

HELECO '05

*5th International Exhibition & Conference on
Environmental Technology*

3-6 February 2005

Proceedings

Technical Chamber of Greece

Poster presentations

Environment: Methodological Managerial tools

E 54, CD file P-E 23, 10p.

ΜΕΡΤΖΑΝΗΣ, Α., ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ, Α., ΜΑΡΑΒΙΝΙ, F., & ΦΟΥΝΤΟΥΛΗΣ, Ι. - (2005).

Παρακολούθηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, σε τμήματα του εθνικού οδικού δικτύου της Στερεάς Ελλάδας. *Πρακτικά HELECO 2005, 5^η Διεθνής Έκθεση και Συνέδριο για την Τεχνολογία Περιβάλλοντος, Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Αθήνα, 3-6 Φεβρουαρίου 2005.* Poster presentations, Environment: Methodological Managerial tools **E 54**, CD file **P-E 23**, 10p.

ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ, ΣΕ ΤΜΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΕΘΝΙΚΟΥ ΟΔΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΤΗΣ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

Μερτζάνης Α.¹, Παπαδόπουλος Α.¹, Marabini F.² & Φουντούλης Ι.³

¹Τ.Ε.Ι. Λαμίας, Παράρτημα Καρπενησίου, Τμήμα Δασοπονίας, 36100, Καρπενήσι.

²National Research Council / ISMAR, 101 P. Gobetti str., 40129, Bologna, Italy.

³Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Γεωλογίας, Πανεπιστημιούπολη Ζωγράφου, 157 84 Αθήνα.

KEYWORDS: Γεωμορφολογία, Περιβάλλον, Περιβαλλοντική Γεωλογία, Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις, Συγκοινωνιακά έργα, Συστήματα Παρακολούθησης.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ταχεία και έγκαιρη αναγνώριση και η αξιολόγηση των περιβαλλοντικών μεταβολών, που εντοπίζονται κατά τη συστηματική παρακολούθηση (monitoring) της λειτουργίας ενός έργου, αποτελούν, προϋπόθεση για τον περιορισμό και την έγκαιρη αντιμετώπισή τους. Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η ανάπτυξη και αξιοποίηση μιας αξιόπιστης μεθόδου καταγραφής και παρακολούθησης της κατάστασης περιβάλλοντος καθώς και των επιπτώσεων που προκαλούνται, στην εγγύς περιοχή διέλευσης οδικών έργων. Η εφαρμογή του συστήματος αυτού, γίνεται πιλοτικά σε τρία διαφορετικά τμήματα του εθνικού οδικού δικτύου της χώρας και ειδικότερα της Στερεάς Ελλάδας, ενώ δίνεται έμφαση στους υδατικούς πόρους και τις γεωμορφές.

MONITORING OF THE ENVIRONMENTAL IMPACT OF THE CENTRAL GREECE NATIONAL ROAD

Mertzanis A.¹, Papadopoulos A.¹, Marabini F.² & Fountoulis I.³

¹ Technological Educational Institute of Lamia / Annex of Karpenisi / Department of Forestry, 36100. Karpenisi, Greece.

² National Research Council / ISMAR, 101 P. Gobetti str., 40129, Bologna, Italy.

³ University of Athens, Faculty of Geology, Panepistimioupolis Zografou, 157 84, Athens, Greece.

ABSTRACT

The fast and timely recognition and evaluation of the environmental changes observed during systematic monitoring of a work are essential factors in order to restrict them and deal with them. The objective of this work is the development of a reliable method, which will record and monitor,

on the one hand, the existing condition of the environment, and, on the other hand, the impacts of the nearby road works. Such a method has been put into practice, on a trial basis, in three different parts of the national road in central Greece, with special emphasis on the water resources and the geomorphs.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Η περιοχή της Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας, λόγω της γεωγραφικής θέσης της, αποτελεί κομβικό σημείο, της χώρας, ως προς τη διακίνηση αγαθών και τη μετακίνηση πληθυσμών. Παράλληλα, το μορφολογικό ανάγλυφο των ορεινών όγκων που οριοθετούν τις κυριότερες λεκάνες απορροής και περιβάλλουν τα πεδινά τμήματα των ποταμών Σπερχειού και Βοιωτικού Κηφισσού, αποτελεί δυσμενή παράγοντα για την ανάπτυξη οδικού και σιδηροδρομικού δικτύου υψηλών ταχυτήτων και απαιτεί την εκτέλεση ειδικών έργων (σήραγγες, cut & cover, κοιλαδογέφυρες, κλπ.). Ο σχεδιασμός και η κατασκευή οδικών αξόνων, μέχρι σήμερα, στηρίχθηκε κυρίως, στην εκτέλεση χωματουργικών εργασιών για τη διαμόρφωση της κατάλληλης κλίσης μηκοτομής, στις περιοχές διέλευσης των φυσικών εμποδίων (ορεινές μορφολογικές εξάρσεις, κοιλαδικές μορφές, κλπ.).

Αρνητικό στοιχείο που προκύπτει από την εκτεταμένη εφαρμογή αυτών των μεθόδων κατασκευής, είναι, η διαμόρφωση μεγάλων διαστάσεων ορυγμάτων-εκσκαφών και επιχωμάτων, τα οποία στις περισσότερες των περιπτώσεων δεν υποστηρίζονται από φυτοκάλυψη και από ειδικά προστατευτικά τεχνικά έργα και υποδομές (δίκτυα αποστράγγισης ομβρίων και εκπλύσεων οδοστρώματος, κλπ). Αναπτύσσονται κυρίως, εγκάρσια στις μορφολογικές κλίσεις και στην κατεύθυνση ροής των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων και προκαλούν, γραμμικής ανάπτυξης, διατάραξη της μορφής του ανάγλυφου. Με τον τρόπο αυτό διαταράσσονται οι φυσικές συνθήκες απορροής των ομβρίων, που σε συνδυασμό με τη μείωση της πυκνότητας και της μεταβολής των χαρακτηριστικών της βλάστησης, ενισχύουν τα φαινόμενα διάβρωσης και αστάθειας των εδαφικών μαζών και οδηγούν στην εμφάνιση διαβρώσεων – κατολισθήσεων των τεχνητά διαμορφωμένων πρανών ή και σε καταστροφές των επιχωμάτων. Μακροπρόθεσμα, τα αποτελέσματα αυτά είναι δυσμενή τόσο ως προς το κόστος συντήρησης και τη λειτουργικότητα του οδικού έργου, όσο και ως προς τις επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον (μεταβολές στο τοπίο, τη χλωρίδα, πανίδα και τα φυσικά οικοσυστήματα, κλπ.).

