

Επιπτώσεις της εξορυκτικής δραστηριότητας των μεταλλείων βωξίτη στα υδρο-γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά των δασικών οικοσυστημάτων του ορεινού όγκου της Γκιώνας

A. Μερτζάνης¹, A. Παπαδόπουλος¹ και F. Marabini²

¹T.E.I. Λαμίας, Παράρτημα Καρπενησίου, Τμήμα Δασοπονίας, 361 00 Καρπενήσι

²National Research Council, ISMAR, 101 P. Gobetti str., 401 29 Bologna, Italy

Περίληψη

Στα πλαίσια της εργασίας αυτής εντοπίζονται και χαρτογραφούνται οι θέσεις καθώς και οι χρησιμοποιούμενες μέθοδοι και τεχνικές εξόρυξης βωξίτη στην βορειοανατολική πλευρά του ορεινού όγκου της Γκιώνας και ειδικότερα στην περιοχή που αναπτύσσεται μεταξύ Καλοσκοπής-Καστελλίου και Γραβιάς. Καταγράφεται η κατάσταση του περιβάλλοντος στην εγγύς περιοχή των μεταλλείων βωξίτη και προσδιορίζονται οι επιπτώσεις που έχει υποστεί το φυσικό περιβάλλον, και ειδικότερα τα υδρο-γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά των δασικών οικοσυστημάτων της ερευνηθείσας περιοχής από τις διάφορες μεθόδους που εφαρμόζονται κατά τη διάρκεια της λειτουργίας της εξορυκτικής δραστηριότητας και μετά την παύση της.

Λέξεις κλειδιά: Βωξίτης, γεωμορφολογία, εξορυκτική δραστηριότητα, περιβάλλον.

Εισαγωγή

Η περιοχή της βορειοανατολικής Γκιώνας στη Φωκίδα, από την οποία εξορύσσεται το μέταλλευμα του βωξίτη, κατατάσσεται μεταξύ των αξιολογότερων της χώρας, ως προς τα κοιτάσματα του είδους. Η εκμετάλλευση των κοιτασμάτων αυτών άρχισε προπολεμικά, περί το έτος 1930, ενώ παρουσιάστηκε εντυπωσιακή έξαρση κατά τη 10ετία του '60. Σήμερα το μεγαλύτερο ποσοστό του εξορυσσόμενου μεταλλεύματος διακινείται κυρίως από τις εγκαταστάσεις της Ιτέας και διοχετεύεται στο εργοστάσιο Αλουμίνας της PECHINEY, στο Δίστομο Βοιωτίας.

Τα στοιχεία της έρευνας αφορούν στις μεταβολές που έχει υποστεί το φυσικό περιβάλλον και ειδικότερα τα υδρο-γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής, τόσο κατά τη διάρκεια όσο και μετά το πέρας της εκμετάλλευσης των κοιτασμάτων βωξίτη, στα πολυάριθμα μεταλλεία της βορειοανατολικής Γκιώνας. Τα σημαντικότερα προβλήματα προκύπτουν από την επιβάρυνση που προκαλείται στο περιβάλλον της περιοχής έρευνας, με την εφαρμογή της επιφανειακής μεθόδου εξόρυξης, η οποία καταλαμβάνει εκτεταμένα τμήματα δασών και δασικών εκτάσεων και έχει οδηγήσει στην διαμόρφωση πυκνού ιστού εναλλασσόμενων εκσκαφών και εναποθέσεων "στείρων" υλικών, καθώς και πυκνού οδικού δικτύου προσπέλασης των μεταλλείων.

