

## **B13**

Υψηλού-ασβεστίου άσβεστος και υδράσβεστος του ασβεστόλιθου Αγίου Παντελεήμονα Φλώρινας για χρήση στην κατεργασία νερού.

**ΚΑΝΤΗΡΑΝΗΣ Ν.**, Φιλιππίδης Α., Τσιραμπίδης Α., Χρηστάρας Β. και Κασώλη-Φουρναράκη Α., 2000.

1<sup>ο</sup> Συνέδριο της Επιτροπής Οικονομικής Γεωλογίας, Ορυκτολογίας & Γεωχημείας Ε.Γ.Ε., Κοζάνη, Πρακτικά, 177-183. (ΚΡΙΤ)

# 1<sup>ο</sup> ΣΥΝΕΔΡΙΟ

## ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ, ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΑΣ & ΓΕΩΧΗΜΕΙΑΣ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΙΑΣ

με θέμα:

### «ΟΡΥΚΤΟΣ ΠΛΟΥΤΟΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΣΤΗ ΔΥΤΙΚΗ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ»



**Τ.Ε.Ι. ΚΟΖΑΝΗΣ**  
**ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2000**

<p style="text-align: center;"><b>1ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ</b>  <b>ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ</b>  <b>ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΑΣ &amp; ΓΕΩΧΗΜΕΙΑΣ</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>ΚΟΖΑΝΗ</b>  <b>ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2000</b></p>	<p style="text-align: center;">ΣΕΛ.  177-183</p>
---	---	--

**ΥΨΗΛΟΥ-ΑΣΒΕΣΤΙΟΥ ΑΣΒΕΣΤΟΣ ΚΑΙ ΥΔΡΑΣΒΕΣΤΟΣ**  
**ΤΟΥ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΥ ΑΓΙΟΥ ΠΑΝΤΕΛΕΗΜΟΝΑ**  
**ΦΛΩΡΙΝΑΣ ΓΙΑ ΧΡΗΣΗ ΣΤΗΝ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΝΕΡΟΥ\***

**N. Καντηράνης<sup>1</sup>, Α. Φιλιππίδης<sup>2</sup>, Α. Τσιραμπίδης<sup>2</sup>,**  
**B. Χρηστάρας<sup>2</sup>, Α. Κασώλη-Φουρναράκη<sup>2</sup>**

**Περίληψη**

Αντιπροσωπευτικά δείγματα του ασβεστόλιθου του Αγίου Παντελεήμονα Φλώρινας, ασβεστοποιήθηκαν πλήρως στους 1050 °C. Η παραγόμενη άσβεστος κονιοποιήθηκε και στη συνέχεια ενυδατώθηκε για την παραγωγή υδρασβέστου. Η ποιοτική αξιολόγηση της άσβεστου και υδρασβέστου έγινε σύμφωνα με τη μεθοδολογία και τα κριτήρια του πρότυπου ποιότητας DIN 19611 που αναφέρεται στη χρήση άσβεστου και υδρασβέστου για την κατεργασία νερού (πόσιμο, πισίνας και βιομηχανίας). Η αναλογία κατά μάζα υδατοδιαλυτού CaO για την κονιοποιημένη άσβεστο βρέθηκε να είναι 84%, ενώ η αναλογία κατά μάζα υδατοδιαλυτού Ca(OH)<sub>2</sub> για την υδράσβεστο βρέθηκε να είναι 92%. Αυτές οι τιμές κατατάσσουν τα δύο προϊόντα του εξεταζόμενου ασβεστόλιθου σε υψηλού-ασβεστίου άσβεστο τύπου 2 και σε υψηλού-ασβεστίου υδράσβεστο τύπου 1 για κατεργασία νερού. Οι προδιαγραφές του προτύπου ποιότητας DIN 19611 (εμφάνιση υδατικού διαλύματος, ισοδύναμο εξουδετέρωσης OH<sup>-</sup>, αναλογία κατά μάζα Mg<sup>2+</sup> και SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, αναλογία κατά μάζα υδατοδιαλυτού CaO και υδατοδιαλυτού Ca(OH)<sub>2</sub>, καθώς και υπόλοιπο κατακράτησης ξηρού και υγρού κοσκινίσματος) ικανοποιούνται τόσο από την υψηλού-ασβεστίου άσβεστο όσο και από την υψηλού-ασβεστίου υδράσβεστο του Αγίου Παντελεήμονα Φλώρινας για χρήση στην κατεργασία νερού.

