

## Jarðsjór og sjótaka í Reykjavík

**Árni Hjartarson**

**Greinargerð ÁH-2003-05**

## Jarðsjór og sjótaka í Reykjavík

Orkuveita Reykjavíkur hefur hug á að koma sér upp sjótökubóli í grennd við Laugardalinn þar sem sjó yrði dælt úr jarðlögum eða fyllingum við ströndina. Sjóinn á m.a. að nota í selakerjum í Húsdýragarðinum og til sjóbaða í líkamsræktarstöðvum. Afköst bólsins þurfa að vera um 10 l/s. Gerð var tilraun til bora eftir jarðsjó í þessu skyni í grágrýtið á Laugarnesi skammt vestan við Sundahöfn vorið 2002. Boraðar voru tvær holur, 19 og 40 m djúpar. Í ljós kom að grágrýtið náði ekki nema niður undir stórstraumsfjöruborð en undir því er Elliðavogssætt sem er þétt og illa vatnsgengt og síðan Viðeyjarmóberg sem er enn þéttara. Lítið sem ekkert fékkst því úr þessum holum. Þórólfur H. Hafstað og Árni Hjartarson (2000) tóku saman stutta greinargerð fyrir OR um jarðsjávarvinnslu í Reykjavík í henni er ýmsan fróðleik að finna um jarðsjó og jarðsjávarnám í Reykjavík og víðar.

