

Bjarni Kristinss.  
BK-PHH-BB-81/03



ORKUSTOFNUN  
Vatnsorkudeild

DE GREINARGENDSASAFN

KVÍSLAVEITA 2

Berggæðamat

Bjarni Kristinsson  
Þórólfur H. Hafstað  
Bjarni Bjarnason

BK-PHH-BB-81/03

Desember 1981



**ORKUSTOFNUN**  
GRENSÁSVEGI 9, 108 REYKJAVÍK

GREINARGERÐ

KVÍSLAVEITA 2

Berggæðamat

Bjarni Kristinsson  
Þórólfur H. Hafstað  
Bjarni Bjarnason

BK-ÐHH-BB-81/03

Desember 1981

## KVÍSLAVEITA - BERGGÆÐAMAT

- 1 Inngangur
- 2 Jarðlög á gangaleiðum
- 3 Grunnvatn
- 4 Jarðhnik
- 5 Berggæðamat
- 6 Framhaldsrannsóknir

### MYNDIR

1. mynd Yfirlitsmynd
2. mynd Þversnið af veituleið með hugsanlegum jarðgöngum
3. mynd Borholusnið, KV-4,7 og 8
4. mynd Stefna sprungna og misgengja
5. mynd Q-gildi VS De í KV-4
6. mynd Q-gildi VS De í KV-7
7. mynd Q-gildi VS De í KV-8

### TÓFLUR

- Tafla 1 Skrá yfir kjarnaholur á hugsanlegum gangaleiðum
- Tafla 2 Mælingar grunnvatnsborðs í m y.s. í sept. 1981
- Tafla 3 Berggæðamat í KV-4, 7 og 8

### VIÐAUKAR

- A Sprungugreining í KV-4, 7 og 8
- B Samræmt Berggæðamat, Bjarni Bjarnason
- C Ljósmyndir af kjarna á gangaleiðum (aðeins í hluta upplags)

## 1 INNGANGUR

Frá miðjum júlí til fyrri hluta september 1981 var unnið að rannsóknum á efri hluta vatnasviðs Þjórsár. Rannsakað var svæðið austan Þjórsár, frá Svartá í suðri til efstu kvíslar Þjórsár í norðri (sjá mynd 1). Ætlunin er að beina Svartá, Þúfuverskvísl, báðum Eyvindarkvíslum, Hreysiskvísl og e.t.v. efstu kvísl Þjórsár í Köldukvísl, sem rennur í Þórisvatn. Við þar eykst rennsli til Þórisvatnsmiðlunar um nálega 1300 Gl/a. Kallast það Kvíslaveita. Rannsökuð voru hugsanleg stíflu-  
stæði jarðganga- og skurðleiðir ásamt grunnvatni og lausum jarðefnum. Á tveimur stöðum er val um skurð eða göng á veituleiðinni. Syðri göngin yrðu í gegnum hálsinn á milli Eyvindarkvíslanna, tæpur kílómetri að lengd, en nyrðri göngin á milli Hreysiskvíslar og nyrðri Eyvindarkvíslar, nærri 1,5 km löng.

Í þessari greinargerð er gerð grein fyrir þeim upplýsingum, sem fengust við kjarnaborun á þessum hugsanlegu jarðgangaleiðum og reynt er að gera grein fyrir hversu hagstætt bergið er til jarðgangagerðar.

## 2 JARÐLÖG Á GANGALEIÐUM

Af þeim fimmtán kjarnaholum, sem boraðar voru í Kvíslaveitu sumarið 1981, voru þrjár nærri hugsanlegum jarðgöngum. Það voru KV-4, nærri syðri göngunum, og KV-7 og 8, nærri nyrðri göngunum, (sjá töflu 1 og myndir 2 og 3).

### TAFLA 1

Skrá yfir kjarnaholur á hugsanlegum gangaleiðum í Kvíslaveitu.

HOLA	H nit		Holuhæð í m y.s.	Dýpi í m	Holubotn í m y.s.
	X	Y			
KV-4	524.310	456.550	634	45,3	588,7
KV-7	523.210	459.640	635	50,3	585,7
KV-8	522.950	460.350	621	40,5	582,5

H nit og hæð holanna er ómæld, en ákvörðuð eftir korti, 1.5000.





VOD·MJ·856·BK  
81-11-1452-H

# KVÍSLAVEITA

## Yfirlitsmynd

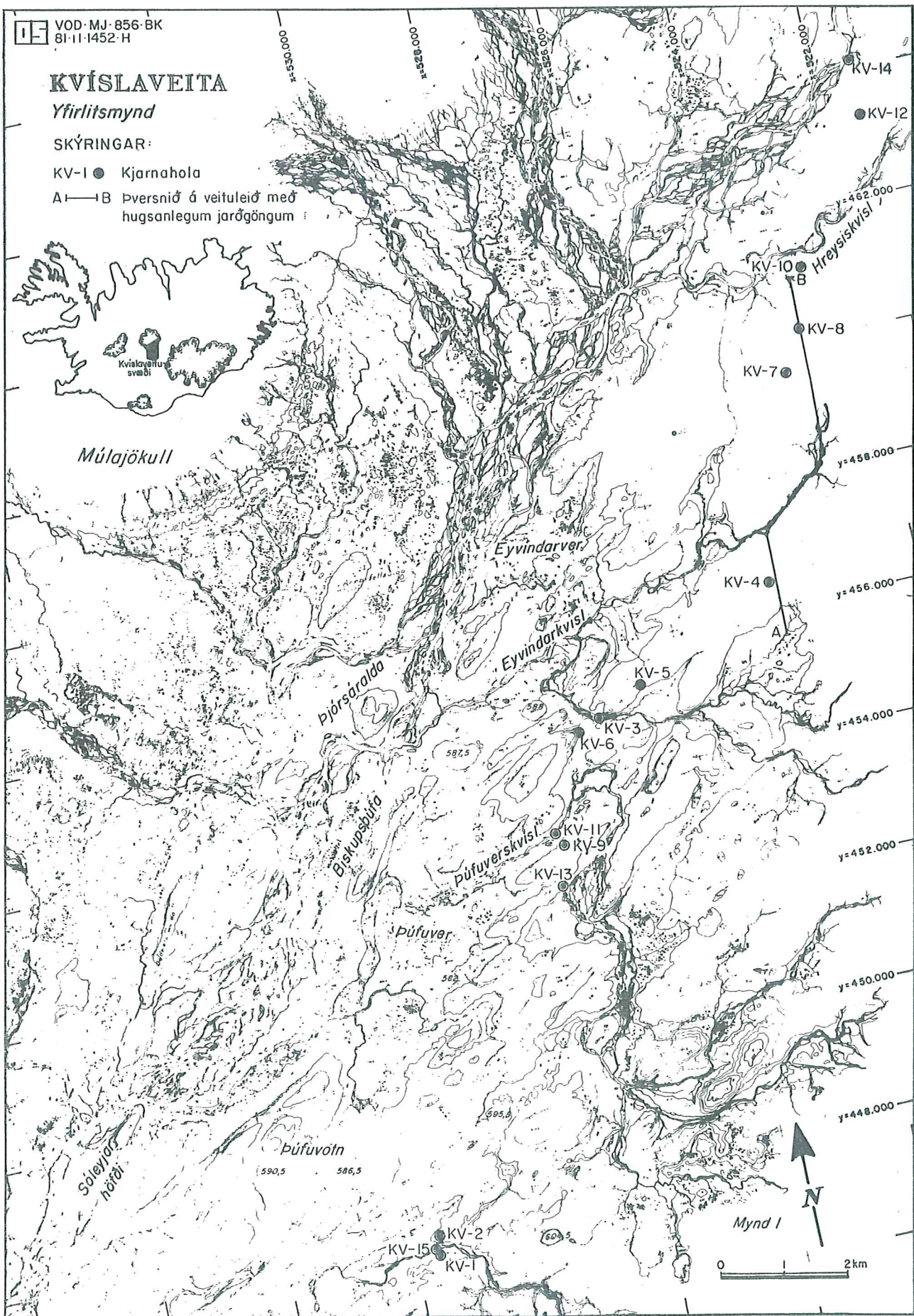
SKÝRINGAR:

