

Orkustofnun

Jarðhitadeild

ÚTLAN
Bókasafn Orkustofnunar

NÝ VIÐHORF Á SVIÐI JARÐHITARANNSÓKNA OG
BORANA EFTIR HEITU VATNI Á ÍSLANDI

Erindi flutt á fundi SÍR
í Reykjavík 23. mars 1976

Axel Björnsson
Kristján Sæmundsson

ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

Laugavegur 116
Reykjavík

NÝ VIÐHORF Á SVIÐI JARÐHITARANNSÓKNA OG
BORANA EFTIR HEITU VATNI Á ÍSLANDI.

Erindi flutt á fundi SÍR
í Reykjavík 23. mars 1976

Axel Björnsson
Kristján Sæmundsson

1. INNGANGUR, ÁGRIP

Rannsóknir á jarðhita landsins svo og nýtingarmöguleikar hafa eflst verulega síðustu ár. Má einkum nefna auknar frumrannsóknir í jarðfræði og skyldum greinum, þróun nýrra tækja og aðferða í jarðhitaleit svo og tilkomu tveggja nýrra jarðbora.

Fyrir liggja hjá Orkustofnun yfir 60 beiðnir um rannsóknir og borun eftir heitu vatni til húshitunar, flestar frá þéttbýlissstöðum, en allmargar frá hreppsfélögum, bæja- hverfum, skólasetrum í dreifbýli, félagasamtökum og einstökum bændum. Reynt er að sinna þessum beiðnum eftir megni, en þó jafnframt sóst eftir að gera sem viðtakastar rannsóknir á samfelldum jarðhitasvæðum. Á þann hátt hafa verið tekin fyrir jarðhitasvæðin í Árnessýslu, Gullbringu- og Kjósarsýslu, einnig jarðhitasvæðin í Eyjafirði og Suður-Þingeyjarsýslu. Þá er unnið að heildarrannsókn á jarðhita á Snæfellsnesi, í Skagafirði og á Vestfjörðum. Í rannsóknar- og boráætlunum hefur áherslan þannig einkum verið lögð á þéttbýlissvæðin, en jafnframt verið unnið fyrir einstök býli og sveitarfélög eftir föngum.

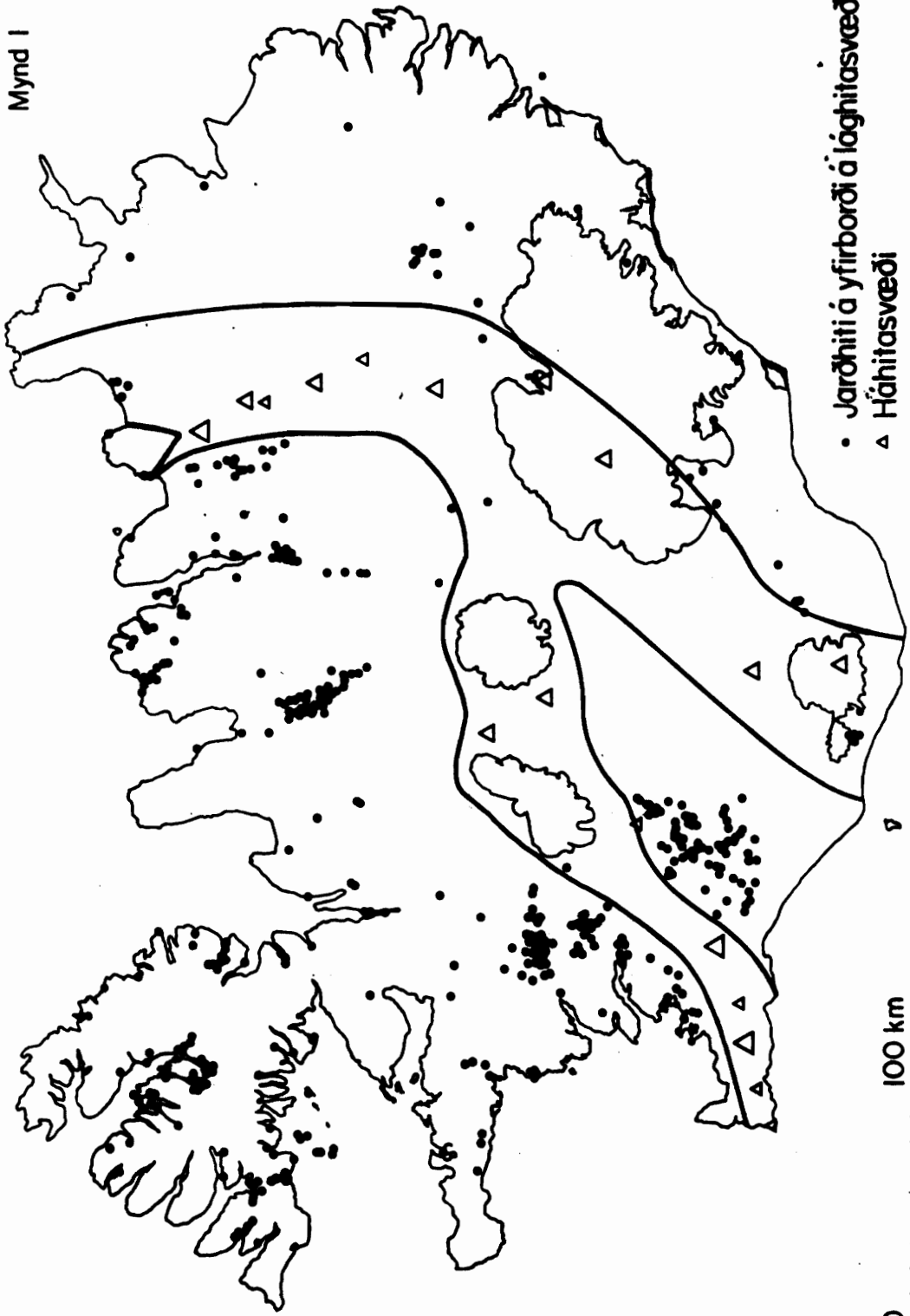
Búast má við, að um 80% landsmanna muni hafa hitaveitu í náinni framtíð en um 70% þegar á næstu árum.

