

VLADIMIR ZEBEC

## KALCIT IZ KAMENOLOMA DONJE OREŠJE U MEDVEDNICI (Zagrebačka gora)

*Sa 6 slika i 3 tabele u tekstu*

Utvrđeno je pet različitih tipova kristala. Za svaki tip su dani goniometrijski podaci i paralelnoperspektivne slike. Na najbistrijem i bezbojnom primjerku određeni su indeksi loma i izvršena je termička analiza. Pored toga dano je više spektrografskih kemijskih analiza pojedinih tipova kristala i iznesene su činjenice važne za genezu.

### 1. UVOD

Kalcitni kristali odnosno njihove druze, opisani u ovom radu, sabrani su u kamenolomu kod Donjeg Orešja u istočnom dijelu Medvednice. Eksploataciju vrši poduzeće »Kamenici« iz Zeline. Tu se vade vapnenci gornjokredne starosti. Oni se dosad u literaturi spominju uglavnom zbog svog fosilnog sadržaja kojim je dokazana gornja kreda – rudistni vapnenac (Foetterle 1862, p. 123; Gorjanović-Kramberger 1908, p. 28–31; Obilan materijal za istraživanje prikupljen je tokom g. 1972. u stopu prateći eksploataciju. Kako su detaljna ispitivanja pokazala, on je vrlo raznolik.

### 2. POJAVLJIVANJE KRISTALA, NJIHOVA VELIČINA I IZGLED

Kristali kalcita dolaze u tim vapnencima u dva genetski različito nastala prostora: u pukotinama i šupljinama koje su čisto tektonskog porijekla ili pak u šupljinama unutar fosila i u vakuolama u samoj stijeni. Neka razlika između kristala kalcita u jednom i drugom vremenski i genetski različitom prostoru, na dosad sakupljenom materijalu, nije primijećena. Jedne i druge šupljine mogu biti ispunjene ili potpuno ili samo djelomično. Pojedini kristali gotovo redovito se pojavljuju tijesno prirasli jedan uz drugi stvarajući druze. Daleko je rjeđe pronaći razmaknutije i pojedinačne kristale koji se ne bi do dirivali sa svojim susjedima. Veličina pojedinih kristala od šupljine do šupljine koleba i obično je donekle proporcionalna sa veličinom

šupljine. Sasvim male, tek nekoliko milimetara velike šupljiniće sadrže i kristaliće tog reda veličine (negdje oko 1 do 2 mm), dok pukotine koje su mjerile čak blizu 2 m u promjeru sadržavale su kristale velike u krajnjem slučaju i do 25 cm. U tim širokim pukotinama središnji prostor je potpuno ispunjen glinom.

Kristali se razlikuju i po boji. Manjim dijelom oni su čisti kao suza, bistri i prozirni. Drugi su malo mliječno zamućeni, naročito u donjem dijelu kojim su prirasli za podlogu. Neki su uz potpunu prozirnost jedva za mjetljivo žućkasti do žuti poput meda. Neki su pak sasvim mutni, žućkastoprljavo do zelenkasto obojeni. Oni kristali koji su se razvili u blizini fosila ili u samim fosilima uklapaju u sebi crnu organsku tvar oslobođenu iz rudistnih ljuštura, pa su gotovo crni. Nađene su također i druze sa blago plavičasto obojenim kristalima.

### 3. REZULTATI GONIOMETRIJSKIH ODREĐIVANJA

Za ta mjerenja odabrani su kristali tako da budu predstavljeni svi tipovi kristala. U tu svrhu pažljivo je lupom pregledano oko 50 pojedinačnih kristala i oko 100 druze. Na odabranim kristalima izvršena su mjerenja dvo-kružnim refleksnim goniometrom (model A po V. Goldschmidtu) i pri tom su utvrđene ove forme:  $r$  {10 $\bar{1}$ 1},  $e$  {01 $\bar{1}$ 2}, {0443},  $h$  {03 $\bar{3}$ 2},  $f$  {02 $\bar{2}$ 1}, {0771},  $w$  {31 $\bar{4}$ 5}, {71 $\bar{8}$ 6},  $v$  {21 $\bar{3}$ 1},  $z$  {1235}, {1565}, {5.18.23.10}, {9.26.35.10}, {2.11.13.1},  $\pi$  {11 $\bar{2}$ 3} i  $m$  {10 $\bar{1}$ 0}. Pri rješavanju koristio sam se osnim odnosom  $a:c = 1:0,8543$  (Dana's System of Mineralogy, 1951, p. 142). Kod svakog mjenenog kristala je pomoću ploha kalavosti po osnovnom romboedru provjerena razdioba u pozitivne i negativne forme u kombinaciji. U tabeli 1 dan je pregled kombinacija za pojedine mjerene kristale, a u tabeli 2 su navedene srednje vrijednosti za  $\varphi$  i  $\rho$  za plohe svake opažene forme uporedo sa vrijednostima koje se navode u literaturi (Dana's System of Mineralogy, 1951, p. 142).

U dostupnoj mi literaturi (Goldschmidt 1913, Hintze 1930 i Palache, Berman & Frondel 1951) nisam našao citiranih ovih formi: {1565}, {5.18.23.10}, {9.26.35.10} i {2.11.13.1}. Plohe ovih formi su na paralelnoperspektivnim slikama i u tabelama (tabela 1 i 2) označene zvijezdicom.

### 4. TIPOVI KRISTALA

Već u prvi mah primijećeno je da se svi kristali mogu razvrstati u nekoliko tipova. Prilikom narednih obilazaka kamenoloma upravo je na to usredotočena pažnja. Sakupljeni materijal podijeljen je zasad u pet strogo različitih tipova. Za svaki dosad nađeni kristal nije bilo dvojbe u koji ga kristalni tip treba svrstati. Valja napomenuti da se u novosakupljenom materijalu, obrada kojeg je još u toku, može očekivati još koji novi tip kristala.

## Pregled kombinacija

## Kalcit, Donje Orešje

Kristal Nr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. $10\bar{1}1$	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+
2. $01\bar{1}2$	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
3. $04\bar{4}3$	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-
4. $03\bar{3}2$	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
5. $02\bar{2}1$	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
6. $07\bar{7}1$	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
7. $31\bar{4}5$	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
8. $71\bar{8}6$	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
9. $21\bar{3}1$	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-
10. $12\bar{3}5$	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11. $15\bar{6}5^*$	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
12. $5.18.\bar{23}.10^*$	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-
13. $9.26.\bar{35}.10^*$	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-
14. $2.11.\bar{13}.1^*$	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
15. $11\bar{2}3$	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16. $10\bar{1}0$	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-
Tip kristala	1					2			3	4	5	

Znakom + označena je prisutnost ploha dotične forme u kombinaciji.

U tabeli 1 prikazana je i pripadnost izmjerених kristala jednom od pet tipova, opisivanje kojih sada slijedi.

#### 4.1. Kristali prvoga tipa (skalenoedarski tip, tip 1.)

Kristali ovoga tipa su najčešći. Na njima prevladavaju plohe forme  $\{21\bar{3}1\}$ . Ima kristala na kojima se javljaju samo plohe te forme. Primijećeno je među ostalim, da kristali koji sadrže neka mehanička onečišćenja (npr. nešto crne organske supstance preuzete iz fosila) imaju samo plohe spomenute forme. Kod plavičastih kristala također su razvijte samo plohe te forme. Naprotiv, što su kristali bistriji, to je veća vjerojatnost, da će vrh ovog skalenoedra biti otupljen ploham drugih formi. U jednoj šupljini svi kristali čitave njene površine ne samo da su istoga tipa nego i iste kvalitete, dakle ako su zamućeni, onda su svi približno jednako zamućeni. Neka nakupine kristala zahvatilo je snažnije ili manje snažno otapanje. Kod nekih se vidi da je otapanje duž ploha romboedarske kalavosti prilično da-

Tabela 2

Pregled srednjih vrijednosti  $\varphi$  i  $\varrho$  za plohe pojedinih formi i odgovarajućih podataka izračunatih iz osnog odnosa  $a:c = 1:0,8543$

Kalcit, Donje Orešje

1	Znak po Bravaisu	Broj opažanja	Srednje vrijednosti dobivene mjerenjem kristala iz Donjeg Orešja		Izračunati podaci iz osnog odnosa $a:c = 1:0,8543$	
			$\varphi$	$\varrho$	$\varphi$	$\varrho$
2	3	4	5	6	7	
1.	10 $\bar{1}$ 1	15	30°00'½'	44°35'	30°00'	40°36'½'
2.	01 $\bar{1}$ 2	2	330°00'	26°24'½'	330°00'	26°15'½'
3.	0443	3	329°58'	52°48'½'	330°00'	52°45'½'
4.	0332	2	330°00'	55°47'½'	330°00'	55°57'
5.	02 $\bar{2}$ 1	19	330°00'	63°02'	330°00'	63°07'½'
6.	0771	1	329°58'	81°40'	330°00'	81°45'½'
7.	3145	6	15°27'	36°02'	16°06'	35°25'½'
8.	7186	5	23°37'	51°30'	23°25'	51°08'½'
9.	2131	28	10°52'½'	69°01'½'	10°53'½'	69°02'
10.	1235	1	347°17'	27°52'	349°06'½'	27°34'
11.	1565*	7	338°27'	47°52'	338°57'	47°41'
12.	5.18.23.10*	8	342°21'	64°12'	341°55'½'	64°11'
13.	9.26.35.10*	17	344°34'	71°51'	344°20'	72°09'
14.	2.11.13.1*	2	339°16'	85°25'	338°13'	85°13'
15.	1123	1	0°14'	29°39'	0°00'	29°40'
16.	10 $\bar{1}$ 0	8	30°02'	89°52'	30°00'	90°00'

leko uznapredovalo. Svakako su kristali u tom slučaju morali zbog mehaničkoga djelovanja prethodno puknuti ili barem napuknuti smjerom ploha kalavosti. Na taj način bili su otvoreni putovi otopinama za otapanje.