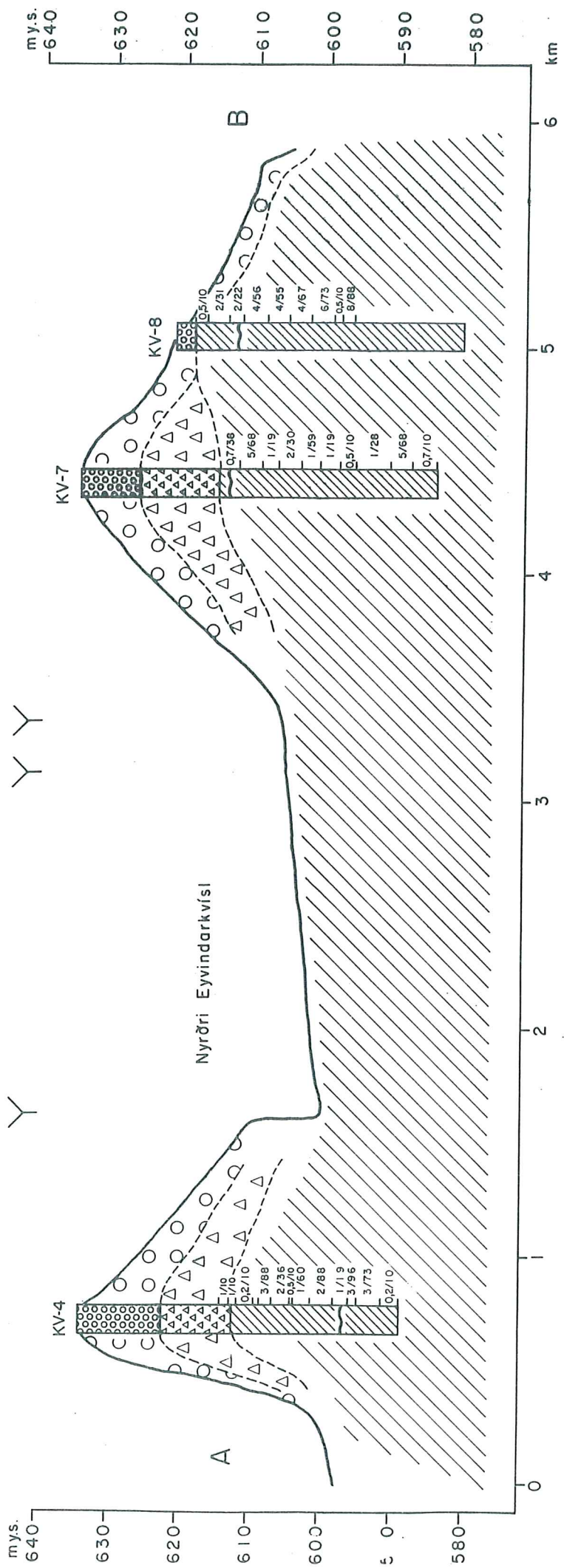
KV-1 ● Kjarnahola

A—B Þversnið á veituleið með  
hugsanlegum jarðgöngum



Múlajökull





# KVÍSLAVEITA

ÞVERSNIÐ Á VEITULEIÐ MEÐ HUGSANLEGUM JARÐGÖNGU  
Útbreiðsla jarðlaga áætluð út frá kjarnaholum

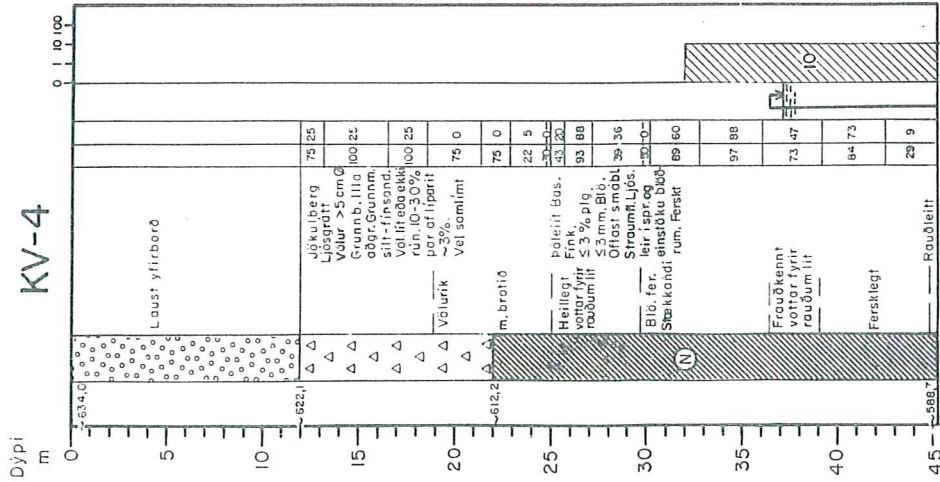
## MYND 2

Staðsetning sjá mynd 1

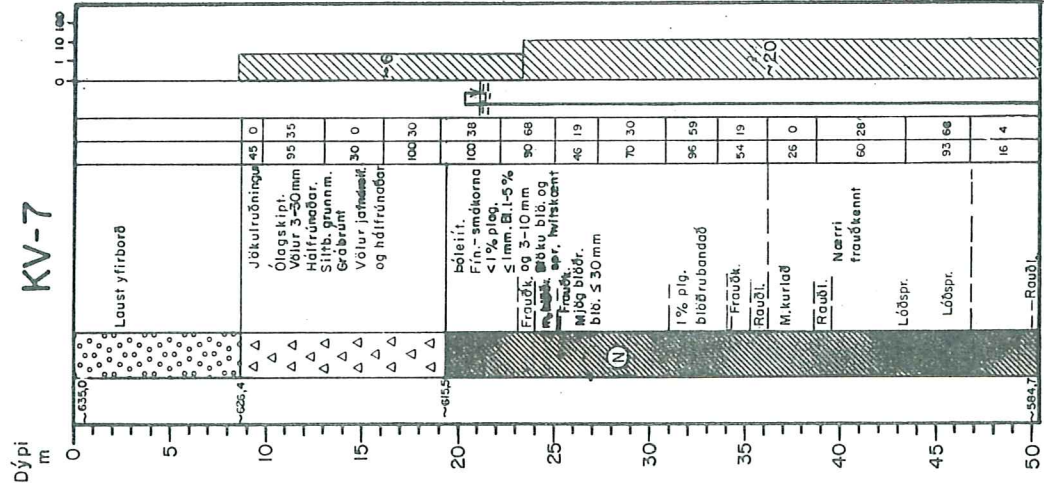
Skýringar:



