



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

Τίτλος Μαθήματος

Ενότητα 4: Κοιτάσματα των Στοιχείων της ομάδας
του λευκοχρύσου ή PGE

Μαρία Οικονόμου

Σχολή Θετικών Επιστημών

Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος

Κοιτάσματα των Στοιχείων της ομάδας του λευκοχρύσου ή PGE

Παράγοντες που ελέγχουν το δυναμικό
πορφυρικών κοιτασμάτων Cu-Au σε ευγενή
μέταλλα

Ανασκόπηση πορφυρικών
κοιτασμάτων
Cu±Mo±Au ±Pd±Pt

Βαλκανο-Καρπαθικό σύστημα

Το Βαλκανο-Καρπαθικό σύστημα



Τα σημαντικότερα κοιτάσματα πορφυρικού Cu, ηλικίας Ανωτ. Κρητιδικό-Μειόκαινο, τα οποία εκτείνονται από Ρουμανία, μέσω Σερβίας και Βουλγαρίας στην Ελλάδα.

Εικόνα 1

Βουλγαρία

ElatSITE, Medet and Assarel deposits
of Upper Cretaceous (92.3 ± 1.4 Ma) age

Κοιτάσματα Σερβομακεδονικής (1/2)

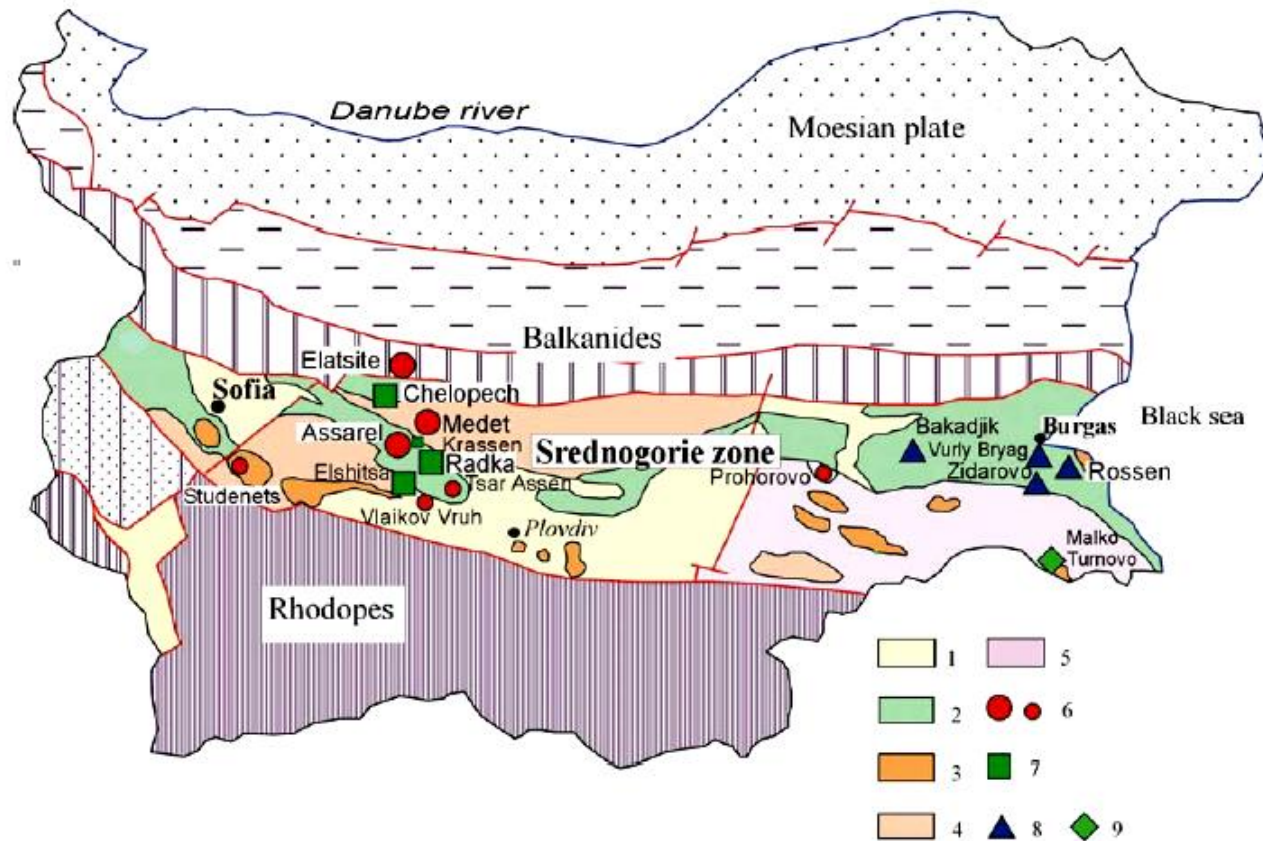
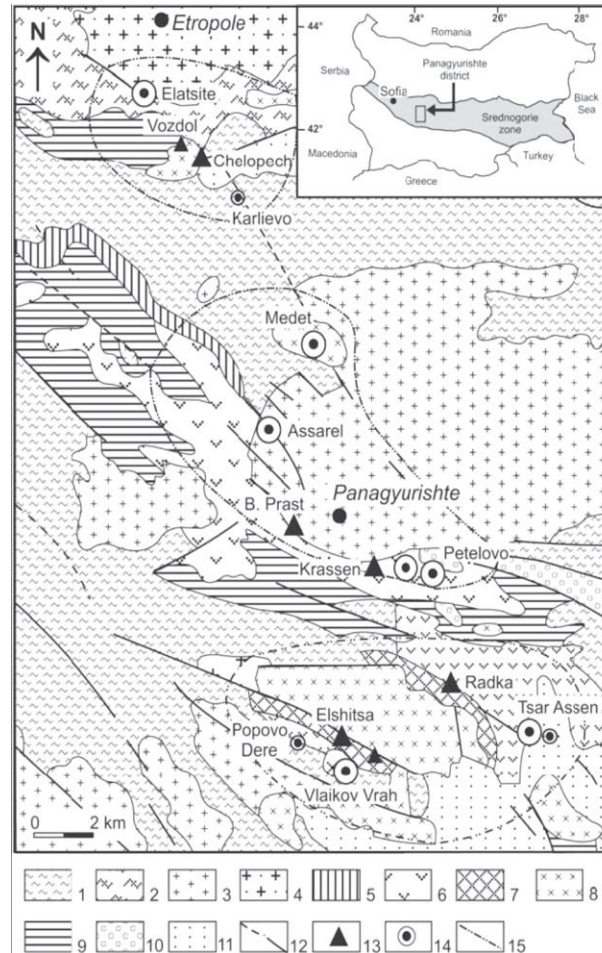


Fig. 1. Location of main ore deposits in the Srednogorie metallogenic zone. 1 = Cenozoic sediments, 2 = Late Cretaceous volcanic rocks, 3 = Late Cretaceous intrusions, 4 = Paleozoic granites and metamorphic rocks, 5 = Paleozoic and Mesozoic metamorphic rocks, 6 = Porphyry copper deposits, 7 = Epithermal deposits, 8 = Vein copper deposits, 9 = Skarn deposits.