Dosad su jedino kod ovog tipa kristala zamijećeni sraslaci i to po dva sraslačka zakona, po  $\{01\bar{1}2\}$  i  $\{0001\}$ .

#### 4.1.1. Kristali samci prvoga tipa

Veličina ovih kristala kreće se od par milimetara u smjeru kristalografske osi c do maksimalno 5 cm. Najčešće su kristali dugački oko 1 cm. Sa vrlo malo izuzetaka svi su gotovo sasvim prozirni sa blagim žućkastim tonom. Kristali na kojima su razvite samo plohe forme  $\{21\bar{3}1\}$  čine otprilike preko

95% svih nađenih kristala ovog tipa. Sasvim prozirni, bistri i potpuno bezbojni kristali su rijetki i na njima su osim ploha spomenutog skalenoedra utvrđene i plohe formi:  $\{10\bar{1}1\}$ ,  $\{01\bar{1}2\}$ ,  $\{02\bar{2}2\}$ ,  $\{12\bar{3}5\}$ ,  $\{15\bar{6}5\}$ ,  $\{11\bar{2}3\}$

Ako su u kombinacijama uz  $\{21\bar{3}1\}$  prisutne i plohe osnovnoga romboedra  $\{10\bar{1}1\}$  tad su ove posljednje ili vrlo sitne ili im veličina može doseći razmjere, koji su prikazani za svaki srasli pojedinac na sl. 2. Plohe osnovnoga romboedra su obično savršeno ravne i glatke. Njihovi signali su pri mjerenju radi toga bili idealni, zbog čega su baš pomoću njih kristali mogli biti vrlo točno polarno namješteni.

Ploha romboedra  $\{01\bar{1}2\}$  kod ovoga tipa kristala uočena je svega jedanput poput jedva zamjetljive tanke niti što jednoliko otupljuje ovršni brid između ploha osnovnog romboedra. Plohe romboedra  $\{02\bar{2}1\}$  pojavljuju se kao jedva uočljive, uske plohe što otupljuju oštrije ovršne bridove među plohama forme  $\{21\bar{3}1\}$ .

Skalenoedar  $\{21\bar{3}1\}$  je najjače razvita, dominantna i redovita forma kristala ovoga tipa. Plohe obično nisu glatke već više ili manje prutane paralelno bridovima između ploha ovog skalenoedra i ploha osnovnog romboedra. Neke su opet samo djelomično lijepo glatke a dijelom izgledaju kao da su naknadnim otapanjem nagrižene. Jedanput je samo opažena ploha skalenoedra  $\{12\bar{3}5\}$  i to kao uska ploha na ovršnim bridovima ploha osnovnog romboedra na kristalu Nr. 3 (tabela 1). Plohe skalenoedra  $\{15\bar{6}5\}$  vrlo su česte upravo samo na kristalima ovoga tipa. Javljaju se kao sitne i relativno mutne plohe.

Samo jedna ploha forme  $\{11\bar{2}3\}$  primijećena je na kristalu Nr. 2 (tabela 1) u obliku fine tanke niti.

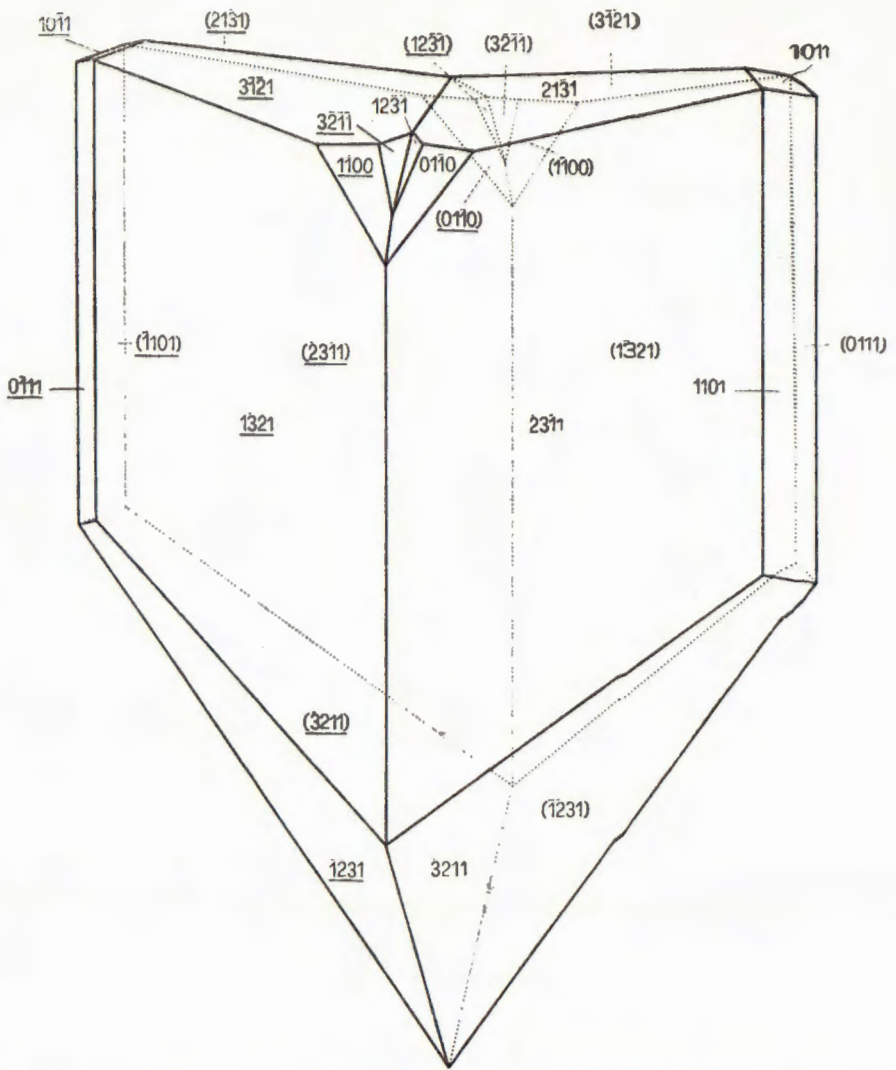
Relativna veličina kristalnih ploha kod potpuno bistrh kristala ovoga tipa vidljiva je iz slike 2. Pri tom treba napomenuti, da kod kristala samaca prizma nije dosad opažena.

#### 4.1.2. Sraslaci prvoga tipa

Kako je već spomenuto, zapaženi su sraslaci po dva sraslačka zakona. Prvi po  $\{01\bar{1}2\}$  su nešto češći, dok su drugi po  $\{0001\}$  velika rijetkost. Ako se u nekoj šupljini pronađe sraslac, velika je vjerojatnost, da će ih se naći još nekoliko u istoj šupljini. U jednoj vrlo lijepoj družici su uz kristale samce utvrđeni i sraslaci po jednom i drugom zakonu.

##### 4.1.2.1. Sraslaci po $\{01\bar{1}2\}$

Svi dosad pronađeni kristali srasli po ovom zakonu – a pronađeno ih je petnaestak – su vrlo slični i svi su na isti način razvučeni. Slika 1 koja predstavlja jedan takav kristal (kristal Nr. 5 iz tabele 1), vrlo vjerno prikazuje izgled tih sraslaca. Karakteristično je, da je jedna od zona (a ona u orijentaciji na slici predstavlja vertikalnu zonu), koju sačinjavaju dvije plohe skalenoedra  $\{21\bar{3}1\}$  jednog individua i dvije plohe istog skalenoedra drugog individua, te dvije plohe osnovnog romboedra jednog i odgovarajuće dvije



Sl. 1. Kalcit, Donje Orešje kod Zeline. Kristal prvoga tipa, araslac po  $\{0\bar{1}\bar{1}2\}$ .

Abb. 1. Calcit Donje Orešje bei Zelina. Kristall des ersten Typus, Zwilling nach  $\{0\bar{1}\bar{1}2\}$ .

plohe osnovnog romboedra drugog individua, jako istaknuta na način kako je to prikazano na slici 1. Jednako tako je karakterističan i oblik prizme  $\{10\bar{1}0\}$ . Dimenzije ovih kristala kreću se od 3 mm pa do 15 mm u dužini. Gotovo uvijek su tako izrasli, da su onom stranom koja je prikazana dolje, prirasli za podlogu.