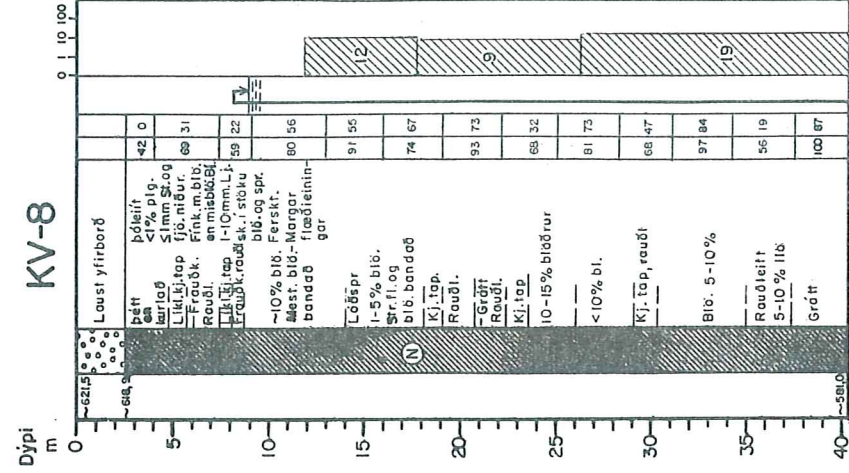
HED	Elevation
GREINING CLASSIFICATION	
Kjarni/Cov%	ROD
JVB	GWT
LEKT	PERME- ABILITY
LU	



HED	Elevation
GREINING CLASSIFICATION	
Kjarni/Cov%	ROD
JVB	GWT
LEKT	PERME- ABILITY
LU	



HED	Elevation
GREINING CLASSIFICATION	
Kjarni/Cov%	ROD
JVB	GWT
LEKT	PERME- ABILITY
LU	



**KVÍSLAVEITA**  
Snið af  
kjarnaborholum KV-4, 7 og 8

Þær botna allar þrjár í þóleiðbasalthrauni, rétt segulmögnuðu. Í öllum holunum þremur er þetta hraun gert úr fleiri en einni flæðieiningu og er svo líkt á milli hola, séð í handsýni, að þetta hlýtur að vera sama hraunið. Þetta lag eða a.m.k. rofflötinn á efra borði þess, er að finna í KV-4, 5, 7, 8, 10 og 12.

Hæðarmismunurinn á milli yfirborðs þess í KV-4 og 7 er 3,3 m og á milli KV-7 og 8 4,4 m, hækkandi til herra holunúmers.

Á mynd 2 er sýnt þversnið á veituleið þar sem hugsanlega verða gerð jarðgöng. Eins og sjá má á mynd 1 þá er sniðið í gegnum KV-8 en KV-4 og 7 eru færðar inn í planið. Mynd 2 er gerð út frá kjarnaholunum þremur og einni sæmilegri opnu í Eyvindarkvísl nyrðri, 200-300 m neðar í ánni en sniðið nær neðst og sýnir líklega skipan jarðlaga. Það virðist því ljóst, að göng, gerð ekki fjarri þeim stað, sem merktur er inn á mynd 1, verði öll í þóleiðhraunlaginu og skeri aldrei venjuleg lagamót. Á það skal bent, að lagið er margar flæðieiningar og því með mörgum og óreglulegum kargalögum. Á mynd 2 er merkt inn berggæðamatið á kjarna holanna KV-4, 7 og 8, og er það byggt á svokölluðu Q-kerfi (Barton o.fl. 1974).

### 3 GRUNNVATN

Grunnvatnsmælingar sýna, að göng nærri KV-7 og 8 yrðu öll neðan grunnvatnsborðs, en göng nærri KV-4 lentu a.m.k. að hluta til neðan þess, sbr. töflu 2 og mynd 2.

#### TAFLA 2

Mælingar grunnvatnsborðs í september 1981, í m y.s.

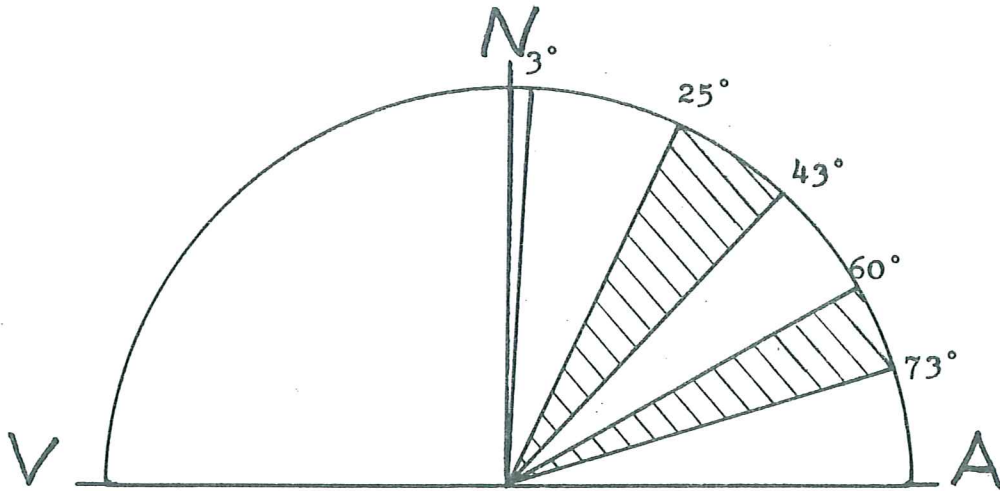
	KV-4	KV-7	KV-8
5. sept.		619,5	610,5
16. sept.	596,8	613,8	612,5



4 JARÐHNIK

---

Ágúst Guðmundsson hefur merkt inn á kort, eftir loftmyndum, sprungur og misgengi á Kvíslaveitusvæðinu, (Árni Hjartarson, 1981). Norðan Eyvindarkvíslar syðri voru tvær NA-lægar stefnur ríkjandi. Sáust u.þ.b. 30 sprungur og misgengi. Nærri 2/3 þeirra hafa stefnuna  $N25-43^\circ A$  og 1/3  $N60-73^\circ A$ . Eins og göngin eru teiknuð á mynd 1, þá snúa þau  $N0-3^\circ A$ . Mynd 4 er birt til glöggvunar á afstöðu sprungna og misgengja til líklegrar gangastefnu.



MYND 4

---

Stefnur sprungna og misgengja norðan Eyvindarkvíslar syðri.

Ef af jarðgangagerð verðu þá munu göngin stefna nærri N-S, en í þá stefnu er halli yfirborðs nefnds póleiðtrauns í ofangreindum holum nærri  $1^\circ$ .

5 BERGGÆÐAMAT

---

Árið 1980 var byrjað hér á landi að meta gæði bergs með tilliti til jarðgangagerðar, skv. gæðamatskerfi Bartons, Lien og Lunde (sjá Barton o.fl. 1974, einnig Sveinn Þorgrímsson 1981 og Davíð Egilson 1980). Kerfið byggir á nokkuð á annað hundrað reynsludæmum. Það er ýmsum annmörkum háð, t.d. er aðeins eitt reynsludæmi úr basalti og miðað er við sprungugreiningu í opnu en ekki í kjarna eins og hér er gert. Reynt hefur verið að aðlaga kerfið íslenskum aðstæðum, sbr. viðauka B og (Kjarnagreining og sýnataka - vinnulýsing, Björn Harðarson 1981), en engin reynsla er komin á slíkt enn, hvorki með tilliti til kjarna né basalts.

Hér verður reynt að meta hversu mikilla styrkinga er þörf samkvæmt ofangreindu kerfi í þeim göngum, sem hugsanleg eru fyrir Kvíslaveitu. Bergið er metið út frá þeim kjarna, sem fékkst úr holunum KV-4, 7 og 8, og er matið strangt til tekið takmarkað við þær. Kjarninn var boraður með BQ og er því 36,5 mm í þvermál.

Á mynd 2 sést þversnið hugsanlegra jarðgangaleiða eins og þær eru settar út á mynd 1. Á myndinni er jafnframt grunnvatnshæð í holunum ásamt Q-gildi og RQD hinna ýmsu holubila. Í töflu 3 er sundurliðun berggæðamatsins á sömu bilum, og í viðauka A eru sprungugreiniga-blöðin, þar sem m.a. er gerð nákvæm grein fyrir hverri sprungu.

