



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
Εθνικόν και Καποδιστριακόν  
Πανεπιστήμιον Αθηνών

# Μοντέλα Γένεσης Κοιτασμάτων

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

PGE σε προσχωματικά κοιτάσματα που συνδέονται  
με τύπου Αλάσκας και οφιολιθικά συμπλέγματα

# Προσχωματικές αποθέσεις PGE-PGM

- Ο ρόλος της χημικής σύστασης και άλλων χαρακτηριστικών στην προέλευσή τους.
- Εφαρμογή θερμοδυναμικών δεδομένων.
- Ορυκτολογικά χαρακτηριστικά και η γενετική τους σημασία στην περίπτωση των μεγάλων κρυστάλλων PGM.



# Κατανομή ΡΓΕ σε προσχωματικές αποθέσεις

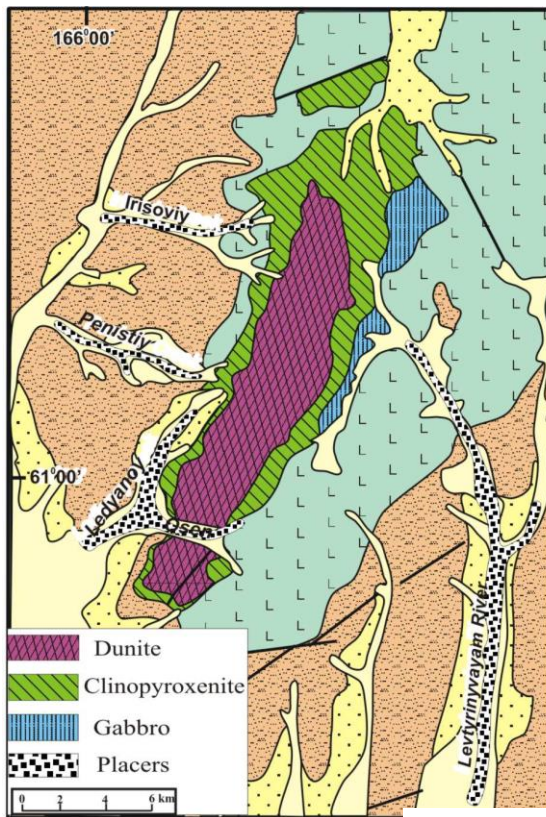


Εικόνα 1

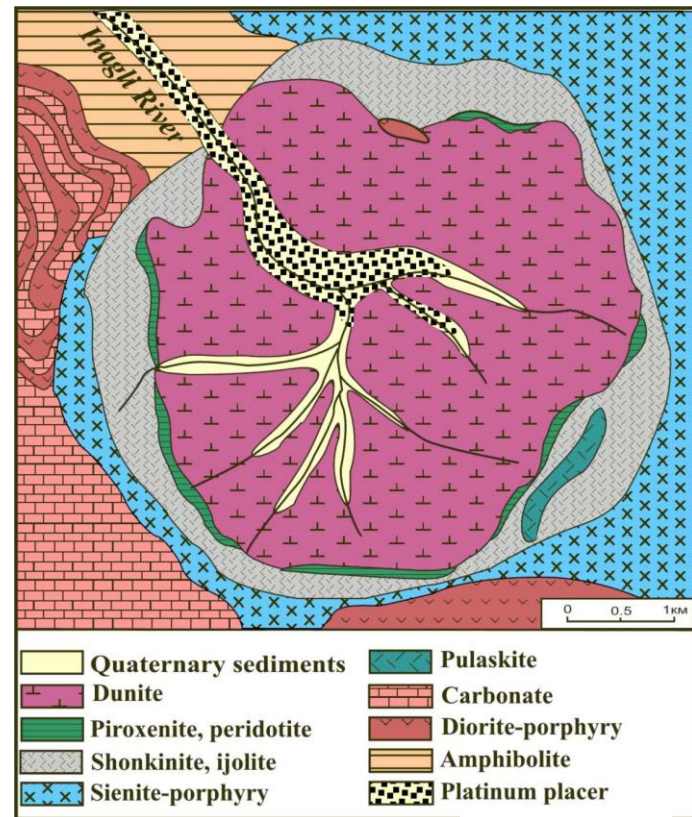


# Συμπλέγματα βασικών-υπερβασικών τύπου Αλάσκα

Χαρακτηρίζονται από συγκεντρική ανάπτυξη

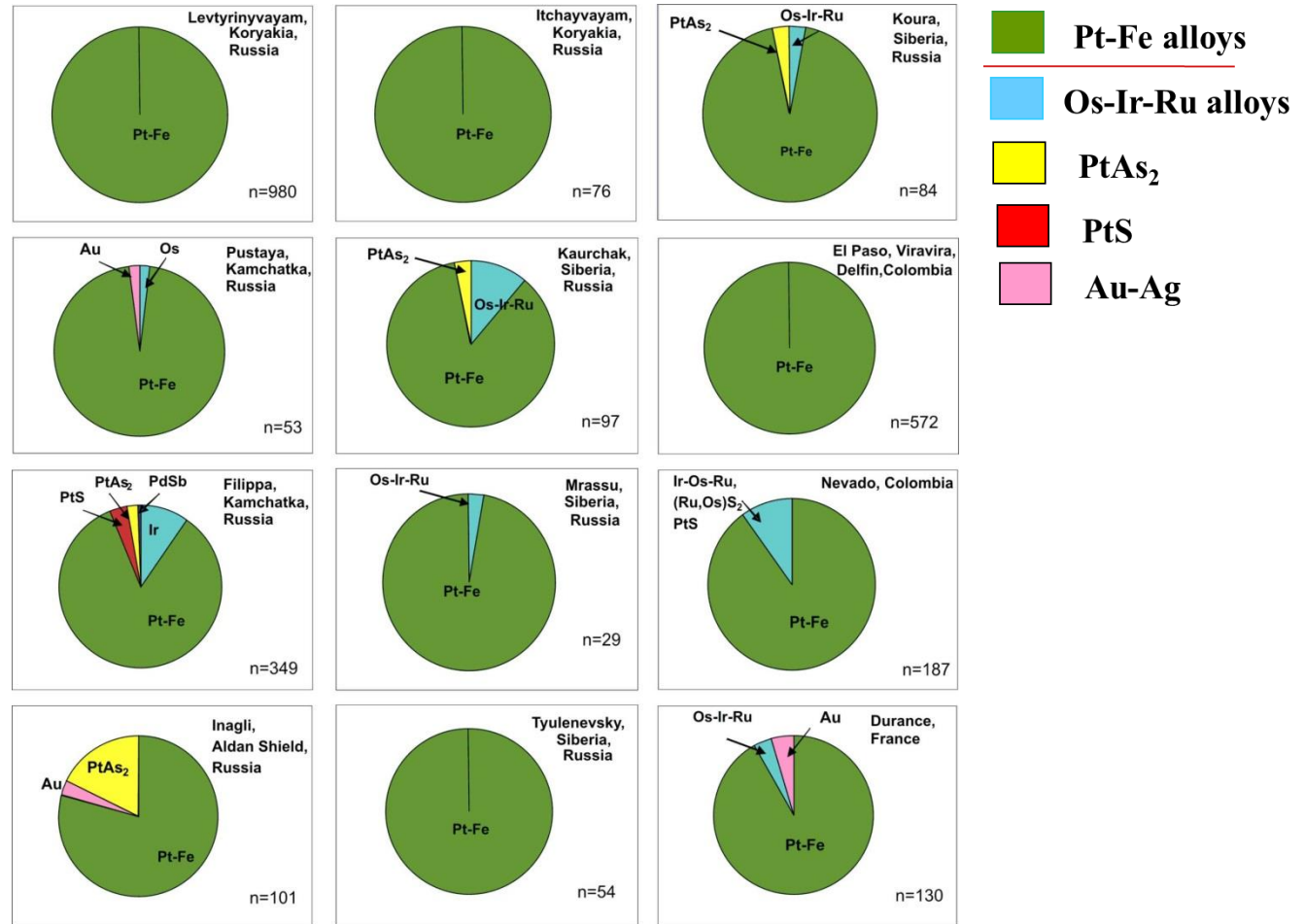


Εικόνα 2



Εικόνα 3

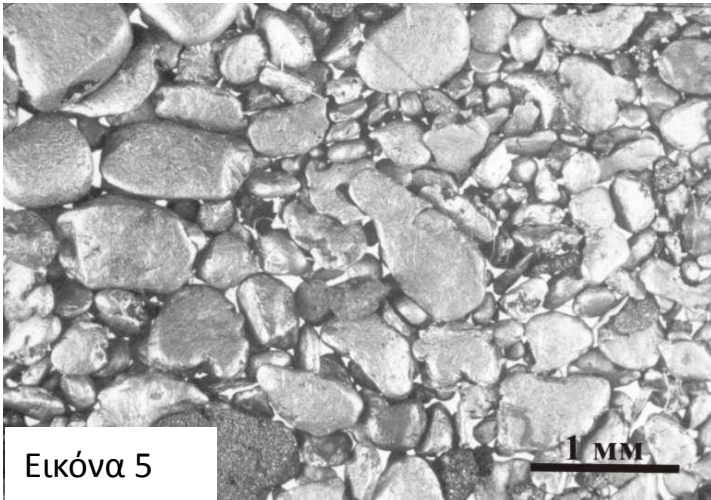
# Συνήθη ορυκτά PGM σε προσχωματικές αποθέσεις τύπου Ural-Alaska



