

**Svartsengi – Reykjanes. Lýsing á fjórum
gerðum borholna vegna nýborana**

**Sverrir Þórhallsson,
Hjalti Franzson,
Grímur Björnsson**

22-10-97

Svartsengi - Reykjanes

Lýsing á fjórum gerðum borholna vegna nýborana

1. Staðsetning holna

Hitaveita Suðurnesja hyggst bora á næsta ári holur af fjórum gerðum í Svartsengi og á Reykjanesi. Þær eru:

- a) Djúp vinnsluhola í Svartsengi
- b) Grunn vinnsluhola til að nýta gufupúðann í Svartsengi
- c) Niðurdælingarhola milli Svartsengis og Eldvarpa
- d) Djúp vinnsluhola á Reykjanesi

Í fyrsta áfanga er miðað við að bora eina niðurdælingaholu 2,5 km vestan Svartsengis, tvær vinnsluholur í Svartsengi, eina grunna holu í gufupúðann í Svartsengi og eina djúpa vinnsluholu á Reykjanesi.

Í skýrslu Orkustofnunar OS-96044/JHD-28B 1996 er að finna ráðleggingu um hvar bora skuli í Svartsengi. Tillaga að staðarvali hefur nú verið gerð og er sýnd ásamt hnitum á myndum 1 og 2. Greinargerð þessi er með breytingum sem gerðar hafa verið á borverkinu og skipulagi þess frá skýrslu Orkustofnunar "Svartsengi - Reykjanes. Verklýsing háhitaborunar" OS-97032 og verður hún hluti samnings Hitaveitu Suðurnesja við Jarðboranir hf.

2. Jarðfræðilegar aðstæður til borunar og dýpi fóðringa

Í eftirfarandi lýsingu er gerð grein fyrir helstu jarðfræðilegu aðstæðum á viðkomandi stöðum. Einnig eru þar töflur um tegund og dýpi fóðringa. Fóðringaprógram holnanna er sýnt á mynd 3.

a) Djúp vinnsluhola í Svartsengi.

Á mynd 4 er sýndur þverskurður af jarðlagaskipan í Svartsengi. Hraunlög eru ráðandi niður á um 300 m dýpi þar sem við tekur móberg niður á um 600 m dýpi. Þar neðan við verða hraunlög á ný ráðandi. Innskot byrja að sjást í borholunum neðan um 700 m dýpis, og verða ráðandi á um 1000-1300 m dýpi. Jarðfræðimódelið af kerfinu bendir til að uppstreymi jarðhitans sé eftir N-S misgengi, en breiði síðan úr sér eftir lekum jöðrum innskota, sérstaklega á 1000-1300 m dýpi. Einnig hefur komið í ljós að lekt er nokkur í basalhraunlögnum á 600-700 m dýpi. Á mynd 5 er sýnd tengsl vatnsæða við jarðfræði á hverju 100 m dýptarbili í Svartsengissvæðinu, sem gefur nokkrar vísbendingar um hvar best lekt sé. Yfirleitt hafa mestu skoltöpin orðið við innskotin neðan 1000 m dýpis. Áætlaður hiti og þrýstingur í jarðhitakerfinu á þessu svæði er sýndur á myndum 6 og 7, en gerðir fóðringa eru í töflu 1.

Tafla 1: Fóðringar í djúpa vinnsluholu í Svartsengi:

Heiti fóðringar	Þvermál (")	Þungi fóðurrörs	Stál. API	Gengjur API	Röralengd (m)	Heildarlengd
Yfirborðsfóðring	API 22"		H-40	fösuð	7,62-10,36	70 m
Öryggisfóðring	API 18 5/8"	87,5 lb/ft	H-40	fösuð	10,36-14,63	250 m
Vinnslufóðring	API 13 3/8"	68 lb/ft	K-55	buttress	10,36-14,63	600-800 m
Gataður leiðari	API 9 5/8"	47 lb/ft	K-55	buttress	10,36-14,63	1000-1200

TIL VIÐRÆÐINGA

b) Borhola í gufupúða

Á mynd 8 er sýnt N-S þversnið jarðlaga á gufusvæðinu í Svartsengi (Hjalti Franzson 1997, "Svartsengi. Jarðfræði holu HSH-14 og tengsl við nærliggjandi holur", OS-97024). Í jarðlaga-staflanum skiptast á hraunlagasyrpur og móbergsmýndanir. Niður á rúma 350 m dýpi er hlutur hraunlaga heldur meiri, en neðan þess og niður undir 600 m dýpi verður móberg ráðandi. Yfirborðskönnun hefur leitt í ljós að líklegt er að uppstreymi jarðhitavökvans sé eftir N-S sprungu, eða skurðpunktum þeirrar sprungu og NA-SV sprungum sem hana skera. Ekki er vitað með öruggri vissu hvort einhverjar holnanna á gufusvæðinu skeri uppstreymissprunguna. Svo virðist, alla vegana í holu HSH-14, að flestar æðanna komi á lagmótum gosbergseininga, en vökvinn úr þeim er þá ættaður frá uppstreymisrásinni. Jarðhitamódelið fyrir gufusvæðið er sýnt á mynd 9. Áætlaður hiti- og þrýstingur er sýndur á myndum 10 og 11. Tafla 2 sýnir gerðir fóduringa í holunni.

Tafla 2: Fóduringar í grunna holu í gufupúðann:

Heiti fóduringar	Þvermál (")	Þungi fódurrörs	Stál. API	Gengjur API	Röralengd (m)	Heildarlengd
Yfirborðsfóduring	API 22"		H-40	fösuð	7,62-10,36	30 m
Öryggisfóduring	API 18 5/8"	87,5 lb/ft	H-40	fösuð	10,36-14,63	120 m
Vinnslufóduring	API 13 3/8"	68 lb/ft	K-55	buttress	10,36-14,63	220-250 m
Gataður leiðari	API 9 5/8"	47 lb/ft	K-55	buttress	10,36-14,63	400-500 m

c) Niðurdælingahola um 2 km vestan Svartsengis.

Viðnámsmælingar á svæðinu milli Eldvarpa og Svartsengis og önnur gögn benda til að jarðhitasvæðin séu vel samtengd, og að jarðhitinn liggja ekki mikið dýpra en fundist hefur innan Svartsengis. Því má búast við að komið sé niður í "háhitakerfi" neðan 600-900 m dýpis. Þar sem ekki hefur verið borað á þessu svæði fyrr er nokkuð á huldu hvernig jarðlög, ummyndun og lekt er háttað. Samkvæmt reynslu á Reykjanesi er þó sennilegt að gosbergsstaflinn sé svipaður og í Svartsengi, þ.e. að móbergsmýndun liggja á milli 300-600 m dýpis, en hraunlög séu ráðandi þar fyrir ofan og neðan. Ef ummyndun er miklu minni en á jarðhitasvæðunum getur það leitt til meiri leka og e.t.v. hruns þar sem ummyndunar nýtur ekki við (ofan 600 m?). Í Svartsengi, og í flestum öðrum jarðhitasvæðum þar sem gerð hefur verið jarðlagagreining í borholum, kemur í ljós að lekt í jarðhitageyminum stjórnað mjög af því hvort innskot séu til staðar eða ekki. Lektin í niðurdælingaholunni getur því ráðist mjög af fjölda þeirra í berglagastaflum. Verði vart háhituummyndunar við 250 m dýpi er athugandi að láta öryggisfóduringuna ná í allt að 400 m dýpi. Þá gæfist kostur á því að hætta borun niðurdælingarholunnar þegar við 700-800 m dýpi, í því tilfalli að skotap væri orðið mikið. Tafla 3 gefur yfirlit um val fóduringa.

Tafla 3: Fóduringar í niðurdælingarholu:

Heiti fóduringar	Þvermál (")	Þungi fódurrörs	Stál. API	Gengjur API	Röralengd (m)	Heildarlengd
Yfirborðsfóduring	API 22"		H-40	fösuð	7,62-10,36	70 m
Öryggisfóduring	API 18 5/8"	87,5 lb/ft	H-40	fösuð	10,36-14,63	250-400 m
Vinnslufóduring	API 13 3/8"	68 lb/ft	K-55	buttress	10,36-14,63	600-800m

d) Djúp vinnsluhola í háhitakerfið á Reykjanesi.

Á mynd 12 er sýnt þversnið af jarðlögum á háhitasvæðinu á Reykjanesi. Nokkur munur er á jarðlagaskipaninni þar og í Svartsengi þar sem mun minna er af hraunlögum en því meir af móbergi og setlögum. Þessi munur liggur í því að Reykjanesið er mun nær sjó og augljóst að svæðið hefur

ýmist verið ofan eða neðan sjávarmáls. Þótt jarðhitakerfið á Reykjanesi hafi verið rannsakað nokkuð ítarlega í kjölfar borunar fyrstu 8 holanna, hefur ekki í þeim holum verið gerð nein úttekt á því við hvers konar jarðfræðifyrirkærum vatnsæðarnar tengjast. Í rannsókn á sambandi vatnslektar og jarðfræði í holu RN-9, sem boruð var 1983, virðast a.m.k. hluti vatnsæðanna sem sú hola sker tengjast basaltinnskotum. Áætlaður hiti og þrýstingur í jarðhitakerfinu á fyrirhuguðu borsvæði á Reykjanesi er sýndur á myndum 13 og 14, en tafla 4 gefur yfirlit um val fódringa.

Tafla 4: Fódringar í vinnsluholu á Reykjanesi:

Heiti fódringar	Þvermál (")	Þungi fódurrörs	Stál. API	Gengjur API	Röralengd (m)	Heildarlengd
Yfirborðsfóðring	API 22"		H-40	fösuð	7,62-10,36	70 m
Öryggisfóðring	API 18 5/8"	87,5 lb/ft	H-40	fösuð	10,36-14,63	250 m
Vinnslufóðring	API 13 3/8"	68 lb/ft	K-55	buttress	10,36-14,63	700 m
Gataður leiðari	API 9 5/8"	47 lb/ft	K-55	buttress	10,36-14,63	1100 m

Almennt um fódringar og leiðara.

Framangreindar dýptir eru leiðbeinandi og til þess að tryggja efni til verksins. Ýmislegt getur orðið til að breyta þessu og á það einkum við um lokadýpi holunnar. Samkvæmt fyrri reynslu af borunum í Svartsengi var það botnfall sem orsakaðist af algeru skoltapi ofar í holunni sem réði dýpi holna. Þetta ber þó ekki að syrgja því þá var góðum árangri þegar náð, hvað varðar lekt og væntaleg afköst, og því ekkert til fyrirstöðu að hætta. Um ákvörðun á dýpi fódringa er það að segja að endanleg ákvörðun um fódrunardýpi er tekin af staðarjarðfræðingi út frá gerð jarðlaga og annarra upplýsinga.