Samkvæmt Barton o.fl. '74, þá væri hér þörf á miklum styrkingum, t.d. væri nær alls staðar a.m.k. járnþent ásprautulag, allt að 15 cm þykkt, og víðast yrði jafnframt kerfisbundin boltun ásamt stöku forsteyptum bogum. Hér þarf vissast að víkja verulega frá kerfinu, því reynslan hérlendis hefur sýnt að stuðlað basalt og einkum kúpbaberg stendur mun betur en búast mætti við að lítt athuguðu máli (dæmi Búrfellsgöng). Það er því mjög líklegt að styrkingarhugmyndir þeirra Bartons og félaga séu í flestum tilfellum of varkárar fyrir íslenskar aðstæður (sjá Björn A. Harðarson, 1981, óbirt gögn). Til þess að hafa einhverja vinnuhugmynd sem hægt er að nota við hönnun ganganna, þá má gera ráð fyrir að nægilegt sé að þekja bæði göngin enda á milli með 5-15 cm ásprautulagi, með 50-75% ganganna járnþent, en nota bergbolta sparlega og enga forsteypta boga. Hér hefur enginn munur verið gerður á styrkingaþörf veggja og lofts enda ekki ástæða til við þessar aðstæður. Það skal áreitað að þessar hugmyndir eru einungis ályktanir dregnar af kjarnagreiningu en ekki endanlegar hönnunarhugmyndir. Slíkt verður að bíða uns fleiri gögn liggja fyrir. Hafa skal í huga að styrkingaþörf fer nokkuð eftir vinnubrögðum við gerð ganganna. Við miklar yfirsprengingar getur „Q-ið“ t.d. lækkað allt að fimmfalt (Barton o.fl. '74). Hafa <sup>skal</sup> m.a. í huga að skv. Q-greiningarkerfinu skal margfalda Jn með tveimur við gangamunna og mun því einkunnin lækka þar um helming.

Myndir 4, 5 og 6 sýna gæði bergsins og styrkingarflokka í holunum þremur miðað við Q-kerfið, en þetta er líklega varfærið mat. Miðað við að göngin verði 6 m í þvermál, deilt með vatnsgangastyrktarstuðli fæst „equivalent dimension“ = 3,75.

TAFLA 3

KVÍSALAVEITA

Berggæðamat í kjarnaholum á gangaleiðum

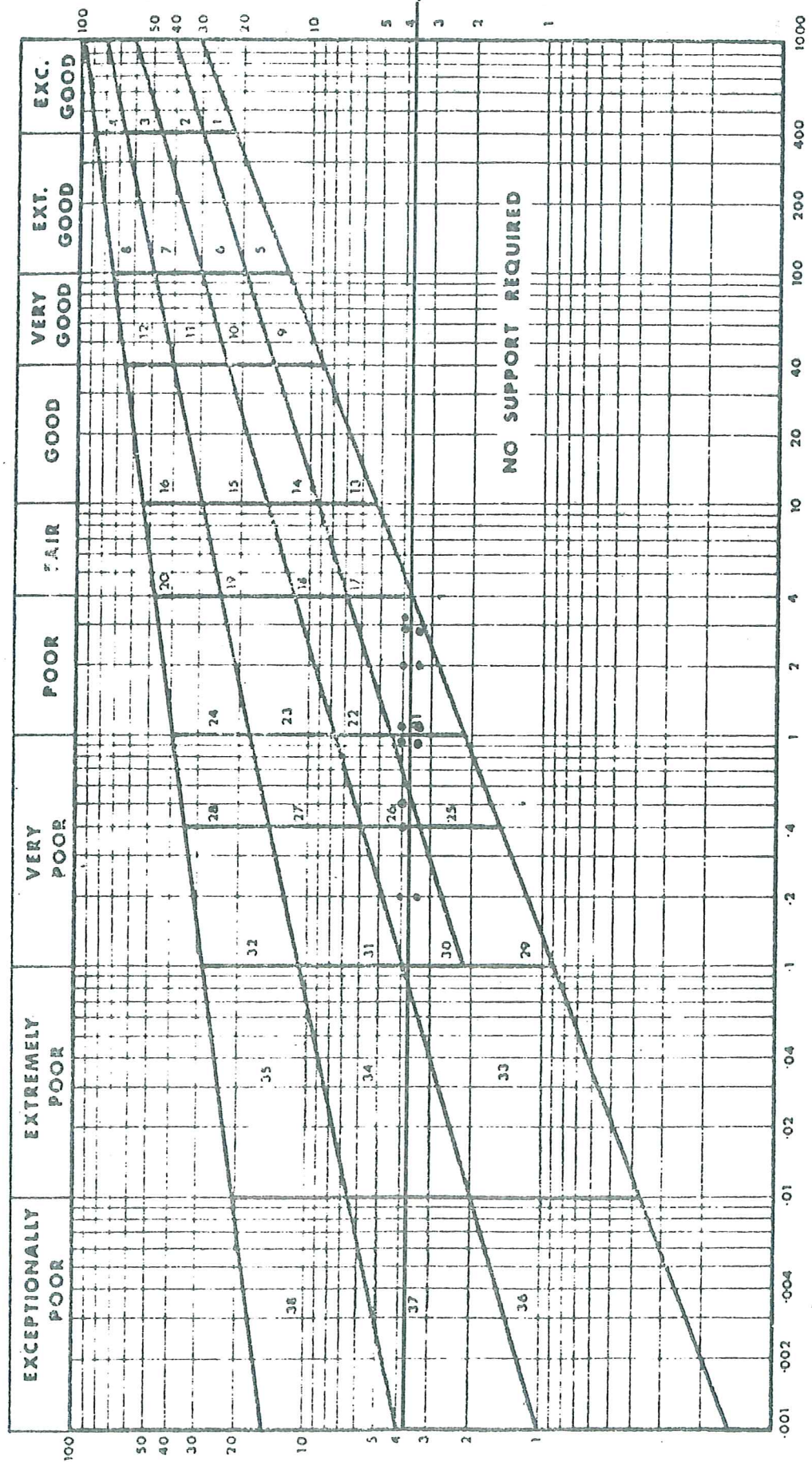
m y.s.	Dýpi	RQD:Jn	Jr:Ja	Jw:SFR	Q
<u>KV-4</u>					
~614,0- ~612,6	20,0-21,4	10:6	2,0:1	1:2,5	1
- ~611,6	-22,4	10:6	2,0:1	1:2,5	1
- ~609,0	-25,0	10:15	1,9:3	1:2,5	0,2
- ~608,3	-25,7	20:15	2,0:3	1:2,5	0,4
- ~606,8	-27,2	88:9	2,0:3	1:2,5	3
- ~604,2	-29,8	36:15	2,0:1	1:2,5	2
- ~603,9	-30,1	10:15	2,0:1	1:2,5	0,5
- ~601,2	-32,8	60:12	2,0:3	1:2,5	1
- ~598,0	-36,0	88:9	1,7:3	1:2,5	2
- ~595,9	-38,1	19:15	2,0:1	1:2,5	1
- ~594,7	-39,3	96:9	2,0:3	1:2,5	3
- ~591,5	-42,5	73:9	2,5:3	1:2,5	3
- ~588,7	-45,3	10:15	2,0:3	1:2,5	0,2
<u>KV-7</u>					
~615,5- ~612,8	19,5-22,2	38:15	2,1:3	1:2,5	0,7
- ~609,8	-25,2	68:12	2,3:1	1:2,5	5
- ~607,4	-27,6	19:15	2,3:1	1:2,5	1
- ~604,1	-30,9	30:15	2,1:1	1:2,5	2
- ~601,4	-33,6	59:12	2,0:3	1:2,5	1
- ~598,6	-36,4	19:15	2,0:1	1:2,5	1
- ~596,3	-38,7	10:15	2,0:1	1:2,5	0,5
- ~591,5	-43,5	28:15	2,0:1	1:2,5	1
- ~588,4	-46,6	68:12	2,0:1	1:2,5	5
- ~584,7	-50,3	10:15	2,8:1	1:2,5	0,7
<u>KV-8</u>					
~618,9- ~617,1	2,6- 4,4	10:15	2,0:1	1:2,5	0,5
- ~613,9	- 7,6	31:15	2,0:1	1:2,5	2
- ~612,2	- 9,3	22:15	2,7:1	1:2,5	2
- ~608,7	-12,8	56:12	2,0:1	1:2,5	4
- ~605,5	-16,0	55:12	2,0:1	1:2,5	4
- ~602,4	-19,1	67:12	2,0:1	1:2,5	4
- ~599,4	-22,1	73:9	2,0:1	1:2,5	6
- ~598,0	-23,5	10:15	2,0:1	1:2,5	0,5
- ~596,3	-25,2	88:9	2,0:1	1:2,5	8



