



ORKUSTOFNUN
Vatnsorkudeild

SÝNIEINTAK
má ekki fjarlægja

SKILAGREIN

KVÍSLAVEITA 6

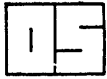
Borholumælingar, grunnvatn og sprungur

Árni Hjartarson og
Þórólfur H. Hafstað

OS82108/VOD50 B

Desember 1982

MÁ EKKI FJARLÆGJA



ORKUSTOFNUN

GRENSÁSVEGI 9. 108 REYKJAVÍK

SKILAGREIN

KVÍSLAVEITA 6

Borholumælingar, grunnvatn og sprungur

Árni Hjartarson og
Þórólfur H. Hafstað

OS82108/VOD50 B

Desember 1982

FORMÁLI

ÞESSI GREINARGERÐ ER UNNIN EFTIR VERKSAMNINGI MILLI
LANDSVIRKJUNAR OG ORKUSTOFNUNNAR DAGSETTUM 1. JÚNI 1982.

RANNSÓKNIR SUMARSINS STAÐFESTA OG SKERPA ÞÁ MYND SEM FÉKKST
1981, GRUNNVATNSRENNSLI Á KVÍSLAVEITUSVÆÐI STÝRIST AF SPRUNGU-
SVEIM ER TENGIST TUNGNAFELLSJÖKLI. VATNSLEIÐANDI SPRUNGUR ERU
FYRIR HENDI Á STÍFLUSTÆÐUM EYVINDARKVÍSLAR SYÐRI, HREYSISKVÍSLAR
OG ÞJÓRSAR. TAKA ÞARF TILLIT TIL ÞEIRRA VID HÖNNUN OG STAÐSETN-
INGU MANNVIRKJA.

Haukur Tómasson
HAUKUR TÓMASSON

Dauid Egilson
DAVÍÐ EGILSON

Arni Hjartarson
ÁRNI HJARTARSON

Vörölfur H. Hafstað
VÖRÓLFUR H. HAFSTAÐ

Efnisskrá

	Bls.
1 Inngangur	3
2 Grunnvatnsstraumar	4
3 Grunnvatnshæðarmælingar	6
4 Grunnvatnshiti	10
5 Hitamælingar í borholum og túlkun þeirra	12
6 Lektarmælingar í borholum	22
7 Straummælingar í borholum	24
8 Dæluprófanir í borholum	25
9 Breytingar á grunnvatnsþrýstingi	26
10 Lekt yfirborðslaga	27
11 Sprungur og misgengi	28
12 Sprungumælingar á stíflustæðum	28
13 Sprungusveimurinn frá Tungnafellsjökli	30
14 Heimildaskrá	33

MYNDIR

	Bls.
1 Grunnvatnsborð milli Eyvindarkvíslar og Þjórsár (Stílfærð mynd)	6
2 Jafnhitalínur grunnvatns í Kvíslaveitu	11
3 Grunnvatnssnið á stíflustæði Svartár	16
4 Grunnvatnssnið á stíflustæði við Þúfuverskvísl	17
5 Grunnvatnssnið á stíflustæði við Eyvindarkvísl syðri	18
6 Grunnvatnssnið á stíflustæði við Eyvindarkvísl nyrðri	19
7 Grunnvatnssnið á skurðleið og stíflustæði við Hreysiskvísl	20
8 Grunnvatnssnið á skurðleið milli Hreysiskvíslar og Þjórsár	21
9 Hita- og streymisferlar í borholum	24
10 Grunnvatnsborð og loftþrýstingur	26
11 Sprungurósir á stíflustæðum	29
12 Sprungusveimar og öskjubrot við Tungnafellsjökul.	31

TÖFLUR

	Bls.
1 Rennslismælingar 1981-1982	5
2 Vatnshæðarmælingar í borholum (KV-holur)	8
3 Vatnshæðarmælingar í loftborsholum (HL- og EL- holur)	9
4 Vatnshæðarmælingar í loftborsholum (LB- og PL- holur)	9
5 Lektarprófanir í borholum	23

1 INNGANGUR

Vatnafarsathuganir á Kvíslaveitusvæði hófust síðsumars 1981 og var fram haldið á afhallandi sumri 1982. Í fyrra skiptið var um beinar yfirlitsrannsóknir að ræða, enda svæðið nánast ókannað í jarðfræðilegu og vatnafræðilegu tilliti. Í greinargerð um rannsóknirnar, sem út kom í desember 1981, voru dregin saman gögn um veðurfar, rennslishætti fallvatna og eðlishætti grunnvatns á Kvíslaveitusvæði hinu minna.

Í ár var athyglinni beint mun meira að afmörkuðum atriðum, svo segja má, að í stað þess að skoða vatnafarið af háum sjónarhóli var rýnt á það í gegn um þröngan borholustút. Sú grófa mynd sem fékkst í fyrra hefur staðist þessa rýni að mestu og skerpst verulega.

Rannsóknir sumarsins 1982 skiptust í tvennt, borholumælingar og sprunguathuganir. Í holunum voru gerðar lektarprófanir, fylgst var með grunnvatnshæð og sveiflum hennar, mældir voru hitaferlar og gerðar tilraunir með straumhraðamælingar í þeim. Niðurstöður mælinganna benda til þess, að vatnafarið ráðist af sprungum í enn ríkara mæli en ráð var fyrir gert. Tölverð lekahætta er fyrir hendi á stíflustæðum Eyvindarkvíslar syðri, Hreysiskvíslar og Þjórsár.

Sprunguathuganirnar fóru fram með smásprungumælingum á stíflustæðum veitunnar. Síðan var reynt að fara ofan í saumana á helstu brotalömunum á megin sprungusveimnum frá Tungnafellsjökli, einkanlega með tilliti til þess hvort ástæða sé til að óttast hreyfingar á honum. Svarið við þeirri spurningu er tvíþætt. Sveimurinn virðist hafa verið kyrr og óvirkur á slóðum Kvíslaveitu frá ísaldarlokum og því góðar og gildar ástæður til að ætla, að hann verði til friðs næstu aldirnar við óbreyttar aðstæður.

Nú verða óneitanlega nokkrar breytingar á svæðinu þegar Kvíslavatn og önnur smærri lón myndast. Hvort þungi þeirra gæti leitt til hreyfinga á sprungum á sveimnum er spurning sem ósvarað er en þó er ljóst að taka þarf tillit til þeirrar hættu, einkum og sér í lagi þar sem opnar sprungur skera stíflustæði.

Um vatnafarsathuganirnar í heild má segja, að þær hafa gefið meiri upplýsingar en búast mátti við að óreyndu. Vatnafræðin hefur komið að góðu haldi við sprungurannsóknir og í leit að lekaleiðum. Auk þess hefur henni hér verið beitt til að nálgast skilning á jarðfræðinni en yfirleitt snýr dæmið hinsegin, að jarðfræðin er notuð til skilnings á vatnafræðinni.

2 GRUNNVATNSSTRAUMAR

Á Kvíslaveitusvæði má aðgreina nokkra grunnvatnsstrauma. Syðsti straumurinn var nefndur Svartárstraumur í greinargerðinni frá í fyrra en hann ræður ríkjum á upptakasvæði Svartár og allt suður til Köldukvíslar við Illugaver. Á þessum slóðum eru mjög ungar jarðmyndnir t.d. eru gjallgígarústir utan í Þveröldu og rauðamöl og bombur sem gætu bent til eldvirkni þarna seint á ísöldinni. Grunnvatnsstraumurinn virðist vera all bundinn þessum jarðmyndunum. Meginlindasvæði hans eru í botnum Svartár milli Þveröldu og Hnöttóttuöldu, $1,0\text{m}^3/\text{s}$ og sunnan Þveröldu við Illugaver um $0,5\text{m}^3/\text{s}$. Þær lindir eru utan vatnasviðs Kvíslaveitu. Í fyrra var þess getið, að hugsanlega væru lindir í gljúfri Þjórsár neðan Svartárósa ættaðar úr þessum straumi. Nú þykir flest mæla gegn því að svo sé. Lindahiti í Svartárstraumi er $2,5-4,5^\circ\text{C}$.

Þegar norður kemur um Þúfuverskvísl tekur við áhrifasvæði sprungusveimsstraumsins frá Tungnafellsjökli. Einkenni þessa straums eru: $5,0-7,0^\circ\text{C}$; kísilútfellingar við lindir; og þrýstingur á vatninu. Í borholum við Hreysiskvísl og Eyvindarkvísl syðri er þrýstivatnsborð (pizometric surface) 1-2 m yfir jörðu. Megin lindasvæði þessa straums eru 5. Fyrstar skal telja Þúfuverslindir en þær gefa $1,5-2,0\text{m}^3/\text{s}$. Næst má nefna lindir upp með Eyvindarkvísl syðri sem gefa $0,5-1,0\text{m}^3/\text{s}$. Þriðja svæðið er nálægt kvíslamótum Eyvindarkvíslanna og á stíflustæðinu í syðri kvíslinni. Það gefur af sér um $1,0\text{m}^3/\text{s}$ skv. mælingu frá 17.09.1981 (sjá töflu 1). Fjórða svæðið er við neðanverða Hreysiskvísl, milli stíflustæðisins og lækjarins úr Háumýrum, með á að giska $1,5\text{m}^3/\text{s}$. Í greinargerðinni frá í fyrra voru lindir við Þjórsá þarna norður af ($0,3\text{m}^3/\text{s}$) taldar til þessa svæðis en líklega er réttara að líta á þær sem sérstakt lindasvæði. Fimmta lindasvæðið er upptaka svæði Hreysiskvíslar en þar spretta fram $1,5-2,0\text{m}^3/\text{s}$. Þetta svæði er í norðurjaðri grunnvatnsstraumsins og blandað vatni, sem upprunnið er á Sprengisandi.

Fyrir utan þessi aðal lindasvæði sprungusveimsstraumsins eru smærri lindasvæði s.s. í Eyvindarkofaveri, Skollafit og víðar.

Ekki er hægt að sjá, að neitt umtalsvert vatnsmagn úr þessum straumi haldi áfram neðanjarðar niður með Þjórsá, heldur virðist megnið af honum koma upp á yfirborðið í lindasvæðunum. Heildarvatnsmagn straumsins virðist vera nálægt $10\text{m}^3/\text{s}$. Þar af koma upp $2,5-3,0\text{m}^3/\text{s}$ neðan stíflustæðanna í Kvíslaveitu. Helstu lindasvæðin sjást á myndum 2 og 12.

Við Þjórsá norðan Hreysis og ofanverða Hreysiskvísl fer að gæta áhrifa grunnvatnsstraums, sem sennilega er ættaður af Sprengisandi. Lindasvæði hans eru á Háumýrum og við Sprengisandskvísl og blöndunaráhrifa hans gætir við ofanverða Hreysiskvísl og í lindunum við Þjórsá norður af Hreysi.

Upp með Þjórsá að vestan allt frá Þjórsárvíslum gegnt Hreysiskvíslarósi og upp undir Háöldukvísl eru víða linauppkomur. Grunnvatn á þessum slóðum einkennist af tiltölulega háum hita $6-15,5^\circ\text{C}$, en óreglulegri hitastigsdreifingu.

Helstu volgrunum var lýst í greinargerðinni frá í fyrra. Í sumar var svæðið skoðað eilítið betur og mæli dýft í lindir hér og hvar. Heildarvatnsmagnið er um 400 l/s. Margar af lindunum koma undan Háölduhrauninu. Hitastig þeirra, sem víðast er 7-8°C, virðist ekki standa í neinum tengslum við hraunið.

Ekki er vitað um nein umtalsverð lindasvæði við Þjórsá ofan Háumýrarkvíslar fyrr en við efstu upptök hennar á Sprengisandi. Það svæði er ókannað með öllu.

TAFLA 1

Rennslismælingar 1981-1982. (Vatnsmagn í m³/s).
Gögn frá Hannesi Haraldssyni. L=lindá, D=dragá, J=jökulá, S=stöðuvatn.

	1981					1982								
	22/2	16/5	24/6	15/7	13/8	2/9	17/9	27/1	17/3	20/6	22/7		26/8	20/10
Hjálma v. Framnes								0,34		1,11	1,25	1,22	1,29	
Svartá stíflust.										1,01	0,32	0,15		L+D
Dúfuverskvísl	14,3	Óvæð	2,54	1,63	1,64	1,80	1,77	0,71	0,84	3,63	2,86	1,49	1,82	D+L
Dúfuvatnalækur											0,37			S
Kvísl v. Bisk.þúfu							1,22						1,20	L
Eyvindarkvísl s.		26,9	2,09	0,90	0,96	1,10	0,94	0,50	0,70	3,13	2,17	0,98	1,12	L+D
Eyvindarkvísl n.		13,2	1,66	0,57	0,48	0,57	0,49	0,41		2,64	1,57	0,55	0,80	D
Eyvindarkvíslar							2,47							L+D
Hreysiskvísl		19,3	4,41	4,15	4,00	4,33	4,35	4,15	3,80	5,95	4,56	4,31	4,23	L
Þjórsá ofan Hr.kv.													8,9	D+J
Þjórsáarkvíslar													1,8	J

Meðalrennsli Þjórsár um vatnshæðarmælinn vhm.100 við Norðlingaöldu er um 90m³/s. Áætlað hefur verið að af þessu vatnsmagni séu um 15 m³/s hreint lindavatn (Árni Hjartarson 1981). Uppkomustaðir þess eru á þeim lindasvæðum sem lýst var hér að ofan. Hannes Haraldsson á Landsvirkjun hefur stundað rennslismælingar á Kvíslaveitusvæði undanfarin tvö ár. Þótt mæliraðirnar séu stuttar og slitróttar eru rennslishættir kvíslanna að byrja að kom í ljós. Mælingarnar eru í töflu 1. Vatnsfall það, sem þar er kallað Hjálma er veituskurðurinn úr Dratthalavatni. Vatnið í henni er enn sem komið er allt upprunnið úr lindum Svartár.

