

Notoj de la ĉefredaktoro

La longjara, tre meritoplena redaktoro de SCIENCA REVUO, prof. *Božidar Popović*, fininte ĉiujn laborojn super la 28-a volumo, transdonis al mi la stafeton. Ĉi-okaze apartenas al li sincera danko pro la senlimaj oferemo kaj entreprenemo, kun kiuj li vivtenadis la revuon, plenumante samtempe funkciojn de la prezidanto, redaktoro, administranto k.m.a. La historio de ISAE neniam forgesos lian bravan kontribuon al aplikado de Esperanto en la sfero scienca-teĥnika.

Aliflanke mi devas konstati, ke — el vidpunktoj perspektivaj — ŝajnas al mi neeviteble, dividi la ĝisnunajn taskojn de prof. *Popović* inter plurajn membrojn aŭ eĉ instituciojn de ISAE. Pri konkretajoj decidis la jarkunveno en Varso.

Kiom temos pri la redaktado mem, mi konservas en miaj manoj sole la funkcion ĉefredaktoran, por ke estu garantiata kohera koncepto de la revuo. Tiun ĉi unuan kajeron (natursciencan) redaktis mi mem, sed la ceteraj estos komisiitaj al pluraj kompetentuloj, ekz. la 2-a n-ro (teĥnika kajero) al *Ing. Jan Werner* (Ĉeĥoslovakio).

Aŭtoroj, intencantaj kontribui al SCIENCA REVUO per siaj artikoloj, bonvolu respekti jenajn punktojn:

1. Verki laŭeble pri sia propra originala esplorado tiel, ke ilin facile komprenu eĉ alifakaj sciencistoj.
2. Sendi la tajpitan tekston en 2 ekz. (prefere sur maldika papero).
3. Tajpi en la spegulo 160 mm x 250 mm, kun liniado 1½, t.e. 40 linioj surpaĝe.
4. Ĉiun neesperantan vorton substreki ondlinie (kursiva preso), dum rektlinia substreko signifas preson dika. En la teksto noti lokojn, kie troviĝu eventualaj figuroj.
5. Aldoni koncizan resumon en sia gepatra lingvo.

Anticipe mi ĝojas pri fruktodona kunlaboro

J. Kavka

Perspektivoj por sistemigo de la magmorokajoj

Josef Kavka (Ĉeĥoslovakio)*

1. Enkonduko

Jenaj konsideroj prezentas esencon de prelego, plenumita ĉelilingve (25.1.1977) por Katedro de Petrologio ĉe Natursciencia Fakultato de Karola Universitato en Prago. Ili provas skizi pri tendencoj koncerne la magmorokajan sistematikon. Por la petrologoj, kies profesio postulas diagnozadon kaj klasadon de la magmoproduktoj, la problemaro estas nepre aktuala. Oni bonvenigus universalan klasadsistemon, kiu estus normiga por la ĉiutaga praktiko kaj premisa por la tutmonde komparaj studoj. Aliflanke restas fakto, ke la ĝisnunaj sistemoj tro facile misfunkciis eĉ en la plej banalaj okazoj.

Ĉi eseo celas — krom alio — konduki al tio, ke iuj tradiciaj konceptoj submetiĝu al objektiva kritiko kaj ke iniciatiĝu serĉado de novaj vojoj.

Scienco pri la magmaĵoj, same kiel petrologio de la sedimentoj kaj metamorfajoj, trapasis dum la cent jaroj mirindan evoluon al ekzakteco. Kontribuis al ĝi la pli-malpli teĥnika orientiĝo. Pro la fakto, ke petrologio konsiderinde transpaŝis la kadron de geologiaj disciplinoj, interveninte en multajn branĉojn de la teĥniko (minekspluatado kun ercpurigado kaj metalurgio), konstruanto kun ceramiko kaj vitrofarado, industria ĥemio, terkulturo inklude forst-flegadon, hidroteĥniko kun balneologio, energetiko, astronautiko k.t.p.), ĝi sukcesis — iom post iom — malkovri vicon da surprizaj korelacioj en la petrofizika, petroĥemia, mineralogia, struktura kaj teĥnologia ĥarakterizado de la rokaĵoj. Gravan influon al interpretado de grandega amaso da datoj havas kaj ĉiam pli multe havos la tre impeta disvolviĝo de la teĥnika matematiko. Pri tio ankoraŭ pli poste.

2. Genez-aspektoj en la rokaĵ-klasado

Sed eĉ en la tradicia sfero de la geologiaj sciencoj, la situacio radikale ŝanĝiĝis dum la lastaj jardekoj. Mapado, intense plenumata sur vastaj teritorioj en la kaj evoluinta, kaj evoluanta partoj de la mondo, serĉa ĝis detala esploradoj cele mineralkuŝeja aŭ inĝenieria geologio, ĉio ĉi kontribuas al ĉiam pli klara formulado de genez-rilatoj en la magmorokaj korpoj. La unua jarcent-duono

* doktoro de la natursciencoj, kandidato de la teĥnikaj sciencoj, ĉefo de specialgeologia esplorcetro ĉe GEOINDUSTRIA, nacia entrepreno en Prago.

alportis enormon da priskriba, ofte eciroke izolita materialo pri diversaj magmorokaj-tipoj; en la dua oni rimarkas tendencon multe pli eksplikani ol profidinde distingi genezon de unuopaj facitipoj, ĉu en la senco struktura, ĉu heteromorfa, aŭ en kadro de izohemia komplekso, aŭ en atingosfero de interagoj: magmo – ĉirkaŭmedio, k.s.

Necesas koncedi, ke la genez-aspektoj en la magmorokaja klasado ĉiam rolis eksterordinare. Jam la trikategoria divido de ĉiuj rokajoj – nome en la magmajn, sedimentajn, metamorfajn – atestas, ke la strebo al genez-difino havis, havas kaj havos unuarangan signifon por la petrologia problemaro.

