

GREININGAR Á LEIRMÍNERÖLUM OG ZEOLÍTUM  
FRÁ HOLU 5 Á NESJAVÖLLUM.

eftir

Hrefnu Kristmannsdóttir

Greiningar á leirmineralum og zeolítum frá holu 6 á Nesjavöllum.

### Langangur.

Í eftirfarandi yfirliti eru niðurstöður greininga á myndbreytingarmíneralum í borsvarfi frá borholu nr. 6 á Nesjavöllum, sem boruð var 22.8. - 10.10. '73. Verða þessar niðurstöður ásamt nánari úrvinnslu birtar í skýrslu síðar er úrvinnsla á öðrum gögnum frá boruninni verður lokið. Framgreiningum á myndbreytingarmíneralum var lokið fyrir allöngu síðan. Skýrsla um Nesjavallaborunina verður ekki gefin út fyrr en í haust, svo rétt þykir að gefa þessar niðurstöður út sem framvinduskýrslu.

Unnið er að nánari greiningum á sumum mineralanna og eftir er að tengja niðurstöður hennar öðrum athugunum og mælingum.

### Niðurstöður greininga.

Á mynd nr. 1 er sýnt einfaldað jarðlagasnið (eftir Jens Tómasson) áætlaður berghitaferill og dreifing myndbreytingarmínerala. Er myndin byggð á smásjárathugunum Jens Tómassonar og talningum sem Svanur Pálsson hefur gert.

#### 1. Zeolít, kalsít og kvarz.

Kalsít finnst í öllu sniðinu í mismiklu magni. Kvarz finnst dreift frá 280 m. og samfellt frá 1000 m. Það er í mestu magni neðstu 200 m. Zeolít finnst allt niður á 1000 m d. Á myndinni er ekki skilið á milli zeolítagerða, en á mynd 2 er sýnt yfirlit yfir zeolítaákvæðanir.

Analísfa finnst dreift í öllu sniðinu. Það er oft tvíbrjóttandi og með hærri ljósbrot en venjulegt analísfa, en greinist analísfa eftir röntgenfilma. Ekkert þessara mínerala greinist sem wairakít með röntgen, en nokkrar filmur

sýna sum einkenni wairakíts. Þar sem wairakít og analsím mynda ekki blandröð, er líklegast að um analsím(non-cubic.) (Coombs, 1955) sé að ræða og væri fróðlegt að athuga kristalstrúktur þessa mýnerals, en til þess finnst ekki tæki hér á landi. Upptökur voru gerðar af einni prufu af mýneralínu á Guiniermyndavél og sýndu þar að ekki gat verið um wairakít að ræða.

## 2. Leirmýneröl.

Magn leirmýnerala er sýnt, miðað við dýpi á mynd 1. Á mynd 3 eru gerðir lagsilikata, sem fundist hafa í svarfinu, flokkaðar eftir basalrefleks  $d(001)$  og þeim breytingum, sem hann tekur við glycolmettun og hitun. Í töflu 1 eru sýndir refleksar helstu gerða leirmýneralanna frá upptökum af óreteruðum prufum. Dreifing leirmýneralgerða með dýpi er sýnd á mynd 1. Bent skal á að í skýrslunni er notað orðið montmorillonítmýneröl um mýneröl af smektítflokknum þ.e. mýneröl sem svella við glycolmettun til 16-18 Å og brotna niður í 10 Å strúktúr við hitun við 550°C. Er þetta gert vegna þess að montmorillonít er orð sem skilst af fleirum en smektít, sem nú er viðurkennt sem nafn yfir allan flokkinn.

