

**KVÍSLAVEITA, EYVINDAR- OG
HREYSISKVÍSL**

Jarðfræðilegt eftirlit á byggingarstigi.

Ágúst Guðmundsson, Bjarni Kristinsson
og Björn Jónasson

OS-86051/VOD-18 B

Ágúst 1986



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr.: 335

**KVÍSLAVEITA, EYVINDAR- OG
HREYSISKVÍSL**

Jarðfræðilegt eftirlit á byggingarstigi.

Ágúst Guðmundsson, Bjarni Kristinsson
og Björn Jónasson

OS-86051/VOD-18 B

Ágúst 1986

EFNISYFIRLIT

	bls.
1 INNGANGUR (BjJ, ÁgG, BK)	3
2 FRAMKVÆMD (BjJ, ÁgG, BK)	5
3 GERÐ OG SKIPAN JARDLAGA (ÁgG, BK, BjJ)	6
3.1 Almenn jarðlagalýsing	6
3.2 Skilgreiningar jarðlagagerða	6
4 SKURDIR (ÁgG, BjJ, BK)	13
4.1 Hreysisskurður	13
4.2 Eyvindarskurður	16
5 STÍFLUSTÆÐI (BK)	21
5.1 Stíflustæði í Eyvindarkvísl nyrðri	21
5.2 Stíflustæði í Hreysiskvísl	25
5.3 Furðuvellir	30

VIÐAUKAR

1 Skrá yfir skýrslur og greinargerðir Orkustofnunar um Kvíslaveitu	31
2 Ljósmyndir af skurðbökkum og stíflustæðum	33

MYNDASKRÁ

1 Afstöðumynd	4
2 Yfirlitsuppdráttur af Hreysisstíflu og Hreysisskurði	8
3 Yfirlitsuppdráttur af Eyvindarskurði og Hreysisskurði	9
4 Yfirlitsuppdráttur af Eyvindarstíflu og Eyvindarskurði	10
5 Langsnið jarðlaga í Hreysisskurði	11
6 Langsnið jarðlaga í Eyvindarskurði	17
7 Grunnmynd af Eyvindarstíflu	22
8 Þverskurður stíflugrunns í Eyvindarkvísl nyrðri	23
9 Grunnmynd af Hreysisstíflu	26
10 Þverskurður stíflugrunns í Hreysisskvísl	27
11 Helstu sprungur og lindir í grunni Hreysisstíflu	29

TÖFLUSKRÁ

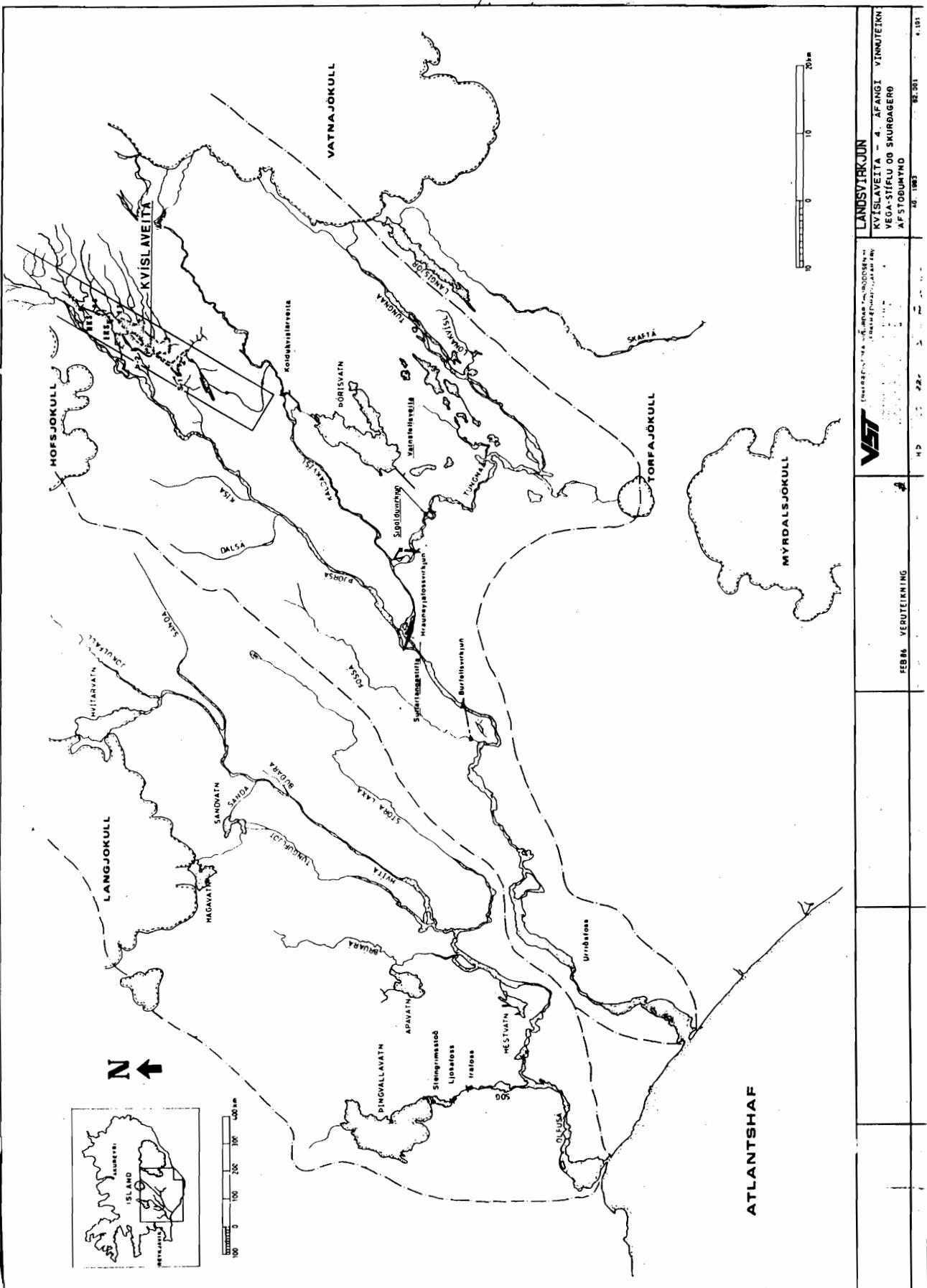
1 Flokkun jarðlaga í Hreysisskurði	15
2 Flokkun jarðlaga í Eyvindarskurði	20
3 Sjálfrennsli upp úr nokkrum þéttunarholum í Eyvindarkvísl nyrðri	24
4 Þrýstingsbreytingar í holu LB 56 í Hreysisstíflu	30

1 INNGANGUR (BjJ, ÁgG, BK)

Skýrsla þessi fjallar að mestu um kortlagningu og lýsingu jarðlaga á svæði sem kennt er við 4. áfanga Kvíslaveitu, en það er Eyvindarskurður, Hreysisskurður, Eyvindarstífla nyrðri og Hreysisstífla. Þessi áfangi var boðinn út og unnið samkvæmt útboðsgögnum 5205 sem Landsvirkjun birti í mars 1984. Á mynd 1 er yfirlit yfir Kvíslaveitusvæðið og á myndum 2-4 eru sýndir nánar einstakir þættir hennar. Verktakafyrirtækið Hagvirki annaðist framkvæmdir og Landsvirkjun sá um eftirlit á vettvangi.

Á árunum 1981 til 1984 kannæði Vatnsorkudeild Orkustofnunar (VOD) jarðfræðilegar aðstæður til undirbúnings framkvæmdum við Kvíslaveitu, sjá skrá yfir greinargerðir Orkustofnunar um Kvíslaveitu í viðauka 1. Jafnframt fylgdist VOD nokkuð með framvindu mála þegar unnið var við einstaka þætti veitunnar. Slik úttekt er augljóslega mjög mikilvæg fyrir alla þá aðila sem hlut eiga að mál, því þannig er mögulegt að meta "gæði" rannsókna, ekki síst varðandi val rannsóknaraðferða og túlkun á þeim upplýsingum sem þær hafa gefið.

Útivinnan sem hér er gerð skil var unnin í júlí og ágúst 1985. Hreysis- og Eyvindarskurðir voru vel aðgengilegir til skoðunar, þrátt fyrir að Eyvindarkvísl hin nyrðri rynni eftir þeim síðarnefnda. Stíflustæðin voru skoðuð þegar búið var að fjarlægja allt laust efni af þeim.



MYND 1 Afstöðumynd

2 FRAMKVÆMD (BjJ, ÁgG, BK)

Við jarðlagakortlagningu í skurðum var bæði unnið frá skilum stáls og fláa og frá skurðbotni. Var þá notað bæði málband með lóði, sem slakað var niður á skurðbotn og "theodolite", og var reynt að ná sem best fram öllum jarðlagaskilum og óreglum. Yfirleitt var sniðmælt og jarðlagagreint á 50 til 100 m fresti en oftar í þeim tilvikum þar sem óreglur voru miklar. Þá voru jarðlög rakin samfellt á milli mælisniða og allar tengilínur jarðlagaskila dregnar á milli mælisniðanna á vettvangi. Við kortlagningu á fláa í skurðum ofan stáls var að mestu notast við "augnhæðarmælingar" með aðstoð hallamælis. Við kortlagningu stíflustæðanna voru notaðar mælingar Landsvirkjunar á lagamótum, sprungum o.fl.

Lengdarmælingar í skurðunum eru samkvæmt sama lengdarkvarða og verk-taki notaði við uppgröftinn, sbr. myndir 2 til 4 og jarðlagasnið á myndum 5 og 6. Lengdarkvarðinn var settur upp með hækkandi stöðvar-númerum frá suðri til noðurs á móti straumnum og voru merktar stöðvar með 100 m millibili. Ennfremur voru notaðar þær landmælingar sem gerðar höfðu verið á skurði (botnmæl., stál-/fláamæl., mæl. á óhreyfðu yfirborði o.fl.).

Höfundar telja nákvænni í jarðlagasniðum af skurðunum allgóða. Skekkja í hæðarmælingum er líklega allt að 0,5 m í stáli en meiri í fláa. Skekkjan er mest í lengdarkvarða en 100 m eru á milli merktra lengdarstöðva. Þessar mæliskekkjur eru þó hverfandi í heildarmynd jarðlagasniðanna vegna þeirrar óreglu sem er í jarðlagaskipan, einkum varðandi skiptingu á milli berggerða. Það sem helst setti mark sitt á nákvænni í hæðarmælingu stáls er, að allvíða var dálítill skriða við fót stálsins og strandaði lóðmælingin þá stundum á henni. Skurðbotninn var hreinsaður skömmu eftir að athuganirnar fóru fram og má ætla að hæð stálsins á þessum stöðum geti verið allt að 0,5-0,7 m meiri en sýnt er á jarðlagasniðunum. Allar yfirborðsmælingar á stíflustæðunum voru gerðar með "theodolite".

Til að skoða eiginleika jarðlaganna var farið eftir skurðbotni og brölt upp í stálið þar sem fært var. Auðveldara var að nálgast jarðlög í fláanum vegna minni bratta en þar kom á móti að opnur voru lakari, með meira af lausu efni en í stálinu, sem var mjög vel opið og hreint.

Litskyggjur og litmyndir voru teknar af mestum hluta skurðleiða og stíflustæða til athugunar og glöggvunar á skipan og gerð jarðлага og eru nokkrar þeirra sýndar í viðauka 2.