Same oni ne povas dubi, ke la tradicia distingo de la magmaĵoj je la subentruĝintaj profunde de la terkrusto kaj tiuj, kiuj atingis la tersurfacojn aŭ ties proksimon, ekzistas certaj transir-tipoj, tamen la divido ne manifestiĝas kiel arbitre konvencia, sed vere laŭnatura kaj al la terkrustaj realaĵoj nepre adekvata.

Esplorantoj de kristaliniko povas el profund-sonda borkerno legi ekz. pri koneksoj inter plutonaĵoj kaj ties metamorfa mantelo. Simile, vulkanologoj studas formacion, stampitan de aktivado vulkana. Transira karaktero de la vulkanoklastaĵoj, “malpurigado” de laŭoj per nesolidiĝinta sediment-materialo manta aŭ laga, litostratigrafio de vulkankorpoj kaj simila problemaro indikas kontaktsferon inter la vulkanaĵoj kaj la sedimentoj. Fine ja prezentiĝas la ĉefdemandoj: magmodeveno, meĥanismoj de magmodiferenciĝo kaj asimilado, leĝaro de magmaj formacioj-provincoj, ĉio tio en la lumo de la modernaj teorioj pri tektogenezo, pri fiziko kaj ĥemia de altaj premoj kaj temperaturoj. Vicon da faktoroj oni konas, multe da ceteraj ĝis hodiaŭ ne. La nekonataj kaŭzas, ke por sistemo, kontentige difinanta petrogenezajn rilatojn inter diversaj magmorokajaj grupoj, la tempo ankoraŭ ne maturiĝis. Tamen, multaj geologoj kaj petrologoj de la hieraŭo kaj nuno, serioze pledas por ĝi.

Vere indas esperi, ke laŭgeneza sistematiko de la magmorokajoj estos mezurita de ĉiuj ceteraj fine la plej grava. La klasado laŭgeneza havas plurajn avantaĝojn unuavice tial, ke ĝi respektas pli eble tutecajn rokaj-korpojn ol unuopajn propecojn. El tio rezultas, ke substanca sistemo de rokajkorpo estas interpretebla tre komplekse, ne tiom strikte, kiom ekz. ĉe specimeno teĥnologa. Difinon de magmorokajo eblas prezenti en larĝa diapazono de variado, konekse kun rilatoj al la ĉirkaŭaĵo, konsiderante amplekson de la singenezaj eĉ epigenezaj transformiĝoj k.t.p.

Ne ĉiuj ĉi koneksoj ja estas atentindaj de la teĥniko ĝenerale kaj la mineralokrudaja teĥnologio speciale. Tial ni alpaŝu la sekvan ĉapitron.

3. Substanc-aspektoj en la magmorokaja klasado

Koncepto pri aro de ĉiuj magmorokajoj kiel pri difinita substanca sistemo logike alkondukis la postulon, ke certaj karakterizitaj grupoj, ankaŭ nomataj – laŭ la biologia sistematiko – familioj, estu determinitaj laŭkvante.

La teĥnikofakoj, aluditaj supre, ĉi tiun laŭkvantan substanc-dispartigon ne sole subtenas, sed nepre supozas. Ekzistas eĉ multe da fakoj, interesataj sole de la substanc-aspektoj en magmorokajo. Vidpunktoj pri strukturo, genezo, geologio k.s. restas por tiuj fakoj preskaŭ sen signifo.

Estas do tre probable, ke dum la venonta jar-kvindeko povus akceptiĝi, bone servi kaj laŭgrade pliperfektigi sistemoj, bazitaj sur la laŭsubstancia klasado.

Siatempe, la petrologoj publikon estis trapasanta diskutado pri tio, ĉu substanc-sistemo de la magmorokajoj devas baziĝi pli eble sur la ĥemia konsisto, ĉu prefere sur la minerala, ĉu sur ambaŭ kune, sed sendepende, aŭ fine sur sintezo de ambaŭspecca konsisto.

Kiam ekz. *Niggli* estis kreanta sian “*Magmenlehre*” helpe de la parametroj *si, al, fm* k.t.p., li ne kredis, ke la modala kaj la norma vidpunktoj estas sintez-eblaj. *Von Wolff* tamen montris vojon en ĉi direkto. Tio inspiris al *Niggli* inventon de la unukatjonaj kombinaĵoj, ekvalenta normo kaj pliperfektigon de la triangula *QML*-projekcio. Al la projekcioj ni revenos ankoraŭ pli detale.

Nuntempe oni kredas preskaŭ ĝenerale, ke datoj pri la efektiva mineralkonsisto valoras pli ol ajna petroĥemia parametraro, eĉ se ĝi estus plej fidele adaptita al fundamentaj steĥiometriaj ŝemoj. El vidpunkto teĥnika ne sufiĉas scii ekz., kiom da silico estas en magmorokajo. Teĥnologoj ne kontentigas eĉ la konstato, ke difinita parto ekzistas en formo de kvarco, dum cetera parto ligiĝas en silikatoj. Necesas konkrete scii, en kiuj silikatoj: kiom en feldspato, kiom en glimo, kiom en kaolinito k.t.p.

