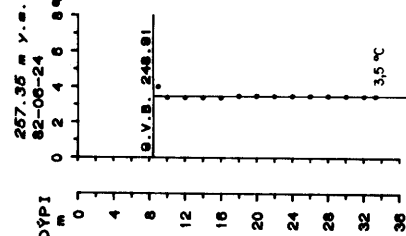
ST22



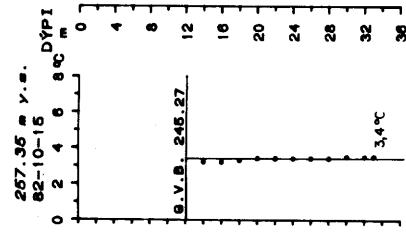
PH42



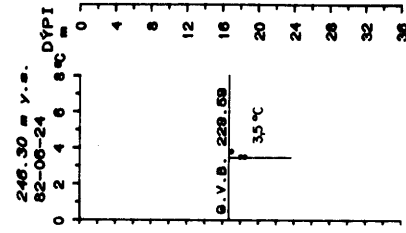
PH42



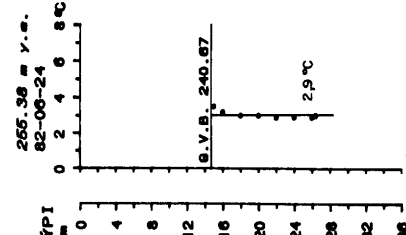
PH43



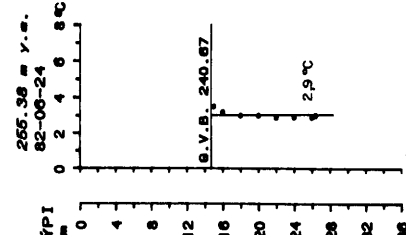
PH43



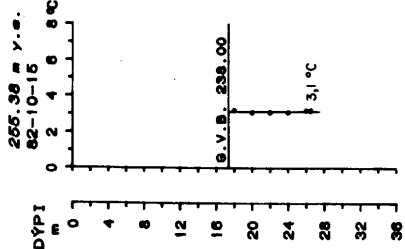
PH44



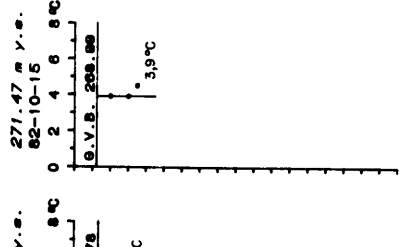
PH45



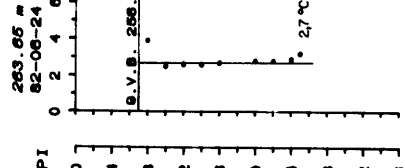
PH45



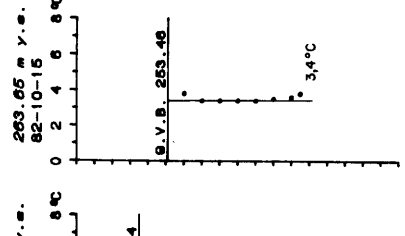
PH93



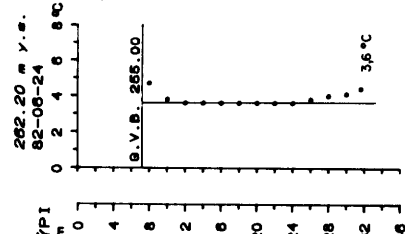
PH93



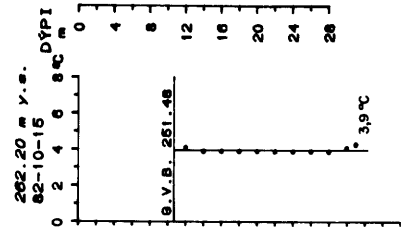
PH95



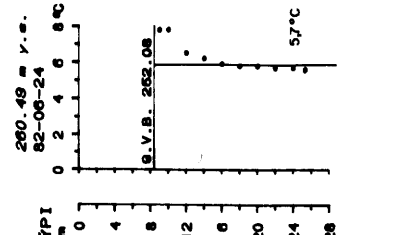
PH95



PH96

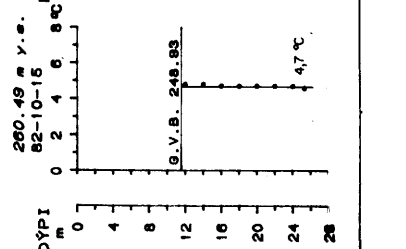


PH96

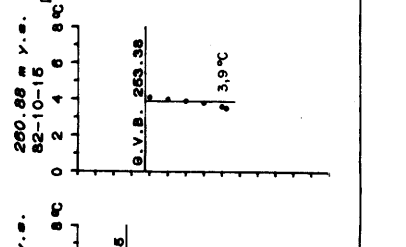


PH97

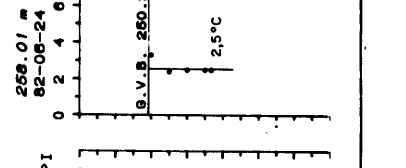
PH97



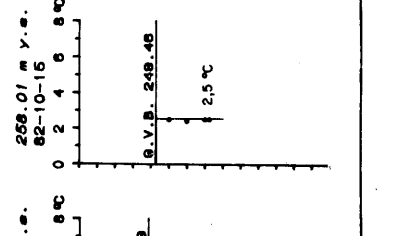
PH98




PH98



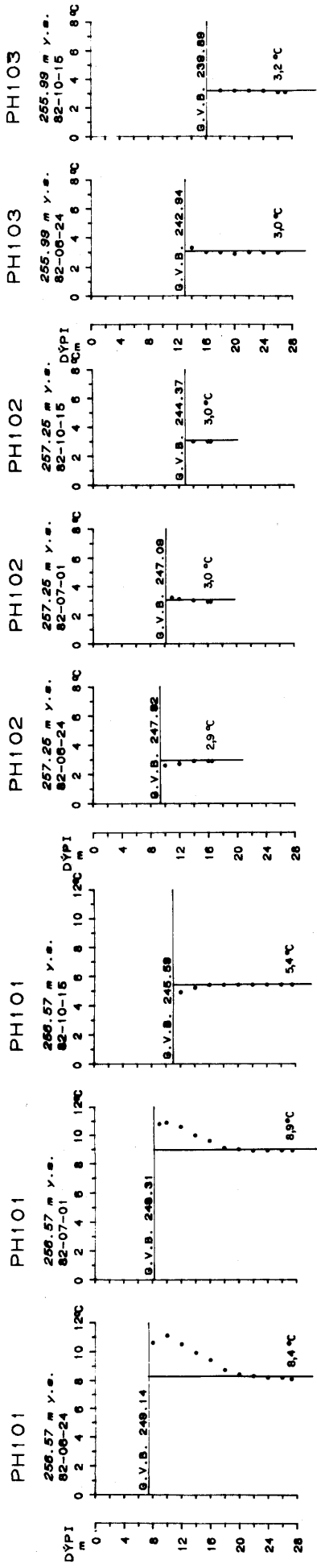
PH100



PH100

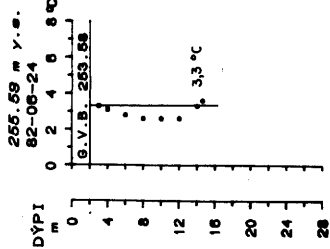
 VOD MJ 838 BJJ/IM T  
83.01.0029/01 AF 03

SULTARTANGAVIRKJUN  
HAF  
HITAMELINGAR I BORHOLUM 1982

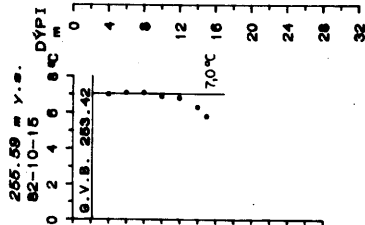


VOD MJ 838 BJ/IM T  
 83.01.0029/02 AF 03  
 SULTARTANGAVIRKJUN  
 HAF  
 HITAMÆLINGAR Í BORHOLUM 1982

