

Björn A. Harðars.
81/06



ORKUSTOFNUN
Vatnsorkudeild

ORKUSTOFNUN
VATNSORKUDEILD

KJARNAGREINING OG SÝNATAKA

- VINNULÝSING -

Björn A. Harðarson

BAH-81/06

Júní 1981



ORKUSTOFNUN
GRENSÁSVEGI 9, 108 REYKJAVÍK

GREINARGERÐ

KJARNAGREINING OG SÝNATAKA

- VINNULÝSING -

Björn A. Harðarson

BAH-81/06

Júní 1981

KJARNAGREINING OG SÝNATAKA - VINNULÝSING

1 INNGANGUR

Eftirfarandi vinnulýsing er tilraun til að gera kjarnagreiningu einfaldari, fljótunnari og markvissari en áður hefur verið, auk þess sem lýsingin mun eflaust verða byrjendum til hjálpar.

Þó að hin hefðbundna kjarnagreining sé tiltölulega einföld og vel þekkt, þá gegnir töluvert öðru máli um sprungugreininguna (Q-greining). Þessi nýja aðferð er seinunnin, nokkuð flókin og hlutar hennar byggjast á persónulegu mati og góðri dómgreind. Ekki er ráðlegt að láta menn óvana kjarnagreiningu framkvæma Q-greiningu.

Sýnataka úr kjarna er vel þekkt en þó þótti ástæða til að skrifa stuttar leiðbeiningar sérstaklega vegna tilkomu Punkt-álags (Point Loader) brotprófunartækisins.

2 ALMENN GREINING

- 2.1 Merkja kjarnakassana (borholunúmer og kassanúmer).
- 2.2 Fylla út haus eyðublaðsins. Skrá hæð holutopps (m y.s.) ef þekkt og fylla út dálkinn dýpi (6 eða 12 m á hverju blaði).
- 2.3 Merkja mörk milli færa inn á greiningarblaðið (láréttar línur þvert yfir dálkana kjarni " og RQD" á nýja greiningareyðublaðinu). Einnig skal merkja mörk milli kassa á dýptarkvarða á hægri spássíðu t.d. $\frac{k-8}{k-9}$.
- 2.4 Mæla kjarnaheimtu og skrá (ef vantar verulega í kjarnann þá merkja á greiningarblaðið hvar líklegast sé að vanti í).
- 2.5 Mæla RQD og skrá. Ef lagamót (eða mörk milli lageininga t.d. mörk gjallkarga og þétt hrauns) eru milli kubba þá skal RQD mælt frá lagamótunum í næsta kubb fyrir ofan og neðan. Með öðrum orðum, þá skal RQD mælt þannig að hvert lag (eða lageining) fái „sitt eigið“ ákveðna og afmarkaða RQD. Ath. ferskar sprungur sem myndast hafa

1981-06-22

við borun eða meðhöndlun kjarnans ("Mekanískar" spr.) skulu að sjálfsögðu ekki reiknast með þegar RQD er mælt.

- 2.6 Merkja inn lagamót (heil, lárétt lína þvert yfir alla dálka frá "kjarni %" að "jarðvatn") og mörk lageininga (brotin lína þvert yfir sömu dálka).
- 2.7 Greining og lýsing efnis
 - 2.7.1 Hvers konar berg er um að ræða (t.d. póleiít basalt, ólvín basalt, dílabasalt (>5% dílar), sandsteinn, völuberg, misgengisbreksía o.s.frv.).
 - 2.7.2 Kornastærð (glerkennt, dulkorna, fínkorna, smákorna eða grófkorna).
 - 2.7.3 Geta díla ef eru og meta magn þeirra og skrá (t.d. 15% fldsp. díl. eða 5% ól. díl, sjá leiðbeiningar í viðauka).
 - 2.7.4 Þéttleiki (þétt, stakblöðrótt, blöðrótt, eða frauðkennt og fín-, smá-, eða stórbloðrótt).
 - 2.7.5 Litur kjarnans þegar hann er þurr.
 - 2.7.6 Holufyllingar. Eru holrúm tóm, skænd, hálfyllt eða fyllt. Geta skal um lit og gerð holufyllinga eftir því sem mögulegt er.
 - 2.7.7 Sprungur. Geta skal fjölda sprungna (eða fjölda kjarnabúta) í hverju bili og skal þá gerður skýr greinarmunur á náttúrulegum og "mekanískum" sprungum. Er um að ræða þver-, ská-, eða lóðsprungur. Eru sprungurnar opnar, lokaðar eða grónar. Lengd kjarnabúta.
 - 2.7.8 Sprungufyllingar. Eru sprungurnar tómar eða fylltar eða eru spr. fletir skændir. Getið skal um lit, gerð og þykkt sprungufyllinga. Ef mikið er um fylltar og grónar sprungur kallast kjarninn æðóttur.
 - 2.7.9 Ef um setberg er að ræða þarf að geta um stærð, gerð og lit steina og millimassa og hlutfall steina og millimassa.
 - 2.7.10 Öll merki ummyndunar þarf að geta sérstaklega s.s. breytinga á lit, auknum holu- eða sprungufyllingum og minni hörku bergsins.
 - 2.7.11 Allt annað sem menn telja að skipti máli í túlkun á gerð og eðli jarðlaga sem verið er að bora í gegnum.

