



ORKUSTOFNUN  
Jarðkönnunardeild

# **Straumsvíkursvæði**

**SKÝRSLA UM VATNAFRÆÐILEGA FRUMKÖNNUN**

**Samin af  
Freysteini Sigurðssyni**

**OS JKD 7603**

Íslenska álfélagið h.f.  
Straumsvík

**Marz 1976**



ORKUSTOFNUN  
Jarðkönnunardeild

# **Straumsvíkursvæði**

**SKÝRSLA UM VATNAFRÆÐILEGA FRUMKÖNNUN**

**Samin af**

**Freysteini Sigurðssyni**

**OS JKD 7603**

**Íslenska álfélagið h.f.**

**Straumsvík**

**Marz 1976**

## EFNISSKRÁ:

1.	Inngangur	1
2.	Landslag, veðurfar, vatnafar	2
2.1.	Lega	2
2.2.	Landslag	2
2.3.	Veðurfar	4
2.3.1.	Lofthiti og sólfar	4
2.3.2.	Úrkoma	5
2.3.3.	Afrennsli	6
2.4.	Vatnafar	6
2.4.1.	Uppsprettur, fallvötn, stöðuvötn	6
2.4.2.	Sýnilegt rennsli	7
2.4.3.	Vatnshiti	10
2.4.4.	Vatnasvið	11
3.	Jarðlag og höggun	12
3.1.	Jarðlagaskipan	12
3.1.1.	Myndanir og bergskrokkar	12
3.1.2.	Blágrýtismyndun	13
3.1.3.	Grágrýtismyndun	13
3.1.4.	Móbergsmyndun	15
3.1.5.	Nú tíma hraun	18
3.1.6.	Laus jarðlög (setlög)	20
3.1.7.	Vatnsleiðni og vatnsrýmd jarðlaga	20
3.2.	Eldvirkni og jarðhiti	21
3.2.1.	Gosstöðvar og vatnsleiðni	21
3.2.2.	Jarðhiti og ummyndun bergs	21
3.3.	Höggun	22
4.	Jarðviðnámsmælingar	24
4.1.	Mæliaðferð og túlkun mælinga	24
4.2.	Staðsetning viðnámsmælinga	25
4.3.	Niðurstöður jarðviðnámsmælinga	26
4.3.1.	Jarðviðnámslög	26
4.3.2.	Jarðvatnsborð	27
4.3.3.	Greining og þykkt hrauna	27

4.3.4.	Hæðarlega "grágrýtis"	28
5.	Efnagreiningar og samsætur	30
5.1.	Efnagreiningar	30
5.1.1.	Flokkun sýna eftir svæðum	30
5.1.2.	Magn einstakra efna	32
5.1.3.	Hlutfall milli efna	33
5.1.4.	Orsakapættir efnainnihalds	36
5.1.5.	Sjóblönduð sýni	36
5.2.	Samsætur	37
5.2.1.	Tvívetni	37
5.2.2.	Þrívetni	37
6.	Lega og rennsli jarðvatns	38
6.1.	Ákvörðunarþættir jarðvatnsborðs	38
6.2.	Vötn, jarðviðnámsmælingar, jarðfræði	38
6.3.	Útreikningar á jarðvatnsborði	39
6.3.1.	Forsendur	39
6.3.2.	Rennslislíkön og formúlur	41
6.3.3.	Lektarstuðlar	43
6.3.4.	Jarðvatnsborð í Lönguhlíð-Bláfjöllum	45
6.3.5.	Jarðvatnsborð umhverfis Kleifarvatn	46
6.4.	Jarðvatnsstreymi	47
6.5.	Rennslismagn	49
6.6.	Jarðvatnsstreymi í nánd við Straumsvík	51
6.7.	Rennslis hraði og rennslistími	52
7.	Heildarniðurstöður	55
7.1.	Vatnasvið og jarðvatnsborð	55
7.2.	Jarðvatnsstreymi	56
7.3.	Hraun og "grágrýti"	56
7.4.	Lektarstuðlar	57
8.	Tillögur um frekari rannsóknri	57
9.	Lokaorð	59

## 1. INNGANGUR

Skýrsla þessi fjallar um rannsóknir á vatnasviði Straumsvíkur við Hafnarfjörð og niðurstöður þeirra, sem Jarðkönnunardeild Orkustofnunar (JKD-OS) framkvæmdi í ágúst-nóvember 1975 að beiðni Íslenska Álfélagsins hf, Straumsvík, að fengnum tillögum JKD-OS og Raunvísindastofnunar H.Í.

Tilgangur rannsókna var að kanna almennt jarðvatnsstreymi til Straumsvíkur, hvað snerti uppruna þess, rennslisleið og rennslishætti. Sérstaklega skyldi reynt að kanna, hvort efni gætu borizt frá sorphaugum við Hvaleyrarvatn í neyzluvatnsholu hjá álverinu í Straumsvík.

Við þessar rannsóknir skyldi einungis beitt rannsóknaraðferðum á yfirborði, og þeim þó stillt í hóf. Helztar þessarar aðferða voru: Jarðfræðileg könnun svæðisins, vatnakönnun (rennslí, hitastig o.fl.), jarðviðnámsmælingar (m.a. til könnunar á jarðvatnsborði) efnagreining og ísótópagreining á vatnssýnum.

Niðurstöður rannsókna urðu vonum framár, miðað við hverju til var kostað. Þó ber að gæta, að hér er aðeins um vissar líkur að ræða, en bæta má þær, og fá vissu um sum atriði, með frekari yfirborðsathugunum og jarðborunum. Þessar líkur benda til, að allt að  $5-6 \text{ m}^3/\text{s}$  vatnsstreymi til Straumsvíkur af svæðinu frá Bláfjöllum til Sveifluháls, og jarðvatn gæti borizt frá sorphaugum við Hvaleyrarvatn í neyzluvatnsholur við Straumsvík.

Sérstök rannsókn á vatnasviði Straumsvíkur-Hraunavíkur hefur ekki farið fram áður. Jarðvatnsborð og lekt jarðlaga voru könnuð árið 1966 á og umhverfis svæði það við Straumsvík, sem álverið stendur nú á, ásamt jarðlagaskipan svæðisins (Haukur Tómasson, Jens Tómasson 1966).

Jarðfræði svæðisins hefur ekki enn verið könnuð í heild, þó rannsóknir hafi farið fram á einstökum þáttum hennar (Jón Jónsson 1965a, 1965b, 1971, 1972, 1975 o.fl.)

Eftirtaldir aðilar störfuðu að einstökum þáttum rannsókna:

Jarðfræðiathugun, rennslis- og vatnshitamælingar gerði Freysteinn Sigurðsson, jarðfræðingur hjá JKD-OS, sem samdi og skýrsluna í heild.

Jarðviðnámsmælingar gerðu og túlkuðu Sigbjörn Guðjónsson, Freyr Þórarinsson, jarðeðlisfræðingur, og Freysteinn Sigurðsson, allir hjá JKD-OS.

Efnagreiningar voru framkvæmdar á efnagreiningariðstofu Jarðfræðistofnunar Háskóla Íslands undir umsjón Sigurðar Steinþórssonar, dósents.

Tvívetnisgreining var framkvæmd hjá Raunvísindastofnun Háskóla Íslands undir umsjón Braga Árnasonar, efnafræðings.

Þrívetnisgreiningar og rennslismælingar með "ísótópum" voru framkvæmdar af sömu stofnun undir umsjón Páls Theódórssonar, eðlisfræðings.

## 2. LANDSLAG, VEDURFAR, VATNAFAR

### 2.1 Lega

Straumsvík liggur 4 km sunnan við Hafnarfjörð, en þjóðvegurinn til Suðurnesja liggur fyrir botn vökurinnar (mynd 1, vatnasvið). Heitir "Hraun" vestur frá Straumsvík til Vatnsleysuvíkur. Hraunavík heitir milli Hrauna og Hvaleyjar við Hafnarfjörð. Gengur Straumsvík inn úr henni vestast. Land hækkar frá Straumsvík til SA og er þar að vænta aðrennslissvæðis vökurinnar.

### 2.2 Landslag

Landslag fylgir jarðfræðilegum myndunum á svæðinu (mynd 2, jarðfræði). Má skipta því í 3 meginsvæði:

1. Hraunfláka suður frá Straumsvík.
2. Grágrýtisholt suður frá Hafnarfirði.
3. Móbergsfjöll sunnan hinna beggja.

Hraun þekja landið 8-9 km til SA frá Straumsvík (til Undirhlíða) og 10-12 km til S (til Móhálsa: Sveifluháls og Núpshlíðarháls). Hér er um mörg hraun að ræða, hið yngsta runnið eftir landnám (Kapelluhraun). Þau eru mörg úfin á yfirborði og mishæðött. Í heild hækka þau nokkuð jafnt frá Hraunavík til Undirhlíða. Svo er og um hraunin frá Straumsvík til Móhálsa, nema hvað bratti eykst mjög 4 km S frá Straumsvík. Verður þar glöggur stallur í landslagi, sem hraunin þekja. Frá Hraunum suður til Trölladyngju er hallinn aftur jafnari (myndir 21-23, jarðsnið, mynd 9, brattakort). Hraunin ná upp í u.þ.b. 80 m hæð y.s. við Undirhlíðar, en yfir 200 m y.s. milli Móhálsa. Hraun þekja einnig land milli Undirhlíða og Grindaskarða.

Grágrýtisholtin eru flest lág og lítil um sig, en mjög hliðbrött. Vestan Gráhelluhrauns ná Ásfjall og Stórhöfði upp fyrir 100 m y.s. hæð, en austar ná holtin upp í kringum 150 m y.s. hæð. Milli holtana eru dalir og dældir. Stefna dalirnir, sem sumir eru með hraunstraumum í botni, nærri N 145°A, en sömu stefnu hafa mót holta og hrauna suðaustur frá Hraunavík. Vestan í holtin liggja smádalir, sem opnast til V eða NV. Hafa hraun runnið inn í þá og stíflað upp vötn í sumum: Ástjörn, Hval-eyrarvatn. Þessar sömu stefnur (V, NV) eru og á sundum og vogum við Reykjavík.

Móbergsfjöllin mynda hryggi (Móhálsar, Undirhlíðar) og stapa (Langahlíð-Vatnshlíð) auk margra smáfella og hóla. Fjöll þessi eru jafnan hliðbrött og víða hömrött. Hryggir og fell ná upp í 200-400 m y.s. hæð, en hin meiri fjöll (Langahlíð<sup>1)</sup>, Brennisteinsfjöll, Bláfjöll) ná upp fyrir 600 m y.s. Milli Lönguhlíðar og Sveifluháls liggur Kleifarvatn. Vatnsborð þess er í 135-140 m y.s. hæð. Hraun eru á kolli Lönguhlíðar og þekja megnið af landinu allt austur í Ölfus.

1) Heitið Langahlíð er oft notað um fjallið í heild, en á í raun aðeins við hlíðina norðan í því. Kallamætti það "Hlíðafjall" þar eð 3 "Hlíðar" eru að því (Langahlíð, Vatnshlíð, Geitahlíð), en ókunnugt er um annað nafn á því.

## 2.3. Veðurfar

### 2.3.1. Lofthiti og sólfar

Varmajöfnuður andrúmslofts og jarðaryfirborðs stendur í nánu sambandi við hitastig jarðvatns og afdrif úrkomu. Hér skal það samband ekki skýrt nánar, en bent á nokkur atriði, sem af því leiðir:

1. Lofthiti og varmaskifti ráða miklu um snjóalög og jarðfrera. Lauslegur samanburður á lofthita, gerð úrkomu og snjóalögum í Reykjavík, og rennsli fallvatna á Suðvesturlandi, bendir til (mynd 4, úrkoma), að snjóalaga sé að vanta, þegar meðallofthiti er  $1^{\circ}\text{C}$  eða lægri. Snjóalög (og jarðferi) eru eftir því samfelldari, sem hiti er lægri.
2. Lofthiti lækkar um u.þ.b.  $0,6^{\circ}\text{C}$  við hverja 100 m, sem ofar dregur. Á Lönguhlíð og Bláfjöllum er því lofthiti  $3-3\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$  lægri en í Reykjavík og snjóalög að sama skapi stöðugri.
3. Snjóá tekur að festa í Reykjavík í nóvember-desember, en þá leysir í marz-apríl. Á Lönguhlíð-Bláfjöllum festir snjóá  $1-1\frac{1}{2}$  mánuði fyrr og leysir um mánuði síðar.
4. Úrkoma er bundin í snjó, að verulegu leyti, og sígur þá hvorki til vatnsfalla né jarðvatns. Svipuð áhrif hefur jarðfreri. Oftast verða þó nokkrir meiriháttar blotar á vetri hverjum. Úrkoma leggst því ekki jafnharðan til jarðvatns eða vatnsfalla, heldur er hún að miklu leyti bundin á vetur en leysist á skömmum tíma á vorin.
5. Leysingarvatn er jafnan um  $0^{\circ}\text{C}$  heitt, þegar það skilur við snjóinn. Hiti vatns þess, sem leggst til jarðvatns, fylgir því ekki loft-hita, nema að vissu marki. Bezt er fylgnin síðari hluta sumars og fram á haust, þó að þar ráði og fleira um.
6. Jarðvatn verður fyrir áhrifum af varmaskiftum efstu jarðlaga og varmastreymi í dýpri jarðlögum, eftir að það sígur í jörð niður. Ræður þar hitastigull, dýpi jarðvatns undir yfirborði og rennslis-tími jarðvatns.



Af þessum atriðum leiðir eftirtalda þætti í hegðun jarðvatns:

1. Írennsli úrkomu í jarðvatn fylgir ekki að fullu úrkomumagni sem falli af tíma. Írennsli minnkar með snjóum á haustin en vex mjög við vetrar- og vorleysingar. Þessarar áhrifa gætir meir á hærri fjöllum, en láglendi, einkum við sjávarströndina.
2. Í leysingum rennur mun meira vatn fram sem yfirborðsafrennsli en við vanalega úrkomu. Sígur leysingaafrennsli til jarðvatns, þar sem freri er farinn úr jörð eða það safnast fyrir. Verður því minna írennsli á hólum og fjöllum en sem svarar úrkomu, en að sama skapi meira við fjallarætur og í vatnsstæðum í dældum.
3. Hitastig írennslisvatns til jarðvatns fylgir ekki lofthita ( og öðrum þáttum varmajafnaðar loftsjarðaryfirborðs) nema að nokkru leyti. Einkum veldur leysingavatnið á vorin mun lægra hitastigi. Nánust er fylgni vatnshita og lofthita á yfirborði vatna í skammt að runnu vatni í uppsprettum.

### 2.3.2 Úrkoma

Meðalársúrkoma í Straumsvík er 1.000-1.100 mm (meðaltal áráanna 1930-1960). Engar mælingar liggja fyrir af meginhluta svæðisins, en ráða má í úrkomu eftir úrkomu á nærliggjandi mælistöðvum og landslagi. Ætla má, að meðalársúrkoma á Lönguhlíð sé 2.000-3.000 mm, og yfir 3.000 mm á Bláfjöllum (Adda B. Sigfúsdóttir 1965). Stuðst er við kort í þeirri grein, persónulegar upplýsingar höfundar hennar og eigin útreikninga á áhrifum landslags. Sett hefur verið saman úrkomukort af svæðinu eftir þessum upplýsingum (mynd 5, úrkomukort). Þar eru hvergi nógu traustar, en ætla má að skekkja geti verið allt að 10-20%.

Úrkoma skilar sér ekki öll til jarðvatnsírennslis eða yfirborðsafrennslis. Ætla má að upp- og útgufun dragi um 400 mm frá á ári, heldur minna á fjöllum en heldur meira á vötnum (Markús Á. Einarsson, 1972). Afgangurinn skilar sér til jarðvatns eftir ýmsum leiðum, þar eð ekkert yfirborðsafrennsli er til sjávar af svæðinu.

### 2.3.3 Afrennsli

1.000 mm úrkoma, sem jarðvatnsírennsli, samsvarar  $32 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$  afrennsli. Samkvæmt því væri afrennsli af Bláfjöllum um  $90 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$ , af Lönguhlíð  $60\text{-}65 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$ , af Sveifluhálsi og Undirhlíðum  $30\text{-}50 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$  og af hraunum og holtum sunnan og suðaustan Straumsvíkur um  $25 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$ . Sem fyrr segir (2.3.1) er jarðvatnsírennsli líklega heldur minna af fjöllum, en meira á beltum undan rótum þeirra. Þess ber þó að gæta, að kollar hinna hærri fjalla eru að verulegu leyti þaktir hraunum, sem að öðru jöfnu eru mjög gleyp á vatn, og það þó fræri sé í jörð. Engar athuganir voru gerðar á þessum þáttum, að mestu tímans vegna, og er því stærð þeirra óþekkt. Hér er því ekki reynt að leiðrétta líklegt afrennsli með tilliti til þeirra, heldur miðað við meðalúrkomu að frá-dregnu líklegu tapi vegna upp- og útgufunar.

### 2.4 Vatnafar

#### 2.4.1 Uppsprettur, fallvötn, stöðuvötn

Vatn finnst óviða á yfirborði á svæðinu. Kleifarvatn er þar eina stærra stöðuvatnið, en það er um  $10 \text{ km}^2$  að stærð og allt að 100 m djúpt. Rúmtak þess mun nærri  $0.3 \text{ km}^3$ . Tvö minni vötn eru í holtunum suður frá Hafnarfirði: Hvaleyrarvatn og Ástjörn. Þau eru bæði stífluð upp af hraunum og grunn, en grágryti mun vera undir botni þeirra beggja. Vatn mun lengst af standa upp í Fólaldadölum á Sveifluhálsi í rúmlega 230 m y.s. hæð, og mun oftast renna lækur til þess. Smátjarnir hafa myndast við stíflugerð við vatnsból Hafnfirðinga í Kaldárbotnum.

Kaldá rennur úr þessum tjörnum, en hverfur smám saman ofan í hraunið, sem hún rennu á, og mun sjaldan ná niður á móts við Efstahöfða, 1 1/2-2 km frá árósi. Stöðuvötnin eru öll afrennslislaus, nema hvað læna fellur stundum úr Ástjörn milli hraunsins og Hvaleyrarholts, en nær þó jafnan

skammt. Til hennar falla nokkrir smálækir og mun oftast vera eitthvað vatn í fáeinum þeirra. Nokkrir lækir renna til Kleifarvatns. Þrír smálækir falla unda hrauntungum austan vatns, uppsprettur eru við suðvesturhorn vatnsins og nokkrir lækir renna sunnan í það, þó flestir þeirra muni þorna um lengir tíma.

Yfirleitt mun vatn standa uppi í botni malarnáms í Rauðamel, SV frá Straumsvík. Einnig mun oft mega finna vatn í sprungu hjá Gjárétt í Búrfellsgjá, um 2 km NA frá Kaldárbotnum. Brunnar eru í jarðvegi á hólholtum hjá Gjaseli og Straumsseli suður frá Straumsvík. Þeir ná þó ekki niður í jarðvatn, heldur sigur í þá regnvatn.

Annað vatn mun ekki finnast á yfirborði að jafnaði, en tjarnstæði eru víða á grágrýtinu og móberginu: í Seldal og Kjóadölum við Hvaleyrarvatn, í Leirdal og Breiðdal milli Undirhlíða og Lönguhlíðar, milli smáhryggja á Sveifluhálsi og Undirhlíðum.

Á fjöru rennur mikið vatn til sjávar í Straumsvík og Hraunavík. Lítt eða ekki sér til þessa vatns, þar sem klettur eða klungur eru að sjó. Hins vegar renna fram lækir, þar sem sand- eða malarfjörur eru í víkurbotnum og ögrum. Í botn Straumsvíkur falla fjörulækir á lítt hallandi hrauni og safnast þar saman í lón og jafnvél ár. Brimasamt er við Straumsvík og Hraunavík, og eru því fjörur þar ekki aðgengilegar, nema vel standi á sjó og veðri. Fjörurennislið varð því ekki svo kannað, sem æskilegt hefði verið.

#### 2.4.2 Sýnilegt rennsli

Vatnsmagn Kaldár er miklum sveiflum undirorpið (óbirt gögn Vatnamælinga OS), en meðalrennsli má þó áætla nærri  $1/2 \text{ m}^3/\text{s}$ . Mikið vex í ánni í rigningatíð og vatnsrennsli til Kaldárbotna er hratt úr næsta nágrenni a.m.k. austan úr Helgadal (Jón Jónsson, pers. uppl. 1975).

Sem fyrr segir (2.3.1), varð fjörurennisli ekki svo kannað sem skyldi. Þó var all víða í Hraunavík hægt að ætla á um rennsli á lengdareiningu fjöru. Rennisli var þá metið eftir augnamáli og borið nokkrum sinnum saman við lauslegar mælingar á þversniðum fjörulækja og straumhraða. Munur á niðurstöðum var 0-25% og sitt á hvað. Má því ætla, að skekkja á aðferð þessari sé ekki nema um 10% til jafnaðar. Samband er milli útrennslis og hæðar útrennslisflatar, en nokkur hluti hans er jafnan neðan brimrótsborðs. Rennisli verður þar því ekki áætlað með vissu vegna sjóblöndunar en athuganir benda til, að rennsli sé af þeim sökum um 25% meira í Hraunavík, en séð verður. Ágizkun um rennsli í Straumsvík er ónákvæmari, enda er þar um stórum meira vatnsmagn að ræða. Verulegt magn rennur í gegnum hraunið, sem þarna er stórhólótt og hriplekt. Þó má fá nokkra hugmynd um heildarrennslið með því að áætla rennsli lækja þeirra, sem falla í eða úr lónum og fjörupollum. Reikna má þó með, að skekkja á þessum ágizkunum sé 25-50%. Erfitt er að mæla rennslið vendilega, vegna lekans í gegnum hraunið.

Athuganir benda til, að útrennsli sé mjög lítið á háflæði. Til þess benda og athuganir á vatnsborðsstöðu í borholum við Straumsvík, þar sem álverið stendur nú (Haukur Tómasson, Jens Tómasson, 1966). Útrennsli mun standa í nánu sambandi við hæð sjávarborðs og þar með sjávarföll. Beinar rannsóknir á þessu sambandi fóru ekki fram, þar eð þær voru taldar of viðamiklar á þessu stigi rannsókna. Fræðilegar athuganir benda til þess, að nærri því beint hlutfall gæti verið milli sjávarborðs og útrennslis. Meðalrennsli er þá helmingur hámarksrennslis, sem er rennsli við lágfiri.

Að þeim skilyrðum uppfylltum, að rennsliságizkun sé rétt og rennsli við lágfiri samsvari tvöföldu meðalrennsli, þá má fá all glögga bráðabirgða-hugmynd um fjörurennislið.

Í Hraunavík vex rennsli á lengdareiningu úr 0.1 l/s·m vestan undir Hvaleyrarholti í 0.2 l/s·m hjá Sædýrasafni, 0.5 l/s·m vestan Sædýrasafns

og  $1-1 \frac{1}{2}$  l/s·m á  $1-1 \frac{1}{2}$  km löngum kafla austan álversins. Undan álverinu sjálfu dylja mannvirki rennsli. Hið næsta álverinu virðist rennsli um 1 l/s·m. Rennsligildi þess öll eru miðuð við lágfiri. Heildarrennsli í Hraunavíkurfjöru má áætla  $2-2 \frac{1}{2}$  m<sup>3</sup>/s, að meðaltali.

Ágizkun um rennsli (meðalrennsli) í Straumsvík liggja á bilinu  $3-10$  m<sup>3</sup>/s, eftir því við hvað er miðuð. Líklegasta gildið er nærri  $5$  m<sup>3</sup>/s. Samanlagt jarðvatnrennsli til Hraunavíkur og Straumsvíkur væri þá  $7-7 \frac{1}{2}$  m<sup>3</sup>/s. Þessi gildi eru þau sömu og fást, þegar írennsli til jarðvatns af líklegasta svæðinu í heild er dregið saman. Hér er að sjálfsögðu að einhverju leyti um tilviljun að ræða. Þar eð líkleg skekkja á ágizkuðu útrennsli er  $+ 2-2 \frac{1}{2}$  m<sup>3</sup>/s, og um  $+ 1$  m<sup>3</sup>/s í afrennsli samkvæmt úrkomu, þá getur hér auðvitað líka verið um verulega tilviljun að ræða, og raunverulegt rennsli sé verulega frábrugðið því áætlaða. Hitt er þó öllu sennilegri tilgáta, að samsvörun sé svona góð, vegna þess að báðar aðferðirnar gefi niðurstöður nærri því rétta. Munurinn á líklegu rennsli samkvæmt hvorutveggja aðferðunum er ennfremur að öðru jöfnu minni en líkleg meðalskekkja þeirra saman, sem aftur á móti þrengir svið meðalskekkjunnar. Sé þessi tilgáta rétt, þá leiðir tvennt af henni: Í fyrsta lagi er þá meðalfjörurennsli nálægt hálfu rennsli á lágfiri. Í öðru lagi er jarðvatnsrennsli til sjávar undir sjávarmáli lítið í samanburði við útrennsli yfir sjávarmáli. Sú hugmynd er studd því, að saltvatn og ferskvatn hafa tilhneigingu til að blandast ekki saman, ef ekki koma til ytri áhrif. Straumsvíkurshraun eru opin "vatnsleiðari" ("aquifer") og því þrýstingsjafnvægi milli sjávar og jarðvatns.

Rennsli var einnig áætlað á fjörum undan Hraunum, þar sem færi gafst, úr Hvassahraunsbót og austur undir Óttarstaði við Straumsvíkurmynni. Víðast hvar var það  $0.1-0.2$  l/s·m, en á nokkur hundruð metra kafla  $1/2-1$  km, vestan við Lónakot, var rennslið  $0.4-0.5$  l/s·m. Gildin varða rennsli á lágfiri. Meðalrennsli á fjörum í Hraunum mun því nærri  $0.1$  l/s·m.

### 2.4.3 Vatnshiti

Vatnshiti var mældur þar sem vatnssýni voru tekin til efna- eða "ísótópa"greiningar, svo og á nokkrum öðrum stöðum. Sumsstaðar voru hitamælingar endurteknar nokkru síðar. Þær spanna þó hvergi lengri tímabil en 1-1/2 mánuð (mynd 6, vatnssýni og hitamælingar). Mælingar ná yfir allt of skamman tíma, til að draga megi af þeim almennt marktækar ályktanir.

Hitastig í vötnum og skammt að runnum lækjum fylgja verulega lofthita og sólfari. Hitamælingar á vatni í holtum sunnan Hafnarfjarðar og við Kleifarvatn gefa því litlar upplýsingar. Í uppsprettum í Kaldárbotnum mældist vatnshiti frá ágústlokum til miðs október um 3°C, lækkaði e.t.v. um 0.1-0.3°C, sem er svipað og mæliskekkja. Athyglisverðar eru vatnshitamælingar í Hraunum frá fyrri hluta september og fyrri hluta október: Á þessu tímabili virðist vatnshiti hafa verið nokkuð stöðugur, 8-8 1/2°C í vestanverðum Hraunum, um 6°C í Lónahólstjörnum og 5 1/2-6°C austast í Hraunum. Breyting hitastigs er of lítil til að um skammt að runnið vatn sé að ræða, en hitastig of hátt, til að um langtíma blöndu af vatni geti verið að ræða. Möguleg skýring væri íblöndun heits vatns frá jarðhitasvæðum við Trölladyngju, eða milli hálsa. Endurtúlkaðar jarðviðnámsmælingar, með tilliti til jarðvatns, af Krýsuvíkur-Trölladyngjusvæðinu (gögn Jarðhitadeildar Orkustofnunar) gætu bent til afrennslis til norðurs af þessum svæðum.

Við Straumsvík og Hraunavík virðist mega aðgreina nokkur svæði eftir vatnshita. Vestan Straumsvíkur var mældur hiti 5 1/2-6°C, í útfalli í botn Straumsvíkur 4- 4 1/2°C, í lindum upp af botni og í miklum hluta Hraunavíkurfjöru 3 1/2-4°C, umhverfis Sædýrasafn um 4 1/2°C og undan Hvaleyrarholti um 4°C. Lofthiti hefur líklega nokkur áhrif á vatn í lónum og tjörnum við botn Straumsvíkur. Gætu þau áhrif skýrt a.n.l. herra hitastig í útfallinu en í uppsprettunum á þeim stað. Nokkuð glögg hitamörk gætu verið vestanhallt við Straumsvík. Við Sædýrasafnið

eru líkur á aðrennsli frá Ástjörn, sem væri þá skamma hrið runnið. Þar er því heldur hærra hitastigs að vænta. Undan Hvaleyrarholti gæti sprottið fram jarðvatn úr grágrytinu. Á þeim hluta fjörunnar í Hraunavík þar sem vatnsrennslið er mest ( $\geq 0.5$  l/s·m), gæti vatn verið komið allt af sama aðrensslissvæði, eða hafa blandast á leiðinni, þar eð hitastig er hvarvetna svipað.

#### 2.4.4 Vatnasvið

Aðrennsli vatns á yfirborði ræst af vatnaskilum, sem fylgja hæðum, og stefna annars þvert á jafnhæðarlínur landslags. Á þeim forsendum má afmarka líklegt aðrensslissvæði Hraunavíkur eftir landslagi og áætla líklegt aðrennsli (mynd 1, vatnasvið). Það rennsli verður 7-12 m<sup>3</sup>/s, eftir því hvort Kleifarvatn og vatnasvið þess eru talin með, og hvort vatnaskil eru lögð í Bláfjöll eða Þríhnúka. Til Hrauna rynni þá um 1 m<sup>3</sup>/s, strandlengjan þar mun 7-9 km löng, en rennsli þá 0.11-0.14 l/s·m, sem er svipað og ágizkað rennsli.

Rannsóknir þar, sem gerðar voru á vatnasviði Straumsvíkur, benda til, að vatnaskil jarðvatns séu nokkuð önnur en vatnaskil yfirborðsafrennslis, (mynd 1, vatnasvið). Kemur það ekki á óvart, þar eð aðrir þættir ráða jarðvatnsrennslinu. Þó skeikar hvergi miklu á mörkum beggja vatnasviða. Hvorutveggja vatnasviðum má skifta í nokkur svæði eftir vatnaskilum. Er tiltölulega lítil munur á þeim, hvort sem miðað er við jarðvatn eða yfirborðsvatn. Þó ráða jarðfræðilegar aðstæður því, að vatnaskil á yfirborði eru um Sveifluháls-Undirhlíðar, sem líklega gætir ekki, hvað jarðvatn snertir.

### 3. JARÐLAG OG HÖGGUN

#### 3.1 Jarðlagaskipan

##### 3.1.1 Myndanir og bergskrokkar

Á Íslandi eru jarðlög dregin saman í myndanir ("formation"), sem stærstu flokkunareiningu. Sá háttur dregur dóm af alþjóðlegri venju, þar sem "myndun" á við bergmenjar jarðsögulegra tímabila á ákveðnu flokkunarstigi, (Congr. Geol. Int., Bruxelles 1886), en fylgir annars bandarískri venju að láta hugtakið "myndun" eiga við bergskrokka með líkri innri gerð, sem hentugir eru sem kortlagningareiningar. Að íslenskum hætti hafa myndanirnar þó jafnframt jarðsögulegt gildi. Nokkuð er á reiki um notkun hugtaksins sem von er. Á fyrri hluta þessarrar aldar var jafnaðarlega talað um "Blágrýtismyndun" ("Basaltformation"), "Grágrýtismyndun" ("Doleritformation") (eina eða fleiri) og "Móbergsmyndun" ("Palagonitformation"). Merking þessarra hugtaka var nokkuð breytileg. Á síðustu árum hefur þekking aukizt mjög á jarðfræði og jarðsögu Íslands, og hafa framangreindar myndanir því nú ekki sama grundvallargildi og fyrr. Þó má enn nota þær til flokkunar á bergi á svæðinu við Reykjavík og suður þaðan. Hér verður "Nútíma hraunum" aukið sem fjórðu myndun.

Myndanir þessar hafa fyrst og fremst jarðsögulegt gildi og kortlagningargildi. Vatnafræðilegir ("hydrológiskir") eiginleikar bergsins fylgja myndanaflokkuninni að miklu leyti. Hver myndun samanstendur af mörgum bergskrokkum, sem hafa hver fyrir sig mun betur einskynja ("hómogen") vatnafræðieiginleika en myndunin í heild. Lega og gerð þessarra bergskrokka skiptir því meginmáli. Hér verður því lögð meiri áhersla á að rekja smíð ("strúktúr") jarðlaga og myndana en flokka jarðlögin jarðsögulega. Sú flokkun orkar enda enn tvímælis víða á svæðinu, (mynd 2, jarðfræðikort).



### 3.1.2 Blágrýtismyndun

Hugtakið "Blágrýtismyndun" er hér notað um berg eldra en grágrýtið (Jón Jónsson, 1972). Myndunin kemur ekki fyrir á yfirborði á svæðinu, en hennar væri að vænta undir grágrýtinu. Í henni er ekki einvörðungu um basalhraunlög að ræða eins og nafnið gæti bent til, heldur er verulegt magn af millilögum (móberg og set) í jarðlagastafla myndunarinnar, eins og fram hefur komið í borholum í Reykjavík. Holu- og sprungufyllingar eru miklar í þessari myndun, enda er hún mun verr vatnsleiðandi en Grágrýtismyndunin (Jón Jónsson, 1965b). Stór hluti myndunar þessarar, a.m.k., er talinn myndaður fyrir sem næst 2-3 milljónum ára (Jens Tómasson, Ingvar B. Friðleifsson, Valgarður Stefánsson, 1975) og því talinn "kvarter" að hætti þorra íslenskra jarðfræðinga. Þess ber að gæta, að erlendis er "kvarter" tímabilið almennt talið ná um 0.7 milljónir ára aftur í tímann en ekki um 3 milljónir ára, eins og hérlendis tíðkast.

### 3.1.3 Grágrýtismyndun

Grágrýtið umhverfis Reykjavík er tiltölulega vel kannað (Jón Jónsson, 1965b, 1972). Það samanstendur af basalhraunlögum ("dólerítískt ólivín-basalt" eða "ólivínthóleit" Jón Jónsson, 1972). Lítið er talið um millilög í því, en þó finnast sand-, brotabergs- og jökulbergslög í jarðlagastaflanum hér og þar. Að aldri eru basalhraunin talin runnin ekki síðar en á síðasta hlýskeiði (fyrir a.m.k. 50 þús. árum), en þau elztu munu vera yfir 700 þús. ára gömul (með öfugri segulstefnu). Á þessu bili hafa a.m.k. fjögur jökulskeið gengið yfir landið, ef það skeið er talið með, sem varð að hraununum runnum (fyrir um 70.000-10.000 árum). Talið er líklegt, að hraunin hafi komið frá eldstöðvum á Mosfellsheiði annarsvegar, en nærri Bláfjöllum-Lönguhlíð hinsvegar og séu dyngjuhraun.

Holtin sunnan Hafnarfjarðar eru úr þessu grágrýti og finnst það allt suður fyrir Helgafell. Grágrýtisskellur finnst milli Undirhlíða og

Lönguhlíðar, en voru ekki nánar kannaðar. Austan álversins við Straumsvík sér í grágrýti upp úr hrauninum, en það myndar einnig undirlag hraunanna þar (Haukur Tómasson, Jens Tómasson, 1966). Grágrýti finnst næst vestar í Vogastapa og á Rosmhvalanesi. Það gæti því verið undir hraunum á Vatnsleysuströnd og í Hraunum. Grágrýti það, sem finnst á kollum móbergsfjallanna, er af öðrum uppruna og verður þess því getið annars staðar.

Dalir eru í grágrýtinu (sbr. 2.2) og munu flestir vera jökulsorfnir eða jökulmótaðir. Vissar líkur eru á, að dalakerfi það, sem opnast til vesturs, sé eldra en það, sem opnast til norðvesturs. Gæti það staðið í sambandi við breytingar á rennslisstefnu skriðjökla og upphafs þeirra. Þær breytingar gætu svo aftur staðið í sambandi við upphleðslu móbergsfjalla í fjallaklasanum frá Bláfjöllum til Lönguhlíðar.

