



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

**Rannsóknarhola á Ölkelduhálsi
Hönnun og verklýsing**

Sverrir Þórhallsson, Sæþór L. Jónsson
Sigurður Benediktsson, Einar Gunnlaugsson
Benedikt Steingrímsson

Unnið fyrir Hitaveitu Reykjavíkur

OS-94009/JHD-04 B

Febrúar 1994

Rannsóknarhola á Ölkelduhálsi
Hönnun og verklýsing

Sverrir Þórhallsson, Sæpór L. Jónsson
Sigurður Benediktsson, Einar Gunnlaugsson
Benedikt Steingrímsson

Unnið fyrir Hitaveitu Reykjavíkur

OS-94009/JHD-04 B Febrúar 1994

EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR	3
2. STAÐSETNING RANNSÓKNARHOLU	3
3. HÖNNUN HOLUNNAR - FÓÐRINGAR OG DÝPI	4
4. BORPLAN - JARÐRASK	4
5. LÝSING Á BORVERKINU	5
6. ÖRYGGISKRÖFUR	8
7. SKOLVÖKVI	8
8. STEYPING FÓÐRINGA	9
9. SUÐUVINNA	10
10. RANNSÓKNIR MEÐAN Á BORUN STENDUR	10
VIÐAUKI	18

1. INNGANGUR

Jarðhitasvæðið við Ölkelduháls er hluti af Hengilssvæðinu. Það liggur um 7 km suðaustan við Nesjavelli og tengist megineldstöðinni, sem kennd hefur verið við Hrómundartind. Aðaleigendur að landi og þar með jarðhitaréttindum við Ölkelduháls eru Hitaveita Reykjavíkur og ríkið. Hitaveitan eignaðist réttindin við kaup á jörðinni Ölfusvatni á árinu 1986, en ríkisjarðir, sem eiga land upp í Ölkelduháls, eru m.a. Reykir í Ölfusi.

Könnun jarðhitans við Ölkelduháls hefur lengst af tengst almennum rannsóknum á Hengilssvæðinu og síðar rannsóknum vegna jarðhitavinnslu á Nesjavöllum, en eftir að Hitaveitan Reykjavíkur keypti Ölfusvatnslandið hefur verið unnið skipulega að forrannsóknum á Ölkelduhálsi og undirbúningi djúprannsókna með borunum. Lokið var við almenna jarðfræðikortlagningu á svæðinu þegar á árinu 1987, og könnun á útbreiðslu jarðhitans með viðnámsmælingum, sem hófst 1986, lauk veturinn 92/93. Athuganir á gufuaugum á svæðinu var að mestu leyti lokið, þegar Hitaveitan keypti Ölfusvatn, en bætt var nokkuð við þær athuganir sumarið 1992. Með þessa rannsóknarþætti að baki má segja að forrannsókn svæðisins sé lokið og að næsta skref sé staðsetning og borun rannsóknarborholu.

2. STAÐSETNING RANNSÓKNARHOLU

Fyrir liggur nú staðsetning fyrstu rannsóknarholunnar við Ölkelduháls. Gert er ráð fyrir að holan verði hönnuð líft og vinnsluholur á Nesjavöllum og boruð í allt að 2000 m dýpi. Vinnslufóðringin er þó efnismeiri og ný gerð þensluslífar er á holutoppi. Við staðarval var byggt á niðurstöðum forrannsóknana á svæðinu og staðháttu með tilliti til þess að koma bor inn á svæðið og ná í skolvatn fyrir verkið. Staðsetning holunnar er sýnd á meðfylgjandi korti af svæðinu, og einnig á meðfylgjandi ljósmynd. Helstu forsendur fyrir þessari staðsetningu eru eftirfarandi:

- Holan er staðsett innan þess svæðis sem afmarkast af lægstu viðnámi í viðnámsmælingum og þar sem fram kemur hátt viðnám undir lágviðnámslaginu.
- Holan er utan þess svæðis þar sem yfirborðsjarðhiti er virkastur. Því er ólíklegt að suðuhiti grunnt í jörðu valdi erfiðleikum í borun.
- Holan er austast á Bitru, vestan gilskorninganna við Ölkelduhjúk. Jarðrask vegna borunarinnar verður því vestan við sjálft hverasvæðið.
- Tiltölulega stutt er í kælivatn fyrir borun í gilskorningum norðan Bitrunnar.

3. HÖNNUN HOLUNNAR - FÓÐRINGAR OG DÝPI

Holan er hönnuð með tilliti til fjölmargra atriða eins og t.d. reynslu af borunum á Nesjavöllum og við Kolviðarhól, jarðfræðilegra aðstæðna, hita og þrýstingi í jarðhitakerfinu, hugsanlegra afkasta, öryggiskrafna. Einnig er tekið tillit til efnis sem til er hjá Hitaveitu Reykjavíkur (sjá efnislista í viðauka "Efni fyrir borun á Ölkelduhálsi 1994") og þeirra bortækja sem fyrirhugað er að nota til verksins.

Fóðringar í holunni eru samskonar og áður hafa verið notaðar við boranir á Nesjavöllum (mynd 2), en efnisþykkt í vinnslufóðringu er meiri (47 lb/ft í stað 40-43,5 lb/ft). Holutoppur er hannaður fyrir ANSI 900 þrýstiklassa. Notaður er holutoppur með þenslustykki af nýrri gerð (mynd 4). Í viðauka er að finna efnislista fyrir borverkið. Öryggislokar verða hafðir á holunni við borun sem fyrr (mynd 3).

Heiti fóðringar	Þvermál (")	Pungi fóðurrörs	Stál. API	Gengjur API	Röralengd (m)	Heildar -lengd
Yfirborðsfóðring	API 18 5/8"	87,5 lb/ft	H-40	fösun	7,62-10,36	70 m
Öryggisfóðring	API 13 3/8"	68 lb/ft	K-55	buttress	10,36-14,63	300 m
Vinnslufóðring	API 9 5/8"	47 lb/ft	K-55	buttress	10,36-14,63	800 m
Raufaður leiðari	API 7"	23 lb/ft	K-55	buttress	10,36-14,63	1200 m

4. BORPLAN - JARÐRASK

Fyrst verður forborað með höggbor og er ekki þörf á miklum vegabótum eða borplani fyrir hann. Áður en jarðborinn Jötunn er fluttur á staðinn þarf að leggja veg sem þolir þungaflutning með dráttarbil og aftanívagni sem vegur um 40 tonn. Borinn er samtals um 400 tonn á þyngd og er hann fluttur á 24 vögnum. Auk þess þarf að flytja 130 tonn af fóðurrörum á staðinn, 140 tonn af sementi, 25 tonn af borleðju og 30 tonn af dieselolíu.

Borplan þarf fyrir borinn og fylgihluti og er gert ráð fyrir sömu gerð borplans og tíðkast hefur. Á mynd 5 eru sýnd málin á planinu og þær kröfur sem gerðar eru um jarðvegsskipti og þjöppun. Mikilvægt er að vanda til fyllingar og þjöppunar á skyggða svæðinu umhverfis holuna því bormastrið með fylgihlutum vegur um 190 tonn þegar borað er á 2000 m dýpi. Stærð plansins er 2780 m² og er aðflutt fyllingarefni allt að 2400 m³. Forsteyptur "kjallari" sem er 1 m að dýpt er settur í planið utan um höggborsholuna (sjá mynd 5). Frárennslislögn er lögð frá kjallaranum út í leðjuþrónna. Við gerð borplansins og alla borframkvæmd verður þess gætt að valda sem minnstu jarðraski. Athafnasvæðið takmarkast af stærð borplansins og verður allt fyllingarefni flutt á staðinn, en ekki ýtt upp. Auk þess þarf að setja upp litla stíflu í læk og gera vegaslóða að henni til að þjóna vatnsdælum borsins. Vatnsrörin eru úr áli og er hægt að leggja þau án nokkurs jarðrasks. Þau eru síðan fjarlægð að verki loknu.

Við borplanið verður safnþró fyrir borsvarf og leðju og fellur þar til svarf (140 m³) og megnið af þeirri borleðju og sementi sem berst frá holunni. Úr þrónni er vatni sem ekki er dælt aftur niður í holu fleytt um yfirfall úr leðjuþrónni og út í læk. Í yfirfallinu verður olúgildra til að fyrirbyggja að olúbrák berist í lækinn.

