

**ORKUSTOFNUN**  
Jarðkönnunardeild

útlán

**Hitaveita Suðurnesja**  
**FERSKVATNSRANNSÓKNIR**  
**HITA- OG SELTUMÆLINGAR**  
**1975-1977**

**SAMÍÐ AF:**

**FREYSTEINI SIGURÐSSYNI**

**OS JKD 7716**

**Hitaveita Suðurnesja,**  
**Keflavík.**  
**Desember 1977**



**ORKUSTOFNUN**  
Jarðkönnunardeild

**Hitaveita Suðurnesja**  
**FERSKVATNSRANNSÓKNIR**  
**HITA- OG SELTUMÆLINGAR**  
**1975-1977**

**SAMID AF:**

**FREYSTEINI SIGURÐSSYNI**

**OS JKD 7716**

**Hitaveita Suðurnesja,**  
**Keflavík.**  
**Desember 1977**

E F N I S Y F I R L I T :

1. Formáli	Bls.	1
2. Mælistaðir	"	2
3. Mælitæki	"	3
4. Vatnshiti	"	5
5. Selta (eðlisviðnám)	"	8
6. Hita- og seltuferlar í borholum	"	14
7. Vatnasvæði	"	17
7.1. Skipting í svæði	"	17
7.2. Njaróvíkurheiði	"	18
7.3. Lágasvæði	"	21
7.4. Affallsvatnssvæði	"	23
7.5. Hafnir	"	25
7.6. Vogaheiði	"	26
8. Rennslisstefnur í grunnvatni	"	27
8.1. Rennslisstefnur og jarðvatnslíkön	"	27
8.2. Njaróvíkurheiði	"	29
8.3. Lágasvæði, NV-hluti	"	30
8.4. Lágasvæði, SA-hluti	"	31
8.5. Affallsvatnssvæði	"	33
8.6. Hafnir	"	34
8.7. Vogaheiði - Austursvæði	"	34
9. Framhald rannsókna	"	35
10. Ágrip af helztu niðurstöðum	"	37

Viðauki:

Heimildaskrá

Myndaskrá

Skrá 3 og skrá 4

1. Formáli:

Skýrsla þessi fjallar um hita- og seltumælingar í ferskvatni í opnum vatnsstæðum og borholum á og umhverfis ferskvatnsvinnslusvæði Hitaveitu Suðurnesja á utanverðum Reykjanesskaga, (sbr. OS-JKD 7609 Kafa 1 og 4). Í þeirri skýrslu var nokkuð greint frá þeim mælingum, sem gerðar höfðu verið til hausts 1976, og reynt að túlka þær jarðvatnsfræðilega, eftir því sem bráðabirgðaúrvinnsla leyfði.

Ráðgert var þá að mæla hita og seltu sem næst mánaðarlega á hverjum stað um 1 árs skeið; frá okt. 1976 til okt. 1977. Þessu marki varð ekki náð og olli margt: Þykkjan ís lagði um veturinn á vatnsstæði í gjár og í grunnar borholur; vatn stóð uppi á þela á holustæðum; tækjabilanir; veðrahvörf og skammdegi, sem hindraði mælingar á öllum stöðum samdægurs; breyting umbúnaðar á holum o.fl. Sú samfella, sem stefnt var að hefur því ekki náðst að fullu.

Nokkur óvissa var um raunveruleg gildi mæligilda vegna munar á mælitækjum, sem notuð voru. Þessi munur hefur nú verið leiðréttur eftir fõngum, og leyfa niðurstöður mælinga því nákvæmari túlkanir en fyrr. Í ljósi þess hefur verið athuguð stað- og tímadreifing mæligilda. Er þá miðað við ákveðið dýpi (í borholum (gjám)) á hverjum mælistað. Breytingar á einstökum borholum, sem fall af dýpi og tíma, hafa enn ekki verið kannaðar vandlega. Verður því ekki fjallað ítarlega um þær hér.

2. Mælistaðir:

Mælt var á eftirtöldum stöðum (skrá 1):

<u>Skrá 1:</u>				
<u>Mælistaðir:</u>				
<u>Staður:</u>	<u>Dýpi á vatn:</u>	<u>Holubotn:</u>	<u>Viðmiðunardýpi:</u>	<u>Borun lokið:</u>
	(m)	(m)	(m)	
HSK-1:	34 1/2	41	38	1974
HSK-2:	30 1/2	40	36	maí 1976
HSK-4:	35	45	40	júlí 1976
HSK-5:	18	27	"	sept. 1976
HSK-6:	17 1/2	78	32	nóv. 1976
HSK-8:	31 1/2	40	38	marz 1977
HSK-9:	18 1/2	28	26	marz 1977
HSK-10:	9 1/2	21	17	júní 1977
HSK-11:	14	111	15	ág. 1977
HSK-12:	23 1/2	38	30	ág. 1977
HSK-13:	16 1/2	25	22	ág. 1977
HSK-100:	13 1/2	15	14	Gjá 900
Njarðvíkurheiði,				
höggborshola:	14	25	20	1965
Stapafell, höggb.h.:	21 1/2	27	22	1966
Seltjörn, borh. v. íshús:	1/2	30	2	Fyrir 1966
Vogastapi, borh.:	26 1/2	34	30	" "
Teigur, borh.:	4 1/2	11	9	" "
Kalmanstjörn, borh.:	7	14	10	" "
Seltjörn v. Suðurbakka:	v a t n s b o r ð			Tjörn
Snorrastaðatjarnir:	"			"

Dýpi á vatn er miðað við lágstöðu vatnsborðs sumarið 1977. Dýpi á holubotn miðast við mesta dýpi, sem mælt var á.

Í borholum HSK-2 til HSK-13 hófust mælingar jafnan strax að lokinni borun, en var hætt að mestu í HSK-2 og HSK-4, eftir að þær voru virkjaðar. HSK-100 (Gjá í Lágum) fundu starfsmenn OS-JKD í júlí 1976. Mælingar í Höfnum (Teigur, Kalmanstjörn) lágu niðri 1976, en voru hafnar að nýju í marz 1977 (sbr. OS-JKD 7609). Í HSK-5 var aðeins mælt tvisvar í október 1976 OS marz 1977, en hún er 25 m frá HSK-6, sem lokið var við að bora í nóvemberbyrjun 1976 og mælt hefur verið í síðan.

### 3. Mælitæki:

Í borholum og gjám var mælt með "thermistor"- hitamælum en með kvika-silfursmælum í opnum vatnsbólum. Þessum mælum bar ekki alltaf saman. Mælar þeir, sem notaðir hafa verið síðan í október 1976, hafa verið kvarðaðir saman og telst munur þeirra nú vera þekktur. Þeir mælar, sem fyrr voru notaðir, eru nú sumir ónýtir, eða hafa verið teknir úr notkun. Samanburður mælinga gerir þó kleift að áætla með sanngirni, hverju þeim hefur skeikað frá þeim mælum, sem nú eru í notkun. Munur mæla er þá talinn vera sem segir í skrá 2:

#### Skrá 2:

##### Leiðrétting mælds hita.

<u>Mælir:</u>	<u>Mældur hiti við 0,0°C:</u>	<u>Notkunartími:</u>
Thermistor-mælir	$\pm$ 0-0.5°C	fram til júní 1976
H&S-1	0.5°C	fram til 76-09-28
T-2	0.2°C	76-09-28 - 76-11-20
T-3	0.3°C	76-11-20 - 77-02-15
T003	0.0°C	77-02-15 - 77-04-15
T004	0.0°C	77-04-15 - 77-09-30
T005	0.0°C	frá 77.10.01
HM-2	-0.2°C	fram til 76-10-31
HM-3	-0.2°C	76-10-31 - 77-04-30
B 13	0.0°C	frá 77-04-30

Vorið 1975, og fram á sumar 1976, var hiti mældur með "thermistor"-hitamæli. Líkur eru á, að ekki hafi tekizt að kvarða hann svo nákvæmlega, sem æskilegt hefði verið. Það er því ekki vitað, hversu réttar þessar mælingar hafa verið, en skekkja virðist þó í öllu falli hafa verið minni en  $1/2^{\circ}\text{C}$ . Samanburður mælinga með honum og með kvörðuðum mælum bendir til þess, að munurinn sé e.t.v. enginn, en hafa verður í huga, að hér er ekki um samtíma mælingar að ræða.

Algjör mæliskekkja á T004 og B 13 er talin vera um  $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ . Fram til 76.09.28 er ekki alltaf greint, hvaða mælir var notaður, og verða samsvarandi mælingar því að teljast óvissari.

Selta (eðlisviðnám) var mæld með "Hita- og seltumæli nr. 1" (H&S-1) til júlíloka 1977, en síðan með "Seltumæli nr. 2" (S-2). Samanburður mældra gilda við reiknað viðnám, samkvæmt efnagreiningum, bendir til þess, að gildi mæld með S-2 séu nærri réttu, en gildi mæld með H&S-1 séu 20-40% of há og vaxi skekkja með hækkandi viðnámi; þannig að þau þurfi að leiðrétta um stuðul 0.6-0.8. Óregluleg mæliskekkja (dreifing gilda) á H&S-1 virðist hafa verið um  $\pm 10\%$ . Við ákvörðun gilda mældra með honum er því tekið tillit til nálægra mælipunkta á dýptarferli sama staðar.

Reynt hefur verið að geta sér til um klóríðstyrk vatns á grundvelli viðnáms og hita. Hitaleiðrétting er talin hér línuleg í leiðni, um  $1.9\%/^{\circ}\text{C}$  á bilinu frá  $25^{\circ}\text{C}$  til  $0^{\circ}\text{C}$ . Klóríðstyrkur í efnagreindu vatni frá mælistöðum er 20-300 ppm  $\text{Cl}^-$ . Miðað við þynnt sjóvatn er viðnám þessa vatns oft aðeins um 75-80% þess, sem klóríðstyrkur þess segir til um. Miðað við gildi mæld með S-2 er því klóríðstyrkur um 75% þess, sem væri í þynntu sjóvatni með sama viðnámi. Hins vegar hittist svo á, að klóríðstyrkur í þynntu sjóvatni, samkvæmt viðnámi mældu með H&S-1, samsvarar nærri því greindu klóríði í vatni á mælistöðum.

#### 4. Vatnshiti:

Í skrá 3 (í viðauka) er tilgreindur leiðréttur meðalhiti hvers mánaðar, sem mælt var í á árunum 1975-77. Sums staðar er skráður meðalhiti tveggja mánaða, þegar mælingar liggja sitt hvorum megin mánaðamóta. Athuga ber, að mælingar féllu niður frá júlí 1975 til maí 1976 (sbr. OS-JKD 7609).

Munur mældra gilda á hverjum stað er sjaldan verulegur. Fyrstu mælingar, eftir að borun lauk, eru oft afbrigðilegar. Að þeim fráskildum liggja gildi yfirleitt á bili mjórra en 0.5°C. Meiri munur er á eftirtöldum stöðum:

Vogastapi,	bil 1.4°C
Njarðvíkurheiði,	" 1.4°C
HSK-1,	" 1.4°C
HSK-10,	" 1.1°C
Seltjörn, borhola,	" 1.0°C
HSK-4,	" 0.9°C
HSK-2,	" 0.8°C
HSK-100,	" 0.6°C

Þess ber hér vitaskuld að gæta, að skráð gildi eru stundum meðaltöl, sem fyrr segir, og dreifingin því í raun meiri, en hér er skráð.

Víða má finna skýringar á þeim hitabreytingum, sem vart verður við. Ugglaut má þó iðulega skýra þær á annan hátt með svipuðum rétti. Skýringar þær, sem hér verða tilgreindar, ber því sumar hverjar að skoða sem ábendingar.

HSK-1: Hiti er svipaður fyrri hluta árs 1975 og 1976. Í janúar 1977 hækkar hitinn og er nokkuð stöðugur við 12°C meiri hluta ársins 1977. Í sept.-okt. 1976 og 1977 gæti gætt kælingar vegna haustrigninga (óvisst!). Hitahækkunin um áramót 1976/77 gæti staðið í sambandi við einhver áhrif frá virkjun jarðhitasvæðisins í Svartsengi (affallsvatn).



HSK-2: Hiti lækkar um  $0.4^{\circ}\text{C}$  í haustríningum 1976 en hækkar aftur um  $0.7^{\circ}\text{C}$  í þurrkunum veturinn eftir. Hitabreytingar gætu líka staðið í einhverju sambandi við nýtingu svæðisins, en tæpir 400 m eru á milli HSK-2 og HSK-4, sem voru báðar nýttar.

HSK-6: Hiti er mjög stöðugur, þó e.t.v.  $0.1-0.2^{\circ}\text{C}$  hærri en áður, eftir dæluprófanirnar í marz 1977. Við dæluprófunina hækkaði hiti upp fyrir  $5^{\circ}\text{C}$ .

HSK-8: Hiti virðist vera mjög stöðugur.

HSK-9: Hiti er  $1-1\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$  hærri en í HSK-2 og HSK-6.

HSK-10: Hiti er óstöðugur, og breytist um rúmlega  $1^{\circ}\text{C}$  júní-okt. 1977.

HSK-12: Hiti er  $1-2^{\circ}\text{C}$  hærri en á Lágasvæði, en aðeins um  $1/2^{\circ}\text{C}$  hærri en í HSK-9.

HSK-100 (Gjá í Lágum): Hér er á vissan hátt um opið vatnsból að ræða. Lægstur hiti fellur nokkurn veginn saman við lægstu jarðvatnsstöðu, og getur þess vegna hér verið um breytingu á grunnvatnsrennsli að ræða.

Njarðvíkurheiði: Hiti var lágur ( $2-2\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$ ) vorið 1975, heldur hærri ( $2-3^{\circ}\text{C}$ ) sumarið 1976, en kringum  $3^{\circ}\text{C}$  frá áramótum 1976/77. Vera má, að þurrkarnir veturinn 1976/77 eigi einhvern þátt í þessu (minna af  $0^{\circ}\text{C}$  heitu leysingavatni), en áhrifa gæti einnig gætt frá vatnsvinnslu-  
svæði herstöðvarinnar, sem liggur 1-2 km burtu.

Stapafell: Nokkur dreifing er á hitastigi, en frávik frá meðalhita mjög lítil. Vatnið virðist vera heldur heitara á sumrin en haust og vor (e.t.v. um  $0.3^{\circ}\text{C}$ ).

Seltjörn, borhola við íshús: Hiti á 2 m dýpi fylgir nokkuð hita tjarnarinnar sjálfrar. Á 10 m dýpi virðist einhverrar fylgni einnig gæta, en þó mun minni. Holan var hreinsuð upp í ágúst 1977, og hefur mældur hiti tæpast verið marktækur síðan.

Vogastapi: Hiti virðist vera hærri við lága vatnsstöðu í þurrkum (vorið 1976, veturinn 1976/77 um 5.0°C), en lægri við háa vatnsstöðu í rigningatíð (haustið 1976 4.2°C).

Teigur, Kalmanstjörn: Vatnshiti úti í Höfnum virðist vera fremur stöðugur. Hann er nokkru hærri en á Lágasvæði og þó hærri sunnan til (Kalmanstjörn) en norðan (Teigur).

Staðdreifing líklegs meðalhita (1976/77) er sýnd á mynd 1. Samkvæmt henni má draga jafnhitalínur fyrir grunnvatnið, sjá mynd 2. Er þá gert ráð fyrir því, að hiti breytist línulega á milli mælistaða, en slíkt er vitaskuld ósannað mál. Hafa verður einnig hugfast, að miðað er við vatnshita á föstu dýpi á hverjum stað, en hiti er oft annar á öðru dýpi. Nokkur skekkja getur og verið á meðaltalstölum þeim, sem notaðar eru, en þær breytast lítillega eftir því, hvernig mælingar frá 1975 eru metnar, og hvort óviss gildi eru talin með eða ekki en þeim er hér oftast sleppt, ef nógu mörg vissari gildi eru fyrir hendi.

Samkvæmt mynd 1 má flokka mælistaði til nokkurra "vatnshitasvæða": Seltjörn - Njarðvíkurheiði með 2-3°C hita; Lágasvæði (Stapafell, HSK-10, HSK-6, HSK-100, HSK-2, HSK-4) með 4-5°C hita; svokallað "Austursvæði" (HSK-8, HSK-13) með 3 1/2-4°C hita; Hafnir með 5-6°C hita; suðurjaðar Lágasvæðis (HSK-9, HSK-12) með 6°C hita; norðurjaðar jarðhitasvæðisins við Svartsengi (HSK-1) með 12°C. Suðvestur og suðaustur frá jarðhitasvæðinu mun náttúrulegt affallsvatn hafa blandast í grunnvatnið, en vatnshiti er þar 6-8°C (OS-JKD 7715).