επωθημένη σειρά της Ανατολικής Ελλάδος. Η ζώνη Παρνασσού – Γκιώνας αποτελεί νηριτική ανθρακική ακολουθία (ανώτ. Τριαδικό – ανώτ. Κρητιδικό), η οποία κλείνει με φλύσχη (Hώκαινο). Η νηριτική αυτή ακολουθία δεν είναι συνεχής, αλλά διακόπτεται από ένα αριθμό βωξιτικών οριζόντων, από τους οποίους κυριότεροι, ως προς τη μέχρι σήμερα μεταλλευτική αξιοποίηση, είναι δύο: α) ο "ανώτερος" και β) ο "κατώτερος" (Ι.Γ.Μ.Ε. 1960). Επίσης, στην περιοχή εμφανίζονται πλειστοκαινικές χειμαρρώδεις αποθέσεις στη λεκάνη του Μπράλλου και τεταρτογενείς αποθέσεις, στις οποίες περιλαμβάνονται τα πλευρικά κορήματα και οι κώνοι κορημάτων.

Ο βωξίτης αποτελεί προϊόν αποσάθρωσης-διάβρωσης ανθρακικών πετρωμάτων, πλούσιων σε Al, με ταυτόχρονη απόπλυση του CaCO₃, ή λατεριτικής αποσάθρωσης-διάβρωσης πυριγενών πετρωμάτων, κυρίως οφιολίθων ή και μεταμορφωμένων.

Η ορυκτολογική και χημική σύστασή του καθώς και οι φυσικές του ιδιότητες ποικίλουν. Τα βασικά ορυκτά του βωξίτη είναι: βαιμίτης, διάσπορο, υδραργιλίτης, τα οποία συνιστούν την κύρια παραγένεση. Τα κύρια οξείδια, από τα οποία συνίσταται ο βωξίτης, είναι: Al₂O₃, Fe₂O₃, SiO₂ και TiO₂. Η μέση χημική σύσταση των βωξιτών του ανώτερου οριζόντα, της ζώνης Παρνασσού-Γκιώνας είναι: Al₂O₃ (55-65%), Fe₂O₃ (2-25%), SiO₂ (1,2-25%) και TiO₂ (2-2,5%). Επίσης, έχει διαπιστωθεί η παρουσία των παρακάτω ιχνοστοιχείων: Ga, Ge, V, U, Th, La, Ce, Zr, Y, Nb, Nd, Ni, Cr, Zn, Pb, Cu, Mn, Sr, Co, B, Be, Sm, Au, Ag, κ.ά., από τα οποία τα πρώτα οκτώ απαντούν σε ενδιαφέρουσες συγκεντρώσεις (Παπασταύρου 1986). Ειδικότερα σε ότι αφορά στα στοιχεία Ni, Cr, V, Mn, Cu, Ga οι τιμές στους ελληνικούς βωξίτες κυμαίνονται αντίστοιχα από 81-1.300, 73-2.430, 125-3.100, 25-1.117, 9-76 και 24-102 ppm (Ochenkuhn and Parissakis 1977).

Η εξόρυξη των κοιτασμάτων βωξίτη στην περιοχή έρευνας γίνεται: α) επιφανειακά, με τη "μέθοδο των ορθών βαθμίδων", κατά την οποία αποκαλύπτεται το κοίτασμα, διαμορφώνονται κάθετα ή κλιμακωτά μέτωπα εξόρυξης μέχρι την επιφάνεια του κοιτάσματος και ταυτόχρονα απομακρύνονται τα "στείρα" υλικά, β) υπόγεια, με τη "μέθοδο θαλάμων και στύλων", κατά την οποία διανοίγονται στοές για την προσπέλαση και απόληψη του κοιτάσματος, και γ) με συνδυασμό των προηγούμενων μεθόδων. Το βασικό κριτήριο για την επιλογή της μεθόδου εξόρυξης είναι οικονομικής φύσης και προσδιορίζεται από τον λόγο: $\lambda = \text{Όγκος στείρων (κ.μ.)} / \text{Βάρος βωξίτη (τον.)}$. Στην περίπτωση κατά την οποία το $\lambda < 5$, κρίνεται οικονομικά συμφέρουσα η επιφανειακή εξόρυξη, ενώ όταν το $\lambda > 5-6$, κρίνεται συμφέρουσα η υπόγεια εξόρυξη. Σήμερα, με την εφαρμογή της περιβαλλοντικής νομοθεσίας (Ν. 998/79 και Ν. 1650/86), μεταξύ των κριτηρίων για την επιλογή της μεθόδου εξόρυξης περιλαμβάνονται και αυξημένης βαρύτητας κριτήρια, σχετικά με την προστασία του περιβάλλοντος καθώς η αποκατάσταση των μεταλλευτικών χώρων είναι επιβεβλημένη.