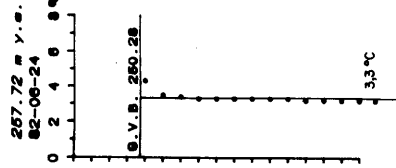
PH114



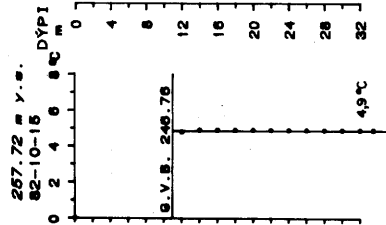
PH114



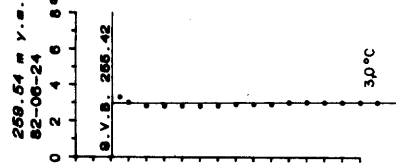
PH115



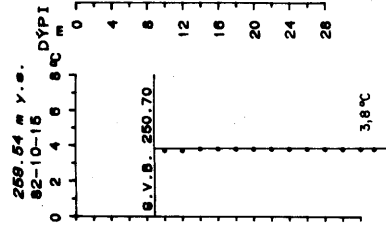
PH115



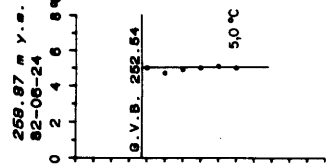
PH116



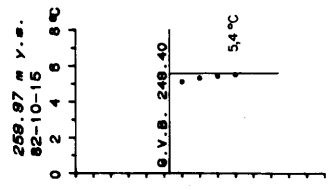
PH116



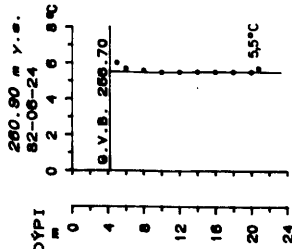
PH117



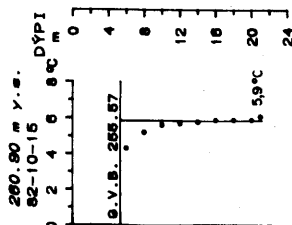
PH117



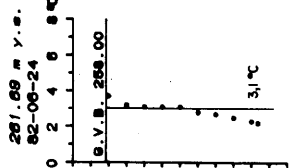
PH118



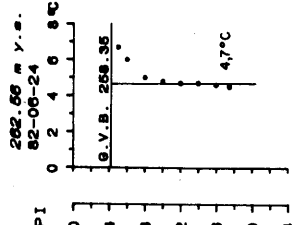
PH118



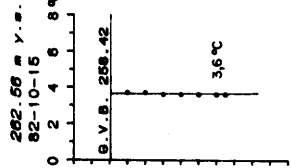
PH119



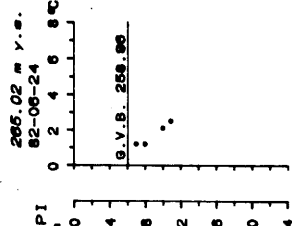
PH120



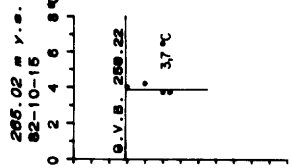
PH120



PH121



PH121



VOD MJ 838 BJJ/IM T  
83.01.0029/03 AF 03

SULTARTANGAVIRKJUN  
HAF  
HITAMÆLINGAR Í BORHOLJUM 1982



**VIÐAUKI 3**

**Leiðréttingar á skilagrein OS82029/VOD19 B.**



Landsvirkjun  
Háaleitisbraut 68  
108 Reykjavík

Varðar leiðréttingar á skilagrein OS82029/VOD 19 B.

Tvær villur slæddust inn í skilagreinina "Sultartangavirkjun. Frárennslis-  
skurður. Jarðlagalýsingar og grunnvatnsathuganir 1981, OS82029/VOD 19 B"  
og kemur leiðrétting á þeim hér á eftir.