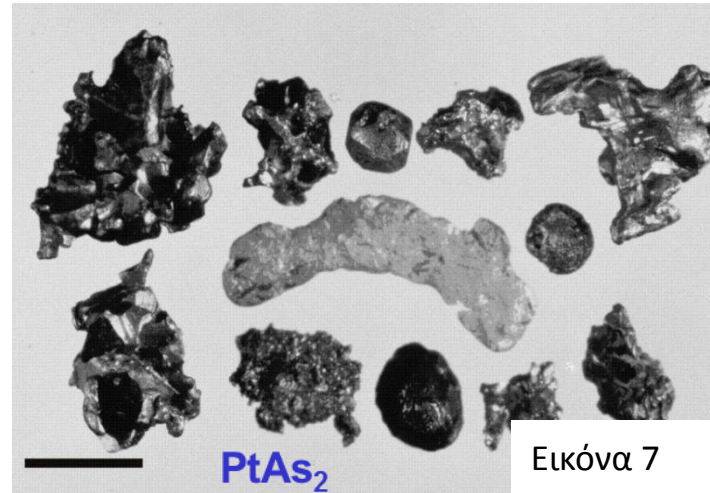
Εικόνα 4



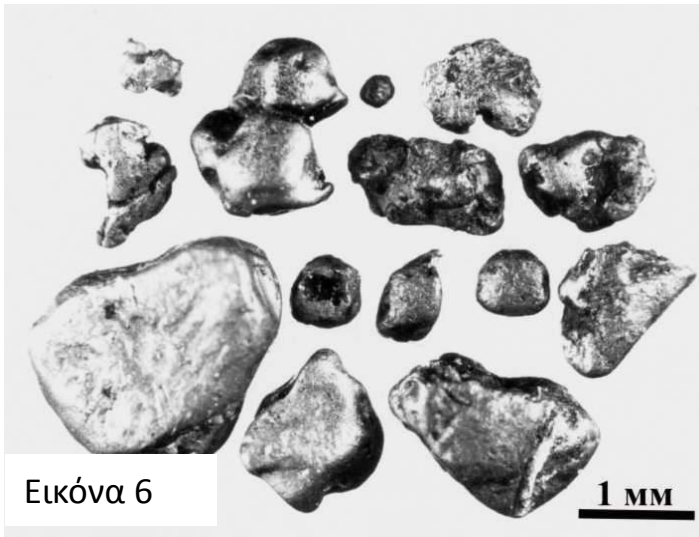
# Ορυκτά PGM σε προσχωματικές αποθέσεις



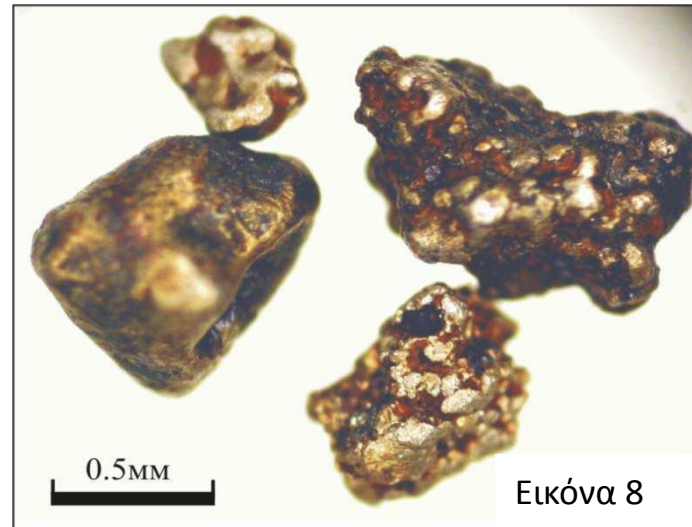
Εικόνα 5



Εικόνα 7



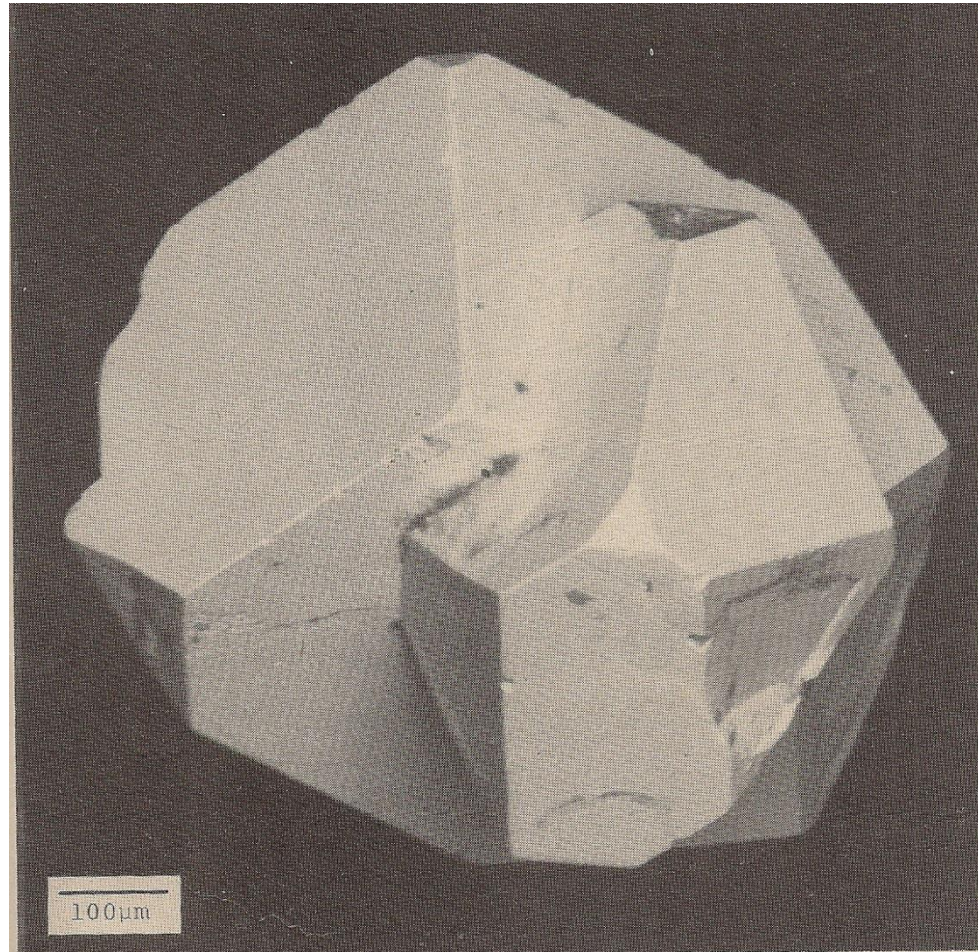
Εικόνα 6



Εικόνα 8



# Μεγάλος κρύσταλλος ορυκτού PGM



Εικόνα 9





# Μεγάλος κρύσταλλος ορυκτού PGM Κράμα Pt-Fe (λευκό) μέσα σε μαγνητοπυρίτη

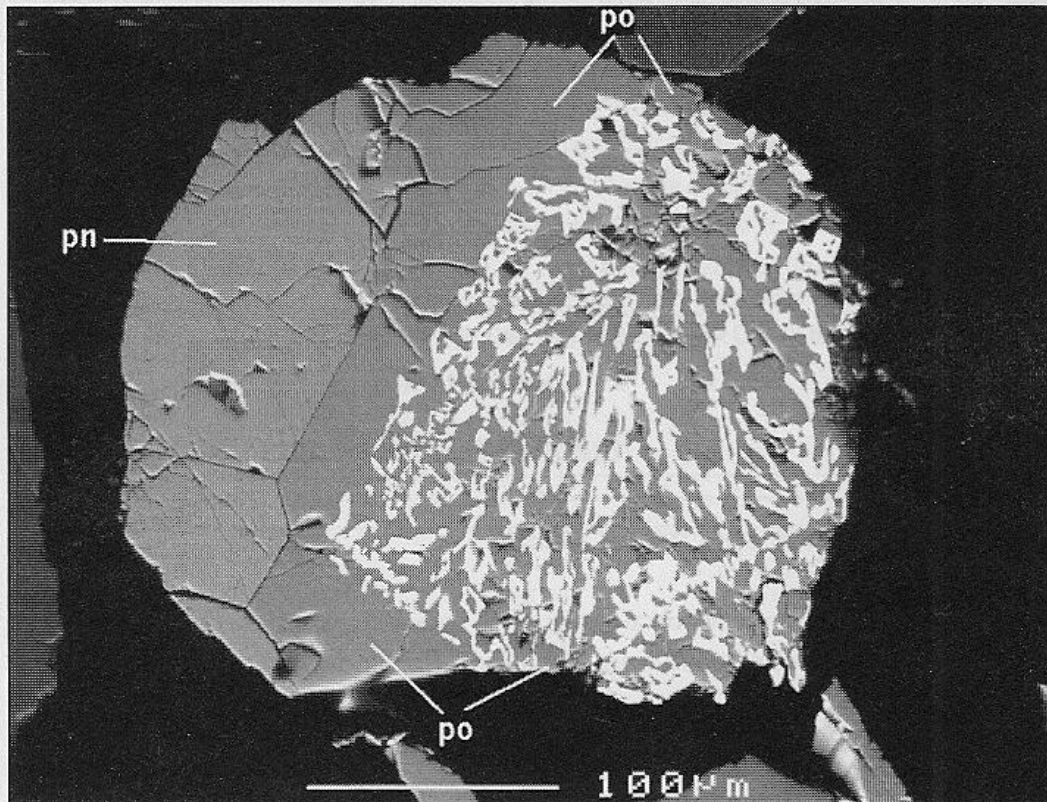
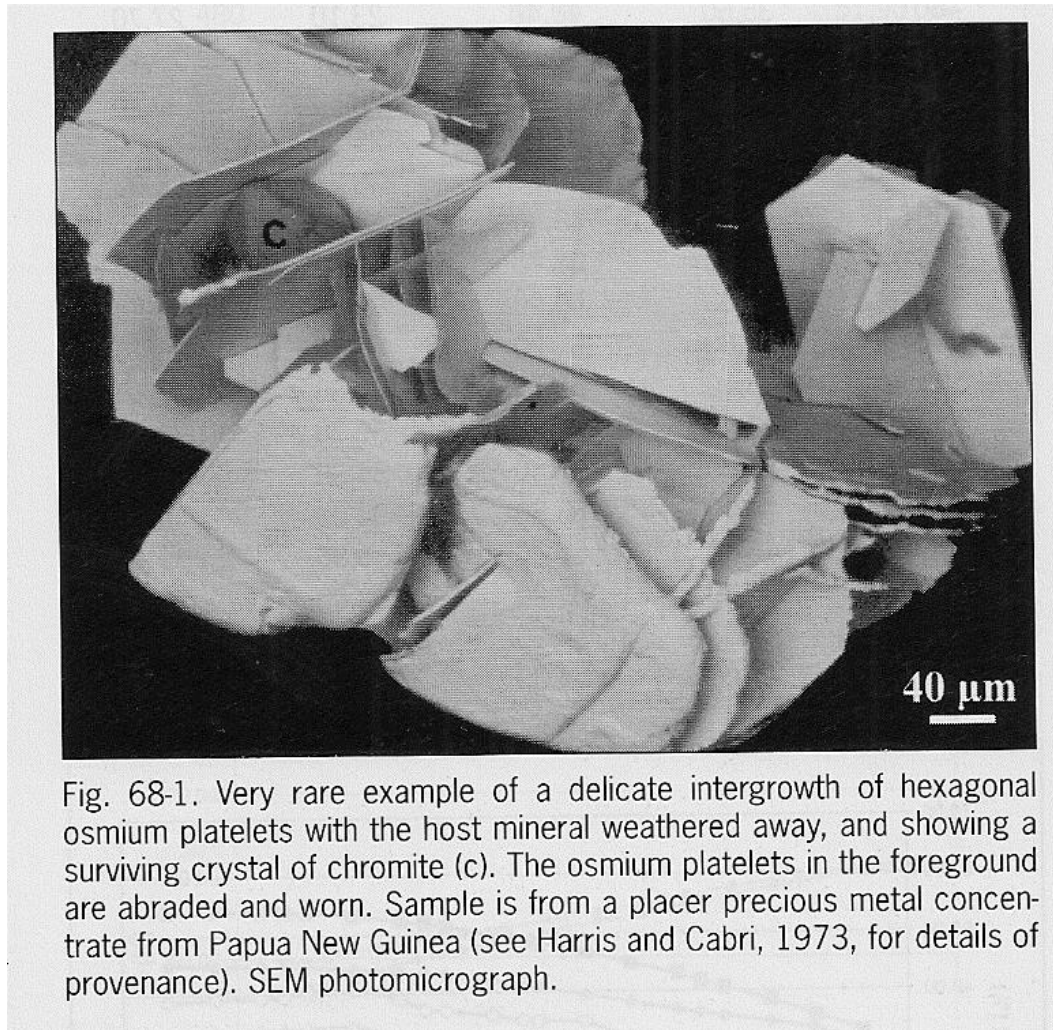


Fig. 40-2. SEM photomicrograph of a graphic intergrowth Pt-Fe alloy (white) with pyrrhotite (po), with attached pentlandite (pn). River Valley property, Ontario, Mustang Minerals Corp.

Εικόνα 10

# Μεγάλος κρύσταλλος ορυκτού οσμίου



Εικόνα 11



# Μεγάλος κρύσταλλος ορυκτού PGM Κράμα Pt<sub>3</sub>Fe

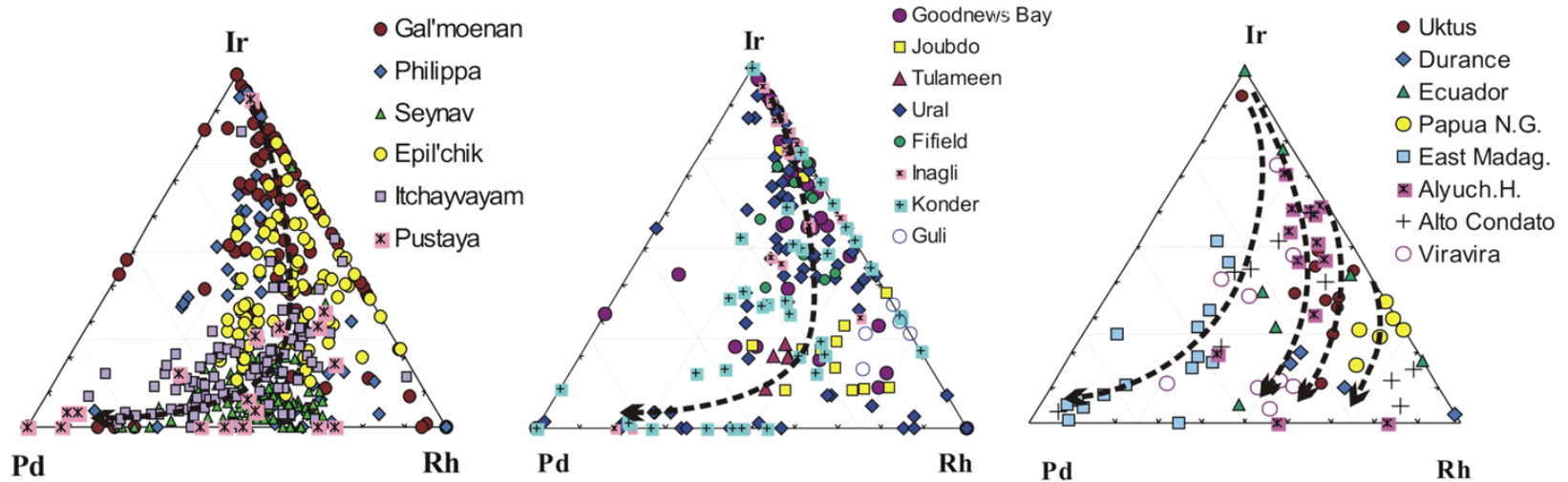


Fig. 105-1. SEM photomicrograph showing part of a magnetic Pt<sub>3</sub>Fe alloy nugget with a rim of tetraferroplatinum (darker) and two osmium inclusions forming the outline of a geological hammer. The later tetraferroplatinum has replaced the Pt<sub>3</sub>Fe alloy, but not the earlier exsolved osmium. Placer sample BM1928,246 (grain 8) from Yubdo (see Cabri et al., 1981, for details on the locality and provenance).

Εικόνα 12



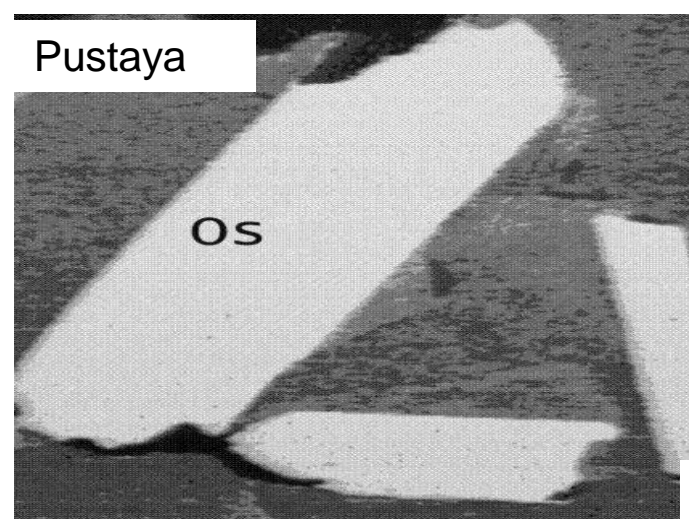
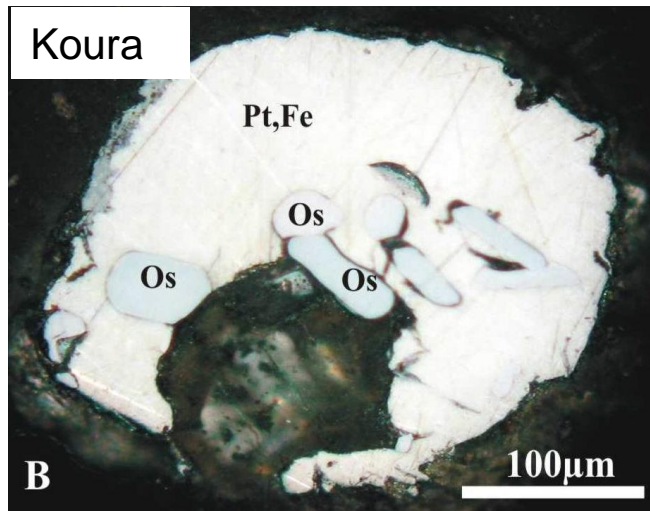
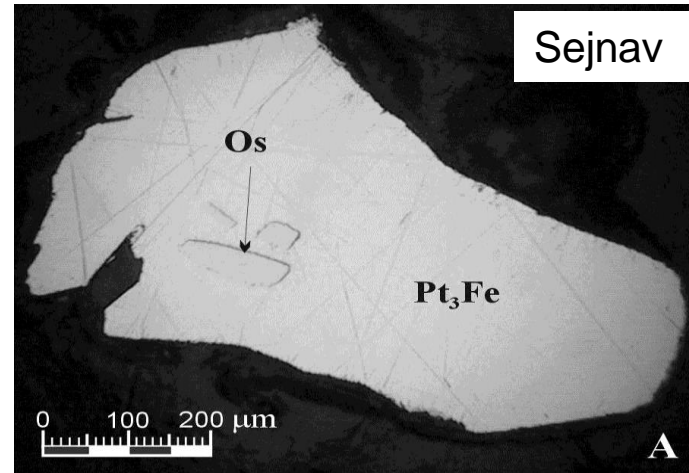
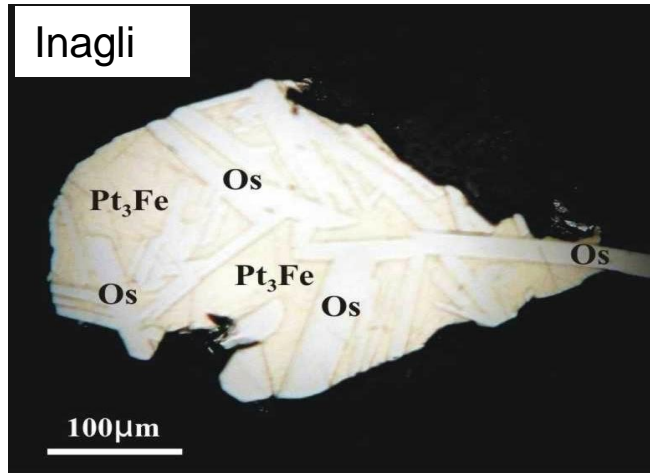
# Πιθανές πηγές των PGM ανάλογα με την σύστασή τους



Εικόνα 13

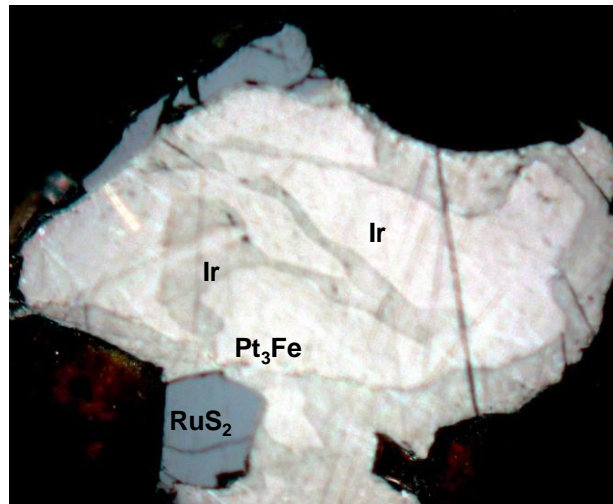
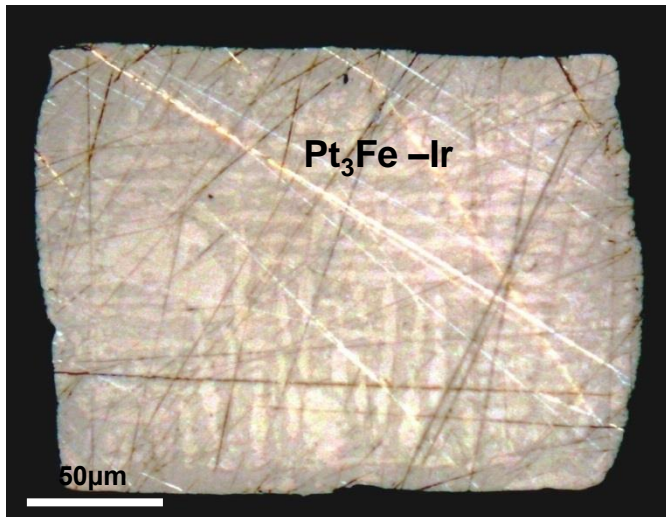
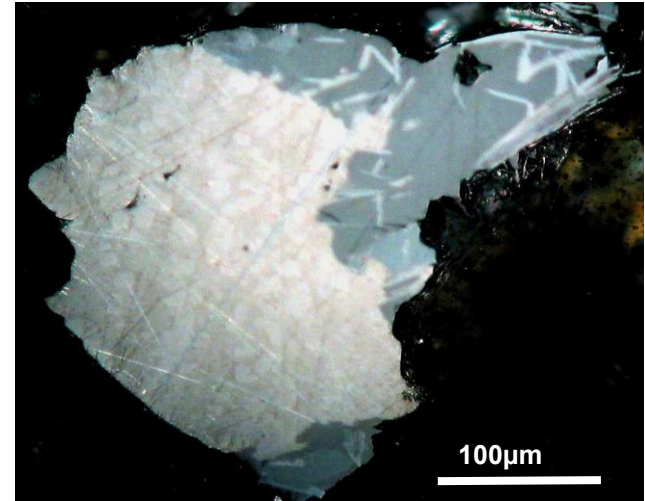
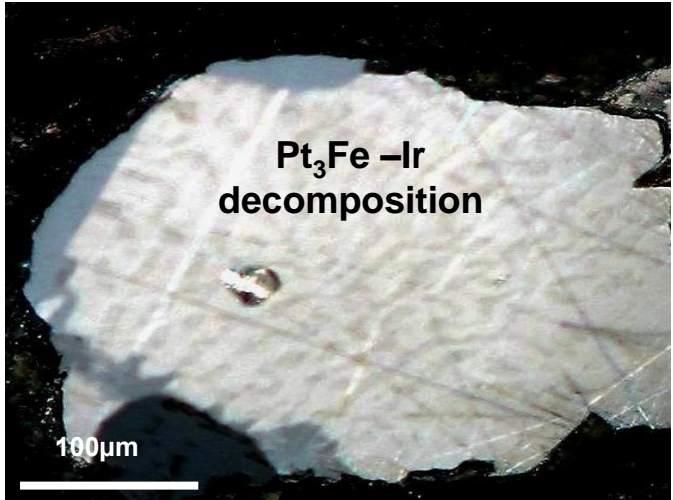


# Αυτοφυές όσμιο μέσα σε κράμα Pt<sub>3</sub>Fe



Εικόνες 14-17

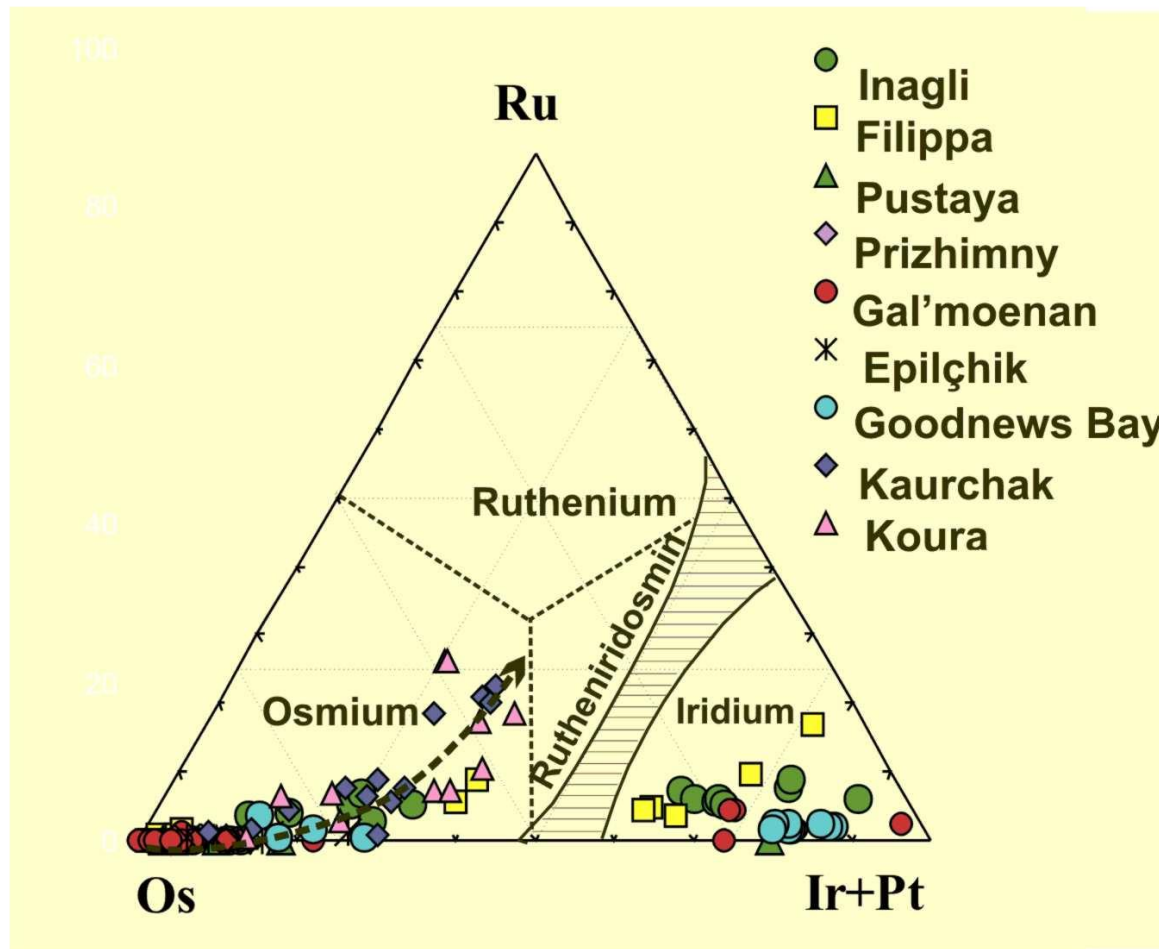
# Διακύμανση της σύστασης PGM από διάφορες προσχωματικές αποθέσεις κράμα Pt-Fe.