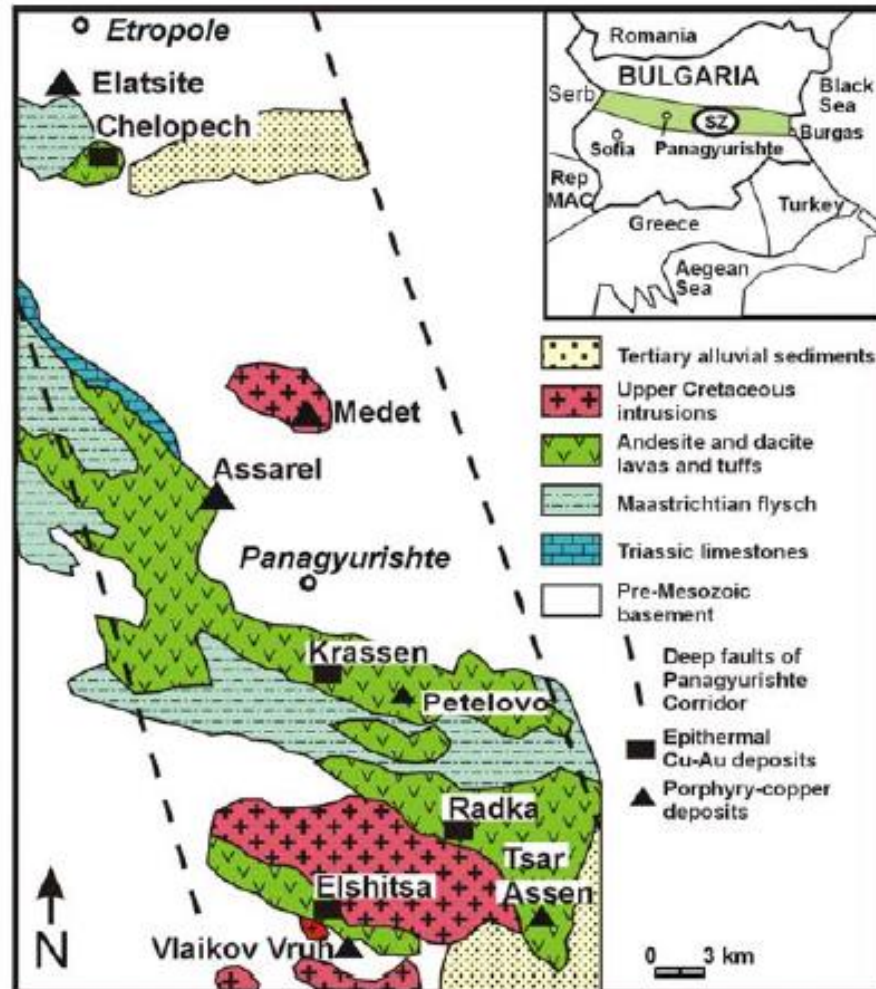
Εικόνα 2

Κοιτάσματα Σερβομακεδονικής (2/2)



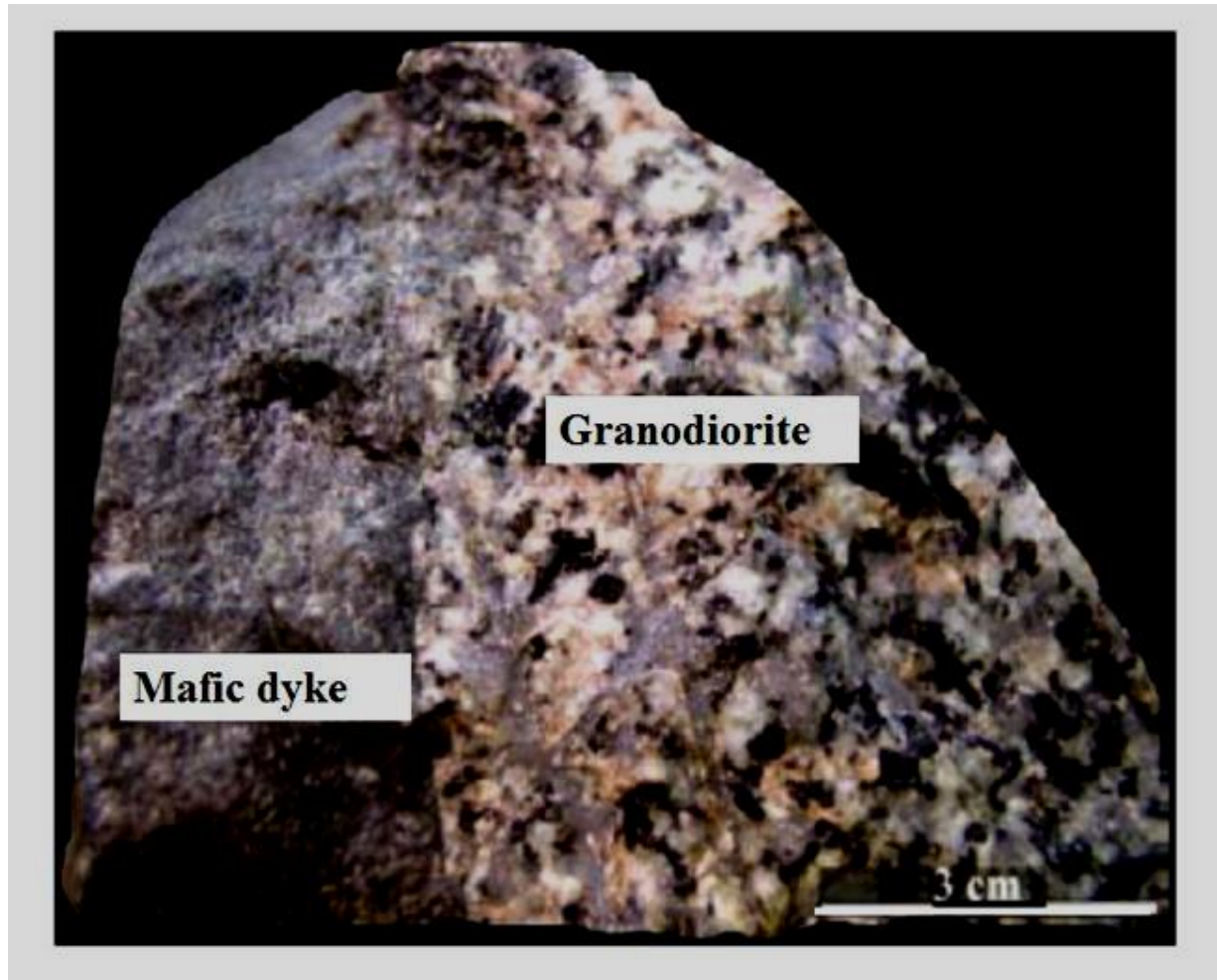
Εικόνα 3

Κοιτασματολογική ζώνη Βουλγαρίας



Εικόνα 4

Βασικές φλέβες κόβουν τον Πορφύρη Elatsite



Εικόνα 5

Δυναμικό ευγενών μετάλλων σε κοιτάσματα Cu+/- Mo με εμπλουτισμό σε Pd και Pt (1/2)

Κοίτασμα	Δείγμα	Αποθέματα	Pd	Pt	Au	Pd	Pt	Au	Cu	Pd (ppb)	Pt (ppb)
	ή μέση τιμή or average	(t x 106)	(g/t)	(g/t)	(g/t)	(t)	(t)	(t)	wt%	Περιεκτικότητα σε 100% Cu-θειούχα	
Ελλάδα											
Σκουριές	*Sk.Po.or σύνθετο δείγμα	130	0,076	0,01	0,91	~10	1,3	118	0,5	5000	660
Βουλγαρία											
Elacite	n=4	124	0,025	0,02	0,2	3,1	2,5	24,8	0,42	1964	1570
Medet	n=3	162	0,006	0,004	0,065	~1	5	10,5	0,31	640	426
Assarel	n=2	230	0,002	0,003	0,097	0,5	0,7	22,3	0,38	174	260
Σερβία											
Bor	n=1		0,04	0,019	0,17						
Majdanpek	n=2		0,185	0,02	0,4625				26.3*	232	25

Δεδομένα απο την παρούσα μελέτη, Economou-Elioroulos and Elioroulos (2000), Freebrey (1999), Tarkian and Stribrny (1999).

* = συμπύκνωμα Cu-ούχων θειούχων ορυκτών

Πίνακας 1



Δυναμικό ευγενών μετάλλων σε κοιτάσματα Cu+/- Mo με εμπλουτισμό σε Pd και Pt (2/2)

Κοίτασμα	Δείγμα ή μέση τιμή	Αποθέματα	περιεκτικότητα σε 100% Cu-θειούχα								
			Pd	Pt	Au	Pd	Pt	Au	Cu	Pd	Pt
Φιλιππίνες											
Santo Tomas II	n=4	328	0,032	0,045	0,61	10,5	1,5	0,61	0,34	3100	4370
Νέα Γουινέα											
Ok Tedi, Παπούα	n=2	179	0,815	0,024	2,21	8,2			20.35*	1320	39
Ινδονησία											
Grasberg	n=1	3511	0,003	0,0007	1,02	10,5	2,4	3581	1,04	80	21
Μαλαισία											
Mamut	n=2	3,94	1,39	0,47	1,52				20.3*	2250	760
Κολομβία, Κορδιλλιέρες											
Allard, La plata	n=2		2120	3400	1480				22*	5100	2220
Copper King Mine	n=2		2060	3900	250				20*	3400	6440

Δεδομένα απο την παρούσα μελέτη, Economou-Eliopoulos and Eliopoulos (2000), Freebrey (1999), Tarkian and Stribrny (1999).

