



Jarðlagaskipan höfuðborgarsvæðisins

Þrívítt líkan

31.03.2025

UNNIÐ FYRIR:
Vegagerðina

Skýrsla nr. ÍSOR-2025/019	Dags. 31.03.2025 31.03.2025	Dreifing ☐ Opin ☐ Lokuð til Dagsetning
------------------------------	--------------------------------	---

Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill Jarðlagaskipan höfuðborgarsvæðisins. Þrívítt líkan.	Upplag Fjöldi síðna 31
--	----------------------------------

Höfundar Daníel Bergur Ragnarsson, Helga Margrét Helgadóttir, Magnús Á. Sigurgeirsson	Verkefnisstjóri Helga Margrét Helgadóttir
--	--

Gerð skýrslu / Verkstig	Verknúmer 24-0088
-------------------------	----------------------

Unnið fyrir Vegagerðina

Samvinnuaðilar

Útdráttur Safnað hefur verið saman miklu magni af jarðlagupplýsingum úr fjöldamörgum borholum af höfuðborgarsvæðinu í þeim tilgangi að útbúa þrívítt jarðlagalíkan af efstu 300 m jarðlagastaflans. Einnig var gerð holusjárgreining í einni holu á Álfanesi til þess að bæta gagnasafnið á því svæði. Líkanið sýnir Reykjavíkurgrágrýtið, Elliðavogslögin og mislægið undir þeim vel, en mörk jarðvegshulu og Reykjavíkurgrágrýtis eru illa skilgreind þar sem fáar borholur eru til staðar til að ákvarða lagmótin. Það veldur því að sums staðar virðist jarðvegshulan of þykk. Neðan við Elliðavogslögin koma ýmist basalt eða móbergsríkar syrpur upp undir það vegna 4-8° halla þeirra jarðlaga til ASA. Góð upplausn og nákvæmni er í kringum stofnbrautirnar Miklubraut og Sæbraut, sem og milli Laugarnesssvæðisins, Elliðaárdals og að einhverju leyti Seltjarnarness vegna fjölda holna og þéttleika gagna en utan þeirra reynist erfiðara að tengja holurnar. Því verður líkanið að teljast ónákvæmt eða villandi til jaðrana þangað til frekari gagnaöflun hefur átt sér stað. Þrjú þversnið þar sem gagnabéttleiki þótti mjög góður eru birt í skýrslunni. Líkanið og gagnasafnið sem því fylgir er góður grunnur fyrir frekari vinnu í framtíðinni. Höfundar skýrslunnar bera ábyrgð á innihaldi hennar. Niðurstöður hennar ber ekki að túlka sem yfirlýsta stefnu Vegagerðarinnar eða álit þeirra stofnana eða fyrirtækja sem höfundar starfa hjá.
--

Lykilorð Jarðlög, borholur, höfuðborgarsvæðið, Vegagerðin, ÍSOR, líkan, Leapfrog, berggrunnur, jarðlagalíkan, jarðlagaskipan, Elliðavogslögin, Viðeyjareldstöð, Kjalarneseldstöð, Reykjavíkurgrágrýti, móberg, basalt, setlög, jarðvegshula	Undirskrift verkefnisstjóra <i>Helga M. Helgadóttir</i> Yfirfarið Árni Hjartarson
--	---



Efnisyfirlit

Inngangur	5
1 Jarðfræði höfuðborgarsvæðisins	7
2 Yfirlit yfir fyrri túlkanir og ný gögn	9
2.1 Borholur - svarfgögn og kjarnar	10
2.2 Ný gögn - holusjarmælingar í ÁN-04 á Álftanesi	12
3 Tulkun gagna og gerð jarðlagalíkans	16
3.1 Helstu jarðlagasýrpur – fyrri vinna.....	16
3.2 Tulkunarvinna og stærð líkans	17
3.3 Endurskoðuð jarðlagaskipan	19
3.4 Gagnadreifing.....	21
4 Þrívítt jarðlagalíkan.....	22
4.1 Óvissupættir í líkani	26
Samantekt.....	27
Heimildaskrá	28

Myndaskrá

Mynd 1. Loftmynd af Álftanesi. Staðsetningu borholna á svæðinu má sjá með gulum deplum en rauður depill sýnir hvar hola ÁN-04 er.	12
Mynd 2. Myndir úr holusjarmælingu úr ÁN-04. Til vinstri má sjá misgróf settlög á ~89,5-94,5 m dýpi og til hægri er að hluta til rauðoxað glerjað basalt á ~204,5-209 m dýpi. Lóðréttar línur á myndum eru tilkomnar vegna drullu í holu sem sest hefur á linsu.	13
Mynd 3. Jarðlagagreining í holu ÁN-04, byggð á holusjarmælingu og stikkprufum af svarfi.	15
Mynd 4: Mynd Guðmundar Ómars Friðleifssonar frá 1990 sýnir langsnið eftir endilöngu nesinu frá Gróttu á Seltjarnarnesi til Árbæjarhverfis (Guðmundur Ó. Friðleifsson, 1990).	17
Mynd 5: Staðsetningar á borholum sem nýttar voru í líkanið. Dreifingin er mjög misjöfn eftir svæðum.	18
Mynd 6. Hugmyndalíkan af berggrunni höfuðborgarsvæðisins undir Elliðavogssetinu. Berglögum hallar niður um 4-6° til SA svo að eldri lög (dekkri litir) koma í ljós eftir því sem vestar dregur.	18
Mynd 7. Stuðlarit af holulengdum gagnasafnsins sem sem notað var til að búa til líkanið. Stór hluti af holunum eru minna en 30 m djúpar.	21
Mynd 8: Senuglugginn í Leapfrog sýnir jarðlagasúlur hinna ýmsu borholna niður á 300 m u.s. Horft til N. Austustu holurnar eru ekki nýttar í líkanið þar sem þær þarfnast frekari túlkunar.	22
Mynd 9: Flákin sem skilgreinir græna lagið (dyngja) sker gegnum ljósbrúna lagið (M-2) en þar sem að ljósbrúna lagið er yngri sker það vinstri hluta græna lagsins út (ljósbrún lína sýnir hvernig það er skorið).	23
Mynd 10: Mynd af sniðnu líkaninu neðan mislægisins neðan Elliðavogslaganna frá Seltjarnarnesi (vinstri) til Elliðaárdals (hægri). Mörg af dýpri jarðlögum ná upp að nær yfirborði á nesinu. Rauðar línur eru strandlínur og horft er aðeins ofan á líkanið til norðausturs.	23
Mynd 11: Yfirlitskort sem sýnir legu eftirfarandi sneiðmynda: A – A' Gróttu – Hraunbær. B – B' Eiði – Álftanes. C – C' Breiðholt – Viðey.	24
Mynd 12: Sneiðmynd frá Seltjarnarnesi (A) til Hraunbæjar (A').	24
Mynd 13: Sneiðmynd sem nær frá Eiði nálægt Geldinganesi (B) að Álftanesi (B').	25
Mynd 14: Sneiðmynd frá Breiðholti (C) gegnum Sæbraut og norður í Viðey (C').	25
Mynd 15: Dæmi um hvernig flákalíkan (gul punktalína) getur ofureinfaldað landslag í móbergi vegna takmarkaðs fjölda gagnapunkta (gulir hringir) í borholum (dökkgráar línur).	26

Töfluskrá

Tafla 1: Heimildir um jarðlög í borholum á höfuðborgarsvæðinu sem nýttar voru í líkanið. Auk þess var holusjarmæling úr ÁN-04 nýtt í líkanið (sjá kafla 3.2).	11
--	----

Inngangur

Snemma árs 2024 sótti ÍSOR um rannsóknarstyrk úr Rannsóknasjóði Vegagerðarinnar fyrir verkefni sem bar nafnið: Jarðlagalíkan af höfuðborgarsvæðinu – holusjármælingar í gömlum borholum. Verkefninu var ætlað að taka saman fyrirliggjandi upplýsingar um jarðlagaskipan í efstu 200-300 m berggrunns á höfuðborgarsvæðinu með því að nýta þær holur sem boraðar hafa verið í tímans rás. Um fjölmargar holur er að ræða, allt frá mjög grunnum holum sem ná niður í fyrstu tug metra berglaga og til djúpra holna sem ná allt niður á 3000 m dýpi. Grynri holur hafa verið boraðar í ýmsum tilgangi en þær dýpstu eiga það sameiginlegt að vera boraðar í tengslum við jarðhitánytingu. Einnig var ætlunin að afla nýrra gagna með holusjármælingum úr völdum borholum á svæðum þar sem upplýsingaskortur ríkir og aðgangur að borholum væri raunhæfur. Þessum jarðlagagögnum yrði svo safnað saman í forritinu Leapfrog Energy og það notað til að útbúa þrívíddarlíkan af efstu jarðlögunum á höfuðborgarsvæðinu. Slík líkön geta aukið skilning á legu jarðmyndana, sprungna, misgengja og bergganga. Einnig auðvelda þau undirbúning verkefna og ákvarðanatöku við gerð mannvirkja. Gögnin væri svo hægt að gera aðgengileg með myndrænni, þrívíðri framsetningu. Í framtíðinni er nauðsynlegt að uppfæra þrívíddarlíkanið samhliða tilurð nýrra gagna og fá þannig sífellt betri mynd af aðstæðum í efstu lögum berggrunnsins eftir því sem framkvæmdum og verkefnum tengdum þeim vindur fram.

Skemmst er frá því að segja að verkefnið hlaut styrk úr sjóðnum, sem nam um helmingi þess fjár sem sótt var um. Það var því ljóst að minnka þyrfti umfang verksins og hefur megin vinnan því farið í að safna saman jarðlagagögnum úr þeim fjölmörgu holum sem slíkar upplýsingar eru til um á svæðinu ásamt því að rýna og túlka þessi gögn. Þá voru ýmis fyrri verkefni fyrir Vegagerðina ásamt opnum verkum fyrir aðra verkkaupa nýtt í verkefnið, sem sparaði nokkurn tíma. Niðurskurður á umfangi varð helst í tengslum við holusjármælingar í gömlum holum en umtalsvert meiri tími fór í söfnun og undirbúning gagna en gert hafði verið ráð fyrir í upphafi. Líkanið var hannað með því markmiði að styðja við innviðapróun fyrir samgöngur á höfuðborgarsvæðinu, með sérstakri áherslu á aðgreiningu hrungjarnra jarðlaga frá hörðum.

Forsaga þessa verkefnis er sú að árið 2022 vann ÍSOR forrannsókn fyrir Vegagerðina vegna fyrirhugaðra framkvæmda við Sæbraut og Miklubraut. Fjöldi rannsóknarholna var þá boraður og greindir voru kjarnar og svarf úr holunum. Í framhaldi af þeirri vinnu voru tvö afmörkuð jarðlagalíkön unnin af hvoru svæði fyrir sig (Ögmundur Erlendsson o.fl., 2022a; 2022b). Ætlunin með þessu verkefni er sú að víkka út líkanið þannig að það nái yfir stóran hluta höfuðborgarsvæðisins.

Einnig má nefna að árið 2007 var ÍSOR fengið til að vinna að rannsóknum fyrir Vegagerðina á jarðgangaleið Sundabrautar ásamt VGK-Hönnun og Jarðfræðistofu Kjartans Thors (Árni Hjartarson o.fl., 2007).

Í þessari skýrslu verður fjallað um hið nýja þrívíða jarðlagalíkan sem hefur verið útbúið í forritinu Leapfrog Energy og gerð grein fyrir þeirri vinnu sem liggur þar að baki.

Mikilvægt er að taka fram að í svo umfangsmiklu líkani er snúið að huga að nákvæmni á öllum stöðum. Litið er á verkefnið sem fjallað er um í þessari skýrslu sem góðan grunn fyrir frekari vinnu sem getur átt sér stað í framtíðinni. Höfundar skýrslunnar bera ábyrgð á innihaldi hennar.

Niðurstöður hennar ber ekki að túlka sem yfirlýsta stefnu Vegagerðarinnar eða álit þeirra stofnana eða fyrirtækja sem höfundar starfa hjá.

