

Τεχνικο-οικονομική Αξιολόγηση Σκοπιμότητας Οδικών Έργων – Εφαρμογή στον Οδικό Άξονα Σέρρες – Καβάλα (Ε61)

Technical and Economic Evaluation of a Road Project – Application in the case of the new road axis Serres – Kavala (E61)

ΠΡΟΦΥΛΛΙΔΗΣ, Β. Πολιτικός Μηχανικός, Καθηγητής, Δ.Π.Θ.
ΜΠΟΤΖΩΡΗΣ, Γ. Πολιτικός Μηχανικός, Λέκτορας, Δ.Π.Θ.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ : Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται μια ολοκληρωμένη μέθοδος τεχνικο-οικονομικής αξιολόγησης οδικών έργων. Αναλύονται τα διάφορα στάδια τεχνικο-οικονομικής αξιολόγησης: προσδιορισμός τεχνικών χαρακτηριστικών, κόστος κατασκευής και λειτουργίας, πρόβλεψη αναμενόμενων κυκλοφοριακών φόρτων, αξιολόγηση επάρκειας κυκλοφοριακής ικανότητας, ποσοτικοποίηση σε χρηματικές μονάδες των ωφελειών του έργου, κριτήρια αξιολόγησης σκοπιμότητας, αναλύσεις ευαισθησίας, περιβαλλοντική συμβατότητα. Για κάθε στάδιο προτείνονται οι κατάλληλες μέθοδοι για αξιόπιστη και τεκμηριωμένη ποσοτικοποίηση των διαφόρων μεγεθών, ενώ για κάθε στάδιο τεχνικο-οικονομικής αξιολόγησης γίνεται εφαρμογή για την περίπτωση ενός νέου οδικού έργου, του οδικού άξονα Ε61 Σέρρες – Καβάλα.

ABSTRACT: An integrated methodology for the technical and economic evaluation of a road project is presented in this paper. The various stages of an evaluation are comprehensively analyzed: definition of technical characteristics, cost of construction and operation, forecast of future traffic, evaluation of traffic capacity, quantification in monetary units of the various benefits of the project, feasibility analysis and relevant criteria, sensitivity analyses, evaluation of the environmental compatibility of the project. For each of the above stages, the appropriate methods for a reliable and documented quantification of the various parameters involved in the evaluation are suggested. In addition, for each stage of the evaluation a specific application is presented, taking as a case-study the new road axis E61 Serres – Kavala (north-eastern Greece).

1. Η ΔΙΑΡΚΩΣ ΕΞΕΛΙΣΣΟΜΕΝΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΕΧΝΙΚΟ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Οι επενδύσεις σε συγκοινωνιακές υποδομές στις διάφορες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης αντιπροσωπεύουν τα τελευταία χρόνια περίπου το 1% του ΑΕΠ, με το μεγαλύτερο μέρος να αφορά οδικά έργα, (European Commission, 2010). Τα έργα όμως που είναι υποψήφια για υλοποίηση είναι πάντοτε πολύ περισσότερα από τους διαθέσιμους πόρους κι έτσι τίθεται και θα τίθεται διαρκώς το πρόβλημα της επιλογής των πιο πρόσφορων έργων για υλοποίηση. Εργαλείο προς την κατεύθυνση αυτή αποτελούν οι μέθοδοι και τα κριτήρια τεχνικο-οικονομικής αξιολόγησης σκοπιμότητας που

καλούνται να αντικειμενικοποιήσουν μια διαδικασία αξιολόγησης που είναι σε μεγάλο βαθμό υποκειμενική. Όλα τα κριτήρια αξιολόγησης προσπαθούν να τεκμηριώσουν ότι οι ωφέλειες (μείωση κόστους λειτουργίας, μείωση χρόνων διαδρομής, μείωση κατανάλωσης καυσίμων, μείωση ατυχημάτων, συμβολή στην ανάπτυξη) αποτιμώμενες σε χρηματικές μονάδες είναι μεγαλύτερες για τη διάρκεια ζωής του έργου (συνήθως 30 έτη για οδικά έργα και 100 έτη για σήραγγες - γέφυρες, (ΟΜΟΕ-8, 2002)) από τις συνολικές δαπάνες (κατασκευής, λειτουργίας, συντήρησης) του έργου.

Το θεωρητικό υπόβαθρο των κριτηρίων σκοπιμότητας μπορεί να εντοπισθεί πολύ παλιά (Duruít, 1995). Τα συνήθη όμως κριτήρια σκοπιμότητας (συντελεστής οφέλους-κόστους,

καθαρή παρούσα αξία, δείκτης εσωτερικής απόδοσης (IRR)) διαμορφώθηκαν στη δεκαετία του 1960 (Bonini, 1975), (Porwal and Singhvi, 1978). Καθώς όμως τα κριτήρια αυτά δεν ελάμβαναν υπόψη παραμέτρους όπως οι επιπτώσεις στο περιβάλλον, η οργάνωση του χώρου η ποιότητα υπηρεσίας, κ.λπ., αναπτύχθηκαν οι πολυκριτηριακές μέθοδοι, οι οποίες έχουν τη δυνατότητα συνεκτίμησης πολύ περισσότερων παραμέτρων ως προς τα απλά κριτήρια αξιολόγησης, (Cho, 2003), (Iniestra and Gutierrez, 2009). Οι αναπόφευκτα αυθαίρετες ως ένα βαθμό εκτιμήσεις, π.χ. σε ό,τι αφορά τους μελλοντικούς φόρτους, το επιτόκιο επικαιροποίησης που συναρτάται με το κόστος κεφαλαίου και συνεπώς με το κόστος μακροπρόθεσμου δανεισμού από τις αγορές χρήματος, κ.λπ., οδήγησαν στις αναλύσεις ευαισθησίας, μέσω των οποίων αποτιμάται η επίπτωση από τη μεταβολή της τιμής μιας παραμέτρου στο αποτέλεσμα της αξιολόγησης, (Intrator and Paroush, 1977), (Yang and Chen, 2009).

Τίθεται συνεπώς το ζήτημα της διαμόρφωσης ενός πλαισίου της τεχνικοοικονομικής αξιολόγησης οδικών έργων, το οποίο να λαμβάνει υπόψη τις διαμορφούμενες τάσεις παγκοσμίως και τις ιδιομορφίες υλοποίησης έργων στη χώρα μας. Απάντηση στο ερώτημα προσπαθεί να δώσει η προτεινόμενη μεθοδολογία τεχνικοοικονομικής αξιολόγησης της σκοπιμότητας οδικών έργων που αναπτύσσουμε στην εργασία αυτή. Για κάθε στάδιο του προτεινόμενου μοντέλου γίνεται εφαρμογή σ' ένα συγκεκριμένο έργο, το νέο οδικό άξονα Σέρρες – Καβάλα (γνωστό και με τα αρχικά Ε61).

Η προτεινόμενη μεθοδολογία έχει τα εξής στάδια-φάσεις:

- προσδιορισμός τεχνικών χαρακτηριστικών έργου: ταχύτητα μελέτης, διατομή, κόμβοι επικοινωνίας με το υπόλοιπο οδικό δίκτυο, σημαντικά τεχνικά έργα,
- κόστος κατασκευής, συντήρησης και λειτουργίας,
- πρόβλεψη αναμενόμενου κυκλοφοριακού φόρτου για τη διάρκεια ζωής του έργου,
- αξιολόγηση επάρκειας κυκλοφοριακής ικανότητας σε συσχέτιση με τους αναμενόμενους κυκλοφοριακούς φόρτους,
- ποσοτικοποίηση σε χρηματικές μονάδες των ωφελειών από την κατασκευή του οδικού έργου:
 - μείωση χρόνων διαδρομής,
 - αποτίμηση αξίας ανθρωποώρας,
 - μείωση κόστους λειτουργίας οχημάτων,
 - μείωση οδικών ατυχημάτων,

- συμβολή στην περιφερειακή ανάπτυξη και την απασχόληση.

- επιλογή αντιπροσωπευτικής τιμής για το επιτόκιο επικαιροποίησης,
- αναγωγή των διαφόρων τιμών κόστους και των αναμενόμενων ωφελειών σε σταθερές τιμές,
- υπολογισμός των κλασσικών κριτηρίων αξιολόγησης σκοπιμότητας κατασκευής του έργου,
- πολυκριτηριακές αναλύσεις και η σχετικότητα στη συνθετική αξιολόγησή τους,
- αναλύσεις ευαισθησίας,
- ανάλυση της συμβατότητας του έργου από περιβαλλοντική σκοπιά.

