



Hitaveita Akureyrar. Drög að áætlun um
rannsóknir og eftirlit með vinnslu

Ólafur G. Flóvenz, Þorsteinn Thorsteinsson, Guðni Axelsson,
Hrefna Kristmannsdóttir

Greinargerð ÓGF-ÞTh-GAx-HK-87-10

HITAVEITA AKUREYRAR

Drög að áætlun um rannsóknir og eftirlit með vinnslu

1. Vatnsvinnsla og vatnsstaða 1987

Reynsla undanfarinna ára hefur sýnt að afkastagetu núverandi vinnslusvæða Hitaveitu Akureyrar eru veruleg takmörk sett. Það kom gleggst í ljós á fyrstu árum hitaveitunnar. Þá var tekið meir úr jarðhitasvæðunum, einkum á Laugalandi og Ytritjörnum en svæðin stóðu undir. Afleiðingin varð geysimikill niðurdráttur og minnkandi afköst svæðanna með tíma (mynd 1). Með tilkomu vatnsvinnslu af Glerárdal, varmadæla sem auka nýtni vatnsins og breytts sölufyrirkomulags hefur tekist að draga verulega úr vatnsvinnslu af Laugalandi og Ytritjörnum þannig að nú er vatnsborð þar hærra en verið hefur um margra ára skeið.

Þótt nú ári betur í vatnsbúskap HA en áður er ljóst að tiltölulega litla aukningu í vatnsvinnslu þarf til að snúa dæminu við og valda sívaxandi niðurdrætti eins og árum áður. Einnig ber að gæta þess að niðurdráttur vex þótt dælingu sé haldið stöðugri eða m.ö.o. ef halda á föstum niðurdrætti um lengri tíma dvína afköst holunnar.

Ekki er með öllu ljóst hversu mikið taka má af núverandi vinnslusvæðum til frambúðar en ef miðað við reynslu liðinna ára er vinnslugeta Ytritjarna vart meir en 20-25l/s, Laugalands 40-45l/s, Glerárdals um 20l/s að meðaltali yfir árið. Jarðhitasvæðið á Botni gefur um 30l/s miðað við um 230m niðurdrátt. Botnssvæðið er þó að veigamiklu leyti frábrugðið hinum svæðunum þremur; þar hafa fundist tvö misheit og óháð vatnskerfi og hefur þrýstilækkunin þar orðið mun minni en á hinum svæðunum. Kemur þetta m.a. fram í tiltölulega jafnri 5 ára samfelldri vinnslu og einnig því að vatnsborðshækkun er mjög ör í holunum eftir að dælingu er hætt. Þetta má túlka á þann veg að vatnskerfi svæðisins, annað eða bæði séu ekki fullnýtt og hafi lítið látið á sjá undan dælingunni á Botni.

2. Úrvinnsla vatnsborðsmælinga

Hitaveita Akureyrar hefur í samráði við Orkustofnun skráð reglulega dælingu og vatnsborð í hinum ýmsu borholum sem boraðar hafa verið á vegum hennar. Þannig eru nú til í vörslu Orkustofnunar og HA geysiviðamikil gögn sem nýta má til að fá út mikilvægar upplýsingar um eðli jarðhitasvæðanna í Eyjafirði og hvernig nýtingu þeirra verður best háttað. Unnið hafur verið úr hluta þessara gagna. Reynt var að meta eðli aðfærsluæða svæðanna og í samræmi við það voru gerðar vinnsluspár fyrir einstök svæði sem dælingu hefur síðan í stórum dráttum verið hagað eftir. Orkustofnun hefur hins vegar verið fram til þessa vanbúin til þess að ráðast í gerð viðamikilla líkana af jarðhitasvæðum sem nauðsynleg eru til að kanna innbyrðis samband þeirra auk þess sem drjúglangan tíma þarf til að áhrif breytttrar dælingar komi fram í þrýstiástandi svæðanna.

