

LJUBO GOLUB:

## ANGLEZIT IZ RUDNIKA LJUBIJE KOD PRIJEDORA U BOSNI

### Sadržaj

	str.
1. Uvod . . . . .	197
2. Tipovi kristala anglezita iz Ljubije . . . . .	198
A Tip kristala pločastih smjerom (001) . . . . .	199
B Tip kristala stubastih smjerom osi [001] sa najjače razvijenom formom (210) . . . . .	201
C Tip strmo biviramidalnih kristala produženih smjerom osi [001] sa najjače razvijenom formom (10·7·1) . . . . .	202
D Tip kristala sa najjače razvijenim formama (101), (011) i (110) . . . . .	203
3. Nove forme za anglezite uopće . . . . .	204
4. Nove forme za anglezite iz Ljubije . . . . .	207
5. Izračunavanje osnog oclnosa . . . . .	210
6. Literatura . . . . .	213
Zusammenfassung . . . . .	214

### 1. Uvod

U Ljubiji kod Prijedora u Bosni nalazi se rudnik željeznih ruda. Osnovnu rudnu masu čini siderit, koji je na površini prešao u limonit, rjeđe u hematit i getit, izgrađujući poznati »željezni klobuk«.

Siderit sadrži žice i impregnacije sulfidnih ruda, uglavnom galenit i pirit sa nešto sfalerita i halkopirita. U površinskom dijelu rudišta kao produkti trošenja tih primarnih sulfidnih minerala razvili su se anglezit, cerusit, piromorfit, lidlihit, bedantit, hemimorfit, smitsonit, malahit i sumpor. Stalan pratilac željeza u željeznim mineralima, mangan dao je materijal za razvitak manganskih minerala, od kojih nalazimo vad, piroluzit, pirohroit i rodohrozit. Sa kremenom to bi bili svi do sada poznati minerali ovoga rudišta. (lit. 1, str. 5; lit. 2, str. 297; lit. 3, str. 1).

Na brojnim ekskurzijama sabrano je u rudniku mnogo materijala, koji je pohranjen u Mineraloško-petrografskom muzeju u Zagrebu. U ovom radu htio bih prikazati rezultate svojih istraživanja izvršenih na anglezitu.

Anglezit iz Ljubije spominje prvi M. Kišpatić (lit. 1; lit. 2), koji je goniometrijski istražio četiri oveća kristala. Tri su bila pločasta smjerom (001), a jedan kratko stubast. Kristali su bili dosta oštećeni, a mjerenja vršena na jednokružnom refleksnom goniometru. Unatoč tome M. Kišpatić je služeći se osnim odnosom  $a:b:c = 0,7852:1:1,2894$  odredio na



njima ove forme: (010), (001), (110), (120), (102), (011), (111), (112), (221), (121), (122) i (324).

Ja sam međutim kod svojih istraživanja uzeo za anglezit osni odnos  $a : b : c = 1,5703 : 1 : 1,2894$ , koji odgovara elementarnoj strukturnoj ćeliji anglezita (lit. 4, str. 420). U skladu sa tim osnim elementima anglezita možemo reći, da je Kišpatić na anglezitu iz Ljubije našao ovih dvanaest formi: (010), (001), (210), (110), (101), (011), (211), (212), (421), (221), (111) i (312). U vezi sa dvije od spomenutih formi i to (421) i (221) M. Kišpatić navodi (lit. 1, str. 38), da je na jednom od svojih kristala (kristal br. 2) u zoni između (211) i (210) vidio usku plohu, koja je dala posve nejasni signal, tako da je njen kut prema plohi (211) približno odredio sa  $12^{\circ}47'$ , odakle izlazi, da je to vjerovatno ploha (421). Na drugom jednom svom kristalu (kristal br. 4) opazio je on u zoni (210) i (011) isprutanu plohu slaboga signala, koju je odredio kao (221), jer je mjerenjem za nju dobio ove kutove:

$$(210) : (221) = 26^{\circ}18' \text{ i } (221) : (011) = 34^{\circ}30'.$$

Unatoč brojnim svojim opažanjima na anglezitu iz Ljubije nisam mogao utvrditi ni jednu od obje ove forme (421) i (221). Zbog toga moramo i nadalje smatrati, da one na anglezitu iz Ljubije dosad još nisu sigurno utvrđene.

Osim M. Kišpatića istraživao je minerale iz Ljubije, među ostalima i anglezit, i R. Koechlin (lit. 3, str. 4). Na jednom kristalu našao je on — služeći se istom kristalografskom postavom kao i Kišpatić — forme (001), (110), (011), (102) i (100). Prema označivanju, kojim se služim u ovom svom radu, to su forme: (001), (210), (011), (101) i (100). Kristal je bio stubast smjerom osi a sa dominantnom formom (011).

To je sve, što nalazimo u literaturi o anglezitu iz Ljubije.

## 2. Tipovi kristala anglezita iz Ljubije

Od brojnih kristala anglezita iz Ljubije odabrao sam najljepše i na njima proveo goniometrijska istraživanja. Oveći kristali nisu bili pogodni za mjerenja, jer su većinom jako oštećeni ili su im plohe jako svinute. Manji kristali, veličine 2 do 3 mm bili su naprotiv gotovo uvijek lijepo razvijeni, tako da su im plohe davale dobre signale. Detaljnim pregledom pod lupom mogao sam ustanoviti, da su se angleziti razvili u nekoliko tipova; to su i naknadna ispitivanja potvrdila.

Mjerenja sam izvršio na četrdeset anglezitnih kristala utvrdivši pri tom ove tipove:

- 1) tip kristala pločastih smjerom (001)
- 2) tip kristala stubastih smjerom treće osi [001] sa najjače razvijenom formom (210)
- 3) tip strmo bipiramidalnih kristala produžen smjerom osi [001] sa najjače razvijenom formom (10·7·1)
- 4) tip kristala sa najjače razvijenim formama (101), (011) i (110).

Kristali, koje je mjerio M. Kišpatić, pripadali su u prvi i drugi tip, dok je kristal R. Koechlina (lit. 3.) pripadao drugom tipu. Strmo bipira-



midalni tip i tip sa jako razvitim formarna (101), (011) i (110) su novi za anglezite iz Ljubije.

Prije nego prijedem na opisivanje tipova, spomenut ću odmah, da sam na anglezitu iz Ljubije mogao utvrditi 38 formi. Kako sam već u uvodu rekao, služio sam se pri njihovom indiciranju osnim odnosom  $a : b : c = 1,5703 : 1 : 1,2894$ , koji odgovara elementarnoj strukturnoj ćeliji anglezita (lit. 4, str. 420). U mineraloškoj literaturi se mnogo upotrebljavaju i indeksi, koji odgovaraju osnom odnosu  $a : b : c = 0,78516 : 1 : 1,28939$ , kako ga je na kristalima iz rudnog ležišta Monte Poni odredio N. Kokscharow (lit. 5, str. 167). Taj osni odnos čini podlogu za indiciranje kod mnogih starijih autora, kao na pr. kod Goldschmidta (lit. 6, str. 42), Hintzea (lit. 7, str. 3962), Langa (lit. 8, str. 241), Hermannna (lit. 9, str. 463) i t. d., a on je služio kao podloga Kišpatiću i Koechlinu u njihovim istraživanjima Ljubijskog anglezita. Razlika je u tome, što je os a u osnom odnosu koji odgovara elementarnoj ćeliji dvaput tolika, kao u osnom odnosu, koji je odredio Kokscharow.

Da bi isporođivanje jedne i druge simbolike bilo lakše, dajem ovdje u tabeli I. poredbeni pregled Milerovih simbola za svih 38 formi opaženih na Ljubijskom anglezitu prema jednom i drugom osnom odnosu.

Poredbeni pregled indeksa

Tabela I.

Redni broj	Kokscharow Goldschmidt Hintze	Dana (1951)	Redni broj	Kokscharow Goldschmidt Hintze	Dana (1951)	Redni broj	Kokscharow Goldschmidt Hintze	Dana (1951)
1	001	001	14	120	110	27	112	212
2	100	100	15	130	230	28	122	111
3	010	010	16	140	120	29	133	233
4	102	101	17	210	410	30	3·10·10	355
5	101	201	18	230	430	31	123	223
6	104	102	19	320	310	32	132	232
7	705	14·0·5	20	340	320	33	143	243
8	1·0·10	105	21	3·10·0	350	34	153	253
9	1·0·14	107	22	430	830	35	324	312
10	011	011	23	530	10·3·0	36	528	514
11	094	094	24	560	530	37	571	10·7·1
12	097	097	25	580	540	38	7·1·12	14·1·12
13	110	210	26	111	211			

Napomenut ću, da sam mjerenja vršio pomoću velikog Goldschmidtovog dvokružnog refleksnog goniometra, tip A.

#### A. Tip kristala pločastih mjerom (001).

Ovome tipu pripada 14 kristala. Pregled kombinacija kristalnih ploha na svakom pojedinom kristalu daje tabela II., a slika 1. prikazuje tip kristala. Ova, kao i sve ostale slike prikazuju idealizirane tipove anglezitivnih kristala.

Za taj tip kristala značajno je, da je forma (001) razvijena znatno jače od ostalih terminalnih ploha, među kojima su opet jače razvite forme (011) i (101). Kao nešto šire plohe javljaju se forme (111). (211) i



(312). Forma (212) dolazi obično kao uska ploha. Vertikalnu zonu čine forme (110), (100), (010) i (210). Najjače razvita forma u toj zoni je (210), koja sa formom (001) određuje tip kristala. Forme (100) i (010) razvile su se kao uske plohe. Forma (110) dolazi na nekim kristalima u obliku nešto širih ploha, koje su tada često prutane sjerom osi c, a nerijetko i svinute. To su sa maločas navedenim terminalnim plohama glavne forme, koje čine kristale ovoga tipa.

Pored njih na kristalima toga tipa javljaju se i nove rijetke forme, pa je obzirom na raznolikost formi, koje dolaze, to najbogatiji tip kristala. Tome tipu pripada i najveći dio ovećih nemjerenih kristala.