**Abstract**

Representative samples of Agios Panteleimonas (Florina) limestone were fully calcined at 1050 °C. The produced lime was pulverized and subsequently hydrated. The specifications of the produced lime and hydrated lime were determined following the methodologies of the quality standard DIN 19611, which applies to use of lime and hydrated lime in water treatment (drinking, swimming pool and industrial water). The value of water-soluble CaO by mass was found to be 84% for the pulverized lime, while for the hydrated lime the water-soluble Ca(OH)<sub>2</sub> was 92%. These values classify the two products of the studied limestone to high-calcium lime type 2 and to

\* High-Ca quick lime and hydrated lime of the limestone from Agios Panteleimonas Florina for use in water processing.

1. Υποψ. Διδακτ., Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.
2. Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ., 540 06 Θεσσαλονίκη.



hydrated high-calcium lime type 1. The requirements of the quality standard DIN 19611 (appearance of the aqueous solutions, neutralization equivalent  $\text{OH}^-$ , proportion by mass of  $\text{Mg}^{2+}$  and  $\text{SO}_4^{2-}$ , proportion by mass of water-soluble  $\text{CaO}$  and  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , as well as residue remaining after dry and wet sieving), are satisfied by the pulverized high-calcium lime, as well as by the hydrated high-calcium lime of Agios Panteleimonas, Florina, for use in water treatment.

### Εισαγωγή

Η σημαντικότερη χημική ιδιότητα των ασβεστόλιθων είναι η θερμοκή τους αποικοδόμηση και η μετατροπή τους σε άσβεστο ( $\text{CaO}$ ) και  $\text{CO}_2$ . Η αντίδραση αυτή καλείται ασβεστοποίηση και συμβαίνει στους  $898\text{-}902,5^\circ\text{C}$  σε μερική πίεση ( $\text{CO}_2$ ) 1 ατμ. (BOYNTON 1980, GUTSCHICK 1995, OATES 1998). Σε θερμοκρασίες  $< 350^\circ\text{C}$  η άσβεστος αντιδρά ραγδαία με νερό, απελευθερώνοντας θερμότητα και δίνει υδράσβεστο.

Τόσο η άσβεστος, όσο και η υδράσβεστος έχουν πολύ σημαντικές χρήσεις και ευρεία κατανάλωση. Στην Ελλάδα το 1994 παρήχθησαν 500.000 τόνοι ασβέστου σε σύνολο 118 εκατ. τόνων που ήταν η παγκόσμια παραγωγή (MILLER 1997, OATES 1998). Η αξία της ασβέστου το 1997 ήταν  $\sim 57$  δολ./μετρ. τόνο, ενώ της υδρασβέστου  $\sim 80$  δολ./μετρ. τόνο. Ειδικότερα για την άσβεστο που χρησιμοποιείται στην κατεργασία νερού η τιμή της το 1997 ήταν  $\sim 63$  δολ./μετρ. τόνο (MILLER 1997).

