



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

**ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΕΠΙΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΣΤΗΝ
ΠΡΟΘΥΜΙΑ ΠΛΗΡΩΜΗΣ ΚΑΙ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ
ΣΤΑ ΟΔΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ**

ΣΙΑΝΟΥΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ

Αθήνα, Ιούλιος 2014

Επιβλέπων : Ε. Βλαχογιάννη, Λέκτορας Ε.Μ.Π.

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

**ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΕΠΙΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑ ΣΤΗΝ
ΠΡΟΘΥΜΙΑ ΠΛΗΡΩΜΗΣ ΚΑΙ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ
ΣΤΑ ΟΔΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ**

ΣΙΑΝΟΥΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ

Το Περιεχόμενο της ανά χείρας διπλωματικής εργασίας αποτελεί προϊόν δικής μου πνευματικής προσπάθειας. Η ενσωμάτωση σε αυτήν υλικού τρίτων, δημοσιευμένου ή μη, γίνεται με δόκιμη αναφορά στις πηγές, που δεν επιτρέπει ασάφειες ή παρερμηνείες.

Αθήνα, Ιούλιος 2014

Επιβλέπων : Ε. Βλαχογιάννη, Λέκτορας Ε.Μ.Π.

Τίτλος: Διερεύνηση Επιρροής Της Πληροφορίας Στην Προθυμία Πληρωμής Και Λήψης Αποφάσεων Στα Οδικά Δίκτυα

Όνομα: Σιανούδης Αλέξανδρος

Επιβλέπων: Βλαχογιάννη Ελένη, Λέκτορας Ε.Μ.Π.

ΣΥΝΟΨΗ

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής είναι η διερεύνηση της επίδρασης της πληροφόρησης του χρήστη και του διαχειριστή οδικού δικτύου στη λήψη αποφάσεων επιλογής πορείας και προθυμίας πληρωμής. Γίνεται μια ανασκόπηση της μέχρι τώρα έρευνας πάνω σε θέματα πληροφόρησης και ενημέρωσης σε πραγματικό χρόνο των συνθηκών συμφόρησης, και των έξυπνων συστημάτων μεταφορών στα οδικά δίκτυα. Πραγματοποιείται προσομοίωση συνθηκών με μεταβλητές εισόδου το επίπεδο πληροφόρησης του χρήστη και του διαχειριστή για τις συνθήκες κορεσμού οδικού δικτύου και ανάλυση των αποτελεσμάτων με κατάλληλο πρόγραμμα στατιστικής. Ο εξομοιωτής που χρησιμοποιήθηκε ακολουθεί τη μέθοδο Agent Based Modeling. Η κωδικοποίηση και συλλογή των στοιχείων έγινε σε φύλλο εργασίας Excel και η πρόβλεψη στο πρόγραμμα Stata. Τα αποτελέσματα που προκύπτουν διακρίνονται από την Ασυμμετρία πληροφόρησης χρήστη-διαχειριστή, επίπεδο κυκλοφοριακής συμφόρησης, προθυμία πληρωμή.

Λέξεις-Κλειδιά: Ασυμμετρία Πληροφόρησης, Μοντελοποίηση Μεθόδου Πρακτόρων, Έξυπνα Συστήματα Μεταφορών

Title: Investigation Of The Influence Of Information On Willingness To Pay And Decision Making On Road Networks

Name: Sianoudis Alexandros

Supervisor: Vlachogianni Helen, Lecturer NTUA

ABSTRACT

The purpose of this thesis is to investigate the effect of information of the user in route choice decisions and willingness to pay. There is an overview of the current state of research on issues of information assistance in real-time conditions of congestion, and the Intelligent Transport Systems located en route. Carrying out a simulation of input variables as the level of information of the user and admin for the saturation conditions of road and analysis of the results by the method of quadratic prediction. The simulator used follows the method Agent Based Modeling. The coding and data were collected in Excel worksheets and the program Stata was used to create a quadratic prediction. The results differ from the asymmetric information-admin user, level of congestion, willingness to pay.

Keywords: Information Asymmetry, Agent Based Modeling, Intelligent Transport Systems

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο βασικός σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι να προσδιορίσει τη συμπεριφορά των ατόμων ανάλογα με το ποσοστό ενημέρωσης και πληροφορίας που έχουν για τις συνθήκες κορεσμού, ως προς τη λήψη αποφάσεων, την προθυμία πληρωμής και την επιλογή της βέλτιστης διαδρομής. Δίνεται η έννοια της κυκλοφοριακής συμφόρησης, της στρατηγικής οδικής τιμολόγησης και εφαρμογής στα οδικά δίκτυα. Προσδιορίζεται η έννοια επίπεδο πληροφορίας χρήστη και διαχειριστή, ασυμμετρία πληροφόρησης και προθυμία πληρωμής για το συγκεκριμένο πείραμα.

Στη βιβλιογραφική ανασκόπηση παρατίθενται παραδείγματα εφαρμογής συστημάτων ευφώνων εφαρμογών και προχωρημένων συστημάτων πληροφόρησης. Παραδείγματα στα οποία βασίστηκε η ιδέα της διπλωματικής εργασίας καθώς είναι είτε συστήματα τα οποία είναι σε θεωρητικό επίπεδο, αλλά και περισσότερα τα οποία ήδη εφαρμόζονται. Παραδείγματα από προηγούμενες έρευνες οι οποίες έχουν ως βασική παράμετρο την πληροφόρηση για την δημιουργία πολιτικής τιμολόγησης συμφόρησης.

Στη συνέχεια, γίνεται μια ανάλυση στη μέθοδο η οποία χρησιμοποιήθηκε για την εξομοίωση των χρηστών σε περιβάλλον Agent Based Modeling. Εισάγεται μια νέα μέθοδος δυναμικής προσέγγισης των αποφάσεων και των επιλογών που είναι διατεθειμένος να κάνει ο χρήστης. Σε αυτήν την εξομοίωση γίνεται η επιλογή βέλτιστης διαδρομής του χρήστη προς ένα προορισμό με την παράμετρο τιμολόγησης. Εισάγονται οι έννοιες συμφόρηση, τιμή που είναι διατεθειμένος να πληρώσει ο χρήστης και τιμή που ζητάει ο διαχειριστής. Μέσω αυτής της εξάρτησης των δύο παραμέτρων ορίζεται ισορροπία και δημιουργούνται τάσεις, επιθυμίες και τέλος λήψη αποφάσεων.

Τα αποτελέσματα αυτής της μεθόδου, εξάγονται σε φύλλο εργασίας Excel και εκεί γίνεται η πρώτη κωδικοποίηση και επεξεργασία τους. Εισάγεται η έννοια της ασυμμετρίας πληροφόρησης, δηλαδή η διαφορά πληροφόρησης χρήστη από πληροφόρηση διαχειριστή, η προθυμία πληρωμής εκφράζεται και υπολογίζεται και δημιουργούνται οι πρώτες βάσεις δεδομένων οι οποίες θα χρησιμοποιηθούν για την πρόβλεψη.

Με τη χρήση του προγράμματος Stata, επιτυγχάνεται η αξιοποίηση αυτών των δεδομένων και επιτυγχάνεται η αποτύπωση σε διάγραμμα με τη μέθοδο της τετραγωνικής πρόβλεψης.

Τα διαγράμματα είναι χωρισμένα ανάλογα με το σενάριο το οποίο αποτυπώνουν και την επίπεδο κυκλοφοριακής συμφόρησης το οποίο επικρατεί στο σύστημα.

Από την παραπάνω διαδικασία καταλήγουμε σε συμπεράσματα για την σύνδεση και την εξάρτηση η οποία υπάρχει ανάμεσα στη τιμολόγηση, την επιβολή πολιτικής τιμολόγησης και λήψης αποφάσεων με το επίπεδο πληροφόρησης το οποίο έχει ο κάθε χρήστης ξεχωριστά και ο διαχειριστής ενός ολοκληρωμένου συστήματος.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Σύνοψη	iii
Abstract	iv
Περίληψη	v
1. Εισαγωγή	10
1.1 ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΦΟΡΗΣΗ.....	10
1.1.1. Κόστος συμφόρησης	10
1.1.2. Ορισμός και στόχοι της οδικής τιμολόγησης.....	14
1.1.3. Ο ρολος της οδικής τιμολογησης	15
1.1.4. Βασικές αρχές εισαγωγής οδικής τιμολογησης.....	16
1.2 Πολιτικές τιμολόγηση της συμφόρησης, χρησιμότητα και αποδοχή	17
1.2.1. Διαδικασία εφαρμογής.....	17
1.2.2. Τύποι οδικής τιμολογησης.....	18
1.2.3. Στόχοι της οδικής τιμολογησης	21
1.2.4. Κοινωνική αποδοχή	22
1.3 Σκοπός της Διπλωματικής Εργασίας.....	24
1.3.2 Πρωτότυπα σημεία	25
1.3.3 Διάρθρωση της εργασίας	25
2. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση	27
2.1 Συστήματα Ευφύων Μεταφορών	27

2.1.1.Συστήματα ITS για εφαρμογή σε πόλεις:	28
2.1.2.Συστήματα ITS για εφαρμογή σε αυτοκινητόδρομους:.....	29
2.1.3.Συστήματα ITS Εθνικής Εμβέλειας:	30
2.1.4. Επισκόπηση της σημερινής κατάστασης ως προς τη χρήση Συστημάτων ITS στο εξωτερικό	31
2.2 Προχωρημένα Συστήματα Πληροφοριών (ATIS), το παραδειγμα του Khattak	32
2.2.1 Γενική δομή	34
2.2.2 Συμπεριφορά του χρήστη και Πληροφόρηση	34
2.2.3 Παράγοντες που επηρεάζουν την αντιδραση των χρηστών στα ATIS	39
2.2.4 Θέματα αξιολόγησης	43
2.2.5 Πώς οι χρήστες αποκτούν πρόσβαση στις πληροφορίες.....	46
2.2.6 Πηγές πληροφόρησης των χρηστων.....	47
2.2.7 Τυποι πληροφοριών που προτιμουν οι χρηστες	47
2.2.8 Ποιες πληροφορίες είναι σημαντικες στους χρηστες.....	49
2.2.9 Πόσο Πρόθυμοι είναι οι χρηστες να πληρώσουν	50
2.3 Κενό γνώσης	51
3. Μεθοδολογία.....	53
3.1 Η μεθοδος Agent Based Modeling	53
3.1.1 Δομικά Στοιχεία Του Συστηματος	54
3.1.2 Παρουσιαση Παραδειγματος.....	57
4. Ανάλυση.....	59

4.1 Περιγραφή Πειράματος	59
4.1.1. Σκοπος	59
4.1.2. Μεταβλητες καταστασης και Κλιμακα.....	59
4.1.3. Διαδικασία, Επισκοπήση και Προγραμματισμος	60
4.1.4. Έννοιες Σχεδιασμου.....	61
4.1.5. Αρχικοποιηση	61
4.2 Διαμόρφωση βάσης δεδομένων	62
4.2.1 Επεξεργασία των δεδομένων στο ειδικό στατιστικό πρόγραμμα	63
5. Αποτελεσματα.....	66
5.1.1 Το γενικο παραδειγμα ασυμμετρίας πληροφοριας	68
5.1.2 Νεκρο σημειο- Ισορροπια πληροφορησης.....	73
5.1.3 Καταρρευση συστηματος - αδυναμια διαχειριστη	77
6. Συμπερασματα.....	80
7. Βιβλιογραφια.....	82

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΦΟΡΗΣΗ

1.1.1. ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΜΦΟΡΗΣΗΣ

Τα κοινωνικά κόστη που προκαλούνται από τα οχήματα συνίστανται κυρίως από τα ατυχήματα, την περιβαλλοντική ρύπανση, την οδική ζημία και την κυκλοφοριακή συμφόρηση και αναλύονται παρακάτω σύμφωνα με τον Newbery (1990). Όταν οι οδηγοί δεν πληρώνουν για αυτές τις κοινωνικές δαπάνες, δεν είναι εύκολο να συνειδητοποιήσουν το μέγεθος τους και συνεπώς δεν τις λαμβάνουν υπόψη τους για την απόφαση πραγματοποίησης μιας μετακίνησης.

Προκειμένου να υπολογιστεί το οριακό κόστος συμφόρησης (marginal congestion cost-MCC) ενός πρόσθετου οχήματος στο ρεύμα κυκλοφορίας σύμφωνα με τον Newbery (1990), απαιτείται μια σχέση μεταξύ της ταχύτητας (v km/h) και της ροής (q οχήματα ή ΜΕΑ/h) όπου το ΜΕΑ είναι μονάδες επιβατικών αυτοκινήτων και αποτελεί ένα μέτρο της συμφορητικής επίδρασης των διαφορετικών οχημάτων στις διαφορετικές περιστάσεις (π.χ. υψηλότερος για τα βαριά φορτηγά στους απότομους λόφους από ότι είναι στο επίπεδο).

Το κόστος μετακίνησης c ανά χιλιόμετρο για ένα αντιπροσωπευτικό όχημα είναι:

$$c = a + \frac{b}{v}$$

όπου a : κάποιο σταθερό κόστος για τη συντήρηση του οχήματος, b : το κόστος του κάθε οχήματος ανά ώρα, συμπεριλαμβανομένου του ευκαιριακού κόστους του οδηγού και των κατόχων, v : η ταχύτητα του οχήματος (km/h).

Στη συνέχεια το συνολικό κόστος C της ροής q οχημάτων ανά ώρα υπολογίζεται ως εξής:

$$C = c \cdot q$$

Εάν ένα επιπλέον όχημα προστεθεί στη ροή, τότε το συνολικό κοινωνικό κόστος αυξάνεται κατά:

$$\frac{\partial C}{\partial q} = c + q * \frac{\partial c}{\partial q}$$

Ο πρώτος όρος είναι το ιδιωτικό κόστος του οχήματος και ο δεύτερος είναι το οριακό κόστος της εξωτερικότητας που προκαλείται από άλλους οδικούς χρήστες. Το επόμενο βήμα είναι να καθιερωθεί μια σχέση ταχύτητας-ροής, $v = v(q)$. Οι μηχανικοί που σχεδιάζουν τα ιδιαίτερα τμήματα του οδικού δικτύου ενδιαφέρονται για τη ροή σε κάθε σημείο του και οι περισσότερες από τις σχέσεις που υπολογίζονται είναι αυτής της μορφής. Οι σχέσεις αυτές δείχνουν ότι η κυκλοφοριακή ροή επηρεάζεται πολύ από τους κόμβους, όπου η πρόσθετη κυκλοφορία αναστατώνει την ομαλή ροή και αυτό έχει ως αποτέλεσμα η σχέση ροής ταχύτητας να κάμπτεται προς τα πίσω, όπως στο σχήμα.

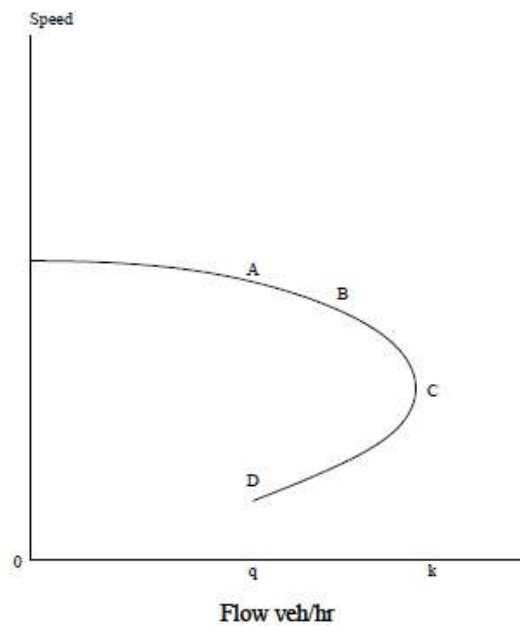


TABLE 1 Η ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙ ΤΗΣ ΡΟΗΣ

Η καμπύλη πρόκειται να ερμηνευθεί ως εξής. Δεδομένου ότι η κυκλοφορία αυξάνεται πάνω από q οχήματα, η ταχύτητα δίνεται από τα σημεία όπως τα Α, Β. Καθώς η κυκλοφορία πλησιάζει στην ικανότητα του κόμβου, το k , στο σημείο Γ, η ροή μεταβάλλεται σε μία κατάσταση "σταμάτα - ξεκίνα", και με την παρεμπόδιση της ομαλής κυκλοφορίας καταλήγει σε ένα σημείο όπως το Δ, που συνδέεται με μια χαμηλότερη ταχύτητα. Αυτό είναι μια ασταθής κατάσταση. Καθώς η ροή μειώνεται, η κυκλοφορία απελευθερώνεται και το μπλοκάρισμα αντιμετωπίζεται. Εκείνη τη στιγμή, η ταχύτητα θα επιστρέψει στο σημείο Α.

Αυτό που απαιτείται είναι ένα μέτρο του συνολικού πρόσθετου χρόνου που καταλαμβάνεται από την υπόλοιπη κυκλοφορία για να ολοκληρώσει τις προγραμματισμένες διαδρομές της και όχι η ταχύτητά σε ένα ιδιαίτερο σημείο στο οδικό δίκτυο. Για τον λόγο αυτό προτιμώνται μέθοδοι βασισμένες στα επιπλέοντα αυτοκίνητα (floating cars) στις οποίες το όχημα παρατήρησης παραμένει στο ρεύμα κυκλοφορίας για μια χρονική περίοδο, και ως εκ τούτου δίνουν μια καλύτερη εκτίμηση της μέσης σχέσης μεταξύ της ταχύτητας και της ροής.

Προκύπτει μια εύλογα σταθερή γραμμική σχέση της μορφής:

$$v = v_o - \beta * q$$

όπου το q μετριέται σε ΜΕΑ/ λωρίδα/ ώρα. Ο Newbery (1990) αναφέρει ότι η αξία του β για την αστική κυκλοφορία έχει εκτιμηθεί 0.035. Αυτό συμφωνεί και με μια προσεκτική μελέτη του Harrison et al (1986), για τις κυκλοφοριακές ροές μέσα στις ζώνες του Χόνγκ Κόνγκ. Σημειώνεται, όμως, ότι οι τιμές αυτές είναι πολύ παλιές.

Αυτή η γραμμική σχέση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ποσοτικοποίηση του μέσου και οριακού κόστους της κυκλοφορίας και συνεπώς για τον καθορισμό του οριακού κόστους συμφόρησης. Μία καλύτερη εκτίμηση της σχέσης συμφόρησης δίνεται από το οριακό χρονικό κόστος (Marginal Time Cost- MTC) σε ώρες/οχ./χλμ., το οποίο μπορεί έπειτα να πολλαπλασιαστεί με την τρέχουσα αξία της χρονικής χρήσης του οχήματος, δηλαδή το b . Έχοντας υπολογίσει την ταχύτητα v και με δεδομένα το q και το β , τότε το MTC μπορεί να υπολογιστεί ως εξής:

$$MTC = \beta * \frac{q}{v^2}$$

Στη συνέχεια μπορεί να γίνει αναγωγή των αρχικών εκτιμήσεων του οριακού κόστους συμφόρησης (MCC) σε μια μεταγενέστερη χρονική περίοδο με τον ακόλουθο σύντομο τρόπο. Εάν το m είναι το MCC ως συνάρτηση του q , και εάν Δq είναι η αύξηση στην κυκλοφορία κατά τη διάρκεια κάποιας περιόδου, κατόπιν η αναθεωρημένη εκτίμηση του

MCC είναι $m + dm/dq \cdot \Delta q$. Ο παράγοντας από τον οποίο μπορεί να γίνει αναγωγή των αρχικών εκτιμήσεων του MCC μπορεί να βρεθεί από τις παραπάνω εξισώσεις και είναι:

$$\left(1 + 2\beta \cdot \frac{q}{v}\right) \cdot \frac{\Delta q}{q}$$

Αναμένεται η εκτίμηση να είναι χαμηλή, δεδομένου ότι η σχέση είναι μη γραμμική. Εάν μερικοί δρόμοι έχουν μια υψηλή μέση αύξηση στην κυκλοφορία ενώ άλλοι έχουν χαμηλή, κατόπιν η λήψη της μέσης αύξησης $\Delta q/q$ θα υποτιμήσει το μέσο όρο των δαπανών σε κάθε οδό.

1.1.2. ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ ΤΗΣ ΟΔΙΚΗΣ ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗΣ

Ο όρος "οδική τιμολόγηση" (road pricing) χρησιμοποιείται για τη χρέωση που επιβάλλεται άμεσα στους οδικούς χρήστες όταν οδηγούν σε έναν συγκεκριμένο οδικό άξονα ή μια συγκεκριμένη περιοχή (Victoria Transport Policy Institute, 2010).

Οι κύριοι στόχοι και τα βασικά κίνητρα για την εφαρμογή ενός σχεδίου οδικής τιμολόγησης, όπως αναγνωρίζουν οι Lindberg (1995), Tsolakis & Naude (2006), Eliasson (2010) μπορεί να είναι:

- Χρηματοδότηση υποδομών

Στόχος της οδικής τιμολόγησης μπορεί να είναι η συλλογή κεφαλαίου για οδικές επενδύσεις ή βελτίωση της δημόσιας συγκοινωνίας ή και για επενδύσεις σε άλλους τομείς πέρα από τον τομέα των μεταφορών. Πολλές πόλεις έχουν εφαρμόσει την οδική τιμολόγηση για τον σκοπό αυτό με χαρακτηριστικά τα διόδια στις οδούς ταχείας κυκλοφορίας. Όταν ο κύριος στόχος είναι η χρηματοδότηση, τότε πρέπει να δοθεί έμφαση στο σχεδιασμό ενός συστήματος που θα εξασφαλίζει σταθερά και αξιόπιστα έσοδα.

- Βελτίωση του περιβάλλοντος

Η οδική τιμολόγηση μπορεί επίσης να εφαρμοστεί ως ένα περιβαλλοντικό μέτρο, στοχεύοντας στη μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων και του θορύβου που προκύπτει από την κυκλοφορία. Σε μερικές περιπτώσεις επιδιώκεται η μείωση του συνολικού όγκου κυκλοφορίας, ενώ σε κάποιες άλλες ορίζεται μια συγκεκριμένη περιοχή ελέγχου, όπως το κέντρο μιας πόλης. Σπάνια ένα μέτρο οδικής τιμολόγησης εφαρμόζεται με κύριο σκοπό τη βελτίωση του περιβάλλοντος, αλλά συνήθως αποτελεί δευτερεύοντα στόχο σε συνδυασμό με τη μείωση της κίνησης. Όταν κύριος στόχος της οδικής τιμολόγησης είναι η μείωση των εκπομπών ρύπων, τότε είναι πιθανή η διαφοροποίηση των χρεώσεων ανάλογα με την περιβαλλοντική κλάση του οχήματος (Swedish National Road Administration, 2002).

- Μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης

Η οδική τιμολόγηση μπορεί να στοχεύει στη μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης σε συγκεκριμένες οδούς ή σε συγκεκριμένες ώρες και ως εκ τούτου στη βελτίωση της προσβασιμότητας του οδικού δικτύου. Τότε για την οδική τιμολόγηση χρησιμοποιείται ο όρος "τιμολόγηση της συμφόρησης" (congestion pricing). (Victoria Transport Policy Institute, 2010). Όταν η διαχείριση της κυκλοφορίας τίθεται ως βασικός στόχος ενός σχεδίου οδικής τιμολόγησης, τότε η χρέωση πρέπει να επιβάλλεται όπου και όποτε υπάρχει έντονη κυκλοφοριακή συμφόρηση, ώστε να επιτευχθεί καταμερισμός της κίνησης σε άλλες ώρες, άλλες οδούς και άλλα μέσα μεταφοράς.

Ανεξάρτητα, όμως, από το στόχο του κάθε σχεδίου, η οδική τιμολόγηση λειτουργεί ως χρηματοδοτικός παράγοντας, εφόσον επιφέρει έσοδα στο κράτος, αλλά και ως παράγοντας διαχείρισης της κυκλοφορίας, αφού η χρέωση θα αποθαρρύνει κάποιους οδηγούς από τη χρήση του οχήματος τους. Ακόμα και αν σε ένα σχέδιο συνδυάζονται οι παραπάνω στόχοι, συνήθως ένας στόχος τίθεται ως κύριος και αυτός καθορίζει και τα χαρακτηριστικά του σχεδίου οδικής τιμολόγησης που θα εφαρμοστεί (Swedish National Road Administration, 2002).

1.1.3. Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΟΔΙΚΗΣ ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗΣ

Από τη δεκαετία του 1920 οι οικονομολόγοι [Knight (1924), Pigou (1920)] αναγνώρισαν την

οδική τιμολόγηση ως έναν απλό τρόπο φορολόγησης των εξωτερικών δαπανών στον τομέα των μεταφορών, όπως αναλύθηκαν παραπάνω. Η αρχική ιδέα του Ρίγου αφορούσε χρεώσεις για την αντιμετώπιση της ρύπανσης αλλά στη συνέχεια επεκτάθηκε και για άλλες εξωτερικότητες, όπως της συμφόρησης. Κατόπιν, τη δεκαετία του '60 Αμερικάνοι και Άγγλοι ακαδημαϊκοί επανεξέτασαν την ιδέα της οδικής τιμολόγησης (Smeed: Ministry of Transport, 1964, Vickrey, 1963) και κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι αποτελεί μία από τις λίγες λύσεις για την αντιμετώπιση της έντονης κυκλοφοριακής συμφόρησης. Επιβάλλοντας μια χρέωση συμφόρησης, αναμένεται μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης και κατά συνέπεια μείωση όλων των εξωτερικών δαπανών.

Εσωτερικοποίηση της εξωτερικότητας της κυκλοφοριακής συμφόρησης μπορεί να γίνει αν κάθε πρόσθετος οδηγός πληρώνει στους άλλους οδηγούς το επιπλέον κόστος που προκαλεί σε αυτούς. Η προσέγγιση του ζητήματος έγινε με βάση τη θεωρία του "congestion pricing" (σε ελεύθερη μετάφραση, χρέωση με βάση τις ώρες αιχμής). Κύριος εκπρόσωπος της θεωρίας αυτής αποτελεί ο Νομπελίστας οικονομολόγος William Vickrey, ο οποίος υποστήριξε ότι αν οι οδηγοί είχαν διαφορετική χρέωση ανάλογα με το αν οδηγούν τις ώρες αιχμής ή όχι τότε αυτό θα τους έδινε ένα κίνητρο να αλλάξουν τις συνήθειές τους. Ακόμα και αν η αλλαγή των συνηθειών αφορούσε σχετικά μικρό ποσοστό οδηγών αυτό μπορούσε να έχει μεγάλη επίδραση στη ροή της κυκλοφορίας.

Η αύξηση της κυκλοφορίας οδηγεί σε χαμηλότερες μέσες ταχύτητες, υψηλότερους μέσους χρόνους μετακίνησης και υψηλότερο κόστος ανά χιλιόμετρο. Η πρόσθετη κίνηση επιβάλλει ένα εξωτερικό κόστος στους υπόλοιπους οδικούς χρήστες. Υπό συνθήκες συμφόρησης, κυρίως σε αστικές περιοχές χωρίς επαρκή οδική τιμολόγηση, η κίνηση υποτιμάται και ως εκ τούτου γίνεται αλόγιστη.