Jökulberg (með rispuðum steinum) finnst sunnan á Stórhöfða. Er það vel lagskipt og nokkurra metra þykkt. Bergið er allþétt og hart. Eftir útliti mætti ætla það eldra en frá síðasta jökulskeiði. Það virðist hafa lagzt á grágrýtishæðirnar nærri því fullmótaðar, en mikið mun nú rofið af því sjálfu. Verður að telja mestar líkur á, að svo stöddu, að það sé myndað á annarri eða þriðju síðustu ísöld.

Bólstraberg finnst yzt í Hamranesi norðan Hvaleyjarvatns. Það finnst víða í botni grágrýtismyndunarinnar utan svæðisins og er talið myndað við það, að hraunin runnu í sjó eða vötn. Undir því munu grágrýtislög á Hamranesi. Leiða má ýmsum getum, að tilvist bólstrabergsins þarna, en það var ekki nánar kannað.

Grágrýtið er oftast grófstuðlað og nokkuð sprungið. Greið vatnsrás er um sprungur og glufur í því. Holur í því eru fæstar samtengdar, frekar en í öðru basalti, og hafa því tiltölulega lítil áhrif á vatnsleiðnina.

### 3.1.4 Móbergsmýndun

Móbergsmýndunin myndar fjöll; hryggi og stapa. Hvorutveggja eru taldir myndaðir við gos undir jökli, hryggirnir á gossprungum eða gígaröðum, en staparnir þegar megingosið er í einu eldvarpi. Við svona gos fær bergið ýmsa mynd: kubbaberg, bólstraberg, þursaberg og "túff" ("gyskisberg", "gyski" er að íslenskum málreglum réttara en orðið "gjóska", sem þó sumir nota um svokölluð "laus gosefni"). Lítið hefur verið birt um jarðsögu móbergs á svæðinu, utan eina lengri ritgerð um jarðfræði Sveifluháls (Páll Imsland, 1972). Yfirlit um jarðfræði Krýsuvíkursvæðisins er í skýrslu JHD-OS um það svæði (Jón Jónsson, 1975c).

Að þessu sinni var aðeins könnuð lauslega jarðfræði Undirhlíða og norðurhluta Sveifluháls, svo og nálægra fella og hóla, en annars stuðzt við ofangreind rit og persónulegar upplýsingar Jóns Jónssonar.

Móbergsmýnduninni á svæðinu má skifta á þrjú aðalsvæði: Lönguhlíð-Þríhnúka, Undirhlíðar og Sveifluháls. Máli skiftir og móbergsmýndunin við suðurhluta Kleifarvatns og í Vesturhálsi (Trölladyngju), en hvorugt þessarar svæða var sérlega kannað.

Hér er talinn til Undirhlíða allur hryggurinn frá Vatnsskarði til Kaldárbotna, en bólstrabergshrygg má rekja í beinu framhaldi þaðan og austur undir Búrfell. Meginefni hryggsins er bólstraberg, það er séð verður. Á austurhluta hans liggur víða jökulberg ofan á bólstraberg, að útliti mjög líkt jökulberginu á Stórhöfða. Hæðarlega þess (um 150 m y.s.) samsvarar einnig því bergi. Vestantil liggur bólstraberg ofan á jökulberginu og myndar það hryggi á suðvestanverðum Undirhlíðum (Háuhnúkar). Vera má og, að jökulbergs verði vart undir þeim hryggjum að norðaustan, en það varð ekki kannað. Páll Imsland (1972) segir jökulbergið ganga yfir í "velkt móberg" vestan vegar í Vatnsskarði. Þetta er ágizkun, því að drjúgt bil er þar á huldu milli jökulbergs og "velkts móbergs".

Um 2 km norðaustur frá Vatnsskarði er ílangt "túff"-hrúgald eða "túff"-hryggur suðaustan undir Háuhnúkum. Hrúgald þetta er nú nokkuð rofið og standa sums staðar eftir gangar og gangbrot. Skriðfletir benda til, að "túffið" hafi skriðið út af til beggja hliða og hér sé um sjálfstæðan goshrygg að ræða.

Sveifluháls er samsettur úr mörgum, aðgreindum hryggjum og er oft útlitsmunur á bergi í þeim. Gangar og gangaraðir skaga víða upp úr móberginu. Ganga þeir sumsstaðar inn undir "túff"-hrúgur og "túff"-hryggi, þar sem lög og skriðfletir benda til að "túffið" hafi skriðið til beggja handa. Bendir því allt til þess, að Sveifluháls sé samsettur úr fjölda aðgreindra goshryggja, sem til séu orðnir við tímalega aðskilin gos á allmörgum gossprungum. Páll Imsland (1972) telur sennilegt, að mikill hluti Sveifluháls hefði myndast í einu gosi, og hefði það verið "-stórt og mikið gos". Svo væri og vissulega, þar eð þá hefði gosið á nærri 15 km langri sprungu og upp komið um  $2 \text{ km}^3$  af gosefnum. Þess eru engin dæmi um nútímasprungugos eða móbergshryggi frá jökultíma á Reykjanesskaga, að gosið hafi þar á svo langri sprungu í einu lagi né upp hafi komið svo mikið magn gosefna í einu í annan tíma, svo sannanlegt sé. Þannig eru einstakar gossprungur á Krýsuvíkursvæði 1-4 km á lengd (Jón Jónsson, 1971), en hraunmagn í Kapelluhrauni er um  $0.1 \text{ km}^3$ , í Afstapahrauni um  $0.2 \text{ km}^3$ . Þessi hraun eru með mestu hraunum úr sprungugosum norðan hálsa. Nútíma eldvirkni á svæðinu norðan Sveifluháls er á 2-3 km breiðu beltí, í stuttum sprungum, með hraunmagni sem ofan greinir, goshólum og einu (e.t.v. þó fleirum) dyngjugosi. Er engin ástæða til að ætla Sveifluháls myndaðan við hverjar aðrar ástæður, enda bendir gerð hans öll til þess. Er og talið svo í skýrslu JHD-OS (Jón Jónsson 1975c).

Páll Imsland (1972) greinir jarðlög í Sveifluhálsi í 8 "myndanir" (hugtakið "myndun" er þar notað í mun þrengri merkingu en almennt tíðkast héraendis). Sú greining mun víða orka tvímælis, en þó má telja líklegt, að greina megi móberg í Sveifluhálsi í þrjár syrpur eða jarðlagaflokka:

1. Gamalt móberg, aðskilið af jökulbergi frá því yngra móbergi, sem ofan á því liggur.
2. Meginhluti Sveifluháls.
3. Hryggir austur undir Vatnsskarði.

Elzta móbergið (myndun no 2) finnst í Hellum og SV-hluta hálsins. Það er ljóst, gulleitt, víða "vikurkennt" eða "flykrukennt" og sum staðar eitthvað ummyndað. Yfirborði þess hallar til NA í Hellum. Aðalmóbergið ("myndun no 4" o.fl.) birtist í ýmsum myndum, en mest ber þó á þursabergs- og "túff"-þekjum utan á hryggjunum. Móbergið við Vatnsskarð ("myndun no 7") er bergfræðilega nokkuð frábrugðið hinu, a.m.k. hlutar þess. Páll Imsland (1972) álitur það yngra en "myndun no 4", en sú aldursröð verður að teljast óviss. Mikið ber á bólstrabergi í þessari jarðlagasýrpu.

Jarðsaga Sveifluháls skiptir að svo stöddu ekki meginmáli fyrir vatnafræðilega eiginleika hans. Þess ber þó að geta, að Páll Imsland (1972) hyggur hálsinn myndaðan allan á síðustu ísöld. Að því er næst verður komið, virðist "röksemda-keðja" sú, er hugmynd þessi byggist á, hafa viðmiðun í þessleiðis athugunum á vissum jarðlögum: "-að maður hafi það á tilfinningunni, að þau séu mynduð undir þunnum jökli-" (efnisleg tilvitnun). Þarf ekki að fjölyrða meira um þá jarðsöguhugmynd.

Hæst á Sveifluhálsi er röð af tindum eða hnúkum. Þeir eru að verulegu leyti úr "túffi" en annars mest úr þursabergi og nokkuð víða með gang í háegginni. Vel má vera, að þeir séu á einni og sömu gossprungunni og standi jafnvel í sambandi við "túff"-hrúgaldið undir Háuhnúkum og Helgafelli.

Í Helgafelli ber mest á þykkum "túff"-lögum, en bólstraberg er í kolli fjallsins og liggur gangur þvert á hann í stefnu SA-NV. Sömu stefnu hafa Valahnúkar, sem eru móbergshryggur NA við Helgafell og áfastir við fellið.

Langahlió (sem fjall) er víðast skriðurunnin í hliðum og sér lítt í fast berg. Mest ber þar á bólstrabergi, en þó er einnig mikið um þursaberg í neðanverðri Vatnshlió. Kollur Lönguhlióar er þakinn hraunum, sem eru hriplek á vatn, og því þess að vænta að bæði úrkoma og leysingavatn sígi þar fremur greiðlega niður. Basaltheta (grá-grýti) mun víðast á kolli Lönguhlióar (einnig undir hraununum) og má vel vera, að þar hafi hraun runnið, þegar fjallið hafði hlaðizt upp úr jökli. Hins vegar gætu þau einnig verið runnin á hlýskeyði, eins og hraun þau, sem nú eru á kolli fjallsins. Svipaðar basaltheta og -skellur má finna á nokkrum stöðum á Sveifluhálsi og nálægum fellum.

Þríhnúkar eru líklega svipaðir Lönguhlió að gerð. Sunnan við Kleifarvatn eru margbreytileg móbergshólar og -hólar, en þau voru ekki nánar könnuð að þessu sinni.

Smáfell og hólar standa upp úr hraununum norðan Sveifluháls og milli Móhálsa. Líklega er þar um hóla og hryggi að ræða, svipaða og sést í móbergshóllunum. Vel má þó vera, að móbergið nái þar saman hið neðra og myndi samfellda breiðu eða lag.

Móbergið er mun meira gropið ("poröst") en basaltið, eða 10-50%. Það getur því haft mun meira vatn að geyma. Hins vegar vantar mikið til í það glufur þær og sprungur, sem vatn á svo greiða rás um í basaltinu, og er það því mun verr vatnsleiðandi, eins og fjölmörg dæmi sanna. Kubba-berg og bólstraberg geta þó líkst basalti að vatnsleiðni, en þá einnig að vatnsrýmð, þar eð groppa ("porositet", Árni Böðvarsson, 1963) þeirra er minni en þursabergs og "túffs".

### 3.1.5 Nútíma hraun

Sem fyrr segir, þá þekja hraun stóra hluta aðrenslissvæðis Straumsvíkur. Hraun þessi eru runnin að lokinni ísöld eða á síðustu 10.000-15.000 árum, eða þar um bil. Þau eru basaltheta og munu flest eða

Öll vera "þóleitisk" að berggerð. Jarðsaga og berggerð einstakra hrauna skiptir að svo stöddu ekki meginmáli, nema hvað samband þeirra við smíð ("strúktúr") hraunanna snertir.

Einstök hraun eru mismikið blöðrótt og holótt. Groppa ("porositet") þeirra mun liggja milli 10% (þétt hraun) og 40% (gjall, gjallkennd hraun). Holur eru þó sjaldnast samtengdar. Við Hraunavíkurfjörur má glögg sjá, hvernig nær allt útrennslisvatn kemur úr glufum eða sprungum, en lítið sem ekki rennur úr holum, eða smitar út úr berginu. Stuðlun, flögun, sprungur og gjallmyndun skipta því meginmáli fyrir vatnsleiðni-eiginleika bergsins ("lekt"). Kapelluhraun við Straumsvík og hraunlag það sem undir því liggur (líklega komið frá Óbrinnishólum (Jón Jónsson, 1974), eru að verulegum hluta gjallkennd en ekki eins mjög hraun þau, sem undir þeim liggja (Haukur Tómasson, Jens Tómasson, 1966). Í þessum gjallkenndu hraunum er því að vænta óvenjumikillar lektar og rennslishraða á vatni (Haukur Tómasson, Jens Tómasson 1966, Páll Theodórsson 1969). Hraun þessi eru bæði áberandi úfin á yfirborði, eins og við má búast. Viss sambands má því vænta milli yfirborðsáferðar hrauna og vatnsleiðni þeirra, en það samband þyrfti nánari könnunar við.

Sprungu- og glufufyllingar eru ekki teljandi í hraununum, og gjall í þeim, eða á mótum þeirra, er oft lítið veðrað. Hraunin eru því örugglega mun betur vatnsleiðandi en grágrýtið undir þeim, eins og raunar fjölmörg dæmi sanna annars staðar. Gizkað hefur verið á hlutfallið 100-1.000, hvað lektarstuðul snertir (Haukur Tómasson, Jens Tómasson, 1966).

Botn hraunanna liggur 20-25 m undir sjávarmáli á staði álversins (Haukur Tómasson, Jens Tómasson 1966) en rís þaðan að líkindum inn til landsins. Óbeinar athuganir benda til, að botninn nái sjávarmáli um miðja vegu suður undir Undirhlíðum (4.3.2-4.3.3). Hraunin eru opinn "vatnsleiðari" og sjávarmál "núllflötur" þeirra (2.3.2). Þess er því að vænta, að vötn þau, sem falla til sjávar í Hraunavík-Straumsvík,

renni langleiðina sunnan frá Undirhlíðum svo gott sem einvörðungu í hraunlögnum. Rennsli vatnsins er tiltölulega hratt í hrauninum, síun léleg og efnabreytingar litlar. Hreinsun verður því lítil á því á þeirri leið og mengunarhætta því mikil, úr því vatnið kemur fram í hraunin.

### 3.1.6 Laus jarðlög (setlög)

All víða á rannsóknarsvæðinu má finna jökulmela og urðir, grunn veðrunarlög, framburð vatnsfalla og jarðveg. Þessi jarðlög eru jafnaðarlega þunn og hafa oft takmarkaða útbreiðslu. Þau hafa því næsta litla þýðingu fyrir vatnsleiðni svæðisins í heild.

### 3.1.7 Vatnsleiðni og vatnsrýmd jarðlaga

Skipta má jarðlögum í afstæða röð eftir vatnsleiðni:

1. Hraun: Mjög vel vatnsleiðandi, vatnsrýmd að miklu leyti háð hlutfalli gjalls.
2. Grágrýti: Vegna lágs gjallhlutfalls, meiri veðrunar og þéttingar er grágrýtið verr vatnsleiðandi en hraunin. Vatnsrýmd er líklega eitthvað minni.
3. Bólstraberg og kubbaberg: Svipað og grágrýtið. Vatnsleiðni minnkar ört með vaxandi þursabergs- og "túff"-blöndun.
4. Móberg: Vatnsleiðni lítil og minnkar ört með veðrun og ummyndunum. Vatnsrýmd mikil.
5. Jökulberg: Vatnsrýmd svipuð og í móbergi en vatnsleiðni alla jafna enn minni.
6. "Blágrýtismyndun": Þéttari en grágrýtið. Gæti svipað um vatnsleiðni til "gamals" móbergs, en vatnsrýmd fer eftir hlutfalli basalts og móbergs.



### 3.2 Eldvirkni og jarðhiti

#### 3.2.1 Gosstöðvar og vatnsleiðni

Mest allt berg á rannsóknarsvæðinu er af gosrænum uppruna. Lega gosstöðva hefur því höfuðþýðingu fyrir legu bergskrokkanna. Gosstöðvunum geta og fylgt gjallhrúgur, sem eru þá vel vatnsleiðandi, eða gangar (aðstremisæðar hraunakviku), sem geta heft vatnsrennsli, ef þeir liggja þvert á rennslisstefnu. Gos á nútíma (eftir ísöld) hafa orðið á beltinu norðan Sveifluháls og Undirhlíða, sem nær austur í Bláfjöll og vestur um Trölladyngju (mynd 8, Höggun og eldvirkni). Annað eldgosabelti liggur um Brennisteinsfjöll norður til Grindaskarða og nær þar inn á rannsóknarsvæðið. Eldgos hafa einnig orðið á nútíma í næsta nágrenni við Straumsvík, í Rauðamel og neðst í Selhrauni (Jón Jónsson 1965a). Vera má og, að tveir hraunflákar, mjög úfnir, sem eru nokkru sunnar í Selhrauni, væru komnir úr eldvarpi rétt sunnan við Hrauntungu. Þessa eldvarps, ef til hefur verið, sér nú engin merki og myndi það þá vera horfið undir yngri hraun.

Eldgosabelti hafa einnig verið virk á jökultíma, eins og móbergshryggirnir sýna. All nokkur dreifing er á stefnu gossprungna og goshryggja (móbergshryggja). Almenn stefna hvorutveggja nærri SV-NA, en mun norðlægari stefna er ríkjandi hjá Trölladyngju. Á bungunni norður frá Móhálsadal ná nútíma eldstöðvar lengst frá hálsunum. Gæti verið samband þarna á milli. Misgengi og opnar sprungur stefna svipað og gossprungurnar og eru því áhrif hvorutveggja svipuð, hvað varðar aðalstefnu bergskrokka og lárétta fleti, sem haft gætu vatnsrennsli.

#### 3.2.2 Jarðhiti og ummyndun bergs

Áhrif jarðhita á jarðvatnið eru einkum tvennskona: Annars vegar getur hann valdið hækkun á hitastigi vatnsins (2.3.3), hins vegar getur hann valdið ummyndun í bergi, sem getur leitt til minni vatnsleiðni í berginu. Suðvestan við rannsóknarsvæðið er víða jarðhiti á yfirborði

umhverfis Krýsuvík og Trölladyngju. (Krýsuvíkurskýrsla JHD-OS, 1975). Ummyndun sést og all víða á þessu svæði. Því verður að telja líklegt, að jarðhitinn sé valdur að allverulegri þéttingu í berginu sunnan og suðvestan við Kleifarvatn og við Trölladyngju.

Líkur eru á, að töluvert jarðvatnsstreymi sé gegnum Krýsuvíkursvæðið og valdi það þar víða merkjanlegu hitafalli í dýpri jarðlögum (Krýsuvíkurskýrsla JHD-OS, 1975 og endurtúlkaðar jarðviðnámsmælingar af Krýsuvíkursvæðinu eftir frumgögnum JHD-OS). Þessa streymis mun gæta lítið eða ekki í efstu nokkur hundruð m undir yfirborði, enda gæti þar átt sér stað varma- og vatnsstreymi út frá uppkomurásum jarðhitans. Jarðlög þessi eru mest úr móbergi og munu hafa litla vatnsleiði, en verulega vatns- og varmarýmd.

### 3.3 Höggun

Á rannsóknarsvæðinu er einvörðungu um brotahöggun að ræða, að því er bezt er vitað. Áhrif höggunarinnar eru því aðallega fólgin í tvennu, hvað vatnsleiðni jarðlaga nærri yfirborði snertir: Annars vegar skiptingu bergsins í brotasplidur, oft samfara hliðrun jarðlaga, hins vegar í sprungumyndun, sem getur greitt vatnsrás, og brotaflata, sem geta heft vatnsrás. Áhrif höggunar eru því svipuð og áhrif af legu gosstöðva (3.2.1), enda fellur lega þeirra og stefna að mestu saman (mynd 8, höggun og eldvirkni).

Opnar sprungur eru að sjálfsögðu afar vel vatnsleiðandi. Hins ber að gæta, að þær fyllast alla jafna fljótt af hruni og írennsli sets, nema e.t.v. hið allra næsta yfirborði (t.d. í hraunum). Sprungufyllingin getur hæglega orðið vatnspéttari en bergið og þá heft vatnsrás. Í móbergi myndast oft þétt "mylsnulög" í sprungum og á skriðflötum. Áhrif höggunar á móberg geta því oft verið þéttandi. Erlendis eru sprungur víða taldar til helztu vatnsrása. Þar er berg jafnaðarlega eldra og þéttara en héraendis. Sprungum fylgja hins vegar oftast brotabergsmýndanir og glufóttar sprungufyllingar (t.d. kvarts, kalsít) en héraendis. Aðstæður eru því héraendis nokkuð annars eðlis. Annar

Þáttur sprungumyndunar er lóðrétt hliðrun jarðlaga, þannig að sömu jarðlög standast ekki lengur á sitt hvoru megin sprungunnar, en slíkt getur einnig haft vatnsrás. Samband vatnsútrennslis í bergi og sprungna og skilflata getur því haft tvennar ratur. Annars vegar greiðari vatnsrás í sprungustefnu um opnar sprungur, hins vegar heft vatnsrás þvert á sprungustefnu um þéttifleti og brotafleti.

Áhrif lóðréttra skilflata má glögg greina í Kaldárbotnum (hjá vatnsbóli Hafnfirðinga), þar sem um 20 m hæðarmunur er á jarðvatnsborði sitt hvorum megin misgengis (eða misgengjakerfis). Gefur auga leið, að vatnsrennsli er þar heft um misgengisflötinn og hlýtur rennsli því að vera beint í stefnu misgengisins. Líklegt er, að svipaðra áhrifa gæti á sprungubeltinu milli Kaldársels og Hjalla, þann veg að jarðvatnsstraumnum sé beint að vissu marki, til V eða SV. Sprungukerfi eru sýnileg á bungunni norður af Móhálsadal. Þar sprungur hverfa undir yngri hraun nálægt Krýsuvíkurvegi. Sprungurnar stefna nærri NA á austanverðri bungunni en NNA á henni vestanverðri. Í framhaldi þeirra stefna brotalínur og gossprungur hjá Trölladyngju einnig NNA. Athugun á bratta yfirborðs hraunanna (mynd 9, bratti yfirborðs hrauna) bendir til þess, að bunga þessi sé stallur hulinn hraunum. Hliðar hans eru nærri því beinar og með haggalar ("tektónískar") stefnur: austur- og vesturhlið SSV-NNA, norðurhlið SV-NA. Stallur með NNA-stefnu gæti og verið austan við Helgafell. Sprungukerfi stallsins norðan Móhálsadals skýra væntanlega vatnsstreymið, þannig að rennsli verður mest austur og norðaustur úr stallinum. Þverbresta er að vanta þvert á aðalsprungustefnur, og gætu þeir m.a. ráðið nokkru um dala-stefnu í holtunum sunnan Hafnafjarðar.

#### 4. JARÐVIÐNÁMSMÆLINGAR

##### 4.1 Mæliaðferð og túlkun mælinga

Nokkra hugmynd má fá um jarðlög undir yfirborði með jarðviðnámsmælingum. Við þær mælingar er rafstraum hleypt á jörðina um tvö straumskaut. Nokkurt bil er á milli þeirra, og sé það aukið, þá nær straumurinn til dýpri jarðlaga. Spennufall er mælt á milli tveggja spennuskauta sitt hvorum megin við miðju bilsins milli straumskauta. Mælingar þessar eru hér almennt kallaðar dýptarmælingar, en sú röðun rafskauta, sem notuð er, "Schlumberger-röðun". Út frá mæligildum og afstöðu rafskauta er hægt að reikna svokallað "sýndarviðnám", en það er til lausnar mælingunum dregið upp í ferla sem fall af fjarlægð milli straumskauta. Mældir ferlar eru bornir saman við ferla, sem reiknaðir hafa verið fyrir líkõn af ákveðinni jarðlagaskipan ("jarðviðnámslög"). Í þeim líkõnum eru jarðlög samhliða yfirborði, og hafa hvarvetna sömu þykkt og eðlisviðnám, hvert fyrir sig. Niðurstöður verða því í mynd jarðsniða undir miðju mælingar, þar sem greind eru jarðviðnámslög með ákveðinni þykkt og ákveðnu eðlisviðnámi.

Margt getur valdið skekkjum á mælingum og lausnum þeirra. Í fyrsta lagi geta frávik í leiðni og lélegt samband á yfirborði valdið truflunum á mælingu. Í öðru lagi er jarðlögum sjaldnast skipað í samhliða jafnþykkum og jafnkynja ("hómogen") lögum, í þriðja lagi getur verið munur á eðlisviðnámi sama jarðlags frá einum stað til annars. Í fjórða lagi geta fleiri en einn líkanferill hæft hverjum mæliferli, sem býður þá upp á fleiri lausnir en eina. Sömu skekkjuvalda gætir sjaldan í fleiri en einni hverri mælingu. Má því ráða nokkru bót á skekkjunum með samanburði fleiri mælinga af sama svæði.

Viðnámslög samsvara ekki endilega jarðlögum. Eðlisviðnám ræðst af mörgum þáttum: Jarðraka, efnasamsetningi og hitastigi jarðraka, smíð ("strúktúr") og gerð bergs o.fl. Í djúpum jarðlögum og á jarðhitasvæðum ræður hitastig miklu um eðlisviðnám og getur munað allt að þætti 30,

hvert hitastigið er. Meira munar um efnasamsetningu, einkum seltu, eða allt að þætti 1500 frá tiltölulega hreinu vatni til óblandaðs sjávarvatns. Í setlögum, setbergi og móbergi geta áhrif groppu ("porositet") munað allt að þætti 15. Í storkubergi (t.d. basalti) munu glufur og önnur smíð ("strúktúr") bergsins geta ráðið meiru en móbergs í því tilliti. Einnig geta ummyndun, veðrun, holu- og sprungu-fyllingar haft áhrif á viðnám bergsins. Töluverð dreifing getur því orðið á eðlisviðnámi innan sama jarðlags. Hins vegar má oft ná góðri samræmingu milli útbreiðslu jarðviðnámslaga með sama viðnámi og líklegar jarðlagaskipanar.

#### 4.2 Staðsetning viðnámsmælinga

Jarðviðnámsmælingar voru að þessu sinni framkvæmdar aðeins þar, sem jarðlag er óljóst, en það er á hraunaflákunum suður frá Hraunavík og jaðarsvæðum þeirra. Alls voru gerðar 27 dýptarmælingar. Þéttastar eru mælingar umhverfis Hvaleyrarvatn og þaðan ofan til sjávar. Einnig var stuðzt við mælingar, sem gerðar höfðu verið á Trölladyngju- og Krýsuvíkursvæði. Frumgögn þeirra mælinga lét Jarðhitadeild Orkustofnunar (JHD-OS) góðfúslega í té (mynd 10, jarðviðnámsmælingar).

Mælingarnar reyndust hvergi nógu þéttar, þar eð nokkur munur er víðast á jarðlagaskipan milli mælistaða og yfirborðstruflanir geta verið verulegar á hraununum. Einnig varð að láta stór svæði ómæld, einkum milli Selhrauns við Straumsvík og norðurmýnnis Móhálsadals, og milli Krýsuvíkurvegar og Undirhlíða. Samt reyndist unnt að fá nokkra hugmynd um jarðlagaskipan og jarðvatnsborð á mælistöðum. Sú hugmynd getur þó einungis gilt til bráðabirgða, en mun fleiri og þéttari mælingar þarf til að <sup>fá</sup> sámilega öruggar niðurstöður.

### 4.3 Niðurstöður jarðviðnámsmælinga

#### 4.3.1 Jarðviðnámslög

Flestum jarðviðnámslögum, sem fundust á einstökum mælistöðum, var hægt að skipa í samfellda flokka, sem taldir voru samsvara ákvæðnum "jarðviðnámslögum" með svipuð gildi eðlisviðnáms. Auk eðlisviðnámsins sjálfs var stuðzt við þykkt hvers lags og afstöðu þess til annarra jarðviðnámslaga í sömu mælingu og svipaðra jarðviðnámslaga í öðrum mælingum. Þessi jarðviðnámslög var svo hægt með sæmilegri sanngirni að samræma við ákveðin jarðlög og -myndanir. Var þar stuðzt við það, sem ráðið varð í jarðlagaskipan á hverjum stað og eins jarðviðnámsmælingar, sem gerðar hafa verið annars staðar í Kjalarnesþingi (Frumgögn frá JHD-OS) og á svipuðum jarðmyndunum nærlendis (Freysteinn Sigurðsson 1964). Þá kemur fram eftirfarandi flokkun:

#### Skrá 1

##### Jarðviðnámslög

Jarðmyndun: (heiti)	Eðlisviðnám: (Ωm)
Hraun, Straumsvíkursvæði	3.000-18.000
Hraun + jarðvatn	1.000- 2.500
Grágrýti -1	300- 500
Grágrýti -2	1.000- 1.500
Móberg -1	200- 300
Móberg -2	100- 150
"Blágrýtismyndun"	200- 250
Berg + sjór	0- 20
-	
Móberg -3, Krýsuvíkursvæði	500- 800
Hraun, "	2.000-40.000
-	
Yfirborðslög	200-10.000

#### 4.3.2 Jarðvatnsborð

Hraun hafa mun lægra viðnám undir jarðvatnsborði en ofan (skrá 1), og eru því að öðru jöfnu vel greinanleg. Hins ber þó að gæta, að viðnámslög eru oft óglögg á mæliferlum, ef þau eru þynnri en jarólög ofan á þeim til samans. Jarðvatns gætir því ekki, ef það er aðeins í þunnu lagi á botni þykkra hrauna. Þess verður heldur ekki með vissu vart í hraununum við Hraunavík, þegar 3-4 km kemur frá sjó. Sunnan Undirhlíða (Leirdal, Breiðdal) eru viðnámslagaskil talin samsvara jarðvatnsborði í grágrýti. Er þar fylgt sambærilegum skilum í Kaldárbotnum, þar sem hæðarlega jarðvatns og jarólaga er þekkt. Jarðvatnsborð varð hins vegar ekki greint í grágrýtinu umhverfis Hvaleyrarvatn.

Hæð jarðvatnsborðs má einnig marka af dýpi á sjó í jarólögum nærri ströndu. Veldur því, að eðlisþyngd sjávar er önnur en fersks vatns, en jafnþrýstingsfletir standast á í skilfleti beggja. Dýpi á sjó samsvarar þá 35-40 m fyrir hvern 1 m, sem jarðvatnsborð liggur hærra en meðalsjávarstöða. Sjór fannst ekki í mælingum lengur en 1-1 1/2 km inn til landsins. Hæðarákvörðun með þessarri aðferð er að líkindum nákvæmari en með beinni mælingu á dýpi í jarðvatnsborð. Beinarniðurstöður jarðviðnámsmælinga um jarðvatnsborð ná aðeins til hluta svæðisins (Hraunavík, Undirhlíðar), en mynda þó ásamt beinum athugunum þá grind, sem fella má óbeinarniðurstöður jarðviðnámsmælinga og aðrar upplýsingar inn í (mynd 17, jarðvatnsborð).

#### 4.3.3 Greining og þykkt hrauna

Í ljós kom, sem reyndar var að vænta, að sömu hraunlög hafa víðast hvar svipað viðnám ofan jarðvatnsborðs, eða svo að aðeins munar þætti 2. Ætla má að greina megi að 4 hraunlagaflokka eða -syrpur, sem 5 mælingar eða fleiri hafa verið gerðar á hverri. Í fyrsta flokknum er Hvaleyrarhraun og hraunin meðfram holtunum suður undir Kaldárbotna, í öðrum eru Kapelluhraun, hraun frá Óbrinnishólum og fleiri ung hraun, í þriðja eru hraun frá Hrútagjárdyngju norðan við Sveifluháls, og í þeim fjórða hraun hulin yngri hraunum, sem ná frá Hrauntungu og langleiðina út undir sjó.

Viðnám þeirra er eftirfarandi:

Skrá 2

Eðlisviðnám hrauna:

Hraunaflokkur: (Einkennishraun)	Eðlisviðnám: (Ωm)
Hvaleyrarhraun o.fl.	7.000-11.000
Kapelluhraun o.fl.	10.000-18.000
Hrútagjárhraun	6.000- 9.000
"hulin hraun"	4.000- 7.000

Einstök hraun verða því aðeins greind, að efri lög séu jafnþykk þeim eða þynnri.

Heildarþykkt hraunlaganna er hægt að finna með allgóðri nákvæmni. Ætla má, að skekkja sé innan við  $\pm 25\%$  til jafnaðar (mynd 12.2, þykkt hrauna). Þykkt hraunanna er mest austan undan stallinum norðan Móhálsadals. Virðast hraun hafa hellzt þar austur af stallinum. Frá Hraunum og upp undir stall þennan virðast hraunin þunn, og raunar óvíst, að þar sé um önnur hraun en frá Hrútagjárdyngju að ræða. Eins þynnast hraunin upp til Kaldárbotna og því einnig óvíst, að þar hafi runnið nema eitt hraun ofan.

4.3.4 Hæðarlega "grágrýtis"

Tveir viðnámsflokkar koma fyrir í grágrýtinu umhverfis Reykjavík: 400 Ωm í Reykjavík og upp til Sandskeiðs, 1.500 Ωm í Heiðmörk, Hjöllum, Kaldárseli. Milli þessarra svæði er e.t.v svæði með 800 Ωm viðnámi í grágrýtinu. Þessir viðnámsflokkar koma einnig fyrir á Straumsvíkursvæði. Það er því hér talið líklegast, að jarðviðnámslag með 300-500 Ωm viðnámi, sem finnst sumsstaðar strax undir hraununum, sé grágrýti. Svarar það og vel til líklegrar jarðlagaskipanar. Þó finnst lag þetta ekki alls staðar, en því getur verið um að kenna, hversu þunnt það er



í samanburði við efri lög. Hér verður gengið út frá því, að lag þetta sé hvarvetna til staðar, og því atluð sú hámarksþykkt, sem það gæti haft án þess að koma glöggft fram, þar sem það finnst ekki með vissu. Þykkt þess og hæðarlega botns þess eru því getgátur (mynd 12.1, botn "grágrýtis").

Efra borð "grágrýtisins" má áætla með mun meiri nákvæmni, en það er hvarvetna botnlag hraunanna, svo fremi sem það er til staðar (mynd 11, grágrýti. Yfirborð). Ekki skiftir öllu máli, hvort lag þetta er undir hraununum, né hvort það er grágrýti, hvað vatnsrennsli snertir, þar eð hraunin leiða vatn í öllu falli margfalt betur en undirlagið. Hæðarlega botnlag hraunanna verður og hin sama. Kemur þar fram dalur milli Hraunavíkur og Undirhlíða, með vikum upp til dalanna í holtunum austan við. Að vestan takmarkast hann af títtnefndum stalli norðan Móhálsadals hið efra, en hið neðra af línu vestan við Straumsvík í átt að Vatnsskarði. Hlíðar "dalsins" stefna báðar þvert á aðalsprungustefnu svæðisins.

Svipað verður uppi á teningnum, þegar hæðarlega hugsanlegs botns "grágrýtisins" er athuguð (mynd 12.1, botn grágrýtis). Þar vekur þó athygli, að - 50 m hæðarlínan myndar framhald eystri hliðar margnefnds stalls. Bæði efra og neðra borð "grágrýtisins" virðist snarlækka undir Straumsvík, hvort sem höggun eða rof veldur, og snarhækka til SV milli Vatnsskarðs og Lönghlíðar. Vera má, að "grágrýtið" þrjóti þar. Annars virðist "grágrýtið" þykkna til A og SA (í átt til gosstöðva?), en vera þunnt upp af Hraunum. Gæti það verið þar myndun sambærileg við hraunin frá Hrútagjárdyngju, sem ofan á því liggja, þ.e. hraunastafla frá dyngjugosi milli Móhálsa, en allt er það óvísst.

Allt er óvísst, hvaða jarðmyndanir eru undir "grágrýtinu", þar eð þar sjást hvergi á yfirborði. Á mestum hluta svæðisins milli Hraunavíkur og Undirhlíða er jarðviðnámslag með 200-300  $\Omega$  viðnámi undir "grágrýtinu". Það er líklega "Blágrýtismyndun" (3.1.2) nær sjónum, og e.t.v. suður að stallinum, en einhvers konar "Móbergsmyndun" (3.1.4) næst Undirhlíðum.