Na jednom in jerenom sraslacu (kristal Nr. 5 iz tabele 1) opažene su plohe ovih formi:  $\{21\bar{3}1\}$ ,  $\{10\bar{1}1\}$  i  $\{10\bar{1}0\}$ . Plohe prvih dviju formi po svojoj kvaliteti odgovaraju plohama istih formi kod kristala samaca. Površina prizmatskih ploha je mutna a prema bridovima plohe su zaobljene. Pažljivim pregledavanjem desetak takvih sraslaca nisu utvrđene nikakve plohe drugih formi.

#### 4.1.2.2. Sraslaci po $\{0001\}$

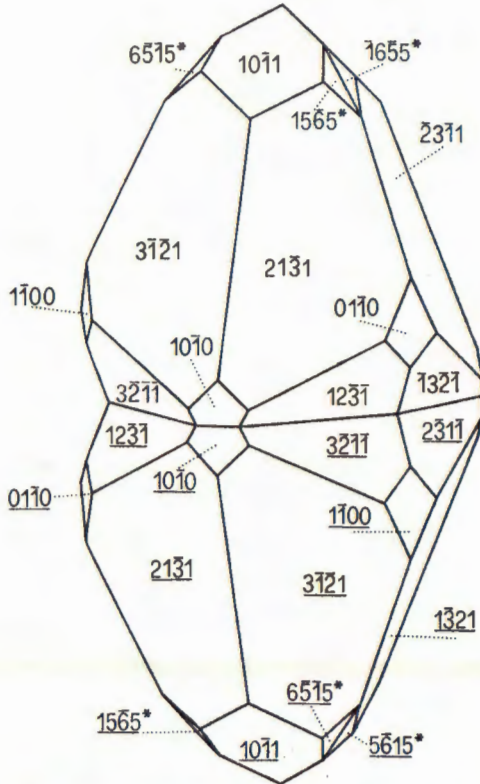
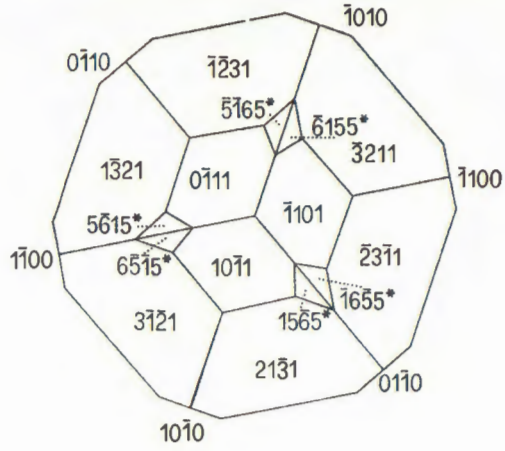
Pronađena su svega četiri sraslaca po ovom zakonu. Kristali su posve bistri i bezbojni. Pojedinim primjerci svojim izgledom potpuno odgovaraju posve bistrim i bezbojnim kristalima samcima. Za te sraslance je karakteristično, da svaki individuum sudjeluje u sraslacu sa više nego svojom polovicom kako se to vidi na slici 2. Na jednom primjerku je zapaženo i prorastanje po ovom zakonu. Vrlo je zanimljivo da su se kod sva četiri dosad nađena primjerka plohe prizme  $\{10\bar{1}0\}$  jednako razvile i to upravo onako kao kod sraslaca po  $\{01\bar{1}2\}$  (slika 1). Slika sraslaca po  $\{0001\}$  (slika 2) je idealizirana pa se ova karakterističnost iz nje ne vidi.

Osim spomenute forme  $\{10\bar{1}0\}$  čije su plohe i ovdje mutne i primjetno zaobljenih bridova, dolazi kao dominantna forma  $\{21\bar{3}1\}$ . Uz to se javljaju  $\{10\bar{1}1\}$  i  $\{15\bar{6}5\}$ . Njihova kvaliteta ne odstupa od kvalitete ploha na već opisanim potpuno bistrim i bezbojnim kristalima samcima ovoga tipa.

#### 4.2 Kristali drugoga tipa (tip 2.)

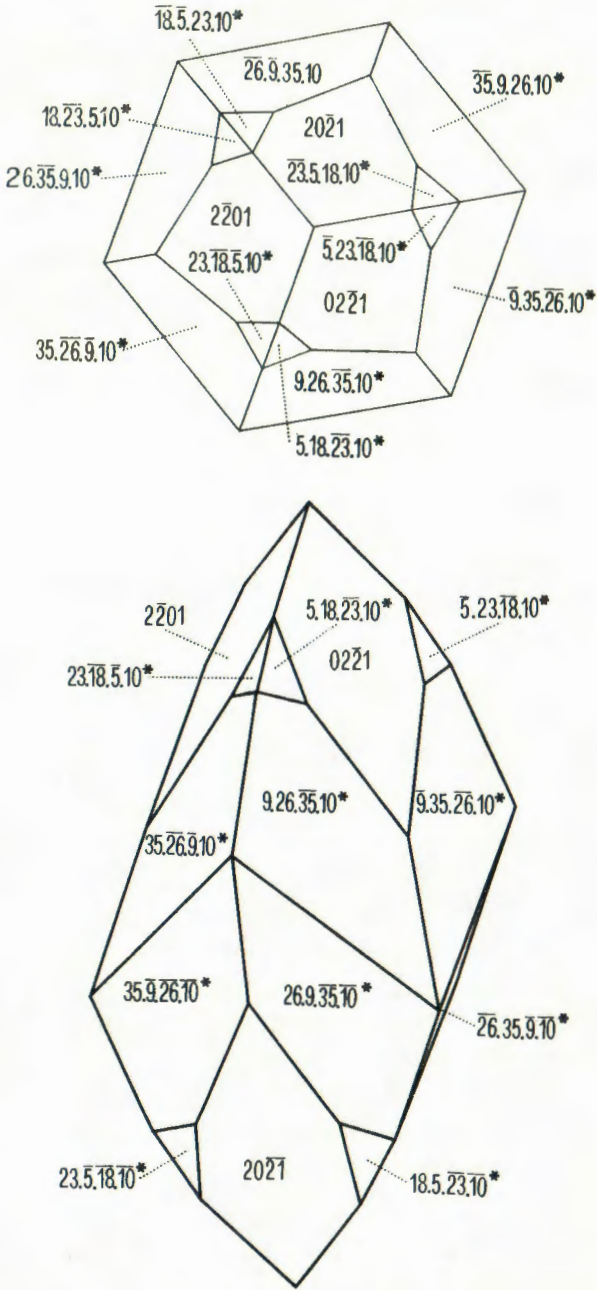
Pronađena je samo jedna družica sa kristalima ovoga tipa i to u pukotini veličine  $3 \times 5 \times 0,5$  cm. Kristalići su izvanredno bistri i bezbojni a veličina im se kreće između 2 i 5 mm. Na tri izmjerena kristala (kristali Nr. 6, 7 i 8 iz tabele 1) ustanovljene su ove forme:  $\{02\bar{2}1\}$ ,  $\{5.18.23.10\}$ ,  $\{9.26.35.10\}$ ,  $\{2.11.13.1\}$  i  $\{0443\}$ .

Slika 3 vjerno reprezentira međusobno vrlo slične kristale ovoga tipa. Na kristalima dominiraju plohe formi  $\{02\bar{2}1\}$  i  $\{9.26.35.10\}$ . Plohe prve forme su sjajne, gotovo idealno čiste i glatke dajući pri mjerenju vrlo dobre signale. Površina ploha druge forme donekle je glatka ali signal je obično loš, nerijetko višestruk. Plohe skalnoedra  $\{5.18.23.10\}$  prisutne su na sva tri izmjerena kristala a koliko je bilo moguće ustanoviti lupom, prisutne su i na svim ostalim nemjerenim kristalima ovoga tipa. Na mjerenim kristalima su plohe ove forme velikim dijelom savinute a uz to je na nekim plohama opaženo prutanje i to paralelno bridu u kojem se sijeku plohe forme  $\{5.18.23.10\}$  sa plohama skalnoedra  $\{9.26.35.10\}$ . Relativno loši signali



Sl. 2. Kalcit, Donje Orešje kod Zeline. Kristal prvoga tipa, sraslac po  $\{0001\}$ .  
 Abb. 2. Calcit, Donje Orešje bei Zelina. Kristall des ersten Typus, Zwillling nach  $\{0001\}$ .





S1. 3. Kalcit Orešje kod Zeline. Kristal drugoga tipa  
 Abb. 3. Calcit Donje Orešje bei Zelina. Kristall des zweiten Typus.

