



ORKUSTOFNUN

Jarðhitavirkjun í Grændal

Valgarður Stefánsson

Greinargerð VS-97-07



Jarðhitavirkjun í Grændal

Inngangur

Raforkuvinnsla úr jarðhita hófst í Reykjakoti í Ölfusdal árið 1946. Þessi fyrsta jarðgufuvirkjun á Íslandi sá Hveragerði fyrir raforku í eitt ár. Allar götur síðan hafa verið uppi áform um jarðhitánýtingu á þessu svæði, en minna orðið úr framkvæmdum.

Þessi samantekt um jarðhita í Grændal er gerð að ósk Rafmagnsveitna Ríkisins. Greinargerðinni er ætlað að lýsa í stuttu máli aðstæðum fyrir jarðgufuvirkjun í Grændal.

Örnefni

Norður af Ölfusdal gengur dalur sem ýmist hefur verið nefndur Grensdalur, Grænidalur eða Grændalur. Á nýlegu jarðhitakorti um Hengilsvæðið eftir Kristján Sæmundsson, er dalurinn nefndur Grændalur og er það nafn notað í þessari greinargerð.

Rannsóknasaga

Á árinu 1946 skipuðu bæjarstjórnir Reykjavíkur og Hafnarfjarðar ásamt samgöngumálaráðuneyti nefnd til þess að annast samvinnu þessara aðila um hagnýtar jarðhitarannsóknir, einkum í Hengli og í Hveragerði. Á árunum 1947-1949 voru gerðar mjög merkar jarðhitarannsóknir á þessu svæði. Þessar rannsóknir voru brautryðjandaverk, og sambærileg rannsókn á jarðhitasvæði fór ekki fram annars staðar fyrr en Nýsjálendingar hófu rannsóknir á jarðhitasvæðinu í Wairakei um og eftir 1950. Niðurstöður rannsókna eru birtar árið 1951 í 36. árgangi Tímarits V.F.Í.

Á árunum 1958-1961 kostaði Ríkissjóður borun 8 djúpra hola í Ölfusdal, ofan Hveragerðis. Gufuborinn Dofri boraði þessar holur, en sá bor var þá nýkominn til landsins. Árangur borana var mjög góður og afl hola með því mesta sem þá þekktist hér á landi. Raforkumálastjóri lét Merz and McLellan í London ganga frá áætlun um 15 MW raforkuver í Ölfusdal og er skýrsla Merz and McLellan (MM) dagsett í mars 1961. Í skýrslummi telur MM að úr holunum 8 megi fá 70 kg/s af gufu og að það rennsli samsvari 29 MW afli í raforku. MM leggur til að uppsett afl verði 17 MW. Rök MM fyrir því að nýta aðeins 17 MW af þeim 29 sem talin eru vera fyrir hendi eru einkum þau að kalsít útfellingar í borholum þurfi að hreinsa með vissu millibili. Framleiðslukostnaður raforku frá jarðhitastöð í Ölfusdal var áætlaður 0,675 pence/kWh, en til samanburðar áætlaði MM raforkuverð frá olúkyntri stöð í Reykjavík 1,0 til 1,2 pence/kWh.

Áform um raforkuvinnslu í Ölfusdal dattu upp fyrir þegar álver í Straumsvík komst á dagskrá og ákveðið var að reisa mun stærra virkjun við Búrfell. Tvær holur (G-2 og G-4) hafi verið nýttar til hitaveitu í Hveragerði í um 30 ár. Þessar tvær holur sjá bænum fyrir um helming varmaþarfar. Hola G-3 var tekin í notkun 1989 til hitaveitu Reykjakot og Menntaskólasetlið. Þrjár holur hafa að mestu staðið ónotaðar, en tvær holur eru ónothæfar nú. Á liðnum áratugum hafa komið upp hugmyndir um nýtingu jarðhita í Ölfusdal til þungavatnsvinnslu, fyrir ylæktaarver, sykurveksmiðju og þilplötuverksmiðju, en engin þessara hugmynda hefur komið til framkvæmda.



Árið 1979 var gert við holutoppa á holunum í Ölfusdal og mælingar á rennsli gerðar á holum G-3, G-6 og G-7. Ráðist var í þessar mælingar vegna athugunar á hagkvæmni sykurvinnslu (Karl Ragnars og fl., 1979).

