



ORKUSTOFNUN  
Jarðhitadeild

**JARÐHITASVÆÐIÐ Í MOSFELLSSVEIT**  
**Hitadreifing, vatnsstraumar og kæling**

Jens Tómasson

Unnið fyrir Hitaveitu Reykjavíkur

OS-90030/JHD-15 B

Ágúst 1990



**ORKUSTOFNUN**  
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 611001

**JARÐHITASVÆÐIÐ Í MOSFELLSSVEIT**  
**Hitadreifing, vatnsstraumar og kæling**

Jens Tómasson

Unnið fyrir Hitaveitu Reykjavíkur

OS-90030/JHD-15 B

Ágúst 1990

## EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR	3
2. HELSTU EINKENNI JARÐHITAKERFISINS	3
3. KÓLNUN	13
4. NÁKVÆMNI Í GERÐ JAFNHITAKORTA OG HITAPVERSNIÐA	20
5. JAFNHITAKORT	21
5.1 Jafnhitalínur á 100 m dýpi á Suður-Reykjum (mynd 13)	21
5.2 Jafnhitakort frá 200 m dýpi á Suður-Reykjum (mynd 14)	21
5.3 Jafnhitalínur á 300 m dýpi frá Suður-Reykjum (mynd 15)	21
5.4 Jafnhitakort á 400 m dýpi frá Suður-Reykjum (mynd 16)	21
5.5 Hitakort frá Suður-Reykjum (mynd 17)	21
5.6 Jafnhitakort á 100 m dýpi frá Norður-Reykjum (mynd 18)	22
5.7 Jafnhitakort á 200 m dýpi frá Norður-Reykjum (mynd 19)	22
5.8 Jafnhitakort á 300 m dýpi frá Norður-Reykjum (mynd 20)	22
5.9 Jafnhitakort á 400 m dýpi frá Norður-Reykjum (mynd 21)	22
5.10 Hitakort frá 400 m dýpi frá Norður-Reykjum (mynd 22)	22
6. HITASNIÐ SVEINS EINARSSONAR	33
6.1 Snið I - II (myndir 24 og 25)	33
6.2 Snið III-IV, V-VI og VII-VIII (myndir 26 HR og 27 JHD)	34
6.2.1 Snið III - IV	34
6.2.2 Snið V-VI	34
6.2.3 Snið VII-VIII (SR-24, SR-28, SR-40 og SR-34)	34
6.3 Snið IX-X, XI, XII og XIII (myndir 28 og 29)	34
6.3.1 Snið XI (SR-33, SR-32 og SR-31)	34
6.3.2 Snið XII (SR-19 og SR-22)	34
6.3.3 Snið XIII (SR-28, SR-24 og SR-40)	34
6.4 Samanburður á sniðunum og öðrum gögnum	35
7. HITAPVERSNIÐ FRÁ MG-HOLUM	43
7.1 Snið A-B (mynd 4)	43
7.1.1 Snið C-D (mynd 5)	43
7.1.2 Snið E-F-G (mynd 1).	44
HEIMILDASKRÁ	46

## MYNDIR

1. Hitapversnið E-F-G	7
2. Staðsetning hitapversniða	8
3. Aðalgrunnvatnsstraumar (heitavatnsstraumar) í Mosfellssveit	9
4. Hitapversnið A-B	10
5. Hitapversnið C-D	10
6. Staðsetning hvera í Reykjahverfi	11
7. Stólpalínurit yfir kólnun í holum á Suður-Reykjum	15
8. Hitamælingar frá MG-3	16
9. Hitamælingar frá MG-7	16
10. Hitamælingar frá MG-10	17
11. Hitamælingar frá MG-2	17
12. Hitamæling frá MG-28	18
13. Jafnhitakort frá 100 m dýpi á Suður-Reykjum	23
14. Jafnhitakort frá 200 m dýpi á Suður-Reykjum	24
15. Jafnhitakort frá 300 m dýpi á Suður-Reykjum	25
16. Jafnhitakort frá 400 m dýpi á Suður-Reykjum	26
17. Hiti á Suður-Reykjum, stólpalínurit	27
18. Jafnhitakort á 100 m dýpi á Norður-Reykjum	28
19. Jafnhitalínur á 200 m dýpi á Norður-Reykjum	29
20. Jafnhitakort á 300 m dýpi frá Norður-Reykjum	30
21. Jafnhitakort á 400 m dýpi á Norður-Reykjum	31
22. Hiti á Norður-Reykjum, stólpalínurit	32
23. Staðsetning hitapversniða Sveins Einarssonar	36
24. Hitapversnið I-II, mæling frá HR	37
25. Hitapversnið I-II, mæling JHD	38
26. Hitapversnið III-IV, V-VI og VII-VIII mælingar HR	39
27. Hitapversnið III-IV, V-VI og VII og VII-VIII, mæling JHD	40
28. Hitapversnið IX-X, XI, XII og XIII mælingar HR	41
29. Hitapversnið IX-X, XI, XII og XIII JHD	42
30. Staðsetning hitasniðanna A-B og C-D	45

## TÖFLUR

1. Hiti vatns úr holum frá upphafi vinnslu til 1989	19
---	----



## 1. INNGANGUR

Árið 1989 lögðu höfundur og Benedikt Steingrímsson fram margar tillögur um frekari úrvinnslu gagna sem varða jarðhitasvæðið í Mosfellssveit. Ein af þeim tillögum var að gefa út gömul hitakort og hitaþversnið eftir undirritaðan og féllst HR á að verkið yrði unnið 1990.

Teikningar þær sem hér eru birtar voru gerðar 1970-1973 og svo nokkrar 1977-1978. Engin af þessum teikningum hefur verið birt áður nema ein af seinni teikningunum (mynd 20), sem birt var á ensku 1979 (Guðmundur Pálmason o.fl. 1979). Ekki er til neinn skrifaður texti um þessar teikningar, en frumgögn eru til. Hins vegar verður hér á eftir að mestu stuðst við teikningarnar sjálfar, þó að þær séu börn síns tíma og þær yrðu gerðar eitthvað öðruvísi nú. Allar þessar teikningar eru úrvinnsla á hitamælingum. Eldri teikningarnar eru að mestu úrvinnsla hitamælinga frá holum sem boraðar voru 1933 til 1955. Á þessum árum voru boraðar 72 holur, að meðaltali rúmlega 300 m djúpar og 9-15 sm í þvermál. Dýpsta holan var 650 m djúp. Seinni teikningarnar eru að mestu úrvinnsla hitamælinga frá holum sem boraðar voru með Gufubor (Dofra). Á árunum 1970-1977 voru boraðar 37 holur í Mosfellssveit (á Norður- og Suður-Reykjum og í Helgadal), auk þess voru boraðar tvær holur með Gufubor á Suður-Reykjum 1959 og 1963. Voru því boraðar í allt 39 holur í Mosfellssveit með Gufubor (MG-holur), 800-2080 m djúpar, 21-31 sm í þvermál, og þvermál fóðringa var 24-34 sm. Auk þessara teikninga eftir undirritaðan eru birt nokkur hitaþversnið eftir Svein Einarsson frá 1960. Að lokum eru niðurstöður þessara rannsókna bornar saman við aðrar rannsóknir, gerð grein fyrir eldri líkönnum af svæðinu og borin saman við það sem kom út úr hitasniðunum. Einnig eru niðurstöður bornar saman við ísotópamælingar Árnýjar Erlu Sveinbjörnsdóttur (1988). Fjallað er um þann samanburð strax í öðrum kafla. Í kafla þrjú er síðan gerð grein fyrir kólnun en þar er fyrst og fremst um að ræða kólnun í eldri holum og fyrstu ummerki um kólnun í MG-holum. Í fjórða kafla er svo rætt um nákvæmari gerð jarnhitakorta og hitaþversniða. Sjötti kafli er um snið Sveins Einarssonar og sjöundi kafli um hitaþversnið úr Gufuborsholum.

## 2. HELSTU EINKENNI JARÐHITAKERFISINS

Í jarðhitasvæðinu í Mosfellssveit er viðsnúinn hitaferill, þ.e. borað er gegnum hámarkshita á milli 300 og 800 m dýpis, en þar fyrir neðan lækkar hitinn um 10-15°C niður á 2000 m dýpi. Þetta þýðir að vatn af tvennum uppruna streymir úr hverri holu sem er nægilega djúp (1200-1600 m). Vatnið sem skapar hitatoppinn berst lóðrétt upp frá miklu dýpi eftir sprungu eða gangi, fer síðan lárétt eftir leku jarðlagi og kólnar því lengra sem það fer frá sprungunni. Hitatoppurinn er talinn ungt jarðfræðilegt og vatnafræðilegt fyrirbrigði. Þegar sprunga myndast sem heita vatnið fer um, ryður það burtu því vatni sem fyrir er í þeim jarðlögum sem það fer um. Fyrir neðan heitu tunguna verður eftir vatn sem fyrir var í jarðhitakerfinu áður en sprungan myndaðist. Þetta neðra vatn heldur því áfram að koma inn á jarðhitakerfið eftir sömu rásum og það kom áður en "sprungan" myndaðist og getur því verið annars staðar frá en vatnið sem kemur upp með sprungunni.

Tvö uppstreymi eru á svæðinu (mynd 1). Annað kemur úr norðvestri en hitt gæti komið upp frá suðri til austurs samkvæmt hitasniðinu, en samkvæmt viðnámsmælingum er vatnið frá sama svæði (Lúðvík S. Georgsson 1985) og er líklega komið úr suðaustri.

Uppstreymið sem kemur úr norðvestri er nokkuð vel ákvarðað út frá hámarkshita í MG-1, MG-16 og MG-19. Þessar holur hafa allar hámarkshita 97-100°C og liggja á línu samsíða misgengjunum í Helgafelli (mynd 2) og er líklegt að það komi upp með þessum misgengjum norðvestur af þessum holum. Uppstreymið er ekki langt frá MG-37 því að hún er um 100°C í botni og gæti vel verið við upptök örvanna á mynd 3. Vatnið fer síðan til suðausturs og finnst bæði á Suður- og Norður-Reykjum. Hitamælingar í MG-holum á Suður-Reykjum benda til að þessi straumur fæði allt Suður-Reykja svæðið (myndir 4 og 5). Hins vegar mætast tveir straumar á Norður-Reykjum (mynd 1), þ.e. ofanefndur straumur frá norðvestri og annar úr gagnstæðri átt, þ.e. suðvestri. Upptök þessa austlæga straums eru ekki eins ljós og norðvesturstraumsins, en gæti vel komið úr gagnstæðri átt, þ.e. frá suðaustri og hiti þessa straums er svipaður og hins straumsins. Enn fleiri lausnir koma til greina út frá hitadreifingu í holunum, t.d. að vatnið komi úr suðri. Hér á eftir munu þessir straumar verða skammstafaðir NV-straumur og SA-straumur. Vatnið undir NV- og SA-straumnum er 82-87°C heitt nema í suðausturhluta Suður-Reykja (mynd 5) þar kemur fram 70-75°C sem er fyrir neðan 1700 m dýpi í nyrstu holunum, MG-24 og MG-17, en í syðstu holunum MG-31 og MG-23 er þetta vatn komið upp á 1000 m dýpi (mynd 4). Þetta þýðir að þessi vatnsstraumur gæti náð upp undir yfirborð skammt fyrir sunnan svæðið og kólnun sem verður vart til suðausturs sé vegna blöndunar þessa straums við heitari vatnsstrauma, t.d. frá suðvestri.

Uppi hafa verið hugmyndir um skiptingu Suður-Reykjasvæðisins í tvö vatnskerfi frá því að Trausti Einarsson (1942) setti þá kenningu fram á grundvelli hita vatnsins sem rann úr holunum, að svæðið skiptist í tvennt, vestur- og austur-svæði, þannig að 99°C væri fyrir vestan línuna (á hitasprungunni) en fyrir austan þessa línu væri 84-86°C heitt vatn. Bragi Árnason (1976) taldi að ísotópamælingarnar staðfestu líkan Trausta Einarssonar og í holunum fyrir vestan línu Trausta væri vatn með  $\delta D$ -gildi -60 ‰ en fyrir austan hana væri vatn sem hefði  $\delta D$ -gildi -(64-65 ‰). Þar sem ég átti nokkurn þátt í að safna þessum sýnum, veit ég að það er marga sem gæti truflað þessar mæliniðurstöður eins og kæling í holum, niðurrennsli á staðbundnu grunnvatni, og að ekki var búið að dæla burt öllu skolvatni sem dælt var í holurnar. Það eru samt nokkur sýni sem ekki hafa neitt af þessum göllum eins og t.d. frá MG-8 sem er tekið mánuði eftir að dæling hófst úr holunni sem hefur aðalvatnsæð á 1200 m dýpi. Þetta sýni gaf  $\delta D$ -gildi -60,7 ‰ og eins hlýtur -(64-65 ‰) vatnið að vera jarðhitavatn vegna þess að ef það væri blandað staðbundnu grunnvatni hækkaði  $\delta D$ -gildi þess. Því er til jarðhitavatn á Suður-Reykjum sem er -65 ‰ eða lægra sem táknar að til staðar er jarðhiti með tvenns konar ísotópasamsetningu. Það þarf ekki að þýða að heitur NV- og SA-straumur hafi mismunandi ísotópa. Það gæti verið suðvestlægur 70-75°C straumur sem blandast sem ísotópa -60 ‰ vatnið í holu MG-8 var aðeins 79°C.

Þorsteinn Thorsteinsson (1975) skipti jarðhitasvæðinu í Mosfellssveit vatnafræðilega í tvennt eftir suðvestur-norðaustur línu og skipti Suður-Reykjasvæðinu samsvarandi skiptingu Trausta. Austursvæðið er miklu vatnsgæfara en vestursvæðið. Þetta líkan fellur vel að því líkani sem kynnt hefur verið hér á undan um tvo hitastrauma, NV og SA strauma á Norður-Reykjum. Skilin eru þar sem straumarnir mætast. Á Suður-Reykjum er þetta ekki eins skýrt og kemur ekki fram á mynd 5, þvert á móti virðist kólna reglulega til suðausturs, eins og það væri beinn straumur frá norðvestri. Það sem raunverulega gæti hafa gerst er að 70-75°C heita vatnið sem áður var nefnt hafi blandast heitara vatni á austurhluta svæðisins og aukið þessa blöndun til suðausturs. Ísotópamælingar Árnýjar E. Sveinbjörnsdóttur (1988) staðfesta þetta líkan, því að suðaustustu holurnar MG-23 og MG-31 hafa hæsta  $\delta^{18}O$  og  $\delta D$  (MG-28  $\delta^{18}O = -8,66$  og  $\delta D =$

-58,7; MG-31  $\delta^{18}\text{O} = -8,81$  og  $\delta\text{D} = -57,6$ ). Þetta vatn er þyngra en staðbundin úrkoma (-8,81 og -60,1). Til að fá vatn sem er þyngra en staðbundin úrkoma er einfaldast að fara til suðvesturs (Bragi Árnason 1976), þá er 70-75,6°C heita vatnið komið frá suðvestri og er líklega enn þyngra en vatnið í MG-23 og MG-31.

Suðvestur - norðaustur sprungustefnan er algengust við vestara gosbeltið. Því er ekki ólíklegt að þetta sé aðalstefna grunnvatns (jarðhitavatns) í nágrenni Mosfellssveitar og það komi tveir megin vatnsstraumar, annar frá norðvestri með létt vatn ( $\delta^{18}\text{O} < -9,6\text{‰}$  og  $\delta\text{C} < -66\text{‰}$ ) en hinn úr suðvestri með vatn sem er þyngra en það sem finnst í MG-31, en meginhluti vatnsins er blanda af þessum tveim vatnsgerðum (mynd 4). Isótóparannsóknir styðja þetta líkan. Árný Erla Sveinbjörnsdóttir (1988) segir að vatnið léttist til norðurs, einkum sé þetta ljóst í súrefnis-isótópunum þar sem  $\delta^{18}\text{O}$  er -8,7‰ syðst á svæðinu en nyrst er það 9,72‰. Hins vegar telur Árný að best sé að skipta svæðinu eftir tvívætnisauka ( $d = \delta\text{D} - 8 \delta^{18}\text{O}$ ) sem er 10-11 í úrkomu en í jarðhitavatninu 10-14.

Árný skiptir jarðhitavatninu í þrennt: 1. Vatn sem hefur tvívætnisauka  $>13$ , þetta vatn er í Helgadal og er gamalt vatn frá öðru loftslagsskeiði en nú er, kaldara eða þurrara. 2. Vatn með tvívætnisauka  $<11$ , er vatn sem hefur sama tvívætnisauka og núverandi úrkoma og finnst á suðvesturhluta Suður-Reykjasvæðisins og fellur alveg saman við kort Einars Gunnlaugssonar (1985) þar sem orðið hafa breytingar á styrk efna með tíma, þ.e. þar sem orðið hefur vart innstreymis af köldu grunnvatni inn á svæðið og kólnun átt sér stað. 3. Annað vatn á svæðinu, sem liggur á milli 11 og 13 í tvívætnisauka og er því annaðhvort blanda af vatni sem hefur sama tvívætnisauka og núverandi úrkoma og gömlu vatni sem finnst í Helgadal, eða vatn frá öðru loftslagsskeiði.

Dreifing tvívætnis austar á svæðinu gæti einnig passað við tvo aðalstrauma inn á svæðið þó að við vitum ekki nákvæmlega gildi tvívætnisaukans í 70-75°C heita vatninu, suðvesturstraumnum, þar sem komist er næst því er í MG-31. Þar er tvívætnisaukinn 12,88 og hiti vatnsins 76°C, og hefur verið svipaður frá upphafi dælingar. Er þetta því að meginhluta vatn frá suðvesturstraumnum. Aftur á móti er vatnið í MG-30 með tvívætnisauka 13,26. Vatnið frá þessari holu er nær eingöngu úr hitatungunni og er 84°C.

