

**Jarðhitaforsendur vegna borana á Hellisheiði
2002**

**Ásgrímur Guðmundsson, Kristján Sæmundsson,
Sverrir Þórhallsson, Benedikt Steingrímsson**

Greinargerð ÁsG-KS-SÞ-BS-2001-05

Jarðhitaforsendur vegna borana á Hellisheiði 2002.

Rannsóknir á Hengilssvæðinu eiga sér langa sögu. Svæðinu hefur verið skipt upp í nokkur undirsvæði eins og t.d. Nesjavelli þar sem nú þegar hefur verið virkjað og svo Hellisheiði sem nú er lögð áhersla á að rannsaka sérstaklega, þ.e. svæðið suðvestan við Skarðsmýrarfjall. Árið 1985 var boruð holan KhG-1 við Kolviðarhól niður á 1816 m dýpi. Ítarlegar upplýsingar eru til um þá holu, sem þá var flokkuð undir Vestur-Hengilssvæðið. Tvær rannsóknarholur voru boraðar árið 2001 sunnan Skarðsmýrarfjalls, HE-3 á 1887 m dýpi og HE-4 á 2008 m dýpi. Rannsóknarvinna við nýboruðu holurnar stendur yfir og er ekki lokið þegar þetta er ritað.

Áætlað er að halda áfram borunum á Hellisheiði sunnan Skarðsmýrarfjalls árið 2002. Borstaðirnir eru sýndir á (myndum 1 og 2). Búið er að staðsetja HE-5 og 6, en tveir staðir koma til greina fyrir þriðju holuna og verður það ákveðið þegar viðbótarupplýsingar liggja fyrir. Dæmigerðir ferlar af halla og stefnu er sýnt á mynd 3. Auk þess er hönnun á beinni háhitaholu sýnd á mynd 4.

HE-5 í Sleggjubeinsdal hefur verið valinn staður á bílastæði við skíðalyftur Víkings í um 305 m hæð y. s. Afstaða holunnar til yfirborðsjarðhita og legu gossprungna og misgnengja er sýnd á mynd 1. Holan verður stefnuboruð til NA, inn undir hverina í austurhlíð Sleggjubeinsdals og inn á svæði þar sem hátt viðnám er undir lágu í kjarna Hengilskerfisins. Í hverum þessum er hvað mestur brennisteinn á Hengilssvæðinu og hæstur hiti ef miðað er við styrk gass í gufuaugum. Borholan kemur til með að fara inn í meginsigdæld Hengilskerfisins. Neðan ~1000 m mun holan skera nokkrar misgengissprungur, flestar með sigi austan megin. Búast má við að jarðlagaskipan verði svipuð og sést í holu KhG-1, en reikna má með að holan verði heitari.

Einfölduð lýsing á jarðlagaskipan holu KhG-1 er sýnd á mynd 2 er sem hér segir:

0-185 m dýpi. Móberg, þar sem túff nær niður á 120 m og bólstraberg eða basaltbreksía tekur þar við. Ummyndun af völdum jarðhita sést neðan við 54 m dýpi.

185-270 m dýpi. Dyngjuhraun, grófkorna og dílótt.

270-406 m dýpi. Móberg sem einkennist af dílótttri basaltbreksíu.

406-480 m dýpi. Basalthraunlög, meðalkorna og eitthvað dílótt.

480-615 m dýpi. Móberg þar sem ægir saman breksíu og túffi.

615-816 m dýpi. Hraunlög. Grófkorna ólívínþóleíft er ráðandi niður í 760 m en þar eru eins konar skil. Fyrir neðan er eingöngu fínkorna þóleíftbasalt.

816-1150 m dýpi. Móberg. Efri hlutinn sem nær niður á rúmlega 970 m, einkennist af smádílótttri basaltbreksíu. Þá taka við 30 m af hraunlögum, en þar neðan við er að mestu móbergstúff. Bergið er allt grænt og gulgrænt vegna ummyndunar. Af og til er borað í gegnum þunn basaltinnskot.

1150-1816 m dýpi. Basalthraunlög, meðal-grófkorna eru ráðandi og bergið er mikið ummyndað.

Innskot eru frekar fátíð. Frá 1000-1300 m eru þau 15-20 % af staflanum og á 1500-1600 m fer innskotahlutinn upp í allt að 40 %. Annars staðar eru þau á bilinu 0-10 % af berginu.

Nokkuð ákveðin skil sjást í ummyndun. Á 580 m er farið úr zeólíta-smektítbeltinu yfir í blandlagabeltið og við þau mörk er berghiti áætlaður 200°C. Á 880 m er komið niður í klórít-epidótbeltið við hitaskilin 250°C. Epidót-aktínólítbeltið tekur við á 1250 m en ummyndunarhitinn við þau skil hefur verið áætlaður um 280 °C. Þess ber þó að geta að kalsít sést allan tímann sem gefur sterklega til kynna að hitinn nái ekki suðumarksferli.