Κλιματικές συνθήκες

Το μέσο ετήσιο ύψος βροχής στην περιοχή μελέτης είναι υψηλό και κυμαίνεται από 890 έως 1.600 χλστ. Αναλυτικότερα το μέσο ετήσιο ύψος βροχής στους μετεωρολογικούς σταθμούς Λιδορικού, Γραβιάς και Καλοσκοπής φθάνει αντίστοιχα τα 957, 890 και 1.232 χλστ. ενώ στις κορυφές της Γκιώνας κυμαίνεται από 1.400-1.600 χλστ. Ο μέσος ετήσιος αριθμός ημερών βροχής ανέρχεται σε 100 ημέρες (σταθμός Λιδορικού). Το μέγιστο ύψος βροχής 24ώρου, για τον ίδιο σταθμό είναι 123,8 χλστ. Χιονοπτώσεις παρατηρούνται την περίοδο Οκτωβρίου - Μαρτίου, με 17 ημέρες χιονιού/έτος στο σταθμό Καλοσκοπής και 7,5 ημέρες χιονιού/έτος στο σταθμό Γραβιάς.

Υδατικοί πόροι

Η επιφανειακή απορροή των υδάτων διαμορφώνει ένα διαφοροποιούμενο, ως προς την πυκνότητα, υδρογραφικό δίκτυο, ανάλογα με τη λιθολογία και την κλίση των πρανών. Συντίθεται από τα ρέματα Αποστολιάς, Μέγα και Στενό, τα οποία παρουσιάζουν έντονη χειμαρρική δράση κατά τους ομβροφόρους μήνες, με κύρια κατεύθυνση ανάπτυξης προς τα Β.Α. στα ορεινά, η οποία μεταβάλλεται σε Ν.Α. στο χαμηλό πεδινό τμήμα στην περιοχή των Καστελλίων και Γραβιάς και καταλήγει στον ποταμό Κηφισό, ο οποίος εκφορτίζεται στη λίμνη Υλίκη. Η κατείδυση στις καρστικοποιημένες ασβεστολιθικές μάζες που παρουσιάζουν και την μεγαλύτερη εξάπλωση στην περιοχή έρευνας είναι υψηλή, της τάξης του 60-80%, και για το λόγο αυτό τα μόνιμα επιφανειακά ρέοντα νερά είναι λίγα. Η υπόγεια υδροφορία είναι βαθιά και στο μεγαλύτερο μέρος της παραμένει αναξιοποίητη.

Βλάστηση

Η βλάστηση της περιοχής έρευνας διαφοροποιείται σύμφωνα με τις επάλληλες υψομετρικές ζώνες, οι οποίες ακολουθούν το ανάγλυφο, ενώ σημαντική είναι η συρρίκνωσή της σε σχέση με το παρελθόν (προ του 1960) λόγω των έντονων ανθρωπογενών επεμβάσεων (εξορύξεις βωξίτη, υλοτομία, βοσκή και πυρκαγιές). Σε υψόμετρα μεγαλύτερα των 800 μέτρων απαντάται η ζώνη της ελάτης (*Abies cephalonica*), η οποία παρουσιάζει σημαντική εξάπλωση στην περιοχή, ενώ σε υψόμετρα κάτω των 700-800 μέτρων απαντώνται πρινώνες (με κυρίαρχο είδος την *Quercus coccifera*) με σποραδική εμφάνιση φυλλοβόλων δρυών. Στις θέσεις στις οποίες παρουσιάζεται μόνιμη επιφανειακή υδροφορία (ρέματα, πηγές), αναπτύσσονται είδη όπως ο πλάτανος, η ιτιά κτλ.