3 GERÐ OG SKIPAN JARÐLAGA (ÁgG,BK,BjJ)

3.1 Almenn jarðlagalýsing

Hér fer á eftir stutt og einfölduð lýsing jarðлага á svæði 4. áfanga Kvíslaveitu:

Laus yfirborðslög þekja allt svæðið en gerð þeirra og þykkt er nokkuð mismunandi. Í lægðum er aðallega vatnsskolað efni, fingerður sandur og finmöl en auk þess er viða foksandur næst yfirborði. Á hæðunum er þekja úr jökulruðningi sem er að jafnaði "auðgræfur" en þó leynast í honum "harðar" linsur þar sem finefni hefur steypst saman í hellur. Lausu yfirborðslögin harðna oftast niður á við og renna saman við jökulberg án mjög ljósra skila. Með jökulbergi er átt við set, sett til af jöklum og hefur það harðnað svo mikið, að það verður vart losað án sprenginga.

Basalt er næst undir jökulberginu og myndar það kjarna aldanna, sem Hreysisskurður og Eyvindarskurður ligga í gegnum. Basaltið er þóleiít basalt, syrpa af 2-10 m þykkum lögum úr kristölluðu basalti en á milli laganna og samrunninn við þau er gjallkargi í 1-5 m þykkum óreglulegum lögum. Karginn er mjög opinn og laus í sér, lítið eitt fylltur með silti og leir, sem hefur skolast niður í gegnum rifur og sprungur í basaltinu. Viða er karginn svo laus í sér að auðvelt er að pjakka í hann holur með handafli. Við gerð 4. áfanga Kvíslaveitu var hvergi farið niður úr þessari basaltsyrpu.

3.2 Skilgreiningar jarðlagagerða

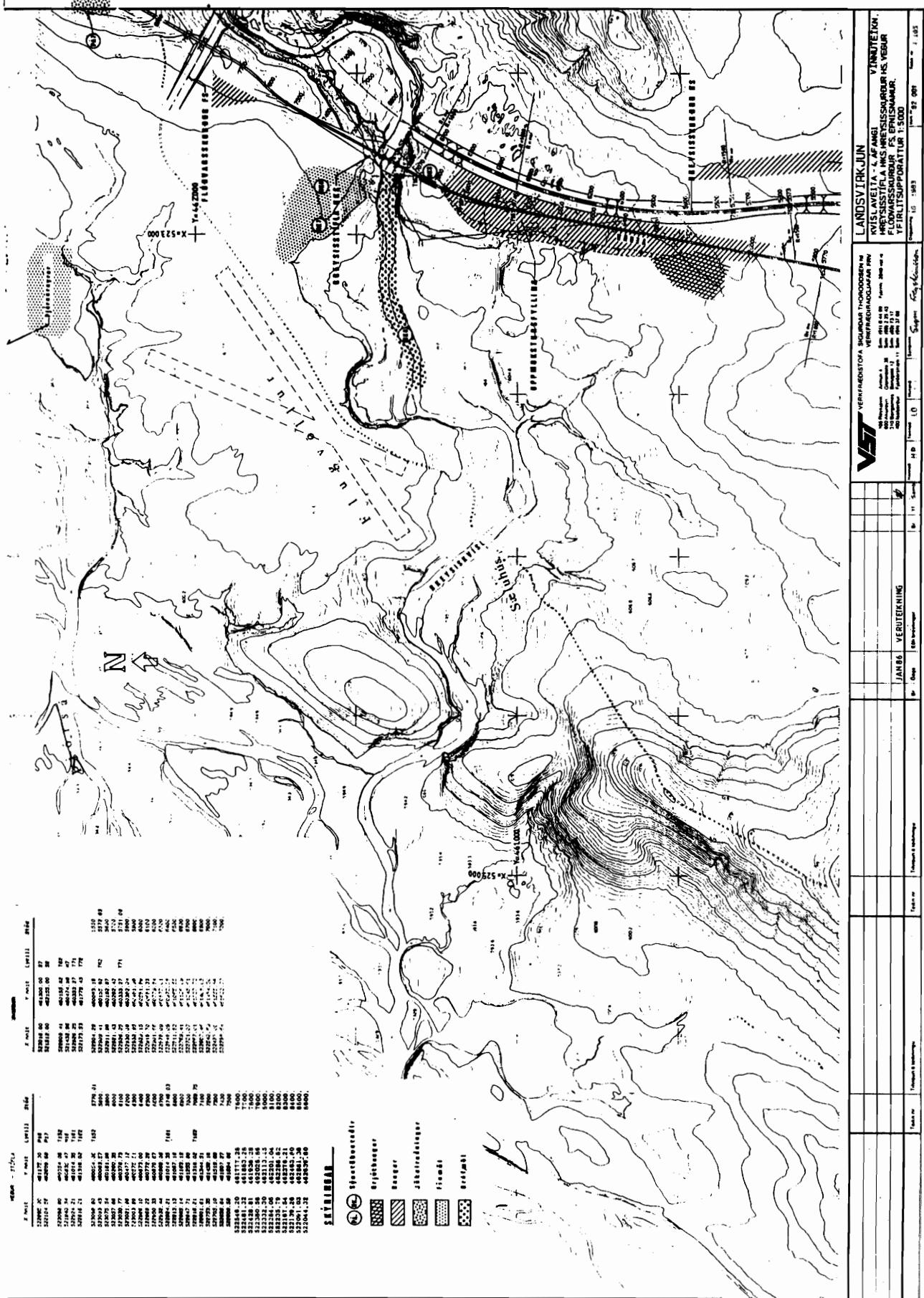
Til skýringar textanum skal hér leitast við að lýsa í sem fæstum orðum þeim jarðlagagerðum sem einkum koma við sögu:

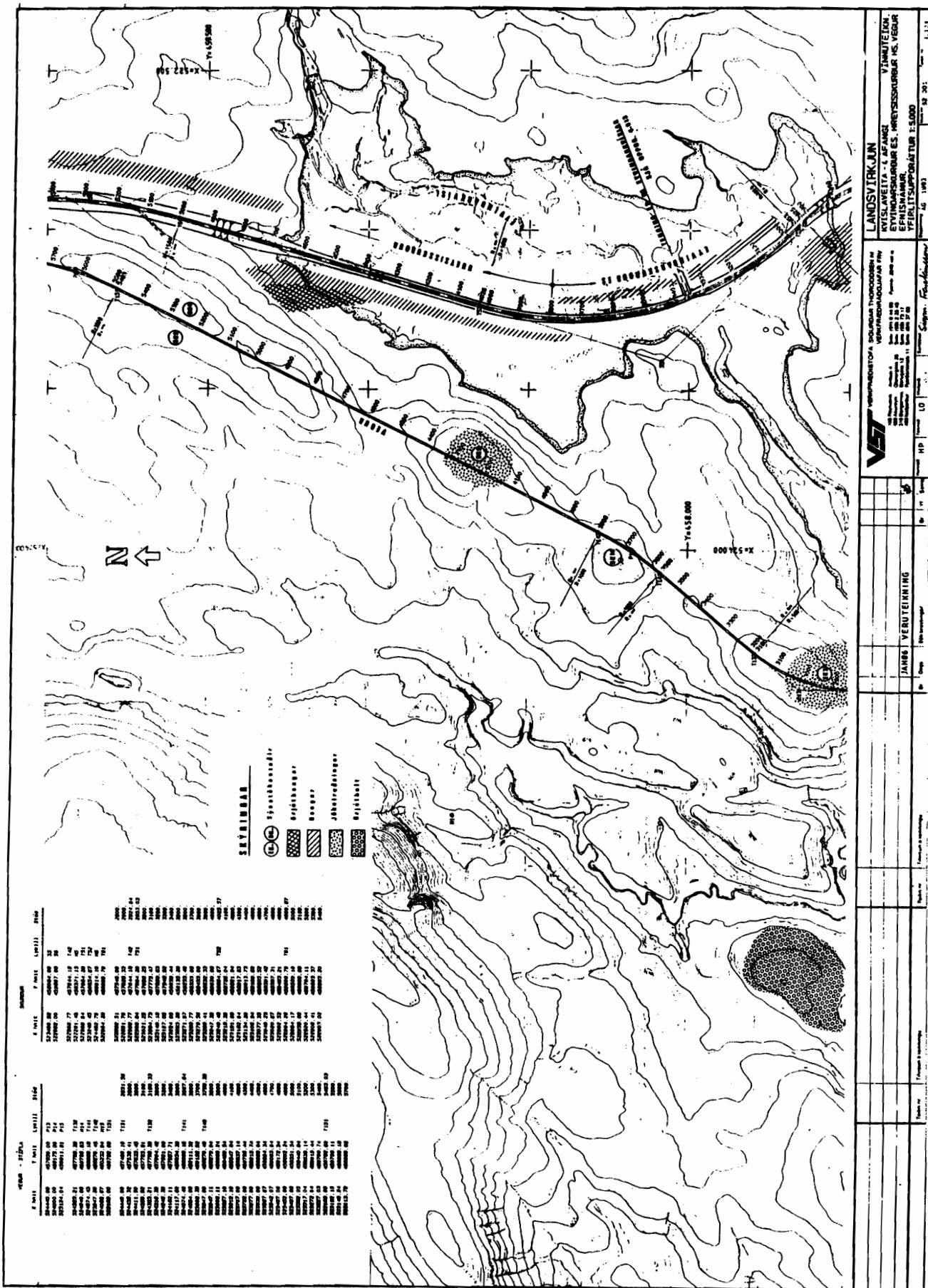
Jökulruðningur myndast á þann hátt að í neðsta hluta skríðandi jöklus safnast alls kyns grjótdreif, sem mylur og sverfur undirlag jöklusins. Þegar jökullinn hörfar situr eftir óslétt lag úr jökulruðningi (bergmylsnu), en vatnagangur undir jöklinum og við jökuljaðarinn getur haft sterk áhrif á eiginleika hans. Breytileg útskoluun getur síðar ráðið miklu varðandi hörðnun og samlimingu ruðningsins. Hörfðun jökulruðnings vex mjög samfara auknu finefnainnihaldi (sérstaklega ef það er glerrikt) og vaxandi aldri. Kornastærðir geta verið allt á milli leirs og stórgrýtis, en einhver aðgreining eftir kornastærðum er algeng. Jökulruðningurinn á Kvíslaveitusvæðinu er aðalafurð síðasta jökluskeiðs, fyrir um 10.000 árum.

Jökulberg hefur í upphafi verið jökulruðningur en það hefur síðan með tímanum harðnað og samlímst svo mikið, að það er orðið berg. Hörðnun jökulbergs er eins og fyrr segir um jökulruðning, m.a. í réttu hlutfalli við finefnainnihald, hlutfall basaltsglers og aldur. Jökulberg er að jafnaði eldra en frá lokum síðasta jökulskeiðs, en það er þó ekki einhlítt.