Orkustofnun er nú að koma sér upp ágætri aðstöðu til að gera reikningsleg líkön af jarðhitakerfum líkt og í Eyjafirði. Þar er reynt að búa til líkön sem byggja á vatnsborðsgögnum og upplýsingum um efnainnihald og jarðfræðilegar aðstæður og herma sem nákvæmast eftir viðbrögðum jarðhitasvæðanna við mismunandi vinnslu. Þetta kallast hermireikningar. Ákveðið hefur verið að taka vatnsborðsgögnin frá Glerárdal til að prófa hluta þeirra forrita sem Orkustofnun hefur fengið til hermireikninga. Ástæða fyrir því vali er tvíþætt. Gögnin henta vel til slíkrar prófunar þar sem svæðið er einangrað og gögn tiltölulega góð auk þess sem Orkustofnun vill með þessu koma nokkuð til móts við HA með því að vinna þetta HA að kostnaðarlausu.

Hliðstæð úrvinnsla vatnsborðsmælinga úr Eyjafirði er hins vegar mjög viðamikil. Bæði er að gögnin eru umfangsmikil og um að ræða mörg misjafnlega mikið samtengd jarðhitasvæði. Lauslega áætlað er það um 12 mannmánaða vinna að útbúa skikkanlega gott líkan af jarðhitasvæðunum í Eyjafirði. Hins vegar er einnig unnt að líta á jarðhitasvæðin sem aðskilin svæði og búa til einföld líkön (svokölluð þjöppuð líkön) fyrir hvert þeirra fyrir sig og nota við gerð einfaldra vinnsluspáa. Lauslega metið er það um 4 mannmánaða vinna að útbúa slík líkön fyrir öll svæðin.

3. Viðbótavatnsöflun

3.1 Jarðhitasvæðin í Öngulstaða og Hrafnagilshreppum.

Telja má að jarðhitasvæðin á Ytritjörnum og Laugalandi séu

fullnýtt nú þannig að boranir þar muni ekki gefa neina viðbót vatns. Jarðhitasvæðin við Brúnalaug, Reykhús, Grísará og Hrafnagilsskóla virðast tengd a.m.k. Laugalandssvæðinu að einhverju leyti þannig að vafi er á hvort boranir í þessi svæði séu vænlegar til árangurs. Þá er ekki ljóst hvort og þá hversu mikið vinnslusvæðin þrjú í Eyjafirði eru innbyrðis tengd.

Jarðhitasvæði við Botn er hins vegar ekki fullnýtt eins og sjá má af því hve fljótt þrýstingur vex á svæðinu þegar dælingu er hætt. Hversu miklu meira væri unnt að vinna úr Botnsvæðinu ef það tækist að hitta á meginæðarnar er erfitt að segja. Með hermireikningum mætti þó leggja eitthvað mat á það. Þar vantar aftur nokkuð af upplýsingum um hegðan vatnsborðs í holunum á Botni og yrði að gera þar nokkrar mælingar sem fælust í að stöðva þaðan dælingu í allt að 30 daga og mæla vatnsborð sem fall af tíma. Mánuð á undan og mánuð á eftir yrði að tryggja mjög stöðuga vinnslu úr svæðinu ásamt nákvæmum vatnsborðsmælingum.

Þá eru laugarnar við Grýtu, Stokkahlaðir og Kristnes enn óhaggaðar þrátt fyrir mikinn niðurdrátt í jarðhitakerfunum í næsta nágrenni. Það er því augljóst að jarðhitasvæðin í hreppunum tveimur eru engan vegin fullnýtt. Hins vegar er ekki með öllu ljóst hvar á að bora til að hitta í þau vatnskerfi sem enn eru þar ónýtt.