Nokkuð er um leirmýneröl, þegar í móberginu á 50 m d. Er þar montmorillonít. Montmorillonítmýnerölin eru gulbrún til gránleit og oftast nokkuð pleokroísk, kristalla í þrálaga kornum, sem vaxa í fjaður til stjörnulaga þyrpingum. Mýnerölin hafa hátt til meðalhátt tvíbrott. Sum staðar sjást í sömu prufu tvær gerðir montmorillonítmýnerala (munur á tvíbrotti og litarmunur). Sjaldnast kemur þessi munur fram í röntgengreiningum. Á 100 m d. er sams konar montmorillonít (sjá töflu 1 og 2), og í túffinu á 125 m d.

er orðið talsvert mikið um það. Á bilinu 125-300 m d. er frekar lítið um leirsmínaröl, en magn þeirra eykst neðan 300 m d. einkum í móbergslögunum. Montmorillonít er nær eina leirsmínaralgerðin, sem finnst í berginu niður á ca. 450 m. Vottur af blandlagsmínarölum sést frá ca. 310 m d., en frá 400 m d. eru þau meira áberandi. Blandlagsmínarölin eru flest gulleit að lit, ópleokroísk og með lágt tvíbrott. Oft eru þau mjög óregluleg og illmögulegt að greina þau nákvæmlega. Tvær nokkuð vel afmarkaðar gerðir finnast þó, hvor í einni prufu. (mynd 3 og 2). Hvergi í sniðinu eru blandlagsmínarölin aðalleirsmínaröl heldur finnst í sumum prufum í minna magni ásamt montmorilloníti. Á bilinu 900-1000 m d. hverfur montmorillonítið að mestu og klórít verður aðalleirsmínaral. Klórítið er daufrænt til gulleitt og nær ópleokroískt með lágt tvíbrott. Það er normalt klórít (með  $d(001)/d(002) = 0,5-0,9$ ), ósvellandi og hita-mótstætt. Svellandi klórít finnst einstöku sinnum ásamt klórítinu. Klórít er einrátt af leirsmínarölum niður fyrir 1500 m d. en í prufu frá 1250 m d. finnst þó eingöngu montmorillonít, en í prufu frá 1255 m d. er klórít aftur eina leirsmínaralíð. Neðan 1500 m d. kemur annað montmorillonítbælti. Er montmorillonít þar aðalleirsmínaral og aðeins í einni prufu er nokkuð af venjulegu klórítí með. Í fáeinum prufum finnst ásamt montmorillonítinu svellandi, lítið hita-mótstætt, þríoktaðrískt lagslíkat, sem hugsanlega er klórít eða millistig á milli klórítis og montmorilloníts. Í einni prufu ofar, á 1300 m d. fannst same konar mínaral ásamt klórítí. Engar þunnsneiðar eru enn (10/1'72) til frá prufum með þessu mínaralí, svo ekki er vitað hvernig optískir eiginleikar þess eru. Röntgenfílkur af leirsmínarölum frá þessu dýpi sýna braut, sem bendir til blöndu af montmorilloníti og klórítí.

Neðra montmorillonít bæltið byrjar á svipuðu dýpi og þykku dolerít innskotalöggin, sem eru mjög lítið myndbreytt. Inn á milli þeirra eru basaltlög, sem eru talsvert mikið myndbreytt. eru þar prufur, sem hafa mest af leirsmínarölum

úr eða nálægt slíkum "myndbreytingarrennum". Í sjálfu dólerítinu er mjög lítið um myndbreytingar míneröl og þá aðeins vott af montmorilloníti.

Frá töflu 1 sést að "montmorillonít míneralið" er þríoktaeðriskt. Við samanburð á öðrum h k reflexum við röntgenrefleksa montmorillonít mínerala sést að þeir hafa gildi sem liggja mjög nálægt gildum refleksa járnríks saponíts (griffitit, lebergit). Ljósseiginleikar benda til þess að míneralið sé járnríkt. Millilagsjónar virðast vera aðallega Ca.