HE-6 suðvestan undir Skarðsmýrarfjalli. Borstaðurinn var valinn í um 420 m hæð y.s., nokkuð austan við skíðalyftuna þar sem hún liggur upp á háfjallið. Þangað er afleggjari frá veginum milli Hrauns og Hlíða. Borstaðurinn er á Helligheiðarhrauni B/C eins og tilgreint er á jarðhitakorti og berggrunnskorti, rúmlega 100 m vestan við gígaröðina sem það kom úr og er aldur hraunsins um 5000 ár. Jarðhiti á yfirborði er ekki þarna nærri, en lítills háttar ummyndun er í útgröfnum gígum suðvestur af borstaðnum. Holan verður stefnuboruð til NA í átt að kjarna Hengilskerfisins þar sem hátt viðnám kemur fram undir lágu. Reiknað er með að skera aðfærsluæð hraunsins neðan 1500 m dýpis. Tilgangurinn með borun á þessum stað er m.a. til að kanna hvort gossprungukerfið sunnan Hengils gegni svipuðu hlutverki sem uppstreymisrás og á Nesjavöllum.

Búast má við að jarðlögin sem borað verður í gegnum svipi meira til hola HE-3 og HE-4 heldur en KhG-1. Báðar fyrrnefndu holurnar eru innan megin sigdældar Hengilskerfisins og er HE-6 um 2 km norðaustur af HE-4 í sprungustefnu. Í öllum aðalatriðum eru jarðlögin í holum HE-3 og HE-4 sambærileg og er jarðlagasniðið úr holu HE-4 valið hér til að bera saman við væntalega HE-6 (myndir 1 og 2):

0- 90 m dýpi. Lítið ummyndað setkennt túff.

90-130 m dýpi. Hraunlög eru ráðandi og í neðri hlutanum eru þau áberandi dflótt.

130-240 m dýpi. Móberg sem einkennist af breksíu ofan til en er líkara bólstarabergi eða glerjuðu basalti í neðri hlutanum.

240-384 m dýpi. Móberg sem samanstendur að mestu af ummynduðu túffi .

384-444 m dýpi. Basalthraunlög og basaltbreksíur.

444-528 m dýpi. Móberg og ber þar mest á ljósgrænu ummynduðu túffi. Á tæplega 500 m dýpi opnaðist yfirþrýst æð, sem bendir að hiti þar sé allt að 260°C.

528-578 m dýpi. Basalthraun og basaltbreksía.

578-706 m dýpi. Móberg sem er aðallega úr ljósgrænu ummynduðu túffi.

706-728 m dýpi. Basaltbreksía nokkuð ummynduð og basalthraun.

728-780 m dýpi. Móberg þar sem grænt ummyndað túff er ráðandi.

780-800 m dýpi. Basaltbreksía nokkuð ummynduð og basalthraun.

800-835 m dýpi. Móberg þar sem grænt ummyndað túff er ráðandi.

835-905 m dýpi. Glerjað basalt. Bergið er á stundum greinileg hraunlög oftast blöðrótt en stundum er bergið mjög glerjað basalt.

905-980 m dýpi. Basalthraunlög. Bergið er nokkuð þétt og blæbrigðamunur á lit vegna ummyndunar.

980-1060 m dýpi. Móberg þar sem grænt ummyndað túff er mjög áberandi en þetta er lagskipt og eru basaltríkar breksíur til staðar.

1060-1090 m dýpi. Basalthraunlög og breksíur.

1090-1150 m dýpi. Móberg þar skiptast á túff og breksíur.

1150-1185 m dýpi. Ekkert svarf kom upp.

1185-1200 m dýpi. Móberg þar sem grænt ummyndað túff er ráðandi.

1200-1230 m dýpi. Basalthraunlög fínkorna og frekar þétt.

1230-1280 m dýpi. Móberg þar sem grænt ummyndað túff er ráðandi.

1280-2008 m dýpi. Allt skol tapaðist og ekkert borsvarf kom því upp úr holunni.

Innskot eru vart sjáanleg fyrr en komið er í 500 m þar neðan við sjást þau af og til sérstaklega frá 550-660 m. Þar neðan við er eitt og eitt á stangli.

Ekki er búið að greina ummyndunina nákvæmlega þannig að hægt sé að draga ákveðin hitaskil byggða á greiningu ummyndunarsteinda. Vísbending er um að komið sé niður úr zeólíta-smektítbeltinu (>200°C) á 480 m dýpi. Einnig virðist sem hitatoppur komi við yfirþrýsta æð á tæplega 500 m dýpi. Sennilega liggja mörkin á blandlagabeltinu og klórít-epidótbeltinu á 700-750 m dýpi (>250°C). Neðan 1100 m dýpis sást ekkert kalsít en steindirnar kvars, epidót og prehnít voru áberandi sem gefur til kynna að hitinn þar sé nálægt suðumarksferli (~300°C).

HE-7a norður af Gígahnúk á Hellisheiði. Borstaðurinn er í um 390 m hæð sunnan megin við afleggjarann sem liggur frá veginum milli Hrauns og Hlíða vestur í átt að Hellisskarði. Þar er B/C-hraunið undir og síðan A-hraunið (10.000 ára). Gígaröð er í B/C hrauninu um 200 VSV við borstaðinn. Jarðhiti er ekki nærri borstaðnum, en lítils háttar ummyndun er í hrauninu suðvestan við hann og raða blettirnir sér á framhald misgengissprungu sem glögg sést í hæðunum austur af Reykjafelli. Misgengið er siggengi til austurs. Borholan er staðsett rétt vestan við misgengið og ætti ekki að lenda í því miðað við að það sé lóðrétt eða með litlum austurhalla. Stefnt er að því að bora HE-7a lóðrétt. Á þessu svæði teygir sig láviðnámsbunga frá Hengli í átt að Hveradölum og er hola HE-7a vestanhallt í henni. Aðkoma er frá afleggjaranum í Hellisskarð, en hann er fær öllum bílum. Hola HE-7a er nokkurn veginn miðsvæðis milli HE-3, 4, 5 og 6, sem allar verða stefnuboraðar í átt frá henni.