5. LÝSING Á BORVERKINU

Verklýsingin nær ekki til allra verkþátta, heldur er henni ætlað að lýsa hönnun holunnar og efnisvali og þeim atriðum sem Orkustofnun telur að geti stuðlað að öruggu og góðu verki.

Borverkið hefst sumarið 1994 með borun fyrir yfirborðsfóðringunni með höggbor. Að því lokun verður endanlega gengið frá borplani og aðstöðu fyrir borinn Jötunn sem mun bora aðalhluta holunnar. Ráðgert er að taka tvo borkjarna til rannsókna í holunni. Að öðru leyti er hér um hefðbundna háhitaborun að ræða. Áætlaður verktími fyrir borun holunnar með Jötni er 44 sólarhringar. Á mynd 6 er sýndur áætlaður borgangur, miðað við reynslu á Nesjavöllum.

ÁFANGI 0, YFIRBORÐSFÓÐRING (0-70 m)

YFIRBORÐSFÓÐRING nær niður á 70 m dýpi og verður borað fyrir henni með höggbor áður en endanlegt borplan verður gert. Holan verður fóðruð með 18 5/8" fóðurröri niður á 70 m dýpi. Yfirborðsfóðringin verður soðin saman og síðan verður hún steipt. Við steypinguna þarf að fergja fóðinguna til að fyrirbyggja að hún gangi upp. Berg á þessum kafla er talið að mestu ummyndað túff.

ÁFANGI 1, ÖRYGGISFÓRÐING (70-300 m)

ÖRYGGISFÓRÐING er áætluð niður í 300 m dýpi. Engu er hægt að spá fyrir um lekastaði í berginu og stærð þeirra. Komi fram mikill leki (meiri en 10-15 l/s) verður borun stöðvuð og steipt í lekann, en minni töp verða þétt með sagi og spónum. Þessi hluti holunnar er boraður með borleðju. Þó er steypa sem bora þarf út í yfirborðsfóðringunni boruð með vatni því sementið hleypir leðjuna. Eiginleikum borleðjunnar er lýst í kafla um skolvökva.

Áfanga 1 má skipta í eftirfarandi þætti:

- a. Borað í planið fyrir "músar- og rottuholu" sem geyma borstöng og drifstöng.
- b. Holuflans (21 1/4" x API 2000) er soðinn á yfirborðsfóðringuna, 0,75 m ofan við kjallarabrún og stútur fyrir loka (4 1/16" x API 3000) soðinn á fóðringuna. Lokinn er kæfingarstútur en nýtist einnig til að láta steypu streyma út um. "Shaffer" gosvari (21 1/4" x API 2000) er síðan settur á holuna (mynd 3, áfanga 1).
- c. Öryggislokinn er reyndur með því að loka að stöng og síðan er þrýstiprófað áður en steypan er boruð út. Holan er fyllt af vatni og 10 bar þrýstingur látinn standa á holunni í 15 mínútur. Lokunartími öryggislokans er skráður og þrýstingur á holunni í upphafi og lok þrýstiprófunar.
- d. Borkrónu 17 1/2" slakað niður að steypu og hún boruð út með vatni.
- e. Borað er með 17 1/2" krónu niður á ca. 300 m dýpi. Borleðja verður notuð við borun í bergi, eftir að steypan hefur verið boruð út. Holan hallamæld á 100 m fresti. Í borstreng skal hafa krónurýmara og eina stýringu milli fyrsta og annarar álagsstangar. Einstefnuloki er hafður við krónu.
- f. Ákvörðun um lokadýpi er tekin af staðarjarðfræðingi út frá gerð jarðlaga, við ca. 300 m dýpi.

g. Áður en borstrengurinn verður hífður upp úr holunni verður holan kæld rækilega og hitamæling gerð til að ganga úr skugga um að goshætta sé ekki til staðar.

h. Holan hita- og víddarmæld eftir að borstrengurinn hefur verið tekinn upp.

i. Mikilvægt er að vatn sé látið renna á holuna samfelld, þannig að hún nái ekki að hitna upp á meðan á mælingum og fóðrun stendur.

j. Fóðrað er með 13 3/8" fóðurrörum og er botnskór með einstefnuloka hafður neðst ("float-shoe"), síðan tvö heil fóðurrör og því næst svonefndur flotkollur ("float-collar" - stykki með einstefnuloka og tengingu fyrir stengur til steypingar).

Á fóðringuna eru settar 9 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. Næst eru borstengurnar tengdar flotkollanum og vatni dælt til að kæla holuna fyrir steypingu og til að meta skoltap. Ef skoltap er meira en 5-10 l/s verður reynt að stífla það með því að skola sandi niður milli fóðringar og holuveggjar samtímis því að vatni er dælt hægt um borstrenginn. Áður en steyping hefst eru stilliskrúfur soðnar á yfirborðsfóðringuna 0,35 m frá kjallaraplötu og hert að 13 3/8" fóðringunni eftir að öryggisfóðringinn er komin í lokadýpi. Þetta er gert til að miðjustilla öryggisfóðringuna í yfirborðsfóðringunni fyrir steypingu.

k. Fóðringin er steypd með tækjum borsins (sjá sér kafla 8 um "Steypingu fóðringa"). Sérstakt eftirlit er haft með framkvæmdinni. Ef sementseðjan kemur ekki upp er steypugæðamælt (CBL) og ákvörðun tekin um frekari aðgerðir. Þeim verður ekki lýst frekar í verklýsingunni, enda þarf að taka ákvörðun þar um á staðnum. Nauðsynlegt er að steypan fái a.m.k. 8 klst hörnunartíma.

l. Öryggislokinn er tekinn af yfirborðsfóðringunni og hún skorin í sundur 0,25 m ofan við gólf í kjallara. Síðan er öryggisfóðringin (13 3/8") skorin í sundur þannig að efri brún á fóðringarflangsi verði slétt við kjallarabrún (mynd 1, áfangi 2). Endanlegur holuflans ("casing head") með hliðarstúti er síðan soðinn á öryggisfóðringuna, 13 5/8" x API 3000. Í kafla 9 "Suðuvinna" er að finna lýsingu á flansasuðunni, hitameðferð og þrýstiprófun.

ÁFANGI 2, VINNSLUFÓÐRING (300-800 m)

Áfanga 2 má skipta í eftirfarandi þætti:

a. Holutopps- og öryggislokabúnaði er komið fyrir á holunni (mynd 3, áfangi 2).

b. Áður en steypan, flotkollinn og flotskórinn eru boruð út eru öryggislokarnir þrýstiprófaðir. 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. Stál liða-leiðsla skal tengd kæfingarloka holunnar frá dælu borsins. Einnig er rör tengt 4" krana (4 1/16" x 3000 API) á millistykki sem úthlaup.

c. Holan er boruð með 12 1/4" borkrónu með krónurýmara. Stýringar eru hafðar milli fyrstu og annarrar álagsstangar og milli annarrar og þriðju álagsstangar. Einstefnuloki er hafður við krónuna. Vatn er notað sem skolvökvi við borunina og þarf vatnsveitan fyrir borinn að afkasta um 40 l/s að staðaldri.

d. Borun er stöðvuð og holan hallamæld með tækjum borsins á u.þ.b. 100 m fresti. Bora skal holuna sem næst lóðréttu og fari hallinn yfir 3° skal athuga aðgerðir til að rétta holuna af.

e. Ákvörðun um lokadýpi verður tekin á staðnum, samkvæmt tillögu staðarjarðfræðings.

f. Áður en borstrengurinn verður hífður upp úr holunni verður holan kæld rækilega og hitamælingar gerðar til að ganga úr skugga um að goshætta sé ekki til staðar.

g. Holan er hita-, víddar- og jarðlagamæld eftir að borstrengurinn hefur verið tekinn upp.

h. Mikilvægt er að vatn sé látið renna samfelld á holuna, þannig að hún nái ekki að hitna upp á meðan á mælingum og fóðrun stendur.

i. Vinnslufóðringin 9 5/8" er sett í holuna. Neðst á fóðringuna kemur fóðringarskór með einstefnuloka síðan tvö heil fóðurrör og þvínæst svonefndur flotkoll. Mikilvægt er að gengjur fóðringanna "buttress" séu hreinsaðar og smurðar með háhitafeiti áður en til fóðrunar kemur. Þær eru síðan skrúfaðar í botn, þ.e. þar til múffan nemur við þríhyrnt merki sem er á efra rörinu. Komi í ljós að ekki takist að ná tilskilinni herslu eða að sýnilega er eitthvað að gengjunum skal rörið tekið frá og ekki fara ofan í holu.

