

Staða jarðhitarannsókna á
höfuðborgarsvæðinu og tillögur um
áframhaldandi rannsóknir. Álitsgerð

Jens Tómasson

Greinargerð JT-86-01

STAÐA JARÐHITARANNSÓKNA Á HÖFUÐBORGARSVÆÐINU OG TILLÖGUR UM
ÁFRAMHALDANDI RANNSÓKNIR. Álitsgerð

Skilgreining rannsókna

Venja hefur verið að skipta jarðhitarannsóknum í tvennt; yfirborðsrannsóknir og djúprannsóknir. Yfirborðsrannsóknir byrja oftast með kortlagningu hvera og lauga á jarðhitasvæðinu, síðan er rennsli og hiti hveranna mælt og að lokum er svo efnasamsetning hveravatnsins greind (isótópar). Aðrar yfirborðsrannsóknir eru: Jarðfræðileg kortlagning, viðnámsmælingar, þyngdarmælingar, segulmælingar og jarðsveiflumælingar. Öllum þessum aðferðum hefur verið beitt hér á Höfuðborgarsvæðinu. Mikið af þessum rannsóknum hefur komið út í ýmsum greinum og skýrslum, en einnig er mikið til af óbirtum gögnum frá þessum rannsóknum.

Djúprannsóknir: Það eru þær rannsóknir sem hægt er að gera í borholum. Þessum rannsóknum hefur oft verið skipt í þrennt, það er jarðhitafræðilegt eftirlit með borunum, rannsóknir á borholum eftir að borun lýkur og vinnslurannsóknir.

Í jarðhitafræðilegu eftirliti með borunum felast eftirfarandi atriði:

1. Ráðleggingar meðan á borun stendur um fódurrörsdýpt, steypingar, lokun vatnsæða tímabundið, mælingar og dýpi holu.
2. Líta eftir mælingum bormanna og prufutökur, skoltap o.fl.
3. Greina jarðlög meðan á borun stendur. Jarðlögin eru eingöngu greind með stereosmásjá, gert er jarðlagasnið, um þetta snið eru færð ýmis atriði frá bormönnum, álag og krónugerð, fódurrörsbreidd og dýpi, steypingar í holum, vatnsæðar (skoltap), borhraði m/klst. Snið þarf að vera til þegar borun lýkur. Þetta jarðlagasnið kallast frumjarðlagasnið.
4. Prófanir og mælingar í lok borunar. Þrýstiprófun (loftdæling og pakkanir), þrepaðælingar til afkastamælinga, borholumælingar jarðlaga og hitamælingar.

Þessi ofantöldu atriði eru tekin saman í B-skýrslu. Þó eru ekki jarðlagamælingar í B-skýrslum og þrepaðælingar eru oftast í A-skýrslum.

Rannsóknir eftir að borun lýkur. Holan er hitamæld nokkrum sinnum, reynt að finna út berghitann í holunni og vatnsborð eða þrýstingur mældur. Unnið úr jarðlagamælingum og mælingar bornar saman við jarðlagagreiningu, reiknaður út poruhluti bergs og kísilmagn í bergi.

Jarðlagasniðið er tekið til endurskoðunar eftir að þunnsneiðar hafa verið gerðar og jarðlagamælingar teiknaðar með jarðlögumum. Ummyndunarrannsóknir: steindir greindar með röntgen, í stereosmásjá. Ummyndunarsnið: sýnt er á hvaða dýpi hver steind hefur verið greind. Auk greininga frá röntgen eru færðar þær steindargreiningar sem gerðar voru með stereosmásjá og þær sem fundist hafa í þunnsneiðum. Einnig er á þessari teikningu einfaldað jarðlagasnið og áætlaður berghiti. Á síðustu árum hefur einnig verið fundið með smásjárrannsóknum í hvaða röð ummyndunarsteindirnar hafa myndast. Þessar rannsóknir enda svo með A-skýrslu.