Holur þessar eru frábrugðnar fyrri holum að því leyti að nú er gert ráð fyrir þremur steiptum fódringum en áður voru þær aðeins tvær. Er þetta gert af öryggisástæðum við borunina til að mæta breytingum sem orðið hafa á jarðhitakerfinu af völdum þrýstibreytinga samfara vinnslu. Einnig er gert ráð fyrir um 200 m lengri vinnslufóðringum en áður til að mæta áhrifum niðurdráttar og tilfærslu kalktappa sem hann orsakar. Áfram er gert ráð fyrir að innsta fódringin, vinnslufóðringin, verði 13 3/8. Öryggisfóðringin 18 5/8", sem ekki var áður í holunum, verður soðin saman vegna lítills bils milli holu og fódringar.

Leiðarinn verður nú með kringlóttum götum en ekki sporöskjulaga raufum. Götin verða boruð en ekki logskorin eins og tíðkaðist vegna slæmra áhrifa á tæringaþol röranna. Götin verðu 20 mm í þvermál og um 100 stykki á hverjum lengdrametra 9 5/8" leiðarans. Miðað er við að leiðarinn sé hengdur um 20 m frá botni holunnar og að hengistykkið sé um 30 m upp í vinnslufóðringunni.

Efsta fódurrörið (12 m langt) í vinnslufóðringunni verður efnismeira og úr auðsjóðanlegu efni.

Holutoppar í Svartsengi eru hannaðir fyrir ANSI 600 þrýstiklassa en fyrir ANSI 900 á Reykjanesi. Á holutoppi er hafður loki undir aðaloka til að unnt sé að halda holunni heitri og frá því að kafna þegar aðaloki er lokaður. Einnig nýtist hann í neyð til kæfingar á holunni með köldu vatni.

5. Lýsing á borverkinu

Borplan og kjallari við holuna verður gert í samræmi við kröfulýsingu Jarðborana hf. Samkvæmt því samningsformi sem valið hefur verið fyrir umrædd borverk, er verktakinn einráður um alla þætti verksins sem unnir eru á einingarverðum. Nú mun verktakinn taka á sig auknar ábyrgðir samkvæmt frekari skilgreiningu í verksamningi. Á móti hefur hann frjálst val um bortækni, hvernig staðið er að borverkinu, mönnun, efniskaupum, útvegum sérstakra bortækja, hönnun borstrengs, krónustærð, efnisnotkun og þjónustu sem þarf til borunar og frágangs holunnar. Eina þjónusta verkkaupa við borverkið er ráðgjöf og mælingar sem Orkustofnun annast auk eftirlits eigin starfsmanna með verkframkvæmdinni.

Halda skal halla holunnar innan eftirtalinna marka. Hallamæling verður gerð með eftir töldu millibili, en ekki sjaldnar en einu sinni á dag.

Tafla 5: Hámarks halli holu

Áfangi	Halli (°)	Tíðni mælinga
Höggborshola	1	10 m
Við borun öryggisfóðringar	3	50 m
Við borun vinnslufóðringar	5	100m
Við borun vinnsluhluta	5	100 m

6. Öryggiskröfur

Við borun holnanna, annarra en í gufupúðann, er gerð krafa um notkun eftirtalinna öryggisloka:

- A. Við höggborun er enginn öryggisloki notaður.
- B. Við borun fyrir öryggisfóðringu
 1. Belggosvari (“annular BOP”)
- C. Við borun fyrir vinnslufóðringu
 1. Fyrir fulla lokun
 2. Að stöngum
 3. Belggosvari (“annular BOP”)
- D. Við borun í vinnsluhluta holunnar í botn
 1. Endanlegur holuloki, aðalloki.
 2. Að stöngum
 3. Belggosvari (“annular BOP”)
 4. Loki sem snýst með stöngum og þéttir stöðugt að þeim (“rotating head”)

Sérstakar kröfur vegna borunar í guðpúðann.

Gufupúðinn stendur fullur af mettaðri gufu með stöðugum 25-30 bar þrýstingi og nær nú á suðusvæðinu frá um 200 m dýpi og niður fyrir 600 m. Þetta eru gjörbreyttar aðstæður frá borun í Svartsengi fyrir 27 árum. Við borun holu 14 í Svartsengi þurfti að fást við stöðugan 4-5 bar yfirþrýsting á holutoppi sem var gert með því að dæla með tveimur dælum á holuna (annarri að staðaldri um kæfingarlokann) og nota gosvara sem þéttir að borstöng .

Við borun holna í gufupúðann þarf að gera strangari kröfur og er þá m.a:

- Notaður loki sem snýst með stöngum auk ofangreindra öryggisloka.
- Vatnsveita að bornum þarf að vera tvöföld.
- Tvær dælur þurfa að vera tengdar holunni sem geta dælt á holuna, báðar tengdar kæfingalokum.
- Öryggisloki sem lokar stöðugt að borstrengnum verður að vera á holunni ofan á belg-gosvaranum.
- Á úthlaupinu yfir í leðjukarið “flow-line” þarf að vera gufuloki.
- Eftir að yfirþrýstingur hefur komið fram þarf að dæla vatni stöðugt á kæfingarlokann. Þetta á við bæði á meðan borun stendur yfir og bætt er í stöng. Gera verður ráð fyrir að yfirþrýstingur haldist á holutoppi þrátt fyrir þessa ádælingu af köldu vatni.
- Erfitt getur reynst að koma leiðara í holuna vegna þess að hún helst stutt niðri. Þetta fer eftir því hvar æðar eru og millirennslí er í holunni. Í því tilfalli gæti þurft að dæla eðlisþungum saltþækli á holuna.

Kröfurnar eru við það miðaðar að hættuástand skapist ekki þótt holur taki óvænt upp á því að gjósa. Þá skipta rétt viðbrögð boráhafnar höfuðmáli til að kæfa gosið og fást við önnur ófyrirséð atvik.

Mikilvægasta öryggisatriðið til að fyrirbyggja skyndigos er að sífellt sé dælt í holuna, helst þannig að hún haldist full af vatni, ef unnt er að koma því við.

Áður en steypa, flotkollí og flotskór er boraðir út eru öryggislokar borsins þrýsti- og virkniprófaðir. Er það gert í viðurvist eftirlitsmanns verkkaupa. Lokað er að stöng og þrýstiprófað þannig að hver loki fyrir sig er reyndur sér. Holan er fyllt af vatni og 30 bar þrýstingur látinn standa á holunni í 15 mínútur. Athugað er hvort leki kemur fram og einnig er opunar- og lokunartími lokanna skráður ásamt þrýstingi í holu við upphaf og lok þrýstiprófunar. Lokunartími loka má ekki vera meir en 60 sekúndur og þrýstingur á holu má ekki falla um meira en 5 bar. Undir öryggislokum skal stál liða-leiðsla eða borbarki tengdur kæfingarloka holunnar frá dælu borsins. Einnig er rör tengt holunni sem úthlaup.

Kynningarfundur skal haldinn með allri áhöfn borsins og þeim sem nærri borverkinu koma. Þar verði fyrirhuguðu borverki lýst og farið yfir helstu viðbrögð við óvæntum atburðum og skyndigosum. Um aðrar öryggisráðstafanir og kröfur við borverkið er vísað í nýútkomna reglugerð Öryggiseftirlits ríkisins.

7. Skolvökvi

Vatn er notað til skolunar að mestu, en í víðustu holunum er borleðja notuð meðan þess er nokkur kostur. Vatnsveitan þarf að afkasta 30-40 l/s af vatni að staðaldri, því annars geta komið til tafir meðan vatni er safnað í karið t.d. við borun í algeru skoltapi

Við borun á 17 ½" holum og víðari er gert ráð fyrir að borleðja verði notuð. Bentonít leir er þá blandaður í vatnið (um 5%) og er seigju leðjunnar haldið á bilinu 45-55 sek (trektartími). Leðjan er hreinsuð á hristisigti og í sandskiljum. Leðjunotkun fer fyrst og fremst eftir hve mikil töp verða í boruninni. Seigju leðjunnar, pH og hita skal skrá á tveggja stunda fresti ásamt bentonít notkun.

Komi fram mikill leki (meiri en 10-25 l/s) í borun fyrir öryggis- og vinnslufóðringu verður borun stöðvuð ca. 10-30 m neðar (í samráði við verkkaupa) og steyppt í hann. Leitast verður við eftir fögnum að þetta töp, einkum minni töp, með sagi og spónum.

Áður en borinn er tekinn af holunni er holan þrepaðeld og er áætlað að það taki hálfan sólarhring.

8. Steyping fóðringa

Við steypingu á fóðringum er steypu dælt um borstengur ("inner string cementing") um sérstök tengi ("float collar") sem eru sett í fóðringuna. Neðst á fóðringuna kemur fóðringarskór með einstefnuloka síðan tvö heil fóðurrör og þvínæst svonefndur flotkollí. Á fóðringuna eru settar grindur til miðjustillingar, tvær á neðsta rörið, og síðan ein á þriðja hvert rör. Endanleg staðsetning miðjustilla tekur mið af niðurstöðum víddarmælinga, þannig að þeir lendi ekki við skápa í holunni. Miðjustillarnir eru látnir yfir röramúffurnar. Eftir að vinnslufóðringin er komin í lokadýpi, ca. 1,5 m frá botni og hangir í slifsunum eru borstöngunum með stungustykki fyrir steypingu slakað niður að flotkollanum. Því næst eru borstengurnar tengdar flotkollanum og vatni dælt til að kæla holuna fyrir steypingu og til að meta skoltap.

Fóðringarnar skal steypa með sementsefju. Þurrefnið er portlandsement frá Sementsverksmiðju ríkisins, auk innflutts kísilsalla, perlusteins, bentoníts og tafefnis. Er þurrefninu blandað saman á borstað með tækjum borsins áður en til steypingar kemur. Tafla 6 sýnir nánar hvernig steypan verður blönduð.

Tafla 6: Þurrefni í háhitasementi

Portland sement frá SR	100 kg
Kísilsalli -325 mesh (SikronM-300 eða sambærilegur)	40 kg
Perlusteinn (Harborlite 20x30)	2 kg
Bentonít (Wyoming)	2 kg
Tafefni (eftir þörfum, ca. 0,5%)	0,5 kg

Sementsefjan er síðan löguðu úr ofangreindu sementsefni og vatni í tækjum sem þurfa að afkasta um 1 tonni af þurrefni á mínútu. Þar þískast saman við ofanefnt þurrefnismagn í töflunni um 80 l af vatni og úr verða 139 l af sementsefju sem hefur eðlisþyngdina 1,6.