* = συμπύκνωμα Cu-ούχων θειούχων ορυκτών

Πίνακας 2



Συγκέντρωση πολύτιμων μετάλλων από το πορφυρικό σύστημα της Βουλγαρίας (1/2)

Deposit	Samples	Description	Pd (ppb)	Pt (ppb)	Pd/Pt	Au (ppb)	Cr (ppm)	Cu (wt%)
Elatsite	PC-E	mt-bo-cp	4500	900	5	1100	3	45,3
Elatsite	PC-31	mt-bo-cp	5000	1050	4,8	970	4	44,8
Elacite	PC-5	ccp-py	4	20	0,2	100	10	12,8
Elacite	PC-6	ccp-py	10	8	1,2	39	25	0,06
Elacite [18]	n=6	ccp-py	14	4,4	3,2	440	n.a	0,64
Elacite [18]	N=21	ccp-py	130	26	5	4630		12,2
Elacite [18]	N=8	mt-bo-ccp	540	160	3,4	19300		20,3
Elacite [18]	N=10	mt-bo-ccp	26	14	1,9	670	430	0,8
Elacite [18]	EL-15	mt-bo-ccp	3440	320	11	1820	<1	37
Elacite [18]	EL=26	mt-bo-ccp	2070	64	32	34100	<1	37
Elacite [18]	EL-17	mt-bo-ccp	980	350	2,8	7800	<1	33,2
Elacite [18]	EL-18	mt-bo-ccp	290	7	41	33000	<1	49

Πίνακας 3



Συγκέντρωση πολύτιμων μετάλλων από το πορφυρικό σύστημα της Βουλγαρίας (2/2)

Deposit	Samples	Description	Pd (ppb)	Pt (ppb)	Pd/Pt	Au (ppb)	Cr (ppm)	Cu (wt%)
Assarel	PC-2	ccp-py	5	1,9	0,3	250	14	0,98
Assarel	PC-A1	ccp-py	3	9	0,33	19500	110	1,2
Assarel	PCA2	ccp-py	5	19	0,26	250	21	0,13
Assarel	PC-A3	ccp-py	10	33	0,3	140	35	3,2
Medet	PC-4	ccp-py	50	26	1,9	340	31	0,08
Medet	Mo-M	ccp-py	33	47	0,7	35	6	0,17
Medet	PC-M2	ccp-py	2	8	0,25	360	130	0,45
Medet	PC-M3	ccp-py	50	26	1,8	340	31	2,15
Medet	PC-M4	ccp-py	30	9	3,3	160	14	0,3
Tsar-Asen	PC-13	ccp-Cu	49	51	0,96	95	100	0,93
Pechorovo	PC-17	ccp-py	2	9	0,22	26	89	0,19
Pechorovo	PC-10	ccp-py	2	8	0,25	20	11	0,18

Πίνακας 4



Αποθέματα στο κοίτασμα Elatsite

185 εκατ. τόνοι

0.4 wt % Cu,

0.3 g/t Au,

0.68–1.9 g/t Ag,

0.07 g/t Pd

0.02 g/t Pt



Το πορφυρικό κοίτασμα Elatsite μοιάζει με εκείνο των Σκουριών, ως προς:

- Την σχετικά μεγάλη περιεκτικότητα Pd & Pt ,
- Τα Pd-Pt ορυκτά (merenskyite)
- τις περιεκτικότητες Cr, Ni και Co σε θειούχα ορυκτά



Pd & Pt potential

Palladium and platinum potential in the porphyry deposits					
		Pd	Pt	Pd	Pt
Deposit	Ore tonnage	grade	grade	tonnage	tonnage
	tons x 10 ⁶	ppm	ppm	tons	tons
Skouries,	206	0.076	0.017	15	3.5
ElatSITE,	185	0.07	0.02	13	3.7

Πίνακας 5



Representative electron microprobe analyses of merenskyite from the Skouries and Elatsite deposits

Pd	27.51	26.01	15.15	17.38
Pt	0.6	3.28	16.14	13.47
Te	71.22	66.31	64.5	60.47
Bi	n.d.	1.29	0.66	3.23
Au	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Ag	n.d.	0.55	1.03	1.57
Cu	n.d.	0.5	0.57	1.89
Ni	n.d.	0.35	1.41	n.d.
Total	99.33	98.29	99.46	98.01

Πίνακας 6



linnaeite-siegenite-carrollite solid solution series in the magnetite-bornite-chalcopyrite assemblage

Representative electron microprobe analyses of Ni, Co-bearing minerals from the Elatsite deposit

Mineral	linnaeite	linnaeite	siegenite	siegenite	siegenite
Fe	0.29	0.5	6.47	2.42	3.1
Cu	18.99	14.17	11.08	1.51	0.19
Ni	1.39	11.91	24.82	33.2	39.52
Co	37.95	33.05	18.33	21.21	14.48
S	41.2	41.53	40.82	41.24	42.21
Total	99.82	101.16	101.52	99.58	99.5

Πίνακας 7



Ni-Co-pyrite in the pyrite-chalcopyrite assemblages

Representative microprobe analyses of					
Ni, Co-bearing sulphides from the Medet deposit					
Mineral	pyrite	pyrite	pyrite	Co-py	carrolite
Fe	38.2	42.32	46.69	33.85	1.85
Cu	0.1	n.d.	n.d.	0.1	15.9
Ni	5.3	2.41	1.01	0.4	3.2
Co	2.2	4.18	n.d.	12.45	37.6
S	53.9	52.17	53.6	53.15	41.6
Total	99.7	101.08	101.3	99.95	100

Πίνακας 8



Bor-Majdanpek
(Σερβία)

Precious metal contents in porphyry Cu deposits of the Balkan peninsula

Deposit	Ore tons (t x 10 ⁶)	concentration (ppb)			Cu (wt%)
		Pd	Pt	Au	
Balkan peninsula					
Greece-Skouries					
(a) porphyry	206	76	<10	910	0.5
		2400	40	22000	21
(b) country rocks		75	20	8200	5.6
Bulgaria					
Elatsite	260	540	160	18700	21
Elatsite		107	31	3700	10
Elatsite		1130	130	16200	24
Medet	244	160	8	5600	15
Assarel	360	54	14	4800	28
Serbia					
Bor	450	40	19	1700	n.d.
Majdanpek	570	180	20	4600	26
Veliki/Krive	1000	70	16	2250	n.d.

Πίνακας 9



Αν και τα επίπεδα Pd και Pt στα πορφυρικά κοιτάσματα της Σερβίας είναι πολύ μικρότερα σε σχέση με εκείνα των Σκουριών,

Αναφέρεται η παραγωγή 50 kg Pd and 3 kg Pt,
ως παραπροϊόντα μαζί με Au και Ag
(Herrington et al., 2003).



Ευγενή μέταλλα σε άλλα
κοιτάσματα πορφυρικού-Cu

Κατανομή κοιτασμάτων πορφυρικού Cu±Mo±Au±Pd±Pt



Εικόνα 6



Santo Tomas II, Philex Philippines

Το κοίτασμα Santo Tomas II Philex porphyry Cu–Au deposit, Μειοκαινικής ηλικίας (3 Ma), συνδέεται με χαλαζιακό διοριτικό πορφύρη, που συνυπάρχει με ηφαιστειακά πετρώματα δακιτικής σύστασης.



