

Árni Hjartarson
90/01



ORKUSTOFNUN
Vatnsorkudeild

Kópavogur
Jarðgöng undir Digranesháls

Árni Hjartarson

Greinargerð ÁH-90/01

Febrúar 1990

GREINARGERÐASAFN

MÁ EKKI FJÓLDEYJA

ORKUSTOFNUN
Vatnsorkudeild

Verknr. 831.700

Kópavogur

GREINARGERÐASAF

Jarðgöng undir Digranesháls

Árni Hjartarson

Greinargerð ÁH-90/01

Febrúar 1990

MÁ EKKI SÖLJAST

1. Inngangur

Eftirfarandi samantekt er unnin fyrir Vegagerð ríkisins vegna hugmynda um jarðgöng undir Digranesháls í Kópavogskaupstað, úr Fossvogsdal austur í átt að Mjóddinni. Jarðgöngin munu öll verða í Reykjavíkurgrágrýtinu. Í eftirfarandi texta er fyrst farið stuttlega yfir jarðsögu svæðisins síðan er kafli um borholur og að lokum umræða um bergið á jarðgangnasvæðinu.

2. Jarðsaga

Á Höfuðborgarsvæðinu er að finna jarðlagasyrpu sem spannar meginhluta ísaldar og endurspeglar hinar öfgakenndu veðurfarssveiflur sem einkenndu hana. Svæðið lætur ekki mikið yfir sér en samt sem áður er gerð jarðlaganna furðu fjölbreytileg. Þar getur að líta innviði fornrar megineldstöðvar, holufyllt og ummynduð hraun frá fyrri hluta ísaldar, fersk og óholufyllt hraun frá dyngjum og gígaröðum sem gosið hafa á síðustu hlýskeiðum ísaldarinnar, móberg frá jökulskeiðum, fornt sjávarset með skeljum og öðrum dýraleifum, surtarbrand með plöntuleifum, gamalt árset, vatnaset og jökulberg. Efst í jarðlögunum eru svo myndanir frá ísaldarlokum og nútíma; fornar árósamyndanir og sjávarhjallar, sjávarbotnsset, nútímahraun og jarðvegur.

Kjalarneseldstöðin. Elsta berg á Höfuðborgarsvæðinu er það stundum hefur verið kallað Viðeyjarberg meðal jarðfræðinga. Það kemur fram á yfirborði lands í Viðey, Geldinganesi, Gufunesi og á svæðinu frá Kleppi og út með Sundahöfn. Þetta er berg frá megineldstöð sem kennd er við Kjalarnes og nefnd Kjalarneseldstöð. Á stundum hefur hún verið nefnd Viðeyjareldstöð.

Kjalarneseldstöðin var virk á fyrri hluta ísaldar fyrir rúmum 2 milljónum ára. Hún hefur verið sömu gerðar og ýmsar þær megineldstöðvar sem virkar eru á Íslandi í dag s.s. Askja og Krafla. Gosefnin sem upp koma eru að sama skapi tilbrigðarík; basalt, líparít og andesít ýmist í formi hrauna, gosösku eða innskota. Lítið er vitað um hve stórt og reisulegt fjall Kjalarneseldstöðin var. Sennilega hefur hún risið tölvvert yfir umhverfi sitt því það tók nærliggjandi eldstöðvar hátt í tvær milljónir ára að kaffæra hana eftir að hún var þögnuð. Meðan Kjalarneseldstöðin var upp á sitt besta urðu í henni stórgos og öskjusig. Roföflin hafa nú sorfið hana niður í grunn þannig að lítið sést af henni. Sjórinn svarrar á leifum hennar við Sundin en í suðri og austri er hún grafin undir þykkann stafla yngri jarðlaga. Þótt jarðlög frá eldstöðinni teygi sig vafalítið inn undir Kópavog hefur þeirra ekki orðið vart í borholum þar, svo djúpt liggja þau.















Er eldvirkni dvínaði í Kjalarneseldstöðinni lögðust upp að henni jarðlög þau sem mynda Úlfarsfell og fellin í Mosfellssveit. Þar skiptast á hraunlög móberg og setlög frá fyrri hluta ísaldar. Innan marka Kópavogs finnst ekkert berg á yfirborði frá þessum tíma. Í rúml. 1500 m djúpri borholu við Smiðjuveg var hins vegar borað í gegn um jarðlög frá miðhluta hluta ísaldar. Þar skiptast á basalhraun og set frá hlýskeiðum og móberg og jökulberg frá jökulskeiðum.