EQUIVALENT DIMENSION =  $\frac{\text{SPAN, DIAMETER, OR HEIGHT (m)}}{6} = \frac{1.6}{6} = 0.27$

Panel support chart showing 38 categories of support which are determined by the tunneling quality (Q) and the equivalent dimension (De) of the excavation.

KV-4



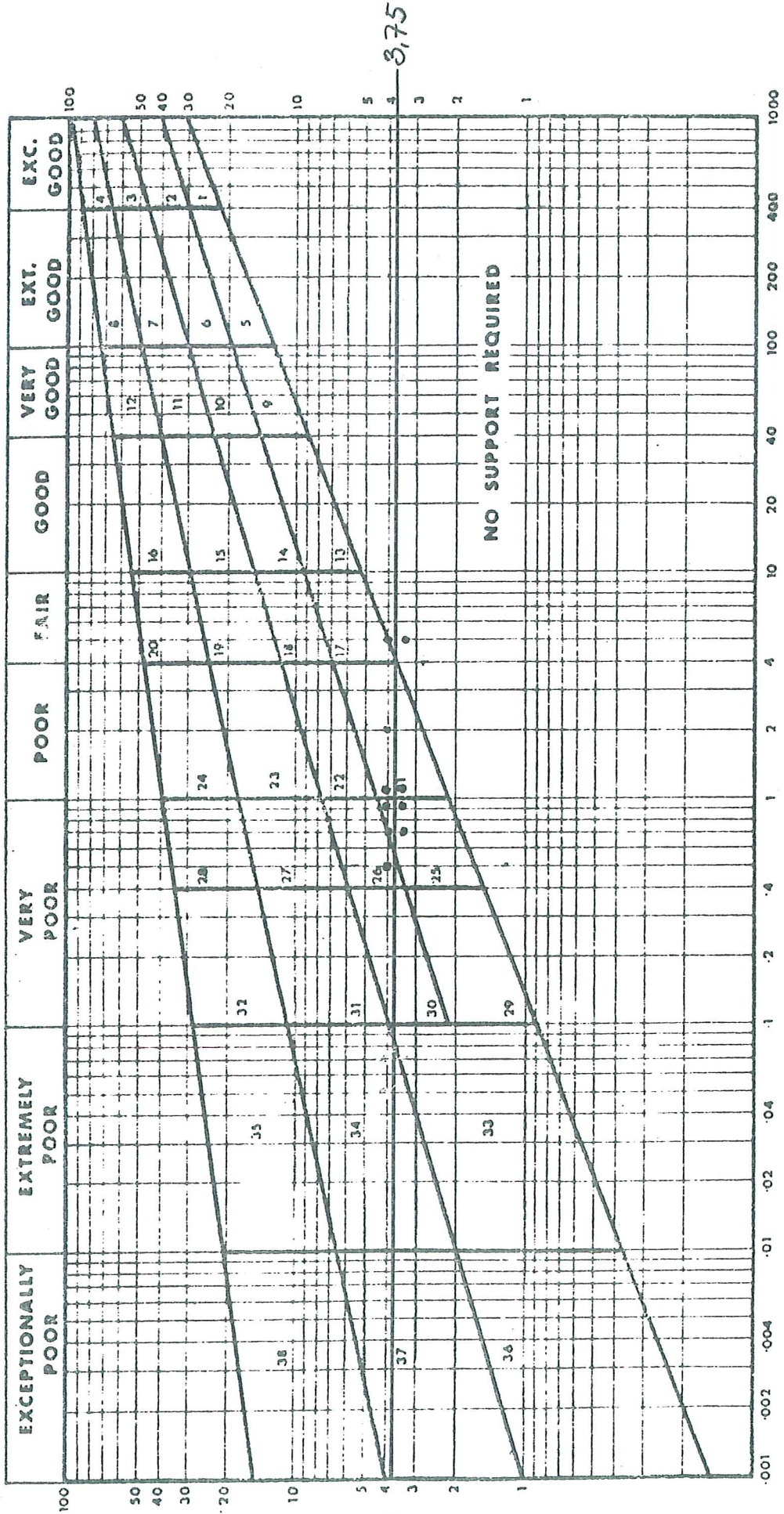
TUNNELING QUALITY  $Q = \left(\frac{RQD}{J_n}\right) \times \left(\frac{J_r}{J_a}\right) \times \left(\frac{J_w}{SRF}\right)$



Panel support chart showing 38 categories of support which are determined by the tunneling quality (Q) and the equivalent dimension (De) of the excavation.

KV-7

$$\text{EQUIVALENT DIMENSION} = \frac{\text{SPAN, DIAMETER, OR HEIGHT (m.)}}{\text{FSR}} = \frac{16}{6} = 3.75$$