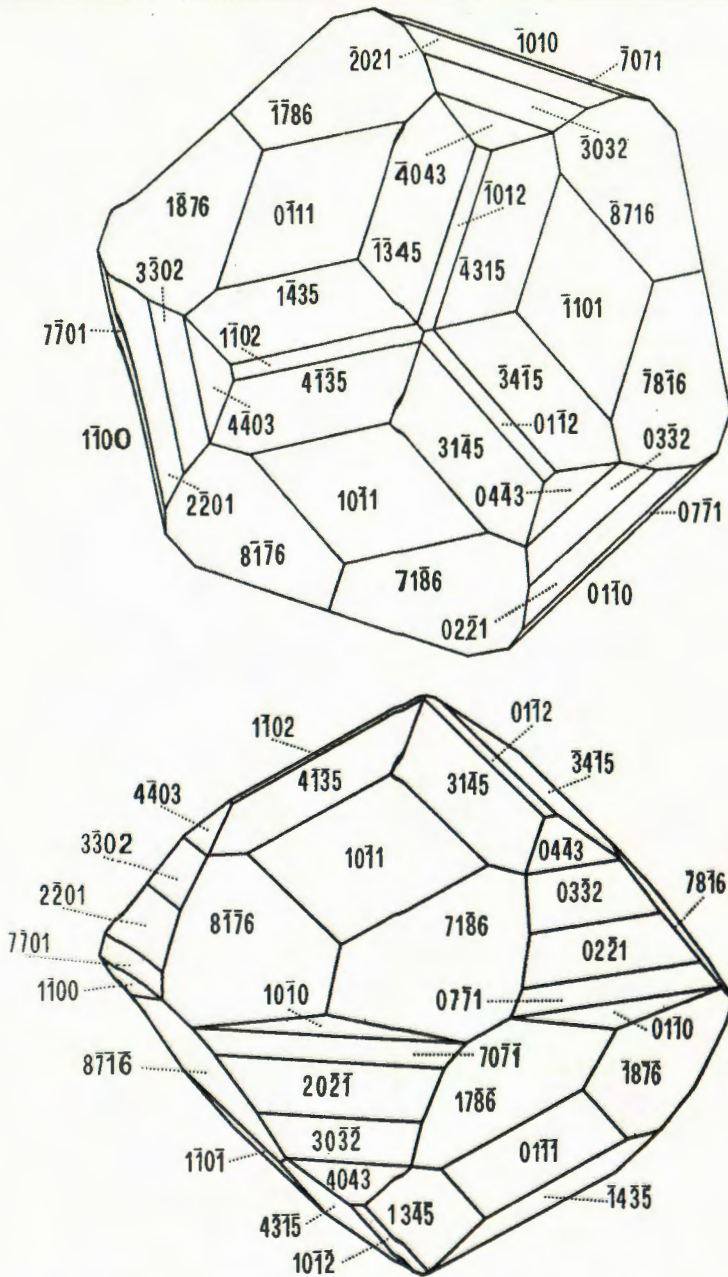
što ih daju pri mjerenju plohe forme  $\{5.18.\bar{2}3.10\}$  uzrokovani su zaobljenošću ploha i prutanjem. Plohe forme  $\{2.11.\bar{1}3.1\}$  dva puta su opažene kao skup paralelnih veoma oštirih i izrazito sjajnih linija u plohama forme  $\{02\bar{2}1\}$  na kristalu Nr. 6 iz tabele 1. Unutar jedne plohe forme  $\{02\bar{2}1\}$  na kristalu Nr. 6 (tabela 1) javljaju se na potpuno isti način i plohe forme  $\{04\bar{4}3\}$ . Signali što ih u jednom i drugom slučaju daju ove uzane plohe potpuno su jasni i jednoznačni.

#### 4.3. Kristali trećega tipa (tip 3.)

Kristali ovoga tipa pronađeni su samo u dvije pukotine čije su dimenzije bile negdje reda veličine kao kod kristala tipa 2. Kristali neujednačenih dimenzija od 2 do 6 mm su bezbojni i pomalo staklasto mutnog odsjaja. Oni gusto pokrivaju čitavu površinu pukotine. Zanimljivo je, da je samo kod ovoga tipa primijećeno da se pojedini kristali, unutar iste družice uočljivo razlikuju u razvijenosti zastupljenih formi. Karakteristično je za ovaj tip kristala da su relativno sjajne plohe osnovnog romboedra  $\{10\bar{1}1\}$  omeđene plohama dvaju skalenodara, tupljim skalenoedrom  $\{31\bar{4}5\}$  i malo oštirijim  $\{7186\}$ . Plohe ovih skalenoedara vrlo često su na oštirijim ovršnim bridovima odvojene čitavim nizom negativnih romboedara koji završavaju prizmom  $\{10\bar{1}0\}$ . Nađen je samo jedan kristal (kristal Nr. 9 u tabeli 1), koji je bio pogodan za goniometrijska mjerenja, kojima je utvrđeno, da je vrlo bogat formama (slika 4). Tu su u spomenutom nizu negativnih romboedara uočene forme:  $\{0112\}$ ,  $\{04\bar{4}3\}$ ,  $\{02\bar{2}1\}$ ,  $\{03\bar{3}2\}$  i  $\{07\bar{7}1\}$ . Plohe obaju skalenoedara  $\{31\bar{4}5\}$  i  $\{7186\}$  djelomično su vrlo sitno nagrizene zatim prilično savinute i prutane paralelno bridovima u kojima se oni sijeku sa plohama osnovnog romboedra. Plohe tih skalenoedara su kod većine kristala i najveće, a upravo zbog njihove površine ovaj tip kristala izgleda kao vrlo fino nagriženo staklo. Zbog loše površine ovih ploha signali su pri mjerenju bili vrlo loši. Za razliku od toga interesantno je spomenuti, da su plohe u nizu negativnih romboedara, uključujući tu i pluhu prizme, idealno glatke s odličnim signalima.

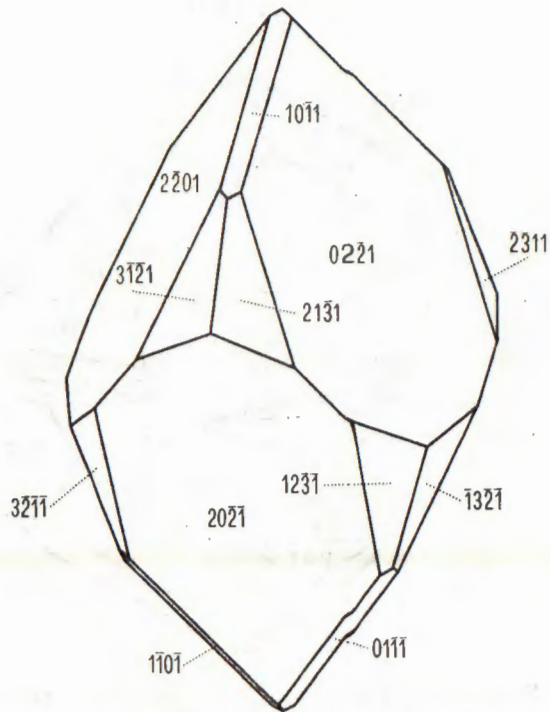
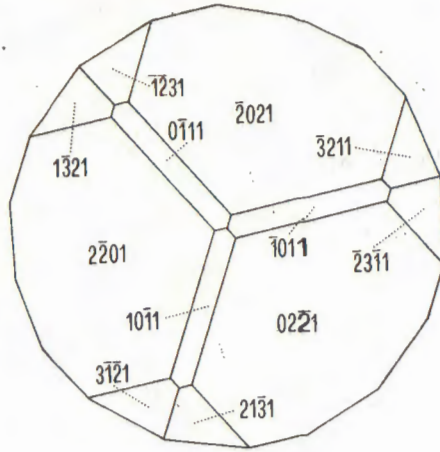
#### 4.4. Kristali četvrtoga tipa (tip 4.)

Koliko se dosad moglo vidjeti prilikom obilaska nalazišta, kristali ovoga tipa nađeni su na južnoj strani kamenoloma i to samo u velikim tektonski nastalim pukotinama, koje su gotovo redovito šire od 20 cm, a u krajnjim slučajevima približuju se širini od 2 m. Obično su subvertikalne sa generalnim pružanjem istok-zapad. Radi se redovito o velikim izduljenim kristalima od 8 do 10 cm, koji su tijesno srasli jedan uz drugi tvoreći ogromne družice; na svom vrhu oni završavaju romboedrom  $\{02\bar{2}1\}$  kao dominantnom formom, kojoj su ovršni bridovi ponekad jednoliko otupljeni vrlo uskom plohom osnovnog romboedra  $\{10\bar{1}1\}$ . Od ostalih formi zapažene su jedino još plohe forme  $\{21\bar{3}1\}$  koje su prisutne na većini kristala. Ako je šupljina veća, tad kristali dosegnu čak i do 25 cm u duljini. Svi nađeni kristali ovo-



Sl. 4. Kalcit, Donje Orešje kod Zeline. Kristal trećega tipa.

Abb. 4. Calcit, Donje Orešje bei Zelina. Kristall des dritten Typus.



