



Holur HE-3 og HE-4 á Hellisheiði. Forsendur fyrir staðsetningu og hönnun holnanna

**Benedikt Steingrímsson,
Hjalti Franzson
Ingvar Þór Magnússon,
Knútur Árnason,
Kristján Sæmundsson,
Sigvaldi Thordarson,
Sverrir Þórhallsson**

Greinargerð BS-HF-IPM-KÁ-KS-SThor-Sþ-2001-01

HOLUR HE-3 OG HE-4 Á HELLISHEIÐI

Forsendur fyrir staðsetningu og hönnun holnanna.

Inngangur

Orkuveita Reykjavíkur á land og jarðhitaréttindi á stórum hluta jarðhitavæðisins, sem kennt er við Hengil. Á undanfönum áratugum hefur Orkuveitan (áður Hitaveitu Reykjavíkur) beint áhuga sínum fyrst og fremst að norðurhluta svæðisins í landi Nesjavalla, sem Hitaveitan keypti árið 1964. Frá þeim tíma hefur Orkuveitan staðið fyrir rannsóknum þar, borað 22 jarðhitaholur og byggt upp orkuver til framleiðslu á heitu vatni og rafmagni, eins og vel er þekkt.

Orkuveitan hefur einnig keypt land og jarðhitaréttindi sunnan Hengils og hefur hún þar með tekið við hlutverki ríkisins við almenna könnun jarðhitans á meginhluta Hengilssvæðisins. Lokið hefur verið við kortlagningu á jarðfræði þess, vatnafari og útbreiðslu jarðhitans á yfirborði. Hveragas hefur verið efnagreint til að meta hita í jarðhitakerfinu og innri gerð þess könnuð með viðnámsmælingum. Þá hefur Orkuveitan borað tvær djúpar rannsóknarholur sunnan Hengils. Þetta eru holur KhG-1, við Kolviðarhól og ÖJ-1 á Ölkelduhálssvæði. Hola KhG-1 er í Sleggjubeinsdal rétt norðan við skála skíðadeildar Vals. Hún var boruð haustið 1985 í 1816 m dýpi. Hola ÖJ-1 er nyrst á Bitru fyrir miðjum Þverárdal. Hún var boruð veturninn 1994/5 í 1035 m dýpi.

Boranir á Hellisheiði sumarið 2001

Orkuveitan mun sumarið 2001 halda áfram rannsóknarborunum á Hengilssvæðinu og verða boraðar tvær holur á Hellisheiði. Ákveðið er að holurnar fái nöfnin HE-3 og HE-4 og er þar vísað til þess að fyrir eru tvær rannsóknarholur sunnan Hengils, við Kolviðarhól og Ölkelduháls, enda þótt einkennisnöfn þeirra séu önnur. Borstaðir voru valdir undir árslok 2000 og var tekið til skoðunar svæði sem náði frá Skarðsmýri suður með Skarðsmýrarfjalli vestur í Sleggjubeinsdal og suður í Hveradali. Þetta svæði er allt innan virku sprungu- og gosreinarinnar sem liggar suðvestur frá Hengli og er markmið borananna að afla upplýsinga um hita og lekt jarðлага í þessum hluta Hengilssvæðisins, jafnframt sem vinnsluhæfni jarðhitavökvans verður könnuð. Góð reynsla af borunum á Nesjavöllum þar sem aðstæður eru svipaðar beindi m.a. augum manna að þessu svæði. Auk virkninnar á þessari rein var horft til viðnámsgerðar í undirlögum og samsetningar hveragass.

Þegar kom að því að velja borstaði innan þessa svæðis var tillit tekið til fleiri þátta, bæði þeirra sem ráðast af jarðgerð, nálægð við vatnsból, leið frárennslis frá borholu(m), en einnig aðkomu og áhrifum á umhverfið. Sá kostur var valinn að setja holurnar tvær niður

sunnan Skarðsmýrarfjalls og norður af Hveradölum. Útkoman úr borholum þar hefur hvað mest gildi til að meta víðáttu hugsanlegs vinnslusvæðis. Borstaðirnir eru sýndir á mynd 1. Hola HE-3 er sunnan Skarðsmýrarfjalls og eru hnit (ÍSNET 93) hennar X=385995.17 og Y=395056.06 en hæð hennar er um 384 m y.s. Hnit holu HE-4 norðan Hveradala er X= 383491.82 og Y= 33716.71 en hæðin er um 404 m y.s. Endanleg mæling á hæð holnanna fæst þegar borplönin eru frágengin og holukjallrar komnir á sinn stað. Holurnar munu bera staðarnúmerin 95103 og 95104 í borholuskrá Orkustofnunar.

Hola HE-3. Borstaður sunnan Skarðsmýrarfjalls

Skarðsmýrarfjall er að mestu hlaðið upp úr bólstrabergi. Það er yngra en aðliggjandi móbergsfjöll (Sleggja að vestan, Hengill að norðan og Litla-Skarðsmýrarfjall að austan) önnur en Stóra-Reykjafell og hnúkaröðin norðaustur úr því. Hnúkarnir mynda ásamt gossprungum frá nútíma um 2 km breiða gosrein sem nær að Skarðsmýrarfjalli suðvestan megin. Ein af gossprungunum liggur yfir það og ofan í Innstadal. Hraun frá þessum gossprungum hafa breiðst út um Hellisheiði sunnan fjallsins og flætt til vesturs fram úr skörðum í hnúkaröðinni, þ.e. beggja megin Þverfells og niður Hveradalabrekkur. Nokkur stór misgengi liggja yfir Skarðsmýrarfjall frá NA til SV. Þau snúa beggja megin frá að nútíma gossprungunum sem þannig eru á lægsta stað í sigdæld Hengilskerfisins. Jarðhiti er við austustu misgengin í Skarðsmýrarfjalli þar sem þau koma niður, að jöfnu bæði norðaustan og suðvestan við fjallið. Lítils háttar ummyndun fylgir gossprungunum, en enginn jarðhiti sést við þær. Vestan í fjallinu, þ.e. innarlega í Sleggjubeinsdal, eru aftur gufuhverir, og raunar er þar mestur brennisteinn í hverum á Hengilsvæðinu öllu, en gjarnan er litið á hann sem ávísun á háan hita undir.

Borstaður var valinn milli tveggja stærstu misgengjanna, á sléttu nærrí fjallsrótum í 384 m hæð yfir sjó. Fjarlægð frá eystra misgenginu er um 250 m en heldur styttra er í vestara misgengið eða um 200 m. Bæði misgengin halla til vesturs. Við yfirborð er hallinn talinn vera líttill sem enginn, en reiknað er með að meiri háttar togmisgengi fái á sig halla þegar kemur niður á nokkur hundruð metra dýpi. Gera verður ráð fyrir brotum á nokkuð breiðri spildu næst jafnstórum misgengjum og hér eru á ferðinni. Frá borstaðnum eru um 1500 m vestur að gossprungunum.

Sléttan þar sem borað verður er gróinn framburður úr gili sem sorfist hefur í misgengið. Undir honum eru hraun, eitt næst fjallinu en líklega tvö með framburði á milli þegar kemur nokkuð frá því. Hraunin og lausalöggin sem þeim fylgja eru hrungjörn og sama gildir um bólstrabergið úr Skarðsmýrarfjalli, þar til kemur niður í ummyndun.