Á meðan steipt er skal eðlisþyngd efjunnar skráð á 2-3 mínútna fresti og henni haldið sem næst 1,60. Steipt skal þar til sement kemur upp utan með fóðringunni og skal liðlega tvöfalt sementsmagn (120% umfram reiknað magn út frá rúmmáli bils milli fóðringar og holu) vera til staðar þegar steypingin hefst. Einnig er tekið tillit til niðurstöðu víddarmælinga í holunni fyrir fóðringu og reiknaðs rúmmáls út frá henni við ákvörðun á steypumagi.

Strax að steypingu lokinni er gengið úr skugga um að einstefnulokarnir á fóðringunni hafi lokast og þá er stungustykkið skráfað laust frá flotkollanum og borstengurnar teknar upp. Ef sementsefjan hefur ekki náð upp til yfirborðs er steypugæðamælt (CBL) að 10-12 tímum liðnum til að ákvarða á hvaða dýpi steypuborðið liggur. Einnig er vatni dælt ofanfrá á bilið milli fóðringar og holu og síðan hitamælt innan í fóðringunni til að kanna hvar lekinn er.

Ákvörðun um hvernig staðið skuli að steypuáðgerðum í smáatriðum þegar steypa kemur ekki upp til yfirborðs er tekin þegar upplýsingar liggja fyrir um steypuborð og hvar lekastaðir eru. Steypuáðgerðunum verður ekki lýst frekar hér, enda þarf að taka ákvörðun þar um á staðnum.

Til að að auka val aðgerða sem grípa má til við að fylla upp bilið milli fóðringa, skal borinn hafa aðgang að 1" rörum, allt að 800 m að lengd, sem þræða má niður með fóðringunni að utanverðu. Rörin skulu vera með grófum gengjum og án múffu að utanverðu. Viðeigandi hífinipplar og slifsi þarf fyrir rörin til að flýta fyrir upp- og niðursetningu. Í flestum tilfellum yrðu tvö rör þrædd niður að steypuborði og síðan fyllt upp með steypu. Að steypingu lokinni eru rörin dregin upp úr holunni.

Steypugæðamælt (CBL) er áður en borun næsta áfanga hefst. Er það gert til að ganga úr skugga um að steypan sé samfelld og styðji við fóðringuna. Nauðsynlegt er að fóðringarsteypan fái a.m.k. 12 klst hörðnunartíma áður en borun hefst að nýju.

9. Skráning upplýsinga og kvöð um afhendingu gagna

Mikilvægt er að skrá reglulega upplýsingar sem fást meðan á borun stendur. Kemur það mikið til í hlut áhafnar borsins að sinna því. Veigamikilið er að borskýrslur séu fylltar út samviskusamlega eins og þær gefa tilefni til. Helstu upplýsingar um borstrenginn, álag og snúningshraða krónu, þrýsting á bordælum, seigju borleðju, eru skráðar. Ennfremur þarf að skrá á fjögurra tíma fresti eða á 20 m fresti hvort (sem kemur fyrir), og oftast ef tilefni er til: slög á dælu og þrýsting, mælingar á skolvökva (m.a. skoltap), hita á skolvökva niður og upp og athugasemdir ef einhverjar eru. Þegar vart verður við skoltap eða aðra vísbendingu um að vatnsæð hafi verið skorin, þá skal það skráð í borskýrslu og tilkynnt verkkaupa. Þá skal og skrá notkun á spónum og sagi og aðrar þær áðgerðir sem gerðar eru til að hefta skoltöp.

Svarfsýnum skal safna á tveggja metra fresti og setja í 120 ml plastdósir. Auk þess skal safna í 1 lítra fötu sýni af svarfi á 100 m fresti. Eftirfarandi merkingar þurfa að koma fram á hverri dós: staður,

holunúmer, dýpi, dagsetning og tími.

Tafla 7: Helstu upplýsingar sem verkaki afhendir verkkaupa

Gögn afhent verkkaupa	Hvað skráð og hvernig	Tíðni skráninga
Borskýrslur-vaktaskýrslur	Samkvæmt eyðublaði Jarðborana hf.	1 sinni á klst
Borriti (Geolograph)	Borhraði, krókátak, dæluþrýstingur. Afrit af síritablaði. Borari merki einnig inn á síritablaðið dýpi þegar drifstöng (kelly) er niðri. Síritinn alltaf hafður á, líka við uppteikir.	12 klst síritablað
Svarfsýni	Svarfsýni sett í 120 ml dós og merkt.	Á 2 metra millibili
Mælingar á skolvökva	Tegund skolvökva, skoltöp, dæluslög, þrýstingur á dælu, hiti upp og niður á skolvökva, notkun á spónum og þéttiefnum.	Á 4 tíma fresti
Borstrengur	Lengd á hverri borstöng og tengjum ásamt heildar lengd á borstreng með drifstöng niðri. Fiskunarmál (OD og ID)	Þegar bætt er í borstöng
Fóðrunarskýrsla	Samkvæmt eyðublaði Jarðborana hf. Einnig eyðublað með mælingum frá fóðurrörasteypingu (steypumagn, dæluslög, Po, eðlisþyngd, eftirdæling) og teikning Bene hf.	Að fóðrun lokinni
Skýrsla um steypingu í skoltöp	Hve mikið skoltap, áætlað dýptabil, steypumagn dælt í holu, eðlisþyngd, dýpi borstangar við steypingu, eftirdæling,. Dýpi mælt á yfirborð steypu eftir hverja steyputilraun og dýpi á vatnsborð. Skoltap fyrir útborun.	Að lokinni tilraun
Efnisvottorð og teikningar	Um allt efni skal leggja fram upplýsingar framleiðanda um tegund, gæði og eiginleika þ.m.t. um meðhöndlun og hættu sem stafar af notkun þess. Af tækjum og tólum sem fara í holu og verða hluti af endalegri gerð holunnar skulu lagðar fram teikningar.	Viku fyrir notkun efnisins
Suðvottorð og suðuferilslýsingar	Suðumenn skulu leggja fram hæfnisvottorð og suðuferilslýsingu fyrir hverri gerð suðu á fóðringu og holutoppi.	Viku fyrir áætlað verk

10. Rannsóknir meðan á borun stendur

Unnið verður jafnóðum úr jarðfræðilegum upplýsingum með smásjárskoðun á svarfi og örðum upplýsingum sem safnað er samhliða boruninni. Einnig eru all umfangsmiklar borholumælingar fyrirhugaðar að loknum hverjum áfanga sem Orkustofnun annast. Holan er víddarmæld til að meta ástand holunnar (hrunkaflar og skápar), hvar setja skuli miðjustilla og til ákvörðunar á sementsmagni. Svonefndar jarðlagamælingar (viðnám, náttúrulegt gamma) eru gerðar áður en fóðrað er, til söfnunar á jarðfræðilegum upplýsingum um eðli bergsins og vatnsæðar. Í lokin er holan þrepað mæld með því að dæla vatni á hana til þess að sjá hve vel hún tekur við því. Það gefur vísbendingu um lekt berglaga og væntanleg afköst holunnar. Í viðauka er tafla "Mælingar við borun" sem sýnir hvenær og hvað mælt er, ásamt áætlun um þann tíma sem þær taka.

