



ORKUSTOFNUN

Heitavatnsöflun fyrir Silfurlax hf. Núpum
Ölfusi

Kristján Sæmundsson

Greinargerð KS-91-08

Heitavatnsöflun fyrir Silfurlax hf Núpum Ölfusi

Fiskeldisstöð Silfurlax hf að Núpum í Ölfusi þarf viðbót af heitu vatni sem svarar 10-15 l/s, 100°C. Tveir kostir eru fyrir hendi: Annar að kaupa vatn af Hitaveitu Hveragerðis, hinn að afla þess með borunum í nánd við stöðina. Álits Orkustofnunar hefur verið leitað á síðari kostinum, og er eftirfarandi greinargerð tekin saman af því tilefni.

Hveragerðissvæðið

Hveragerði er nærri suðurjaðrinum á gömlu háhitasvæði. Hiti í vatnskerfinu þar undir fer lækkandi til suðurs: um og yfir 200° nærri Reykjakoti, 192° milli Gufudals og Reykja, 184° nyrst á afgirta hverasvæðinu í Hveragerði 178° syðst á því 162° við gömlu réttina sunnan við hverasvæðið. Háhitakerfið nær suður í Vatnalaugar. Par er hiti í því a.m.k. 158°C. Vatn úr háhitakerfinu er með þeim annmarka að það verður ekki nýtt án varmaskipta og tæpast leitt langan veg að varmaskiptastöð vegna útfelingarhaettu. Borholur þarf að hreinsa einu sinni - tvísvar á ári.

Lághitasvæði í Ölfusi

Skörp skil virðast vera milli háhitasvæðisins og lághitasvæðis þar sunnan og austan við. Kemur þetta skýrt fram í hita í borholum (md.1) og í ummyndun bergs (GÓF í handriti). Þannig eru borholurnar í Sogni, Gljúfurárholti og á Núpum utan við háhitasvæðið og einungis um 100°C heitar.

Fjarlægð milli fiskeldisstöðvar Silfurlax hf og borholu 6 í Hveragerði er um 3 km. Varðandi vatnsöflun nærri stöðinni verður sjónum beint að svæði innan 1,0 km fjarlægðar frá henni.

Helstu rannsóknaphættir og niðurstöður

Rannsóknir sem að mestu gagni koma varðandi frekari heitavatnsöflun eru jarðfræðirannsóknir, viðnámsmælingar og boranir. Boranir þær sem þegar hafa verið gerðar eru að ýmsu leyti sá grundvöllur sem treyst er á varðandi tillögur um framhald.

Jarðfræðirannsóknir sem hér skipta mestu máli eru 1) kortlagning yfirborðsmyndana, 2) kortlagning sprungna, 3) kortlagning jarðhita, 4) athuganir á streymi grunnvatns, 5) úrvinnsla borholugagna.

- 1) Kortlagning yfirborðsmyndana er þegar fyrilliggjandi.
- 2) Sprungukortlagning hefur ekki verið unnin eins nákvæmlega og þyrfsti. Frumkönnum hefur þó verið gerð á öllu svæðinu frá Hveragerði surður fyrir Núpa. Nákvæmnisleit var gerð kringum Vatnalaugar í tengslum við borunina þar og síðar kringum Saurbæ vegna áhuga á borun þar. Sama gildir um svæðið frá Opnum norður að Völlum. Í Núpafjalli hefur verið litið á sprungur (stefnu, halla, færslu) en kerfisbundin úttekt hefur ekki verið gerð. Ljóst er að lekt í jarðhitakerfum á þessu svæði er að mestu tengd sprungum og þá helst þeim yngstu (jarðskjálftasprungunum). Þær mynda oft langa norð-suðlæga sprunguskara. Einn slíkur liggur frá Hveragerði suður í Bæjaþorpið í átt að Kröggólfss töðum og Vötnum. Annar slíkur liggur frá Völlum suður í Opnum og sá þriðji um Vatnalaugar. Loks er fjórði sprunguskarinn austast í Núpafjalli. Það sem frekast þarf að rannsaka nánar vegna fyrir-

hugaðrar heitavatnsöflunar er svæðið kringum Vötn og Kröggólfssstaði og Núpafjall.

