

+

**Αθήνα, Νοέμβριος 2024**



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΩΝ, ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ & ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ**  
**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗΝ ΔΙΟΙΚΗΣΗ**  
**ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ (MBA) ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΤΟ ΨΗΦΙΑΚΟ ΕΠΙΧΕΙΡΕΙΝ**

**Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία**

*Κατανομή ομάδας πωλητών σε γεωγραφικές περιοχές λαμβάνοντας υπόψη  
πολλαπλούς στόχους. Εφαρμογή στον φαρμακευτικό κλάδο.*

**Συγγραφέας:**

**Καρουσάτος Κωνσταντίνος**

**ΑΜ: MBA20023**

**Επιβλέπων:**

**Δρ. Ισαάκ Βρυζίδης**

**Athens, November 2024**



**UNIVERSITY OF WEST ATTICA**  
**SCHOOL OF ADMINISTRATIVE, ECONOMICS AND SOCIAL SCIENCES**  
**DEPARTMENT OF BUSINESS ADMINISTRATION**  
**MASTER IN BUSINESS ADMINISTRATION – DIGITAL BUSINESS**

**Diploma Thesis**

*Geographic salespersons allocation taking into consideration multiple targets.  
Implementation on pharmaceutical sector.*

**Student Name:**

**Karousatos Konstantinos**

**Registration Number: MBA20023**

**Supervisor:**

**Dr. Isaak Vryzidis**



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΩΝ, ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ & ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ**  
**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗΝ ΔΙΟΙΚΗΣΗ**  
**ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ (MBA) ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΤΟ ΨΗΦΙΑΚΟ ΕΠΙΧΕΙΡΗΝ**

**Κατανομή ομάδας πωλητών σε γεωγραφικές περιοχές λαμβάνοντας υπόψιν  
πολλαπλούς στόχους. Εφαρμογή στον φαρμακευτικό κλάδο.**

**Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής συμπεριλαμβανομένου και του Εισηγητή**

Η μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι  
Εξεταστική Επιτροπή:

<b>A/a</b>	<b>ΟΝΟΜΑ ΕΠΩΝΥΜΟ</b>	<b>ΒΑΘΜΙΔΑ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ</b>	<b>ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ</b>
<b>1</b>	<b>Ισαακ Βρυζίδης</b>	<b>Επίκουρος Καθηγητής</b>	
<b>2</b>	<b>Αθανάσιος Σπυριδάκος</b>	<b>Καθηγητής</b>	
<b>3</b>	<b>Ιωάννης Σαλμόν</b>	<b>Αναπληρωτής Καθηγητής</b>	

## ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο/η κάτωθι υπογεγραμμένος/η Καρουσάτος Κωνσταντίνος του Γεωργίου – Παντελεήμονος, με αριθμό μητρώου MBA20023 φοιτητής/τρια του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών Διοίκησης Επιχειρήσεων (MBA) του Τμήματος Διοίκησης Επιχειρήσεων της Σχολής Διοικητικών Οικονομικών και Κοινωνικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Ο Δηλών



## Ευχαριστίες

Καταρχάς θα ήθελα ειλικρινά να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου Δρ. Ισαάκ Βρυζίδη για την καθοδήγηση αλλά και την αμεσότητα που επέδειξε κατά την διάρκεια της εκπόνησης της πτυχιακής μου εργασίας. Ένωσα πολλές φορές τυχερός κατά την διάρκεια της υλοποίησης της συγκεκριμένης εργασίας που είχα τον συγκεκριμένο καθηγητή ως επιβλέποντα. Πολλές φορές ένιωσα να ξεπερνάω τα όριά μου και ότι έχω βρεθεί σε ένα τέλμα ως προς την υλοποίηση της εργασίας αλλά η καθοδήγηση που είχα ήταν τέτοια ώστε να ολοκληρωθεί η εργασία μου.

Πέραν όμως της επιστημονικής υποστήριξης και καθοδήγησης υπήρξαν πολλοί άλλοι μου με στήριξαν με τον έναν ή τον άλλον τρόπο όλο αυτό το χρονικό διάστημα. Ένας από αυτούς ήταν ο προϊστάμενός μου Ιωάννης Γκουβίτσος που μου έδωσε το αρχικό ερέθισμα για την συγκεκριμένη εργασία αλλά και στην συνέχεια τις συμβουλές του και την στήριξη του. Άκουσε πολλές φορές τα προβλήματα που αντιμετώπιζα και μου πρότεινε και αυτός με την σειρά του εναλλακτικές προσεγγίσεις ώστε να προκύψει αυτό το αποτέλεσμα.

Ένα μεγάλο τίμημα πλήρωσε και η οικογένειά μου, αλλά όλοι τους με τον τρόπο τους μου στάθηκαν και τελικά έλαβα την υποστήριξη που χρειαζόμουν. Θέλω να πω ένα μεγάλο ευχαριστώ στη σύζυγό μου Εβελίνα Μασσαλή που άντεξε μία ακόμα δοκιμασία και μου στάθηκε όπως πάντα. Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω τα παιδιά μας, Νεφέλη, Γιώργο και Φίλιππο, που ήταν και αυτά υποστηρικτικά παρόλο που η ενασχόληση μου με την συγκεκριμένη εργασία μείωνε τον ελεύθερο χρόνο που μπορούσαμε να περνάμε μαζί.

18/11/2024

Καρουσάτος Κωνσταντίνος

## Περίληψη

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματεύεται την κατανομή γεωγραφικών περιοχών σε συγκεκριμένο αριθμό ιατρικών επισκεπτών, λαμβάνοντας υπόψη πολλαπλούς στόχους, με εφαρμογή στον φαρμακευτικό κλάδο. Ο κύριος στόχος της εργασίας είναι η ισορροπημένη κατανομή των περιοχών στους ιατρικούς επισκέπτες. Πιο συγκεκριμένα, επιδιώκεται ο μικρότερος δυνατός χρόνος μετακίνησης των ιατρικών επισκεπτών ταυτόχρονα με την εξισορρόπηση του μεγέθους των πωλήσεων και των επισκέψεων που τους ανατίθενται.