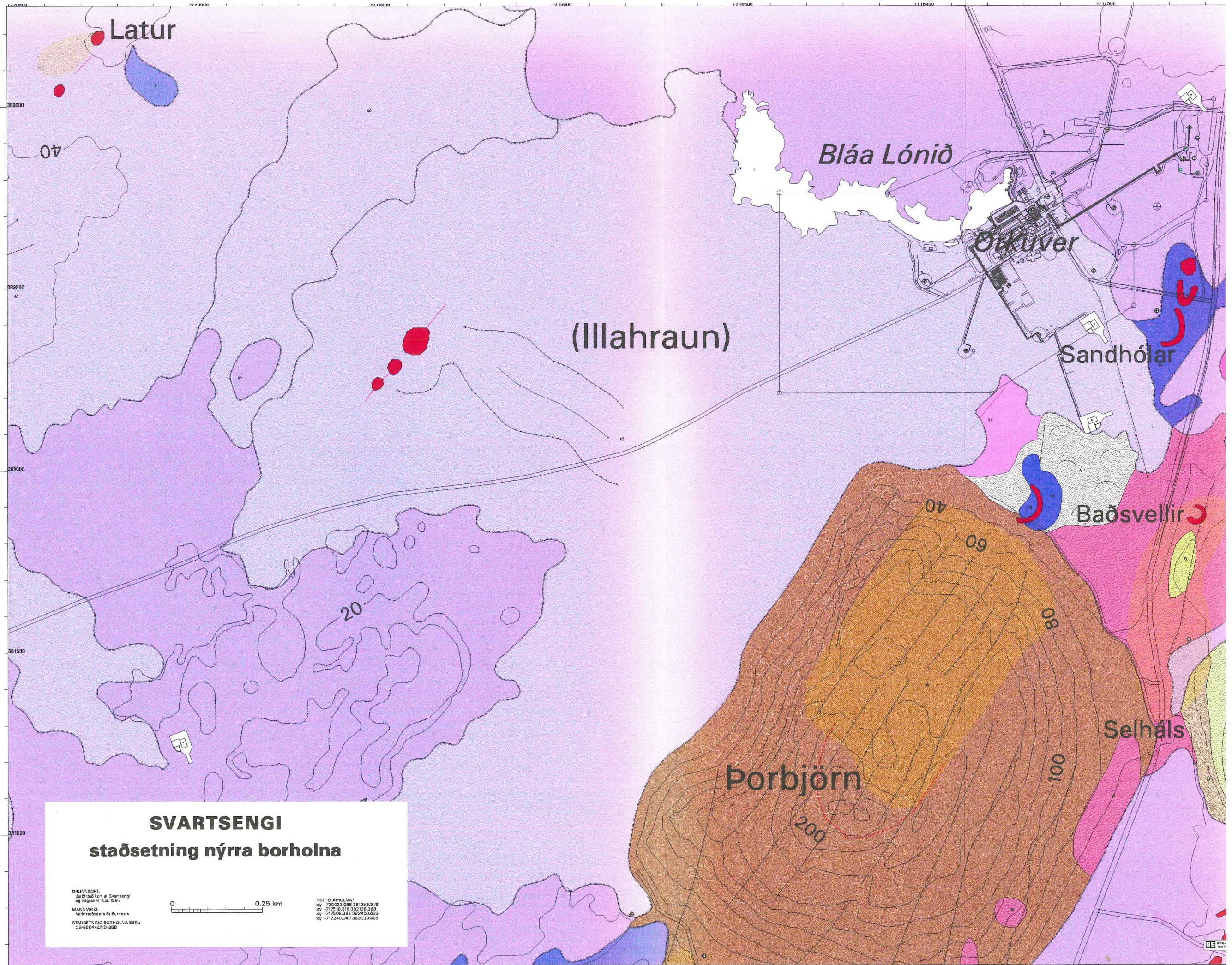
Reykjavík 22.10.1997

Sverrir Þórhallsson, Hjalti Franzson, Grímur Björnsson

ORKUSTOFNUN ROS

SUNDURLIÐUN BORHOLUMÆLINGA

	Tími	Fjöldi	Metrar	Samtals (m)
VINNSLUHOLA 2000 m:				
1 Fóðrunardýpi fyrir öryggisfóðringu 250 m:				
Hiti	1	3	250	750
Vídd	1	1	250	250
Steypa (CBL)	2	1	250	250
2 Fóðrunardýpi vinnslufóðringar 0-800 m:				
Hiti	1	3	800	2.400
Vídd	2	1	800	800
Viðnám	1	1	500	500
NN & gamma	1	1	500	500
3 Eftir steypingu vinnslufóðringar:				
Hiti	1	1	800	800
Steypa (CBL)	3	1	800	800
4 Við borun 800 - 2000 m vegna erffiðleika við borun:				
Hiti	2	2	2000	4.000
Vídd	2	2	2000	4.000
5 Víð verklok fyrir fóðrun með leiðara:				
Hiti	2	2	2000	4.000
Vídd	3	1	2000	2.000
Viðnám	2	1	1200	1.200
NN & gamma	4	1	1200	1.200
6 Þrepadæling eftir fóðrun:				
Hiti	2	2	2000	4.000
Þrýstingur	6	1	2000	2.000
7 Í upphitun, eftir að borinn hefur farið af holunni:				
Hiti	2	5	2000	10.000
Þrýstingur	2	3	2000	6.000
HÖGGBORSHOLA - 70 m:				
7 Hiti	1	1	70	70
8 Vídd	1	1	70	70
	Samtals	65 klst		45.590



SVARTSENGI
staðsetning nýrra borholna

GRUNNEKERT:
 Jarðskrárt af Svartsenگی og nágrenni K.S. 1997

MANVIRKI:
 Verkfræðistofa Suðurnesja

STAÐSETNING BORHOLNA SBR.:
 OS-9804/LHD-289

HVÍT BORHOLNA:
 kv - 720022.088 381253.378
 kv - 7175 16.316 382138.283
 kv - 7175 08.385 382400.632
 kv - 7175 40.046 383030.488



SKÝRINGAR / LEGEND

Laus jarðlög / Surface deposits

- Hráðurbreiða
Silica flat
- Síðarkambur
Boulder beach
- Túffþekja
Tuff cover
- Gjall
Scoria

Yngstu gosmyndanir < 2000 ára
Youngest lavas and tuffs < 2000 years old

- Leifar af túffgögum
Remnant of tuff cones
- Stampa- og Eldvopahraun
Lavas of Stampar and Eldvörp

Gömul nútímahraun
Lavas of early Holocene age

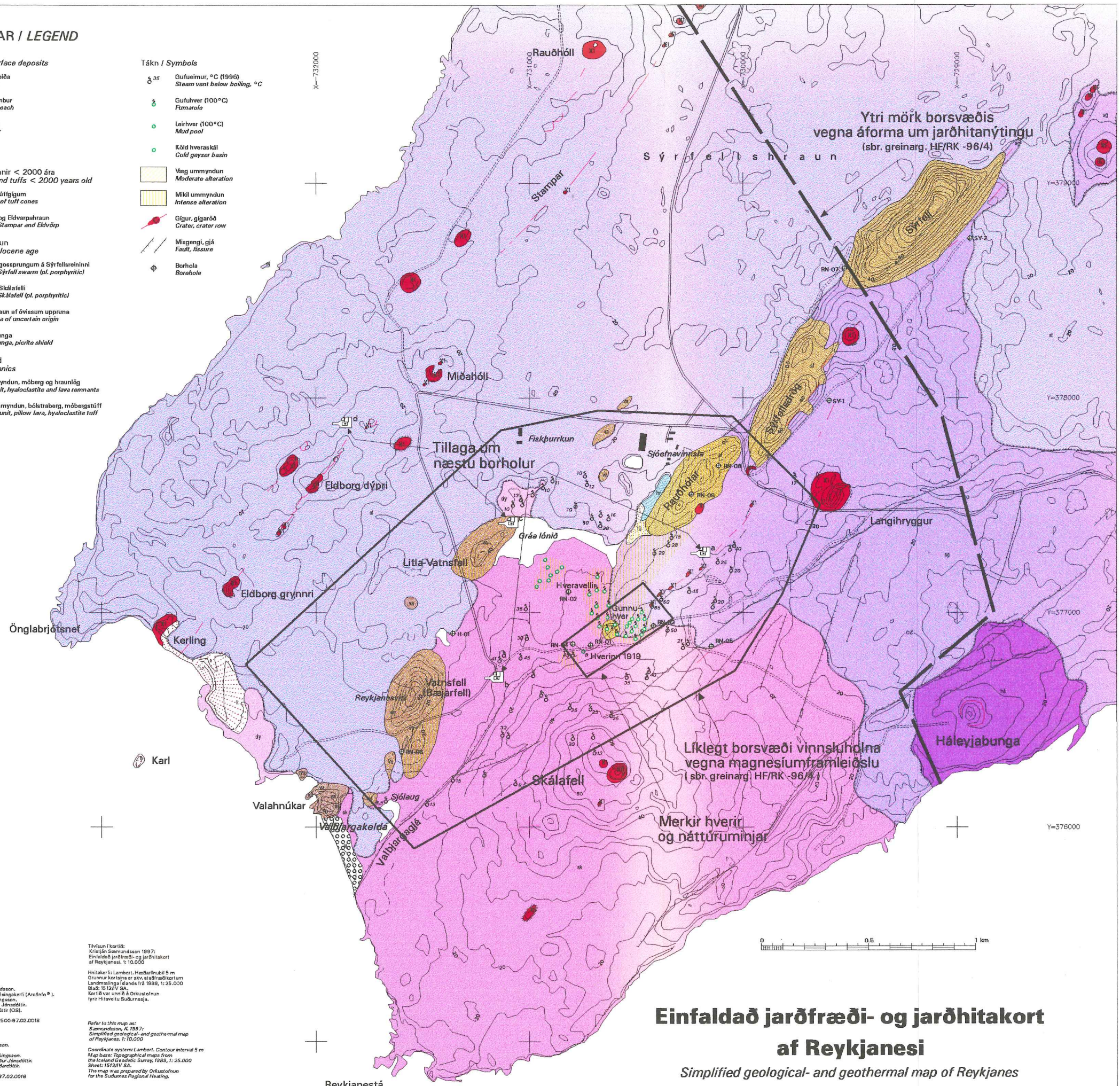
- Hraun úr gossprungum á Sýrfellareininni
Lavas of Sýrfell swarm (pl. porphyritic)
- Hraun úr Skálafelli
Lavas of Skálafell (pl. porphyritic)
- Dyngjuhraun af óvissum uppruna
Shield lava of uncertain origin
- Háleyjabunga
Háleyjabunga, picrite shield

Myndanir frá Ísöld
Pleistocene volcanics

- Sýrfellamyndun, möberg og hraunlög
Sýrfell unit, hyaloclastite and lava remnants
- Vatnsfellamyndun, bólstraberg, möbergstúff
Vatnsfell unit, pillow lava, hyaloclastite tuff

Tákn / Symbols

- Gufuimur, °C (1996)
Steam vent below boiling, °C
- Gufuhver (100°C)
Fumarole
- Lahirhver (100°C)
Mud pool
- Köld hverasíðill
Cold geyser basin
- Væg ummyndun
Moderate alteration
- Mikil ummyndun
Intense alteration
- Ölgur, glárröð
Crater, crater row
- Misgengi, glá
Fault, fissure
- Borhola
Borehole



Tilfaun í heftili:
Krisján Samundsson 1997:
Einfaldað jarðfræði- og jarðhitakort
af Reykjanesi. 1:10.000