Οι σημαντικότερες χρήσεις της ασβέστου και των προϊόντων της είναι (BOYNTON 1980, ΠΕΝΤΑΡΑΚΗΣ 1981, HARBEN 1992, LOUGHBROUGH 1994, GUTSCHICK 1995, OATES 1998): κατασκευές και οικοδομική (κονιάματα, πλίνθοι, σκυροδέματα κ.ά.), οδοποιία, κατεργασία εδαφών, κατεργασία νερού και υγρών αποβλήτων, επεξεργασία σιδήρου και χάλυβα, κατεργασία αέριων εκπομπών, παραγωγή ζωοτροφών, εντομοκτόνων, χημικών, κολλών κ.ά., κατεργασία τροφίμων (ζάχαρη, γαλακτοκομικά, φρούτα, λαχανικά κ.ά.) κατεργασία δερμάτων, καθώς και σε άλλες χρήσεις (βιομηχανία ύαλου, κεραμοποιία, επεξεργασία μη σιδηρούχων μετάλλων, βιομηχανία ελαστικών, πολφοί γεωτρήσεων, χαρτοβιομηχανία, παραγωγή ασβεστοκαρβιδίου, βιομηχανία χρωμάτων κ.ά.). Η κατεργασία νερού με άσβεστο και υδράσβεστο είναι η τρίτη πιο σημαντική ποσοτικά χρήση της άσβέστου (GUTSCHICK 1995).

Υψηλού-ασβεστίου άσβεστος μπορεί να χρησιμοποιηθεί α) στη ρύθμιση του pH του νερού στο επιθυμητό επίπεδο για κατακρήμνιση και κατεργασία, β) στην αποσκλήρυνση νερών με απομάκρυνση των διαλυτών ιόντων  $\text{Ca}$  και  $\text{Mg}$  και γ) στη ρύθμιση του pH του κατεργασμένου νερού για ελαχιστοποίηση της διάβρωσης και απόπλυσης των μετάλλων (OATES 1998).

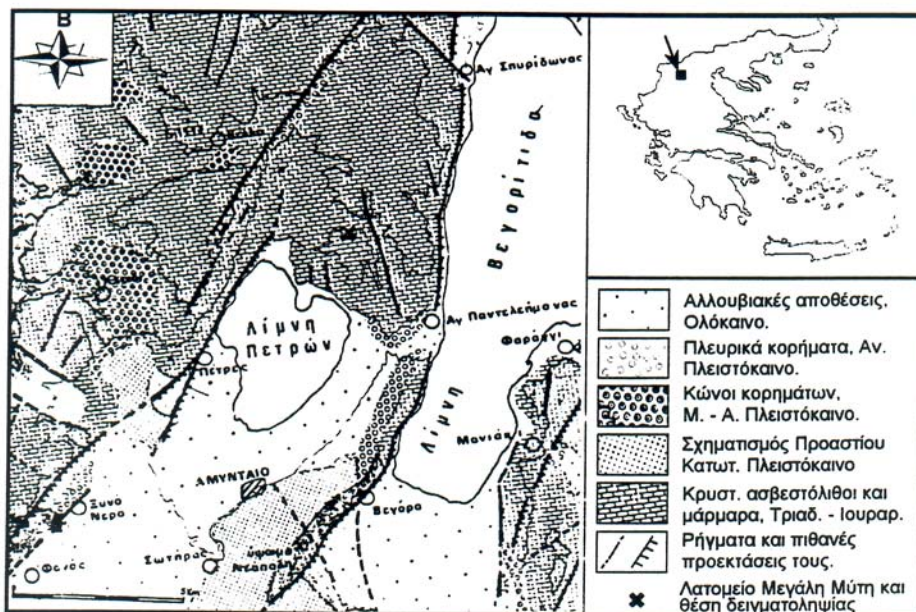
Ο κρυσταλλικός ασβεστόλιθος του Αγίου Παντελεήμονα αποτελείται από  $\sim 96\%$  ασβεσίτη. Την ορυκτολογική σύστασή του συμπληρώνουν τα ορυκτά δολομίτης, μοσχοβίτης, χαλαζίας, άστριοι, τάλκης, χλωρίτης, καολινίτης, σμεκτίτης και σιδηροπιρίτης (KANTHPANHS 1998). Σε προηγούμενες ασβεστοποιήσεις στους  $1050^\circ\text{C}$

του τεφρού κρυσταλλικού ασβεστόλιθου, παρατηρήθηκε εκτός της ασβέστου (93%) και ιχών περίγλαιστου και σχηματισμός μιας μη κρυσταλλικής φάσης (~6%) (KANTIRANIS et al. 1998, 1999). Η παρουσία της μη κρυσταλλικής φάσης οφείλονται στην απότομη ψύξη των δοκιμίων.

