

Σχεδιασμός, εγκατάσταση και λειτουργία συστημάτων οδικής χρέωσης σε κυκλοφοριακά κορεσμένες περιοχές

Ι. Πολίτης & Σ. Μπάσμπας

Τμήμα Αγρονόμων & Τοπογράφων Μηχανικών Α.Π.Θ.

Περίληψη

Έρευνες σε παγκόσμιο επίπεδο καταδεικνύουν ότι η αύξηση της χρήσης οχημάτων παρατηρείται πλέον όχι μόνο σε αστικές περιοχές, αλλά και στα υπεραστικά δίκτυα. Το γεγονός αυτό, ωθεί στην αναζήτηση νέων τεχνικών προκειμένου να ελαχιστοποιηθούν οι αρνητικές επιπτώσεις που επιφέρει η αύξηση αυτή. Διάφορα μέτρα έχουν μελετηθεί κατά καιρούς, εντούτοις τα αποτελέσματά τους είτε δεν έχουν προφανή θετικά αποτελέσματα είτε δεν τυγχάνουν της απόλυτης αποδοχή των χρηστών.

Ένα από τα πιο ελπιδοφόρα μέτρα που θεωρείται ότι μπορεί να επαναπροσδιορίσει τον τρόπο μεταφοράς ανθρώπων και προϊόντων είναι η χρέωση χρήσης της οδικής υποδομής. Στην παρούσα εργασία, επιχειρείται μια ανάλυση σχετικά με τον σχεδιασμό, την εγκατάσταση και τη λειτουργία τέτοιων συστημάτων.

Στο πλαίσιο αυτό, παρουσιάζεται μια βιβλιογραφική ανασκόπηση σχετικά με τη θεωρία της οδικής χρέωσης, τις κατηγορίες στις οποίες διακρίνεται, που και πώς μπορούν τα συστήματα αυτά να εγκατασταθούν κ.λ.π.

Παράλληλα, πραγματοποιείται μια αναλυτική παρουσίαση ορισμένων από τις ήδη εγκατεστημένες εφαρμογές οδικής χρέωσης σε ευρωπαϊκό και διεθνές επίπεδο. Τονίζονται ιδιαίτερα παράγοντες που οδήγησαν σε επιτυχημένη ή μη λειτουργία των συστημάτων αυτών ενώ αναδεικνύεται η σπουδαιότητα και η αναγκαιότητα συμμετοχής των νέων τεχνολογιών.

Μέσα από την ανάλυση αυτή, τέλος, επιχειρείται η εκπόνηση ενός πλαισίου προτάσεων που αφορούν στα βήματα για την ορθή και επιτυχημένη εφαρμογή της τιμολόγησης σε ένα οδικό τμήμα.

Από τα στοιχεία που παρατίθενται καθίσταται σαφές ότι τέτοιες καινοτόμες εφαρμογές συνεισφέρουν στη βελτίωση λειτουργίας των αστικών και υπεραστικών οδικών δικτύων.

1. Εισαγωγή

Οι μεταφορές, ως τομέας κεφαλαιώδους σημασίας για τη λειτουργία των σύγχρονων οικονομιών, καλούνται σήμερα να λειτουργήσουν σε ένα περιβάλλον που χαρακτηρίζεται από όλο και μεγαλύτερες απαιτήσεις για κινητικότητα και από όλο και μικρότερη ανεκτικότητα της κοινωνίας έναντι των συνεχών καθυστερήσεων και της μέτριας ποιότητας ορισμένων παρεχόμενων υπηρεσιών του συγκεκριμένου τομέα. Ένα σύγχρονο σύστημα μεταφορών οφείλει να είναι βιώσιμο τόσο από πλευράς οικονομικής όσο και από πλευράς κοινωνικής και περιβαλλοντικής [1].

Τις τελευταίες δύο τουλάχιστον δεκαετίες πληθαίνουν τα φαινόμενα που αποτελούν ανασταλτικό παράγοντα για την επίτευξη της παραπάνω αρχής. Η παγκόσμια κοινότητα επιθυμώντας να προλάβει τις δυσοίωνες προβλέψεις, προσπαθεί με την εφαρμογή ολοκληρωμένων πολιτικών να αντιμετωπίσει τα διάφορα προβλήματα που ανακύπτουν από την αλματώδη αύξηση της ζήτησης στο τομέα των μεταφορών. Ένα από αυτά τα προβλήματα είναι η *κυκλοφοριακή συμφόρηση* την οποία τουλάχιστον η Ευρωπαϊκή Ένωση θεωρεί ως τον σημαντικότερο κίνδυνο μείωσης της ανταγωνιστικότητας της ευρωπαϊκής οικονομίας [2]. Στα πλαίσια των πολιτικών που διαμορφώνονται, μία πρόταση που φαίνεται να κερδίζει ολοένα και περισσότερο υποστηρικτές σε παγκόσμιο επίπεδο είναι η τιμολόγηση για την αποτροπή της κυκλοφοριακής συμφόρησης, που στην περίπτωση χρήσης οδικών δικτύων, ονομάζεται οδική τιμολόγηση.