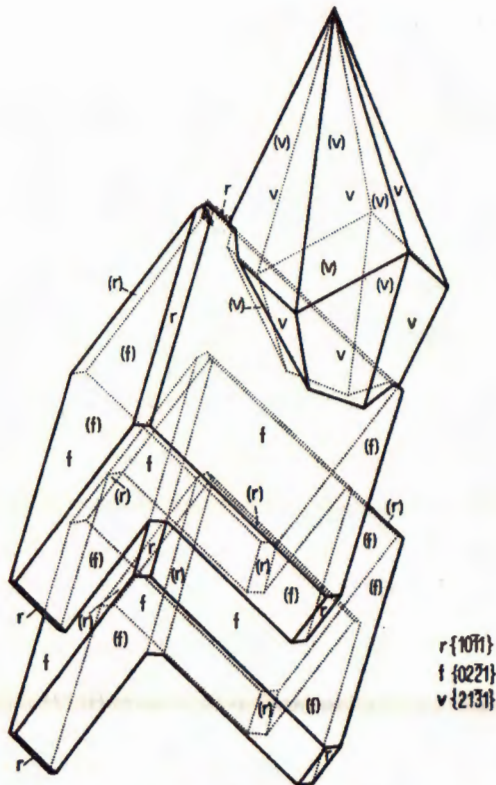
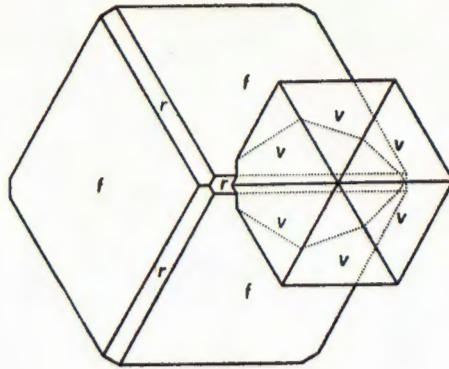
Sl. 5. Kalcit, Donje Orešje kod Zeline. Kristal četvrtoga tipa.  
Abb. 5. Calcit, Donje Orešje bei Zelina. Kristall des vierten Typus.

ga tipa intenzivno su nagriženi i otopljeni tako da se spomenute terminalne plohe ne nalaze na kristalima baš često, iako se na samom nalazištu nalaze na tone kristala ovoga tipa. Slobodan prostor koji je ostao nakon kristalizacije kalcita, a sigurno jednim dijelom i naknadnim širenjem pukotine, potpuno je ispunjen glinom. Čak i šupljine koje su nastale u kristalima otapanjem, milimetarskih i centimetarskih dimenzija, do posljednje pore ispunjene su glinom. Poneke vrhove kristala upravo je omotač od gline sačuvao od najedanja pa su tako i mogle biti izmjerene navedene forme. Pri tom je zapaženo da su plohe forme  $\{02\bar{2}1\}$  relativno glatke i ravne, dok su površine ploha formi  $\{10\bar{1}1\}$  i  $\{21\bar{3}1\}$  prilično neravne i bez sjaja. Na debelim kalotinama smjerom osnovnog romboedra priređenim od ovih kristala, opaža se daleko veća prozirnost nego što bi se moglo očekivati obzirom na njihov vanjski izgled.

#### 4.5. Kristali petoga tipa (romboedarski tip, tip: 5.)

Generacija kristala ovoga tipa sasvim slučajno je otkrivena u više ovećih šupljina na razmjerno malom prostoru u južnom dijelu kamenoloma i to ispod kristala skalenoedarskog tipa, odnosno tipa 1.; drugim riječima, ova generacija romboedarskog tipa bila je preraštena skalenoedarskim kristalima veličine čak između 1 i 5 cm. Gornja generacija skalenoedarskog tipa dala se vrlo lako skinuti, jer nije čvrsto prirasla za donje kristale. Na taj način se ukazala vrlo lijepa, svakako starija, generacija romboedarskog tipa. Ovaj tip kristala utvrđen je također i ispod generacije kristala tipa 4.

Kristali ovoga tipa dosežu svojom veličinom do 1 cm, vrlo rijetko i više. Veoma su čisti i prozirni sa slabom žućkastom nijansom, koja se čak u istoj druzi postepeno mijenja od jednog kraja gdje su kristali slabo žućkasti do drugoga gdje su čak intenzivno žuti. Pri tom se mijenja samo boja, a izgled i veličina ostaju potpuno isti. Na kristalima ovoga tipa razvite su forme  $\{02\bar{2}1\}$  i  $\{10\bar{1}1\}$ . Izgled kristala vidi se iz slike 6, gdje je prikazan i međusobni odnos prema mlađoj generaciji prvoga tipa. Plohe forme  $\{02\bar{2}1\}$ , koje apsolutno dominiraju kristalom i dolaze na svim kristalima ovog tipa, sjajne su i glatke, no na nekim kristalima mogu uz to biti još i plitko ali gusto valovite, pa je u tom slučaju signal pri mjerenju bio nejasan. Osnovni romboedar dolazi daleko rjeđe i to u obliku dugih, vrlo uskih i sjajnih ploha, što jednoliko otupljuju ovršne bridove među plohamo romboedra  $\{02\bar{2}1\}$ . Kristali u druzi su izrasli jedan uz drugi i zato su razviti samo gornjom stranom. Često je na plohamo romboedra  $\{02\bar{2}1\}$  priraslo više manjih kristalića orijentiranih tako da su im kristalografske osi c približno okomite na plohe spomenutog romboedra. Kod pojedinih individua se vidi da ti manji kristalići prodiru svojim korijenom do 3 mm u kristal a to znači da su jedno vrijeme zajedno kristalizirali, kako veliki kristal domaćin, da ga tako nazovem, tako i ovi manji prirasli kristali.



Sl. 6. Kalcit, Donje Orešje kod Zeline. Kristali petoga tipa prerašteni kristalom prvoga tipa.

Abb. 6. Calcit Donje Orešje bei Zelina. Kristalle des fünften Typus, von einem Kristall des ersten Typus überwachsen.

## 5. OPTIČKA ODREĐIVANJA

Na gotovo idealno glatkim kalotinama smjerom osnovnoga romboedra  $\{10\bar{1}1\}$  a isto tako na nekoliko vrlo glatkih ploha skalenoedra  $\{21\bar{3}1\}$  od istog sasvim bistrog kristala tipa 1. određeni su indeksi loma za ordinarni i ekstraordinarni val za Na-svjetlost. Određivanja su izvršena na Kleinovom totalreflektometru. Svako određivanje ponovljeno je više puta i iz mjerjenjem dobivene srednje vrijednosti graničnoga kuta totalne refleksije izračunati su indeksi loma:

$$N_o = 1,6583$$

$$N_e = 1,4864$$

Određivanja su vršena pri temperaturi  $+25^{\circ}\text{C}$ .

## 6. KEMIJSKA ISPITIVANJA

Kemijska ispitivanja kristala kalcita izvršena su na tri uzorka različitih kristala prvoga tipa i dva uzorka različitih kristala petoga tipa, te na po jednom uzorku trećega i četvrtoga tipa. Kao prvo određen je sadržaj »mikroelementa« koje je na moju molbu odredio prof. dr Zoran Maksimović spektrokemijskom analizom. Pri tom je određivano pet »mikroelementa« : Cu, Ni, Mn, Sr i Ba. Dobivene vrijednosti prikazane su u tabeli 3. Vrijednost određena za Cu ne može se uzeti kao kvantitativna jer nešto malo bakra ima i u samim elektrodama. Uz to određeni su i »makroelementi« : Al, Fe, i Mg; njihove semikvantitativno određene vrijednosti dane su u tabeli 3, ispod vrijednosti za »mikroelemente«. Prof. dr Z. Maksimović u ovim putem zahvaljujem za učinjene analize.

Iz tabele 3 je vidljivo da se u svim slučajevima radi o razmjerno čistom kalcitu. Za analizu kristala drugoga tipa nije bilo dovoljno materijala. U analizama kristala petoga tipa dolazi povećana količina željeza, naročito kod intenzivnije obojenih kristala. Upravo žuta boja govori da je ovo željezo bar jednim dijelom sadržano kao mehanička primjesa u kalcitu u obliku željeznih hidrata.

## 7. TERMIČKA I RENDGENOGRAFSKA ANALIZA

Za termičku analizu uzeti su bezbojni i bistri kristali prvoga tipa (uzorak br. 1 kod spektrografskih analiza). Za urađenu analizu zahvaljujem dipl. ing. Veri Babić koja ju je izvršila u Zavodu za mineralogiju, petrologiju i ekonomsku geologiju Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta u Zagrebu. Dobivene TG-, DTA- i DTG-krivulje potvrđuju već nagla-

Tabela 3

Spektrokemijske analize kalcita - Vrijednosti su dane u ppm (gr/t)

Kalcit, Donje Orešje

Uzorak	1	2	3	4	5	6	7
Cu	3,5	5,6	3,2	3,8	3,5	4,2	5,6
Ni	10	3,5	1,7	1,2	×	×	×
Mn	500	500	650	750	1200	240	580
Sr	300	500	580	330	420	175	500
Ba	×	10	×	×	×	×	×
Al	600	1150	1300	340	250	420	430
Fe	700	650	1150	2400	4200	850	420
Mg	1000	1800	1800	3160	3300	500	4600
Tipovi kristala	1			5		3	4

× vrijednost ispod granice detekcije spektrografske metode

- Uzorak: 1 - Kristali tipa 1. sasvim bezbojni i prozirni  
 2 - Kristali tipa 1. plavičasto obojeni  
 3 - Kristali tipa 1. uzeti direktno povrh kristala tipa 5.  
 4 - Kristali tipa 5. sa jedva zamjetljivom žučkastom nijansom  
 5 - Kristali tipa 5. intenzivno žuto obojeni  
 6 - Kristali tipa 3.  
 7 - Kristali tipa 4.