Mamut deposit, Malaysia

- Το κοιτάσμα Mamut Cu-Au, Αν. Μειόκαινο.
- Αποθέματα: ~180 εκατ. τόνοι,
- Μέση τιμή 0.48 wt% Cu and 0.6 ppm Au.
- Σε συμπύκνωμα (**20.3 wt% Cu**):
1400 ppb Pd, 470 ppb Pt και 15200 ppb Au



Russia (Siberia)-Mongolia

Περιορισμένα δεδομένα:

Pd και Pt σε κοιτάσματα Cu-Mo,

<

σε σχέση με τα κοιτάσματα Cu-Au



Περιεκτικότητες πορφυριτών σε πολύτιμα μέταλλα παγκοσμίως

Deposit	Ore tons (t x 10 ⁶)	concentration (ppb)			
		Pd	Pt	Au	Cu (wt%)
Philippines					
Santo Tomas II	330	67	10	3540	0.7
Santo Tomas II		21	20	800	0.2
Papua New Guinea					
Ok Tedi	768	980	24	28000	37
Panguna	328	40	8	520	35
Indonesia					
Grasberg	1952	58	15	18000	24
Malaysia					
Mamut	1950	1400	470	15200	20
Russia (Siberia)					
Aksug	337	920	25	1200	5.4
Aksug		73	86	4900	15
Sora	325	50	88	100	5.8
Zhireken	100	680	300	140	2.7
Mongolia					
Erdenetuin-Obo	1200	20	33	74	0.06

Πίνακας 10



British Columbia Cordillera

Τα πορφυρικά Cu-Au deposits στη **British Columbia Cordillera**

Συνδέονται με αλκαλικές πορφυρικές
διεισδύσεις Τριαδικής-Ιουρασικής ηλικίας
(205-195 Ma).

Precious metal contents in porphyry Cu deposits of B.C. (after Thompson et al, 2001)

Deposit	Ore tons (t x 106)	concentration (ppb)			Cu (wt%)
		Pd	Pt	Au	
B.C., Cordillera					
Galore Creek	159	1300	80	64000	17
Galore Creek		260	16	4400	13
Mt. Milligan		6300	110	18500	6.8
Mt. Polley	49	320	33	23600	21
Ajax	284	140	8	990	26
Afton	69	130		1200	1.5
Cooper Mountain		2760	190	4800	28
Cooper Mountain		3250	50	4200	40

Πίνακας 11



Ajax/Afton deposits

Aerial view of the Afton open pit



*Photo 8. Aerial view of the **Afton** open pit that is currently being explored for the potential to become an underground mine*

Εικόνα 7



Afton open pit



Εικόνα 8



Λειτουργήσε έως το 1987, όταν

στο βάθος των 275 m, η επιφανειακή εκμετάλλευση κρίθηκε ασύμφορη.

Όμως, γεωτρήσεις έδειξαν αύξηση
των μετάλλων με το βάθος

Αποθέματα

~ 69 εκατ. Τόνοι

οροφή:

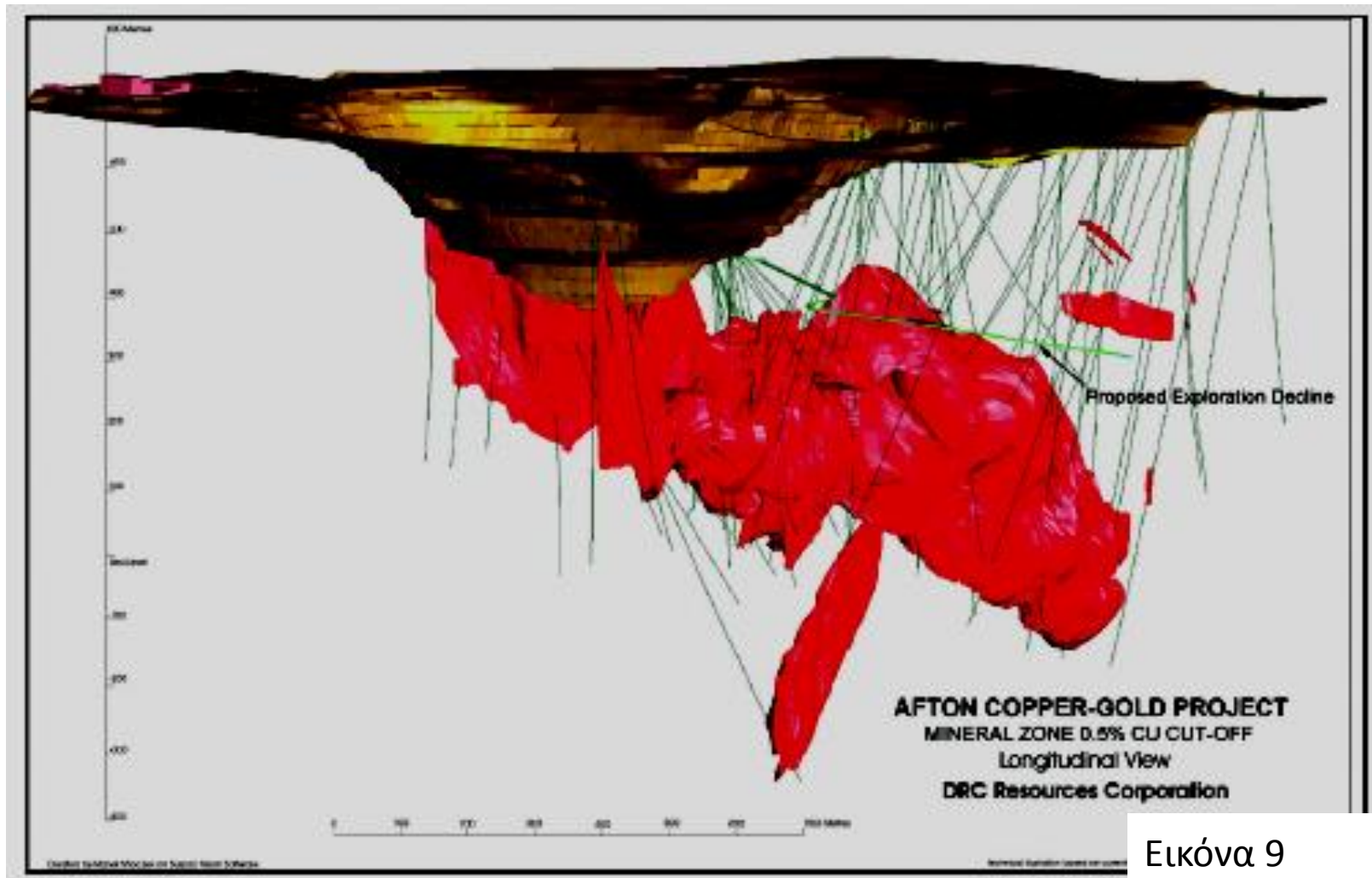
- 0.79 wt% Cu, —————→
- 0.62 ppm Au, —————→
- 1.96 ppm Ag, —————→
- 0.09 ppm Pd —————→

βάση:

- 2.76 wt% Cu
- 2.04 ppm Au
- 8.02 ppm Ag
- 0.19 ppm Pd



3D προβολή της εκσκαφής Afton



Εικόνα 9

Είναι άγνωστο το δυναμικό σε PGE
μεγάλων κοιτασμάτων
πορφυρικού Au-Cu

Έρευνα για τον εντοπισμό περιλαμβάνει:



- ✓ Χημισμό πετρωμάτων και μάγματος
- ✓ Γεωχημική έρευνα
- ✓ Εφαρμογή γεωφυσικών μεθόδων
- ✓ Τηλε-ανίχνευση

Εικόνα 10



Σημαντικές περιεκτικότητες
Pd και Pt μόνο σε ορισμένες
πορφυρικές διεισδύσεις

Τυπικά χαρακτηριστικά
κοιτασμάτων
Cu-Au-Pd±Pt

Τα κοιτάσματα πορφυρικού Cu-Au-Pd±Pt έχουν τα ακόλουθα κοινά χαρακτηριστικά (1/2) :

- ❑ Συνδέονται με αλκαλικά πετρώματα, ιδιαίτερα αυτά που χαρακτηρίζονται από **SiO₂ <65 wt%**,
- ❑ Μεγάλη συμβολή από υλικό του γήινου φλοιού, όπως προκύπτει από τις τιμές των **⁸⁷Sr/⁸⁶Sr και ²⁰⁷Pb/²⁰⁴Pb**,
- ❑ Συνδέονται με αλκαλικά ή K-πλούσια ασβεσταλκαλικά συστήματα, τα οποία χαρακτηρίζονται από σχετικά μεγάλες περιεκτικότητες **REE, Th και αλογόνων (F, Cl)**