Eldra móbergið undir Sveifluhálsi ("Móberg -2", skrá 1) hefur að líkindum viðnám um 100  $\Omega$ m, móberg sunnan Kleifarvatns (hluti af "Móberg -1", skrá 1) líklega um 200  $\Omega$ m, en móberg í Lönguhlíð og Trölladyngju ("Móberg -3, Krýsuvíkursvæði", skrá 1) 500-1.000  $\Omega$ m. Bólstraberg mun vera all verulegur hluti síðast nefnda móbergsins. Hæðarlínur á efra borði "grágrýtis" N af Trölladyngju eiga e.t.v. við slíkt berg.

Svo óvissar og ónákvæmar sem niðurstöður eru um hæðarlegu "grágrýtisins", þá benda þær þó með töluverðum líkum til þess, að "dalur" sé í NNV-læga stefnu milli Hraunavíkur og Undirhlíða, að þar hafi verið lægð í landslagið um langan tíma, og lægð þessi sé, a.m.k. að nokkru leyti, af höggulum ("tektónískum") uppruna. "Dalur"þessi mun beina jarðvatnsstreymi frá báðum hliðum til Hraunavíkur og eiga einnig, beint eða óbeint sinn þátt í að beina meginstraumnum til Straumsvíkur. "Grágrýtis"-þröskuldur virðist vera undir hraununum austur frá Straumsvík.

## 5. EFNAGREININGAR OG SAMSETUR

### 5.1 Efnagreiningar

#### 5.1.1 Flokkun sýna eftir svæðum

Efnagreind voru 28 vatnssýni af rannsóknarsvæðinu. Vatn kemur það óviðá fram á svæðinu, að ekki er unnt að fá einkennandi sýni nema af hluta svæðisins. Þannig finnst hvergi vatn á yfirborði á öllu svæðinu frá Hraunavík suður á Lönguhlíð, en á þessu svæði er að vænta meginþunga vatnsrennslis alls svæðisins. Á Hraunavíkur- og Straumsvíkur-fjörum gætir meiri eða minni sjóblöndunar í fjörulindum. Athugun á efnainnihaldi vatns beinist því aðallega að samanburði fersksvatnslinda við Straumsvík við vatn víðsvegar af svæðinu, og þá einkum vatn í Kaldárbotnum, en þar er aðrennslissvæði einstaks sýnatökustaðar stórum stærst.

Efnainnihald sýna úr Straumi (sýni nr 50, 51, 52), Kaldárbotnum (33, 34, 36) og Kleifarvatni (25, 26, 27, 28) er líkt innan hvers svæðis. Sýni úr Ástjörn (sem nokkuð rennsli mun vera í og úr, 39), aðrennsli Ástjarnar (38) og Hamranesi (31) við Hvaleyrarvatn eru einnig það svipuð, að þau má draga saman í einn flokk. Sýni úr 2 lækjum, sem falla undan Vatnshlíð til Kleifarvatns (29, 30), líkjast að efnainnihaldi sýnunum úr Kaldárbotnum, um margt. Muninn má heimfæra upp á, hversu miklu skemmri leið, og tíma, lækirnir eru aðrunnir. Svipað er um sýni úr læk í Fólaldadalum á Sveifluhálsi (32), en sýni úr tjörn í malarnám í Rauðamel (40) svipar á líkan hátt til sýna úr Straumi. Sýni úr Hvaleyrarvatni (35, í - og úrrennsli lítið) er líklega að verulegu leyti úrkomuvatn á yfirborði vatnsins. Sýni úr gamla vatnsbólunni í Lækjarbotnum SA við Hafnarfjörð (37) virðist hafa nokkra sérstöðu. Sjóblönduð sýni má flokka eftir magni salts og hvoru er meira af,  $\text{Na}^+$  eða  $\text{Cl}^-$ . Lítið sjóblönduð eru sýni undan Hvaleyrarhrauni (43, 49) og Straumsvík (48). Mikið sjóblönduð, með meira  $\text{Na}^+$  en  $\text{Cl}^-$ , eru sýni undan Hvaleyrarhrauni (42) og Hraunum austan við Lónakot (45). Mikið sjóblönduð, með meira  $\text{Cl}^-$  en  $\text{Na}^+$ , eru sýni undan Sæðyrasafni (41), austanverðri Straumsvík (47) og úr Lónakot-tjörnum (46). Hér á eftir fer skrá yfir efnainnihald sýna eftir svæðum.

Skrá 3

Staður, svæði:	Efnainnihald vatnssýna (ppm)									Hitastig °C
	pH	$\text{SiO}_2$	$\text{HCO}_3^-$	$\text{Cl}^-$	$\text{F}^-$	$\text{Na}^+$	$\text{K}^+$	$\text{Mg}^{2+}$	$\text{Ca}^{2+}$	
Straumur	7,0	15	30	9,3	0,20	10,3	0,7	1,5	1,3	3,7/5,9
Rauðimelur	6,9	19	32	9	0,18	12	1,0	2,2	1,5	4,5
Kaldársel	6,8	14	26	13	0,17	8,7	0,5	1,4	1,0	3,1
Vatnshlíð	5,8	10	8	12	0,21/0,45	10	0,4	1,2	0,5	4,0
Fólaldadalir	6,9	14	26	10	0,23	8	0,3	2,7	2,5	3,1
Kleifarvatn	6,0	14	15	8	0,20	13	1,1	3,8	2,4	7,1
Kleifarv. SV	5,8	17	50	8	0,21	11	0,7	5,3	2,2	4,9
Ástjörn	6,7	12	24	7	0,24	12	0,7	2,8	1,5	4,0
Hvaleyrarv.	5,9	1	9	7	0,36	10	0,5	1,3	1,4	3,5
Lækjarbotnar	6,8	14	22	9	0,21	13	0,3	0,5	1,0	3,4
Lítið sjóbl.	7-8	14	25-40	55	0,17	120	4,5	12,5	2,3	3,8
Mikið sjóbl. $\text{Na}^+ > \text{Cl}^-$	7,0	13	35	620	0,15	790	31	74	31	5,0
Mikið sjóbl. $\text{Na}^+ < \text{Cl}^-$	7-8	14	35	1.050	0,15	420	16	55	14	5,0

### 5.1.2 Magn einstakra efna

Sjóblönduðu sýnin eru öll úr fjörum og hafa öll margfalt innihald uppleystra efna á við hin sýnin. Þau hafa einnig pH um og yfir 7,0 (lítið eitt "basískt"), en önnur sýni hafa pH undir 7,0 (lítið eitt "súr"). Dreifing er tiltölulega lítil á magni einstakra efna í ferskvatnssýnunum. Þó koma fram viss frávik og hneigðir, en finna má oft atriði, sem líkleg eru til að standa í sambandi við þau.

Silísíumdíoxíð ( $\text{SiO}_2$ ) er mjög stöðugt, eða víðast hvar 12-15 ppm. Minna magn (1-10) er í sýnum, sem væntanlega eru skammt að runnin: Hvaleyrarvatn, Vatnshlíð, aðrennslislækur Ástjarnar. Meira magn er í sýnum frá Rauðamel og úr lind við SV-horn Kleifarvatns (17-19). Samband getur og verið milli hitastigs vatns og  $\text{SiO}_2$ -innihalds:

$$\text{SiO}_2(\text{ppm}) = t(^{\circ}\text{C}) \cdot p$$

þar sem  $p$  er á bilinu 2-5. Þetta samband er þó óljóst. Hitastig flestra linda, og þá væntanlega jarðvatns, er á bilinu 3-4 $^{\circ}\text{C}$ , og gæti það skýrt, hversu lítil dreifing er á  $\text{SiO}_2$  (mynd 13,  $\text{SiO}_2 = f(t)$ ).

Flúoríð ( $\text{F}^-$ ) er einnig mjög stöðugt, eða um 0,2 ppm. Meira magn er í Fólaldadölum (0,23) norðurenda Kleifarvatns (0,26), aðrennsli Ástjarnar (0,27), Hvaleyrarvatni (0,36) og öðrum læknum í Vatnshlíð (0,45).

Öll sýnin með hátt flúoríðmagn eru úr vatni, sem sennilega hefur hátt hlutfall úrkomuvatns eða skammt að runnins vatns. Flúoríð í úrkomuvatni á Keldnaholti (10 km austan við Reykjavík) er innan við 0,1 ppm. Hér munu því að líkindum ráða sérstakar aðstæður. Landslega þessarar staða og vindáttir á svæðinu á þeim tíma, sem sýni voru tekin, gætu bent til sambands við álverið í Straumsvík.

Klóríðmagn ( $\text{Cl}^-$ ) virðist standa í vissu sambandi við landslegu. Það er 9-10 ppm í Straumi, 7-9 ppm annars staðar nærri ströndu og í Kleifarvatni, en 10-13 í Kaldárbotnum, Vatnshlíð og Fólaldadölum, þ.e. á beinu afrennsli fjalllendis. Þetta gæti bent til blöndunar á vatni af fjalllendi og láglandi á aðrennslissvæði Straums. Klóríðmagn kringum 9 ppm hefur mælst áður í Kaldárbotnum (1973),

Karbónat (hér  $\text{HCO}_3^-$ ) er lítið (6-9) í skammt að runnu vatni: Vatnshlíð, Hvaleyrarvatn. Í Kleifarvatni er karbónatmagn um 15 ppm, sem gæti bent til verulegs yfirborðsaðrennslis til vatnsins. Annars staðar er magnið hvarvetna nokkuð svipað, 22-28 ppm, þó e.t.v heldur herra í Rauðamel og sumum lindunum í Straumi.

Alkalí- ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ) og jarðalkalíjón ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ) virðast fylgja landslegu. Magn þeirra á láglendi (Lækjarbotnar, Ástjörn, Hvaleyrarvatn, Rauðimelur) dreifist allverulegu, en þó óreglulega, að því er virðist, um gildin í Straumi. Kaldársel og Vatnshlíð hafa nokkuð lægri gildi, en Kleifarvatn og aðrennsli þess að SV nokkru hærri en í Straumsvík. Magn í Folaldadölum líkist Kaldárselsvatni, hvað alkalí snertir, en Kleifarvatni um jarðalkalí. Gætu þessir þættireinnig bent til blöndunar, þar sem vatns frá Kleifarvatni gætir lítils, en vatns, svipuðu vatni í Kaldárbotnum hins vegar mikið.

### 5.1.3 Hlutfall milli efna

Allt jarðvatn, sem fram kemur í lindum, lækjum og vötnum á svæðinu, er úrkomuvatn að uppruna. Efnainnihald og efnahlutföll í úrkomuvatni væri því hentugur viðmiðunarstaðall. Ennþá liggja ekki fyrir þær athuganir á efnainnihaldi úrkomu, sem væru sambærilegar við efnagreiningu vatns af Straumsvíkursvæði. Vitað er, að selta getur borið með særóki í andrúmsloftið og síðan í úrkomu. Þar er að sjálfsögðu um mikla þynningu að ræða, miðað við sjó, og því eru hlutföll milli efna vænlegri til upplýsinga en efnainnihaldið sjálft. Hins vegar getur orðið breyting á þessum hlutföllum á leiðinni, sem ennþá er ekki nógu vel kunnugt um. Hér verður því einungis fjallað um efnahlutföll með tilliti til einkeningar þeirra fyrir svæði og vatnagerðir og líkleg sambönd þeirra við vissa orsakapætti.

Miðað við sjó er hlutfall "Katljóna" ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ) við klóríð herra í svo gott sem öllum vatnsýnum. Hlutfallið vatn/sjór er þannig nærri 2 í lindunum í Straumi. Þetta hlutfall er 1,5 eða lægra á

"fjalllendinu" en 2-3 á "láglandi" og í Kleifarvatni. Svipað er með hlutföll annarra "katjóna" við klóríð í hlutfalli við samsvarandi hlutföll í sjó:

Skrá 4

Efnahlutföll í vatnssýni/Efnahlutföll í sjó

<u>Svæði:</u>	$\frac{\text{Na}^+}{\text{Cl}^-}$	$\frac{\text{K}^+}{\text{Cl}^-}$	$\frac{\text{Mg}^{2+}}{\text{Cl}^-}$	$\frac{\text{Ca}^{2+}}{\text{Cl}^-}$
Straumur	2	3 1/2	2 1/2	7
"Fjalllendi"	1,2-1,5	1 1/2-2	1 1/2	2-4
Láglandi	2 1/2-3	3 1/2-5 1/2	2 1/2-6	8-11
Kleifarvatn	3	6 1/2	8	15
(Lækjarbotnar	-	1 1/2	0,8	5 )
(Folaldadalir	-	-	1,4	12 )

Lækjarbotnar og Folaldadalir hafa sérstöðu um margt, enda mun aðrennslis-svæði beggja staða vera lítið. Beint hlutfall "Katjóna" innbyrðis virðist vera tiltölulega reglulegt:

Skrá 5

Hlutföll "katjóna" innbyrðis

<u>Svæði:</u>	$\frac{\text{K}^+}{\text{Na}^+}$	$\frac{\text{K}^+}{\text{Ca}^{2+}}$	$\frac{\text{Ca}^{2+}}{\text{Na}^+}$	$\frac{\text{Ca}^{2+}}{\text{Mg}^{2+}}$	$\frac{\text{Mg}^{2+}}{\text{Na}^+}$
Straumur	$6 \cdot 10^{-2}$	0,5	0,13	0,9	0,15
Kaldársel	6--	0,5	0,12	0,7	0,16
Ástjörn	6--	0,5	0,13	0,5	0,24
Rauðimelur	8--	0,7	0,13	0,7	0,18
Kleifarvatn	8--	0,5	0,19	0,6	0,29
Vatnshlíð	4--	0,8	0,05	0,4	0,13
Hvaleyrarvatn	5--	0,4	0,14	1,0	0,13
Folaldadalir	4--	0,12	0,30	0,9	0,34
Lækjarbotnar	2--	0,3	0,08	2,0	0,04
Sjór	3 1/2-	1	0,04	0,3	0,12

Líkust hlutföll og í sjó eru í lækjum úr Vatnshlíð og þarnæst í Hvaleyrarvatni. Þar er þó  $\text{Ca}^{2+}$  greinilegra hærra, en þess ber að gæta, að mikið mávager heldur til á vatninu. Í sýnum af stærri svæðum (Straumur, Kaldársel, Ástjörn) eru hlutföll svipuð ( $\text{K}^+/\text{Na}^+$ , svr. þó hlutfallið  $\text{Na}^+/\text{Cl}^-$ ). Kleifarvatn og Rauðimelur hafa heldur hærra  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  hlutfall, en því fylgir hærra  $\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^+$  hlutfall í Kleifarvatni. Í Kleifarvatni og í Fólaldadölum er hlutfall jarðalkalíjóna ( $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^+$ ) sérlega hátt. Almennt virðast hlutföll vera líkust í sjó og í vatni með mikla hlutdeild af úrkomuvatni eða skammt að runnu vatni. Þessi hlutföll breytast í átt til meira  $\text{K}^+$  og  $\text{Ca}^{2+}$ , þegar vatn er lengur í jörð, en eru annars nokkuð stöðug. Áberandi eykst hlutdeild jarðalkalíjóna á móbergssvæðinu við Kleifarvatn og á Sveifluhálsi. Gæti því verið um samband að ræða milli bergs og efna en einnig gætu aðrir þættir valdið (mynd 13,  $\text{Mg}^{2+} = f(t)$ , mynd 14,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+} = f(\text{HCO}_3^-)$ ).

$\text{Ca}^{2+}$ -innihald eykst með  $\text{HCO}_3^-$ -innihaldi, en dreifing er þó allveruleg á hlutfalli efnanna. Meiri dreifing er á hlutfalli  $\text{Mg}^{2+}$  og  $\text{HCO}_3^-$ , en þó virðist eitthvað samband vera þar á milli (mynd 14).  $\text{Mg}^{2+}$ -innihald virðist og aukast eitthvað með hækkanði hitastigi, en það samband er þó enn óljósara (mynd 13). Þessir þættir saman geta þó skýrt frávik  $\text{Mg}^{2+}/\text{Na}^+$  frá fylgni við önnur hlutföll, a.m.k. að nokkru leyti.

Sennilegt verður þá að teljast, að úrkoma líkist nokkuð sjó að efnahlutföllum, en þau hlutföll breytist á leið jarðvatnsins um berglögin í átt að meira  $\text{K}^+$  og  $\text{Ca}^{2+}$ . Jarðalkalí-innihald eykst líklega með vaxandi karbónat-innihaldi, og er ennfremur líklega hærra í vatni af móbergssvæðunum (meira gler í bergi) en af grágrýtis-, bólstrabergs- og hraunsvæðunum.  $\text{SiO}_2$  og  $\text{Mg}^{2+}$  aukast líklega með hækkanði vatnshita. Klóríð-innihald virðist e.t.v. hærra á fjalllendi en láglandi, en karbónat-innihald e.t.v. öfugt að vissu marki.  $\text{Na}^+$  er e.t.v. heldur lægra til fjalla. Hlutfallið  $\text{Na}^+/\text{Cl}^-$  hækkar því heldur frá fjöllum til sjávar.

#### 5.1.4 Orsakapættir efnainnihalds

Hægt er að raða stöðum þeim og svæðum, sem vatnssýni eru tekin á, í röð eftir hneigðum í breytingum á efnahlutföllum og beinu efnainnihaldi. Þessi röð reynist einnig fylgja all vel landslegu, líklegri rennslisleið og rennslitíma vatns og e.t.v. berggerð (eða áhrifum jarðhita). Á öðrum enda raðarinnar er þá skammt runnið vatn (Lækjarbotnar, Vatnshlíð), vatn með hárrí hlutdeild úrkomuvatns (Hvaleyrarvatn) og vatn úr Kaldárbotnum, sem líklega er komið af fjalllendi. Á hinum enda raðarinnar er Kleifarvatnssvæðið. Í miðju liggja lindir í Straumi, en Kleifarvatnsmegin við þær vatn úr Rauðamel og Ástjarnarsvæðinu. Folaldadalir virðast hafa nokkra sérstöðu. Vatn þaðan líkist öðru skammt að runnu vatni um alkalíjón og karbónat, e.t.v. líka klóríð og silísíumdíoxíð ("kísil"), en Kleifarvatni um jarðalkalíjón. Kleifarvatnssvæðið og Folaldadalir líkjast og um berggerð (móberg) og nálægð jarðhita (myndir 15, 16, efnainnihald eftir svæðum).

Líkur benda því til eftirfarandi. Í fyrsta lagi er óvíst, að teljandi munur sé á efnainnihaldi úrkomu frá stað til staðar (svipað magn "katjóna" í Lækjarbotnum, Vatnshlíð, Folaldadölum, fyrir utan jarðalkalíjón í Folaldadölum). Í öðru lagi virðist efnainnihaldið aukast í jarðvatninu á leið þess um bergið ("katjón", karbónat), og fer það e.t.v. eitthvað eftir berggerð (Kleifarvatnssvæði). Í þriðja lagi er mun meiri líking með lindavatni í Straumi og vatni úr Kaldárbotnum en úr Kleifarvatni, í fjórða lagi svipar vatni úr Rauðamel töluvert til vatns af Straumsvíkursvæði. Af þessu má draga þá ályktun, að meginhluti vatnsins í Straumi sé kominn frá fjallendinu milli Kleifarvatns og Bláfjalla, en lítið frá Kleifarvatni. Þó eru líkur á, að eitthvað vatn renni frá Kleifarvatni til Raðuamels.

#### 5.1.5 Sjóblönduð sýni

Sýni með miklu efnainnihaldi (yfir 200 ppm uppleystra efna) má flokka í þrennt, sem fyrr segir (5.1.1). Efnahlutföll sýna greinilega skyldleikann við sjó:



## Skrá 6

Flokkur:	Hlutföll efna í sjóblönduðum sýnum					
	Na <sup>+</sup> /Cl <sup>-</sup>	K <sup>+</sup> /Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup> /Ca <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup> /Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup> /Mg <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup> /Na <sup>+</sup>
Lítið blandað	2,2	0,38	2,0	0,02	0,2	0,10
Na <sup>+</sup> < Cl <sup>-</sup>	1,3	0,39	1,08	0,04	0,4	0,09
Na <sup>+</sup> > Cl <sup>-</sup>	0,4	0,39	1,1	0,03	0,25	0,13
Sjór	0,56	0,36	0,95	0,038	0,32	0,12

Greinilegt er, að verulegur munur er aðeins á klóríð-innihaldi sýna og sjávar, svo og Ca<sup>2+</sup> í lítið blönduðum sýnum. Þess ber að gæta, að sulfat (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) var ekki greint við efnagreiningu, en það getur verið að talsverðu magni til staðar í sjóvatni. Hlutföll "anjóna"/"katjóna" verða því ekki ákvörðuð.

Athyglisverð er lega sýna úr einstökum flokkum. Lítið blönduð eru sýni úr innanverðu útfalli í Straumi og úr vatnsmiklum fjörulækjum undan Hvaleyrarhrauni. Mikið blönduð sýni (uppleyst efni yfir 1.500 ppm) með meira Na<sup>+</sup> en Cl<sup>-</sup> eru úr vatnslitlum fjörulæk undan Hraunum og úr vatnsminni fjörulind undan Hvaleyrarhrauni en hin sýnin. Virðist þar aðeins um blöndunarmun að ræða, sem þó virðist einnig hafa áhrif á hlutfallslegt magn af Cl<sup>-</sup> og Ca<sup>2+</sup>. Sýni með Cl<sup>-</sup> meira en Na<sup>+</sup> eru undan Sædýrasafni, en afrennslisvatni af því er hleypt fram í hraun og sjávar kamb, austanverðu útfalli Straums (mikill fjörugróður) og úr Lónakotstjörnum (gróið umhverfi). Klóríð í þessum sýnum gæti að einhverju leyti hafa verið bundið við ammoníum (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) eða lífræn sambönd, hvort sem úrgangsefni eða gróðurleifar valda.

## 5.2 Samsætur ("Ísótópar")

### 5.2.1 Tívetni

### 5.2.2 Þrívetni

## 6. LEGA OG RENNSLI JARÐVATNS

### 6.1 Ákvörðunarpættir jarðvatnsborðs

Beinar athuganir á jarðvatnsborði eru einungis mögulegar í lindum og stöðuvötnum (2.4.1). Slíkar athuganir eru því óvíða mögulegar á rannsóknarsvæðinu. Óbeinar upplýsingar má fá með jarðviðnámsmælingum. Niðurstöðum beinna athugana og jarðviðnámsmælinga ber það vel saman að nota má þær sem grind í ágizkað jarðvatnskerfi (4.3.2). Aðrar óbeinar upplýsingar veita landslag, verðurfar, jarðfræðileg gerð svæðisins og efnagreiningar (2.2, 2.3, 3, 5.1). Eftir þessum upplýsingum var gert jafnhæðarkort af ágizkuðu jarðvatnsborði á svæðinu, (mynd 17, jarðvatnshæð). Takmarkaðra upplýsinga tókst að afla um afrennsli Kleifarvatns, en svo gott sem engra um jarðvatnshæð í Lönguhlíð-Bláfjöllum, með þeim rannsóknnum, sem framkvæmdar voru þessu sinni. Þar varð því að áætla jarðvatnsborð og afrennsli reikningslega eftir landslegu, írennsli (úrkomu), berggerð og áætluðum lektarstuðlum. Forsendur þeirra reikninga eru ónákvæmar og sumar tvímælum bundnar. Sú heildarmynd af svæðinu, sem þannig kemur fram, virðist þó sennileg, og ályktanir þær, eðlislegar eða tölulegar, sem af mynd þeirri verða dregnar, koma og all vel heim við gerðar athuganir. Hlýtur því sú mynd að standa, þangað til annað reynist sannara.

### 6.2 Vötn, jarðviðnámsmælingar, jarðfræði

Beinar athuganir og jarðviðnámsmælingar gefa all góða hugmynd um jarðvatnsborð milli Hraunavíkur og Undirhlíða. Nákvæmni þeirrar hugmyndar ræðst af fjölda athugana og mælinga, sem er með minnsta móti (4.1, 4.2). Þó verður að telja verulega góðar líkur á, að "dalur" sé í jarðvatnsborðið frá Straumsvík upp um Hrauntungu og þaðan áfram til Undirhlíða. Minniháttar "dalir" virðast liggja upp til dala í grá-grýtisholtunum (2.2, 3.1.3), en meiri háttar "dalur" upp til Kaldárbotna. Sú hugmynd, að aðal-"dalurinn" haldi áfram undir Undirhlíðum og upp til Lönguhlíðar, byggist á örfáum mælingum og jarðfræðilegum athugunum. Sama máli gegnir um útrennsli úr Kleifarvatni til norðurs. Lega jarðvatnsborðs á sprungusvæðinu um Kaldársel og austur þaðan (2.4.1, 3.3) er að verulegu leyti áætlað eftir beinum athugunum. Í samræmi við þær niðurstöður er gízkað á jarðvatnsborð í stallinum

norður af Móhálsadal.

Nákvæmst er hugmynd um jarðvatnsborð milli Straumsvíkur-Hraunavíkur og Hvaleyrarvatns, enda eru þar jarðviðnámsmælingar þéttastar. Þó ríkir þar einnig nokkur óvissa um jarðvatnsborð, vegna takmarkaðs fjölda mælinga og dreifingar á mæligildum. Allar horfur eru á, að nákvæmni og öryggi hugmynda­rinnar megi auka að mun með fleiri og þéttari jarðviðnámsmælingum.

### 6.3 Útreikningar á jarðvatnsborði

#### 6.3.1 Forsendur

Tilraunir þær, sem gerðar voru til að reikna út hæðarlegu jarðvatnsborðs, byggjast á eftirfarandi forsendum:

1. Allt írennsli til jarðvatns stafar beint eða óbeint (lækir, leysingavatn) frá úrkomu og berst fyrst til yfirborðs jarðvatnsskrokksins.
2. Allt úrennsli úr jarðvatnsskrokki fer fyrr eða síðar til sjávar.
3. Jarðlög verða að öðru jöfnu verr vatnsleiðandi, þegar dýpra kemur í jarðlagastaflann. Jarðvatnsstreymi af rannsóknarsvæðinu er að mestu leyti í opnum "vatnsleiðurum" nærri yfirborði. Yfirborðsrennsli til sjávar er svo gott sem ekkert.
4. Jarðvatnsstreymi fylgir ákveðnum bergskrokkum, sem hafa einskynja ("hómógena") vatnsleiðni og eru einfaldir í sniði.
5. Jarðvatnsstreymi í opnu "vatnsleiðurunum" er að mestu leyti ofan sjávarmáls, en lítið neðan.
6. Jarðvatnsstreymi lýtur hvarvetna Darcy's lögmáli, að rennslis hraði (v) standi í beinu hlutfalli við lektarstuðul (k) og halla jarðvatnsborðs (i).

Forsendur 3 - 6 eru ekki réttar nema að nokkru leyti.

Sú forsenda (nr. 3), að jarðvatnsstreymi sé mest allt í opnum "vatnsleiðurum" til sjávarmáls, er staðhæfing, sem styðst að miklu leyti við

það, að svipað vatnsmagn virðist renna af svæðinu í heild og kemur fram í Straumsvík-Hraunavík (2.4.2). Nákvæmni þessarar athugana er ekki meiri en svo, að hlutfall sýnilegs útrennslis/írennslis gæti farið allt niður í 2/3. Því samsvaraði, að 1/3 rynni út neðan sjávarmáls. Líklegra er þó, að mikill meginhluti vatnsmagnsins renni til sjávar ofansjávar, þó ekki fari það allt þá leið.

All miklu mun líklega skeika, að bergskrokkar séu einskynja ("hómogen"), hvað vatnsleiðni snertir. Gildir það einkum, hvað jafnleitni ("ísótrópí") snertir, því að þar er líklegt, að áhrifa höggunar og eldvirkni gæti að mun. Þó mun skekkja af völdum þessarrar nálgunar ekki vera meiri en sambærileg við aðra nákvæmni útreikninganna.

Óljóst virðist um rennsli neðan sjávarmáls (neðan "núllflatar") í opnum "vatnsleiðurum". Knýjandi afl jarðvatnsstreymisins er staðarorka jarðvatns, eins og hún lýsir sér í hæð jarðvatns og halla. Orku þarf til að lyfta jarðvatni neðan sjávarmáls upp til útstreymis, og verður hún ekki tekin annars staðar frá en úr staðarorku jarðvatns, eins og hún lýsir sér í hæð jarðvatns og halla, sem annars fer til að yfirvinna rennslisviðnám í jarðlögnum og halda uppi rennslishraða vatnsins. Samhengi vatnsstraumsins skiptir hér og máli. Láréttur rennslishraði í straumstefnu er að líkindum misjafn eftir hæð í þver-sniði jarðvatnsstraums, svipað og er í ám og stöðuvötnum, sem vatn rennur gegnum. Það er því einungis gróf nálgun að telja hér jarðvatnsstreymi að meginhluta ofan sjávarmáls (eða "núllflatar") og hvarvetna jafnt á sama stað í þeim jarðskrokk.

Formúlur þær, sem hér verða notaðar til útreiknings á hæð jarðvatnsborðs, byggjast allar á því, að vatnsmagn rennslis  $\{m^3/s\}$  sé í beinu hlutfalli við stærð gegnstreymisflatar  $\{m^2\}$  og hraða rennslisins  $\{m/s\}$ . Sé jafnan miðað við jafnbreiðan gegnstreymisflöt (með einingarbreidd = 1), þá verður þetta samband:

$$Q_b = h \cdot v ; \quad (1)$$

Þar sem  $Q_p$  er rennsli gegnum flöt með breiddina  $l$ ,  $h$  er hæð flatarins og  $v$  rennslis hraði. Rennslismagn ofansjávar ( $Q$ ) minnkar, ef mikið vatn rennur fram neðan sjávar, gegnstreymishæðin ( $h$ ) hækkar, ef mikill hluti rennslis er undir sjávarmáli, en við það lækkar hæð jarðvatnsborðs yfir sjávarmáli, ef rennslis hraði ( $v$ ) er stöðugur. Við það myndi halli jarðvatnsborðs ( $i$ ) lækka og því rennslis hraði samkvæmt Darcy's lögmáli að sama skapi. Raunveruleg frávik frá gefnum forsendum myndu því almennt leiða til lægra jarðvatnsborðs. Líkur eru á, að sá munur yrði vel innan við 50% hæðar yfir "núllflöt".

### 6.3.2 Rennslislíkðn og formúlur

Hér er einungis miðað við þrennar aðstæður rennslis, en gengið er út frá því, að lektarstuðull og rennslis hraði í lóðfleti séu hvarvetna stöðugir í hverjum einstökum jarðvatnsskrokk:

1. Írennsli í annan enda bergskrokksins ("efri enda") er jafnt útrennsli um hinn endann ("neðri enda"):  $Q = \text{konst}$ , botnflötur jafnhallandi:  $i = \text{konst}$ .
2. Írennsli er jafnt útrennsli:  $Q = \text{konst}$ , botnflötur láréttur og samsvarar "núllfleti".
3. Írennsli er jafnt á hverja lengdareiningu í langsniði:  $Q = q \cdot l$ , botnflötur er láréttur og samsvarar "núllfleti".

Í öllum tilfellum gildir:

$$Q = H \cdot v; \quad (2)$$

$$v = i \cdot k; \quad (3)$$

$$i = \frac{dh}{dl}; \quad (4)$$

Þar eð vatn stendur aðeins uppi í holu- og glufurýmð bergsins er  $H$  í (2) hæð jarðvatnsborðs margfaldað með groppustuðli ( $p$ ):

$$H = h \cdot p; \quad (5)$$

Þar sem  $h$  er hæð jarðvatnsborðs, en  $H$  væri hæð samfelldrar vatnssúlu. Þá gildir:

$$Q = h \cdot p \cdot k \cdot \frac{dh}{dl}; \quad (6)$$

sem má í öllum tilfellunum leysa sem "differentsial"-líkingar yfir á formið:

$$h = f(l); \quad (7)$$

þar sem  $l$  er fjarlægð frá "efri enda" bergskrokks.

Þá gildir:

tilfalli 1)  $Q = \text{konst.}, v = \text{konst.}, h = \text{konst.},$

$$h = \frac{Q}{l \cdot k \cdot p} ; \quad (8)$$

tilfalli 2)  $h = \sqrt{2C^1} \cdot \sqrt{a - l} ; \quad (9)$

þar sem er:

$$C^1 = \frac{Q}{k \cdot p} ; \quad (10)$$

og  $a$  fjarlægð frá "efri enda" til "neðri enda" bergskrokksins (þar sem  $h = 0$ , og jarðvatnsflötur fellur saman við "núllflöt").

tilfalli 3)

$$h = \sqrt{c} \cdot \sqrt{a^2 - l^2} ; \quad (11)$$

þar sem er:

$$c = \frac{q}{k \cdot p} ; \quad (12)$$

Jarðvatnsyfirborð hefur því þá lögun í "1) tilfalli", að vera beint og hallandi, í "2) tilfalli" hefur það "parabólu"-lögun (efri grein um lánhitas), í "3) tilfalli" "ellipsu"-lögun (fjórðungur í I. fjórðungi, með miðju "ellipsu" í miðju hnitakerfi). Jaðaraðstæðurnar,  $c = 0$ ,  $i = 0$  og  $l = a$ ,  $i = \infty$ , koma ekki raunverulega fyrir ("2") og "3) tilfalli"). Endastærðirnar  $h = h_0$  (þegar  $l = 0$  í "3) tilfalli") og markgildi, í vissum skilningi.

Einkum er einfalt samband milli  $h_0$  ( $h$  þegar  $l = 0$ ) og  $a$  ( $l$ , þar sem  $h = 0$ )

"2) tilfalli"  $h_0 = \sqrt{2C \cdot a} ; \quad (13)$

"3) tilfalli"  $h_0 = \sqrt{c \cdot a^2} = \sqrt{c \cdot a} ; \quad (14)$

Þar eð  $Q$  og  $q$  eru oft þekkt (sem úrkomustærðir) og gizka má á  $p$  (gropu), þá er hægt að finna lektarstuðulinn  $k$ , þegar  $h_0$  og  $a$  eru þekkt.

### 6.3.3 Lektarstuólar

Í skýrslu OS um jarðfræðiaðstæður við Straumsvík (Haukur Tómason, Jens Tómason 1966) er reynt að áætla lektarstuóla í hraunum við Straumsvík. Var þeitt við það 4 aðferðum, en 2 þeirra munu vafasamar, þar eð þær miðast við lokaðan "vatnleiðara". Samkvæmt tölum þeim, sem gefnar eru upp í skýrslunni, hafa frumtölur og líklega einnig reikningar, brenglazt eitthvað. Í skýrslunni fæst út  $k = 10 - 100$  cm/s. Nokkuð orkar og tvímælis um val gilda, eins og tekið er fram í skýrslunni. Vatnshalli, flatarmál langsníða rennslis og vatnsborðshæðir voru endurreiknuð eftir kortum og sniðum í skýrslunni, groppa var valin 10% (glufustreymi í basalti) í stað 20%, loks er "þykkt" vatnsleiðara valin í samræmi við þá hugmynd að meginhluti rennslis sé ofan sjávarmáls, en í skýrslunni virðist tekið mið af dýpt borholna við val þeirrar "þykktar". Lektarstuólar voru reiknaðir í samræmi við þessi gildi, en þeir reikningar gáfu svipuð gildi og í skýrslu OS: Hvaleyrarhraun 15-25 cm/s, Kapelluhraun 50-90 cm/s. Þar sem jarðvatnshæð er þekkt með samlegri nákvæmni upp frá Straumsvík og ætla má á um rennsli (fjörurennsli og samdráttur úrkomu), þá er hægt að reikna  $k$  skv. (13). Upp af miðri Straumsvík reiknast  $k$  0,9 m/s, við austanhalla Straumsvík 1,1 m/s. Lektarstuóli í Kapelluhrauni ber saman eftir báðum reikningsleiðum, ef  $p = 0,12$  (= 12%), og er því hér talið all líklegt, að  $k$  í Hvaleyrarhrauni sé í raun nærri 0,25 m/s en 0,9 m/s í Kapelluhrauni.