Sed aliflanke, petrologo ne rajtas fermi okulojn antaŭ la fakto, ke la ĥemia analizado orientiĝas al tute novaj metodoj, eĉ ke ĝuste la ĥemianalizo prezentas kaj ĉefe prezentos la plej disponeblan karakterizon de substanca sistemo. Evidente ne estos imageble, neglekti la ĥemikonsiston, se temas pri klasado de la magmorokajoj. Male, la moderna matematika teĥniko ebligis oportunan transformon de la ĥemiaj datoj al plej probablaj varioj de la laŭkvanta mineralkonsisto. Tio, kio antaŭe rezultis el multthora teda rekalkulado, daŭros – helpe de komputoro – sole sekunderojn. Konkuro inter tia permaŝina interpretado de ĥemikonsisto unuflanke kaj la pena planimetrio de mikrosekcaĵo aliflanke, jam hodiaŭ aperas kiel neegalpeza batalo. Krome, la planimetria analizado helpe de punktokalkula integratoro estas ne nur pena, sed – kaŭze de superpoziciaj eĉ pluaj optikaj fenomenoj – relative svaga. Estas vero, ke ekzistas jam aŭtomataj

integratoroj. Bazitaj sur fotometrio, ili atingas utiligeblajn rezultojn antaŭ ĉiu dum mezurado de poluritaj facoj. Eble, iam future, petrologio iom post iom transiros al la mikroskopado reflektita. Tiam eliminiĝos la superpozicia misformilojn da rokajanalizoj, interpretotaj komputore.

4. Klasad-diagramoj

Ni revenu al la substanco-projekciado de la magmorokajoj, do al tiu de la laŭkvanta mineralkonsisto, akirita ajne: per modal-mezurado, per normo-kalkulo; aŭ per modala-norma sintezo.

Ne estas hazarde, ke meze de amaso da diversaj projekcioj klare elstaras la trianguloj de koncentriteco, t.e. la projekcisistemoj de tri komponantoj, kies suma valoro egalas al 100%, 1000‰ k.s. Estas memkomprene, ke dukomponenta sistemo povas kontentigi petrologon sole en escepte simplaj okazoj. Aliflanke, al antaŭdiri, ke sistemoj bazitaj tetraedre apenaŭ havos — en proksima futuro — rimarkindan ŝancon al vasta aplikado. En lontana futuro verŝajne indiferentos, ĉu elektota sistemo havu kvar aŭ dek komponantojn. Ties demonstrivecon sendube certigos artifice konstruitaj videofonoj konektitaj al komputoro. Sed ni ne okupiĝu pri "vernecaj (laŭ Jules Verne) konsideroj, restante ĉe la bone elprovita sistemo trikomponenta, kiu fidele servos al la magmorokaja klasado ankoraŭ minimume 50 jarojn.

Ne estus celtrafe, analizi ĉi tie dekojn (aŭ eĉ centojn?) da ĝis hodiaŭ proponitaj diagramoj. Kiel ekzemplo povas servi la diagramo de A. STRECKEISEN (1967); modifite de l' IUGS-subkomisiono por klasado de la magmorokajoj, ĝi provas ambicii al universala agnosko de la petrologoj. Precize dirite, en Montrealo (1972) provizore aprobita estas sole tiu por la plutonajoj (fig. 1).

4.1. Diagramo QAPF

La subkomisiono por klasado de la magmorokajoj diras (1972), ke utila sistemo devas plenumi difinitajn kondiĉojn, ekz. respekton al laŭnaturaj kontaktoj. Konkretigite: la projekcipunktoj de naturaj rokajogrupoj devas lokiĝi plejparte meze de kampoj, determinitaj de la klasad-diagramo.

Tiu ĉi formulaĵo estas eksterordinare interesa el la vidpunkto gnozeologia. Dum A. JOHANNSEN (1917) celkonscie kreis ŝhemon absolute simetrian, kien la rokajogrupoj "estis perforte devigitaj" eniri, jene manifestiĝas sincer-intencata strebo, respekti la natur-rilatojn. Bedaŭre, la nocio pri rokajogrupoj per si mem estas konsiderinde svaga. Nome, ĝi estas alia antaŭ apliko de klasad-diagramo, ol post ĉi apliko. La ĵus prezentita ĝenerala demando estas tiom grava kaj utila, ke

ĝi meritis memstaran traktadon, orientitan esklude semantike. Ĉi-loke ni preterlasu la premisojn, kiuj koncernas aprioran difinon de natura rokajogrupoj; ni esploru karakteron de la diagramo mem. La projekcio QAPF bildigas (fig. 1) du substanco-sistemojn de la sfero alkale ĝis kalcialkale silikata: unu supersaturitan de silico, alian de alkaloj. El la starpunkto fizika-ĥemia ne estus obstaklo, por fari el ambaŭ trianguloj unusolan, sed ĝi ne gravas tiom, kiom bona difino de la komponantoj. Bonege, t.e. preskaŭ unusence, estas difinita la komponanto Q. (Pure formale, la simbolo Q koincidas kun la simboloj por iom aliaj nocioj de petroĥemia projekciado, ekz. tiu de Wolff kaj Niggli. Konfuzoj estus eviteblaj helpe de la simbolo Kv, bazita sur fonetike ortografia formo de la vort-radiko "kvarc".)

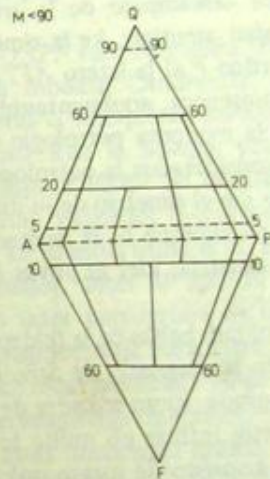


Fig. 1: Projekcio QAPF por la plutonaj magmorokajoj (IUGS, Montrealo, 1972)