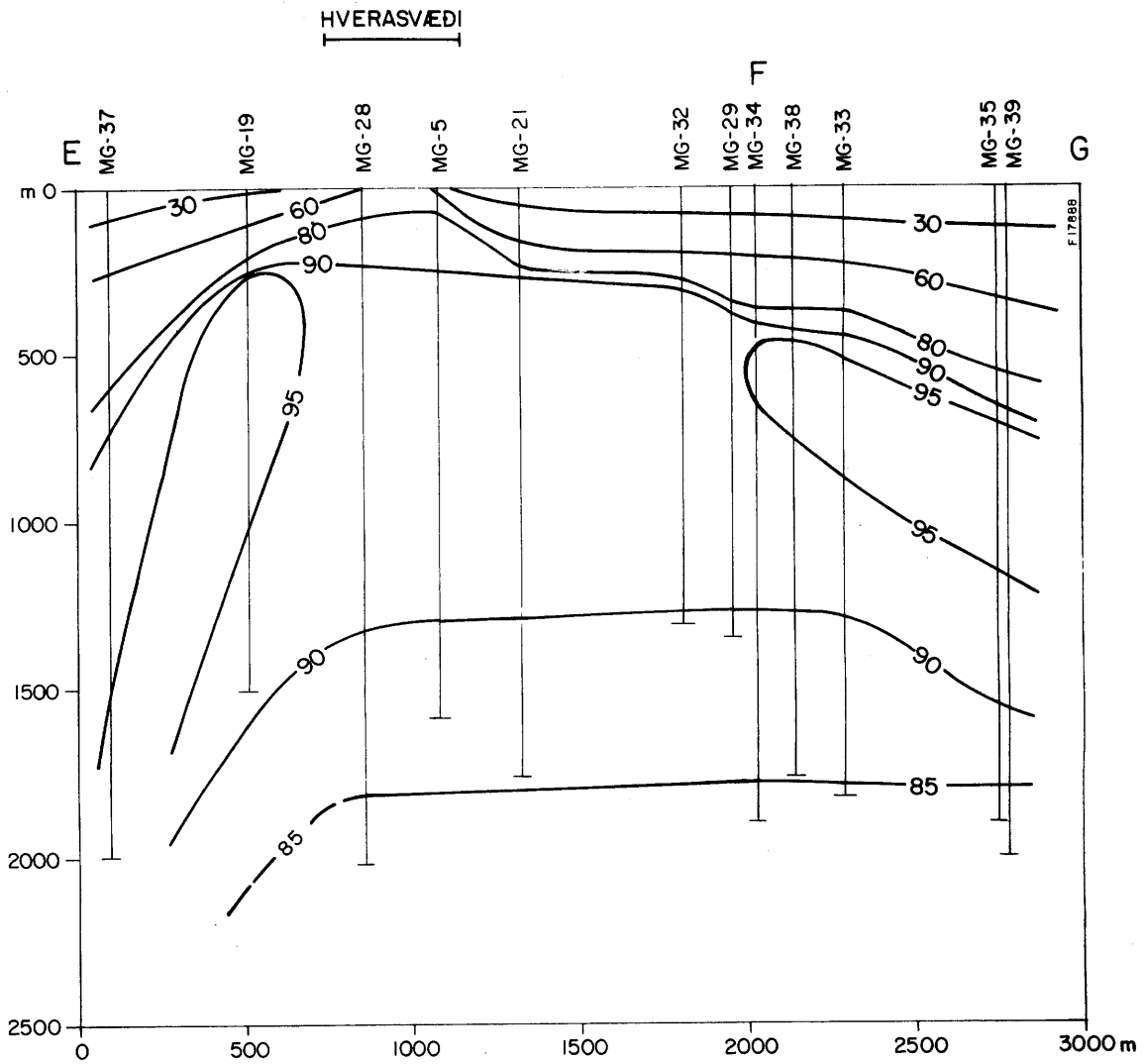
Þessar holur liggja rétt hjá hver annari, svo hér er um að ræða mun á vatninu í heitu tungunni og kaldara vatni fyrir neðan tunguna. Svo virðist sem þær holur sem eingöngu taka vatn frá heitu tungunni hafi hærri tvívætnisauka en nálægar holur sem taka bæði vatn úr heitu tungunni og vatninu fyrir neðan. Til dæmis er lægsta d-gildið ( $d = 13,86$ ) frá MG-29, sem tekur eingöngu vatn frá heitu tungunni. Einnig eru dæmi um samliggjandi holur, þar sem önnur hefur eingöngu vatn úr heitu tungunni og hin hefur blandað vatn, MG-16 og MG-25 (12,96 og 10,98) og MG-37 og MG-19 (12,52 og 11,3). Það má því ætla að vatnið fyrir neðan heitu tungunnar í NV- og SA-straumnum sé vatn frá loftslagsskeiði sem sé í meira samræmi við núverandi loftslagsskeið en það vatn sem er í heita straumnum, eða sem er líkleggra, að vatnið utan heitu tungunnar sé meira blandað vatni frá núverandi loftslagsskeiði en vatnið í heitu tungunum vegna þess að það hefur sennilega aldrei farið niður á meira dýpi en það er nú, og því haft fremur grunna hringrás. Vatnið í heitu tungunum er ættað af miklu meira dýpi og því miklu dýpri hringrás, því eru minni líkur á því að það blandist vatni frá núverandi loftslagsskeiði.

Þó að meginhluti jarðhitavatnsins sé vatn sem hefur fallið sem úrkoma á öðru loftslagsskeiði en nú er, eða blanda af því og núverandi úrkomu, og þó að mismunandi loftslagsskeið skapi misþunga úrkomu þá léttist úrkoman alltaf frá strönd og inn á landið. Því væri hægt að álykta

að vatnið léttist til norðurs þannig að það séu tveir aðal vatnsstraumar sem komi inn á svæðið, annar frá norðaustri hinn frá suðvestri (mynd 3), en styrkur þessara strauma gæti verið mismunandi jarðfræðilegar aðstæður, sem skýrði dreifingu  $\delta$ -gildanna á svæðinu. Þó að vatnið komi úr tveim áttum inn á svæðið, þá skiptist það þegar komið er inn á svæðið og að nokkru fyrir utan það í fleiri strauma. Austur-vestur skipting svæðisins bæði í hitadreifingu og vatnafræðilegum mælingum (Þorsteinn Thorsteinsson 1975; Þorsteinn Thorsteinsson og Kristinn Einarsson 1988).


Austur- og vestursvæðin skiptast einnig í tvennt hvort fyrir sig, þ.e. vatnið í heitu tungunum og vatnið fyrir neðan heitu tungunnar, svo það eru að minnsta kosti fjögur mismunandi undirvatnskerfi í Mosfellssveit, en í öllum þessum fjórum vatnskerfum léttist vatnið til norðurs.

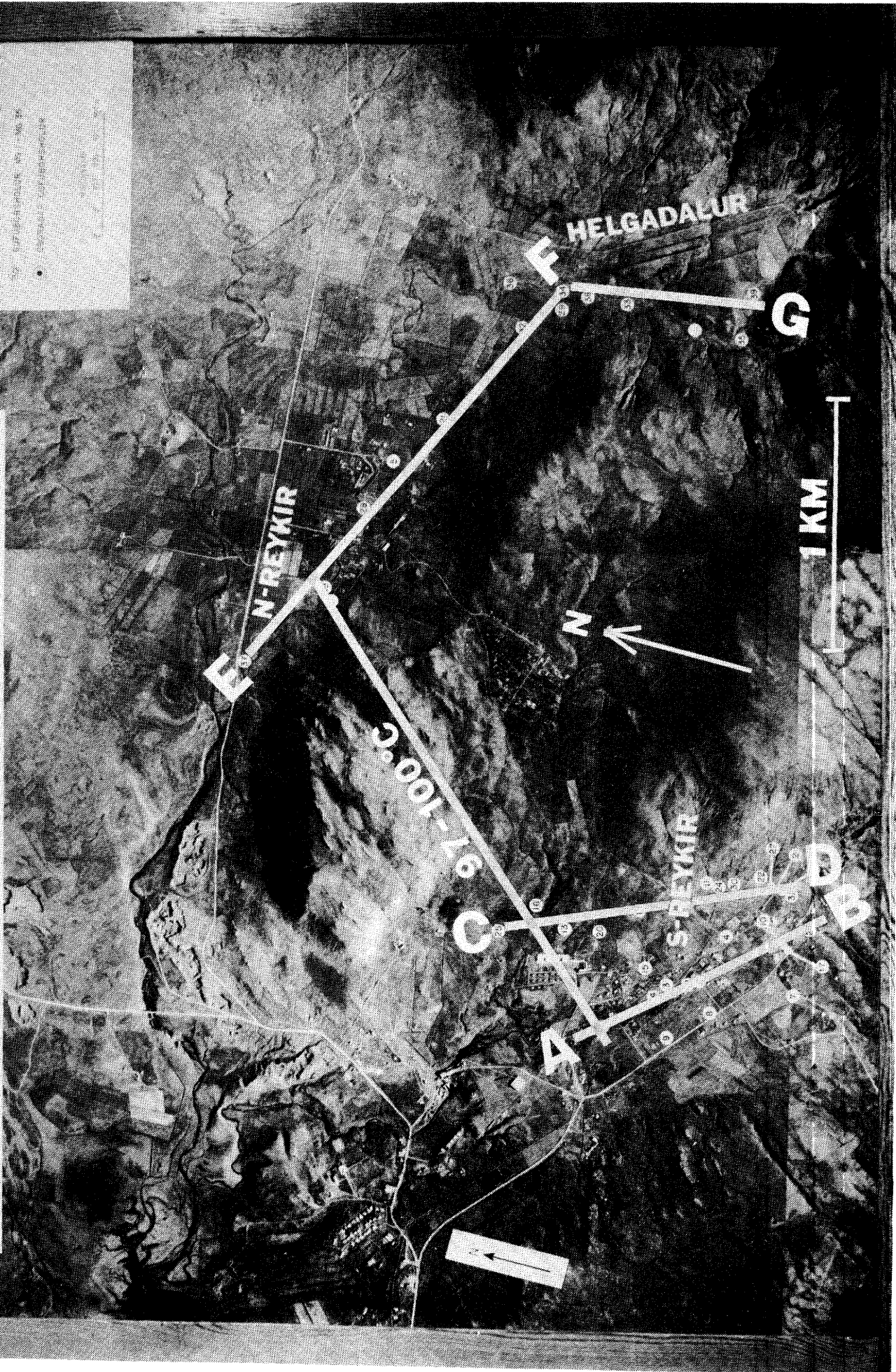
Mikil hveravirkni var á Reykjum áður en vinnsla hófst þar (sjá mynd 6). Hverirnir hafa komið upp til yfirborðs eftir einhverri lóðréttri jarðfræðilegri sneið og á þessu svæði eru það líklega sprungur og misgengi. Á kafla sýna hitakortin frá Suður-Reykjum og snið, að fram kemur hár hiti sem nær allt að því til yfirborðs á mjóu belti og hefur veriði kölluð hitasprunga, sem væri þá sprunga sem lægi norðvestur-suðaustur. Slík sprunga lægi þvert á misgengið sem veitir vatni í NV-heitu tunguna. Nokkrir hverir voru á hitasprungunni en það er mjög mikið af hverum fyrir utan þessa sprungu og eru þeir líklega á mörgum sprungum og algengasta sprungustefnan á svæðinu er suðvestur-norðaustur og er líklegt að hverir komi upp eftir sprungum með þá stefnu og einnig er líklegt að til séu fleiri sprungur en hitasprungan sem hafi norðvestur suðaustur stefnu, sem hverirnir komi upp með, þar sem töluvert var af hverum suðaustur af núverandi vinnslusvæði. Sprungunnar sem veittu þessum hverum gætu vel hafa náð inn á kalt grunnvatn, en kalt grunnvatn nær niður á mikið dýpi fyrir sunnan svæðið (Lúðvík S. Georgsson 1985) og suðvestur af svæðinu er Hafravatn.



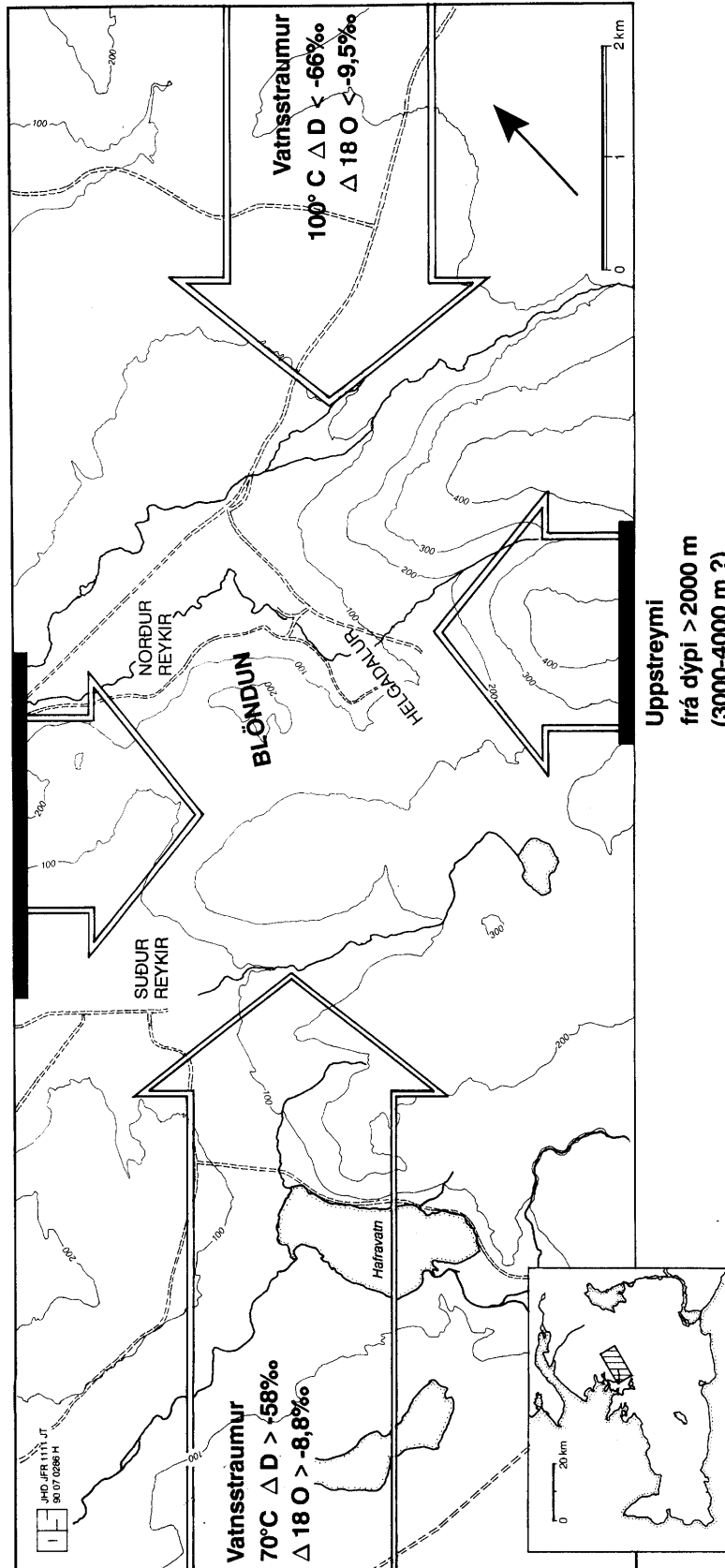
MYND 1. Hitapversnið E-F-G. E-F í gegnum N-Reyki, F-G eftir Helgadal

MYND 2. Staðsetning hitapversniða. Sýnd er lína þar sem hámarkshiti í holunum er 97-100°C. Á svæðinu hefur hvernig mælt hiti yfir 100°C. Uppspreymi NV-straumsins er líklega samsíða þessari línu og kemur líklega upp eftir misgöngu í Helgafelli sem liggur samsíða þessari línu. MG-1-39, MG-holur, boraðar með Gíftubor.


 JARÐHITASVÆÐI Í MOSFELLSSVEIT  
 SPYRNUVAÐI  
 1000  
 GÍFTUBORAN  
 •







MYND 3. Aðalgrunnvatnsstraumar (heitavatnsstraumar) í Mosfellssveit, hiti og ísótópasamsetning. Ísótópagildin eru frá Árnýju E. Sveinbjörnsdóttur (1988)





SKÝRINGAR:

• Hverir

26 o SR 6

Mg-4 ● Hóla Mg-4

85 — 85°C jafnhitalína



MYND 6. Staðsetning hvera á Suður-Reykjum, eftir uppkasti Helga Torfasonar (í vörslu OS-JHD) að korti yfir hverri á Suður-Reykjum fyrir boranir þar. Einnig er sýnd 85°C jafnhitalína frá mynd 13 og hitasprungan

### 3. KÓLNUN

Á mynd 7 er stólpalínurit yfir kólnun í einstökum holum frá borun til 1972, en þessi mynd var gerð það ár. Myndin sýnir, líkt og stólpalínuritin um hitann, kólnun á 100 m bili, og fyrir neðan standa tvær dagsetningar sem sýna á hvaða tíma kólnun hefur orðið, en í nokkrum er sagt frá borun í stað dagsetningar. Flestar þessar holur voru boraðar fyrir 1940.

Fyrsta tímabilið sem við höfum er frá borun holanna til 1959. Þar kemur fram kólnun í nokkrum holum bæði á vestur- og austursvæðinu allt að átta gráðum. Það eru til upplýsingar um hita í örfáum holum árið 1967, en ekki nægilega mörgum til að hægt sé að gera sér grein fyrir kólnuninni á svæðinu á þessu árabili. Mestar upplýsingar eru um holur milli 1959 og 1972. Einnig eru til nokkrar mælingar frá 1971-1972. Ljóst er að mikil kólnun hefur átt sér stað á þessu tímabili og stór hluti þessarar kólnunar hefur orðið þegar dæling hófst á svæðinu 1971. Bæði almenn rök og þær fáu mælingar sem til eru úr holum 1971 og 1977 sýna að auknum niðurdrætti fylgir aukin kólnun. Þessi mikla kólnun er staðbundin, hún er við Varmá og einkum nálægt MG-3 og einnig holum við MG-7, þ.e. í SR-14 og SR-16. Talið var að kólnunin í MG-7 stafaði af því að vatn úr læk þar hjá rynni inn í þessar holur og síðan gegnum þær og inn í MG-7. Steypt var í þessar holur en það hafði engin teljandi áhrif á hitann í MG-7. Hins vegar var steypt í RS-22 árið 1972 sem er rétt við MG-3. Þessi aðgerð hækkaði hita vatnsins sem dælt var úr MG-3 um 9-10°C. Álitid var að vatn rynni úr Varmá inn í SR-22 eftir lausu fremur grófu seti sem er í árbakkanum og nær til SR-22. Þetta rennsli kældi holu SR-22 um 45°C eða meir. Í hitamælingu frá MG-3 1980 (sjá mynd 8) hefur orðið mikil kæling milli 200 og 500 m dýpis um 10-15°C. Kælingin gæti verið ýkt þannig að það renni vatn frá 200 m æðinni niður í æðina í 500 m dýpi, en lengra niður virðist niðurrennslið ekki ná, sem þýðir að þrýstingur vatnsæðanna sem eru að kólna er ennþá minni en vatnsæðanna fyrir neðan, sem ekki hafa kólnað. Þetta gæti þýtt að vatnsæðarnar, sem eru að kólna, séu ekki í sambandi við neitt sterkt grunnvatnskerfi og kólnunin sé fyrst og fremst komin frá Varmá og árið 1980 hafi ekki runnið mikið magn af vatni frá Varmá niður jarðhitakerfið. Vatnið sem dælt er úr MG-3 hefur kólnað frá því steypt var í SR-22 um 2-3°C og var 81,9°C árið 1989.