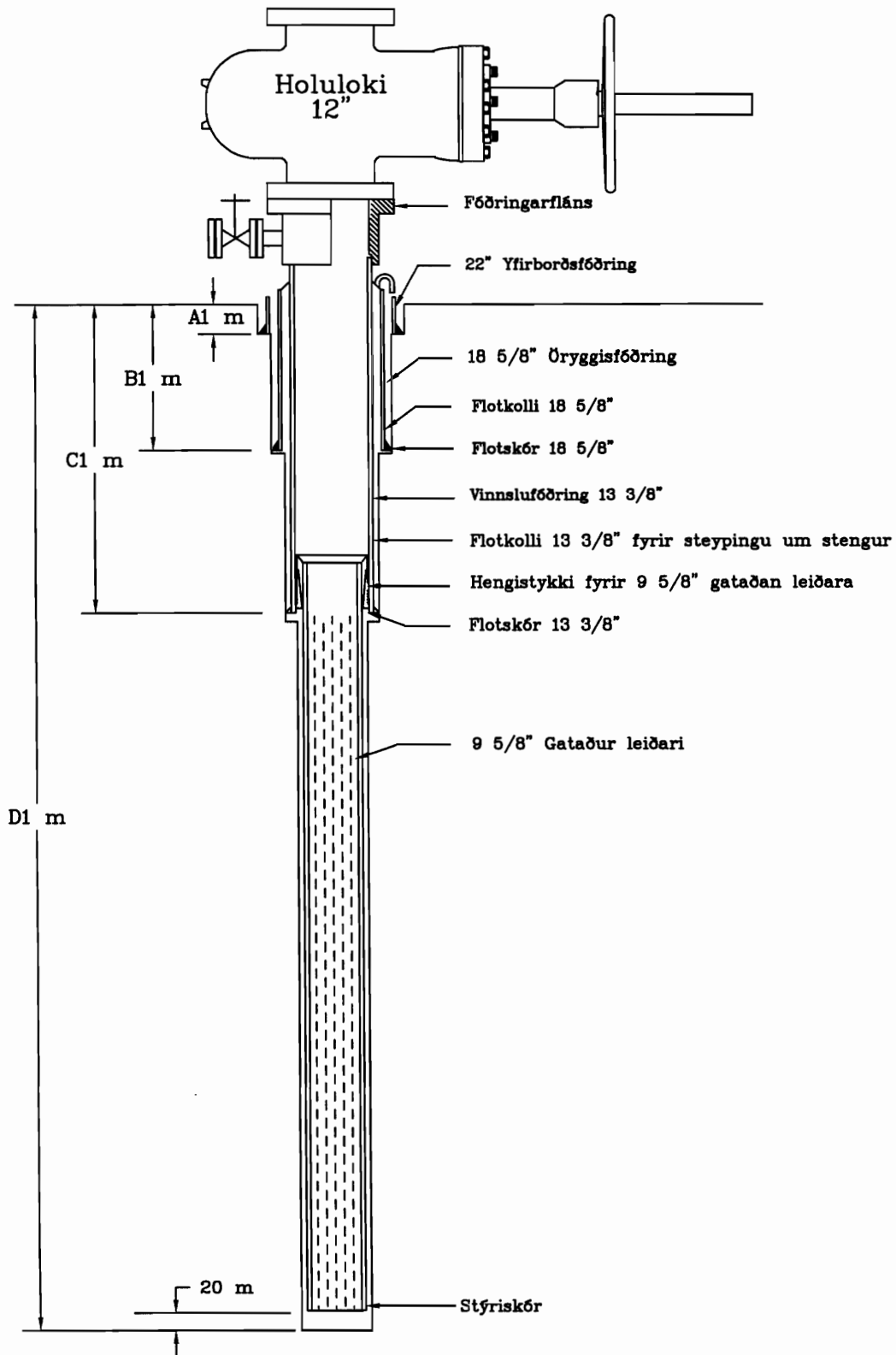
Hnitakerfi: Lambert, Hæðarlínubíll 5 m
Grunnur kortins er skv. stafræðikortur
Landmælinga Íslands frá 1988, 1:25.000
Bláð: 1512IV SA.
Kortlið var unnið á Orkuskiptunum
lýri Hítavellu Suðurnesja.

Author: Krisján Samundsson.
GIS sofw. and: ArcInfo 9.1.
GIS management: SKÁL Vítungsson.
Cartography: Guðrún Sigríður Jónsdóttir.
Digitization: Elfr Sif Sigurðardóttir.
Year of publication: 1997.
Filing no.: JHD-JFR-2500-97.02.0018

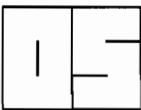
Refer to this map as:
Samundsson, K. 1997:
Simplified geological- and geothermal map
of Reykjanes. 1:10.000

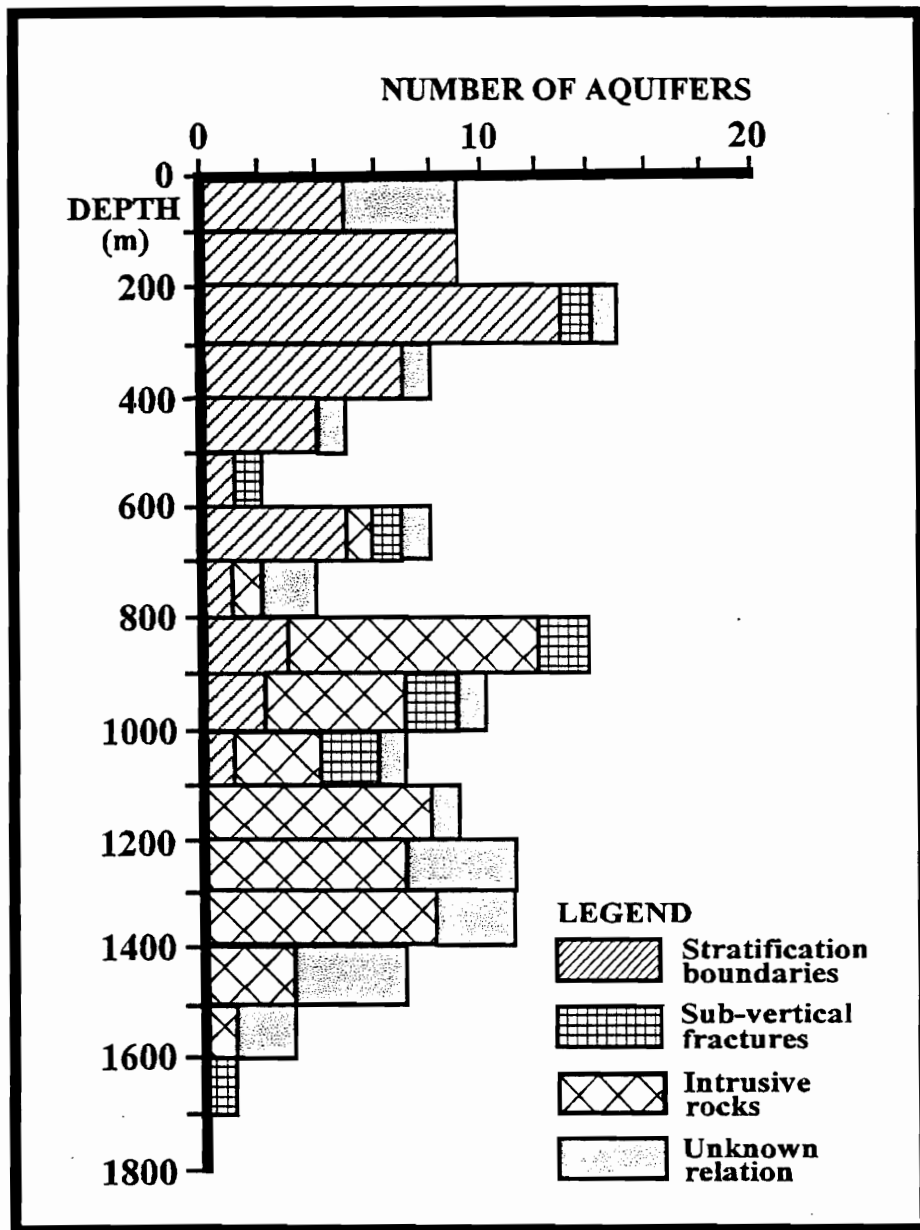
Coordinate system: Lambert, Contour interval 5 m
Map base: Topographical maps from
the Iceland Geodetic Survey, 1988, 1:25.000
Sheet: 1512IV SA.
The map was prepared by Orkuskiptunum
for the Suðurnes Regional Heating.

Einfaldað jarðfræði- og jarðhitakort
af Reykjanesi
Simplified geological- and geothermal map of Reykjanes



Mynd 3

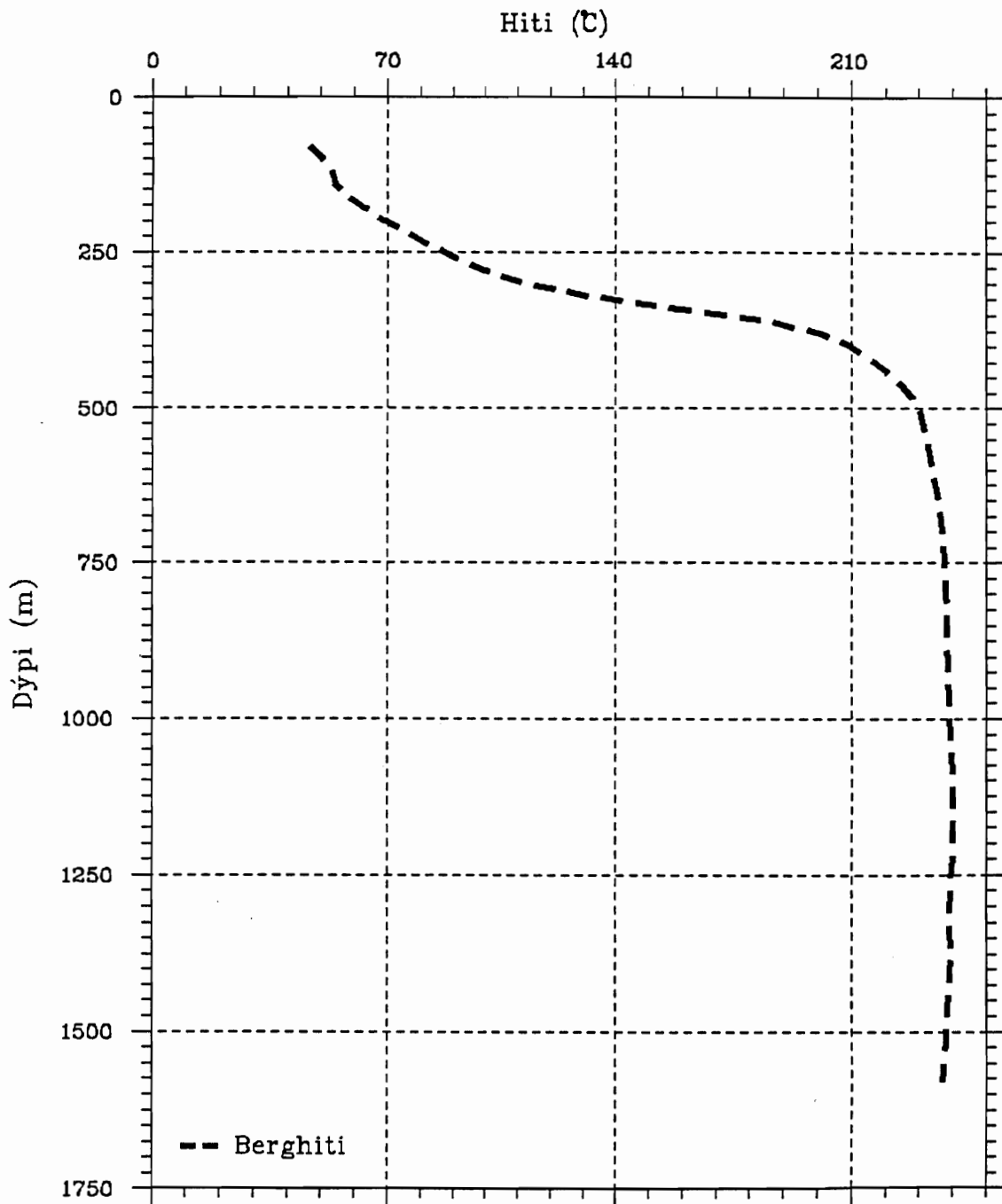
	ORKUSTOFNUN Grensásvegi 9 IS-108 Reykjavík Sími: 5696000		HITAVEITA SUÐURNESJA Föðringar í vinnsluholur í Svartsengi og á Reykjanesi	
	Mkv.:	Hannað: SP	Dags.: 21.10.1997	Teikning nr.: HShola2.dwg



