



ORKUSTOFNUN  
Vatnsorkudeild

**SKILAGREIN**

**SÓMASTAÐAGERÐI, Reyðarfirði  
Berggrunnskönnun og berggæðamat**

Andrés I. Guðmundsson

OS82097/VOD42 B

Október 1982



**ORKUSTOFNUN**  
GRENSÁSVEGI 9, 108 REYKJAVÍK

## SKILAGREIN

### **SÓMASTADAGERÐI, Reyðarfirði Berggrunnskönnun og berggæðamat**

Andrés I. Guðmundsson

OS82097/VOD42 B

Október 1982

EFNISYFIRLIT

INNGANGUR .....	3
BERGGRUNNUR .....	4
JARÐGRUNNUR .....	5
UM BERGGÆÐAMATSKERFIÐ .....	6
BERGGÆÐAMAT .....	7
HELSTU NIÐURSTÖÐUR .....	9
HEIMILDASKRÁ .....	10
TAFLA 1: Tölugildi úr berggæðamati .....	8

MYNDIR

1 Yfirborðskort .....	11
2 Borholusnið .....	12
3 Borholusnið .....	13
4 Berggrunnskort .....	14

## INNGANGUR

Dagana 7. - 11. september 1982 var berggrunnur á fyrirhuguðu byggingarsvæði kísilmálmverksmiðju í landi Sómastaðagerðis við Reyðarfjörð kannaður á vegum Orkustofnunar fyrir Kísilmálmvinnsluna hf.

Boraðar voru sex grunnar kjarnaholur, ein rúmlega 15 m djúp en hinar 10-11 m djúpar. Kjarna var lýst og hann greindur jafnhliða borun, en síðar var kjarninn einnig sprungugreindur og reynt að meta eiginleika bergsins með tilliti til mannvirkjagerðar svo sem kostur var á.

Á yfirborði athugunarsvæðisins eru jökulsorfin klapparholt, melkollar og móa- og mýrardrög sem mörg hafa verið ræst fram og ræktuð sem tún. Kort á mynd 1 sýnir helstu drætti þessarar yfirborðsmyndar. Þar er einnig sýnd staðsetning kjarnaholanna og niðurstöður könnunar á þykkt lausra jarðlaga með cobraborun sem áður hefur farið fram (Ágúst Guðmundsson 1981).

### Niðurstöður kjarnaborunar

Holur RK-1, RK-3, RK-7 og RK-9 voru boraðar á hornum fyrirhugaðs ofnhússgrunns skv. yfirlitsuppdrætti AV (sjá staðsetn. á mynd 1). Kjarni úr þeim er að meginhluta mjög heillegur og þétt póleiítbasalt (sjá borholusnið og kjarnalýsingar á myndum 2 og 3), sömu gerðar og sjá má í nálægum klapparholtum. Þykkt þessa lags var könnuð í holu RK-9 og reyndist það þar vera 14,5 m þykkt og undir því rauður sandsteinn á rúml. 15 m dýpi. Kjarninn úr holu RK-7 er til skiptis úr framangreindu póleiítbasalti og svörtum sandsteini sem er vel þéttur og heillegur, harður og stökkur, túfflegur á köflum (sjá mynd 3). Mót sandsteins og basalts eru bæði um slétta og beina stuðlunarsprungufleti basaltsins (nærri lóðrétta) og mjög óreglulega og "tennta" brotflæti í basaltinu sem þá einkennist af mörgum grónum brotum og er breksíulegt. Sandsteinn þessi er líkast til gjóska að uppruna og er hér túlkaður sem fylling í forna sprungu, misgengi eða gjá í basaltinu, þar sem basaltið er að öðru leyti mjög heillegur í hinum holunum þrem og nálægum klapparholtum. Um útbreiðslu og umfang þessarar "fyllingar" eru engar frekari upplýsingar, en sé sú túlkun nærri lagi má benda á að fornar sprungur í berggrunni svæðisins hafa flestar N-NV-læga stefnu (Ágúst Guðmundsson 1981) og að sprungur og gjár í nútíma-

hraunum eru sjaldnast meira en örfáir metrar á breidd. Vert er þó að geta þess að við mannvirkjagerð hér á landi hafa komið í ljós mun útbreiddari óreglur í hraunlögum, t.d. gervigíga-gjallhaugar og sandfyllingar í skvompur og hella, sbr. stíflugerð við Hrauneyjafoss.

Holur RK-10 og RK-11 voru boraðar á öðru hugsanlegu verksmiðjustæði nokkru vestar og nær sjó (sjá mynd 1), upp af fyrirhuguðum hafnarmannvirkjum. Kjarni úr þeim er einnig úr mjög heillegu og þéttu þóleiítbasalti að mestu leyti (sjá lýsingu á mynd 3). Í holu RK-10 nær basaltið niður á a.m.k. 10,4 m dýpi en í RK-11 niður á 9,6 m dýpi þar sem við tekur rauðleitur gjallkargi og nær niður á a.m.k. 11,2 m dýpi.