1) Sú fyrri er á miðri blaðsíðu 32 þar sem stendur: "Þessar tölur eru  
nokkuð frábrugðnar..." Rétt er: Þessar tölur eru nokkuð svipaðar....  
Hér eru bornar saman meðalþykktir sets og karga annars vegar og þetta  
hluta Tungnaárhraunsins THi hins vegar, á stíflustæðinu sunnan Tungnaár  
og á skurðleiðum á Hafi.

Meðalþykkt lausra jarðlaga (sets og karga) er 4,2 m á stíflustæðinu, en  
6,1 m (Leið I) og 4,5 m (Leið II) á Hafi. Meðalþykkt þetta hluta THi  
er 23,2 m á stíflustæðinu, en 22,4 m (Leið I) og 19,0 m (Leið II) á Hafi.

2) Seinni villan er í töflu 5, bls. 36, og birtist taflan rétt hér að  
neðan í heild sinni:

TAFLA 5 Meðalþykktir jarðlaga á skurðleiðum I og II.

	Leið I	Leið II
Laus jarðlög (set + kargi)	6,1 m	4,5 m
Föst jarðlög (Þétt hraun) ofan 245 m y.s.	4,6 m	6,6 m
Þykkt alls ofan 245 m y.s.	10,7 m	11,1 m
Meðalþykkt þétts hrauns	22,4 m	19,0 m

Er hér með beðist velvirðingar á þessum villum.

Virðingarfyllst,

Pétur Pétursson

**VIÐAUKI 4**

**Grunnvatnshæð og hiti í borholum á hraunasvæðinu í Sultartanga  
og sunnan Tungnaár og Þjórsár 1982.**



ORKUSTOFNUN

ORKUSTOFNUN  
Vatnsorkudeild

GRUNNVATNSMÆLINGAR  
I BORHOLUM

Mælt:  
Unnid:GHV  
1982-12-27

SULTARTANGAVIRKJUN - SULTARTANGI

Dags. mæl- indar	HEITI HOLU/GRUNNVATNSBORD ■ y.s.												
	ST1	ST3	ST4	ST5	ST6	ST9	ST15	ST16	ST17	ST18	ST19	ST20A	ST20B
82.06.24	278.46	275.02						277.37					
82.06.25			265.54		270.21	276.29							
82.07.29			265.36		269.89	277.16	289.72		289.47	285.54	289.74	289.76	289.61
82.07.30	278.14	274.43						277.53					
82.10.19	278.07	275.20	265.31	267.54	270.31				288.57	289.21			
82.10.20								277.10					

Dags. mæl- indar	HEITI HOLU/GRUNNVATNSBORD ■ y.s.												
	ST21	PH1	PH3	PH4	PH5	PH6	PH7	PH8	PH9	PH10A	PH11	PH15A	PH16
82.06.22								250.28	244.94				
82.06.24					284.61								
82.06.30		276.73	279.54	283.15		276.68	276.90						
82.07.29	289.51	276.44	278.93	282.47		276.35	276.72						
82.07.30					284.04			249.46	244.22				
82.10.19	289.40				285.90			247.82	242.62	289.23	287.80		284.54
82.10.20		275.92	281.07	286.22		275.70	276.17					285.83	

Dags. mæl- indar	HEITI HOLU/GRUNNVATNSBORD ■ y.s.												
	PH19	PH20A	PH20B	PH21	PH25	PH28	PH32	PH41	PH51	PH72	PH91	PH92	DP10
82.06.24								282.10	278.67				
82.07.30	283.17		283.22	284.27	282.56		283.44	281.56	278.41				
82.10.12						284.49							
82.10.19		284.37	284.35	285.64					278.05	285.25	288.33	288.15	287.04
82.10.20							285.16	283.89					