Σ' αυτή την εργασία γίνεται ποιοτική αξιολόγηση της ασβέστου και υδρασβέστου που παράγεται από την ασβεστοποίηση του ασβεστόλιθου του Αγίου Παντελεήμονα Φλώρινας, για χρήση τους στην κατεργασία νερού. Για την αξιολόγηση χρησιμοποιείται ως βάση το Γερμανικό πρότυπο DIN 19611 "High-calcium lime for use in water treatment" και το οποίο αναφέρεται στην κατεργασία νερού για ποικίλες χρήσεις (πόσιμο, πισίνες και βιομηχανικό).

### Υλικά, μέθοδοι έρευνας και αποτελέσματα

Αντιπροσωπευτικά δείγματα του ανακρυσταλλωμένου ασβεστόλιθου μεγέθους περίπου 3 cm που προερχόμενα από λατομείο αδρανών στη θέση Μεγάλη Μύτη του Αγίου Παντελεήμονα (Σχ. 1), ασβεστοποιήθηκαν πλήρως σε θερμοκρασία 1050 °C. Ο χρόνος παραμονής στη θερμοκρασία ασβεστοποίησης ήταν 60 min, ενώ ο χρόνος προθέρμανσης ήταν 120 min. Ο ρυθμός θέρμανσης μέχρι την επίτευξη της θερμοκρασίας ασβεστοποίησης ήταν 8,75 °C/min, ενώ ο ρυθμός ψύξης ήταν 5 °C/min.



Σχήμα 1. Γεωλογικός χάρτης της περιοχής Πετρών-Βεγορίτιδος (Παυλίδης 1985).

Figure 1. Geological map of the Petron-Vegoritida area (ΠΑΥΛΙΔΗΣ 1985).



Οι ασβεστοποιήσεις πραγματοποιήθηκαν σε ηλεκτρικό φούρνο τύπου Multitherm N11/HR ελεγχόμενης ακρίβειας  $\pm 2^\circ\text{C}$ .

Η άσβεστος που παράχθηκε κονιοποιήθηκε πλήρως σε μορφή αναφούς σκόνης και μέρος της ενυδατώθηκε για την παραγωγή υδρασβέστου. Έλεγχος της ορυκτολογικής σύστασης της ασβέστου και υδρασβέστου έγινε με τη μέθοδο περιθλασιμετρίας ακτίνων-Χ (XRD). Η παρασκευή της υδρασβέστου έγινε σύμφωνα με τη μεθοδολογία που περιγράφεται στο DIN 19611 (1983) και στο NATIONAL LIME ASSOCIATION (1995). Η ποιοτική αξιολόγηση της ασβέστου και υδρασβέστου για χρήση στην κατεργασία νερού, έγινε σύμφωνα με τα κριτήρια του DIN 19611. Στους Πίνακες 1 και 2 δίνονται τα αποτελέσματα των προσδιορισμών για την άσβεστο και υδράσβεστο, καθώς και οι προδιαγραφές που θέτει το πρότυπο DIN 19611.