#### BERGGRUNNUR

Umhverfis Reyðarfjörð hallar jarðlögum víðast til VSV og við sjávarmál er hallinn gjarnan 6-8° (G.P.L. Walker 1959, 1960). Með það í huga og borholusniðin ásamt staðsetningu borholanna er eftirfarandi mynd af skipan jarðlaga í berggrunni athugunarsvæðisins talin líkleg (sjá myndir 1 & 4).

Basalthraunlögin eru líklega tvö, þó svo þau séu mjög lík að allri gerð. Annað (hið efra) kemur fram í holum RK-10 og RK-11 og í klapparholtum þar, en hitt (hið neðra) í hinum borholunum og klöppum þar umhverfis (sjá mynd 1). Á milli þeirra ætti (lagmóta) gjallkarginn í botni holu RK-11 skv. jarðlagahalla að ná yfirborði berggrunnsins undir móa- og mýrardrögum sem liggja í slakka upp eftir miðju svæðinu (mynd 1). Rauði sandsteinninn sem er undir neðra (og eystra) hraunlaginu nær (skv. jarðlagahalla) líklega ekki yfirborði fyrr en undir múnum um eða austan við Hólshúslæk. Berggrunnskort á mynd 4 sýnir þetta í stórum dráttum. Það er dregið upp með hliðsjón af legu klapparholta og síðan fyllt inn í þá mynd með því að framlengja jarðlagamót í borholunum upp á yfirborð skv. 8° jarðlagahalla til VSV og áætla legu lagmótanna í landslaginu með striklínuaðferð. Þversnið A-B á mynd 4 er gert með álíka hætti, en notaður 6° halli þar sem sniðstefnan er til SV en hallastefnan til VSV.

Það sem helst gæti breytt þessari mynd af berggrunni svæðisins væri misgengi á milli borhola RK-11 og RK-7. Ágúst Guðmundsson (1981) teiknaði upp sprungur í berggrunninum skv. loftmynd og nær ein þeirra niður undir holu RK-7 (er það e.t.v. sú fyllta sem fram kemur í kjarnanum?). Hinsvegar var í fljótu bragði ekki hægt að sjá neinar misgengismisfellur í hamrabeltum fjallshlíðarinnar ofan við Sómastaðagerði. Jarðlög virtust þar öll mjög regluleg og óhöggud. G.P.L. Walker (1959) getur heldur engra misgengja á svæðinu á korti sínu.

Þykkt jarðlaga má áætla gróflega út frá þversniðinu á mynd 4. Efra hraunlagið er a.m.k. 10-15 m þykkt, gjallkarginn a.m.k. 1,5 m (2-5 m er algeng kargabykkt), neðra hraunlagið mest 20-25 m þykkt en rauða sandsteinslagið er tæplega hægt að meta. Svo sem fyrr greinir er svart sandsteinninn í holu RK-7, "sprungufyllingin", hér talin frekar staðbundin myndun og ekki gerlegt að meta umfang hans frekar en svo sem fram er komið.

#### JARÐGRUNNUR

Laus jarðlög ofan á berggrunninum eru aðallega móa- og mýrarjarðvegur sem virðist liggja í aflöngum drögum og sundum á milli raða af klapparholtum og melum með stefnu aðeins A við N. Skv. mynd 4 virðist stefna lagmóta í yfirborði berggrunns vera nærri sú sama og líklegt að móa- og mýrasundin liggi gjarnan yfir lagmótunum en miðbik hraunlaganna standi upp úr sem klapparholt. Dýpi á fast í þessum sundum reyndist gjarnan vera 2-5 m (Ágúst Guðmundsson 1981) en heldur minna (1-3 m) í mounum meðfram Hólshúslæk og upp af Mjóeyri (sjá cobraholur á mynd 1). Önnur laus jarðlög á svæðinu eru helst lítilsháttar ármöl við lækinn og sjávarmöl og sandur í fjörunni og Mjóeyrinni.

## BERGGÆÐAMATSKERFIÐ

Borkjarnarnir voru sprungugreindir skv. kerfi sem notað er á Orkustofnun við virkjunarrannsóknir til þess að reyna að meta eiginleika og gæði gergsins til mannvirkjagerðar. Greiningin felst í því að meta fjölda sprungna, stefnu og lögun þeirra, áferð sprunguflata og magn og gerð sprungufyllinga í berginu út frá sprungum í kjarnanum. Gefnar eru einkunnir í tölum sem síðan eru settar inn í jöfnur ásamt fleiri þáttum og þannig reiknuð talan (einkunnin) "Q" sem kalla má "berggæði". Talan Q er fall eftirfarandi sex þátta:

- RQD (rock quality designation): Hlutfall samanlagðrar lengdar kjarnabúta  $\geq 10$  cm af viðkomandi bili borholunnar (þ.e. í raun = fjöldi sprungna).
- Jn (joint set number): Fjöldi sprungukerfa.
- Jr (joint roughness number): Lögun og áferð sprunguflata.
- Ja (joint alteration number): Gerð og þykkt sprungufyllinga.
- Jw (joint water reduction factor): Vatnsþrýstingsáhrif á sprungur og berg.
- SRF (stress reduction factor): Spennuástand í berginu.