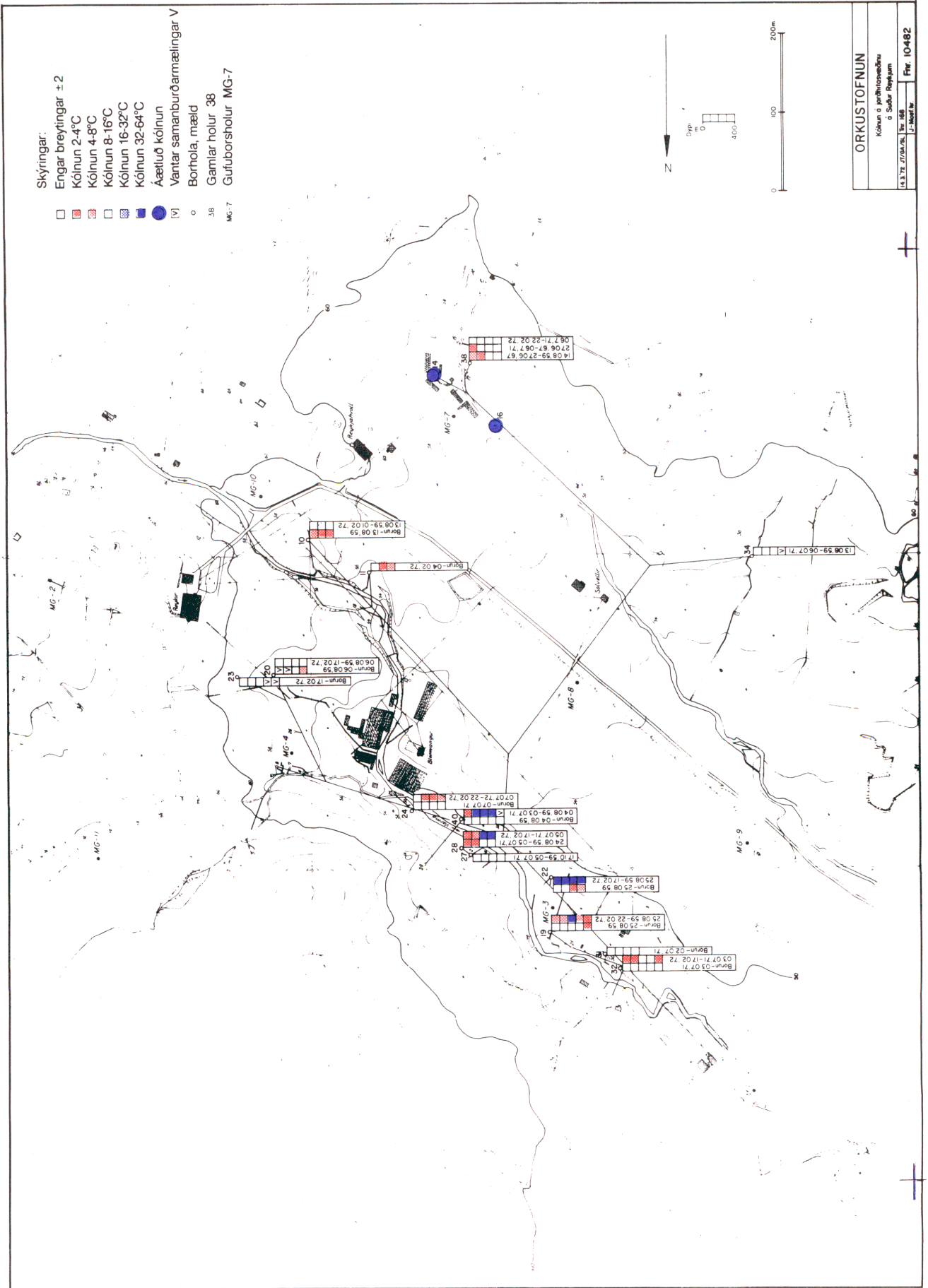
Á austursvæðinu kemur fram þrýstiaukning í þeim vatnsæðum sem eru að kólna, a.m.k. efstu æðunum, og kom fram bæði í MG-7 og MG-10 um leið og þær voru boraðar. Auk þess hafði bergið kólnað mikið kringum 150 m dýpi í báðum holum frá upphafi vinnslu. Til dæmis var hitinn á 150 m dýpi í SR-38 77,3°C en hitinn á 150 m dýpi í MG-7 var í borun 60°C á þessu dýpi og 57°C árið 1974 og 1988 (mynd 9). Áður en steypt var í holuna var hitinn 44°C á sama stað. Það eru engar eldri holur alveg við MG-10 sem við höfum mælingar úr. Sú sem er næst er SR-10 og er hitinn yfir 80°C á 150-200 m dýpi í henni. Við sjáum einnig að hitinn á 100 m dýpi var 75°C (mynd 6) en sennilega 60° á 175 m dýpi, svo að þarna munar 15°C, svo að kælingin er örugglega 15-20°C á 150-175 m í berginu sem MG-10 sker, áður en MG-10 var boruð (mynd 10). Kólnunin í þessum efsta vatnsleiðara hlýtur að hafa orðið meðan á vinnslunni úr eldri holunum stóð. Það að þrýstingur hefur lækkað á leiðaranum, sem er að kólna miðað við aðra vatnsleiðara, bendir til þess að þessir efstu leiðarar séu í sambandi við sterkt grunnvatnskerfi sem haldi uppi þrýstingi í þeim þegar þrýstifall verður í jarðhitageyminum vegna vinnslu. Líklega er þetta sterka vatnskerfi í suðri eða suðvestri. Samkvæmt Lúðvíki S. Georgssyni (1985) er hátt viðnám suður og suðvestur af Reykjasvæðinu sem þýðir kalt berg sem væntanlega inniheldur mikið magn af köldu vatni. Þetta vatn kemur sennilega inn á svæðið eftir sömu sprungum og hverirnir suðaustur af vinnslusvæðinu komu upp með (mynd 6). Kalda vatnið

hefur líklega byrjað að koma inn á svæðið um leið og vinnslan hófst 1944. Ef gert er ráð fyrir því að bergið sem MG-7 sker hafi verið 77°C við upphaf vinnslu eins og í SR-10 (hitinn í MG-7 var 73°C á 100 m 1977), þá hefur bergið á 150 m dýpi kólnað um 17°C frá 1944 til 1971 eða að meðaltali 0,6°C á ári. Frá 1971 til 1988 hefur kólnun orðið 16°C á 150 m í MG-7 eða um 0,9°C á ári. Hraði kólnunar hefur því aukist síðan dæling hófst á svæðinu. Einnig mun niðurstreymið á svæðinu aukast, kalda vatnið í 150 m mun leita niður í neðri leiðara. Engar beinar mælingar eru til á kælingunni í neðri leiðurum en eins og sést í töflu 1 hefur orðið mikil kæling í holunum sem eru næst MG-10, þ.e. MG-17 og MG-23, þó að þær séu dýpra fóðraðar, MG-17 í 390 m og MG-27 í 257 m, og það munar ekki miklu á kólnun í þessum holum á tímaeiningu og kólnun í MG-7 og MG-10. Hitinn á vatninu sem dælt var síðast úr MG-7 var 44°C (tafla 1). Þetta er nánast sami hiti og á vatnsæðinni á 150 m dýpi á mynd 9. Það hefur því eingöngu verið dælt vatni úr 150 m vatnsæðinni í þessari síðustu dælingu, væntanlega vegna þess að langt var liðið frá því síðast hafði verið dælt. Þá hafði runnið vatn frá 150 m æðinni niður í neðri æðar og einnig hafði þrýstingur í 150 m aukist, og því orðið erfitt að ná vatni úr neðri æðum. Þessi hiti á vatninu sem síðast var dælt úr holunni, gefur því ýkta mynd af kælingunni, því þegar dælt var áður úr holunni kom einnig vatn frá neðri og heitari æðum sem blandaðist vatni frá 150 m æðinni. Á mynd 11 (hitamælingar frá MG-2) sést að í þessari holu hefur byrjað niðurrennsli eftir 1974, frá 200 m dýpi niður í 400 m dýpi sem er aðalæðin í holunni.

Kólnun er minni á vestursvæðinu, sjá töflu 1, og þar voru engin merki um að þrýstingur hefði aukist í æðum sem voru að kólna þegar borun Gufuborshola hófst á svæðinu 1970. Kólnunin var og er aðallega í kringum Varmá í eldri holunum (MG-18, MG-14 og MG-3), og líklegt er að þessi kólnun stafi af vatni frá Varmá bæði í gegnum holur og sprungur sem veitti hverunum upp í Varmá. Hins vegar hefur þessi leki ekki verið nægilega mikill til að valda þrýstiaukningu í æðunum sem eru að kólna. Þó að kólnun í eldri holunum og fyrsta kólnunin í Gufuborsholunum hafi verið bundin við Varmá, getur vel verið að kalt vatn sé komið inn á svæðið nú, en það vantar óyggjandi gögn um það. Kólnun í MG-9 og MG-8 gæti vel verið komin frá köldu grunnvatni enda stutt í það samkvæmt viðnámsmælingum (Lúðvík S. Georgsson 1985).

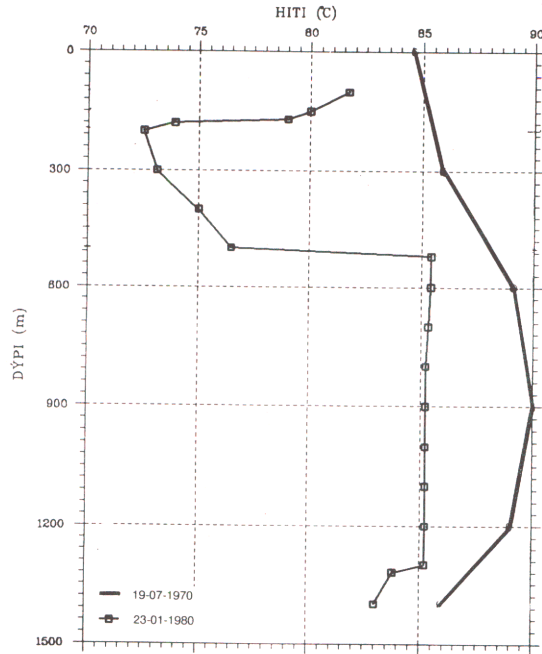
Vart hefur orðið við kólnun í MG-5 og hefur vatnið farið kólnandi. Þessi kólnun er líklega eingöngu vegna 150 m vatnsleiðara. Kólnun kemur vel fram í mælingunni í MG-28 sem sýnd er á mynd 12. Ekki getur verið að þetta sé kólnun frá suðvestri.





19 Jan 1990 jt  
L= 14003 Oracle

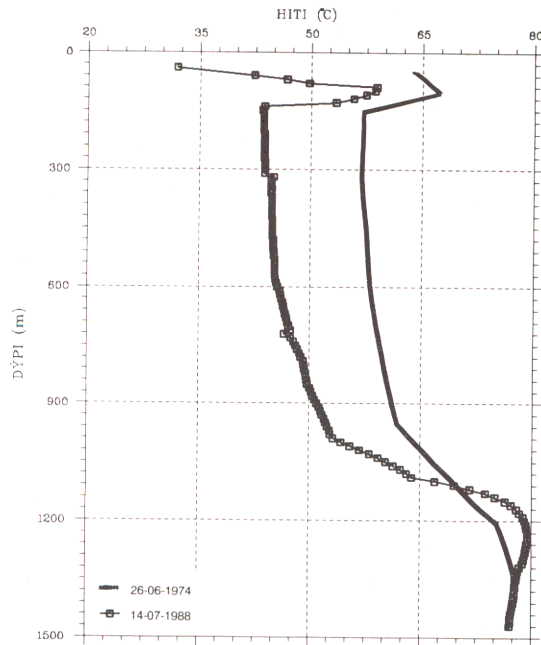
mosfellsveit Mg 3



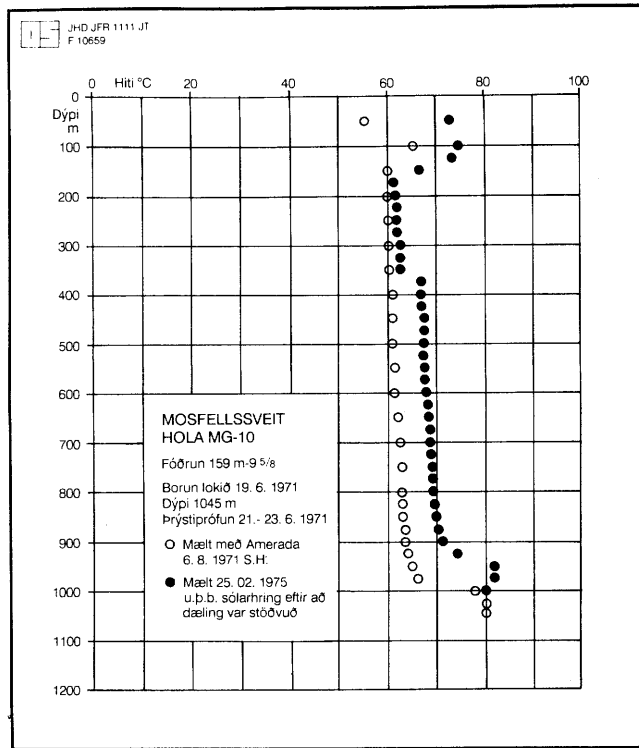
MYND 8. Hitamælingar frá MG-3

19 Jan 1990 jt  
L= 14007 Oracle

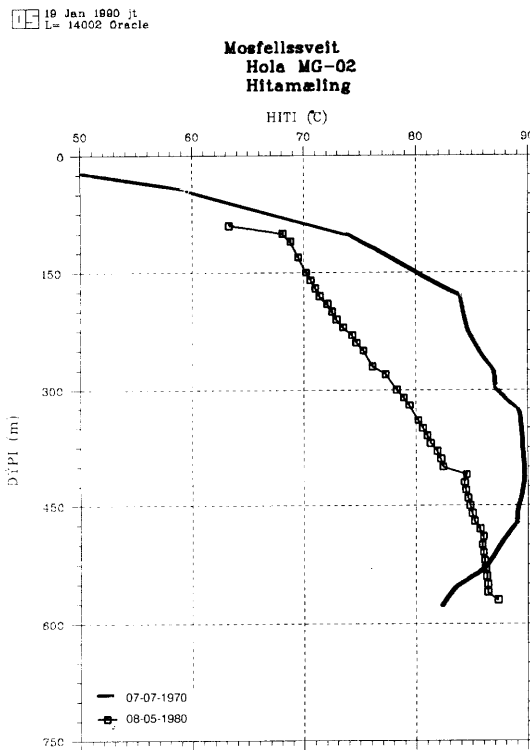
Mosfellsveit Mg 7  
hitamæling



MYND 9. Hitamælingar frá MG-7



MYND 10. Hitamælingar frá MG-10

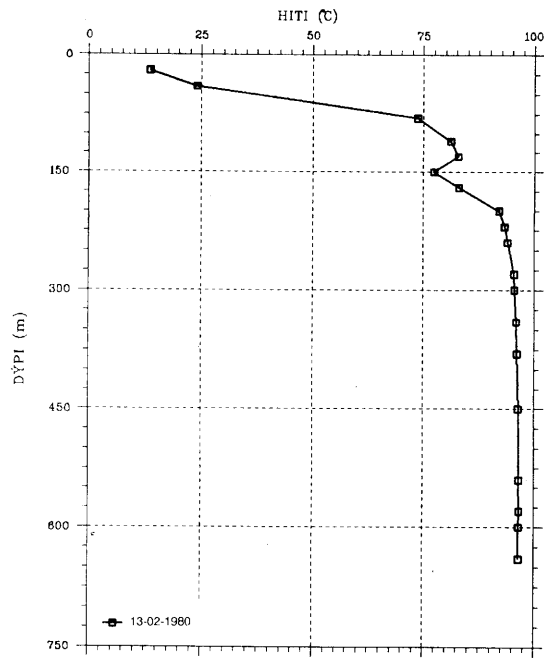


MYND 11. Hitamælingar frá MG-2



19 Jan 1980 JT  
L- 14028 Oracie

Mofellsveit Mg 28  
hitamæling



MYND 12. Hitamæling frá MG-28

Tafla 1. Hiti í holum á Suður-Reykjum og MG-5 þegar byrjað var að dæla 1984 og 1989. Tölur eru frá gagnaskrá Vatnaskíla (1985) og ársskýrslu Hitaveitu Reykjavíkur 1989. Tölur í svigunum eru mælingar í byrjun vinnslu. Ef mikil dreifing er á gildum er það sýnt í sviga. Ef sviginn er á undan tölunni, er það vanalega fyrsta mælingin, en ef hann er á eftir hafa komið nokkuð margar mælingar með þessu tölugildi skömmu eftir að dæling hófst.

Hola nr.	Byrjun dælingar Dagsetn.	Hiti °C í byrjun	Hiti °C 1984	Hiti °C 1989
MG-3	14.01.71	85	82,5	81,9
MG-4	21.03.71	83,5	79,9	77,5
MG-5	10.02.76	84(87)	74,9	77,1
MG-6	18.02.71	(87)82	82,1	82,2
MG-7	01.05.71	67(63)	62,9	44 (1988)
MG-8	02.04.71	80	79,1	78,3
MG-9	18.11.71	87	82,3	82,0
MG-10	11.02.72	77(74)	69	61,8
MG-11	16.03.73	87	85,6	85,5
MG-12	11.01.73	(82)87(91)	86,5	87
MG-13	16.01.73	(92)88(85)	90,7	88,8
MG-14	15.11.73	88(83)	79,1	78,8
MG-15	14.03.75	88	90,2	89,9
MG-16	13.12.74	100	100,7	100,9
MG-17	31.07.75	77(78)	70,3	65
MG-18	16.11.73	86(87)(81)	77,4	75
MG-20	31.10.75	92(97)	93,3	93,3
MG-22	25.12.73	85(88)	86,3	86,4
MG-23	16.11.74	82(84)	77,6	75,7
MG-24	08.09.74	81(79)	79,6	79,6
MG-25	15.12.74	(90)92(93)	92	92,2
MG-26	12.01.75	78(84)	81	80,7
MG-27	19.11.75	80(82)	80,3	80,7
MG-30	04.12.	87(88)	84,7	84
MG-31	09.10.	76(82)	75,9	74,9

#### 4. NÁKVÆMNI Í GERÐ JAFNHITAKORTA OG HITAPVERSNIDÁ

Við gerð jafnhitakorta á mismunandi dýpi og hitapversniða er leitast við að velja þær hitamælingar sem gefa sem réttasta mynd af berghitanum á viðkomandi korti eða sniði. Samt sem áður getur verið talsverður munur á milli berghita og mælds hita. Hér skulu nefnd nokkur atriði sem verður að hafa í huga ef meta skal berghita út frá mældum hita. Þegar borað er með hjólakrónu er bergið kælt með skolvatni meðan á borun stendur. Þessi kólnun er veruleg í holum sem Gufubor hefur borað og það getur tekið bergið í efri hluta holunnar marga mánuði eða ár að jafna sig eftir kælinguna ef ekki er dælt úr holunni. Eldri holurnar voru boraðar með mjög litlu skolvatni og oft löng hlé á borun, svo að kæling er lítil sem engin í þessum holum. Dæling og rennsli úr holum hefur þau áhrif að hiti einstakra vatnsæða ræður mestu um hitann í holunni, t.d. ef ein stór æð er í holunni, þá er sami hiti frá henni og upp í stút á holunni meðan dælt er. Hitinn fyrir ofan vatnsæðina gefur því enga mynd af berghitanum fyrir ofan vatnsæðina. Hitinn á vatnsæðinni er jafnframt berghiti á því dýpi sem vatnsæðin er. Ef það eru margar vatnsæðar í holunni með mismunandi hita verður hitastökk við hverja æð og hitaferillinn verður stallaður, en aðeins hitinn í neðstu æðinni gefur rétta mynd af berghitanum.

Sjaldnast er hitamælt meðan dælt er úr holum. Fer það því eftir tímanum frá því að dælingu var hætt hve nærri hitinn er berghitanum. Hins vegar er hægt að segja til hvernig berghitinn er frábrugðinn mælda hitanum í þeim hluta holunnar sem dælingarvatnið hefur farið um. Þar sem mældur hiti er lægri en vatnið, sem dælt er úr holunni, er berghitinn líklegur að vera lægri en mældi hitinn, bergið hefur verið hitað upp af dælingarvatninu einkum í efri hluti holanna. Þar sem mældi hitinn er hærri en vatnið sem dælt er úr holunni, er líklegt að berghitinn sé hærri en vatnshitinn.