1.1.4. ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΟΔΙΚΗΣ ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗΣ

Στις αρχές της δεκαετίας 1960, το Υπουργείο Μεταφορών του Ηνωμένου Βασιλείου ανέθεσε σε μια επιτροπή με επικεφαλή τον Professor R. J. Smeed για να εξετάσει την πιθανότητα εφαρμογής οδικής τιμολόγησης στο Ηνωμένο Βασίλειο. Στο Smeed Report (Ministry of Transport, 1964) τέθηκαν οι βασικές αρχές που πρέπει να διέπουν ένα σύστημα οδικής τιμολόγησης. Το κείμενο αυτό παρά το γεγονός ότι γράφτηκε το 1964 θεωρείται ακόμα

σύγχρονο (Santos, 2005). Οι βασικές αρχές για την εφαρμογή ενός συστήματος οδικής τιμολόγησης όπως ορίστηκαν από το Smeed Report (1964) στην Αγγλία είναι οι εξής:

- Χρήση: η χρέωση πρέπει να συνδέεται άμεσα με την οδική χρήση και τα τέλη πρέπει να αντικατοπτρίζουν όσο το δυνατόν περισσότερο το οριακό κοινωνικό κόστος της κάθε μετακίνησης όσον αφορά τις επιπτώσεις στους άλλους.
- Διαφοροποίηση τιμής: η τιμή θα πρέπει να ποικίλει ανάλογα με το χώρο, το χρόνο και το μέσο μεταφοράς.
- Τέλεια πληροφόρηση: το ύψος της χρέωσης πρέπει να είναι γνωστό από τον χρήστη πριν την έναρξη της μετακίνησης
- Πληρωμή: πρέπει να είναι δυνατή η χρέωση πριν τη μετακίνηση αλλά να υπάρχει και δυνατότητα πίστωσης.
- Δικαιοσύνη: οι οδικοί χρήστες πρέπει να εκλάβουν το μέτρο της οδικής τιμολόγησης ως δίκαιο. Αυτό μπορεί να συμβεί προσφέροντας εναλλακτικές λύσεις μετακίνησης αντάξιας ή καλύτερης αυτής του ιδιωτικού οχήματος σε άνεση, ταχύτητα και κόστος
- Απλότητα: εύκολο στη χρήση
- Αξιοπιστία: οποιοσδήποτε εξοπλισμός χρησιμοποιείται πρέπει να εξασφαλίζει πλήρη αξιοπιστία.
- Επιτήρηση: το σύστημα πρέπει να είναι απαλλαγμένο απάτη και παραβάσεις, εκούσιες ή ακούσιες.
- Δυνατότητα επέκτασης: να υπάρχει δυνατότητα επέκτασης σε όλη την πόλη και το σύστημα οδικής τιμολόγησης να μπορεί να ανταποκριθεί σε συνθήκες με 30 εκατ. οχήματα ή και να εξελιχθεί σε ένα ευρύ ευρωπαϊκό σύστημα με πληθυσμό οχημάτων που αγγίζει τα 200 εκατ. (May, 1992).

1.2 ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΣΥΜΦΟΡΗΣΗΣ, ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΧΗ

1.2.1. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Κάθε σχέδιο οδικής τιμολόγησης έχει τοπικό χαρακτήρα και πρέπει να ανταποκρίνεται στις ανάγκες και τα χαρακτηριστικά της κάθε περιοχής. Ως εκ τούτου η υιοθέτηση ενός σχεδίου χωρίς επανεξέταση και προσαρμογή στις ανάγκες του τόπου, δεν εγγυάται αποδοτικά αποτελέσματα. Αντιθέτως, κρίνεται αναγκαίος ο προσεκτικός σχεδιασμός ενός τέτοιου μέτρου.

Αρχικά πρέπει να γίνεται αναγνώριση του προβλήματος, π.χ. έντονη κυκλοφοριακή συμφόρηση ή προβλήματα ρύπανσης. Στη συνέχεια τίθεται ο επιθυμητός στόχος προς επίτευξη, π.χ. η μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης. Ακολουθεί η εξέταση και σύγκριση των εναλλακτικών λύσεων. Στην προκειμένη φάση λαμβάνεται υπόψη η διεθνής εμπειρία, δηλαδή ερευνώνται αντίστοιχα σχέδια οδικής τιμολόγησης ή γενικότερα άλλα μέτρα που έχουν εφαρμοστεί και οι επιδράσεις που έχουν επιφέρει. Πριν τη λήψη μιας απόφασης είναι σκόπιμο να ζητείται και η γνώμη του κοινού. Επιπλέον, με τη βοήθεια της τεχνολογίας, όπως τα συστήματα προσομοίωσης, μπορεί να προβλεφθούν σε κάποιο βαθμό οι επιδράσεις του κάθε προτεινόμενου σεναρίου.

1.2.2. ΤΥΠΟΙ ΟΔΙΚΗΣ ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗΣ

Οι τύποι οδικής τιμολόγησης θα μπορούσαν να εφαρμοστούν σύμφωνα με τις χωρικές ή χρονικές αρχές. Σύμφωνα με τις χωρικές αρχές, η περιοχή υποκείμενη στα διόδια διαιρείται σε υποπεριφέρειες βασισμένες σε ορισμένα κριτήρια, όπως το επίπεδο συμφόρησης, ελκυστικότητας, περιβαλλοντικών επιπτώσεων, κ.λπ. Οι χρονικές αρχές αναφέρονται στα πολυάριθμα καθεστώτα τιμολόγησης όσον αφορά τους διαφορετικούς χρόνους της ημέρας, των ημερών της εβδομάδας, κ.λπ. Ο κύριος στόχος είναι να ενθαρρυνθούν οι ιδιωτικοί χρήστες αυτοκινήτων να χρησιμοποιήσουν το όχημα τους κατά τη διάρκεια των λιγότερο κορεσμένων χρονικών περιόδων ή και να υιοθετήσουν άλλους τρόπους μεταφοράς. Οι γενικοί τύποι οδικών τιμολογήσεων παρουσιάζονται παρακάτω:

- Ο ενιαίος οδικός άξονας

Η αμοιβή συλλέγεται είτε στην είσοδο είτε την έξοδο του δρόμου ή της σύνδεσης. Αυτός ο τύπος τιμολόγησης είναι ο απλούστερος να εφαρμοστεί δεδομένου ότι έχουν οριστεί τα φυσικά όρια της περιοχής χρέωσης. Σχεδόν όλα τα σχέδια τιμολόγησης αυτοκινητόδρομων

περιλαμβάνουν αυτόν τον τύπο τιμολόγησης. Η δομή τιμολόγησης μπορεί είτε να είναι στατική είτε δυναμική, σύμφωνα με το επίπεδο συμφοράς στο δρόμο ή την πάροδο, και εκτελείται με τη βοήθεια των ευφυών συστημάτων μεταφοράς [Jones (2000), Harsman (2000), Victoria Transport Policy Institute (2006)].

- Κλοιός χρέωσης (cordon pricing)

Η βασική αρχή της τιμολόγησης είναι ότι μια δαπάνη επιβάλλεται στους ταξιδιώτες που περνούν μέσω του κλοιού για να μουν ή να βγουν από μια ορισμένη περιοχή. Γενικά, η αμοιβή συλλέγεται σε κάθε είσοδο ή έξοδο. Αυτός ο τύπος τιμολόγησης είναι σχετικά εύκολο να εφαρμοστεί ειδικά όταν ο κλοιός περιβάλλει π.χ. ένα κέντρο πόλεων. Κάποιοι ταξιδιώτες προσπαθούν να αποφύγουν τα διόδια περιφερόμενοι γύρω από τον κλοιό και κατά συνέπεια δημιουργούνται προβλήματα για τον ορισμό του ορίου. Επιπλέον, το σχέδιο τιμολόγησης πρέπει να περιλάβει πλήρως τα εσωτερικά ταξίδια για να αποτρέψει οποιαδήποτε προβλήματα σχετικά με τη δικαιοσύνη της εφαρμογής [Jones (2000), Harsman (2000), Victoria Transport Policy Institute (2006)].

- Περιοχή χρέωσης (area pricing)

Είναι μια μορφή κλοιού που η τιμολόγηση επιβάλλεται σε ένα όχημα μέσα σε μια προκαθορισμένη περιοχή και όχι μόνο για να μπει ή να βγει από την περιοχή. Αυτή η μέθοδος παρουσιάζει πολλά κοινά χαρακτηριστικά με την προηγούμενη. Το σημαντικό πλεονέκτημα της μεθόδου αυτής ενάντια στην προηγούμενη είναι ότι επιτρέπει ένα σύστημα τιμολόγησης για όλα τα ταξίδια μέσα σε μια καθορισμένη περιοχή [Jones (2000), Harsman (2000), Victoria Transport Policy Institute (2006)].

- Χρέωση ανάλογα με την απόσταση

Οι ταξιδιώτες υπόκεινται σε μια αμοιβή σύμφωνα με την απόσταση που διανύεται μέσα σε μια περιοχή ή έναν δρόμο. Δεδομένου ότι η απόσταση που διανύεται με κάθε όχημα πρέπει να μετρηθεί, η μέθοδος αυτή στηρίζεται κυρίως στην υψηλή τεχνολογία, η οποία διευκολύνει τις διαδικασίες πληρωμής και επιβολής. Εδώ παρατηρούνται προβλήματα ανάλογα με το cordon pricing. Συγκεκριμένα οι οδηγοί επιθυμούν να καταβάλουν τη χαμηλότερη αμοιβή και επομένως επιδιώκουν την κοντύτερη διαδρομή [Jones (2000), Harsman (2000), Victoria Transport Policy Institute (2006)].

- Χρέωση ανάλογα με τον χρόνο

Η συγκεκριμένη μέθοδος αντιπροσωπεύει μια δομή τιμολόγησης που καθορίζεται σύμφωνα με το χρονικό διάστημα που ξοδεύεται μέσα στην περιοχή. Αυτός ο τύπος σχεδίου ενέχει σοβαρή απειλή για την οδική ασφάλεια καθώς είναι πιθανό να υποκινηθούν μερικοί οδηγοί να αναπτύξουν μεγάλες ταχύτητες και να παραβιάσουν τον κώδικα οδικής κυκλοφορίας με σκοπό να μείνουν λιγότερο μέσα σε αυτήν την περιοχή και να πληρώσουν λιγότερο. Επιπλέον, κάποια απροσδόκητα γεγονότα όπως η οδική παρεμπόδιση λόγω τροχαίων ατυχημάτων μπορούν να οδηγήσουν αδικαιολόγητα σε υψηλές χρεώσεις [Jones (2000), Harsman (2000), Victoria Transport Policy Institute (2006)].

- Χρέωση ανάλογα με τα κοινωνικά κόστη

Η μέθοδος αυτή χρεώνει τους ιδιωτικούς χρήστες ανάλογα με τη ζημιά που προκαλούν σε έναν δρόμο ή σε μια περιοχή. Γενικά δύο σημαντικοί τύποι κόστους λαμβάνονται υπόψη: το επίπεδο συμφόρησης και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Ο μηχανισμός τιμολόγησης για το επίπεδο συμφόρησης περιλαμβάνει μια δυναμική αμοιβή, η οποία καθορίζεται σύμφωνα με το επίπεδο συμφόρησης τη συγκεκριμένη στιγμή. Το ποσό που θα χρεωθεί το όχημα που μπαίνει στην περιοχή ή στον δρόμο θα είναι υψηλό εάν το επίπεδο κυκλοφορίας είναι επάνω από το επιθυμητό επίπεδο και αντίστροφα. Επίσης, η αμοιβή τίθεται ανάλογη προς τα μετρημένα επίπεδα εκπομπής, δηλαδή, το επίπεδο περιβαλλοντικής επίδρασης του οχήματος. Όπως και στην τιμολόγηση ανάλογα με την απόσταση η υψηλή τεχνολογία είναι απαραίτητη για την εκτέλεση ενός κατάλληλου σχεδίου (Jones, 2000).

- Χρέωση ανάλογα με τον αριθμό επιβατών

Βασισμένη στην τιμολόγηση που δημιουργείται στις ΗΠΑ είναι ένας τύπος τιμολόγησης που εφαρμόζεται χαρακτηριστικά στους αυτοκινητόδρομους και αφορά τις ονομαζόμενες λωρίδες υψηλής πληρότητας (HOT lanes). Χορηγεί τη δωρεάν χρήση μιας λωρίδας σε έναν αυτοκινητόδρομο μόνο εάν ο αριθμός επιβατών ικανοποιεί τα ζητούμενα κριτήρια κατοχής. Τα οχήματα, που δεν ικανοποιούν τα κριτήρια αυτά, μπορούν ακόμα να χρησιμοποιήσουν την πάροδο με την καταβολή μιας αμοιβής. Το ποσό αμοιβής για αυτά τα οχήματα υπόκειται σε μια αύξηση όποτε η πυκνότητα των οχημάτων στο δρόμο υπερβαίνει την επιθυμητή ποσότητα για να κρατήσει το επίπεδο υπηρεσιών της πρόσθετης λωρίδας αμετάβλητης (Victoria Transport Policy Institute, 2006).

1.2.3. ΣΤΟΧΟΙ ΤΗΣ ΟΔΙΚΗΣ ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗΣ

Ο όρος .οδική τιμολόγηση. (road pricing) χρησιμοποιείται για τη χρέωση που επιβάλλεται άμεσα στους οδικούς χρήστες όταν οδηγούν σε έναν συγκεκριμένο οδικό άξονα ή μια συγκεκριμένη περιοχή (Victoria Transport Policy Institute, 2010). Οι κύριοι στόχοι και τα βασικά κίνητρα για την εφαρμογή ενός σχεδίου οδικής τιμολόγησης, όπως αναγνωρίζουν οι Lindberg (1995), Tsolakis & Naude (2006), Eliasson (2010) μπορεί να είναι:

- Χρηματοδότηση υποδομών

Στόχος της οδικής τιμολόγησης μπορεί να είναι η συλλογή κεφαλαίου για οδικές επενδύσεις ή βελτίωση της δημόσιας συγκοινωνίας ή και για επενδύσεις σε άλλους τομείς πέρα από τον τομέα των μεταφορών. Πολλές πόλεις έχουν εφαρμόσει την οδική τιμολόγηση για τον σκοπό αυτό με χαρακτηριστικά τα διόδια στις οδούς ταχείας κυκλοφορίας. Όταν ο κύριος στόχος είναι η χρηματοδότηση, τότε πρέπει να δοθεί έμφαση στο σχεδιασμό ενός συστήματος που θα εξασφαλίζει σταθερά και αξιόπιστα έσοδα.

- Βελτίωση του περιβάλλοντος

Η οδική τιμολόγηση μπορεί επίσης να εφαρμοστεί ως ένα περιβαλλοντικό μέτρο, στοχεύοντας στη μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων και του θορύβου που προκύπτει από την κυκλοφορία. Σε μερικές περιπτώσεις επιδιώκεται η μείωση του συνολικού όγκου κυκλοφορίας, ενώ σε κάποιες άλλες ορίζεται μια συγκεκριμένη περιοχή ελέγχου, όπως το κέντρο μιας πόλης. Σπάνια ένα μέτρο οδικής τιμολόγησης εφαρμόζεται με κύριο σκοπό τη βελτίωση του περιβάλλοντος, αλλά συνήθως αποτελεί δευτερεύοντα στόχο σε συνδυασμό με τη μείωση της κίνησης. Όταν κύριος στόχος της οδικής τιμολόγησης είναι η μείωση των εκπομπών ρύπων, τότε είναι πιθανή η διαφοροποίηση των χρεώσεων ανάλογα με την περιβαλλοντική κλάση του οχήματος (Swedish National Road Administration, 2002).

- Μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης

Η οδική τιμολόγηση μπορεί να στοχεύει στη μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης σε

συγκεκριμένες οδούς ή σε συγκεκριμένες ώρες και ως εκ τούτου στη βελτίωση της προσβασιμότητας του οδικού δικτύου. Τότε για την οδική τιμολόγηση χρησιμοποιείται ο όρος .τιμολόγηση της συμφόρησης (congestion pricing). (Victoria Transport Policy Institute, 2010). Όταν η διαχείριση της κυκλοφορίας τίθεται ως βασικός στόχος ενός σχεδίου οδικής τιμολόγησης, τότε η χρέωση πρέπει να επιβάλλεται όπου και όποτε υπάρχει έντονη κυκλοφοριακή συμφόρηση, ώστε να επιτευχθεί καταμερισμός της κίνησης σε άλλες ώρες, άλλες οδούς και άλλα μέσα μεταφοράς.

Ανεξάρτητα, όμως, από το στόχο του κάθε σχεδίου, η οδική τιμολόγηση λειτουργεί ως χρηματοδοτικός παράγοντας, εφόσον επιφέρει έσοδα στο κράτος, αλλά και ως παράγοντας διαχείρισης της κυκλοφορίας, αφού η χρέωση θα αποθαρρύνει κάποιους οδηγούς από τη χρήση του οχήματος τους. Ακόμα και αν σε ένα σχέδιο συνδυάζονται οι παραπάνω στόχοι, συνήθως ένας στόχος τίθεται ως κύριος και αυτός καθορίζει και τα χαρακτηριστικά του σχεδίου οδικής τιμολόγησης που θα εφαρμοστεί (Swedish National Road Administration, 2002).

1.2.4. ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΑΠΟΔΟΧΗ

Η κοινωνική αποδοχή του μέτρου της οδικής τιμολόγησης εξαρτάται από πολλούς παράγοντες και έχουν γίνει αρκετές έρευνες [Jones (1995, 2002), Goodwin and Jones (1989)]. Παρακάτω συνοψίζονται τα συμπεράσματα των ερευνών αυτών, παρουσιάζονται οι κύριοι παράγοντες που επηρεάζουν την κοινή γνώμη και δίνεται έμφαση στις προϋποθέσεις που αν πληρούνται συμβάλλουν στην ευκολότερη κοινωνική αποδοχή του μέτρου.

Γενικά, η λύση των αστικών διοδίων δεν είναι ιδιαίτερα δημοφιλής, καθώς αποτελεί ένα περιοριστικό μέτρο που μπορεί να οδηγήσει σε κοινωνικές ανισότητες. Αρχικά, σύμφωνα με τις παραπάνω έρευνες, οι κύριοι παράγοντες που καθορίζουν την κοινή γνώμη συνοψίζονται στους εξής:

- Πού χρησιμοποιούνται τα έσοδα από την οδική τιμολόγηση
- Ο σκοπός της χρέωσης
- Πώς είναι δομημένο το σύστημα της οδικής τιμολόγησης (ποια τεχνολογία χρησιμοποιείται, το ύψος της χρέωσης, κλπ.)

- Ποια συμπληρωματικά μέτρα χρησιμοποιούνται για τη βελτίωση της κυκλοφοριακής κατάστασης
- Πώς και από ποιον καθορίστηκε το ύψος της χρέωσης
- Πόσο συνειδητοποιημένοι είναι οι πολίτες για την κυκλοφοριακή κατάσταση και τις επιδράσεις που επιφέρουν σε αυτήν άλλα εναλλακτικά μέτρα

Επιπλέον, οι προϋποθέσεις που όταν πληρούνται καθιστούν ευκολότερη την κοινωνική αποδοχή είναι οι εξής:

- Οι χρεώσεις που υποβάλλονται πρέπει να κρίνονται αναγκαίες

Γενικά, όσο πιο έντονο θεωρείται το πρόβλημα της κυκλοφοριακής συμφόρησης σε μία πόλη, τόσο μεγαλύτερη είναι η αποδοχή του μέτρου από το κοινό. Οι χρεώσεις πρέπει να θεωρούνται αναπόφευκτες για την λύση του προβλήματος, είτε επειδή δεν υπάρχει το απαιτούμενο κεφάλαιο για την εφαρμογή άλλων μέτρων, είτε επειδή το κοινό έχει πειστεί ότι άλλα μέτρα είναι ανεπαρκή, π.χ. δεν υπάρχουν περιθώρια για διαπλατύνσεις οδών. Η συγκατάβαση ή απόρριψη του μέτρου από το κοινό καθορίζεται από την πεποίθηση του για το αν το μέτρο μπορεί να βοηθήσει στη λύση του προβλήματος. Η ενημέρωση του κοινού για την επικρατούσα κυκλοφοριακή κατάσταση και τις επιδράσεις που μπορούν να επιφέρουν διάφορα μέτρα πολιτικής μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά την κοινή γνώμη (Jones, 2002).

- Το μέτρο της οδικής τιμολόγησης πρέπει να εντάσσεται σε μια ενιαία στρατηγική

Το μέτρο της οδικής τιμολόγησης γίνεται ευκολότερα αποδεκτό όταν δεν παρουσιάζεται ως μεμονωμένο μέτρο αλλά εντάσσεται σε μια ενιαία πολιτική με σκοπό τον περιορισμό της χρήσης του αυτοκινήτου [Goodwin and Jones (1989), Jones (1995)]. Συμπληρωματικά μέτρα, όπως φόροι καυσίμων, παρκόμετρα και βελτιώσεις στις δημόσιες συγκοινωνίες, βοηθούν στην καλύτερη υλοποίηση της οδικής τιμολόγησης και αυξάνουν την κοινωνική ευημερία (Tsekeris & Vo. (2008), Li et al. (2007), Proost and Sen (2006)]. Σε αυτά συμπεριλαμβάνεται η βελτίωση της δημόσιας συγκοινωνίας, νέες οδικές υποδομές, ελεγχόμενη στάθμευση, ενημερωτικές καμπάνιες για το κοινό. Η ενιαία στρατηγική πρέπει να αποσκοπεί στη διαμόρφωση εναλλακτικών λύσεων για όσους θέλουν να αποφύγουν τη χρέωση και να μην διέλθουν με το όχημα τους από κεντρικά σημεία κατά τις ώρες αιχμής.

- Τα οφέλη από τα έσοδα πρέπει να είναι προφανή

Η στρατηγική που ακολουθείται πρέπει να περιλαμβάνει ένα πλάνο σχετικά με το πώς θα χρησιμοποιηθούν τα έσοδα από την οδική τιμολόγηση. Συνήθως οι μετακινούμενοι θεωρούν ότι λόγω της χρέωσης αναγκάζονται να στραφούν σε κάποιο άλλο μέσο μεταφοράς χαμηλότερης ποιότητας ή ότι ο χρόνος που κερδίζουν με την οδική τιμολόγηση αξίζει λιγότερο από όσο πληρώνουν (Giuliano, 1992). Ως εκ τούτου, είναι σημαντικό να βλέπουν οι μετακινούμενοι ότι τα χρήματα τους αξιοποιούνται προς όφελος του κοινωνικού συνόλου (Johansson and Mattsson, 1994). Αυτό μπορεί να γίνει με τη σωστή χρήση των εσόδων και την κατάλληλη ενημέρωση του κοινού για αυτήν. Η κοινωνική αποδοχή αυξάνεται αν τα έσοδα από την οδική τιμολόγηση χρησιμοποιηθούν για επενδύσεις στον τομέα των δημόσιων συγκοινωνιών (Jones 1995, 2002). Αυτό δεν είναι απαραίτητο. Ωστόσο, όλες οι έρευνες καταλήγουν ότι βασική προϋπόθεση για την κοινωνική αποδοχή της οδικής τιμολόγησης είναι η χρήση των εσόδων προς όφελος της περιοχής, όπου εφαρμόζεται.

- Οι χρεώσεις πρέπει να έχουν προμελετηθεί με έξυπνο τρόπο

Οι χρεώσεις πρέπει να συνδέονται με την οδική χρήση και να περιορίζουν όσο το δυνατόν περισσότερο ενδεχόμενες αρνητικές επιδράσεις. Το σχέδιο της οδικής τιμολόγησης πρέπει να έχει ξεκάθαρο στόχο και να σχεδιάζεται ανάλογα. Το κοινό είναι πιθανό να υποστηρίξει ένα σχέδιο οδικής τιμολόγησης, αν πιστεύει ότι μπορεί να λύσει το πρόβλημα. Όμως, ένα σχέδιο οδικής τιμολόγησης δεν πρέπει να είναι περίπλοκο και δύσκολο στην κατανόηση, γιατί τότε μπορεί να θεωρηθεί κακόπιστο και χωρίς προγραμματισμό. Σχέδια τιμολόγησης συμφόρησης με δυναμική διαφοροποίηση των χρεώσεων μπορεί να είναι πιο αποτελεσματικά από συστήματα με σταθερή χρέωση αλλά χαρακτηρίζονται από υψηλό κόστος εφαρμογής και γίνονται πιο δύσκολα κατανοητά και αποδεκτά από το κοινό (Bonsall et al., 2007).

Γενικά, πρέπει να αποσαφηνιστούν όλες οι παράμετροι του σχεδίου, να επισημανθούν οι εναλλακτικές λύσεις και να εξηγηθεί πώς θα αντιμετωπιστούν ενδεχόμενες αρνητικές συνέπειες του μέτρου (Catling, 2002).

1.3 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας είναι η μελέτη της προθυμίας και των αποφάσεων του χρήστη ενός οδικού συστήματος σε τυχαίες συνθήκες κυκλοφοριακής συμφόρησης, ανάλογα με το επίπεδο πληροφόρησης του ίδιου και του διαχειριστή του δικτύου. Με τη χρήση λογισμικού μοντελοποίησης αληθινών σεναρίων οδικής συμπεριφοράς στην επιλογή βέλτιστης διαδρομής, υπολογισμού κόστους, επιβάρυνσης και προθυμίας πληρωμής.

Σε αυτήν την εργασία φαίνεται αν η σωστή και ταχεία ενημέρωση και πληροφορία τόσο του χρήστη όσο και του διαχειριστή μπορούν να επηρεάσουν την τιμολογιακή πολιτική, την αποφυγή συμφόρησης του δικτύου μέσω δημιουργίας αντικινήτρου και την αξιοποίηση τεχνογνωσίας για μελλοντική χρήση της.

Βασικός παράγοντας της διπλωματικής είναι το επίπεδο ενημέρωσης το οποίο έχει ο καθένας σε αυτή την αλληλεπίδραση που δημιουργείται μεταξύ χρήστη και συστήματος. Η παρατήρηση του φαινομένου, η εξαγωγή μετρήσεων, η ανάλυση τους με τη μέθοδο της τετραγωνικής πρόβλεψης, η παρουσίασή τους και ο σχολιασμός.

1.3.2 ΠΡΩΤΟΤΥΠΑ ΣΗΜΕΙΑ

Η παρούσα έρευνα μπορεί να χαρακτηριστεί ως πρωτότυπη, καθώς

- συνδυάζει πειραματικές μετρήσεις και αριθμητικά μοντέλα με στόχο την ακριβή πρόβλεψη της συμπεριφοράς και της προθυμίας πληρωμής
- αγγίζει επιπλέον από τις προϋπάρχουσες δημοσιευμένες έρευνες αυστηρά το θέμα της ασυμμετρίας της πληροφόρησης και πως αυτή επηρεάζει ένα οδικό σύστημα

1.3.3 ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η εργασία περιλαμβάνει, εκτός από την παρούσα εισαγωγή (Κεφάλαιο 1), όπου δίνονται οι βασικές έννοιες της τιμολογιακής πολιτικής, έξι Κεφάλαια και τη Βιβλιογραφία.

Στο Κεφάλαιο 2 πραγματοποιείται εκτεταμένη βιβλιογραφική επισκόπηση πάνω στη μέχρι τώρα πρόοδο που έχει γίνει σε σχέση με την αξιοποίηση της τεχνολογίας, στα έξυπνα και αυτοματοποιημένα συστήματα μεταφορών. Παρατίθεται η έννοια της ασυμμετρίας της πληροφόρησης και προβάλλεται το κενό γνώσης που υπάρχει.

Στο Κεφάλαιο 3 εισάγεται ο τρόπος με τον οποίο διεξήχθη το πείραμα και η μεθοδολογία του, η μοντελοποίηση βάσει πρακτόρων (ABM).