1 Jarðfræði höfuðborgarsvæðisins

Innan höfuðborgarsvæðisins er að finna margbreytilegar jarðmyndanir. Þar má sjá innviði fornrar megineldstöðvar, holufyllt og ummynduð hraun frá fyrri hluta ísaldar, fersk og óholufyllt hraun frá dyngjum og gígaröðum sem gosið hafa á síðari hluta ísaldar, móberg frá jökulskeiðum, fornt sjávarset með skeljum og öðrum dýraleifum, surtarbrand með plöntuleifum, gamalt árset, vatnaset og jökulberg. Efst í jarðlögunum eru myndanir frá ísaldarlokum og nútíma. Þar má nefna fornar árósamyndanir og sjávarhjalla, sjávarbotnsset, nútímahraun og jarðveg. Elsta berg á höfuðborgarsvæðinu hefur verið kallað Viðeyjarberg og er það komið upp í fornri megineldstöð, Viðeyjareldstöðinni (sem einnig er kölluð Kjalarneseldstöð), fyrir um 2 milljónum ára. Þetta berg er sýnilegt á yfirborði í Viðey og á Gufunesi og einnig á svæðinu frá Kleppi og út með Sundahöfn. Þetta er bergið sem myndar hin dýpri lög undir borginni og samanstendur af basalti, líparíti og andesíti, ýmist í formi hrauna, móbergs eða innskota. Elliðavogslögin, sem liggja ofan á leifum eldstöðvarinnar við Viðeyjarsund og undir grágrytinu í Reykjavík, eru meira en milljón árum yngri en hún. Þetta eru setlög sem bæði hafa myndast í sjó og á þurrlendi. Elliðavogslögin sjást einungis á yfirborði við Elliðavog en í borholum sést að þau ná frá Brimnesi á Kjalarnesi og suður á Álftanes og hugsanlega allt suður í Straumsvík en eru mjög mispykk. Í Laugarnesi vantar það t.d. alveg en við Gelgjutanga er það yfir 30 m þykkt. Í borholunni ÁN-04 á Álftanesi er það 95 m þykkt (mynd 3). Yngsta gosberg á svæðinu sem líkanið nær yfir eru nútímahraunin, t.d. Búrfellshraun í Hafnarfirði um 8000 ára, Leitahraun (eða Elliðavogshraun) í Elliðaárdal, sem talið er hafa runnið niður dalinn fyrir um 5200 árum, Tvíbollahraun frá 10. öld og Kapelluhraun frá 12. öld (Kristján Sæmundsson o.fl., 2016).

Sprungur og misgengi í berggrunni svæðisins eru að mestu tengd Krýsuvíkursprungusveimnum sem liggur til norðausturs um Elliðavatn og Rauðavatn, austast á höfuðborgarsvæðinu. Lítið er um þekktar sprungur utan hans á yfirborði. Guðmundur Ómar Friðleifsson (1990) hefur sett fram þá tilgátu að misgengi með norðvestlæga stefnu sé til staðar undir Reykjavíkurgrágrytinu og að það liggji suðvestan við Laugardalinn. Þetta byggir hann á ummyndunargögnum úr borholum á svæðinu. Þetta ætlaða misgengi sést ekki á yfirborði en seinni tíma gögn úr hljóðsjármælingum sýna höggun í Geldinganesi sem passar við áætlaða stefnu misgengisins (Daníel B. Ragnarsson o. fl., 2025).

Nokkur lykilatriði um jarðfræði svæðisins:

1. **Aldur berggrunnsins fyrir neðan Elliðavogslögin.** Berggrunnurinn á svæðinu, sem liggur undir Elliðavogslögunum, er að mestu leyti úr 2-2,5 milljón ára gömlu basalti (þ.e. frá byrjun pleistósen) sem myndaðist í tengslum við eldvirkni á þessum tíma. Inn á milli er að finna móberg og breksíu frá kuldaskaiðum þess tímabils ásamt súrum og ísúrum berglögum neðan kílómeters dýpis undir yfirborði.
2. **Viðeyjareldstöðin.** Berg sem tilheyrir Viðeyjareldstöðinni er einkennandi fyrir næryfirborð jarðlagastaflans á Laugarnesinu og norður eftir í Viðey. Þetta var megineldstöð sem framleiddi þykk móbergs- og breksíulög með basaltlögum inn á milli ásamt þétu neti af innskotabergi. Opnur í jarðlögin er að finna í Viðey, við Sundahöfn og í flæðarmálinu úti á Laugarnesi. Haukur Jóhannesson (1985) setti fram þá kenningu að allmikið askja væri í

eldstöðinni og öskjubrot sem gengur í sveig inn undir Reykjavík. Þessi askja er síðan sýnd á höggunarkorti þeirra Hauks Jóhannessonar og Kristjáns Sæmundssonar (1998) og á fleiri jarðfræðikortum. Guðmundur Ómar (1990) hafnaði þessari hugmynd og í því líkaninu sem hér er lýst kemur hún ekki fram. Þegar eldstöðin kulnaði lögðust yngri hraun og móbergsmýndanir upp að henni og huldu hana um síðir undir mörg hundruð metra þykkum jarðlagastafla. Holufyllingar og ummyndun er fremur áberandi og greinilegt er að um skeið var Viðeyjarbergið grafið djúpt í jarðlagastaflann þar sem hiti og þrýstingur hafði sín áhrif. Á ísöld rofnaði svo ofan af því. Kristallað innskotsberg tengt eldstöðinni er ráðandi undir Laugarásnum og í grennd við Sundahöfn en í Gufunesi er bergið fremur fínkorna, dökkbrúnt og svart móbergstúff. Skilin á milli innskotsbergsins og móbergins eru undir Elliðavogi (Árni Hjartarson o.fl., 2007). Nyrsti hluti eldstöðvarinnar sést á Kjalarnesi og er miðja hennar talin vera fyrir mynni Kollafjarðar (Ingvar Birgir Friðleifsson 1973).

3. **Basalthraunlög ofan á Viðeyjareldstöðinni.** Jarðlagasyrpa sem lagðist upp að og ofan á eldstöðina eftir að hún kólnaði. Hér er um að ræða þóleið og ólívínþóleið basalthraun og er hér um að ræða yngstu jarðlögin neðan mislægisins fyrir neðan Elliðavogslögin.
4. **Jarðsöguleg eyða og Elliðavogslögin.** Eftir að veðrunaröflin höfðu rofið mörg hundruð metra ofan af jarðlagastafla höfuðborgarsvæðisins tóku að hlaðast þar upp all víðfeðm setlög. Þetta eru Elliðavogslögin. Þau eru að mestu gerð úr sjávarseti en þurrlendisett finnst þar einnig. Elliðavogslögin eru talin vera 200-300 þúsund ára. Milli þeirra og undirliggjandi bergs er greinileg jarðsöguleg eyða (e. hiatus) sem spannar meira en milljón ár. Lögin finnst um nánast allt höfuðborgarsvæðið neðan við Reykjavíkurgrágrýtið og eru sums staðar yfir 50 metra þykkt. Þetta lag er víða lítt samlímt og fær gildið „lélegt“ í mati á gæðum bergs með tilliti til t.d. jarðganga (Árni Hjartarson o.fl., 2007).
5. **Reykjavíkurgrágrýtið.** Efst í bergrunninum liggur Reykjavíkurgrágrýtið, sem er einkennandi fyrir svæðið. Það er allt að 100 m á þykkt í Breiðholti en þynnist til sjávar. Reykjavíkurgrágrýtið er um 200.000 ára gamalt og er dyngjuhraun þar sem þunn og hallalítil hraunbelti liggja hvert á öðru. Bergið er grófstuðlað, ferskt og óholufyllt en þó má víða sjá silt í blöðrum og glufum í berginu. Í miðjum hraunbeltunum er bergið þétt en blöðrótt til jaðra, jafnvel með þunnum kargalögum á milli belta á stöku stað. Rétt er að taka fram að hér er nafngiftin Reykjavíkurgrágrýti höfð yfir allt grágrýtið á höfuðborgarsvæðinu þótt um allmargar og misgamlar gosmyndanir sé að ræða.
6. **Halli jarðlaga og hallastefna.** Yngstu jarðlögin á svæðinu eru að mestu hallalaus (ósnöruð). Þetta á við um yfirborðslögin, Fossvogslögin, Reykjavíkurgrágrýtið og Elliðavogslögin. Við botn Elliðavogslaganna er hallamislægi. Undir því er hallandi stafla eldri jarðlaga. Guðmundur Ómar Friðleifsson (1990) reiknar með að halli þeirra sé 6-7° SA undir meginhluta Reykjavíkur. Jarðfræðikort Helga Torfasonar o.fl. (1997) sýnir 8-12° halla til SA í Viðeyjarberginu sitt hvoru megin við Viðeyjarsund. Árni Hjartarson o.fl. (2007) reikna með 10° SA á jarðgangaleið Sundabrautar. Í líkaninu, sem hér er til umræðu, kemur fram halli á bilinu 4-8° í SA, sem samsvarar ágætlega áætlun Guðmunds Ómars en er töluvert minni en hinar rannsóknirnar sýna. Ástæða þess er tvíþætt. Annars vegar virðist halli Viðeyjarbergsins eins og hann er sýndur á jarðfræðikortinu vera staðbundinn. Hins

vegar er mikið landslag í móbergsmýndunum í staflanum sem endurspeglar ekki endilega jarðlagahalla yfir stærri skala. Að lokum valda misgengi því að hallinn virðist sums staðar meiri en hann í raun er. Staðbundinn halli jarðlaga líkansins nær sums staðar allt að 20°. En svo mikill halli endurspeglar landslag bergsins frekar en almennan halla jarðlagasyrpnanna.

7. **Sprungur og misgengi.** Opnur í Viðeyjarbergið og borkjarnar úr því benda til þess að talsvert sé af sprungum í því. Flestar virðast gamlar og eru víðast fylltar með sprungufyllingum. Ungar og virkar sprungur og misgengi eru lítt þekkt á svæðinu, fyrir utan austur- og suðausturhluta höfuðborgarsvæðisins þar sem áhrifa Krýsuvíkursprungusveimsins gætir. Þó er ljóst að jarðhiti innan höfuðborgarsvæðisins tengist opnum sprungum með einhverjum hætti. Borholugögn benda til þess að NV misgengi nærri Laugarnesi geti verið til staðar undir Reykjavíkurgrágrýtinu. Í líkaninu var valinn sá kostur að merkja þekkt misgengi inn en þau voru ekki látin hafa áhrif á jarðlagastaflann þar sem það flækir líkangerðina verulega og er því tímafrekt að vinna úr. Tími gafst ekki í verkið á þessu stigi.

Þrívíddarlíkanið sem gert var veitir mikilvægar upplýsingar um jarðfræðilegar aðstæður sem nýtast við ýmis verkefni Vegagerðarinnar. Með því að greina þykkt og eiginleika jarðlaga, höggun, stríkstefnu og halla, er hægt að:

- Meta jarðlagaskipan, berggæði, hrunhættu, sprunguáhrif, styrkingaþörf og aðra þætti sem áhrif hafa á kostnað og tilhögun við mannvirkjagerð, svo sem við umferðarstokka eða jarðgöng.
- Bæta jarðtæknilega forspá fyrir framkvæmdasvæði, sem minnkar óvissu og eykur hagkvæmni framkvæmda.
- Skapa betri forsendur fyrir hönnun og framkvæmdir með því að varpa ljósi á jarðfræðileg atriði sem annars gætu valdið ófyrirséðum kostnaði eða töfum.

2 Yfirlit yfir fyrri túlkanir og ný gögn

Gagnasafn jarðlagalíkansins samanstendur af fjölbreyttum upplýsingum sem samnýtast í að ákvarða legu jarðlaganna. Helstu gögn sem notuð eru í greiningunni eru:

- **Hæðarlíkan frá Landmælingum Íslands (LMÍ)** með 2x2 m upplausn, sem markar efri mörk líkansins.
- **Vegakerfisgögn frá Vegagerðinni**, setja núverandi mannvirki og vegagerð í samhengi við líkanið.
- **Staðsetningargögn** fyrir boraðar holur ásamt hallastefnumælingum á ferlum þeirra þar sem þær eru í boði.

- **Svarfgreining og borkjarnalýsingar úr borholum**, sem innihalda upplýsingar um berggerðir og jarðlagaskipan. Fjöldi kjarna úr fyrri verkefnum í tengslum við Sæbraut, Miklubraut og Sundagöng reyndust ómetanlegir við gerð líkansins.
- **Borholusnið sem birt hafa verið í skýrslum OS og ÍSOR**
- **Eldri jarðlagatúlkningar frá gagnasafni Orkustofnunar og ÍSOR**, sem gefa hugmynd um útbreiðslu og gerð jarðlaga á svæðinu.
- **Jarðfræðikort OS og ÍSOR, berggrunnskort, jarðgrunnskort, vatnafarskort, jarðhitakort, höggunarkort (sprungukort)**

2.1 Borholur - svarfgögn og kjarnar

Miklar rannsóknir hafa farið fram á hinum ýmsu borholum á höfuðborgarsvæðinu sem hafa gefið af sér mikilvægar upplýsingarnar við gerð jarðlagalíkana. Líkanið sem hér er til umræðu er byggt á túlkun gagnasettsins úr líkönum ÍSOR fyrir Sæbraut og Miklubraut (Ögmundur Erlendsson o. fl. 2022a; 2022b). Yfirlit um þær holur sem nýttust við gerð þess er í töflu 1.

Tafla 1: Heimildir um jarðlög í borholum á höfuðborgarsvæðinu sem nýttar voru í líkanið. Auk þess var holusjármæling úr ÁN-04 nýtt í líkanið (sjá kafla 3.2).