Þess hefur verið getið til (OS-JKD 7609), að lágur vatnshiti nyrzt á svæðinu stafi af hárrí hlutdeild leysingavatns (snjór, jarðfreri) og litlu sumarírennsli (mikil gnóttargufun úr jökulmel og jarðvegi). Þessi skýring verður talin líkleg, unz annað reynist sannara. Vetrarsnjór og

lágur lofthiti gætu valdið lágum hita í vatni því, sem sígur til grunnvatns á fjalllendinu umkringis Fagradalsfjall. Vatn á Austur-  
svæðinu gæti hæglega verið þaðan komið, og væri þá þar um aðrennsli  
inn á mögulegt vatnsvinnslusvæði Hitaveitu Suðurnesja að ræða. Jarð-  
hitasvæðið í Svartsengi virðist hita grunnvatn all langt út frá sér;  
hvort sem er með blöndun vatns, gufuúttstreymi eða vegna hærri  
hitastiguls í jörðu.

Líklega hitnar grunnvatnið nokkuð á rennislisleið sinni vegna náttúrulegs  
varmastreymis úr iðrum jarðar. Hitamælingar í HSK-6 og "Fóðurholu" við  
Stapafell benda til lítt truflaðs hitastiguls í jarðsjónum undir fersk-  
vatnslaginu. Gæti það verið skýringin á hitamun á Lágasvæði (HSK-6,  
HSK-100; 4.0-4.4°C) og við Stapafell (4.7°C) og í Höfnum (5-6°C).  
Annars yrði e.t.v. að gera ráð fyrir duldu jarðhitasvæði í Hafnaheiði.  
Svipað gæti gilt um vatnshita í Vogastapa (vatnshiti þar, sem getið var  
í OS-JKD 7609, reyndist hafa verið talinn um 2°C of hár, þegar hitamælingar  
voru leiðréttar síðar)

#### 5. Selta (eðlisviðnám):

Í skrá 4 eru talin mæld gildi eðlisviðnáms (í  $\Omega m$ ) á sama hátt og hiti  
í skrá 3. Skipt var um seltumæli um mánaðamótin júlí-ágúst 1977 sem  
fyrir segir. Veruleg dreifing er á gildum mældum með H&S-1 og eru því  
vandkvæði á því að greina seltubreytingar, nema þær séu verulegar. Hér  
verður miðað við gildi, eins og þau eru skráð, en leiðrétt væru þau  
líklega um 70% mælds gildis. Helztu breytingar virðast vera eftir-  
taldar:

HSK-1: Viðnám lækkar e.t.v. úr 16-17  $\Omega m$  í 13-14  $\Omega m$  upp úr áramótum  
1976/77 (um svipað leyti hækkar hiti). Því gæti samsvarað aukning  
klóríðstyrks um 20-25%.

HSK-2: Viðnám hækkar, líklega um 20-25%, þegar dæling hefst úr holunni,  
enda var grugg í henni eftir borun, sem hefði þá hreinsast úr.

HSK-6: Stökkbreyting verður á viðnámi við dæluprófun í marz 1977, úr um 100  $\Omega$ m í um 85  $\Omega$ m, eða um sem hæst 1/6.

Stapafell, Vogastapi: Óvanalega hátt viðnám (lítil selta) mældist í sept.-okt. 1976 (haustrigningar, sbr. lágan vatnshita).

Kálmanstjörn, Teigur: Borholurnar voru nýttar öðru hverju. Sjávarfalla gætir eitthvað í þeim.

Draga má jafnseltulínur á svæðinu svipað og fyrrgreindar jafnhitalínur og á sömu forsendum og með sömu fyrirvörum, sjá mynd 3.

Staðdreifing viðnáms (gildi mæld með H&S-1, leiðrétt í 70%, sjá skrá 5) er nokkuð glögg:

1. Á og umhverfis Njarðvíkurheiði (Njarðvíkurheiði, Stapafell, Seltjörn HSK-6 fyrir dælingu, HSK-13) er vatnsviðnám hátt, eða um og yfir 65  $\Omega$ m.
2. Á Lágasvæði (HSK-2, HSK-4, HSK-100, HSK-10, HSK-9) er vatnsviðnám 35-45  $\Omega$ m.
3. Umhverfis jarðhitasvæðið í Svartsengi (HSK-1, HSK-12) er vatnsviðnám um eða undir 20  $\Omega$ m.
4. Úti í Höfnum er vatnsviðnám einnig undir 20  $\Omega$ m.
5. Viðnámsgildi vatnsins í Vogastapa borholunni er á milli þess, sem mælist vestar (Njarðvíkurheiði, Seltjörn) og þess, sem mælist á Lágasvæði.

Svipuð staðdreifing er einnig á hita, þó nokkru muni sumsstaðar.

Sem fyrr segir er visst samband milli vatnsviðnáms og efnainnihalds í vatninu, þ.á.m. klóríðstyrks. Efnasamsetningin er þó jafnan nokkuð breytileg; þannig er klóríðstyrkur hlutfallslega minni í grunnvatninu

en í þynntum sjó. Áætlaður klóríðstyrkur mun víða vera nærri lagi, ef miðað er við 75% styrks í þynntu sjóvatni, miðað við raunverulegt viðnám. Miðað við mælingar með H&S-1 kemur nokkurn veginn sami styrkur út, ef miðað er beint við þynnt sjóvatn. Reiknaður klóríðstyrkur er færður á skrá 5, ásamt greindum klóríðstyrk, 70%-gildi viðnáms mældu með H&S-1 og viðnámi mældu með S-2 í sept.-nóv. 1977.

Skrá 5:

Eðlisviðnám og klóríðstyrkur grunnvatns:

<u>Staður:</u>	<u>Eðlisviðnám (<math>\Omega m</math>):</u>		<u>Klóríðstyrkur (ppm <math>Cl^-</math>):</u>	
	<u>0.7 x H&amp;S-1:</u>	<u>S-2:</u>	<u>Reiknaður:</u>	<u>Efnagreindur:</u>
HSK-1	10.1	10.0	310	230 1)
HSK-2	47	(46) 3)	74	74 2)
HSK-4	48	(49) 3)	73	72 2)
HSK-5	77/56	(56) 3)	43/58	38/46 2)
HSK-6	71/60	-/59	46/55	42 4)
HSK-8	48	36	73	75 7)
HSK-9	35	35	102	71 5)
HSK-10	38	45	94	49 5)
HSK-11	-	44	(85)	-
HSK-12	-	20	210	160 5)
HSK-13	-	73	50	22 6) 5)
HSK-100	47	43	74	67 7)
Njarðvíkurheiði	88	65/91	34	31 2)
Stapafell	69	62	42	42 1) 2)
Seltjörn, borhola	70	(46)	40	(21)8)
Vogastapi	57	56	60	-
Snorrastaðatj.	71	47	70	65 2)

- 1) Greint 1974 eða fyrr (sbr. OS-JKD 7609).
- 2) Meðaltal mælinga 1974-1977.
- 3) Umreiknað úr iðstofumælingum.
- 4) Sýni af 60 m dýpi, fyrir úrdælingu.
- 5) Sýni úr holum, sem enn hefur ekki verið dælt úr.

- 6) Sýni tekið 2 m undir vatnsborði.
- 7) Sýni tekið meðan á dæluprófun stóð.
- 8) Klóríð greint í vatni úr tjörn: 18 ppm (1975), 28 ppm (1977), í holunni sjálfri 21-39 m í des. 1977.

Lítill munur er oftast á "70% - H&S-1 - gildum" og "S-2 - gildum". Verulegur munur er þó í HSK-8, Njarðvíkurheiði og borholu við Seltjörn, og í þeim holum, sem enn þá hefur ekki verið dælt úr.

Gott samræmi er milli reiknaðs og efnagreinds klóríðstyrks, lakast í holum sem ekki hefur verið dælt úr. Sem fyrr segir eru líkur á því, að efnainnihald hafi aukist í HSK-1, og þar með klórinnihald.

Á þessum forsendum er ljóst, að lágt viðnám þýðir jafnaðarlega mikinn klóríðstyrk, og öfugt. Það er því hægt að nota mælt viðnám sem glögga ábendingu um klóríðinnihald, en slíkar mælingar eru vitaskuld stórum fljótlegri og ódýrari en sambærilegar efnagreiningar.

Uppruni klóríðsins í grunnvatninu er hér talinn vera þrennskönar (OS-JKD 7609):

1. Klóríð í úrkomu er e.t.v. 20-30 ppm næst ströndinni, en utanverður Reykjanesskagi er opinn fyrir hafátt á allar hliðar, nema að austan, og því gætir særöks mikið. Upp frá ströndinni fer klóríðinnihald í úrkomu lakkandi. Í grunnvatni á innanverðum Reykjanesskaga (Straumur, Kaldársel, Gvendarbrunnar, Lækjarbotnar) er klóríðstyrkur frá tæplega 10 ppm  $\text{Cl}^-$  og upp undir 15 ppm  $\text{Cl}^-$ . Við Kleifarvatn, og í því, er hann á bilinu 10-20 ppm  $\text{Cl}^-$ . Í vatnsbólum herstöðvarinnar á Miðnesheiði er klóríðstyrkur víðast hvar 25-35 ppm  $\text{Cl}^-$ .
2. Öll sjóblöndun veldur aukningu klóríðstyrks. Svo er einnig um sjóblöndun vegna uppdráttar sjávar við dælingu úr borholum, og það rót sem við það verður á skilfleti vatns og sjávar. Úti við ströndina getur slík blöndun átt sér stað vegna sjávarfalla. Vegna misfellna í

jarðlagi er ekki um einskynja ("hómógen") veiti ("aquifer") að ræða, sem leiðir til lóðréttrar blöndunar vatns úr blöndunarlagi milli ferskvatns og jarðsjávar í ferskvatnslagið, og þar með til aukins klóríðstyrks. Svo er að sjá, að áhrif þessi séu jafnaðarlega lítil, en gætu þó numið nokkrum tugum ppm  $\text{Cl}^-$ , þar sem misfellur eru miklar í jarðlagi, eins og í mikið höggðuðum svæðum (t.d. Lágasvæði).

3. Afallsvatn frá jarðhitasvæðinu, bæði náttúrulegt og uppdælt úr djúpum holum, hefur meiri klóríðstyrk en grunnvatnið og veldur því viðnámslækkun.

Að þessum forsendum gefnum er hægt að túlka eðlisviðnám grunnvatnsins, þó víða megi gera það á fleiri en einn veg:

1. Á norðurhluta svæðisins (Njarðvíkurheiði, Seltjörn, Stapafell, HSK-6 fyrir dæluprófun, HSK-13) er klóríðaukning umfram úrkomu lítil (e.t.v. 0-20 ppm  $\text{Cl}^-$ ). Orsakir aukningarinnar gætu verið straumrót á skilfleti vatns og sjávar, eða særok sem bæri salt í jarðveg á svæðinu ("eiming" úrkomu með gnóttargufun), er seinna skolaðist til grunnvatns.
2. Í Höfnum er trúlegast um sjóblöndun að ræða vegna nálægðar við strönd, en grunnvatnsútstreymi er talið þar vera lítið (OS-JKD 7609: 0.06-0.09 l/s.m.). Í Merkinesi í Höfnum er uppspretta, sem greindur hefur verið klóríðstyrkur í (OS-JKD 1975: "Svartsengi, Reykjanes og jarðvatn", handrit). Reyndist hann um 60 ppm  $\text{Cl}^-$ . Írennsli í vatnsstæði við Stóru-Sandvík sunnan Hafnabergs hafði klóríðstyrk um 50 ppm  $\text{Cl}^-$ . Óvísst er um uppruna vatnsins í Merkinesi. Gæti þar verið um staðbundið vatn að ræða, e.t.v. án tengsla við grunnvatn ("Falskt grunnvatn").
3. Í HSK-1 er ótvíræð íblöndun vatns frá jarðhitasvæðinu, og þá líklega einnig í HSK-12 (tæp 200 ppm  $\text{Cl}^-$ ).

4. Inn á "Austursvæðið" berst vatn með mismikinn klóríðstyrk (HSK-13, HSK-8, Snorrastaðatjarnir, Vogastapi) eða 20-90 ppm  $\text{Cl}^-$ . Hér er þó um verulega aukningu að ræða umfram líklegan klóríðstyrk á Fagradalsfjallssvæðinu (15-20 ppm  $\text{Cl}^-$ ?), nema í HSK-13.
  
5. Klóríðstyrkur er svipaður víðast hvar á Lágasvæði, eða um 70 ppm  $\text{Cl}^-$  (HSK-8, HSK-2/4, HSK-11/100, HSK-9). HSK-10 hefur sérstöðu að því leyti, að selta virðist þar vera mismikil (hiti er líka breytilegur). Vatn er e.t.v. saltara í neðri hluta HSK-8 en efri hlutanum. Seltuaukning umfram úrkomu er hvarvetna veruleg. Selta snardvínar til norðvesturs (HSK-11/100 um 70 ppm  $\text{Cl}^-$ , HSK-5/6 um 40 ppm  $\text{Cl}^-$ ). Þrjár hugmyndir eru hér taldar koma helst til greina til skýringar seltunni: Áhrif frá jarðhitasvæðinu við Svartsengi; salt aðstreymi austan að (HSK-8, neðri hluti); upprót vegna höggunar í bergi, samfara góðri vatnsleiðni. Síðasta hugmyndin virðist nærtæk til skýringar á minni háttar seltuaukningu almennt á þessum slóðum, en hefur ekki verið enn þá prófuð magnlægt, með tilliti til líkinda. Dreifing hita og seltu verður ekki skýrð á einfaldan hátt með beinum áhrifum blöndunar vatns frá jarðhitasvæðinu í Svartsengi. Hana mætti hins vegar skýra með heitu ( $>6^\circ\text{C}$ ) vatni úr suðaustri (Svartsengi) og köldu ( $<4^\circ\text{C}$ ) úr austri, sem hefðu hvoru tveggja klóríðinnihald nálægt 70 ppm  $\text{Cl}^-$ , en þeir straumar mættu köldum ( $4\frac{1}{2}^\circ\text{C}$ ), minna söltum (40 ppm  $\text{Cl}^-$ ) straumi úr norðaustri.



## 6. Hita- og seltuferlar í borholum:

Úr hita- og seltuferlum í borholum hefur ekki ennþá verið vendilega unnið, sem fyrr segir. Frá 1975 liggja aðeins fyrir hitamælingar, en engar seltumælingar. Óvissa er á, hversu réttar hitamælingar frá 1975 eru, en þá var mælt í Njarðvíkurheiði, við Seltjörn og í HSK-1 í apríl-júlí. Flestar eru mælingarnar í apríl og maí. Eins og sjá má á skrá 1 og skrá 2, þá liggja ekki enn fyrir margar mælingar úr borholum HSK-2 til HSK-13. Nokkrir hita- og seltuferlar eru sýndir á mynd 4.

Í borholunni á Njarðvíkurheiði er hitamunur á mismunandi dýpi yfirleitt enginn eða  $\pm 0.1^\circ\text{C}$ , nema í efstu 2 metrunum. Gildi hnappast um  $2^\circ\text{C}$  vorið 1975 en um  $3^\circ\text{C}$  1976/77. Athygli skal vakin á óvissu um algjör ("absólút") gildi frá 1975.

Verulegar sveiflur voru á hitaferlum í borholunni við Seltjörn vorið 1975, sjá mynd 4. Niður á 6 m dýpi sýna sveiflur líklega glögga fylgni við lofthita og vatnshita tjarnarinnar. Hiti breytist síðan lítið hverju sinni niður á 18-20 m dýpi. Þar fyrir neðan stefnir hann í öll skiptin nærri sama punkti:  $6^\circ\text{C}$  á 34 m dýpi (4 m undir holubotni). Í okt. 1977 er lítið eitt lægri hiti ( $5.5^\circ\text{C}$ ) í holunni upp á 17 m dýpi, en stefnir þaðan sigandi á rúmlega  $6^\circ\text{C}$  við yfirborð. Lögun þessa ferils stafar líklega af uppróti við hreinsunina í ágúst 1977. Hiti á 6-18 m dýpi væri þá breytilegur eftir árstíðum o.fl., og væri  $2-4^\circ\text{C}$ ; að meðaltali e.t.v. tæpar  $3^\circ\text{C}$ . Gildi hnappast við botn 1975 og 1977 (um  $5\frac{1}{2}^\circ\text{C}$ ), sem bendir til, að ekki sé mikill munur á mælitækjum á milli ára við þetta hitastig.

Hitastig er stöðugt með dýpi hverju sinni í borholunni á Vogastapa, eins og á Njarðvíkurheiði, og sýnir 1976/77 frávik í sömu átt á sama tíma og þar. Á þeim tíma var aðeins mælt við yfirborð við Seltjörn, og gætu því samskonar frávik hafa átt sér stað þar, án þess að þeirra yrði vart.

Mælt hefur verið um rúmlega  $1/2$  árs skeið í HSK-8 (mynd 4). Á þessu tímabili var holan dæluprófuð (maí-júní 1977) og ætti því að hafa

hreinsazt eftir borun. E.t.v. hefur vatn hitnað um 0.1-0.2°C við dælinguna. Hiti er nokkuð jafnt vaxandi niður holuna, um 0.5-0.6°C á 9 m.

