

ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

JARÐHITAATHUGANIR Á HVERAVÖLLUM

Í REYKJAHVERFI SUÐUR-ÞINGEYJARSÝSLU

Karl Grönvold
Valgarður Stefánsson
Stefán G. Sigurmundsson

ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

JARÐHITAATHUGANIR Á HVERAVÖLLUM
Í REYKJAHVERFI SUDUR-ÞINGEYJARSÝSLU

Karl Grönvold
Valgarður Stefánsson
Stefán G. Sigurmundsson

Efnisyfirlit

Inngangur

Jarðfræði og jarðhiti

Viðnáms- og segulmælingar

Efnafræði vatnsins

Niðurstöður og tillögur

Áætlun um borun

0. Inngangur

Sumarið 1973 voru gerðar athuganir á jarðhitasvæðinu við Hveravelli í Reykjahverfi að ósk Hitaveitu Húsavíkur. Var tilgangurinn sá, að athuga, hverjar líkur væru á að fá mætti aukið vatnsmagn með borunum og ef svo væri, hvar sú borhola væri best staðsett.

Í ágúst 1973 var unnið að því að merkja inn alla jarðhitastaði og gerðar voru rafleiðni- og segulmælingar og jarðfræði umhverfisins var athuguð. Í haust voru svo tekin sýni úr nokkrum hverum og efnagreind.

Helztu niðurstöður eru að hitasvæðið er sennilega mun stærra en sést á yfirborði og líklegt að með borunum megi auka talsvert rennsli umfram náttúrulegt rennsli. Líklegasti staður til að bora á er skammt norðan við bæinn Hveravellir. Kísilinnihald vatnsins bendir til þess að vatnið geti verið allt að 150°C heitt. Þetta hefur í för með sér, að líklegt er að heitavatnsrennslið á svæðinu sé í fáum en kraftmiklum æðum. Verður því að gera ráð fyrir að bora þurfi nokkuð djúpa holu og er því mælt með, að Wabco bor verði látinn vinna verkið.

Jarðfræði og jarðhiti

Ýmsar almennar ályktanir má draga um jarðhitann út frá legu svæðisins með tilliti til jarðfræði landsins. Það hefur komið í ljós, að jarðfræðilegar aðstæður ráða miklu um afkastagetu jarðhitasvæða, þegar reyna á með borunum að auka afköst þeirra umfram náttúrulegt rennsli. Þannig hefur komið í ljós, að erfitt getur verið að auka verulega afköst jarðhitasvæða á blágrýtissvæðunum á Norðurlandi og Vestfjörðum, en þar er jarðhitinn fyrst og fremst bundinn við lóðrétta ganga og misgengi.

Á lághitasvæðum, sem eru í myndunum frá jökultímanum eins og á Suður- og Suðvesturlandi, er jarðhitann hinsvegar ekki síður að finna í láréttum lögum og þar virðist oftast mega auka afköst verulega umfram náttúrulegt rennsli. Þetta er eðlilegt, þegar á það er litið, að í blágrýtismynduninni er lítið um millilög og þau, sem þar eru, hafa að miklu leyti þéttst við útfellingar. Í jarðlögum frá jökultímanum er hins vegar mikið af móbergi, sem er vel gegndræpt og eins er mikið af millilögum í basaltsyrpum þeim, sem runnið hafa á hlýskeiðum jökultímans. Það er því einmitt í jarðlögum frá jökultímanum, sem best hefur tekist til við að auka rennsli úr jarðhitasvæðum. Meðfram hinum virku gosbeltum liggja beltí af jarðmyndunum frá jökultímanum, móberg og basalhraunlög með þykkum millilögum. Hveravellir í Suður-Þingeyjarsýslu eru á slíku svæði.

Næst Hveravöllum sést í fast berg í giljum í Reykjafjalli austan við Hveravelli. Að vísu eru ekki opnur beint austan Hveravalla en bæði fyrir norðan og sunnan eru ágætar opnur. Í þeim giljum koma fram móbergs- og basaltlög með þykkum millilögum og kemur það vel heim við staðsetningu svæðisins, sem er um 10 km vestan við gosbeltið. Segulstefna í þessum lögum er öfug, sem táknar að lögin séu eldri en 0.7 milljón ára. Lögunum hallar lítillega til austurs eða nál. 3° - 4° . Ekki varð vart við neina ganga í giljunum í Reykjafjalli og kemur það vel heim við að jarðlög svæðisins séu fremur ung. Hinsvegar eru þar nokkur misgengi og ekki ólíklegt að misgengi hafi áhrif á stærð jarðhitasvæðisins þó að vatnsrennslið sjálft sé alveg eins bundið við lárétt lög.

Allar líkur eru til þess, að væntanleg borhola verði boruð í gegnum lög, sem eru svipuð þeim, sem í giljunum sjást þó ekki sé unnt að spá um hvert hlutfallið milli móbergs- og basaltlaga verður. En ef að líkum lætur þá ætti borunin að reynast auðveld og verði borað í hliðinni norðan Hveravalla ætti að vera unnt að sneiða að mestu hjá lausum yfirborðslögum.

Í Hvammsheiði vestan Hveravalla er tiltölulega ungt grágrýtishraun, sem runnið hefur eftir að dalúrinn grófst. Grágrýtið sést reyndar ekki nema rétt efst, undir því eru þykkar skálögóttar bólstrabergs- og móbergsmyndanir, sem sýna, að hraun þetta hefur á sínum tíma runnið í sjó og sjávarstaða þá verið um það bil 100 m hærri en nú. Mörkin á milli þessarar ungu myndunar og eldra bergsins í Reykjafjalli eru líklega í sundinu austan við Hrakholt. Hvammsheiðarhraunið er um það bil 100 m þykkt en þynnist til austurs þar sem það leggst upp að hinum eldri myndunum Reykjafjalls. Jarðhitinn virðist allur koma upp vestan hraunsins og því ekki hættu á, að borhola lendi í því eins og hún hugsast staðsett.