šenu kemijsku čistoću ovoga kalcita. Uzorak pokazuje endotermni pik kod 930°C, što odgovara otpuštanju CO<sub>2</sub>, a gubitak težine žarenjem iznosi 43,76% (idealna količina CO<sub>2</sub> u kalcitu iznosi 43,97%).

Rendgenografski je analiziran, kao prvo, fino klastični materijal koji je ritmički taložen između generacija kristala petoga tipa (vidi razdio 8.). Uzorak je snimljen metodom praška Guinier-de Wolff No. II kamerom sa Cu K $\alpha$ -zračenjem uz ekspoziciju od 4 sata. Osim dobro uočljivih linija kalcita na rendgenogramu se ne opaža prisutnost neke druge supstance.

Osim toga uz iste uvjete snimljena je i crna ljuštura hipurita (koji su na ovom lokalitetu bili kamenotvorci). Na rendgenogramu osim intenzivnih linija kalcita utvrđena je i linija vrlo slabog intenziteta sa pripadajućom d-vrijednosti 3,345, što bi najvjerovatnije odgovaralo najjačoj liniji kremenita (10 $\bar{1}1$  - d = 3,343, Brown 1961. p. 473). Valja naglasiti da je ovom metodom moguće primijetiti prisustvo neke supstance u količini iznad 5%. Određivanja su izvršena u Mineraloško-petrografskom zavodu Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu, a kolegi dipl. ing. Stanislavu Međimorc u zahvaljujem na pomoći.



## 8. GENEZA KALCITA IZ KAMENOLOMA DONJE OREŠJE

Ovdje će biti samo nabačene neke činjenice i ideje do kojih se došlo na temelju dosadašnjih istraživanja ovog lokaliteta. Već je spomenuto da su kristali petoga tipa dosad uočeni ispod nekih druza kristala prvoga tipa i u nekoliko slučajeva ispod kristala četvrtoga tipa. Na mnogo kristala petoga tipa, izdvojenih iz druze, zamijećeno je, da idući od kraja kojim je kristal prirastao za podlogu pa do njegovog vrha, ima desetak markiranih prestanaka uobičajene kristalizacije. U tim prekidima nastupa taloženje tankog filma glinovite supstance, nakon čega je kristal u istoj kristalografskoj orijentaciji napredovao rastom do slijedeće stepenice, kad je opet slijedilo taloženje tankog filma gline. Budući da su ovi kristali bistri, ova tanka jedva zamjetljiva prevlaka obilježuje kristalne plohe u trenutku taloženja prevlake i to se kroz kristal vidi (kao kristal fantom). Na taj način može se zaključiti, da je tokom rasta kristala bilo desetak prekida u kristalizaciji. Kroz sve stadije kristalizacije izgled kristala ostao je isti, počam od prvog do posljednjeg u tom nizu. To je sigurna potvrda da su uvjeti kristalizacije u čitavom ovom rasponu sa malim prekidima bili barem približno isti. Na slici 6 prikazani su posljednji i pretposljednji »kat« (da se poslužim asocijacijom na zgradu) u tom ritmičkom nizu. Zanimljivo je da je veza između jednog i drugog »kata« vrlo labava, makar je jedan prema drugom izrastao u potpuno istoj kristalografskoj orijentaciji. Uz to su oni i izgledom isti. Već vrlo malim pritiskom možemo naprosto izvući jedan iz drugoga, jer će se svaki »kat« zasebno odvojiti točno po onom vrlo tankom glinovitom filmu. Pri tom će svaki izdvojeni »kat« imati s donje strane vjerni otisak kristala na kojem je narastao, tj. negativni kristal.

Posljednji »kat« kristala u tom nizu, ili genetski rečeno najmlađi između njih, također je presvučen vrlo tankim filmom glinene supstance. Na njemu su narasli kristali kalcita, većinom u istoj kristalografskoj orijentaciji, ali sasvim drugačijeg tipa, razvijeni samo u obliku skalenoedra {2131} koji su opisani kao prvi tip kristala. Veza između ovih skalenoedara i najgornjeg »kata« romboedarske generacije, gotovo u pravilu je možda još malo labavija, nego između opisanog niza unutar kristala petoga tipa. Valja napomenuti da su čak u istoj druzi pronađeni primjerci kod kojih između jednog i drugog tipa nije ni došlo do taloženja tankog glinovitog sloja, nego se jednostavno na najmlađem gornjem »katu« romboedarskog tipa (tip 5.) nastavio kontinuirani rast u obliku pojedinaca čisto skalenoedarskog tipa (tip 1.) i to dakako u posve istoj kristalografskoj orijentaciji. Posljedica toga je, da je u tom slučaju veza među njima tako čvrsta, da ih je nemoguće odvojiti.

Kako ovo genetski objasniti? Vrlo je vjerojatno da je spomenuti tanki film glinovitog materijala morao biti uvjetovan nekom promjenom (recimo nekim kratkim tektonskim udarom) od koje bi se zamutila matična otopena koja je donosila hranu, da tako kažemo, potrebnu za rast kalcitnih kristala. U ritmičkom slijedu »katova« ogledali bi se upravo uzroci njihove

vog postanka, recimo ritmički slijed tektonskih poremećaja. Dakako da se ne može dokučiti vremenska udaljenost od jednog do drugog poremećaja. Činjenica da su kristali petoga tipa vrlo bistri, ide u prilog pretpostavci o polaganom rastu, Sudeći po glinovitoj »pregradi« između romboedarske generacije kristala petoga tipa i skalenoedarske generacije kristala prvoga tipa, koja je posve ista sa glinovitim »pregradama« unutar same romboedarske generacije, izgleda da te u stvari drastične promjene matičnih otopina nisu bile popraćene nekim jačim zagađivanjem otopina sa klastičnim materijalom, nego je to zagađivanje kvalitetno i kvantitetno bilo u vrijednostima reda veličine kao i unutar same romboedarske generacije (tip 5.). U čemu se sastojala ta promjena uvjeta kristalizacije koja je uzrokovala tako markantnu promjenu izgleda kristala, zasad bi bilo teško reći. Jedna važna činjenica je, da je skalenoedarska generacija, naročito u kasnijem stadiju, nešto mutnija, nema više onu karakterističnu žučkastu nijansu, i prema gore sadrži sve više mehaničkih uklopaka, dok je na samom vrhu bezbojna, i skoro čista. Grube plohe ove generacije, zamućeni i nehomogeni kristali govore u prilog brzoga rasta.

Ne manje zanimljiva je i baza na kojoj su narasli opisani kristali romboedarske generacije. Tu dolazi vrlo sličan ritmički niz od osam do petnaestak – opet da upotrebim izraz – »katova« kristala kalcita potpuno istog petog tipa. Razlika je samo u tom, što su kristali manji i dužina im u smjeru osi c iznosi od 1 do 5 mm. Najupadljivije je, da između pojedinih »katova« nije više tanki film glinovitog materijala, već prilično debela naslaga fino zrnatog slabo vezanog materijala kojemu debljina dosiže čak do polovice proslojaka kalcitnih kristala (»katova«). Kristali pojedinog »kata« u tom nizu nisu ni u kakvoj kristalografskoj vezi sa proslojkom kristala iznad i ispod sebe. Njihove kristalografske osi c su subvertikalne na podlogu, kao i u gornjem nizu. Načinjeno je i nekoliko mikroskopskih preparata kojima je presječena ova ritmička izmjena. Mikroskopom su ustanovljena samo kalcitna zrnca u sastavu tih pregrada a to je potvrđeno i rendgenografskom analizom istoga materijala.

Spomenuto tumačenje ritmičkih izmjena, kao posljedice ritmičkog slijeda poremećaja (vrlo vjerojatno tektonskih) između kojih je slijedilo poduže mirno razdoblje, može se proširiti i na ove podinske ritmičke izmjene. Razlika je ipak u tom, što bi veća količina i drugačija kvaliteta klastičnog materijala govorila o daleko snažnijim, a moguće i dugotrajnijim poremećajima.

Ponekad se dobije dojam da je postojala vodena struja u žili, koja je u donjim svojim dijelovima periodički nosila klastični materijal i tu ga taložila, dok su viši dijelovi ostali toga pošteđeni.

Prekidi kristalizacije ustanovljeni su i kod kristala četvrtog tipa, ali tu se ne primjećuje neki strani materijal koji bi markirao eventualne promjene otopine ili prekide kristalizacije, već je to markirano otapanjem, koje obično napreduje do nekadašnje vrlo glatke plohe. Vrlo je zanimljivo da kristali ovoga tipa imaju u svom podnožju ritmičku izmjenu identičnu do-

njem i gornjem »paketu« kristala petoga tipa. Veliki kristali grubih neravnih ploha, pa i mutež unutar kristala govore jedino u prilog brzom rastu. Primijećeno je da je otapanje, koje je kod ovog tipa prisutno na svakom kristalu, jednim dijelom počelo već prije zatrpavanja slobodnog prostora glinom. Nakon zatrpavanja otapanje je na još slobodnim mjestima bilo intenzivnije.