Klórítið er einnig þríoktaeðriskt eins og klórít er venjulega. Ósvellandi klórítið er mjög sennilega járnríkt miðað við hlutfallslegan styrkleika basalrefleksa d(001) / d(002) og d(003) / d(004). Svellandi klórítið finnst aldrei eitt sér, en í þrífum með báðum klórítgerðunum breytist hlutfallslegur styrkleikur basalrefleksa. Kemur þetta heim við brautir svellandi klóríts frá Reykjanesi, sem hafði svipaðan hlutfallslegan styrkleika basalrefleksa og vermikulít. Þar sem blandlagsmínerölin finnst ásamt montmorilloníti koma fram aukarefleksar í óorienteruðum þrífum tilsvarendi klórítkenndum strúktúrum.

#### Yfirlit.

Zeolít finnst lengra niður og við mun hærrá áætlaðan berg-hita en algengt er á öðrum jarðhitasvæðum. Engin zeolít finnst hins vegar í efstu 200 m.

Zeolítin sýna enga reglubundna sónuskiptingu fremur en í zeolítabeltinu á Reykjanesi. Einnig hér fellur sú sóna þar sem zeolít finnst saman við montmorillonítbeltið.

Leirmínerölin, sem myndast, eru járnríkt saponít og klórít, svellandi og járnríkt ósvellandi og auk þess óreglulegir

blandlagsstrúktúrur í litlu magni.

Þetta er í stórum dráttum svipuð mynd og fékkst fram við athugun leirminerala á Reykjanesi. Nákvæm staðsetning leirmineralanna er ekki þekkt og gæti verið talsverður munur á samsetningu þeirra þótt þau greinist í sama aðalflokk. Á Nesjavöllum er það hitastig sem montmorillonít hverfur á og klórít myndast við nokkru hærri og þar er ekki eins áberandi millisóna með blandlagsmínarölum og mun minna er um og færri gerðir af svellandi klóríti.

Á Reykjanesi var talið að tíðar breytingar á jarðhitasvæðinu vegna jarðskjálfta og eftirfarandi innrásar kalds sjávar ættu þátt í mikilli útbreiðslu "metastabílla" myndbreytingarmínerala.

Í holu 5 á Nesjavöllum falla efri mörk klórítisónunnar saman við vatnsæð 280°C hátt. Við samanburð á rannsóknum frá Liveragerði (G.E.S.)<sup>1962</sup> þar sem aðstaður eru líkar og á Nesjavöllum virðist ljóst að við langa útekolum úr berginu ætti klórít að hafa myndast við a.m.k. 30-40°C lægra hitastig. Einnig er ofar í holu 5 á Nesjavöllum í montmorillonítbeltinu áberandi að í vissum sönum hefur átt sér stað mikil myndbreyting og mun minni á milli. Virðist áhrif lárétts (eða nær lárétts) streymis heits vatns vera áberandi á þessu svæði. Í neðra montmorillonítbeltinu eru einnig áberandi rennur með mikilli myndbreytingu, en þar er augljóst að myndbreytingin á að miklu leyti röt sína að rekja til ganganna sjálfra.

Við innbyrðis samanburð á leirmineralamyndun á þeim háhitasvæðum sem athuguð hafa verið til þessa kemur í ljós að við myndbreytingu á bergi af basalthamsetningu myndast (við breytilega grunnvatnssamsetningu) fyrst montmorillonítmineral, járnrikt saponít, sem síðan við hærri hitastig verður óstöðugt og klórít myndast. Sem metastabíll milliliður myndast stundum svellandi klórít og blandlagsmínaröl af klóríti og montmorilloníti finnast einnig í millisónunni.

## Aðferðir við ákvörðun míneralanna.

Zeolítin voru tinda út úr borevarfinu og greind með röntgenupptökum á Debye Scherrer myndavél og var notað  $\text{CuK}\alpha$  geislun. Voru sýnin mulin mjög fínt niður og ýmist sett í hárpípu-plaströr (0,3 mm diam) eða blandað saman við plastlín og notaðar nálar úr blöndunni.