Kod nekih kristala toga tipa znatno je jače razvita forma (001) a slabije forma (210), pa su zbog toga kristali tanje pločasti. Baza (001) im je odlično razvita, rijetko prutana smjerom osi b. Većina kristala bila je velika oko 2 mm, a neki su bili i znatno veći.

Drugi kristali tog tipa imaju ojednako razvite forme (001) i (210), pa nam radi toga čitav kristal izgleda debelo pločast, odnosno kratko stubast. Kod gotovo svih tih kristala zapažena je pojava paralelnog strastanja dva ili više individua, a baza im je jako prutana smjerom osi b.

Na taj su način kristali ovog tipa podijeljeni u dvije podskupine, od kojih kristali druge podskupine čine po svojem obliku prelaz ka prizmatskom tipu kristala.

Tabela II.

Pregled kombinacija tipa kristala pločastih smjerom (001),

Kristal	001	100	010	101	201 <sup>n</sup>	140·5 <sup>n</sup>	103 <sup>n</sup>	107 <sup>l</sup>	011	094 <sup>n</sup>	097 <sup>n</sup>	210	110	120 <sup>n</sup>	410 <sup>l</sup>	320 <sup>l</sup>	350 <sup>l</sup>	211	212	111	223 <sup>n</sup>	232 <sup>l</sup>	312	514 <sup>n</sup>	141·12 <sup>n</sup>	
1	+	+	+	+					+			+	+						+	+	+			+		
16	+		+	+					+			+	+						+		+			+	+	
17	+		+	+					+			+							+		+			+		
20	+	+	+	+					+			+	+		+				+		+			+		
22	+		+	+					+			+	+						+	+	+			+		+
36	+	+	+	+					+			+	+	+		+					+	+				
11	+		+	+				+	+	+		+	+	+				+	+	+		+				
13	+		+	+	+				+	+		+	+	+					+		+		+			
14	+		+	+					+	+		+	+						+		+			+		
15	+	+	+	+	+				+		+	+	+						+	+	+			+		
23	+	+		+					+			+							+	+	+					
24	+		+	+					+			+	+						+	+				+		
26	+		+	+					+			+	+						+					+		
29	+		+	+					+			+	+						+		+					

U toj su tabeli forme opažene na pojedinim kristalima označene sa +; slovom n na čelu tabele označene su forme, koje su uopće nove za anglezit, a slovom l one, koje su nove za anglezite iz Ljubije.



Isto vrijedi i za tabele III, IV i V. Primijetio bih, da su u prvom lijevom stupcu svake od tih tabela (Tab. II.—V.) navedeni kristali pod brojevima, pod kojima su pohranjeni u zbirci Mineraloško-petrografskog muzeja u Zagrebu.

Kristali od br. 1 do 36 su tanje pločasti, a oni od 11 do 29 debelo pločasti smjerom (001).

B. Tip kristala stubastih smjerom treće osi [001] sa najjače razvijenom formom (210).

Uz netom opisani pločasti tip to je najrašireniji tip kristala. Od izmjerenih kristala ovome tipu pripada njih 15.

Pregled kombinacija vidi se iz tabele III., a izgled kristala prikazuje slika 2.

Tabela III.

Pregled kombinacija tipa kristala stubastih smjerom treće osi [001]

Kristal	001	010	101	102 l	011	210	110	310 l	530 n	211	111	312
5	+	+			+	+	+	+		+	+	+
6	+		+		+	+	+					+
8	+	+			+	+	+					+
9	+		+		+	+						+
12	+	+	+			+						+
18	+		+		+	+						+
19	+		+		+	+						+
21	+		+		+	+						+
25	+		+			+						
27	+	+	+		+	+	+					+
28	+	+	+		+	+	+	+				+
30	+	+		+	+	+	+		+	+	+	
38	+	+	+		+	+	+					+
39	+	+	+			+	+			+		+
40	+	+			+	+	+		+	+	+	+

Ovaj tip je daleko siromašniji formama nego prije opisani tip. Dok sam kod prvog tipa mogao ustanoviti 25 raznih formi, ovdje ih dolazi svega 12. Najjače razvita forma je (210), uz koju se u zoni vertikalne osi javljaju kao uske plohe i forme (110) i (010). Među terminalnim ploham najjače je razvita forma (001), koju gotovo uvijek prate forme (011) i (101). Forme (011) i (101) javljaju se kao nešto veće plohe i to forma (011) obično u obliku uskog izduženog paralelograma, a forma (101) u obliku širokog nepravilnog pentagona ili trokuta. Na nekim kristalima forma (101) uopće nije razvita. Od bipiramida dolaze (211), (111) i (312) kao uske



i dugačke plohe ili kao male plohe raznog oblika. Sa formama (102), (310), i (530), koje su rijetke, to bi bile sve forme na kristalima tog tipa.

Kristali su raznih veličina, prosječne dimenzije su im  $1,5 \times 1,5 \times 3$  mm. Izuzetak čini kristal br. 25, koji ima dimenzije  $3,5 \times 4,5 \times 7$  mm, a predstavlja jednostavnu kombinaciju (210), (001) i (101). Ploha (001) je prutana smjerom osi b i malo ugnuta. U tom kristalu sam opazio pojavu zonarne strukture. U velikom vanjskom ovoju vide se dvije gotovo ojednake konture manjih kristala, a u njima još jedna posve mala. To podsjeća sasma na slične pojave, koje se viđaju na kristalima kremenca, na pr. sa ležišta u Minas Geraes u Braziliji. Na osnovu te pojave zaključujemo na prekidani rast kristalnog individua.

C. Strmo bipiramidalni tip kristala produžen smjerom osi c sa najjače razvijenom formom (10·7·1)

Od velikog broja pregledanih kristala našao sam svega pet kristala tog habitusa.

Ovaj tip je nov za anglezite iz Ljubije. Kristali su lijepo razviti dosežući dužinu od 8 mm. Najjače je razvita jedna bipiramida koja daje čitavom kristalu izgled obeliska. Plohe su joj svinute, zbog čega su pri mjerenju davale mnogo refleksa. Unatoč tome mogao sam odrediti, da se tu radi o novoj formi (10·7·1). Plohe su položene jako strmo. Jedan par ploha je nešto širi od drugoga.

Pored te forme, na glavi kristala razvijena je forma (001) kao uska, dugačka ploha u kombinaciji sa (101) i (011). Obje ove forme su lijepo razvijene. Uz te forme našao sam i formu (243) koja je dala vrlo razbacane signale, čije srednje vrijednosti daju spomenuti simbol. Dolazi u obliku širokih, jako prutanih ili uskih i svinutih ploha. Od ostalih terminalnih ploha na svim kristalima utvrdio sam plohe forme (211).

U zoni vertikalne osi razvijene su na svim kristalima forme (210), (110), i (430). Češće su i forme (010) i (320).

Pregled kombinacija daje tabela IV., a sl. 3 prikazuje taj tip kristala.

Tabela IV

Pregled kombinacija strmo bipiramidalnog tipa kristala

Kristal	001	010	101	011	210	110	230 l	430 l	320 l	540 l	211	232 l	243 l	10·7·1 n
2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+
3	+	+	+	+	+		+				+		+	+
4	+	+	+	+	+		+				+			+
7	+	+	+	+	+		+	+			+		+	+
10	+		+	+	+		+	+			+	+		+



D. Tip kristala sa najjače razvijenim formama (101), (011) i (110).

I taj tip je nov za kristale anglezita iz Ljubije. Njemu pripada šest izmjerenih kristala. Kristali su dosta veliki, dimenzije pola do tri četvrt centimetra. Najjače razvite forme, koje određuju izgled kristala, su (101), (011) i (110). Forme (101) i (011) razvijene su kao velike plohe, neke upravo idealno glatke tako, da su davale odlične signale. Forma (111) dolazi u obliku omanjih trokutastih ploha na svim kristalima. Na nekima sam našao i forme (211) i (312), ali u podređenom značaju, dok su one kod pločastog i prizmatskog tipa gotovo uvijek bile zastupane i mnogo ljepše razvijene. Forma (001) ili se uopće nije razvila ili dolazi kao veoma uska plohica. U zoni vertikalne osi razvile su se pored dominantne prizme (110) i plohe forme (210) kombinirane kod nekih kristala s plohama (430). Plohe (110) su široke, katkada jako prutane smjerom vertikalne osi i zaobljene. Ovaj tip je iza prvo opisanog tipa najbogatiji formama tako, da sam mogao ustanoviti 18 različitih formi.

Pregled kombinacija daje tabela V., a tip je prikazan na sl. 4.

Tabela V.

Pregled kombinacija tipa kristala sa najjače razvijenim formama (101), (011) i (110).

Kristal	001	100	010	101	011	210	110	430 l	310 l	830 l	10 <sup>3</sup> ·0 <sup>n</sup>	540 l	211	111	233 l	355 n	253 n	312
31	+	+	+	+	+	+				+			+	+	+			+
32	+		+	+	+	+							+	+				
35	+	+		+	+	+	+	+	+						+		+	+
33				+	+	+	+	+			+			+			+	
34				+	+	+	+	+			+	+		+				
37			+	+		+	+						+	+				+

Prema tome možemo, za sada, utvrditi da su se kristali anglezita iz Ljubije razvili u navedena četiri tipa, od kojih su pločasti i prizmatski tip (tip A i B) daleko više rašireni od ostala dva tipa, (tip C i D). Zadnja dva tipa su nova za Ljubiju.

Sve u svemu ustanovio sam na kristalima anglezita iz Ljubije 38 formi i to: (001), (100), (010), (101), (201), (102), (14·0·5), (105), (107), (011), (094), (097), (210), (110), (230), (120), (410), (430), (310), (320), (350), (830), (10·3·0), (540), (530), (211), (212), (111), (233), (355), (223), (232), (243), (253), (312), (514), (10·7·1) i (14·1·12).

Od navedenih formi prvi put su sada na anglezitu iz Ljubije opažene forme (102), (105), (107), (201), (14·0·5), (094), (097), (230), (410), (430), (310), (320), (350), (830), (540), (530), (10·3·0), (233), (232), (223), (243), (514), (253), (355), (10·7·1) i (14·1·12), od kojih su forme (105), (201) (14·0·5), (094),



(097), (350), (120), (530), (10·3·0), (355), (253), (514), (10·7·1) i (14·1·12) uopće nove za anglezite.