Holur	Heimild
7B, 7C, 8A til 8C, 9A til 9E, 12A, 12V, 13A til 13F og 14A til 14C. ÁN-10	OS borholuskrá, borskýrslur Ræktunarsambands Flóa og Skeiða 2007 Irma Gná Jóngeirsdóttir 2024
BH-1 til BH-5	Jóhann Örn Friðsteinsson o.fl. 2020
BH-1x til BH-3x	Jóhann Örn Friðsteinsson o.fl. 2020
GR-03, GR-04 og GR-08	Árni Hjartarson og Daði Þorbjörnsson 2019
HS-1 til HS-13; H-37 til H-41.	Jens Tómasson o. fl. 1977; Ingvar B. Friðleifsson 1976
HS-14 til HS-22	Helga Tulinius o. fl. 1986
HS-23 til HS-35	Jens Tómasson o. fl. 1994
HS-35 og HS-37 til HS-43	Sigurður Sveinn Jónsson o. fl. 1988
HS-36	Jens Tómasson 1993
HS-44	Guðmundur Ó. Friðleifsson o. fl. 1996
HS-45 til HS-48	Sigurður S. Jónsson 1998
HS-52 til HS-64	Þórólfur Hafstað 1999
JE-01-JE-4	Jón Eiríksson og Bjarni Richter 1994; Bjarni Richter 1995
K-1	Jens Tómasson o. fl. 1977
MB-1 til MB-8	Ögmundur Erlendsson o.fl. 2022c
MK-1, MK-2 og MKL-02 til MKL-013	Hönnun hf. Borholusnið 1994 (borholuskrá OS).
NLL-01, NLL-02, NLL-04, NLL-05 og NLL-07	OS borholuskrá, borskýrslur Ræktunarsambands Flóa og Skeiða 2011
NU-02, NU-03	OS borholuskrá, borskýrslur Ræktunarsambands Flóa og Skeiða 2014
P1	Árni Hjartarson og Sigbjörn Guðjónsson 1984
R-01 til R-22 (G-1 til G-22)	Guðmundur Ó. Friðleifsson 1990
R-23 til R-33.	Jens Tómasson o. fl. 1977
R-35	Guðmundur Ó. Friðleifsson o. fl. 1985
R-36	Ómar B. Smáráson o. fl. 1985
R-37	Jens Tómasson o. fl. 1982
R-39	Ómar B. Smáráson o. fl. 1984
R-41	Ómar B. Smáráson o. fl. 1988
SB-1 til SB-12	Helga Margrét Helgadóttir o.fl. 2022
SG-01 til SG-12	Árni Hjartarson o. fl. 2007
SK-1	Jón Haukur Steingrímsson 2000
SN-01 til SN-04	Jens Tómasson o. fl. 1977
SN-05	Árný E. Sveinbjörnsdóttir o. fl. 1984b
SN-06	Árný E. Sveinbjörnsdóttir o. fl. 1984a
SN-07 og SN-08	Kristján Sæmundsson o. fl. 1993
SN-12	Vigdís Harðardóttir og Hrefna Kristmannsdóttir 1999
T-1 og T-3 til T-05	OS borholuskrá, borskýrslur Ræktunarsambands Flóa og Skeiða 2014
VV-01	Árni Hjartarson 1990

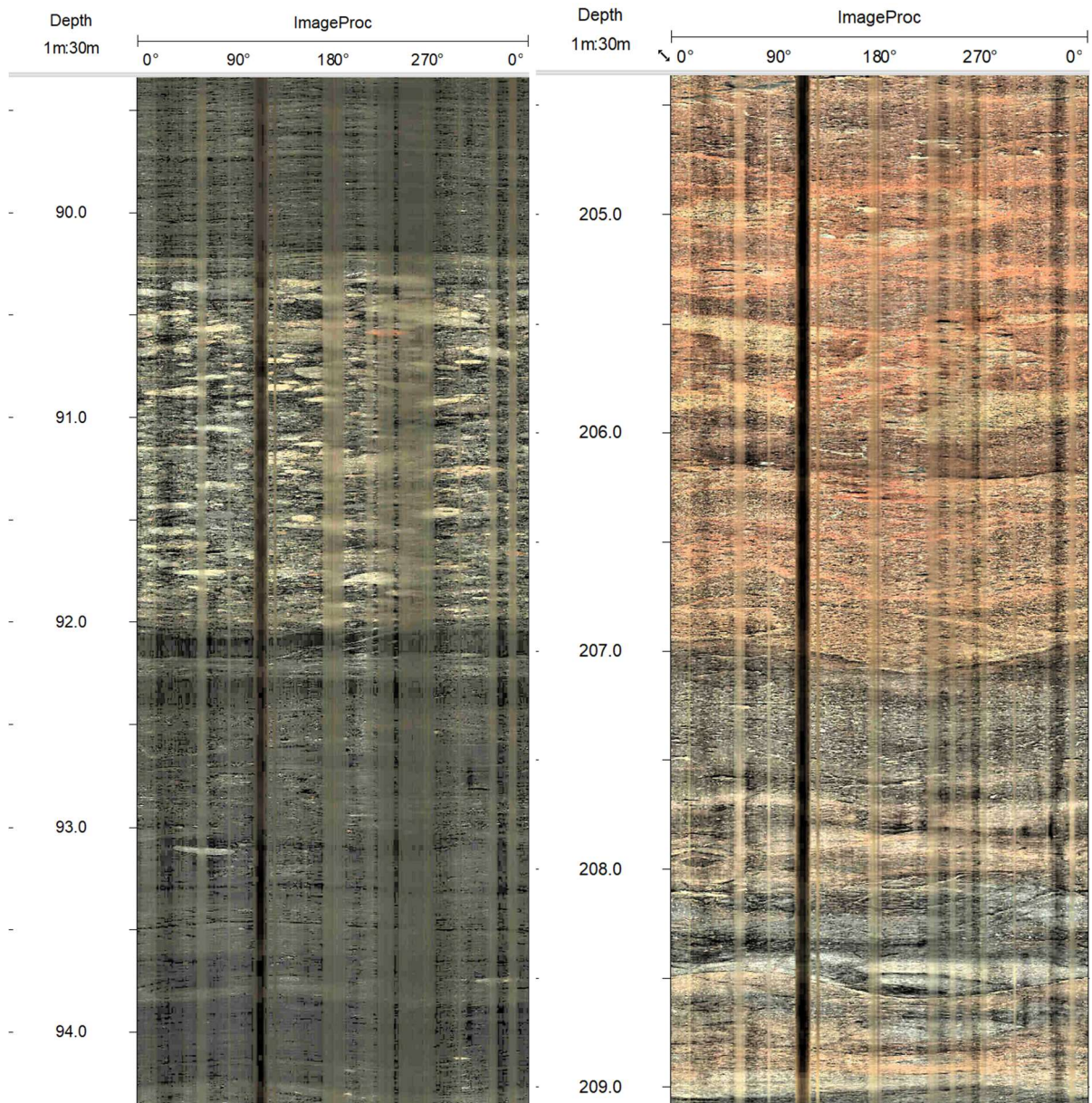
2.2 Ný gögn - holusjármælingar í ÁN-04 á Álftanesi

Hluti af vinnu við verkefnið átti að felast í því að gera holusjármælingar þar sem lítið var til af gögnum um jarðlög. Nokkur vinna fór í að reyna að finna hentugar holur. Það reyndist þrautinni þyngri, meðal annars vegna þess að holur finnast ekki lengur vegna framkvæmda sem hafa orðið síðustu áratugi, holutoppar voru óaðgengilegir o.s.frv., og því var aðeins mælt í einni nýrri holu á Álftanesi. Um holu ÁN-04 er að ræða (mynd 1), en sú hola er ein af þeim rannsóknarholum sem Veitur hafa nýlega látið bora á Álftanesi.



Mynd 1. Loftmynd af Álftanesi. Staðsetningu borholna á svæðinu má sjá með gulum deplum en rauður depill sýnir hvar hola ÁN-04 er.

Holusjármæling fór fram í ÁN-04 þann 11. desember 2024 og var mælt niður á 297 m dýpi. Því miður reyndist vatnið í holunni ekki mjög tært, líklega vegna efna sem notuð voru við borun holunnar, og líklega hefði þurft að skola holuna vel áður en mæling fór fram. Það tekur hins vegar nokkurn tíma og ákveðið var að láta þar við sitja. Þrátt fyrir þessa annmarka er mælingin vel nýtanleg, þó efst í holunni sé hún sérlega slæm. Á mynd 2 má sjá dæmi um myndir úr mælingunni þar sem gefur að líta annars vegar setlög og hins vegar glerjað basalt.

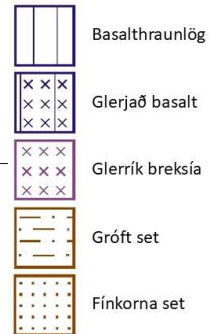


Mynd 2. Myndir úr holusjármælingu úr ÁN-04. Til vinstri má sjá misgróf settlög á ~89,5-94,5 m dýpi og til hægri er að hluta til rauðoxað glerjað basalt á ~204,5-209 m dýpi. Lóðréttar línur á myndum eru tilkomnar vegna drullu í holu sem sest hefur á linsu.

Myndirnar voru svo skoðaðar með tilliti til jarðlaga og að hluta til bornar saman við svarfsýni, sérstaklega þar sem myndirnar voru af litlum gæðum. Niðurstöður greiningarinnar má sjá á mynd 3 þar sem jarðlög ásamt skýringum eru birt. Í holunum má bera kennsla á Elliðvogslögin og Reykjavíkurgrágrýti þar ofan á. En neðan mislægisins reynist snúið að tengja lögin við hinar fjarlægðu holur á Seltjarnarnesi og í Laugarnesi.

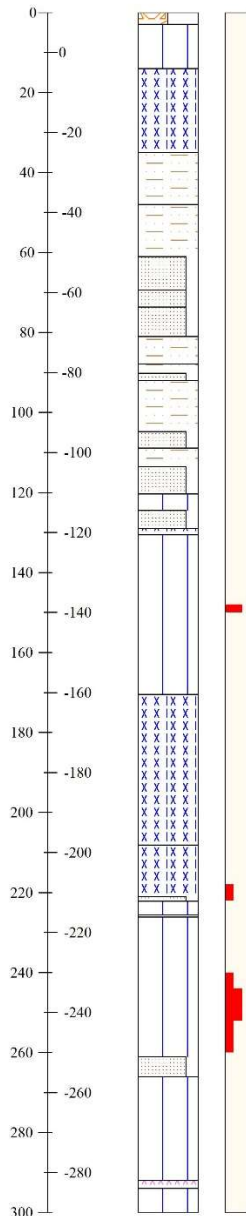
Samkvæmt svarfgreiningu og holusjármælingu má túlka sniðið í ÁN-04 á eftirfarandi hátt: Efst eru laus jarðlög um 5 m þykk. Þar undir er Reykjavíkurgrágrýti, efsti hlutinn frá 5 - 14 m er venjulegt hraun en síðan kemur þykkt lag af glerjuðu kubba- og bólstrabergi (e. foreset breccia) frá 14 – 34 m, sem myndast hefur þegar grágrýtishraunið rann í sjó. Næst kemur Elliðavogssetið sem er óvenju þykkt á þessum slóðum eða 96 m og nær úr 34 m og í 130 m. Það er vel lagskipt þar sem

gróf malar- og sandlög skiptast á við fínna sand- og siltlög. Líklega er þetta sjávarset myndað nálægt strönd. Undir setlögum tekur við hraunastafla niður á 170 m dýpi í holunni. Því næst kemur glerjað basalt sem gæti verið kubbaberg og bólstrabreksía sem nær niður á 220 m. Neðst eru nokkur hraunlög með setlögum á milli. Í líkaninu eru þessi neðstu lög túlkuð sem basaltlag B-3, óvíst er hvort þar sé raunveruleg tenging við jarðlögin undir dyngjuhrauninu en það passar engu að síður best við stríkstefnu jarðlagahallans á Laugarnesssvæðinu.


Dýpi (m)
Fóðing
Jarðlög ÁN-4

Oxunarsig (0-3)
Vansæðar

Jarðlög samkvæmt OBI



6-53 m: Mjög óskýrar myndir. Samkvæmt svarfi úr ÁN-4 er um hraun að ræða frá 5-14 m og glerjað basalt þar fyrir neðan í ca. 35 m.

Óskýrar myndir í 53 m. Samkvæmt svarfi úr ÁN-4 og 10 er komið í fínkorna set í ca. 35 m.

61-69,4 m: Fremur góft set, sandur og mól. Lárétt lagskipting sést (gróf). Neðsti 1,4 m er einsleitur og lagskiptur (myndir orðnar ágætlega skýrar).

69,4-73,6 m: Fremur gróft lagskipt set, sandur og mól. Fint dökkt 0,1 m lag er í 73,6 m.

73,6-81 m: Gróft fremur einsleitt set, sandur og mól. Óljós lagskipting en þó til staðar.

81-87,9 m: Finna set en ofar, mest sandur en með grófar og finni linsum.

87,9-90,2 m: Svart fínkorna vel lagskipt set (glerríkt set?)