Εικόνες 18-21



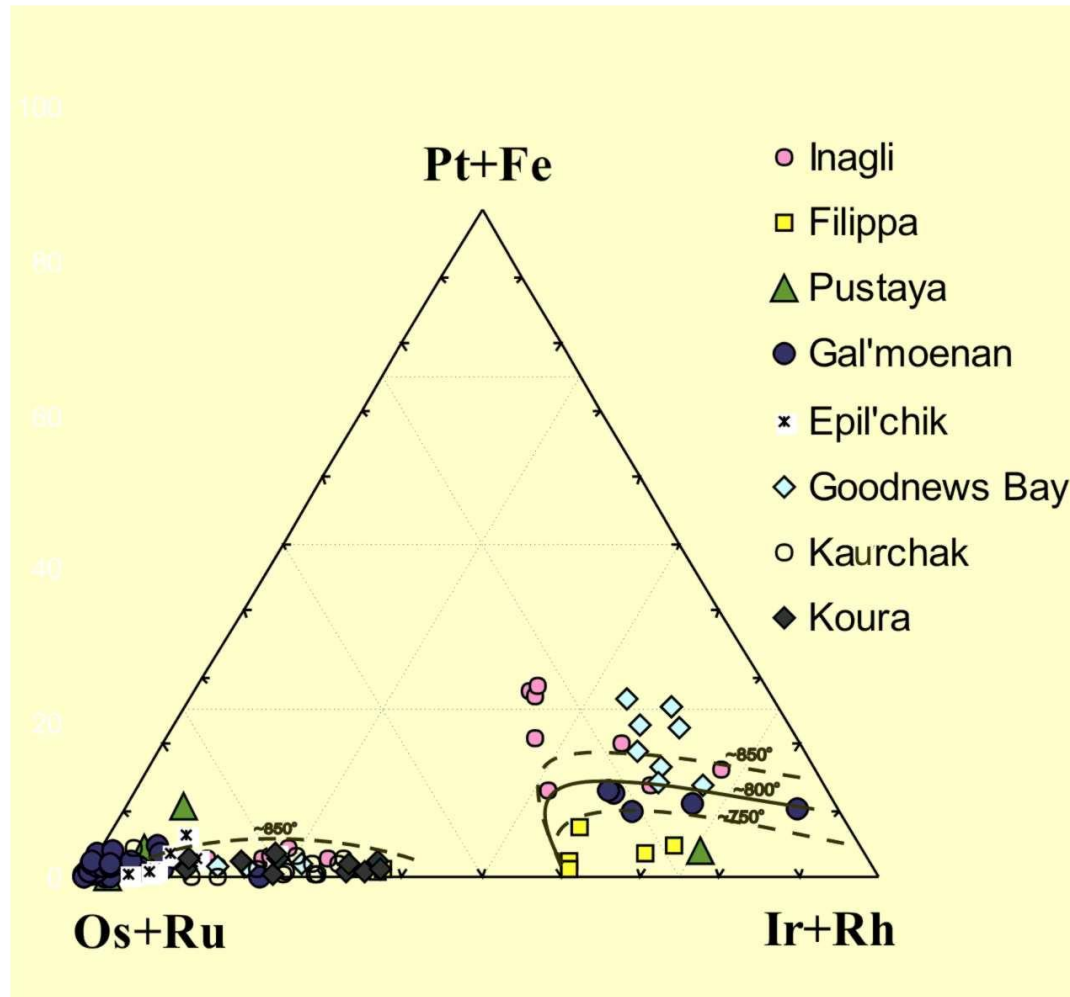
# Διακύμανση της σύστασης PGM από διάφορες προσχωματικές αποθέσεις (1/2)



Εικόνα 22



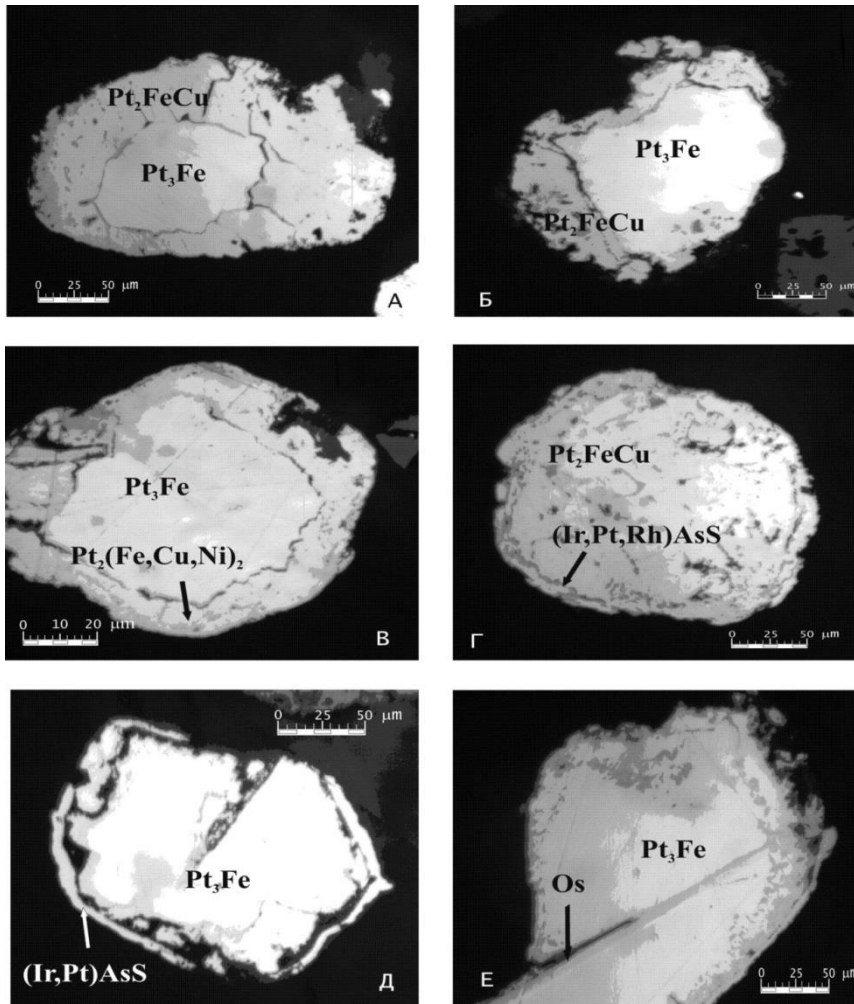
# Διακύμανση της σύστασης PGM από διάφορες προσχωματικές αποθέσεις (2/2)



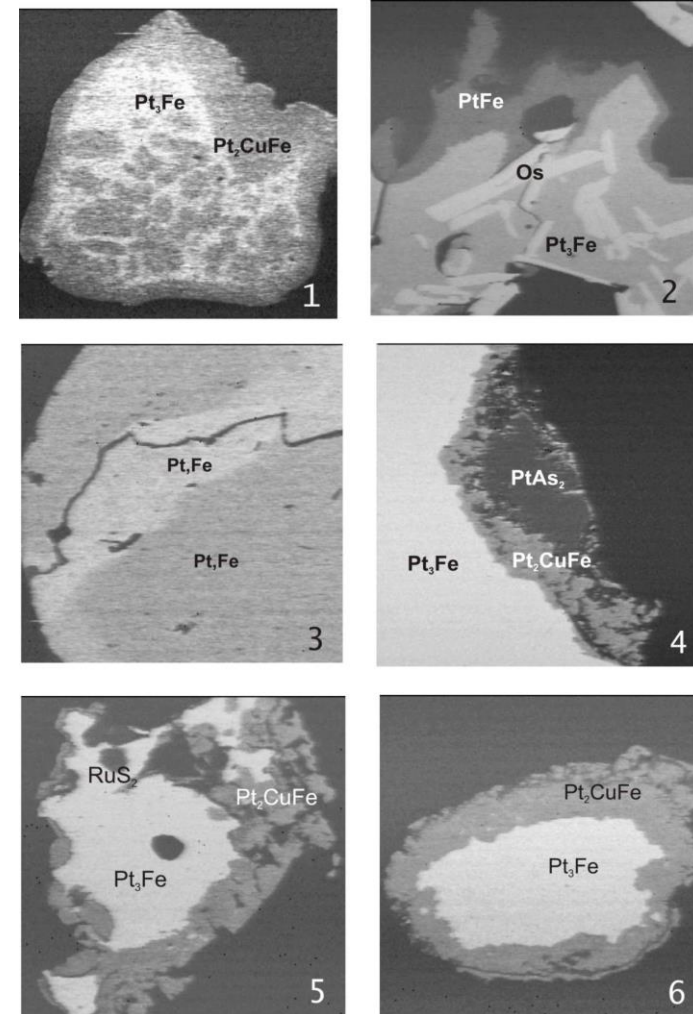
Εικόνα 23



# Συστάσεις PGM (1/8)



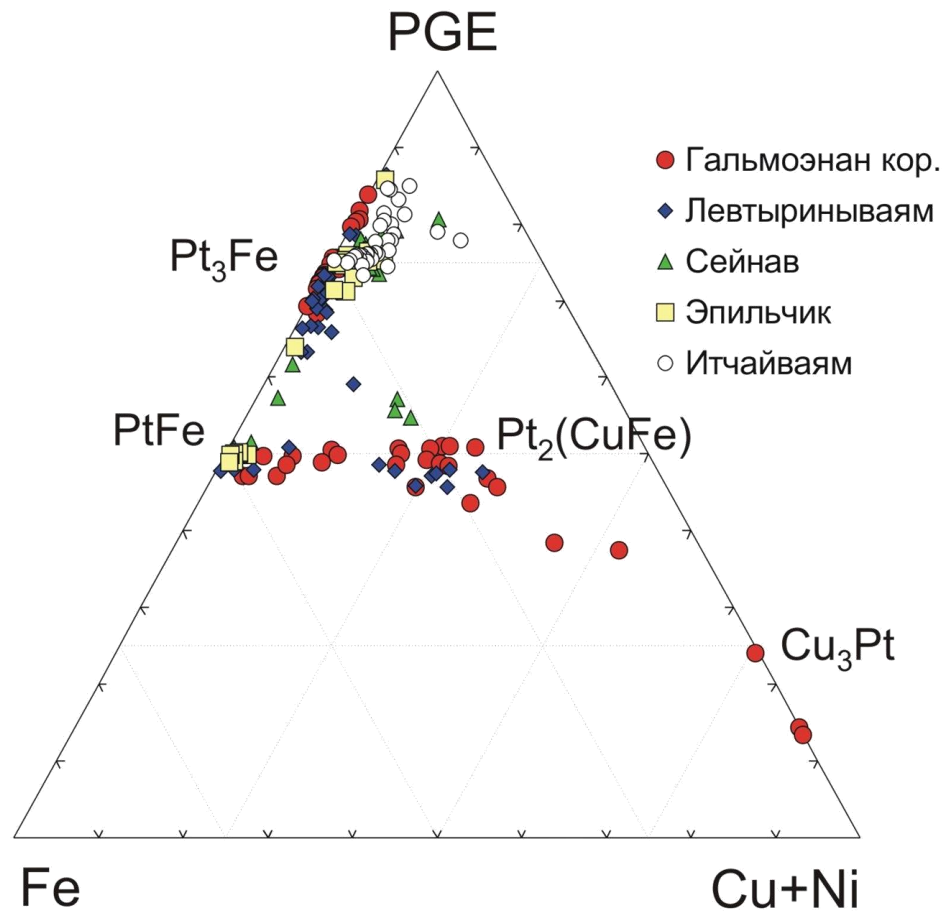
Εικόνα 24



Εικόνα 25

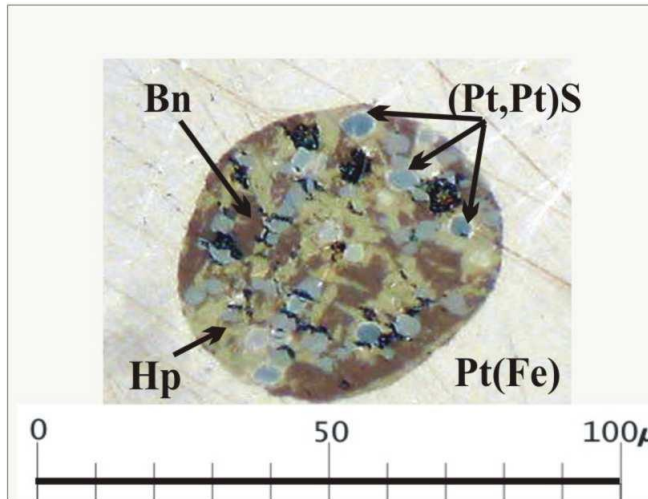
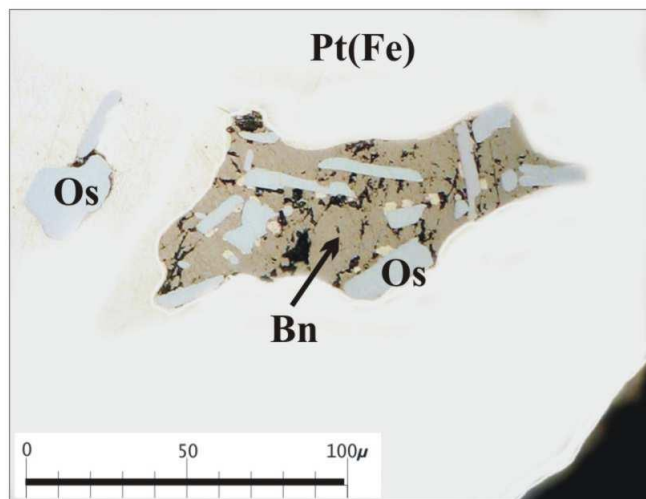
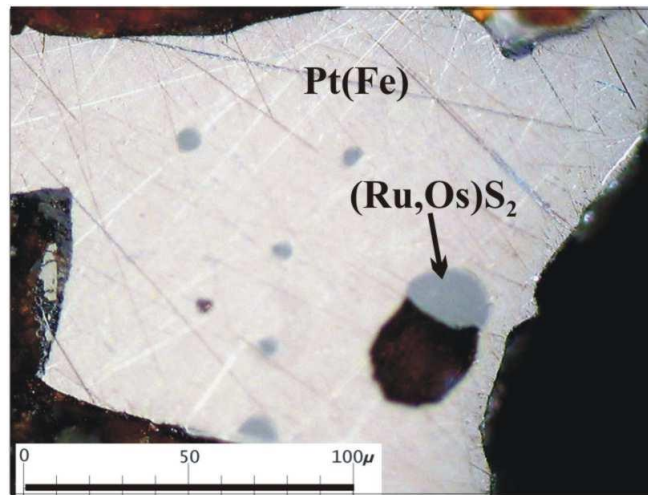
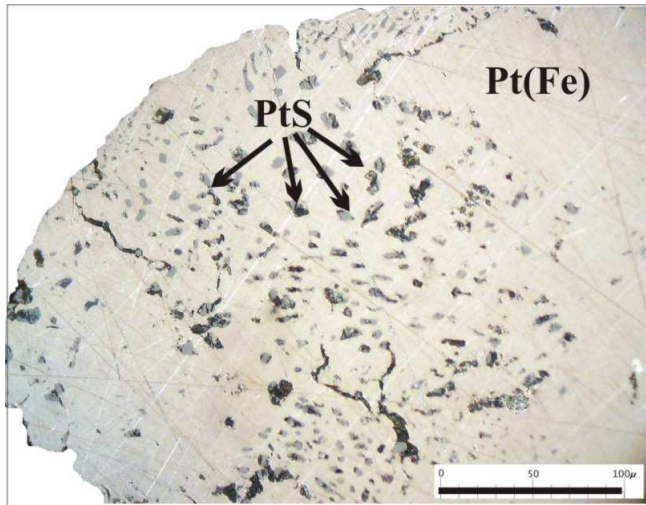