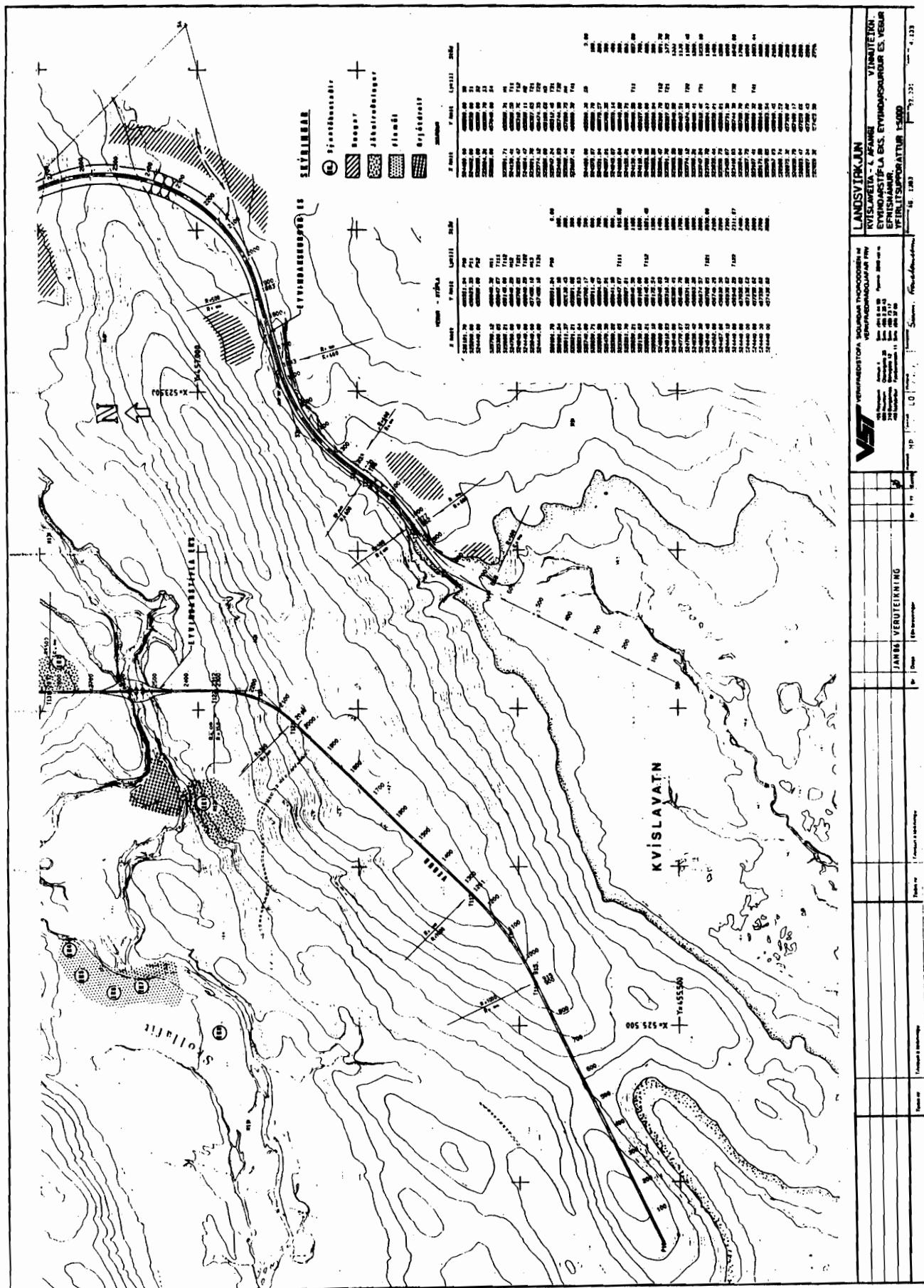
Basalt er basískt gosberg og er það langalgengasta bergtegundin hér á landi. Basaltið á Kvíslaveitusvæðinu flokkast nánar sem þóleiít (megineldstöðvaþóleiít) og hefur það runnið í 2-10 m þykkum hraunlögum fyrir fáeinum hundruðum þúsunda ára. Á efra og neðra borði laganna er kargi eins og síðar verður vikið að, en miðja og oftast meginhluti laganna kristallast í þétt berg, sem að vísu klofnar allt í stuðla vegna samdráttar við kólnun hraunsins. Stuðlarnir eru breytilegir að lögun og stærð, oft liðlega 1 m í þvermál, og eru sprungurnar á milli þeirra helsta holrýmd í þetta hluta (kjarna) basaltlaganna.

Kargi er í reynd hluti af viðkomandi basaltlagi. Hann myndast við það, að á yfirborði hrauns sem er bráðið og á hreyfingu storknar skurn, en vegna hreyfingar hraunsins brotnar skurnin og molnar. Við framskrið hraunsins lendir ávallt hluti af mylsnunni undir hrauninu. Magn kargans er mjög háð seigju hraunsins þegar það rennur (þunnfljótandi hraun mynda þunnan karga). Basaltið á Kvíslaveitusvæðinu er fremur kargaríkt (25 til 30%). Karginn er yfirleitt samsettur úr blöðróttum sundurlausum gjallkenndum steinum af breytilegri stærð og er hann því oft auðgræfur.





MYND 3 Yfirlitsuppráttur af Eyvindarskurði og Hreysisskurði



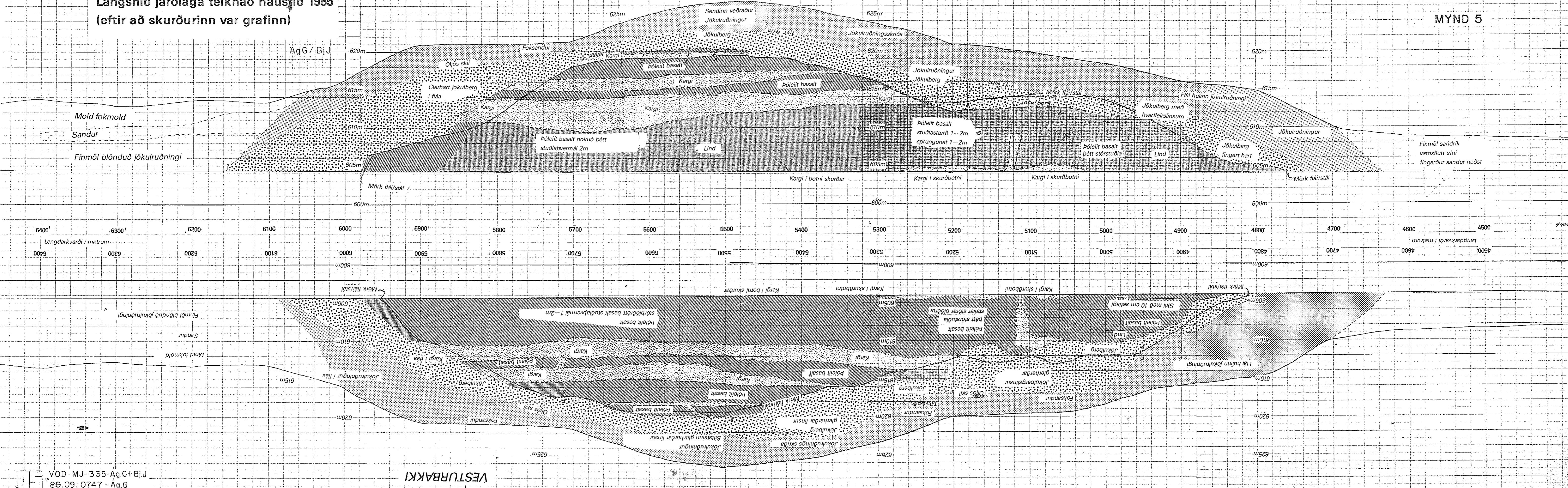
MYND 4 Yfirlitsuppdráttur af Eyvindarstíflu og Eyvindarskurði

ÍSLAVEITA REYSSISKURÐUR

ungsnið jarðlaga teiknað haustið 1985
(tir að skurðurinn var grafinn)

1

.....



KVÍSLAVEITA HREYSISSKURÐUR

Langsnið jarðlaga teiknað haustið 1985
(eftir að skurðurinn var grafinn)

MYND

4 SKURÐIR (ÁgG, BjJ, BK)

4.1 Hreysisskurður

Skipan jarðlaga í Hreysisskurði er fremur regluleg, sjá myndir 2, 3 og 5. Efst er laust yfirborðsset, þá jökulberg, en undir því eru þunn og mjög kargarík basaltlög. Basaltlög þessi eru öll mjög áþekk að gerð og ekki unnt að greina bergflokkunarlega á milli þeirra. Liklegt er að hraunlög þessi séu runnin í mörgum eldgosum á mjög stuttum jarðsögulegum tíma, en þó er mögulegt að þau séu aðskildir hraunstraumar (flæðieiningar) úr samfelldu eldgosi. Neðsta basaltlagið er þykkast og er þétti hluti þess um 8 m. Einstök kargalög i skurðinum ná allt að 5 m þykkt.

Byrjað er að lýsa lögunum nyrst í skurðinum við hæsta stöðvarnúmerið og er straumnum fylgt suður Kvíslaveituna, að Kvíslavatni, sjá myndir 2 til 4.

Í Hreysisskurði næst Hreysiskvísl hjá stöð 6800 og suður að stöð 6100 er skurðurinn grafinn í laus jarðlög og sléttu, fyrrum blauta sanda. Ekki er gott að gera sér nákvæma grein fyrir jarðlagagerðinni á þessum slóðum í skurðinum vegna þess að jarðvinnslutækin hafa hrært í efninu. Þó virðast efstu 2-4 m vera úr moldarblönduðum foksandi. Undir sýnist vera 1-2 m linsa úr skolaðri finmöl og sandi en neðst er líklega jökulruðningur með staðbundnum hálfhörðnuðum linsum. Ekki þykir rétt að tiunda hér nánari lýsingu á þessum kafla skurðarinns heldur vísað í mynd 5.

Við stöð 6100 liggur skurðurinn inn í jökulnúna öldu og eru innviðir hennar fjölbreyttir að gerð, sjá jarðlagasniðið á mynd 5 og ljósmyndir í viðauka 2. Aldan ris hæst milli stöðva 5500 og 5400 en lækkar þaðan til suðurs að stöð 4700 þar sem hún rennur saman við blauta sandsléttuna við Eyvindarkvísl nyrðri við suðurenda Hreysisskurðar. Á langsniði jarðlaga í Hreysisskurði koma fram 4 lög úr þóleiitbasalti, aðskilin af óreglulegum 1-4 m þykum lögum úr gjallkarga. Á milli stöðva 6000 og 4800 er 6-8 m þykkt basaltlag í neðri hluta skurðarins. Þetta er eina basaltlagið í skurðinum sem nær í gegnum þvera ölduna. Það er aðeins í hæsta hluta öldunnar, að þrjú önnur þunn (2-4 m) basaltlög liggja ofaná "þykka" basaltlaginu. Öll lögini eru aðskilin með 2-3 m þykum kargalögum.

Í skurðbotninum sér viða í karga sem markar botn neðsta basaltslagsins. Þar sem karginn sést ekki má mjög viða sjá að basaltið er glerjað og rauðleitt við skurðbotninn og boðar það ótvírætt nálægð kargalagsins.

Í grennd við stöð 5100 er botnkargi basaltsins nokkuð áberandi neðan til í stálinu auk þess sem kargapoki slítur basaltlagið næstum í sundur á kafla.

Stuðlastærð í kjarna neðstu tveggja basaltlaganna er 0,5 - 1,5 m. RQD (10 cm) er 90 - 100 % skv. sjónmati.

Basaltlögunum í skurðinum hallar örlitið til norðlægrar áttar.

Fyrir skurðgröftinn mældist grunnvatnshæð í borholum 612 til 615 m y.s. lækkandi til norðurs. Eftir gröftinn voru stöku vætublettir í basaltstálinu í framangreindum kótum í norðanverðum skurðinum, en að öðru leyti voru skurðveggirnir þurrir. Vatn seytlaði út úr sprungum (aðallega stuðlasprungum) á örfáum stöðum sunnan til.