Για την επίτευξη των παραπάνω στόχων, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος του πολυστοχικού προγραμματισμού. Για την επίλυση του προβλήματος έγινε χρήση μεταερευτικού αλγόριθμου με την χρήση της Python και του πακέτου GEKKO.

Τα αποτελέσματα της εργασίας έδειξαν ότι η προτεινόμενη προσέγγιση μπορεί να συμβάλλει σημαντικά στην βελτιστοποίηση της ανάθεσης περιοχών με χρήση πολλαπλών κριτηρίων. Αν και η συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης αφορά τον φαρμακευτικό κλάδο η συγκεκριμένη προσέγγιση με τις κατάλληλες προσαρμογές μπορεί να εφαρμοστεί και σε άλλους κλάδους.

Συνολικά, η συγκεκριμένη εργασία αναδεικνύει τη σημασία της πολυστοχικής προσέγγισης στην επίλυση σύνθετων προβλημάτων μέσω της χρήσης των κατάλληλων εργαλείων και αλγορίθμων.

Λέξεις κλειδιά: Ανάθεση τομέων ευθύνης, επιχειρησιακή έρευνα, βέλτιστη λύση, ομάδες πώλησης

## **Abstract**

The present thesis focuses on the allocation of geographic regions to a specific number of medical representatives, taking into account multiple objectives, with an application in the pharmaceutical industry. The main objective of this work is the balanced distribution of regions among the medical representatives. Specifically, the aim is to minimize the travel time of the medical representatives while simultaneously balancing the sales and visits assigned to them.

To achieve these goals, the multi-objective programming method was employed. For problem solving, a metaheuristic algorithm was used, implemented in Python using the GEKKO package.

The results of the study showed that the proposed approach can significantly contribute to optimizing the allocation of regions using multiple criteria. Although this specific case study is focused on the pharmaceutical industry, this approach can be applied to other industries with appropriate adaptations.

Overall, this work highlights the importance of the multi-objective approach in solving complex problems through the use of suitable tools and algorithms.

Keywords: Territory Alignment, Operational Research, Optimal Solution, Sales Teams

## Περιεχόμενα

<b>1. Εισαγωγή</b> .....	<b>9</b>
1.1 Επiloγή θέματος και η σημαντικότητα του.....	9
1.2 Περιγραφή κεφαλαίων/Δομή εργασίας .....	10
<b>2. Βιβλιογραφία</b> .....	<b>12</b>
2.1 Η σημασία και οι θετικές επιδράσεις της σωστής ανάθεσης τομέων ευθύνης.....	12
2.2 Η ανάγκη για συνεχείς προσαρμογές σε ένα δυναμικό και μεταβαλλόμενο περιβάλλον .....	13
2.3 Οι ομάδες πωλήσεων και το σύγχρονο επιχειρηματικό περιβάλλον.....	14
2.4 Η ανάγκη για κατά περίπτωση προσέγγιση τέτοιου τύπου προβλημάτων .....	16
<b>3. Μελέτες Περίπτωσης</b> .....	<b>18</b>
3.1 Καταμερισμός γεωγραφικών περιοχών σε προκαθορισμένο αριθμό τομέων .....	19
3.2 Ανάθεση γεωγραφικών περιοχών σε τομείς με αυστηρούς περιορισμούς.....	22
3.3 Αξιολόγηση και σύγκριση αποτελεσμάτων για εύρεση βέλτιστων πρακτικών ανάθεσης τομέων .....	29
3.4 Βελτιστοποιήσεις ανάθεσης με προκαθορισμένες γεωγραφικές περιοχές και αριθμό τομέων .....	33
3.5 Εφαρμογή στον φαρμακευτικό κλάδο.....	36
<b>4. Το πλαίσιο λειτουργίας των ιατρικών επισκέψεων στην Ελλάδα</b> .....	<b>39</b>
4.1 Παράμετροι και δεδομένα φαρμακευτικών πωλήσεων στην Ελλάδα.....	40
4.2 Επαγγελματίες υγείας στην Ελληνική επικράτεια.....	42
4.3 Πώς προκύπτει ο ζητούμενος αριθμός επισκέψεων ανά περιοχή.....	47
4.4 Παράμετροι και περιορισμοί στον φαρμακευτικό κλάδο.....	49
<b>5. Μελέτη περίπτωσης φαρμακευτικής εταιρείας</b> .....	<b>50</b>
5.1 Περιοχές προς ανάθεση .....	51
5.2 Η περιοχή της Αττικής .....	52
5.3 Δεδομένα της συγκεκριμένης μελέτης περίπτωσης .....	57
<b>6. Μεθοδολογία επίλυσης</b> .....	<b>61</b>
6.1 Το μαθηματικό μοντέλο .....	61
6.2 Επiloγή του εργαλείου για την υλοποίηση του αλγόριθμου επίλυσης του προβλήματος .....	64
6.4 Βήματα υλοποίησης πολυστοχικού προγραμματισμού.....	66
<b>7. Συμπεράσματα</b> .....	<b>79</b>
7.1 Καταληκτικές σκέψεις.....	79
7.2 Προτάσεις για μελλοντική έρευνα.....	80
<b>8. Βιβλιογραφία</b> .....	<b>82</b>