Skolvatns verður aflað með tvennum hætti. Boruð verður sérstök skolvatnshola við borplanið, en einnig verður sótt vatn í Hengladalsá, verði þess þörf, en að henni liggur vegarslóði yfir lágan háls milli Skarðsmýrarfjallanna, þess Litla og Stóra. Þangað eru rúmir 2 km. Borun könnunarholu er lokið og fannst vatnsborð á 35 m dýpi, en lækkaði niður fyrir 50 m dýpi á fyrsta mánuðinum eftir borun. Með þeirri viðbót við vatnafarskort af Hengilssvæðinu lítur út fyrir að grunnvatnsstreymi af þessu svæði sé til suðvesturs í átt að Ólafsskarði og þaðan niður í Selvog.

Hola HE-3 verður skáboruð og er áætlað að hefja skáborun holunnar til norðvesturs inn undir Skarðmýrarfjall. Áætlunin gerir ráð fyrir lóðrétttri borun í um 300 m dýpi, en síðan verður holan sveigð og halli aukinn um $2.5^{\circ}/30\text{m}$ uns $35-40^{\circ}$ halla er náð. Þeim halla

verður síðan haldið í botn. Stefna holunnar er ákveðin með það í huga að hún fari í gegnum misgengið sem liggar um 200 vestan hennar.

Hola HE 4. Borstaður í nánd við Hveradalí

Hveradalir heita grasi grónar hvilftir suðvestan í Reykjafelli. Þar er Skíðaskálinn, þessi eini sanni, og gufuhverir austan við hann, sem dalirnir eru við kenndir. Austan við Hveradalí liggja yngstu gossprungurnar í Hengilskerfinu, útgrafnar eftir gjallnám beggja megin þjóðvegarins. Sá hluti Hveradala sem er norðan vegarins er í rauninni feiknavíður gígur sem hefur holast út í gufusprengigosi á ísöld, og eru barmar hans, þ.e. Reykjafell sjálft, úr móbergstúffi. Annar slíkur gígur er norðaustan megin í fellinu. Misgengi liggja NA-SV yfir Reykjafell, þau stærstu nokkrir tugir metra. Þau snúa móti suðaustri og fylgir þeim töliverð ummyndum auk hveranna við Skíðaskálann.

Borstaður var valinn í dalverpi austan undir Reykjafelli í um 404 m y.s. um 1 km norðaustan við Skíðaskálann í Hveradölum. Markmiðið með boruninni er að kanna jarðhitauppstreymíð í Hveradölum, en eiga þó möguleika á að tengja holuna við hugsanlega virkjun í nágrenni Kolviðarhóls. Þá koma umhverfismál þarna einnig til því óhentugt er að hafa blásandi borholu í næsta nágrenni við þjóðveginn á Hellisheiði. Því var ákveðið að hafa holuna norðan við ásinn sem gengur austur úr Stóra-Reykjafelli, en ekki ofan við Hveradalabrekurnar eins og fyrstu áform voru um. Nýja staðsetningin þýðir að holan er heldur fjær Hveradölum og skáborun nauðsynleg til að kanna jarðhitann í nágrennni Skíðaskálans. Áætlunin gerir ráð fyrir svipaðri hönnun og fyrir holu HE-3, þ.e. lóðrétttri borun í um 300 m dýpi, en síðan yrði holan sveigð til suðvesturs í átt til Hveradala og halli aukinn um 2.5°/30m og verður 35° halla náð áður en komið er í vinnslufóðringardýpi. Þeim halla verður síðan haldið í botn. Stórt misgengi er um 200 m austan við fyrirhugaðan borstað, og annað um 200 m vestan hans. Vestasta gossprungan er um 200 m austan við áætlaðan borstað. Miðað við afstöðu holunnar til Hveradala og misgengjanna mun hún hvorki skera austara misgengið eða gossprunguna. Hins vegar er holunni ætlað að lenda í vestara misgenginu.

Skolvatns verður aflað með tvennum hætti eins og fyrir holu HE-3, þ.e. með borun skolvatnshola við borplanið og með vatnslögn út í Hengladalsá. Borun könnunarholu er nýlokið og fannst vatnsborð á 101 m dýpi, en ekki er vitað hvort vatnsborðið sé stöðugt eða lækkandi líkt og í könnunarholunni við Skarðsmýrarfjall.

Viðnám í nágrenni HE-3 og HE-4

Hengilssvæðið hefur verið kannað mjög ítarlega með viðnámsmælingum. Liður í því verki voru TEM-viðnámsmælingar sem voru gerðar á árunum 1999-2000 á Hellisheiði, í Innstadal og norður á Hengli og vestur á Mosfellsheiði. Mynd 2 sýnir viðnám á Hengilssvæðinu á 200 m undir sjávarmáli eða á 500-1000 m dýpi undir yfirborði landsins. Almennt gildir um viðnámsdreifinguna á Hengilssvæðinu að lágvíðnám ($<5 \Omega$ m) er undir Henglinum og þaðan til austurs um Ölkelduháls, en jarðhiti er á yfirborði í Hengladölum og við Ölkelduháls. Lágvíðnámslagið er 100 til 200 m þykkt og efra borð þess er í 200 til 300 m y.s. Til suðurs, vesturs og norðurs dýpkar á lágvíðnámið en austurmörk þess eru utan mælisvæðisins. Neðan lágvíðnámsins er hærra viðnám (50-500 Ω m).

Lágvíðnámsstunga teygist til suðurs undir vestanverðri Hellisheiði um Hveradalí og er efra borð hennar í 0 til 200 m u.s. Suðurmörk lágvíðnámsbungunnar eru við línu sem hugsast

dregin um Stórameitil og Skálafell. Ekki er vissa um hátt viðnám neðan lágviðnámstungunnar en efnasamsetning gufu af jarðhitasvæðunum í Hveradöllum og í Hverahlíð bendir til uppruna við háan hita.

Samanburður á eðlisviðnámi, berghita og ummyndun á Nesjavöllum sýnir að í köldu fersku bergi er eðlisviðnám hátt. Viðnámið verður $1-5 \Omega$ m í smektít-zeólítabelti við hitastig $50-200^{\circ}\text{C}$, en neðar þar sem klórítummyndun verður ráðandi, og hitastigi því um og yfir 240°C hækkar viðnámið verulega og verður stærðargráðu hærra en í smektít-zeólítabeltinu.

Tillaga um borstaði á Hellisheiði var gerð með hliðsjón af niðurstöðum TEM-viðnámsmælinga og eru tvær mælingar eru nálægt borstöðunum. Mæling no: 812050 er 280 m austar og 160 m sunnar en áætlaður borstaður austan Reykjafells. Mæling no: 834020 er 300 m vestar en áætlaður borstaður í Skarðsmýri. Taflan hér að neðan sýnir lagskipt viðnámslíkan út frá túlkun mælinganna.

Tafla 1. Viðnámslíkan tveggja TEM-mælinga í námunda við borstaðina á Hellisheiði

TEM-mæling no: 812005			TEM-mæling no: 834020		
Stóra-Reykjafell			Orustuhólshraun, N		
Viðnám	Þykkt	Dýptarbil	Viðnám	Þykkt	Dýptarbil
(Ω m)	(m)	(m y.s.)	(Ω m)	(m)	(my.s.)
264.8	168	395 - 227	344.8	171	385 - 214
39.8	141	227 - 86	9.5	45	214 - 169
8	93	86 - -7	2.3	207	169 - -38
3.7		-7 - - ∞	>500		-38 - - ∞

Mælingin við Stóra-Reykjafell sýnir að neðan 300 m dýpis (um 100 m y.s.) er berg orðið verulega ummyndað, en mælingin sér ekki hækkandi viðnám undir lágviðnáminu, sem trúlega verður að túlka sem svo að meira en 1 km dýpi sé niður á klórítummyndun. Því má þó ekki gleyma að gashiti í gufuaugum við Hveradali bendir til $280-300^{\circ}\text{C}$. Við Skarðsmýrarfjall er hins vegar komið í lágviðnám 200 m y.s. og hækkar viðnámið á ný við sjávarmál. Þetta bendir til þess að ummyndunarhiti sé um eða yfir 240°C .