Dælt hefur verið úr nær öllum Gufuborsholum, hins vegar var sjálfrennsli frá flestum SR-holum. Þar gæti rennsli úr holunum truflað mælingu á berghita í efri hluta holanna. Hins vegar gengu þessar boranir hægt. Botnmælingar á hita meðan á borun stóð gefa því svo til rétta mynd af berghitanum. Það er langt síðan ég gerði hitakortin, svo ég man ekki að hve miklu leyti ég hafði aðgang að slíkum gögnum. Mér þykir líklegt að berghitinn í efri hluta sé stundum ofmetinn vegna rennslis úr holum.

Rennsli milli vatnsæða getur gert það að mældi hitinn á milli vatnsæðanna sé allt annar en berghitinn. Ef upprennslis er í holunum gildir sama um berghitann á milli vatnsæðanna eins og þegar dælt er úr holunum því mun það ekki vera rætt meira hér. Niðurrennslis í holum stafar alltaf af kólnun á þeirri vatnsæð, sem vatnið rennur úr. Oftast nær kæling í berginu stutt út fyrir vatnsæðina sem er að kólna. Niðurrennslis veldur því að mældi hitinn verður oftast miklu lægri en berghitinn á milli vatnsæðanna. Þetta á t.d. við um MG-7 og MG-10. Það er ekki hægt að meta berghita á milli 140 og 980 m dýpis í MG-7 og í MG-10 á milli 160 og 980 m dýpis (myndir 9 og 10).

Hitinn í þessum holum á þeim dýptarbilum sem sett eru fram á myndum 2-4 er því ekki marktækur sem berghiti. Hins vegar er hitinn frá þessum holum á mynd 1 nálægt berghitanum. Þær hitamælingar, sem gefa besta mynd af berghitanum eru frá holum sem hafa ekkert milli-rennsli og hafa staðið lengi án þess að dælt sé úr þeim, t.d. gefur hitamæling frá MG-1 og MG-2 ágæta mynd af berghitanum þar sem engin merki sjást um millirennslis og síðustu hitamælingar gerðar 9-12 árum eftir borun.

## 5. JAFNHITAKORT

### 5.1 Jafnhitalínur á 100 m dýpi á Suður-Reykjum (mynd 13)

Það sést strax á kortinu að á 100 m dýpi er hitinn að vaxa til norðurs og norðvesturs. 75°C jafnhitalínan byggir mikið á hita í MG-holum en lítið samræmi er oft milli mælds hita og berghita í MG-holum. Þó er mjög gott samræmi milli berghita og mælds hita í MG-1 og MG-2 (sjá kafla 4). Í flestum öðrum holum er hitinn á 100 m ofmetinn vegna dælingar holu nema í MG-8, þar er engin mæling eftir dælingu og í MG-7 er vatnið sem dælt er heldur kaldara en hitinn á 100 m. Því gæti verið smávegis kæling. Gæti því berghitinn í MG-7 á 100 m verið sá sami og í SR-38 á 100 m og 75° jafnhitalína dregin samkvæmt því.

Lítum nú nánar á einstök atriði hitakortsins. Heitustu holurnar (yfir 85°C) raða sér á línu frá MG-1 til SR-20. Það hlýtur að vera sprunga sem veitir heita vatninu uppundir yfirborð á þessari línu. Þetta er þá líklega NV til SA sprunga og um miðbik sprungunnar er hitinn yfir 95°C (27). Þetta er líklega upprensli úr holu. Hér á eftir verður þessi sprunga kölluð hitasprungan. Það er 85°C jafnhitalínan sem afmarkar hitasprunguna. 80° og 75° jafnhitalínurnar mynda heita tungu sem hefur svipaða stefnu og hitasprunguna NV til SA aðeins suðlægari stefnu einkum 75° jafnhitalínan.

### 5.2 Jafnhitakort frá 200 m dýpi á Suður-Reykjum (mynd 14)

Þetta kort gefur svipaða mynd og 100 m jafnhitakortið (mynd 13). Á mynd 13 afmarkaði 85° jafnhitalínan hitasprunguna, en nú myndar 85° heita tungu með sömu stefnu en um miðbik sprungunnar afmarkar 90° jafnhitalínan sprunguna. Einnig kemur fram á þessu korti að mesta kólnunin er til suðvesturs.

### 5.3 Jafnhitalínur á 300 m dýpi frá Suður-Reykjum (mynd 15)

Þetta kort er mjög líkt 200 m jafnhitakortinu nema 85° jafnhitalínan nær suður fyrir MG-10. Það er byggt á hitanum í MG-17 á þessu dýpi sem er vel yfir 85°C. Auk þess kemur hluti hitasprungunnar vel fram í 90 og 95° jafnhitalínunni.

### 5.4 Jafnhitakort á 400 m dýpi frá Suður-Reykjum (mynd 16)

Þetta jafnhitakort er líkt mynd 15. Þó er þetta kort teiknað öðruvísi því að 80° og 85° jafnhitalínum er ekki lokað til austurs og norðurs eins og á mynd 3. Það er vegna þess að holurnar sem þessi lokun byggðist á ná ekki niður í 400 m dýpi og það er meiri óvissa að mældi hitinn í MG-holum gefi berghitann á þessu dýpi.

Efnislegur munur á þessum kortum er helst sá að aðeins 80° jafnhitalínan er fyrir sunnan MG-10. Þetta er vegna þess að hitinn í MG-17 er lægri á 400 m en á 300 m dýpi og er aðeins rúmlega 80° á 400 m dýpi. Hitasprungan sem kom frá myndum 14 og 15 kemur einnig mjög vel fram með 90° og 95° jafnhitalínum á þessu korti.

### 5.5 Hitakort frá Suður-Reykjum (mynd 17)

Þetta er stólpalínurit, sem sýnir hitann á 100 m bili. Þetta kort sýnir sömu aðalatriði og jafnhitakortin. Hitasprunga og kólnun til suðvesturs koma vel fram á þessu korti. Auk þess er sýndur hitinn niður í botn í þeim MG-holum sem voru á myndum 13-16. Hitann í efstu 400 m í

Þessum holum var þegar búið að sýna niður í 400 m dýpi. Flestar holur í Mosfellssveit sem ná nægilegu dýpi eru með viðsnúinn hitaferil, þ.e. borað er í gegnum hæsta hitann og síðan lækkar hitinn aftur. Þessi viðsnúningur kemur fram í mörgum stólpalínuritum en ekki öllum, en það er mest vegna þess að millirennslu og dæling gera það erfitt að mæla hámarkshitann. Það er aðeins hægt að gera í holum sem hafa staðið lengi án þess að dælt sé úr þeim. Þetta á við MG-1. Það hefur aldrei verið dælt úr henni. Þar er hámarkshitinn í 650 m 98°C. Í botni eru 90°C (1290 m). Í MG-3 og MG-9 kemur fram skýrt hámark á stólpalínuritunum. Hitamælingarnar, sem þessi línurit eru byggð á eru gerðar eftir dælingar í þessum holum og þar sem æðar í þessum holum eru margar, kemur hitahámark fram sem stallar, en hitahámarkið kemur ekki fram. Í hinum er þetta enn verra nema í MG-2 þar er hitahámarkið 89° á 400 m dýpi.

### **5.6 Jafnhitakort á 100 m dýpi frá Norður-Reykjum (mynd 18)**

Teiknaðar eru þrjár jafnhitalínur. Meginhluti holanna er með hærri en 85° hita á 100 m dýpi og virðist hitinn lækka ört frá 85° jafnhitalínunni. Þess vegna er aðeins sýnd 70° jafnhitalínan. 85° jafnhitalínan myndar heita tungu sem liggur til suðausturs og smátungu til austurs, en er opin til norðvesturs. Í austurjaðri þessarar heitu tungu eru tvær holur sem eru heitari en 90°C. Upprennsli vatnsins virðist vera svæðisbundið en ekki eftir ákveðnum línur.

### **5.7 Jafnhitakort á 200 m dýpi frá Norður-Reykjum (mynd 19)**

Allar holur eru yfir 85° nema tvær, H-25 fyrir norðaustan svæðið og H-15 suðvestan við svæðið. Engar holur eru yfir 90°C á þessu svæði. H-24 sem var önnur hola sem var yfir 90° á mynd 5 nær ekki niður á 200 m dýpi, hún er kaldari á þessu dýpi. Hitinn kemur upp á svæði sem afmarkast til norðausturs og suðvesturs, en mörk í aðrar áttir eru ókunn.

### **5.8 Jafnhitakort á 300 m dýpi frá Norður-Reykjum (mynd 20)**

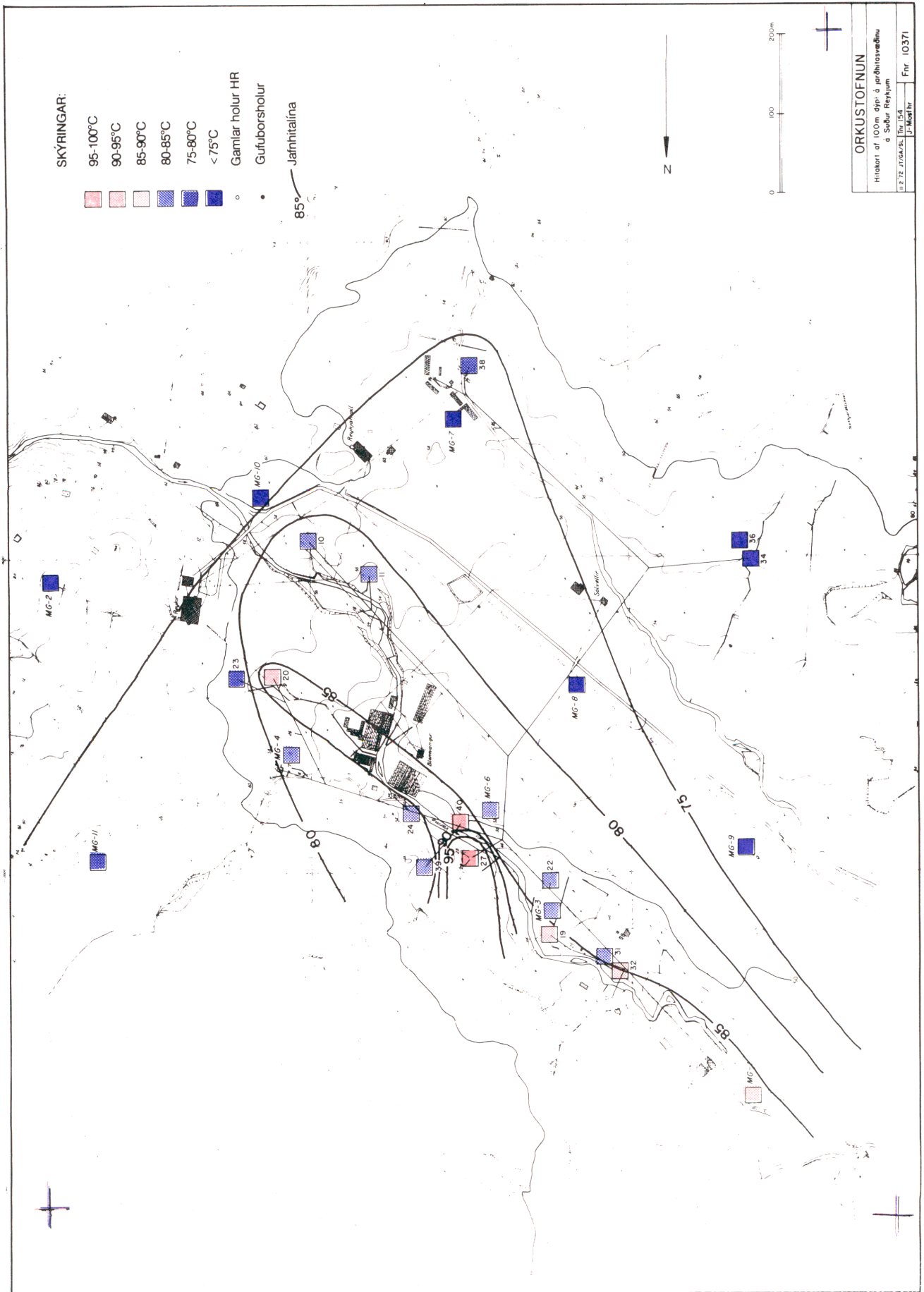
Allar holur eru heitari en 85° nema H-25. Hins vegar eru nokkrar holur sem eru heitari en 90°C í norðvesturhluta svæðisins og mynda heita tungu sem stefnir til suðurs. Þetta gæti þýtt að heita vatnið komi upp úr norðri eða norðvestri. Þetta passar við aðrar rannsóknir (sjá síðar).

### **5.9 Jafnhitakort á 400 m dýpi frá Norður-Reykjum (mynd 21)**

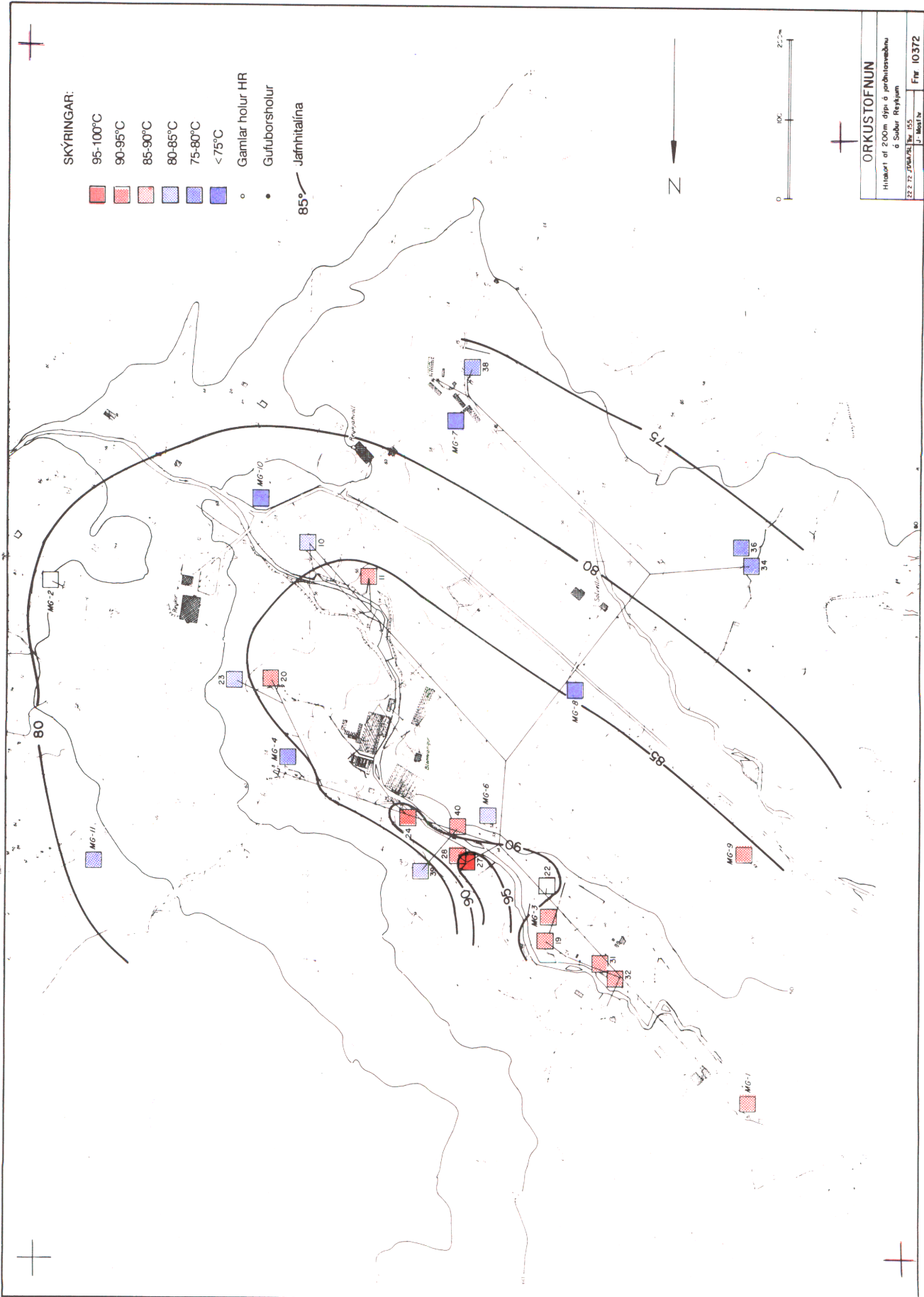
Aðeins 5 holur eru þetta djúpar og eru allar yfir 85°C á 400 m dýpi og ein yfir 90°C. Litlar ályktanir er hægt að draga af þessu korti nema uppstreymi af 85-90° heitu vatni á þessu svæði.

### **5.10 Hitakort frá 400 m dýpi frá Norður-Reykjum (mynd 22)**

Þetta eru stólpalínurit, sem sýna hitann á 100 m bili. Þessi mynd sýnir það sama og jafnhitakortin, það er svæðisbundið uppstreymi af 85-90°C heitu vatni og fer vatnið upp fyrir 90° fyrir neðan 200 m dýpi í norðvesturhluta svæðisins. 85-90° heita vatnið nær niður á 1600 m dýpi í MG-5.