Margar mælingar hafa verið gerðar í HSK-1, en þar eru líka örastar og mestar breytingar á hita og seltu, sjá mynd 4. Hiti er yfirleitt hæstur 2 m undir vatnsborði (37 m dýpi). Við vatnsborð er hann 1-1 1/2°C lægri. Frá 2 m í 6 m undir vatnsborði (37-41 m dýpi, botn) lækkar hiti niður á við um 0.5-0.7°C. Yfirleitt fylgjast hitabreytingar með tíma nokkuð að yfir allan ferilinn. Haustið 1976 var hiti á 38 m dýpi 11.3-11.5°C, en frá og með janúar 1977 um 12°C. Í febrúar 1977 var hiti um 1-1 1/2°C undir venju, og í október 1977 um 1/2°C undir hita ársins þangað til.

Í borholum HSK-2 og HSK-4 var hiti nokkuð jafn á hverjum tíma. Þó var heldur heitara við yfirborð sumarið og haustið 1976, en e.t.v. aðeins kaldara efst í HSK-2 í janúar 1977. Á neðstu 5 metrunum hækkaði hiti e.t.v. um 0.1-0.2°C.

Hér verður ekki fjallað um ferla í HSK-11, HSK-5 og HSK-6, þ.e. í djúpu rannsóknarholunum og dæluholum hjá þeim.

Fáar mælingar liggja enn fyrir úr HSK-9, HSK-10, HSK-12 og HSK-13. Hiti breytist lítið með dýpi í þeim, en hækkar þó heldur, einkum í HSK-12 (sjá mynd 4), enda er hún dýpst þeirra. Athyglisvert er, að sama breyting verður að kalla á hita í HSK-10 allri milli mælinga (sjá mynd 4), rúmlega 1°C munar á hita á bilinu júní-okt. 1977. Á sama tíma breytist hiti vart í HSK-9, nema í efstu 2 m vatnslags.

Dreifing mæligilda á seltuferlum er furðu lítil, miðað við það, hver ónákvæmni mælinga með H&S-1 er. Munur mælinga með H&S-1 og S-2 er verulegur, sem fyrr segir. Viðnám lækkar yfirleitt með dýpi, þar sem hiti hækkar. Það er yfirleitt stöðugt með tíma, þar sem hitabreytingar eru einnig litlar. Sama gildir um meiri breytingar, að þær fylgjast að

í báðum þáttum, en samband hita og seltu í breytingum hefur ekki enn verið vendilega kannað. Hér verður aðeins dregið nánar á seltubreytingar í 2 borholum, HSK-1 og HSK-10.

Í HSK-1 er viðnám mun hærra í efstu 2 m vatnslags (30-70  $\Omega$ m, mælt með H&S-1) en neðar, þar sem það er fremur stöðugt hverju sinni, en breytilegt með tíma (12-20  $\Omega$ m) (mynd 4). Lækkun verður e.t.v. í viðnámi vorið 1977. Þó hefur það aldrei mælt hærra en í febrúar það ár.

Í HSK-10 mælist minnstur munur viðnáma mældra með H&S-1 og S-2 af öllum stöðum (mynd 4). Virðast vatnsskipti því vera örari þar en annars staðar, þó aðrar skýringar komi og til greina (einangrað vatnssvæði, sem úrkoma hefur veruleg bein áhrif á, o.fl.).

Samband má víða finna milli jarðlaga í borholum og breytinga í hita- eða seltuferlum, en því verða ekki gerð nánari skil hér.

## 7. Vatnasvæði:

### 7.1. Skipting í svæði:

Staðdreifing vatnshita er svipuð staðdreifingu seltu, ef litið er á jafnhita- og jafnseltulínur sbr. mynd 2 og mynd 3. Línur þessar hafa svipaðar stefnur víðast hvar, nema á Lágasvæði og næsta umhverfi þess, þar sem þær liggja sumsstaðar hornrétt hverjar á aðrar. Samkvæmt dreifingu gilda beggja þátta má skipta rannsóknarsvæðinu niður í nokkur hlutsvæði, sjá mynd 5. Mörk þeirra verða sjaldan skörp, einkum þar sem vatn er ekki aðgengilegt á stórum svæðum. Nákvæmst er því svæðaskiptingin á Lágasvæði sjálfu.

Svo virðist sem greina megi fjögur svæði, þar sem hiti og selta vaxa frá NV til SA, og tvö jaðarsvæði að auki:

1. Njarðvíkurheiði: Vatnshiti er líklega til jafnaðar lægri en 4°C, og víða jafnvel lægri en 3°C. Klóríðstyrkur er líklega minni en 40 ppm Cl<sup>-</sup> og jafnvel minni en 30 ppm Cl<sup>-</sup> á austanverðu svæðinu. Til þessa svæðis teljast hér borholur á Njarðvíkurheiði, við Seltjörn og HSK-13.
2. Lágasvæði - NV-hluti: Á þessu svæði er vatnshiti 4-5°C og klóríðstyrkur um 40 ppm Cl<sup>-</sup>. Á Lágasvæði er Sandfellshæðarhraun víðast hvar á yfirborði. Til þessa svæðis teljast hér borholur við Stapafell, HSK-5/6 og líklega HSK-10.
3. Lágasvæði - SA-hluti: Vatnshiti er 4-6°C en klóríðstyrkur um 70 ppm Cl<sup>-</sup>. Svæði þetta er þakið Arnarseturs- og Eldvarpahraunum. Til þessa svæðis eru taldar hér borholur HSK-2, HSK-4, HSK-8, HSK-11/100 og líklega HSK-9.

4. Affallsvatnssvæði (Áhrifasvæði jarðhita í Svartsengi): Vatnshiti er hærrí en  $6^{\circ}\text{C}$  og klóríðstyrkur meiri en  $100\text{ ppm Cl}^{-}$ . Til þessa svæðis teljast borholur HSK-1 og HSK-12 ásamt öllum borholum og gjám á affallsvatnssvæðinu, sbr. OS-JKD 7715.

Jaðarsvæðin eru:

5. Hafnir: Vatnshiti er  $5-7^{\circ}\text{C}$ , en selta frá  $60\text{ ppm Cl}^{-}$  ("uppspretta" í Merkinesi, sjá holu 5) og upp í  $1000\text{ ppm Cl}^{-}$  eða meira (dælt vatn úr holum). Svæði þetta er aðskilið frá næstu mælistöðum af 2-4 km breiðu beltí, þar sem hvergi sér til vatns. Til þessa svæðis teljast borholur í Teigi, Merkinesi og Kalmanstjörn og "uppspretta" í Merkinesi.
6. Vogaheiði: Mörk þessa svæðis og eðlisástand vatns á því eru óljós, þar eð hvergi hefur fundist aðgengilegt vatn, suður og austur af því, hið næsta. Það sem skilur vatn á þessu svæði frá vatni á Njaróvíkurheiði er herra hitastig (yfir  $4^{\circ}\text{C}$ ) og meiri selta  $30-95\text{ ppm Cl}^{-}$ . Á þessu svæði er aðeins 1 borhola, á Vogastapa, en vatn er einnig aðgengilegt í Snorrastaðatjörnum.

## 7.2. Njaróvíkurheiði:

Mælistaðir eru fáir á Njaróvíkurheiði (örnefni þetta er hér látið ná til svæðis sem markast af Stapafellsvegi, Rauðamel og Seltjörn.) Borholan í Njaróvíkurheiði er austan Stapafellsvegur en þó í Hafnahreppi. HSK-13 er á svokölluðu "Austursvæði" (sbr, kafla 4) en eðlisástand vatns í henni svipar til vatns á framangreindum stöðum, þó uppruni þess sé e.t.v. annar). Milli borholanna við Seltjörn og við Stapafellsveg ("Njaróvíkurheiði") er um  $3\frac{1}{2}$  km, en fjarlægð þeirra frá mælistöðum á Lágasvæði er 2 km (Seltjörn) og 3 km. (Njaróvíkurheiði). Ástand grunnvatns um miðja heiðina verður því aðeins ráðið af líkum, þar eð fyrrnefndar borholur eru báðar randlægar á svæðinu.

Borholan við Stapafellsveg ("Njarðvíkurheiði") stendur í nokkurri lægð og vill yfirborðsvatn renna ofan í hana í stórrigningum eða þegar rignir á svell. Hiti og selta, hvort um sig, eru jafnan mjög á móta allsstaðar í holunni hverju sinni. Hins vegar munar stundum verulega frá einum tíma til annars. Mældur hiti liggur á bilinu 2.2-3.9°C frá maí 1976 til nóvember 1977. Eðlisviðnám er á sama tíma á bilinu 40-100 Ωm (S-2 og 0.7 x H&S-1). Á 20 m dýpi liggja á þessum tíma 7 gildi af 9 á bilinu 2.9-3.2°C. Hiti á sama dýpi í "fóðurholunni" á sama stað (nærri 20 m eru á milli holanna; holan er heilfóðruð niður á meira en 200 m dýpi) var þá 0.3-0.4°C hærri. Apríl-maí 1975 mældist hiti á 20 m dýpi í mæliholu ("höggborsholu") 1.9-2.8°C, en 2.4-3.3°C á sama tíma og á sama dýpi í "fóðurholunni". Óþekkt er, hversu réttur sá mælir var, sem notaður var 1975 og gæti það því valdið muninum frá 1975 til 1976/77. Samanburður mælinga, og kvörðun sem gerð var á mælinum (líklega 1975), benda þó til þess, að skekkjan sé lítil og kvarðað hitastig sé jafnvel 0.1-0.2°C of hátt við 2°C. Sé svo, þá hefur vatnshiti þarna hækkað um 0.7-1.2°C á þessum tíma (og þó enn meir, miðað við desember 1977). Til þessa gætu legið ýmsar orsakir: Veðurfarssveiflur og breytingar á hita írennslisvatns til grunnvatns; breytingar á jarðvatnsstöðu og rennsli grunnvatns; vatnsvinnsla herstöðvarinnar á svokölluðum "Patterson-flugvelli"; aukið varmaústreymi úr jarðariðrum eða breytingar á rennslishraða grunnvatns. Líklegastar þessarar orsaka verður að telja veðurfarssveiflur og/eða vatnsvinnslu herstöðvarinnar.

Eðlisviðnám vatns í holunni hnappast við 90 Ωm (S-2 og 0.7 x H&S-1). Því viðnámi, leiðréttu fyrir hita, samsvaraði 45 ppm Cl<sup>-</sup> í þynntu sjóvatni, eða um 34 ppm Cl<sup>-</sup> miðað við 75% þess styrks (sbr. kafla 5). 1965 var greint 34 ppm Cl<sup>-</sup> í vatni úr holunni, en 30 ppm Cl<sup>-</sup> haustið 1977. Í vatnsbólum herstöðvarinnar á Miðnesheiði var klóríðstyrkur 1975 á bilinu 23-36 ppm Cl<sup>-</sup>, eða svipaður og í Njarðvíkurheiði. Það má því ætla, að uppruni írennslisvatns á báðum stöðum sé svipaður (úrkoma með særöksblöndun; aukning klóríðsstyrks vegna gnóttargufunar úr jarðvatni?). Innihald ýmissa annarra efna (Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) er hins vegar allt að tvöfalt meira í vatnsbólum herstöðvarinnar, en því verða ekki gerð nánari skil hér.

Borholan við Seltjörn stendur svo nærri tjörninni, að flæddi umhverfis stút hennar, þegar vatnsstaða var há, og stundum yfir. Vatnshiti tjarnarinnar, og þar með lofthiti, virðist hafa veruleg áhrif á vatnshita efst í holunni, sem er ófóðruð nema rétt efst. Sveiflur virðast vera töluverðar á vatnshita niður alla holuna (sjá mynd 4). Vorið 1975 mældist hiti á 10-20 m dýpi í holunni á bilinu 2.0-3.6°C. Snemma sumars 1976 var holan stífluð með grjóti af óþekktum aðilum og ekki hreinsuð endanlega fyrr en í ágúst 1977. Við þá hreinsun mun vatn hafa rótast verulega upp í holunni. Var hiti um og yfir 5 1/2°C í allri holunni fyrst á eftir, en var í desember 1977 þó tekinn að stefna í hið fyrra horf. Má því með nokkurum líkindum ætla, að hiti á þessu bili sé til jafnaðar um 3°C.

Efnagreiningar hafa ekki verið gerðar á vatni í holunni. Í yfirborðsvatni í tjörninni hefur verið greint 18 (1975) og 28 ppm Cl<sup>-</sup> (1977). Seltu- mælingum efst í holunni 1976-77 samsvaraði 26 ppm Cl<sup>-</sup> á sömu forsendum og í Njarðvíkurheiði. Mæling, gerð eftir hreinsun holunnar, bendir til, að þá hafi selta í henni samsvarað um 60 ppm Cl<sup>-</sup>. Þessi hækkun væri líklega af völdum uppróts og samsvaraði líklega ástandi við holubotn, svo fremi sem grugg er ekki orsökina (sbr. HSK-2, HSK-10, HSK-13).

Allar líkur benda því til þess, að vatnshiti í holunni sé um 3.0°C; klóríðstyrkur um 30 ppm Cl<sup>-</sup>, eða jafnvel minni; og verulegar sveiflur á vatnshita geti átt sér stað. Öll þessi atriði gilda einnig um borholuna í Njarðvíkurheiði, nema hvað klóríðstyrkur er e.t.v. aðeins meiri. en vatnshiti lægri.

HSK-13 var boruð í lok ágúst 1977 og er því engan veginn ljóst ennþá, hvort og þá hvernig hiti og selta breytast með tíma. Vatnshiti á 20-25 m dýpi hefur mælt 3.4-3.7°C, en eðlisviðnám um 75 Ωm, sem samsvaraði um 40 ppm Cl<sup>-</sup> á framangreindum forsendum. Greint hefur verið 20 ppm Cl<sup>-</sup> efst í holunni, en samkvæmt mæliferlum ætti þar að vera svipað vatn og neðar í holunni. Hærrí hiti og minni selta en í borholunni við Seltjörn gætu bent til annars uppruna, t.d. Fagradalsfjallssvæðisins, eða svæðisins umhverfis Litla-Skógfell, þó þessum eðlisþáttum vatnsins svipi annars mest til Njarðvíkurheiðar - Seltjarnar. Vatn er hvergi aðgengilegt suður og austur frá HSK-13.

7.3. Lágasvæði:

Þessu svæði má skipta í tvennt eftir hita og seltu, sem fyrr segir, NV-hluta (Stapafells-megin) og SA-hluta (Arnarseturs-megin). Á báðum hlutum raðast hiti og selta á mælistöðum saman á athyglisverðan hátt:

Skrá 6:

Hiti og selta á Lágasvæði:

<u>Staður:</u>	<u>Meðalhiti (°C):</u>	<u>Klóríðstyrkur (ppm Cl-):</u>	
		<u>reiknaður:</u>	<u>greindur:</u>

NV-hluti:

HSK-5/6	4.4	45	40
Stapafell	4.6	40	40
HSK-10	4.8	80	50

SA-hluti:

HSK-8	3.9	80/110 <sup>1)</sup>	75
HSK-11/100	4.0	75	70
HSK-2/4	4.7	75	75
HSK-9	5.9	110	70

Tvennt er ljóst: Vatnshiti hækkar almennt til SA og klóríðstyrkur er tiltölulega stöðugur á hvorum svæðishluta fyrir sig.

Á NV-hlutanum eru hitasveiflur litlar með tíma í HSK-5/6 og við Stapafell, en verulegar í HSK-10. Svipað gildir e.t.v. með breytingar á seltu. Það er því ástæða til að gera ráð fyrir þeim möguleika, að vatn í HSK-10 sé að hluta, eða öllu leyti, af öðrum uppruna en vatn í hinum holunum tveimur.

1) Efri hluti/neðri hluti, hvorttveggja eftir dæluprófun í maí 1977.



Á SA-hlutanum er hitamunur á milli HSK-8 og HSK-11/100 sára lítill, eða um  $0.1^{\circ}\text{C}$ . Frá HSK-8 til HSK-2 er hann hins vegar verulegur ( $0.8^{\circ}\text{C}$  á 2.0 km) og þó enn meiri frá HSK-2 til HSK-9 ( $1.2^{\circ}\text{C}$  á 1.1 km). Athyglisvert er, að seltubreytingar með tíma virðast vera litlar á öllum stöðunum, þegar tillit er tekið til úrdælingar o.þ.l. Sama gildir um vatnshita í HSK-8 og HSK-9, að svo miklu leyti, sem tímalengd leyfir slíkar ályktanir. Breytingar virðast meiri í HSK-2/4 og HSK-11/100.

