

**Hitaveita Seltjarnarness - Borun nýrrar  
vinnsluholu og afmörkun  
framtíðarvinnslusvæðis**

**Hrefna Kristmannsdóttir,  
Jens Tómasson,  
Kristján Sæmundsson**

## HITAVEITA SELTJARNARNESS- Borun nýrrar vinnsluholu og afmörkun framtíðar vinnslusvæðis.

### Inngangur

Jarðhitasvæðið á Seltjarnarnesi er öflugt og alls ekki fullnýtt. Hitaveita Seltjarnarness nýtir nú þrjár vinnsluholur af þeim fjórum, sem boraðar hafa verið. Allar vinnsluholur veitunnar hafa tekist vel og gefið tugi sekúndulíttra (15-40) af 95-117 °C heitu vatni. Mjög óvanalegt er að ná svo góðum árangri við boranir, einkum þar sem litlum mælingum var unnt að koma við vegna aðstæðna á svæðinu. Vegna nálægðar við sjó hefur jarðhitavatnið sjómengast með tímanum og aukinni vinnslu (Hrefna Kristmannsdóttir, 1983, Kristmannsdóttir, 1986) og olli það nokkrum vandræðum fyrsta áratuginn, sem hitaveitan starfaði. Með notkun varmaskipta má komast alfarið hjá ofnatæringu í húskerfum og ekki hefur gætt tæringar í dreifikerfi veitunnar. Ekkert súrefni er í jarðhitavatninu þegar það kemur upp á yfirborðið, en í húskerfum kemst alltaf eitthvert loft inn í lagnir og í söltu vatni þarf aðeins örlítið loft til að valda örri tæringu. Saltmengunin hefur önnur óæskileg áhrif á vinnslueiginleika vatnsins og eykur m.a. útfellingahættu. Því er fylgst mjög vel með svæðinu og reynt að draga úr innstreymi sjávar með öllum tiltækum ráðum.

Hámarksmeðalvinnsla yfir mánuðinn hjá Hitaveitu Seltjarnarness var s.l. vetur um 44 l/s (Hrefna Kristmannsdóttir o. fl. 1992), en dæling fór yfir 50 l/s köldustu daga vetrarins og augnabliksrennsli getur orðið verulega hærra. Til að mæta slíkum álagstoppum á veturnum kemur fyrir að gangsetja þurfi allar þær vinnsluholur Hitaveitu Seltjarnarness, sem í notkun eru, þ.e. holur 4, 5 og 6. Hóla 4 er gjöfulasta borholan á Seltjarnarnesi og að vetri til gæti reynst örðugt að reka veituna í langan tíma án hennar. Í hólunni er talin vera yfirvofandi útfellingahætta og upp gætu komið þær aðstæður að gera þurfi við hana og loka af efri æðar. Líklegt er að unnt væri að sjá fyrir slíkar aðstæður með nokkrum fyrirvara, enda er fylst vel með svæðinu. Á Seltjarnarnesi eru tvö misdjúp vatnskerfi og æskilegra væri að vinna meira af jarðhitavatninu úr því dýpra eins og rakið verður hér á eftir. Sú vinnsluhola veitunnar, sem ekki er í notkun, er fyrsta vinnsluhola hennar, hola 3. Hún er nú í miðri íbúðargötu, auk þess sem mikill sandburður í henni torveldar vinnslu. Í hólunni er ennþá dæla, en hún er þó nánast ónothæf. Holan tekur mest af vatni sínu úr efri hluta jarðhitakerfisins. Æskilegt væri að steypa í hana, en hafa í henni mælirör til eftirlits með hitastigi og vatnsborði á svæðinu. Þar sem ekki er neinn stór miðlunartankur tengdur hitaveitunni er ekki unnt að leysa nema að litlu leyti þann vanda, sem upp getur komið við dælubilun að vetrarlagi, með því að eiga varadælu tilbúna til niðurstetningar. Til að gæta fyllsta öryggis væri vegna ofantalinna ástæðna æskilegt að hitaveitan kæmi sér upp á næstu árum varaholu, sem ynni vatnið aðallega úr neðri hluta jarðhitakerfisins.

Hitaveitustjórinn á Seltjarnarnesi óskað eftir því að fá umsögn og tillögur um staðsetningu á nýrri vinnsluborholu, bæði vegna þess að fyrirsjáanlega verður þörf á varaholu á næstu árum og einnig þess að æskilegt er að afmarka framtíðarborsvæði fyrir veituna talsvert fram í tímann vegna skipulags- og eignaréttarmála. Það að nú er verið að ganga frá framtíðarskipulagi byggðar á Seltjarnarnesi ýtir einnig undir fá fram þessi sjónarmið.