Η βλάστηση στα μέτωπα εξόρυξης και στις εναποθέσεις των "στείρων" υλικών δεν ξεπερνάει σε ποσοστό κάλυψης το 3%, με εξαίρεση τις θέσεις στις οποίες έχουν εφαρμοστεί επιτυχώς διαδικασίες αποκατάστασης των μεταλλείων. Ειδικότερα, στις εναποθέσεις των "στείρων", η αποκατάσταση γίνεται με την φύτευση κυρίως ακακίας και σπάρτου.

Επιπτώσεις στο περιβάλλον

Η εξορυκτική δραστηριότητα βωξίτη στην περιοχή έρευνας αποτελεί, σε συνδυασμό με τις δασικές πυρκαγιές, την παράνομη υλοτομία και τη βόσκηση, τη σημαντικότερη από τις πιέσεις που δέχονται τα οικοσυστήματα της βορειοανατολικής Γκιώνας. Ο τρόπος με τον οποίο πραγματοποιήθηκε μέχρι σήμερα η εξόρυξη του βωξίτη, με πλημμελή σχεδιασμό και με κυρίαρχη την επιφανειακή μέθοδο εκμετάλλευσης των κοιτασμάτων, οδήγησε στη δημιουργία μιας ιδιόμορφης ενότητας περιβάλλοντος, η οποία εκτείνεται και καταλαμβάνει σημαντικά τμήματα δασών και δασικών εκτάσεων και αποτελείται από εναλλασσόμενες εκσκαφές (νταμάρια), αποθέσεις "στείρων" υλικών και πυκνό δίκτυο οδών προσπέλασης των μεταλλείων.

Αναλυτικότερα, οι κυριότερες επιπτώσεις (αναστρέψιμες ή μη) που έχουν προκληθεί στο φυσικό περιβάλλον της περιοχής έρευνας από την εξορυκτική δραστηριότητα βωξίτη και ιδιαίτερα από τις επιφανειακές εκμεταλλεύσεις, αναφέρονται στη συνέχεια και είναι:

α) *Μεταβολές στα γεωλογικά - υδρογεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής* εξαιτίας της δημιουργίας τεχνητών κοιλοτήτων, εξάρσεων από την εναπόθεση των "στείρων" υλικών και από την διάνοιξη πυκνού οδικού δικτύου προσπέλασης, οι οποίες αντιπροσωπεύονται κυρίως από τη διαταραχή της μορφολογίας του αναγλύφου, τις αλλαγές στο καθεστώς διάβρωσης-απόθεσης του εδάφους, τη δημιουργία επίκτητων ασταθών καταστάσεων εδάφους