Greindur klóríðstyrkur í HSK-9 og HSK-10 er mjög frábrugðinn þeim styrk, sem reiknaður er eftir mældu viðnámi. Úr þessum holum hefur ekki verið dælt ennþá, og getur það valdið einhverju um: Eðlisviðnám í HSK-2 hækkaði um 25% við dæluprófun í júlí-ágúst 1976, þó ekki sé ástæða til að halda annað, en þar sé enn um samskonar vatn að ræða og fyrr. Hins vegar getur í HSK-9 og HSK-10 einnig verið um frávik í efnasamsetningu að ræða, sem hafi náttúrulegar orsakir.

Nokkur munur er á ferlum hita og seltu, sem falli af dýpi í einstökum holum. Í öllum mældum holum hækkar hiti með dýpi um  $0.1-0.4^{\circ}\text{C}$  á 10 m, nema í HSK-8, þar sem hitahækkunin er  $0.7-0.8^{\circ}\text{C}/10$  m. Viðnám er hins vegar næstum því hið sama hvarvetna í hverri holu fyrir sig, nema í HSK-8, þar sem það lækkar um nærri 30% 2-6 m undir vatnsborði. Marktæk viðnámslækkun er einnig í borholunni við Stapafell, en hún nær aðeins 5 m niður fyrir vatnsborð.

Tvískipting Lágasvæðisins eftir seltu er glögg og mörkin milli beggja hlutanna virðast vera skörp. Sést það vel, ef athugaðar eru breytingar á hita og seltu út frá Svartsengi á línunum eftir Grindavíkurvegi (til N) og veituveginum til Njarðvíkur (til NNV), sjá mynd 6, en á tilheyrandi ferlum sjást og glögg líkleg mörk Lágasvæðis og umhverfis Svartsengis. Ferlar þessir eru dregnir í samræmi við myndir 2. og 3. Samanburður þessarra ferla sýnir glögg ástandsmun vatns á austur- og vesturhluta SA-hluta Lágasvæðis. Vatnshiti virðist vera jafnari á NV-hlutanum (HSK-5/6 - Stapafell:  $0.2-0.3^{\circ}\text{C}$  á 3.0 km) en á SA-hlutanum (HSK-8 - HSK-9:  $2.0^{\circ}\text{C}$  á 3.0 km). Hitamunur er því mismikill eftir stöðum milli hlutsvæðanna (HSK-5/6 - HSK-11/100:  $+0.5^{\circ}\text{C}/0.55$  km; Stapafell/HSK-10 -

HSK-9:  $-1.2^{\circ}\text{C}/2.8\text{ km}$  og  $-1.0^{\circ}\text{C}/1.3\text{ km}$ ). Samgangur (blöndun vatns, sem leiddi til jöfnunar á hita og seltu) virðist því vera lítill á milli hlutsvæðanna. Þrátt fyrir vissa sameiginlega grófa drætti í eðlisástandi vatns á SA-hluta Lágasvæðisins, þá er þó verulegur munur frá holu til holu, ef mark er tekið á hinum fínni dráttum, einkum í hitastigi. Um mögulegar skýringar er rætt í kafla 8.

#### 7.4. Affallsvatnssvæði:

Grófir drættir (t.d.  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ,  $\pm 50\text{ ppm Cl}^{-}$ ) eru glöggir umhverfis jarðhitasvæðið í "Svartsengi" (Svartsengi heitir grastó norðan undir Sýlingarfelli. Jarðhitasvæðið og varmaorkuverið eru því ekki í Svartsengi, þó svo heiti, heldur í Illahrauni). Afrennsli þessa svæðis er mest til suðuráttar (OSJKD 7715), þó lítið eða ekki muni renna undir Þorbjarnarfell. Áhrif jarðhitans lýsa sér í hækkunum hita (yfir  $6^{\circ}\text{C}$ ) og aukinni seltu (yfir  $100\text{ ppm Cl}^{-}$ ). Norðan jarðhitasvæðisins eru aðeins 2 holur, HSK-1 og HSK-12, sem var boruð í ágúst 1977. Hiti hækkar í HSK-12 úr  $6.1^{\circ}\text{C}$  við yfirborð í  $6.9^{\circ}\text{C}$  14 m undir vatnsborði. Mælt eðlisviðnám breytist á sama bili úr um  $20\ \Omega\text{m}$  í  $17\ 1/2\ \Omega\text{m}$  (S-2). Svo er að sjá, sem breytingar þessar séu nokkuð jafnar alla leið, þó minni háttar hlykkir séu á ferlunum. Klóríðstyrkur hefur verið greindur um  $160\text{ ppm Cl}^{-}$ , eða heldur lægri en reiknaður, enda aldrei verið dælt úr holunni.

HSK-1 er um 0.8 km austur af HSK-12. Hitamunur er um  $6^{\circ}\text{C}$  á milli þeirra. Nýlegar efnagreiningar liggja ekki fyrir úr neðri hluta HSK-1, en reiknaður klóríðstyrkur þar er yfir  $300\text{ ppm Cl}^{-}$ , sem kæmi vel heim við það, að greindur styrkur úr efri hluta holunnar er yfir  $200\text{ ppm Cl}^{-}$ , en eðlisviðnám vatns í þeim hluta mun herra (sjá mynd 4). Heitast er í HSK-1 um 2 m undir vatnsborði, oft  $1-1\ 1/2^{\circ}\text{C}$  heitara en við yfirborð og  $1/2-1^{\circ}\text{C}$  heitara en við botn, 6 m undir vatnsborði. Glögg viðnámsskil eru á 1-2 m dýpi. Neðan þeirra er viðnám oftast  $10-15\ \Omega\text{m}$  (S-2,  $0.7 \times \text{H\&S-1}$ ), en ofan þeirra  $30-40\ \Omega\text{m}$ . Fyrri hluta sumars 1976 náðu skilin þó upp til yfirborðs (þess gætti einnig í hita). Þetta verður líklega helzt skýrt þannig, að salt vatn, heitast efst, renni inn undir ferskara vatnslag og bægi því jafnvel stundum frá

borholunni. Vitaskuld breytir ekki öllu, þó gert sé ráð fyrir því, að ferskara lagið renni upp á hið saltara, því að afstæð hreyfing vatnslaganna er sú sama í báðum tilfellum.

Samkvæmt eðlisviðnámi ætti klóríð við yfirborð að vera um 90 ppm  $\text{Cl}^-$ , eða aðeins lítið eitt meira en á SA-hluta Lágasvæðis. Vatnshiti við yfirborð er hins vegar um 11°C, eða 6-7°C umfram grunnvatnshita á Lágasvæði. Ljóst er af klóríðstyrk, að vatn þetta hefur ekki öðlzt þennan hita við blöndun við affallsvatn (11-13°C) eða 100°C heitan jarðsjó, heldur við hitun án teljandi seltuaukningar.

Væri gert ráð fyrir því, að vatnið í HSK-12 væri myndað við blöndun vatns, samsvarandi salta laginu í HSK-1, og vatns með klóríðstyrk samsvarandi og á SA-hluta Lágasvæðis, þá væri hiti þess vatns innan við 4°C, og vatn það þá sambærilegt við vatn í HSK-8. Miðað við seltu í neðri hluta HSK-8 haustið 1977, þá þyrfti hiti blöndunarvatnsins að vera tæplega 5°C. Íblöndun 100°C heits jarðsjávar með 12.000 ppm  $\text{Cl}^-$  (HSH-2/4) í vatn með 75 ppm  $\text{Cl}^-$  (Lágasvæði, SA-hluti), þýddi að hiti blöndunarvatns hefði verið um 5.7°C. Báðir síðartöldu möguleikarnir væru til staðar á grundvelli þeirra gagna, sem eru fyrir hendi.

Um mælt ástand vatns á afrennslissvæði Svartsengis til suðurs hefur verið fjallað í skýrslu OS-JKD 7715. Hér skal þó á það bent, að vatn í HSK-7 er 4°C kaldara en í HSK-1, en hins vegar 100 ppm  $\text{Cl}^-$  saltara, sem mætti skýra með beinni íblöndun 100°C heits jarðsjávar, með 12.000 ppm  $\text{Cl}^-$ , í ferskvatn með 10-100 ppm  $\text{Cl}^-$  og 4-5°C hita, sem mætti ætla að væri eðlilegt ferskvatnsástand á þeim stað. Sunnan undan Þorbirni er talið, að gæti töluverðrar hitunar grunnvatns án verulegrar seltuaukningar, svipað og ætla má uppruna ástands efra lagsins í HSK-1. Í Tóttakrökum eru 3 mælistaðir nyrzt og er minnst selta í þeim í miðið (Miðgjá), sem er einnig eilítið kaldari en sá austasti (Baðstofugjá) (myndir 1, 2, 3, 5). Stafi hita- og seltuaukning af íblöndun hreins sjóvatns (heits) þá hefði hitastig þess verið um 100°C, en vatnsins, sem blandað var í 6 1/2-7°C, ef klóríðstyrkur í því hefur verið svipaður og á SA-hluta Lágasvæðis (um 75 ppm  $\text{Cl}^-$ ). Miðað við hita og seltu í HSK-9, HSK-2/4, HSK-12 og HSK-1, efra

lag, væru þetta ekki ólíkleg gildi fyrir ferskvatnið. Á vestasta staðnum (Hrafnagjá) er selta hæst, en vatnshiti allt að 1°C lægri en austast. Væri ferskvatnið, sem saltara vatni er væntanlega blandað í, sama og á hinum báðum stöðunum, þá hefði sjóvatnið haft svipaðan hita og ferskvatnið og væri því af öðrum uppruna en það, sem blandast í ferskvatnið austar. Hitamunur þessi gæti hins vegar einnig stafað af því, að hitun frá heitum affallsvatnsstraumi (OS-JKD 7715, OS-SFS 7702) undir ferskvatnslaginu væri meiri á austanverðum Tóttakrökum en vestanverðum, og gæti þá uppruni og ástand sjóvatnsins verið hið sama.

Sé hins vegar ekki bein fylgni milli hita- og seltuaukningar á mælistöðum, miðað við líklegt ástand ferskvatnsins, þá gæti hér verið um 3 mismunandi grunnvatnsstrauma að ræða: Austast íblöndun heits sjóvatns; í miðið meiri áhrif ferskvatns, e.t.v. af öðrum uppruna; vestast íblöndun salts, óverulega heits vatns, sem hefði að öllum líkindum annan uppruna en sjóvatn austast á svæðinu, og stæði líklega í sambandi við jarðhitasvæðið í Eldvörpum.

#### 7.5. Hafnir:

Ein klóríðgreining hefur verið gerð á innrennslisvatni í tjörn við Stóru-Sandvík, og reyndist klóríðstyrkur vera um 50 ppm Cl<sup>-</sup>. Liggur nærri að halda vatn þar skylt vatni af NV-hluta Lágasvæðis (sjá mynd 5), svo fremi sem það er ekki af staðbundnum uppruna. Verulegrar seltu-íblöndunar hefði ekki gætt á leið þess, ef það er að verulegu leyti komið af svæðinu við Stapafell.

Í Höfnum var mælt í borholum, sem dælt hefur verið úr öðru hverju. Selta í þeim er því tæpast marktæk, en virðist heldur hafa aukizt með tímanum, ef ályktanir má draga af þeim fáu mælingum, sem gerðar hafa verið (sjá skrá 4). Athyglisvert er, að nokkru lægri vatnshiti mældist 1977 en 1975. Meðaltal mánaðagilda hefur lækkað um 0.5°C að Kalmans-tjörn en 0.2°C á Teigi, en þar var að vísu töluverð dreifing gilda 1977. Óljóst er, hvaða þýðingu þessi breyting hefur, en hiti virtist fara hækkandi aftur á Teigi haustið 1977.

Vatnshiti á þessu svæði er 2-4°C hærri en í Njarðvíkurheiði og 1/2-2°C hærri en á NV-hluta Lágasvæðis. Fjarlægð frá borholunni við Stapafellsveg ("Njarðvíkurheiði") til borholu í Teigi er tæpir 5 km, en frá borholu við Stapafell til Kalmanstjarnar eru um 8 1/2 km. Yrði þá hitahækkun að vera 0.5-0.6°C/km í fyrra tilfellingu, en um 0.2°C/km í því síðara, ef vötn væru komin þær leiðir. Þessi munur væri full mikill, til þess að áhrif þau, sem vatnið yrði fyrir á leið sinni, gætu verið hin sömu í báðum tilfellum. Vatnshiti hækkar til suðurs í Höfnum, og gæti það stafað af ýmsu: Bæði gæti runnið kaldara vatn til norðurhlutans (sem blandaðist þar einhverju heitara vatni) og eins gæti hér verið um mismunandi blöndunarhlutfall jafn heits (og kalds) vatns verið að ræða.

Í uppsprettu ("pytti úti í mýri") hjá Merkinesi hefur verið greint 60 ppm  $\text{Cl}^-$ . Hér er sennilega um staðbundið vatn að ræða, e.t.v. í "lausu" vatnslagi ofan grunnvatnsborðs. Selta ætti þá vart að vera meiri en þetta í grunnvatninu, ef það er að mestu komið frá Njarðvíkurheiði - Stapafelli og blandað írennslisvatni (úrkomu) upp af Höfnum.

#### 7.6. Vogaheiði:

Margsýnt er einnig um túlkun grunnvatnsástand í Vogaheiði og á Vogastapa. Vatnshiti í borholunni á Vogastapa er 1 1/2-2°C hærri en við Seltjörn og 1°C hærri en í HSK-13, en fjarlægðir til þessarra staða eru rúmlega 2 1/2 km. Klóríðstyrkur hefur ekki verið greindur í vatni úr borholunni á Vogastapa. Hins vegar hefur hann verið reiknaður 60 ppm  $\text{Cl}^-$  eftir eðlisviðnámi (sjá skrá 5). Í Seltjörn og HSK-13 var greindur klóríðstyrkur u.þ.b. helmingur þess, sem reiknaður var, en hvoru tveggja á móta í Snorrastaðatjörnum. Vogastapaholan er gömul og því minni hætta á borunargruggi þar en í hinum holunum. Samt verður ekki meira sagt, en klóríðstyrkur í henni liggja líklega á bilinu 30-60 ppm  $\text{Cl}^-$ . Í Snorrastaðatjörnum hefur hann verið greindur 57-95 ppm  $\text{Cl}^-$ , en vatnshiti er þar of háður lofthita til að vera marktækur.

Allar líkur eru þannig á því, að vatnshiti sé eitthvað hærri í Vogaheiði en á Njarðvíkurheiðar-svæðinu og "Austursvæðinu" norðanverðu. Selta er í öllu falli mun meiri, og því vart um sama vatn að ræða að öllu leyti. Mikið útrennsli vatns er í Vogavík, að líkindum alltaf  $1/2 - 1\ 1/2\ m^3/sec$  eða meira. Líklegt er, að drjúgur hluti þessa vatns sé kominn úr Strandarheiði og af Fagradalsfjalli. Af ýmsum ástæðum (sjá t.d. OS-JKD 7603) væri þess að vænta, að vatn það væri fremur kalt (líklega  $\leq 4^\circ C$ ) og seltusnautt ( $\leq 30\ ppm\ Cl^-$ ) og líkist að þessu leyti t.d. vatni í HSK-13. Orsakir seltuaukningar; og hugsanlegrar hitahækkunar; væru því ekki aðrennsli austan að, né heldur vestan eða suðvestan að. Uppspretta þessarrar seltuaukningar (og e.t.v. hitahækkunar) væri því staðbundin, eða lægi einhversstaðar til suðausturs, í átt að Fagradalsfjalli.

#### 8. Rennslisstefnur í grunnvatni:

##### 8.1. Rennslisstefnur og jarðvatnslíkön:

Af framanskráðu má leiða ýmsum getum að upprunasvæðum vatns á einstökum stöðum, og þar með rennslisleiðum og rennslisstefnum. Vitaskuld orkar margt tvímælis í slíkum túlkunum, enda gögn hvergi nærri nægjanleg. Að sama skapi geta ályktanir þær, sem draga má af þessum túlkunum, ekki verið fyllilega öruggar, en samanburður þeirra við upplýsingar um jarðvatnsástand, sem aflað er með öðru móti (vatnshæðarmælingar, efna-greiningar, jarðfræðileg gerð svæðisins, jarðviðnámsmælingar, líkan-reikningar, dæluprófanir) gerir þó kleift að vega og meta, hvað sennilegt sé, og hvað megi útiloka.