Athyglisvert er, að Svartá sem jafnan hefur verið talin dragá kemur út úr mælingunum sem eindregin lindá. Ástæðan er m.a. sú, að hún er mæld skammt neðan efstu upptaka sinna. Niður við ósa hefur hún töluverð dragáreinkenni, því mjög lítið lindavatn bætist henni milli Þveröldu og Þjórsár, en hins vegar tölvvert af yfirborðsvatni.

Eyvindarkvísl nyrðri hefur sterkust dragáreinkenni kvíslanna enda kemur hún upp á tiltölulega lítt sprungnu svæði milli tveggja

aðal brotabelta sprungusveimsins (mynd 12).

Hreysiskvísl kemur út sem langsamlega eindregnasta lindáin, en í leysingatið og stórrigningum getur þó hlaupið í hana tölverður vöxtur.

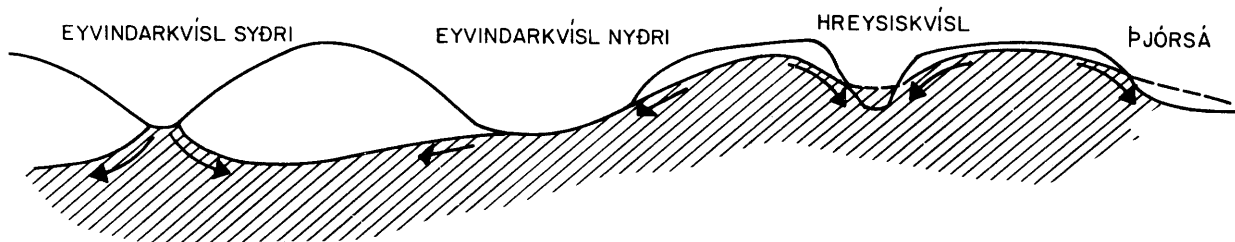
Ein er sú kvísl á svæðinu sem aldrei mun skipta ham hvernig sem tíðin er. Það er kvíslin við Biskupsþúfu. Hún er 100% lindá og laus við alla ásókn leysinga og flóða.

3 GRUNNVATNSHÆÐARMÆLINGAR

Á Kvíslaveitusvæði er mikill fjöldi borhola og byggir sú jarðfræðilega mynd sem komin er af svæðinu eigi all lítið á vitneskju sem upp úr þeim hefur verið dregin.

Grunnvatnshæð hefur verið mæld í nær öllum holunum. Þessum mælingum er gerð skil í töflum 1,2 og 3. Þær skýra sig að mestu leyti sjálfar, en eins og af þeim sést, hafa þær eingöngu verið gerðar síðsumars og að hausti og er því sú mynd sem fæst af vatnsborðssveiflunum heldur ófullkomin. Til að bæta úr um þetta hafa verið valdar nokkrar holur þar sem fylgst verður með grunnvatnshæð með reglubundnum mælingum.

Allar kjarnaholur (KV-holur) eru þannig frágengnar, að hægt er að mæla í þeim grunnvatnsborð. Vatnshæðarmælirör eru hins vegar einungis í útvöldum loftborsholum, enda þótti ekki ástæða til að fódra hverja holu. Stutt er milli þeirra auk þess sem vatnsborð er víða við yfirborð í lækjardrögum og freðmýrum, sem skurðlínan og loftborsholurnar þræða. Síðar kom hins vegar í ljós, að mælingar á grunnvatnshæð og hita gáfu það forvitnilegar niðurstöður að eftirsjá þótti í hverri holu sem ekki var fódruð.



Mynd 1. Grunnvatnsborð á skurðleiðinni Eyvindarkvísl syðri-Þjórsá. Vatn sfgur úr farvegi Eyvindarkvíslar syðri niður til grunnvatnsins. Við Hreysiskvísl og Þjórsá er streymi frá grunnvatninu og til áнна. (Stílfærð mynd).

Megin niðurstöður grunnvatnshæðarmælinganna voru þær, að all mikill niðurdráttur er á grunnvatnsborðinu á lindasvæðunum Hreysiskvísl og Þjórsá þannig að árnar "ræsa fram" (drenera) melana út frá sér (sjá myndir 7 og 8). Annarsstaðar er þessu öfugt farið. Grunnvatnsborð er hærra við árkvíslarnar en í melunum upp frá þeim. Þannig verður t.d. 10 m skyndilækkun á grunnvatnsborði milli holanna LB-18 og LB-19 þar sem skurðlínan sveigir úr einni af kvíslum Eyvindarkvíslar syðri norður yfir melháls. Vatnsborðið er hvað lægst inn í hámelnum en hækkar svo ögn á ný er norður að Eyvindarkvísl nyrðri kemur. Þarna sígur vatn úr kvíslunum út í melana í kring (mynd 1).

Sérkennilega mikill vatnshæðarmunur kemur fram í holunum LB-4 og LB-5 á fyrirhuguðu stæði yfirfalls milli Svartár og Þúfuverskvíslar. 50 m eru á milli holanna og 7 m hæðarmunur í grunnvatnsstöðunni. Þessi munur verður vart skýrður nema með návist sprungna.

TAFLA 2

Vatnshæðarmælingar í borholum (KV-holur)

dags.	KV - 1	KV - 2	KV - 3	KV - 4	KV - 5	KV - 6	KV - 7	KV - 8	KV - 9	KV - 10	KV - 11
81-08	594,81	595,77	589,12*		591,92	590,03	613,72		589,53	608,68	
81-09	594,79	(595,95)	589,12*	(598,63)	592,12	590,25	614,06	612,27	589,61	608,66	586,95
82-06-29	(595,85)	595,74			592,02	590,55	613,66	611,95	(588,38)	608,12	
82-08-28	594,63	596,34			591,97	590,12		612,16	589,41		
82-08-31			589,12*				613,91	612,14		608,09	586,95
82-09-10							613,94			608,34	
82-09-11											
82-09-12					592,03						
82-09-13											
82-09-14					591,98	590,19	614,11	612,15		608,16	
82-09-15											
82-09-22				(627,99)			613,91	612,14			
82-10-20	594,67										

dags.	KV - 12	KV - 13	KV - 14	KV - 15	KV - 16	KV - 17	KV - 18	KV - 19	KV - 20	KV - 21
81-09	618,82	592,15	608,75	594,00						
82-06-29	618,32	591,95	608,63	594,50						
82-08-28		592,10			600,64					
82-08-31	618,69		608,70			608,77		609,56	689,14*	589,08
82-09-10	618,65		608,68		600,64					
82-09-11						608,72		609,51		
82-09-12		591,25				608,72		609,51		589,05
82-09-13						608,75		609,55		
82-09-14						608,76		609,56	588,87*	589,10
82-09-15						608,74		609,51		
82-09-22	618,70					608,76		609,57	588,86*	589,07
82-10-20	618,86		608,78		600,73	608,83		609,64		

x: vatnsboró ofan yfirborðs.
 *: rennur úr holu.

TAFLA 3

Vatnshæðarmælingar í loftborsholum (HL- og EL-holur)

dags.	HL-4	HL-5	HL-6	HL-7	HL-8	HL-9d ^Z	HL-9g ^B	HL-10	HL-11	EL-1	EL-2	EL-3	EL-4
við holulok	600,74 ^X	602,91 ^X	603,61 ^X	605,33 ^X	604,18 ^X	601,27		601,03	596,14	589,95	589,18 ^X	589,33	
08-29				604,60 [*]	603,62 [*]	601,19 [*]	600,28	600,79 [*]	596,08				
09-01										590,06	589,27 ^X	590,05 ^X	
09-10				605,38 ^X	604,27 ^X	601,34 ^X	600,34	600,96 ^X	596,08				
09-11				605,34 ^X	604,23 ^X	601,35 ^X	600,29	600,96 ^X	596,08				
09-12			601,97 [*]	605,43 ^X	604,29 ^X	601,33 ^X	600,32	600,91 ^X	596,07				
09-13			602,00 [*]	605,47 ^X	604,32 ^X	601,47 ^X	600,50	601,04 ^X	596,14		589,90 ^X	590,05 ^X	589,51
09-13			602,02 [*]	605,52 ^X	604,35 ^X	601,48 ^X	600,53	601,08 ^X	596,15		589,70 ^X	590,07 ^X	589,51
09-14			602,02 [*]	605,50 ^X	604,35 ^X	601,48 ^X	600,51	601,06 ^X	596,14		589,71 ^X	590,11 ^X	589,52
09-14			602,02 [*]	605,49 ^X	604,36 ^X	601,47 ^X	600,50	601,06 ^X	596,14		589,71 ^X	590,10 ^X	589,52
09-15			602,03 [*]	605,49 ^X	604,34 ^X	601,43 ^X	600,44	601,02 ^X	596,11		589,71 ^X		589,51
09-22				605,50 ^X	604,38 ^X	601,39 ^X	(600,50)	600,98 ^X	596,09				589,50
10-20				605,40	604,33	601,38	600,37	600,95		590,15	589,17		589,54

X: vatnsb. ofan jarðar
 *: rennur úr holu
 Z: mæling í 20 m löngu röri
 B: mæling í 2 m löngu röri

Vatnshæðarmælingar í loftborsholum (LB- og PL-holur)

dags.	LB-1	LB-2	LB-3	LB-4	LB-5	LB-6	LB-7	LB-8	LB-9	LB-10	LB-11	LB-12	LB-13
við holulok	594,12	594,96 ⁺	-	-	-	-	-	608,28	-	-	606,91 ⁺	609,74 ⁺	614,27 ⁺
08-28	593,79	594,96 ⁺		609,46	602,26	606,71		609,88					
09-21				609,30	602,44								
10-21				609,51	602,89								

við	LB-15	LB-16	LB-18	LB-19	LB-21	LB-22	LB-24	LB-25	LB-26	LB-27	LB-28	LB-29	LB-30
holulok	616,71 ⁺	617,70 ⁺	618,80			607,43	607,70	607,63	606,97	607,69	608,23 ⁺	609,55 [*]	614,28
08-29			618,55	607,78	607,14	607,34							
09-22				607,79									

við	LB-31	LB-32	LB-33	LB-34	LB-35	LB-36	LB-37	LB-38	LB-39	LB-40	LB-41	LB-42
holulok	615,70	615,14	615,38	615,21	613,40	612,72	612,01	612,72	609,20	604,76	614,10	616,91
08-29	615,57	615,09	615,30	615,19	613,52	612,74	611,71	612,63	609,12	604,86	614,38 ⁺	

við	LB-43	LB-44	LB-45	LB-46	LB-47	LB-48	LB-49	LB-50	PL-2	PL-3	PL-6
holulok	616,51		618,36	617,73	615,18	613,39	612,63	608,65 [*]	588,56	-	588,57
03-31	616,60	618,58	618,33	617,50	615,11	613,38	612,69	608,83 [*]		-	588,54

-: hola þurr +: vatnsboró við yfirboró *: rennur úr holu

4 GRUNNVATNSHITI

Í grunnvatnsrannsóknnum á Kvíslaveitusvæði hefur hitamælingum mikið verið beitt, enda hafa þær gefið góða raun. Sumarið 1981 var könnuð hitadreifing í lindum á svæðinu og dregin fram ákveðin heildarmynd af henni. Sumarið 1982 var lögð áhersla á að rannsaka lagskiptingu grunnvatnshitans í borholum. Í ljósi þessara mælinga hefur fengist allglögg mynd af vatnafarsaðstæðunum, helstu lekaleiðum í berggrunninum og eiginleikum veitisins (aqifersins) sem vatnið steymir um.

Hitastigi í lindum á Kvíslaveitusvæði skiptir mjög í tvö horn. Annarsvegar eru það lindir milli Svartár og Köldukvíslar sem liggja á bilinu $2.5-4.5^{\circ}\text{C}$. Hins vegar eru það lindir á meginhluta veitusvæðisins, á vatnasviðum Þúfuvers-, Eyvindar-, og Hreysiskvíslar en þær liggja flestar á hitabilinu $5,0-7,0^{\circ}\text{C}$. Segja má að fyrrnefndu lindirnar hafi venjulegt hitastig grunnvatns. Síðarnefndu lindirnar hafa óvenju háan hita og þær heitustu þeirra jaðra við að flokkast undir volgrur. Mörkin milli kaldavermsla og volgra eru þó enganvegin fastbundin. Á alþjóðlegum vatnafarskortum eru þessi mörk oft sett 10°C ofan við meðalárshita staðarins. Í Þjórsárverum er meðalárshiti -1°C svo skv. þeirri reglu nefdust þær lindir volgrur sem væru 9°C og þar yfir.

Hitadreifingin í þeim lindum sem mældar hafa verið er athyglisverð. Þegar valinn er hæsti lindahiti á hverju lindasvæði og jafnhitalínur dregnar þar á milli kemur fram breið tunga sem mælist um 7°C um miðbikið en fer kólnandi til jaðrana niður í 5°C . Er helst svo að sjá sem hitastigsdreifingin endurspeglir streymi tiltölulega hlýs grunnvatns úr norðaustri, frá Tungnafellsjökulssvæðinu niður í Þúfuver (mynd 2).