- 3) Jarðhiti á svæðinu hefur verið kortlagður (md.2). Mikið af jarðhitinum kemur fram nærri hraunjaðri og er þá ekki alltaf ljóst hvort um er að ræða lárétt afrennsli.
- 4) Grunnvatnskort er í vinnslu hjá Orkustofnun. Megindrættir liggja ljóst fyrir: Annars vegar grunnvatnsstraumur suður hraunið, hins vegar grunnvatnsstraumur til austurs frá Núpafjalli.
- 5) Úrvinnsla borholugagna liggur fyrir, þ.e. greining á jarðögum og ummyndun svo og hitamælingar og efnagreiningar á vatni úr flestum borholum. Afkastamælingar liggja einnig fyrir á öllum nýtanlegum borholum.

Viðnámsmælingar hafa verið gerðar um allt Ölfus til að kanna útbreiðslu jarðhita. Smáatriði vantar í þá mynd en meginrættir eru skýrir: Lægst viðnám ($<10 \Omega m$) er á Hveragerðisvæðinu og á Bakkasvæðinu og lágvíðnámsvæði ($<25 \Omega m$) þar umhverfis í vestanverðu Ölfusi. Í austanverðu Ölfusi er viðnámið hærra (25-50 Ωm) og teygir sig tunga þaðan vestur á milli Þurá og Núpa. Mælingar eru fremur strjálar á svæðinu kringum Núpa. Vegna fyrirhugaðrar heitavatnsöflunar kæmi helst til greina að nota viðnámsmælingar við sprunguleit á afmörkuðum svæðum. Óhagstæð jarðgerð og girðingar setja þó vissar skorður við notagildi þeirrar aðferðar.

Boranir. Silfurlaxmenn telja sig að vonum hafa farið illa út úr borunum eftir heitu vatni. Borholurnar hafi kostað stórfé en gefið lítinn árangur. Borholurnar sem um er að ræða eru af ýmsu tæi:

- 1) Tvær háhitaholur eru við Vatnalaugar. Þær gefa um 8 l/s af 140°C heitu vatni. Holurnar voru staðsettar út frá 13 grunnum (8-13 m) leitarholum.
- 2) Tvær rannsóknarholur eru í mýrinni neðan við Núpa. Þær gáfu neikvæða niðurstöðu með tilliti til heits vatns. Þar var samt boruð vinnsluhola. Hún gaf ekki vatn.
- 3) Þrjár grunnar rannsóknarholur voru boraðar heima við bæ á Núpum. Þær bentu til volgs vatnskerfis ofarlega í berggrunninum. Í framhaldi af þeim var boruð vinnsluhola eftir volgu vatni við Flóðalæk. Hún gaf meira og heitara vatn en áður hafði fengist úr uppsprettum Flóðalækjar.
- 4) Tvær vinnsluholur voru boraðar eftir heitu vatni heima og neðan við bæ á Núpum. Önnur er 499 m og gefur $\sim 3 \text{ l/s}$ af 70°C heitu vatni við $\sim 40 \text{ m}$ niðurdrátt vatnsborðs. Hin er 330 m djúp með smáæð, 73°C , í 260 m, en gefur ekkert. Engar sérstakar undirbúningsrannsóknir voru gerðar í sambandi við staðsetningu þessara tveggja síðastöldu holna.

Á mælikvarða Jarðhitadeildar myndi árangurinn af borunum við Vatnalaugar teljast vel viðundi og í það minnsta upphörvandi af djúpu holunum heima við bæ á Núpum. Aðeins við Vatnalaugar var borað eftir heitu vatni á grundvelli ýtarlegrar forkönnunar. Því er engan veginn örvaðt um að finna megi meira heitt vatn á þessu svæði ef sami háttur verður hafður á varðandi val á borstað (borstöðum). Boranirnar hafa haft mikið rannsóknargildi. Á grundvelli þeirra má m.a. afmarka nokkurn veginn útmörk háhitavæðisins ($> 150^{\circ}\text{C}$ heitt vatnskerfi ofan 1 km dýpis). Með þeim hafa fengist upplýsingar um dýpi á fast berg (3.md.), **hita í bergi** niður á ca. 500 m dýpi (4-8.md.) og **vatnsgæfni** berglaga eins og hún kemur fram í afköstum borholna (9.md.).

Meginniðurstaða borananna er sú að grunnt er á háan hita, en hitta þarf í lekar sprungur ef einhver von á að vera um nothaefa borholu. Ekki verður sagt að þessi niðurstaða komi á óvart. Kostir þeir sem taldir verða hér á eftir taka mið af þessum aðstæðum.