Τα κοιτάσματα πορφυρικού Cu-Au-Pd±Pt έχουν τα ακόλουθα κοινά χαρακτηριστικά (2/2) :

- ❑ Οι ιστολογικές σχέσεις μεταξύ **Cu-ορυκτών και Pd-ούχων ορυκτών (merenskyite, Au-Ag τελλουριδίων),**
- ❑ Σύνδεση των Pd, Pt and Au με την παραγένεση **μαγνητίτης-βορνίτης-χαλκοπυρίτης,** και κυρίως την αλκαλική ζώνη εξαλλοίωσης στα κεντρικά τμήματα των κοιτασμάτων,
- ❑ Μεταφορά του Cu και των ευγενών μετάλλων, με τη μορφή χλωριούχων συμπλόκων, από σχετικά **θερμά (400° - 700 °C) και μεγάλης αλατότητας (>70 wt% NaCl_{equiv})** υδροθερμικά ρευστά



Κύριοι παράγοντες που ελέγχουν το δυναμικό σε βασικά/ευγενή μέταλλα των πορφυρικών Cu+Au+Pd±Pt κοιτασμάτων

- ❑ **Σύσταση του μητρικού μάγματος**
(συμβολή από μανδύα, ωκεάνιο και ηπειρωτικό φλοιό),
- ❑ **Φυσικοχημικές συνθήκες κατά την διάρκεια του σχηματισμού των πορφυρικών κοιτασμάτων**



Αλκαλικά μητρικά μάγματα

Η αφομοίωση στο μάγμα ευγενών μετάλλων που προέρχονται από την αποσταθεροποίηση

θειούχων ορυκτών-Fe-Ni-Cu

που τα φιλοξενούν, τα οποία βρίσκονται στην μανδυακή πηγή, ίσως είναι η κύρια πηγή των ευγενών μετάλλων στα πορφυρικά κοιτάσματα



Εγκλείσματα θειούχου και πυριτικού τήγματος

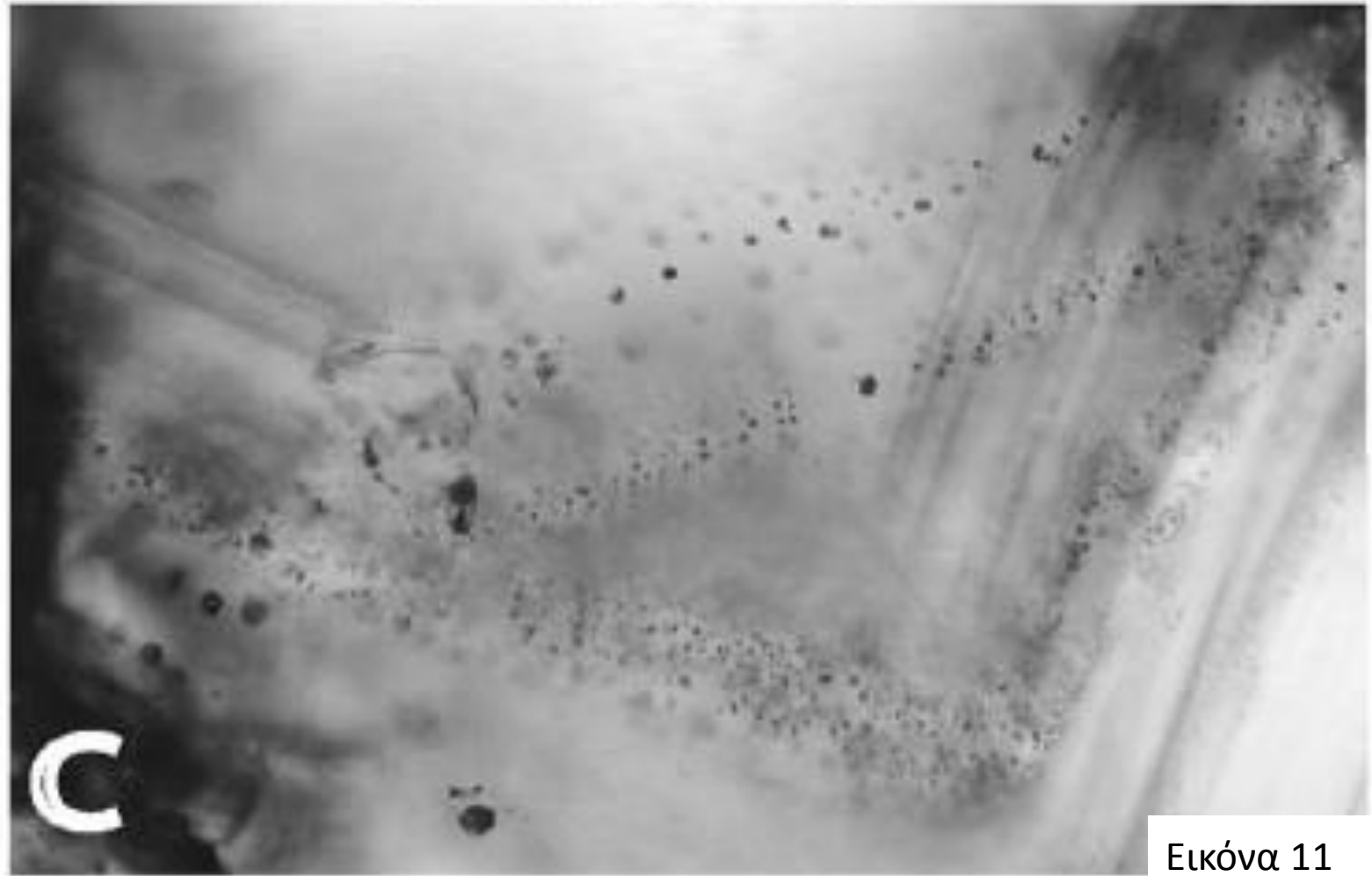
Παρέχουν ενδείξεις για ανάμιξη μαγμάτων
(Halter et al., 2002, 2004, 2005).

Μετάβαση μαγματικού – υδροθερμικού συστήματος:

Εγκλείσματα τήγματος έχουν περιγραφεί σε πλαγιόκλαστα και χαλαζία από το πορφυρικό κοίτασμα Cu-Au, Μειοκαινικής ηλικίας, Deva της Ρουμανίας:



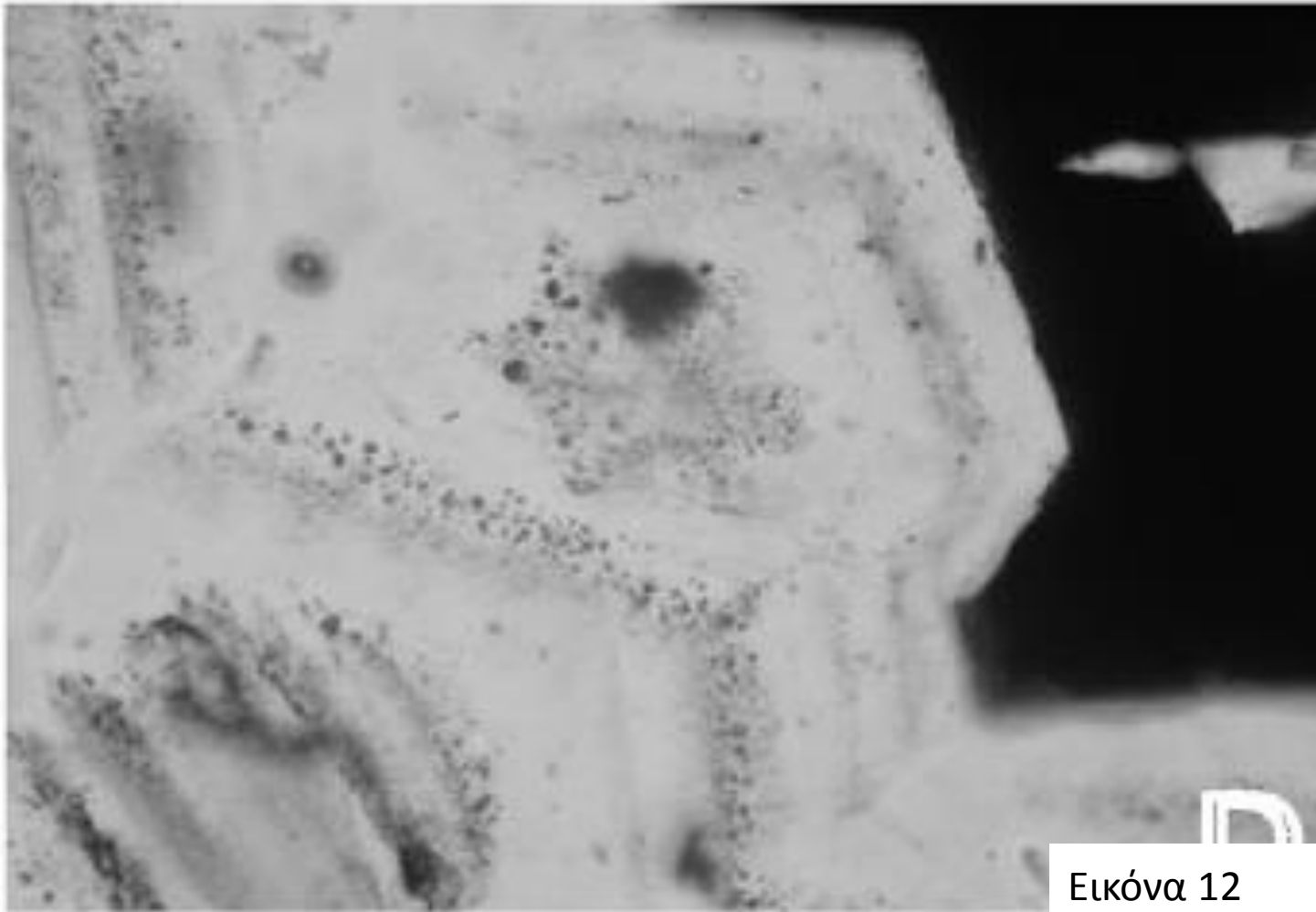
plagioclase



Εικόνα 11



Quartz predated ore minerals



Εικόνα 12

Το τήγμα μαγματικών θειούχων δρα:

Ως ενδιάμεσος ξενιστής μετάλλων,

Cu και ευγενών μετάλλων κατά την διάρκεια της εξέλιξης του μαγματικού συστήματος, πριν από τον κορεσμό σε πτητικά συστατικά.



Ενδείξεις για την σύσταση του μάγματος παρέχουν:

Οι λόγοι Au/Cu , Pd/Cu και Pt/Cu

(ανάλυση στο όλο δείγμα)

διότι αντικατοπτρίζουν την σύσταση των θειούχων ορυκτών-Fe-Ni-Cu της μανδουακής πηγής

(Halter et al., 2002),



Σημασία της οξειδωμένης φύσης του μητρικού μάγματος

- ❑ Συνδέεται με την ικανότητα για την δημιουργία υδροθερμικού συστήματος με ιδανική χημεία για την μεταφορά ευγενών μετάλλων,
- ❑ Εμποδίζει την κλασματική κρυστάλλωση των θειούχων ορυκτών
- ❑ Τα ευγενή μέταλλα παραμένουν στο μάγμα και μεταφέρονται με τα μαγματικά-υδροθερμικά ρευστά και αποτίθενται στα πορφυρικά συστήματα (Thompson et al., 2001).



Σε αντίθεση...

“ανηγμένα” πορφυρικά Cu-Au κοιτάσματα, τα οποία δεν περιέχουν αιματίτη, μαγνητίτη και θειικά ορυκτά (ανυδρίτη), περιέχουν άφθονο πυρροτίνη και είναι σχετικά

Cu-φτωχά αλλά Au-πλούσια κοιτάσματα



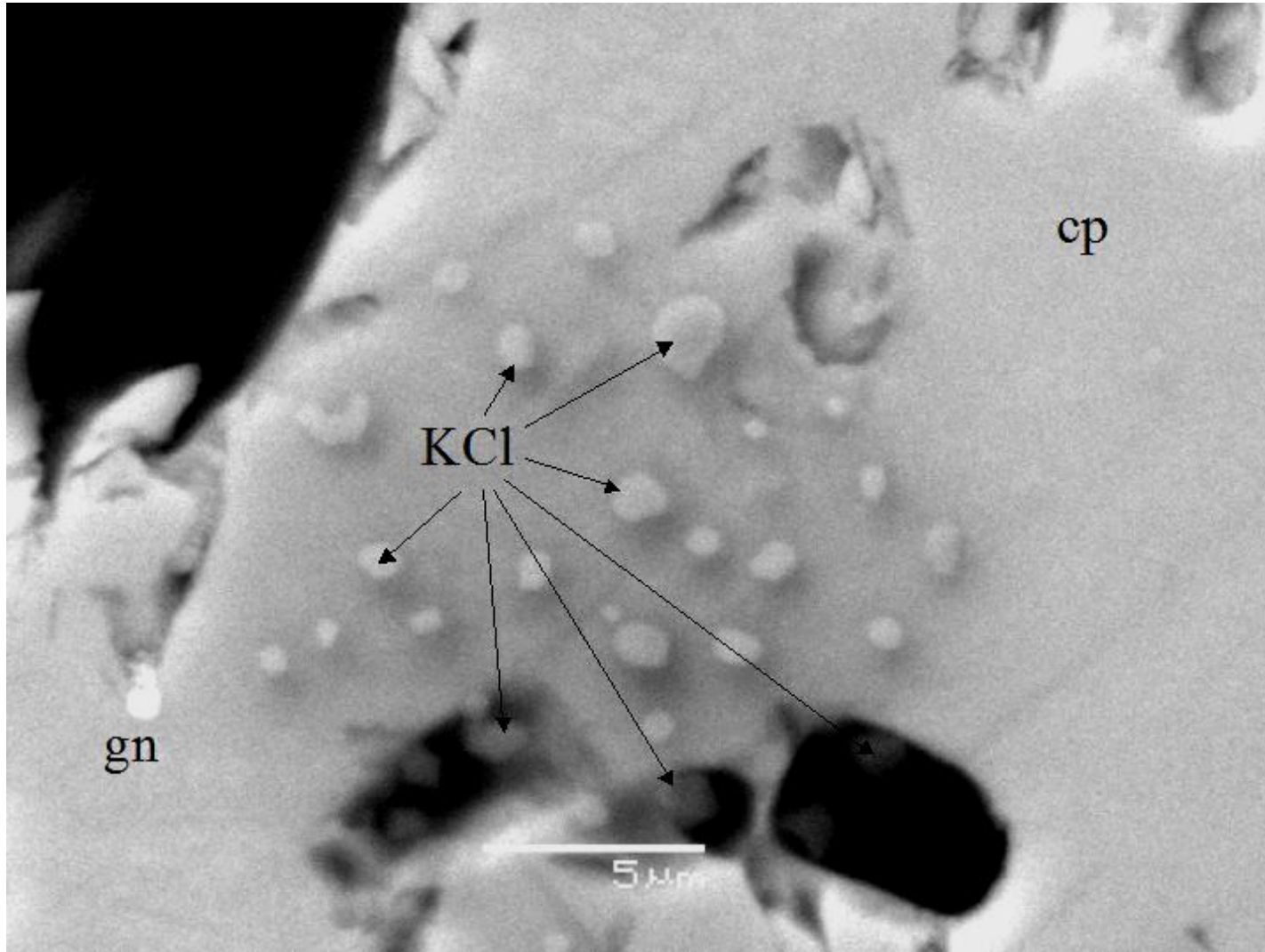
Μεταφορά Cu & ευγενών μετάλλων

Ενδείξεις για την μεταφορά Cu και ευγενών μετάλλων με την μορφή χλωριούχων συμπλόκων παρέχονται από SEM-εικόνες