2. Η θεωρητική προσέγγιση τιμολόγησης της συμφόρησης

2.1 Οι εξωτερικές οικονομίες στον τομέα των μεταφορών

Εξωτερικές οικονομίες απαντώνται σε πάρα πολλές περιπτώσεις, σε όλους τους τομείς δραστηριοποίησης του ανθρώπου και φυσικά στο τομέα των μεταφορών. Εμφανίζονται όταν τα ιδιωτικά κόστη ή οφέλη δεν είναι ίσα με τα κοινωνικά κόστη ή οφέλη. Τα εξωτερικά κόστη, αναλαμβάνονται από το κοινωνικό σύνολο και δεν καταβάλλονται από το μεμονωμένο χρήστη. Το κόστος που προκύπτει αποτελεί το «*κοινωνικό κόστος παραγωγής μεταφορικών υπηρεσιών*».

Τα εξωτερικά κόστη είναι αυτά που δημιουργούνται από το χρήστη του συστήματος και διακρίνονται σε κόστος εντός του ίδιου τομέα των μεταφορών (*intra-sectoral externalities*) και σε κόστος διαφόρων γειτονικών τομέων του συστήματος των μεταφορών (*inter-sectoral externalities*). Τα πρώτα έχουν να κάνουν με το χώρο των μεταφορών και διακρίνονται περαιτέρω σε εξωτερικά κόστη εντός του εξεταζόμενου μέσου και σε εξωτερικά κόστη μεταξύ των μέσων. Τα δεύτερα έχουν να κάνουν με το χώρο πέραν του συστήματος των μεταφορών και ουσιαστικά αφορούν ολόκληρη την κοινωνία. Από μια άλλη οπτική γωνία τα εξωτερικά κόστη μπορούν να διακριθούν σε στιγμιαία ή βραχυχρόνια και σε μακροχρόνια [3].

Το κόστος που προκύπτει από την κυκλοφοριακή συμφόρηση ονομάζεται κόστος συμφόρησης (*intra-sectoral externality*). Δημιουργείται όταν η ζήτηση για μετακινήσεις σε ένα δρόμο ή σε ένα στοιχείο της υποδομής γενικότερα,

ξεπερνά τη χωρητικότητα του στοιχείου αυτού με αποτέλεσμα να υποβιβάζεται το επίπεδο εξυπηρέτησής του και να αυξάνει το γενικευμένο κόστος μετακίνησης των μετακινουμένων, ενώ παράλληλα να δημιουργούνται αυξημένες αρνητικές οικονομίες που επιδρούν σε ένα ευρύτερο κύκλο ανθρώπων. Η τιμή του εξωτερικού κόστους συναρτάται από την αύξηση του μοναδιαίου λειτουργικού κόστους κάθε οχήματος και από την αξία του χρόνου που αντιστοιχεί στην καθυστέρηση που επιβάλλει το όχημα στα υπόλοιπα.

Όπως έχει αποδειχθεί, η συμμετοχή του φαινομένου της συμφόρησης είναι πολύ σημαντική, και αντιστοιχεί-στην περίπτωση ενός βαρέως φορτηγού οχήματος- στο 25 έως 33% του συνολικού κόστους μετακίνησης. Το ποσοστό αυτό γίνεται ακόμα μεγαλύτερο στην περίπτωση αστικών δικτύων όπου το φαινόμενο της συμφόρησης λαμβάνει ακόμα μεγαλύτερες διαστάσεις [2,4].

2.2 Θεωρητικές προσεγγίσεις για τον υπολογισμό του κόστους συμφόρησης

Η θεωρία της οδικής τιμολόγησης έχει τις ρίζες της στη θεωρία της *οικονομικής ευημερίας*, η οποία αποτελεί έναν κλάδο της Οικονομικής, αφοσιωμένο στον εντοπισμό των «κοινωνικά άριστων» πολιτών. Ο εντοπισμός αυτός γίνεται αναλογιστεί κανείς ότι ορισμένα επενδυτικά σχέδια στον τομέα των μεταφορών (όπως η εφαρμογή οδικής τιμολόγησης) έχουν σημαντικές αναδιανεμητικές επιπτώσεις [5]. Αναπτύχθηκε αρχικά από τον Ιταλό οικονομολόγο Pareto, ο οποίος διατύπωσε ότι «ένα επενδυτικό σχέδιο θα πρέπει να εγκριθεί, αν τουλάχιστον ένα μέλος της κοινωνίας επωφελείται από αυτό και κανένας δεν υφίσταται ζημιά». Χωρίς αμφιβολία, το κριτήριο αυτό ήταν περιοριστικό και συνάμα ουτοπικό καθώς δεν είναι δυνατό να υλοποιηθεί μια μεταφορική επένδυση από την οποία κανένα μέλος της κοινωνίας δεν υφίσταται κάποιο κόστος. Για το λόγο αυτό η παραπάνω θεωρία τροποποιήθηκε από το κριτήριο Kaldor – Hicks το οποίο ορίζει ότι «ένα σχέδιο επένδυσης είναι ωφέλιμο για την κοινωνία, αν αυτοί που ωφελούνται από αυτό μπορούν να αποζημιώσουν αυτούς που υφίστανται ζημίες και το σύνολο της κοινωνίας βρίσκεται σε καλύτερη θέση από πριν» [6]. Η βέλτιστη –από θεωρητική σκοπιά– μεθοδολογία για την εσωτερίκευση των εξωτερικών οικονομιών στην περίπτωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης είναι η *τιμολόγηση οριακού κόστους* (Marginal Cost Pricing) η οποία προτάθηκε από τον οικονομολόγο Pigou το 1920 [7].