Yfirborð basaltsins í innviðum öldunnar er slípað af jöklum sem hafa auk þess smurt 6-8 m þykkri kápu úr jökulruðningi og jökulbergi utan á ölduna. Þessi jökulruðningur er allbreytilegur að gerð og raunar lieggur viða eldra og glerhart jökulberg, yfirleitt 2-4 m þykkt á milli ruðningsins og basaltsins. Viðast eru mörk gamla harða jökulbergsins óljós enda eru skilin ávallt í fláanum og sjást því illa vegna skriðuhulu. Á við og dreif um jökulruðninginn eru harðar linsur, aðallega þar sem finefnaríkt set hefur steypst saman í hellur. Þessar hellur eru viðast skriðurunnar og því er ekki gott að átta sig á útbreiðslu þeirra.

Í lægðinni á milli stöðva 4700 og 2900 í grennd við Eyvindarkvísl nyrðri er skurðurinn grafinn í finmöl og sand. Efnið er laust og viða gætir skálögunar, sem bendir til þess að setið sé myndað í hægu vatnsrennsli yfir hallalitla sanda. Fyrir mannvirkjagerðina var þarna gróðurlitið ver með sandbleytum.

Frá stöð 6100 og að stöð 4800 eða á um 1300 m kafla skurðleiðarinnar er basalt ríkjandi í innviðum öldunnar. Hér ná skurðbakkarnir rúmlega 22 m hæð og er set og basalt til staðar. Þegar hugað er að því hvernig jarðlög skiptast hér sést að setið (laust set = foksandur og jökulruðningur; fast set = jökulberg) er að meðaltali 35-40 % og basaltið (þétt basalt og kargi) er 60-65 %. Þegar við undanskiljum lausa setið, sem myndar yfirborðslagið (20 %), er fasti hlutinn (setberg og þétt basalt) ásamt karga um 80 %.

Nánari sundurgreining setsins á sama kafla gefur að meðaltali 50-60 % laust set, en að fastari hluti setsins sé 40-50%. Með svipaðri skiptingu á basaltinu er karginn um 25 % en þetti hlutinn er um 75%. Eins og tafla 1 sýnir eru töluverðar sveiflur í þessum hlutföllum á milli stöðva.

Tafla 1 sýnir hlutfallslega skiptingu jarðlaga samkvæmt langsníði á mynd 5. Báðir skurðbakkarnir eru teknir fyrir frá stöð 4600 til 6200 m og eru 17 sniðmælingar í hvorum bakka.

T A F L A 1

F l o k k u n j a r ð l a g a í H r e y s i s s k u r ð i

V E S T U R B A K K I

A U S T U R B A K K I

stöðvar- númer	S E T				B A S A L T				S E T				B A S A L T			
	laust- illa	vel saml.	-	kargi	berg	laust- illa	vel saml.	-	kargi	berg	laust- illa	vel saml.	-	kargi	berg	
m	m / %	m / %	m / %	m / %	m	m / %	m / %	m / %	m	m / %	m / %	m / %	m / %	m / %	m	
4600	4,8	100							4,8	100						
4700	6,0	100							6,0	100						
4800	10,8	100							7,2	68	2,4	23		1	9	
4900	6,8	57	1,6	13					3,6	30	3,2	27		5	42	
5000	2,4	17	5,6	39					6,4	44	4,6	32	2,2	16		
5100	3,0	19	5	32	4	26	3,6	23	5,2	33	2	13	0,4	3	8	
5200	3,4	21	3	19	1,8	11	7,8	49	4,8	28	4	24	0,8	5	7,2	
5300	4	21	4	21	2	10	9,2	48	5	26	2,6	13	2	10	9,8	
5400	3	14	5,4	25	2,6	12	10,4	49	3,6	17	3,6	17	2,4	11	11,8	
5500	4,2	19	2,4	11	3,4	15	12,2	55	4,2	19	2	9	4,8	22	11,2	
5600	3	15	2,2	11	4,6	22	10,8	52	2,8	13	2	10	6,2	30	9,6	
5700	2	11	2,2	13	4,6	27	8,4	49	1,4	8	2	12	5,7	32	8,2	
5800	3,6	22	2	12	3,8	23	7,2	43	2,6	16	3	18	3,4	20	7,6	
5900	6,4	39	3	19	1,2	7	5,6	35	4	24	8,6	52		4	24	
6000	7,2	61	4,6	39					3,4	28	8,6	72				
6100	8,8	100							5,4	60	3,6	40				
6200	9	100							9,2	100						

4.2 Eyvindarskurður

Í lægðinni á milli stöðva 4700 og 2900 í grennd við Eyvindarkvisl nyrðri er Kvíslaveituskurðurinn grafinn í finmöl og sand. Efnið er laust og viða gætir skálögunar, sem bendir til þess að efnið sé lagt til í hægu vatnsrennslí um hallalitla sanda. Fyrir mannvirkjagerðina rann Eyvindarkvisl nyrðri um þetta svæði og flæmdist um gróðurlitið ver með sandbleytum.

Eyvindarskurður tekur við í stöð 3800 samkvæmt skilgreiningu útboðsgagna eða í setfylltu lægðinni á milli meginaldanna, sjá myndir 3 og 4. Sunnan við Eyvindarkvisl nyrðri sker skurðurinn jökulnúna öldu, sem ris um 20 m yfir sléttuna fyrir norðaustan. Efst í öldunni er laust yfirborðslag, aðallega foksandur og jökulruðningur, en viðast undir því er gamalt og mjög hart jökulberg. Lausa og litt samlimda setið (foksandur, finmöl, jökulruðningur og hvarfleir) er misþykkt og nær á kafla niður fyrir skurðbotn og er í því tilviki a.m.k. 18 m þykkt, sbr. mynd 6.

Innviðir þessarar öldu eru næsta fjölbreytilegir og eru raunar þrír aðskildir basaltkjarnar í öldunni, sjá mynd 6. Undir setinu eru á köflum þunn óregluleg og kargarík basaltlög þar sem fasta basaltið er 2-6 m og karginn 2-4 m. Nyrsti basaltkjarninn (tvö basaltlög aðskilin af gjallkarga) kemur inn við stöð 2800 og hækkar yfirborð basaltsins til suðurs að stöð 2500. Þar sker misgengi jarðlögin og sunnan misgengisins lækkar yfirborð basaltsins um 8 m og hverfur síðan niður fyrir skurðbotninn um 100 m sunnar, sjá mynd 6 og viðauka 2.

Á milli stöðva 2400 og 2100 er lítt harðnaður jökulruðningur í "lægð" á milli basaltkjarnanna og nær hún niður fyrir skurðbotninn. Þarna er um að ræða nálega 300 m "pytt" með hálflausum sandi og silti ásamt þunnum harðari linsum. Þetta efni stendur ekki bratt eða innan við 30 gráður. Efnið er óstöðugt og því er hætt við eðjumyndun.

Berggrunnurinn kemur aftur upp úr skurðbotninum sunnan við stöð 2200 og má segja að berggrunnur sé um 2-4 m undir upphaflegu yfirborði suður í skurðendann í stöð 900. Hér eru nokkur þóleit basaltlög, aðgreind af kargalögum en mikillar óreglu gætir í skipan laganna. Basaltlögin eru 2-6 m þykk en kargalögin 2-4 m og eru þau viða mjög losaraleg.

Á milli stöðva 1600 og 1200 gengur jökulbergsfyllt "lægð" niður í basaltið en ekki er annað sýnilegt en að jökulbergið hegði sér þarna eins og "klöpp" við vinnsluna enda er stæðni þess í skurðveggjunum slik. Frá stöð 1300 suður í skurðendann að stöð 900 eru tvö basaltlög alls um 3-4 m. í stálinu. Þau eru aðskilin af þunnu óreglulegu kargalagi. Yfir er þunn jökulbergshella og jökulruðningur. Við stöð 900 endar Eyvindarskurðurinn og Kvislavatn tekur við.

Skipting jarðlaganna í skurðbökkunum er þannig að lausa setið og setbergið er samtals að meðaltali 60-65% en basaltið (berg og kargi) 35-40% eða alveg öfugt við það sem er í Hreysisskurði.

Nánari sundurgreining setsins á þessum kafla gefur að meðaltali um 55-60% laust set en fasti hluti þess (setberg) er 40-45%. Á sama hátt skiptist basaltið þannig að um 70% er basaltberg og 30% er kargi. Eins og fram kemur í töflu 2 eru afar miklar sveiflur í þessu hlutfalli á milli stöðva.

Tafla 2 sýnir hlutfallslega skiptingu jarðlagagerða samkvæmt langsníði á mynd 6. Báðir skurðbakkarnir eru mældir upp frá stöð 900 til 3000 og eru 23 sniðmælingar í hvorum bakka.

T A F L A 2

F l o k k u n j a rðl a g a í E y v i n d a r s k u r ð i

V E S T U R B A K K I

A U S T U R B A K K I

stöðvar- númer m	S E T				B A S A L T				S E T				B A S A L T			
	laust- illa saml.-		vel saml.- berg		kargi		berg		laust- illa saml.-		vel saml.- berg		kargi		berg	
	m / %	m / %	m / %	m / %	m / %	m / %	m / %	m / %	m / %	m / %	m / %	m / %	m / %	m / %	m / %	m / %
900			0,6	27			1,0	63	0,4	25	1,2	75				
1000	0,6	17	0,8	22			2,2	61	1,2	32	1,6	42			1,0	26
1100	0,8	16	1,4	28	1,0	20	1,8	36	1,4	25	1,6	29			2,6	46
1200	1,8	24	1,6	21	1,0	13	3,2	42	2,2	28	1,6	21	0,4	5	3,6	46
1300	1,6	21	6,2	79					3,0	38	4,4	55			0,6	7
1400	1,8	20	7,0	80					1,6	18	4,8	53	0,2		2,4	27
1500	2,0	20	3,2	32	1,8	18	3,0	30	1,4	13	9,0	87				
1600	1,0	9	5,4	50	1,4	13	3,0	28	1,2	11	3,2	29	2,0	1	4,6	42
1700	1,2	10	1,2	10	2,8	23	7,0	57	2,0	16			3,4	2	7,2	57
1800	1,8	14	1,0	7	3,4	26	7,0	53	2,4	18			6,2	4	5,0	37
1900	2,0	14	1,4	10	5,2	38	5,2	38	2,2	16			6,6	4	5,2	37
2000	3,8	26			5,0	35	5,6	39	4,8	33			1,6	11	8,2	56
2100	10,0	68	0,4	3	2,0	14	2,2	15	8,6	58	3,0	20			3,2	22
2200	13,0	86	2,2	14					12,4	79	2,6	17			0,6	4
2300	13,8	88	1,8	12					13,6	87	2,0	13				
2400	11,0	69	5,0	31					9,0	56	7,0	44				
2450	4,0	21	13,2	71			1,4	8	9,2	48	9,0	47			1,0	5
2500	3,0	14	8,8	40	3,2	14	7,0	32	8,0	37	11,0	50			2,8	13
2600	6,0	29	5,4	26	1,2	6	8,2	39	9,8	47	2,0	10	2,8	13	6,2	30
2700	2,0	14	3,8	26	1,6	11	7,0	49	5,2	37			2,6	18	6,4	45
2800	5,2	65					2,8	35	6,0	77			0,6	8	1,2	15
2900	5,0	100							4,8	100						
3000	4,4	100							4,2	100						