Unnið er áfram að rannsókn háhitasvæða landsins og er nýting sumra þeirra þegar hafin eða í undirbúningi eins og t.d. í Námafjalli, Kröflu, Svartsengi og Reykjanesi.

2. JARÐHITASVÆÐI Á ÍSLANDI

Jarðhitasvæðum á Íslandi er skipt í háhitasvæði og lághitasvæði. Nýtanlegt varmaafll háhitasvæðanna er talið vera um 90 af hundraði alls varmaafls jarðhitasvæða landsins. Telja má líklegt, að háhitasvæðin verði á næstu áratugum nýtt fyrst og fremst til stóriðju, raforkuvinnslu og hitaveitu í þéttbýli.

Mynd 1



• Jarðhiti á yfirborði á lágihitasvæðum

▲ Háhitasvæði

0 100 km

Dreifing háhita- og lághitasvæða er nátengd jarðfræði landsins. Háhitasvæðin, 17 að tölu, eru eingöngu í gosbeltum, sem liggja yfir landið frá SV-NA og eru hluti af gos- og jarðsprungubelti Mið-Atlantshafshryggjarins, sem liggur eftir Atlantshafinu endilöngu. Lághitasvæðin eru aftur á móti í eldri bergmyndunum utan gosbeltanna. Á mynd 1 er dreifing háhita- og lághitasvæðanna sýnd.

3. Rannsókn jarðhitasvæða og jarðhitaboranir.

Rannsókn jarðhitasvæða og jarðhitaleit má skipta í tvo meginþætti, en þeir eru forrannsóknir eða yfirborðsrannsóknir annarsvegar og boranir eða djúprannsóknir hinsvegar.

Áður en lagt er út í vinnsluboranir á einhverju jarðhitasvæði er nauðsynlegt að gera ýmsar rannsóknir. Það fer eftir aðstæðum, hversu yfirgripsmiklar slíkar forrannsóknir þurfa að vera. Þar sem enginn staður er öðrum líklegri til borana þarf að taka fyrir stór svæði, sum geta jafnvel náð yfir marga hreppa og er ljóst, að slíkar rannsóknir eru nokkuð tímafrekar. Við rannsóknir sem þessar er beitt öllum þeim aðferðum í jarðfræði, jarðeðlisfræði og jarðefnafræði, sem taldar eru gagnlegar til að fá upplýsingar um hvar helzt sé að vanta jarðhita. Einnig eru oft boraðar grunnar holur til mælinga á hitastigli. Þessa eðlis eru heildarrannsóknir jarðhita, sem nú er unnið að á Snæfellsnesi og Vestfjörðum svo dæmi séu nefnd.