Jarðög í holu KhG-1 við Kolviðarhól

Hola KhG-1 er sú hola sem næst er væntanlegum rannsóknarholunum á Hellisheiði. Þannig er hola HE-3 um 2.5 km aust-suðaustan við KhG-1, en hola HE-4 við Stóra-Reykjafell er um 2.2 km sunnan við Kolviðarhólsholuna. Ljóst er að í gosbeltinu er ekki hægt að geta sér til með neinni vissu um jarðög, þegar komið er nokkra kílómetra frá einstakri borholu þar sem misgengi eru algeng gosbeltinu og upphleðsla óregluleg. Engu að síður er þó talið rétt að hafa í huga megindrættina jarðlagaskipan við KhG-1, þegar að borun rannsóknarholnanna á Hellisheiði kemur.

Á mynd 3 er dregin upp einfölduð mynd af jarðögum, ummyndun og hita við holu KhG-1 og sett inn í snið sem nær frá Húsmúla í vestri um KhG-1 yfir í Hamragil í vestanverðu Skarðsmýrarfjalli. Á sniðinu kemur fram að móberg er ráðandi bergmyndun í efstu 1100 metrum holunnar eða frá holutoppi í 270 m hæð yfir sjávarmáli niður á 800 m undir

sjávarmáli. Móbergið er þó klofið af nokkrum hraunlagasyrpum. Sú efsta, sem er 85 m þykk liggur rétt ofan sjávarmáls og er talin vera hin 100.000 ára gamla Húsmúladýngja. Önnur 74 m þykk hraunlagamyndun er um 100 metrum undir sjávarmáli og þriðja hraunlagamyndunin, 200 m þykk, er á 300-500 m u.s. Síðastnefnda hraulagamyndunin ásamt móbergsmýnduninni undir henni eru talin mynda þakberg yfir jarðhitakerfinu í holu KhG-1.

Neðan 800 m u.s. var hraunlagamyndun í holu KhG-1 til botns (um 1550 m u.s.). Nokkuð er um innskot í þessari myndun. Allt eru þetta basaltinnskot og voru þau mest áberandi um 30-45% af staflanum á 1100-1300 m og 1500-1600 m dýpi.

Á sniðinu á mynd 3 er sett fram hugmynd um hvernig ummyndunarbelti og jafnhitalínur liggja út frá holu KhG-1. Þar sést m.a. að hiti er um 270°C í jarðhitakerfinu við Kolviðarhól. Þá er einnig sýnt misgengi austan í Húsmúla með um 200 m fall til austurs. Talið er að þetta misgengi stjórni streymi jarðhitavökans um berggrunnin og því er láttinn koma fram hnykkur í jafnhitalínum við misgengið. Jafnframt er talið að vatnsæðar á 1710-1730 m dýpi í holu KhG-1 séu tengdar þessu misgengi. Sé það rétt hallar misgenginu um 7° til austurs. Hiti í Kolviðarhólsholunni er nokkru lægri, en gas í gufu augum í Sleggjubeinsskarði og Skarðsmýrarfjalli bendir til (300 - 320°C). Þetta hefur verið túlkað á þann veg að holan væri í jaðri jarðhitakerfisins og hiti mun hærri austan Sleggju og undir Skarðmýrarfjalli en í Sleggjubeindal. Samkvæmt þessu munu jafnhitalínurnar sem sýndar eru á mynd 3 rísa þegar komið er austur fyrir Hamragil og grynnkar á jarðhitann. Búist er við því að hola HE-3, sunnan Skarðsmýrarfjalls, lendi í hærri hita en KhG-1, eða um eða yfir 300°C og er þá stuðst við niðurstöður gashitamæla. Þar sem gashiti í Hveradölum er á bilinu 280-300°C og líklegt að hiti í jarðhitakerfi Hveradala sé heldur lægri en við Skarðmýrarfjall eða svipaður og mælist við Kolviðarhól.

Útlit og hönnun HE-3 og HE-4

Á undanförnum árum hafa nokkrar gerðir af háhitaholum verið hannaðar og boraðar hér á landi. Í meginatriðum er um að ræða tvær gerðir borholna að ræða, þ.e. hefðbundnar holar og víðar holar. Munurinn í fóðringum er sá að í víðu holunum er 22 ½"-yfirborðsfóðring, 18 5/8"-öryggisfóðring, 13 3/8"-vinnslufóðring og 9 5/8" raufaður leiðari, þegar hefðbundna hönnunin er skrefi á eftir þ.e. 18 5/8"-yfirborðsfóðring, 13 3/8"-öryggisfóðring, 9 5/8"-vinnslufóðring og loks 7"-raufaður leiðari. Víðar holar hafa verið boraðar á jarðhitasvæðunum á Reykjanesi, en flestar aðrar vinnsluholar háhita á Íslandi eru með hefðbundinni hönnun.

Ákveðið hefur verið að holur HE-3 og HE-4 verði skáholur með hefðbundinni hönnun. Til að ákvarða lágmarks sídd fóðringa var kannaður þrýstingur í rannsóknarholunum við Kolviðarhól og á Ölkelduhálsi. Þrýstingur í þessum holum er mjög áþekkur eftir að komið er niður í jarðhitakerfið og því er talið að búast megi við svipuðum þrýstingi í holum á Hellisheiði. Á mynd 4 eru þrýstiferlarnir sýndir ásamt ferlum fyrir gufu, tvífasa, vatn, leðju og jarðlög. Þá er merkt inn á myndina hvernig annars vegar nýsjálenskar og hins vegar hefðbundnar íslenskar öryggiskröfur ákvarða lágmarksdýpi fóðringa. Á grundvelli þessara athugana hefur sídd fóðringa (miðað við drifborð Jötuns) í holum HE-3 og HE-4 verið áætluð sem hér segir:

1. Yfirborðsfóðring 18 5/8"" 75 m dýpi.

- | | | |
|---|---------|---------------------|
| 2. Öryggisfóðring | 13 3/8" | Allt að 300 m dýpi. |
| 3. Vinnslufóðring | 9 5/8" | Allt að 800 m dýpi |
| 4. Raufaður 7"-leiðari í vinnsluhluta holunnar. | | |

Dýptartölur hér að ofan miðast við bordýpi. Nánari lýsing er sýnd á mynd 5. Endanlegt fóðringardýpi verður ákveðið af staðarjarðfræðingi í samráði við fulltrúa Orkuveitu Reykjavíkur.