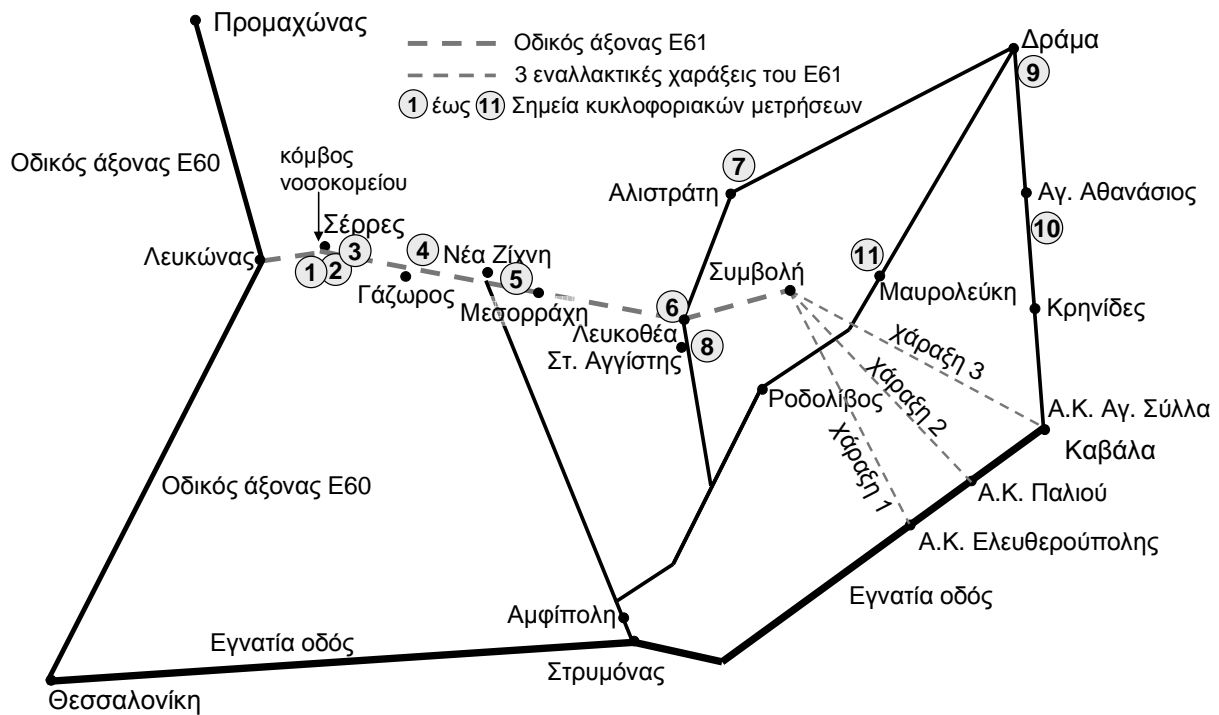
2. ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΟΔΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ, ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Στο στάδιο της τεχνικο-οικονομικής αξιολόγησης ενός οδικού έργου δεν έχουν εκπονηθεί αναλυτικές τεχνικές μελέτες ούτε προϋπολογισμός του έργου. Είναι απαραίτητο όμως να προσδιορισθούν τα θεμελιώδη τεχνικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά του έργου και ειδικότερα: ταχύτητα μελέτης, διατομές, εκτιμώμενο μήκος χάραξης, κόμβοι επικοινωνίας με το υπόλοιπο οδικό δίκτυο. Με βάση τα χαρακτηριστικά αυτά και από κοστολογικά στοιχεία αντίστοιχων έργων μπορεί να προσδιορισθεί το κόστος κατασκευής, με βάση τιμές από αντίστοιχα πρόσφατα έργα, ως εξής:

- αυτοκινητόδρομος με δύο ανεξάρτητους κλάδους, με 2 λωρίδες ανά κατεύθυνση και μεσαία διαχωριστική νησίδα. Μέση τιμή κόστους/km: 4,0÷5,0 εκατομ. €, που αναλύεται περαιτέρω ως εξής: 3,0 εκατομ. €/km για πεδινή χάραξη, 7 εκατομ. €/km για ημιορεινή χάραξη, 21 εκατομ. €/km για οδική σήραγγα,
- εθνική οδός με δύο λωρίδες ανά κατεύθυνση χωρίς ενδιάμεση νησίδα. Μέση τιμή κόστους/km: 2,5÷3,5 εκατομ. €,
- επαρχιακή οδός με μια λωρίδα ανά κατεύθυνση. Μέση τιμή κόστους/km: 0,8÷1,5 εκατομ. €.

Το κόστος συντήρησης οδικών έργων περιλαμβάνει τις δαπάνες περιοδικής συντήρησης, ενώ το κόστος λειτουργίας περιλαμβάνει τις δαπάνες φωτισμού και αστυνόμευσης.

Όπως εξηγήθηκε, η όλη μεθοδολογία της παρούσας εργασίας θα εξειδικευθεί στην περίπτωση του οδικού άξονα Ε61 Σέρρες-Καβάλα.



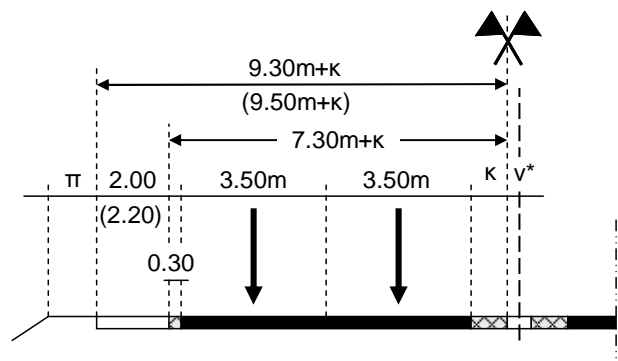
Σχήμα 1. Διακριτοποίηση του άξονα E61 και περιοχές στη ζώνη επιρροής του οδικού άξονα E61 στις οποίες πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις κυκλοφοριακού φόρτου.
 Figure 1. The road axis E61 Serres – Kavala and sections in which traffic accounts have been conducted.

Ο οδικός άξονας E61 (Σχήμα 1) ξεκινά από το Λευκώνα Σερρών διέρχεται νότια από την πόλη των Σερρών και διασχίζοντας το νομό Σερρών, τα νότια του νομού Δράμας και τα βορειοδυτικά του νομού Καβάλας, θα καταλήγει στην Εγνατία οδό είτε στον ανισόπεδο κόμβο Ελευθερούπολης είτε στον ανισόπεδο κόμβο Αγ. Ανδρέα είτε στον ανισόπεδο κόμβο Αγ. Σύλλα. Ο οδικός άξονας E61 συνδέει την Εγνατία οδό, με τον κάθετο άξονα E60 (Προμαχώνας – Λευκώνας – Δερβένι – Θεσσαλονίκη) και έτσι θα παρέχεται προσπέλαση προς το δίκτυο αυτοκινητοδρόμων της χώρας από όλα πλέον τα σημεία της Ανατολικής Μακεδονίας. Με τον οδικό άξονα E61 και τα πιο απομακρυσμένα σημεία των νομών Σερρών, Δράμας, Καβάλας θα έχουν χρόνο προσπέλασης προς το δίκτυο αυτοκινητοδρόμων της χώρας μικρότερο από μια ώρα.

Ο άξονας E61 θα έχει ενιαία και ομοιογενή λειτουργικά χαρακτηριστικά. Η ελάχιστη ταχύτητα κίνησης των οχημάτων (ταχύτητα μελέτης) θα είναι 100km/h. Η διατομή θα είναι τέτοια ώστε να μπορεί να αναληφθεί ικανοποιητικά ο κυκλοφοριακός φόρτος που θα αναμένεται για τα 30 προσεχή χρόνια από την υλοποίηση του

έργου και μπορεί να διακριτοποιηθεί σε επιμέρους τμήματα, (Σχήμα 1):

- Τμήμα Ι, από ανισόπεδο κόμβο E61-E60 (μεταξύ Λευκώνας – Κ. Χριστού) μέχρι τον ανισόπεδο κόμβο στην περιοχή του νοσοκομείου Σερρών που θα είναι κλειστός αυτοκινητόδρομος με διατομή 4v*σ, (ΟΜΟΕ-2, 2001), (Σχήμα 2). Στο μεγαλύτερο μέρος του τμήματος Ι υφίσταται μόνο ο ένας κλάδος του αυτοκινητοδρόμου, ενώ έχουν γίνει οι απαλλοτριώσεις για το δεύτερο κλάδο.



Σχήμα 2. Τυπική ημιδιατομή οδού τύπου 4v*σ.
 Figure 2. A typical cross-section of a highway under the code 4v*σ.