HE-7b austur frá Gígahnúk á Hellisheiði. Borstaður var valinn í um 385 m hæð y.s. 300 m austan við Gígahnúk. Háspennulínur eru norðan við hnúkin og er greiðust leið á borstaðinn af línuvegi, en leggja þarf slóð þaðan um 300 m suður frá honum. Borstaðurinn er á Hellisheiðarhrauni D (um 2.000 ár gömlu) um 300 m austan við gossprunguna sem liggur um Gígahnúk. Líklegt er að bæði eldri hraunin séu undir D-hrauninu. Jarðhiti er ekki þarna nærri, en nokkur ummyndun er norðan í Gígahnúk. Mikið misgengisbelti, um 1 km á breidd, stefnir frá Lakahnúkum norðaustur í átt að borstaðnum. Sig er beggja megin frá að því miðju. Þar er ás mesta sigs í sigdældinni gegnum Hengilssvæðið. Hola HE-7b er í miðri lágviðnámsbungunni sem liggur suðvestur frá Skarðsmýrarfjalli. Gert er ráð fyrir að hola HE-7b verði boruð lóðrétt. Val kemur til með að standa á milli þess að bora HE-7a og HE-7b í þessum rannsóknaráfanga.

Jarðlög sem borað verður í verða væntanlega svipuð þeim sem sjást í holum HE-3 og 4. Hola HE-7a er líklega sambærileg við holu HE-4 og þá hola HE-7b líkari HE-3, þar sem holurnar liggja á sitt hvorri sprungureininni. Jarðlög í holu HE-3 eru sýnd á mynd 5 og eru sem hér segir:

Í efstu 18 metrunum eru hraunlög frá nútíma.

18-152 m dýpi. Móberg, basaltbreksía með undirliggjandi bólstrabergi. Bergið er lítið ummyndað.

152-364 m dýpi. Móberg, Efst eru túffsetlög og basaltlög sjást á 200 m dýpi, að öðru leyti eru m ummyndað túff að ræða. Ummyndun eykst niður á við og sjást m.a. leir, kalsít, kvars og pýrít.

364-512 m dýpi. Móberg, að mestu leyti ummyndað túff. Helstu ummyndunarsteindir eru leir, kalsít, kvars, pýrít og wairakít.

512-726 m dýpi. Móberg, að mestu leyti ummyndað túff, þar sem inn í fléttast basaltbólstrar og basaltbreksía. Sömu ummyndunarsteindir og að ofan að viðbættu prehníti.

726-798 m dýpi. Móberg, bergið er samsett úr túffi og breksíum og er það allt plagíóklasdílótt. Epidót sést neðst, en aðrar steindir eru leir, kalsít, kvars, prehnít, pýrít og wairakít.

798-816 m dýpi. Glerjað basalt eða bólstraberg allummyndað.

816-955 m dýpi. Móberg, sem að mestu er gert úr grænu ummynduðu plagíóklasdílóttu túffi. Neðan 910 m skjótast inn nokkur ummynduð fínkorna basalhraunlög.

955-1215 m dýpi. Glerjað basalt, bólstraberg og basalhraunlög. Ummyndun er enn stigvaxandi, sömu ummyndunarsteindir og fyrir ofan auk wollastónít kemur fyrst fram efst í þessum hluta.

1215-1887 m dýpi. Allt skolvatn tapaðist og ekkert borsvarf kom þar af leiðandi upp úr holunni.

Yfirprýstingur mældist í holu HE-4 á tæplega 500 m dýpi og var hann eitt bar umfram þyngd kaldrar vatnssúlu í holunni og jafngildir það 51 bar þrýstingi í æðinni. Með það í huga og með tilliti til staðsetningar á holum HE-5, HE-6 og HE-7a þá er eðlilegt að gera ráð fyrir að yfirprýstingur geti verið til staðar í þeim holum. Hola HE-5 er staðsett á því svæði sem mestur brennisteinsstyrkur mælist í gufu á svæðinu og er um leið vísbending um hæstan hita í jarðhitakerfinu. Holum HE-6 og HE-7a er ætlað að kanna aðstæður við gossprunguna sem talin er megin uppstreymi jarðhitans.

Nesjavallamegin við Hengil mældist yfirprýstingur niður á allt að 900 m dýpi í holum meðfram gossprungunni austan megin. Yfirprýstingur í holu HE-4 bendir til svipaðra aðstæðna sunnan Skarðsmýrarfjalls. Við borun HE-5 HE-6 og HE-7a er því rétt að útbúa borinn á þann hátt að hann geti ráðið við yfirprýstar æðar og að steipt verði í allar æðar sem skornar verða niður á 800 m dýpi (mynd 6) hins vegar er ekki gert ráð fyrir yfirprýstingi við borun holu HE-7b. Ef aðrar upplýsingar koma fram við borunina þá verður þetta endurskoðað.

Heimildir:

Ásgrímur Guðmundsson, Bjarni Gautason, Bjarni Guðmundsson, Bjarni Richter, Guðlaugur Hermannsson, Hjalti Franzson, Ómar Sigurðsson, Peter E. Danielsen og Sigvaldi Thordarson 2001: Helligheiði, hola HE-4 - 2. áfangi: Borun fyrir 9 5/8" vinnslufóðringu frá 305 m í 789 m dýpi.