Στο Κεφάλαιο 4 παρουσιάζεται η ανάλυση και περιγραφή του πειράματος εξ ολοκλήρου σε όλα τα στάδια και βήματα, καθώς και αναλύονται τα προγράμματα τα οποία χρησιμοποιήθηκαν.

Στο Κεφάλαιο 5 αναφέρονται οι πειραματικές διατάξεις και παρουσιάζονται οι πίνακες με τις μετρήσεις και τα αποτελέσματα της έρευνας.

Στο Κεφάλαιο 6 γίνονται κάποια σχόλια και παρατηρήσεις πάνω στην έρευνα, προσωπικές υποδείξεις και προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΥΦΥΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ

Τα Συστήματα Ευφύων Μεταφορών (ITS) είναι προηγμένες εφαρμογές οι οποίες έχουν στόχο να προσφέρουν καινοτόμες υπηρεσίες όσον αφορά στους διάφορους τρόπους μεταφοράς και στη διαχείριση της κυκλοφορίας, να επιτρέπουν στους διάφορους χρήστες να ενημερώνονται καλύτερα και να κάνουν ασφαλέστερη, πιο συντονισμένη και «ευφυέστερη» τη χρήση των δικτύων μεταφορών. Τα Συστήματα Ευφύων Μεταφορών (ITS) συνδυάζουν τις τηλεπικοινωνίες και τις νέες τεχνολογίες με την κυκλοφοριακή τεχνική και το σχεδιασμό των μεταφορών για τον προγραμματισμό, το σχεδιασμό, τη λειτουργία, τη συντήρηση και τη διαχείριση ολοκληρωμένων συστημάτων μεταφορών. Η εφαρμογή των τεχνολογιών των πληροφοριών και των επικοινωνιών στις μεταφορές θα συμβάλλει επιπλέον σημαντικά στη βελτίωση των περιβαλλοντικών επιδόσεων, της απόδοσης, συμπεριλαμβανομένης της ενεργειακής, της ασφαλείας των μεταφορών συμπεριλαμβανομένης της μεταφοράς επικίνδυνων εμπορευμάτων, της δημόσιας ασφαλείας, της κινητικότητας των επιβατών και των εμπορευματικών μεταφορών, εξασφαλίζοντας ταυτόχρονα τη λειτουργία της εσωτερικής αγοράς και υψηλότερα επίπεδα ανταγωνιστικότητας και απασχόλησης.

Τα Συστήματα ITS μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ανάλογα με το πεδίο εφαρμογής και το στόχο τους στις ακόλουθες τρεις κατηγορίες:

- Συστήματα ITS για εφαρμογή σε πόλεις
- Συστήματα ITS για εφαρμογή σε αυτοκινητόδρομους
- Συστήματα ITS Εθνικής Εμβέλειας

2.1.1.ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ITS ΓΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΕ ΠΟΛΕΙΣ:

Στόχος τους είναι η υλοποίηση ολοκληρωμένων, σύνθετων και ενοποιημένων εφαρμογών ITS σε μητροπολιτικές κυρίως περιοχές με σκοπό την βέλτιστη, συνδυαστική διαχείριση των οδικών δικτύων και δικτύων MMM σε αστικό και περιαστικό επίπεδο. Η έμφαση δίνεται σε ενοποίηση συστημάτων για πολλαπλά μέσα μεταφοράς και αντιστοίχως, η δημιουργία σύνθετων εφαρμογών που απαιτούν την συνεργασία διάφορων φορέων. Παραδείγματα τέτοιων εφαρμογών είναι τα παρακάτω:

- Συστήματα ελέγχου φωτεινής σηματοδότησης σε συνάρτηση με την κυκλοφορία σε πραγματικό χρόνο Ενοποιημένα συστήματα διαχείρισης κυκλοφορίας & ελέγχου φωτεινής σηματοδότησης, με εφαρμογές προτεραιότητας MMM σε φωτεινούς σηματοδότες
- Συστήματα εντοπισμού και διαχείρισης συμβάντων
- Συστήματα πληροφόρησης με Πινακίδες Μεταβλητών Μηνυμάτων (Variable Message Signs – VMS). Η πληροφόρηση μπορεί να περιλαμβάνει χρόνο διαδρομής, πρόταση για επιλογή διαδρομής, ειδοποίηση συμβάντος / καθυστερήσεων, ειδοποίηση για ακραία καιρικά φαινόμενα ή άλλα έκτακτα γεγονότα (πχ. πορείες – αποκλεισμοί κεντρικών δρόμων) κλπ.
- Ενοποιημένα συστήματα συνδυασμένης πληροφόρησης οδηγών ΙΧ / επιβατών MMM πχ. για χρόνους διαδρομής με ΙΧ και MMM, για χρόνους / συχνότητες διέλευσης MMM (λεωφορεία, τραμ, μετρό, τρόλεϊ), για διαθεσιμότητα θέσεων στάθμευσης σε σταθμούς μετεπιβίβασης (park & ride) κλπ.
- Ενοποιημένα συστήματα πληρωμής εισιτηρίων MMM ή άλλων υπηρεσιών πχ. για στάθμευση σε συνδυασμό με την πληροφόρηση για διαθέσιμες θέσεις σε parking ή/και την πρόταση για εναλλακτικά parking σε περίπτωση μη διαθεσιμότητας θέσεων
- Συστήματα που υποστηρίζουν την συνδυασμένη διαχείριση μεταξύ MMM και οδών ή με άλλους τερματικούς σταθμούς (λιμάνια, σιδηροδρομικούς σταθμούς κτλ.)
- Συστήματα υποβοήθησης της οδήγησης εντός του οχήματος (πχ. αυτόματη προσαρμογή πορείας / ταχύτητας, προειδοποίηση κατά την αλλαγή λωρίδας, σύστημα ελέγχου της συγκέντρωσης αλκοόλ στο αίμα κτλ.)

2.1.2.ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ITS ΓΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΕ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥΣ:

Στόχος τους είναι η υλοποίηση εφαρμογών ITS για την βέλτιστη διαχείριση των Εθνικών οδικών αξόνων και κυρίως των δικτύων αυτοκινητοδρόμων κάθε χώρας με σκοπό τη βελτιστοποίηση των παρεχόμενων υπηρεσιών μετακινήσεων προς τους οδηγούς, την ενίσχυση της οδικής ασφάλειας και την υιοθέτηση ψηφιακών υπηρεσιών ενημέρωσης των οδηγών σε πραγματικό χρόνο κατά τη διάρκεια της μετακίνησής τους. Παραδείγματα τέτοιων εφαρμογών είναι τα παρακάτω:

- Συστήματα εντοπισμού και διαχείρισης συμβάντων (πχ. ατύχημα σε σήραγγα αυτοκινητοδρόμου)
- Εφαρμογές συλλογής και διαχείρισης πληροφορίας για την κυκλοφορία
- Συστήματα πληροφόρησης των οδηγών με VMS (πχ. για συμβάν, χρόνο διαδρομής, καιρικά φαινόμενα κλπ.)
- Συστήματα εξατομικευμένης πληροφόρησης οδηγών μέσα στο όχημα για τις κυκλοφοριακές συνθήκες σε πραγματικό χρόνο με άντληση πληροφορίας από την υποδομή του αυτοκινητόδρομου, επεξεργασία της μέσα από τα συστήματα του Κέντρου Διαχείρισης Κυκλοφορίας του Αυτοκινητόδρομου και διάχυση της στα οχήματα των χρηστών ή στα κινητά τους τηλέφωνα.
- Υπηρεσίες πληροφόρησης και υποστήριξης επαγγελματιών οδηγών για χώρους στάθμευσης, ανεφοδιασμού, επικίνδυνα σημεία κλπ.
- Συστήματα υποβοήθησης της οδήγησης εντός του οχήματος (ως περιγράφηκαν στην προηγούμενη ενότητα)
- Υπηρεσίες “e-call” δηλαδή τηλεφωνικοί αριθμοί έκτακτης ανάγκης
- Ηλεκτρονικά συστήματα για αστυνόμευση πχ. παρακολούθηση τήρησης ορίων ταχύτητας, παράνομη είσοδος στη Λωρίδα Έκτακτης Ανάγκης (ΛΕΑ), είσοδος σε αυτοκινητόδρομο υπέρβαρου ή υπερμεγέθους οχήματος με αυτόματο έλεγχο βάρους / ύψους κλπ.
- Μεταβαλλόμενα όρια ταχύτητας ανάλογα με τις κυκλοφοριακές συνθήκες με σκοπό την εξομάλυνση της κυκλοφορίας
- Επιλεκτική χρήση της ΛΕΑ για εξομάλυνση της κυκλοφοριακής ροής σε κορεσμένο τμήμα αυτοκινητόδρομου με χρήση VMS που ενεργοποιείται αυτόματα από το

Κέντρο Διαχείρισης Κυκλοφορίας του αυτοκινητόδρομου όταν ο κυκλοφοριακός φόρτος υπερβεί συγκεκριμένα και προκαθορισμένα όρια.

- Συστήματα για οδική ασφάλεια και υποστήριξη οδηγών σε περίπτωση βλάβης ή και ατυχήματος
- Συστήματα ελέγχου προσβάσεων σε αυτοκινητόδρομους ανάλογα με τις εκάστοτε κυκλοφοριακές συνθήκες (Ramp metering)
- Ηλεκτρονικά διόδια (αυτόματη πληρωμή με πομποδέκτη τη στιγμή διέλευσης του οχήματος από σταθμό διοδίων είτε με μπάρα είτε χωρίς μπάρα με φωτογράφιση του οχήματος)

2.1.3.ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ITS ΕΘΝΙΚΗΣ ΕΜΒΕΛΕΙΑΣ:

Στόχος είναι η υλοποίηση δράσεων για ανάπτυξη Συστημάτων ITS ευρείας κλίμακας με εθνική εμβέλεια, ώστε να υποστηρίζουν συγκεκριμένες και προκαθορισμένες Ελληνικές και Ευρωπαϊκές πολιτικές. Παραδείγματα τέτοιων δράσεων είναι τα ακόλουθα:

- Διαλειτουργικότητα συστημάτων πληρωμής και εισιτηρίων με έξυπνες κάρτες
- Διαλειτουργικότητα ηλεκτρονικών διοδίων
- Διαλειτουργικότητα συστημάτων διαχείρισης κυκλοφορίας & ανταλλαγή πληροφορίας για την κυκλοφορία σε πραγματικό χρόνο μεταξύ δύο ή περισσότερων Κέντρων Διαχείρισης Κυκλοφορίας
- Εθνικές βάσεις δεδομένων πληροφορίας για μεταφορές και κυκλοφορία
- Κεντρικά συστήματα κράτησης θέσεων και πληροφόρησης για ΚΤΕΛ
- Συνδυασμένα συστήματα πληροφόρησης εθνικής εμβέλειας για πολλά μέσα ταυτόχρονα
- Έργα πληροφόρησης επιβατών και εισιτηρίων για τις ακτοπλοϊκές μεταφορές
- Έργα διαχείρισης κυκλοφορίας, πληροφόρησης επιβατών και εισιτηρίων για τον ΟΣΕ
- Ολοκληρωμένα πληροφοριακά συστήματα διαχείρισης εμπορευμάτων σε λιμάνια ή/και μεγάλα εμπορευματικά κέντρα

2.1.4. ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΣΗΜΕΡΙΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ITS ΣΤΟ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ

Η χρήση συστημάτων ITS στο εξωτερικό όπως αυτά που ενδεικτικά προαναφέρθηκαν, έχει παγιωθεί εδώ και χρόνια και βρίσκεται σε συνεχή ανάπτυξη ειδικά στις ΗΠΑ, την Ασία (Ιαπωνία και Κορέα κυρίως) και φυσικά την Ευρώπη. Η ανάπτυξη των ITS σε άλλες προηγμένες χώρες βασίζεται στον μακροχρόνιο σχεδιασμό πολιτικής και στρατηγικής που αποσκοπεί στην αποτελεσματική υλοποίηση συστημάτων με δυνατότητες διαλειτουργικότητας και επεκτασιμότητας. Επομένως θεωρούμε ότι οι καλές πρακτικές που θα μπορούσαν να μεταφερθούν στην Ελλάδα δεν αφορούν μόνο μεμονωμένα συστήματα, αλλά κυρίως την δημιουργία των προϋποθέσεων ανάπτυξης των εφαρμογών ITS μέσω διαμόρφωσης πολιτικής σε συνεργασία με τους ενδιαφερόμενους φορείς και την ίδια την αγορά. Ένα παράδειγμα καλής πρακτικής είναι η δημιουργία και δημόσια διάθεση πενταετούς επιχειρησιακού σχεδιασμού ανάπτυξης που περιλαμβάνει με σαφήνεια στόχους, πλάνο δράσεων και προϋπολογισμό έργων (ενδεικτικά αναφέρεται ο πρόσφατος πενταετής επιχειρησιακός σχεδιασμός του Φινλανδικού Υπουργείου Μεταφορών).

Ειδικά για την Ευρώπη πρόσφατα εγκρίθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή η Οδηγία 40/2010 που καθορίζει «το πλαίσιο ανάπτυξης Συστημάτων Ευφών Μεταφορών στον τομέα των οδικών μεταφορών και των διεπαφών με άλλους τρόπους μεταφοράς». Πιο συγκεκριμένα η Ευρωπαϊκή Οδηγία 40/2010 θεσπίζει το πλαίσιο για τη στήριξη της συντονισμένης και συνεκτικής ανάπτυξης και χρήσης συστημάτων ευφών μεταφορών (ITS) εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ιδίως για τις οδικές μεταφορές διαμέσου των συνόρων μεταξύ των κρατών μελών και καθορίζει τους αναγκαίους γενικούς όρους και προτεραιότητες δράσεων. Συγκεκριμένα οι τομείς προτεραιότητας ως προς την ανάπτυξη και χρήση συστημάτων ITS εντός της ΕΕ, όπως καθορίζονται από την Ευρωπαϊκή Οδηγία, είναι οι ακόλουθοι:

- Βέλτιστη χρήση δεδομένων σχετικά με το οδικό δίκτυο, την κυκλοφορία και τις μετακινήσεις.
- Αδιάλειπτη παροχή των υπηρεσιών ITS για τη διαχείριση της κυκλοφορίας και των εμπορευματικών μεταφορών.
- Εφαρμογές ITS σχετικά με την οδική ασφάλεια.
- Σύνδεση του οχήματος με την υποδομή μεταφορών.

2.2 ΠΡΟΧΩΡΗΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ (ATIS), ΤΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΤΟΥ ΚΗΑΤΤΑΚ

Τα προχωρημένα Συστήματα Πληροφοριών (ATIS) μπορούν ενδεχομένως να βελτιώσουν την προσβασιμότητα των ανθρώπων σε οικονομικές και κοινωνικές δραστηριότητες μέσω χρήσης της τεχνολογίας. Τα ATIS προορίζονται στο να καλύψουν τις ανάγκες πληροφόρησης των χρηστών, να βοηθήσουν στη λήψη πιο σωστών αποφάσεων, και να μετριάσουν τις επιπτώσεις της κυκλοφορίας συμφόρησης για τους ίδιους αλλά και για άλλους χρήστες (Schofer, Khattak, και Koppelman, 1993). Υπάρχουν μια σειρά από τεχνολογίες που επιτρέπουν στους ανθρώπους τη πρόσβαση σε πληροφορίες, συμπεριλαμβανομένου του ραδιοφώνου, της τηλεόρασης, το τηλέφωνο, το Διαδίκτυο, και τα GIS δυναμικά συστήματα πλοήγησης (Yim, Khattak και Raw, 2002). Σε κορεσμένα δίκτυα, τα συστήματα δυναμικών πληροφοριών μπορούν να υποστηρίξουν διάφορες επιλογές του χρήστη, συμπεριλαμβανομένης της επιλογής προορισμού, τους τρόπους, τα δρομολόγια, τις ώρες αναχώρησης, τις ενδιάμεσες στάσεις, και το χώρο στάθμευσης.

Η πληροφόρηση σε πραγματικό χρόνο μπορεί επίσης να βοηθήσει σε αναπροσαρμογές, π.χ., την εκτροπή της επιλεγμένης διαδρομής για να αποφευχθεί απροσδόκητη κυκλοφοριακή συμφόρηση (Heathington, 1969, Boyce, 1988, Al-Deek et al., 1988, Mahmassani and Jayakrishnan, 1991, Khattak, Schofer and Koppelman, 1993, Polydoropoulou et al., 1996, Liu and Mahmassani, 1998, Ben-Akiva, Bottom, and Ramming, 2000, Srinivasan, and

Mahmassani, 2002). Οι αναδυόμενες τεχνολογίες πληροφοριών είναι πιθανό να βοηθήσουν τους ανθρώπους να σχεδιάζουν τα ταξίδια τους, να εξοικονομούν χρόνο, να μειώσουν τα σφάλματα πλοήγησης, και να μειώσουν το άγχος και το στρες λόγω του δρομολογίου ή της συμφόρησης. Αν και σε ορισμένες περιπτώσεις τα πληροφοριακά συστήματα μπορεί να αποσπάσουν την προσοχή των οδηγών και να αυξήσουν τον κίνδυνο σύγκρουσης.

Ένας περιορισμένος αριθμός μελετών έχουν καθορίσει τη σκοπιμότητα, τα οφέλη, και τους κινδύνους των τεχνολογιών ATIS. Συγκεκριμένα, θεωρητικά μοντέλα που χαρακτηρίζουν τον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι λαμβάνουν τις αποφάσεις στις μετακινήσεις τους και τη χρήση πληροφοριών, έχουν αναπτυχθεί κατά την τελευταία δεκαετία (π.χ., Khattak 1991, Ben-Akiva, Bowman, και Goupta, 1996). Επιπλέον, υπάρχει ένας αυξανόμενος όγκος εμπειρικών στοιχείων όσον αφορά τις αποφάσεις των χρηστών και των επιπτώσεων των νέων και βελτιωμένων συστημάτων που αποκτώνται.

Τα αποτελέσματα των ATIS εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες μεταξύ

αυτών είναι:

- Ο σχεδιασμός, τόσο το συνολικό σύστημα όσο και η διεπαφή ανθρώπου-μηχανής.
- Η απόδοση του συστήματος πληροφόρησης ως προς το πόσο καλά είναι τα δεδομένα που συλλέγονται, υποβάλλονται σε επεξεργασία, και διαδίδονται στον τελικό χρήστη.
- Χαρακτηριστικά της θέσης του τεστ, ιδιαίτερα η διαθεσιμότητα εναλλακτικών τρόπων μεταφοράς και η πλεονάζουσα χωρητικότητα σε εναλλακτικές διαδρομές, και άλλα χαρακτηριστικά του δικτύου.
- Θεσμικά ζητήματα, όπως η δημοσίου και η ιδιωτικού τομέα στήριξη, η σαφήνεια των στόχων, των οργανωτικών δομών των εμπλεκομένων, η εφαρμογή της δοκιμής.
- Το οικονομικό, κοινωνικό, και τεχνολογικό περιβάλλον.
- Η έκταση των ατομικών και κοινωνικών παροχών.

Τα ατομική οφέλη μπορεί να είναι απτά, όπως η εξοικονόμηση χρόνου ταξιδιού, ή άυλα, όπως η μείωση του άγχους. Η κοινωνία μπορεί να επωφεληθεί από τα ATIS μέσω μείωσης της κυκλοφοριακής συμφόρησης (ιδιαίτερο περιστατικό που προκαλείται) και της ρύπανσης. Οι σχεδιαστές είναι πιθανό να επικεντρωθούν στα οφέλη στο επίπεδο των μεμονωμένων χρηστών, και ίσως να μετακινήσουν το σύστημα πιο κοντά στην ισορροπία των χρηστών. Ενώ αυτό μπορεί να οδηγήσει σε οφέλη για ένα ευρύ φάσμα πληθυσμού, είναι απίθανο να μας οδηγήσει προς το κοινωνικά βέλτιστο.

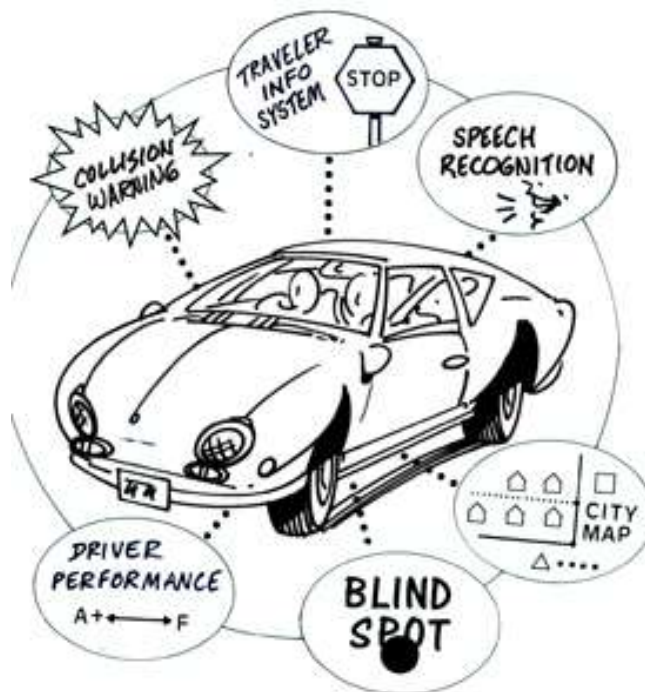
Ίσως ένας από τους πιο σημαντικούς παράγοντες για την επιτυχία ATIS είναι η έκταση των ατομικών και κοινωνικών οφελών, το οποίο δεν είναι πραγματικά σαφές. Σίγουρα εξαρτώνται από το πώς τα άτομα θα αποκτήσουν, θα κατανοήσουν και θα χρησιμοποιήσουν τις πληροφορίες.

2.2.1 ΓΕΝΙΚΗ ΔΟΜΗ

Για να κατανοήσουμε τις σχέσεις μεταξύ σχεδιασμού και επιδόσεων ATIS και της συμπεριφοράς των χρηστών, θα πρέπει να εξετάσουμε την επίδραση των δυναμικών πληροφοριών σχετικά με τη λειτουργία, την ώρα αναχώρησης, τις αποφάσεις διαδρομής, και τις εκτροπές από το σύνηθες μοτίβο. Ξεκινώντας έτσι, μπορούμε στη συνέχεια να διερευνήσουμε τις επιπτώσεις διαφορετικών διαμορφώσεων ATIS στη συμπεριφορά του χρήστη.

2.2.2 ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΟΥ ΧΡΗΣΤΗ ΚΑΙ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗ

Η συμπεριφορά του χρήστη είναι η διαδικασία της ατομικής λήψης αποφάσεων σχετικά με το τι ταξίδια θα κάνει, πού θα πάει, πότε θα φύγει, ποιο τρόπο θα χρησιμοποιήσει, και τι διαδρομή θα ακολουθήσει. Ενώ τα άτομα που βρίσκονται σε αστικές περιοχές με συμφόρηση έχουν συχνά σημαντικά περιθώρια διακριτικής ευχέρειας στην παραγωγή αυτών των επιλογών, καθιστώντας τις διαδικασίες λήψης αποφάσεων πιο δύσκολο να κατανοηθούν και να προβλεφτούν, περιορίζονται από τις χωρικές πτυχές του ταξιδιού, τη δομή του δικτύου και των υπηρεσιών μεταφορών, τους μεμονωμένους πόρους και τις ικανότητες, τις απαιτήσεις του τρόπου ζωής (στην εργασία, κατάστημα, κλπ.), και πολλές άλλες δυνάμεις. Η στατική και η δυναμική πληροφόρηση για ευκαιρίες ταξιδιού, τις υπηρεσίες, τη δομή του δικτύου, και την απόδοση διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην κάλυψη των αναγκών πληροφόρησης του χρήστη και επηρεάζουν τις αποφάσεις του. Εννοιολογικά, συναφείς και αξιόπιστες δυναμικές πληροφορίες μπορούν να συμβάλλουν σε επιλογές στις οποίες είναι περισσότερο ενημερωμένος ο χρήστης, είτε μεμονωμένα, είτε ως κοινωνία στο σύνολό της, ή και τα δύο.



ΕΙΚΟΝΑ

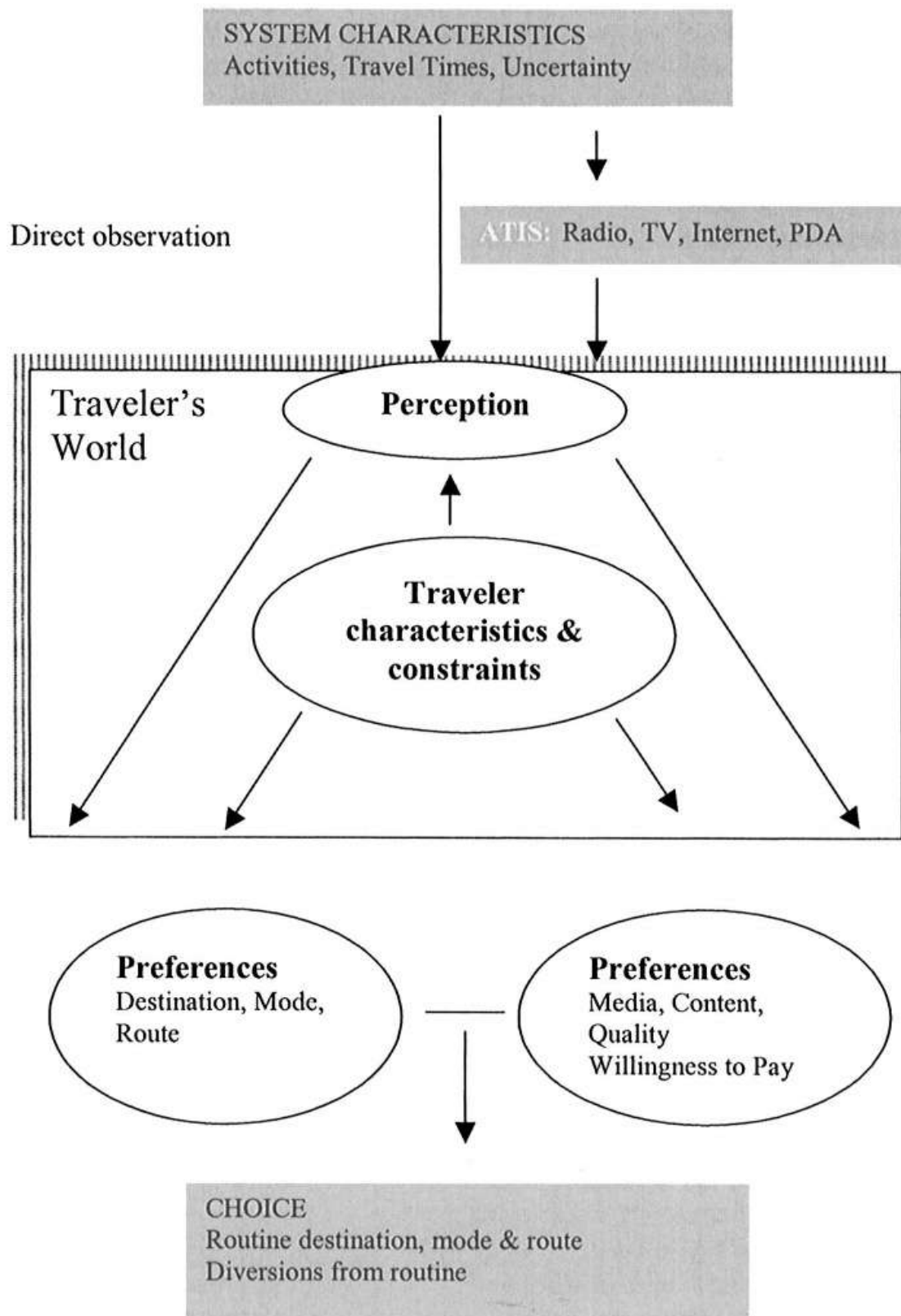


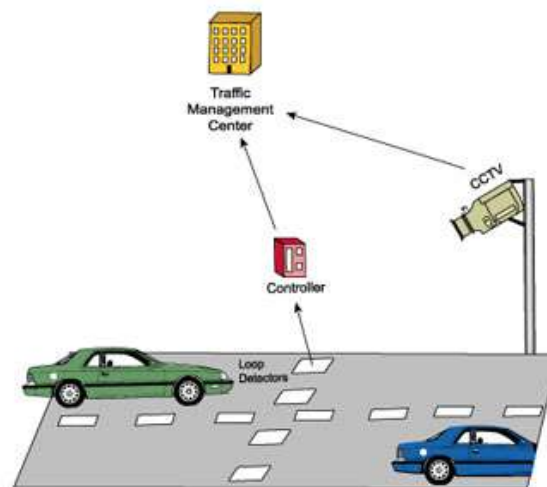
FIGURE 1 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ATIS

Οι συνθήκες διαδρομής στα δίκτυα αλλάζουν με την πάροδο του χρόνου, και έτσι μια καλή επιλογή τώρα μπορεί να είναι μια κακή απόφαση αύριο. Οι συνθήκες διαφέρουν τακτικά πάνω σε ημερήσια, εβδομαδιαία, και εποχιακούς κύκλους, και μπορούν να μετακινούνται γρήγορα και σποραδικά ως αποτέλεσμα των περιστατικών όπως ατυχήματα, βλάβες, διαρροές φορτίου, ειδικές εκδηλώσεις, και ακραίες καιρικές συνθήκες. Τα ATIS ενημερώνουν τους χρήστες σε πραγματικό χρόνο για τις συνθήκες του οδοστρώματος, και αυτό θα μπορούσε να επηρεάσει επιλογές ταξιδιών μικρής και μέσης διάρκειας.