Jarðhitalegar aðstæður

Jarðhitinn í Hveragerði er eins konar afrennsli frá háhitasvæðinu í Hengli. Með þessari greinargerð fylgir kort Kristjáns Sæmundssonar um jarðhita, ummyndun og grunnvatn á Hengilsvæði. Útbreiðsla jarðhita og ummyndunar kemur þar vel fram. Mynd 1 sýnir staðsetningu borhola í Ölfusdal, en mynd 2 sýnir hitasnið gegnum borholurnar 8 í Ölfusdal. Lega sniðsins A - A' er sýnt á mynd 1. Hitasniðið á mynd 2 sýnir að jarðhitavökvi, sem er heitari en 230°C, kemur að neðan (frá meira en 600 m dýpi) norðan við holur G-1 og G-8. Jarðhitavökvinn leitar síðan upp og til suðurs og þegar kemur suður að byggð í Hveragerði er hitinn á vatninu kominn niður í 180°C og meginrennslið er á 100-200 m dýpi.

Þessar jarðhitalegu aðstæður eru sterkustu rök fyrir því að boranir norðan eða norðvestan við holur G-1 og G-8 muni koma í hita sem er hærri en 230°C neðan við 600 m dýpi. Miðað við útbreiðslu jarðhita á þessu svæði er nærtækast að ætla að heppilegasta vinnslusvæðið sé í Grændal, en einnig gæti svæðið í Rjúpnabrekku og norður undir Hverakjálka komið til greina sem vinnslusvæði. Athuganir á gasi í hveraaugum í Grændal benda til að djúphiti þar geti verið allt að 290°C (Grétar Ívarsson, 1996).

Beinar hitamælingar í holum G-1 og G-8 flokka svæðið í Grændal og Rjúpnabrekku sem "þekktan" virkjunarstað. Til einföldunar er þessi virkjunarstaður kallaður hér Grændalur.

Vinnslueiginleikar

Þó ekki hafi verið borað í Grændal ennþá, gefa borholur í Ölfusdal mjög góða vísbendingu um líklega vinnslueiginleika í Grændal.

Borholur

Tafla 1 er tekin úr Greinargerð BS-91/01 og sýnir hún hönnun og ástand borhola í Ölfusdal á árinu 1991.

Tafla 1. Hönnun og ástand borhola.

Holu nr.	Gagnagr .nr.	Dýpi (m)	Bortími	Fóðring		Ástand
				Utanmál	Dýpt (m)	
G-1	97324	657	30.07.58-19.09.58	9 5/8"	125,6	Steypt í holu 1994
G-1	"	982	04.10.60-07.11.60	9 5/8"	"	"
G-2	97325	400	20.09.58-08.10.58	9 5/8"	196	Í notkun
G-2	"	692	11.05.60-14.05.60	9 5/8"	"	"
G-3	96051	654	09.10.58-05.11.58	9 5/8"	199	Í notkun
G-4	97326	692	06.11.58-29.11.58	9 5/8"	199	Í notkun
G-5	96052	1206	24.02.60-10.05.60	9 5/8"	193	Full af borleðju
G-6	97327	661	08.11.60-29.11.60	9 5/8"	248	Stendur lokuð
G-7	97328	831	30.11.60-02.01.61	9 5/8"	248,5	Stendur lokuð
G-8	97329	294,5	03.01.61-18.01.61	9 5/8"	249,5	Stendur lokuð

Þessi tafla sýnir að þrjár holur, G-6, G-7 og G-8, eru ekki í notkun nú og mætti taka þær í notkun með stuttum fyrirvara.

Rennsli úr borholum

Tafla 2 er einnig byggð á Greinargerð BS-91/01 og sýnir hún rennsli úr holum G-6, G-7 og G-8.

Tafla 2. Afl borhola G-6, G-7 og G-8

Holu-númer	Aflmælingar 1961-1963		Aflmælingar 1979-1984	
	Heildarrennsli (kg/s)	Gufa við 6 bar a (kg/s)	Heildarrennsli (kg/s)	Gufa við 6 bar a (kg/s)
G-6	66	8,3	62	7,2
G-7	55	8,0	um 30	um 5
G-8	128	13,3	87	11,2

Rennsli úr holum G-7 og G-8 mælist marktækt lægra á tímabilinu 1979-84 en strax eftir borun á tímabilinu 1961-63. Ekki liggur fyrir hvort þessi afldölun er vegna útfellinga í borholum, vegna kólnunar í jarðhitakerfi eða vegna mismunandi mælitækni við mælingar á borholum. Hámarkshiti í holum G-7 og G-8 mælist 6-9°C lægri á tímabilinu 1979-1984 en á fyrra tímabilinu (1961-63) og bendir það til þess að vermi hafi lækkað á þessu 20 ára tímabili sem er á milli athugananna.