Gravaj ĝenoj ekestas kun la kontraŭpoluso, la feldspatoida. Dum interne de la triangulo QAP ni povas — kun granda certeco — aserti, ke la projekcipunktoj, pli proksimaj al Q, apartenas al magmorokajoj kun pli granda kvanto da silico, en la triangulo APF okazas ekz. jeno: Kvankam magmorokajo kun 20% da leŭcito estas pli riĉa je silico ol tiu kun 10% da nefelino, la projekcipunktoj sugestas al ni malon. Rokajo kun 80% da analcimo estas laŭsilice ekvivalenta al tiu kun 30% da sodalito, sed en la projekcio APF, la unua falas en la kampon de t.n. "foidolitoj", dum la dua en la zonan, kiun oni povus — obeante la nomenklaturan stilon de Streckeisen — nomi "foid-feldspatolitoj". Ĉi gravaj eraroj en la klaso aperas tial, ke la praorigina diagram-aŭtoro, t.e. Johannsen, tro facilanime neglektis la stehiometrion de unuopaj feldspatoidoj. La nocio de feldspatoido estas difinita kutime nur funkcie; el la substanc-aspekto, ties difino implicas ioman alkal-supersaturitecon, nenion pli. Ĉi-forme, ĝi ne plenumas la postulojn de la koncentritec-triangulo. Se ni scias, ke ekz. filipsito laŭsilice tre

proksimiĝas al plagioklazo, projekcioj de olivina filipsitito aŭ bazanito (resp. tefrito) impresas al ni en la *Streckeisen*-diagramo tute nekonformaj. Evidente, ke se la *APF* triangulo devas havi – samkiel *QAP* – ĥarakteron de substancaspatoidoj al unueca silic-nivelo, ekz. la nefelina. Kalkule ĝi ne prezentas obstacolon, dum la rezulto de ĉi alproksimiĝo plurilate alportas profiton. Sed ĉi signifas, ke projekcipunktoj de rokajoj, kiuj enhavas egalajn kvantojn da diversaj feldspatoidoj, situos malsam-distanco de la rekto *AP*: la filipsit-magmaĵoj estos plej proksime al ĝi, la leŭcigitaj resp. analcimaj pli fore; sekvos la natrolitaj kaj fine la nefelinaj resp. sodalitaj.

(Tute parenteze: *A. STRECKEISEN* (1967) diskutas sur p. 168 pri alternativoj por diskampigo de la triangulo *APF*. *Niggli, Tröger, Rittmann* kaj eble de la vertico *P* al la latero *AF*. *Streckeisen* decidiĝas por la pli simetria diskampigo johannseneca, argumentante per simpleco. Ĉi tiu argumento estas neakceptinda en la moderna petrologio de la magmaĵoj. Limojn inter la grupoj magmorokajaj konsiderados la petrologoj ja surbaze de kompleksa esplorado, nepre ne derivante ilin el simetrio de iu diagramo. Ankaŭ la iamaj primitivaj atom-modeloj aspektis pli simetrie ol la nuntempaj. Finfine eĉ la feldspat-diagramo *Or-Ab-An* ne estas simetria; kiel ĝi povus esti tia, se temas pri sistemoj multe pli komplikaj?)

Se ni jam haltas ĉe la feldspatoj, ni atentu, kiel estas difinitaj la komponantoj *A, P* en la diagramo de *Streckeisen*. Ĉi-okaze ne ekzistas tiom granda amplitudo silic-gradaj, kiom enkadre de la feldspatoidoj, sed la proporcio inter ambaŭ komponantoj influas pli multe termodinamikaj cirkonstancoj dum solidiĝado, ol substanco konsisto de magmorokajo. Tial la parametro *A:P* taŭgus antaŭ ĉio por konsideroj pri genezo, nome kiel facia indico dum komparado de proksimume izohemiaj magmaĵoj. En la triangulo de koncentriteco, tiu ĉi parametro regule ne povas funkcii kiel indico de la proporcio *K:Na:Ca* en kadro de la feldspatoj. Sole nemultaj tipoj, ekz. iuj granitecaj magmaĵoj kun relative konstanta partopreno de biotito estas – helpe de *A:P* – difineblaj oportune, rapide kaj unusence. Alfoke ni ne estas certaj, kion nomi alkala feldspato kaj kion plagioklazo, ĉar la komponantoj *Or, Ab, An* apartiĝis neperfekte aŭ tute ne.

La plej moderna sistematiko de la feldspatoj estas tre malsama ĉe diversaj aŭtoroj. Ekz. tiu de *I. MUIR* (1962) aspektas tute alia ol tiu de *J. SMITH* (1974). Ni citu kelke da tezoj el la monumenta verko de *Smith*: "Se mankas ĥemiaj datoj, petrologo provu distingi optikan sanidion, optikan anortoklazon kaj optikan plagioklazon. Surbaze de la rentgen-metodoj laŭ *Wright, Stewart* (t.e. la pulvor-metodoj) aŭ *Laves, Mackenzie, Smith* (t.e. la monokristal-metodoj) li kapablos ĥarakterizi unuopajn fazojn. Tiel povas optika anortoklazo senvualigi kiel antipertito de alta albito kun basa natrisanidino. Konsista limo

inter optika anortoklazo kaj optika plagioklazo ne estas fiksa, ĉar la kristaliĝa temperaturo dependas unuflanke de kompleta ĥemia magmokonsisto, aliflanke de premo. Antaŭ 1950, la plagioklaz-nomenklaturado estis relative simpla, sed tion kaŭzis nescio pri la strukturaj komplikoj." Fino de la citaĵo.

Streckeisen kun siaj kolegoj en la subkomisiono de *IUGS* konsideras kiel plagioklazon tian feldspaton, kiu enhavas pli ol 5% da *An*. Sed distingi tiun ĉi limon, jen tasko ege malfacila (*J. KAVKA* 1976). Konsekvence, iom dubinda aspektas tiu aserto de la subkomisiono (1972, p. 112), ke la klasad-praktiko devas esti simpla kaj oportuna. Male, pro ĝi la magmaĵ-identigado tute superflue fariĝas multekosta, ĉar ĝi postulas ambician diagnozadon de la feldspatoj. La diagnozado tiom malpli eble adekvatas al la simpligita diagramo por la uzado terena (l.c., fig. 5a).