1. Dýpkun holu 8. Holan er við afleggjara að Núpum. Hún er 345 m djúp, en lítið fóðruð (8" í 10 m). Hiti í botni er 104°C (10.md.). Vatnsæð er í 260 m og rennsli úr henni upp holuna, en út úr henni í 20 m. Hitaferillinn neðan 270 m beygir heldur af, þannig að bent gæti til 110-115°C vatnskerfis neðar (500-600 m). Athugandi væri að dýpka þessa holu. Fyrst þarf þó að fóðra hana niður fyrir 20 m. Borun var á sínum tíma hætt þegar ekki varð lengra komist með lofti og menn stóðu frammi fyrir því að fóðra þyrfti holuna og bora áfram með tannhjólakrónu. Holan er blindsot að því leyti að engar sprungur eru þekktar í nánd við hana.

2. Borun í nánd við Vötn og Kröggólfssstaði. Sprunguskarinn sem liggur gegnum Hveragerði stefnir suður í Bæjaþorp á Vötn og Kröggólfssstaði. Sprungur hafa ekki fundist sunnar en á móts við Öxnalæk. Heimildir og sögusagnir benda þó til að jörð hafi sprungið þar suður frá í jarðskjálftum. Ástæða væri til að fínkemba svæðið frá því á móts við Saurbæ suður fyrir Kröggólfssstaði í leit að sprungum. Sú leit færir þannig fram að lágflugs-loftmyndir yrðu athugaðar (þær þyrfti að taka sérstaklega), upplýsinga aflað hjá heimafólki á bæjunum og grafið eftir sprungum með traktorsgröfu ef tilefni verður til. Eina jarðeðlisfræðilega leitaraðferðin sem til greina gæti komið eru s.k. VLF-mælingar. Þær er auðvelt að gera ef girðingar og leiðslur (rafmagn, sími) trufla ekki. Ef leitin ber árangur væri unnt að staðsetja borholu sem góðar líkur eru á að myndi hitta í vatn. Ef borað yrði vestur af Saurbæ fengist líklega háhitavatn (>150°C) en lághitavatn (um 100°C) ef borað yrði suður við Vötn eða Kröggólfssstaði.

3. Borun undir fjallshlið norðan við Núpa. Sprungur austast í Núpafjalli, hár hitastigull í borholum austan undir fjalllinu og árangur af borun heima við bæ á Núpum ýtir undir frekari heitavatnsleit á því svæði. Vatnsæðar í holu 7 (499 m djúp, við íbúðarhús á Núpum III) eru að-allega milli 200 og 300 m auk smáæðar í 430 m. Hiti í holunni er um 100°C frá 400 m til botns. Athugandi væri að bora aðra djúpa holu í sprungusvæði norður frá Núpum. Áður þyrfti að kanna sprungurnar nákvæmlega og finna hvar mestar líkur væru á að ná til þeirra á hóflegu dýpi með borun. Ef vatn fengist, yrði það að líkindum lághitavatn (um 100°C). Borstaður yrði í 40-50 m hæð y.s. þannig að dælingarkostnaður yrði líklega mun meiri en en úr lághitaholum niðri á sléttlendinu.

4. Frekari vatnsleit við Vatnalaugar. Hitasvæðið við Vatnalaugar var á sínum tíma kortlagt með grunnum leitarholum, 7-13 m djúpum. Hiti í holum þessum á 10 m dýpi virtist benda til uppstreymis úr sprungu með NNA-SSV stefnu. Hola KN-1 var staðsett út frá þeirri forsendu. Sú hola kom í aðar á 196-243 m dýpi. Þeim var að nokkru leyti fórnað vegna aðgerða til að tryggja að holan hryndi ekki saman. Önnur grynnri hola (300 m) var síðar boruð skammt frá KN-1. Með henni náðist helmingviðbót af vatni sem skilaði sér upp úr KN-1. Sú hola gefur nú um 8 l/s af >100°C heitu vatni.