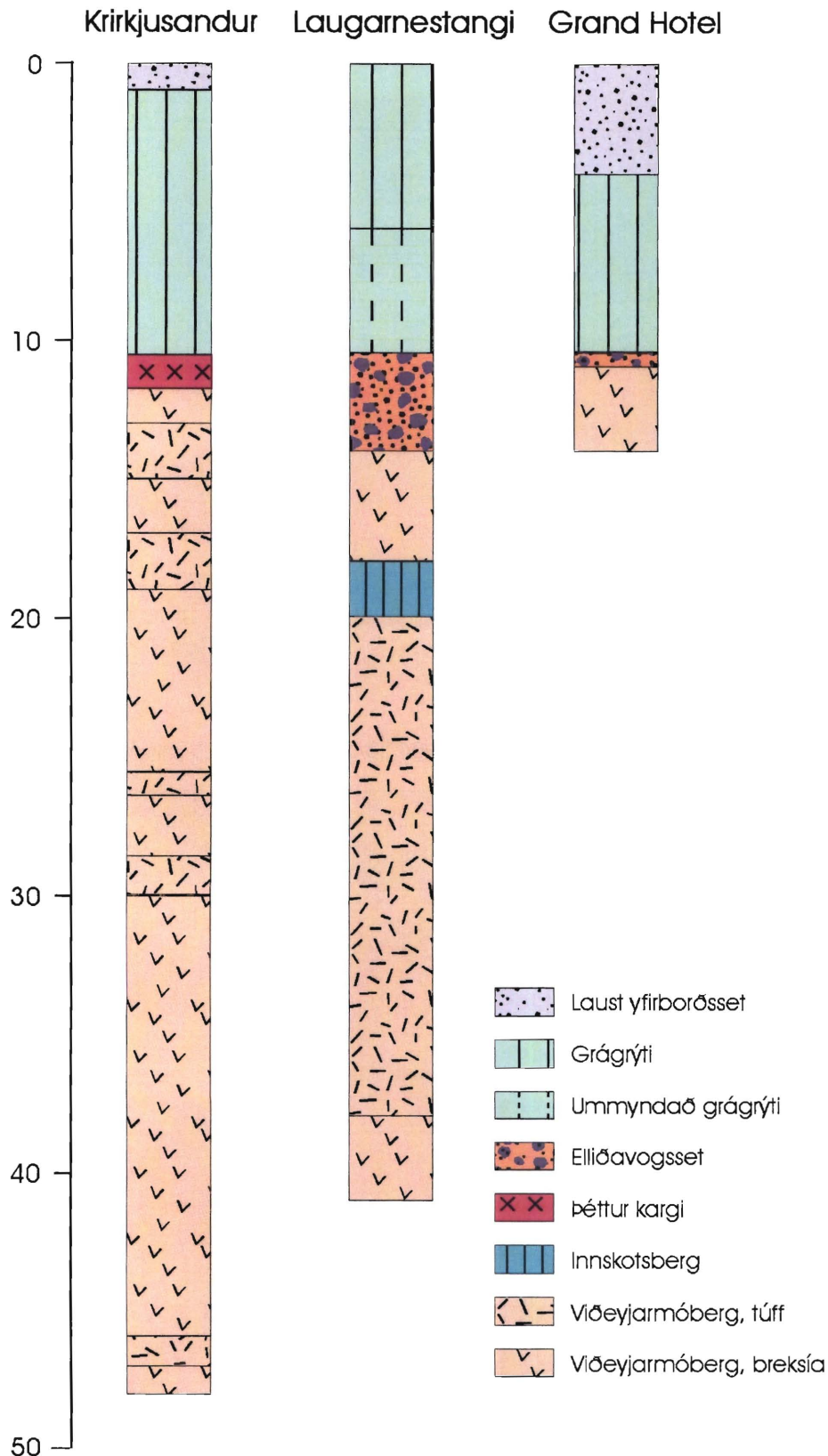
### Jarðsjór í Reykjavík

Ekki hefur reynst vandalaust að gera góð jarðsjávarból við strendur Reykjavíkur en raunar hefur það ekki mikið verið reynt. Sjótökubrunnur var gerður í uppfyllingu úti undir Örfirisey árið 1984. Sjórinn, sem þar fékkst, var notaður við móttöku og vinnslu loðnuhrogna hjá Granda hf. Kröfur til "sjógæða" voru því eins og vera ber í matvælavinnslu. Þarna hafa verið gerðar miklar fyllingar á síðustu árum og er ekki vitað hvort brunnurinn er enn í notkun. Vel má vera að fleiri sjótökumannvirki hafi verið gerð í uppfyllingar annars staðar í borginni. Borað var eftir sjó við Eiði innan við Gufunes vegna fiskeldis. Þar er fornt og þétt móberg í berggrunni svo tilraunin misheppnaðist.

Sjótökubrunnar vegna hrognavinnslu og fiskeldis eru raunar víða um land og yfirleitt hefur það verið nokkrum vandkvæðum bundið að fá úr þeim nógu hreinan sjó nema þá helst á hrauna- og grágrýtissvæðunum á Reykjanesskaga. Þar hagar svo til að undir misþykkri grunnvatnslinsunni er jarðsjór. Þar sem aðstæður eru góðar er lekt jarðlaganna þar niðri nægileg til að úr borholu megi dæla hreinum sjó án