Sed la ĉefa rezervo kontraŭ la diagramo *QAPF* estu formulita jene: Dum ĉiuj petroĥemiaj projekcioj komune kun iuj modalaj (*Andreatta, Brögger, Ronner* k.a.) kiel la substanc-sistemon konsideras la kompletan mineral-konsiston de la magmorokaja specimeno, *Streckeisen* kun la kolegoj praktikas la johannsenan metodon, rekalkuli la ĥelkonsistaĵojn al 100%. Ne necesas emfazi, ke en la sfero de la mezokraŭtaj aŭ melanokrataj magmaĵoj ĉi-maniere akiriĝas valoroj, pri kiuj nur malfacile oni povas imagi, ke ili estus utilaj al iu. En difinita projekcipunkto ja povas aperi diversaj magmaĵoj, inter si apenaŭ parencaj.

Aliflanke utilas konscii, ke la proporcio inter partopreno de la ĥelaj kaj tiu de la malĥelaj silikatoj estas la plej grava magmorokaja parametro, tiom el la vidpunkto geneza, kiom el la teĥnika. Geofiziko estas interesata ne de la proporcio *A:P*, sed ekz. de partopren-kvanto da ferimagnetaj mineraloj. Ankaŭ por geohemio, la distribuigo *L:M, Sial:Sim* k.s. estas unuaranga indico de la substanco nekontinueco en la terkrusto. Por la vitrofara kaj ceramika industrioj estas decide, ke enhavo de koloraj mineraloj ne transpaŝu koncernan teĥnikan normon. Adheremo al bitumoj kreskas kun pliiĝanta kvanto da malĥelaj konsistaĵoj. Meĥanikaj ecoj – rezistemo kontraŭ premado, fleksado, abrazio, desintegrado – ĉio tio strikte dependas ĉefe de la kolorindico. K.t.p.

Streckeisen ja proponas apartajn klasad-diagramojn por la magmaĵoj kun kolorindico plia ol 90, sed li ne konscias, ke la intervalo 0-90 estas tro vasta por distigado de la magmorokajoj. Pli precize dirite, li konscias pri ĝi nur tiam, kiam eĉ al li la parametro *A:P* unuavide misfunkcias. Ĝi estas okaze de la feldspatoidaj magmaĵoj, kie li estas devigita servi sin de jena distingo laŭ la volumena kolorindico: 0-30 por feldspatoida sienito, 30-60 por malignito kaj 60-90 por ŝonkinito. Parenteze: ankaŭ ĉi-okaze manifestiĝas lia simetri-amo spite al limoj laŭnaturaj. Ion similan ni trovas ĉe liaj foidolitoj. Krome li koncedis, ke andezito disde bazalto estas plej oportune distingebla helpe de la kolorindico; sed dioriton disde gabro tiamaniere distingi li ne volas, kvankam vico da aŭtoroj tian praktikon

sukcese elprovis. Aliflanke *Streckeisen* versajne apenaŭ konjektas, ke fonolitajn disde tefritoj ne eblas distingi helpe de *AP*; postulo, dividi laŭ kolorindico, estas ĉi tie eĉ multe pli evidenta ol okaze de la limo andezita-bazalta.

Ni haltis konsiderinde longtempe ĉe la sistemigo laŭ *Streckeisen* precipe tial, ke ĝi tipe prezentas kelkon da obstine enradikiĝintaj tezoj, kiujn plantis parte *Johannsen*, parte jam liaj antaŭuloj, kaj kiuj poste pli aŭ malpli transiris en la sistemojn de *Niggli*, *Rittmann* k.a. Sed aliflanke, plede por *Streckeisen*, ni akcentu, ke lia strebado estas motivita de urĝa bezono, normigi la ĝisnunan uzadon kaj fine trovi iaspecan komunlingvon por la petrologoj, okupataj de magmorokaja problemaro. Kiom da energio kaj pacienco liaflanke estas elspezita por la traktado kun la subkomisionoj de *IUGS*, tion kapablas plene elspezita sole tiu, kiu mem direktis normigan kampanjon en la skalo internacia. Mi mem spertis, ke rezultoj tro ofte ne adekvatas al la suma peno. Tamen, ili laŭgrade kontribuas al ĉiam pli perfekta klarigado de diversaj starpunktoj.

Sed la projekciado kaj laŭkvanta klasado, bazitaj ĉefe sur la helmineraloj – aŭ eĉ sole sur ili – ne povas esperi pri sukceso. Pruvis tion la ĉiutaga praktiko pri la magmorokajaj diagnozoj. Dum pli ol duona jarcento nur eta procento da petrologoj decidigis, apliki en iuj siaj traktaĵoj la sistemon de *Johannsen* aŭ ian el ties modifoj (de *Niggli*, *Rittmann* aŭ alian). Nu, la provincoj baldaŭ konvinkigis pri nevenkeblaj obstakloj, kun tio ĉi ligitaj. Do, en niaj konsideroj pri perspektivo de la magmorokaja klasado, apenaŭ eblas esprimi pli favoran prognozon ol tiun, ke la sistemo de la *Streckeisen*-subkomisiono penetros ĝis la lernolibroj por altlerneja studo, kiuj ofte prezentas paradon de sistemoj, en la praktiko grandparte ne funkciantaj aŭ malfacile utiligeblaj.