- Τμήμα II, από ανισόπεδο κόμβο νοσοκομείου Σερρών μέχρι τη Μεσορράχη, (Σχήμα 1). Το τμήμα αυτό έχει μεταβαλλόμενη διατομή με πλάτος από 6,10m έως 12,00m. Στο τμήμα αυτό θα γίνουν εργασίες ώστε να αναβαθμισθεί και να αποκτήσει διατομή 12/15, δηλαδή με 1 λωρίδα ανα κατεύθυνση πλάτους 3,75m + λωρίδα επιβράδυνσης πλάτους 2,25m + έρεισμα πλάτους 1,5m. Θα υλοποιηθεί επίσης νέα οδοποιία επί μήκους 4km μεταξύ Ν. Ζίχνης και Μεσορράχης. Μέρος των ισόπεδων κόμβων του τμήματος αυτού θα μετατραπούν σε ανισόπεδους. Μια τέτοια αναβάθμιση στο τμήμα αυτό εκτιμάται ότι θα έχει ως κόστος το 50% περίπου της κατασκευής από την αρχή ενός οδικού άξονα με διατομή 12/15.
- Τμήμα III, από τη Μεσορράχη μέχρι τον κόμβο του άξονα Ε61 με την οδό Δράμας – Αμφίπολης, πλησίον του οικισμού Συμβολή. Το τμήμα αυτό προβλέπεται να αναβαθμισθεί και να μετατραπεί σε οδό ταχείας κυκλοφορίας με ανισόπεδους κόμβους, παράπλευρο οδικό δίκτυο και ενιαία διατομή πλάτους 12,00m.
- Τμήμα IV, από τη θέση Συμβολή μέχρι την Εγνατία οδό. Το τμήμα αυτό σχεδιάζεται κατ'αρχήν με διατομή τετράιχνου αυτοκινητοδρόμου με δυο λωρίδες ανά κατεύθυνση, με διαχωριστική νησίδα και συνολικό πλάτος 22,25m. Για το τμήμα αυτό έχουν διατυπωθεί προκαταρκτικές σκέψεις για 3 εναλλακτικές χαράξεις, (Σχήμα 1).

Εκτιμάται τέλος ότι σε όλο το μήκος του οδικού άξονα Ε61 θα κατασκευασθούν 20 περίπου ανισόπεδοι κόμβοι.

3. ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΩΝ ΦΟΡΤΩΝ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΔΙΑΤΟΜΩΝ

3.1 Μεθοδολογία πρόβλεψης κυκλοφοριακών φόρτων

Ό,τι αποτελούν για ένα κτήριο τα φορτία που ασκούνται σ' αυτό και το καταπονούν, εντελώς αντίστοιχα ένα οδικό έργο «φορτίζεται» από τον κυκλοφοριακό φόρτο, που είναι ένα φαινόμενο δυναμικό με έντονες διακυμάνσεις στο χρόνο, επηρεάζεται καθοριστικά από τις χρήσεις γης, τις συνήθειες μετακινήσεων και από το κόστος μετακίνησης με ΙΧ και με υποκατάστατα μέσα μεταφοράς.

Στη φάση εκπόνησης της τεχνικο-οικονομικής μελέτης ο μελλοντικός φόρτος που θα υπάρξει όταν υλοποιηθεί το έργο είναι προφανώς άγνωστος. Για την πρόβλεψη του αναμε-

νόμενου μελλοντικού φόρτου έχουν αναπτυχθεί σειρά από κυκλοφοριακά μοντέλα, π.χ. μοντέλα βαρύτητας, μοντέλα ανάλυσης χρονοσειρών, κ.λπ., (Ορίζαγ and Willumsen, 2002). Στα μοντέλα βαρύτητας, σε αντιστοιχία με το νόμο της βαρύτητας της Φυσικής, η ζήτηση μεταφορών T_{ij} μεταξύ δυο γεωγραφικών ζωνών i και j δίνεται από μια σχέση της μορφής:

$$T_{ij} = \frac{P_i A_j f(t)_{ij} K_{ij}}{\sum_{j=1}^n A_j f(t)_{ij}} \quad (1)$$

όπου:

- P_i : ο αριθμός των μετακινήσεων που παράγονται στη ζώνη i ,
- A_j : ο αριθμός των μετακινήσεων που προσελκύονται στη ζώνη j ,
- $f(t)_{ij}$: συντελεστής τριβής της πραγματοποίησης μετακινήσεων μεταξύ των ζωνών i και j , (εξαρτάται από το χρόνο διαδρομής),
- n : ο αριθμός των ζωνών της περιοχής μελέτης,
- K_{ij} : συντελεστής που αφορά κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά.

Στις μεθόδους ανάλυσης χρονοσειρών αναζητείται ο μηχανισμός εξέλιξης της ζήτησης, ώστε με βάση τα δεδομένα του παρελθόντος να προδιαγραφεί το μέλλον. Εξαρτημένη μεταβλητή είναι ο χρόνος και ανεξάρτητη μεταβλητή ο κυκλοφοριακός φόρτος, που προκύπτει από παρατηρήσεις μιας χρονολογικής σειράς. Σε πολλές περιπτώσεις οι φόρτοι επηρεάζονται από διάφορα τυχαία γεγονότα. Ακόμη η ύπαρξη εποχικότητας ή κυκλικών διακυμάνσεων είναι δυνατό να μεταβάλλει τα χαρακτηριστικά της χρονοσειράς, ώστε να είναι απαραίτητη η εξομάλυνσή της.

Διακρίνουμε συνήθως την αναμενόμενη ζήτηση μελλοντικών φόρτων σε κανονική (αυτή που θα υφίστατο και χωρίς το έργο), εκτρεπόμενη (αυτή που θα εκτραπεί προς το έργο λόγω ελκυστικότητάς του) και παράγωγη (αυτή που γεννά η ελκυστικότητα του έργου).

Οι προβλεπόμενοι κυκλοφοριακοί φόρτοι θα πρέπει να συσχετισθούν για όλη τη διάρκεια ζωής του έργου με την κυκλοφοριακή ικανότητα που εξασφαλίζουν οι διατομές που έχουν σχεδιασθεί, την οποία προφανώς δεν πρέπει να ξεπερνούν. Είναι σκόπιμο μεταξύ προβλεπόμενων φόρτων και κυκλοφοριακής ικανότητας να αφήνεται και ένα περιθώριο ασφαλείας, που θα επιτρέψει να αναληφθούν και υψηλότεροι φόρτοι από αυτούς που θα προβλεφθούν.

3.2 Πρόβλεψη κυκλοφοριακών φόρτων οδικού άξονα E61

Για την πρόβλεψη των μελλοντικών φόρτων του οδικού άξονα E61 ακολουθήθηκαν τα εξής στάδια:

- αξιοποιήθηκαν υφιστάμενες μετρήσεις φόρτων, που όμως αποδείχθηκαν μικρής χρησιμότητας,
- πραγματοποιήθηκαν νέες μετρήσεις φόρτων, σε θέσεις που να αποτυπώνουν τις τιμές και τις αλλαγές φόρτων, (Σχήμα 1),
- αναπτύχθηκε το κυκλοφοριακό μοντέλο του οδικού άξονα E61,
- έγινε προέκταση του κυκλοφορικού μοντέλου για όλη τη διάρκεια ζωής του έργου (30 έτη),
- αξιολογήθηκε η επάρκεια των προτεινόμενων διατομών. Πιο συγκεκριμένα υπολογίσθηκε η μεταφορική ικανότητα στα διάφορα τμήματα του οδικού άξονα E61 και με σύγκριση με τους προβλεπόμενους φόρτους προέκυψε η επάρκεια των προτεινόμενων διατομών. Αποτρέπονται έτσι τα ενδεχόμενα, αφενός να κατασκευασθεί έργο πολύ μεγαλύτερο του απαιτούμενου, αφετέρου να κατασκευασθεί έργο που θα κορεσθεί και δεν θα μπορεί να ανταποκριθεί στις ανάγκες κατά τη διάρκεια ζωής του.