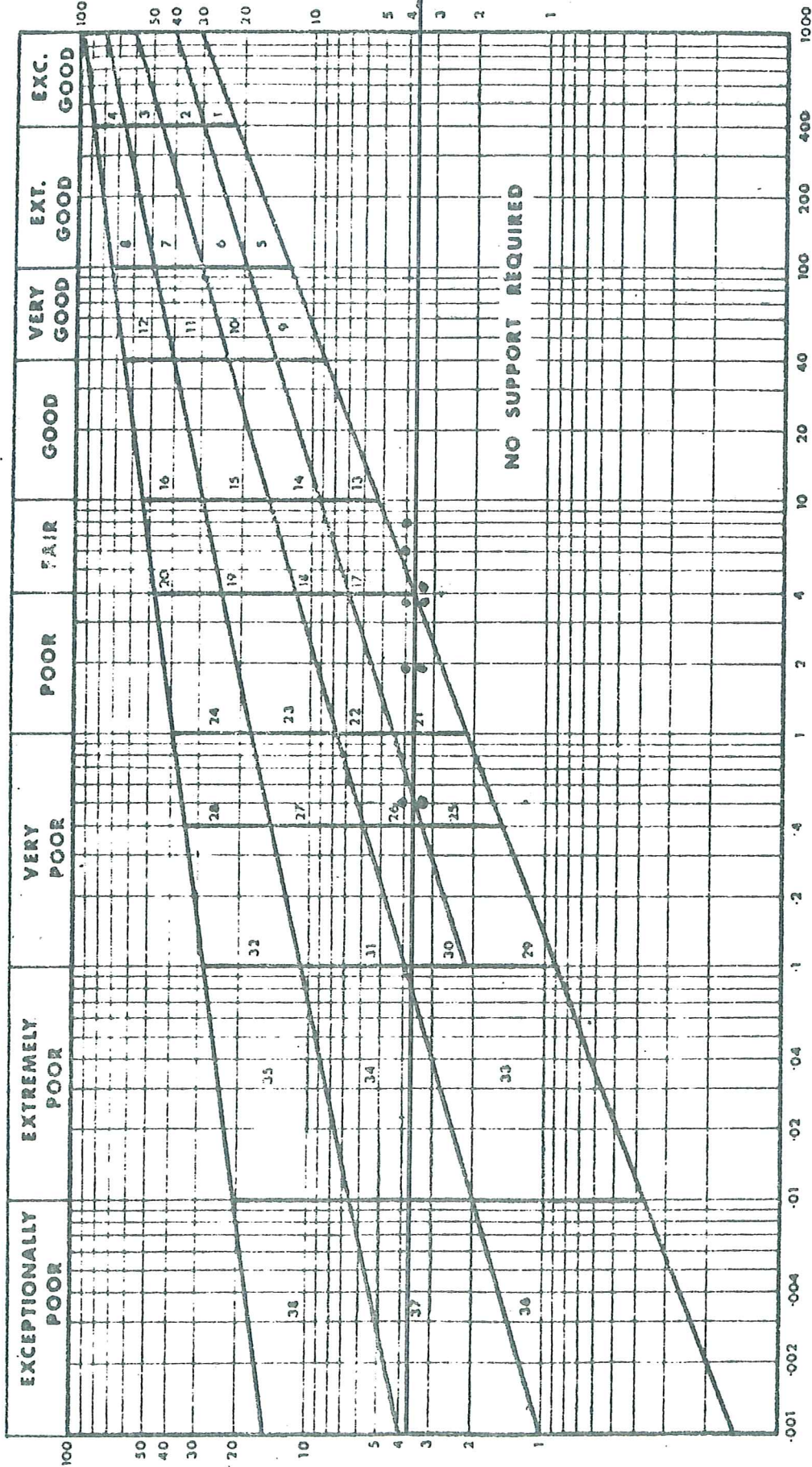


$$\text{TUNNELING QUALITY } Q = \left(\frac{RQD}{J_n}\right) \times \left(\frac{J_1}{J_0}\right) \times \left(\frac{J_w}{SRF}\right)$$



Tunnel support chart showing 38 categories of support which are determined by the tunneling quality (Q) and the equivalent dimension (De) of the excavation.

KV-8



$$\text{EQUIVALENT DIMENSION} = \frac{\text{SPAN, DIAMETER, OR HEIGHT (m.)}}{6} = \frac{16}{6} = 3.75$$

$$\text{TUNNELING QUALITY } Q = \left(\frac{RQD}{J_n}\right) \times \left(\frac{J_f}{J_o}\right) \times \left(\frac{J_w}{SRF}\right)$$

MYND 7

Ef ákveðið verður að fylgja gangahugmyndinni frekar eftir, þá er ljóst, að ferkari borana er þörf. Ef miðað er við þá gangaleið sem merkt er á mynd 1, þá er þörf a.m.k. tveggja kjarnahola til viðbótar, m.a. vegna sprungurannsóknna. Önnur yrði norðan KV-4 og hin sunnan KV-7. Auk þess þyrfti a.m.k. tvær loftborsholur á hvorri gangaleið. Einnig væri mjög æskilegt að fá jarðýtu til að gera opnur utan í ásunum, sem göngin færu í gegnum, til sprungurannsóknna. Verði gangaleiðunum hliðrað verulega frá því sem gengið er út frá á mynd 1, verður að endurskoða málið í ljósi þess.

## HEIMILDASKRÁ

- Árni Hjartarson 1981: Kvíslaveita, 5, Vatnafarsathuganir.  
Orkustofnun, VOD, greinargerð, ÁH-81/03, desember 1981.
- Barton, N., Lien, R. og Lunde, J. 1974: Engineering classifications of rock masses for design of tunnel report. Rock Mechanics, Vol. 6, No. 4, p.p. 189-236.
- Bjarni Bjarnason 1981: Samræmt berggæðamat. Orkustofnun, VOD, greinargerð, BB-81/01, desember 1981.
- Björn A. Harðarson, 1981: Óbirt gögn um berggæðamat í jarðgöngum á Íslandi.
- Björn A. Harðarson, 1981: Kjarnagreining og sýnataka. Vinnulýsing. Orkustofnun, VOD, greinargerð BAH-81/06, júní 1981.
- Davíð Egilson 1980: Q-mat á bergi í Sandafelli og Búðarhálsi.  
Orkustofnun VOD, greinargerð, DE-80/08, desember 1980.
- Sveinn Þorgrímsson 1981: Sandafell - Jarðgöng. Bergtæknileg greining. Orkustofnun, VOD, greinargerð, SvÞ-81/01, janúar 1981.



VIĐAUKI A

SPRUNGUGREINING  
BOR *Caelius IV*

STADUR *Kvicolaveitur*  
Location  
DRILL RIG

HOLA KV-4  
Borehole  
DYPI FRA 20.0  
Depth interval

BORKRONA BQ  
Drill Bit  
TIL 30.0 m

DAGS. sept. '81  
Date

STEFNA HOLU *hórætt*  
Orientation of boreh.

BLAD NR 1  
Sheet no. of 3

GREINT AF *P.H. + B.K.*  
Logged by

Dýpi, m Depth	Sprungur Joints	Flokkur/Class Fylg Type	Teg. lyl. Type of fill Ref. line	Sprungulýsing Description of joints	Sprungur á meter Joints per meter	Kjarni % Core	RQD %	Lekt Lu Permeability	Hæð Elevation m.y.s.	Smíð Column	Lýsing jarðlaga Classification	Prófanir á sýnum og athugasemdir Testing of samples and notes			
												RQD Jn betra verra	Jr Ja betra verra	SRE beta verra	Q beta verra
21				KUFLAD BERG LEFBI HLUTA (SÖKULBERG) BERG SPRUNGUR FLESTAR HVERSER ENGAR SPRUNGUR FYLL BERGID SPRUNGUR UMHVEFNUM VÖLUR SPRUNGUR BAS. SKANDAR LJÓSS SILTI 5-35% halli á þeim sprungum sem sjást. Því sprungur seðar vera beinar-hruflött	2M		0		~614	Δ Δ	SÖKULBERG ljósgrött Völur > 5mm Grunnb. fylla aðgr. Grunnb. Sítt-fín sand Völur lítill ekki rún. Bas. vólur 10-30% þar af í þátt ~3% Vei Samllmt.	10/6	2.0/1	1/2.5	1
22				AUK BESSAR SPRUNGUR Á EN BERG KUFLAD	> 3M all	75	0		~612.6	Δ Δ	ÞOLEIÐ Fín. ≤ 3% plg ≤ 3mm. Bl. ofstut smábl. Stær. flögött Ljósleir í sprungum og einst. blöðrum. Færskt	10/6	2.0/1	1/2.5	1
23	2 4 1.5 0 4 1.5	f.silt f.silt			> 3M		5		~611.6	Δ Δ	Mjög brott				
24					> 3M		22		~609.3	Δ Δ					
25	3 2 1 4 4 1.5	f.silt f.silt		(2spr. m v 3cm blv) (um 30cm löng)	> 3M	30	0		~609.0	Δ Δ					
26	2 4 1.5 2 4 1.5 4 4 1.5 3 3 1.5	f.silt f.silt f.silt f.silt			> 3M	43	20		~608.2	Δ Δ					
27	4 4 1.5 3 2 1.5	f.silt f.silt			13m	93	88		~606.8	Δ Δ					
28	3 2 1.5	f.silt			> 3M	39	36		~604.2	Δ Δ					
29				KURL M. LJÓSSUM BLÖÐUM FYLINGUM SVAENI LITT EDA EKKI SJAANL.	> 3M					Δ Δ					
30				Mjög bein Ljós silti	11 om	50	0			Δ Δ					

