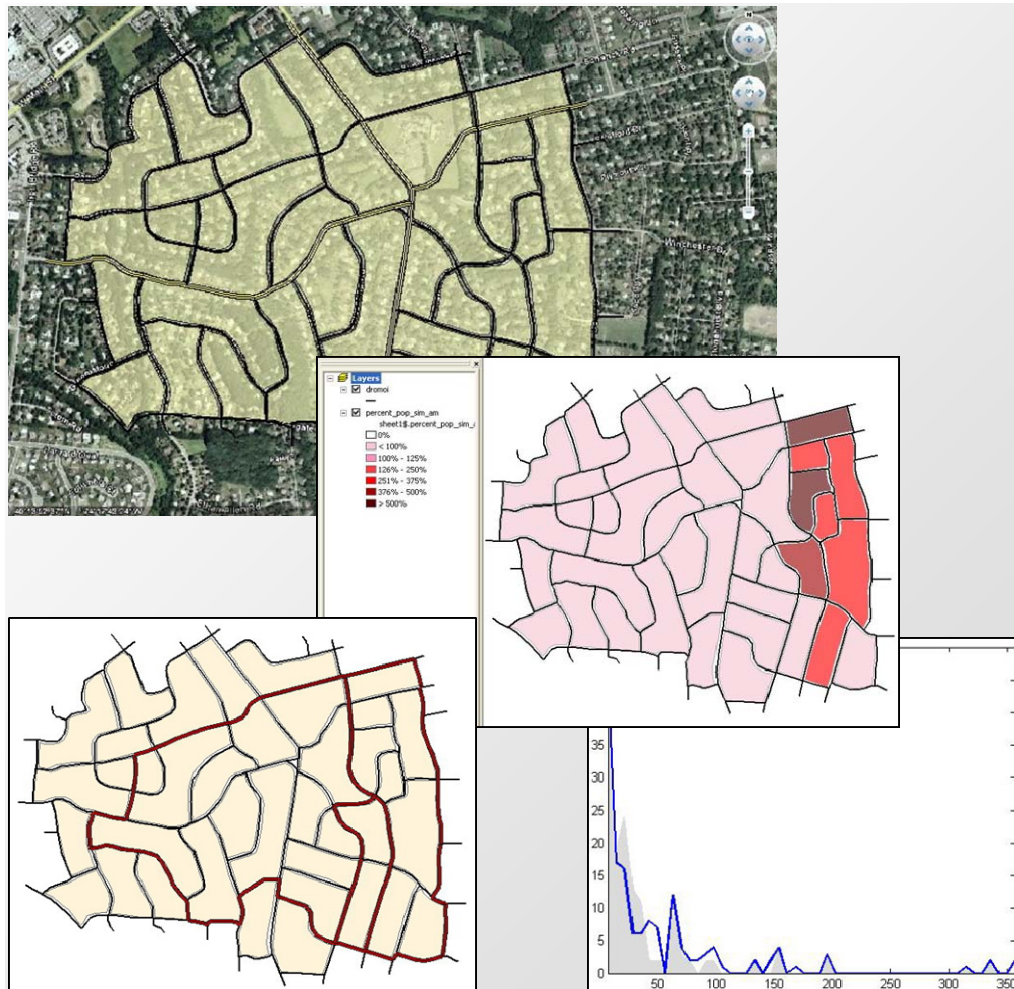




ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΔΕΙΚΤΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΧΩΡΙΚΟΥ
ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΜΕ ΣΕΝΑΡΙΑ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ ΑΣΤΙΚΩΝ
ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΣΕ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΑΝΙΚΟΥ**



Εκπόνηση: Λουρίδα Αγγελική
Επιβλέπων: Βασίλειος Βεσκούκης,
Επίκουρος Καθηγητής ΣΑΤΜ

Αθήνα, Απρίλιος 2009

Η σελίδα αυτή είναι σκόπιμα λευκή.



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΔΕΙΚΤΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΧΩΡΙΚΟΥ
ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΜΕ ΣΕΝΑΡΙΑ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ ΑΣΤΙΚΩΝ
ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΣΕ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΑΝΙΚΟΥ

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 2^η Απριλίου 2009.

.....
Βασίλειος Βεσκούκης
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Κωστής Κουτσόπουλος
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Άγγελος Σιόλας
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εκπόνηση: Λουρίδα Αγγελική
Επιβλέπων: Βασίλειος Βεσκούκης,
Επίκουρος Καθηγητής ΣΑΤΜ

Αθήνα, Απρίλιος 2009

.....
ΛΟΥΡΙΔΑ ΑΓΓΕΛΙΚΗ

Διπλωματούχος Αγρονόμος και Τοπογράφος Μηχανικός Ε.Μ.Π.

Copyright © Αγγελική Θ. Λουρίδα, 2009

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η ολοκλήρωση των σπουδών μου ολοκληρώνεται με την παρούσα διπλωματική εργασία, η οποία ήταν λίγο «επεισοδιακή». Ξεκίνησε πριν ένα χρόνο με την επιλογή ενός τελείως διαφορετικού θέματος, με το οποίο αντιμετώπισα αρκετές δυσκολίες και αναγκάστηκα να το αλλάξω. Με τη συζήτηση και την καθοδήγηση του επιβλέποντα, κατέληξα στο συγκεκριμένο θέμα, που τελικά αποδείχθηκε πολύ ενδιαφέρον και κατά την διάρκεια της εκπόνησης του ανυπομονούσα να φτάσω στο επόμενο βήμα και να δω τα αποτελέσματα. Και εδώ διάφορες αναποδιές με καθυστέρησαν: προβλήματα με το πρόγραμμα, που για την επίλυσή τους ήταν απαραίτητη συχνή επικοινωνία με Αγγλία, ένας παλιός υπολογιστής που κάθε βδομάδα παρουσίαζε καινούριο πρόβλημα, απώλεια δεδομένων που με ανάγκαζε να ξανακάνω την ίδια δουλειά.. Μέχρι και την τελευταία στιγμή υπήρχε άγχος και αγωνία, λόγω της καθυστέρησης που προκάλεσαν εξωγενείς παράγοντες, για την εξαγωγή των συμπερασμάτων.

Η μεγαλύτερη δυσκολία που αντιμετώπισα ήταν στη δημιουργία των δεδομένων, καθώς πρόκειται για υποθετικά δεδομένα που έπρεπε να είναι όσο το δυνατόν πιο κοντά στην πραγματικότητα. Χρονοβόρα επίσης ήταν και η διαδικασία επεξεργασίας των δεδομένων αυτών, ώστε να έχουν την απαιτούμενη μορφή για το πρόγραμμα εκκένωσης, καθώς και η δημιουργία των διάφορων σεναρίων. Το τελευταίο δύσκολο κομμάτι είχε να κάνει με τα 144 συνολικά σενάρια που έτρεξαν, τα οποία είχαν πολλά περισσότερα αποτελέσματα και έπρεπε να βρεθεί ένας τρόπος όχι μόνο για την παρουσίασή τους, αλλά και για την παρατήρησή τους και την εξαγωγή συμπερασμάτων.

Σε αυτό το σημείο θα ήθελα αρχικά να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Βασίλη Βεσκούκη, για την συνεργασία και την πολύτιμη βοήθεια του όλο αυτόν τον καιρό. Δεν θα μπορούσα να μην αναφέρω τον Κωστή, ο οποίος, τόσο στην διπλωματική όσο και σε όλη τη διάρκεια της φοίτησής μου στη σχολή, ήταν πρόθυμος να βοηθήσει σε οποιοδήποτε μικρό ή μεγάλο πρόβλημα αντιμετώπιζα, καθώς και τον κύριο Χρίστο για τις εκτυπώσεις. Ένα πολύ μεγάλο ευχαριστώ οφείλω στον Γιώργο, για τις ώρες αυτές που αφιέρωσε για να βρει λύση στα προβλήματα που προέκυπταν και για να κάνει ότι αλλαγές θέλαμε στο εργαλείο, παρά το δύσκολο και φορτωμένο πρόγραμμά του στην Αγγλία. Όσα ευχαριστώ και να πω θα είναι λίγα στις φίλες μου, Άννα, Κάσσυ και Ντίνα, που ήταν πάντα δίπλα μου και σε δύσκολες και σε χαρούμενες στιγμές, καθώς και στην Κατερίνα, όχι μόνο για συμμετοχή της σε διάφορες φάσεις της ζωής μου ως φίλη, αλλά και για την βοήθεια στην παρούσα διπλωματική, τις συμβουλές και το δύσκολο έργο της να με επαναφέρει στον ίδιο δρόμο όποτε ξεχνούσα πόση δουλειά είχα μπροστά μου. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου, που μου έδωσε την δυνατότητα να φτάσω μέχρι εδώ.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	7
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	9
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	12
ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ	13
ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	14
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	17
ABSTRACT.....	19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΚΚΕΝΩΣΗ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΣΕ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΕΚΤΑΚΤΗΣ ΑΝΑΓΚΗΣ	21
1.1 Περιγραφή του προβλήματος.....	21
1.2 Στάδια εκκένωσης.....	22
1.3 Απαιτήσεις και μέτρα	23
1.4 Σχεδιασμός εκκένωσης.....	24
1.5 Άλλες μελέτες και συστήματα προσομοίωσης εκκένωσης – υποστήριξης σχεδιασμού – υποστήριξης αποφάσεων.....	26
1.5.1 Πρότυπα και λογισμικά προσομοίωσης	26
1.5.2 Άλλες μελέτες	33
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΟΡΙΟΘΕΤΗΣΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	35
2.1 Σκοπός εργασίας	35
2.2 Εμβέλεια εργασίας.....	35
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΕΝΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ ΣΕ GIS	37
3.1 Ανάπτυξη εργαλείου προσομοίωσης.....	37
3.1.1 Ανάπτυξη μαθηματικού προτύπου αποτίμησης επικινδυνότητας εκκένωσης.....	37
3.1.2 Αλγόριθμος.....	43

3.1.3	Λειτουργία του λογισμικού.....	48
3.2	Περιγραφή του εργαλείου	49
3.2.1	Προγραμματιστικό περιβάλλον	50
3.2.2	Περιορισμοί λογισμικού	51
3.2.3	Λειτουργικές απαιτήσεις	51
3.2.4	Αρχεία εφαρμογής	55
3.2.5	Δυνατότητα χρησιμοποίησης διαφορετικού μοντέλου εκκένωσης	57
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ		59
4.1	Απαιτήσεις από τις διαφορετικές περιπτώσεις.....	59
4.2	Παράμετροι πειράματος.....	59
4.3	Ροή εργασιών	60
4.4	Περιγραφή scenariomaker.....	61
4.5	Σενάριο δομής 1.....	64
4.6	Σενάριο δομής 2.....	72
4.7	Σενάριο δομής 3.....	80
4.8	Σύνοψη πειράματος ανά δομή και σενάριο	88
4.9	Περιγραφή αποτελεσμάτων.....	102
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ.....		103
5.1	Περιγραφή μετρήσεων	103
5.2	Μετρήσεις σεναρίου δομής 1.....	104
5.3	Μετρήσεις σεναρίου δομής 2.....	109
5.4	Μετρήσεις σεναρίου δομής 3.....	114
5.5	Διαγράμματα παρουσίασης αποτελεσμάτων	119
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....		155
6.1	Εξαγωγή δεικτών	155
6.2	Σχολιασμός περιπτώσεων	158
6.3	Εφαρμογές.....	162

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 163

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 173

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 4-1: Εργαλείο προσομοίωσης πληθυσμού scenariomaker	63
Πίνακας 4-2: Σύνοψη σεναρίων πειράματος	101
Πίνακας 5-1: Μετρήσεις σεναρίου δομής 1, για περιοχή τιμών (bins) ανά 7 μονάδες οδικού φόρτου	108
Πίνακας 5-2: Μετρήσεις σεναρίου δομής 2, για περιοχή τιμών (bins) ανά 7 μονάδες οδικού φόρτου	113
Πίνακας 5-3: Μετρήσεις σεναρίου δομής 3, για περιοχή τιμών (bins) ανά 7 μονάδες οδικού φόρτου	118
Πίνακας 5-4: Διαγράμματα αποτελεσμάτων μεταβολής δρόμων στην ίδια χωρική διάταξη τις μη εργάσιμες ώρες.....	127
Πίνακας 5-5: Διαγράμματα αποτελεσμάτων μεταβολής δρόμων στην ίδια χωρική διάταξη τις εργάσιμες ώρες.....	135
Πίνακας 5-6: Διαγράμματα αποτελεσμάτων χωρικής διάταξης στο ίδιο δίκτυο δρόμων τις μη εργάσιμες ώρες.....	145
Πίνακας 5-7: Διαγράμματα αποτελεσμάτων χωρικής διάταξης στο ίδιο δίκτυο δρόμων τις εργάσιμες ώρες.....	154
Πίνακας 6-1: Εκτίμηση δεικτών για αξιολόγηση μεταβολής δικτύου δρόμων	156
Πίνακας 6-2: Εκτίμηση δεικτών για αξιολόγηση μεταβολής χωρικής διάταξης.....	157
Πίνακας 6-3: Διαγράμματα μεταβολής οδικού δικτύου 1 σε 2, για το σενάριο χωροθέτησης 3, τις εργάσιμες ώρες, για το σενάριο δομής 3.....	158
Πίνακας 6-4: Δείκτες αξιολόγησης μεταβολής οδικού δικτύου 1 σε 3, για το σενάριο χωροθέτησης 3, τις εργάσιμες ώρες, για σενάριο δομής 3.....	159
Πίνακας 6-5: Διαγράμματα μεταβολής οδικού δικτύου 1 σε 3, για το σενάριο χωροθέτησης 3, τις εργάσιμες ώρες, για το σενάριο δομής 3.....	159
Πίνακας 6-6: Δείκτες αξιολόγησης μεταβολής οδικού δικτύου 1 σε 3, για το σενάριο χωροθέτησης 3, τις εργάσιμες ώρες, για σενάριο δομής 3.....	159
Πίνακας 6-7: Διαγράμματα μεταβολής χωρικής διάταξης 1 σε 2, για το σενάριο οδικού δικτύου 3, τις εργάσιμες ώρες, για το σενάριο δομής 3	160
Πίνακας 6-8: Δείκτες αξιολόγησης μεταβολής χωρικής διάταξης 1 σε 2, για το σενάριο οδικού δικτύου 3, τις εργάσιμες ώρες, για σενάριο δομής 3	160
Πίνακας 6-9: Διαγράμματα μεταβολής χωρικής διάταξης 1 σε 3, για το σενάριο οδικού δικτύου 3, τις εργάσιμες ώρες, για το σενάριο δομής 3	161
Πίνακας 6-10: Δείκτες αξιολόγησης μεταβολής χωρικής διάταξης 1 σε 3, για το σενάριο οδικού δικτύου 3, τις εργάσιμες ώρες, για σενάριο δομής 3.....	161

Πίνακας 6-11: Διαγράμματα μεταβολής χωρικής διάταξης 1 σε 4, για το σενάριο οδικού δικτύου 3, τις εργάσιμες ώρες, για το σενάριο δομής 3.....162

Πίνακας 6-12: Δείκτες αξιολόγησης μεταβολής χωρικής διάταξης 1 σε 4, για το σενάριο οδικού δικτύου 3, τις εργάσιμες ώρες, για σενάριο δομής 3.....162

Πίνακας 1-1: Παράγοντες και ερωτήσεις αξιολόγησης, σχετικές με τα επτά βασικά στοιχεία των εκκενώσεων178

Πίνακας 1-2: Υποπαράγοντες διαμορφωμένοι ως ερωτήσεις αξιολόγησης, για περαιτέρω «καθαρισμό» των γενικών ερωτήσεων αξιολόγησης191

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 3-1: Διάγραμμα βασικών λειτουργιών50

Σχήμα 4-1: Διάγραμμα ροής εργασιών60

Σχήμα 4-2: Διάγραμμα μετακίνησης πληθυσμού62

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 3-1: Φάση κατασκευής της λύσης.....	42
Εικόνα 3-2: Φάση διαχωρισμού της λύσης.....	43
Εικόνα 3-3: Λειτουργική Απαίτηση - Import Basic Data.....	51
Εικόνα 3-4: Λειτουργική Απαίτηση - Scenario.....	52
Εικόνα 3-5: Λειτουργική Απαίτηση - Editing.....	53
Εικόνα 3-6: Λειτουργική Απαίτηση - Processing.....	54
Εικόνα 3-7: Λειτουργική Απαίτηση - Google Maps.....	55
Εικόνα 3-8: Λειτουργική Απαίτηση - Help.....	55
Εικόνα 4-1: Ψηφιοποιημένη δομή πόλης 1.....	64
Εικόνα 4-2: Ποσοστό πληθυσμού μη εργασιμων ωρών για σενάριο χωροθέτησης 1 – δομή πόλης 1.....	65
Εικόνα 4-3: Ποσοστό πληθυσμού εργασιμων ωρών για σενάριο χωροθέτησης 1 – δομή πόλης 1.....	65
Εικόνα 4-4: Ποσοστό πληθυσμού μη εργασιμων ωρών για σενάριο χωροθέτησης 2 – δομή πόλης 1.....	66
Εικόνα 4-5: Ποσοστό πληθυσμού εργασιμων ωρών για σενάριο χωροθέτησης 2 – δομή πόλης 1.....	66
Εικόνα 4-6: Ποσοστό πληθυσμού μη εργασιμων ωρών για σενάριο χωροθέτησης 3 – δομή πόλης 1.....	67
Εικόνα 4-7: Ποσοστό πληθυσμού εργασιμων ωρών για σενάριο χωροθέτησης 3 – δομή πόλης 1.....	67
Εικόνα 4-8: Ποσοστό πληθυσμού μη εργασιμων ωρών για σενάριο χωροθέτησης 4 – δομή πόλης 1.....	68
Εικόνα 4-9: Ποσοστό πληθυσμού εργασιμων ωρών για σενάριο χωροθέτησης 4 – δομή πόλης 1.....	68
Εικόνα 4-10: 2 ^ο σενάριο οδικού δικτύου – δομή πόλης 1.....	69
Εικόνα 4-11: 3 ^ο σενάριο οδικού δικτύου για σενάριο χωροθέτησης 1 – δομή πόλης 1	70
Εικόνα 4-12: 3 ^ο σενάριο οδικού δικτύου για σενάριο χωροθέτησης 2 – δομή πόλης 1	70
Εικόνα 4-13: 3 ^ο σενάριο οδικού δικτύου για σενάριο χωροθέτησης 3 – δομή πόλης 1	71

Εικόνα 4-14: 3 ^ο σενάριο οδικού δικτύου για σενάριο χωροθέτησης 4 – δομή πόλης 1	71
Εικόνα 4-15: Ψηφιοποιημένη δομή πόλης 2.....	72
Εικόνα 4-16: Ποσοστό πληθυσμού μη εργάσιμων ωρών για σενάριο χωροθέτησης 1 – δομή πόλης 2.....	73
Εικόνα 4-17: Ποσοστό πληθυσμού εργάσιμων ωρών για σενάριο χωροθέτησης 1 – δομή πόλης 2.....	73
Εικόνα 4-18: Ποσοστό πληθυσμού μη εργάσιμων ωρών για σενάριο χωροθέτησης 2 – δομή πόλης 2.....	74
Εικόνα 4-19: Ποσοστό πληθυσμού εργάσιμων ωρών για σενάριο χωροθέτησης 2 – δομή πόλης 2.....	74
Εικόνα 4-20: Ποσοστό πληθυσμού μη εργάσιμων ωρών για σενάριο χωροθέτησης 3 – δομή πόλης 2.....	75
Εικόνα 4-21: Ποσοστό πληθυσμού εργάσιμων ωρών για σενάριο χωροθέτησης 3 – δομή πόλης 2.....	75
Εικόνα 4-22: Ποσοστό πληθυσμού μη εργάσιμων ωρών για σενάριο χωροθέτησης 4 – δομή πόλης 2.....	76
Εικόνα 4-23: Ποσοστό πληθυσμού εργάσιμων ωρών για σενάριο χωροθέτησης 4 – δομή πόλης 2.....	76
Εικόνα 4-24: 2 ^ο σενάριο οδικού δικτύου – δομή πόλης 2.....	77
Εικόνα 4-25: 3 ^ο σενάριο οδικού δικτύου για σενάριο χωροθέτησης 1 – δομή πόλης 2	78
Εικόνα 4-26: 3 ^ο σενάριο οδικού δικτύου για σενάριο χωροθέτησης 2 – δομή πόλης 2	78
Εικόνα 4-27: 3 ^ο σενάριο οδικού δικτύου για σενάριο χωροθέτησης 3 – δομή πόλης 2	79
Εικόνα 4-28: 3 ^ο σενάριο οδικού δικτύου για σενάριο χωροθέτησης 4 – δομή πόλης 2	79
Εικόνα 4-29: Ψηφιοποιημένη δομή πόλης 3.....	80
Εικόνα 4-30: Ποσοστό πληθυσμού μη εργάσιμων ωρών για σενάριο χωροθέτησης 1 – δομή πόλης 3.....	81
Εικόνα 4-31: Ποσοστό πληθυσμού εργάσιμων ωρών για σενάριο χωροθέτησης 1 – δομή πόλης 3.....	81
Εικόνα 4-32: Ποσοστό πληθυσμού μη εργάσιμων ωρών για σενάριο χωροθέτησης 2 – δομή πόλης 3.....	82
Εικόνα 4-33: Ποσοστό πληθυσμού εργάσιμων ωρών για σενάριο χωροθέτησης 2 – δομή πόλης 3.....	82

Εικόνα 4-34: Ποσοστό πληθυσμού μη εργάσιμων ωρών για σενάριο χωροθέτησης 3 – δομή πόλης 3.....	83
Εικόνα 4-35: Ποσοστό πληθυσμού εργάσιμων ωρών για σενάριο χωροθέτησης 3 – δομή πόλης 3.....	83
Εικόνα 4-36: Ποσοστό πληθυσμού μη εργάσιμων ωρών για σενάριο χωροθέτησης 4 – δομή πόλης 3.....	84
Εικόνα 4-37: Ποσοστό πληθυσμού εργάσιμων ωρών για σενάριο χωροθέτησης 4 – δομή πόλης 3.....	84
Εικόνα 4-38: 2 ^ο σενάριο οδικού δικτύου – δομή πόλης 3	85
Εικόνα 4-39: 3 ^ο σενάριο οδικού δικτύου για σενάριο χωροθέτησης 1 – δομή πόλης 3	86
Εικόνα 4-40: 3 ^ο σενάριο οδικού δικτύου για σενάριο χωροθέτησης 2 – δομή πόλης 3	86
Εικόνα 4-41: 3 ^ο σενάριο οδικού δικτύου για σενάριο χωροθέτησης 3 – δομή πόλης 3	87
Εικόνα 4-42: 3 ^ο σενάριο οδικού δικτύου για σενάριο χωροθέτησης 4 – δομή πόλης 3	87

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής είναι η μελέτη διαφόρων σεναρίων εκκένωσης αστικών περιοχών σε κατάσταση πανικού ώστε να εξεταστεί η επίδραση των διάφορων παραγόντων στην διαδικασία της εκκένωσης. Επιπλέον θα εκτιμηθούν δείκτες για την αξιολόγηση του χωρικού σχεδιασμού των πόλεων σε περιπτώσεις εκκένωσης.

Στο κεφάλαιο 1 γίνεται αρχικά περιγραφή του προβλήματος των εκκενώσεων, αναφέρονται οι λόγοι που μπορεί να οδηγήσουν στην εκκένωση μιας περιοχής καθώς και τα πιθανά προβλήματα που θα πρέπει να ληφθούν υπόψη. Επιπλέον δίνονται αναλυτικά τα πέντε στάδια μιας εκκένωσης, οι απαιτήσεις και τα μέτρα που πρέπει να παρθούν και μια περιληπτική μεθοδολογία για τον σχεδιασμό της εκκένωσης, όπως αναπτύχθηκε από την Federal Highway Administration (FHWA). Τέλος, παρουσιάζονται όλα τα πρότυπα και τα λογισμικά προσομοίωσης που έχουν δημιουργηθεί παγκοσμίως καθώς και οι μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί.

Στο κεφάλαιο 2 αναφέρεται ο σκοπός της παρούσας εργασίας, οι στόχοι και οι προσδοκίες από την πραγματοποίηση του πειράματος και την εξαγωγή συμπερασμάτων. Επίσης, περιγράφεται η εμβέλεια της εργασίας και ποιοι παράγοντες επιλέχθηκαν να μελετηθούν.

Στο κεφάλαιο 3 αναπτύσσεται το εργαλείο προσομοίωσης που χρησιμοποιήθηκε, περιγράφοντας το μαθηματικό μοντέλο αποτίμησης επικινδυνότητας εκκένωσης, τον αλγόριθμο και τη λειτουργία του λογισμικού. Στη συνέχεια γίνεται η περιγραφή του εργαλείου το οποίο αναπτύχθηκε για χρήση στο περιβάλλον του ArcGis, δίνονται οι περιορισμοί, οι λειτουργικές απαιτήσεις και τα αρχεία εφαρμογής του (αρχεία εισόδου, λειτουργία και εξόδου).

Στο κεφάλαιο 4 περιγράφεται η προδιαγραφή των πειραμάτων προσομοίωσης. Αναπτύσσονται οι απαιτήσεις από τις διαφορετικές περιπτώσεις, οι παράμετροι του πειράματος και η ροή των εργασιών που πραγματοποιήθηκαν. Ακολουθεί η περιγραφή του εργαλείου προσομοίωσης του πληθυσμού, σε εργάσιμες και μη εργάσιμες ώρες, και αναλύονται όλα τα σενάρια που δημιουργήθηκαν. Στο τέλος του κεφαλαίου περιγράφονται τα αποτελέσματα που παρήχθησαν από το τρέξιμο των σεναρίων.

Στο κεφάλαιο 5 περιγράφονται οι μετρήσεις του λογισμικού και δίνονται αναλυτικά όλες οι μετρήσεις των σεναρίων. Στο τέλος, ακολουθούν τα διαγράμματα παρουσίασης των αποτελεσμάτων.

Στο κεφάλαιο 6 αναφέρονται τα συμπεράσματα. Αναλυτικά, εξάγονται οι δείκτες αξιολόγησης χωρικού σχεδιασμού, γίνεται σχολιασμός των διάφορων περιπτώσεων και παρουσιάζονται οι μελλοντικές πιθανές εφαρμογές.

Στο τέλος της εργασίας περιλαμβάνεται η βιβλιογραφία, ελληνική και ξένη, οι πηγές από το διαδίκτυο και το παράρτημα με πίνακες που αναφέρονται στο κείμενο της εργασίας.

ABSTRACT

Aim of this paper is the study of various scenarios of panic evacuation of urban regions in order to examine the effect of various factors in the process of evacuation. Moreover it is attempted to estimate indicators to evaluate urban planning of an area in cases of evacuation.

Firstly, evacuation is described in general and the reasons that can lead to the evacuation of an area are mentioned, as well as the likely problems that should be taken into account. It is also given an overall methodology for the planning of evacuation, as it was developed by Federal Highway Administration (FHWA) and are presented all simulation models and softwares that have been created worldwide and the studies that have been made.

Furthermore, we analyze the aim of present work, the objectives and the expectations from the realisation of experiment and the export of conclusions, and we report the factors that were selected to be studied. The tool of simulation that was used is developed, by describing the mathematic model of assessment, the algorithm and the operation of software. This paper also includes the description of the tool which was developed for use in the environment of ArcGis, and the restrictions, the functional requirements and the files of application are given.

After that, the specification of experiments of simulation are described, as well as the requirements from the different cases, the parameters of the experiment and the flow of work that was realized. Then, the measurements are presented and the diagrams of presentation of the results. At the end, we report the conclusions, make observation, export the indicators to evaluate urban planning of an area in cases of evacuation and make remarks about the various scenarios.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΚΚΕΝΩΣΗ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΣΕ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΕΚΤΑΚΤΗΣ ΑΝΑΓΚΗΣ

1.1 Περιγραφή του προβλήματος

Οι ανθρώπινοι πληθυσμοί βρίσκονται συχνά αντιμέτωποι με πολυάριθμους φυσικούς (π.χ. τυφώνες, σεισμοί, ανεμοστρόβιλοι, τσουνάμι, ηφαιστειακές εκρήξεις, πλημμύρες, κατολισθήσεις λάσπης, πυρκαγιές) ή ανθρωπογενείς κινδύνους, άλλοι τυχαίοι (π.χ., επικίνδυνη απελευθέρωση υλικών ή μια δυσλειτουργία σε εγκαταστάσεις πυρηνικής ενέργειας) και άλλοι σκόπιμοι (π.χ., τρομοκρατική επίθεση). Όλοι οι κίνδυνοι μπορεί να προκαλέσουν σημαντική καταστροφή και ερήμωση και για την αντιμετώπιση τους, η κοινωνία έχει υιοθετήσει διάφορες μεθόδους για την πρόβλεψή τους. Λίγοι όμως από αυτούς τους κινδύνους μπορούν να προβλεφθούν απολύτως [ΞΠ 40].

Για να ανταπεξέλθει η κοινωνία σε αυτούς τους κινδύνους, έχει υιοθετήσει διάφορες μεθόδους ετοιμότητας. Η εκκένωση είναι μια κοινή στρατηγική στη διαχείριση έκτακτης ανάγκης καθώς σε πολλά επικίνδυνα γεγονότα, η καλύτερη επιλογή είναι να επανατοποθετηθούν οι απειλούμενοι πληθυσμοί στις ασφαλέστερες περιοχές. Αυτό είναι ένα σύνθετο πρόβλημα με πολλές συμπεριφοριστικές και διοικητικές απόψεις [ΞΠ 13, 15, 39, 59]. Πρέπει να συμφωνηθεί μια ζώνη για την εκκένωση σχετικά με τα καταφύγια, οι έξοδοι πρέπει να υποδειχθούν και τα άτομα που εκκενώνουν την περιοχή πρέπει να καθοδηγηθούν με ασφάλεια υπό τους δυναμικούς όρους κινδύνου και κυκλοφορίας. Οποιοσδήποτε αριθμός προβλημάτων στην κυκλοφορία μπορεί να προκύψει κατά τη διάρκεια μιας εκκένωσης. Παραδείγματος χάριν, η ειδοποίηση των ατόμων που εκκενώνουν την περιοχή μπορεί να είναι δύσκολη, οι καθυστερήσεις της κυκλοφορίας είναι κοινές και οι σανίδες σωτηρίας των μεταφορών συχνά διακινδυνεύουν από τα επικίνδυνα γεγονότα.

Γι αυτό το λόγο, ένα προστατευτικό μέτρο που λαμβάνεται, είναι η προετοιμασία εκ των προτέρων για την εκκένωση μιας επηρεασθείσας περιοχής. Το αν θα είναι μια εκκένωση επιτυχής ή όχι, εξαρτάται, εν μέρει, στο χρόνο που χρειάζεται ο πληθυσμός για να φθάσει επιτυχώς σε ασφαλές μέρος. Περαιτέρω, η επιτακτικότητα της εκκένωσης εξαρτάται από το ποσό της χρονικής ανοχής. Η αρχική προειδοποίηση για εκκένωση, προετοιμάζοντας την άφιξη π.χ. ενός τυφώνα, μπορεί να έρθει ακόμα και μια ημέρα πριν από την άφιξη του τυφώνα. Αντίθετα, για μια εκκένωση που απαιτείται μετά από έναν σεισμό, μια τρομοκρατική ενέργεια ή μια απελευθέρωση μιας επικίνδυνης ουσίας στην ατμόσφαιρα, δεν είναι δυνατό να δοθεί προειδοποίηση, αλλά θα ανακοινωθεί η απόφαση για εκκένωση κατά την διάρκεια ή μετά το πέρας του γεγονότος.

Και στις δύο περιπτώσεις εκκενώσεων, υπάρχουν τεράστιες απαιτήσεις στο οδικό δίκτυο. Η υποδομή των μεταφορών συχνά δεν είναι ικανή να προσαρμοστεί επαρκώς σε τέτοια υψηλά επίπεδα απαιτήσεων [ΞΠ 61], καθώς οι εκκενώσεις οδηγούν συνήθως στην μετακίνηση που υπερβαίνει τη διαθέσιμη ικανότητα των δικτύων και οι μακριές ουρές αναμονής θα επιδράσουν αρνητικά στο χρόνο εκκένωσης της περιοχής. Αυτό μπορεί να εμφανιστεί σε κλίμακα, από μια μεμονωμένη γειτονιά σε μια ολόκληρη αστική περιοχή. Οι καθυστερήσεις κυκλοφορίας μπορούν να είναι από δυσχερής ως καταστροφικές. Οι σημαντικοί παράγοντες που έχουν επιπτώσεις στην έκβαση μιας εκκένωσης περιλαμβάνουν το διαθέσιμο χρόνο πριν από (ή μετά από) τον αντίκτυπο του κινδύνου, την αναμενόμενη απαιτούμενη μετακίνηση και τις συνέπειες του μη καθαρισμού της περιοχής κατά τρόπο έγκαιρο. Συνεπώς, ένα αποδοτικό σχέδιο δρομολόγησης είναι πολύτιμο και απαραίτητο για την βέλτιστη χρήση αυτής της υποδομής.

Σε πραγματικές συνθήκες εκκένωσης μπορεί να υπάρχουν πολλές περιπλοκές. Οι κυριότεροι λόγοι στους οποίους οφείλονται είναι οι εξής:

- Αδυναμία πρόβλεψης του διαθέσιμου χρόνου που έχει ο πληθυσμός μέχρι να βρει καταφύγιο.
- Αύξηση της πολυπλοκότητας των σεναρίων-απαιτήσεων που χρειάζεται να αναλυθούν.
- Πιθανή μείωση της τροφοδοσίας, αφού ορισμένα τμήματα του οδικού δικτύου μπορεί να έχουν καταστεί μη λειτουργικά.
- Αναγκαιότητα ταυτόχρονης μετακίνησης λειτουργικών και σωστικών οχημάτων.
- Αυξημένη δυσκολία στον συντονισμό και στην κατεύθυνση της εκκένωσης.
- Μεταβολές στη συνηθισμένη συμπεριφορά των ατόμων λόγω του πανικού.
- Αυξημένη πιθανότητα τροχαίων ατυχημάτων και απρόβλεπτων καταστάσεων.
- Δυσκολία στην εφαρμογή ειδικών μέτρων και σχεδίων διαχείρισης της κυκλοφορίας.

1.2 Στάδια εκκένωσης

Σύμφωνα με τις μελέτες που έχουν γίνει, η διαδικασία εκκένωσης περιέχει πέντε βασικά στάδια: Απόφαση για εκκένωση, προειδοποίηση, απομάκρυνση, προστασία σε καταφύγιο και επιστροφή.

Σκεπτόμενοι τις επιπτώσεις των αποφάσεων για εκκένωση, που περιλαμβάνουν την διάσωση των ατόμων και την παρεμπόδιση τραυματισμών, οι ρόλοι και οι ευθύνες των αρχών πρέπει να προσδιοριστούν σαφώς στα σχέδια εκκένωσης. Οι παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη στη λήψη της παρούσας απόφασης περιλαμβάνουν την ανάλυση της ευπάθειας και την καλύτερη προστατευτική στρατηγική, τον ενδεχόμενο κίνδυνο για τα άτομα που εκκενώνουν την περιοχή κατά τη διάρκεια του γεγονότος, τη διαθέσιμη χρονική ανοχή, τον απαραίτητο χρόνο και τους πόρους που απαιτούνται για να πραγματοποιηθεί η εκκένωση, τις εξόδους και τις διαδρομές πρόσβασης, τους διαθέσιμους πόρους, συμπεριλαμβανομένου του προσωπικού και των μεταφορών, τις προσωρινές στεγάσεις, την αξιολόγηση των διαθέσιμων πληροφοριών, ένα τρέχον και ήδη εφαρμοσμένο σχέδιο εκκένωσης, τα κτήρια ή τα άτομα με ειδικές ανάγκες και τη διαφορά μεταξύ της κατοικημένης και μη κατοικημένης περιοχής.

Το στάδιο της προειδοποίησης για εκκένωση επηρεάζει την αποτελεσματικότητα της εκκένωσης, η οποία μπορεί να περιλαμβάνει το χρόνο, την απόσταση, τα οπτικά στοιχεία, τα χαρακτηριστικά απειλής και την αίσθηση της επείγουσας ανάγκης που καταδεικνύεται από τις υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης. Επομένως, μια εκκένωση πρέπει να δομηθεί περιλαμβάνοντας την κοινότητα, τα μέσα, τις υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης, τις κυβερνητικές αντιπροσωπείες, την ιδιωτική βιομηχανία και τις μη κυβερνητικές οργανώσεις.

Η απομάκρυνση των ανθρώπων από τις επικίνδυνες ή ενδεχομένως επικίνδυνες περιοχές σε ασφαλέστερες περιοχές είναι το τρίτο στάδιο της διαδικασίας εκκένωσης. Το σχέδιο εκκένωσης πρέπει να παρέχει τις ρυθμίσεις, τους λόγους και τις λεπτομέρειες της απόφασης, συμπεριλαμβανομένου του κινδύνου, του αντίκτυπου, των αποτελεσμάτων, της περιοχής που πρόκειται να εκκενωθεί, τις τρέχοντες και τις προβλεπόμενες συνθήκες.

Στο τέταρτο στάδιο της διαδικασίας εκκένωσης, τα καταφύγια προσφέρουν την προσωρινή ανακούφιση των ατόμων που εκκενώνουν, καλύπτοντας τις βασικές ανθρώπινες ανάγκες, συμπεριλαμβανομένης της στέγασης, των τροφίμων, της ύδρευσης, της υγιεινής, της ηλεκτρικής ενέργειας, των επικοινωνιών και της αποθήκευσης. Ο αριθμός και η χωρητικότητα των καταφυγίων επηρεάζουν τους χρόνους εκκένωσης, επειδή η θέση και η χρήση τους σε μια περιοχή, καθορίζουν το χρόνο που απαιτείται από τα άτομα που εκκενώνουν την περιοχή, για να δραπετεύσει στις ασφαλείς περιοχές.

Στο τελευταίο στάδιο, οι αρμόδιες αρχές φροντίζουν για την διευκόλυνση των ατόμων να επιστρέψουν στην πληγείσα περιοχή, για την περίθαλψη των τραυματιών και την οικονομική ενίσχυση και υποστήριξη των πληγέντων.

1.3 Απαιτήσεις και μέτρα

Είναι απαραίτητο να εκτιμήσουμε τις απαιτήσεις μιας εκκένωσης για να μπορέσουμε να «ξαναδημιουργήσουμε» (ή να μιμηθούμε) την κυκλοφορία σε περίπτωση εκκένωσης, σε διάφορα εναλλακτικά σενάρια. Κατ' αυτόν τον τρόπο θα υπάρχει δυνατότητα να εκτιμηθεί ο αντίκτυπος των διαφορετικών σεναρίων ενός γεγονότος έκτακτης ανάγκης, να προσδιοριστούν τα βέλτιστα πιθανά σενάρια και να ελεγχθούν οι εναλλακτικές πολιτικές και στρατηγικές του σχεδιασμού της εκκένωσης (π.χ. για εντολές εκκένωσης, ο τύπος και ο χρόνος της εκκένωσης και ο συντονισμός με άλλους φορείς και υπηρεσίες, για αντιστροφή παρόδων, σε ποια σημεία του οδικού δικτύου, που θα ξεκινά και που θα σταματάει κλπ).

Για τον σχεδιασμό μιας εκκένωσης πρέπει αρχικά να ερευνηθούν κάποιοι κρίσιμοι τομείς:

- Οι χωρικές και χρονικές πληροφορίες. Είναι αναγκαίο να προσδιοριστούν και να επιλεγούν οι κατάλληλες διαδρομές εκκένωσης, να υπάρχει σαφής προορισμός, να εκτιμηθεί ο χρόνος αναχώρησης και ο χρόνος εκκένωσης, καθώς επίσης οι όγκοι κυκλοφορίας και οι ταχύτητες στο οδικό δίκτυο.
- Πραγματικές πληροφορίες χρόνου. Οι μελέτες και τα εργαλεία προσομοίωσης που θα χρησιμοποιηθούν ή θα δημιουργούν, πρέπει να είναι ικανά να ανταποκριθούν σε πραγματικά δεδομένα και πραγματικές συνθήκες.
- Δυναμική ανάθεση κυκλοφορίας. Τα μεγάλα οδικά δίκτυα έχουν σαφώς περισσότερες δυνατότητες για να υποστηρίξουν την διαδικασία εκκένωσης.

Οι απαιτήσεις των μετακινήσεων κατά την εκκένωση είναι οι εξής:

- Αριθμός μετακινήσεων σε ένα σύστημα.
- Διαφορετικές απαιτήσεις από τις απαιτήσεις των καθημερινών μετακινήσεων
 - Μεγαλύτερη όγκοι κυκλοφορίας σε μικρότερες χρονικές περιόδους.
 - Μετακίνηση που επηρεάζει τη συμπεριφορά.
 - Καθημερινές μετακινήσεις: εργασία, σχολείο, ψώνια κλπ.
 - Μετακινήσεις εκκένωσης: αποχώρηση από επικίνδυνες διαδρομές.
- Τρεις βασικές κατηγορίες πληθυσμού εκκένωσης.
 - Κάτοικοι: μένουν στην επικίνδυνη περιοχή.
 - Τουρίστες και επισκέπτες: μένουν σε ξενοδοχεία.
 - Πληθυσμός ειδικών περιπτώσεων.
 - Φυλακές, σχολεία, νοσοκομεία και εγκαταστάσεις περίθαλψης.
- Σχεδιασμός μετακίνησης.

- Προσδιορισμός του απαιτούμενου αριθμού οχημάτων που θα χρησιμοποιηθούν.
- Οι απαιτήσεις των μετακινήσεων βασίζονται κυρίως στον αριθμό των νοικοκυριών και στο μέγεθος των οικογενειών.
- 1,3 οχήματα ανά νοικοκυριό, σύμφωνα με τις πιο κοινές εκτιμήσεις προηγούμενων μελετών.
- Ποσοστά φόρτωσης ταξιδιών βασισμένα στη σιγμοειδή καμπύλη.
 - Η σιγμοειδής συνάρτηση είναι μια ειδική περίπτωση της λογιστικής συνάρτησης:

$$P(t) = \frac{1}{1+e^{-t}} \text{ όπου,}$$

$P(t)$, το ποσοστό που εκκενώνει σε χρόνο (t)

t , ο χρόνος από τη στιγμή που ξεκίνησε η διαδικασία.

Τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν σχετικά με τη μετακίνηση αναφέρονται σε τρεις χρονικές περιόδους. Αρχικά, πριν την καταστροφή, απαιτείται ο σχεδιασμός και ο προσδιορισμός των διαδρομών εκκένωσης, η ανάπτυξη εναλλακτικών μέτρων ελέγχου της κυκλοφορίας και η ανάπτυξη σχεδίου πληροφοριών μετακίνησης. Κατά την διάρκεια της καταστροφής, γίνεται η εφαρμογή του σχεδίου, η αξιολόγηση και η πραγματοποίηση αλλαγών. Τέλος, μετά την καταστροφή, διευκολύνεται η επιστροφή των ατόμων που εκκένωσαν την περιοχή και η περίθαλψη των τραυματιών.

1.4 Σχεδιασμός εκκένωσης

Ένα απαραίτητο στοιχείο οποιουδήποτε σχεδίου εκκένωσης είναι ένα προσεκτικά προετοιμασμένο σχέδιο μετακίνησης. Στόχος του σχεδιασμού είναι ο προσδιορισμός των καλύτερων διαδρομών εκκένωσης, η εκτίμηση των χρόνων εκκένωσης για διαφορετικά σενάρια κινδύνου και η αξιολόγηση των στρατηγικών λειτουργίας της κυκλοφορίας. Το σχέδιο θα πρέπει να απαντά με σαφήνεια στα εξής ερωτήματα: Ποιος είναι ο χρόνος που απαιτείται για να απομακρυνθεί με ασφάλεια το κοινό; Ποιοι δρόμοι θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν για την εκκένωση; Ποιοι είναι οι κρίσιμοι δρόμοι κατά την διαδικασία της εκκένωσης; Πώς μπορεί να βελτιωθεί αποτελεσματικά η διαδικασία της εκκένωσης;

Κατά τον σχεδιασμό πρέπει να ληφθούν υπόψη πληθώρα στοιχείων: η κατεύθυνση της εκκένωσης, η εντολή και ο έλεγχος της διαδικασίας, οι επικοινωνίες κατά τη διάρκεια της εκκένωσης, η μετακίνηση ατόμων με ειδικές ανάγκες, η διαθεσιμότητα και η διανομή των καυσίμων, ο έλεγχος και η διαχείριση της κυκλοφορίας, η δημόσια πληροφόρηση και οι πιθανές παραλήψεις.

Στη συνέχεια δίνεται μια μεθοδολογία εκκένωσης, όπως αναπτύχθηκε από την Federal Highway Administration (FHWA):

Περιληπτική μεθοδολογία εκκένωσης

- *Αξιολόγηση σεναρίων εκκένωσης.* Προσδιορισμός των επτά βασικών περιοχών που είναι οι σημαντικότερες στην επίτευξη των στόχων προγραμματισμού εκκένωσης: απόφαση για εκκένωση και διαχείριση, σχεδιασμός εκκένωσης, δημόσιες συκοινωνίες και ετοιμότητα, εκκένωση από άτομα με ειδικές ανάγκες, διαδικασίες, εκτιμήσεις προφυλάξεων – καταφυγίων, εκπαίδευση και εξάσκηση. Στη συνέχεια προσδιορίζονται σε κάθε περιοχή τα χαρακτηριστικά των αποτελεσματικά χειριζόμενων διαδικασιών εκκένωσης και έπειτα διαμορφώνονται ως ερωτήσεις που θα αποτελέσουν τους παράγοντες

συντελεστές εκτίμησης. Αναλυτικά δίνονται στον πίνακα 1-1 του παραρτήματος.

- *«Καθαρισμός» παραγόντων.* Δημιουργία υποπαραγόντων, διαμορφωμένοι ως ερωτήσεις, οι οποίες θα «καθαρίσουν» περαιτέρω κάθε μια από τις γενικές ερωτήσεις αξιολόγησης. Παραδείγματος χάριν, ένα κράτος που διαχειρίζεται τις αποφάσεις, θα έχει καθιερώσει τις διαδικασίες για τις μεγάλης κλίμακας εκκενώσεις. Ένα κράτος με ισχυρά προγράμματα εκπαίδευσης και εξάσκησης θα έχει τα σχέδια με τις διατάξεις για την κατάρτιση ενός εθελοντικού μόνιμου προσωπικού. Αναλυτικά δίνονται στον πίνακα 1-2 του παραρτήματος.
- *Συλλογή των σημαντικότερων πληροφοριών από τις ερωτήσεις.* Συγκέντρωση των πληροφοριών σχετικές με κάθε μια από τις ερωτήσεις, συμπεριλαμβανομένων των τρεχουσών ομοσπονδιακών οδηγιών και τα παραδείγματα της καλής εφαρμογής από τις διάφορες πηγές.
- *Ανάλυση των πληροφοριών μέσω μιας διαδικασίας συνεργασίας.* Η ομάδα των αναλυτών και των εμπειρογνομόνων αναλύουν από κοινού και συζήτησε τα στοιχεία και τις επιπτώσεις τους. Συνδυάζουν τις πληροφορίες τους και ορίζουν από κοινού τις εκτιμήσεις για κάθε ένα από τα σχέδια.
- *Διαχείριση της διαδικασίας σε διαφανή μορφή.* Από την αρχή, η ομάδα αξιολόγησης δεσμεύεται σε μια διαφανή διαδικασία. Οι ερευνητές και οι αναλυτές του προγράμματος συσκέπτονται εκτενώς, με όλους τους εμπλεκόμενους υπαλλήλους, πριν καθορίζουν τα κριτήρια. Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας, η ομάδα παρέχει τις τακτικά ενημερωμένες θέσης κατά την εξέλιξη της.

Ανάπτυξη κριτηρίων

Οι οκτώ παράγοντες που θα απεικονιστούν στις ερωτήσεις αξιολόγησης είναι οι ακόλουθοι:

1. Όλοι οι διαθέσιμοι ασφαλείς και πρακτικοί τρόποι μετακίνησης για τις εκκενώσεις.
2. Ο βαθμός στον οποίο τα σχέδια εκκένωσης συντονίζονται με τα γειτονικά κράτη (ή τις γειτονικές πόλεις) και τις παρακείμενες αρμοδιότητες.
3. Μέθοδοι γνωστοποίησης των σχεδίων εκκένωσης και προετοιμασίας των πολιτών πριν από τις εκκενώσεις.
4. Μέθοδοι συντονισμού επικοινωνίας με τα άτομα που εκκενώνουν, κατά την διάρκεια εκτέλεσης του σχεδίου.
5. Η διαθεσιμότητα των τροφίμων, του νερού, των χώρων ανάπαυσης, του εφοδιασμού με καύσιμα των σταθμών και των ευκαιριών για εύρεση καταφυγίων κατά μήκος των διαδρομών εκκένωσης.
6. Ο απαιτούμενος χρόνος εκκένωσης σύμφωνα με το σχέδιο.
7. Οι φυσικές και διανοητικές πιέσεις που συνδέονται με την εκκένωση.
8. Οι απώλειες του σχεδίου.

1.5 Άλλες μελέτες και συστήματα προσομοίωσης εκκένωσης – υποστήριξης σχεδιασμού – υποστήριξης αποφάσεων

1.5.1 Πρότυπα και λογισμικά προσομοίωσης

Έχουν γίνει αρκετές προσπάθειες να αναπτυχθούν τα πρότυπα προσομοίωσης για τη χρήση στον προγραμματισμό σε περιπτώσεις εκκενώσεων και είναι χρήσιμο να προσπαθήσουμε να τα ταξινομήσουμε ώστε να γίνει κατανοητή η μέθοδος που υιοθετείται. Γενικά, υπάρχουν τρεις πιθανές μέθοδοι που υιοθετούνται στην ανάπτυξη τέτοιων μοντέλων-προσομοιωτών κυκλοφορίας, και τα δύο από αυτά, μικρο-προσομοιωτής (micro-simulators) και μακρο-προσομοιωτής (macro-simulations) αναφέρονται από τον Southworth [ΞΠ 53].

Micro-simulators

Στους μικρο-προσομοιωτές, γίνεται μια προσπάθεια να ακολουθηθεί η λεπτομερής μετακίνηση των μεμονωμένων οντοτήτων στο οδικό δίκτυο που προσομοιώνεται. Οι οντότητες αυτές μπορεί να είναι ιδιωτικά αυτοκίνητα, λεωφορεία ή φορτηγά ή επίσης άνθρωποι, μεμονωμένα ή κατά ομάδες. Παραδείγματα μικρο-προσομοιωτών δίνονται στα Mahmassani [ΞΠ 34], Peat, Marwick και Mitchell [ΞΠ 38], Rathi και Santiago [ΞΠ 47] και Stern και Sinuany- Stern [ΞΠ 55]. Το προφανές πλεονέκτημα των μικρο-προσομοιωτών είναι ότι η προσομοίωση είναι σε θέση να ακολουθήσει την κάθε λεπτομέρεια, καθιστώντας έτσι πολύ εύκολη την εισαγωγή πραγματικών παραγόντων, όπως η κυκλοφοριακή συμφόρηση, η επέμβαση αστυνομίας και οι διακοπές των οχημάτων που μπορεί να εμποδίσουν την πρόοδο μιας εκκένωσης.

Macro-simulators

Οι μακρο-προσομοιωτές δεν κάνουν καμία προσπάθεια να ακολουθήσουν τη λεπτομερή συμπεριφορά των μεμονωμένων οχημάτων και είναι βασισμένοι στις εξισώσεις που προέρχονται από τις αναλογίες με τις ρευστές ροές στα δίκτυα. Παραδείγματα μακρο-προσομοιωτών αναπτύσσονται στα Sheffi [ΞΠ 51], McLean [ΞΠ 36], Hobioka και Jamie [ΞΠ 24] και Southworth και Chin [ΞΠ 54]. Μερικοί μακρο-προσομοιωτές είναι συγκριτικά αμετάβλητοι, δεδομένου ότι ανταπεξέρχονται μόνο στις σταθερές κρατικές συνθήκες, αλλά αυτό μπορεί να μην είναι ακριβές στο δυναμικό και μερικές φορές χαστικό περιβάλλον μιας εκκένωσης έκτακτης ανάγκης. Το κύριο πλεονέκτημα τους είναι ότι είναι λιγότερο υπολογιστικά απαιτητικοί από τους μικρο-προσομοιωτές. Δεν υπάρχει καμία ανάγκη να διατηρηθούν οι πληροφορίες για χιλιάδες μεμονωμένες οντότητες, αντ' αυτού οι μεταβλητές ενημερώνονται ανά διαστήματα από τις δυναμικές εξισώσεις.

Meso-simulators

Οι μέσο-προσομοιωτές είναι ένας συμβιβασμός μεταξύ των δύο προσεγγίσεων που αναφέρθηκαν παραπάνω και εμπεριέχουν μια ασυνεχή προσομοίωση που ακολουθεί τις μετακινήσεις των ομάδων των οχημάτων. Αυτή η προσέγγιση (παραδείγματος χάριν το αμερικάνικο σύστημα US Federal Emergency Management Agency's I-Dynev system [ΞΠ 18] και το ενσωματωμένο τους σύστημα διαχείρισης έκτακτης ανάγκης Integrated Emergency Management System [ΞΠ 5]) αναπτύχθηκε λόγω μιας ανάγκης να βρεθεί κάποιος τρόπος να μειωθούν οι υπολογιστικές απαιτήσεις έμφυτα σε μια μικρο-προσομοίωση χωρίς απώλεια της ανάγκης για τις σχετικά λεπτομερείς αλληλεπιδράσεις. Λαμβάνοντας υπόψη τους υπολογισμούς των δοθέντων εξελίξεων ανάπτυξης φαίνεται ότι δεν χρίζει μεγάλη ανάγκη να χρησιμοποιηθεί αυτή η προσέγγιση για λόγους προγραμματισμού. Εντούτοις, έχουν ακόμα τη θέση τους σε εφαρμογές στον πραγματικό χρόνο, και ο Barcello [ΞΠ 3] περιγράφει μια τέτοια

προσπάθεια να χρησιμοποιηθεί ένας μέσο-προσομοιωτής στη διαχείριση αστικής κυκλοφορίας σε πραγματικό χρόνο.

Παγκοσμίως έχουν αναπτυχθεί πολυάριθμα πρότυπα προσομοίωσης και αναλυτικά εργαλεία για να βοηθήσουν στο σχεδιασμό, τη λειτουργία, τη διαχείριση, και την αξιολόγηση των σχεδίων και των πολιτικών εκκένωσης σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης καθώς επίσης και πρότυπα λογισμικού προσομοίωσης κυκλοφορίας για τον προγραμματισμό της εκκένωσης. Τα πρότυπα αυτά είναι τα εξής:

Πρότυπα προσομοίωσης και αναλυτικά εργαλεία

- **Evacuation Traffic Information System (ETIS-PBS&J, 2000)**

Η FHWA υποστηρίζει το ETIS, το οποίο είναι ένα πρόγραμμα βασισμένο στο WEB, που διευκολύνει τη διανομή των πληροφοριών της εκκένωσης και της κυκλοφορίας μεταξύ των παράκτιων κρατών στον Περσικό Κόλπο και στο νοτιοανατολικό τμήμα από το Τέξας στη Βιρτζίνια. Το ETIS υποστηρίζει τις αποφάσεις όπως ο τύπος εκκένωσης (π.χ. εθελοντική, υποχρεωτική, οργανωμένη) και την εκτέλεση των επιχειρήσεων αντιροής (contraflow) ή παρόδου-αντιστροφής (lane-reversal) και έχει την ικανότητα να ενσωματώνει τις πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο. Το ETIS αναπτύχθηκε αρχικά από το σώμα στρατού των μηχανικών προστασίας των ΗΠΑ (U.S. Army Corps of Engineers auspices), αλλά τώρα είναι υπό την αιγίδα της FHWA και για την ανάπτυξη του ασχολούνται οι ιδιωτικοί υπεύθυνοι της FHWA.

- **Evacuation Travel Demand Forecasting System**

Πρόκειται για ένα σύστημα διαμόρφωσης και ανάλυσης μεγάλης έκτασης εκκένωσης που αναπτύχθηκε ύστερα από τα επακόλουθα του τυφώνα Floyd, για να καλύψει την ανάγκη να προβλεφθούν και να εκτιμηθούν οι μεγάλοι όγκοι της κρατικής κυκλοφορίας. Αυτό είναι ένα σύστημα πρόβλεψης της απαίτησης της μετακίνησης, βασισμένο στο WEB, το οποίο προβλέπει την κυκλοφοριακή συμφόρηση κατά την διάρκεια μιας εκκένωσης, για τη βόρεια Καρολίνα, τη νότια Καρολίνα, τη Γεωργία, και τη Φλόριντα. Σχεδιάστηκε έτσι ώστε οι αρμόδιοι διαχείρισης εκτάκτων αναγκών να μπορούν να έχουν απευθείας πρόσβαση στο πρότυπο και να εισαγάγουν την κατηγορία του τυφώνα, το αναμενόμενο ποσοστό συμμετοχής εκκένωσης, την κατοίκηση τουριστών και την αναλογία προορισμών για τους πληγείσες περιοχές. Τα αποτελέσματα του προτύπου περιλαμβάνουν το αναμενόμενο επίπεδο συμφόρησης σε σημαντικές εθνικές οδούς και πίνακες των όγκων των οχημάτων που αναμένονται για να διασχίσουν τις κρατικές γραμμές, σύμφωνα με τις οδηγίες.

- **HAZUS-MH (Hazard U.S. – Multi-Hazards)**

Αναπτυγμένο από τη FEMA (Federal Emergency Management Agency), αυτό το πρότυπο είναι ένα πρόγραμμα αξιολόγησης και εκτίμησης του κινδύνου απώλειας που συνοδεύουν τους σεισμούς, τους τυφώνες και τις πλημμύρες. Με την απομίμηση του φυσικού κόσμου των κτηρίων και των δομών και έπειτα με την ένταξη του στις σύνθετες συνέπειες ενός γεγονότος κινδύνου, οι χρήστες μπορούν να εφαρμόσουν αυτό το εργαλείο για να προετοιμαστούν για μια φυσική καταστροφή, για να ανταποκριθούν στην απειλή και να αναλύσουν την πιθανή απώλεια ζωής, τους τραυματισμούς και τις ζημιές στις ιδιοκτησίες. Μπορεί να επιτρέψει μια κοινή αξιολόγηση, χρησιμοποιώντας τα βασικά στοιχεία που λαμβάνονται από τους εθνικούς δημόσια διαθέσιμους πόρους και τους πόρους που συμπληρώνονται με ακριβή στοιχεία από τους τοπικούς χρήστες.

- **CATS/JACE (Consequence Assessment Tool Set/Joint Assessment of Catastrophic Events)**

Αναπτυγμένο κάτω από την καθοδήγηση της FEMA και της αντιπροσωπείας μείωσης αμυντικής απειλής (Defense Threat Reduction Agency - DTRA), το λογισμικό CATS/JACE παρέχει ανάλυση της καταστροφής σε πραγματικό χρόνο, με μια σειρά πληροφοριών που ενσωματώνεται από ποικίλες πηγές. Το λογισμικό είναι αναπτυσσόμενο για τις πραγματικές έκτακτες ανάγκες, έχοντας όμως τις προϋποθέσεις να συμπεριλάβει τον πιθανό και λογικό προγραμματισμό, καθώς επίσης και τις διαχείρισης των συνεπειών.

Το πρόγραμμα CATS ενσωματώνει την πρόβλεψη κινδύνου, την αξιολόγηση των συνεπειών και τα διοικητικά εργαλεία έκτακτης ανάγκης με τα κρίσιμα στοιχεία πληθυσμών και υποδομής. Χρησιμοποιεί τα εργαλεία και τα στοιχεία που προβλέπουν τις περιοχές κινδύνου, που προκαλούνται από ανθρωπογενείς παράγοντες και φυσικές καταστροφές, όπως οι σεισμοί και οι τυφώνες. Βοηθά στον υπολογισμό της παράλληλης ζημίας στις εγκαταστάσεις, τους πόρους και την υποδομή, και δημιουργεί τις στρατηγικές μετριασμού.

- **Hurricane and Evacuation (HURREVAC- COE, 1994)**

Το HURREVAC είναι ένα πρότυπο που αναπτύσσεται συγκεκριμένα για τις εκκενώσεις τυφώνα. Αναπτύχθηκε από το USACE εξ' ονόματος της FEMA, για χρήση από τους διαχειριστές έκτακτης ανάγκης. Είναι ένα λειτουργικό εργαλείο, που βοηθά τους ιθύνοντες πριν και κατά τη διάρκεια μιας εκκένωσης. Αντλεί τις πληροφορίες από μια ευρεία γκάμα πηγών, συμπεριλαμβανομένου του NHC, τις εκτιμήσεις κατακλυσμού από το πρότυπο SLOSH και τις πληροφορίες για τη θέση, την απομένουσα χωρητικότητα και τις πιθανότητες πλημμύρας όλων των καταφυγίων στην περιοχή. Εκτιμά επίσης το χρόνο που απαιτείται για την εκκένωση, τον οποίο χρησιμοποιούν οι αρμόδιοι για τις περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης, για να καθορίσουν πότε θα αρχίσει η εκκένωση. Επιπλέον, χρησιμοποιεί τα στοιχεία GIS για να συσχετίσει τα δημογραφικά στοιχεία με τις θέσεις καταφυγίων και την εγγύτητά τους στις διαδρομές εκκένωσης και για να υπολογίσει τις επιπτώσεις των αποφάσεων στρατηγικής εκκένωσης.

- **Network Emergency Evacuation (NETVAC)**

Το NETVAC αναπτύχθηκε από τους Yossi Sheffi, Hani S. Mahmassani και W.B. Powell, στο ίδρυμα τεχνολογίας της Μασαχουσέτης το 1982, ως μέρος της αντίδρασης στο περιστατικό των πυρηνικών αντιδραστήρων στο Three-Mile Island το 1979. Ενώ μια ισχυρή άποψη για απάντηση σε αυτές τις περιπτώσεις είναι η προσομοίωση από το σημείο-A-στο-σημείο-B, στην πράξη είναι περιορισμένη εφαρμογές εκκένωσης τυφώνα, η οποία περιλαμβάνει συχνά πολλαπλά σημεία A και B. Εντούτοις, οι διαχειριστές μεταφορών και έκτακτης ανάγκης μπορούν να επιδιώξουν να χρησιμοποιήσουν αυτό το πρότυπο για να αναλύσουν την επιλογή διαδρομών, τους ελέγχους διασταυρώσεων και τη διαχείριση παρόδων [ΕΠ 51].

- **MASS eVACuation (MASSVAC-VP, 1985)**

Αυτό είναι ένα μεγάλο πρότυπο που αναπτύχθηκε αρχικά με σκοπό τη διαμόρφωση των εκκενώσεων των εγκαταστάσεων πυρηνικής ενέργειας. Δημιουργήθηκε μετά το NETVAC από τους Antoine G.Hobeika και Changkyun Kim το 1985, «ως πρότυπο προσομοίωσης που σχεδιάστηκε για την ανάλυση και την αξιολόγηση των σχεδίων εκκένωσης για τις αστικές περιοχές που απειλούνται από τις φυσικές καταστροφές» συμπεριλαμβανομένων των πλημμυρών, των τυφώνων, των τσουνάμι και άλλων

παρόμοιων γεγονότων. Μπορεί να προσομοιώσει τη ροή στα δίκτυα εθνικών οδών και τις διαθέσιμες αποδοτικές διαδρομές από μια περιοχή κινδύνου στα κοντινότερα καταφύγια, καθώς και το χρόνο εκκένωσης για το δίκτυο. Εξετάζει επίσης την κυκλοφοριακή ροή στη μεγάλη κλίμακα των νομών και «έχει χρησιμοποιηθεί σε διάφορες εφαρμογές, συμπεριλαμβανομένης μιας δοκιμής των λειτουργικών στρατηγικών για εκκένωση τυφώνα στη Βιρτζίνια» [ΞΠ 24].

- **Oak Ridge Evacuation Modeling System (OREMS-ORNL, 1999)**

Αυτό είναι ένα εργαλείο ανάλυσης εκκένωσης το οποίο σχεδιάστηκε με σκοπό να μιμηθεί την κυκλοφοριακή ροή κατά τη διάρκεια των διάφορων προσανατολισμένων για άμυνα εκκενώσεων έκτακτης ανάγκης. Το πρότυπο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να υπολογιστούν οι χρόνοι εκκένωσης και να προσδιοριστούν τα λειτουργικά χαρακτηριστικά κυκλοφορίας και άλλες πληροφορίες όπως οι διαδρομές εκκένωσης και οι απαραίτητοι χρόνοι για να αναπτυχθούν τα σχέδια εκκένωσης. Επιτρέπει επίσης στους χρήστες να πειραματιστούν με τις εναλλασσόμενες διαδρομές, τους προορισμούς, τις στρατηγικές ελέγχου της κυκλοφορίας και διαχείρισης και τα ποσοστά απάντησης ατόμων που εκκενώνουν την περιοχή [ΞΠ 48]

- **Sea, Lake, and Overland Surges from Hurricanes (SLOSH)**

Το πιο ευρέως εφαρμοσμένο πρότυπο για την ανάλυση εκκένωσης λόγω πλημμύρας, είναι το πρότυπο SLOSH. Αναπτυγμένο από το NWS (National Weather Service) για να προβλέψει το κύμα θύελλας τυφώνα για ένα δεδομένο σύνολο όρων (π.χ., δύναμη τυφώνα, ταχύτητα αέρα, κατεύθυνση της μετακίνησης, και γεωγραφία), χρησιμοποιείται επίσης για να βοηθήσει το σχεδιασμό των διαδρομών εκκένωσης και να εντοπίσει τα καταφύγια έκτακτης ανάγκης βασισμένα σε εκτιμήσεις, των οποίων οι γεωγραφικές περιοχές θα μπορούσαν να πλημμυρίσουν κάτω από ορισμένα σενάρια θύελλας. Το NHC (National Hurricane Center), σε συντονισμό με την ομοσπονδιακό κράτος και τις τοπικές οργανώσεις, έχουν αναπτύξει τα πρότυπα SLOSH, για πάνω από 38 λεκάνες ύδατος κατά μήκος παράκτιων περιοχών του Ατλαντικού και Ειρηνικού ωκεανού, με 14 «λεκάνες SLOSH» που καλύπτουν το κράτος της Φλόριντα.

- **Dynamic Network Evacuation (DYNEV-KLD, 1982)**

Πρόκειται για ένα μακροσκοπικό μοντέλο για την προσομοίωση της εκκένωσης περιοχών πολύ κοντά σε εγκαταστάσεις πυρηνικής ενέργειας, ενισχυμένο για να διαμορφώνει τις διαδικασίες προγραμματισμού για περιπτώσεις τυφώνα και για να αναλύει την ικανότητα των δικτύων και τις απαιτήσεις των εκκενώσεων. Δεν έχει όμως την ικανότητα να ενσωματώσει τις πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο [ΞΠ 28].

- **Decision Support System for Evacuation Planning in Taiwan (TEVACS)**

Αυτό το πρότυπο διαμορφώθηκε το 1990 για να εξετάσει συγκεκριμένα την εκκένωση μεγάλων πόλεων στην Ταϊβάν. Οι μεγάλες πόλεις στην Ταϊβάν δεν στηρίζονται στα αυτοκίνητα για την εκκένωση. Αντ' αυτού υπάρχει ένας συνδυασμός των αυτοκινήτων, της δημόσιας συγκοινωνίας, των μοτοσικλετών και των ποδηλάτων που πρέπει να περιληφθούν στο πρότυπο, για να εξετάσει αληθινά το πρόβλημα. Για να αντιμετωπιστεί η ποικιλία των τρόπων για εκκένωση, ο Han μετέτρεψε τον κάθε τρόπο σε μια καθολική μονάδα που ονομάστηκε PCU (Passenger Car Unit). Αυτές οι μονάδες χρησιμοποιούνται στη συνέχεια στις διαδρομές με ποικίλες ικανότητες, για να καθοριστεί ο χρόνος και το πεδίο της εξόδου. Το TEVACS είναι πολύ ευέλικτο, καθώς πολλές από τις παραμέτρους μπορούν να αλλάξουν και να εξεταστούν για την ευαισθησία τους στον έλεγχο μιας εκκένωσης [ΞΠ 21].

- **Transportation Simulation System (TRANSIMS)**

Το TRANSIMS είναι ένα πολλά υποσχόμενο εργαλείο διαμόρφωσης λόγω της μοναδικής ικανότητάς του να καλύπτει τις μεγάλες μητροπολιτικές περιοχές (και επομένως εκτεταμένα αποτελέσματα) ενώ ταυτόχρονα απομιμείται μικροσκοπικά τις κινήσεις διαφυγής όλων των ατόμων. Αν και τα άτομα στο TRANSIMS συνθέτουν έναν «συνθετικό» πληθυσμό (που εδρεύει στις παρεκτάσεις των στοιχείων απογραφής), τα ίχνη τους οποιαδήποτε στιγμή της ημέρας είναι γνωστά και τα πρότυπα συμπεριφοράς μπορούν να ενσωματωθούν όπως απαιτούνται. Λόγω της ανάγκης για ενισχυμένα μέτρα ασφάλειας και διαθεσιμότητας νέων μεθοδολογιών για τη διαμόρφωση σεναρίου έκτακτης ανάγκης, οι ερευνητές της TRACC και η ομάδα εργασίας για την τρομοκρατία του Ιλινόις (Illinois Terrorism Task Force - ITTF) χρησιμοποίησαν το πρότυπο TRANSIMS για να μιμηθούν την πρόοδο και τον αντίκτυπο των εκκενώσεων έκτακτης ανάγκης στην επιχειρησιακή περιοχή του Σικάγου.

- **Transportation Evacuation Decision Support System (TEDSS)**

Ένα πρότυπο που έχει αναπτυχθεί σκοπεύοντας ειδικά στον σχεδιασμό και τη λειτουργία εκκενώσεων γύρω από τις εγκαταστάσεις πυρηνικής ενέργειας. Το πρότυπο υποδιαιρεί την περιοχή εκκένωσης 10 μιλίων, που μετριέται με κέντρο τις εγκαταστάσεις πυρηνικής ενέργειας, στις ζώνες προγραμματισμού έκτακτης ανάγκης (Emergency Planning Zones - EPZ). Τα άτομα που εκκενώνουν την περιοχή "φορτώνονται" στο δίκτυο που είναι βασισμένο στον τύπο εκκένωσης, τις καιρικές συνθήκες, το αν είναι νύχτα ή ημέρα και το αν κλιμακώνεται η εκκένωση αργά ή γρήγορα. Τα αποτελέσματα του προτύπου παρουσιάζουν τους χρόνους εκκένωσης, τις διαδρομές εκκένωσης και τις αναμενόμενες δυσχέρειες στο δίκτυο. Το πρότυπο έχει εφαρμοστεί για να αναπτύξει τα σχέδια εκκένωσης γύρω από τους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος Surry στη Βιρτζίνια [ΞΠ 25].