Η τιμολόγηση με βάση το οριακό κόστος ονομάζεται «*πρώτη βέλτιστη τιμολόγηση*» (first best pricing) και τα προβλήματα που προκύπτουν έχουν να κάνουν με το γεγονός ότι πολλοί τομείς της οικονομίας δεν ακολουθούν τον γενικό αυτό κανόνα τιμολόγησης. Δεν είναι λίγοι βέβαια αυτοί που υποστηρίζουν ότι παρόλο που στην περίπτωση αυτή θα υπάρχει λανθασμένη κατανομή των πόρων, είναι καλύτερα να συνεχιστεί η τιμολόγηση με βάση το οριακό κόστος. Αν ο κανόνας του οριακού κόστους εφαρμοστεί σε έναν εξειδικευμένο τομέα, όπως οι μεταφορές, τότε παρόλο που το μερίδιο των εθνικών πλουτοπαραγωγικών πόρων που θα χρησιμοποιούνται από τον τομέα δεν θα είναι άριστο, εντούτοις όμως αυτοί οι πόροι θα κατανέμονται άριστα μέσα στον τομέα των μεταφορών. Όσο περισσότερο απομονωμένος είναι ο τομέας από τους υπολοίπους οικονομικούς τομείς, τόσο μεγαλύτερη θα είναι η

ισχύς της παραπάνω διαπίστωσης, γεγονός βεβαίως αδύνατο αν αναλογιστεί κανείς την επίδραση και αλληλεξάρτηση του τομέα των μεταφορών με τις άλλες δραστηριότητες του ανθρωπογενούς περιβάλλοντος [8].

Η άποψη αυτή όμως δεν υιοθετήθηκε από μια πολύ δημοφιλή αλλά και περίπλοκη οικονομική ανάλυση, γνωστή και ως «δεύτερη βέλτιστη τιμολόγηση» (second best pricing). Σε αυτή την ανάλυση υποστηρίζεται ότι, αν όλες οι προϋποθέσεις για την άριστη κατανομή των πόρων δεν ικανοποιούνται, τότε η αριστοποίηση μερικών μόνο τομέων της οικονομίας δεν οδηγεί απαραίτητα στην βελτίωση της κοινωνικής ευημερίας. Αυτό μπορεί να αποδειχθεί ιδιαίτερα εύστοχο στην περίπτωση του τομέα των μεταφορών, ο οποίος δεν μπορεί να αποκοπεί από τους υπόλοιπους τομείς. Έτσι, λοιπόν, αντί χρέωσης στο οριακό κόστος, στην οποία στηρίζεται και αυτή η ανάλυση, υπολογίζεται με τη χρήση μοντέλων σε μέσες τιμές για διαφορετικές ενδεχομένως χρονικές περιόδους, ένα ποσό χρέωσης με βάση κάποιο τεχνολογικό σύστημα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί (average cost pricing) [9].

3. Τα συστήματα τιμολόγησης στην εφαρμογή τους

3.1 Κατηγορίες οδικής τιμολόγησης

Οι κατηγορίες της οδικής τιμολόγησης, στην περίπτωση που αναφέρονται σε τμήμα της οδικής υποδομής, μπορούν να διακριθούν σε [10,11]:

- **«Σημειακές – Point»:** Όπου τιμολογούνται συγκεκριμένα σημεία του οδικού δικτύου, όπως γέφυρες, σήραγγες κ.λ.π. (π.χ. γέφυρα MidPoint, Florida)
- **«Υπηρεσιών – Facility»:** Όπου τιμολογούνται συγκεκριμένα τμήματα της συνολικής επιφάνειας της οδού (π.χ. αυτοκινητόδρομος SR91, California).
- **«Άξονα – Corridor»:** Όπου τιμολογείται το τμήμα μιας οδού επί ενός συγκεκριμένου άξονα (π.χ. αυτοκινητόδρομος I-15, San Diego, California).
- **«Περιοχής – Cordon»:** Όπου τιμολογούνται οι δρόμοι συγκεκριμένης περιοχής ή που οδηγούν στη συγκεκριμένη περιοχή (π.χ. Λονδίνο, Στοκχόλμη).
- **«Περιφερειακές – Regional»:** Όπου τιμολογούνται οδοί που συνδέουν περιφερειακά κέντρα (π.χ. αυτοκινητόδρομος 407, Τορόντο, Καναδάς).