1981-06-22

- 2.8 Merkið dýptarbil utan á hvern kjarnakassa. Heildarmerking á hvern kassa skal því vera; Holunúmer, kassanúmer og dýptarbil í hverjum kassa t.d. BH-4, K 6 AF 21, 51,5-60,9 m.
- 2.9 Fylla út dálkinn „Tákn“ (sjá táknlykil).
- 2.10 Fylla út dálkinn „Greining“. Í þennan dálk skal látið nákvæmlega það sem menn vilja að komi fram í lokateikningu á logginum. Textinn skal vera í lágmarki og forðast þer notkun óskilgreindra orða. Skrifið greinilega.
- 2.11 Fyllið út þá dálka sem enn eru óútfylltir á eyðublaðinu ef hægt er. Í aftasta dálkinn skal setja niðurstöður lektarmælinga (LU-gildi) og einnig skal geta þess ef holan öll, eða að hluta, hefur ekki verið lektarprófuð.

3 SPRUNGUGREINING

- 3.1 Strika leiðarlínu og skrá. Merkja augljósar mekanískar sprungur um leið (skrifa lítið M beggja megin sprungunnar með vatnsþolnu tússi).
- 3.2 Endurmæla kjarnaheimtu og skrá. Ef vantar verulega í kjarnann þá merkja við á greiningarblaðið hvar líklegast sé að vanti í (nota skal nýja Q-greiningareyðublaðið).
- 3.3 Gera sprungulýsingu.
- 3.3.1 Halli sprungu og stefna miðað við leiðarlínu er merkt inn á greiningarblaðið. Hægt er að skrá þetta á tvo vegu annars vegar með tölustöfum (sjá skýringar við sprungugreiningarblaðið í viðauka). Mælt er með að tölustafaskráning sé notuð. Þetta er skráð í dálka merkta „sprungur“ og „flokkur“.
- 3.3.2 Merkja inn gerð og áferð sprunguflata (sjá skýringar við greiningarblaðið og leiðbeiningar um mat á stuðlinum Jr í viðauka).
- 3.3.3 Skrá sprungufyllingar ef einhverjar eru. Þetta er unnt að gera á tvo vegu; með táknum eða tölustöfum (sjá skýringar

1981-06-22

við greiningarblaðið). Lagt er til að tölustafa-skráning sé notuð.

3.3.4 Skrá gerð sprungufyllingar.

3.3.5 Nánari lýsing á sprungu (s.s. þykkt sprungufyllingar, grónar sprungur, kurlaður kjarni o.s.frv.) skal skrá í dálkinn „sprungulýsing“ ef þurfa þykir.

3.4 Merkja allar mekanískar sprungur á kjarnann um leið og hann er sprungugreindur.

3.5 Telja sprungur milli lagamóta og/eða milli kubba og skrá, annars vegar náttúrulegar sprungur og hins vegar mekanískar sprungur (nota skal hægri hluta sprungulýsingardálksins fyrir þetta, sjá greiningarblaðið).

3.6 Endurmæla RQD og skrá. Ef lagamót eru milli kubba þá skal RQD mælt frá lagamótum í næsta kubb beggja megin. Mörk gjallkarga og þétt „hrauns“ skal telja sem „lagamót“ ef ástæða er til (þ.e. ef gjallið er greinilega heilla eða brotnara en þétt „hraunið“).

3.7 Fylla út dálkinn „Sprungur á meter“.

3.8 Fylla út dálkana „Greining jarðalaga“ og „Snið“ (sjá táknykil).

3.9 Reynt skal að meta stuðlana J_n , J_r , J_a , S_{RF} og J_w og færa gildin inn jafnóðum í viðeigandi dálka. Oft er erfitt að negla niður ákveðið gildi fyrir suma þessara stuðla (sérstaklega J_n) og ef svo er þá eru gefin tvö gildi þ.e. „betra“ og „verra“ mat (sjá leiðbeiningar úr Barton et. al. 1974 í viðauka).

