

# **Ανάπτυξη μοντέλου βελτιστοποίησης της λειτουργίας συγκοινωνιακού δικτύου μετά από καταστροφικό γεγονός**

---

*Υπ. Διδάκτωρ: Μαρία Κωνσταντινίδην*

## **Περίληψη**

Παρότι δεν βρίσκονται στο επίκεντρο του σχεδιασμού διαχείρισης έκτακτων καταστάσεων, σε περίπτωση καταστροφικών γεγονότων, ο ρόλος των μεταφορικών δικτύων είναι ζωτικής σημασίας καθώς εξασφαλίζουν συνδεσιμότητα μεταξύ των γεωγραφικών περιοχών και παρέχουν το απαραίτητο, υποκείμενο υπόβαθρο για την εκτέλεση έκτακτων επιχειρήσεων. Ταυτόχρονα, τα μεταφορικά δίκτυα είναι και τα ίδια ευάλωτα σε δομική και λειτουργική υποβάθμιση ενώ η στοχαστικότητα που χαρακτηρίζει τη συμπεριφορά των χρηστών και οι διαφορετικές ανάγκες που προκύπτουν ως απόρροια των καταστροφικών γεγονότων αυξάνουν την ανάγκη για αποτελεσματική διαχείρισή τους.

Η παρούσα διδακτορική διατριβή στοχεύει στην εξέλιξη της έως τώρα έρευνας στο αντικείμενο της διαχείρισης καταστροφικών γεγονότων νιοθετώντας μία ολοκληρωμένη προσέγγιση για την ενίσχυση της λειτουργικότητας του δικτύου με εξέταση του ευρύτερου φάσματος της λειτουργίας αυτού. Το πλαίσιο που διαμορφώνεται με αυτόν τον τρόπο λαμβάνει υπ' όψιν του τόσο τη λειτουργική κατάσταση του δικτύου όσο και τα πρότυπα συμπεριφοράς των χρηστών και επιχειρεί μία αναδιοργάνωση του συστήματος στη βάση συγκεκριμένων στόχων: αυτό επιτυγχάνεται μέσω της χρήσης κατάλληλων στρατηγικών διαχείρισης, της ανάπτυξης ενός πολυ-παραγοντικού μέτρου απόδοσης, της διαμόρφωσης κατάλληλων υποθέσεων σε σχέση με την αντίληψη των πιθανών διαδρομών και της επιλογής αυτών από τους μετακινούμενους και της χρήσης του κατάλληλου είδους ανάλυσης. Η διδακτορική διατριβή εισιγείται ένα ολοκληρωμένο εννοιολογικό και μαθηματικό πλαίσιο για την αποτελεσματική διαχείριση των αναγκών που προκύπτουν στο δίκτυο στην περίοδο που έπεται ενός καταστροφικού γεγονότος. Το πλαίσιο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο / μέθοδος σχεδιασμού από τους εμπλεκομένους φορείς και υποδεικνύει μία ρεαλιστικότερη προσέγγιση του προβλήματος, με ρητή θεώρηση ορισμένων από τις στοχαστικότητες που εκ των πραγμάτων υπάρχουν στη διαχείριση μεταφορικών δικτύων αλλά που συχνά εντείνονται στο μετα-καταστροφικό περιβάλλον.

Η διαχείριση δικτύου, όπως εξελίσσεται μέσα από τις σχετικές επιχειρήσεις που πραγματοποιούνται σε αυτό, μπορεί γενικά να θεωρηθεί ως μία περίπτωση του προβλήματος σχεδιασμού δικτύου (network design problem (NDP)), ενός από τα πλέον δύσκολα προβλήματα στο αντικείμενο του σχεδιασμού των μεταφορών. Εξ' ορισμού, το πρόβλημα του σχεδιασμού δικτύου περιλαμβάνει τις αποφάσεις που σχετίζονται με τις στρατηγικές διαχείρισης που θα εφαρμοστούν στο δίκτυο για τη βελτιστοποίηση της απόδοσής του, ενώ παράλληλα συνυπολογίζει τυχόν περιορισμούς στον διατιθέμενο προϋπολογισμό καθώς και τη συμπεριφορά των χρηστών κατά τη διαδικασία επιλογής διαδρομής. Η βελτίωση της απόδοσης του δικτύου επιδιώκεται μέσω του επανασχεδιασμού αυτού ή / και της ανακατανομής της ζήτησης ενώ η συμπεριφορά των χρηστών αποδίδεται μέσω των αρχών