Heildarrennsli úr borholum í Ölfusdal er tiltölulega mikið miðað við að hitastig í jarðhitakerfi er tiltölulega lágt (180-230°C). Að vísu er vatnsborð jarðhitakerfis ofan við hlotoppa, en almennt bendir hátt rennsli úr holum til að lekt sé tiltölulega góð á svæðinu.

Rétt er að benda á að samanlagt gufumagn úr ónotuðum holum í Ölfusdal er um 20 kg/s. Það gufumagn gæti staðið undir 8-10 MW raforkuvinnslu í eimsvavirkjun eða 2-3 MW raforkuvinnslu í bakþrýstihverfli.

Efnasamsetning

Kalkútfellingar hafa verið rekstrarvandamál í borholum í Hveragerði, en ekki eru fyrir hendi athuganir sem segja til um hvort slík vandamál eru fyrir hendi í holum efst í Ölfusdal eða í holum sem boraðar verða í Grændal. Holur G-2 og G-3 hafa verið í stöðugri vinnslu í 30 ár og eru báðar holur hreinsaðar reglulega (árlega). Útfellingar eiga sér stað í fóðurröri, þannig að engin aflrýrnun er merkjanleg á holunum að lokinni hreinsun. Hreinsun á kalki úr fóðurrörum er tiltölulrga fljótleg og ódýr aðgerð. Holur G-6 og G-7 voru víddarmældar 1979, en ekki komu fram útfellingar í þeim mælingum.

Almennt má segja að hætta á kalkútfellingum minnkar með auknum hita í jarðhitakerfi. Þannig eru mestar líkur á að kalkútfellingar verði ekki rekstrarvandamál í holum sem boraðar verða í Grændal, a.m.k. ef hiti verður yfir 250°C. Auk þess er rétt að benda á að þó kalkútfellingar séu í holum í Hveragerði og Svartsengi þá eru þar notaðar aðferðir við hreinsun vinnsluhola sem eru bæði ódýrar og fljótlegar. Kalkútfellingar eru því tiltölulega lítið vandamál nú til dags.

Gas í gufu í holum í Ölfusdal er tiltölulega lítið. Í holu G-6 mældist það 0,1-0,2% í blástursprófuninni 1979. Gasið er að mestu leyti CO₂ (80%) og H₂S (20%). Gufan er því vel fallin til raforkuvinnslu.

Förgun affallsvatns

Komi til verulegrar jarðhitavinnslu í Grændal eða efst í Ölfusdal þarf að gera ráð fyrir niðurdælingu á affallsvatni. Meðalrennsli í Varmá er $2,3 \text{ m}^3/\text{s}$ en minnsta rennsli árinna er um $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$. Það er því ekki hægt að farga neinu verulegu magni af affallsvatni á yfirborði.

Borholur í Ölfusdal gætu verið heppilega niðurdælingarholur fyrir jarðhitavinnslu í Grændal. Hins vegar má búast við að niðurdæling í þær holur geti haft áhrif á vinnslu úr borholum í Hveragerði. Þess vegna þarf að gera sérstaka líkanreikninga og niðurdælingatilaunir áður en ráðist er í mikla vinnslu og mikla niðurdælingu á þessu svæði.

Eignarréttur

Talið hefur verið að Grændalur sé í ríkiseign. Annars er eignaréttur og landamerki á Hengilsvæði flókið mál. Með þessari greinargerð fylgir útdráttur um eignarétt á Hengilsvæði sem tekinn er úr skýrslu Orkustofnunar OS82093/JHD13 og kort úr sömu skýrslu, sem sýnir í grófum dráttum landamerki á Hengilsvæði. Eftir gerð þessa korts hefur Hitaveita Reykjavíkur eignast jörðina Ölfusvatn og borað holu við Ölkelduháls.