5 STÍFLUSTÆÐI (BK)

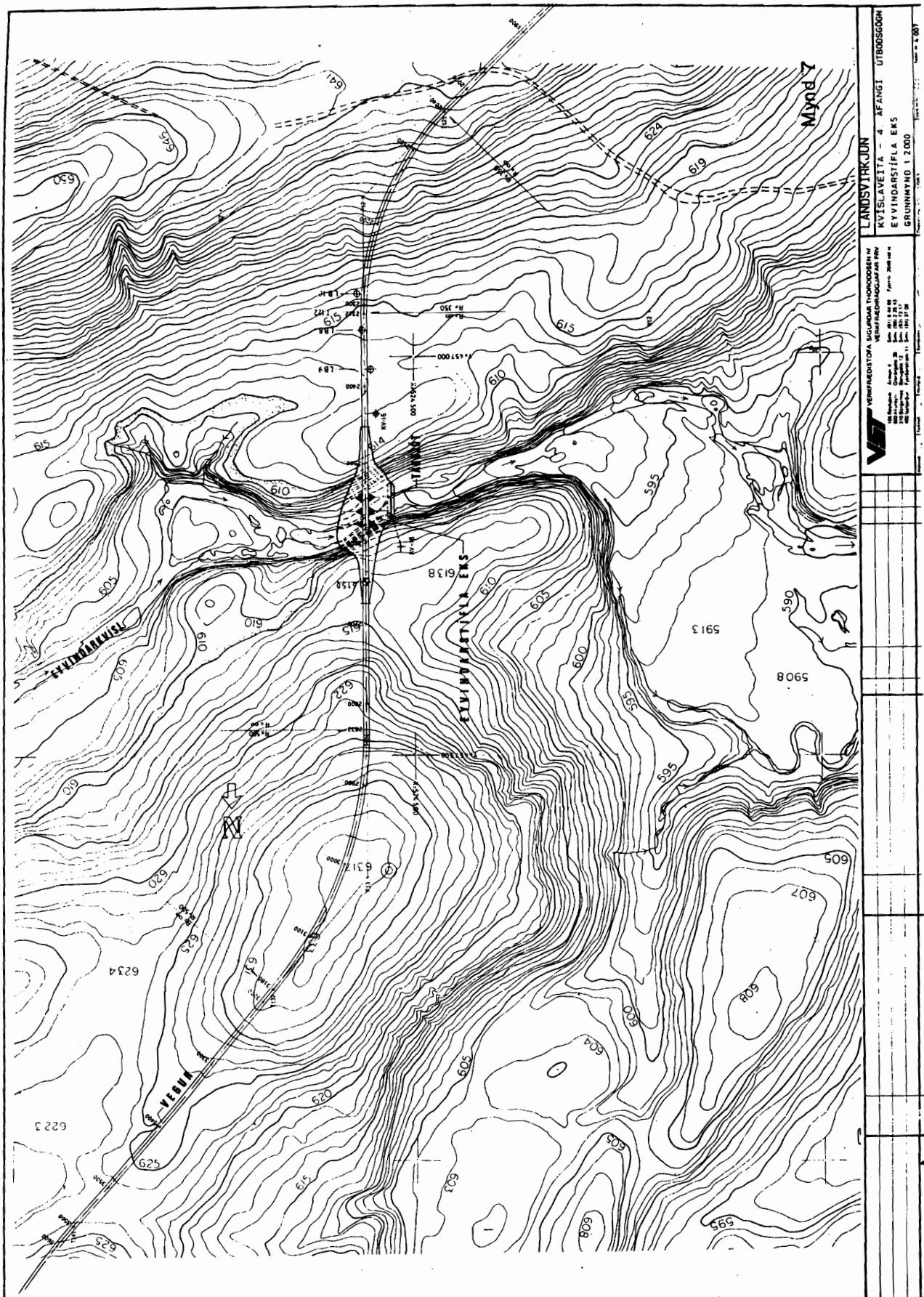
5.1 Stiflустæði í Eyvindarkvísl nyrðri

Þegar framkvæmdir hófust við byggingu stíflunnar var í fyrstu ýtt öllum lausum jarðlögum ofan af stíflustæðinu og það finhreinsað, sjá yfirlit á mynd 7. Fylgst var nákvæmlega með borun þriggja djúpbéttunarhola, 2560,5-I, 2564,5-I og 2568,5-I og svarf þeirra skolað og greint á staðnum. Mynd 8 af þverskurði jarðlaga undir stíflustæðinu var teiknuð eftir þessum athugunum, yfirborðsmælingu stíflugrunnsins auk þess sem tekið var nokkuð tillit til borskýrslna. Einnig var höfð hliðsjón af kjarnaholunum KV16 og KV18, á hvorum árbakka og eru borholusnið þeirra sýnd á sniðinu á mynd 8. Bormenn gerðu "borskýrslur", en þær eru ónákvæmar og voru sumar þeirra skrifadár mörgum stundum eftir borun eða við vaktaskipti. Þær eru því aðeins hafðar til hliðsjónar og skoðaðar með mjög miklum fyrirvara. Af framangreindum ástæðum ber að liða á mynd 8, að hluta til sem túlkun höfundar á aðstæðum.

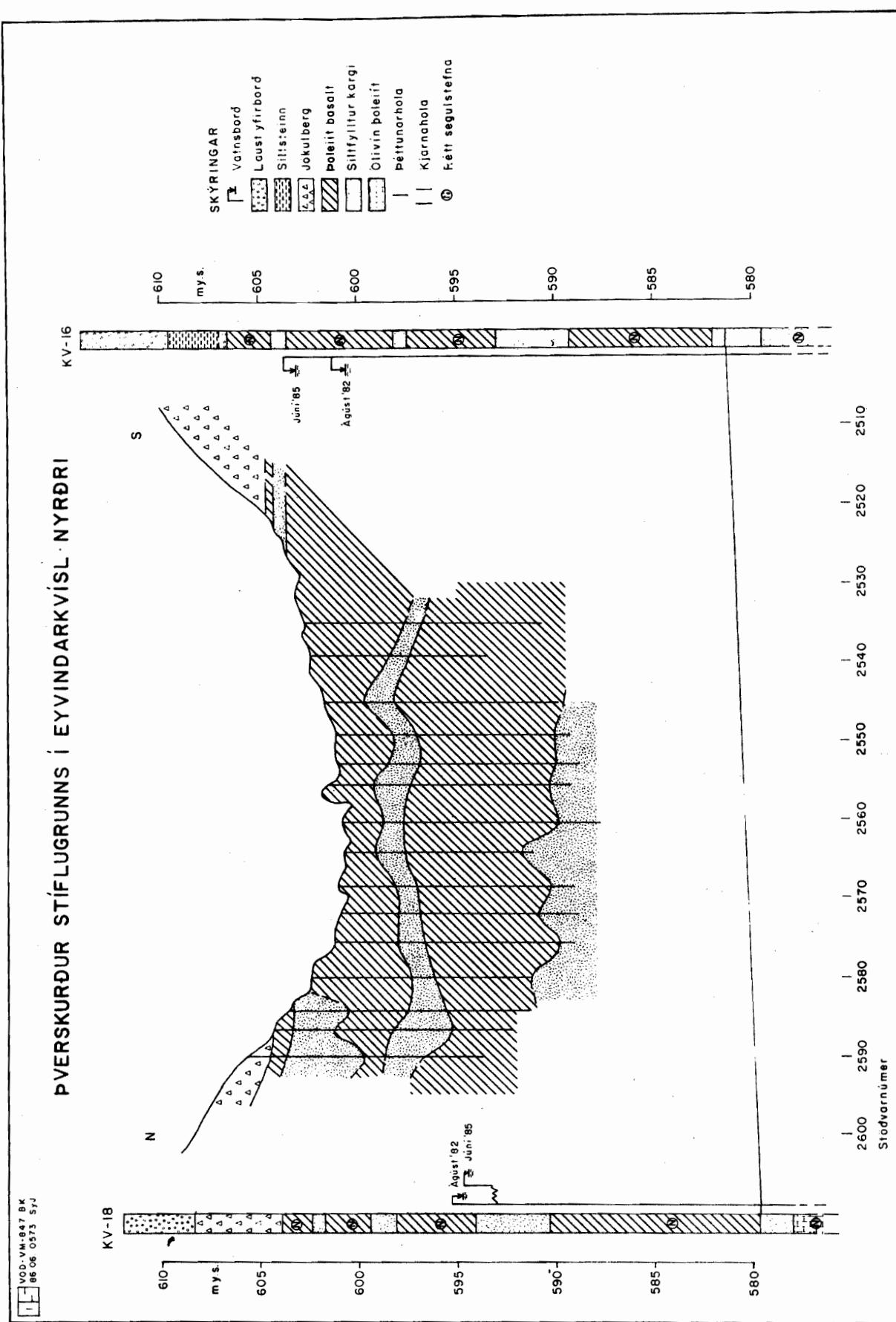
Á stíflustæðinu hafði Eyvindarkvísl grafið sig niður úr lausum jökulruðningi og síðan jökulbergi, og áfram um 4 m niður í basalt. Þetta basalt er í mörgum þunnum hraunlögum (flæðieiningum) eins og annað basalt á svæðinu. Kvíslin hafði grafið sig gegnum efsta hraunlagið, hafði rofið kargalagið undir og var hálfnuð niður úr kjarna næsta basaltlags. Í árbakkanum sást að efsti karginn er mjög vel fylltur af óhörðnuðu gulu silti.

Efsta kargalagið i basaltsyrpunni er, sem áður sagði, afar vel siltfyllt og samkvæmt loftborssvarfi eru einnig siltfyllingar í því næsta. Engra siltfyllinga varð vart við loftborun í þriðja kargalagið, þó þess hafi orðið vart þar við kjarnaboranir. Siltið virðist því minnka með auknu dýpi.

Þvermál basaltstuðla er 1-2 m og var ekki að sjá með vissu, að hreyfing hafi orðið á milli stuðlanna af völdum jarðskorpuhreyfinga. Þó kom í ljós u.p.b. 1,5 m hár kantur í basaltinu í vesturbakka stíflustæðisins. Þar umhverfis varð greinileg aukning tektar efju við þergþéttunguna og samgangur jókst á milli hola.



MYND 7 Grunnmynd af Eyvindarstíflu



EYVINDARKVISL
Siðdvarnúmer 2510-2600
VOD-VMI 84/85

MYND 8 Pverskurdyr stíflugrunns í Eyvindarkvisl nyrðri.

Einnig kom þar lítillega upp efja á milli stuðla. Ef þarna er um misgengi að ræða, þá bendir stallurinn til þess að jarðög hafi sigið niður til suðurs. Á mynd 8 sést að munur á botnkótum basaltsins í holunum KV16 og KV18 er aðeins 1,6 m, en 170 m eru á milli þeirra. Það bendir til lítillar eða engrar hreyfingar.

Sumarið 1985 var gerð bráðabirgðastifla ofan við stíflustæðið í Eyvindarkvisl. Siðar um sumarið var grunnvatnsstaða í borholu KV-16 1-2 m hærri en verið hafði sumurin á undan. Í KV18, sem er álika langt frá stíflunni og KV16, varð þessarar hækkanar ekki vart. Skýringin kann að vera sú, að jarðög svæðisins, hraun með siltfyllt kargalög og þéttur jökulruðningur, leiði vatn mjög trauðla heldur berist það einkum eftir opnum sprungum, sjá töflu um lektarprófanir í borholum, í KVÍSLAVEITU 6, bls. 23. Ein slik sprunga sést einmitt afar skýrt á loftmyndum. Hún liggur samhliða ánni, rétt við KV16, og nær ef til vill út í lónið handan stíflunnar. Ekki mældist marktækt frávik í vatnshita frá fyrri árum í KV16.