Í tengslum við hljóðhraðamælingar þær sem Rússar framkvæmdu í samvinnu við Orkustofnun haustið 1986 hefur Orkustofnun unnið nokkuð að endurskoðun á eldri gögnum frá Laugalandi og Ytritjörnum. Sú endurskoðun hefur leitt af sér athyglisverðan túlkunarmöguleika á jarðhitunum í Eyjafirði. Hann felst í því að meginjarðhitakerfið sé sprunga með stefnu nálægt norðaustri, sem liggja milli Laugalands og Botns (mynd 2). Holur 5,7 og 12 á Laugalandi liggja á þessari sprungu ásamt holu HN-10 við Botn. Jafnframt liggur Hólslaug sem hvarf strax við borun LJ-5 á þessari sprungun hola BN-1 fyrir sunnan hana. Stokkahlaðalaugin kemur upp í gili skammt neðan við staðinn þar sem þessi meinta sprunga liggur yfir það og gæti sótt vatn sitt til hennar. Þetta líkan skýrir því vel hvers vegna einungis holur 5,7 og 12 á Laugalandi og hola HN-10 hitta í gjöfular æðar en ekki aðrar holur á þessu svæði. Þetta skýrir einnig þau góðu þrýstitengsl sem voru milli LJ-5 og Hólslaugar.

A.m.k. þrjú önnur atriði styrkja þetta líkan. Í fyrsta lagi

kemur í ljós að dýpi á t.d. 80C jafnhitalínuna fylgir þessari stefnu. Í öðru lagi er eðlisviðnám jarðlaga lægst eftir rennu með þessari stefnu milli Laugalands og Botns ásamt raunar rennu með norður-suður stefnu frá Laugalandi að Brúnalaug (mynd 2). Í þriðja lagi benda hitamælingar í borholum á Hrafnagilssvæðinu til þess að sunnan Hrafnagilsskóla sé sprunga með norðaustlæga stefnu.

Þá skýrir líkanið vel hvers vegna viðnámssniðsmælingar sem gerðar voru við Botnslaug sýndu engin merki um sprungu. Mælinurnar voru nefnilega látnar stefna í norðaustur og liggja þar með aldrei yfir meinta sprungu með norðaustur stefnu.

Hins vegar er ljóst að ef bæði Laugaland og Botn eru tengd sömu sprungunni eða sama sprungukerfinu hlýtur að vera í því einhver rennslhindrun sakir þess hve niðurdrátturinn á Laugalandi virðist hafa lítil áhrif á þrýsting í vatnskerfinu við Botn.

Við frekari leit að þeim vatnskerfum sem enn eru ófundin í Eyjafirði sýnist skynsamlegast að leggja megináherslu á svæðið kringum Botn. Það verður best gert með viðnámssniðsmælingum til að leita að þeirri meintu norðaustur sprungu sem hér er um rætt. Að þeim loknum yrðu boraðar nokkrar hitastigulsholur, 100-500m djúpar til að finna heppilegasta staðinn fyrir borun vinnsluholu sem gæfi hitaveitunni meira vatn.

Þrátt fyrir talsvert miklar rannsóknir hefur aðfærsluæð Grýtulaugar ekki fundist enn. Hugsanlegt er að hún sé tengd því vatnskerfi sem lagt er til að leitað verði í grennd við Botn. Það er því vart skynsamlegt að eyða miklu púðri á rannsókn Grýtusvæðisins í bili, heldur bíða niðurstaða rannsókna og borana við Botn.

Um Kristneslaug er svipaða sögu að segja og Grýtulaug. Aðfærsluæð hennar er enn ófundin og líklegt að vatnið sem til yfirborðs kemur þar sé aðrunnið á litlu dýpi frá uppstreymi undir hliðinni ofan Kristness. Vitað er að vinnslusvæðið á Glerárdal er á norðurmörkum lágviðnámsvæðis. Suðurmörk þess svæðis eru ókönnuð enda fremur örðugt að komast þar að til viðnámsmælinga. Ekki er óhugsandi að jarðhitinn á Glerárdal, við Ytra-Gil og Kristnes séu angí af sama jarðhitasvæði. Þetta þyrfi að kanna með viðnámsmælingum í hliðunum frá Fálkafelli suður að Kristnesi. Skynsamlegt

væri að gera þær mælingar áður en frekar yrði reynt við boranir á þessum svæðum að Glerárdal undanskildum.