4.2. Diagramo Kv-Kol-Feld-Foid

Nun ja restas nenio alia ol skizi, kiuj vidpunktoj en proksima futuro plej probable superregos. Antaŭ ĉio ni denove ripetu la tezon: La fundamenta substancia simptomo pri la magmaĵoj estas kvanta partopreno de la helaj kaj malhelaj mineraloj. Konekse kun tio nepre menciindas, ke la distribuigo ne estas kontinuaj, precipe, se oni karakterizas ilin helpe de statistika frekvenco. Rolas ĉi tie plia aŭ malplia stabileco de faz-kunaĵoj. Detala esplorado de koncernaj rilatoj kutime ebligas, ke pli klare elstaru naturaj limoj inter rokajogrupoj (kp. *F. CHAYES* 1963). Mi mem – post analizado de diversaj vulkanprovincoj – havis okazon konvinkigi, ke regule aperas frekvenc-hiato en la sfero de la mezo-krataj tipoj. Ne gravas, ĉu oni konsideras provincon alkalan aŭ kalci-alkalan. En la serio tefrita-fonolita, tiu ĉi hiato situas inter la kolorindicoj 35-40, esprimitaj ekvivalent-procente. Do ne pravus tiu, kiu ekz. pro simetrio, difinus la limon ĉirkaŭ 50. Tio estus eksplicita neglektado de la naturaj koneksoj, alportanta memkomprenan klasadgenon.

Due: La plua grava parametro, ĉi-foje en akordo kun ĉiuj modernaj sistemoj hemiaj eĉ mineralogiaj, estas *siliciĝo* de la magmaĵoj, kaŭzita de diversa partopreno de konsistigaj mineraloj, malsame saturitaj de silicia oksido, komencante per kvarco kaj finante per mineraloj sen SiO_2 (ekz. kalcito, titanomagnetito, apatito k.t.p.). Sen disvolvi ideojn pri genezo, ni menciui, ke en tiu aŭ aliaj magno-provincoj inklino al siliciĝo estas tre diferenca.

Ĉi du plej gravajn indicojn ni provu sinoptikigi en kadro de substancia sistemo trikomponanta. Por prevente ŝirmi nin kontraŭ emo al simetrio, ni servu nin per triangulo orta simetria anstataŭ la tradicia triangulo egallatera. La plej efika defendo estus triangulo nesimetria, sed en la sistemo ortangula plej oportune – t.e. sur la facile disponebla milimetrita papero – registriĝas la unuopaj projekcipunktoj (fig. 2).

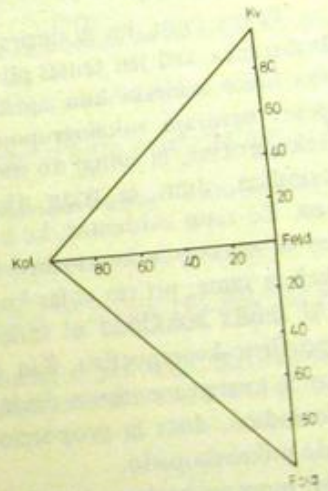


Fig. 2: Projekcio Kol-Kv-Feld-Foid por la magmorokajoj

La plej malhelaj magmaĵoj inklinos al la liva vertico, signita Kol (= kolorindico, *Kolorationsindex*, *l' indice de coloration* k.t.p.), la plej helaj proksimiĝos al la rekto Kv-Feld-Foid.

Sed la jus prezentita projekcio ne estas ĉiel necesa. Plene sufiĉus normala projekcio *QML*, ekz. tiu de *Niggli* aŭ iu alia. Nome, rekalkulo de modalkonsisto al la valoroj *QML* helpe de komputor-programo aŭ nomogramo estas relative senproblema.

Ĉar en proksima futuro – kiel jam dirite – la ĉefa fonto, informanta pri la rokajoj, estos hemianalizoj, tre versajnas, ke ĉiuj klasad-diagramoj unuigis sur la bazo ekvivalenta. La ekvivalent-kvociantoj laŭvalore ja situas preskaŭ ĉiuokaze inter la masaj (uzataj precipe en la sediment-petrologio) kaj la volumenaj (utilig eblaj unuavice en la mikroskopio).

Se ni volus determini en nia diagramo diversajn silic-nivelejojn, ni konstruas paralelojn kun la rekto Kol-Feld, kiu jen funkcias proksimume kiel linio silico-satura. Sed tio estus senbaza tiom, kiom ni dezirus respekti naturan koneksaron inter la magmorokajaj grupoj. Diferenciĝado, kiel de la plutonajoj, tiel de la vulkanajoj, ne tendencas pasi inter konstantaj silic-nivelejo. Okaze de la magmorformacioj, saturitaj aŭ supersaturitaj de silico, oni regule observas kreskadon de siliciĝo, komencante per la plej malhelaj tipoj kaj finante per la plej helaj. Okaze de la formacioj supersaturitaj de alkalo, la tendencoj estas malpli simplaj: aŭ okazas io simila al la ĵus menciita, aŭ io mala, t.e. de la malhelaj, proksimume silico-saturitaj, al la helaj tipoj, forte supersaturitaj de alkalo. Sed ekzistas ankaŭ aliaj ŝemoj, ekz. tiu, kiun mi priskribis el la nordbohemiaj fonolitoj: laŭgrada desiliciĝo ĝis difinita ekstremo kaj posta resiliciĝo direkte al la fermaj produktoj (J. KAVKA 1965).