þess að ferska grunnvatnið ofan á blandist saman við. Jarðfræði Reykjavíkursvæðisins gefur hins vegar ekki tilefni til að ætla að hægt sé að komast í vinnanlegan jarðsjó með því að bora í gegn um grunnvatnslinsuna. Til þess er hún of þykk og alls staðar má búast við að hún nái út fyrir núverandi sjávarmál. Auk heldur fara jarðhitakerfin á svæðinu að blanda sér fullmikið inn í heildarmyndina.

Það er ljóst, að til þess að til þess að ná fullsöltum og nægilega síuðum sjó, verður að leita eftir honum úti við strönd. Meðfram ströndum borgarinnar eru annað hvort manngerðar uppfyllingar eða náttúrulegar fjörur. Alls staðar streymir grunnvatn frá landi til hafs, í misjöfnum mæli þó. Ef brunnar eru gerðir eða holur boraðar úti við ströndina er við því að búast að úr þeim fáiast fyrst ferskt vatn og síðan sjóblandið, ef mikið og lengi er úr þeim dælt. Hver endanleg hlutföll verða fer eftir aðstæðum hverju sinni; hversu miklu er dælt, hvort aðstreymi er greiðara land- eða sjávarmegin að mannvirkinu og jafnvel geta sjávarföll skipt máli. Sjóhola (eða djúpur brunnur) verður að vera í sæmilega vatnsleiðandi jarðlögum neðan við stórstraumsfjörumörk.