3.2 Glerárdalur

Orkustofnun vinnur nú að hermireikningum fyrir Glerárdalssvæðið. Niðurstöður þeirra ættu að liggja fyrir á fyrri hluta árs 1988. Þær rannsóknir sem fram til þessa hafa verið gerðar á Glerárdal benda til þess að jarðhitasvæðið teygi sig talsvert langt til suðurs frá Glerárlaugum. Til álita kemur að bora um 1000m djúpa rannsóknarholu í grennd við holu 8 á Glerárdal til að kanna hvort þar væri að finna vatnsæðar sem væru lítið tengdar þeim æðum sem nú eru nýttar í holu GY-7.

3.3 Laugaland á Þelamörk

Á árunum 1983 og 1984 var gerð allitarleg úttekt á jarðhitasvæðinu við Laugaland á Þelamörk. Þeim niðurstöðum er lýst í skýrslu frá Orkustofnun sem ber heitið "Laugaland á Þelamörk, Jarðhitarannsóknir 1983-1984", OS-85095/JHD17. Helstu niðurstöður hennar eru þær að líklegt er talið að fá megi 20-40l/s af um 90C vatni af Þelamerkursvæðinu ef það tekst að hitta á meginaðstreymisæðar svæðisins. Viðnámssniðsmælingar gefa sterklega til kynna hvar þær liggja og er mælt með því að boraðar verði 2-4 200m djúpar borholur til könnunar á því. Þeim borunum yrði síðan fylgt eftir með dýpri holu.

Þá má benda á að vatnið á Þelamörk er ríkt af brennisteinsvetni, en brennisteinsvetnið bindur súrefni og hamlar því gegn tæringu.

3.4 Reykir í Fnjóskadal

Árið 1982 var boruð árangursrík hola á Reykjum í Fnjóskadal. Við lok borunar var loftdælt úr holunni en sú loftdæling stóð aðeins skamma stund uns loftpressan sem notuð var bilaði. Holan var síðan látin renna frítt í langan tíma og rennslið mælt. Einnig voru gerðar jarðlagamælingar í holunni og svarfi safnað. Hins vegar var aldrei unnið úr þessum gögnum. Jafnframt er ljóst að til að fá eitthvert mat á afköst holunnar þarf að þrúfudæla hana í talsvert langan tíma, ekki undir 2 vikum.

Eðlilegast er að ljúka úrvinnslu úr fyrirbyggjandi gögnum og dæluþrófa holuna síðan. Með því móti fengjust fyrstu tölur um afköst svæðisins og viðbrögð við vinnslu.

4. Efnafraðilegt eftirlit

Lagt er til að haldið verði áfram eftirliti með efnainnihaldi heita vatnsins á svipuðu formi og verið hefur undanfarin ár. Tekin hafa verið árlega sýni úr holum LJ-5 (eða 7 eða 12), TN-4, BN-1, HN-10, RWN-7 og GYN-7 ásamt þremur sýnum af vatni úr kerfinu. Öll þessi sýni hafa verið heildarefnagreind, þ.e. greind öll meginefni sem eru í vatninu. Tilgangur þessa eftirlits er að fylgjast með hvort breytingar eru að verða á efnainnihaldinu sem valdið gætu skaða eða sýnt fram á kalt innstreymi í kerfið.

5. Kostnaður

Hér á eftir fer kostnaðaráætlun um þá þætti sem fjallað hefur verið um í textanum hér að framan. Áætlunin er byggð á gildandi gjaldskrá Orkustofnunar og er hún látin fylgja með til skýringar.