Οι πληροφορίες για την υποστήριξη των αποφάσεων αποκτώνται συχνά από ενεργή αναζήτηση (ανάγνωση, βλέποντας, ζητώντας, ακούγοντας) από διάφορες πηγές, και χρησιμοποιούνται για να κάνουν τις επιλογές μεταφοράς τόσο μακροπρόθεσμα όσο και βραχυπρόθεσμα (π.χ. αναχώρηση σε συγκεκριμένο χρόνο και στην επιλογή της διαδρομής). Οι χρήστες έχουν περιορισμένες δυνατότητες επεξεργασίας πληροφοριών και πόρους, και ως εκ τούτου η τυπική διαδικασία λήψης αποφάσεων τους χρησιμοποιούν απλούς κανόνες και στηρίζονται σε περιορισμένες προσπάθειες αναζήτησης, για παράδειγμα, (1979), η έννοια του Simon της «οριακής ορθολογιστικής» για την ικανοποιητική επιλογή (Mahmassani and Chang, 1985). Σε πολλές αστικές περιοχές, η αναζήτηση επιλογών, όπως τη διαδρομή σπίτι-εργασία ή στο σπίτι-αγορά, μπορεί να απέχει πολύ από το βέλτιστη διαδρομή. Το χρονικό διάστημα που αφιερώνεται στην έρευνα εξαρτάται από την σημασία της απόφασης ταξιδιού, τη διαθεσιμότητα ουσιαστικών πληροφοριών, την επαναληπτικότητα της απόφασης, καθώς και το αναμενόμενο κόστος και την εξόφληση πρόσθετης αναζήτησης.

Συχνά, οι χρήστες δεν μπορούν να εκτελέσουν όλους τους υπολογισμούς που απαιτούνται για την εύρεση βέλτιστης επιλογής και δεν έχουν τέλεια ικανότητα να αποθηκεύσουν και να ανακτήσουν πληροφορίες. Δεν γνωρίζουν πάντα την πλήρη σειρά προορισμού, λειτουργία, και εναλλακτικές λύσεις για τη διαδρομή και τα σημαντικά χαρακτηριστικά των αυτών των εναλλακτικών. Επιπλέον, μπορεί να μην έχουν τους πόρους για να επίτευξης της βέλτιστης λύσης σε ένα δυναμικά μεταβαλλόμενο δίκτυο (de Palma, 1998).

Μέσω των τεχνολογιών επιτήρησης και επικοινωνιών, οι αστικές περιοχές συνεχώς δημιουργούν πληροφορίες, που μπορεί να εκπληρώσουν τις ανάγκες πληροφόρησης των χρηστών και να υποστηρίξουν τις επιλογές διαδρομής τους, αν και οι πληροφορίες είναι ολοένα και πιο πολύπλοκες στη δομή και το περιεχόμενό τους. Αυτές οι πληροφορίες στη συνέχεια χρησιμοποιούνται από ένα προηγμένο επεξεργαστή, τον ανθρώπινο εγκέφαλο, ο οποίος έχει προσαρμοστεί να απλοποιεί τις επιλογές έτσι ώστε ένας μεγάλος αριθμός αποφάσεων να μπορεί να γίνει γρήγορα (Tversky και Kahneman, 1974). Δεδομένου ότι πολλές αποφάσεις παίρνονται επανειλημμένα και γίνονται ρουτίνα, έχουν εξελιχθεί στρατηγικές για να αντιμετωπίσουν το άγχος και την πολυπλοκότητα αυτών των επιλογών. Η πρόκληση για τα ATIS είναι να παρέμβουν σε αυτές τις διαδικασίες, να παράσχουν δυναμικές πληροφορίες που ανταποκρίνεται στις ανάγκες των χρηστών. Οι πληροφορίες αυτές να είναι προσβάσιμες και να χρησιμοποιηθούν για τη βελτίωση των συνθηκών διαδρομής για τους χρήστες.



ΣΥΛΛΟΓΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ

Η συλλογή, η οργάνωση, η διαβίβαση των πληροφοριών σχετικά με τις επιλογές του δικτύου μεταφοράς και των επιδόσεων περιπλέκεται από τις εγγενείς χωρικές και χρονικές διαστάσεις των εν λόγω πληροφοριών. Η ανθρώπινη γνώση του χωρικού περιβάλλοντος, το γνωστικό χάρτη (Golledge και Stimson, 1997), βασίζεται σε μια συχνά περιορισμένη νοητική αναπαράσταση των θέσεων διαδρομής και στο φυσικό περιβάλλον. Γνωστικοί χάρτες επηρεάζουν τη συμπεριφορά (Wenger et al, 1990, Khattak και Khattak, 1998, Ramming, 2002) για παράδειγμα, η ροπή προς εκτροπή σε απρόσμενη συμφόρηση είναι σχετική με τον

αριθμό των γνωστών εναλλακτικών διαδρομών (Khattak, 1991, Polydoropoulou et al, 1996). Οι άνθρωποι διαφέρουν πολύ στην ικανότητά τους να κατανοήσουν και να χρησιμοποιήσουν χωρικές πληροφορίες. Το δυναμικό για την επέκταση και τον εμπλουτισμό των γνωστικών χαρτών μέσω ATIS μπορεί να είναι σημαντική.

2.2.3 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΧΡΗΣΤΩΝ ΣΤΑ ATIS

Η ανάπτυξη και η αξιολόγηση των συστημάτων πληροφόρησης απαιτεί την κατανόηση τόσο των βραχυπρόθεσμων και μακροπρόθεσμων απαντήσεων του χρήστη σε πληροφορίες σχετικά με τις συνθήκες ταξιδιού. Αυτές οι αντιδράσεις είναι πιθανό να επηρεάζονται από το περιεχόμενο των πληροφοριών, των μέσων διάδοσης, καθώς και από τα χαρακτηριστικά των πληροφοριών, όπως η ακρίβεια και η συνάφεια.

ΠΗΓΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ.

Δεδομένου ότι οι άνθρωποι επιθυμούν ταξιδιωτικές πληροφορίες, μπορεί να αποκτηθεί από ένα όλο και πιο ευρύ φάσμα μέσων μαζικής ενημέρωσης, συμπεριλαμβανομένων του ραδιοφώνου, της τηλεόρασης, ηλεκτρονικών υπολογιστών (Internet), τηλεφώνου, συσκευές χειρός, προσωπικούς ψηφιακούς βοηθούς, και τις συσκευές πλοήγησης εντός του οχήματος. Ανάλογα με την αξία των πληροφοριών σε αυτά, οι χρήστες αναμένεται να έχουν διαφορετικά επίπεδα πρόσβασης στην ιδιοκτησία αυτών των συσκευών και τη χρήση τους με διαφορετικό τρόπο, σε διάφορους τύπους ταξιδιού και σε διαφορετικές χρονικές στιγμές.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ.

Το περιεχόμενο των πληροφοριών είναι εξαιρετικά σημαντικό για την υποστήριξη των αποφάσεων. Για παράδειγμα, στην επιλογή των προορισμών, οι χρήστες θα μπορούν να αποτιμήσουν την επιλογή τους από τη θέση και τη διαθεσιμότητα χώρου στάθμευσης σε εναλλακτικούς προορισμούς, ώστε να αποφύγουν απροσδόκητη συμφόρηση. Πληροφορίες

σχετικά με τη συμφόρηση και το χρόνο διαδρομής είναι πιθανό να υποστηρίξουν την επιλογή της διαδρομής τους. Οι πληροφορίες χαρακτηρίζονται περαιτέρω από το αν είναι στατικές ή δυναμικές. Η πληροφορία στο προηγούμενο παράδειγμα είναι στατική, ενώ οι πληροφορίες για τυχαίο περιστατικό είναι δυναμική. Όπου κρίνεται σκόπιμο και εφικτό, οι άνθρωποι είναι πιθανό να προτιμούν ποσοτικές πληροφορίες αντί ποιοτικών περιγραφών, π.χ., ποιοτικές περιγραφές της κυκλοφοριακής συμφόρησης, όπως οδός "Εμπλοκή" ή "Κυκλοφορία σημειωτών" μπορεί να είναι λιγότερο κατατοπιστική από ποσοτικές εκτιμήσεις της καθυστέρησης σε λεπτά (Durand-Raucher, 1992). Κάποιες μορφές παρουσίασης μπορεί να είναι πιο χρήσιμες και πιο αποτελεσματικές από άλλες, ανάλογα με το πλαίσιο. Για παράδειγμα, οι ταξιδιώτες μπορούν να προτιμήσουν λακωνικά μηνύματα αντί για ένα ομιλητικό στυλ. Μερικά άτομα είναι πιθανό να βρουν πληροφορίες με βάση το χάρτη (γραφικό) πιο χρήσιμες από άλλες. Ανάλογα με το σκοπό του ταξιδιού, κάποιοι χρήστες μπορούν να βρουν τις πληροφορίες ή την καθοδήγηση κατεύθυνσης πολύ χρήσιμη, και αυτό θα τους οδηγήσει να ξεφύγουν από τις καθυστερήσεις.



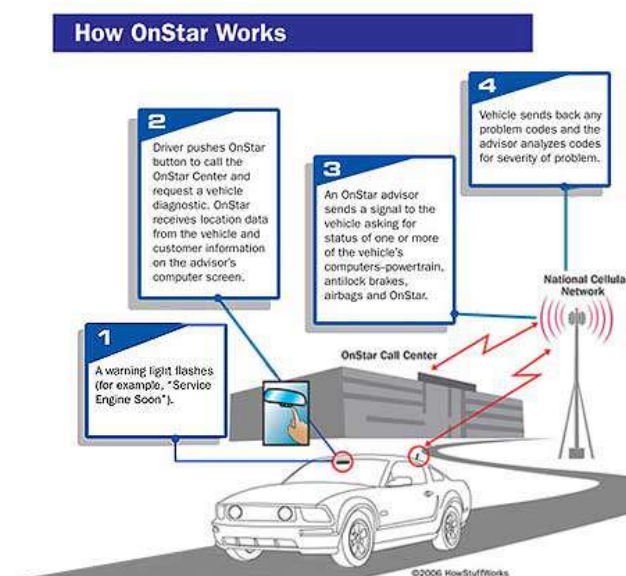
ΦΩΤΕΙΝΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΝΔΕΙΞΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΕΩΝ

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ.

Οι άνθρωποι είναι πιθανό να αποκτήσουν και να χρησιμοποιήσουν τις πληροφορίες που αντιλαμβάνονται να είναι αξιόπιστες, σχετικές και ακριβείς. Η πρόκληση είναι να αναπτυχθεί ένα σύστημα πληροφόρησης που είναι ευρέως προσβάσιμο και εκλαμβάνεται ως παροχή κατάλληλης και ακριβούς πληροφόρησης.

Από τη δεκαετία του 1990 οι μελέτες επίδειξης έχουν σχεδιαστεί για να αξιολογήσουν, με συγκροτημένο τρόπο, τα αποτελέσματα αυτών των πτυχών ενημέρωσης στη συμπεριφορά των χρηστών. Επαναλαμβανόμενες παρατηρήσεις είναι απαραίτητες για να διαχωριστούν οι συνέπειες των διαφορών μέσων ενημέρωσης, το περιεχόμενο και η ποιότητά τους.

Το μέγεθος της διείσδυσης στην αγορά των τεχνολογιών ATIS θα επηρεάσει τις επιπτώσεις τους στις συνθήκες ταξιδιού μακροπρόθεσμα. Το κόστος αυτών των συστημάτων, καθώς και τις προτιμήσεις για την ιδιωτικοποίηση, δείχνουν ότι οι καταναλωτές καλούνται να πληρώσουν για το σύνολο ή μέρος του εξοπλισμού και των υπηρεσιών ATIS (Wolinetz et al., 2001). Δεδομένου ότι η τιμή έχει σημαντική επίδραση στην απόκτηση κυριότητας της τεχνολογίας, της πληροφορίας, καθίσταται σημαντικό να κατανοήσουμε την προθυμία των καταναλωτών να πληρώσουν για διάφορα χαρακτηριστικά και για τις υπηρεσίες ATIS.



ΤΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ONSTAR

Η προθυμία πληρωμής είναι πιθανό να διαφοροποιείται σημαντικά μεταξύ των τύπων των υπηρεσιών ATIS, π.χ., αν η πληροφορία είναι προσαρμοσμένη, αν οι χρήστες πληρώνουν για την υπηρεσία σε μηνιαία ή ανά κλήση βάση, αν οι πληροφορίες που παρέχονται είναι στατικές ή/και δυναμικές, και αν η πληροφορία είναι συνδυασμένη με άλλες υπηρεσίες, όπως η ασφάλεια. Για παράδειγμα, το Onstar είναι μια υπηρεσία που έχει τρία σχέδια μόνο με στατικές ταξιδιωτικές πληροφορίες για την καθοδήγηση που κυμαίνονται από \$16 ανά μήνα σε \$70 ανά μήνα. Είναι σημαντικό να γίνει διακριτή αντίδραση των καταναλωτών σε διάφορες υπηρεσίες και μέσα ενημέρωσης, έτσι ώστε να εντοπίζονται και να ελέγχονται από τις εταιρείες του ιδιωτικού τομέα αποτελεσματικά οι δομές των τιμών. Ένας χάρτης της επιφάνειας απόκρισης την προθυμία τους να πληρώσουν, όσον αφορά το περιεχόμενο ATIS και τις επιδόσεις, εφαρμογή πολιτικών διαχείρισης/επιδότησης. Τα ατομικά χαρακτηριστικά επίσης είναι σημαντικά για την υποστήριξη των αποφάσεων μεγάλης κλίμακας.

Αξίζει να σημειωθεί ότι σε μια ταχέως μεταβαλλόμενη αγορά της τεχνολογίας των πληροφοριών, όπου το Διαδίκτυο επιτρέπει σχεδόν ελεύθερη πρόσβαση στην πληροφόρηση, την προθυμία να πληρώσουν είναι ένας κινούμενος στόχος. Επιπλέον, τα μίγματα τιμής-απόδοσης που προσφέρονται από ATIS αλλάζουν, καθώς οι τεχνολογίες ωριμάζουν. Η τιμή μπορεί να αναμένεται να μειωθεί καθώς οι τεχνολογίες των επικοινωνιών γίνονται φθηνότερες και αυξάνονται ο όγκος των πληροφοριών. Επιπλέον, η εγκατάσταση της επιτήρησης και επεξεργασίας θα γίνει πιο γρήγορα, καθώς οι ανάγκες για μεγαλύτερη ασφάλεια μεγαλώνει. Η αποτελεσματικότητα των ATIS μπορεί να αυξηθεί με την πάροδο του χρόνου, καθώς και ο συνδυασμός των προσφερόμενων υπηρεσιών είναι πιθανό να επικεντρωθεί σε ό, τι έχει πραγματικά αξία για τους καταναλωτές. Ίσως, επιτυχημένες υπηρεσίες πληροφοριών θα είναι εκείνες που συνδυάζονται με άλλες ταξιδιωτικές υπηρεσίες (Khattak, Yim και Stalker, 2002).

Ένα βασικό ζήτημα είναι ο δημόσιος και ιδιωτικός χαρακτήρας των πληροφοριών και το ποσοστό διείσδυσης στην αγορά των συνδρομών για τις υπηρεσίες πληροφοριών. Από τη μία πλευρά, οι πινακίδες σήμανσης και οδικής κυκλοφορίας και το ραδιόφωνο είναι δημόσιες πηγές, που παρέχουν την ίδια περιγραφική πληροφορία σε όλους σχετικά με τις συνθήκες οδοστρώματος. Από την άλλη πλευρά, διάφορες συνδρομές πληροφοριών δεν παρέχουν τις ίδιες πληροφορίες σε όλους, και θα μπορούσαν να παρέχουν τόσο την περιγραφή όσο και καθοδηγητικές πληροφορίες σχετικά με εναλλακτικές λύσεις. Σαφώς, οι πληροφορίες (για

περιστατικά) είναι πιο πολύτιμες αν ένα υποσύνολο των ανθρώπων τις έχουν, αφού αν είναι ευρέως διαθέσιμες, τα οφέλη τους θα διαχέονται. Ως εκ τούτου, το μερίδιο αγοράς των ιδιωτικών παροχών πληροφοριών, οι οποίες πιθανώς θα είναι πιο χρήσιμες από τη διαθέσιμη δωρεάν, θα επηρεάσει την προθυμία των χρηστών να πληρώσει διότι αν μόνο ένα υποσύνολο των ανθρώπων που έχουν πληροφορίες μπορούν να κερδίσουν περισσότερα από την αλλαγή της διαδρομής τους ή κάποια άλλη πτυχή αυτής.

2.2.4 ΘΕΜΑΤΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Ένας βασικός σκοπός των πειραμάτων αξιολόγησης ATIS είναι να κατανοήσουμε τις επιπτώσεις της συμπεριφοράς των χρηστών αρκετά καλά για να χτιστεί μια βάση για το σχεδιασμό μελλοντικών συστημάτων και λήψης αποφάσεων σχετικά με την εφαρμογή τους. Για να επιτευχθεί αυτό, θα πρέπει να μετρηθεί η συμπεριφορά και ενδεχομένως οι παράγοντες, έτσι ώστε να μπορούν να απαντηθούν τα ακόλουθα είδη ερωτήσεων:

Πώς οι χρήστες αποκτούν πρόσβαση σε πληροφορίες;

Ένα από τα στάδια επαναλαμβανόμενων αποφάσεων αφορά την πρόσβαση στη συσκευή πληροφοριών και την κυριότητα. Η πρόσβαση και η ιδιοκτησία δεν είναι συνώνυμες, επειδή σε ορισμένες περιπτώσεις, ένα άτομο μπορεί να έχει την κυριότητα, αλλά όχι την πρόσβαση (π.χ., πρόσβαση στο σπίτι καλωδιακή τηλεόραση, ενώ το άτομο βρίσκεται στο χώρο εργασίας), ή την πρόσβαση, αλλά όχι την ιδιοκτησία (π.χ. Internet στο χώρο εργασίας δεν μπορεί να ανήκει από το άτομο).

Πώς οι χρήστες χρησιμοποιούν τις δυναμικές πληροφορίες που αποκτούν;

Η χρήση τους μπορεί να οριστεί με διάφορους τρόπους. Μερικά άτομα μπορεί να αισθάνονται μειωμένη ανησυχία λόγω των πληροφοριών, αλλά δεν μπορούν να κάνουν άμεση χρήση των πληροφοριών τους για την αλλαγή των αποφάσεων. Άλλοι μπορεί να βρουν τα ATIS πολύτιμα για ταξίδια εργασίας τους, λόγω της υψηλής αξίας του χρόνου σε τέτοια ταξίδια και της ποινής που συχνά συνδέεται με την καθυστερημένη άφιξή τους (καθυστέρηση στο πρόγραμμα). Άλλοι μπορεί να αναθεωρήσουν τις πληροφορίες σε τακτική βάση, αλλά να κάνουν περιορισμένη χρήση των περιγραφικών πληροφοριών ή συμβουλών καθοδήγησης. Ακόμα άλλοι μπορεί να χρησιμοποιούν δυναμικές πληροφορίες συχνά για να προσαρμόσουν τις αποφάσεις τους στις μετακινήσεις τους και να δέχονται συμβουλές, χωρίς ερώτηση. Τα πρότυπα χρησιμοποίησης ποικίλλουν ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του χρήστη, όπως δημογραφικά στοιχεία (ηλικία, φύλο, εκπαίδευση) και της προσωπικότητας (Khattak, 1991, Schofer, Khattak και Koppelman, 1993). Είναι σημαντικό να καταγραφούν όλοι οι τρόποι χρησιμοποίησης των ATIS, διότι κάθε μια μπορεί να παράγει ένα διαφορετικό σύνολο ατομικών και κοινωνικών οφελών.

Πώς και πότε οι χρήστες χρησιμοποιούν ATIS;

Είναι πιθανό να υπάρξουν συγκεκριμένα είδη συνθηκών που προωθούν ή αποθαρρύνουν τη χρήση ATIS. Αυτά μπορεί να ορίζονται όσον αφορά την τοποθεσία του δικτύου και τη διαθεσιμότητα των επιλογών δρομολόγησης, τις συνθήκες του ταξιδιού, τον καιρό, το φωτισμό και περιστασιακούς παράγοντες (σκοπός ταξιδιού, την ώρα της ημέρας, προορισμού).

Γιατί η δυναμική πληροφόρηση είναι σημαντική για τους χρήστες;

Για τους σκοπούς του σχεδιασμού και της ανάπτυξης, δεν αρκεί να μετρηθεί η χρησιμοποίηση των ATIS. Είναι επίσης σημαντικό να κατανοήσουμε τα κίνητρα χρήσης των ATIS όσον αφορά τα οφέλη και των φορέων σχεδιασμού και επιδόσεων χαρακτηριστικά. Εξερευνώντας τις αποκρίσεις συμπεριφοράς στα μέσα μαζικής ενημέρωσης ATIS, το περιεχόμενο και τα χαρακτηριστικά θα απαιτήσει μεταβολή αυτών των χαρακτηριστικών σε πειραματικές ρυθμίσεις, για παράδειγμα, τον έλεγχο διαφορετικές διεπαφές

ανθρώπου/μηχανής, διάφορες υπηρεσίες, και τα διαφορετικά επίπεδα απόδοσης. Ελεγχόμενες πειραματισμός μπορεί μερικές φορές να συγκρούονται με το επιχειρησιακό προσανατολισμό των προμηθευτών εξοπλισμού του ιδιωτικού τομέα, που επιθυμούν να εμπορεύονται τα ιδιόκτητα προϊόντα τους, και των οργανισμών του δημόσιου τομέα επικεντρώνεται στην παροχή έγκυρων πληροφοριών στους χρήστες και τη βελτίωση της απόδοσης του δικτύου. Αν και οι πρόσφατες τάσεις δείχνουν ότι ο ιδιωτικός τομέας, ενθαρρύνεται από την προθυμία τους να πληρώσουν υψηλότερο από τους τελικούς καταναλωτές, έχει αναλάβει ηγετικό ρόλο σε αυτόν τον τομέα των ανθρώπινων παραγόντων.

Πώς αντιλαμβάνονται οι χρήστες τα ATIS;

Για την πρόβλεψη της μελλοντικής ανταπόκρισης της αγοράς σε αυτές τις αναδυόμενες τεχνολογίες, θα πρέπει να πάει πέρα από τα μέτρα της παρατηρούμενης συμπεριφοράς για να διερευνήσει το πώς οι χρήστες αισθάνονται για ATIS. Τα επίπεδα της ικανοποίησης των χρηστών, την άνεση, και το άγχος σχετίζονται με τη διακίνηση και συσχετίζονται με την αξιοποίηση των ATIS. Όμως μπορεί επίσης να ποικίλει σημαντικά μεταξύ των ατόμων ως συνάρτηση της δημογραφίας και της προσωπικότητας. Αυτές οι αντιλήψεις θα είναι σημαντικές στην απόφαση αγοράς των υπηρεσιών.

Ποιες είναι οι συνέπειες από τη χρήση ATIS;

Οι πρώτες συνέπειες που παρατηρούνται σε επίπεδο μεμονωμένου χρήστη, από την άποψη των αντικειμενικών αποτελεσμάτων, είναι η μείωση του χρόνου ταξιδιού σε σχέση με αυτόνομη πλοήγηση, καθώς και ψυχολογικές επιπτώσεις, όπως οι αλλαγές στα επίπεδα του στρες/άγχος. Λαμβάνοντας υπόψη ότι οι επιμέρους συνέπειες μπορεί να επηρεάσουν το δυναμικό της αγοράς, η δημόσια παρέμβαση για την ανάπτυξη και την εφαρμογή του ATIS πρέπει να δικαιολογείται από την άποψη των κοινωνικών παροχών, δηλαδή, βελτίωση της απόδοσης του δικτύου. Αν και οι αλλαγές των επιδόσεων του δικτύου λόγω ATIS είναι δύσκολο να μετρηθούν.

Πόσο πρόθυμοι είναι οι χρήστες να πληρώσουν για τις πληροφορίες;

Τα ATIS απαιτούν σήμερα από τις δημόσιες επιδοτήσεις για την εκμετάλλευση. Μερικά ATIS είναι διαθέσιμα δωρεάν από τα τέλη χρήσης μέσω ραδιοφωνικών εκπομπών και των υπηρεσιών μέσω τηλεφώνου, ενώ άλλα πωλούνται από τις εταιρείες αυτοκινήτων. Ενώ θα μπορούσε να υπάρχει μια υψηλή ελαστικότητα ζήτησης για τις υπηρεσίες πληροφοριών, αυτό ποικίλει ανάλογα με τα διαφορετικά επίπεδα πληροφοριών και τις διαφορετικές πηγές παροχής υπηρεσιών (π.χ., τηλέφωνο, στο όχημα, pager). Οι καταναλωτές μπορεί να είναι πρόθυμοι να πληρώσουν σχετικά μικρά ποσά για καλύτερη ποιότητα υπηρεσιών όταν αυτές συνδυάζονται ευεργετικά με άλλες υπηρεσίες.