Með svipaðri aðferð (út frá  $h_0$  og  $a$ ) voru reiknaðir lektarstuólar á 3 stöðum fyrir "grágrýti": Undirhlíðum-Lönguhlíð, Hafnarfirði-Búrfells-gjá, Kaldárbotnum-Helgafelli. Gengið var út frá 10% groppu. Reiknuð gildi lágu á milli  $1,05 \cdot 10^{-3}$  m/s og  $1,7 \cdot 10^{-3}$  m/s, að meðaltali  $1,5 \cdot 10^{-3}$  m/s. Á sama hátt voru reiknaðir lektarstuólar fyrir "gamalt móberg": Vatnsskarð-Vatnshlíðarhorn ( $1,1 \cdot 10^{-4}$  m/s), Einihlíðar-Máva-hlíðar ( $1,9 \cdot 10^{-4}$  m/s), að meðaltali  $1,5 \cdot 10^{-4}$  m/s. Þá er gengið út frá 20% groppu.

Einnig var reynt að reikna lektarstuðla í útrásum Kleifarvatns. Þá er miðað við áætlað aðrennsli (vatnasvið skvt. jafnhæðarlínun jarðvatnsborðs) umfram upp-/útgufun, ágizkaðar jafnhæðarlínur jarðvatnsborðs (skvt. beinum athugunum og jarðviðnámsmælingum), og áætlaða stærð útrennslisflata (skvt. dýpt í Kleifarvatni og jarðfræði). Afrennsli er áætlað  $1,3 \text{ m}^3/\text{s}$ , útrennslisflötur til norðurs um  $5 \cdot 10^4 \text{ m}^2$  en til suðurs um  $12 \cdot 10^4 \text{ m}^2$  (mynd 18, jarðvatnsborð við Kleifarvatn), groppa 20%. Lektarstuðull verður þá  $k = 7 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$  næst vatninu. Miðað við  $0,9 - 1 \text{ m}^3/\text{s}$  rennsli suður af er hægt að reikna lektarstuðul út frá jafnhæðarlínur jarðvatns út til sjávar, þar eð líkur eru á, að vatnsrás breikki nærri því að því skapi sem vatnsmagn rennslis vex vegna írennslis á leið vatnsins til sjávar. Þannig fæst  $k = 8 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$ , sem ber mjög vel saman við ofangreint k-gildi.

Að því gefnu, að allar forsendur séu réttar (gropputölur, þykkt "vatnsleiðara", hæð jarðvatnsborðs o.s.frv.), þá finnast eftirtaldir lektarstuðlar á rannsóknarsvæðinu:

Skrá 7  
Lektarstuðlar (k)

Kapelluhraun	0,9 m/s
Hvaleyrrarhraun	0,25 m/s
"Grágrýti"	$1,5 \cdot 10^{-3}$ "
"Móberg" við Kleifarvatn	$7,5 \cdot 10^{-4}$ "
"Gamalt móberg"	$1,5 \cdot 10^{-4}$ "

Til samanburðar skal getið, að lektarstuðlar "vatnsleiðara" í borholum í Reykjavík og Mosfellssveit (jarðhitaboranir, dýpi allt að 2 km) eru taldir vera  $2 \cdot 10^{-4} - 4 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$  (Þorsteinn Thorsteinsson 1975). Lektarstuðlar annarra jarðlaga í "Blágrýtismynduninni" eru þá mun lægri.



#### 6.3.4 Jaróvatnsboró í Lónghlíð-Bláfjöllum

Hvorki voru gerðar beinar né óbeinar athuganir á legu jaróvatnsborós á fjallendinu milli Kleifarvatns og Bláfjalla, enda er svæðið stórt. Þar liggja þó skil þeirra vatna, sem falla suður og norður af skaganum, en þau ákvarða að sumu leyti mörk og stærð aðrennslissvæðis Hraunavíkur og þar með magn aðrennslisins sjálfs. Þess vegna var og reynt að gízka á hæðarlegu jaróvatnsborós út frá úrkomu (2.3.2) og líklegum lektarstuólum (6.3.3). Er þá stuðzt við (11) (6.3.2). Þá er gengið út frá einskynja ("hómógen") og jafnleitinni ("ísótróp") vatnsleiðni í berginu, en ætla má að haggalar ("tektónískar") og gosrænar stefnur hafi áhrif á leiðnina, þannig að hún sé betri í SV-NA stefnu en SA-NV stefnu. Jafnframt er gengið út frá jöfnu írennslis í langsniði streymis ( $Q = q \cdot l$ ), sem ekki er heldur rétt, þar eð úrkoma er mest á háfjöllum. Ferill úrkomu (og því summuferill írennslis) yfir rennslisleið er óreglulegur. Sæmileg nálgun er hér talið írennslis miðað við lagfært meðaltal úrkomu:

$$N_M = \frac{R \cdot N_{\max} + N_{\min}}{3}; \quad (15)$$

Þar sem  $N_{\max}$  og  $N_{\min}$  eru hámarks- og lágmarksúrcoma á rennslisleiðinni. Loks er gengið út frá "núllflötum" rennslis, sjávarmáli sunnan fjalla en botnfleti "grágrýtis" norðan fjall.

Á þessum forsendum er hæðarlega jaróvatnsborós reiknuð fyrir mismunandi fjarlægðir frá vatnaskilum til "núllflatar" ( $a$  í (11)), bæði norðan frá og sunnan. Þar sem saman ber jaróvatnshæðum báðum megin frá, eru endanleg vatnaskil jaróvatns sett og aðrar hæðir miðaðar við þau skil. Á svipaðan hátt er svo hæðarlega jaróvatnsborós reiknuð frá Kleifarvatni.

Að sunnan er "núllflötur" við sjávarmál, að norðan í 90-100 m y.s. hæð, sem samsvarar 130-140 m y.s. jaróvatnsborós, í Kleifarvatni í 100 m y.s. hæð, vatnsboró í 140 m y.s. hæð. Írennslis á lengdareiningu er talið  $67 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$  á norðurhlið,  $64 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$  á suðurhlið og  $60 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$  til

Kleifarvatns. Groppa er talin 20%. Jarðvatnshæð er þá reiknuð miðað við lektarstuðla  $7,5 \cdot 10^{-4}$  m/s ("móberg" við Kleifarvatn),  $1,5 \cdot 10^{-3}$  m/s ("grágrýti") og  $1,5 \cdot 10^{-4}$  m/s ("gamalt móberg") (myndir 19, 20, jarðvatnsborð í Lönguhlíð-Bláfjöllum).

Miðað við vatnsleiðni "grágrýtis" ( $1,5 \cdot 10^{-3}$  m/s) nærði jarðvatnsborð u.þ.b. 180 m y.s. hæð í Bláfjöllum. Útrennsli yrði þá úr allri austurhlíð Kleifarvatns. Miðað við inn- og útrennsli flatarins ofan 125 m y.s. jarðvatnshæðar umhverfis Kleifarvatn, þá yrði innrennsli  $2-3 \text{ m}^3/\text{s}$  en útrennsli  $3-4 \text{ m}^3/\text{s}$ , sem þýðir, að Kleifarvatn myndi lækka. Þessi lektarstuðull er því að líkindum hærri, en sá raunverulega. Sé hins vegar miðað við vatnsleiðni "gamals móbergs" ( $1,5 \cdot 10^{-4}$  m/s), þá nærði jarðvatn upp í 450 m y.s. hæð í Bláfjöllum og vatnsuppkomur væru undan Grindaskörðum og sunnan Bláfjalla undan Austur- og Vestur-Ásum, svo og undan Herdísarvíkurfjalli. Land er víðast hulið hraunum á þessum slóðum og gætu því slíkar uppsprettur duligt að vissu marki, vegna þess, hve leiðni er miklu betri í hraununum. Þó væri þess að vænta, að einhvers staðar sæi til þeirra. Efri mörk lektarstuðuls má setja við  $1 \cdot 10^{-3} - 1,2 \cdot 10^{-3}$  m/s, þannig að inn- og útrennsli standist á í Kleifarvatni, en þá hallar jarðvatnsborði í átt til Kleifarvatns að austan. Neðri mörk lektarstuðuls má setja við  $3 \cdot 10^{-4} - 5 \cdot 10^{-4}$  m/s, þannig, að ekki yrðu uppsprettur í hliðum fjalllendisins eða undan rótum þess. Sami lektarstuðull og reiknaður var fyrir útrásir Kleifarvatns,  $k = 7,5 \cdot 10^{-4}$  m/s, virðist því að svo stöddu vera nærri sannu.

### 6.3.5 Jarðvatnsborð umhverfis Kleifarvatn

Ekkert yfirborðafrennsli er úr Kleifarvatni, og getum einum hefur orðið leitt að afrennsli neðanjarðar. Sveiflur eru á vatnsborði Kleifarvatns, oft um 1 m innan árs, og þá oftast árstíðabundnar, en allt að 5 m eða meir á margra ára tímabili. Óvissa hefur og ríkt um stærð og mörk aðrennslissvæðis Kleifarvatns.

Líkur eru á, að "gamalt móberg" (3.1.4) í Sveifluhálsi og jarðhita-svæðir umhverfis Krýsuvík (3.2.2) séu tiltölulega vatnspétt. Afrennsli neðanjarðar væri þá hvorki vestur né suðvestur úr vatninu en vatna-skil fylgdu nærri því hæðarskilum á Sveifluhálsi og landinu suðvestan Kleifarvatns. Lækir og vötn á þessu svæði benda til hins sama. Viðnámsmælingar við norðurenda Kleifarvatns (K-8, ST-25) og suðaustan við vatnið (K-31, K-32) benda til útrennsli NV og SA úr vatninu, en ekki til N. Mælingar þessar eru það fáar, og túlkanir þeirra því um margt óöruggar, að niðurstöðu þeirra geta ekki orðið nema hóflega senni-legar. Hins vegar benda líkur til, að ekki verði útrennsli austur úr vatninu svo neinu nemi (6.3.4). Þá er ekki um aðrar útrásir að ræða en þær fyrrgreindu, hvort sem rennsli er um þær báðar, eða aðeins aðra, og þá um hvora. Því er ekki hægt að svara nánar, eftir þeim upplýsingum, sem fyrir liggja. Að svo stöddu verður því að telja hugmynd þá um jarðvatnsborð umhverfis Kleifarvatn líklegasta, sem drepið hefur á hér að framan (6.3.3-6.3.5). Samkvæmt henni renna 0,4-0,5 m<sup>3</sup>/s norður úr Kleifarvatni en 0,8-1,0 m<sup>3</sup>/s suðaustur úr (mynd 18, jarðvatnsborð við Kleifarvatn).

Rétt er að geta þess, að hlutdeild yfirborðsrennsli í heildaraðrennsli til Kleifarvatns er líklega tiltölulega mikil, þar eð brattar hlíðar eru víða að vatninu, skornar giljum, lækjardrögum, flóðrásum og öðrum vatnsfarvegum.

#### 6.4 Jarðvatnsstreymi

Samkvæmt framangreindu er hægt að gera sér nokkra hugmynd um jarðvatnsborð á líklegu aðrennissvæði Hraunavíkur (mynd 17, jarðvatnsborð). Sú hugmynd er að sjálfsögðu víða óljós og einungis studd vissum líkum. Þar fyrir má með sanngirni gizka á, hverju geti skeikað, þannig að fá má einnig hugmynd um mörk mögulegs jarðvatnsborðs. Það er því einnig hægt að gera sér nokkra grein fyrir mögulegum frávikum jarðvatnsstreymis.

Jaróvatn streymir jafnan þvert á jafnhæðarlínur jaróvatnsborðs, svo fremi sem bergið er einskynja ("hómogen") og jafnleitið ("ísótróp") að vatnsleiðni. Frávik frá slíkri vatnsleiðni eru hér þess eðlis, að þeirra gætir annað hvort ekki á þeim mælikvarða, sem líkan jaróvatnsstreymis er miðað við, eða þau fylgja skýrt afmörkuðum, stórum bergskrokkum, og koma því fram í jafnhæðarlínunum sjálfum.

Vatnaskil jaróvatns verða því annað hvort á hæðarskilum jaróvatnsborðs, eða þau liggja þvert á jafnhæðarlínur þess. Þau eru að sjálf-sögðu ekki eins skörp og sýnt er á korti, auk þess sem þau geta verið undirorpin vissum sveiflum, en eru þó sámilega skýrt mörkuð, miðað við nákvæmni á öðrum þáttum jaróvatns.

Jaróvatnsstreymið þvert á jafnhæðarlínur ber að skilja sem stefnubeind ("stefnuvektor"), sem er þá summubeind ("summuvektor") rennslis gegnum ákveðinn skrokk, en vatnið sjálft dreifist kringum þessa stefnu.

Dæmi um þetta er rennsliskönnun með samsætum ("ísótrópum") við Straumsvík (Páll Theodórsson 1969), þar sem þynning var komin niður í sem næst 1/10 á mörkum u.p.b. 30% breiðs geira, miðað við styrkleika ("konsentrasjón") á miðjum geira. Er þó ástæða til að halda dreifingu tiltölulega litla þar, vegna þess að rennsli mun þar vera óvanalega greitt og rennslis hraði eftir því mikill. Þetta ber að hafa í huga, t.d. í sambandi við afrennsli frá Hvaleyrarvatni og sorphaugum þar, að vatnið fylgir ekki þröngri rás, heldur dreifist umhverfis streymis-stefnuna og það all verulega.

Hugmynd sú, sem gera má sér um samband jaróvatnsstreymis og jarðfræðilegrar gerðar vatnasviðsins, kemur all vel heim við beinar og óbeinar athuganir, það sem þær ná til. Mynd sú af jaróvatnsborðinu sem fæst með athugunum, beinum eða óbeinum, er vitaskuld gloppótt. Upp í þær eyður má fylla með tilliti til jarðfræðilegra aðstæðna, og má með sanngirni átla að sú aðgerð fari nærri sanni. Fæst þannig heilsteyp mynd af jaróvatnsborði og stefnu jaróvatnsstreymis, þó hún sé ugglaust hvergi nærri allsstaðar rétt, að svo stöddu máli.

Hugmyndin um jarðvatnsstreymið verður þá sú, að jarðvatnið sígur saman í straum í móbergi Lönguhlíðar, Þríhnúks og Bláfjalla, en jarðvatnsboró er þar tiltölulega hátt (myndir 21-23, jarðsnið). Við rætur Lönguhlíðar og undan Grindasköróum má vænta þess, að jarðvatnsstraumurinn hafi runnið nærri allur niður í grágrýtið og hafi í því greiða rás til NV. Sprungukerfi við Kaldársel mynda væntanlega hindrun í vegi straumsins. Við það beinist hann annarsvegar til vesturs, í átt til Undirhlíða, en hins vegar hækkar jarðvatnsboró það mikið við hindrunina, að lindir koma fram í Kaldárbotnum (myndir 22-23, snið II-III). Meginstraumurinn kemur því fram undir Undirhlíðum nærri svokölluðum Stóraskógshvammi. Sprungukerfi og yfirboró "grágrýtis" beina að líkindum jarðvatnsstraumnum austan við Kaldársel til vesturs. Stallur verður líklega í "grágrýtis"-laginu undir Undirhlíðum eða undir NV-brún þeirra. Jarðvatnsstraumurinn kemur þar því inn í hraunastaflann og hefur eftir það greiða rás í honum fram til sjávar. Fyrst liggur meginstraumurinn ofan á grágrýtinu, sem tiltölulega þétt lag, en síðan í hraununum með sjávarmál sem "núllflöt" (myndir 22-23, snið II-III). Rennsli frá Kleifarvatni fer fyrst norðvestur um velleiðandi bergskrokk í Sveifluhálsi, e.t.v. "skaró" í "gamalt móberg", en stýrist síðan af höggulum ("tektóniskum") og gosrænum stefnum í stallinum norðan Sveifluháls (snið IV).

#### 6.5 Rennslismagn

Hægt er að reikna magn vatnsrennslis gegnum lóðréttan flöt þvert á rennslisstefnu, þegar írennsli og lega jafnhæðarlína er þekkt. Hér verður gengið út frá því, að árlegt írennsli á hverjum stað sé jafnt meðaársúrkomu að frádreginni áætlaðri út- og uppgufun (2.3.2). Þetta er ekki fyllilega rétt, því að yfirborðsrennsli mun breyta hér einhverju (2.3.3). Utan við Undirhlíðar-Sveifluháls gætir slíkra fráviks þó ekki teljandi og má því telja, að áætlanir um meðalrennsli þar séu jafn réttar og hugmyndir um jarðvatnsboró og úrkomu á svæðinu. Hér er miðað við rennsli gegnum lóðréttan flöt af ákveðinni einingarbreydd,  $m$  eða  $km$ , sem fylgir jafnhæðarlínunum (eining  $m^3/s \cdot km$  eða  $l/s \cdot m$ ).

Gengið er út frá því, að rennslisjöfnuður sé um allar línu samhliða streymisstefnunni og því hægt með þolanlegri nákvæmni að skipta svæðinu í fleti eftir jafnhæðarlínum jarðvatnsborðs og þverlínunum þeirra. Þá er hægt að leggja saman írennsli í streymisstefnu og finna þar með rennsli gegnum lóðflöt hverrar jafnhæðarlínu.

Hægt er svo að draga jafnrennslislínur fyrir þá staði, þar sem vatnsmagns rennslis á lengdareiningu jafnhæðarlínu (breidd gegnstreymisflatar) er jafnt (mynd 24, jafnrennslislínur). Á slíku korti kemur glögg fram, hvernig rennsli vex frá 0,1 - 0,2 l/s·m nærri vatnaskilum í > 7 l/s·m við Straumsvíkurbotn, þar sem jarðvatnsstraumurinn dregst saman í neðanjarðvatnsfall að kalla má. Einnig koma þar glögg fram hinir þrír meginstraumar til Straumsvíkur: frá Kaldárbotnum, Undirhlíðum (Stóraskógarhvammi) og Kleifarvatni. Einnig sést vel á jafnrennsliskorti, hverja hlutdeild meginstraumurinn í Straumsvík á í útrennsli í Hraunavík, en hann "flæðir yfir bakka sína", svo að segja austan við Straumsvík. Þar hefur afrennslisvatn frá sorphaugum undir Hamranesi (við Hvaleyrarvatn) þegar borizt til hans. Allar líkur eru því á því, að það vatn dreifist yfir svæðið milli austurstrandar Straumsvíkur og langleiðina austur að Sædýrasafni. Þynning verður verulega á því vatni á svæðinu, en þó líklega minnst á því svæði, sem vatnsholur álversins standa á (2.4.2, 2.4.3, 3.1.3, 3.1.5, 4.3.2, 4.3.4, 5.1.1, 5.1.5, 6.2, 6.3.3, 6.4).

Jafnrennsliskortið gefur einnig nokkrar ábendingar varðandi mögulega nýtingu jarðvatnsins til vatnsveitu. Þannig er rennslismagn á lengdareiningu tvöfalt meira um 2 km SA frá Straumsvíkurbotni, en á svæðinu umhverfis vatnsholur álversins. Vatnsborð er þar líklega 5 - 6 m y.s., en um 2 m y.s. á vatnsholusvæðinu. Meiri hæð jarðvatnsborðs leyfir meiri niðurdrátt í vatnsholum og gerir þar með mögulegt að ná meira vatni úr borholu við sömu aðstæður að öðru leyti. Álitlegasta svæðið til vatnstöku að þessu leyti, er þá undan vesturjaðri Kapelluhrauns frá Straumsvíkurbotni suður um Hrauntungu.

## 6.6 Jarðvatnsstreymi í nánd við Straumsvík

Allar athuganir (rennslismælingar, hitamælingar, efnagreiningar (selta) og ákvörðun hæðarlegu jarðvatnsborðs) bera að sama brunni, hvað jarðvatnsstreymi í Straumsvík-Hraunavík snertir. Samkvæmt því kemur fram umhverfis Sædýrasafnið afrennsli frá Hvaleyrarholti og Ástjörn, en annars yfirgnæfir meginjarðvatnsstraumurinn frá Undirhlíðum í útrennsli í Straumsvík-Hraunavík. Afrennsli frá Hvaleyrarvatni-Hamranesi blandast í austurjaðar þess straums.

Í apríl 1966 var mælt viðnám í vatni í borholum á staði álversins við Straumsvík (Lambhagaeyri við Straumsvík), bæði á háflæði og lágfiri (Haukur Tómasson, Jens Tómasson 1966) (myndir 25, jafnvíðnám). Viðnám í hreinum sjó (3,5% salt) er nálægt 0,25  $\Omega$ m, en viðnám í "hreinu" vatni á bilinu 100 - 400  $\Omega$ m (samsvarar 70 - 15 ppm NaCl). Hæstu viðnámsgildi, sem mældust í borholunum, voru rúmlega 300  $\Omega$ m (samsvarar 20 - 25 ppm NaCl), og má reikna með, að þar sé um nærri því óblandað vatn að ræða (sbr. skrá 3, 5.1.1). Viðnám lækkar næstum því línulega öfugt við vaxandi saltmagn, ef um nógu smá bil er að ræða (aukning salts t.d. minni en tífold). Sjóblöndun er því óveruleg, nema hið allra næst ströndu. Hins vegar gætir áhrifa hennar a.m.k. 200 m inn í land í Hvaleyrarhrauni og a.m.k. 500 m inn í land í Kapelluhrauni. Þessi vegalengd samsvarar líklega nokkurn veginn þeirri vegalengd, sem verulegs munar flóðs og fjöru gætir (300 - 400 m í Hvaleyrarhrauni, 500 - 800 m í Kapelluhrauni, skvt. línulegri framlengingu hæðarferla skvt. kortum í skýrslu OS 1966 (Haukur Tómasson, Jens Tómasson 1966)). Hversu lítil blöndunin er, stendur að líkindum í einhverju sambandi við hið mikla vatnsrennsli í Straumsvík (sbr. salt í Lónakotstjörnum, 0,3 km frá sjó, 5.1.1).

Í ljós kemur einnig, hversu misjafnt rennslið er í hraununum. Jafnvíðnámslínur banga út á lágfiri, þar sem þær sveigjast inn á háflæði. Jafnvíðnámslínur við borholubotna sveiflast heldur meir en jafnvíðnámslínur við jarðvatnsborð. Athyglisvert er, að viðnám lækkar frá lágfiri

til háflæðis upp eftir miðri eyrinni, þar sem vatnsrásin virðist vera greiðust (ört framrennsli á lágfiri), en virðist hækka til beggja handa um leið. Hér er líklega um blöndun frá aðalrásinni að ræða, þegar sjávarborð fellur frá háflæði til lágfiris. Réði þá mestu um, hversu mislangt sjóblöndunin nær inn til landsins. Hér gætu og komið til aðrar ástæður. Í öllu falli sést gjörlla, hversu miklu virðist geta munað á vatnsrennsli og fjarlægð þeirri frá sjó, sem blöndunar gætir, á jafn stuttu bili og mælingar þessar ná til á eyrinni.

### 6.7 Rennslis hraði og rennslitími

Samkvæmt (3) og (4) (6.3.2) er rennslis hraði jaróvatns:

$$v = k \cdot i = -k \cdot \frac{dh}{dl} = -k \cdot h'(t) ; \quad (16)$$

Hæð jaróvatnsborðs er þekkt sem fall frá vatnaskilum (6.3.2), á vissum forsendum, og því er hægt að gizka reikningslega á rennslis hraða, ef lektarstuðull er þekktur. Yfirleitt breytist rennslis hraðinn í sífellu á leið jaróvatnsins. Hraðinn sjálfur skiptir því sjaldan verulegu máli. Þó skal þess getið, að rennslis hraði vatns magns (sem er annar en raunverulegur rennslis hraði einhvers ákveðins vatnsdropa) er líklega á bilinu 2 - 10 m/klst í nágrenni Straumsvíkur, en gæti þó hæglega farið upp í 20 m/klst, þegar nær dregur ströndinni. 1969 voru gerðar rennslis hraðakannanir í nágrenni við vatnsholur álversins (Páll Theódórsson 1969), en þar virtist rennslis hraði vera nálægt 10 m/klst.

Á sömu forsendum er þá einnig hægt að reikna út rennslitíma, þar eð:

$$v = \frac{dl}{dt} = -k \cdot \frac{dh}{dl} = -k \cdot h' ; \quad (17)$$

en af því leiðir, að:

$$dt = - \frac{1}{k} \cdot \frac{1}{h'} \cdot dl ; \quad (18)$$



og:

$$t_{a,b} = \frac{1}{k} \int_a^b \frac{1}{h} \cdot \frac{1}{h} dl = \frac{1}{k} \int_a^b t' dl ; \quad (19)$$

Rennslistíminn er ekki skilgreinanlegur sem slíkur á vatnaskilunum sjálfum, þar eð þar er  $h' = 0$  ("3) tilfelli" (6.3.2)). Hins vegar er hægt að reikna rennslistíma til útfalls (í "núllflöt"), frá hvaða stað öðrum á jarðvatnsborðinu. Þá gildir:

$$t_1 = -\frac{1}{k} \int_a^1 \frac{1}{h} \cdot dt = \frac{a}{k \cdot c} \cdot \ln \frac{a}{1} \left( 1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1}{a}\right)^2} - \sqrt{1 - \left(\frac{1}{a}\right)^2} \right) ; \quad (20)$$

fyrir "3) tilfelli" (6.3.2) ("ellipsa") og:

$$t_1 = -\frac{1}{h} \int_1^a \frac{1}{h} \cdot dl = \frac{2\sqrt{2}}{9} \cdot \frac{1}{k \cdot \sqrt{c}} \cdot \sqrt{a^3} - \left( 1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1}{a}\right)^3} \right) ; \quad (21)$$

fyrir "2) tilfelli" (6.3.2) ("parabóla"), og loks:

$$t_1 = \frac{a - 1}{i \cdot k} ; \quad (22)$$

fyrir "1) tilfelli" (6.3.2) (beinn, hallandi jarðvatnsflötur).

Með því að gefa rennslishraða á vatnaskilum endanlegt gildi (t.d. línulega framlengingu  $v = f(l)$  frá einhverjum punkti nærri vatnaskilum ( $l = 0$ )) er einnig hægt að reikna rennslistíma frá vatnaskilum. Með þessari aðgerð verða tímaferlar samskonar rennslistíkana (6.3.2) skyldir ("affín") að útliti, þar sem munurinn liggur aðeins í föstum stærðum. Val upphafspunkts hefur þá aðeins áhrif á hlutfallið  $l/a$ . Þá er einnig hægt að reikna meðalrennslistíma og stuðul hans fyrir hvert rennslistíkan. Þá verður:

$$\bar{t} = 0,75 \cdot \frac{a}{k \cdot \sqrt{c}} ; \quad (23)$$

("3) tilfelli")

$$\bar{t} = 0,2 \cdot \frac{1}{k \cdot \sqrt{c}} \cdot \sqrt{a^3} ; \quad (24)$$

(fyrir "2) tilfelli") og:

$$t = 0,5 \cdot \frac{a}{i \cdot k} ; \quad (25)$$

Hér kemur þó fleira til, eins og írennslismagn á rennslisleið jarðvatnsstraumsins, stærð flata með samreiknaðan meðalrennslistíma o.s.frv. Meðalaldur vatns þess, sem kemur fram á einhverjum ákveðnum stað, er því ýmsu háður.

Samkvæmt þessum reikningum væri meðalrennslistími vatns, sem kæmi undan Lönguhlíð, 5 - 10 ár, en þaðan rynni það á 1/2 ári til sjávar. Það vatn hefur þó fyrst sigið niður í gegnum u.þ.b. 350 m þykkjarjarðlagastafla. Hámarkstími þess þá leið samsvarar því að allar holur væru fullar á leiðinni. Miðað við 2 m úrkomuhæð á ári og 20% groppu ("porositet") væri sá hámarkstími þá 35 ár. Groppa gæti verið minni (ef bergið er að verulegu leyti úr kubbabergi/bólstrabergi) og eins er ólíklegt, að bergholur séu nærri því fullar. Sigtími er því sennilega töluvert minni. Sig- og rennslistími af öðrum hlutum Straumsvíkursvæðis gæti verið innan við 1 ár til jafnaðar. Miðað við það, að nálægt því helmingur afrennslis er af fjalllendinu, er líklegur meðalaldur vatns í Straumsvík um 10 ár. Flest öll frávik frá gefnum forsendum leiða til hærri aldurs.

Sé þetta rétt, þá eru líkur á því, að einhverjar sveiflur séu á vatnsmagni jarðvatnsrennslis í Straumsvík. Ef gengið er út frá  $7 \frac{1}{2} \text{ m}^3/\text{s}$  heildarrennslis til jafnaðar, þá koma nærri  $2 \text{ m}^3/\text{s}$  af hraununum neðan Undirhlíða,  $1 \frac{1}{2} \text{ m}^3/\text{s}$  af "grágrýtissvæðinu" milli Undirhlíða og Lönguhlíðar-Þríhnúka, og  $3 \frac{1}{2} - 4 \text{ m}^3/\text{s}$  af móbergsfjöllunum. Verulegar sveiflur verða aðeins í vatni því, sem af hraununum koma. Rennslistími væri upp í 1 - 2 mánuði, en við þá má bæta einhverjum sigtíma. Þar er því líklegt að verulegu muni í vatnsmagni milli þeirra mánuða, sem hafa litla úrkomu (maí- ágúst) eða mikil frosta- og snjóalög (desember-febrúar) annars vegar og haustrigningar (október-nóvember) og vorleysingar

(marz-apríl) hins vegar. Þessar sveiflur koma fram með 0 - 2 mánuða seinkun og jafnast því nokkuð út. Þó er glöggra lögð að vænta í febrúar-mars og ágúst-september, en hæða í apríl-maí og október-desember.

Árstíðasveiflna fer sennilega að gæta lítið, úr því kemur upp í "grágrýtissvæðin", enda liggur vatnsborð þar víða talsvert undir yfirborði og því verulegs sigtíma að vænta. Þess vegna er einnig jöfnunar að vænta, sem dregur enn úr sveiflum. Að svo stöddu eru því mestar líkur á, að árstíðasveiflna gæti nær einungis í vatnsrennsli af hraunasvæðunum, þegar kemur ofan til Straumsvíkur. Þá eru ekki líkur á, að sveiflurnar séu stærri en  $\frac{1}{4} - \frac{1}{2} \text{ m}^3/\text{s}$  frá meðalrennsli. Munur lágmarks- og hámarksrennslis væri þá nærri 10%.

## 7. HEILDARNIÐURSTÖÐUR

### 7.1 Vatnasvið og jarðvatnsborð

Enginn einstakur þáttur rannsóknanna er einn sér nógur til að kveða skýrt á um legu jarðvatnsborð, vatnasvið og jarðvatnsrennsli. Hins vegar ber þeim öllum það vel saman, að niðurstöður verða að teljast studdar sterkum líkum.

Samkvæmt þeim niðurstöðum nær vatnasvið (aðrennslissvæði) Straumsvíkur upp undir vestanverð Bláfjöll, suður undir hæðaskil á Lönguhlíð og nær til Kleifarvatns að hluta en ekki til Móhálsadals (milli Sveifluháls og Trölladyngju). Jarðvatnsborð nær líklega upp fyrir 200 m y.s. hæð austast á Lönguhlíð og undir Bláfjöllum, fellur nokkuð bratt úr móbergsfjöllunum til "grágrýtisins" niður í 100 - 110 m y.s. hæð ofan Undirhlíða og norðan Sveifluháls, en þaðan fellur jarðvatnsborð bratt úr "grágrýti" í hraunin niður í 40 - 50 m y.s. hæð. Bratti jarðvatnsborðs suður frá Hraunavík fylgir síðan nokkurn veginn yfirborði "grágrýtisins" niður undir Hrauntungu í 10 - 15 m y.s. hæð, en þaðan

hallar hægt úr til sjávar.

Lægð er í jarðvatnsborð suður frá Hraunavík. Orsakast hún að verulegu leyti af hæðarlegu efra borðs "grágrýtis", en meginstraumar jarðvatnsrennslis fylgja þessum lægðum að mestu. Vik eru upp til Lönguhlíðar, Kaldárbotna og dalkvosa í holtunum sunnan Hafnarfjarðar.

## 7.2 Jarðvatnsstreymi

Jarðlagaskipan og höggun beina jarðvatnsstreymi (a.m.k. hvað efri jarðlög snertir) í 3 meginkvíslar, sem mætast suður frá Hrauntungu: Frá Kaldárbotnum (um  $2,2 \text{ m}^3/\text{s}$ ), frá Undirhlíðum (um  $3,1 \text{ m}^3/\text{s}$ ) og frá Kleifarvatni (um  $0,8 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Þaðan fellur meginstraumurinn til botns Straumsvíkur, en "flóir yfir bakka sína" allt austur fyrir miðja Hraunavík. Til Straumsvíkur falla líklega  $5 - 6 \text{ m}^3/\text{s}$ , en til eystri hluta Hraunavíkur  $1 \frac{1}{2} - 2 \text{ m}^3/\text{s}$ . Rennsli gegnum 1 m breiðan, láréttan flöt þvert á rennsli er  $5 - 10 \text{ l/s} \cdot \text{m}$  við Straumsvíkurbotn. Hraði rennslisins er þar líklega  $5 - 20 \text{ m/klst}$ . Rennslistími jarðvatns frá Undirhlíðum til Straumsvíkur er e.t.v. aðeins 1 - 2 mánuðir, meðalrennslis- og sigtími úrkomu/jarðvatns frá Lönguhlíð-Þríhnúkum a.m.k. svo árum skiptir, og þó líklega áratugum.

Frá sorphaugum undir Hamranesi við Hvaleyrarvatn leggst jarðvatnsstraumurinn í austurjaðar meginstraumsins, blandast honum og dreifist líklega yfir nokkuð breitt svæði. Samkvæmt áætluðum jafnhæðarlinum jarðvatnsborðs lægi þungamiðja jarðvatnsstraumsins frá sorphaugunum inn á svæði það, sem borholur álversins eru á. Hér getur þó nokkru skeikað, en nákvæmari upplýsinga á að vera hægt að afla með þéttu neti af jarðviðnámsmælingum á rennslissvæðinu og nágrenni þess.

## 7.3 Hraun og "grágrýti"

Með jarðviðnámsmælingum var unnt að ráða nokkuð í jarðlagaskipan á hraunasvæðunum S og SA af Straumsvík. Hraunbrúnin liggur við eða rétt utan við ströndina, um 1 km innan við strönd eru hraunin hvarvetna um

30 m á þykkt, en þykkna þaðan upp í 70 m við austurbrún stalls, líklega haggals ("tektónisks") að uppruna, sem liggur N - NNA frá Móhálsadal, en þar hefur verið veruleg eldvirkni á nútíma.

Lagð er í yfirborð "grágrýtis" (að nokkru skilgreint sem jarðviðnámslag) suður frá Straumsvík-Hraunavík. Hún er líklega af höggulum uppruna að einhverju leyti og hefur meginþýðingu fyrir beiningu rennslis. Þykkt "grágrýtisins" vex e.t.v. frá 30 - 50 m vestan við Straumsvík í 100 m í holtunum suður frá Hafnarfirði og undir austanverðum Undirhlífum. Botnlega "grágrýtis" sýnir e.t.v. um 50 m djúpa lagð SA frá Straumsvík, sem gæti einnig bent til höggunar.

#### 7.4 Lektarstuólar

Að gefnum vissum forsendum hafa eftirtalin jarðlög eftirtalda lektarstuóla:

Kapelluhraun	90 cm/s
Hvaleyrarhraun	25 "
"Grágrýti"	0,15 "
"Móberg og bólstraberg"	0,075 "
"Gamalt móberg"	0,015 "

#### 8. TILLÖGUR UM FÆKARI RANNSÓKNIR

Ljóst er, að yfirborðsrannsóknir af því tagi, sem notaðar voru þessu sinni á Straumsvíkursvæðinu, geta gefið mun meiri upplýsingar en vænt var fyrirfram. Nákvæmni og öryggi þeirra upplýsinga fer að verulegu leyti eftir því, hversu víðtækar og umfangsmiklar rannsóknirnar eru. Þessar niðurstöður rannsókna á hverjum stað eru þó aldrei jafn öruggar og niðurstöður jarðborana. Hins vegar ná þær til mun stærri svæða og eru mun ódýrari. Þær eru því eðlilegur og nauðsynlegur undanfari kannana með borunum.