Από τα κοιτάσματα των Σκουριών και Elatsite



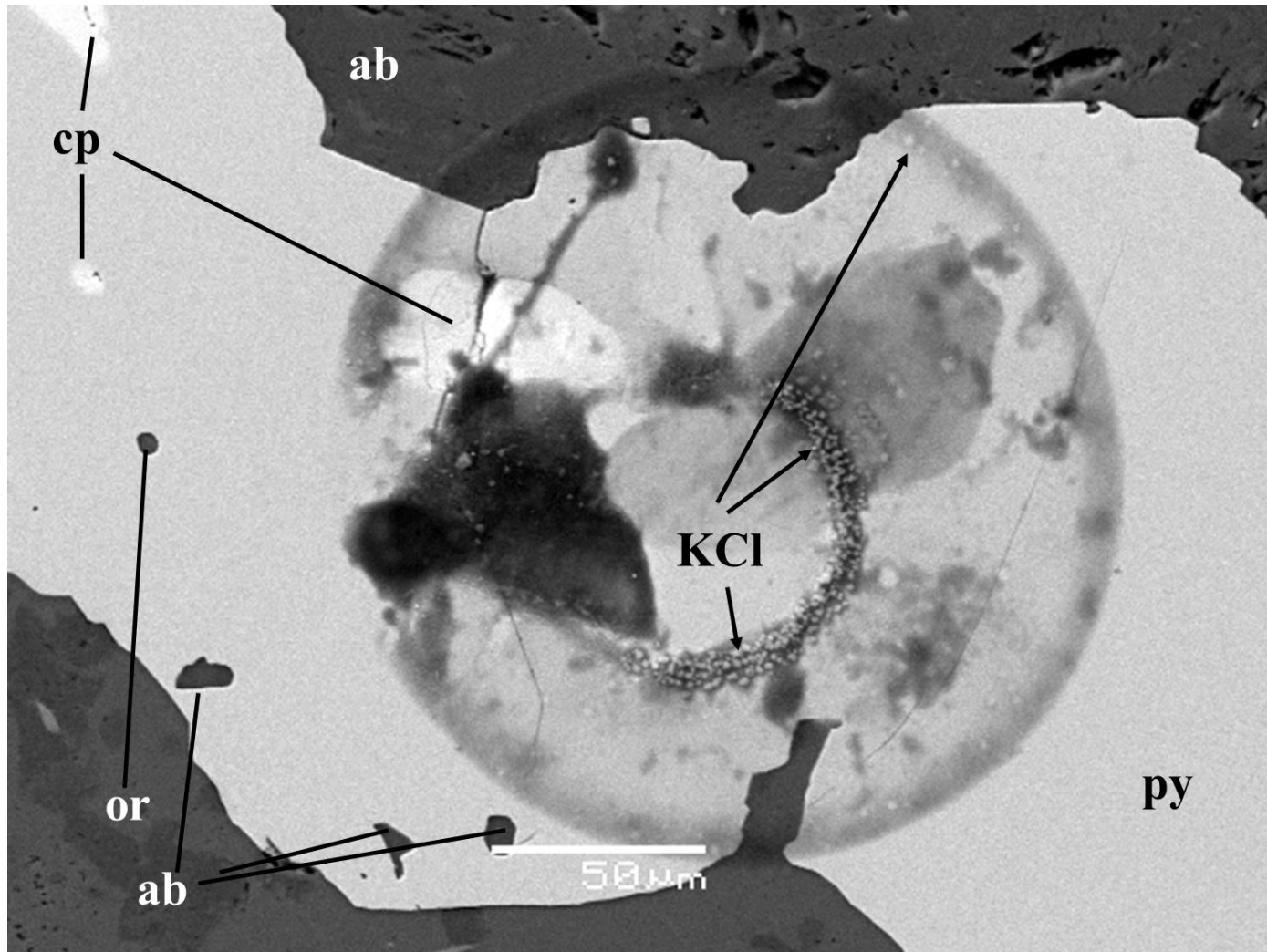
Skouries



Εικόνα 13

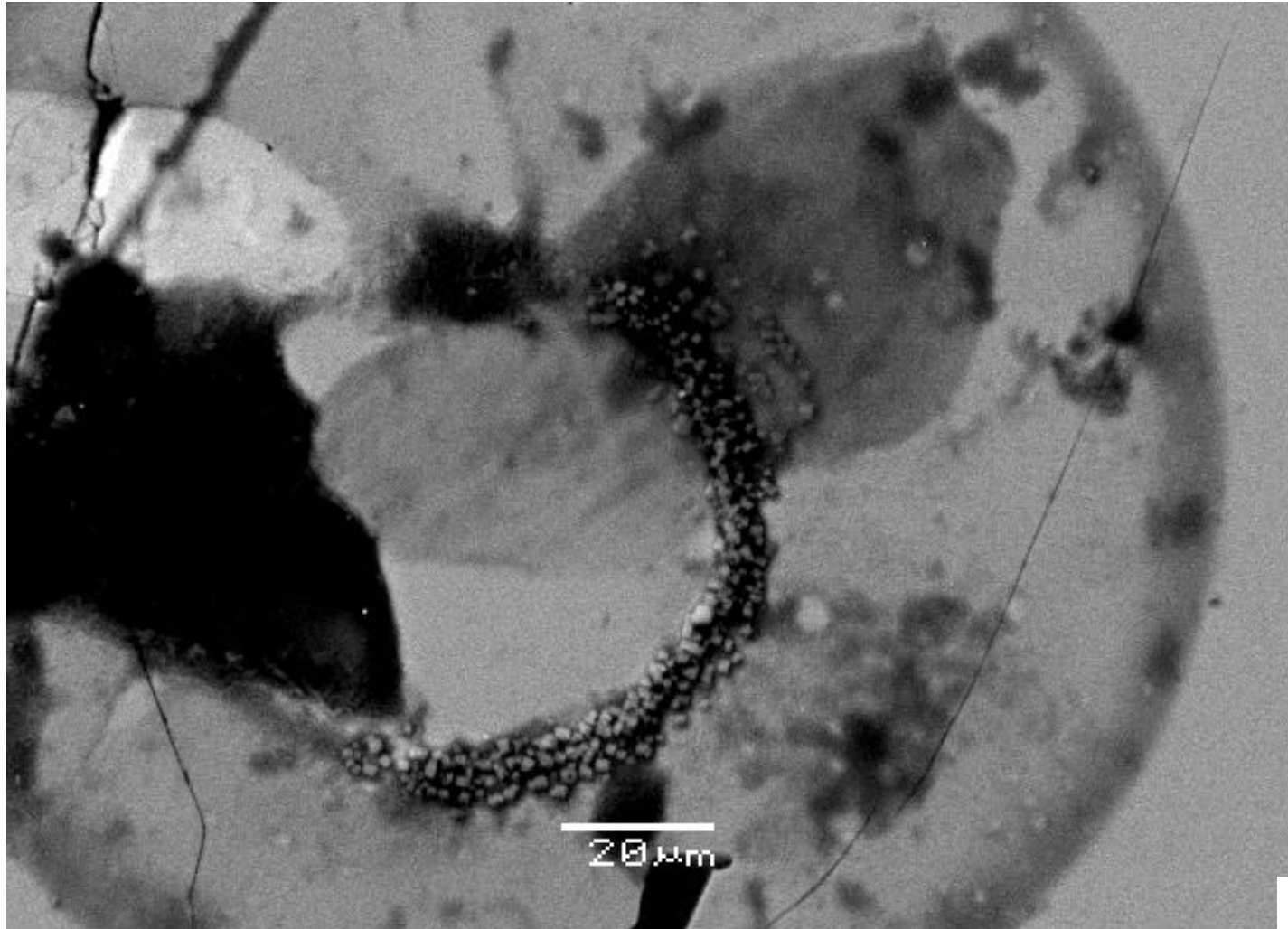


Medet (1/2)



Εικόνα 14

Medet (2/2)



Εικόνα 15



Επομένως, η παρουσία άφθονων κρυστάλλων KCl, σε συνδυασμό με την οξειδωμένη φύση των υδροθερμικών διαλυμάτων στα κοιτάσματα Cu-Au ίσως δείχνουν ότι:

- η μεταφορά των ευγενών μετάλλων έχει λάβει χώρα υπό την μορφή χλωριούχων συμπλόκων