Greiningar á leirmineralslun: Til að auðvelda greiningu voru útbúnar prófur með meira magni hlutfallslega af leirmineralslun. Sýni, sem greina á, er betra að sýlja ekki nikið niður þurrt, því við það getur strúktúrinn skaddast. Sýnin voru útbúin þannig að svarfið var skolað vel og sett í glerflöskur ásamt einuðu vatni. Flöskurnar voru síðan hristar í vélhristara í 8-12 tíma eftir gerð sýnanna. Kornastarðin > 53 $\mu$ var síðan sigtuð frá og úr afganginum voru skildir út þrjú kornastærðaflokkar með því að láta setjast til í setflöskum og með þeytivindu. Kornastarðin 4-0,2 $\mu$  var notað við greininguna, en einnig voru í nokkrum sýnum greindir kornastærðaflokkarnar 53-4 $\mu$  og <0,2 $\mu$ . Röntgenupptökur voru gerðar á diffraktometer af orienteruðum prófum þ.e. leirkornin voru látin setjast til í uppáun á glerplötu. Vegna kristallögunar sinnar sem er blað eða flögulaga leggjast flest leirkornin samhliða basalflötunum og fást því sterkari og betur afmarkaðir röntgenfáskeðjar frá þeim, en reflektar frá allflestum öðrum kristalflötum koma illa eða ekki fram. Allar glerplöturnar voru fyrir upptöku geymdar í nokkra daga í þurrkkrukku (desiccator) við ákveðið rakastig til að fá samberilegar niðurstöður fyrir vötnuðu strúktúrana. Eftir upptöku voru sýnin sett í þurrkkrukku (desiccator) með mettaðri ethylenglycollausn í a.m.á. 48 standir og síðan gerð ný röntgenupptaka. Á lokum voru sýnin hituð í ofni við 550°C í tvo tíma fyrir þriðju röntgenupptökuna. Við diffraktometer upptökur var notað Ni filteruð Cu geislun ( $\text{CuK}\alpha$ ) og var tekið stillt þannig að hæst næmi fékkst á bilinu 2-20%<sup>76</sup> Eftir þessum upptökum er yfirléitt unnt að greina míneralin í aðalflokka, þ.e. hvort um míneral af montmorillonít-, klórit-, illít-, eða vermikulítflokki er að

naða, eða blandlagsmínral af tveim eða fleiri þeirra. Grein-  
ingarnar segja lítið um geró silikatlaganna í strúktúrnum.  
Af öllum þrífum voru því gerðar upptökur af órínterudum  
þrífum á Debye Scherrer myndavél með  $\text{CuK}\alpha$  geislun og notað  
var sérstakt collimatorsett atlað til leirmínralgreininga.

