



Sjótaka úr borholum

Hákon Aðalsteinsson

Greinargerð HA-86-01

## SJÓTAKA ÚR BORHOLUM

### Greinargerð um frákvæmd rannsóknarverkefnis

#### 1 INNGANGUR

Í tillögum til fjárlaga fyrir árið 1987 lagði Orkustofnun fram tillögur um nokkur sérverkefni, sem tengjast uppbyggingu fiskeldis. Gert er ráð fyrir að fjarmögnun þeirra verði sameiginleg stofnuninni, sveitarfélögum og öðrum hagsmunaaðilum í héraði.

Eitt verkefnanna varðar möguleika til sjávaröflunar fyrir frameldi (matfiskeldi):

Söfnun grunnupplýsinga til verkfræðilegs mats á aðstæðum til að reisa matfiskeldisstöðvar á nokkrum stöðum á suðurströndinni og við Faxaflóa með sjótöku úr borholum.

Það er mat sérfræðinga að hagkvæmast sé að nýta tiltölulega háan sumarhita sjávar við suðurströndina, og enn fremur að eldið verði almennt byggt á landstöðvum en ekki netbúrum í sjó. Vegna aðstæðna við Suðurströndina og á Reykjanesi er vänlegast að reyna að ná sjó úr borholum (eða brunnum). Með því sparast dýr mannvirki til að verjast ágangi brims og ekki hvað síst væri mikið rekstrarhagræði að því að ná sjó síuðum úr jarðlögum og losna þannig við lirfur smádýra og a.m.k. grisja bakteríur- og þörungagró, sem annars myndu setjast innan á pípur og ker, eins og reynslan sannar að gerist við beina sjótöku.

Markmið rannsóknanna er þannig:

Að fá yfirlit um það hvar möguleikar séu bestir til sjávartöku úr borholum til sjóeldis á fiski í sláturstærð. Rannsóknin leiði í ljós hvar sjávartaka er auðveldust og öruggust og jarðsjórinn bestur með tilliti til staðsetningar, hita, magns og efnainnihalds.

Rannsóknarsvæðin eru fyrst og fremst valin með það í huga að þau gefi sem almennastar upplýsingar um mismunandi aðstæður, þ.e. sand, hraun (og hraun sem hefur storknað í sjó, þ.e. bólstragerg) og grágrýti.

Jafnframt því að kanna ofantalda þætti, er talið nauðsynlegt að afla reynslu af borunum í laus jarðög (sand); kanna hvaða af tiltækum tækjabúnaði hentar, þróa boraðferðir og holufrágang, þannig að boranir til vinnslu verði markvissar og hagkvæmar.

Rannsóknarsvæðin eru:

Meðalland, Vík og þykkvibær (sandur).  
Vestmannaeyjar og Þorlákshöfn (hraun/bólstraberg).  
Hraunströndin í Flóa (hraun og sandur).  
Rosmhvalanes og Inn-nes (Höfuðborgarsvæði), grágrýti.

Framkvæmd: Verkið skiptist í fjóra (4) meginþætti:

- (i) Rannsóknarborholur: Boraðar verði 14 borholur, yfirleitt 50-100 m djúpar, þar af 5 tilraunavinnsluholur. Til undirbúnings borstaðarvali í Meðallandi verði gerðar jarðviðnámsmælingar. Holurnar verði landmældar.
- (ii) Mælingar og prófanir á holum: Mæld verði vatnsborðshæð, sjávarföll, hiti og selta og sýni tekin til efnagreininga. Tilraunavinnsluholur verði dæluprófaðar.
- (iii) Eftirlit: Fylgst verði með breytingum á vatnsborðshæð, hita, seltu og efnainnihaldi um 6-12 mánaða skeið í hverri holu.
- (iv) Skýrslugerð: Skýrslur verði samdar um niðurstöður af hverju svæði fyrir sig.

Tillögur um samstarf við verkefnið og fjármögnun þess.

Mkr.

	Hlutfall	1987	1988
Orkustofnun	10%	2,67	0,31
Fiskeldisfyrirtæki og sveitarfélög	10%	2,67	0,31
Sérstök fjárveiting 1)	80%	21,36	2,48
	100%	26,70	3,10

1) Sérfjárveiting til Orkustofnunar af Fjárlögum.

#### Kostnaðaráætlun

	Mannafli ársverk	Kostnaður Mkr.			
	1987	1988	1987	1988	Alls
Rannsóknarborholur	-	-	20,0	-	20,0
Undirbún. borunar og eftirlit	1,1	-	2,0	-	2,0
Landmælingar	0,3	-	0,6	-	0,6
Jarðviðnámsmælingar	0,1	-	0,3	-	0,3
Mælingar í borholum/sýnataka	0,9	0,4	1,6	0,7	2,3
Efnagreiningar	-	-	0,6	0,3	0,9
Dæluprófanir	-	-	1,2	-	1,2
Eftirlit, mælingar og efnagr.	0,1	0,4	0,2	0,8	1,0
Úrvinnsla, ráðgjöf, skýrslugerð	0,2	0,7	0,4	1,3	1,7
	2,7	1,5	26,7	3,1	29,8

## 2 Greinagerð um viðfang rannsóknanna.

Í eftirfarandi greinargerð er fyrst greint frá helstu niðurstöðum rannsókna Orkustofnunar á sandströnd Suðurlands. Sú greinagerð er byggð á erindi Skúla Víkingssonar (1986) á ráðstefnu um uppbyggingu og rof strandsvæða, sem haldin var í Reykjavík 2-4 september 1985. Þá er reynt að draga saman það helsta sem vitað er um aðstæður á svæðum sem áfórmáð er að rannsóknirnar nái til. Loks er kafli um borun; aðferðir og vandkvæði við mismunandi aðstæður.

Í viðauka um strandbreytingar kemur fram að víða eru mjög örar breytingar á ströndinni, einkum þar sem jökulhlaupin hafa áhrif á, þ.e. austan Dyrhólaeyjar. Ennfremur er ljóst að ósar megin vatnsfalla á ströndinni eru breytilegir. Þetta verður að hafa í huga þegar líkleg vinnslusvæði og þar með rannsóknarholur eru staðsettar. Þær breytingar sem orðið hafa á þessari öld eru nokkuð vel þekktar.

### 2.1 Lýsing suðurstrandar

Mestur hluti Suðurstrandar Íslands er sendinn og liggur opinn fyrir brimöldum Atlantshafsins. Rof er því gífurlegt og stöðugt þarf að bætast við efni til að halda í horfinu.

Ströndinni berst efni með ýmsu móti, en mikilvirkust eru jökulhlaupin og framburður jökulánna á sumrin. Haukur Tómasson (1986) hefur áætlað heildarmagnið um 30 milljón tonn á ári.

Brimið rótar upp sandi sem síðan berst fram og til baka með ströndinni með straumum. Blöndun efnis er því mikil, og þar sem efnið frá einni á til þeirrar næstu er ekki ólíkt er óhægt um vik að komast að því hvaðan efni það sem á ströndinni er er komið. Engu að síður var hafist handa um það fyrir löngu á Orkustofnun að safna sýnum úr fjörum Suðurstrandar til þess að átta sig á því hvaða þættir á landi skiptu mestu fyrir jafnvægi rofs og uppbyggingar sandstrandanna.

