



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

JARÐHITALEIT Á VESTFJÖRÐUM vegna húshitunar

Kristján Sæmundsson
Gísli Karel Halldórsson

OS79013/JHD06
Reykjavík, febrúar 1979

JARÐHITALEIT Á VESTFJÖRÐUM vegna húshitunar

**Kristján Sæmundsson
Gísli Karel Halldórsson**

OS79013/JHD06
Reykjavík, febrúar 1979

E F N I S Y F I R L I T

	Bls.
MYNDASKRÁ	
0. ÁGRIP	3
1. INNGANGUR	3
2. RANNSÓKNIR OG BORANIR	4
3. FRAMHALD RANNSÓKNA	9
4. RANNSÓKNARKOSTNAÐUR	10
TILVITNANIR	12
MYNDIR	13
VIÐAUKI (Gísli Karel Halldórsson)	20

M Y N D A S K R Á

1. Jarðhitastaðir á Vestfjörðum	14
2. Rannsóknarsvæði og borholur	15
3. Jarðhitastaðir 60°C	16
4. Hitamælingar í borholum	17
5. Hitamælingar í borholum	18
6. Hitamælingar í borholum	19

0. ÁGRIP

Á undanförnum árum hafa farið farm yfirborðsrannsóknir og boranir í nágrenni þéttbýliskjarnanna á Vestfjörðum til könnunar á jarðhitalíkum. Jarðhiti er í nágrenni nokkurra þéttbýlisstaða, en aðeins á Súganda-firði hefur hitaveitu verið komið á fót (fyrir utan Reykhóla). Þrjár staðir aðrir eru taldir eiga hitaveitumöguleika (Tálknafjörður, Bíldudalur og Dranganes), en óvíst um hagkvæmni. Á nokkrum stöðum þar sem enginn eða óverulegur jarðhiti var fyrir hafa fundist með borunum vatnskerfi, sem liggja grunnt og eru einungis um 30°C heit, (Patreksfjörður, Bolungarvík, Ísafjörður). Aðeins á Ísafirði og Súðavík er talin ástæða til að halda rannsóknum áfram, þar sem fullnægjandi niðurstaða er ekki fengin.

1. INNGANGUR

Eftir að innkaupsverð olíu hækkaði stórlega á árinu 1973, breyttust forsendur um hagkvæmni hitaveitna mjög verulega. Staðir sem áður kom vart til álita að hita upp með jarðhitavatni, t.d. vegna fjarlægðar frá náttúrulegum jarðhita, urðu skyndilega áhugaverðir. Þannig var um þéttbýlisstaðina á Vestfjörðum. Þeir voru ekki álitnir líklegir hitaveitustaðir. Þetta álit breyttist við olíukreppuna á þann veg, að rétt þótti að skoða málin nánar og verja nokkru fé til rannsókna og áhættusamra borana, enda er víða jarðhiti á Vestfjarðakjálkanum, þótt óvísu sé hann nærri þéttbýli. Mynd 1 sýnir jarðhitastaði á Vestfjarðakjálkanum og helstu þéttbýlisstaði.

Síðla árs 1974 voru lögð á ráð um viðtækar jarðhitarannsóknir á Vestfjörðum einkum með tilliti til þéttbýlisins. Út frá fyrirliggjandi upplýsingum voru þéttbýlisstaðirnir flokkaðir með tilliti til jarðhitamöguleika. Flokkunin er þessi:

A Þéttbýlisstaðir nærri þekktum jarðhitasvæðum nægilega heitum til að standa undir hitaveitu:

1. Súgandafjörður

2. Tálknafjörður
3. Bíldudalur
4. Dranganes

B. Þéttbýlisstaðir nærri volgrum þar sem ekki hefur fundist vísbending um nægilega háan hita til að geta gagnað hitaveitu:

5. Ísafjörður
6. Bolungarvík

C. Þéttbýlisstaðir fjarri þekktum jarðhita:

7. Patreksfjörður
8. Súðavík
9. Flateyri
10. Þingeyri
11. Hólmavík

Áhersla var strax í byrjun lögð á rannsóknir í nágrenni fjölmennustu byggðarlaganna.

Á þeim 4 árum, sem liðin eru síðan fyrst var litið á þessi mál, hefur rannsóknum þokað það áfram, að hægt er að segja með miklu meira öryggi en í byrjun hverjir hitaveitumöguleikar þéttbýlisstaðanna eru. Er þar byggt á yfirborðsrannsóknum og allvíótækum borunum.

2. RANNSÓKNIR OG BORANIR

Þær yfirborðsrannsóknir, sem fram hafa farið til þessa, eru einkum viðnámsmælingar (sjá skýrslu OS-JHD-7701), jarðfræðileg kortlagning (enn óbirt), og rannsóknir á efnainnihaldi laugavatns (enn óbirt). Þau svæði, sem kortlögð hafa verið jarðfræðilega, eru sýnd á 2. mynd. Þar eru einnig sýndar flestar borholur, sem boraðar hafa verið frá öndverðu á Vestfjörðum, bæði grunnar hitastigulsholur og djúpar rannsóknaholur og vinnsluholur. Þessar holur eru 30 þegar allt er talið, en nokkrum þeim grynntu er sleppt hér. Hið helsta, sem út úr þessum rannsóknum hefur komið, er eftirfarandi:

- (1) Lágviðnámsblettir hafa fundist á örfáum stöðum í grennd við þéttbýlis-

tærandi á járn. Dýpsta holan í Tálknafirði (í Stóra Laugardal) er 608 m og mestur hiti í henni er 53°C í botni. Aðeins í Stóra Laugardal er vísbending út frá kísilhita vatnsins (61°C), um að finna megi nothæft vatn í hitaveitu. Mælt er með borun þar, sem næsta skrefi í heitavats-öflun fyrir Tálknafjörð, ef núverandi holur verða ekki nýttar.