Og jafnan er síðan svona:  $Q = \left(\frac{RQD}{Jn}\right) \times \left(\frac{Jr}{Ja}\right) \times \left(\frac{Jw}{SRF}\right)$

En þá ber að geta þess að í raun heitir talan Q fullu nafni "index for the determination of the tunneling quality of a rockmass". Berggæðamatskerfi þetta er því hannað með tilliti til jarðgangagerðar og talan Q notuð til að bera saman berggerðir og jarðlög og áætla styrkingarþörf í jarðgöngum í viðkomandi bergi. Einnig er rétt að benda á að kerfið er erlent að uppruna og að enn hefur notagildi þess ekki verið reynt að fullu við þær jarðfræðilegu aðstæður sem algengastar eru á Íslandi og nokkuð frábrugðnar aðstæðum víðast erlendis. Nú þegar er þó vinna við aðlögun kerfisins að íslenskum aðstæðum orðin allnokkur og frekari stöðlun mun væntanlega fara fram á næstu árum samfara aukinni jarðgangagerð vegna virkjanafrankvæmda.

BERGGÆÐAMAT

En þrátt fyrir að kerfið sé hannað sem tæki til mats á gæðum bergs til jarðgangagerðar gefa vissir þættir þess vísbendingu um eiginleika bergs sem ætlað er til annars konar nota. Höfundur kerfisins (Barton o.fl. 1974) gefa eftirfarandi til kynna:

"Svo virðist sem líta megi á Q-töluna ("the rock tunneling quality Q") sem fall af einungis þrem þáttum sem eru þá gróft mat á eftirfarandi eiginleikum bergsins:

1. Stærð eininga í berginu (block size), þ.e.  $\left(\frac{ROD}{J_n}\right)$
2. Skerstyrk milli eininganna (inter-block strength), þ.e.  $\left(\frac{J_r}{J_a}\right)$
3. Virkum spennum í berginu (active stress), þ.e.  $\left(\frac{J_w}{SRF}\right)$ ".

Þátturinn  $\left(\frac{ROD}{J_n}\right)$  getur fengið gildi frá  $\frac{10}{20}$  til  $\frac{100}{0,5}$  skv. einkunnakvarða Q-kerfisins og um hann segja höfundarnir enn fremur:

"Sé tölugildi þáttarins túlkað í sentimetrum virðast minnstu og stærstu gildi á "einingastærð" bergsins, þ.e. 0,5 - 200 cm (þvermál), vera grófar en sámilega raunsæar nálganir. Stærstu einingar ("blokkir") eru þó væntanlega mörgum sinnum stærri og þær minnstu meir en helmingi minni en þessi stærð (þ.e.  $\left(\frac{ROD}{J_n}\right)$  í cm)".

Ein vandkvæði í notkun Q-kerfisins hér á landi hafa verið hvernig meta skuli  $J_n$ , fjölda sprungukerfa, í stuðluðum hraunlögum. Yfirleitt hefur verið notuð einkunn 9 (þ.e. þrjú sprungukerfi, sbr. tilhneigingu til sexstrendra stuðla) en margt bendir til að einkunnirnar 3 og 2 séu nær lagi (þ.e. eitt sprungukerfi með eða án tilviljunarkenndra sprungna). Í töflu 1 er þátturinn  $\left(\frac{ROD}{J_n}\right)$  úr Q-greiningu kjarnanna frá Sómastaðagerði til samanburðar reiknaður á þrennan hátt skv. þessum mismunandi  $J_n$  einkunnum.

Þáttinn  $\left(\frac{J_r}{J_a}\right)$  má einnig nota sem gróft mat, þar sem  $\tan^{-1} \left(\frac{J_r}{J_a}\right)$  virðist skv. reynslu höfunda Q-kerfisins vera sámileg nálgun á skerstyrkleika milli eininga bergsins mældum á viðnámshorni (friction angle). Í töflu 1 er þessi þáttur ( $\tan^{-1} \left(\frac{J_r}{J_a}\right)$ ) reiknaður á tvennan hátt eftir mismunandi mati á  $J_a$  (þ.e. mism. mat á magni leirsteinda á sprunguflötum, einkunn 2 eða 3).