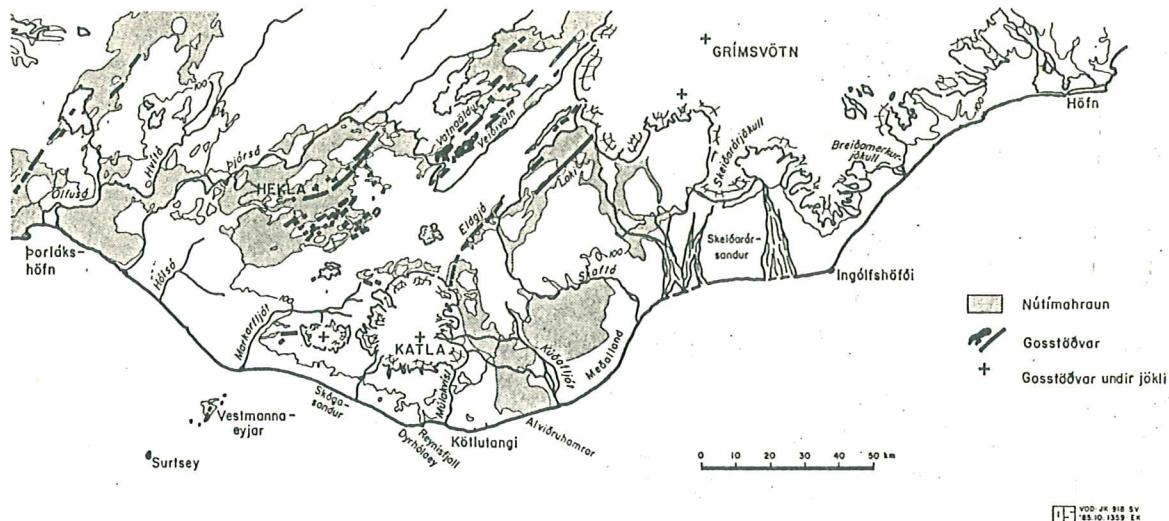
Mæld voru snið í fjörum með u. þ. 4 km bili frá Þorlákshöfn í vestri til Hornafjarðar í austri. Tekin voru 4 til 6 sýni við hvert snið. Hvert sýni var kornastærðargreint og eitt sýni úr hverju sniði var berggreint.

Breytingar á legu strandar voru athugaðar með loftmyndum og kortum.

### Jarðfræðilegt umhverfi

Tvö hraun hafa náð til strandar austan Ölfusár síðan jöklakoma leysti, þjórsárhraunið milli Ölfusár og þjórsár og Eldgjárhraunið sem myndar Alviðruhamra milli Kötlutanga og Kúðafljóts.

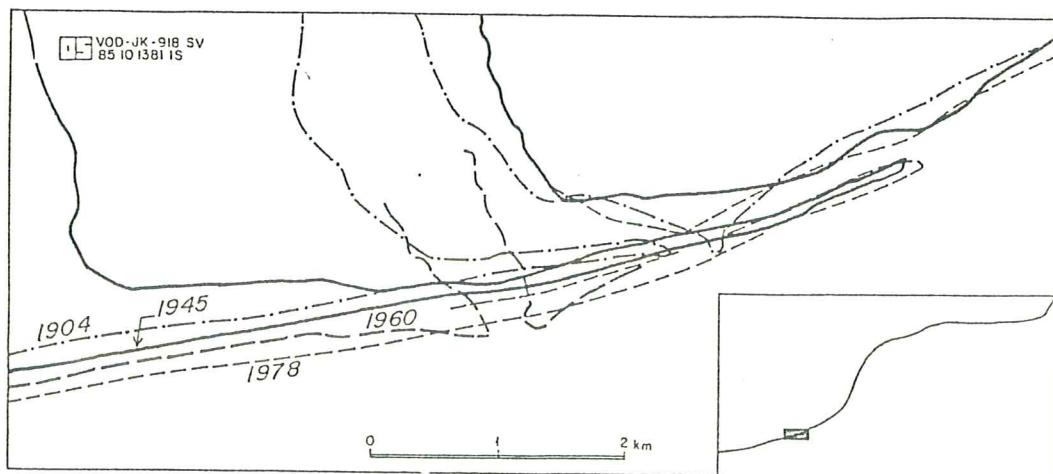
Eldri berglög liggja að sjó í Dyrhólaey, Reynisfjalli, Ingólfshöfða og í skerjum austan Breiðamerkursands. Annars staðar er ströndin úr sandi og sums staðar möl, (mynd 1).



Mynd 1: Helzu jarðfræðipættir sem áhrif hafa á Suðurströndina.

### Aurburður og breytingar strandar

Á sumrin myndast yfirleitt lítil óseyri við ósa jökulánna, sem síðan eyðist næsta haust eða veturn. T. d. má taka Kúðafljót (mynd 2). Á myndinni er sýnd lega óssins á ýmsum tínum.



Mynd 2: Kúðafljótsós. Kortið er byggt á (1) korti Danska herforingjarásins frá 1904-1907, (2) AMS korti frá 1950, sem aftur er byggt á loftmyndum frá 1945, (3) AMS loftmyndum frá 1960 og (4) Landsat gervitunglamynd frá 1978.

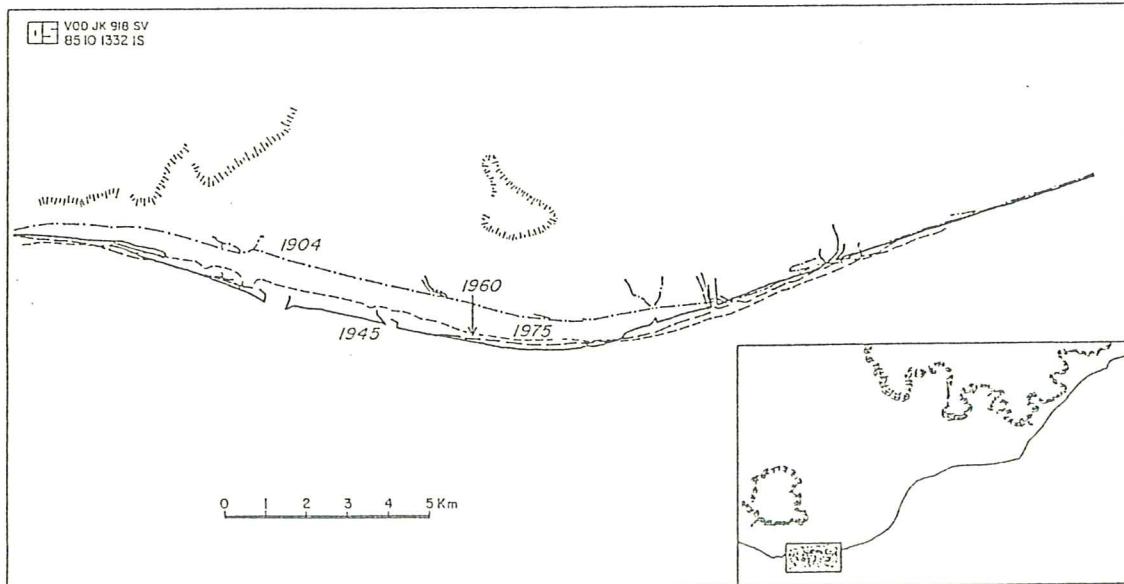
Á myndinni sést að 1960 hefur áin runnið beint til sjávar og myndað þar dálitla óseyri. Í hin skiptin hefur áin lagst undan vestanstæðum strandstraumnum og Mýrnatangi (þ. e. tanginn vestan óssins) hefur verið langur, en þó mun styttri 1904 en bæði 1945 og 1978.

### Jökulhlaup

Innan vatnsviðs Suðurstrandarinnar eru nokkrir mestu gjóskuframleiðendur landsins svo sem Hekla, Vatnaöldur-Veiðivötn, Katla og Grímsvötn, en tvær síðast töldu eldstöðvarnar eru undir jökli. Gosí í þeim fylgja því jökulhlaup.

Síðan 1938 hafa jökulhlaup komið úr Grímsvötnum fimmtra hvert ár að meðaltali, en gos verið fátíð. Fyrir 1938 varð jökulhlaup að meðaltali tíunda hvert ár og yfirleitt samfara eldgosi.