ή αλλαγών στη γεωλογική διάταξη των πετρωμάτων, καθώς και τις διασπάσεις, μετατοπίσεις, συμπίεσεις, ή υπερκαλύψεις του επιφανειακού στρώματος του εδάφους και των γεωλογικών σχηματισμών (Βαβίζος και Μερτζάνης 2003). β) *Μεταβολές στα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα*, που αντιστοιχούν στη διαφοροποίηση της πορείας ή κατεύθυνσης κίνησής τους, της ποιότητας και ποσότητάς τους, καθώς και στις αλλαγές του ρυθμού απορρόφησης των επιφανειακών υδάτων και των οδών αποστράγγισης ή του ρυθμού και της ποσότητας έκπλυσης του εδάφους (Καμινάρη και συν. 1989). γ) *Αλλοίωση του τοπίου* της βορειοανατολικής Γκιώνας, λόγω της διαφοροποίησης της φυσιογνωμίας του ανάγλυφου και της δημιουργίας οπτικών αλλαγών, από την καταστροφή των φυσικών στοιχείων του (βλάστηση, έδαφος, βραχώδεις σχηματισμοί). Η καταστροφή των φυσικών στοιχείων συνοδεύεται από την εξαφάνιση των οπτικών χαρακτηριστικών του φυσικού τοπίου (γραμμές, υφή, χρώμα) και την αντικατάστασή τους από νέους ανθρωπογενείς οπτικούς χαρακτήρες, με έντονα χρώματα, γεωμετρικές γραμμές και σχήματα, διαφοροποιημένη υφή και μεγέθη που κυριαρχούν στο τοπίο, λόγω της αφαίρεσης όγκου από τον χώρο του ορύγματος και της εναπόθεσης των "στείρων" υλικών σε σωρούς προς τα κατόντη (Μπρόφας 1987). δ) *Μεταβολές στην ποιότητα αέρα*, που οφείλονται στη δημιουργία σκόνης, την εκπομπή καυσαερίων από τα βαρέα οχήματα διακίνησης του μεταλλεύματος και των "στείρων" υλικών καθώς και κατά τη διαδικασία της εξόρυξης του βωξίτη (εκσκαφές, διατρήσεις, εκρήξεις) και οι οποίες είναι δυνατόν να δημιουργήσουν προβλήματα στην υγεία των εργαζόμενων που εκτίθενται συστηματικά σε αυτά (Crounse et al. 1983). ε) *Μεταβολές στο μικροκλίμα*, που οφείλονται στις ακάλυπτες επιφάνειες των μετώπων εξόρυξης και των αποθέσεων των στείρων υλικών, οι οποίες λειτουργούν ως συλλέκτες θερμότητας, με αποτέλεσμα την εμφάνιση υψηλών θερμοκρασιών, ιδιαίτερα κατά τις μεσημβρινές ώρες της θερινής περιόδου. Στο φαινόμενο αυτό αποδίδεται και η ξήρανση φυταρίων ελάτης, σε μεταλλείο της Γκιώνας (Μπρόφας 1989). στ) *Πρόκληση θορύβου και δονήσεων* εξ αιτίας των εκρήξεων και των εξορυκτικών διαδικασιών από τις οποίες παράγεται θόρυβος και ζ) *Μεταβολές στη χλωρίδα και πανίδα* με σημαντικότερη τη συρρίκνωση δασών, δασικών εκτάσεων και βοσκοτόπων, λόγω της δημιουργίας διαδοχικών κενών βλάστησης από τις εκσκαφές και την εναπόθεση των "στείρων" υλικών (Αδαμακόπουλος και συν. 1988). Σημαντικό στοιχείο αποτελεί η εξαφάνιση των πολλαπλών λειτουργιών που ασκούσε το δάσος, το οποίο αποψιλώθηκε (π.χ. παραγωγή ξύλου και δευτερογενών καρπώσεων, αντιδιαβρωτική προστασία του εδάφους και ρύθμιση της υδατικής οικονομίας, παροχή τροφής και καταφυγίου στα άγρια ζώα και πτηνά, κλιματική ρύθμιση και αισθητική) (Μπρόφας 1987).

Παράλληλα με την εξορυκτική δραστηριότητα, οι αλληπάλληλες πυρκαγιές επιδείνωσαν τις αρνητικές συνέπειες για την πανίδα της περιοχής, αφού εξαφανίστηκαν θέσεις φωλιάσματος και τροφοληψίας για πολλά είδη, παρασύροντας μαζί τους και τα είδη αυτά, με αποτέλεσμα και τον περιορισμό των ειδών της πανίδας.

Μεταβολές στη γεωμορφολογική δομή και τις υδρο-γεωμορφολογικές διεργασίες

Οι μεταβολές στη γεωλογική - γεωμορφολογική δομή και τις υδρο-γεωμορφολογικές διεργασίες της περιοχής έρευνας οφείλονται κυρίως στην εφαρμογή της επιφανειακής μεθόδου εκμετάλλευσης των κοιτασμάτων βωξίτη και ειδικότερα αποδίδονται στην τεχνητή διαμόρφωση μεγάλου ύψους μετώπων (νταμαριών) και ογκωδών εξάρσεων από την εναπόθεση των "στείρων" υλικών εκσκαφής, καθώς και στη διάνοιξη πυκνού οδικού δικτύου προσπέλασης των μεταλλείων. Εκτιμάται ότι η επιφάνεια που καταλαμβάνουν τα "στείρα" υλικά είναι πολλαπλάσιου μεγέθους από την έκταση του "νταμαριού" και ξεπερνάει, κατά μέσο όρο, το μέγεθός του κατά 3,5 φορές.