Ο σύγχρονος σχεδιασμός οδικών αξόνων ταχείας κυκλοφορίας, αξιοποιεί την πολυπαραγοντική ανάλυση των γεωμετρικών χαρακτηριστικών του έργου σε συνδυασμό με τα περιβαλλοντικά κριτήρια, για την αξιολόγηση των εναλλακτικών χαράξεων, ενώ για την έγκριση και εκτέλεση των έργων αυτών, είναι πλέον επιβεβλημένη η περιβαλλοντική αδειοδότησή τους. Με την ολοκλήρωση των έργων και μετά από μικρή σχετικά περίοδο ολοκλήρωσης των φυτοτεχνικών εργασιών αποκατάστασης του περιβάλλοντος, σε πρανή και επιχώματα, η περιβαλλοντική παρακολούθηση των έργων οδοποιίας, είναι πλημμελής και δεν είναι εφικτή η όσο το δυνατόν έγκαιρη αντιμετώπιση και η λήψη των κατάλληλων μέτρων, για την αντιμετώπιση των πιθανών προβλημάτων που προκύπτουν κατά τη λειτουργία τους.

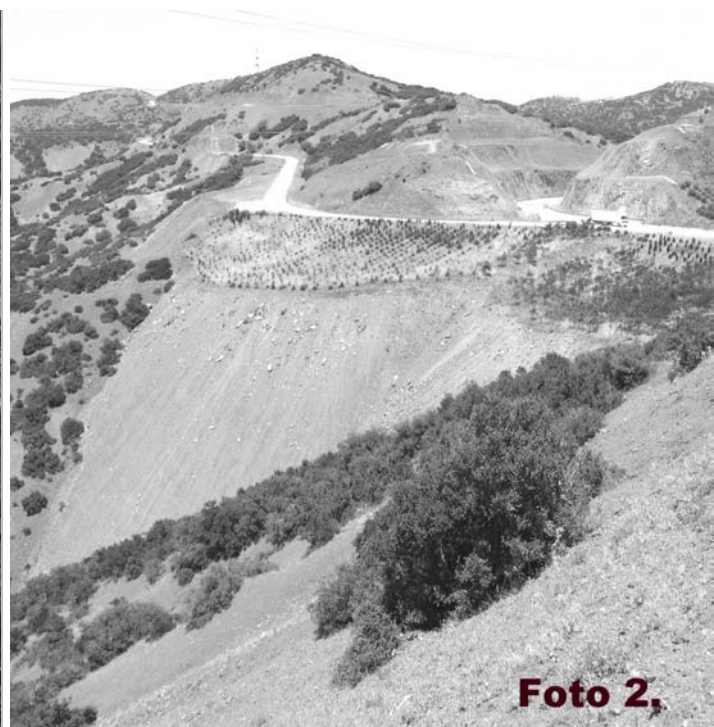
Η εφαρμογή συστημάτων περιβαλλοντικής παρακολούθησης (monitoring) των οδικών έργων, κατά τη λειτουργία τους, σε συνδυασμό με τη λήψη κατάλληλων μέτρων συντήρησης και ειδικών περιβαλλοντικών επανορθωτικών μέτρων, αποτελούν βασική προϋπόθεση για τη δυνατότητα διαμόρφωσης συνθηκών ταχύτερης "ένταξης" τους, στις υφιστάμενες περιβαλλοντικές συνθήκες καθώς και για την ασφαλή λειτουργία τους, ενώ συμβάλλουν σημαντικά στην οικονομικότητα των έργων αυτών, μακροπρόθεσμα.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Περιοχή έρευνας και χαρακτηριστικά του έργου

Η έρευνα αυτή πραγματοποιήθηκε σε τρία διαφορετικά τμήματα (1^ο, 2^ο & 3^ο), του εθνικού οδικού δικτύου της χώρας και ειδικότερα σε τμήματα των εθνικών οδών Θερμοπυλών-Ναυπάκτου (1^ο τμήμα - Μπράλλος), Λαμίας-Καρπενησίου (2^ο τμήμα - Καρπενήσι) και Λαμίας-Καρδίτσας (3^ο τμήμα - Δομοκός). Τα ερευνηθέντα τμήματα αυτά, εντοπίζονται στην ορεινή διαδρομή του οδικού δικτύου, σε υψόμετρα μεταξύ των 500–1.000 m, που καλύπτονται, ανάλογα με το υψόμετρο, από δάσος ελάτης (2^ο τμήμα) και κατά θέσεις βοσκομένες δασικές εκτάσεις (1^ο & 3^ο τμήμα). Η βλάστηση στα κατάντη επιχωματούμενα κυρίως, πρηνή των ερευνηθέντων τμημάτων, δεν ξεπερνάει σε ποσοστό κάλυψης το 10% και διακρίνεται από την παρουσία πρόσκοπων θαμνωδών ειδών. Κατά μήκος των ρεμάτων και στις περιοχές υψηλής υδροφορίας επικρατεί ο πλάτανος.

Η διέλευση των προαναφερόμενων οδικών αξόνων, στα ερευνηθέντα τμήματα, γίνεται κυρίως με εκχώματα και επιχώματα (Εικόνες 1 & 2). Το μήκος του κάθε ερευνηθέντος τμήματος είναι 500 m. με κεντρικό επιμήκη άξονα, που ταυτίζεται με τον άξονα της υφιστάμενης οδού, ενώ το εμβαδόν του, περί τα 0,25 km².