Lega jafnhitalínanna á grunnvatnshitakortinu og tengsl þeirra við sprungusveim sem gengur VSV frá Tungnafellsjökli hefur leitt til þeirrar niðurstöðu, að grunnvatnið streymi fyrst og fremst eftir sprungum í berggrunni Kvíslaveitusvæðis en fylgi mun minna vatnsleiðandi jarðlögum. Athyglisvert er, að hitamælingar í borholum sem boraðar hafa verið víðsvegar á slóðum Kvíslaveitu endurspeglar ekki þessa hitadreifingu. Þar koma fram miklu meiri óreglur. Engu að síður eru þessar mælingar athyglisverðar og saman gefa mælingarnar úr lindunum og holunum hinar markverðustu niðurstöður og skera úr um eðli grunnvatnsrennslisins. Lindamælingarnar og þar með kortið á mynd 2 sýna almennt hitaástand grunnvatnsins á þessum slóðum, borholurnar sýna aftur á móti að innan svæðisins eru umtalsverð frávik frá hinu almenna ástandi. Hin heita grunnvatnstunga breiðir sig ekki jafnt út um berggrunninn heldur virðist vatnsstreymið fylgja afmörkuðum rásum. Þar á milli er kaldara vatn, $1-4^{\circ}\text{C}$. Hér er líklega um að ræða vatn af staðbundnum uppruna, úrkomu sem fallið hefur þarna á svæðinu. Þessa vatns verður lítið vart á yfirborði, birtist helst sem kæling í jaðarlindum á lindasvæðum en er sjaldan ómengað. Bæjarlækurinn í Skollafit er þó af þessum uppruna. Þar er afbraðs vatn, klíðmjúkt, kalt og svalandi.

Jafnhitalínur grunnvatns

SKÝRINGAR

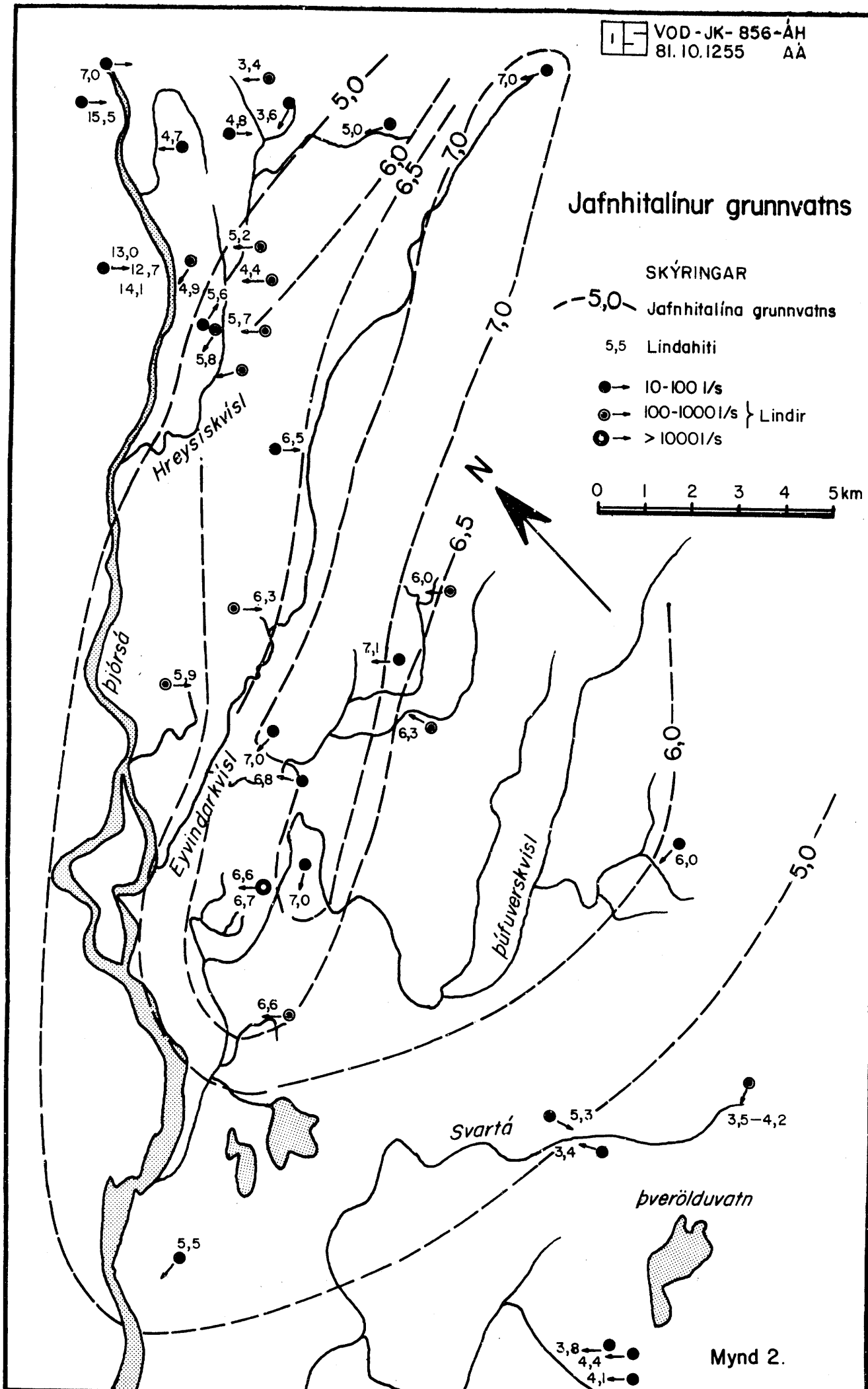
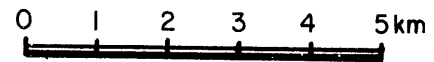
-5,0- Jafnhitalína grunnvatns

5,5 Lindahiti

●→ 10-100 l/s

⊙→ 100-1000 l/s } Lindir

●→ > 1000 l/s



Mynd 2.

Þessi tvískipting vatnsins kemur ákaflega vel fram á grunnvatnssniðunum á myndum 3-8. Sniðin sýna hitadreifinguna í efstu lögum grunnvatnsins. Þar sést hvernig kalt vatn með tiltölulega lárétta lagskiptingu grunnvatnshitans vikir á afmörkuðum svæðum fyrir heitara vatni með litilli hitalagskiptingu. Allt bendir til þess, að heitara vatnið streymi fram í sprungum í berggrunninum en það kaldara sé tiltölulega kyrrstætt þar í milli. Þetta er mikilvæg niðurstaða, því hún segir, að vatnastreymið fylgi lóðréttnum rásum með takmarkaða útbreiðslu ófugt við það sem t.d. gerist í Sigöldu þar sem vatnið flæðir fram á lagamótum með mikla lárétta útbreiðslu.

Grunnvatnsstraumar sem þessir eru nefndir sprungusveimsstraumar. Slíkir straumar eru algengir og mörg af stærstu lindasvæðum landsins eru tengd þeim. Sprungusveimslindir eru oftast að auki tengdar hraunasvæðum s.s. Þingvallavatnslindir og Gvendarbrunnar í Reykjavík. Sprungusveimar í grágrýti og lindir tengdar þeim eru þekkt fyrirbrigði víðar en á Kvíslaveitusvæði, t.d. Blikalónslindir á Melrakkasléttu.

Vatnshitann í lindunum má skýra þannig, að honum valdi tiltölulega hár jarðhitastígull kringum megineldstöðina Tungnafellsjökul og að sprungusveimurinn greiði grunnvatninu leið all djúpt í jörðu.

5 HITAMÆLINGAR Í BORHOLUM OG TÚLKUN ÞEIRRA

Hinar sérstæðu vatnajarðfræðilegu aðstæður á Kvíslaveitusvæði gera mögulegt að beita hitamælingum í borholum til að leita uppi vatnsgengar sprungur í berggrunninum. Borholumælingarnar geta því e.t.v. svarað að hluta til þeim spurningum sem VLF sveiflumælingunum auðnaðist ekki að gefa svör við. Að visu eru borholurnar ekki nægilega þéttar til að samfelld mynd fái af öllum stíflustæðum og skurðaleiðum, t.d. er tilfinnanleg eyða í mælingunum frá Eyvindarkvísl syðri og norður fyrir nyrðri kvíslina.

Grunnvatnssniðin í köflunum hér á eftir eru byggð á hitamælingum í borholunum, þær voru gerðar í ágústlok 1982. Hægt er að túlka hitamælingagögnin á æði mismunandi hátt en sú túlkun sem hér er sett fram er gerð með hliðsjón af jarðlagaskipaninni í holunum, lektarmæingum og straummælingum í þeim og loftmyndum af svæðinu.

Snið I: Svartá, stíflustæði. Tengingar jarðlaga á stíflustæðinu við Svartá eru erfiðar sökum þess, að mjög ólík jarðlagsnið eru í borholunum sitt hvoru megin árinna. Á sprungukorti Agðsts Guðmundssonar (Arni Hjartarson 1981) eru sýndar brotalínur á þessum slóðum.

Á tímabili hölluðust menn að því, að þessi brot kynnu að valda mismuninum í borholunum. En einnig hefur verið talið hugsanlegt að hann stafi af því að hraunjaðar sé á milli holanna.

Grunnvatnssniðið sker alls ekki úr um þetta en út frá sniðinu einu saman verður þó seinni tilgáttan að teljast trúlegri. Jafnhitaferlarnir benda til truflunar ofanfrá, þ.e. írennslis vatns af yfirborði. Séu sprungur á staðnum virðast þær þéttar. Lágt hitastig grunnvatns í holunum og lágur hitastigull er einkennandi fyrir allt svæðið milli Köldukvíslar og Svartár (mynd 3).

Snið II: Þúfuverskvísl, stíflustæði. Líkt og við Svartá hafa tengingar verið nokkuð óklárar hér. 8-9 m stallur kemur fram í efsta basaltlaginu milli holanna ÞL-3 og KV-9 en á milli þeirra eru aðeins um 50m. Stallinn má skýra með misgengi, rofi eða að þarna séu hraunaskil. Á yfirborði sjást engin merki um misgengi og KV-9 er þétt og vatn í henni kyrrstætt skv. straummælingu. Á grunnvatnssniðunum hins vegar, hækkar grunnvatnshiti og hitastigull allverulega við holuna, en það verður að teljast vísbending um leka sprungu eða misgengi í nágrenninu. Í sambandi við mannvirkjagerðina við Þúfuverskvísl er vissast að gera ráð fyrir því, að opnar sprungur leynist undir jökulruðningskápunni í nánd við KV-9 (mynd 4). Á loftmyndum virðist sem brotalinna sé í melasundinu í nánd við KV-21 og í framhaldi af því komi upp lindir niður í þúfuveri. Jarðlög holunnar, lektarmæling í henni og hitamælingar á grunnvatni sýna þó engin sprungu- eða misgengisáhrif.

Hitamælingar í holu KV-13 eru athyglisverðar. Láгур hiti í holunni og öfugur hitastigull samsvarar því grunnvatnsástandi sem ríkir utan sprungusveimsins frá Tungnafellsjökli.

Snið III: Eyvindarkvísl syðri, stíflustæði. Sniðið sýnir á mjög afgerandi hátt hvernig vel vatnsleiðandi sprunga sker stíflustæði kvíslarinnar. Hitastigull er hár á öllu svæðinu milli KV-5 og KV-6. Lektarprófun í holunum sýnir þó að þær eru allþéttar, jafnvel KV-3 sem vatn streymdi þó úr, meðan hún var og hét, kom þéttingsvel út úr prófununum. Nokkur þrýstingur er á grunnvatninu á þessum slóðum. Allar holur sem staðsettar eru undir 590 m y.s. gefa sjálfrennandi vatn (mynd 5).

Djúpa holan, KV-20 er um 750 m NNV af stíflustæðinu. Úr henni rennur um 1/2 l/s af 7 C heitu vatni. Lektarprófun sýnir að hún er míglegk ofan til. Lekasvæðið við kvíslina virðist því allútbreitt.

Á loftmyndum má rekja brotlinu um stíflustæði Eyvindarkvíslar syðri til beggja handa, til VSV niður í Þúfuver og til ASA all langan veg milli Eyvindarkvíslanna.

Allmikið lindasvæði er á stíflustæðinu. Megnið af vatninu kemur upp úr árbotninum og ber því vonum minna á því. Í vatnafarsgreinargerðinni frá því í fyrra (Arni Hjartarson 1981) var bent á að lindasvæði þessu væri óhaganlega fyrir komið beint undir fyrirhugaðri stíflu. Sú vitneskja sem best hefur við síðan gefur tilefni til að vara sérstaklega við þessum sprungum og lindum. Það má heita öruggt að lekavandamál koma þarna upp. Auk þess er hugsanlegt að stíflugarðinum sjálfum sé hætta búin af vatnsstreyminu undir hann.

Snið IV: Eyvindarkvísl nyrðri, stíflustæði. Þetta snið er ákaflega rýrt í roðinu sem á má sjá (mynd 6). Nánast ekkert er hægt að lesa út úr vatnajarðfræðinni enda eru það aðeins tvær holur sem marktækar mælingar hafa náðst úr KV-16 og KV-8. Lektarmælingar í holunum sýna þétt berg og ekkert bendir til sprungna eða veikleika í berginu í árgilinu. Loftmyndir og jarðlagaskipan í holum benda hins vegar til misgengis einhvers staðar á milli KV-16 og LB-10. Misgengi þetta liggur á brotalínunni sem sker stíflustæðið í Eyvindarkvísl syðri.