Od svih tih formi nisu sa dovoljnom sigurnošću utvrđene forme (105), (350), (253) i (243).

### 3. Nove forme za anglezite uopće.

1. Formu (105) opazio sam samo jednom kao vrlo usku plohu na prutanoj bazi kristala br. 11. Daje signal odvojen od signala plohe (001). Signal je bio malo razvučen u potež. Mjerenjem sam dobio ove podatke:

$$\varphi = 89^{\circ} 50' \quad \rho = 9^{\circ} 58'$$

2. Forma (201) dolazi na kristalu br. 15 kao uska ploha, koja daje jasan signal. Mjerenjem sam dobio ovu vrijednost:

$$\varphi = 90^{\circ} 13' \quad \rho = 59^{\circ} 11'$$

3. Forma (14·0·5) određena je dva puta na kristalu br. 13 kao uska ploha na prutanoj bazi (001). Obje plohe su davale odvojene signale od plohe (001). Signal jedne plohe bio je jasan, a drugi nešto slabiji. Mjerenja su dala ove vrijednosti:

$$\begin{array}{lll} \text{ploha } (14\cdot0\cdot5) & \varphi = 89^{\circ} 52'30'' & \rho = 66^{\circ} 58' \\ (14\cdot0\cdot5) & \varphi = 269^{\circ} 49'30'' & \rho = 66^{\circ} 37' \end{array}$$

4. Forma (094) nađena je dva puta na kristalu br. 13. Refleks plohe (094) bio je jasan, a ploha iako mala, jasno vidljiva. Ploha (094) dala je slabiji signal, a nalazila se na oštećenom dijelu kristala. Podaci su sljedeći:

$$\begin{array}{lll} \text{ploha } (\overline{094}) & \varphi = 180^{\circ} 02'30'' & \rho = 70^{\circ} 38' \\ (094) & \varphi = 359^{\circ} 53'30'' & \rho = 70^{\circ} 36' \end{array}$$

5. Forma (097) zastupana je samo sa jednom plohom na kristalu br. 15. koja je dala jednoznačan dobar signal. Podatak je ovaj:

$$\varphi = 0^{\circ} 04' \quad \rho = 58^{\circ} 50'$$

6. Forma (350) javlja se dva puta kao uska ploha na kristalu br. 11. U oba slučaja signali su slabiji, ali dovoljno zamjetljivi. Mjerenjem sam dobio podatke:

$$\begin{array}{lll} \text{ploha } (\overline{350}) & \varphi = 201^{\circ} 08' & \rho = 90^{\circ} 02' \\ (350) & \varphi = 21^{\circ} 41' & \rho = 90^{\circ} 03' \end{array}$$



7. Forma (120) opažena je na dva kristala kao uska ploha. Signali su u oba slučaja bili jasni. Mjerene su ove vrijednosti:

$$\begin{array}{ll} \text{Kristal br. 13} & \varphi = 162^{\circ} 36' 30'' & \rho = 90^{\circ} 00' \\ \text{Kristal br. 36} & \varphi = 342^{\circ} 13' 30'' & \rho = 90^{\circ} 00' \end{array}$$

8. Forma (530) dolazi kao nešto šira ploha na dva kristala, oba puta sa dosta dobrim signalima. Rezultat mjerenja je:

$$\begin{array}{ll} \text{Kristal br. 30} & \varphi = 133^{\circ} 17' & \rho = 90^{\circ} 00' \\ \text{Kristal br. 40} & \varphi = 226^{\circ} 45' 30'' & \rho = 90^{\circ} 09' \end{array}$$

9. Forma (10·3·0) javlja se na dva kristala kao uska ploha sa dobrim signalima. Mjerene vrijednosti su:

$$\begin{array}{ll} \text{na kristalu br. 33} & \varphi = 295^{\circ} 13' & \rho = 90^{\circ} 00' \\ \text{na kristalu br. 34} & \varphi = 295^{\circ} 15' 30'' & \rho = 90^{\circ} 00' \end{array}$$

10. Forma (355) opažena je četiri puta sa plohami, koje su davale uvijek jasne signale. Podaci mjerenja su slijedeći:

$$\begin{array}{ll} \text{Kristal br. 33, ploha (355)} & \varphi = 159^{\circ} 04' & \rho = 53^{\circ} 51' \\ \text{Kristal br. 33, ploha (355)} & \varphi = 339^{\circ} 03' & \rho = 54^{\circ} 30' \\ \text{Kristal br. 35, ploha (355)} & \varphi = 159^{\circ} 00' & \rho = 53^{\circ} 41' \\ \text{Kristal br. 35, ploha (355)} & \varphi = 339^{\circ} 15' & \rho = 54^{\circ} 54' \end{array}$$

Srednja vrijednost izračunata iz tih podataka gotovo se idealno poklapa sa vrijednosti izračunatom za tu formu.

11. Forma (253) nađena je jednom na kristalu br. 35 kao vrlo uska ploha, koja je dala nešto razvučen signal sa jačim znakom u sredini uz ove vrijednosti:

$$\varphi = 194^{\circ} 44' \quad \rho = 65^{\circ} 47'$$

12. Forma (514) javlja se dvaput u obliku uskih ploha na kristalu br. 16. koje su dale signal nešto razvučen u potez od plohe (101) do (312), odnosno (101) do (312). U sredini refleksnog poteza signal je bio najjači, tako da se nedvojbeno radi o zasebnoj plohi. Dobio sam ove podatke:

$$\begin{array}{ll} \text{ploha (514)} & \varphi = 106^{\circ} 34' & \rho = 46^{\circ} 25' \\ \text{(514)} & \varphi = 71^{\circ} 42' & \rho = 47^{\circ} 23' \end{array}$$

13. Forma (10·7·1) dolazi u kristalima strmo bipiraminalnog tipa kao najjače razvita forma. Pomoću očitanih kutova nisam mogao tu plohu direktno razriješiti, jer su plohe svinute, pa sam za svaku od njih dobio



mного signala. Srednje vrijednosti  $\varphi$  i  $q$  dobivene za svaku plohu iz brojnih pojedinačnih očitavanja položaja pojedinih signala izdvojenih pomoću zaslona u dalekozoru goniometra, unio sam u stereografsku projekciju i iz očitanih kutova prema [100], [010] i [001], a po formuli

$$\frac{\cos \lambda}{\cos \lambda_0} : \frac{\cos \mu}{\cos \mu_0} : \frac{\cos \nu}{\cos \nu_0} = p : q : r$$

dobio sam na kristalu br. 2. gdje su plohe bile najljepše razvijene

za plohu (10·7·1) indeks : 10,6572 : 7,3558 : 1

za plohu (10·7·1) indeks : 9,9353 : 6,9065 : 1

za plohu (10·7·1) indeks : 9,9128 : 7,6570 : 1

za plohu (10·7·1) indeks : 9,0160 : 6,7170 : 1

Iz ovih podataka dobio sam srednju vrijednost za čitavu formu

$$10,0882 : 7,1451 : 1$$

to jest indeks (10·7·1). U tabeli VI. dao sam za tu formu njene srednje vrijednosti  $\varphi$  i  $q$  za svaku plohu nađenu na pojedinim kristalima. Nekim plohama na kristalu br. 2 pridao sam veću važnost radi boljih signala, što sam u tabeli i naveo. Iz tabele VI u tabelu VII (na str. 207) unio sam opću srednju vrijednost, koja rezultira iz svih srednjih vrijednosti po pojedinim plohama.

Na osnovu iznesenih činjenica usprkos razbacanih signala izlazi da se radi o novoj formi (10·7·1). Srednja vrijednost za  $\varphi$  i  $q$  se naime dobro podudara sa teoretskom vrijednosti za tu formu.

14. Forma (14·1·12) opažena jednom na kristalu br. 22 dala je vrlo dobar signal. Ploha je veoma malena, ali se uz jako povećanje jasno vidi. Položaj plohe je određen sa:

$$\varphi = 276^{\circ} 20' \quad q = 43^{\circ} 51'$$

Od navedenih formi mogle su se sa dovoljnom sigurnošću utvrditi forme (102), (14·0·5), (094), (097), (120), (530), (10·3·0), (355), (514), (10·7·1) (14·7·1) i (14·1·12). Njihove plohe, iako su više puta opažene samo jedanput, davale su dobre i jasne signale, tako da su mogle biti sigurno utvrđene. Forme (105), (350) i (253), koje su također izmjerene, svrstao bih za sada, kako sam već na str. 204 i naveo, među nedovoljno utvrđene, obzirom na to, da su davale slabije signale, pa su kod njih i odstupanja vrijednosti dobivenih mjerenjem prema teoretskim vrijednostima nešto veća.

Osim ovih navedenih formi na kristalima sam izmjerio i nekoliko ploha za koje bi se moglo zaključivati da su nove forme. Budući da su im signali bili slabi ili sam ih opazio samo po refleksima misam ih mogao uvrstiti u popis formi za anglezite.

U posebnoj tabeli VII unio sam sve novo nađene forme za anglezite uopće sa podacima o broju opaženih ploha i unesenim srednjim vrijedno-



Pregled srednjih vrijednosti za  $\varphi$  i  $\rho$  forme (10 $\cdot$ 7 $\cdot$ 1) po pojedinim ploham

Tabela VI.

Kristal	10 $\cdot$ 7 $\cdot$ 1		Pridana važnost	$\overline{10\cdot7\cdot1}$		Pridana važnost	10 $\cdot$ 7 $\cdot$ 1		Pridana važnost	$\overline{10\cdot7\cdot1}$		Pridana važnost	Sred. vrijed. za formu svedena na I. kvadrant		Pridana važnost
2	42°31'05"	85°20'49"	3	222°22'56"	85°16'	3	140°30'30"	85°31'	1	319°19'30"	85°00'	1	41°51'38"	85°17'41"	8
3	43°21'30"	87°25'	1	222°12'30"	87°25'	1	140°11'30"	84°10'	1	315°09'50"	84°18'	1	42°33'15"	85°51'35"	4
4	42°38'30"	85°25'	1	222°33'30"	84°57'	1							42°35'45"	85°11'	2
7	43°32'45"	85°11'	1	222°42'15"	86°19'	1							43°07'30"	85°45'	2
10	42°26'40"	88°17'	1	223°10'20"	86°52'40"	1	139°21'45"	83°29'	1	319°33'45"	83°18'	1	41°40'22"	85°29'10"	4
Opća srednja vrijednost													42°09'42"	85°28'49"	



stima iz svih opažanja, radi uspoređenja sa izračunatim vrijednostima na osnovu osnog odnosa, određenog u ovom radu, za anglezit iz Ljubije. To vrijedi i za tabele VIII. i IX.