2.2.5 ΠΩΣ ΟΙ ΧΡΗΣΤΕΣ ΑΠΟΚΤΟΥΝ ΠΡΟΣΒΑΣΗ ΣΤΙΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

Τόσο η πρόσβαση και η ιδιοκτησία συσκευών πληροφοριών, όσο και η απόκτηση και η χρήση των ταξιδιωτικών πληροφοριών ερευνήθηκαν αυστηρά στο 1998 (Targa et al., 2002). Σε αυτή την έρευνα, για μεγάλες εκτάσεις, οι συμμετέχοντες ρωτήθηκαν σχετικά με

(1) την πρόσβαση και την ιδιοκτησία των συσκευών πληροφοριών, συμπεριλαμβανομένων της καλωδιακής τηλεόρασης, των κινητών τηλεφώνων, συσκευές χειρός, συσκευές τηλεειδοποίησης και προσωπικών ψηφιακών βοηθών, προσωπικών υπολογιστών σε σπίτι και εργασία με πρόσβαση στο Διαδίκτυο, και συσκευές πλοήγησης αυτοκινήτου,

(2) τη χρήση αυτών των συσκευών για τη λήψη ταξιδιωτικές πληροφορίες, και

(3) τις αλλαγές στη ρουτίνα των αποφάσεων ταξιδιών λόγω της δυναμικής πληροφοριών.

Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι το 100% των ερωτηθέντων έχουν πρόσβαση ή να κατέχουν τουλάχιστον μία συσκευή (κατά μέσο όρο περίπου τέσσερις συσκευές). Αυτό μπορεί να οφείλεται εν μέρει στη μεθοδολογία της έρευνας, δηλαδή, οι συμμετέχοντες ήρθαν σε επαφή μέσω τηλεφώνου και ως εκ τούτου, θα έπρεπε να έχουν πρόσβαση σε τουλάχιστον μία συσκευή. Αυτό δεν προκαλεί έκπληξη, δεδομένου ότι οι άνθρωποι είναι πιθανό να έχουν ραδιόφωνο, τηλεόραση και τηλέφωνο. Το πραγματικό ζήτημα είναι πόσες και τι είδους

συσκευές μπορούν να έχουν πρόσβαση, και αν μεγαλύτερη πρόσβαση συνδέεται με τη μεγαλύτερη χρήση. Μεταξύ όλων των ερωτηθέντων 66,4% έλαβαν ταξιδιωτικές πληροφορίες είτε τακτικά ή περιστασιακά, και 33,1% προσαρμόζουν τις αποφάσεις του ταξιδιού τους σε απάντηση στις εν λόγω πληροφορίες. Πληροφορίες πρόσβαση στη συσκευή και την ιδιοκτησία (συλλαμβάνεται από τον αριθμό των συσκευών) αυξήθηκε με υψηλότερο εισόδημα και ορισμένα επαγγέλματα. Η χρήση αυτών των συσκευών για την απόκτηση ταξιδιωτικές πληροφορίες αυξάνεται με την πρόσβαση ή την κυριότητα των περισσότερων συσκευών πληροφοριών, μεγαλύτεροι χρόνοι που κατοικούν στην περιοχή μελέτης, το οδικό δίκτυο/αυτοκινητόδρομος, υψηλότερη έκθεση σε απρόβλεπτες συμφόρησης, και το μακρύτερο χρόνου ταξιδιού. Η πιο συχνή χρήση δυναμικών ταξιδιωτικών πληροφοριών σχετίστηκε με υψηλότερη τάση να αλλάξει την καθημερινότητα ταξιδιωτική συμπεριφορά (π.χ., εκτροπή της διαδρομής).

2.2.6 ΠΗΓΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ ΤΩΝ ΧΡΗΣΤΩΝ

Οι έρευνες δείχνουν ότι οι περισσότεροι ταξιδιώτες λαμβάνουν κάποια μορφή δυναμικής πληροφόρησης για την κυκλοφορία. Επίσης το ραδιόφωνο, και σε μικρότερο βαθμό, η τηλεόραση, είναι τα πιο διαδεδομένα μέσα με τα οποία οι πληροφορίες παρέχονται κατά το στάδιο πριν από το ταξίδι. Η χρήση του Διαδικτύου αυξάνεται ως πηγή πληροφοριών πριν από το ταξίδι (από το 1% έως 4%) και η χρήση κινητού τηλεφώνου διπλασιάστηκε από το 1% σε 2% ως πηγή καθ'οδόν πληροφορίες. Τηλεφωνική πρόσβαση σε ταξιδιωτικές πληροφορίες ήταν ουσιαστικά από σταθερό τηλέφωνο. Αυτό υποδηλώνει ότι οι νέες τεχνολογίες (έξυπνα τηλέφωνα και Διαδίκτυο) είναι οι κύριες αγορές ανάπτυξης για την απόκτηση ταξιδιωτικών πληροφοριών.

2.2.7 ΤΥΠΟΙ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΠΟΥ ΠΡΟΤΙΜΟΥΝ ΟΙ ΧΡΗΣΤΕΣ

Μια μεγαλύτερη τάση για την αναζήτηση πληροφοριών, όπως αναφέρεται στην δεύτερη έρευνα ήταν στατιστικά σημαντική σχέση με τους ερωτηθέντες που έλαβαν μεγαλύτερες

εκδρομές, αντιμετώπισε απροσδόκητη συμφόρηση, ήταν γυναίκες, που απασχολούνται, και ανήκουν σε ένα κυψελοειδές τηλέφωνο (Yim et al., 1999). Η έρευνα αυτή έδειξε επίσης ότι το πιο επιθυμητό είδος των πληροφοριών κατά σειρά σκοπιμότητα είναι:

1. Ανακοίνωση τρεχουσών συνθηκών κυκλοφορίας στο ραδιόφωνο ή την τηλεόραση οι οποίες ανανεώνονται κάθε λεπτό.
2. Λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με τις εναλλακτικές διαδρομές γύρω από τη συμφόρηση, συμπεριλαμβανομένων, κατευθύνσεων, οδηγιών και σχολίων για την κατάσταση του οδοστρώματος με συγκριτικούς χρόνους ταξιδιού.
3. Ένας υπολογιστής πλοήγησης στο αυτοκίνητο με μια οθόνη που δείχνει αυτοκινητόδρομους και δρόμους. Ο υπολογιστής θα μπορούσε να δείξει όπου υπάρχει συμφόρηση και να χαρτογραφήσει τις ταχύτερα δρομολόγια από την άποψη του χρόνου από τη συμφόρηση.
4. Εκτίμηση του χρόνου καθυστέρησης για την συνηθισμένη διαδρομή από την απρόσμενη κυκλοφοριακή συμφόρηση.
5. Εκτίμηση του χρόνου διαδρομής από το σημείο αναχώρησης μέχρι το σημείο άφιξης και σχεδιασμό εναλλακτικές διαδρομές.
6. Πληροφορίες σχετικά με τις κυκλοφοριακές συνθήκες σε συγκεκριμένες θέσεις, τις οποίες ένας χρήστης μπορεί να ζητήσει από το τηλέφωνο ή on-line μέσω του υπολογιστή.
7. Λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με εναλλακτικές λύσεις με μέσα μαζικής μεταφοράς για να αποφευχθεί η συμφόρηση, συμπεριλαμβανομένων των ωράρια και δρομολογίων λεωφορείων, επιτρόχειων μέσων (τραμ, μετρό).
8. Αυτόματη κοινοποίησης απρόσμενης κυκλοφοριακής συμφόρησης στη συνηθισμένη διαδρομή ενός χρήστη μέσω τηλεειδοποίησης ή κινητό τηλέφωνο.

Από τους ταξιδιώτες οι οποίοι δεν λαμβάνουν πληροφορίες για την κυκλοφορία, περίπου το ήμισυ δήλωσε ότι οι εκθέσεις δεν καλύπτουν τη διαδρομή που παίρνουν. Ραδιοκάλυψη είναι η πιο κοινή πηγή δυναμικών πληροφοριών, όμως η κάλυψη ήταν περιορισμένη. Οι ώρες αιχμής το πρωί έλαβε τυπικά την ευρύτερη κάλυψη πληροφορίες για την κίνηση, με λίγες μόνο ραδιοφωνικούς σταθμούς αναφοράς κυκλοφοριακές συνθήκες κατά τις απογευματινές

ώρες αιχμής και εκτός των ωρών αιχμής. Επίσης, κατά τη διάρκεια του 1996, οι εκθέσεις ραδιόφωνου έτρεξαν όχι περισσότερο από μία φορά κάθε οκτώ λεπτά. Η περιοχή που καλύπτεται από τις εκθέσεις της κυκλοφορίας περιορίστηκε σε μεγάλες αρτηρίες, και την υποβολή εκθέσεων δεν ήταν σταθερή σε όλη την περιοχή και παρουσιάστηκαν κενά (Yim et al., 1996). Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η σημασία των ταξιδιωτικών πληροφοριών είναι πολύ σημαντική για τους ταξιδιώτες, τόσο στη λήψη της απόφασης για την απόκτηση ταξιδιωτικές πληροφορίες και στην αλλαγή πραγματικές αποφάσεις του ταξιδιού τους. Η έλλειψη εναλλακτικών οδών ήταν επίσης ένα σημαντικό ζήτημα για τους ταξιδιώτες. Αν και διείσδυση στην αγορά τεχνολογιών TravInfo ήταν μικρή (μόνο 9% των ερωτηθέντων στη δεύτερη μελέτη Ευρεία Περιοχή γνώριζαν ότι υπήρχε), οι νέοι χρήστες είχαν προσελκύσει τόσο στο τηλεφωνικό σύστημα και να ταξιδέψει τοποθεσίες Web (Yim και Miller, 2002). Περίπου το ένα τρίτο των τηλεφωνικών κλήσεων και το ένα τρίτο από τους επισκέπτες της ιστοσελίδας Web μετατάσσονται σε TravInfo από τις εκθέσεις ραδιόφωνο/τηλεόραση. Άλλοι χρήστες που ανέφεραν ποτέ να ακούτε ραδιόφωνο και τηλεοπτικά ρεπορτάζ, επίσης, άρχισαν να χρησιμοποιούν TravInfo, όπως έκαναν ορισμένοι χρήστες που συνέχισαν να χρησιμοποιούν τις εκθέσεις ραδιόφωνο και συμπλήρωσε τους πρόσβαση σε TravInfo. Εκείνοι που άλλαξαν ήταν μεγάλη μετακινούμενων αυτοκινητόδρομο και οδηγοί υψηλών χιλιομέτρων. Ο μέσος χρόνος ανταλλάσσει για τις δύο ομάδες ήταν 45 λεπτά, σε σχέση με ένα μέσο χρόνο μετακίνηση 28 λεπτών (μονόδρομος). Οι χρήστες Web site της κυκλοφορίας αντιληπτή η ποιότητα των πληροφοριών Web site για να είναι κατά πολύ ανώτερη από τις εκθέσεις της κυκλοφορίας ραδιόφωνο / τηλεόραση. Χάρτες και λεκτικές περιγραφές των ταχύτητες αυτοκινητόδρομου και τις θέσεις των περιστατικών αυτών θεωρούνται πολύτιμα για τη λήψη αποφάσεων ταξίδια. Οι συμμετέχοντες στις ομάδες εστίασης προτίμησε επίσης την απόκτηση πληροφοριών από το τηλέφωνο ή το Διαδίκτυο σε σύγκριση με το συντονισμό σε ραδιοφωνικούς ή τηλεοπτικά ρεπορτάζ, παρά την προσπάθεια που απαιτείται από την πλευρά τους.

2.2.8 ΠΟΙΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΕΙΝΑΙ ΣΗΜΑΝΤΙΚΕΣ ΣΤΟΥΣ ΧΡΗΣΤΕΣ

Αποτελέσματα σχετικά με την αξία των πληροφοριών πρότεινε ότι η εξοικονόμηση χρόνου και η δυνατότητα να προγραμματισμού διαφορετικού ταξιδιού ήταν η πιο σημαντική. Ένα

ενδιαφέρον αποτέλεσμα είναι το επίπεδο των χρηστών οι οποίοι ανέφεραν ότι οι ταξιδιωτικές πληροφορίες μείωσαν το επίπεδο του άγχους ή στρες. Αυτό είναι σύμφωνο με την παρατήρηση ότι οι χρήστες του τηλεφώνου και του Διαδικτύου ήταν πιο πιθανό να αναζητήσουν πληροφορίες, δεδομένου ότι έπρεπε να είναι ενεργή για να την αποκτήσει, και είχαν περισσότερες πιθανότητες από ότι ο μέσος χρήστης να αλλάξει τις αποφάσεις του ταξιδιού τους με βάση τις πληροφορίες που έλαβαν. Αυτό υποδηλώνει ότι μια σημαντική αξία των ραδιοφωνικών αναφορών κίνησης είναι να βοηθήσει τους οδηγούς να αισθάνονται τον έλεγχο του τι συμβαίνει γύρω τους, ίσως επειδή η συμφύορηση που έχει μια εξήγηση είναι λιγότερο αγχωτικό από τη συμφύορηση που είναι ανεξήγητη.

2.2.9 ΠΟΣΟ ΠΡΟΘΥΜΟΙ ΕΙΝΑΙ ΟΙ ΧΡΗΣΤΕΣ ΝΑ ΠΛΗΡΩΣΟΥΝ

Η προθυμία πληρωμής ερευνήθηκε αυστηρά το 1998 (Wolinetz, Khattak και Yim, 2001), καθώς και στις έρευνες TATS (Khattak, Yim και Stalker, 2002). Στην έρευνα, η συντριπτική πλειοψηφία αυτών που είχαν ήδη ηλεκτρονικές συσκευές όπως προσωπικοί υπολογιστές ή PDAs δήλωσαν ότι θα ήταν πρόθυμοι να πληρώσουν για να εγγραφούν σε πληροφορίες για την κυκλοφορία. Οι ερωτηθέντες κλήθηκαν να απαντήσουν σχετικά με την προθυμία τους να πληρώσουν για υποθετική υπηρεσία ATIS που παρέχει:

- (1) Αυτόματη κοινοποίηση απρόσμενης συμφύορησης στη συνήθης διαδρομή των ερωτηθέντων,
- (2) Εκτιμώμενο χρόνο καθυστέρησης από την απροσδόκητη συμφύορηση
- (3) Αυτόματο σχεδιασμό εναλλακτικής διαδρομής γύρω από τη συμφύορηση, και
- (4) Εκτιμώμενος χρόνος ταξιδιού συνηθισμένη διαδρομή και σε οποιαδήποτε σχεδιαζόμενη εναλλακτικές διαδρομές.



ΦΩΤΕΙΝΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΝΗΜΕΡΩΣΗΣ

2.3 ΚΕΝΟ ΓΝΩΣΗΣ

Το ζήτημα της συσχέτισης της πληροφόρησης με τη συμφόρηση είναι ακόμη σε αρχικό στάδιο. Όπως φάνηκε και στη βιβλιογραφική ανασκόπηση έχει εξεταστεί μόνο το κόστος σε χρόνο που επιβάλλει η συμφόρηση στο χρήστη. Η καθυστέρηση η οποία ενδέχεται να αντιμετωπίσει ο χρήστης κατά τη διάρκεια τη διαδρομής του και κατά πόσο μπορούν να γίνουν παρεμβάσεις βελτίωσης.

Αναπάντητο μένει το ερώτημα αν μπορεί να δημιουργηθεί μια συσχέτιση κόστους μεταφοράς σε σχέση με την ενημέρωση και το επίπεδο πληροφορίας του χρήστη και του διαχειριστή.

Η επιβολή στρατηγικής πολιτικής τιμολόγησης εισόδου σε δίκτυο σε σχέση με τη δυναμική γνώση συμφόρησης και αναμενόμενου κόστους.

Δημιουργία μηχανισμών πρότασης κινήτρων, εναλλακτικών και σε περιπτώσεις έντονης ασυμμετρίας πληροφόρησης αυτοματοποιημένης διαχείρισης ρίσκου.

Η μελέτη των επιπτώσεων “έξυπνων” μετακινήσεων στη οδική ασφάλεια. Η σχέση πληροφόρησης με τα οδικά ατυχήματα.

3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

3.1 Η ΜΕΘΟΔΟΣ AGENT BASED MODELING

Ένα μοντέλο αποτελεί μια αποσπασματική παρουσίαση ενός πραγματικού συστήματος. Ένα μοντέλο οφείλει να περιέχει επαρκείς λεπτομέρειες οι οποίες σχετίζονται με το υπό μελέτη πρόβλημα, να αναλύει τη δυναμική του συστήματος και ταυτόχρονα να δίνει μια πλήρη εικόνα για τους βασικούς μηχανισμούς και παράγοντες αλλαγής του συστήματος που επιχειρούμε να προσομοιώσουμε.

Τα μοντέλα βασιζόμενα σε άτομα ή Individual-based models είναι προσομοιώσεις οι οποίες βασίζονται, για την ακρίβεια των αποτελεσμάτων τους, στις ευρύτερες επιπτώσεις που έχουν οι τοπικές δράσεις μελών ενός πληθυσμού. Τα άτομα στο συγκεκριμένο μοντέλο αντικατοπτρίζουν τους χρήστες ενός οδικού συστήματος. Ένα τέτοιο τυπικό μοντέλο αποτελείται από το περιβάλλον ή το πλαίσιο εργασίας μέσα στο οποίο δραστηριοποιείται ένας αριθμός ατόμων που καθορίζονται από την συμπεριφορά τους (κανόνες συμπεριφοράς) και τα χαρακτηριστικά τους και εκδηλώνονται όλες οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των ατόμων. Μέσα σε ένα individual-based model τα χαρακτηριστικά του κάθε ατόμου παρακολουθούνται κατά την διάρκεια της προσομοίωσης και καταγράφεται οποιαδήποτε μεταβολή σε αυτά. Η όλη διαδικασία έρχεται σε αντίθεση με τις παλαιότερες τεχνικές μοντελοποίησης όπου υπολογιζόταν ο μέσος όρος των χαρακτηριστικών όλων των ατόμων του πληθυσμού και η προσομοίωση προσπαθούσε να εξάγει συμπεράσματα, με βάση το μέσο όρο, για το σύνολο του πληθυσμού. Τα individual-based model είναι επίσης γνωστά ως entity ή agent based models (μοντέλα βασιζόμενα σε οντότητες ή πράκτορες).

Ορισμένα individual-based models αποτελούν χωροταξικά καθορισμένα μοντέλα (spatially explicit). Δηλαδή μοντέλα στα οποία τα άτομα σχετίζονται άμεσα με την τοποθεσία τους στο γεωμετρικό χώρο προσομοίωσης. Ορισμένα spatially explicit individual-based model δίνουν τη δυνατότητα στα άτομά τους να κινούνται ελεύθερα μέσα στο περιβάλλον τους. Ένα τέτοιο μοντέλο θα μπορούσε να είναι, για παράδειγμα, ένα φυσικό μοντέλο ενός ζώου μέσα σε ένα

οικοσύστημα. Σε ένα τέτοιο μοντέλο τα φυτά δεν θα κινούνται. Υπάρχουν individual-based models τα οποία δεν αποτελούν spatially explicit όπως για παράδειγμα ένα μοντέλο προσομοίωσης ενός δικτύου υπολογιστών, όπου οι υπολογιστές αποτελούν τις οντότητες του μοντέλου. Σε αυτήν την περίπτωση η θέση των οντοτήτων δεν έχει καμία επίδραση στο μοντέλο. Τα Spatially explicit models μπορεί να χρησιμοποιούν είτε ενιαίο χώρο είτε χώρο υπό τη μορφή πλέγματος.

Τα Individual-based models αποτελούν υποενότητα των multi-agent systems. Τα multi-agent systems περιλαμβάνουν όλα τα υπολογιστικά συστήματα των οποίων το βασικό σχέδιο λειτουργίας αποτελείται από σύνολα αλληλοεξαρτώμενων τμημάτων. Δηλαδή ένα multi-agent system θα δώσει σε ένα ερώτημα μια λύση η οποία είναι αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης πολλών παραγόντων και τμημάτων αποφάσεων.

3.1.1 ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Τα σύγχρονα προγράμματα ABM χρησιμοποιούν σε γενικές γραμμές παρόμοια μεθοδολογία λειτουργίας ενώ το περιβάλλον των προγραμμάτων εμφανίζει αρκετές ομοιότητες.

Υπάρχει ένα βασικό σχέδιο το οποίο ακολουθείται από όλα τα διαθέσιμα προγράμματα. Το περιβάλλον μέσα στο οποίο πραγματοποιείται η προσομοίωση είναι ένας δισδιάστατος χώρος ο οποίος περιέχει εμπόδια, παγίδες, τροφή και πράκτορες. Κάθε μία από τις παραπάνω μονάδες διαθέτει ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τα οποία επιβάλλονται από το είδος του συστήματος που θέλουμε να προσομοιώσουμε. Για τον προσδιορισμό του χώρου προσομοίωσης χρησιμοποιούμε ένα δισδιάστατο τετραγωνικό πλέγμα. Κάθε πράκτορας καταλαμβάνει ένα τετράγωνο(κελί) ενώ κάθε εμπόδιο, παγίδα ή τροφή μπορεί να καταλαμβάνει περισσότερα από ένα τετράγωνα.

ΠΡΑΚΤΟΡΕΣ

Κάθε πράκτορας διαθέτει ορισμένα χαρακτηριστικά:

- Κύριο χαρακτηριστικό του πράκτορα είναι η ενέργειά του. Σκοπός του πράκτορα είναι να αυξήσει την ενέργειά του κινούμενος μες στο χώρο και συλλέγοντας τροφή.

- Οι πράκτορες έχουν την δυνατότητα να κινηθούν προς οποιαδήποτε κατεύθυνση εφόσον δεν υπάρχουν εμπόδια. Κάθε κίνηση επιφέρει απώλεια ενέργειας. Όσο μεγαλώνει σε ηλικία ο πράκτορας, τόσο η απώλεια ενέργειας ανά κίνηση αυξάνεται.
- Η συνάντηση του πράκτορα με παγίδα επιφέρει μεγάλη απώλεια ενέργειας. Ενώ κατά την συνάντηση δύο πρακτόρων έχουμε επικοινωνία μέσω ανταλλαγής κανόνων.
- Έχουν την δυνατότητα αναπαραγωγής. Παράγουν έναν νεαρό πράκτορα χάνοντας σε ενέργεια. Ο νεαρός πράκτορας ξεκινάει τη ζωή του με ένα συγκεκριμένο πακέτο κανόνων.
- Κάθε πράκτορας διαθέτει ένα οπτικό πεδίο (περιοχή του πλέγματος εντός της οποίας μπορεί να αναγνωρίσει την παρουσία παγίδων, τροφής και εμποδίων). Οι πράκτορες δεν έχουν την δυνατότητα να δουν τι υπάρχει πέρα από το οπτικό τους πεδίο.

ΕΜΠΟΔΙΑ

Τα εμπόδια αντιπροσωπεύουν τα φυσικά χαρακτηριστικά του συστήματος, όπως για παράδειγμα δέντρα, δάση, βράχους και οτιδήποτε άλλο διαμορφώνει σε ένα φυσικό περιβάλλον την περιοχή στην οποία το υπό μελέτη ζώο έχει την δυνατότητα να κινείται. Η παραμονή και η διέλευση του πράκτορα από το εμπόδιο είναι αδύνατη. Τα εμπόδια δεν περιορίζουν το οπτικό πεδίο των πρακτόρων.

ΠΑΓΙΔΕΣ

Η παρουσία παγίδων στο μοντέλο αντιπροσωπεύει την ύπαρξη κινδύνων στο περιβάλλον για τον οργανισμό. Η συνάντηση του πράκτορα με μια παγίδα σημαίνει για τον πράκτορα απώλεια ενέργειας.

ΤΡΟΦΗ

Η συλλογή τροφής αποτελεί καθοριστικό για την επιβίωση του πράκτορα σκοπό καθώς χωρίς την συνεχή ανανέωση της ενέργειας ο πράκτορας θα πεθάνει. Η συνάντηση του πράκτορα με τροφή σημαίνει για τον πράκτορα αύξηση ενέργειας.

ΚΑΝΟΝΕΣ

Η γνώση των πρακτόρων για το περιβάλλον τους στηρίζεται σε ένα σύνολο κανόνων με βάση τους οποίους οι πράκτορες κινούνται και καθορίζουν τη συμπεριφορά τους γενικότερα μέσα στο οικοσύστημα. Κάθε πράκτορας αρχίζει τη ζωή του με ένα συγκεκριμένο πακέτο κανόνων το οποίο κληροδοτεί και στους απογόνους του. Παράλληλα αναπτύχθηκε ένα σύστημα αξιολόγησης και βελτίωσης αυτών των κανόνων με βάση τους γενετικούς αλγόριθμους.

ΔΕΙΚΤΕΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Η απλή παρατήρηση του πλέγματος προσομοίωσης και των μονάδων που δρουν πάνω σε αυτό δεν είναι αρκετά για την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων. Για το λόγο αυτό έχουν οριστεί ορισμένοι δείκτες οι τιμές των οποίων εξαρτώνται από την πορεία της προσομοίωσης. Με αυτό τον τρόπο δίνεται η δυνατότητα στον ερευνητή να παρατηρεί βάση αριθμητικών δεδομένων την πορεία του οικοσυστήματος

Για το περιβάλλον χρησιμοποιούνται δείκτες όπως:

- Διαθεσιμότητα πόρων (Resource availability)
- Ποικιλομορφία περιβάλλοντος (Environmental variety)
- Αξιοπιστία περιβάλλοντος (Environmental reliability)

Για τους πράκτορες χρησιμοποιούνται δείκτες όπως:

- Ενέργεια
- Αποτελεσματικότητα
- Ρυθμός Συλλογής Τροφής
- Ρυθμός Σύγκρουσης με Παγίδα
- Ρυθμός Αναπαραγωγής
- Ρυθμός Αντιμετώπισης Αγνώστων Καταστάσεων (αξιολογεί την ικανότητα του πράκτορα να αναγνωρίζει το γύρω χώρο του και να κινείται με αποτελεσματικότητα σε αυτόν)

Το σύνολο των ABM προγραμμάτων περιέχουν τα παραπάνω χαρακτηριστικά. Το κάθε πρόγραμμα όμως, ανάλογα το σκοπό για τον οποίο σχεδιάστηκε διαθέτει τα δικά του χαρακτηριστικά και το δικό του περιβάλλον εφαρμογών. Η πληθώρα των αναγκών και των πεδίων που προσπαθούν να καλύψουν τα ABM οδήγησε τους σχεδιαστές στην κατασκευή μεγάλου

αριθμού λογισμικών με σκοπό τη συνεχή βελτίωση των εκδόσεων, την ελαχιστοποίηση των μειονεκτημάτων τους και την αύξηση των δυνατοτήτων τους μέσα από το συνεχή πειραματισμό.

Τα ABM μας δίνουν μια εικόνα του μακρόκοσμου και μας επιτρέπουν για πρώτη φορά να χρησιμοποιήσουμε τις γνώσεις μας στον μικρόκοσμο και τις λειτουργίες του για να εντρυφήσουμε στην φύση των μακροσκοπικών φαινομένων. Σε αντίθεση με τις παραδοσιακές τεχνικές μοντελοποίησης (κυρίως αυτές οι οποίες χρησιμοποιούνται από τις κοινωνικές και οικονομικές επιστήμες), τα ABM διαθέτουν ορισμένα μοναδικά χαρακτηριστικά τα οποία μας επιτρέπουν να λύνουμε πολύπλοκα συστήματα.

Μπορούμε να πραγματοποιούμε ελεγχόμενα πειράματα, απομονώνοντας κάθε φορά σε συγκεκριμένα ερωτήματα και αλλάζοντας τις συνθήκες, με σκοπό να μελετήσουμε τις αντιδράσεις του συστήματος. Τελικώς, μας δίνεται η δυνατότητα να εξάγουμε συμπεράσματα βασιζόμενοι όχι σε ένα μόνο αποτέλεσμα αλλά σε ένα σύνολο δεδομένων, παρατηρήσεων και αποτελεσμάτων τα οποία προέκυψαν από μια ιστορία επαναλήψεων των πειραμάτων.