3.10 Reikna út Q fyrir viðkomandi holubil eða jarðlag.

3.11 Þeir dálkar á loggnum sem enn eru óutfylltir („lekt“, „hæð“ og „prófanir á sýnum og athugasemdir“) skulu fylltir út strax að lokinni greiningu ef hægt er.

1981-06-22

3.12 AFAR MIKILVÆGT ER AÐ MENN SKRIFI VEL OG SNYRTILEGA Á GREININGARBLAÐIÐ SVO EKKI ÞURFI AÐ ENDURSKRIFA ÞAÐ.

3.13 Mjög æskilegt er að taka góðar litmyndir (skyggjur og pappír) af kjarnanum strax eftir greiningu.

4 SÝNATAKA

Sýnataka er einn mikilvægasti liðurinn í allri rannsóknarvinnu og ákaflega mikilvægt að rétt sé staðið að henni. Sýnataka skal ætíð vera síðasti liðurinn í kjarnagreiningu.

Ástæður til sýnatöku geta verið margvíslegar og hér á eftir fara stuttar leiðbeiningar varðandi sýnatöku til algengustu prófana á borkjarna.

4.1 Einása- og Þríása brotstyrkleikapróf. Lengd sýna skulu vera fjórum sinnum þvermál kjarnans. Sýnin skulu vera algerlega laus við sprungur og veikleikafleti og vera góður fulltrúi þess berglags eða bergtegundar sem þau eru tekin úr. Sýnin skulu einangruð með vaxi og plasti og kyrfilega merkt. Halda skal skrá yfir öll sýni þar sem tekið er fram merking sýnis, gerð og dýpi. Ætíð skal merkja við í kjarnakassana þar sem sýni eru tekin. A.m.k. fimm sýni skulu tekin af hverri bergeiningu ef hægt er. Sýni til þessa prófa skulu aðeins tekin að beiðni verkefnisstjóra.

4.2 Punkt-álagspróf (Point Load test). Fyrsta skrefið í sýnatöku fyrir þetta próf er að velja sýnatökubíl sem er góður fulltrúi þeirrar bergeiningar sem prófa á. A.m.k. 10 sýni skulu valin úr hverju sýnatökubíli (ef hægt er) og skulu þau vera ósprungin með öllu. Lengd hvers sýnis skal alls ekki vera minni en 1,4 sinnum þvermál kjarnans. Sýnin skulu einangruð með vaxi eða plasti og kyrfilega merkt. Alltaf skal merkja við í kassana (einangrunarplast t.d.) þar sem sýni eru tekin.

Halda skal skrá yfir öll sýni þar sem fram kemur m.a. borholunúmer, númer sýnatökubíls, dýpi sýnatökubíls, númer sýnis og dýpi.

1981-06-22

Dæmi um merkingu hvers sýnis:

BH-4

6 (206-208)

5 (207,3)

Borholunúmer, númer sýnatökubils (dýpi sýnatökubils), númer sýnis (dýpi sýnis).

Sýnin skulu öll geymd á sama stað en prófuð eins fljótt og auðið er.

4.3 Sýni til efnagreingar. Stundum er þörf á að efnagreina bergtegundir eða sprungufyllingar og mikilvægt er að slík sýni séu einangruð hið fyrsta. Heppilegt er að nota litlar plastdósir undir sýni af sprungufyllingum og forðast þar að óhreinindi og önnur aðskotaefni blandist sýninu. Öll sýni skulu merkt og nákvæm skrá haldin yfir sýni sem tekin eru. Munið að setja merki í kassana þar sem sýnin eru tekin. Best er að geyma sýnin öll á sama stað og senda þau til greiningar eins fljótt og hægt er.

HEIMILDIR

Barton, N., Lien, R. and Lunde, J. (1974). Analysis of Rock Mass Quality and Support Practice in Tunnelling, and a Guide for Estimating Support Requirements. Internal Report 54206, NGI, June 1974, 74s.

Terry, R.D. and Chilingar, G.V., 1955; Journal of Sedimentary Petrology, 25, 229-234.

ORÐALISTI

Helstu orð sem koma fyrir við kjarnagreiningu.