# Tetraferroplatinum and tulameenite have the difference of a composition in placers



Εικόνα 26

# Prizhimny

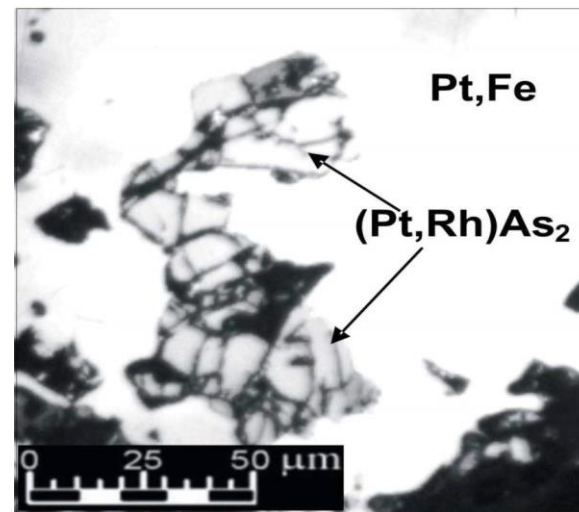
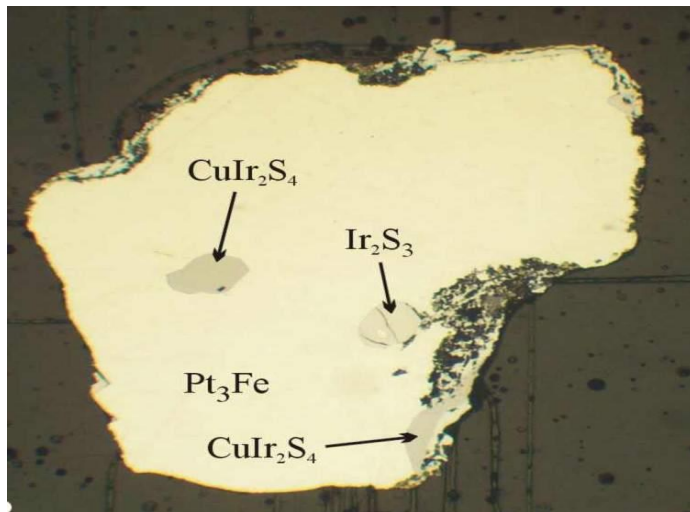
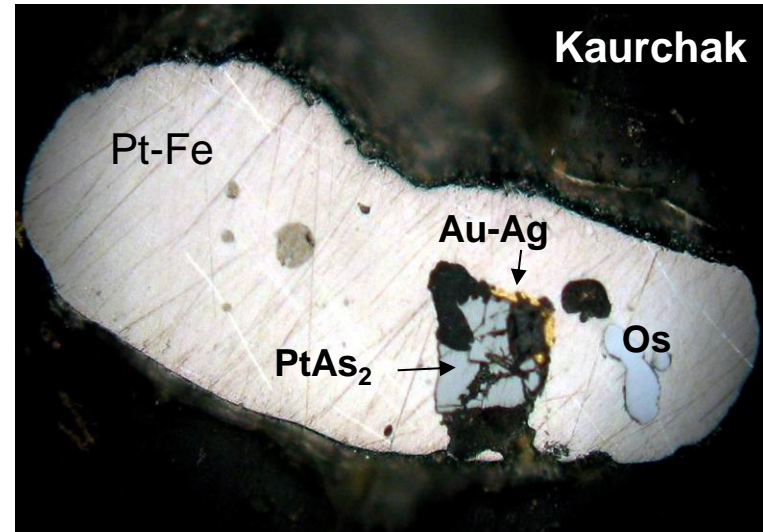
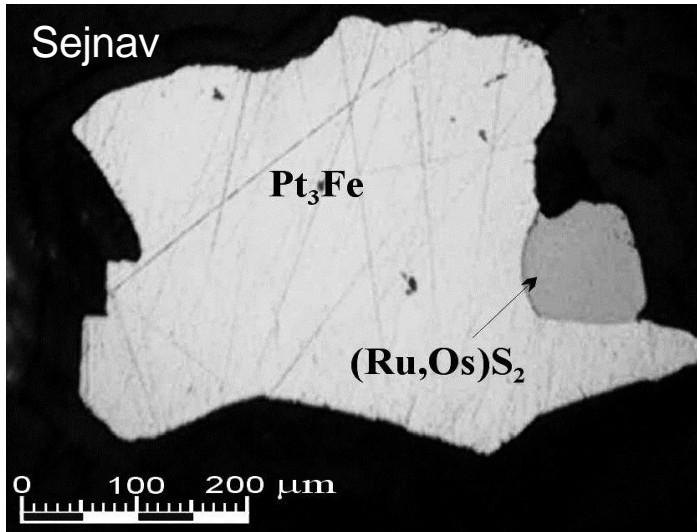


Εικόνα 27





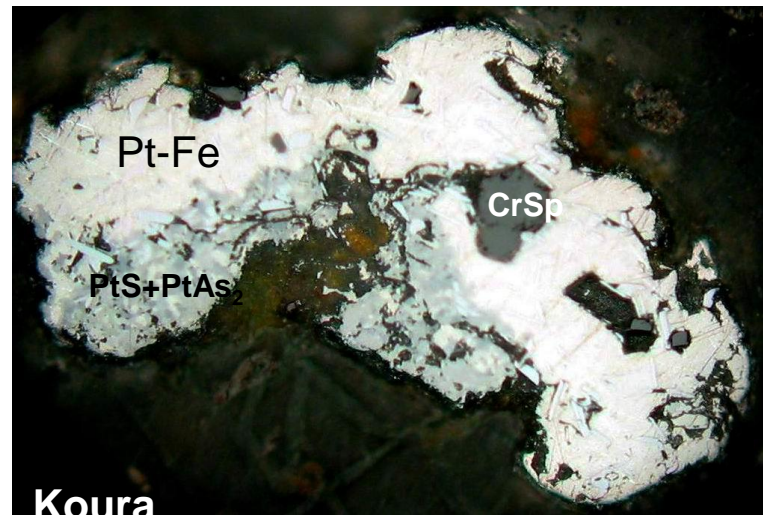
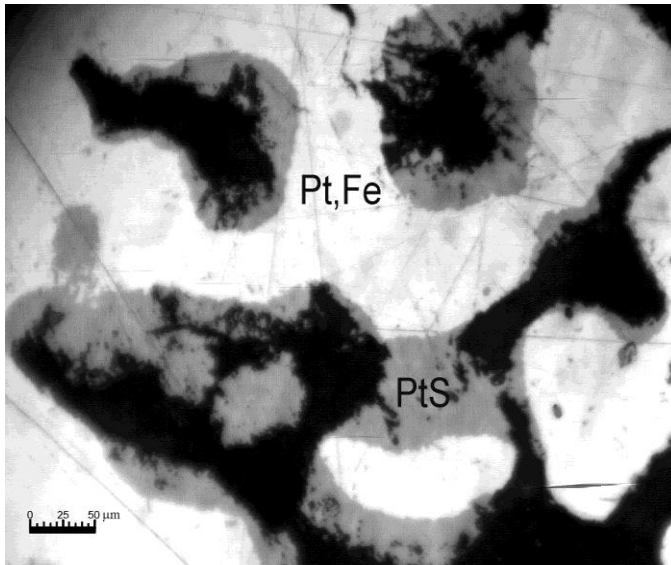
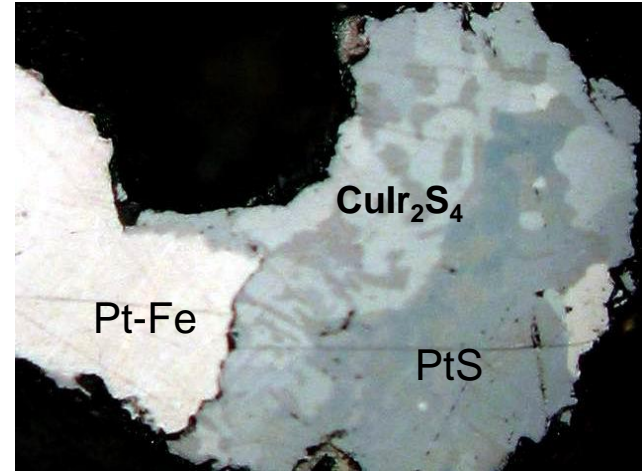
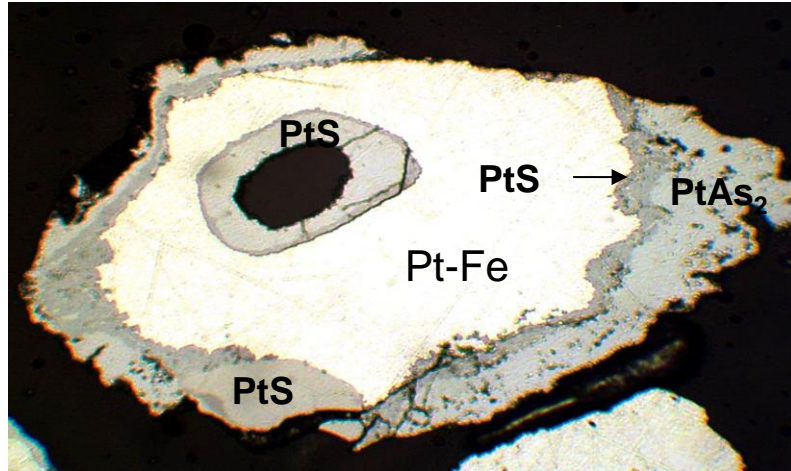
# Συστάσεις PGM (2/8)



Εικόνες 28-31

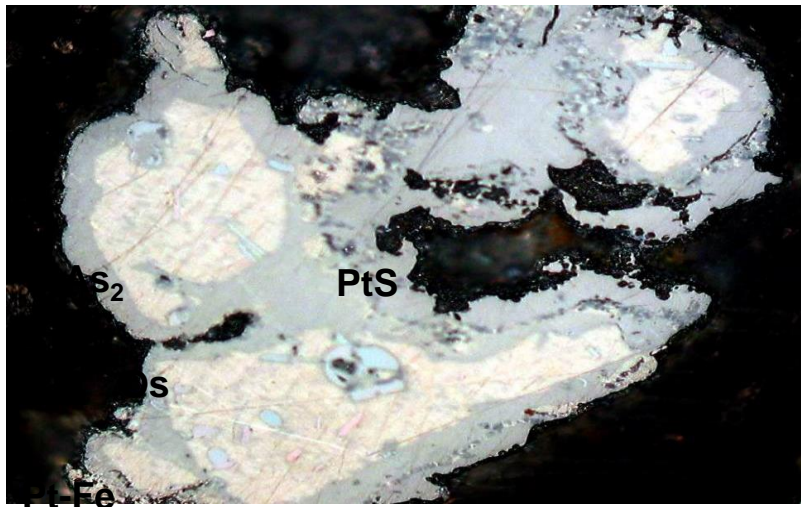


# Συστάσεις PGM (3/8)

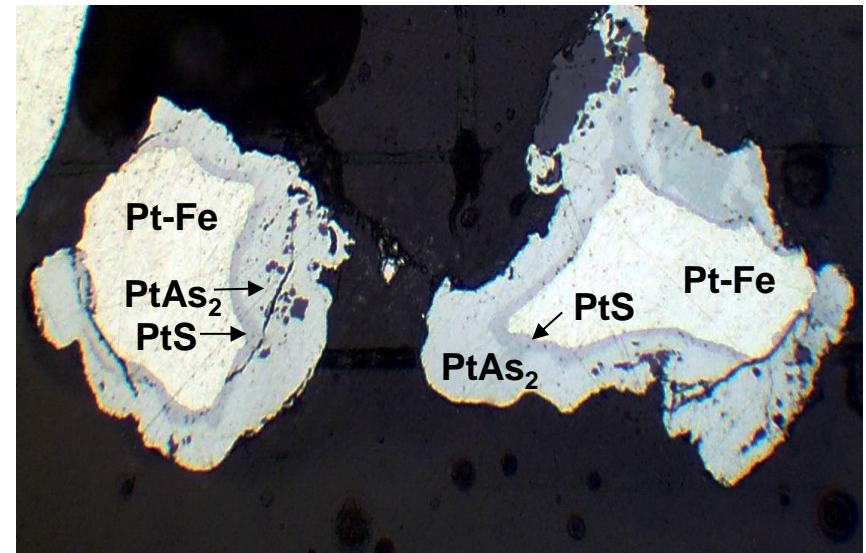
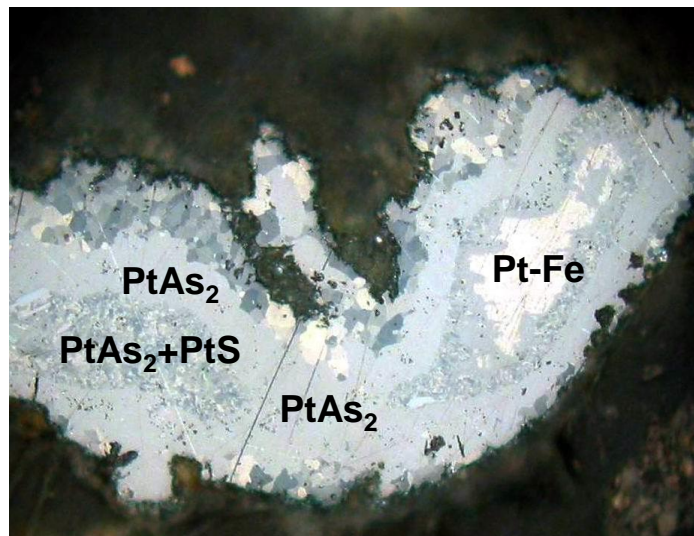


Εικόνες 32-35

# Συστάσεις PGM (4/8)

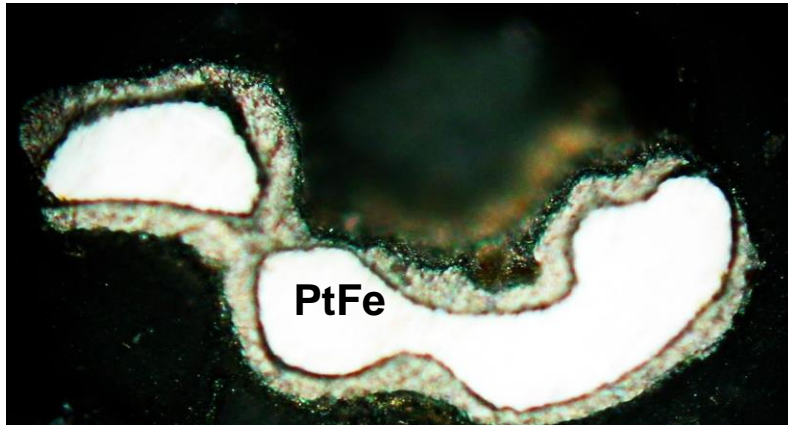


Εικόνες 36-38

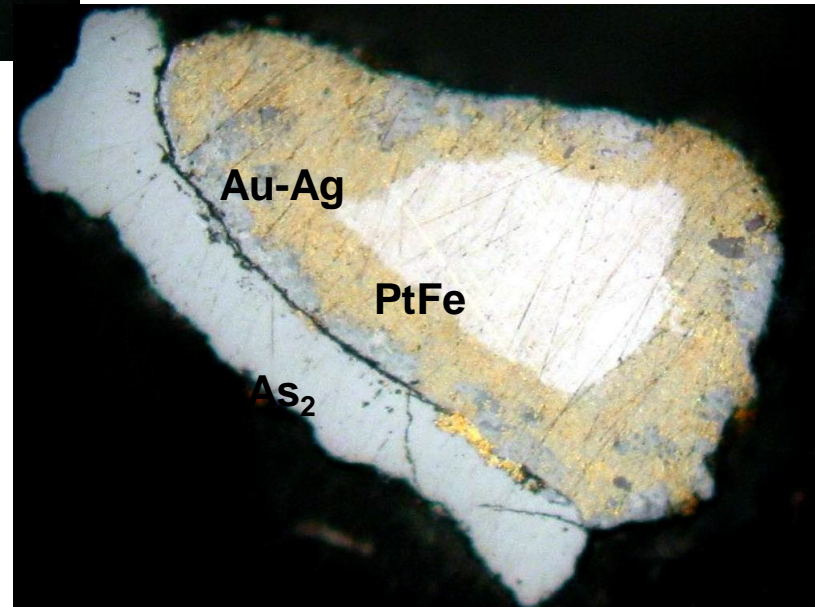
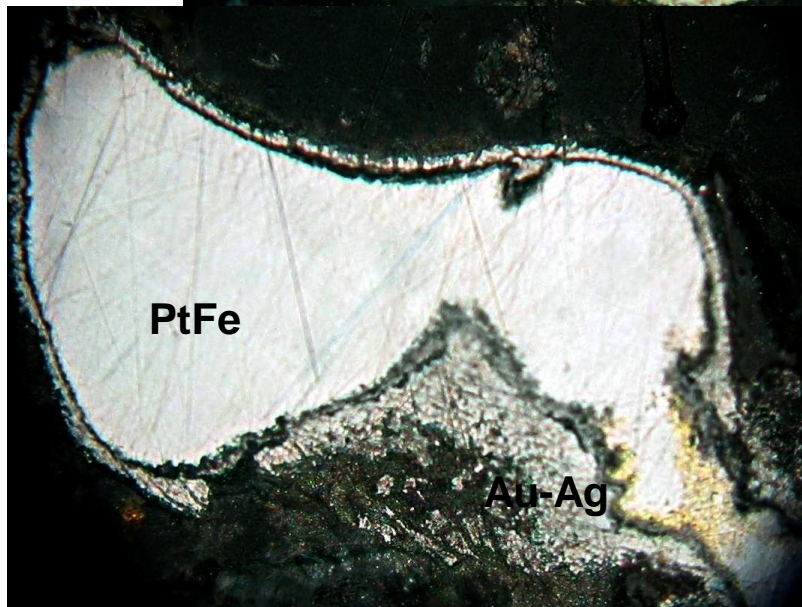