Ásgrímur Guðmundsson, Arnar Hjartarson, Guðlaugur Hermannsson, Guðmundur Ómar Friðleifsson, Ómar Sigurðsson, Peter E. Danielsen og Sigurður Sveinn Jónsson 2002: Helligheiði, hola HE-4 - 3. áfangi: Borun vinnsluhluta frá 789 m og niður í 2008 m dýpi. Orkustofnun í utg.

Benedikt Steingrímsson, Guðmundur Ómar Friðleifsson, Einar Gunnlaugsson, Guðjón Guðmundsson, Hjálmar Eysteinnsson og Ómar Sigurðsson 1993: Kolviðarhóll, hola KhG-1 - Borun, rannsóknir og vinnslueiginleikar. Orkustofnun, OS-93007/JHD-03, 176s.

Kristján Sæmundsson, Knútur Árnason og Benedikt Steingrímsson 2001: Rannsóknarholur HE-5 til HE-8 á Helligheiði. Orkustofnun, greinargerð KS-KÁ-BS-??/01.

Kristján Sæmundsson 1995: Hengill, jarðfræðikort (berggrunnur) 1:50.000. Orkustofnun, Hitaveita Reykjavíkur og Landmælingar Íslands.

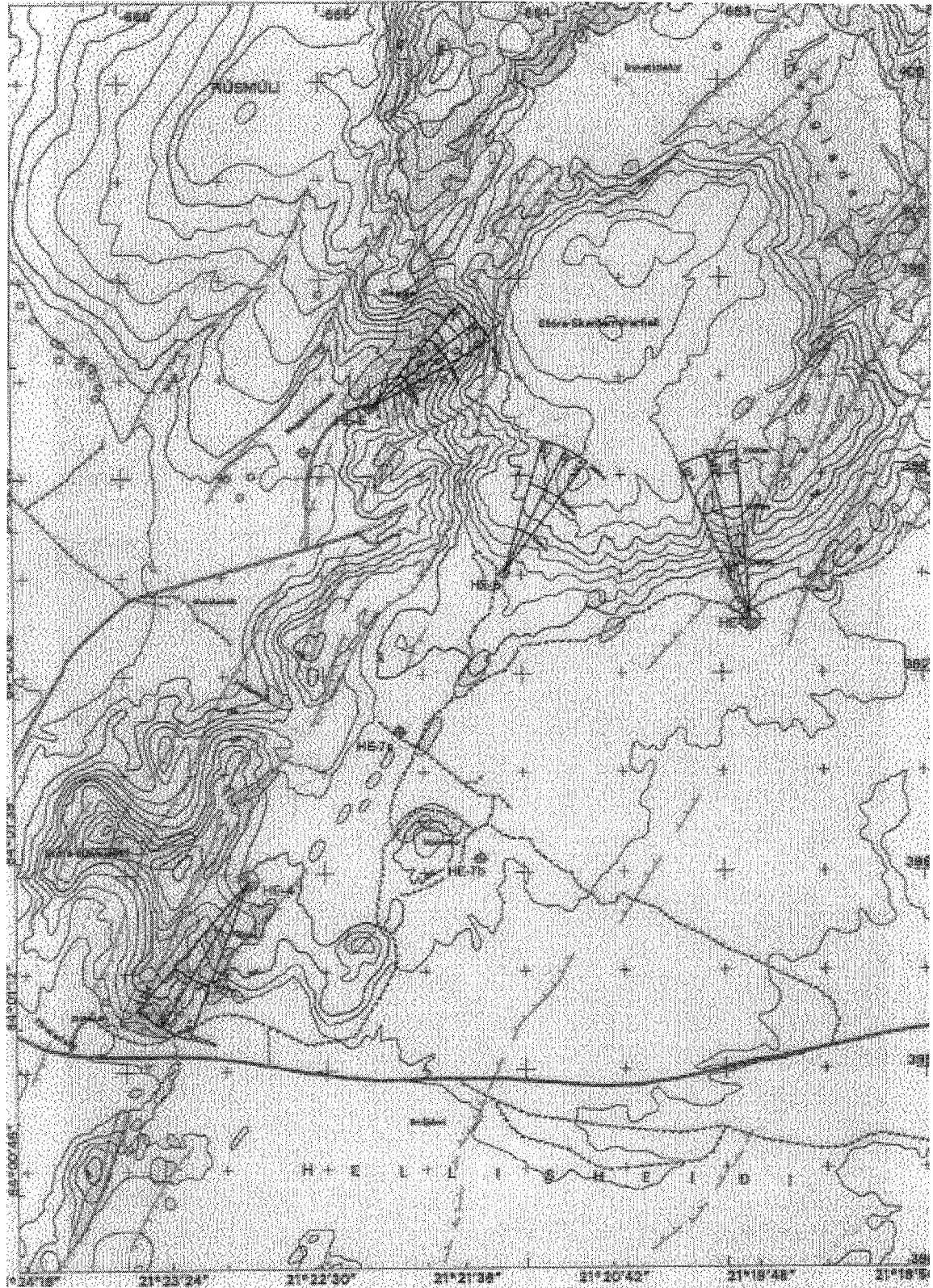
Kristján Sæmundsson 1995: Hengill, jarðhiti, ummyndun og grunnvatn 1:25.000. Orkustofnun, Hitaveita Reykjavíkur og Landmælingar Íslands

Hjalti Franzson, Benedikt Steingrímsson, Bjarni Guðmundsson, Bjarni Richter, Kjartan Birgisson, Ómar Sigurðsson og Peter E. Danielsen 2001: Helligheiði, hola HE-3 - 1. áfangi: Borun fyrir öryggisfóðringu í 324 m dýpi. Orkustofnun, OS-2001/052, 16s + viðaukar.