Samantekt

- Grændalur liggur til norðurs upp frá Ölfusdal. Þar er allmikil hveravirkni og benda boranir í Ölfusdal til að uppstreymi jarðhitans í Ölfusdal sé í Grændal. Hitastig í jarðhitakerfi í Grændal er hærra en 230°C neðan við 600 m dýpi. Vegna nálægðar við efstu holur í Ölfusdal er jarðhitasvæðið í Grændal flokkað sem þekktur virkjunarstaður.
- Ónýttar borholur í Ölfusdal geta gefið allt að 20 kg/s af gufu við 6 ata holutoppsprýsting. Þessa gufu má nú þegar nýta til raforkuvinnslu.
- Vinnslueiginleikar jarðhitans í Grændal eru taldir góðir til raforkuvinnslu. Gas í gufu er 0,1-0,2%. Viss möguleiki er á að kalk falli út í borholum, en talið er að þær aðstæður hafi ekki mikil áhrif á rekstur borhola.
- Talið er að Grændalur sé í ríkiseign.

Heimildir

Benedikt Steingrímsson, 1991: Borholur í Ölfusdal. Ástand hiti og afl. Greinargerð BS-91/01, Orkustofnun Jarðhitadeild 1991-06-24, 15 bls.

Grétar Ívarsson, 1996: Jarðhitagas á Hengilsvæðinu. Söfnun og greining 1993-1995. Skýrsla Hitaveitu Reykjavíkur, Janúar 1996.

Gunnar Böðvarsson, 1951: Skýrsla um rannsóknir á jarðhita í Hengli, Hveragerði og nágrenni, árin 1947-1949. Fyrri hluti, Tímarit V.F.Í. 36. árg., 1. hefti, bls. 1-48.

Karl Ragnars, Halldór Ármannsson og Benedikt Steingrímsson, 1979: Ölfusdalur. Mælingar í borholum G-3, G-6 og G-7. Framvinduskýrsla. Skýrsla Orkustofnunar OS79053/JHD25, 51 bls.

Kristján Sæmundsson, 1970: Jarðhiti á Suðurlandsundilendi og nýting hans. Suðri, 2. hefti, bls.101-160.

Merz and McLellan, 1961: Report on geothermal power station project. Report to State Electricity Authority, Iceland. 94 p.

Sveinn S. Einarsson, 1961: Proposed 15-megawatt geothermal power station at Hveragerdi, Iceland. Paper E/CONF.35/G/9, United Nations Conference on New Sources of Energy. Rome 1961.

Trausti Einarsson, Þorbjörn Sigurgeirsson, Tómas Tryggvason, Sigurjón Rist, Baldur Línadal og Helmuth Schabe, 1951: Skýrsla um rannsóknir á jarðhita í Hengli, Hveragerði og nágrenni, árin 1947-1949. Síðari hluti, Tímarit V.F.Í., 36 árg. 3. og 4. hefti, bls. 49-82.

Valgarður Stefánsson, Gestur Gíslason, Helgi Torfason, Lúðvík S. Georgsson, Stefán G. Sigurmundsson og Sverrir Þórhallsson, 1982: Áætlun um skipulegar rannsóknir á háhitasvæðum landsins. Skýrsla Orkustofnunar OS82093/JHD13, 176 bls.