Botn

1.1 Gagnasöfnun vegna hermireikninga	
Sérfræðivinna í eina viku.....	83.935 kr
2 ferðir Rey-Aku-Rey.....	12.440
1.2 Úrvinnsla vatnsvinnslugagna frá Botni.	
Sérfræðingur í 14 vikur.....	763.800
1.3 Úrvinnsla og frágangur gagna frá borun BN-1	
Sérfræðingur í 3 vikur.....	190.950
1.4 Viðnámsniðsmælingar (sprunguleit)	
a) Mælingaflokkur í 11 daga (án upphalds).....	841.280
b) Úrv. mælinganna. Sérfr. í 12 vikur m/tölvu....	763.800
c) 10 ferðir Rey-Aku-Rey.....	62.220
d) Kostnaður við skýrslugerð.....	30.000

2. Úrvinnsla vatnsborðsmælinga (hermireikn.)

2.1 Einfaldir líkanreikningar fyrir öll svæðin í Eyjafirði, sérfræðingur m/tölvu í 16 vikur.....	1.018.400
(þessi tala lækkar ef liður 1.2 verður unninn áður)	
2.2 Flóknir líkanreikningar fyrir öll jarðhitasvæðin í Eyjafirði, sérfræðingur í 48 vikur.....	3.055.200

3. Reykir í Fnjóskadal

3.1 Úrvinnsla fyrirbyggjandi gagna frá borun RY-7 Sérfr. í 5 vikur.....	318.250
3.2 Skýrslugerð, sérfr. í eina viku.....	51.148
3.3 14 daga dæluprófun með úrvinnslu.....	300.000

4. Kristnes - Glerárdalur

4.1 Viðnámsmælingar, mæliflokkur í 20 daga.....	1.431.848
4.2 Úrvinnsla, sérfr. í 4 vikur m/tölvu.....	254.600
4.3 Skýrslugerð, sérfr. í eina viku.....	51.148

5. Efnaeftirlit

5.1 Árlegt efnaeftirlit, sýnataka og greining.....	145.000
--	---------

6. Drög að tímaáætlun

Það verður ávallt matsatriði hversu hratt skal farið í rannsóknir og vatnsöflun. Flestum þykir þó skynsamlegast að hafa vaðið fyrir neðan sig og vita að hverju hægt er að ganga í framtíðinni. Í bili hefur Hitaveita Akureyrar nóg vatn en ljóst að ekki þarf mikla aukningu í vatnsnotkun til að vatnspurrð verði. Stækkun bæjarins, yfirtaka rafhitamarkaðarins og kaldari tíð kallar á meira vatn. Þá er ekki heppilegt að þurfa að ana í flýti í misvel undirbúnar boranir, reynslan sýnir að heppilegast er að bora með gætni og íhuga og undirbúa hvert skref í vatnsöflun fyrir sig og gefa sér tíma til að draga ályktanir af hverju borverki hvort sem það leiðir til góðs eða lélegs árangurs. Jafnframt er vitað að HA býr við erfiðan fjárhag sem taka verður tillit til við gerð áætlana um rannsóknir og boranir sem nýtast eiga í framtíðinni.

Hér á eftir er sett fram hugmynd að rannsóknaráætlun næstu ára ásamt grófu kostnaðarmati. Hún er sett hér fram sem umræðugrundvöllur sem hægt að breyta og umsnúa eftir bestu manna yfirsýn. Kostnaðurinn er byggður á kosnaðaráætlunum í lið 5 að ofan auk þess sem bætt er við fæði og gistikostnaði þar sem við á, en hann er talinn 3500kr á sólarhring (dagpeningar ríkisins). Þeim kostnaði má í flestum tilvikum

koma verulega niður. Borkostnaðinn er erfitt að áætla en miðað við þau verð sem verið hafa á bormarkaðnum að undanfögnu ætti vart að vera um vanmat á honum að ræða.