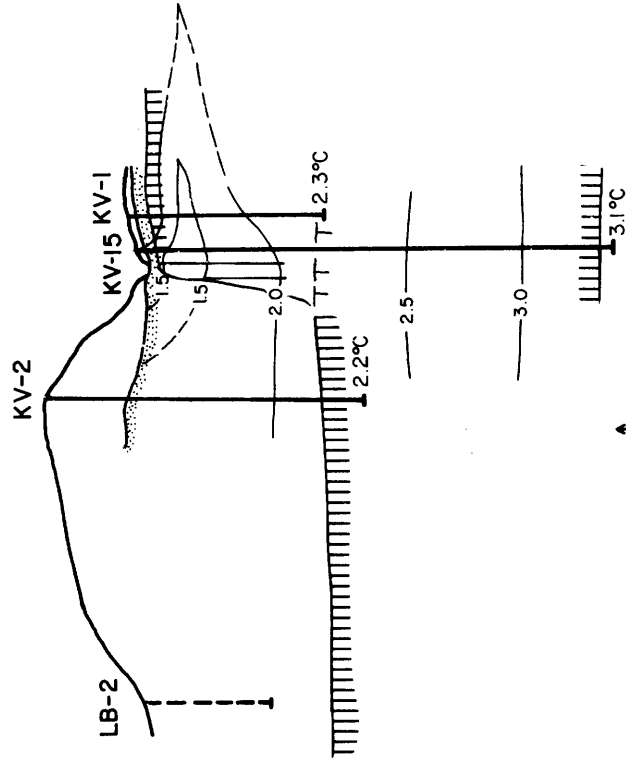
Snið V: Hreysiskvísl, skurðleið - stíflustæði. Við Hreysiskvísl hefur reynst mögulegt að teikna upp 2,5 km langt samfellt grunnvatnssnið, frá holu LB-30 til KV-19 (mynd 7). Á tveimur stöðum bendir grunnvatnshitinn til sprungna eða misgengja í berggrunninum. Annar staðurinn er í grennd við KV-8. Þar er það grunnvatnshitinn einn sem gefur vísbendingu um brot. Á loftmyndum sjást ekki neinar misfellur og jarðlagaskipan í borholunum gefur heldur ekki til kynna nein brot á þessu svæði. Hinn staðurinn er í Hreysiskvísl sjálfri. Þar endurspeglar grunnvatnshitinn mikla sprunguleiðni eins og við mátti búast. Á tveggja kílómetra bili upp af stíflustæðinu í kvíslinni eru mikil lindasvæði þar sem upp koma um 1,5 m $3/s$ af vatni. Sprungurnar fylgja mest árfarveginum sjálfum og dreifast um allbreitt belti, þannig að lekasvæðið er um 200 m breitt. Þrýstingur er á vatninu í lindunum. Sprungusveimurinn virðist vera að fjara mjög út á þessum slóðum. Neðstu umtalsverðu lindirnar á honum eru rétt ofan stíflustæðisins. Opnar sprungur virðast samt sem áður ganga inn undir fyrirhuguð stíflumannvirki. Straummælingar hafa sýnt fram á, að KV-10 er í nánu sambandi við eina slíka (sbr. kafla 7). Þarna má því búast við nokkrum lekavandamálum. Gert er ráð fyrir að alldjúpt lón verði í farvegi Hreysiskvíslar og kaffæri lindasvæðin sem þar eru. Þótt stíflan verði neðan lindasvæðanna er ekki hægt að þvertaka fyrir það, að vatnsþrýstingurinn opni ekki ný lindasvæði við ána neðan stíflunnar líkt og gerðist við Langöldu á sínum tíma (Haukur Tómasson o.fl. 1976). Einnig gæti leki komið fram sem aukið lindarennslí við Skollafit og í Eyvindarkofaveri.

Snið VI: Hreysiskvísl - Þjórsá. Þrjú brotasvæði koma fram á skurðleiðinni norðan Hreysiskvíslar og á stíflustæðinu í Þjórsá (mynd 8). Neðst verður vart við Hreysiskvíslarsprungurnar og þarf ekki að orðlengja um þær. Fyrir miðju sniði mynda jafnhitalínurnar eggjandi form og benda öll sólarmerki til þess að misgengi og sprungur skeri skurðleiðina á þessum stað. Holan KV-12 er mjög lek, samanburður á jarðlagaskipan í henni og í holum LB-45 og LB-46 benda til misgengja og á loftmyndum kemur fram glögg brotalína milli KV-12 og LB-45 með stefnuna N30A. Það virðist nokkuð ljóst að á milli LB-45 og LB-46 er allmikil vatnsrás í berginu og vafalaust spretta þar fram fallegar lindir ef skurðurinn verður grafinn. Erfiðara er að skýra hitalægðina við LB-45 en hún fellur saman við brotalínuna á loftmyndunum. Holan er í fláarjaðri. Grunnvatnið í flánni er nístingskalt enda er þar sennilega sifreri í jörðu. Hugsanlegt er að þetta kalda vatn nái að sfga niður í sprungu á þessum stað og mynda "kaldan poll".

Niður undir Þjórsá er enn sprunguáhrif að sjá á sniðinu.

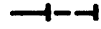
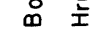





Stallurinn sem verður þar í basaltlaginu stafar annað hvort af misgengi eða að þarna er gamall og grafinn gilveggur Þjórsár. Hvað sem því líður er ljóst að þarna kemur upp allmikið vatn. Þegar upp í hin lausu yfirborðslög kemur flæðir vatnið til hliðar og birtist í lindalínu í bakka Þjórsár nokkrum metrum neðar. Ef að því kemur að þarna verði gerð stífla í Þjórsá, í samræmi við Kvíslaveituáætlun hina meiri, þarf að gæta varhugar gagnvart þessu broti og sprungum í tengslum við það sem hugsanlega kunna að liggja í farvegi Þjórsár á þessum slóðum.

SVARTÁ Stíflustæði



$\frac{\text{Hæð}}{\text{Lengd}} = 1/10$
 25m
 1:500
 1:5000

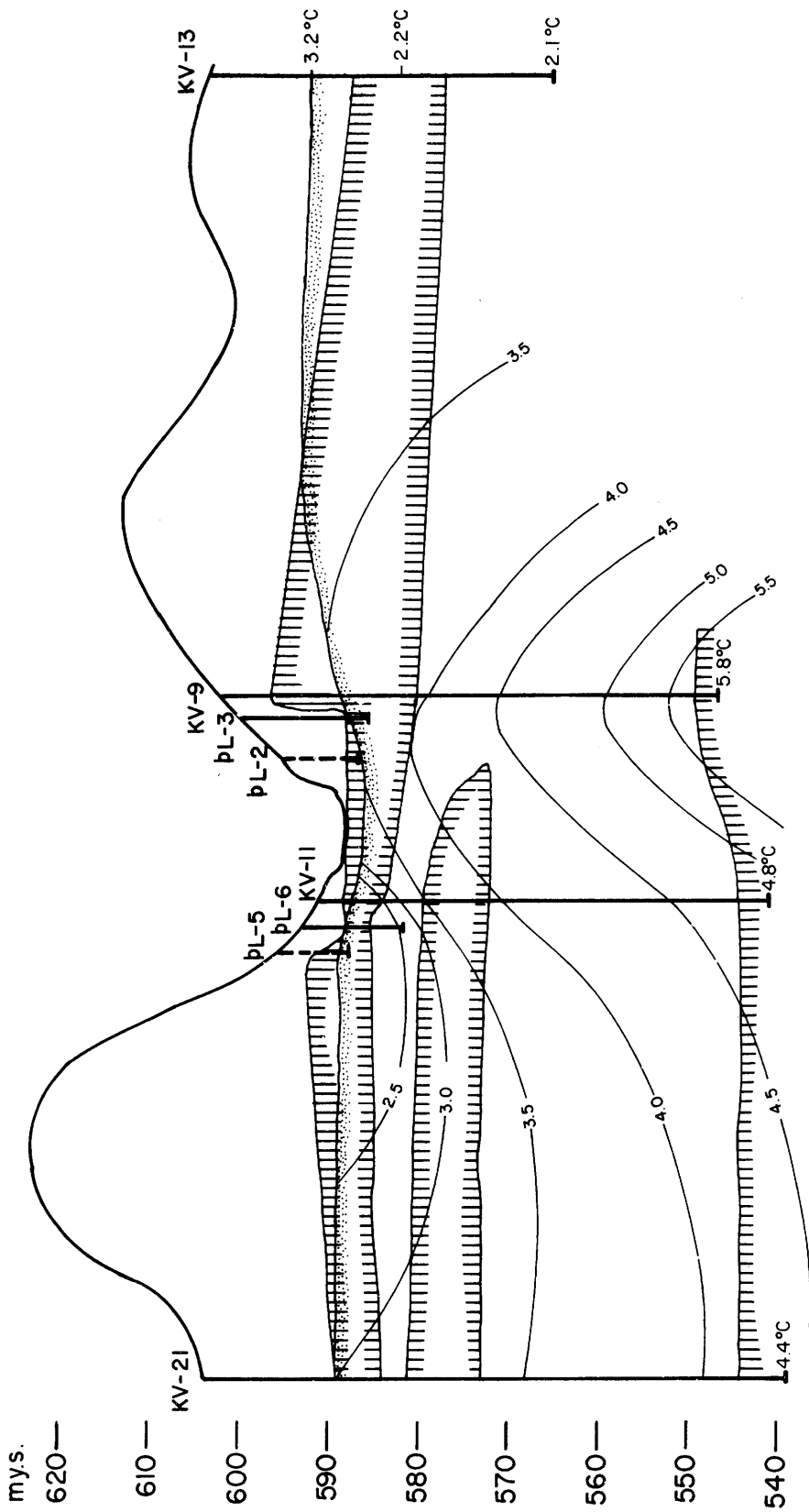
SKÝRINGAR

-  Borehola
-  Hrumin borehola
-  Grunnvatnsborð
-  Jafnhitalína
-  Basalt
-  Botnhiti
-  Misgengi