Mynd 5

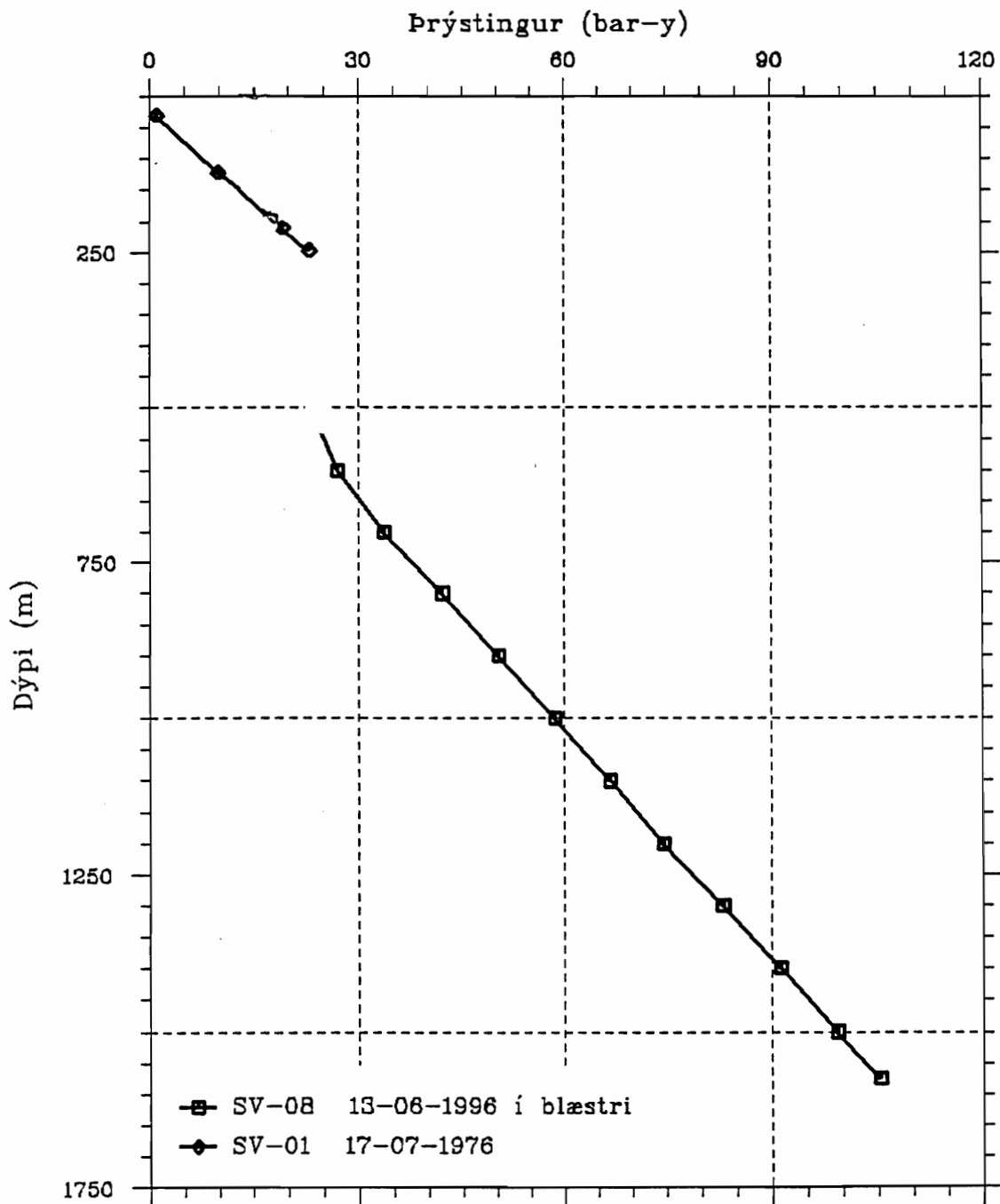
18 Jul 1997 hs
L= 0 Oracle

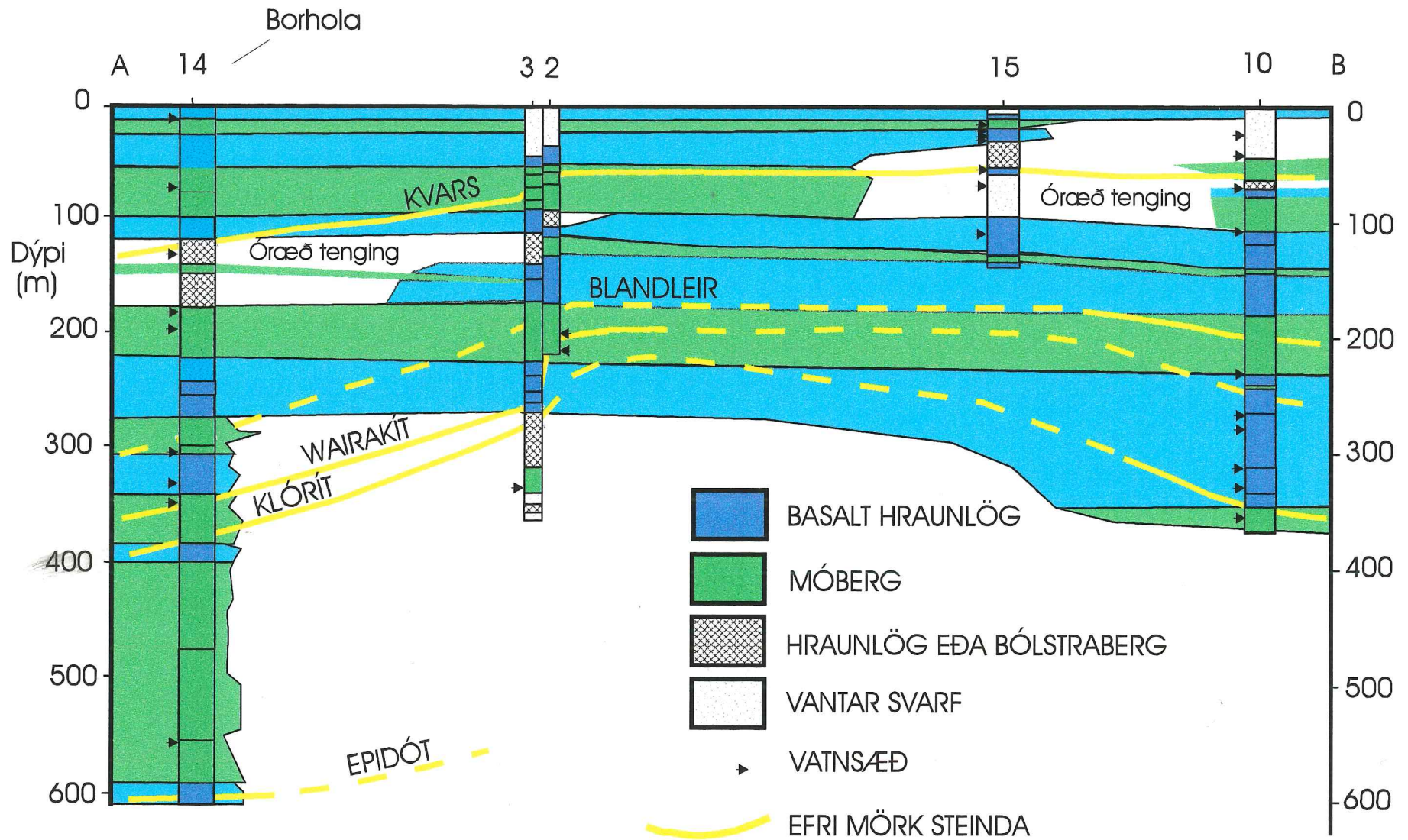
Berghiti við holu SG-8



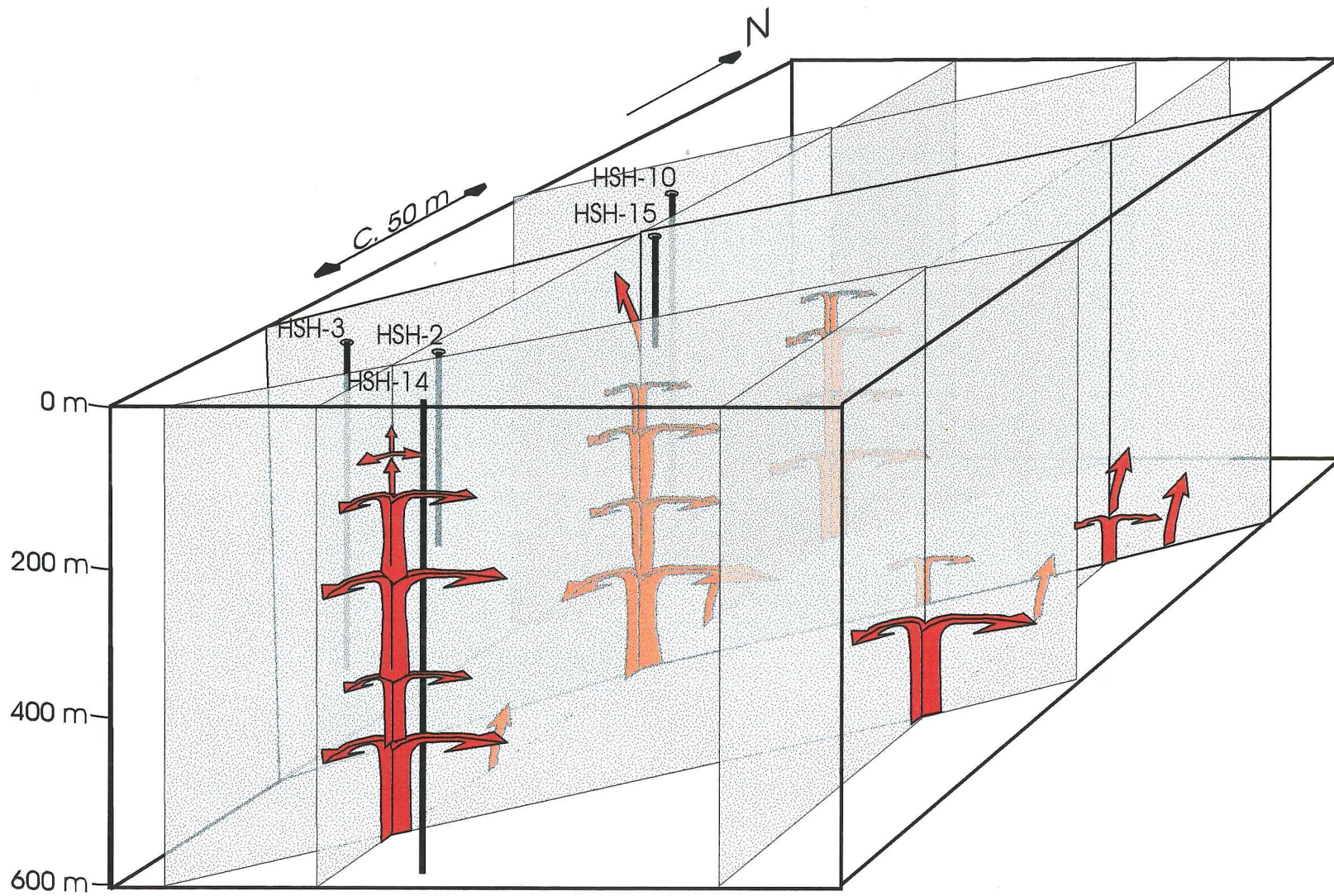
18 Jul 1997 hs
Oracle

Prýstingurvið holu SG-8



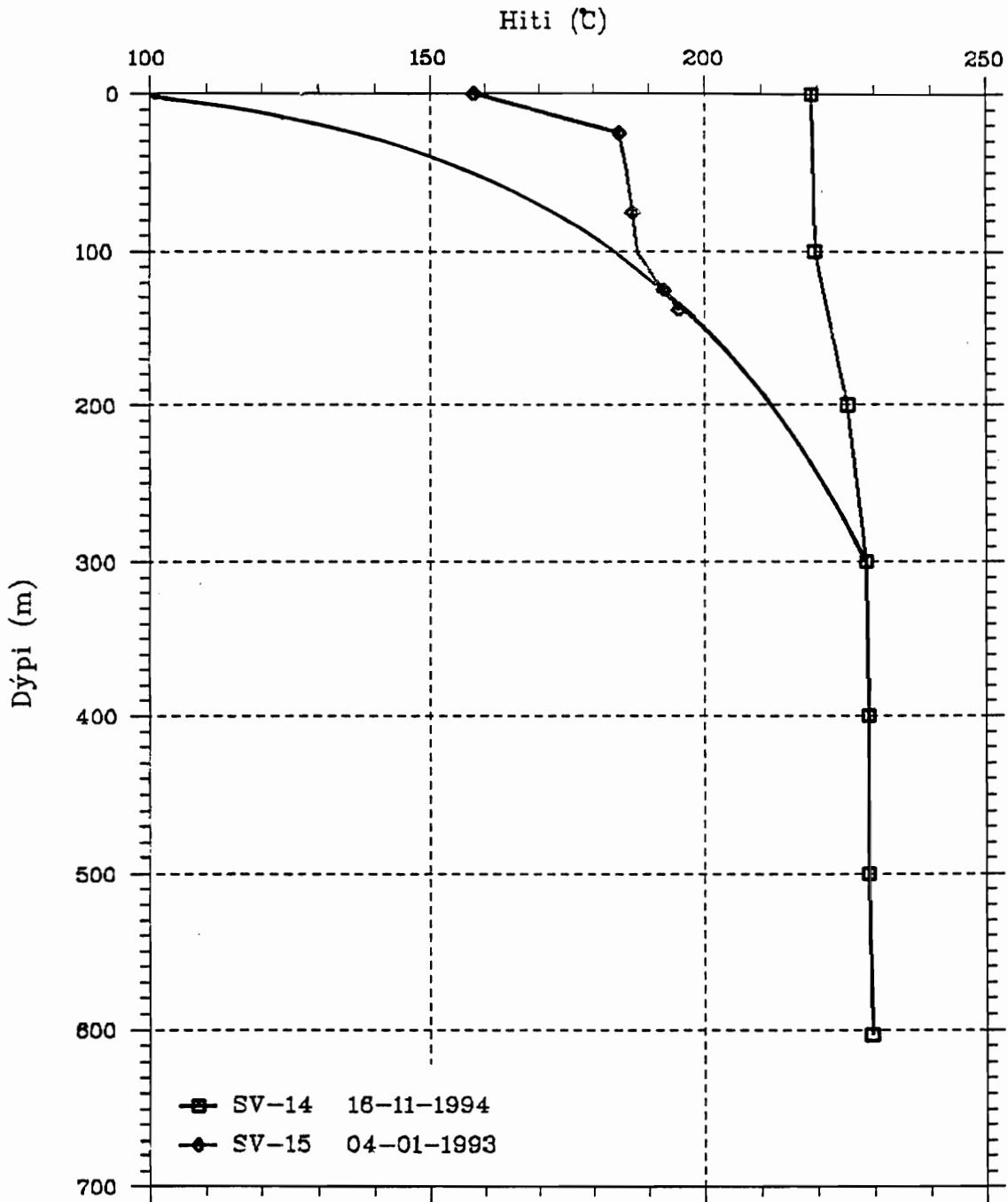


Mynd Svartsengi. Tenging jarðлага milli borhola á gufusvæðing líkleg tenging ummyndunarsteinda