3.3 Αποτελέσματα κυκλοφοριακών μετρήσεων

Οι μετρήσεις κυκλοφοριακών φόρτων ήταν 24ωρες, αυτόματες και πραγματοποιήθηκαν δυο τυπικές ημέρες (Δευτέρα ή Τετάρτη και

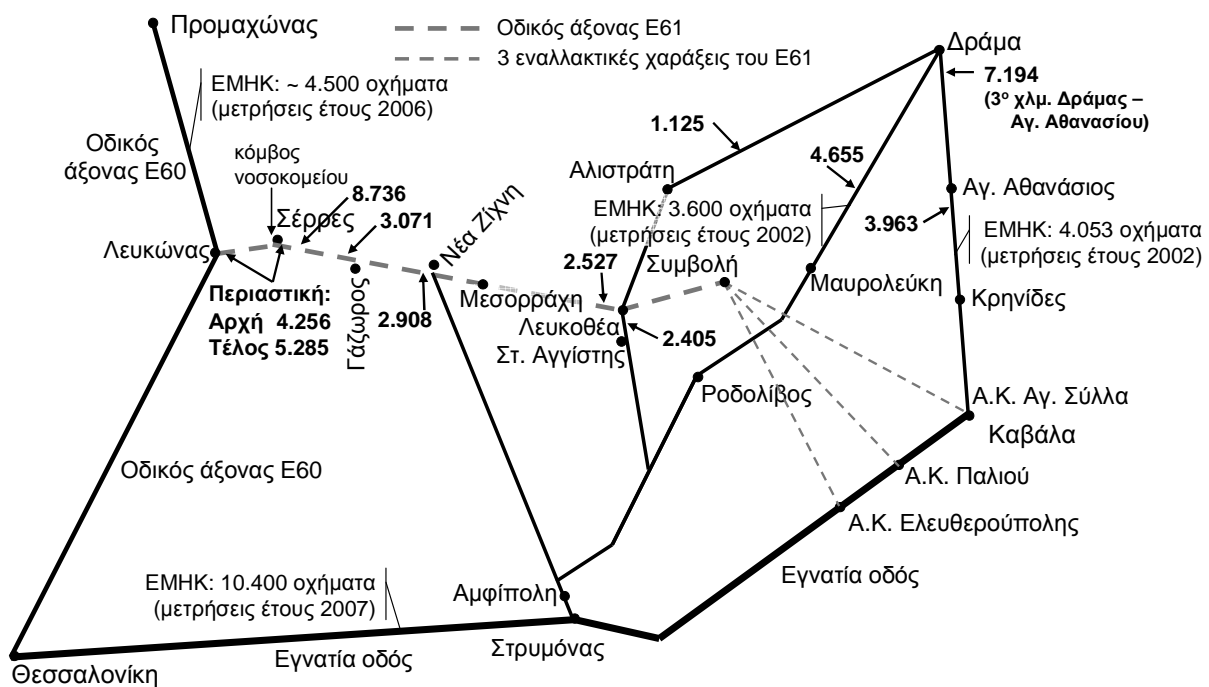
Τρίτη ή Πέμπτη ή Παρασκευή) καθώς και Σάββατο και Κυριακή. Η περίοδος πραγματοποίησης των μετρήσεων ήταν μεταξύ 8/3/2008 και 5/4/2008. Για την εκτίμηση του μέσου εβδομαδιαίου κυκλοφοριακού φόρτου, οι φόρτοι της Δευτέρας και της Τετάρτης θεωρήθηκαν αντίστοιχοι, όπως επίσης και οι φόρτοι της Τρίτης, της Πέμπτης και της Παρασκευής.

Στο Σχήμα 3 δίνονται τα αποτελέσματα των κυκλοφοριακών μετρήσεων στα 11 σημεία του Σχήματος 1, όπως επίσης και οι παλιότερες μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν κυρίως από την Εγνατία Οδό Α.Ε.

3.4 Υφιστάμενοι και μελλοντικοί χρόνοι διαδρομής

Από τα 4 τμήματα του οδικού άξονα E61, ορισμένα και προσδιορισμένα γεωμετρικά χαρακτηριστικά έχει μόνο το τμήμα I που θα είναι τετράριχνος αυτοκινητόδρομος με δυο λωρίδες ανά κατεύθυνση + ΛΕΑ (διατομή 4v*σ). Για τα υπόλοιπα τμήματα υπάρχει απλώς ένας καταρχήν σχεδιασμός και προκαταρκτικές σκέψεις και γι'αυτό κρίνεται σκόπιμο να διαμορφωθούν διάφορα σενάρια, ως εξής:

- Σενάριο 1. Ως τέτοιο σενάριο θα θεωρηθεί ότι τα τμήματα I και IV θα κατασκευασθούν με διατομή αυτοκινητοδρόμου 4v*σ και V=110 km/h, ενώ τα τμήματα II και III θα κατασκευασθούν με διατομή 12/15 και V=100 km/h.
- Σενάριο 2. Ως τέτοιο σενάριο θα θεωρηθεί ότι μόνο το τμήμα I θα κατασκευασθεί με δια-



Σχήμα 3. Αποτελέσματα μετρήσεων κυκλοφοριακού φόρτου.
Figure 3. Results of traffic accounts.

τομή αυτοκινητοδρόμου 4v*σ και V=110 km/h, ενώ τα τμήματα II, III και IV θα κατασκευασθούν με διατομή 12/15 και V=100 km/h.

– Σενάριο 3. Ως τέτοιο σενάριο θα θεωρηθεί ότι τα τμήματα I, III και IV θα κατασκευασθούν με διατομή αυτοκινητοδρόμου 4v*σ και V=110 km/h ενώ το τμήμα II με διατομή 12/15 και V=100 km/h.

– Σενάριο 4. Ως τέτοιο σενάριο θα θεωρηθεί όλος ο Ε61 να κατασκευασθεί με διατομή αυτοκινητοδρόμου 4v*σ και V=110 km/h.

Στον Πίνακα 1 δίνονται οι χρόνοι διαδρομής σήμερα και αυτοί που αναμένονται μετά την υλοποίηση του άξονα Ε61, ανάλογα με το σενάριο επιλογής διατομής και την επιλεγείσα χάραξη στο τμήμα IV του άξονα Ε61. Διαπιστώνουμε ότι οι μειώσεις χρόνων διαδρομής για τα διάφορα σενάρια δεν απέχουν πολύ μεταξύ τους.

Στον Πίνακα 2 δίνεται ο Ετήσιος Μέσος Ημερήσιος Κυκλοφοριακός φόρτος για τα διάφορα τμήματα του άξονα Ε61, όπως προέκυψε με βάση την προηγηθείσα ανάλυση.

Πίνακας 1. Χρόνοι διαδρομής (σε min) στα διάφορα τμήματα του άξονα Ε61.

Table 1. Travel times (in min) before and after the construction of the new road axis Ε61.

	Υφιστάμενος χρόνος διαδρομής (σε min)	Χρόνος διαδρομής ανάλογα με το σενάριο επιλογής διατομών			
		1	2	3	4
Τμήμα I	20	9	9	9	9
Τμήμα II	30	27	27	27	20
Τμήμα III	-	10	10	9	9
Τμήμα IV					
1 ^η εναλλακτ. χάραξη	-	13	15	13	13
2 ^η εναλλακτ. χάραξη	-	19	21	19	19
3 ^η εναλλακτ. χάραξη	-	18	20	18	18
Συνολικός χρόνος διαδρομής Ε61 (σε min)					
1 ^η εναλλακτ. χάραξη		59	61	58	51
2 ^η εναλλακτ. χάραξη		65	67	64	57
3 ^η εναλλακτ. χάραξη		64	66	63	56

3.5 Εκτίμηση παράγωγης ζήτησης άξονα Ε61

Στην κανονική ζήτηση (μετρήσεις φόρτων) προστέθηκε η εκτρεπόμενη και η παράγωγη ζήτηση, αυτή δηλαδή που δεν υπάρχει σήμερα αλλά θα προκύψει λόγω της ελκυστικότητας του

νέου άξονα (καλύτερα γεωμετρικά χαρακτηριστικά, μεγαλύτερες ταχύτητες, μικρότεροι χρόνοι διαδρομής). Σε αναβάθμιση αντίστοιχης κατηγορίας οδικών έργων, η παράγωγη ζήτηση κυμαίνεται στο εύρος 3%÷10%, ανάλογα με τη βελτίωση της ελκυστικότητας του νέου άξονα, (Noland and Lem, 2002), (Yao and Morikawa, 2005). Για την περίπτωση του οδικού άξονα Ε61 και με βάση αντίστοιχες μελέτες της Εγνατίας Οδού Α.Ε. σε περιοχές με ανάλογα κοινωνικο-οικονομικά χαρακτηριστικά, ελήφθησαν υπόψη οι παρακάτω τιμές παράγωγης ζήτησης:

♦ Για το τμήμα του οδικού άξονα Ε61 όπου και σήμερα υφίσταται οδική χάραξη (τμήμα I και τμήμα II, διαδρομή Σέρρες – Λευκοθέα): 3%.

♦ Για το τμήματα III και IV (τμήμα Λευκοθέα – Συμβολή – πέρας οδικού άξονα Ε61) όπου σήμερα δεν υφίσταται οδική χάραξη: 10%.