- **Regional evacuation modeling system (REMS)**

Δημιουργήθηκε από τον Suleyman Tufekci του πανεπιστημίου της Φλόριντας το 1990, στοχεύοντας στην επίλυση του προβλήματος τυφώνα της πόλης. Πρόκειται για ένα μοντέλο σχεδιασμού εκκένωσης λόγω τυφώνα βασισμένο σε ηλεκτρονικό υπολογιστή. Το λογισμικό χρησιμοποιεί την προσομοίωση καθώς επίσης και διάφορα πρότυπα βελτιστοποίησης δικτύων, στον υπολογισμό του χρόνου εκκένωσης και της κυκλοφοριακής ροής σε ένα δεδομένο οδικό δίκτυο. Το σύστημα είναι πολύ ισχυρό και φιλικό προς το χρήστη. Ένα από τα σημαντικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα του REMS είναι η δυνατότητά του να χρησιμοποιείται σε πραγματικό χρόνο [ΞΠ 57].

- **Configurable Evacuation Management and Planning System (Cemps)**

Το CEMPS είναι ένα πρωτότυπο χωρικό σύστημα υποστήριξης απόφασης, που συνδέει την τοπογραφική υποστήριξη και την ανάλυση που παρέχονται από ένα γεωγραφικό σύστημα πληροφοριών, ARC/INFO, με τη δυνατότητα να προσομοιωθεί η δυναμική μιας διαδικασίας εκκένωσης. Έχει σχεδιαστεί με σκοπό να επιτρέπει, στους αρμόδιους για το σχεδιασμό έκτακτης ανάγκης, να πειραματιστούν με τα διαφορετικά σχέδια εκκένωσης έκτακτης ανάγκης, προκειμένου να επινοηθεί ένα σχέδιο που να καλύπτει τις απαιτήσεις τους [ΞΠ 43].

- **TransModeler (Caliper, 2000)**

Το TransModeler είναι ένα προϊόν προσομοίωσης κυκλοφορίας για τον προγραμματισμό κυκλοφορίας εκτενών ζωνών, τη διαχείριση κυκλοφορίας και τις

μελέτες εκκένωσης έκτακτης ανάγκης και κυκλοφόρησε αρχικά το Δεκέμβριο του 2005. Μπορεί να ζωντανέψει τη συμπεριφορά των πολύμορφων συστημάτων κυκλοφορίας για να παρουσιάσει τη ροή των οχημάτων, τη λειτουργία των σημάτων κυκλοφορίας και τη γενική απόδοση του δικτύου μεταφορών. Μπορεί να μιμηθεί όλα τα είδη οδικών δικτύων, από τους αυτοκινητόδρομους έως τους δρόμους στο κέντρο μιας πόλης και μπορεί να αναλύσει τα ευρέα πολύμορφα δίκτυα της περιοχής με μεγάλη λεπτομέρεια και με υψηλή πιστότητα. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί με το TransCAD για να παράγει μια ολοκληρωμένη ικανότητα να εκτελεσθεί η λειτουργική ανάλυση των προγραμμάτων και των σχεδίων μεταφορών.

Πρότυπα λογισμικού προσομοίωσης κυκλοφορίας

- **Dynamic Network Assignment-Simulation Model for Advanced Road Telematics (DYNASMART-P)**

Η FHWA (Federal Highway Administration) υποστήριξε την ανάπτυξη αυτού του προτύπου από το πανεπιστήμιο της Maryland, για την υποστήριξη των αποφάσεων στις διαδικασίες σχεδιασμού και κυκλοφορίας των δικτύων, μέσω της χρήσης προσομοιωτών βασισμένων στη δυναμική ανάθεση της κυκλοφορίας. Η FHWA εξετάζει την εφαρμογή αυτού του προτύπου για τη ανάλυση της διαχείρισης μεταφορών σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης [ΞΠ 29].

- **Traffic Estimation and Prediction System (TrEPS)**

Η FHWA έχει εργαστεί πάνω στα δυναμικά ερευνητικά προγράμματα ανάθεσης κυκλοφορίας. Ο κύριος στόχος των ερευνητικών προγραμμάτων είναι να εξελιχθεί ένα αναπτυσσόμενο σύστημα εκτίμησης και πρόβλεψης της χρονικής κυκλοφορίας.

- **CORridor SIMulation (CORSIM)**

Το CORSIM είναι ένα πρόγραμμα μικροϋπολογιστής προσομοίωσης που αναπτύχθηκε από τη FHWA το 1996. Έχει εξελιχθεί με την πάροδο του χρόνου από δύο χωριστά προγράμματα προσομοίωσης κυκλοφορίας: το NETSIM ή TRAF-NETSIM (για την προσομοίωση της επιφάνειας των δρόμων και το FRESIM (για την προσομοίωση αυτοκινητοδρόμων), τα οποία είναι παλαιότερα προγράμματα που αναπτύχθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν ευρέως πολύ προτού CORSIM ήταν διαθέσιμο. Το CORSIM συνδύασε τα δύο αυτά προγράμματα προκειμένου να υπάρξει η δυνατότητα να αναλύσει τα πλήρη συστήματα. Ένα πλεονέκτημα του λογισμικού CORSIM είναι ότι έχει βελτιωθεί, καθώς είναι βασισμένο στην εισαγωγή δεδομένων από διαφορετικούς χρήστες από όλη τη χώρα. Είναι ένα εργαλείο που μιμείται την κυκλοφορία τους όρους ελέγχου της κυκλοφορίας στα συνδυασμένα δίκτυα οδών και αυτοκινητόδρομων επιφάνειας. Καθορίζει πώς οι στρατηγικές εφαρμοσμένης μηχανικής και ελέγχου κυκλοφορίας επιδρούν στην απόδοση ενός λειτουργικά ορισμένου δικτύου, όπως εκφράζονται από την MOEs (Measures of Effectiveness) [ΞΠ 52].

- **FREeway SIMulation (FRESIM)**

Το πρότυπο προσομοίωσης FRESIM, που αναπτύχθηκε από την FHWA, είναι ένα μικροσκοπικό, πιθανολογικό πρότυπο προσομοίωσης υπολογιστών, ικανό να μιμείται τις διαδικασίες της κυκλοφορίας στους αυτοκινητόδρομους. Είναι ένα πρότυπο αυτοκινητόδρομων που διαμορφώνει τις συνεχείς εγκαταστάσεις, συμπεριλαμβανομένων κατηγοριοποιημένων οδών ταχείας κυκλοφορίας και των διακρατικών αυτοκινητόδρομων.

- **NETSIM**

Το NETSIM είναι ένα από δύο πρότυπα μικρο-προσομοίωσης που περιλαμβάνονται στο λογισμικό CORSIM. Σχεδιάστηκε για την αστική διαμόρφωση οδών επιφάνειας. Είναι ένα αρτηριακό πρόγραμμα ανάλυσης που διαμορφώνει τις αρτηρίες με τις τραχύς διασταυρώσεις. Στο NETSIM, κάθε όχημα είναι ένα ευδιάκριτο αντικείμενο που κινείται κάθε δευτερόλεπτο. Κάθε μεταβλητή συσκευή ελέγχου (όπως τα σήματα κυκλοφορίας) και κάθε γεγονός ενημερώνονται κάθε δευτερόλεπτο. Επιπλέον, κάθε όχημα προσδιορίζεται ανά κατηγορία (αυτοκίνητο, φορτηγό ή λεωφορείο) και από τον τύπο (μέχρι και 16 διαφορετικοί τύποι οχημάτων).

Το NETSIM είναι από τη φύση του ένα πιθανολογικό πρότυπο και καθορίζει τα σχέδια κυκλοφορίας βασισμένα σε έναν τυχαίο αριθμό “σπόρων” που μπορεί να εκδοθεί από τον προγραμματιστή. Το σύστημα προσομοίωσης χρησιμοποιεί μια πολλαπλασιαστική τεχνική αντιστοίχισης για να παραχθούν οι τυχαίοι αριθμοί, οι οποίοι χρησιμοποιούνται έπειτα για να μιμηθούν τα τυχαία στοιχεία της κυκλοφοριακής ροής [ΞΠ 45].

- **Paramics**

Το Quadstone Paramics είναι μια σουίτα διαμόρφωσης των μικροσκοπικών εργαλείων προσομοίωσης που παρέχουν μια ισχυρή, ενσωματωμένη πλατφόρμα για τη διαμόρφωση μιας πλήρους σειράς των πραγματικών προβλημάτων κυκλοφορίας και μεταφορών και χρησιμοποιούνται σε περισσότερες από 40 χώρες. Τα μοντέλα Paramics συνδυάζονται για να βελτιώσουν τη χρησιμότητα, την ενσωμάτωση και την παραγωγικότητα, επιτρέποντας στους χρήστες και στους πελάτες να πάρουν τις προστιθέμενες τιμές από τη διαδικασία διαμόρφωσης. Το λογισμικό Paramics είναι πλήρως εξελίσσιμο και σχεδιασμένο για να χειριστεί τα σενάρια τόσο εκτεταμένα όσο μια ενιαία διασταύρωση, κατευθείαν σε έναν κορεσμένο αυτοκινητόδρομο ή τη διαμόρφωση του συστήματος κυκλοφορίας μιας ολόκληρης πόλης [ΞΠ 8, 10, 11].

- **EMME**

Το EMME είναι ένα εργαλείο ανάλυσης δικτύων μεταφορών. Πρόκειται για ένα περίπλοκο πακέτο λογισμικού που βοηθά τους αρμόδιους σχεδιασμού μεταφορών να διαμορφώσουν πώς θα κινηθούν οι άνθρωποι μέσω ενός δικτύου μεταφορών κάτω από ένα δεδομένο σύνολο όρων. Όπως το ArcInfo, τα δίκτυα EMME αποτελούνται από τα τόξα και τους κόμβους, με ιδιότητες βασισμένες στα τόξα, όπως η ικανότητα και ο αριθμός παρόδων σε καθεμία κατεύθυνση. Επιπλέον, το EMME αντιπροσωπεύει μια διπλής κατεύθυνσης οδό με δύο τόξα [ΞΠ 49].

- **Microscopic Traffic Simulator (MITSIM)**

Το MITSIM είναι ένα πρότυπο που αναπτύχθηκε από την MITSIMLab (ένα εργαστήριο βασισμένο στην προσομοίωση) [ΞΠ 63]. Ο ρόλος του είναι να αντιπροσωπευθεί «ο κόσμος.» Τα στοιχεία της κυκλοφορίας και των δικτύων, αντιπροσωπεύονται λεπτομερώς προκειμένου να συλλάβουν την ευαισθησία των κυκλοφοριακών ροών στις στρατηγικές ελέγχου και δρομολόγησης. Είναι το μόνο μικροσκοπικό μοντέλο προσομοίωσης που χρησιμοποιεί τις συνολικές πληροφορίες κυκλοφορίας (ταχύτητα, ροή και πυκνότητα) για:

- Αυτόματη βαθμονόμηση.
- Συστηματική, βελτιστοποιημένη βαθμονόμηση των καθορισμένων παραμέτρων.
- Σύνδεση εκτιμήσεων απαιτούμενων χρόνων.

- **VISSIM**

Είναι ένα μικροσκοπικό πολύμορφο λογισμικό προσομοίωσης κυκλοφοριακής ροής. Αναπτύχθηκε από την PTV (Planung Transport Verkehr AG) στην Καρλσρούη της Γερμανίας. Το όνομα προέρχεται από «Verkehr In Städten - SIMulationsmodell» (γερμανικά για το «κυκλοφορία στις πόλεις - πρότυπο προσομοίωσης») και από το 1992 είναι παγκόσμιος πρωτοπόρος στην αγορά, μέχρι σήμερα. Αποτελεί ένα εξαιρετικά ρεαλιστικό μοντέλο της κυκλοφορικής ροής, που με το μοναδικά υψηλό επίπεδο λεπτομέρειάς του, μιμείται ακριβώς την αστική κυκλοφορία και την κυκλοφορία εθνικών οδών, συμπεριλαμβανομένων των πεζών, των ποδηλατών και των μηχανοκίνητων οχημάτων. Το VISSIM είναι ιδανικό εργαλείο για τους επαγγελματίες μεταφορών που θέλουν να μιμηθούν τα διαφορετικά σενάρια κυκλοφορίας πριν αρχίζουν την εφαρμογή. Τους επιτρέπει να βρουν μια λύση που να λαμβάνει υπόψη την ποιότητα της κυκλοφορίας, την ασφάλεια και το κόστος, καθώς επίσης προσφέρει τη μοναδική ευκαιρία να ενσωματωθούν οι πολίτες στη διαδικασία λήψης αποφάσεων [ΞΠ 22].

Σε αυτό το σημείο πρέπει να προστεθεί ένα ρεαλιστικό τρισδιάστατο πρότυπο υπολογιστών, που αναπτύχθηκε από τον Paul Torrens το 2007 για τον σχεδιασμό συνθηκών πανικού σε αστικές περιοχές (Modeling Urban Panic) και μπορεί να προβλέψει τη συμπεριφορά του πλήθους στις διάφορες χωρικές διαμορφώσεις. Επίσης, η Savannah Simulations AG, έχει αναπτύξει ένα λογισμικό μικροπροσομοίωσης, το SimWalk PRO, το οποίο προσομοιώνει την κίνηση των πεζών για την διαχείριση της κυκλοφορίας, τον προγραμματισμό εκκένωσης και τον αστικό σχεδιασμό. Τέλος, η APC (Advanced Practice Center), ανέπτυξε το Urban to Rural Evacuation Modeling Tool, μια online, βασισμένη σε χάρτη (map-based) εφαρμογή, που προβλέπει το κύμα πληθυσμού που καταφεύγει στις προαστικές και αγροτικές περιοχές, μετά από πιθανές αστικές καταστροφές. Οι χρήστες αυτής της εφαρμογής μπορούν να επιλέξουν μεταξύ τριών σεναρίων καταστροφής: "ρυπαρή" βόμβα, πανδημική γρίπη ή χημικό γεγονός.

1.5.2 Άλλες μελέτες

Διάφορες εργασίες έχουν χρησιμοποιήσει τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών (GIS) στην ενίσχυση του προγραμματισμού εκκένωσης [ΞΠ 2, 30, 31], άλλες πρότειναν τη χρήση του ευφυούς συστήματος μεταφορών (ITS) [ΞΠ 4, 37, 58, 65] κατά τη διάρκεια μιας εκκένωσης, και άλλες αξιολογούν τις απώλειες και τα οφέλη από το δικαίωμα προαγοράς οχημάτων σε περιπτώσεις κινδύνου (Emergency Vehicle Preemption - EVP) [ΞΠ 6, 32, 33, 35].

Ένα πλήθος εργασιών έχει εξετάσει την ανθρώπινη συμπεριφορά σε μια εκκένωση [ΞΠ 55, 40], άλλες εργασίες έχουν εξετάσει τις διάφορες πτυχές των απαιτήσεων της μετακίνησης σε μια γεωγραφική εκκένωση [ΞΠ 12, 14], έχουν αναπτυχθεί μεθοδολογίες δρομολόγησης εκκένωσης [ΞΠ 7, 10, 16] για να βοηθήσουν στη γρήγορη μετακίνηση των ατόμων από την περιοχή εκκένωσης, μετά από ένα περιστατικό έκτακτης ανάγκης, έχει αναπτυχθεί μια διαδικασία πέντε - βημάτων [ΞΠ 53], παρόμοια στη φύση με το πρότυπο προγραμματισμού μεταφορών τεσσάρων - βημάτων για τη χρήση στον προγραμματισμό εκκένωσης. Επιπλέον, έχει γίνει μια περιεκτική αναθεώρηση των πολιτικών και των σχεδίων εκκένωσης σε εθνικό επίπεδο [ΞΠ 58], δοκιμασμένα υπάρχοντα σχέδια εκκένωσης βασισμένα στα αναλυτικά και αποτελέσματα προσομοίωσης [ΞΠ 49, 52], καθώς επίσης και πολυάριθμες εργασίες που έχουν εξετάσει την εκκένωση σε περίπτωση τυφώνα [ΞΠ 50, 60]. Η πλειοψηφία αυτών των εργασιών απευθύνονται σε συγκεκριμένες ανησυχίες των κρατών που βρίσκονται στις ακτές του Περσικού Κόλπου και στις ανατολικές ακτές των Ηνωμένων Πολιτειών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΟΡΙΟΘΕΤΗΣΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

2.1 Σκοπός εργασίας

Ο σχεδιασμός και η οργάνωση μιας εκκένωσης είναι μια σοβαρή και δύσκολη διαδικασία, δεδομένου ότι έχει στόχο την ασφαλή μετακίνηση του πληθυσμού μιας περιοχής που διατρέχει κάποιον κίνδυνο. Υπάρχουν πολλοί παράγοντες που επηρεάζουν την εκκένωση και πρέπει να ληφθούν υπόψη και να μελετηθούν εκτενώς, καθώς μπορούν να έχουν επιπτώσεις στην διαδικασία και να επιφέρουν αρνητικά αποτελέσματα.

Η εργασία αυτή βλέπει το θέμα της εκκένωσης από την πλευρά της αξιολόγησης του χωρικού σχεδιασμού. Εμπειρικά, όλοι έχουμε βιώσει “εύκολες” ή “φιλικές” ως προς τις οδικές μετακινήσεις περιοχές, και άλλες, λιγότερο “φιλικές”. Η εκκένωση σε κατάσταση πανικού μεγενθύνει το πρόβλημα της φιλικότητας μιας περιοχής, η λειτουργία της οποίας μπορεί να αποβεί μοιραία για ανθρώπινες ζωές. Σκοπός λοιπόν της παρούσας εργασίας είναι να μελετηθούν κάποιοι παράγοντες χωροθέτησης δραστηριοτήτων και δομής οδικού δικτύου σε μια περιοχή και να εξαχθούν συμπεράσματα για τον βαθμό και τον τρόπο με τον οποίο αυτοί επηρεάζουν μια ενδεχόμενη εκκένωση σε κατάσταση πανικού. Εν προκειμένω για υπάρχουσες περιοχές, αυτό μπορεί να ιδωθεί ως ένα μέτρο της ασφάλειάς τους, για δε σχεδιαζόμενες χωροθετήσεις, αυτό μπορεί να είναι ένα εργαλείο εκ των προτέρων (ex-ante) αξιολόγησης της ασφάλειάς τους.

Το εργαλείο προσομοίωσης εκκένωσης που θα χρησιμοποιηθεί, έχει αναπτυχθεί σε ερευνητική δραστηριότητα σχετική με την ασφάλεια της περιοχής του Θριασίου Πεδίου, από τη Σχολή Χημικών Μηχανικών, και υπολογίζει τον οδικό φόρτο στους δρόμους κατά την εκκένωση με πανικό. Θα γίνει προσπάθεια να αναλυθούν οι φόρτοι αυτοί, σε συνδυασμό με τις αλλαγές που επιφέρει σε αυτούς ο κάθε παράγοντας. Επιπλέον θα εξαχθούν και δείκτες, με τους οποίους θα μπορέσουμε να έχουμε πιο ολοκληρωμένη εικόνα των αποτελεσμάτων.

Τα αποτελέσματα αυτά ενδέχεται να αποτελέσουν δείκτες ικανούς να βοηθήσουν στο να γίνει μια αξιολόγηση της δομής και της ικανότητας των υπαρχουσών πόλεων ή περιοχών να ανταποκριθούν σε περιπτώσεις εκκένωσης. Όπως αναφέρθηκε, είναι ενδεχόμενο οι δείκτες που θα εξαχθούν να χρησιμοποιηθούν στην αξιολόγηση του χωρικού σχεδιασμού λ.χ. για μια νέα σχεδιαζόμενη περιοχή. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι τα αποτελέσματα βασίζονται σε υποθετικά δεδομένα τα οποία δημιουργήσαμε για τις ανάγκες του πειράματος και μόνο.

2.2 Εμβέλεια εργασίας

Για την πραγματοποίηση των μετρήσεων επιλέχθηκε ένα εργαλείο εκκένωσης, το Evacuator, για το οποίο έχει δημιουργηθεί, στα πλαίσια μιας παρελθούσης διπλωματικής εργασίας [ΕΠ 4], εργαλειοθήκη στο περιβάλλον του ArcGis, και υπολογίζει τον φόρτο στο οδικό δίκτυο. Η παρούσα εργασία δεν ασχολήθηκε ούτε με την ανάπτυξη του εν λόγω εργαλείου, ούτε, περισσότερο με την ανάπτυξη του λογισμικού προσομοιωτή της εκκένωσης.

Η εργασία εστιάζεται στα ακόλουθα:

- Μελέτη εναλλακτικών αστικών χωροθετήσεων περιοχών οικίας και εργασίας για τρεις διαφορετικές υποθετικές περιοχές.
- Κατανομή πληθυσμού σε δύο σενάρια, αυτό των “εργάσιμων ωρών” και αυτό των “μη εργάσιμων ωρών”.

- Μελέτη εναλλακτικών οδικών δικτύων για κάθε μία από τις παραπάνω περιπτώσεις.

Ο πρώτος παράγοντας που θα μελετηθεί είναι η δομή μιας πόλης. Σκοπός είναι να εξεταστούν κάποιες διαφορετικές δομές ως προς το αν επηρεάζουν και κατά πόσο επηρεάζουν τα αποτελέσματα μιας εκκένωσης. Για το λόγο αυτό θα δημιουργηθούν τρία σενάρια πόλεων, με ίδια περίπου έκταση, ίδιο συνολικό μήκος οδικού δικτύου και ίδιο πληθυσμό. Τα μόνα στοιχεία που θα επηρεάζονται από την διαφορετική δομή θα είναι ο αριθμός των οδικών τμημάτων και των οικοδομικών τετραγώνων καθώς επίσης και το μέγεθος των οικοδομικών τετραγώνων.

Ο δεύτερος παράγοντας που θα μελετηθεί είναι ο πληθυσμός. Κατά την διάρκεια της μέρας ο πληθυσμός μετακινείται μέσα στην πόλη, είτε για να πάει ο κόσμος στην εργασία του, είτε για να πάνε τα παιδιά στο σχολείο και κάποια στιγμή επιστρέφουν στις κατοικίες τους. Η εκκένωση λοιπόν μιας περιοχής θα έχει διαφορετικά αποτελέσματα αν πραγματοποιηθεί σε διαφορετική ώρα της μέρας. Έτσι θα δημιουργηθούν δύο σενάρια κατανομής του πληθυσμού, ένα για τις εργάσιμες και ένα για τις μη εργάσιμες ώρες.

Επιπλέον, θέλουμε να διαπιστώσουμε αν η συγκέντρωση όλων των εργασιών σε μία ή περισσότερες περιοχές επηρεάζει την διαδικασία της εκκένωσης. Θα δημιουργήσουμε λοιπόν τέσσερα σενάρια χωροθέτησης των περιοχών εργασίας, όπου όλες οι περιοχές θα έχουν περίπου την ίδια έκταση.

Τέλος, θα μελετηθεί η δομή του οδικού δικτύου. Θα δημιουργηθούν τρία σενάρια στα οποία όλοι οι δρόμοι θα είναι διπλής κατεύθυνσης και θα αλλάζει ο αριθμός των λωρίδων σε κάθε δρόμο ανά κατεύθυνση. για την δημιουργία τους θα ληφθεί υπόψη και η χωροθέτηση των περιοχών εργασίας.

Με βάση τα παραπάνω, θα κατασκευαστεί ένας αριθμός σεναρίων, τα οποία θα εκτελεστούν στο περιβάλλον του ArcGis και θα υπολογιστούν για κάθε ένα οι φόρτοι του οδικού δικτύου. Τα αποτελέσματα θα ταξινομηθούν ώστε να δώσουν την εικόνα της κατανομής του οδικού φόρτου κατά την εκκένωση σε κάθε περίπτωση. Από την συγκριτική μελέτη της κατανομής του φόρτου, θα προκύψει η επίδραση των σχεδιαστικών αποφάσεων χωροθέτησης και οι δείκτες που ενδέχεται να βοηθήσουν στο να γίνει μια αξιολόγηση της δομής και της ικανότητας των υπαρχουσών πόλεων ή περιοχών να ανταποκριθούν σε περιπτώσεις εκκένωσης. Στην παρούσα φάση δεν ασχολούμαστε με άλλα μαθηματικά μοντέλα εκκένωσης, καθώς το διαθέσιμο είναι κοινός παρονομαστής και ικανοποιεί τις απαιτήσεις μας για να πραγματοποιηθεί το πείραμα και δεν λαμβάνουμε υπόψη άλλους παράγοντες αξιολόγησης σχεδιασμού, αλλά προσπαθούμε μόνο να εστιάσουμε τη συνεισφορά μας σε έναν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΕΝΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ ΣΕ GIS

3.1 Ανάπτυξη εργαλείου προσομοίωσης

Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο εκκένωσης πληθυσμού σε κατάσταση πανικού Evacuator, το οποίο αναπτύχθηκε από τον Χρήστο Κυρανούδη το 2008, στα πλαίσια ενός ολοκληρωμένου πληροφοριακού συστήματος επιχειρησιακού σχεδιασμού και διαχείρισης κρίσεων δασικών πυρκαγιών.

3.1.1 Ανάπτυξη μαθηματικού προτύπου αποτίμησης επικινδυνότητας εκκένωσης

Δεδομένου ότι η δυσκολία στην εκκένωση είναι άμεσα συνδεδεμένη με τον ορισμό της γειτονιάς, το πρόβλημα της ανάλυσης εκκένωσης γειτονιάς περιλαμβάνει τον προσδιορισμό του κρίσιμου μεγέθους και της μορφής της γειτονιάς. Κατά συνέπεια ο καθορισμός των ακριβών ορίων της γειτονιάς είναι μέρος του προβλήματος χαρτογράφησης του κινδύνου εκκένωσης. Η ακόλουθη σημείωση εισάγεται προκειμένου να οδηγήσει σε μερικούς απλούς δείκτες του κινδύνου εκκένωσης:

pon_i ο πληθυσμός της γειτονιάς i , ο οποίος μπορεί να υπολογιστεί ως το γινόμενο του αριθμού των σπιτιών επί τον αριθμό ανθρώπων ανά νοικοκυριό

ppv_i αριθμός ανθρώπων ανά όχημα κατά τη διάρκεια μιας ξαφνικής εκκένωσης της γειτονιάς i

col_i χωρητικότητα των δρόμων που οδηγούν εκτός της γειτονιάς i σε οχήματα ανά λεπτό

nol_i αριθμός δρόμων που οδηγούν εκτός της γειτονιάς i

Χρησιμοποιώντας αυτήν τη σημείωση, μπορούμε τώρα να καθορίσουμε τις ακόλουθες αναλογίες:

$$\text{Εκτίμηση του χρόνου εκκένωσης: } cte_i = \frac{pon_i \frac{1}{ppv_i}}{col_i} \quad (1)$$

$$\text{Απαιτήση χωρητικότητας δρόμων: } bld_i = \frac{pon_i \frac{1}{ppv_i}}{nol_i} \quad (2)$$

Η τιμή της παραμέτρου bld για μια γειτονιά είναι μια απλή εκτίμηση του αριθμού οχημάτων που πρέπει να εκκενωθούν ανά δρόμο. Η τιμή της παραμέτρου cte για μια γειτονιά υπολογίζει τον χρόνο που θα απαιτούνταν για την απομάκρυνση των κατοίκων μιας γειτονιάς. Υποθέτει ότι δεν θα συμβεί κανένα ατύχημα, ότι όλοι οι κάτοικοι είτε οδηγούν είτε είναι επιβιβασμένοι σε ένα όχημα και ότι η κρίσιμη παράμετρος των μεταφορών είναι η χωρητικότητα του εξερχόμενου οδικού δικτύου της γειτονιάς. Αν υποθέσουμε ότι απαιτείται χρόνος για την ειδοποίηση και τη συμμόρφωση των πολιτών κατά τη διαδικασία της εκκένωσης, τότε ο χρόνος αυτός χρειάζεται να προστεθεί στην παράμετρο cte . Σε περίπτωση ατυχήματος, η

εξερχόμενη χωρητικότητα πιθανώς θα μειωθεί και επομένως ο χρόνος εκκένωσης θα αυξηθεί. Κατά συνέπεια, η ανωτέρω αναλογία αποτελεί εκτίμηση του κάτω ορίου για τον πραγματικό χρόνο που απαιτείται για να εκκενωθεί μια γειτονιά από τους κατοίκους της.

Εάν οι τιμές των παραμέτρων c_{te} ή b_{ld} είναι χαμηλές, τότε είναι θεωρητικά εφικτό να γίνει μια ταχεία εκκένωση της γειτονιάς. Εάν οι τιμές τους είναι μεγάλες, τότε μπορεί να σημαίνει πιθανή δυσκολία, ειδικά εάν ο χρόνος εκκένωσης είναι υπερβολικά μεγάλος. Οι δύο δείκτες είναι εκτιμήσεις του κινδύνου εκκένωσης. Όσο μεγαλύτερες είναι οι τιμές τους, τόσο μεγαλύτερος ο χρόνος που απαιτείται για να εκκενωθεί μια γειτονιά. Αν και οι δύο δείκτες δεν είναι τα μόνα πιθανά ενδεικτικά μεγέθη του κινδύνου εκκένωσης, είναι εύκολο να υπολογιστούν και να εκτιμηθούν και είναι αναμφισβήτητα άμεσα συνδεδεμένα με τη δυσκολία εκκένωσης. Όπως προαναφέρθηκε, η μεγάλη δυσκολία που αντιμετωπίζουμε είναι ότι δεν διαθέτουμε μια γειτονιά καθορισμένη εκ των προτέρων. Εντούτοις, δεδομένου ότι οι παράμετροι c_{te} και b_{ld} μπορούν να υπολογιστούν εύκολα για έναν πολύ μεγάλο αριθμό πιθανών καθορισμών γειτονιάς (σε σύγκριση με τη χρησιμοποίηση ενός μοντέλου προσομοίωσης), αυτό θα καταστήσει δυνατή την έρευνα για τη "κρίσιμη γειτονιά". Σαφώς η "κρίσιμη γειτονιά" είναι αυτή που παράγει την υψηλότερη τιμή c_{te} ή b_{ld} , εφόσον αυτός ο καθορισμός γειτονιάς αντιστοιχεί στο δυσκολότερο (worst-case) σενάριο εκκένωσης. Το πρόβλημα εύρεσης της "κρίσιμης γειτονιάς" ενός κόμβου σε ένα δίκτυο είναι ένα πρόβλημα βελτιστοποίησης και μπορεί να περιγραφεί αυστηρά ως εξής:

Πρόβλημα κρίσιμου τομέα (CCP):

Δεδομένου ενός κόμβου, αποκαλούμενου κεντρικό κόμβο, προσδιορίστε μια κρίσιμη γειτονιά κόμβων και συνδέσεων που αντιστοιχεί στην υψηλότερη τιμή c_{te} ή b_{ld} .

Δεδομένου ότι η εστίασή μας είναι στην εξέταση μιας μικρής περιοχής ή μιας γειτονιάς, θα χρησιμοποιηθεί ένα άνω όριο για να περιορίσει το κρίσιμο μέγεθος τομέα. Συνεπώς, εμείς θα υποθέσουμε ότι κάθε κρίσιμος τομέας θα είναι περιορισμένος και δε θα υπερβαίνει ένα μέγιστο πιθανό μέγεθος. Το πρόβλημα της εύρεσης του κρίσιμου τομέα ενός κεντρικού κόμβου εμπίπτει στην ευρεία κατηγορία γραφικών προβλημάτων ή προβλημάτων διαμερισμού δικτύων. Μια διαμέριση είναι ένα υποσύνολο των κόμβων μέσα σε μια μεγαλύτερη γραφική παράσταση, και ένας βέλτιστος διαμερισμός μεγιστοποιεί ή ελαχιστοποιεί ορισμένα καθορισμένα κριτήρια που αφορούν τη διαμέριση. Το πρόβλημα CCP σχετίζεται με το Πρόβλημα Γραφικού Διαμερισμού που εμφανίζεται σε δημοσιεύσεις επιχειρησιακής έρευνας (βλ., παραδείγματος χάριν, Kernighan και Lin, 1970, Johnson και άλλοι, 1989, Jin και Chan, 1992, Laguna και άλλοι, 1994, Pirkul και Rolland, 1994).

Το πρόβλημα κρίσιμου τομέα για τον κόμβο r μπορεί να δηλωθεί συμβολικά ως εξής:

Λαμβάνοντας υπόψη ένα γράφημα G με τις χωρητικότητες στις συνδέσεις και τον πληθυσμό στους κόμβους του (set V), να βρεθεί ένας τομέας μικρότερος από ένα δεδομένο μέγιστο μέγεθος που περιέχει τον κεντρικό κόμβο r (ονομάζεται V_r), ώστε να μεγιστοποιηθεί κάποιος παράγοντας που εκφράζει τον κίνδυνο εκκένωσης, όπως το c_{te} ή b_{ld} . Μπορούμε να διαμορφώσουμε το CCP όσον αφορά τη μεγιστοποίηση b_{ld} με τον ακόλουθο τρόπο:

$$\text{Μεγιστοποίηση της παράστασης: } \frac{\sum_i a_i x_i}{\sum_i \sum_j c_{ij} y_{ij}} \quad (3)$$

Με τους εξής περιορισμούς:

$$x_i - x_j \leq y_{ij} \quad \forall i, j \in V, \quad (4)$$

$$x_j - x_i \leq y_{ij} \quad \forall i, j \in V, \quad \sum_i x_i \leq s \quad (5)$$

$$x_r = 1 \quad (6)$$

$$x_i, y_{ij} \in \{0,1\} \quad \forall i, j \in V, \quad (7)$$

$$\text{όπου: } x_i = \begin{cases} 1 & \text{εάν ο κόμβος } i \text{ ανήκει στο } V_r \\ 0 & \text{για κάθε άλλη περίπτωση} \end{cases} \quad (8)$$

$$y_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{εάν ο κόμβος } i \text{ ανήκει στο } V_r \text{ και ο κόμβος } j \text{ δεν ανήκει στο } V_r \\ 0 & \text{για κάθε άλλη περίπτωση} \end{cases}$$

a_i = βάρος του κόμβου i (population),

c_{ij} = αριθμός δρόμων που συνδέουν τους κόμβους i, j ,

s = μέγιστο μέγεθος του V_r ,

r = δείκτης του κεντρικού κόμβου $\in V_r$

Η αντικειμενική συνάρτηση (3) μεγιστοποιεί την αναλογία bld του ολικού πληθυσμού του τομέα προς τον αριθμό των δρόμων που εξέρχονται από τον τομέα και αντιστοιχούν σε συνδέσεις οι οποίες έχουν τον ένα κόμβο στο σύνολο V_r και τον άλλο εκτός του συνόλου V_r . Θα μπορούσε εύκολα να διαμορφωθεί έτσι, ώστε να μεγιστοποιεί την bld . Ο περιορισμός (4) εξασφαλίζει ότι, εάν ο κόμβος i ανήκει στον τομέα V_r και ο κόμβος j δεν ανήκει, τότε η σύνδεση y_{ij} πρέπει να είναι ίση με 1, καθώς είναι μια σύνδεση ανάμεσα στον τομέα που περιέχει τον κόμβο r (πχ. V_r) και το υπόλοιπο δίκτυο. Εάν η τιμή y_{ij} μιας σύνδεσης είναι ίση με 1, τότε η χωρητικότητα της σύνδεσης εκφρασμένη ως αριθμός των δρόμων (οι οποίοι κατευθύνονται από το i στο j) περιλαμβάνεται στον παρανομαστή της αντικειμενικής συνάρτησης και την ολική χωρητικότητα εξόδου του τομέα. Ο περιορισμός (5) περιορίζει την έρευνα σε τομείς μικρότερους από ένα συγκεκριμένο μέγεθος όπως ορίζεται βάσει του αριθμού των κόμβων στο εσωτερικό του τομέα. Ένας τέτοιος όρος περιορίζει το μέγεθος της γειτονιάς αναζήτησης, δεδομένου ότι ο στόχος είναι να βρεθούν μικρές γεωγραφικές περιοχές που μπορούν να παρουσιάσουν δυσκολία σε ένα ξαφνικό σενάριο εκκένωσης. Το μέγεθος της γειτονιάς αναζήτησης πρέπει πάντα να είναι μικρότερο από το μέγεθος ολόκληρου του δικτύου. Διαφορετικά είναι πιθανό να επιλεγεί ολόκληρο το δίκτυο, οπότε δεν θα υπάρχει καθόλου χωρητικότητα εξόδου. Ο περιορισμός (6) εξασφαλίζει ότι ο κεντρικός κόμβος r ανήκει στον τομέα V_r . Ο περιορισμός (7) εξασφαλίζει ότι όλα τα y_{ij} και x_i είναι δυαδικές ακέραιες μεταβλητές. Η

παραπάνω διαμόρφωση σχετίζεται με το μοντέλο διαμερισμού των Pirkul και Rolland (1994), με την εξαίρεση ότι χρησιμοποιεί μια μη γραμμική αντικειμενική συνάρτηση.

Η αντικειμενική συνάρτηση (3) σε αυτήν τη διαμόρφωση του προβλήματος μπορεί να εκφραστεί στην ακόλουθη ισοδύναμη μορφή:

$$\frac{\sum_i a_i x_i}{\sum_i \sum_j c_{ij} y_{ij}} \geq M \quad \eta \quad \sum_i a_i x_i \geq M \sum_i \sum_j c_{ij} y_{ij} \quad (9)$$

όπου ο στόχος είναι να μεγιστοποιηθεί ο παράγοντας M . Στη δεξιά πλευρά της εξίσωσης είναι εμφανές ότι έχουμε μη γραμμική αντικειμενική συνάρτηση, δεδομένου ότι πολλαπλασιάζουμε τη μεταβλητή M με άλλες μεταβλητές $c_{ij}y_{ij}$. Για να μετασχηματιστεί η παραπάνω διαμόρφωση του προβλήματος σε ένα πρόβλημα γραμμικού ακέрайου προγραμματισμού (LP/IP), μπορούμε να θεωρήσουμε το M ως σταθερά, να προσθέσουμε την ανωτέρω έκφραση του δεξιού μέρους της εξίσωσης ως περιορισμό και να περιγράψουμε έναν νέο στόχο: ελαχιστοποίηση του μεγέθους του τομέα. Με άλλα λόγια το πρόβλημα μπορεί να περιγραφεί ως η εύρεση του μικρότερου τομέα (όσον αφορά στο πλήθος των κόμβων) που περιλαμβάνει τον κόμβο r , έτσι ώστε η αναλογία του πληθυσμού του τομέα προς τη χωρητικότητα των δρόμων να είναι μεγαλύτερη από το M . Αυτή η εναλλακτική LP/IP διατύπωση δίνεται ως εξής:

$$\text{Ελαχιστοποίηση : } \sum_i x_i \quad (10)$$

Με περιορισμούς:

$$\sum_i a_i x_i \geq M \sum_i \sum_j c_{ij} y_{ij} \quad (11)$$

$$x_i - x_j \leq y_{ij} \quad \forall i, j \in V, \quad (12)$$

$$\sum_i x_i \leq s \quad (13)$$

$$x_r = 1 \quad (14)$$

Σετ περιορισμών γειννίαςης

$$x_i, y_{ij} \in \{0,1\} \quad \forall i, j \in V, \quad (16)$$

$$\text{όπου: } x_i = \begin{cases} 1 & \text{εάν ο κόμβος } i \text{ ανήκει στο } V_r \\ 0 & \text{για κάθε άλλη περίπτωση} \end{cases} \quad (17)$$

$$y_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{εάν ο κόμβος } i \text{ ανήκει στο } V_r \text{ και ο κόμβος } j \text{ δεν ανήκει στο } V_r \\ 0 & \text{για κάθε άλλη περίπτωση} \end{cases}$$

όπου το M είναι το ελάχιστο κατώφλι, ενώ κάθε άλλος συμβολισμός είναι όπως καθορίζεται προηγουμένως. Αυτή η διατύπωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να γίνει επίλυση ως προς τους κρίσιμους τομείς που μεγιστοποιούν τις τιμές των cte ή $blid$, ανάλογα τις τιμές που χρησιμοποιούνται στον καθορισμό της αντικειμενικής συνάρτησης (9). Στην πράξη, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αναζήτηση του μικρότερου τομέα που έχει μια καθορισμένη ελάχιστη τιμή των cte ή $blid$. Μπορεί να είναι απαραίτητο να χρησιμοποιηθούν διάφορες τιμές των περιορισμών, M , προκειμένου να προσδιοριστούν η υψηλότερη εφικτή τιμή του M και ο σχετικός με αυτή κρίσιμος τομέας για έναν δεδομένο κεντρικό κόμβο r . Επειδή ένας τομέας μπορεί εναλλακτικά να αντιμετωπιστεί είτε ως σύνολο κόμβων είτε ως σύνολο συνδέσεων, οι μεταβλητές y_{ij} δε θεωρούνται σημαντικές στην προσπάθεια εύρεσης ενός κρίσιμου τομέα. Στο μοντέλο μόνο οι μεταβλητές x_i πρέπει να περιοριστούν σε ακέραιες τιμές με έναν άνω όριο, το 1. Οι μεταβλητές y_{ij} θα είναι ακέραιες όταν οι x_i είναι επίσης ακέραιες. Για τα μεγάλα σύνολα, αυτό μειώνει πολύ τον αριθμό κλάδων που εξετάζονται κατά τη διάρκεια της διαδικασίας επίλυσης branch-και-bound.

Για δίκτυα που έχουν σημαντικό μέγεθος όσον αφορά το πλήθος των κόμβων και τόξων που εμπλέκουν και δεδομένου ότι το πρόβλημα της εύρεσης του κρίσιμου τομέα είναι πρόβλημα NP-κοπιώδες (NP-Hard), δηλαδή η επίλυση του με βάση ακριβείς μεθόδους παρουσιάζει εκρηκτική πολυπλοκότητα με βάση το μέγεθος του προβλήματος, προτείνονται μέθοδοι που συνδυάζουν ακρίβεια και αποτελεσματικότητα, χωρίς όμως να εγγυώνται το παγκόσμιο άριστο. Οι μέθοδοι αυτοί καλούνται μεταερευνητικοί μέθοδοι και αναλύονται παρακάτω.

Προβλήματα Διακριτής Αριστοποίησης

Τα προβλήματα που ανήκουν στον χώρο της διακριτής βελτιστοποίησης ορίζονται σε σχέση με το αντίστοιχο υπόδειγμα από ένα σύνολο στοιχείων $E=\{e_i, i=1, 2, \dots, m\}$. Για κάθε διακριτό υπόδειγμα υπάρχει ένα σύνολο λύσεων $S=\{s_i, i = 1, 2, \dots, n\}$ (χώρος λύσεων) και μία αντικειμενική συνάρτηση f που προσδιορίζει την αξία της κάθε λύσης, η οποία στις περισσότερες περιπτώσεις υπόκειται σε ένα σύνολο περιορισμών P . Η αντικειμενική συνάρτηση εκφράζει συνήθως κόστος ή όφελος και οι περιορισμοί καθορίζουν τα στοιχεία του S . Ενδέχεται επίσης ανάλογα με τη φύση του προβλήματος, η λύση να μπορεί να διαμεριστεί σε διακριτά υποσύνολα που να τη συνθέτουν. Σύμφωνα με τη δομή και τη φύση κάθε λύσης, υπάρχουν δύο είδη προβλημάτων. Στα πρώτα η διασύνδεση των στοιχείων στο σύνολο της κάθε λύσης έχει σημασία, ενώ στα δεύτερα η διασύνδεση των στοιχείων στο σύνολο της κάθε λύσης δεν έχει σημασία. Για την πρώτη κατηγορία προβλημάτων η διασύνδεση των στοιχείων μέσα στο σύνολο της λύσης παίζει ρόλο στην εξαγωγή της αξίας της λύσης από την αντικειμενική συνάρτηση, ενώ κάτι τέτοιο δεν ισχύει για τη δεύτερη κατηγορία. Η επίλυση των προβλημάτων αυτών συνίσταται στην εύρεση της καλύτερης λύσης ή διαφορετικά του παγκόσμιου βέλτιστου. Αν πρόκειται για πρόβλημα ελαχιστοποίησης, μας ενδιαφέρει το παγκόσμιο ελάχιστο, ενώ, αν πρόκειται για πρόβλημα μεγιστοποίησης, το παγκόσμιο μέγιστο.

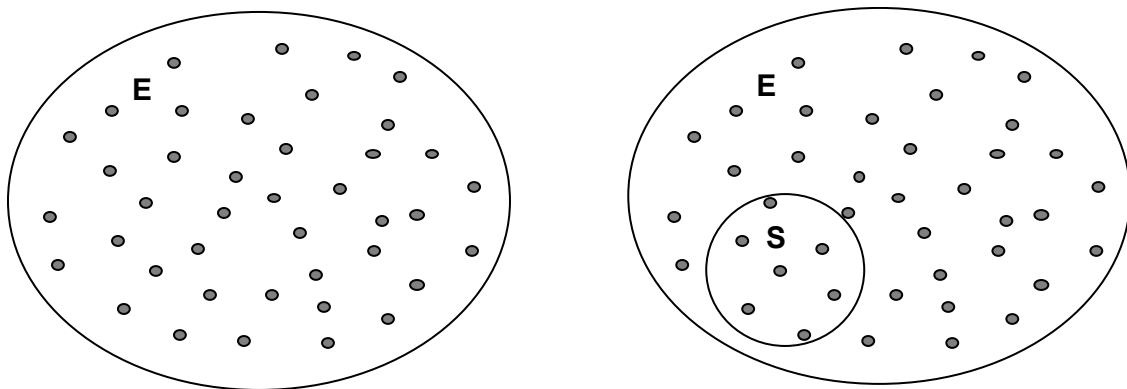
Η επίλυση των προβλημάτων διακριτής βελτιστοποίησης από ακριβείς αλγόριθμους είναι πρακτικά αδύνατη. Οι ακριβείς αλγόριθμοι εξετάζουν όλο τον χώρο λύσεων του προβλήματος και επιλέγουν το παγκόσμιο βέλτιστο. Ένας ακριβής αλγόριθμος είναι βέβαιο ότι θα καταλήξει σε παγκόσμιο βέλτιστο, αλλά παρουσιάζει δύο πολύ σημαντικά μειονεκτήματα κατά την εφαρμογή του στην πράξη· η εξέταση του συνόλου των λύσεων δημιουργεί σημαντικές απαιτήσεις σε υπολογιστικό χρόνο και μνήμη υπολογιστή.

Για την επίλυση αυτών των προβλημάτων χρησιμοποιούνται κυρίως προσεγγιστικοί αλγόριθμοι, που επιτυγχάνουν την εύρεση του παγκόσμιου βέλτιστου, ή τουλάχιστον εύρεση μιας λύσης που παρουσιάζει μικρή απόκλιση από το παγκόσμιο βέλτιστο, με ταυτόχρονη μείωση των απαιτήσεων σε υπολογιστικό χρόνο και μνήμη.

Οι σημαντικότεροι προσεγγιστικοί αλγόριθμοι είναι οι ευρεστικοί αλγόριθμοι. Πρόκειται για στρατηγικές που έχουν ως βασικό στόχο τη μείωση του πλήθους των εξεταζόμενων λύσεων για την εύρεση του παγκόσμιου βέλτιστου με προφανή εξοικονόμηση χρόνου και μνήμης. Το βασικό μειονέκτημά τους είναι ότι καταλήγουν στην καλύτερη λύση από αυτές που εξετάζονται, δηλαδή σε ένα τοπικό βέλτιστο, το οποίο βεβαίως είναι πιθανό να είναι και παγκόσμιο βέλτιστο, αν και αυτό δεν είναι δυνατόν να αποδειχθεί. Το σύνολο των λύσεων που δεν εξετάζονται ενδέχεται να περιέχει το παγκόσμιο βέλτιστο, με συνέπεια τελικά αυτό να μην επιλέγεται. Για αυτό το λόγο ο σχεδιασμός τους πρέπει να είναι τέτοιος, ώστε οι λύσεις που εξετάζονται να είναι το δυνατόν καλύτερες από άποψη ποιότητας, δηλαδή να προσεγγίζουν όσο το δυνατόν περισσότερο την τιμή του παγκόσμιου βέλτιστου.

Οι ευρεστικοί αλγόριθμοι διαμορφώνονται μέσω δυο βασικών φάσεων. Η πρώτη φάση είναι η φάση της κατασκευής των λύσεων και η δεύτερη είναι η φάση της βελτίωσης αυτών.

Κατά τη διεξαγωγή της πρώτης φάσης κατασκευάζεται μια λύση S από τα στοιχεία του συνόλου E , όπως απεικονίζεται στο Σχήμα 1. Κατόπιν γίνεται διαχωρισμός των στοιχείων του συνόλου E . Συγκεκριμένα γίνεται διαχωρισμός μεταξύ των στοιχείων που ανήκουν στη λύση και αυτών που δεν ανήκουν σε αυτή, όπως απεικονίζεται στο Σχήμα 2. Επομένως από το σύνολο E αφαιρείται το σύνολο S και δημιουργείται το $E \setminus S$. Το $E \setminus S$ μπορεί να είναι και το κενό σύνολο ($E \setminus S = \emptyset$), ανάλογα με το πρόβλημα που αντιμετωπίζεται. Αξίζει να σημειωθεί ότι μπορεί να γίνει και περαιτέρω διαχωρισμός στα στοιχεία της λύσης, δηλαδή μια λύση να χωριστεί σε επιμέρους υποσύνολα. Αυτός ο επιμέρους διαχωρισμός όμως αφορά συγκεκριμένα προβλήματα διακριτής βελτιστοποίησης και όχι το σύνολό τους.



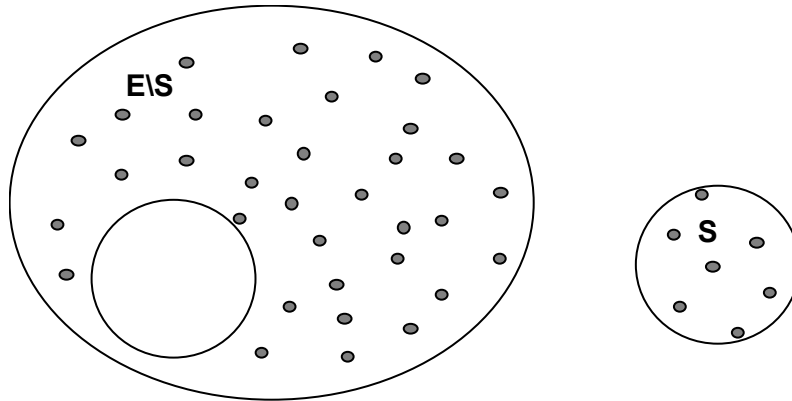
Εικόνα 3-1: Φάση κατασκευής της λύσης

Πηγή: Χρήστος Κυρανούδης, 2008, ολοκληρωμένου πληροφοριακού συστήματος επιχειρησιακού σχεδιασμού και διαχείρισης κρίσεων δασικών πυρκαγιών

Οι αλγόριθμοι που εμπλέκονται στη φάση κατασκευής λύσεων δημιουργούν μια λύση από τα στοιχεία του E , προσθέτοντας σταδιακά καινούργια στοιχεία στο σύνολο S , το οποίο αρχικά είναι κενό.

Κατά τη διεξαγωγή της δεύτερης φάσης επιχειρείται η βελτίωση της ποιότητας της λύσης. Αυτό επιτυγχάνεται με τις διαδικασίες βελτίωσης της λύσης. Οι διαδικασίες βελτίωσης σχετίζονται με τα στοιχεία του συνόλου E και μπορούν να χωριστούν σε τρεις κατηγορίες:

- Διαδικασίες που περιλαμβάνουν μόνο τα στοιχεία του E\S.
- Διαδικασίες που περιλαμβάνουν μόνο τα στοιχεία του S.
- Διαδικασίες που περιλαμβάνουν και στοιχεία του E και στοιχεία του S.



Εικόνα 3-2: Φάση διαχωρισμού της λύσης

Πηγή: Χρήστος Κυρανούδης, 2008, ολοκληρωμένου πληροφοριακού συστήματος επιχειρησιακού σχεδιασμού και διαχείρισης κρίσεων δασικών πυρκαγιών

Η πρώτη κατηγορία δεν παρουσιάζει κανένα ενδιαφέρον, γιατί τα στοιχεία του συνόλου E\S δεν επηρεάζουν την αντικειμενική συνάρτηση του προβλήματος.

Η δεύτερη κατηγορία αφορά μόνο τα προβλήματα στα οποία η διασύνδεση των στοιχείων της λύσης παίζει ρόλο στην εξαγωγή της τιμής της από την αντικειμενική συνάρτηση. Σε αυτή τη περίπτωση, με την εφαρμογή της διαδικασίας βελτίωσης γίνονται κάποιες αλλαγές στη δομή του συνόλου S με συνέπεια να μεταβάλλονται οι διασυνδέσεις των στοιχείων του και τελικά να μεταβάλλεται και η τιμή της αντικειμενική συνάρτησης.

Η τρίτη κατηγορία αφορά και στα προβλήματα που η διασύνδεση των στοιχείων των λύσεων τους παίζει ρόλο και προβλήματα που η διασύνδεση δεν παίζει ρόλο. Σε αυτή τη κατηγορία γίνονται στην ουσία αντικαταστάσεις των στοιχείων της S από άλλα που ανήκουν στο E\S με αποτέλεσμα τη μεταβολή της ποιότητας της λύσης.

3.1.2 Αλγόριθμος

Κατασκευαστικοί Αλγόριθμοι

Οι κατασκευαστικοί αλγόριθμοι ξεκινούν από μια κενή λύση και κατασκευάζουν βήμα-βήμα μια άλλη που είναι ολοκληρωμένη, δηλαδή περιλαμβάνει όλα τα απαραίτητα στοιχεία που ανήκουν στο E, έτσι ώστε να ικανοποιούνται οι περιορισμοί του προβλήματος. Σε κάθε βήμα προστίθεται ένα μόνο στοιχείο μέχρι το σημείο διαμόρφωσης μιας ολοκληρωμένης λύσης. Η επιλογή του κάθε στοιχείου βασίζεται σε πληροφορίες που σχετίζονται με την αξία της υπό διαμόρφωση λύσης από την αντικειμενική συνάρτηση και στους περιορισμούς του προβλήματος. Από το σύνολο

των λύσεων που κατασκευάζονται επιλέγεται η καλύτερη. Ένας ψευδοκώδικας για τους κατασκευαστικούς αλγόριθμους παρουσιάζεται παρακάτω.

Διάταξε τα στοιχεία του E κατά σειρά βασισμένη σε κάποιο κριτήριο.

Θέσε $\bar{s} = \emptyset$.

Επανάλαβε

Εάν $\bar{s} \cup \{e_i\}$ είναι μια μερική λύση, τότε $\bar{s} = \bar{s} \cup \{e_i\}$

Μέχρις ότου $\bar{s} \in S$

Ένας προφανής κατασκευαστικός αλγόριθμος είναι ο αλγόριθμος τυχαίας επιλογής. Σύμφωνα με αυτόν, κατά τη φάση της κατασκευής μιας λύσης, η επιλογή του επόμενου στοιχείου που μπορεί να προστεθεί στην ήδη υπάρχουσα μερική λύση γίνεται με τυχαίο τρόπο μεταξύ των στοιχείων του E που δεν έχουν ακόμη επιλεγεί. Οι λύσεις που παράγονται με τον τρόπο αυτό είναι ιδιαίτερα κακές από πλευράς τιμής της αντικειμενικής συνάρτησης. Ο λόγος είναι ότι η επιλογή δεν βασίζεται σε κάποιο κριτήριο που να μπορεί να εκμεταλλευτεί τις ιδιαιτερότητες του προβλήματος. Η καλύτερευση του αλγορίθμου αυτού έρχεται με την υιοθέτηση ενός τέτοιου κριτηρίου.

Ο πλέον δημοφιλής κατασκευαστικός αλγόριθμος είναι ο πλεονεκτικός αλγόριθμος. Σύμφωνα με αυτόν κάθε φορά επιλέγεται το στοιχείο που προκαλεί τη σημαντικότερη μεταβολή σε μια κατάλληλα διαμορφωμένη συνάρτηση που καλείται πλεονεκτική συνάρτηση. Έτσι, κατά την φάση της κατασκευής μιας λύσης, η επιλογή του επόμενου στοιχείου που μπορεί να προστεθεί στην ήδη υπάρχουσα μερική λύση γίνεται με κατάταξη των ανέντακτων στοιχείων του συνόλου E σύμφωνα με την τιμή της προεπιλεγείσας πλεονεκτικής συνάρτησης. Από το σύνολο επιλέγεται αυτό για το οποίο η πλεονεκτική συνάρτηση δίνει την καλύτερη της τιμή. Στην περίπτωση αυτή η πλεονεκτική συνάρτηση εκφράζει το (μυωπικό) όφελος της συγκεκριμένης επιλογής ενός στοιχείου.

Το βασικό μειονέκτημα αυτών των αλγορίθμων είναι ότι οι αποφάσεις που λαμβάνονται στην αρχή της διαδικασίας κατασκευής της λύσης, ενώ είναι καλές, περιορίζουν πολύ τις πιθανότητες επιλογής καλών αποφάσεων στα επόμενα βήματα, με αποτέλεσμα οι λύσεις που τελικά παράγονται να μην είναι υψηλής ποιότητας. Οι κατασκευαστικοί αλγόριθμοι είναι γρήγορες μέθοδοι δηλαδή απαιτούν λίγο χρόνο, αλλά δεν παρουσιάζουν ικανοποιητικά αποτελέσματα.

Διαδικασίες πολλαπλής εκκίνησης

Η επίλυση των προβλημάτων διακριτής αριστοποίησης εμπλέκει τεχνικές και διαδικασίες κατασκευής και καλύτερευσης λύσεων. Συνήθως οι δύο αυτές τεχνικές εφαρμόζονται σειριακά, η μία μετά την άλλη, μέσα από επαναληπτικές διαδικασίες που απαιτούν τον εντοπισμό διαφορετικών λύσεων εκκίνησης, οι οποίες γενικότερα εκφράζουν ορισμένα χαρακτηριστικά συγκεκριμένων περιοχών του χώρου λύσεων ή την εμπειρία από την κατανόηση της τοπολογίας του χώρου λύσεων που αποκτάται μέσα από μια τέτοια επαναληπτική διαδικασία. Έτσι, σε μια διαδικασία πολλαπλής εκκίνησης και για κάθε μία από τις επαναλήψεις που εμπλέκονται στη διαδικασία αυτή, κατασκευάζεται μια λύση βήμα-βήμα, η οποία στη συνέχεια βελτιώνεται με τεχνικές τοπικής έρευνας από τη γειτονιά της υπάρχουσας λύσης και κρατείται η καλύτερη

λύση που έχει βρεθεί. Η διαδικασία αυτή μπορεί να περιγραφεί με τη βοήθεια του παρακάτω ψευδοκώδικα.

Επανάλαβε

Επίλεξε μια λύση s , χρησιμοποιώντας έναν κατασκευαστικό αλγόριθμο.

Καλύτερευσε τη λύση, χρησιμοποιώντας έναν αλγόριθμο καλύτερευσης λύσης.

Μέχρις ότου κάποιο κριτήριο τερματισμού ικανοποιηθεί.

Κατά τη διαδικασία κατασκευής μιας λύσης, η λύση, αυτή κατασκευάζεται βήμα-βήμα, προσθέτοντας κάθε φορά στην ήδη μερικά κατασκευασμένη λύση κάποιο στοιχείο που επιλέγεται με κάποιο κριτήριο από αυτά που δεν έχουν ακόμη επιλεγεί. Στην περίπτωση των διαδικασιών πολλαπλής εκκίνησης, ο κατασκευαστικός αλγόριθμος που επιλέγεται δεν είναι σημαντικό να προσδιορίζει την καλύτερη δυνατή λύση που μπορεί να κατασκευαστεί, αλλά μια λύση που να είναι δυνατόν να είναι πιο αποδοτική στο να καλύτερεύσει με τον αλγόριθμο καλύτερευσης λύσης που ακολουθεί. Επιζητείται δηλαδή η καλύτερη και αποδοτικότερη συνεργασία των δύο βασικών αλγορίθμων που συνδυάζονται. Επιπλέον είναι σημαντικό σε διαδικασίες πολλαπλής εκκίνησης ο κατασκευαστικός αλγόριθμος να δίνει σε κάθε επανάληψη συνεχώς διαφορετικές λύσεις εκκίνησης από αυτές που έδινε στις προηγούμενες επαναλήψεις. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται η εκκίνηση της έρευνας του χώρου των λύσεων από τελείως διαφορετικές περιοχές, με άμεση συνέπεια την πλέον αποτελεσματική έρευνα αυτού και τον εντοπισμό των πιο σημαντικών τοπικών βέλτιστων του χώρου λύσεων.

Με βάση τα παραπάνω, η χρήση ενός κατάλληλου κατασκευαστικού αλγορίθμου για την εκκίνηση της κάθε επανάληψης είναι ένα σημαντικό στάδιο απόφασης της διαδικασίας διαμόρφωσης μιας τεχνικής πολλαπλών εκκινήσεων. Ας δούμε πως η επιλογή ενός τέτοιου αλγορίθμου επιδρά στη συνολική συμπεριφορά μιας τέτοιας διαδικασίας. Δύο ακραίες περιπτώσεις κατασκευαστικών αλγορίθμων που θα εξεταστούν είναι αυτές των αλγορίθμων τυχαίας επιλογής και των πλεονεκτικών αλγορίθμων. Στην πρώτη περίπτωση η επιλογή του στοιχείου που θα συμπληρώσει τη μερικά κατασκευασμένη λύση επιλέγεται με τυχαίο τρόπο από τα στοιχεία που δεν έχουν ακόμη επιλεγεί, ενώ στη δεύτερη η επιλογή αυτή γίνεται για το καλύτερο στοιχείο από τα ήδη μη-επιλεγέντα, σύμφωνα με την τιμή μιας προεπιλεγείσας πλεονεκτικής συνάρτησης που εκφράζει το (μυωπικό) όφελος της συγκεκριμένης επιλογής ενός στοιχείου. Στην πρώτη περίπτωση οι λύσεις που παράγονται σε κάθε επανάληψη διαφέρουν σημαντικά, ενώ στη δεύτερη είναι ακριβώς οι ίδιες, δηλαδή οι διαφοροποιήσεις των περιοχών που θα ερευνηθούν στη φάση της καλύτερευσης της λύσης αφήνονται στην ευχέρεια της φάσης καλύτερευσης της λύσης που ακολουθεί. Οι διαφορές των δύο προσεγγίσεων είναι προφανείς. Στην πρώτη περίπτωση οι λύσεις που παράγονται έχουν μεγάλη διαφοροποίηση, αλλά χαμηλή ποιότητα και οδηγούν γρήγορα σε τοπικά ελάχιστα. Στη δεύτερη περίπτωση οι λύσεις που παράγονται έχουν μηδενική διαφοροποίηση, αλλά υψηλή ποιότητα και δεν οδηγούν γρήγορα σε τοπικά ελάχιστα. Από την πλευρά της διαδικασίας καλύτερευσης της λύσης, στην πρώτη περίπτωση αυτή ξεκινά από διαφορετικό σημείο εκκίνησης κάθε φορά, αλλά έχει αργή σύγκλιση, παράγει λύσεις κατά μέσο όρο αρκετά χειρότερες από την δεύτερη περίπτωση και οι καλύτερες παραγόμενες λύσεις είναι συνήθως καλύτερες από τη δεύτερη περίπτωση γιατί ο χώρος των λύσεων ερευνάται πιο αποτελεσματικά. Στην δεύτερη περίπτωση, η διαδικασία ξεκινά από το ίδιο σημείο εκκίνησης, αλλά έχει γρήγορη σύγκλιση, παράγει λύσεις κατά μέσο όρο αρκετά καλύτερες από την πρώτη περίπτωση και οι καλύτερες παραγόμενες λύσεις είναι συνήθως χειρότερες από τη πρώτη περίπτωση γιατί ο χώρος των λύσεων δεν

ερευνάται πιο αποτελεσματικά. Κατά συνέπεια οι διαδικασίες πολλαπλής εκκίνησης έχουν ανάγκη να συνοδεύονται από κάποια κατασκευαστική φάση που να συνδυάζει πλεονεκτήματα και των δύο μεθόδων.

Για την περίπτωση των αλγορίθμων καλύτερευσης λύσης, είναι σημαντικό να εμπεριέχουν ιδιότητες που να συνδέονται με την αποτελεσματική έρευνα του χώρου των λύσεων, ενώ είναι επιθυμητές κάποιες ιδιότητες που να συνδέονται με διαδικασίες διαφοροποίησης και εντατικοποίησης. Οι πιο συνηθισμένες τεχνικές που χρησιμοποιούνται περιλαμβάνουν αυτούσιες τεχνικές ή υβρίδια τεχνικών τοπικής έρευνας του χώρου των λύσεων.

Προσαρμόσιμη Ημι-Πλεονεκτική Έρευνα

Η προσαρμόσιμη ημι-πλεονεκτική έρευνα είναι ο σημαντικότερος εκπρόσωπος των διαδικασιών πολλαπλών εκκινήσεων. Ο βασικός αλγόριθμος της μεθόδου περιλαμβάνει έναν κατασκευαστικό ημι-πλεονεκτικό αλγόριθμο που ακολουθείται από μια τεχνική τοπικής έρευνας.

Ο ημι-πλεονεκτικός κατασκευαστικός αλγόριθμος είναι ένα αποτελεσματικό υβρίδιο των αλγορίθμων τυχαίας επιλογής και των πλεονεκτικών αλγορίθμων, με την έννοια ότι ενσωματώνει τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα των δύο μεθόδων και κατά συνέπεια οδηγεί σε αρχικές λύσεις που υπόσχονται σημαντικές βελτιώσεις σε σχέση με τις μεθόδους από τις οποίες παράγεται. Έτσι, ο συνολικός αλγόριθμος πολλαπλών εκκινήσεων παράγει διαφοροποιημένες αρχικές λύσεις σε κάθε επανάληψη, ποιότητας αντίστοιχης με τους πλεονεκτικούς αλγόριθμους, με γρήγορη σύγκλιση, αποφυγή ασήμαντων τοπικών ακρότατων, καλύτερες κατά μέσο όρο λύσεις αλλά και συνολικά τοπικά βέλτιστα.

Ο ημι-πλεονεκτικός αλγόριθμος είναι ένας κατασκευαστικός αλγόριθμος με την έννοια ότι μια λύση κατασκευάζεται από τα στοιχεία του υποδείγματος του προβλήματος, προσθέτοντας σε μια αρχικά κενή μερική λύση ένα στοιχείο από αυτά που δεν έχουν ήδη επιλεγεί. Η επιλογή του στοιχείου που πρόκειται να προστεθεί προσδιορίζεται, κατατάσσοντας όλα τα υποψήφια προς επιλογή στοιχεία του υποδείγματος (αυτά που δεν έχουν ήδη επιλεγεί) σε μια λίστα υποψηφίων στοιχείων C , με βάση μια πλεονεκτική συνάρτηση $g : C \rightarrow \mathfrak{R}$ που επιλέγεται κατάλληλα για το συγκεκριμένο πρόβλημα αριστοποίησης. Η συνάρτηση αυτή επιμετρά το (μυωπικό) όφελος επιλογής του κάθε στοιχείου. Ο αλγόριθμος αυτός είναι προσαρμοστικός, επειδή τα οφέλη που προκύπτουν από την προσθήκη κάθε διαφορετικού στοιχείου επικαιροποιούνται σε κάθε επανάληψη της κατασκευαστικής φάσης, έτσι ώστε να απεικονίζουν τις αλλαγές που δημιουργούνται από την επιλογή του προηγούμενου στοιχείου στη λύση. Η σημαντική αλλαγή σε σχέση με τον πλεονεκτικό αλγόριθμο είναι η στοχαστική συνιστώσα αυτού, που χαρακτηρίζεται από την τυχαία επιλογή ενός από τα καλύτερα υποψήφια προς επιλογή στοιχεία της λίστας υποψηφίων στοιχείων, C , και σίγουρα όχι αναγκαστικά του καλύτερου με βάση την πλεονεκτική συνάρτηση. Η λίστα των καλύτερων υποψηφίων λύσεων καλείται λίστα περιορισμένων υποψηφίων στοιχείων, RCL. Αυτή η τεχνική επιλογής επιτρέπει την αποκάλυψη διαφορετικών λύσεων σε κάθε επανάληψη της διαδικασίας πολλαπλών εκκινήσεων, χωρίς να μειώνει τον προσαρμοστικό χαρακτήρα της πλεονεκτικής συνιστώσας της έρευνας. Ένας ψευδοκώδικας που περιγράφει τη λειτουργία του ημι-πλεονεκτικού αλγορίθμου είναι ο παρακάτω:

Θέσε $x = \emptyset$

Αρχικοποίησε τη λίστα υποψηφίων στοιχείων C

Επανάλαβε

Κατάταξε τα στοιχεία της C με βάση την τιμή της g

Σχημάτισε τη λίστα RCL , τοποθετώντας σε αυτήν τα k πρώτα στοιχεία της κατάταξης

Επίλεξε ένα στοιχείο s , τυχαία, από την RCL

Συμπλήρωσε $x = x \cup \{s\}$

Επικαιροποίησε τη λίστα C

Μέχρι να συμπληρωθεί μια πλήρης λύση

Εκτός από τον παραπάνω ορισμό, μια εναλλακτική αλλά και αρκετά αποδοτική ισοδύναμη περιγραφή του ημι-πλεονεκτικού αλγορίθμου μπορεί να δοθεί με την εισαγωγή μιας παραμέτρου του συστήματος $\alpha \in [0,1]$. Η παράμετρος α μπορεί να δημιουργήσει τη λίστα περιορισμένων υποψηφίων στοιχείων με βάση τις μέγιστες και ελάχιστες τιμές της πλεονεκτικής συνάρτησης των στοιχείων του C . Στην περίπτωση αυτή ένας ψευδοκώδικας που περιγράφει τη λειτουργία του ημι-πλεονεκτικού αλγορίθμου είναι ο παρακάτω.