Tabela VII.

Pregled srednjih vrijednosti za nove forme anglezita uopće.

Redni broj	Simbol	Broj pojedinačnih opažanja	Srednja vrijednost iz izvršenih mjerenja		Izračunano iz osnoga odnosa	
			$\varphi$	$\rho$	$\varphi$	$\rho$
1.	105	1	89°50'	90°58'	90°00'	90°19'30"
2.	201	1	90°13'	59°11'	90°00'	58°39'32"
3.	14°0'5	2	89°51'	66°47'30"	90°00'	66°29'31"
4.	094	2	359°58'	70°37'	0°00'	70°58'48"
5.	097	1	0°04'	58°50'	0°00'	58°53'56"
6.	350	2	21°24'30"	90°02'30"	20°54'38"	90°00'
7.	120	2	17°35'	90°00'	17°39'41"	90°00'
8.	530	2	46°44'15"	90°04'30"	46°42'14"	90°00'
9.	10°3'0	2	64°45'45"	90°00'	64°46'27"	90°00'
10.	355	4	20°54'30"	54°14'	20°54'38"	54°04'34"
11.	253	1	14°44'	65°47'	14°17'25"	65°43'36"
12.	514	2	72°34'	46°54'	72°33'50"	47°05'21"
13.	10°7'1	16	42°09'42"	85°28'49"	42°17'35"	85°18'52"
14.	14°1'12	1	83°40'	43°51'	83°36'	43°56'47"

#### 4. Nove forme za anglezite iz Ljubije

Uz forme opisane u prethodnom poglavlju, koje su uopće nove za anglezit, odredio sam na kristalima anglezita još niz poznatih formi, kojih u svojim istraživanjima ne spominju Kišpatić (lit. 1, str. 35; lit. 2, str. 297) ni Koechlin (lit. 3, str. 1). O tim formama spomenut ću ovdje nekoliko riječi.

1. Forma (102) opažena je jednom na kristalu br. 30 kao malena ploha, koja je dala dobar signal. Mjerenja su dala:

$$\varphi = 90^{\circ} 09' \quad \rho = 22^{\circ} 15'$$

Prema podacima iz literature to je inače dosta česta forma (lit. 9, strana 485).

Pregled mjerenih i proračunatih vrijednosti nalazi se u tabeli VIII. kako za ovu, tako i za sve daljnje forme. O određivanju osnog odnosa govorit ću kasnije.

2. Forma (107) nađena je na dva kristala kao vrlo uska ploha, koja je u oba slučaja dala dovoljno jasan signal. Podaci su:

$$\begin{array}{ll} \text{na kristalu br. 11} & \varphi = 89^{\circ} 23' \quad \rho = 6^{\circ} 32' \\ \text{na kristalu br. 14} & \varphi = 90^{\circ} 20' \quad \rho = 7^{\circ} 15' \end{array}$$

Ona se spominje kao vrlo rijetka forma. Primijetio ju je Shannon na kristalima anglezita u rudniku Herkules u distriktu Coeur d'Alene (Idaho, USA) (lit. 10, str. 177).



3. Forma (230) opažena je jednom na kristalu br. 2 kao dosta mala ploha, koja je dala dobar signal. Forma se i u literaturi spominje kao dosta rijetka. Mjereni podaci su ovi:

$$\varphi = 23^{\circ} 00' 30'' \quad \rho = 90^{\circ} 00'$$

4. Forma (410) opažena je kao mala ploha na oštećenom dijelu kristala br. 20. Ploha je dala jasan signal. Mjerenjem je nađeno:

$$\varphi = 69^{\circ} 17' \quad \rho = 90^{\circ} 00'$$

5. Forma (430) ustanovljena je 26 puta na osam kristala. Javlja se u obliku dosta širokih ploha, koje su davale dobre signale, osim kod kristala strmo bipiramidalnog tipa, gdje su bile vertikalno prutane, tako da su im tada signali bili razvučeni. I ta forma je inače vrlo rijetka. Herman na pr. navodi (lit. 9, str. 434) da je zapažena vrlo rijetko. Prvi ju je opazio Lang na jednom kristalu sa ostrva Anglesey (V. Britanija). On je obzirom na drugu postavu i drugi odnos kristala navodi kao (032). (lit. 8. str. 241).

Formu spominju nadalje Farrington i Tillotson (lit. 11, str. 116) koji su je našli na kristalima anglezita Tintic distrikta (Utah, USA). Forma je, iako rijetka, posve sigurno utvrđena, te se može uvrstiti u posve sigurne forme. Dana (lit. 4, str. 423.) je još ubraja među rijetke i nesigurne forme. Mjerenjem sam dobio ove srednje podatke:

Kristal br. 33	$\varphi = 40^{\circ} 26' 15''$	$\rho = 90^{\circ} 00'$
Kristal br. 34	$\varphi = 40^{\circ} 00' 45''$	$\rho = 90^{\circ} 00'$
Kristal br. 35	$\varphi = 40^{\circ} 32' 30''$	$\rho = 90^{\circ} 00'$
Kristal br. 2	$\varphi = 40^{\circ} 30'$	$\rho = 90^{\circ} 00'$
Kristal br. 3	$\varphi = 40^{\circ} 35' 40''$	$\rho = 90^{\circ} 00'$
Kristal br. 4	$\varphi = 40^{\circ} 27' 30''$	$\rho = 90^{\circ} 00'$
Kristal br. 7	$\varphi = 40^{\circ} 17' 13''$	$\rho = 90^{\circ} 00'$
Kristal br. 10	$\varphi = 40^{\circ} 40'$	$\rho = 90^{\circ} 00'$

6. Formu (310) opazio sam 3 puta na tri kristala kao vrlo usku i dosta lijepo razvitu plohu, tako da su signali bili jasni. Mjerenjem sam dobio ove vrijednosti:

Kristal br. 5	$\varphi = 62^{\circ} 46'$	$\rho = 90^{\circ} 00'$
Kristal br. 28	$\varphi = 62^{\circ} 19'$	$\rho = 90^{\circ} 00'$
Kristal br. 35	$\varphi = 242^{\circ} 47'$	$\rho = 90^{\circ} 00'$

Formu prvi spominje Krenner (lit. 12. str. 328) na kristalima anglezita iz Dogneceae (Rumunjska). Forma se prije smatrala rijetkom i nepouzdanom.

7. Forma (320) opažena je šest puta na četiri kristala. Na kristalima strmo bipiramidalnog tipa plohe daju signal, koji je spojen refleksnim



potežom sa signalom ploha (430), ali se jasno razabire kao odvojen signal. Mjerenja su dala ove rezultate:

Kristal br. 2	$\varphi = 43^{\circ} 53' 30''$	$\rho = 90^{\circ} 00'$
Kristal br. 7	$\varphi = 43^{\circ} 46'$	$\rho = 90^{\circ} 00'$
Kristal br. 10	$\varphi = 43^{\circ} 51' 30''$	$\rho = 90^{\circ} 00'$
Kristal br. 36	$\varphi = 43^{\circ} 33' 45''$	$\rho = 90^{\circ} 00'$

8. Forma (540) javlja se kao uska ploha na dva kristala. Signali sa ploha su dosta dobri, iako su plohe male. Podaci su slijedeći:

Kristal br. 2	$\varphi = 38^{\circ} 53' 30''$	$\rho = 90^{\circ} 00'$
Kristal br. 33	$\varphi = 38^{\circ} 36' 30''$	$\rho = 90^{\circ} 00'$

Formu spominje Q. Sella (lit 13, str. 400) kao vrlo rijetku.

9. Forma (830) javlja se na kristalu br. 31 kao nešto šira ploha, koja je dala dobar jednoznačan signal sa ovim podacima:

$$\varphi = 59^{\circ} 23' 30'' \quad \rho = 90^{\circ} 00'$$

Formu je prvi opazio Q. Sella (lit 13., str. 400) na kristalima iz rudnika Monte Poni.

10. Forma (233) zapažena je kao vrlo uska ploha na kristalu br. 31. Mjerenjem je nađeno:

$$\varphi = 22^{\circ} 32' 30'' \quad \rho = 54^{\circ} 22'$$

11. Forma (232) nađena je kao uska ploha pet puta na dva kristala. Signali slabi, negdje jasni. Mjerenjem sam ustanovio ove srednje podatke:

na kristalu br. 11	$\varphi = 22^{\circ} 35'$	$\rho = 64^{\circ} 13'$
na kristalu br. 13	$\varphi = 23^{\circ} 18'$	$\rho = 64^{\circ} 17'$

12. Forma (243) nije mogla biti jednoznačno utvrđena. Na kristalima strmo bipiramidalnog tipa zapažena je 16 puta neka ploha kojoj nisam mogao točno utvrditi indeks. Plohe su široke i jako prutane ili uske, dugoljaste i svinute, tako da su davale mnogo razbacanih signala. Prema nekim podacima dobivenim direktnim čitanjem moglo se zaključiti da se radi o plohama forme (243).

13. Forma (223) javlja se na kristalu br. 16 jednom kao uska i dugačka ploha, koja je dala dosta dobar signal sa ovim podacima:

$$\varphi = 147^{\circ} 31' 20'' \quad \rho = 45^{\circ} 53' 10''$$

Forma se i u literaturi spominje kao vrlo rijetka.

Od navedenih 13 formi novih za anglezit iz Ljubije sa dovoljnom sigurnošću utvrđene su sve forme, osim forme (243). Njezino pojavljivanje na anglezitu iz Ljubije ostaje i dalje problematično.



Tabela VIII.