Εικόνες 1 & 2: Οδικός άξονας Θερμοπυλών-Ναυπάκτου- Άποψη του υψηλού επιχώματος οδοποιίας, στη θέση Βαθύρρεμα Σκαμνού. Με τις διαγραμμίσεις επισημαίνονται, το επίχωμα και το φυσιολογικό ανάπτυγμα των κλιτύων του "φαραγγιού", πριν την κατασκευή του έργου (Foto 1). Οδικός άξονας Λαμίας-Καρδίτσας- Άποψη του υψηλού ορύγματος και του επιχώματος οδοποιίας, στη θέση Βραχμάν Αγά (Foto 2).

Η μορφολογία του ανάγλυφου, στην ευρύτερη περιοχή που περιλαμβάνει και τα τρία τμήματα, είναι ορεινή, με ήπιες έως ισχυρές κλίσεις πρηνών και έντονες μορφολογικές αντιθέσεις. Οι γεωμορφές που εντοπίζονται στην περιοχή, περιλαμβάνουν εναλλασσόμενες ήπιες και φαραγγώδεις κοιλαδικές μορφές, κρημνώδη πρηνή, αποστρωγγλωμένους υδροκρίτες και γεωμορφές με χαρακτηριστικά διαβρώσεων και κατολισθήσεων, οι οποίες διαφοροποιούνται ανάλογα με τη φύση και θέση των γεωλογικών σχηματισμών, μεταβαίνοντας από τους ιζηματογενείς ασβεστόλιθους και

τον φλύσχη, στα πυριγενή πετρώματα που αντιπροσωπεύονται κυρίως από περιδοτίτες, δουνίτες και γάββρους [3,4]. Τα ερευνηθέντα τμήματα, διαρρέονται από υδάτινα συστήματα διαφορετικής τάξης κλάδων και μεγέθους παροχής, με κύριους αποδέκτες τον π. Ασωπό και το ρ. Ξηριάς (παραπόταμοι του π. Σπερχειού), τον π. Ενιπέα (παραπόταμο του π. Πηνειού) και τον π. Καρπενησιώτη (παραπόταμο του π. Κρικελλοπόταμου και του π. Αχελώου). Η υπόγεια υδροφορία στην περιοχή έρευνας, είναι εποχική και περιορισμένη, με μικρές τοπικές αναβλύσεις, οι οποίες παρουσιάζουν παροχή νερού, κυρίως κατά την χειμερινή περίοδο.

Οι ακριβείς θέσεις των ερευνηθέντων τμημάτων, εντοπίζονται: α. Το 1^ο τμήμα, επί του εθνικού οδικού άξονα Θερμοπυλών-Ναυπάκτου, νοτιοδυτικά της διασταύρωσης με την Νέα Εθνική Οδό Αθηνών-Λαμίας, στη θέση Θερμοπύλες και σε απόσταση απ' αυτήν 14.5 km (Χιλιομετρικές Θέσεις 14+500 έως 15+000). β. Το 2^ο τμήμα, επί της Νέας Εθνικής Οδού Λαμίας-Καρπενησίου, ανατολικά της διασταύρωσης με την Παλαιά Εθνική οδό Λαμίας-Καρπενησίου και σε απόσταση 3.9 km (Χ.Θ. 3+900 έως 4+000) και γ. Το 3^ο τμήμα, επί της Εθνικής Οδού Λαμίας-Καρδίτσας, στις Χ.Θ. 16+000 έως 16+500).

Οι εγκάρσιες διατομές των οδικών αξόνων, στα ερευνηθέντα τμήματα, έχουν διαστασιολογηθεί ως εξής: α. Τμήματα 1^ο & 2^ο - Δύο λωρίδες κυκλοφορίας των 5 m, λωρίδα καθοδήγησης 0,30 m, και συνολικό πλάτος της οδού περί τα 13 m, με τα ερείσματα και β. Τμήμα 3^ο - Τρεις λωρίδες κυκλοφορίας των 5 m (η μία αντιστοιχεί στην λωρίδα βραδυπορίας στην κατεύθυνση ανόδου), λωρίδα καθοδήγησης 0,30 – 1,50 m, και συνολικό πλάτος της οδού περί τα 16 m.

2.2 Μέθοδος έρευνας

Τα βασικά κριτήρια που ελήφθησαν υπόψη, για την επιλογή των θέσεων των τριών τμημάτων (1^ο, 2^ο & 3^ο), στα οποία εφαρμόστηκε πιλοτικά, η προτεινόμενη μέθοδος "*Ταχείας Αναγνώρισης των Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (Τ.Α.Π.Ε.)*", είναι: α. Η γεωγραφική κατανομή τους, β. Τα διαφορετικά χαρακτηριστικά των εγκάρσιων διατομών, γ. Το τοπικά διαφοροποιούμενο γεωλογικό υπόβαθρο, δ. Τα υδρολογικά-υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά, ε. Τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά και στ. Η βλάστηση.

Για την καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης περιβάλλοντος, στην εγγύς και την ευρύτερη περιοχή του "υπό παρακολούθηση" οδικού άξονα, χρησιμοποιήθηκαν τοπογραφικοί, γεωλογικοί χάρτες και χάρτες βλάστησης. Για τον προσδιορισμό των τάσεων διαχρονικής εξέλιξης καθώς και των μεταβολών, που έχει υποστεί το φυσικό περιβάλλον και ιδιαίτερα οι υδρογεωμορφολογικές συνθήκες της περιοχής, χρησιμοποιήθηκαν αεροφωτογραφίες της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού, ετών λήψης 1945, 1946, 1960, 1970, 1974, 1986, 1987 και 1997, οι οποίες συνδυάστηκαν με στοιχεία που προέκυψαν από την επιτόπια παρατήρηση της εξέλιξης των γεωμορφολογικών φαινομένων (διαβρώσεις, εδαφικές θράυσεις), στα τεχνητά διαμορφωμένα πρανή εκχωμάτων και επιχωμάτων.