3.6 Πρόβλεψη εξέλιξης των Ετήσιων Μέσων Ημερήσιων Κυκλοφοριακών φόρτων στα διάφορα τμήματα του άξονα Ε61

Έχει τεκμηριωθεί επαρκώς (Santos et al., 2010), (European Environment Agency, 2006), ότι οι ρυθμοί αύξησης των επιβατικών μεταφορών είναι αντίστοιχοι με τους ρυθμούς αύξησης του ΑΕΠ της χώρας. Γίνεται η εκτίμηση ότι το ΑΕΠ της χώρας θα έχει για τα προσεχή 30 χρόνια μέσο ετήσιο ρυθμό αύξησης της τάξης του 2%.

Με την πρόβλεψη ετήσιας αύξησης των φόρτων κατά 2,0% και υπό την προϋπόθεση ότι δεν θα συμβούν γεγονότα που θα αλλάξουν τη σημερινή δομή των πόλων προέλευσης και προορισμού των μετακινήσεων, οι εκτιμώμενοι φόρτοι του άξονα Ε61 το έτος 2015 (έτος ολοκλήρωσης του οδικού άξονα) και το έτος 2045 (30ετής διάρκεια ζωής του έργου) δίνονται στα Σχήματα 4 και 5 αντίστοιχα.

3.7 Κυκλοφοριακή ικανότητα οδικού άξονα Ε61 και επάρκεια προτεινόμενων διατομών

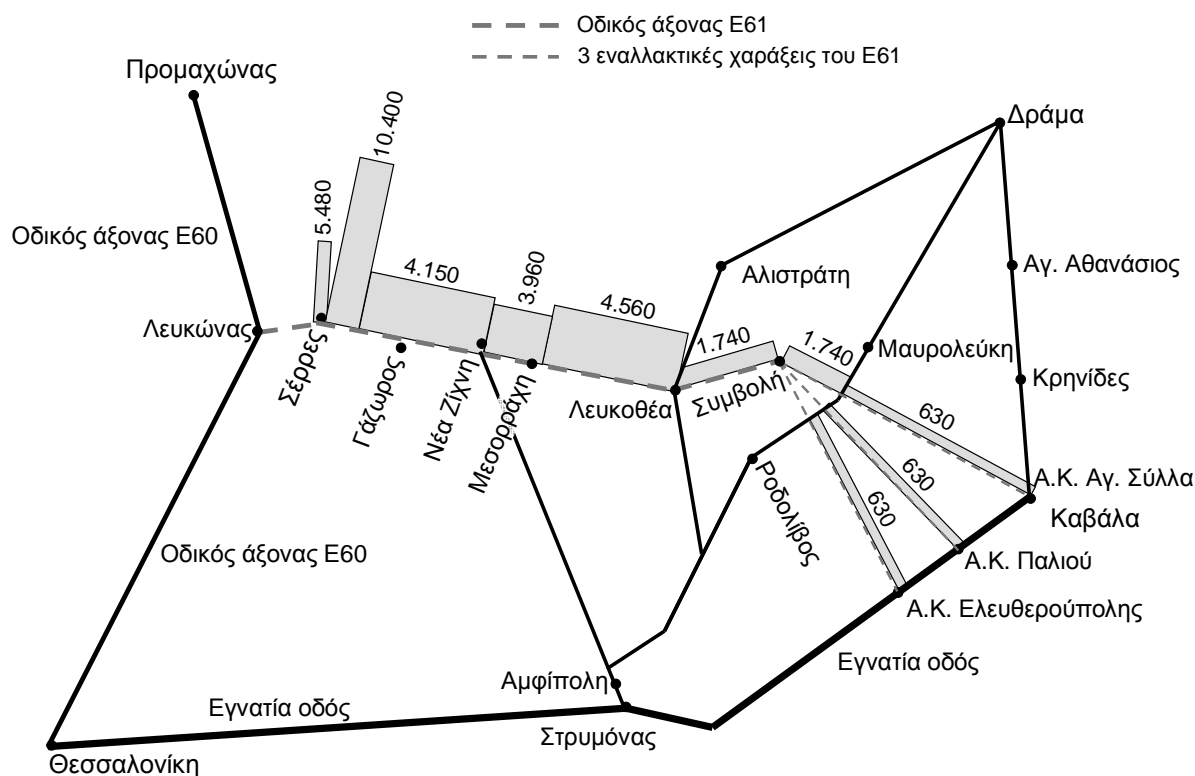
Σημαντικός είναι ο έλεγχος κατά πόσο οι επιλεγείσες διατομές του άξονα Ε61 μπορούν να

* Εκτιμάται από όλους τους διεθνείς οργανισμούς ότι η Ελληνική οικονομία θα εξέλθει από την υφεσιακή περίοδο 2009-2011 το 2012 και θα αναπτύσσεται για την προσεχή τριακονταετία μ ρυθμούς όχι μικρότερους από 2%, (IMF, 2011). Οι μετρήσεις φόρτων που διαπιστώθηκαν κυρίως το διάστημα 2009-11 οφείλονται στην είσοδο της οικονομίας σε υφεσιακό κύκλο και στην αύξηση της τιμής των καυσίμων, κάτι που δεν αναμένεται (και δεν μπορεί) να συνεχισθεί αλλά και ούτε ήταν δυνατό να εκτιμηθεί κατά το χρόνο εκπόνησης της μελέτης του άξονα Ε61 (2008).

Πίνακας 2. Κυκλοφοριακό μοντέλο οδικού άξονα E61 – Εκτίμηση φόρτων στα διάφορα τμήματα του οδικού άξονα αν αυτός λειτουργούσε σήμερα (2010).

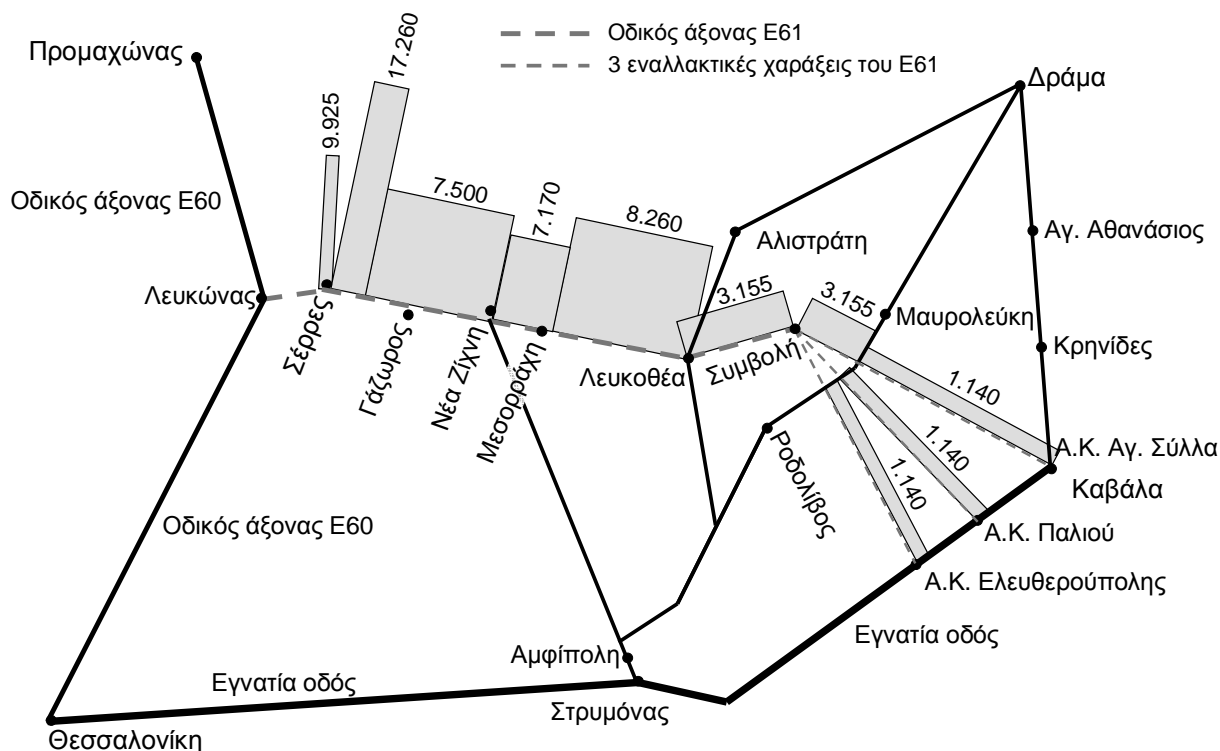
Table 2. The suggested traffic model and values of traffic for the year 2010.