Jarðhitasvæðið í Reykjahverfi er ílangt norður-suður en þó er ekki hægt að segja að hverirnir fylgi vel afmörkuðum línunum. Flest hveraaugun eru merkt á Fnr. 11515.

- Nr. 1 Yztihver, sem er goshver og Strokkur (yfirbyggður) ca 5 metrum sunnar. Einnig mun vera hiti og hverahrúður undir túninu fyrir neðan, líklega afrennsli.
- Nr. 2 Uxahver yfirbyggður. Rennsli mælt 8.12.71
22.0 l/sek.
- Nr. 3 Syðstihver - yfirbyggður með tveim samliggjandi þróm. Rennsli mælt 8.12.71 - 15.2 l/sek.
- Nr. 4 Strútshver yfirbyggður. Úr honum er dælt inná hitaveituna. Lítill leirhver er ca 20 m norðan við hverinn. Smáauga er 10 m norðan við aðalhverinn og volgrur eru vestan lækjar móts við aðalhverinn. Rennsli mælt 8.12.71 - 10.5 l/sek.
- Nr. 5 Áður en ræst var fram var hér volgruauga en þornaði við framræsluna.
- Nr. 6 Í skurðbakka 63°C. Þetta svæði hefur einnig minnkað. Það náði áður á móts við skurðendann fyrir sunnan og einnig vestur í mýrina.
- Nr. 7 Á sandeyri í læk neðan við Reyki, 88°C.
- Nr. 8 Þvottahver 95°C, áður nýttur til húshitunar.
- Nr. 9 Rotin dý á 20 m kafla með norður-suðurstefnu norðarlega í Reykjahverfi. Hiti 27 stig en rennsli sáralítið.

Viðnáms- og segulmælingar

Gerðar voru bæði segul- og viðnámsmælingar á jarðhitasvæðinu við Hveravelli í ágúst 1973. Voru teknar 10 viðnámsmælingar og 9 segulmælilínur. Skál nú greint nánar frá hvorri mæliaðferð fyrir sig.

A Viðnámsmælingar

Notkun viðnámsmælinga við rannsóknir á jarðhita byggist á því, að hiti lækkar viðnám bergs gegn rafstraumi. Önnur atriði, svo sem t.d. salt og ummyndun bergs hafa svipuð áhrif á viðnámið sem jarðhiti. Eðlisviðnám bergs svo og áhrif salts og hita á það er einnig háð aldri og gerð bergsins. Við túlkun viðnámsmælinga er því ekki hægt að meta hita einungis með því að líta á mæligildi viðnámsmælinga. Nauðsynlegt er að bera saman mælingar frá ýmsum stöðum og hafa hliðsjón af jarðfræði svæðisins. Jarðfræði Reykjahverfisins er ekki ósvipuð því er gerist t.d. í Mosfellssveit og víða í Árnessýslu. Þess vegna má hafa hliðsjón af mælingum frá þessum stöðum við túlkun viðnámsmælinga við Hveravelli. Útkoma viðnámsmælinga er nokkurs konar meðalgildi svæðis kringum miðju mælilínunnar. Stærð þess svæðis, sem hefur veruleg áhrif á útkomuna, vex með dýpinu. Þvermál svæðisins er af stærðargráðunni 2-3svar sinnum dýpið.

Auk hinna beinu nota, sem getið er hér að ofan, koma upplýsingar um lagskiptingu viðnámsins að góðum notum, þegar reynt er að fá fram heildarmynd jarðhitasvæðis. Staðsetning viðnámsmælinganna er sýnd á Fnr. 11514 og lagskipting jarðviðnáms í einstökum mælingum er sýnd á Fnr. 11517. Við athugun á niðurstöðum viðnámsmælinga kemur eftirfarandi fram:

1. Mælingar inni á hitasvæðinu H-1 og H-8 sýna lágt viðnám ca 25 Ω m á 30 m dýpi. Eðlilegt er að tengja þetta lága viðnám jarðhita. Þessi túlkun er í samræmi við reynslu frá öðrum svipuðum jarðhitasvæðum.
2. Nokkuð skörp skil í jarðviðnámi komu fram til vesturs. Þannig mælist lægst 50-60 Ω m í mælingum H-9 og H-2 en 35 Ω m í H-1. Ekki er nema ca 100 m milli Strúts og miðju H-9. Sennilega tákna þessi skil í viðnáminu mörk jarðhitasvæðisins til vesturs. Það þýðir þá að Strúts- hver er alveg á jaðri hitasvæðisins.
3. Ekki sjást nein mörk lága viðnámsins til austurs. Mæling H-3 er gerð í hlíðinni fyrir ofan bæinn á Hveravöllum og mæling H-6 upp af Bláhvammi langleiðina uppi á Reykjafjalli. Í báðum þessum mælingum kemur fram lágt botnviðnám, 12 Ω m í H-3 og um 25 Ω m í H-6. Svo virðist því að hitasvæðið nái inn undir Reykjafjall.
4. Lágt viðnám mælist einnig bæði fyrir norðan og sunnan svæðið. Hins vegar er dýpra á lága viðnámið. Bæði í H-4 og H-5 kemur fram 20 Ω m lag á 120 m dýpi. Svo langt til norðurs sem við Heiðarbót mælist 30 Ω m á aðeins 60 m dýpi. Óvíst er, hvort þetta er tákn um jarðhita eða ekki.
5. Í mælingum H-2 og H-10, sem báðar liggja vestan Þjóðvegs, kemur fram millilag með háu viðnámi. Mælist það 2200 Ω m í H-2 og 1000 Ω m í H-10. Þetta háa viðnám kemur hvergi fram í mælingum austan Þjóðvegs. Hvammsheiði er gerð úr ungu grágrýtishrauni eins og áður var sagt (sjá einnig T. Einarsson:

Submarine volcanic breccia in the area south of Tjörnes, Soc. Sci. Isl. Greinar IV, 1, p.29-47). Trúlega stafar þetta háa viðnám í H-2 og H-10 af þessu hrauni. Af þessu leiðir þá, að mörk Hvammsheiðarhraunsins til austurs eru á móts við núverandi þjóðveg.