Holurnar verða skáboraðar. Gert er ráð fyrir að skáborun beggja holna hefjist á um 300 m dýpi, eða eftir að öryggisfóðring hefur verið steypt. Byggður verði upp 35° halli með hallabreytingu $2,5^{\circ}/30$ m. Þeim halla verður náð á 720 m dýpi, en eftir það verður borað með læstum streng og 35° halla haldið í botn. Miðað við 2000 m borað dýpi verður lárétt hliðrun á 2000 m um 860 m en raundýpi um 1750 m. **Áætlað er að bora holu HE-3 í norðvestur stefnu eða nánar tiltekið í stefnuna $345^{\circ}+/-10^{\circ}$ en holu HE-4 til suðvesturs eða nánar tiltekið í stefnuna $210^{\circ}+/-7^{\circ}$.** Þessi lega á holunum kemur fram á mynd 1, en einnig kemur þar fram afstaða þeirra til misgengja. Helstu forsendur fyrir stefnborun holnanna eru eftirfarandi:

Hola HE-3 er staðsett nærrí suðurjaðri þess svæðis þar sem hátt viðnám kemur fram undir lágu (mynd 2) og er virkasti hluti Hengilskerfisins talinn vera norðan holunnar, með miðju í Innstadal eða undir Hengli. Aðgengni til norðurs á Hellisheiði takmarkast af Skarðsmýrarfjalli, og var því ákveðið að hafa holu HE-3 rétt sunnan við fjallið og skábora hana til norðurs. Þegar kom að því að kveða nánar á um stefnuna var litið til legu misgengjanna sitt hvoru megin við holuna og ákveðið að stefna holunni í átt að misgenginu sem er um 200 m fyrir vestan borstaðinn. Stefna misgengisins er um 30° og hallar því til vesturs þ.e. í átt frá borstaðnum (mynd 1). Álitíð er að halli misgengisins sé lítil sem enginn við yfirborð en vaxi með dýpi og hefur verið miðað við 7° meðalhalla ofan 2 km dýpis. Þetta er í samræmi við halla misgengisins austan í Húsmúla, sem sýnt er á mynd 5. Miðað við þessar forsendur, fjarlægð misgengis og holutopps og áætlunina um halla holu HE-3 út að fyrir stefnuna 345° verður skurðpunktur holu og misgengis á um 1350 m mældu dýpi í holu, en frávik um 10° þýðir að skurðpunktur holu og misgengis verður á bilinu 1200-1650 m, eins og kemur fram á mynd 6. Það skal þó minnt á það sem áður hefur komið fram í þessari greinargerð að gera verður ráð fyrir brotum á nokkuð breiðri spildu næst jafnstórum misgengjum og hér eru á ferðinni og því er ekki um einn afmarkaðann skurðpunkt holu og misgengis að ræða.

Hola HE-4. Markmiðið með borun holunnar er að kanna jarðhitann í Hveradöllum, sem er 500-1000 m suðvestan við borstaðinn. Stórt misgengi er um 200 m vestan við borstaðinn og er stefna þess um 203° . Talið er rétt að reikna með um 7° meðalhalla á misgenginu ofan 2 km dýpis, líkt og fyrir misgengið vestan við holuna við Skarðsmýrarfjall. Þessar forsendur þýða að skurðpunktur misgengis og holu verður í rúmlega 1300 m dýpis (mælt dýpi), ef borað verður í 210° stefnu, en frávik upp á 7° þýðir að skurðpunkturinn verður á bilinu 1080-1875 m, (mynd 7). Þar sem stefna borholunnar liggur mjög nærrí stefnu misgengisins er mjög erfitt að reikna nákvæmlega hvar holan sker misgengið, þar sem halli misgengisins er óviss.

Að lokum er sýndur á mynd 8 gangur borunar holu KhG-1 við Kolviðarhól. Hola KhG-1 er löðrétt og var boruð haustið 1985 í 1816 m dýpi. Borunin gekk mjög vel og án allra vandræða. Holan var fremur þétt niður í 1300 m dýpi, þar sem 25 l/s töpuðust og í 1717 m

dýpi varð um tíma algjört skoltap (>46 l/s). Síðustu metrarnir í botn voru boraðir með um 40 l/s skoltapi. Á mynd 8 kemur fram að borun holu KhG-1 tók 44 daga.

Öryggi við borun

Áralöng hefð er fyrir því að nota öryggisloka við háhitaboranir hér á landi. Þetta hefur þó eingöngu gilt um aðalborunina, en við forborun hefur yfirleitt verið borað án öryggisloka og verður svo við forborun HE-3 og HE-4. Forborunin verðru gerð með jarðbornum Aza, en aðalborunin með Jötni og verða eftirfarandi hefðbundnu öryggislokar notaðir í verkinu:

- Belggosvarar (Shafer og Hydril) loka að borstöngum, álagsstöngum og fóðringum. Er þá gúmmispéttung þrýst saman og lokar hún þá holunni. Hitaþol þessara loka er takmarkað.
- Öryggislok sem lokar að stöngum er með stáltungu og gúmmispéttingu (Cameron). Lokinn getur aðeins þétt við borstengur og takmarkar það notkunarvið hans.
- Pakkdós (Grant) er höfð efst á öryggisventlunum til að beina því sem úr holunni kemur út um hliðarstút og vernda þar með starfsmenn borsins gegn gufugosi. Í pakkdósinni er gúmmispéttung sem snýst með stöngunum.
- Holulokar, sem geta fullokað þegar tæki eru ekki í holunni, verða hafðir, og er endanlegur aðalloki holunnar reyndar hafður á henni við borun 3. áfanga.
- Kæfingarlok eru hafðir til að hægt sé að dæla vatni eða þungri leðju í holuna eftir að öryggislokum hefur verið lokað til að "kæfa" hana. Dæla borsins er fasttengd kæfingarlokanum um stálliðaleiðslu eða sambærilega lögn.

Ekki er búist við að holur HE-3 og HE-4 lendi í yfirþrýstum æðum. Engu að síður er nauðsynlegt að gæta ítrrustu varkárnir við borunina og fylgjast grant með skolvatnsbreytingum, hitabreytingum á skoli og öðru sem gefur til kynna að yfirþrýst æð hafi verið skorin. Tryggt skal að öryggislokar séu í góðu lagi og þeir prófaðir í upphafi hvers boráfanga. Mikilvægasta öryggisatriðið til að koma í veg fyrir að holan gjósi skyndilega er að halda stöðugri dælingu í holuna. Til að ráða frekar við yfirþrýstar æðar þarf að tryggja aðgang að barit þyngdarefnir svo hægt verði fyrirvara laust að laga borleðju með eðlismassa 1400 kg/m^3 , en efnisnotkun á baríumsúlfati er þá um 525 kg í hvern rúmmetra af leðju. Lágmarksmagn af tiltæku baríumsúlfati er talið vera 20 tonn . Við svarfgreiningu skal fylgjast sérstaklega með vísbendingum um vatnsæðar og ummyndun bergs í nágrenni þeirra.

Þá þarf að tryggja nægjanlegt skolvatn til borunarnar. Miðað er við að slík vatnsveita skili að lágmarki 40 l/s inn á borplanið. Huga þarf vel að öryggi skolvatnsveitunnar þannig að vatn sé ávallt tiltækt.

Skýrsluskrá

Ítarlegar upplýsingar eru til um jarðhitarannsóknir á sunanverðu Hengilssvæðinu. Má þar í fyrsta lagi nefna jarðfræðikort og vatnafarskort. Hvort tveggja í mælikvarðanum 1:50.000 og 1:25.000 en síðan koma fjölmargar skýrslur um yfirborðsrannsóknir og borun rannsóknarholnanna við Kolviðarhól og á Ölkelduhálsi. Hér á eftir er skrá yfir fáeinrar af þessum skýrslum. Skýrslurnar eru aðgengilegar á bókasafni Orkustofnunar og hjá Orkuveitu Reykjavíkur.

Benedikt Steingrímsson o.fl., 1993: Kolviðarhóll, hola KhG-1. Borun, rannsóknir og vinnslueiginleikar. Lokaskýrsla. Orkustofnun, OS-93007/JHD-03, 176 s.

Benedikt Steingrímsson o.fl., 1997: Ölkelduháls, hola ÖJ-1. Borun, rannsóknir og vinnslueiginleikar. Lokaskýrsla. Orkustofnun, OS-97019, 190 s.

Gylfi Páll Hersir o.fl., 1990: Hengill; Jarðeðlisfræðileg könnun. Orkustofnun, OS-90003/JHD-06, 93 s.

Helgi Torfason o.fl., 1983: Vestur-Hengill, yfirborðsrannsókn jarðhitasvæðis. Orkustofnun, OS-83119/JHD-22, 113 s.