Pregled srednjih vrijednosti za nove forme anglezita iz Ljubije

Redni broj	Simbol	Broj pojedinačnih opažanja	Srednja vrijednost iz izvršenih mjerenja		Izračunano iz osnoga odnosa	
			$\varphi$	$\rho$	$\varphi$	$\rho$
1.	102	1	90°09'	22°15'	90°00'	22°19'08"
2.	107	2	89°38'30"	6°53'30"	90°00'	6°41'22"
3.	230	1	23°00'30"	90°00'	23°00'10"	90°00'
4.	410	1	69°17'	90°00'	68°33'56"	90°00'
5.	430	26	40°25'34"	90°00'	40°20'	90°00'
6.	310	3	62°37'20"	90°00'	62°22'12"	90°00'
7.	320	6	43°44'05"	90°00'	43°41'14'	90°00'
8.	540	3	38°42'10"	90°00'	38°31'11"	90°00'
9.	830	1	59°23'30"	90°00'	59°30'25"	90°00'
10.	233	1	22°32'30"	54°22'	23°00'10"	54°28'31"
11.	232	9	22°52'30"	64°14'36"	23°00'10"	64°32'52"
12.	243	16	18°20'39"	64°22'16"	17°39'41"	61°00'04"
13.	223	1	32°28'40"	45°53'	32°29'19"	45°32'24"

U posebnoj preglednoj tabeli IX. naveo sam sve pozicione kutove za sve forme koje sam opazio na kristalima anglezita iz Ljubije. Srednju vrijednost iz svih opažanja sam dobio tako, da sam zbrojio sve vrijednosti za neku formu i podijelio sa ukupnim brojem opaženih ploha. Pri tom sam svakoj plohi pridao istu važnost pošto sam plohe, koje su davale loše signale isključio pri izračunavanju srednje vrijednosti.

### 5. Izračunavanje osnog odnosa

Za izračunavanje osnog odnosa odabrao sam samo najbolja mjerenja na pojedinim kristalima. Najbolje vrijednosti za  $\varphi$  i  $\rho$  pojedinih ploha po kristalima unio sam u tabelu XI. Na dnu tabele unesene su u prvom stupcu srednje vrijednosti za pojedinu plohu, a u predzadnjem stupcu unesene su vrijednosti za čitavu formu. Iz tako dobivenih srednjih vrijednosti za pojedinu formu izračunao sam vrijednosti za  $\rho_0$  i  $\varphi_0$ . Kako sam do njih došao, najbolje se vidi iz Tabele X.



Tabela IX.

Pregled srednjih vrijednosti za sve opažene plohe.

Redni broj	Indeks	Broj pojedinačnih opažanja	Na koliko kristala	Srednja vrijednost iz svih opažanja		Izračunano iz osnovnog odnosa	
				φ	ρ	φ	ρ
1.	001	38	37	0°00'	0°00'	0°00'	0°00'
2.	100	6	5	89°47'54"	90°00'	90°00'	90°00'
3.	010	39	25	0°00'47"	90°00'	0°00'	90°00'
4.	101	67	35	90°00'53"	39°23'06"	90°00'	39°23'14"
5.	201	1	1	90°13'	59°11'	90°00'	58°39'32"
6.	102	1	1	90°09'	22°15'	90°00'	22°19'08"
7.	14°05	2	1	89°51'	66°47'30"	90°00'	66°29'31"
8.	105	1	1	89°50'	9°58'	90°00'	9°19'30"
9.	107	2	2	89°38'30"	6°53'30"	90°00'	6°41'22"
10.	011	71	37	359°59'48"	52°12'05"	0°00'	52°12'09"
11.	094	2	1	359°58'	70°37'	0°00'	70°58'48"
12.	097	1	1	0°04'	58°50'	0°00'	58°53'56"
13.	210	156	40	51°51'30"	90°00'	51°51'42"	90°00'
14.	110	86	31	32°29'30"	90°00'	32°29'19"	90°00'
15.	230	1	1	23°00'30"	90°00'	23°00'10"	90°00'
16.	120	2	2	17°35'	90°00'	17°39'41"	90°00'
17.	410	1	1	69°17'	90°00'	68°33'56"	90°00'
18.	430	26	8	40°25'34"	90°00'	40°20'	90°00'
19.	310	3	3	62°37'20"	90°00'	62°22'12"	90°00'
20.	320	6	4	43°44'05"	90°00'	43°41'14"	90°00'
21.	350	2	1	21°24'30"	90°02'30"	20°54'38"	90°00'
22.	830	1	1	59°23'30"	90°00'	59°30'25"	90°00'
23.	10°30	2	2	64°45'45"	90°00'	64°46'27"	90°00'
24.	540	3	2	38°42'10"	90°00'	38°31'11"	90°00'
25.	530	2	2	46°44'15"	90°04'30"	46°42'14"	90°00'
26.	211	104	33	51°51'56"	64°24'08"	51°51'42"	64°24'22"
27.	212	11	5	51°50'48"	46°23'54"	51°51'42"	46°13'47"
28.	111	103	30	32°29'11"	56°48'18"	32°29'19"	56°48'24"
29.	233	1	1	22°32'30"	54°22'	23°00'10"	54°28'31"
30.	355	4	2	20°54'30"	54°14'	20°54'38"	54°04'34"
31.	223	1	1	32°28'40"	45°53'	32°29'19"	45°32'24"
32.	232	9	3	22°52'30"	64°14'36"	23°00'10"	64°32'52"
33.	243	16	4	18°20'39"	64°22'16"	17°39'41"	61°00'04"
34.	253	1	1	14°44'	65°47'	14°17'25"	65°43'36"
35.	312	61	21	62°23'24"	54°16'13"	62°22'12"	54°16'09"
36.	514	2	1	72°34'	46°54'	72°33'50"	47°05'21"
37.	10°71	16	5	42°09'42"	85°28'49"	42°17'35"	85°18'52"
38.	14°112	1	1	83°40'	43°51'	83°36'	43°56'47"



Vrijednosti za  $p_0$  i  $q_0$  pomnožio sam sa brojem očitanih podataka i odatle izračunao srednju vrijednost za  $p_0$  i  $q_0$ , koja se odnosi na sve forme. Iz tako dobivenih podataka za  $p_0$  i  $q_0$  mogao sam izračunati osni odnos.

Tabela X.  
Izračunavanje vrijednosti  $p_0$  i  $q_0$

Forma	Broj ploha	$\varphi$	$Q$	$\log \sin \varphi$ $\log \operatorname{tg} \varphi$ $\log \cos \varphi$	$\log pp_0$ $\log qq_0$	$pp_0$ $qq_0$	$p_0$	$q_0$
211	18	51°51'40"	64°24'16"/s	9,89571 10,31965 9,79067	10,21596 10,11032	1,6420 1,28925	0,8210	1,28025
111	10	32°29'41"/s	56°48'13"	9,73016 10,18422	9,91433 10,11028	0,821066 1,28909	0,821066	1,28909
101	22	89°59'53"	39°23'16"/s	9,92606 9,91437			0,82105	
011	22	0°00'06 1/2"	52°12'25"	10,11043				1,28952

Za  $p_0$  dobio sam vrijednost  $p_0 = 0,821035$ , a za  $q_0 = 1,289336$

Iz tih vrijednosti po formulama

$$a = \frac{q_0}{p_0} \text{ i } c = q_0$$

izlazi da je  $a = 1,57035$ , a  $c = 1,289336$



PREGLED  
najboljih vrijednosti za  $\varphi$  i  $\rho$  po kristalima i plohama