Αναλυτικότερα, οι μεταβολές αυτές περιγράφονται στη συνέχεια, ενώ επισημαίνεται ότι, το μέγεθος, η διάρκεια και η δυνατότητα ανάταξης των μεταβολών (επιπτώσεων) αυτών βρίσκονται σε άμεση συνάρτηση με τη θέση και τις τοπικές παραμέτρους του περιβάλλοντος της περιοχής, στην οποία βρίσκεται χωροθετημένο το κάθε μεταλλείο, καθώς και με τα χαρακτηριστικά της εξόρυξης (μέγεθος εκσκαφών και μπαζών, μέθοδος εξόρυξης, κτλ.):

- *Διαφοροποίηση των φυσιολογικών χαρακτηριστικών απορροής των υδάτων.* Οι ισχυρές κλίσεις των εκσκαφών στα μέτωπα εξόρυξης και η απογύμνωση του εδάφους από τη βλάστηση έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση της ποσότητας και ταχύτητας της επιφανειακής απορροής των υδάτων και τον περιορισμό της κατείδυσης. Το αντίθετο φαινόμενο, δηλαδή αύξηση της κατείδυσης παρατηρείται στις τεχνητές κοιλάτιες και στις πλατείες των εξορύξεων, καθώς και στις εναποθέσεις των "στείρων" υλικών, ιδιαίτερα στις περιπτώσεις που καταλαμβάνουν μεγάλες εκτάσεις και η συμπύκνωση και κοκκομετρική τους σύσταση το επιτρέπει (Καμινάρη και συν. 1989, Παπασπύρου και Παπαπέτρου 1983).
- *Αύξηση των ρυθμών διάβρωσης του εδάφους.* Οι μεγάλοι μεγέθους εκσκαφές στα μέτωπα εξόρυξης με τεχνητή διαμόρφωση κατακόρυφων κλίσεων, της τάξης του 90%, σε σχέση με το προϋπάρχον ανάγλυφο και η απογύμνωση του εδάφους από τη βλάστηση, σε συνδυασμό με την κατασκευή του πυκνού δικτύου χωματόδρομων προσπέλασης με νέες κλίσεις οδοστρώματος (7-10%) και επιμήκη εκχώματα, έχουν προκαλέσει μεταβολές στην κατεύθυνση κίνησης και στις φυσιολογικές συνθήκες ροής των επιφανειακών υδάτων, που κινούνται στα ανάντη τμήματα των λεκανών, σύμφωνα με τις διεργασίες της υδροστρωματορροής και σε μικρής τάξης κλάδους του υδρογραφικού δικτύου. Κατά συνέπεια, τα επιφανειακά απορρέοντα ύδατα υποχρεώνονται να εγκαταλείψουν τη φυσιολογική τους διαδρομή εξαιτίας της συμπύκνωσης και αδιαβροχοποίησης του οδοστρώματος και ακολουθούν την κλίση του ή υπερχειλίζουν από τα επιχωματωμένα πρηνή, με αποτέλεσμα την ενίσχυση των φαινομένων της κατά βάθος - χαραδρωτικής και οπισθοδρομούσας διάβρωσης (Τσώχος 1997).
- *Αύξηση των επίκτητων φαινομένων εδαφικών θραύσεων και αστάθειας, στα ακάλυπτα από βλάστηση πρηνή των εναποθέσεων των "στείρων" υλικών.* Οι εκτεταμένες και μεγάλου ύψους αποθέσεις "στείρων" υλικών, οι οποίες έχουν διαμορφωθεί με αυξημένες κλίσεις πρηνών (περί το 70-90%) και χαμηλά εδαφομηχανικά χαρακτηριστικά, σε συνδυασμό με την απουσία πυκνής βλάστησης και ειδικών προστατευτικών έργων αυξάνουν την πιθανότητα δημιουργίας επίκτητων φαινομένων αστάθειας και διαβρώσεων (Mertzanis et al. 2004). Τα φαινόμενα αυτά έχουν περιορισμένη έκταση και αντιμετωπίζονται κυρίως με τη διαμόρφωση αναβαθμίδων και φύτευση των πρηνών των αποθέσεων.
- *Αύξηση της στερεοπαροχής, στους ποταμούς και χείμαρρους.* Η απόθεση των "στείρων" υλικών, σε θέσεις διαφορετικές από την αρχική και τα επιχωματωμένα πρηνή του πυκνού οδικού δικτύου προσπέλασης των μεταλλείων ευνοούν την ανάπτυξη επίκτητων διεργασιών διάβρωσης και την εκλεκτική μεταφορά των λεπτομερέστερων κοκκομετρικών κλασμάτων, κατάντη. Τα προϊόντα αυτά προκαλούν αύξηση των στερεοπαροχών στους υδάτινους αποδέκτες, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια ραγδαίων βροχοπτώσεων και οδηγούνται κατάντη, μέσα από το υδρογραφικό δίκτυο, όπου και αποτίθενται σε θέσεις όπου η μορφολογία το επιτρέπει. Αποτέλεσμα των διεργασιών αυτών είναι η σταδιακή ενίσχυση της συσσώρευσης ιζημάτων στην κοίτη του ποταμού Φωκικού Κηφισού, στην περιοχή μεταξύ κάτω Τιθορέας και Κάστρου, όπου για τους παραπάνω λόγους και για την αποφυγή πλημμυρών, διενεργούνται κατά θέσεις εκβαθύνσεις στην κοίτη του (Καμινάρη και συν. 1989), ενώ ταυτόχρονα δεν αποκλείονται μεταβολές της σύστασης των καλλιεργούμενων εδαφών των προαναφερόμενων περιοχών (Αδαμακόπουλος και συν. 1988).
- *Απόφραξη της κοίτης χειμάρρων.* Η απόθεση των "στείρων" υλικών εντός της κοίτης ροής των χειμάρρων διακόπτει την φυσιολογική απορροή των υδάτων και σε πολλές περιπτώσεις οδηγεί στη δημιουργία μικρών, περιστασιακών λιμνών. Χαρακτηριστικό είναι το