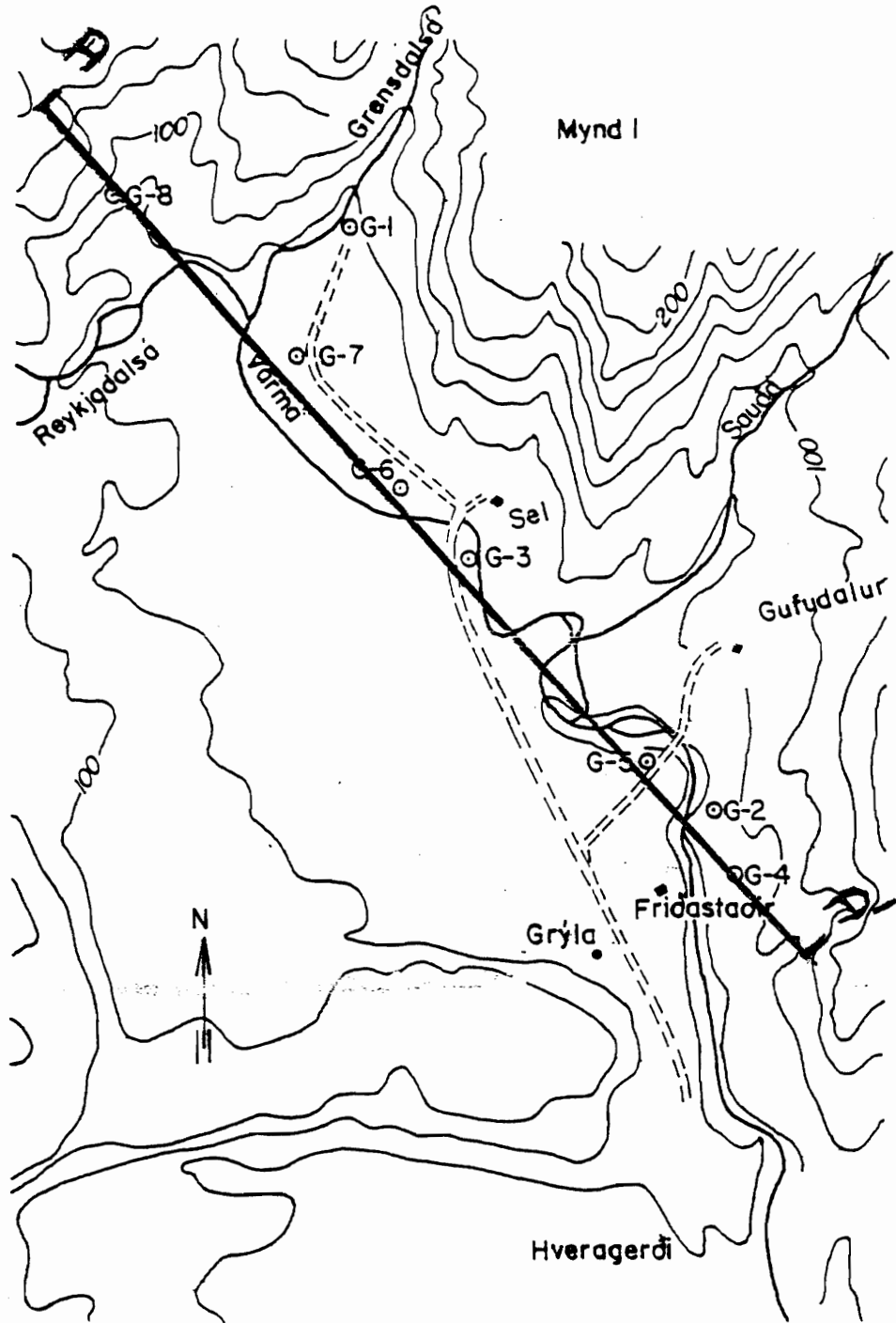
ÖLFUSDALUR
Afstöðumynd

80-01-28

P.I./Sy.J.

Ölfus

F 19017



Mynd 1.