Þar sem um er að ræða staðbundin jarðhitasvæði, sem fyrirfram eru talin álitleg til borana, er sömu aðferðum beitt til að ákvarða sem best legu, stærð og hitastig jarðhita kerfisins. Eftirfylgjandi boranir fylla síðan í þá mynd, sem fengist hefur með yfirborðsrannsóknnum og fást þá upplýsingar um raunverulegt hitastig, vatnsæðar og afkasta getu tiltekins jarðhitasvæðis. Þessa eðlis eru jarðhitarannsóknir, sem unnið er að við Bæ í Bæjarsveit og Urriðavatn í Fellum svo dæmi séu nefnd.

Kostnaður við boranir er ávallt margfalt meiri en við yfirborðsrannsóknir. Vel unnar yfirborðsrannsóknir hafa því ótvírætt gildi þar sem þær hjálpa til að gera boranirnar hnitmiðaðri og minnka þannig þá fjárhagslegu áhættu, sem alltaf er samfara borunum.

Undanfarin ár hafa orðið verulegar framfarir á sviði jarðhitaleitar. Þekking á eðli jarðhitasvæða landsins hefur aukist með eflum almennum rannsóknum og fjölgun jarðvísindamanna, sem vinna á þessu sviði svo og með þróun nýrra aðferða og tækjabúnaðar við jarðhitaleit. Má í því sambandi einkum nefna viðnámsmælingar svonefndar, sem reynst hafa einkar vel við kortlagningu jarðhitasvæða og leit að jarðhita djúpt í jörðu. Vegna mikilvægis þessarar aðferðar þykir rétt að lýsa henni hér stuttlega.

Með viðnámsmælingum er mælt eðlisviðnám berglaga á mismunandi dýpi undir yfirborði eða með öðrum orðum sagt hversu vel eða illa jarðlöggin leiða rafstraum. Eðlisviðnám er háð mörgum eiginleikum jarðlaganna, einkum þó vatnsgengd bergsins svo og hitastigi og seltu jarðvatnsins, sem alltaf er fyrir hendi í bergi niður á nokkurra kílómetra dýpi. Með aukinni vatnsgengd eða vatnsmagni í bergi eykst leiðni ($1/eðlisviðnámi$) mjög ört. Getur eðlisviðnám verið mörgum sinnum lægra í sprungnu og holóttu bergi, eða í móbergi (50-100 Ωm), heldur en í þéttum, holufylltum blágrýtismyndunum (100-1000 Ωm). Einnig lækkar eðlisviðnám með hækkandi hitastigi og auknu seltumagni. Af ofanskráðu sést, að eðlisviðnám lækkar bæði með auknu vatnsmagni í bergi og með vaxandi hitastigi. Finnist með viðnámsmælingum óeðlilega lágt viðnám á miklu dýpi verður að telja miklar líkur á að þar megi vinna heitt vatn með borunum.

Eðlisviðnám í jarðlögum er mælt með því að senda rafstraum um þau. Spennugjafi er tengdur við tvö rafskaut (póla), sem reknir eru niður í jarðvegin. Spennufallið, sem myndast við þetta á yfirborði jarðar, er síðan mælt á

milli tveggja annarra skauta. Með því að breyta afstöðu skautanna innbyrðis á kerfisbundinn hátt og mæla straum og spennu í hvert skipti má fá upplýsingar um eðlisviðnám jarðlaga á mismunandi dýpi.

Jarðhitadeild hefur notað þessa mæliaðferð í um það bil aldarfjórðung. Fyrst var ekki mælt nema niður á fárra tuga metra dýpi en tækin og mæliaðferðin hafa þróast með árunum. Núna eru einkum notaðar tvær mismunandi aðferðir við þessar athuganir. Önnur gefur viðnám niður á um það bil 1200 m dýpi (Schlumbergermæling), en hin niður á allt að 5 km dýpi (tvípólmæling). Tekur um það bil 4 tíma að gera eina grunna mælingu en allt að 2 daga að gera eina tvípólmælingu, fyrir 4 manna mælingaflokk.

Sem dæmi um jarðhitaleit má nefna könnun, er fram fór síðasta sumar í nágrenni Akureyrar með öflun heits vatns fyrir væntanlega hitaveitu bæjarins. Auk nákvæmrar jarðfræðikortlagningar voru gerðar 50 grunnar og 10 djúpar mælingar í Eyjafirði, Fnjóskadal og Ljósavatnsskarði. Voru á grundvelli þessara athugana valin þrjú jarðhitasvæði, sem þóttu öðrum fremur líklegri til vatnsöflunar með borunum. Fyrstu boranir á einu þessara svæða, Syðra-Laugalandi, lofuðu góðu og verður því svæðið kortlagt vandlega með þéttum mælingum til að finna útlínur þess og til að staðsetja frekari borholur sem best.