3. Bíldudalur. Í Dufansdal í 11-12 km fjarlægð frá þorpinu er álitlegur jarðhiti, þar sem búast má við yfir 100°C heitu vatni ef djúpt yrði borað. Engar boranir hafa farið fram þar ennþá og fullnægjandi rannsóknir til staðsetningar borholu hafa ekki verið gerðar. Ósamið er um jarðhita-réttindi. Hitaveitulögn frá Dufansdal er samkvæmt frumáætlun (OS-JHD-7615) óhagkvæm við núverandi aðstæður. Hitastigulshola var boruð við mikinn berggang handan víkurinnar á móti Bíldudal. Hitastigull reyndist vera lágur eða um 50°C/km, og engin vísbending um vatnskerfi tengt þeim berg-gangi.

4. Drangsnes. Í Hveravík, 5 km vestur frá Drangsnesi, eru allt að 80°C heitir hverir, að nokkru leyti í sjó. Efnainnihald í vatninu bendir til yfir 100°C hita. Fullnægjandi rannsóknir til staðsetningar borholu hafa ekki verið gerðar. Ósamið er um hitaréttindi. Telja verður sennilegt, að í Hveravík megi fá nægjanlegt vatnsmagn til hitunar húsa á Drangsnesi.

5. Ísafjörður. Boranir í Tungudal hafa leitt í ljós óverulegt vatnskerfi með 20-30°C heitu vatni ofan 300 m dýpis. Efnainnihald vatnsins bendir til, að dýpstu vatnsæðarnar fái vatn frá um 70°C heitu vatnskerfi, en sennilegt er talið, að þess sé að leita inn undir Breiðáðalsheiði. Tvær holur, 985 og 1110 m djúpar, hafa verið boraðar í Tungudal. Hitaferill í þeim (sjá 4. mynd) stefnir á rúmlega 50°C í 1000 m dýpi, sem er nánast sama gildi og grunnar hitastigulsholur vestantil á Vestfjörðum hafa gefið. Fremur litlar líkur eru á, að heitt vatn nýtanlegt til hitaveitu finnist í Tungudal og því hæpnar forsendur fyrir frekari leit. Þess er hins vegar að gæta, að Ísafjörður er langfjölmennasti kaupstaður á landinu utan hitaveitusvæða (yfir 3000 íbúar). Því gæti fremur verið ástæða til að leita af sér allan grun þar, jafnvel með mjög djúpri borun, heldur en nokkurs staðar annars staðar á hinum "köldu" landsvæðum.

6. Bolungarvík. Borun við laugarnar hjá Gili í Bolungarvík hitti á 26-27°C heitt vatn. Hitaferillinn neðan við vatnsæðina (sjá 5. mynd) stefnir á sama gildi og fundist hefur í hitastigulsholum vestan til á Vestfjörðum. Efnainnihald í vatninu bendir ekki til hærri hita en mælst hefur í laugunum og holunni, þ.e. 26-27°C. Sáralitlar líkur eru á að þarna finnist nýtanlegt heitt vatn til hitaveitu.

7. Patreksfjörður. Á Patreksfirði hefur verið boruð 630 m djúp hola. Í henni er 20-33°C heitt vatnskerfi ofan 600 m (sjá 4. mynd). Engin vísbending hefur komið fram við borunina um að þarna megi ná upp heitu vatni, sem nýta mætti í hitaveitu. Þar sem jarðlög eru mjög lek í grennd við kaupúnið var boruð grunn hitastigulshola í þéttara bergi innst í Patreksfirði. Hitastigull þar reyndist 51°C/km eða nánast sá sami og hjá Bíldudal og víðar vestantil á Vestfjörðum. Lítil von er um að frekari boranir breyti nokkru varðandi Patreksfjörð.

8. Súðavík. Grunn hitastigulshola var boruð í landi Svarfhóls um 8 km innan við Súðavík samkvæmt vísbendingum viðnámsmælinga. Hitastigull reyndist vera hár eða nálega 86°C/km. Fullvíst má telja, að þessi háí stigull orsakist af vatnskerfi þarna undir. Líklegt er talið, að vatnskerfi þetta sé tengt NV-SA misgengjum, sem ganga yfir Breiðadalsheiði ofan í Súgandafjörð og e.t.v. einnig NA-SV berggöngum. Aðstæður eru þannig líkar og í Súgandafirði eða Tungudal. Til frekari könnunar á þessu væri æskilegt að bora ca. 600 m djúpa holu nálægt Svarfhóli að undangengnum ítarlegri yfirborðsrannsóknum til að staðsetja holuna.

9. Flateyri. Grunn hitastigulshola var boruð nærri Flateyri samkvæmt vísbendingum viðnámsmælinga, en þær höfðu sýnt viðnámslæð neðan 800 m dýpis. Holan er 156 m djúp og sýnir jafnan hitastigul, 47°C/km. Holan gefur enga vísbendingu um nýtanlegan jarðhita.