Holuveggir djúppéttunarhola (I-hola) stóðu vel þar til kom niður í briðja kargalagið. Þar hrundu þeir oft. Vatnsþrýstingur jókst í holunni, þegar borað var niður í þetta kargalag. Í töflu 3 er sýnt sjálfreynsli upp úr nokkrum þéttunaarholum neðst á stíflustæði Eyvindarkvíslar en þrýstingur er óþekktur. Þetta uppreynsli er liklegast tilkomuð vegna aukins þrýstings af völdum bráðabirgðastíflunnar, sem byggð var til að þurrka stíflustæðið. Fyrri mælingar í eldri holum sýndu vatnsborð sem er 1-5 m neðan árbotnsins, sjá viðauka í KVÍSLAVEITU 9 og 10. Sjálfreynsli var einungis upp úr þeim holum sem voru neðst í farvegi árinnar, sjá töflu 3.

Hæsti og miðhluti stíflunnar er byggður á a.m.k. 44 m þykkri basalt-syrpu. Lægri hlutar stíflunnar hvila á vel þéttu jökulbergi og eru lagamót jökulbergs og basalts mjög þétt.

TAFLA 3

Sjálfreynsli upp úr nokkrum þéttunaarholum í Eyvindarkvisl nyrðri

Stöðvar-númer	Rennsli úr holu l/min
2556,0-I	9
2558,5-II	2
2560,0-I	9
2564,0-I	9
2564,5-I	12
2568,5-I	7

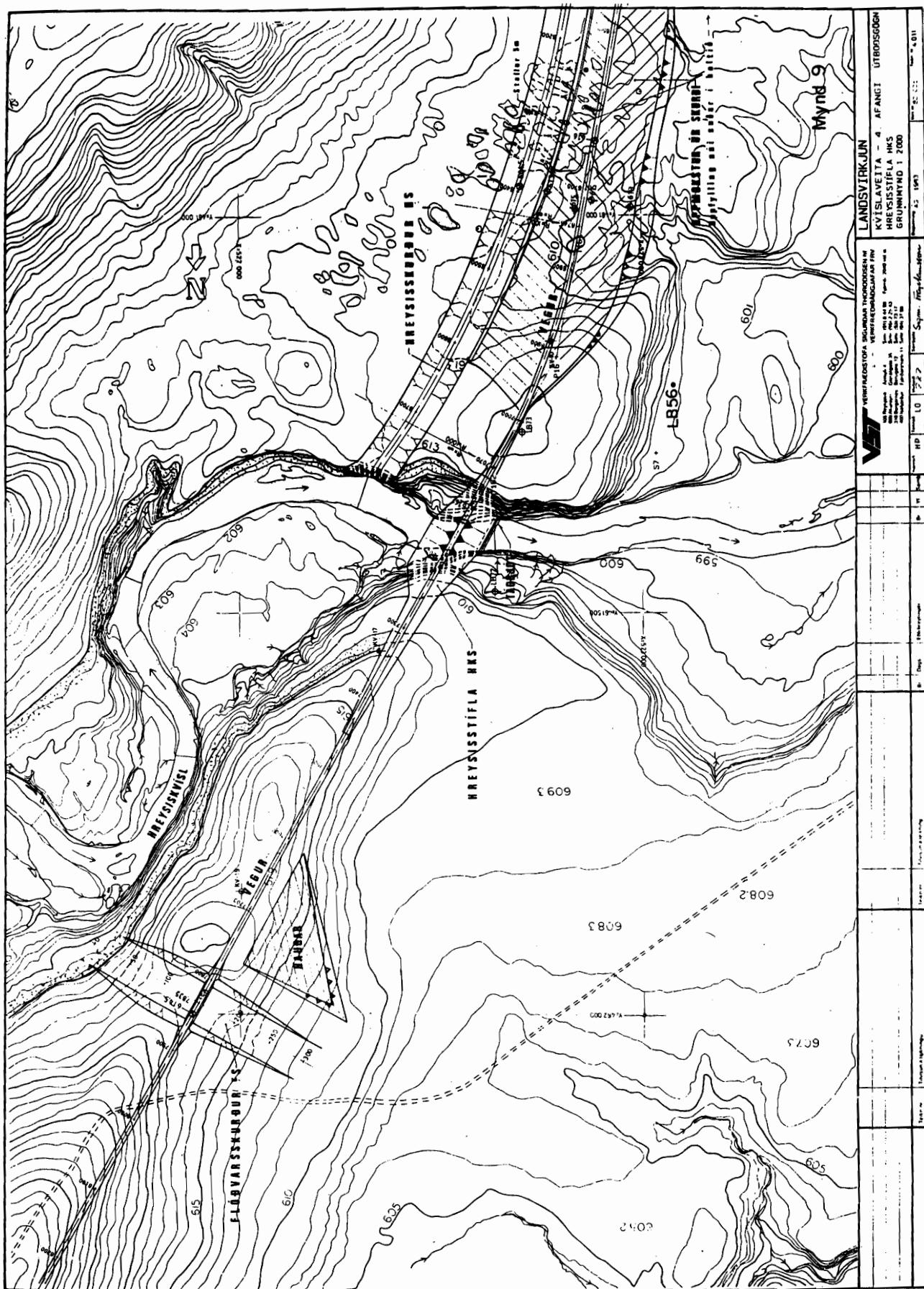
5.2 Stiflустæði í Hreysiskvísl

Hreysiskvísl er mjög eindregin lindá. Megnið af þeim lindum sem í Hreysiskvísl renna koma upp á sprungubelti með NA-SV stefnu og liggur það frá megineldstöðinni í Tungnafellsjökli. Einkennishitastig lindanna er $5,6^{\circ}\text{C}$, en einkennishitinn í borholunum er aðeins meiri eða $6,1^{\circ}\text{C}$. Fyrir veituframkvæmdirnar rann áin í framangreinda stefnu að vœtanlegu stiflустæði þar sem hún beygði í hávestur, sjá mynd 9, líklega við skurðpunkt NA-SV sprungustefnunnar og annarrar sprungustefnu sem er vestlægari. Eftir rannsóknarboranir var ljóst að sprungan sem lindirnar komu upp um, var eigi sprunga einsömul heldur kvíslaðist um stiflустæðið ótilgreindur fjöldi sprungna og smárra misgengja. Rannsóknaraðilar bjuggust því við nokkrum erfiðleikum við stiflugerðina vegna sprungna og vatnsaga.

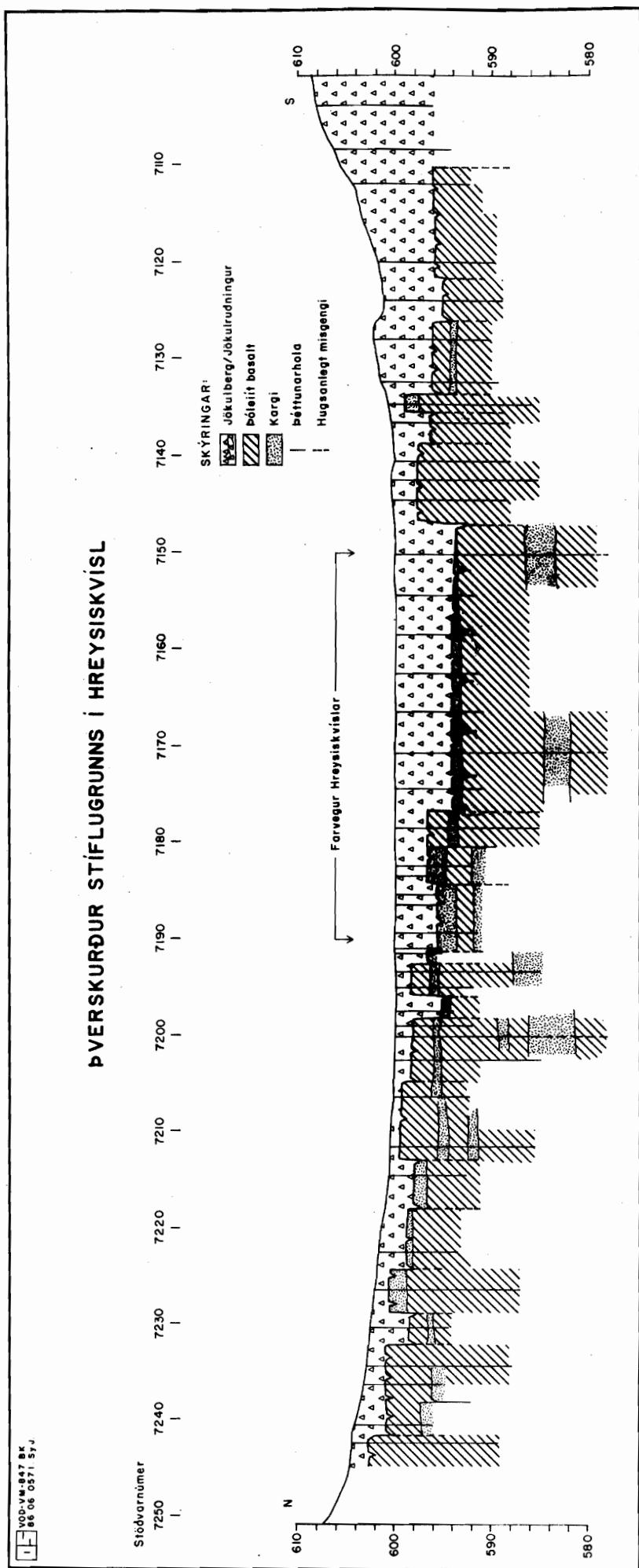
Við skoðun loftmynda sést skýr sprungulína, með NA-SV stefnu og sker hún stiflустæðið. Hugsanlega er önnur sprungulína með NNA-SSV stefnu samsiða því.

Mynd 10 er gerð eftir greiningu á svarfi og eftirliti með borgangi við 10 loftborsholur. Að auki var við gerð myndarinnar tekið nokkuð tillit til þess sem bormenn skrifuðu hjá sér við starfið, en það sama á við hér og segir í kaflanum hér á undan varðandi nákvæmni þeirra upplýsinga. Þær verða því aðeins hafðar til hliðsjónar. Af framan-greindum ástæðum ber að líta á mynd 10 sem túlkun höfundar á að-stæðum.

þar sem Hreysisstifla var reist hafði áin grafið sig niður úr jökulár-setinu og niður í jökulberg. Allt umhverfis stiflустæðið er jökulár-set og líkist það viða jökulruðningi og síðan jökulbergi þegar neðar dregur. Engin augljós skil eru þar á milli hvað hörðun varðar, en einkorna linsum bregður fyrir hér og þar. Hörðun efni og kornastærðardreifing er mjög breytileg frá einum stað til annars, allt frá efni með góða kornastærðardreifingu og nægu silti sem gerði því kleyft að harðna sæmilega, til hreinna "grjóthreiðra" með hnallungum allt að 20 - 30 cm í þvermál. Almennt má segja að hörðun jökulbergsins sé mest þar sem farvegur Hreysiskvíslar var, en hún minnki upp brekkurnar í kjarnaskurðinum. Á stiflустæðinu reyndist vera allt frá ágætlega samlimdu jökulbergi til ósamlimdra sand- og malarlinsa, sem hægt var að moka með handskóflu. Við ágang á stiflустæðinu óðst það sums staðar auðveldlega út og þó mest sunnan til, enda var hreinsað grynnra þar.