Við gerð tímaáætlunarinnar er valin sú stefna að reyna fyrst að auka vatnsöflun í námunda við núverandi vinnslusvæði HA og snúa sér síðan að Laugalandi á Þelamörk. Reykir í Fnjóskadal eru ekki teknir inn í þessa tímaáætlun enda ekki tímabært að búast við að virkjun þar sé á dagskrá næstu fimm ára. Þó væri e.t.v. eðlilegt að reyna að ganga frá þeim gögnum sem aflað var með borun holu RY-7 á Reykjum og dæluprófa hana á næstu fimm árum þótt ekki sé það tekið inn í þá tímaáætlun sem hér fylgir.

Þá er einnig valinn sá kostur að láta einfalda líkangerð af jarðhitasvæðunum í Eyjafirði duga við úrvinnslu vatnsvinnslugagna og gerð vinnsluspár. Sá kostur er valinn þar sem hann er ódýrari og tekur skemmri tíma. Á móti kemur að flóknu líkanreikningarnir gefa möguleika á að taka með í dæmið allra þekktra jarðfræðilegra og efnafræðilegrar vitneskju um svæðin.

Loks er rétt að taka fram að svona áætlun verður að sjálfsögðu að taka til endurskoðunar um leið og nýjar niðurstöður einstakra rannsóknarpátta liggja fyrir og haga framhaldinu í samræmi við það.

1987:

Glerárdalur, hermireikningar.

12 vikna vinna sérfr. (greitt af OS)..... 763.800 kr

1988jan-mars: úrvinnsla og frágangur gagna vegna
borunar BN-1.....191.000 krmars-des: Úrvinnsla vatnsvinnslugagna frá Laugalandi
og Ytritjörnum, gerð vinnsluspár.....763.800 krmaí-júlí: Gagnasöfnun vegna hermireikninga
við Botn..... 96.000 krjúni-ágúst: Viðnámssniðsmælinga við Botn..... 1.113.000 kr
(ferðir og upphald innifalið)

sept.-des: Úrvinnsla viðnámssniðsmæl. frá Botni... 764.000 kr

SAMTALS 1988..... 2.927.800 kr1989

jan: Ákvörðun um borun við Botn

mars-mai: Grunnar rannsóknarholur við Botn..... 2.000.000
(200-400m djúpar)júni-sept: Borun vinnsluholu við Botn
(ef niðurstöður rannsóknarhola er góður).. 11.000.000sept-des: Úrvinnsla gagna frá borun vinnsluholunnar
ásamt hermireikningum fyrir Botn..... 581.000SAMTALS 1989..... 13.581.000 kr

1990

jan-júlí:	Endurskoðun vinnslugagna úr Eyjafirði í ljósi niðurstaða borana við Botn ásamt endurmati á vinsluspánni frá 1988.....	254.500 kr
júní-ágúst:	Viðnámsmælingar, Kristnes- Glerárdalur.....	1.712.000 kr
sept-des:	Úrvinnsla viðnámsmælinganna.....	250.000 kr
		<hr/>
	SAMTALS 1990.....	2.216.500 kr

1991:

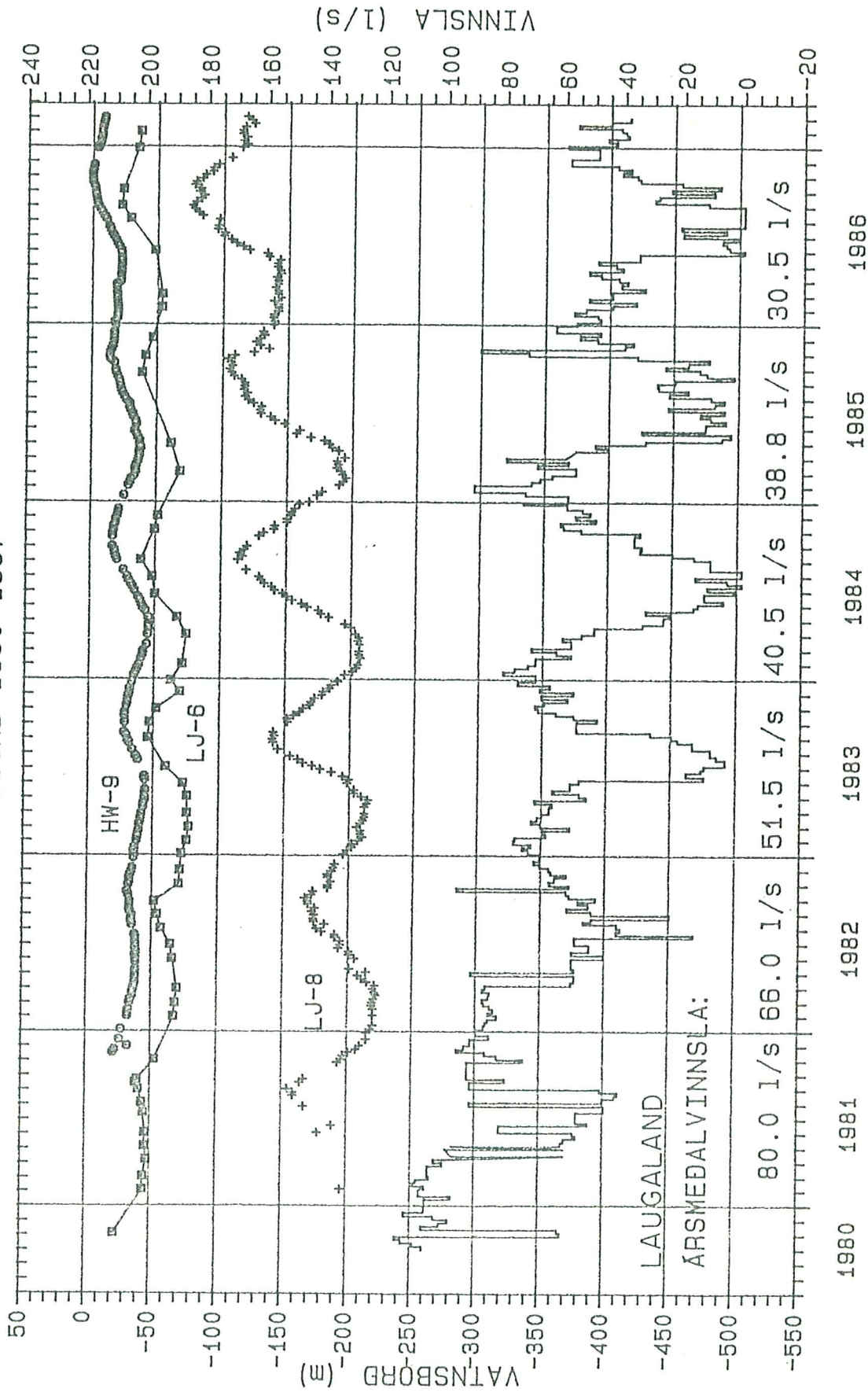
	Borun rannsóknarhola á svæðinu milli Kristness og Glerárdals.....	2.000.000 kr
	Úrvinnsla gagna.....	250.000 kr
		<hr/>
	SAMTALS 1991.....	2.250.000 kr

1992

	Borun rannsóknahola á Þelamörk eða vinnsluholu á Glerárdal-Kristnes svæðinu.....	2-12 Mkr
--	--	----------