TAFLA 1 Tölugildi úr berggæðamati

Jarðlag Berggerð Borholur	RQD (%) Meðaltal	$\left(\frac{RQD}{J_n}\right)$ = stærð eininga í cm(þvermál)			Jr Meðaltal	$\tan^{-1}\left(\frac{J_r}{J_a}\right)$ gráður	
		Jn= 9	Jn=3	Jn=2		Ja=2	Ja=3
Efra hraunlag Basalt RK-10 og RK-11	89	10	30	45	2,22	48	36
Neðra hraunlag Basalt RK-1, RK-3, RK-7, RK-9	97	11	32	49	2,28	49	37

Í töflu 1 eru helstu tölulegar niðurstöður berggæðamats á kjörnunum frá Sómastaðagerði sem að gagni koma og útreikningar á þáttunum  $\left(\frac{RQD}{J_n}\right)$  og  $\tan^{-1}\left(\frac{J_r}{J_a}\right)$ . Fleira má þó einnig tína til um eiginleika bergsins og taka með í reikninginn þegar þessar tölur eru hugleiddar:

Bæði eru hraunlögin milli- til stórstuðluð að mestu leyti, algengt þvermál stuðla 1/2 - 1 1/2 m. Reikna má með að við vinnslu brotni meginhluti hraunlaganna í stykki sem samsvara þvermáli stuðlanna að stærð. Tölulega matið á einingastærð bergsins skv.  $\left(\frac{RQD}{J_n}\right)$  virðist því raunhæft ef  $J_n$  einkunnin er 2 (stærð eininga 1/2 m), sérstaklega þegar tekið er með í reikninginn að lögin er bæði nokkuð straumflögótt á köflum og líklegt að stuðlarnir brotni nokkuð um þá veikleikafleti í hellulaga stykki við vinnslu.

"Sprungufyllingar"-sandsteinninn í holu RK-7 er það stökkur að hann brotnar væntanlega í mun smærri einingar við vinnslu. Þó er einnig líklegt að eiginleikar hraunlagsins í heild sem undirstöðu breytist lítið þrátt fyrir sandsteininn þar sem hann er mjög harður. Gjallkarginn brotnaði einnig mjög við borun og meðhöndlun en virtist heillegur "in situ" eins og sandsteinninn og líkast til einnig ágætis undirstaða undir mannvirki.

Skerstyrkur milli "blokka" eða eininga bergsins (stuðla) skv. þáttinum  $\tan^{-1}\left(\frac{J_r}{J_a}\right)$  reiknast vera 35-50° mældur í viðnámshorni. Meginhluti sprungna í berginu er þó líkast til í svo til lóðréttum og láréttum kerfum (stuðl-

unarsprungur og straumflögum). Það ætti því að standa mun betur en þessi áætlun gefur til kynna. Líklega er helst hætt á að heilir stuólar falli úr gryfjuveggjum ef gryfjur í basaltið standa lengi opnar, einkum austurveggjum vegna jarðlagahallans.

Því má svo hér að lokum bæta við um jarðvatnsaðstæður við Sómastaðagerði að jarðvatn í borholunum stóð alltaf u.þ.b. við yfirborð hraunlaganna eða ofar (sbr. myndir 2 og 3), þannig að þau virðast vera svo til algerlega þétt, lekt engin.

#### HELSTU NIÐURSTÖÐUR

Berggrunnur á áætlðu byggingarsvæði við Sómastaðagerði er að mestu gerður úr tveim þéttum og heillegum basalhraunlögum sem hallar nokkuð til VSV.

Berggæðamat gefur til kynna að bergið í þeim sé gott með tilliti til mannvirkjagerðar og ekki fyrirsjáanleg nein vandræði í sambandi við stæðni við gröft eða burð við fergingu.

HEIMILDASKRÁ

Ágúst Guðmundsson 1981: Reyðarfjörður. Könnun á stóriðjusvæði við Sómastaðagerði. Orkustofnun, greinargerð Ág.G. 81/03, 6 s.

Barton, N., Lien, R. & Lunde, J. 1974: Analysis of rock mass quality and support practice in tunnelling. NGI (Norwegian Geotechnical Inst.). Rep. 54206, 74 bls.

Barton, N., Lien, R. & Lunde, J. 1974: Engineering classification of rock masses for the design of tunnel support. Rock Mechanics, 6, 189-236.

Hock, E. & Brown, E.T. 1980: Underground Excavations in Rock. Institution of Mining and Metallurgy. London, 527 bls.

Walker, G.P.L. 1959: Geology of the Reyðarfjörður Area, Eastern Iceland. Quart. J. Geol. Soc. London, 114, 367-393.

Walker, G.P.L. 1960: Zeolite zones and dike distribution in relation to the structure of the basalts of Eastern Iceland. Journ. Geol., 68, 515-528.