Θέσε $x = \emptyset$

Αρχικοποίησε τη λίστα υποψηφίων στοιχείων C

Επανάλαβε

$\underline{s} = \min\{g(t)/t \in C\}$

$\bar{s} = \max\{g(t)/t \in C\}$

Σχημάτισε τη λίστα $RCL = \{s \in C / g(s) \leq \underline{s} + \alpha(\bar{s} - \underline{s})\}$

Επίλεξε ένα στοιχείο s , τυχαία, από την RCL

Συμπλήρωσε $x = x \cup \{s\}$

Επικαιροποίησε τη λίστα C

Μέχρι να συμπληρωθεί μια πλήρης λύση

Η παράμετρος α ελέγχει το ποσοστό της πλεονεκτικότητας και της τυχειότητας στον αλγόριθμο. Συγκεκριμένα, τιμές του α ίσες με μηδέν αντιστοιχούν σε διαδικασίες πλεονεκτικής κατασκευής, ενώ οι τιμές του ίσες με τη μονάδα σε διαδικασίες τυχαίας επιλογής.

Ο αλγόριθμος προσαρμοσμένης ημι-πλεονεκτικής έρευνας χρησιμοποιεί κάποιον αλγόριθμο τοπικής έρευνας για τη φάση της καλύτερευσης της λύσης που δημιουργήθηκε από την κατασκευαστική φάση. Η χρησιμοποιούμενη τεχνική τοπικής έρευνας, είναι σημαντικό να εμπεριέχει ιδιότητες που να συνδέονται με την αποτελεσματική έρευνα του χώρου των λύσεων, ενώ είναι επιθυμητές κάποιες ιδιότητες που να συνδέονται με διαδικασίες διαφοροποίησης και εντατικοποίησης. Στην περίπτωση αυτή ως τεχνική τοπικής έρευνας μπορεί να νοηθεί οποιαδήποτε αυτούσια τεχνική τοπικής έρευνας ή και υβρίδια αυτών.

Είναι γενικά δύσκολο να αναλυθεί ακριβώς η ποιότητα των τιμών των λύσεων που μπορεί να αποκαλυφθούν με τη βοήθεια του αλγορίθμου προσαρμοσμένης ημι-πλεονεκτικής έρευνας. Παρόλα αυτά διαισθητικά η τεχνική αυτή μπορεί να θεωρηθεί σαν μια διαδικασία επαναληπτικής δειγματοληψίας. Σε κάθε επανάληψη παράγεται δειγματοληπτικά μια λύση από μίαν άγνωστη κατανομή όλων των υποψήφιων λύσεων. Η μέση τιμή και η διασπορά της κατανομής αυτής είναι συναρτήσεις της περιορισμένης φύσης της λίστας υποψήφιων στοιχείων. Αν, για παράδειγμα, το μέγεθος της λίστας περιορισμένων υποψήφιων στοιχείων είναι ίσο με τη μονάδα, τότε μόνο μια λύση μπορεί να επιλεγεί και η μέση τιμή των στοιχείων της λίστας είναι ίση με την τιμή της πλεονεκτικής συνάρτησης του στοιχείου αυτού, ενώ η διασπορά είναι ίση με μηδέν. Δοθείσης της πλεονεκτικής συνάρτησης στην περίπτωση αυτή, η μέση τιμή για τη συνάρτηση των στοιχείων της λίστας μπορεί να είναι καλή, αλλά πιθανά θα οδηγήσει γρήγορα σε τοπικό ελάχιστο. Αν το μέγεθος της λίστας περιορισμένων υποψηφίων στοιχείων είναι αρκετά μεγαλύτερο, μπορεί να παραχθούν ορισμένες διαφοροποιημένες λύσεις για το πρόβλημα, πράγμα που σημαίνει μεγαλύτερη διασπορά και μεγαλύτερες πιθανότητες αποκάλυψης καλών λύσεων. Στην περίπτωση αυτή η αυστηρότητα της πλεονεκτικότητας του αλγορίθμου θα είναι αρκετά χαλαρή, με αποτέλεσμα η μέση τιμή της συνάρτησης των στοιχείων να είναι περισσότερο διαφοροποιημένη από την καλύτερη δυνατή. Παρά ταύτα διαισθητικά με βάση τη στατιστική και το γεγονός ότι τα παραγόμενα δείγματα κατατάσσονται τυχαία, η καλύτερη τιμή του δείγματος θα πρέπει να είναι αρκετά καλύτερη από τη μέση τιμή αυτού, δηλαδή την τιμή που φυσιολογικά αναμένεται από την τυχαία δειγματοληψία.

Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό της μεθόδου της προσαρμοσμένης ημι-πλεονεκτικής έρευνας είναι και η ευκολία με την οποία μπορεί να εφαρμοστεί, δεδομένου του μικρού αριθμού παραμέτρων που εμπλέκονται και πρέπει να καθοριστούν. Κατά συνέπεια τέτοιες διαδικασίες συνήθως αντιστοιχούν σε υπολογιστικούς κώδικες που χρησιμοποιούν αποδοτικά τις δομές δεδομένων των στοιχείων και κατά συνέπεια διέπονται από χαμηλό υπολογιστικό κόστος.

3.1.3 Λειτουργία του λογισμικού

Εφαρμογή στο πρόβλημα του κρίσιμου τομέα

Με βάση τα παραπάνω, το πρόβλημα του κρίσιμου τομέα για ένα μαθηματικό δίκτυο δρόμων που αποτελείται από κόμβους και μη προσανατολισμένα τόξα επιλύθηκε με τη βοήθεια ενός αλγορίθμου ημι-πλεονεκτικής έρευνας. Στο εμπλεκόμενο δίκτυο ο πληθυσμός έχει κατανομηθεί στους κόμβους του δικτύου και η κίνηση των ανθρώπων (αυτοκινήτων) γίνεται προς όλες τις κατευθύνσεις στους μη προσανατολισμένους δρόμους του δικτύου. Για την εύρεση του κρίσιμου τομέα κάθε κόμβου προτείνεται η προφανής πλεονεκτική συνάρτηση του λόγου του πληθυσμού των κόμβων του τομέα προς τον αριθμό των εξόδων που αυτός εμπλέκει.

Ο αλγόριθμος είναι κατασκευαστικός, δηλαδή ξεκινά από έναν κόμβο (αυτόν στον οποίο αναφέρεται) και σταδιακά προσθέτει έναν γειτονικό του (από το σύνολο των

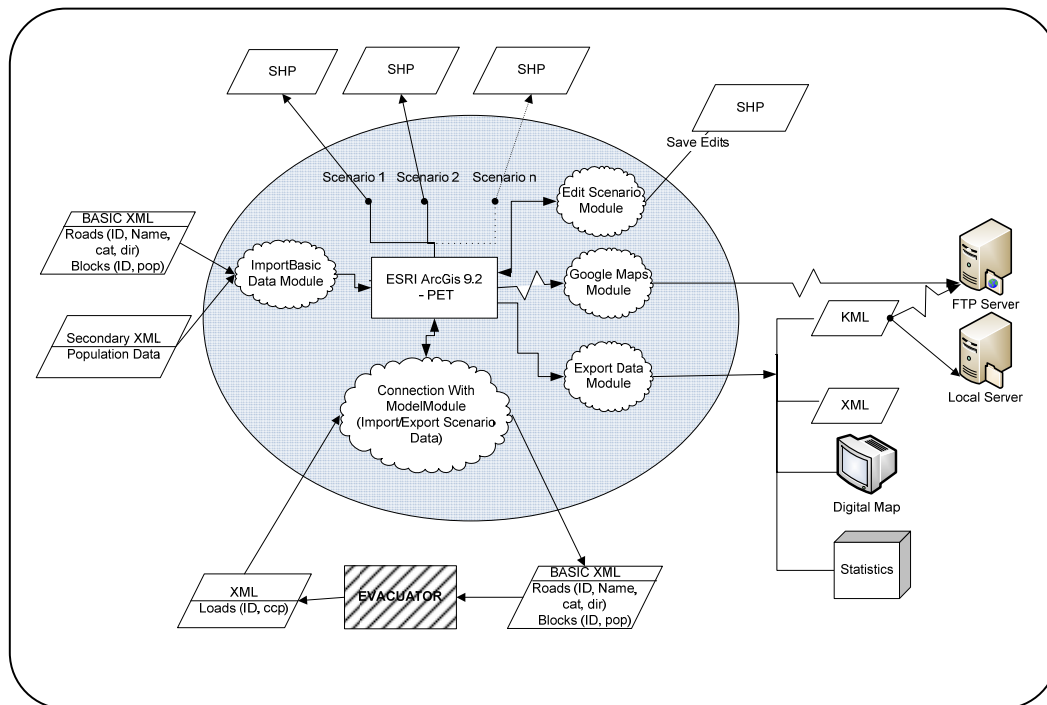
γειτόνων αυτού), για τον οποίο ο καινούργιος λόγος πληθυσμού προς εξόδους είναι μεγάλος. Συγκεκριμένα λόγω της χρήσης της ημι-πλεονεκτικής συνάρτησης όλοι οι υποψήφιοι γειτονικοί κόμβοι ταξινομούνται με αύξουσα σειρά του συγκεκριμένου λόγου και επιλέγεται τυχαία ένας από τους k καλύτερους. Η διαδικασία συνεχίζεται μέχρις ότου κανένας κόμβος δεν μπορεί να προστεθεί στον συγκεκριμένο τομέα.

3.2 Περιγραφή του εργαλείου

Το εργαλείο κατασκευάστηκε από τον Γιώργο Παπακυριακόπουλο στα πλαίσια της διπλωματικής του εργασίας τον Ιούλιο του 2008 [ΕΠ 4], ως φοιτητής του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, του τμήματος Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών. Αποτελεί add-on για το λογισμικό ArcGIS, με τη μορφή εργαλειοθήκης και ονομάστηκε PET από τα αρχικά της φράσης "Panic Evacuation Toolbar". Προορίζεται για τη διαχείριση σεναρίων εκκένωσης σε περιβάλλον GIS από άτομα που δεν έχουν εξειδικευμένες γνώσεις πάνω στα GIS και σκοπός του λογισμικού είναι η διευκόλυνση της εξαγωγής συμπερασμάτων που χρειάζονται για το χωρικό σχεδιασμό μιας πόλης και εκτελέστηκε στο περιβάλλον του ArcGis στην έκδοση 9.2.

Το PET δημιουργήθηκε για την χρήση οποιουδήποτε κατάλληλου υποβάθρου ως περιοχή μελέτης. Ως κατάλληλο υπόβαθρο εννοείται μία περιοχή με περιορισμό μεγέθους τον περιορισμό του αλγορίθμου εκτέλεσης του μοντέλου, που αποτελείται από κλειστά πολύγωνα, τα οποία διαθέτουν πληθυσμιακά δεδομένα και γραμμικά στοιχεία, τα οποία διαθέτουν δεδομένα για το πλήθος των ατόμων που μπορούν να χωρέσουν. Έτσι, περιοχή μελέτης μπορεί να είναι μία γειτονιά, μία πόλη, ένα συγκρότημα κατοικιών, ένα μεγάλο κτήριο, ένα αεροδρόμιο, ένα λιμάνι ή ακόμα και ένα πλοίο.

Η εφαρμογή έχει δομηθεί σε πέντε βασικές λειτουργικές μονάδες (Modules) οι οποίες φαίνονται στο σχήμα 3-1.



- | | | |
|---|-----------------------|--|
| 1 | Import Basic Data | : Εισαγωγή Βασικών Δεδομένων |
| 2 | Connection with Model | : Επικοινωνία με το πρόγραμμα εκτέλεσης του μοντέλου εκκένωσης |
| 3 | Edit Scenario | : Επεξεργασία των σεναρίων |
| 4 | Export Data | : Εξαγωγή των δεδομένων και των αποτελεσμάτων |
| 5 | Google Maps | : Εμφάνιση του χάρτη στο Google Maps |

Σχήμα 3-1: Διάγραμμα βασικών λειτουργιών

Πηγή: Παπακυριακόπουλος, Γεώργιος, 2008. Διπλωματική εργασία: Διαχείριση σεναρίων εκκένωσης περιοχών σε περιβάλλον GIS και αξιολόγηση χωρικού σχεδιασμού ως προς τη συμπεριφορά κατά την εκκένωση.

3.2.1 Προγραμματιστικό περιβάλλον

Ύστερα από αξιολόγηση των κριτηρίων και απαιτήσεων αποφασίστηκε να χρησιμοποιηθεί η Visual Basic 6 ως κύρια γλώσσα προγραμματισμού. Η γλώσσα αυτή συνεργάζεται πλήρως με τα Map Objects και το ArcGis 9.2, ενώ παράλληλα υπάρχει σχετική βιβλιογραφία, καθώς η βιβλιογραφία στις άλλες εναλλακτικές (Visual Studio 2005, Visual Studio 2008, Python) ήταν σχεδόν ανύπαρκτη, ενώ δεν επιλέχθηκε η VBA λόγω της αδυναμίας της στη μεταφερσιμότητα. Παράλληλα χρησιμοποιήθηκε η τεχνολογία XML για την ανάγνωση των περισσότερων αρχείων, ενώ σε χρόνο εκτέλεσης δημιουργούνται Σχήματα XML (XML Schema), καθώς και ερωτήματα σε γλώσσα SQL. Επίσης εκτελούνται και εντολές σε JavaScript για την επικοινωνία της εφαρμογής με το Google Maps.

Το περιβάλλον ανάπτυξης της εφαρμογής επιλέχθηκε, έτσι ώστε να ικανοποιεί τα παρακάτω κριτήρια:

- Συμβατότητα με ArcGis 9.2.
- Συμβατότητα με την επέκταση Map Objects του ArcGis 9.2.
- Ύπαρξη βιβλιογραφίας λόγω της εξειδικευμένης εφαρμογής.
- Δυνατότητα χρήσης τεχνολογιών XML.

- Δυνατότητα επεξεργασίας DBF αρχείων.
- Συνδεσιμότητα με διακομιστή και χρήση ιστοσελίδας.
- Δυνατότητα εύκολης αποσφαλμάτωσης.
- Δυνατότητα εύκολης μεταφερσιμότητας σε άλλο υπολογιστή.

3.2.2 Περιορισμοί λογισμικού

Όσον αφορά το εργαλείο επεξεργασίας των αποτελεσμάτων υπάρχουν οι εξής περιορισμοί:

- Για την επικοινωνία του εργαλείου (PET – Panic Evacuation Toolbar) με το πρόγραμμα εκτέλεσης του μοντέλου εκκένωσης χρησιμοποιήθηκε συγκεκριμένο Σχήμα XML (XML Schema), το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε άλλα προγράμματα εκτέλεσης μοντέλων.
- Τα αποτελέσματα μπορούν να απεικονιστούν ομαδοποιημένα μέχρι και σε 50 κατηγορίες με προκαθορισμένα χρώματα.
- Για την απεικόνιση του χάρτη στο Google Maps, το μέγεθος του δημιουργημένου KML αρχείου δεν πρέπει να ξεπερνάει τα 9 MB.
- Για τη απεικόνιση του χάρτη στο Google Maps, θα πρέπει να υπάρχει ένας ftp server, στον οποίο να αποθηκευτεί το KML αρχείο.

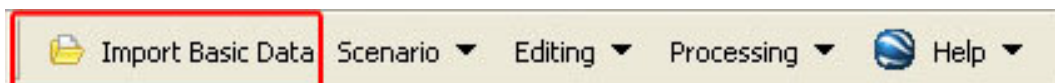
Αντίστοιχα για το πρόγραμμα εκτέλεσης μοντέλων εκκένωσης πανικού αναφέρονται οι ακόλουθοι περιορισμοί:

- Αδυναμία εκτέλεσης του προγράμματος για περιοχές με πάνω από 100,000 δρόμους ή πάνω από 1,000,000 οικοδομικά τετράγωνα.
- Αναγκαιότητα χρήσης ενός συγκεκριμένου Σχήματος XML (XML Schema).
- Τα χαρακτηριστικά της εκκένωσης ως μέτρο αξιολόγησης χωρικού σχεδιασμού.

3.2.3 Λειτουργικές απαιτήσεις

Λειτουργική απαίτηση: Import Basic Data

Πρόκειται για την πρώτη επιλογή στην εργαλειοθήκη, με την οποία γίνεται η εισαγωγή των δεδομένων στο ArcGis.

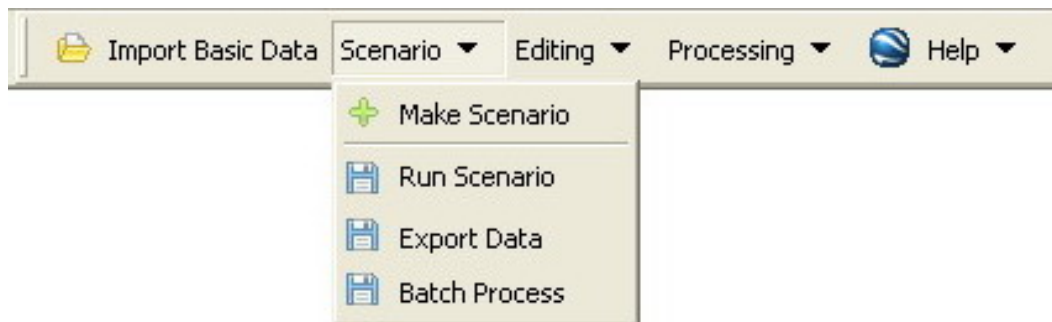


Εικόνα 3-3: Λειτουργική Απαίτηση - Import Basic Data

Τα δεδομένα εισόδου είναι αρχεία XML που περιλαμβάνουν τα οικοδομικά τετράγωνα, με τον κωδικό-κλειδί τους (ID) και τον πληθυσμό τους, και τα τμήματα του οδικού δικτύου, με τον αριθμό των λωρίδων κυκλοφορίας και τις κατευθύνσεις. Το λογισμικό ανοίγει το αρχείο XML και στη συνέχεια εισάγει και απεικονίζει τα δεδομένα στο ArcGIS. Σε πολύ μεγάλα αρχεία παρατηρείται καθυστέρηση στην εισαγωγή των δεδομένων.

Λειτουργική απαίτηση: Scenario

Περιλαμβάνει τέσσερις λειτουργικές απαιτήσεις, οι οποίες έχουν να κάνουν με τη δημιουργία και την εκτέλεση των σεναρίων και την εξαγωγή των αποτελεσμάτων.



Εικόνα 3-4: Λειτουργική Απαίτηση - Scenario

Πρώτη επιλογή (Make scenario) είναι η δημιουργία του σεναρίου. Δεδομένα εισόδου αποτελούν οι χωρικές και περιγραφικές πληροφορίες που έχουν εισαχθεί στο ArcGIS. Επίσης, εισάγονται το όνομα του σεναρίου (δεν μπορεί να υπερβαίνει τους 10 χαρακτήρες), μία μικρή περιγραφή του σεναρίου και ένα αρχείο κειμένου με πληθυσμιακά στοιχεία σε μορφή txt. Το λογισμικό αντιγράφει τα βασικά δεδομένα, δημιουργεί νέα θεματικά επίπεδα και εισάγει τα επιπλέον πληθυσμιακά στοιχεία με τη μορφή αρχείου κειμένου συμπληρωματικών πληθυσμών. Στη συνέχεια εξάγει τα βοηθητικά αρχεία που χρειάζονται από το ArcGIS για την εμφάνιση και αποθήκευση των δεδομένων. Βασική προϋπόθεση είναι η ύπαρξη αρκετού χώρου για τη δημιουργία των βοηθητικών αρχείων.

Η επόμενη επιλογή (Run Scenario) είναι η εκτέλεση του σεναρίου. Δεδομένα εισόδου αποτελεί το αρχείο XML που περιλαμβάνει: τα οικοδομικά τετράγωνα με τον κωδικό-κλειδί τους, τον πληθυσμό τους, τους δρόμους με τις λωρίδες κυκλοφορίας και τις κατευθύνσεις με δομή ίδια με αυτή των δεδομένων εισόδου της λειτουργικής απαίτησης «Import Basic Data». Μετά την εισαγωγή των δεδομένων στον αλγόριθμο εκτέλεσης του σεναρίου, υπολογίζονται οι κυκλοφοριακοί φόρτοι και γίνεται η εξαγωγή των δεδομένων. Για την ομαδοποίηση των αποτελεσμάτων του κυκλοφοριακού φόρτου, υπάρχει εύρος 50 κατηγοριών, οι τιμές των οποίων εισάγονται κατά την διάρκεια της εκτέλεσης και βρίσκονται σε αρχείο μορφής txt. Τα δεδομένα εξόδου που προκύπτουν, αποτελεί ένα αρχείο XML που περιλαμβάνει τον κωδικό-κλειδί κάθε τμήματος του οδικού δικτύου και τον κυκλοφοριακό φόρτο ανά λωρίδα του αντίστοιχου τμήματος. Και εδώ απαιτείται ύπαρξη αρκετού χώρου για την δημιουργία του αρχείου με τα δεδομένα εξόδου καθώς επίσης και η ύπαρξη του λογισμικού εκτέλεσης του μοντέλου εκκένωσης πληθυσμού. Επιπλέον περιορισμός είναι οι περιοχές να έχουν λιγότερους από 100.000 δρόμους και 1.000.000 οικοδομικά τετράγωνα. Στο τέλος της διαδικασίας, εισάγονται τα δεδομένα εξόδου στο ArcGIS, στο αντίστοιχο θεματικό επίπεδο του σεναρίου που εκτελέστηκε. Σημαντική παρατήρηση: Για να λειτουργήσει επιτυχώς το πρόγραμμα, θα πρέπει όλοι οι φάκελοι με τα δεδομένα και τα αρχεία εισόδου και εξόδου, να έχουν όνομα με λατινικούς χαρακτήρες και να μην υπάρχει κενό μεταξύ των λέξεων. Μπορεί αντ' αυτού να χρησιμοποιηθεί το underscore (_).

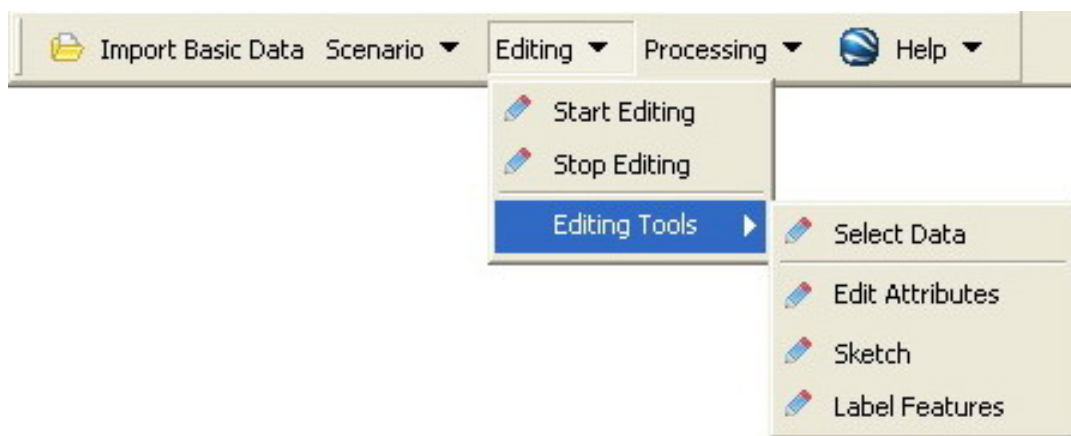
Τρίτη επιλογή (Export Data) αποτελεί η εξαγωγή των δεδομένων που έχουν προκύψει από την εκτέλεση του σεναρίου. Εδώ υπάρχει η δυνατότητα εξαγωγής και αποθήκευσης των δεδομένων σε τρεις διαφορετικές μορφές: KML, XML και KML για ftp server (για εξαγωγή των δεδομένων στο Internet). Στα αρχεία XML και KML αποθηκεύονται τα χωρικά και περιγραφικά δεδομένα, δηλαδή τα οικοδομικά

τετράγωνα με τον κωδικό-κλειδί τους, τα τμήματα του οδικού δικτύου και τον κυκλοφοριακό φόρτο ανά λωρίδα του αντίστοιχου τμήματος με τον αντίστοιχο κωδικό-κλειδί. Η δομή του αρχείου XML είναι η ίδια με τη δομή των δεδομένων εισόδου της λειτουργικής απαίτησης «Import Basic Data». Παράλληλα γίνεται και η εξαγωγή ενός αρχείου html, το οποίο αποτελεί το σύνδεσμο μεταξύ της εφαρμογή και του αρχείου KML. Για την εξαγωγή των δεδομένων στο Internet, απαιτείται η ύπαρξη ενεργής σύνδεσης στο Internet, όνομα χρήστη, κωδικός του χώρου αποθήκευσης των δεδομένων στο Internet, καθώς και η διεύθυνση αυτού του χώρου. Επίσης απαιτείται ένας κωδικός πρόσβασης που διαθέτει η υπηρεσία Google Maps για την εμφάνιση των υποβάθρων της σε αρχεία html και παρέχεται από εδώ: <http://code.google.com/apis/maps/signup.html>. Απαραίτητη προϋπόθεση είναι η ύπαρξη αρκετού χώρου για την αποθήκευση του δημιουργημένου αρχείου. Και επιπλέον, για την εμφάνιση των δεδομένων από KML αρχείο, στις συντεταγμένες θα πρέπει να χρησιμοποιείται το Παγκόσμιο Γεωδαιτικό σύστημα (WGS 84) με απεικόνιση σε Ορθή Μερκατορική προβολή.

Η τελευταία επιλογή (Batch Process) αποτελεί μια αυτοματοποιημένη διαδικασία. Τα δεδομένα εισόδου, οι απαιτήσεις και οι περιορισμοί, καθώς και τα αρχεία που δημιουργούνται είναι ίδια με τα παραπάνω, σε μεγαλύτερο πλήθος όμως, μιας και στην αυτοματοποιημένη διαδικασία έχουμε περισσότερα σενάρια με διαφορετικούς πληθυσμούς.

Λειτουργική απαίτηση: Editing

Πρόκειται για τις λειτουργίες επεξεργασίας των δεδομένων (πολύγωνα και δρόμοι).



Εικόνα 3-5: Λειτουργική Απαίτηση - Editing

Η πρώτη λειτουργία (Start Editing) ξεκινά την διαδικασία επεξεργασίας των δεδομένων. Αρχικά επιλέγεται το θεματικό επίπεδο που θέλουμε να επεξεργαστούμε. Στη συνέχεια γίνεται η επεξεργασία, η διαγραφή και η εισαγωγή νέων στοιχείων στο θεματικό επίπεδο που έχει επιλεγεί.

Η επόμενη λειτουργία (Stop Editing) σταματά την διαδικασία επεξεργασίας, όταν αυτή έχει ολοκληρωθεί και αποθηκεύει τις αλλαγές.

Ακολουθούν οι λειτουργίες επεξεργασίας (Editing Tools).

Η πρώτη λειτουργία (Select Data) δίνει την δυνατότητα επιλογής των στοιχείων που θέλουμε. Μετά την επιλογή, τα επιλεγμένα στοιχεία εμφανίζονται με άλλο χρώμα.

Απαραίτητη προϋπόθεση για την πραγματοποίηση αυτού του βήματος είναι να έχει ξεκινήσει η επεξεργασία ενός θεματικού επιπέδου.

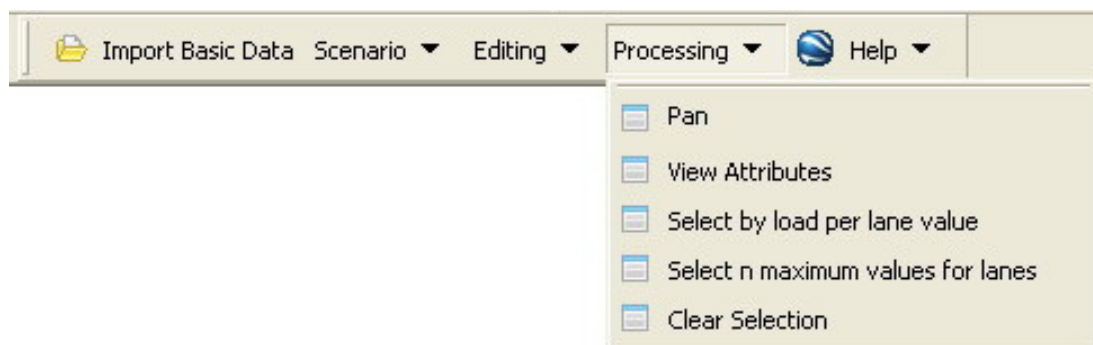
Η επόμενη λειτουργία (Edit Attributes) επεξεργάζεται τα χαρακτηριστικά των δεδομένων. Απαραίτητη προϋπόθεση είναι να έχει ξεκινήσει η επεξεργασία ενός θεματικού επιπέδου και να έχει γίνει επιλογή των στοιχείων.

Η τρίτη λειτουργία (Sketch) δημιουργεί νέα χωρικά στοιχεία. Απαραίτητη προϋπόθεση είναι να έχει ξεκινήσει η επεξεργασία ενός θεματικού επιπέδου. Πρέπει να σημειωθεί ότι στο θεματικό επίπεδο των οικοδομικών τετραγώνων δημιουργούνται μόνο οικοδομικά τετράγωνα, ενώ στο θεματικό επίπεδο των δρόμων μόνο δρόμοι.

Η τελευταία λειτουργία (Label Features) εμφανίζει τις ετικέτες των θεματικών επιπέδων (π.χ. Ονόματα δρόμων στους δρόμους και πληθυσμό στα οικοδομικά τετράγωνα).

Λειτουργική απαίτηση: Processing

Περιλαμβάνει σειρά ενεργειών για παρακολούθηση των δεδομένων.



Εικόνα 3-6: Λειτουργική Απαίτηση - Processing

Με την πρώτη λειτουργία (Pan) γίνεται περιήγηση στον χάρτη με την μετακίνηση του κέρσορα στην οθόνη.

Με την δεύτερη λειτουργία (View Attributes) εμφανίζονται τα χαρακτηριστικά των στοιχείων που έχουν επιλεγεί (δρόμοι ή οικοδομικά τετράγωνα). Για να σταματήσει η επιλογή των στοιχείων και η εμφάνιση των χαρακτηριστικών επιλέγεται η λειτουργία Pan.

Η επόμενη λειτουργία (Select by load per lane value) παρέχει τη δυνατότητα επιλογής στοιχείων με συγκεκριμένα κριτήρια. Στα δεδομένα εισόδου περιλαμβάνονται το θεματικό επίπεδο και το ελάχιστο και το μέγιστο φορτίο ανά λωρίδα. Στη συνέχεια επιλέγονται οι δρόμοι με την τιμή κυκλοφοριακού φόρτου ανά λωρίδα, ανάμεσα στις δοσμένες τιμές και παρουσιάζονται τα επιλεγμένα στοιχεία. Υπάρχει ο περιορισμός να έχει γίνει επιλογή ενός μόνο θεματικού επιπέδου.

Με την επόμενη λειτουργία (Select n maximum values for lanes) επιλέγονται οι n δρόμοι που έχουν τις μεγαλύτερες τιμές κυκλοφοριακού φόρτου ανά λωρίδα. Στα δεδομένα εισόδου περιλαμβάνονται το θεματικό επίπεδο και το πλήθος των μέγιστων τιμών κυκλοφοριακού φόρτου ανά λωρίδα. Υπάρχει ο περιορισμός να έχει γίνει επιλογή ενός μόνο θεματικού επιπέδου.

Με την τελευταία λειτουργία (Clear Selection) γίνεται απεπιλογή όλων των επιλεγμένων στοιχείων.

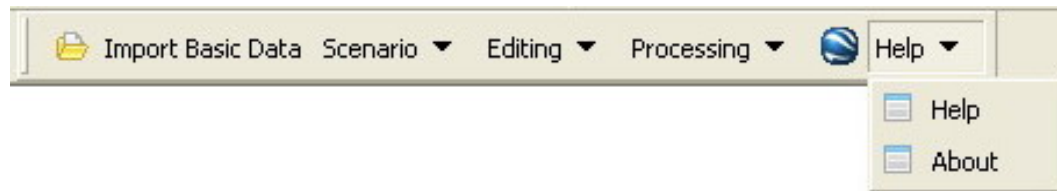
Λειτουργική απαίτηση: Google Maps



Εικόνα 3-7: Λειτουργική Απαίτηση - Google Maps

Με τη συγκεκριμένη λειτουργία γίνεται εμφάνιση των δεδομένων του ArcGIS στο Google Maps. Απαραίτητες προϋποθέσεις είναι η ενεργή σύνδεση στο Internet και να έχει προηγηθεί η εξαγωγή των δεδομένων σε κάποιο δικτυακό χώρο. Το μέγεθος του αρχείου KML δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερο από 9MB.

Λειτουργική απαίτηση: Help



Εικόνα 3-8: Λειτουργική Απαίτηση - Help

Η πρώτη λειτουργία (Help) εμφανίζει οδηγίες για τη λειτουργία του προγράμματος.

Η δεύτερη λειτουργία (About) εμφανίζει πληροφορίες για τον δημιουργό και την έκδοση του προγράμματος.

3.2.4 Αρχεία εφαρμογής

Αρχεία Εισόδου

Αρχικά χρειάζονται τα βασικά δεδομένα τα οποία είναι αναγκαία για να μπορέσει το πρόγραμμα να εμφανίσει την περιοχή. Αυτά τα δεδομένα παίρνονται από δύο αρχεία. Το πρώτο αρχείο είναι ένα αρχείο XML το οποίο περιλαμβάνει τους δρόμους και τα οικοδομικά τετράγωνα, καθώς και τα περιγραφικά τους χαρακτηριστικά. Το δεύτερο αρχείο αποτελεί ένα αρχείο κειμένου και περιλαμβάνει τα επιπλέον πληθυσμιακά δεδομένα που χρειάζονται για την εκτέλεση του συγκεκριμένου σεναρίου.

Αρχεία Λειτουργίας

Κατά την εισαγωγή των βασικών δεδομένων στην αρχή, δημιουργούνται τα αρχεία που χρειάζεται το πρόγραμμα ArcGIS. Αυτά με τη σειρά τους αποτελούνται από τρία αρχεία για τους δρόμους και από άλλα τρία αρχεία για τα οικοδομικά τετράγωνα. Έτσι δημιουργούνται τα αρχεία: Arcs.shp, Arcs.shx, Arcs.dbf για τους δρόμους και τα: polygons.shp, polygons.shx, polygons.dbf για τα οικοδομικά τετράγωνα.

Τα επόμενα αρχεία φτιάχνονται κατά τη δημιουργία ενός σεναρίου. Έτσι, όταν επιλεγεί αυτή η διαδικασία, δημιουργούνται έξι νέα αρχεία, τα οποία περιλαμβάνουν και αυτά τα γεωγραφικά και περιγραφικά δεδομένα των δρόμων και των οικοδομικών

τετραγώνων Τα αρχεία αυτά είναι τα αρχεία που δημιουργούνται κατά τη διάρκεια εκτέλεσης της εφαρμογής. Κάθε σενάριο που δημιουργείται ονοματίζεται «εσωτερικά», ανάλογα με τη χρονική στιγμή που δημιουργήθηκε. Στη δημιουργία κάθε νέου σεναρίου, είναι αναγκαίο από την εφαρμογή να δημιουργήσει έξι αρχεία (τρία για τα οικοδομικά τετράγωνα και τρία για τους δρόμους), τα οποία θα περιλαμβάνουν τα χωρικά και περιγραφικά δεδομένα και θα είναι της μορφής .shp, .shx, .dbf.

Τα ονόματα κατασκευάζονται σύμφωνα με τη συνάρτηση:

```
Private Function dbfname(tmp As String) As String
```

```
dbfname = Chr(Mid(tmp, 1, 2) + 93) & Chr(Mid(tmp, 3, 2) + 93) & Chr(Mid(tmp, 5, 2) - 15) & Chr(Mid(tmp, 7, 1) + 93) & Chr(Mid(tmp, 8, 1) + 93) & Chr(Mid(tmp, 9, 1) + 93) & Chr(Mid(tmp, 10, 1) + 93)
```

```
End Function
```

Η συνάρτηση αυτή δέχεται την ημερομηνία και ώρα σε μορφή: «02/07/08_20:22:5» και δημιουργεί μια αλληλουχία χαρακτήρων. Για παράδειγμα εδώ θα δώσει ως αποτέλεσμα την αλληλουχία χαρακτήρων: “_dC]__b”, η οποία θα αποτελέσει και τη βάση του ονόματος των αρχείων του συγκεκριμένου σεναρίου.

Με την εκτέλεση του σεναρίου, δημιουργούνται άλλα εννέα αρχεία (τρία για κάθε πληθυσμό), τα οποία ονοματίζονται με τον ίδιο τρόπο, προσθέτοντας όμως άλλο ένα ψηφίο στο τέλος που υποδηλώνει το σενάριο. Πχ.”_dC]__b1”, “_dC]__b2”, “_dC]__b3”. Με αυτή τη δομή δημιουργούνται και όλα τα υπόλοιπα αρχεία που δημιουργεί αυτόματα η εφαρμογή.

Στη συνέχεια, όταν επιλεγεί να εκτελεστεί ο αλγόριθμος, δημιουργούνται τα αρχεία επικοινωνίας με το πρόγραμμα του αλγορίθμου. Αυτά τα αρχεία αποτελούν ένα αρχείο XML για κάθε ομάδα πληθυσμού. Η δομή αυτού του αρχείου είναι ίδια με τη δομή τους βασικού αρχείου XML. Το πρόγραμμα εκτέλεσης τους αλγορίθμου δημιουργεί ένα καινούργιο αρχείο XML, το οποίο περιλαμβάνει τους δρόμους με τα αποτελέσματα του αλγορίθμου. Τα ίδια αρχεία δημιουργούνται και κατά την αυτοματοποιημένη διαδικασία (Batch Process), σε μεγαλύτερο πλήθος όμως.

Για τη σύνδεση των δεδομένων με το Google Maps, εκτός από το αρχείο KML, το οποίο περιέχει τα δεδομένα, δημιουργείται από την εφαρμογή και ένα αρχείο html, το οποίο αποτελεί το συνδετικό κρίκο ανάμεσα στην εφαρμογή και το αρχείο KML. Το αρχείο αυτό αποθηκεύεται στον ίδιο φάκελο που αποθηκεύεται και το αρχείο KML και έχει όνομα «KML.html». Όταν γίνεται η μεταφορά του αρχείου KML στο Internet, γίνεται παράλληλα και η μεταφορά αυτού του αρχείου.

Αρχεία Εξόδου

Τα αρχεία στα οποία γίνεται εξαγωγή των αποτελεσμάτων είναι αρχεία XML, KML και αρχεία κειμένου, ενώ υπάρχει και η δυνατότητα δημιουργίας ψηφιακού χάρτη.

Το εργαλείο δίνει τη δυνατότητα εξαγωγής των γεωγραφικών αλλά και περιγραφικών δεδομένων οποιαδήποτε στιγμή επιθυμήσει ο χρήστης σε μορφή XML ή είτε KML. Το αρχείο XML είναι στη δομή των αρχικών δεδομένων, ενώ το KML αρχείο είναι σε δομή που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από το Google Earth, ενσωματώνοντας παράλληλα τις ομαδοποιήσεις των αποτελεσμάτων, οι οποίες δεν είναι αναγκαίο να είναι οι ίδιες με αυτές της εφαρμογής.

Επίσης κατά τη διαδικασία εξαγωγής των δεδομένων σε κάποιο διακομιστή για την εμφάνισή τους στο Google Maps, δημιουργείται ένα αρχείο KML, το οποίο είναι συμβατό με Google Maps.

Τέλος, μετά την εκτέλεση ενός σεναρίου δημιουργούνται δύο αρχεία με τα αποτελέσματα του αλγορίθμου. Τα δύο αυτά αρχεία έχουν το ίδιο περιεχόμενο αλλά διαφορετική δομή, έτσι ώστε να μπορεί να γίνει όσο το δυνατόν καλύτερη αξιοποίηση των αποτελεσμάτων.

3.2.5 Δυνατότητα χρησιμοποίησης διαφορετικού μοντέλου εκκένωσης

Ένας από τους βασικούς στόχους για την κατασκευή του εργαλείου ήταν η δυνατότητα χρησιμοποίησης όχι μόνο του συγκεκριμένου αλγορίθμου εκτέλεσης μοντέλων, αλλά και άλλων. Για αυτόν το λόγο χρησιμοποιήθηκε ένα ανοιχτό πρότυπο επικοινωνίας με αρχεία XML, τα οποία μπορούν εύκολα να τροποποιηθούν, έτσι ώστε να μπορεί να γίνει η εισαγωγή των δεδομένων στο εργαλείο. Επίσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί μία εφαρμογή αυτοματοποιημένης διαδικασίας μετασχηματισμού των δεδομένων από το ένα XML Σχήμα (XML Schema) σε αυτό που λειτουργεί το εργαλείο. Με αυτόν τον τρόπο μπορούν να χρησιμοποιηθούν και αλγόριθμοι που χρησιμοποιούν διαφορετικό XML Σχήμα (XML Schema).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

4.1 Απαιτήσεις από τις διαφορετικές περιπτώσεις

Για την πραγματοποίηση του πειράματος, αρχικά επιλέχθηκαν τρεις διαφορετικές δομές πόλεων:

- Μία τετραγωνισμένη.
- Μία με λιμάνι.
- Μία άναρχη.

Το ζητούμενο είναι να εξετασθεί η συμπεριφορά εναλλακτικών οδικών δικτύων, σε εναλλακτικές χωροθετήσεις οικίας – εργασίας, σε διαφορετικές ώρες της ημέρας και σε διαφορετικές δομές πόλεων και να εξαχθούν συμπεράσματα για τον βαθμό και τον τρόπο με τον οποίο επηρεάζουν μια ενδεχόμενη εκκένωση.

Οι τρεις περιπτώσεις δεν ορίστηκαν με γνώμονα την ολική κάλυψη περιπτώσεων χωροθέτησης, αλλά μόνο για να εξετάσουμε αν οι διαφορετικές διευθετήσεις επιδρούν στα αποτελέσματα και πώς. Δηλαδή, αν η αλλαγή μιας παραμέτρου σε μία από τις περιπτώσεις πόλεων επιφέρει τα τάδε αποτελέσματα στην εκκένωση, θέλουμε να ξέρουμε αν η αλλαγή της ίδιας παραμέτρου και σε άλλη πόλη, επιφέρει παρόμοια αποτελέσματα, τότε μπορούμε με ασφάλεια να ισχυριστούμε σχετικά με τη συσχέτιση παραμέτρου – αποτελέσματος.

4.2 Παράμετροι πειράματος

Για το συγκεκριμένο πείραμα υπάρχουν τέσσερις παράμετροι, βάση των οποίων θέλουμε να εξετάσουμε τα αποτελέσματα της εκτέλεσης του Evacuator για να εξαγάγουμε συμπεράσματα σχετικά με το πώς επιδρούν σε αυτά.

Πρώτη παράμετρο αποτελεί η δομή μιας πόλης. Στα πλαίσια της εργασίας, επιλέχθηκαν τρεις διαφορετικές δομές: μία πόλη απόλυτα τετραγωνισμένη, μία πόλη με λιμάνι, τετραγωνισμένη στη μεγαλύτερη έκτασή της και μία με άναρχη δομή.

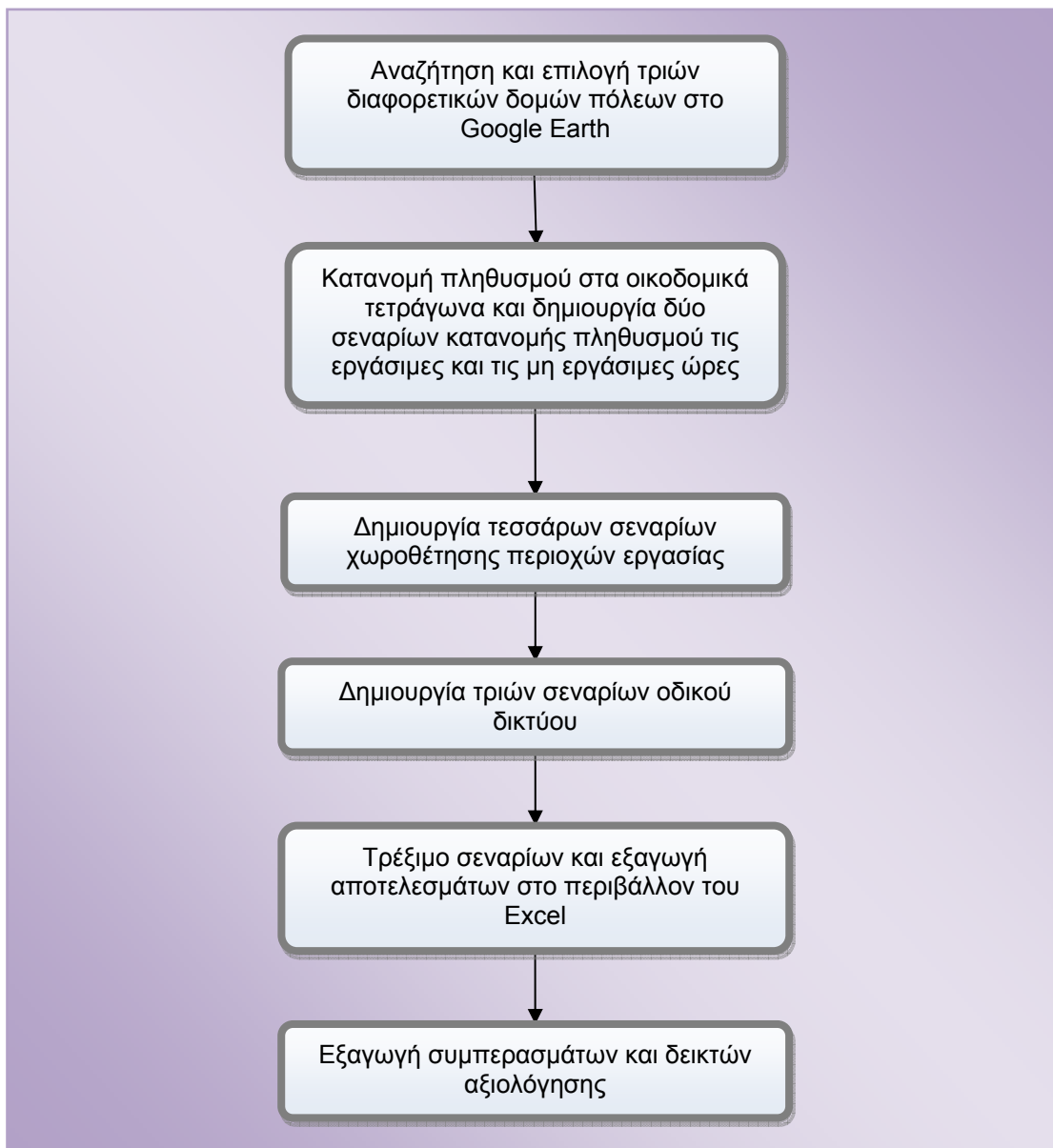
Η δεύτερη παράμετρος που επιλέχθηκε είναι η κατανομή του πληθυσμού ως προς το αν αναφέρεται σε κατοίκους (residential) ή σε εργαζόμενους (business). Ο διαχωρισμός αυτός κρίθηκε αναγκαίος καθώς κατά τη διάρκεια της μέρας επιφέρει μετακινήσεις οι οποίες αλλάζουν την κατανομή του πληθυσμού στα οικοδομικά τετράγωνα.

Η τρίτη παράμετρος θεωρεί ότι όλες οι εργασίες είναι συγκεντρωμένες σε μία ή περισσότερες περιοχές. Έτσι θεωρήθηκαν τέσσερις διαφορετικές περιπτώσεις χωροθέτησης των περιοχών αυτών: μία με τις εργασίες να συγκεντρώνονται στο κέντρο, μία να συγκεντρώνονται στο βόρειο τμήμα, μία να συγκεντρώνονται στο ανατολικό τμήμα και μία να συγκεντρώνονται σε τέσσερις περιοχές, τυχαία κατανομημένες στο χώρο.

Η τέταρτη παράμετρος αναφέρεται στο οδικό δίκτυο και έχει τρεις περιπτώσεις. Και στις τρεις περιπτώσεις όλοι οι δρόμοι είναι διπλής κατεύθυνσης. Στην πρώτη περίπτωση όλοι οι δρόμοι έχουν μία λωρίδα ανά κατεύθυνση. Στην δεύτερη περίπτωση οι κύριοι δρόμοι έχουν τρεις λωρίδες ανά κατεύθυνση, ενώ οι υπόλοιποι έχουν μία. Στην τρίτη περίπτωση έχει δημιουργηθεί ένας βασικός δακτύλιος και ένας δακτύλιος γύρω από την περιοχή εργασίας. Οι δακτύλιοι αυτοί έχουν τρεις λωρίδες ανά κατεύθυνση και οι υπόλοιποι δρόμοι έχουν μία.

Όλες οι παραπάνω παράμετροι με τις περιπτώσεις τους, αποτέλεσαν τα σενάρια τα οποία έτρεξαν στο Evacuator. Δηλαδή δημιουργήθηκαν 3 σενάρια πόλεων, 2 σενάρια πληθυσμού σε κάθε πόλη ανάλογα με τη χρονική ζώνη, 4 σενάρια χωροθέτησης σε κάθε πόλη και 3 σενάρια οδικού δικτύου, δηλαδή 24 σενάρια σε κάθε πόλη, συνολικά 72 σενάρια.

4.3 Ροή εργασιών



Σχήμα 4-1: Διάγραμμα ροής εργασιών

Αρχικά επιλέχθηκαν οι τρεις διαφορετικές περιοχές, με την διαφορετική δομή. Για την αναζήτηση και επιλογή τους χρησιμοποιήθηκε το Google Earth. Για τις δομές αυτές επιλέχθηκαν ως πρότυπα – υπόβαθρα τρία τμήματα τριών περιοχών των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής: Manhattan, Sandusky του Ohio και West Freehold του New Jersey. Στη συνέχεια οι περιοχές αυτές ψηφιοποιήθηκαν στο περιβάλλον του ArcGis. Βασική προϋπόθεση, για να είναι τα αποτελέσματα συγκρίσιμα και συνεπώς πιο αξιόπιστα, είναι οι τρεις περιοχές να έχουν περίπου την ίδια έκταση (απόκλιση 2%), το ίδιο συνολικό μήκος οδικού δικτύου (απόκλιση 25%) και τον ίδιο πληθυσμό, ο

οποίος επιλέχθηκε να είναι 10.000. Έτσι, για να πραγματοποιηθεί αυτή η απαίτηση, ακολούθησε η επεξεργασία των οικοδομικών τετραγώνων και των δρόμων στο περιβάλλον του ArcGis.

Επόμενο βήμα ήταν η κατανομή του πληθυσμού στα οικοδομικά τετράγωνα της εκάστοτε περιοχής. Δεδομένου ότι τα στοιχεία είναι φανταστικά, η κατανομή έγινε αναλογικά με την έκταση των οικοδομικών τετραγώνων. Επίσης, δημιουργήθηκαν τα δύο σενάρια του πληθυσμού των κατοίκων και των εργαζόμενων. Για τον υπολογισμό τους, με όσο το πιο δυνατόν αξιόπιστο τρόπο, δημιουργήθηκε στο περιβάλλον του excel το *scenariomaker*. Τα αποτελέσματα απεικονίστηκαν στο ArcGis.

Στη συνέχεια δημιουργήθηκαν τα τέσσερα σενάρια χωροθέτησης των περιοχών εργασίας. Αρχικά επιλέχθηκαν οι περιοχές εργασίας από την απεικόνιση στο ArcGis και έπειτα υπολογίστηκαν οι πληθυσμοί residential και business με το *scenariomaker*. Επιπλέον υπολογίστηκαν τα ποσοστά των δύο πληθυσμών και τα αποτελέσματα απεικονίστηκαν στο ArcGis.

Κατόπιν, πραγματοποιήθηκε η ονοματολογία των δρόμων και η δημιουργία των τριών σεναρίων του οδικού δικτύου. Και οι δύο διαδικασίες έγιναν στο περιβάλλον του ArcGis. Για την δημιουργία των σεναρίων, προσδιορίστηκαν η κατεύθυνση και ο αριθμός των λωρίδων του οδικού δικτύου.

Στο επόμενο στάδιο έγινε η δημιουργία και το τρέξιμο των σεναρίων με τη χρήση του Evacuator. Η κατάταξη σε περιοχές τιμών (bins) των αποτελεσμάτων των φόρτων έγινε με δύο ομαδοποιήσεις, ανά 7 και ανά 10 μονάδες οδικού φόρτου. Τα αποτελέσματα εξήχθησαν στο περιβάλλον του excel και στη συνέχεια δημιουργήθηκε πρόγραμμα στην Matlab, για την δυναμική παρουσίαση των αποτελεσμάτων με τη μορφή διαγραμμάτων. Τέλος, με την παρατήρηση των διαγραμμάτων έγινε η εξαγωγή συμπερασμάτων και δεικτών.

4.4 Περιγραφή *scenariomaker*

Το *scenariomaker* επιτυγχάνει την προσομοίωση του πληθυσμού σε ώρες εργασίας και μη, λαμβάνοντας υπόψη το ποσοστό των ατόμων που φεύγουν από τις κατοικίες, καθώς και έναν δείκτη έλξης για τα οικοδομικά τετράγωνα που τους δέχονται. Ένα απλό παράδειγμα του προγράμματος φαίνεται στον πίνακα 4-1.

Αναλυτικά περιλαμβάνει τα εξής:

- *Qid*: είναι ο κωδικός - κλειδί των οικοδομικών τετραγώνων.
- *Base population (R)*: είναι ο πληθυσμός των 10.000 όπως κατανεμήθηκε στα οικοδομικά τετράγωνα, ανάλογα με την έκτασή τους.
- *USE*: καθορίζει το αν ο πληθυσμός αναφέρεται σε κατοίκους (R) ή σε εργαζόμενους (B).
- *%Leave (R)*: είναι το ποσοστό των ατόμων που φεύγουν από το οικοδομικό τετράγωνο για να πάνε στην εργασία τους. Το ποσοστό αυτό επιλέχθηκε τυχαία.
- *Attraction factor (B)*: είναι ο δείκτης έλξης των οικοδομικών τετραγώνων εργασίας. Ο δείκτης αυτός επιλέχθηκε τυχαία.
- *Sum Attraction factor*: είναι το συνολικό άθροισμα των δεικτών έλξης.
- *Sum Attraction factor (B)*: είναι το άθροισμα των δεικτών έλξης για τα οικοδομικά τετράγωνα εργασίας.
- *RESIDENTIAL*: είναι το άθροισμα του *Base population (R)* όταν το *USE* είναι (R).
- *BUSINESS*: είναι το άθροισμα του *Base population (R)* όταν το *USE* είναι (B).
- *CHECK*: υπολογίζει το άθροισμα των *RESIDENTIAL* και *BUSINESS* για έλεγχο.

- **Additional pop (R):** είναι ο πληθυσμός που προστίθεται στα οικοδομικά τετράγωνα κατοικίας τις μη εργάσιμες ώρες. Υπολογίζεται βάση της σχέσης:

$$Additional\ pop(R) = \frac{BUSINESS * Base\ population(R)}{RESIDENTIAL}, \text{ όταν το USE είναι (R).}$$

Στο τέλος της στήλης υπολογίζεται το άθροισμα τους (*Sum Additional pop (R)*). Για έλεγχο, το άθροισμα αυτό πρέπει να είναι ίσο με το *BUSINESS*.

- **Leave pop:** είναι ο πληθυσμός που φεύγει για εργασία. Υπολογίζεται βάση της σχέσης: $Leave\ pop = (Additional\ pop(R) + Base\ population(R)) * \%Leave(R)$, όταν το USE είναι (R). Στο τέλος της στήλης υπολογίζεται το άθροισμα τους (*Sum Leave pop*).

- **Sim pop (R):** είναι ο πληθυσμός τις εργάσιμες ώρες. Υπολογίζεται από τις σχέσεις: $Sim\ pop(R) = Base\ population(R) + Additional\ pop(R) - Leave\ pop$, όταν το USE είναι (R) και

$$Sim\ pop(R) = \frac{Attraction\ factor(B)}{Sum\ Attraction\ factor(B) * Sum\ Leave\ pop}, \text{ όταν το USE είναι (B).}$$

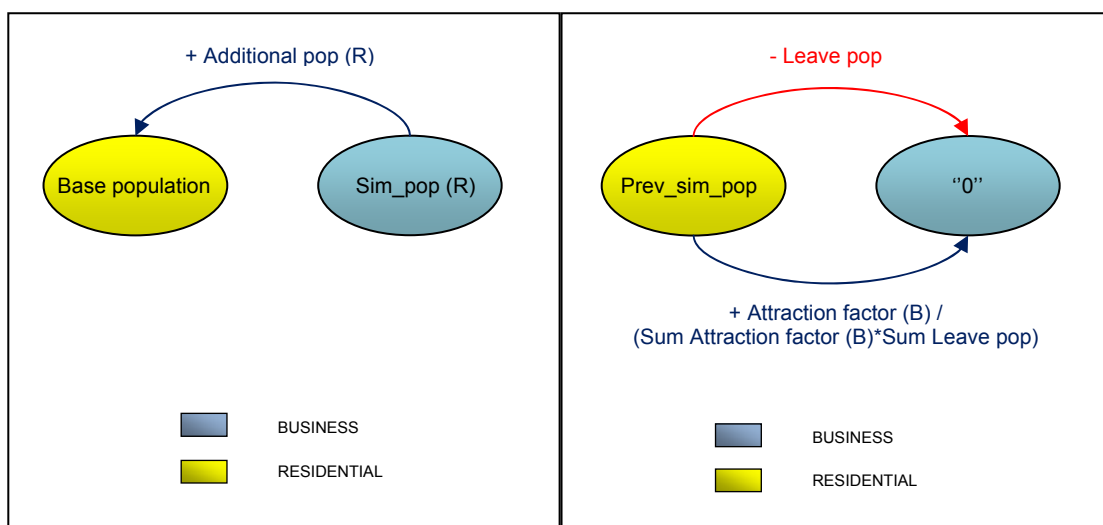
Στο τέλος της στήλης υπολογίζεται ο συνολικός πληθυσμός για έλεγχο.

- **Prev sim pop:** είναι ο πληθυσμός των μη εργάσιμων ωρών. Υπολογίζεται βάση της σχέσης: $Prev_sim_pop = Base\ population(R) + Additional\ pop(R)$, όταν το USE είναι (R).

Όταν το USE είναι (B), τότε ο πληθυσμός των μη εργάσιμων ωρών είναι μηδέν. Στο τέλος της στήλης υπολογίζεται ο συνολικός πληθυσμός για έλεγχο.

- **Percent pop prev:** είναι το ποσοστό του πληθυσμού των μη εργάσιμων ωρών και υπολογίζεται από τη σχέση: $Percent_pop_prev = 100 \frac{Prev_sim_pop}{Base\ population(R)}$.

- **Percent pop sim:** είναι το ποσοστό του πληθυσμού των εργάσιμων ωρών και υπολογίζεται από τη σχέση: $Percent_pop_sim = 100 \frac{Sim_pop(R)}{Base\ population(R)}$.



α) Μη εργάσιμες ώρες

β) Εργάσιμες ώρες

Σχήμα 4-2: Διάγραμμα μετακίνησης πληθυσμού

Oid	Base population (R)	%Leave (R)	Attraction factor (B)	Additional pop (R)	Leave pop	Sim pop (R)	USE	Prev_sim_pop	Percent_pop_prev	Percent_pop_sim
1	1257	70	10	0	0	350	B	0	0	28
2	1469	70	30	2076	2481	1064	R	3545	241	72
3	1573	70	50	0	0	1750	B	0	0	111
4	1551	70	34	2192	2619	1124	R	3743	241	72
5	1640	70	50	0	0	1750	B	0	0	107
6	1124	70	80	1588	1898	814	R	2712	241	72
7	1386	70	90	0	0	3149	B	0	0	227
TOTAL BASE POP:	10000	SUM ATTRACTION FACTOR:	344	5856	6998	10000		10000		
RESIDENTIAL:	4144	SUM ATTRACTION FACTOR (B):	200							
BUSINESS:	5856									
CHECK	10000									

Πίνακας 4-1: Εργαλείο προσομοίωσης πληθυσμού scenariomaker

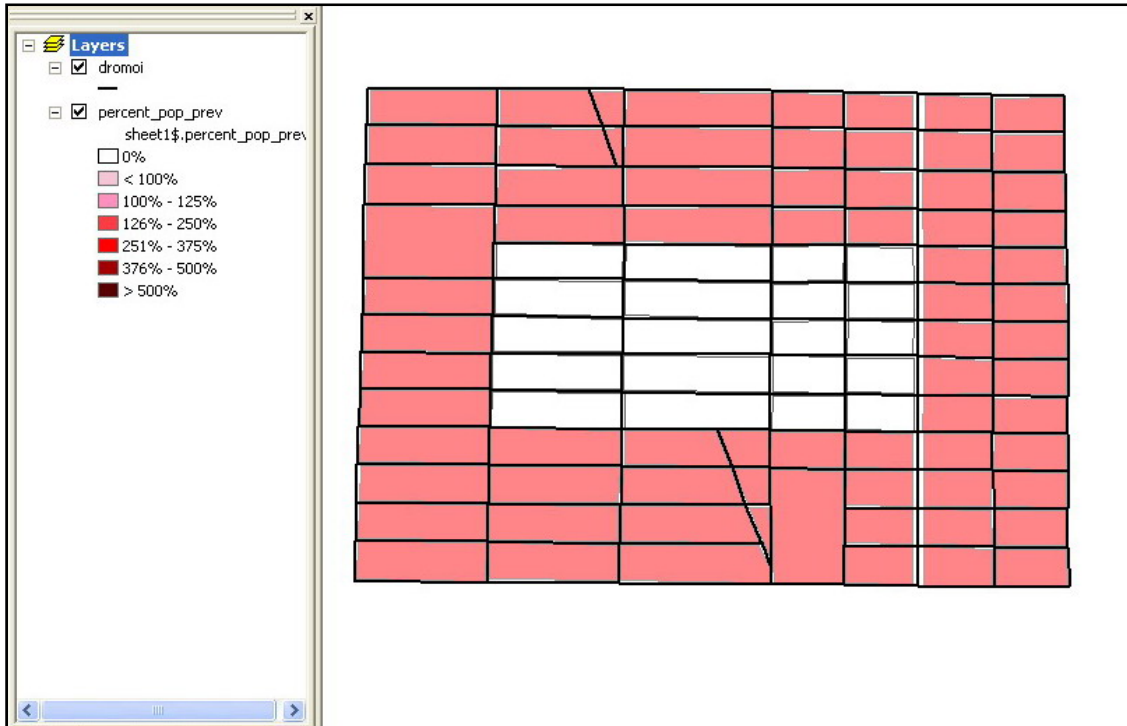
4.5 Σενάριο δομής 1

Στο πρώτο σενάριο δομής επιλέχθηκε ως πρότυπο – υπόβαθρο τμήμα του Manhattan, το οποίο παρουσιάζει μια απόλυτα τετραγωνισμένη δομή πόλης.