Η προτεινόμενη μέθοδος "*ταχείας αναγνώρισης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων (Τ.Α.Π.Ε.)*", δίνει τη δυνατότητα αποτύπωσης και κωδικοποίησης του μεγέθους των μεταβολών, που έχει υποστεί το φυσικό περιβάλλον, εκατέρωθεν του άξονα διέλευσης του οδικού έργου, σε μικροκλίμακα και με λεπτομέρεια προσέγγισης τα 100 m. Στην πιλοτική αυτή εφαρμογή, δίνεται έμφαση, στα στοιχεία του φυσικού περιβάλλοντος που αφορούν, στους υδατικούς πόρους και τη γεωλογική-γεωμορφολογική δομή. Κατά την επιτόπια "παρακολούθηση" του έργου, χρησιμοποιείται "ειδικό δελτίο καταγραφής", σε μορφή πίνακα, στο οποίο αποτυπώνονται τα σχετικά στοιχεία (περιβαλλοντικές μεταβολές, γεωμετρικά χαρακτηριστικά του έργου, κλπ), εκατέρωθεν του οδικού άξονα. Ειδικότερα, στο "ειδικό δελτίο καταγραφής" περιλαμβάνονται τα παρακάτω στοιχεία: 1. Μήκος, πλάτος και κατά μήκος κλίση του οδοστρώματος, 2. Κατασκευή σε

έκχωμα, σε επίχωμα, σε σήραγγα, σε γέφυρα, σε τεχνικό, 3. Ύψος, μήκος και κλίση, πρανών εκσκαφής ή επιχωμάτων, 4. Πλάτος εκχώματος και επιχώματος, 5. Γεωλογικό υπόβαθρο, 6. Διέλευση υδατορέμματος και στοιχεία παροχής, 7. Φαινόμενα διάβρωσης ή απόθεσης στο υδρογραφικό δίκτυο, 8. Ευστάθεια πρανών, 9. Εμφάνιση κατολισθήσεων, καταπτώσεων ή διαβρώσεων στα πρανή, 10. Παρουσία και χαρακτηριστικά υπόγειας υδροφορίας, 11. Είδος και πυκνότητα βλάστησης.

Με την πολυκριτηριακή ανάλυση των παραμέτρων που καταγράφηκαν, επιτεύχθηκε η ανάδειξη στοιχείων σχετικών με τη συγκριτική διαφοροποίηση του μεγέθους των μεταβολών (επιπτώσεων), που έχει υποστεί το φυσικό περιβάλλον ιδιαίτερα, στην εγγύς περιοχή διέλευσης των υπό παρακολούθηση οδικών αξόνων. Για την αξιολόγηση του μεγέθους των μεταβολών, στους υδατικούς πόρους και στα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά, χρησιμοποιούνται θεσμοθετημένα κριτήρια, στις περιπτώσεις που αυτά υφίστανται [1]. Επίσης, χρησιμοποιούνται συγκριτικά, ενδεικτικά μεγέθη υφιστάμενων διατομών, τμημάτων, του εθνικού οδικού δικτύου της χώρας και ειδικότερα, της παλαιάς και νέας εθνικής οδού Αθηνών-Λαμίας καθώς και των εθνικών οδών Λαμίας-Καρπενησίου, Θερμοπυλών-Ναυπάκτου και Λαμίας-Καρδίτσας.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

3.1 Επιπτώσεις στο περιβάλλον - Εκτίμηση - Αξιολόγηση

Για την εκτίμηση και αξιολόγηση των επιπτώσεων στο περιβάλλον από την κατασκευή και λειτουργία ενός έργου ή δραστηριότητας, απαιτείται να ληφθεί υπ' όψη, ότι όλες οι ανθρώπινες δραστηριότητες καθώς και φυσικά αίτια, προκαλούν μεταβολές στο περιβάλλον, οι οποίες είναι σε θέση να προκαλέσουν διαταραχές. Ως διαταραχή (disturbance) ορίζεται κάθε γεγονός ή σειρά από γεγονότα, που προκαλούν και επηρεάζουν τη δομή και τις λειτουργίες του περιβάλλοντος. Η μετατροπή των μεταβολών σε διαταραχές, εξαρτάται από το είδος των φυσικών, χημικών, βιολογικών ή άλλων παραγόντων που μεταβάλλονται και από το μέγεθος της μεταβολής τους, το οποίο προκαλεί τα γεγονότα, που επηρεάζουν τη δομή και τις λειτουργίες του περιβάλλοντος [1]. Η μετατροπή των διαταραχών σε επιπτώσεις, εξαρτάται από την ικανότητα του περιβάλλοντος, που υφίσταται τις διαταραχές, να τις ανατάξει [11,12]. Επισημαίνεται ότι τα ανθρώπινα έργα μπορούν να προκαλέσουν επιπτώσεις στο περιβάλλον, όχι μόνο από εκπομπές ρύπων, αλλά και από αυτή καθ' εαυτή την ύπαρξή τους [2].