Sigurður Sveinn Jónsson, Benedikt Steingrímsson, Bjarni Guðmundsson, Guðlaugur Hermannsson, Guðmundur Ómar Friðleifsson, Hjalti Franzson, Kjartan Birgisson, Ómar Sigurðsson og Steinar Þór Guðlaugsson 2001: Helligheiði, hola HE-3 - 2. áfangi: Borun fyrir vinnslufóðringu frá 324 m í 812 m dýpi. Orkustofnun, OS-2001/053, 40s.

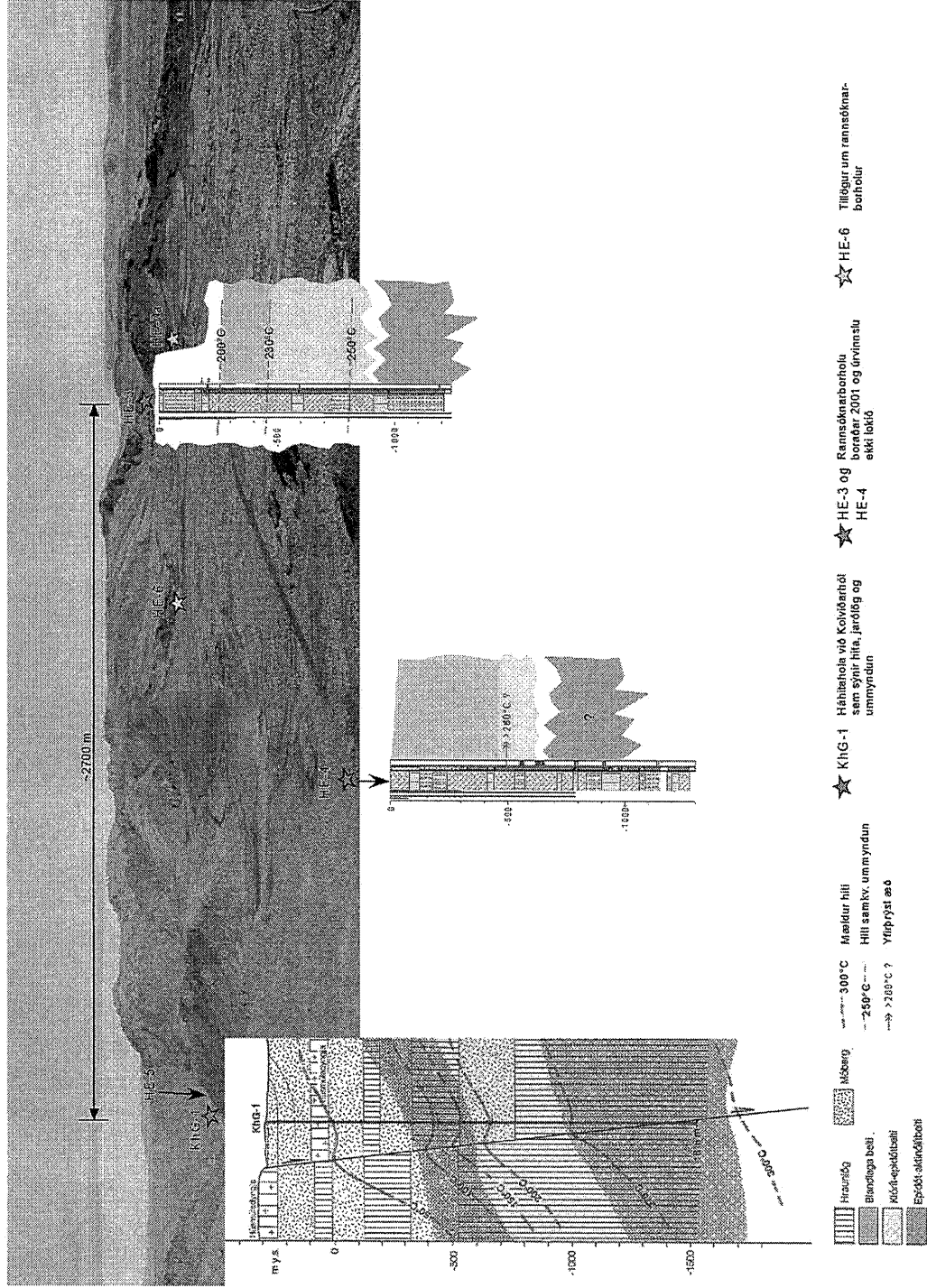
Sigurður Sveinn Jónsson, Benedikt Steingrímsson, Bjarni Guðmundsson, Bjarni Richter, Guðlaugur Hermannsson, Peter E. Danielsen og Sigvaldi Thordarson 2001: Helligheiði, hola HE-4 - 1. áfangi: Borun fyrir 13 3/8" öryggisfóðringu í 305 m dýpi.