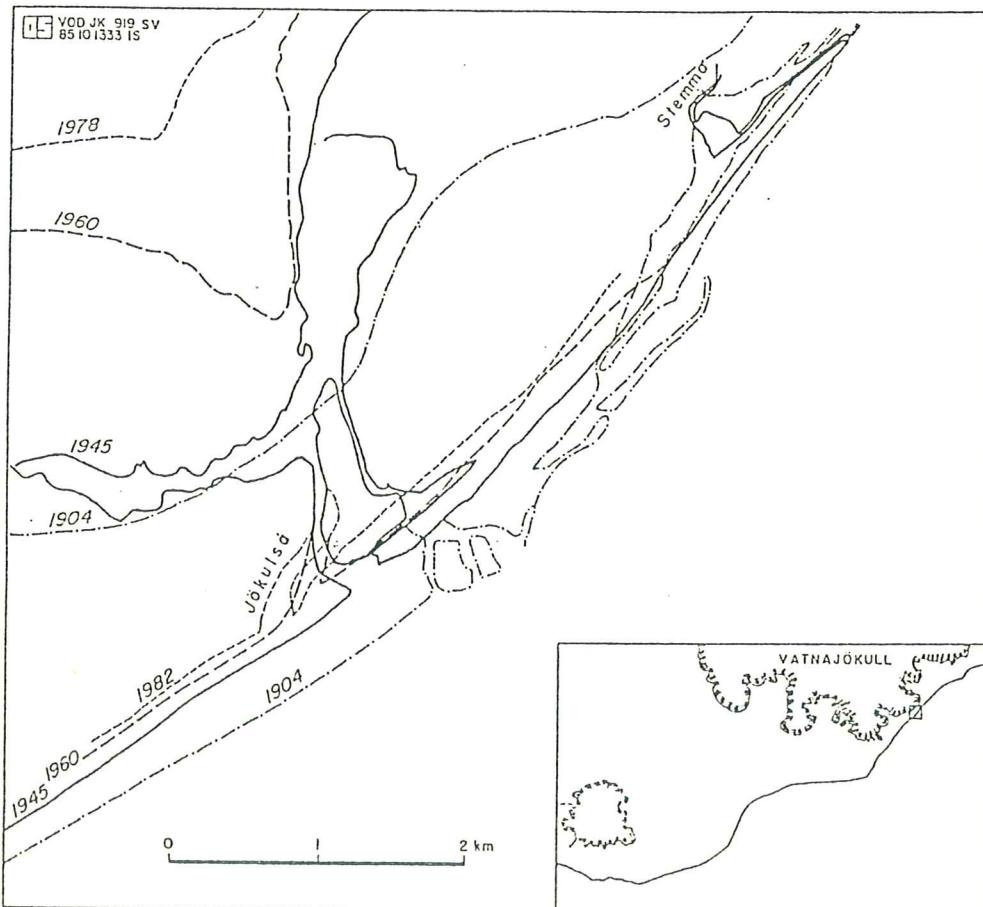
Gos hafa orðið í Kötlu um það bil tvívar á öld. Jökulhlaupin sem fylgja valda landauka við strönd Mýrdalssands. Síðast er gaus 1918 færðist strönd út um 4 km. Fljótlega skolaði sjórinn mestum hluta landaukans í burtu, en ennþá er um eins km breið ræma eftir og Kötlutangi er enn (eða var 1975) syðsti oddi landsins. Á 30 ára tímabilinu 1945 til 1975 rauf sjórinn 500 m breiða ræmu sem nam um 3,5 km<sup>2</sup> (mynd 3).



Mynd 3: Strandbreytingar við Kötlutanga og Mýrdalssand. Línan frá 1904 (byggð á óutgefnu korti Danska herforingjaráðsins) sýnir landið áður en landauki Kötlugossins 1918 bættist því. 1945 (þegar loftmyndirnar sem AMS kortið er byggt á voru teknaðar) hafði mestur hluti landaukans rofizt burtu, en hægt hafði mikið á rofinu. Línan frá 1960 er byggð á loftmyndum AMS, en 1975-línan er skv. loftmyndum Landmælinga Íslands.

Skógasandur myndaðist á svipaðan hátt og Mýrdalssandur en er miklu eldri. Hár sjávarbakkinn sýnir að ströndin hefur rofizt en síðan 1904-1907 hefur rofið verið minna en svo að greint verði af samanburði korta.

Þegar Breiðamerkurjökull gekk fram á síðustu öldum færðist ströndin jafnframt út. Framgangur jöklusins náði hámarki í lok síðustu aldar. Þegar jökullinn hörfði myndaðist lón framan við hann. Grófur framburður jökulánna féll í þetta lón í stað þess að berast til sjávar eins og áður. Við þetta byrjaði ströndin að rjúfast og hefur verið að því síðan, þó hefur smám saman hægt á rofinu, (mynd 4).



Mynd 4: Jökulsá á Breiðamerkursandi. Hörfun jöklus og strandar á 3 mismunandi tímum. (1904: Danska herforingjaráðskortið, 1945: US Army Map Service, 1960: AMS loftmyndir, 1982: Landmælingar Íslands loftmyndir (strönd) og 1978: Landsat gervitunglamynd (jökull)).

## 2.2 Nokkur atriði um rannsóknarsvæðin og rannsóknir

### Meðalland

#### Meðallandsfjörur

Ekki sér í berg nærri strönd frá Alviðruhömrum í vestri til Ingólfshöfða í austri. Það er þó grunsamlegt í meira lagi hve ströndin bungar út um Meðallandsfjörur, og þegar litið er á hvar hraun hafa runnið síðustu aldir, og að sandströnd á engra kosta völ annarra en að laga sig að bergi og brimi, er ekki óeðlilegt að álykta að útbungunin stafi af hraunum eða þá eldri berglögum á litlu dýpi. Hraun hverfa í sand allfjarri strönd og ekkert hefur fundist enn sem sannar tilvist hrauns þarna, ef frá eru taldir nokkuð stórir ónúrir gjallhnnullungar um 1 km frá sjó á móts við Sjávarmela. Boranir vítt og breitt um Meðallandsfjörur leiddu ekki annað í ljós, en að sandurinn er meira en 15 m þykkur þar sem það var athugað. (Byggt á Skúla Víkingssyni 1986).

Gert er ráð fyrir að fyrsti þáttur rannsókna verði viðnámsmæling til að ganga úr skugga um þykkt ferskvatnslagsins og þykkun þess frá sjónum. Einnig er mögulegt að viðnámsmælingar muni greina skil sands og hrauns, sem álítið er vera undir sandinum á a.m.k. 15-20 m dýpi.

Það fer eftir niðurstöðum viðnámsmælinga um þykkt ferskvatnslagsins hvort talið er ómaksins vert að bora. Viðnámsmælingar yrðu á árinu 1987 en borun 1988.

### Vík

Aðstæður til sjótoku úr borholum í nágrenni Víkur í Mýrdal virðast geta verið góðar. Ef litið er á svæðið frá Dyrhólaey að Hjörleifshöfða þá verður Reynisfjara fyrst fyrir. Hún er í raun grandi, sem liggur vestur frá Reynisfjalli að Dyrhólaey. Innan við hann er hálfsaltur Dyrholaósinn en útifyrir brotna óheftar oldur Atlandshafsins. Þetta svæði hefur þá kosti fram yfir önnur í nágrenni Víkur að vera í vari fyrir Kötluhlauðum og auk þess er ferskvatnslagið sennilega þynnra þarna en annarsstaðar við ströndina á þessum slóðum. Þykkt sandsins er óþekkt. Hinsvegar er líklegt að hugsanleg vinnslusvæði séu í hættu af brimi.

Á ströndinni frá Vík að Hjörleifshöfða fer sandurinn í meginindráttum þykkandi austur á bóginn og dýpra verður á fasta klöpp. Við Reynisfjall er sandurinn 0 m, við Víkurá um 10 m, einum km austan við ána er hann rúmlega 30 m og suður af Hjörleifshöfða um 50 m. Berggrunnurinn er það gljúpur á þessum slóðum að víða mun jafngott að vinna sjó úr honum og sandinum.

Boruð hefur verið ein hola á ströndinni við Vík í Mýrdal á vegum fiskeldisfyrirtækja (Haftækni hf og Akkur sf). Sandurinn neðan við kauptúnið reyndist vera 35 m þykkur, þar fyrir neðan er móberg niður á 45 m og móberg með bólstrabergsívafi þaðan niður á 56 m dýpi og þá tekur við hreint bólstraberg niður á 68 m (botn holunnar).

Ferskvatnslagið var um 60 m þykkt, blandað 10-15% með sjó. Dæling eftir borun gaf 9 gráðu heitt vatn. Vatnið virtist koma úr bólstraberginu neðst í holunni og seltan jókst við dælingu. Eftir er að meta afköst holunnar og eiginleika hennar við vinnslu.