Snemma í júní 1976 voru settar fram forsendur að reiknuðu jarðvatnslíkani, sem OS-SFS vann svo fram til hausts 1976 með þeim breytingum, sem telja mátti nauðsynlegar í ljósi rannsókna þeirra, sem gerðar voru þá um sumarið (sjá mynd 27 í OS-JKD 7609, og kafla 8 í sama riti). Forsendur

Þessar stóðu flestar á ótraustum fótum, þar eð vatnasvæðið hafði verið lítið rannsakað, þegar þær voru settar fram. Sama gildir því um ályktanir dregnar af hinu reiknaða líkani. Samkvæmt þessu líkani (hér kallað "Líkan '76") voru rennslisstefnur á Lágasvæði, og næsta nágrenni þess, eins og sýnt er á mynd 7. Þær rennslisstefnur, sem líklegast virðast eftir hita- og seltumælingum eru sýndar á mynd 8 (kallast hér það líkan "Líkan '77"). Helzti munur líkananna er sá, að í "Líkani '77" er gert ráð fyrir afstæðri jarðvatnsbungu í Njarðvíkurheiði í stað gegnrennslis; afstæð jarðvatnsbunga austan Þórðarfells er talin líkleg; gegnumrennslis um jarðhitasvæðið í Svartsengi er talið lítið; innrennslis til Lágasvæðis er talið koma úr sem næst háaustri, í stað norðausturs áður; og líkur eru taldar á verulegum, staðbundnum óreglum (afstæðar jarðvatnsbungur í flatlægu jarðvatnsborði á Lágasvæði).

Af þessu nýja líkani má leiða óbeint líkur að vatnafræðilegum forsendum jarðvatnslegu: Grunnvatn stendur tiltölulega hærra í móbergs- og grágrýtisskrokkum, miðað við hraunasvæðin, en fyrr var haldið. Líklegt er, að því samsvari einnig meiri leiðnimunur en haldið var. Jarðvatnsborð er mjög flatt og hallalítið á öllu Lágasvæðinu, frá HSK-10 og HSK-9 til HSK-8, HSK-13 og Seltjarnar og líklega norður á Njarðvíkurheiði. Misjafnrar leiðni vegna jarðlags getur því gætt verulega í afstæðri jarðvatnshæð, og þar með í jarðvatnshalla og rennslisstefnum. Virðist þá jafnvel líklegt, að jarðlag sé mæta vel vatnsleiðandi á meiri hluta Lágasvæðis sjálfs, en takmarkist hins vegar á allar hliðar af mun verr leiðandi jarðlagi; e.t.v. að undanskildum nokkrum "vatnsrennum" út af svæðinu. Af því myndi leiða tvennt: Vatnsaðráttarsvæðið er minna en haldið var, og svæðisniðurdráttar gætir því meira; í annan stað væri svæðið öruggara gagnvart affallsvatni frá Svartsengi, og því e.t.v. heimilt að valda meiri svæðisniðurdrætti.

## 8.2. Njarðvíkurheiði:

Sú ályktun, að jarðvatnsbunga sé í Njarðvíkurheiði, byggist á eftirfarandi: Jarðvatn er kaldara þar og seltusnaðara en annars staðar, en svipað innan svæðisins sjálfs. Jarðvatnshæðarmælingar og jarðviðnámsmælingar benda til þess, að jarðvatnsborð liggi nokkrum cm hærra í HSK-13 og á Lágasvæði, en við Seltjörn og í Njarðvíkurheiði. Rynni vatn frá HSK-13 til Seltjarnar, þá yrði það vatn að kólna um  $1/2^{\circ}\text{C}$ , en selta að aukast lítillega, ef eitthvað er. Þetta mætti e.t.v. skýra með íblöndun svipaðs vatns og er í borholunni á Njarðvíkurheiði ( $2\ 1/2-3^{\circ}\text{C}$ , 30-35 ppm  $\text{Cl}^{-}$ ). Munurinn er það lítill og óvissa meðaltala enn það mikil, að rúm er fyrir svona túlkun, en gera yrði þá ráð fyrir meiri hlutdeild "Njarðvíkurheiðarvatns" við Seltjörn, en "Líkan '76" gerir ráð fyrir. Tölur þær, sem hér hefur verið miðað við, benda þó mun frekar til þess, að hlutdeild vatns af "Austursvæði" (HSK-13) sé næsta lítil við Seltjörn. Er þá líklegast, að grunnvatnið safnist saman á staðnum (sbr. hitasveiflurnar í borholunni), eða sé runnið vestan að. Hvort tveggja bendir til jarðvatnsbungu í Njarðvíkurheiði. Sökum þess, hve fáir mælistaðir eru í Njarðvíkurheiði og langt á milli þeirra, eru allar upplýsingar um jarðvatnsástand og jarðvatnslegu óbeinar, og að sama skapi ótryggar, þegar á það er litið hversu hlutfallslega litlu munar í gildum viðmála ("parametrum") þeirra, sem stuðzt er við, eða leitað er að. Reynist þessi atriði skipta talsverðu máli fyrir vatnsvinnslu á Lágasvæði, samkvæmt niðurstöðum fyrirhugaðra líkanreikninga, þá kæmi sterklega til greina að bora rannsóknarholu í Njarðvíkurheiði. Hentugust staðsetning er hér talin vera við veituveg, milli Rauðamels og skotfærabúra setuliðsins ("garrison") á Miðnesheiði. Land er þarna lágt yfir sjó, víðast innan við 20 m.y.s. og sums staðar innan við 10 m.y.s., samkvæmt kortum.



### 8.3. Lágasvæði, NV-hluti:

Vatnshiti á NV-hluta Lágasvæði er um  $1\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$  hærri en í Njarðvíkurheiði. Margt getur haft áhrif á vatnshitann: Grunnvatnið hitnar lítillega á rennslisleið sinni vegna varmaústreymis jarðar; írennslíð (úrcoma - sigvatn) er misheitt, og blöndun vatns frá ýmsum stöðum og tímum er misjöfn. Í grófum dráttum má segja, að meðalárshiti írennslisvatns markist af magni þess og hita mánuð fyrir mánuð. Viss nálgun felst í því að telja hita írennslisvatns hvers mánaðar þann sama og meðalloft-hita þess mánaðar. Þá er þó ekki tekið tillit til þýðingarmikilla þátta, svo sem þess, að leysingarvatn (úr snjó og ís) er um  $0^{\circ}\text{C}$  heitt; hitastig jarðvegs fer m.a. eftir sólfari, auk lofthita; hiti úrkomu er ekki sá sami og lofthiti; varmataps vegna uppgufunar o.fl. Miklu munar og, hvort tillit er tekið til gnóttargufunar, eða ekki. Miðað sem næst við meðalveðurfar á Keflavíkurflugvelli (og lofthita einan), þá yrði meðalárshiti írennslisvatns um  $3^{\circ}\text{C}$ , ef tillit er tekið til gnóttargufunar, en tæpar  $5^{\circ}\text{C}$  án hennar. Tölur þessar eru tæpast marktakar; gera má ráð fyrir, að vatnshiti írennslis sé eitthvað lægri, vegna fyrrgreindra viðmála. Hins vegar má ætla sennilegt, að meðalvatnshiti geti verið  $2-3^{\circ}\text{C}$ , þar sem gnóttargufunar gætir mikið (t.d. í Njarðvíkurheiði), en  $3-4\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$ , þar sem hennar gætir lítið eða ekki, t.d. á hraunasvæðum. Að öðru jöfnu virðist því mögulegt, að munur á magni gnóttargufunar; og leysingavatns, ef til vill, líka; geti verið valdur að þeim vatnshitamun, sem mælist á Njarðvíkurheiði og Lágasvæði. Seltumuninn ( $5-20\text{ ppm Cl}^{-}$ ) má skýra með því, að vatnið á NV-hluta Lágasvæðis sé eitthvað blandað vatni svipuðu og í HSK-8 ( $40-50\text{ ppm Cl}^{-}$  umfram vatn á Njarðvíkurheiði). Virðist eðlilegt að túlka þá blöndun þannig, að hvorutveggja straumarnir á Lágasvæði séu komnir af svipuðum slóðum austan að, en skiljist að þegar inn á Lágasvæðið sjálft kemur.

Þar eð verulegrar íblöndunar vatns af Njarðvíkurheiði virðist ekki geta á NV-hluta Lágasvæðis, þá má geta þess til, að vatn af sunnanverðri heiðinni renni meir til V-SV en til S.

Hitabreytingar með tíma eru mun örvari og meiri í HSK-10 en í HSK-5/6 og borholu við Stapafell. Gæti það stafað af því, að vatnasvið holunnar sé lítið og þá væntanlega staðbundið við eða austan við Þórðarfell, með rennsli til A-NA.

Sem fyrr segir, eru mörk svæðishlutanna mjög skörp milli HSK-5/6 og HSK-11/100. Þau er ekki annars staðar hægt að staðsetja á sama hátt (milli tveggja nálægra borholna), en ástand vatns í HSK-10 og borholunni við Stapafell bendir frekar til þess, að þau muni líka vera nokkuð skörp vestur eftir Lágasvæði. Hita- og seltumunur á HSK-5/6 og HSK-11/100 bendir til þess sama eitthvað austur eftir, þegar tekið er tillit til þess, hvað selta breytist lítið á hvorum svæðishluta fyrir sig, og hiti breytist stöðugt í sömu átt á báðum hlutum, þó mismikið sé. Rennsli er því væntanlega lítið yfir þessi mörk og rennslisstefnur þá líklega nærri því samsíða þeim. Hugsanlegt er, að jarðfræðilegar aðstæður ráði nokkru um, hversu skörp skilin eru, en töluverð ris og sig hafa átt sér stað á brotfleygum, sem stefna SV-NA, á þessu belt, sem greiðir vatnsrás í stefnu brotanna, en hindrar hana þvert á.

#### 8.4. Lágasvæði, SA-hluti:

Lík selta í öllum borholum á SA-hluta Lágasvæðis (70-75 ppm  $\text{Cl}^-$ ) er túlkuð þannig, að vatn þar hafi allt sameiginlegan uppruna á einhvern hátt. Þessi túlkun er ekki einhlít. Sama selta getur komið fram við blöndun úrkomuvatns (20 ppm  $\text{Cl}^-$ , ?), vatns af NA-hluta Lágasvæðis (40 ppm  $\text{Cl}^-$ ) og affallsvatns (100-400 ppm  $\text{Cl}^-$ ), með viðeigandi blöndunarhlutföllum. Hiti er hins vegar nokkuð mismunandi í holunum. Til þess eru hér tvær orsakir taldar líklegastar: Að vatnið komi misheitt inn á svæðið, vegna mismikillar hitunar, sem ætti sér þá líklega stað austan Grindavíkurvegar; eða vatnið hitni mismikið á svæðinu sjálfu, vegna mismikils rennslisraða. Ef það er rennslisraðinn, sem veldur hitamuninum, þá væri vatn líklega nánast kyrrstætt við HSK-9. Líklegt virðist, að samskonar vatn sé í efri hluta HSK-8 og í HSK-11/100, nema

hvað það sé lítillega hlýrra í HSK-11/100. Virðist því líkleg rennslisstefna þar A-V. Hitasveiflur með tíma mældust talsverðar í HSK-2, en greindur (og reiknaður) klóríðstyrkur virðist hafa breytt lítið sem ekki. Hitabreytingar vegna blöndunar vatnsgerða (t.d. aðrennslis og úrkomu) virðast því ósennilegar, nema í litlum mæli (sbr. þó hitasveiflur við yfirborð). Hitabreytingar vegna breytinga á rennslishraða (Lengd rennslisleiðar milli tveggja staða er föst; rennslitími, og þar með upptekið varmamagn úr stöðugu varmaútstreymi, er því andhverfur rennslishraða) hefðu þá líklega fylgni við hæðarlegu jarðvatnsborðs (líklega meiri jarðvatnshalli). Lágur hiti haustið 1976 gæti því hafa haft þær orsakir. Hins ber einnig að gæta, að óvanalega miklar rigningar voru um þetta leyti. Sé hins vegar rennslishraði lítill, þá verður afrennsli lítið og þarf þá að leysa á einhvern hátt þann magnlæga vanda að losna við aðrennsli og írennsli á svæðinu. Slík tilraun verður látin bíða fyrirhugaðra líkanreikninga.

Þessi skýringartilraun verður að teljast þvinguð, og hæpið, að hún sé nema hlutskýring. Hinn möguleikinn er sá, sem fyrr greinir, að grunnvatnið komi misheitt austan að, og er þá ekki önnur skýring nærtækari á því, en jarðhitasvæðið við Svartsengi valdi því. Hér skal látið ósagt um, hvort misjafnt varmaútstreymi eða uppstreymi heitrar gufu valdi hituninni, en bein íblöndun heits jarðsjávar virðist ósennileg, ef dæma skal eftir klóríðstyrk vatnsins. Af staðdreifingu mælds hita mætti þá ráða, að rennslisstefnur væru úr háaustri á svæðinu, eða jafnvel heldur sunnan þess. Rennslisstefnur austan að til HSK-9 væru einkennilegar í þessu tilfelli, svo ekki sé meira sagt, þar eð vatnið yrði e.t.v. að renna einhvers staðar upp í móti, samkvæmt vatnshæðarmælingum.

Rennslisstefna við HSK-2/4 verður líklega nærri því að háaustan, en gæti líka hugsanlega verið frá HSK-11/100 eða jafnvel HSK-8. Rennsli yrði þá að vera mjög hægt ef hitamunur á að skýrast með hitun á

rennslisstað. Hugsanlegt er hins vegar, að hiti í HSK-9 stafi af aðrennsli vestan eða suðvestan að, og hefði þá það vatn uppruna sinn á lítt sýnilegu jarðhitasvæði í Eldvörpum. Engin þessarar skýringartilrauna er sérlega sannfærandi sem slík, og verður því að meta þær í sambandi við aðra jarðvatnsfræðilega rannsóknarþætti, en því verða ekki gerð frekari skil hér. Á það skal þó bent, að rannsóknarborhola vestan undir Stóra-Skógfelli gæti að líkindum skýrt margvíslegt um jarðvatnsástand á þessum hluta Lágasvæðis, svo og útbreiðslu jarðhitasvæðisins við Svartsengi til NA.

#### 8.5. Affallsvatnssvæði:

Affallsvatnsrannsóknir (OS-JKD 7715) hafa skýrt margvíslegt varðandi grunnvatnsrennsli umhverfis jarðhitasvæðið í Svartsengi og suður frá því. Sé það rétt, sem jarðviðnámsmælingar hafa leitt líkur að (OS-JHD 7639), að jarðhitasvæðið hafi tiltölulega skörp mörk að austan, nærri miðju Sýlingarfelli, þá verður að gera ráð fyrir jarðsjávarblöndun í ferskvatn við þennan austurjaðar, eða rennsli af svæðinu sjálfu undir Sýlingarfell og Hagafell, eða þá að jarðhitasvæðið nái lengra norðaustur en kann að hafði verið 1976, eins og raunar framangreindar mælingar leiða vissar líkur að. Slíkar aðstæður gætu einnig skýrt, hversu ört vatnshiti hækkar til suðurs á SA-hluta Lágasvæðis (mynd 6). Niðurstöður hugleiðinga um hita og seltu í HSK-1 og HSK-12 (kafla 7.4.) benda til aðrennslis frá A-NA. Íblöndunar vatns af jarðhitasvæðinu (líklega þynntur heitur jarðsjór) verður sennilega vart í báðum holunum, en ekki verulega í HSK-9 og HSK-2/4, að því, er hér er talið. Rennsli sveigir því væntanlega til S-SV vestan HSK-12.

Fleiri en ein skýring eru taldar koma til greina á ástandi jarðvatns í Tóttakrökum (sjá kafla 7.4.). M.a. eru líkur á aðrennsli frá Eldvörpum - Þórðarfalli (sjá mynd 5), sem þýddi, að þar væri afstað jarðvatnsbunga til staðar, en það hefði aftur áhrif á jarðvatn á Lágasvæði. Algjörar (hæðarmældar) jarðvatnshæðir í gjanum í Tóttakrökum væru vænlegar til að skýra þetta mál verulega.

#### 8.6. Hafnir:

Allt er mjög óljóst um rennslisstefnur vatns þess, sem mælt er í borholum í Höfnum. Vatnshiti virðist fullmikill til að vatnið geti einvörðungu verið komið af Njarðvíkurheiði (3°C) og frá Stapafelli (4 1/2°C), blandað í rennslisvatni á leiðinni (3-4 1/2°C), og e.t.v. hitað af varmaútstreymi (1/2-1 1/2°C). Tölugildi þau, sem hér eru notuð, eru raunar það ónákvæm, að teygja mætti þau til samræmis við mæld gildi í Höfnum. Ella yrði trúlega að gera ráð fyrir duldu jarðhitasvæði upp af sunnanverðum Höfnum, en ókunnugt er um nokkur merki þess á yfirborði.

#### 8.7. Vogahéiði - Austursvæði:

Jarðvatnsástand í Vogaheiði og á norðanverðu "Austursvæði" bendir til rennslis S-SA (sjá kafla 7.6.). Líkur væru þá á "duldu jarðhitasvæði" S og A frá Litla-Skógfelli eða rétt vestan við Snorrastaðatjarnir, en ekki hefur enn komið fram önnur sennilegri skýring á seltu í Snorrastaðatjörnum og borholu á Vogastapa. Samband vatns á Austursvæði og Lágasvæði er að mestu óþekkt, þó líkur bendi til, að vatn á báðum svæðum sé komið að hluta af svæðinu við Skógfellin. Rannsóknarborhola við Litla-Skógfell myndi skýra það mál töluvert, en jarðviðnámsmælingar kæmu einnig að gagni, og væri rétt að gera þær fyrst.