Τμήμα του οδικού άξονα E61	Ετήσιος Μέσος Ημερήσιος Κυκλοφοριακός Φόρτος		
	Κατεύθυνση A	Κατεύθυνση B	Μέση τιμή
Περιαστική οδός Σερρών	4.742	4.799	4.770
Μέτρηση εργοστ. Ζάχαρης	4.184	4.327	4.256
Μέτρηση κόμβου προς Νέο Σκοπό	5.300	5.270	5.285
Κόμβος νοσοκομείου Σερρών - διασταύρωση Χρυσού	9.277	9.205	9.241
Υφιστάμενος κυκλοφοριακός φόρτος	8.773	8.700	8.737
Εκτρεπόμενος (από ανατολ. Μακεδονία και Θράκη) κυκλοφοριακός φόρτος	504	505	505
Οικισμός Χρυσού - διασταύρωση Αμφίπολης	3.114	4.036	3.575
Υφιστάμενος κυκλοφοριακός φόρτος	2.610	3.531	3.071
Εκτρεπόμενος (από ανατολ. Μακεδονία και Θράκη) κυκλοφοριακός φόρτος	504	505	505
Διασταύρωση Αμφίπολης - Μεσορράχη	3.549	3.276	3.413
Υφιστάμενος κυκλοφοριακός φόρτος	3.045	2.771	2.908
Εκτρεπόμενος (από ανατολ. Μακεδονία και Θράκη) κυκλοφοριακός φόρτος	504	505	505
Μεσορράχη - διασταύρωση Αλιστράτης και Λευκοθέας	3.951	3.915	3.933
Υφιστάμενος κυκλοφοριακός φόρτος	2.540	2.514	2.527
Εκτρεπόμενος (από ανατολ. Μακεδονία και Θράκη) κυκλοφοριακός φόρτος	504	505	505
Εκτρεπόμενος (από Δράμα) κυκλοφοριακός φόρτος	907	896	902
Διασταύρωση Αλιστράτης, Λευκοθέας - Τομή E61 με οδό Δράμα-Αμφίπολη	1.411	1.401	1.406
Εκτρεπόμενος (από ανατολ. Μακεδονία και Θράκη) κυκλοφοριακός φόρτος	504	505	505
Εκτρεπόμενος (από Δράμα) κυκλοφοριακός φόρτος	907	896	902
Τομή E61 με οδό Δράμα-Αμφίπολη - Τέλος οδικού άξονα E61	504	505	505
Εκτρεπόμενος (από ανατολ. Μακεδονία και Θράκη) κυκλοφοριακός φόρτος	504	505	505



Σχήμα 4. Εκτιμώμενος Ετήσιος Μέσος Ημερήσιος Κυκλοφοριακός φόρτος στα διάφορα τμήματα του οδικού άξονα E61 για το 2015.

Figure 4. Forecast for the daily traffic in the various sections of the road axis E61 for the year 2015.



Σχήμα 5. Εκτιμώμενος Ετήσιος Μέσος Ημερήσιος Κυκλοφοριακός φόρτος στα διάφορα τμήματα του οδικού άξονα E61 για το 2045.

Figure 5. Forecast for the daily traffic in the various sections of the road axis E61 for the year 2045.

αναλάβουν επαρκώς και με ικανοποιητικό επίπεδο εξυπηρέτησης τους προβλεπόμενους κυκλοφοριακούς φόρτους σ'όλη τη διάρκεια ζωής του έργου, δηλαδή μέχρι το 2045.

Από την ανάλυση προέκυψε ότι η διατομή 4n* που έχει επιλεγεί για το τμήμα I είναι υπεραρκετή μέχρι το 2045. Επίσης, για τα τμήματα II, III και IV η διατομή 12/15 επαρκεί και εξασφαλίζει στο έτος 2045 ικανοποιητικό επίπεδο εξυπηρέτησης, καθώς στο τέλος της διάρκειας ζωής του έργου η οδός θα λειτουργεί σε επίπεδο 60% έως 80% της κυκλοφοριακής ικανότητάς της.

4. ΠΟΣΟΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΣΕ ΧΡΗΜΑΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΤΩΝ ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΩΝ ΩΦΕΛΕΙΩΝ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ ΣΚΟΠΙΜΟΤΗΤΑΣ

Οι ωφέλειες από την υλοποίηση ενός συγκοινωνιακού έργου εντοπίζονται κυρίως στη μείωση των χρόνων διαδρομής, στη μείωση του κόστους λειτουργίας, στη μείωση των ατυχημάτων, στη βελτίωση της ποιότητας υπηρεσίας, στην ανάπτυξη της χώρας και της περιφέρειας.

Αν η αξιολόγηση σκοπιμότητας είναι αμιγώς χρηματο-οικονομική, τότε ως μόνη προκύπτουσα ωφέλεια είναι η μείωση του κόστους λει-

τουργίας. Αν όμως η ανάλυση είναι κοινωνικο-οικονομική, τότε λαμβάνονται υπόψη όλες οι προκύπτουσες ωφέλειες, δηλαδή η μείωση κόστους λειτουργίας, η μείωση χρόνων διαδρομής, η μείωση ατυχημάτων, η συμβολή στην περιφερειακή ανάπτυξη. Στα περισσότερα οδικά έργα παγκοσμίως (και ιδίως αν η χρηματοδότηση είναι κρατική ή Κοινοτική) διερευνάται η κοινωνικο-οικονομική σκοπιμότητα των έργων, κάτι που γίνεται και στην παρούσα εργασία.

Η αξιολόγηση και τεκμηρίωση της σκοπιμότητας υλοποίησης του άξονα E61 θα γίνει με βάση τους εξής δείκτες:

- καθαρή παρούσα αξία (NPV),
- συντελεστής οφέλους / κόστους (B/C),
- δείκτης εσωτερικής απόδοσης (IRR).

Σε ό,τι αφορά τις δαπάνες κατασκευής, για τον προσδιορισμό των χρηματορροών έγινε η υπόθεση ότι το πρώτο έτος κατασκευής του έργου θα δαπανηθεί το 15% των συνολικών δαπανών, τα επόμενα τρία έτη από 20% και το τελευταίο έτος το εναπομένον 25% των συνολικών δαπανών κατασκευής του οδικού άξονα, (Πίνακας 3). Η υπολειμματική αξία του έργου ελήφθη ίση με 20% του αρχικού κόστους κατασκευής, (Adler, 1987), (Powell, 2001).

Πίνακας 3. Κόστος κατασκευής, συντήρησης και λειτουργίας για τα διάφορα σενάρια υλοποίησης του οδικού άξονα E61.

Table 3. Construction, maintenance and operation costs of the road project E61.

Τμήμα οδικού άξονα E61	Κόστος κατασκευής (σε εκατομμύρια ευρώ, τρέχουσες τιμές έτους 2010)			
	Σενάριο I	Σενάριο II	Σενάριο III	Σενάριο IV
Τμήμα I	24,30	24,30	24,30	24,30
Τμήμα II	18,13	18,13	18,13	51,75
Τμήμα III	18,75	18,75	45,00	45,00
Τμήμα IV				
1η εναλλακτική χάραξη	69,00	28,75	69,00	69,00
2η εναλλακτική χάραξη	96,00	40,00	96,00	96,00
3η εναλλακτική χάραξη	90,00	37,50	90,00	90,00

Τμήμα οδικού άξονα E61	Κόστος συντήρησης και λειτουργίας (σε εκατομμύρια ευρώ, τρέχουσες τιμές έτους 2010)			
	Σενάριο I	Σενάριο II	Σενάριο III	Σενάριο IV
Τμήμα I	0,49	0,49	0,49	0,49
Τμήμα II	0,47	0,47	0,47	0,51
Τμήμα III	0,23	0,23	0,45	0,45
Τμήμα IV				
1η εναλλακτική χάραξη	0,69	0,35	0,69	0,69
2η εναλλακτική χάραξη	0,96	0,48	0,96	0,96
3η εναλλακτική χάραξη	0,90	0,45	0,90	0,90

Επιλέχθηκαν δυο διαφορετικά επιτόκια επικαιροποίησης, 3% και 5% (το οποίο προσεγγίζει το επιτόκιο δανεισμού του Ελληνικού Δημοσίου το διάστημα 2010-2012). Η αξία του χρόνου διαδρομής (ανθρωπο-ώρα) ελήφθη 10,5 €/ώρα για παραγωγικές μετακινήσεις και 2,625 €/ώρα (=25%×10,5 €/ώρα) για μη παραγωγικές μετακινήσεις. Στις συνολικές μετακινήσεις εκτιμήθηκε, με βάση πραγματοποιηθείσα Έρευνα Ερωτηματολογίου, ότι το 50% αφορά παραγωγικές μετακινήσεις και το άλλο 50% μη-παραγωγικές, (Εγνατία Οδός, 2008).