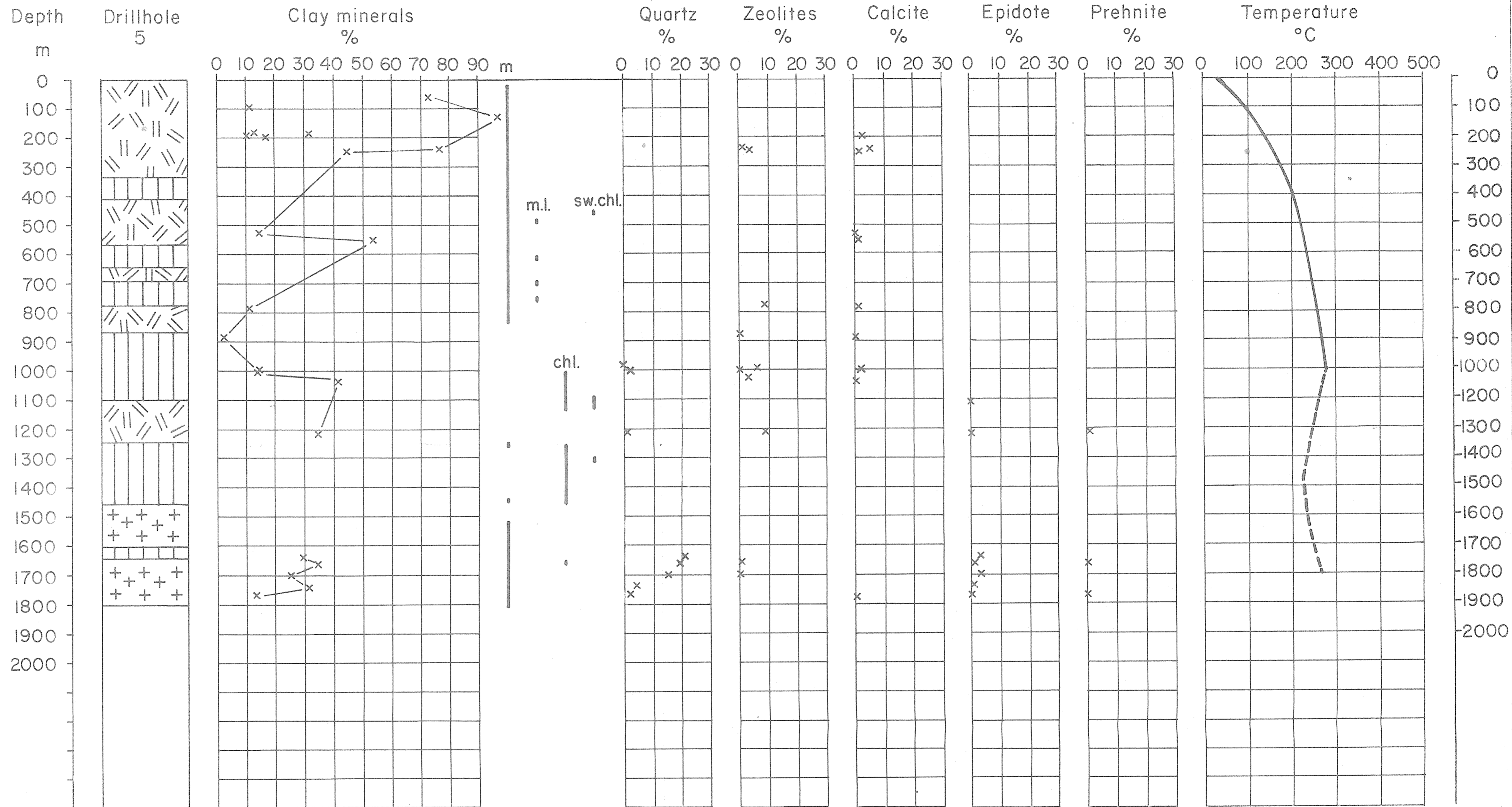


Tilvitnanir.

Coombs, D.S..1955. X ray observations on wairakite and non-cubic analchime. Min. Mag. No. 30,699-708