Gretar Ívarsson, 1996. Jarðhitagas á Hengilssvæðinu. Söfnun og greining 1993-1995. Hitaveita Reykjavíkur, 42 s.

Ingvar Þór Magnússon o.fl., 2000: Viðnámsmælingar við Hengil 1999. Orkustofnun. OS-00002, 37 s.

Knútur Árnason o.fl., 1993: Jarðhiti á Ölkelduhálssvæði. Viðnámsmælingar 1991 og 1992. Orkustofnun, OS-93037/JHD-10, 82.s.

Niðurlag

Greinargerð þessi kemur sem fylgirit við verksamning Orkuveitu Reykjavíkur og Jarðborana hf um borverk vegna holna HE-3 og HE-4. Hér er kveðið nánar á um hönnun holunnar og fjallað um helstu jarðhitalegu forsendur fyrir holustaðsetningum og borstefnum. Þá er einnig litið til jarðfræðilegra upplýsinga sem fengust við borun rannsóknarholu við Kolviðarhól 1985.

Mynd 1. Sprungu- og jarðhitakort af Hellisheiði. Staðsetning holna HE-3 og HE-4

Mynd 2. Hengilssvæðið. Viðnám á 200 m undir sjávarmáli

Mynd 3. A-V snið jarðlaga í Sleggjubeinsdal við holu KhG-1

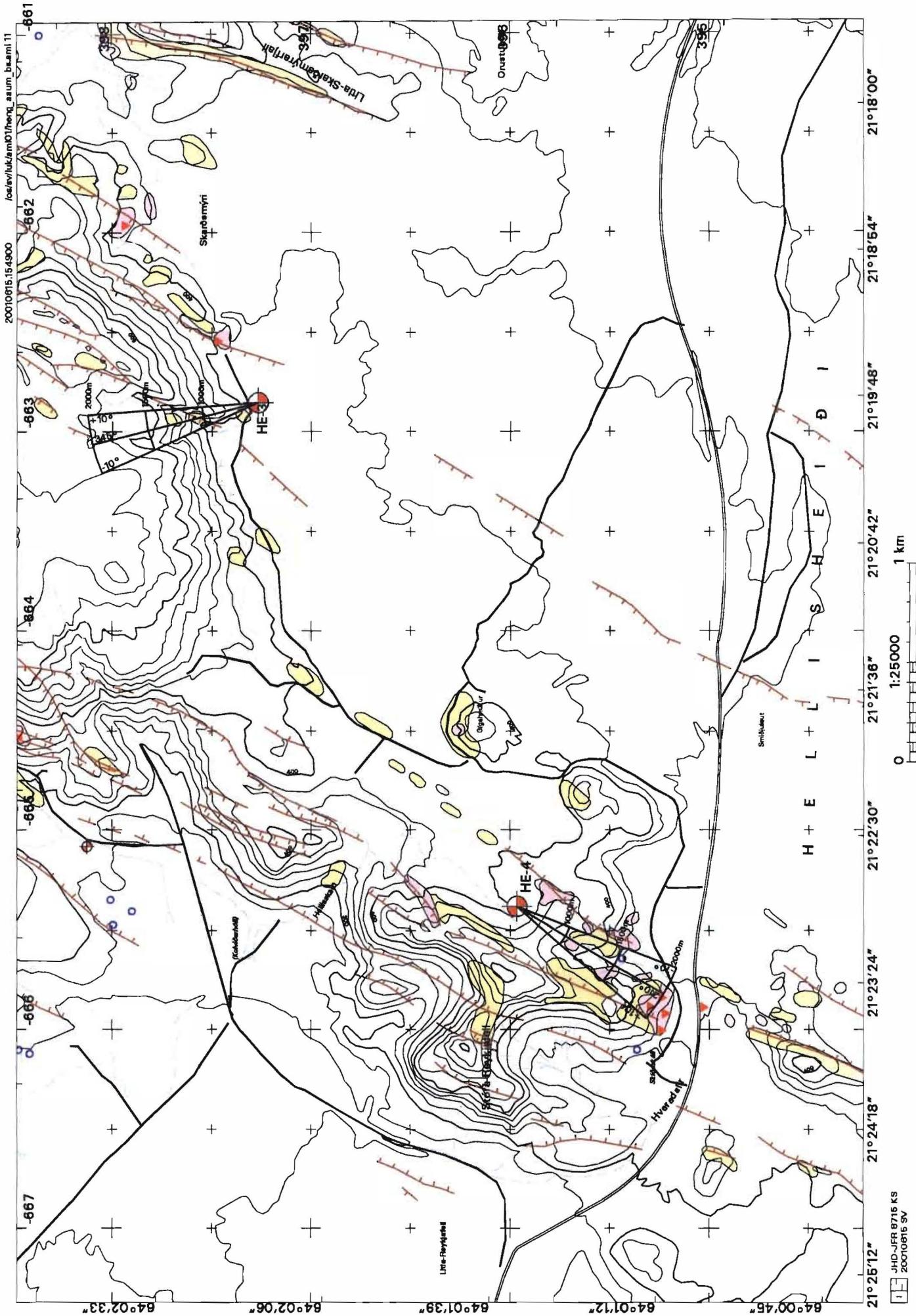
Mynd 4. Áætlaður þrýstingur í jarðhitakerfinu á Hellisheiði. Ákvörðun lágmarksdýpis fóðringa.

Mynd 5. Útlit og hönnun holna HE-3 og HE-4.

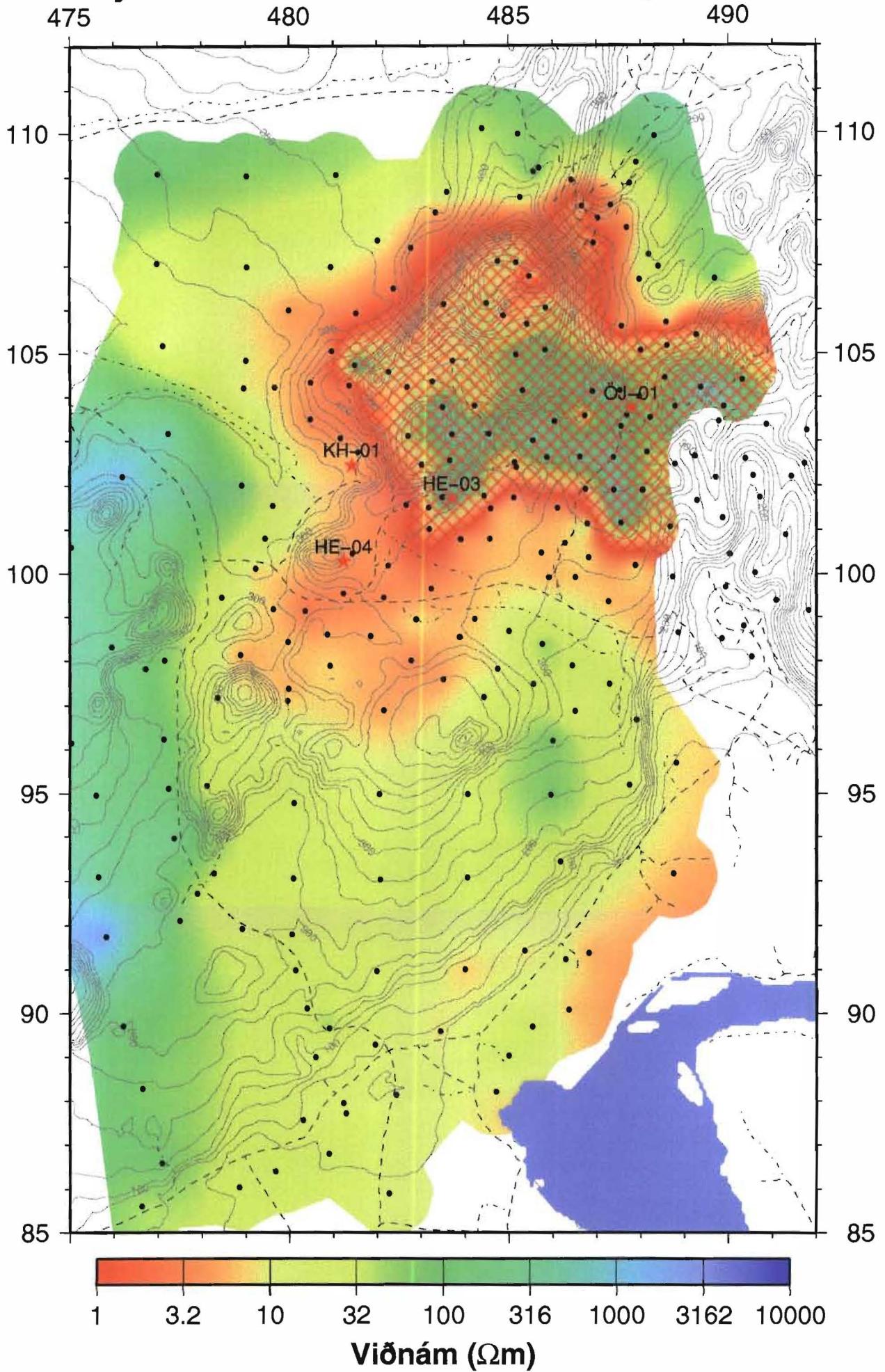
Mynd 6. Hola HE-3. Skurðpunktur við misgengi miðað við skáborun í stefnuna $345^{\circ} +/- 10^{\circ}$.