Á fóðringuna eru settar 28 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. Stilliskrúfur eru á millistykki og eru þær hertar að 9 5/8" fóðringunni eftir að vinnslufóðringin er komin í lokadýpi og hangir í borstrengnum. Þetta er gert til að miðustilla fóðringuna fyrir steypingu. Því næst eru borstengurnar tengdar flotkollanum og vatni dælt til að kæla holuna fyrir steypingu og til að meta skoltap. Ef skoltap er meira en 5-10 l/s verður reynt að stífla það með því að skola sandi niður milli fóðringar og holuveggjar samtímis því að vatni er dælt hægt um borstrenginn.

j. Fóðringin er steypd með tækjum borsins (sjá kafla 8). Sérstakt eftirlit er haft með framkvæmdinni. Ef sementsefjan kemur ekki upp er steypugæðamælt (CBL) og ákvörðun tekin um frekari aðgerðir. Þeim verður ekki lýst frekar í verklýsingunni, enda þarf að taka ákvörðun þar um á staðnum. Nauðsynlegt er að steypan fái a.m.k. 8 klst hörnunartíma.

k. Öryggislokarnir eru teknir af holunni. Nú tekur við vandasamt verk við að setja þenslu-stykkið á holuna. Sérstök verklýsing mun liggja fyrir þegar kemur að þessum verkþætti. Verður hún byggð á upplýsingum frá framleiðenda holutoppsins.

ÁFANGI 3, BORUN VINNSLUHLUTA (800-2000 m)

Borun áfanga 3 má skipta í eftirfarandi þætti:

a. Holutopps- og öryggislokabúnaði fyrir áfanga 3 er komið fyrir (mynd 1, áfangi 3).

b. Áður en steypan, flotkollinn og flotskórinn eru boruð út eru öryggislokarnir þrýstiprófaðir hver í sínu lagi. Lokað er að stöng og holan fyllt af vatni. Þá er 30 bar þrýstingur settur á og látinn standa í 15 mínútur. Athugað er hvort leki kemur fram og einnig er opnunar- og lokunartími lokanna skráður ásamt þrýstingi í holu við upphaf og lok þrýstiprófunar. Stál liða-leiðsla skal tengd kæfingarloka holunnar frá dælu borsins.

- c. Holan er boruð með 8 1/2" borkrónu með krónurýmara. Stýringar eru hafðar milli fyrstu og annarrar álagsstangar og milli annarrar og þriðju álagsstangar. Einstefnuloki er hafður við krónuna. Vatn er notað sem skolvökvi við borunina og þarf vatnsveitan fyrir borinn að afkasta um 40 l/s að staðaldri.
- d. Kjarni tekinn úr holunni (2-3 m) á tveimur stöðum, samkvæmt frekari ákvörðun verkkaupa.
- e. Borun er stöðvuð og holan hallamæld með tækjum borsins á u.þ.b. 100 m fresti. Bora skal holuna sem næst lóðréttu og fari hallinn yfir 3° skal athuga aðgerðir til að rétta holuna af.
- f. Ákvörðun um lokadýpi verður tekin á staðnum, samkvæmt tillögu staðarjarðfræðings.
- g. Áður en borstrengurinn verður hífður upp úr holunni verður holan kæld rækilega og hitamælingar gerðar til að ganga úr skugga um að goshætta sé ekki til staðar.
- h. Holan er hita-, víddar- og jarðlagamæld eftir að borstrengurinn hefur verið tekinn upp.
- i. Mikilvægt er að vatn sé látið renna samfelt á holuna, þannig að hún nái ekki að hitna upp á meðan á mælingum og fódrun stendur.
- j. Nú er raufaður leiðari 7" settur í holuna. Miðað er við að leiðarinn sé hengdur um 20 m frá botni holunnar og að hengistykkið sé um 30 m upp í vinnslufóðringunni. Efst á leiðaranum er hengistykki með 7" buttress pinna og gripklossum fyrir 9 5/8" fódringu. Þegar leiðarinn hefur verið hengdur, er sleppistykkið aftengt og tekið upp.
- k. Áður en borinn er tekinn af holunni er holan þrepað mæld og er áætlað að það taki hálfan sólarhring.

6. ÖRYGGISKRÖFUR

Við borunina verður að viðhafa ítrustu varkárni þar sem hér er um að ræða fyrstu holu á Ölkelduhálsi. Kröfur um öryggisloka, styrk efnis o.fl. eru við það miðaðar að hættuástand myndist ekki þótt holan taki upp á því að gjósa. Þá skipta rétt viðbrögð boráhafnar höfuðmáli til að kæfa gos og fást við önnur ófyrirséð atvik. Mikilvægasta öryggisatriðið til að fyrirbyggja skyndigos er að sífellt sé dælt á holuna, helst þannig að hún haldist full af vatni. Mælst er til að kynningarfundur verði 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.

7. SKOLVÖKVI

Vatn er notað til skolonar og mun verktaki leggja til vatnslögn að bornum og annast rekstur vatnsveitunnar. Verði algert skoltap þarf 30-40 l/s af vatni að staðaldri á borinn, því annars geta komið til tafir meðan vatni er safnað í kárið.

Við borun 17 1/2" holunnar er gert ráð fyrir að borleðja verði notuð. Bentonít leir er 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 getur orðið 12 til 26 tonn en það fer eftir hve mikil töp verða í boruninni. Seigju leðjunnar skal skrá á tveggja stunda fresti ásamt bentonít notkun.

Ef gos verður í holunni, getur þurft að laga borleðju með hárrí eðlisþyngd. Er þá fyrst löguð venjuleg borleðja, en þar eð hún hefur aðeins eðlisþyngd um 1,05 þarf að bæta eðlisþyngungu efni í hana. Baríum súlfat (barít) er notað og þarf 500-600 kg af baríti í hvern rúmmetra leðju til að ná eðlisþyngdinni 1,4. Ákvörðun um notkun þungrar leðju verður aðeins tekin á staðnum og eðlisþyngdin ákvörðuð út frá þeim þrýstingi sem þarf að yfirvinna (sjá DDH bls. 273). Ein af hönnunarforsendum fyrir lengd fóðringa er að hægt sé að laga leðju með eðlisþyngungu 1,4 til að kæfa gos í holunni. Til að fylla vinnslufóðringuna af þungri leðju þarf (800 m x 39 l/m) = 31.200 lítra eða um 17 tonn af baríti. Þetta lágmarksmagn þarf að vera tiltækt þannig að hægt sé að grípa til þess með stuttum fyrirvara.

8. STEYPING FÓÐRINGA

Fóðringarnar skal steypa með sementsefju. Þurrefnið er portlandsement frá Sementsverksmiðju ríkisins, auk innflutts kísilsalla, perlusteins og bentoníts. Er því blandað saman á borstað áður en til steypingar kemur. Blöndunarhlutföll þurrefnis eru eftirfarandi:

Portland sement frá SR	100 kg
Kísilsalli (-325 mesh)	40 kg
Perlusteinn (Manville 4X/37)	2 kg
Bentonít (Wyoming)	2 kg
Tafefni (eftir þörf, ca. 0,5%)	0,5 kg

Framangreind efni eru sett á sementskúlu borsins og blásið í réttum hlutföllum í einn sementsgeymi sem tekur um 35 tonn. Efninu er síðan blásið milli tveggja geyma a.m.k. þrisvar sinnum (3) til að það nái að blandast. Verktakinn leggur til framangreind bætiefni í sementið auk tækja og mannskaps við að blanda þeim saman. Upplýsingum um efnisgæði og framleiðendur skal skila með fóðringarskýrslu (steypuskýrslu).