Vinnslurannsóknir: Holurnar eru rennslisprófaðar, dæluprófaðar eða látnar blása (gufuholur), hiti, rennsli og þrýstingur mældur (vatnsborð) efna- og ísotópasamsetning vatnsins mæld. Reynt er að finna út eins fljótt og unnt er hve svæðið þolir mikla vinnslu.

Heildarskýrsla um allar rannsóknir sem gerðar hafa verið á jarðhitasvæðinu, bæði yfirborðs- og djúprannsóknir. Reynt er að finna jarðhitalíkan sem er í sem bestu samræmi við allar rannsóknir sem framkvæmdar hafa verið á svæðinu.

Yfirlits skýrslur eru um einstaka þætti rannsókna á einu jarðhitasvæði eins og jarðfræði, vatnafræði og jarðefnafræði.

JARÐHITASVÆÐI Á HÖFUÐBORBARSVÆÐINU, NÝTING OG RANNSÓKNIR

Á Höfuðborgarsvæðinu eru fjögur jarðhitasvæði sem eru nýtt, það er Seltjarnarnes-, Laugarnes- og Elliðaársvæðin og Reykjásvæðin í Mosfellssveit.

Seltjarnarnessvæðið. Enginn jarðhiti á yfirborði. Jarðhitasvæðið fundið með hitastigulsholum sem voru boraðar 1965. Áður en hitaveitan tók til starfa (1973) voru boraðar fjórar djúpar holur frá 856 - 2025 m djúpar og þar af tvær holur með Gufubor og voru það fyrstu vinnsluholur Hitaveitunnar. Allvel var gerð grein fyrir rannsóknum og þeim borunum sem framkvæmdar voru áður en Hitaveitan var stofnuð í Höfuðborgarskýrslum (Jens Tómasson o.fl. 197). Síðan hafa verið boraðar tvær holur, önnur með Gufubor og hin með Jötnei. Fremur lítið hefur verið unnið við rannsóknir á þessum tveim holum, aðallega vegna lítills áhuga forráðamanna Hitaveitunnar á framhaldi rannsókna, þar sem þeir álíta að búið sé að leysa vatnsöflunarmál þeirra til eilífdar. Hins vegar er í gangi vinnslueftirlit sem JHD annast (vatnafræði og efnafræði).

Laugarnessvæðið. Hverir á yfirborði um 10 l/s af 90°C heitu vatni við þvottalaugarnar. Boranir á þessu svæði byrjuðu 1928. Þetta voru kjarnaboranir (haglaborun). Boranir með þessum borum héldu áfram til 1965 víðsvegar í borgarlandinu. Alls voru boraðar 41 hola 200-600 m djúpar, þar af voru um helmingur af þessum holum nærri þvottalaugunum. Nokkur grein hefur verið gerð fyrir þessum borunum, einkum hitamælingum (Gunnar Bödvarsson og Guðmundur Pálmason, 1961; Guðmundur Pálmason, 1964; Jens Tómasson o.fl., 1977). Á árunum 1959-1963 voru boraðar 22 holur með Gufubor 650-2198 m djúpar. Af þessum holum var gert frum jarðlagasnið ásamt vatnsæðum í holunum (ÞTh), en engin lýsing fylgdi. Lítið hefur verið unnið úr hitamælingum frá þessum borunum. Þó hafa verið birtar hitamælingar frá þessu svæði hér og þar. Gerð var grein fyrir vatnafræði svæðisins (Þorsteinn Thorsteinsson og Jónas Elíasson, 1970). Í þeirri grein var einnig nokkur samantekt um jarðfræði svæðisins. Síðan hafa verið boraðar fjórar holur á þessu svæði og er sú dýpsta 3085 m djúp. Búið er að gera A-skýrslur um allar þessar boranir, en engin samantektarskýrsla hefur verið skrifuð um svæðið, og ljóst er að mikið er ógert af rannsóknum á borholugögnum, einkum hitamælingar og jarðfræði.