Mynd 7. Hola HE-4. Skurðpunktur við misgengi miðað við skáborun í stefnuna $210^{\circ} +/- 7^{\circ}$.

Mynd 8. Framvinda borunar holu KhG-1 haustið 1985.



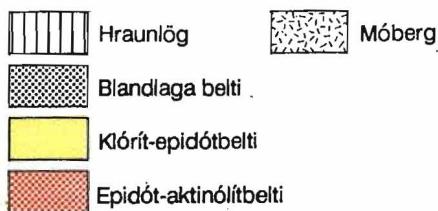
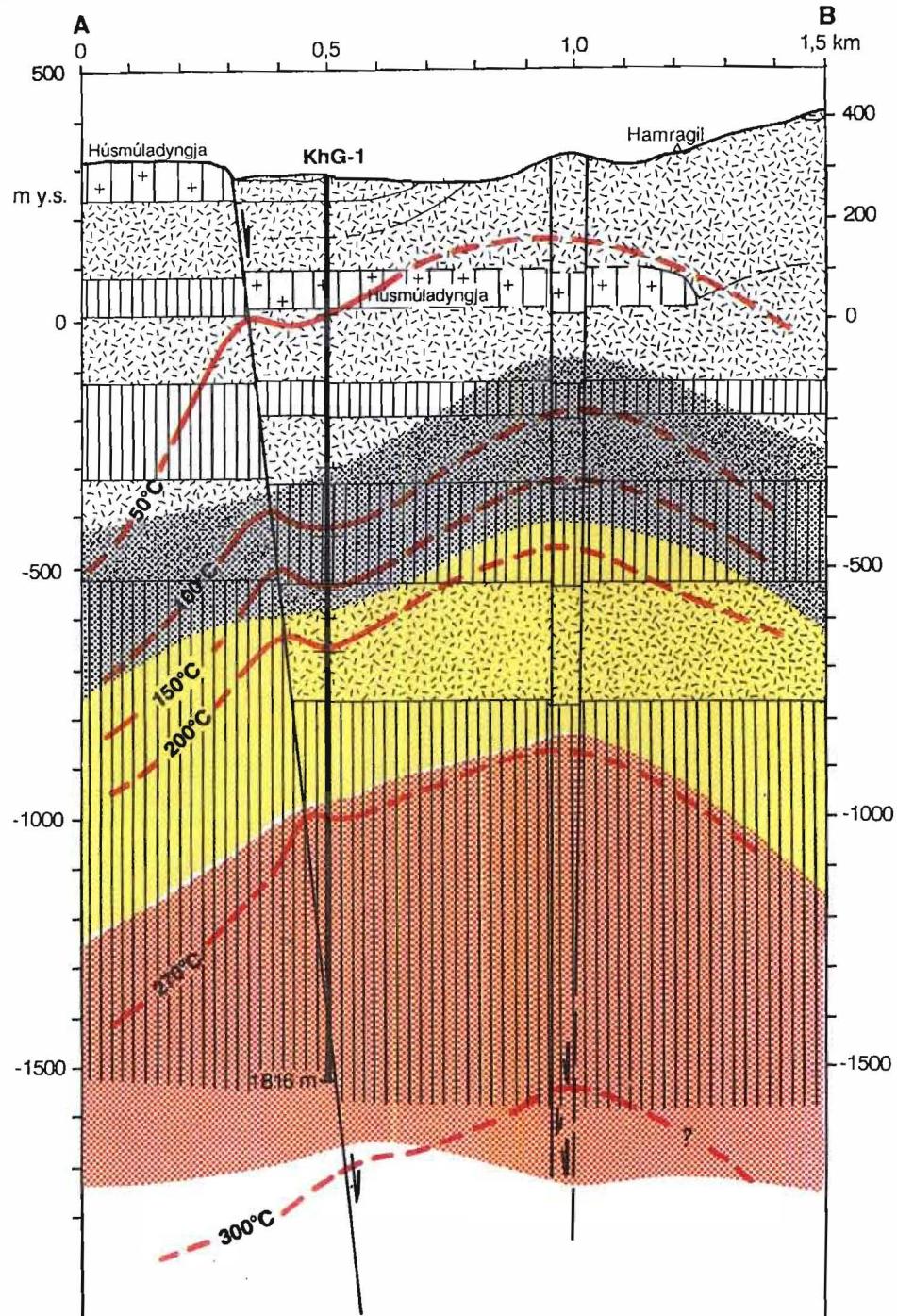
Mynd 2. Viðnám á 200 m undir sjávarmáli