**Πίνακας 1.** Κονιοποιημένη υψηλού-ασβεστίου άσβεστος του Αγίου Παντελεήμονα Φλώρινας  
**Table 1.** Pulverized high-calcium lime of Agios Panteleimonas, Florina

Criterion / Κριτήρια	Άσβεστος Αγίου Παντελεήμονα	Προδιαγραφή DIN 19611
Appearance of the aqueous solution / Εμφάνιση του υδατικού διαλύματος	άχρωμο	άχρωμο
Neutralization equivalent ( $\text{OH}^-$ ) of the water soluble constituent / Ισοδύναμο εξουδετέρωσης ( $\text{OH}^-$ ) των υδατοδιαλυτών συστατικών, (mol/kg)	29,9	$\geq 28,5$
Proportion by mass of magnesium ( $\text{Mg}^{2+}$ ) / Αναλογία κατά μάζα μαγνησίου ( $\text{Mg}^{2+}$ ) (g/kg)	9,1	$\Theta 15$
Proportion by mass of sulfate ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) / Αναλογία κατά μάζα θειικών ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), (g/kg)	0,5	$\Theta 10$
Proportion by mass of water-soluble CaO / Αναλογία κατά μάζα υδατοδιαλυτού CaO (Ενεργό ποσοστό οξειδίου του ασβεστίου), (%)	84	$\geq 80$
Residue remaining on 0.63 sieve (dry sieving-wire cloth media) / Υπόλοιπο κατακράτησης σε υφασμάτινο κόσκινο βροχίδας 0,63 mm (ξηρό κοσκίνισμα), (g/kg)	-	μη εφαρμόσιμο
Residue remaining on 0.1 sieve (wet sieving-wire cloth media) / Υπόλοιπο κατακράτησης σε υφασμάτινο κόσκινο βροχίδας 0,1 mm (υγρό κοσκίνισμα), (g/kg).	15	$\leq 30$

**Πίνακας 2.** Υψηλού-ασβεστίου υδράσβεστος του Αγίου Παντελεήμονα Φλώρινας  
**Table 2.** Hydrated high-calcium lime of Agios Panteleimonas, Florina

Criterion / Κριτήρια	Υδράσβεστος Αγίου Παντελεήμονα	Προδιαγραφή DIN 19611
Appearance of the aqueous solution / Εμφάνιση του υδατικού διαλύματος	άχρωμο	άχρωμο
Neutralization equivalent (OH-) of the water soluble constituent / Ισοδύναμο εξουδετέρωσης (OH-) των υδατοδιαλυτών συστατικών, (mol/kg)	25,0	≥ 22,7
Proportion by mass of magnesium (Mg <sup>2+</sup> ) / Αναλογία κατά μάζα μαγνησίου (Mg <sup>2+</sup> ), (g/kg)	7,6	≤ 12
Proportion by mass of sulfate (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) / Αναλογία κατά μάζα θειικών (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ), (g/kg)	0,4	≤ 8
Proportion by mass of water-soluble Ca(OH) <sub>2</sub> / Αναλογία κατά μάζα υδατοδιαλυτού Ca(OH) <sub>2</sub> (Ενεργό ποσοστό υδροξειδίου του ασβεστίου), (%)	92	≥ 84
Residue remaining on 0.63 sieve (dry sieving-wire cloth media) / Υπόλοιπο κατακράτησης σε υφασμάτινο κόσκινο βροχίδας 0,63 mm (ξηρό κοσκίνισμα), (g/kg).	0	0
Residue remaining on 0.1 sieve (wet sieving-wire cloth media) / Υπόλοιπο κατακράτησης σε υφασμάτινο κόσκινο βροχίδας 0,1 mm (υγρό κοσκίνισμα), (g/kg).	12	≤ 24