B Segulmælingar

Vitneskja um legu bergganga og misgengja á jarðhitasvæðum hefur mikla þýðingu fyrir jarðfræðimynd hitasvæðis. Sumsstaðar er rennsli heits vatns beinlínis tengt berggöngum svo sem í Skagafirði og í Eyjafirði. Annars staðar virðast gangar og misgengi frekar takmarka ytri mörk jarðhitasvæðis, svo sem t.d. á Reykjavíkursvæðinu. Svo sem áður er getið er jarðfræði Reykja hverfisins gjörólik Eyjafjarðarsvæðinu en svipar meir til lághitasvæða suðvestanlands. Þess vegna er frekar búist við að finna ganga og misgengi við jaðra hitasvæðisins á Hveravöllum. Oft má á yfirborði finna bergganga með segulmælingum. Á Hveravallasvæðinu voru gerðar níu segulmælilínur og er staðsetning þeirra sýnd á Fnr. 11515. Mælingarnar voru framkvæmdar með fluxgate segulmæli. Mæld gildi á segulsviði eru því afstæð, þ.e. sýna breytingu sviðsins en ekki heildargildi. Niðurstöður mælinganna eru sýndar á Fnr. 11516.

Gangastefna norðanlands er yfirleitt NNA-SSV. Ekki er hægt með neinu öryggi að rekja ganga eða misgengi yfir allt mælisvæðið á Hveravöllum. Hins vegar koma fram mjög kröftug segulfrávik í þrem syðstu mælilínunum. Liggja þessi frávik í röð eftir N-S línu, rétt vestan við Strútshver. Á sama stað fundust einnig mörk með viðnámsmælingum. Bæði segulmælingar og viðnámsmælingar benda þannig til þess að á þessum stað breyttist eiginleikar bergsins til muna. Á þessu stigi verður ekkert um það sagt af hverju þessi breyting stafar.

Efnafræði vatnsins

Sýni voru tekin úr fjórum hverum til efnagreiningar ; úr Yztahver, Syðstahver, Strútshver og Þvottahver. Möguleiki er á að efnainnihald vatns úr hverum geti veitt nokkrar upplýsingar um feril vatnsins, þ.e. hvort það hefur orðið mun heitara en það er í hverunum. Sést það af kísilinnihaldinu og benda efnagreiningarnar til, að vatnið í Yztahver og Strútshver hafi náð nokkru meiri hita en vatnið í Syðstahver og Þvottahver. Hins vegar er munurinn það lítil, að ekki sést hvort vatnið hefur kólnað við leiðni eða blöndun við kaldara vatn.

Kísilinnihald vatnsins bendir til þess að vatnið í heitari hverunum hafi náð allt að 150°C hita og er möguleiki að með djúpri borun megi ná vatni með því hitastigi. Hið háa hitastig á djúpvatninu og þar með hátt kísilinnihald gæti haft áhrif á rennsliseiginleika svæðisins. Kólnun vatnsins, sérstaklega ef hún verður við blöndun á kaldara grunnvatni, veldur mikilli yfirmettun og því má búast við, að miklar útfellingar hafi orðið í kerfinu. Þetta er svo líklegt til að valda því, að heita vatnið sé takmarkað við færri en kraftmeiri æðar. Verður því að gera ráð fyrir að reynst geti nauðsynlegt að bora niður á nokkurt dýpi til þess að geta hitt slíkar æðar ; sér í lagi ef vonast er til að ná vatni án þess að hafa áhrif á rennslið úr hverunum.

Tafla I

Efnainnihald 4 hvera að Hveravöllum í Reykjahverfi. Magn í ppm.

	pH/C°	SiO ₂	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	CO ₂	SO ₄	H ₂ S	Cl ⁻
Yztihver	9.50/15	196	65.0	3.2	1.9	0.04	33.0	52.4	0.65	14.7
Syðstihver	9.50/15	188	82.1	2.9	2.3	0.04	29.4	60.5	0.88	13.3
Strútshver	9.56/15	200	57.7	2.9	1.8	0.04	28.4	43.4	1.26	12.5
Þvottahver	9.48/15	188	65.0	2.3	1.9	0.10	31.2	54.8	0.75	10.6