Kristal	211		$\bar{2}11$		$\bar{2}\bar{1}1$		$\bar{2}1\bar{1}$		111		$\bar{1}11$		$\bar{1}\bar{1}1$		101		$\bar{1}01$		011		$\bar{0}11$		210		$\bar{2}10$		$\bar{2}\bar{1}0$		$\bar{2}1\bar{0}$		010		$\bar{0}10$		
	$\varphi$	$\rho$	$\varphi$	$\rho$	$\varphi$	$\rho$	$\varphi$	$\rho$	$\varphi$	$\rho$	$\varphi$	$\rho$	$\varphi$	$\rho$	$\varphi$	$\rho$	$\varphi$	$\rho$	$\varphi$	$\rho$	$\varphi$	$\rho$	$\varphi$	$\rho$	$\varphi$	$\rho$	$\varphi$	$\rho$	$\varphi$	$\rho$	$\varphi$	$\rho$	$\varphi$	$\rho$	
1 a	51°52'	64°26'			231°51'	64°24'					147°31'	56°48'			270°00'	39°22'			180°01'	52°12'	51°52'	90°00'			231°51'	90°00'	308°07'	90°00'			180°01'	90°00'			
1 b			128°10'	64°25'	231°51'	64°26'							212°30'	56°49'	89°59'	39°23'	270°00'	39°24'			51°53'	90°00'	128°09'	90°00'			308°10'	90°00'	180°00'	90°00'					
7															89°59'30"	39°22'	269°59'30"	39°23'	359°59'30"	52°13'	179°59'30"	52°13'	51°52'30"	90°00'	128°08'30"	90°00'	308°09'30"	90°00'							
10							308°09'	64°24'											0°00'	52°13'	180°00'	52°13'													
15			128°08'	64°24'	231°52'	64°24'					147°30'	56°48'	212°30'	56°48'			270°00'	39°23'	0°00'	52°13'	180°00'	52°12'			128°08'	90°00'	231°52'	90°00'			180°01'	90°00'			
16	51°51'	64°24'	128°09'	64°24'					32°30'	56°47'	147°30'	56°48'			90°00'	39°22'	270°00'	39°23'			180°00'	52°12'	51°51'	90°00'	128°09'	90°00'	231°51'	90°00'	308°09'	90°00'	0°00'	90°00'	180°00'	90°00'	
20	51°51'	64°24'					308°08'	64°24'	32°30'	56°49'					90°00'	39°23'	270°00'	39°24'	0°00'	52°13'	180°01'	52°14'	51°50'	90°00'	128°08'	90°00'	308°08'	90°00'	0°00'	90°00'					
22													212°29'	56°49'	90°00'	39°24'			0°00'	52°12'	180°00'	52°12'	51°51'	90°00'			231°50'	90°00'	308°06'	90°00'	0°00'	90°00'	180°00'	90°00'	
25															89°59'	39°23'	270°01'	39°24'			51°50'	90°00'	128°07'30"	90°00'	231°50'	90°00'	308°11'	90°00'							
26	51°52'	64°24'	128°08'	64°24'	231°53'	64°24'													0°00'	52°12'	180°00'	52°12'			128°07'	90°00'	231°52'	90°00'							
29																			0°00'	52°12'	180°00'	52°12'			128°07'	90°00'	231°53'	90°00'	308°07'	90°00'	180°00'	90°00'			
31															89°59'30"	39°23'	269°59'30"	39°24'			179°59'30"	52°12'			128°08'30"	90°00'	231°52'30"	90°00'	308°09'30"	90°00'					
32	51°52'	64°24'	128°08'	64°24'	231°52'	64°24'	308°07'	64°24'							90°00'	39°23'	270°01'	39°24'	0°00'	52°12'	180°01'	52°12'			128°07'30"	90°00'	231°52'	90°00'	308°07'	90°00'	0°00'	90°00'			
34															89°59'30"	39°24'	269°59'30"	39°23'	0°00'30"	52°13'	180°00'30"	52°12'													
35															90°00'	38°24'	269°59'30"	39°23'	0°00'	52°13'	180°00'	52°12'													
37									32°29'	56°48'	147°30'	56°48'			90°01'	39°24'																			
Srednja vrijednost	51°51'36"	64°24'24"	128°08'36"	64°24'12"	231°51'48"	64°24'24"	308°08'	64°24'	32°29'40"	56°48'	147°30'15"	56°48'	212°29'40"	56°48'40"	89°59'46"	39°23'11"	270°00'	39°23'21½"	0°00'	52°12'33½"	180°00'11½"	52°12'18½"	51°51'21½"	90°00'	128°08'	90°00'	231°51'30"	90°00'	308°08'24"	90°00'	0°00'	90°00'	180°00'20"	90°00'	
Svedeno na vrijednost I. kvadranta	51°51'36"	64°24'24"	51°51'24"	64°24'12"	51°51'48"	64°24'24"	51°52'	64°24'	32°29'40"	56°48'	32°29'45"	56°48'	32°29'40"	56°48'40"	89°59'46"	39°23'11"	90°00'	39°23'21½"	0°00'	52°12'33½"	0°00'11½"	52°12'18½"	51°51'21½"	90°00'	51°52'	0°00'	51°51'30"	90°00'	51°51'36"	90°00'	0°00'	90°00'	0°00'20"	90°00'	
Opća srednja vrijednost za formu	51°51'40"	64°24'16½"							32°29'41½"	56°48'13"					89°59'53"	39°23'16½"			0°00'06½"	52°12'25"				51°51'38"	90°00'							0°00'12"	90°00'		
Izračunato iz osnog odnosa	51°51'42"	64°24'22"	128°08'18"	64°24'22"	231°51'42"	64°24'22"	308°08'18"	64°24'22"	32°29'19"	56°48'24"	147°30'41"	56°48'24"	212°29'19"	56°48'24"	90°00'	30°23'14"	270°00'	39°23'14"	0°00'	52°12'09"	180°00'	52°12'09"	51°51'42"	90°00'	128°08'18"	90°00'	231°51'42"	90°00'	308°08'18"	90°00'	0°00'	90°00'	180°00'	90°00'	



Osnj odnos za anglezit iz Ljubije iznosi dakle

$$a : b : c = 1,5704 : 1 : 1,2893$$

Kontrole radi izračunao sam odnos  $\frac{p_0}{q_0}$  iz prizmi i dobio vrijednost 0,63675. Iz vrijednosti  $p_0$  i  $q_0$  određenih iz terminalnih ploha izlazi za isti odnos veličina 0,63680. Razlika, koja između obih vrijednosti iznosi 0,00005 leži u granicama dopuštenih odstupanja.

Na osnovu gore iznesenog, kristali anglezita iz Ljubije, kod postave kakovu sam uzeo kod razriješavanja kristala, imaju osni odnos u skladu sa osnim odnosom, kakav se navodi u najnovijoj mineraloškoj literaturi. (lit. 4, str. 420).

Smatram osobitom dužnosti da se na kraju zahvalim direktoru Mineraloško petrografskog muzeja u Zagrebu, g. prof. dr. Ljudevitu Bariću na uputama i savjetima, koje mi je davao u toku rada.

*Mineraloško petrografski muzej, Zagreb.*

#### LITERATURA

- M. KIŠPATIĆ: Mineraloške bilješke iz Bosne.  
Rad Jugoslovenske Akademije, knjiga 151. Mat-prir. razreda, str. 35. god. 1902.
- M. KIŠPATIĆ: Über einige Mineralien aus Bosnien.  
Tschermak Mineralogische und Petrografische Mitteilungen, Band 28, Heft 3 pag. 297, 1909.
- R. KOEHLIN: Über einige Mineralien von Ljubija bei Prijedor in Bosnien.  
Tschermak Min. und Petr. Mitt., Band 35, Heft 1—2, pag. 1, 1922.
- J. D. i E. S. DANA: System of Mineralogy.  
Vol. II. pag. 420, 1951.
- N. KOKSCHAROW: Erster Anhang zum Bleivitriol.  
Materialien zur Mineralogie Russlands. Band 2, pag 167, 1854—1857.
- V. GOLDSCHMIDT: Krystallographische Winkeltabellen. 1897.
- C. HINTZE: Handbuch der Mineralogie.  
Band 1/3/2, pag 3962, 1930.
- V. LANG: Versuch einer Monographie des Bleivitriols.  
Sitzungsberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Mat-natur. Classe. Band 36, pag 241, 1859.
- P. HERMANN: Über Anglesit von Monte Poni (Sardinien).  
Groth. Z. für Kryst. Strukturbericht 1913—28., pag. 384. 1931.
- E. V. SHANNON: Notes on Anglesite, Arthropyllite, Calcite, Datolite, Sillimanite, Stilpnomelane, Tetrahedrite and Triplite. Proceed, U. S. Nat. Mus. 58. 1921. pag 437—453. Citirano prema Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, Jahrgang 1924, Band II, pag. 177.
- O. C. FARRINGTON i E. W. TILLOTSON: Über verschiedene Mineralien aus der Sammlung in Chicago.  
Field Columbian Museum, Geol. Ser. 1908, 3, pag. 131—163. — Citirano prema Groth Z. für Kryst., Band 48, pag. 116, 1911.
- J. A. KRENNER: Über Ungarns Anglesite.  
Groth Z. für Kryst. Band 1. pag. 321—334, 1877.
- Q. SELLA: Anglesit von Sardinien.  
Accad. de Lincei (3) Transunti 3, 150, 1979.  
Citirano prema Groth Z. für Kryst., Band 4, pag. 400, 1880.
- V. GOLDSCHMIDT: Atlas der Krystallformen, Band I. 1913.



LJUBO GOLUB:

## ANGLESIT AUS DEM BERGWERKE LJUBIJA BEI PRIJEDOR

## Zusammenfassung

Über den Anglesit aus Ljubija berichtet zum erstenmal Kišpatić (Lit. 1, S. 35; Lit. 2. S. 297) der auf ihm die Formen (010), (001), (110), (120), (102), (011), (111), (112), (221), (121), (122) und (324) entdeckte indem er sich des Achsenverhältnisses  $a : b : c = 0,7852 : 1 : 1,2894$  bediente. Dem Achsenverhältnis  $a : b : c = 1,5703 : 1 : 1,2894$ , das ich beim Indizieren der Flächen angewendet habe entsprechend, haben diese Formen folgende Symbole: (010), (001), (210), (110), (101), (011), (211), (212), (421), (221), (111) und (312). Trotz vielen untersuchten Kristalle konnte ich die Formen (421) und (221) nicht feststellen, sie müssen daher auch weiterhin als unsicher angesehen werden, wie dies auch von Kišpatić angenommen wird.

Außer Kišpatić untersuchte den Anglesit von Ljubija auch R. Koechlin (Lit. 3. S. 4), der, von derselben kristallographischen Aufstellung wie Kišpatić Gebrauch machend, die Formen (001), (110), (011), (102) und (100) entdeckte. Der Bezeichnung nach, von der ich Gebrauch mache, sind das die Formen (001), (210), (011), (101) und (100). Die Tafel I. auf Seite 4 zeigt die Vergleichungsdarstellung der Indices für alle an den Anglesitkristallen aus Ljubija wahrgenommenen Formen, den einen oder den anderen Achsenverhältnis entsprechend.

Durch goniometrische Untersuchung von 40 Anglesitkristallen konnte ich feststellen, daß die Anglesite aus Ljubija in vier Typen entwickelt sind:

1. Tafelförmige Kristalle nach (001).
2. Prismatische Kristalle nach [001] mit der am stärksten entwickelten Form (210).
3. Steil bipyramidale Kristalle in der Richtung der dritten Achse verlängerte Kristalle mit der am stärksten entwickelten Form (10'71).
4. Kristalltypus mit den am stärksten entwickelten Formen (010), (011) und (110).

Es ist charakteristisch für den ersten Typus, daß die Form (001) stärker entwickelt ist, als die übrigen Terminalformen, von denen wiederum die Formen (011) und (101) stärker entwickelt sind. Als etwas breitere Flächen kommen die Formen (111), (211) und (312) vor. In der vertikalen Zone kommen häufiger die Formen (110), (100), (010) und (210) vor, von denen die letzterwähnte am stärksten entwickelt ist. Der Kristalltypus wird durch die letztere und durch die Form (001) bestimmt. Bei einigen diesem Typus angehörenden Kristallen, ist die Form (001) bedeutend stärker und die Form (210) schwächer entwickelt, die Kristalle sind daher dünner tafelförmig. Andere zu diesem Typus gehörende Kristalle, haben gleich entwickelte Formen (001) und (210), sind deswegen dick tafelförmig und bilden den Übergang zum prismatischen Kristalltypus.