JHD-BM-6000 pTh
87.08.0744 T

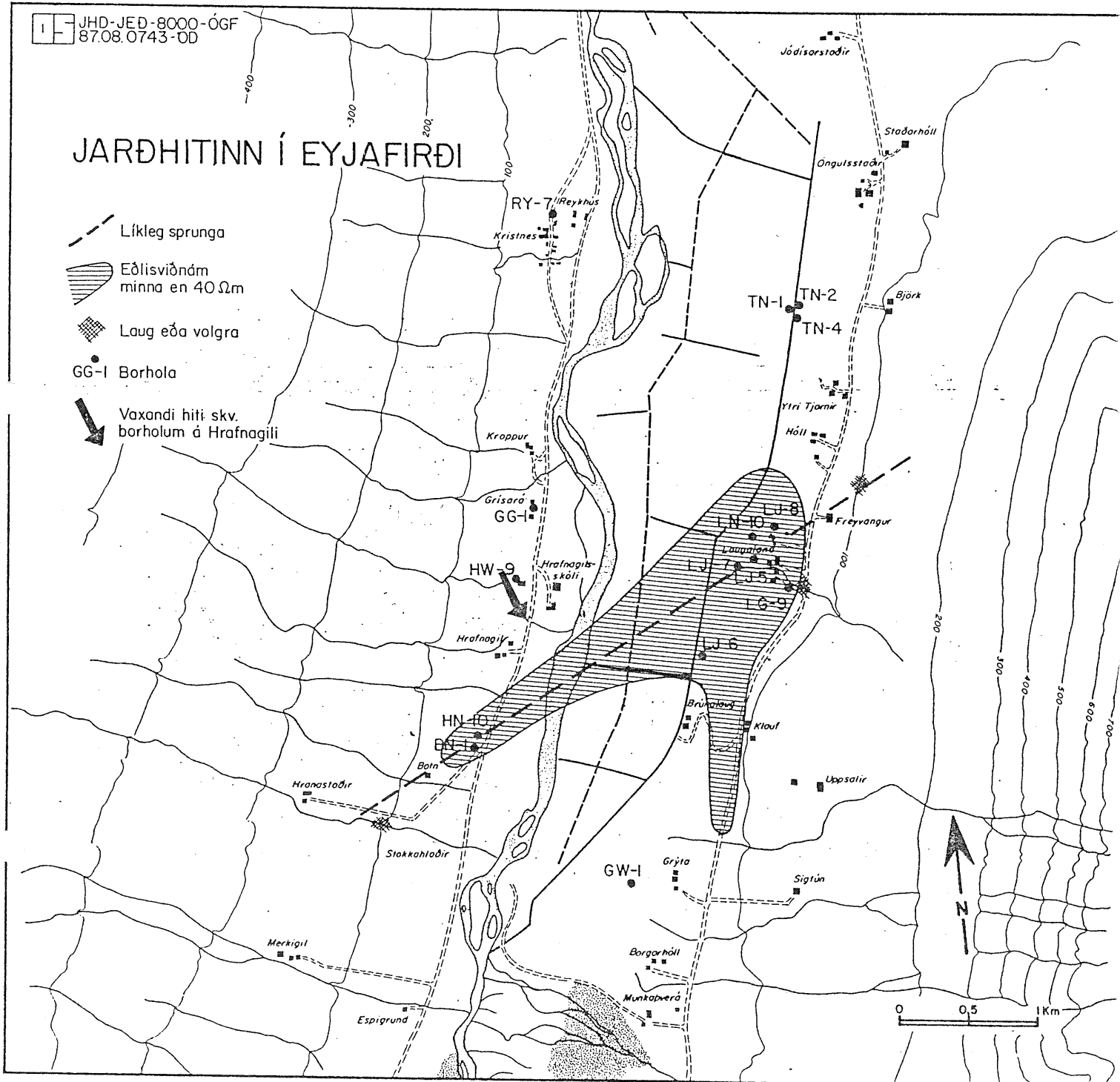
HOLUR LJ-6, LJ-8 OG HW-9 VATNSBORD 1980-1987



JHD-JED-8000-ÓGF
87.08.0743-0D

JARÐHITINN Í EYJAFIRÐI

-  Líkleg sprunga
-  Eðlisviðnám minna en 40 Ωm
-  Laug eða volgra
-  GG-I Borhola
-  Vaxandi hiti skv. borholum á Hrafnagili



Mynd 2