Niðurstöður

Viðnámsmælingar sýna að einu skýru mörk svæðisins eru til vesturs en þar dýpkar skyndilega niður á lága viðnámið rétt vestan við hverinn Strút. Til norðurs og suðurs virðist hinsvegar dýpka á hitann án skyndilegra breytinga. Til austurs virðist hita-svæðið ná talsvert inn undir Reykjafjall, en mörkin liggja utan hins athugaða svæðis. Er svæðið þar sem lágt við nám finnst því talsvert stórt og ætti því að vera hægt að auka rennsli þar verulega með borunum. Kísilinnihald vatnsins bendir til mikils hita allt að 150°C, hins vegar er við því að búast, að vatnið sé í fáum og tiltölulega kraftmiklum rásum. Því er lagt til, að væntanleg borhola verði hönnuð þannig, að hana megi bora í allt að 800-1000 metra dýpi. Rétt þykir að holan verði staðsett austan til á svæðinu og er þá sennilega heppilegast að hafa hana einhversstaðar norðan við bæinn Hveravelli, en viðnámsmælingar og kísilinni-hald vatnsins bendir til, að á því svæði sé líklegust miðja heitasta hluta jarðhitasvæðisins. Jafnframt er ráðlegt að hafa holuna í nokkurri fjarlægð frá hverunum til að sem minnst hætta sé á að borunin valdi truflun á þeim. Komi það hins vegar fyrir að borunin valdi truflun á rennsli hveranna, þarf að búa svo um hnútana, að hægt sé að fódra þær æðar af, enda mest hætta á truflunum á tiltölulega litlu dýpi.

Ef freista skal þess að ná upp viðbót af heitu vatni fyrir haustið 1974 er Mayhew eini borinn, sem til greina kemur, þar sem Wabco er ásetinn þangað til. Mayhew getur aðeins borað í 600-650 m dýpi og eru því minni líkur á að borun með þeim bor gefi fullnaðarárangur.

Holu með Mayhew þyrfti að hanna þannig að möguleiki sé á að dýpka hana með Wabco, ef þörf krefur.

Gert er ráð fyrir að vatnið geti orðið allt að 150°C heitt. Engin reynsla er enn komin á að dæla heitara vatni en 130°C með djúpdælu.

Mjög líklegt er, að gos komi í holu við Hveravelli, og er djúpdæla því ekki nauðsynleg. Hins vegar eru afköst gosholu minni en holu, sem dælt er úr.

Áætlun um borun.

Í eftirfarandi kostnaðaráætlunum eru þrjár möguleikar teknir til athugunar.

Borun 600 m holu með Mayhew bor, dýpkun þeirrar holu í 1000 m með Wabco bor og svo borun 1000 m holu með Wabco bor.

Gert er ráð fyrir, að á báðum borum sé unnið á einni vakt, virkur bortími ca 10 tímar á dag. Áhöfn Mayhew bors er 3 menn en 4 menn á Wabco bor. Í báðum tilfellum er gert ráð fyrir sama fóðringarþrógrami þ.e. 10 m 10" fóðring og 60 m 8" fóðring. Meginmunur borana er sá, að Mayhew kemst í 600 m dýpi en Wabco bor kemst a.m.k. í 1000 m dýpi.

Gert er ráð fyrir, að verkkaupi annist hluta af undirbúningsvinnu verksins, svo sem gerð borplans og uppslátt og steypingu borkjallara, að fyrirsögn JBR. Einnig er gert ráð fyrir, að verkkaupi annist uppihald boráhafnar meðan á verki stendur. Þessir liðir eru þó teknir með í kostnaðaráætluninni.

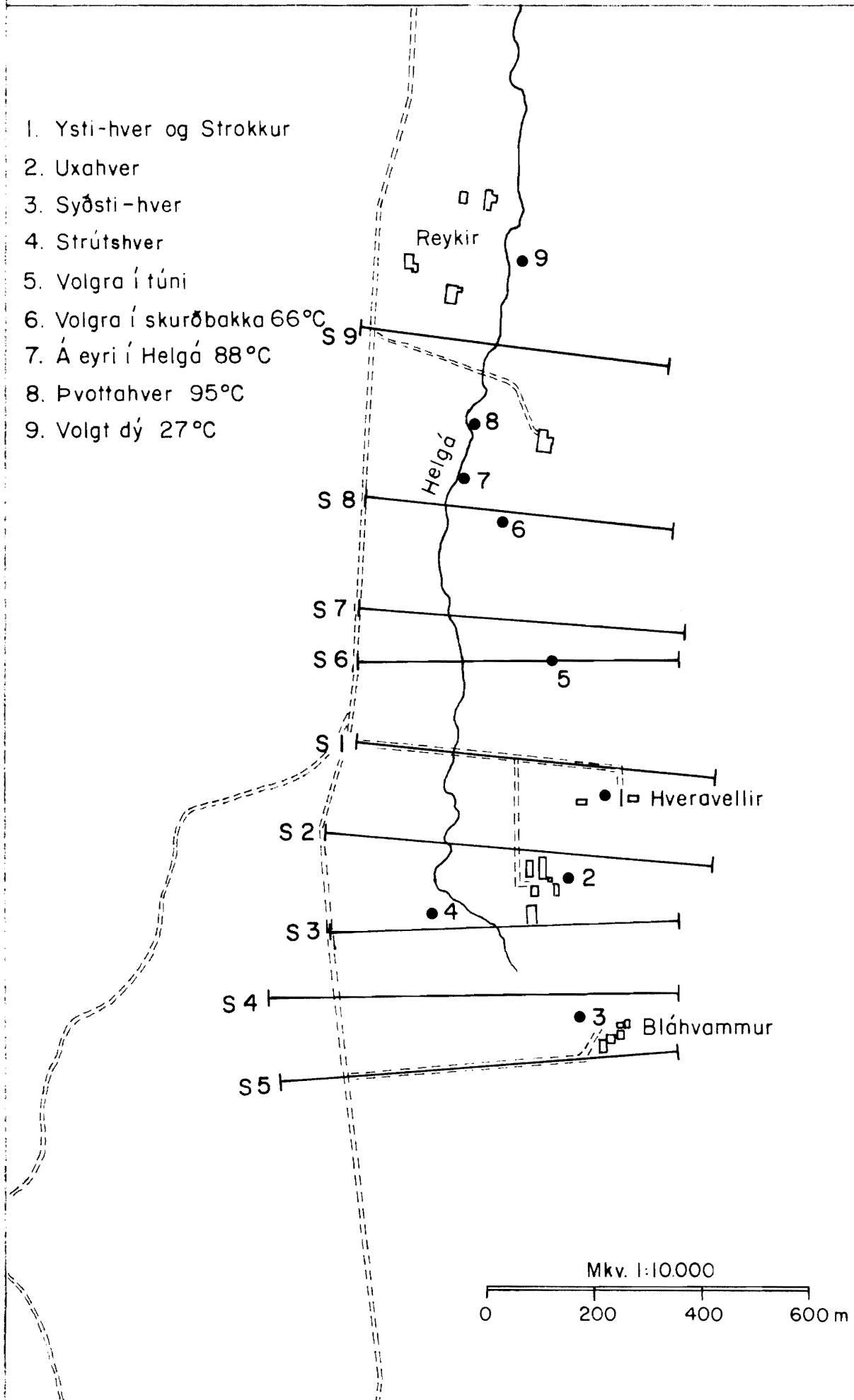
Eftirfarandi áætlanir eru átlaðar til viðmiðunar um væntanlegan gang verksins og eru ekki bindandi á einn eða neinn hátt.