## Staðsetning eldri borholna

Fyrstu tvær borholurnar, sem boraðar voru á Seltjarnarnesi voru hitastigulsholur, sem boraðar voru norðan og sunnan til á nesinu, við Bygggarð og Bakka (Mynd 1). Hár hitastigull kom fram í báðum holunum og hærri í holunni við Bygggarð norðan á nesinu. Síðar voru báðar þessar holur dýpkaðar og sýnt fram á að jarðhitakerfi væri til staðar. Vegna byggðar og nálægðar við sjó er mjög erfitt að koma við hefðbundnum yfirborðsmælingum til jarðhitaleitar á svæðinu. Fram til um 1986 var rannsóknnum með borun fjölda grunnra hitastigulsholna lítið beitt við jarðhitaleit vegna kostnaðar. Á árunum 1970-1984 kom því varla til álita að bora fjölda rannsóknarholna á svæði eins og Seltjarnarnesi. Á undanförunum árum hefur borkostnaður slíkra holna hins vegar lækkað verulega og orðið mikil þróun í að beita slíkum aðferðum við jarðhitarannsóknir. Aðstæður eru því gjörbreyttar frá því sem var þegar vinnsluholur Hitaveitu Seltjarnarness voru staðsettar og boraðar. Fyrstu vinnsluholurnar á Seltjarnarnesi voru staðsettar út frá niðurstöðum frá rannsóknarholunum tveimur, önnur fremur sunnarlega og sú síðari norðarlega. Holur 5 og 6 voru svo staðsettar út frá þeim hugmyndum, sem menn höfðu um jarðhitakerfið eftir borun og rannsóknir á þessum fjórum holum (Hrefna Kristmannsdóttir, ofl. 1984). Báðar eru staðsettar rétt við holur 2 og 4, þar sem talið var að lekt væri meiri þar í grennd en annars staðar á nesinu. Vegna eignaréttarsjónarmiða var hola 6 reyndar boruð norðar en áformað var í fyrstu.

## Gerð jarðhitakerfisins

Það líkan, sem sett var fram af svæðinu eftir borun fyrstu fjögurra holnanna (Jens Tómasson ofl.1977) var þannig að svæðið skiptist í tvö misheit vatnskerfi, efra og neðra kerfi. Efra kerfið nær á suðurhluta svæðisins niður á um 600 m dýpi og er þar 60-70 °C heitt. Á norðurhluta svæðisins er það heitara, 80-90 °C heitt á 500 m dýpi og nær niður á 900 m dýpi. Neðra kerfið kom fram neðan við 1400-1600 m dýpi og er 120-130 °C heitt. Á grundvelli þessara niðurstaðna var talið að vatnið í efra kerfinu streymdi upp í norðri og niður í suðri og því væru líkur á meiri lekt í norðurhluta svæðisins, einkum í efra kerfinu. Túlkun á gögnum um vatnsborðbreytingar benti til þess að óvatnsgeng bergsmíð skildi á milli Seltjarnarnessvæðisins og Laugarnessvæðisins, þannig að vinnsla hvors um sig hefði ekki áhrif á hitt. Í neðra vatnskerfinu voru ágætatar vatnsæðar bæði í holu 3 og 4 og því taldar góðar líkur á að hitta á gjöfular vatnsæðar í holum, sem staðsettar væru á milli þessara holna. Í holu 5 (Svanbjörg Haraldsdóttir, 1984) voru góðar vatnsæðar niður á um 900 m dýpi og einnig í 2100 m dýpi. Þéttara berg var þar á milli þótt einnig væri nokkur vatnsgæfni á því dýptarbili. Niðurrennsli var úr efra vatnskerfinu niður í djúpæðina í holu 5. Í henni (Árný E. Sveinbjörnsdóttir o. fl., 1984) er djúpæðin, samkvæmt prófunum í borlok tengd mjög takmörkuðum geymi. Hola 6 er sú dýpsta á svæðinu, 2700 m djúp, og vatnsæðar voru alveg niður í botn holunnar. Svipuð mynd af jarðhitakerfinu kom fram í þeirri holu og eldri holunum, þannig að í efstu 900-1000 m var mikil lekt. Þar neðan við kom þéttara berg og síðan aftur lekari bergmyndanir neðan u. þ. b. 2000 m dýpis. Á mynd 2 er sýnd dreifing helstu vatnsæða í borholunum og áætlað hlutfall þeirra af heildarrennsli. Í holum 3 og 4 voru djúpæðarnar á minna dýpi, en í holum 5 og 6 og því er ekki víst að sömu vatnsgengu berglögin séu skorin. Fyrsta vatnafræðilíkanið af svæðinu var gert eftir borun allra sex holnanna á svæðinu, árið 1987 (Helga Tulínus ofl., 1987). Í því líkani kemur fram mjög svipuð mynd af jarðhitakerfinu og menn höfðu tíu árum áður, þótt nokkur smávægileg frávik komi fram og myndin er orðin fyllri og nær dýpra niður í kerfið. Í skýrslunni um líkanið var því slegið fram að hugsanlega væru tengsl milli Álftaness- og Seltjarnarness jarðhitasvæðanna. Var sú tilgáta einkum byggð á hitastigulskorti af höfuðborgarsvæðinu. Ekki var í úttektinni fjallað neitt frekar um hugsanleg tengsl við Laugarnessvæðið, en gengið út frá því að óvatnsgeng skil væru á milli þeirra eins og eldri úttekt hafði bent til. Á þeim tíma voru einungis til mjög gróf gögn um vinnslu á svæðinu og viðbrögð svæðisins við henni. Við forðafræðiúttektina voru vinnslugögnin notuð til að stilla af líkanið og það síðan notað til að gera vinnsluspár fram í tímann. Síðan hefur gagnasöfnun verið bætt mikið og bráðlega þyrfi að endurskoða líkanið með tilliti til nýrra gagna