HRAUN

gjallkargi
dílabasalt (>5% dílar)
ólivín basalt
þóleiít
andesít
líparít
kubbaberg
móberg

glerkennt
ðulkorna
fínkorna
smákorna
grófkorna

ördílótt (<1 mm)
smáðílótt (1-3 mm)
stórdílótt (>3 mm)

straumflögun
blöðrubandað
beltað

þétt (<1%)
stakblöðrótt (1-5%)
blöðrótt (5-50%)
frauðkennt (>50%)
fínfrauðað
stórfrauðað

stór holrúm
kargakennt
=(gjallkennt)
fínblöðrótt (<2 mm)
smáblöðrótt (<5 mm)
stórblöðrótt (>5 mm)

SET

laust yfirborðslag
hnullungaberg
völuberg

jökulberg
jökulruðningur
misgengisbreksía

sandsteinn
siltsteinn

túff basískt túff
súrt túff
gjóskuberg

Set-Móberg (móbergslegt
völuberg)

leirborið
siltborið
sandborið

kornborið (völur aðaluppi-
staðan)

grunnborið (grunnmassi aðal
uppistaðan)

lagskipt (þykkt einstakra laga)
skálagað (bratti)

vel samlímt (helst saman við
handfjötlun)

illa samlímt (molnar við
handfjötlun)

frh.

gangur
innskotslag
millilag

sprungur opnar
- " - lokaðar
- " - grónar

sprungur tómar
- " - skændar (<1 mm, ósamfellt)
- " - fylltar

kurlað (kubbað) - kóln. spr.
smásprungið - tektónískar spr.