Η τιμολόγηση της οδικής υποδομής, παρουσιάζει επιπλέον διαφοροποιήσεις ανάλογα με το χρονικό διάστημα στο οποίο αναφέρεται η τιμολόγηση αυτή (εντός-εκτός αιχμής), τη διάρκεια χρήσης της τιμολογούμενης οδικής υποδομής κ.λ.π. Πιο συγκεκριμένα, με βάση τα παραπάνω κριτήρια, οι κατηγορίες της οδικής τιμολόγησης διακρίνονται σε:

- **Οδικά Διόδια (Road Tolls):** Τα διόδια είναι ο πιο συνηθισμένος τρόπος για τη χρηματοδότηση συντήρησης και βελτίωσης των αυτοκινητοδρόμων και των γεφυρών. Αυτή η μέθοδος θεωρείται η πιο δίκαιη και οικονομικά αποδοτικότερη από όλες τις άλλες επιλογές χρηματοδότησης που φέρουν τους μη – χρήστες της οδού να συνεισφέρουν για τη βελτίωση της υποδομής. Πολλές φορές η εφαρμογή διοδίων συνοδεύεται από ιδιωτικοποίηση της υποδομής (Road Privatization), επιλέγεται για την αύξηση των εσόδων, και η επιτυχία τους αξιολογείται με το κατά πόσο δύναται η επιλογή αυτή να αντισταθμίσει τα διάφορα έξοδα/κόστη. Οι αρχές που διαχειρίζονται την είσπραξη του κομίστρου

(Tolling Authorities) δεν επιθυμούν την ανάπτυξη εναλλακτικών διαδρομών ή μέσων μεταφοράς.

➤ **Τιμολόγηση Συμφόρησης (Congestion Pricing):** Η τιμολόγηση συμφόρησης αναφέρεται στην οδική τιμολόγηση μεταβλητών τιμών (υψηλότερες τιμές σε καταστάσεις συμφόρησης, χαμηλότερες τιμές σε λιγότερο συμφορημένες χρονικές περιόδους και περιοχές). Οι τιμές χρέωσης μπορούν να στηρίζονται σε ένα σταθερό πρόγραμμα (Fixed Scheduled) ή να μεταβάλλονται δυναμικά, ανάλογα με το επίπεδο της συμφόρησης τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή (SR91). Η εφαρμογή των διοδίων μπορεί να αφορά στην αύξηση των εσόδων, είτε μπορεί να εφαρμοστεί ως μέτρο στρατηγικής διαχείρισης της ζήτησης για την αποφυγή του κόστους βελτίωσης της χωρητικότητας μιας οδού. Μερικοί αυτοκινητόδρομοι συνδυάζουν λωρίδες κυκλοφορίας στις οποίες δεν επιβάλλεται χρέωση και λωρίδες στις οποίες επιβάλλεται χρέωση, δίνοντας την δυνατότητα στους χρήστες να επιλέξουν μεταξύ μιας διαδρομής με συνθήκες συμφόρησης και μιας διαδρομής όπου, με την επιβολή του αντιτίμου, θα βελτιώσουν τις συνθήκες της μετακίνησής τους. Αυτός είναι ένας τύπος τιμολόγησης που καλείται «Ανταποκρινόμενη Τιμολόγηση» (Responsive Pricing). Υπάρχουν δύο ειδικές υποκατηγορίες της Ανταποκρινόμενης Τιμολόγησης: Οι «Λωρίδες Χρέωσης Υψηλής Πλήρωσης Οχημάτων» (High Occupancy Toll – H.O.T. Lanes), και οι «Λωρίδες Ταχείας και Ομαλής Αλληλοανταπόδοσης» (Fast and Intertwined Regular – F.A.I.R. Lanes).

- **Οι Λωρίδες H.O.T.:** Οι λωρίδες H.O.T. είναι λωρίδες υψηλής πλήρωσης οχημάτων (High Occupancy Vehicle – H.O.V.), που επιτρέπουν την διέλευση οχημάτων χαμηλής πλήρωσης με την καταβολή διοδίου (I-90, Washington USA). Αυτό επιτρέπει την χρήση των λωρίδων H.O.V. από περισσότερα οχήματα, αλλά αποτελεί και ένα κίνητρο αλλαγής μέσου (Mode Shift).