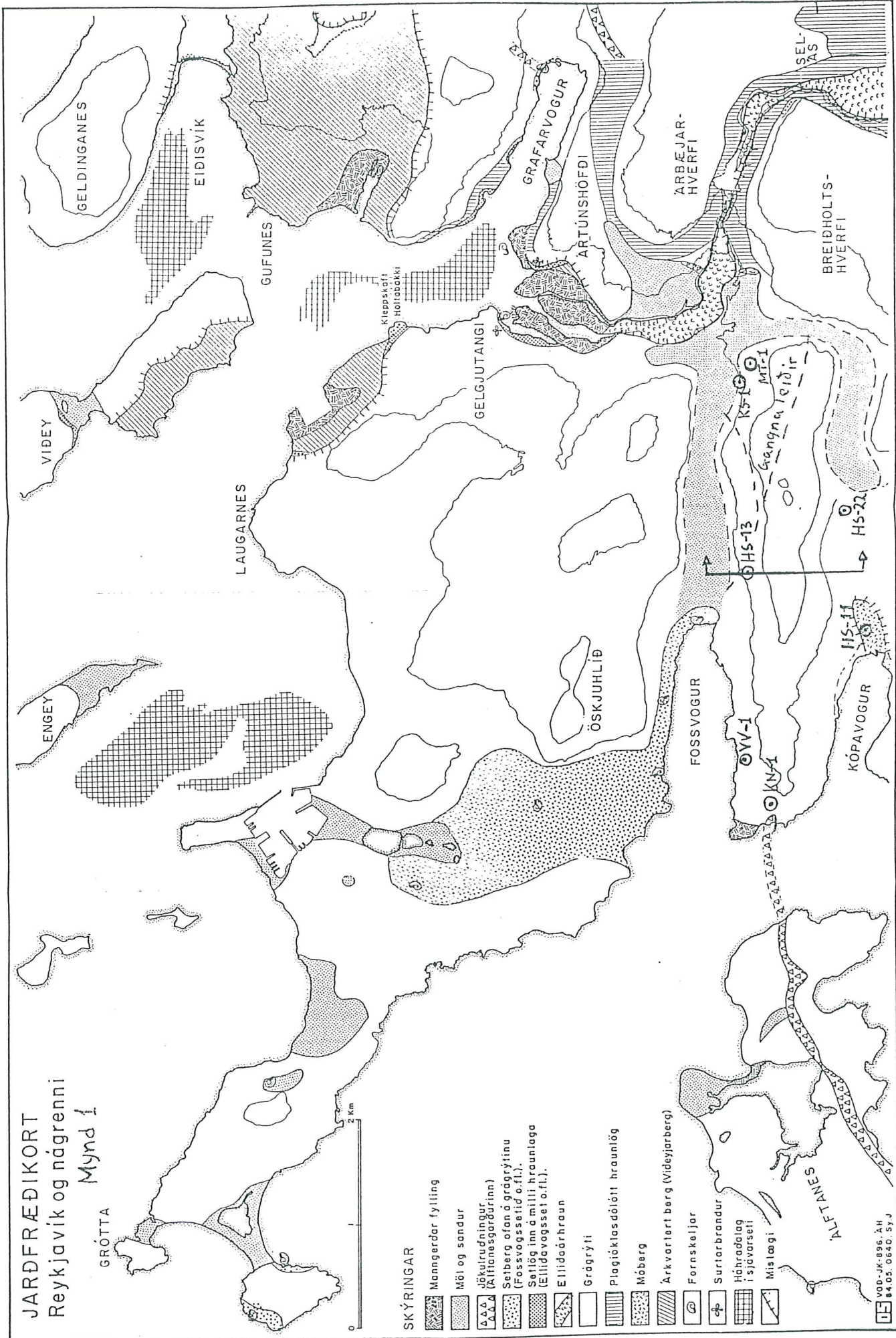
JARÐFRÆÐIKORT Reykjavík og nágrenni Mynd 1

GRÖTTA



SKÝRINGAR

-  Manggerðar fylling
-  Mál og sandur
-  Jökulruðningur (Alfonsgerðirinn)
-  Setberg ofan á grögrytinu (Fossvogssatíð o.fl.).
-  Setlög inn á milli hraunlaga (Elliðavogssæt o.fl.).
-  Elliðaáhraun
-  Grögryti
-  Plagióktasatítt hraunlög
-  Móberg
-  Árkvartert berg (Videyjarberg)
-  Fornskeljar
-  Surttarbröndur
-  Háhráðalög Ísjarvætt
-  Mistlengi