Έρευνα για τον εντοπισμό
κοιτασμάτων πορφυρικού
Cu+Au+Pd±Pt

Πορφυρικά κοιτάσματα Cu+Au :

- **Μεγάλα,**
- Σημαντική περιεκτικότητα σε Cu & Au,
- Μικρή περιεκτικότητα σε πυρίτη
(περιορισμένες περιβαλλοντικές επιπτώσεις)



Ενθαρρυντικές ενδείξεις (χαρτογράφηση)

- ✓ Έντονη υδροθερμική εξαλλοίωση και μαγματισμός σε πολλαπλές φάσεις

Ιδανικές θέσεις:

θέσεις περατότητας των ρευστών και απόθεσης μεταλλικών συστατικών



Εφαρμογή της γεωφυσικής

Η παρουσία μαγνητίτη (> 10 % per vol) στα περισσότερα των Au-πλουσίων πορφυρικών κοιτασμάτων και η σύνδεση των PGE με μαγνητίτη στην καλιούχο ζώνη εξαλλοίωσης

Επιτρέπει την εφαρμογή των γεωφυσικών μεθόδων για τον εντοπισμό των μεταλλοφόρων ζωνών



Αντιθέσεις στην χημική σύσταση του μεταλλεύματος:

- Cr & Ni (100δες ppm) σε ορυκτολογικά συστατικά
- Χαρακτηριστικά έντονης διαφοροποίησης

Υποδηλώνουν αφομοίωση

Pd & Pt στην μανδιακή πηγή και/ή και στον γήινο φλοιό πριν από την τελική τοποθέτηση



ΣΥΝΕΠΩΣ:

κοιτάσματα με σχετικά μεγάλους λόγους

- Au/Cu,
- Pd/Cu,
- Pt/Cu

δείχνουν αφομοίωση και εμπλουτισμό σε
PGE, Cr, Co, Ni

**Ενδείξεις ενθαρρυντικές για περαιτέρω έρευνα
για ευγενή μέταλλα**



Αξιολόγηση των Pd & Pt ως οικονομικών παραγόντων στα κοιτάσματα πορφυρικού Cu-Au

- Ανάλυση αντιπροσωπευτικών δειγμάτων,
- Να βεβαιωθούμε ότι τα δείγματα δεν προέρχονται από τις ζώνες οξειδωσης ή αναγωγής (κινητοποίηση και επαναπόθεση στοιχείων με δευτερογενείς διεργασίες)



Ανάκτηση
παλλαδίου και
λευκοχρύσου

Δοκιμές σε δείγματα από το κοίτασμα των Σκουριών για εκχύμωση of Pd, Pt & Au.

- Πύρωση συμπυκνώματος στους 900 °C για 2 h
- Εκχύλιση

(Kiouisis et al., 2005).



Διεργασία εκχύλισης

- Σε $\Theta > 800$ °C τα θειούχα και τελλουρίδια (merenskyite) οξειδώνονται και τελικά μετατρέπονται σε αυτοφυή μέταλλα.
- Στη μορφή αυτή τα μέταλλα εκχυλίζονται σε π. υδροχλωρικό οξύ με την προσθήκη H_2O_2 0.03M, for 24h at 70 °C
(Baglin, 1988).



Αποτέλεσμα:

☐ 96,6% Au,

☐ 97,7% Pd and

☐ 100% Pt.



Βιώσιμη ανάπτυξη

Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Σημειώματα

Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση 1.0.



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Εθνικών και Καποδιστριακών Πανεπιστημίων Αθηνών, Μαρία Οικονόμου, Καθηγήτρια. «Μοντέλα γένεσης κοιτασμάτων. Κοιτάσματα Στοιχείων της Ομάδας του Λευκοχρύσου ή ΡΓΕ». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:
<http://opencourses.uoa.gr/courses/GEOL15>.



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.



Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (1/6)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες

Εικόνα 1: Το Βαλκανο-Καρπαθικό σύστημα. Copyright Geological Society of Greece. Πηγή: XV Congress of the Carpatho-Balkan Geological Association, Special Publication, Athens 1995

Εικόνα 2,3: Κοιτάσματα Σερβομακεδονικής. Copyright Sofia University. Σύνδεσμος: <http://www.mpeg.gea.uni-sofia.bg/segchapter/>

Εικόνα 4: Κοιτασματολογική ζώνη Βουλγαρίας. Copyright Mineralogical Association of Canada. Πηγή: Exploration for platinum-group element deposits. Edited by J.E. Mungall. Short courses series VOL. 35, 2005.

Εικόνα 5: Βασικές φλέβες κόβουν τον πορφύρη Elatsite . Copyright Mineralogical Association of Canada. Πηγή: Exploration for platinum-group element deposits. Edited by J.E. Mungall. Short courses series VOL. 35, 2005.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (2/6)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες

Εικόνα 7,8,10: Αεροφωτογραφία του σκάμματος Afton. Copyright Province of British Columbia, 2015. Πηγή: Platinum group elements in alkaline porphyry deposits, British Columbia, By Thompson J.F.H., Lang J.R., Stanley C.R., 2001. Mines Branch, Part B, 57-64. Σύνδεσμος: <http://www2.gov.bc.ca/anley>

Εικόνα 9: 3D προβολή της εκσκαφής Afton. Copyright Province of British Columbia, 2015. Πηγή: Platinum group element in alkaline porphyry deposits, British Columbia, By Thompson J.F.H., Lang J.R., Stanley C.R., 2001. Mines Branch, Part B, 57-64. Σύνδεσμος: <http://www2.gov.bc.ca/anley>



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (3/6)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες

Εικόνα 10,11: Εικόνα ρευστού εγκλείσματος. Copyright Mineralogical Association of Canada. Πηγή: Exploration for platinum-group element deposits. Edited by J.E. Mungall. Short courses series VOL. 35, 2005.

Εικόνες 12,13,14: Εικόνες από το SEM. Copyright Mineralogical Association of Canada. Πηγή: Exploration for platinum-group elements deposits. Edited by J.E. Mungall. Short courses series VOL. 35, 2005.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (4/6)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Πίνακες

Πίνακας 1,2: Δυναμικό ευγενών μετάλλων σε κοιτάσματα $Cu+/- Mo$ με εμπλουτισμό σε Pd και Pt . Copyright Mineralogical Association of Canada. Πηγή: Exploration for platinum-group elements deposits. Edited by J.E. Mungall. Short courses series VOL. 35, 2005.

Πίνακας 3,4: Pd & Pt potential. Copyright Mineralogical Association of Canada. Πηγή: Exploration for platinum-group elements deposits. Edited by J.E. Mungall. Short courses series VOL. 35, 2005.

Πίνακας 5: Δυναμικό Pd & Pt . Copyright Mineralogical Association of Canada. Πηγή: Exploration for platinum-group elements deposits. Edited by J.E. Mungall. Short courses series VOL. 35, 2005. Deposita 37:587-598.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (5/6)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Πίνακες

Πίνακας 6,7,8: Αντιπροσωπευτικές αναλύσεις από ηλεκτρονικό μικροσκόπιο. Copyright Mineralogical Association of Canada. Πηγή: Exploration for platinum-group elements deposits. Edited by J.E. Mungall. Short courses series VOL. 35, 2005.

Πίνακας 9: Αναλύσεις πολύτιμων μετάλλων από τους πορφύρες των Βαλκανίων. Copyright Mineralogical Association of Canada. Πηγή: Exploration for platinum-group elements deposits. Edited by J.E. Mungall. Short courses series VOL. 35, 2005.

Πίνακας 10: Περιεκτικότητες κοιτασμάτων παγκοσμίως. Copyright Mineralogical Association of Canada. Πηγή: Exploration for platinum-group elements deposits. Edited by J.E. Mungall. Short courses series VOL. 35, 2005.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (6/6)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Πίνακες

Πινάκας 11: Περιεκτικότητες πολυτίμων μετάλλων σε πορφύρες της B.C. Copyright Province of British Columbia, 2015. Πηγή: Platinum group elements in alkaline porphyry deposits, British Columbia, By Thompson J.F.H., Lang J.R., Stanley C.R., 2001. Mines Branch, Part B, 57-64. Σύνδεσμος: <http://www2.gov.bc.ca/anley>