Framangreindu sementsefni er síðan blandað við vatn í blandara sem þarf að afkasta um 1 tonni af þurrefni á mínútu. Þar þískast saman við ofannefnt þurrefnismagn í töflunni (byggt á 100 kg af portland sementi) um 80 l af vatni og úr verða 139 l af sementsefju sem hefur eðlisþyngd 1,6.

Þegar steyppt er skal eðlisþyngd efjunnar skráð á fimm mínútna fresti og henni haldið sem næst 1,60. Steyppt 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.

Gróflega áætluð efnisþörf (sjá útreikninga í viðauka):

- | | |
|--|---------|
| 1. Steyping yfirborðsfóðringar 70 m | 25 tonn |
| 2. Steyping öryggisfóðringar 300 m | 41 tonn |
| 3. Steyping vinnslufóðringar 300-800 m | 61 tonn |

Steypingu verður stjórnað af verkfræðingi sem gefur frekari fyrirmæli á staðnum.

9. SUÐUVINNA

Eftirfarandi suðuvinna tengist borverkinu:

- Suðuvinna við yfirborðsfóðringu.
- Flans fyrir öryggisloka á yfirborðsfóðringuna og kæfingarstút.
- Boltar til miðustillingar á öryggisfóðringu.
- Fóðringarflans á öryggisfóðringuna (sem er aðalflans holunnar í vinnslu).

Hér er um vandasamar suður að ræða og er því algert skilyrði að suðumenn sem vinni verkin hafi gild hæfnisvottorð Iðntæknistofnunar fyrir málm-suðu, prófflokk E-R2-g og fyrir suðustöðu 2R og 5R (E=rafsuða, R2=efnisflokkur stáls St 37.2-St 52.3, g=efnisþykkt >6mm, 2R og 5R rörasuða lóðrétt og lárétt). Suðumaður skal leggja fram afrit af vottorði og suðuferilslýsingu áður en verkið hefst.

Um suðu fóðringarflans ("casing head") á öryggisfóðringuna gildir eftirfarandi lýsing:

- Hallamál borið á flansinn á fjórum stöðum. Flansinum tyllt með suðupúntum og halli kannaður að nýju.
- Flansinn og fóðringin forhituð í 120-200°C á 10 cm svæði ofan og neðan við suðustað. Notið hitakrít til ákvörðunar á forhitun.
- Botnstrengur soðinn með 3-4 mm vír (rafsuðuvír OK 53.05 eða sambærilegum vír). Byrjað er á að sjóða að innan. Yfirsuða gerð með 4 mm vír.
- Eftirhitun í 260-480°C og þá vafið teppi til að stykkið kólni ekki of hratt.
- Þegar toppurinn hefur kólnað niður fyrir 100°C er gasflaska tengd við fóðringar-flansinn og þrýstiprófað með 60 bar þrýstingi. Þessum þrýstingi er haldið í minnst 15 mínútur og kannað með sápu hvort leki sé á suðu.

Fóðringar úr efnisgæðum API J-55 og K-55 má sjóða, en þau þekkjast á græn máluðum hring (einum eða tveimur) á rörinu og á múffunni. Athugið að fóðurrör sem merkt eru með bláum, rauðum eða brúnum hring má ekki sjóða þar eð þau eru úr hástyrktarstáli.

10. RANNSÓKNIR MEÐAN Á BORUN STENDUR

Mikilvægt er að halda reglubundinni skráningu á upplýsingum, sem fást meðan á borun stendur, og kemur það mikið til í hlut áhafnar borsins að sinna því. Veigamikið er að borskýrslur séu fylltar út samviskusamlega eins og þær gefa tilefni til eins og t.d. helstu upplýsingar um borstrenginn, álag og snúningshraða krónu, þrýsting á bordælum, seigju borleðju, og gerð grein fyrir töfum ef einhverjar eru. Ennfremur að skrá á fjögurra tíma fresti eða oftar ef tilefni er til: skolvatnsbreytingar, þ.e. slög á dælu, skoltöp/aukningu, hita á skolvökva niður og upp og athugasemdir ef einhverjar eru.

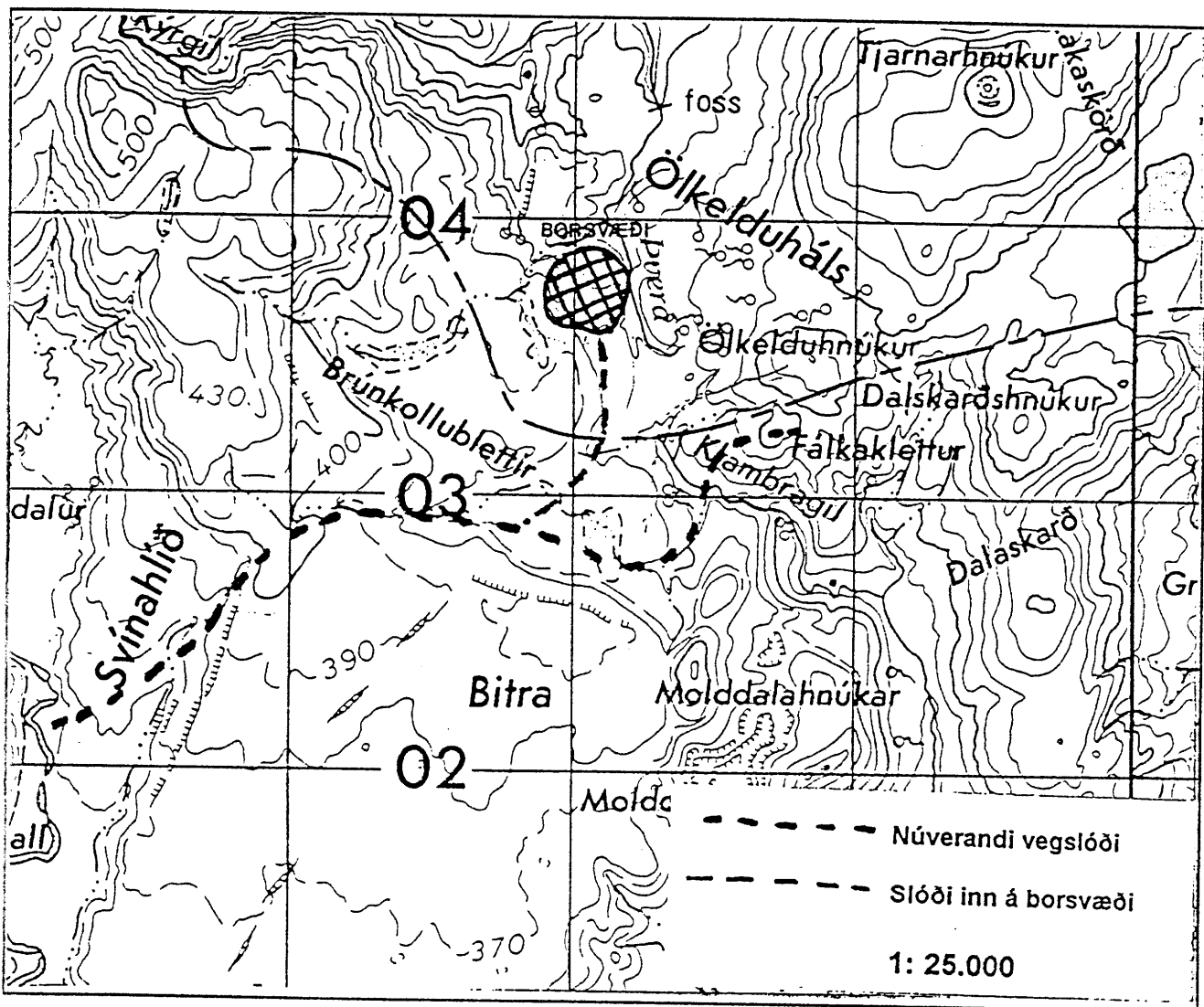
Auk framangreindra atriða skal verktaki sjá um að skrá gang verksins á "Geolograph" sírita (kjaftakerlingu) og afhenda staðarjarðfræðingi afrit þess ásamt afriti af borskýrslum.