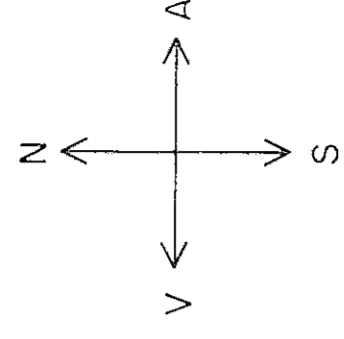
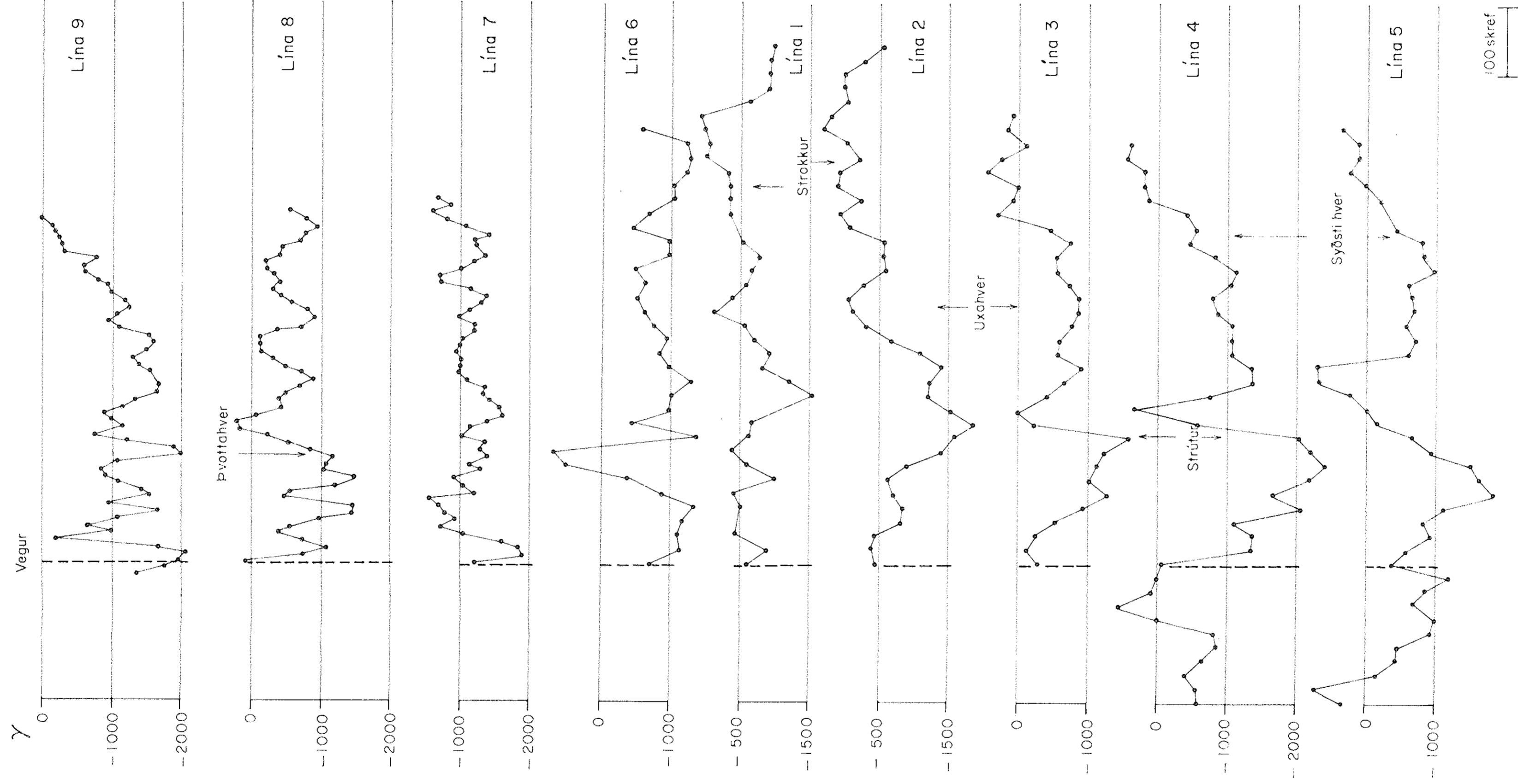