ORKUSTOFNUN

ORKUSTOFNUN  
Vatnsorkudeild

GRUNNVATNSMÆLINGAR  
I BORHOLUM

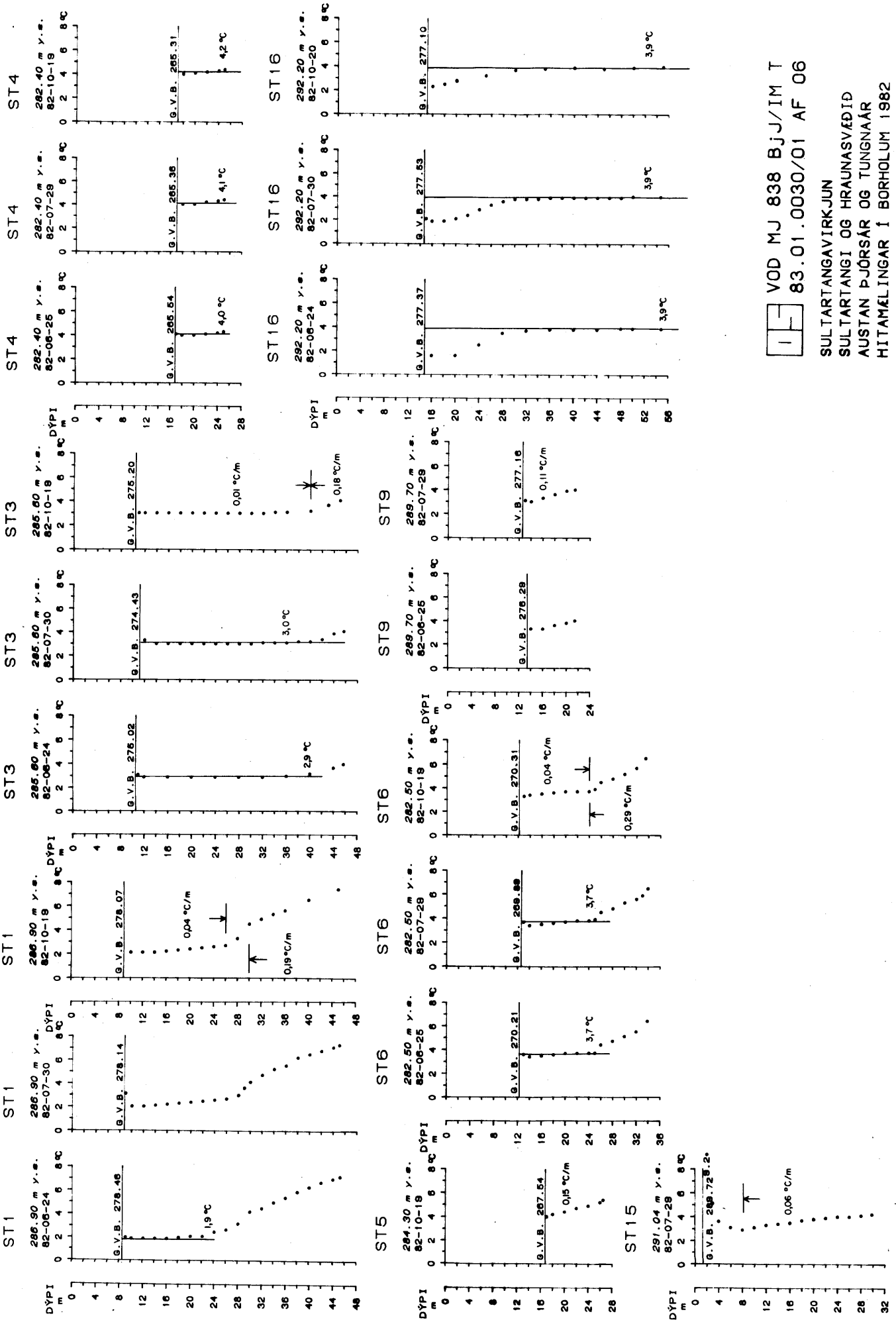
Mælt:  
Unnid:GHV

SULTARTANGAVIRKJUN - SULTARTANGI

1982-12-27

Dags. mæl- indar	HEITI HOLU/GRUNNVATNSBORD ■ y.s.													
	TH1	TH2	TH3A	TH3B	TH4	TH6	TH8	TH9	SB2	HA1	L4	L5	BH1B	
82.06.22	258.47					343.30	380.88	370.41				365.66	362.51	206.54
82.06.25			268.58	269.44					269.02					
82.06.30		272.21			282.25					295.34				
82.07.29		271.79	268.29	269.16	281.93	342.69	380.40	368.01	269.37	294.81	363.51	361.05		
82.07.30	257.73													206.31
82.10.19	256.26		268.48	269.39	281.54				267.79					205.45
82.10.20		270.59				341.35	378.05					358.90		

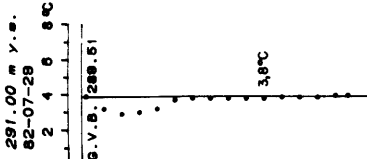
Dags. mæl- indar	HEITI HOLU/GRUNNVATNSBORD ■ y.s.				
	BH4B	BH6B	LD5	LD13	LD22
82.06.22			232.44	222.70	237.67
82.06.24	208.38	206.70			
82.07.30			232.10	222.48	237.18
82.10.19			230.35	221.38	Purr
82.10.20	205.70	205.43			



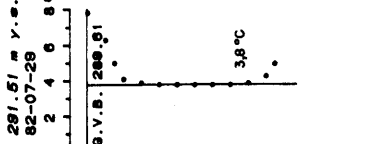
VOD MJ 838 BJJ/IM T  
83.01.0030/01 AF 06