10. Þingeyri. Grunn hitastigulshola var boruð á Þingeyri og reyndist stigullinn vera 53°C/km. Ólíklegt er, að aðrir staðir í nágrenni við Þingeyri gefi jákvæðari niðurstöðu og því naumast ástæða til frekari hitastigulsborana þar.

11. Hólmavík Grunn hitastigulshola var boruð skammt sunnan við Hólmavík og reyndist stigull í henni vera $65^{\circ}\text{C}/\text{km}$. Hjá Hólmavík er komið í miklu yngra berg heldur en finnst vestast á Vestfjörðum, þannig að ekki er óeðlilegt að hitastigull sé lítið eitt hærrí en þar. Lítil líkindi eru til að finna megi heitt vatn sunnan Steingrímsfjarðar þannig að það nýttist Hólmavík til hitaveitu.

Auk þeirra þéttbýlisstaða, sem hér að ofan eru taldir, hafa verið boraðar holur, eða undirbúnar boranir eftir heitu vatni á nokkrum öðrum smærri stöðum (Flókalundur, Birkimelur, Reykhólar, Nauteyri, Borðeyri). Sá er munurinn á þessum stöðum og flestum þéttbýlisstaðanna, sem taldir eru hér á undan, að verið er að fást við lauga- eða hverasvæði, sem vísa á hvar vatn er undir og vandinn við borun fólgin í því að ákvarða legu uppstreymisrásar. Þeir eru þannig sambærilegir við þéttbýlisstaðina, sem taldir eru í flokki A.

Vinnsla jarðhita á svæðum blágrýtismyndunarinnar hefur til þessa verið bundin við þekkt lauga- og hverasvæði. Með rannsóknunum vegna þéttbýlisstaða á Vestfjörðum og síðar á Snæfellsnesi og Austfjörðum var lagt út á þá braut að leita að nýtanlegum jarðhita utan þeirra staða þar sem heitar uppsprettur vísa til. Ljóst var í byrjun, að þessar rannsóknir yrðu bæði miklu tímafrekari og dýrari en hin hefðbundna jarðhitaleit á blágrýtissvæðunum á þekktum laugasvæðum, og einkum væri algjörlega óvíst hvað út úr þeim kæmi. Segja má, að þessari óvissu hafi verið eytt að verulegu leyti á Vestfjörðum hvað viðkemur þeim þéttbýlisstöðum, sem liggja fjarri þekktum jarðhita, og er niðurstaðan eindregið á neikvæðu hliðina varðandi þá flesta. Vatnskerfin sem fundist hafa liggja grunnt og eru kringum 30°C heit (Patreksfjörður, Bolungarvík, Ísafjörður). Þó er enn ekki fengin fullnægjandi niðurstaða varðandi Ísafjörð og Súðavík.

3. FRAMHALD RANNSÓKNA

Jarðhitadeild Orkustofnunar hefur ekki lokið að fullu yfirborðsrannsóknnum á Vestfjörðum. Eftir er að ganga frá skýrslum um jarðfræðirannsóknirnar og efnagreiningar á laugavatni. Einnig þyrfti að hreinsa stíflu úr holu 2 í Tungudal til þess að hægt sé að fá öruggan samburð við holu 3, enda var sá tilgangurinn með dýpkun holu 2 á sínum tíma.

Varðandi framhald rannsókna á hitaveitumöguleikum þéttbýlisstaðanna á Vestfjörðum liggur eftirfarandi fyrir:

- 1) Að rannsaka, hvort hagkvæmt sé að stefna að hitaveitu fyrir þá þrjá staði, sem næst liggja jarðhita, miðað við fyrirbyggjandi upplýsingar um jarðhitann og notendamarkað. Þessir staðir eru: Tálknafjörður, Bíldudalur og Drangnes. Orkubú Vestfjarða hefur þessar athuganir með höndum.
- 2) Að kanna með dýpri borholu (ca. 600 m), hvort heitt vatnskerfi sé til staðar innst í Álftafirði. Þar er um að ræða að afla vitneskju um hugsanlegt jarðhitakerfi í sprungubeltinu milli Álftafjarðar og Súgandafjarðar, auk þess sem slík rannsóknarhola kann að fá gildi fyrir Súðavík sérstaklega.
- 3) Að halda áfram rannsóknum í grennd við Ísafjörð, ef grundvöllur sýnist fyrir því kostnaðarlega séð. Mörgum finnst, að spurningunni um nýtanlegt heitt vatn þar eins og raunar víðar verði aldrei svarað á fullnægjandi hátt nema til komi djúpbörnun (ca. 2000 m hola). Slíka borholu er ekki hægt að staðsetja nægilega markvisst út frá þeirri vitneskju, sem nú liggur fyrir. Niðurstaðan af tveimur 1000 m holum, sem boraðar voru í Tungudal, er í mótsögn við niðurstöðu mælinganna, sem farið var eftir, þegar holurnar voru staðsettar. Innri holan (hola 2), sem staðsett er við ganga nærri viðnámslögðinni, er kaldari og í henni minna vatn en í hinni, sem er utar, fjær viðnámslögðinni og kemur ekki nærri berggöngum svo vitað sé. Nauðsynlegt er því að endurmeta og endurbæta fyrri rannsóknir og

reyna þannig að fá betri grundvöll til að staðsetja djúpa borholu. Svo gæti farið, að eini einhlíti samanburðargrundvöllurinn í vali milli staða væri hitastigulsholur. Gæti því þurft að bora fleiri slíkar holur en þegar hafa verið boraðar. Þess er að vænta, að rannsókn, sem þessi muni hafa gildi fyrir fleiri staði en Ísafjörð, þar sem líkt háttar til.