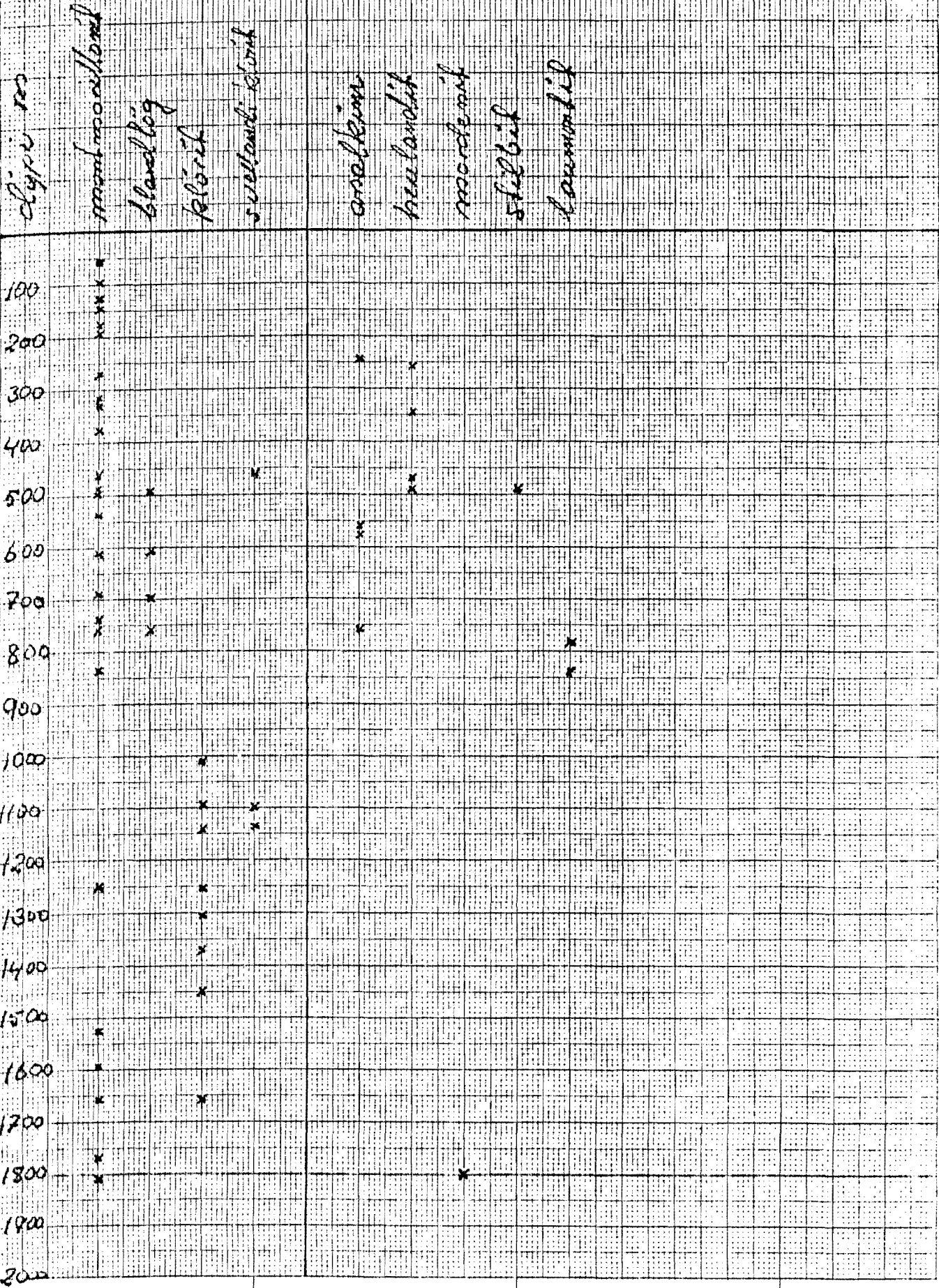
Sigvaldason, G. E., 1962. Epidote and related minerals in two deep geothermal drill holes, Reykjavík and Hveragerði, Iceland. U.S. Geol. Surv. Profess. Papers 450-E, 77-79.