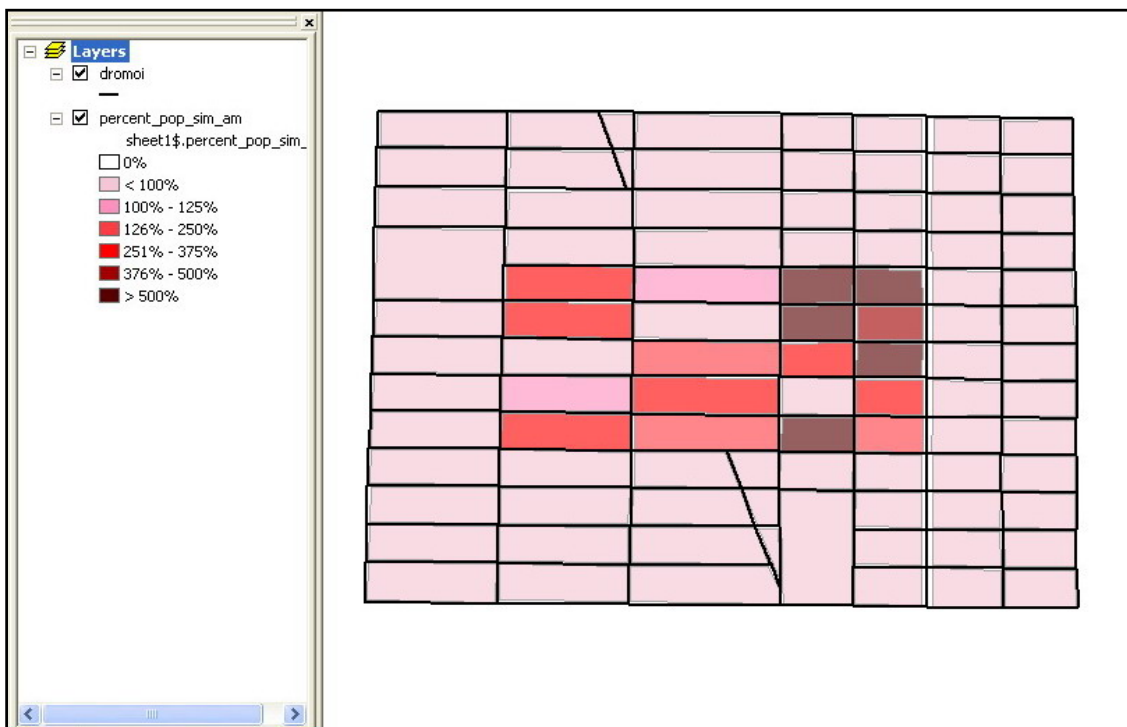


Εικόνα 4-1: Ψηφιοποιημένη δομή πόλης 1

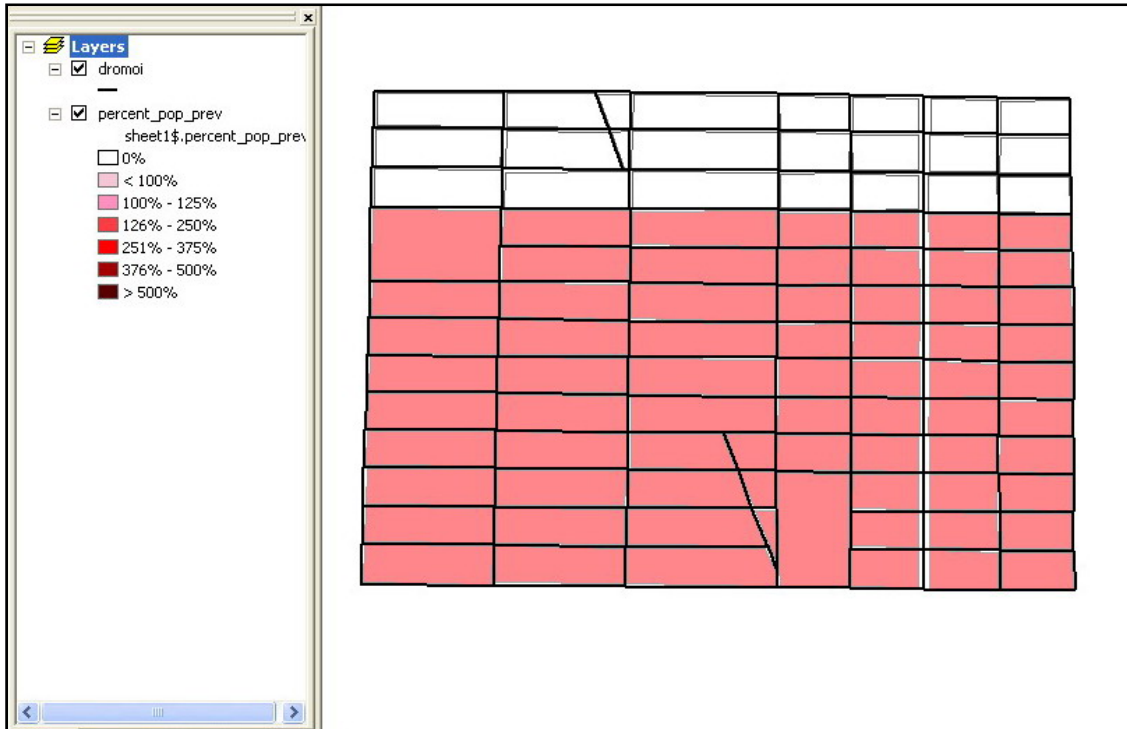
Έχει συνολική έκταση 338.372 m², συνολικό μήκος οδικού δικτύου 14.513 m και αποτελείται από 93 οικοδομικά τετράγωνα και 210 οδικά τμήματα. Τα δύο σενάρια που δημιουργήθηκαν για τον πληθυσμό σε εργάσιμες και μη εργάσιμες ώρες συνδυάστηκαν με τα τέσσερα σενάρια χωροθέτησης των περιοχών εργασίας και με τα υπολογισμένα ποσοστά πληθυσμού απεικονίστηκαν στο ArcGis όπως φαίνονται στις εικόνες 4-2 έως 4-9:



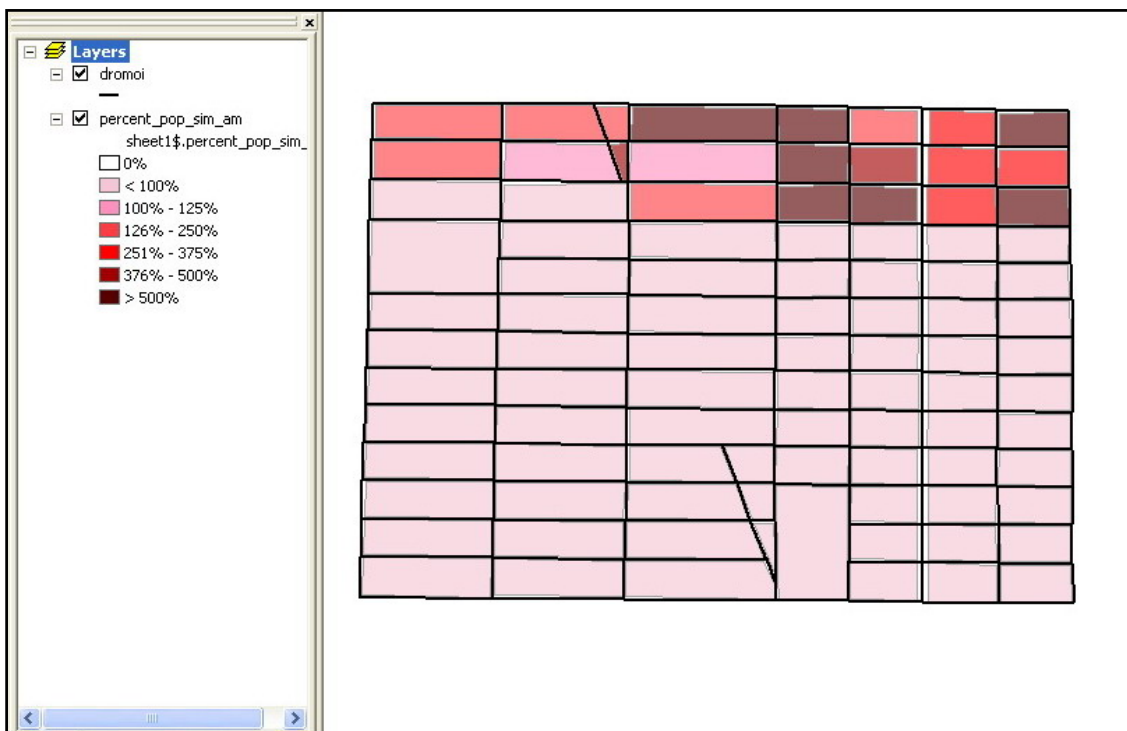
Εικόνα 4-2: Ποσοστό πληθυσμού μη εργασιμων ωρών για σενάριο χωροθέτησης 1 – δομή πόλης 1



Εικόνα 4-3: Ποσοστό πληθυσμού εργασιμων ωρών για σενάριο χωροθέτησης 1 – δομή πόλης 1



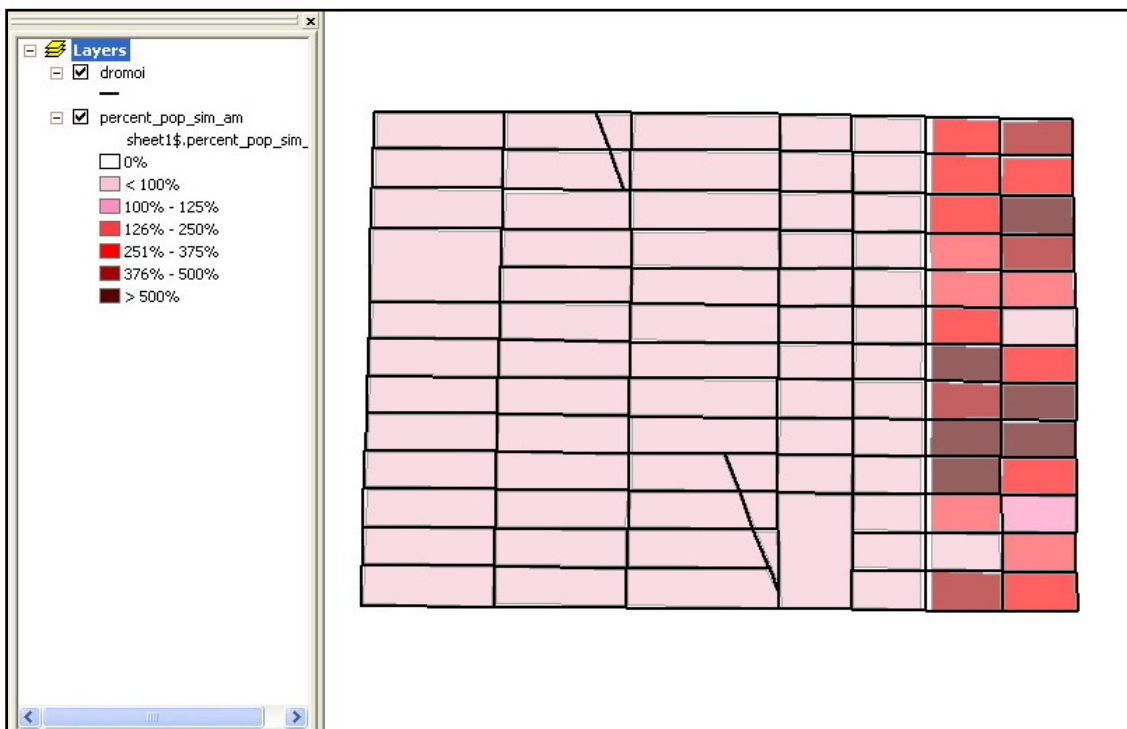
Εικόνα 4-4: Ποσοστό πληθυσμού μη εργασίμων ωρών για σενάριο χωροθέτησης 2 – δομή πόλης 1



Εικόνα 4-5: Ποσοστό πληθυσμού εργασίμων ωρών για σενάριο χωροθέτησης 2 – δομή πόλης 1



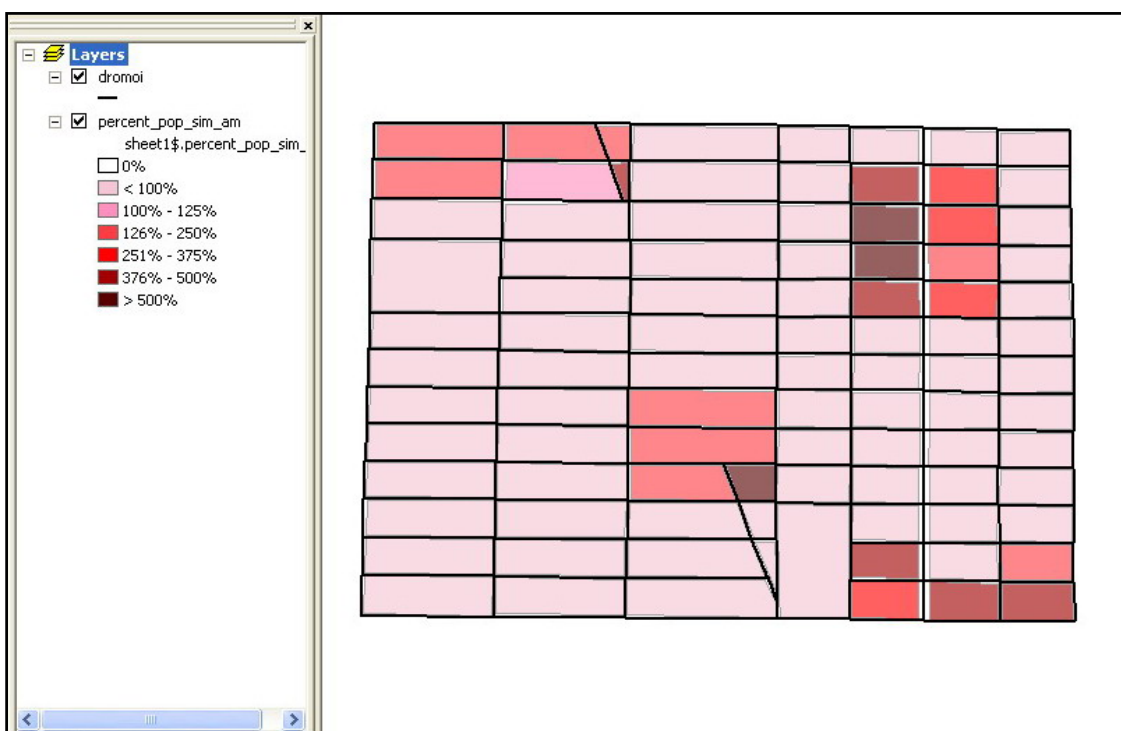
Εικόνα 4-6: Ποσοστό πληθυσμού μη εργασιμων ωρών για σενάριο χωροθέτησης 3 – δομή πόλης 1



Εικόνα 4-7: Ποσοστό πληθυσμού εργασιμων ωρών για σενάριο χωροθέτησης 3 – δομή πόλης 1

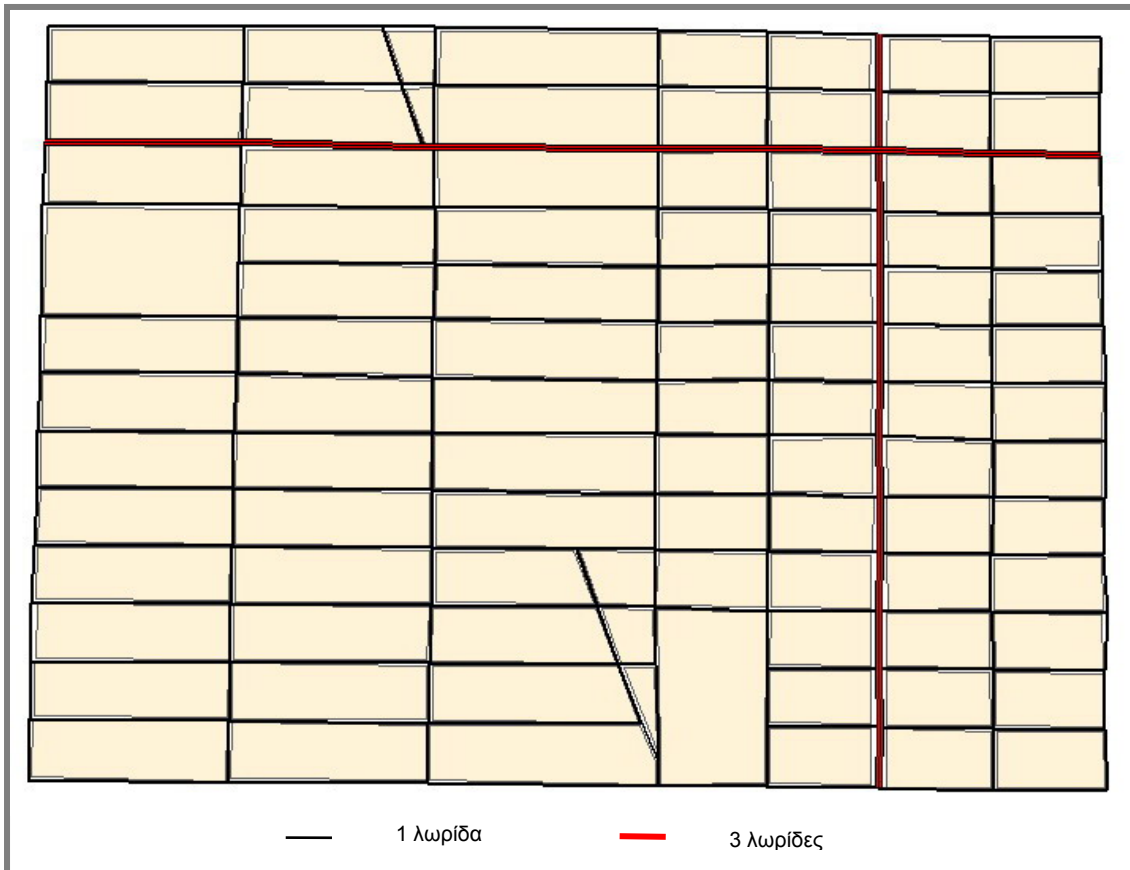


Εικόνα 4-8: Ποσοστό πληθυσμού μη εργασιμων ωρών για σενάριο χωροθέτησης 4 – δομή πόλης 1



Εικόνα 4-9: Ποσοστό πληθυσμού εργασιμων ωρών για σενάριο χωροθέτησης 4 – δομή πόλης 1

Τα τρία σενάρια οδικού δικτύου περιλαμβάνουν τον αριθμό των λωρίδων και το αν είναι διπλής κατεύθυνσης ή μονής. Και στα τρία σενάρια όλοι οι δρόμοι είναι διπλής κατεύθυνσης. Στο πρώτο σενάριο όλοι οι δρόμοι έχουν μία λωρίδα ανά κατεύθυνση. Στο δεύτερο σενάριο οι κύριοι δρόμοι έχουν τρεις λωρίδες ανά κατεύθυνση και οι υπόλοιποι μία (εικόνα 4-10).

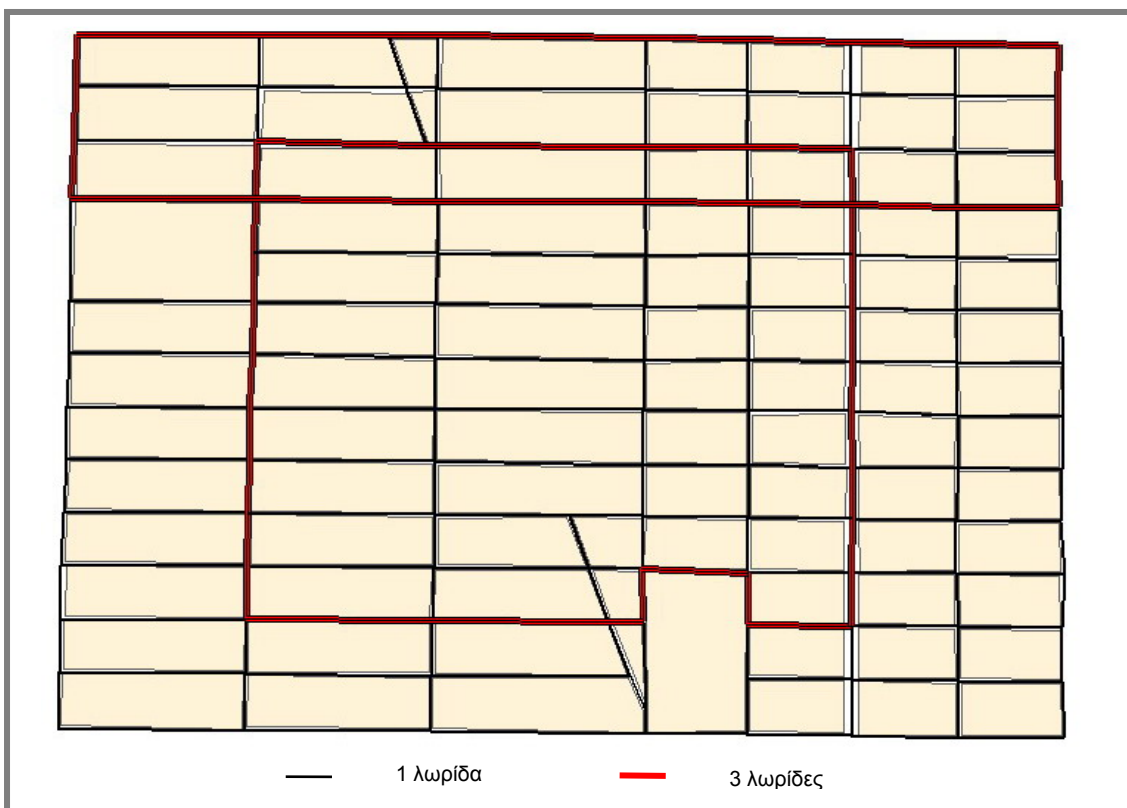


Εικόνα 4-10: 2^ο σενάριο οδικού δικτύου – δομή πόλης 1

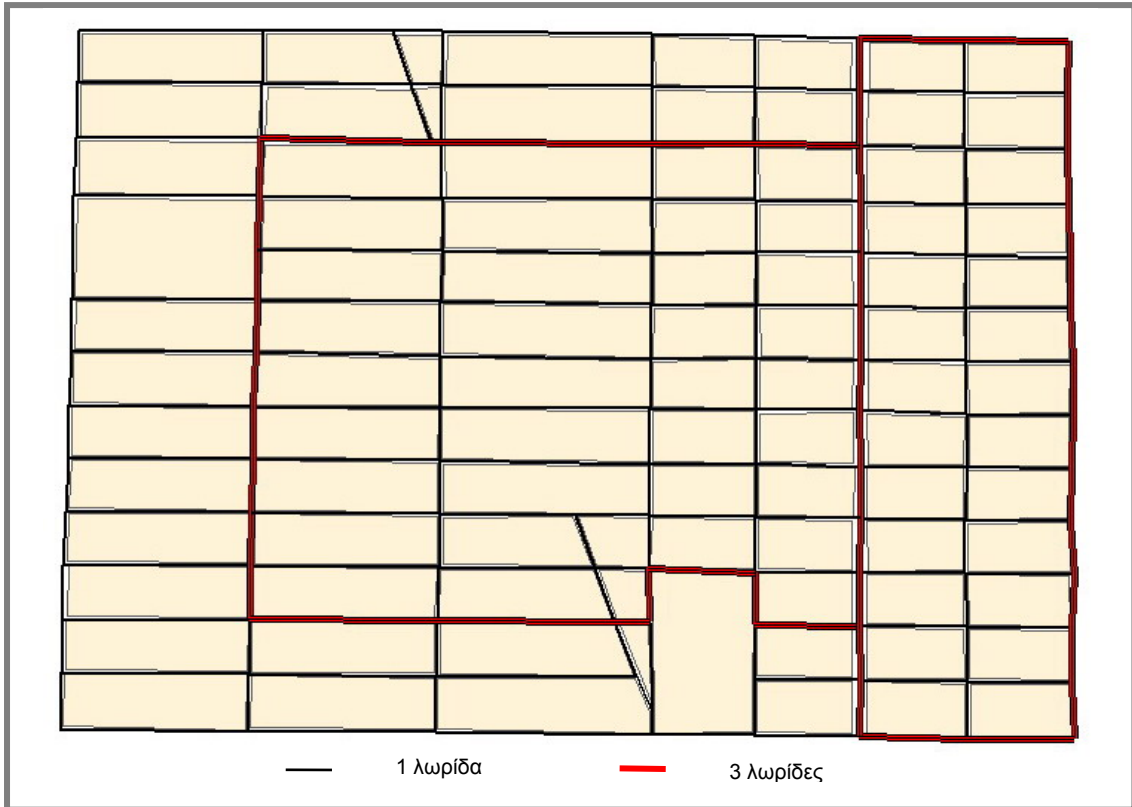
Στο τρίτο σενάριο υπάρχει ένας βασικός δακτύλιος και ένας δακτύλιος γύρω από την κάθε περιοχή εργασίας. Οι δακτύλιοι αυτοί έχουν τρεις λωρίδες ανά κατεύθυνση και οι υπόλοιποι δρόμοι έχουν μία. Καθώς σε αυτή την περίπτωση υπάρχουν τέσσερις διαφορετικές χωροθετήσεις, το τρίτο σενάριο οδικού δικτύου έχει εφαρμοστεί ξεχωριστά για κάθε σενάριο χωροθέτησης (εικόνα 4-11 έως 4-14).



Εικόνα 4-11: 3^ο σενάριο οδικού δικτύου για σενάριο χωροθέτησης 1 – δομή πόλης 1



Εικόνα 4-12: 3^ο σενάριο οδικού δικτύου για σενάριο χωροθέτησης 2 – δομή πόλης 1



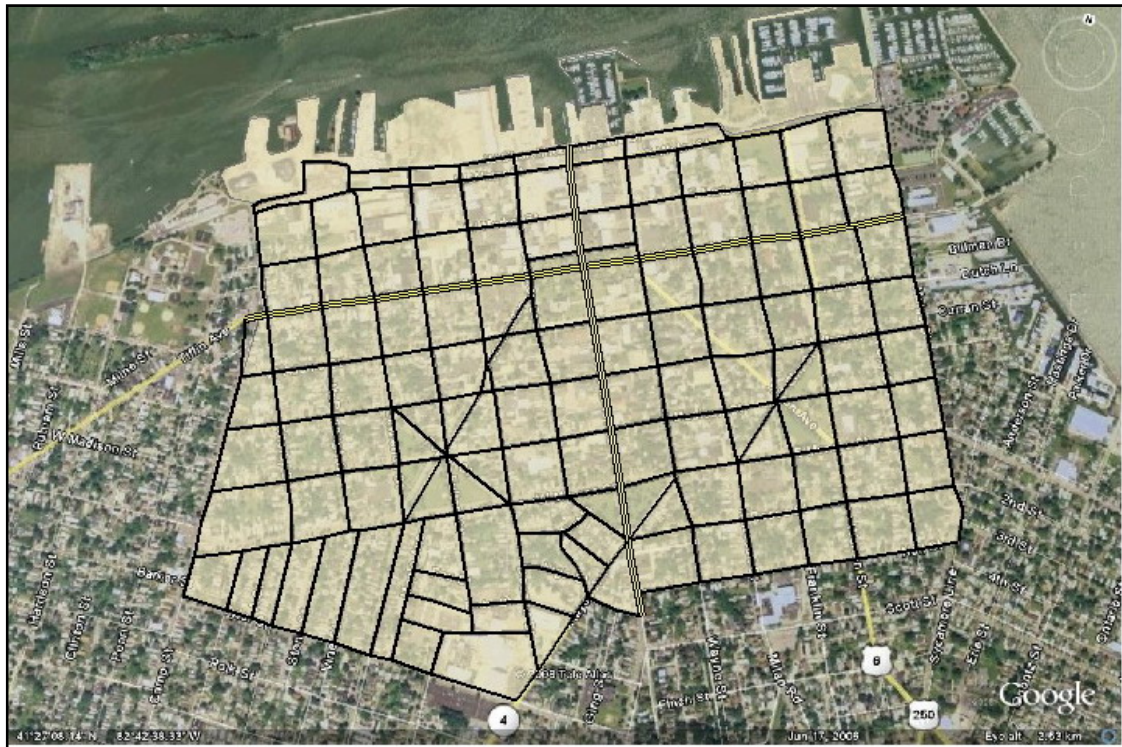
Εικόνα 4-13: 3^ο σενάριο οδικού δικτύου για σενάριο χωροθέτησης 3 – δομή πόλης 1



Εικόνα 4-14: 3^ο σενάριο οδικού δικτύου για σενάριο χωροθέτησης 4 – δομή πόλης 1

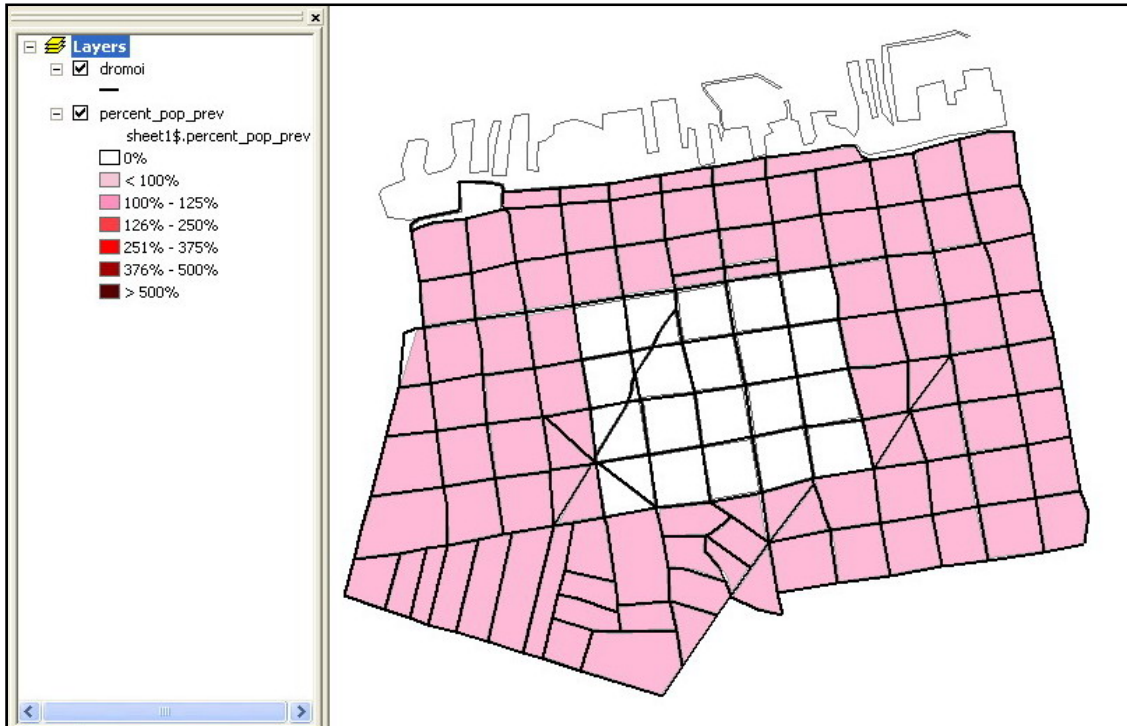
4.6 Σενάριο δομής 2

Στο δεύτερο σενάριο δομής επιλέχθηκε ως πρότυπο – υπόβαθρο τμήμα του Sandusky του Ohio, το οποίο παρουσιάζει μια τετραγωνισμένη δομή στην μεγαλύτερη έκταση και σε μια πιο μικρή έκταση μια πιο άναρχη δομή, καθώς επίσης υπάρχει και λιμάνι.



Εικόνα 4-15: Ψηφιοποιημένη δομή πόλης 2

Έχει συνολική έκταση 345.200 m², συνολικό μήκος οδικού δικτύου 15.059 m και αποτελείται από 131 οικοδομικά τετράγωνα και 298 οδικά τμήματα. Τα δύο σενάρια που δημιουργήθηκαν για τον πληθυσμό σε εργάσιμες και μη εργάσιμες ώρες συνδυάστηκαν με τα τέσσερα σενάρια χωροθέτησης των περιοχών εργασίας και με τα υπολογισμένα ποσοστά πληθυσμού απεικονίστηκαν στο ArcGIS όπως φαίνονται στις εικόνες 4-16 έως 4-23:



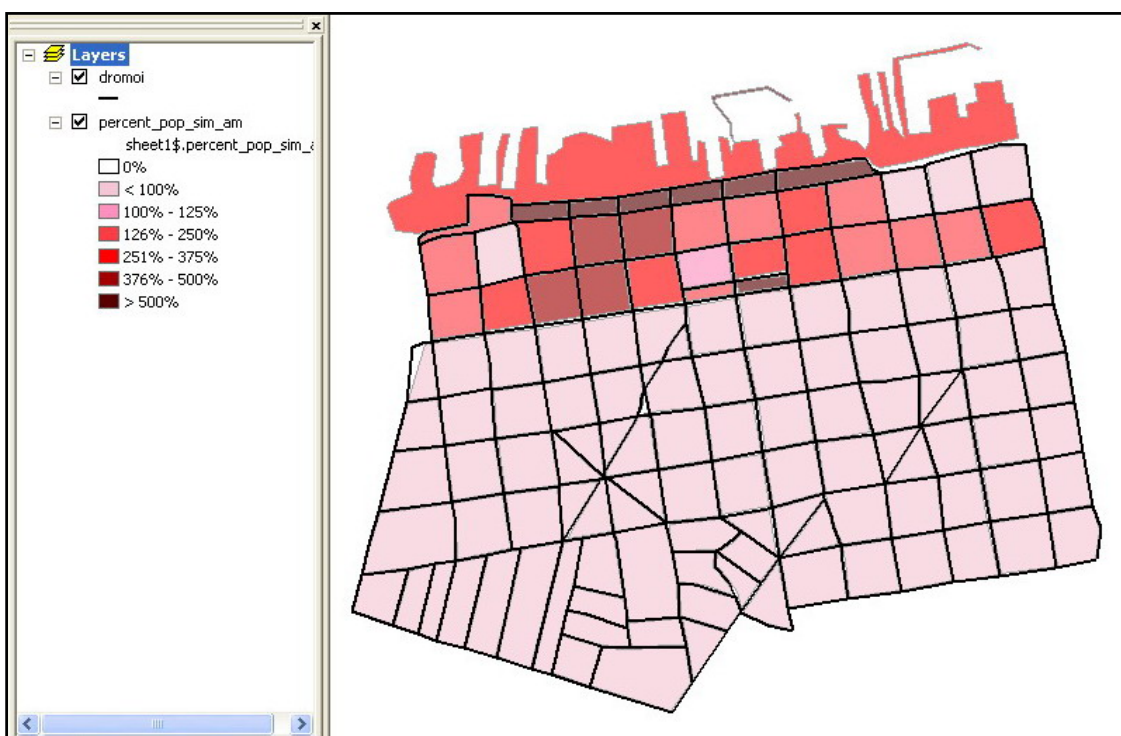
Εικόνα 4-16: Ποσοστό πληθυσμού μη εργασιμων ωρών για σενάριο χωροθέτησης 1 – δομή πόλης 2



Εικόνα 4-17: Ποσοστό πληθυσμού εργασιμων ωρών για σενάριο χωροθέτησης 1 – δομή πόλης 2



Εικόνα 4-18: Ποσοστό πληθυσμού μη εργασιμων ωρών για σενάριο χωροθέτησης 2 – δομή πόλης 2



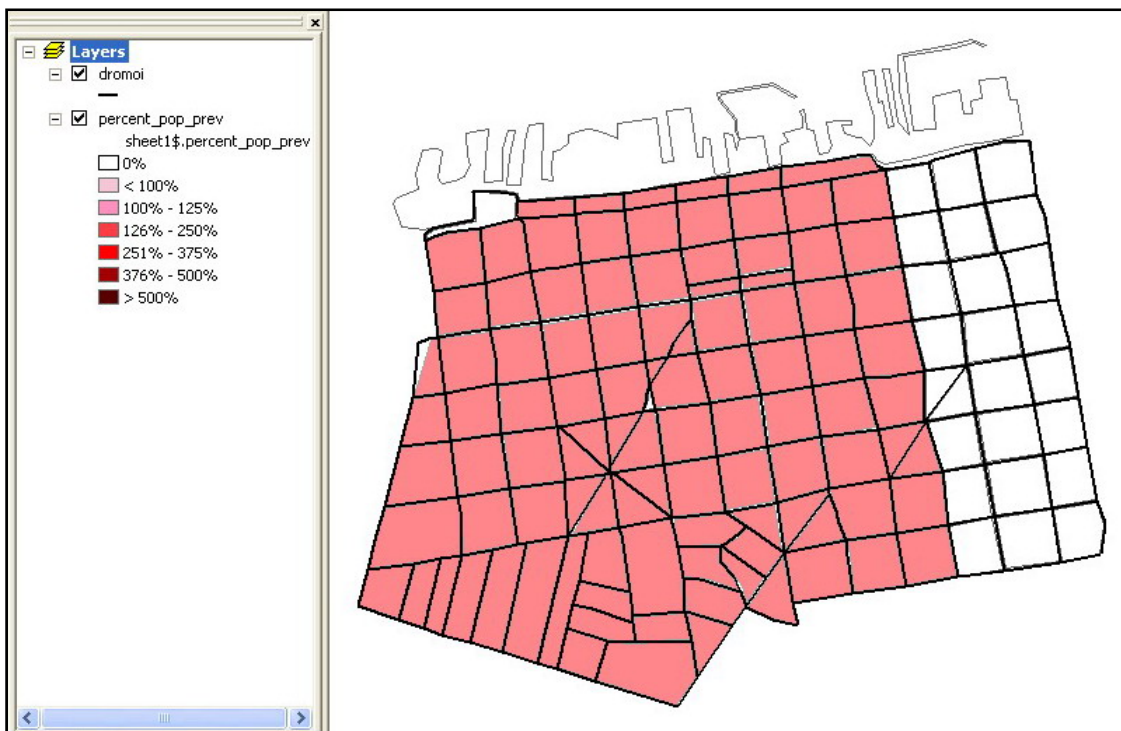
Εικόνα 4-19: Ποσοστό πληθυσμού εργασιμων ωρών για σενάριο χωροθέτησης 2 – δομή πόλης 2



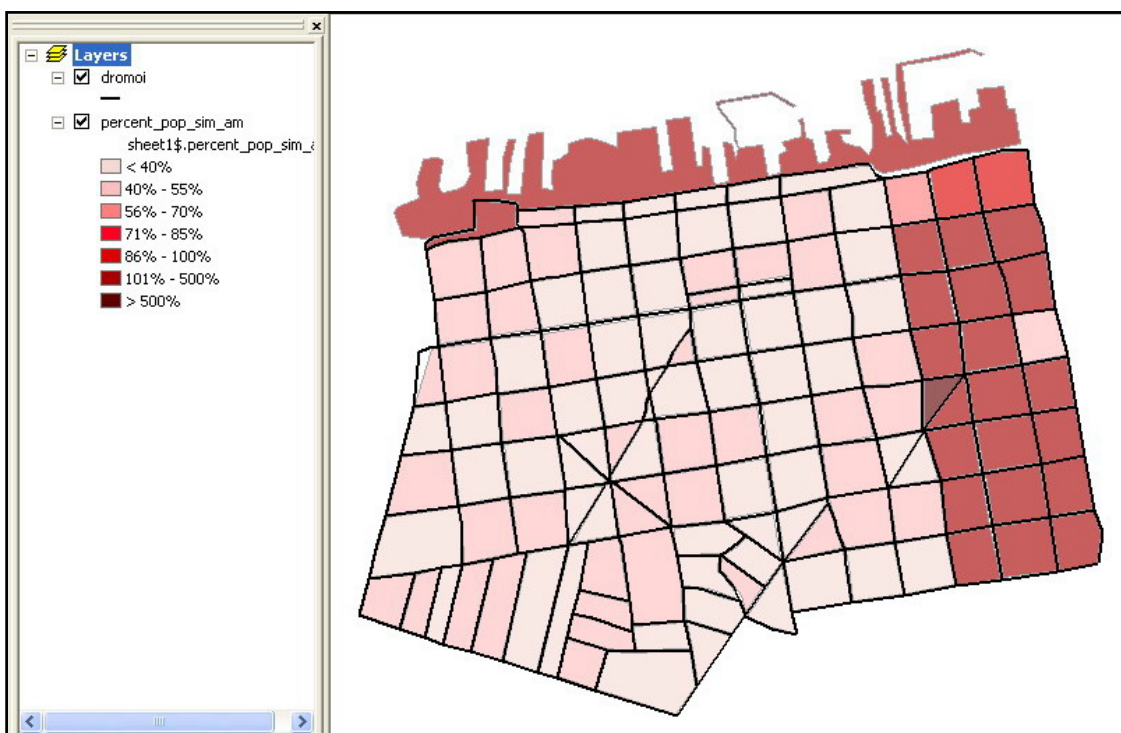
Εικόνα 4-20: Ποσοστό πληθυσμού μη εργασιμων ωρών για σενάριο χωροθέτησης 3 – δομή πόλης 2



Εικόνα 4-21: Ποσοστό πληθυσμού εργασιμων ωρών για σενάριο χωροθέτησης 3 – δομή πόλης 2

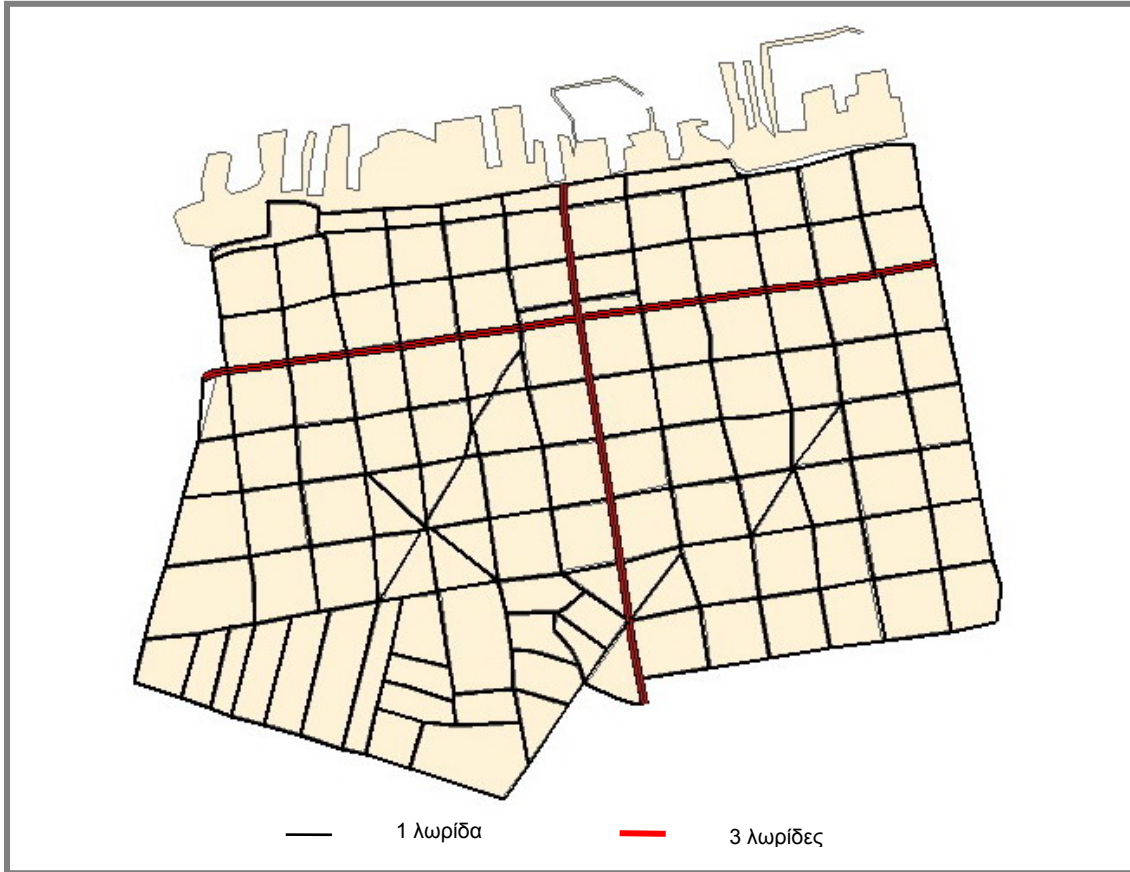


Εικόνα 4-22: Ποσοστό πληθυσμού μη εργασιμων ωρών για σενάριο χωροθέτησης 4 – δομή πόλης 2



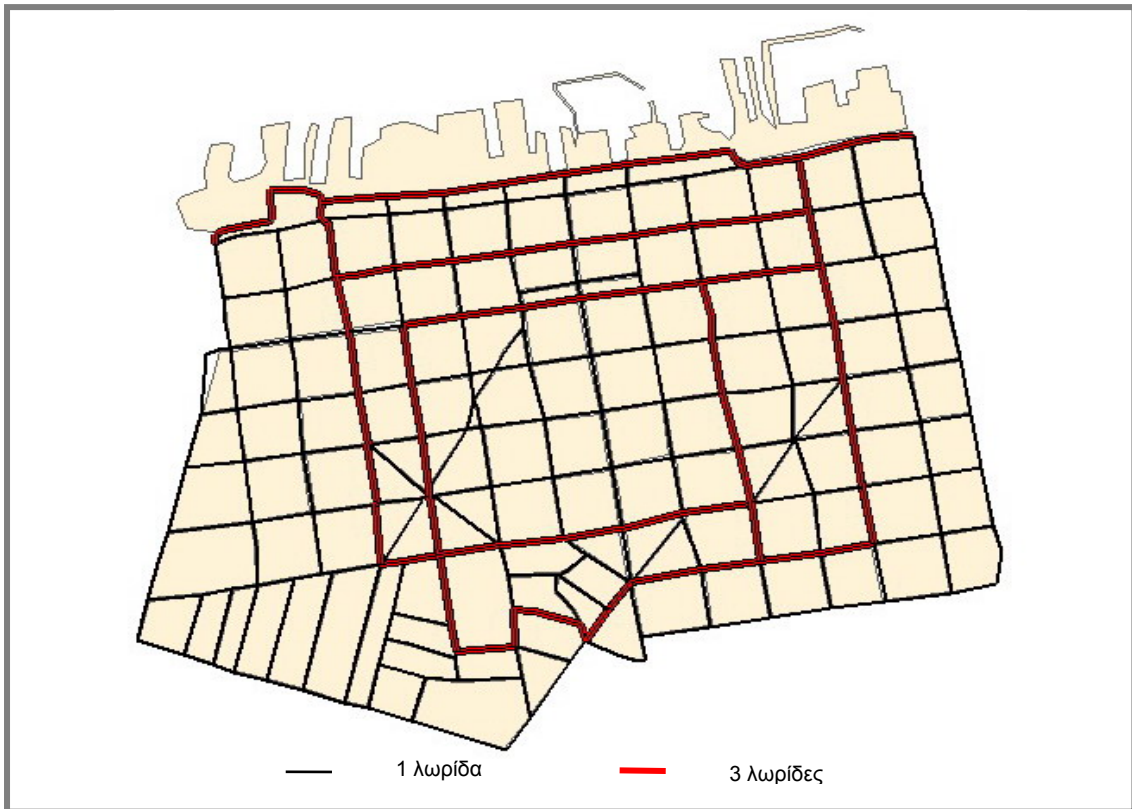
Εικόνα 4-23: Ποσοστό πληθυσμού εργασιμων ωρών για σενάριο χωροθέτησης 4 – δομή πόλης 2

Τα τρία σενάρια οδικού δικτύου περιλαμβάνουν τον αριθμό των λωρίδων και το αν είναι διπλής κατεύθυνσης ή μονής. Και στα τρία σενάρια όλοι οι δρόμοι είναι διπλής κατεύθυνσης. Στο πρώτο σενάριο όλοι οι δρόμοι έχουν μία λωρίδα ανά κατεύθυνση. Στο δεύτερο σενάριο οι κύριοι δρόμοι έχουν τρεις λωρίδες ανά κατεύθυνση και οι υπόλοιποι μία (εικόνα 4-24).

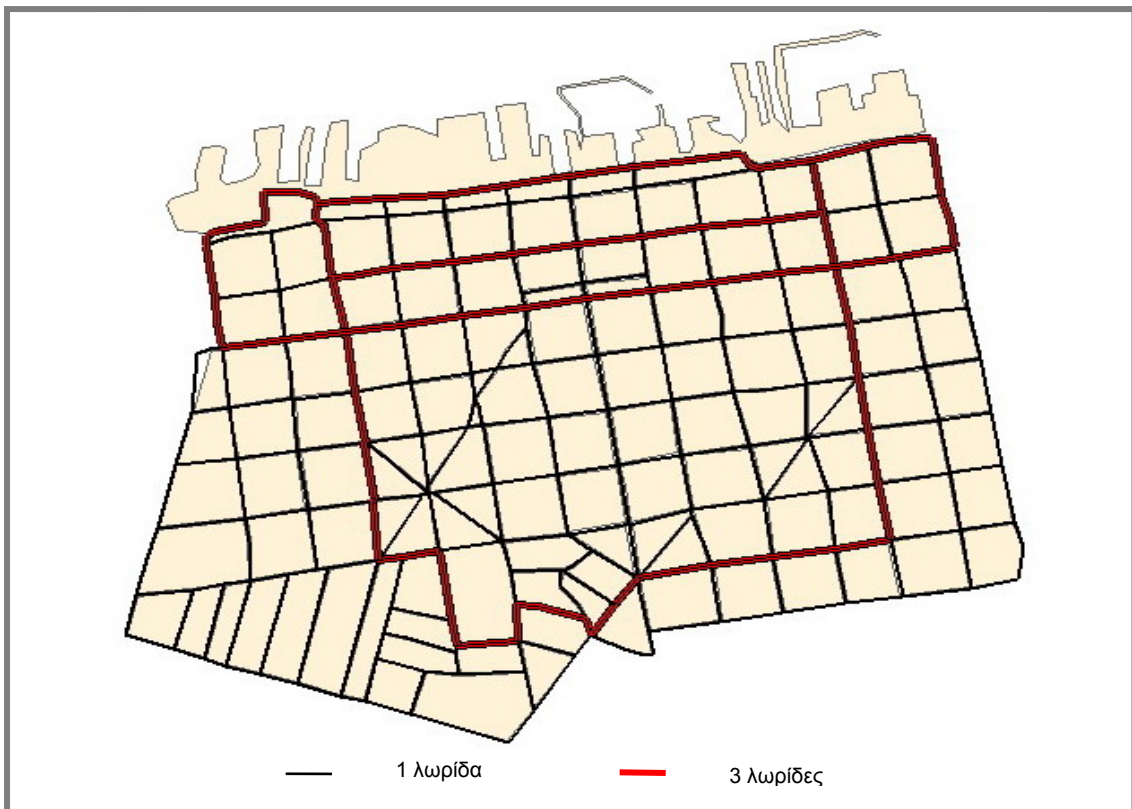


Εικόνα 4-24: 2^ο σενάριο οδικού δικτύου – δομή πόλης 2

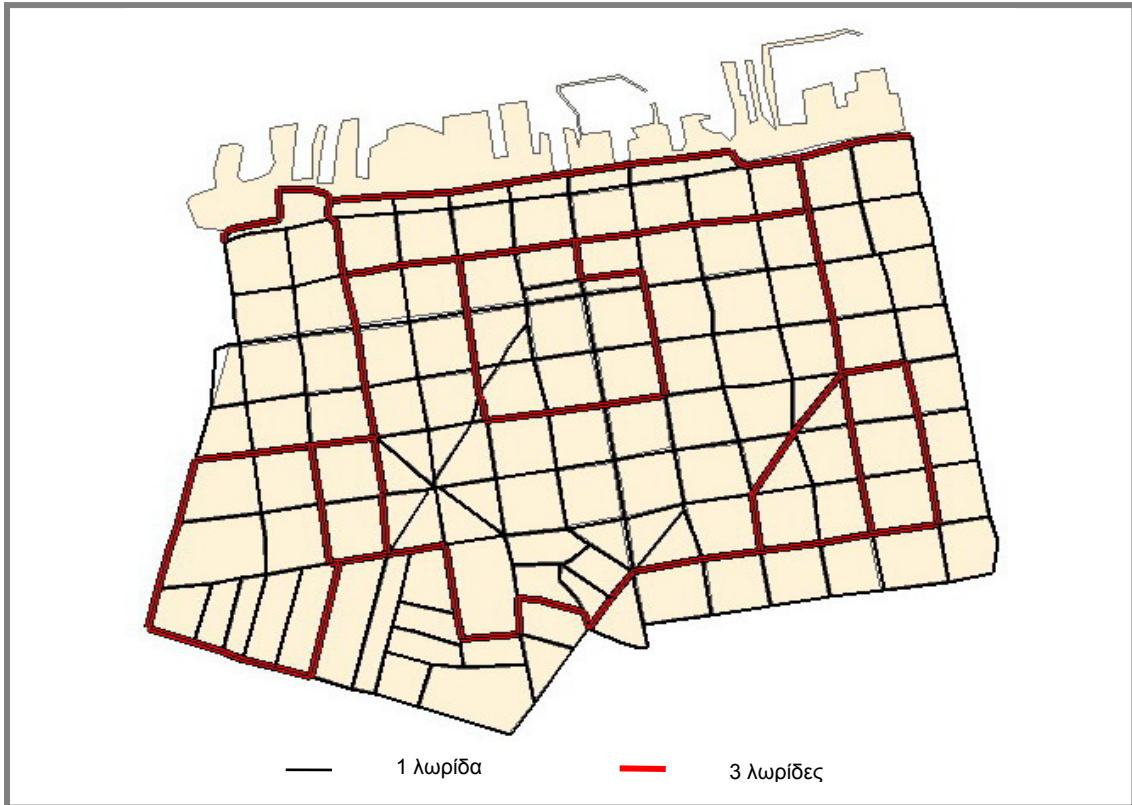
Στο τρίτο σενάριο υπάρχει ένας βασικός δακτύλιος και ένας δακτύλιος γύρω από την κάθε περιοχή εργασίας. Οι δακτύλιοι αυτοί έχουν τρεις λωρίδες ανά κατεύθυνση και οι υπόλοιποι δρόμοι έχουν μία. Καθώς σε αυτή την περίπτωση υπάρχουν τέσσερις διαφορετικές χωροθετήσεις, το τρίτο σενάριο οδικού δικτύου έχει εφαρμοστεί ξεχωριστά για κάθε σενάριο χωροθέτησης (εικόνα 4-25 έως 4-28).



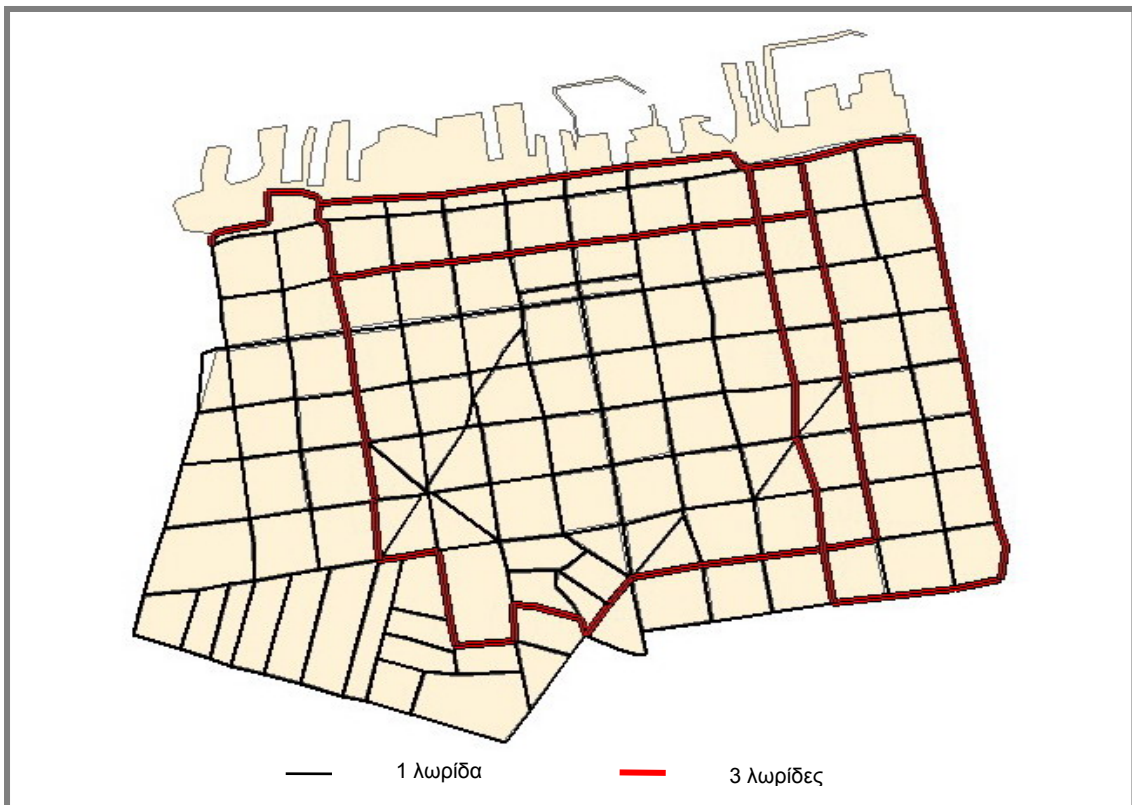
Εικόνα 4-25: 3^ο σενάριο οδικού δικτύου για σενάριο χωροθέτησης 1 – δομή πόλης 2



Εικόνα 4-26: 3^ο σενάριο οδικού δικτύου για σενάριο χωροθέτησης 2 – δομή πόλης 2



Εικόνα 4-27: 3^ο σενάριο οδικού δικτύου για σενάριο χωροθέτησης 3 – δομή πόλης 2



Εικόνα 4-28: 3^ο σενάριο οδικού δικτύου για σενάριο χωροθέτησης 4 – δομή πόλης 2

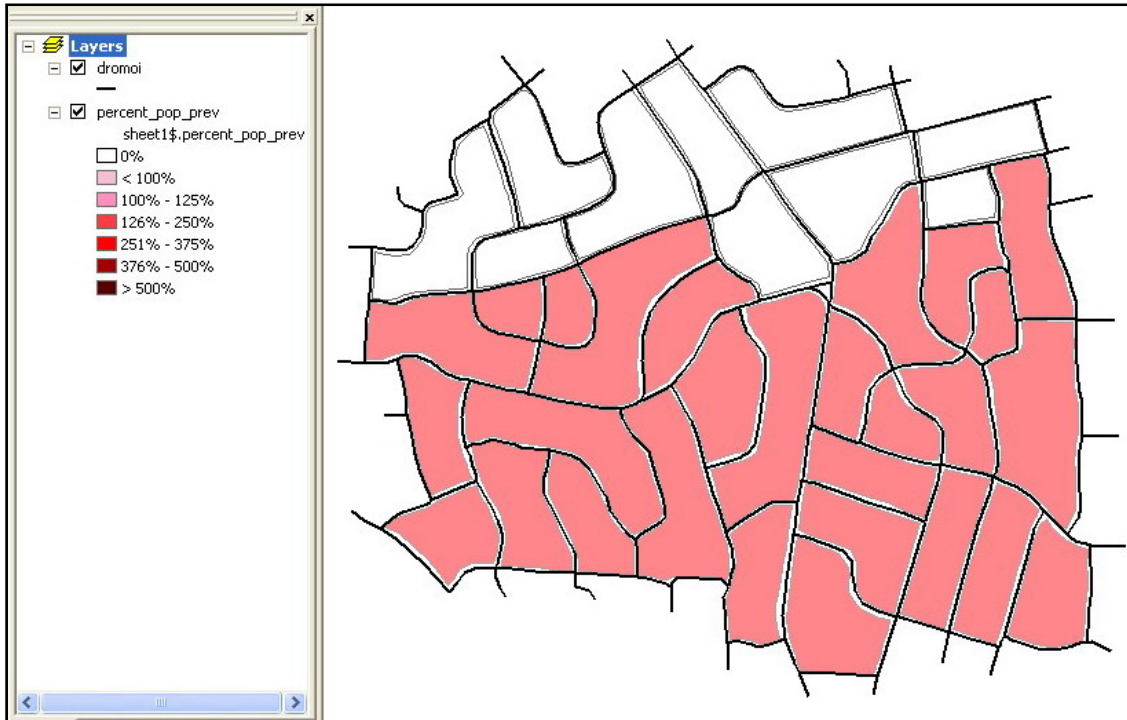
4.7 Σενάριο δομής 3

Στο τρίτο σενάριο δομής επιλέχθηκε ως πρότυπο – υπόβαθρο τμήμα του West Freehold του New Jersey, το οποίο παρουσιάζει μια άναρχη δομή πόλης.

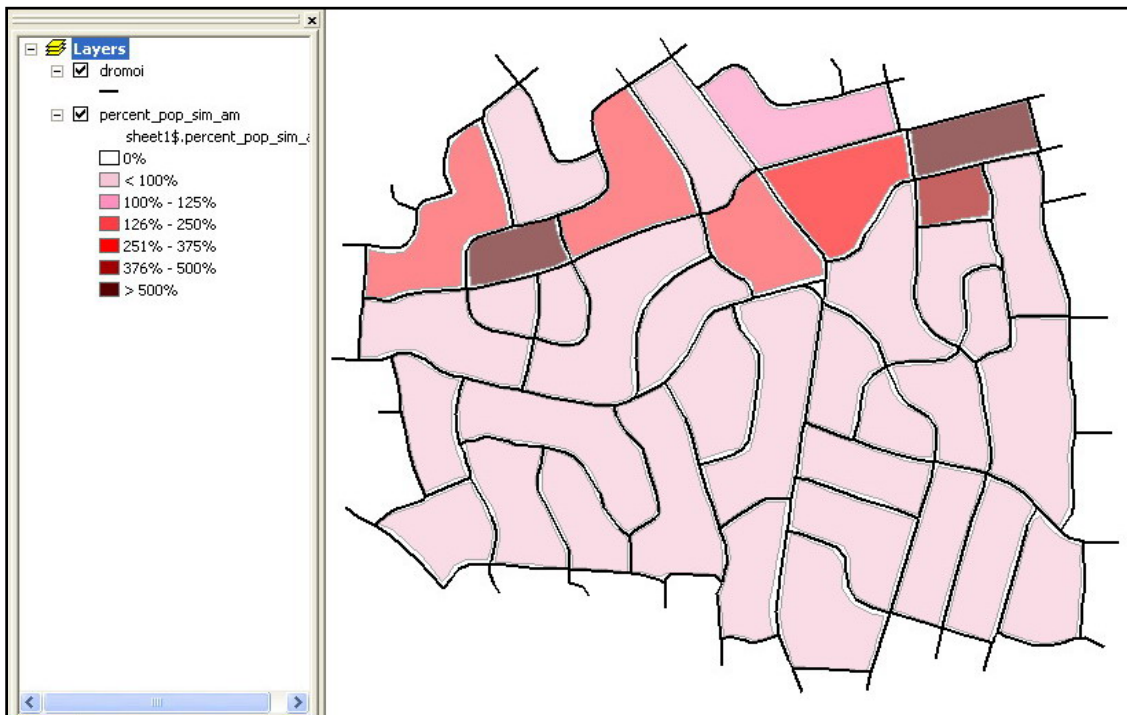


Εικόνα 4-29: Ψηφιοποιημένη δομή πόλης 3

Έχει συνολική έκταση 349.544 m², συνολικό μήκος οδικού δικτύου 11.374 m και αποτελείται από 38 οικοδομικά τετράγωνα και 151 οδικά τμήματα. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι σε αυτή την περίπτωση, τα οικοδομικά τετράγωνα έχουν μεγαλύτερη έκταση. Τα δύο σενάρια που δημιουργήθηκαν για τον πληθυσμό σε εργάσιμες και μη εργάσιμες ώρες συνδυάστηκαν με τα τέσσερα σενάρια χωροθέτησης των περιοχών εργασίας και με τα υπολογισμένα ποσοστά πληθυσμού απεικονίστηκαν στο ArcGis όπως φαίνονται στις εικόνες 4-30 έως 4-37:



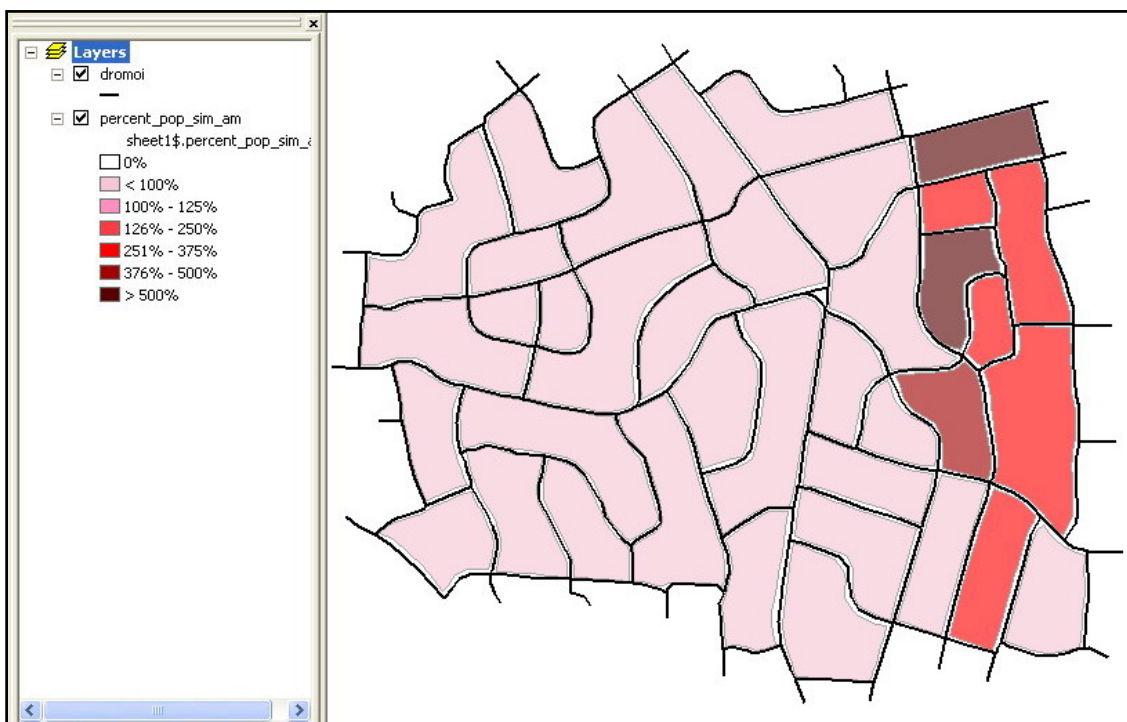
Εικόνα 4-30: Ποσοστό πληθυσμού μη εργασίμων ωρών για σενάριο χωροθέτησης 1 – δομή πόλης 3



Εικόνα 4-31: Ποσοστό πληθυσμού εργασίμων ωρών για σενάριο χωροθέτησης 1 – δομή πόλης 3



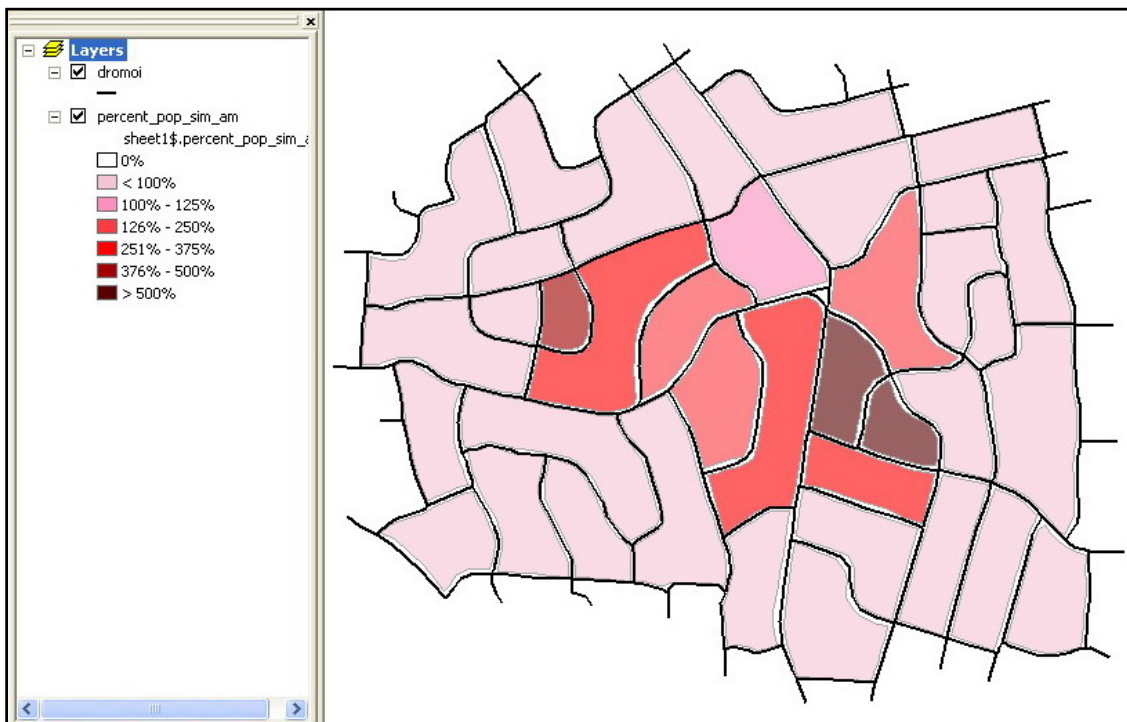
Εικόνα 4-32: Ποσοστό πληθυσμού μη εργασίμων ωρών για σενάριο χωροθέτησης 2 – δομή πόλης 3



Εικόνα 4-33: Ποσοστό πληθυσμού εργασίμων ωρών για σενάριο χωροθέτησης 2 – δομή πόλης 3



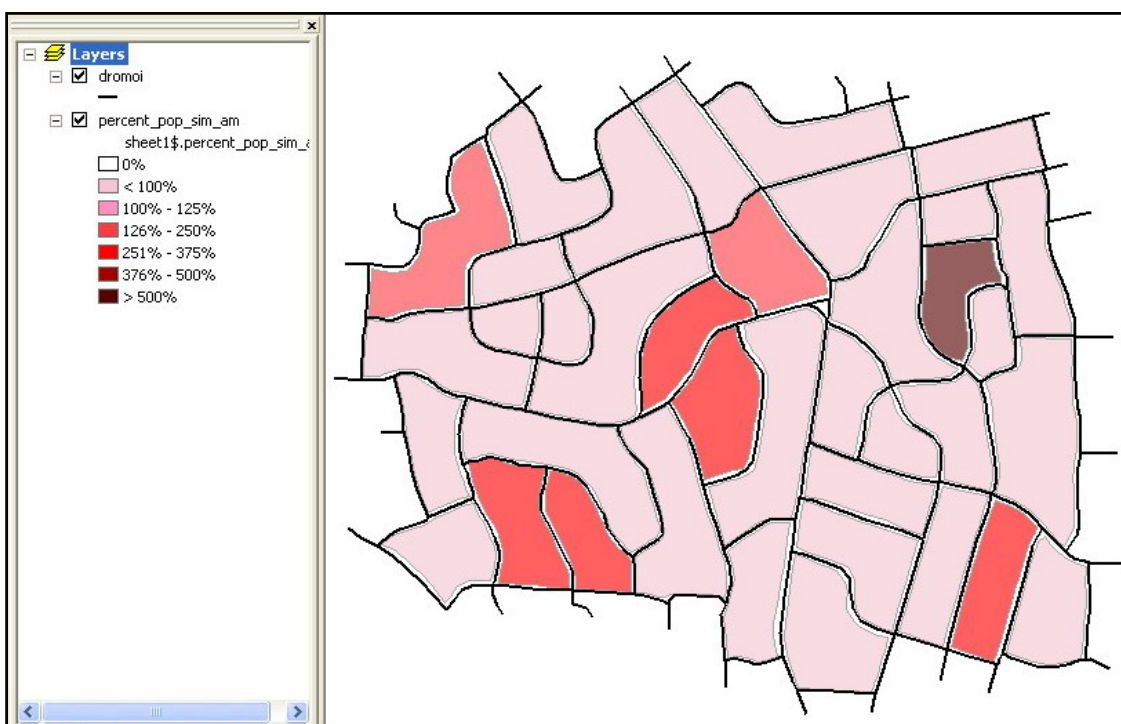
Εικόνα 4-34: Ποσοστό πληθυσμού μη εργάσιμων ωρών για σενάριο χωροθέτησης 3 – δομή πόλης 3



Εικόνα 4-35: Ποσοστό πληθυσμού εργάσιμων ωρών για σενάριο χωροθέτησης 3 – δομή πόλης 3

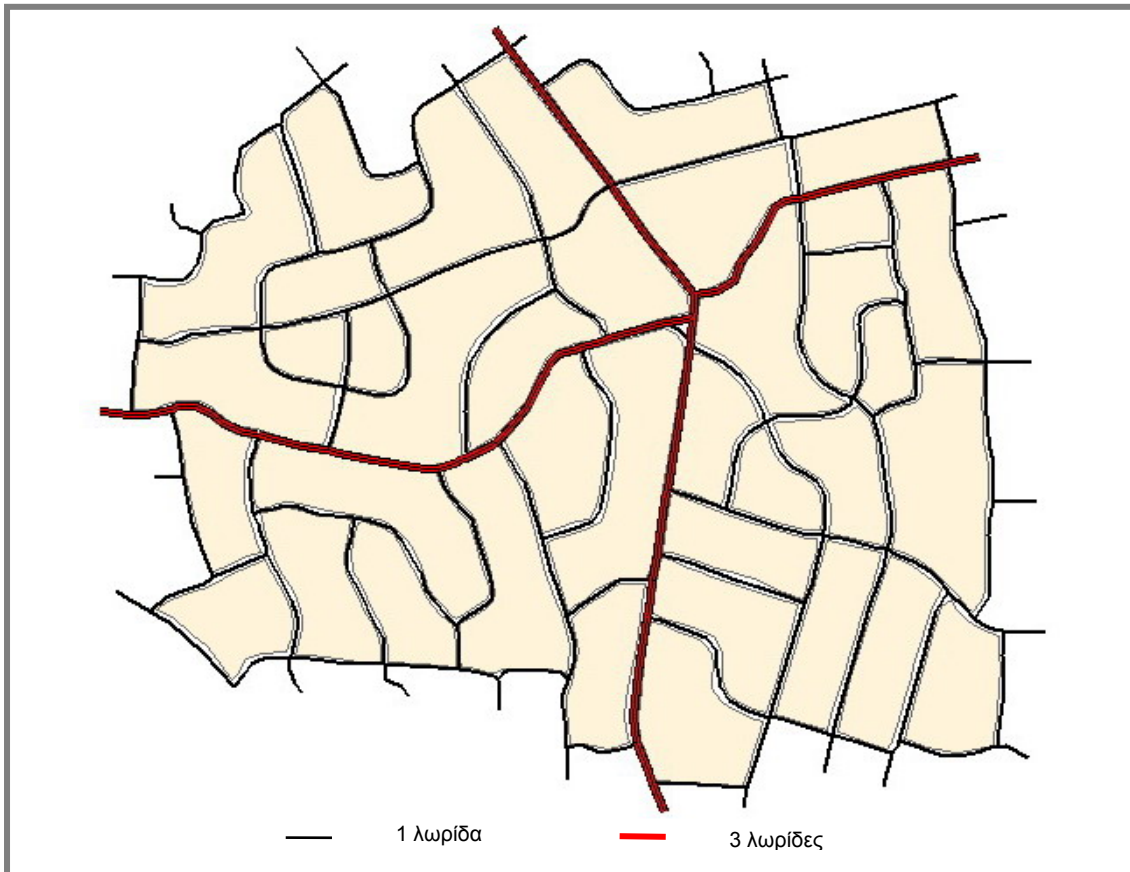


Εικόνα 4-36: Ποσοστό πληθυσμού μη εργασίμων ωρών για σενάριο χωροθέτησης 4 – δομή πόλης 3



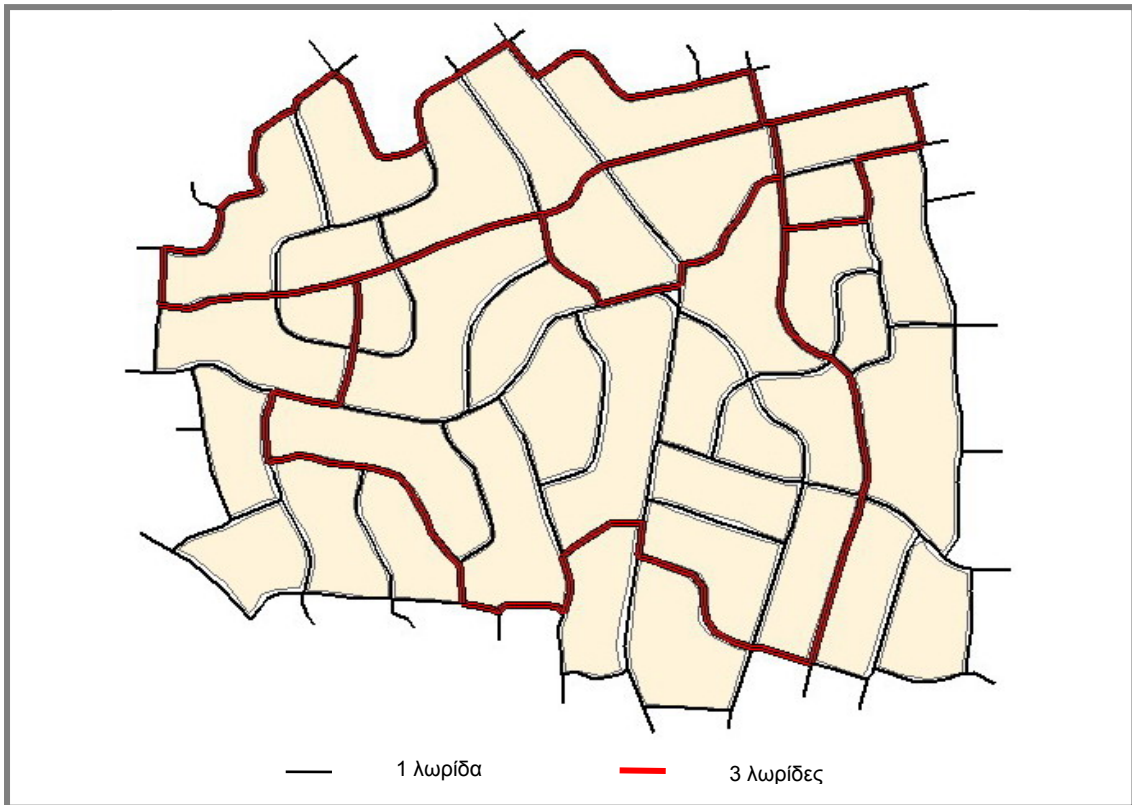
Εικόνα 4-37: Ποσοστό πληθυσμού εργασίμων ωρών για σενάριο χωροθέτησης 4 – δομή πόλης 3

Τα τρία σενάρια οδικού δικτύου περιλαμβάνουν τον αριθμό των λωρίδων και το αν είναι διπλής κατεύθυνσης ή μονής. Και στα τρία σενάρια όλοι οι δρόμοι είναι διπλής κατεύθυνσης. Στο πρώτο σενάριο όλοι οι δρόμοι έχουν μία λωρίδα ανά κατεύθυνση. Στο δεύτερο σενάριο οι κύριοι δρόμοι έχουν τρεις λωρίδες ανά κατεύθυνση και οι υπόλοιποι μία (εικόνα 4-38).