### Συζήτηση και συμπεράσματα

Από την ασβεστοποίηση του κρυσταλλικού ασβεστόλιθου του Αγίου Παντελεήμονα Φλώρινας προκύπτει η ενεργή μορφή του, η άσβεστος (κονιοποιημένη υψηλού-ασβεστίου άσβεστος) και στην συνέχεια η ενυδατωμένη μορφή του, η υδράσβεστος (ενυδατωμένη υψηλού-ασβεστίου άσβεστος). Η άσβεστος και η υδράσβεστος του ασβεστόλιθου του Αγίου Παντελεήμονα πληρούν τις προδιαγραφές των κριτηρίων που προβλέπονται στο πρότυπο ποιότητας DIN 19611 για χρήση στην κατεργασία νερού. Ειδικότερα, οι αναλογίες των Mg<sup>2+</sup> και SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> στην άσβεστο και υδράσβεστο εμφανίζονται ιδιαίτερα χαμηλές. Αυτό σχετίζεται κυρίως με την περιεκτικότητα σε ίχνη του δολομίτη και του σιδηροπυρίτη στον αρχικό κρυσταλλικό ασβεστόλιθο και την περιεκτικότητα σε ίχνη του περικλάστου στο ασβεστοποιημένο υλικό. Οι αυξημένες τιμές του ενεργού ποσοστού του CaO στην άσβεστο και του Ca(OH)<sub>2</sub> στην υδράσβεστο, σχετίζονται κυρίως με την υψηλή περιεκτικότητα του ασβεστίτη (~96%) στον αρχικό ασβεστόλιθο και της ασβέστου (98%) στον ασβεστοποιημένο στους 1050 °C ασβεστόλιθο.

Ο ΟΑΤΕΣ (1998) διαχωρίζει την υψηλού-ασβεστίου άσβεστο για κατεργασία νερού σε τρεις τύπους ανάλογα με το περιεχόμενο % υδατοδιαλυτού CaO: Τύπος 1 ( $\geq 87$ ), τύπος 2 ( $\geq 84$ ) και τύπος 3 ( $\geq 80$ ). Επίσης, διαχωρίζει την υψηλού-ασβεστίου υδράσβεστο για κατεργασία νερού σε τρεις τύπους ανάλογα με το περιεχόμενο % υδατοδιαλυτού  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ : Τύπος 1 ( $\geq 92$ ), τύπος 2 ( $\geq 87$ ) και τύπος 3 ( $\geq 83$ ). Σύμφωνα με τους Πίν. 1 και 2 η άσβεστος του Αγίου Παντελεήμονα μπορεί να καταταχθεί ως τύπος 2, ενώ η υδράσβεστος ως τύπος 1.

Ο ΟΑΤΕΣ (1998) για τους παραπάνω τρεις τύπους ασβέστου προτείνει ανώτατα όρια για τα εξής οξειδία:  $\text{SiO}_2$  (2,0-4,0 wt%),  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (0,5-2,0 wt%),  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (0,5-1,5 wt%) και  $\text{MnO}_2$  (0,15-0,4 wt%). Η άσβεστος του Αγίου Παντελεήμονα πληρεί τα όρια του ΟΑΤΕΣ (1998) ως προς τα οξειδία αυτά:  $\text{SiO}_2=1,13\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3=0,39\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3=0,04\%$  και  $\text{MnO}_2 < 0,01\%$  (ΚΑΝΤΗΡΑΝΗΣ 1998). Επίσης, ο ΟΑΤΕΣ (1998) προτείνει ανώτατα όρια για την υψηλού-ασβεστίου άσβεστο στην κατεργασία νερού για τα ιχνοστοιχεία: Sb, As, Cd, Cr, Pb, Hg, Ni και Se. Η περιεκτικότητα των ιχνοστοιχείων της ασβέστου του Αγίου Παντελεήμονα, καθώς και η συνεισφορά της σε ιχνοστοιχεία κατά την κατεργασία νερού που προορίζεται για πόσιμο, αλλά και η σύγκριση με τα Ελληνικά πρότυπα ποιότητας γλυκών νερών για υδροληψία πόσιμου νερού (Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. 1995) θα μελετηθούν μελλοντικά.