Kristali prvoga tipa, kojih je nađeno vrlo mnogo u različitim dijelovima nalazišta, uvi jek dolaze na jedan od ova dva načina: ili dolaze direktno na podlozi vapnenca ili pak, što je detaljno prikazano, na čitavom nizu generacija petoga tipa. Iz ovih nalaza može se sigurno reći da je barem jedan dio (ako ne čak i svi) kristala prvoga tipa mlađi od generacija kristala petoga tipa. Vrlo je vjerojatno da je kristalizacija prvoga tipa u ovom slučaju nastupila odmah iza kristalizacije petoga tipa. Sadrže li kristali neke mehaničke uklopke, a to je kod kristala prvoga tipa vrlo čest slučaj, tad ovi uklopci uzrokuju smanjenje kalavosti jer unutar kristala djeluju kao armatura. Ove mehaničke primjese vrlo često su zonarno raspoređene i pokazuju oscilacije u količini onečišćenja tokom rasta. Sasma bistri i bezbojni kristali ovoga tipa ukazuju na to, da su ipak uvjeti kristalizacije tu bili nešto drugačiji (što dokazuje još i priličan broj drugih formi koje su osim skalenoedra {2131} na ovim kristalima ustanovljene); vjerojatno je matična otopina pretrpjela temeljitu filtraciju kroz stijenu. Na temelju ovoga trebalo bi možda ove bistrice i bezbojne kristale shvatiti kao podtip kristala prvoga tipa.

Kristali drugoga tipa veoma su bistri, blistavih ploha, prirasli na podlozi sivkastog vapnenca, a kristalizirali su bez ikakvih vidljivih prekida, vjerojatno iz vrlo čiste otopine. Veza prema ostalim tipovima ovoga nalazišta nije se mogla ustanoviti.

Kristali trećega tipa vrlo su interesantni stoga, što se na jednom te istom kristalu pojavljuju sjajne i vrlo glatke plohe čitavoga niza negativnih romboedara, dok skalenoedri {3145} i {7186} imaju izrazito prutane plohe bez sjaja, kao da su djelomično otopljene. I sad, ako se stvarno pretpostavi djelomično otapanje, samo se od sebe postavlja pitanje, zasad bez odgovora, kako to, da glatke i ravne plohe čitavoga niza negativnih romboedara nisu ni taknute? Neka bliža prostorno-vremenska povezanost kristala trećega tipa sa ostalim tipovima kristala, na temelju dosadašnjih nalaza, nije se mogla utvrditi.

Iz već izloženoga se vidi da različiti uvjeti kristalizacije imaju za posljedicu različite tipove kristala, gdje se pojedine forme, mogli bi čak reći, međusobno isključuju. Konkretno kod kristala petoga tipa forma {2131} ne dolazi, a to znači da u matičnoj otopini nisu bile ostvarene mogućnosti za njen razvitak. U završnoj generaciji (tip 1.) ti uvjeti su bili u potpunosti zadovoljeni i tu nalazimo isključivo samo kristale skalenoedarskog tipa sa {2131} kao jedinom razvitom formom. U tim novonastalim uvjetima, kako vidimo nije postojala mogućnost za razvitak ploha forme {0221} koje su u podinskim generacijama (tip 5.) bile bogato razvite. Kod izvanredno

bistrih i bezbojnih kristala pribrojenih prvomu tipu uočava se poneka ploha forme {0221} kao vrlo uska pruga koja jednoliko otupljuje oštrije ovršne bridove forme {2131}. Međutim, ovakvi kristali nigdje nisu nađeni povrh kristala petoga tipa, nego se nalaze prirasli direktno na vapnencu kao podlozi, pa bi i to bio razlog više, da se shvate kao podtip kristala prvoga tipa.

Prorastanja jednoga tipa kristala kalcita nekim drugim tipom često se spominju u literaturi (npr. Whitlock 1907, Zemiatsenski j 1902, Hobbs 1896 i Rath 1887).

## 9. ZAKLJUČAK

Na temelju svega ovoga može se zaključiti slijedeće: kristalizacija kalcita unutar pukotina i šupljina gornjokrednog vapnenca u kamenolomu Donje Orešje trajala je dulji vremenski period tijekom kojega je tektonika bila neprestano prisutna i širila postepeno ili u pojedinim momentanim udarima već postojeće pukotine i šupljine, te otvarala nove pukotine a i putove k novim neispunjenim šupljinama. Nužno je pretpostaviti, da su se kod toga neki putovi za cirkulacije otopina i zatvorili. Različiti tipovi kristala mogu biti samo posljedica različitih uvjeta kristalizacije. Kao što se iz već obrazloženog vidi, postoje indikacije na redosljed kristalizacije pojedinih tipova kristala, odnosno ako se misli na njihove uzroke, onda na određeni redosljed izmjene uvjeta kristalizacije; tu međutim još postoji problem međusobnog vremenskog slijeda pojedinih tipova kristala.

Prof. dr Ljudevitu Bariću zahvaljujem se najljepše i ovim putem na ustupljenom materijalu i ukazanoj pomoći i savjetima tokom rada. Zahvaljujem se također i kolektivu poduzeća »Kamenci« iz Zeline na susretljivosti.

## LITERATURA

- Brown, G. (1961): The X-ray Identification and Crystal Structures of Clay Minerals. Mineralogical Society, London.
- Dana's System of Mineralogy – vide Palache, Berman & Frondel etc.
- Foetterle, F. (1862): Bericht über Aufnahmen im nordwestlichen Croatien. Verh. Geol. Reichsanst. 12 (1). Wien.
- Goldschmidt, V. (1913): Atlas der Krystallformen. Bd III. Text und Tafeln, Carl Winters Universitätsbuchhandlung, Heidelberg.
- Gorjanović-Kramberger, D. (1908): Geologijska prijedlogna karta kralj. Hrvatske i Slavonije – Tumač geol. karte Zagreb. Izd. Geol. povj., 5. Zagreb.
- Hintze, C. (1930): Handbuch der Mineralogie, Band I, 3. I, 2809–2957. Walter de Gruyter & Co., Berlin & Leipzig.
- Hobbs, W. H. (1896): Die krystallisierten Mineralien aus dem »Galena Limestone« des südlichen Wisconsin und nördlichen Illionis. – Z. Krystallogr. Mineral. 25, 257–275. Leipzig.

- Mackenzie, C. R. (1957): The Differential Thermal Investigation of Clays, Mineralogical Society. London.
- Palache, C., Berman, H. & Frondel, C. (1951): Dana's System of Mineralogy. Seventh Edit. Vol. II. J. Wiley. & Sons, inc. Chapman and Hall, LTD. New York-London.
- Rath, G. (1887): Der Kalkspath von Bergen Hill, New Jersey. - Z. Krystallogr. Mineral. 1, 604-614. Leipzig.
- Whitlock, H. P. (1907): Kalkspath von Lyon Mountain, Clinton County, N. Y. - Z. Krystallogr. Mineral., 43, 321-330. Leipzig.
- Zemiatčenski, P. (1902): Die Kalkspathlagerstätte am Berge Čelebi-jaun-beli in Umgebung des Baldar-Thores. - Z. Krystallogr. Mineral., 36, 589-605. Leipzig.

## V. ZEBEC

CALCIT AUS DEM STEINBRUCH DONJE OREŠJE IM  
MEDVEDNICA-GEbirGE (ZAGREBAČKA GORA)

Calcit wurde im Laufe des Jahres 1972 in Adern und Hohlräumen des Steinbruchs Donje Orešje unweit des Ortes Zelina im östlichen Teil des Medvednica-Gebirges gesammelt. Der Kalkstein, der in dem erwähnten Steinbruch abgebaut wird, wurde bisher mehrmals wegen seines Fossiliengehaltes wissenschaftlich behandelt ((Fütterle 1862, S. 123; Gorjanović-Kramberger 1908, S. 28-31). Dadurch wurde festgestellt, dass er der Oberkreide angehört. Die gesammelten Calcitkristalle (über 50 Kristalle und etwa 100 Drusen) wurden, ihrem Aussehen nach, in 5 verschiedene Typen eingereiht. Durch die goniometrische Messung wurde die Anwesenheit folgender Formen festgestellt:  $r$  {1011},  $e$  {0112}, {0443},  $h$  {0332},  $f$  {0221}, {0771},  $w$  {3145}, {7186},  $v$  {2131},  $z$  {1235}, {1565}, {5.18.23.10}, {9.26.35.10}, {2.11.13.1},  $\pi$  {1123} und  $m$  {1010}. Die Übersicht über die an einzelnen Kristallen festgestellten Formen ist aus der Tabelle 1 ersichtlich. In dieser Tabelle ist auch die Zugehörigkeit der gemessenen Kristalle zu den einzelnen Typen angegeben. Die durch Messungen erhaltenen Mittelwerte für  $\varphi$  und  $\varrho$  sind in den Kolonnen 4 und 5 der Tabelle 2 enthalten. Des Vergleiches halber sind in beiden Kolonnen rechts in derselben Tabelle die dem Achsenverhältnis  $a:c = 1:0,8543$  entsprechenden  $\varphi$ - und  $\varrho$ -Werte angegeben.