Þegar horft er til þess hvar stýst er frá Laugardalnum til sjávar, beinast sjónir að svæðinu frá Rauðarárvík og að Sundahöfn.



Mynd 1. Borholusnið frá Kirkjusandi, Laugarnestanga og Grand Hotel.

Þar er annars vegar um að ræða manngerðar uppfyllingar meðfram sjónum við Kirkjusand og miklar fyllingar í tengslum við Sundahöfn. Hins vegar er svo Laugarnestanginn og svæðið þar í kring með lítt röskuðu klettafjörum.

### **Sjótaka úr bergi**

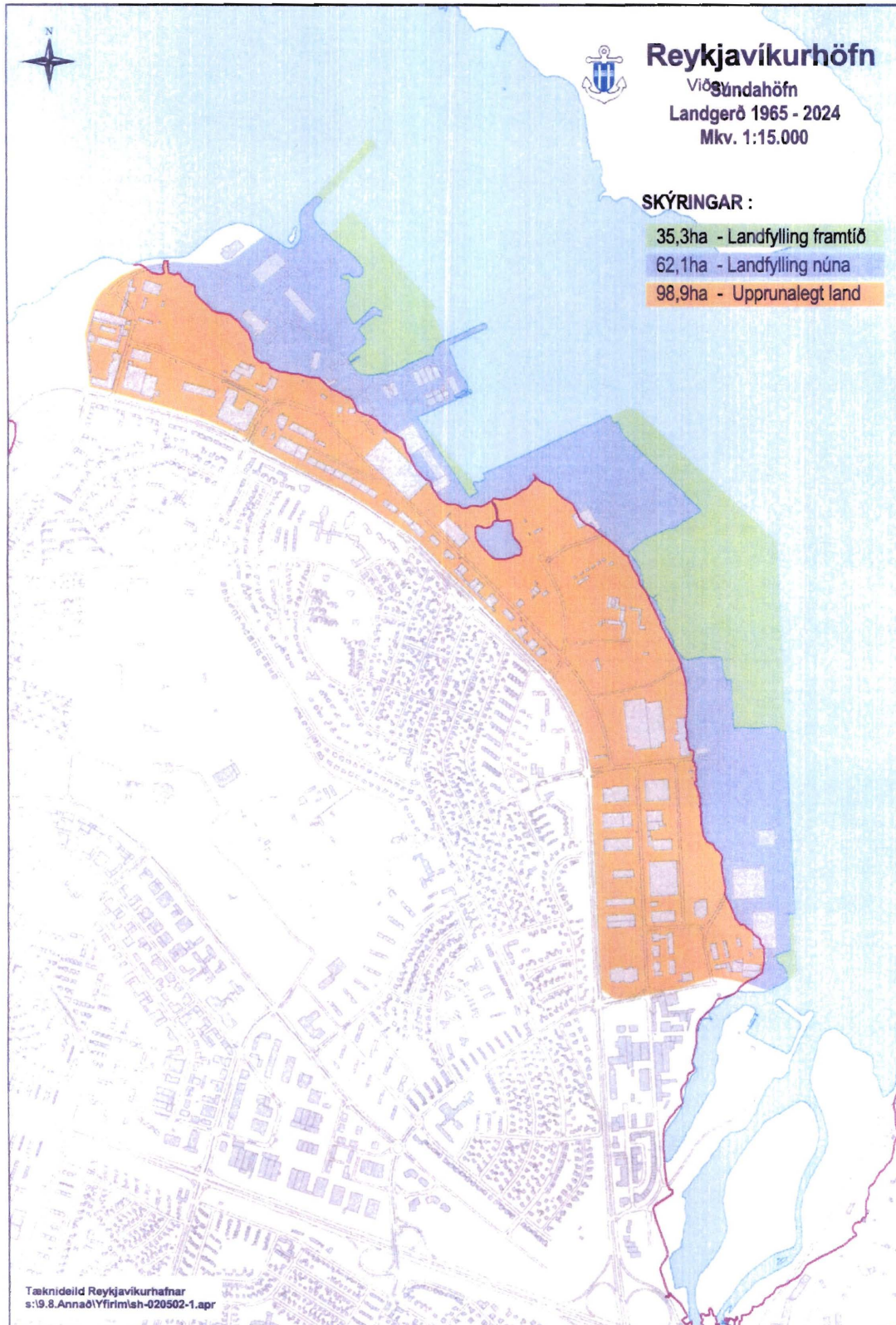
Þrátt fyrir misheppnaða borun í berg eftir jarðsjó á Laugarnesi vorið 2002 er ekki fullreynt hvort ná megi árangri með borun í Reykjavíkurgrágrýti. Frumskilyrðið er að grágrýtið nái vel niður fyrir sjávarmál. Vitað er um þykkt grágrýtisins í nokkrum borholum í grenndinni. Hjá lóð Strætisvagnanna á Kirkjusandi er þykkt grágrýtisins 9,5 m og þar nær það 4 m niður fyrir sjávarmál (mynd 1). Í kjarnaholum sem boraðar voru við Grand Hotel við Engjateig reyndist grágrýtisbotninn hins vegar í rúnum 3 m yfir sjávarmáli en heildarþykkt grágrýtisins var um 6 m. Í holunni R-14 við Borgartún-Kringlumýrarbraut nær það 12 m niður fyrir sjávarmál. Í dýpstu borholu Reykjavíkur, holunni R-34 við Skipholt, 500 m suðvestar, er grágrýtið 60 m þykkt og nær 22 m niður fyrir sjávarmál. Þarna virðist því dýpka á botn grágrýtisins til vesturs. Ströndin milli Rauðarárvíkur og Kirkjusands er að mestu manngerð en undir fyllingunum er sennilega grunnt á Reykjavíkurgrágrýtið sem hugsanlega nær 10 – 20 m niður fyrir sjávarmál.