Hveravellir í Reykjahreppi

Jarðhitastaðir og staðsetning segulmælinga

1. Ysti-hver og Strokkur
2. Uxahver
3. Syðsti-hver
4. Strútshver
5. Volgra í túni
6. Volgra í skurðbakka 66°C
7. Á eyri í Helgá 88°C
8. Þvottahver 95°C
9. Volgt dý 27°C





ORKUSTOFNUN

Hveravellir í Reykjahreppi
Segulmælingar

1911-973 VS/Gyða

Tfr. 151

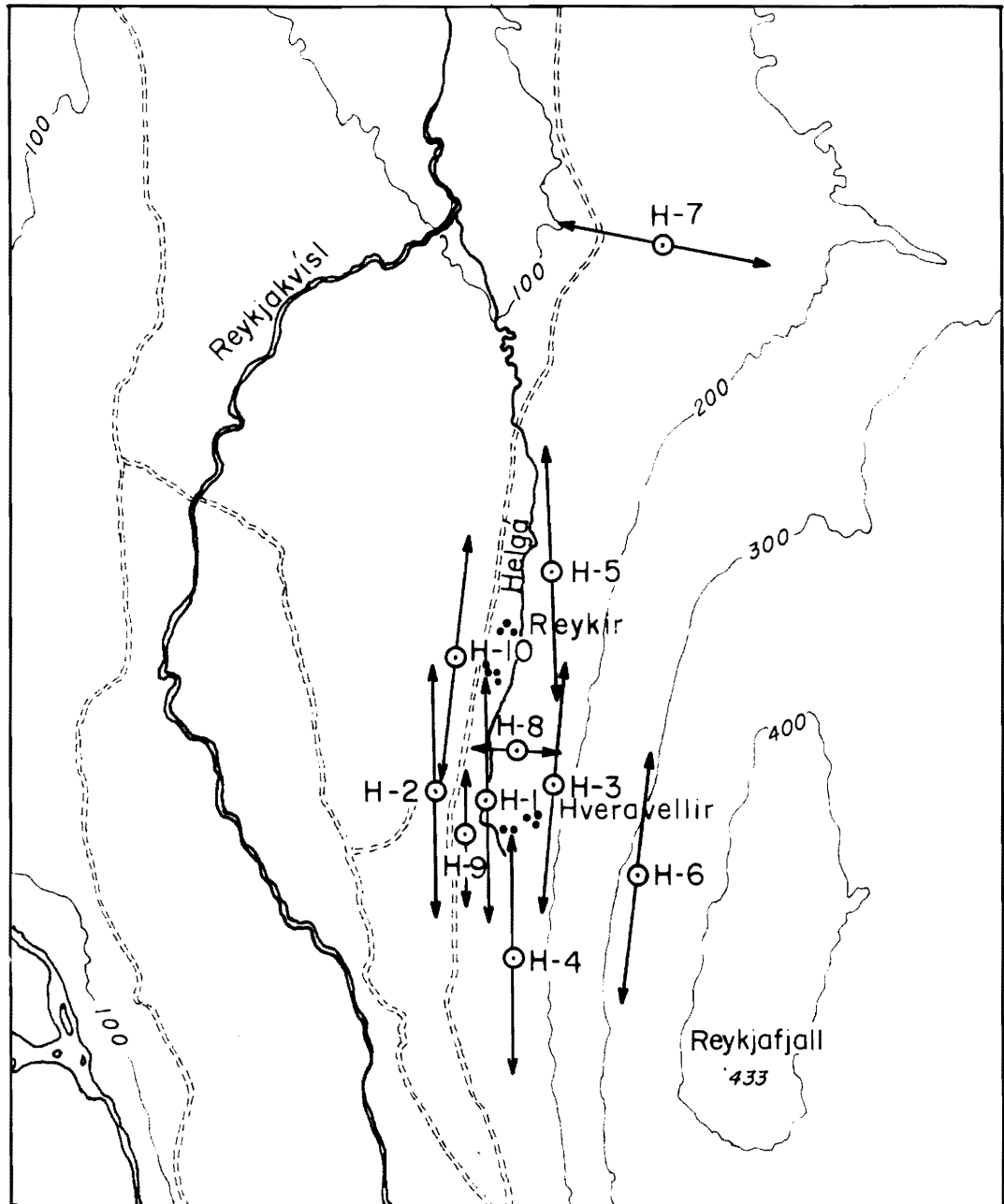
J. Reykjah. J.-Segul.