- **Οι Λωρίδες F.A.I.R.:** Οι λωρίδες F.A.I.R. είναι μια μορφή οδικής τιμολόγησης στην οποία τα έσοδα από την ηλεκτρονική πληρωμή, αποδίδονται στους χρήστες με τη χρήση γειτονικών λωρίδων (I-580, California). Η απόδοση αυτή μπορεί να γίνει ως ελεύθερη διέλευση (χωρίς πληρωμή διοδίων) σε ημέρες όπου οι οδηγοί αυτοί επιλέγουν να μετακινηθούν στις γρήγορες λωρίδες (HOT ή HOV lanes). Η μορφή αυτή τιμολόγησης θα πρέπει να ξεπεράσει τις πολιτικές ενστάσεις που αφορούν στη διαβεβαίωση ότι όλοι οι χρήστες επωφελούνται άμεσα. Αυτοί που επιλέγουν να κινηθούν στις λωρίδες όπου υπάρχει διόδιο επωφελούνται από την ύπαρξη μειωμένης συμφόρησης, και αυτοί που κινούνται στις άλλες λωρίδες επωφελούνται από την χρηματοδοτική απόδοση (Financial Credits).

➤ **Τιμολόγηση Περιοχής (Cordon – Area Pricing):** Τα διόδια σε αυτήν την κατηγορία τιμολόγησης καταβάλλονται από τους χρήστες για την διέλευσή τους σε μια συγκεκριμένη περιοχή, συνήθως το κέντρο μιας πόλης. Μερικές εφαρμογές τιμολογούν τη διέλευση μόνο στις ώρες αιχμής, τις καθημερινές. Η τιμολόγηση περιοχής εφαρμόζεται σε πολλές περιοχές της Ευρώπης. Τέλος, η συγκεκριμένη κατηγορία τιμολόγησης εφαρμόζεται για να υλοποιηθεί χρηματοδοτικούς, βιώσιμους και περιβαλλοντικούς σκοπούς.

➤ **Τιμολόγηση Χρήσης Οχημάτων (Vehicle Use Fees):** Στην κατηγορία αυτού του είδους τιμολόγησης, ανήκουν η «Τιμολόγηση Απόστασης» (Distance –

Based Charges) και η «Τιμολόγηση με Βάση τη Συχνότητα Χρήσης Οχήματος» (Pay – As – You – Drive Vehicle Insurance).

- Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν οι τιμολογήσεις βάσει της απόστασης που καλύπτεται, και τα έσοδα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη χρηματοδότηση αυτοκινητόδρομων ή ακόμα και για τη μείωση των επιπτώσεων από την κυκλοφορία όπως είναι η συμφόρηση, η αέρια ρύπανση και τα ατυχήματα. Οι σύγχρονες θεωρίες, προτάσσουν την αντικατάσταση των υαρχόντων φόρων καυσίμου και τελών κυκλοφορίας, με τη χρέωση χρήσης μεταβλητού κομίστρου, στηριζόμενη στην χρήση του παγκόσμιου συστήματος προσδιορισμού θέσης GPS (π.χ. German National Roads).

- Στη δεύτερη κατηγορία, διανέμονται αναλογικά ως έξτρα κίνητρο και με βάση τη διανυθείσα απόσταση, χρηματικά ποσά με τέτοιο τρόπο ώστε η ασφάλιση των αυτοκινήτων να αποτελεί μεταβλητό κόστος, το οποίο δίνει μεν στους κατόχους Ι.Χ. αυτοκινήτου το κίνητρο να μειώσουν το μέγεθος των επιδράσεων από την κυκλοφορία, αλλά δεν εξασφαλίζει την εισροή επιπλέον εσόδων (π.χ. North Central Texas Ozone Nonattainment Area).

➤ **Διανομή Χρήσης Οδικής Υποδομής (Road Space Rationing):** Μία παραλλαγή της οδικής τιμολόγησης μπορεί να θεωρηθεί η διανομή οχηματο – μετακινήσεων ή οχηματοχιλιομέτρων στις ώρες αιχμής. Για παράδειγμα, κάθε κάτοικος μιας περιοχής μπορεί να λαμβάνει πίστωση 100 οχηματοχιλιομέτρων για τις ώρες αιχμής, για 20 €κάθε μήνα (π.χ. Singapore). Οι κάτοικοι μπορούν να χρησιμοποιήσουν την πίστωση οι ίδιοι, ή να την πουλήσουν σε κάποιον άλλον. Με την μέθοδο αυτή της οδικής τιμολόγησης, τα οφέλη επωμίζονται από τους κατοίκους και όχι από τους φορείς εκμετάλλευσης ενός οδικού έργου, ή τις εκάστοτε κυβερνήσεις.