SULTARTANGAVIRKJUN  
SULTARTANGI OG HRAUNASVÆÐID  
AUSTAN ÞJÓRSÁR OG TUNGAÁR  
HITAMÉLINGAR Í BORHOLUM 1982

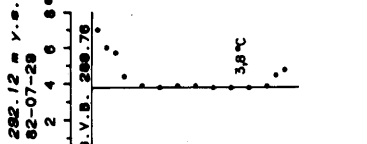
ST21



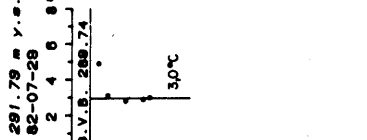
ST20B



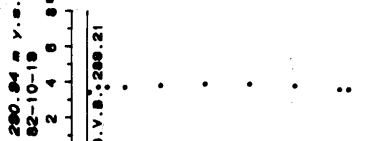
ST20A



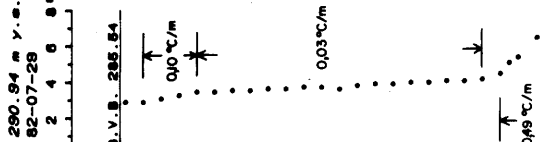
ST19



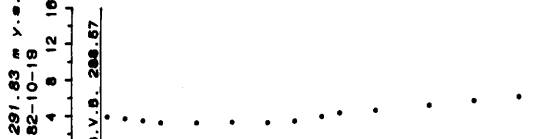
ST18



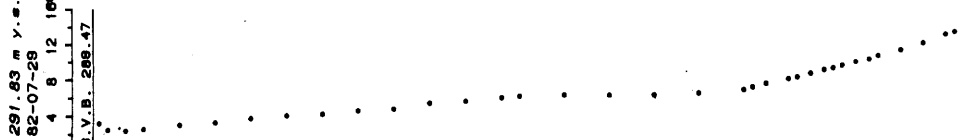
ST18



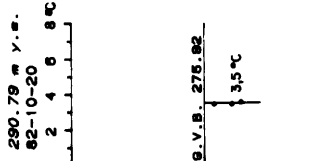
ST17



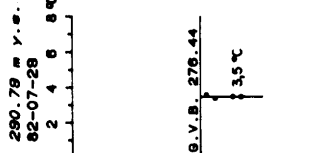
ST17



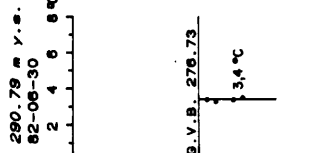
PH1



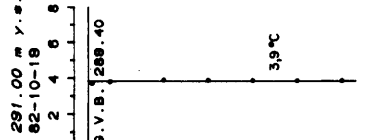
PH1



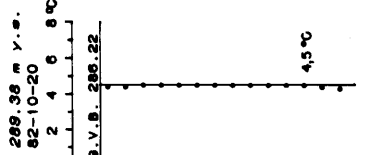
PH1



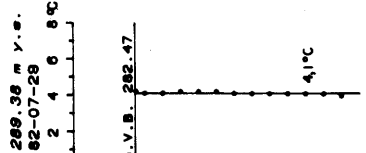
ST21



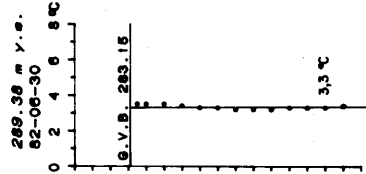
PH4



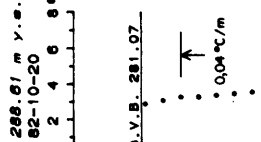
PH4



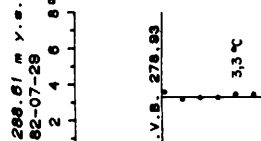
PH4



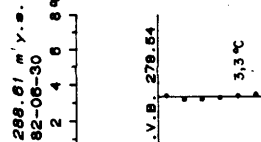
PH3



PH3



PH3

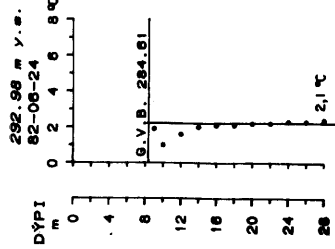


VOD MJ 838 BJJ/IM T  
83.01.0030/02 AF 06

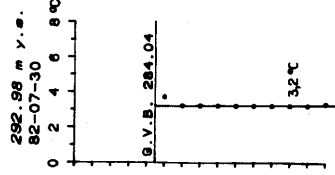
SULTARTANGAVIRKJUN  
SULTARTANGI OG HRAUNASVÆÐID  
AUSTAN ÞJÓRSÁR OG TUNGAAR  
HITAMÆLINGAR Í BORHOLUM 1982