og endurmeta vinnsluspár. Æskilegt er að tengja slíka úttekt á svæðinu við úttekt á öðrum jarðhitasvæðum á höfuðborgarsvæðinu, einkum Laugarnessvæðinu, til að endurmeta hugsanleg tengsl milli þeirra svæða.

### Staðsetning og dýpi nýrrar vinnsluholu

Eins og rakið var hér að framan eru gögn um útbreiðslu og uppstreymisrásir jarðhitakerfisins af skornum skammti. Vitneskja um jarðhitakerfið er að mestu fengin frá borun þeirra sex holna, sem eru á svæðinu og flestar eru á litlum bletti. Miðað við núverandi vitneskju virðist líklegt til árangurs að bora vinnsluholu á milli holu 3 og hinna holnanna. Hins vegar eru taldar minni líkur á árangri verði borað austan við þá línu og ekkert er vitað um svæðið vestan við hana. Eins og fram kom hér á undan hefur kostnaður við borun grunnra rannsóknarholna lækkað og sú aðferð að bora net af rannsóknarholum til að afmarka stærð og finna uppstreymisrásir jarðhitasvæða hefur gefið góða raun á undanförmum árum. Því er lagt til að áður en staðsett verður ný vinnsluhola á svæðinu verði boraðar 3-4 rannsóknarholur (hitastigulsholur) til að afmarka betur stærð og upprentlissvæði jarðhitavatnsins og til að gefa vísbendingu um hugsanleg tengsl svæðisins við Álftanessjarðhitasvæðið. Lagt er til að holurnar verði u.þ.b. 150 m djúpar. Gera þarf ráð fyrir að steypa í þær mælirör í botn til að koma í veg fyrir aukið niðurrennsli í svæðið. Í tengslum við þessar framkvæmdir væri ráðlegt að loka gömlu rannsóknarholunum, holum 1 og 2 til að hindra niðurrennsli um þær niður í neðra vatnskerfið. Fjórar 150 m djúpar hitastigulsholur kosta einungis brot af verði djúprar vinnsluholu og auka verulega líkur á góðum árangri ásamt því að gefa upplýsingar um svæðið, sem munu stuðla að betri nýtingu þess í framtíðinni. Tillaga um staðsetningu hitastigulsholnanna er sýnd á mynd 1. Byrjað yrði á holu um 400 m vestan við holu 2, síðan yrði boruð hola um 200 m SV við Bakkatjörn. Þriðja holan yrði boruð um 400 m ASA við holu 5. Fjórða holan er svo staðsett á Suðurnesinu og er einkum ætlað að gefa vísbendingu um hugsanleg tengsl við Álftanessvæðið. Fylgst yrði með holunum í borun og gæti áætlun breyst eftir árangri og ákvörðun tekin um fleiri eða færri holur eftir honum.

Æskilegt væri að um svipað leyti og hitastigulsholurnar yrðu boraðar væri búið að taka dæluna úr holu 3 og ganga frá henni þannig að unnt væri að hitamæla hana.