3.2 Μέθοδοι συλλογής κομίστρου

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι τεχνικές συλλογής κομίστρου που συνοδεύουν τα προαναφερθέντα συστήματα, καθώς σε πολλές από αυτές εφαρμόζονται ορισμένες από τις πιο σύγχρονες τεχνολογίες . Συγκεκριμένα, ορισμένες από τις πιο σημαντικές μεθόδους συλλογής κομίστρου που σχετίζονται με τη οδική χρέωση (road pricing methods) είναι:

➤ **Άδεια Εισόδου (Pass):** Στην περίπτωση αυτή οι χρήστες αγοράζουν μια άδεια για την είσοδό τους σε μια συγκεκριμένη περιοχή όπως το κέντρο μιας πόλης (π.χ. Illinois, USA). Οι άδειες αυτές είναι συγκεκριμένες για κάθε τύπο οχημάτων ή ώρα εισόδου. Ορισμένα συστήματα απαιτούν τη χρήση τέτοιων αδειών μόνο σε περιόδους συμφόρησης. Για τους κατοίκους των περιοχών συνήθως εκδίδονται δωρεάν κάρτες κατοίκου ή κάρτες με μειωμένο αντίτιμο. Στα πλεονεκτήματα του συστήματος αυτού συγκαταλέγονται η εύκολη και χαμηλού κόστους εγκατάσταση αλλά και η εύκολη χρήση, ενώ ως βασική αδυναμία θεωρείται ότι η τιμή του κομίστρου δεν ακολουθεί τη διάρκεια παραμονής του οχήματος στην περιοχή χρέωσης. Πολλές φορές οι άδειες αυτές εκδίδονται και σε μορφή έξυπνων καρτών (Smart Cards) για πιο γρήγορη και αποτελεσματική χρήση (π.χ. Nottingham, UK).

➤ **Σταθμοί Διοδίων (Toll Booths):** Οι συνήθεις σταθμοί διοδίων βρίσκονται επί της οδού, αναγκάζοντας τους χρήστες να σταματήσουν και να πληρώσουν με χρήματα ή κουπόνια. Οι περισσότεροι σταθμοί διαθέτουν προσωπικό εξυπηρέτησης, ενώ κάποιοι από αυτούς διαθέτουν αυτόματα συστήματα χρήσης κερμάτων. Η προσέγγιση αυτή, έχει σημαντικό κόστος λειτουργίας, το σύστημα είναι δύσχρηστο για τους αυτοκινητιστές και αυξάνει την κυκλοφοριακή συμφόρηση και την υποβάθμιση του περιβάλλοντος. Οι τιμές μπορούν να μεταβάλλονται ανάλογα με τον τύπο του οχήματος και την ώρα, όμως επειδή οι σταθμοί τοποθετούνται σε μεγάλες μεταξύ τους αποστάσεις, είναι πολύ δύσκολη η αντικειμενική χρέωση βάση διανυομένων χιλιομέτρων. Τέτοιοι σταθμοί, κατασκευάζονται κυρίως σε εισόδους κλειστών αυτοκινητοδρόμων.

➤ **Ηλεκτρονικά Συστήματα Συλλογής (Electronic Collections Systems – ECS):** Τα ηλεκτρονικά συστήματα συλλογής, αναφέρονται σε αυτόματα συστήματα, τα οποία στηρίζονται στην αρχή «Μετρώντας και Χρεώνοντας» (π.χ. Singapore). Η γενική τεχνική μεθοδολογία στηρίζεται στην τοποθέτηση εντός του οχήματος μιας ειδικής ετικέτας αναγνώρισης (In Vehicle Tag), η οποία ανιχνεύεται από δέκτες (Loop Detectors) οι οποίοι βρίσκονται τοποθετημένοι στο οδόστρωμα. Η εποπτεύουσα αρχή της οδικής υποδομής που χρεώνεται, δημιουργεί έναν λογαριασμό για κάθε όχημα και τον χρεώνει ανάλογα με τη χρήση. Η όλη λειτουργία και εποπτεία του συστήματος γίνεται με συγκεκριμένες μεθόδους (Toll Assessment & Video Enforcement Systems) από εξειδικευμένα κέντρα (Central Computing Facility). Τα συστήματα αυτά εμφανίζουν υψηλό κόστος εγκατάστασης και μέσο έως υψηλό κόστος λειτουργίας. Παράλληλα, εμφανίζουν σημαντικές οικονομίες κλίμακας, γεγονός που σημαίνει ότι η μοναδιαία τιμή κόστους ελαττώνεται σημαντικά καθώς το σύστημα εξαπλώνεται. Μπορούν να εφαρμοστούν σε όλες τις οδούς, δίνοντας τη δυνατότητα τόσο χρονικής όσο και χωρικής (mileage) τιμολόγησης.

➤ **Ηλεκτρονικά Συστήματα Αναγνώρισης Πινακίδων (Optical Vehicle Recognition – OVR):** Στα συστήματα αυτά, οι αρχές διατηρούν μια βάση δεδομένων οχημάτων στα οποία επιτρέπεται η πρόσβαση σε μια περιοχή και έχουν προπληρώσει το αντίστοιχο αντίτιμο. Οι συσκευές αναγνώρισης που είναι τοποθετημένες στα σημεία εισόδου και εξόδου και σε άλλα σημεία εντός της περιοχής, «αναγνωρίζουν» τις πινακίδες των διερχόμενων οχημάτων και τις συγκρίνουν με αυτές της βάσης δεδομένων (π.χ. Rome, Italy). Αν στην περιοχή εισέλθει όχημα που δεν υπάρχει στη βάση δεδομένων, εντοπίζονται τα στοιχεία του κατόχου του οχήματος και ακολουθείται η διαδικασία που προβλέπεται για τους παραβάτες. Η τεχνολογία OVR αναγνωρίζει ποσοστό πινακίδων 80-90%.