Ellidavogslögin. Jarðlög þau sem liggja ofan á leifum Kjalarneseldstöðvarinnar við Viðeyjarsund og djúpt í jörðu undir grágrýtinu í Reykjavík og Kópavogi eru meira en milljón árum yngri en eldstöðin sjálf. Þarna hefur því orðið langt hlé á jarðlagaupphleðslunni og á þeim tíma hafa roföflin verið all stórtæk. Þegar leið á ísöldina tók að brydda á núverandi landslagsformum. Kjalarneseldstöðin var þá löngu kulnuð og við Sundin blá brotnaði hafaldan á skerjum og sjávarhömrum og nagaði rætur hins forna eldfjalls. Þarna við ströndina tóku að myndast setlög ofansjávar og neðan. Þessi setlög eru Ellidavogslögin sem eru vel þekkt í íslenskrí jarðfræði. Neðantil eru þau gerð úr leirsteini með steingerðum fornskeljum. Ofan á sjávarsetinu eru ýmsar strandmyndanir og jökulberg, en efst er þurrlendisset m.a. þunnt slitrótt lag af samanpressuðum mó eða hálfildings surtarbrandi. Í honum hafa fundist frjökorn, fræ og aldin ýmissa plantna svo og leifar smádyra.

Ellidavogslögin eru útbreidd setlög og ná allt ofan frá Brimnesi á Kjalarnesi og suður á Álftanes. Þau eru mjög misþykk frá einum stað til annars. Lítið er vitað um aldur Ellidavogslaganna nema hvað þau eru mynduð á því segulskeiði jarðar sem nú ríkir, en það hófst fyrir 700.000 árum. Lögin virðast vera mynduð á all löngu tímabili sem sjá má af því að þau eru gerð úr jafn ólíku seti og jökulurð og mó. Inni í Ellidavogssetinu eru grágrýtishraunlög á stöku stað en það sýnir að eldvirknin var í fullum gangi á meðan á upphleðslu þeirra stóð. Í holu sem boruð var við Vesturvör í Kópavogi, á lóð Jarðborana hf. var farið í gegn um 13 m þykkt setlag eftir að komið var niður úr efsta grágrýtinu á 22 m dýpi. Í borkjarnanum sást að skeljar voru í setinu en undir því var aftur grágrýti rétt segulmagnað. Að öllum líkindum er þetta efri hluti Ellidavogssetsins. Ef borað hefði verið niður úr grágrýtinu neðan við þetta setlag eru líkur á því að neðri hluti Ellidavogslaganna hefði komið í ljós. Neðri hluti Ellidavogslaganna kemur fram í nokkrum borholum í Kópavogi og eru víðast í kring um 50 m undir sjávarmáli (sjá töflu 4, mynd 2 og kaflann um borholur í Kópavogi).

Gamalt móberg. Fyrir botni Arnarnesvogs og Kópavogs að sunnan sér í móberg við ströndina. Sennilega teygir þetta móberg sig upp með Kópavogslæk þótt hvergi sjái í það á þeim slóðum. Móbergsins verður vart í borholum í Vesturbænum í Reykjavík, á Seltjarnarnesi og allt suður í Hafnarfjörð. Mesta þykkt þess í borholum er um 40 m. Þetta er elsta móberg sem vitað er um á yfirborði á Höfuðborgarsvæðinu og er líklega myndað við gos undir jökli snemma á núverandi segulskeiði.

Grágrýtið. Eftir myndun Ellidavogslaganna upphóst mikil eldvirkni á Höfuðborgarsvæðinu eða í nágrenni þess. Þá myndaðist hraunlagasyrpa sú sem einu nafni hefur verið nefnd Reykjavíkurgrágrýti. Hún þekur mikil landssvæði frá sjó og upp að Hengli, milli Kollafjarðar og Hafnarfjarðar. Hér er um allmörg hraun að ræða, misgömul og frá mismunandi eldstöðvum. Langflest þeirra eru dyngjuhraun komin frá eldfjöllum af sömu gerð og t.d. Skjaldbreiður. En hér og hvar í hraunastaflanum finnast þó sprunguhraun sem runnin eru frá gígaröðum eins og algengar eru á Reykjanesskaga. Á stöku stað má finna millilög, fornan jarðveg, vatnaset og jökulberg milli þessara hrauna, t.d inn með Elliðaánn og í Setbergshamri í Hafnarfirði sem áður er á minnst.

Elsta grágrýtislagið sem til sést á yfirborði lands er á ströndinni í Gelgjutanga við Ellidavog í Reykjavík. Það er eldra en yngsti hluti Ellidavogslaganna og gengur inn undir mó og jökulberglög þeirra.