Der Typus ist in der Abbildung 1 dargestellt. Diese, sowie alle übrigen Abbildungen stellen idealisierte Anglesitkristalltypen für die Grube Ljubija dar. Eine Übersicht der Kombinationen stellt die Tafel II., S. 200 dar. An dieser und an der folgenden Tafeln (II—V.) sind die wahrgenommenen Formen mit + bezeichnet, diejenigen die für den Anglesit überhaupt neu sind, werden an der Spitze der Tafel mit dem Buchstaben n, und dem Buchstaben l diejenigen die für Anglesit aus Ljubija neu sind, bezeichnet. Die Kristalle tragen in der ersten Spalte jeder Tafel dieselben Nummern, unter welchen sie in der Sammlung des mineralogisch-petrografischen Museums in Zagreb



aufbewahrt sind. Die Kristalle von 1—36 sind dünner tafelförmig, diejenigen von 11—29 dick tafelförmig nach (001).

Der zweite Typus wird durch die stark entwickelte Form (210) charakterisiert. Mit ihr der vertikalen Zone gewöhnlich die Formen (010) und (110) vorhanden sind. Von den Terminalformen kommen am häufigsten die Formen (001), (011) und (101) vor; von diesen ist die Form (001) am stärksten entwickelt. Die Übersicht der Kombinationen wird durch die Tafel III. S. 201 und der Typus durch die Abbildung 2 dargestellt.

Für den dritten Typus ist es charakteristisch, daß die am stärksten entwickelte Form (10·7·1) dem ganzen Kristall das Aussehen eines Obelisken verleiht. Die Kristalle sind schön entwickelt und erreichen eine Länge von 8 mm. Von den übrigen Terminalflächen kommen die Formen (101), (011) und (211) am häufigsten vor. In der Zone der vertikalen Achse kommen die Formen (110), (210) und (430) vor. Die Übersicht der Kombinationen wird durch Tafel IV. auf Seite 202 und der Typus durch die Abbildung 3 dargestellt.

Am vierten Kristalltypus entwickelten sich die Formen (101), (011) und (110) als vorherrschende. Das Aussehen des ganzen Kristalls wird durch dieselben bestimmt. Von den übrigen Terminalflächen kommt an allen zu diesem Typus gehörenden Kristallen, die Form (111) die anderen hingegen nur selten, vor. Die Form (001) hat sich entweder überhaupt nicht entwickelt, oder kommt sie als eine sehr schmale kleine Tafel, vor. In der vertikalen Zone sind nebst der Form (110) auch die Formen (210) und (430) häufig vorhanden. Die Übersicht der Kombinationen wird durch Tafel V. S. 203, und der Typus durch Abbildung 4 dargestellt.

Die ersten zwei Typen sind mehr verbreitet als die zwei übrigen, die für die Anglesite aus Ljubija neu sind.

An allen Kristallen konnte ich insgesamt 38 Formen feststellen und zwar (001), (100), (010), (101), (201), (102), (14·0·5), (105), (107), (011), (094), (907), (210), (110), (230), (120), (410), (430), (310), (320), (350), (830), (10·3·0), (540), (530), (211), (212), (111), (233), (355), (223), (232), (243), (253), (312), (514), (10·7·1) und (14·1·12). Von den angeführten Formen wurden jetzt zum erstenmal für den Anglesit aus Ljubija folgende Formen wahrgenommen: (102), (105), (107), (201), (14·0·5), (094), (097), (230), (410), (430), (310), (320), (350), (830), (540), (530), (10·3·0), (233), (232), (223), (243), (514), (253), (355), (10·7·1) und (14·1·12), von denen die Formen (105), (201), (14·0·5), (094), (097), (350), (120), (530), (10·3·0), (355), (253), (514), (10·7·1) und (14·1·12) für den Anglesit überhaupt neu sind. Von diesen Formen sind die Formen (105), (350), (253) und (243) nicht mit genügender Sicherheit festgestellt worden.

In der Sondertafel VII. S. 207 trug ich alle neuentdeckte Formen mit der Anzahl der Einzelbeobachtungen und mit den entsprechenden Mittelwerten ein, um dadurch den Vergleich mit den ausgerechneten Werten auf Grund des Achsenverhältnisses, daß in diesem Werk für den Anglesit aus Ljubija bestimmt ist, zu ermöglichen.

In die Tafel IX. führte ich die Positionswinkel für alle an den Anglesitkristalle aus Ljubija wahrgenommenen Formen ein.

Aus den besten Werten  $\varphi$  und  $\varrho$  einzelner Flächen rechnete ich die Werte  $p_0$  und  $q_0$  aus, mit deren Hilfe ich das Achsenverhältnis bestimmte.

Als Resultat erhielt ich den Wert 0,821035 für  $p_0$  und 1,289336 für  $q_0$ .

Nach der Formel  $a = \frac{q_0}{p_0}$  und  $c = q_0$  ergibt sich  $a = 1,57035$  und  $c = 1,289335$ .

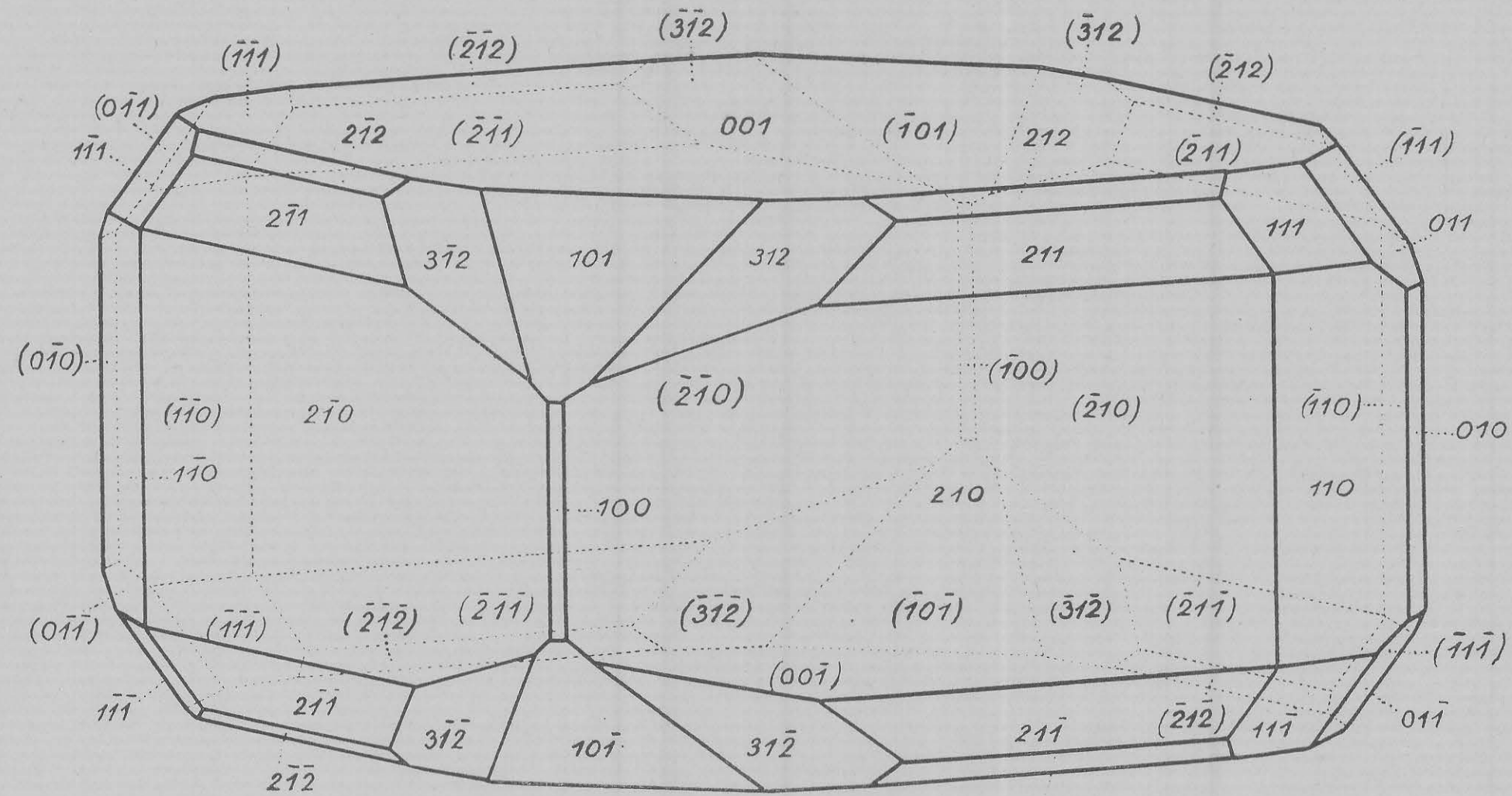
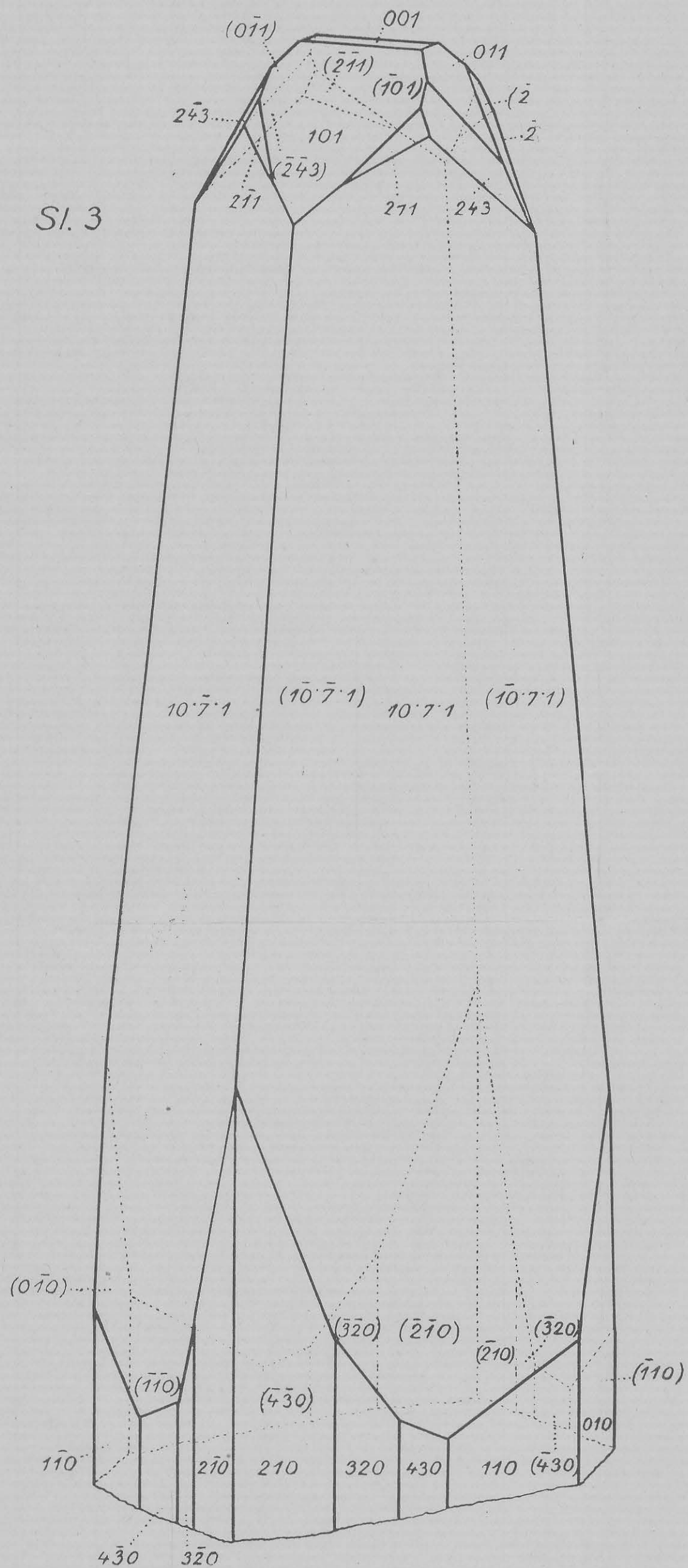
Das Achsenverhältnis des Anglesits aus Ljubija ist also