Eðlilegur grunnvatnshiti á þessum slóðum er 5-6 gráður eins og mældist á nokkurra metra dýpi en síðan hækkar hann jafnt og þétt í 9 gráður í botni holunnar. Mögulegt er talið að þarna gæti áhrifa jarðhita og að á 100 m dýpi muni hægt að ná um 12 gráðu heitum vökva.

Þær niðurstöður sem þegar eru fengnar, benda til að skynsamlegt sé að dýpka holuna sem fyrir er í u.p.b. 100 m, og vinnsluprófa hana með öflugri dælu. (Byggt á Árna Hjartarsyni 1986).

### þykkvibær

Fjaran milli Þjórsár og Hólsóss tengir saman Þjórsárhraunið sem liggur vestan Þjórsár annars vegar og hina miklu aura (sanda, óseyra eða landeyja) Markarfljóts hins vegar. Þar sem brimið er mikil við Suðurströndina ráða árnar litlu um lögun strandarinnar. Tangi sá sem markar syðsta hluta Markarfljótsaura hefur myndast vegna brimskjóls frá Vestmannaeyjum, en í vestri markast aurarnir af Þjórsárhrauninu sem er fast vestan við Þjórsá. Markarfljótsaurarnir breiðast eins og vængur milli Eyjafalla og Rangárvalla. Þverá markar þá í norðri, en eins og kunnugt er hefur Markarfljóti verið meinaður aðgangur þangað, svo að eðlileg uppbygging eyranna er ekki lengur fyrir hendi, heldur er fljótinu beint stystu leið til sjávar og þar verður því öll landhækkunin, sem ella hefði dreifst yfir alla aurana. Vestur fyrir Hólsá ná því áhrif Markarfljóts ekki, en sjórinn hefur lagað ströndina milli Markarflótsaura í austri og Þjórsárhrauns í vestri. Milli sjávarkambanna, aura Markarfljóts og bergs í Holtum er síðan mikil myri sem Safamýri heitir. (Byggt á Skúla Víkingssyni 1986).

Að Hábæ var boruð 91 m djúp hola 1946. Engar upplýsingar eru tiltækar um jarðlög þau er borað var í gegnum. Talið er þó að Trausti Einarsson (1966) hafi haft spurnir af boruninni, og byggi hann hugmyndir sínar um 47-51 m þykkt sandlagsins á henni. Þessi hola var hitamæld 1974 og 75. Hitastig við yfirborð reyndist 4-6 gráður og hækkaði jafnt og þétt í um 12 gráður á 90-100 m dýpi.

Gert er ráð fyrir að bora 1 rannsóknarholu sem næst ströndinni, og tilraunavinnsluholu ef mælingar á vatnsgæfni og gæðum gefa tilefni til.

### Vestmannaeyjar

Í Vestmannaeyjum er talið að víða megi ná nothæfum sjó úr hrauni og bólstrabergi. Það sem fyrst og fremst ræður vali rannsóknarsvæða er að vera sem næst sjó, en þó tryggilega innan við brimmörk. Það er mikilvægt til að lyftihæð við dælingu verði sem minnst. Slíkar aðstæður eru t.d. á eiðinu út að Stórhöfða, á nýja hrauninu og í mynni Herjólfssdals.

Gert er ráð fyrir að boraðar verði tvær kjarnaholur 30-50 m djúpar, annarsvegar á gömlu hrauni (t.d. eiðinu út að Stórhöfða) og hinsvegar á nýja hrauninu (t.d. nærri innsiglingunni). Eftir mælingar yrði tekin afstaða til borunar á tilraunavinnsluholu. (Byggt á Snorra P. Snorrasyni 1986 og Freysteini Sigurðssyni, munnl.).

## Þorlákshöfn

Í Þorlákshöfn gengur Dyngjuhraun sem komið er frá Heiðinni Há í sjó fram. Það mun hafa runnið þá er sjávarstaða var um 5 m lægri en nú er. Þegar hraunið rann í sjó hlóð það undir sig skálögóttu bólstrabergi og móbergsbreksíu. Slíkt berg af jafn ungum aldri og hér um ræðir er jafnan vel vatnsleiðandi.

Í þorlákshöfn hafa verið boraðar allmargar sjávartökuholur u.p.b. 40-90 m djúpar, auk grynnri ferskvatnshola, fyrir fiskeldisfyrirtækin Ísþór hf og Smára hf, auk margra grunnra ferskvatnshola suðvestan kauptúnsins. Í þeim holum sem upplýsingar eru til um náði hraun niður á um 17-18 m dýpi (eftir landhæð), þar undir var bólstraberg. Ein hola náði á 92,5 m dýpi. Í henni náði bólstraberg niður á um 90 m, en þar undir var sjávarleir.

Á grundvelli þeirra mælinga, sem gerðar hafa verið má búast við að holur á þessum slóðum gefi sjó neðan 30-40 m dýpis. Þar yfir muni vera 5-10 m blandlag undir 10-15 m þykku ferskvatnslagi. Hitastig í ferskvatnslaginu er um 6 gráður, en í sjónum 6,2-8,7 gráður frá 40 í 75 m. Þar fyrir neðan gætir jarðhitastiguls í þéttari lögum; 10 gráður/100 m, sem er talið eðlilegt miðað við gosbelti Reykjanesskagans. Mælingar benda til að holurnar geti gefið um 100-200 l/s. Talið er hugsanlegt að ná megi heitari sjó á meira dýpi, eða í berglögum neðan 100 m dýpis.

Við nánari almenna könnun á svæðinu væri áhugavert að kanna möguleika á að ná lítið eitt heitari sjó (10-12 gráður) úr dýpri berglögum. Talið er líklegt að hærri jarðhitastigull sé vestar en núverandi borholusvæði er, og er lagt til að þar verði boruð rannsóknarhola. Auk hennar þykir rétt að vinnsluhæfni hola og gæði sjávar verði könnuð nánar í tiltækum holum. (Byggt á Kristjáni Sæmundssyni 1986).

## Hraunströndin í Flóa

Þjórsárhraun ná til sjávar í Flóa. Elsa G. Vilmundardóttir (1977) hefur tekið saman yfirlit um hraunin í Flóa. Upplýsingar úr borholum gefa til kynna, að þykkt hraunsins sé víða um og yfir 20 m og að neðra borð þess sé allt að 20 m undir núverandi sjávarmáli. Jarðlagaskipan á svæðinu er líklega eftirfarandi: Sandur og önnur laus efni eru gjarnan ofan á hrauni, þykkt oft nokkrir metrar. Undir hrauninu er sandur og þar sem dýpst var borað (við Eyrarbakka), var sandlagið a.m.k. 45 m þykkt. Hraunið nær lengst fram vestast á svæðinu og er þar þykkast, um og yfir 20 m, en eftir því sem nær dregur þjórsárós þynnist það (líklega víðast þynnra en 10-15 m), og gengur skemmta í sjó fram.

Lagt er til að boruð verði rannsóknarhola (kjarnahola) á ströndinni milli Loftsstæða og Fljótshóla, og eftir atvikum vinnsluhola, ef niðurstöður benda til að draga megi sjó gegnum setlögin undir hrauninu.

## Rosmhvalanes og Inn-nes (Höfuðborgarsvæði).

Berggrunnur Höfuðborgarsvæðisins er að mestu leyti gerður úr tiltölulega ungum grágrýtlögum. Grágrýtið er ferskt, lítið sem ekkert holufyllt og vel vatnsleiðandi. Þykkt þessara laga er æði misjöfn. Sumsstaðar stendur eldra berg upp úr grágrýtinu en annarsstaðar er það a.m.k. margir tugir metra á þykkt. Grágrýtið teygir sig í sjó fram en virðist þó hvergi ná verulega langt út frá ströndinni. Botn þess er

víða nokkrum tugum metra neðan við sjávarmál. Það er alkunna, að með ströndum fram er jarðsjór í grágrýtinu, en ofan á jarðsjónum flýtur lag af fersku grunnvatni, sem fer þykknandi inn til lands.