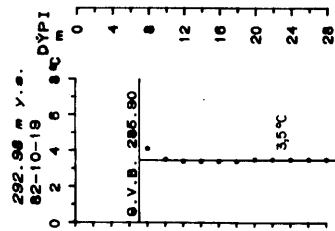
PH5



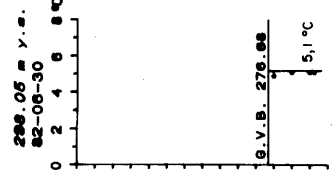
PH5



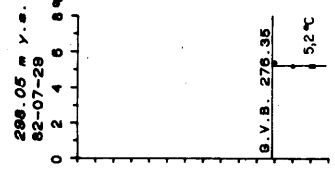
PH5



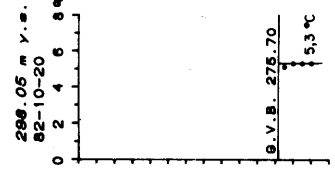
PH6



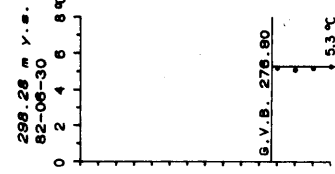
PH6



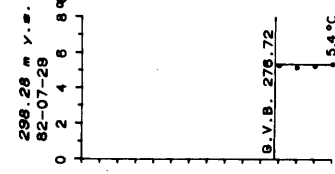
PH6



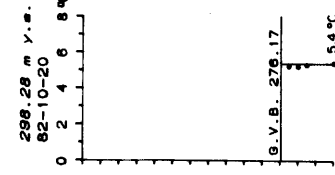
PH7



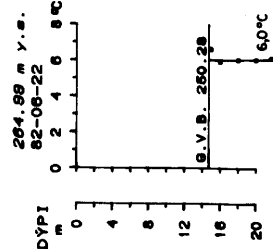
PH7



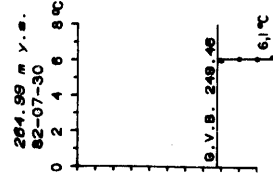
PH7



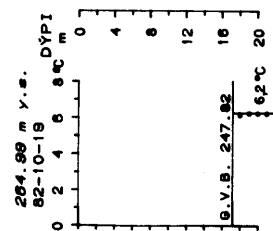
PH8



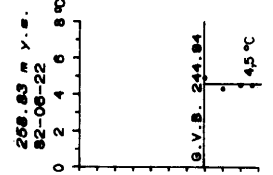
PH8



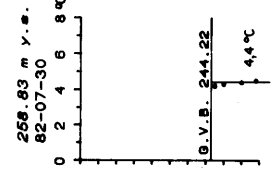
PH8



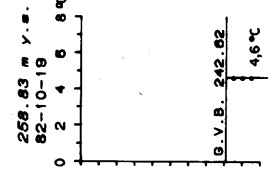
PH9



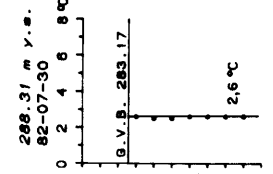
PH9



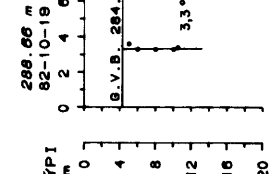