MYND 9 Grunnmynd af Hreysisstíflu



MYND 10 Pverskurður stíflugrunns í Hreyssiskvísl

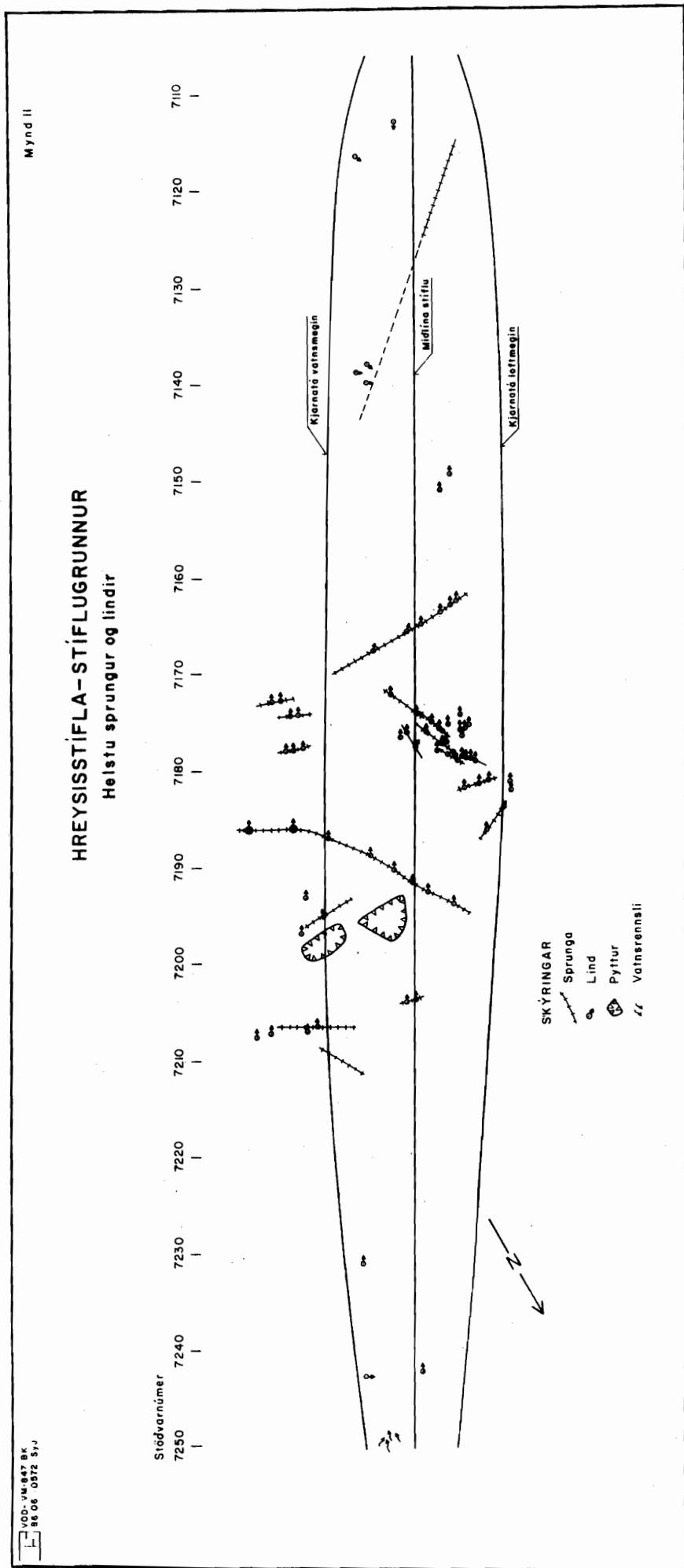
Næst undir jökulberginu eru basaltlög en kargi er viða á milli þeirra og jökulbergsins. Áberandi var gulur og rauður litur á borvatninu er borað var í kargann en það bendir til verulegra siltfyllinga.

Hreysisstifla er við skurðpunkt tveggja sprungukerfa sem stefna NA og NNA. Helstu sjáanlegu sprungurnar á stiflustæðinu voru mældar inn og eru þær sýndar á mynd 11. Þétt net smásprungna er þar sem jökulbergið er harðast, einkum á milli stöðva 7170 og 7190, sem eru í hinum gamla farvegi kvíslarinnar. Stefnur þeirra virtust óreglulegar, en áberandi var hve margar skerast nær hornrétt hvor á aðra á yfirborði. Við skoðun og þéttunaraðgerðir varð ljóst að stiflustæðið er karsprungið. Misgengi eru áreiðanlega um einhverjar sprungnanna en heildarsig þeirra er sýnt um 6 m til suðurs á mynd 10. Misgengi kunna að vera enn fleiri í suðurátt því þar lækkar kóti basaltsins, sbr. holur LB73 og KV10, sem eru 50 og 200 m sunnan við stífluna.

Við borun þéttunarhola var aðalreglan sú, að ef borinn hitti ekki sprungu, þá var holan þurr þar til komið var niður úr jökulberginu, þá streymdi inn í hana vatn undir þrýstingi.

Hitamælingar í þéttunarholum á stiflustæðinu staðfestu fyrri mælingar á hita grunnvatnsstraumsins, um $6,1^{\circ}\text{C}$. Þrýstingur vatnsins og stöðugt hitastig bendir til þess að veitirinn sé lokaður.

Vatnsagi var nokkur á stiflustæðinu meðan á þéttun stóð, bæði úr sprungum og borholum. Úr borholum mældist mestur þrýstingur vera 0,7 bör og hámarksrennsli losaði 2 l/sek. Vatnsborð reyndist oftast vera við eða ofan flestra holutoppa. Af 48 holum, 5 m djúpum, (7178°C til 7221°C), rann upp úr 44 þeirra eftir borun.



MYND 11 Helstu sprungur og lindir í grunni Hreyssistíflu

5.3 Furðuvellir

Loftborshola LB 56 var boruð í rannsóknarskyni árið 1983 skammt vestan Hreysisstíflu, á svæði sem kallast Furðuvellir, sjá mynd 9. Þessi hola er hlémegin við þéttunartjaldið í grunnvatnsstraumnum á stíflustæðinu. Svo virðist vera sem þéttun stíflugrunnsins hafi létt nokkrum þrýstingi af LB56, sbr. töflu 4.

TAFLA 4

HREYSISSTÍFLA þrýstingsbreytingar í holu LB56

Mældur	Dag. mæl.	Aths.
þrýst.		

0,40	Bör	14.8. 1983	Borlok
0,38	"	13.9. 1983	
0,33	"	19.7. 1984	
0,36	"	3.8. 1984	
0,34	"	17.8. 1984	
0,32	"	25.8. 1984	
0,36	"	8.9. 1984	
0,34	"	14.9. 1984	
0,33	"	25.9. 1984	
0,30	"	30.6. 1985	
0,24	"	21.7. 1985	Suðurgrunnur nær fullþéttur
0,23	"	11.8. 1985	Norðurgrunnur nær fullþéttur

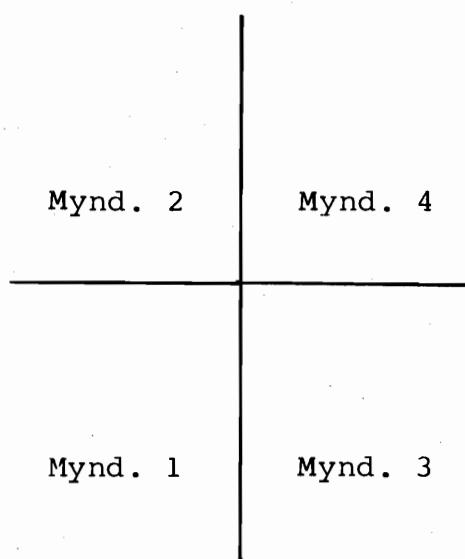
VIÐAUKI 1

Skrá yfir skýrslur og greinargerðir
Orkustofnunar um Kvislaveitu

- KVÍSLAVEITA 1 Kjarnagreining og lýsing stíflustæða.
Orkustofnun, VOD, greinargerð, ÞHH-BK-81/04, des. 1981, 30 s.
Þórólfur H. Hafstað og Bjarni Kristinsson.
- KVÍSLAVEITA 2 Berggæðamat.
Orkustofnun, VOD, greinargerð, BK-þHH-BB-81/03, des. 1981, 15 s.
Bjarni Kristinsson, Þórólfur H. Hafstað og
Bjarni Bjarnason.
- KVÍSLAVEITA 3 Hljóðhraðamælingar og Cobraboranir.
Orkustofnun, VOD, greinargerð, HB-þHH-81/02, des. 1981, 12 s.
Halina Bogadóttir og Þórólfur H. Hafstað.
- KVÍSLAVEITA 4 Jarðgrunnskort.
Orkustofnun, VOD, greinargerð, IK-81/02, des. 1981, 6 s.
Ingibjörg Kaldal.
- KVÍSLAVEITA 5 Vatnafarsathuganir.
Orkustofnun, VOD, greinargerð, ÁH-þHH-81/03, des. 1981, 40 s.
Árni Hjartarson og Þórólfur H. Hafstað.
- KVÍSLAVEITA 6 Borholumælingar, grunnvatn og sprungur.
Orkustofnun, OS82108/VOD50 B, desember 1982, 34 s.
Árni Hjartarson og Þórólfur H. Hafstað.
- KVÍSLAVEITA 7 Stíflustæði og skurðleiðir.
Orkustofnun, OS82107/VOD49 B, desember 1982, 48 s.
Þórólfur H. Hafstað, Bjarni Kristinsson og
Pétur Pétursson.
- KVÍSLSVEITA 8 Jarðgrunnskort 1982.
Orkustofnun, OS82106/VOD48 B, desember 1982, 11 s.
Ingibjörg Kaldal.
- KVÍSLAVEITA 9 Jarðfræðirannsóknir 1983.
Orkustofnun, OS-84014/VOD-09 B, febrúar 1984, 60 s.
Þórólfur H. Hafstað, Bjarni Kristinsson og
Davíð Egilson.
- KVÍSLAVEITA 10 Jarðfræðirannsóknir 1984.
Orkustofnun, OS-85031/VOD-14 B, maí 1985, 93 s.
Þórólfur H. Hafstað og Jón Ingimarsson.

VIÐAUKI 2

Ljósmyndir af skurðbökkum og stiflustæðum



- MYND 1 Hreysisskurður, stöð 5700, austurbakki, séð til suð-austurs. Í stálinu eru 3 basaltlög og 2 kargalög.
- MYND 2 Hreysisskurður, stöð 5600, austurbakki. Neðst er þykkt basaltlag með karga, ofan á er þunnt ósamfellt karga-kennt basaltlag og efst sést í þétt basaltlag.
- MYND 3 Hreysisskurður, nærri stöð 5000, horft frá austurbakka norður eftir skurði. Í stálinu eru 3 basaltlög, sbr. mynd 2. Haftið sem síðast var sprengt er á miðri mynd.
- MYND 4 Hreysisskurður, stöð 5400. Horft frá hafti, sbr. mynd 3, til suðurs. Næst er sama jarðlagaskipan og á mynd 2, en fjær er þykkt basaltlag í stáli með ofanáliggjandi jökulbergi. Jarðraki sem er sýnilegur í skurðveggjum bendir til nálægðar grunnvatns.





Mynd. 6

Mynd. 8

Mynd. 5

Mynd. 7

- MYND 5 Hreysisskurður, stöð 5400, austurbakki. Horft til norð-austurs að lokinni sprengingu á hafti.
- MYND 6 Hreysisskurður, stöð 5200, austurbakki. Horft til austurs. Í stáli er eitt þykkt, stórstuðlað basaltlag, sbr. fjær á mynd 4. Við skurðbotn sér í botnkarga lagsins.
- MYND 7 Hreysisskurður, stöð 5000, austurbakki. Horft til austurs. Í stálinu er þykkt, stórstuðlað basaltlag, sbr. mynd 6. Ofan á er jökulberg. Lindarennslí er úr láréttí sprungu í basaltinu.
- MYND 8 Hreysisskurður, nálægt stöð 4900 í austurbakka. Horft til suðvesturs. Í stáli hjá bíl er stórstuðlað basalt, sbr. mynd 7. Ofan á því er jökulberg og síðan laust set (jökulruðningur, sandur og finmöl).