Næsta víst má teljast, að auðvelt er að vinna sjó úr borholum í grágrýtinu. Holurnar þurfa að vera staðsettar sem allra næst ströndinni og helst á stöðum þar sem saman fer að grágrýtið er tiltölulega þykkt og hallar ekki bratt frá sjó. Á höfuðborgarsvæðinu er þessa staði helst að finna á Alftanesi, Seltjarnarnesi og Laugarnesi og e.t.v. einnig í Geldinganesi, Viðey, Engey og Akurey.

Hægt er að kanna dýpið á jarðsjó með viðnámsmælingum. Bora þarf grunnar tilraunaholur á völdum stöðum, bæði til að fá nána vitneskju um þykkt grágrýtisins, vatnsgæfni þess og efnainnihald jarðsjávarins. Upplýsingar um vatnsgæfnina fást einungis með dæluprófunum.

Ástandið er svipað á Rosmhvalanesi. Þar eru víða þunn og óregluleg hraunlög undir grágrýtisskjöldunum, en talið er að lekt þeirra jarðlaga geti verið nokkuð mismikil. Mengunar getur gætt frá byggð og höfnum. Vænleg svæði til könnunar eru frá því sunnan við Sandgerði, út fyrir Garðsskaga og inn í Leiru. (Byggt á Árna Hjartarsyni og Freysteini Sigurðssyni, munnl.).

## 2.3 Mögulegar boraðferðir.

### I Rannsóknarholur í lausum jarðlögum.

- A) Cobrabor. Með Cobrabor má reka niður götuð 1/2" eða 3/4" rör niður á 20-40 m dýpi, hvort sem er lóðrétt eða á ská.

Tæki: Cobrabor, stangir, rör.  
Tími: U.þ.b. 1-2 holur á dag.

- B) Skolborun. Hægt er að dæla niður götuðum vatnsrörum í u.þ.b. 20 m áföngum, ef notuð eru mjórri rör í síðari áföngum niður í a.m.k. 40 m og e.t.v. dýpra. Með þessari aðferð ætti einnig að vera mögulegt að bora skáholur. Hægt er að byrja með t.d. 3" rör.

Tæki: Vatnsdæla, rör, rörtangir.  
Tími: U.þ.b. 1-2 holur á dag.

- C) Loftbor með ODEX f`oðrunarútbúnaði. Loftbor getur borað niður í a.m.k. 50 m og sennilega í 100 m. Dýpra má bora ef haldið er áfram með grennri rör innan í. Standard þvermál er 3 1/2, 4 og 6". Nota má götuð rör. Við 4 og 6" er hægt að nota "downhole" hamra. Skáholur má auðveldlega bora.

Tæki: Loftbor, loftpressa, ODEX búnaður, downhole hamar.  
Tími: 1 hola á 1-2 dögum eftir dýpt.

- D) Kjarnabor. Með Craelius kjarnabor er hægt að bora u.þ.b. 100-300 m 3-6" holur með hjólakrónu og borleðju, sem gataðri fóðringu væri síðan rennt í. Skáhola myndi sennilega ekki standa eins vel, en hægt væri að bora gataða fóðringu niður bæði beint og á ská.

Nota þyrfti borleðju sem leysist upp eða eyðist eftir ákveðin tíma til þess að trufla ekki vökvastreymi inn í holuna.

Tæki: Craelius bor, dælur, borstangir, leðja, krónur, götuð fóðurrör.

Tími: 1 hola á 1-4 dögum eftir frágangi og dýpt.

E) Snúningsborun (Rotary drilling). Með snúningsbor eins og Ými er hægt að bora 4-10" holu í 200-600 m dýpi með hjólakrónu og borleðju (sbr. D). Skáhola er ekki möguleg með þessari aðferð.

Tæki: Snúningsbor, dæla, stangir, leðja.

Tími: 1 hola á 1-6 dögum eftir frágangi og dýpt.

Holur A)-E) er hægt að rannsaka á ýmsa vegu:

Hitamæling: Allar.

Seltumæling: Allar með leiðnimælingum, en sýni er sennilega aðeins hægt að taka þar sem holur eru víðari en 1 1/2" (?).

Vatnsgæfni: Má áætla gróft með dælingu ef fóðurrörin eru hæfilega götuð. Einnig má áætla vatnsgæfni með mælingum á vatnsborði í nálægum holum við dælingu úr einni.

Ef kanna á vatnsgæfni nákvæmar t.d. með úrdælingu er það hægt í víðari holum en 5-6". Vatnsborð þarf þá að mæla í nálægum holum.

## II Vinnsluholur í lausum jarðlöögum (þ.e. víðari en 5-6").

Vatnsskolun með víðum rörum, sbr B) að ofan. Sjá lýsingu á notkun þeirrar aðferðar í Öxarfirði í viðauka.

ODEX loftborun, sbr aðferð C) að ofan.

6" snúningsborun með Craelius, sbr D) að ofan.

6-10" snúningsborun með Ými, sbr E) að ofan.

F) Höggbor (Cable Tool Drill). Hægt er að bora 8-12" víðar holur niður á a.m.k. 150-250 m með svona bor, og koma fyrir götuðum fóðurrörum á völdu dýpi. Víðustu holurnar gefa mest vatn en útheimta stærstu dælurnar. Skáholur eru ekki mögulegar.

Tæki: Höggbor, fóðurrör.

Tími: 1 hola á u.b.b. viku.

Borun í bergi.

Aðferðir A) og B) duga augljóslega ekki í bergi, og við loftborun er sennilega ekki þörf á að fóðra jafnóðum (þ.e. ODEX aðferð).

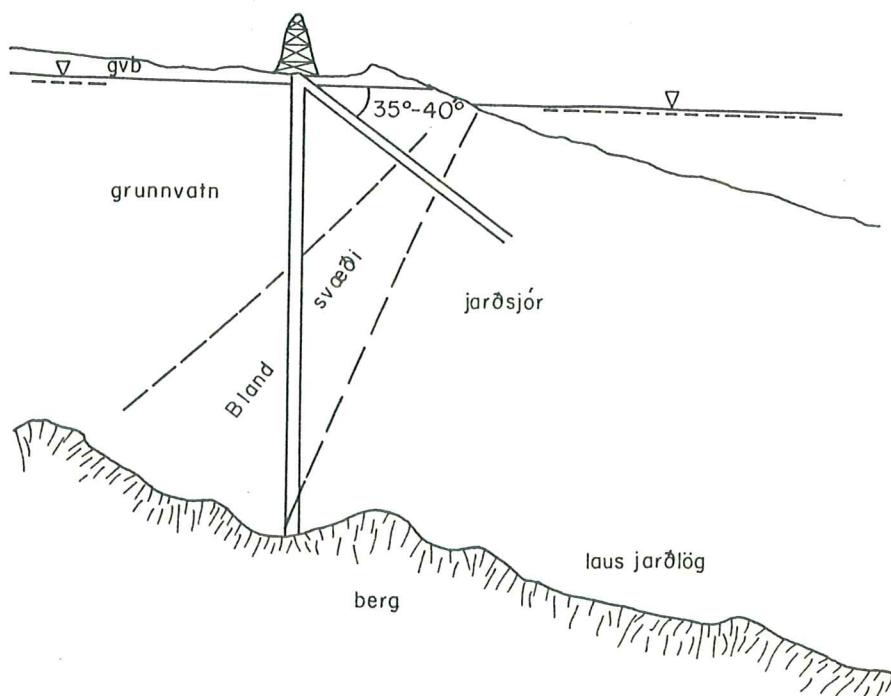
Ef berg er ekki mjög lélegt þarf ekki að nota leðju eða fóðra holur með aðferðum D), E) eða F), nema til öryggis fyrir borholudælu við uppdælingu, en óþarfi við aðrar rannsóknir. Oft er þó bergið mjög splundrað og illa samlímt neðan sjávarborðs, t.d. við Þorlákshöfn og annarsstaðar þar sem hraun hefur runnið í sjó.

Craelius kjarnabor og loftbor nægja yfirleitt fyrir rannsóknarholur í bergi, en fyrir vinnsluholur duga sömu aðferðir og í lausum jarðlöögum. Höggbor gengur mun hægar í bergi en lausu.