PH9



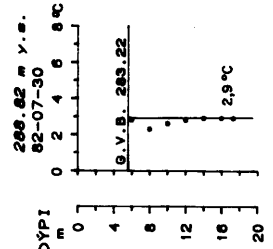
PH9



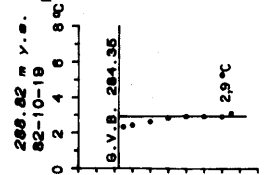
PH20A



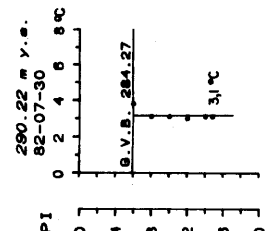
PH20B



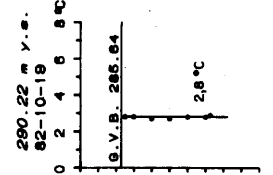
PH20B



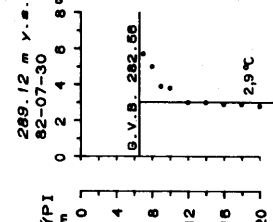
PH21



PH21



PH25



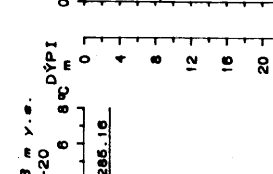
PH28



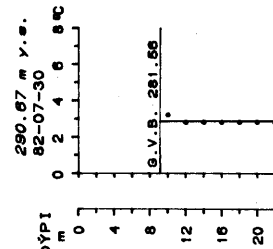
PH32



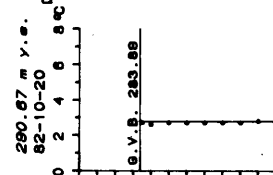
PH41



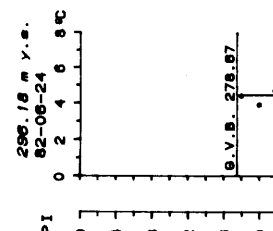
PH41



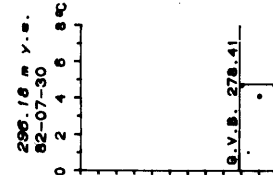
PH41



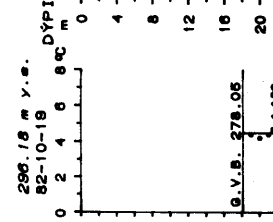
PH51



PH51

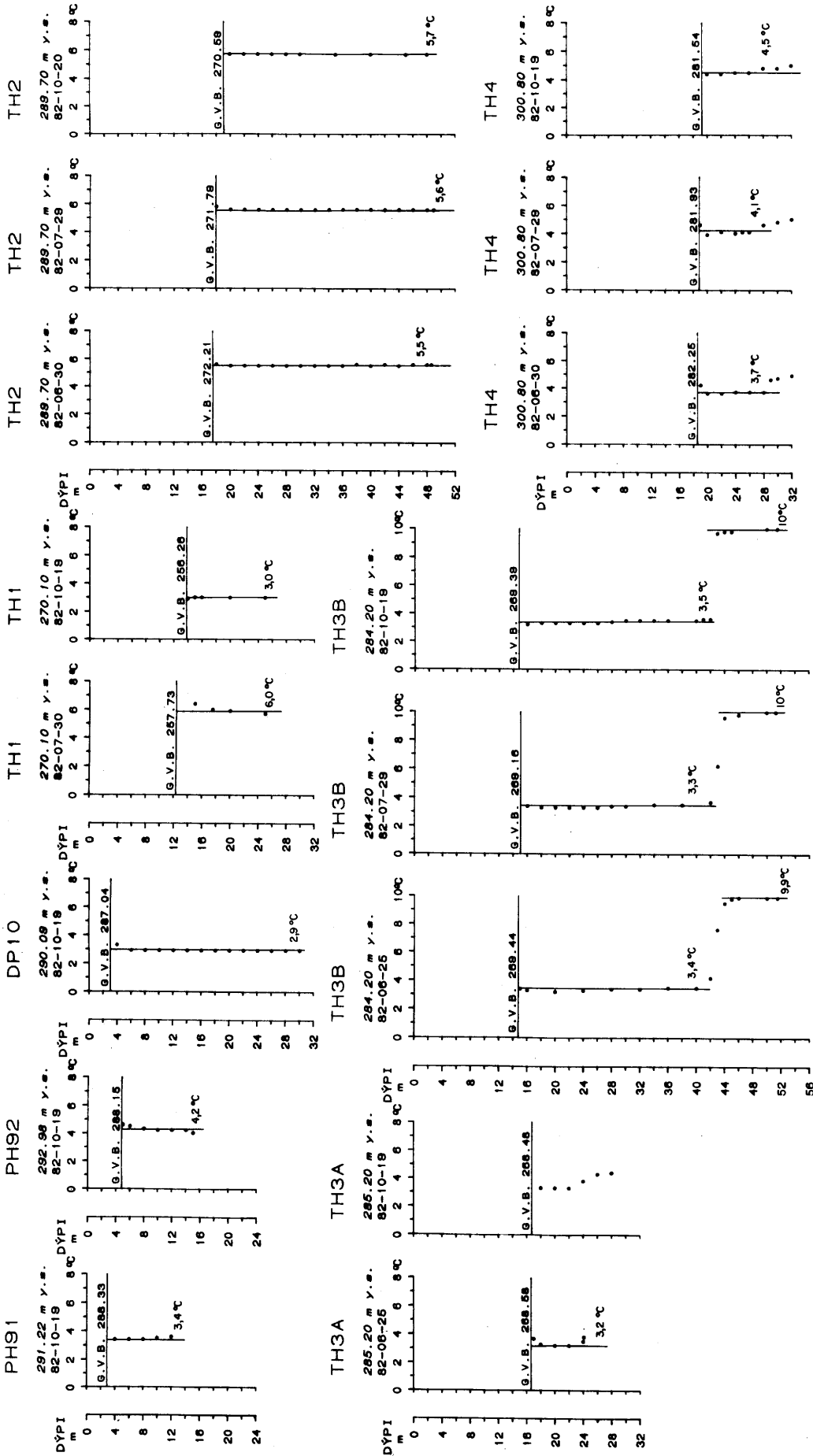


PH72

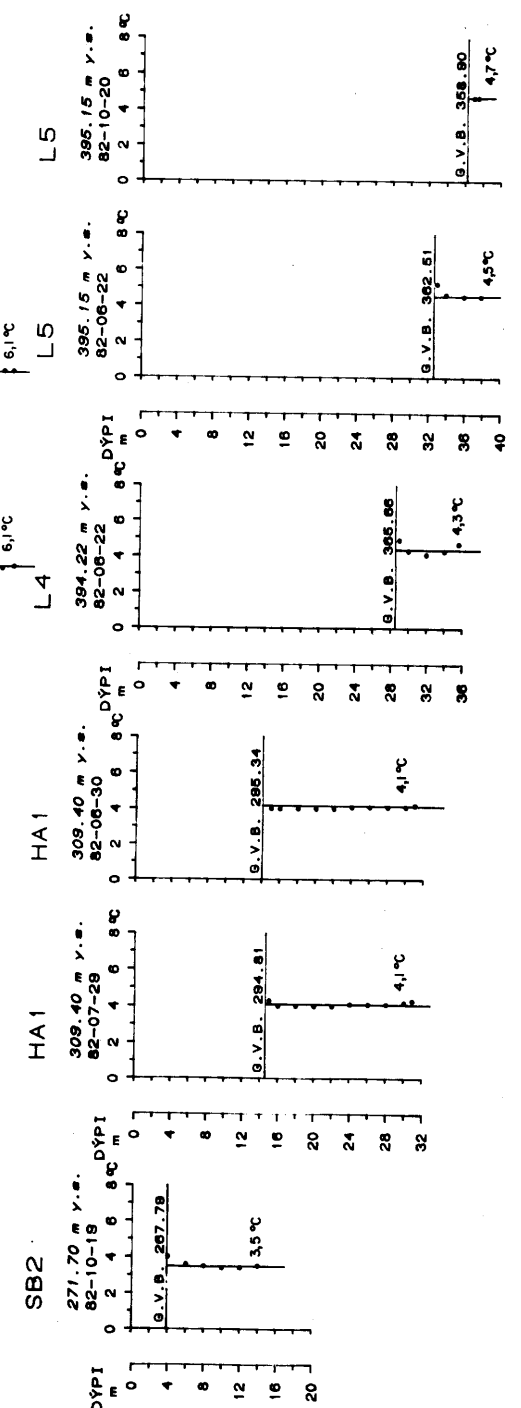
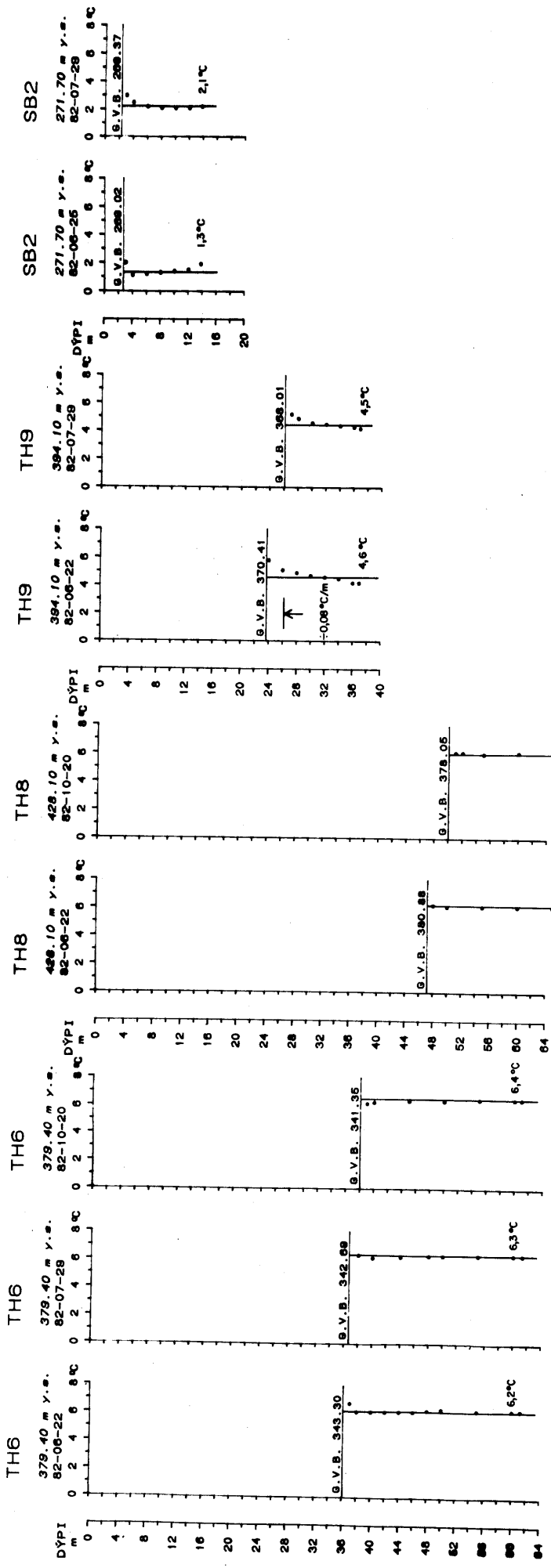