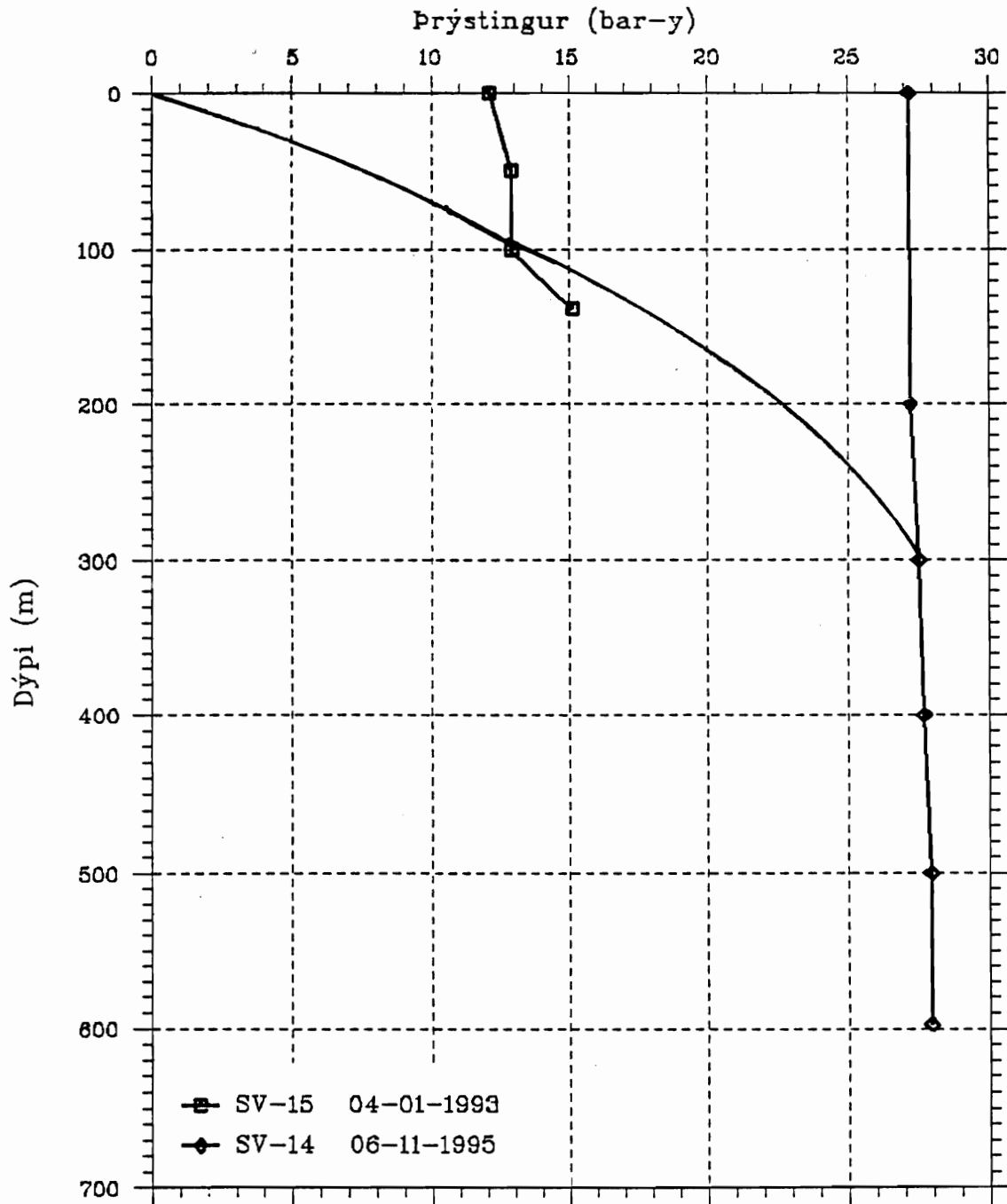
17 Jul 1997 hs
Oracle

Hiti á suðusvæði

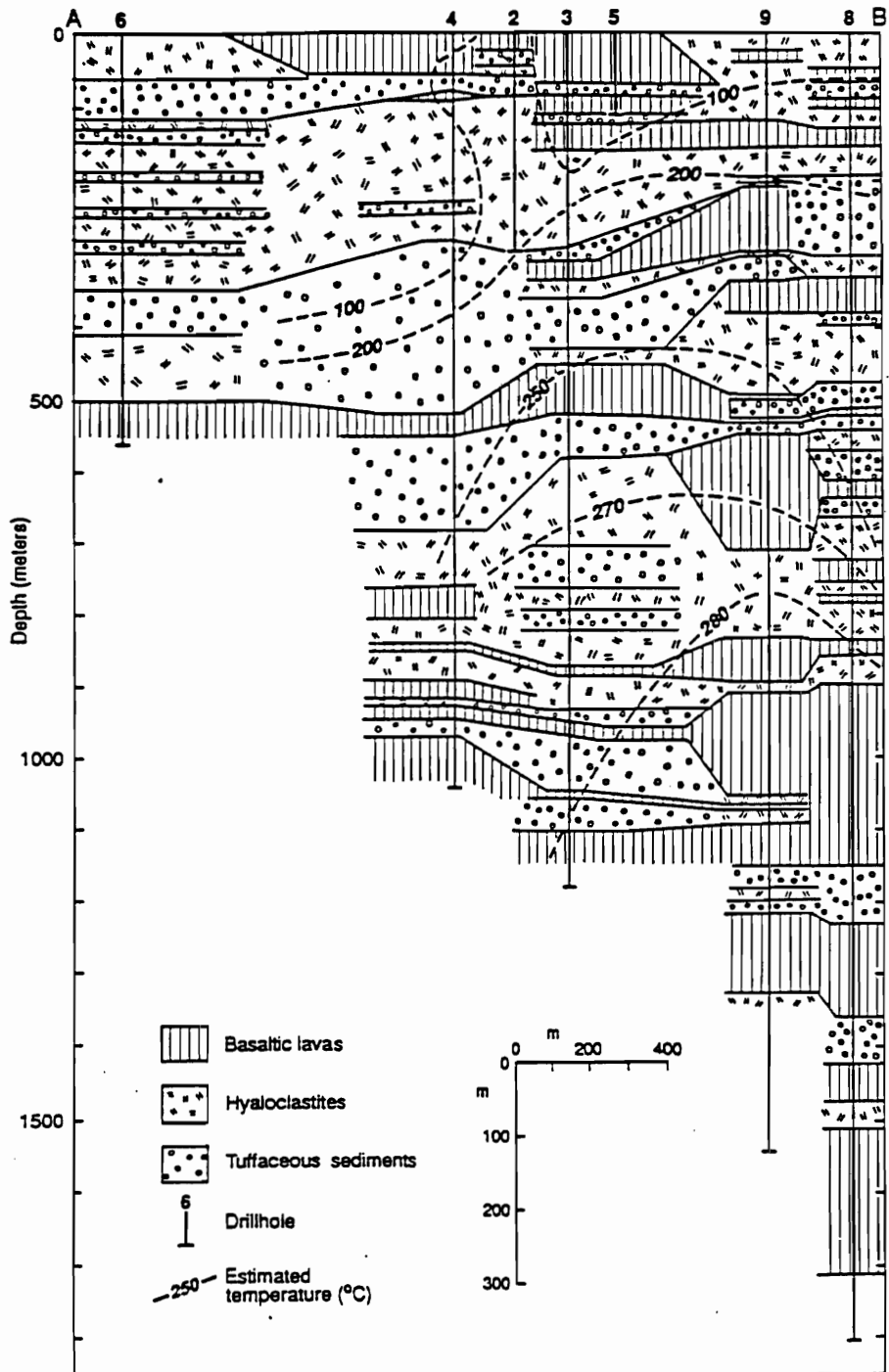


18 Jul 1997 hs
Oracle

Þrýstingur á suðusvæði

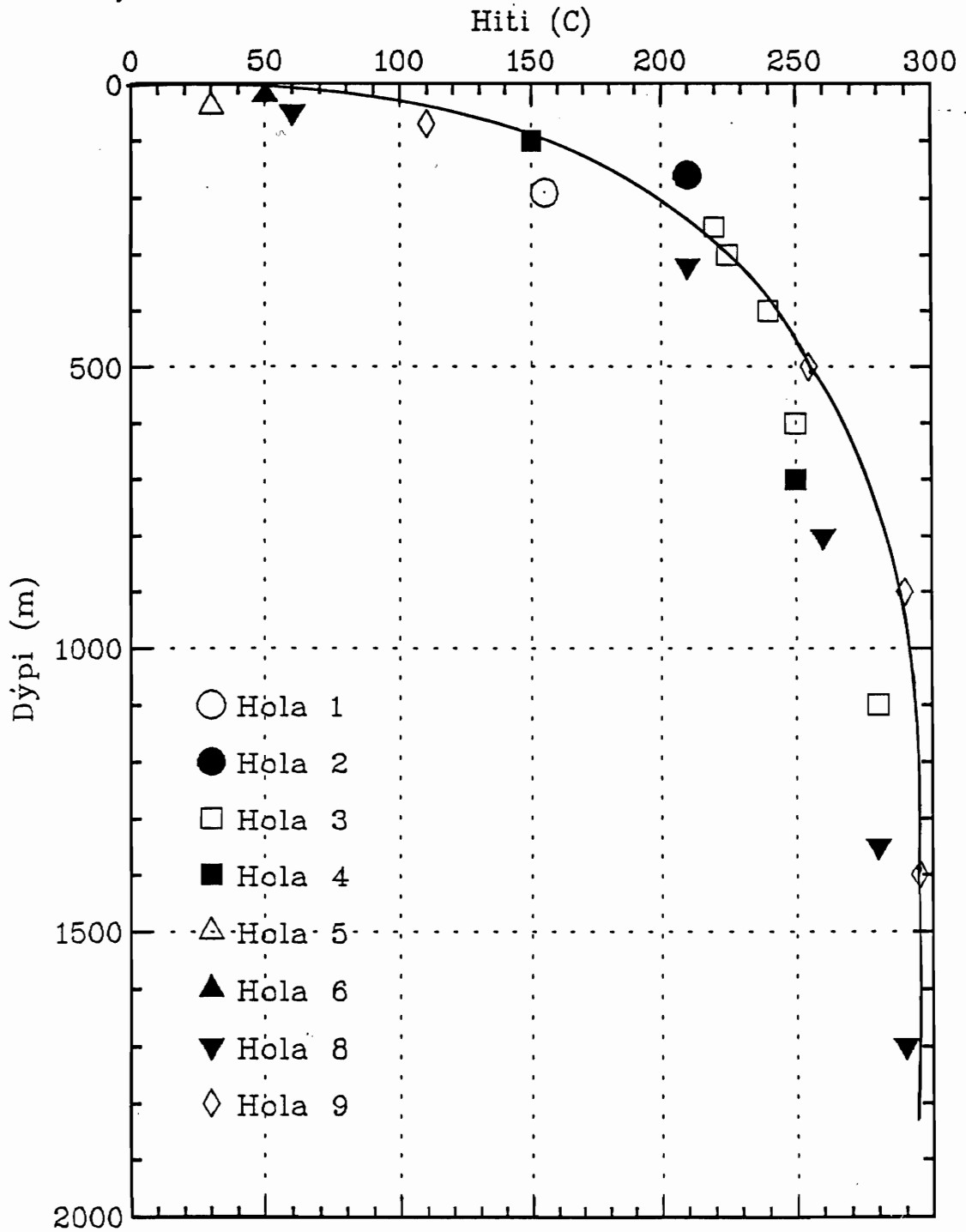