JARÐHITASNIÐ YFIR KOLVIÐARHÓL

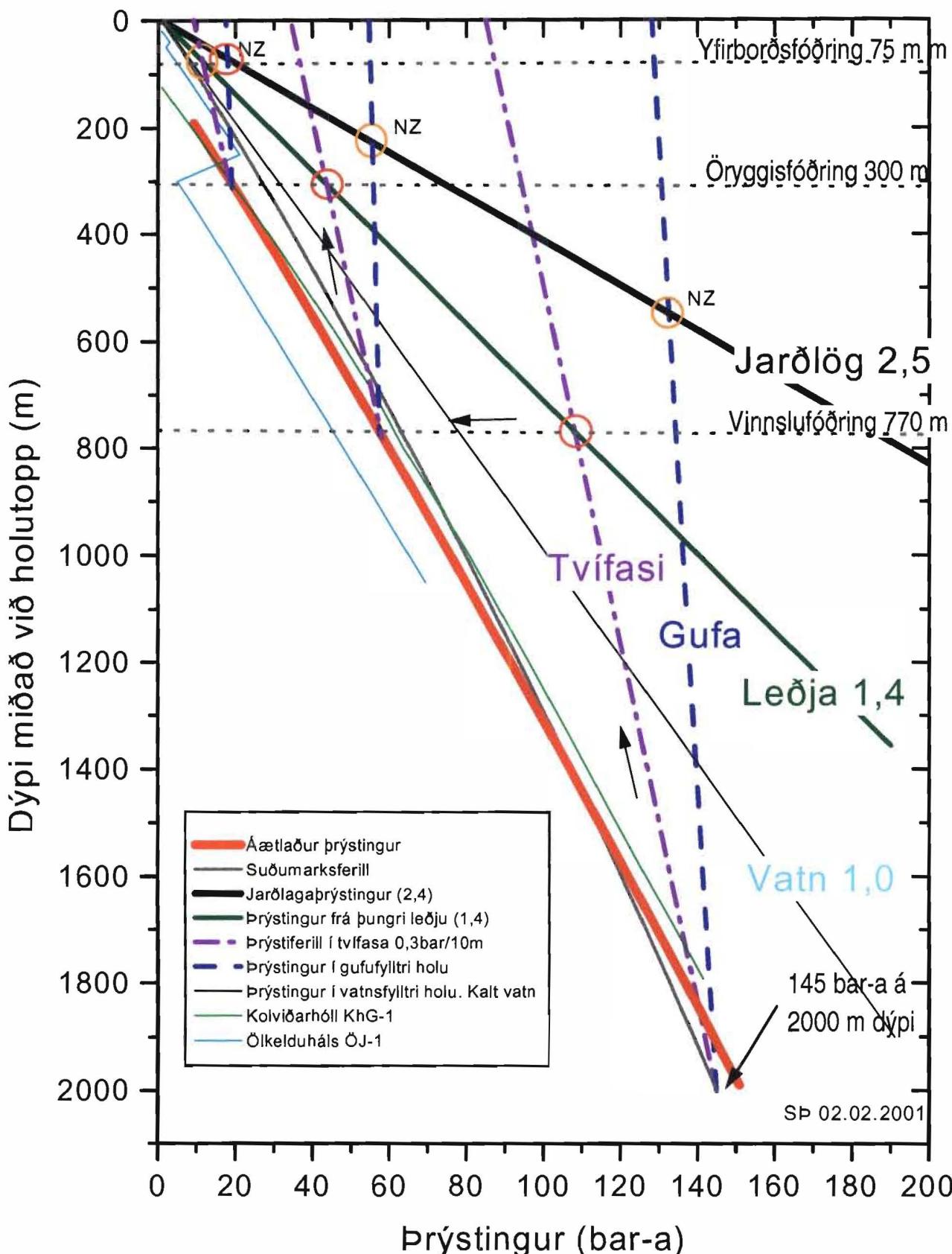
NV

SA

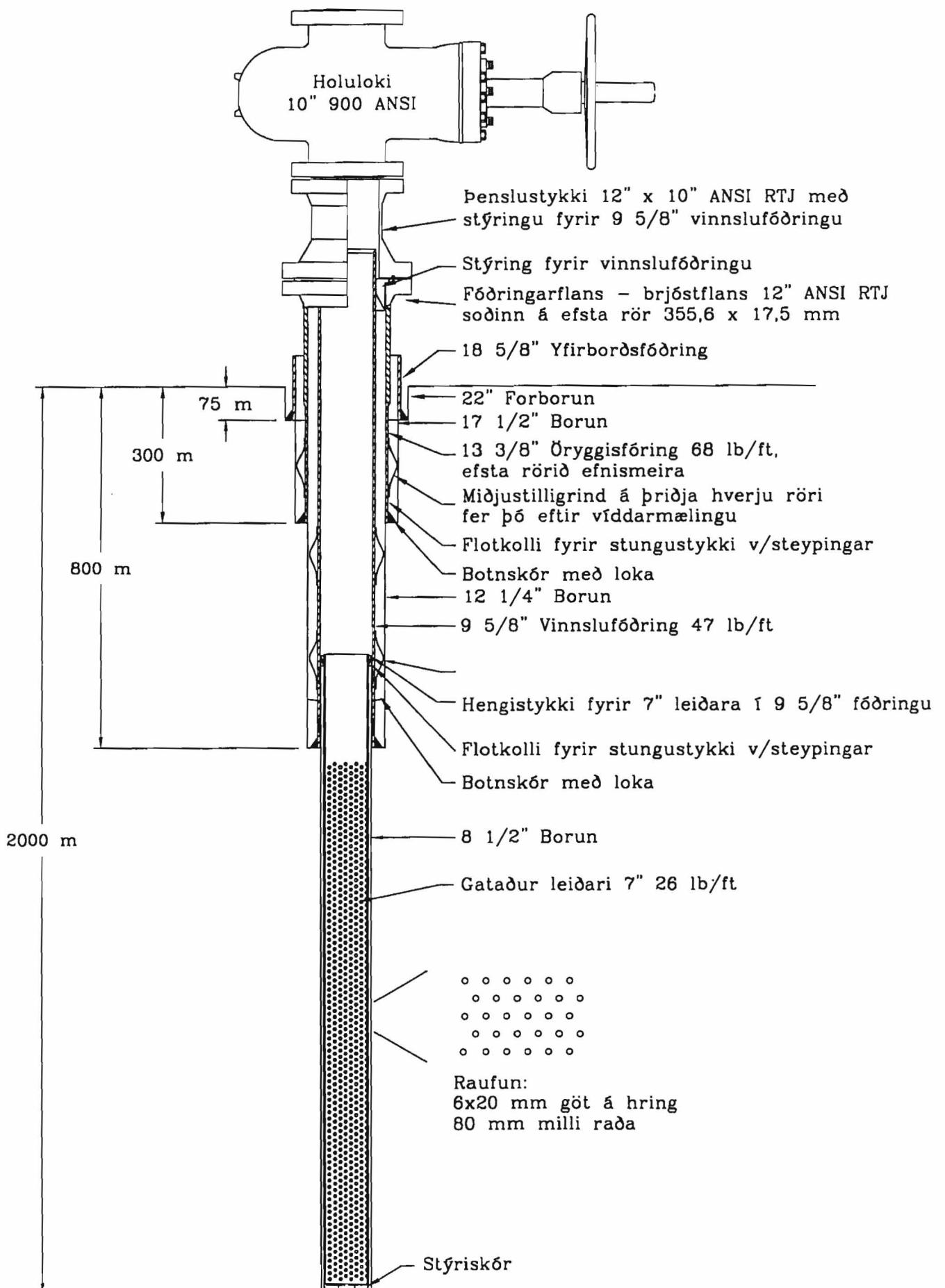




Rannsóknarholur á Hellisheiði Ákvörðun lágmarksdýpis fóðringa

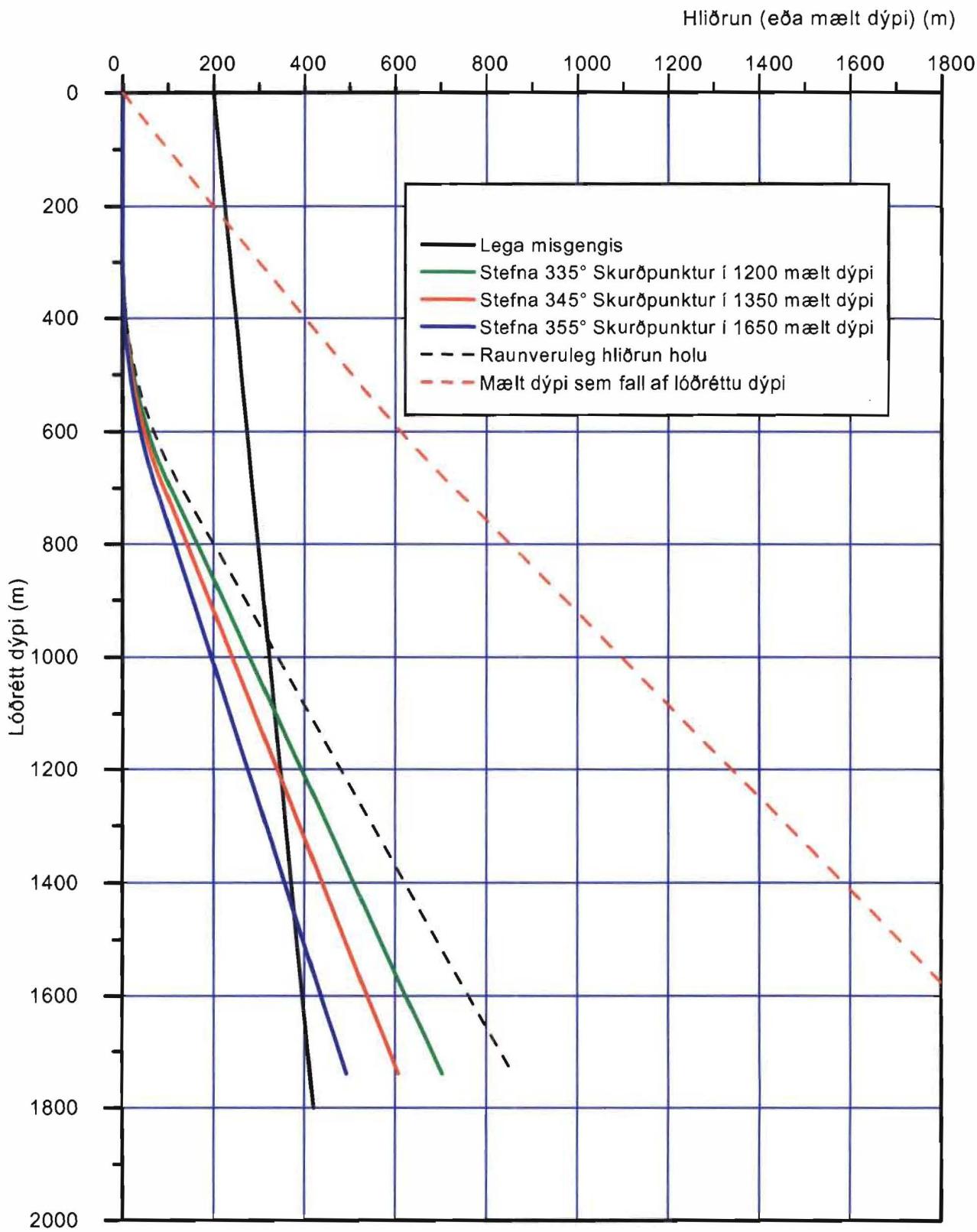


Mynd 4. Áætlaður þrýstingur í jarðhitakerfinu á Hellisheiði (400 m.y.s.), jarðlagabþrýstingur, þrýstingur í vatnsfylltu jarðhitakerfi á suðumarksferli, leðjuþrýstingur ásamt þrýstiferlum í holu (gufu eða tvífasa rennsli) sem ákvarða lágmarksdýpi fóðringa. Hringir merktir NZ sýna Nýsjálenskar kröfur.