V00 -JK-856-ÁH
82.12.1503 AA

ÞÚFUVERSKVÍSL

Stíflustæði



25 m
1:500
Hæð/lengd = 1/10
25 m
1:5000

SKÝRINGAR

- Borhola
- Hrunin borhola
- Grunnvatnsborð
- Jafnhitalína

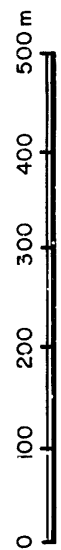
Basalt

Botnhiti

Missgengi

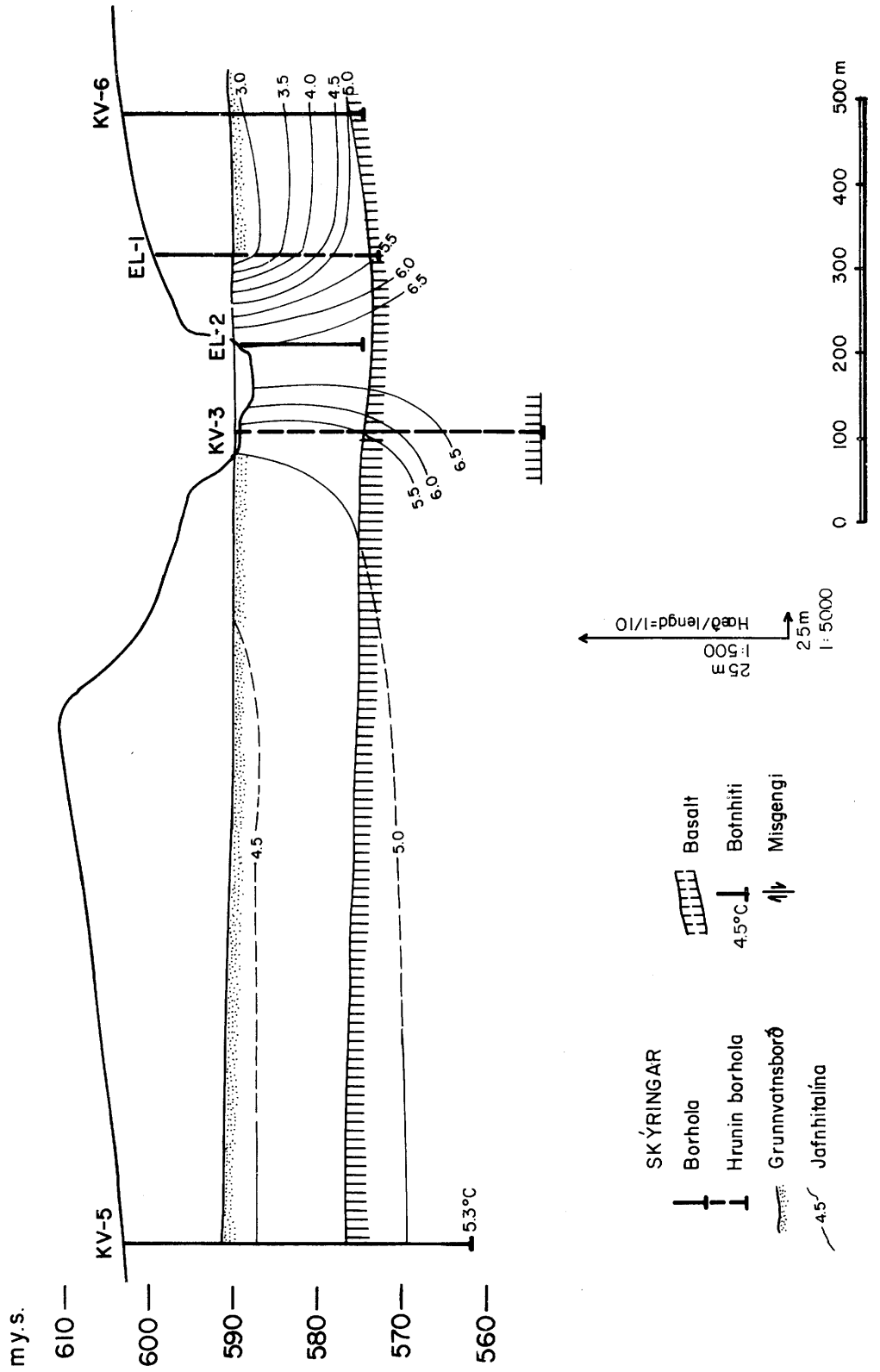
4.4 °C

4.5



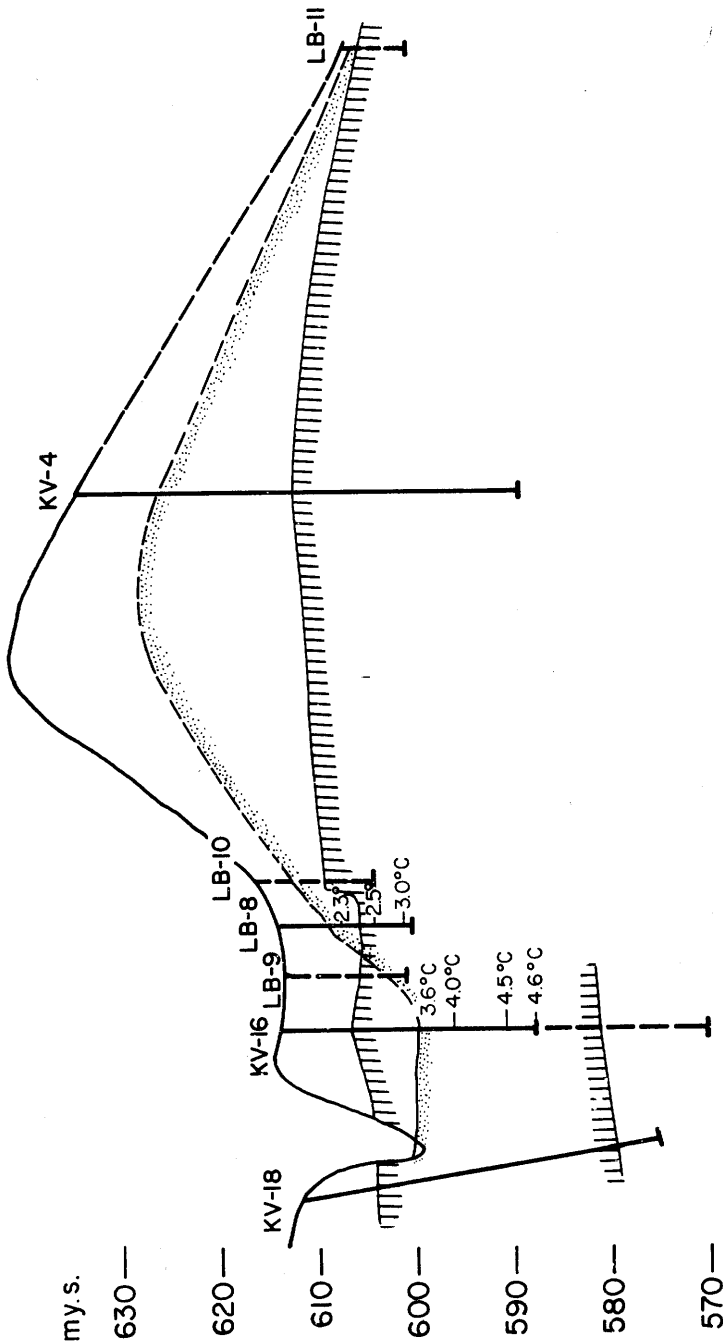
EYVINDARKVÍSL SYÐRI

Stíflustæði



EYVINDARKVÍSL NYÐRI

Stíflustæði



- SKÝRINGAR
- Borhola
 - Hrunin borhola
 - Grunnvatnsborð
 - Jafnhitalína
 - Basalt
 - Botnhiti
 - Misgengi

25m
1:500
Hæð/lengd = 1/10
25m
1:5000

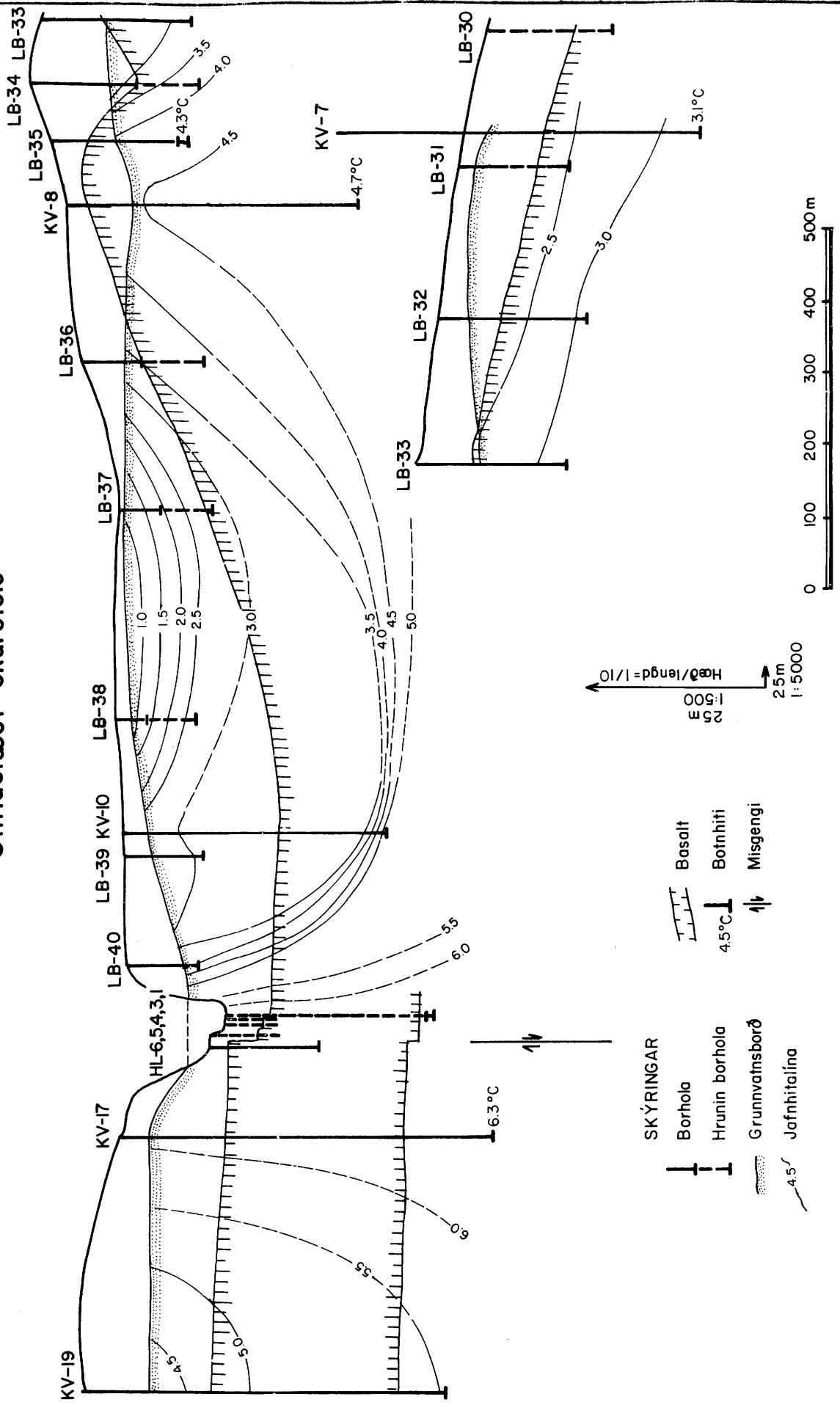
Mynd 6



VOD-JK-856-ÅH
82.12.1503 AA

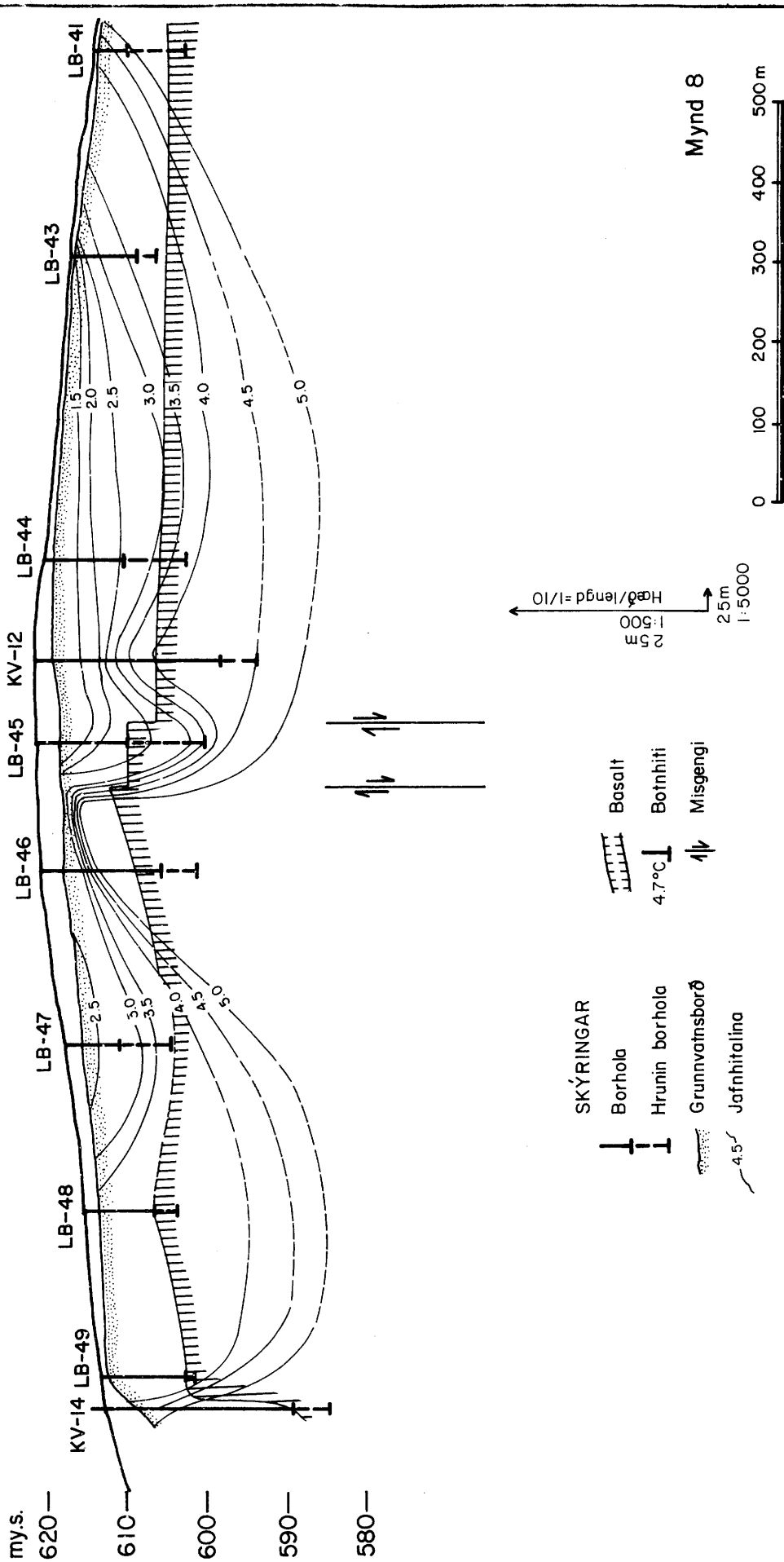
HREYSISKVÍSL

Stíflustæði - skurðleið



ÞJÓRSÁ – HREYSISKVÍSL

Skurðleið



6 LEKTARMÆLINGAR Í BORHOLUM

Lektarmælingar í borholum á Kvíslaveitusvæðinu taka sífelldum framförum. Kemur þar einkum tvennt til. Stöðugt er unnið að endurbótum á þeim áhöldum sem við þær eru notuð og e.t.v. ekki síður gerir þekking á þeim jarðlögum sem í er borað, mælingarnar markvissari og öruggari.

Tafla 5 er listi yfir lektanir í öllum kjarnaborholum á Kvíslaveitusvæðinu. Í ljós kemur, að gerð jarðlags á hverju lektunarbili virðist ekki hafa úrslitaáhrif á lektina hverju sinni. Langoftast er hún lítil, mælist að jafnaði innan við 20 LU, sem samsvarar um það bil $1,5 \cdot 10^{-6}$ m/s, og í nokkrum tilvikum innan við 1 LU (10^{-7} m/s). Þar sem mikil lekt mælist, virðist ekki vera ástæða til að ætla það vera vegna sérstaklega vatnsleiðandi jarðlaga, heldur vegna sprungna ellegar annarra brotalama í jarðlagastaflanum. Lek lagamót geta þó átt sinn þátt, svó sem í holunni KV-14 en þar eru það reyndar yfirborðslögin sem eru lek. Þar svo og í öðrum tilfellum þar sem mikil lekt mælist þykir nokkuð einsýnt að um greið tengsl sé að ræða milli holu og sprungna í nágrenni hennar. Í grennd við KV-14, og KV-20 eru umtalsverð lindasvæði.

Á stundum virðast gropin kargalög í basalti mynda einskonar tengsl milli holu og sprungna. Sérstaklega er þetta áberandi í loftborsholum á stíflustæinu í Hreysiskvísl. Þar er grunnvatnið undir þrýstingi og varð hans yfirleitt vart um leið og borað var í gegn um kargalögin. Hins vegar er það á engan hátt algilt að kargalög séu mæld vel vatnsleiðandi, enda ber alla jafna töluvert á leir- og siltkenndu efni í þeim. Hér má benda á lektarmæingu í mjög svo kargakenndu þóleiftbasalti í holu KV-16. Meðan á borun hennar stóð barst svarf illa upp með skolvatninu, sem ótvírætt bendir til mikillar lektar. Svarfið berst svo út í gropin jarðlögin umhverfis holuna og þéttir þau smám saman, þannig að jarlag, sem er lekt í náttúrulegu standi, getur mælist þétt þegar í gegn um það hefur verið borað.