Hið eignlega Reykjavíkurgrágrýti leggst ofan á Ellidavogslögin og sem myndar breggrunninn undir meirihluta Höfuðborgarsvæðisins allt utan frá Engey og Viðey og suður á Álftanes. Allur berggrunnur Kópavogsbæjar að undanskildu móberginu inn með Kópavogslæk virðist

vera úr þessu grágrýti. Upptök þess eru óþekkt. Þykkt grágrýtislaganna í Reykjavík er um 50 m þegar miðað er við hæstu hæðir s.s. Öskjuhlíð. Í Kópavogi virðast þau eitthvað þykkari. Í borholu HS-13 við Nýbýlaveg eru þau 76 m þykkt og í borholu HS-22 við Digranes 87 m. Hér virðist þó ekki vera um eina samfellda gosmyndun að ræða því skil og millilag í grágrýtinu sýnir að það hefur orðið til í a.m.k. tveimur gosum. Aldur þessara hrauna er óþekktur en þau eru ekki yngri en frá næst síðasta hlýskeiði ísaldar.

Reykjavíkurgrágrýtið er efsta gosberg í jarðlagastafla Kópavogs. Í Breiðholti finnast hins vegar yngri hraunlög og setberg ofan á því.

3. Borholur í Kópavogi

Í Kópavogi hafa ekki verið framkvæmdar miklar jarðboranir en þó eru a.m.k. 11 borholur innan marka þéttbýlishluta Kópavogs. Auk þess eru nokkrar holur í nágrenni Gunnarshólma sem ekki eru til umræðu hér. Ýmsar upplýsingar um borholurnar eru í töflu 1 og snið úr nokkrum þeirra á mynd 2.

TAFLA 1: BORHOLUR Í KÓPAVOGI

Nafn	Staður	X-hnit	Y-knit	m y.s.	Dýpi	Borun ár
HS-13	Nýbýlavegur			um 35	107 m	1968
K-1	Smiðjuvegur			um 35	1510 m	1969
MT-1	Meltunga			um 35	40 m	1960
H-22	Digranes	18921.4	13655.1	um 30	302 m	1984
KN-1	Kársnes			10-15	30 m	1959
FH-1	Fífuhvammur				54 m	1972
HS-11	Kópavogslækur			um 5	100 m	1967
HS-12	Leirdalur	18581.5	11695.9	63.9	101 m	1967
L-2	Leirdalur	18647.2	11924.1	59.28	36 m	1989
L-3	Leirdalur	18929.2	12352.7	63.03	36 m	1989
VV-1	Vesturvör			um 5	48 m	1983

Fyrstu fjórar holurnar í töflunni eru í nágrenni við rannsóknarsvæðið. VV-1 er kjarnahola en hinar eru allar greindar eftir svarfi. Í þeim kemur fram að jarðgangnaleiðin öll er í beltuðu grágrýtishrauni. Hraunið er dyngjuhraun og virðist allt hafa orðið til í einu og sama gosinu.

Borhola HS-13 við Nýbýlaveg. Efst í holunni er ferskt grágrýti sem nær niður á rúma 40 m. Þar verða óglögg skil en síðan heldur grágrýti áfram niður á 76 m dýpi. Þar fyrir neðan er 4 m þykkt set, líklega Elliðavogslögin. Undir þeim er ellilegt og holufyllt basalt. Hitastigullinn er um 115 °C/km sem er mun minna en á jarðhitasvæðinu við Elliðaár. Holutoppurinn er horfinn af yfirborði jarðar er staðsetning holunnar er allvel þekkt.

Borhola K-1 við Smiðjuveg er dýpsta borhola í Kópavogi. Hún var boruð niður á rúma 1500

m. Í borlok hrundi hún saman á um 700 m dýpi. Byrjað var að bora í grágrýti og nær það niður á 82 m dýpi. Um innri lagskiptingu í því er ekkert vitað. Í borholusniðinu á mynd 1 er lagskiptingin í efri hluta holunnar byggður á upplýsingum úr MT-1 sem er borhola skammt frá. Undir grágrýtinu eru setlög, Elliðavogslög, rúmlega 20 m þykk. Undir þeim eru segulskipti í berglagastaflanum og ellilegt berg tekur við. Þar skiptast á holufylltur hraunlagastafli með millilögum og þykk móbergslög. Hitamælingar sem gerðar voru meðan á borun holunnar stóð benda til að á um 1000 m dýpi hafi verið um 100 °C. Hitastigull er fremur lágur eða 94 °C/km.