90,2-92 m: Gróft set aftur, sandur og mól.

92-104,8 m: Svart og svargrátt fínkorna set, vel lagskipt, mest sandur með stöku steinum. Líklega glerríkt á köflum.

104,8-108,9 m: Gróft set, sandur og mól, lagskipt.

108,9-113,5 m: Skil í setinu, verður finna en ofar og ljósara.

113,5-120,4 m: Grófara set en ofar og margbreytilegra, grófar og finar einingar til staðar, vel lagskipt.

120,4-124,5 m: Hér er komið í hraun/hraunkleggja? Líklega tvær einingar, 0,6 m efst með 0,4 m af glerbreksiu undir, síðan samfelldara hraun neðar í botn.

124,5-129 m: Komið í fremur gróft set aftur, finna efst en verður grófara neðar. Vel lagskipt.

129-130,6 m: Hér er líklega um glerjað basalt að ræða, glerkurli með kleggjum?

130,6-170,5 m: Hér er um hraunlög að ræða, misþétt. Líkleg hraunaskil má sjá í 140,1 m (kargalegt), 149,7 m (1 m hraunlagakargi með myndl. kisi?), 161,3 m (þunnt set), 163,9 m (þunnt ljóst set), 170,5 m (þunnt dökkt set).

170,5-208,1 m: Hér gæti verið mestmegnis um glerjað basalt að ræða, fremur margbreytilegur strúktúr. Hraunkleggi í 184,6-185,1 m. Fremur fínkorna cfni þar undir, lagskipt. Rauðoxað í 200,4-207 m.

208,1-221,1 m: Hér er nokkuð örugglega um glerjað basalt að ræða (bólstrabreksíu).

221,1-222,2 m: Líklega rauðleitt fremur gróft set (misgróft og lagskipt).

222,2-225,6 m: Hraunlag eða glerjað basalt, Skörp skil í 225,6 m.

225,6-226,1 m: Rauðoxað líklega fínkorna lagskipt set.

226,1-261 m: Hér er um hraunlög að ræða með þunnum setlögum á milli og einnig glerríkri breksíu og karga. Skil má sjá í 228,1 m (þunnt setlag, < 0,1 m), 236 m (þunnt dökkt setlag, 0,3 m), 243,6 m (gróft setlag um 1,5 m þykkt, finna og ljósara í neðstu 0,7 m), 248,4 m (þunnt fínkorna ljósgrátt set, 0,2 m), 251,7 m (svart þunnt fínkorna setlag, 0,2 m), 261 m (svart fin-millikorna setlag).

261-266,1 m: Dökkt setlag, sandur mól. Verður grófara neðan 264 m þar sem eru kögglar úr fínkorna seti í bland efir því sem best verður séð.

266,1-292 m: Hér er um hraunlög (1-3,5 m þykk) að ræða með lögum af glerkurli/karga á milli, mögulega smávægis af seti líka.

292-295 m: Hér er líklega um glerríka breksíu eða set að ræða (slæmar myndir neðan 294,3 m). Samkv. svarfi úr ÁN-4 er kristallað basalt neðan 295 m í 300 m.

Mynd 3. Jarðlagagreining í holu ÁN-04, byggð á holusjármælingu og stikkprufum af svarfi.

3 Túlkun gagna og gerð jarðlagalíkans

3.1 Helstu jarðlagasýrpur – fyrri vinna

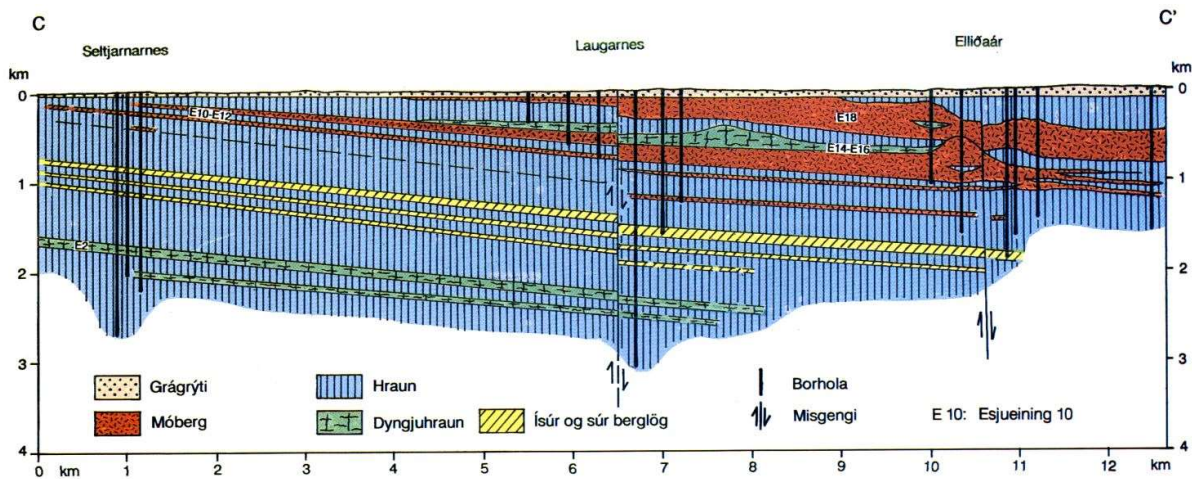
Í gegnum árin hefur safnast upp talsverð þekking á hinum ýmsu jarðlögum bergrunnins. Eitt umfangsmikið snið (Guðmundur Ó. Friðleifsson, 1990), sem stuðst var við í vinnu við þrívítt jarðlagalíkan nú, byggir á tengingu jarðlaga undir Seltjarnarnesi, Laugarnesi og Elliðaársvæðinu við jarðlagasýrpur í Esju (mynd 4).

Annað stórt verkefni sem sneri að jarðlagaskipan höfuðborgarsvæðisins var unnið af Grími Björnssyni o.fl. (1998). Þar var gert þrívítt líkan af jarðlagasýrpunum frá Seltjarnarnesi alla leið austur að Þingvöllum.

Jarðlög sem birt voru í skýrslu Jens Tómassonar o. fl. (1977) voru uppfærð í greinagerðum Jens Tómassonar (1998a; b) en þar var jarðlagasýrpunum gefin nöfnin B-1, B-2, M-1 o.s.frv. Vinnan sem fram fór nú byggir að miklu leyti á þessum gögnum.

1. **Laus jarðlög og Fossvogslögin.** Efst eru víða ýmis laus jarðlög, upp undir nokkrir metrar og einnig finnast Fossvogslögin frá botni Fossvogs, á flugvallarsvæði og við Háskóla Íslands. Í þeim er sjávarset með skeljum og jökulberg frá ísaldarlokum.
2. **Reykjavíkurgrágrýti (RGR)** er efsta jarðlagasýrpan í berggrunninum og samanstendur af beltóttu dyngjubasalti.
3. **Elliðavogslögin**, sem liggja undir RGR, er mikilvægur viðmiðunarpunktur í líkangerðinni og finnst víða undir höfuðborginni. Lögin ná ofan frá Kjalarnesi og suður undir Straumsvík.
4. **Viðeyjarberg**, blanda af basalti, móbergi, breksíu og innskotabergi úr hinni fornu Viðeyjareldstöð sem tengja má frá yfirborði Viðeyjar gegnum Laugarnes niður í nokkur hundruð metra neðan Elliðaársvæðisins.
5. **Dyngjuhraun**, sem liggur milli Viðeyjarbergsins og eldra kuldaskeiðslags. Grófkristallað bergið sker sig úr í holum Laugarnesssvæðisins.
6. **Kuldaskeiðssýrpur** sem samanstanda að mestu af móbergshryggjum og setlögum sem hafa myndast vegna eldvirkni undir jökli.
7. **Ísúr og súr berglög** finnast á um 1-2 km dýpi og mynda mikilvægt leiðaralag í dýpri hlutum staflans. Dýpi á þessi lög er of mikið til að þau nái inn á kortunarmörk líkansins og þau ná ekki upp undir mistægið sem Elliðavogslögin liggja ofan á á Seltjarnarnesi.

Með því að nýta þessi gögn í Leapfrog Energy var unnt að þróa jarðlagalíkan, sem byggir á bæði eldri gögnum og nýjum upplýsingum úr svarflýsingum og borholugögnum. Þannig er tryggt að líkangerðin endurspegli jarðfræðilegar aðstæður á svæðinu, þar sem tekið er tillit til þeirrar þekkingar sem safnast hefur í gegnum tíðina.



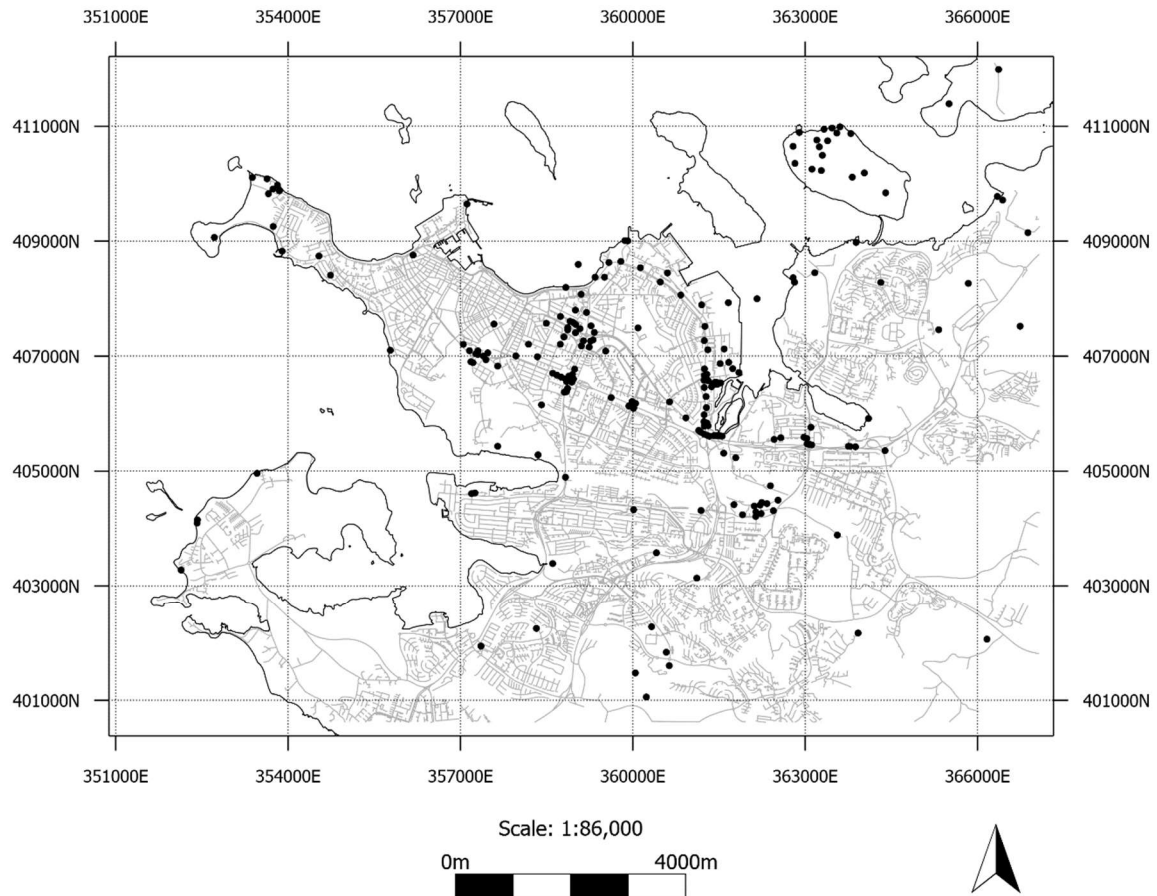
Mynd 4: Mynd Guðmundar Ómars Friðleifssonar frá 1990 sýnir langsnið eftir endilöngu nesinu frá Gróttu á Seltjarnarnesi til Árbæjarhverfis (Guðmundur Ó. Friðleifsson, 1990).