Athugasemd um skáholur.

Ef sandurinn er það illa vatnsleiðandi að skil ferska grunnvatnsins og jarðsjávarins undir eru mjög brött gæti verið ódýrast að ná til jarðsjávarins með skáholu (30-60 gráður, t.d 45), sjá meðfylgjandi skýringarmynd. Aðferðir A)-D) ættu allar að geta nýst. Aðferð D) er auðveldust við djúpar skáholur.

Birgir Jónsson tók saman.



**Heimildir**

Árni Hjartarson 1986: Vík í Mýrdal, borun eftri jarðsjó.- Orkustofnun OS-86033/VOD-11 B.

Elsa G. Vilmundardóttir 1977: Tungnaárhraun, jarðfræðiskýrsla. Orkustofnun, OS-ROD/7702, 156 bls.

Kristján Sæmundsson 1986: Sjóboranir vegna laxeldis í Þorlákshöfn.- Orkustofnun greinagerð KS-86/16.

Skúli Víkingsson 1986: South coast of Iceland. Beach material and coastal changes. Iceland Coastal and River symposium Proceedings. Ed.: Guttormur Sigbjarnarson. 231-243.

Snorri P. Snorrason 1986: Sjór til fiskeldis í Vestmannaeyjum.- Orkustofnun greinagerð SPS-86/02

Trausti Einarsson 1966: Suðurströnd Íslands og myndunarsaga hennar. Tímarit Verkfræðingafélags Íslands, 51. Bls. 1-18.



## VIÐAUKAR

## I Strandbreytingar

Kortblað: ÞYKKVIBÆR (5618 III):

Ósar: Þjórsá. 150-200 m breiður. Hefur flust innan 500 m bils. Hólsá. Hefur flust til vesturs á báðum tímabilum (1945-1960 og 1960-1976), um 0,9-1 km á hvoru. Alls 1,8 km. Ennfremur hefur hann rétt úr sér.

Strandbreytingar: Engar.

Annað: Hraun kemur upp úr sjó á fjöru tæplega 3 km vestan við þjórsárós.

Kortblað KROSS (5617 I):

Ósar: Gamall ós Hólsár-þverár um 4 km vestan við Affallsós. Á elstu kortum (1907) stendur mikið vatn uppi og hefur útfall þarna. Vatnið er enn á AMS-kortinu, en 1960 hefur það minnkað til mikilla muna þótt ósinn sé stíflaður og vatnið renni austur í Affallsós. 1976 er búið að grafa útfall úr vatninu og það orðið mjög lítið.

Kortblað MÝRNATANGI (5817 II):

Ósar: Kúðafljót. Ósinn hefur flust á um 4 km beltí. Hann liggur beint út 1960, en lengst til austurs 1978. 1904 og 1945 liggur hann þar á milli. Hann virðist mjakast til austurs en stökkva til vesturs. Engin merki eru sjáanleg um að hann leggist með kömbum til vesturs.

Strandbreytingar: Alviðruhamrar ná í sjó. Vestan þeirra hefur strönd færst út 1945-1975 (sbr. 5817 III). Milli Alviðruhamra og Kúðafljóts hefur land byggst út bæði 1904-1945 og 1945-1975. Næst ósnum er þetta þó óreglulegt. Austan óssins á Meðallandsfjörum hefur engin marktæk breyting orðið.

Kortblað ÞYKKVABÆJARKLAUSTUR (5817 I):

Smábútur af Meðallandsfjörum: Engin ós, engin marktæk breyting.

Kortblað SYDRI-STEINSMÝRI (5917 IV):

Ósar: 1. Smáútföll úr Sjávarmulum. 2. Eldvatnsós hefur flust til suðurs 1945-1960 og aftur 1960-1978, en var norðarlega 1904.

Strandbreytingar: Sennilega innan við nákvæmnismörk, en norðan Sjávarmela er að sjá sem ströndin hafi færst út um 200-300m alls. Rétt norðan við nyrstu legu Eldvatnsóss (1945) hefur engin uppbrygging orðið.

Kortblað GLJÁ (5918 III):

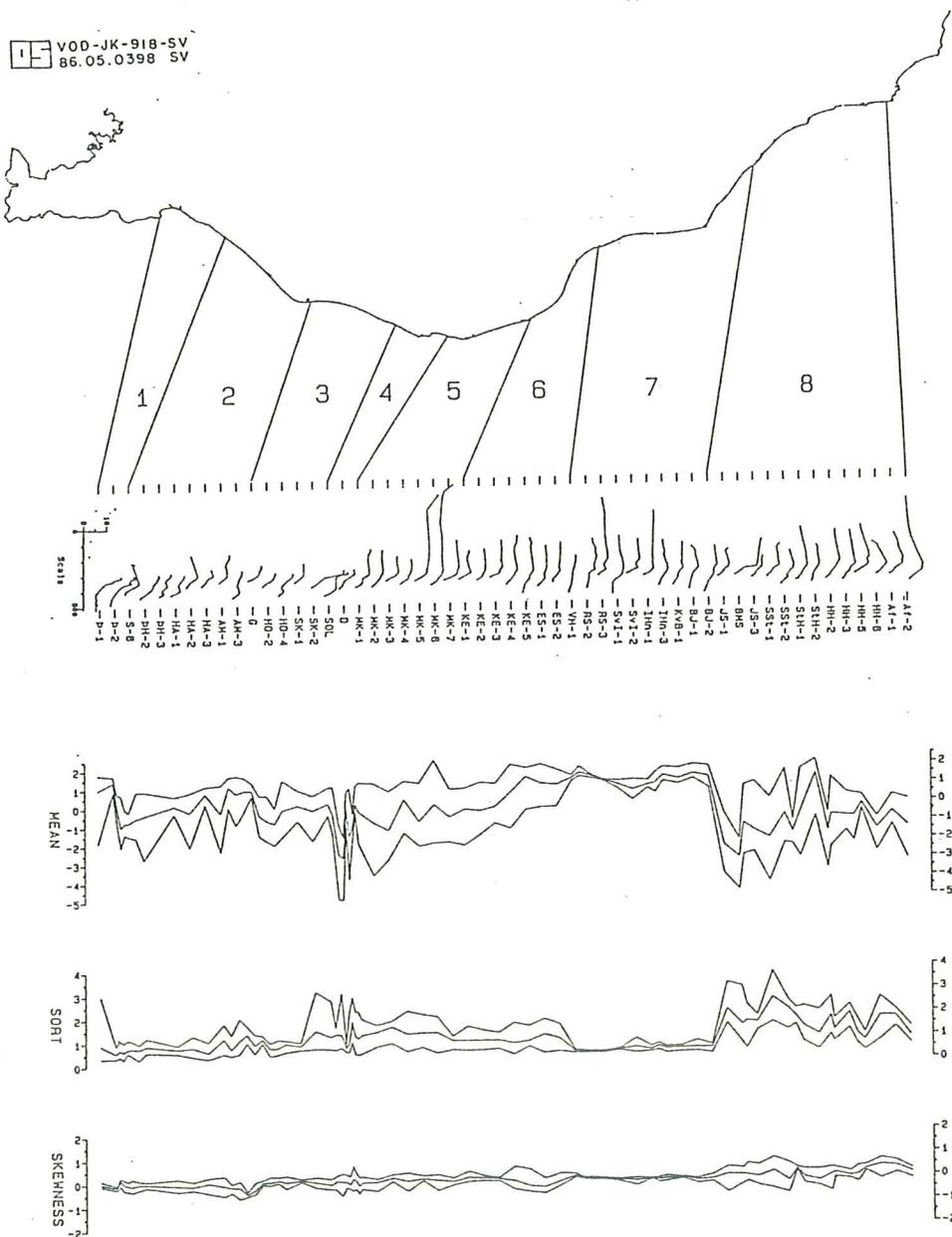
Strandbreytingar: Erfitt um samanburð á loftmyndum, þar sem engin kennileiti hafa haldizt á landi frá 1945 til 1960. Miklar breytingar hafa hins vegar orðið frá 1903 til 1945, þar sem stór bunga austarlega á kortblaðinu er hvarf Hún hefur sennilega myndast við Grímsvatnagos og -hlaup 1903.