Οι επιπτώσεις (μεταβολές), ανάλογα με το μέγεθός τους κατατάσσονται σε τρεις διαφορετικές κατηγορίες (ασθενείς, μέτριες και ισχυρές), σύμφωνα με τις τεχνικές προδιαγραφές εκπόνησης της *Προμελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων* (Π.Π.Ε.) και της *Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων* (Μ.Π.Ε.). Οι κυριότερες επιπτώσεις, που συνήθως προκαλούνται στο φυσικό περιβάλλον, από την κατασκευή και λειτουργία οδικών έργων, είναι [1,5,6,7,8,9,10]:

- *Μεταβολές στα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα*, που αντιστοιχούν στη διαφοροποίηση της πορείας ή κατεύθυνσης κίνησής τους, της ποιότητας και ποσότητάς τους καθώς και σε αλλαγές του ρυθμού απορρόφησης των επιφανειακών υδάτων και των οδών αποστράγγισης ή του ρυθμού και της ποσότητας έκπλυσης του εδάφους,
- *Μεταβολές στη γεωλογική-γεωμορφολογική δομή* της περιοχής, που αντιπροσωπεύονται κυρίως από τη διαταραχή της μορφολογίας του ανάγλυφου, τις αλλαγές του καθεστώτος διάβρωσης-απόθεσης του εδάφους, τη δημιουργία ασταθών καταστάσεων ή αλλαγών στη γεωλογική διάταξη των πετρωμάτων καθώς και τις διασπάσεις, μετατοπίσεις, συμπίεσεις ή υπερκαλύψεις του επιφανειακού στρώματος του εδάφους,

- Μεταβολές στη χλωρίδα, πανίδα και τα φυσικά οικοσυστήματα με σημαντικότερη τη συρρίκνωση δασών, δασικών εκτάσεων και βοσκότοπων, λόγω της δημιουργίας επιμήκους ζώνης, από την οποία απομακρύνεται η βλάστηση και αντικαθίσταται από ασφαλοτάτητα και ακάλυπτο έδαφος στα πρανή των εκχωμάτων και των επιχωμάτων,*
- Μεταβολές στο τοπίο, λόγω της διαφοροποίησης της φυσιογνωμίας του ανάγλυφου, με την καταστροφή των φυσικών στοιχείων του (βλάστηση, έδαφος, βραχώδεις σχηματισμοί, κοιλαδικές μορφές, κλπ), που 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, εξαιτίας της αφαίρεσης όγκου από τον χώρο του ορύγματος και της εναπόθεσης των υλικών εκσκαφής, για τη δημιουργία επιχωμάτων και*
- Μεταβολές στην ποιότητα αέρα και εδάφους, που οφείλονται στην εκπομπή καυσαερίων από τα διακινούμενα οχήματα.*

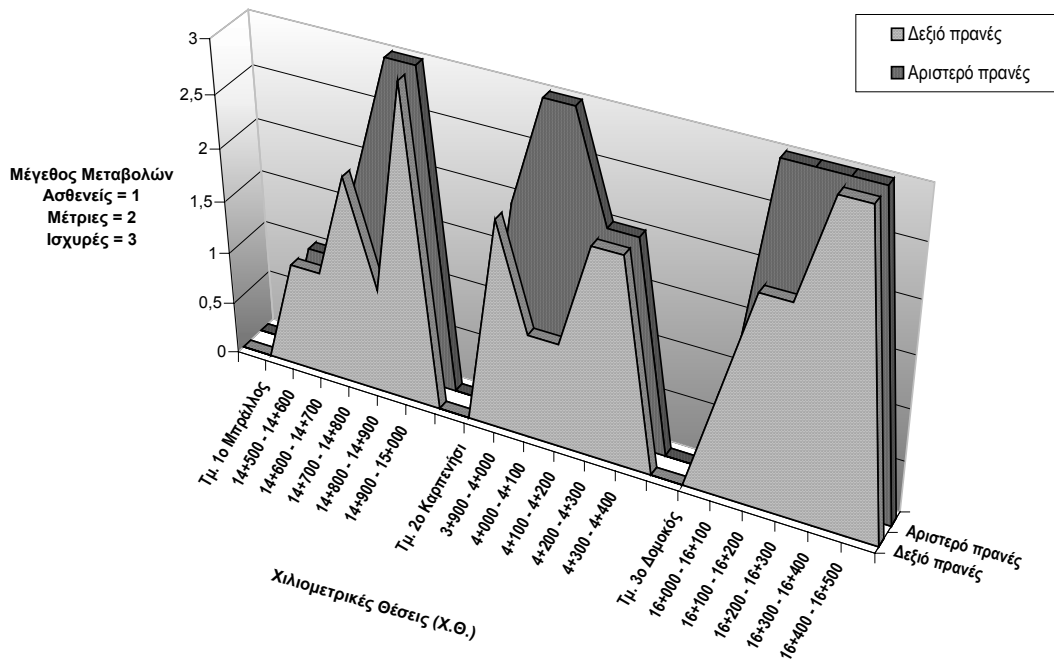
3.1.1. Μεταβολές στις γεωμορφές και τους υδατικούς πόρους

Οι μεταβολές στις γεωμορφές και τους υδατικούς πόρους, των ερευνηθεισών περιοχών, στα τμήματα 1^ο, 2^ο & 3^ο, αποδίδονται κυρίως στις μεγάλου μεγέθους επιχωματώσεις (υψηλά επιχώματα) και στα υψηλά εκχώματα (εκσκαφές), τα οποία έχουν διαμορφωθεί, κατά θέσεις, για τη διέλευση των διερχόμενων οδικών αξόνων Θερμοπυλών-Ναυπάκτου (1^ο τμήμα), Λαμίας-Καρπενησίου (2^ο τμήμα) και Λαμίας-Καρδίτσας (3^ο τμήμα). Τα επιχώματα και τα εκχώματα αυτά, τα οποία έχουν διαμορφωθεί, κυρίως εγκάρσια στις μορφολογικές κλίσεις και στην κατεύθυνση ροής των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων και έχουν προκαλέσει, γραμμικής ανάπτυξης, διατάραξη της μορφής του ανάγλυφου, και των υδρολογικών-υδρογεωλογικών διεργασιών. Οι μεταβολές αυτές περιγράφονται στη συνέχεια και σε συνδυασμό με το μέγεθός τους κατατάσσονται σε τρεις διαφορετικές κατηγορίες (*ασθενείς, μέτριες και ισχυρές*), σύμφωνα με τις τεχνικές προδιαγραφές εκπόνησης των Π.Π.Ε. και Μ.Π.Ε. (Σχήματα 1 & 2).