Í heild er það þó nokkuð ljóst að, óbrotinn berggrunnur, hvort sem hann samanstendur af basalti ellegar seti, sé þarilega þéttur, nema hvað einsök kargalög, sérstaklega í þóleiftbasaltinu, varðar. Lektarmælingarnar styðja vel þá staðhæfingu, að grunnvatnsstreymið sé fyrst og fremst bundið við sprungur

TAFLA 5

Lektarprófanir í borholum

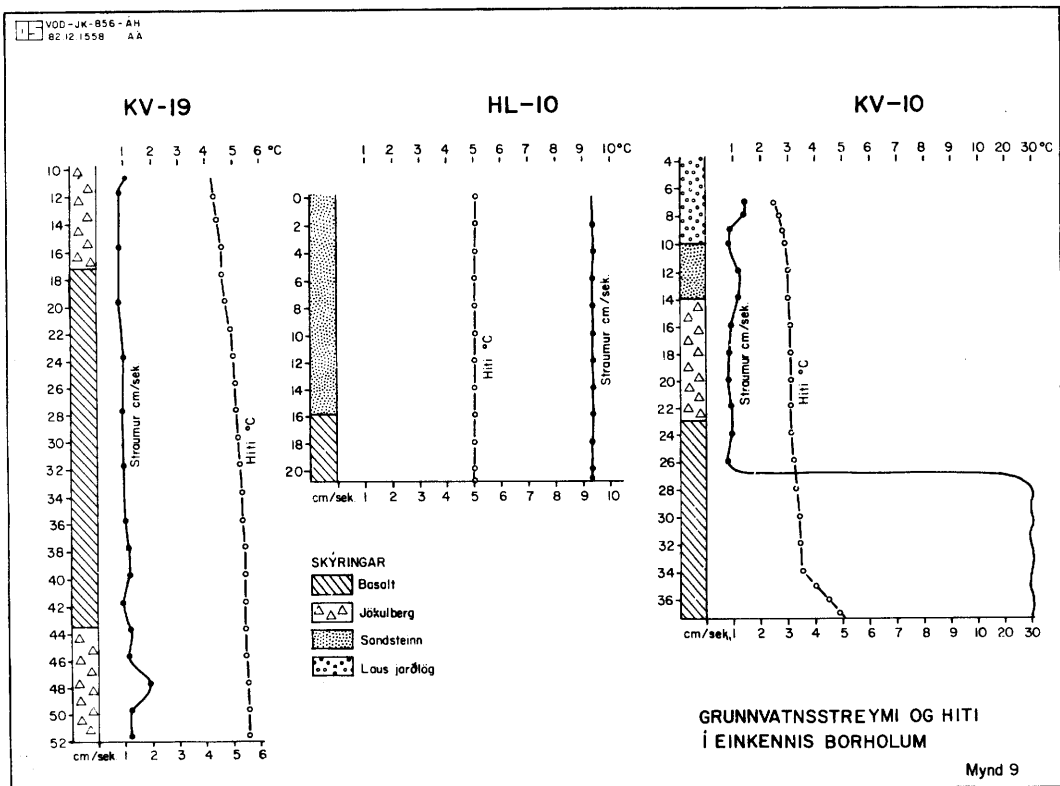
Hola nr.	Bil m	Lekt LU	Aðaljarólag bilsins
KV-1	4,0-20,0	8	basalt
KV-2	15,5-32,1	<4	3/4 jökulb. 1/4 basalt
KV-3	3,5-10,0	>10	sandsteinn
	10,0-20,4	19	jökulb. og basalt
KV-4	32,2-45,3	10	basalt
KV-5	15,5-41,2	12	jökulb. og basalt
KV-6	0,0-13,5	6	jökulberg
	13,5-28,1	13	jökulb.sdst. & basalt
KV-7	9,4-23,5	≈ 6	3/4 jökulb. 1/4 basalt
	23,5-50,2	≈20	basalt
KV-8	12,0-18,0	12	basalt
	18,0-26,4	9	basalt
	26,4-40,5	19	basalt
KV-9	8,0-21,0	1	basalt
	21,0-55,7	8	9/10 sdst, 1/10 basalt
KV-10	10,0-37,4	< 54	1/2 sdst. & jökulb.1/2 bas.
KV-11	2,5-20,0	0,5	1/3 sandst. 2/3 basalt
	20,0-49,6	6	7/8 sandst. 1/8 basalt
KV-12	0,0-28,2	≈100	1/3 jökulb. 2/3 basalt
KV-13	12,4-38,5	< 3	basalt og sandsteinn
KV-14	0,0-12,5	>185	Jökulruðningur
	12,0-22,5	≈110	Jökulruðningur
KV-15	6,5-30,0	≈ 8	basalt
	30,0-49,6	8	9/10 bas. 1/10 jökulb.
KV-16	4,6-17,9	25	1/4 sdst. 3/4 basalt
	17,9-28,0	0,5	basalt, helmingur kargi
	28,0-44,2	16	basalt
KV-17	34,0-51,4	41	2/5 basalt,3/5 jökulb.&sdst.
KV-18	10,1-24,1	18	basalt, helmingur kargi
	24,1-41,3	?	basalt
	41,3-47,6	12	basalt, helmingur kargi
KV-19	8,9-10,5	< 1	jökulberg
	10,5-18,0	10	jökulberg
	18,6-24,6	15	basalt
	24,6-39,7	6	basalt
	42,8-51,1	20	1/8 kargi, 7/8 jökulb.
KV-20	10,1-11,9	45	mest basalt
	42,8-51,1	20	1/8 kargi, 7/8 jökulb.
KV-20	10,1-11,9	45	mest basalt
	11,9-18,9	223	basalt
	18,9-24,5	38	basalt
KV-21	12,1-18,6	17	jökulb og basalt,mest kargi
	18,6-29,2	10	1/4 jökulb. 3/4 basalt
	29,2-53,6	2	1/8 basalt, 7/8 sandst.
	53,6-65,2	8	sandst. og bas. kargi

7 STRAUMMÆLINGAR Í BORHOLUM

Framkvæmdar voru straummælingar í nokkrum holum í Kvíslaveitu s.l. sumar með þar til gerðri tækni. Hægt á að vera að sjá hvort vatnsstreymi er í borholu t.d. hvort vatn rennur lárétt í gegn um hana á ákveðnu bili eða lóðrétt um hana upp eða niður. Stefna streymisins verður hins vegar ekki mæld beint með þessari tækni.

Mælt var í holum KV-5,7,9,10,12,14,16,19, og 21,El-5, HL-10 og LB-46.

Eftir mælingunum má skipta holunum í þrjá flokka. Á mynd 9 eru fulltrúar fyrir hvern flokk. Þar eru sýnd jarðlög, hita- og streymisfestar kolanna. Átta holur höfðu mjög líkt streymismynstur þ.e.a.s. grunnvatnsrennslið var mjög jafnt frá botni og upp úr, straumhraðinn mældist víðast á bilinu 1-2 cm/sek. Líklegt má teljast, að mælirinn sjálfur komi þessum straumi af stað með upphitun út frá sér en vatnið í holunum sé nánast kyrrstætt við náttúrulegar aðstæður.



KV-20 og HL-10 eru einnig með tiltölulega jafnt rennsli upp í gegn en þar er hraðinn 9-10 cm/sek. Það ásamt hinum jafna grunnvatnshita bendir til lóðrétts streymis í holunum enda rennur vatn upp úr þeim báðum. Því miður nær straummælirinn ekki nema niður á 96 m dýpi, þess vegna var ekki unnt að mæla holuna KV-20 til botns.

KV-10 er frábrugðin öðrum holum. Vatnsborðið í henni er á ca. 6 m dýpi og í efstu 20 m grunnvatnsins er ekkert óvenjulegt að sjá.

Vatnið virðist af staðbundnum uppruna, $2,5-3,2^{\circ}\text{C}$ og straumhraðinn mælist um 1 m/sek. Á 27 m dýpi í holunni verður skyndileg breyting á, straumhraðinn stekkur upp um heila stærðargráðu. Hitastigið breytist lítið við þessi mörk en niður undir holubotni, á 34 m dýpi, er komið í blöndunarlag kalda yfirborðslagsins og hins varma vatns úr Tungnafellsjökulssveimnum. Þar rís hitastigið um $1,5^{\circ}\text{C}$ á þremur neðstu metrunum.

Það er ljóst að þessi hola fer mjög nálægt æð. Jarðlagasniðið sýnir að æðin er í basaltlagi. Hitastigullinn sýnir að vatnið streymir þvert í gegn um holuna. Þetta ásamt með því hvað hraðstreymislagið er á breiðu bili í holunni bendir eindregið til, að vatnið flæði fram í sprungu í basaltinu en ekki í því sjálfu eða á lagamótum. Á loftmyndum sjást ekki sprungur eða aðrar misfellar við holu KV-10. Hins vegar er hún í beinu framhaldi af sprungubeltinu í Hreysiskvísl. Uppkomustaður vatnsins sem þarna er á ferðinni gæti annað hvort verið í Eyvindarkofaveri eða í Skollafit.

8 DÆLUPRÓFANIR Í BORHOLUM

Í Eyvindarkvísl syðri vætlar vatn úr sprungum sem skáskera stíflustæðið. Hversu mikið vatn hér kemur upp er ekki gjörla vitað, en efalaust skiptir það tugum eða jafnvel hundruðum sekúndulítra. Þarna var gerð tilraun til að fá mat á lekt jarðlaganna með dæluprófun. Dæluprófanir sem þessar geta komið að góðu gagni við að kanna tengsl sprungna í millum eða tengsl sprungna við lárétt, vatnsleiðandi lög, t.d. kargalög, og einnig til að reikna út hversu mikið vatn getur flætt um tilteknar sprungur. Með hliðsjón af borholusniði kjarnaholunnar KV-3, sem þarna er, þótti mega gera ráð fyrir að undir þéttu en sprungnu sandsteinslagi, sem fram kemur á yfirborði í ánni, væri vel vatnsleiðandi basaltlag. Þar væri grunnvatnið undir þrýsingi og brytist upp á yfirborð um þröngar, afmarkaðar sprungur. Talið var, að lækka mætti þennan þrýsting með því að dæla úr holu, sem boruð yrði ofan í vatnsleiðarann og mæla þrýstingslækkunina sem vatnsborðslækkun í athugunarholum. Í þessu skyni voru gerðar fjórar holur með loftbor: EL-2 til EL-5. Var síðan dælt úr EL-5 í nærri sjö stundir samfleytt og fylgst með niðurdrætti í henni og athugunarholunum EL-4, EL-3 og EL-2. Milli EL-5 og EL-4 eru um 4 m. Niðurdráttur vatnsborðs í EL-5 var 5 m og rennsli 1 l/s, en enginn marktækur niðurdráttur mældist í athugunarholunum. Aður en tilraunin hófst rann um 1 l/s upp um sprungur í klöppina sem dælingarholan var boruð í. Svæði þetta er aðeins fáeinir fermetrar, en þrátt fyrir mikinn niðurdrátt við dælingu úr holunni, virðist hún hafa sáralítil áhrif á þetta rennsli. Til að mynda rann sem fyrr upp úr sprungu í 30 cm fjarlægð frá holunni meðan á dælingu stóð. Dæluprófunin leiðir í ljós tölverða lóðrétta en mjög trega lárétta lekt og lítið samband milli sprungna. Basaltið neðst í holunum sýnir heldur enga umtalsverða lárétta leiðni.

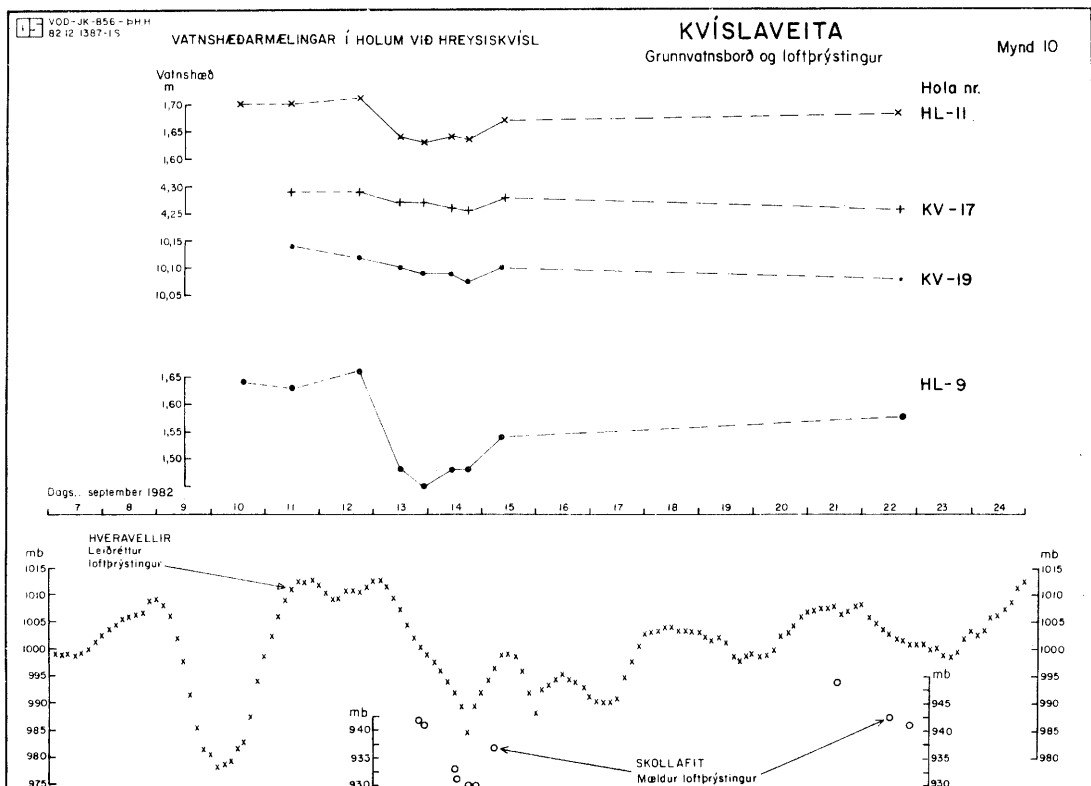
Sambærileg tilraun var gerð við Hreysiskvísl, dælt var úr HL-8 og mælt í HL-7 en engin svörun fékkst, enda langt milli holanna þar og án efa mikið vatn á ferðinni í iðrum jarðar. Til þess að von sé til þess að svörun náist milli borhola með þessum aðferðum, hlýtur að þrúfa bæði víðari holur og afkastameiri dælu en þá sem notuð var.