Hér skal ekki áætlað að svo stöddu, hversu miklu meiri slík forkönnun þyrfti að vera að vöxtum, heldur en frumkönnun sú, sem hér var gerð. Forkönnunin hefur sín efri og neðri mörk, sem erfitt er að ákvarða með nákvæmni. Lágmark hennar miðast við, að samfelld og heilsteypt hugmynd fái um svæðið með þeirri nákvæmni, að ekki sé að vænta neinna óþekktra þátta, sem teljandi áhrif gætu haft, og áætla megi með sanngirni mögulegar skekkjur, þannig að takmörk mögulegrar nýtingar séu þekktar með nógu sterkum líkum. Hámark forkönnunar leggja þar, sem könnunarkostnaður fer að verða jafn mikill og líkindalegur ávinningur af henni með tilliti til nákvæmni og líkindalegs öryggis. Hvoru- tveggja mörkin eru að sjálfsögðu matsatriði að miklu leyti. Sama gildir að sjálfsögðu um fullnaðarkönnun.

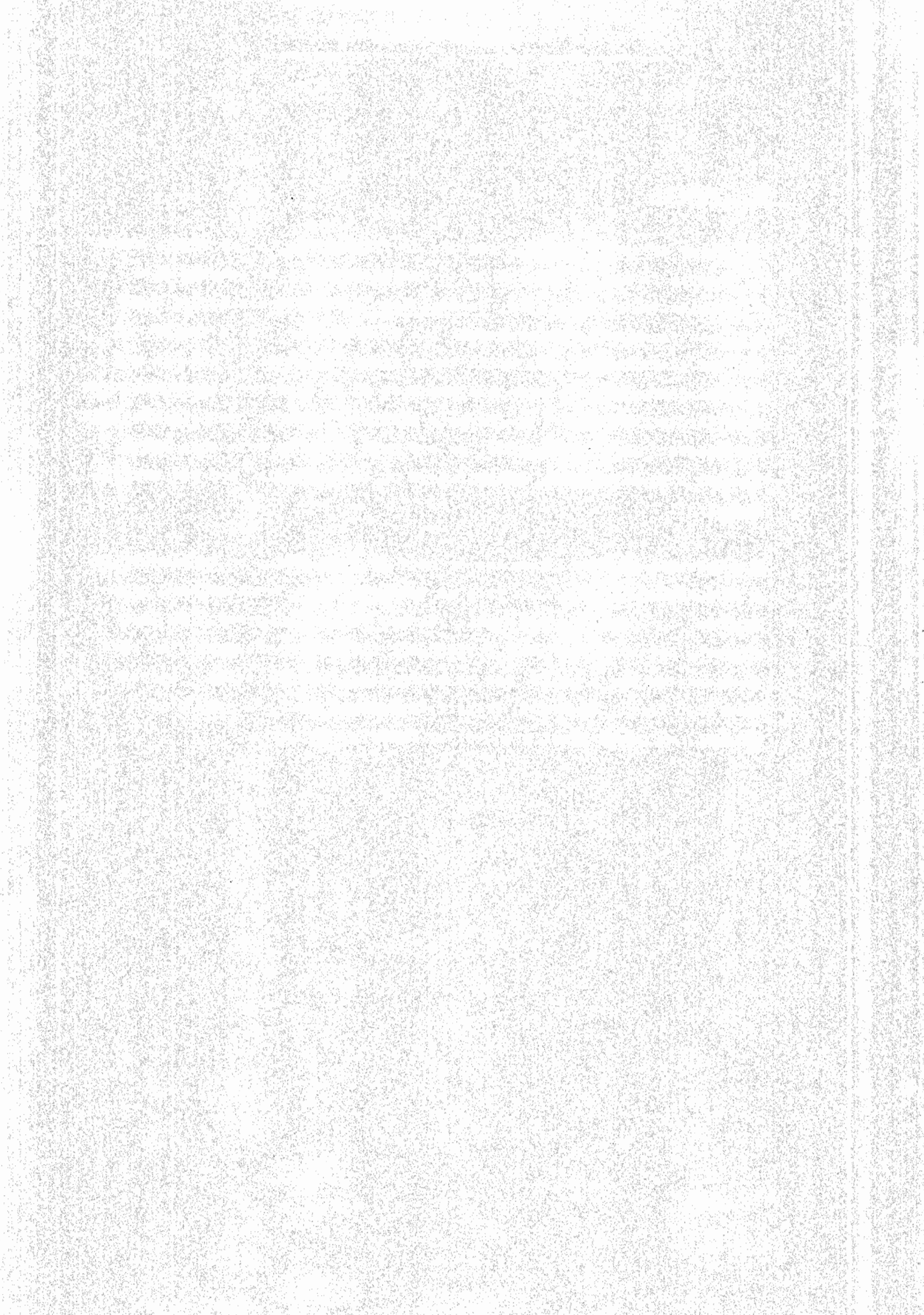
Við forkönnunina yrði að verulegu leyti beitt sömu aðferðum og hér hefur verið beitt. Þó yrði hún að taka til mun stærra svæðis, eða vel út fyrir mörk aðrennslissvæðis Straumsvíkur: Vestur á Vatnsleysuströnd, austur í Bláfjöll og Hólmshraun og suður að sjó. Gera þarf jarðfræðikönnun á því svæði öllu og þá nákvæmari á hlutum þess en nú var gert. Sú rannsókn beindist einkum að höggun og legu, gerð og lögun bergskrokka, en einungis að svo miklu leyti að jarðsögulegum þáttum, sem nauðsynlegt reynist til skilnings á fyrrnefndum atriðum. Gera yrði þéttar jarðviðnámsmælingar á svæðinu frá Hraunavík og suður fyrir Undirhlíðar, einkum næst ströndinni, og strjalar á öðrum hlutum svæðisins. Efnagreiningar myndu beinast einkum að úrkomu og breytingum á efnainnihaldi linda. Gera þarf ýtarlega könnun á háttum fjöru-rennslis með tilliti til rennslismagns, seltu, hitastigs og sjávarfalla. Nokkrar könnunarboranir yrði að gera, en þær mætti e.t.v. staðsetja a.n.l. með tilliti til hugsanlegrar nýtingar.

Fullnaðarkönnun færi fram að verulegu leyti með könnunarborunum, en jafnframt yrði gerð nákvæm yfirborðsrannsókn á smærri hlutum svæðisins. Hvort stig könnunarinnar um sig yrði tímafrekt, bæði hvað merkurrannsókn og úrvinnslu gagna snertir. Áætla má nauðsynlegan tíma a.m.k. 1 - 2 ár fyrir forkönnun, og að sama skapi lengri að fullnaðarkönnun meðtalinni.

## 9. LOKAORÐ

Tilgangur þeirra rannsókna, sem hér er fjallað um, var að kanna, hvort ekki mætti fá nokkra hugmynd um jarðvatnsstreymi í Straumsvík og á aðrennslissvæði hennar (sbr. Greinargerð OS um kostnaðaráætlun vegna jarðvatnsrannsókna við Straumsvík frá 1975-05-07). Telja verður, að árangur rannsókna hafi orðið vonum framar og fengizt hafi all góð bráðabirgðahugmynd um legu jarðvatnsborð og þá jarðfræðilegu þætti, sem ráða jarðvatnsrennsli. Út frá þeim þáttum, og raunar öðrum upplýsingum, sem fengust við rannsóknirnar, er svo hægt að áætla ýmsa aðra þætti, eins og streymisstefnur, rennslismagn og lektarstuðla, með all mikilli sanngirni.

Á grundvelli þessara rannsókna er hægt að gera áætlun um heildarkönnun á jarðvatni á svæðinu, sem yrði að verulegu leyti framkvæmd með jarðborunum, og forkönnun, að henni. Einnig væri mögulegt að taka ýmsa sérstaka þætti heildar- eða forkönnunar til nánari athugunar, án þess að framkvæma þær í heild, eða þá kanna nánar einstök svæði. Ljósara er í öllu falli, að hverju frekari rannsóknir gætu eða þyrftu að beinast, nú þegar þessi grundvöllur hefur verið lagður.





### HEIMILDASKRÁ:

- Böðvarsson, Árni (1963): Íslensk orðabók 852 s, Menningarsjóður, Reykjavík 1963.
- Einarsson, Markús Á. (1972): Evaporation and potential Evapotranspiration in Iceland, 22 s. Veðurstofan, Reykjavík 1972.
- Imsland, Páll (1972): Um jarðfræði Sveifluháls. Handrit (B.S. - prófritgerð við H.Í.), Reykjavík 1972.
- Jónsson, Jón (1965a): Forn eldvörp í Selhrauni. Náttúrufr. 35.árg. s.1 - 4, Reykjavík 1965.
- Sami- (1965b): Bergsprungur og misgengi í nágrenni Reykjavíkur. Náttúrufr. 35.árg. s 77-95, Reykjavík 1965.
- Sami - (1971): Krýsuvíkursvæðið, jarðfræðikort. OS-JHD, Reykjavík 1971.
- Sami - (1972): Grágrýtið. Náttúrufr. 42.árg. s. 21-30, Reykjavík 1972.
- Sami - (1974): Óbrinnishólar. Náttúrufr. 44.árg. s. 109-119, Reykjavík 1974.
- Sami- (1975a): Sandfellskerfagígir og Hraunhól. Náttúrufr. 44.árg. s. 186-191, Reykjavík 1975.
- Sami - (1975b): Nokkrar aldursákvæðanir. Náttúrufr. 45.árg. s. 27-30, Reykjavík 1975.
- Sami - (1975c): Jarðfræði Krýsuvíkursvæðis. Skýrsla OS-JHD um Krýsuvíkursvæðið, Reykjavík des. 1975.
- Sigfúsdóttir, Adda B. (1965): Nedbör og Temperatur í Island, 12 s. D.4 Nord Hydrol. Komf. Bind 1. Vatnamal. Raforkum., Reykjavík 1965.
- Sigurðsson, Freysteinn (1964): Skýrsla um jarðviðnámsmælingar á Sogslínu. Handrit (skýrsla). Raforkum. Jarðhitadeild, Reykjavík 1964.
- Theódórsson, Páll (1969): The Tracing of Ground-water Movement at Straumsvík. Handrit (skýrsla). Raunvísindastofnun H.Í., Reykjavík 1969.

Thorsteinsson, Þorsteinn (1975): The Redevelopment of the Reykir Hydro-thermal System in S.W. Iceland. 175+10M. OS-JHD 75-35. (Úr: UN Symp. Geotherm. Res. San Fransisco 1975), Reykjavík 1975.

Tómasson, Haukur, Tómasson, Jens: Geological Report on the Aluminium Plant Site at Straumsvík. 165+16M. The State Electricity Authority (Raforkumál), Reykjavík 1966.

Tómasson, Jens, Friðleifsson, Ingvar B., Stefánsson, Valgarður (1975): A Hydrological Model for the Flow of Thermal Water in SW-Iceland with a special Reference to the Reykir and Reykjavík Thermal Areas. 155+6M. OS-JHD 75-35. (Úr: UN Symp. Geotherm. Res. San Fransisco 1975), Reykjavík 1975.

### MYNDASKRÁ:

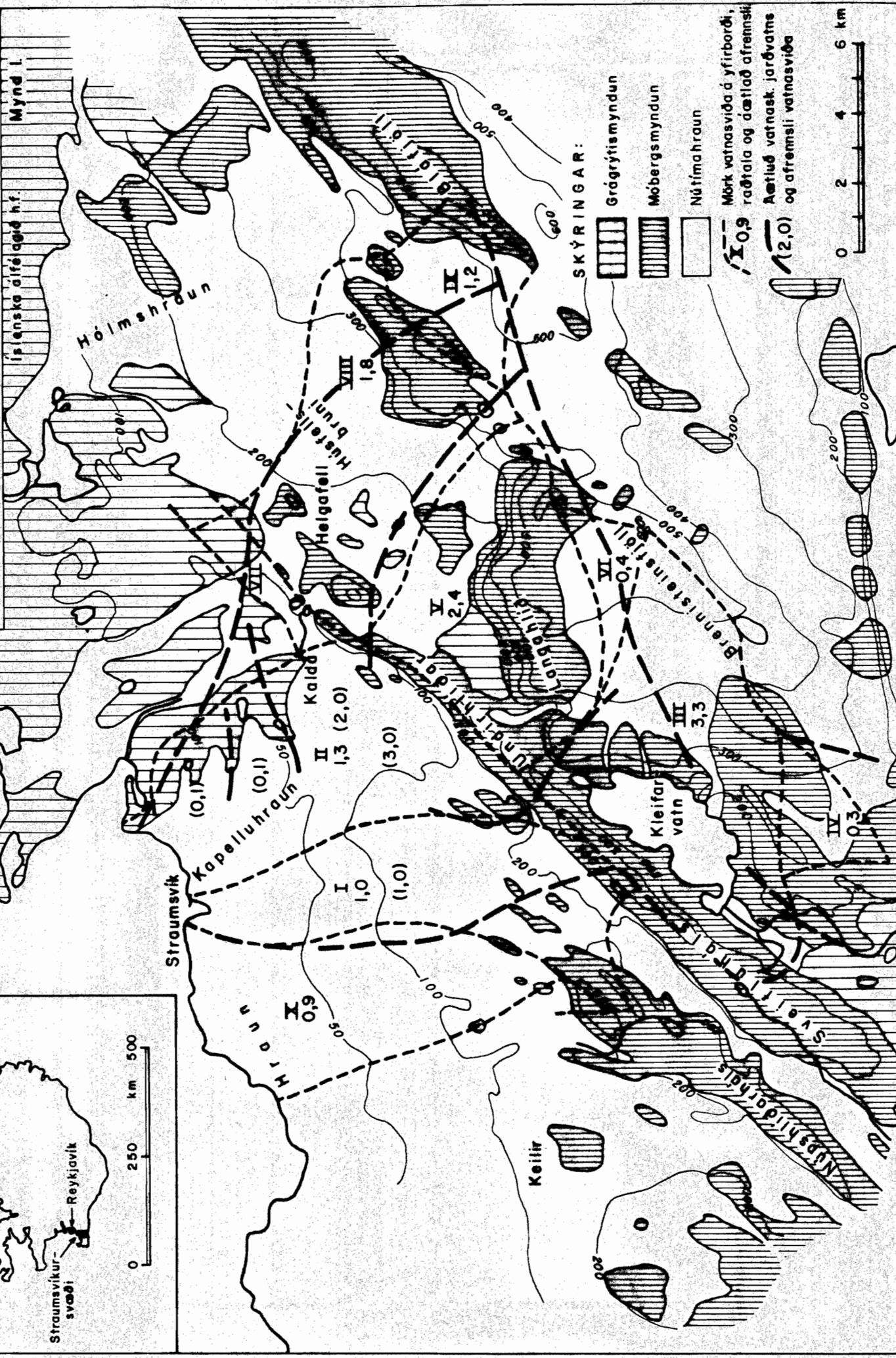
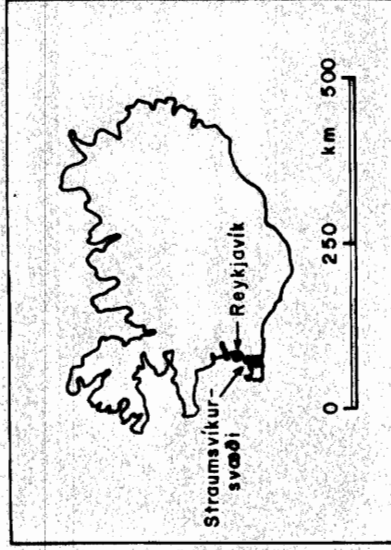
1. Straumsvíkursvæði: Vatnasvið og afrennsli. Kort: M = 1:100.000.
2. Straumsvíkursvæði: Jarðfræði. Kort: M = 1:100.000.
3. Lofthiti, sólfar og geislunarjöfnuður í Reykjavík (meðaltöl 1931-60 og útreiknað) (3 myndir).
4. Úrkoma (mánaðarmeðaltöl 1931-60), hlutfall snjós og slyddu við heildarúrkomu (meðaltöl 1949-60) (3 myndir).
5. Straumsvíkursvæði og nágrenni, meðalársúrcoma. Kort: M = 1:250.000.
6. Straumsvíkursvæði: Staðsetning vatnssýna og hitamælinga. Kort: M = 1:50.000.
7. Straumsvík og nágrenni: Staðsetning vatnssýnatöku, hitamælinga og jarðviðnámsmælinga. Kort M = 1:15.000.
8. Straumsvíkursvæði: Höggun og eldvirkni. M = 1:50.000.
9. Straumsvíkursvæði: Bratti á yfirborði hrauna. Kort: M = 1:50.000.
10. Straumsvíkursvæði: Staðsetning jarðviðnámsmælinga. Kort: M = 1:50.000.
11. Straumsvíkursvæði: Hæð yfirborðs "grágrýtislags". Kort: M = 1:50.000.
12. Straumsvíkursvæði: 1. Þykkt og botnhæð "grágrýtislags".  
2. Þykkt nútíma hrauna.  
Kort: M = 1:50.000.
13. Straumsvíkursvæði: Samband vatnshita og  $\{Mg^{2+}\}$ ,  $\{SiO_2\}$  í ferskvatnssýnum.
14. Straumsvíkursvæði: Samband  $\{Mg^{2+}\}$ ,  $\{Ca^{2+}\}$  og  $\{HCO_3^-\}$  í ferskvatnssýnum.
15. Straumsvíkursvæði: Efnainnihald vatnssýna ( $SiO_2$ ,  $Cl^-$ ,  $F^-$ ,  $HCO_3^-$ ) eftir svæðum.
16. Straumsvíkursvæði: Efnainnihald vatnssýna ( $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ) og sýrustig (pH) eftir svæðum.
17. Straumsvíkursvæði: Hæð jarðvatnsborðs, rennslistefnur jarðvatns. Kort: M = 1:50.000.
18. Jarðvatnsborð umhverfis Kleifarvatn: Kort M = 1:50.000.
19. Jarðvatnsborð í Lönguhlíð-Bláfjöllum, 1: lektarstuðull:  $k = 7,5 \cdot 10^{-4}$  m/s. Kort: M = 1:100.000.

20. Jarðvatnsborð í Lönguhlíð-Bláfjöllum, 2; lektarstuðlar:  
 $k = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}, 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$ . Kort: M=1:100.000.
21. Straumsvíkursvæði: Jarðsnið, jarðvatnsborð; snið I.
22. " " " snið II.
23. " " " snið III, IV.
24. Straumsvíkursvæði: Jafnrennslislínur jarðvatns ( $\text{m}^3/\text{s} \cdot \text{km}$ ).  
 Kort: M = 1:100.000.
25. Jafnvíðnámslínur í jarðvatni á Lambhagaeyri við Straumsvík.  
 Kort: M = 1:10.000.

76.03.02. FS/HO  
 Tr. 107  
 J-Reykjanes  
 Fnr. 13900  
 Mynd I.

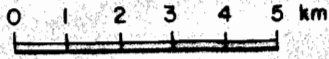
ORKUSTOFNUN  
 Jarðkennunarskið  
**STRAUMSVÍKURSVAÐI**  
 Vatnasvið og afrennsli

Íslenska áfréttisráð h.f.  
 Hölmshraun



76.02.24. FS/M.O  
Tn. 108  
J-Reykjanes  
Fnr. 13901

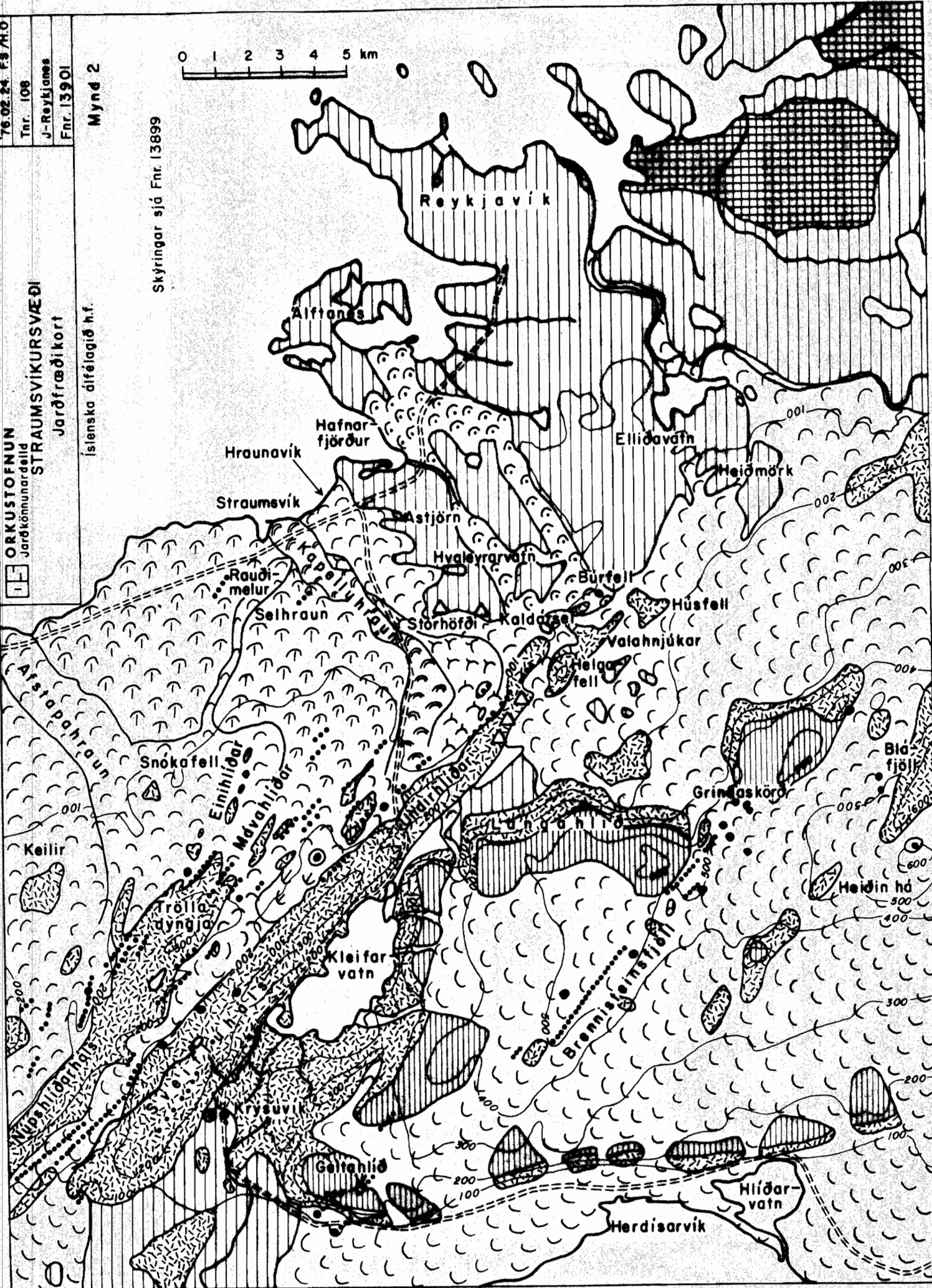
Mynd 2



Skýringar sjá Fnr. 13899

ORKUSTOFNUN  
Jardkönnunardæll  
STRAUMSVÍKURSVÆÐI  
Jardfræðikort

Íslenska díflaagid h.f.





JARÐLÖG OG-MYNDANIR:



Blágrýtismyndun



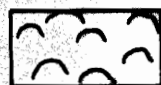
Grágrýti (hraun á láglendi)



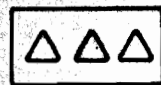
Grágrýti á fjallakollum (á stöpum)



Móberg, ógreint



Hraun, ógreind



Jökulberg, eldra en frá síðustu ísöld



Hraun, aðgreind

ELDSTÖÐVAR FRÁ NÚTÍMA:



Gígaraðir



Stakir gígar



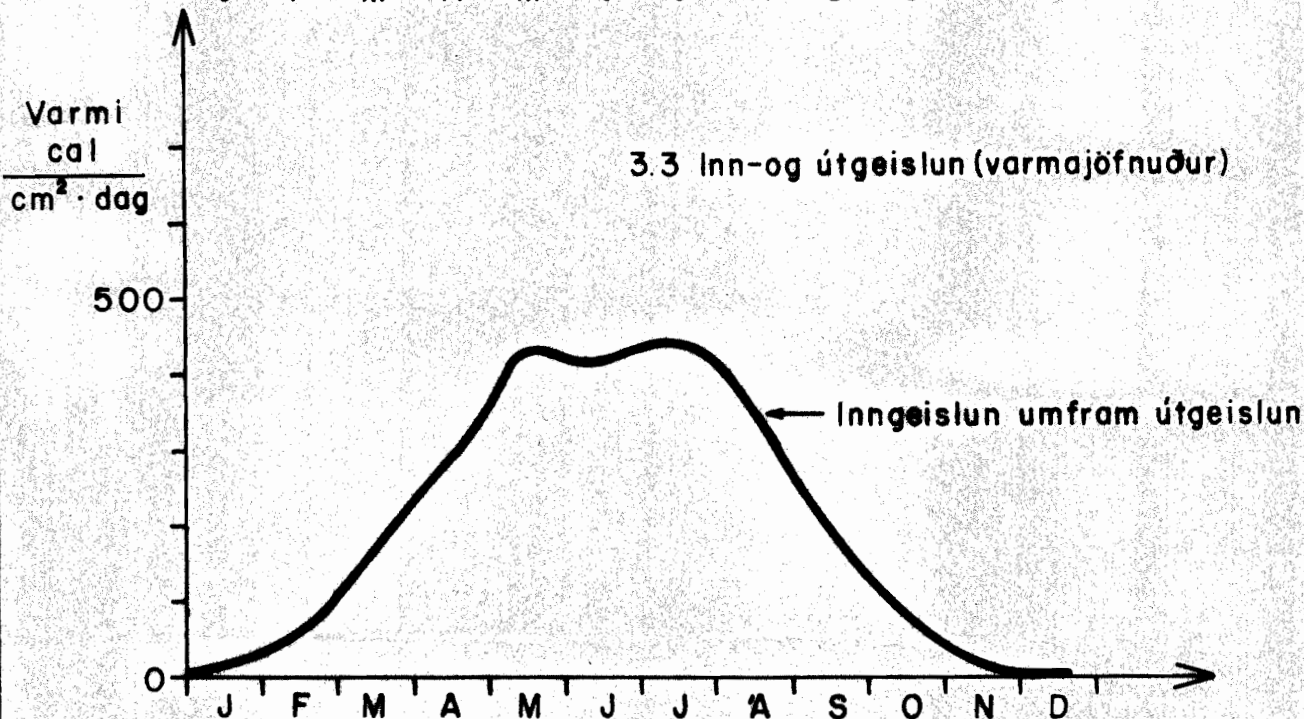
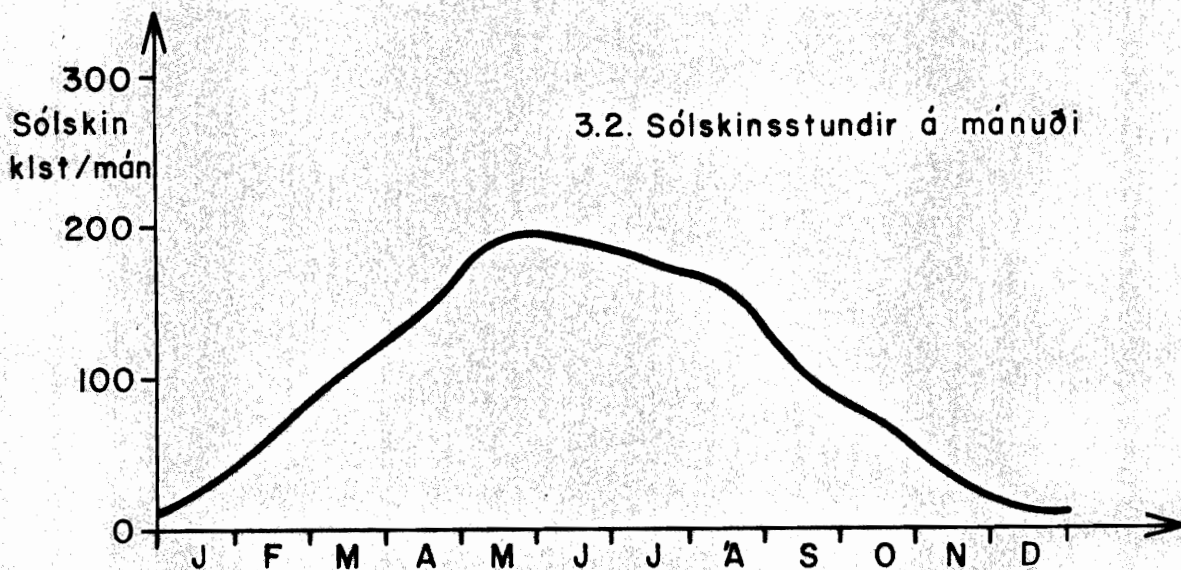
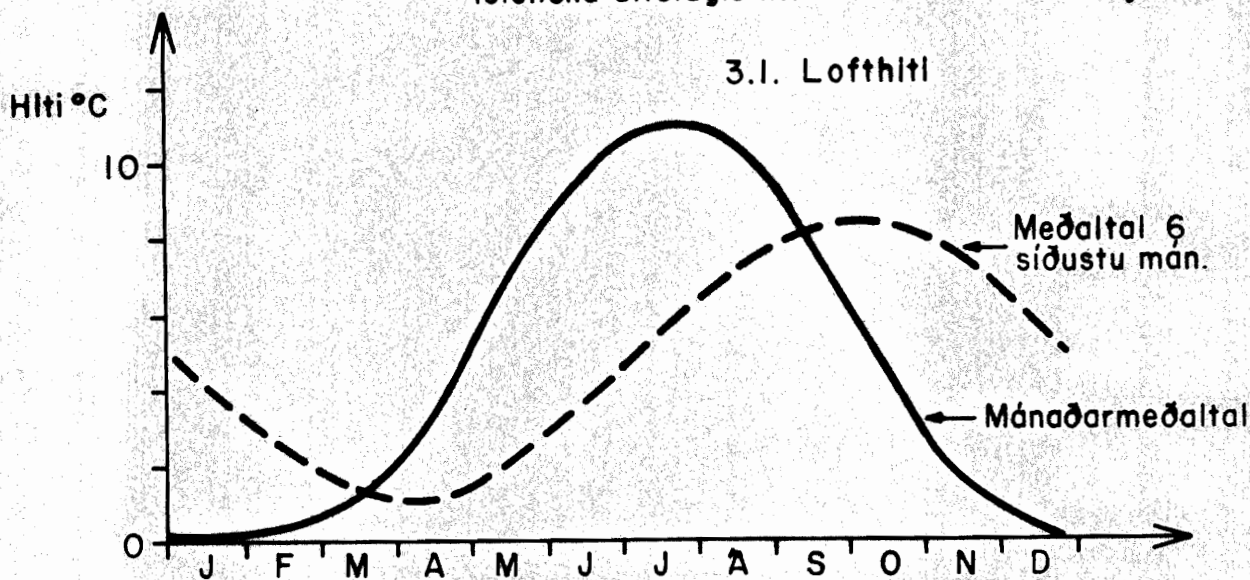
Dyngjugígar

Samíð eftir jarðfræðikorti, Blað 3 Suðvesturland  
eftir Guðm. Kjartansson (1960) í Mkv. 1:250.000, með  
viðaukum samkvæmt jarðfræðikorti af Reykjaneskaga  
eftir Jón Jónsson (óbirt), jarðfræðikorti af Krisuvíkur-  
svæði eftir Jón Jónsson (1971) og eigin athugunum.



Íslenska álfélagið h.f.

Mynd 3.







# ORKUSTOFNUN

Jarðkönnunardeild

Úrkoma (mánaðarmeðaltöl 1931-60), hlutfall snjós og slyddu við heildarúrkomu (meðaltöl 1949-60)

'76.02.II. F.S/H.O

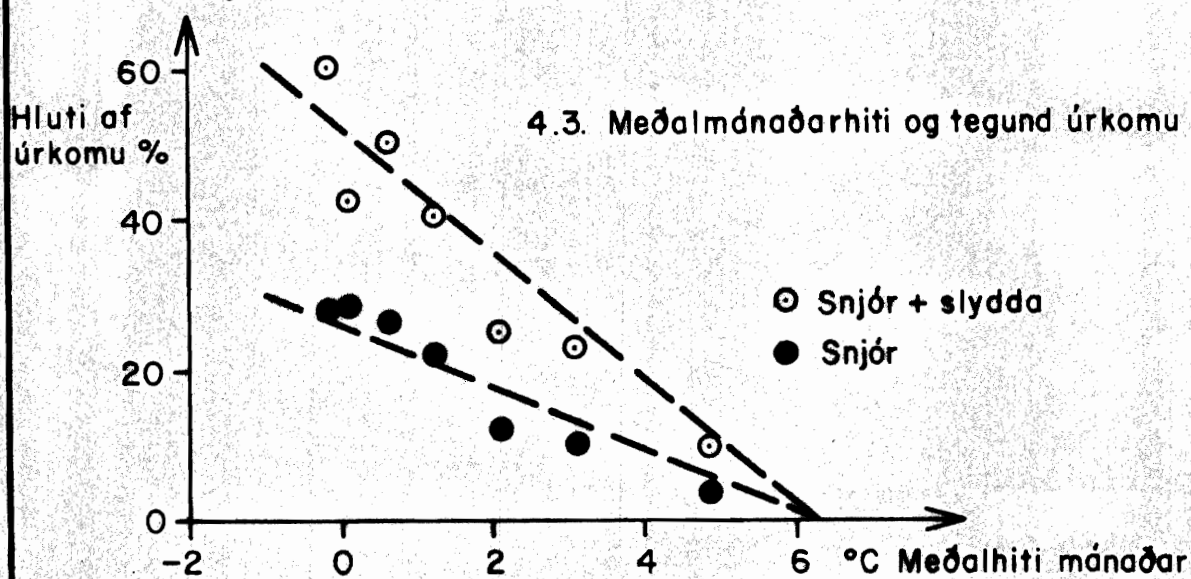
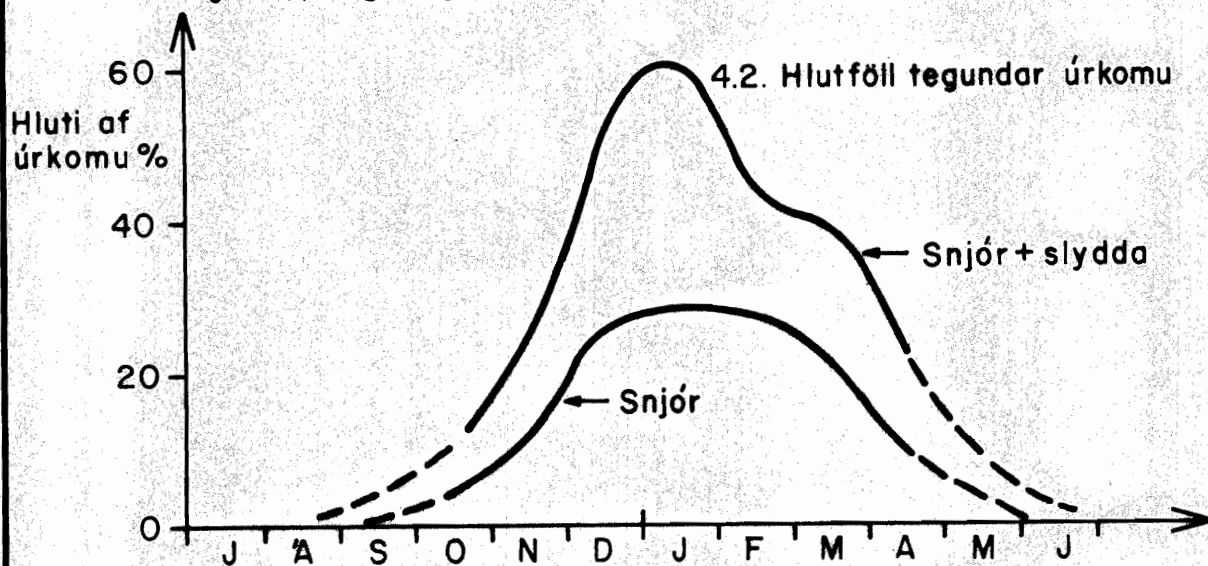
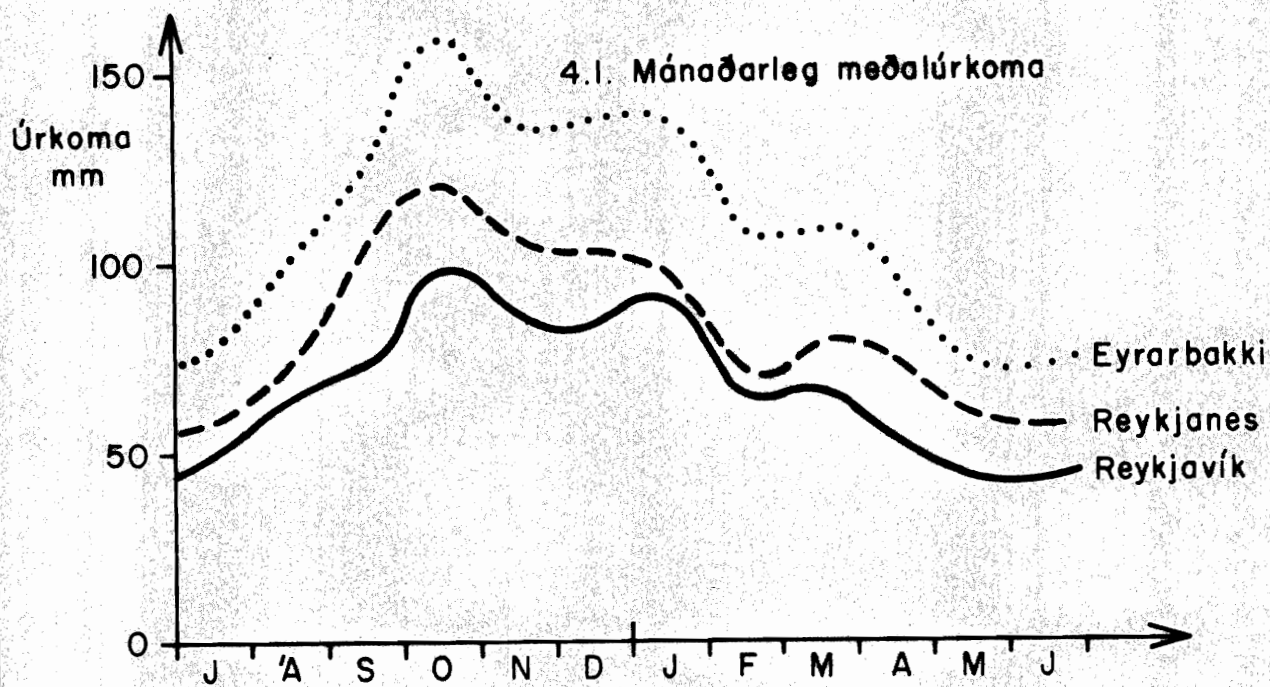
Tnr. 110

J-Reykjanes.