holrúm tóm
-"- skænd
-"- hálfyllt
-"- fyllt

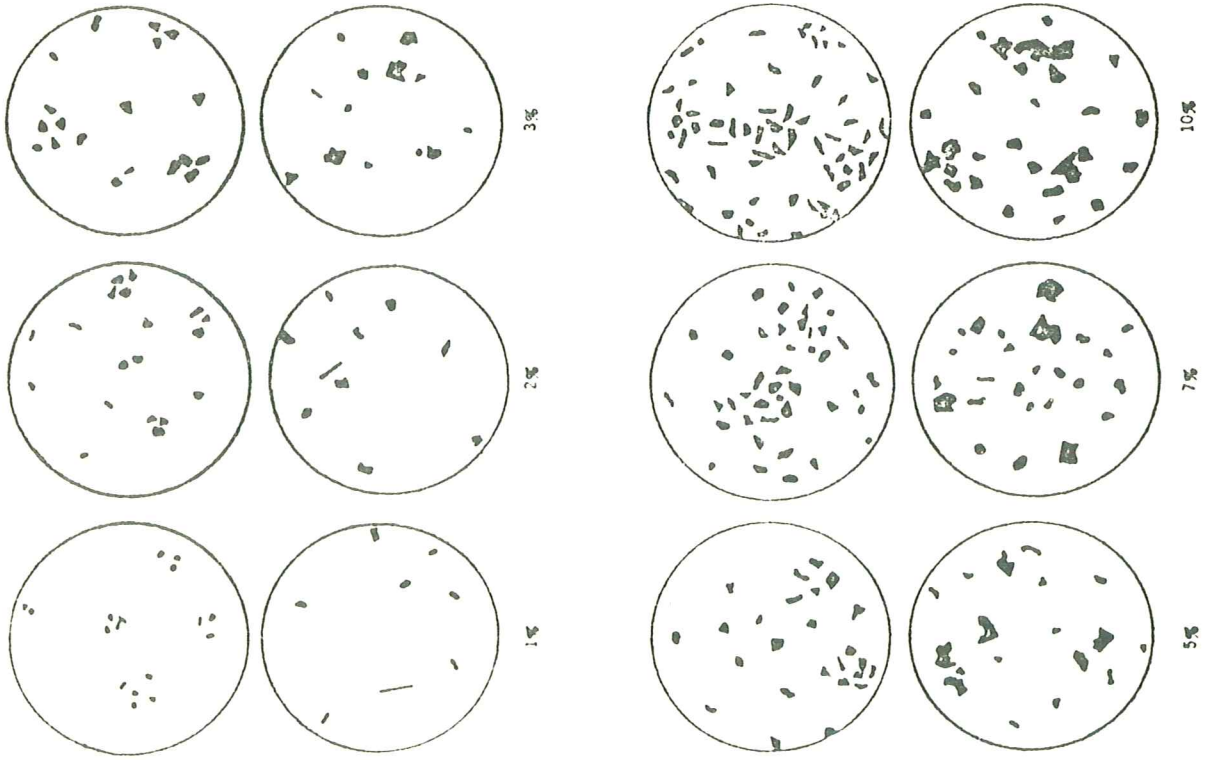
ummyndað
ferskt

leirsteindir
geislasteinar
kalsít, siltfylling
kvarz

æðóttur kjarni

VIÐAUKI

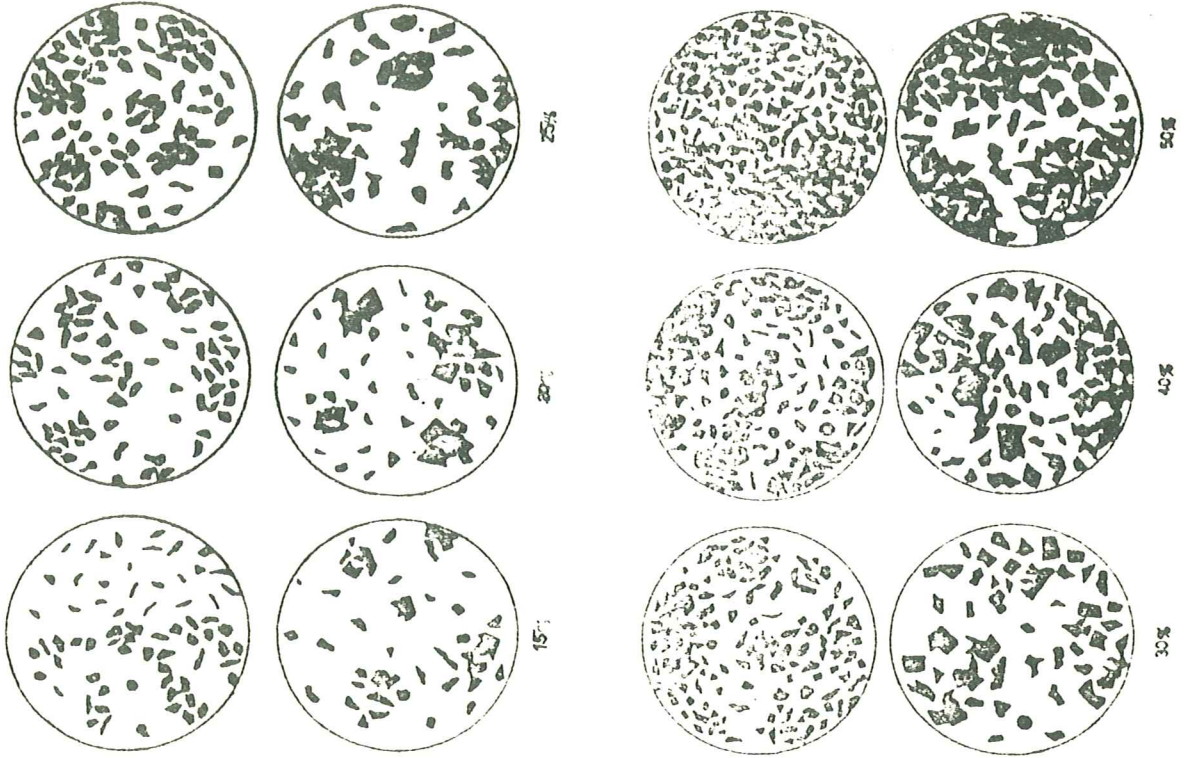
APPENDIX . CHARTS FOR ESTIMATING PERCENTAGE
COMPOSITION OF ROCKS AND SEDIMENTS



Prepared by R. D. Terry and C. V. Chilingar for *Journal of Sedimentary Petrology* (v. 25, pp. 229-234, 1955); reprinted as *Data Sheet 6 of Geotimes*, available from the American Geological Institute,