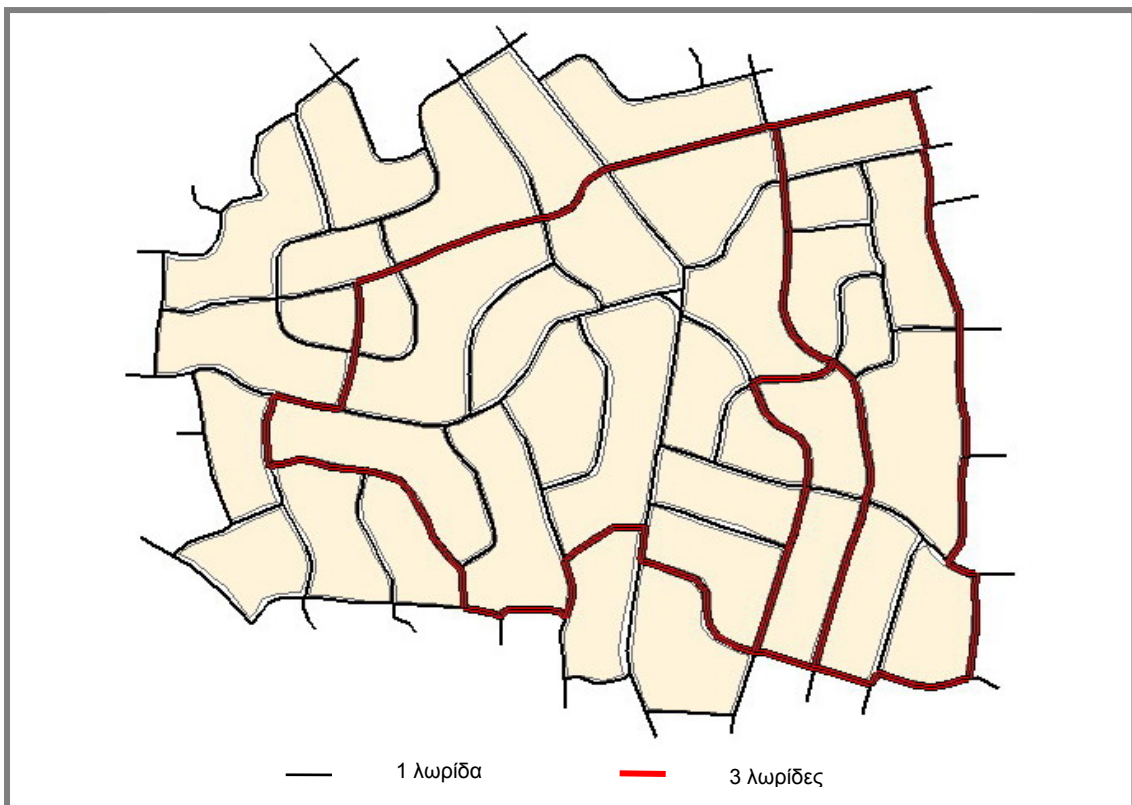


Εικόνα 4-38: 2^ο σενάριο οδικού δικτύου – δομή πόλης 3

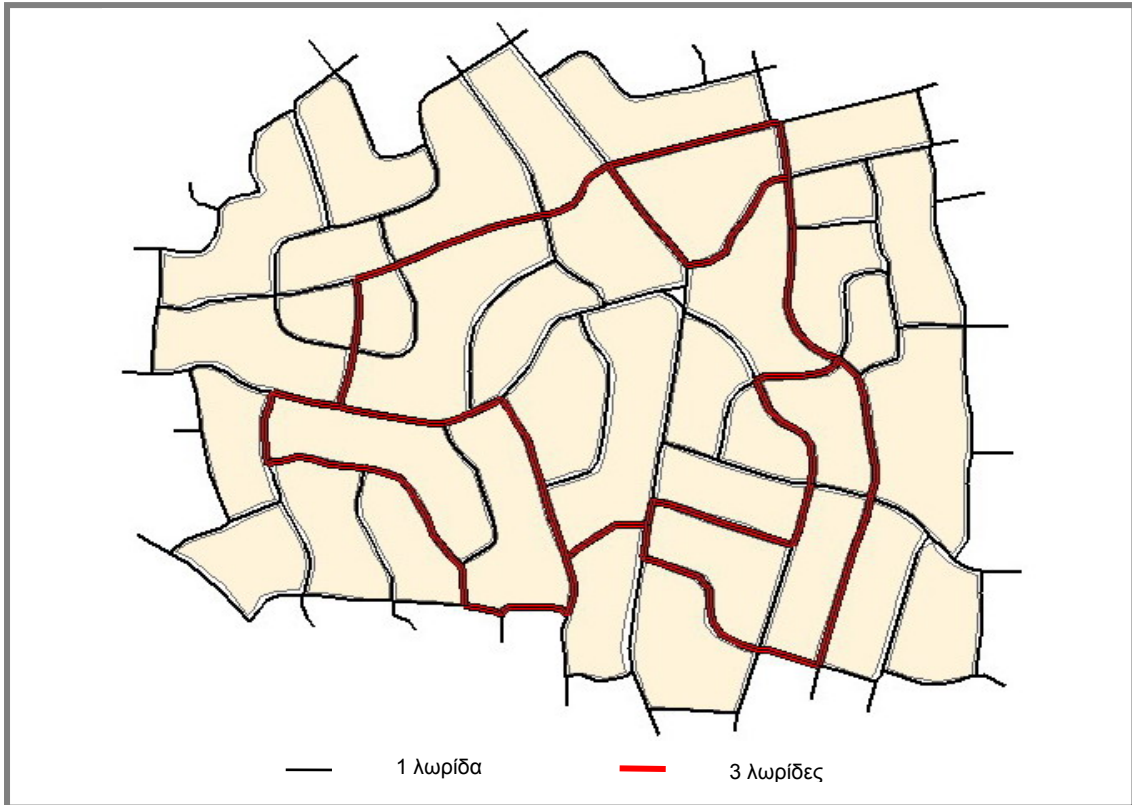
Στο τρίτο σενάριο υπάρχει ένας βασικός δακτύλιος και ένας δακτύλιος γύρω από την κάθε περιοχή εργασίας. Οι δακτύλιοι αυτοί έχουν τρεις λωρίδες ανά κατεύθυνση και οι υπόλοιποι δρόμοι έχουν μία. Καθώς σε αυτή την περίπτωση υπάρχουν τέσσερις διαφορετικές χωροθετήσεις, το τρίτο σενάριο οδικού δικτύου έχει εφαρμοστεί ξεχωριστά για κάθε σενάριο χωροθέτησης (εικόνα 4-39 έως 4-42).



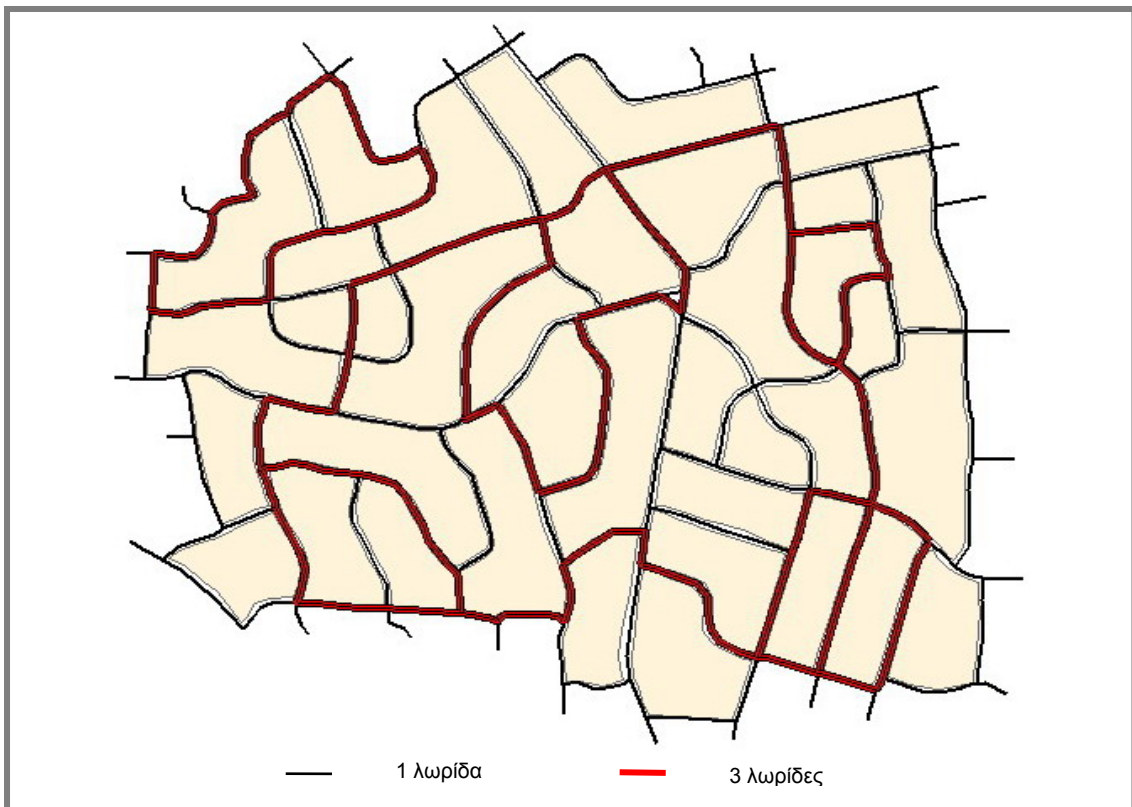
Εικόνα 4-39: 3^ο σενάριο οδικού δικτύου για σενάριο χρωθέτησης 1 – δομή πόλης 3



Εικόνα 4-40: 3^ο σενάριο οδικού δικτύου για σενάριο χρωθέτησης 2 – δομή πόλης 3



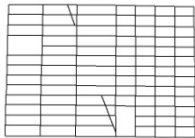
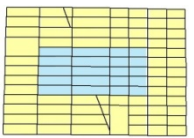
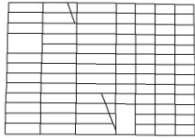
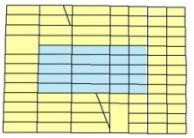
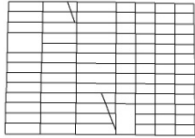
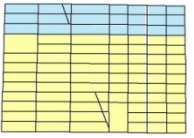
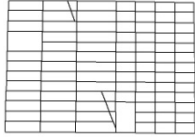
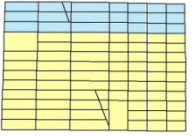
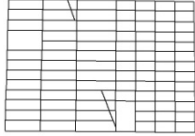

Εικόνα 4-41: 3^ο σενάριο οδικού δικτύου για σενάριο χωροθέτησης 3 – δομή πόλης 3

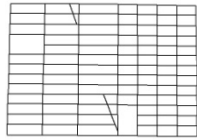
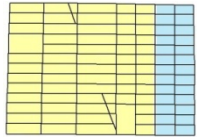
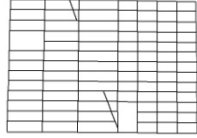
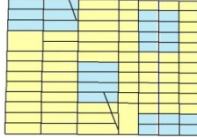
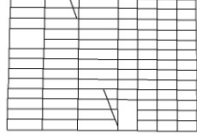
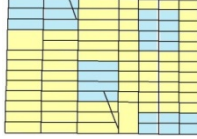
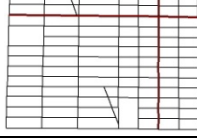

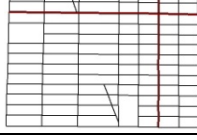
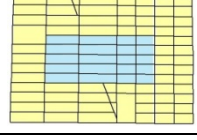
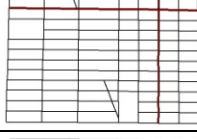

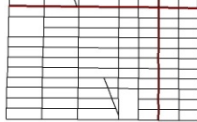



Εικόνα 4-42: 3^ο σενάριο οδικού δικτύου για σενάριο χωροθέτησης 4 – δομή πόλης 3

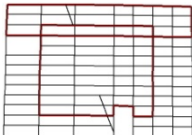
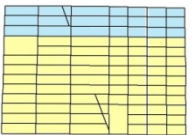
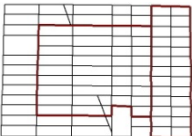
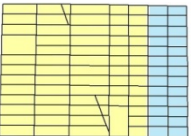
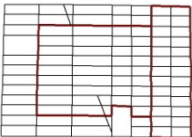
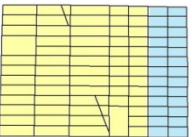
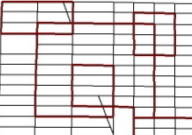
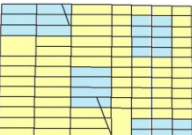
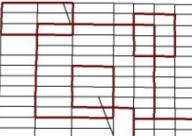
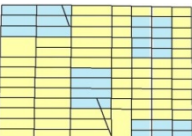


4.8 Σύνοψη πειράματος ανά δομή και σενάριο

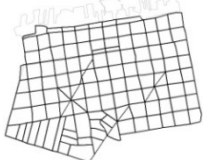
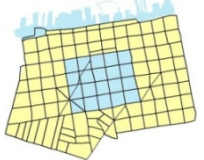
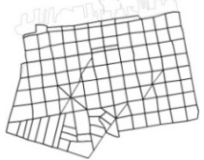
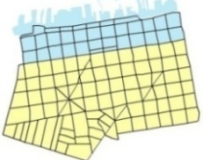
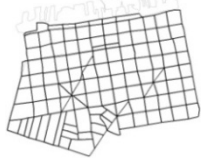
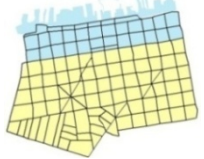
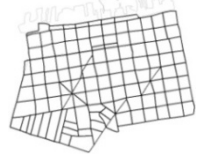
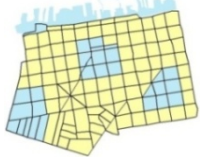
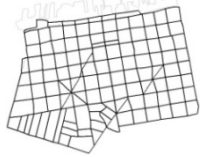
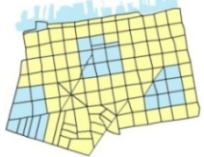
Όλα τα σενάρια που δημιουργήθηκαν και έτρεξαν στο Evacuator για τη πραγματοποίηση του πειράματος, συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα:

Σενάριο δομής	Σενάριο οδικού δικτύου		Σενάριο χωροθέτησης		Μήκος οδικού δικτύου 1 (μία λωρίδα)	Μήκος οδικού δικτύου 2 (τρεις λωρίδες)	Περίοδος εκκένωσης	Μέση πυκνότητα πληθυσμού (άτομα/m ²)	Πυκνότητα πληθυσμού/κατοικία (άτομα/m ²)	Πυκνότητα πληθυσμού/εργασία (άτομα/m ²)	Πληθυσμός ανά μήκος οδικού δικτύου 1 (άτομα/m)	Πληθυσμός ανά μήκος οδικού δικτύου 2 (άτομα/m)
1 - Manhattan		1		1	14.513 m	–	Μη εργάσιμες ώρες	2,96	3,84	0,00	68,90	N/A
1 - Manhattan		1		1	14.513 m	–	Εργάσιμες ώρες	2,96	1,22	8,74	68,90	N/A
1 - Manhattan		1		2	14.513 m	–	Μη εργάσιμες ώρες	2,96	3,84	0,00	68,90	N/A
1 - Manhattan		1		2	14.513 m	–	Εργάσιμες ώρες	2,96	1,22	8,77	68,90	N/A
1 - Manhattan		1		3	14.513 m	–	Μη εργάσιμες ώρες	2,96	3,71	0,00	68,90	N/A


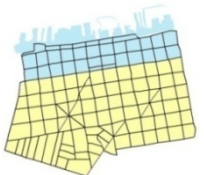
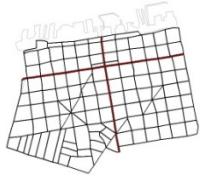
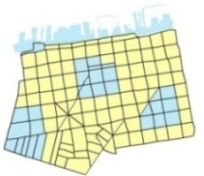
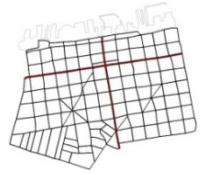
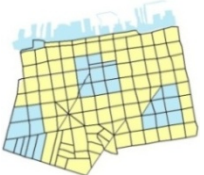

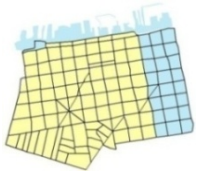
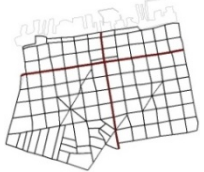
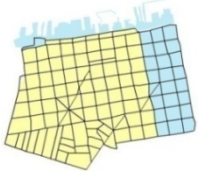
1 - Manhattan		1		3	14.513 m	–	Εργάσιμες ώρες	2,96	1,19	9,88	68,90	N/A
1 - Manhattan		1		4	14.513 m	–	Μη εργάσιμες ώρες	2,96	3,99	0,00	68,90	N/A
1 - Manhattan		1		4	14.513 m	–	Εργάσιμες ώρες	2,96	1,27	7,76	68,90	N/A
1 - Manhattan		2		1	13.257 m	1.256 m	Μη εργάσιμες ώρες	2,96	3,84	0,00	75,43	796,18
1 - Manhattan		2		1	13.257 m	1.256 m	Εργάσιμες ώρες	2,96	1,22	8,74	75,43	796,18
1 - Manhattan		2		2	13.257 m	1.256 m	Μη εργάσιμες ώρες	2,96	3,84	0,00	75,43	796,18
1 - Manhattan		2		2	13.257 m	1.256 m	Εργάσιμες ώρες	2,96	1,22	8,77	75,43	796,18


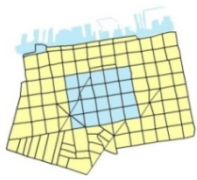
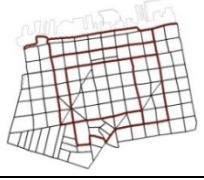
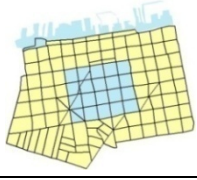
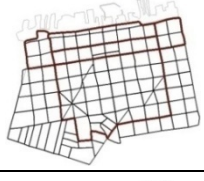
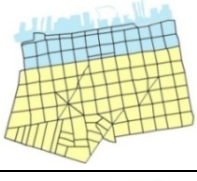
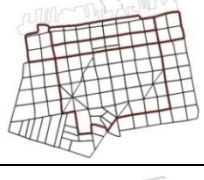
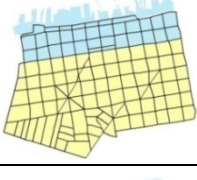
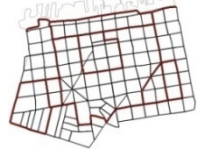
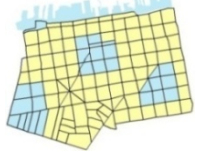
1 - Manhattan		2		3	13.257 m	1.256 m	Μη εργάσιμες ώρες	2,96	3,71	0,00	75,43	796,18
1 - Manhattan		2		3	13.257 m	1.256 m	Εργάσιμες ώρες	2,96	1,19	9,88	75,43	796,18
1 - Manhattan		2		4	13.257 m	1.256 m	Μη εργάσιμες ώρες	2,96	3,99	0,00	75,43	796,18
1 - Manhattan		2		4	13.257 m	1.256 m	Εργάσιμες ώρες	2,96	1,27	7,76	75,43	796,18
1 - Manhattan		3		1	11.922 m	2.590 m	Μη εργάσιμες ώρες	2,96	3,84	0,00	83,88	386,10
1 - Manhattan		3		1	11.922 m	2.590 m	Εργάσιμες ώρες	2,96	1,22	8,74	83,88	386,10
1 - Manhattan		3		2	11.104 m	3.409 m	Μη εργάσιμες ώρες	2,96	3,84	0,00	90,06	293,34

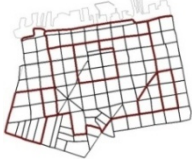
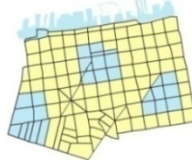
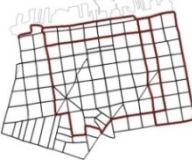
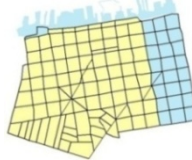
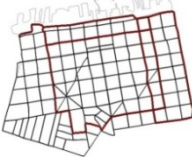
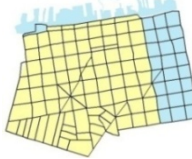




1 - Manhattan		3		2	11.104 m	3.409 m	Εργάσιμες ώρες	2,96	1,22	8,77	90,06	293,34
1 - Manhattan		3		3	11.825 m	2.687 m	Μη εργάσιμες ώρες	2,96	3,71	0,00	84,57	372,16
1 - Manhattan		3		3	11.825 m	2.687 m	Εργάσιμες ώρες	2,96	1,19	9,88	84,57	372,16
1 - Manhattan		3		4	10.211 m	4.302 m	Μη εργάσιμες ώρες	2,96	3,99	0,00	97,93	232,45
1 - Manhattan		3		4	10.211 m	4.302 m	Εργάσιμες ώρες	2,96	1,27	7,76	97,93	232,45
2 - Ohio		1		1	15.059 m	–	Μη εργάσιμες ώρες	2,90	3,97	0,00	66,41	N/A


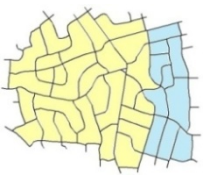
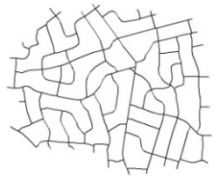
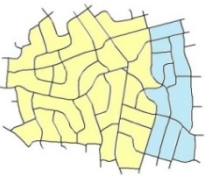
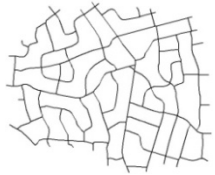

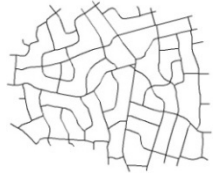
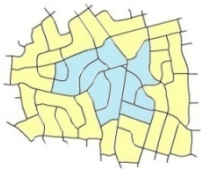
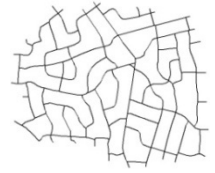

2 - Ohio		1		1	15.059 m	-	Εργάσιμες ώρες	2,90	1,27	7,27	66,41	N/A
2 - Ohio		1		2	15.059 m	-	Μη εργάσιμες ώρες	2,90	4,18	0,00	66,41	N/A
2 - Ohio		1		2	15.059 m	-	Εργάσιμες ώρες	2,90	1,32	6,45	66,41	N/A
2 - Ohio		1		3	15.059 m	-	Μη εργάσιμες ώρες	2,90	4,19	0,00	66,41	N/A
2 - Ohio		1		3	15.059 m	-	Εργάσιμες ώρες	2,90	1,34	6,40	66,41	N/A


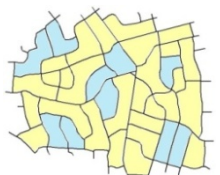

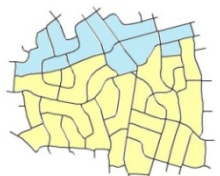

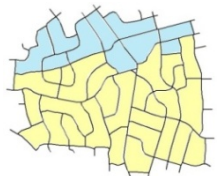

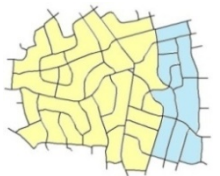
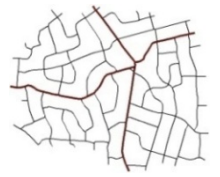
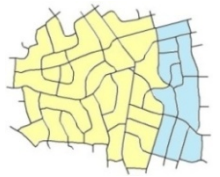
2 - Ohio		1		4	15.059 m	–	Μη εργάσιμες ώρες	2,90	4,09	0,00	66,41	N/A
2 - Ohio		1		4	15.059 m	–	Εργάσιμες ώρες	2,90	1,30	6,76	66,41	N/A
2 - Ohio		2		1	13.879 m	1.180 m	Μη εργάσιμες ώρες	2,90	3,97	0,00	72,05	847,46
2 - Ohio		2		1	13.879 m	1.180 m	Εργάσιμες ώρες	2,90	1,27	7,27	72,05	847,46
2 - Ohio		2		2	13.879 m	1.180 m	Μη εργάσιμες ώρες	2,90	4,18	0,00	72,05	847,46

2 - Ohio		2		2	13.879 m	1.180 m	Εργάσιμες ώρες	2,90	1,32	6,45	72,05	847,46
2 - Ohio		2		3	13.879 m	1.180 m	Μη εργάσιμες ώρες	2,90	4,19	0,00	72,05	847,46
2 - Ohio		2		3	13.879 m	1.180 m	Εργάσιμες ώρες	2,90	1,34	6,40	72,05	847,46
2 - Ohio		2		4	13.879 m	1.180 m	Μη εργάσιμες ώρες	2,90	4,09	0,00	72,05	847,46
2 - Ohio		2		4	13.879 m	1.180 m	Εργάσιμες ώρες	2,90	1,30	6,76	72,05	847,46


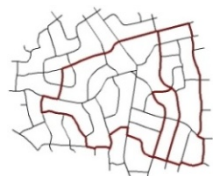
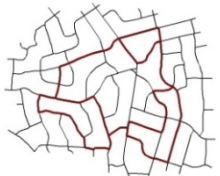
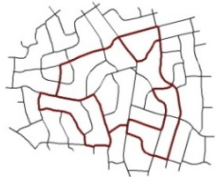
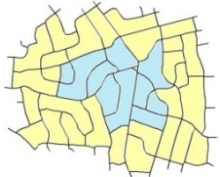
2 - Ohio		3		1	11.305 m	3.753 m	Μη εργάσιμες ώρες	2,90	3,97	0,00	88,46	266,45
2 - Ohio		3		1	11.305 m	3.753 m	Εργάσιμες ώρες	2,90	1,27	7,27	88,46	266,45
2 - Ohio		3		2	11.629 m	3.430 m	Μη εργάσιμες ώρες	2,90	4,18	0,00	85,99	291,55
2 - Ohio		3		2	11.629 m	3.430 m	Εργάσιμες ώρες	2,90	1,32	6,45	85,99	291,55
2 - Ohio		3		3	10.632 m	4.427 m	Μη εργάσιμες ώρες	2,90	4,19	0,00	94,06	225,89

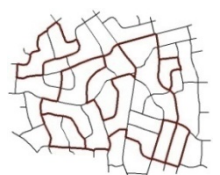
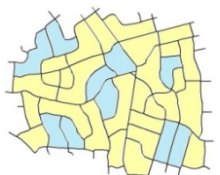
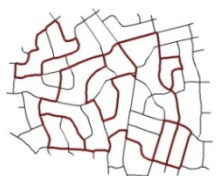
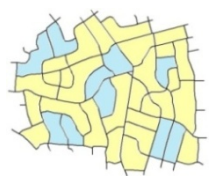
2 - Ohio		3		3	10.632 m	4.427 m	Εργάσιμες ώρες	2,90	1,34	6,40	94,06	225,89
2 - Ohio		3		4	11.451 m	3.608 m	Μη εργάσιμες ώρες	2,90	4,09	0,00	87,33	277,16
2 - Ohio		3		4	11.451 m	3.608 m	Εργάσιμες ώρες	2,90	1,30	6,76	87,33	277,16
3 – New Jersey		1		1	11.374 m	–	Μη εργάσιμες ώρες	2,86	3,90	0,00	87,92	N/A
3 – New Jersey		1		1	11.374 m	–	Εργάσιμες ώρες	2,86	1,22	7,38	87,92	N/A

3 – New Jersey		1		2	11.374 m	–	Μη εργάσιμες ώρες	2,86	3,72	0,00	87,92	N/A
3 – New Jersey		1		2	11.374 m	–	Εργάσιμες ώρες	2,86	1,22	8,34	87,92	N/A
3 – New Jersey		1		3	11.374 m	–	Μη εργάσιμες ώρες	2,86	3,92	0,00	87,92	N/A
3 – New Jersey		1		3	11.374 m	–	Εργάσιμες ώρες	2,86	1,28	7,16	87,92	N/A
3 – New Jersey		1		4	11.374 m	–	Μη εργάσιμες ώρες	2,86	3,86	0,00	87,92	N/A

3 – New Jersey		1		4	11.374 m	–	Εργάσιμες ώρες	2,86	1,25	7,49	87,92	N/A
3 – New Jersey		2		1	9.650 m	1.724 m	Μη εργάσιμες ώρες	2,86	3,90	0,00	103,63	580,05
3 – New Jersey		2		1	9.650 m	1.724 m	Εργάσιμες ώρες	2,86	1,22	7,38	103,63	580,05
3 – New Jersey		2		2	9.650 m	1.724 m	Μη εργάσιμες ώρες	2,86	3,72	0,00	103,63	580,05
3 – New Jersey		2		2	9.650 m	1.724 m	Εργάσιμες ώρες	2,86	1,22	8,34	103,63	580,05

3 – New Jersey		2		3	9.650 m	1.724 m	Μη εργάσιμες ώρες	2,86	3,92	0,00	103,63	580,05
3 – New Jersey		2		3	9.650 m	1.724 m	Εργάσιμες ώρες	2,86	1,28	7,16	103,63	580,05
3 – New Jersey		2		4	9.650 m	1.724 m	Μη εργάσιμες ώρες	2,86	3,86	0,00	103,63	580,05
3 – New Jersey		2		4	9.650 m	1.724 m	Εργάσιμες ώρες	2,86	1,25	7,49	103,63	580,05
3 – New Jersey		3		1	7.285 m	4.089 m	Μη εργάσιμες ώρες	2,86	3,90	0,00	137,27	244,56

3 – New Jersey		3		1	7.285 m	4.089 m	Εργάσιμες ώρες	2,86	1,22	7,38	137,27	244,56
3 – New Jersey		3		2	7.916 m	3.458 m	Μη εργάσιμες ώρες	2,86	3,72	0,00	126,33	289,18
3 – New Jersey		3		2	7.916 m	3.458 m	Εργάσιμες ώρες	2,86	1,22	8,34	126,33	289,18
3 – New Jersey		3		3	8.189 m	3.185 m	Μη εργάσιμες ώρες	2,86	3,92	0,00	122,12	313,97
3 – New Jersey		3		3	8.189 m	3.185 m	Εργάσιμες ώρες	2,86	1,28	7,16	122,12	313,97

3 – New Jersey		3		4	6.395 m	4.979 m	Μη εργάσιμες ώρες	2,86	3,86	0,00	156,37	200,84
3 – New Jersey		3		4	6.395 m	4.979 m	Εργάσιμες ώρες	2,86	1,25	7,49	156,37	200,84

Πίνακας 4-2: Σύνοψη σεναρίων πειράματος

4.9 Περιγραφή αποτελεσμάτων

Τα αποτελέσματα του εργαλείου που χρησιμοποιήθηκε εκφράζονται ως φόρτος του οδικού δικτύου. Το Evacuator υπολογίζει την απαιτούμενη χωρητικότητα των δρόμων σε περίπτωση εκκένωσης και τα αποτελέσματα του αποτελούν μια απλή εκτίμηση του αριθμού των οχημάτων που πρέπει να εκκενωθούν ανά δρόμο για μια γειτονιά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

5.1 Περιγραφή μετρήσεων

Μετά το τρέξιμο των σεναρίων υπολογίστηκαν από το Evacuator οι φόρτοι των δρόμων. Τα αποτελέσματα των φόρτων εισήχθησαν στο excel τόσο για την παρατήρησή τους, όσο και για την δημιουργία διαγραμμάτων και την εξαγωγή συμπερασμάτων. Για κάθε περιοχή με τα σενάρια της, εκτελέσθηκε το Evacuator, κατατάσσοντας τα αποτελέσματα των φόρτων σε περιοχές τιμών (bins), με δύο διαφορετικές ομαδοποιήσεις, ανά 7 και ανά 10 μονάδες οδικού φόρτου. Αναλυτικά δίνονται παρακάτω οι μετρήσεις ανά 7, για όλες τις δομές, στους πίνακες 5-1 έως 5-3.

5.2 Μετρήσεις σεναρίου δομής 1

Σενάριο δομής	Σενάριο οδικού δικτύου	Σενάριο χωροθέτησης	Περίοδος εκκένωσης	0-7	7-14	14-21	21-28	28-35	35-42	42-49	49-56	56-63	63-70
1	1	1	Μη εργάσιμες ώρες	96	80	28	6	0	0	0	0	0	0
1	1	1	Εργάσιμες ώρες	152	14	20	10	6	6	2	0	0	0
1	1	2	Μη εργάσιμες ώρες	87	79	44	0	0	0	0	0	0	0
1	1	2	Εργάσιμες ώρες	153	16	17	10	3	9	2	0	0	0
1	1	3	Μη εργάσιμες ώρες	107	54	45	4	0	0	0	0	0	0
1	1	3	Εργάσιμες ώρες	150	27	10	8	9	3	1	0	0	0
1	1	4	Μη εργάσιμες ώρες	92	78	38	2	0	0	0	0	0	0
1	1	4	Εργάσιμες ώρες	128	44	19	12	4	3	0	0	0	0
1	2	1	Μη εργάσιμες ώρες	85	87	29	2	3	4	0	0	0	0
1	2	1	Εργάσιμες ώρες	147	17	16	16	6	6	2	0	0	0
1	2	2	Μη εργάσιμες ώρες	78	87	45	0	0	0	0	0	0	0
1	2	2	Εργάσιμες ώρες	153	16	7	16	3	4	4	2	4	0
1	2	3	Μη εργάσιμες ώρες	105	53	45	2	3	2	0	0	0	0
1	2	3	Εργάσιμες ώρες	143	25	12	13	9	3	3	0	0	0
1	2	4	Μη εργάσιμες ώρες	89	78	41	0	2	0	0	0	0	0
1	2	4	Εργάσιμες ώρες	128	38	19	12	4	2	2	4	0	0
1	3	1	Μη εργάσιμες ώρες	85	82	26	7	1	4	0	3	2	0
1	3	1	Εργάσιμες ώρες	139	16	17	16	10	4	2	2	4	0
1	3	2	Μη εργάσιμες ώρες	76	80	33	14	2	2	0	3	0	0
1	3	2	Εργάσιμες ώρες	139	18	18	11	8	4	0	2	4	0
1	3	3	Μη εργάσιμες ώρες	100	55	32	15	3	2	1	2	0	0
1	3	3	Εργάσιμες ώρες	130	30	12	11	14	4	1	0	1	0
1	3	4	Μη εργάσιμες ώρες	78	73	28	10	12	0	2	3	2	2
1	3	4	Εργάσιμες ώρες	104	31	25	23	15	3	2	3	0	0

Σενάριο δομής	Σενάριο οδικού δικτύου	Σενάριο χωροθέτησης	Περίοδος εκκένωσης	70-77	77-84	84-91	91-98	98-105	105-112	112-119	119-126	126-133	133-140
1	1	1	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	2	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	2	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	3	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	3	Εργάσιμες ώρες	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	4	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	4	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	2	1	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	2	1	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	2	2	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	2	2	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
1	2	3	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	2	3	Εργάσιμες ώρες	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	2	4	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	2	4	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
1	3	1	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	3	1	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	3	2	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	3	2	Εργάσιμες ώρες	0	1	0	0	1	2	0	0	0	0
1	3	3	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	3	3	Εργάσιμες ώρες	2	0	0	2	1	0	0	1	0	1
1	3	4	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	3	4	Εργάσιμες ώρες	0	1	0	0	2	0	1	0	0	0

Σενάριο δομής	Σενάριο οδικού δικτύου	Σενάριο χωροθέτησης	Περίοδος εκκένωσης	140-147	147-154	154-161	161-168	168-175	175-182	182-189	189-196	196-203	203-210
1	1	1	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	2	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	2	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	3	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	3	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	4	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	4	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	2	1	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	2	1	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	2	2	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	2	2	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	2	3	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	2	3	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	2	4	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	2	4	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	3	1	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	3	1	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	3	2	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	3	2	Εργάσιμες ώρες	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	3	3	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	3	3	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	3	4	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	3	4	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Σενάριο δομής	Σενάριο οδικού δικτύου	Σενάριο χωροθέτησης	Περίοδος εκκένωσης	210-217	217-224	224-231	231-238	238-245	245-252	252-259	259-266	266-273	273-280
1	1	1	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	2	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	2	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	3	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	3	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	4	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	4	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	2	1	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	2	1	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	2	2	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	2	2	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	2	3	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	2	3	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	2	4	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	2	4	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	3	1	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	3	1	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	3	2	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	3	2	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	3	3	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	3	3	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	3	4	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	3	4	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Σενάριο δομής	Σενάριο οδικού δικτύου	Σενάριο χωροθέτησης	Περίοδος εκκένωσης	280-287	287-294	294-301	301-308	308-315	315-322	322-329	329-336	336-343	343-350	350+
1	1	1	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	2	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	2	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	3	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	3	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	4	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	4	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	2	1	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	2	1	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	2	2	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	2	2	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	2	3	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	2	3	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	2	4	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	2	4	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	3	1	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	3	1	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	3	2	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	3	2	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	3	3	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	3	3	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	3	4	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	3	4	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Πίνακας 5-1: Μετρήσεις σεναρίου δομής 1, για περιοχή τιμών (bins) ανά 7 μονάδες οδικού φόρτου

5.3 Μετρήσεις σεναρίου δομής 2

Σενάριο δομής	Σενάριο οδικού δικτύου	Σενάριο χωροθέτησης	Περίοδος εκκένωσης	0-7	7-14	14-21	21-28	28-35	35-42	42-49	49-56	56-63	63-70
2	1	1	Μη εργάσιμες ώρες	152	109	25	7	0	5	0	0	0	0
2	1	1	Εργάσιμες ώρες	226	28	19	2	14	2	1	0	0	0
2	1	2	Μη εργάσιμες ώρες	155	107	17	6	6	2	3	2	0	0
2	1	2	Εργάσιμες ώρες	210	37	29	8	5	8	1	0	0	0
2	1	3	Μη εργάσιμες ώρες	171	84	29	8	2	2	0	2	0	0
2	1	3	Εργάσιμες ώρες	202	52	31	0	6	0	2	0	3	0
2	1	4	Μη εργάσιμες ώρες	166	90	19	13	6	2	0	0	2	0
2	1	4	Εργάσιμες ώρες	219	30	21	11	11	2	3	1	0	0
2	2	1	Μη εργάσιμες ώρες	146	107	27	9	0	7	0	0	2	0
2	2	1	Εργάσιμες ώρες	216	30	21	8	10	2	3	0	0	0
2	2	2	Μη εργάσιμες ώρες	152	101	18	6	6	8	5	2	0	0
2	2	2	Εργάσιμες ώρες	198	40	25	15	5	10	3	0	2	0
2	2	3	Μη εργάσιμες ώρες	161	89	30	6	2	2	2	4	0	2
2	2	3	Εργάσιμες ώρες	192	54	35	4	4	0	2	0	3	0
2	2	4	Μη εργάσιμες ώρες	155	99	17	11	6	2	2	2	2	2
2	2	4	Εργάσιμες ώρες	213	31	23	12	10	3	3	1	0	0
2	3	1	Μη εργάσιμες ώρες	129	101	35	8	0	11	4	6	2	0
2	3	1	Εργάσιμες ώρες	199	32	30	10	11	1	1	1	0	1
2	3	2	Μη εργάσιμες ώρες	143	99	20	6	9	8	7	2	2	0
2	3	2	Εργάσιμες ώρες	186	32	36	14	2	6	5	3	6	2
2	3	3	Μη εργάσιμες ώρες	131	93	40	4	6	6	8	2	4	0
2	3	3	Εργάσιμες ώρες	174	41	35	11	12	9	6	3	2	0
2	3	4	Μη εργάσιμες ώρες	143	94	29	8	7	2	6	2	2	3
2	3	4	Εργάσιμες ώρες	201	26	20	13	15	5	2	2	3	3

Σενάριο δομής	Σενάριο οδικού δικτύου	Σενάριο χωροθέτησης	Περίοδος εκκένωσης	70-77	77-84	84-91	91-98	98-105	105-112	112-119	119-126	126-133	133-140
2	1	1	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	1	Εργάσιμες ώρες	2	0	0	2	0	2	0	0	0	0
2	1	2	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	2	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	3	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	3	Εργάσιμες ώρες	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	4	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	4	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	1	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	1	Εργάσιμες ώρες	2	0	2	2	0	2	0	0	0	0
2	2	2	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	2	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	3	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	3	Εργάσιμες ώρες	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0
2	2	4	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	4	Εργάσιμες ώρες	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
2	3	1	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
2	3	1	Εργάσιμες ώρες	2	0	2	2	2	2	0	0	0	0
2	3	2	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	3	2	Εργάσιμες ώρες	2	0	0	1	0	2	0	0	1	0
2	3	3	Μη εργάσιμες ώρες	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	3	3	Εργάσιμες ώρες	2	0	0	0	0	0	0	3	0	0
2	3	4	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	3	4	Εργάσιμες ώρες	0	0	2	1	0	1	0	0	3	0

Σενάριο δομής	Σενάριο οδικού δικτύου	Σενάριο χωροθέτησης	Περίοδος εκκένωσης	140-147	147-154	154-161	161-168	168-175	175-182	182-189	189-196	196-203	203-210
2	1	1	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	1	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	2	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	2	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	3	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	3	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	4	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	4	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	1	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	1	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	2	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	2	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	3	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	3	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	4	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	4	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	3	1	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	3	1	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	3	2	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
2	3	2	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	3	3	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
2	3	3	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	3	4	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
2	3	4	Εργάσιμες ώρες	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

Σενάριο δομής	Σενάριο οδικού δικτύου	Σενάριο χωροθέτησης	Περίοδος εκκένωσης	210-217	217-224	224-231	231-238	238-245	245-252	252-259	259-266	266-273	273-280
2	1	1	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	1	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	2	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	2	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	3	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	3	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	4	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	4	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	1	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	1	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	2	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	2	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	3	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	3	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	4	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	4	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	3	1	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	3	1	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	3	2	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	3	2	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	3	3	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	3	3	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	3	4	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	3	4	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Σενάριο δομής	Σενάριο οδικού δικτύου	Σενάριο χωροθέτησης	Περίοδος εκκένωσης	280-287	287-294	294-301	301-308	308-315	315-322	322-329	329-336	336-343	343-350	350+
2	1	1	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	1	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	2	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	2	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	3	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	3	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	4	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	4	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	1	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	1	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	2	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	2	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	3	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	3	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	4	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	4	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	3	1	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	3	1	Εργάσιμες ώρες	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	3	2	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	3	2	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	3	3	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	3	3	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	3	4	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	3	4	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Πίνακας 5-2: Μετρήσεις σεναρίου δομής 2, για περιοχή τιμών (bins) ανά 7 μονάδες οδικού φόρτου

5.4 Μετρήσεις σεναρίου δομής 3

Σενάριο δομής	Σενάριο οδικού δικτύου	Σενάριο χωροθέτησης	Περίοδος εκκένωσης	0-7	7-14	14-21	21-28	28-35	35-42	42-49	49-56	56-63	63-70
3	1	1	Μη εργάσιμες ώρες	51	18	12	3	6	6	9	0	10	9
3	1	1	Εργάσιμες ώρες	46	19	22	11	10	6	9	1	5	6
3	1	2	Μη εργάσιμες ώρες	55	12	13	5	8	6	6	11	7	5
3	1	2	Εργάσιμες ώρες	48	19	24	13	11	2	2	2	9	3
3	1	3	Μη εργάσιμες ώρες	31	20	19	10	10	8	11	9	11	8
3	1	3	Εργάσιμες ώρες	55	24	24	4	6	7	3	0	1	3
3	1	4	Μη εργάσιμες ώρες	41	12	17	6	15	12	9	10	3	3
3	1	4	Εργάσιμες ώρες	44	28	12	10	13	5	9	2	4	5
3	2	1	Μη εργάσιμες ώρες	50	13	14	6	5	4	7	0	7	5
3	2	1	Εργάσιμες ώρες	45	14	16	5	11	8	8	6	6	6
3	2	2	Μη εργάσιμες ώρες	54	8	12	7	8	4	4	9	7	1
3	2	2	Εργάσιμες ώρες	46	17	16	6	6	8	7	0	12	4
3	2	3	Μη εργάσιμες ώρες	30	15	17	10	10	11	7	5	11	8
3	2	3	Εργάσιμες ώρες	55	20	18	1	4	9	4	0	2	2
3	2	4	Μη εργάσιμες ώρες	41	7	17	9	10	9	8	4	1	1
3	2	4	Εργάσιμες ώρες	44	18	6	10	12	11	10	4	0	7
3	3	1	Μη εργάσιμες ώρες	45	11	16	6	8	4	3	2	4	8
3	3	1	Εργάσιμες ώρες	41	16	16	9	8	12	5	3	1	3
3	3	2	Μη εργάσιμες ώρες	50	11	12	5	7	7	4	6	5	6
3	3	2	Εργάσιμες ώρες	44	17	17	13	8	7	3	2	6	5
3	3	3	Μη εργάσιμες ώρες	29	14	17	8	7	8	8	8	7	8
3	3	3	Εργάσιμες ώρες	53	23	19	4	2	8	1	1	0	3
3	3	4	Μη εργάσιμες ώρες	36	11	16	2	6	6	7	10	3	4
3	3	4	Εργάσιμες ώρες	40	14	13	9	8	9	7	5	3	5

Σενάριο δομής	Σενάριο οδικού δικτύου	Σενάριο χωροθέτησης	Περίοδος εκκένωσης	70-77	77-84	84-91	91-98	98-105	105-112	112-119	119-126	126-133	133-140
3	1	1	Μη εργάσιμες ώρες	6	4	4	0	3	3	0	0	1	2
3	1	1	Εργάσιμες ώρες	3	0	2	2	1	0	0	0	0	4
3	1	2	Μη εργάσιμες ώρες	5	2	2	7	3	0	0	0	1	0
3	1	2	Εργάσιμες ώρες	2	0	2	2	0	0	0	0	2	0
3	1	3	Μη εργάσιμες ώρες	2	4	0	0	1	0	0	1	2	1
3	1	3	Εργάσιμες ώρες	4	0	5	0	0	0	0	0	4	0
3	1	4	Μη εργάσιμες ώρες	4	4	0	2	3	3	0	0	1	2
3	1	4	Εργάσιμες ώρες	3	2	2	1	4	1	2	0	0	0
3	2	1	Μη εργάσιμες ώρες	4	2	3	0	1	3	2	0	1	4
3	2	1	Εργάσιμες ώρες	3	2	2	1	2	0	0	0	0	4
3	2	2	Μη εργάσιμες ώρες	1	2	1	3	2	3	0	0	0	4
3	2	2	Εργάσιμες ώρες	2	2	3	4	1	0	0	0	2	0
3	2	3	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	1	0	0	1	2	7
3	2	3	Εργάσιμες ώρες	3	1	5	4	3	2	0	0	2	0
3	2	4	Μη εργάσιμες ώρες	2	0	3	3	1	3	5	2	1	4
3	2	4	Εργάσιμες ώρες	3	2	2	4	2	3	2	0	2	0
3	3	1	Μη εργάσιμες ώρες	5	4	4	0	3	3	2	0	0	5
3	3	1	Εργάσιμες ώρες	0	4	2	1	0	0	2	0	2	4
3	3	2	Μη εργάσιμες ώρες	5	2	2	3	2	1	0	0	0	3
3	3	2	Εργάσιμες ώρες	0	1	1	3	2	0	2	0	2	1
3	3	3	Μη εργάσιμες ώρες	2	3	2	0	2	1	0	0	6	3
3	3	3	Εργάσιμες ώρες	0	1	1	1	2	4	1	2	2	4
3	3	4	Μη εργάσιμες ώρες	4	2	6	2	3	3	3	0	2	1
3	3	4	Εργάσιμες ώρες	4	3	0	1	2	0	0	0	0	2

Σενάριο δομής	Σενάριο οδικού δικτύου	Σενάριο χωροθέτησης	Περίοδος εκκένωσης	140-147	147-154	154-161	161-168	168-175	175-182	182-189	189-196	196-203	203-210
3	1	1	Μη εργάσιμες ώρες	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3
3	1	1	Εργάσιμες ώρες	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
3	1	2	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
3	1	2	Εργάσιμες ώρες	0	4	0	0	0	0	0	3	0	0
3	1	3	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
3	1	3	Εργάσιμες ώρες	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1	4	Μη εργάσιμες ώρες	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3
3	1	4	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
3	2	1	Μη εργάσιμες ώρες	0	2	0	2	5	0	0	0	2	2
3	2	1	Εργάσιμες ώρες	2	0	0	0	0	2	0	0	1	0
3	2	2	Μη εργάσιμες ώρες	0	2	0	4	0	0	0	4	0	0
3	2	2	Εργάσιμες ώρες	2	4	0	1	0	0	0	3	0	0
3	2	3	Μη εργάσιμες ώρες	0	4	2	0	2	0	0	2	2	0
3	2	3	Εργάσιμες ώρες	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	2	4	Μη εργάσιμες ώρες	0	2	4	0	2	0	0	0	4	2
3	2	4	Εργάσιμες ώρες	2	0	2	0	2	0	0	0	0	0
3	3	1	Μη εργάσιμες ώρες	5	0	0	0	2	0	0	0	0	4
3	3	1	Εργάσιμες ώρες	2	0	0	0	2	2	0	1	0	2
3	3	2	Μη εργάσιμες ώρες	2	2	0	5	0	0	2	4	0	1
3	3	2	Εργάσιμες ώρες	0	2	0	0	1	0	2	0	0	0
3	3	3	Μη εργάσιμες ώρες	4	0	0	2	0	0	0	1	5	0
3	3	3	Εργάσιμες ώρες	0	6	0	1	0	0	0	0	0	0
3	3	4	Μη εργάσιμες ώρες	5	2	0	2	2	0	0	0	0	3
3	3	4	Εργάσιμες ώρες	3	2	2	0	4	0	0	2	0	0

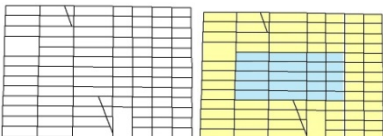
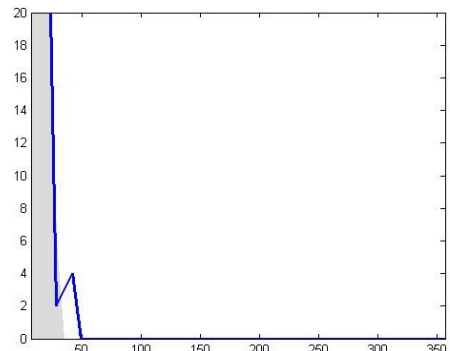
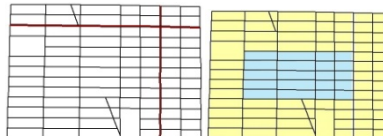
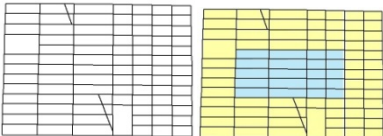
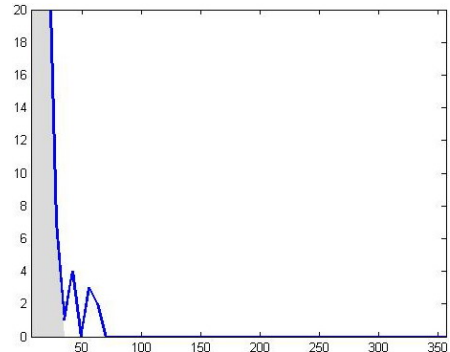
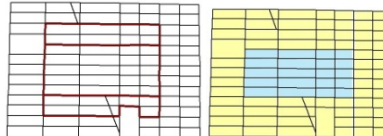
Σενάριο δομής	Σενάριο οδικού δικτύου	Σενάριο χωροθέτησης	Περίοδος εκκένωσης	210-217	217-224	224-231	231-238	238-245	245-252	252-259	259-266	266-273	273-280
3	1	1	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1	1	Εργάσιμες ώρες	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1	2	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1	2	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1	3	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1	3	Εργάσιμες ώρες	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1	4	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1	4	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
3	2	1	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0
3	2	1	Εργάσιμες ώρες	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	2	2	Μη εργάσιμες ώρες	2	0	2	0	0	0	2	0	0	0
3	2	2	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	2	3	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
3	2	3	Εργάσιμες ώρες	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
3	2	4	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
3	2	4	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	3	1	Μη εργάσιμες ώρες	2	1	0	0	0	0	0	2	0	0
3	3	1	Εργάσιμες ώρες	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
3	3	2	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
3	3	2	Εργάσιμες ώρες	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0
3	3	3	Μη εργάσιμες ώρες	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0
3	3	3	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
3	3	4	Μη εργάσιμες ώρες	0	3	0	0	0	2	0	0	0	2
3	3	4	Εργάσιμες ώρες	0	0	3	0	2	0	0	0	0	0

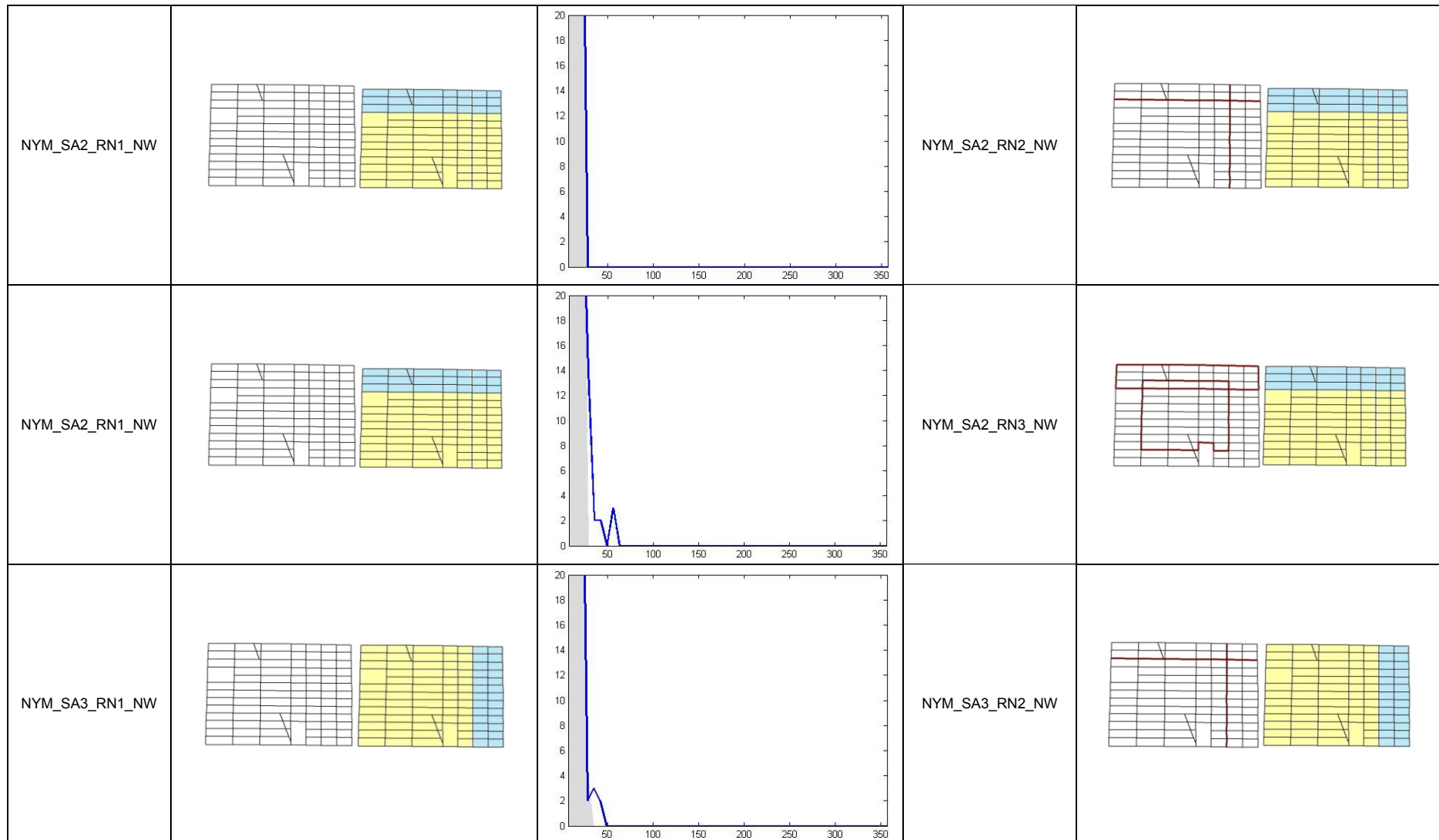
Σενάριο δομής	Σενάριο οδικού δικτύου	Σενάριο χωροθέτησης	Περίοδος εκκένωσης	280-287	287-294	294-301	301-308	308-315	315-322	322-329	329-336	336-343	343-350	350+
3	1	1	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1	1	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1	2	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1	2	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0
3	1	3	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1	3	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
3	1	4	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1	4	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	2	1	Μη εργάσιμες ώρες	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
3	2	1	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
3	2	2	Μη εργάσιμες ώρες	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
3	2	2	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	2
3	2	3	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
3	2	3	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	7
3	2	4	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2
3	2	4	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1
3	3	1	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
3	3	1	Εργάσιμες ώρες	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	7
3	3	2	Μη εργάσιμες ώρες	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	3	2	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	5
3	3	3	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
3	3	3	Εργάσιμες ώρες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
3	3	4	Μη εργάσιμες ώρες	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
3	3	4	Εργάσιμες ώρες	2	0	0	1	0	0	1	0	0	0	4

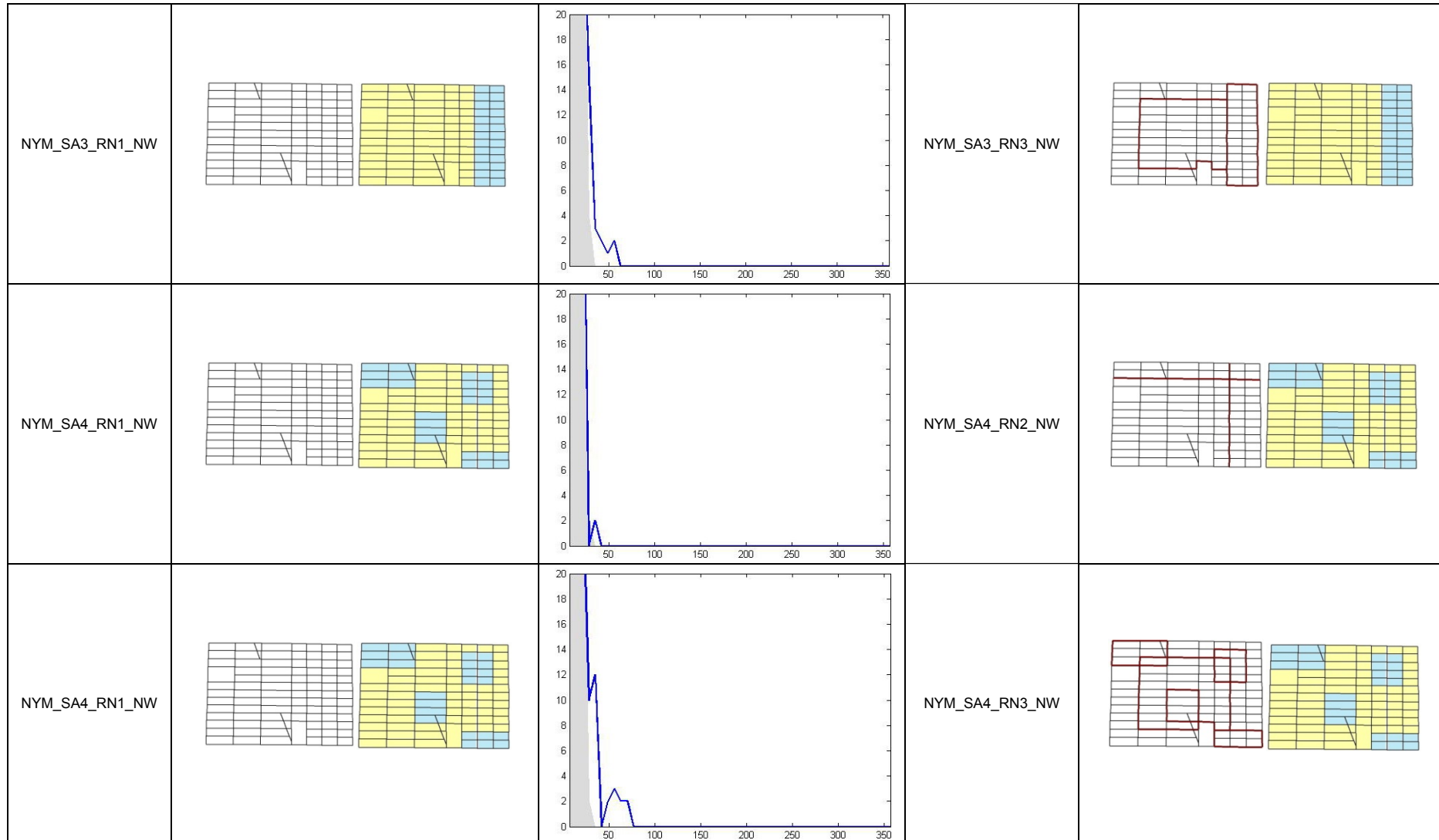
Πίνακας 5-3: Μετρήσεις σεναρίου δομής 3, για περιοχή τιμών (bins) ανά 7 μονάδες οδικού φόρτου

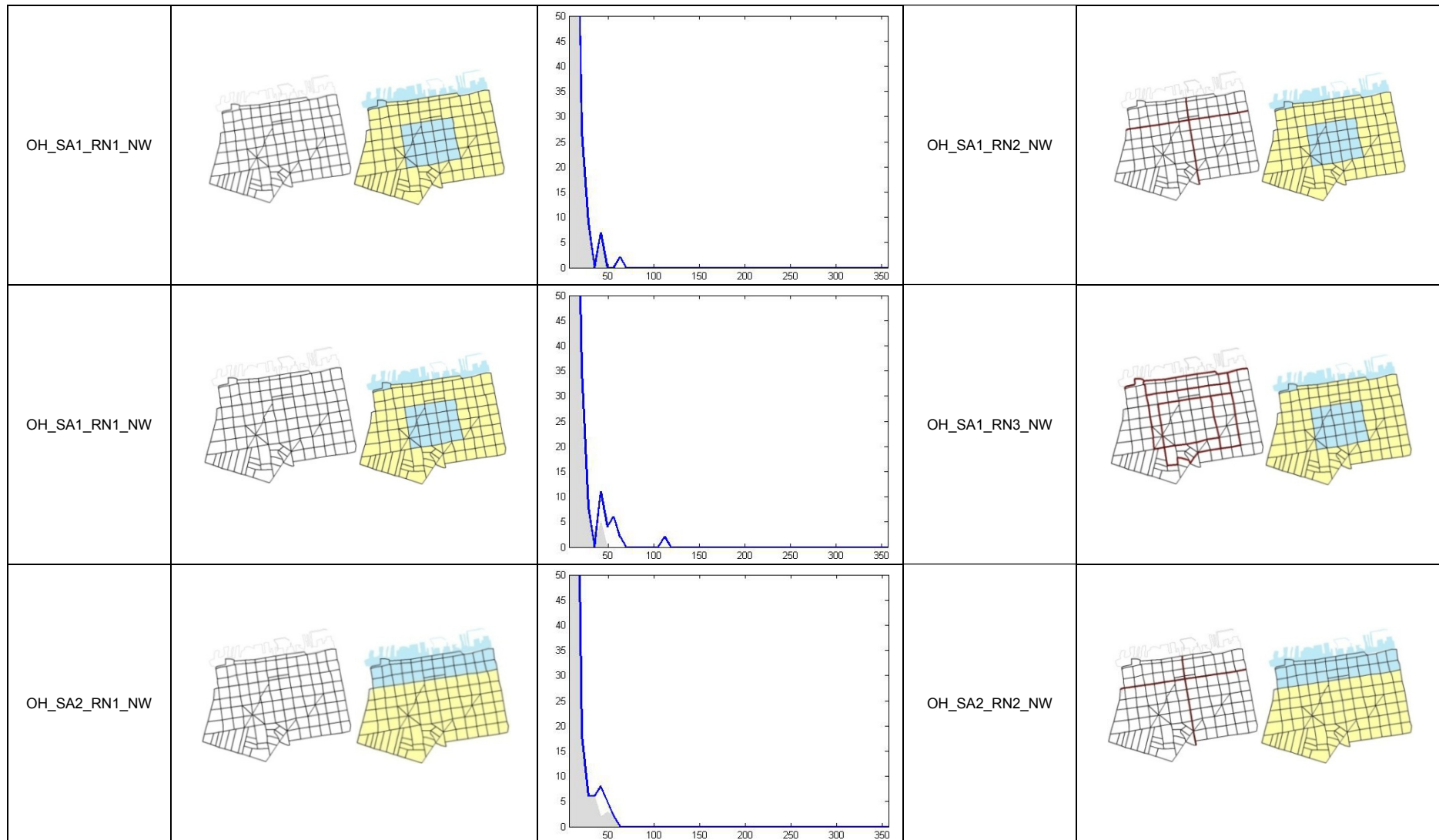
5.5 Διαγράμματα παρουσίασης αποτελεσμάτων

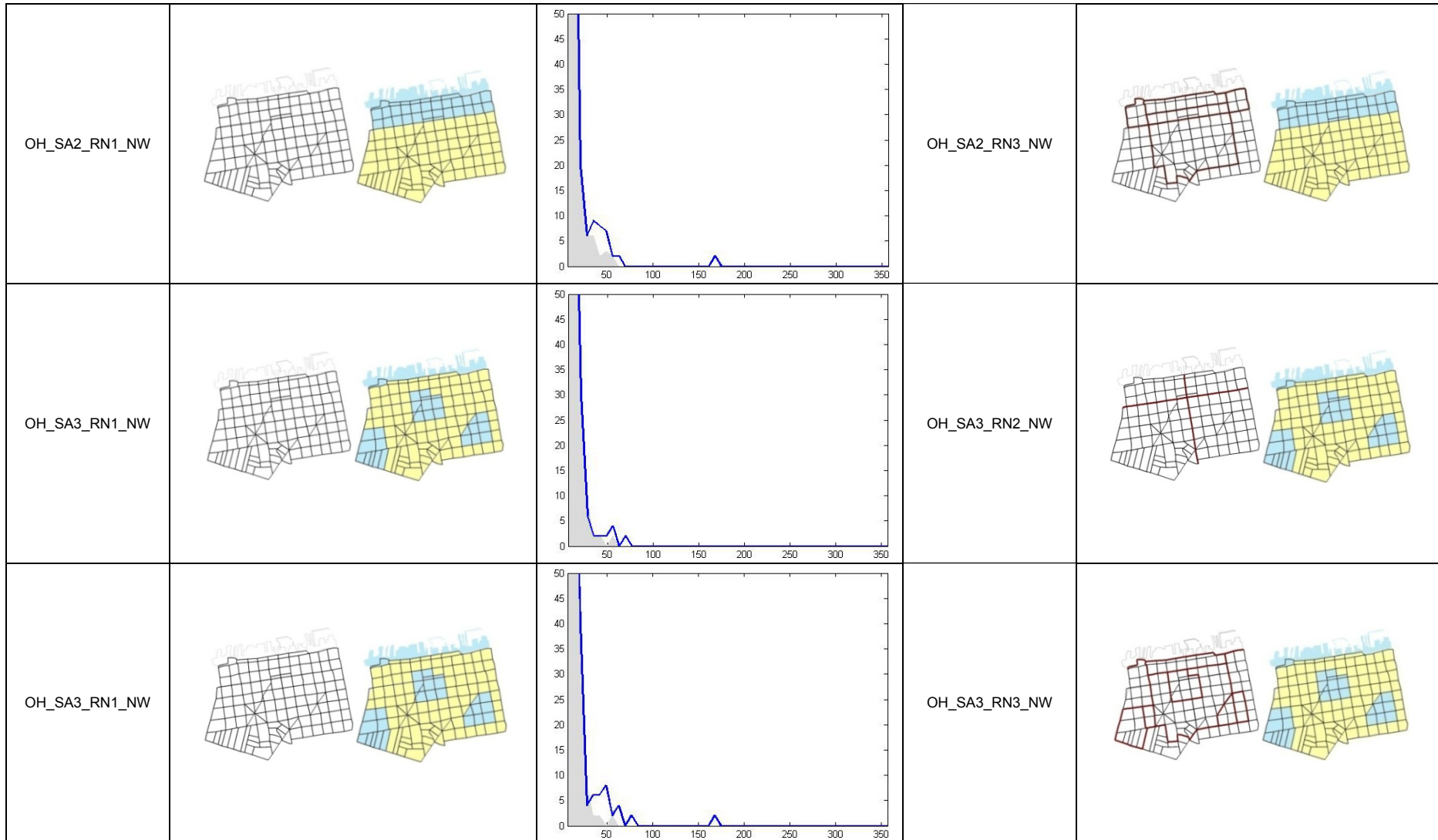
- Επίδραση μεταβολής δρόμων στην ίδια χωρική διάταξη τις μη εργάσιμες ώρες