# 1. Εισαγωγή

## 1.1 Επιλογή θέματος και η σημαντικότητά του

Η παρούσα εργασία επιδιώκει να εφαρμόσει την επιχειρησιακή έρευνα στον φαρμακευτικό κλάδο. Πιο αναλυτικά, θα παρουσιαστεί μια συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης φαρμακευτικής εταιρείας που δραστηριοποιείται στην ελληνική επικράτεια. Η εν λόγω εταιρεία έχει ως στόχο να βρει τη βέλτιστη λύση ώστε να καταναίμει δίκαια και ισορροπημένα κάποιες συγκεκριμένες γεωγραφικές περιοχές της Αττικής (14) στους ιατρικούς επισκέπτες της (8). Ο αριθμός των γεωγραφικών περιοχών και ο αριθμός των ιατρικών επισκεπτών είναι δεδομένοι. Στόχος είναι να βρεθεί η βέλτιστη λύση ούτως ώστε οι περιοχές να μοιραστούν δίκαια ως προς το ύψος των πωλήσεων. Επίσης, ο χρόνος μετακίνησης των ιατρικών επισκεπτών πρέπει να είναι παρόμοιος μεταξύ των πωλητών. Τέλος, ο αριθμός των επισκέψεων που πραγματοποιούν οι πωλητές πρέπει να είναι παρόμοιος. Στην συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης υπάρχουν και κάποιοι περιορισμοί. Ο αριθμός των επισκέψεων των ιατρικών πωλητών σε μία δεδομένη χρονική περίοδο δεν πρέπει να υπερβαίνει τον αριθμό 290. Ένας ακόμα περιορισμός έχει να κάνει με το πως θα γίνει η κατανομή των γεωγραφικών περιοχών. Η κάθε περιοχή πρέπει να ανατεθεί σε έναν ιατρικό επισκέπτη. Λαμβάνοντας υπ' όψιν όλες τις παραπάνω παραμέτρους και τους περιορισμούς, θα επιχειρηθεί να βρεθεί η βέλτιστη λύση. Αξίζει να σημειωθεί ότι η βέλτιστη λύση πρέπει να προκύπτει σε ένα εύλογο χρονικό διάστημα και όχι να απαιτείται υπερβολικά μεγάλος υπολογιστικός χρόνος.

Έναυσμα για την επιλογή του θέματος αποτέλεσε η προσωπική μου εργασιακή εμπειρία στο συγκεκριμένο κλάδο. Πιο συγκεκριμένα, όντας εργαζόμενος στον φαρμακευτικό κλάδο τα τελευταία 10 συναπτά έτη και έχοντας διατελέσει ως αναλυτής δεδομένων σε τμήμα της εταιρείας που έχει ως σκοπό την υλοποίηση πρακτικών που συμβάλουν στην βελτίωση των πωλήσεων έχω αντιμετωπίσει πολλές φορές στην πράξη την ανάγκη να βρεθεί η βέλτιστη λύση ως προς την κατανομή συγκεκριμένων περιοχών στους ιατρικούς επισκέπτες. Εξυπακούεται ότι στόχος οποιασδήποτε εταιρείας στον φαρμακευτικό κλάδο που έχει τμήματα πωλήσεων είναι η αύξηση της παραγωγικότητας των ιατρικών επισκεπτών, η επακόλουθη αύξηση των πωλήσεων και φυσικά το μικρότερο δυνατό κόστος που προκύπτει από μετακινήσεις, έξοδα διαμονής

και γενικότερα από μη σωστή κατανομή των ανθρωπίνων πόρων. Κατά την εργασιακή μου εμπειρία έχω κληθεί να συνδράμω στην εύρεση βέλτιστης λύσης σε τέτοιου είδους εγχειρήματα και μου προκαλεί ιδιαίτερο ενδιαφέρον το πάντρεμα της πρακτικής μου εμπειρίας με το θεωρητικό επιστημονικό υπόβαθρο.

Η επιχειρησιακή έρευνα είναι ένας επιστημονικός κλάδος που εξορισμού μεταξύ άλλων εμπεριέχει την λήψη αποφάσεων μέσα από συγκεκριμένες μεθοδολογίες και χρήση νέων τεχνολογιών. Η συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης που θα εξεταστεί έχει μεγάλη πολυπλοκότητα και πολλές παραμέτρους απόφασης. Μέσα όμως από την υλοποίηση πρακτικών της επιχειρησιακής έρευνας τέτοιου είδους προβλήματα καθίστανται διαχειρίσιμα και γίνεται εφικτό να εντοπιστούν αποτελεσματικότερες λύσεις από αυτές που θα προκύπταν με άλλους τρόπους και άλλες προσεγγίσεις

Από τη διεξαγωγή της παρούσας εργασίας ενδέχεται να ωφεληθούν και άλλες επιχειρήσεις του φαρμακευτικού κλάδου στην Ελλάδα, διότι έχουν να αντιμετωπίσουν παρόμοιες προκλήσεις. Κατ' επέκταση ενδέχεται να ωφεληθούν και εταιρείες που δραστηριοποιούνται σε άλλους κλάδους (πέραν του φαρμακευτικού κλάδου) και αναζητούν κάποια βέλτιστη λύση ανάλογα με τις δικές τους ανάγκες. Τα μοντέλα που θα αναπτυχθούν αναλυτικά είναι προσαρμόσιμα και ικανά να δώσουν τη βέλτιστη λύση συνδυάζοντας πολλές απαιτήσεις και σεβόμενα τους εκάστοτε περιορισμούς.

## **1.2 Περιγραφή κεφαλαίων/Δομή εργασίας**

Η εργασία αυτή αρχικά σκιαγραφεί το σύγχρονο επιχειρηματικό περιβάλλον και αποδεικνύει τη μέγιστη σημασία της σωστής ανάθεσης τομέων ευθύνης.

Στη συνέχεια παρουσιάζει προηγούμενες αντίστοιχες μελέτες περιπτώσεις που είχαν ως αντικείμενο την αναζήτηση βέλτιστης λύσης όσον αφορά καταμερισμό γεωγραφικών περιοχών. Σημειώνονται οι στόχοι τους, οι προσεγγίσεις που ακολούθησαν, τα αποτελέσματα που προέκυψαν και σημειώνονται κάποια κοινά στοιχεία που παρατηρήθηκαν μεταξύ τους. Αξίζει να αναφερθεί ότι μία μελέτη περίπτωσης ασχολείται με τον φαρμακευτικό κλάδο και πραγματεύεται ένα πρόβλημα παρόμοιο με αυτό που θα αναλυθεί στην παρούσα μελέτη.