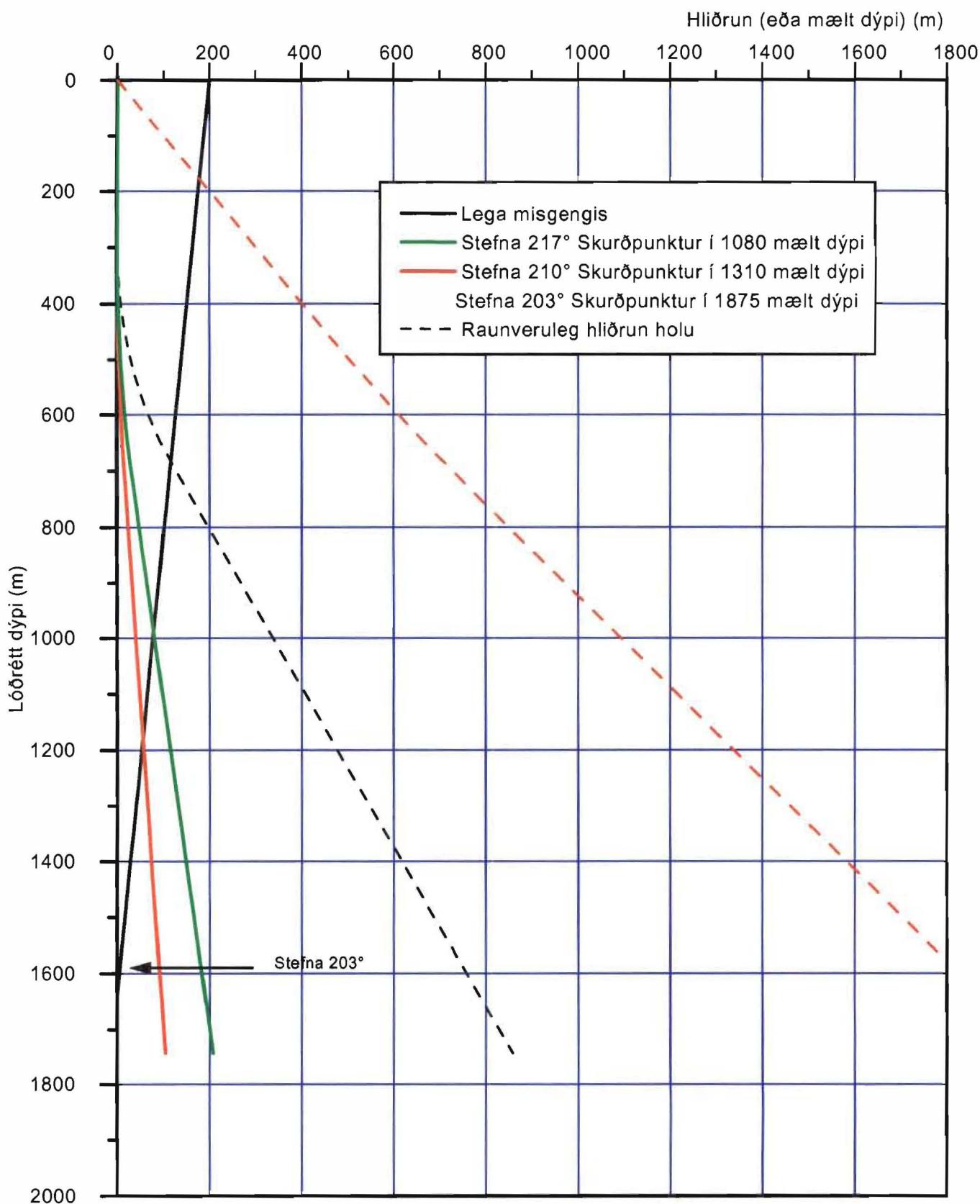
	ORKUSTOFNUN Grensásvegi 9 IS-108 Reykjavík Sími 5696000	Orkuveita Reykjavíkur Rannsóknarholur á Hellisheiði HE-3 og HE-4
Mkv:	Hannað: Sp/SÖK/IRG	Dags: 15.08.2001

Hellisheiði hola HE-3
Stefna borholu $345+/-10^\circ$
en misgengis 30°



Hellisheiði hola HE-4
Stefna borholu $210^\circ \pm 7^\circ$
en misgengis 203°

14.06.01/ BS/SThor



JHD-BM-8717 GuH
89.06.0327 T

KOLVIDARHÖLL HOLA KHG-1
BORUN GUFUBORS
1985.10.01-11.20