Lektin í grágrýtinu getur verið ærið mismikil; það er gert úr hraunbeltum með þéttum miðhluta en lekum, þunnum kargalögum á milli. Beltin eru víða 1 – 2 m á þykkt en eru sums staðar þykkari. Neðsta lag grágrýtisins er víða úr kubbabergi sem myndast hefur við að hraunið hefur runnið í sjó fram. Kubbabergið er lekara en beltaða grágrýtið. Slíkt kubbabergslag hefur t.d. fundist í borholum í miðbænum. Óvíst er hversu langt austur með ströndinni það nær. Þetta verður ekki kannað nema með borunum. Annar óvissuþáttur er síðan sá, hvort ágangur grunnvatns haldi jarðsjónum frá. Úr því verður heldur ekki skorið nema með borun og dælingu. Dæling verður efalaust að standa um alllangan tíma, en hve lengi og hversu mikið þarf að dæla verður ekki um sagt fyrr en á reynir. Þó vel takist til með slíka holu er þó ólíklegt að hún dugi ein til að anna því magni, sem sóst er eftir. Rétt er því að gera ráð fyrir að nokkrar holur þurfi til að ná tilskyldu magni.

### **Sjótaka úr fyllingarefni**

Á uppfyllingasvæðum við Kirkjusand og í Sundahöfn (mynd 2) mun skást að bora (eða grafa) skammt innan brimvarnar. Undir fyllingarefninu eru víða lög af sjávarseti. Það er finsendið og þétt efst, en í Sundahöfn er neðri hluti þess víða úr grófara og lekara seti. Nokkuð óvissa getur ríkt um hvers konar fyllingarefni er fyrir hendi; hvort það er of þétt, hæfilega lekt eða of lekt. Leita þarf upplýsinga um uppruna þess og þykkt og hvort óhreinindi gætu leynst í því. Mun hreinlegra er að bora í fyllingar en grafa í þær en reynslan hefur þó sýnt að niðurgrafnar drenlagnir eru afkastameiri en borholur.





Mynd 2. Gömul strandlína, fyllingar og áformaðar fyllingar við Sundahöfn. (Kort fengið hjá Reykjavíkurhöfn).

## Tillögur

Lagt er til að gerð verði úrslitatilraun með sjóvinnslu úr grágrýtinu. Hreinn og tær jarðsjór úr bergi hefur á sér betri ímynd en sjór sem tekin er úr manngerðum fyllingum þótt óvíst sé að raunverulegur gæðamunur sé mikill. Boraðar verði tvær 8 tommu holur niður í gegn um fyllinguna norðan við Sæbraut nokkru vestan við vegamót Kringlumýrabrautar eins og sýnt er á meðfylgjandi jarðfræðikorti. Ef ágangur grunnvatns reynist mikill á þessu svæði mætti reyna fyrir sér með þriðju holuna á ströndinni syðst í Laugarnesinu. Þar er grágrýtið að öllum líkindum þynnra en vestan Kringlumýrabrautar en grunnvatn frá landi atkvæðaminna. Holurnar eiga að ná niður úr grágrýtinu og 3 m niður fyrir það. Svarfsýni skal tekið á 1 m fresti á meðan á borun stendur því grundvallaratriði er að fá góðar upplýsingar um þykkt grágrýtisins og dýpi á botn þess. Gert er ráð fyrir heilli yfirborðsfóðringu niður í gegn um lausu yfirborðslögin að grágrýtinu. Að öðru leyti verði holurnar ófóðraðar.

Grágrýtið verður að ná a.m.k. 5 m niður fyrir stórstraumsfjöruborð (0-punkt Sjósmælinganna) til að vert sé að eiga meira við það. Vísbendingar um lekt holunnar koma í ljós strax við borunina en næsta líklegt er að það verði ferskt vatn sem úr henni kemur meðan borinn stendur á henni. Sjógæfni kemur tæplega í ljós fyrr en með langtímadælingu. Eftir borunina verður holan hita- og leiðnimæld. Leiðnin gefur upplýsingar um seltuna. Þá er skynsamlegt að fylgjast með sjávarfallasveiflu vatnsborðsins í holunni með síritandi mæli í u.þ.b. tvo sólarhringa. Með því að bera þessar sveiflur saman við sjávarföll má reikna leiðnigildi bergsins og með því fá vísbendingu um hvernig skuli haga framhaldinu. Langsamlega er líklegast að það verði langtíma úrdæling. Þar verður reynt að dæla sem mestu magni úr holunni og með hámarksniðurdrætti. Búast má við að í fyrstu komi upp blanda af fersku vatni og sjó og að hlutur sjávar vaxi með tímanum.

Fylgst verður með hita vatnsins og rafleiðni meðan á dælingu stendur. Að henni lokinni á að vera hægt að segja til um hvort sjávaröflun þarna er fýsileg og hvort fjölga þurfi holunum til að ná tilskyldu magni. Á þessu stigi þarf líka að gera heildarefnagreiningu og gerlapróf.