Η εμφάνιση του υδατικού διαλύματος της υψηλού-ασβεστίου ασβέστου και υδρασβέστου του Αγίου Παντελεήμονα είναι άχρωμη όπως προϋποθέτει και το πρότυπο ποιότητας DIN 19611. Επίσης, οι λοιπές προδιαγραφές του προτύπου ικανοποιούνται τόσο στην άσβεστο όσο και στην υδράσβεστο. Ιδιαίτερη σημασία έχει το ενεργό ποσοστό του CaO και του  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  το οποίο αποτελεί ουσιαστικά και τον δείκτη της δραστικότητας μιας ασβέστου ή υδρασβέστου κατά την κατεργασία νερού. Οι τιμές αυτές και για τα δύο προϊόντα είναι αισθητά υψηλές, σύμφωνα με το πρότυπο DIN 19611.

### Ευχαριστίες

Ο υποψήφιος διδάκτορας κ. Ν. Καντηράνης ευχαριστεί θερμά το Ίδρυμα Κρατικών Υποτροφιών για την υποστήριξη των σπουδών του.

### Βιβλιογραφία

- BOYNTON R.S. (1980). Chemistry and Technology of Limestone. Wiley & Sons, New York, p. 577.
- DIN 19611 (1983). High-calcium lime for use in water treatment p. 7.
- GUTSCHICK K.A.\* (1995). Lime and Limestone. In: Howe-Grant M. (Ed.), Encyclopedia of Chemical Technology. Wiley & Sons, New York, vol. 15, 319-359.
- HARBEN P.W. (1992). The Industrial Minerals Handybook. Industrial Minerals Division, Metal Bulletin PLC, London, p. 148.
- KANTHPANHS N. (1998). Πετρολογική, γεωχημική και τεχνολογική μελέτη των Ιου-



- ρασιικών ανθρακικών πετρωμάτων Αγίου Παντελεήμονα Φλώρινας. Τμήμα Γεωλογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Διατριβή Ειδίκευσης, σελ. 69.
- KANTIRANIS N., FILIPPIDIS A., TSIRAMBIDES A., CHRISTARAS V. & KASSOLI-FOURNARAKI A. (1998). Volatilization of arsenic during calcination of crystalline limestone from Agios Panteleimonas, Florina, Macedonia, Greece. Proc. 4th Intern. Conf. on Environmental Pollution-Toxic Metals, Thessaloniki, 73-78.
- KANTIRANIS N., TSIRAMBIDES A., FILIPPIDIS A. & CHRISTARAS, V. (1999). Technological characteristics of the calcined limestone from Agios Panteleimonas, Macedonia, Greece. Materials and Structures, 32, 546-551.
- LOUGHBROUGH R. (1994). European burnt lime. Environment shows promise for a mature market. Industrial Minerals, 5, 27-37.
- MILLER M. M. (1997). Lime. U.S. Geological Survey, Minerals Information, p. 16.
- National Lime Association (1995). Lime - Handling, Application and Storage. National Lime Association, Arlington, Va. Bulletin 213, p. 109.
- OATES J. A. H. (1998). Lime and limestone. Chemistry and technology, production and uses. Wiley-VCH, Weinheim, Germany, p. 455.
- ΠΑΥΛΙΔΗΣ Σ. (1985). Νεοτεκτονική εξέλιξη της λεκάνης Φλώρινας – Βεγορίτιδας – Πτολεμαΐδας (Δ. Μακεδονία). Τμήμα Γεωλογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Διδακτορική Διατριβή, σ. 265.
- ΠΕΝΤΑΡΑΚΗΣ Ε. (1981). Συνοπτική θεώρηση των δυνατοτήτων και των εφαρμογών του ασβεστόλιθου και της ασβέστου. Η σημερινή κατάσταση και οι δυνατότητες για την Ελλάδα. Ορυκτός Πλούτος 11, 23-44.
- Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. (1995). Περιβάλλον - Νομοθεσία. ΚΥΑ 46399/4352/86 (ΦΕΚ 438B/3-7-86). ΔΙ.ΠΕ.ΧΩ. Κεντρικής Μακεδονίας. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη, 105-121.