Við nákvæma kortlagningu af þessu tagi eru auk viðnámsmælinga notaðar segulmælingar, greining svarfs úr borholum, efnagreining vatnsins svo og aðrar þær aðferðir, er að gagni geta komið.

Uppleyst kísilsýra í vatni úr heitum uppsprettum gefur til kynna lágmarkshitastig í vatnskerfinu, sem þær eru tengdar djúpt í jörðu. Hefur mæling kísilsýru í vatni því mikið verið notuð til að spá um væntanlegt hitastig vatns áður en lagt er í boranir. Djúpar boranir á Siglufirði, Ólafsfirði, Syðra-Laugalandi og Urriðavatni í Fellum, sem gerðar voru á síðasta ári, hafa sýnt að vatn með því hitastigi,

sem kísilsýran bendir til, er fyrst og fremst bundið við efstu nokkur 100 m jarðhitakerfisins. Ef borað er dýpra, þ.e. niður fyrir 1000 m, er hitastig í vatnsæðum þar 10-20° hærra. Þetta hefur verulega þýðingu á ýmsum stöðum þar sem hitaveitur hafa notast við um 60°C heitt vatn og gerir jafnframt ýmsa staði álitlega til borunar, sem áður þóttu óálitlegir vegna lágs kísilhita. Sem dæmi má nefna Tálknafjörð, Svalbarðseyri og Grenivík.

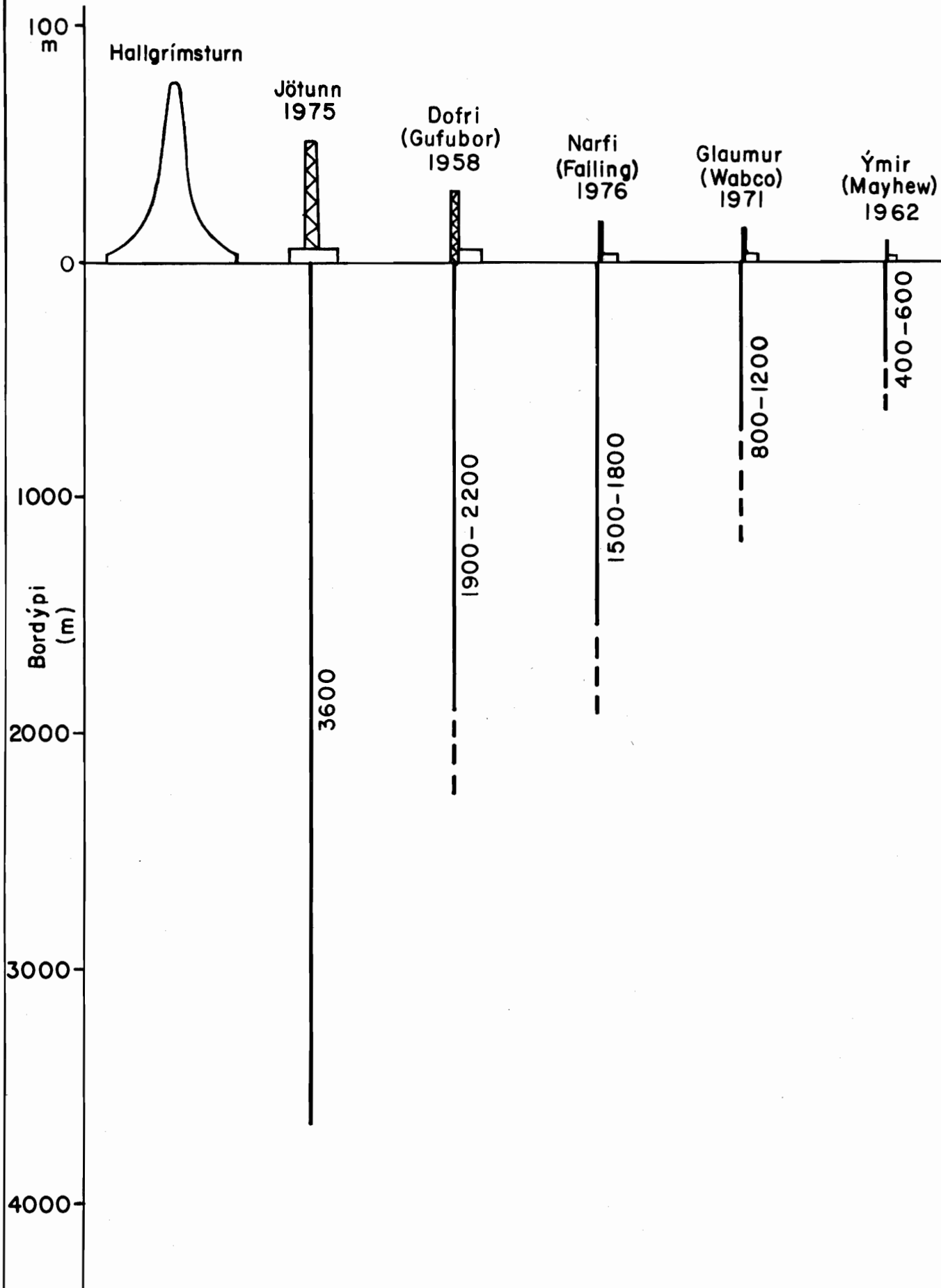
Í bortækni og mögulegri bordýpt hafa orðið verulegar framfarir undanfarið ár. Tveir nýjir borar voru keyptir til landsins. Getur annar þeirra, Narfi (Failing), borað niður á 1500-2000 m dýpi en sá stærri, Jötunn, niður á allt að 3600 m dýpi. Fyrir í landinu voru þrjár jarðhitaborar, þ.e. Dofri (Gufubor) með 1800-2000 m borgetu (hefur farið í 2200 m), Glaumur (Wabco) 800 m bor, sem borað hefur þó í 1200 m, og Ýmir (Mayhew) 400 m bor, sem teygður hefur verið í 600 m dýpt. Auk þessara bora má nefna einn minni bor, sem borað getur allt að 300 m djúpar holur og notaður hefur verið í smærri verk fyrir einstök býli, svo og Norðurlandsborinn svonefndur, sem boraði allmargar 600-1200 m djúpar holur á Norðurlandi en hefur nú verið lagt.