1 VOD-MJ-900-BAH  
81.06 0745-EBF

STADUR *Kvisslavestun* HOLA *KV-4* BORKRÓNA *BQ* DAGS. *Sept. '81*  
 Location Borehole Drill Bit Date  
 SPRUNGUGREINING BOR *Craelius IV* DÝPI FRA *30.0* TIL *40.0* M  
 Drill rig Depth interval to m  
 STEFNA HOLU. *Löðrétt* BLAÐ NR. *2* AF *3* GREINT AF *B.H. + B.K.*  
 Orientation of borehole Sheet no. of Logged by

Dýpi, m Depth	Sprungur Joints	Flokkur/ Class	Fylling/ Fill	Gerð Type	Teg. fyll. Type of fill	Lýsing/ Description	Sprungur á meter Joints per meter	Kjarni % Core	RQD %	Lekt Lu Permeability	Hæð Elevation m.y.s.	Smíð Column	Lýsing jarðlaga Classification	Prófanir á sýnum og athugasemdir Testing of samples and notes	RQD		Jr		SRF		Q
															Jn	Ja	Ja	Ja	betra	verra	
31	3	2	4.5	l. silt		KUEL. SPR. SÖNNI SKENDAR EDA FULLTAR	>18M	89	60		~ 603.9				60/12	2.0/3	1/2.5	1			
32	4	3	2	1.5		KUEL															
33	6	4	2	3							~ 601.2										
34	6	3	4	1.5			16M	97	88						88/9	1.7/3	1/2.5	2			
35	6	2	4	1.5																	
36	3	2	4	1.5							~ 598.0										
37	2	3	1.5			ANAFLEGA FRANOK M. LJÓSU SILT- SUVENI I CA 30% AFBLÖÐRUM	>3M	57	19						19/15	2/1	1/2.5	1			
38	7	3	4	1.5	1. silt		4M	100	96		~ 595.9										
39	6	1	4	1.5							~ 594.7				96/9	2/3	1/2.5	3			
40																					

Blá fara  
stakkanoli

(N)

Frakkennt,  
vottar  
þvír  
rautum lit



























VOD-MJ-900-BAH  
81.06 0745-EBF

STADUR KVÍSLAVEITUR HOLA KV-8 BORKRÓNA BQ DAGS. 21.11.81  
 Location Borehole Drill Bit Date  
 SPRUNGUGREINING BOR CRAELIUS II DÝPI FRÁ 20 TIL 25.2 M  
 Drill rig Depth interval to  
 STEFNA HOLU LODRETT BLAÐ NR. 3 AF 3 GREINT AF BH+BK  
 Orientation of borehole Sheet no. of Logged by

Dýpi, m Depth	Sprungur Joints	Flokkur Class	Fylling Fill	Gerð Type	Teg. fyll. Type of fill	Lagning Ref. line	Sprungulýsing Description of joints	Sprungur á meter Joints per meter	Kjarni % Core	RQD %	Lekt Lu Permeability	Hæð Elevation m y.s.	Smíð Column	Lýsing jarðlaga Classification	Prófanir á sýnum og athugasemdir Testing of samples and notes			
															RQD Ja betra	Jr Ja betra	Jw SRF betra	Q betra
21	1	1	1,5				KULAL BEGG	10-15m	93	73				Rauðleitt				
	2	3	1,5		hótt gilt									Gráleitt	73/9	2.0/1	1/2.5	6
22	4	1	1,5				ALLKULAL BEGG	1-1				~599,4	(N)	Rauðleitt				
23							KJARNATAP VEGNA RESSI BILI FRÁ V. ÖPP- BROTTI ALL- RINDUM LÖST SILT Í BLOTTUM OG RUSLEI KANN AÐ VERA SPRUNGUFEL.	12m	25	0				Kjarnatap	10/15	2.0/1	1/2.5	0.5
24	2	3	1,5					10m	100	88		~598,0		10-15% blöðrut	88/9	2.0/1	1/2.5	8
25	2	2	1,5									~596,3						
26																		
27														< 10% blöðrut				
28									81	73								
29																		
30									68	47				Kjarnatap Rauðleitt				

VIĐAUKI B

## BERGGREININGARKERFIÐ <sup>†)</sup>

Kerfið byggist á svokölluðu "rock mass quality", Q, sem mætti kalla berggæði. Q er fall sex þátta, þ.e. RQD (rock quality designation), fjölda sprunga Jn, áferð veikustu sprungnanna Jr, myndbreytingu sprungufyllinga í veikustu sprungunum Ja, SRF (stress reduction factor), og vatni í sprungunum Jw.

Hér er um að ræða marga sömu þætti og notaðir eru við brotflatamælingarnar. Tölur 2 til 4 sýna hvernig á að meta bergið og gefa þessum þáttum tölulegt gildi. Síðan er Q reiknað samkvæmt :

$$Q = (RQD/J_n) \cdot (J_r/J_a) \cdot (J_w/SRF)$$

RQD/J<sub>n</sub> túlkar heildarstrúktúr bergsins og er gróft mat á stærð bergblokkanna.

J<sub>r</sub>/J<sub>a</sub> túlkar áferð eða grófleika og ummyndun sprunguveggjanna eða sprungufyllingarinnar. Tang<sup>-1</sup> (J<sub>r</sub>/J<sub>a</sub>) er sæmileg nálgun raunverulegs skerstyrkleika fyrir mismunandi áferð á brotflati og ummyndun fyllingarinnar. Við útreikninga á Q skal nota lægsta gildið á J<sub>r</sub>/J<sub>a</sub>.

J<sub>w</sub>/SRF, J<sub>w</sub> túlkar vatnsþrýstinginn í berginu, en hefur ekki sama tölugildi og þórþrýstingurinn. SRF er skammstöfun á "stress reduction factor" og túlkar spennur og spennubreytingar sem má vænta við röskun bergsins.

Venjulega er RQD ákvarðað með mælingu á borkjörnum sem prósentu af samlagðri lengd kjarnabúta  $\geq 10$  cm á viðkomandi bili borholunnar. Þetta er þó ekki ávallt mögulegt og má þá notast við góðar bergopnur. Við slíkar aðstæður er RQD fundið samkvæmt líkingunni :

$$RQD = 115 - 3,3 J_v, \text{ þar sem}$$

$$J_v = \text{heildar sprungufjöldi á m}^3, \text{ en}$$

$$RQD = 100, \text{ ef } J_v \leq 4,5$$

---

†) Kerfi þetta er tekið lítið breytt úr : Barton, N. et al., 1974.

"Engineering Classification of Rock Masses for the Design of Tunnel Support," Rock Mechanics, 6. hefti, bls. 189-236.



## BERGGÆÐAMAT

Reglur þær sem hér birtast, eru settar fram til samræmingar einkunna við gæðamat á íslensku bergi. Mikið hefur verið greint af borkjarna undanfarin tvö ár og þáfa margir menn fengist við það verk. Hætt er því við að einkunnir séu nokkuð persónubundnar. Taflan sem hér fylgir er samin af Birni A. Harðarsyni eftir að hann hafði skoðað jarðgöng á ýmsum stöðum á landinu sumarið 1981. Smávægilegar breytingar gerði Bjarni Bjarnason.

## KJARNAGREININGIN

Sprungugreiningarblaðið er sá grunnur sem berggæðamatið byggir á og verða því allir, sem kjarna greina, að viðhafa sömu vinnubrögð. Borkjarnanum er lýst á blaðinu eins og hann kemur fyrir og reynt að fylgja gefnum einkunnum svo sem kostur er. Lítið rúm er til að víkja frá settum leikreglum vegna persónulegra skoðana þess er greinir.