Ef niðurstöður borunar og úrdælingar verða neikvæðar verður að beina athyglinni að jarðsjávarvinnslu úr uppfyllingarefni, annað hvort við Kirkjusand eða inn við Sundahöfn. Aðstæður virðast betri við Sundahöfn (sjá jarðfræðikortið). Samkvæmt upplýsingum frá tæknideild Reykjavíkurborgar er jarðlagaskipan þar sú að berggrunnur, sem er afar mishæðóttur, getur náð allt niður undir – 30 m. Ofan á honum er náttúrulegt sjávarset, 10 – 15 m þykkt, þar sem neðri hlutinn er lekari en sá efri. Síðan koma uppfyllingarefni sem geta verið af ærið misjöfnum uppruna. Sums staðar er dýpkunarefni frá höfninni, þ.e. fingert siltríkt sjávarset, annars staðar grjót, steinsteypubrot og malbik en einnig sandur og mól (skeljagrús) úr Faxaflóa sem notaður hefur verið sem uppfylling. Aðstæður virðast nokkuð vænlegar við dælustöðina á Skarfagarði. Þar er allþykkur púði af skeljagrús sem settur var beint ofan á óhreyft sjávarsetið undir. Púðinn nær 9 – 10 m niður fyrir sjávarmál.

Mælt er með því að boruð verði 8 – 10 tommu hola niður í gegn um fyllinguna og sjávarsetið undir henni allt niður á fast berg, sem á þessum slóðum er

Viðeyjarmóberg. Heilfóðrað verði alla leið niður úr en fóðringin síðan raufuð upp að stórstraumsfjöruborði. Næsta víst er að ferskt grunnvatn mun ekki valda vandkvæðum í þessari holu. Spurningin er bara hversu mikill sjór fæst úr holunni og hversu hreinn hann er. Svör við því fást ekki fyrr en með borun og dælingu.

### Holulýsing

Nánari lýsing á borholunum er þessi:

Fyrst skal bora þrjár holur í grágrýtið. Tvær 8 tommu holur verði boraðar niður í gegn um fyllinguna og grágrýtið norðan við Sæbraut nokkru vestan við vegamót Kringlumýrarbrautar eins og sýnt er á meðfylgjandi jarðfræðikorti. Holurnar eiga að ná 3 m niður fyrir grágrýtið. Holurnar eiga að vera heilfóðraðar og odexboraðar niður að yfirborði grágrýtisins og fóðring steypst föst. Þar neðan við skulu holurnar vera ófóðraðar. Holutoppur skal ná 5 cm úr jörð og vera vel frá genginn með góðum áskrufuðum hlemmi. Um jarðlagabykkir er ekki vitað með neinni nákvæmni en hugsanlega er fyllingin um 6 m og grágrýtið 15 m. Grunnvatnsborð er við sjávarmál og sveiflast upp og niður í takt við sjávarföll. Svarfsýni skal tekið á 1 m fresti á meðan á borun stendur.