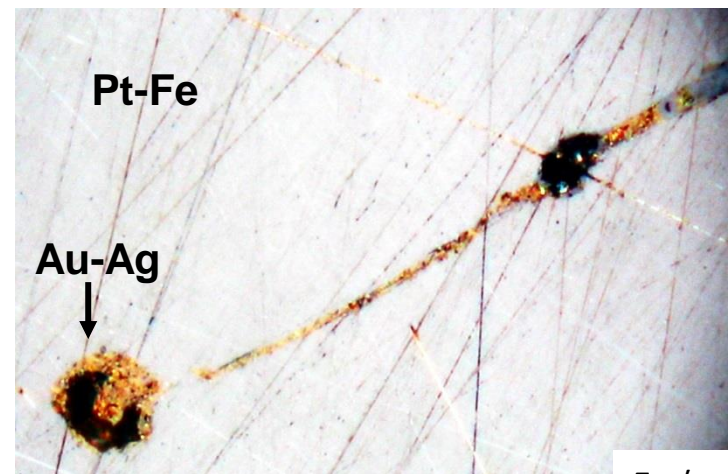
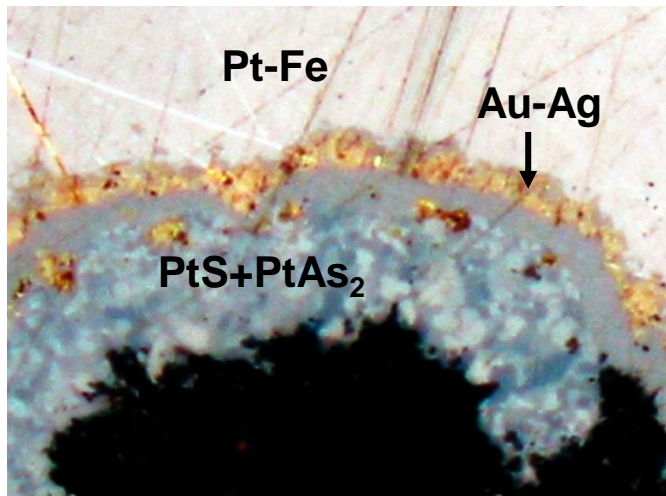
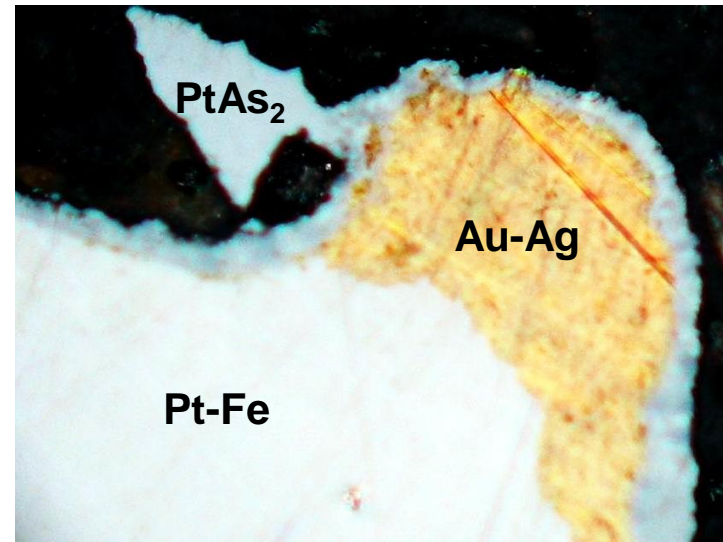
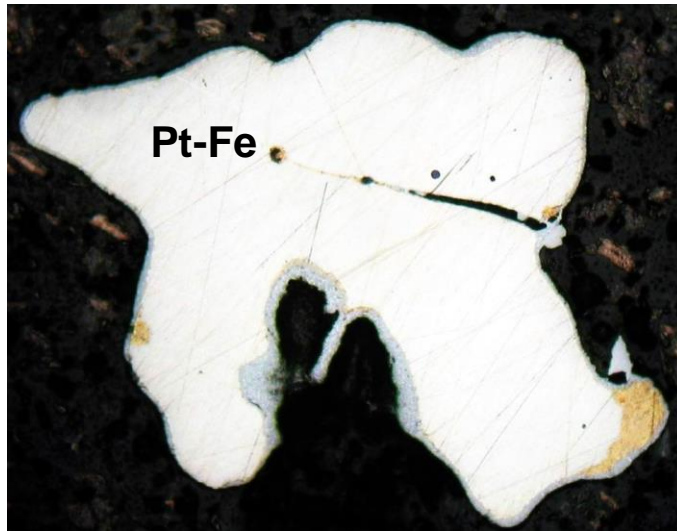
# Συστάσεις PGM (5/8)



Εικόνες 39-41



# Συστάσεις PGM (6/8)

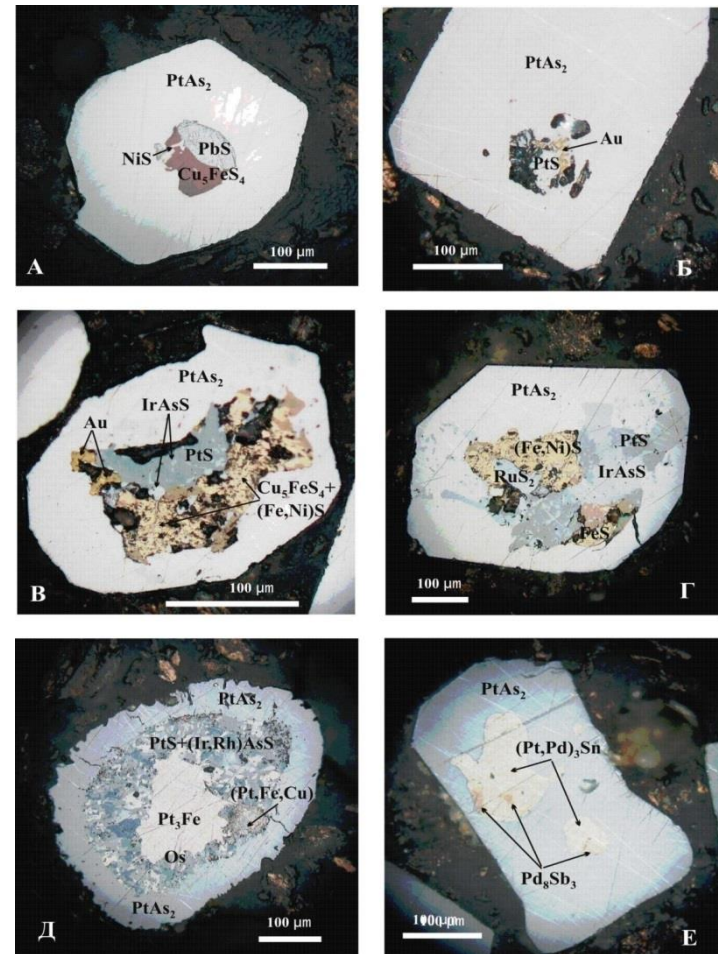


Εικόνες 42-44



# Συστάσεις PGM (7/8)

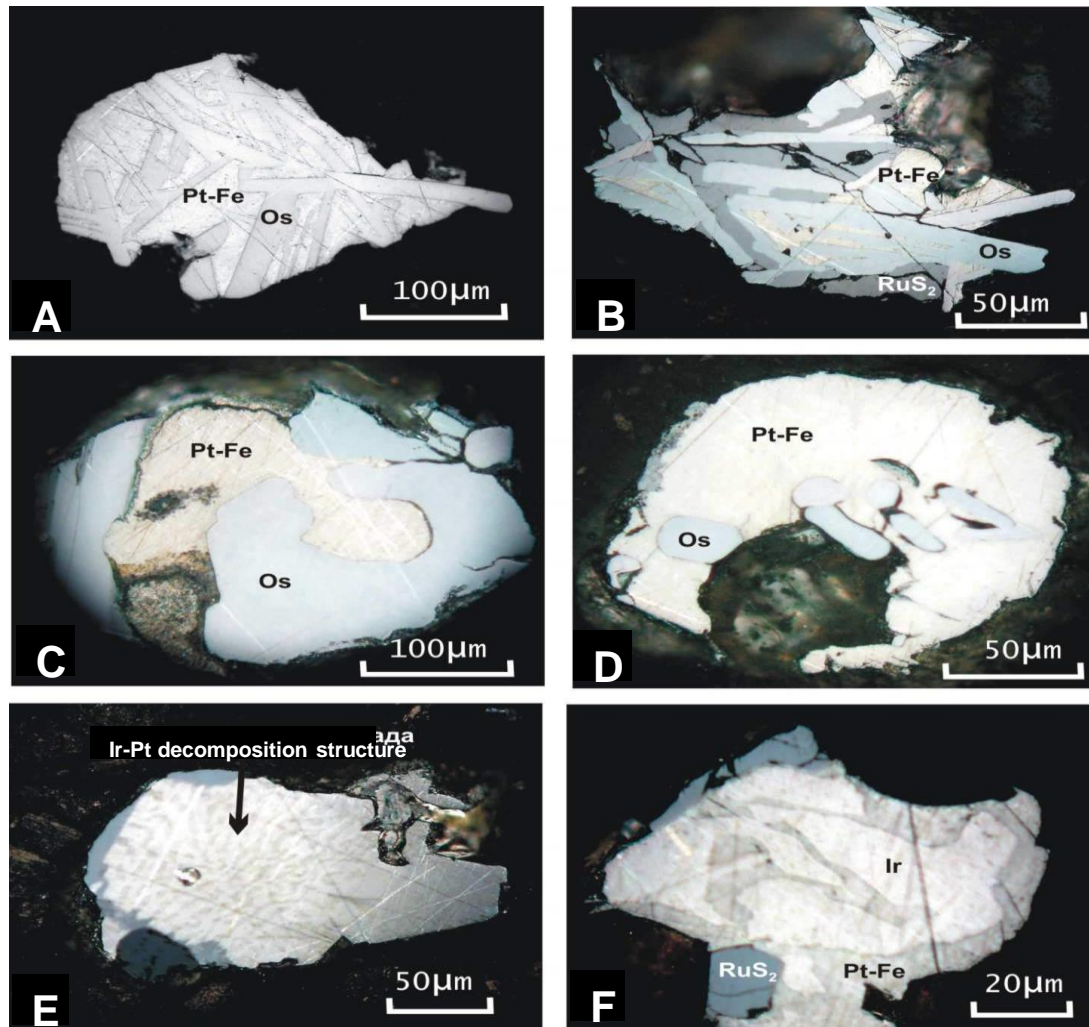
Inagli



Εικόνες 45-46



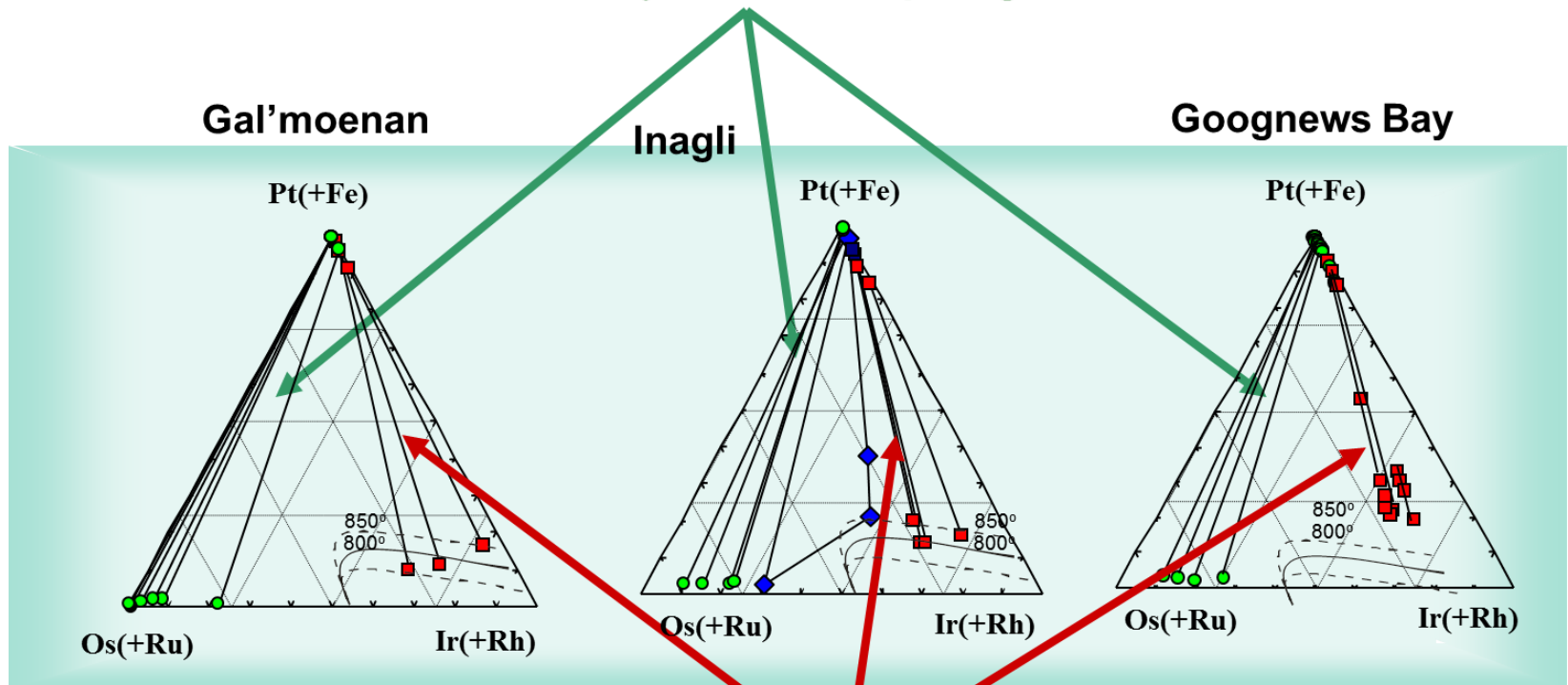
# Συστάσεις PGM (8/8)



Εικόνες 47-52

# Σύγκριση παραγενέσεων PGM σε διαφορετικές προσχωματικές αποθέσεις

## 1. Pt-Fe alloy - Osmium paragenesis



## 2. Isoferroplatinum-Iridium Paragenesis

Εικόνα 53

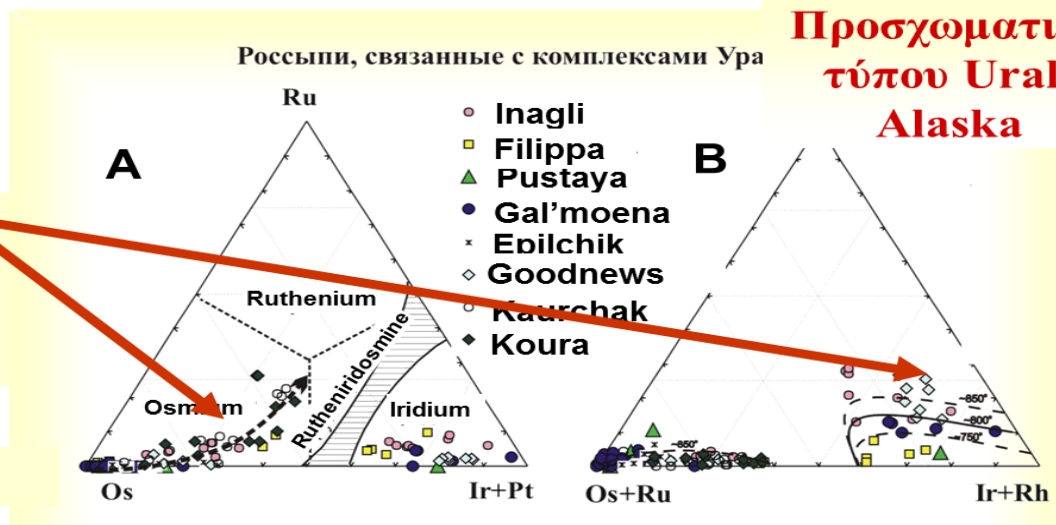


# Σύγκριση μεταξύ PGM σε τύπου Αλάσκας και Οφιολιθικά

# Συστάσεις κραμάτων Os-Ir-Ru

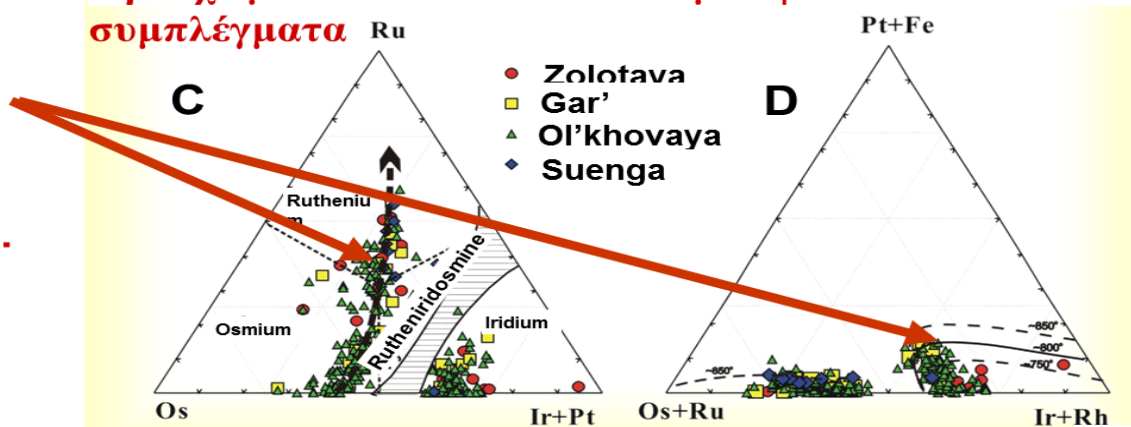
Τα κράματα Os-Ir-Ru είναι πλούσια σε όσμιο-ιρίδιο

Προσχωματικά τύπου Ural-Alaska



Προσχωματικά που συνδέονται με οφιολιθικά συμπλέγματα

Μεγαλύτερος εμπλουτισμός σε Ru.



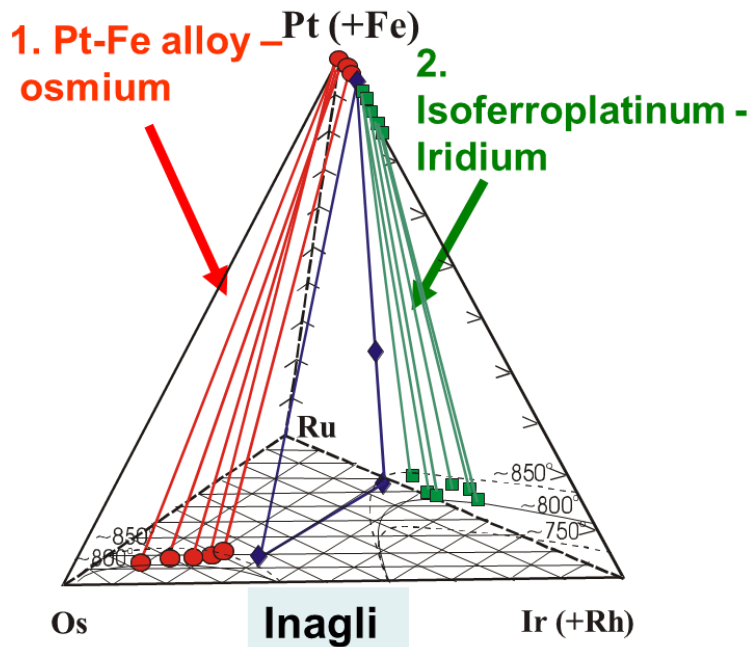
Εικόνα 54

# Διαφορές στην χημική σύσταση PGM σε τύπου Ουραλίων-Αλάσκας και οφιολιθικών συμπλεγμάτων

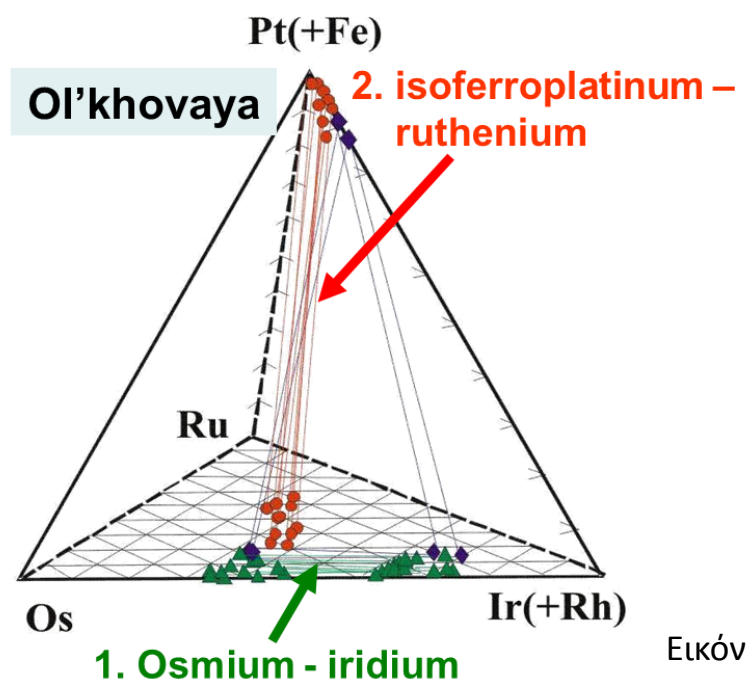
Ural-Alaska type complexes:  
Pt-Fe alloy – osmium  
isoferroplatinum – Iridium.