Ósar: 1. Skaftárós. 1904-1945 færðist hann um 1,3 km til vesturs, en er étinn af Veiðíósi 1960. 2. Veiðíós hefur verið á ferð vestur 1904-1945 tæpl. 3 km (0,07 km/ári) )  
1945-1960, 1,5 km (0,1 km/ári) > 80 m/ári  
1960-1978 1,5 km (0,1 km/ári) )

3. Hvalsíki. Hefur færst um 4 km 1945-1978 (um 2 km hvort tímabil eða um 150 m á ári. 4. Nýíós er kominn inn á kortið Hefur flust um 3 km 1945 -1978.

## II Kornastærðargreiningar

Öll sýnin voru greind til kornastærðar. Á mynd V-1 eru línurit sem sýna breytingar í kornastærð langsum eftir ströndinni. Atriðin eru: 1) Meðalkornastærð (MEAN) (fínt=upp, gróft=niður), 2) Dreifing (SORT) (einskorna efni=lágt gildi, mikil dreifing=hátt gildi), 3) Skakki (SKEWNESS). Hvert atriði er sýnt með 3 línum sem sýna hámarks-, meðal- og lágmarksgildi í hverju sniði.



Mynd V-1: Staðsetningarkort, kaflanúmer, fjörusnið og breytingar eftir strönd í 1) meðalkornastærð (MEAN), 2) dreifingu (SORT) og 3) skakka (SKEWNESS). Hvert þessara viðmála er sýnt með 3 línum sem sýna hámarks-, meðal- og lágmarksgildi í hverju fjörusniði.

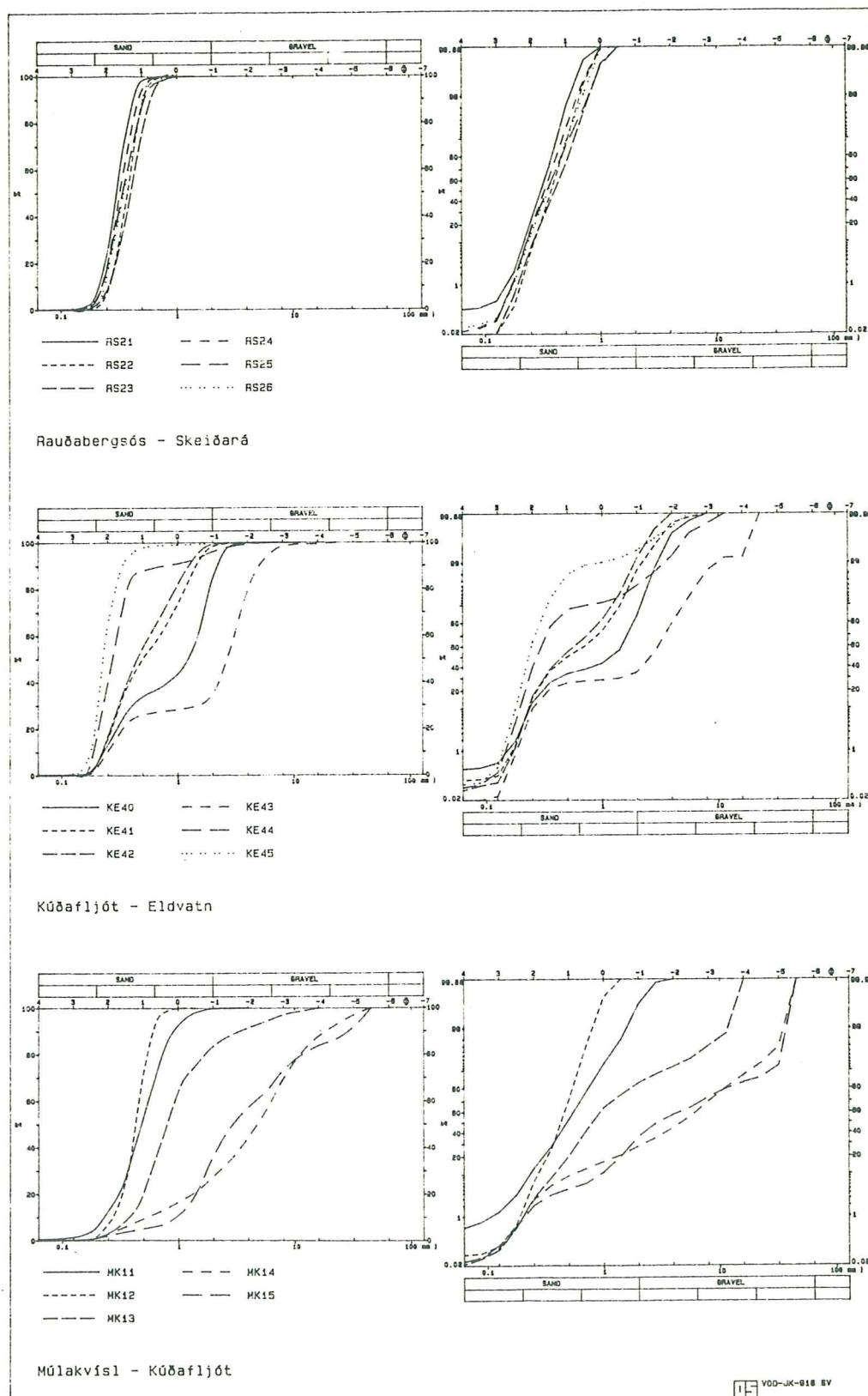
Ströndinni hefur verið skipt niður í 8 kafla eftir gerð fjöruefnisins. Á mynd V-1 eru þessir kaflar númeraðir frá vestri til austur 1 til 8. Ströndin er áberandi sendnust annars vegar milli Þjórsár og Skógasands (kaflar 2 og 3) og hins vegar frá Kötlutanga að Breiðamerkursandi (kaflar 5, 6 og 7). Á milli eru grófar fjörur í námunda við Dyrhólaey og Reynisfjall (kaqli 4). Skammt vestan Jökulsár á Breiðamerkursandi (á mörkum kafla 7 og 8) verða skörp skil milli hins grófa efnis sem sjórinn hefur þvegið úr Breiðamerkursandi og fínkorna efnis að vestan, sem er komið frá Skeiðarársandi.

Efnið á fjörum Skeiðarársands (kaqli 7) sker sig úr vegna þess hve það er fínkorna og einskorna. Á Mýrdalssandi (kafla 8 þ. e. milli Múlakvíslar og Kúðafljóts) er efni mun grófara og minna dreift. Á milli þessara tveggja kafla (þ. e. á kafla 6, Kúðafljót - Skaftá/Eldvatn) eru ýmis merki um blöndun efnis. Á mynd V-2 eru sýndir kornastærðarferlar fyrir sýni tekin úr 3 sniðum einu á hverjum þessara þriggja kafla strandarinnar. Efnið er að mestu komið til strandarinnar með jökulhlaupum, annars vegar úr Kötlu um Mýrdalssand og hins vegar úr Grímsvötnum um Skeiðarársand. Á svæðinu á milli verður svo blöndun þessara setgerða. Berggreiningar styðja þessa túlkun.

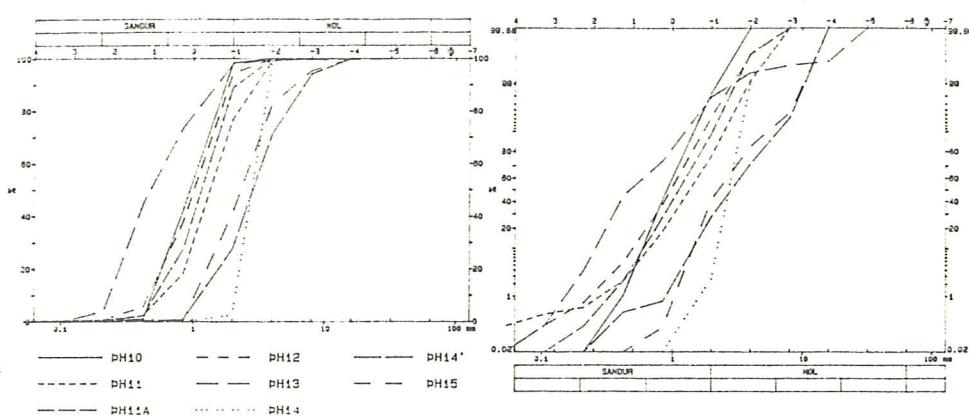
Kornastærðarkúrfur úr fjörunni við þykkvabæ og úr sjónum fyrir utan eru sýndar á mynd V-3.