**SKÝRINGAR:**

- KLAPPAR HOLT**
-  EFRA HRAUNLAG
  -  NEDRA HRAUNLAG
  -  ÖNNUR HRAUNLÖG

-  MINNA EN ~ 1/2 m DÝPI Á KLÖPP (MALKOLLAR OG SKV. MÆLINGUM)
-  REKTUD TÚN

-  **KJARNABORHOLA**  
DÝPI Á FAST

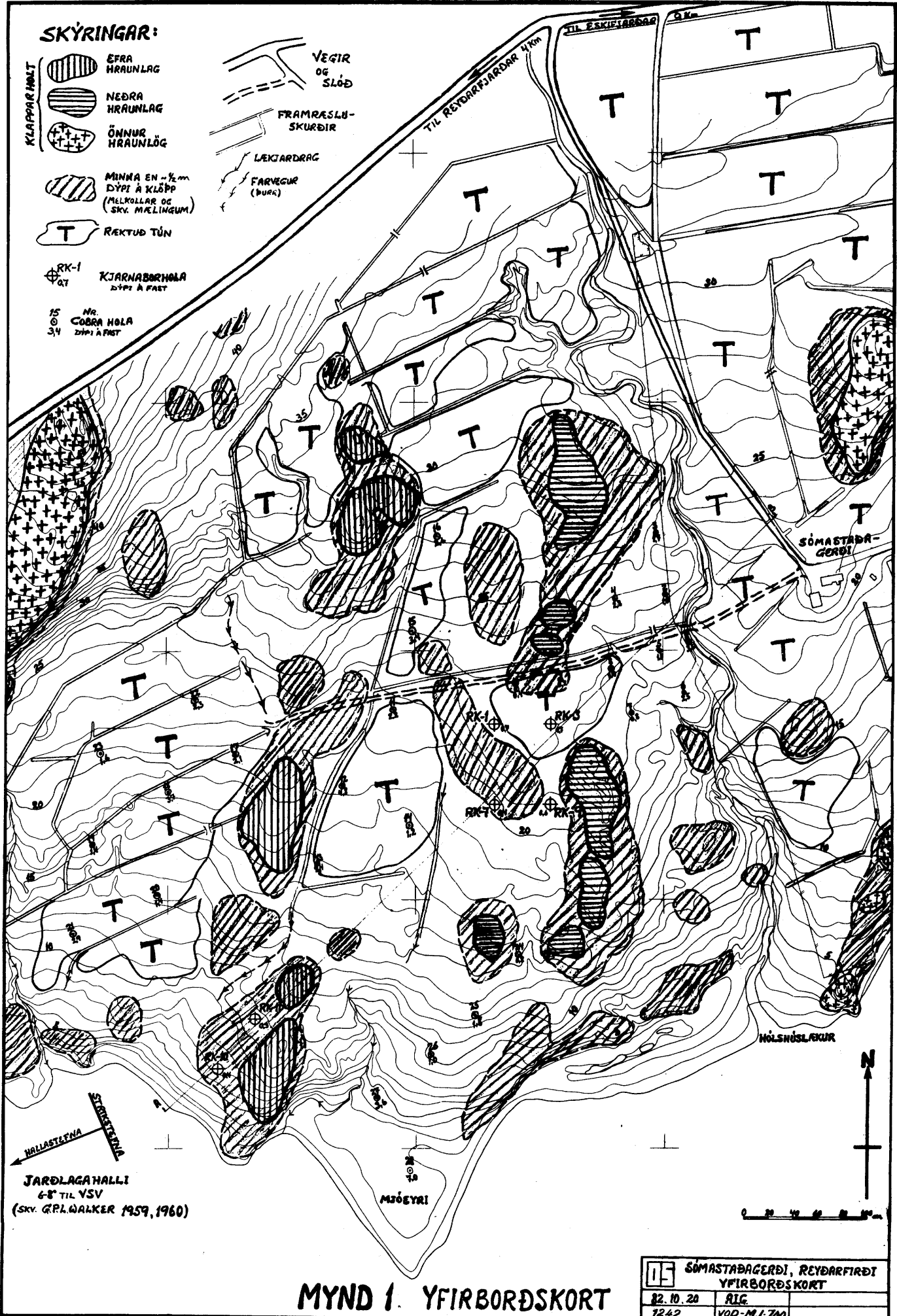
15 Nr. COBRA HOLA  
34 DÝPI Á FAST

VEGIR OG SLOÐ

FRAMRÆSLI-SKURÐIR

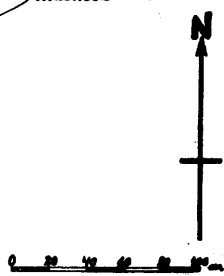
LEKJARDRAG

FARVEGUR (BURK)



← HALLASTEYNA  
← SÖMASTEYNA

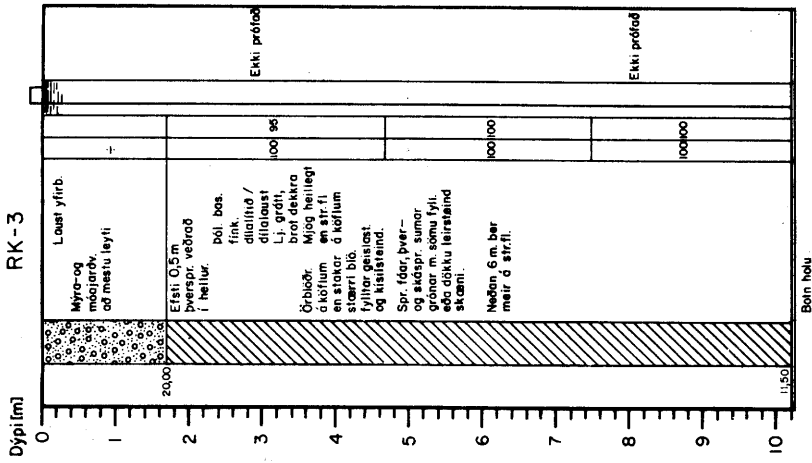
**JARÐLAGAHALLI**  
6-8 TIL VSV  
(SKV. G.P.I. WALKER 1959, 1960)