---

της αιτιοκρατικής (deterministic user equilibrium (DUE)) ή της στοχαστικής ισορροπίας του χρήστη (stochastic user equilibrium (SUE)). Παρ' όλ' αυτά, η αιτιοκρατική ισορροπία του χρήστη θεωρείται ανεπαρκής για τη μοντελοποίηση της συμπεριφοράς των μετακινούμενων, ειδικότερα δε κατά τη διάρκεια εκτάκτων περιστάσεων. Πράγματι, οι διακυμάνσεις των φόρτων που παρατηρούνται ως αποτέλεσμα αλλαγών στην προσφορά και τη ζήτηση οδηγούν στο συμπέρασμα πως τα στοχαστικά μοντέλα ισορροπίας μπορεί να είναι περισσότερο κατάλληλα για προβλήματα του πραγματικού κόσμου. Ωστόσο, και παρά την ευελιξία των προβλημάτων σχεδιασμού δικτύου να ενσωματώσουν τυχαίες μεταβλητές στη διατύπωσή τους, οι έως τώρα ερευνητικές προσπάθειες σε στοχαστικά προβλήματα είναι εξαιρετικά περιορισμένες.

Τα μεθοδολογικά βήματα που ακολουθούνται στην παρούσα διδακτορική διατριβή μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:

- Εκτενής ανασκόπηση της βιβλιογραφίας στον τομέα της διαχείρισης καταστροφών, με έμφαση στα αλληλο-σχετιζόμενα αντικείμενα της εκτίμησης της απόδοσης δικτύου και του σχεδιασμού εκτάκτων επιχειρήσεων. Στόχος είναι ο προσδιορισμός των πλέον πρόσφατων εξελίξεων στα ανωτέρω πεδία καθώς και των ερευνητικών περιοχών που προσφέρουν δυνατότητες περαιτέρω διερεύνησης.
- Σύνοψη των υφιστάμενων μοντέλων επιλογής διαδρομής και των μεθόδων σχεδιασμού διαδρομής. Στόχος είναι η παροχή του απαραίτητου υπόβαθρου για την επιλογή του καταλληλότερου συνδυασμού των παραπάνω παραμέτρων σε σχέση με τα χαρακτηριστικά του μετα-καταστροφικού περιβάλλοντος και των στόχων σχεδιασμού.
- Ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου εννοιολογικού πλαισίου με ενσωμάτωση ποικίλων πτυχών του προβλήματος της γενικευμένης διαχείρισης δικτύου. Στόχος είναι η διαμόρφωση μίας θεωρητικής και μεθοδολογικής βάσης για το σχεδιασμό εκτάκτων επιχειρήσεων έπειτα από καταστροφικό γεγονός ικανοποιώντας το γενικευμένο στόχο της εξασφάλισης και ενίσχυσης της απόδοσης του δικτύου.
- Διατύπωση των μαθηματικών μοντέλων που αντιστοιχούν στο εννοιολογικό πλαίσιο που διαμορφώθηκε. Στόχος είναι η σύνθεση των εκφράσεων που αποτυπώνουν τη θεωρητική σύλληψη του μοντέλου και αποτελούν την ουσία της έρευνας που πραγματοποιήθηκε.
- Δημιουργία αποτελεσματικών αλγορίθμων βελτιστοποίησης για την επίλυση των μαθηματικών μοντέλων που δημιουργήθηκαν. Στόχος είναι η κατάλληλη χρήση ισχυρών μεθοδολογιών επίλυσης (όπως οι μεθευρετικοί αλγόριθμοι) που μπορούν να μειώσουν τον υπολογιστικό φόρτο που σχετίζεται με τα προβλήματα διαχείρισης δικτύου ενώ παράλληλα παρέχουν αποτελέσματα υψηλής ποιότητας και ευρωστίας.
- Επιβεβαίωση της εγκυρότητας και της αποτελεσματικότητας του εννοιολογικού πλαισίου, των μοντέλων σχεδιασμού και των αλγορίθμων επίλυσης που διαμορφώθηκαν μέσω της εφαρμογής τους σε δίκτυα δοκιμών υπό διαφορετικά σενάρια καταστροφών και ποικιλία υποθέσεων αναφορικά με τις παραμέτρους του προβλήματος.

Συμπερασματικά, η διδακτορική διατριβή συνεισφέρει μία δομημένη προσέγγιση στο αντικείμενο της διαχείρισης δικτύου έπειτα από καταστροφικό γεγονός, ξεκινώντας από την εννοιολογική

---

σύλληψη και μαθηματική διατύπωση ενός ενοποιημένου πλαισίου και συνεχίζοντας με τη δημιουργία εξελιγμένων μεθοδολογιών επίλυσης και την εφαρμογή αυτών σε δίκτυα δοκιμών προκειμένου να εξακριβωθεί η αποτελεσματικότητά τους.