## 9. Framhald rannsókna.

Viðá hefur verið bent á það hér að framan, að nokkur óvissa ríki um hita og seltu á einstökum stöðum, sökum þess, hve fáar mælingar eru, eða hve skamman tíma þær spanni yfir. Varðandi tíðni mælinga, þá virðist hagkvæmast vera, að mæla frekar þétt á þeim stöðum, sem nýteknir eru til athugunar (t.d. holur eftir borun), meðan verið er að kanna háttarni breytinga með tíma, og mæla strjállega síðar. Töluvert gildi til eftirlits hefur að fylgjast með ástandi vatns til langs tíma, t.d. með mælingum 1-4 sinnum á ári, og e.t.v. þéttar á vinnslusvæðinu sjálfu og næsta nágrenni þess. Eins og upplýsingar úr hita- og seltumælingum hafa verið metnar á hverjum stað hér að framan, þá má setja fram eftirfarandi áætlun til jafnlengdar næsta árs (des. 1978):

### 1. Mælt verði á tveggja mánaða fresti á eftirtöldum stöðum:

Kalmanstjórn og Teigur í Höfnum.  
Njaróvíkurheiði (borhola við Stapafellsveg).  
Vogastapi, borhola.  
Snorrastaðatjarnir.  
Stapafell, borhola.  
Seltjörn, borhola.  
HSK-8.

Borholur við Stapafell, Seltjörn og HSK-8 yrðu líklega notaðar framvegis sem viðmiðunarholur fyrir ástand vatns á vinnslusvæðinu. Meta þarf mælingar í hinum holunum að ári, en líklegt virðist, að þeim verði þá ekki lengur fram haldið, nema e.t.v. 1-2 á ári um sinn.

### 2. Mælt verði á mánaðarfresti á eftirtöldum stöðum:

HSK-9.  
HSK-10.  
HSK-13.  
HSK-1.  
HSK-12.

Úr tveimur síðastnefndu holunum fást einnig upplýsingar um affalls-  
vatn. HSK-9 og HSK-10 verða að líkindum virkjaðar á árinu 1978.  
Framhald mælinga í HSK-13 verði metið að ári.

3. Í eftirtöldum holum verði mælt eftir þörfum í sambandi við dælu-  
prófanir, en ella á mánaðar fresti, eða eins og síðar verður ákveðið:

HSK-6.

HSK-11.

Þessar tvær holur verða framvegis eftirlitsholur um ástand vatns á  
Lágasvæði við vinnslu.

Í hugsanlegum rannsóknarholum (Njarðvíkurheiði, Stóra-Skógfell, Litla-  
Skógfell) yrði mælt mánaðarlega. Meta verður þörf á þessum rannsóknar-  
borholum í ljósi allra jarðvatnsfræðilegra þátta, sem rannsakaðir hafa  
verið í sambandi við ferskvatnsöflun fyrir Hitaveitu Suðurnesja. Á  
það skal þó sérstaklega bent, að rannsóknarborhola í Njarðvíkurheiði  
getur orðið nauðsynleg vegna umsvifa (malarnáms, olíumalarblöndun o.fl.)  
á Rauðamel og þar af leiðandi mengunarhættu, en borhola við Stóra-  
Skógfell vegna upplýsinga um efnainnihald í vatni á SA-hluta Lágasvæðis.

10. Agrip af helztu niðurstöðum:

Hita og seltumælingar 1975-77 hafa borið þann árangur, sem vænt var, þó mælistaðir séu víða strjálir og mælingar víða enn fáar, eða spanni aðeins skamman tíma.

Svo virðist sem skipta megi rannsakaða svæðinu í eftirtalin vatnssvæði (sjá mynd 5):

1. Njaróvíkurheiði: Vatnshiti um 3°C, klóríðstyrkur um 30 ppm Cl<sup>-</sup>. Sjálfstætt vatnasvæði, sem myndar afstæða jaróvatnsbungu.
2. Lágasvæði, NV-hluti: Vatnshiti 4-5°C, klóríðstyrkur um 40 ppm Cl<sup>-</sup>. Jaróvatn er líklega runnið frá A-NA.
3. Lágasvæði, SA-hluti: Vatnshiti 4-6°C, klóríðstyrkur 65-75 ppm Cl<sup>-</sup>. Jaróvatn líklega runnið austan að.
4. "Austursvæði": Vatnshiti 3-4°C, klóríðstyrkur um og yfir 20 ppm Cl<sup>-</sup>. Jaróvatn e.t.v. komið af Fagradalsfjallssvæðinu. Svæðið er lítið kannað.
5. Afallsvatnssvæði (umhverfis og suður frá Svartsengi): Vatnshiti yfir 6°C, klóríðstyrkur yfir 100 ppm Cl<sup>-</sup>.
6. Vogaheiði: Vatnshiti líklega yfir 4°C, klóríðstyrkur líklega yfir 60 ppm Cl<sup>-</sup>. Jaróvatn líklega komið frá SA.
7. Hafnir: Vatnshiti 5-6°C, klóríðstyrkur e.t.v. um og yfir 60 ppm Cl<sup>-</sup>.

Á öllum svæðunum er aðrunnið jaróvatn blandað staðbundnu írennslisvatni (úrkomu).



Niðurstöður þessarar mælinga benda til þess að breyta þurfi sumum forsendum líkanreikninga, m.a. í átt til meiri leiðnimunar milli einstakra líkanreita og nákvæmari staðsetningar misvel leiðandi bergskrokka.

Lagt er til, að mælingum á hita og seltu verði haldið áfram um eins árs skeið, en víða strjálfi en hingað til. Eftir það mætti að líkindum leggja niður að kalla mælingar á öðrum stöðum en þeim, sem fylgjast þyrfti með til eftirlits á vinnslusvæðinu á Lágasvæði og umhverfi þess.

Til greina kæmi; og þó einkum, ef aðrir rannsóknarþættir gefa tilefni til; að bora á næsta ári 1-3 rannsóknarholur m.a. vegna olíumengunarhættu frá Rauðamel og efnainnihalds á SA-hluta Lágasvæðis.

Einnig getur reynzt æskilegt að hæðarmæla viðmiðunarhæðir við gjár í Tóttakrökum (algjörar vatnshæðir).

Heimildaskrá:

OS-JKD - 1975 (handrit): "Svartsengi, Reykjanes og jarðvatn, framvinduskýrsla". Laufey Hannesdóttir. Maí 1975.

OS-JKD 7603: "Straumsvíkursvæði. Skýrsla um vatnafræðilega frumkönnun". Freysteinn Sigurðsson. Íslenska álfélagið h.f.. Marz 1976.

OS-JKD 7609: "Hitaveita Suðurnesja. FERSKVATNSRANNSÓKNIR. Áfangaskýrsla fyrir árið 1976". Freyr Þórarinsson, Freysteinn Sigurðsson, Guttormur Sigbjarnarson. Hitaveita Suðurnesja. Desember 1976.

OS-JKD 7715: "Hitaveita Suðurnesja, ferskvatnsrannsóknir: Affallsvatnsrannsókn, sept. 1976 - sept. 1977". Freysteinn Sigurðsson, Sigurður G. Tómasson, Snorri P. Snorrason. Hitaveita Suðurnesja. Nóv. 1977.

OS-JHD 7639: "Rafleiðnimælingar í Eldvörpum og Svartsengi". Valgarður Stefánsson, Lúðvík S. Georgsson, Rúnar Sigfússon. Júlí 1976.

### Myndaskrá:

1. Hiti og selta á mælistöðum. Meðaltöl 1976-77.
2. Ferskvatn, hiti (°C): Jafnhitalínur.
3. Ferskvatn, selta (ppm Cl<sup>-</sup>): Jafnseltulínur.
4. Ferskvatn, hiti og selta: Ferlar í borholum.
5. Ferskvatn, hiti og selta: Vatnasvæði, rennslisstefnur.
6. Ferskvatn, hita- og seltumælingar: Ástand grunnvatns N frá Svartsengi.
7. Ferskvatn, hiti og selta: Rennslisstefnur grunnvatns ("Líkan '76").
8. Ferskvatn, hiti og selta: Rennslisstefnur grunnvatns ("Líkan '77").

### Skrár:

1. Mælistaðir	Bls.	2
2. Leiðrétting mælds hita	"	3
3. Leiðréttur vatnshiti 1975-77	"	39
4. Mælt eðlisviðnám í grunnvatni 1976-77	"	42
5. Eðlisviðnám og klóríðstyrkur í grunnvatni	"	10
6. Hiti og selta á Lágasvæði	"	21

Viðauki:

Skrá 3:

Leiðréttur vatnshiti 1975-77.

Tími	Svæði, staður, hiti (°C)					
	Njarðvíkur- heiði		Austur- svæði	Lágasvæði NV-hluti		
Ár, mán.	Nja. hei.	Sel- tj.	HSK 13	HSK 5/6	Sta. fell	HSK 10
1975.03	-	-	-	-	-	-
- 04	1.9	2.1	-	-	4.5	-
- 05	(2.4)	2.6	-	-	4.8	-
- 06/07	-	3.0	-	-	-	-
1976.05	(2.4)	-	-	-	4.4	-
- 06	(3.1)	-	-	-	(5.1)	-
- 08	-	-	-	B	-	-
- 09/10	2.2	-	-	3.9	4.2	-
- 12	-	-	-	4.4	-	-
1977.01	3.2	-	-	4.3	-	-
- 02	-	-	-	4.4	-	-
- 03	-	-	-	4.3	-	-
- 04	2.9	-	-	4.5	4.7	B
- 06	2.9	-	-	4.5	4.7	4.8
- 07/08	3.0	(B)	B	4.5	4.7	5.3
- 09/10	3.0	(5.7)	3.6	4.4	4.7	4.2
- 11/12	(3.9)	(4.7)	3.4	4.3	4.6	4.8
Meðaltal 1976-77	2.9	(2.6) 1975	(3.5)	4.4	4.6	(4.8)

Skrá 3, frh.

Tími	Svæði, staður, hiti (°C)					
	L á g a s v æ ð i					
Ár, mán.	S A - h l u t i					
	HSK 8	HSK 100	HSK 11	HSK 2	HSK 4	HSK 9
1975.03	-	-	-	-	-	-
- 04	-	-	-	-	-	-
- 05	-	-	-	-	-	-
- 06/07	-	-	-	-	-	-
				B		
1976.05	-	-	-	(5.2)	-	-
- 06	-	(B)	-	4.8	B	-
- 08	-	-	-	(4.5)	(5.0)	-
- 09/10	-	-	-	4.4	4.1	-
- 12	-	-	-	4.9	-	-
1977.01	-	4.3	-	5.1	-	-
- 02	B	-	-	-	-	-
- 03	3.8	-	-	-	-	B
- 04	3.8	3.9	-	-	-	5.9
- 06	4.0	3.7	B	-	-	5.9
- 07/08	4.0	-	4.4	-	-	-
- 09/10	4.0	4.1	4.1	-	-	5.9
- 11/12	4.0	-	4.0	-	-	6.2
Meðaltal	4.0	(4.0)	(4.2)	(4.8)	(4.9)	(6.0)
1976-77		(4.1)			?	

Skrá 3, frh.

Tími	Svæði, staður, hiti (°C)					
	Affallsvatns- svæði		Hafnir		Voga- heiði	
Ár, mán.	HSK 1	HSK 12	Kalm. tj.	Tei.	Voga- st.	Sno. st.tj.
1975.03	11.5	-	(6.8)	5.7	-	1.9
- 04	11.5	-	6.4	5.5	-	7.0
- 05	11.7	-	6.6	5.7	-	6.2
- 06/07	-	-	(6.1)	-	-	12.5
1976.05	(11.2)	-	-	-	(6.0)	9.2
- 06	(10.9)	-	-	-	(5.1)	10.4
- 08	11.5	-	-	-	-	-
- 09/10	11.4	-	-	-	4.2	-
- 12	11.4	-	-	-	-	-
1977.01	11.8	-	-	-	5.0	-
- 02	10.7	-	-	-	4.5	0.2
- 03	-	-	6.0	5.5	-	0.0
- 04	12.1	-	5.9	5.1	4.8	4.6
- 06	11.9	B	5.9	5.2	4.7	11.6
- 07/08	12.0	6.3	-	5.2	4.8	-
- 09/10	11.4	6.4	6.0	5.6	4.7	3.7
- 11/12	-	-	5.9	5.5	-	-
Meðaltal 1976-77	11.6	(6.4)	(5.9)	(5.3)	4.7	-

Skrá 4:

Mælt eðlisviðnám í grunnvatni 1976-77.

Tími	Svæði, staður, eðlisviðnám (Ωm)					
	Njarðvíkur- heiði		Austur- svæði	Lágasvæði NV-hluti		
Ár, mán.	Nja. hei.	Sel- tj.	HSK 13	HSK 5/6	Sta. fell	HSK 10
			M æ l t m e ð H & S - 1			
1976.05	117	87	-	-	100	-
- 06	121	120	-	-	94	-
- 07/08	-	-	-	B	120	-
- 09/10	130	-	-	(110)	-	-
- 12	-	-	-	98	-	-
1977.01	130	-	-	106	-	-
- 02	-	-	-	98	-	-
- 03	-	-	-	105	-	-
- 04	144	70	-	82 <sup>x)</sup>	-	B
- 06	126	126	-	86	85	55
- 07/08	112	-	B	90	95	-
			M æ l t m e ð S - 2			
1977.09/10	(65)	(46)	73	55	62	45
- 11	91	-	-	63	-	59
Meðaltal	88	71	(73)	71	68	(48)
S-2 og H&S-1 x 0.7				60 <sup>x)</sup>		

x) HSK-5 var dæluprófuð 1977.03.

Skrá 4, frh.

Tími	Svæði, staður, eðlisviðnám (Ωm)					
	L á g a s v æ ð i					
Ár, mán.	S A - h l u t i					
	HSK 8	HSK 100	HSK 11	HSK 2	HSK 4	HSK 9
	M æ l t m e ð H & S - 1					
1976.05	-	-	-	(55)	-	-
- 06	-	(B)	-	(52)	B	-
- 07/08	-	60	-	66	(65)	-
- 09/10	-	-	-	68	68	-
- 12	-	-	-	-	-	-
1977.01	-	75	-	68	-	-
- 02	B	-	-	-	-	-
- 03	68	-	-	-	-	B
- 04	67	60	-	-	-	50
- 06	-	63	-	-	-	50
- 07/08	-	-	B	-	-	-
	M æ l t m e ð S - 2					
1977.09/10	36	43	41	-	-	35
- 11	-	-	45	-	-	44
Meðaltal	(44)	45	(43)	47	(48)	37
S-2 og H&S-1 x 0.7						



Skrá 4, frh.