VOD MJ 838 BJJ/IM T  
83.01.0030/03 AF 06

SULTARTANGAVIRKJUN  
SULTARTANGI OG HRAUNASVÆÐID  
AUSTAN ÞJÓRSÁR OG TUNGAÁR  
HITAMÉLINGAR Í BORHOLUM 1982

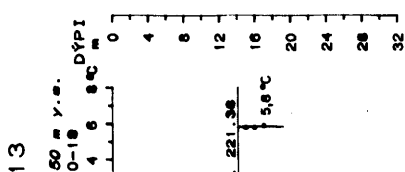
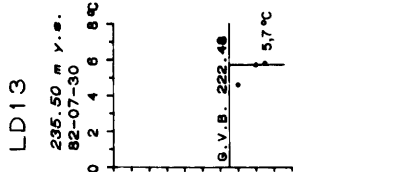
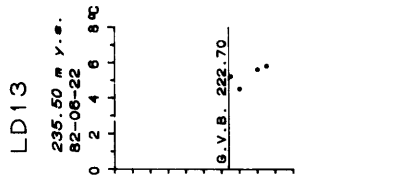
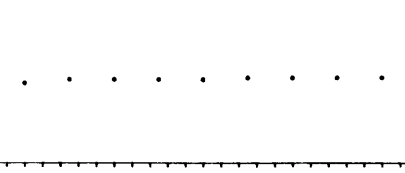
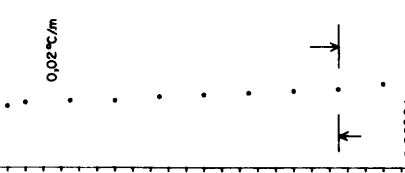
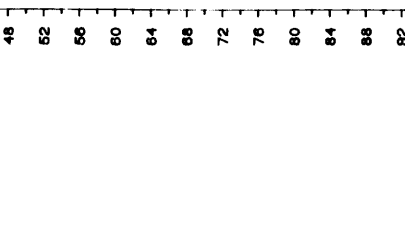
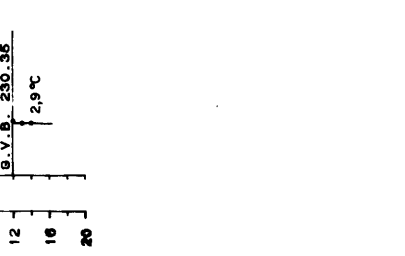
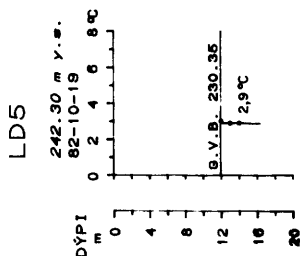
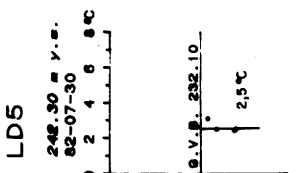
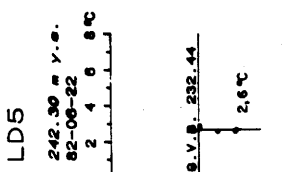
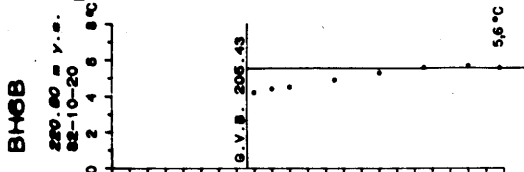
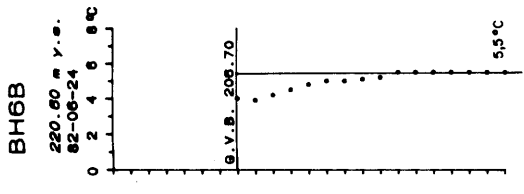
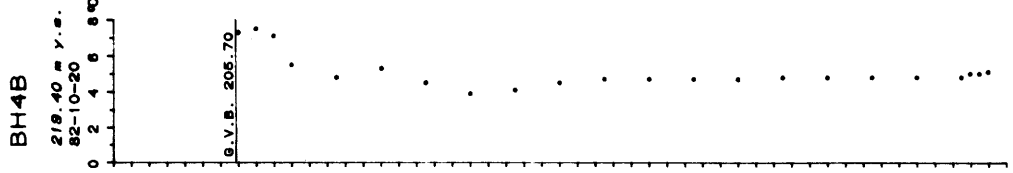
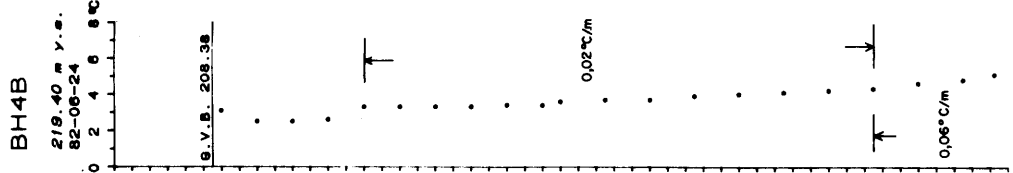
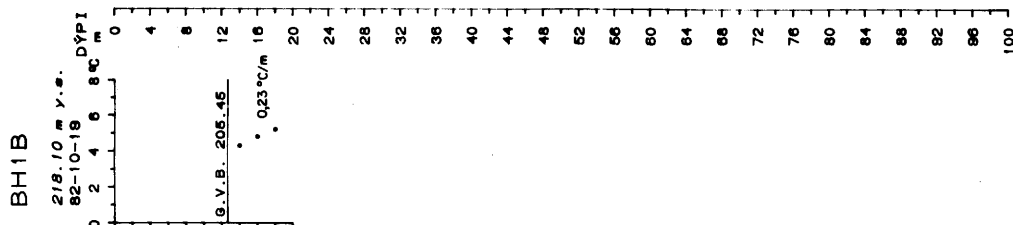
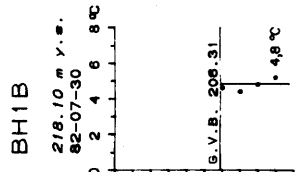
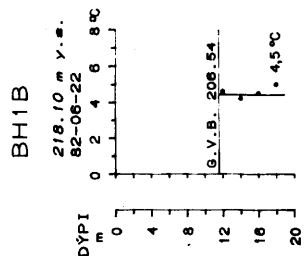



**OF** VOD MJ 838 BJJ/IM T  
 83.01.0030/04 AF 06  
 SULTARTANGAVIRKJUN  
 SULTARTANGI OG HRAUNASVÆDID  
 AUSTAN ÞJÓRSÁR OG TUNGAAR  
 HITAMÆLINGAR Í BORHOLUM 1982



**IF** VOD MJ 838 BJ/IM T  
83.01.0030/05 AF 06

SULTARTANGAVIRKJUN  
SULTARTANGI OG HRAUNASVÆÐIÐ  
AUSTAN ÞJÓRSÁR OG TUNGNÁR  
HITAMELINGAR Í BORHOLUM 1982



 VOD MJ 838 BjJ/IM T  
83.01.0030/06 AF 06

SULTARTANGAVIRKJUN  
SULTARTANGI OG HRAUNASVÆÐID  
AUSTAN ÞJÓRSÁR OG TUNGNÁR  
HITAMÆLINGAR Í BORHÖLUM 1982