

Προσδιορισμός Βέλτιστων Διαδρομών Μεταξύ Διαδοχικών Πελατών σε «Πρασινα» Χρονο-Εξαρτώμενα Προβλήματα Δρομολόγησης Οχημάτων

Πλακιά Ανθούλα

Απόφοιτη μεταπτυχιακού Διοικητικής Επιστήμης και Τεχνολογίας
anthiplakia@yahoo.gr

Κωνσταντίνος Ανδρουτσόπουλος

Επίκουρος καθηγητής
Εργαστήριο Συστημάτων Μεταφορών και Διοίκησης Εφοδιαστικής Αλυσίδας ΟΠΑ
kandro@aueb.gr

Περίληψη

Οι εμπορευματικές μεταφορές καταλαμβάνουν σημαντικό μερίδιο στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Περίπου 19,7% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου οφείλεται στις μεταφορές. Στο πλαίσιο μέτρων για τον έλεγχο και την μείωση των ρύπων που προέρχονται από τις μεταφορές, οι επιχειρήσεις έχουν συμπεριλάβει στη διαδικασία σχεδιασμού διανομών περιβαλλοντικά κριτήρια, όπως η ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας, της κατανάλωσης καυσίμου, ή των εκπομπών CO₂.

Η παρούσα εργασία επικεντρώνεται στο πρόβλημα «πράσινης» δρομολόγησης μεταξύ ενός σημείου αναχώρησης και ενός σημείου τερματισμού σε ένα αστικό δίκτυο. Το πρόβλημα αποτελεί μέρος του ευρύτερου προβλήματος σχεδιασμού δρομολογίων οχημάτων για τη διανομή προϊόντων και αναφέρεται στην επιλογή διαδρομής μεταξύ διαδοχικών στάσεων. Στο συγκεκριμένο πρόβλημα δρομολόγησης οχημάτων, η κατανάλωση καυσίμου εξαρτάται από το βάρος του φορτίου. Έτσι τα επιμέρους προβλήματα επιλογής διαδρομών μεταξύ πελατών δεν είναι δυνατό να επιλυθούν ανεξάρτητα από το πρόβλημα προσδιορισμού δρομολογίων και σειράς επίσκεψης των πελατών. Λαμβάνοντας υπόψη τον υπολογιστικό φόρτο που επιφέρει η ταυτόχρονη επίλυση του προβλήματος δρομολόγησης οχημάτων και επιλογής διαδρομής μεταξύ διαδοχικών πελατών, θα ήταν χρήσιμη η εφαρμογή μίας αξιόπιστης τεχνικής μείωσης των συνδέσμων του δικτύου, χωρίς αυτή να οδηγήσει σε απώλεια μονοπατιών με χαμηλή κατανάλωση καυσίμου. Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η εφαρμογή μεθόδων απομείωσης του δικτύου και η διερεύνηση των επιπτώσεων τους στην ποιότητα των λύσεων του προβλήματος επιλογής διαδρομών.

Στην εργασία αυτή χρησιμοποιήθηκε δίκτυο με δομή πλέγματος (grid-like) με εικοσιπέντε κόμβους και σαράντα συνδέσμους, ένα σημείο έναρξης και ένα σημείο προορισμού τα οποία συνδέονται με εξήντα-τρία εναλλακτικά μονοπάτια. Η ταχύτητα σε κάθε σύνδεσμο του δικτύου δεν είναι σταθερή. Εξαρτάται από τη χρονική στιγμή αναχώρησης. Η μέση ταχύτητα διέλευσης ενός οδικού συνδέσμου μοντελοποιείται από μία κατά τμήματα γραμμική συνάρτηση του χρόνου αναχώρησης από την αρχή του συνδέσμου. Η παραδοχή της μη σταθερής ταχύτητας είναι ρεαλιστική, εφόσον το δίκτυο θεωρείται αστικό. Η κατανάλωση καυσίμου, η οποία συνδέεται άμεσα με τις εκπομπές CO₂, εξαρτάται από το φορτίο του οχήματος, την ταχύτητά του και τον τύπο της μηχανής. Για την εκτίμησή της χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο CMEM που λαμβάνει υπόψιν του τα παραπάνω.

Για τον υπολογισμό της μέσης ταχύτητας στους συνδέσμους χρησιμοποιήθηκαν τυχαίες τιμές της ταχύτητας μέσα σε ένα χρονικό διάστημα τριών ωρών. Θεωρήθηκε ότι τη δεύτερη ώρα υπήρχε αυξημένη κυκλοφορία οχημάτων, άρα πιο χαμηλές ταχύτητες, προσομοιώνοντας έτσι τη συνήθη λειτουργία ενός αστικού οδικού δικτύου. Για τον προσδιορισμό των βέλτιστων μονοπατιών υπολογίστηκε η κατανάλωση καυσίμου κάθε μονοπατιού, για εκατόν-ογδόντα χρονικές στιγμές αναχώρησης και πέντε διαφορετικές τιμές φορτίου του οχήματος.

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκαν τρεις τεχνικές μείωσης του δικτύου. Η πρώτη τεχνική (η οποία εισάγεται στη βιβλιογραφία από τους συγγραφείς) βασίζεται στον προσδιορισμό συνδέσμων, που δεν είναι δυνατόν να αποτελούν μέρος βέλτιστης διαδρομής για οποιοδήποτε χρόνο αναχώρησης ή βάρος του φορτίου του οχήματος. Επομένως, μελετήθηκε η περίπτωση να αποκλεισθούν από το δίκτυο αυτοί οι σύνδεσμοι. Έπειτα, εξετάστηκε η περίπτωση να διατηρηθούν στο δίκτυο τα Κ-συντομότερα μονοπάτια με βάση την απόσταση και τέλος τα Κ-συντομότερα μονοπάτια με βάση τη χρονική διάρκεια του ταξιδιού (όπου Κ ένας φυσικός αριθμός).

Συμπερασματικά η τεχνική των Κ-συντομότερων μονοπατιών με βάση την απόσταση ήταν η πιο αποτελεσματική και η πιο αξιόπιστη.

Λέξεις κλειδιά: εμπορευματικές μεταφορές, κατανάλωση καυσίμου, βέλτιστο μονοπάτι