3.2 Túlkunarvinna og stærð líkans

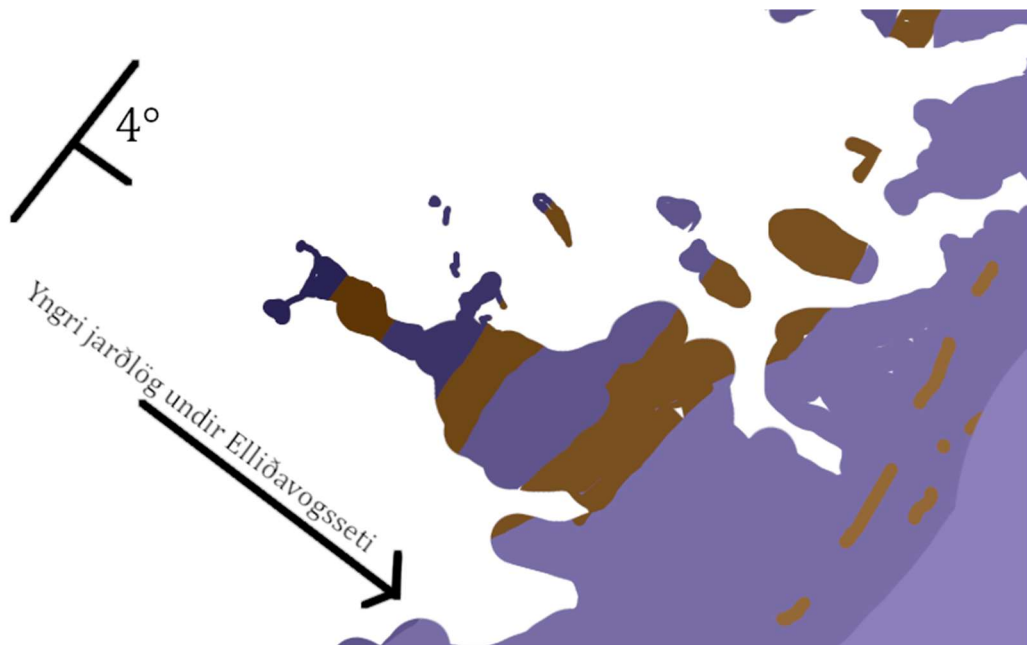
Umfang nýja líkansins er 22 km frá norðri við Kjalarnes til suðurs við Straumsvík og 25 km frá Straumsvík að Vífilsfelli. Þó er marktækt svæði líkansins töluvert minna vegna gagnafæðar utan borgarinnar og vegna áherslna verkefnisins. Kjörsvæði líkansins með tilliti til nákvæmni afmarkast því af ferhyrningi sem spannar 9 km norður og 14 km vestur frá Elliðaavatni (mynd 5). Dýpt líkansins er 1890 m en lítið af upplýsingum hefur verið unnið úr gögnum neðan 1000 m, vegna þess að áhersla líkansins er á næryfirborðið. Dýpstu holurnar ná hinsvegar á tæplega 3000 m dýpi.

Túlkun gagna byggir að miklu leyti á skýrslu Guðmundar Ómars Friðleifssonar (1990). Í skýrslunni voru mörg djúp jarðlög undir Elliðaárdal, Laugardal og Seltjarnarnesi tekin saman og sett fram sem samfelldar einingar með halla niður til SA. Þær mynda þannig fallegan lagskiptan stafla neðan við mislægið sem er undir Elliðavogslögunum og grágrýtinu (mynd 6). Í þessu verkefni er byggt á þessari grunnvinnu en gerðar eru nokkrar breytingar með því að taka tillit til gagna sem safnast hafa allra síðustu áratugi og markmiða verkefnisins, sem snúa að efstu lögum höfuðborgarsvæðisins.

Samhliða þessu verkefni hefur orðið til mikið gagnasafn sem enn þarfnast þó nokkurrar yfirlegu. Eftir því sem leið á vinnu við verkefnið bættist sífellt og stöðugt í gagnasafnið eftir því sem grafið var dýpra. Eitthvað hefur þó orðið útundan. Nefna má að holur í Mosfellsbæ voru lítið notaðar og í einhverjum tilfellum var holum sleppt, þar sem erfitt var að túlka þær inn í líkanið eins og unnið var með það. Til austurs þegar nær dregur og komið er inn í Krýsuvíkursprungusveiminn flækist jarðfræðin og breytist og á þessu stigi var ekki talið vænlegt að flækja líkanið í þá átt.



Mynd 5: Staðsetningar á borholum sem nýttar voru í líkanið. Dreifingin er mjög misjöfn eftir svæðum.



Mynd 6. Hugmyndalíkan af berggrunni höfuðborgarsvæðisins undir Elliðavogssetinu. Berglögum hallar niður um 4-6° til SA svo að eldri lög (dekkri litir) koma í ljós eftir því sem vestar dregur.

3.3 Endurskoðuð jarðlagaskipan

Helstu breytingar og viðbætur

- **Nýjar borholur:** Við túlkunina voru notaðar borholur sem ekki voru hluti af fyrri túlkunum. Þessar borholur bæta nákvæmni eldri hugmyndalíkana með því að binda fjarlæg útmörk flákanna sem skilgreina lagmótin.
- **Efri jarðlög:** Eldri líkөн gáfu ýmist ófullnægjandi mynd af efri jarðlögum eða útbreiðslu þeirra í stærra samhengi. Nýja líkanið notast við stærra gagnasett og þekur stærra svæði.
- **Ný jarðlagaskipting:** Nýja jarðlagaskiptingin byggir á gömlum grunni en gerð er grein fyrir nýjum túlkunum á jarðlagasýrpum, sem sjá má hér fyrir neðan.

Eftirfarandi listi jarðlaga telur upp syrpur jarðlagastaflans undir höfuðborgarsvæðinu frá efsta lagi til þess neðsta eins og þau birtast í þrívíddarlíkaninu. Mörg af dýpri lögum eru gróflega skilgreind þar sem þau falla ekki beint inn í kortunarmörk líkansins og þar af leiðandi mörk verkefnisins. Þetta er gert vegna jarðlagahallans sem sendir dýpri lög inn á kortunarmörk líkansins við Gróttu, en til að skilgreina legu þeirra er mikilvægt að klemma niður fjarlægá punkta þess til að fá sem nákvæmasta halla og legu. Þessi djúpgögn eru frekar gloppótt og því lítil vinna sem fór í það. Þau leggja hins vegar grunn að mögulegri framtíðarvinnu að líkani sem nær niður á 3 km dýpi. Nafngiftir laganna fylgja að miklu leyti skilgreiningum Jens Tómassonar (1998a; b) með örfáum breytingum og viðbótum sem tengja syrpur Elliðaársvæðis og Laugarness við Seltjarnarnes, Álftanes og Geldinganes.

JAR. Laus yfirborðslög og manngerðar fyllingar (Fossvogslögin eru innan þessar einingar í líkaninu)

Einkenni: Yfirborðspekja. Slitrótt setlag sem finnst mjög víða.

Efni: Mold, mól, sandur og stundum stærra grjót.

Þykkt: 1-15 metrar, en víða vantar lagið alveg. Mesta þykktin er í Fossvogslögum.

RGR. Reykjavíkurgrágrýti

Einkenni: Beltótt dyngjubasalt (ólivín póleiít) sem verður víða breksiúkennt á nokkurra metra dýpi út við ströndina, þar sem hraunið hefur runnið í sjó á sínum tíma.

Þykkt: Núll metrar upp í yfir 100 m.

GTS. Gelgjutangaset

Einkenni: Þurrlandisset. Takmörkuð útbreiðsla, aðallega við sunnanverða Sundahöfn, Elliðavog og Fossvog.

EGR. Eldra grágrýti

Einkenni: Slitrótt basaltlag með mesta útbreiðslu undir Elliðavogi og Fossvogi. Aðskilur GTS og ELL á köflum.

ELL. Elliðavogslögin

Einkenni: Þykkt lagskipt setlag sem tengir flestar holur. Undir því er mislægi.

Þykkt: Oft 20-50 m.

B-1. Basaltstaflí 1

Einkenni: Yngsti hluti staflans neðan mislægisins sem samanstendur af þóleít-og ólivínþóleíti. Liggur yfir Viðeyjarbergi.

Þykkt: Óþekkt en þykkar til austurs.

VID. Viðeyjarberg

Einkenni: Basalt, móberg, breksía og innskot tengd Viðeyjareldstöðinni.

Þykkt: Allt að 300 metrar, en er mjög breytilegt sökum móbergslags.

Aðrar nafngiftir: M-1 (Jens Tómasson, 1998a; b)

B-2. Basalt 2

Einkenni: Fyllir landslag dyngjunnar og undirliggjandi móbergslaga.

M-2. Móberg 2

Einkenni: Móberg, set og breksía sem situr ofan á dyngjuhrauni. Takmörkuð útbreiðsla til austurs en kemur upp undir ELL undir Seltjarnarnesi.

Dyngja. Dyngjuhraun

Einkenni: Grófkorna hraunlagasyrpa undir Laugarnesssvæðinu. Situr ofan á þunnu fínkorna hraunlagi.

Þykkt: Mjög breytileg eftir svæðum. Hámark 350 m undir Laugardal en þynnist u.þ.b. línulega með fjarlægð.

B-3. Basalt 3

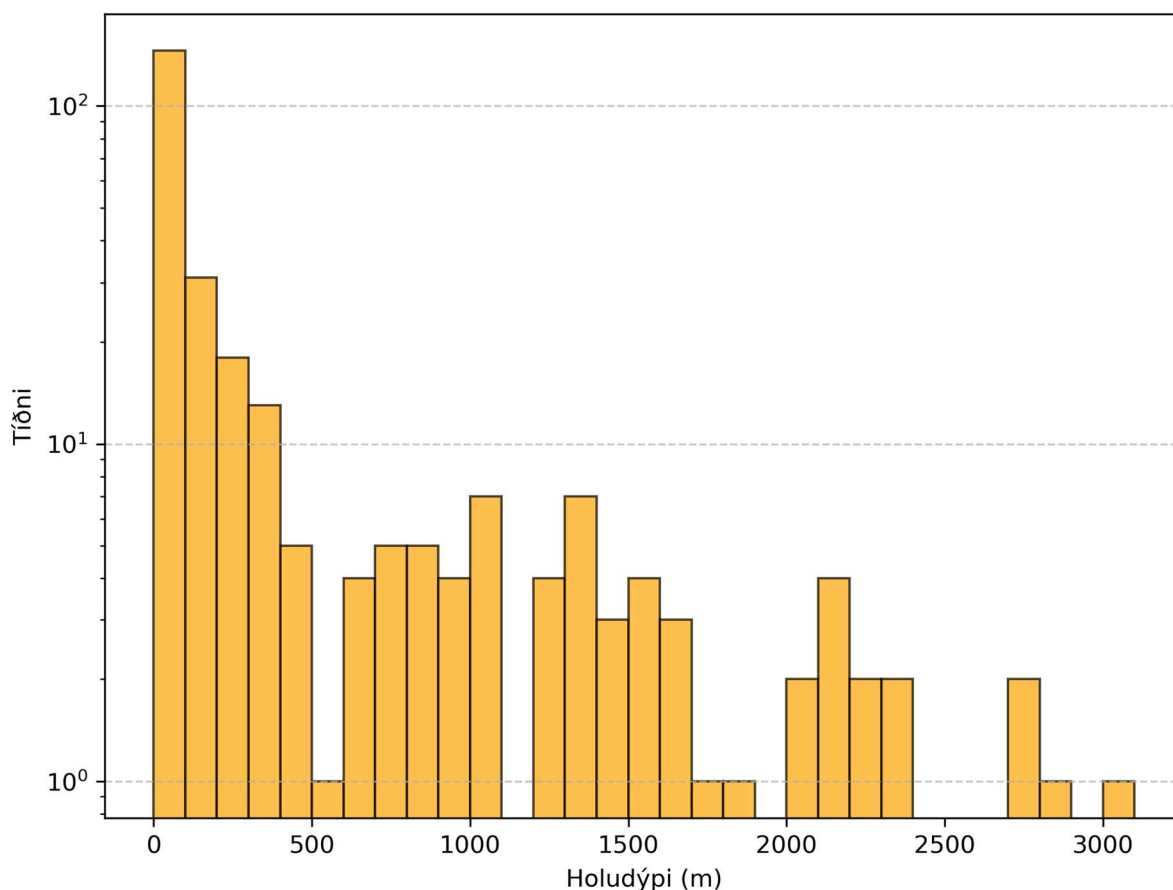
Einkenni: Þunnt fínkorna hraunlag undir dyngju. Kemur upp að mislæginu og botni ELL undir Álftanesi.

M-3. Móberg 3

Einkenni: Fyrsta móbergssyrpan undir dyngju. Kemur upp undir botninn á ELL undir Seltjarnarnesi.