➤ **Τιμολόγηση με τη Τεχνολογία GPS (GPS – Based Pricing):** Η τιμολόγηση με βάση τη τεχνολογία του παγκόσμιου συστήματος προσδιορισμού θέσης (Global Positioning System – GPS), χρησιμοποιεί έναν πομποδέκτη ο οποίος τοποθετείται εντός του οχήματος και έχει ως σκοπό τον γεωγραφικό εντοπισμό του (π.χ. Geneva, Italy). Η βασική αρχή που στηρίζει την τιμολόγηση με βάση την τεχνολογία GPS, έχει να κάνει με το ότι μπορεί να προσδιοριστεί με μεγάλη ακρίβεια ο αριθμός των διανυομένων χιλιομέτρων των εξοπλισμένων οχημάτων, και άρα ο υπολογισμός του αντίτιμου που τους αντιστοιχεί. Ως σημαντικό πλεονέκτημα μπορεί να θεωρηθεί ότι το συγκεκριμένο σύστημα

μπορεί να ενσωματώσει οποιοδήποτε παράγοντα τιμολόγησης που έχει να κάνει με τον οδηγό, το όχημα, το χρόνο και την τοποθεσία μετακίνησης του οχήματος.

3.3 Βασικές αρχές εισαγωγής συστήματος οδικής τιμολόγησης

Με βάση όλα τα παραπάνω θα μπορούσε να διατυπωθεί ένα πλαίσιο προτάσεων που αφορούν στα βήματα για την ορθή και επιτυχημένη εφαρμογή της τιμολόγησης σε ένα οδικό τμήμα [12]. Συγκεκριμένα, είναι επιθυμητό να επιλέγεται ένα σύστημα τιμολόγησης, που να είναι οικονομικά εφικτό να υλοποιηθεί, να είναι εύκολο στην αντίληψή του από τους χρήστες, και να αντανακλά κατά το δυνατόν το κόστος που αντιστοιχεί σε κάθε μετακίνηση. Επιπλέον, έχει παρατηρηθεί ότι, η χρήση μεταβλητών κομίστρων, με υψηλότερα κόμιστρα τις ώρες αιχμής και χαμηλότερα τις ώρες μη αιχμής, μπορεί να οδηγήσει στην μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης.

Δεν είναι λίγοι αυτοί που υποστηρίζουν ότι είναι θεμιτό να εφαρμόζονται συστήματα χρέωσης της χρήσης και σε υφιστάμενες υποδομές και όχι μόνο σε νέα έργα. Επίσης, είναι προτιμητέα η τιμολόγηση της ατομικής μετακίνησης και να αποφεύγονται οι σημαντικές εκπτώσεις στους συχνούς χρήστες που μπορούν να οδηγήσουν σε απαξίωση του συστήματος χρέωσης. Ακόμη, θα πρέπει να ενθαρρύνονται οι εναλλακτικές τρόποι μετακίνησης, η κοινή χρήση ενός οχήματος (carpooling) κ.λ.π. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την ενσωμάτωση της εφαρμογής της τιμολόγησης σε ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα διαχείρισης της ζήτησης (Integrate TDM Strategy), έτσι ώστε να αυξηθεί η ανάγκη για χρησιμοποίηση εναλλακτικών μέσων στην υπό μελέτη περιοχή.

Τέλος, η εφαρμογή του μέτρου θα πρέπει να προέλθει μετά από διαφανείς διαβουλεύσεις, με την συμμετοχή εκπροσώπων των ομάδων πληθυσμού που θα υποστούν τις συνέπειες της αλλαγής, ενώ οι τιμές θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν αναμενόμενες.

Έτσι λοιπόν ένα δίκαιο και αποτελεσματικό σύστημα τιμολόγησης, θα πρέπει να ακολουθεί τις παρακάτω αρχές:

Όσον αφορά την «*πλευρά του χρήστη*», το υλοποιηθέν σύστημα θα πρέπει να είναι εύκολο στη κατανόησή του και ευκολόχρηστο. Επιπλέον θα πρέπει να παρέχεται η δυνατότητα για εναλλακτικές διαδρομές και μέσα, όπως και η δυνατότητα πολλαπλών μεθόδων πληρωμής. Τα κόμιστρα θα πρέπει να είναι γνωστά και δεδομένα πριν την πραγματοποίηση της μετακίνησης. Τέλος θα πρέπει να διασφαλίζεται η ανωνυμία και η προστασία δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα.