παράδειγμα της απόθεσης ογκώδους σωρού "στείρων" υλικών εντός της κοίτης του ρέματος Κρανόρρεμα.

Συμπεράσματα

Η διατάραξη της μορφολογίας του ανάγλυφου καθώς και των γεωλογικών-υδρογεωμορφολογικών χαρακτηριστικών της βορειοανατολικής Γκιώνας από τις εξορυκτικές δραστηριότητες βωξίτη είναι αναπόφευκτη. Η εξάπλωση, το μέγεθος, η διάρκεια και η δυνατότητα ανάταξης επιπτώσεων στο περιβάλλον και ιδιαίτερα στα υδρογεωμορφολογικά χαρακτηριστικά βρίσκονται σε άμεση συνάρτηση: α) με τη θέση και τις τοπικές περιβαλλοντικές συνθήκες που αναπτύσσονται στην περιοχή, στην οποία βρίσκεται χωροθετημένο το κάθε μεταλλείο και β) με τα χαρακτηριστικά της εξόρυξης που συνίστανται κυρίως από το μέγεθος των εκσκαφών και μπαζών, την εφαρμοζόμενη μέθοδο εξόρυξης και τον τρόπο διαμόρφωσης εναποθέσεων των "στείρων" υλικών. Μεταξύ των εφαρμοζόμενων μεθόδων εκμετάλλευσης των κοιτασμάτων βωξίτη, σημαντικότερη είναι η επιβάρυνση που προκαλείται στο περιβάλλον της περιοχής έρευνας από την επιφανειακή μέθοδο εξόρυξης, η οποία εκτείνεται και καταλαμβάνει σημαντικά τμήματα δασών και δασικών εκτάσεων και αποτελείται από εναλλασσόμενες εκσκαφές με μέτωπα μεγάλου ύψους, ογκώδεις εναποθέσεις "στείρων" υλικών από την αποκάλυψη του κοιτάσματος και πυκνό δίκτυο οδών προσπέλασης των μεταλλείων.