Έπειτα, περιγράφεται η ελληνική πραγματικότητα στην οποία δραστηριοποιούνται οι φαρμακευτικές εταιρείες και παρουσιάζονται οι δυσκολίες και οι προκλήσεις που

καλούνται να αντιμετωπίσουν. Αναλύονται οι διαδικασίες που ακολουθούνται ώστε να οριστεί ο αριθμός επισκέψεων ανά περιοχή και να γίνει η βέλτιστη κατανομή γεωγραφικών περιοχών στους ιατρικούς επισκέπτες.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται η μελέτη περίπτωσης της παρούσας εργασίας. Περιγράφονται αναλυτικά τα δεδομένα, οι περιορισμοί και οι στόχοι της. Γίνεται ιδιαίτερη αναφορά στην περιοχή της Αττικής αφού αυτή θα αποτελέσει και την περιοχή που θα μελετηθεί στην εν λόγω εργασία.

Στο επόμενο κεφάλαιο αναφέρεται το μαθηματικό μοντέλο καθώς και η υλοποίησή του. Περιγράφεται ο αλγόριθμος που χρησιμοποιήθηκε για την παρούσα μελέτη περίπτωσης. Στη συνέχεια, παρατίθενται τα αποτελέσματα που προέκυψαν.

Το τελευταίο κεφάλαιο αναφέρει κάποια συμπεράσματα που προέκυψαν από την ολοκλήρωση της εργασίας και τέλος παρουσιάζει ορισμένες προτάσεις για μελλοντική έρευνα.

## 2. Βιβλιογραφία

### 2.1 Η σημασία και οι θετικές επιδράσεις της σωστής ανάθεσης τομέων ευθύνης

Πολλές επιχειρήσεις ανά τον κόσμο και σε διαφορετικούς επιχειρηματικούς κλάδους χρησιμοποιούν μεταξύ άλλων ως μέσο προώθησης και εξυπηρέτησης των πελατών τους πωλητές. Οι πωλητές στα πλαίσια του ρόλου τους επισκέπτονται ή επικοινωνούν με τους πελάτες σε τακτά χρονικά διαστήματα με σκοπό την ενημέρωση των πελατών σε σχέση με τα προϊόντα ή και τις υπηρεσίες που μπορεί να προσφέρει η εταιρεία την οποία εκπροσωπούν με σκοπό την διασφάλιση των μέγιστων δυνατών πωλήσεων (Arnett et al., 2005).

Η περιοχή ευθύνης μιας εταιρείας μπορεί να καλύπτει μία μεγάλη γεωγραφική περιοχή ή ακόμα και μία ολόκληρη χώρα. Για την εξυπηρέτηση των αναγκών του τμήματος πωλήσεων μπορεί να απαιτούνται δεκάδες, εκατοντάδες ή και χιλιάδες πωλητές (Correa, 2012; Zoltners and Sinha, 2005).

Η όσο το δυνατόν ορθότερη κατανομή των πόρων μίας ομάδας πώλησης μπορεί να επιφέρει βελτίωση στις πωλήσεις από 2%-7% και να ελαχιστοποιήσει τα απαιτούμενα έξοδα για την εξυπηρέτηση των πελατών μέσω του περιορισμού των μετακινήσεων και των εξόδων διαμονής (Zoltners and Sinha, 2005).

Θετική επίσης είναι η επίδραση που έχει η ορθή κατανομή πόρων μια ομάδας πώλησης και στους ίδιους τους πωλητές. Εξισορροπείται ο απαιτούμενος φόρτος εργασίας και η συμμετοχή στις πωλήσεις μεταξύ των μελών μια ομάδας και έτσι εμπεδώνεται ένα αίσθημα δικαιοσύνης. Αυτό έχει θετικό αντίκτυπο στην ικανοποίηση των πωλητών κάτι που δρα θετικά και στην απόδοση τους (Ríos-Mercado and Fernández, 2009; Smith et al., 2000). Η επιχείρηση αποκτά ένα ανταγωνιστικό πλεονέκτημα αφού βελτιώνεται το επίπεδο εξυπηρέτησης των πελατών και η ποιότητα ζωής των πωλητών ενώ ταυτόχρονα μειώνονται τα κόστη που απαιτούνται για την υποστήριξη της ομάδας των πωλήσεων (Ruvalcaba et al., 2011).

## **2.2 Η ανάγκη για συνεχείς προσαρμογές σε ένα δυναμικό και μεταβαλλόμενο περιβάλλον**

Σε ένα συνεχώς μεταβαλλόμενο περιβάλλον θα πρέπει οι εταιρείες να είναι σε θέση να προσαρμόζουν σε τακτά χρονικά διαστήματα τις πρακτικές προώθησης και τον σχεδιασμό των περιοχών ευθύνης πωλήσεων για να μπορούν να είναι ανταγωνιστικές και αποτελεσματικές. Η αποτελεσματική λειτουργία του τμήματος πωλήσεων μίας εταιρείας δεν σχετίζεται αποκλειστικά με την ικανότητα των πωλητών της αλλά με έναν συνδυασμό παραγόντων όπου καταλυτικό ρόλο παίζει και ο σχεδιασμός των περιοχών ευθύνης (Babakus et al., 1996).