Βεβαίως, είναι ιδιαίτερα σημαντικό να επισημάνουμε τα μειονεκτήματά που εμφανίζουν τα ABM. Αρχικά, κατά την πραγματοποίηση ενός πειράματος η παράμετρος της τυχαιότητας παίζει σημαντικό ρόλο στην πορεία που θα ακολουθήσει η προσομοίωση. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα ορισμένα αποτελέσματα να παρουσιάζουν απόκλιση από το σύνολο παρά του ότι οι αρχικές συνθήκες παρέμειναν σταθερές. Η ατέλεια αυτή αντισταθμίζεται από την δυνατότητα άπειρων επαναλήψεων των πειραμάτων.

Ένα επιπλέον πρόβλημα που θα απασχολήσει ένα ερευνητή είναι το πλήθος των λογισμικών ABM και η έλλειψη μιας κοινής και καθορισμένης γλώσσας προγραμματισμού. Κάθε λογισμικό προσφέρει ορισμένες δυνατότητες ανάλογα με το αντικείμενο μελέτης και χρησιμοποιεί διαφορετική γλώσσα προγραμματισμού. Στην προσπάθειά του να επιλέξει το κατάλληλο λογισμικό, ένας ερευνητής θα διαπιστώσει ότι για να σχεδιάσει ένα νέο μοντέλο θα πρέπει να γνωρίζει την γλώσσα προγραμματισμού του λογισμικού.

3.1.2 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

Για την καλύτερη κατανόηση του περιβάλλοντος λειτουργίας ενός ABM προγράμματος παρατίθεται η περιγραφή ενός παραδείγματος. Το πρόγραμμα το οποίο θα παρουσιαστεί είναι το NetLogo 5.0.4

4. ΑΝΑΛΥΣΗ

4.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

4.1.1. ΣΚΟΠΟΣ

Να διερευνήσει τις επιπτώσεις της ασύμμετρης πληροφόρησης σχετικά με το σύστημα κυκλοφορίας και την κατάσταση του δικτύου ως προς τον κορεσμό και τα φαινόμενα συμφόρησης. Εξετάστηκαν τρεις βασικές υποθέσεις:

1. Το γενικό παράδειγμα ασυμμετρίας της πληροφορίας. .
2. Το σημείο ισορροπίας. Οι χρήστες και ο διαχειριστής έχουν σε κάθε μέτρηση το ίδιο ποσοστό πληροφόρησης
3. Κατάρρευση συστήματος. Σε αυτή την υπόθεση ο διαχειριστής έχει πολύ χαμηλή πληροφόρηση, σε σχέση με το χρήστη ο οποίος είναι καλύτερα ενημερωμένος.

ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ NETLOGO 5.0.4

Έγιναν πολλαπλές δοκιμαστικές εκτελέσεις του προγράμματος, προκειμένου να ελεγχθεί και να διασφαλισθεί η σωστή εισαγωγή των κυκλοφοριακών δεδομένων και να ανιχνευθούν σποραδικές ανωμαλίες σε διάφορα σημεία των δοκιμών. Έπειτα από τους απαραίτητους ελέγχους πραγματοποιήθηκε η εφαρμογή του μοντέλου.

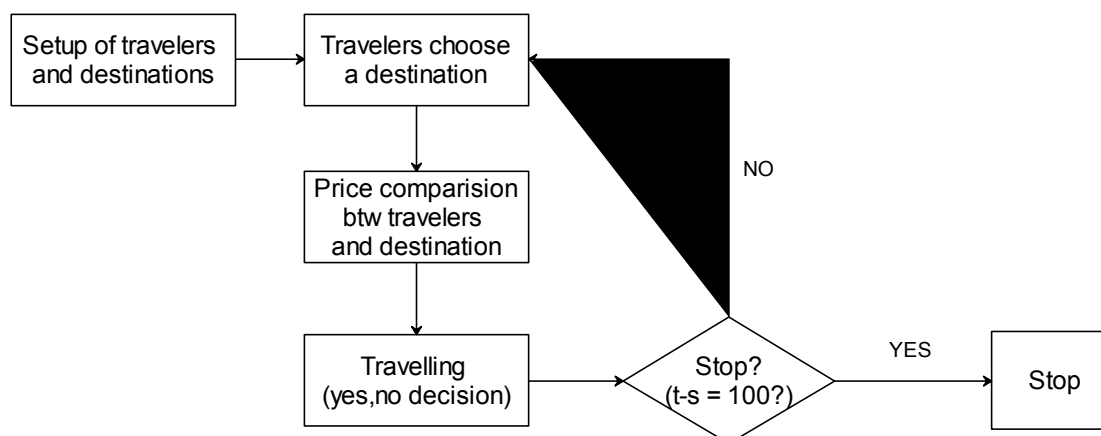
4.1.2. ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΚΑ

Αναπτύσσεται μοντέλο ABM που περιλαμβάνει $N_d = 20$ προορισμούς σε ένα αστικό δίκτυο στο οποίο κινούνται καθημερινά $N_t = 1000$ χρήστες. Κάθε προορισμός είναι σε θέση να

παρέχει ένα δείκτη ποιότητας Q_d και να ορίσει μια τιμή που δίνεται, η id πληροφορία που έχει για τον εαυτό του. Κάθε χρήστης αναμένεται να πάρει μια απόφαση δεδομένης της ποιότητας λαμβάνοντας υπόψη τις πληροφορίες που έχει για έναν προορισμό και είναι διατεθειμένος να πληρώσει μια ορισμένη τιμή για ένα συγκεκριμένο επίπεδο της αναμενόμενης ποιότητας. Και οι δύο, προορισμοί και χρήστες χρησιμοποιούν τις πληροφορίες που διαθέτουν, προκειμένου να κάνουν περισσότερο (ή λιγότερο) ενημερωμένες τις αποφάσεις που αφορούν, αντίστοιχα, τις τιμές και την προθυμία τους να πληρώσουν.

4.1.3. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ, ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ

Κάθε άτομο έχει ένα συγκεκριμένο ποσό των πληροφοριών σχετικά με τους διάφορους προορισμούς (όλοι οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να συγκεντρώσουν την ίδια ποσότητα πληροφοριών), και λαμβάνοντας υπόψη τις πληροφορίες διαθέσιμες, κάθε χρήστης αναμένει μια ορισμένη ποιότητα από έναν προορισμό. Κάθε προορισμός έχει πληροφορίες για τον εαυτό του και καθορίζει την τιμή, σύμφωνα με τις πληροφορίες και την ποιότητα του. Σε κάθε χρονικό βήμα, οι χρήστες αποφασίζουν να ταξιδέψουν σε έναν προορισμό, αν και μόνο αν η τιμή που είναι πρόθυμοι να πληρώσουν είναι μικρότερη ή ίση προς την τιμή που ορίζει ο προορισμός. Η ποιότητα των προορισμών είναι τυχαία σύμφωνα με μια τυχαία-ομοιόμορφη κατανομή $\in [0, 1]$.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ NET LOGO

4.1.4. ΕΝΝΟΙΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Εμφάνιση: Ο αριθμός των χρηστών ανά προορισμό.

Αλληλεπίδραση: Οι αλληλεπιδράσεις των χρηστών και των προορισμών βασίζονται σε πληροφορίες και, κατά συνέπεια, στην αναμενόμενη ποιότητα, στην πραγματική ποιότητα και στις τιμές.

Στοχαστικότητα: Η ποιότητα του προορισμού είναι τυχαία ομοιόμορφα κατανεμημένη. Οι χρήστες επέλεξαν τυχαία ένα πιθανό προορισμό σε κάθε χρονικό βήμα.

Έξοδος: Στο τέλος κάθε γύρου υπάρχουν τα ακόλουθα αποτελέσματα.

- Το επίπεδο συμφόρησης
- Η προθυμία πληρωμής του χρήστη
- Το επίπεδο πληροφόρησης του χρήστη
- Το επίπεδο πληροφόρησης του προορισμού
- Ο αριθμός των χρηστών ανά προορισμό (υπολογίζεται ως το άθροισμα των χρηστών προς ένα συγκεκριμένο προορισμό κατά την εκτέλεση της προσομοίωσης)

4.1.5. ΑΡΧΙΚΟΠΟΙΗΣΗ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σύμβολο	Ονομασία Μεταβλητής	Τιμές
N_d	Αριθμός προορισμών	20
N_t	Αριθμός χρηστών	1000
q_d	Επίπεδο συμφόρησης	τυχαία τιμή $\in [0, 1]$
i_d	Επίπεδο πληροφόρησης που έχει ο προορισμός για τον ίδιο	$[0, 0.25, 0.5, 0.75, 1]$
i_t	Επίπεδο πληροφόρησης που έχει ο χρήστης για τον προορισμό	$[0, 0.25, 0.5, 0.75, 1]$

ΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΕΙΣΟΔΟΥ

ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΤΙΜΩΝ

Οι τιμές υπολογίζονται με τη στάθμιση της ποιότητας του προορισμού από τις πληροφορίες που διατίθενται από τους χρήστες και τους προορισμούς:

$$p_{di} = q_d * i_d$$

$$p_{ti,dj} = q_d * i_t$$

όπου:

- p_{di} = τιμή προορισμού i
- q_d = επίπεδο κορεσμού
- i_d = επίπεδο πληροφόρησης των προορισμών
- i_t = επίπεδο πληροφόρησης χρήστη
- $p_{ti,dj}$ = τιμή που είναι πρόθυμος ο χρήστης να πληρώσει για τον προορισμό j

ΕΠΙΛΟΓΗ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ

Ο χρήστης i θα ταξιδέψει στην πραγματικότητα στον προορισμό j , εάν και μόνο εάν η τιμή ο χρήστης είναι πρόθυμοι να πληρώσουν είναι μικρότερη ή ίση με την τιμή που καθορίζεται από το επιλεγμένο προορισμό:

$$p_{dj} \leq p_{ti, dj}$$

4.2 ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Τα αποτελέσματα της εξομοίωσης όπως προαναφέρθηκε δόθηκαν σε μορφή φύλλου εργασίας Excel, το οποίο είναι συμβατό με το στατιστικό πρόγραμμα. Για την εισαγωγή των δεδομένων στο πρόγραμμα, με σκοπό να δημιουργηθεί ένα αρχείο το οποίο θα περιέχει τις μεταβλητές για τη στατιστική επεξεργασία.

Destination	Info	Traveler	Quality	Price	Travelers	Asymmetry	Congestion	Price	Travelers	Revenues	Asymmetry	Total Travelers	Revenues	Info
1	10001	1	0.25	0.78	78	0	0.25	0.78	78	0	0.25	187164	1651069	1
2	10001	1	0.25	0.41	41	0	0.25	0.41	41	0	0.25	849463	849467	1
3	10001	1	0.25	0.57	57	0	0.25	0.57	57	0	0.25	1097000	24153129	1
4	10001	1	0.25	0.59	59	0	0.25	0.59	59	0	0.25	1388979	51802559	1
5	10001	1	0.25	0.49	49	0	0.25	0.49	49	0	0.25	1694955	59653141	1
6	10001	1	0.25	0.22	22	5081	0.25	0.22	22	5081	0.25	1969534	42632112.5	1
7	10001	1	0.25	0.35	35	0	0.25	0.35	35	0	0.25	2025509	24164250	1
8	10001	1	0.25	0.47	47	0	0.25	0.47	47	0	0.25			1
9	10001	1	0.25	0.13	13	70807	0.25	0.13	13	70807	0.25	920491		1
10	10001	1	0.25	0.76	76	0	0.25	0.76	76	0	0.25			1
11	10001	1	0.25	0.04	4	101000	0.25	0.04	4	101000	0.25	404000		1
12	10001	1	0.25	0.79	79	0	0.25	0.79	79	0	0.25			1
13	10001	1	0.25	0.99	99	0	0.25	0.99	99	0	0.25			1
14	10001	1	0.25	0.73	73	0	0.25	0.73	73	0	0.25			1
15	10001	1	0.25	0.21	21	10276	0.25	0.21	21	10276	0.25	215796		1
16	10001	1	0.25	0.61	61	0	0.25	0.61	61	0	0.25			1
17	10001	1	0.25	0.32	32	0	0.25	0.32	32	0	0.25			1
18	10001	1	0.25	0.72	72	0	0.25	0.72	72	0	0.25			1
19	10001	1	0.25	0.59	59	0	0.25	0.59	59	0	0.25			1
20	10001	1	0.25	0.48	48	0	0.25	0.48	48	0	0.25			1
21	10001	1	0.25	0.48	48	0	0.25	0.48	48	0	0.25			1
22	10001	1	0.25	0.48	48	0	0.25	0.48	48	0	0.25			1
23	10001	1	0.25	0.48	48	0	0.25	0.48	48	0	0.25			1
24	10001	1	0.25	0.48	48	0	0.25	0.48	48	0	0.25			1
25	10001	1	0.25	0.48	48	0	0.25	0.48	48	0	0.25			1
26	10001	1	0.25	0.48	48	0	0.25	0.48	48	0	0.25			1
27	10001	1	0.25	0.48	48	0	0.25	0.48	48	0	0.25			1
28	10001	1	0.25	0.48	48	0	0.25	0.48	48	0	0.25			1
29	10001	1	0.25	0.48	48	0	0.25	0.48	48	0	0.25			1
30	10001	1	0.25	0.48	48	0	0.25	0.48	48	0	0.25			1
31	10001	1	0.25	0.48	48	0	0.25	0.48	48	0	0.25			1
32	10001	1	0.25	0.48	48	0	0.25	0.48	48	0	0.25			1

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΟ EXCEL

4.2.1 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟ ΕΙΔΙΚΟ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ

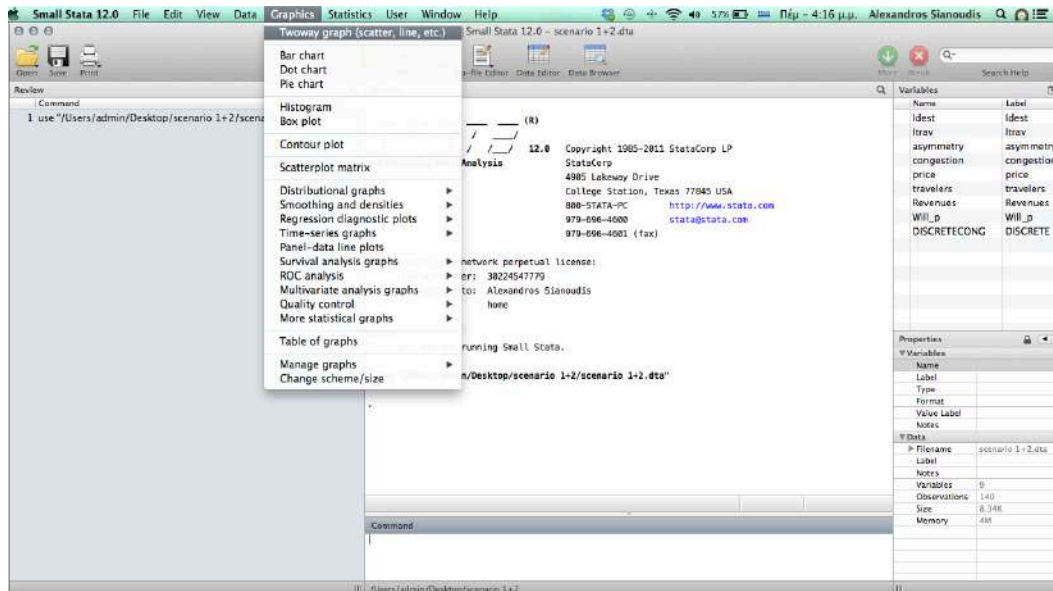
Μετά τη διαμόρφωση του τελικού πίνακα Excel, πραγματοποιήθηκε εισαγωγή των στοιχείων στο πεδίο δεδομένων (data editor) του ειδικού λογισμικού στατιστικής ανάλυσης Stata.

Idest	Itrav	asymmetry	congestion	price	travelers	Revenues	Will_p	DISCRETE	QDISCRETE
1	1	.25	-.75	.44	4	181800	404000	24.805736	1
2	1	.25	-.75	.13	13	70807	920491	21.952386	1
3	1	.25	-.75	.21	21	18276	215796	20.264086	1
4	1	.25	-.75	.22	22	5081	111782	28.06257	1
5	1	.25	-.75	.78	78	0	0	11.46815	4
6	1	.25	-.75	.41	41	0	0	16.595298	2
7	1	.25	-.75	.57	57	0	0	14.138136	3
8	1	.25	-.75	.59	59	0	0	13.858182	3
9	1	.25	-.75	.49	49	0	0	15.31566	2
10	1	.25	-.75	.35	35	0	0	17.617282	2
11	1	.25	-.75	.47	47	0	0	15.625857	2
12	1	.25	-.75	.76	76	0	0	11.691601	4
13	1	.25	-.75	.79	79	0	0	11.248612	4
14	1	.25	-.75	.99	99	0	0	9.2894173	4
15	1	.25	-.75	.73	73	0	0	12.847725	3
16	1	.25	-.75	.61	61	0	0	13.583772	3
17	1	.25	-.75	.32	32	0	0	18.153726	2
18	1	.25	-.75	.72	72	0	0	12.168000	3
19	1	.25	-.75	.59	59	0	0	13.858182	3
20	1	.25	-.75	.48	48	0	0	15.469505	2
21	1	.5	-.5	.15	15	101000	1515000	43.805369	1
22	1	.5	-.5	.84	4	181800	404000	48.839472	1
23	1	.5	-.5	.2	28	85813	1716260	46.936538	1
24	1	.5	-.5	.24	24	65555	1573320	39.331393	1
25	1	.5	-.5	.29	29	45337	1202573	37.415178	2
26	1	.5	-.5	.37	37	23279	933323	34.538713	2
27	1	.5	-.5	.39	39	20100	787761	33.852844	2
28	1	.5	-.5	.48	48	5080	243840	38.93917	2
29	1	.5	-.5	.1	100	0	0	18.393972	4
30	1	.5	-.5	.85	85	0	0	21.378747	4
31	1	.5	-.5	.82	82	0	0	22.402583	4

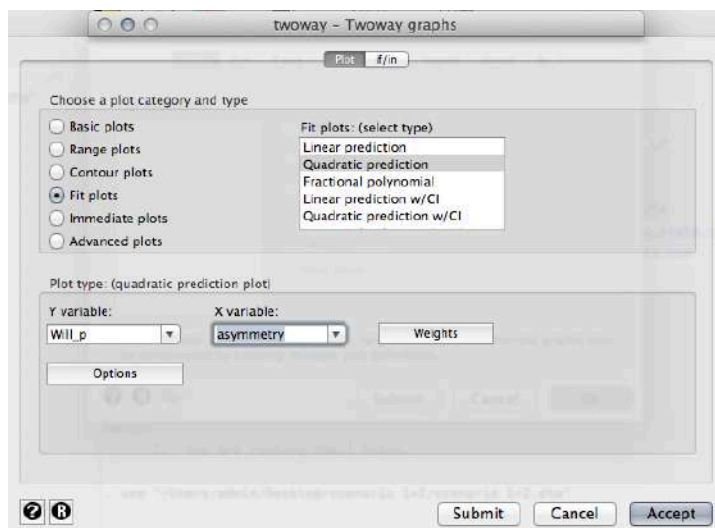
ΦΥΛΛΟ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟ STATA

Στη συνέχεια καθορίστηκε το όνομα, ο τύπος, ο αριθμός των ψηφίων κάθε μεταβλητής.

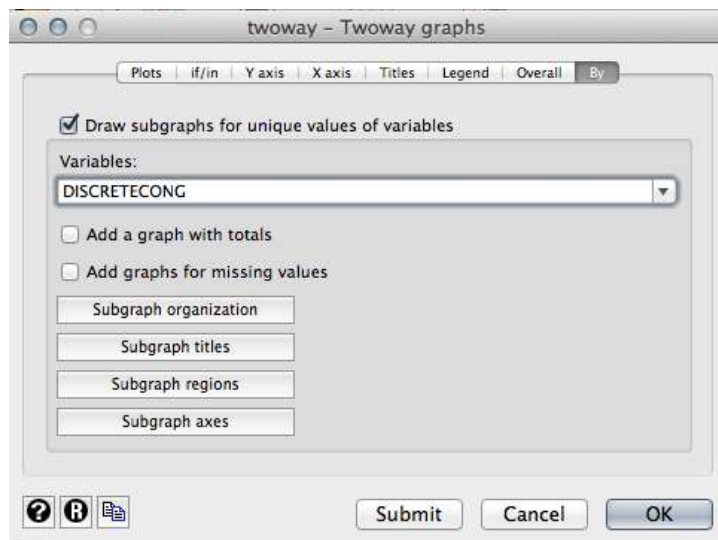
Τα βήματα που ακολουθήθηκαν για την στατιστική ανάλυση με τη σειρά εφαρμογής τους είναι τα εξής:



ΕΠΙΛΟΓΗ ΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ TWO WAY



ΕΠΙΛΟΓΗ QUADRATIC PREDICTION



ΕΠΙΛΟΓΗ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΥ ΑΝΑ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΥΜΦΟΡΗΣΗΣ

Επιλέχθηκε η εντολή twoway graph από τη γραμμή επιλογών και εν συνεχεία οι μεταβλητές για τον y άξονα και τον x άξονα, προθυμία πληρωμής και ασυμμετρία πληροφόρησης αντίστοιχα. Τέλος έγινε επιλογή διαχωρισμού του γραφήματος ανά επίπεδα κορεσμού.

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η παραπάνω διαδικασία ανάλυσης της συμπεριφοράς των χρηστών έγινε για 3 διαφορετικά σενάρια. Στο καθένα επιλέχθηκαν διαφορετικά επίπεδα πληροφόρησης τόσο για το διαχειριστή, όσο και για το χρήστη, για την κατάσταση του συστήματος και το επίπεδο κυκλοφοριακής συμφόρησης.

Οι μεταβλητές εισόδου παραμένουν οι ίδιες,

- ο αριθμός των χρηστών
- ο αριθμός των προορισμών, κόμβων
- το επίπεδο πληροφορίας χρήστη
- το επίπεδο πληροφορίας διαχειριστή.

Τα αποτελέσματα που εξάγονται από την εξομοίωση είναι η συμφόρηση και η προθυμία πληρωμής. Για την ανάλυση των αποτελεσμάτων διαχωρίζεται η συμφόρηση ανάλογα με τις τιμές που λαμβάνει σε τέσσερα επίπεδα.:

- Στο διάγραμμα 1 έως 25%,
- στο διάγραμμα 2 έως 50%,
- στο διάγραμμα 3 έως 75%
- στο διάγραμμα 4 έως 100%.

Για την εύκολη κατανόηση και εξαγωγή συμπεράσματος χρησιμοποιούμε την έννοια της ασυμμετρίας της πληροφόρησης. Δηλαδή, τη διαφορά, την έλλειψη επιπέδου πληροφόρησης

του χρήστη από τον διαχειριστή. Αυτή, στα διαγράμματα είναι κατανεμημένη στον άξονα των x.

$$\text{Asymmetry} = \text{Itrav} - \text{Idest}$$

Προθυμία πληρωμής (WTP) είναι το μέγιστο ποσό που ένας χρήστης είναι διατεθειμένος να θυσιάσει για να προμηθευτεί ένα προϊόν ή να αποφύγει κάτι το ανεπιθύμητο. Έτσι η τιμή κάθε συναλλαγής σε ένα δυναμικό σύστημα, θα είναι σε οποιοδήποτε σημείο ανάμεσα στη θέληση του χρήστη να πληρώσει και στη προθυμία του διαχειριστή να διαθέσει.

Στον y άξονα αποτυπώνεται αυτή η προθυμία των χρηστών να πληρώσουν και ορίζεται ως

$$\text{will to pay} = 100 * \text{Itrav} * e^{(-\text{congestion})}$$

Συμφόρηση είναι η ποιοτική ταξινόμηση της κίνησης ανάλογη του επίπεδου εξυπηρέτησης (LOS). Εδώ συγκεκριμένα είναι τυχαία μεταβλητή, η οποία επηρεάζει τόσο την τιμολόγηση, όσο και την προθυμία του χρήστη. Είναι το μέγεθος που ορίζει την ανάγκη εξέτασης των συνθηκών και των προτιμήσεων του χρήστη και της αλληλεπίδρασης του με το σύστημα.

Σε όλες τις δοκιμές το επίπεδο της κυκλοφοριακής συμφόρησης είναι τυχαίο.

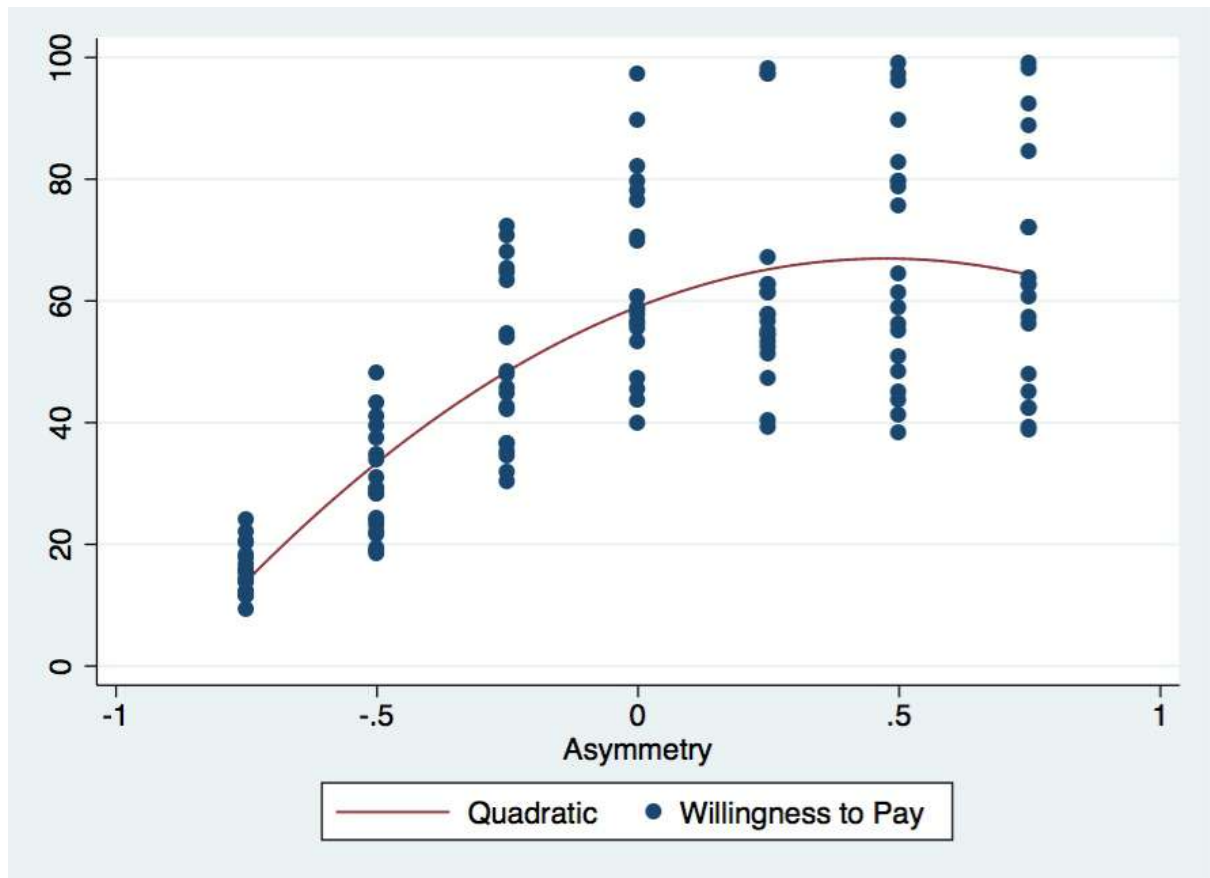
5.1.1 ΤΟ ΓΕΝΙΚΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΑΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ

Το βασικό σενάριο αποτελείται ουσιαστικά από το δίκτυο όπως αυτό διαμορφώθηκε με βάση τα στοιχεία σε συνθήκες λειτουργίας.