Fnr. 11516



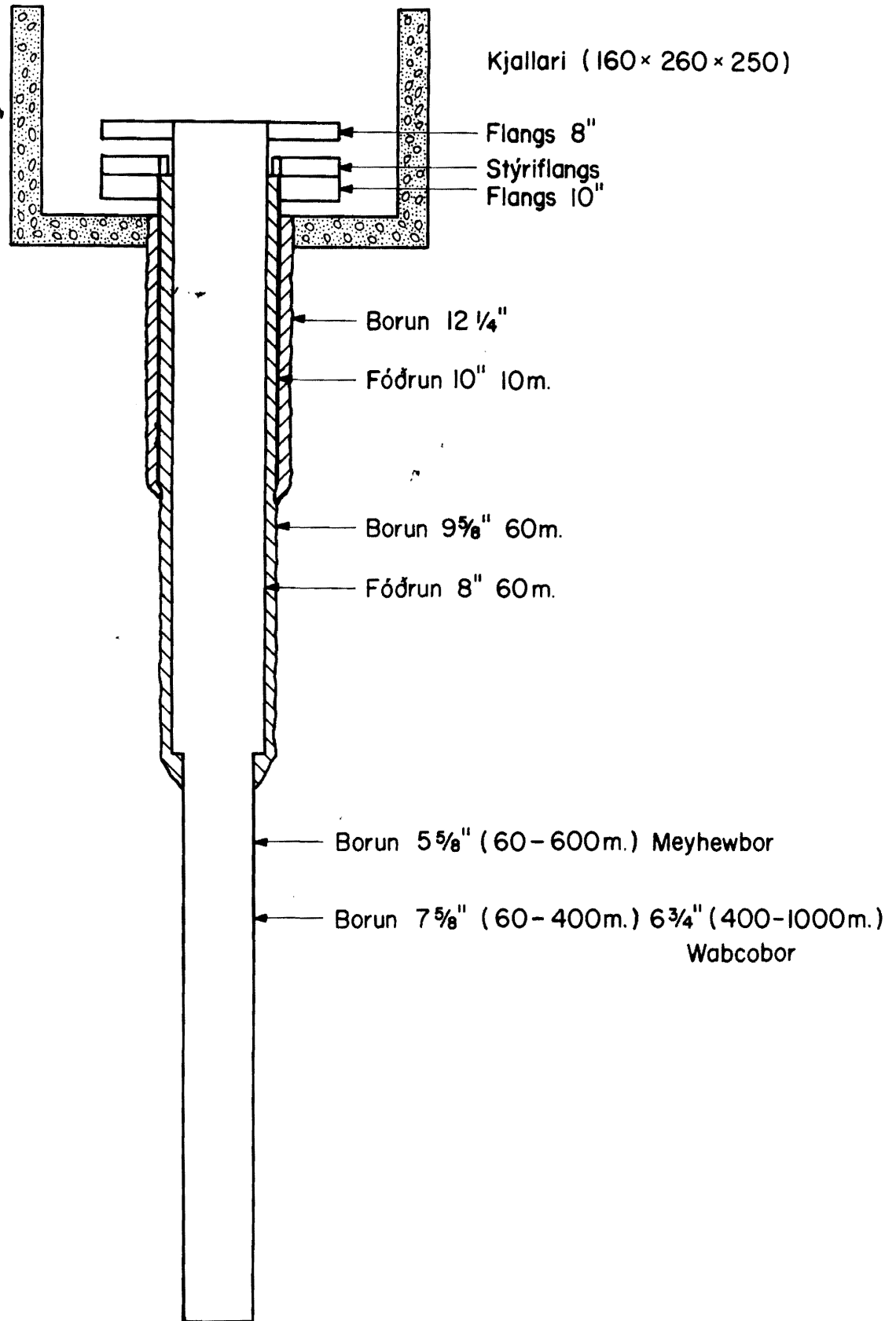
Hveravellir í Reykjahreppi

Staðsetning viðnámsmælinga



Mkv. 1:50.000







Borun á Hveravöllum
S - Þing.

Verkdagar:

Mayhew bor, áhöfn 3 menn.