Ophiolites:  
osmium – iridium paragenesis  
isoferroplatinum – ruthenium.

## τύπου Ουραλίων-Αλάσκας



## οφιολιθικών συμπλεγμάτων

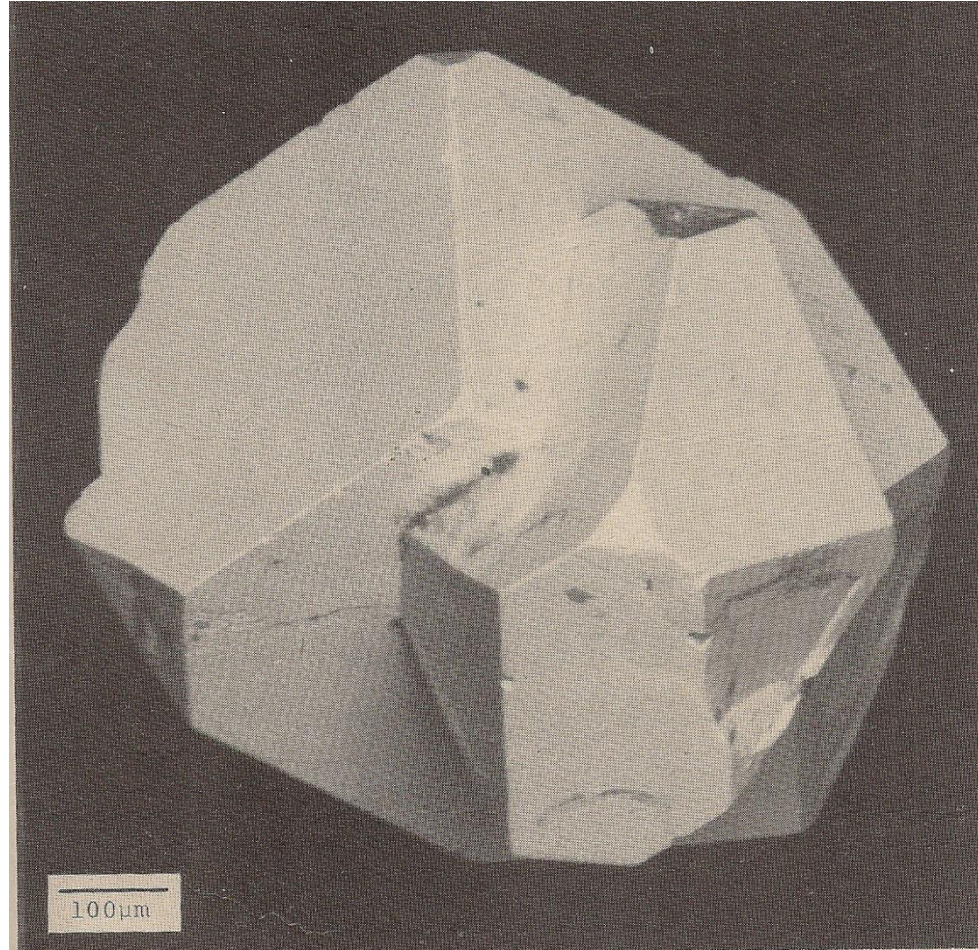


Εικόνα 55



# Προέλευση μεγάλων κρυστάλλων

# Μεγάλος κρύσταλλος ορυκτού PGM (2)



Εικόνα 56





# Μεγάλος κρύσταλλος ορυκτού PGM Κράμα Pt-Fe (λευκό) μέσα σε μαγνητοπυρίτη (2)

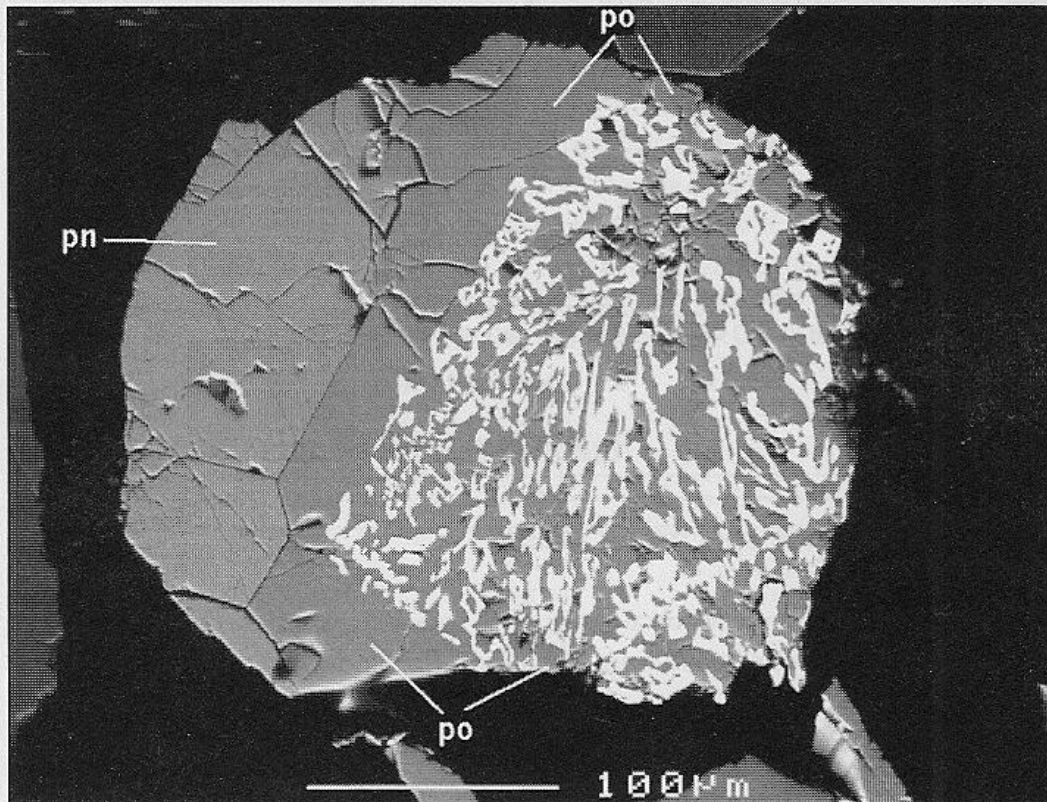


Fig. 40-2. SEM photomicrograph of a graphic intergrowth Pt-Fe alloy (white) with pyrrhotite (po), with attached pentlandite (pn). River Valley property, Ontario, Mustang Minerals Corp.

Εικόνα 57



# Μεγάλος κρύσταλλος ορυκτού οσμίου (3)

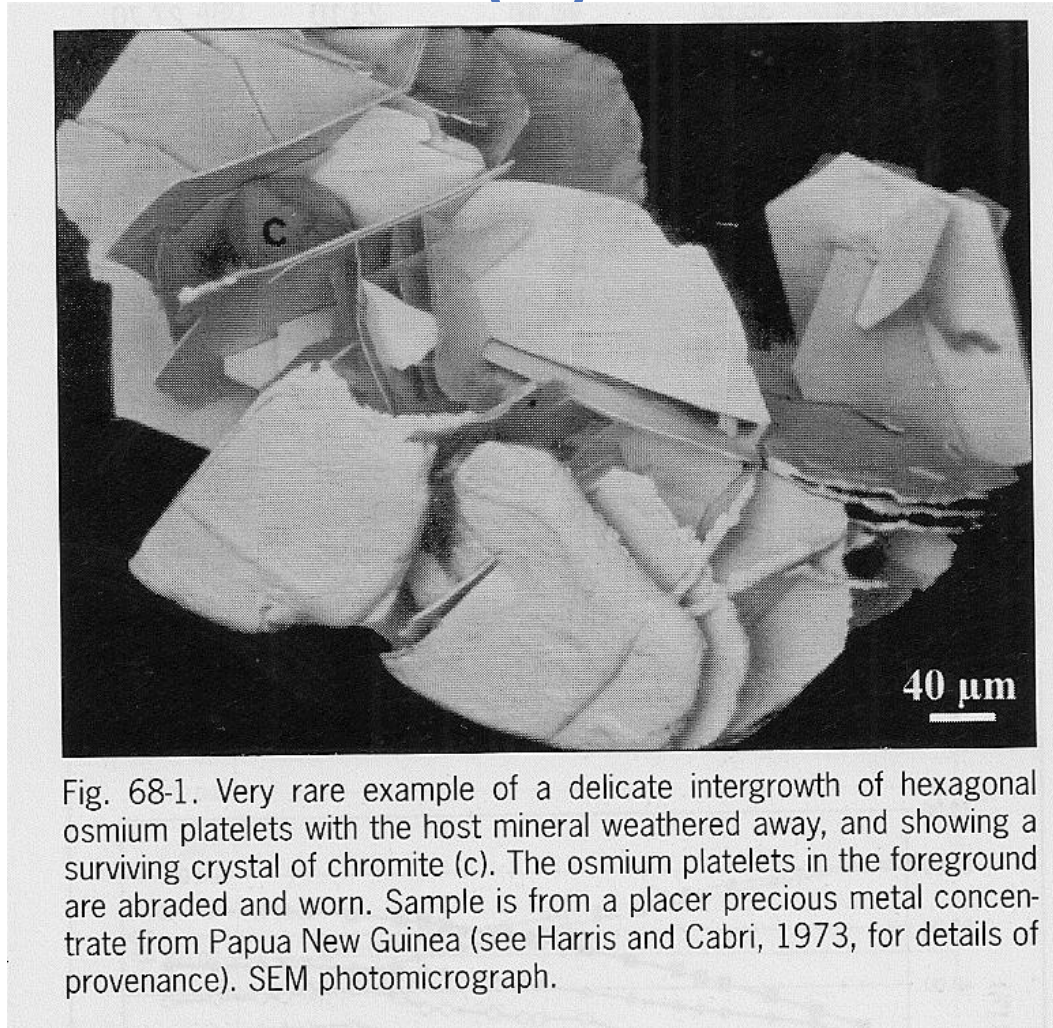


Fig. 68-1. Very rare example of a delicate intergrowth of hexagonal osmium platelets with the host mineral weathered away, and showing a surviving crystal of chromite (c). The osmium platelets in the foreground are abraded and worn. Sample is from a placer precious metal concentrate from Papua New Guinea (see Harris and Cabri, 1973, for details of provenance). SEM photomicrograph.

Εικόνα 58



# Μεγάλος κρύσταλλος ορυκτού PGM Κράμα Pt<sub>3</sub>Fe (4)



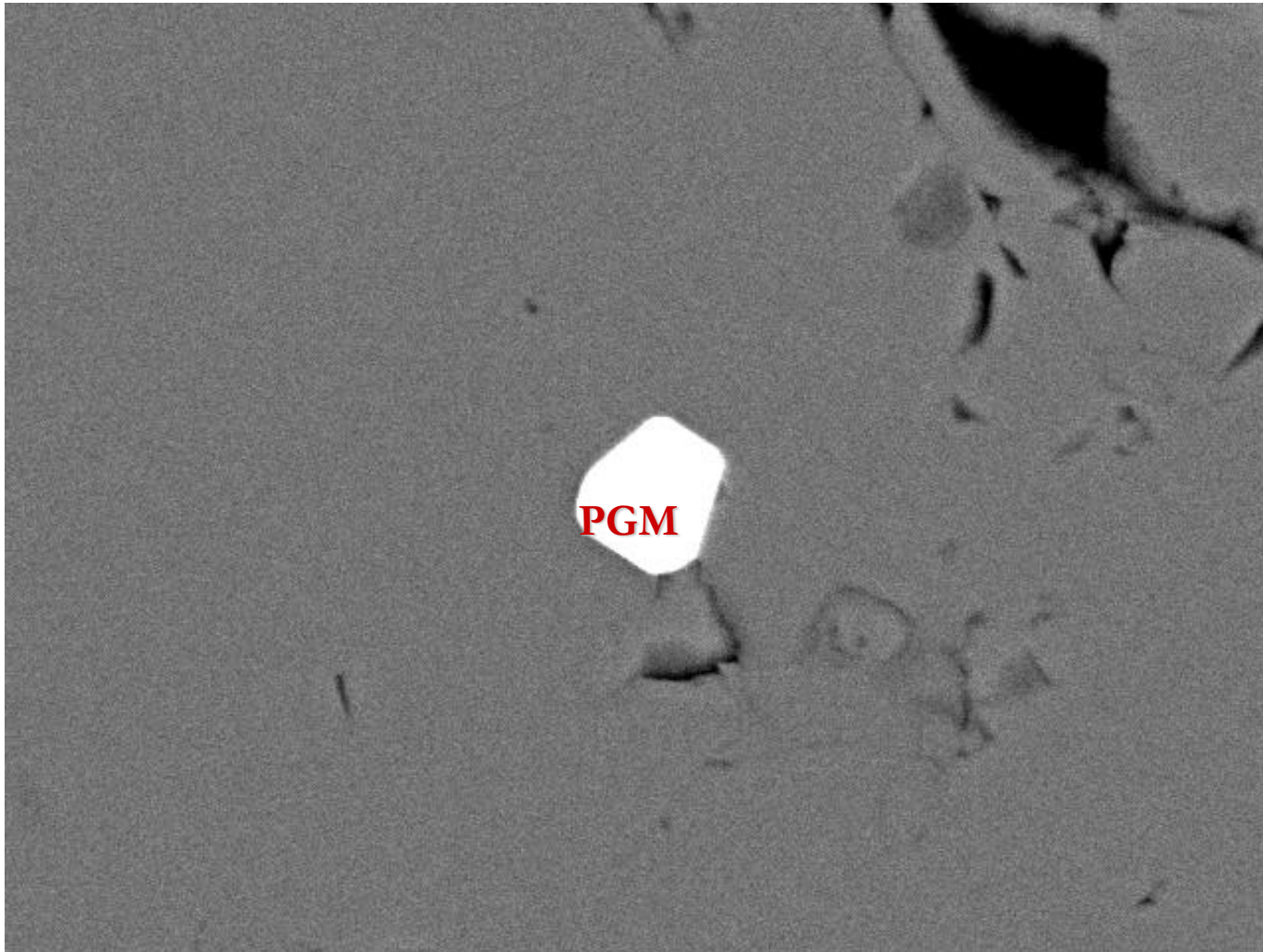
Fig. 105-1. SEM photomicrograph showing part of a magnetic Pt<sub>3</sub>Fe alloy nugget with a rim of tetraferroplatinum (darker) and two osmium inclusions forming the outline of a geological hammer. The later tetraferroplatinum has replaced the Pt<sub>3</sub>Fe alloy, but not the earlier exsolved osmium. Placer sample BM1928,246 (grain 8) from Yubdo (see Cabri et al., 1981, for details on the locality and provenance).