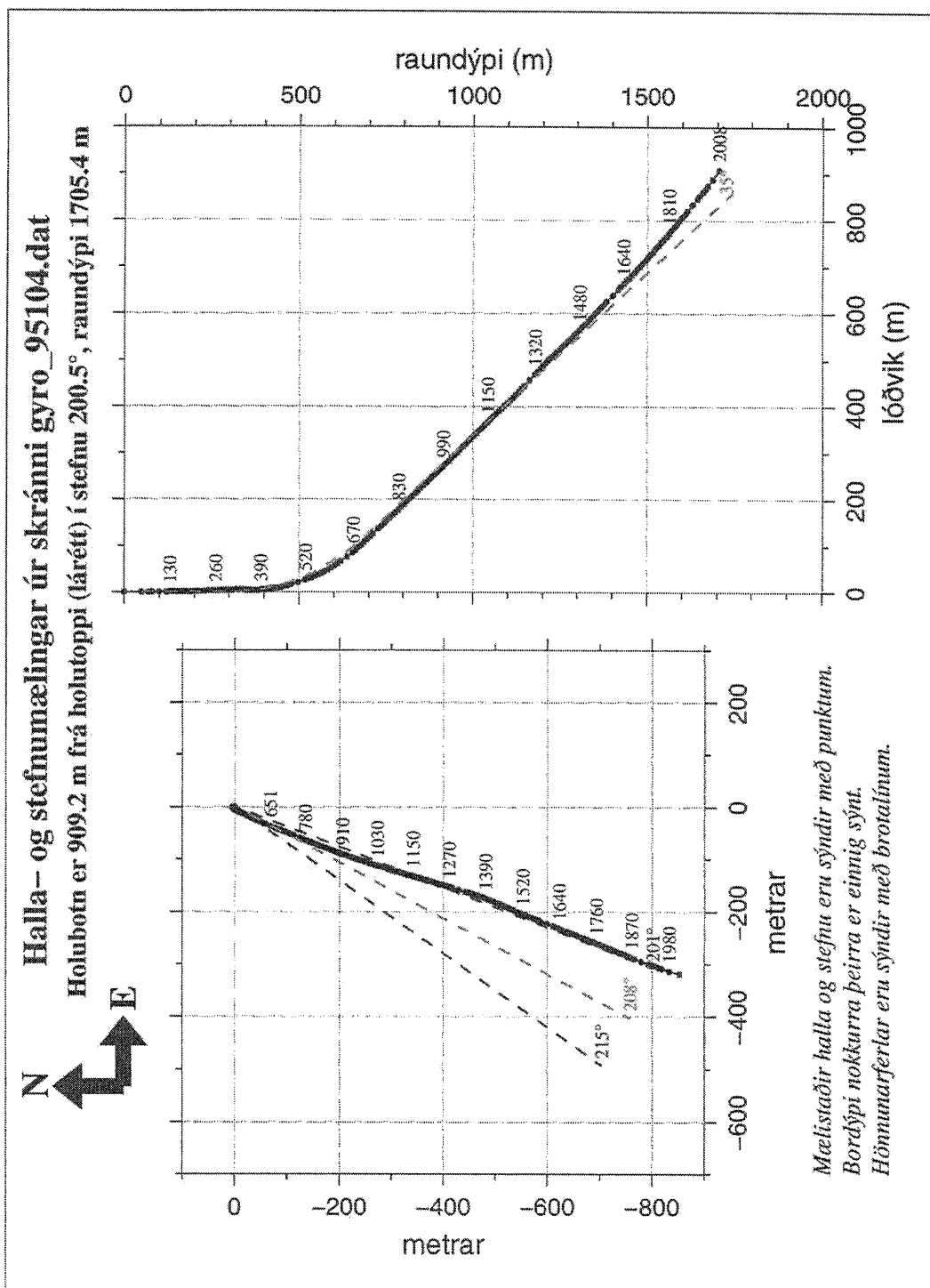
Sigvaldi Thordarson, Arnar Hjartarson, Ásgrímur Guðmundsson, Benedikt Steingrímsson, Bjarni Guðmundsson, Bjarni Gautason, Bjarni Guðmundsson, Guðlaugur Hermannsson, Hjalti Franzson, Kjartan Birgisson og Sigurður Sveinn Jónsson 2001: Helligheiði, hola HE-3 - 3. áfangi: Borun vinnsluhluta frá 812 í 1887 m dýpi. Orkustofnun, OS-2001/057, 50s.