Svarfsýnum skal safna á tveggja metra fresti og setja í 100 ml plastdósir. Auk þess skal safna 5 kg sýni af svarfi á 100 m fresti. Eftirfarandi merkingar þurfa að koma fram á hverri dós: staður, holunúmer, dýpi, dagsetning og tími.

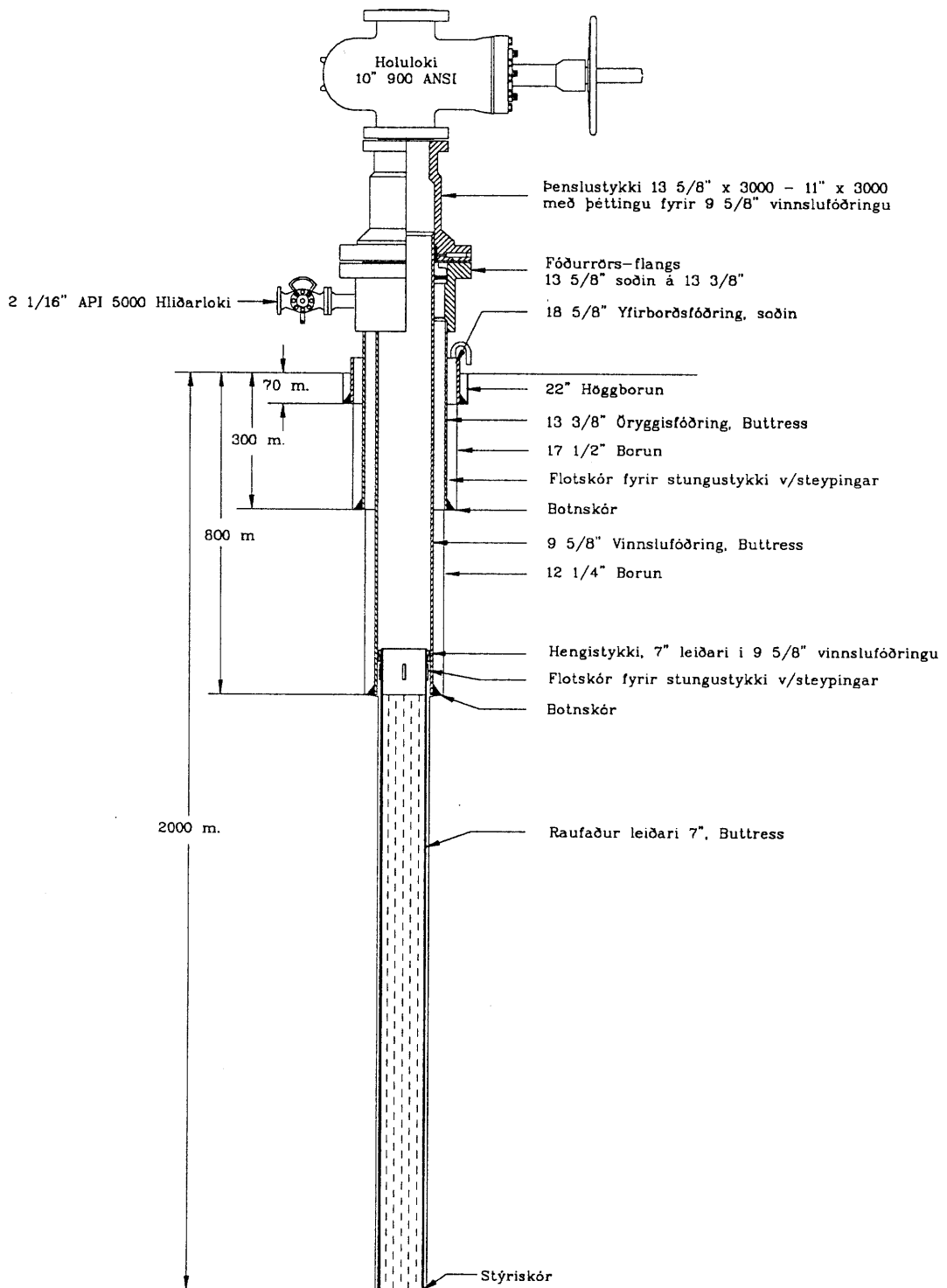
Þegar vart verður við skoltap eða aðra vísbendingu um að vatnsæð hafi verið skorin, þá skal það skráð í borskýrslu og tilkynnt verkkaupa sem fyrst.


Verkkaupi hefur heimild til að stöðva verkið tímabundið og fara fram á að prófanir eða mælingar verði gerðar á holunni. Slík fyrirmæli skal verkkaupi gefa.

Í verkinu er gert ráð fyrir að holan verði hallamæld á 100 m fresti og er það gert með mælitækjum borsins. Einnig eru all umfangsmiklar borholamælingar fyrirhugaðar að loknum hverjum áfanga. Tilgangur þeirra er að tryggja öryggi (mat á goshættu) við fódrun og steypingar með því að hitamæla holuna áður en fódrun hefst. 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 fódrað er, til söfnunar á jarðfræðilegum upplýsingum um eðli bergsins og vatnsæðar. Í lokin er holan þrepað 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 frátafir vegna þeirra.

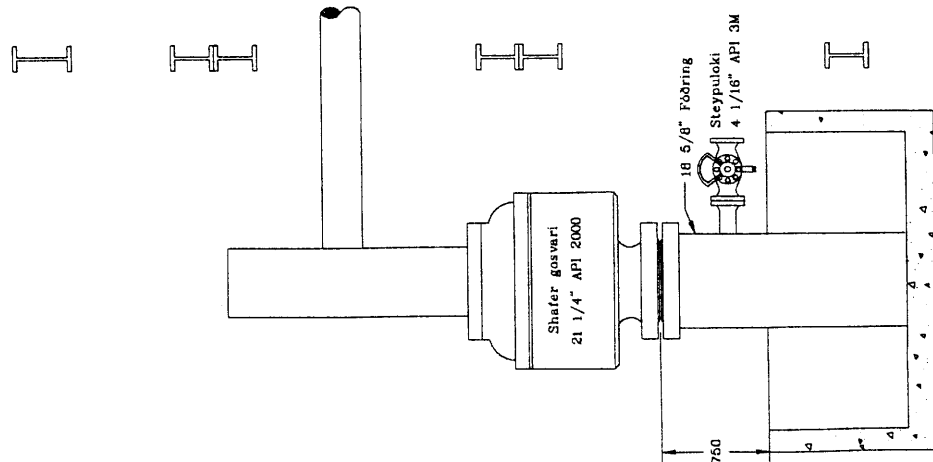


Mynd 1. Staðsetning rannsóknarholu.

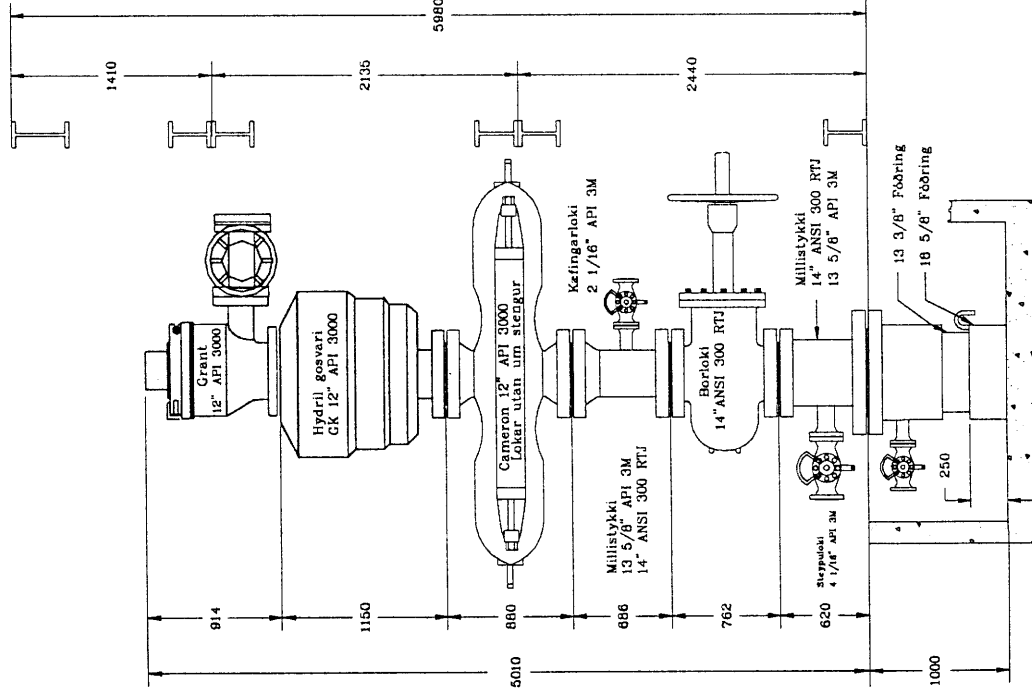


Hlnr.:	Fjöldi:	Heiti:	Efni:	Stærð	A4
 ORKUSTOFNUN Grensásvegi 9 108 Reykjavík Telf. 91-696000			Ölkelduháls. Verknúmer 720103 Snið 2000 m. háhitaholu. Fóðringar og holutoppur.		
Mkv.:	Hannað: <i>SLJ</i>	Dags.: 10.02.1994	Teikning nr.: JHD-VFR-8715-SLJ 94.02.0029.ACAD.T	Blað nr.: Mynd 2	