4. RANNSÓKNARKOSTNAÐUR

Kostnaður við næsta áfanga jarðhitaleitar skv. liðnum 2 og 3 gæti orðið:

1. Rannsókn á líklegu jarðhitasvæði innan við Súðavík:

Borun 600 m holu	15 M kr.
Yfirborðsrannsóknir vegna staðsetningar sömu holu	<u>1 M kr.</u>
	16 M kr.

2. Rannsókn í nágrenni Ísafjarðar (Tungudalur):

Viðgerð holu 2	5 M kr.
Hitastigulshola (400 m)	11 M kr. (gæti þurft fleiri en eina)
Yfirborðsrannsóknir	<u>2 M kr.</u>
	18 M kr.

Með þessum áfanga er stefnt að því að fá svör við eftirfarandi: 1) hvert er hitastig í hugsanlegu djúpvatnskerfi innst í Álftafirði og hver eru tengsl þess við ganga eða misgengi? 2) hvar er besti staður fyrir djúpbörðun í nágrenni Ísafjarðar, og hvaða jarðfræðilegum aðferðum gæti djúpvatnskerfi helst verið tengt?

Þar sem mikill kostnaður er fylgjandi þessari jarðhitaleit, skal gerð nokkur grein fyrir þeirri hlið málsins. Gagnlegt gæti verð að meta, hversu miklum fjármunum sé skynsamlegt að verja til rannsókna og borana vegna jarðhitaleitar sem er þó jafn óviss og á undan var lýst. Reiknað hefur verið út lauslega, hversu miklu megi kosta til hitaveitu í 3000 manna bæ (sjá Viðauka). Niðurstaðan er að stofnkostnaður hitaveitu

megi ekki fara yfir 2,2 miljarða króna, ef gengið er út frá verði olíu um s.l. áramót. Þar sem álitlegasta rannsóknarsvæðið er í næsta nágrenni Ísafjarðar og aðveituæð því ódýr ef til kæmi, má e.t.v. nefna 10% þessarar upphæðar eða 220 M kr.

Þegar hefur verið varið um 125 M kr. til rannsókna og borana á Ísafirði, reiknað til núgildandi verðlags. Með þeirri upphæð, sem nefnd var hér á undan í kostnaðaráætluninni (18 M kr. v/Ísafjarðar sérstaklega) er upphæðin orðin 145 M kr. og djúpa rannsóknarholan enn eftir, en hún ein myndi kosta kringum 100 M kr. miðað við 2000 m dýpi. Fyrirsjáanlegt er að kostnaður við áframhaldandi rannsóknir verður farinn að nálgast 10% mörkin, sem hér eru sett, áður en grundvöllur fengist fyrir staðsetningu djúprar rannsóknarholu. Enda þótt rannsóknum verði haldið áfram enn um sinn, má alls ekki treysta á, að þær leiði til þess, að heitt vatn finnist og ber á þeim grundvelli að skoða annars konar upphitunarmáta jafnframt.

T I L V I T N A N I R

Ólafur G. Flóvenz: Jarðhitaleit á Vestfjörðum 1976. Skýrsla
OS-JHD-7701, mars 1977.

Verkfræðistofan Fjarhitun: Hitaveita í Bíldudal, frumathugun.
Skýrsla OS-JHD-7615, febrúar 1976.

MYNDIR

Jarðhitarannsóknir á Vestfjörðum
Jarðhitastaðir

'79.01.31

K.S. R.K./AA

Barðast.s Ísafj.