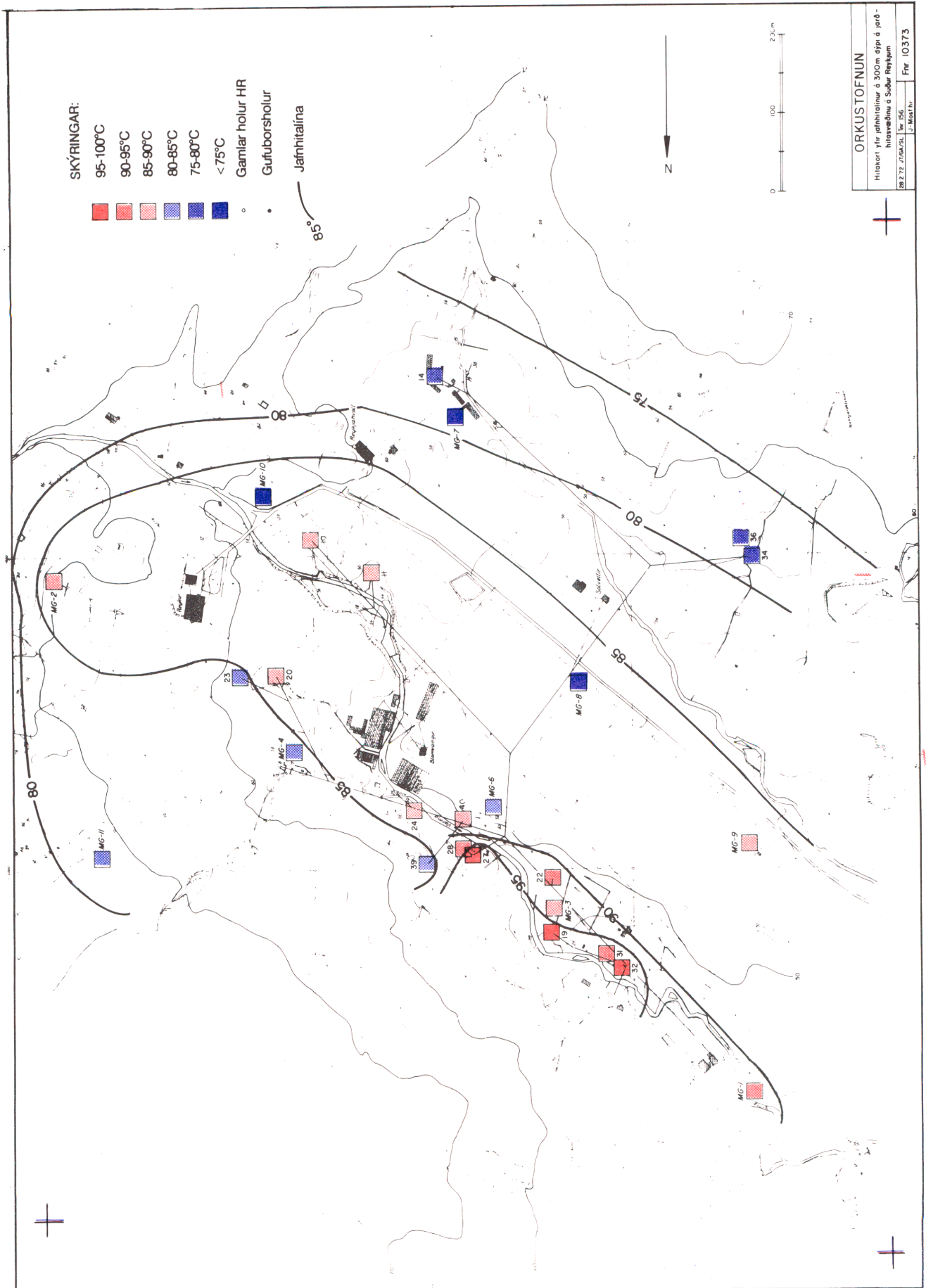


MYND 13. Jafnhitakort frá 100 m dýpi á Suður-Reykjum

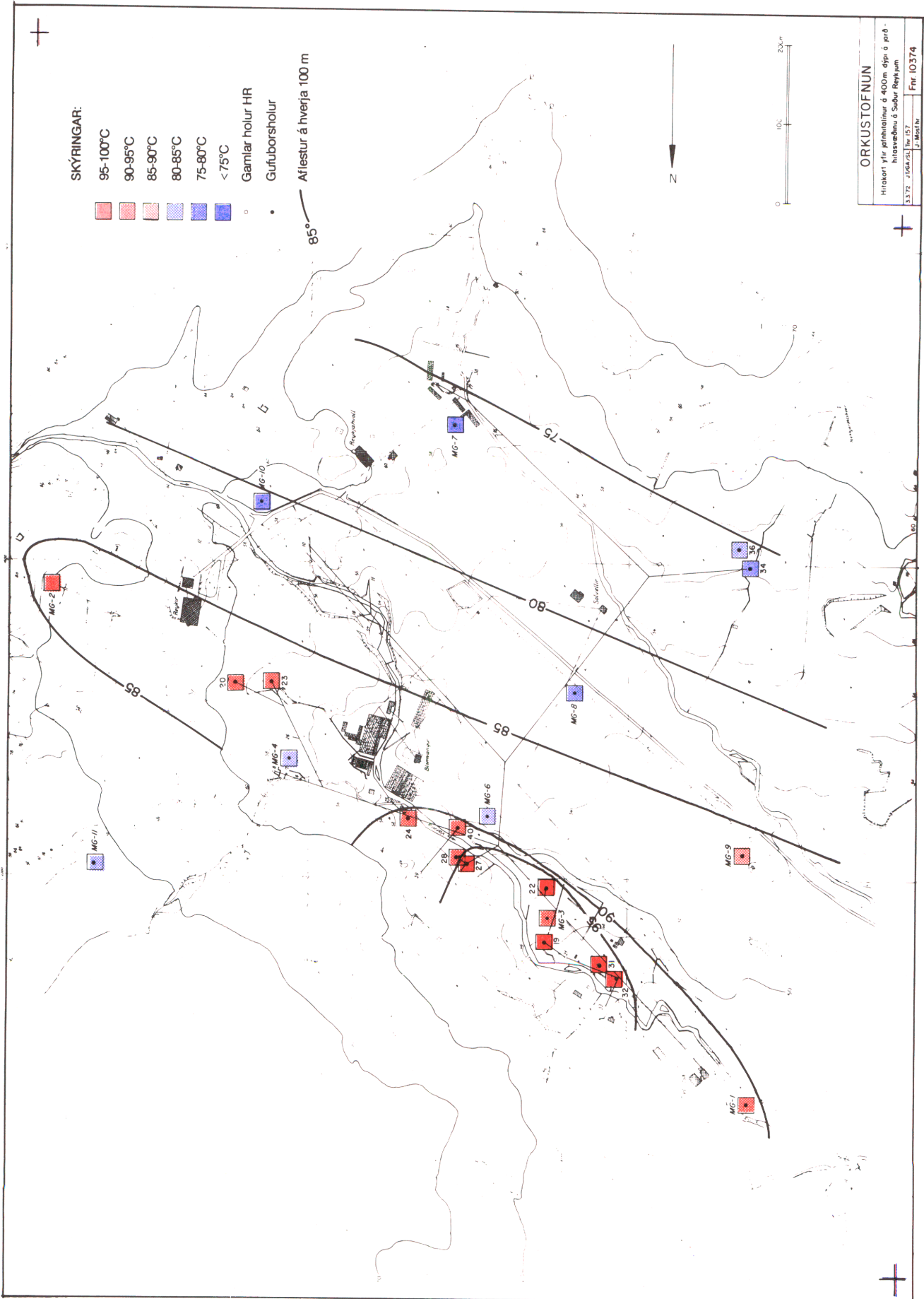


MYND 14. Jafnhitakort frá 200 m djúpi á Suður-Reykjum

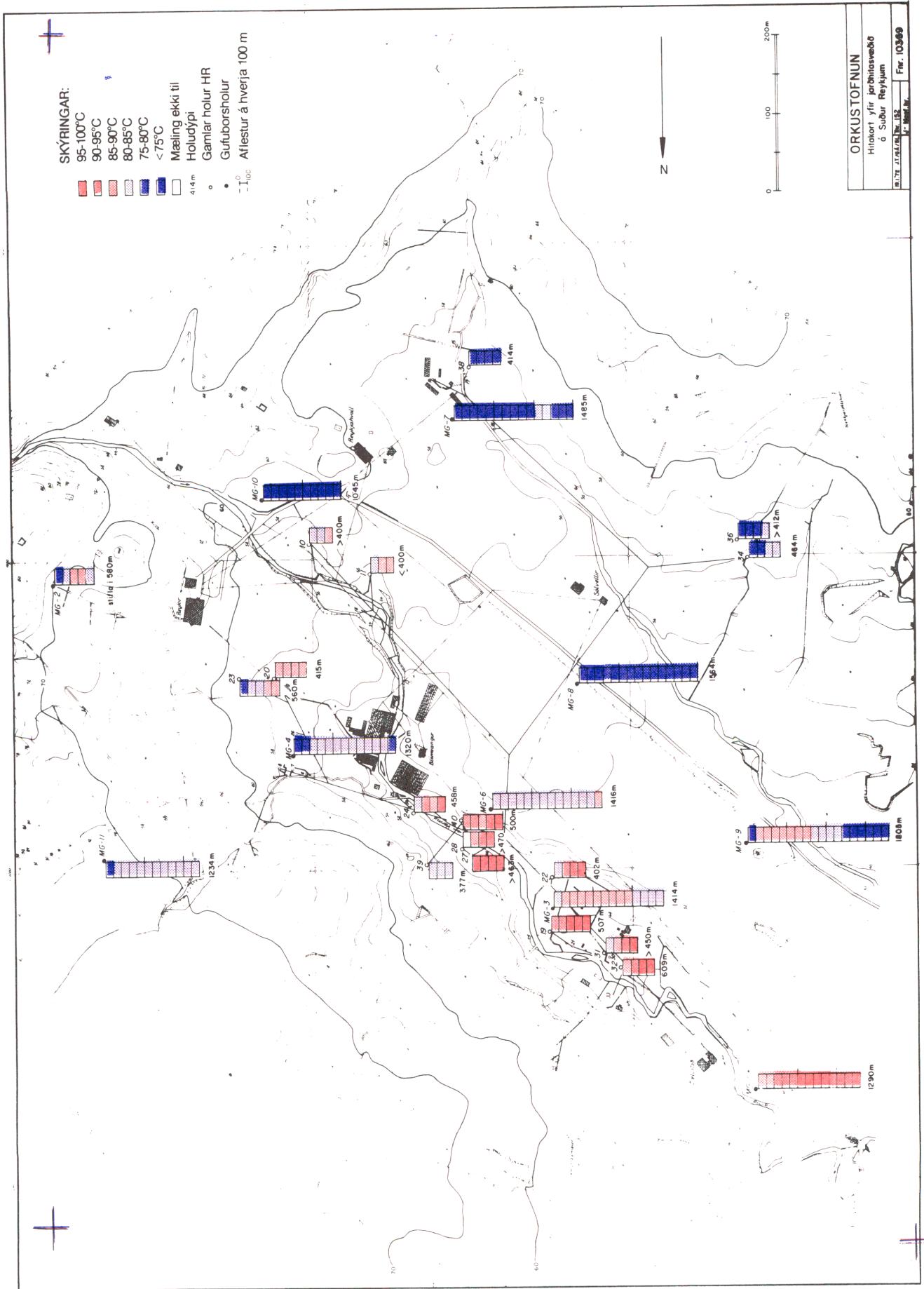




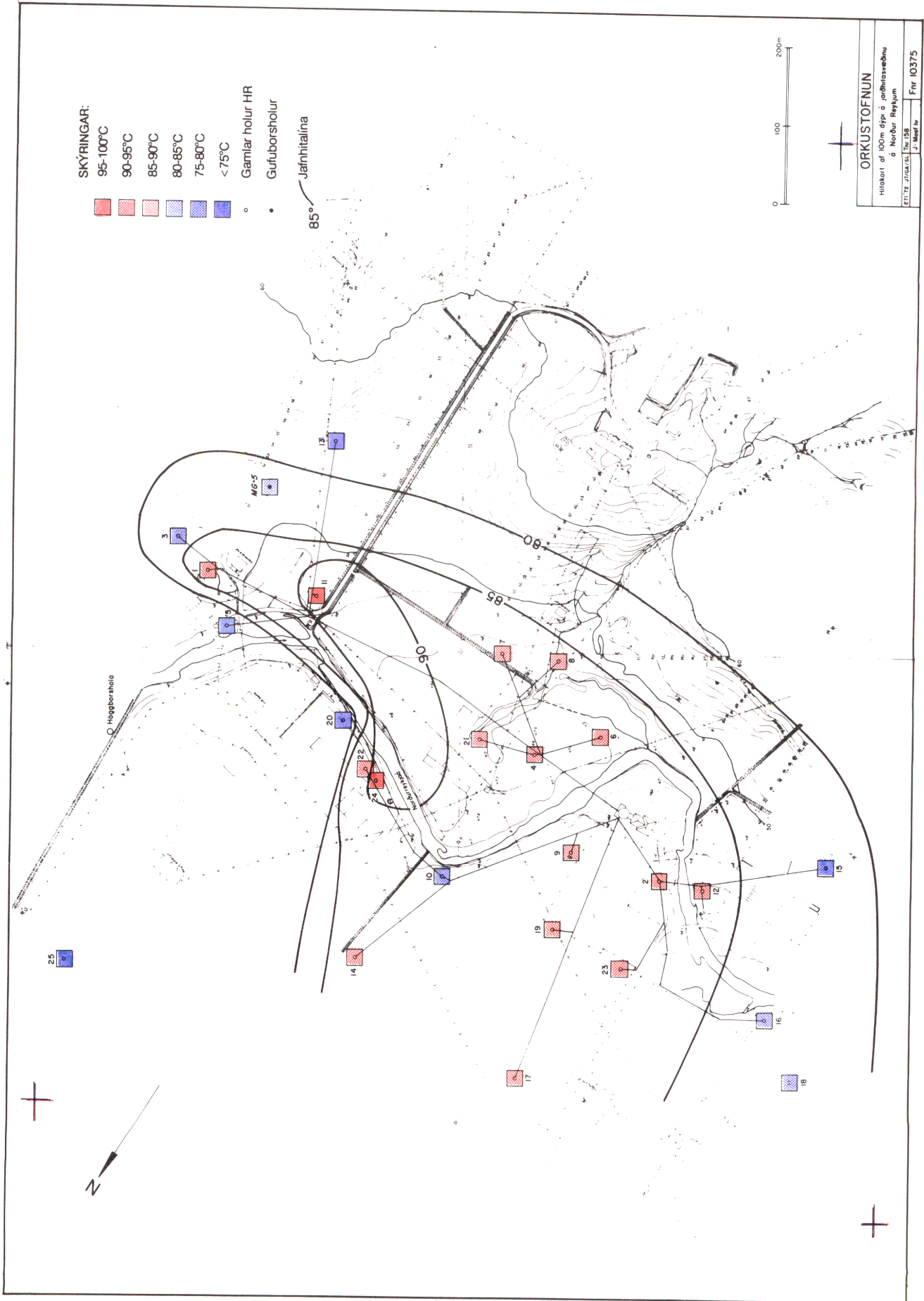
MYND 15. Jafnhitakort frá 300 m djúpi á Suður-Reykjum



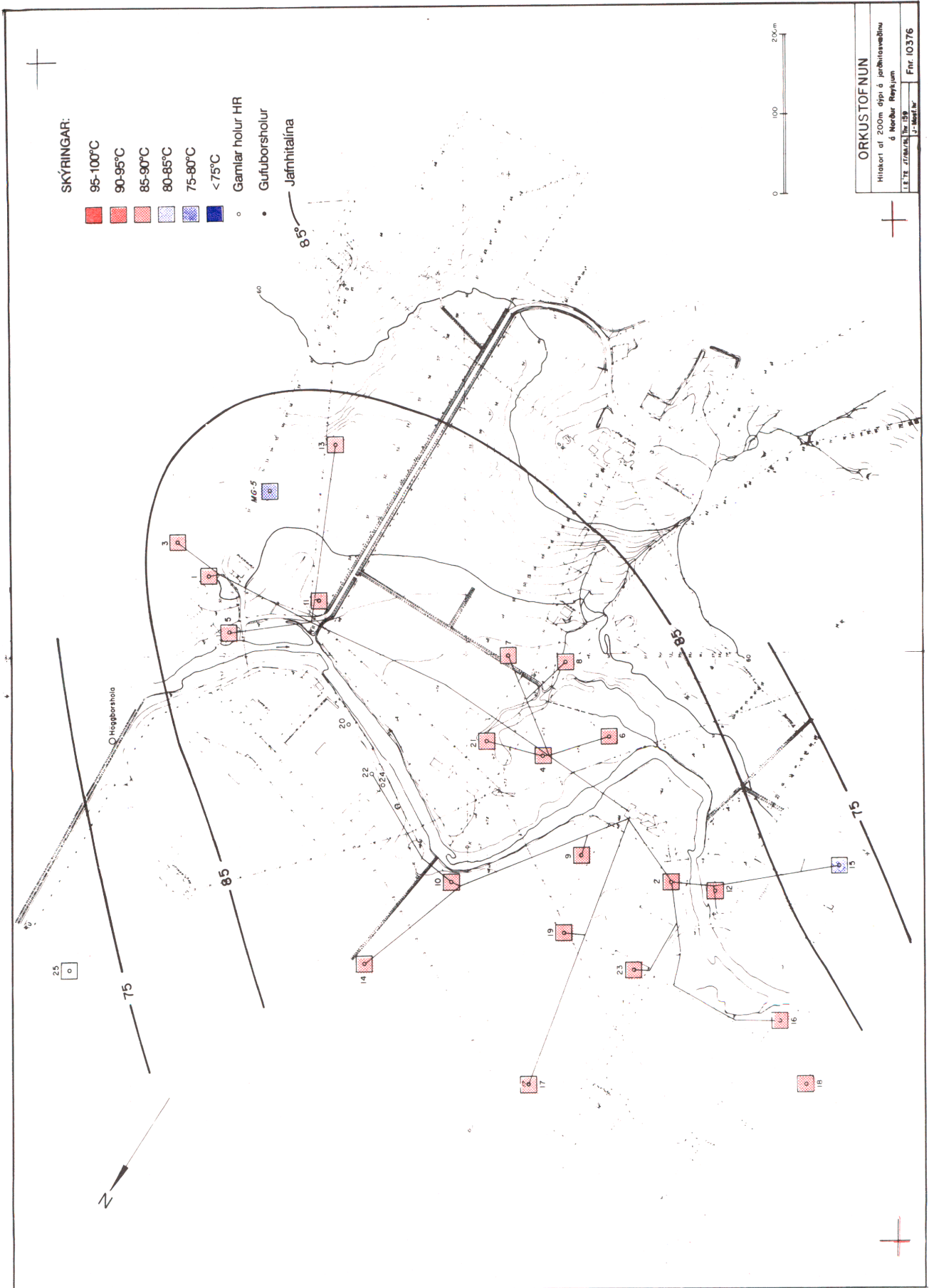
MYND 16. Jafnhitakort frá 400 m djúpi á Suður-Reykjum