Mynd. 10

Mynd. 12

Mynd. 9

Mynd. 11

- MYND 9 Eyvindarskurður, stöð 2600. Horft af vesturbakka til norðurs. Í austurbakka sjást tvö basaltlög ásamt kargalögum. Ofan á er jökulberg og jökulruðningur.
- MYND 10 Eyvindarskurður, stöð 2600. Horft frá austurbakka til suðurs. Við beygjuna á skurðinum sér í setfylltu "lægðina" sem getið er um á bls. 16 á mili stöðva 2100 til 2400.
- MYND 11 Eyvindaskurður, stöð 2450, austurbakki. Horft til norð-austurs í misgengið í austurbakkanum. Til vinstri eru tvö basaltlög með karga á milli, en til hægri er hart jökulberg.
- MYND 12 Eyvindaskurður, stöð 2450. Horft til suðausturs yfir í austurbakkann. Næst er hart jökulberg í stálinu, en fjær taka við laus setlög þar sem fláinn vex (ofan til er lag-skiptur foksandur og finmöl en neðst er hálfsamliður "hvarfleir").





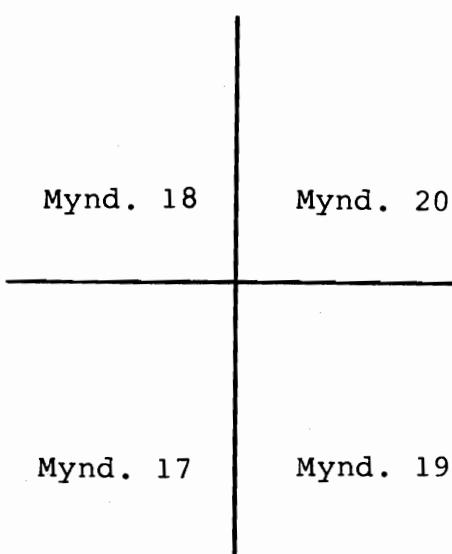
Mynd. 14

Mynd. 16

Mynd. 13

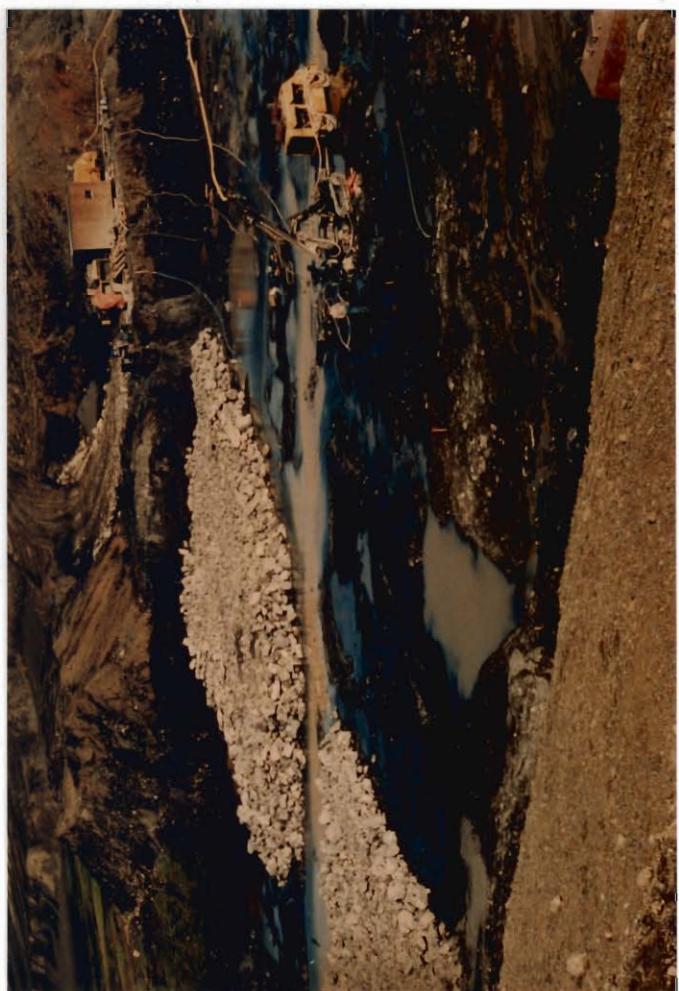
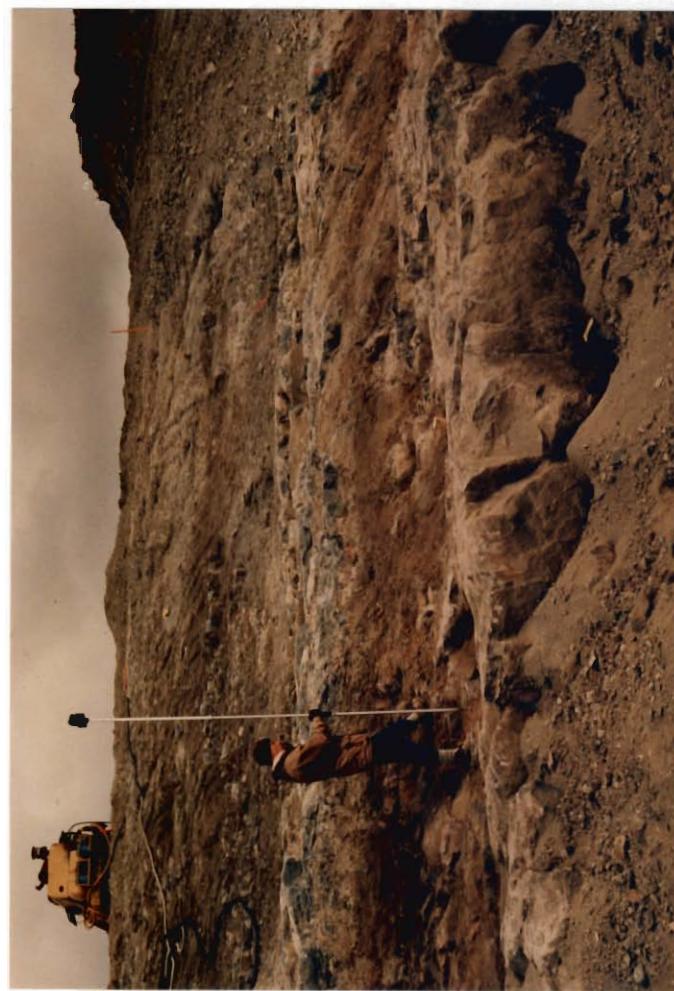
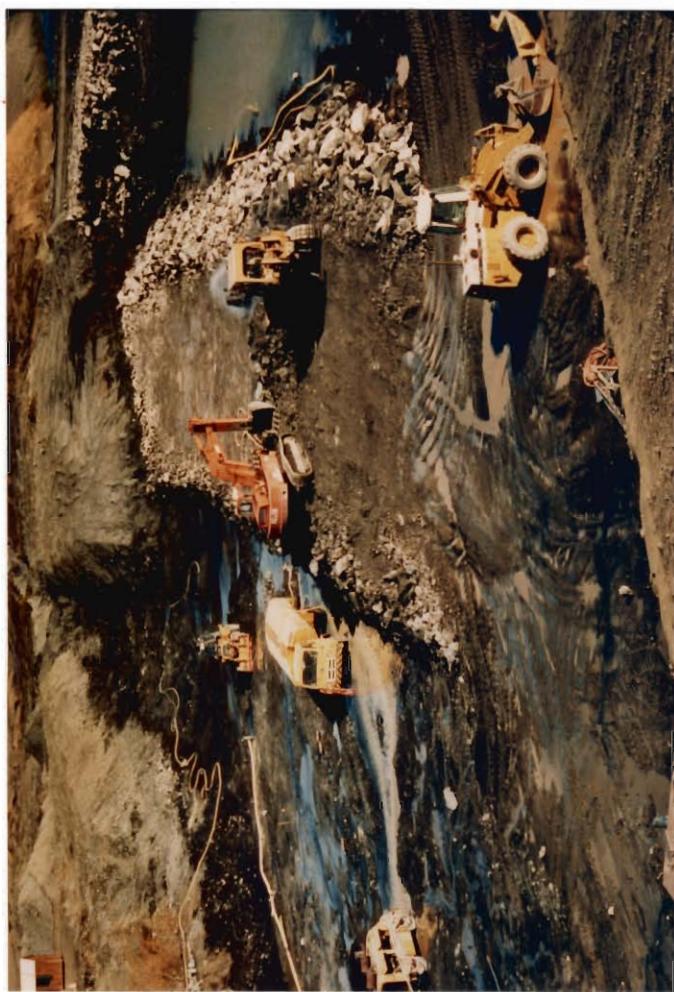
Mynd. 15

- MYND 13 Eyvindaskurður, stöð 2100, austurbakki. Horft til austurs. Næst er þóleítbasalt og ofan á því er linsa af jökulbergi. Fjær er setfyllta "lægðin", sbr. mynd 12.
- MYND 14 Eyvindaskurður, stöð 1970, austurbakki. Horft til suðurs. Í stálinu eru fjögur basaltlög með þunnum karga á milli.
- MYND 15 Eyvindaskurður, stöð 1800, austurbakki. Horft til austurs. Í stálinu má sjá þykkan karga neðst og basaltlag í miðju stáli, en efst til hægri í stáli er kargi og annað basaltlag.
- MYND 16 Eyvindaskurður, stöð 1400, austurbakki. Horft til austurs. Neðst í stálinu á móti er kargi en basaltlag í miðjum vegg. Að öðru leyti er glerhart jökulberg ofan á og nær það niður í skurðbotn fjær á myndinni. Svipaðar jarðfræðilegar aðstæður eru suður að stöð 900.



- MYND 17 Eyvindaskurður milli stöðva 1600 og 1800. Í stálinu eru mjög óregluleg basalt- og kargalög. Eins og sjá má á þessum stað er karginn litt fylltur og frauðkenndur.
- MYND 18 Horft vestur yfir Hreysisskurð. Skurðbakki, vinnuvélar og uppmokstur.
- MYND 19 Evindarstifla syðri: Suðausturbakki eftir hreinsun. Efst er jökulberg og þunnt basaltlag undir, þá rauðleitt kargalag og neðst er stórstuðlað basalt. Í forgrunni er karginn í NV-bakkanum.
- MYND 20 Evindarstifla nyrðri: Norðvesturbakki eftir hreinsun. Efst er jökulberg, þá rauðleitur kargi og neðst er stórstuðlað basalt.





Mynd. 22

Mynd. 24

Mynd. 21

Mynd. 23

- MYND 21 Eyvindarstifla nyrðri: Norðvesturbakki eftir hreinsun. Stallurinn í basaltinu þar sem hugsanlegt er að basaltið hafi misgengið.
- MYND 22 Hreysisstifla: Horft til NA. Hreinsun stíflugrunns lokið og hafin hleðsla grjótvarnar vatnsmegin.
- MYND 23 Hreysisstifla: Horft til NA. Hreinsun stíflugrunns lokið og hafin hleðsla stoðfyllingar loftmegin.
- MYND 24 Hreysiskvisl: Suðurbakki við vað u.p.b. 100 m norðan stíflutáar. Lagskiptingin gefur góða hugmynd um jarðfar í bökkum stíflustæðisins.