F 18053



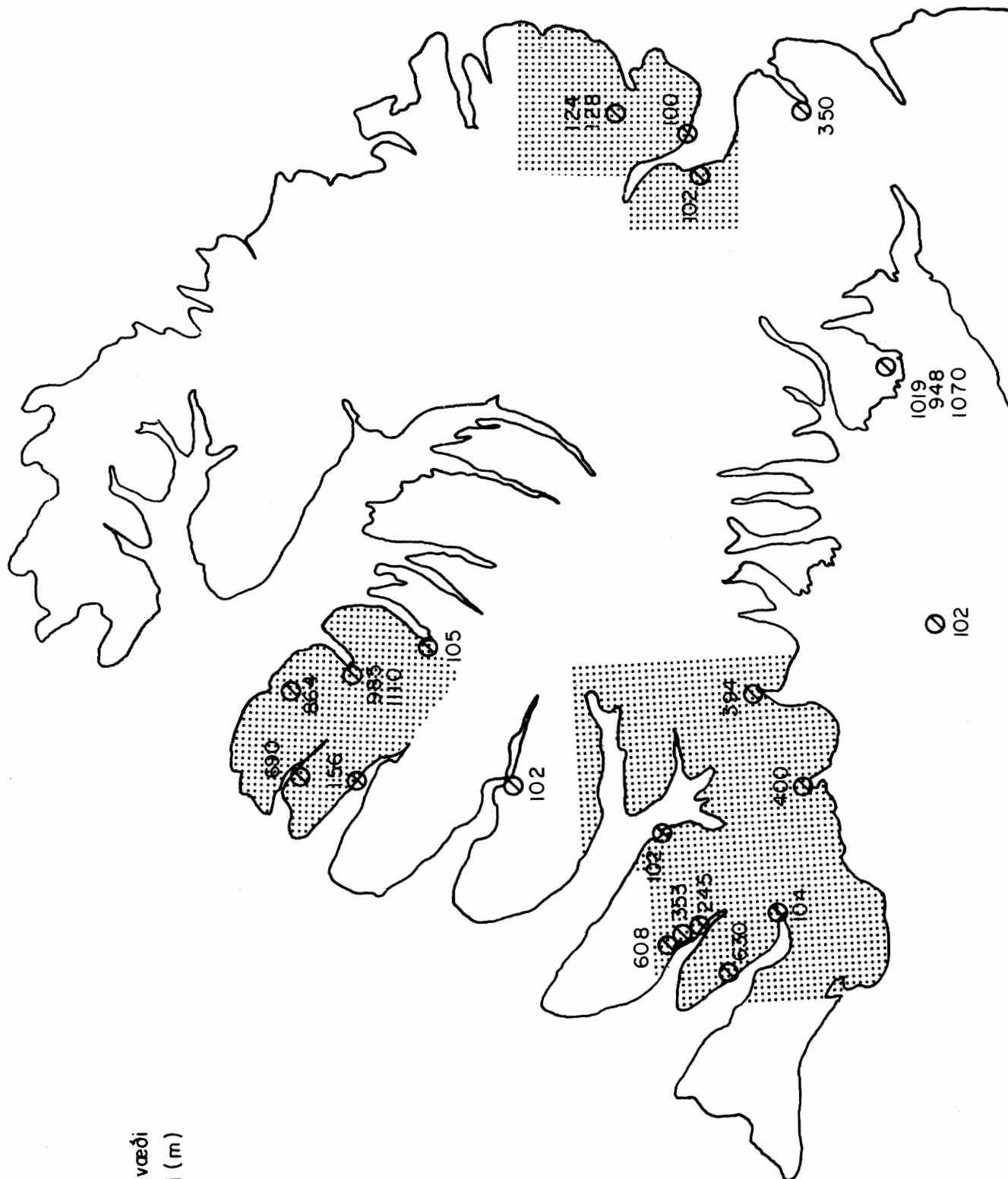
SKÝRINGAR

- Jarðhiti á yfirborði
- Þéttbýlisstaðir og íbúafjöldi 1. des. 1978

I. mynd



Jarðhitarannsóknir á Vestfjörðum
Rannsóknarsvæði og borholur



SKÝRINGAR

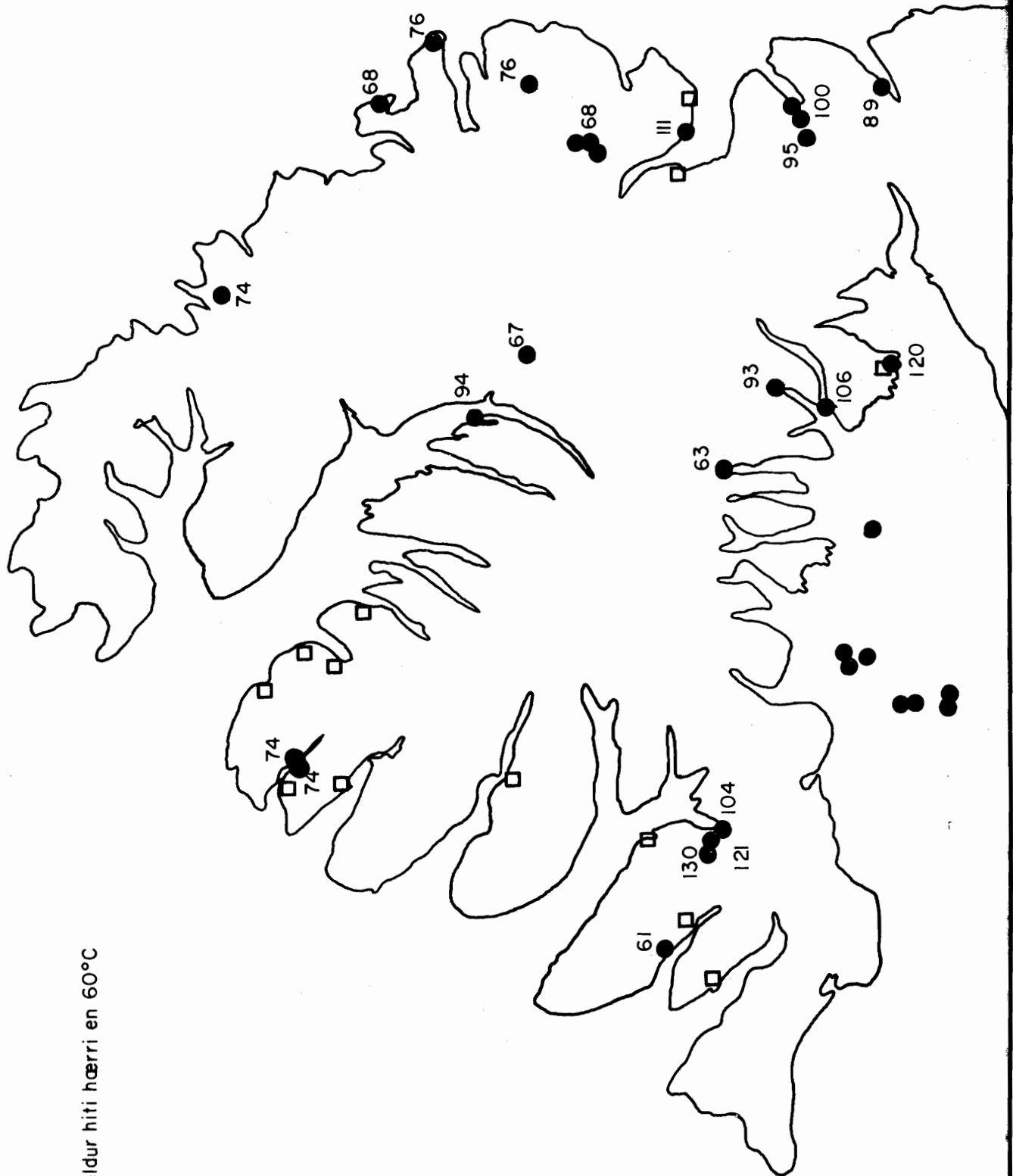
Rannsóknarsvæði

Borhola, dýpi (m)