Ellidaársvæðið: Mjög lítill jarðhiti er á yfirborði, aðeins volgrur með mjög litlu rennsli. Jarðhitasvæðið er afmarkað með hitastigulsholum.

Á árunum 1967-1971 voru boraðar 12 holur 861-1615 m djúpar með Gufubor á þessu svæði eða í nágrenni við það. Ellefu (11) af þessum holum voru boraðar fyrir HR og ein fyrir Kópavogskaupstað. Um þessar boranir og rannsóknir þeim viðkomandi var skrifuð heildarskýrsla 1977 (Jens Tómasson o.fl., 1977). Í þeirri skýrslu var öllum rannsóknum á þessu svæði gerð eins góð skil og við höfðum vit til á þeim tíma. Þessi skýrsla var ekki eingöngu um Ellidaársvæðið. Fjallað var um yfirborðsjarðfræði, hitastigul og viðnámsmælingar á svæðinu frá Kjalarnesi til Kaldársels. Einnig var skrifað nokkuð bæði um Seltjarnarnes og Laugarnessvæðið.

Síðan Höfuðborgarskýrslan kom út hafa verið boraðar fjórar holur (RV-36, 37, 39 og 41) á þessu svæði og eru komnar út A-skýrslur um allar þessar holur nema eina, en A-skýrsla um hana er í burðarliðnum. Árið 1982 kom út skýrsla frá Vatnaskilum um holurnar á Ellidaársvæðinu og einnig skýrsla um efnasamsetningu vatnsins eftir Einar Gunnlaugsson. Árið 1983 var send skýrsla í handriti til HR eftir Jens Tómasson og Þorstein Thorsteinsson, "Borun R-39 og framhald borana á lághitasvæðum HR". Í þessari skýrslu er vatnsfræðilegt líkan af Ellidaársvæðinu og tillögur um boranir sem sumpart er þegar búið að framkvæma. Í skýrslunni um Ellidaársvæðið sem á að ljúka á þessu ári, verður þessi skýrsla til endurskoðunar og athugað hvernig líkanið stenst í ljósi núverandi vitneskju og tillögur um áframhaldandi rannsóknir.

Mosfellssveitarsvæðið (Reykir). Á Reykjum var mikill yfirborðsjarðhiti áður en boranir hófust um 120 l/s af 20°C heitu vatni. Boranir hófust á Reykjum 1933 og 1944 var Hitaveita Reykjavíkur stofnuð, nýtt var vatn frá Suður-Reykjum. Seinna (1952) var vatn einnig tekið frá Norður-Reykjum. Samtals voru boraðar 69 holur 100-600 m djúpar. Vatnið var sjálfrennandi og þegar rennslið var mest var það 360 l/s 1955, en hafði minnkað niður í 300 l/s 1970. Á árunum 1970-1977 voru boraðar 35 holur með Gufubor 800-2050 m djúpar. Auk þessara 37 boraði Gufuborinn tvær holur 1959, svo að alls voru boraðar 39 holur á þessu svæði með Gufubor. Settar voru djúpdælur í þessar holur og dælt úr þeim í stað sjálfrennslis í eldri holum og nú er hægt að dæla 1500-1800 l/s af 86°C heitu vatni.

Staða rannsókna. Sjálfrennandi holurnar voru boraðar með kjarnaborun, en enginn kjarni er varðveittur frá þessum holum og engin jarðlagagreining er til. Til er mjög mikið magn af hitamælingum frá þessum holum en lítið hefur verið unnið úr þessum mælingum. Þó gerði undirritaður nokkur kort af hita frá mismunandi dýpi 1972 og einnig kort af hitabreytingum (kælingu), sem orðið hafa á svæðinu samkvæmt þessum mælingum, en þetta komst ekki lengra, og teikningarnar eru geymdar í gagnasafni OS.