Að lokinni borun rannsóknarholna og úrvinnslu og túlkun á niðurstöðum verður afmarkað æskilegt framtíðarvinnslusvæði og næsta djúpa vinnsluhola staðsett. Þar sem vatnskerfið nær a.m.k. niður í 2700 m og æskilegt er að vinna frekar úr neðra vatnskerfinu vegna minni sjávarmengunar, þarf holan að vera 2500-3000 m djúp.

### Fóðrun

Eins og fram hefur komið við rannsóknir á borholum á svæðinu (Hrefna Kristmannsdóttir og Helga Tulinius, 1988) þá er dýpri hluti jarðhitakerfisins enn mun minna mengaður af sjó en sá efri. Líkur benda til að veruleg saltmengun nái niður í rúmlega 500 m dýpi, en að æðar á 700 m dýpi séu mun minna mengaðar. Mikið niðurrennsli var í holu 5 niður í botnæð holunnar og þrýstings frá sjó farið að gæta í efrakerfisæðunum. Á 800-900 m dýpi gæti verið komið niður fyrir þrýstíáhrif frá sjó. Því er lagt til að nýja holan verði fóðruð niður í u.þ.b. 800 m dýpi.

### Framkvæmd borunar, mælingar og prófanir í borlok

Í þessari greinargerð verður ekki gerð nákvæm áætlun um borun, né mælingar og rannsóknir tengdar henni. Það verður gert þegar og ef ákveðið verður að bora. Til að gera megi fyrstu kostnaðaráætlun þarf þó að benda á nokkur atriði varðandi framkvæmdina.

Borað verður á hefðbundinn hátt og vinnslufóðring þarf líklega að vera 13 3/8 " víð og ná í u.þ.b.

800 m dýpi og holuvídd þar fyrir neðan a.m.k. 9 1/2". Dýpi verður á bilinu 2500-3000 m. Gera þarf upphitunarmælingar í borhléum og hitamæla eftir þau. Í borlok þarf að gera ýmasar jarðlagamælingar, a. m. k. hita-, víddar- og viðnámsmælingar. Síðan er holan afkastaprófuð og gerðar þrýstiprófanir og að þeim loknum er aftur afkastaprófað. Mikilvægt er að Jarðboranir sjái til þess að tiltækir verði 3-4 pakkarar í góðu ástandi í borlok.

## Tilvitnanir

Árný E. Sveinbjörnsdóttir, Jens Tómasson og Þorsteinn Thorsteinsson, 1984. Seltjarnarnes, Hola SN-05. Framkvæmd borunar, jarðlagaskipan og örvunaraðgerðir. OS-84091/JHD-41, 30 s.

Helga Tuliníus, Amanda L. Spencer, Guðmundur S. Böðvarsson, Hrefna Kristmannsdóttir, Þorsteinn Thorsteinsson og Árný E. Sveinbjörnsdóttir, 1987. Reservoir studies of the Seltjarnarnes geothermal field Iceland. OS-87032/JHD-07. 55s.

Hrefna Kristmannsdóttir, 1983. Breytingar á efnasamsetningu jarðhitavats á Seltjarnarnesi á tímabilinu 1970-1983. OS-83106/JHD-19. 27s.

Hrefna Kristmannsdóttir, Þorsteinn Thorsteinsson og Jens Tómasson, 1984. Varðar rannsóknir og borun fyrir Hitaveitu Seltjarnarness. Greinargerð Orkustofnun, 84.02.10, 7s.

Hrefna Kristmannsdóttir og Helga Tuliníus, 1988. Hitamæling og djúpsýnataka í holu Sn-4 á Seltjarnarnesi 1988. OS-88037/JHD-19 B, 8s.

Hrefna Kristmannsdóttir, Guðrún Sverrisdóttir og Hilmar Sigvaldason, 1992. Hitaveita Seltjarnarness. Vinnslueftirlit 1991-1992. OS-92061/JHD-34 B, 15s.

Kristmannsdóttir, H., 1986. Exploitation induced infiltration of seawater into the Seltjarnarnes geothermal field, Iceland. Geothermal Resources Council, Transactions, vol 10, 389-393.