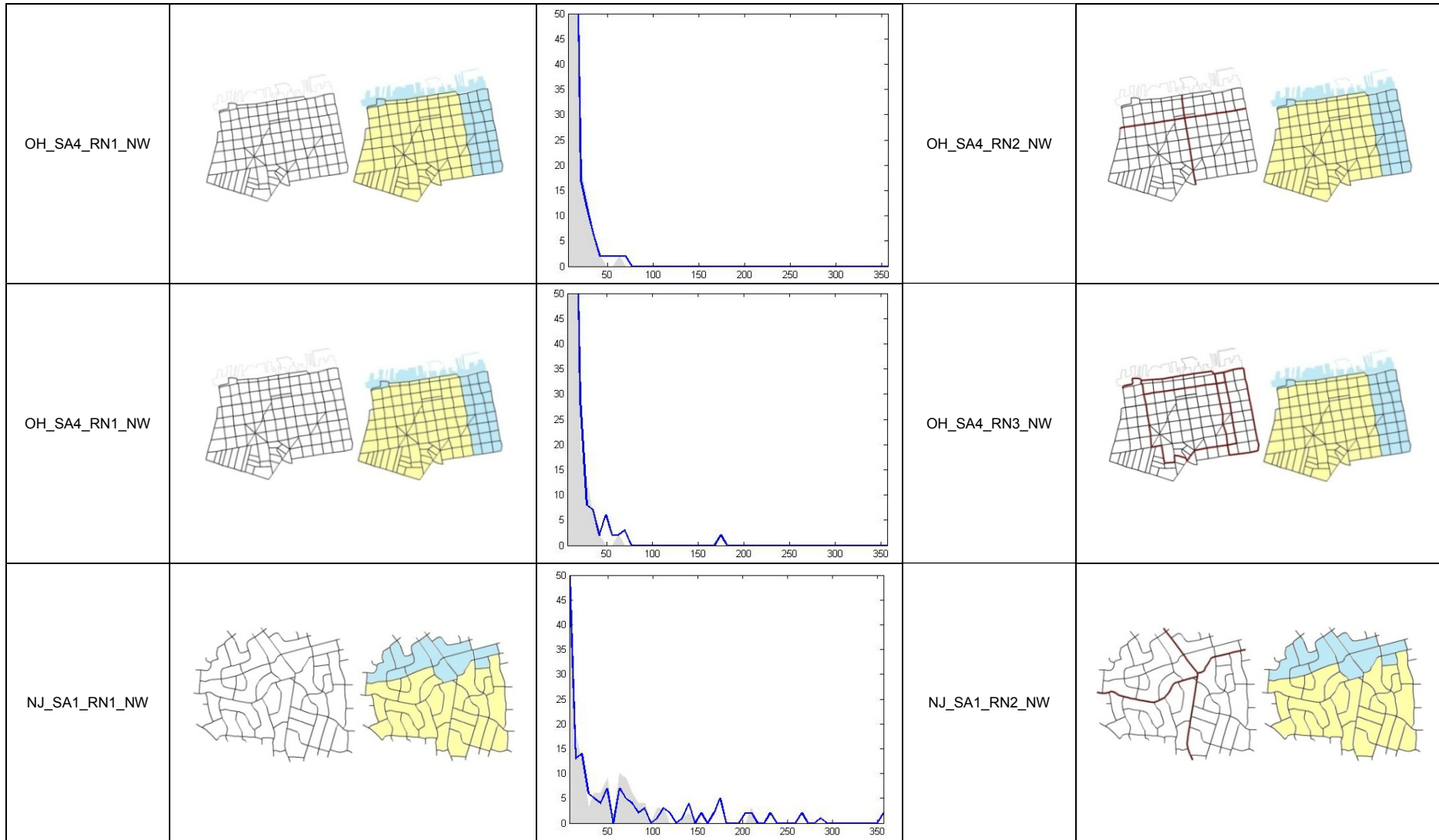
Όνομα σεναρίου αναφοράς	Σενάριο οδικού δικτύου (RN)- Σενάριο χωροθέτησης (SA)	Διάγραμμα	Όνομα συγκρινόμενου σεναρίου	Σενάριο οδικού δικτύου (RN)- Σενάριο χωροθέτησης (SA)
NYM_SA1_RN1_NW			NYM_SA1_RN2_NW	
NYM_SA1_RN1_NW			NYM_SA1_RN3_NW	

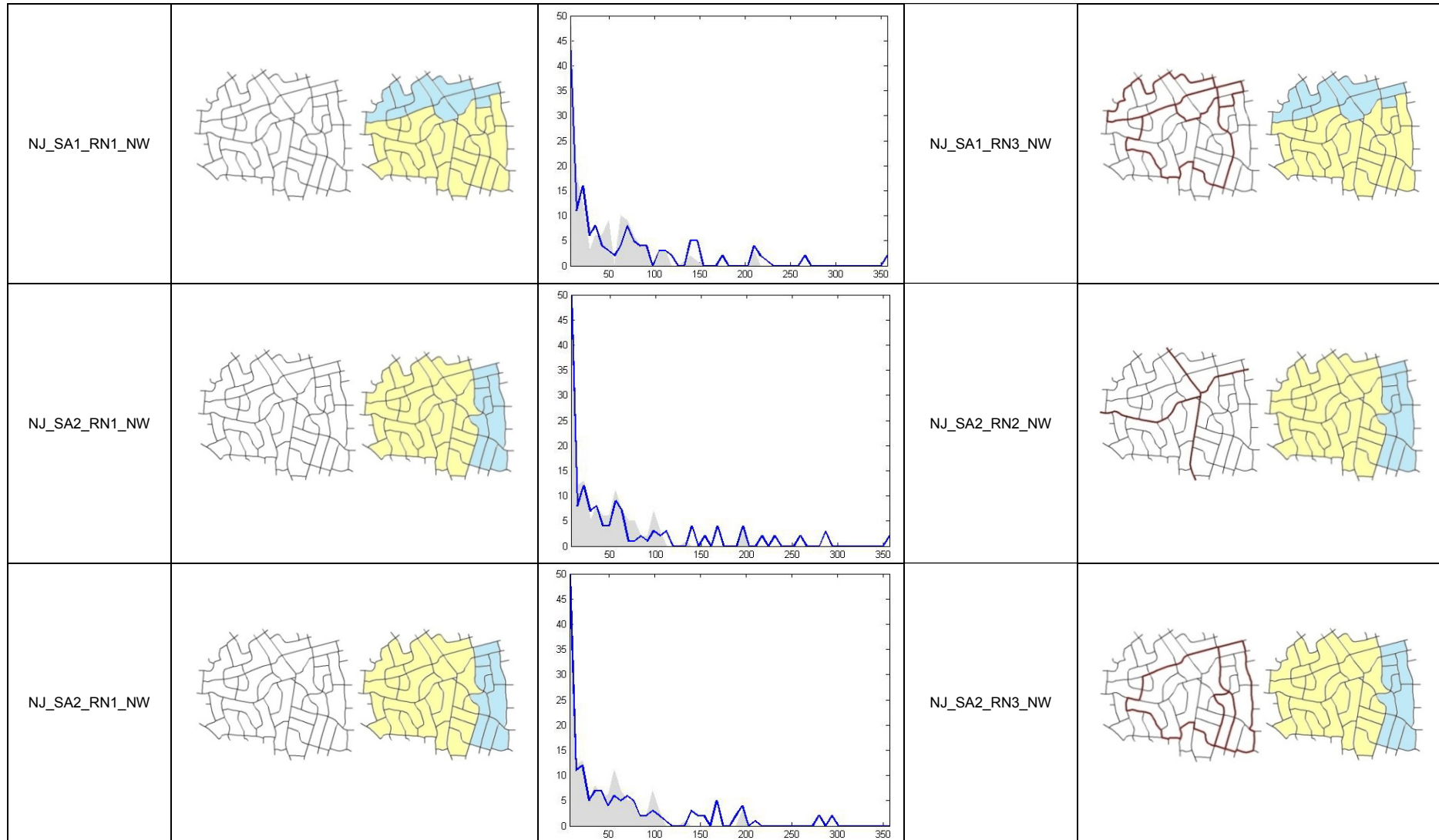


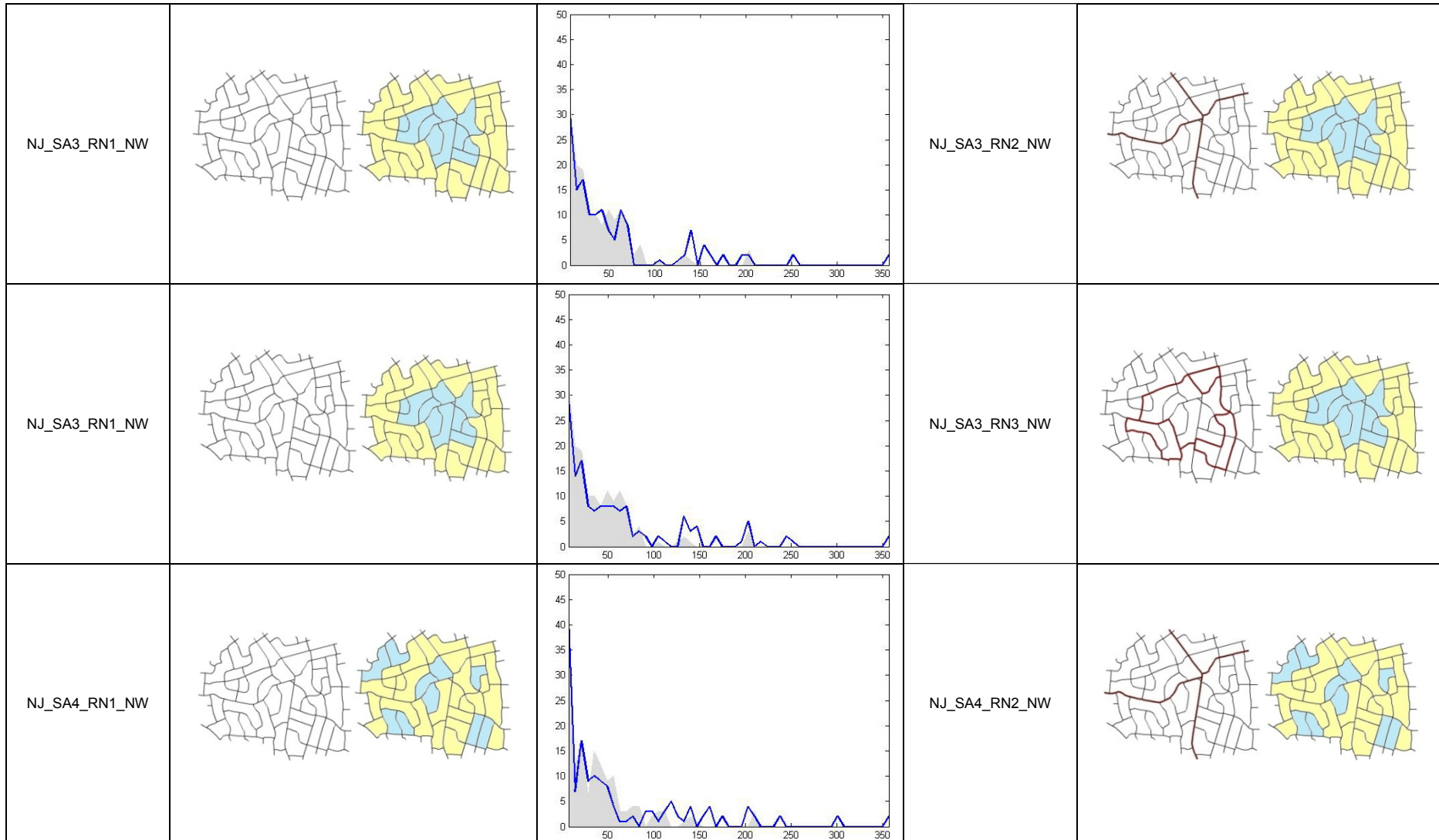


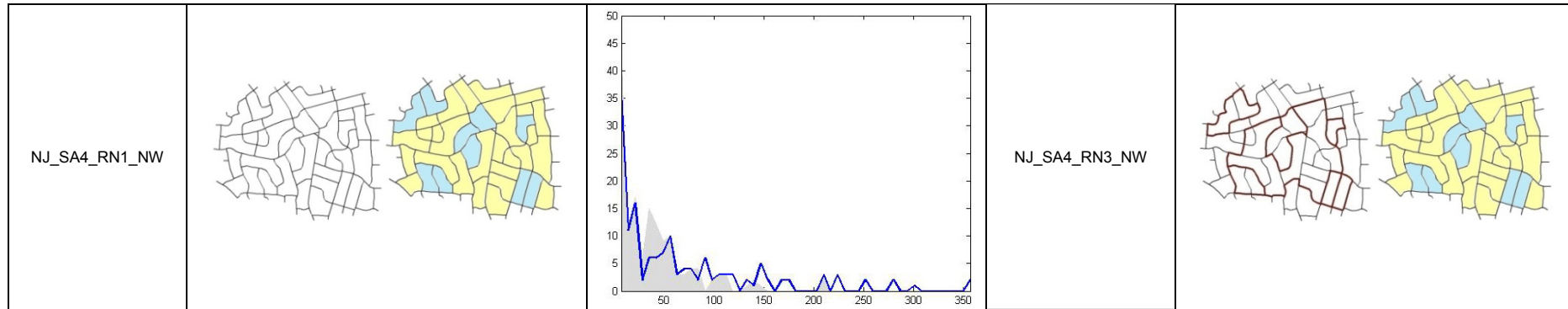






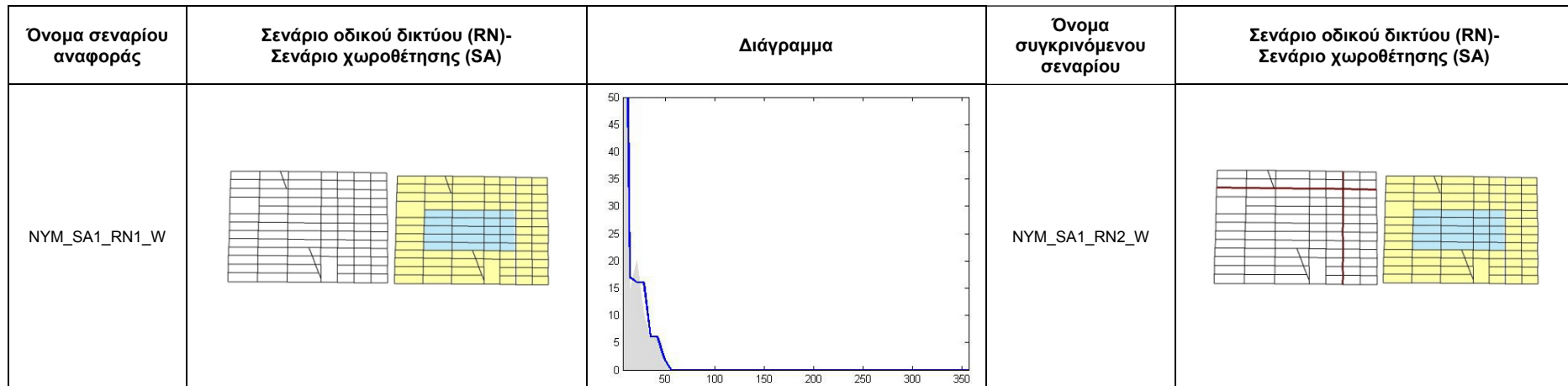


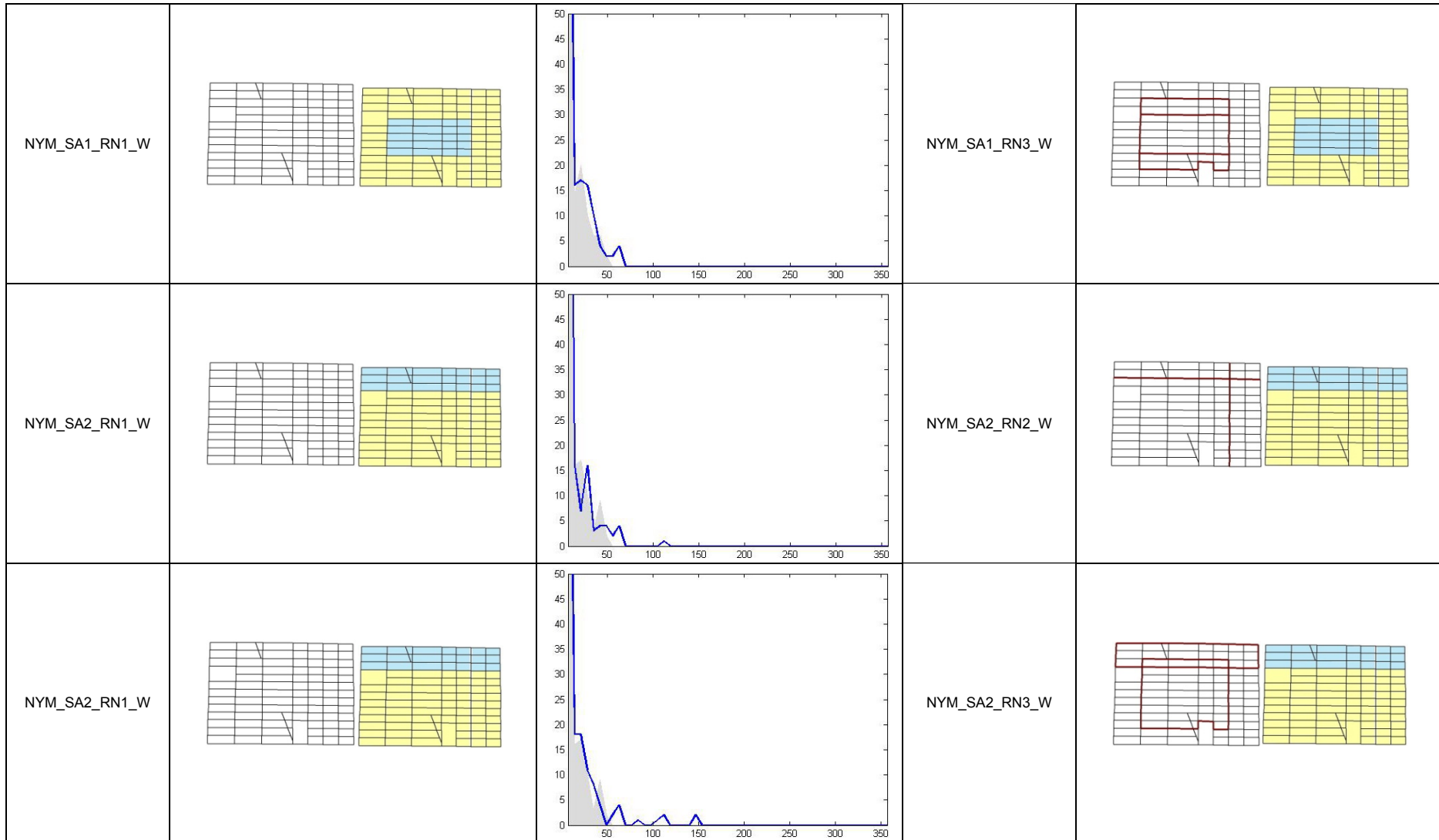


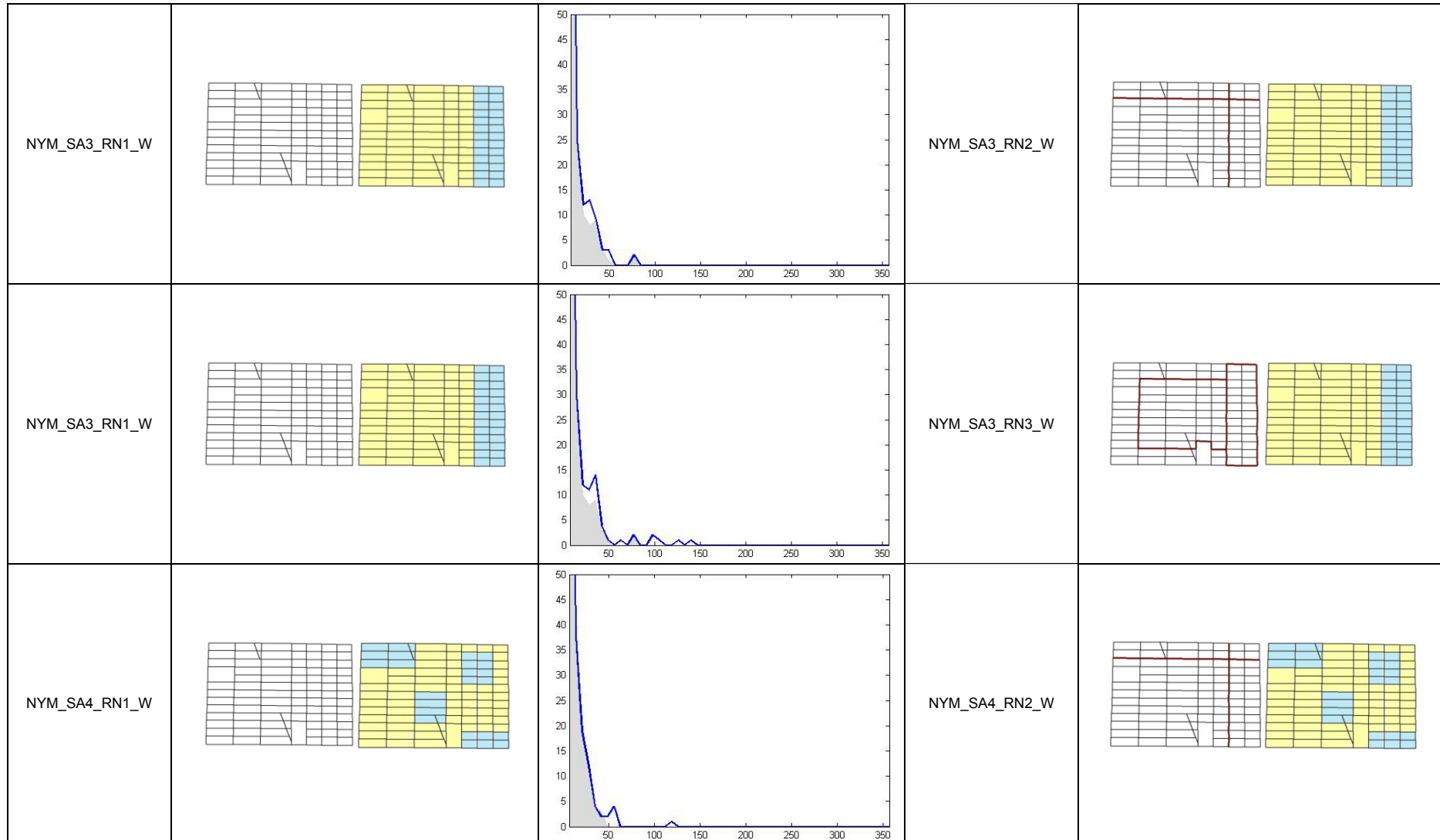


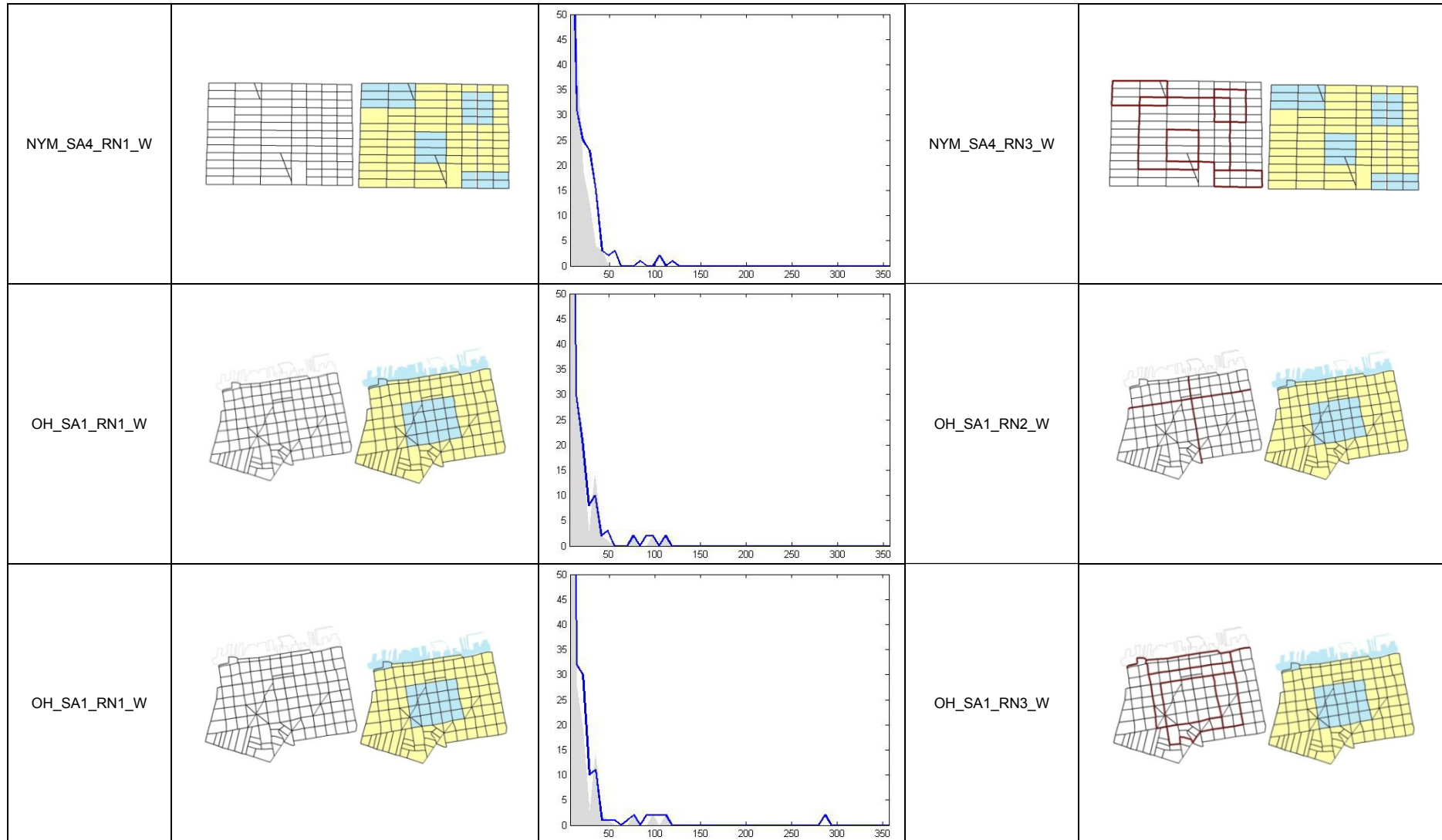
Πίνακας 5-4: Διαγράμματα αποτελεσμάτων μεταβολής δρόμων στην ίδια χωρική διάταξη τις μη εργάσιμες ώρες

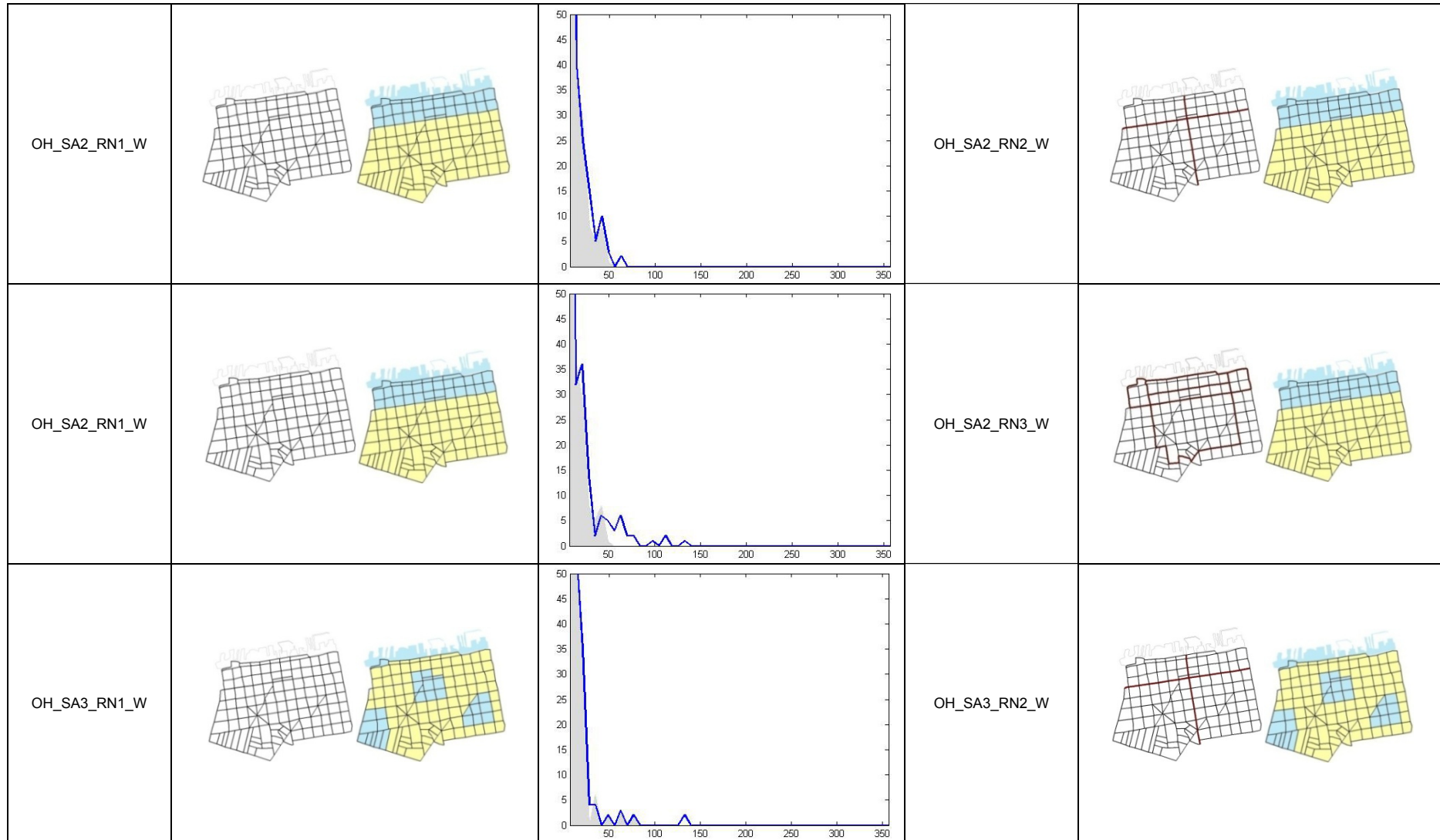
- Επίδραση μεταβολής δρόμων στην ίδια χωρική διάταξη τις εργάσιμες ώρες

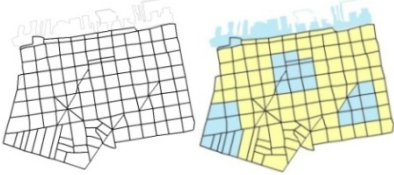
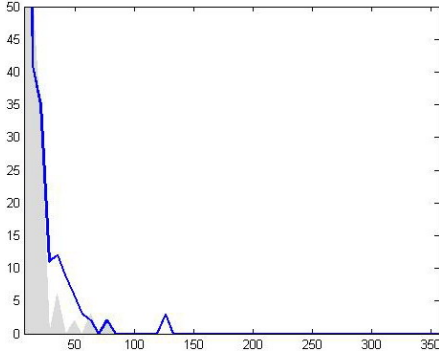
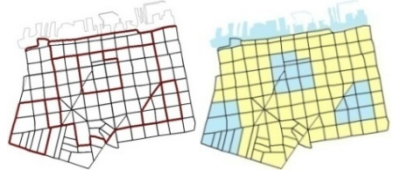
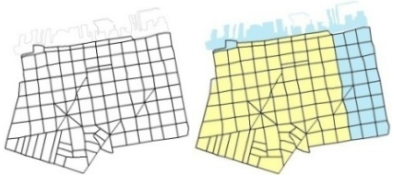
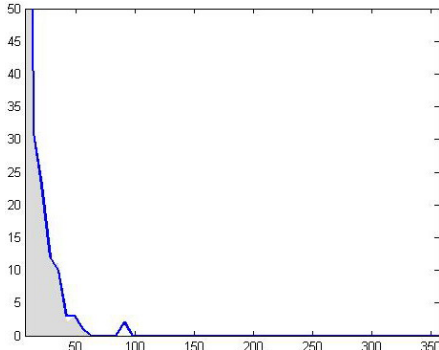
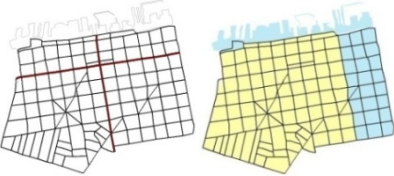
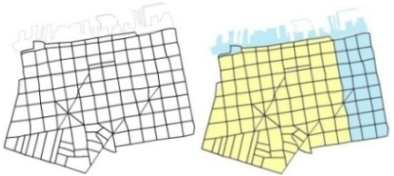
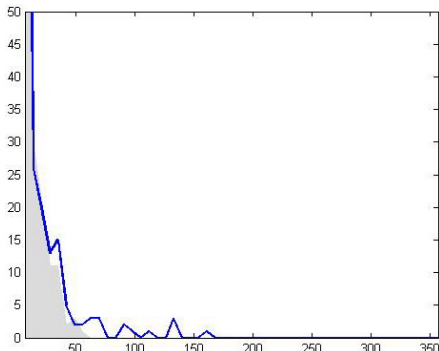
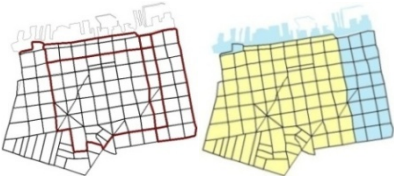


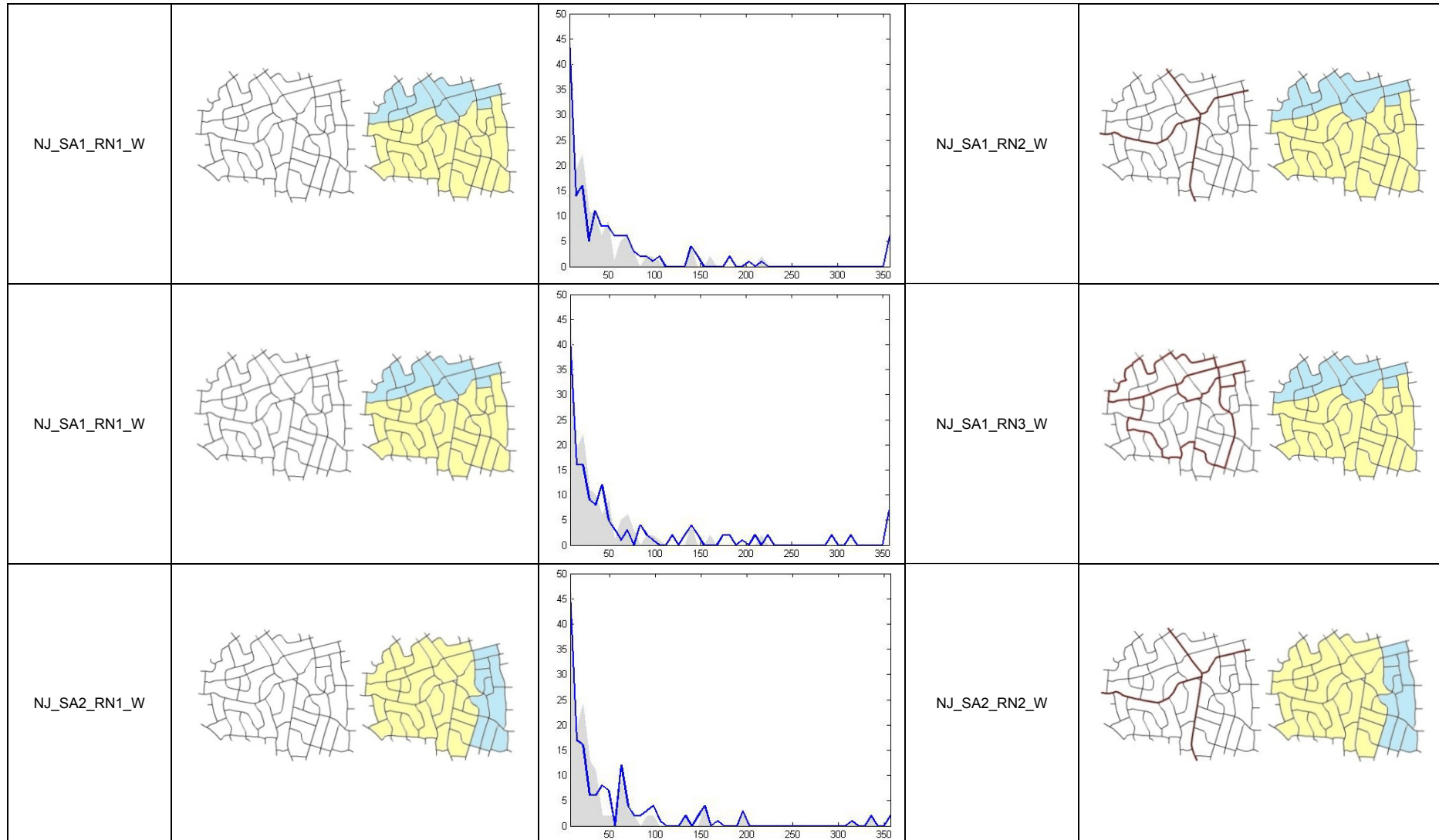


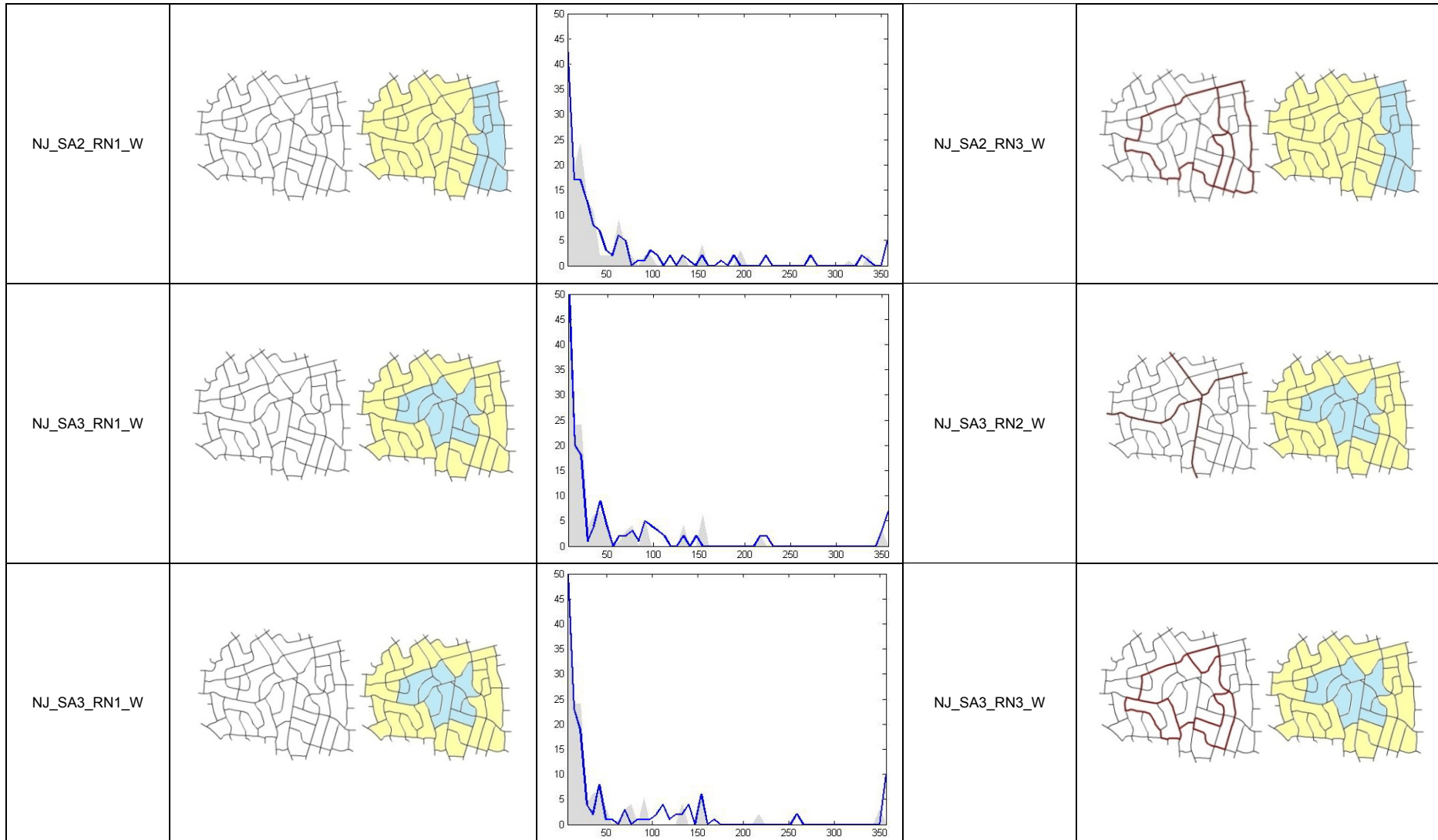


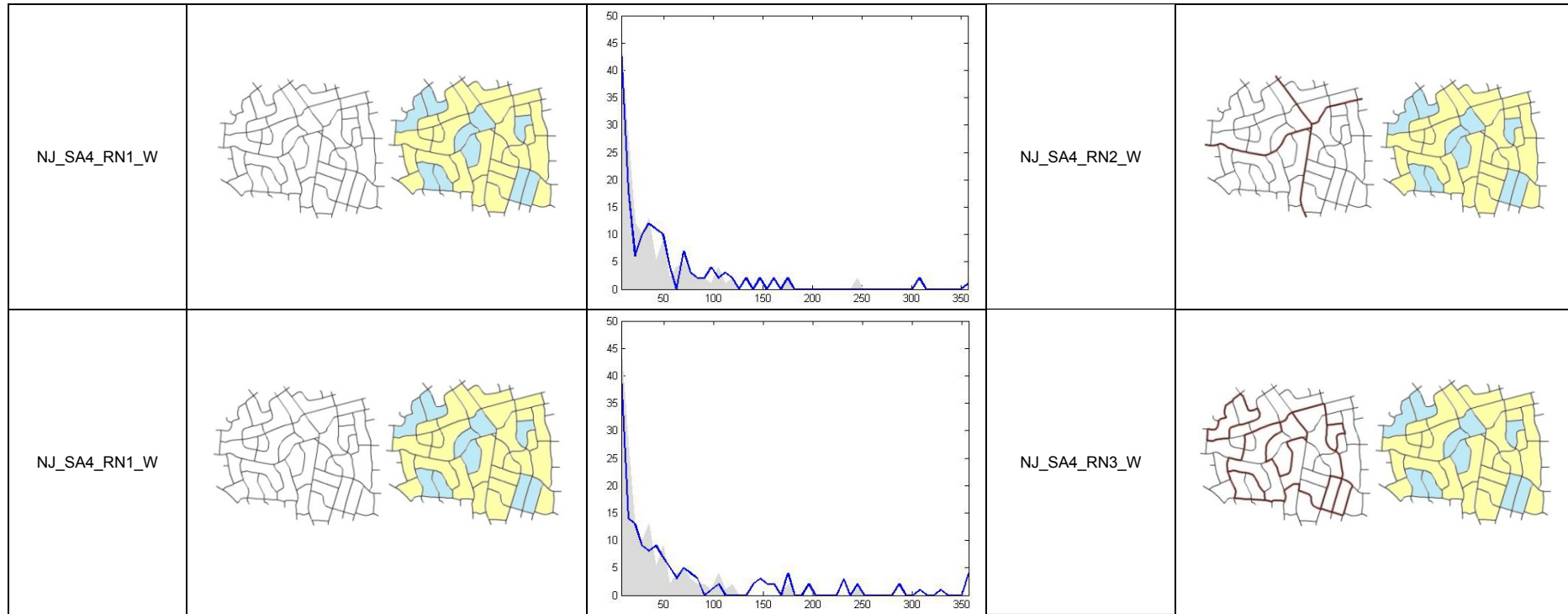




<p>OH_SA3_RN1_W</p>			<p>OH_SA3_RN3_W</p>	
<p>OH_SA4_RN1_W</p>			<p>OH_SA4_RN2_W</p>	
<p>OH_SA4_RN1_W</p>			<p>OH_SA4_RN3_W</p>	

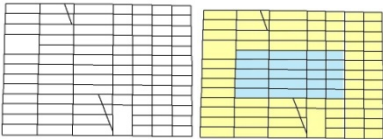
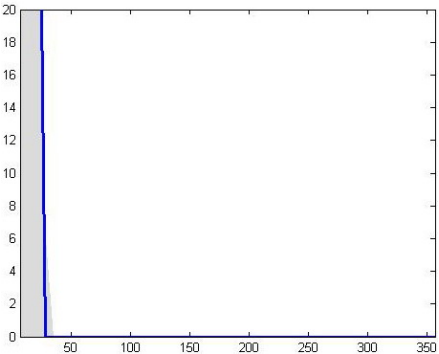
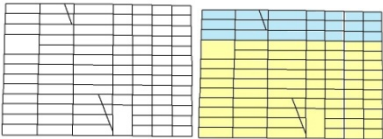
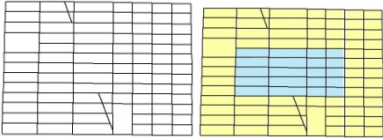
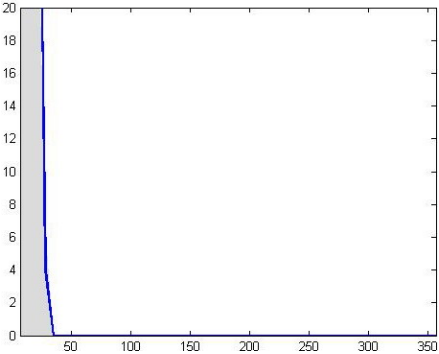
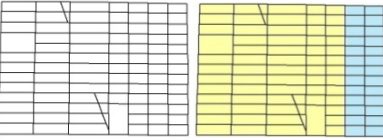


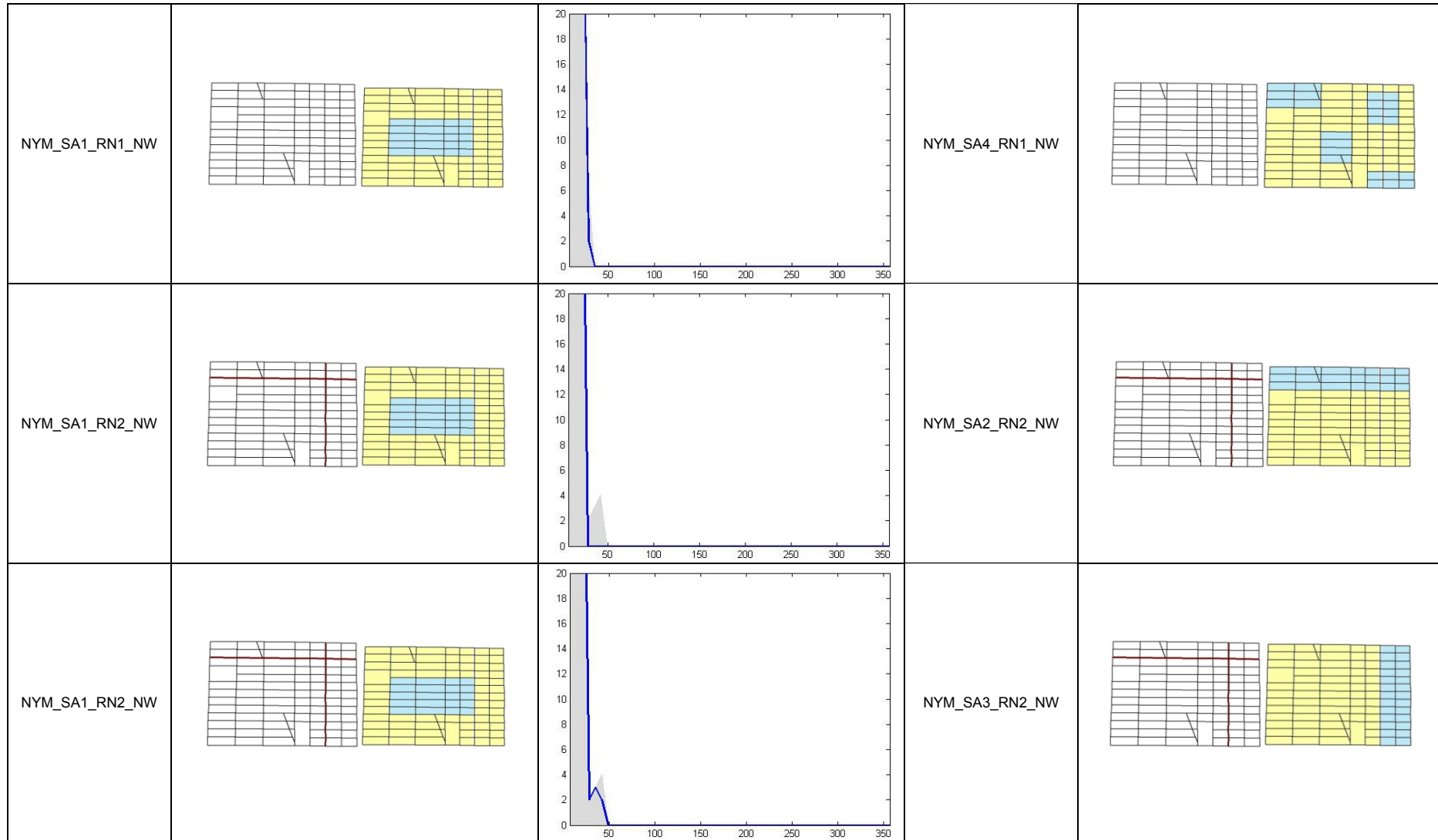


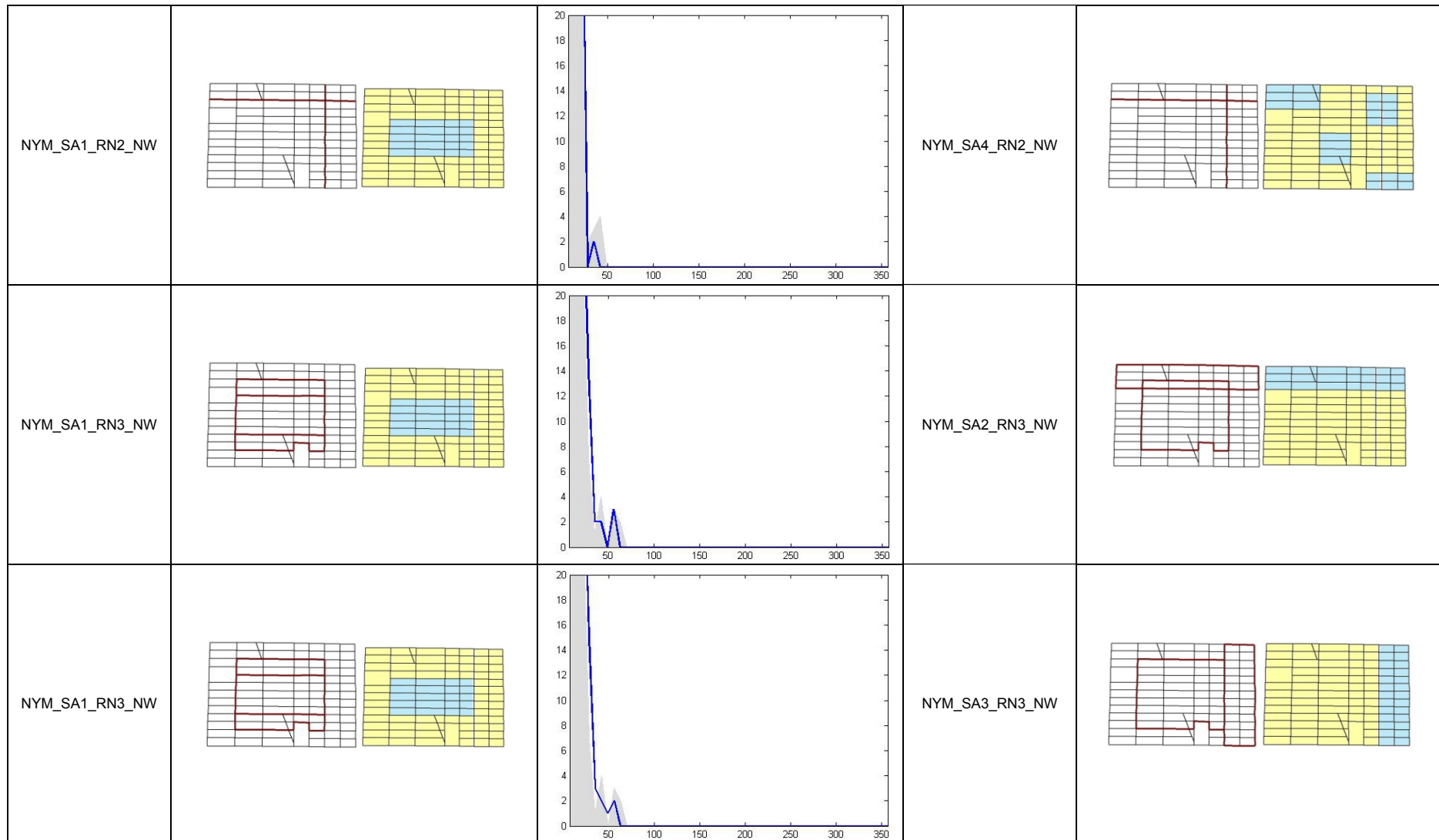


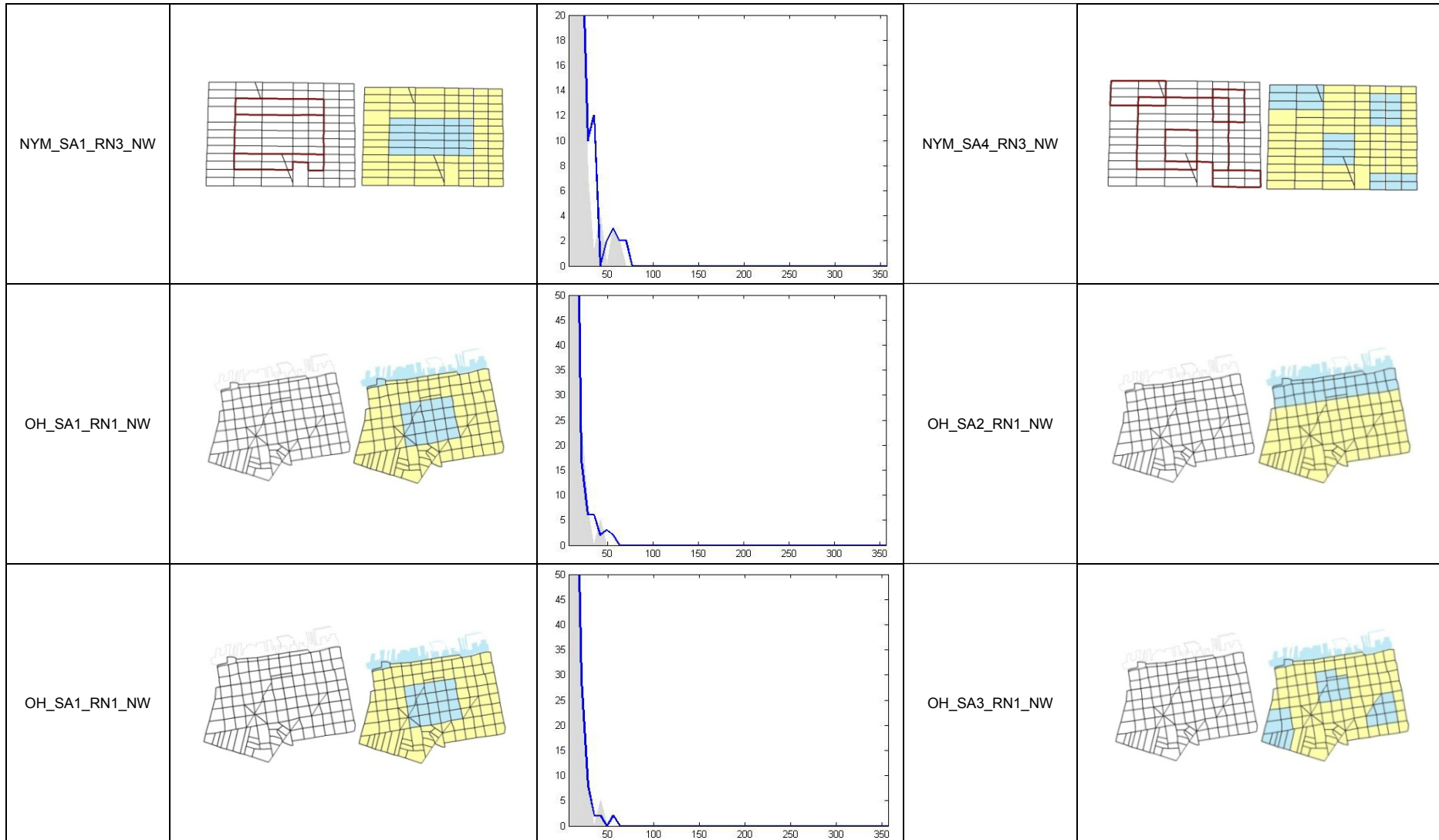
Πίνακας 5-5: Διαγράμματα αποτελεσμάτων μεταβολής δρόμων στην ίδια χωρική διάταξη τις εργάσιμες ώρες


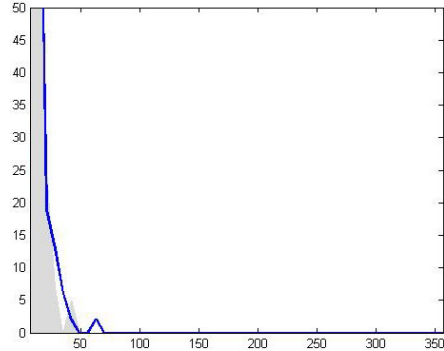
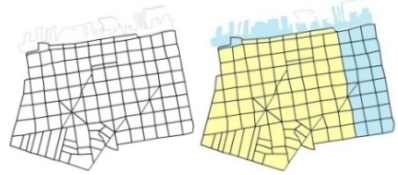
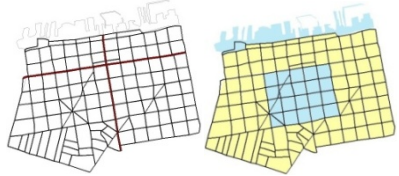
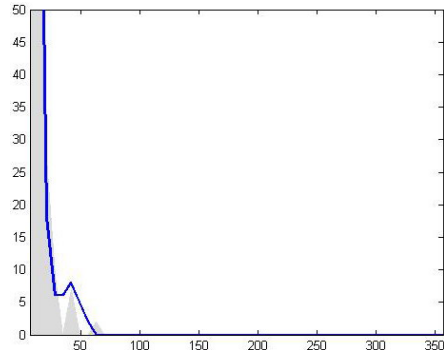
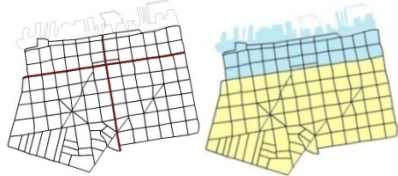
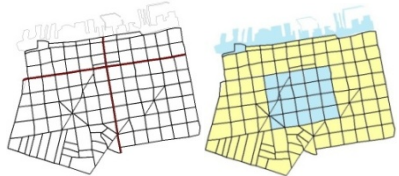
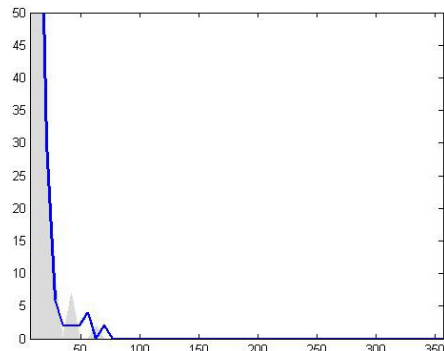
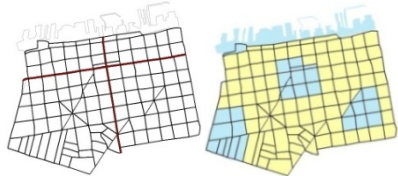
- Επίδραση της μεταβολής χωρικής διάταξης στο ίδιο δίκτυο δρόμων τις μη εργάσιμες ώρες

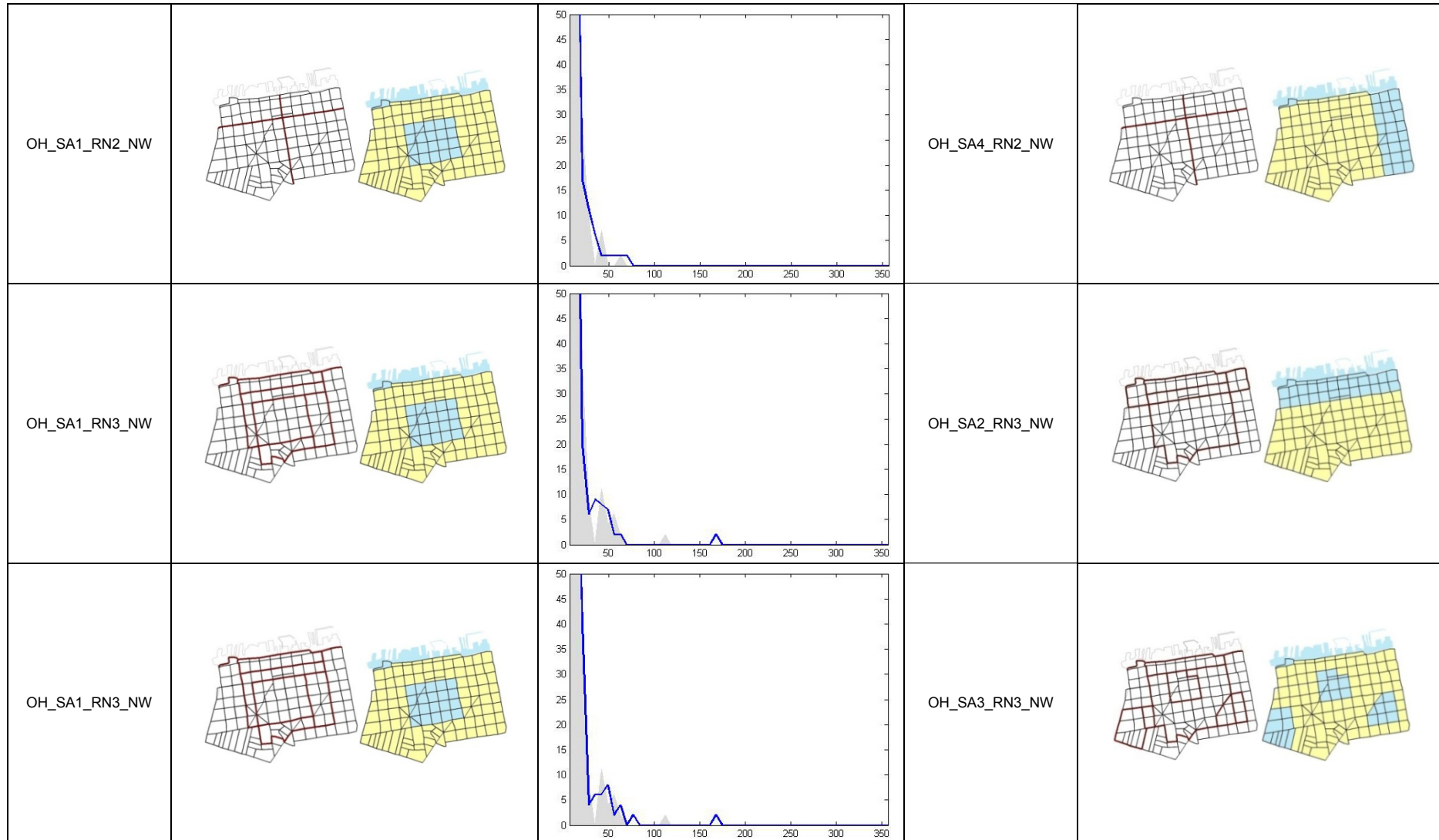
Όνομα σεναρίου αναφοράς	Σενάριο οδικού δικτύου (RN)- Σενάριο χωροθέτησης (SA)	Διάγραμμα	Όνομα συγκρινόμενου σεναρίου	Σενάριο οδικού δικτύου (RN)- Σενάριο χωροθέτησης (SA)
NYM_SA1_RN1_NW			NYM_SA2_RN1_NW	
NYM_SA1_RN1_NW			NYM_SA3_RN1_NW	