Το βασικό σενάριο αποτελείται ουσιαστικά από το δίκτυο όπως αυτό διαμορφώθηκε με βάση τα στοιχεία σε συνθήκες λειτουργίας. Σε αυτό το στάδιο, στις δοκιμές που έγιναν, η πληροφόρηση του διαχειριστή πήρε την τιμή 1, ενώ το επίπεδο πληροφόρησης των χρηστών πήρε τιμές 0,25, 0,5, 0,75 και αντίστροφα το επίπεδο πληροφόρησης των πήρε την τιμή 1 και το επίπεδο πληροφόρησης του διαχειριστή τις τιμές 0,25, 0,5, 0,75.

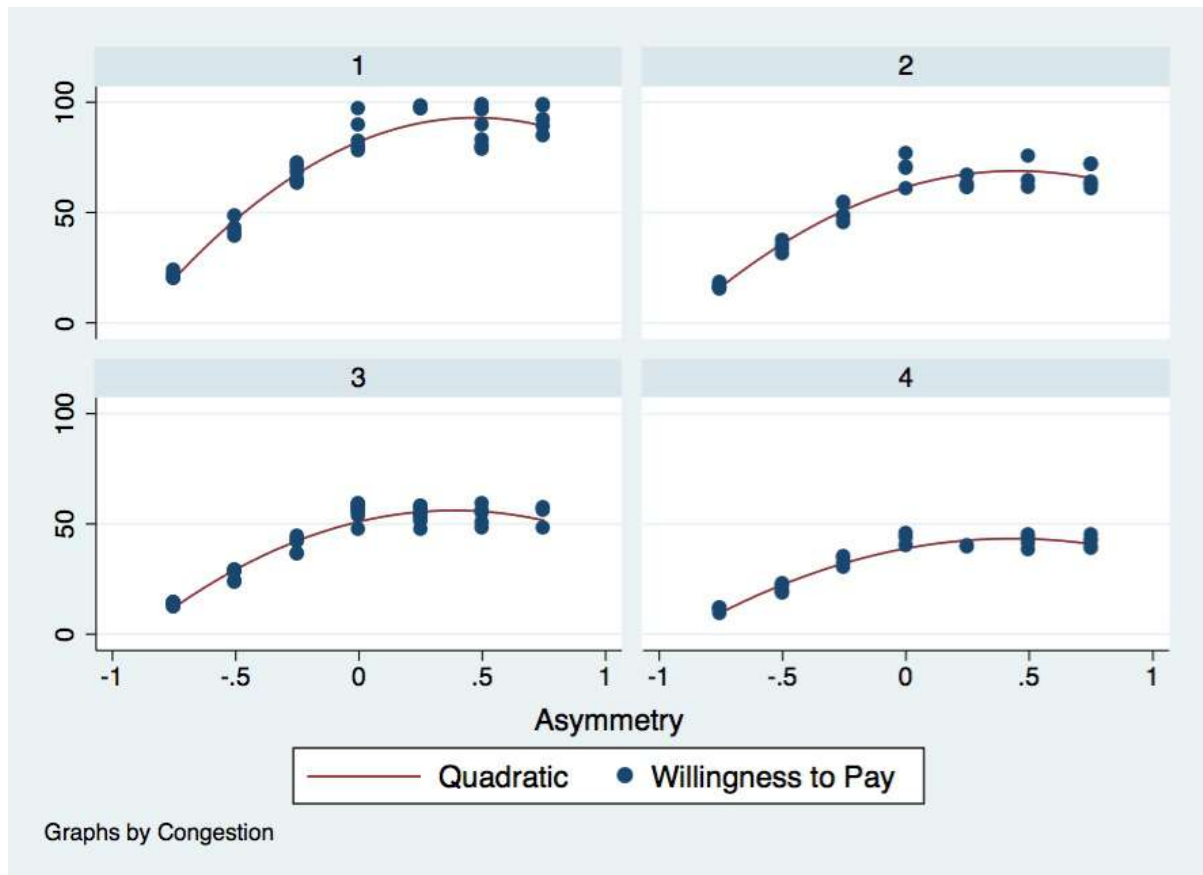
Αυτή η επιλογή των τιμών γίνεται έτσι ώστε να δημιουργηθεί ένας γενικός κανόνας, μια γενική δοκιμή δηλαδή στην οποία θα συμπεριλαμβάνεται συνολικά η ασυμμετρία και στο διάγραμμα λαμβάνει τιμές από -1 έως 1. Μέσω του εμπλουτισμού με περισσότερα στοιχεία και μεγαλύτερης βάσης δεδομένων υπάρχει μια καλύτερη εικόνα για το ζητούμενο και αποτυπώνεται καλύτερα η προθυμία πληρωμής σε σχέση με την πληροφόρηση.

Κατ' αυτόν τον τρόπο μπορεί να εξαχθεί ένα συμπέρασμα από τη μελέτη του διαγράμματος.



ΠΡΟΘΥΜΙΑ ΠΛΗΡΩΜΗΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙ ΑΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ

Στο παραπάνω διάγραμμα όπως φαίνεται είναι αποτυπωμένη η προθυμία πληρωμής των χρηστών για κάθε τιμή ασυμμετρίας της πληροφορίας που δίνεται. Παρατηρείται ότι η προθυμία πληρωμής είναι παίρνει μικρότερες τιμές στο αρνητικό κομμάτι της ασυμμετρίας και ότι υπάρχει μια μεγάλη μεταβολή όσο η ασυμμετρία πλησιάζει προς τις θετικές της τιμές.

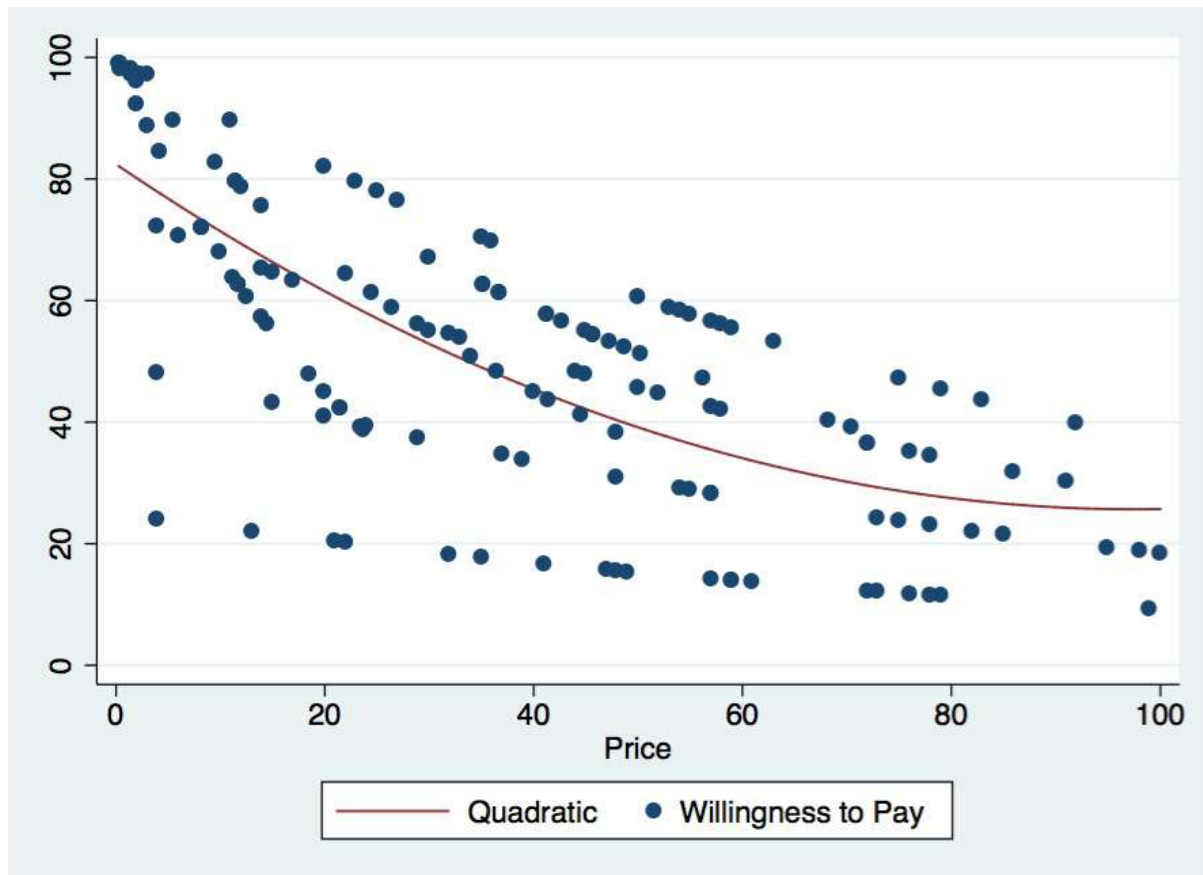


ΠΡΟΘΥΜΙΑ ΠΛΗΡΩΜΗΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙ ΑΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ ΑΝΑ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΥΜΦΟΡΗΣΗΣ

Αυτό το διάγραμμα παρουσιάζει την προθυμία πληρωμής που αποτυπώθηκε στο προηγούμενο με την διαφορά ότι τώρα είναι χωρισμένο σε τέσσερα κομμάτια ανάλογα με το επίπεδο συμφοράρης.

Παρατηρείται ότι η προθυμία σε χαμηλά επίπεδα συμφοράρης είναι κατά πολύ μεγαλύτερη σε σχέση με υψηλότερα επίπεδα συμφοράρης. Άρα η προθυμία πληρωμής είναι αντιστρόφως ανάλογη με τη συμφοράρη.

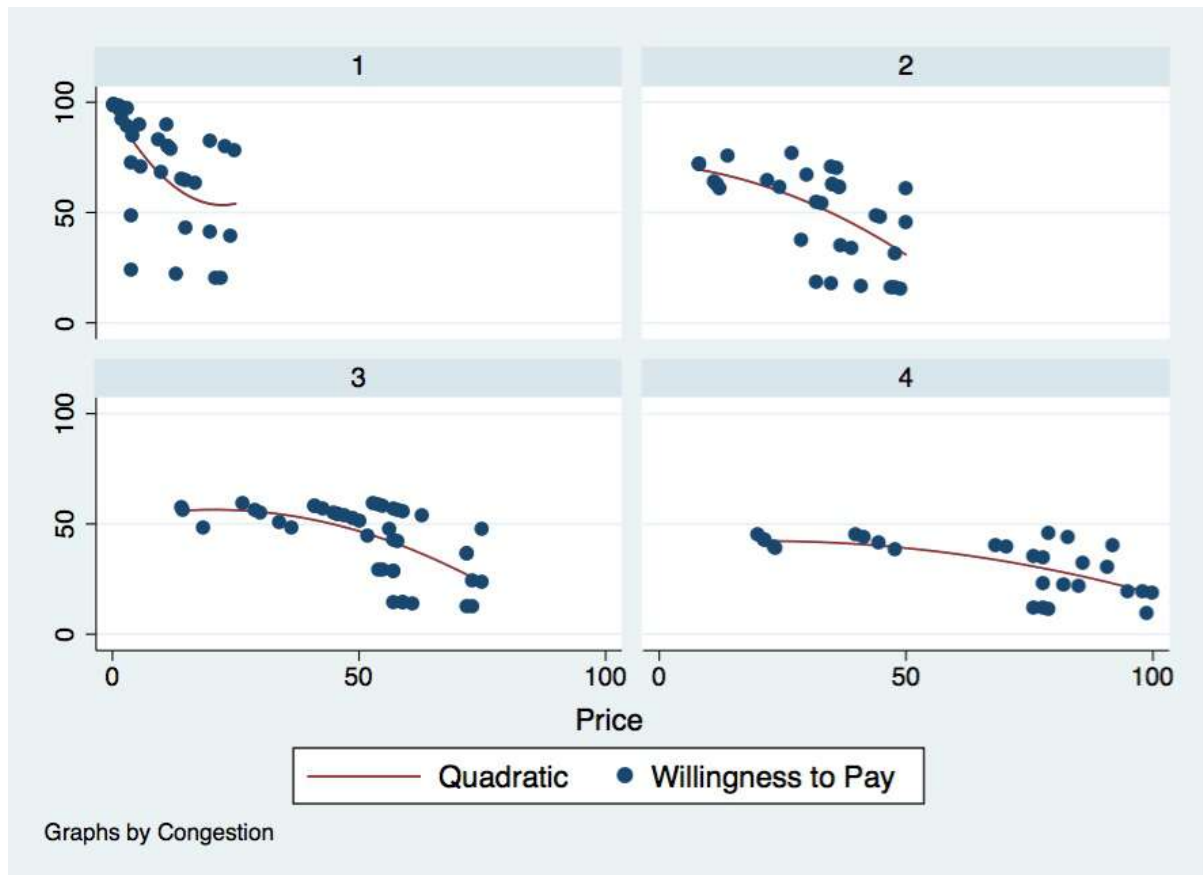
Παρατηρείται επίσης ότι η προθυμία πληρωμής λαμβάνει τη μέγιστη της τιμή σε χαμηλή συμφοράρη και σε μηδενικό επίπεδο ασυμμετρίας.



ΠΡΟΘΥΜΙΑ ΠΛΗΡΩΜΗΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙ ΤΙΜΗΣ

Στο παραπάνω διάγραμμα παρουσιάζεται η σχέση μεταξύ της προθυμίας πληρωμής για κάθε δεδομένη τιμή την οποία ορίζει ο διαχειριστής του δικτύου και επιλέγει ο χρήστης.

Παρατηρείται ότι όσο μεγαλώνει η τιμή που επιβάλει ο διαχειριστής τόσο μειώνεται η προθυμία πληρωμής του χρήστη. Είναι ξεκάθαρο ότι για μικρότερη τιμή όσο πλησιάζει προς το μηδέν, η προθυμία πληρωμής προσεγγίζει το απόλυτο προς το 100.



ΠΡΟΘΥΜΙΑ ΠΛΗΡΩΜΗΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙ ΤΙΜΗΣ ΑΝΑ ΣΥΜΦΟΡΗΣΗ

Στο παραπάνω διάγραμμα παρουσιάζεται όπως προηγουμένως η προθυμία πληρωμής συναρτήσει της τιμής του διαχειριστή ανά επίπεδο συμφόρησης.

Παρατηρούμε ότι η προθυμία πληρωμής παίρνει υψηλές τιμές για χαμηλή τιμή σε μικρό επίπεδο συμφόρησης. Αυτό φαίνεται στο γράφημα 1 όπου όλοι οι χρήστες επέλεξαν να πληρώσουν σε μεγάλο βαθμό λόγω χαμηλού κορεσμού και τιμής διαχειριστή.

Επίσης φαίνεται ότι για υψηλά επίπεδα κορεσμού και ταυτόχρονα μεγάλη τιμή η προθυμία του χρήστη μειώνεται.

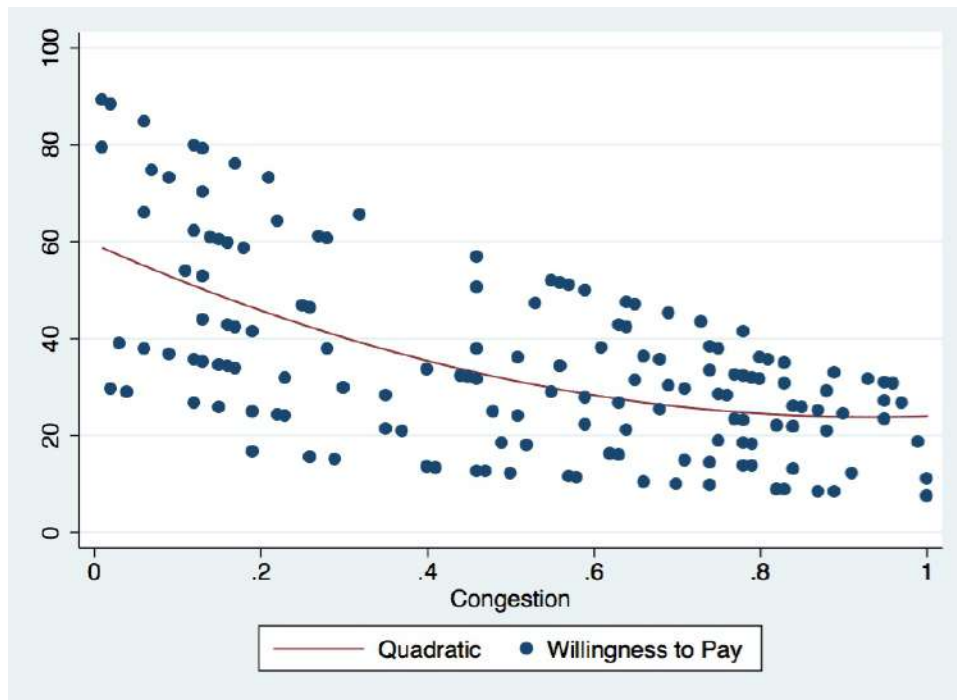
Information Destination	Information Traveller	Asymmetry	Congestion	Willingness to Pay
1	0,25	-0,75	0,04	24,01973598
1	0,25	-0,75	0,13	21,95238577
1	0,25	-0,75	0,21	20,26460615
1	0,25	-0,75	0,22	20,06296995
1	0,5	-0,5	0,15	43,03539882
1	0,5	-0,5	0,04	48,03947196
1	0,5	-0,5	0,2	40,93653765
1	0,75	-0,25	0,06	70,63234002
1	0,75	-0,25	0,14	65,20186765
1	1	0	0,23	79,45336025
1	1	0	0,27	76,33794943
1	1	0	0,2	81,87307531
0,75	1	0,25	0,49	61,26263942
0,75	1	0,25	0,02	98,01986733
0,75	1	0,25	0,47	62,50022683
0,5	1	0,5	0,23	79,45336025
0,5	1	0,5	0,58	55,98983666
0,5	1	0,5	0,04	96,07894392
0,5	1	0,5	0,28	75,57837415
0,25	1	0,75	0,74	47,71139155
0,25	1	0,75	0,47	62,50022683
0,25	1	0,75	0,58	55,98983666
0,25	1	0,75	0,5	60,65306597

ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΓΕΝΙΚΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΑΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ

5.1.2 ΜΗΔΕΝΙΚΗ ΑΣΥΜΜΕΤΡΙΑ- ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ

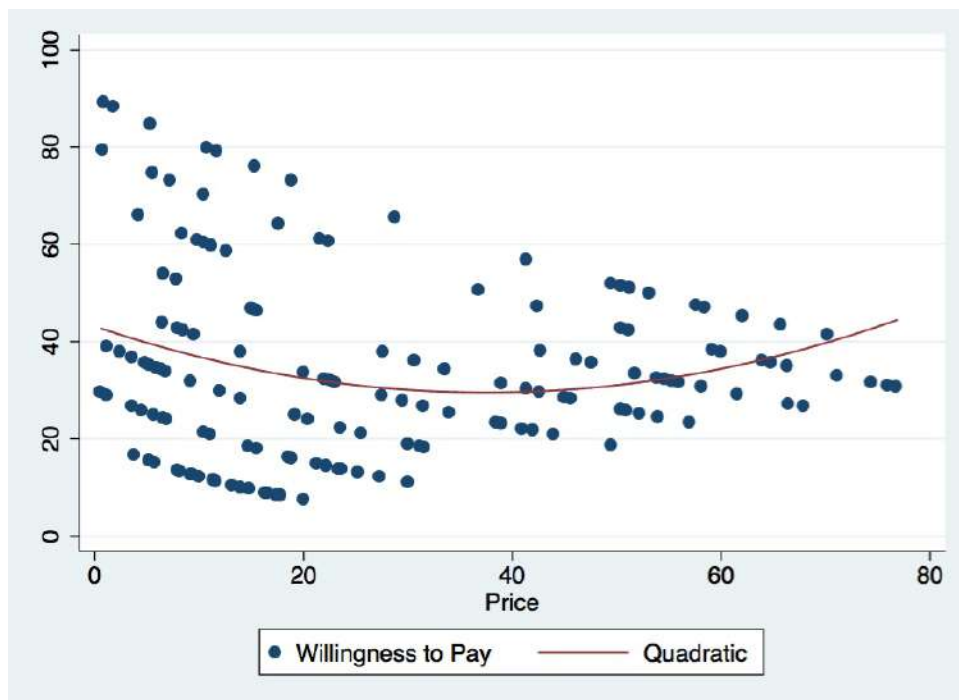
Σε αυτή τη δοκιμή έγινε η μελέτη των προτιμήσεων και των αποφάσεων σε συνθήκες που χρήστης και διαχειριστής θα έχουν το ίδιο επίπεδο πληροφόρησης. Η ασυμμετρία πληροφόρησης δηλαδή θα είναι μηδενική και για το λόγο αυτό θα γίνει ανάλυση της προθυμίας πληρωμής συναρτήσει της συμφόρησης και της τιμής που επιβάλεται από το διαχειριστή.

Χρήστης και διαχειριστής στις δοκιμές που έγιναν παίρνουν προοδευτικά τιμές από 0,2 έως 0,9 για το επίπεδο της πληροφόρησης τους.

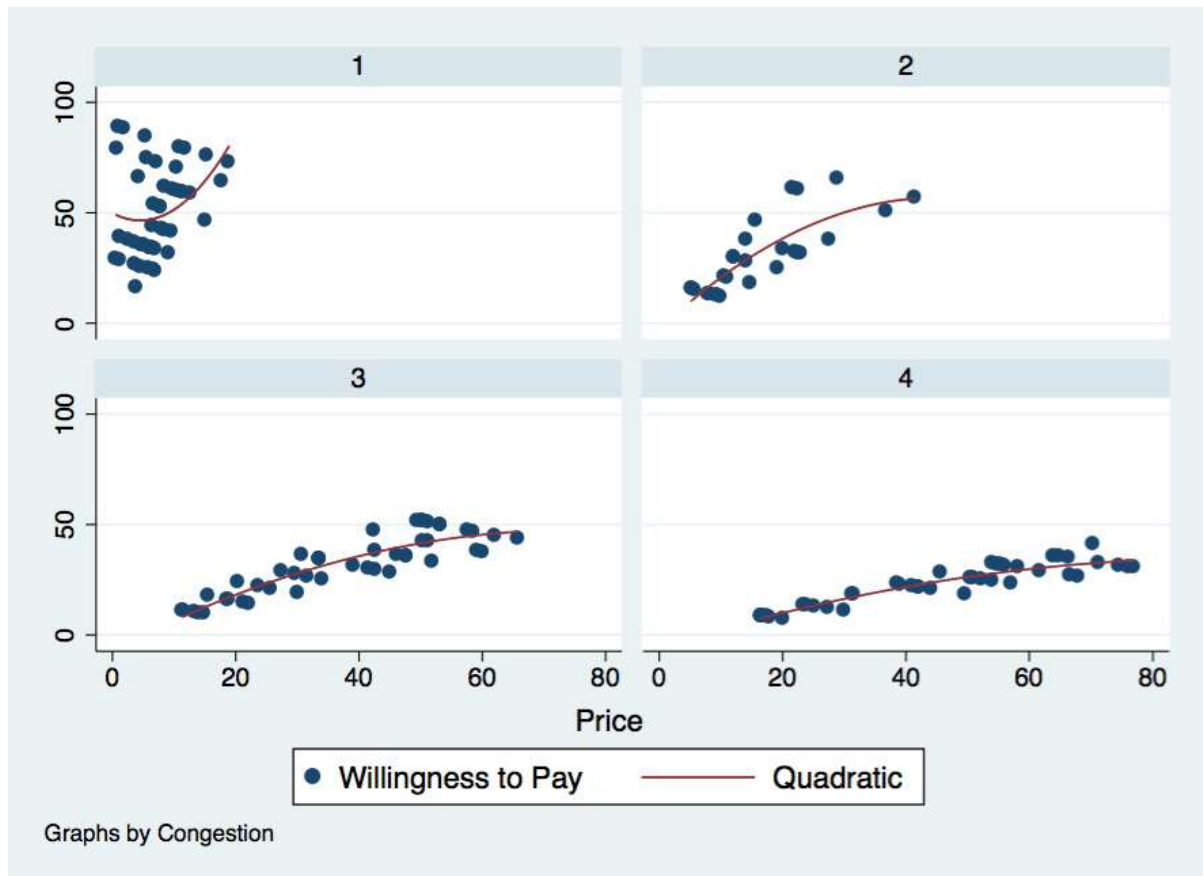


ΠΡΟΘΥΜΙΑ ΠΛΗΡΩΜΗΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙ ΣΥΜΦΟΡΗΣΗΣ

Στο παραπάνω διάγραμμα φαίνεται η προθυμία του χρήστη να πληρώσει σε σχέση με το επίπεδο συμφόρησης του δικτύου. Για μεγάλη συμφόρηση η προθυμία είναι πολύ μικρότερη, σε σχέση με αυτή σε χαμηλό επίπεδο συμφόρησης.



ΠΡΟΘΥΜΙΑ ΠΛΗΡΩΜΗΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙ ΤΙΜΗΣ



ΠΡΟΘΥΜΙΑ ΠΛΗΡΩΜΗΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙΣ ΤΙΜΗΣ ΑΝΑ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΥΜΦΟΡΗΣΗΣ

Στα δύο προηγούμενα διαγράμματα αποτυπώνεται η προθυμία πληρωμής σε σχέση με την τιμή του διαχειρηστή, και στο δεύτερο συγκεκριμένα διαχωρίζεται ανάλογα με το επίπεδο συμμόρφωσης.

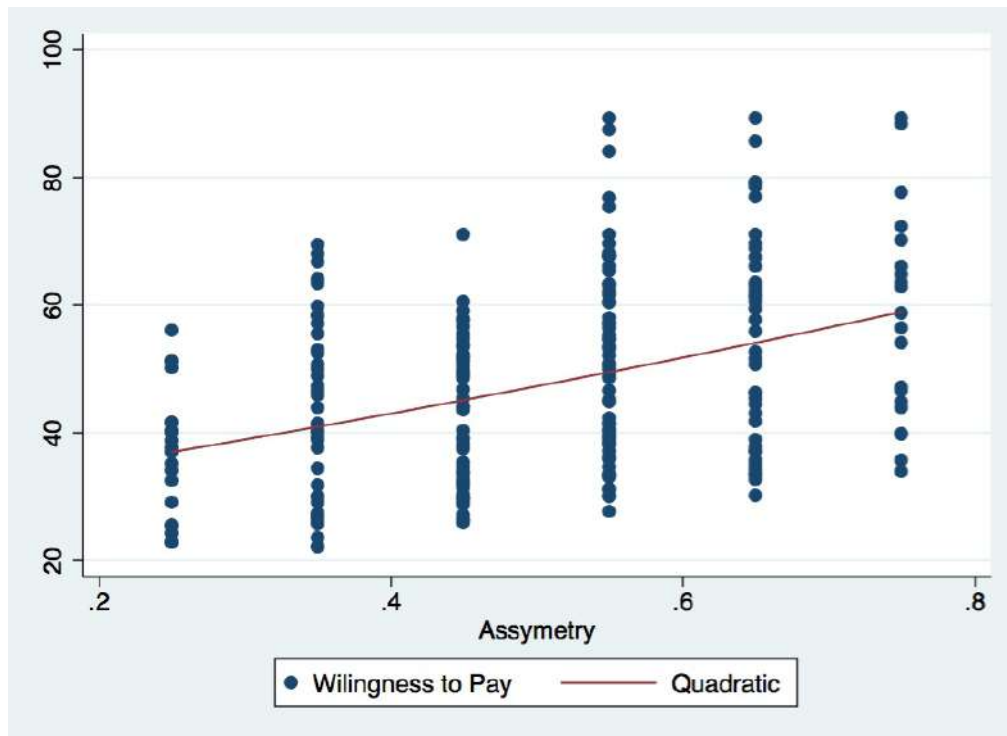
Παρασιάζεται μια διασπορά με αρνητική φορά για την προθυμία όσο η τιμή του προορισμού αυξάνεται.