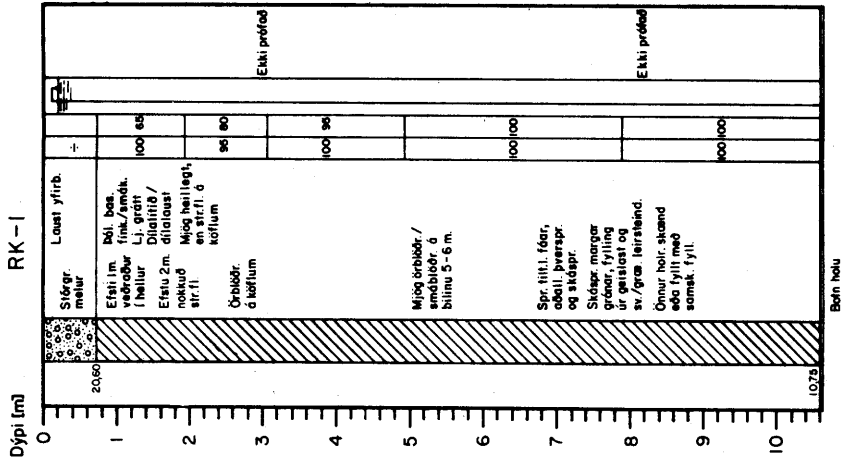
**MYND 1. YFIRBORÐSKORT**

15	SÖMASTADAGERÐI, REYÐARFIRÐI	
	YFIRBORÐSKORT	
	22. 10. 20	RIG
	1242	VOD-M.J. 700

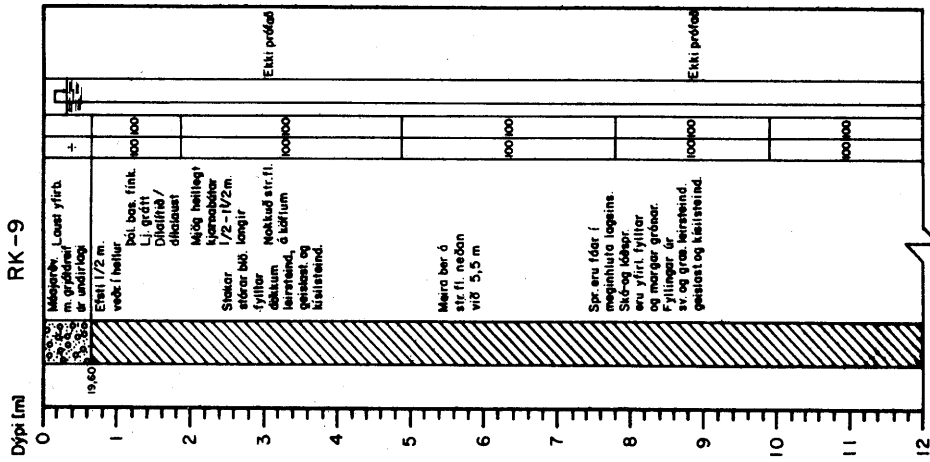
HÆÐ Eirvöðion	GREINING CLASSIFICATION	Korn/Corr %	RÖÐ	JVB GWT	LEKT PERME- ABILITY LU
------------------	----------------------------	-------------	-----	------------	---------------------------------



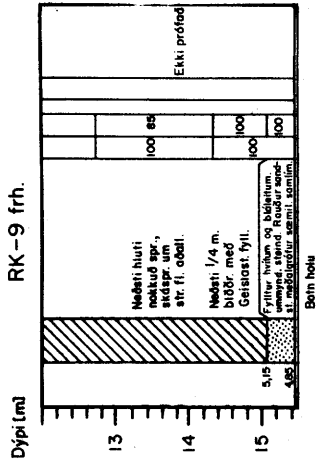
HÆÐ Eirvöðion	GREINING CLASSIFICATION	Korn/Corr %	RÖÐ	JVB GWT	LEKT PERME- ABILITY LU
------------------	----------------------------	-------------	-----	------------	---------------------------------



HÆÐ Eirvöðion	GREINING CLASSIFICATION	Korn/Corr %	RÖÐ	JVB GWT	LEKT PERME- ABILITY LU
------------------	----------------------------	-------------	-----	------------	---------------------------------



HÆÐ Eirvöðion	GREINING CLASSIFICATION	Korn/Corr %	RÖÐ	JVB GWT	LEKT PERME- ABILITY LU
------------------	----------------------------	-------------	-----	------------	---------------------------------