Með borunum KN-1 og KN-2 kom í ljós góð lárétt vatnsgengd á dýptarbilinu 200-250 m. Vafasamt er því að sprungan hafi verið rétt ákvörðuð í upphafi. Ganga þyrfti úr skugga um það at-riði með dýpri leitarholum (ódexborun gegnumhraun og sand í 30-50 m). Fyrir liggur allnákvæmt grunnvatnskort af þessu svæði sem hafa má til hliðsjónar ef farið verður út í frekari leit. Ef niðurstaða fæst af leitarholunum yrði framhaldið borun ca. 300 m djúprar vinnsluholu. Ef árangur fengist yrði útkoman háhitahola (~ 150°C). Kostur við slíka holu er sjálfrennslið, en ókostur er að ekki verður komist hjá útfellingu og hreinsunum.

Undirritaður leggur til að þessir kostir verði kannaðir í þeirri röð sem þeir eru taldir hér að framan. Ekki er unnt að benda á neina örugga leið sem skila myndi árangri. Kostur 2 virðist álitlegastur að þessu leyti ef sprunguleitin ber árangur.

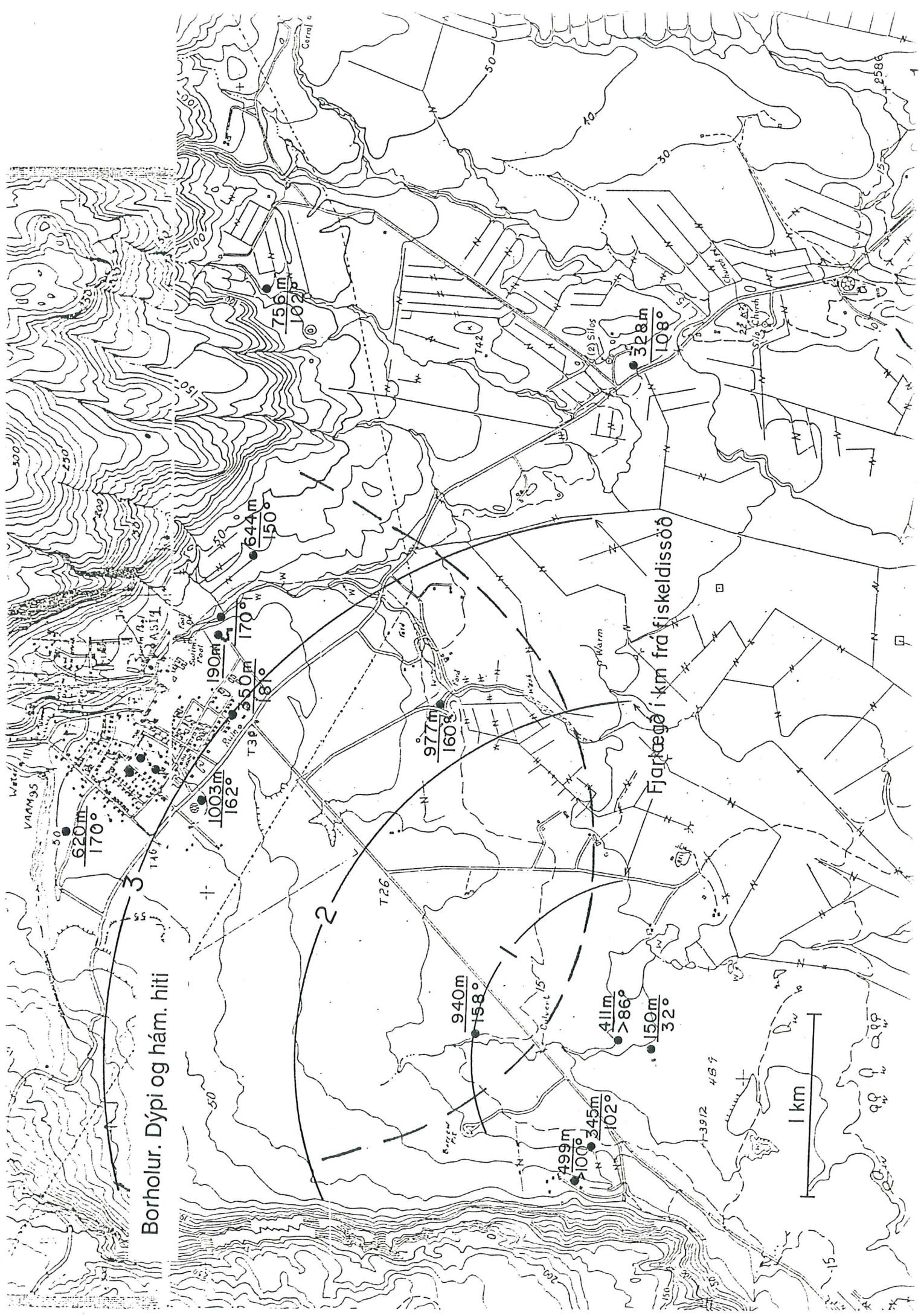
Kostnaður við hvern þessara liða er lauslega áætlaður í töflunni hér að neðan.