Fnr. 13903

Íslenska álfélagið h.f.

Mynd 4.

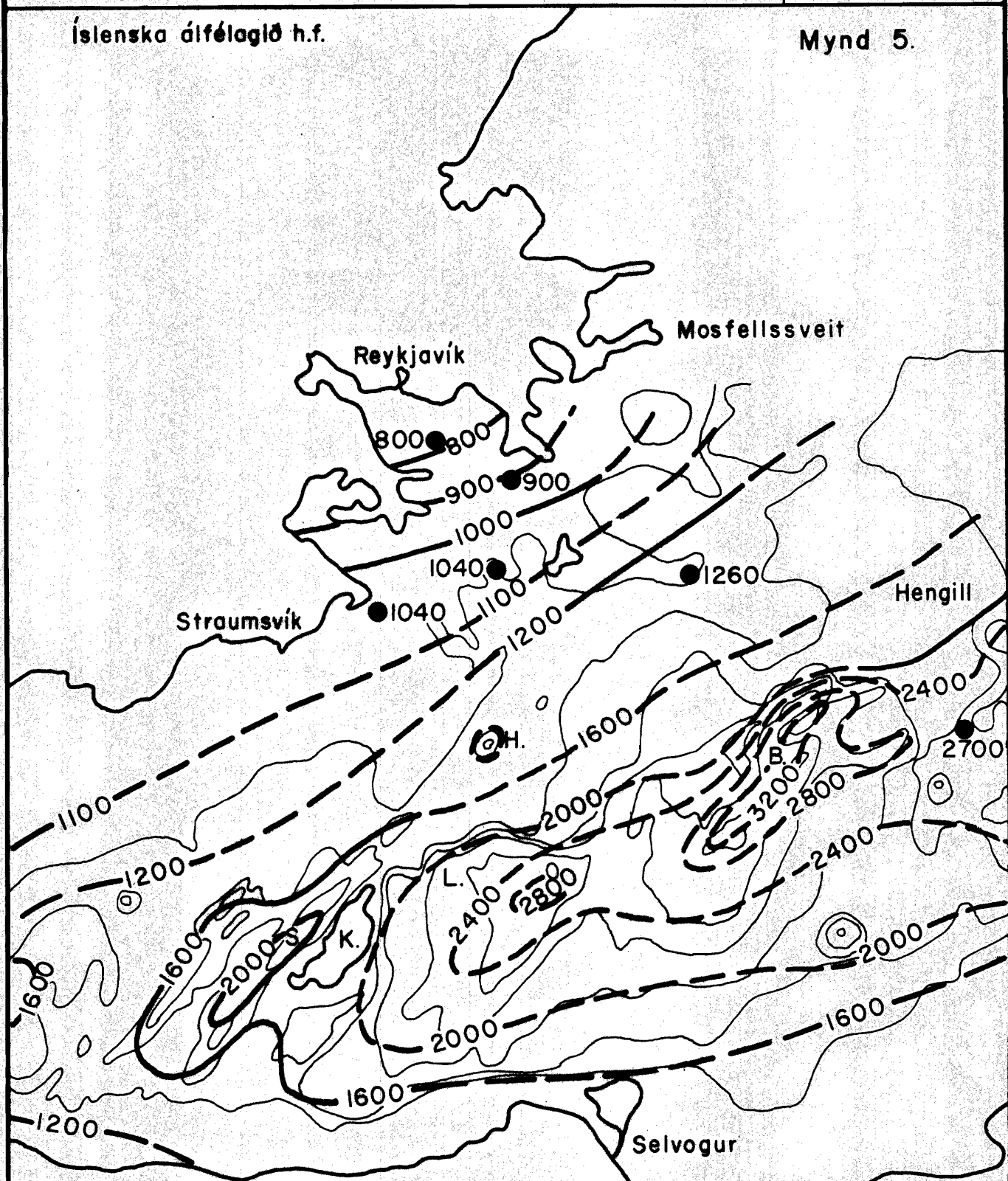




MEÐALÁRSÚRKOMA  
Straumsvíkursvæði og nágrenni

Íslenska álfélagið h.f.

Mynd 5.



SKÝRINGAR:

100 m hæðarlínur

Jafnmagnslínur úrkomu (mm/dri)

Úrkomumælistöðvar meðalársúrkoma (mm/dri)

B: Bláfjöll

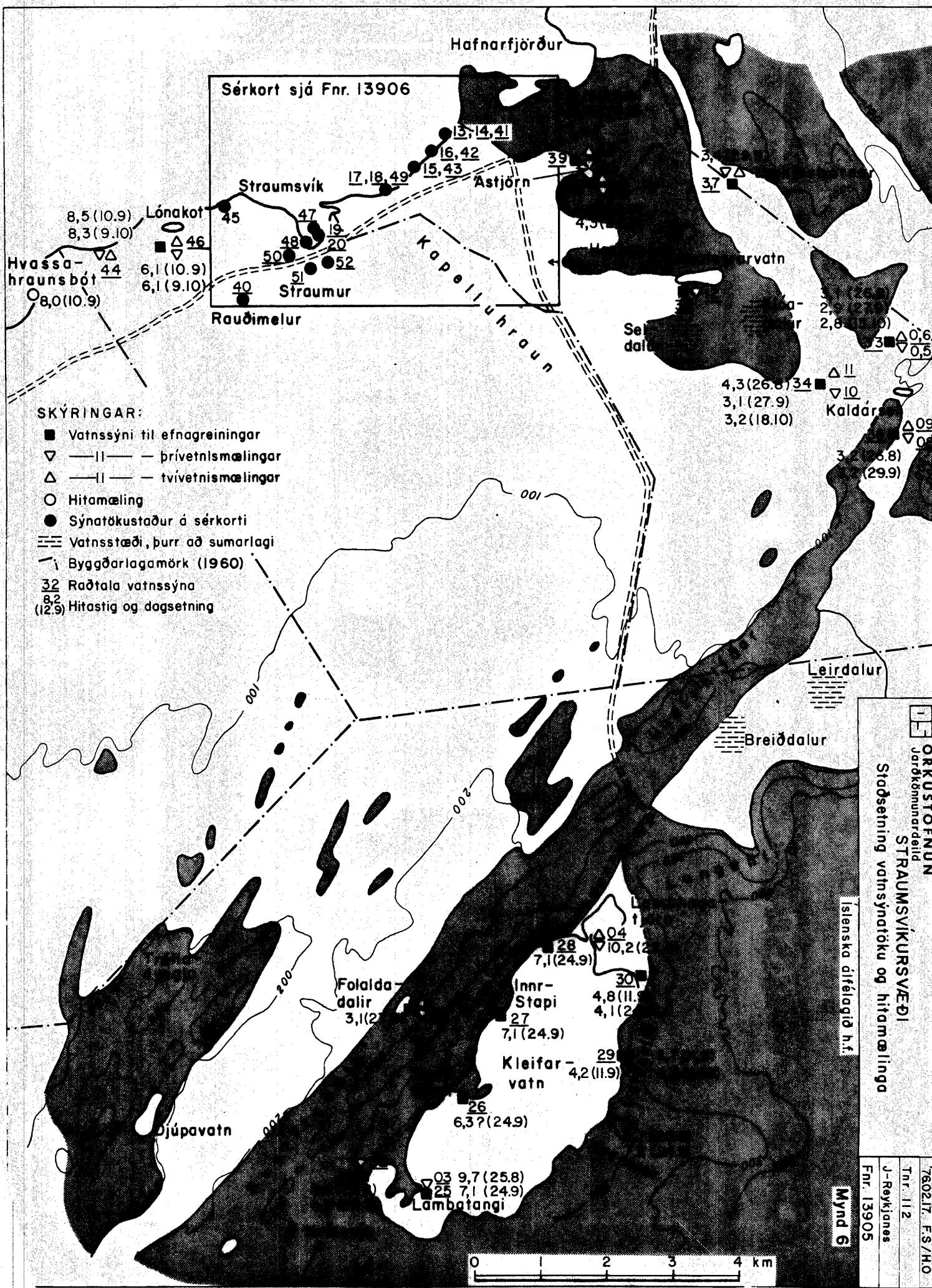
H: Helgafell

K: Kleifarvatn

L: Langahlið

S: Svelfluháls

0 5 10 km



76.02.19 F.9/H.O  
Tnr. 113  
J.-Reykjanes  
Fnr. 13906  
Mynd 7.

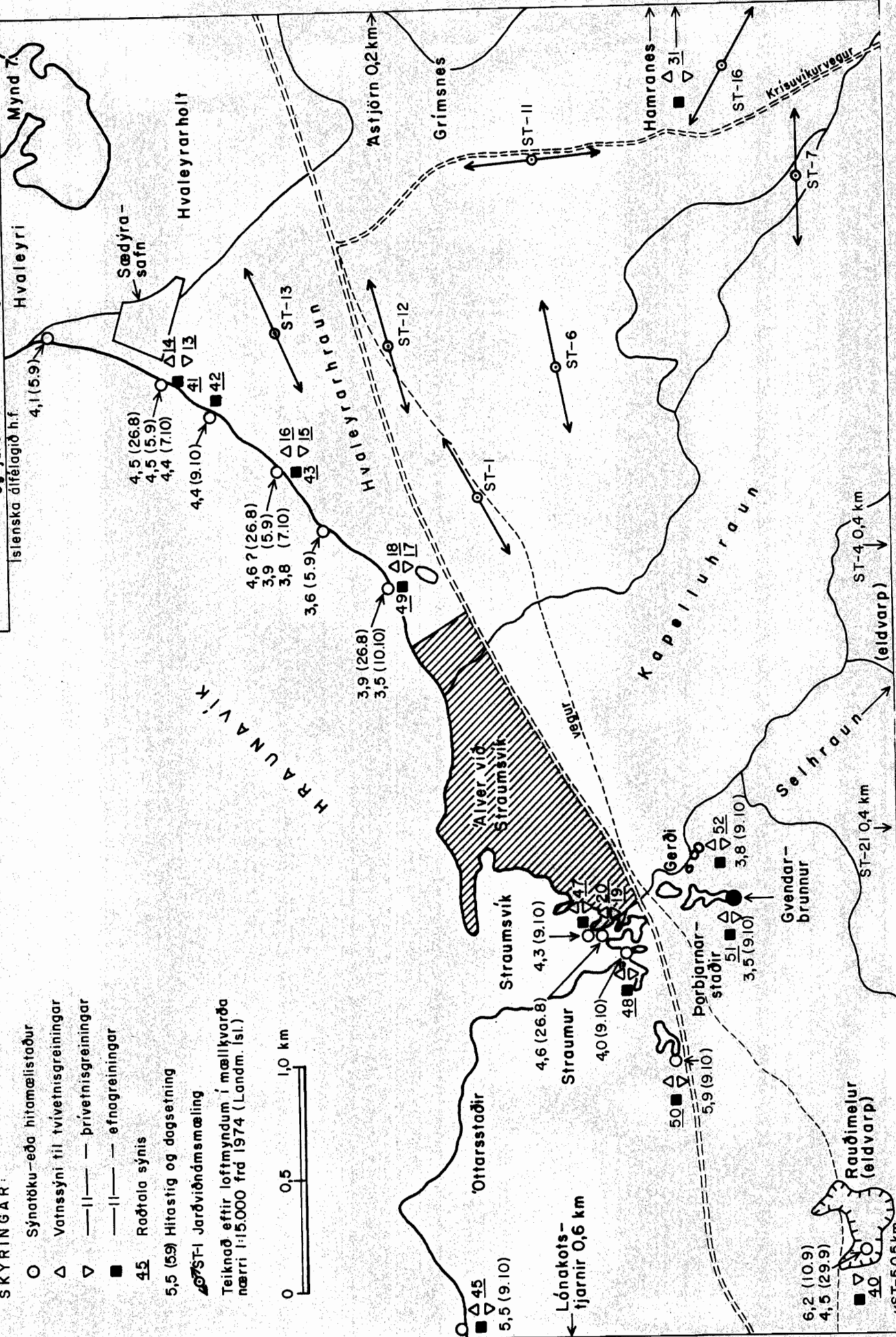
**ORKUSTOFNUN**  
Jarðkönnunardeild  
**STRÁUMSVÍK OG NAGRENNI**  
Staðsetning vatnsýnatöku, hitamælinga  
og jarðviðnámsmælinga

Íslenska álfélagið h.f.  
Hvaleyrri

**SKÝRINGAR:**

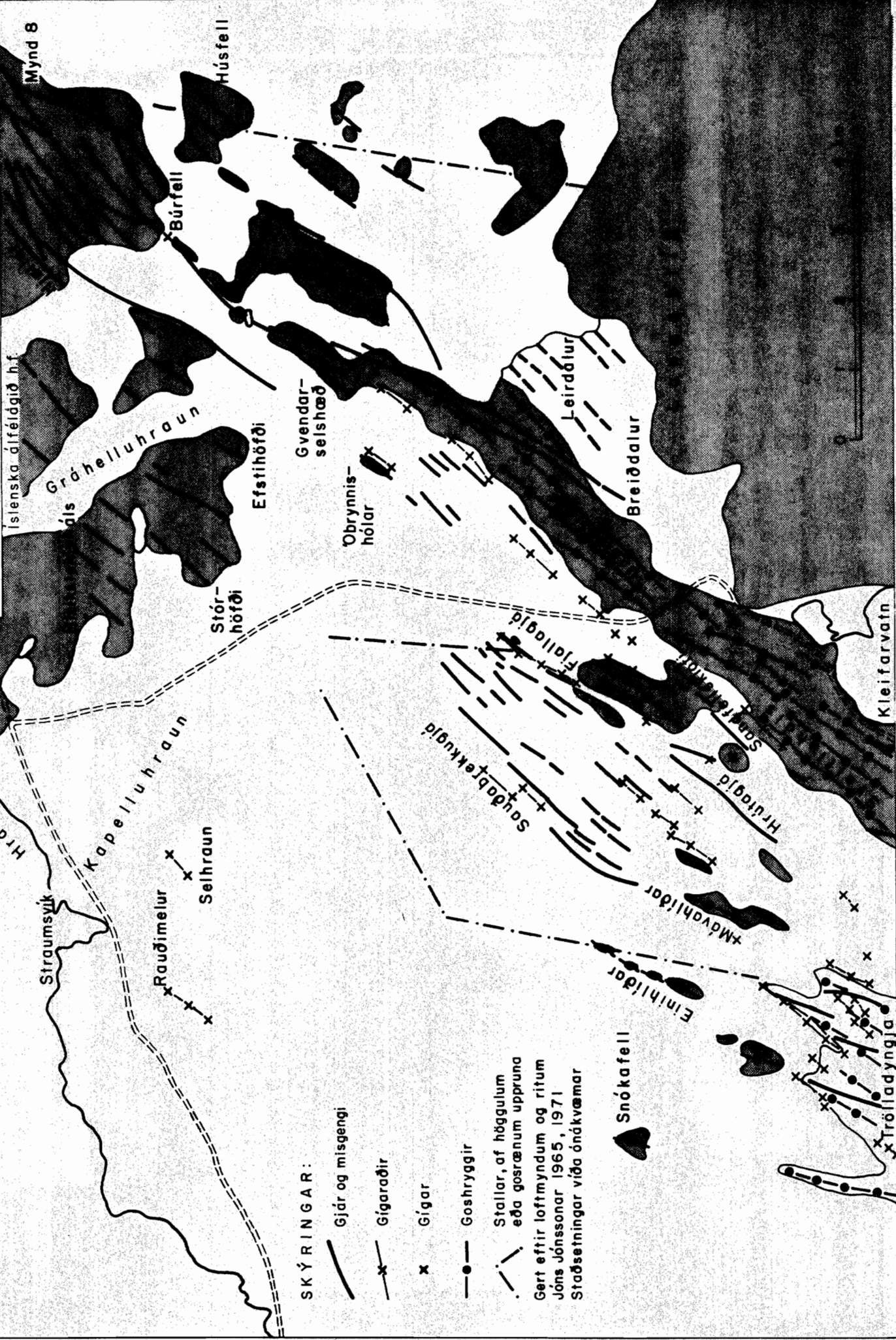
- Sýnatöku-æða hitamælistaður
- △ Vatnssýni til tívætnisgreiningar
- ▽ —||— — þrívætnisgreiningar
- —||— — efnagreiningar
- 45 Raðtala sýnis
- 5,5 (59) Hitastig og dagsetning
- ST-J Jarðviðnámsmæling

Teiknað eftir loftmyndum í mællýkvarða nærri 1:15.000 frá 1974 (Landm. Ísl.)



'76.02.24. F.S./H.O.  
 Thr. 114  
 J-Reykjanes  
 Fnr. 13907

**ORKUSTOFNUN**  
 Jarðkönnunardeild  
**STRAUMSVÍKURSVAÐI**  
 Höggun og eldvirkni



**SKÝRINGAR:**

- Gjár og misgengi
- x — Gígaráðir
- x Gígar
- ● — Goshryggir
- Stallar, af höggulum eða gosrænum uppruna
- Gert eftir loftmyndum og ritum Jóns Jónssonar 1965, 1971
- Staðsetningar víða ónákvæmar

Snókafell

Íslenska álfeldgið hf.

Mynd 8

'76.02.27. FS/HO  
 Tr. 115  
 J-Reykjanes  
 Fnr. 13908

ORKUSTOFENUN  
 Jarðkönnun og  
**STRAUMSVÍKURSVÆÐI**  
 Bratti á yfirborði hrauna

Íslenska dítelagjó h.f.



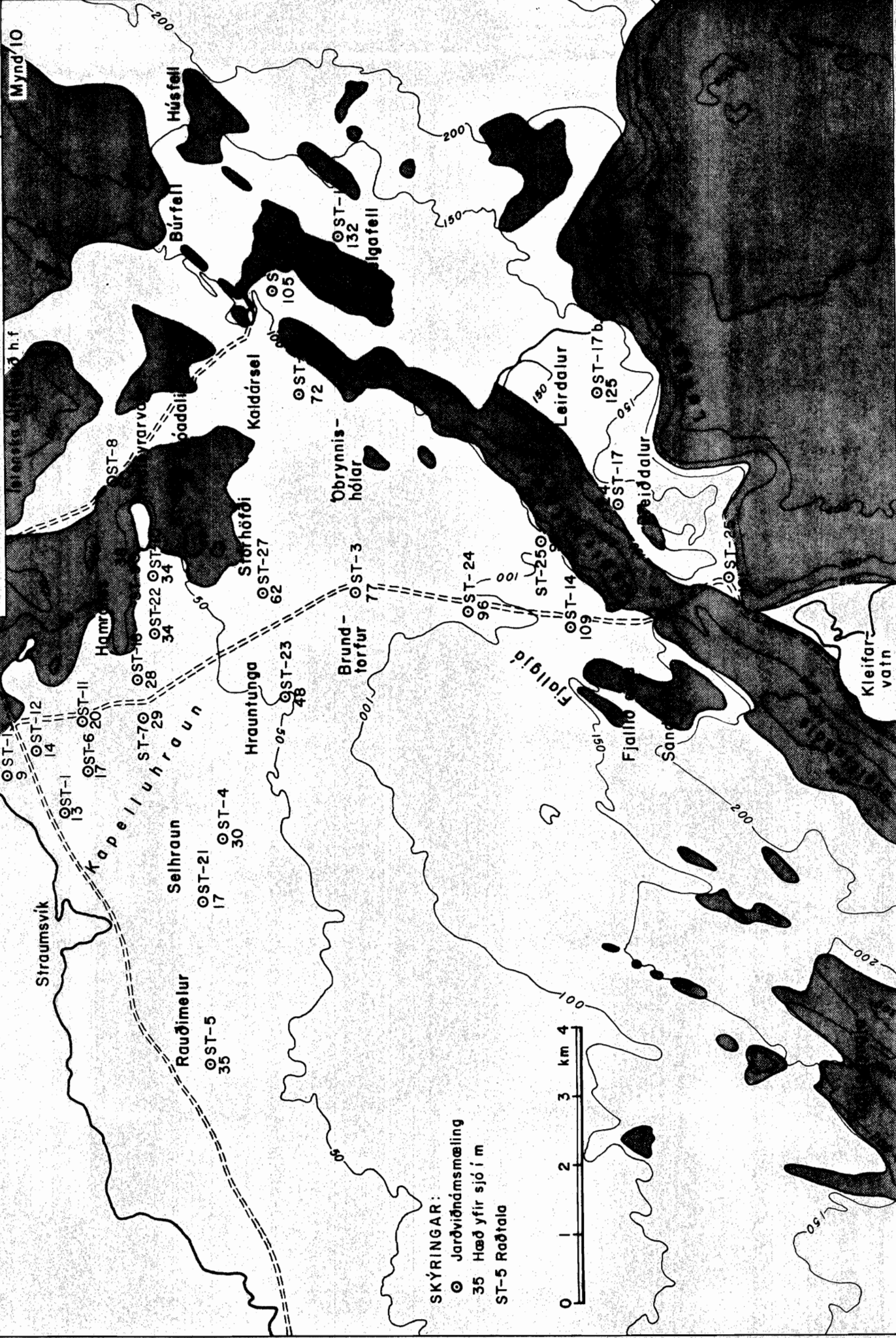
Straumsvík

- SKÝRINGAR:
- 40- Jafnbrattalínur, m á km.
  - 20m hæðar- og dýptarlínur
  - Núverandi strandlína
  - Bratti <10 m/km
  - Bratti >40 m/km

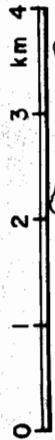


760219 FS/H.O  
Tnr. 116  
J-Reykjanes  
Fnr. 13909

**ORKUSTOFNUN**  
Jarðkönnunardeild  
**STRAUMSVÍKURSVAÐI**  
Staðsetning jarðviðnámsmælinga



SKÝRINGAR:  
 ⊙ Jarðviðnámsmæling  
 35 Hæð yfir sjó í m  
 ST-5 Raðtala



760323 FS/AA

Tnr. II7

J-Reykjanes

Fnr. 13972

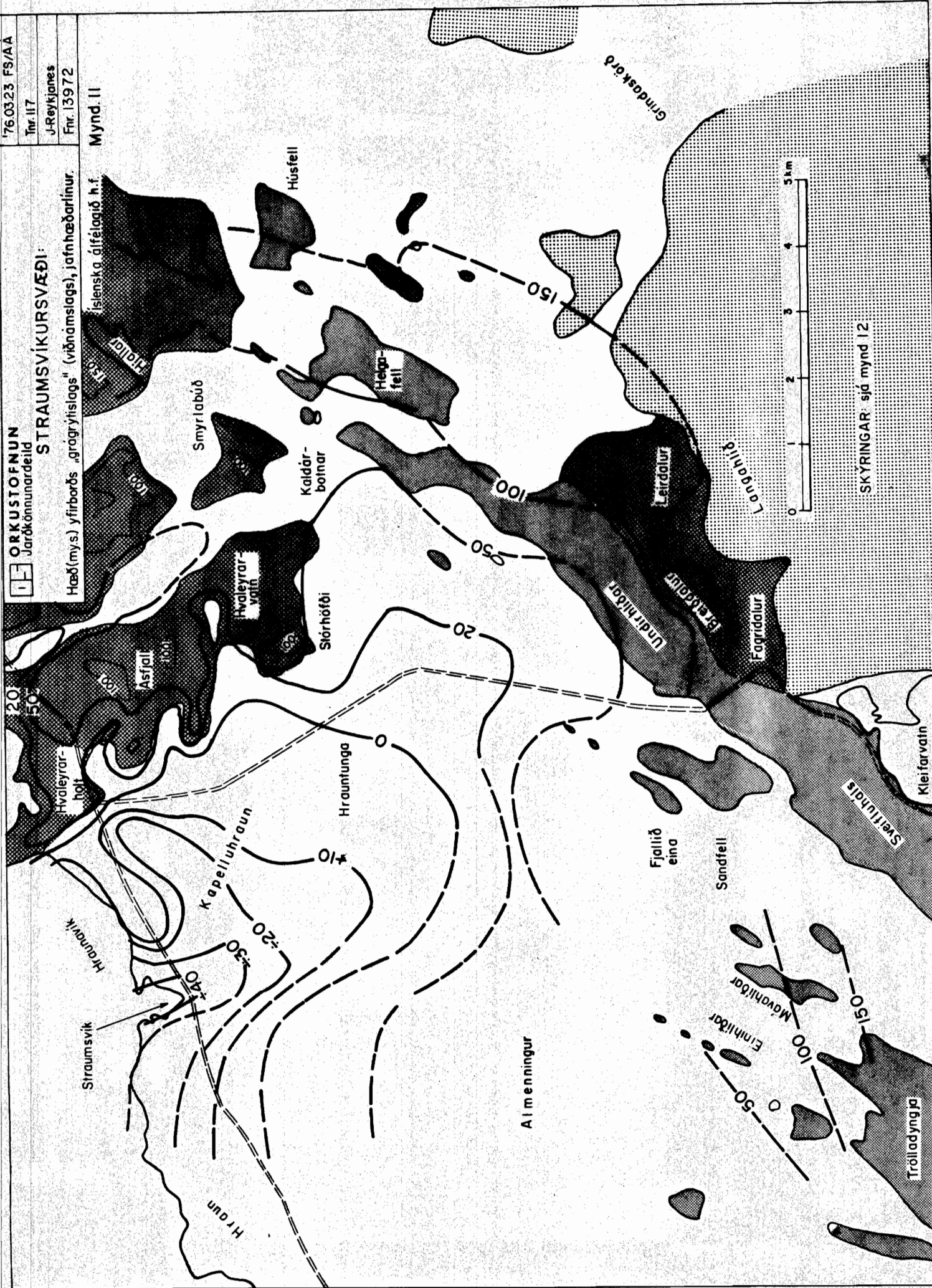
Mynd. II

ORKUSTOFNUN  
Jarðkönnunardeild

### STRAUMSVIKURSVAÐI:

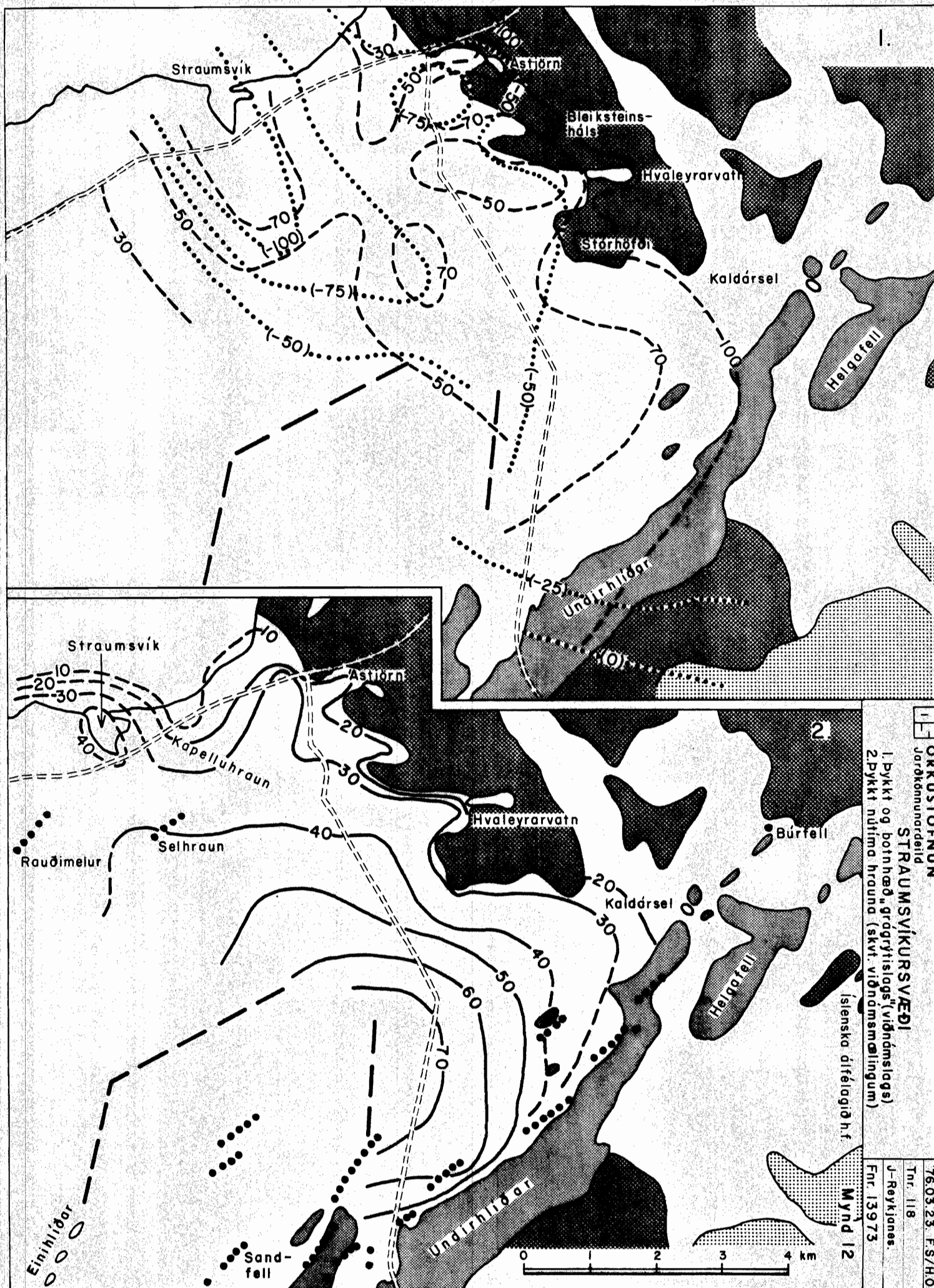
Hæð(mys.) yfirborðs „grágrýtislags“ (viðnámslags), jafnhæðarlínur.

Íslenska álfélagið h.f.



SKYRINGAR: sjá mynd 12





ORKUSTIOFNUM  
 Jarðkönnunardeild  
**STRAUMSVÍKURSVÆÐI**  
 1. Þykkt og botnhæð, grádyrtislags (viðnámsslags)  
 2. Þykkt nýlima hrauna (stvt. viðnámssmálingum)  
 Íslenska ártélagið h. f.  
 Nr. 118  
 J.-Reykjanes.  
 Fr. 13973  
 Mýnd 12  
 7603.23. FS/HO



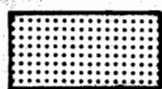
SKÝRINGAR VIÐ KORT 11 og 12.



Grágrýti



Móberg í Móhálsum, Undirhlíðum og Helgafelli



Móberg í Lönguhlíð



Stallur undir hraunum

1. þykkt og botnhæð „grágrýtislags“ (viðnámslags):



þykkt „grágrýtislags“.

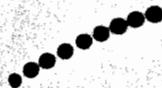


Botnhæð grágrýtislags“ (my.s.).