Σημαντικά στοιχεία, που χαρακτηρίζουν το μέγεθος της κάθε μεταβολής, αποτελούν: *α. το μέγεθος κατάληψης του εδάφους, β. το μέγεθος αναδιαμόρφωσης του ανάγλυφου που προκύπτει από την παρεμβολή του τεχνικού έργου, γ. η θέση του ως προς την ανάπτυξη των υδρολογικών - υδρογεωλογικών και γεωμορφολογικών διεργασιών, δ. ο βαθμός απόληψης ή εμπλουτισμού υδάτων από και προς τους επιφανειακούς και υπόγειους υδατικούς πόρους, ε. η κατάληψη ή η πιθανότητα κινδύνου καταστροφής ειδικών υδρογεωλογικών χαρακτηριστικών (αναβλύσεων πηγών, κλπ) και στ. η κατάληψη ή η πιθανότητα κινδύνου καταστροφής ειδικών γεωλογικών – γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών (φαράγγια, κλπ), σε περιοχές ή στοιχεία της φύσης που υπάγονται ή έχουν κινηθεί οι διαδικασίες για την υπαγωγή τους, σε θεσμοθετημένο καθεστώς προστασίας, σύμφωνα με τις κείμενες διατάξεις [1].*

Για την αξιολόγηση-βαθμονόμηση του μεγέθους των μεταβολών στις γεωμορφές, έχει ληφθεί υπ' όψη, ως κριτήριο βάσης και κύριο συγκριτικό στοιχείο, το ύψος των διαμορφούμενων εκχωμάτων και επιχωμάτων, ενώ η κατάταξη ανά κατηγορία μεταβολής που προέκυψε, είναι: *α. ασθενείς μεταβολές, για ύψος <5 m, β. μέτριες μεταβολές, για ύψος 5-15 m και γ. ισχυρές μεταβολές, για ύψος >15 m.* Για τη διαμόρφωση της κλίμακας των κατηγοριών αυτών, χρησιμοποιήθηκαν συγκριτικά μέσα μεγέθη υφιστάμενων εγκάρσιων διατομών και μηκοτομών, σε τμήματα οδικών αξόνων, του εθνικού δικτύου της χώρας και ειδικότερα, της παλαιάς και νέας εθνικής οδού Αθηνών-Λαμίας και των εθνικών οδών Λαμίας-Καρπενησίου, Θερμοπυλών-Ναυπάκτου και Λαμίας-Καρδίτσας.

Σχήμα 1. Μέγεθος των μεταβολών στις γεωμορφές



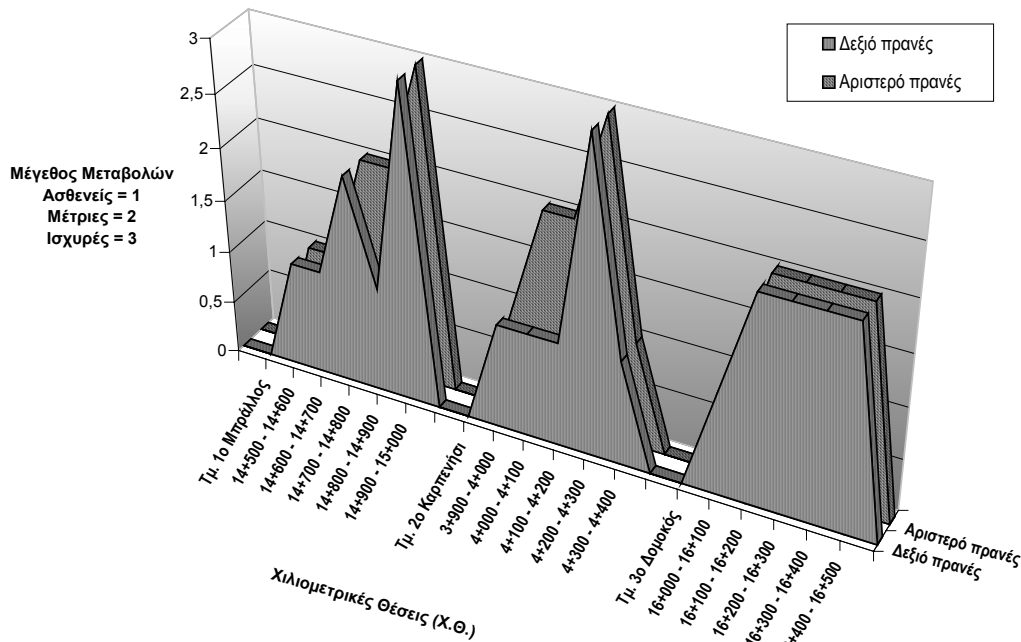
Σχήμα 1. Μέγεθος των μεταβολών στις γεωμορφές, των ερευνηθεισών περιοχών, στα τμήματα 1, 2 & 3, επί των οδικών αξόνων Θερμοπυλών-Ναυπάκτου (1^ο τμήμα), Λαμίας-Καρπενησίου (2^ο τμήμα) και Λαμίας-Καρδίτσας (3^ο τμήμα).

Ανάλογη κατηγοριοποίηση έγινε κατά την αξιολόγηση-βαθμονόμηση του μεγέθους των μεταβολών στους υδατικούς πόρους, για την οποία, ως κριτήριο βάσης, ελήφθησαν, οι μεταβολές στις παροχές των υδατορεμάτων. Η κατάταξη ανά κατηγορία μεταβολής είναι [1]: α. *ασθενείς*, όταν οι μεταβολές στις παροχές, εμφανίζονται περιστασιακά ή σε έκτακτα περιστατικά ή αν η έντασή τους διαρκεί κατ'άνωτερο, ένα υδρολογικό έτος, με την προϋπόθεση ότι η μεταβολή της παροχής, δεν επηρεάζει τη δυνατότητα διατήρησης και ανανέωσης των υδατικών πόρων και των υδρογεωμορφολογικών χαρακτηριστικών της περιοχής β. *μέτριες*, για μεταβολή της παροχής του υδατορέματος, σε διάρκεια κατ'άνωτερο, ένα υδρολογικό έτος και σε μέγεθος, το οποίο υπερβαίνει τις μέσες μέγιστες ή ελάχιστες μηνιαίες τιμές ημερήσιας παροχής 40ετίας και γ. *ισχυρές*, για μεταβολή της παροχής του υδατορέματος, σε υπερετήσια βάση και σε μέγεθος, το οποίο υπερβαίνει τις μέσες μέγιστες ή ελάχιστες μηνιαίες τιμές ημερήσιας παροχής 40ετίας.