Βιβλιογραφία

- Αδαμακόπουλος, Τ., Γ. Σφήκας και Β. Χατζηβαρσάνης. 1988. Αξιολόγηση και διαχείριση του οικοσυστήματος της Γκιώνας. Κίνηση Προστασίας Εθνικών Δρυμών, σελ. 94.
- Βαβίζος, Γ. και Α. Μερτζάνης. 2003. Περιβάλλον - Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων. Αθήνα. Εκδόσεις Παπασωτηρίου, σελ. 342.
- Crounse, R.G., W.J. Pories, J.T. Bray and R.L. Mauger. 1983. Geochemistry and Man: Health and Disease, 1. Essential elements. 2. Elements possibly essential, Those toxic and Others, in: Applied Environmental Geochemistry, ed. I. Thorton, Academic Press. London, 267-333.
- Ι.Γ.Μ.Ε. 1960. Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδος. Φύλλο Χάρτου Άμφισσα.
- Καμινάρη, Μ., Α. Μερτζάνης και Ρ. Κωνσταντινίδου. 1989. Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τις εξορυκτικές δραστηριότητες στον ορεινό όγκο της Γκιώνας. Συνέδριο Περιβαλλοντικής Επιστήμης και Τεχνολογίας. 4-7 Σεπτεμβρίου, Μυτιλήνη.
- Mertzanis, A., A. Papadopoulos and A. Pantera. 2004. Acquired instability effects of the landforms, in artificially modulated banks of excavations and bankfills, along the road Thermopylae–Nafpaktos, in the area between Damasta-Skamnos (Ftiotida-Greece). International Conference “Eco-Engineering: The use of vegetation to improve slope stability”, 13-17 September, Thessaloniki, Greece.
- Μπρόφας, Γ. 1987. Έρευνα για την αποκατάσταση του τοπίου στο λατομικό χώρο Πεντέλης. Δασική έρευνα, 149-186.
- Μπρόφας, Γ. 1989. Η αποκατάσταση πράσινου στα λατομεία. Συνέδριο ΓΕΩΤΕΕ, 12-13 Απριλίου. Αθήνα.
- Ochenkuhn, K.M. and G. Parissakis. 1977. Quantitative Untersuchungen von Bauxiten Zentralgriechenlands mittels atomabsorptions- Spektroskopie and Flammenatomemission, Microchimica acta, I: 447-457.
- Παπασπύρου, Δ. και Π. Παπαπέτρου. 1983. έκθεση για παροχή πληροφοριών για την αντιμετώπιση προβλημάτων, μεταξύ της ΑΕΜ “ΒΩΞΙΤΑΙ ΠΑΡΝΑΣΣΟΥ” και της “Κοινότητας Καστελλίων Ν. Φωκίδας”. Αδημοσίευτη έκθεση Ι.Γ.Μ.Ε., σελ. 6.

- Παπασταύρου, Σ. 1986. Οι Ελληνικοί Βωξίτες. Έκδοση Ι.Γ.Μ.Ε, σελ. 53.
- Τσώχος, Γ. 1997. Περιβαλλοντική οδοποιία, Θεσσαλονίκη. University Studio Press, σελ. 270.

Impact of mining activity of bauxite mines on the hydro-geomorphologic characteristics of forest ecosystems of the mountainous volume of Ghiona

A. Mertzanis¹, A. Papadopoulos¹ and F. Marabini²

¹Technological Educational Institute of Lamia, Annex of Karpenisi, Department of Forestry, 361 00 Karpenisi, Greece

²National Research Council, ISMAR, 101 P. Gobetti str., 401 29 Bologna, Italy

Summary

In the framework of this study, the places as well as the methods and techniques of excavation of bauxite used in the north-eastern side of the mountainous volume of Ghiona and more specifically in the region between Kaloskopi- Kastelli and Gravia were located and mapped. The environmental situation in the region adjacent to the mines of bauxite is recorded and the impact to the natural environment and more specifically to the hydro-geomorphologic characteristics of forest ecosystems in the region under investigation from the various methods applied during the mining activity as well as after it is discussed.

Key words: Bauxite, environment, geomorphology, mining activity.