	Lúkning holu 8	Borun milli Saurbæjar og Kröggólfstaða	Borun upp undir Núpafjalli	Borun við Vatnalaugar
Rannsóknir JHD	0	300.000 (flugm.+grafa)	100.000	75.000
Leitarboranir	0	0	0	800.000
Vinnsluhola	2,5-3,0 m kr. (600 m hola)	5-6 m kr. (600 m hola)	4-6 m kr. (600 m hola)	3-4 m kr. (400 m hola)
Mælingar og rannsóknir				
JHD v. borunar vinnsluholu	50.000	100.000	100.000	150.000
Afkastamæling	250.000	250.000	250.000	250.000
	2,8-3,5 m kr.	5,5-6,7 m kr.	4,5-6,5 m kr.	3,5-5,5 m kr.

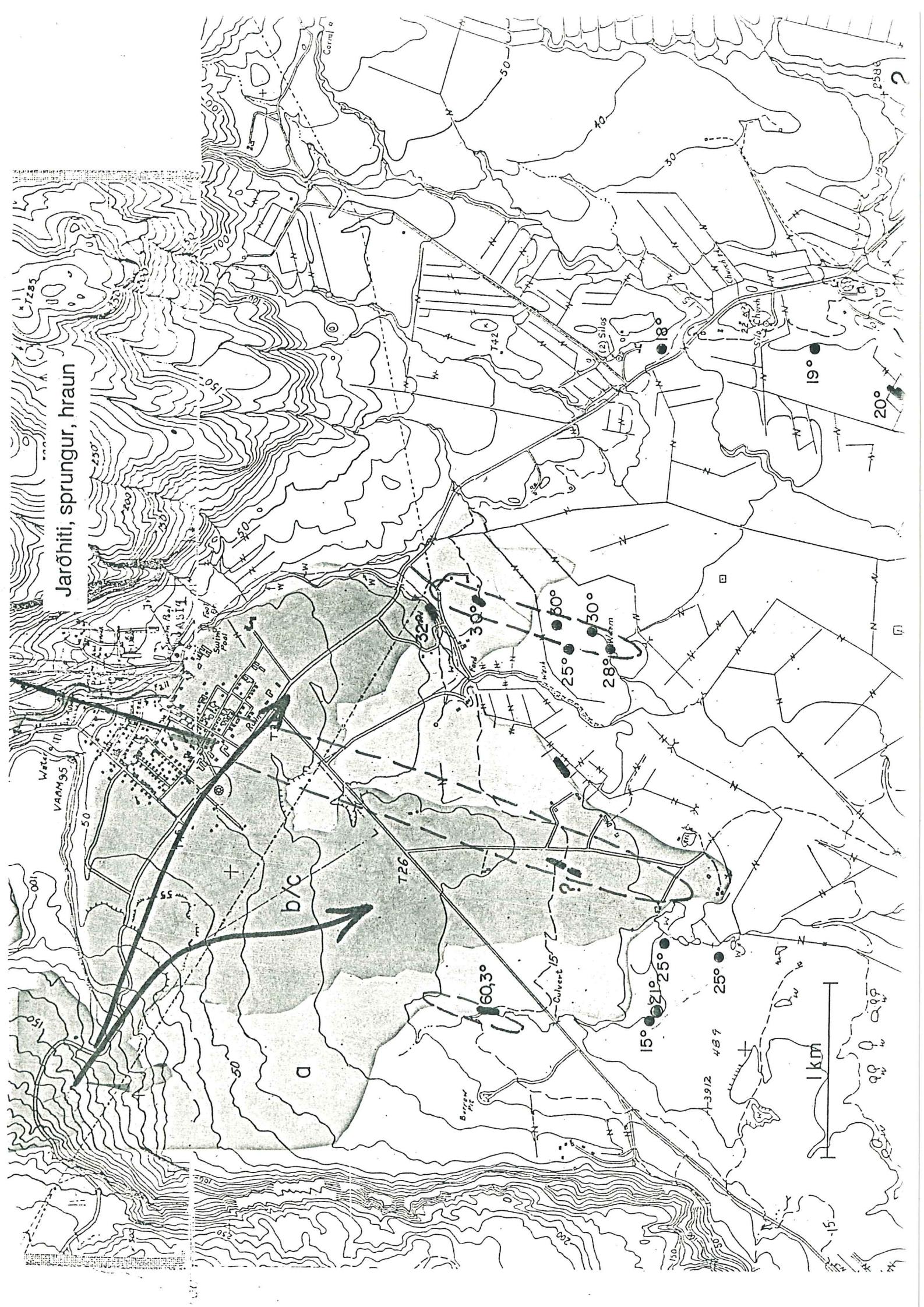
Líkur á góðum árangri ($> 5 \text{ l/s}$ rennsli) met ég yfir 50% af borun milli Saurbæjar og Kröggólfstaða og við Vatnalaugar svo framarlega sem sprunguleitin ber árangur. Líkur á svo góðum árangri verða að teljast minni verði farið í holu 8 eða í borun upp undir Núpafjalli.