Εκτός από το εξωτερικό περιβάλλον στο οποίο πολλές φορές καλούνται οι εταιρείες να προσαρμοστούν υπάρχουν και εσωτερικοί λόγοι που επιβάλλουν έναν νέο σχεδιασμό. Νέες προτεραιότητες, νέα προϊόντα, αλλαγές στην σύνθεση των ομάδων, συγχωνεύσεις, εξαγορές είναι μερικές από τις αιτίες που με την σειρά τους μπορούν να επιβάλλουν μία νέα προσέγγιση ή να επιβάλουν μία επικαιροποίησή του υφιστάμενου σχεδιασμού (Köksalan and Batun, 2009; Zoltners and Sinha, 2005).

Ο σχεδιασμός των περιοχών ευθύνης έχει σαν κύριο σκοπό την εξισορρόπηση του μεγέθους των πωλήσεων μεταξύ των περιοχών, την εξισορρόπηση του απαιτούμενου φόρτου εργασίας που απαιτείται για να εξυπηρετηθούν οι περιοχές αυτές και τέλος τα παραπάνω να επιτυγχάνονται συνδυαστικά με μία αποτελεσματική γεωγραφική κατανομή (Olivares Benitez et al., 2021). Πολλές φορές κατά τον σχεδιασμό πρέπει να ληφθεί υπόψιν και η υφιστάμενη κατάσταση, ο υφιστάμενος σχεδιασμός και οι εγκατεστημένες σχέσεις των πελατών με τους πωλητές. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε επιπλέον περιορισμούς με όφελος όμως να αποφευχθεί ο νέος σχεδιασμός να διαταράξει υφιστάμενες σχέσεις και ισορροπίες, κάτι που μπορεί να αποδειχθεί επιζήμιο μελλοντικά (Köksalan and Batun, 2009).

Καθίσταται λοιπόν σαφές ότι υπάρχουν πολλές παράμετροι που πρέπει να ληφθούν υπόψιν κατά τον σχεδιασμό των περιοχών πώλησης. Οι μεγάλες δυνατότητες των προσωπικών υπολογιστών, η ανάπτυξη των βάσεων δεδομένων αλλά και του ίντερνετ μας δίνουν πλέον την δυνατότητα να επιλύουμε τόσο σύνθετα προβλήματα. Κάθε απόπειρα εκ νέου σχεδιασμού προσθέτει εμπειρία στον οργανισμό που βοηθά στην περαιτέρω εξέλιξη των μεθόδων και των διαδικασιών που είναι πιο σημαντικές ακόμα

και από τον ρόλο των μοντέλων και των συστημάτων που χρησιμοποιούνται (Zoltners and Sinha, 2005).

### **2.3 Οι ομάδες πωλήσεων και το σύγχρονο επιχειρηματικό περιβάλλον**

Στο σύγχρονο επιχειρηματικό περιβάλλον υπάρχουν εξελιγμένα προγράμματα παρακολούθησης των δραστηριοτήτων των ομάδων πώλησης και των επαφών πωλητών και πελατών. Τα προγράμματα αυτής της κατηγορίας ονομάζονται συστήματα Διαχείρισης Πελατειακών Σχέσεων/Customer Relationship Management (CRM) και μέσω αυτών μπορούν να παρακολουθούνται μια σειρά από Δείκτες Απόδοσης/Key Performance Indicators (KPIs) για την επιτυχή ή όχι υλοποίηση του πλάνου δραστηριοτήτων των πωλητών. Αρχικά πρέπει να σχεδιαστούν σωστά οι τομείς ευθύνης των πωλητών και έπειτα με τη βοήθεια των KPIs παρακολουθείται η δραστηριότητα των πωλητών. Είναι δε απαραίτητο να υπάρχει μία ομοιομορφία μεταξύ των τομέων ευθύνης για να μπορούν να είναι συγκρίσιμα τα KPIs μεταξύ των πωλητών και κατά συνέπεια να μπορεί η εκάστοτε επιχείρηση να παρακολουθεί ικανοποιητικά και έγκαιρα αν το πλάνο δράσης των ομάδων πώλησης υλοποιείται επιτυχώς (Avlonitis and Panagopoulos, 2010).

Πολύ συχνά μέρος της αποζημίωσης των πωλητών εκτός από τον πάγιο μισθό τους αποτελεί και η οικονομική επιβράβευση (bonus) βάσει της επίτευξης επί συγκεκριμένων στόχων. Οι επιχειρήσεις χρησιμοποιούν τέτοια σχήματα αποζημιώσεων/επιβράβευσης ως κίνητρο για την καλύτερη δυνατή απόδοση των πωλητών. Φαίνεται όμως πως τον μεγαλύτερο ρόλο για την επίτευξη των στόχων δεν παίζουν τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των πωλητών όπως η εμπειρία, οι ικανότητες ή η καταβαλλόμενη προσπάθεια εκ μέρους του πωλητή αλλά ο τομέας ευθύνης που τους έχει ανατεθεί και τα χαρακτηριστικά αυτού του τομέα. Αν λοιπόν μία επιχείρηση θέλει να αποδίδει όσο το δυνατόν δικαιότερα μεταξύ των πωλητών τις προβλεπόμενες οικονομικές επιβραβεύσεις θα πρέπει να φροντίζει για την καλύτερη δυνατή ανάθεση των τομέων ευθύνης μεταξύ των πωλητών. Είναι συχνό φαινόμενο οι προϊστάμενοι πωλήσεων και η διοίκηση των επιχειρήσεων να παραγνωρίζουν το συγκεκριμένο γεγονός και να μην δίνουν την έμφαση που θα έπρεπε στο πως επηρεάζεται η απόδοση

των πωλητών ανάλογα με τον τομέα ευθύνης που τους έχει ανατεθεί (Zoltners and Sinha, 2005).