MYND 17. Hiti á Suður-Reykjum, stólpalínurit

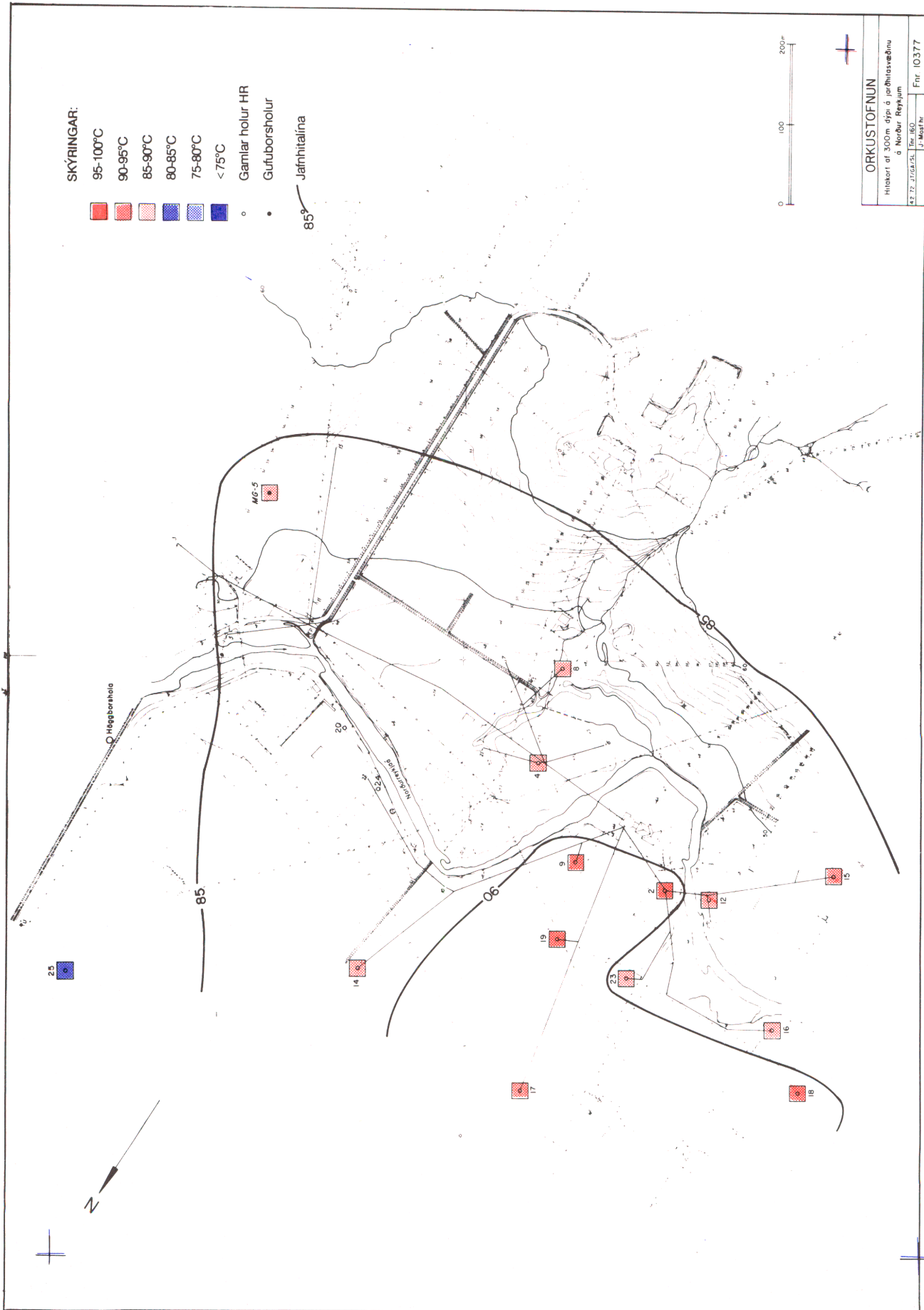


MYND 18. Jafnhitakort frá 100 m djúpi á Norður-Reykjum



MYND 19. Jafnhitakort frá 200 m dýpi á Norður-Reykjum



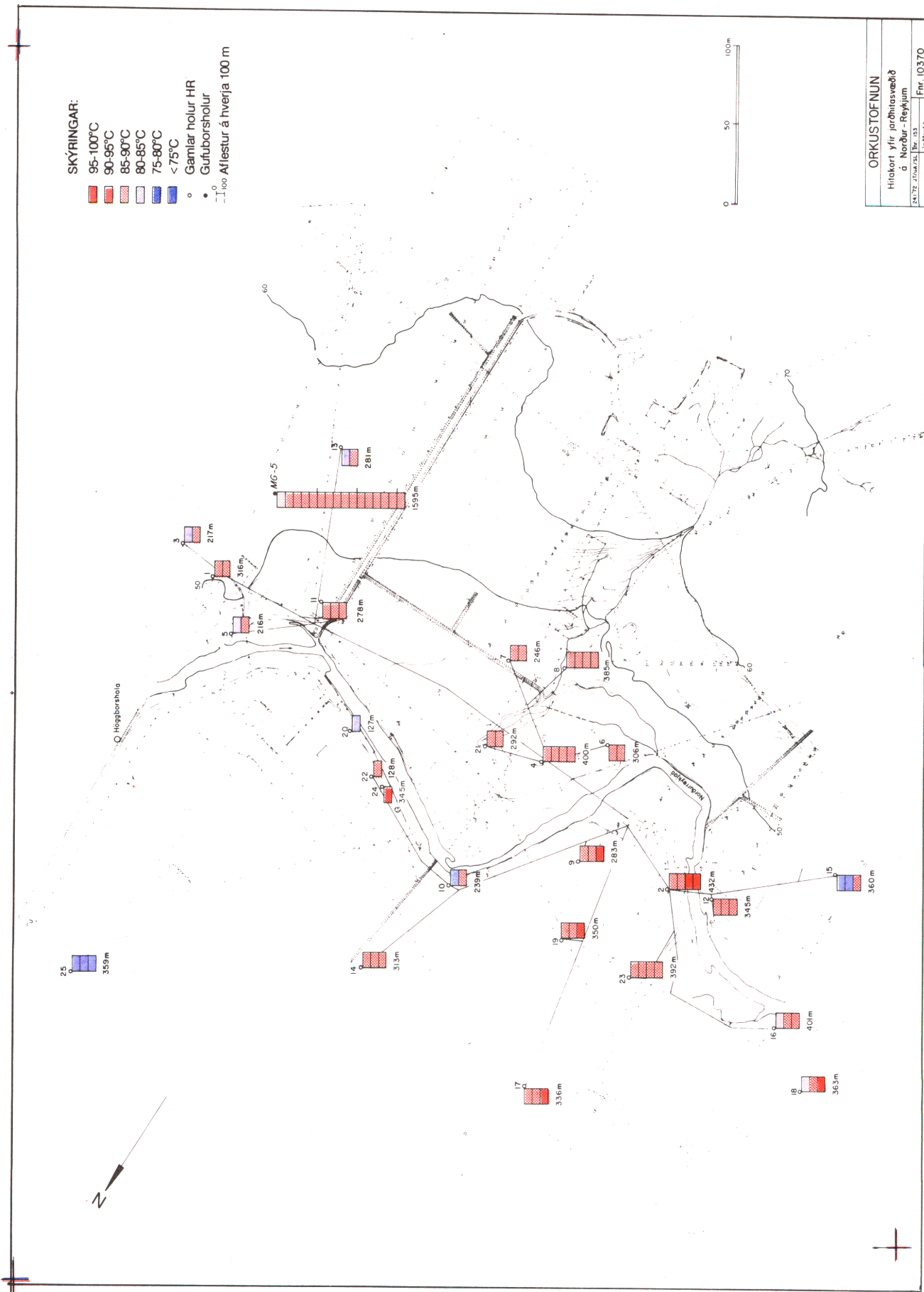


MYND 20. Jafnhitakort frá 300 m dýpi á Norður-Reykjum



MYND 21. Jafnhitakort frá 400 m dýpi á Norður-Reykjum





MYND 22. Hiti á Norður-Reykjum, stólpalínurit

## 6. HITASNIÐ SVEINS EINARSSONAR

Hitasnið Sveins eru alls 8 talsins. Öll eru sniðin merkt með rómverskum tölum og fyrstu 5 sniðin eru merkt tveim rómverskum tölum, t.d. I-II en þrjú síðustu eru merkt með einni rómverskri tölu. Ekkert kort fylgdi þessum sniðum en einfalt er að finna hvernig þau liggja vegna þess að holunúmerin eru á sniðunum (sjá mynd 21). Tvær myndir eru af hverju sniði og á fyrsta sniðinu er tilgreint að annað sniðið sé eftir hitamælingum HR en hitt eftir JHD. Það er talsverður munur á hita á þessum tveim myndum í flestum sniðunum, líklega vegna þess að hitamælingar HR eru sennilega gerðar meðan á borun stendur en JHD eftir borun og þá gæti verið uppstreymi í holunni. Þessi snið eru í dýptarskala sem er miðaður við sjávarmál, en ekki er tilgreint í hvaða hæð hver hola er miðað við sjávarmál. Mestur hluti holanna mun vera kringum 50 m yfir sjávarmál. Enginn lengdarskali er á sniðunum en hins vegar er holunum raðað í röð eftir ákveðnu sniði. Lega sniðanna er sýnd á mynd 23.

Jafnhitalínurnar eru ekki merktar (t.d.  $-80^{\circ}$ ) en hins vegar er hiti skráður á mismunandi dýpi í holum. Jafnhitalínurnar eru þær sömu hvort sem myndin er gerð út frá hitamælingum frá HR eða JHD, því eru jafnhitalínurnar dregnar eftir hitamælingum bæði frá HR og JHD og ef til vill fleiri gögnum. Vatnsæðarnar eru merktar inn á sniðin sem innstreymi og mesta innstreymi, þ.e. stærstu vatnsæðarnar. Nokkur önnur merki eru á myndunum sem erfitt er að ráða í, þó er sennilegt að næstum lóðrétt ör við holurnar tákni jafnt vaxandi hita frá efri mælingu til seinni mælingar.

### 6.1 Snið I - II (myndir 24 og 25)

Snið liggur frá NV til SA eins og hitasprungan (mynd 23). Á þetta snið er einnig fært rennsli úr hverri holu og hefur sennilega meginhluti vatns frá Suður-Reykjum komið frá þessum holum því heildarrennslið frá þeim var 178 l/s. Þetta styður það, að þessi sprunga sé aðalupprennslisæðin fyrir heita vatnið upp til yfirborðs enda var mikið af hverum við þessa sprungu í og við farveg Varmár.

Ef bornar eru saman þessar tvær myndir sést að hitinn á mynd 24, það er hitamæling frá HR er mun lægri í efri hluta holanna en á mynd 25. Þetta stafar sennilega af því að mælingar HR voru botnmælingar meðan á borun stóð og er hitinn því ekki truflaður af rennsli úr holunni. Gætu þetta því verið ágætis mælingar á berghita.

Efsta jafnhitalínan er sennilega  $85^{\circ}$  jafnhitalínan, síðan tekur sennilega við  $90^{\circ}$  jafnhitalínan, og síðan eru jafnhitalínur á  $2^{\circ}$  bili í  $96^{\circ}\text{C}$ , svo taka við línur á  $1^{\circ}\text{C}$  bili upp í  $98^{\circ}\text{C}$ . Á sniðinu er hitahámark við SR-19 og SR-22 og lækkar hitinn síðan til beggja handa, en mest þó til suðausturs þar sem hitinn lækkar um  $10\text{-}13^{\circ}\text{C}$  fyrir neðan 300 m dýpi.  $100^{\circ}\text{C}$  mældist aðeins í holu 19 á 300 m dýpi í mælingum HR.  $98^{\circ}\text{C}$  er á sama stað í mælingu JHD. Flestar mælingar fyrir neðan 300 m dýpi sýna lægri gildi hjá HR en hjá JHD.

Á sniðum er hitahámark við SR-19 og SR-22. Þar er hitinn hæstur  $98^{\circ}\text{C}$  fyrir neðan 300 m dýpi. Það kólnar síðan til beggja handa einkum til suðausturs, þar kólnar um  $10^{\circ}$  fyrir hverja 400 m í dýpi. Þetta er mjög svipuð niðurstaða og kemur frá á hitakortunum (myndir 13-17).

## **6.2 Snið III-IV, V-VI og VII-VIII (myndir 26 HR og 27 JHD)**

### **6.2.1 Snið III - IV**

Þetta snið er í gegnum þrjár holur (mynd 23, SR-34, SR-36 og SR-38) og liggur frá NV til SA og er því samsíða hitasprungunni, um 800 m suðvestur af henni (mynd 23). Jafnhitalínurnar eru sennilega 75-80° jafnhitalínur eftir norð-austur línu. Samkvæmt mynd 25 er hitinn í SR-36 lægri en 70°C í efstu 150 m. Á 400 m (350 m frá sjávarborði) er hitinn í SR-34 hæstur 84° og í SR-38 80°C. Þetta er 10-15°C lægri hiti en í hitasprungunni á sama dýpi.

### **6.2.2 Snið V-VI**

Liggur frá SR-23 til SR-34 þvert yfir hitasprunguna (mynd 23) og er nærri hornrétt á hana, það er heldur meira austur-vestur en norðaustur-suðvestur. SR-23 er vatnsgæfasta holan af eldri holunum (mynd 24).

Það eru tvær jafnhitalínur, sennilega 75 og 85° jafnhitalínur. Þær sýna kólnun til suðvesturs, sennilega 5°. Í hitamælingum frá SR-23 og SR-20 kemur fram að SR-20 er nokkru heitari en SR-23 eins og kemur fram á myndum 13-16.

### **6.2.3 Snið VII-VIII (SR-24, SR-28, SR-40 og SR-34)**

Þetta snið liggur suðvestur til norðaustur (mynd 23). Það er nær samsíða sniði V-VI, en eru um 400 m norðvestur af sniði V-VI. Jafnhitalínurnar virðast vera 90° jafnhitalínan, síðan eru jafnhitalínurnar á 2° bili upp í 96°. Hitahámarkið er við SR-40 en kólnar síðan á báða vegu til SR-34 þar sem kólnunin er víðast meiri en 8° og til SR-24 þar sem kólnun er mun minni. Þessi kólnun getur einnig stafað af því að SR-24 liggur lengra til norðausturs en SR-28 og SR-40. Ekki er fullt samræmi á milli hitans í SR-28 og SR-40 og hitans sem gefinn er upp á myndum 15 og 16.

## **6.3 Snið IX-X, XI, XII og XIII (myndir 28 og 29)**

Snið IX-X (23, 20 og 34) liggur næstum því austur-vestur. Aðeins ein jafnhitalína er á sniðinu, 85° jafnhitalínan og er miðholan heitust og kólnar mest til vesturs.

### **6.3.1 Snið XI (SR-33, SR-32 og SR-31)**

Þessar holur eru í og við hitasprunguna (mynd 23) sem liggur næstum því norður-suður. Fjórar jafnhitalínur eru 90° jafnhitalínur og síðan á 2° bili upp í 96°. Þessar jafnhitalínur liggja fyrst og fremst á milli SR-32 og SR-31, en eru ekki láttnar ná alveg til SR-33, líklega vegna skorts á upplýsingum um hitann í SR-33. Hitinn hækkar til SR-32.

### **6.3.2 Snið XII (SR-19 og SR-22)**

Þetta snið hefur verið sýnt áður í Snið I-II (mynd 23). Þetta snið er gegnum tvær heitustu holurnar á svæðinu og liggur sniðið norður-suður. Jafnhitalínurnar eru frá 92° upp í 98° á 2° bili og er heitara í SR-19 en í SR-22 en munar þó litlu.

### **6.3.3 Snið XIII (SR-28, SR-24 og SR-40)**

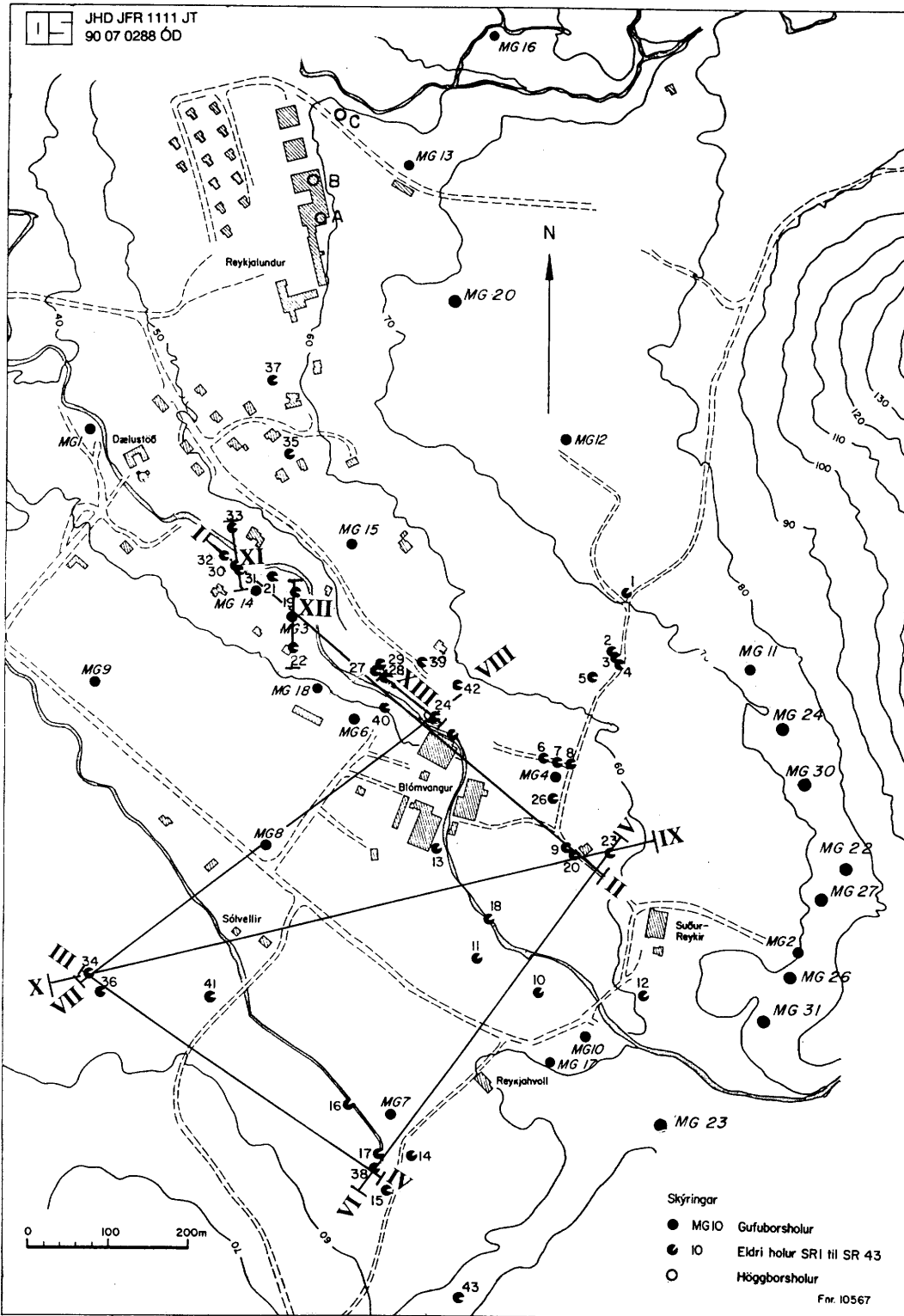
Þetta eru tvö snið. Sniðið frá SR-28 til SR-40 liggur norður-suður (mynd 23) og eru aðeins 20 m á milli holanna en SR-24 liggur 70 m suðaustur af SR-28 og SR-40, svo kólnunin sem kemur fram í 24 er kólnun í hitasprungunni til suðausturs. Jafnhitalínurnar eru 90°, 93° og 96°

jafnhitalínur. Hitinn í öllum þessum holum hefur verið sýndur áður í öðrum sniðum.