Ο Πίνακας 4 δίνει την Καθαρή Παρούσα Αξία και το Δείκτη Εσωτερικής Απόδοσης (IRR) του οδικού άξονα E61 για τα διάφορα σενάρια επιλογής διατομής και τις 3 εναλλακτικές χαράξεις του τμήματος IV. Διερευνήθηκε η κοινωνικο-οικονομική αξιολόγηση του έργου και έτσι οι προκύπτοντες δείκτες είναι υψηλότεροι από αυτούς που θα προέκυπταν αν είχε γίνει αμιγώς χρηματο-οικονομική αξιολόγηση. Το πλέον αποδοτικό σενάριο υλοποίησης είναι το Σενάριο 2 το οποίο προβλέπει ότι μόνο το τμήμα I του οδικού άξονα E61 θα κατασκευασθεί με διατομή αυτοκινητοδρόμου 4v*σ και V=110 km/h, ενώ τα τμήματα II, III και IV θα κατασκευασθούν με διατομή 12/15 και V=100 km/h.

Το δεύτερο πιο αποδοτικό σενάριο είναι το Σενάριο 1, το οποίο θεωρεί ότι τα τμήματα I και IV θα κατασκευασθούν με διατομή αυτοκινητο-

δρόμου 4v*σ και V=110 km/h, ενώ τα τμήματα II και III με διατομή 12/15 και V=100 km/h.

Το λιγότερο αποδοτικό σενάριο είναι το Σενάριο 3, το οποίο προβλέπει ότι τα τμήματα I, III και IV θα κατασκευασθούν με διατομή αυτοκινητοδρόμου 4v*σ και V=110 km/h ενώ το τμήμα II με διατομή 12/15 και V=100 km/h.

Σε ό,τι αφορά τις τρεις εναλλακτικές χαράξεις του τμήματος IV, η 1^η και η 3^η εναλλακτική χάραξη προκύπτουν ισοδύναμα αποδοτικές.

Με βάση τις προκύπτουσες τιμές των κριτηρίων κοινωνικο-οικονομικής αξιολόγησης του έργου προκύπτει ότι το έργο είναι σκόπιμο να πραγματοποιηθεί με κατάταξη της αποδοτικότητας των διαφόρων σεναρίων όπως προηγουμένως.

5. ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ

Όλες οι αναλύσεις τεχνικο-οικονομικής αξιολόγησης ενός οδικού έργου στηρίζονται σε μια σειρά από υποθέσεις που αφορούν τον προβλεπόμενο κυκλοφοριακό φόρτο, το κόστος κατασκευής, το επιτόκιο επικαιροποίησης, κ.λπ. Καμία όμως από αυτές τις παραμέτρους δεν θα υλοποιηθεί όπως προβλέφθηκε. Οι αναλύσεις ευαισθησίας μας επιτρέπουν να διερευνήσουμε τις επιπτώσεις στα διάφορα κριτήρια σκοπιμότητας από τη μεταβολή στην αρ-

χικώς δοθείσα τιμή κάθε παραμέτρου που υπεισέρχεται στα κριτήρια σκοπιμότητας. Είναι έτσι δυνατό να προσδιορισθεί για κάθε παράμετρο η κατώτερη τιμή κάτω από την οποία το συγκεκριμένο οδικό έργο δεν είναι οικονομικά σκόπιμο να πραγματοποιηθεί.

Στην ανάλυση σκοπιμότητας υλοποίησης του οδικού άξονα Ε61 (Σέρρες – Καβάλα) πραγματοποιήθηκε ανάλυση ευαισθησίας για τα διάφορα κριτήρια σκοπιμότητας (συντελεστής οφέλους κόστους, δείκτης εσωτερικής απόδοσης, καθαρή παρούσα αξία) ως προς τις παραμέτρους: εκτιμώμενος κυκλοφοριακός φόρτος, τιμή πετρελαίου, κόστος κατασκευής, κόστος συντήρησης.

Ενδεικτικά στους Πίνακες 5 και 6 δίνεται η ανάλυση ευαισθησίας του δείκτη εσωτερικής απόδοσης και της καθαρής παρούσας αξίας για τα διάφορα σενάρια υλοποίησης του άξονα Ε61, ως προς τη μεταβολή του προβλεπόμενου κυκλοφοριακού φόρτου του άξονα. Παρουσιάζεται η ανάλυση ευαισθησίας ως προς τον κυκλοφοριακό φόρτο, διότι επηρεάζει το αποτέλεσμα αξιολόγησης περισσότερο από τις άλλες παραμέτρους του προβλήματος.

6. Η ΣΥΜΒΑΤΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ ΑΠΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΣΚΟΠΙΑ

Στο στάδιο της τεχνικο-οικονομικής αξιολόγησης της σκοπιμότητας ενός οδικού έργου είναι απαραίτητο να γίνει προκαταρκτική διερεύνηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων του έργου ώστε να τεκμηριωθεί προκαταρκτικά η περιβαλλοντική συμβατότητά του. Διότι ενδέχεται ένα οδικό έργο να είναι σκόπιμο να υλοποιηθεί, τελικώς όμως να μην πραγματοποιηθεί διότι οι περιβαλλοντικές του επιπτώσεις είναι ιδιαίτερα αρνητικές και δεν μπορούν, είτε με λογικό κόστος, είτε καθόλου, να αντιμετωπισθούν.

Όπως προκύπτει και από το Σχήμα 6, καμία περιοχή στην ευρύτερη περιοχή του οδικού άξονα Ε61 (Σέρρες – Καβάλα) δεν προστατεύεται από τη Συνθήκη Ramsar και δεν εντάσσεται στο Δίκτυο Natura. Συνεπώς, στην προκαταρκτική τεκμηρίωση της περιβαλλοντικής συμβατότητας του έργου δεν συντρέχουν απαγορευτικές προϋποθέσεις για την υλοποίησή του, (Εγνατία Οδός, 2008).

Πίνακας 4. Καθαρή παρούσα αξία (σε εκατομ. ευρώ), Δείκτης Εσωτερικής Απόδοσης (IRR) και συντελεστής οφέλους / κόστους για τα διάφορα σενάρια υλοποίησης του οδικού άξονα Ε61.

Table 4. Net Present Value, Internal Rate of Return and Cost/Benefit ratio for the various scenarios of the road project E61.

Σενάρια διατομής άξονα Ε61	Δείκτης εσωτερικής απόδοσης IRR	Καθαρή παρούσα αξία (σε εκατομ. ευρώ)		Συντελεστής οφέλους / κόστους
		Επιτόκιο επικαιροποίησης		
		3%	5%	
Σενάριο 1, 1 ^η εναλλακτική χάραξη	7,01%	96,68 €	36,33 €	3,50
Σενάριο 1, 2 ^η εναλλακτική χάραξη	5,54%	69,32 €	11,07 €	2,84
Σενάριο 1, 3 ^η εναλλακτική χάραξη	6,57%	98,51 €	32,47 €	3,31
Σενάριο 2, 1 ^η εναλλακτική χάραξη	9,38%	118,26 €	60,32 €	4,78
Σενάριο 2, 2 ^η εναλλακτική χάραξη	7,97%	98,39 €	43,89 €	4,03
Σενάριο 2, 3 ^η εναλλακτική χάραξη	9,48%	132,76 €	68,17 €	4,85
Σενάριο 3, 1 ^η εναλλακτική χάραξη	5,63%	72,48 €	12,98 €	2,90
Σενάριο 3, 2 ^η εναλλακτική χάραξη	4,21%	36,84 €	-18,13 €	2,33
Σενάριο 3, 3 ^η εναλλακτική χάραξη	5,39%	74,31 €	9,13 €	2,81
Σενάριο 4, 1 ^η εναλλακτική χάραξη	5,35%	77,51 €	8,74 €	2,77
Σενάριο 4, 2 ^η εναλλακτική χάραξη	4,17%	41,87 €	-22,38 €	2,30
Σενάριο 4, 3 ^η εναλλακτική χάραξη	6,13%	118,78 €	32,13 €	3,12

Πίνακας 5. Ανάλυση ευαισθησίας, για τα διάφορα σενάρια υλοποίησης του οδικού άξονα Ε61, του δείκτη εσωτερικής απόδοσης ως προς τη μεταβολή του προβλεπόμενου κυκλοφοριακού φόρτου.
Table 5. Sensitivity analysis of the value of Internal Rate of Return in relation to changes of the forecasted traffic of road axis Ε61.