Οι ομάδες πώλησης αποτελούν συχνά την πιο κοστοβόρα επένδυση ανθρώπινου δυναμικού των επιχειρήσεων. Το γεγονός αυτό οδηγεί πολύ συχνά σε μεγάλη πίεση για να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα με τον περιορισμό του μεγέθους των ομάδων πώλησης άρα και του κόστους. Πολύ συχνά για να κατορθώσουν οι εταιρείες να βελτιώσουν την απόδοση των ομάδων πώλησης καταφεύγουν σε εκπαιδεύσεις, προγράμματα διαχείρισης μεγάλων πελατών, αξιοποίηση νέων τεχνολογιών και προσωρινές προσλήψεις. Όλα αυτά βοηθούν τις επιχειρήσεις, συχνά όμως παραγνωρίζεται το γεγονός ότι η όσο το δυνατόν ορθότερη κατανομή των περιοχών ευθύνης πωλήσεων μπορεί να βοηθήσει σημαντικά προς αυτό το σκοπό χωρίς να απαιτείται να δαπανηθούν μεγάλα κεφάλαια. Βελτιστοποιώντας την κατανομή των περιοχών ευθύνης ανάμεσα στους πωλητές οι επιχειρήσεις επιτυγχάνουν τον βασικό τους σκοπό που δεν είναι άλλος από την βελτίωση των πωλήσεων και της κερδοφορίας τους (Zoltners and Lorimer, 2000).

Όλο και περισσότερες εταιρείες αντιλαμβάνονται την χρησιμότητα να προσεγγίσουν το πρόβλημα της κατανομής των τομέων ευθύνης με έναν πιο επιστημονικό τρόπο. Αυτό δεν έχει να κάνει μόνο με την ανάγκη να διαχειριστούν το μέγεθος των ομάδων πώλησης, του καταμερισμού των πωλήσεων και του καταμερισμού του φόρτου εργασίας. Οι συνθήκες του εξωτερικού περιβάλλοντος αλλά και εσωτερικές αλλαγές φέρνουν συχνά τις εταιρείες αντιμέτωπες με το πρόβλημα του καταμερισμού των τομέων ευθύνης ανάμεσα στους πωλητές. Η διαδικασία σχεδιασμού των περιοχών ευθύνης είναι μια επίπονη και χρονοβόρα διαδικασία και κατά συνέπεια μια συστηματική προσέγγιση που θα καταστήσει το συγκεκριμένο πρόβλημα ευκολότερα διαχειρίσιμο και χωρίς η όλη διαδικασία να απαιτεί μεγάλο χρονικό διάστημα είναι επίσης ένα ζητούμενο. Επιπρόσθετα, πολύ συχνά τα απαιτούμενα δεδομένα για να μπορεί να γίνει ο σχεδιασμός των περιοχών ευθύνης αντικειμενικά και ορθά είναι εύκολα διαθέσιμα στις εταιρείες. Τα δεδομένα αυτά μπορεί να είναι οι διευθύνσεις των πελατών, η περιοχή κατοικίας των πωλητών, ο συνολικός αριθμός των πελατών, οι συνολικές εταιρικές πωλήσεις, οι πωλήσεις ανά πελάτη κ.α. (Zoltners and Sinha, 1983).

Οι εταιρείες στην προσπάθειά τους να αποκτήσουν ένα ανταγωνιστικό πλεονέκτημα αναζητούν συνέχεια πρακτικές που θα τις βοηθήσουν έναντι του ανταγωνισμού. Μία

βασική στρατηγική που εξυπηρετεί αυτόν τον σκοπό είναι ο αποτελεσματικός σχεδιασμός των τομέων ευθύνης του κάθε πωλητή · στρατηγική η οποία έχει πολλαπλά οφέλη που μεταξύ άλλων έχουν να κάνουν με την βελτίωση του επιπέδου εξυπηρέτησης των πελατών, τα κόστη πωλήσεων και την ποιότητα ζωής των πωλητών (Ruvalcaba et al., 2011).

Για να υλοποιηθεί ένας σχεδιασμός κατάτμησης μίας περιοχής σε συγκεκριμένες περιοχές ευθύνης θα πρέπει να γίνει μία ομαδοποίηση μικρών γεωγραφικών περιοχών σε μεγαλύτερες περιοχές. Οι μικρές γεωγραφικές περιοχές μπορεί να ορίζονται σε επίπεδο ταχυδρομικού κώδικα, πόλης ή οποιασδήποτε άλλης περιορισμένου μεγέθους περιοχής. Ομαδοποιώντας αυτές τις περιοχές σε μεγαλύτερες δημιουργούμε έναν τομέα ευθύνης. Οι τομείς ευθύνης όμως δεν αποτελούν μόνο ευρύτερες γεωγραφικές περιοχές. Ανάλογα με τους σχεδιασμούς της κάθε επιχείρησης μπορεί να είναι ζητούμενο οι περιοχές ευθύνης να είναι εξισορροπημένες μεταξύ τους βάσει διαφόρων κριτηρίων. Τα κριτήρια αυτά μπορεί να έχουν να κάνουν με την αξία των πωλήσεων που αντιπροσωπεύει η κάθε περιοχή, τον αριθμό των πελατών, τον φόρτο εργασίας που απαιτείται για να εξυπηρετηθεί ο κάθε τομέας ευθύνης και τον απαιτούμενο χρόνο μετακίνησης (Drexl and Haase, 1999; Ruvalcaba et al., 2011).

#### **2.4 Η ανάγκη για κατά περίπτωση προσέγγιση τέτοιου τύπου προβλημάτων**

Οι επιμέρους διαφοροποιήσεις και στόχοι που υπάρχουν ανάμεσα στις εταιρείες καθιστούν ανέφικτο να υπάρχει μία γενική προσέγγιση που μπορεί να εξυπηρετήσει την κάθε περίπτωση. Είναι απαραίτητο να γίνονται επιμέρους προσαρμογές στις εκάστοτε ανάγκες, όμως είναι σαφές ότι ένα πολυκριτηριακό μοντέλο μπορεί να ανταποκριθεί καλύτερα στο προς εξυπηρέτηση πρόβλημα (Ruvalcaba et al., 2011).