Οι σημαντικότερες, ως προς το μέγεθος, μεταβολές στις γεωμορφές και τους υδατικούς πόρους, που εντοπίζονται στα ερευνηθέντα τμήματα (1^ο, 2^ο & 3^ο), οφείλονται κυρίως (Εικόνες 1 & 2): α. 1^ο τμήμα - Μπράλλος: Στο υψηλό επίχωμα (ύψους > 80 m), με μικρής διατομής αποστραγγιστικό οχετό "τεχνικό", το οποίο έχει κατασκευαστεί στη θέση Βαθύρρεμα Σκαμνού, μεταξύ των Χ.Θ. 14+800 έως 15+000 και εντός της κοίτης του ομώνυμου υδατορρέματος. β. 2^ο τμήμα - Καρπενήσι: Στο υψηλό έκχωμα (ύψους >60 m), με τεχνητή διαμόρφωση κατακόρυφων κλίσεων, μεταξύ των Χ.Θ. 4+000 έως 4+200 καθώς και υψηλού επιχώματος μεταξύ των Χ.Θ. 4+200 έως 4+300 και γ. 3^ο τμήμα - Δομοκός: Στο υψηλό επίχωμα (ύψους > 50 m), που έχει κατασκευαστεί, μεταξύ των Χ.Θ. 16+100 έως 16+300 καθώς και στο υψηλό όρυγμα (ύψους > 50 m), μεταξύ των Χ.Θ. 16+300 έως 16+500. Αναλυτικότερα, οι μεταβολές που έχουν εντοπιστεί στις τρεις ερευνηθείσες περιοχές (τμήματα 1^ο, 2^ο & 3^ο) περιγράφονται στη συνέχεια, ενώ το μέγεθός τους, αποτυπώνεται στα σχήματα 1 & 2, ανά διαστήματα μήκους 100 m.:

– Διαφοροποίηση της ταχύτητας ροής των υδάτων καθώς και των φυσικών υδρογεωμορφολογικών διεργασιών, σε σχέση με το παρελθόν (πριν από την κατασκευή των έργων), ιδιαίτερα εντός της κοίτης του υδατορρεμάτων, στα οποία έχουν κατασκευαστεί τα υψηλά επιχώματα, με μικρή ή ανεπαρκή διατομή αποστραγγιστικού οχετού "τεχνικού". Σημειώνεται ότι τα υδατορρέματα που διαρρέουν τα ερευνηθέντα τμήματα (1^ο, 2^ο & 3^ο), αντιπροσωπεύουν δυναμικά εξελισσόμενες γεωμορφές, με έντονη χειμαρρική δράση.

Σχήμα 2. Μέγεθος των μεταβολών στους υδατικούς πόρους



Σχήμα 2. Μέγεθος των μεταβολών (επιπτώσεων) στους υδατικούς πόρους, των ερευνηθεισών περιοχών, στα τμήματα 1, 2 & 3, επί των οδικών αξόνων Θερμοπυλών-Ναυπάκτου (1^ο τμήμα), Λαμίας-Καρπενησίου (2^ο τμήμα) και Λαμίας-Καρδίτσας (3^ο τμήμα).

– Συσσώρευση φερτών υλών, στα σημεία που ανακόπτεται η ταχύτητα των απορρεόντων υδάτων, στις θέσεις τις οποίες τα διαμορφωμένα υδατορρέματα διασταυρώνονται με τα "τεχνικά" και τους "οχετούς", με αποτέλεσμα τη μείωση της παροχρητευτικής τους ικανότητας.

– Αύξηση της πιθανότητας εμφάνισης έντονων διεργασιών διάβρωσης, εδαφικών θραύσεων-ολισθήσεων και καταπτώσεων στα πρηνή των υψηλών εκχωμάτων – ορυγμάτων.

– Αύξηση της πιθανότητας εμφάνισης έντονων διεργασιών διάβρωσης, εδαφικών θραύσεων-ολισθήσεων και καταπτώσεων στα πρηνή των υψηλών επιχωμάτων. Τα εκτεταμένα και μεγάλοι ύψους επιχώματα, που έχουν κατασκευαστεί κατά θέσεις, με μεγάλη κλίση και χαμηλά εδαφομηχανικά χαρακτηριστικά, σε συνδυασμό με την απουσία βλάστησης και ειδικών προστατευτικών τεχνικών έργων, έχουν ως αποτέλεσμα την δημιουργία επίκτητων φαινομένων αστάθειας (διαβρώσεις, κατολισθήσεις), τα οποία είναι εμφανή και εξελίσσονται σε διάφορες θέσεις των επιχωμάτων αυτών [6].

-Μεταβολές στην κατεύθυνση κίνησης και τις φυσιολογικές συνθήκες απορροής των επιφανειακών υδάτων, που κινούνται σύμφωνα με τις διεργασίες της υδροστρωματορροής, στα ανάντη τμήματα των λεκανών των ερευνηθέντων οδικών αξόνων. Οι μεταβολές αυτές, οφείλονται στις μεγάλου μεγέθους εκσκαφές με τεχνητή διαμόρφωση κατακόρυφων κλίσεων και στην απογύμνωση του εδάφους από τη βλάστηση, σε συνδυασμό με την κατασκευή του οδοστρώματος με νέες κλίσεις, σε σχέση με το προϋπάρχον ανάγλυφο. Η συμπύκνωση του οδοστρώματος και η αδιαβροχοποίησή του, με ασφαλοτάπητα, υποχρεώνει τα επιφανειακά απορρέοντα ύδατα και ιδιαίτερα της υδροστρωματορροής, να εγκαταλείψουν τη φυσιολογική τους διαδρομή (πριν την κατασκευή του έργου), με γενική κατεύθυνση, την αρχική μορφολογία του ανάγλυφου και να ακολουθήσουν την κατεύθυνση ροής των αποστραγγιστικών οχετών ομβρίων ή να υπερχειλίσουν από τα επιχωματωμένα πρηνή. Αποτέλεσμα των διεργασιών αυτών είναι η ενίσχυση των φαινομένων της κατά βάθος - χαραδρωτικής και οπισθοδρομούσας διάβρωσης, στα τμήματα της υδρολογικής λεκάνης, κατάντη των ερευνηθέντων οδικών αξόνων και στα γαιώδη επιχώματα [6].