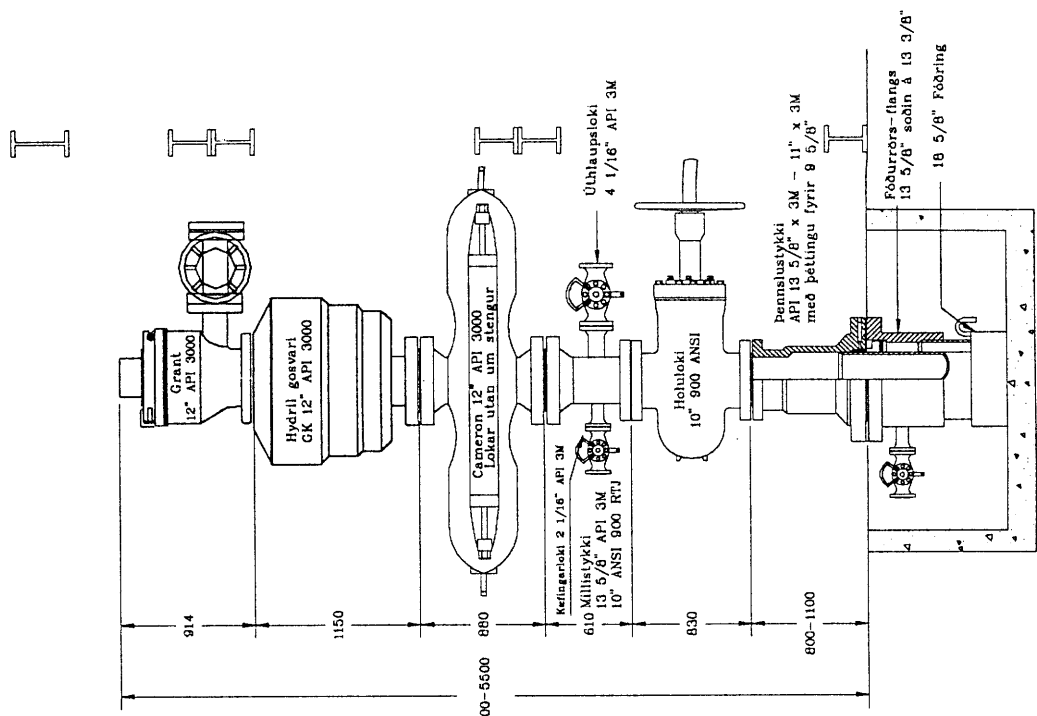
1. Afang: Borun með 17 1/2" krönu
í 300 m. dýpi



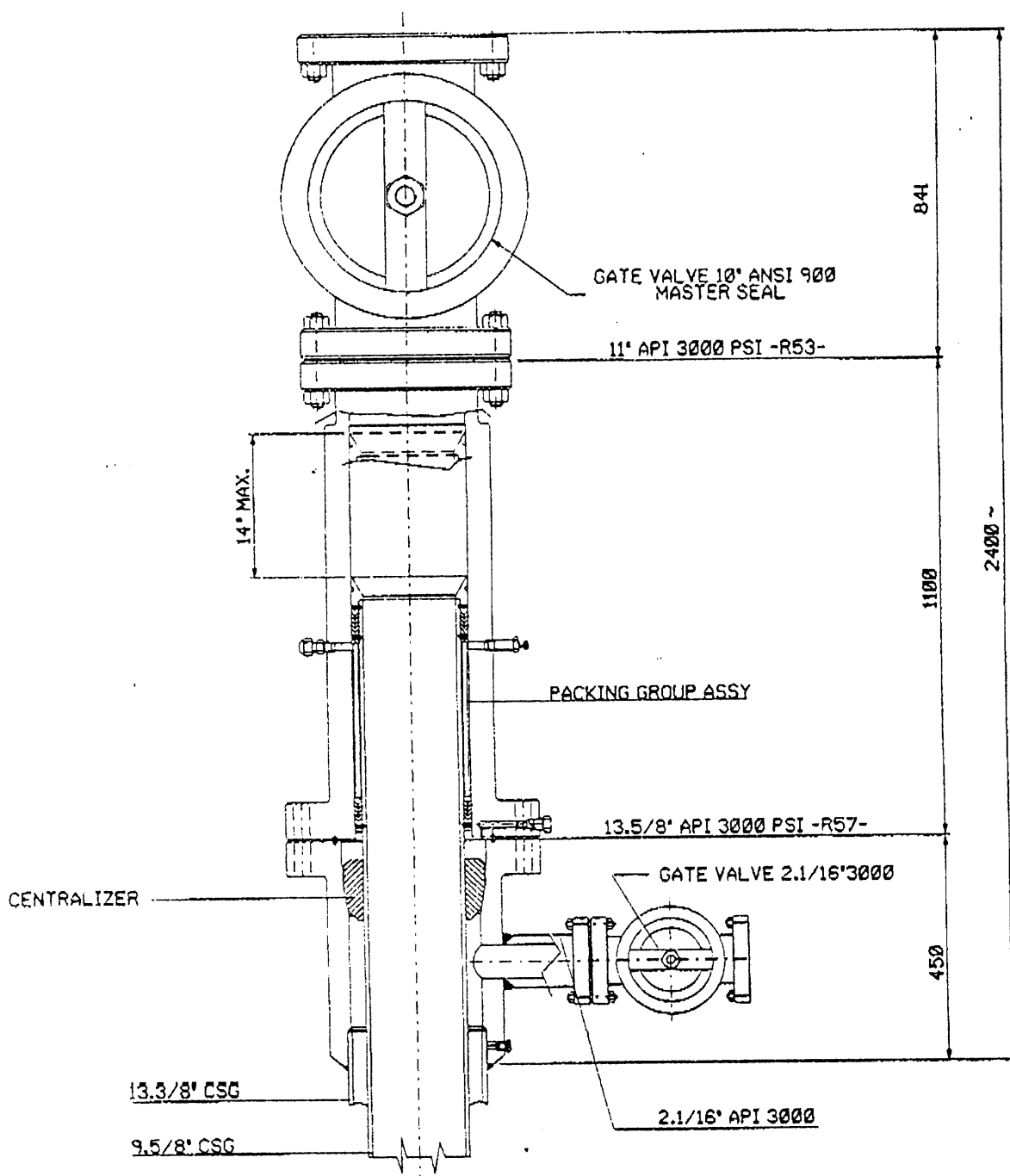
2. Afang: Borun með 12 1/4" krönu
í 800 m. dýpi



3. Afang: Borun með 8 1/2" krönu
í 2000 m. dýpi



Hinn:	Flokk:	Heiti:	Eink:	Stærð:	A4
05	ORKUSTOFNUN Grensasveigi 9 108 Reykjavíkurvegur Tel: 91-666000	Ólíkkelduháls - Verknúmer 720103			
Máv:	1:50	Dag:	21.02.1994	Þeig. nr.:	J10-V79-8716-SJ
		Höfund:	SJL	Mynd nr.:	Mynd 3



Mynd 4

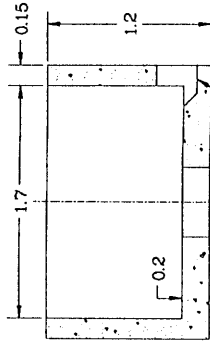
DESCRIZIONE DESCRIPTION		GEOTHERMAL WELLHEAD 3000 PSI W.P. 9.5/8" CSG x 13.3/8" CSG			
CLIENTE CUSTOMER	IMPALTO PLANT	N. ORDINE ORDER No.	DATA DATE	REP. UFF. OFFICE	015 016
DATA DATE	DATA DATE	BREDIA ENERGIA		002700000	
SCALE	CONFEZIONATA PER LAVORO SECONDO LE SPECIFICAZIONI DEL CLIENTE PACKAGED FOR WORK ACCORDING TO CUSTOMER SPECIFICATIONS				REV.