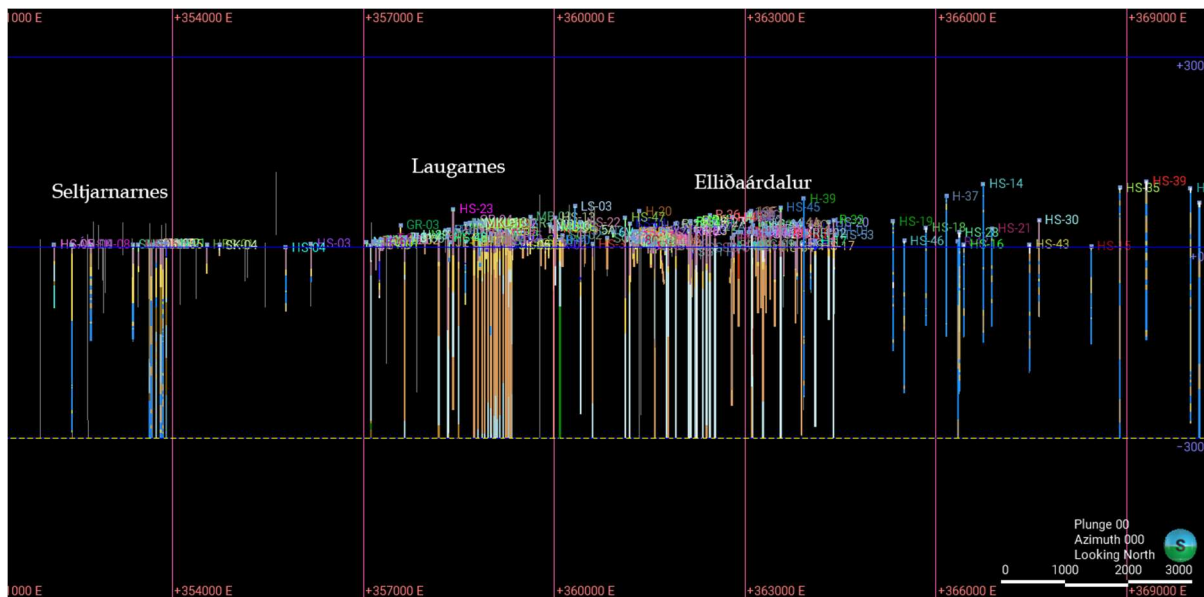
3.4 Gagnadreifing

Margar holurnar eru grynri en 30 m og ná oft ekki niður í botninn á Elliðavogssetlögnum. Á mynd 7 má sjá hvernig dreifing holulengda er á svæðinu. Af þeim 276 holum sem notaðar voru í líkanið er mikill meirihluti meðfram Sæbraut og Miklubraut (mynd 5). Fjórar þyrpingar eru til viðbótar á Laugarnesssvæðinu, Elliðaársvæðinu, Seltjarnarnesi og Geldinganesi. Holur eru mun dreifðari í Kópavogi og Grafarvogshverfinu. Vesturbærinn er líka frekar fátækur af holum en þyrpingar af djúpum holum bæði til austurs og lengra til vesturs leyfa góða tengingu. Á mynd 8 má sjá jarðlagasúlur í senuglugga Leapfrog forritsins.



Mynd 7. Stuðlarit af holulengdum gagnasafnsins sem sem notað var til að búa til líkanið. Stór hluti af holunum eru minna en 30 m djúpar.

Mögulegar betrubætur fyrir gagnasettið í framtíðinni væru ýmist fleiri grunnar holur meðfram stofnleiðum til suðurs, í Grafarvogi og við miðbæinn; eða færri en dýpri holur á nokkrum gagnagrisjóttum svæðum.



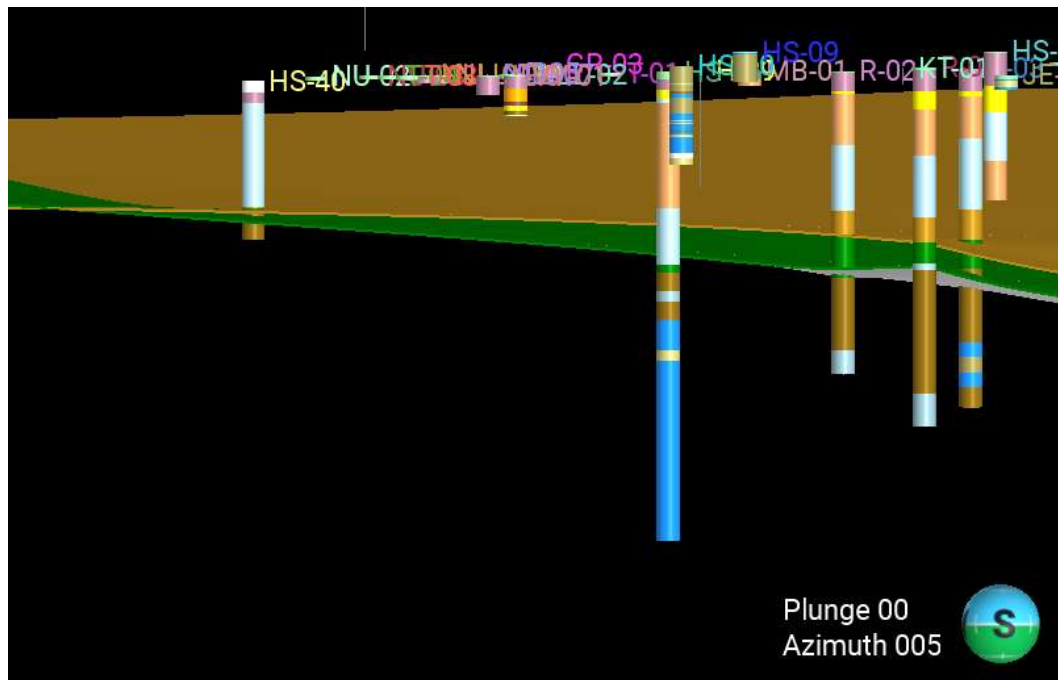
Mynd 8: Senuglugginn í Leapfrog sýnir jarðlagasúlur hinna ýmsu borholna niður á 300 m u.s. Horft til N. Austustu holurnar eru ekki nýttar í líkanið þar sem þær þarfnast frekari túlkunar.

4 Þrívítt jarðlagalíkan

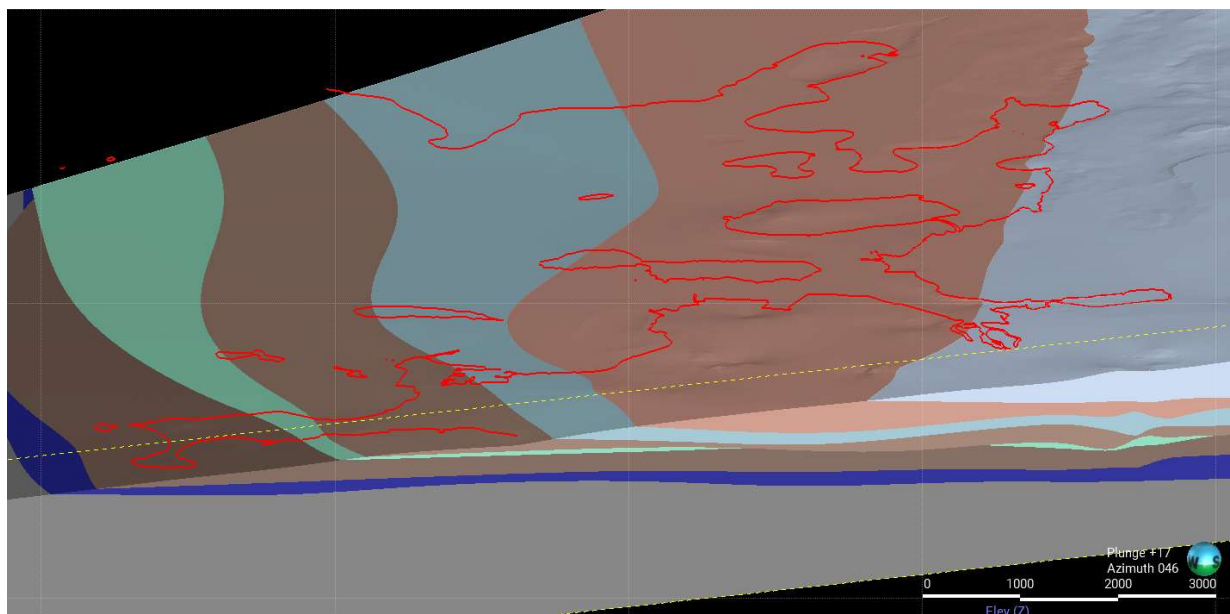
Líkanið er byggt með því að skilgreina lagmót sem fláka. Hvern fláka má beygja og teygja svo að flákin falli gegnum skilgreinda mælipunkta. Þ.e.a.s. flákin gengur í gegnum lagmót sem hafa greinst í svarfgögnum eða borkjörnum. Í líkaninu eru 17 lagmót skilgreind. Mörg þeirra eru neðan þess dýpis sem verkefnið snýst um. En þau eru þar til staðar til að gróflega meta jarðlagahalla og binda lögín sem ofar liggja.

Lögnum er svo raðað í aldursröð. Yngstu lagmótin koma efst og þau elstu neðst. Hver lagmót eru skilgreind sem neðri hluti ákveðinnar berggerðar eða myndunar. Tökum sem dæmi flákann ELL. Hann er þá bundinn við botninn á hverjum kafla borholna sem innihalda bil sem heitir ELL. Útreikningar líkansins felast í því að búa til aðfelli sem fellir flákann að elstu lagmótum svarf gagnanna. Því næst taka við næst elstu lagmótin. Yngri lagmót skera burt þau eldri ef þau renna saman (mynd 9). DEM hæðarlíkanið markar efsta flákann þar sem það sker burt alla fláka ofan við sig. Síðasta skrefið er svo að fylla inn rúmmálið sem er fyrir ofan hvern fláka, en neðan við alla yngri fláka (mynd 10). Þetta ferli má hugsa sem að sífellt sé hlaðið ofan á eldri lög og svo skorið af þeim til að koma fyrir nýjum lögum. Þannig á upphleðsla jarðlaga sér gróflega stað í raun og veru.

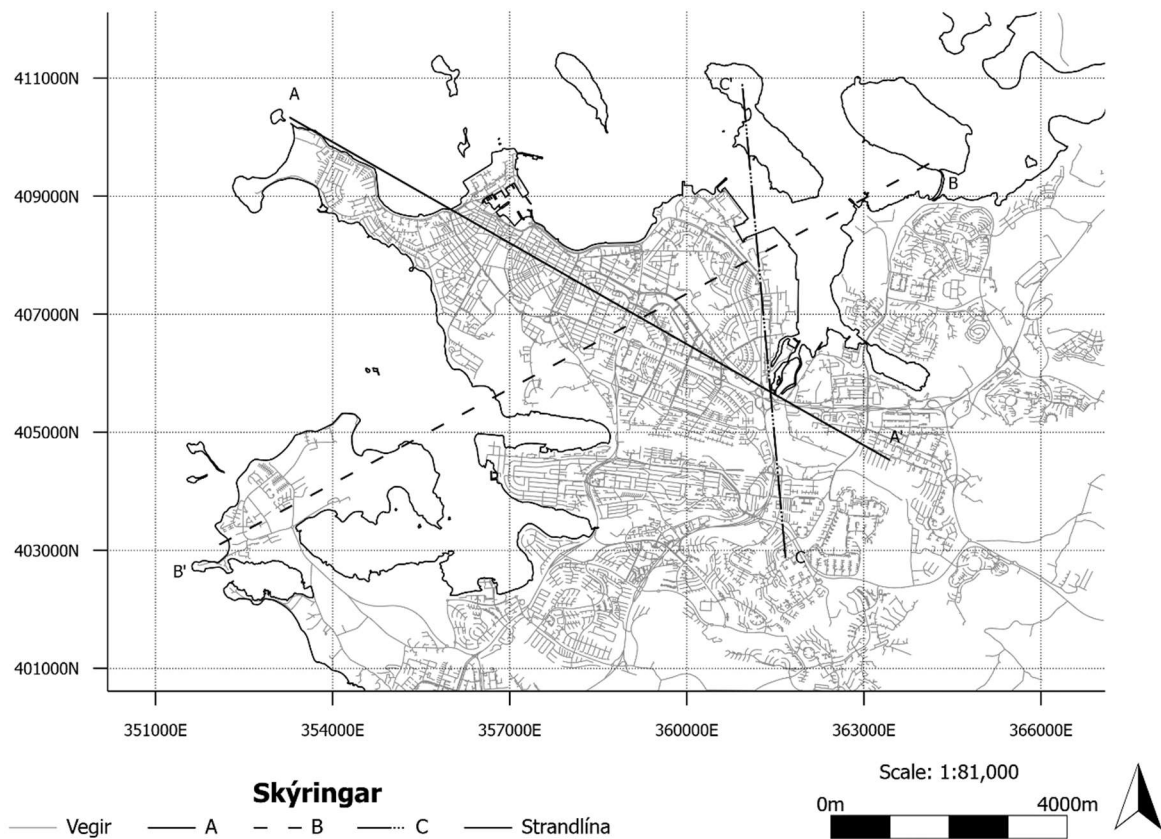
Út frá þessu þrívíddarlíkani er hægt að útbúa sneiðmyndir eftir óskum. Þrjár sneiðmyndir hafa verið útbúnar fyrir þessa skýrslu meðfram bestu línunum með tilliti til gagnaúrvals. Lega sniða er sýnd á mynd 11. Sniðin eru eftirfarandi: Seltjarnarnes-Hraunbær (mynd 12), Eiði – Kringlumýri (mynd 13) og Breiðholt-Viðey (mynd 14).