# NESJAVELLIR

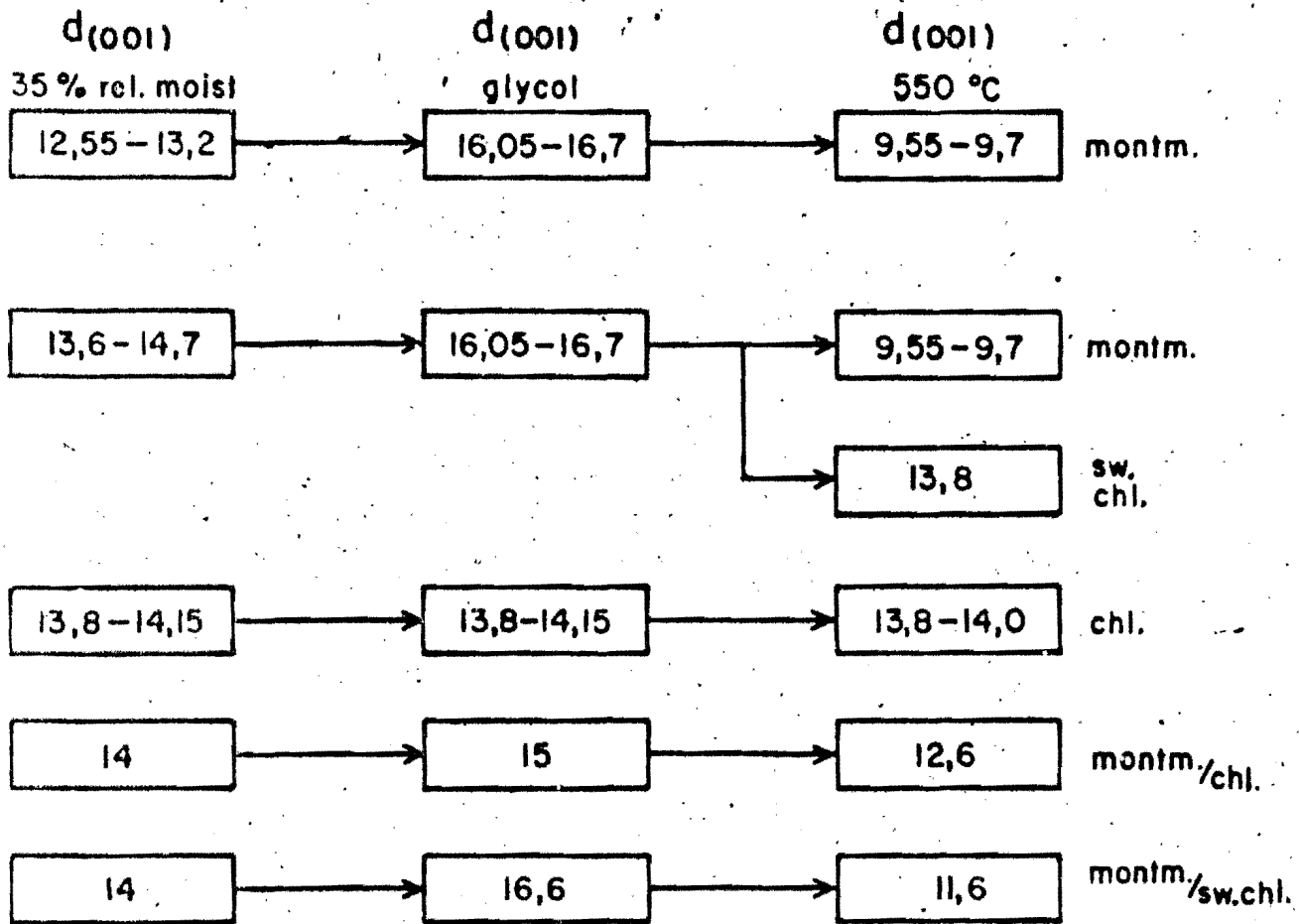


MYND 2 NU-5  
LEIRMINERÖL

ZEÖLIT



NV-5



Tafla 1

Sterkustu Röntgenrefleksar helstu  
gerða lairminerala frá NV-6

montmorillonít	14,5s	4,60vv	2,65vv	2,0v	1,64v	
montmorillonít+	14s	7,5-7,0v	4,50vv	2,70vv	2,80vv	2,62v
blandlagsmínaröl						1,56vv
	(50)	(100)				
Klórít	14,0m	7,03s	4,80vv	3,55m	2,80vv	2,72vv
	2,82vv	2,52vv	2,45vv	2,38vv	2,6vv	1,55vv
Klórít+						
Svellandi klórít	14,0m	7,0m	4,70vv	3,55m	2,80vv	2,60vv
	2,55vv	2,45vv	2,40vv	2,40vv	2,0v	1,55v

Öll gildi eru í Å

Styrkleiki reflexa

S: sterkur

M: meðal sterkur

v: veikur

vv: mjög veikur

Tölur í svigum gefa hlutfallslegan styrk-  
leika 1. og 2. gráðu basalrefleksa.