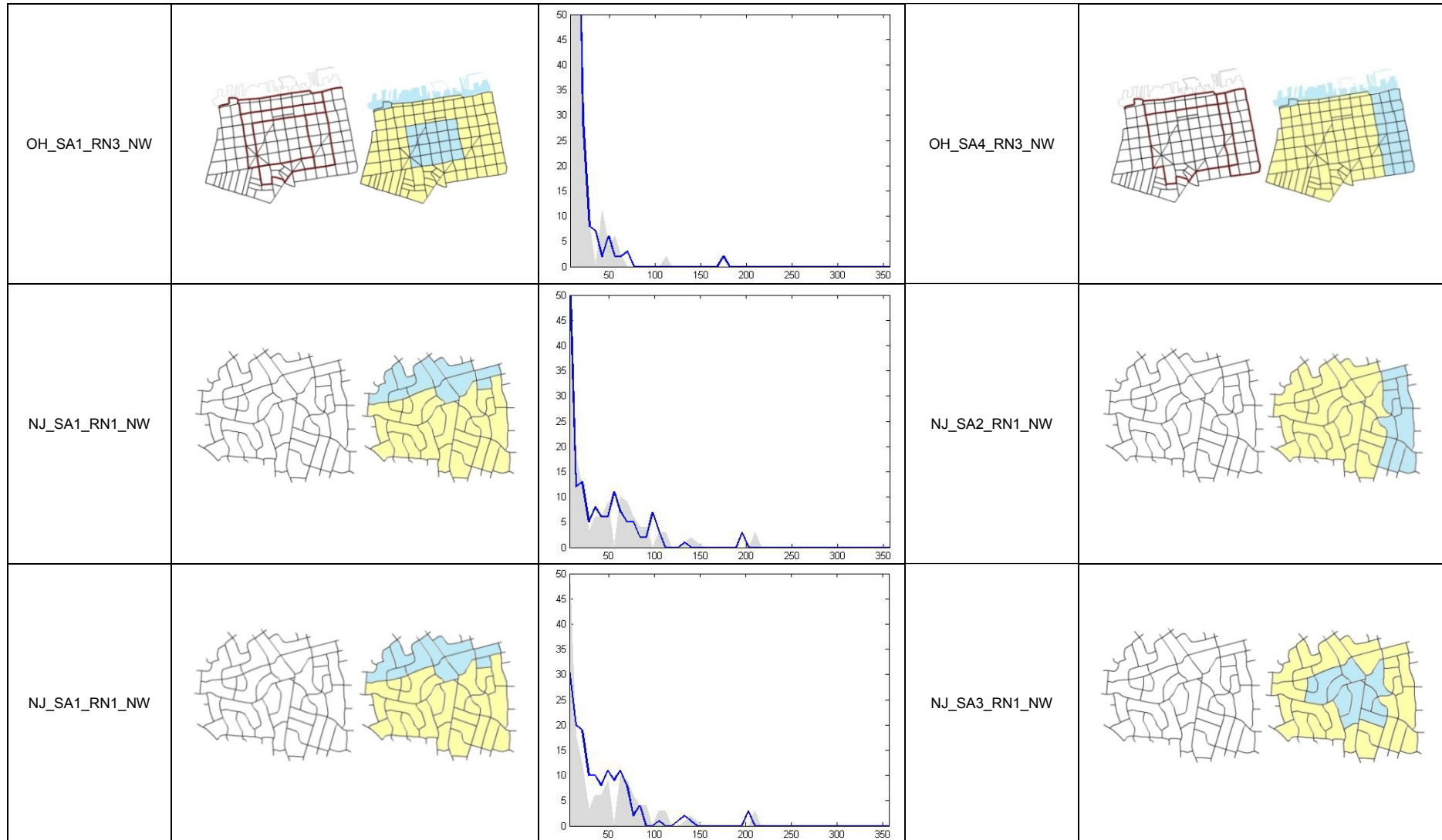


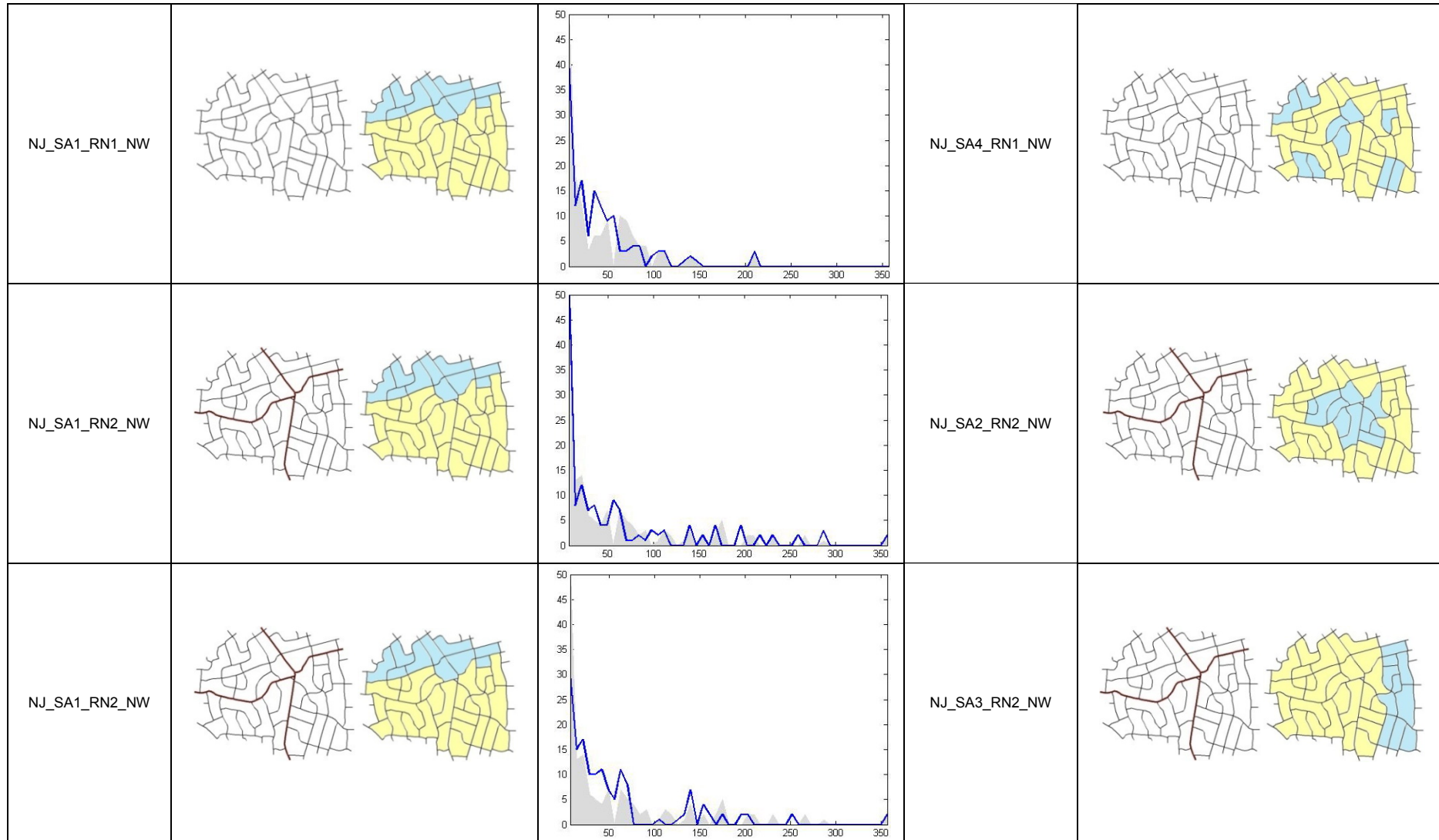


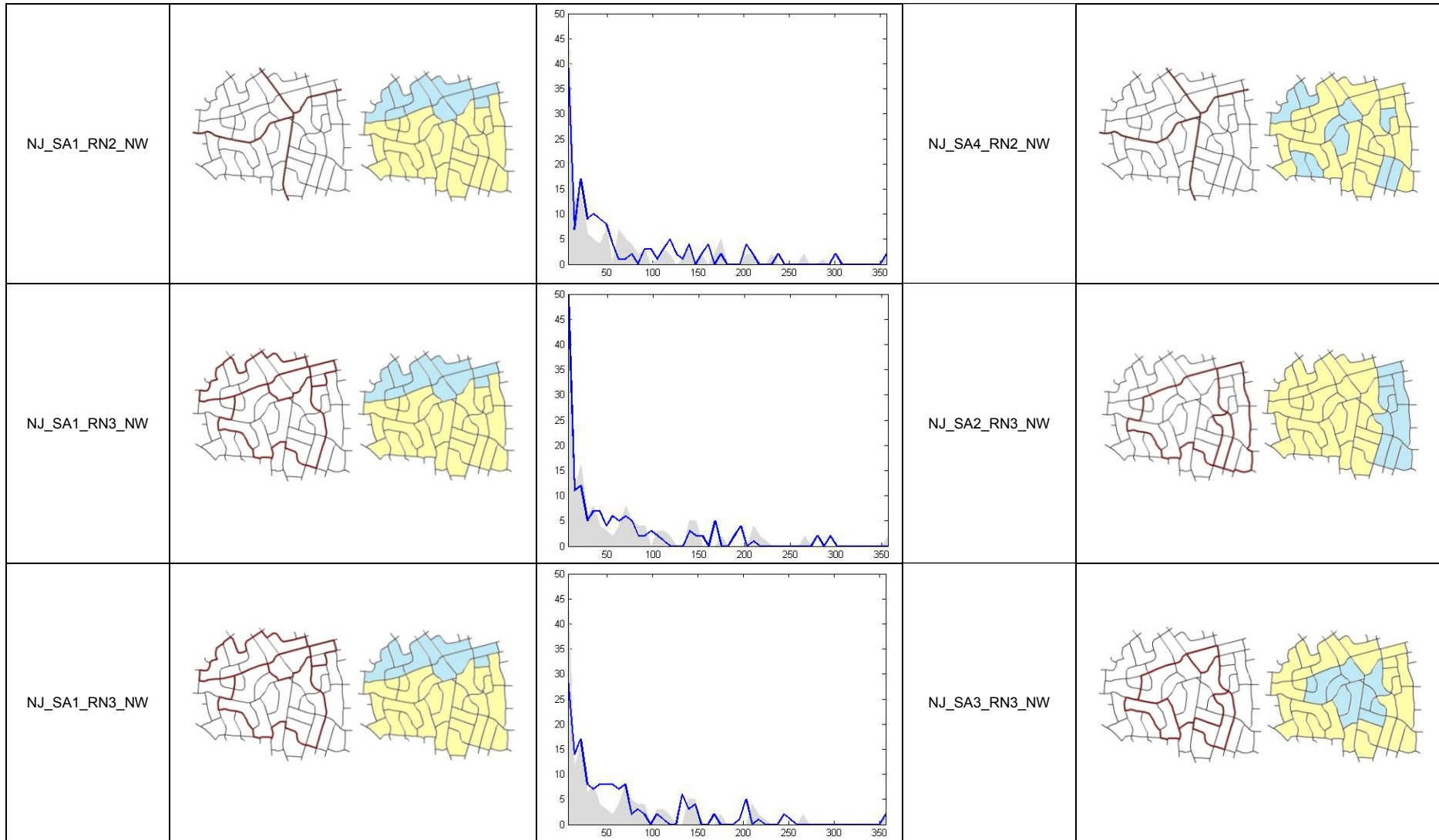


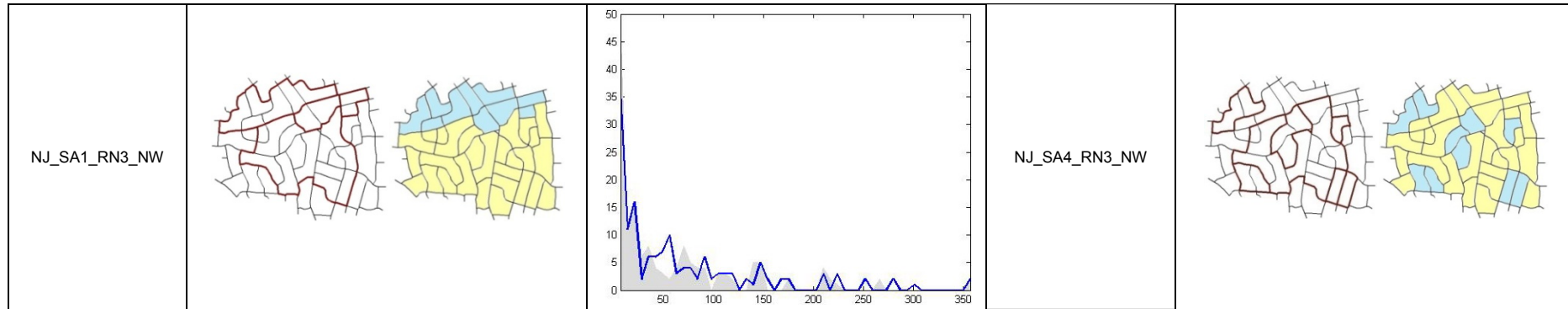
<p>OH_SA1_RN1_NW</p>			<p>OH_SA4_RN1_NW</p>	
<p>OH_SA1_RN2_NW</p>			<p>OH_SA2_RN2_NW</p>	
<p>OH_SA1_RN2_NW</p>			<p>OH_SA3_RN2_NW</p>	





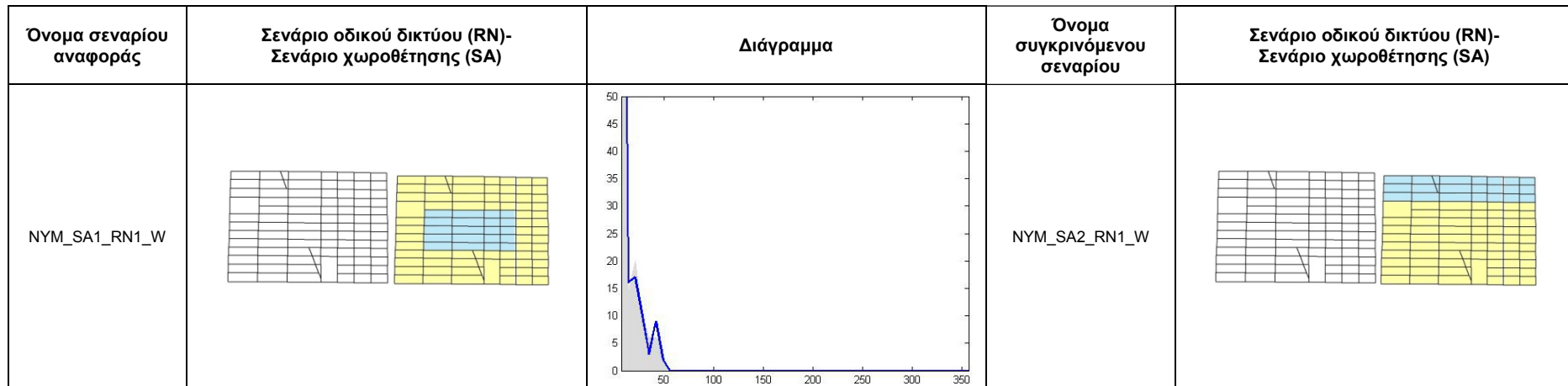


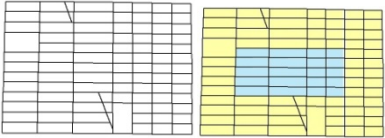
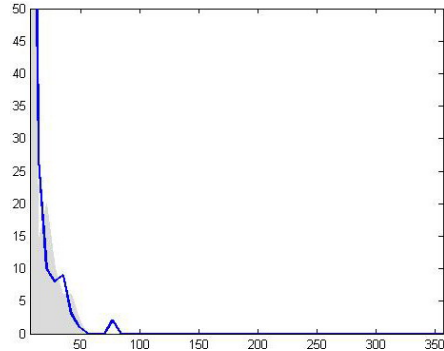
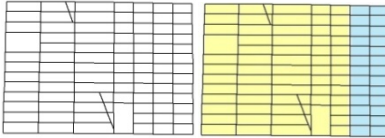
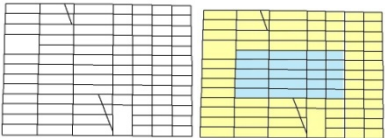
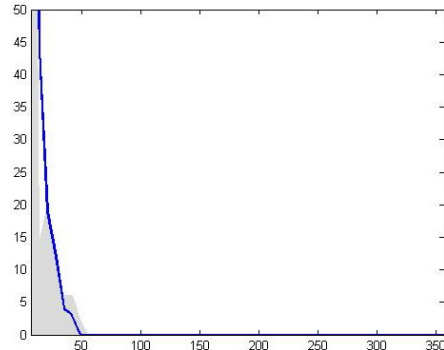
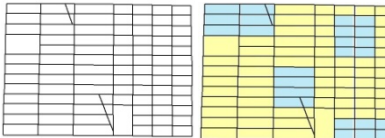
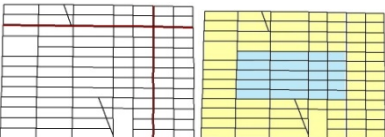
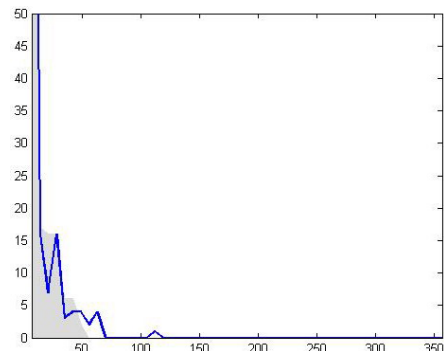



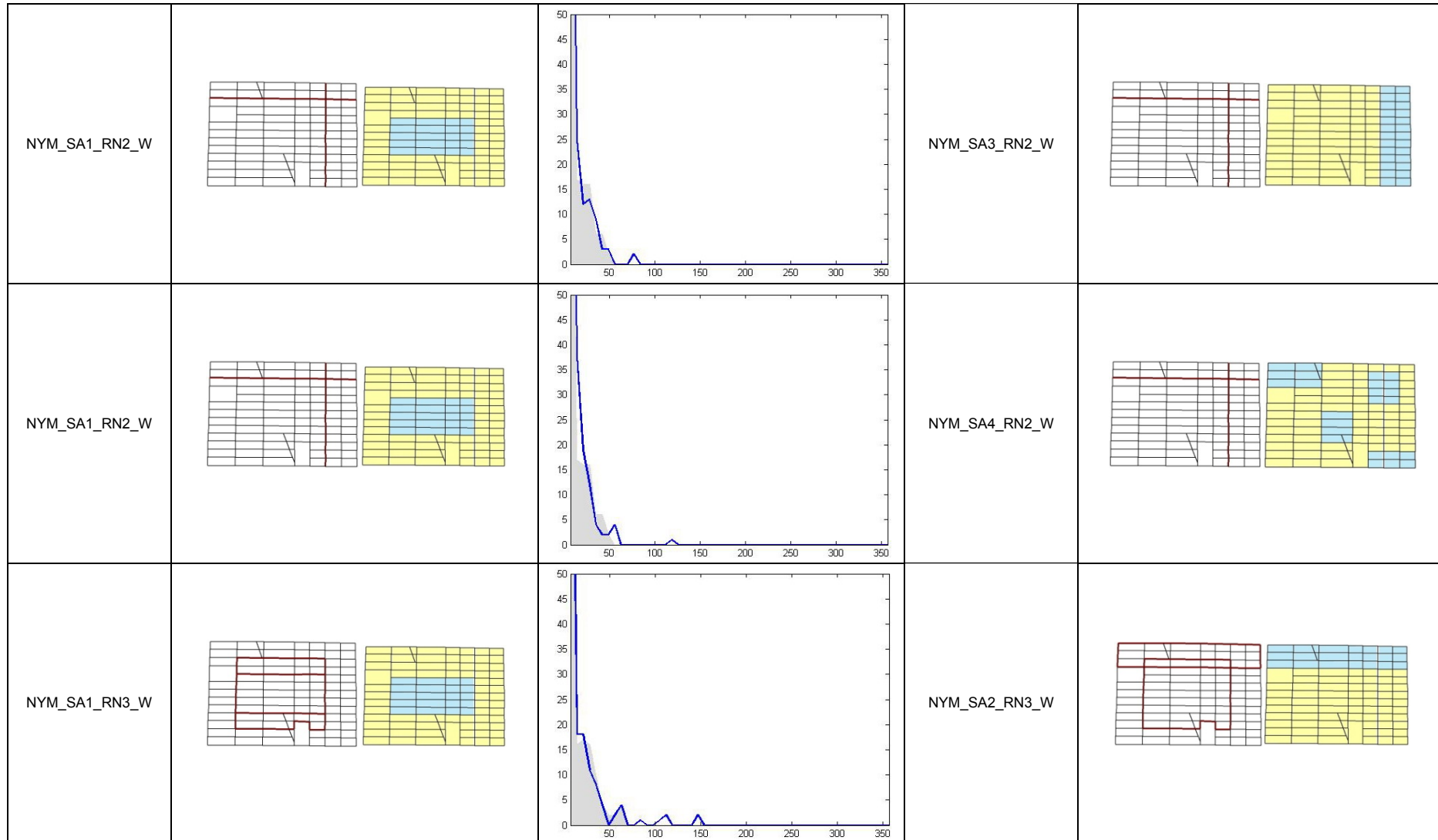


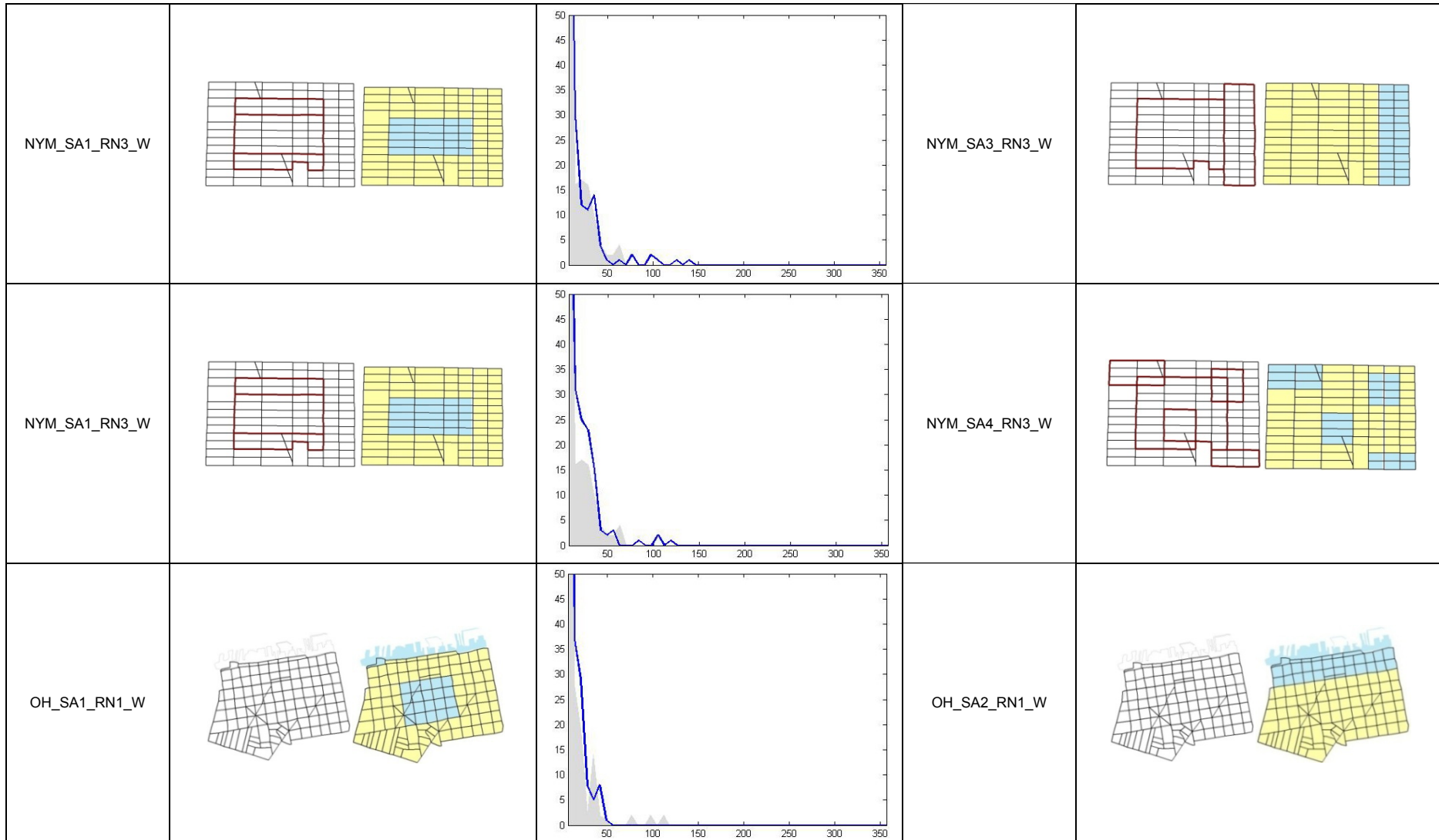
Πίνακας 5-6: Διαγράμματα αποτελεσμάτων χωρικής διάταξης στο ίδιο δίκτυο δρόμων τις μη εργάσιμες ώρες

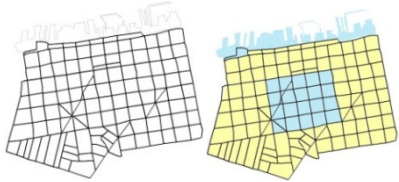
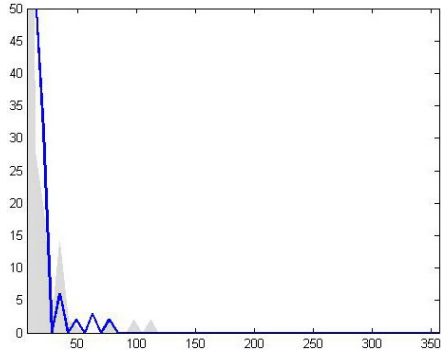
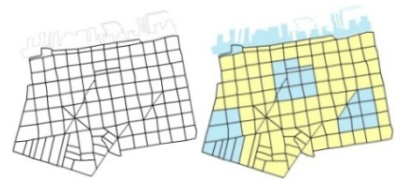
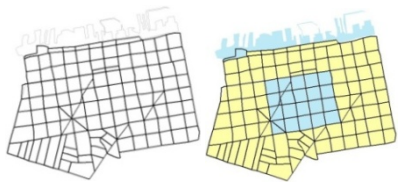
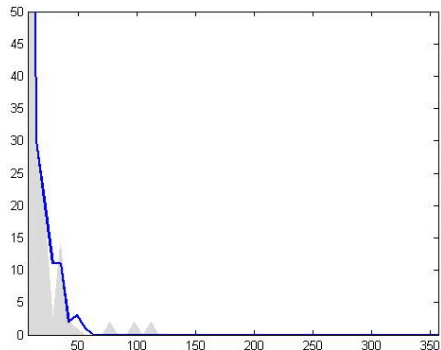
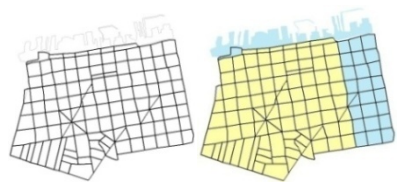
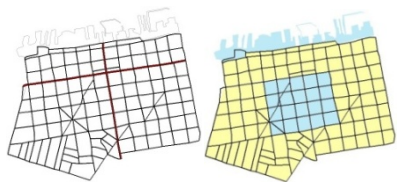
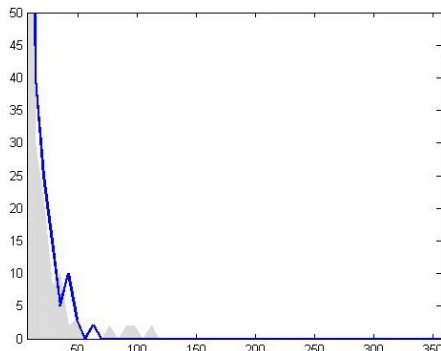
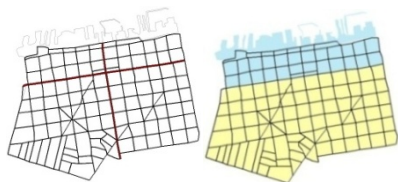
- Επίδραση της μεταβολής χωρικής διάταξης στο ίδιο δίκτυο δρόμων τις εργάσιμες ώρες

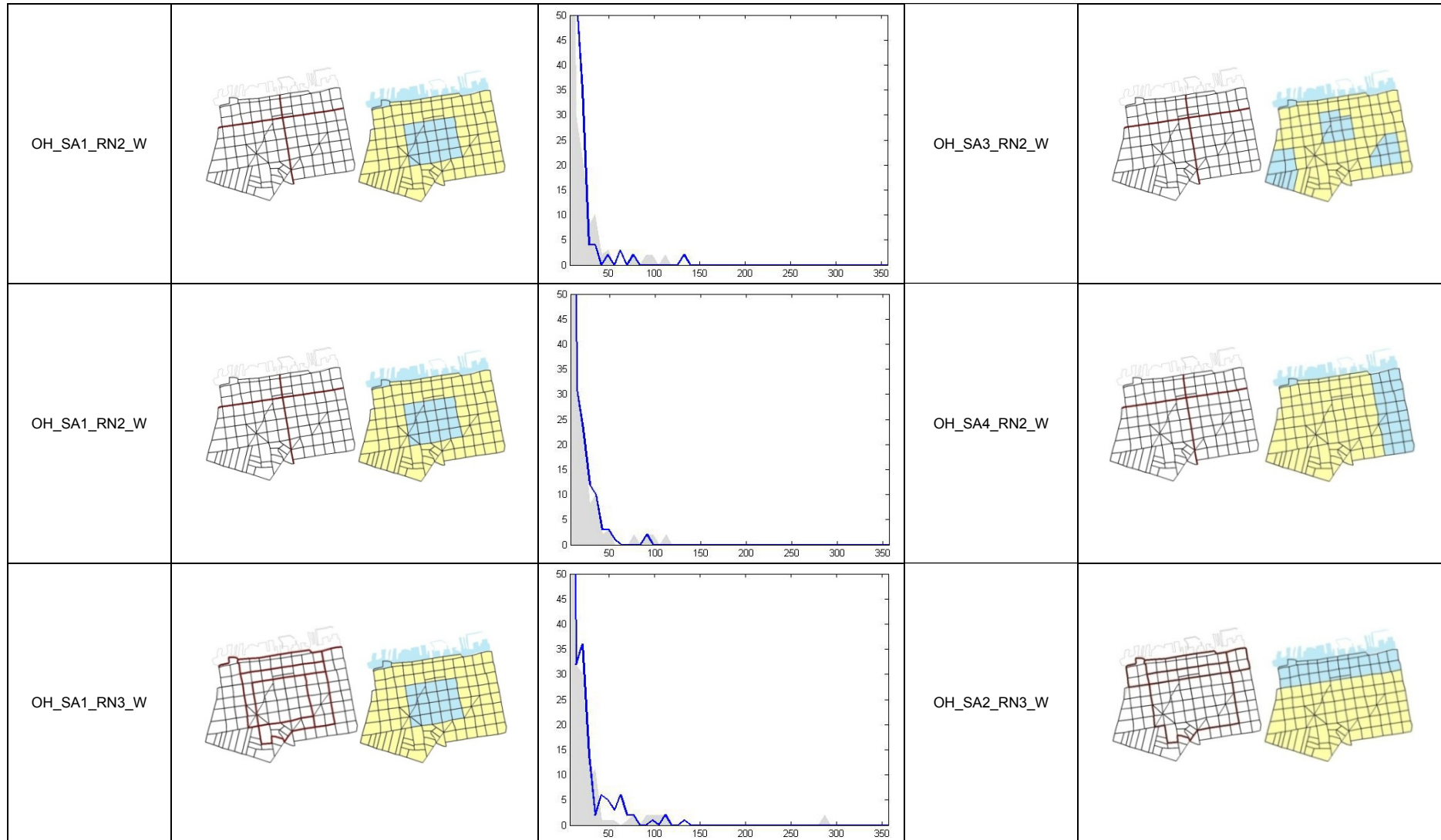


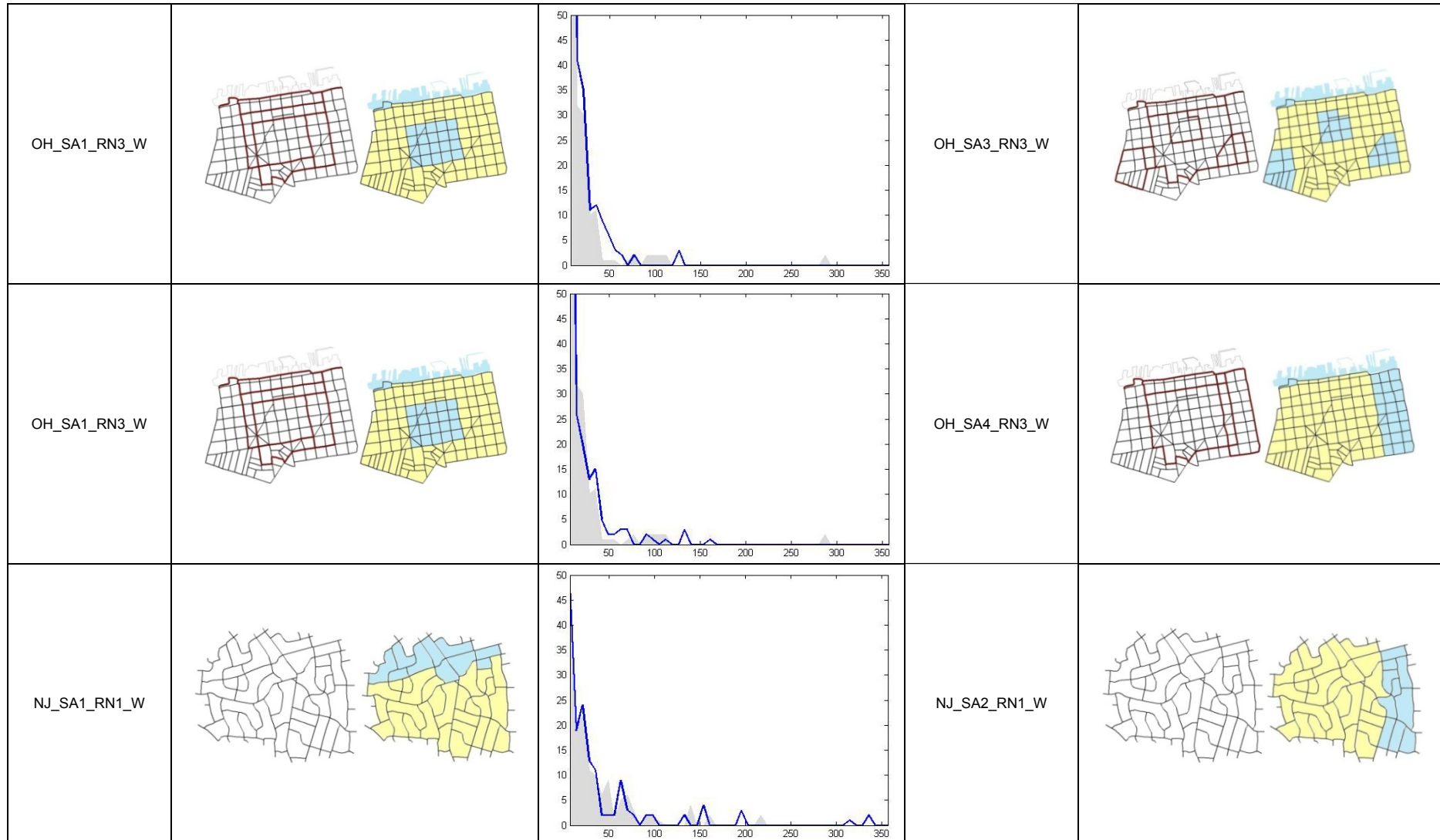
<p>NYM_SA1_RN1_W</p>			<p>NYM_SA3_RN1_W</p>	
<p>NYM_SA1_RN1_W</p>			<p>NYM_SA4_RN1_W</p>	
<p>NYM_SA1_RN2_W</p>			<p>NYM_SA2_RN2_W</p>	

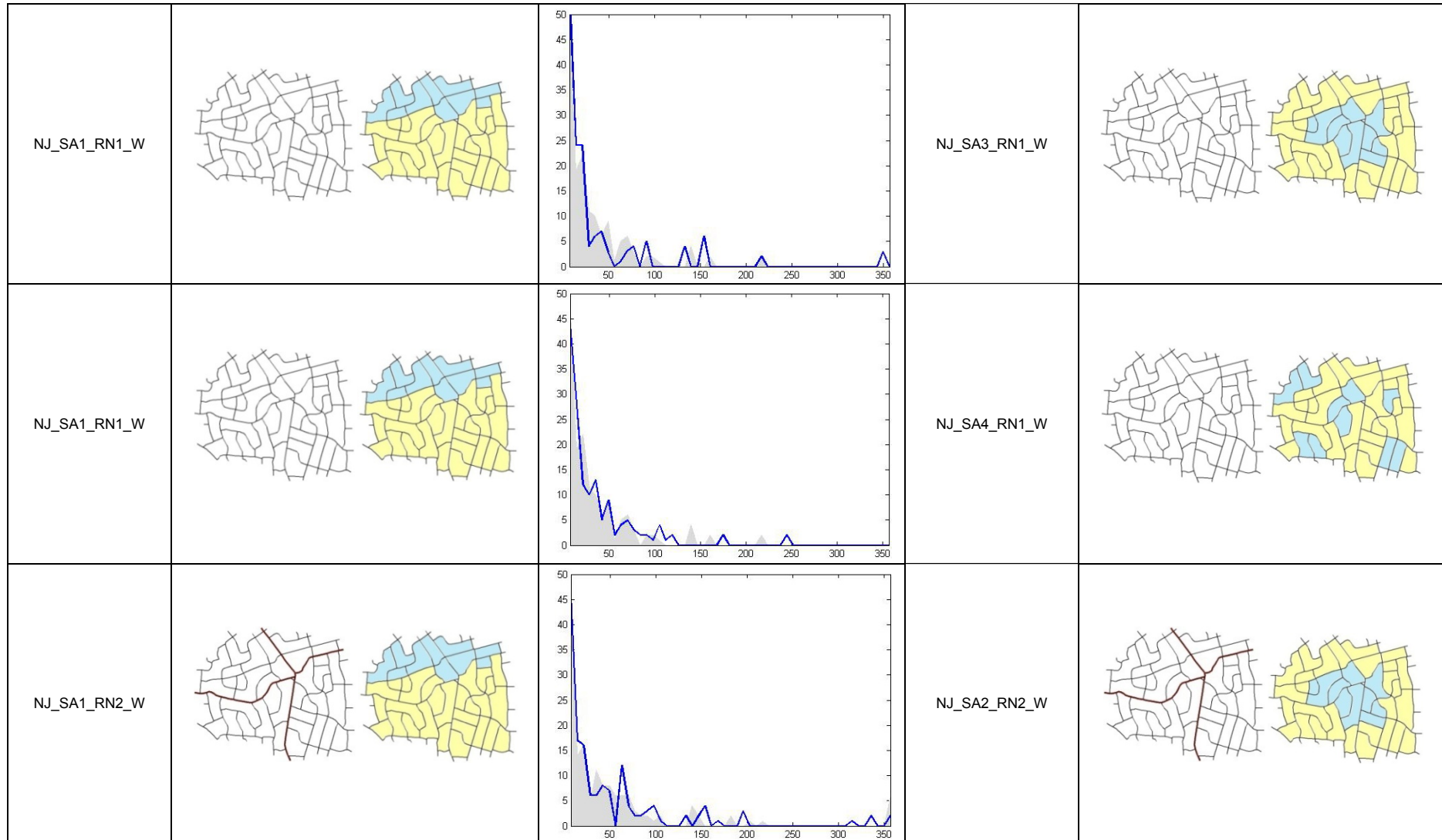


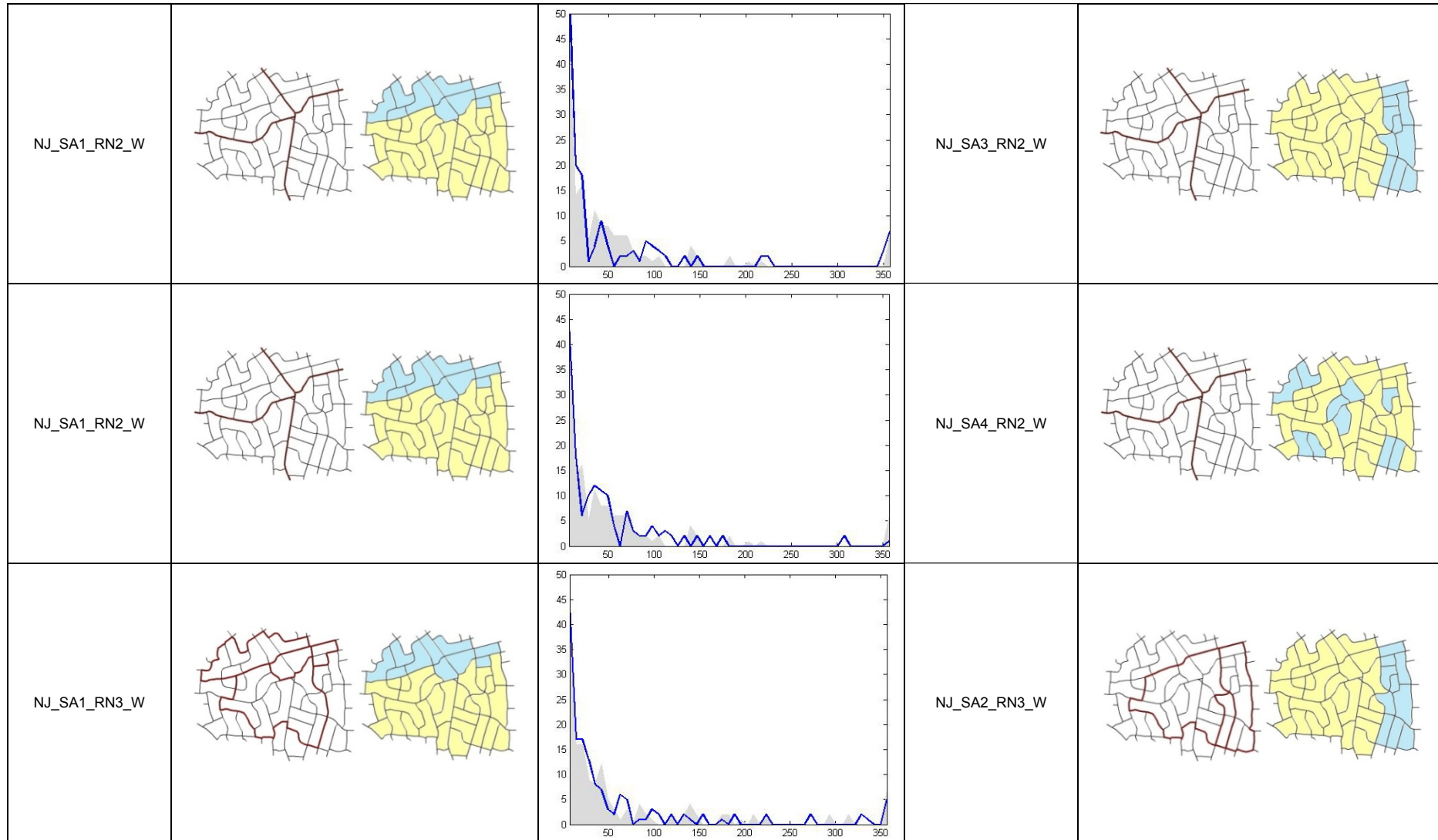


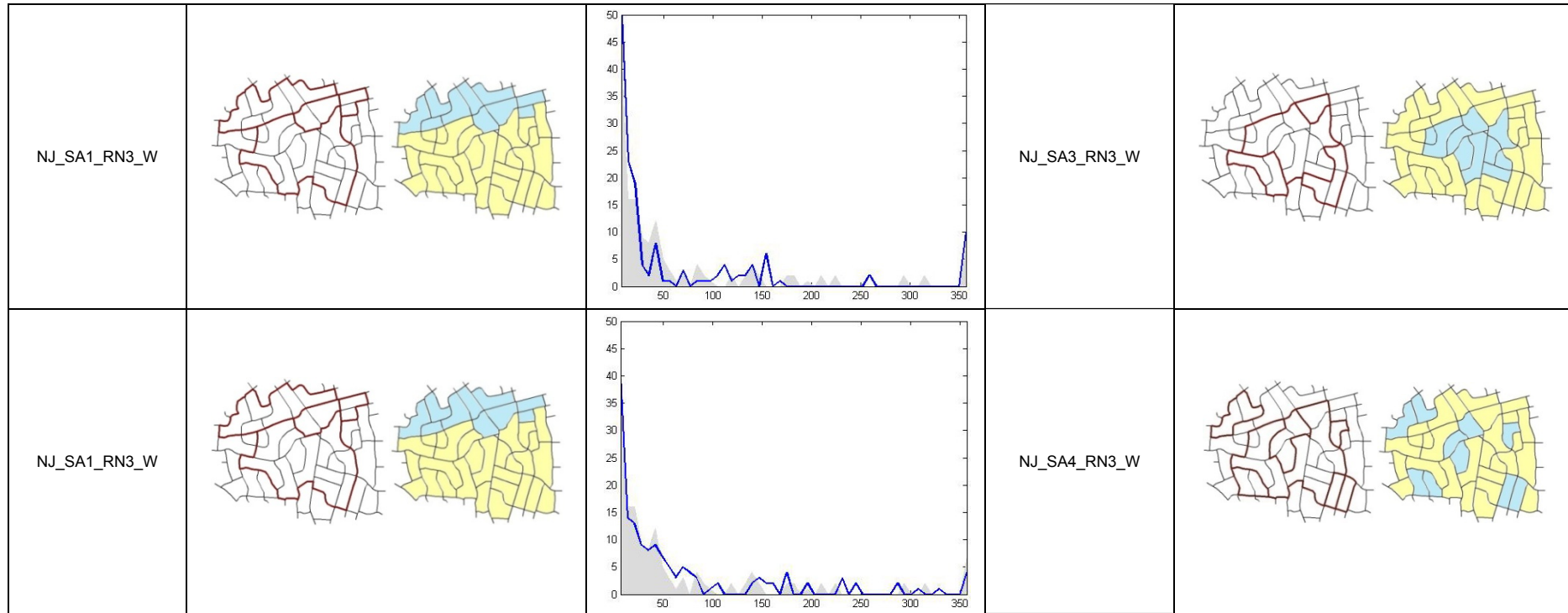
OH_SA1_RN1_W			OH_SA3_RN1_W	
OH_SA1_RN1_W			OH_SA4_RN1_W	
OH_SA1_RN2_W			OH_SA2_RN2_W	











Πίνακας 5-7: Διαγράμματα αποτελεσμάτων χωρικής διάταξης στο ίδιο δίκτυο δρόμων τις εργάσιμες ώρες

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

6.1 Εξαγωγή δεικτών

Scenario	MTKF	MAXL	N< MTKF	N > MTKF	REF	N < MTKF-R	N > MTKF-R	Δ/REF	Ratio1	Ratio2
NYM_SA1_RN1_W	12,000	49	152	58	12	152	58	94	0,382	0,382
NYM_SA1_RN2_W	12,433	49	147	63	12	147	63	10	0,429	0,429
NYM_SA1_RN3_W	14,200	63	155	55	12	139	71	26	0,355	0,511
NYM_SA2_RN1_W	11,967	49	153	57	12	153	57	96	0,373	0,373
NYM_SA2_RN2_W	13,500	112	153	57	12	153	57	0	0,373	0,373
NYM_SA2_RN3_W	16,333	147	157	53	12	139	71	28	0,338	0,511
NYM_SA3_RN1_W	11,933	77	150	60	12	150	60	90	0,400	0,400
NYM_SA3_RN2_W	12,900	77	143	67	12	143	67	14	0,469	0,469
NYM_SA3_RN3_W	16,100	140	160	50	12	130	80	40	0,313	0,615
NYM_SA4_RN1_W	11,967	42	128	82	12	128	82	46	0,641	0,641
NYM_SA4_RN2_W	13,467	119	128	82	12	128	82	0	0,641	0,641
NYM_SA4_RN3_W	17,433	119	135	75	12	104	106	48	0,556	1,019
OH_SA1_RN1_W	12,168	112	226	72	12	226	72	154	0,319	0,319
OH_SA1_RN2_W	13,201	112	216	82	12	216	82	20	0,380	0,380
OH_SA1_RN3_W	16,419	287	231	67	12	199	99	54	0,290	0,497
OH_SA2_RN1_W	11,346	49	210	88	11	210	88	122	0,419	0,419
OH_SA2_RN2_W	12,614	63	198	100	11	198	100	24	0,505	0,505
OH_SA2_RN3_W	15,973	133	218	80	11	186	112	48	0,367	0,602
OH_SA3_RN1_W	11,557	77	202	96	12	202	96	106	0,475	0,475
OH_SA3_RN2_W	12,732	133	192	106	12	192	106	20	0,552	0,552
OH_SA3_RN3_W	15,950	126	215	83	12	174	124	56	0,386	0,713
OH_SA4_RN1_W	11,322	56	219	79	11	219	79	140	0,361	0,361
OH_SA4_RN2_W	12,097	91	213	85	11	213	85	12	0,399	0,399
OH_SA4_RN3_W	16,279	161	227	71	11	201	97	36	0,313	0,483
NJ_SA1_RN1_W	34,583	217	98	53	35	98	53	45	0,541	0,541
NJ_SA1_RN2_W	52,338	MAX	107	44	35	80	71	36	0,411	0,888
NJ_SA1_RN3_W	66,477	MAX	111	40	35	82	69	32	0,360	0,841
NJ_SA2_RN1_W	39,172	336	115	36	39	115	36	79	0,313	0,313
NJ_SA2_RN2_W	51,086	MAX	106	45	39	91	60	48	0,425	0,659
NJ_SA2_RN3_W	58,179	MAX	111	40	39	99	52	32	0,360	0,525
NJ_SA3_RN1_W	39,497	350	113	38	39	113	38	75	0,336	0,336
NJ_SA3_RN2_W	57,901	MAX	111	40	39	98	53	30	0,360	0,541
NJ_SA3_RN3_W	61,146	MAX	111	40	39	101	50	24	0,360	0,495
NJ_SA4_RN1_W	35,371	245	107	44	35	107	44	63	0,411	0,411
NJ_SA4_RN2_W	46,450	MAX	101	50	35	90	61	34	0,495	0,678
NJ_SA4_RN3_W	65,921	MAX	108	43	35	84	67	46	0,398	0,798
NYM_SA1_RN1_NW	12,133	28	96	114	12	96	114	-18	1,188	1,188
NYM_SA1_RN2_NW	13,100	42	85	125	12	85	125	22	1,471	1,471
NYM_SA1_RN3_NW	14,200	63	167	43	12	85	125	22	0,257	1,471
NYM_SA2_RN1_NW	12,567	21	87	123	13	87	123	-36	1,414	1,414
NYM_SA2_RN2_NW	12,900	21	78	132	13	78	132	18	1,692	1,692
NYM_SA2_RN3_NW	14,567	56	156	54	13	76	134	22	0,346	1,763
NYM_SA3_RN1_NW	12,200	28	107	103	12	107	103	4	0,963	0,963
NYM_SA3_RN2_NW	12,700	42	105	105	12	105	105	4	1,000	1,000
NYM_SA3_RN3_NW	13,867	56	100	110	12	100	110	14	1,100	1,100
NYM_SA4_RN1_NW	12,333	28	92	118	12	92	118	-26	1,283	1,283
NYM_SA4_RN2_NW	12,600	35	89	121	12	89	121	6	1,360	1,360
NYM_SA4_RN3_NW	16,133	70	151	59	12	78	132	28	0,391	1,692
OH_SA1_RN1_NW	11,815	42	152	146	12	152	146	6	0,961	0,961
OH_SA1_RN2_NW	12,614	63	146	152	12	146	152	12	1,041	1,041
OH_SA1_RN3_NW	15,503	112	230	68	12	129	169	46	0,296	1,310

OH_SA2_RN1_NW	12,285	56	155	143	12	155	143	12	0,923	0,923
OH_SA2_RN2_NW	13,178	56	152	146	12	152	146	6	0,961	0,961
OH_SA2_RN3_NW	15,245	168	242	56	12	143	155	24	0,231	1,084
OH_SA3_RN1_NW	11,651	56	171	127	12	171	127	44	0,743	0,743
OH_SA3_RN2_NW	12,708	70	161	137	12	161	137	20	0,851	0,851
OH_SA3_RN3_NW	16,372	168	224	74	12	131	167	80	0,330	1,275
OH_SA4_RN1_NW	12,097	63	166	132	12	166	132	34	0,795	0,795
OH_SA4_RN2_NW	13,107	70	155	143	12	155	143	22	0,923	0,923
OH_SA4_RN3_NW	15,339	175	237	61	12	143	155	46	0,257	1,084
NJ_SA1_RN1_NW	40,470	210	90	61	40	90	61	29	0,678	0,678
NJ_SA1_RN2_NW	59,152	MAX	99	52	40	88	63	4	0,525	0,716
NJ_SA1_RN3_NW	59,570	MAX	95	56	40	86	65	8	0,589	0,756
NJ_SA2_RN1_NW	37,457	196	93	58	37	93	58	35	0,624	0,624
NJ_SA2_RN2_NW	60,172	MAX	106	45	37	89	62	8	0,425	0,697
NJ_SA2_RN3_NW	55,861	294	96	55	37	85	66	16	0,573	0,776
NJ_SA3_RN1_NW	39,033	203	90	61	39	90	61	29	0,678	0,678
NJ_SA3_RN2_NW	56,464	MAX	105	46	39	82	69	16	0,438	0,841
NJ_SA3_RN3_NW	61,841	MAX	99	52	39	75	76	30	0,525	1,013
NJ_SA4_RN1_NW	40,331	210	91	60	40	91	60	31	0,659	0,659
NJ_SA4_RN2_NW	62,907	MAX	105	46	40	84	67	14	0,438	0,798
NJ_SA4_RN3_NW	68,702	MAX	97	54	40	71	80	40	0,557	1,127

Πίνακας 6-1: Εκτίμηση δεικτών για αξιολόγηση μεταβολής δικτύου δρόμων

Scenario	MTKF	MAXL	N< MTKF	N > MTKF	REF	N < MTKF-R	N > MTKF-R	Δ/REF	Ratio1	Ratio2
NYM_SA1_RN1_NW	12,000	49	152	58	12	152	58	94	0,382	0,382
NYM_SA2_RN1_NW	11,967	49	153	57	12	153	57	-2	0,373	0,373
NYM_SA3_RN1_NW	11,933	77	150	60	12	150	60	4	0,400	0,400
NYM_SA4_RN1_NW	11,967	42	128	82	12	128	82	48	0,641	0,641
NYM_SA1_RN2_NW	12,433	49	147	63	12	147	63	84	0,429	0,429
NYM_SA2_RN2_NW	13,500	112	153	57	12	153	57	-12	0,373	0,373
NYM_SA3_RN2_NW	12,900	77	143	67	12	143	67	8	0,469	0,469
NYM_SA4_RN2_NW	13,467	119	128	82	12	128	82	38	0,641	0,641
NYM_SA1_RN3_NW	14,200	63	155	55	14	155	55	100	0,355	0,355
NYM_SA2_RN3_NW	16,333	147	157	53	14	157	53	-4	0,338	0,338
NYM_SA3_RN3_NW	16,100	140	160	50	14	160	50	-10	0,313	0,313
NYM_SA4_RN3_NW	17,433	119	135	75	14	135	75	40	0,556	0,556
OH_SA1_RN1_NW	12,168	112	226	72	12	226	72	154	0,319	0,319
OH_SA2_RN1_NW	11,346	49	210	88	12	210	88	32	0,419	0,419
OH_SA3_RN1_NW	11,557	77	202	96	12	202	96	48	0,475	0,475
OH_SA4_RN1_NW	11,322	56	219	79	12	219	79	14	0,361	0,361
OH_SA1_RN2_NW	13,201	112	216	82	13	216	82	134	0,380	0,380
OH_SA2_RN2_NW	12,614	63	198	100	13	198	100	36	0,505	0,505
OH_SA3_RN2_NW	12,732	133	192	106	13	192	106	48	0,552	0,552
OH_SA4_RN2_NW	12,097	91	213	85	13	213	85	6	0,399	0,399
OH_SA1_RN3_NW	16,419	287	231	67	16	231	67	164	0,290	0,290
OH_SA2_RN3_NW	15,973	133	218	80	16	218	80	26	0,367	0,367
OH_SA3_RN3_NW	15,950	126	215	83	16	215	83	32	0,386	0,386
OH_SA4_RN3_NW	16,279	161	227	71	16	227	71	8	0,313	0,313
NJ_SA1_RN1_NW	34,583	217	98	53	35	98	53	45	0,541	0,541
NJ_SA2_RN1_NW	39,172	336	115	36	35	104	47	-12	0,313	0,452
NJ_SA3_RN1_NW	39,497	350	113	38	35	107	44	-18	0,336	0,411
NJ_SA4_RN1_NW	35,371	245	107	44	35	94	57	8	0,411	0,606
NJ_SA1_RN2_NW	52,338	MAX	107	44	52	107	44	63	0,411	0,411
NJ_SA2_RN2_NW	51,086	MAX	106	45	52	106	45	2	0,425	0,425
NJ_SA3_RN2_NW	57,901	MAX	111	40	52	111	40	-8	0,360	0,360

NJ SA4 RN2 NW	46,450	MAX	101	50	52	111	40	-8	0,495	0,360
NJ SA1 RN3 NW	66,477	MAX	111	40	66	111	40	71	0,360	0,360
NJ SA2 RN3 NW	58,179	MAX	111	40	66	117	34	-12	0,360	0,291
NJ SA3 RN3 NW	61,146	MAX	111	40	66	111	40	0	0,360	0,360
NJ SA4 RN3 NW	65,921	MAX	108	43	66	108	43	6	0,398	0,398
NYM SA1 RN1 W	12,133	28	96	114	12	96	114	-18	1,188	1,188
NYM SA2 RN1 W	12,567	21	87	123	12	87	123	18	1,414	1,414
NYM SA3 RN1 W	12,200	28	107	103	12	107	103	-22	0,963	0,963
NYM SA4 RN1 W	12,333	28	92	118	12	92	118	8	1,283	1,283
NYM SA1 RN2 W	13,100	42	85	125	13	85	125	-40	1,471	1,471
NYM SA2 RN2 W	12,900	21	78	132	13	78	132	14	1,692	1,692
NYM SA3 RN2 W	12,700	42	105	105	13	105	105	-40	1,000	1,000
NYM SA4 RN2 W	12,600	35	89	121	13	89	121	-8	1,360	1,360
NYM SA1 RN3 W	14,200	63	167	43	14	167	43	124	0,257	0,257
NYM SA2 RN3 W	14,567	56	156	54	14	156	54	22	0,346	0,346
NYM SA3 RN3 W	13,867	56	100	110	14	155	55	24	1,100	0,355
NYM SA4 RN3 W	16,133	70	151	59	14	151	59	32	0,391	0,391
OH SA1 RN1 W	11,815	42	152	146	12	152	146	6	0,961	0,961
OH SA2 RN1 W	12,285	56	155	143	12	155	143	-6	0,923	0,923
OH SA3 RN1 W	11,651	56	171	127	12	171	127	-38	0,743	0,743
OH SA4 RN1 W	12,097	63	166	132	12	166	132	-28	0,795	0,795
OH SA1 RN2 W	12,614	63	146	152	13	146	152	-6	1,041	1,041
OH SA2 RN2 W	13,178	56	152	146	13	152	146	-12	0,961	0,961
OH SA3 RN2 W	12,708	70	161	137	13	161	137	-30	0,851	0,851
OH SA4 RN2 W	13,107	70	155	143	13	155	143	-18	0,923	0,923
OH SA1 RN3 W	15,503	112	230	68	16	230	68	162	0,296	0,296
OH SA2 RN3 W	15,245	168	242	56	16	242	56	-24	0,231	0,231
OH SA3 RN3 W	16,372	168	224	74	16	224	74	12	0,330	0,330
OH SA4 RN3 W	15,339	175	237	61	16	237	61	-14	0,257	0,257
NJ SA1 RN1 W	40,470	210	90	61	40	90	61	29	0,678	0,678
NJ SA2 RN1 W	37,457	196	93	58	40	93	58	-6	0,624	0,624
NJ SA3 RN1 W	39,033	203	90	61	40	90	61	0	0,678	0,678
NJ SA4 RN1 W	40,331	210	91	60	40	91	60	-2	0,659	0,659
NJ SA1 RN2 W	59,152	MAX	99	52	59	99	52	47	0,525	0,525
NJ SA2 RN2 W	60,172	MAX	106	45	59	106	45	-14	0,425	0,425
NJ SA3 RN2 W	56,464	MAX	105	46	59	105	46	-12	0,438	0,438
NJ SA4 RN2 W	62,907	MAX	105	46	59	105	46	-12	0,438	0,438
NJ SA1 RN3 W	59,570	MAX	95	56	60	95	56	39	0,589	0,589
NJ SA2 RN3 W	55,861	294	96	55	60	102	49	-14	0,573	0,480
NJ SA3 RN3 W	61,841	MAX	99	52	60	99	52	-8	0,525	0,525
NJ SA4 RN3 W	68,702	MAX	97	54	60	94	57	2	0,557	0,606

Πίνακας 6-2: Εκτίμηση δεικτών για αξιολόγηση μεταβολής χωρικής διάταξης

Τα στοιχεία που υπολογίζονται στους παραπάνω πίνακες είναι τα εξής:

MTKF: Η μέση τιμή κυκλοφοριακού φόρτου.

MAXL: Η μέγιστη περιοχή τιμών (bin) στην οποία εμφανίζονται τιμές φόρτου.

N<MTKF: Το πλήθος των οδικών τμημάτων με τιμή φόρτου μικρότερη από τη μέση τιμή κυκλοφοριακού φόρτου.

N>MTKF: Το πλήθος των οδικών τμημάτων με τιμή φόρτου μεγαλύτερη από τη μέση τιμή κυκλοφοριακού φόρτου.

REF: Η μέση τιμή κυκλοφοριακού φόρτου που επιλέγεται ως αναφορά για τη σύγκριση με άλλα σενάρια.

N<MTKF-R: Το πλήθος των οδικών τμημάτων με τιμή φόρτου μικρότερη από τη διαφορά της μέσης τιμής και της τιμής αναφοράς.

N>MTKF-R: Το πλήθος των οδικών τμημάτων με τιμή φόρτου μεγαλύτερη από τη διαφορά της μέσης τιμής και της τιμής αναφοράς.

Δ/REF: Η διαφορά του πλήθους των οδικών τμημάτων N<MTKF-R/ N>MTKF-R.

Ratio1: Ο λόγος του πλήθους των οδικών τμημάτων N<MTKF/ N>MTKF.

Ratio2: Ο λόγος του πλήθους των οδικών τμημάτων N<MTKF-R/ N>MTKF-R.

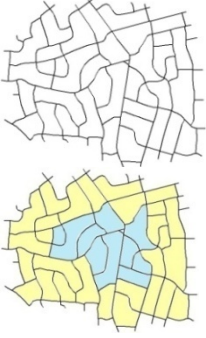
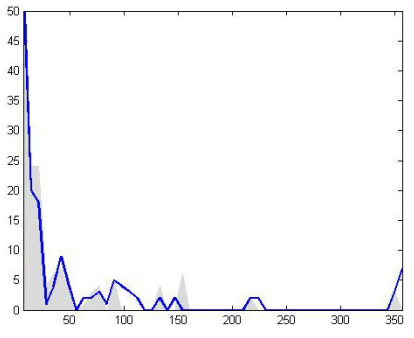
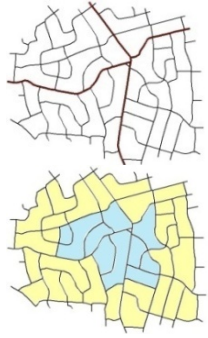
6.2 Σχολιασμός περιπτώσεων

Για να μπορέσει να γίνει αξιολόγηση και για εξαχθούν συμπεράσματα για το αν επηρεάζουν και πως οι διάφοροι παράγοντες, για κάθε δομή και περίπτωση, επιλέχθηκε ένα σενάριο ως αναφορά, με το οποίο συγκρίνονται τα υπόλοιπα σενάρια. Η σύγκριση πραγματοποιείται με τα διαγράμματα τα οποία δημιουργήθηκαν, σε συνδυασμό με τους δείκτες που εκτιμήθηκαν. Στα διαγράμματα, το σενάριο αναφοράς παρουσιάζεται ως γαλάζια περιοχή και το συγκρινόμενο σενάριο απεικονίζεται με μια μπλε γραμμή. Στους πίνακες εκτίμησης δεικτών, το σενάριο αναφοράς παρουσιάζεται με την σκούρα απόχρωση, ενώ τα συγκρινόμενα σενάρια με την πιο ανοιχτή απόχρωση.

Ενδεικτικά θα εξεταστεί η μεταβολή των δρόμων για το σενάριο χωροθέτησης 3 και η μεταβολή της χωρικής διάταξης για το σενάριο οδικού δικτύου 3, στο σενάριο δομής 3 (New Jersey). Και στις δύο περιπτώσεις θα εξεταστεί η περίοδος εργασίμων ωρών.

- Μεταβολή των δρόμων

Όπως αναφέρθηκε θα εξεταστεί η μεταβολή των δρόμων στο σενάριο χωροθέτησης 3 τις εργάσιμες ώρες. Ως σενάριο αναφοράς έχει οριστεί το σενάριο που περιλαμβάνει το οδικό δίκτυο 1. Οι δείκτες αξιολόγησης και τα διαγράμματα για τα παραπάνω σενάρια δίνονται στους πίνακες 6-3 έως 6-6.

Όνομα σεναρίου αναφοράς	Σενάριο οδικού δικτύου (RN)- Σενάριο χωροθέτησης (SA)	Διάγραμμα	Όνομα συγκρινόμενου σεναρίου	Σενάριο οδικού δικτύου (RN)- Σενάριο χωροθέτησης (SA)
NJ_SA3_RN1_W			NJ_SA3_RN2_W	

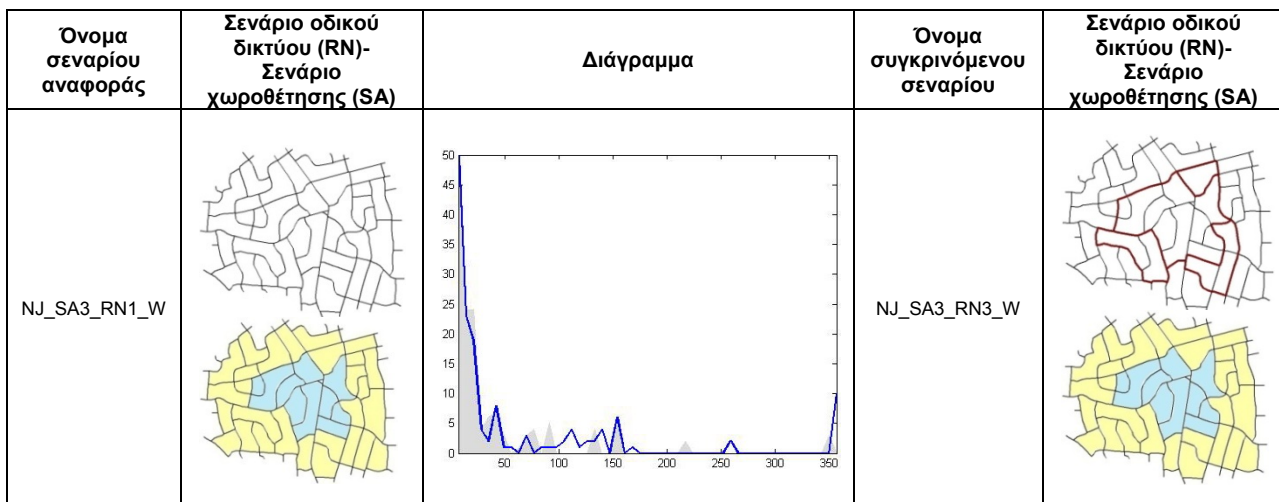
Πίνακας 6-3: Διαγράμματα μεταβολής οδικού δικτύου 1 σε 2, για το σενάριο χωροθέτησης 3, τις εργάσιμες ώρες, για το σενάριο δομής 3

Scenario	MTKF	MAXL	N< MTKF	N > MTKF	REF	N < MTKF-R	N > MTKF-R	Δ/REF	Ratio1	Ratio2
NJ_SA3_RN1_W	39,497	350	113	38	39	113	38	75	0,336	0,336
NJ_SA3_RN2_W	57,901	MAX	111	40	39	98	53	30	0,360	0,541

Πίνακας 6-4: Δείκτες αξιολόγησης μεταβολής οδικού δικτύου 1 σε 3, για το σενάριο χωροθέτησης 3, τις εργάσιμες ώρες, για σενάριο δομής 3

Στην πρώτη περίπτωση, παρατηρώντας το διάγραμμα του πίνακα 6-3, βλέπουμε αρχικά ότι για τις μικρές τιμές κυκλοφοριακού φόρτου δεν υπάρχουν σημαντικές διαφοροποιήσεις. Στις μεγαλύτερες τιμές, και πιο συγκεκριμένα στα 100, συγκεντρώνονται περισσότερα οδικά τμήματα στο οδικό δίκτυο 2 από ότι στο 1, καθώς επίσης και μεταξύ των τιμών 200-250 και στην τελευταία περιοχή τιμών (bin με τις μέγιστες τιμές κυκλοφοριακού φόρτου).

Παρατηρώντας τον πίνακα 6-4 βλέπουμε ότι το οδικό δίκτυο 2 έχει μεγαλύτερη μέση τιμή κυκλοφοριακού φόρτου και περιλαμβάνει δρόμους με τιμή κυκλοφοριακού φόρτου που ανήκει στη μέγιστη περιοχή τιμών. Το πλήθος των οδικών τμημάτων με τιμή φόρτου μικρότερη ή μεγαλύτερη από τη μέση τιμή διαφέρει μόλις κατά 2 τμήματα, ενώ το αντίστοιχο ως προς τη μέση τιμή αναφοράς, διαφέρει περισσότερο, γεγονός το οποίο δείχνει τη μετακίνηση του διαγράμματος προς τα δεξιά, σε σχέση με το σενάριο αναφοράς, δηλαδή προς τις μεγαλύτερες τιμές φόρτου. Συνεπώς, στο οδικό δίκτυο 2 οι δρόμοι επιβαρύνονται περισσότερο από ότι στο οδικό δίκτυο 1 σε περίπτωση εκκένωσης.



Πίνακας 6-5: Διαγράμματα μεταβολής οδικού δικτύου 1 σε 3, για το σενάριο χωροθέτησης 3, τις εργάσιμες ώρες, για το σενάριο δομής 3

Scenario	MTKF	MAXL	N< MTKF	N > MTKF	REF	N < MTKF-R	N > MTKF-R	Δ/REF	Ratio1	Ratio2
NJ_SA3_RN1_W	39,497	350	113	38	39	113	38	75	0,336	0,336
NJ_SA3_RN3_W	61,146	MAX	111	40	39	101	50	24	0,360	0,495

Πίνακας 6-6: Δείκτες αξιολόγησης μεταβολής οδικού δικτύου 1 σε 3, για το σενάριο χωροθέτησης 3, τις εργάσιμες ώρες, για σενάριο δομής 3

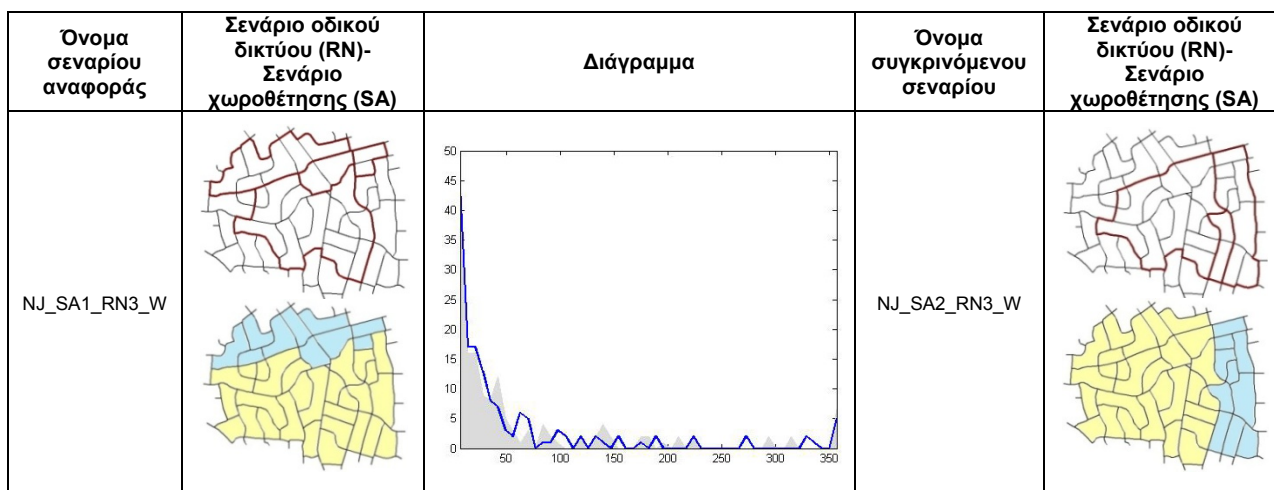
Στη δεύτερη περίπτωση, βλέπουμε και πάλι ότι για τις μικρές τιμές κυκλοφοριακού φόρτου δεν υπάρχουν σημαντικές διαφοροποιήσεις, ενώ στις μεγαλύτερες τιμές συγκεντρώνονται περισσότερα οδικά τμήματα στο οδικό δίκτυο 3 από ότι στο 1, και πιο συγκεκριμένα μεταξύ των τιμών 100-150. Επίσης, ενώ στο οδικό δίκτυο 1

παρουσιάζονται δρόμοι στο 220 περίπου, στο οδικό δίκτυο 3 παρουσιάζονται οδικά τμήματα στο 250. Επιπλέον, περιλαμβάνει περισσότερους δρόμους από το οδικό δίκτυο 1 με τιμή κυκλοφοριακού φόρτου που ανήκει στη μέγιστη περιοχή τιμών.

Σύμφωνα με τον πίνακα 6-6, και εδώ η μέση τιμή κυκλοφοριακού φόρτου είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη του σεναρίου αναφοράς. Το πλήθος των οδικών τμημάτων με τιμή φόρτου μικρότερη ή μεγαλύτερη από τη μέση τιμή διαφέρει μόλις κατά 2 τμήματα, ενώ το αντίστοιχο ως προς τη μέση τιμή αναφοράς, διαφέρει περισσότερο. Συνεπώς και στο σενάριο οδικού δικτύου 3 υπάρχει μετακίνηση προς τις μεγαλύτερες τιμές κυκλοφοριακού φόρτου και οι δρόμοι επιβαρύνονται περισσότερο από ότι στο σενάριο 1 σε περίπτωση εκκένωσης.

- Μεταβολή των χωροθετήσεων

Όπως αναφέρθηκε θα εξεταστεί η μεταβολή της χωρικής διάταξης στο σενάριο οδικού δικτύου 3 τις εργάσιμες ώρες. Ως σενάριο αναφοράς έχει οριστεί το σενάριο που περιλαμβάνει τη χωροθέτηση 1. Οι δείκτες αξιολόγησης και τα διαγράμματα για τα παραπάνω σενάρια δίνονται στους πίνακες 6-7 έως 6-12.