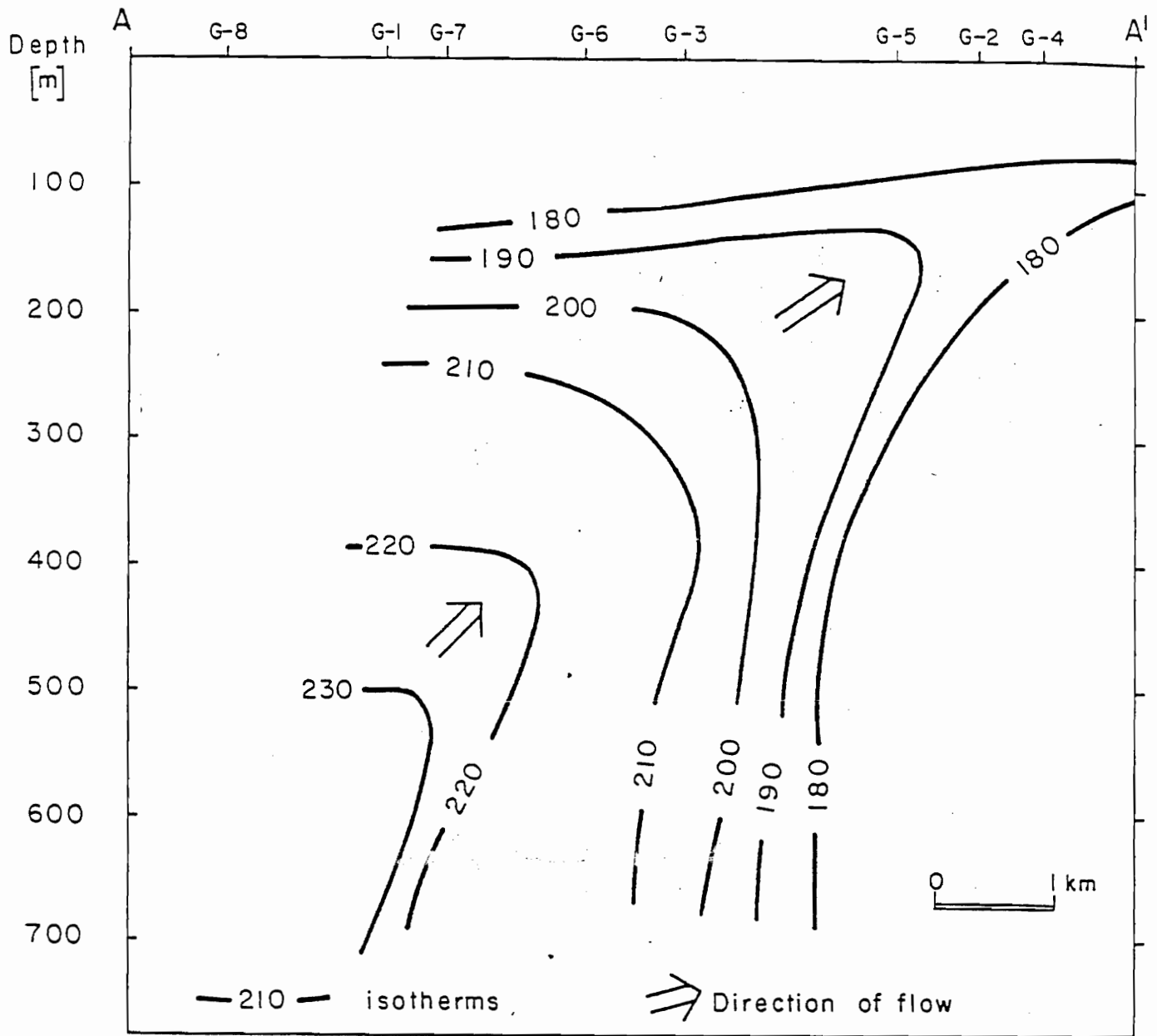


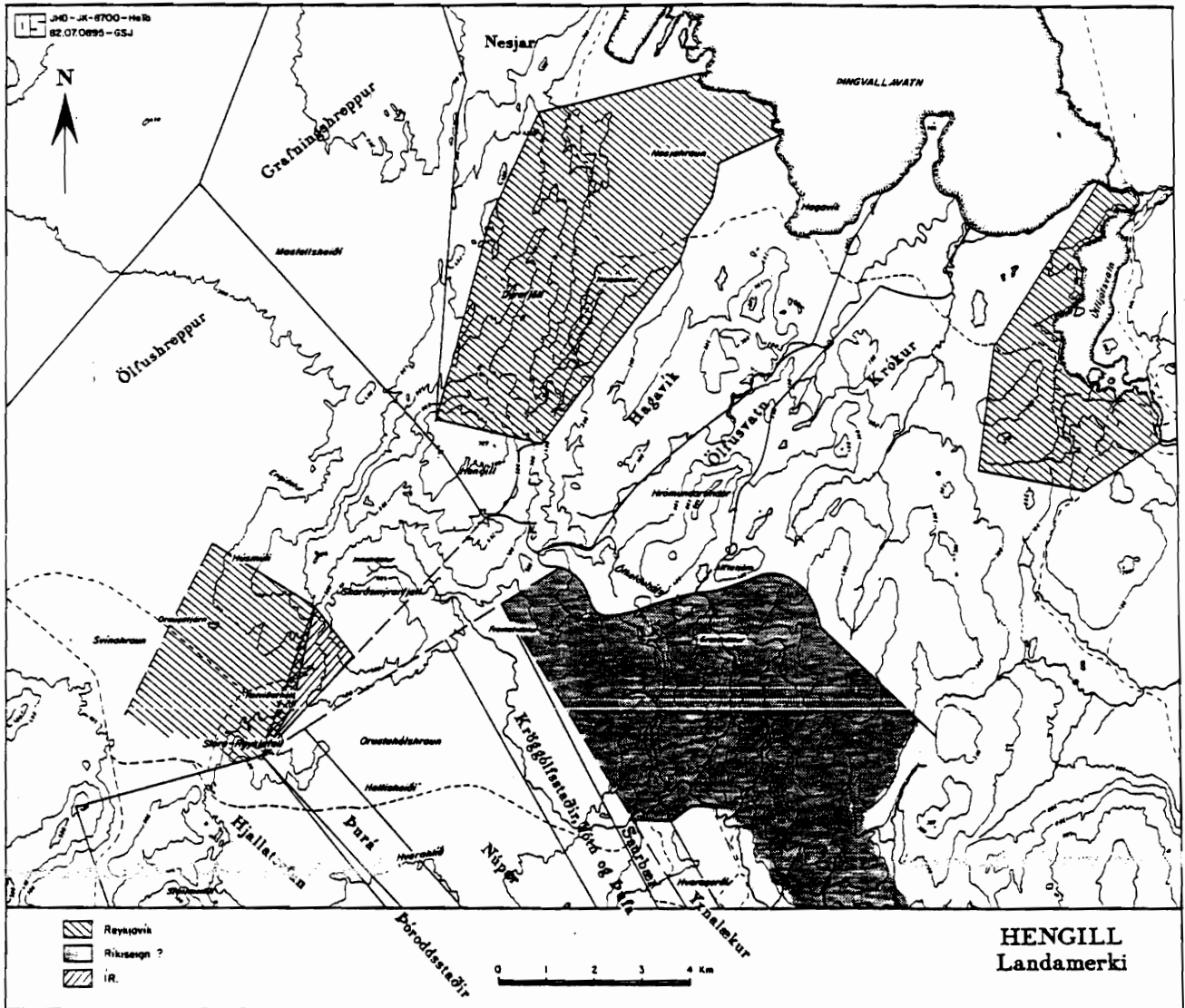
Fig. 4.21 Hveragerdi, Iceland. Temperature distribution in the cross-section of Fig. 4.20.

HENGILL

Eignarréttur landa á Hengilssvæðinu var kannaður af Verkfræðiskrifstofu Guðmundar og Kristjáns skv. skýrslu þeirra fyrir Landsvirkjun frá árinu 1975. Kort það (mynd V 3) er hér fylgir með, er hluti af þeirri skýrslu.

Eigna- og umráðaréttur Hengilssvæðisins er í allmörgum höndum (a.m.k. 17 aðila). Skyggðu svæðin á kortinu eru í eigu ríkisins og Reykjavíkurborgar, þ.e. Kolviðarhóll (Reykjavíkurborg, þar af hlúti í eigu Íþróttafélags Reykjavíkur), Nesjavellir (Hitaveita Reykjavíkur) og Úlfljótsvatn (Rafmagnsveita Reykjavíkur). Skyggða svæðið merkt ríkinu mun væntanlega tilheyra Völlum í Ölfusi að mestu leyti. Stór hluti svæðisins tilheyrir Ölfushreppi og Grafningshreppi. Aðrir hlutar tilheyra jörðum í einkaeign utan Kröggólfsstaðir og Þúfa í Ölfusi sem eru í eigu Jarðeignasjóðs ríkisins. Jarðir þar sem hér um getur og eru í einkaeign eru: Hjallatorfan, Þóroddstaðir, Þurá, Núpár, Vötn, Saurbær og Yxnalækur í Ölfushreppi, Krókur, Ölfusvatn, Hagavík og Nesjar í Grafningshreppi.

Óljóst er með eignarrétt í Hengladölum, Innstadal, Miðdal og Fremstadal. Meginhluti Innstadals tilheyrir afrétti Ölfushrepps. Neðsti hluti Innstadals, Miðdalur og hluti Fremstadals eru á svæði, sem óljóst er hvort tilheyrir Ölfusafrétti eða eignarlöndum Kröggólfsstaða, Vatna og Þúfu, Saurbæja og Jarðeignasjóðs. Óljós og óviss mörk sem þessi, eru merkt með strikallinum. Hér á við það sem áður greinir um eignarrétt ríkisins á jarðhita á afréttum.



Mynd V3 Landamerki á Hengilssvæðinu. Sama svæði og sýnt er á mynd 16, jarðhiti á yfirborði, nema hér er sýnt svæði styttra til suðurs.