02 6447615 P.08

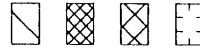
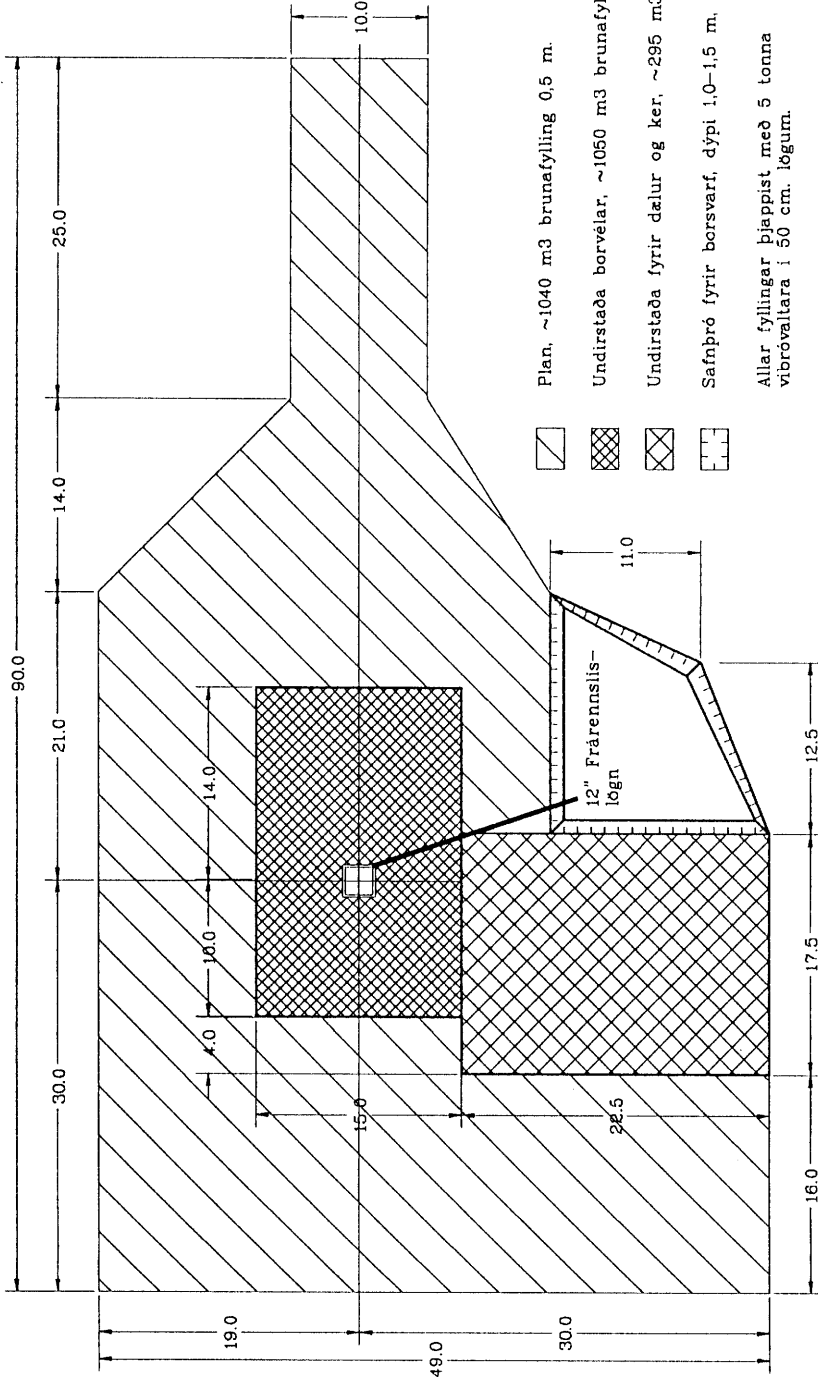
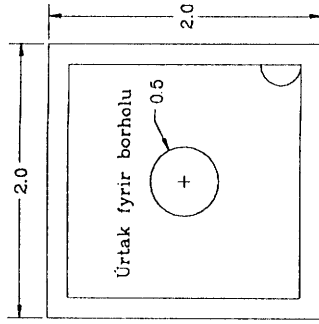
BREDIA ENERGIA U. SPARDA 325

09-FEB-1994 19:06

Forsteypt þró Mkv: 1:50



Úrtak fyrir 12" frárennsli



Plan, ~1040 m³ brunafylling 0,5 m.

Undirstaða borvélar, ~1050 m³ brunafylling 3,5 m.

Undirstaða fyrir dælur og ker, ~295 m³ brunafylling 0,75 m.

Safnþró fyrir borsvarf, dýpi 1,0-1,5 m, rúmtak ~ 350 m³.

Allar fyllingar þjappist með 5 tonna vibróvaltara í 50 cm. lögum.



Blmnr.: 103	Heiti: ORKUSTOFNUN Greasásvégi 9 108 Reykjavík Telif. 91-686000	Stærð: A4
Mmr.: 1:500	Útgáfa: 12.02.1984	Stærð: A4
Útgefning: SLJ	Teikning nr.: 103-VR-871a-5U	Blad nr.: Mynd 5
	Ölkeiðuháls - Verknúmer 720103	
	Borþian Jónúnnis við borun 2000 m. Hálfahöllu.	

Borun Holu ÖJ-1 á Ölkelduhálsi með Jötni

fyrir Hitaveitu Reykjavíkur

Verkdagar



Mynd 6

VIÐAUKI

EFNI FYRIR BORUN Á ÖLKELDUHALSI 1994

FÓÐRINGAR

Unnið eftir sniði af 2000 m háhitaholu frá 10.01.94 (Mynd 1)

		pörf	HR	Aðrir	Vantar
		m	m	m	m
Fóðringar	Hola ÖJ-1				
Yfirborðsfóðring	API 18 5/8" x 87,5 lb/ft, H40, fösud fyrir suðu, R2 *	70	115		0
Öryggisfóðring	API 13 3/8" x 68 lb/ft, K55, buttress threads, R3	300	1.025		0
Vinnslufóðring	API 9 5/8" 47 lb/ft, K55, buttress threads, R3	800	0		800
Raufaður leiðari	API 7" x 23 lb/ft, K55, buttress threads, R3	1.200	1.107		93
Heill leiðari	API 7" x 23 lb/ft, K55, buttress threads, R3	24	1.829		0

* Borað fyrir yfirborðsfóðringu með höggbor

ANNAÐ FÓÐRINGAREFNI FYRIR HOLU

Unnið eftir sniði af 2000 m háhitaholu frá 10.01.94 (Mynd 1)

		pörf	HR	Aðrir	Vantar
		stk.	stk.	stk.	stk.
Annað efni	Hola ÖJ-1				
Holuloki	Loki, 10" ANSI 900, RTJ	1	2		0
Pennslustykki	Expansion Spool Assembly 13 5/8" x 11", API 3M	1			1
Holutoppur	Casing Head Assembly 13 5/8", API 3M	1			1
Flotskór	Flotskór 13 3/8" buttress threads, K55	1			1
Flot kolli	Flot kolli með stungustykki, 13 3/8" buttress threads, K55	1			1
Flotskór	Flotskór 9 5/8" buttress threads, K55	1			0
Flot kolli	Flot kolli með stungustykki, 9 5/8" buttress threads, K55	1		1	0
Hengistykki	Hengistykki 9 5/8" / 7" (Brown)	1			1
Miðjustillar	Miðjustillar fyrir 13 3/8" í 17 1/2" holu	9		29	0
Miðjustillar	Miðjustillar fyrir 9 5/8" í 12 1/4" holu	28		18	10
Stýriskór	Stýriskór 7" buttress threads, K55	1			1