Παρ' όλο που μπορούν να δημιουργηθούν τομείς ευθύνης με σωστή επιστημονική προσέγγιση, είναι σημαντικό να συνειδητοποιούμε το γεγονός ότι κάθε νέος σχεδιασμός τομέων ευθύνης έρχεται να ανατρέψει συνήθειες και πολλές φορές να δημιουργήσει ανησυχίες για το κατά πόσο η νέα προτεινόμενη λύση είναι καλύτερη από την υπάρχουσα δομή. Είναι λοιπόν προς την θετική κατεύθυνση σε κάποιο κομμάτι της διαδικασίας να εμπλέκονται και οι άμεσα ενδιαφερόμενοι, όπως οι προϊστάμενοι πωλήσεων. Εκεί πρέπει να τους παρουσιαστούν διάφορες εναλλακτικές και να γίνει μία



συνδιαμόρφωση του τελικού αποτελέσματος, προσπαθώντας να ληφθούν υπόψιν οι ανησυχίες που εκφράζουν. Βοηθητικά ως προς αυτό το κομμάτι της διαδικασίας μπορούν να λειτουργήσουν χάρτες που απεικονίζουν τον προς υλοποίηση νέο σχεδιασμό καθώς και συγκριτικά στοιχεία μεταξύ των προτεινόμενων σχεδιασμών αλλά και σε σχέση με την υπάρχουσα κατάσταση. Η επιτυχία του όποιου σχεδιασμού δεν κρίνεται μόνο από το πόσο σωστός είναι αυτός αλλά και από την υποστήριξη που θα λάβει από αυτούς που θα κληθούν να τον υλοποιήσουν (Zoltners and Sinha, 2005).

Έχουν υπάρξει στο παρελθόν διάφορες προσεγγίσεις σε σχέση με το συγκεκριμένο πρόβλημα, κάτι που είναι λογικό μιας και αποτελεί ένα πρακτικό πρόβλημα επιχειρήσεων και οργανισμών αλλά και ένα πρόβλημα που αφορά τον στρατηγικό τους σχεδιασμό (Ruvalcaba et al., 2011). Ταυτόχρονα το συγκεκριμένο πρόβλημα μπορεί πολλές φορές να γίνει αρκετά σύνθετο. Συνεχείς αλλαγές, νέα δεδομένα, εμπλοκή πολλαπλών τμημάτων και αντικρουόμενα συμφέροντα καθιστούν την όποια λύση αρκετά δύσκολη (Zoltners and Sinha, 2005). Στον σχεδιασμό των περιοχών εμπλέκονται πολλά επιστημονικά πεδία όπως γεωγραφία, πολιτική επιστήμη, δημόσιες συγκοινωνίες και η επιχειρησιακή έρευνα (López-Pérez and Ríos-Mercado, 2013).

### 3. Μελέτες Περίπτωσης

Για την όσο το δυνατόν ορθότερη ομαδοποίηση γεωγραφικών περιοχών με συγκεκριμένα κριτήρια αλλά και τον σωστό διαμοιρασμό ανάμεσα στους πωλητές έχουν υπάρξει αρκετές προσεγγίσεις. Ωστόσο οι περισσότερες έρευνες προσπαθούν να εξισορροπήσουν μόνο έναν από τους παράγοντες που σχετίζονται με το προς μελέτη πρόβλημα. Η συγκεκριμένη εργασία θα επικεντρωθεί στον εμπορικό και επιχειρηματικό τομέα και σε προσεγγίσεις που προσπαθούν να εξισορροπήσουν πολλαπλά κριτήρια (πολυκριτηριακά μοντέλα).

Πίνακας 1: Βασικά Στοιχεία μελετών περίπτωσης

Τίτλος	Ερευνητές	Έτος	Μέθοδοι / Προσέγγιση
Dynamic design of sales territories	Lei et al.	2015	Metaheuristic algorithm
Embotelladoras ARCA Uses Operations Research to improve Territory Design Plans	López-Pérez and Ríos-Mercado	2013	mixed-integer linear programming
Assigning Regions to Sales Representatives at Pfizer Turkey	Köksalan and Batun	2009	-
GRASP strategies for a bi-objective commercial territory design problem	Salazar-Aguilar et al.	2013	greedy randomized adaptive search procedure
A bi-objective programming model for designing compact and balanced territories in commercial districting	M. Angélica Salazar-Aguilar et al.	2011	e-constraint / optimal Pareto fronts
Sales Territory Alignment: A Review and Model	Zoltners and Sinha,	1983	Linear Programming-based
New Models for Commercial territory design	María Angélica Salazar-Aguilar et al.	2011	Mixed Integer Linear Programming
A reactive GRASP for a commercial territory design problem with multiple balancing requirements	Ríos-Mercado and Fernández	2009	greedy randomized adaptive search procedure

### 3.1 Καταμερισμός γεωγραφικών περιοχών σε προκαθορισμένο αριθμό τομέων

Μία από τις μελέτες που έχουν γίνει στο παρελθόν είναι αυτή των Roger Z. Ríos-Mercado και Elena Fernández (Ríos-Mercado and Fernández, 2009) με τίτλο «**A reactive GRASP for a commercial territory design problem with multiple balancing requirements**». Στην συγκεκριμένη προσέγγιση οι ερευνητές με την χρήση ενός αλγορίθμου GRASP (Greedy Randomized Adaptive Search Procedure / Διαδικασία Απληστης Τυχαιοποιημένης Προσαρμοστικής Αναζήτησης) προσπάθησαν να βελτιώσουν την τομεοποίηση των περιοχών που δραστηριοποιείται μία εταιρεία διανομής ποτών στο Μεξικό. Στην συγκεκριμένη προσέγγιση οι ερευνητές προσπάθησαν να δώσουν την βέλτιστη λύση λαμβάνοντας υπόψιν πολλαπλές παραμέτρους, έτσι ώστε η τελική πρόταση να εξυπηρετήσει πολλαπλά κριτήρια. Οι βασικές παράμετροι που χρησιμοποιήθηκαν ήταν ο αριθμός των πελατών ανά γεωγραφική περιοχή, η αναμενόμενη ζήτηση των προϊόντων και ο εκτιμώμενος φόρτος εργασίας που απαιτείται για να εξυπηρετηθούν οι πελάτες κάθε γεωγραφικής περιοχής.