Á meðfylgjandi yfirlitsmynd sjást vel stærðarhlutföll boranna svo og mögulegt bordýpi. Sé haft í huga að Dofri (Gufubor) hefur nær eingöngu verið bundinn við boranir fyrir Hitaveitu Reykjavíkur undanfarin ár, sést hversu stórt skref hefur verið stigið fram á við í bormálum landsmanna með kaupum á Jötni og Narfa.

Sem dæmi um breytt viðhorf til vatnsöflunar með auknu bordýpi má aftur líta á Mið-Norðurland. Hitastigull á þessu svæði er um 60°C/km en víða rennur um 90°C vatn til yfirborðs. Þetta bendir til þess að vatnið hitni á um það bil 1500-2000 m dýpi og er ekki fráleitt að hugsa sér, að það renni að hluta eftir láréttum lögum á því dýpi. Með nýju borunum er auðvelt að bora niður á þessi lög. Með minni borunum varð að staðsetja borholur með það



Jarðhitaborar 1976



fyrir augum að hitta á uppstreymisrásir vatnsins á 400-1000 m dýpi, sem oft reyndist erfitt, einkum þar sem þar eru þröngar, t.d. takmarkaðar við einstaka bergganga eða misgengi. Auk þess að geta borað dýpra eru nýrri borarnir útbúnir með mun sterkari dælum en hinir eldri. Þeir eru því betur búnir til að opna vatnsæðar í berginu með þrýstiprófunum, en þess gerist víða þörf þar sem berg er lítt vatnsgengt.

Í gosbeltinu hefur enn sem komið er eingöngu verið borað eftir jarðvarma í einstaka háhitasvæðum. Jarðfræðirannsóknir og mælingar benda til þess að undir öllu gosbeltinu séu aðstæður svipaðar og í háhitasvæðunum, það er að segja hár hiti og góð vatnsgengd en á mun meira dýpi (ef til vill 2500-3500 m). Með Jötni gætu því opnast möguleikar til varmavinnslu í gosbeltinu utan háhitasvæða á þeim stöðum, er hentugastir væru fyrir nýtingu vegna legu sinnar. Þessi möguleiki krefst þó frekari forrannsóknna og að minnsta kosti einnar tilraunaholu.

Þrátt fyrir framfarir í bortækni og bordýpi hafa komið í ljós margvíslegir tæknilegir örðugleikar, einkum við boranir á háhitasvæðum eins og t.d. í Kröflu undanfarið. Hefur komið í ljós, að öryggistæki boranna og það efni í holuútbúnað (rör, ventlar, sement), sem notað hefur verið hingað til, stenst ekki hinn háa hita og þrýsting, er vænta má á 2000 m dýpi í háhitasvæðum. Nú er unnið að því að leysa þessi tæknilegu vandamál og verið er að afla öflugri útbúnaðar og er þess vænst, að hann komist í notkun síðla næsta sumars.