## ALMENNT UM EINKUNNAGJÖFNA

Hverju lagi skal gefa einkunn í heild sinni ef það hefur svipaða eiginleika niður úr. Ef lag er mjög breytilegt þarf að gefa sérstaka einkunn fyrir hvern kafla. Gildir þetta sérstaklega um hraunlög, en þau eru oft lagskipt m.t.t. bergtæknilegra eiginleika. Á þetta sérstaklega við um lög með þykkann gjallkarga að ofan/eða neðan. Smámunasemi ber þó að varast. Tvær einkunnir eru gefnar í hverju tilfelli, verra mat og betra mat, en með því má að nokkru sjá við óvissu sem ríkir í einkunnagjöfni.

Berggæðamatið er sjálfstætt mat, sem tekur eingöngu mið af bergtæknilegum eiginleikum jarðlaganna. Einkunnir má því ekki á nokkurn hátt miða við tilgang þess mannvirkis sem gera á í bergið. Q-einkunn fyrir berg er því nákvæmlega sú sama hvort sem sprengja á í það stöðvarhúshvelfingu eða frárennslisgöng svo dæmi séu tekin.

Tafla

Almennar reglur við Q-mat á bergi.

BAH 1981

Berggerð	RQD	Jn	Jr	Ja	Jw	SRF
Basalt stórstuðlað millistuðlað	x	9	2,5	yfirl. 1	yfirl. 1	yfirl. 1
Basalt smástuðlað kubbað <40% RQD	x	15	3	yfirl. 1	yfirl. 1	yfirl. 1
Basalt brotið (40%-70% RQD)	40-70%	12	2,5	yfirl. 1	yfirl. 1	yfirl. 1
Þétt gjall (RQD >60%)	>60%	12	2	2-4	br.	br.
Laust gjall (RQD <60%)	<60%	15	2	2-4	br.	br.
Sitlsteinn sandsteinn	x	yfirl. 9	2	yfirl. 3	1 eða 0,66	br.
Völuberg (jökulberg)	x	yfirl. 6	2,5	2-4	yfirl. 1	yfirl. 1

Skýringar við töflu

RQD: Þarfnast ekki skýringar

Jn: Aðalvandinn er að flokka basalt eftir töflunni. Við Q-mat í opnum er yfirleitt einfalt að átta sig á byggingu laganna en í kjarna gegnir öðru máli. Erfitt er að gefa reglur um hvað skuli kalla stórstuðlað, smástuðlað etc. í kjarna. Hér verður að treysta fyrst og fremst á persónulegt mat þess er greinir kjarnann. Það er mjög æskilegt að menn reyni að átta sig á þessu á meðan að kassarnir standa opnir fyrir framan þá. Q-greiningareyðublaðið gefur aldrei sömu tilfinningu og kjarninn sjálfur. Ljósmyndir af kjarnanum eru líka mjög hjálplegar. Það má reyna að styðjast nokkuð við uppgefnar RQD. tölur í töflunni, með varúð þó.

Jr: Jr. tölurnar, sem sjást á sprungugreiningarblöðunum lýsa áferð sprungna eins og þær koma fyrir í kjarna. Líklegt er að margar sprungur séu í raun ósamfelldar þótt það sjáist ekki í kjarnanum. Ef tekið er meðaltal úr Jr-dálkinum (gerð/type) og borið saman við Jr í töflunni, þá sést að taflan er yfirleitt u.þ.b. 0,5 hærri í einkunn, sem teljast má eðlilegt út frá því sem ofan greinir. Ekki er rétt að ganga algerlega framhá einkunnunum í Jr dálkinum vegna þess að sprungufletir geta verið mishrjúfir í hraunum sem lenda í sama stuðlaflokki. Mælt er því með því að finna meðaltalið úr Jr-dálkinum en leggja 0,5 við einkunnina í öllum tilfellum. Fyrir annað berg en basalthraun skal Jr meðaltalið af greiningarblöðunum standa óbreytt.

Ja: Á greiningarblaðinu eru tveir dálkar sem lýsa sprungufyllingum. Í dálkinum (Fylling/fill) er eingöngu gefin einkunn eftir þykkt fyllinganna, frá 1-4. Í öðrum dálki (Teg.Fill/type of fill) er reynt að ráða í tegundir fyllinga. Báðir þessir þættir eru jafn réttháir þegar Ja er ákveðið. Þess vegna má alls ekki líta á meðaltalið úr þykktardálkinum sem brúkanlega Ja einkunn. Hér skal enn fjallað um basalt sérstaklega, enda er Ísland basalt, eða hvað? Í töflunni er gefin einkunnin "yfirleitt 1" fyrir allt basalt. Sprungufyllingar í basalti eru yfirleitt þunnar og stundum nær engar. Á sprunguflötunum eru yfirleitt frekar skaðlaus efni s.s. silt, ýmis konar kísilútfellingar eða seolítar. Þegar svona háttar til er 1 eina rétta einkunnin. Hafi berg hins vegar legið djúpt í jörðu og/eða orðið fyrir hitaummyndun er algengt að svört eða dökk, gljáandi leirskán sitji á sprunguflötunum. Leir þessi er nær alltaf smektít, þenjanlegur leir, hinn mesti skaðvaldur, sem virkar eins og koppafeiti þegar hann blotnar. Þegar slíkur leir finnst þarf því að hækka Ja, gefa 1-4 eftir þykkt og tíðleika slíkra fyllingar.

Ef vafi leikur á um gerð leirfyllinga í kjarna ætti skilyrðislaust að taka sýni til röntngreiningar. Á þetta sérstaklega við þegar byrjað er að bora á nýjum svæðum þar sem ummyndun er ekki þekkt. Röntngreiningin er ódýr og fljótleg og vaða menn ekki í villu og svima að henni lokinni.



Jw: Í norska kerfinu eru annars vegar látin fylgja skrifleg lýsing með Jw einkunnum en hins vegar tekið tillit til vatnsþrýstings á vikomandi dýpi.

Flestar kjarnaholur eru lektaðar í borun eða strax að henni lokinni og gefur það góða vísbendingu um lekt bergsins. Sá galli er þó á að yfirleitt er stór hluti holunnar lektaður í einu og segja slíkar mælingar því ekki til um lekt einstakra laga en ætla má að hún sé all misjöfn. Út frá dýpi frá grunnvatnsborði niður á fyrirhugað mannvirki má sjá vatnsþrýstinginn í berginu. Hann gefur okkur strax lágmarksgildi fyrir Jw. Berg tertíert að aldri og frá fyrri hluta kvarter er yfir allþétt hér á landi og má því búast við hærri Jw einkunn en þrýstingurinn einn segir til um.

SRF: SRF einkunnum í kerfinu er skipt í tvo flokka. Fyrri flokkurinn gildir fyrir berg, sem er skorið af veikleikasvæðum þar sem hætta er á miklu hruni. Síðari flokkurinn á við um berg reglulegt að uppbyggingu, þar sem slíkra vandamála er ekki að vænta.

Kjarnaboranir eru dýrar. Það er því haft eins langt á milli hola og kostur er. Við túlkun gagna úr borholum er gengið út frá því að jarðlög séu reglulegar linsulaga einingar, sem haldi striki, halla og þykkt um nokkra vegalengd. Slíkar dreifðar boranir gefa ekki möguleika á að meta staðbundna óreglu í jarðlagastaflanum og verður því að fylgja einkunnum í seinni flokknum ef ekki er annað að byggja á.

Spennuástand í bergi er sjaldnast þekkt. Spennumælingar eru gerðar þar sem meiriháttar mannvirki skulu grafast. Annars verður að meta einkunnina, einkum eftir dýpi á væntanlegt mannvirki.

VIĐAUKI C