Appendix

APPENDIX



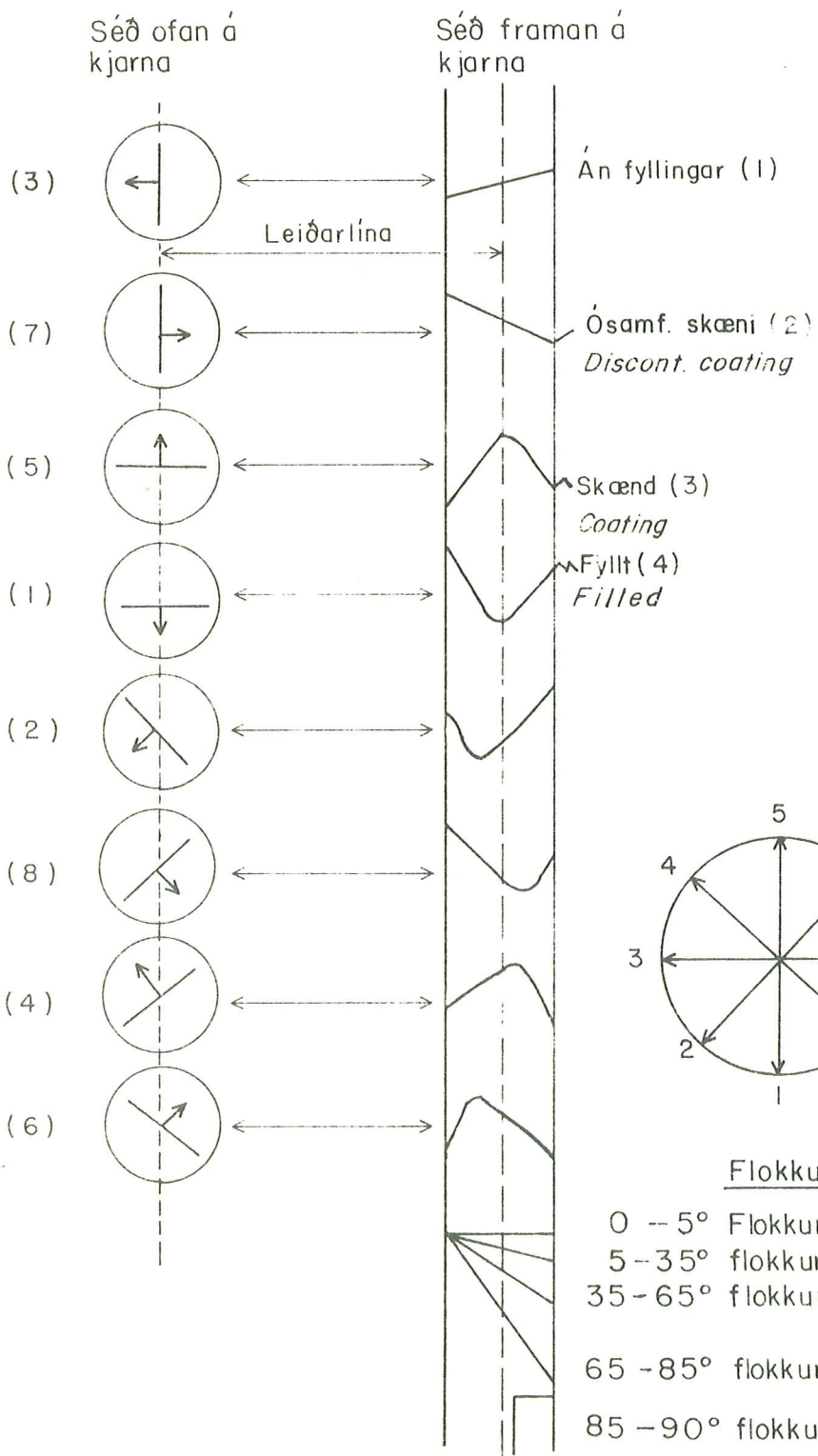
2101 Constitution Ave., N.W., Washington 25, D.C. Reprinted here by permission of the authors and the Society of Economic Paleontologists and Mineralogists.

SKÝRINGAR VIÐ BERGTÆKNILEGT MAT / LEGEND

Lega sprungna miðað við leiðarlínu
Alignment of joints to reference line

Fylling í sprungu
Fillings in joints

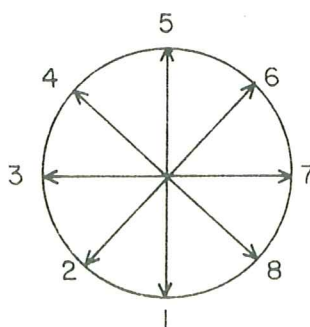
Gerð
Type and surface of joints



Fyrri tákn; *Former symbol*
 O - Ósamfæld / *Discont.*
 B - Bein / *Planar*
 U - Bylgjött / *Undulating*

Seinna tákn; *Latter symbol*
 R - Rennislétt, Sleip, Ummerki um hreyfingar, Leirsk. / *Slickensided*
 S - Slétt / *Smooth*
 H - Hrufótt eða óregluleg / *Rough, or irregular*

Ef sprungur eru mekaniskar skal skrá M í viðeigandi dálka



Hallastefna sprungu miðað við leiðarlínu / *Dip direction of joints*

Flokkur

0 - 5° flokkur / class	0
5 - 35° flokkur / class	1
35 - 65° flokkur / class	2
65 - 85° flokkur / class	3
85 - 90° flokkur / class	4