Εικόνα 59

PGE

σε οφιολιθικά συμπλέγματα

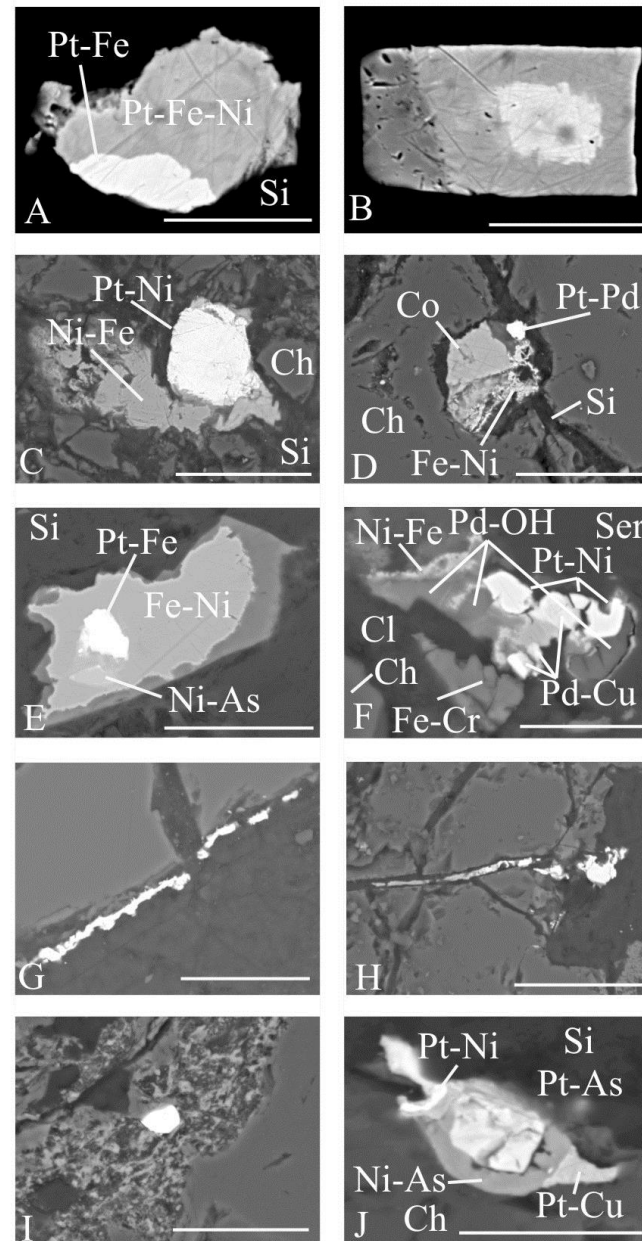




Εικόνα 60



# PGM Πίνδος

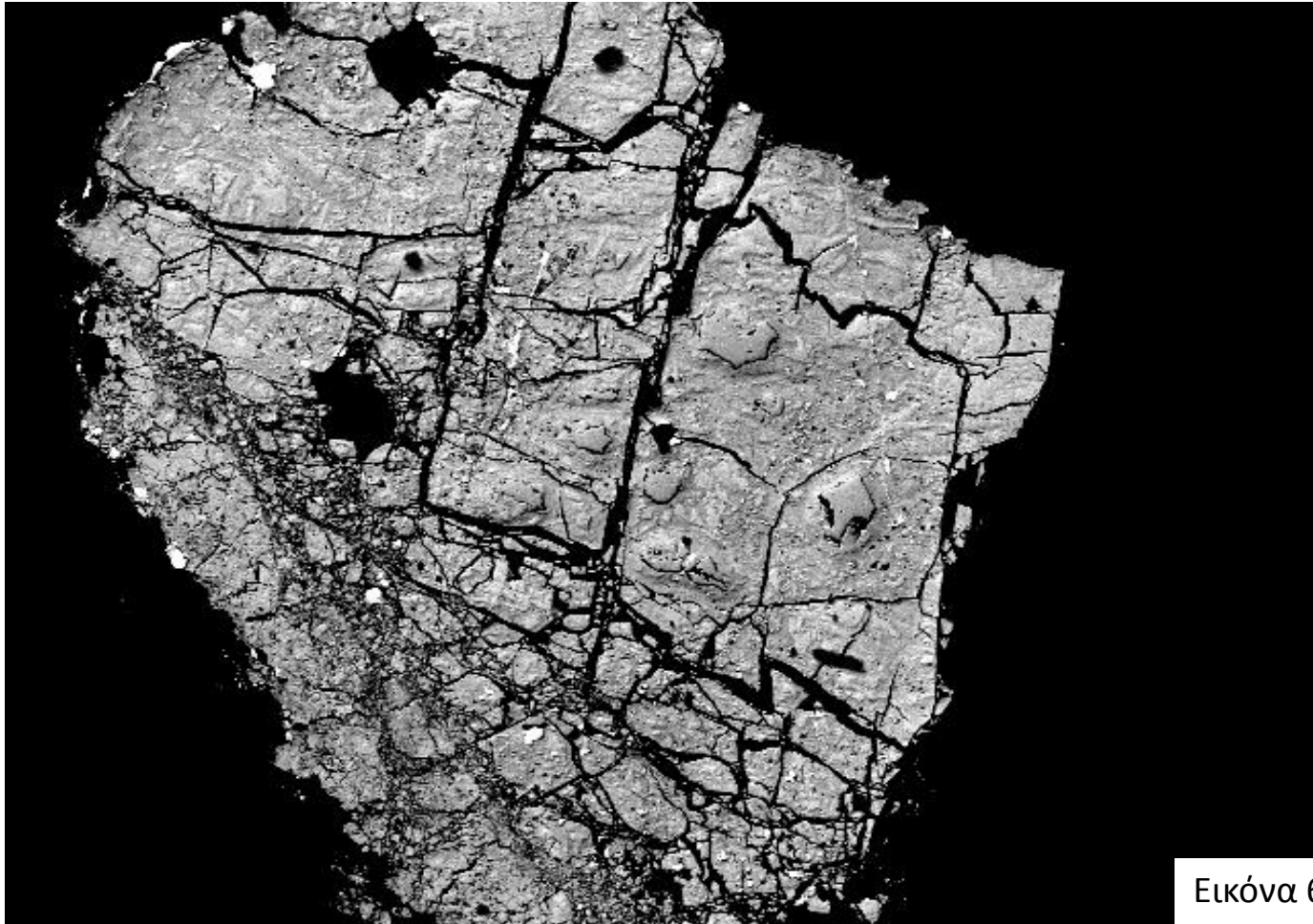


Εικόνα 61



# PGM

## Βέρροια



Εικόνα 62





# Χημική σύσταση PGM Βέροιας (1/2)

<b>Os</b>	141	44.8	38	80.9	5.88	7.96	15.49	13.05
<b>Ir</b>	7.8	7.2	13.2	2.2	6.31	5.66	18.51	27.21
<b>Ru</b>	43.3	37.8	41.2	10.3	53.35	48.48	38.23	30.59
<b>Pd</b>	n.d	n.d	1.6	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
<b>Pt</b>	n.d	n.d	n.d	n.d	2.74	4.37	3.61	4.59
<b>Ni</b>	n.d	6.7	4.3	3.3	0.68	1.17	1.21	1.03
<b>Fe</b>	n.d	1.5	1.1	0.8	0.95	0.73	0.67	0.51
<b>Cr</b>	n.d	0.9	1.1	0.6	0.38	0.34	0/34	0.44
<b>Sb</b>	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	0.52	0.63	1.14
<b>As</b>	n.d	n.d	n.d	n.d	2.11	2.76	5.81	10.01
<b>S</b>	34.8	n.d	n.d	n.d	26.71	27.15	14.78	11.85
<b>Total</b>	100.1	98.9	100.5	98.1	99.11	99.14	99.28	100.42

Πίνακας 1



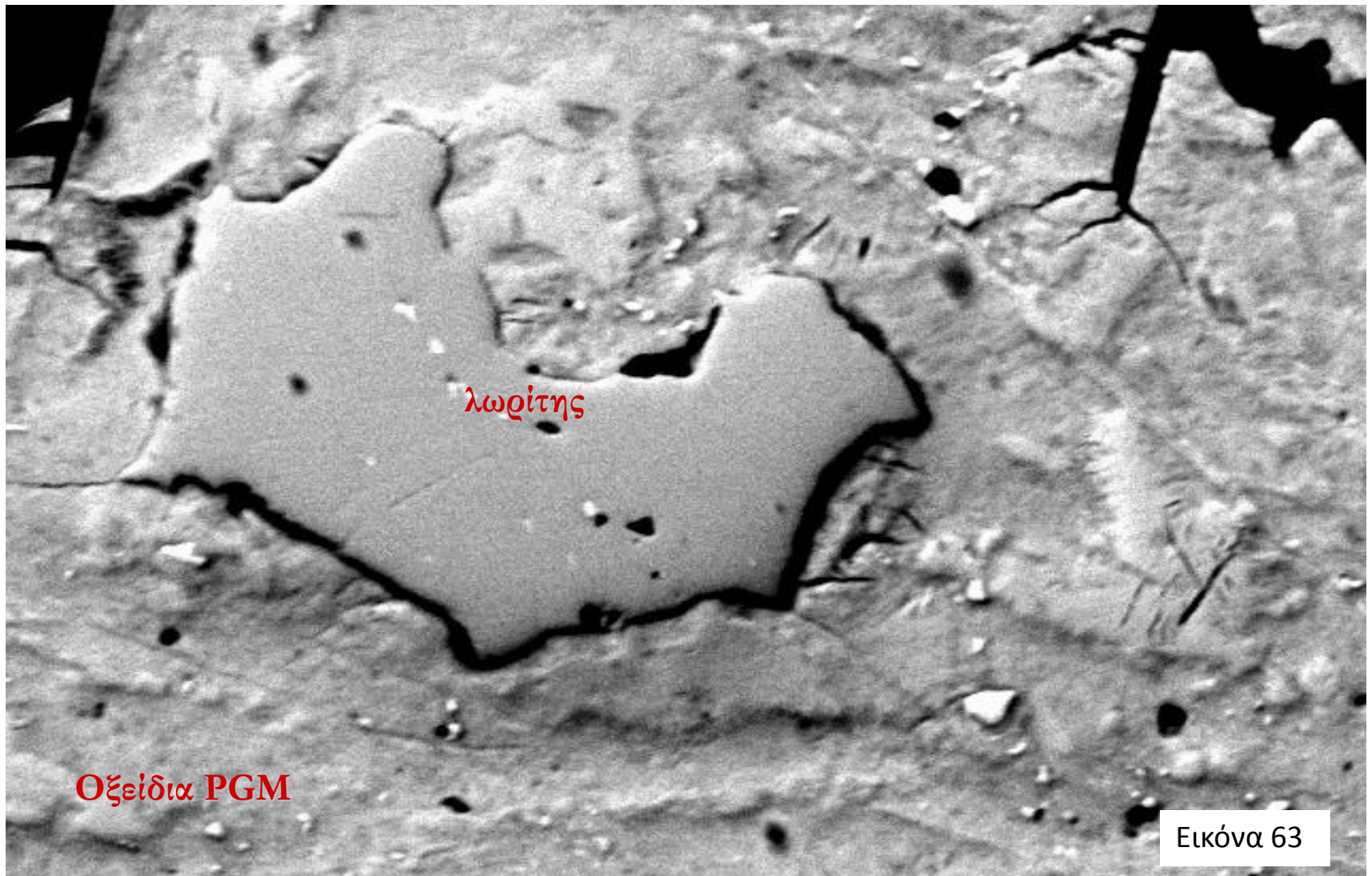
# Χημική σύσταση PGM, Βέροιας (2/2)

Wt%	laurite					Ir-Os-Ru alloys		
Os	24.53	22.24	20.87	29.64	48.09	n.d	6.19	n.d
Ir	8.03	6.55	6.02	5.81	8.52	59.71	81.17	64.64
Ru	36.05	36.34	39.08	33.13	33.21	7.23	2.79	2.8
Pd	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	2.28	n.d
Pt	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	6.15	n.d
Ni	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	6.54	n.d	1.71
Fe	0.29	n.d	n.d	n.d	8.74	22.03	1.39	25.79
Cr	0.81	n.d	n.d	n.d	0.77	0.96	n.d	1.31
As	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	1.24	n.d	n.d
<b>S</b>	30.14	34.77	33.59	29.92	n.d	n.d	n.d	n.d
Total	99.85	99.9	99.56	98.5	99.33	97.71	99.97	96.25

Πίνακας 2



# PGM Βέροιας



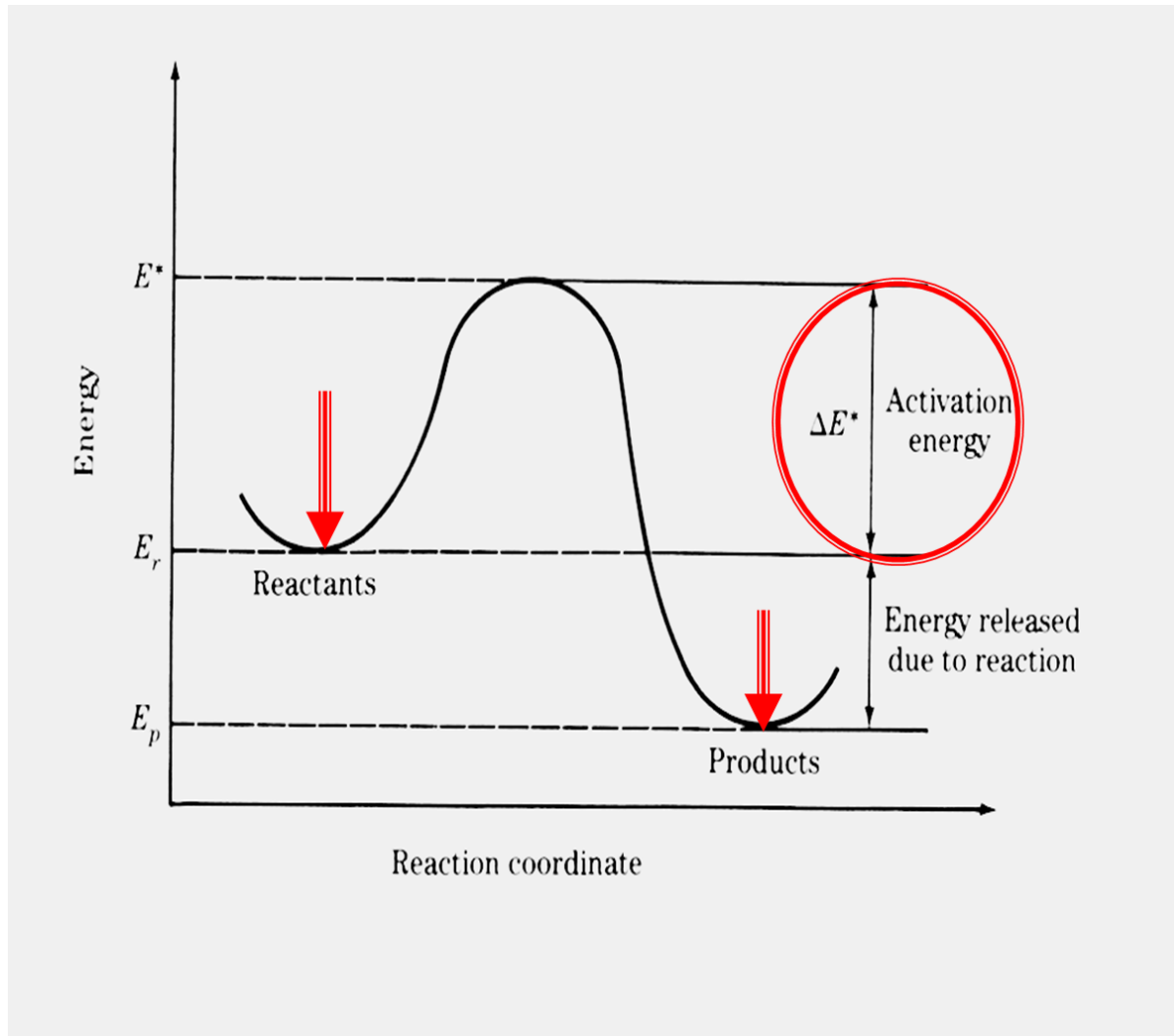


Παράγοντες που ελέγχουν το μέγεθος των κρυστάλλων

# Σχηματισμός μεγάλων κρυστάλλων ?

Υπολογισμός της Ενέργειας ενεργοποίησης  
χρησιμοποιώντας την εξίσωση Arrhenius  
(Petrou & Economou-Eliopoulos, 2009)

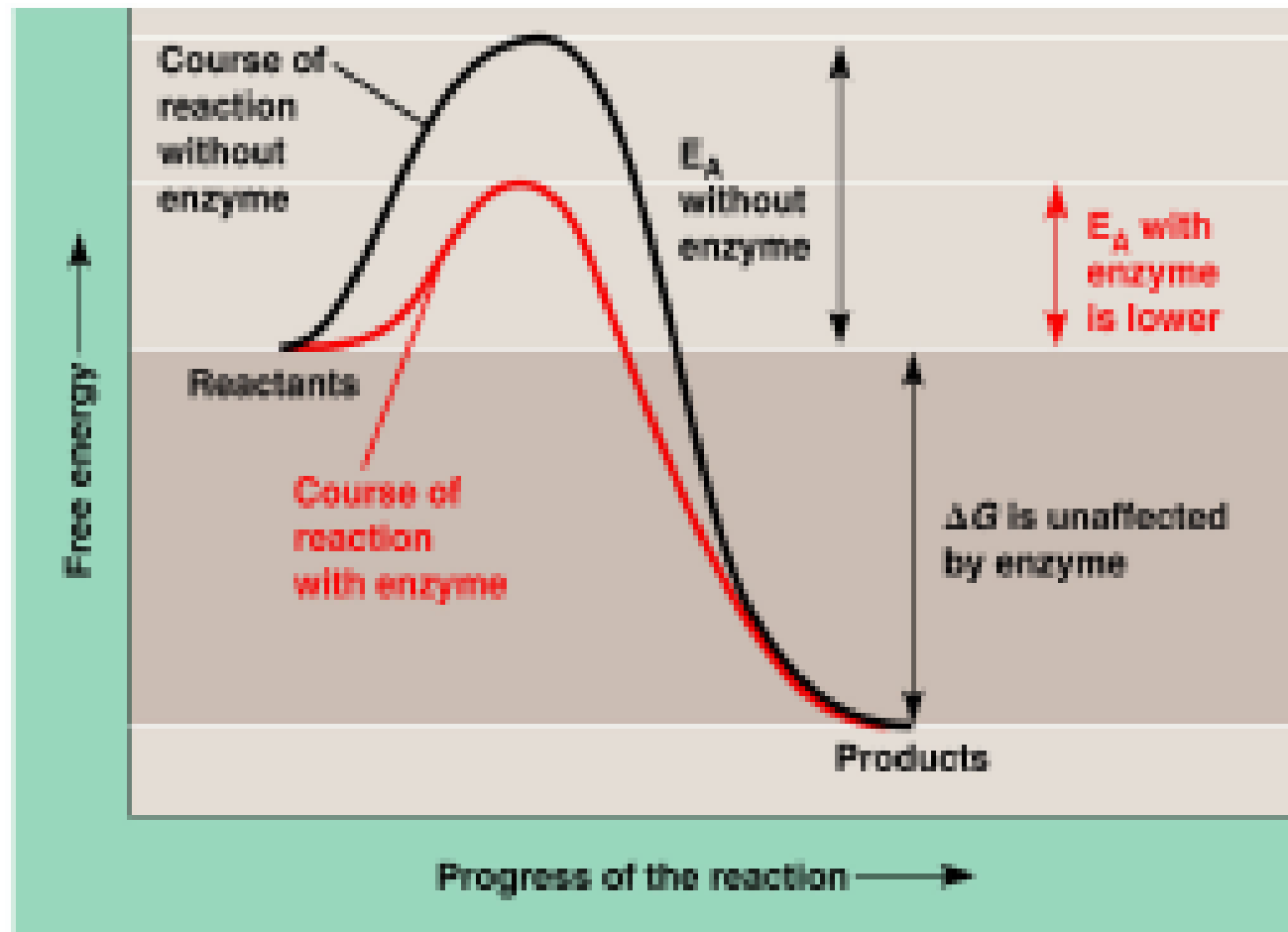
# Διάγραμμα ενέργειας αντίδρασης (1/2)



Εικόνα 64



# Διάγραμμα ενέργειας αντίδρασης (2/2)



Copyright © 2004 Pearson Education, Inc. Publishing as Pearson Benjamin Cummings. All rights reserved.