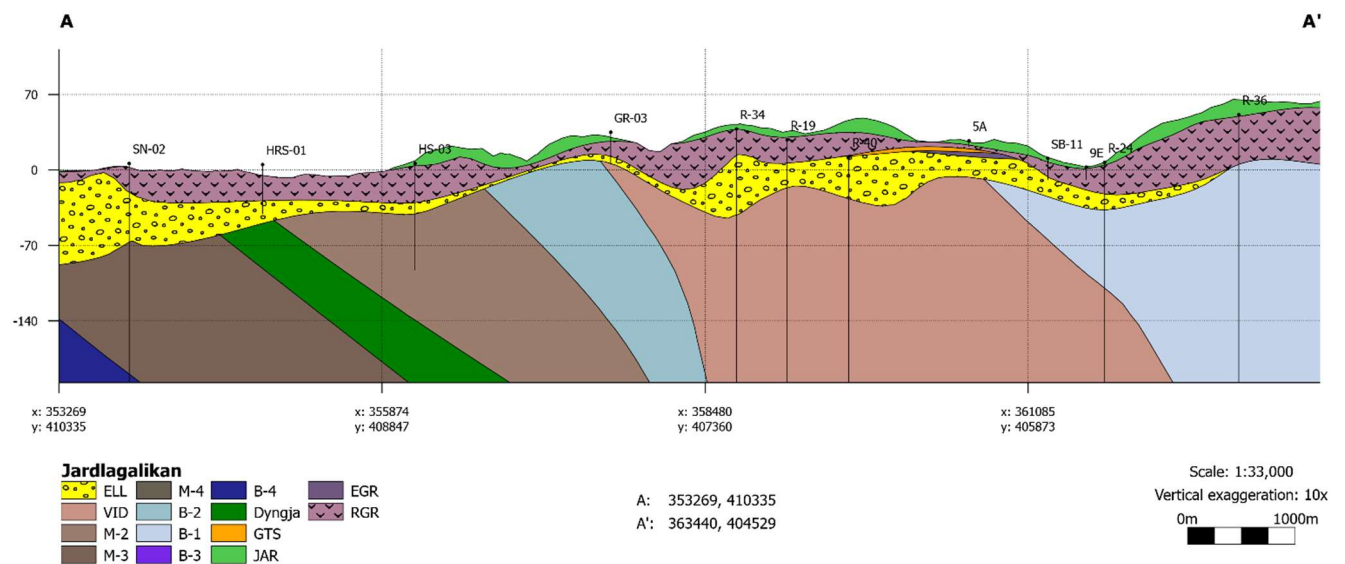
Mynd 9: Flákinn sem skilgreinir græna lagið (dyngja) sker gegnum ljósbrúna lagið (M-2) en þar sem að ljósbrúna lagið er yngra sker það vinstri hluta græna lagsins út (ljósbrún lína sýnir hvernig það er skorið).



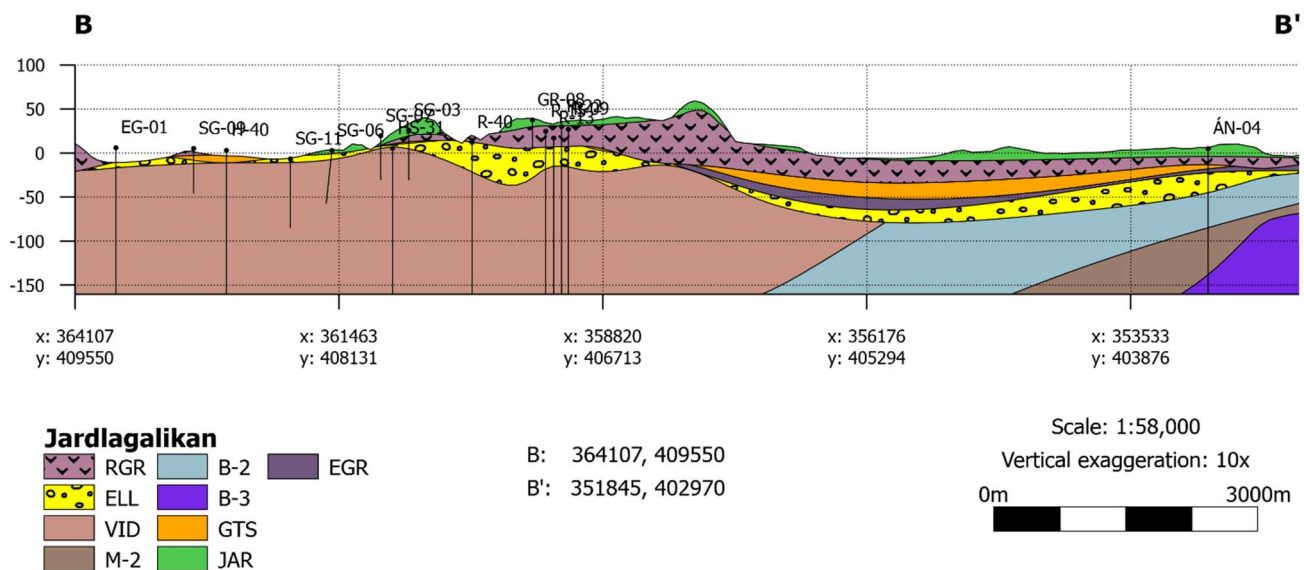
Mynd 10: Mynd af sniðnu líkaninu neðan mislægisins neðan Elliðavogslaganna frá Seltjarnarnesi (vinstri) til Elliðaárdals (hægri). Mörg af dýpri jarðlögunum ná upp að nær yfirborði á nesinu. Rauðar línur eru strandlínur og horft er aðeins ofan á líkanið til norðausturs.



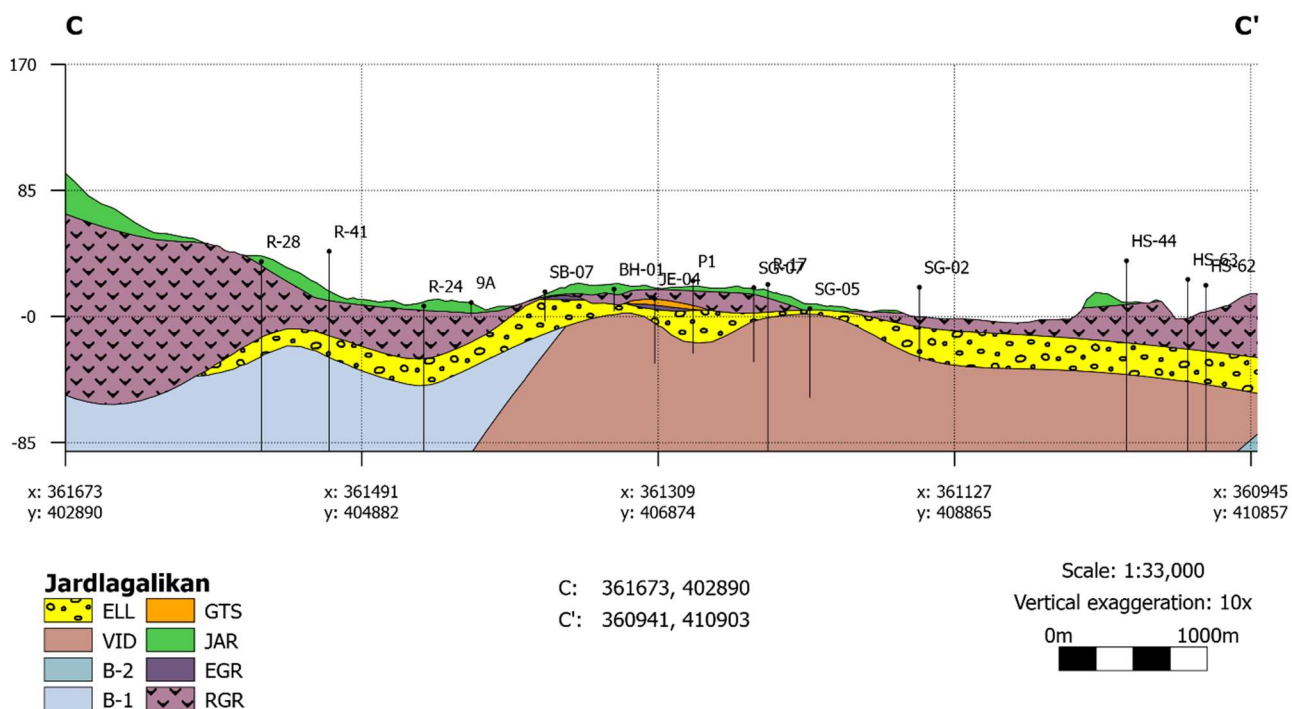
Mynd 11: Yfirlitskort sem sýnir legu eftirfarandi sneiðmynda: A – A' Gróttu – Hraunbær. B – B' Eiði – Álftanes. C – C' Breiðholt – Viðey.



Mynd 12: Sneiðmynd frá Seltjarnarnesi (A) til Hraunbæjar (A').



Mynd 13: Sneiðmynd sem nær frá Eiði nálægt Geldinganesi (B) að Álftanesi (B').



Mynd 14: Sneiðmynd frá Breiðholti (C) gegnum Sæbraut og norður í Viðey (C').

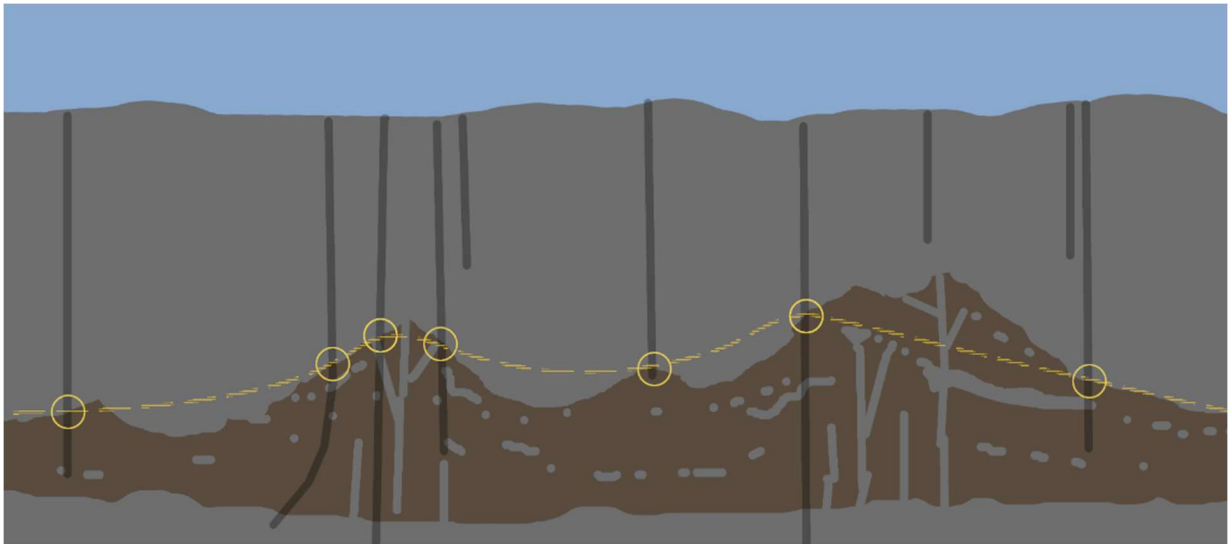
4.1 Óvissupættir í líkani

Hæðir þar sem engar borholur finnast eru oftast skornar af JAR flákanum og því túlkar líkanið þær sem þykkan jarðvegsstafla. Líklegra er að í rauninni sé þar RGR berg að finna undir þunnri jarðvegshulu.

Svæði sem innihalda fáar og/eða grunnar borholur er erfitt að tengja við fjarlægar holur, þar þyrfti að brúa bilið með fleiri holum. Gagnapétteleiki minnkar sérstaklega til útjaðra líkansins og verður líkanið að teljast óáreiðanlegt út til jaðranna.

Svarfgreining í dýpri holum getur verið ónákvæm og er upplausn og nákvæmni borholulýsinga og jarðlagasniða mjög mismunandi eftir tímabili og jarðfræðingum sem að þeim unnu.

Þar sem að líkaninu er skipt í stafla frekar en einstök lög getur verið flókið að meta hvar mörk hvers stafla eru í mismunandi holum. Oft er hægt að notast við leiðaralög. Það er að segja jarðlög með mjög einstaka eiginleika sem auðvelda tengingar milli holna. Útbreiðsla slíkra leiðaralaga þarf því að vera mikil til að gagnast tengingum milli svæða. Í sumum tilfellum geta jarðlagasyrpur deilt berggerðum. Til dæmis er þónokkuð af basaltlögum að finna í Viðeyjarberginu þó það einkennist í heild sinni af miklu móbergi. Það veldur því stundum að mörkin milli móbergssyrpa eins og Viðeyjarbergsins og umlykjandi basaltsyrpa verður eilítið óljós. Í því tilfelli er reynt að taka mið af hinu almenna jarðlagastriki og halla eldra bergsins á svæðinu. Við bætist að móbergssyrpur mynda mikið landslag sökum þess að þær verða til undir jökli. Það gerir „fláka sem lagmót“ að frekar grófri aðferð (mynd 15).