2. þykkt nútíma hrauna (skvt. viðnámsmælingum):



þykkt hrauna



Eldstöðvar

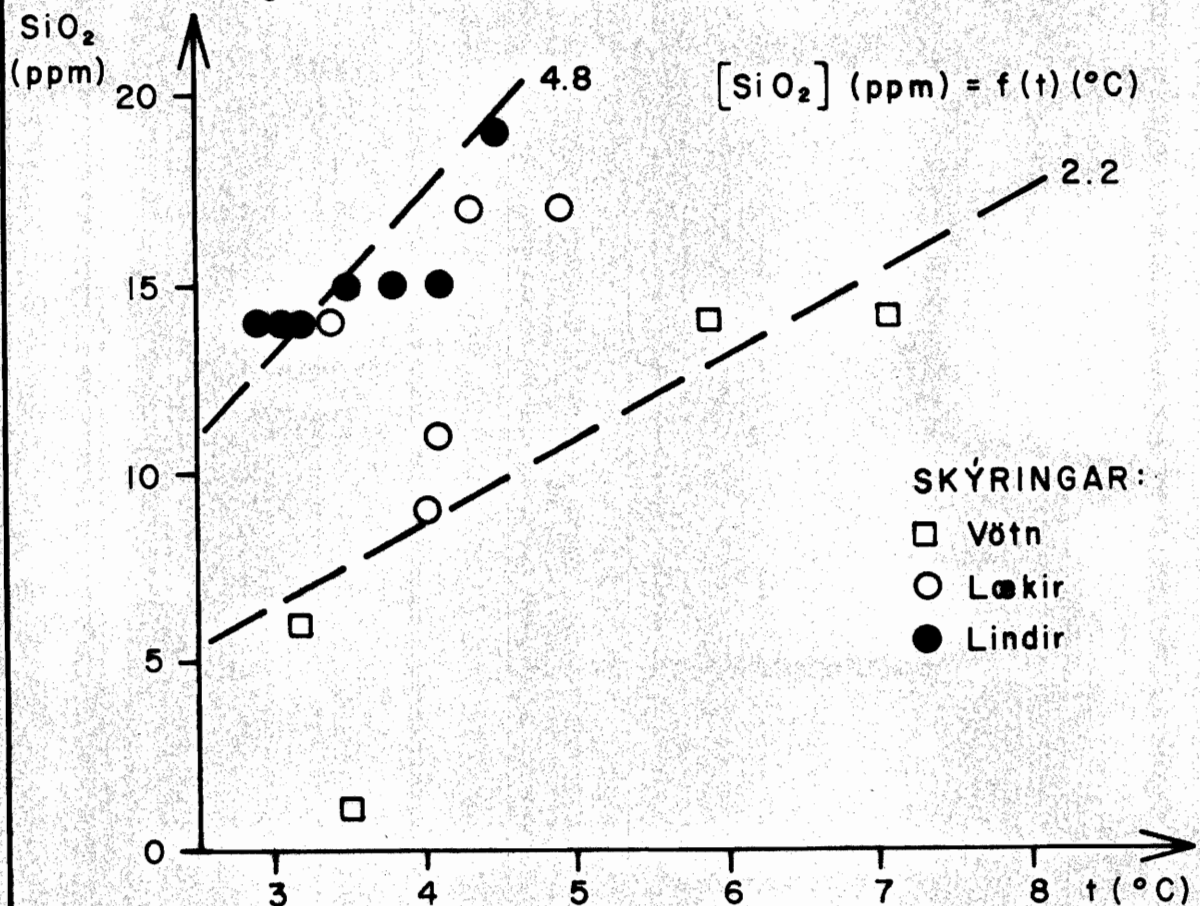
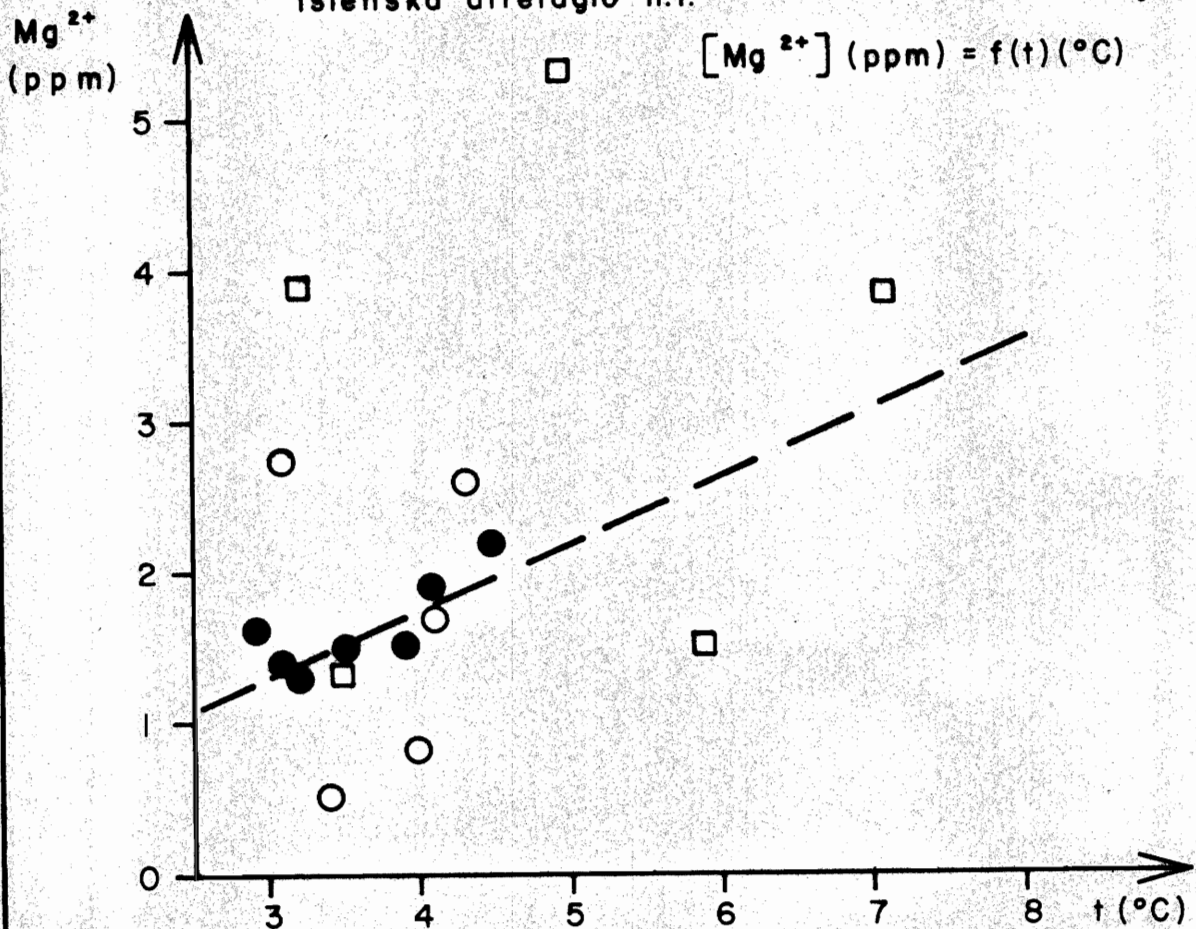


STRAUMSVÍKURSVÆÐI

Samband vatnshita og  $[Mg^{2+}]$ ,  $[SiO_2]$  í ferskvatnssýnum

Íslenska álfélagið h.f.

Mynd 13.



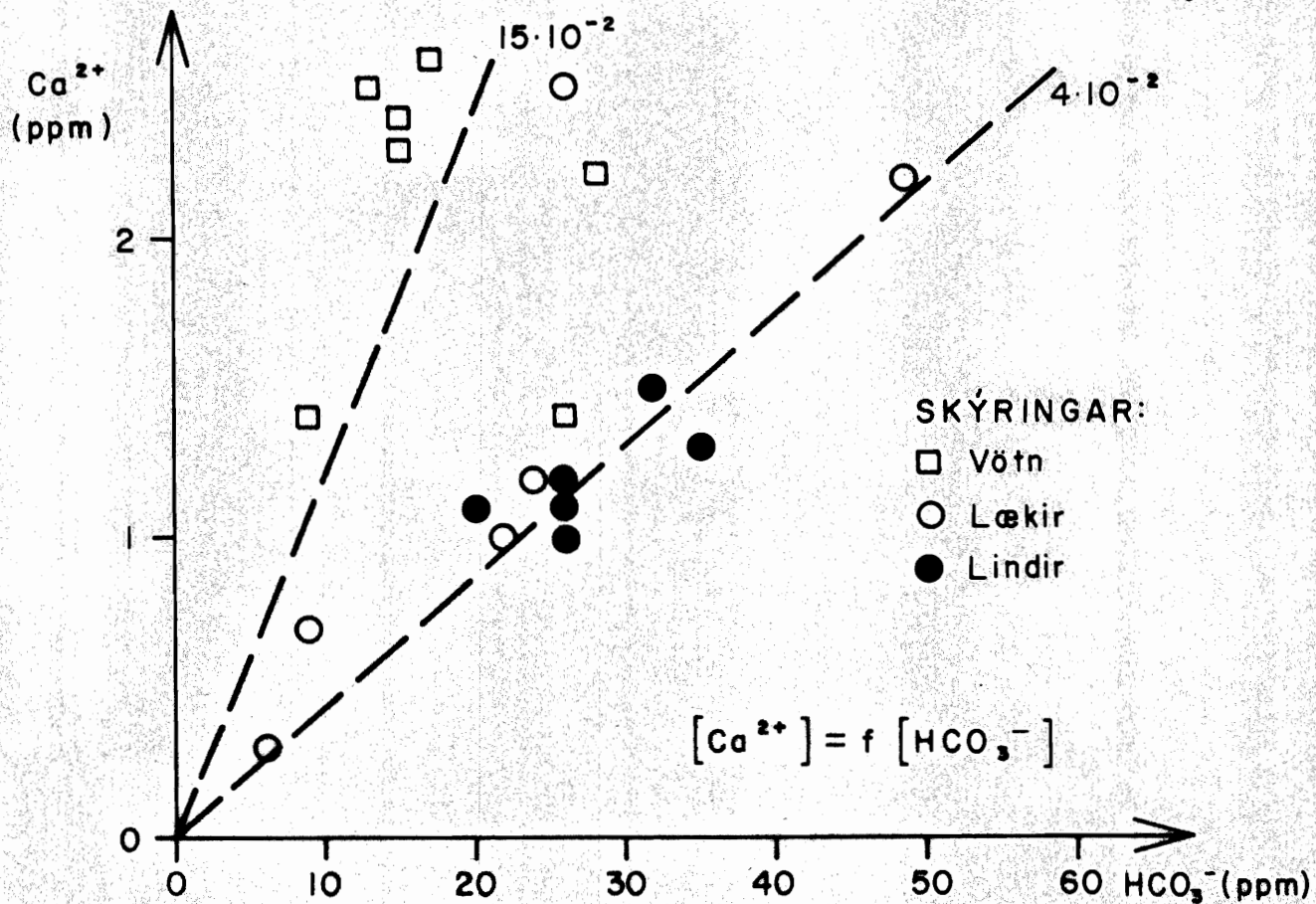
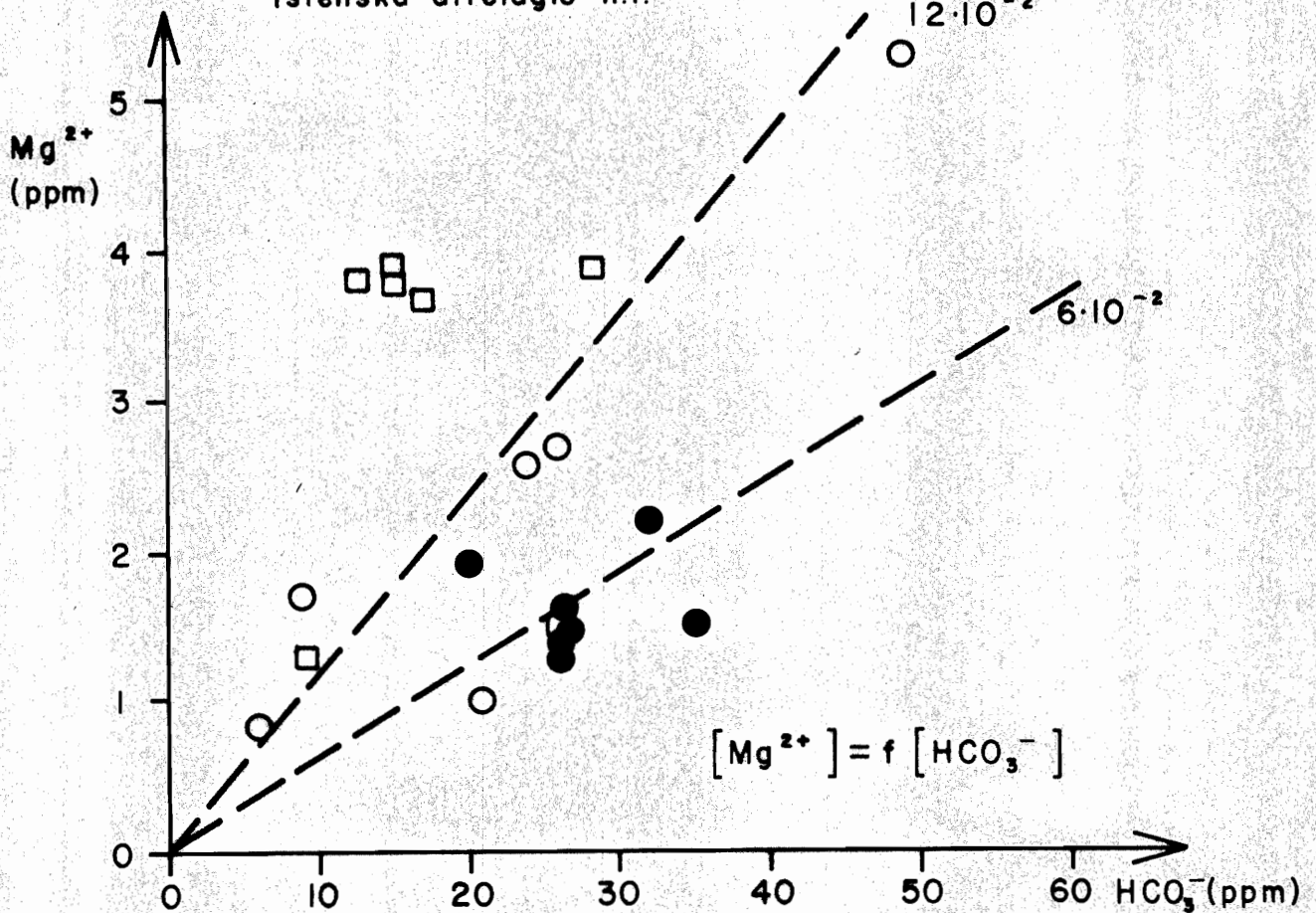


STRAUMSVÍKURSVÆÐI

Samband  $[Mg^{2+}]$ ,  $[Ca^{2+}]$  og  $[HCO_3^-]$  í ferskvatnssýnum

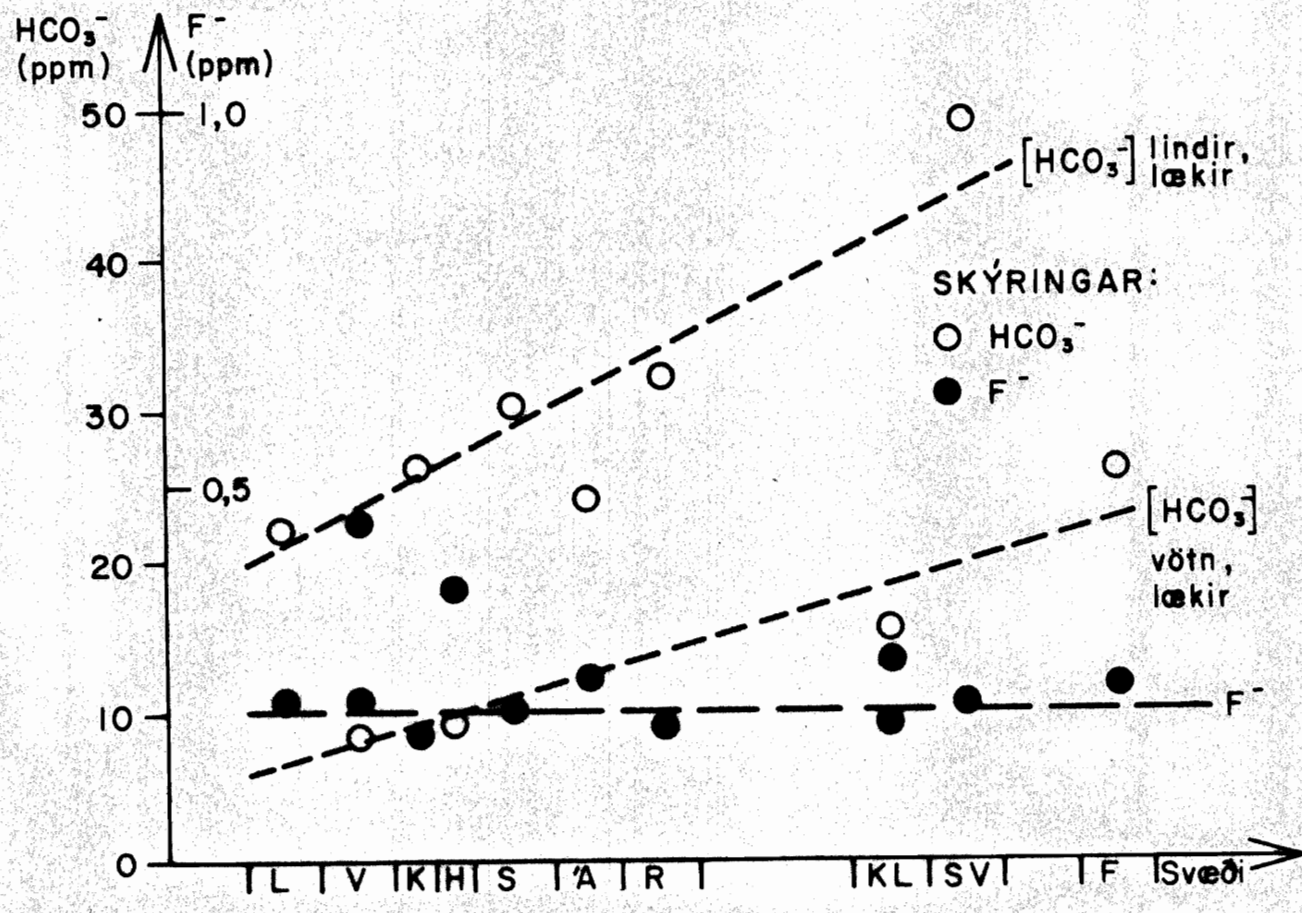
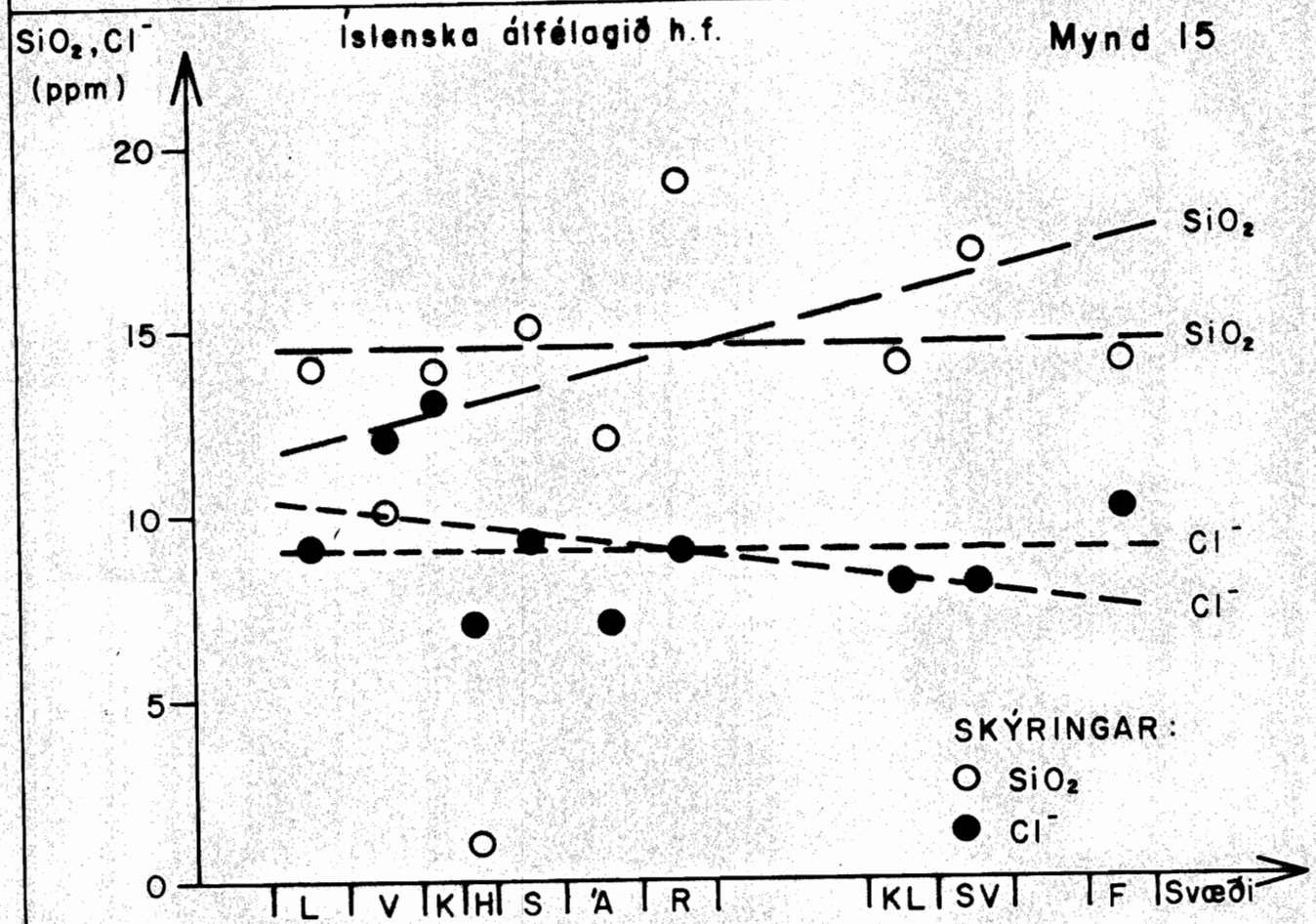
Íslenska álfélagið h.f.

Mynd 14



SKÝRINGAR:

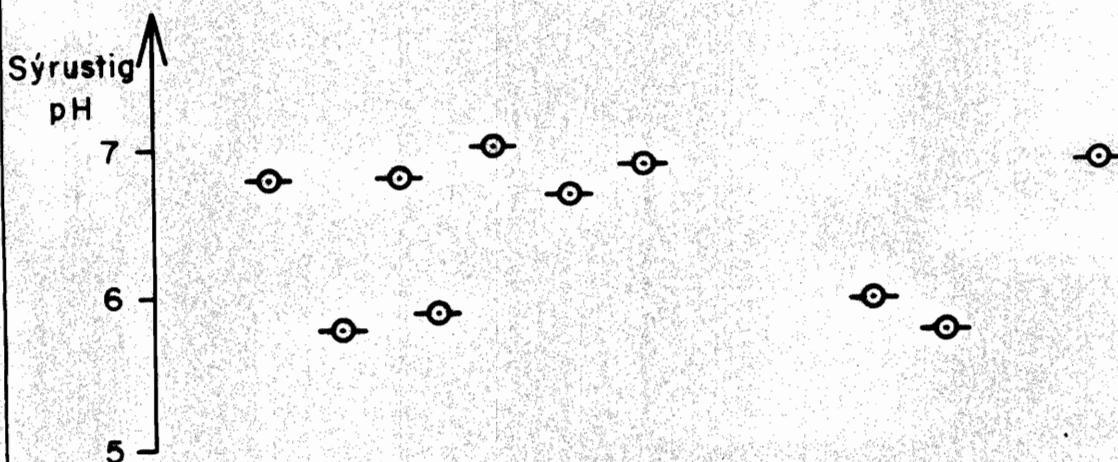
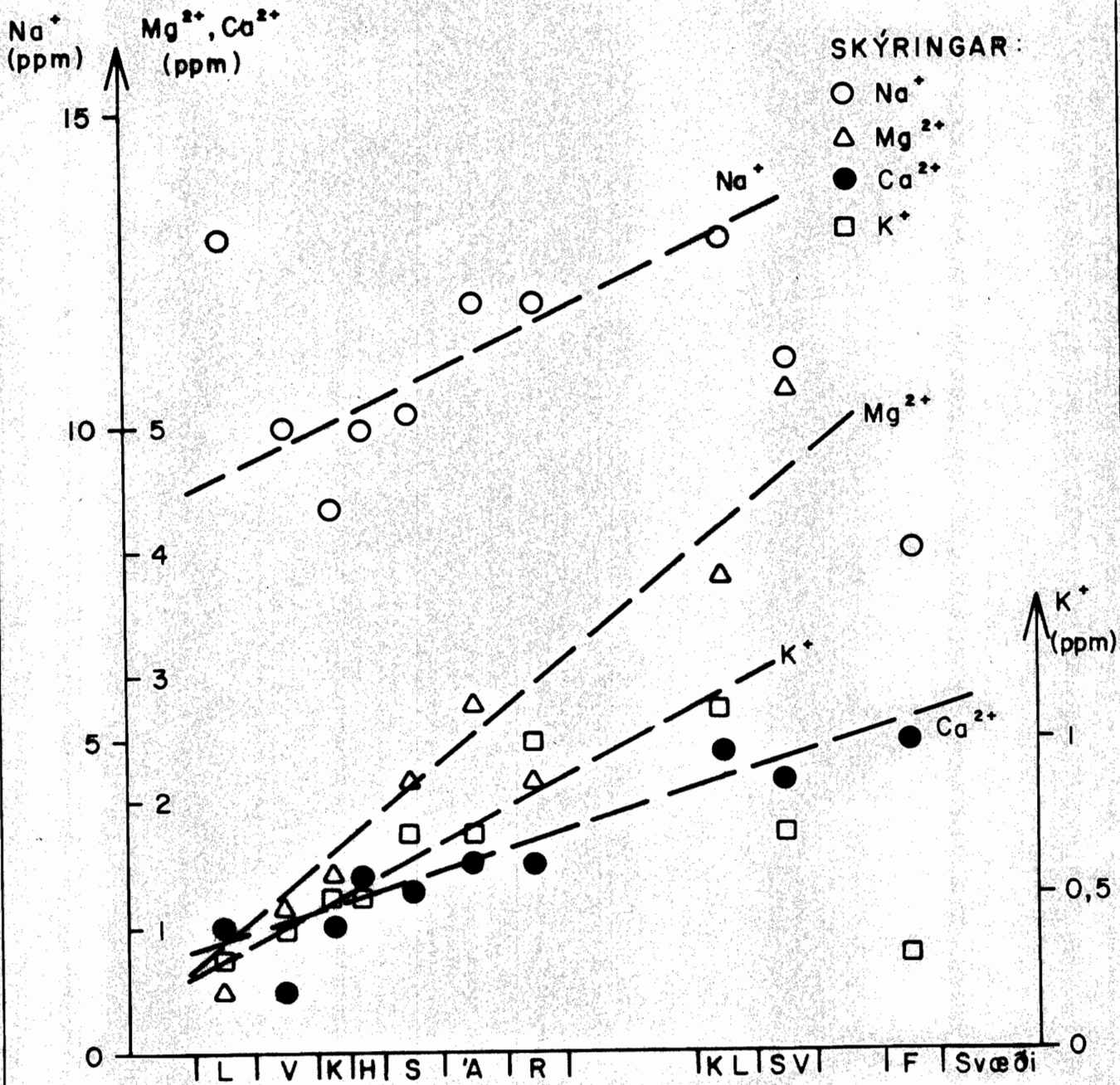
- Vötn
- Lækir
- Lindir





Íslenska álfélagið h.f.

Mynd 16

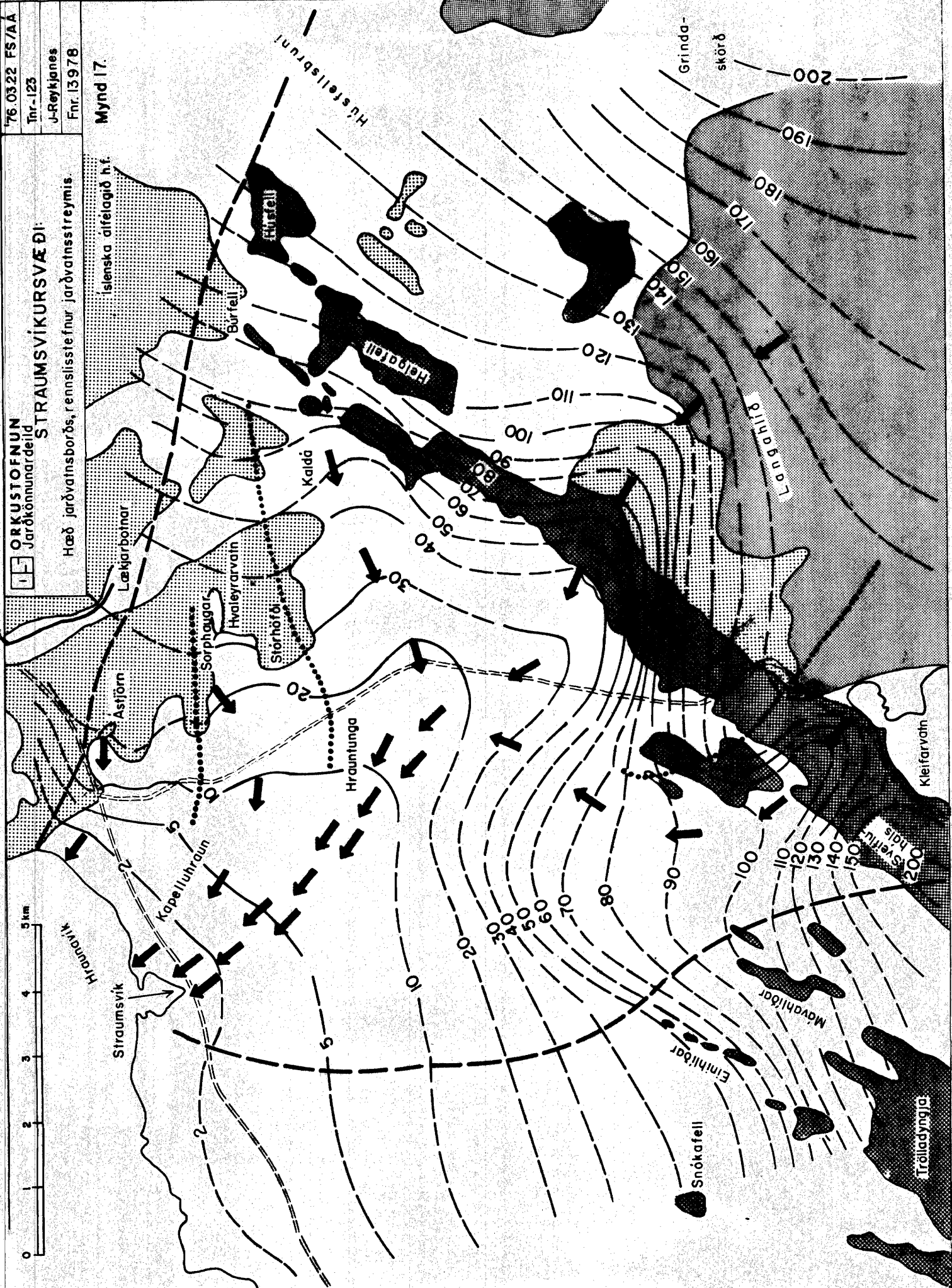


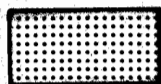
76.0322 FS/AA  
Tnr.-123  
J-Reykjanes  
Fnr. 13.978

Mynd 17.

ORKUSTOFNUN  
Jarðkönnunardeild  
STRÁUMSVÍKURSVÆÐI  
Hæð jarðvainsborðs, rennslisteinar jarðvatnsstræymis.

Íslenska aðfangið h.f.

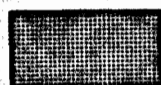




Grágrýti



Móberg, Undirhlíðar–Sveifluháls



Móberg, Langahlíð–Þríhnúkar



Jafnhæðarlína jarðvatnsborðs



Jafnhæðarlína jarðvatnsborðs, óviss



Takmörk aðrenslissvæðis Straumsvíkur



Vatnaskil á aðrenslissvæðinu



Rennslisstefna jarðvatnsstreymis

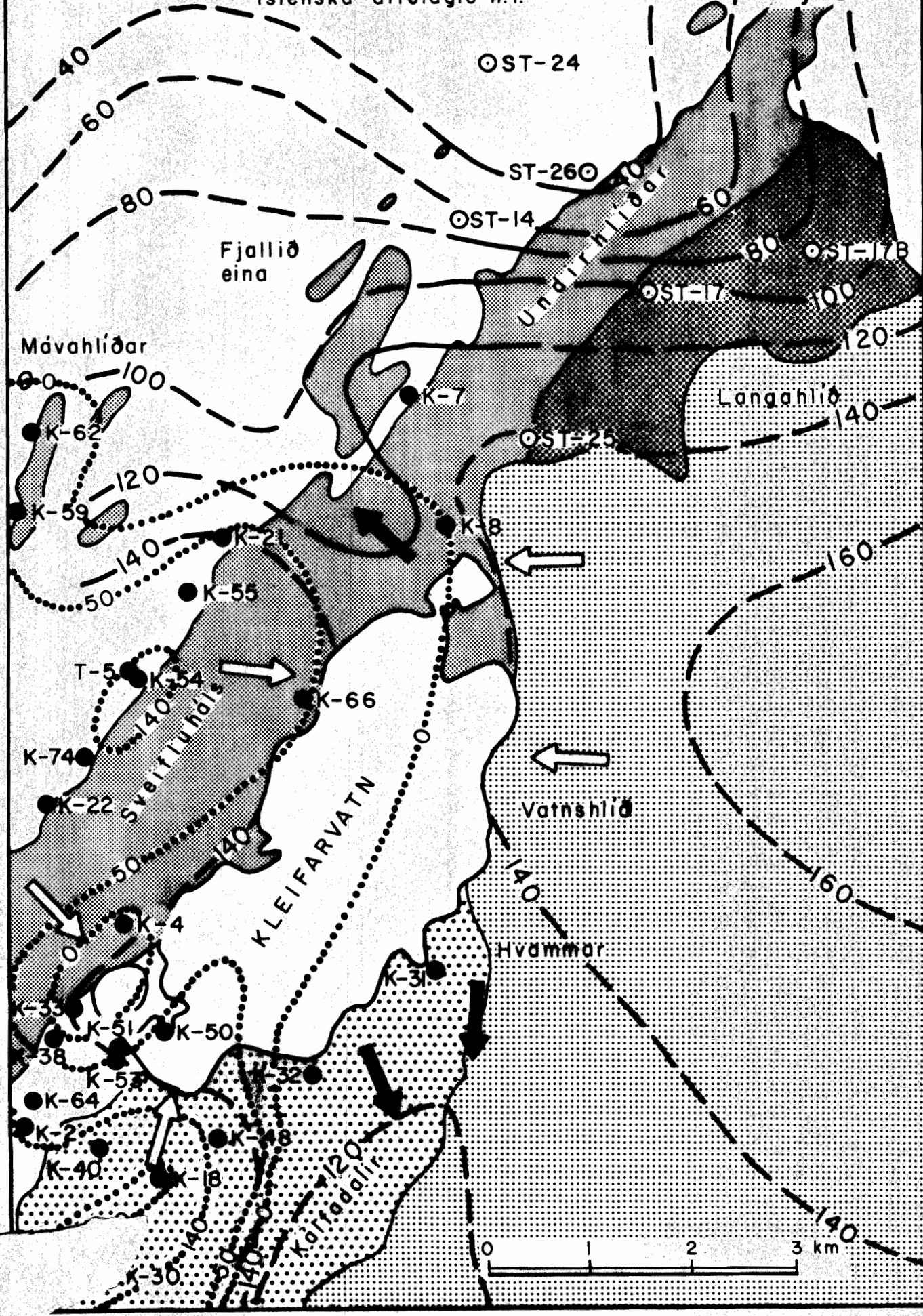


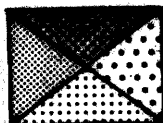


Jarðvatnsborð umkringis Kleifarvatn

Íslenska álfélagið h.f.

Mynd 18





Aðgreindir bergskrokkar, mest móberg

● K-50 Mælistaður jarðviðnámsmælinga Krisuvíkursvæði

⊙ ST-25 Mælistaður jarðviðnámsmælinga Straumsvíkursvæði

...50... Jafnhæðarlínur yfirborðs lágviðnámskrokks (jarðhita)

40 — — Jafnhæðarlínur jarðvatnsborðs



Streymisstefna aðrennslis til Kleifarvatns.