Búið er að gera B-skýrslur um þessar boranir nema um 8 fyrstu holurnar, en frumjarðlagasnið er til, auk ýmissa álitsgerða um boranir þessara hola, svo að tiltækar upplýsingar um þessar fyrstu 8 holur eru litlu minni en B-skýrslur myndu gefa. Þorsteinn Thorsteinsson (1975) skrifaði grein um vatnafræði svæðisins og Jens Tómasson og Þorsteinn Thorsteinsson (1975 og 1978) skrifuðu um þrýstiprófanir á þessu svæði, en þessi aðferð var þróuð á þessu svæði (1970-1977). Vatnaskil skrifuðu um vatnafræði svæðisins 1985.

Margar jarðhita- og jarðfræðirannsóknir hafa verið gerðar á Höfuðborgarsvæðinu sem ekki eru bundnar við einstök jarðhitasvæði og ætla ég að nefna tvennar rannsóknir, viðnámsmælingar og borun hitastigulshola. Nokkrar viðnámsmælingar hafa farið fram síðan 1971 þegar GG og JT lögðu fram tillögur um viðnámsmælingar til að afmarka núverandi vinnslusvæði betur (Guðmundur Guðmundsson og Jens Tómasson, 1971). Síðan hefur þessum mælingum verið haldið áfram og fleiri tillögur um slíkar mælingar verið framkvæmdar.

Síðasta skýrslan um þessar mælingar kom út 1985 (Lúðvík S. Georgsson, 1985). Eins og áður hefur verið sagt frá hefur hitaveitan borað mikið af holum sem má nota til að mæla hitastigul en á árunum 1965-1968 voru boraðar 13 holur á Höfuðborgarsvæðinu til að mæla hitastigul. Hita- stigulskort sem byggt var á þessum borunum og eldri gögnum var birt í Höfuðborgarskýrslunni (Jens Tómasson o.fl., 1977). 1984 var bætt 10 holum við og nú er komið allgott hitastigulskort frá Leiruvogi og suður fyrir Hafnarfjörð.

Hitastigulskortið og viðnámsmælingarnar gefa nokkuð sameiginlega mynd. Suður og austur af núverandi vinnslusvæðum er hátt við nám og enginn hitastigull. Þetta er brotabelti við jaðra gosbeltisins sem er fyllt með köldu vatni niður á nokkur hundruð metra dýpi. Á svæðinu frá Reykjum og niður í Leiruvog og svo meðfram ströndinni og yfir Álftanes er lágt við nám, þó lægst á núverandi vinnslusvæðum (Lúðvík S. Georgsson, 1985). Hitastigullinn er misjafn á þessu svæði, en hann er hár á núverandi vinnslusvæðum og á Álftanesi þar sem er hár hitastigull á stóru svæði. Þarna var einnig jarðhiti á yfirborði, stór hver úti í sjó við Hlið á Álftanesi. Álftanessvæðið er tilbúið til djúpbórunar og búið að vera það síðustu 20 ár. Hefur JHD mjög oft lagt til djúpbórun á þessu svæði bæði til HR og ríkisins, en þó ekki nokkur síðustu ár.

Grafarvogssvæðið er samtengt Elliðaáarsvæðinu hvað hitastigul varðar en djúpbóranir sýna að þetta er sitt hvort svæðið. Á Grafarvogssvæðinu er talsvert mikill jarðhiti á yfirborði en hitinn í lindum er lágur, frá 7-18°C. Þess vegna hefur lítið verið tekið eftir þessu jarðhitasvæði en samanlagt rennsli er nokkur hundruð l/s og alls er búið að kortleggja um 25 lindir.

Á Álfsnesi er jarðhitasvæði. Þar eru hverir á yfirborði og þar hefur verið boruð ein hola og fengist 80°C heitt vatn. Við nám á Álfsnesi er hátt. Er hugsanlegt að vatnið þar sé í þröngum rásum. Þarf meiri rannsóknir áður en það svæði væri nýtt. Hinum megin við Leiruvoginn, við Korpuós er hár hitastigull og var boruð þar 1200 m djúp hola 1985. Þetta svæði er nú í rannsókn.