Borhola MT-1 við Meltungu er skammt frá K-1. Ekkert er vitað um jarðlög í holunni fyrir utan það sem ráða má af skýrslu borstjórans frá því í janúar 1960. Grágrýti nær frá yfirborði og í 20 m. Millilag er á 20 - 24 m sem í skýrslunni er nefnt jökulruðningur og móberg. Síðan virðist vera beltótt grágrýti í botn á 40 m (sjá samsetta sniðið K-1 og MT-1 á mynd 2). Eftir borun stóð grunnvatnsborð í 4,7 m.

Borhola HS-22 við Digranes. Laus jarðlög eru í efstu 10 m holunnar en þar fyrir neðan eru grágrýtislög sem ná niður á 87 m dýpi. Á 60 m dýpi er þunnt millilag sem sýnir að grágrýtishraunin eru a.m.k tvö. Setlög eru ráðandi á 87-117 m en þá taka við holufyllt og ellileg basaltlög með millilögum. Hitastigullinn er 94 °C/km sem er fremur lítið.

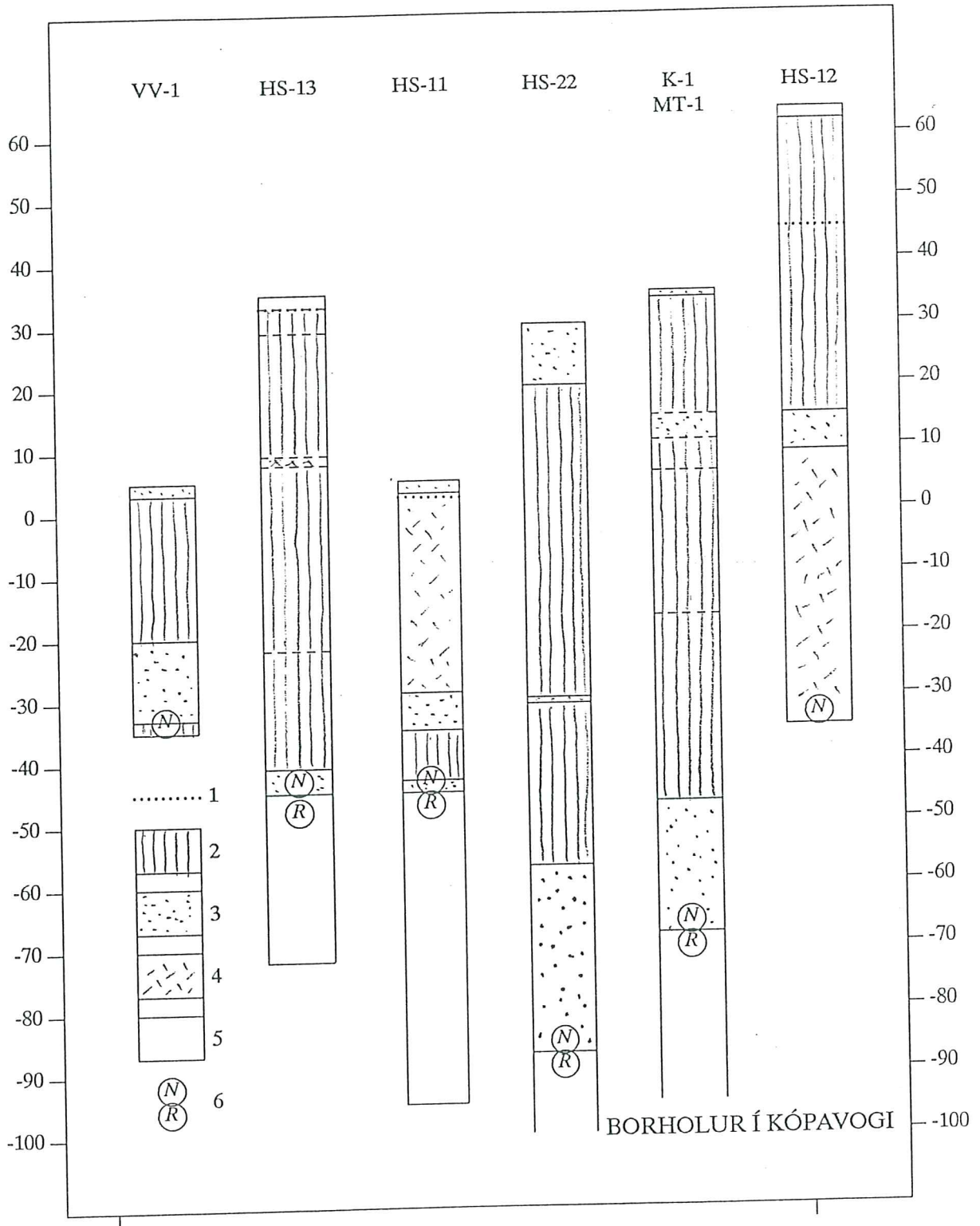
Borhola HS-11 við Kópavogslæk. Efst í holunni er móberg sem nær niður á 34 m dýpi. Þar fyrir neðan eru setlög sem ná niður undir 40 m, sennilega efri hluti Elliðavogslaga. Síðan kemur grágrýtislag sem nær niður á 48 m dýpi en þá er 2 m þykkt set, sennilega neðri hluti Elliðavogslaga. Segulskipti verða í berginu á 50 m dýpi og þar fyrir neðan er berg sem er eldra en 700.000 ára. Hitastigullinn í holunni er 145 °C/km sem er allhált gildi en þó ekki eins hátt og t.d. á Álftanesi og Seltjarnarnesi.