$$a : b : c = 1,5704 : 1 : 1,2893$$

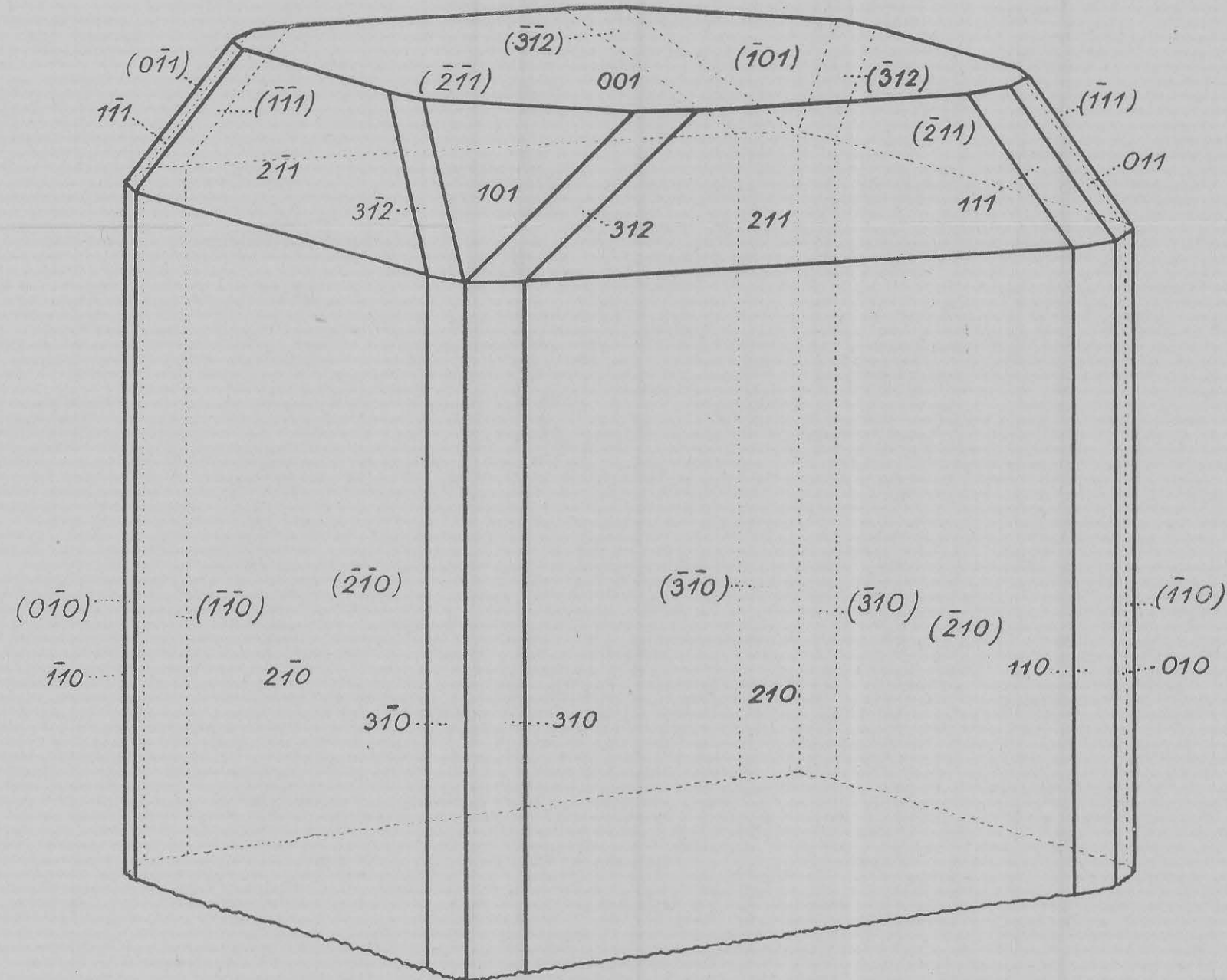
Der Kontrolle wegen rechnete ich das Verhältnis  $\frac{p_0}{q_0}$  aus den Prismen aus und erhielt dafür den Wert 0,63675. Aus den Terminalflächen resultiert für dasselbe Verhältnis der Wert 0,63680. Der Unterschied 0,00005 liegt in der Grenze der erlaubten Abweichungen.



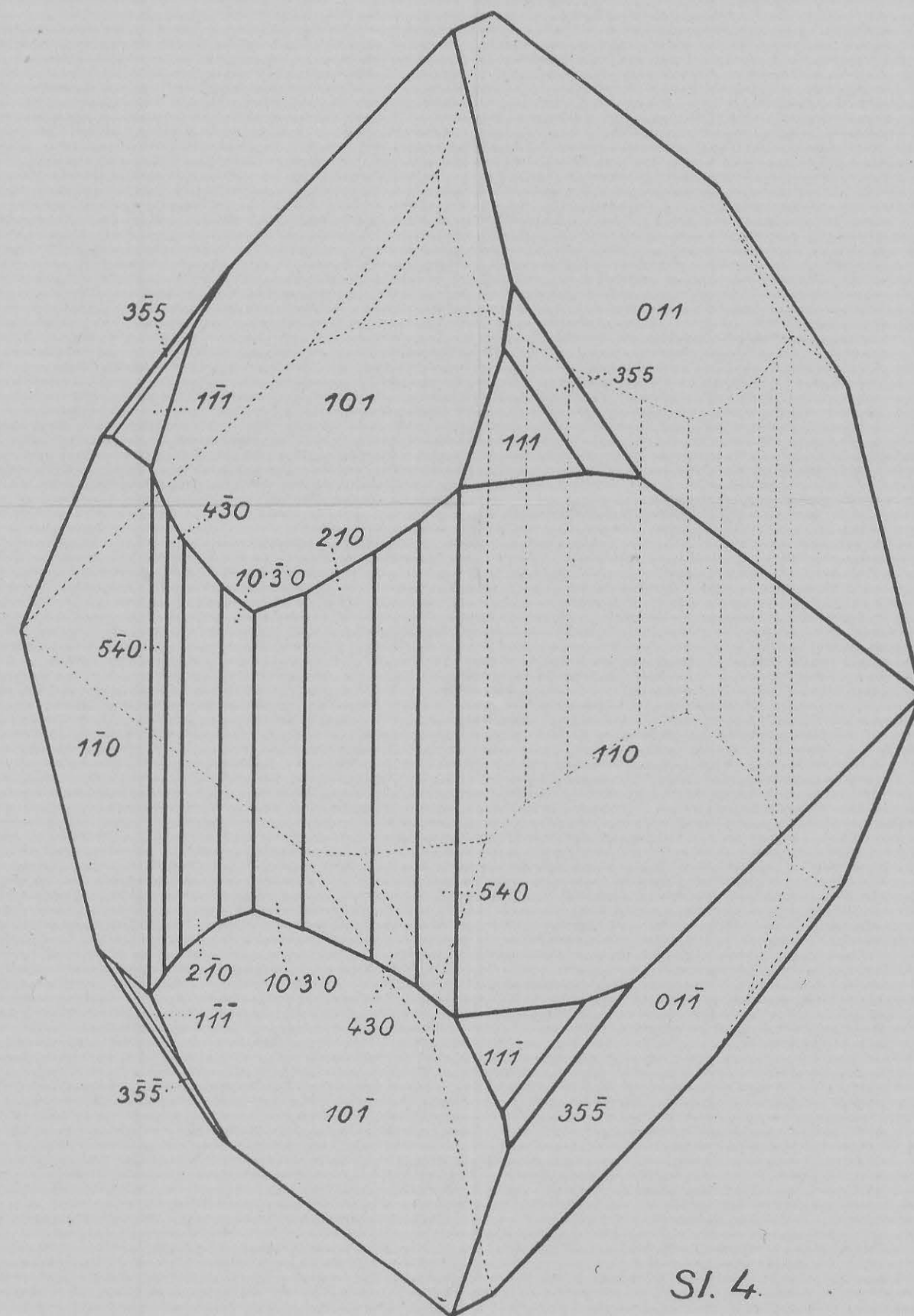
Sl. 3



Sl. 1



Sl. 2



Sl. 4