Πίνακας 6-7: Διαγράμματα μεταβολής χωρικής διάταξης 1 σε 2, για το σενάριο οδικού δικτύου 3, τις εργάσιμες ώρες, για το σενάριο δομής 3

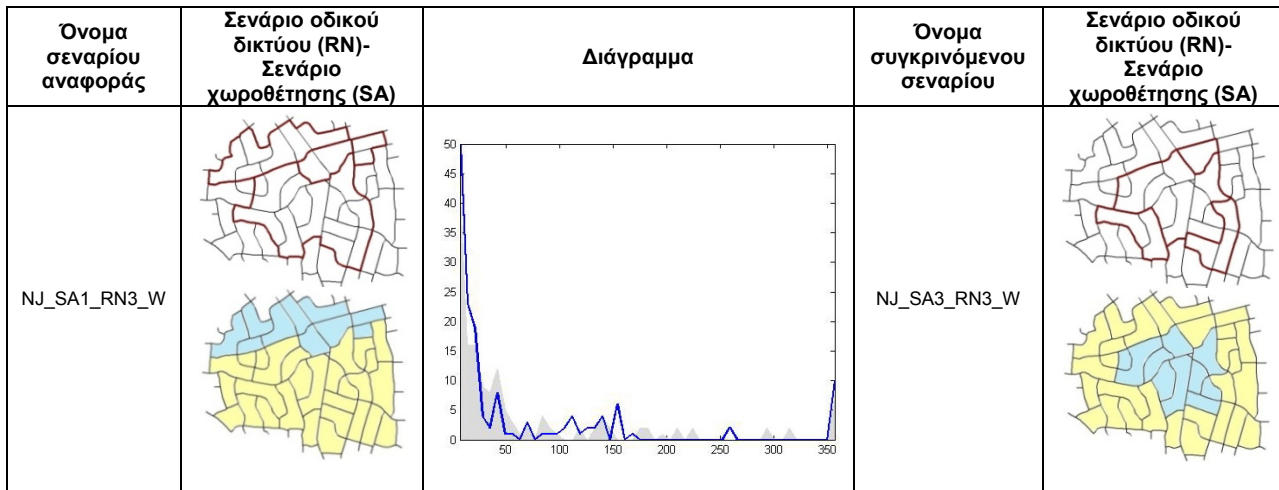
Scenario	MTKF	MAXL	N < MTKF	N > MTKF	REF	N < MTKF-R	N > MTKF-R	Δ/REF	Ratio1	Ratio2
NJ_SA1_RN3_W	59,570	MAX	95	56	60	95	56	39	0,589	0,589
NJ_SA2_RN3_W	55,861	294	96	55	60	102	49	-14	0,573	0,480

Πίνακας 6-8: Δείκτες αξιολόγησης μεταβολής χωρικής διάταξης 1 σε 2, για το σενάριο οδικού δικτύου 3, τις εργάσιμες ώρες, για σενάριο δομής 3

Στην πρώτη περίπτωση, παρατηρώντας το διάγραμμα στον πίνακα 6-7, διαπιστώνεται ότι τα δύο σενάρια δεν διαφοροποιούνται ιδιαίτερα. Η βασικότερη διαφορά τους είναι ότι οι τιμές στη χωροθέτηση 2 είναι πιο ομοιόμορφα κατανομημένες.

Παρατηρώντας τον πίνακα 6-8 βλέπουμε ότι η χωροθέτηση 2 έχει μικρότερη μέση τιμή κυκλοφοριακού φόρτου από το σενάριο αναφοράς, το οποίο περιλαμβάνει δρόμους με τιμή κυκλοφοριακού φόρτου που ανήκει στη μέγιστη περιοχή τιμών. Το πλήθος των οδικών τμημάτων με τιμή φόρτου μικρότερη ή μεγαλύτερη από τη μέση τιμή διαφέρει μόλις κατά 1 οδικό τμήμα, ενώ το αντίστοιχο ως προς τη μέση τιμή αναφοράς,

διαφέρει περισσότερο. Η διαφορά αυτή δείχνει τη μετακίνηση του διαγράμματος προς τα αριστερά, σε σχέση με το σενάριο αναφοράς, δηλαδή προς τις μικρότερες τιμές φόρτου. Συνεπώς, στη χωροθέτηση 2 οι δρόμοι επιβαρύνονται λιγότερο από ότι στη χωροθέτηση 1 σε περίπτωση εκκένωσης.



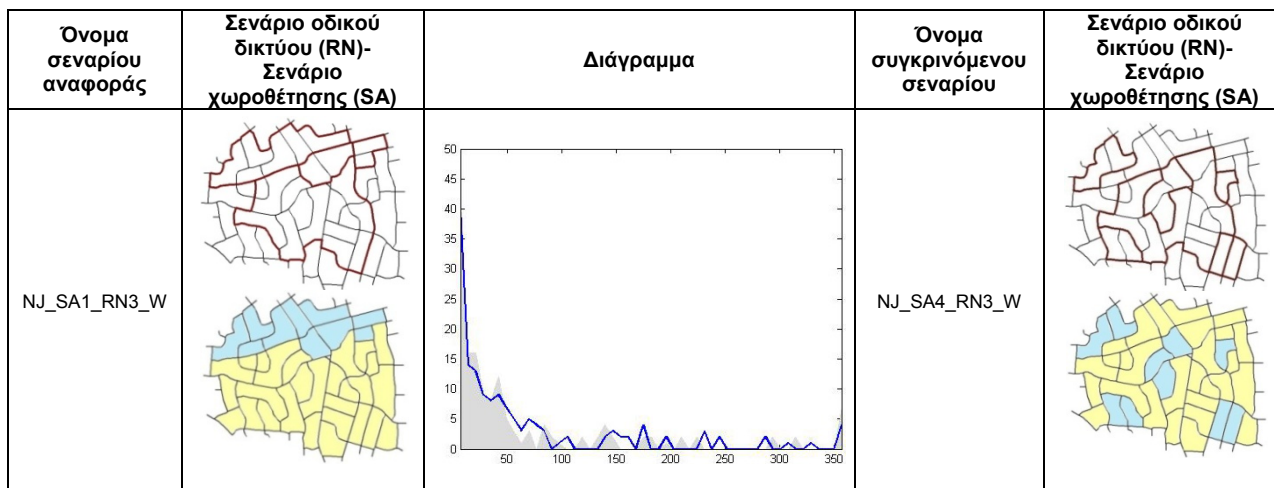
Πίνακας 6-9: Διαγράμματα μεταβολής χωρικής διάταξης 1 σε 3, για το σενάριο οδικού δικτύου 3, τις εργάσιμες ώρες, για το σενάριο δομής 3

Scenario	MTKF	MAXL	N< MTKF	N > MTKF	REF	N < MTKF-R	N > MTKF-R	Δ/REF	Ratio1	Ratio2
NJ_SA1_RN3_W	59,570	MAX	95	56	60	95	56	39	0,589	0,589
NJ_SA3_RN3_W	61,841	MAX	99	52	60	99	52	-8	0,525	0,525

Πίνακας 6-10: Δείκτες αξιολόγησης μεταβολής χωρικής διάταξης 1 σε 3, για το σενάριο οδικού δικτύου 3, τις εργάσιμες ώρες, για σενάριο δομής 3

Στην δεύτερη περίπτωση, παρατηρείται αρχικά μια μικρή μείωση του πλήθους των οδικών τμημάτων στις τιμές γύρω στο 50 με 100 και αύξηση μεταξύ του 100 και 150. Στις μεγαλύτερες περιοχές, δεν παρουσιάζει τιμές, παρά μόνο στην περιοχή του 260 περίπου και στην μέγιστη περιοχή.

Στον πίνακα 6-10 φαίνεται ότι η χωροθέτηση 3 έχει μεγαλύτερη μέση τιμή κυκλοφοριακού φόρτου από το σενάριο αναφοράς. Επιπλέον, και τα δύο σενάρια περιλαμβάνουν δρόμους με τιμή κυκλοφοριακού φόρτου που ανήκει στη μέγιστη περιοχή τιμών. Το πλήθος των οδικών τμημάτων με τιμή φόρτου μικρότερη ή μεγαλύτερη από τη μέση τιμή διαφέρει κατά 4 οδικά τμήματα, ενώ το αντίστοιχο ως προς τη μέση τιμή αναφοράς, διαφέρει περισσότερο. Η διαφορά αυτή δείχνει τη μετακίνηση του διαγράμματος προς τα αριστερά, σε σχέση με το σενάριο αναφοράς, δηλαδή προς τις μικρότερες τιμές φόρτου και άρα στη χωροθέτηση 3 οι δρόμοι επιβαρύνονται λιγότερο από ότι στη χωροθέτηση 1 σε περίπτωση εκκένωσης.



Πίνακας 6-11: Διαγράμματα μεταβολής χωρικής διάταξης 1 σε 4, για το σενάριο οδικού δικτύου 3, τις εργάσιμες ώρες, για το σενάριο δομής 3

Scenario	MTKF	MAXL	N < MTKF	N > MTKF	REF	N < MTKF-R	N > MTKF-R	Δ/REF	Ratio1	Ratio2
NJ_SA1_RN3_W	59,570	MAX	95	56	60	95	56	39	0,589	0,589
NJ_SA4_RN3_W	68,702	MAX	97	54	60	94	57	2	0,557	0,606

Πίνακας 6-12: Δείκτες αξιολόγησης μεταβολής χωρικής διάταξης 1 σε 4, για το σενάριο οδικού δικτύου 3, τις εργάσιμες ώρες, για σενάριο δομής 3

Στην τελευταία περίπτωση, η κατανομή των δύο διαγραμμάτων είναι περίπου η ίδια. Η κύρια διαφορά παρατηρείται μέχρι το 250, όπου το διάγραμμα της χωροθέτησης 4 είναι λίγο μετατοπισμένο προς τα δεξιά σε σχέση με το σενάριο αναφοράς.

Παρατηρώντας τον πίνακα 6-12 βλέπουμε ότι η χωροθέτηση 4 έχει μεγαλύτερη μέση τιμή κυκλοφοριακού φόρτου από το σενάριο αναφοράς, και τα δύο σενάρια περιλαμβάνουν δρόμους στη μέγιστη περιοχή τιμών. Επίσης, το πλήθος των οδικών τμημάτων με τιμή φόρτου μικρότερη ή μεγαλύτερη από τη μέση τιμή διαφέρει κατά 1 οδικό τμήμα, ομοίως και το αντίστοιχο ως προς τη μέση τιμή αναφοράς. Η μετακίνηση του διαγράμματος είναι προς τα δεξιά, δηλαδή προς τις μεγαλύτερες τιμές φόρτου και συνεπώς οι δρόμοι στη χωροθέτηση 4 επιβαρύνονται περισσότερο από ότι στη χωροθέτηση 1 σε περίπτωση εκκένωσης.

6.3 Εφαρμογές

Όπως έχει αναφερθεί και σε προηγούμενο κεφάλαιο, τα αποτελέσματα αυτά μπορεί να αποτελέσουν δείκτες ικανούς να βοηθήσουν στο να γίνει μια αξιολόγηση της δομής και της ικανότητας των υπαρχουσών πόλεων ή περιοχών να ανταποκριθούν σε περιπτώσεις εκκένωσης. Για να γίνει αυτό θα πρέπει να εξεταστούν οι παραπάνω παράγοντες και σε πραγματικά δεδομένα. Επιπλέον, οι δείκτες αυτοί μπορεί να χρησιμοποιηθούν και στην αξιολόγηση του χωρικού σχεδιασμού για μια ενδεχόμενη νέα σχεδιαζόμενη περιοχή καθώς επίσης και να εξελιχθούν σε μία από τις πολλές παραμέτρους που λαμβάνονται υπόψη στο χωρικό σχεδιασμό.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνικές πηγές

1. Κουτσόπουλος, Κωστής, 2006. *Ανάλυση Χώρου: Θεωρία, Μεθοδολογία και τεχνικές*. Διηγετικές.
2. Κουτσόπουλος, Κωστής, και Ανδρουλακάκης, Νίκος, 2005. *Εφαρμογές του λογισμικού ArcGIS 9x με απλά λόγια*. Παπασωτηρίου.
3. Κυρανούδης, Χρήστος, 2008. Ολοκληρωμένο πληροφοριακό σύστημα επιχειρησιακού σχεδιασμού και διαχείρισης κρίσεων δασικών πυρκαγιών: Αναλυτική έκθεση προσέγγισης και μεθόδων φυσικού αντικειμένου.
4. Παπακυριακόπουλος, Γεώργιος, 2008. Διπλωματική εργασία: Διαχείριση σεναρίων εκκένωσης περιοχών σε περιβάλλον GIS και αξιολόγηση χωρικού σχεδιασμού ως προς τη συμπεριφορά κατά την εκκένωση.

Ξενόγλωσσες πηγές

1. Ahuja, R.K., Magnanti, T.L., Orlin, J.B., 1993. *Network Flows: Theory, Algorithms, and Applications*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.
2. Alam, S.B., and Goulias, K. G., 1999. "Dynamic emergency evacuation management system using geographic information system and spatiotemporal models of behavior." *Transportation Research Record*. 1660, Transportation Research Board, Washington, D.C., 92–99.
3. Barcello, J., and Grau, R., July 1993. "PACKSIM: An experience in using traffic simulation in a demand responsive traffic control system," XIII World Conference on Operations Research, Lisbon.
4. Baxter, D.H., 2001. "Utilization of Florida's existing and future intelligent transportation systems for enhancing statewide transportation system management during and after hurricane evacuations." *Proc., Intelligent Transportation Society America 11th Annual Meeting*, Miami Beach, Fla.
5. Bower, J.C., Millard, W.D., and Matsumoto, S.W., 1990. "Integrated Emergency Management System (IEMIS) User's Manual," Prepared for the Federal Emergency Management Agency by Pacific Northwest Laboratory, Richland, WA 99352.
6. Bullock, D., Morales, J., and Sanderson, B., 1998. "Evaluation of emergency vehicle signal preemption on the Route 7, Virginia Corridor." *USDOT FHWA-RD-99-070*, Federal Highway Administration, Washington, D.C.

7. Campos, V.B.G., da Silva, P.A.L., and Netto, P.O.B., 1999. "Evacuation transportation planning: A method to identify optimal independent routes." *Proc., Fifth Int. Conf. on Urban Transport and the Environment for the 21st Century*, Island of Rhodes, Greece.
8. Church, R.L., and Sexton, R., 2002. "Modeling small area evacuation: Can existing transportation infrastructure impede public safety?" Final Rep., California Dept. of Transportation, Testbed Center for Interoperability, Sacramento, Calif.
9. Cohon, J.C., 1978. *Multiobjective Programming and Planning*. Academic Press, New York.
10. Cova, T.J., and Johnson, J.P., 2002. "Microsimulation of neighborhood evacuations in the urban-wildland interface." *Envir. Plan. A*, 34_12_, 2211–2229.
11. Cova, T.J., and Johnson, J.P., 2003. "A network flow model for lanebased evacuation routing." *Transp. Res., Part A: Policy Pract.*, 37_7_, 579–604.
12. Dash, N., and Morrow, B.H., 2001. "Return delays and evacuation order compliance: The case of Hurricane Georges and the Florida Keys." *Environ. Haz.*, 2, 119–128.
13. Dow, K., Cutter, S.L., 1998. Crying wolf: Repeat responses to hurricane evacuation orders. *Coastal Management* 26, 237–252.
14. Dow, K., and Cutter, S.L., 2002. "Emergency hurricane evacuation issues: Hurricane Floyd and South Carolina." *Nat. Hazards Rev.*, 3_1_, 12–18.
15. Drabek, T.E., 1999. Understanding disaster warning responses. *Social Science Journal* 36, 515–523.
16. Dunn, C.E., and Newton, D., 1992. "Optimal routes in GIS and emergency planning application." *Area*, 24_3_, 259–267.
17. Eiselt, H.A., Sandblom, C.L., 2000. *Integer Programming and Network Models*. Springer, Berlin.

18. FEMA, December 1984. "Application of the I-Dynev system to compute estimates of evacuation travel times at nuclear power stations", Federal Emergency Management Agency Report- 8, Washington DC.
19. Ford, L.R., Fulkerson, D.R., 1962. *Flows in Networks*. Princeton University Press, Princeton.
20. Garber, N.J., Hoel, L.A., 1997. *Traffic and Highway Engineering*. PWS Publishing Company, Boston.
21. Han, A.F., 1990. "TEVACS: Decision support system for evacuation planning in Taiwan." *J. Transp. Eng.*, 116_6_, 821–830.
22. Han, L.D., and Yuan, F., 2005. "Evacuation modeling and operations using dynamic traffic assignment and most desirable destination approaches." *Proc., Transportation Research Board 84th Annual Meeting*, Transportation Research Board, Washington, D.C.
23. Hillier, F.S., Lieberman, G.J., 1990. *Introduction to Operations Research*. McGraw-Hill, Inc., New York.
24. Hobeika, A.G., and Jamei, B., 1985. "MASSVAC: A model for calculating evacuation times under natural disasters." *Proc., Conf. Computer Simulation in Emergency Planning*, Vol. 15, Society of Computer Simulation in Emergency Planning, Society of Computer Simulation, La Jolla, Calif., 23–28.
25. Hobeika, A.G., Kim, S., and Beckwith, R.E., 1994. "A decision support system for developing evacuation plans around nuclear power." *Interfaces*, 24_5_, 22–35.
26. ITE, Institute for Transportation Engineers, 1993. *The traffic safety toolbox*. Institute for Transportation Engineers, Washington, DC.
27. Jaske, R.T., 4-8 November, 1985. "FEMA's computerized aids for accident assessment", in: *Proceedings of an International Symposium on Emergency Planning and Preparedness for Nuclear Facilities*, International Atomic Energy Agency, Rome. IEAE-SM-280-85, 181-203, Vienna 1986.

28. KLD and Associates, Inc. KLD, 1984. "Formulations of the DYNEV and I-DYNEV traffic simulation models used in ESF." *Rep., Prepared for the Federal Emergency Management Agency*, Washington, D.C.
29. Kwon, E., and Pitt, S., 2005. "Evaluation of emergency evacuation strategies for downtown event traffic using a dynamic network model." *Proc., Transportation Research Board 84th Annual Meeting*, No. 05- 2164. Transportation Research Board, Washington, D.C.
30. Lepofsky, M., Abkowitz, M., and Cheng, P., 1993. "Transportation hazard analysis in integrated GIS environment." *J. Transp. Eng.*, 119_2_, 239–254.
31. Li, Q., and Wang, Y., 2004. "GIS-based emergency evacuation computer simulation system: Integrating mobility safety and security." *Proc., Intelligent Transportation Society America 14th Annual Meeting and Exposition*, San Antonio.
32. Louisell, C., and Collura, J., 2005. "A simple algorithm to estimate emergency vehicle travel time savings on preemption equipped corridors: A method based on a field operational test." *Proc., Transportation Research Board 84th Annual Meeting*, No. 05-2147, Transportation Research Board, Washington, D.C.
33. Louisell, C., Collura, J., and Tignor, S., 2003. "A proposed method to evaluate emergency vehicle preemption and the impacts on safety." *Proc., Transportation Research Board 82th Annual Meeting*, No. 03-1739, Transportation Research Board, Washington, D.C.
34. Mahmassani, H.S., Jayakrishnan, R., and Herman, R., 1990. "Network traffic flow theory: Microscopic simulation experiments on super-computers", *Transportation Research A* 24A/2_149.
35. McHale, G.M., and Collura, J., 2003. "Improving emergency vehicle traffic signal priority system assessment methodologies." *Proc., Transportation Research Board 82th Annual Meeting*, No. 03-0522, Transportation Research Board, Washington, D.C.
36. McLean, M.A., Moeller, M.P., Desrosiers, A.E., and Urbanik, T., 1983. "CLEAR: A model for the calculation of evacuation time estimates in emergency planning zones", *Computer Simulation in Emergency Planning. Simulation Series* 11/2_ 58.

37. Morrow, R.B., 2002. "Implementing ITS for hurricane evacuations in Florida." *ITE J.*, 72_4_, 46–50.
38. Peat, Marwick, Mitchell and Company, 1973. *Network Flow Simulation for Urban Traffic Control System - Phase II. Vol. I*, prepared for The Federal Highway Administration, Washington DC 20590.
39. Perry, R.W., 1985. *Comprehensive Emergency Management: Evacuating Threatened Populations*. Jai Press, London.
40. Petruccelli, U., 2003. "Urban evacuation in seismic emergency conditions." *ITE J.*, 73_8_, 34–38.
41. Pidd, M., 1992. *Computer Simulation in Management Science*, 3rd ed., Wiley, Chichester.
42. Pidd, M., 1992. "Object orientation and three phase simulation", in: *Proceedings of the 25th Winter Simulation Conference*, Society for Computer Simulation, San Diego.
43. Pidd, M., de Siva, F.N., and Eglese, R.W., 1996. "A simulation model for emergency evacuation." *Eur. J. Oper. Res.*, 90_3_, 413–419.
44. Poch, M., Mannering, F., 1996. Negative binomial analysis of intersection-accident frequencies. *Journal of Transportation Engineering* 122, 105–113.
45. Radwan, A.E., Hobeika, A.G., and Sivasailam, D., 1985. "A computer simulation model for rural network evacuation under natural disasters." *ITE J.*, 55_9_, 25–30.
46. Rao, V.T., Rengaraju, V.R., 1997. Probabilistic model for conflicts at urban uncontrolled intersection. *Journal of Transportation Engineering* 123, 81–84.
47. Rathi, A.K., and Santiago, A.J., 1990. "The new NETSIM simulation model", *Traffic Engineering and Control* 31/5_317.
48. Rathi, A.K., and Solanki, R.S., 1993. "Simulation of traffic flow during emergency evacuations: A microcomputer-based modeling system." *Proc., Winter Simulation Conf.*, Los Angeles.

49. Rontiris, K., and Crous, W., 2000. "Emergency evacuation modeling for the Koeberg Nuclear Power Station." *Proc., 2nd Asian EMME12 User's Meeting*, Cape Metropolitan Council, Cape Town, South Africa.
50. Shaw, T., 1997. "Hurricane response capacity enhancement study." *Traffic congestion and traffic safety in the 21st century: Challenges, innovations, and opportunities*, Chicago, 284–290.
51. Sheffi, Y., Mahmassani, H., and Powell, W. B., 1982. "A transportation network evacuation model." *Transp. Res., Part A*, 16A_3_, 209–218.
52. Sisiopiku, V.P., Jones, S., Sullivan, A., Sullivan, A.J., Patharkar, S., and Tang, X., 2004. "Regional traffic simulation for emergency preparedness." *Technical Rep. 03226*, Univ. Transportation Center for Alabama.
53. Southworth, F., 1991. "Regional evacuation modeling: A state-of-the-art review." *Rep. ORNL/TM-11740*, Oak Ridge National Laboratory Oak Ridge, Tenn.
54. Southworth, F., and Chin, S.M., 1987. "Network evacuation modelling for flooding as a result of dam failure", *Environment and Planning A* 19_1543.
55. Stern, E., and Sinuany-Stern, Z., 1989. "A behavioral-based simulation model for urban evacuation." *Papers of the Regional Science Association*, 66, 87–103.
56. TRB, Transportation Research Board, 1992. Highway capacity manual, 2nd ed., rev., National Research Council, Washington, DC.
57. Tufekci, S., and Kisko, T., 1991. "Regional evacuation modeling system REMS: A support system for emergency area evacuations." *Comput. Ind. Eng.*, 21_1-4_, 89–93.
58. Urbina, E., and Wolshon, B., 2003. "National review of hurricane evacuation plans and policies: A comparison and contrast of state practices." *Transp. Res., Part A*, 37A_3_, 257–275.
59. Vogt, B.M., Sorensen, J.H., 1992. Evacuation Research: a reassessment, Oak Ridge National Laboratory, Tennessee, ORNL/TM-11908.

60. Wolshon, B., 2002. "Planning for the evacuation of New Orleans." *ITE J.*, 72_2_, 44–49.
61. Wolshon, B., and Meehan, B.H., 2003. "Emergency evacuation: Ensuring safe and efficient transportation out of endangered areas." *TR News*, 224, 3–9.
62. Yamada, T., 1996. A network flow approach to a city emergency evacuation planning. *International Journal of Systems Science* 27, 931–936.
63. Yang, Q., and Koutsopoulos, H., 1996. "A microscopic traffic simulation of dynamic traffic management systems." *Transp. Res., Part C: Emerg. Technol.*, 4_3_, 113–129.
64. Zaragoza, D.P., Burris, M.W., and Mierzejewski, E.A., 1998. *Final Report prepared for Florida Department of Transportation by the Center for Urban Transportation Research*, College of Engineering, University of South Florida.
65. Zaragoza, D.P., Burris, M.W., and Mierzejewski, E.A., 1998. "Hurricane evacuation traffic analysis and operational measures." *Final Rep. No: WPI 0510807*, Florida Dept. of Transportation, Tallahassee, Fla.

Ιστοσελίδες (πρόσβαση Απρίλιος, 2009)

1. http://attap.umd.edu/bbs/data/publications/TRB85_1.doc
2. http://bnee.com/wp-content/uploads/2006/10/New_Orleans_Evacuation.pdf
3. http://books.google.gr/books?id=qJsdL_TtH2YC&pg=PA609&lpg=PA609&dq=NETVAC+evacuation&source=bl&ots=cstw1lup_H&sig=Dxs3YZSCuNyUJYIXYn-hQ8d9czU&hl=el&ei=uO-mSYq5FY-N_gayprnoDw&sa=X&oi=book_result&resnum=10&ct=result
4. <http://cedb.asce.org/cgi/WWWdisplay.cgi?0203287>
5. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.130.726>
6. <http://emc.ornl.gov/CSEPPweb/data/Evacuation%20Documents/Evacuation%20Models/ORNL46280.pdf>
7. <http://en.wikipedia.org/wiki/TransModeler>
8. <http://en.wikipedia.org/wiki/VISSIM>
9. <http://etd.lib.ttu.edu/theses/available/etd-07312008-31295018508480/unrestricted/31295018508480.pdf>
10. http://lib.hpu.edu.cn/comp_meeting/PROGRESS%20IN%20SAFETY%20SCIENCE%20AND%20TECHNOLOGY%20VOL.V1/0403.doc

11. http://lib.hpu.edu.cn/comp_meeting/PROGRESS%20IN%20SAFETY%20SCIENCE%20AND%20TECHNOLOGY%20VOL.V1/0459.doc
12. <http://mars.gmu.edu:8080/dspace/bitstream/1920/633/1/BronziniTRB2006.pdf>
13. <http://mctrans.ce.ufl.edu/featured/tesis/version5/corsim.htm>
14. <http://mit.edu/its/mitsimlab.html>
15. http://newsarchives.clas.asu.edu/news_releases/2007/paultorrens_060107.htm
16. http://ops.fhwa.dot.gov/publications/evac_primer/23_monitoring.htm
17. <http://pruned.blogspot.com/2007/06/modeling-urban-panic.html>
18. <http://pubsindex.trb.org/document/view/default.asp?lbid=781459>
19. <http://scitation.aip.org/getpdf/servlet/GetPDFServlet?filetype=pdf&id=JUPDDM000133000001000030000001&idtype=cvips&prog=normal>
20. <http://whereabouts.eecs.umich.edu/pubs/nafips05-rfid-evacuation.pdf>
21. <http://www.acecga.org/Events/2003/GQI/CORSIM%20Traffic%20Simulation%20Model%20Training.htm>
22. http://www.anl.gov/TRACC/Research/evacuation_modeling.html
23. <http://www.aueb.gr/pympe/hercma/proceedings2007/H07-FULL-PAPERS-1/ASANO-MINI-FULL-PAPERS-1/KAMIYAMA-KATOH-TAKIZAWA-1.pdf>
24. <http://www.caliper.com/ovuabout.htm>
25. <http://www.cei.psu.edu/evac/>
26. <http://www.ctre.iastate.edu/pubs/midcon2003/andersonsimulation.pdf>
27. <http://www.cuee.titech.ac.jp/21coe/English/Events/Data/Papers/509meshitsuka.pdf>
28. <http://www.dot.state.mn.us/trafficeng/modeling/corsim/final%20corsim%20manual%209-19-09Ch1.pdf>
29. <http://www.ecs.umass.edu/cee/ni/Publications/Emergency%20Simulation.pdf>
30. <http://www.envplan.com/abstract.cgi?id=a34251>
31. <http://eykamp.com/gistools/arcemme2/index.htm>
32. <http://www.fhwa.dot.gov/reports/hurricanevacuation/appendixc.htm>
33. <http://www.fhwa.dot.gov/reports/hurricanevacuation/appendixe.htm>
34. <http://www.fhwa.dot.gov/reports/hurricanevacuation/appendixf.htm>
35. <http://www.geosimulation.org/papers/2007-Torrens-IAT2007.pdf>

36. <http://www.hurricaneengineering.lsu.edu/CourseMat/Evacuation%20Demand1.ppt>
37. <http://www.iaarc.org/external/isarc2005-cd/www/pdf/76wen.pdf>
38. http://www.isprs.org/congresses/beijing2008/proceedings/2_pdf/1_WG-II-1/04.pdf
39. <http://www.kicinger.com/presentations/pdf/AATT2006.pdf>
40. https://www.ltrc.lsu.edu/pdf/2008/ts_407.pdf
41. http://www.michigan.gov/documents/mdch/Session_204_-_Public_Plans_for_Self_Evacuation_-_Meit_254964_7.pdf
42. http://www.ncsite.org/meeting_archives/documents/LawrenceFrank.pdf
43. <http://www.paramics-online.com/>
44. <http://www.ptvag.com/index.php?id=382>
45. <http://www.redfish.com/wildfire/papers/cova-johnson-2003.pdf>
46. http://www.redfish.com/wildfire/RedfishGroup_Thorp_ABMOFWildfireEvacuations_v002.pdf
47. http://www.savannah-simulations.ch/simwalk/docu_pro_e.pdf
48. http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6V99-3WG34V4-2&_user=10&_rdoc=1&_fmt=&_orig=search&_sort=d&view=c&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=a9170c084d14718a5c2d52ccb36d9b0c
49. http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6VCT-3VVVR4R-3&_user=83473&_rdoc=1&_fmt=&_orig=search&_sort=d&view=c&_acct=C000059671&_version=1&_urlVersion=0&_userid=83473&md5=912b8c2d220eccf16c06342def3b840e
50. http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6VF9-3YCDWJD-13&_user=10&_rdoc=1&_fmt=&_orig=search&_sort=d&view=c&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=78d2f23ae10c93e7049c38f8b2156abc
51. http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MIimg&_imagekey=B6VT4-4S62Y7D-1-1&_cdi=6280&_user=83473&_orig=na&_coverDate=08%2F31%2F2008&_sk=999899993&view=c&wchp=dGLzVlz-zSkzS&md5=ceb93aaf4c3a626f36dadd80bd840111&ie=/sdarticle.pdf
52. <http://www.springerlink.com/content/jp3139x5354264n5/fulltext.pdf>

53. http://tu-dresden.de/die_tu_dresden/fakultaeten/vkw/iwv/tme/forschung/projects/disaster/Transcom_VISEP_DL.pdf
54. <http://www.ucgis.org/summer03/studentpapers/xuweichen.pdf>
55. <http://www.ugpti.org/training/downloads/2008-04-16MohammadNaser.pdf>
56. <http://www3.interscience.wiley.com/journal/119226437/abstract?CRETRY=1&SRETRY=0>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Παράγοντες	Ερωτήσεις εκκένωσης
Βασικό στοιχείο: Απόφαση μαζικής εκκένωσης και διαχείριση	
<ul style="list-style-type: none"> • Όλοι οι διαθέσιμοι ασφαλείς και πρακτικοί τρόποι μετακίνησης για τις εκκενώσεις • Ο απαιτούμενος χρόνος εκκένωσης σύμφωνα με το σχέδιο • Οι απώλειες του σχεδίου • Ο βαθμός στον οποίο τα σχέδια εκκένωσης συντονίζονται με τα γειτονικά κράτη (ή τις γειτονικές πόλεις για την περίπτωση της Ελλάδας) και τις παρακείμενες αρμοδιότητες 	<ul style="list-style-type: none"> • Περιγράφει το σχέδιο την κατεύθυνση και τον έλεγχο, όσον αφορά τη μαζική εκκένωση; • Περιγράφει το σχέδιο τις παροχές που απαιτούνται για να εκτελεστεί μια μεγάλης κλίμακας εκκένωση;
Βασικό στοιχείο: Σχεδιασμός εκκένωσης	
<ul style="list-style-type: none"> • Ο βαθμός στον οποίο τα σχέδια εκκένωσης συντονίζονται με τα γειτονικά κράτη (ή τις γειτονικές πόλεις για την περίπτωση της Ελλάδας) και τις παρακείμενες αρμοδιότητες • Οι απώλειες του σχεδίου • Ο απαιτούμενος χρόνος εκκένωσης σύμφωνα με το σχέδιο 	<ul style="list-style-type: none"> • Εξετάζει το σχέδιο τις εκτιμήσεις προγραμματισμού εκκένωσης (π.χ., απόφαση, επικοινωνίες, διαθέσιμοι τρόποι μεταφορών, πρόσθετες ανάγκες και προστασία) όσον αφορά τα καταστροφικά γεγονότα; • Απαιτεί το σχέδιο οργάνωση για να προετοιμάσει τις τυποποιημένες λειτουργικές διαδικασίες, που περιέχουν τις λεπτομερείς οδηγίες, που τα αρμόδια άτομα πρέπει να ακολουθήσουν για να ολοκληρώσουν τους προκαθορισμένους στόχους; • Περιλαμβάνει το σχέδιο τα αναγκαία μέτρα για να επιστρέψουν τα άτομα στα σπίτια τους;

Βασικό στοιχείο: Δημόσιες συγκοινωνίες και ετοιμότητα για μαζική εκκένωση

- Μέθοδοι γνωστοποίησης των σχεδίων εκκένωσης και προετοιμασίας των πολιτών πριν από τις εκκενώσεις
- Μέθοδοι συντονισμού επικοινωνίας με τα άτομα που εκκενώνουν, κατά την διάρκεια εκτέλεσης του σχεδίου
- Οι φυσικές και διανοητικές πιέσεις που συνδέονται με την εκκένωση

- Περιγράφει το σχέδιο τις παροχές και τις μεθόδους για την προειδοποίηση των πολιτών ότι η εκκένωση μπορεί να είναι απαραίτητη;
- Προσδιορίζει το σχέδιο τι θα γίνει ώστε να μείνουν τα άτομα, που εκκενώνουν την περιοχή, ενήμερα κατά τη διάρκεια της εκκένωσης και συνεπώς να μειωθεί το επίπεδο διανοητικής και φυσικής πίεσής τους;
- Περιγράφει το σχέδιο τα μέσα που θα χρησιμοποιηθούν για να παραμείνουν ενημερωμένα τα άτομα που εκκενώνουν, για τις συγκεκριμένες ενέργειες που πρέπει να κάνουν, αφότου αρχίσει η εκκένωση;

Βασικό στοιχείο: Εκκένωση από άτομα με ειδικές ανάγκες, σε καταστροφικά γεγονότα

- Όλοι οι διαθέσιμοι ασφαλείς και πρακτικοί τρόποι μετακίνησης για τις εκκενώσεις
- Μέθοδοι γνωστοποίησης των σχεδίων εκκένωσης και προετοιμασίας των πολιτών πριν από τις εκκενώσεις
- Μέθοδοι συντονισμού επικοινωνίας με τα άτομα που εκκενώνουν, κατά την διάρκεια εκτέλεσης του σχεδίου
- Η διαθεσιμότητα των τροφίμων, του νερού, των χώρων ανάπαυσης, του εφοδιασμού με καύσιμα των σταθμών και των ευκαιριών για εύρεση καταφυγίων κατά μήκος των διαδρομών εκκένωσης
- Ο απαιτούμενος χρόνος εκκένωσης σύμφωνα με το σχέδιο
- Οι φυσικές και διανοητικές πιέσεις που συνδέονται με την εκκένωση

- Περιγράφει το σχέδιο τις παροχές για την εκκένωση των πληθυσμών με ειδικές ανάγκες (π.χ., άνθρωποι με φυσικές, διανοητικές, γνωστικές, και αναπτυξιακές ειδικές ανάγκες), συμπεριλαμβανομένων αυτών που βρίσκονται σε εγκαταστάσεις περίθαλψης και νοσοκομεία, καθώς και αυτών που ζουν μόνοι τους;
- Περιγράφει το σχέδιο τις παροχές για εκκένωση άλλων πληθυσμών ειδικών αναγκών;

Βασικό στοιχείο: Διαδικασίες μαζικής εκκένωσης

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Όλοι οι διαθέσιμοι ασφαλείς και πρακτικοί τρόποι μετακίνησης για τις εκκενώσεις • Μέθοδοι συντονισμού επικοινωνίας με τα άτομα που εκκενώνουν, κατά την διάρκεια εκτέλεσης του σχεδίου • Η διαθεσιμότητα των τροφίμων, του νερού, των χώρων ανάπαυσης, του εφοδιασμού με καύσιμα των σταθμών και των ευκαιριών για εύρεση καταφυγίων κατά μήκος των διαδρομών εκκένωσης • Ο απαιτούμενος χρόνος εκκένωσης σύμφωνα με το σχέδιο • Οι φυσικές και διανοητικές πιέσεις που συνδέονται με την εκκένωση | <ul style="list-style-type: none"> • Περιγράφει το σχέδιο τους ασφαλείς και πρακτικούς τρόπους που θα χρησιμοποιηθούν για να μετακινηθούν τα άτομα που δεν έχουν δικό τους μέσο μεταφοράς; • Περιλαμβάνει το σχέδιο τις διατάξεις ώστε να εξασφαλιστεί η διαθεσιμότητα των μεθόδων των δημόσιων και εμπορικών μεταφορών και των αναγκαίων χειριστών μεταφορών; • Προσδιορίζει το σχέδιο τις διαδρομές εκκένωσης; • Εξετάζει το σχέδιο τη χρήση των μέτρων αντιροής (contraflow); |
|--|--|

Βασικό στοιχείο: Εκτιμήσεις προφυλάξεων – καταφυγίων σε μαζικές εκκενώσεις

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Ο βαθμός στον οποίο τα σχέδια εκκένωσης συντονίζονται με τα γειτονικά κράτη (ή τις γειτονικές πόλεις για την περίπτωση της Ελλάδας) και τις παρακείμενες αρμοδιότητες • Μέθοδοι συντονισμού επικοινωνίας με τα άτομα που εκκενώνουν, κατά την διάρκεια εκτέλεσης του σχεδίου • Η διαθεσιμότητα των τροφίμων, του νερού, των χώρων ανάπαυσης, του εφοδιασμού με καύσιμα των σταθμών και των ευκαιριών για εύρεση καταφυγίων κατά μήκος των διαδρομών εκκένωσης • Οι φυσικές και διανοητικές πιέσεις που συνδέονται με την εκκένωση | <ul style="list-style-type: none"> • Απαιτεί το σχέδιο την καθιέρωση συμφωνιών αμοιβαίας ενίσχυσης με άλλες αρμοδιότητες για να τυποποιήσει την πρόσβαση και τη χρήση των καταφυγίων; • Περιλαμβάνει το σχέδιο τις διατάξεις για την πληροφόρηση των διαχειριστών καταφυγίων και των ατόμων που εκκενώνουν, για τις θέσεις των δημόσιων καταφυγίων έξω από την περιοχή εκκένωσης και η κατάστασή τους (π.χ. γεμάτο, δέχεται άτομα κλπ.); • Εξετάζει το σχέδιο τις στρατηγικές και τις ευθύνες για τις διαδικασίες προστασίας; • Περιλαμβάνει το σχέδιο τις διατάξεις για την προσοχή και την προστασία των ζώων; |
|--|--|

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	Εκτίμηση δεικτών αξιολόγησης χωρικού σχεδιασμού με σενάρια εκκένωσης αστικών περιοχών σε κατάσταση πανικού
-----------	--

Βασικό στοιχείο: Εκπαίδευση και εξάσκηση για μαζικές εκκενώσεις	
<ul style="list-style-type: none"> • Όλοι οι διαθέσιμοι ασφαλείς και πρακτικοί τρόποι μετακίνησης για τις εκκενώσεις • Ο βαθμός στον οποίο τα σχέδια εκκένωσης συντονίζονται με τα γειτονικά κράτη (ή τις γειτονικές πόλεις για την περίπτωση της Ελλάδας) και τις παρακείμενες αρμοδιότητες • Ο απαιτούμενος χρόνος εκκένωσης σύμφωνα με το σχέδιο 	<ul style="list-style-type: none"> • Περιλαμβάνει το σχέδιο τις διατάξεις για την κατάρτιση ενός εθελοντικού μόνιμου προσωπικού για να υποστηριχθούν οι διοικητικές διαδικασίες των καταφυγίων, η μεταφορά των ατόμων και των σταθμών πρώτων βοηθειών κατά μήκος των διαδρομών εκκένωσης κλπ.; • Απαιτεί το σχέδιο περιοδικές αναθεωρήσεις και αναπροσαρμογές του σχεδίου, των εξασκήσεων και των εκθέσεων μετά την εφαρμογή του, ως τμήμα της διαδικασίας προγραμματισμού;

Πίνακας 1-1: Παράγοντες και ερωτήσεις αξιολόγησης, σχετικές με τα επτά βασικά στοιχεία των εκκενώσεων

Πηγή: <http://www.fhwa.dot.gov/reports/hurricanevacuation/appendixc.htm>

Λήψη αποφάσεων και διαχείριση της εκκένωσης	
Κριτήρια	Ερώτημα
1	Περιγράφει το σχέδιο την κατεύθυνση και τον έλεγχο, όσον αφορά τη μαζική εκκένωση;
	α. Το σχέδιο προσδιορίζει οργανώσεις και μεμονωμένοι φορείς υπεύθυνοι για τη διάθεση δεδομένων που υποστηρίζουν την απόφαση εκκένωσης;
	β. Το σχέδιο προσδιορίζει οργανώσεις και μεμονωμένοι φορείς υπεύθυνοι για τον έλεγχο αυτών των δεδομένων, περιλαμβάνοντας και τον παράγοντα των συγκοινωνιακών υποδομών, και συμβουλευοντας σχετικά με την εκκένωση τα άτομα που λαμβάνουν τις αποφάσεις;
	γ. Το σχέδιο προσδιορίζει οργανώσεις και μεμονωμένοι φορείς υπεύθυνοι για την έκδοση και την τροποποίηση των διαταγών εκκένωσης;
	δ. Το σχέδιο προσδιορίζει οργανώσεις και μεμονωμένοι φορείς υπεύθυνοι για την εκτέλεση και το συντονισμό των γενικών διαδικασιών εκκένωσης;
	ε. Το σχέδιο προσδιορίζει οργανώσεις και μεμονωμένοι φορείς υπεύθυνοι για τον καθορισμό των πόρων ώστε να εκτελεστούν οι διαταγές εκκένωσης;
	ζ. Το σχέδιο προσδιορίζει οργανώσεις και μεμονωμένοι φορείς υπεύθυνοι για την έγκριση/ δημοσίευση των πληροφοριών στα μέσα ενημέρωσης και στο κοινό;
	η. Το σχέδιο προσδιορίζει ο ρόλος και οι ευθύνες των διαφορετικών επιπέδων διακυβέρνησης, και πώς αυτές οι κυβερνητικές αντιπροσωπείες συντονίζει τις προσπάθειές τους η μία με την άλλη;
	θ. Το σχέδιο προσδιορίζει τους συγκεκριμένους ρόλους του κράτους και των τοπικών φορέων μεταφορών και επιβολής νόμου σε διαδικασίες εκκένωσης;
	ι. Το σχέδιο προσδιορίζει την ποικιλία στην κατεύθυνση και τον έλεγχο για τους διαφορετικούς τύπους καταστροφικών γεγονότων που επιβάλλουν εκκένωση;

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	Εκτίμηση δεικτών αξιολόγησης χωρικού σχεδιασμού με σενάρια εκκένωσης αστικών περιοχών σε κατάσταση πανικού
-----------	--

Λήψη αποφάσεων και διαχείριση της εκκένωσης		
Κριτήρια	Ερώτημα	
2	Περιγράφει το σχέδιο τις διατάξεις που απαιτούνται για να εκτελεστεί μια μεγάλης κλίμακας εκκένωση;	α. Το σχέδιο καθορίζει τα ειδικά κριτήρια για την έκδοση είτε εθελοντικών είτε υποχρεωτικών εντολών εκκένωσης;
	β. Το σχέδιο περιέχει τα προ-εγκεκριμένα σχέδια των εκτελεστικών διαταγών για τις εκκενώσεις;	
	γ. Το σχέδιο εξετάζει την τροποποίηση ή την επιθεώρηση των διαταγών εκκένωσης;	
	δ. Το σχέδιο περιγράφει τις φάσεις της εκτέλεσης εκκένωσης (δηλ., διαδοχικές και ταυτόχρονες δραστηριότητες) για τα διαφορετικά επίπεδα εκκένωσης;	
	ε. Το σχέδιο προσδιορίζει τα επιμέρους πιθανά σχέδια που μπορούν να χρησιμοποιηθούν εάν αλλάζουν οι συνθήκες κατά τη διάρκεια μιας εκκένωσης;	
	ζ. Το σχέδιο περιλαμβάνει διατάξεις κλεισίματος των σχολείων και των επιχειρήσεων στην περιοχή κινδύνου;	
	η. Το σχέδιο περιλαμβάνει τις διατάξεις ώστε να προσδιοριστεί ο αριθμός ατόμων που εκκενώνουν την περιοχή και επομένως θα είναι αναγκαία η διαθεσιμότητα μέσων μεταφοράς;	
	θ. Το σχέδιο περιέχει μια στρατηγική για τα άτομα με ειδικές ανάγκες;	
	ι. Το σχέδιο περιέχει μια στρατηγική σχετικά με την πρόσβαση στις περιοχές που εκκενώθηκαν;	

Σχεδιασμός	
Κριτήρια	Ερώτηση
1 Το σχέδιο εξετάζει τις εκτιμήσεις προγραμματισμού εκκένωσης (δηλ., λήψη αποφάσεων, επικοινωνίες, διαθέσιμοι τρόποι μεταφορών, πρόσθετες ανάγκες, και προστασία) όσον αφορά τα καταστροφικά γεγονότα;	α. Το σχέδιο εξετάζει τους καταστροφικούς κινδύνους που θα προκαλούσαν μια μεγάλης κλίμακας εκκένωση;
	β. Με βάση τους καταστροφικούς κινδύνους, το σχέδιο προσδιορίζει και δίνει προτεραιότητα στις κοινότητες που πρέπει να εκκενωθούν;
	γ. Με βάση τους καταστροφικούς κινδύνους, το σχέδιο προσδιορίζει τον αριθμό ανθρώπων και οχημάτων που θα συμμετάσχουν στην εκκένωση;
	δ. Με βάση τους καταστροφικούς κινδύνους, το σχέδιο προσδιορίζει τις αιτίες που θα οδηγήσουν στην απόφαση να εφαρμοστεί η εκκένωση;
	ε. Με βάση τους καταστροφικούς κινδύνους, το σχέδιο προσδιορίζει τον κατ' εκτίμηση χρόνο που απαιτείται για να ολοκληρωθεί η εκκένωση, λαμβάνοντας υπόψη τις εθνικές οδούς, και τη νομοθεσία;
	ζ. Με βάση τους καταστροφικούς κινδύνους, το σχέδιο προσδιορίζει την απόσταση που πρέπει να διανύσουν τα άτομα που εκκένωσαν την περιοχή προκειμένου να είναι ασφαλή;
	η. Με βάση τους καταστροφικούς κινδύνους, το σχέδιο προσδιορίζει τον κατ' εκτίμηση χρόνο που τα καταφύγια του κοινού θα χρειαστούν υποστήριξη και εφοδιασμό;
	θ. Το σχέδιο απαιτεί την ύπαρξη των αρμόδιων οργάνωσεων που θα προσδιορίσουν, θα βρουν, και θα διατηρήσει τους πόρους και τον εξοπλισμό που απαιτούνται για να υποστηρίξουν όλες τις πτυχές της εκκένωσης (π.χ., βοήθεια κατά την εκκένωση ανθρώπων που δεν έχουν μέσα μεταφοράς, άτομα με ειδικές ανάγκες, διαβίβαση πληροφοριών στο κοινό, διαχείριση κυκλοφοριακής ροής, κ.λπ.);

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	Εκτίμηση δεικτών αξιολόγησης χωρικού σχεδιασμού με σενάρια εκκένωσης αστικών περιοχών σε κατάσταση πανικού
------------------	---

		Σχεδιασμός
		Ερώτηση
Κριτήρια		
1	Το σχέδιο εξετάζει τις εκτιμήσεις προγραμματισμού εκκένωσης (δηλ., λήψη αποφάσεων, επικοινωνίες, διαθέσιμοι τρόποι μεταφορών, πρόσθετες ανάγκες, και προστασία) όσον αφορά τα καταστροφικά γεγονότα;	ι. Το σχέδιο περιλαμβάνει τις κοινότητες που θα φιλοξενήσουν τα άτομα που εκκένωσαν την περιοχή στις δηλώσεις καταστροφής;
		κ. Το σχέδιο απαιτεί τις περιοδικές αναθεωρήσεις και τις αναπροσαρμογές του σχεδίου, των ασκήσεων, και των αναφορών σχετικά με την εκκένωση ως τμήμα της διαδικασίας προγραμματισμού;
2	Το σχέδιο απαιτεί οργανώσεις για να προετοιμάσουν τις τυποποιημένες επιχειρησιακές διαδικασίες που περιέχουν τις λεπτομερείς οδηγίες που τα αρμόδια άτομα πρέπει να ακολουθήσουν για να ολοκληρώσουν τους ορισμένους στόχους;	α. Το σχέδιο απαιτεί τις οργανώσεις για να προετοιμάσουν τις τυποποιημένες λειτουργικές διαδικασίες που περιέχουν τις λεπτομερείς οδηγίες που τα αρμόδια άτομα πρέπει να ακολουθήσουν για να ολοκληρώσουν τους ορισμένους στόχους;
3		β. Το σχέδιο εξετάζει τις διαδικασίες σε ισχύ για το χειρισμό της επανεγκατάστασης του πληθυσμού, και τη διαβίβαση αυτών στο κοινό;
		γ. Το σχέδιο περιλαμβάνει τις διατάξεις για τη μεταφορά των ατόμων που εκκενώνουν την περιοχή πίσω στην κατοικία τους;
		δ. Το σχέδιο προσδιορίζει τους πόρους και τον εξοπλισμό προσωπικού που απαιτούνται για να υποστηρίξουν την επανεγκατάσταση;
		ε. Το σχέδιο περιλαμβάνει τις διατάξεις για τη βοήθεια των ατόμων που εκκένωσαν την περιοχή για την επανασύνδεση με τα υπόλοιπα μέλη της οικογένειας;

Δημόσιες επικοινωνίες και προπαρασκευή	
Κριτήρια	Ερώτηση
1 Το σχέδιο περιγράφει τις διατάξεις και τις μεθόδους για την ειδοποίηση των πολιτών σε περίπτωση που η εκκένωση είναι απαραίτητη;	α. Το σχέδιο περιέχει τις διατάξεις να επιτευχθεί η έγκαιρη γνωστοποίηση των οδηγιών εκκένωσης για να προετοιμαστούν οι πολίτες πριν από την εκκένωση;
	β. Το σχέδιο προσδιορίζει πιθανά εναλλακτικά σχέδια σε περίπτωση που τα δημόσια μέσα επικοινωνιών δεν είναι διαθέσιμα;
	γ. Το σχέδιο προβλέπει την επικοινωνία με τους ανθρώπους που δεν μιλούν τη γλώσσα της χώρας;
	δ. Το σχέδιο περιλαμβάνει τις διατάξεις για την επικοινωνία με τα άτομα με ειδικές ανάγκες που εκκενώνουν την περιοχή;
	ε. Το σχέδιο προβλέπει ενημέρωση του κοινού για τους κατ' εκτίμηση χρόνους μετάβασης ασφαλές χώρο υπό τους τρέχοντες όρους;
	ζ. Το σχέδιο εξετάζει την επικοινωνία των εναλλακτικών διαδρομών ή/και του τρόπου μεταφοράς;
2 Το σχέδιο προσδιορίζει τι θα γίνει για να παραμείνουν τα άτομα που εκκενώνουν την περιοχή ενήμερα κατά τη διάρκεια της εκκένωσης ώστε να μειωθεί το επίπεδο διανοητικής και φυσικής πίεσής τους;	α. Το σχέδιο εξετάζει την πληροφόρηση των ατόμων που εκκενώνουν την περιοχή για τους διαθέσιμους τρόπους μεταφορών, τον τρόπο πρόσβασης, και οποιοσδήποτε περιορισμούς σχετικά με τα αντικείμενα που τα άτομα που ενώνουν την περιοχή μπορούν να έχουν μαζί τους;
	β. Το σχέδιο εξετάζει την ενημέρωση των ατόμων που εκκενώνουν την περιοχή σχετικά με το πότε θα ξεκινήσει η διαδικασία της μετακίνησης και τη συχνότητα δρομολογίων από τις καθορισμένες περιοχές;
	γ. Το σχέδιο καθορίζει το χρόνο για τους δημόσιους υπαλλήλους να παρέχουν την ενημέρωση σχετικά με τη φάση που βρίσκεται η εκκένωση, και το σχέδιο εξετάζει την πληροφόρηση του κοινού σχετικά με το πότε να αναμένει τέτοιες αναπροσαρμογές;

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	Εκτίμηση δεικτών αξιολόγησης χωρικού σχεδιασμού με σενάρια εκκένωσης αστικών περιοχών σε κατάσταση πανικού
-----------	--

Δημόσιες επικοινωνίες και προπαρασκευή	
Κριτήρια	Ερώτηση
2 Το σχέδιο προσδιορίζει τι θα γίνει για να παραμείνουν τα άτομα που εκκενώνουν την περιοχή ενήμερα κατά τη διάρκεια της εκκένωσης ώστε να μειωθεί το επίπεδο διανοητικής και φυσικής πίεσής τους;	δ. Το σχέδιο εξετάζει την πληροφόρηση των ατόμων που εκκενώνουν την περιοχή για τον προορισμό τους πριν την επιβίβαση στις δημόσιες συγκοινωνίες;
	ε. Το σχέδιο εξετάζει την πληροφόρηση του κοινού ή/και των μελών των οικογενειών για τον προορισμό των ατόμων που εκκένωσαν την περιοχή;
	ζ. Το σχέδιο εξετάζει την παροχή πληροφοριών στο κοινό για τις διαθέσιμες υπηρεσίες κατά μήκος των διαδρομών εκκένωσης και στα καταφύγια;
	η. Το σχέδιο προσδιορίζει καθορισμένους ιστοχώρους και γραμμές άμεσης επικοινωνίας, κ.λπ. όπου οι άνθρωποι μπορούν να λάβουν απαντήσεις στις ερωτήσεις/τις ανησυχίες τους;
	θ. Το σχέδιο παρέχει μέτρα ασφάλειας που διαβεβαιώνουν το κοινό ότι οι ιδιοκτησίες που αφήνουν είναι ασφαλείς;
	ι. Το σχέδιο προσδιορίζει τις υπηρεσίες υποστήριξης που είναι διαθέσιμες για τα άτομα με ειδικές ανάγκες;
3 Το σχέδιο περιγράφει τα μέσα που θα χρησιμοποιήσει η πολιτεία για να κρατήσει τα άτομα που εκκενώνουν την περιοχή και το κοινό ενήμερα για τις συγκεκριμένες ενέργειες που πρέπει να κάνουν αφού έχει αρχίσει η εκκένωση;	α. Το σχέδιο καθορίζει ότι η κατάσταση των εθνικών οδών αναφέρεται στις ανακοινώσεις έκτακτης ανάγκης για τους ταξιδιώτες που βρίσκονται καθ'οδόν;
	β. Το σχέδιο εξετάζει εναλλακτικά πιθανά σχέδια σε ισχύ εάν οι κανονικοί τρόποι επικοινωνιών είναι μη διαθέσιμοι;

Η εκκένωση για τα άτομα με ειδικές ανάγκες

Κριτήρια		Ερώτηση
1	Το σχέδιο περιγράφει παροχές για τη μετακίνηση ατόμων με ειδικές ανάγκες συμπεριλαμβανομένων όσων βρίσκονται σε ειδικά νοσοκομεία και όσων ζούν μόνοι τους (π.χ., άνθρωποι με φυσικές, διανοητικές, γνωστικές, και αναπτυξιακές ανάγκες);	α. Το σχέδιο περιλαμβάνει διατάξεις για τη μετακίνηση των απαραίτητων βοηθημάτων μετακίνησης όπως οι αναπηρικές καρέκλες, τα συστήματα υποστήριξης και τον εξοπλισμό επικοινωνίας;
		β. Το σχέδιο προσδιορίζει τους πληθυσμούς ατόμων με ειδικές ανάγκες στην κοινότητα ανάλογα με τη γεωγραφική θέση που βρίσκονται (π.χ., νοσοκομεία, οίκοι ευγηρίας, κ.λπ.);
		γ. Το σχέδιο περιέχει διατάξεις για το συντονισμό των κατάλληλων φορέων για τη μετακίνηση των ατόμων με ειδικές ανάγκες;
		δ. Το σχέδιο περιέχει μια πολιτική όσον αφορά τη μετακίνηση των ζώων που συντροφεύουν άτομα με ειδικές ανάγκες στα καταφύγια ή στα οχήματα διαφυγής, τα αεροπλάνα, τα ελικόπτερα, κ.λπ.;
		ε. Το σχέδιο περιλαμβάνει διάταξη για την προστασία αυτών των ατόμων που εκκενώνουν την περιοχή;
2	Το σχέδιο περιγράφει τις παροχές για την εκκένωση άλλων πληθυσμών με ειδικές ανάγκες (π.χ., άνθρωποι σε σχολεία, ειδικά κέντρα, φυλακές, καθώς επίσης και τους ανθρώπους που δεν μιλούν τη γλώσσα, είναι τουρίστες, εποχιακοί εργαζόμενοι, ή άστεγοι);	α. Το σχέδιο λαμβάνει μέτρα για τα σχολεία και τα κέντρα ημερήσιας φροντίδας;
		β. Το σχέδιο λαμβάνει μέτρα για τις κατασκηνώσεις;
		γ. Το σχέδιο λαμβάνει μέτρα για τους έγκλειστους (π.χ., άτομα στις φυλακές, στα κέντρα απεξάρτησης κλπ);
		δ. Το σχέδιο λαμβάνει μέτρα για τον μη μόνιμο πληθυσμό (π.χ. τουρίστες, εποχιακοί εργαζόμενοι, άστεγοι, κ.λπ.);
		ε. Το σχέδιο λαμβάνει μέτρα για τα άτομα που δε μιλάνε τη γλώσσα της χώρας;

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	Εκτίμηση δεικτών αξιολόγησης χωρικού σχεδιασμού με σενάρια εκκένωσης αστικών περιοχών σε κατάσταση πανικού
------------------	---

Διαδικασίες		
	Κριτήρια	Ερώτηση
1	<p>Το σχέδιο περιλαμβάνει τις διατάξεις ώστε να εξασφαλιστεί διαθεσιμότητα των δημόσιων και ιδιωτικών τρόπων μετακίνησης και των απαραίτητων υπεύθυνων για τη μετακίνηση;</p>	<p>α. Το σχέδιο περιλαμβάνει διαδικασίες ελέγχου της εκκένωσης σχετικά με τη μετακίνηση των ατόμων με τα μέσα μεταφοράς, τα τρένα, τα πλοία, τα αεροπλάνα ώστε να καθοριστεί η επάρκειά τους;</p> <p>β. Το σχέδιο εξετάζει τα εναλλακτικά πιθανά σχέδια για τη λήψη πρόσθετων οχημάτων μεταφορών, εάν είναι απαραίτητο;</p> <p>γ. Το σχέδιο προβλέπει το συντονισμό των μετακινήσεων ώστε να μη δημιουργηθεί συμφόρηση σε περίπτωση που γειτονικές περιοχές έχουν ανάγκη από τη χρήση των ίδιων πόρων;</p> <p>δ. Το σχέδιο εξετάζει τη χρήση εφεδρικών συμβάσεων με ιδώτες ιδιοκτήτες λεωφορείων, ασθενοφόρων, συρμών, αεροπλάνων, κ.λπ., ώστε να υπάρχουν διαθέσιμοι οδηγοί για να καλύψουν ελλείψεις σε προσωπικό;</p>
2	<p>Το σχέδιο περιγράφει τους ασφαλείς και πρακτικούς τρόπους μεταφορών που θα είναι διαθέσιμοι στα άτομα που εκκενώνουν την περιοχή και δεν έχουν δυνατότητα να μετακινηθούν (εκτός από τα άτομα με ειδικές ανάγκες);</p>	<p>α. Το σχέδιο περιλαμβάνει τους φορείς που αναλαμβάνουν να παρέχουν τα μέσα μεταφορών;</p> <p>β. Το σχέδιο περιλαμβάνει τη χρήση των δημόσιων οχημάτων, των σχολικών λεωφορείων, και άλλων οχημάτων;</p> <p>γ. Το σχέδιο περιλαμβάνει τη χρήση μη δημόσιων οχημάτων (π.χ., λεωφορεία εκκλησιών, οχήματα εθελοντικών ομάδων, κ.λπ.) ως πιθανότητα;</p> <p>δ. Το σχέδιο μεριμνά για τη μεταφορά των αποσκευών των ατόμων που εκκενώνουν και για την ενημέρωση των ατόμων σχετικά με ισχύοντες περιορισμούς;</p> <p>ε. Το σχέδιο προβλέπει μέτρα για τη μετάβαση των ατόμων στα σημεία από όπου θα αναχωρήσουν με τα μέσα μεταφοράς για την εκκένωση;</p>

		Διαδικασίες	
Κριτήρια		Ερώτηση	
3	Το σχέδιο προσδιορίζει τις διαδρομές εκκένωσης;	α. Το σχέδιο απαιτείται να περιλαμβάνει τις διαδρομές εκκένωσης για να κοινοποιηθεί στο κοινό;	
		β. Το σχέδιο εξετάζει την ασφάλεια των διαδρομών (π.χ. δρόμοι, γέφυρες, σιδηρόδρομοι, υδάτινες οδοί, διάδρομοι προσγείωσης, κ.λπ.) που θα χρησιμοποιηθούν;	
		γ. Το σχέδιο απαιτεί οι κρίσιμες επιχειρησιακές αλλαγές να κοινοποιούνται στο κέντρο επιχειρήσεων έκτακτης ανάγκης και το κοινό;	
		δ. Το σχέδιο προβλέπει να ελεγχθεί η πρόσβαση στις διαδρομές εκκένωσης και να ρυθμιστεί η κυκλοφοριακή ροή;	
		η. Το σχέδιο προσδιορίζει ένα σύστημα επικοινωνίας με τις γειτονικές περιοχές για το ποιες διαδρομές θα χρησιμοποιηθούν και πότε;	
		θ. Το σχέδιο προβλέπει την ύπαρξη τροφίμων, νερού, παροχής καυσίμων κατά τη διάρκεια της διαδρομής μεριμνώντας και για τα άτομα με ειδικές ανάγκες;	
		ι. Το σχέδιο περιλαμβάνει καταλόγους με τους διαθέσιμους πόρους που θα χρησιμοποιηθούν τις διαδρομές εκκένωσης (συμπεριλαμβανομένων όλων των αναγκών σε πόρους που προσδιορίζονται ανωτέρω);	
4	Το σχέδιο εξετάζει τη χρήση μέτρων αντιρροής (contraflow);	α. Το σχέδιο περιλαμβάνει τα συγκεκριμένα σχέδια αντορροής που έχουν αναπτυχθεί με όλα τα συμβαλλόμενα μέλη που επηρεάζονται;	
		β. Το σχέδιο εξετάζει τις στρατηγικές για τους αποκριτές έκτακτης ανάγκης, τα οχήματα διέλευσης, και άλλο ουσιαστικό εξοπλισμό που θα κινείται ενάντια στην κυρίαρχη εξερχόμενη ροή;	

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	Εκτίμηση δεικτών αξιολόγησης χωρικού σχεδιασμού με σενάρια εκκένωσης αστικών περιοχών σε κατάσταση πανικού
-----------	--

Διαδικασίες	
Κριτήρια	Ερώτηση
4	<p data-bbox="264 363 963 454">Το σχέδιο εξετάζει τη χρήση μέτρων αντιρροής (contraflow);</p> <p data-bbox="963 363 2060 454">γ. Το σχέδιο αναφέρει πληροφορίες επικοινωνίας στο κοινό για τα σχέδια αντιρροής και τους χρόνους έναρξης και λήξης των διαδικασιών αντιρροής;</p> <p data-bbox="963 454 2060 550">δ. Το σχέδιο προσδιορίζει ένα σύστημα για το συντονισμό των διαδικασιών αντιρροής στις γειτονικές αρμοδιότητες;</p> <p data-bbox="963 550 2060 638">ε. Το σχέδιο αναφέρει αν τα σχέδια αντιρροής έχουν εξεταστεί σε μια άσκηση ή σε μια πραγματική εκκένωση;</p>

Ζητήματα σχετικά με τα καταφύγια		
Κριτήρια	Ερώτηση	
1	Το σχέδιο απαιτεί τη θέσπιση συμφωνιών αμοιβαίας ενίσχυσης με άλλες αρμοδιότητες για να τυποποιήσει την πρόσβασιμότητα και τη χρήση των καταφυγίων;	α. Το σχέδιο αναφέρει εάν οι συμφωνίες προβλέπουν ικανοποιητικούς χώρους για να στεγάσουν τα άτομα που θα χρειαστεί να εκκενώσουν την περιοχή στη δυσμενέστερη περίπτωση;
		β. Το σχέδιο περιλαμβάνει τις διατάξεις για την ανακοίνωση και το συντονισμό των κοινοτήτων που θα φιλοξενήσουν τα άτομα, τις μη κυβερνητικές οργανώσεις, και άλλους φορείς για να απευθύνει την ενεργοποίηση των διαδικασιών που σχετίζονται με τα καταφύγια;
2	Το σχέδιο περιλαμβάνει τις διατάξεις για την πληροφόρηση των χειριστών και των ατόμων που εκκενώνουν την περιοχή καταφυγίων για τις θέσεις των δημόσιων καταφυγίων έξω από την περιοχή εκκένωσης και τη θέση τους (π.χ., σύνολο, δεχόμενος τα άτομα που εκκενώνουν την περιοχή, που δέχονται τα άτομα που εκκενώνουν την περιοχή με τα κατοικίδια ζώα, τα πρόσθετα καταφύγια αναγκών, κ.λπ.);	α. Το σχέδιο περιέχει ένα σύστημα ώστε να ενημερώνονται οι πληροφορίες σχετικά με τα καταφύγια κατά τη διάρκεια της εκκένωσης;
		β. Το σχέδιο περιέχει ένα σύστημα για και τις πληροφορίες στα άτομα που εκκενώνουν την περιοχή για τη διαθεσιμότητα των μη-δημόσιων καταφυγίων όπως τα ξενοδοχεία;
		γ. Το σχέδιο περιλαμβάνει τις διατάξεις για να κρατήσει ενήμερα τα άτομα που συντονίζουν τη δράση στα καταφύγια για τη θέση και την κατάσταση των εναλλακτικών καταφυγίων;
		δ. Το σχέδιο απαιτεί τις διαδρομές προς τα καταφύγια και την επισήμανση των καταφυγίων;
3	Το σχέδιο εξετάζει τις στρατηγικές και τις ευθύνες για τις επιχειρήσεις που αφορούν στη μετάβαση στα καταφύγια;	α. Το σχέδιο προβλέπει την ύπαρξη τροφίμων, νερού, και υγιεινής στα καταφύγια;
		β. Το σχέδιο προβλέπει την υποστήριξη πρώτων βοηθειών και διανοητικής υγείας στα καταφύγια;
		γ. Το σχέδιο προβλέπει την ασφάλεια στα καταφύγια;
		δ. Το σχέδιο προβλέπει τις πληροφορίες ευημερίας καταστροφής στα καταφύγια;

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	Εκτίμηση δεικτών αξιολόγησης χωρικού σχεδιασμού με σενάρια εκκένωσης αστικών περιοχών σε κατάσταση πανικού
-----------	--

Ζητήματα σχετικά με τα καταφύγια		
	Κριτήρια	Ερώτηση
3	Το σχέδιο εξετάζει τις στρατηγικές και τις ευθύνες για τις επιχειρήσεις που αφορούν στη μετάβαση στα καταφύγια;	<p>ε. Το σχέδιο προβλέπει την προστασία ατόμων με ειδικές ανάγκες;</p> <p>ζ. Το σχέδιο προβλέπει την προστασία πληθυσμών;</p> <p>η. Το σχέδιο περιλαμβάνει λίστα με τη δυνατότητα των πόρων να υποστηρίξουν τις επιχειρήσεις μετάβασης στα καταφύγια;</p>
4	Το σχέδιο περιλαμβάνει τις διατάξεις για την προσοχή και την προστασία των ζώων;	<p>α. Το σχέδιο περιλαμβάνει διατάξεις ώστε να βοηθηθούν κατά την εκκένωση οι άνθρωποι και τα ζώα συντρόφων τους;</p> <p>β. Το σχέδιο περιέχει την πολιτική όσον αφορά την προστασία των κατοικίδιων ζώων;</p> <p>γ. Το σχέδιο εξετάζει τη διαβίβαση στο κοινό των διαθέσιμων καταφυγίων που δέχονται τα κατοικίδια ζώα και εάν είναι εξοπλισμένοι για να ικανοποιήσουν τις ανάγκες των κατοικίδιων ζώων;</p> <p>δ. Το σχέδιο εξετάζει τα μέτρα για να επανασυνδέσει τις οικογένειες με τα κατοικίδια ζώα τους;</p> <p>ε. Το σχέδιο εξετάζει τις παροχές για τον προσδιορισμό και τη βοήθεια άλλων ζώων σε περίπτωση εκκένωσης (π.χ., ζώα στα αγροκτήματα, στα κτηνιατρικά νοσοκομεία, στους ζωολογικούς κήπους, στα πάρκα, στα καταστήματα κατοικίδιων ζώων, κλπ);</p>

Κατάρτιση και ασκήσεις μαζικής εκκένωσης		
Κριτήρια	Ερώτηση	
1	Το σχέδιο περιλαμβάνει τις διατάξεις για την κατάρτιση ενός εθελοντικού μόνιμου προσωπικού για να υποστηριχθούν οι διαχειριστικές επιχειρήσεις σχετικά με τα καταφύγια, με τη μεταφορά των ατόμων που εκκενώνουν την περιοχή, και τους σταθμούς πρώτων βοηθειών κατά μήκος των διαδρομών εκκένωσης, κ.λπ.;	α. Το σχέδιο προβλέπει εκπαιδευμένο προσωπικό για να υποστηρίξει τις διαχειριστικές επιχειρήσεις σχετικά με τα καταφύγια;
		β. Το σχέδιο προβλέπει εκπαιδευμένο προσωπικό για να υποστηρίξει τη διαδικασία εκκένωσης (τρόφιμα, πρώτες βοήθειες, πληροφορίες, κ.λπ.);
2	Το σχέδιο απαιτεί τις περιοδικές αναθεωρήσεις και τις αναπροσαρμογές του σχεδίου, των ασκήσεων, και των αναφορών της εκκένωσης ως τμήμα της διαδικασίας προγραμματισμού;	α. Το σχέδιο απαιτεί τις περιοδικές αναθεωρήσεις και τις αναπροσαρμογές του σχεδίου, των ασκήσεων, και των εκθέσεων μετά από-δράσης ως τμήμα της διαδικασίας προγραμματισμού;

Πίνακας 1-2: Υποπαράγοντες διαμορφωμένοι ως ερωτήσεις αξιολόγησης, για περαιτέρω «καθαρισμό» των γενικών ερωτήσεων αξιολόγησης

Πηγή: <http://www.fhwa.dot.gov/reports/hurricanevacuation/appendixc.htm>