Borhola HS-12 í Leirdal. Jarðlög í þessari holu hafa lítið verið rannsökuð. Þó virðist ferskt grágrýti ná niður í um 50 m en þar fyrir neðan eru setlög. Hitastigull er 92 °C/km sem er fremur lágt gildi.

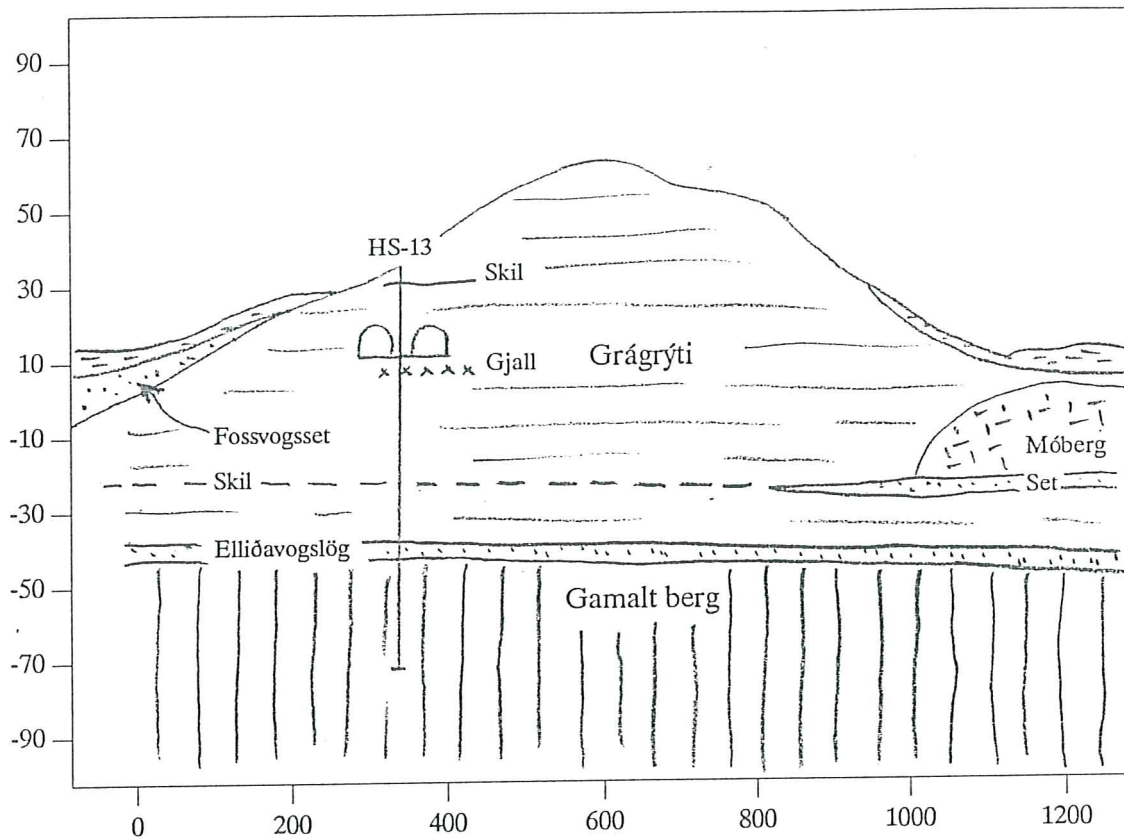
Holur L-2 og L-3 í Leirdal. Í tengslum við hugmyndir um urðun sorps í Leirdal vorið 1989 voru boraðar tvær rannsóknarholur í dalnum og aðrar tvær í nánd við Vífilsstaðavatn. Tilgangur þeirra er að varpa ljósi á grunnvatnsstreymi á þessum slóðum og mengunarhættu af völdum sorpsins. Báðar eru holurnar í Leirdal rúmir 36 m á dýpt og ná ekki niður úr grágrýtinu.