Mynd 15: Dæmi um hvernig flákalíkan (gul punktalína) getur ofureinfaldað landslag í móbergi vegna takmarkaðs fjölda gagnapunkta (gulir hringir) í borholum (dökkgráar línur).

Samantekt

Líkanið sýnir Reykjavíkurgrágrýtið, Elliðavogslögin og mislægið undir þeim vel, en mörk jarðvegshulu og Reykjavíkurgrágrýtis eru illa skilgreind á þeim stöðum, þar sem fáar borholur eru til staðar til að ákvarða lagmótin. Það veldur því að sums staðar virðist jarðvegshulan of þykk. Neðan við mislægið eru ýmist basalt eða móbergsríkar syrpur sem hallar 4-8° til ASA.

Góð upplausn og nákvæmni er í kringum stofnbrautirnar Miklubraut og Sæbraut, sem og milli Laugarnesssvæðisins, Elliðaárdals og að einhverju leyti Seltjarnarness vegna fjölda holna og þéttleika gagna, en utan þeirra reynist erfiðara að tengja holurnar. Því verður líkanið að teljast ónákvæmt eða rangt til jaðrana þangað til frekari gagnaöflun hefur átt sér stað. Þrjú þversnið voru útbúin þar sem gagnþéttleiki þótti mjög góður.

Með verkefninu varð til stórt gagnasafn sem þó þarfnast enn nokkurrar athygli og úrvinnslu áður en það getur kallast fulltúlkað. Framtíðarvinna við líkanið gæti því falist í eftirfarandi:

- Að bæta inn tiltækum upplýsingum úr holum til austurs (Mosfellsbær t.d.).
- Frekari vinna með misgengi á svæðinu, bæði þau virku sem eru til staðar austarlega á svæðinu (t.d. Hjallamisgengið) og einnig þau sem talið er að séu til staðar neðan mislægisins og hafa verið staðsett út frá holugögnum.
- Kortleggja betur Fossvogslögin þar sem tími gafst ekki til þess nú.

Frekar gagnaöflun myndi fela í sér borun á fleiri holum þar sem gögn eru af skörum skammti. Þetta gæti falist í eftirfarandi:

- Margar grunnar og örfáar dýpri holur meðfram stofnleiðum, t.d. Reykjanesbraut, Hafnarfjarðarvegi, Breiðholtsbraut, Vesturlandsvegi og Nesbraut.
- Nokkrar dýpri holur í t.d. Vesturbæ, Kársnesi, Álftanesi, Viðey, Lundey og Engey.

Heimildaskrá

- Árni Hjartarson (1990). Jarðgöng undir Digranesháls [greinagerð]. Orkustofnun, greinagerð ÁH-90-01, 10 bls.
- Árni Hjartarson og Daði Þorbjörnsson (2019). Vatnafarskort af Reykjavík vestan Elliðaána. Blágrænar ofanvatnslausnir. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2019/066, 33 bls.
- Árni Hjartarson, Eiríkur Freyr Einarsson, Kjartan Thors, Kristján Ágústsson, Matthías Loftsson og Þorsteinn Egilsson (2007). Sundagöng. Jarðfræði og berggæði á jarðgangaleið Sundabrautar. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/056, 110 bls. + 3 kort.
- Árni Hjartarson og Sigbjörn Guðjónsson (1984). Reykjavíkurhöfn. Jarðfræðin við Sundin blá. Orkustofnun, OS-84034/VOD-04.
- Árný Erla Sveinbjörnsdóttir, Dagbjartur Sigursteinsson, Helga Tulnius, Hrefna Kristmannsdóttir og Sigurður Benediktsson (1984a). Seltjarnarnes, hola SN-06: Borun fyrir 13 3/8“ fóðringu í 416 m. Orkustofnun, OS-84081/JHD-34.
- Árný Erla Sveinbjörnsdóttir, Jens Tómasson og Þorsteinn Thorsteinsson (1984b). Seltjarnarnes, hola SN-05: Framkvæmd borunar, jarðlagaskipan og örvunaraðgerðir. Orkustofnun, OS-84091/JHD-41.
- Bjarni Richter (1995). Jarðlagaskipan og ásýnd setlaga í Reykjavík vestan Elliðaána. BSc-verkefni, Jarð- og landfræðiskor HÍ.
- Daníel Bergur Ragnarsson, Auður Agla Óladóttir, Sigurður Garðar Kristinsson, Halldór Ingólfsson og Jón Einar Jónsson (2025). Hola R-44, Borsaga, svarf og hljóðsjármæling. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2025/óútgefið.
- Grímur Björnsson, Sigvaldi Þórðarson, Jens Tómasson og Benedikt Steingrímsson (1998). Höfuðborgarsvæði. Prívítt líkan af jarðlagasýrþum. Orkustofnun, OS-98031, 63 bls.
- Guðmundur Ómar Friðleifsson (1990). Jarðfræði Laugarnessvæðisins í Reykjavík. Orkustofnun, OS-90035/JHD-07, 63 bls.
- Guðmundur Ómar Friðleifsson, Helga Tulnius, Jens Tómasson, Þorsteinn Thorsteinsson, Gísli Guðmundsson og Guðlaugur Hermansson (1985). Reykjavík Hola RV-35: Borun og borholurannsóknir. Orkustofnun, OS-85106/JHD-61 B, 90 bls.
- Guðmundur Ómar Friðleifsson, Þórður Arason, Helga Tulnius og Benedikt Steingrímsson (1996). Hola HS-44 í Geldinganesi: Jarðlög, ummyndun og niðurstöður jarðlagamælinga. Orkustofnun, OS-96053/JHD-33 B, 29 bls.
- Haukur Jóhannesson (1985). Jarðfræði Innnesja. Náttúrufræðistofnun Íslands.
- Haukur Jóhannesson og Kristján Sæmundsson (1998). Jarðfræðikort af Íslandi 1:500.000. Höggun. Náttúrufræðistofnun Íslands.
- Helga Margrét Helgadóttir, Ögmundur Erlandsson og Árni Hjartarson (2022). Rannsóknarboranir við Sæbraut í Reykjavík. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2022/019
- Helga Tulnius, Ómar Bjarki Smárason, Jens Tómasson, Ingvar Bjarki Friðleifsson og Guðlaugur Hermansson (1986). Hitastigulsboranir árið 1984 á höfuðborgarsvæði. Holur HS-14 til HS-22. Orkustofnun, OS-886060/JHD-22, 38 bls.

- Helgi Torfason, Árni Hjartarson, Haukur Jóhannesson, Ingvar Birgir Friðleifsson, Jón Jónsson og Kristján Sæmundsson (1997). Berggrunnskort, Viðey, 1613 III NV-B 1:25.000. Landmælingar Íslands, Orkustofnun, Hafnarfjarðarbær, Garðabær, Kópavogsbær, Mosfellsbær, Seltjarnarnesbær og Reykjavíkurborg.
- Ingvar Birgir Friðleifsson (1973). Petrology and structure of the Esja Quaternary volcanic region, southwest Iceland, Ph.D. thesis, 208 bls. Oxford Univ., England.
- Ingvar Birgir Friðleifsson (1976). Greinagerð um jarðhitalíkur í Bessastaðahreppi. Orkustofnun, OS/JHD-7636, 7 bls.
- Irma Gná Jóngeirsdóttir (2024). Álfanes ÁN-10 [Svarfgreining]. Óútgefið, 1 bls.
- Jens Tómasson (1993). Hla HS-36 í Nauthólsvík: Jarðlög, ummyndun og vatnsæðar. Orkustofnun, OS-93067/JHD-33 B, 9 bls.
- Jens Tómasson (1998a). Jarðlög Laugarnes-og Elliðaársvæðanna. Orkustofnun, JT-98/04, 2 bls.
- Jens Tómasson (1998b). Meginjarðlagasýrpur og vatnsæðar í borholum á Elliðaársvæði. Orkustofnun, JT-98-02, 5 bls.
- Jens Tómasson, Helga Tulnius og Benedikt Steingrímsson (1994). Höfuðborgarsvæði, holur HS-23 til HS-35: Jarðfræði og jarðlagamælingar. Orkustofnun, OS-94023/JHD-11 B, 68 bls.
- Jens Tómasson, Þorsteinn Thorsteinsson og Ómar Bjarki Smáráson (1982). Greinagerð yfir borun holu G-37 á Elliðaársvæði. Orkustofnun, JT-ÞTh-OBS-82-03, 28 bls.
- Jens Tómasson, Þorsteinn Thorsteinsson, Hrefna Kristmannsdóttir og Ingvar Birgir Friðleifsson (1977). Höfuðborgarsvæði, jarðhitarannsóknir 1965–1973. Orkustofnun, OS/JHD-7703, 109 bls.
- Jóhann Örn Friðsteinsson, Þorgeir S. Helgason, Margrét Traustadóttir og Snorri Páll Snorrason (2020). Sæbraut í stokk frá Holtavegi til Vesturlandsvegur. Jarðkönnunar- og jarðtæknihönnunarskýrsla. Verkís. Jarðkönnunar- og jarðtæknihönnunarskýrsla á frumdragastigi. ID173669.
- Jón Eiríksson og Bjarni Richter (1994). Jarðboranir í Reykjavíkursýrpu. Raunvísindastofnun Háskólans.
- Jón Haukur Steingrímsson (2000). Sundabraut, gagnamót við Sæbraut. Minnisblað dags. 29.08.00. Línuhönnun, verkfræðistofa
- Kristján Sæmundsson, Magnús Á. Sigurgeirsson, Árni Hjartarson, Ingibjörg Kaldal, Sigurður Garðar Kristinnsson og Skúli Víkingsson (2016). Jarðfræðikort af Suðvesturlandi. 1:100.000 (2. útgáfa). ÍSOR, Reykjavík.
- Kristján Sæmundsson, Hrefna Kristmannsdóttir, Jens Tómasson, Hilmar Sigvaldason (1993). Hitastigulsboranir á Seltjarnarnesi haustið 1993 og aðgerðir í holum SN-02 og SN-03. Orkustofnun, OS-93079/JHD-40 B, 17 bls.
- Ómar Bjarki Smáráson, Helga Tulnius, Guðlaugur Hermannsson, Þorsteinn Thorsteinsson, Jens Tómasson og Vigdís Harðardóttir (1988). Reykjavík, hla RV-41. Orkustofnun, OS-88026/JHD-02, 59 bls.
- Ómar Bjarki Smáráson, Helga Tulnius, Jens Tómasson, Guðlaugur Hermannsson, Héðinn Ágústsson og Sigurður Benediktsson (1984). Reykjavík, hla RV-39: Borun fyrir 13 3/8 “ fóðringu. Orkustofnun, OS-84036/JHD-11 B, 21 bls.

Ómar Bjarki Smáráson, Helga Tulnius, Jens Tómasson, Þorsteinn Thorsteinsson, Guðlaugur Hermannsson og Héðinn Ágústsson (1985). Reykjavík, Hla RV-36: Borun og rannsóknir. Orkustofnun, OS-85113/JHD-66 B, 63 bls.

Sigurður Sveinn Jónsson, Helga Tulnius, Þórður Arason, Guðmundur Ómar Friðleifsson og Benedikt Steingrímsson (1996). Höfuðborgarsvæði, holur HS-35 og HS-37 til HS-43: Jarðfræði og jarðlagamælingar. Orkustofnun, OS-96068/JHD-38 B, 40 bls.

Sigurður Sveinn Jónsson, Steinar Þór Guðlaugsson, Guðmundur Ómar Friðleifsson, Helga Tulnius og Benedikt Steingrímsson (1998). Höfuðborgarsvæði, holur HS-45 til HS-48: Jarðfræði og jarðlagamælingar. Orkustofnun, OS-98015, 41 bls.

Vigdís Harðardóttir, Hrefna Kristmannsdóttir (1999). Hla SN-12 á Seltjarnarnesi. Borun, prófanir og vinnslueiginleikar. Orkustofnun, VH-HK-99-01B, 26 bls.

Þórólfur Hafstað (1999). Höfuðborgarsvæði, holur HS-52 til HS-64: Hitastigulsholur í Geldinganesi. Orkustofnun, OS-99027, 29 bls.

Ögmundur Erlendsson, Helga Margrét Helgadóttir og Árni Hjartarson (2022a). Jarðlagaskipan í nágrenni Sæbrautar. Jarðlagalíkan og langsnið. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2022/025, 23 bls.

Ögmundur Erlendsson, Helga Margrét Helgadóttir og Árni Hjartarson (2022b). Jarðlagaskipan í nágrenni Miklubrautar. Jarðlagalíkan og langsnið. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2022/029, 25 bls.

Ögmundur Erlendsson, Helga Margrét Helgadóttir, Árni Hjartarson og Magnús Á. Sigurgeirsson (2022c). Rannsóknarboranir við Miklubraut í Reykjavík. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2022/017. 61 bls.



Kópavogur: Urðarhvarfi 8, 203 Kóp. – Sími: 528 1500
Akureyri: Rangárvöllum við Hlíðarfjallsveg, 603 Ak. – Sími: 528 1500
isor@isor.is – www.isor.is