Mynd 11



Mynd 12

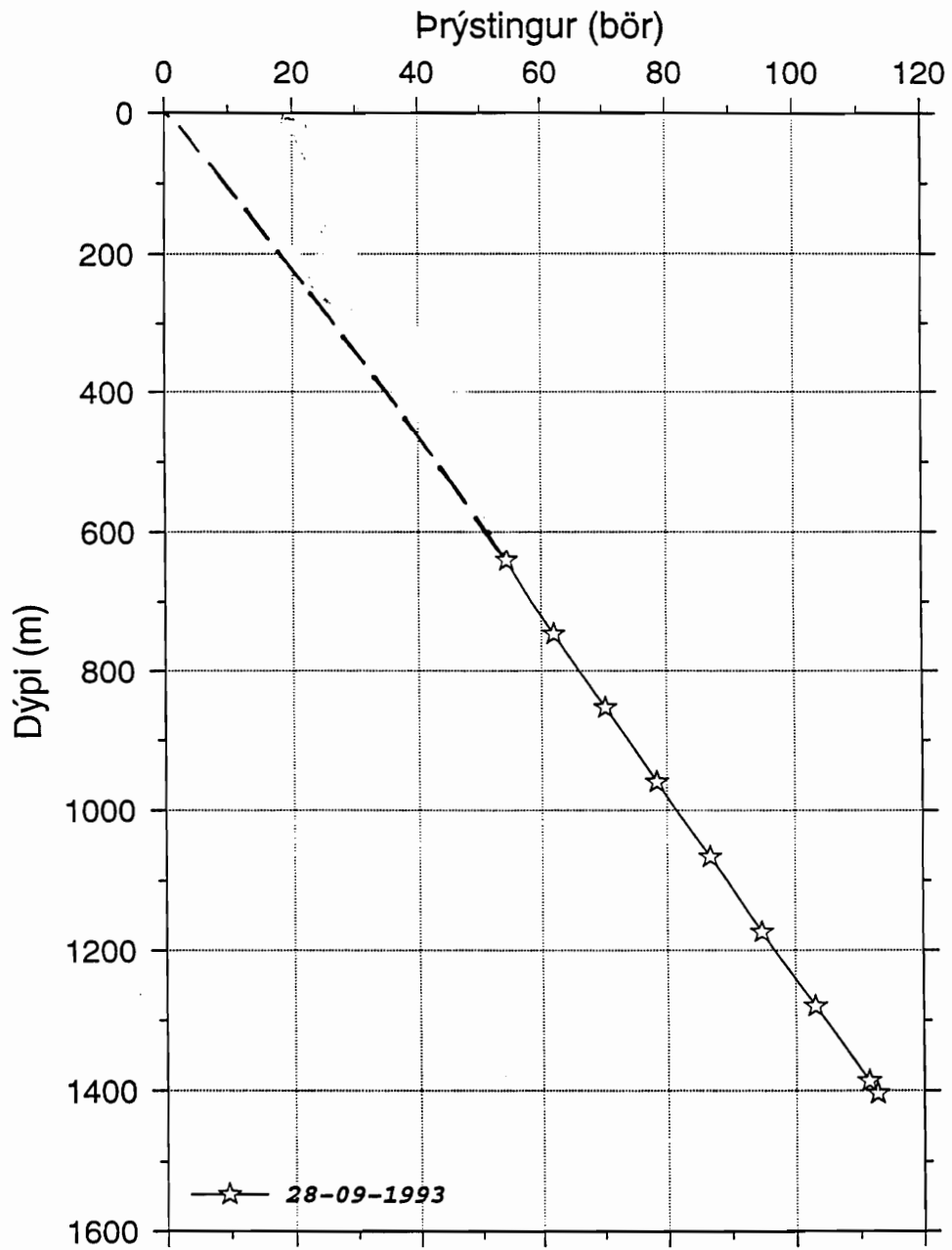
18 Jul 1997 HS Áætlaður hiti á Reykjanesi
xy V1.0



Mynd 13

18-Júl-1997
sthor s=18909

Reykjanes RN-09 Reykjanes



Mynd 14