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η κατασκευή εθνικών οδικών αξόνων και κοινωνικών έργων γενικότερα, αποτελεί προϋπόθεση για την ανάπτυξη, την ασφαλή διακίνηση ανθρώπων και αγαθών αλλά και μόνιμη επέμβαση στο φυσικό περιβάλλον μιας περιοχής.

Οι μεταβολές που μέχρι σήμερα, προκαλούνται στο φυσικό περιβάλλον και ιδιαίτερα στις γεωμορφές και τους υδατικούς πόρους, από τα έργα οδοποιίας οφείλονται κυρίως στη δημιουργία μεγάλων διαστάσεων εκσκαφών και επιχωμάτων, που δεν υποστηρίζονται από φυτοκάλυψη και από ειδικά προστατευτικά τεχνικά έργα και υποδομές. Διαταράσσονται οι φυσικές συνθήκες απορροής των ομβρίων, που σε συνδυασμό με τη μείωση της πυκνότητας και της μεταβολής των χαρακτηριστικών της βλάστησης, ενισχύουν τα φαινόμενα διάβρωσης και αστάθειας των εδαφικών μαζών και οδηγούν στην εμφάνιση διαβρώσεων - κατολισθήσεων των τεχνητά διαμορφωμένων πρηνών ή και σε καταστροφές των επιχωμάτων, με επιπτώσεις τόσο στο κόστος και τη λειτουργικότητα του οδικού έργου, όσο και στο φυσικό περιβάλλον. Οι μεταβολές αυτές, βρίσκονται σε άμεση συνάρτηση με τη θέση διέλευσης του οδικού άξονα, τα χαρακτηριστικά του έργου (μέγεθος εκχωμάτων και επιχωμάτων, κλπ) καθώς και τις περιβαλλοντικές, υδρολογικές, υδρογεωλογικές, γεωμορφολογικές και τεχνικογεωλογικές συνθήκες που επικρατούν, στην περιοχή, ενώ η συχνότητα και η ένταση εμφάνισής τους, ενισχύεται από λανθασμένες επιλογές, που είναι πιθανό να γίνουν κατά το σχεδιασμό και την εκτέλεση του έργου.

Για τη διαμόρφωση συνθηκών ταχύτερης "ένταξης" των οδικών έργων, στις υφιστάμενες περιβαλλοντικές συνθήκες καθώς και για την ασφαλή λειτουργία, συντήρησή και την οικονομικότητα των έργων αυτών, μακροπρόθεσμα, απαιτείται η ορθή εκτίμηση των αναμενόμενων περιβαλλοντικών μεταβολών, ήδη κατά τη φάση σχεδιασμού, σε συνδυασμό με την εφαρμογή συστημάτων περιβαλλοντικής παρακολούθησης (monitoring), κατά τη λειτουργία τους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Βαβίζος Γ. και Α. Μερτζάνης (2003) "**Περιβάλλον - Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων**", Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα, σελ. 342.
2. C.E.C. (1999). "**Guidelines for the Assessment of Indirect and Cumulative Impacts as well as Impact Interactions**". DGXI.
3. Ι.Γ.Μ.Ε., (1967). "**Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδος. Φ.Χ. Λαμία**".

4. I.G.E.Y., (1960). "Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδος. Φ.Χ. Αμφισσα και Φ.Χ. Καρπενήσιον".
5. Μερτζάνης Α., Marabini F., Παπαδόπουλος Α., (2002). "Μεταβολές στους υδάτινους πόρους και στα γεωλογικά-γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά των ορεινών περιοχών από την κατασκευή και λειτουργία οδικών έργων. Η περίπτωση του οδικού άξονα Λαμίας-Καρπενησίου". **3^ο Πανελλήνιο Λιβαδοπονικό "Λιβαδοπονία και Ανάπτυξη ορεινών περιοχών"**, Ελληνική Λιβαδοπονική Εταιρεία, 4-6 Σεπτεμβρίου, Καρπενήσι.
6. Mertzanis A., Papadopoulos A., & Pantera A., (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.
7. Μερτζάνης Α., Παπαδόπουλος Α., (2004). "Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την κατασκευή και λειτουργία έργων οδοποιίας, σε τμήματα του οδικού άξονα Θερμοπυλών-Ναυπάκτου". **10^ο Διεθνές Συνέδριο της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας**, 15-17 Απριλίου, Θεσσαλονίκη.
8. Μπρόφας Γ., (1987). "Έρευνα για την αποκατάσταση του τοπίου στο λατομικό χώρο Πεντέλης". **Δασική έρευνα**, 149-186.
9. Μπρόφας Γ., (1989). "Η αποκατάσταση πράσινου στα λατομεία". **Συνέδριο ΓΕΩΤΕΕ**, 12-13 Απριλίου, Αθήνα.
10. Τσώχος Γ., (1997). "**Περιβαλλοντική οδοποιία**", Univerity Studio Press, Αθήνα, σελ. 270.
11. US-EPA (1997). "**Terms of Environment**". National Service Center for Environmental Publications. US.
12. US-EPA (1999). "**Considering Ecological Processes in Environmental Impact Assessment**". National Service Center for Environmental Publications. US.