TÄKN-LYKILL



Laust yfirborðslag



Jökulruðningur - jökulberg



Þóleiðt basalt



Ólivín basalt



DÍlabasalt



DÍlabasalt með þóleiðt einkennum



Líparít



Gjall



Breksia / Breccia



Súrt glerríkt móberg eða gjóska



Hnullungaberg



völuberg blandað eða með lagskiptum sand-og siltsteini



Völuberg í sírum gjósku-sandmillimassa



Sand - og siltsteinn



Súrlagskiptaska



Setmóberg - móbergsglegt völuberg



Basískt innskotslag eða eitlar

SF-I



Borhola

Jarðlagaskil

Óviss jarðlagaskil



Rétt segulstefa



Ofug segulstefa



Óviss segulstefa

Bas = Basalt

Blö/Ves = Blöðrátt / Vesicles

Dil / Porp = DÍlót / Porphyritic

Gjk / Scor = Gjalkennt / Scoriaceous

Heil / Sou = Heitlegt / Sound

JVB / GWT = Jarðvatnsborð / Ground water table

Jök b = Jökulberg

Jök r. = Jökulruðningur

Kst. = Kornastærð

Leirt / Clf = Leirtfyllt / Clay filled

Lmt / Cont = Lagamót / Lava contact

Ma / Var = Margar / Various

Mill / Int = Millilag / Interbed

Ol = Olivine

Phen = Phenocrysts

Plag. = Plagioclase

Px = Pyroxene

Saml / Con (Cem) = Samlmt / Consolidated (Cemented)

Sdst. = Sandsteinn / Sandstone

Ste / Bou = Steinn / Boulder

Spr / Crk = Sprungið - sprungur / Cracked - cracks









Stak / Occ = Stakir / Occasional

Völub / Congl = Völuberg / Conglomerate

Yb / Ob = Laus vfirborðslag / Overburden

Str. fl. = Straumflögur

MAT 'A Jv

ÚTLIT	LÝSING	TÁKN	EINKUNN
	BEIN. RENNISLÉTT, UM- MERKI HREYF. LEIRSK.	B,R	0,5
	BEIN. SLÉTT.	B,S	1,0
	BEIN. HRUFÓTT EDA 'OREGLULEG.	B,H	1,5
	BYLGJÓTT. RENNISLÉTT, UMMERKI HREYF. LEIRSK	U,R	1,5
	BYLGJÓTT. SLÉTT.	U,S	2,0
	BYLGJÓTT. HRUFÓTT EDA 'OREGLULEG.	U,H	3,0
	ÖSAMFELLD.	0	4,0
			

1. <u>ROCK QUALITY DESIGNATION (RQD)</u>		
A. very poor	0- 25	Note (i) Where RQD is reported or measured as ≤ 10 (including 0) a nominal value of 10 is used to evaluate Q in equation 3. (ii) RQD intervals of 5, i.e. 100, 95, 90, etc. are sufficiently accurate.
B. poor	25- 50	
C. fair	50- 75	
D. good	75- 90	
E. excellent	90-100	
2. <u>JOINT SET NUMBER (J_n)</u>		
A. Massive, no or few joints	0.5-1.0	Note (i) For intersections use $(3.0 \times J_n)$ (ii) For portals use $(2.0 \times J_n)$
B. One joint set	2	
C. One joint set plus random	3	
D. Two joint sets	4	
E. Two joint sets plus random	6	
F. Three joint sets	9	
G. Three joint sets plus random	12	
H. Four or more joint sets, random, heavily jointed, "sugar cube", etc.	15	
J. Crushed rock, earthlike	20	
3. <u>JOINT ROUGHNESS NUMBER (J_r)</u>		
(a) <u>Rock wall contact</u>		Note(i) Add 1.0 if the mean spacing of the relevant joint set is greater than 3 m. (ii) $J_r = 0.5$ can be used for planar slickensided joints having lineations, provided the lineations are favourably orientated.
and (b) <u>Rock wall contact before 10 cms shear</u>		
A. Discontinuous joints	4	
B. Rough or irregular, undulating	3	
C. Smooth, undulating	2	
D. Slickensided, undulating	1.5	
E. Rough or irregular, planar	1.5	
F. Smooth, planar	1.0	
G. Slickensided, planar	0.5	
(c) <u>No rock wall contact when sheared</u>		
H. Zone containing clay minerals thick enough to prevent rock wall contact.	1.0 (nominal)	
J. Sandy, gravelly or crushed zone thick enough to prevent rock wall contact.	1.0 (nominal)	