Povas ŝajni, ke ni deziras transplanti genez-aspektojn al la diagramo pure laŭsubstancia, sed jen temas pli eble pri tio, ke diskampigo de klasad-diagramo ne povas bone kongrui kun apriore elektita simetrio, se samtempe oni postulas respekti naturajn rokajogrupojn. Ekz. en la vulkana serio: spilito-keratofiro-kvarckeratofiro, la unuaj du membroj estas inter si distingendaj senkondiĉe laŭ kolorindico, dum la tria disde la dua nature diferencigas partopreno de kvarco. Eĉ tiam evidentas, ke kvarca keratofiro ĉiam inklina al pli basa kolorindico ol senkvarca keratofiro. En ĉiu el la tri membroj, proporcio $A:P$ estas preskaŭ la sama; pri tio eblas konvinkiĝi el aldona petroĥemia projekcio Or-Ab-An. Al simila konkludo ni venos pri la paleovulkana serio: melafiro-porfiro-kvarcporfiro-kvarcporfiro. Kiu esploris tiun ĉi serion pli detale, certe konsentos, ke la kvaran membron disde la tria oni povas oportune distingi surbaze de la kolorindico, dum la proporcio $A:P$ regule misfunkcias aŭ ne estas difinebla helpe de mikroskopado.

Mi mem ne havis multe da okazoj por studi plutonajojn. Tamen mi aŭdacas aserti, ke ties principoj de diagnozado tre similas al tiuj de la vulkanajoj. Distingi helpe de plagioklaza acideco ekz. dioriton disde gabro, jen kio impresus al mi tempoperde (kp. M. LANG 1975). Kristaliĝado de plagioklazo estas ja proceso tiom subtile sentiva, ke eĉ en kadro de eta provpeco ĝi povas konsiderinde vari. Ĉe tio oni ne esperu, ke la devioj nuligiĝos pro svageco de optika diagnozado.

5. Fine rekomendoj

Kion ferme diri al tiuj petrologoj, kiuj devas identigi magmajojn — ni diru familiare — “sur kuranta bendo”? La kolorindico estas sufiĉe fidinde taksebla eĉ okaze de malkomponitaj specimenoj, eĉ sendepende de ties grajnodimensio. Sufiĉas nur iom da ekzercado. Male, partopreno de kvarco povas resti kaŝata eĉ al mikroskopanto, nome en la tipoj felzitecaj ĝis vitrozaj. Ĉi-koneks

utilas perfektigadi en normokalkulado. Ni ja ne pensas pri la normo CIPW, kiu estas senvalora por nuntempa klasadbezono, sed pri modernaj normoj (de Niggli, Ebert, Rittmann k.a.), bazitaj ekvivalente.

Senĉesa konfrontado de modalo kun normo helpas senvualigi tre interesajn korelaciojn ankaŭ en la sfero sistematika. Iom da komenca peno alportas plenan profiton.

6. Referencoj

- CHAYES, F. (1963): Relative abundance of intermediate members of the oceanic Basalt-trachyte association. — *J. geophys. Res.*, vol. 68, 5, 1519-1534, Carnegie Inst.
- JOHANNSEN, A. (1917): Suggestions for quantitative mineralogical classification of igneous rocks. — *J. Geol. (Chicago)*, 25.
- KAVKA, J. (1965): Beitrag zur Kenntnis der Phonolithmagma-Evolution im nordböhmischen Tertiär. — *Acta Univ. Carol. (Geol.)*, 2, 91-117, Praga.
- KAVKA, J. (1976): La feldspatoj — ĉu bona bazo por ĉefa divido de la magmorokajoj? — *GEOLOGIO INTERNACIA*, vol. 3(1976), 27-37, Varsovio.
- LANG, M. (1975): Bazicitá a uspořádanost plagioklasů z peceradského gabra. — *Studie ČSAV*, 12, 107-123, Praha.
- MUIR, I. (1962): The paragenesis and optical properties of some ternary feldspar. — *Norsk geol. Tidsskr.*, 42, 2, 477-492, Oslo.
- NIGGLI, P. (1936): Über Molekularnormen zur Gesteinsberechnung. — *Schweiz. mineral. petrogr. Mitt.*, 16, 295-317, Zürich.
- STRECKEISEN, A. (1967): Classifications and nomenclature of igneous rocks. — *N. Jb. Miner. Abh.*, 107, 144-240, Stuttgart.
- SMITH, J. (1974): Feldspar Minerals in Three Volumes, 1. Crystal Structure and Physical Properties. — Springer-Verlag.
- IUGS MONTREAL (1972): Commission on systematics in petrology. Subcommission on systematics of igneous rocks. Classification and nomenclature of plutonic rocks. Recommendations. 110-127, Montreal.

7. Diskuto postprelega

7.1. RNDr. Jiří Kouta, Dr. Sc., ĉefo de Katedro pri Petrologio, profesoro pri sedimenta petrologio ĉe Natursciencia Fakultato de Karola Universitato en Prago: “7.1.1. En sia interesa kontribuo, la preleginto atentigis pri tio, ke la ĝisnunaj magmorokajaj sistemoj, bazite sur la minerala konsisto kaj akcentante antaŭ ĉio karakteron de la helkonsistajoj, montriĝas iurilate jam nesufiĉaj. Jen mi dezirus esprimi konvinkon, ke ĉiu sistemo en naturscienco estas sole klasadmaniero, kiu devas esti nenio alia ol reflektado de ĝenerale konataj realaĵoj (veroj). Se la sistemo ne adekvatas al siatempa stato de la scienco, ĝi estas kompletigenda aŭ eĉ ŝanĝenda. 7.1.2. Sistemo de la magmorokajoj, bazita sole sur ilia hemikonsisto, ne respektas tre gravajn struktur-proporecojn, kies ekkono apartenas — krom la substancia konsisto — al determinaj simptomoj; tiujn ĉi ne eblas anstataŭigi. 7.1.3. Klasadmanieroj laŭ genezo ĉiam estis en la natursciencoj