9 BREYTINGAR Á GRUNNVATNSPRÝSTINGI

Eitt af sérkennum grunnvatnsstraumsins frá Tungnafellsjökli er, að vatnið í honum liggur undir tölverðum þrýstingi. Á lindasvæðunum kemur vatnið upp í bullandi uppsprettuaugum og úr borholum sem lágt standa streymir það sjálfrennandi. Þetta táknar að veitirinn (aquiferinn) sem vatnið rennur um er lokaður eða hálflokaður sem kallað er. Í slíkum veitum hefur loftþrýstingur mikil áhrif á vatnsborðsstöðu í borholum sem ofan í hann ná. Vatnsborðið sveiflast í takt við barómeterstöðuna.

Umfangsmiklir lokaðir veitar eru sjaldgæfir. Hvergi á landinu mun vera jafn mikið um bullaugu og vellankötlur sem á Kvíslaveitusvæði. Til að forvitnast um hversu lokaður og þéttur veitirinn er voru gerðar samanburðarmælingar á vatnsstöðunni í nokkrum borholum við Hreysiskvísl og loftþrýstingi. Mælingarnar í holunum eru sýndar saman í töflum 2 og 3.

Mynd 10



Eins og sést á mynd 10 eru vatnshæðarbreytingarnar mun meiri í HL-9 en í KV-holunum 17 og 19. Þær holur eru mun nær neðsta lindasvæðinu við Hreysiskvísl en HL-9, sem er um 400 m neðan við fyrirhugað stíflustæði í ánni. Ástæða er til að ætla, að nálægð lindanna deyfi þær þrýstingssveiflur sem verða í veitinum samfara loftþrýstingi. Umtalsverðar sveiflur verða á vatnsborði í HL-11, sem er rúman kílómetra neðan stíflustæðisins, þannig að einsýnt er, að umfang hins lokaða veitis er tölvert. Mynd 10 sýnir vatnshæðar- og loftþrýstisveiflurnar. Barómeterstsðan á Hveravöllum er höfð með til uppfyllingar. Í reynd eru mælingarnar of fáar og strjálur til að hægt sé að draga af þeim spaklegar niðurstöður, en milli þeirra kemur þó fram augljós innbyrðis fylgni.

Ástæðurnar fyrir þrýstingnum eru þær, að laus yfirborðslög þekja og fylla efsta hluta sprungnanna sem vatnið streymir eftir. Yfirborðslög þessi eru að lang mestu leyti jökulruðningur, sem legið hefur óhaggaður yfir kyrrlátum sprungusveimnum síðan í ísaldarlok.

10 LEKT YFIRBORÐSLAGA

Gerð var mæling á sighraða vatns, sem dælt var í riflega tveggja metra djúpa gryfju, sem grafin hafði verið ofan í grýttann jökulruðning í grennd við kjarnaholuna KV-13. Gryfjan nær ekki ofan í grunnvatn og ef að líkum lætur eru um 6 m niður á það á þessum slóðum. Pollurinn í gryfjunni var tveggja metra djúpur og tók það hann tvo sólarhringa að lækka um 1,3 m. Lengst af mældist lektin vera nálægt $7,5 \cdot 10^{-6}$ m/s nema efstu 2 sentimetrinum þar sem húnvar um 10^{-5} m/s.

Þó að athugun sem þessi geti aldrei gefið nema hugmynd um stærðargráðu lektar, virðist vera ástæða til að ætla, að ekki verði umtalsverður leki um laus yfirborðslög þar sem þau koma til með að mynda náttúrulega stíflu við væntanleg uppistöðulón. Víðast hvar á Kvíslaveitusvæðinu er sendinn jökulruðningur á yfirborði líkt og þar sem nefnd lektartilraun var gerð. Oftast er hann þó ekki eins stórgrýttur og þar er. Búast má við, að þegar vatn hækkar í nýjum lónum muni nokkuð af fína efninu skolast úr yfirborðslögunum við ströndina og setjast til á meira dýpi. Þar sem vatnsborð verður að öllum líkum nokkuð stöðugt ætti fljótlega að komast á jafnvægi í hinni nýju fjöru og landbroti að linna.

11 SPRUNGUR OG MISGENGI

Þar sem sprungur og misgengi hafa afgerandi áhrif á vatnajarðfræðina á Kvíslaveitusvæði var s.l. sumar lögð nokkur áhersla á að kortleggja þessi fyrirbrigði. Í fyrsta lagi var reynt að fullkomna þá grófu yfirlitsmynd sem fékkst af svæðinu við rannsóknirnar 1981. Í öðru lagi voru gerðar sprungumælingar á fyrirhuguðum stíflustæðum. Í þriðja lagi var hugað sérstaklega að því hvort sjá mætti merki um hreyfingar á sprungunum, og í tengslum við það var augum gjóað að eldvirkni í Tungnafellsjökli og nágrenni hans. Sú athugun var þó í skötulíki enda hefur lítið fjör verið á svæðinu í þeim efnum síðan ísöld leið.

12 SPRUNGUMÆLINGAR Á STÍFLUSTÆÐUM

Aðstæður á stíflustæðum Svartár og Þúfuverskvíslar eru ekki með þeim hætti að unnt sé að gera mælingar á smásprungum þar. Eins og fyrr hefur verið minnst á sýnir sprungukort Agústs Guðmundssonar (Árni Hjartarson 1981) tvær brotalínur sem skerast á stíflustæðinu í Svartá. Sprungukortið er byggt á loftmyndum eingöngu og brotalínurnar við Svartá eru sannast sagna afar óljósar. Engin merki um umtalsverðan leka hafa fundist á þessum slóðum og þar sem staðurinn er utan sprungusveimsins frá Tungnafellsjökli er ekki ástæða til að búast við umtalsverðum leka. Þúfuverskvísl er hins vegar innan sprungusveimsins en ef um sprungur er að ræða á stíflustæðinu þar eru þær afar ógreinilegar.

Við Eyvindarkvísl syðri gegnir öðru máli. Efsti hluti berggrunnins þar er úr þykku setbergi sem sprungur koma greinilega fram í. Sprungurnar eru í beinum tengslum við brotalínuna sem sker stíflustæðið. Línan stefnir ANA. Mældar voru sprungur í árfarveginum 150 m upp fyrir og niður fyrir holu KV-3. 1/3 þessarar vegalengdar er þó hulinn möl og sandi svo mælingin nær í raun ekki nema yfir 200 m af auðri klöpp. 47 sprungur voru mældar og er ANA stefna afgerandi ríkjandi meðal þeirra. Sprunguviddin er allstaðar lítil, 0,1-2,5 cm. Hvergi er misgengi að sjá. Þess ber að gæta að sprungurósin á mynd 11 sýnir stefnudreifingu sprungna á stíflustæðinu að viðbættum 14 sprungum á línna svæði ofar með kvíslinni, en stefnur eru svipaðar á báðum stöðum.

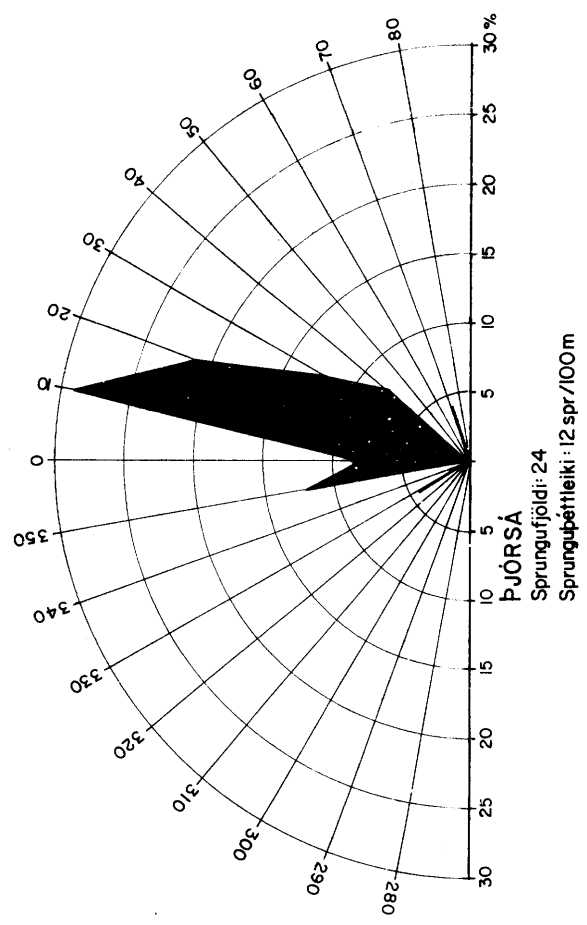
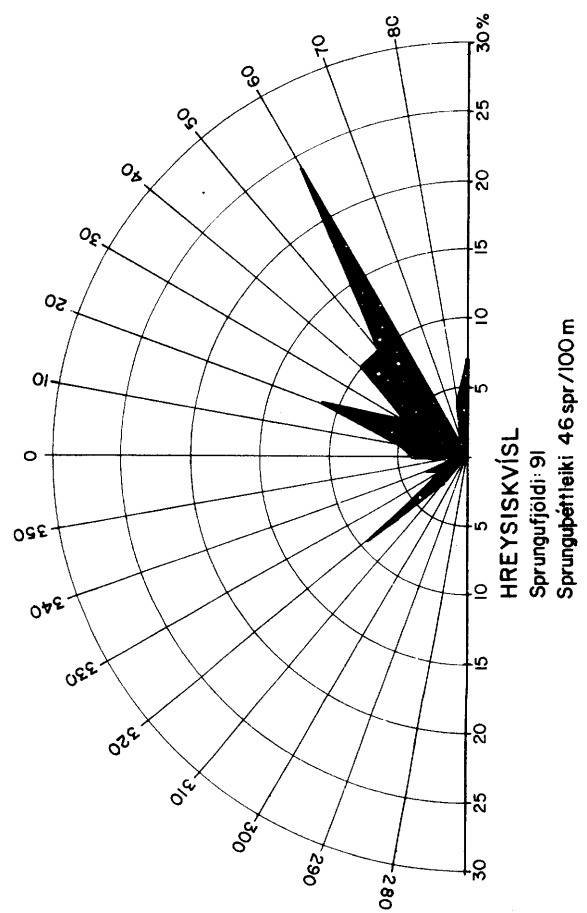
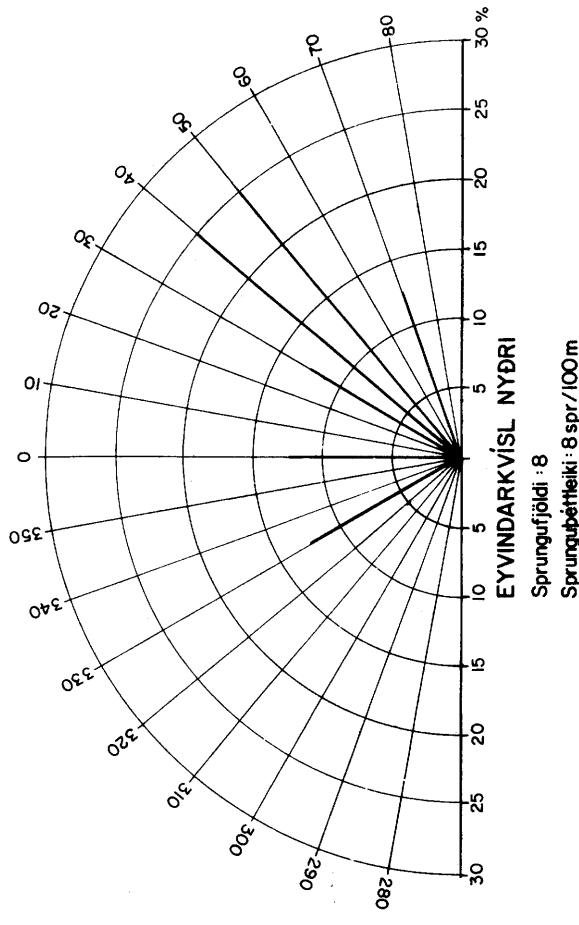
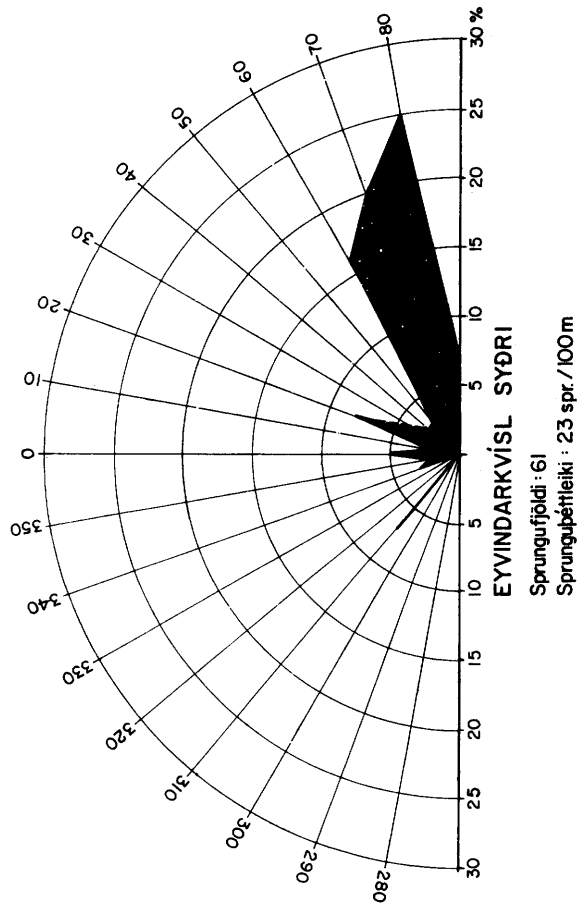
Berggrunnurinn á stíflustæði Eyvindarkvíslar nyrðri er úr óreglulega stuðluðu basalti og sér þokkalega í hann við ána. Sprungur í berginu eru af yfirgnæfandi meirihluta til kólnunarsprungur með handahófskennda stefnudreifingu. Aðeins 8 smásprungur fundust sem virtust af öðrum uppruna en stefna þeirra var einnig handahófskennd. Fjöldinn er reyndar of lítil til að draga þar af nokkrar ályktanir aðrar en þær, að bergið er traustlegt og heilt (mynd 11). 200 m sunnan árinna er aftur á móti komið inn í brotalínuna frá Eyvindarkvísl syðri.