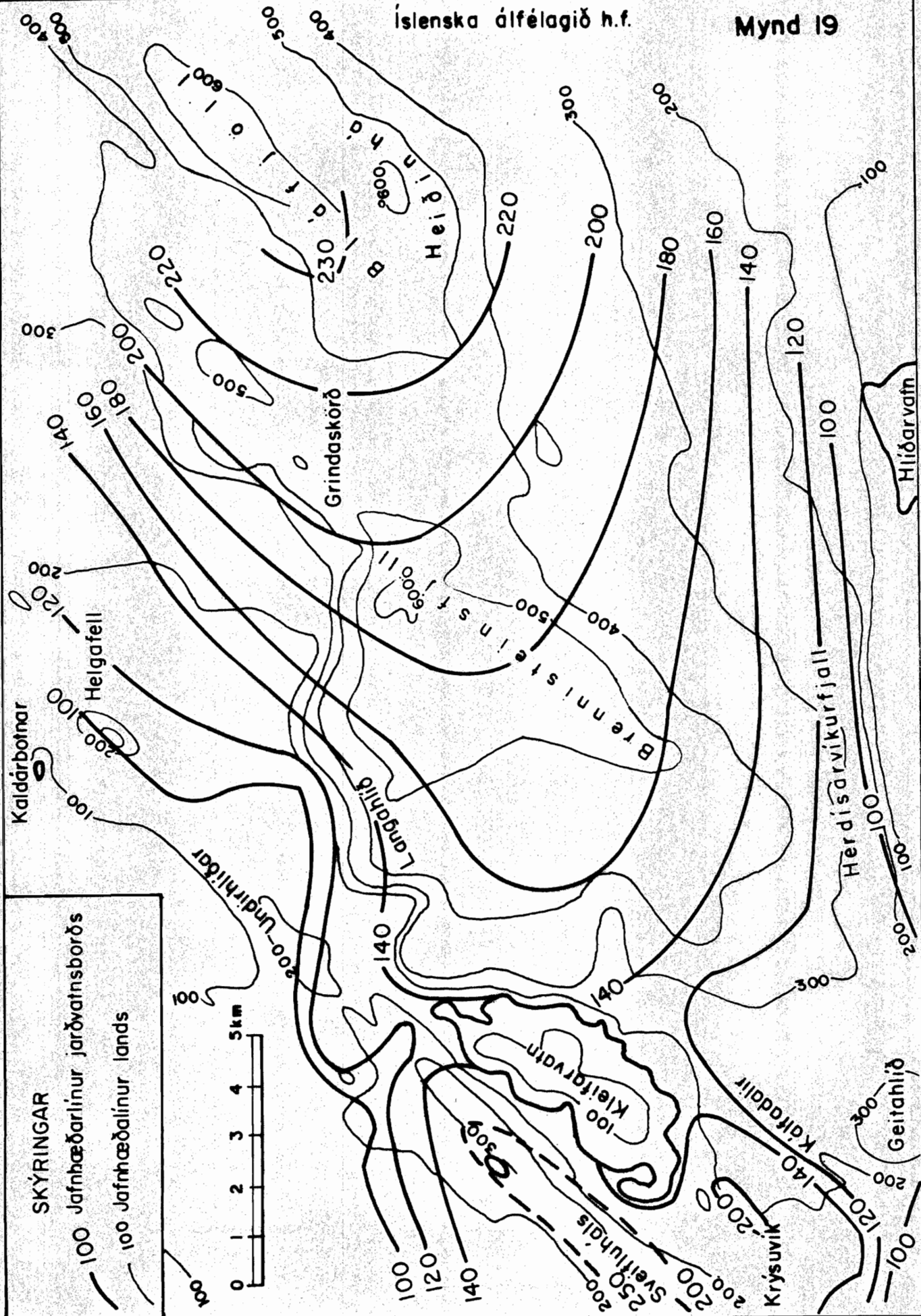


Streymisstefna úrennslis úr Kleifarvatni.



Íslenska álfélagið h.f.

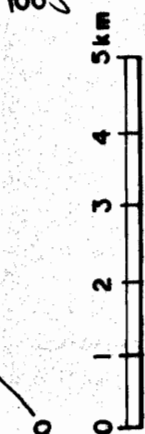
Mynd 19



SKÝRINGAR

100 Jafnhæðarlínur jarðvatnsborðs

100 Jafnhæðarlínur lands

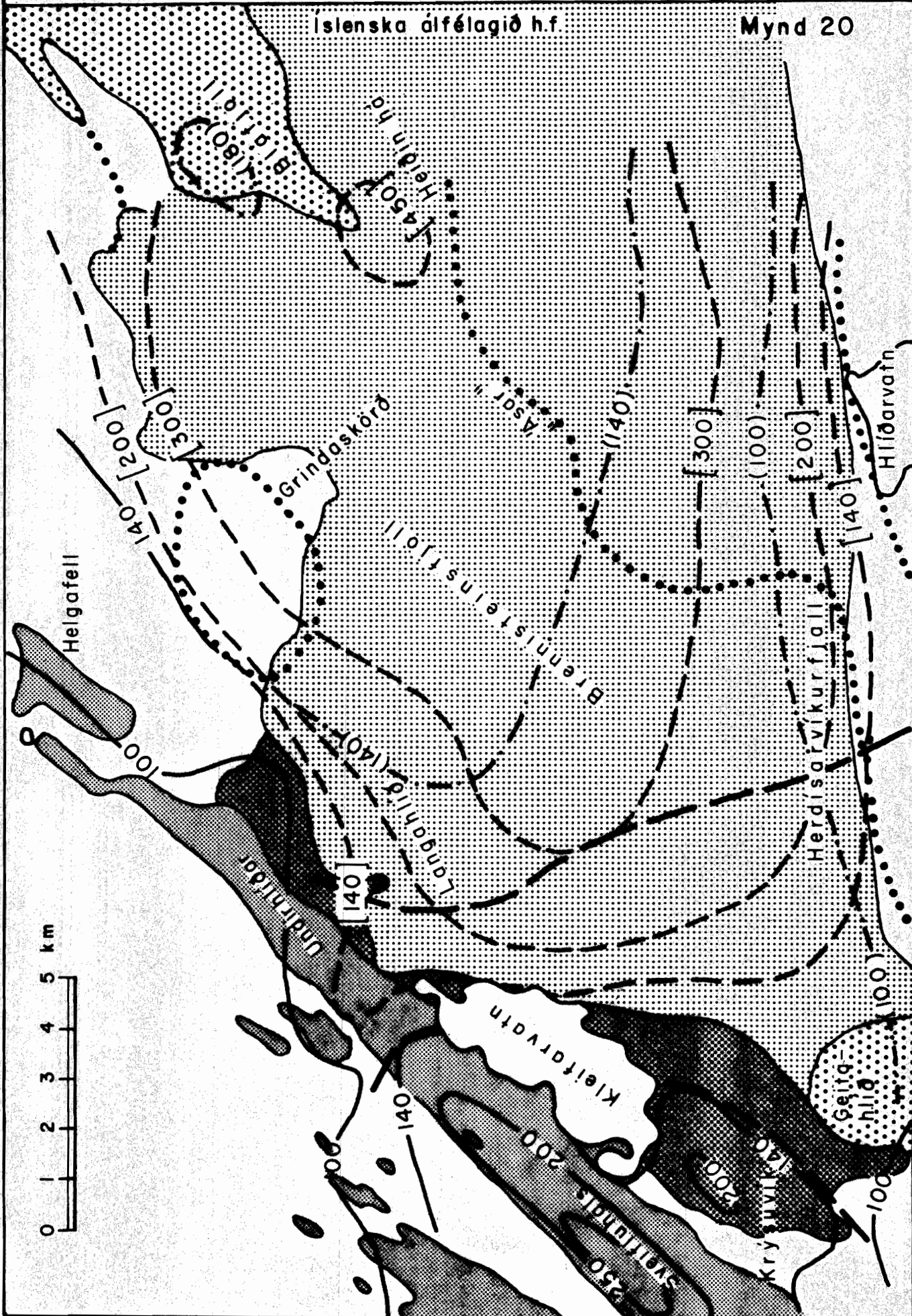




Jarðvatnsborð í Lönguhlíð - Bláfjöllum

Íslenska álfélagið h.f.

Mynd 20





ORKUSTOFNUN

Jarðkönnunardeild

SKÝRINGAR VIÐ MYND 20

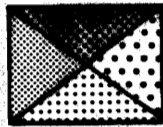
Jarðvatnsborð í Lönguhlíð - Bláfjöllum 2

'76.03.23. FS/H.O

Tnr 125a

J-Reykjanes.

Fnr. 13980 a



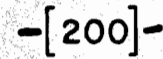
Aðgreindir bergskrokkar, mest móberg



Jafnhæðarlínur jarðvatnsborðs,  
athugaðar, mældar og ágizkaðar.



Jafnhæðarlínur jarðvatnsborðs,  
reiknaðar,  $k = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$ .



Jafnhæðarlínur jarðvatnsborðs,  
reiknaðar,  $k = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$ .



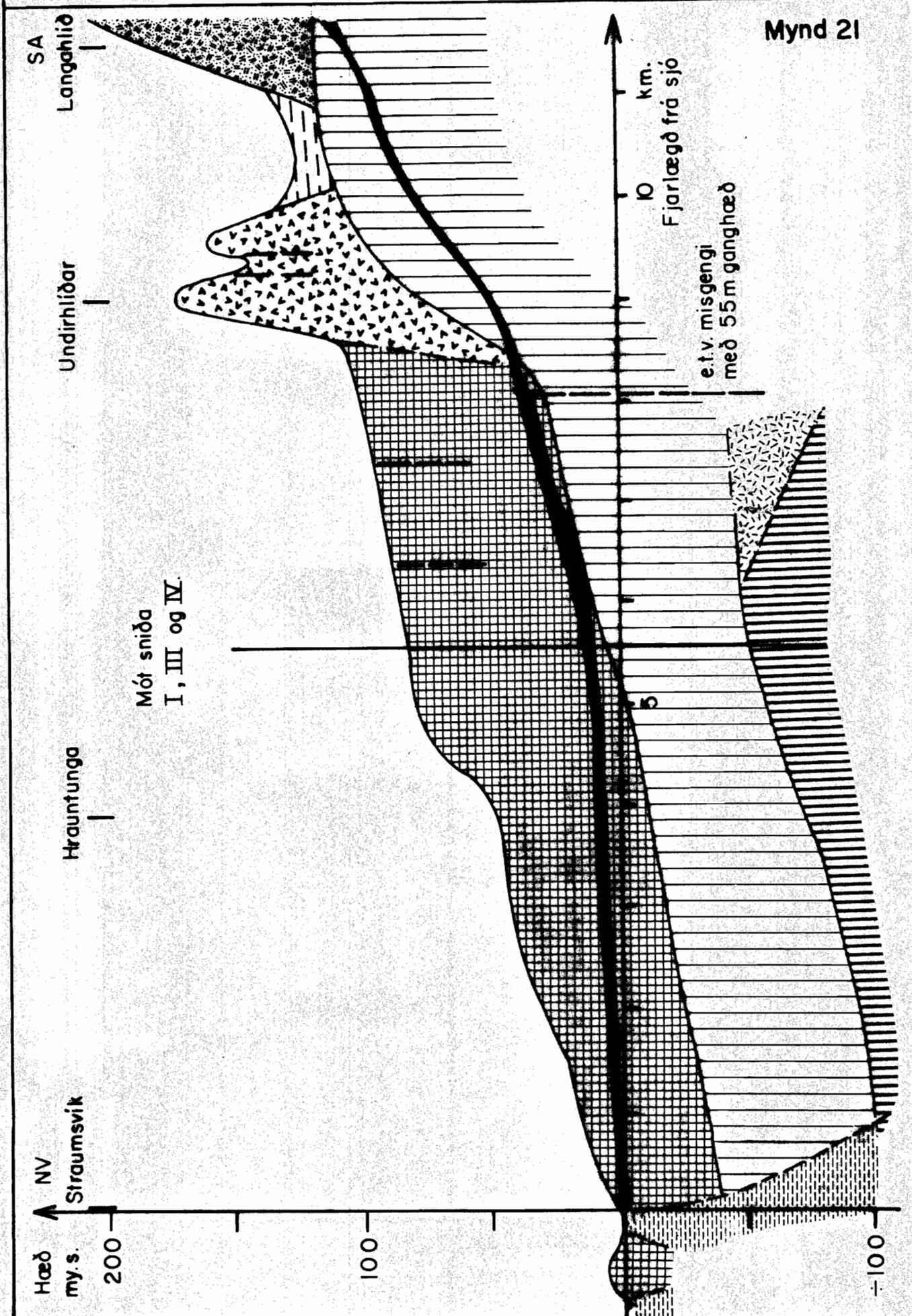
Mörk útrenslissvæða,  
ef  $k = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$ .



Mörk afrenslissvæða Kleifarvatns,  
ef  $k = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$ .



STRAUMSVÍKURSVÆÐI  
Jarðsnið, jarðvatnsborð.  
Snið I



Mynd 21

SA  
Langahlið

Undirhlíðar

Mót sniða  
I, III og IV.

Hrauntunga

NV  
Straumsvík  
Hæð  
my. s.  
200

100

-100

km.

Fjarlægð frá sjó

e.t.v. misgengi  
með 55m ganghæð



**ORKUSTOFNUN**  
Jarðkönnunardeild.

**STRAUMSVÍKURSVÆÐI**  
Jarðsnið, jarðvatnsborð  
Snið II

'76.03.16 FS/ÁÁ

Tnr. 130

J-Reykjanes

Fnr. 14041

Íslenska álfélagið h.f.

Mynd 22.

SA

Undirhlíðar

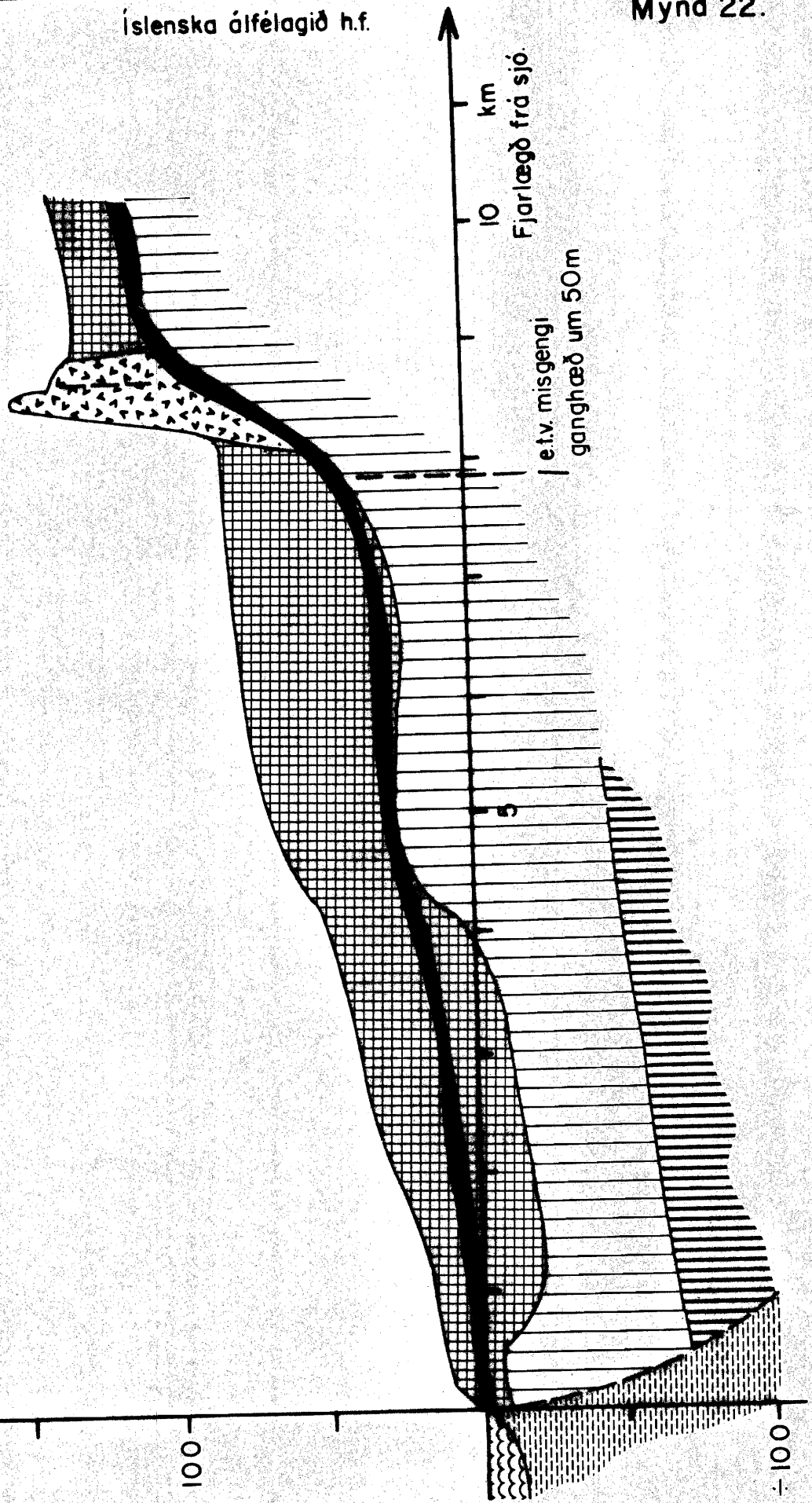
Stórhöfði

Hæð NV  
Hraunavík

200

100

-100





ORKUSTOFNUN  
Jarðkönnunardeild.

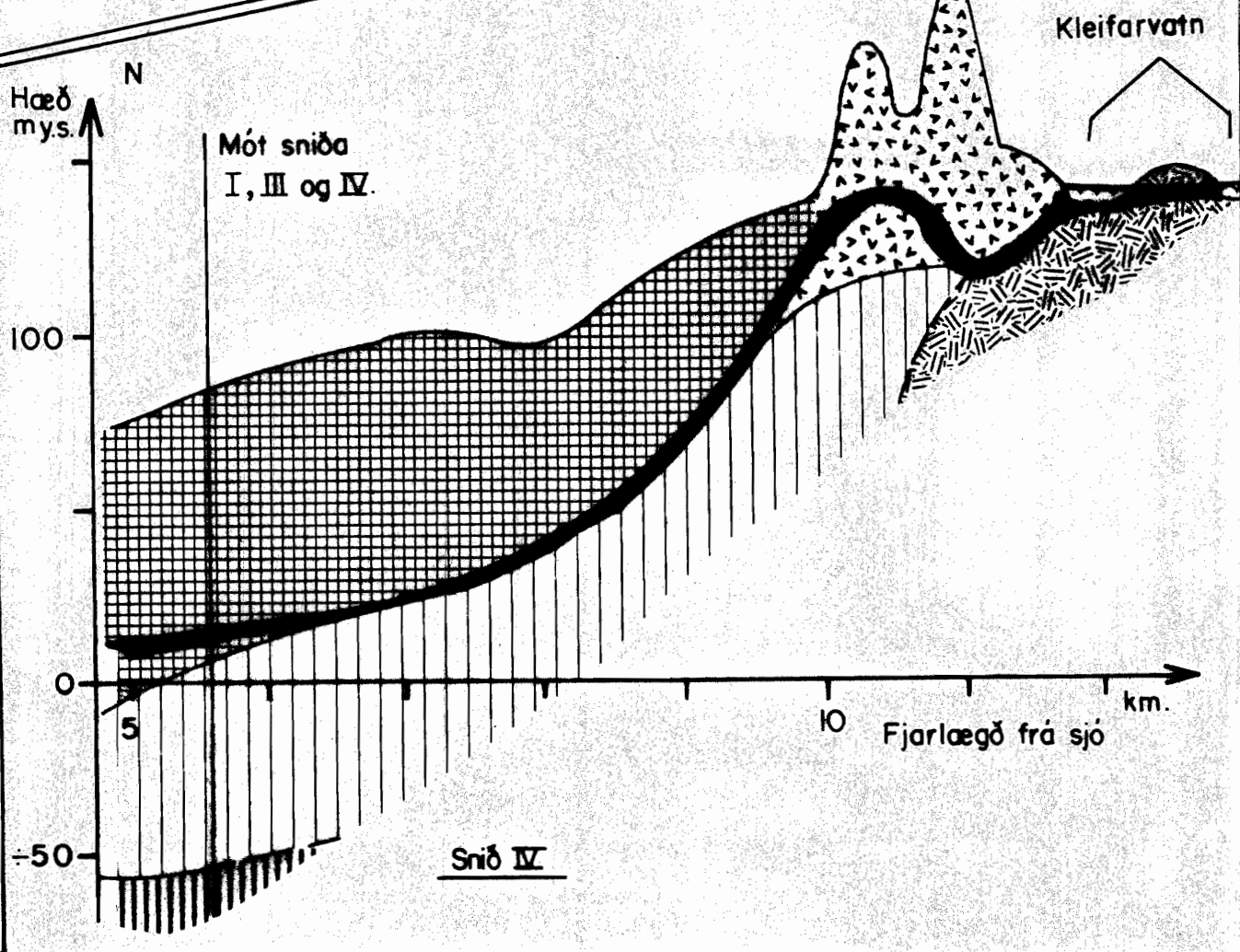
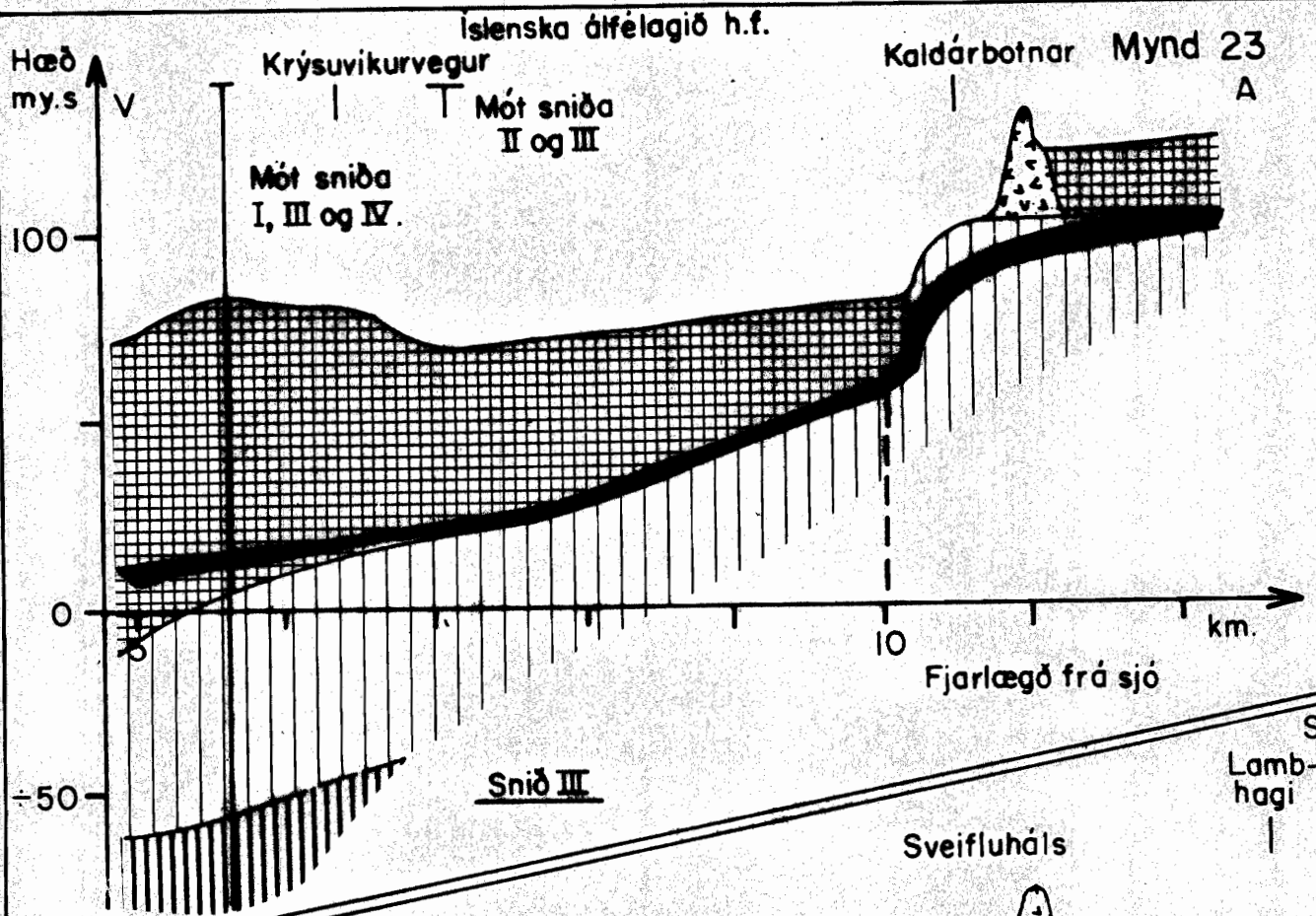
STRAUMSVÍKURSVÆÐI  
Jarðsnið, jarðvatnsborð  
Snið III og IV

'76.03.16 FS/AA

Tnr. 131

J-Reykjanes

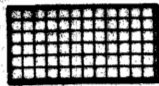
Fnr. 14042



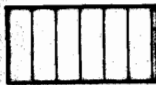




SKÝRINGAR VIÐ MYND 21-23  
Straumsvíkursvæði jarðlagasnið, jarðvatnsborð



Nútíma hraun



„Grágrýti“ (viðnámslög)



„Basaltmyndun“ (viðnámslög)



Móberg i Undirhlíðum



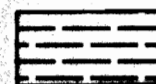
Móberg í Lönguhlíð



Móberg i Lambhaga og við Vatnsskarð



„Gömud móbergsmýndun“ (viðnámslög)



Nútíma set



Sjófyllt jarðlög



Sjór, stöðuvatn



Jarðvatnsborð



Jarðsprungur og misgengi



ORKUSTOFNUN

Jarðkönnunardeild

# STRAUMSVÍKURSVÆÐI

## Jafnrönnslíslínur jarðvatns ( $m^3/km.s$ )

'76.03.22. F.S./HO

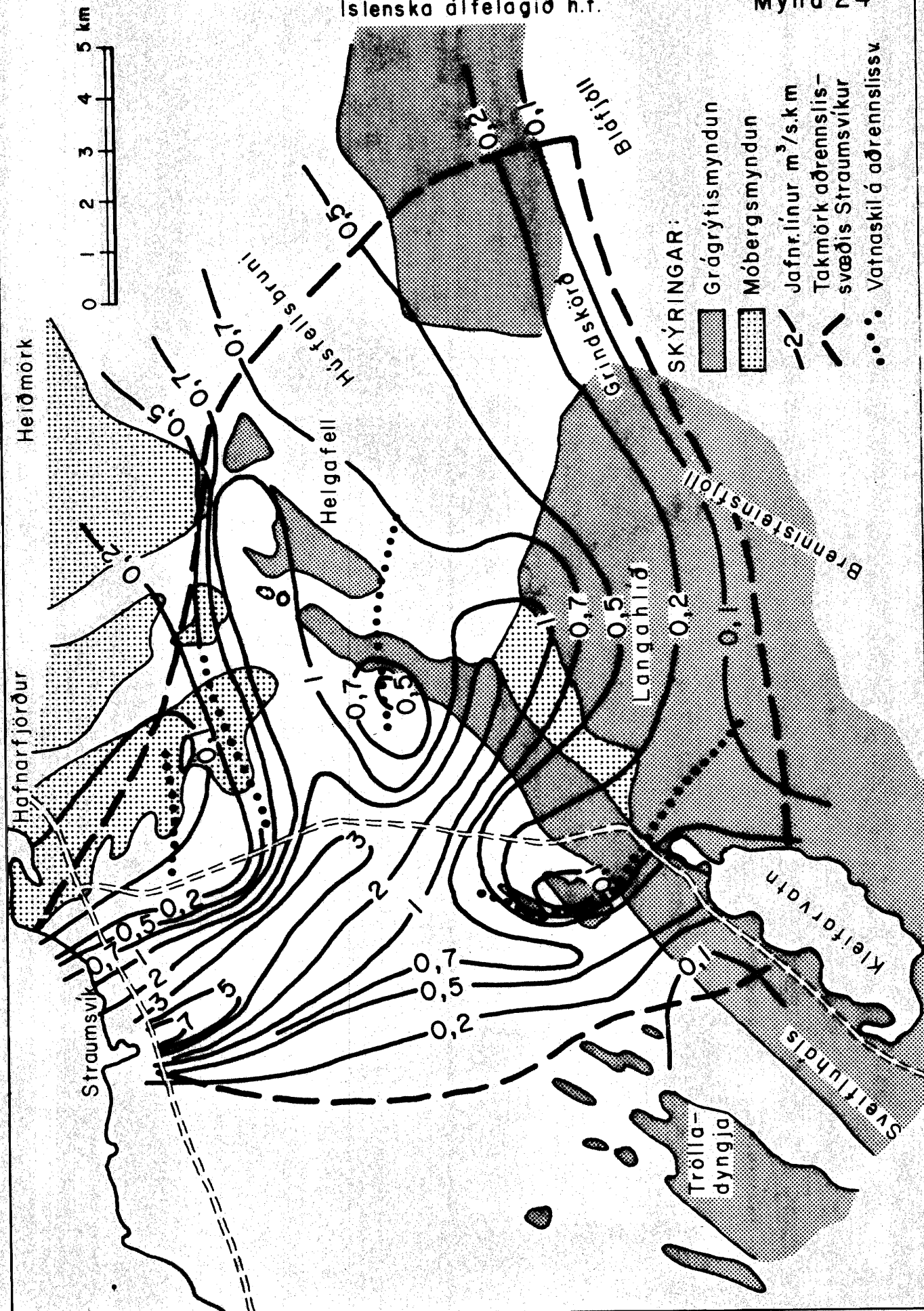
Thr. 128

J-Reykjanes

Fnr. 13983

Íslenska álfélagið h.f.

Mynd 24



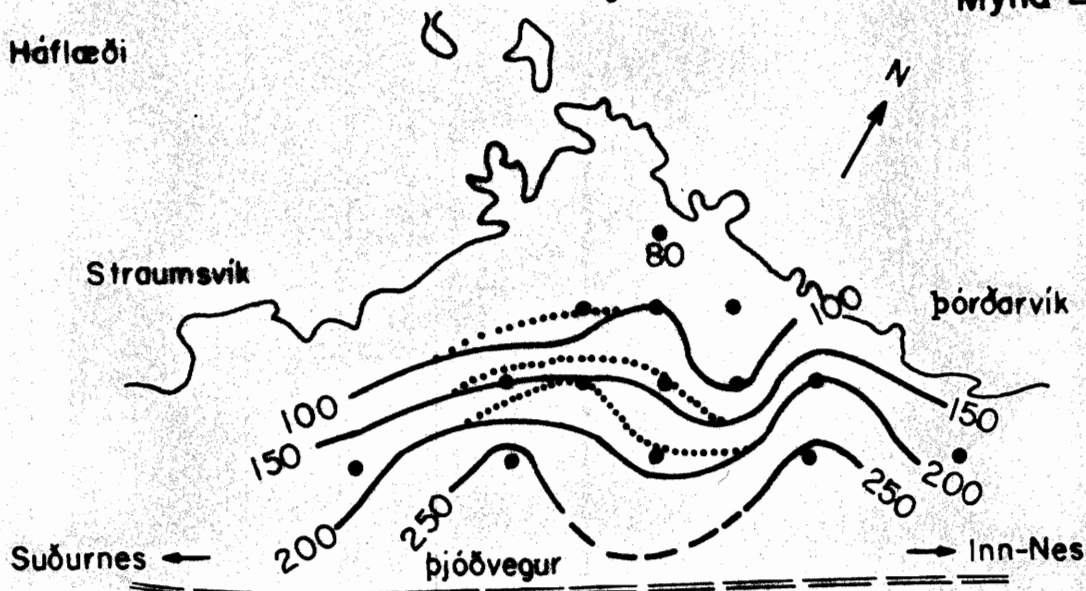


Jafnvíðnámsslinur í jarðvatni á Lambhaga-  
eyri við Straumsvík (Mælt 25.-27.4.1966 J.H.D.OS)

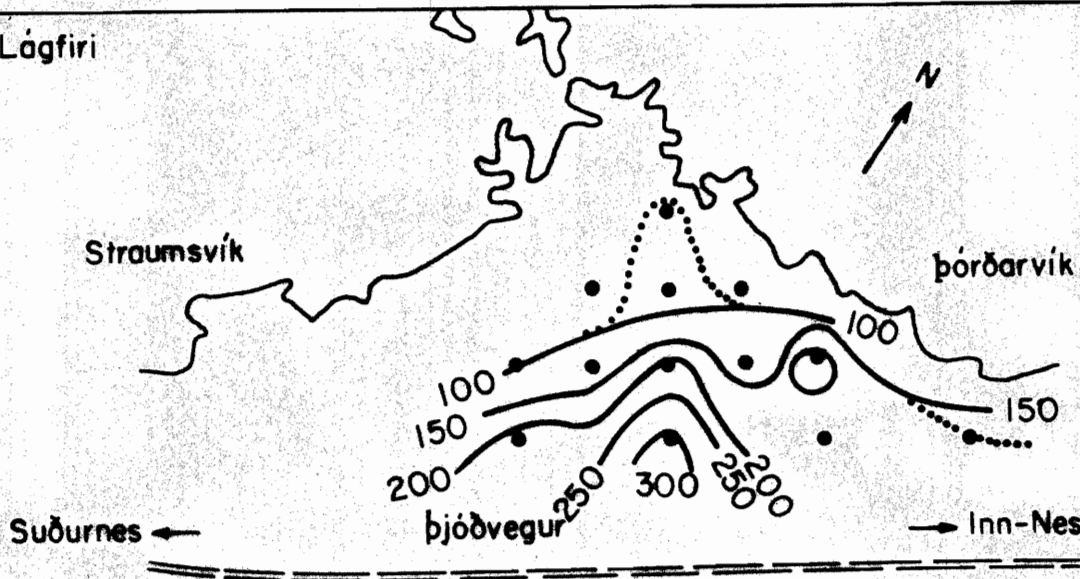
Íslenska álfélagið h.f.

Mynd 25

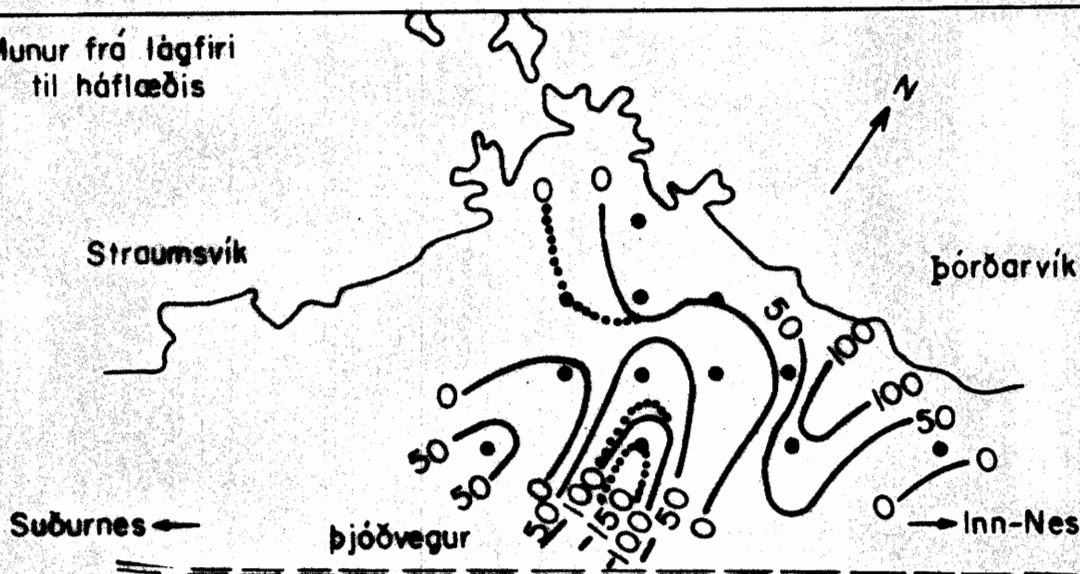
1. Háflæði



2. Lágfiri



3. Munur frá lágfiri  
til háflæðis



● Borholá

— Jafnvíðnámsslína við jarðvatnsborð

..... Jafnvíðnámsslína við borholubotn