Από την «*πλευρά της αρχής που εισάγει το σύστημα*», το κόμιστρο θα πρέπει να είναι αποδοτικό και αμερόληπτο και να αντανακλά το αληθινό κόστος. Πέραν της οικονομικής απόδοσης, θα πρέπει να στοχεύει στην μείωση εν γένει των κυκλοφοριακών προβλημάτων. Επιπλέον, θα πρέπει να παρέχει τη δυνατότητα μεταβλητής τιμολόγησης ανάλογα με τον τύπο του οχήματος, και να λειτουργεί με υψηλούς όρους εσωτερικής παραγωγικότητας, όπως είναι για παράδειγμα οι κατά το δυνατόν λιγότερες εσφαλμένες κλήσεις παραβίασης.

Τέλος, σε ότι έχει να κάνει με την «*πλευρά την κοινωνίας γενικότερα*» θα πρέπει η ανάλυση κόστους-οφέλους να αποδίδει θετικό ισοζύγιο από την

εφαρμογή του συστήματος, θα πρέπει να διαχέεται η αντίληψη για κοινωνική και δίκαιη τιμολόγηση, ενώ έμφαση θα πρέπει να δίδεται και στην περιβαλλοντική διάσταση των επιπτώσεων. Τέλος θα πρέπει να υπάρχει ένα ολοκληρωμένο και αξιόπιστο σύστημα αναδιανομής των εισπραττομένων χρημάτων.

4. Συμπεράσματα

Τα ολοένα αυξανόμενα προβλήματα που επιφέρει η αλματώδης μεγέθυνση του τομέα των μεταφορών τις τελευταίες δεκαετίες, έχουν αναγκάσει τις σύγχρονες κοινωνίες να στραφούν στην υιοθέτηση εναλλακτικών τρόπων διαχείρισης της υφιστάμενης υποδομής, όπως είναι η τιμολόγηση της χρήσης της οδικής υποδομής. Όμως, καθώς το εκάστοτε σύστημα οδικής τιμολόγησης καλείται να ενσωματωθεί στις καθημερινές λειτουργίες της ανθρώπινης δραστηριότητας, απαιτείται προσεκτικός και ενδεδειγμένος σχεδιασμός. Μόνο κάτω από αυτές τις συνθήκες θα επιτελέσει το ρόλο του, δημιουργώντας οδικά δίκτυα απαλλαγμένα από την κυκλοφοριακή συμφόρηση, τους δρόμους του μέλλοντος.

Βιβλιογραφία

- [1] European Commission, *Towards fair and efficient pricing in Transport: Policy options for internalising the external costs of transport in the European Union*, 1996
- [2] European Commission, White Paper, *European transport policy for 2010: time to decide*, EU, 2001
- [3] Papaioannou P., *Basic elements of economics and Transport economics*, Postgraduate Course in Transport, A.U.Th., 2005
- [4] European Parliament, *Amendments for the directive 1999/62/EC, on the charging of heavy goods vehicles for the use of certain infrastructure*, 2005
- [5] OECD (Organization for Economic Cooperation and Development), *Coordinated urban pricing strategy*, Paris 1985
- [6] Hotelling H., *The general welfare in relation to the problem taxation and railway utility rates*, *Econometrica*, Vol.6, No 3, 1938
- [7] Pigou A. *The economics of welfare*, Macmillan, London, 1920
- [8] E.J. Mishan, «*Welfare criteria for external effects*», *American Economic Review*, vol. 51, No 4, 1961
- [9] McDonald J., *Road Pricing in Practice and Theory*, *Review of Network Economics*, Vol. 3, Issue 4, 2004
- [10] Victoria Transport Policy Institute, *On Line Encyclopedia*, Key Words: Congestion Pricing, Value Pricing, Toll Roads and Hot Lanes, 2005
- [11] Poole R., *Introducing Congestion Pricing on a New Toll Road*, Reason Public Policy Institute (RPPI), Number 150, September 1992
- [12] Humphrey H., *A guidebook for Those Considering Congestion Relief Tolls in Their Communities*, Institute of Public Affairs, October 1996

Designing, installing and operating road pricing schemes on congested areas

Abstract

Various worldwide researches indicate that the increase of vehicle usage is noticed nowadays not only in urban areas, but also in interurban networks. This fact is forcing policy makers and scientists to elaborate new techniques in order to deal with the impacts of this growth. A number of theories have been developed through the decades; however their results are not obviously positive or totally accepted.

Among others, one of the most hopeful measures that is considered to reassign people's and commodities transfer is the charging of road usage. Within the framework of this paper an analysis is performed concerning the design, installation and operation of road pricing schemes.

On the introduction part of the paper, a literature review is presented regarding the theory of road charging, the categories which is divided, where and mainly how it potentially can be installed etc. Emphasis is given to design issues.

Hereafter, an analytical presentation of existing road charging implementations at European and international level is attempted. Failure and success factors are highlighted, new technology applications, such as telematics, are described together with a specific proposal which can lead to a proper and successful implementation of a road pricing scheme.

It is clear that innovative proposals, such as road pricing, can lead to successful and optimum network operations, whether urban or interurban. In order to achieve that goal, strategic planning and coordination is essential.