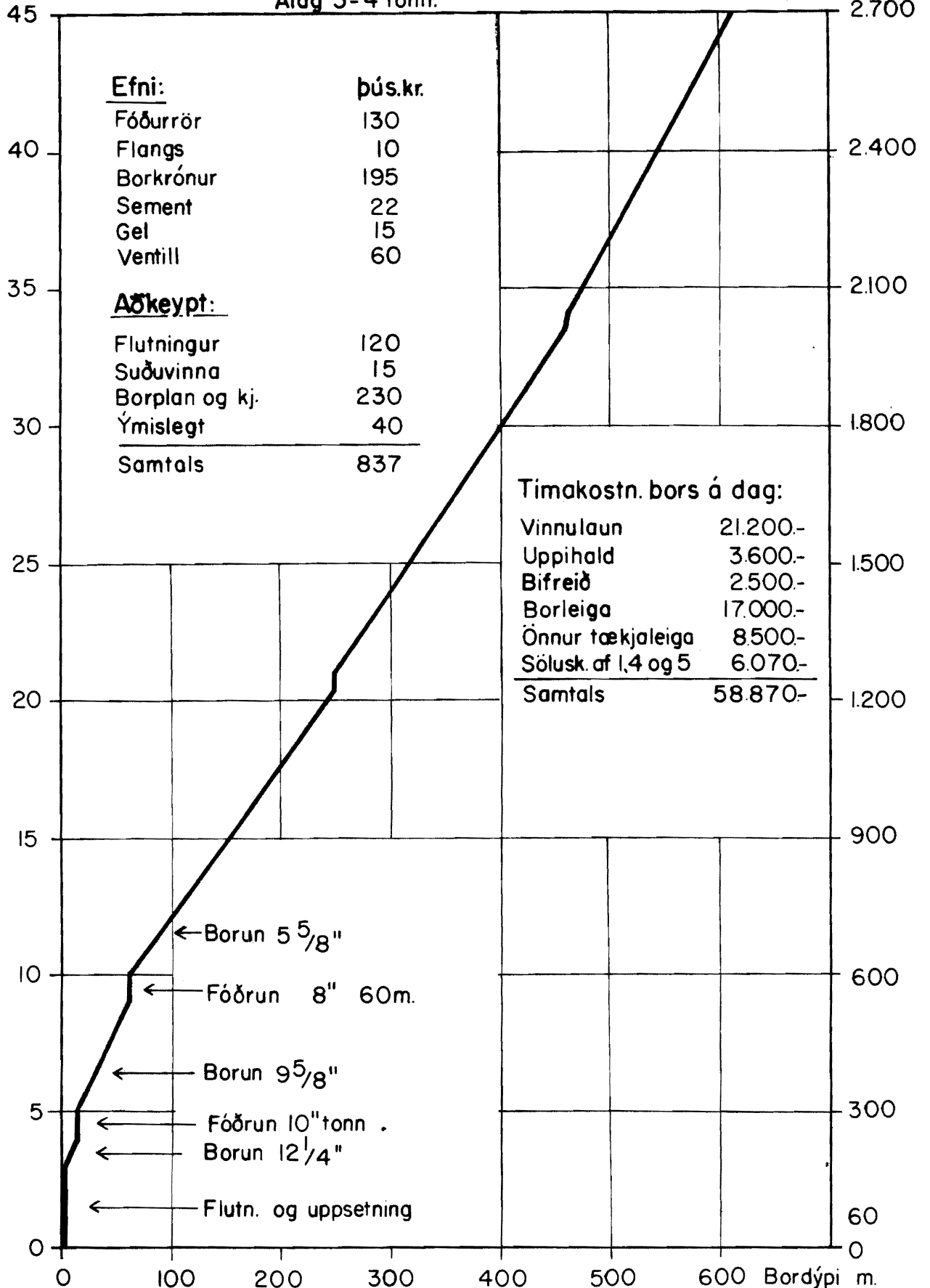
Tímakostn. bors

Virkur bortími 8-10 tímar á dag.

þús.kr.

Álag 3-4 tonn.

2.700





**Borun á Hveravöllum
S - Þing.**

Dýpkun og víkkun 600 m. borholu eftir Mayhew.

Wabco bor áhöfn 4 menn.

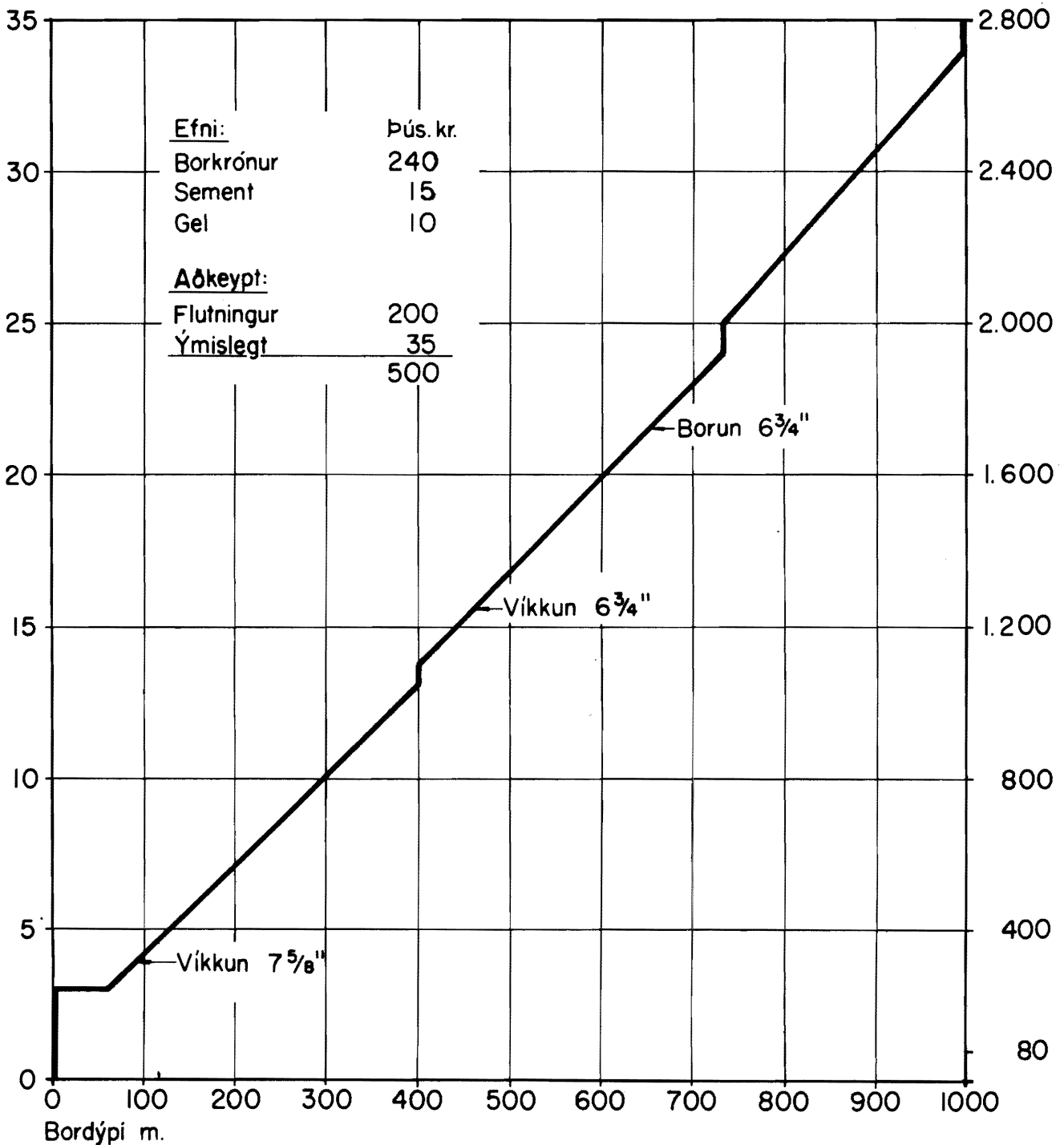
Virkur bortími 10 tímar á dag

Álag 6 - 12 tn.

Tímakostnaður bors 80 þús. kr. á dag

Verkdagar

Tímakostn. bors
þús. kr.





**Borun á Hveravöllum
S - Þing.**

Wabcobor, áhöfn 4 menn.
Virkur bortími 10 tímar á dag.
Álag 6 - 12 tn.