Í Kópavogsdal er hár hitastigull. Það er hugsanlegt að þetta sé tengt jarðhitasvæðinu á Álftanesi.

Framhaldsrannsóknir:

- a) Söluverk sem búið er að semja um.
 1. A-skýrsla um RV-41. Skýrslan er á lokastigi (síðasta holan á Elliðaáarsvæðinu).
 2. Hitastigulsboranir. Um hitastigulsboranir 1984 ásamt kafla um Grafarvogssvæðið. Nokkurra vikna vinna er eftir við þessa skýrslu.
- b) Verk sem búið að vinna talsvert en ekki er til neinn samningur um deildarverk?
 1. Borun djúpra hola. Umræða um hvaða gagn væri að dýpri holum en nú eru á vinnslusvæðum HR. Skýrslan langt komin, erindi á sal 1984. Ekki hefur verið lítið á skýrsluna í ár, nokkurra vikna vinna eftir.

2. Elliðaársvæðið. Endurskoðun á skýrslu JT og ÞTh 1983. Þessi skýrsla er alllangt komin, en það er nokkurra vikna vinna eftir í þessari skýrslu.
 3. Vatnafræðileg athugun RV-42 er í gangi.
- c) Umbeðin söluverk, en enginn samningur hefur verið gerður enn.
1. Þrýstiprófanir á Laugarnes- og Elliðaársvæðinu. Beðið var um þetta verk 1983 en JHD hefur ekki treyst sér til að semja um þetta verk vegna anna þeirra sem eiga að vinna það, JT og ÞTh. Verkið er vel skilgreint og afmarkað 2-3 mánaða vinna.
 2. Úttekt á Laugarnessvæðinu. Borholujarðfræði, hitamælingar, vatnafræði o.fl. Verkið hefur ekki verið skilgreint en það er ljóst að þetta verk er talið í mannárum. Þarf að skilgreina verkið og í hvaða áföngum það yrði unnið. Byrjað er á einum hluta þessa verks í samvinnu við Vatnaskil um vatnafræði svæðisins og búið að ganga frá samningi um þann hluta verksins.
- d) Hugsanleg söluverk en ósamið er við HR.
1. A-skýrsla um RV-42 (holan við Korpuós). Verkið er vel afmarkað og skilgreint. Hvort beðið verður um þetta verk er háð niðurstöðum vatnafræðilegra athugana á holunni og niðurstöður hingað til benda til að beðið verði um þessa skýrslu.
 2. Lagt er til borun fleiri hitastigulshola. Ekki verður hægt að semja um þetta fyrr en hitastigulsskýrslan kemur út.
 3. Frekari úttekt á Grafarvogssvæðinu. Tillögur um það koma í hitastigulsskýrslunni.
 4. Frekari úttekt Álftanessvæðisins. HR hefur hingað til ekki viljað kaupa neinar rannsóknir í sambandi við þetta svæði og fremur ótrúlegt að hún vilji það nú.
 5. Úttekt á Mosfellsveitarsvæðinu (jarðfræði). Bæði yfirborðs- og borholurannsóknir stefna að því að búa til heillegt jarðlagasnið. Ummyndunarrannsóknir og gera heildarmynd af sögu ummyndunar á svæðinu. Samantekt af hitamælingum frá svæðinu. Þetta yrði nær eingöngu unnið af JHD. Þessi verk eru upp á nokkur manár, en nákvæma skilgreiningu á þeim vantar. Auk þess mætti hugsa sér að vinna þetta í mörgum þáttum í samvinnu við aðra aðila, jarðefnafræði heita vatnsins, ísotópasamsetningu og almenna vatnafræði.
 6. Mjög mikið má vinna að alls konar yfirborðsrannsóknum, en þar sem þær rannsóknir verða skipulagðar af öðrum sérfræðingum stofnunarinnar lét ég frekari skilgreiningar bíða í bili. Þarna gæti verið mörg verk sem hvert um sig væri mörg ársverk.