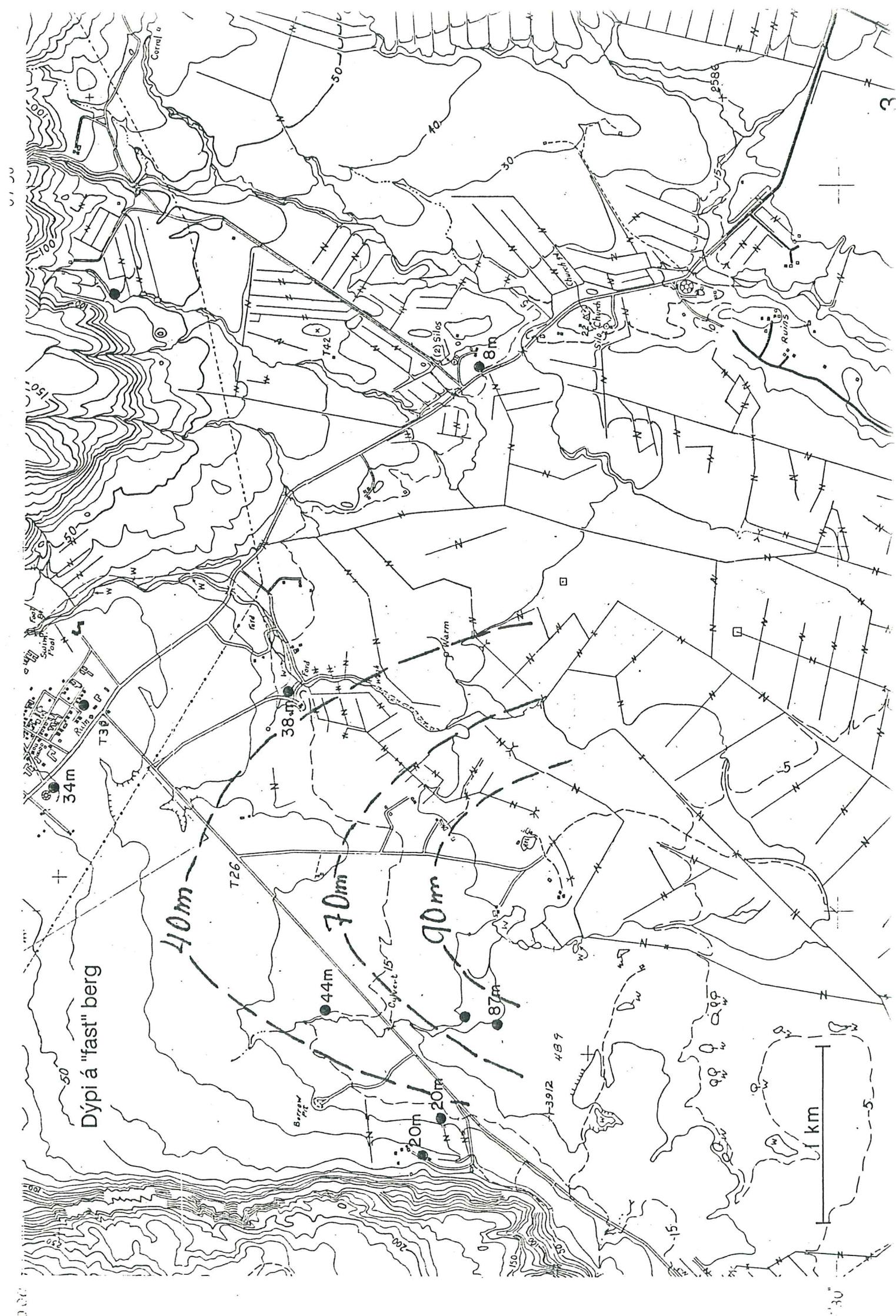
Kristján Sæmundsson