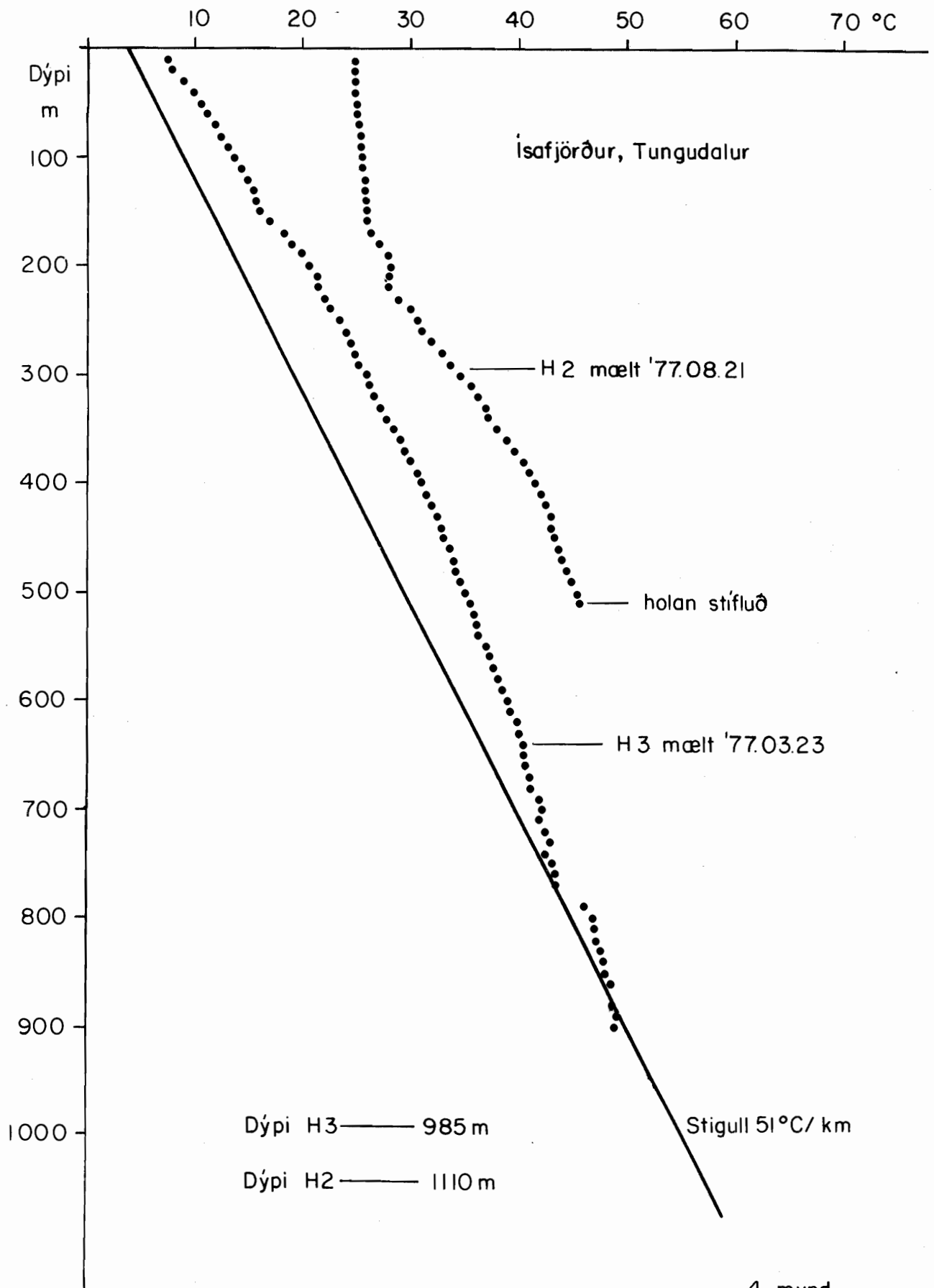


Jarðhitarannsóknir á Vestfjörðum
Jarðhitastaðir > 60°C



SKÝRINGAR

- Kísilhiti eða mældur hiti hærrí en 60°C
- Þéttbýlisstaðir