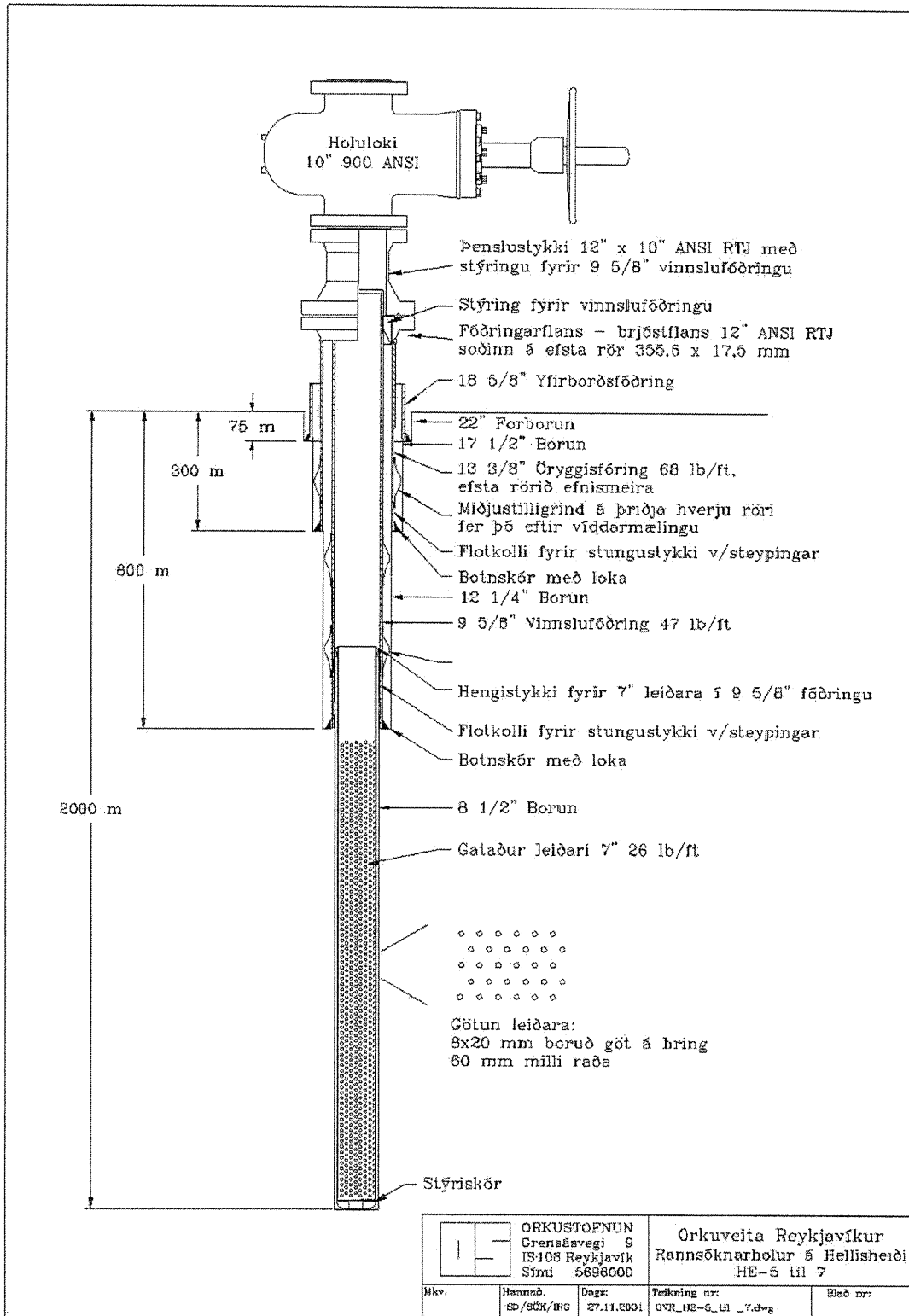
Mynd 1. Hér kemur inn jarðfræðikort af svæðinu eða þetta verður l'+atið standa.