Tími	Svæði, staður, eðlisviðnám ( $\Omega$ m)					
	Affallsvatns- svæði		Hafnir		Voga- heiði	
Ár, mán.	HSK	HSK	Kalm.	Teigur	Voga-	Sno.
	1	12	tj.		st.	st.tj.
	M æ l t m e ð H & S - 1					
1976.05	14	-	-	-	79	66
- 06	15	-	-	-	84	-
- 07/08	21	-	-	-	-	-
- 09/10	16	-	-	-	104	-
- 12	16	-	-	-	-	-
1977.01	17	-	-	-	97	-
- 02	15	-	-	-	90	86
- 03	-	-	7.5	17	-	-
- 04	12	-	3.3	12	80	63
- 06	15	-	5.0	15	79	-
- 07/08	13	B	2.8	12	79	-
	M æ l t m e ð S - 2					
1977.09/10	10	19	2.3	2.2	56	47
- 11	-	-	1.8	1.8	-	-
Meðaltal	10.7	(19)	2.9	(10)	60	49
S-2 og H&S-1 x 0.7				(2)		



Hiti og selta á mælistöðum

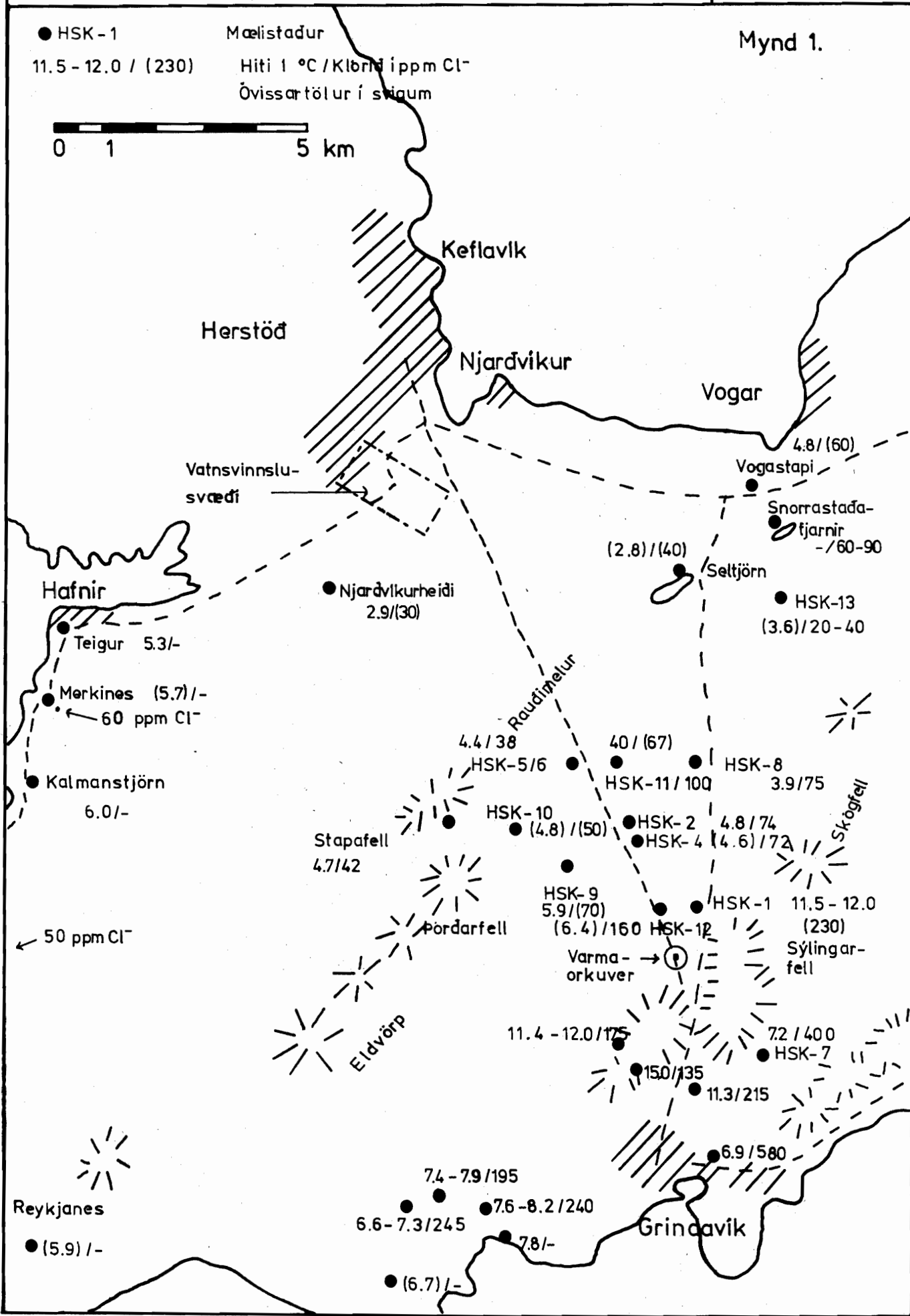
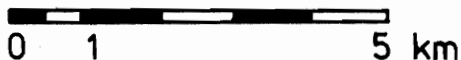
Mynd 1.

● HSK-1

11.5 - 12.0 / (230)

Mælistaður

Hiti 1 °C / Klbrn í ppm Cl<sup>-</sup>  
Övissartölur í svæðum

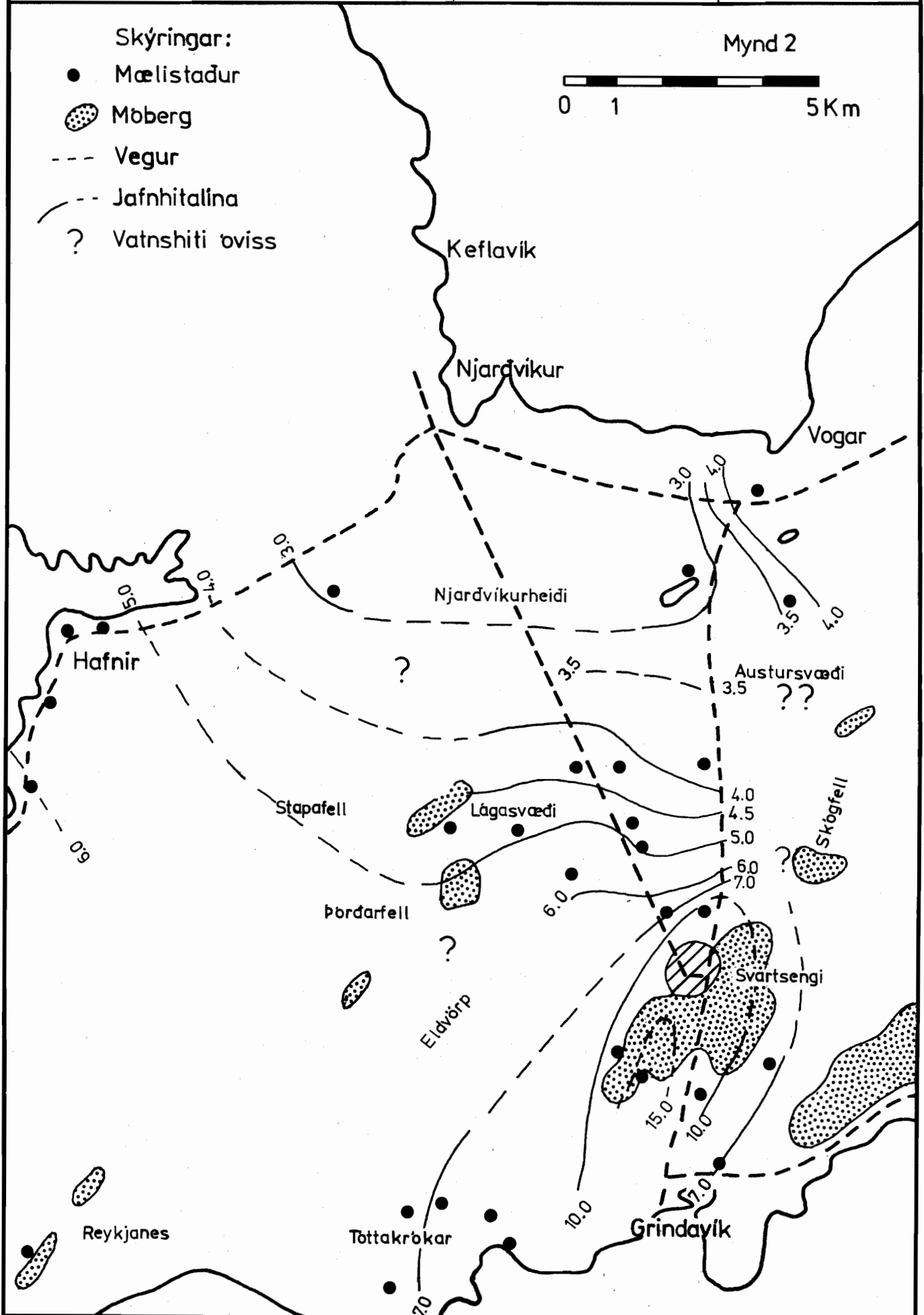




Ferskvatn hiti (°C)  
Jafnhitalínur

- Skýringar:
- Mælistaður
  - ◐ Möberg
  - - - Vegur
  - - - Jafnhitalína
  - ? Vatnshiti óviss

Mynd 2





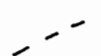
Ferskvatn, selta, [ppm Cl<sup>-</sup>]  
Jafnseltullnur

Mynd 3

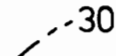
Skýringar



Mobergsfjöll



Vegir



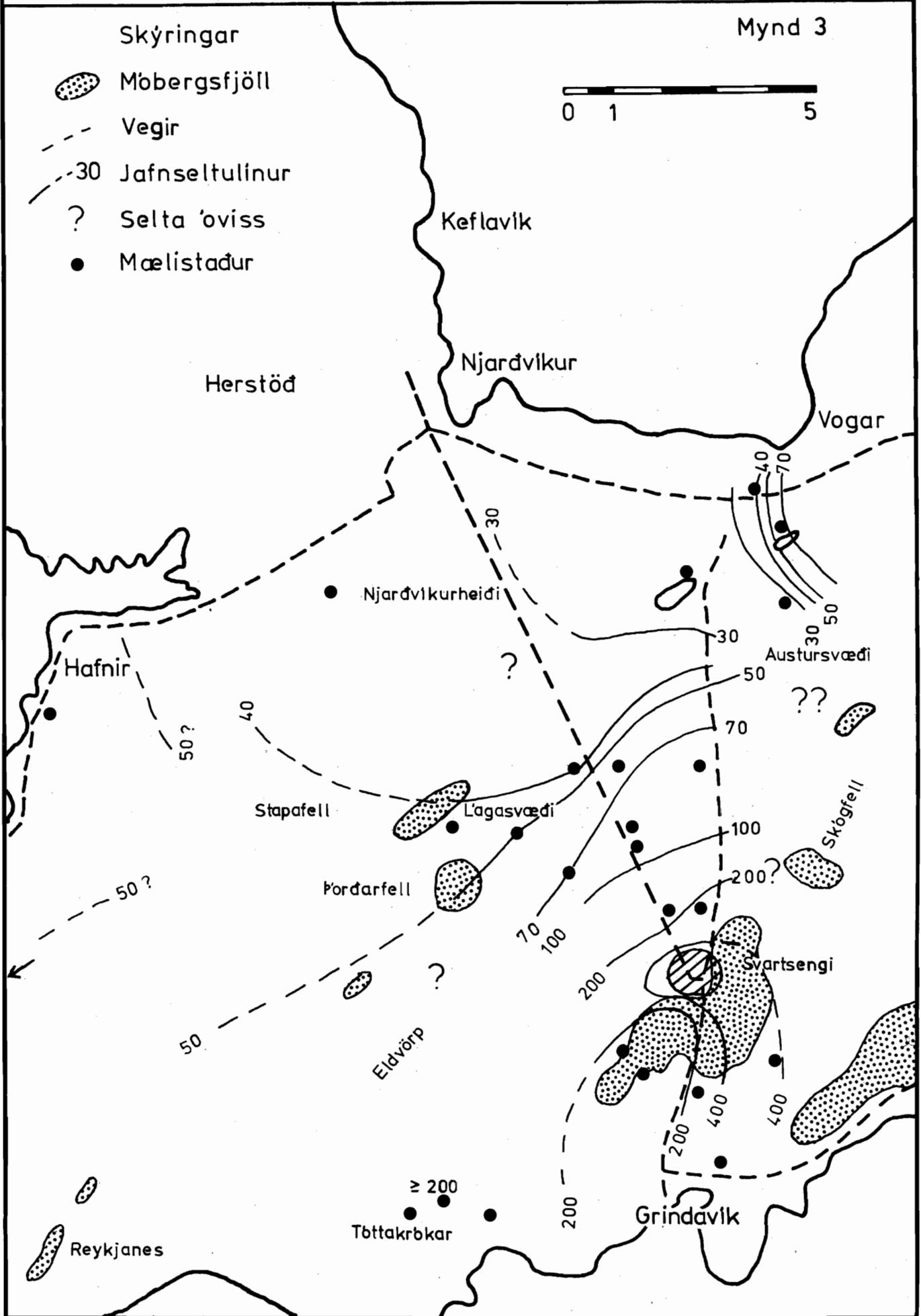
30 Jafnseltullnur



? Selta óviss

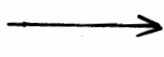


● Maelistaður



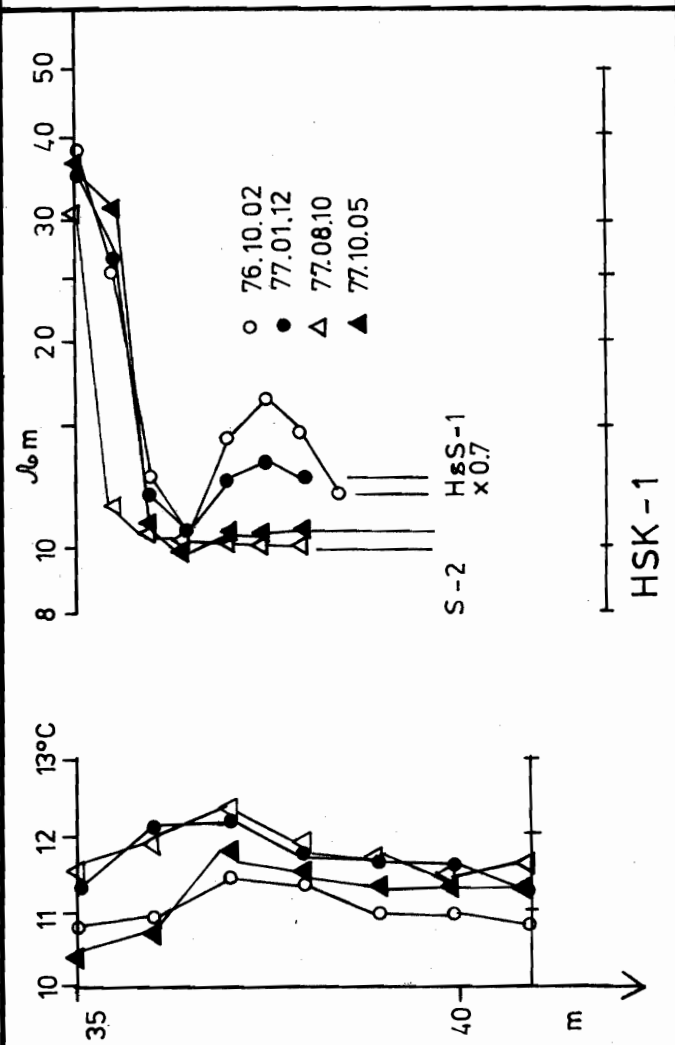
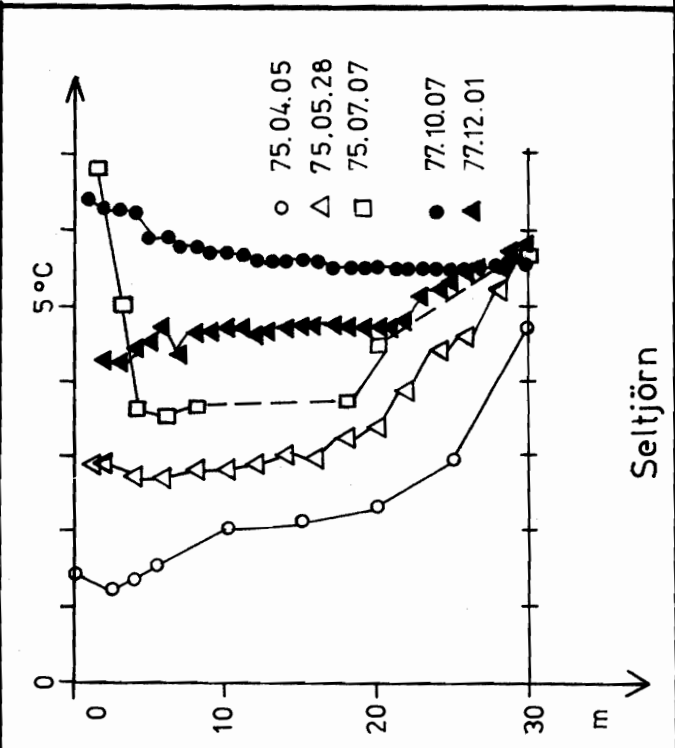
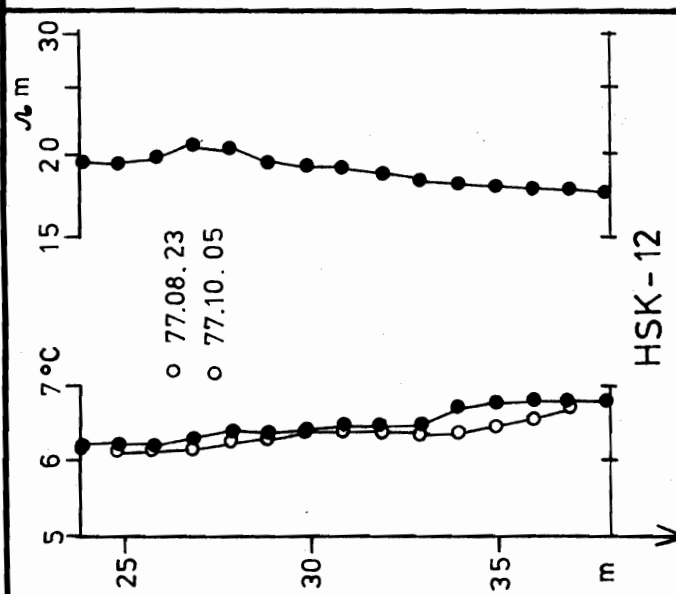
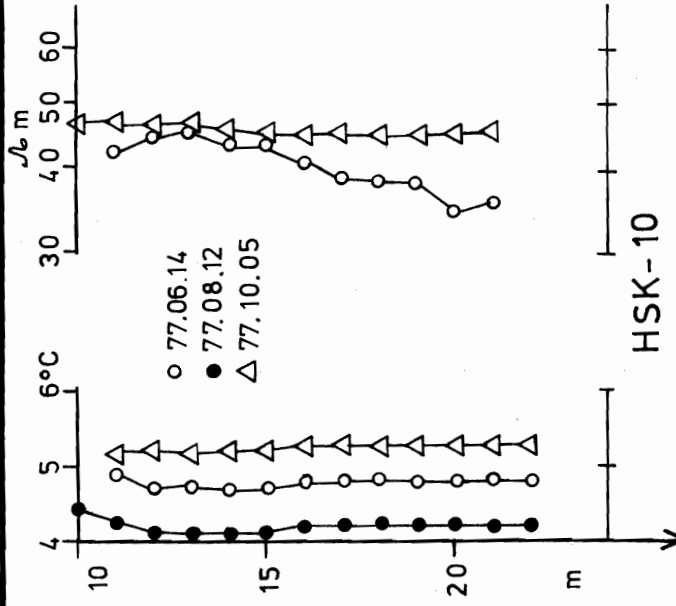
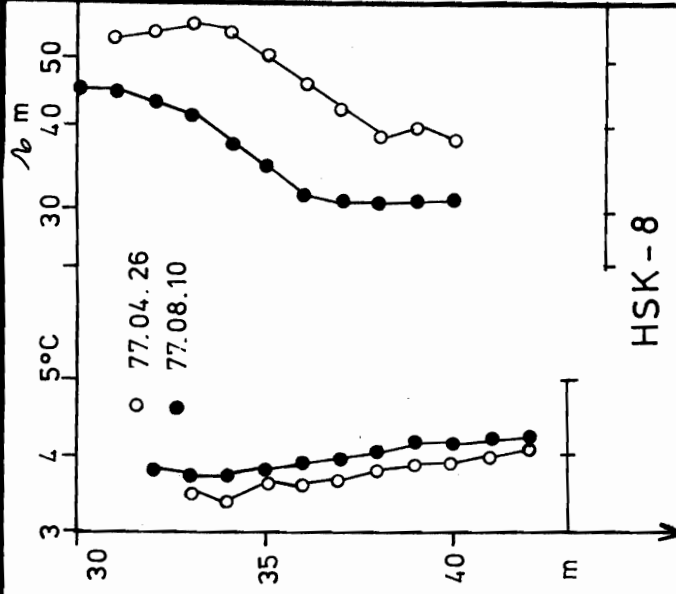