Εικόνα 65

3 ομάδες δεδομένων

# Μέγεθος PGM και θερμοκρασία σχηματισμού

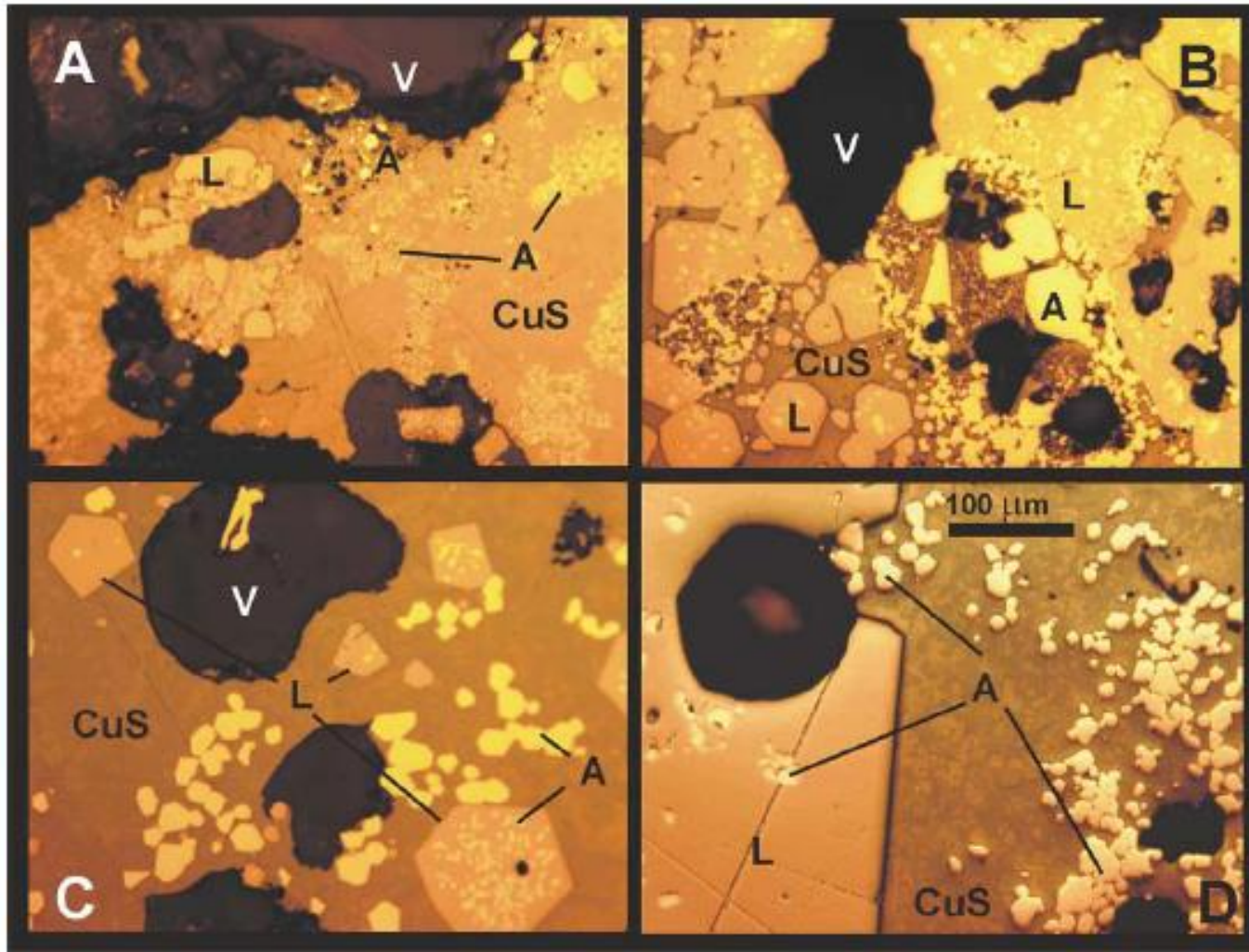
Location	Rock-type	Mineral	Description	grain size (μm)	temperature (°C)
Othrys, Greece	ophiolites	laurite	inclusion in chromite	10	1030
Vourinos, Greece	ophiolites	Ru-rich laurite	inclusion in chromite	10	1100
Skyros, Greece	ophiolites	laurite	inclusion in chromite	12	1100
Ray-Iz, Polar Urals, Russia	ophiolites	laurite	inclusion in chromite	10	1000
Tropoja, Albania	ophiolites	laurite	inclusion in chromite	8	900-1100
Kempirsai, Urals, Russia	ophiolites	laurite	inclusion in chromite	1-20	1050
CEG, Egypt	ophiolites	Os-rich laurite	inclusion in chromite	12	1000
Borneo	ophiolites	laurite	placer	900 (n = 13)	800-850
Russia	Alaskan-type	Ru-rich laurite	inclusion in isoferroplatin	300	800-850
Nevado, Colombia	Alaskan-type	laurite	inclusion in Pt-Fe	170	800
Othrys, Greece	ophiolites	erlichmanite	inclusion in chromite	15	1030
Ray-Iz, Polar Urals, Russia	ophiolites	erlichmanite	inclusion in chromite	11	1000
Freetown, Sierra Leone	layered intrusion	erlichmanite	placer	400-700	800-850
Russia	Alaskan-type	erlichmanite	placer	200	800
Vourinos, Greece	ophiolites	irarsite	inclusion in chromite	2	1100
Ethiopia	ophiolites	irarsite	placer	1000	800-850
Vourinos, Greece	ophiolites	Os-Ir alloy	inclusion in chromite	10	1100
Tropoja, Albania	ophiolites	Os-rich alloys	inclusion in chromite	20	1000
Ray-Iz, Polar Urals, Russia	ophiolites	Os-Ir-Ru alloy	inclusion in chromite	5	1000
SED, Egypt	ophiolites	Os-Ir-Ru alloy	inclusion in chromite	5	1100
Bulqiza, Albania	ophiolites	isoferroplatinum	inclusion in chromite	8	900-1100
Durance river, France	Alaskan-type	isoferroplatinum	placer	130	700-800
Fifield, Australia		isoferroplatinum	placer	c.a. 450	800
Russia	Alaskan-type	isoferroplatinum	placer	700	800 - 850

Πίνακας 3





# Πειραματικά δεδομένα 1250 °C



Εικόνα 66

## Υπολογισμός της Ενέργειας Ενεργοποίησης (1/2)

$$\ln\left(\frac{1}{r^n}\right) = \ln(A'') - \frac{E_{act}}{RT} \Rightarrow -\ln(r^n) = const. - \frac{E_{act}}{RT} \Rightarrow$$

$$-n * \ln(r) = const. - \frac{E_{act}}{RT} \quad or \quad n * \ln(r) = -const. + \frac{E_{act}}{RT}$$

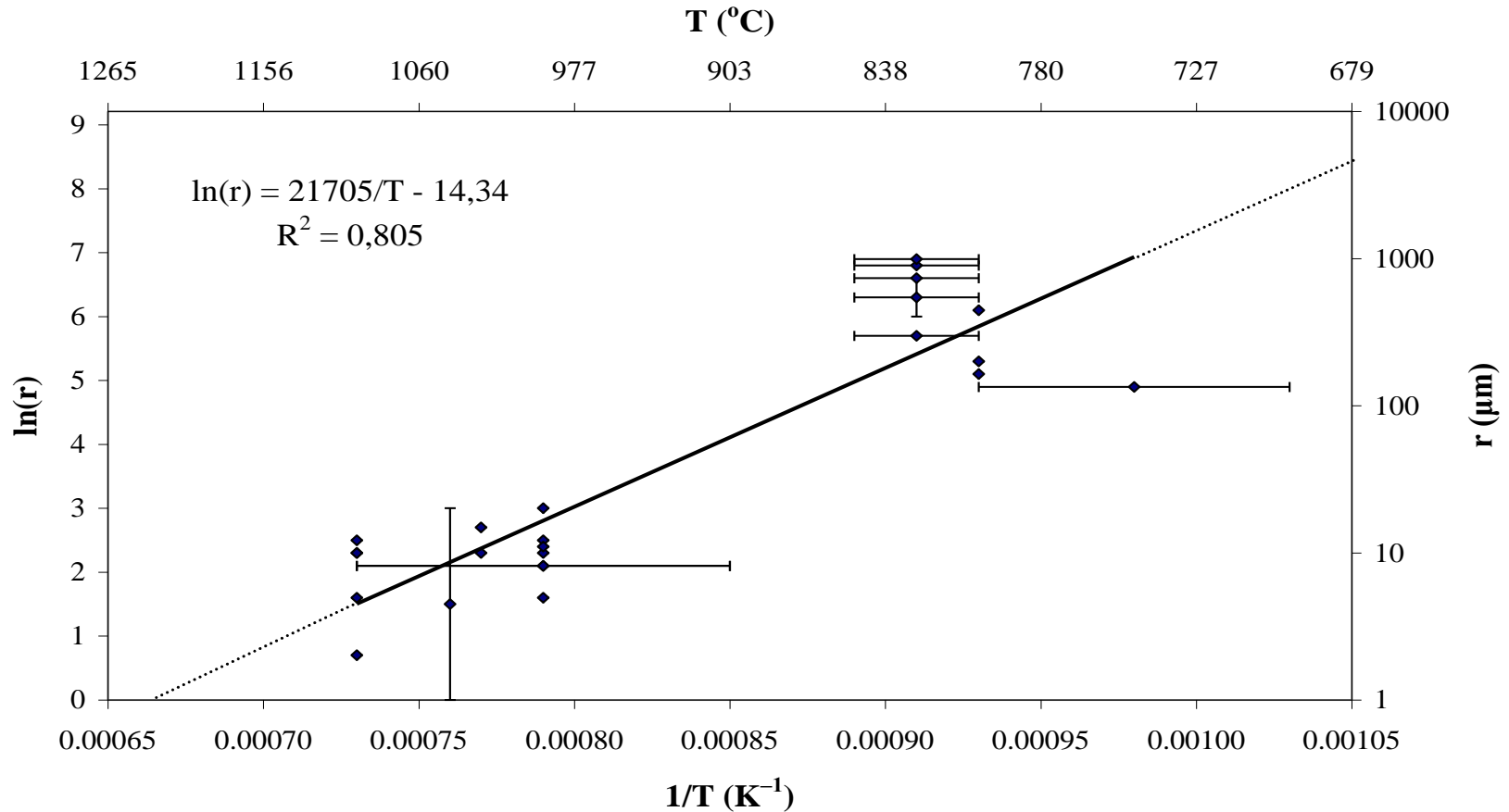
Προβάλλοντας  $\ln(r)$  έναντι  $1/T$  προκύπτει μία γραμμική σχέση,

με κλίση =  $E_{act}/R * n$

Η οποία ισούται με την **Ενέργεια Ενεργοποίησης**



# Υπολογισμός της Ενέργειας Ενεργοποίησης (2/2)



Εικόνα 67



## Συμπέρασμα:

Οι μεγάλοι κρύσταλλοι PGM σε  
προσχωματικές αποθέσεις είναι  
**μάλλον κλαστικοί**

παρά αποτέλεσμα σχηματισμού σε  
συνθήκες περιβάλλοντος



# Τέλος Ενότητας

Κοιτάσματα των Στοιχείων της ομάδας του  
λευκοχρύσου ή PGE

# 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 PGE». 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 (1/11)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

## **Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες**

Εικόνα 1: Κατανομή PGE σε προσχωματικές αποθέσεις. Ελεύθερη διανομή

Εικόνα 2,3: Συμπλέγματα βασικών-υπερβασικών τύπου Αλάσκας. Copyright Mineralogical Association of Canada. Πηγή: Platinum-group element placers associated with Ural-Alaska type complexes, by Tolstykh, N. D., Sidorov, E.G., Krivenko, A.P.. In Exploration for Platinum-group element deposits, Short Course , 2005 vol 35, 113-143.

Εικόνα 4: Συνήθη ορυκτά PGM σε προσχωματικές αποθέσεις τύπου Ural-Alaska. Copyright Mineralogical Association of Canada. Πηγή: Platinum-group element placers associated with Ural-Alaska type complexes, by Tolstykh, N. D., Sidorov, E.G., Krivenko, A.P.. In Exploration for Platinum-group element deposits, Short Course , 2005 vol 35, 113-143.



# Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (2/11)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

## **Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες**

Εικόνα 5-8: Ορυκτά PGM σε προσχωματικές αποθέσεις. Copyright Mineralogical Association of Canada. Πηγή: Platinum-group element placers associated with Ural-Alaska type complexes, by Tolstykh, N. D., Sidorov, E.G., Krivenko, A.P.. In Exploration for Platinum-group element deposits, Short Course , 2005 vol 35, 113-143.

Εικόνα 9,56: Μεγάλος κρύσταλλος ορυκτού PGM. Copyright Canadian Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum, 2011. Πηγή: The platinum-group minerals. In: Cabri LJ (ed) The geology, geochemistry, mineralogy and mineral beneficiation of platinum-group elements. Can. Inst. Mining Metall Petroleum, spec 2002 vol 54, 13–129.



# Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (3/11)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

## **Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες**

Εικόνα 10,57: Κράμα Pt-Fe (λευκό) μέσα σε μαγνητοπυρίτη. Copyright Canadian Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum, 2011. Πηγή: The platinum-group minerals. In: Cabri LJ (ed) The geology, geochemistry, mineralogy and mineral beneficiation of platinum-group elements. Can. Inst. Mining Metall Petroleum, spec 2002 vol 54, 13–129.

Εικόνα 11,58: Μεγάλος κρύσταλλος ορυκτού οσμίου. Copyright Canadian Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum, 2011. Πηγή: The platinum-group minerals. In: Cabri LJ (ed) The geology, geochemistry, mineralogy and mineral beneficiation of platinum-group elements. Can. Inst. Mining Metall Petroleum, spec 2002 vol 54, 13–129.





# Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (4/11)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

## **Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες**

Εικόνα 12: Κράμα Pt3Fe. Copyright Canadian Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum, 2011. Πηγή: The platinum-group minerals. In: Cabri LJ (ed) The geology, geochemistry, mineralogy and mineral beneficiation of platinum-group elements. Can. Inst. Mining Metall Petroleum, spec 2002 vol 54, 13–129.

Εικόνα 13: Πιθανές πηγές των PGM ανάλογα με την σύστασή τους. Copyright Mineralogical Association of Canada. Πηγή: Platinum-group element placers associated with Ural-Alaska type complexes, by Tolstykh, N. D., Sidorov, E.G., Krivenko, A.P.. In Exploration for Platinum-group element deposits, Short Course , 2005 vol 35, 113-143.



# Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (5/11)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

## **Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες**

Εικόνα 14-17: Αυτοφυές όσμιο μέσα σε κράμα Pt<sub>3</sub>Fe. Copyright Mineralogical Association of Canada. Πηγή: Platinum-group element placers associated with Ural-Alaska type complexes, by Tolstykh, N. D., Sidorov, E.G., Krivenko, A.P.. In Exploration for Platinum-group element deposits, Short Course , 2005 vol 35, 113-143.

Εικόνες 18-21: κράμα Pt-Fe. Copyright Mineralogical Association of Canada. Πηγή: Platinum-group element placers associated with Ural-Alaska type complexes, by Tolstykh, N. D., Sidorov, E.G., Krivenko, A.P.. In Exploration for Platinum-group element deposits, Short Course , 2005 vol 35, 113-143.



# Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (6/11)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

## **Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες**

Εικόνες 22,23: Τριγωνικά διαγράμματα σύστασης PGM από προσχωματικές αποθέσεις. Copyright Mineralogical Association of Canada. Πηγή: Platinum-group element placers associated with Ural-Alaska type complexes, by Tolstykh, N. D., Sidorov, E.G., Krivenko, A.P.. In Exploration for Platinum-group element deposits, Short Course , 2005 vol 35, 113-143.

Εικόνα 24,25: Εικόνες από PGM. Copyright Mineralogical Association of Canada. Πηγή: Platinum-group element placers associated with Ural-Alaska type complexes, by Tolstykh, N. D., Sidorov, E.G., Krivenko, A.P.. In Exploration for Platinum-group element deposits, Short Course , 2005 vol 35, 113-143.



# Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (7/11)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

## **Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες**

Εικόνα 26: Διάγραμμα σύστασης PGM. Copyright Mineralogical Association of Canada. Πηγή: Platinum-group element placers associated with Ural-Alaska type complexes, by Tolstykh, N. D., Sidorov, E.G., Krivenko, A.P.. In Exploration for Platinum-group element deposits, Short Course , 2005 vol 35, 113-143.

Εικόνα 53: Διάγραμμα σύγκρισης παραγενέσεων PGM σε διαφορετικές προσχωματικές αποθέσεις. Copyright Mineralogical Association of Canada. Πηγή: Platinum-group element placers associated with Ural-Alaska type complexes, by Tolstykh, N. D., Sidorov, E.G., Krivenko, A.P.. In Exploration for Platinum-group element deposits, Short Course , 2005 vol 35, 113-143.





# Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (8/11)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

## **Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες**

Εικόνα 54: Διαγράμματα συστάσεων κραμάτων Os-Ir-Ru. Copyright Mineralogical Association of Canada. Πηγή: Platinum-group element placers associated with Ural-Alaska type complexes, by Tolstykh, N. D., Sidorov, E.G., Krivenko, A.P.. In Exploration for Platinum-group element deposits, Short Course , 2005 vol 35, 113-143.

Εικόνα 55: Διαφορές στην χημική σύσταση PGM σε τύπου Ουραλίων-Αλάσκας και οφιολιθικών συμπλεγμάτων. Copyright Mineralogical Association of Canada. Πηγή: Platinum-group element placers associated with Ural-Alaska type complexes, by Tolstykh, N. D., Sidorov, E.G., Krivenko, A.P.. In Exploration for Platinum-group element deposits, Short Course , 2005 vol 35, 113-143.



# Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (9/11)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

## **Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες**

Εικόνα 64,65: Διάγραμμα ενέργειας αντίδρασης. Copyright Elsevier B.V. Πηγή: Platinum–group mineral formation: Evidence of an interchange process from the entropy of activation values, by Petrou, A.I. & M. Economou-Eliopoulos, (2009). In *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 73, 5635-5645.

Εικόνα 66: PGM στους 1250°C. Copyright Mineralogical Association of Canada. Πηγή: High temperature stability of laurite and Ru–Os–Ir alloy and their role in PGE fractionation in mafic magmas. By Brenan, J.M., Andrews, D. In *The Canadian Mineralogist* 39 (2001): 341-360.



# Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (10/11)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

## **Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες**

Εικόνα 67: Διάγραμμα υπολογισμού ενέργειας ενεργοποίησης. Copyright Elsevier B.V. Πηγή: Platinum–group mineral formation: Evidence of an interchange process from the entropy of activation values, by Petrou, A.I. & M. Economou-Eliopoulos, (2009). In *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 73, 5635-5645.



# Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (11/11)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

## Πίνακες

Πίνακας 3: Μέγεθος PGM και θερμοκρασία σχηματισμού. Copyright Elsevier B.V.  
Πηγή: Platinum–group mineral formation: Evidence of an interchange process from the entropy of activation values, by Petrou, A.I. & M. Economou-Eliopoulos, (2009). In *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 73, 5635-5645.