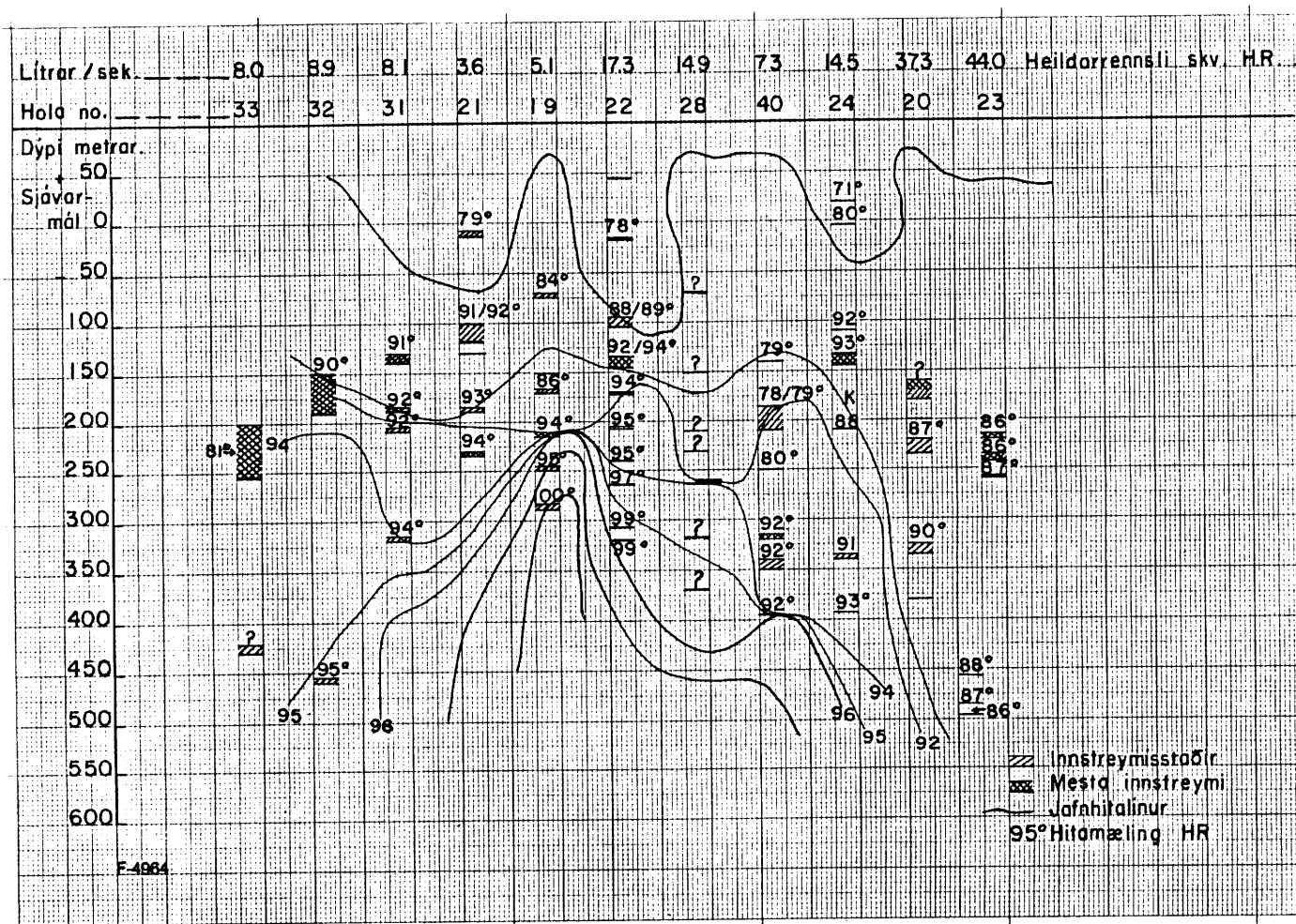
#### **6.4 Samanburður á sniðunum og öðrum gögnum**

Snið Sveins falla vel að jafnhitakortunum, myndir 13-16. Hitasprungan kemur vel fram í þessum sniðum, hitinn lækkar til suðvesturs út frá sprungunni, eins og í jafnhitalínunum. Sprungan myndi liggja nokkurn veginn eins og sniðið I-II (mynd 23). Í hitasprungunni sjálfri kólnar til suðausturs eins og á jafnhitakortunum. Hins vegar er smá munur. Það kemur ekki fram skýrt hitahámark kringum SR-27 (SR-28 og SR-4) á sniðum Sveins eins og á jafnhitakortunum fyrir ofan 200 m dýpi. Það kemur að vísu hitahámark í kringum þessar holur en það eru fleiri hitahámörk á sniðum Sveins. Þetta gæti verið vegna þess að hitinn í SR-27 fyrir ofan 200 m sé byggður á hita vegna upprennslis í holunni. Einnig er smámunur í kringum SR-19 og SR-22 fyrir neðan 200 m dýpi. Þetta er eingöngu vegna þess að snið Sveins eru með þéttari jafnhitalínur en hitakortin og sýna því breytileikann nákvæmar en jafnhitakortin.

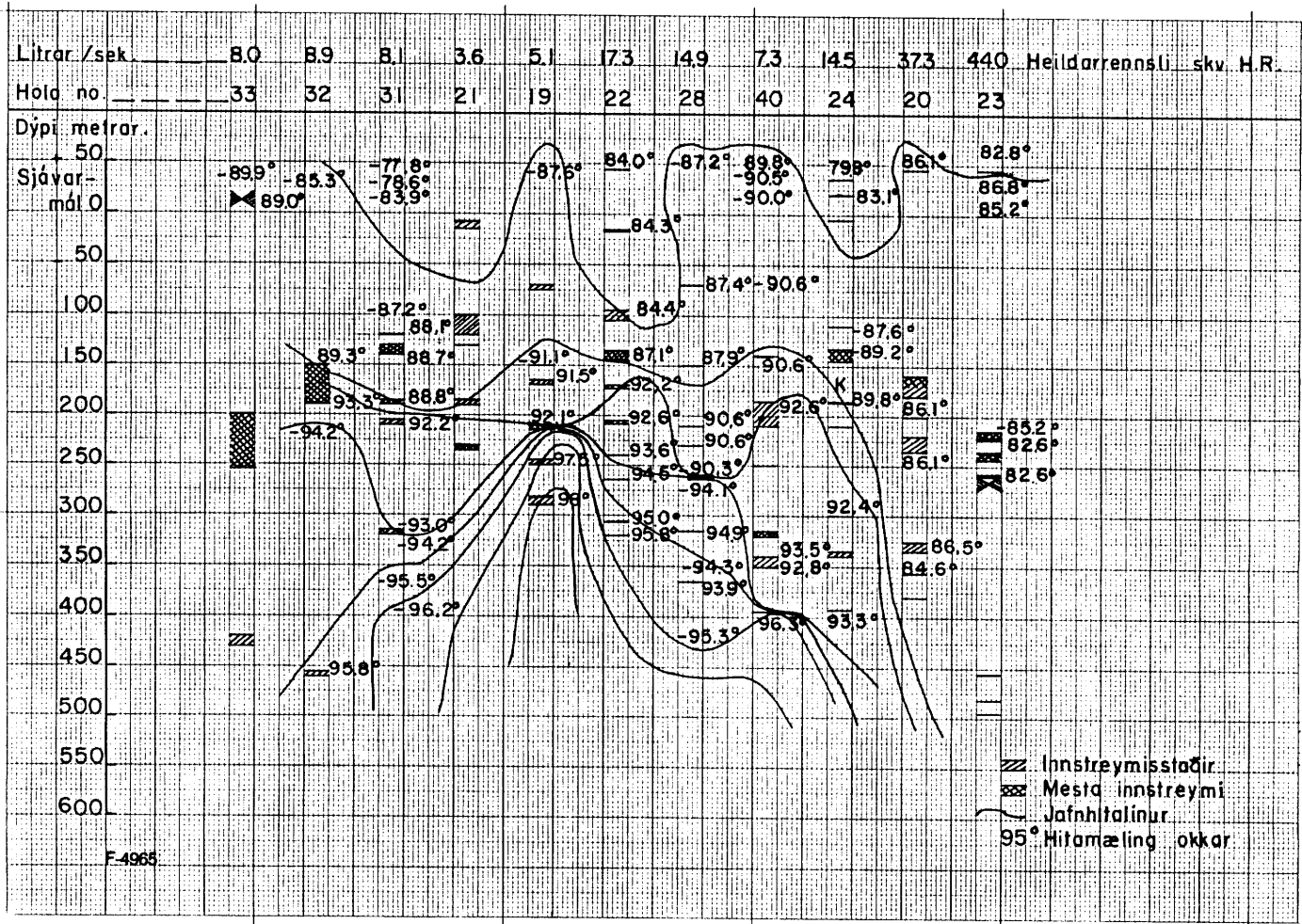
Skipting Suður-Reykja svæðisins eins og Trausti Einarsson (1942) lagði til í austur-vestur svæði kemur vel fram í hitaþversniði I-II (myndir 24 og 25). Austustu holurnar (SR-20 og SR-23) eru langvatnsgæfastar af holunum í sniðinu og kemur nær helmingur (46%) þess vatns sem holurnar í öllu sniðinu gefa frá þessum holum. Einnig eru þessar holur kaldari en holurnar fyrir vestan þær, þó að munurinn sé ekki nákvæmlega sá sami og hann sagði. Þessi munur í vatnsgæfni milli austur- og vestursvæðisins er einnig í Gufuborsholunum og er austurhluti holanna á Suður-Reykja svæðinu mun vatnsgæfari en vesturhlutinn.



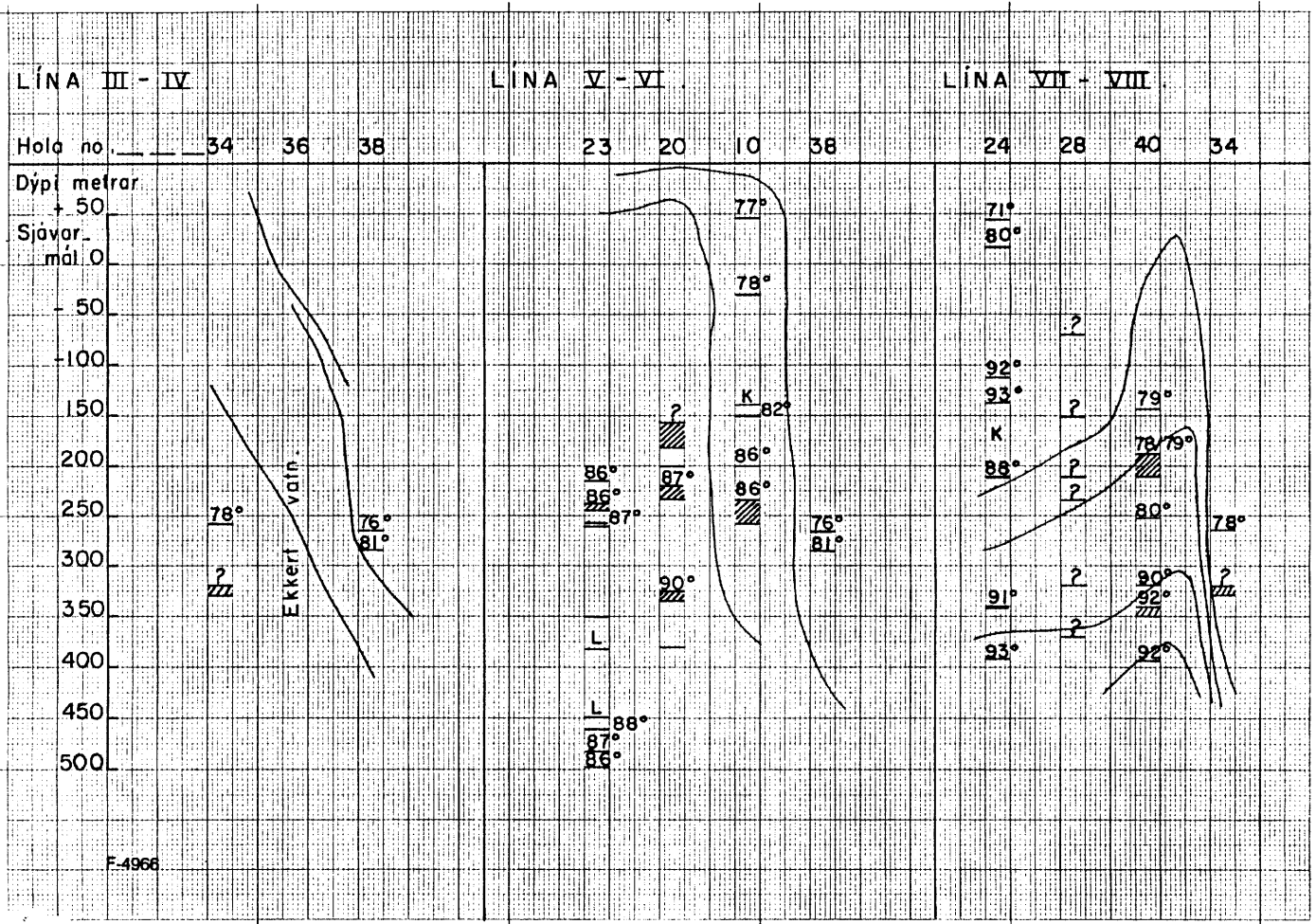
MYND 23. Staðsetning hitapversniða Sveins Einarssonar



MYND 24 Hitapversnið I-II, mæling frá HR. Efsta jafnhitalínan er 85°C línan. Þar fyrir neðan er 90°C jafnhitalínan, síðan taka við tvær línur með 2°C bili og frá 94°C jafnhitalínunni eru línurnar á 1° bili upp í 98°C

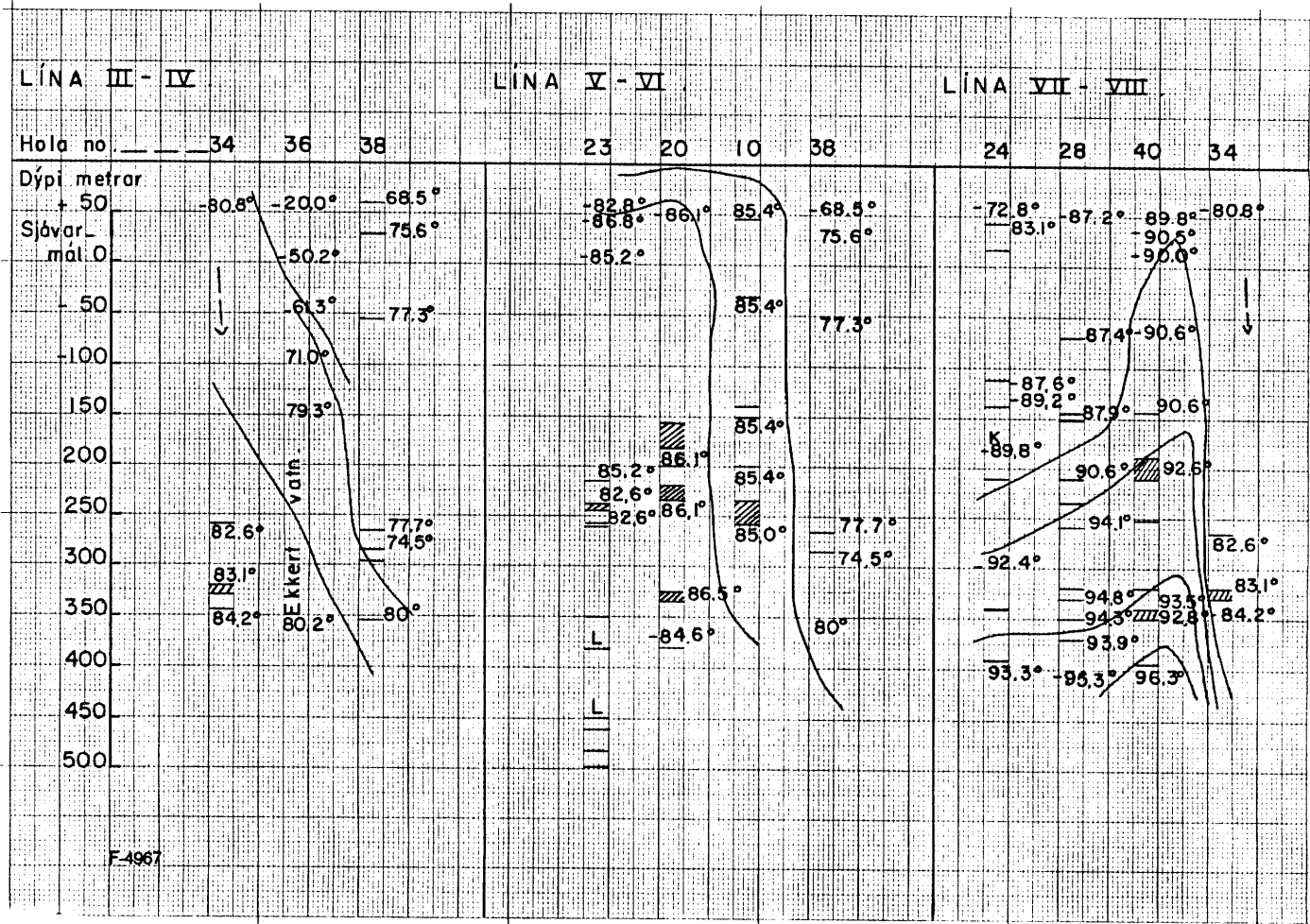


MYND 25. Hitapversnið I-II, mæling JHD. Jafnhitalínurnar eru þær sömu og á mynd 24

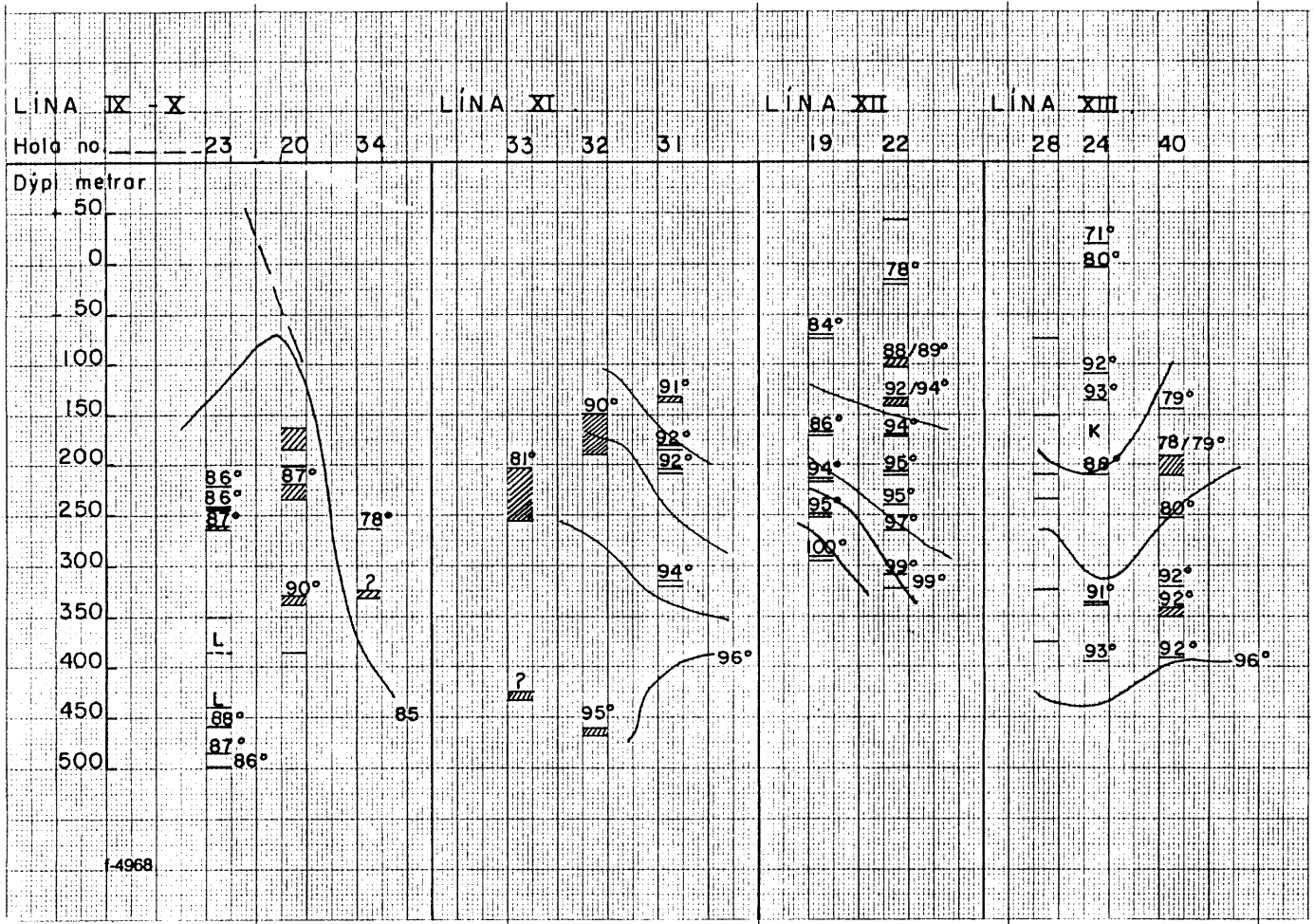


MYND 26. Hitapversnið III-IV, V-VI og VII-VIII mælingar HR. Í sniði III-IV eru þrjár jafnhitalínur, 60, 75 og 85°C. Í sniðinu V-VI eru tvær jafnhitalínur, 75 og 85°C línur. Í sniði VII-VIII eru fjórar jafnhitalínur, efsta línan er 90°C lína, síðan eru jafnhitalínurnar á 2°C bili í 96°C