VOD-JK-856-ÅH
82.12.1504 AA

SPRUNGURÓSIR Á STÍFLUSTÆÐUM Í KVÍSLAVEITU

Mynd II



Í farvegi Hreysiskvíslar er sandsteinn ríkjandi í berggrunninum. Sprungur voru mældar í farveginum á ca 400 m bili ofan stíflustæðisins. Sprungufjöldinn var 91 og ríkjandi stefna var NA-NNA með skörpum toppi í N60A (mynd 11). Sprungur yfir 0,5 cm að vídd eru sárasjaldgæfar, hvergi var óbyggjandi misgengi að sjá en hins vegar voru hallandi sprungur all víða. Ekki var hirt um að mæla það sérstaklega. Vatn streymir úr sprungunum víðsvegar.

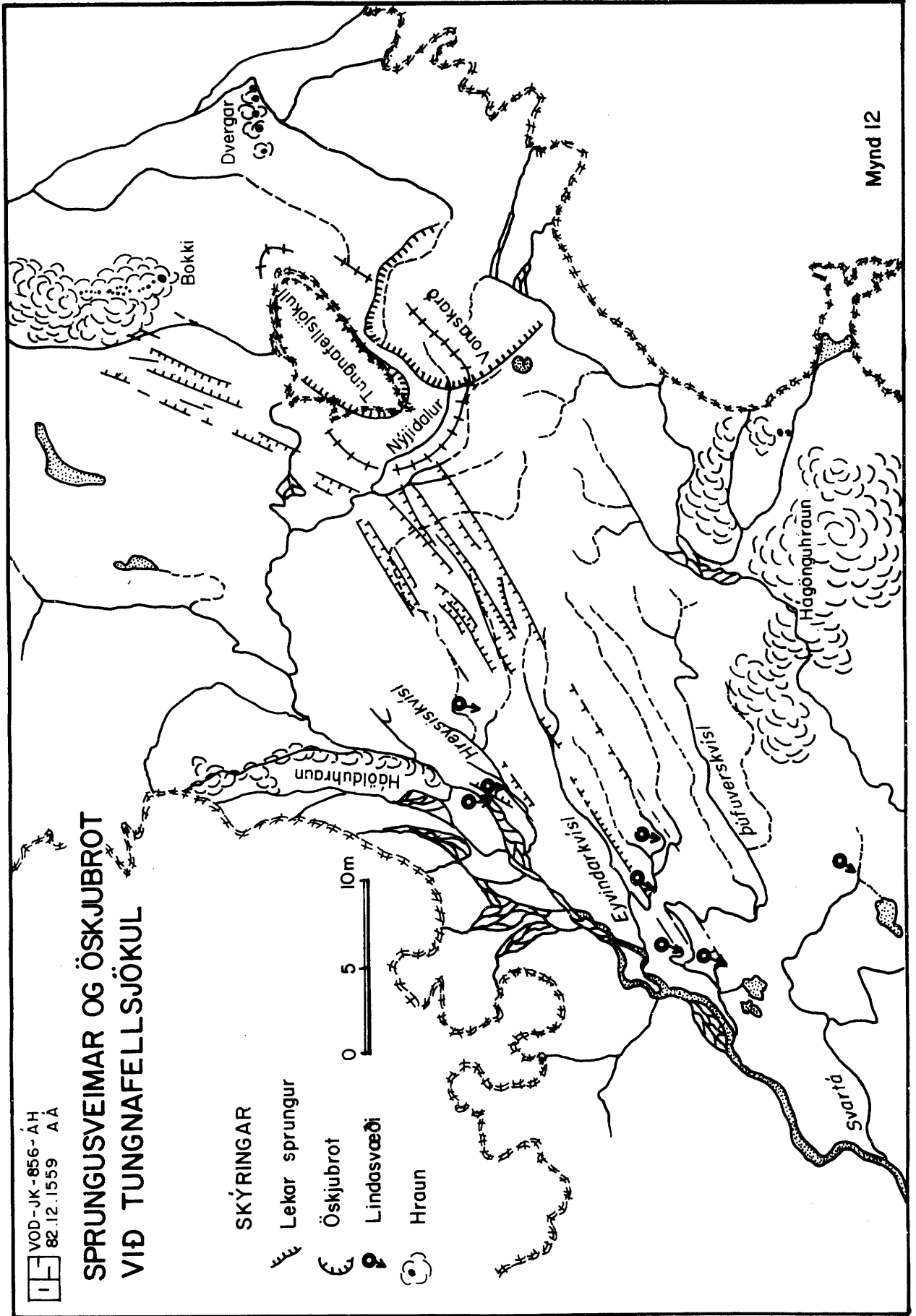
Á stíflustæðinu í Þjórsá voru smásprungur mældar í sandsteini sem þar er í suðurbakkanum. Ekkert vatn kemur úr þeim en lindir í bakkanum flæða yfir sprungurnar. 24 sprungur voru mældar og reyndist NNA stefna vera ríkjandi (mynd 11).

Það er athyglisvert hvernig sprungustefnan snýst úr ANA við Eyvindarkvísl syðri og í NNA við Þjórsá. Þetta helgast af því, að Eyvindarkvíslin er á sprungusveimnum miðjum þar sem spennuáhrif hans ríkja í öllu sínu veldi. Við Hreysiskvísl eru norðlægari sprungustefnur farnar að koma allnokkuð við sögu enda komið út á jaðar sprungubeltisins og við Þjórsá er komið út fyrir áhrifasvæði sprungusveimsins.

13 SPRUNGUSVEIMURINN FRÁ TUNGNAFELLSJÖKLI

Hinn margumræddi sprungusveimur frá Tungnafellsjökli, sem ljær vatnafarinu á Kvíslaveitusvæði lit og lif, er all sérkennilegt náttúrufyrirbrigði. Vatnafarslegra áhrifa hans gætir allt niður að ósum Þúfuverskvíslar við Þjórsá en á yfirborði jarðar sér hans lítil merki þar. Á loftmyndum koma fram ógreinlegar brotalínur með ANA-læga stefnu en ferðamaður á sveimi um Kvíslaveitu verður einskis var, jafnvel þótt glöggur sé. Þegar kemur austur og norður fyrir Kistuöldu fara þessar brotalínur að verða áberandi í landslaginu og mynda mikla misgengisstalla sem fannir sitja undir fram eftir öllum sumrum og undirstrika landslagsfromið. Saman mynda misgengi þessi sigdal í fjöllunum vestur af Nýjadal og annan ógreinilegri rétt norðar. Þegar norður undir Nýjadal kemur bregður svo kynlega við, að sprungurnar venda stefnunni um 30 gráður eða svo og ganga til NNA uns þær hverfa undir Tunguhraun norðan Tungnafellsjökuls (mynd 12).





Tungnafellsjökull sjálfur liggur utanvert við sprungusveiminn. Þótt hann sé almennt ekki talinn með virkum eldfjöllum er hæpið að slá því föstu að hann sé kulnaður með öllu. Tungnafellsjökull er eldkeila með jökulfylltri öskju í toppinn. Kristján Sæmundsson (1982) hefur skoðað jarðfræði fjallsins lítillega og lýst henni. Hnjúkum settur öskjurminn liggur í sveig umherfis jökulhettuna og heldur að henni nema þar sem jökultungur lafa úr



VOD-JK-856-ÅH
82.12.1559 AA

SPRUNGUSVEIMAR OG ÖSKJUBROT VIÐ TUNGNAFELLSJÖKUL

SKÝRINGAR

-  Lekar sprungur
-  Öskjubrot
-  Lindasvæði
-  Hraun



Mynd 12

skarðakjöftum niður á fjallsbringuna. Askjan er ívið sporöskjulaga til NA-SV og er 100-200 m djúp.

Umhverfis Tungnafellsjökul gengur fjallakrans sammiðja öskjunni sem virðist hafa myndast við eldvirkni á hringsprungubelti. Hér er um að ræða fjallið Þvermóð hina sveigmynduðu fjallsegg sunnan Nýjadals og áframhald hennar í hnjúkunum Eggju, Laugakúlu og Rauðukúlu og fellin Stakafell, Fannafell og Tungnafell. Ekki er hægt að sjá, að neitt verulegt landssig hafi orðið um þetta belti nema ef vera skyldi um suður og vestur hliðar Nýjadals.

Til að flækja þessa mynd eilftið meir má geta þess að í Vonarskarði er önnur askja og ganga rimar hennar sniðhallt um suðausturhliðar Tungnafellsjökul (Kristján Sæmundsson 1982).

Ástæðan fyrir því, að hér hefur verið farið svo mörgum orðum um þessi sprungukerfi, er sú, að með tilliti til mannvirkjagerðar og myndunar uppistöðlóna í Kvíslaveitu er lífsspursmál að vita hvort gera þurfi ráð fyrir skjálftum og hreyfingum á sprungunum eða hvort massabreytingar af völdum lónanna gætu komið skjálftum af stað.

Við rannsókn á sprungusveimnum var ekki hægt að sjá að hreyfingar hefðu verið á þeim hluta hans sem gengur VSV frá Tungnafellsjökli. Allar sprungur virðast þaktar lausum yfirborðslögum og öll brot skriðurunnin og veðruð. Samkvæmt upplýsingum frá Ragnari Stefánssyni á Jarðeðlisfræðideild Veðurstofunnar er Kvíslaveitusvæðið kyrrlátt hvað varðar jarðskjálfta. Hinu verður ekki svarað hér hvort þungi lónanna gæti valdið hreyfingum um sprungurnar. Full ástæða er til að vera vakandi fyrir þeirri hættu. Stærsta lónið, það sem fengið hefur nafnið Kvíslavatn, teygir sig inn fyrir suðurjaðar sprungubeltisins allt að stíflustæði Eyvindarkvíslar syðri og verður um 10 m djúpt, þar sem dýpst er. Við Eyvindarkvísl nyrðri og Hreysiskvísl munu myndast smærri lón. Í þessu sambandi má minna á tilraunalónið við Langöldu og þær hreyfingar sem urðu á sprungum þar samfara fyllingu lónsins. Ein sprungan lá undir stíflunni og um hana tæmdist lónið á fáeinum dögum (Haukur Tómasson o.fl. 1976).

Þótt sprungusveimurinn í Kvíslaveitu virðist kyrr, er ekki sömu sögu að segja um nyrsta hluta hans á svæðinu norður af Tungnafellsjökli. Þar er hann greinilega virkur. Opnar sprungur og unglegir misgengistallar sjást þar víða og sumsstaðar sjást dældir og jarðföll í yfirborðslögunum þar sem úr þeim hefur hrunið ofan í undirliggjandi sprungur.

Að sögn Páls Einarssonar jarðeðlisfræðings á Raunvísindastofnun Háskólans hafa engir stórvægilegir jarðskjálftar átt sér stað á þessum slóðum síðustu hálfu öldina að minnsta kosti. Stærstu skjálftarnir sem mælst hafa þarna í nágrenninu urðu í Bárðarbungu, um 5 stig á Richterkvarða. Skjálfti af þeim styrkleika ætti ekki að geta valdið tjóni á mannvirkjum niður á Kvíslaveitusvæði.

Hvað sem þessum vangaveltum líður, er full ástæða til að komið verði upp litlum skjálftamæli á Kvíslaveitusvæði sem fyrst til að

fá einhverja mynd af smáskjálftavirkni þar við náttúrulegar aðstæður og hafa þær til samanburðar við það ástand sem kann að ríkja eftir að Kvíslavatn og önnur veitulón hafa myndast.

Norður og austur af Tungnafellsjökli hefur orðið smávægileg eldvirkni á gossprungum með sérkennilegri sprungustefnu. Tunguhraun er komið úr nafnlausri gígaröð en syðsti og stærsti gígurinn nefnist Bokki. Syðsti hluti raðarinnar hefur NNW-læga stefnu en norðurhluti hennar sem á parti er tvöfaldur, leggst í norðlæga átt. Úr sprungunni hefur Tunguhraunið runnið til norðurs og myndar tunguna milli Hraunkvíslar og Jökulfalls. Við Gæsavatnaleið er sérkennileg gígaröð sem Dvergar nefnist. Þarna er um að ræða 5 afmarkaða smágíga á aust-vestlægri línu og þunnar hraunsvuntur umhverfis hvern gíg (mynd 12).

Það sem hér hefur verið upp talið er eina eldvirknin sem vitað er um í nágrenni Tungnafellsjökuls á nútíma.

Tungnafellsjökull er á mótum þriggja gosbelta. Þetta eru eystra- og vestra gosbeltið á Suðurlandi, þar sem NA-SV sprungustefna ríkir og Norðurlandsgosbeltið með N-S sprungustefnu. Sérkennileg sprungumunstur og fjölbreytilegar sprungustefnur umhverfis jökulinn stafa e.t.v. af þessari stöðu hans í nafla eldvirku svæðanna.

HEIMILDASKRÁ

Árni Hjartarson 1981: Kvíslaveita 5, vatnafarsathuganir
Orkustofnun desember 1981.

Bjarni Kristinsson og Þórólfur H. Hafstað 1981: Kvíslaveita 1,
kjarnagreining og lýsing stíflustæða. Orkustofnun desember
1981.

Hannes Haraldsson 1981 og 1982: Mæligögn úr vatnamælingum á
Kvíslaveitusvæði (Frumgögn).

Haukur Tómasson, Helgi Gunnarsson og Páll Ingólfsson 1976:
Langölduveita. Rannsókn á tilraunalóni við Tungnaá. OS-ROD
7642.

Kristján Sæmundsson 1982: Öskjur á virkum eldfjallasvæðum. Í
bókinni Eldur er í norðri, afmælisrit Sigurðar Þórarinssonar.
Sögufélagið Reykjavík.