Σενάρια διατομής άξονα Ε61	Δείκτης εσωτερικής απόδοσης IRR				
	Μείωση προβλεπόμενου κυκλοφοριακού φόρτου κατά 40%	Μείωση προβλεπόμενου κυκλοφοριακού φόρτου κατά 20%	Προβλεπόμενος κυκλοφοριακός φόρτος	Αύξηση προβλεπόμενου κυκλοφοριακού φόρτου κατά 20%	Αύξηση προβλεπόμενου κυκλοφοριακού φόρτου κατά 40%
Σενάριο I, 1 ^η εναλλακτική χάραξη	4,30%	5,73%	7,01%	8,18%	9,27%
Σενάριο I, 2 ^η εναλλακτική χάραξη	3,04%	4,36%	5,54%	6,61%	7,61%
Σενάριο I, 3 ^η εναλλακτική χάραξη	4,09%	5,39%	6,57%	7,65%	8,65%
Σενάριο II, 1 ^η εναλλακτική χάραξη	6,10%	7,83%	9,38%	10,80%	12,12%
Σενάριο II, 2 ^η εναλλακτική χάραξη	4,80%	6,48%	7,97%	9,33%	10,59%
Σενάριο II, 3 ^η εναλλακτική χάραξη	6,42%	8,03%	9,48%	10,82%	12,07%
Σενάριο III, 1 ^η εναλλακτική χάραξη	2,97%	4,38%	5,63%	6,76%	7,81%
Σενάριο III, 2 ^η εναλλακτική χάραξη	1,67%	3,02%	4,21%	5,29%	6,28%
Σενάριο III, 3 ^η εναλλακτική χάραξη	2,95%	4,24%	5,39%	6,45%	7,42%
Σενάριο IV, 1 ^η εναλλακτική χάραξη	2,79%	4,14%	5,35%	6,45%	7,47%
Σενάριο IV, 2 ^η εναλλακτική χάραξη	1,70%	3,01%	4,17%	5,22%	6,19%
Σενάριο IV, 3 ^η εναλλακτική χάραξη	3,50%	4,88%	6,13%	7,26%	8,31%

Πίνακας 6. Ανάλυση ευαισθησίας, για τα διάφορα σενάρια υλοποίησης του οδικού άξονα Ε61, της καθαρής παρούσας αξίας ως προς τη μεταβολή του προβλεπόμενου κυκλοφοριακού φόρτου.
Table 6. Sensitivity analysis of the value of Net Present Value in relation to changes of the forecasted traffic of road axis Ε61.

Σενάρια διατομής άξονα Ε61	Καθαρή Παρούσα Αξία (σε εκατομ. ευρώ) (επιτόκιο επικαιροποίησης: 5%)				
	Μείωση προβλεπόμενου κυκλοφοριακού φόρτου κατά 40%	Μείωση προβλεπόμενου κυκλοφοριακού φόρτου κατά 20%	Προβλεπόμενος κυκλοφοριακός φόρτος	Αύξηση προβλεπόμενου κυκλοφοριακού φόρτου κατά 20%	Αύξηση προβλεπόμενου κυκλοφοριακού φόρτου κατά 40%
Σενάριο I, 1 ^η εναλλακτική χάραξη	-11,31 €	12,51 €	36,33 €	60,15 €	83,96 €
Σενάριο I, 2 ^η εναλλακτική χάραξη	-36,11 €	-12,52 €	11,07 €	34,67 €	58,26 €
Σενάριο I, 3 ^η εναλλακτική χάραξη	-16,97 €	7,75 €	32,47 €	57,19 €	81,91 €
Σενάριο II, 1 ^η εναλλακτική χάραξη	13,39 €	36,85 €	60,32 €	83,79 €	107,26 €
Σενάριο II, 2 ^η εναλλακτική χάραξη	-2,57 €	20,66 €	43,89 €	67,12 €	90,35 €
Σενάριο II, 3 ^η εναλλακτική χάραξη	19,34 €	43,75 €	68,17 €	92,59 €	117,00 €
Σενάριο III, 1 ^η εναλλακτική χάραξη	-37,53 €	-12,27 €	12,98 €	38,24 €	63,50 €
Σενάριο III, 2 ^η εναλλακτική χάραξη	-68,20 €	-43,17 €	-18,13 €	6,90 €	31,93 €
Σενάριο III, 3 ^η εναλλακτική χάραξη	-43,19 €	-17,03 €	9,13 €	35,29 €	61,45 €
Σενάριο IV, 1 ^η εναλλακτική χάραξη	-49,10 €	-20,18 €	8,74 €	37,65 €	66,57 €
Σενάριο IV, 2 ^η εναλλακτική χάραξη	-79,77 €	-51,07 €	-22,38 €	6,31 €	35,00 €
Σενάριο IV, 3 ^η εναλλακτική χάραξη	-38,40 €	-3,14 €	32,13 €	67,40 €	102,67 €

Σχήμα 6. Περιοχές στην ευρύτερη περιοχή του οδικού άξονα Σέρρες – Καβάλα (E61) που είτε προστατεύονται από τη Συνθήκη Ramsar (αριστερά) είτε εντάσσονται στο Δίκτυο Natura (δεξιά).
 Table 6. Regions in the wide area of road axis E61 (Serres – Kavala), which are protected by the Ramsar Convention (left) or are included in the Nature Network (right).



7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Adler, H.A. (1987), "Economic Appraisal of Transport Projects", Johns Hopkins University Press, Baltimore, USA, 2nd Edition, pp. 84-95.
- Bonini, C.P. (1975), "Risk evaluation of investment projects", Omega, Vol. 3, No 6, pp. 735-750.
- Cho, K.T. (2003), "Multicriteria decision methods: An attempt to evaluate and unify", Mathematical and Computer Modelling, Vol. 37, No 9, pp.1099-1119.
- Dupuit, A. J. (1995), "De la mesure de l'utilité des travaux publics (1844)", Revue Française d'Économie, vol. 10, issue 2, pp. 55-94.
- European Commission (2010), "Energy and Transport in figures", Publications Office of the European Union, Luxembourg, p. 95.
- European Environment Agency (2006), "Correlation in growth of passenger transport vs GDP growth", Denmark.
- International Monetary Fund - IMF (2011), "Third Review Under the Stand-by arrangement-Staff Report, Statement by the Staff Representative on Greece and Statement by the Executive Director for Greece", IMF Publication Services, Washington, D.C.
- Iniestra, J.G. and Gutierrez, J.G. (2009), "Multicriteria decisions on interdependent infrastructure transportation projects using an evolutionary-based framework", Applied Soft Computing Journal, Vol. 9, No 2, pp. 512-526.
- Intrator, J. and Paroush, J. (1977), "Sensitivity analysis of the classical transportation problem. A combinatorial approach", Computers and Operations Research, Vol. 4, No 3, pp. 213-226.
- Noland, R.B. and Lem, L.L. (2002), "A review of the evidence for induced travel and changes in transportation and environmental policy in the US and the UK", Transportation Research Part D: Transport and Environment, Vol. 7, No 1, pp.1-26.
- Ortúzar, J.D. and Willumsen L.G. (2002), "Modelling Transport", John Wiley and Sons Ltd., Chichester, England, 3rd Edition, pp. 403-405.
- Porwal, L.S. and Singhvi, S.S. (1978), "A comparative study of capital expenditure evaluation techniques", Long Range Planning, Vol. 11, No 5, pp.25-31.
- Powell, T. (2001), "The Principles of Transport Economics", PTRC, London, England, p. 127, p. 172.
- Santos, G., Behrendt, H. and Teytelboym, A. (2010), "Policy instruments for sustainable road transport", Research in Transportation Economics, Vol. 28, No 1, pp. 46-91.
- Yang, C. and Chen, A. (2009), "Sensitivity analysis of the combined travel demand model with applications", European Journal of Operational Research, Vol. 198, No 3, p.p.909-921.
- Yao, E. and Morikawa, T. (2005), "A study of on integrated intercity travel demand model", Transportation Research Part A, Vol. 39, No 4, pp.367-381.
- Εγνατία Οδός Α.Ε. (2008), "Μελέτη Σκοπιμότητας του Άξονα 61 "Σέρρες – Καβάλα", DELCO Ε.Π.Ε, Θεσσαλονίκη.
- Υπ.ε.Χω.Δ.Ε - Γενική Γραμματεία Δημοσίων Έργων (2001) "Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων – Τεύχος Οδικών Σηράγγων (ΟΜΟΕ-8)".
- Υπ.Πε.Χω.Δ.Ε - Γενική Γραμματεία Δημοσίων Έργων (2002) "Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων – Διατομές (ΟΜΟΕ-2)".