An den Kristallen des ersten Typus kommen sehr nur die Flächen der Form {2131} vor. Von den übrigen Formen erscheinen auch {1011}, {0112}, {0221}, {1235}, {1565} und {1123}. Es wurden auch Zwillinge nach {0112} (Fig. 1) und {0001} (Fig. 2) wahrgenommen; Zwillinge nach dem ersterwähnten Gesetz kommen öfters vor, während jene nach dem zweiten Gesetz sehr selten sind. Die Zwillinge nach dem erstem Gesetz sind charakteristisch verzerrt, wie dies in der Abb. 1 dargestellt ist. In den Zwillingen nach dem zweiten Gesetz ist der Anteil jedes verzwillingten Individuums grösser, als dies seiner Hälfte entspricht. Die aus einem Individuum bestehenden Kristalle, die vollkommen klar und farblos sind, sind den Einzelindividuen in Zwillingen nach {0001} ähnlich, jedoch mit dem Unterschied, dass an ihnen die Flächen {1010} nicht wahrgenommen wurden. Insofern in den Kristallen mechanische Verunreinigungen in etwas grösserer Menge enthalten sind, kommt an ihnen die Form {2131} allein vor. Die Spaltbarkeit kommt in diesem Fall wesentlich schwächer zum Vorschein, weil diese Einschlüsse in Kristallen die Wirkung einer Armatur ausüben. Die Kristalle sind in der Richtung der  $c$ -Achse auch bis zu 5 cm lang, meistens erreicht aber ihre Länge nur 1 cm. Sie sind mit einem Ende der  $c$ -Achse direkt an die aus Kalkstein

bestehende Unterlage angewachsen, mit ihnen ist aber seltener die Generation der Kristalle des Typus 5 bedeckt. Im letzterwähnten Fall kommt an den Kristallen ausschliesslich die Form {2131} vor.

Die Kristalle des zweiten Typus (Abb. 3) wurden nur in einem kleinen Hohlraum gefunden; sie sind farblos und sehr klar. Durch die goniometrische Messung wurde an ihnen die Anwesenheit folgender Formen festgestellt: {0221}, {0443}, {5.18.23.10}, {9.26.35.10} und {2.11.13.10}. Sie sind gewöhnlich 2–5 mm gross.

Die Kristalle des dritten Typus (Abb. 4) wurden bisher nur in zwei kleineren Hohlräumen gefunden. Sie sind farblos mit mattem, glasähnlichem Reflex und durchsichtig. Ihre Grösse beträgt 2–5 mm. An ihnen wurde die Anwesenheit folgender Formen festgestellt: {1011}, {3145}, {7186}, {0112}, {0443}, {0332}, {0221}, {0771}, und {1010}. Die Skalenoederflächen {3145} und {7186} sind parallel zu ihrer gemeinsamen Kante mit den Flächen des Grundrhomboeders gestreift und angeätzt, während die Flächen der negativen Rhomboeder vollkommen eben und glatt sind.

Die Kristalle des vierten Typus kommen ausschliesslich in grösseren tektonischen, 20–200 cm breiten Spalten vor. Es wurden 8–25 cm lange Kristalle gefunden. Der zentrale Teil der Spalten ist mit Ton ausgefüllt. Alle Kristalle wurden teilweise intensiv gelöst. Das Lösen hat auf den einstigen glatten Flächen im Inneren der Kristalle aufgehört; dadurch sind die früheren Kristallisationsstadien klar bezeichnet. Die Kristalle sind klar, was sehr gut erst an den Spaltstücken feststellbar ist. Es wurde die Anwesenheit der Formen {1011}, {0221} und {2131} goniometrisch festgestellt.

Die Kristalle des fünften Typus sind ständig von den Kristallen des ersten oder vierten Typus überdeckt. Sie sind gelblich, durchsichtig und etwa 1 cm gross. An ihnen wurden nur die Flächen der Formen {1011} und {0221} festgestellt. Während des Wachstums wurde die Kristallisation mehr als zwanzigmal unterbrochen. Das wird im oberen Teil dieser rhythmischen Kristallisationsreihe durch dünne Schichten von Tonsubstanz und im unteren Teil durch Schichten von feinem klastischen, schwach zusammengebundenen Calcitmaterial vermerkt. Im oberen Teil wurde das Wachstum ständiger in derselben kristallographischen Orientierung fortgesetzt. Im unteren Teil, in dem die Kristalle wesentlich kleiner und die Zwischenschichten weitgehend dicker sind, fand das Wachstum fast nie in derselben kristallographischen Orientierung statt. Durch die erwähnten sehr dünnen tonigen Schichten in den oberen Teilen kommt es dazu, dass sich die einzelnen Kristallisationsstadien entsprechenden Teile sehr leicht voneinander trennen lassen. Das letzte Stadium dieses Wachstums ist in der Abb. 6 dargestellt; in dieser Abbildung ist auch die Stellung zur jüngeren Generation des ersten Typus sichtbar. Die Kristalle sind in der Ader so orientiert, dass ihre c-Achsen ungefähr senkrecht zu der Unterlage gerichtet sind.

Aus dem erwähnten geht hervor, dass wenigstens teilweise die Kristalle des ersten und ebenfalls die Kristalle des vierten Typus ganz gewiss jünger sind als die Kristalle des fünften Typus. Über die gegenseitige zeitliche und räumliche Stellung der übrigen Typen lassen sich zur Zeit keine Schlüsse ziehen.

Die Resultate der spektrochemischen Analysen sind in der Tabelle 3 wiedergegeben. Es sei dabei erwähnt, dass die Kristalle des zweiten Typus in dieser Weise wegen der bescheidenen Menge dieser Kristalle nicht untersucht wurden. Die Angaben für Cu sollen nur als halbquantitativ betrachtet werden, weil Cu in bescheidener Menge in den Kohlenelektroden enthalten war. In derselben Tabelle sind auch die halbquantitativen Angaben für Al, Fe und Mg angegeben. Der erhöhte Eisengehalt in den Proben Nr. 4 und 5 (Kristalle des fünften Typus) ist nebst der erwähnten gelben Farbe dieser Kristalle ein Anzeichen dafür, dass wenigstens ein Teil des in den Analysen angegebenen Eisens in der Form von Eisenhydraten als mechanische Beimischung in den Kristallen enthalten ist.

An einem vollständig farblosen und klaren Kristall des ersten Typus wurden im Na-Licht bei einer Temperatur von +25°C mittels des Kleinschen Totalreflektometers die Hauptbrechungsindices bestimmt ( $N_o = 1,6583$  und  $N_a = 1,4864$ ). An ähn-

lichen Kristallen desselben Typus wurde die thermische Analyse (TG-, DTA- und DTG-Kurven) ausgeführt. Das endotherme Peak bei 930°C weist auf den Verlust von CO<sub>2</sub> hin. Der Gewichtsverlust beträgt 43,76 Gewichtsprozent.

Nach der Debye-Scherrer-Methode (Guinier-de Wolff Kammer No II, Cu K $\alpha$ -Strahlung, Exposition 4 Stunden) wurde das klastische, zwischen den unteren Generationen der Kristalle des fünften des Typus abgelagerte Material untersucht. Dabei wurde nur die Anwesenheit von Calcit festgestellt. Unter denselben Umständen wurde auch die Schale eines hier vorkommenden Hippuriten – sie wirkten hier gesteinsbildend – aufgenommen; neben dem Calcit wurde in dieser Weise auch die Anwesenheit von Quarz kaum sichtbar gemacht.

Die verschiedenen Typen der Kristalle können nur durch die verschiedenen Kristallisationsbedingungen erklärt werden. Die rhythmisch unterbrochene Kristallisation bei einigen Typen stellt das Bild der rhythmischen Folge der Störungen dar, von welchen die Unterbrechungen verursacht wurden. Durch das bisher gesammelte Material liess sich nur teilweise die Entstehungsfolge für die Kristalle des fünften und ersten Typus sowie für die Kristalle des fünften und vierten Typus feststellen. In beiden Fällen ist der fünfte Typus älter. Weitere Untersuchungen sind im Gange.

*Primljeno (Angenommen am) 05. 02. 1973*

*Mineraloško-petrografski muzej  
Mineralogisch-petrographisches Museum  
Zagreb, Demetrova 1*

## ISPRAVAK

Na slici 1 umjesto 1011 treba stajati  $10\bar{1}1$ , na slici 3 umjesto  $20\bar{2}1$  treba biti  $\bar{2}021$ , na slici 4 umjesto 4043 treba biti  $40\bar{4}3$  i na slici 5 umjesto  $\bar{2}311$  i  $\bar{1}011$  treba biti  $\bar{2}3\bar{1}1$  i  $\bar{1}101$ .