Borholan VV-1 í Vesturvör var boruð á lóð Jarðborana hf. til kennslu í borverki. Efst voru 25 m þykk grágrýtislög en þar fyrir neðan voru setlög, 13 m þykk. Í þeim voru steingerðar skeljar. Undir þeim var komið í grágrýti á ný. Holan er ekki nema 48 m djúp.

Hola KN-1 á Kársnesi sést ekki lengur en hún mun hafa verið upp af höfninni yst á nesinu í nágrenni við Nýbýlaveg. Hún var boruð 1959 vegna jarðhitaathugana og kostuð af Kópavogshreppi. Grágrýti nær niður á 12 m. Á 12 - 15 m er laust grjótlag en þar neðan við segir borskýrslan að hafi verið basalt með brunalögum, mjög sprungið og á 28 - 30 m svartur bruní. Engin sýni eru til úr holunni og borskýrslan ein til vitnis um jarðlög.



Mynd 2: Helstu borholur í Kópavogi. VV-1 Vesturvör, HS-13 Nýbýlavegur, HS-11 Kópavogslækur, HS-22 Digranes, K-1 og MT-1 Smiðjuvegur, HS-12 Leirdalur. Skýringar: 1) Grunnvatnsborð 2) grágrýti 3) setlag 4) móberg 5) gamalt berg 6) segulskil.



Mynd 3. Þversnið; Birkigrund - Brattabrekka.

4. Jarðgöngin

Eftir borholusniðum að dæma og öðrum jarðfræðigögnum er jarðgangnaleiðin öll í Reykjavíkurgrágrýti. Bergið er ferskt og óholufyllt. Það er beltótt dyngjuhraun með misþykkum hallalitlum flæðieiningum (hraunbeltum) úr þéttu bergi með þunnum kargalögum í milli. Gjalllög gætu komið fram á stöku stað, t.d. kemur fram laust lag, sennilega gjall, rétt neðan gangnagólfsins í borholunni HS-13 við Nýbýlaveg. Í MT-1 við Meltungu er setlag í svipaðri hæð. Þvermál stuðla fer nokkuð eftir þykkt hveirrar flæðieiningar en er oft 0,2-0,4 af þykkt viðkomandi einingar að mati OS-MJ. Vegna stuðlanna má búast við að lögun gangnahvelfingarinnar verði nokkuð stöllótt því stuðlarnir munu leitast við að þverbrotna eða losna í heilu lagi. Upplýsingar um grunnvatnsborð eru litlar en þó virðist sem göngin verði undir grunnvatnsborði meirihluta leiðarinnar. Vatnsagi gæti orðið nokkur meðan göngin eru að lækka grunnvatnsborðið í næsta nágrenni. Jarðhiti er ekki þekktur á þessum slóðum.

Þess ber að geta að borholurnar sem stuðst er við á jarðgangnaleiðinni sjálfri eru aðeins tvær, HS-13 og MT-1. Þær eru báðar gamlar. Í HS-13 er jarðlagagreiningin gerð eftir borsvarfi en ekki heilum borkjarna og í MT-1 er einungis stuðst við borskýrslu.

Til þess að meta þörf á styrkingum í jarðgöngunum þarf 3-4 kjarnaborholur á gangnaleiðunum. Birgir Jónsson mannvirkjarjarðfræðingur á OS hefur giskað lauslega á styrkingaþörfina út frá því sem vitað er um Reykjavíkurgrágrýtið. Ef miðað er við tvíbreið göng, alls 10 m á breidd, telur hann að þau þurfi að styrkja með 5-10 cm þykkri sprautusteypu með stálnálum. Auk þess gæti þurft 4 m langa bergbolta á vissum stöðum til að tryggja

stöðugleika einstakra bergblokka svo og kerfisboltun ef gjallög eða önnur lárétt veikleikaskil eru í eða nálægt þakvelfingunni. Þar sem berg er sérstaklega brotið eða gjallkennt má gera ráð fyrir að nota þurfi enn þykkari sprautusteypu, jafnvel styrkta með vírneti og stálböndum (fjellband) milli bolta. Einnig gæti þurft að steypa bak við færanleg flekamót á verstu stöðunum, sérstaklega ef þeir eru nálægr gangnamunnum.