Hellisheiði sunnan Skarðsmýrarfjalls



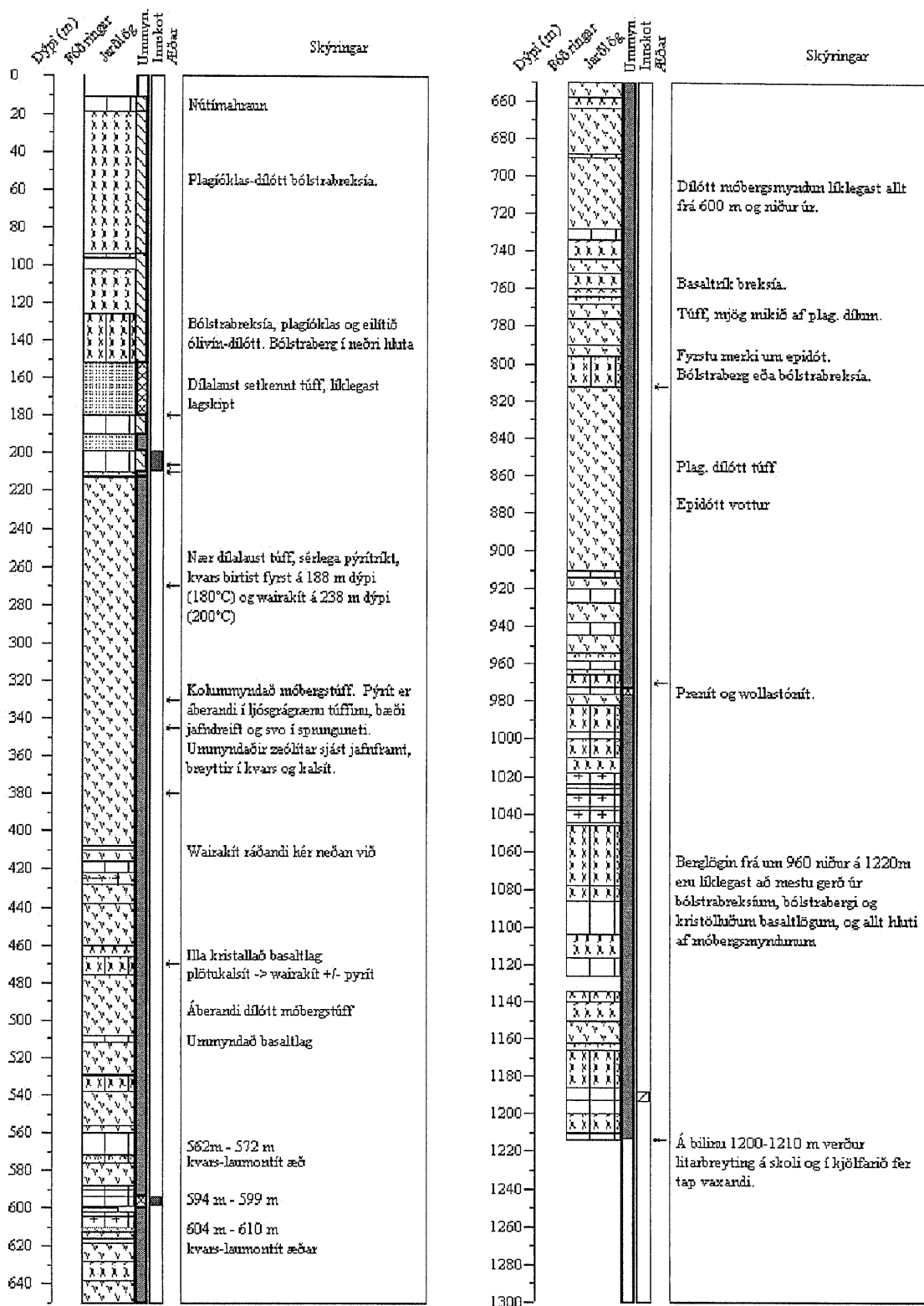


Mynd 3. Dæmigerðir ferlar af halla og stefnu.



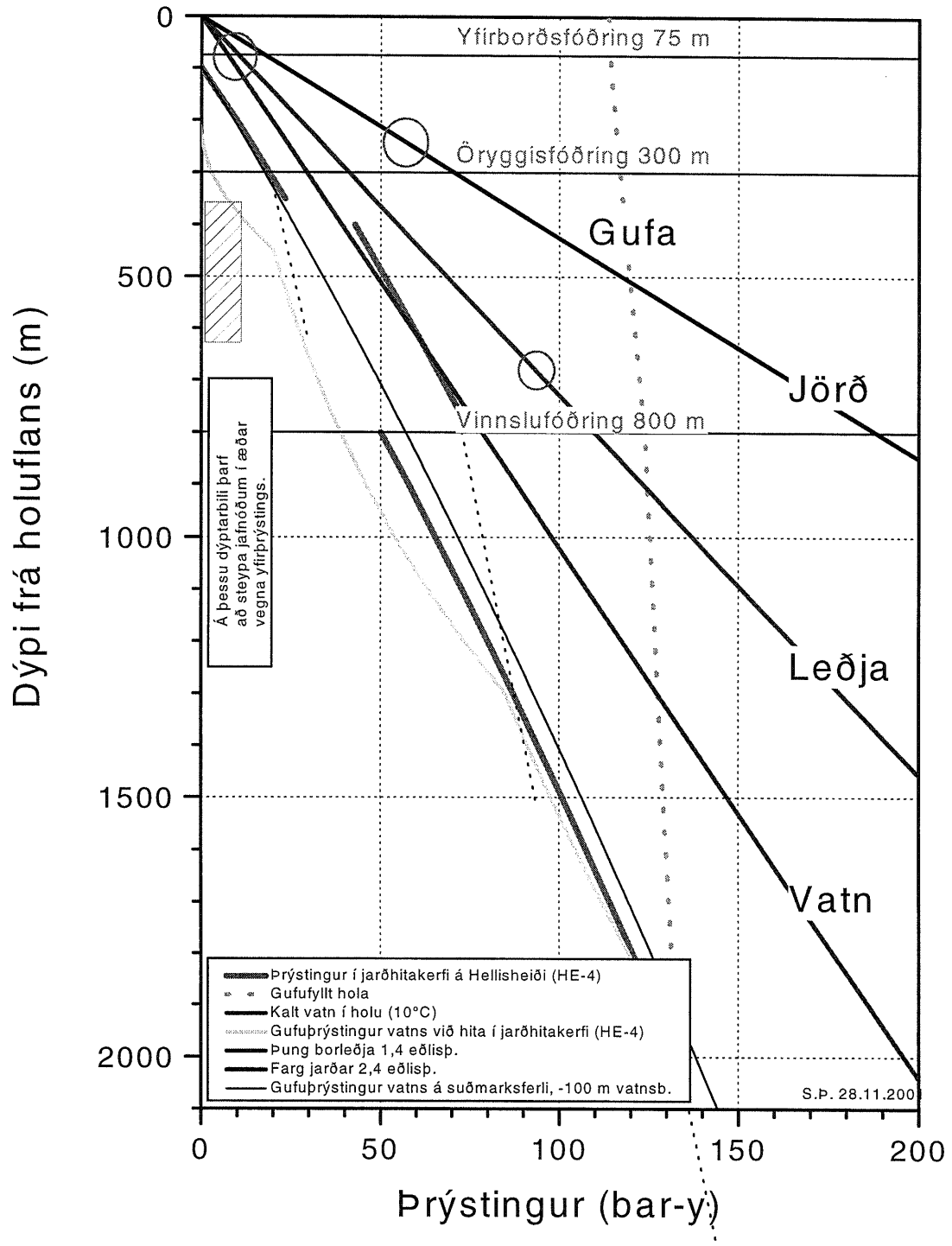
Mynd 4. Hönnun á beinni háhitaholu.

Hellisheiði hola HE-3 Jarðlagasnið



Mynd 5. Jarðlagasnið úr holu HE-3.

Borun háhitaholna á Hellisheiði (HE-5 til 7) Þýstingur og lágmarksdýpi fóðringa



Mynd 6. Þrýstingur og lágmarksdýpi fóðringa.