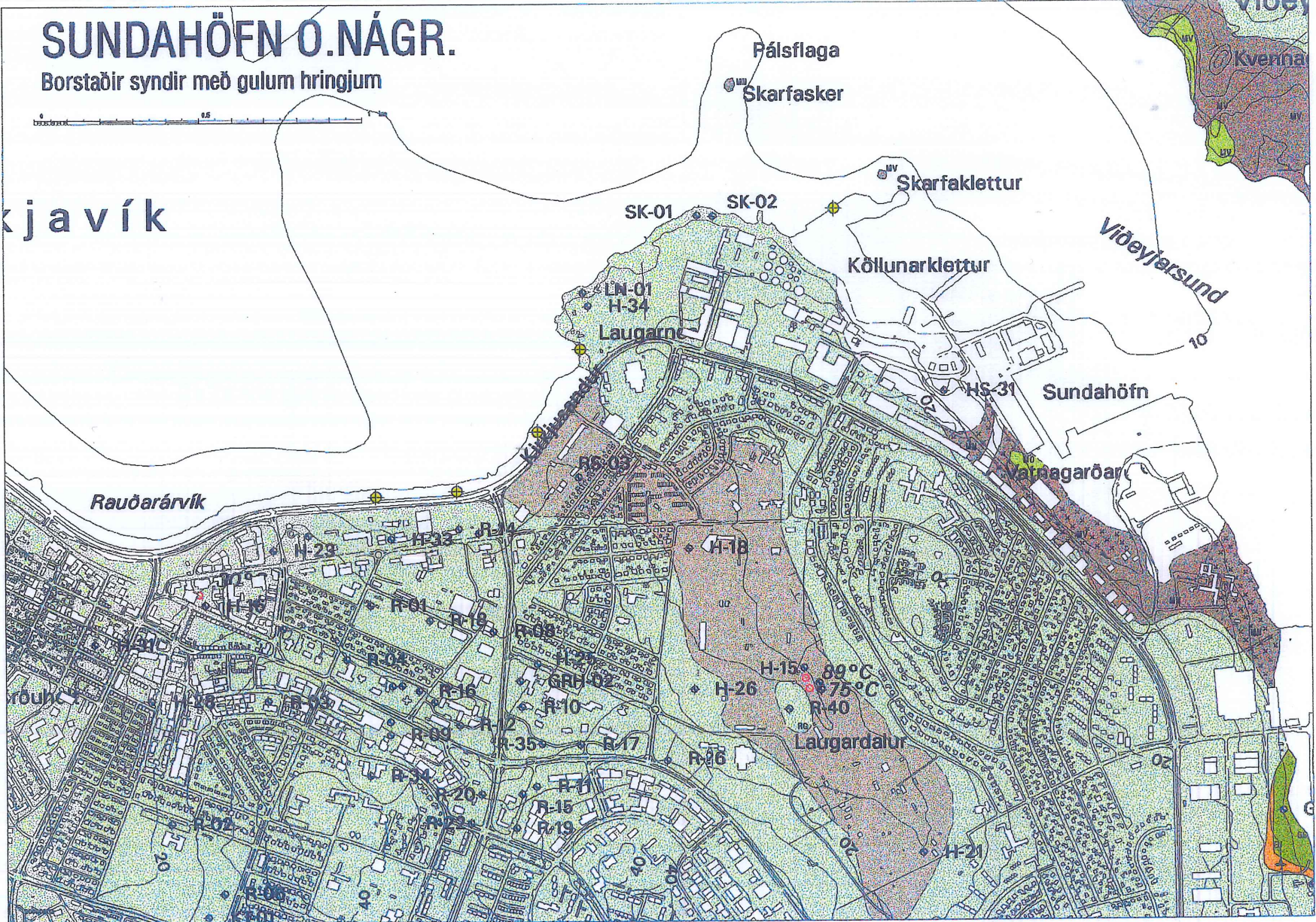
Ef ágangur grunnvatns reynist mikill á þessu svæði skal bora þriðju holuna á ströndinni syðst í Laugarnesinu. Þar er engin fylling efst og grágrýtið að öllum líkindum þynnra en vestan Kringlumýrarbrautar. Þar þarf því enga fóðringu aðeins góðan holutopp.

Ef sjór næst ekki úr grágrýtinu skal boruð 8 tommu hola í fyllinguna nyrst við Sundahöfn. Hún á að vera odexboruð og ná niður í gegn um fyllinguna og sjávarsetið undir henni allt niður á fast berg. Holudýpi gæti orðið 30 m. Heilfóðrað verði alla leið niður úr en fóðringin síðan raufuð upp að stórstraumsfjöruborði. Holutoppur skal ná 5 cm úr jörð og vera vel frá genginn og með góðum hlemmi.

Tekið skal fram að þetta eru tilraunaholur sem gætu orðið vinnsluholur ef vel tekst til og þá má einnig gera ráð fyrir að fjölga þurfi holunum.

*Árni Hjartarson*









# Reykjavíkurbær

Yfirlitsmynd yfir Gömlu höfnina  
Janúar 2003 Mkv. 1:10.000