Στο γράφημα 1 για χαμηλά επίπεδα κορεσμού και τιμής φαίνεται συγκεντρωμένη υψηλή προθυμία πληρωμής ενώ όσο ο κορεσμός ανεβαίνει επίπεδο και η τιμή επιβολής αυξάνεται μειώνεται η προθυμία του χρήστη να πληρώσει.

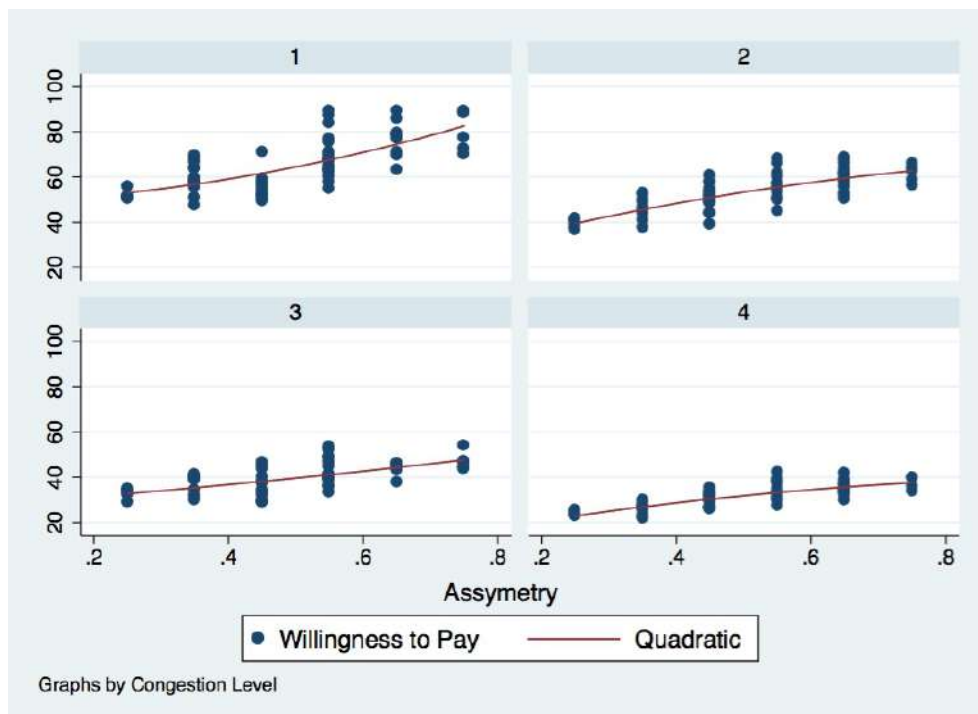
Information Destination	Information Traveller	Asymmetry	Congestion	Willingness to Pay
0,2	0,2	0	0,29	14,96527135
0,2	0,2	0	0,26	15,42103172
0,2	0,2	0	0,26	15,42103172
0,2	0,2	0	0,19	16,53918268
0,3	0,3	0	0,19	24,80877402
0,3	0,3	0	0,15	25,82123929
0,3	0,3	0	0,12	26,6076131
0,3	0,3	0	0,23	23,83600808
0,4	0,4	0	0,03	38,81782134
0,4	0,4	0	0,09	36,55724741
0,4	0,4	0	0,35	28,18752359
0,4	0,4	0	0,23	31,7813441
0,5	0,5	0	0,28	37,78918707
0,5	0,5	0	0,19	41,3479567
0,5	0,5	0	0,16	42,60718945
0,5	0,5	0	0,17	42,18324083
0,6	0,6	0	0,13	52,68572586
0,6	0,6	0	0,13	52,68572586
0,6	0,6	0	0,26	46,26309515
0,6	0,6	0	0,11	53,75004812
0,6	0,6	0	0,25	46,72804698
0,7	0,7	0	0,14	60,85507648
0,7	0,7	0	0,06	65,92351735
0,7	0,7	0	0,15	60,24955835
0,7	0,7	0	0,18	58,4689148
0,8	0,8	0	0,01	79,2039867
0,8	0,8	0	0,09	73,11449482
0,8	0,8	0	0,28	60,46269932
0,8	0,8	0	0,07	74,59150559
0,9	0,9	0	0,13	79,02858878
0,9	0,9	0	0,02	88,2178806
0,9	0,9	0	0,12	79,8228393
0,9	0,9	0	0,32	65,35341334
0,9	0,9	0	0,01	89,10448504

ΒΑΣΗ ΔΕΘΛΟΜΕΝΩΝ

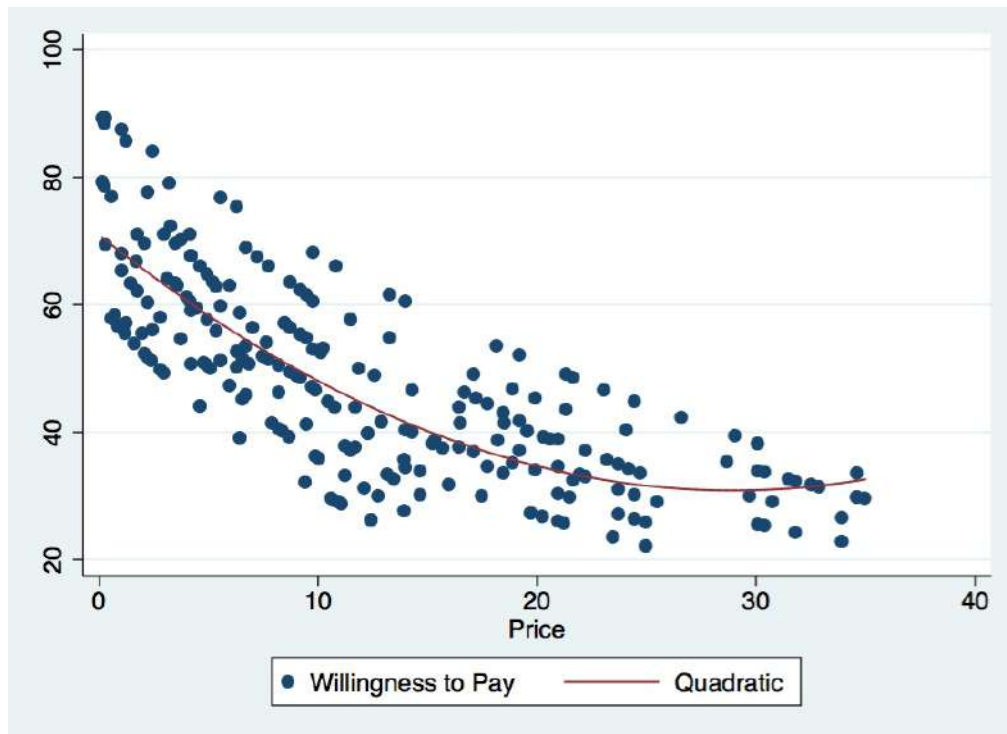
5.1.3 ΧΑΜΗΛΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗ ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΤΗ- ΥΨΗΛΗ ΧΡΗΣΤΩΝ



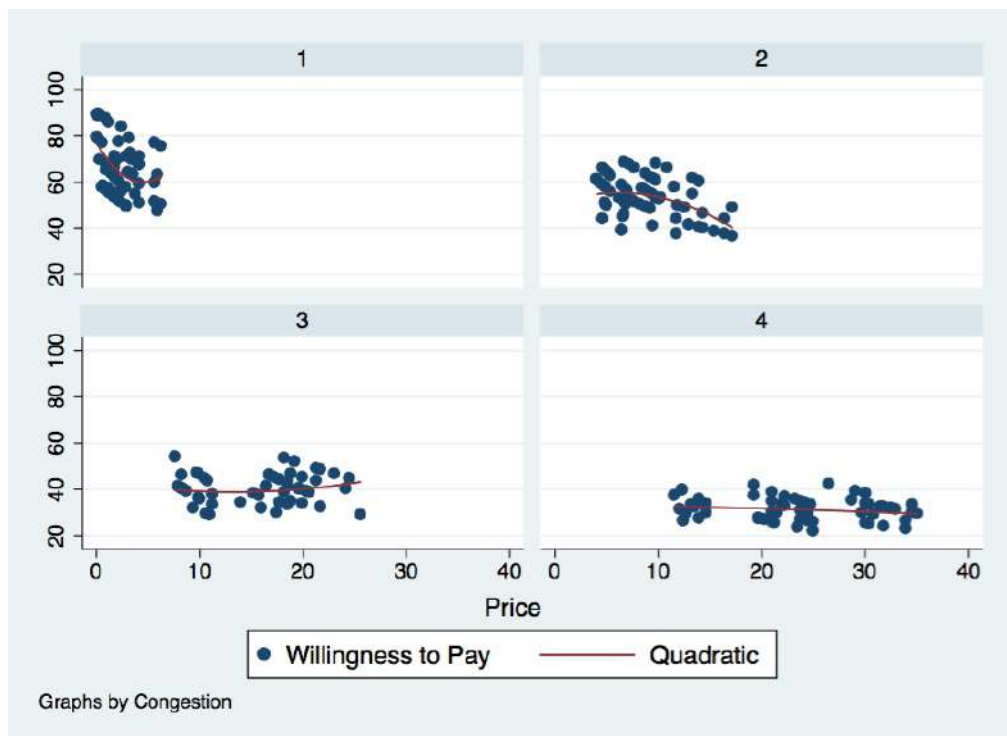
ΠΡΟΘΥΜΙΑ ΠΛΗΡΩΜΗΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙ ΑΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ



ΠΡΟΘΥΜΙΑ ΠΛΗΡΩΜΗΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙ ΑΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ ΑΝΑ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΥΜΦΟΡΗΣΗΣ



ΠΡΟΘΥΜΙΑ ΠΛΗΡΩΜΗΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙ ΤΙΜΗΣ



ΠΡΟΘΥΜΙΑ ΠΛΗΡΩΜΗΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙ ΤΙΜΗΣ ΑΝΑ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΥΜΦΟΡΗΣΗΣ

Σε αυτή τη δοκιμή ο χρήστης έχει πάντα μεγαλύτερο ποσοστό πληροφόρησης από τον διαχειριστή του δικτύου. Κατά αυτόν τον τρόπο βλέπουμε για χαμηλά επίπεδα συμμόρφωσης

μια μεγενθυμένη προθυμία του χρήστη να πληρώσει η οποία αυξάνεται και με την πληροφόρηση των χρηστών. Σε αντίθεση παρατηρούμε ότι για μεγαλύτερα επίπεδα συμφόρησης η προθυμία των χρηστών να πληρώσουν είναι πολύ μικρότερη και αντίστοιχη.

Η προθυμία των χρηστών να πληρώσουν αυξάνεται για μικρότερες τιμές και συγκεντρώνεται σε υψηλά επίπεδα για χαμηλή συμφόρηση και σε μειώνεται δραματικά για μεγάλα επίπεδα συμφόρησης.

Παρατηρείται εδώ ότι οι επιλογές των χρηστών είναι πιο συγκεκριμένες, οι τελείες είναι πιο πυκνές και δεν υπάρχει μεγάλη απόσταση μεταξύ τους. Αυτό συμβαίνει επειδή είναι καλά ενημερωμένοι για τις συνθήκες κορεσμού και για αυτό κάνουν πιο σωστές επιλογές και παίρνουν καλύτερες αποφάσεις.

Information Destination	Information Traveller	Asymmetry	Congestion	Willingness to Pay
0,15	0,6	0,45	0,31	44,00681737
0,15	0,6	0,45	0,83	26,16295718
0,15	0,7	0,55	0,85	29,91904524
0,15	0,7	0,55	0,66	36,17959341
0,15	0,7	0,55	0,55	40,38648673
0,15	0,8	0,65	0,28	60,46269932
0,15	0,8	0,65	0,42	52,56374559
0,15	0,8	0,65	0,44	51,52291369
0,15	0,8	0,65	0,3	59,26545765
0,15	0,9	0,75	0,93	35,50983393
0,15	0,9	0,75	0,7	44,69267734
0,15	0,9	0,75	0,35	63,42192807
0,15	0,9	0,75	0,02	88,2178806
0,15	0,9	0,75	0,51	54,04460209
0,25	0,6	0,35	1	22,07276647
0,25	0,7	0,45	0,37	48,35140314
0,25	0,7	0,45	0,61	38,03456084
0,25	0,8	0,55	0,73	38,55271921
0,25	0,8	0,55	0,17	67,49318533
0,25	0,9	0,65	0,89	36,95901775
0,25	0,9	0,65	0,74	42,9402524
0,25	0,9	0,65	0,35	63,42192807
0,35	0,6	0,25	0,4	40,21920276
0,35	0,6	0,25	0,37	41,44405984
0,35	0,7	0,35	0,28	52,9048619
0,35	0,7	0,35	0,85	29,91904524

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στα πλαίσια της παρούσας προπτυχιακής εργασίας επιχειρήθηκε μια ολοκληρωμένη βιβλιογραφική επισκόπηση μεταξύ κυκλοφοριακής συμφοράς και πληροφόρησης χρήστη.

Επιπλέον έγινε με χρήση εμπειρικών σχέσεων υπολογισμού και κατάλληλου λογισμικού η προσέγγιση της προθυμίας πληρωμής σε σχέση με την πληροφόρηση των χρηστών και του διαχειριστή του συστήματος.

Τέλος, πραγματοποιήθηκε η κατάστρωση και επαλήθευση ενός μοντέλου που συνδυάζει τη γνώση από πειραματικές μετρήσεις.

Τα κύρια συμπεράσματα της εργασίας συνοψίζονται στα εξής:

- Από τα αποτελέσματα των μετρήσεων και τις βάσεις δεδομένων συμπεραίνουμε ότι σε συνθήκες κανονικής λειτουργίας του συστήματος όσο αυξάνεται η πληροφόρηση του χρήστη, αυξάνεται και η προθυμία πληρωμής του.
- Σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας βλέπουμε ότι όσο η ασυμμετρία πλησιάζει σε ισορροπία, δηλαδή στο σημείο 0 από τις αρνητικές τιμές, υπάρχει μεγάλη αύξηση στην προθυμία πληρωμής, γεγονός που αλλάζει όσο απομακρυνόμαστε από το κέντρο. Αυτή η τάση βλέπουμε ότι όταν περνάει την τιμή 0,5 της ασυμμετρίας πλέον έχει αρνητική φορά.
- Επίσης καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι όσο ο χρήστης είναι καλύτερα ενημερωμένος, κάνει καλύτερες επιλογές, είναι λιγότερο πρόθυμος να πληρώσει για μεγάλα επίπεδα κορεσμού. Γεγονός που φαίνεται από την πυκνότητα των επιλογών του στα διαγράμματα.

Το λογικό συμπέρασμα της παρούσας διπλωματικής είναι ότι οι χρήστες προκειμένου να μειώσουν το κόστος μεταφοράς αλλά και χρόνο ταξιδιού είναι διατεθειμένοι να πληρώσουν εφόσον η πληροφόρησή τους είναι επαρκής.

Γεννιέται έτσι η ανάγκη για επαρκή και καλύτερη πληροφόρηση των χρηστών για την κατάσταση της κυκλοφορίας στο δίκτυο. Όπως φαίνεται και από όλα τα διαγράμματα όταν δεν υπάρχει ισορροπία ασυμμετρίας η προθυμία μειώνεται.

Πρόταση για περαιτέρω έρευνα είναι η διερεύνηση με ερωτηματολόγια για το ενδεχόμενο διάθεσης πληροφόρησης σε αστικό και εθνικό επίπεδο. Αν ο χρήστης είναι διατεθειμένος να πληρώσει για να ενημερωθεί ανεξάρτητα από τα δημόσια μέσα.

Από τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας φαίνεται ότι με καλύτερη ενημέρωση ο χρήστης, σε σχέση με το διαχειριστή σε συνθήκες συμφόρησης, παίρνει σωστότερες αποφάσεις. Μπορεί αυτή η θεώρηση να

Να λειτουργήσει η πληροφόρηση ως αντικίνητρο, αποφυγής επιβολής διοδίων, μείωσης του κορεσμού.

Να χρησιμοποιηθεί ο δυναμικός χαρακτήρας του πειράματος ως παράμετρος για τον υπολογισμό κομίστρου σε διόδια εισόδου μορφής δακτυλίου, είτε σε χρήση λωρίδων υψηλής πληρότητας.

Να διερευνηθούν περαιτέρω τρόποι σύμπραξης ιδιωτικού δημοσίου τομέα για την προσπάθεια πληροφόρησης χρηστών για τη συνήθη διαδρομή τους και την απρόσμενη συμφόρηση.

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Σύλλογος Ελλήνων Συγκοινωνιολόγων, Οι θέσεις του ΣΕΣ για την προώθηση των Συστημάτων Ευφών Μεταφορών στην Ελλάδα, 2011.

Al-Deek, H., Martello, M., May, A., Sanders, W. Potential Benefits of In Vehicle Information Systems in a Real Life Freeway Corridor Under Recurring and Incident Induced Congestion, PATH Research Report UCB-ITS-PRR-88-2, Institute of Transportation Studies, University of California, Berkeley, 1988.

Al-Deek, H., Martello, M., May, A., Sanders, W. Potential Benefits of In Vehicle Information

Ben-Akiva, M. E., Bottom, J., Ramming, M. S. Route Guidance and Information Systems. Prepared for Journal of Systems and Control Engineering, Special Issue on Road Traffic Modelling and Control, Markos Papageorgiou and Christina Diakaki, eds., 2000.

Ben-Akiva, M., Bowman, J., Gupta, D. Travel Demand Model System for the Information Era, Transportation, Vol. 23, 1996, 241–266.

Bonsall, P., Shiresa, J., Mauleb, J., Matthews, B., and Beale, J.), Responses to complex pricing signals: Theory, evidence and implications for road pricing, Transportation Research Part A 41(7): 672–683, 2007.

Boyce, D. Route Guidance Systems for Improving Urban Travel Demand and Location Choice, Transportation Research, 22A, 2X-281, 1988.

Catling, I., Urban Road User Charging Scheme Design Principles. A Preliminary Scheme Design Guide. Transport and Travel Ltd, 2002.

de Palma, A. Individual and Collective Decision Making: Application to Travel Choice, Theoretical Foundation of Travel Choice Modeling, T. Garlang T. Laitila and K. Westin eds. Pergamon Press, 1998, 33–50.

Durand-Raucher, Y. Effect De L'Information Routiere Certifiee Sur Le Comportement Des Conducteurs, Programme de Recherche et de Developpement pour l'Innovation et la Technologic dans les Transports Terrestres, September 29–October 1, 1992, Versailles, France.

Eliasson, J., So you're considering introducing congestion charging, Here's what you need to know, Discussion Paper No. 2010-4, Prepared for the ITF/OECD Round Table of 4-5 February 2010 on Implementing Congestion Charging, 2010.

Eliasson, J., Hultkrantz L., Nerhagen L., Smidfelt Rosqvist L., The Stockholm congestion – charging trial 2006: Overview of effects/ J. Eliasson et al./ Transportation Research Part A 43 240–250, 2009.

Giuliano, G., An assessment of the political acceptability of congestion pricing. *Transportation* 19, 335-358, 1992.

Goodwin, P.B., How to make road pricing popular. *Economic Affairs* 10, June/July: 6-7, 1990.

Goodwin, P.B., Road pricing or transport planning, In Johansson and Mattsson (eds.): *Road pricing: Theory, Empirical Assessment and Policy*. Kluwer Academic Publishers, 1995.

Goodwin, P.B. and P.M. Jones, Road pricing: The political and strategic possibilities. In *Systems of Road Infrastructure Cost Coverage*, Round Table Report 80 European Conference of Ministers of Transport, Paris, 1989.

Harsman, B. et al., Ways and Means to Increase the Acceptance of Urban Road Pricing. *Pricing Measures Acceptance (PRIMA)*, EC Transport RTD Program, 2000.

Heathington, K. On the Development of a Freeway Driver Information System, unpublished Ph.D. dissertation, Civil Engineering Department, Northwestern University, Evanston, IL, 1969.

Johansson, B. and L-G. Mattsson, From theory and policy analysis to the implementation of road pricing: the Stockholm region in the 1990's. In Johansson and Mattsson (eds.): *Road pricing: Theory, Empirical Assessment and Policy*. Kluwer Academic Publishers, 7-34, 1994.

Jones, P., Urban Road Pricing: Public Acceptability and Barriers to implementation. *Road Pricing, Traffic Congestion and the Environment*. In: K. Button and E. Verhoef (Eds.), Edward Elgar, UK, pp. 263-284, 2000.

Khattak, A. Driver Response to Unexpected Travel Conditions: Effect of Information and Other Factors, unpublished Ph.D. dissertation, Department of Civil Engineering, Northwestern University, Evanston, IL, 1991.

Khattak, A. J., Khattak, A. J. A Comparative Analysis of Spatial Knowledge and En-Route Diversion Behavior Across Chicago and San Francisco: Implications for ATIS, *Transportation Research Record*, 1621, Transportation Research Board, National Research Council, Washington DC, 1998, 27–35.

Khattak, A. J., Yim, Y., Stalker, L. Does Travel Information Influence Commuter and Noncommuter Behavior, Results from the San Francisco Bay Area Travinfo Project, Transportation Research Record, 1694, Transportation Research Board, National Research Council, Washington DC, 1999, 48–58.

Khattak, A., Schofer, J., Koppelman, F. Commuters' En-route Diversion and Return Decisions: Analysis and Implications for Advanced Traveler Information Systems, Transportation Research, Pergamon Press, Vol. 27A, No. 2, 1993, 101–111.

Khattak, A., Yim, Y., Stalker, L. Willingness to Pay for Travel Information: Combining Revealed and Stated Preferences with a Random Effects Negative Binomial Model, forthcoming in Transportation Research Part C, Pergamon Press, 2002.

Knight, F.H., Some fallacies in the interpretation of social cost, Quarterly Journal of Economics, Vol. 38, 582-606, 1924.

Li, Z. C., Huang, H. J., Lam, W. H. K., and Wong, S. C., Time-differential pricing of road tolls and parking charges in a transport network with elastic demand, in R. E. Allsop, M. G.H. Bell, B. G. Heydecker (Eds.) Proceedings of the 17th International Symposium on Transportation and Traffic Theory, Elsevier, Amsterdam, 2007.

Lindberg, G., Road pricing: policy and options for the future. In: Johansson, B., Mattson, L.-G. (Eds.). Road Pricing: Theory, Empirical Assessment and Policy, Kluwer, Boston, p. 205–221, 1995.

Mahmassani, H., Chang, G. L. Dynamic Aspects of Departure Time Choice Behavior in a Commuting System, Transportation Research Record, 1037, 88–101, 1985.

Newbery, D.M., Pricing and congestion: economic principles relevant to pricing roads, Oxford Review of Economic Policy, Vol. 6, 22-38, 1990.

Pigou, A., The Economics of Welfare (London: Macmillan), 1920.

Polydoropoulou, A., Ben-Akiva, M., Khattak, A., Lauprete, L. Modeling Revealed and Stated En-route Travel Response to Advanced Traveler Information Systems, Transportation Research Record, 1537, 1996.

Proost, S. and Sen, A., Urban transport pricing reform with two levels of government: A case study of Brussels, Transport Policy 13(2): 127–139, 2006.

Ramming, S. M. Network Knowledge and Route Choice, Department of Civil and Environmental Engineering, Massachusetts Institute of Technology, Ph.D. dissertation, 2002.

Santos Georgina , Urban Congestion Charging: A Comparison between London and Singapore, Transport Reviews, 25: 5, 511- 534, 2005.

Schofer, J., Khattak, A., Koppelman, F. S. Behavioral Issues in the Design and Evaluation of Advanced Transportation Information Systems, Transportation Research C, Vol. 1, No. 2. 199, 107–117.

Simon, H. Models of Thought. New Haven: Yale University Press, 1979.

Smeed , Ministry of Transport, Road Pricing: The Economic and Technical Possibilities (London: HMSO), 1964.

Srinivasan. K. K., Mahmassani, H. S. Trip Time Perception and Judgment Processes in Tripmaker Decisions under Real-time Traffic Information, presented at Transportation Research Board, 81st Annual Meeting. Washington, DC, CD-ROM, 2002.

Swedish National Road Administration , Jonas Eliasson & Mattias Lundberg, Transek AB, Road pricing in urban areas, VV Publication 2002:136E, 2002.

Systems in a Real Life Freeway Corridor Under Recurring and Incident Induced Congestion, PATH Research Report UCB-ITS-PRR-88-2, Institute of Transportation Studies, University of California, Berkeley, 1988.

Targa, F., Khattak, A. J., Yim, Y. B. Understanding Access and Use of Dynamic Travel Information,. working paper, 2002.

Tsekeris, T., Stefan Vo., Design and evaluation of road pricing: stateof- the-art and methodological advances, Netnomics, Volume 10, Number 1 / April, 2009.

Tsolakis, D., Naude, C., Road Pricing Options for addressing Congestion: Lessons and Possibilities for Australia, ARRB Group, 22nd ARRB Conference – Research into Practice, Canberra Australia, 2006

Tversky A., Kahneman, D. Judgments under Uncertainty, Heuristics and Biases, Science, 185, 1974, 1,124–1,131,.

Vickrey, W., Pricing and resource allocation in transportation and public utilities, American Economic Review, Vol. 53, No. 2, 452-465, 1963.

Vickrey, W., Principles of Efficient Congestion Pricing, Columbia University, 1992.

Victoria Transport Policy Institute, Road Pricing: Congestion Pricing, Value Pricing, Toll Roads and HOT Lanes. Online TDM Encyclopedia, Canada, 2006 <http://www.vtpi.org/tdm/tdm35.htm>.

Victoria Transport Policy Institute, Road Pricing: Congestion Pricing, Value Pricing, Toll Roads and HOT Lanes. Online TDM Encyclopedia, Canada, 2010 <http://www.vtpi.org/tdm/tdm35.htm>.

Wenger, M., Spyridakis, J., Haselkom, M. D., Bartield, W., Conquest, L. Motorist Behavior and the Design of Motorist Information Systems, Transportation Research Record, 1281, 159–167, 1990,.

Wolinetz, L., Khattak, A., Yim, Y. Why Will Some Individuals Pay for Travel Information When it Can be Free, Analysis of a Bay Area Travel Survey, Transportation Research Record, 1759, TRB, National Research Council, Washington, DC, 2001.

Yim, Y., Khattak, A. J., Raw, J. Traveler Response to New Dynamic Information Sources: Analyzing Corridor and Area-B surveys, forthcoming in Transportation Research Record, 2002.

Yim. Y. Consumer Response to Advanced Traveler Information Systems: Focus Group Results, ITS America, 9th Annual Meeting Conference Proceedings, April 19–22, 1999.

Yim. Y., Miller. M. A. Evaluation Study of the TravInfo Regional Transportation Information System, presented at Transportation Research Board, 81st Annual Meeting. Washington,DC, CD-ROM, 2002.