STEYPUEFNI FYRIR FÓÐRINGAR

Unnið eftir sniði af 2000 m háhitaholu frá 10.01.94 (Mynd 1)

		pörf	HR	Aðrir	Vantar
		ein	ein	ein	ein
Steypuefni	Hola ÖJ-1				
Sement*	Portland sement frá Sementsverksmiðjunni, (tonn)	88		83	0
Kísilsalli	Kísilsalli -325 mesh, pokar @ 40 kg, (pokar)	880		300	580
Perlusteinn	Perlusteinn Manville 4X37, pokar @ 20,5 kg, (pokar)	86		103	0
Bentonít	Bentonít (Wyoming), pokar @ 50 kg, (pokar)	35		300	0
Tafefni	Tafefni HR-4 eða samb., pokar @ 25 kg, (pokar)	14		33	0
CC-16	Pynningarefni fyrir gel, CC-16 eða sambærilegt, (pokar)	4		45	0
Sementblanda**	Sementblanda samtals fyrir steypingu fóðringa, (tonn)	127			

* Sement til steypingar í höggborsholu er tekið með, en ekki fyrir steypingar í leka í borun.

** Reiknað er með 100 % umframmagni af sementsblöndu samkvæmt fyrri reynslu (skápar og leki í holu).

Sement er frá Sementsverksmiðju ríkisins.

ORKUSTOFNUN JHD

7. febrúar 1994

S. Þórh.

SUNDURLIÐUN BORHOLUMÆLINGA VIÐ BORUN ÖJ-1

	Tím	Fjöldi	Metrar	Samtals (m)
RANNSÓKNARHOLA Í 2000 m:				
1 Í fóðrunardýpi fyrir öryggisfóðringu 300 m:				
Hitamæling	1	4	300	1200
Víddarmæling	1	1	300	300
Steypugæðamæling (CBL)	2	1	300	300
2 Í fóðrunardýpi vinnslufóðringar 0-800 m:				
Hitamæling	1	3	800	2400
Víddarmæling	2	1	800	800
Viðnám	1	1	500	500
NN & gamma	2	1	500	500
3 Eftir steypingu vinnslufóðringar:				
Hitamæling	1	1	800	800
Steypugæðamæling (CBL)	3	1	800	800
4 Við borun 800 - 2000 m				
Hitamæling (?)	2	2	2000	4000
Víddarmæling (?)	2	1	2000	2000
5 Í verklok fyrir fóðrun með leiðara:				
Hitamæling	2	2	2000	4000
Víddarmæling	3	1	2000	2000
Viðnám	2	1	1200	1200
NN & gamma	4	1	1200	1200
6 Þrepaðæling eftir fóðrun:				
Hitamæling	2	2	2000	4000
Þrýstimæling	6	1	2000	2000
HÖGGBORSHOLA - 50 m:				
7 Hitamæling		2	50	100
8 Víddarmæling		1	50	50
Frátáfir við borun vegna mælinga 48 tímar				28150

Ath.

Auk framangreindra mælinga verður hallamælt á 100 m fresti á meðan á borun stendur.

(?) Þýðir að óvíst er hvort þörf verður fyrir mælinguna.

REQUEST FOR QUOTATION:

OIL WELL CASINGS (FOR GEOTHERMAL WELLS)

RFQ. Nr:

Project: Olkelduhals OJ-1

Item 1. 900 m Casing to API Spec. 5CT (4th. Ed. Nov. 1, 1992), buttress threads and couplings, 9 5/8" 47 lb/ft, grade K55, in length range 3, seamless, markings in metric units, with inspection certificate, with protective coating and thread protectors.

Alternative:

Item 1A. 900 m Casing to API Spec. 5CT (4th. Ed. Nov. 1, 1992), buttress threads and couplings, 9 5/8" 43.5 lb/ft, grade K55, in length range 3, seamless, markings in metric units, with inspection certificate, with protective coating and thread protectors.

Service conditions:

- The casing is for a 2000 m deep high-temperature geothermal well.
- Maximum shut in pressure 100 bars (temp. 280-300°C). Typical shut-in pressure is 40-60 bars and the temperature 276°C.
- Wellhead pressure (WHP) during normal production 10-25 bars (temp. 220°C).
- Maximum reservoir temperature 280-330°C.
- Anticipated fluid enthalpy is 1500-2000 kJ/kg.
- The fluid is non-scaling and contains few abrasive particles.
- The water has a chloride concentration of less than 100 ppm and a TDS of 2000 ppm.
- Non-condensable gas in the steam is 0.3 - 0.6% of which 5-30% is hydrogen sulphide (H₂S).

Request for information:

- Price fob North European port.
- Estimated time for delivery - latest end of June 1994.
- Additional price for optional third party inspection for:
 - Thread inspection, according to API RP 5B1 or ISO 10422:1992
 - Hardness Rockwell C (HRC), according to API 5CT or ISO:1986

REQUEST FOR QUOTATION:

GEOHERMAL WELLHEAD

RFQ. Nr.:

PROJECT: Olkelduhals ÖJ-1

- Item 1. 1 ea. Expanding gate geothermal valve 10" x 900 ANSI RTJ. Geothermal trim. w/pressure relief. Full bore. Handwheel operated.
- Item 2. 1 ea. Casing head for slip on welding to 13 3/8" x 68 lb/ft K-55 casing, 13 5/8" API 3000. With one (1) side outlet 2 1/16" API 3000 or 5000. The outlet is preferably to be outfitted with provisions for a valve removal plug. The alignment bowl is preferably to be without lock-down pins or centering screws.
- Item 3. 1 ea. Geothermal expansion spool assembly for 13 3/8" x 9 5/8" casing, with packing to isolate the 9 5/8" production casing from the annulus. Lower flange to fit item 2 and upper flange to mate with item 1. Without outlets.
- Item 4. 1 ea. Valve 2 1/16" API 3000 or 5000, (for casing head side outlet).
- Item 5. 1 ea. Complete set of rings (SS 316) and bolts for items 1-4.
- Item 6. 1 set. Recommended spares for valve and spool.
- Item 7. 1 ea. Complete lubricant/sealant charging pump for expansion spool and valve gland. Two years supply of sealing compound.
- Item 8. 3 sets. Installation manuals for expansion spool, valve maintenance manuals and rebuilding instructions, recommended welding procedure for casing head for welding to K-55 casing.

Request for information:

- Price fob North European port for items 1-7 incl. crating.
- Estimated time for delivery - latest end of July 1994.
Because of time limitations partial delivery of the 10" x 900 ANSI valve at a later date is possible. The letter of credit will allow partial delivery.
- Additional price for 100% X-ray inspection.
- Material specifications for each part.
- A set of dimensional drawings.
- Name of product manager/engineer that can be contacted for further information.

Service conditions:

- See att. drawings of the casing profile and wellhead set-up during drilling.
- The wellhead assembly is for a 2000 m deep high-temperature geothermal well.
- Maximum shut in pressure 100 bars (temp. 280-300°C). Typical shut-in pressure is 40-60 bars and the temperature 276°C.
- Wellhead pressure (WHP) during normal production 10-25 bars (temp. 220°C).
- Anticipated production rate 30 kg/s of steam + water. Steam flow 20 kg/s.
- The reservoir is water dominated and the temperature with depth is the boiling point.
- Maximum reservoir temperature 280-330°C.
- Anticipated fluid enthalpy is 1500-2000 kJ/kg.
- The fluid is non-scaling and contains few abrasive particles.
- The water has a chloride concentration of less than 100 ppm and a TDS of 2000 ppm.
- Non-condensable gas in the steam is 0.3 - 0.6% of which 5-30% is hydrogen sulphide (H₂S).
- Maximum ambient temperature (outside) 20°C. Minimum -25°C. The wellhead is covered by a fiberglass dome.