Ferskvatn, hiti og selta  
Ferlar í borholum



Dýpi frá holubarmi

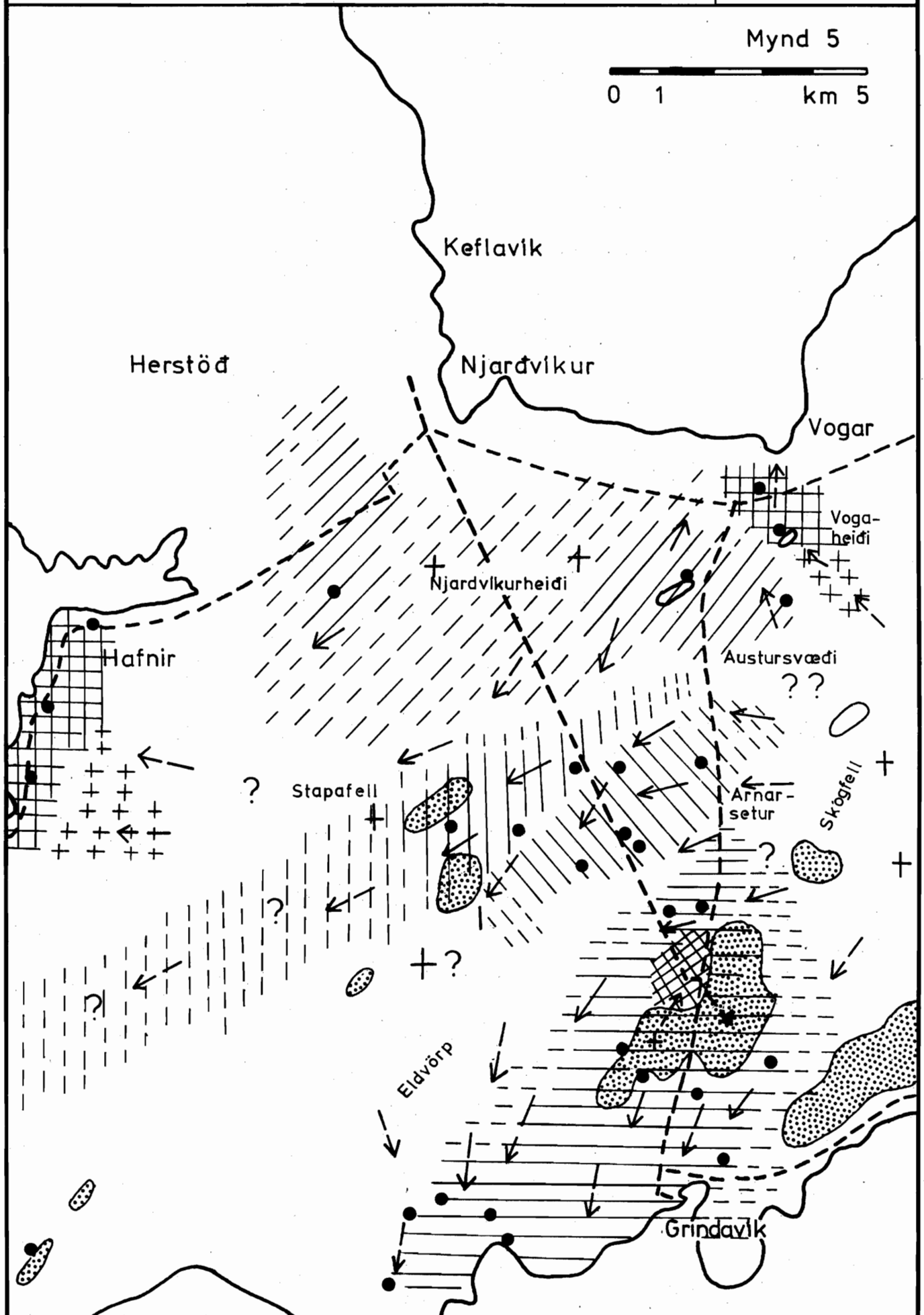
Mynd 4













Ferskvatn, hiti og selta  
vatnasvið, rennslisstefnur

Mynd 5

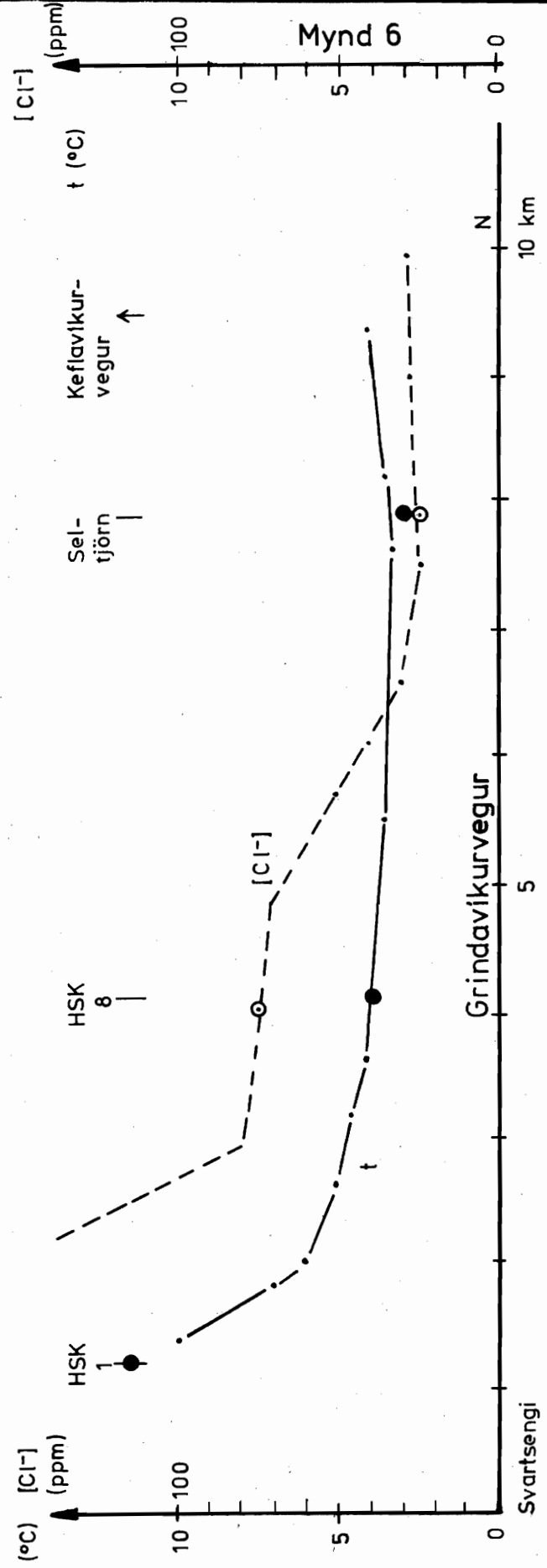
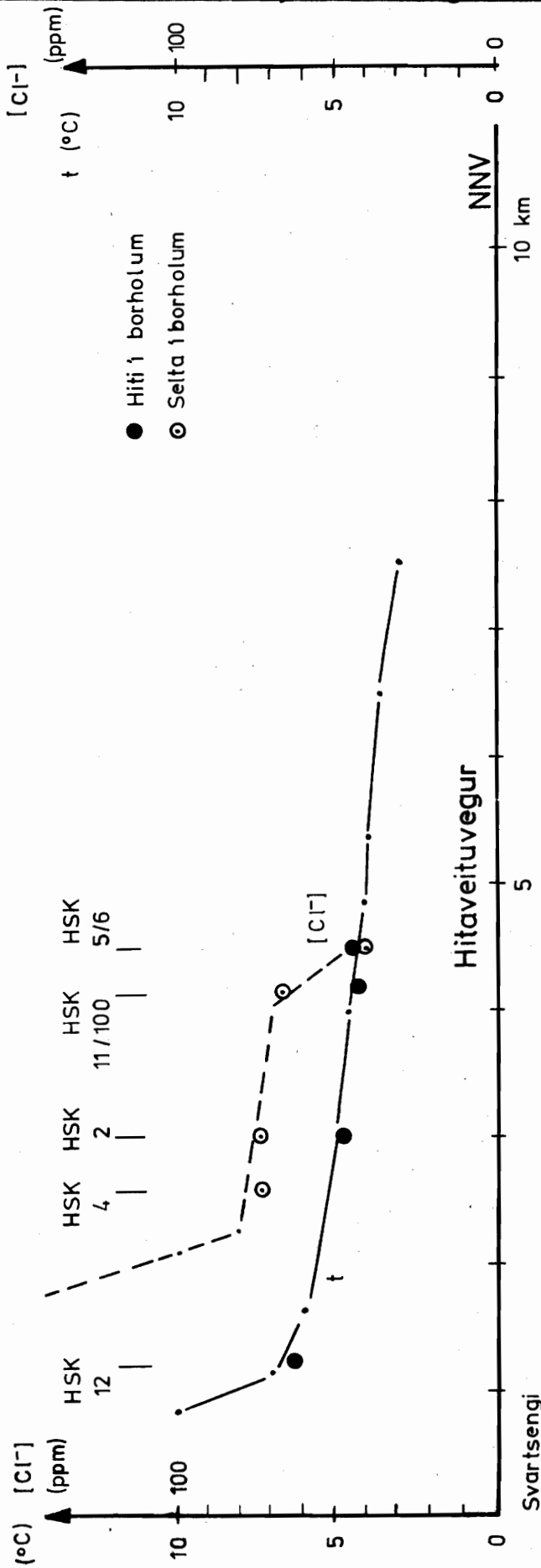


Skýringar við mynd 5:

●	Mælistaðir	
	Svæði með vatnshita < 4°C og seltu < 40 ppm Cl	
	" " " 4-5 " " " 30-50 " "	
	" " " 4-6 " " " 50-100 " "	
	" " " ≥ 6 " " " ≥ 100 " "	
	" " " > 4 " " " ≥ 40 " "	
	a) Rennslisstefnur grunnvatns	a) líkleg
	b) " " " " " "	b) óviss
+	Grunnvatnsbunga	
?	Grunnvatnsástand óvisst	
	Móbergsfjöll	



Ferskvatn, hita - og seltumælingar  
Hiti og selta í grunnvatni N frá Svartsengi  
(skvt. myndum 2 og 3)



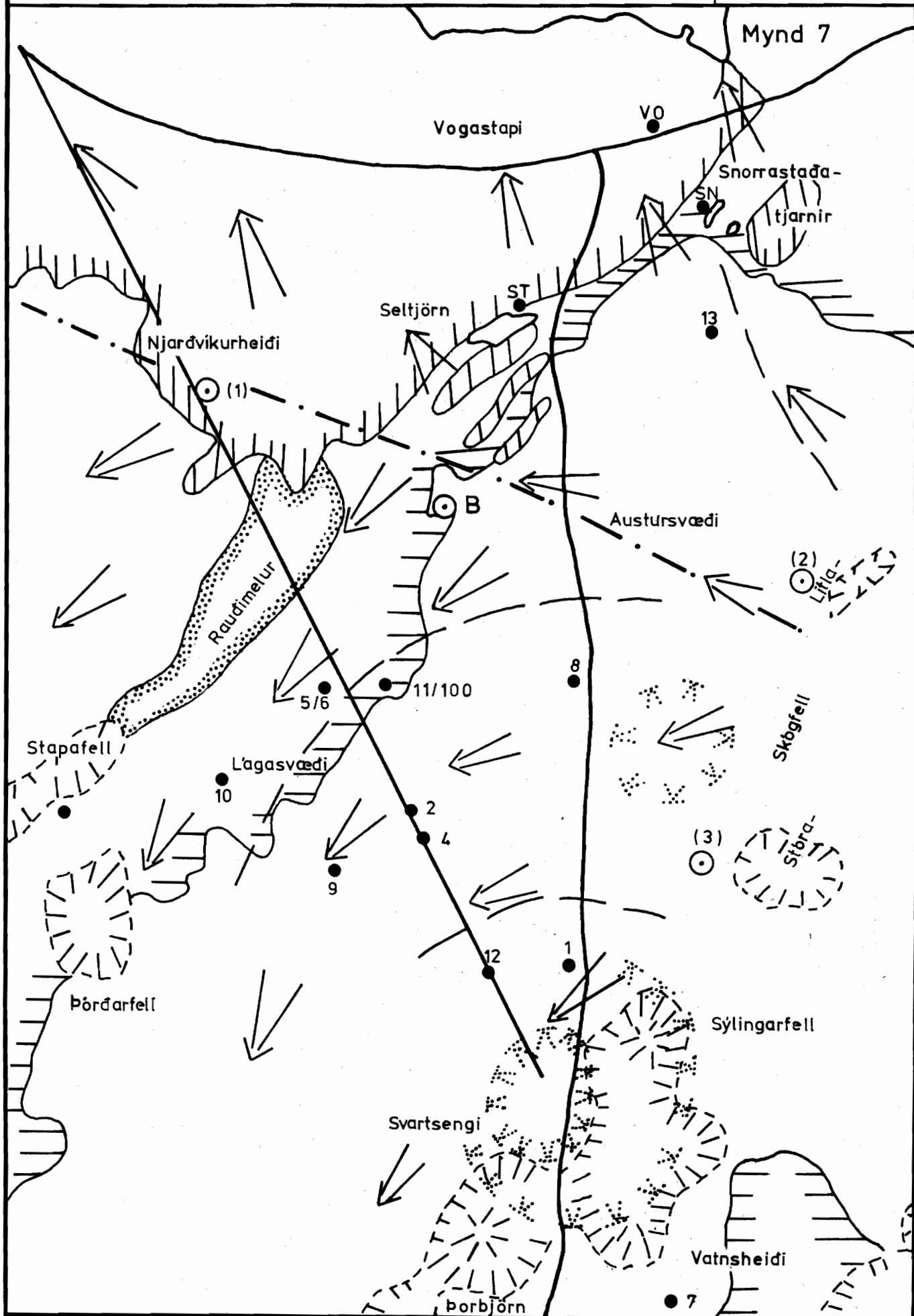
Mynd 6









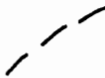
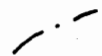


Ferskvatn, hiti og selta

Rennslisstefnur grunnvatns (líkan '76)



Skýringar við myndir 7 og 8:

- 8 Mælistaðir (raðtala borholu)
-  Mobergsfjöll
-  Grágrýti
-  Dyngjuhraun
-  Setlög
-  Jarðhitasvæði
-  Rennslisstefnur grunnvatns
-  Mörk grunnvatnsstrauma
-  Vatnaskil
- (1) Staður til rannsóknarborana, raðtala



Ferskvatn, hiti og selta  
Rennslisstefnur grunnvatns (líkan '77)

Mynd 8