Jarðhitarannsóknir á Vestfjörðum
Hitamælingar í borholum



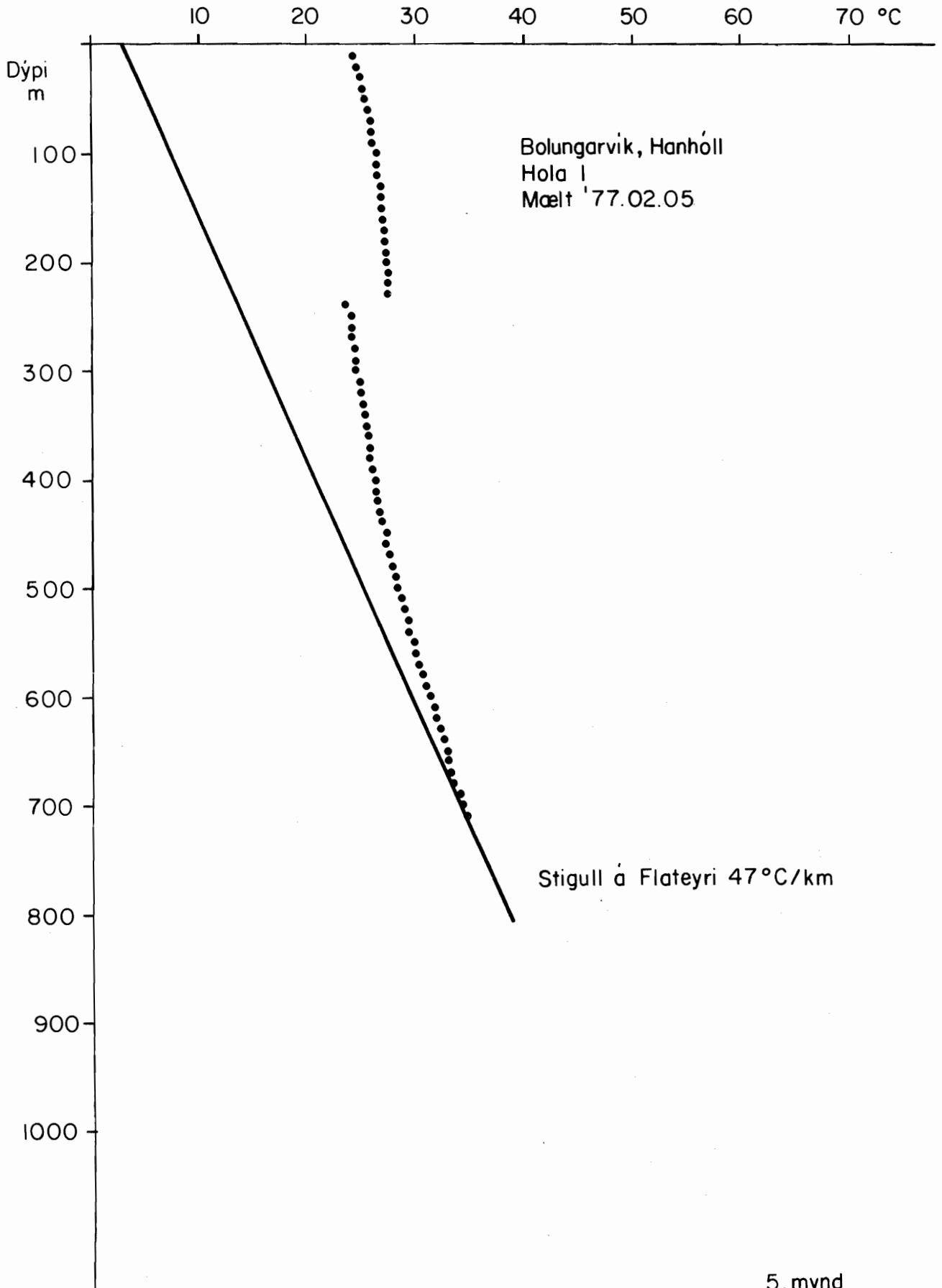
Jarðhitarannsóknir á Vestfjörðum
Hitamælingar í borholum