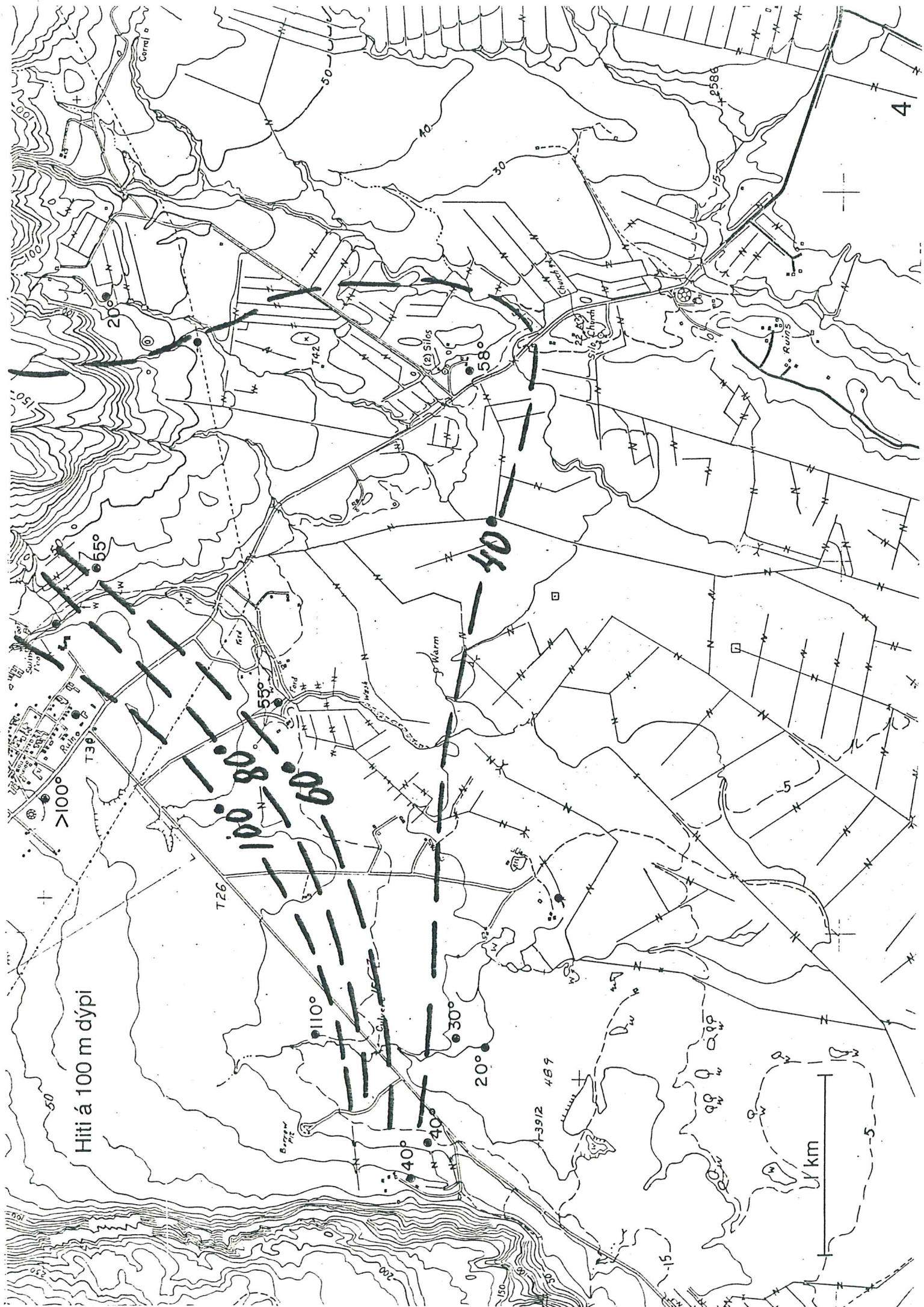
Borholur. Dýpi og hám. hiti

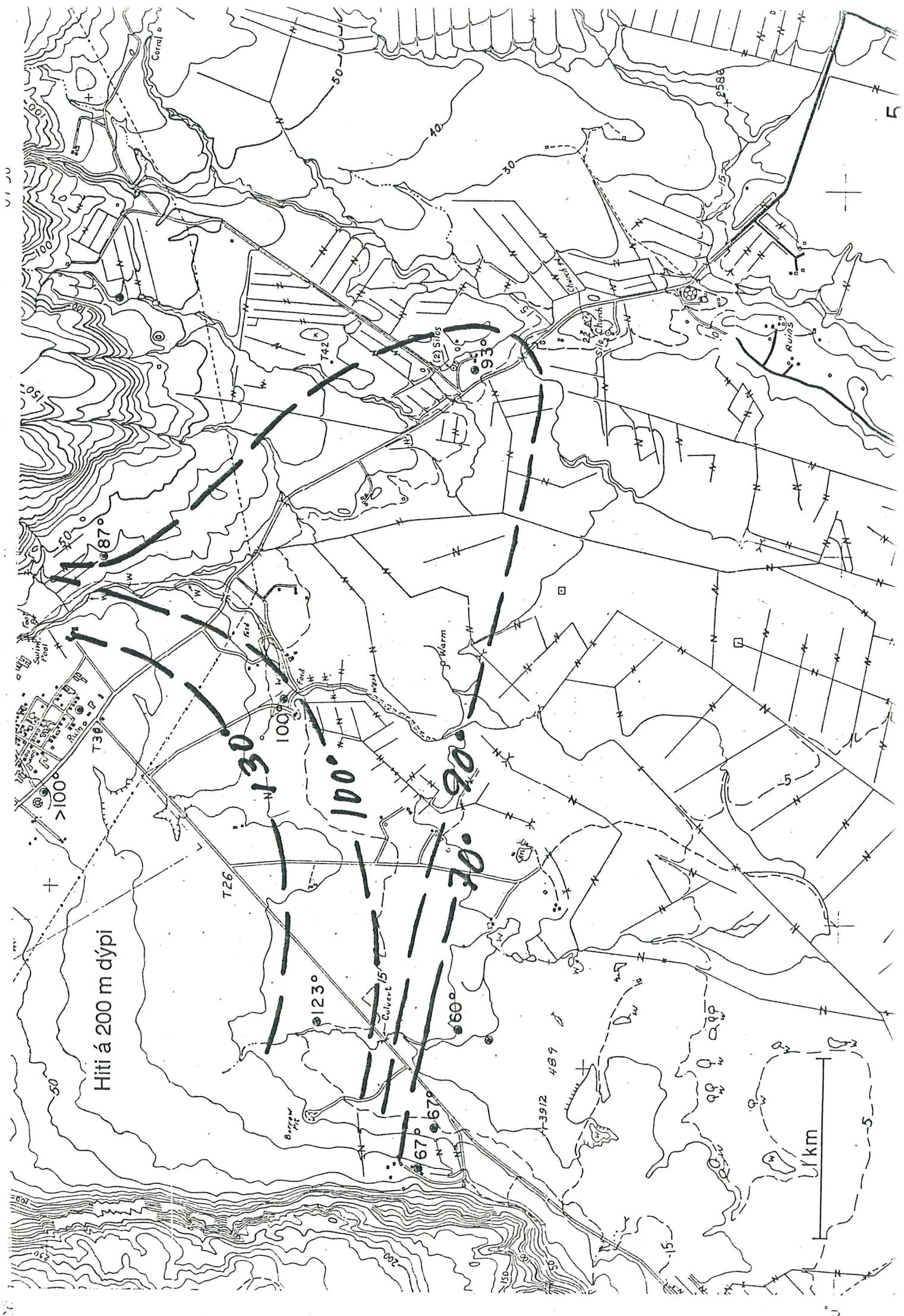


Jarðhiti, sprungur, hraun









Hiti á 300 m dýpi