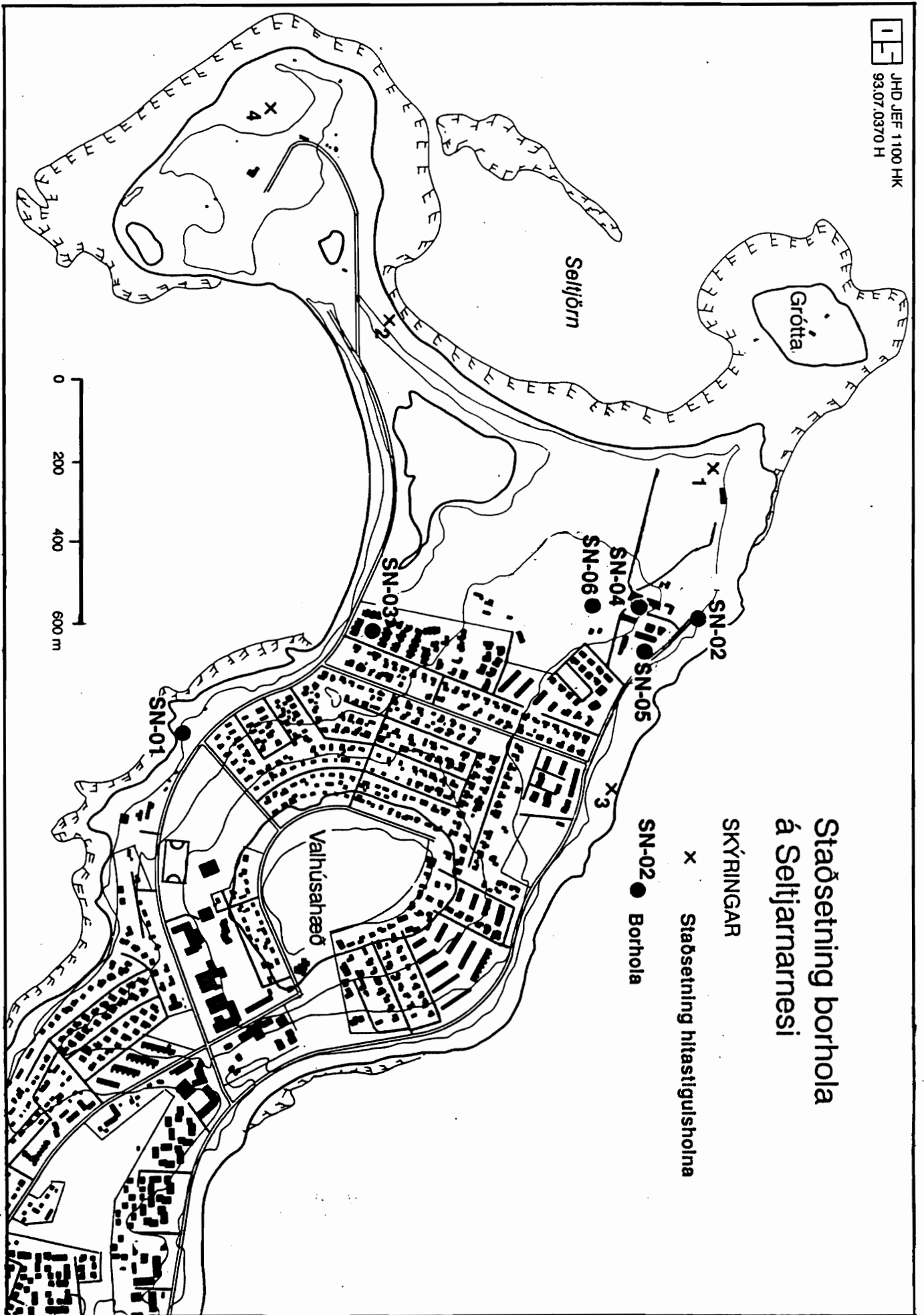
Jens Tómasson, Þorsteinn Thorsteinsson, Hrefna Kristmannsdóttir og Ingvar B. Friðleifsson, 1977. Höfuðborgarsvæðið. Jarðhitarannsóknir 1965-1973. OS/JHD-7703. 109s.

Svanbjörg Haraldsdóttir, 1984. Seltjarnarnes, Hola Sn-5. Hitamælingar. OS-84061/JHD-21. 18s.

## Myndaskrá

1. Borholur á Seltjarnarnesi.
2. Vatnsæðar í borholum á Seltjarnarnesi.

Mynd 1. Borholur á Seltjarnarnesi



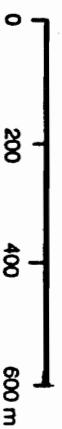
JHD JEF 1100 HK  
93.07.0370 H

Staðsetning borhola  
á Seltjarnarnesi

SKÝRINGAR

X Staðsetning hitastigulsholna

● Borhola



Mynd 2. Vatnsæðar í borholum á Seltjarnarnesi.