fonto de la plej grandaj malfacilaĵoj. Al ekkono de rokaj-genezo, sukcesa petrologo venas nur post konstato de la priskriba simptomaro kaj kvanta indikaro kun paralela analizo de la geologiaj koneksoj. La sistemoj laŭgenezaj ĉiam servas kun malplej fidindaj en faka artikolo estas ĝuste la genez-konkludoj kaj -terminoj. Oftegas, ke malsame opinias pri genezo ne sole diversaj aŭtoroj; ankaŭ unusola aŭtoro dum sia vivo ŝanĝas interpreton pri rokaj-genezo kaj remodifadas rokaj-nomon. Tial mi opinias, ke la priskribaj-analizaj terminoj kaj sistemoj estas racionalaj kaj respondantaj al la nuntempa stato de nia scienco. 7.1.4. Mi rekomendas, dediĉi atenton al la kritika kontribuo de d-ro *Kavka* kaj precipe aplikadi ĝin en la praktiko kaj la sugestojn verkontroladi en la disertaĵoj por diplomigo kaj kandidatigo, samkiel en praktikaj ekspertizoj, kiuj okupiĝas pri konsiderinda aro da magmajoj."

7.2. *J. Kavka*: "7.2.1. Al la lasta tezo de la tre trafe formulita alineo, mi ligus jenan ideon: Se la sciencistoj ĝustatempe ne decidiĝas al kompletigo aŭ ŝanĝo de sistemo, ĉi tiu eĉ povas fariĝi grava bremsilo en disvolviĝado de la koncerna scienc-disciplino (kp. eŭklidan sistemon en geometrio, geocentran sistemon en astronomio, linnean sistemon en botaniko, k.t.p., k.t.p.). 7.2.2. Sistemo, bazita eksklude sur hemikonsisto, ignoras ne sole strukturon kaj teksturon, sed ankaŭ funkcion de rokajo en la terkrusto, ekvilibrojn de mineralaj fazoj, heteromorfan variadon de difinita hemikonsisto k.t.p. Sekve ĝi ne estas rekomendinda en la moderna petrologio, kvankam siatempe ĝi prezentis progreson. 7.2.3. Tre alte mi taksas tion, ke prof. *Konta* ankoraŭ pli reliefe emfazis rezervojn kontraŭ la sistemoj laŭgenezaj. Tamen – el la vidpunktoj perspektivaj – disvolviĝado de petrologio regule garantias laŭgradan pliprecizigadon de la genez-interpretoj. 7.2.4. Mi rekomendas, ke via katedro de petrologio dediĉu enkadre de la instru-programo eksterordinaran atenton al la modernaj norm-kalkuloj, kiuj respektas efektivan kunekziston de la rokajokonsistigaj mineraloj."

Perspektivy v klasifikaci vyvrĕlin

Tato úvaha byla přednesena v rámci semináře na katedře petrologie (Přírodovědecká fakulta Karlovy univerzity v Praze). Pokouší se z perspektivních hledisek hodnotit genetické i látkové aspekty v klasifikaci vyvrĕlin. Podrobně kritice dosavadní principy, zejména pak ty, na nichž se zakládá diagram QAPF navržený subkomisí IUGS v Montrealu. Upozorňuje na mnohostranný význam čísla tmavosti pro budoucí klasifikační praxi a na rostoucí uplatnění moderních normativních přepočtů horninového chemismu v souladu se skutečnou koexistencí nerostných fází.

Mezurado kaj statistika analizo de marondoj

Nils Utne (Norvegio)*

1. Enkonduko

Ni devas supozi, ke maristoj ĉiam interesiĝis pri ondoj sur la maroj, kie ili navigis per siaj ŝipoj. La ŝipkontruistoj evoluigis ŝipojn diverstipajn laŭ bezonoj de maroj kaj sur bazo de sperto, akirita de la maristoj.

En la nuna tempo oni konstruas ŝipojn multe pli grandajn ol antaŭe, kaj ofte oni konstruas novajn tipojn por specialaj aplikoj. Tial oni bezonas laŭeble plej bone koni la dimensiojn kaj ritmojn de la maraj ondoj, por kalkuli fortikecon kaj stabilecon de la novaj ŝipoj.

Plue ni povas pensi pri la gigantaj enmaraj konstruaĵoj en multaj regionoj, kie oni borsondas la marfundon por havi fontojn de nafto. La konstruaĵoj devas rezisti la atakojn de ekstremaj ondoj. Ĉia laboro tie dependas de la ondostato: Movado kaj lokado de la platformoj, ŝiptrafiko al ili kun diversaj provizajoj, pershipa transporto de nafto aŭ gaso, aŭ metado de surfundaj tubegoj por la transporto (*R. RUSSELL 1961, P. BRUUN 1976*).

La supraj ekzemploj ne prezentas kompletan liston de homaj agadoj, kiuj motivas registradon de ondoj sur la maroj de la mondo. Ni ankaŭ ĝenerale deziras koni la naturon ĉiam pli bone.

2. Karakterizo kaj hidrodinamiko de ondoj

La ondoj generataj de vento estas tre neregulaj. La individuaj ondoj havas malsamajn dimensiojn, kaj ili eĉ ne propagiĝas en sama direkto. Por simpligi la aferon, oni povas konsideri idealigitajn, regulajn ondojn, kiuj propagiĝas en unu sola direkto (*B. MÉHAUTE – A. BRENNER 1960, F. BIÉSEL 1951*). La suba priskribo de la ondoj kaj de la akompanaj fenomenoj estas tre resuma, sed necesa bazo por la postaj sekcioj de tiu ĉi artikolo. Figuro 1, kiu montras profilon de ondar, suplementas la klarigon.

La ondolongo sur profunda maro ("profunda" tie ĉi: $d > L/2$) dependas nur de la periodo – ne de la alto:

$$L_0 = (g/2\pi)T^2 = (1,56 \text{ m/s}^2)T^2 \quad (1)$$

* inĝeniero en SINTEF (Tefnika Esplorinstituto), Norvega Tefnika Altlernejo, Trondheimo.