Helstu heimildarit

Árni Hjartarson 1980: Síðkvarteri jarðlagastafllinn í Reykjavík og nágrenni. Náttúrufræðingurinn 50: 108 - 117.

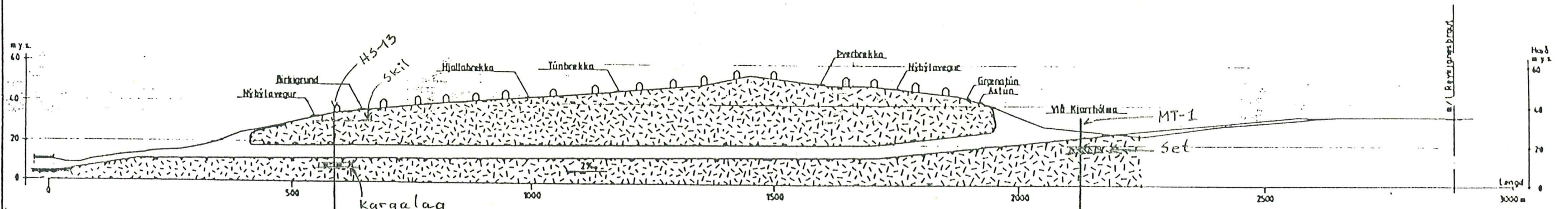
Áslaug Geirsdóttir 1982: Die Fossvogur - Sedimente sudlich von Reykjavík, Island. Mathematisch - Naturwissenschaftliche Fakultat der Christian - Albrechts - Universitat. Kiel. 30 bls.

Helga Tulinius, Ómar Bjarki Smáráson, Jens Tómasson, Ingvar Birgir Friðleifsson og Guðlaugur Hermannsson 1986: Hitastigulsboranir árið 1984 á Höfuðborgarsvæði, Holur HS-14 til HS-22. OS-86060/JHD-22, Orkustofnun, Reykjavík, 38 bls.

Tens Tómasson 1988: Elliðaáarsvæði. Uppruni og eðli jarðhitans. OS-88027/JHD-03, Orkustofnun, Reykjavík, 67 bls.

Jens Tómasson, Þorsteinn Thorsteinsson, Hrefna Kristmannsdóttir og Ingvar Birgir Friðleifsson 1977: Höfuðborgarsvæði. Jarðhitarannsóknir 1965-1973. OS-JHD 7703, Orkustofnun, Reykjavík, 109 bls + myndir.

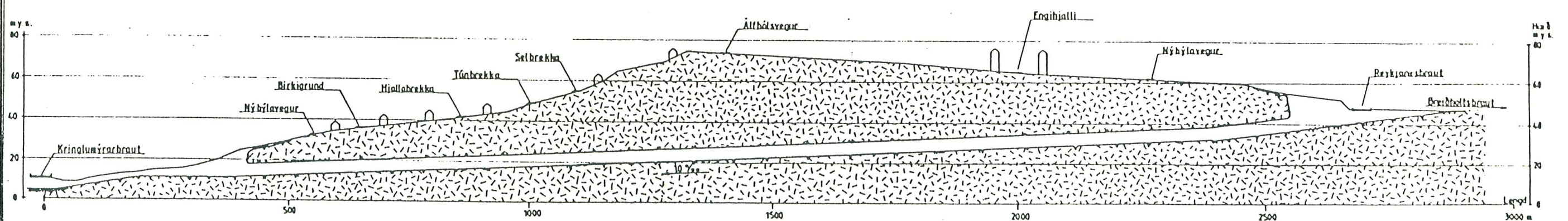
Þorleifur Einarsson 1968: Jarðfræði, saga bergs og lands. Heimskringla, Reykjavík. 335 bls.



LANGSNIÐ II

Ellidavogssæt

Ellidavogssæt



LANGSNIÐ I

VST VERKFRÆDISTOFA SIGURDAR THORODDSEN M
VERKFRÆDIRÁÐGJAFAR FRV
105 Reykjavík, Armúli 4 Sími (91) 8 44 90 Fjartel: 2040 vst.is
600 Akureyri, Glerárgata 36 Sími (96) 2 25 43
310 Borgarnes, Berugata 12 Sími (93) 73 17
400 Ísaförður, Fjarðarstræti 11 Sími (94) 37 04

VERKFRÆDISTOFA SIGURDAR THORODDSEN
FOSSVOGSGÖNG - LANGSNIÐ