'79.01.31

K.S. R.K. / AÁ

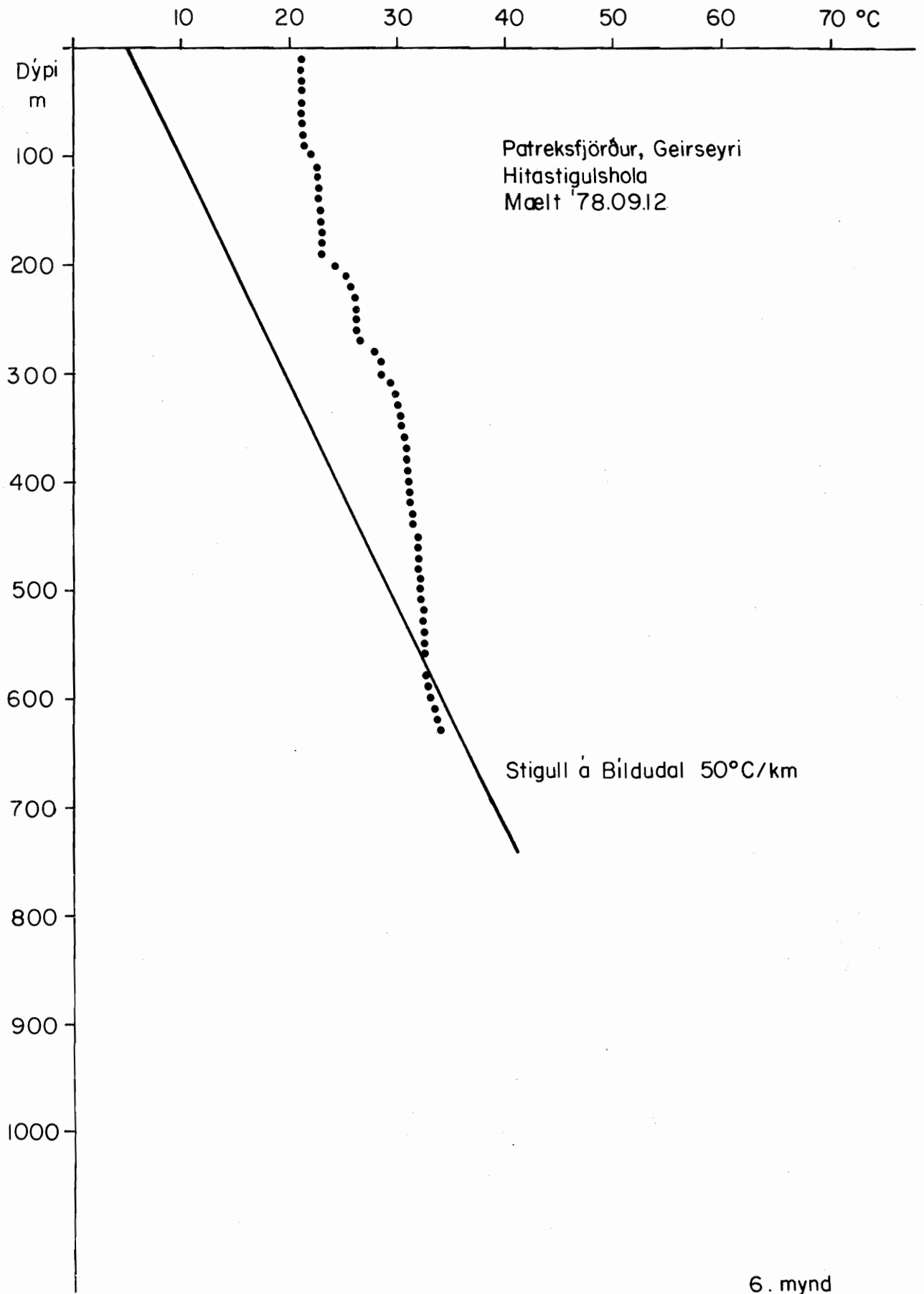
Barðast.s. Ísafj.

F 18053





Jarðhitarannsóknir á Vestfjörðum
Hitamælingar í borholum



Patreksfjörður, Geirseyri
Hitastigulshola
Mælt '78.09.12

Stigull á Bíldudal 50°C/km

V I Ð A U K I

VIÐAUKI:

ÚTREIKNINGUR Á ÞVÍ HVAD HITAVEITA MEGI KOSTA FYRIR 3000 MANNA BÆ MIÐAD
VIÐ OLÍUVERÐ Í ÁRSBYRJUN 1979

Árið 1974 seldu olíufélögin þrjú 5.048.000 l af olíu á Ísafirði til að hita upp 409.000 m³ húsnæði (Hnífsdalur undanskilinn). Þá var íbúafjöldinn á Ísafirði um 2740 manns. Íbúafjöldi þar nú (1. des. 1978) er kringum 2900 manns (Hnífsdalur einnig undanskilinn). Sé reiknað með að sama hlutfall hafi haldist milli íbúafjölda, húsrýmis og olíu selðrar til húshitunar, ætti í dag að þurfa 5.349.000 l af olíu til að hita upp 433.000 m³ húsnæðis.

Olía til húshitunar kostar

57,55 kr/l 18. janúar 1979.

Kostnaður við upphitun með olíu er því

5.343.000 l · 57,55 kr/l = 307 millj. á ári.

Áætla má, hver stofnkostnaður hitaveitu megi vera, þannig að fjármagnskostnaður og rekstrarkostnaður hitaveitunnar sé lægri en kostnaður við að hita upp með olíu.

Rekstrarkostnaður hitaveitu á Ísafirði:

Umsjón+viðhald+rafmagn = 22,0 milljónir.

Kostnaður við upphitun mínus rekstrarkostnaður:

307 millj. - 22 millj. = 285 milljónir

Fjármagnskostnaður má vera 285 milljónir.

Þegar verið er að meta fjármagnskostnað er ekki raunhæft að miða við þá verðbólguvexti sem eru hér á landi. Tekjur hitaveitunnar eru hér miðaðar við fast verðlag, og ætti því að miða öll gjöld einnig við fast verðlag. Vextir á ríkistryggðum spariskírteinum eru 3-5%, og má segja að það séu raunhæfir vextir þegar engar verðbreytingar verða. Vextir á erlendum lánunum eru um 10%. Ef við tökum jafngreiðslulán (annuitet) með 10% vöxtum til 15 ára, eru vextir og afborganir 13% á ári.

Fjármagnskostnaður	13%	
Stofnkostnaður má vera	$\frac{285 \text{ millj.}}{0,13}$	= 2200 milljónir
Stofnkostnaður	<u>2200 milljónir</u>	