4. <u>JOINT ALTERATION NUMBER</u>		(J_a)	ϕ_r (approx.).	
(a) <u>Rock wall contact</u>				
A.	Tightly healed, hard, non-softening, impermeable filling	0.75	(-)	Note(i) Values of (ϕ_r) are intended as an approximate guide to the mineralogical properties of the alteration products, if present.
B.	Unaltered joint walls, surface staining only	1.0	(25°-35°)	
C.	Slightly altered joint walls. Non-softening mineral coatings, sandy particles, clay-free disintegrated rock etc.	2.0	(25°-30°)	
D.	Silty-, or sandy-clay coatings, small clay-fraction (non-softening)	3.0	(20°-25°)	
E.	Softening or low friction clay mineral coatings, i.e. kaolinite, mica. Also chlorite, talc, gypsum and graphite etc., and small quantities of swelling clays. (Discontinuous coatings, 1-2 mm or less in thickness).	4.0	(8°-16°)	
(b) <u>Rock wall contact before 10 cms shear</u>				
F.	Sandy particles, clay-free disintegrated rock etc.	4.0	(25°-30°)	
G.	Strongly over-consolidated, non-softening clay mineral fillings (Continuous, < 5mm in thickness).	6.0	(16°-24°)	
H.	Medium or low over-consolidation, softening, clay mineral fillings. (Continuous, < 5mm in thickness)	8.0	(12°-16°)	
J.	Swelling clay fillings, i.e. montmorillonite (Continuous, < 5 mm. in thickness). Value of J_a depends on percent of swelling clay-size particles, and access to water etc.	8.0-12.0	(6°-12°)	
(c) <u>No rock wall contact when sheared</u>				
K. L.	Zones or bands of disintegrated or crushed rock and clay (see G, H, J)	6.0, 8.0	(6°-24°)	
M.		8.0-12.0		
N.	Zones or bands of silty- or sandy clay, small clay fraction (non-softening)	5.0		
O. P.	Thick, continuous zones or bands of clay (see G, H, J).	10.0-13.0	(6°-24°)	
R.		13.0-20.0		
5. <u>JOINT WATER REDUCTION FACTOR</u>		(J_w)	Approx. water pressure (kg/cm ²)	
A.	Dry excavations or minor inflow, i.e. < 5 l/min. locally	1.0	< 1	Note(i) Factors C to F are crude estimates. Increase J_w if drainage measures are installed.
B.	Medium inflow or pressure occasional outwash of joint fillings	0.66	1.0-2.5	
C.	Large inflow or high pressure in competent rock with unfilled joints	0.5	2.5-10.0	(ii) Special problems caused by ice formation are not considered.
D.	Large inflow or high pressure, considerable outwash of joint fillings	0.33	2.5-10.0	
E.	Exceptionally high inflow or water pressure at blasting, decaying with time	0.2-0.1	> 10.0	
F.	Exceptionally high inflow or water pressure continuing without noticeable decay	0.1-0.05	> 10.0	

6. STRESS REDUCTION FACTOR		(SRF)
(a) Weakness zones intersecting or influencing excavation, which may cause loosening of rock mass when tunnel is excavated.		Note(i) Reduce these values of SRF by 25-50% if the relevant shear zones only influence but do not intersect the excavation.
A. Multiple occurrences of weakness zones containing clay or chemically disintegrated rock, very loose surrounding rock (any depth)		10.0
B. Single weakness zones containing clay, or chemically disintegrated rock (depth of excavation ≤ 50 m)		5.0
C. Single weakness zones containing clay, or chemically disintegrated rock (depth of excavation > 50 m)		2.5
D. Multiple shear zones in competent rock (clay free), loose surrounding rock (any depth)		7.5
E. Single shear zones in competent rock (clay free) (depth of excavation ≤ 50 m)		5.0
F. Single shear zones in competent rock (clay free) (depth of excavation > 50 m)		2.5
G. Loose open joints, heavily jointed or "sugar cube" etc. (any depth)		5.0
(b) Competent rock, rock stress problems		
	σ_c/σ_1 σ_1/σ_3	
H. Low stress, near surface	> 200 > 13	2.5
J. Medium stress	200-10 13-0.66	1.0
K. High stress, very tight structure (Usually favourable to stability, may be unfavourable to wall stability)	10-5 0.66-0.33	0.5-2.0
L. Mild rock burst (massive rock)	5-2.5 0.33-0.16	5-10
M. Heavy rock burst (massive rock)	< 2.5 < 0.16	10-20
(c) Squeezing rock; plastic flow of incompetent rock under the influence of high rock pressures.		(ii) For strongly anisotropic stress field (if measured): when $5 \leq \sigma_1/\sigma_3 \leq 10$, reduce σ_c and σ_t to $0.8\sigma_c$ and $0.8\sigma_t$; when $\sigma_1/\sigma_3 > 10$, reduce σ_c and σ_t to $0.6\sigma_c$ and $0.6\sigma_t$; where: σ_c = unconfined compression strength, σ_t = tensile strength (point load) σ_1 and σ_3 = major and minor principal stresses.
N. Mild squeezing rock pressure		5-10
O. Heavy squeezing rock pressure		10-20
(d) Swelling rock; chemical swelling activity depending on presence of water		(iii) Few case records available where depth of crown below surface is less than span width. Suggest SRF increase from 2.5 to 5 for such cases (see H).
P. Mild swelling rock pressure		5-10
R. Heavy swelling rock pressure		10-15