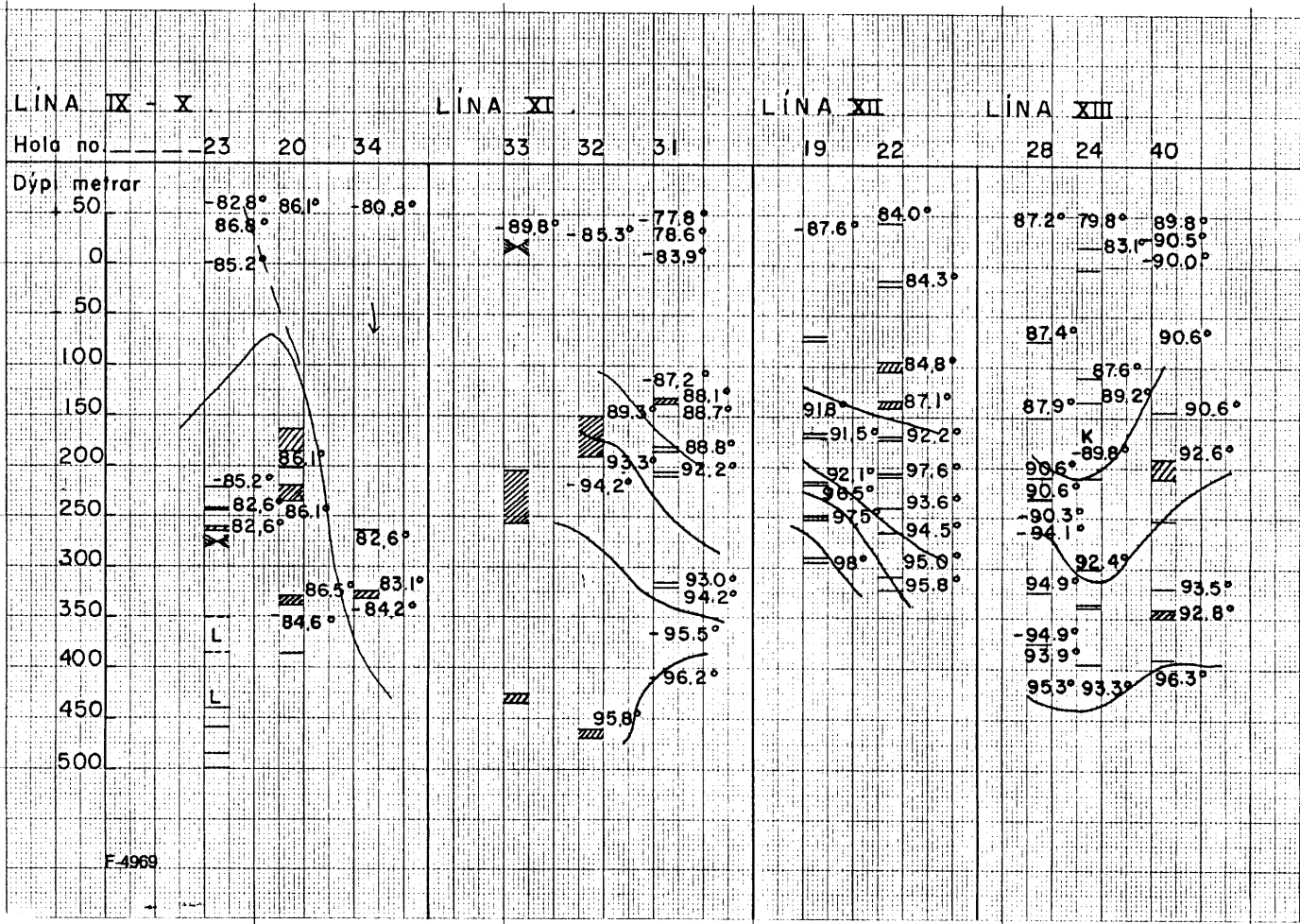




MYND 27. Hítapversnið III-IV, V-VI og VII-VIII, mælingar JHD. Jafnhitalínumar eru þær sömu og á mynd 26



MYND 28. Hitapversnið IX-X, XI, XII og XIII (HR)



MYND 29. Hitapversnið IX-X, XI, XII og XIII (JHD)

## 7. HITAPVERSNIÐ FRÁ MG-HOLUM

Til eru þrjú hitapversnið af MG-holum sem JT gerði á árunum 1976-1979.

### 7.1 Snið A-B (mynd 4)

Staðsetning þessa sniðs er á mynd 30. Við gerð þess var einnig (auk MG-holanna) tekið tillit til hitamunar í SR-holunum þó að einstakar SR-holur séu ekki staðsettar á sniðunum, aðeins sýndir staðsetningarpunktur þar sem hitinn frá SR-holum var notaður. Sniðið er frá MG-1 til MG-23, og hefur næstum stefnuna norðvestur til suðaustur. Þó að það liggi ekki nákvæmlega eftir hitasprungunni (myndir 13-16) gefur þetta rétta mynd af því hvernig hitinn í hitasprungunni breytist frá norðvestri til suðausturs, því holunum sem eru í og við hitasprunguna er varpað á þetta snið.

Á sniðinu kemur fram heit tunga á milli 400 og 200 m þar sem hitinn lækkar til suðausturs. Óvissa er hve mikil lækkun er af hámarkshitunum, ef tekinn er hæsti mældi hiti í MG-1 (1975) og í MG-23 (74,6) þá er hitalækkun 16°C. Sennilega er lækkunin minni í því í vatni sem dælt var úr MG-23 mánuði eftir að dæling byrjaði var 84°C. Kólnun er því líklega 10-12°C til suðausturs.

Eftir þessu kemur vatnið í heitu tungunni upp í norðvestri og rennur síðan til suðvesturs. Samkvæmt vatnafræðilegum mælingum skiptist jarðhitasvæðið í tvennt (Þorsteinn Thorsteinsson 1975) og eru MG-4 og MG-17 í eystra kerfinu en hinar í vestara kerfinu. Ástæðan fyrir því að ekki koma fram tvö vatnskerfið í hitamælingunum kann að vera sú, að það vantar góðar mælingar af berghita í austurhluta svæðisins. Hugsanlegt er einnig að það sé snögg hitalækkun í hámarkshita þegar komið er í eystra svæðið nálægt MG-4 frá 93° niður í 86-87°C, eftir það verði engin lækkun hámarkshita.

Hitinn er viðsnúinn í öllum holunum og lækkar frá 700-800 m með dýpi um 10-15°C suðaustur. Hitinn lækkar ekki aðeins til suðausturs í hitatungunni, hann lækkar einnig til suðausturs fyrir neðan hitatunguna og er lægstur í botni MG-17 á 1766 m dýpi 71°C og samkvæmt sniðum kemur köld tunga úr suðaustri kringum 1700 m dýpi, sem nær til MG-14.

#### 7.1.1 Snið C-D (mynd 5)

Staðsetning sniðsins er sýnd á mynd 30. Sniðið er frá MG-25 til MG-31 og liggur frá norðvestri til suðausturs og næstum samsíða sniði A-B en 300-500 m austar. Þetta snið er líkt sniði A-B, það er heit tunga sem er heitust norðaustast og kólnar og mjókkar til suðausturs. Munurinn á hámarkshita fyrir neðan tunguna er 10-15°C. Þetta virðist því vera eitt kerfi þar sem um 100°C heitt vatn kemur upp í norðvestri og rennur til suðausturs. Samkvæmt vatnafræðilegum mælingum (Þorsteinn Thorsteinsson 1975) skiptist svæðið í tvö svæði Vestur- og Austursvæði og myndu mörkin vera milli MG-12 og MG-11. Hæsti hiti sem mælst hefur á austursvæðinu er í MG-2 á 400 m dýpi 89°C, en eins og áður sagði er mældi hitinn þar mjög nálægt berghita. Hins vegar má ætla að mældi hitinn gefi ekki góða mynd af beghitanum vegna kælingar af skolvatni og millirennslis í holum. Er það sú túlkun sem sett er fram í sniði C-D þar sem gefið er í skyn með stiplaðri línu að tunga af 90°C vatni nái til holanna fyrir norðvestan MG-2. Í jafnhitakorti Zhou Xi-Xiang (1980) kemur fram að hámarkshitinn vaxi til suðausturs í austustu holunum á Suður-Reykja svæðinu. Þetta er eingöngu byggt á hitanum í MG-2. Ef eingöngu er byggt á mældum hita er þetta rétt, en berghitinn er miklu betur mældur í MG-2 en í

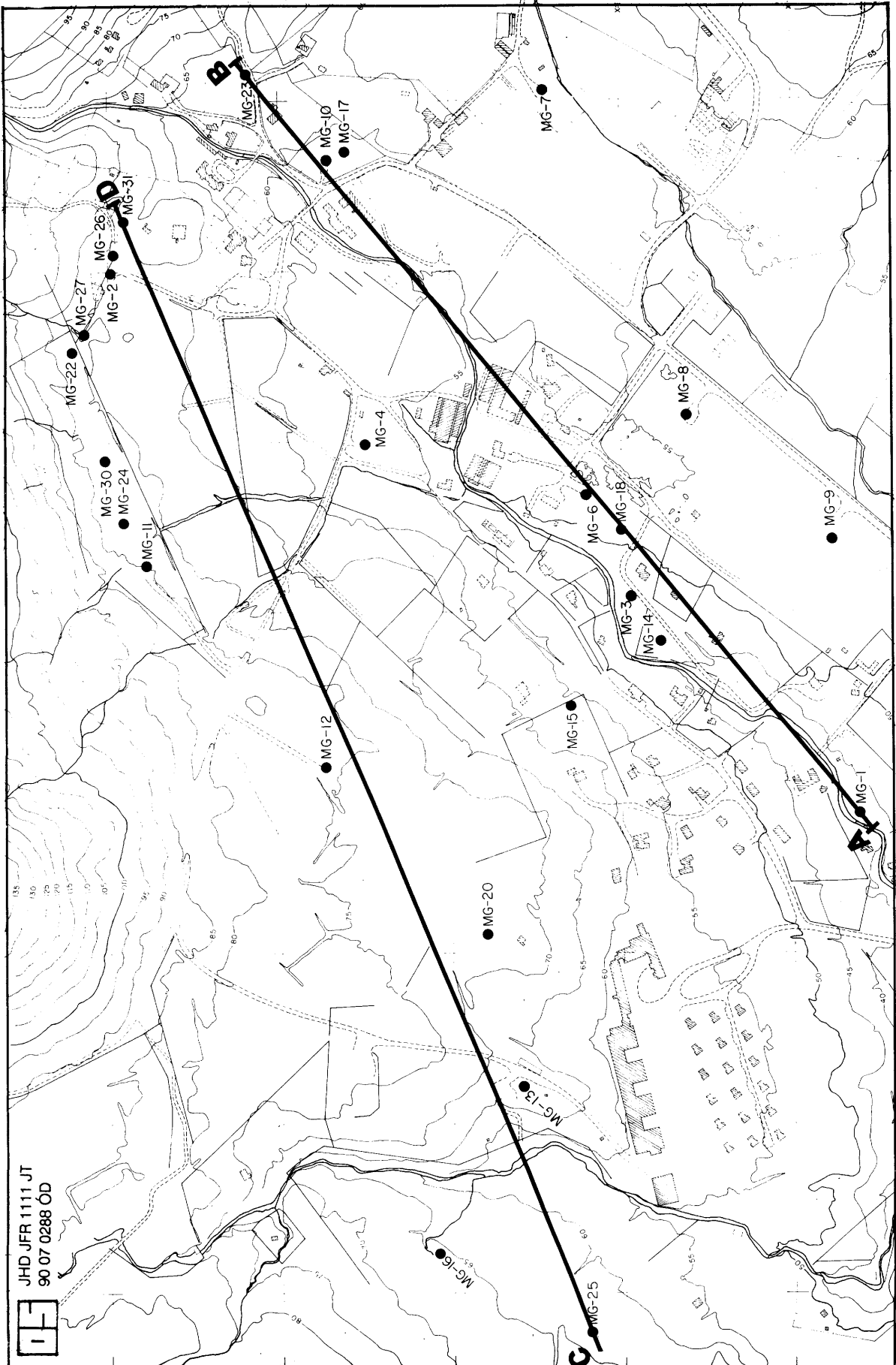
nálægum holum og berghitinn í þeim gæti verið mun hærri en mældi hitinn. Því er ekki tekið tillit til hitamismunar í MG-2 og nálægum holum í sniði C-D. Einnig í þessu sniði eins og í A-B sniðinu er vatn sem er 75° og kaldara undir heitu tungunni, en hér nær þetta kalda vatn upp í 1000 m dýpi í MG-31, holunni sem er lengst til suðvesturs.

### 7.1.2 Snið E-F-G (mynd 1).

Staðsetning sniðsins er sýnd á mynd 26. Þetta er samsett snið E-F og hefur stefnu um 30° frá austur-vestur stefnu en snið F-G hefur næstum norður-suður stefnu.

Það kemur 95-100°C heitt vatn frá norðvestri og þetta vatn nær niður á 2000 m dýpi í MG-37. Þar eru tæplega 97°C á 2000 m dýpi. Þetta er mesta dýpi sem 95-100°C vatnið hefur fundist á Mosfellssveitarsvæðinu og bendir til þess að MG-37 sé nálægt uppstreyminu á þessu vatni. Þó er MG-37 ekki alveg í uppstreyminu því það mældist hærri hiti í MG-19 á 300 m 98°C. Ef dregin er lína gegnum MG-19, MG-16 og MG-1, þá eru þetta allt holur sem eru nærri 100°C heitar á 300-700 m dýpi. Það má því ætla að þessar holur séu í svipaðri fjarlægð frá uppstreyminu og uppstreymið sé norðvestur af þessum holum og ekki ólíklegt að uppstreymið sé frá sprungu sem hefði svipaða stefnu og tengilína þessara hola, en það er einmitt stefnan á misgengjunum í Helgafelli. MG-37 er nær uppstreyminu en ofannefndar holur. Vatnið sem finnst í heitu tungunni í MG-19, MG16 og MG-1 er ekki komið beint frá því vatni sem finnst á 2000 m dýpi í MG-37. Ef litið er á snið F-G sést að 95°C heit tunga eða heitari kemur frá suðri og jafnframt dýpkar á hitanum til suðurs. Hitaaukningin til suðurs er ekki mikil, hæsti mældi hitinn í MG-34 er 95°C á 550 m dýpi og hæsti mældi hitinn í MG-39 er 96°C í 760 m dýpi. Hins vegar ef F-G sniðið hefði verið framlengt í MG-36, væri hæsti hitinn ekki nema 91,6°C á 570 m dýpi en sennilega er berghitinn mun hærri, því hitamælingin er gerð aðeins 9 dögum eftir borun. Það er lítil munur milli hitans í MG-29 og MG-34. Hæsti hitinn í MG-29 er 94,7°C á milli 400 og 575 m sem er næstum sama og hæsti hiti í MG-34, en þess ber þó að geta að þessi hitamæling er gerð ári eftir borun og er því væntanlega nær berghitanum en mælingin frá MG-34 sem var gerð 3 mánuðum eftir borun. Hæsti mældi hitinn í MG-39 og MG-21 er aðeins tæplega 90°C, en mælingarnar, sem til eru frá þessum holum voru gerðar aðeins um mánuði eftir borun og mæla því ekki berghita. Það má geta þess að mæling í MG-29 mánuði seinna sýndi einnig aðeins rúmlega 90°C. Hins vegar eru til mælingar í MG-5 nokkur ár eftir borun og því ættu þær að gefa nokkuð góða mynd af berghitanum og hitinn fyrir neðan 400 m er mjög nærri 90°C niðri við botn á holunni. Það er því nokkuð augljóst að hitinn í heitu tungunni lækkar til vesturs frá MG-29 til MG-3 um 4-5°C. Það hitnar svo frá MG-5 til MG-28 sem tilheyrir þá vestari heitu tungunni.

Fyrir neðan heitu tunguna kólnar og fer hitinn niður fyrir 90°C í öllum holunum á mynd 20 nema í MG-37 og MG-19, sem næst vestra uppstreyminu. Holur sem eru 1800 m og dýpri koma í vatn sem er 85°C eða kaldari nema MG-28, þar er hitinn í botni 86,6°C (2000 m). Lægsti mældi hitinn fyrir neðan 1800 m er í MG-33, 81,3°C (1825 m). Þessi mæling er gerð tæpum mánuði eftir borlok og gefur því varla rétta mynd af berghitanum. Líklegast er að hitinn fyrir neðan 1800 m sé nálægt 85°C eða á bilinu 84-87°C og gæti hitnað lítilllega til vesturs.



MYND 30. Staðsetning hitasniðanna A-B og C-D

## HEIMILDASKRÁ

- Árný Erla Sveinbjörnsdóttir 1988: *Samsætumælingar á jarðhitavatni úr Mosfellssveit*. Raunvísindastofnun Háskólans RH-10-88. September 1988.
- Bragi Árnason 1976: *Groundwater Systems in Iceland trace by deuterium*. Rit Soc. Sci. Islandica 42. 236 s.
- Einar Gunnlaugsson 1985: *Mosfellssveit, efnafraeði jarðhitavatsins*. Hitaveita Reykjavíkur, 85-05-23 EG-85/03.
- Guðmundur Pálmason, Stefán Arnórsson, Leó Kristjánsson, Ingvar Birgir Friðleifsson, Hrefna Kristmannsdóttir, Kristján Sæmundsson, Valgarður Stefánsson, Benedikt Steingrímsson and Jens Tómasson, 1979: *The Icelandic Crust. Evidence from drillhole data on structure and processes*. In: *Deep Drilling Results in the Atlantic Ocean: Ocean Crust* (Ed. M. Talwani, C.G. Harrison and D.E. Hayes), Maurice Ewing Series 2: 43-65. Am. Geophys. Union, 1979.
- Hitaveita Reykjavíkur 1989: *Ársskýrsla og reikningar*.
- Lúðvík S. Georgsson, 1985: *Höfuðborgarsvæðið - Borgarfjörður. Niðurstöður viðnámsmælinga*. Orkustofnun OS85111/JHD-14. 41 s.
- Trausti Einarsson 1942: *Über Wesen der heissen Quellen Islands*. Societas Scientiarum Islandica V. Reykjavík 91 s.
- Verkfræðistofan Vatnaskil 1985: *Mosfellssveit, gagnaskrá*. Unnið fyrir Hitaveitu Reykjavíkur. 251 s.
- Zhou Xi-Xiang 1980: *Interpretation of subsurface temperature measurements in Mosfellssveit and Ölvusdalur geothermal areas SW-Iceland*. UNU Geothermal training programme, Iceland. Report 1980-87. 101 s.
- Þorsteinn Þorsteinsson 1975: *Redevelopment of the Reykár Hydrothermal System in southwestern Iceland*. Second U.N. Symp. on the Development and Use of Geothermal Resources. San Francisco: 2173-2180.
- Þorsteinn Þorsteinsson, Kristinn Einarsson og Gísli Karel Halldórsson 1987: *Áhrif þrýstiprófana 1972-1976 á vatnsborð í borholum í Mosfellssveit*. OS/JHD október 1987.
- Þorsteinn Þorsteinsson og Kristinn Einarsson 1988: *Áhrif þrýstiprófana 1972-1976 á vatnsborð í borholum í Mosfellssveit*. OS-88006/JHD-02 B. Samvinnuverkefni Hitaveitu Reykjavíkur og Orkustofnunar.