Efnið úr sjónum er meðalgrófur sandur á 10 m dýpi en á 20 og 30 m er komið í fínan sand. Í fjörunni er mest áberandi grófsandur og fínmöl. Auk þess kemur fram að sýnin sem tekin eru lengst úti (þH15 og þH25) og þau sem tekin eru á 15 cm dýpi (en ekki á yfirborði eins og hin) eru grófari en önnur sýni. Þegar breidd af þessu tagi er í strandefni kemur grófa efnið að öllu jöfnu fram á þessum stöðum.

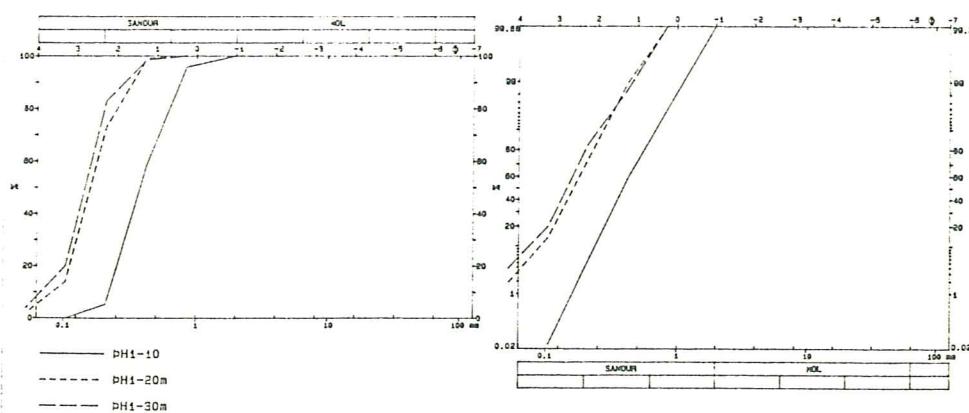
Eins og áður er fram takið er efni þessa hluta strandarinnar komið úr jökulhlaupum Kötlu annars vegar og Grímsvatna hins vegar. Kornarstærðarferlarnir á mynd V-3 gefa hugmynd um dreifinguna, en engin sýni eru til úr sjó héðan.



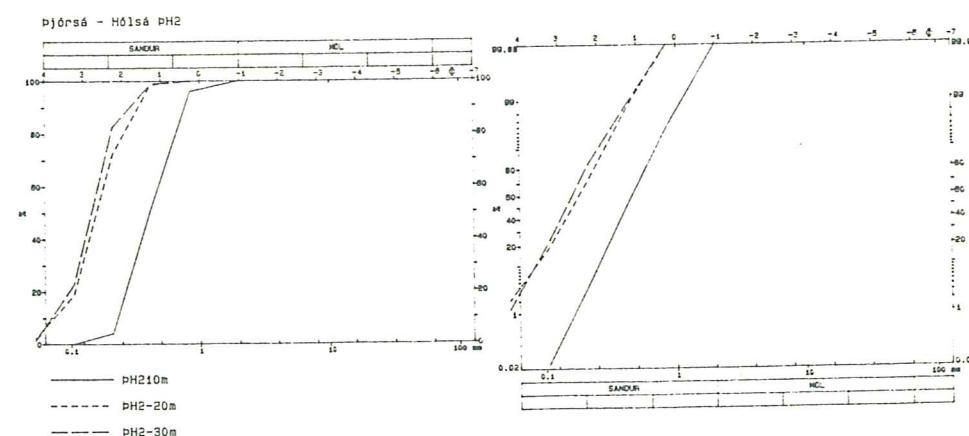
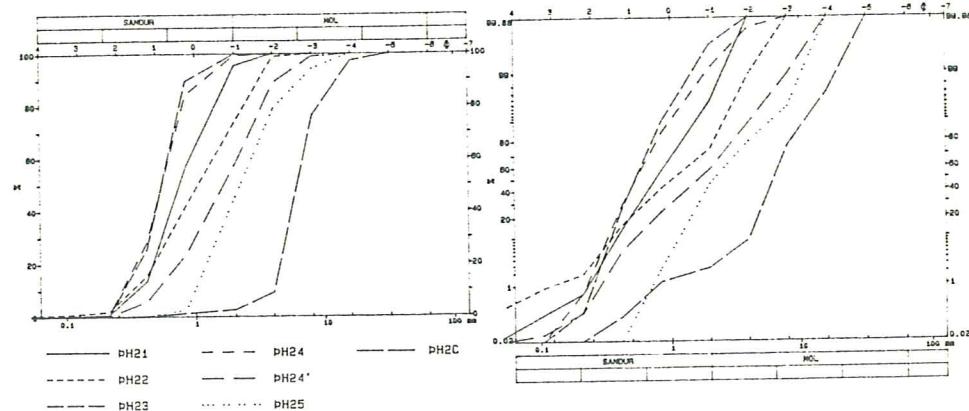
Mynd V-2: Kornastærðarkúrfur frá 3 fjörusniðum RS2, KE4 og MK1. Staðsetning sést á mynd V-1. Á línuritunum t. v. er %-kvarðinn línulegur en með Gauss-dreifingu á hinum.



Þjórsá - Holsá PHI



Þjórsá - Holsá PHI (í sjó)



Þjórsá - Holsá PHI (í sjó)

VOD-JK-918 SV  
86.07.0607 T

Mynd V-9: Kornastærðarkúrfur úr fjörunni við þykkvabæ og úr sjónum fyrir utan.

### III Um öflun saltvatns við Skógarlón í Öxarfirði.

Undanfarna mánuði hefur verið reynt að afla vatns til laxeldistilraunar við Skógarlón í Öxarfirði. Að því verki hafa staðið, auk heimamanna, Verkfraðistofa Guðmundar og Kristjáns og Orkustofnun. Stofnað var hlutafélagið Seljalax til að standa að þessum rannsóknum og tilraunum.

Dælt hefur verið niður járnörum á allt að 40 m dýpi í sjávarkambinn til að dæla úr vatni. Hefur það gengið áfallalítið og kunna menn nú svo til verka að ekki hefur tekið nema tæpan klukkutíma að koma niður 8" röri á það dýpi ef rétt áhöld eru fyrir hendi. Til þess er notuð öflug dæla (160 hö.) og hún tengd með barka beint á enda rörsins sem á að dæla niður. Rörinu (12-20 m löngu eftir því hve stór krani er fyrir hendi) er stillt upp á endann og dælt í það. Síður það oftast undan eigin þunga á stuttum tíma á kaf. Næst er sett annað rör 2" grennra innan í fyrra rörið og soðin á það viðbót (12-20 m eftir atvikum) og dælan tengd á það og dæltþar til það er líka komið á kaf. Þannig má halda áfram koll af kolli eftir því sem verkast vill.

Lg

Rörunum var dælt í fjörukambinn eins og áður segir. Hann er að mestu leyti framburður Jökulsár á Fjöllum og að mestu leyti fingerður. Í honum er þó möl og steinar allt að því hnefa stórir. Nokkur lagskipting er í sandinum og eru þar fínkornótt jökulleirslög og líka malarlög. Nokkru hægar gengur að dæla rörunum í leir og malarlöggin en sandinn, vegna þess að leirinn er þéttari fyrir og vatnið vill leita út í malarlöggin í stað þess að fara upp með rörinu.

Malarlöggin valda því að holurnar gefa furðu mikið vatn. Hefur reynst vandræðalaust að dæla úr þeim sumum 6-8 l/s með lítilli Honda dælu, þó með mismiklum niðurdrætti. Ekki hefur verið reynt fyllilega á vinnslugetu holanna með öflugri dælum.

Oddur Sigurðsson