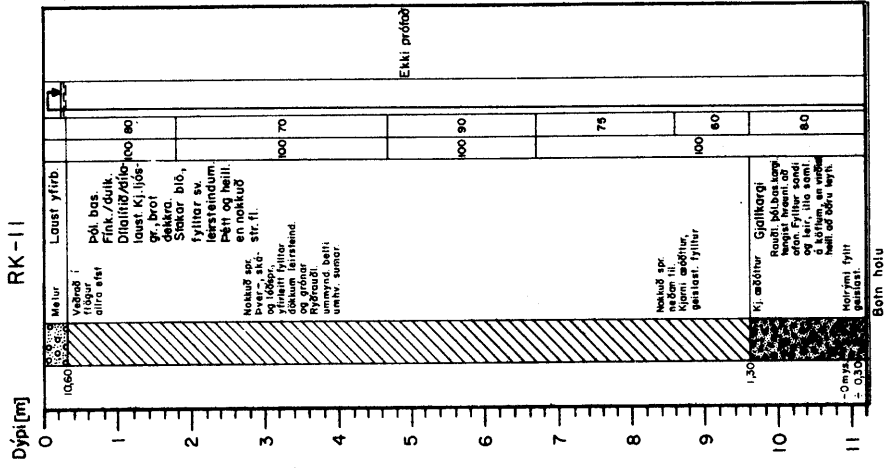


MYND 2

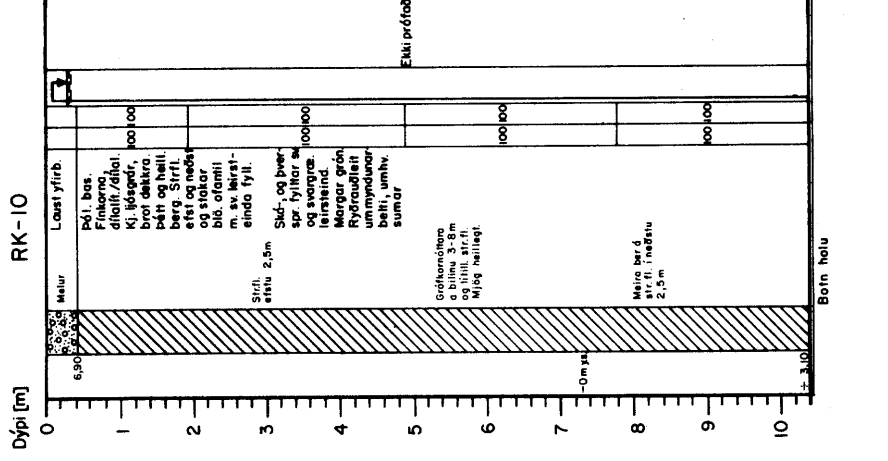
Reyðarfjörður  
Borholusnið

VD-4J-700-AIG  
02.10.1238 SLA

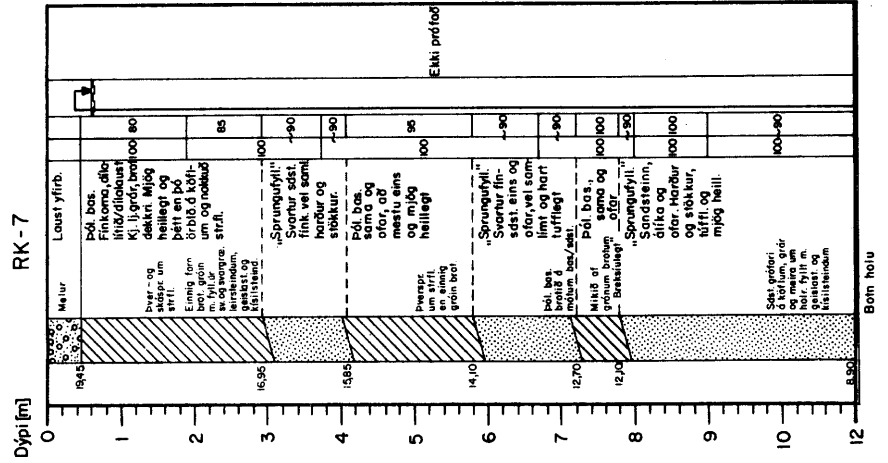
HÉÐ	Elevation	GREINING	CLASSIFICATION	Kjarni/Conc%	ROD	JVB	PERME-	LEKT
							ABILITY	LU



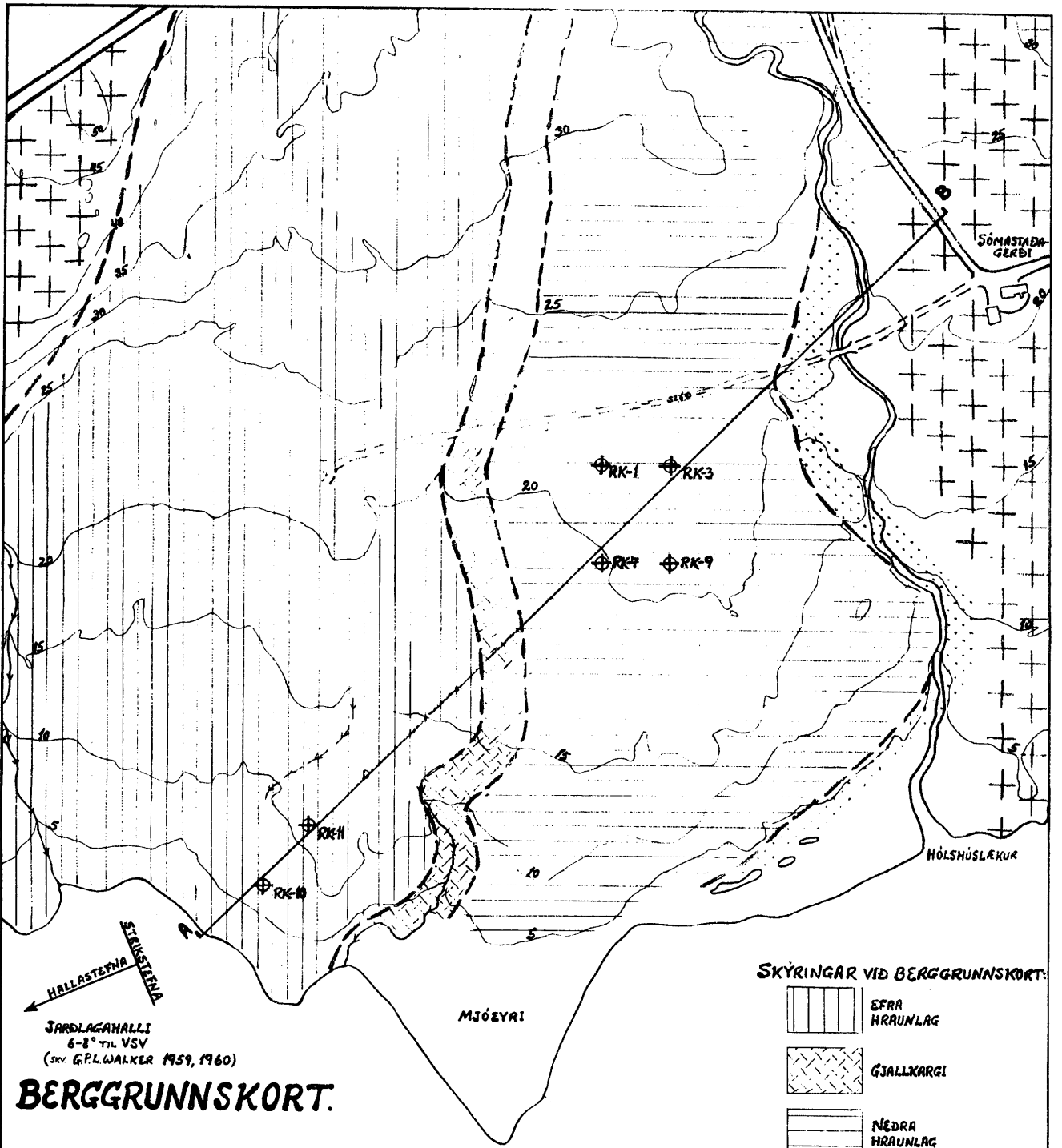
HÉÐ	Elevation	GREINING	CLASSIFICATION	Kjarni/Conc%	ROD	JVB	PERME-	LEKT
							ABILITY	LU



HÉÐ	Elevation	GREINING	CLASSIFICATION	Kjarni/Conc%	ROD	JVB	PERME-	LEKT
							ABILITY	LU



- SKÝRINGAR:
- Laust yfirborðslag
  - Póleitt basalt
  - Gjallargi
  - Setlag; sandsteinn
  - Lagmát
  - Mót lagsetninga



# BERGGRUNNSKORT.

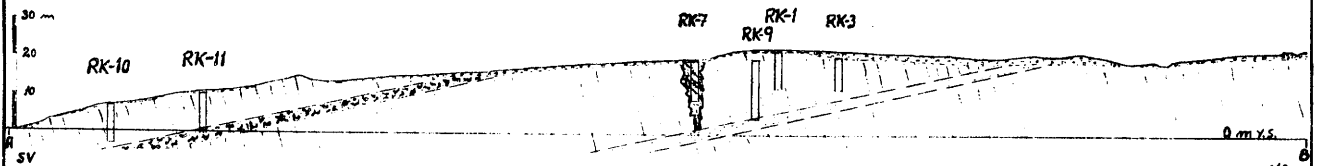
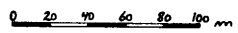
## SNID A-B.

- SKÝRINGAR:
- HRAUNLÖG
  - GJALLKARGI
  - SANDSTEINN
  - LAUS JARÐLÖG
  - LAGMÓT

## SKÝRINGAR VÍÐ BERGGRUNNSKORT:

- EÐRA HRAUNLAG
- GJALLKARGI
- NEDRA HRAUNLAG
- SANDSTEINN
- ÖNNUR HRAUNLÖG
- ÁETLUB LAGMÓT

RK-1 KJARNABORHOLA.



MYND 4

11	SÖMSTADAGERÐI, REYÐARF.
82 10 20	BERGGRUNNSKORT
1225	100-AJ-700