**Στόχος των ερευνητών ήταν η τελική πρόταση να αποτελείται από τομείς που είναι ισορροπημένοι μεταξύ τους καταρχήν από άποψη φόρτου εργασίας.** Ένας ακόμη στόχος ήταν οι περιοχές που αποτελούν κάθε τομέα, και όσο αυτό είναι εφικτό, να **γεινιάζουν** μεταξύ τους και έτσι να επέλθει ένας περιορισμός των μετακινήσεων που απαιτούνται προς εξυπηρέτηση των πελατών.

Στην συγκεκριμένη προσέγγιση έχει δοθεί έμφαση έτσι ώστε **να μην απαιτείται μεγάλη υπολογιστική ισχύς και η επεξεργασία των δεδομένων να γίνεται σε εύλογο χρονικό διάστημα** ακόμα και σε περιπτώσεις που ο συνολικός όγκος των δεδομένων είναι μεγάλος.

Ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό της συγκεκριμένης προσέγγισης είναι η εφαρμογή μίας βελτιστοποιημένης τεχνικής τοπικής αναζήτησης που βοήθησε να γίνει ο αλγόριθμος αποδοτικότερος, αποφεύγοντας την εξέταση μη εφικτών λύσεων.

Αυτό που κάνει ακόμα πιο ενδιαφέρουσα την συγκεκριμένη έρευνα είναι ότι η προτεινόμενη προσέγγιση δοκιμάστηκε εκτενώς, χρησιμοποιώντας πολλαπλές πηγές πραγματικών δεδομένων. Η εν λόγω προσέγγιση ήταν ιδιαίτερα επιτυχημένη και μπόρεσε να δώσει εφικτές λύσεις σε 159 από τις 160 υποπεριπτώσεις ανάμεσα σε οκτώ

διαφορετικές ομάδες δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν για τις δοκιμές των ερευνητών.

Υπήρχαν όμως και κάποιοι περιορισμοί που έπρεπε να ληφθούν υπόψιν. Καταρχήν η κάθε περιοχή έπρεπε να ανατεθεί σε ένα και μόνο υπεύθυνο πωλητή. **Επίσης ο συνολικός αριθμός των περιοχών ήταν δεδομένος.**

**Μία ακόμα έρευνα που έχει παρόμοιο στόχο και υπόκειται σε παρόμοιο περιορισμό με την προαναφερθείσα είναι αυτή με τίτλο «GRASP strategies for a bi-objective commercial territory design problem» (Salazar-Aguilar et al., 2013). Βασικός στόχος και σε αυτή τη μελέτη είναι η δημιουργία ισορροπημένων τομέων. Απλά στη συγκεκριμένη περίπτωση, οι ερευνητές επικεντρώνονται στο να αναθέσουν συγκεκριμένες γεωγραφικές περιοχές σε τομείς ευθύνης που να είναι ισορροπημένοι όσον αφορά την ζήτηση των προϊόντων. Ενώ στην προηγούμενη μελέτη, οι ερευνητές εστίαζαν κυρίως στην ισορροπία των τομέων ως προς τον φόρτο εργασίας. Αναφορικά με τους περιορισμούς, στην προηγούμενη έρευνα ο συνολικός αριθμός των περιοχών ήταν δεδομένος, αλλά και σε αυτήν την περίπτωση υπάρχει ένας παρεμφερής περιορισμός. Ο αριθμός των τομέων που θα δημιουργηθούν αποφασίζεται στην αρχή. Έπειτα γίνεται η ανάθεση των περιοχών σε συγκεκριμένο αριθμό τομέων. **Επομένως και στις δύο περιπτώσεις ο αριθμός των τομέων είναι συγκεκριμένος και δεδομένος από την αρχή.****

**Πιο αναλυτικά, στην μελέτη «GRASP strategies for a bi-objective commercial territory design problem» οι ερευνητές προσπάθησαν να αναπτύξουν μία μεθοδολογία η οποία θα μπορεί να δώσει λύσεις σε τμηματοποίηση περιοχών με πολλαπλά κριτήρια που αποτελούνται από μεγάλο αριθμό επιμέρους περιοχών και πρέπει να ομαδοποιηθούν σε μεγάλο αριθμό περιοχών ευθύνης. Μέχρι τότε είχαν αναπτυχθεί προσεγγίσεις οι οποίες μπορούσαν να δώσουν λύσεις για 150 διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές που κατανεμήθηκαν σε 6 διαφορετικές περιοχές ευθύνης. Όμως στον πραγματικό κόσμο πολλές φορές οι επιμέρους περιοχές μπορεί να αποτελούνται από 500 έως και 2.000 διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές. Ενδέχεται αυτές οι γεωγραφικές περιοχές να πρέπει να κατανεμηθούν σε ένα προκαθορισμένο αριθμό περιοχών ευθύνης ή ενδέχεται να πρέπει να οριστεί ο αριθμός περιοχών ευθύνης.**

Για να κατορθώσουν να αναπτύξουν έναν αλγόριθμο που να είναι σε θέση χωρίς μεγάλη υπολογιστική ισχύ και σε εύλογο χρονικό διάστημα να προτείνει λύσεις

ανέπτυξαν κάποιες στρατηγικές GRASP (Greedy Randomized Adaptive Search Procedure) που τις ονόμασαν BGRASP και TGRASP.

Και στις δύο αυτές στρατηγικές οι ερευνητές χρησιμοποιούν δύο κύριες φάσεις: την φάση της κατασκευής λύσης και τη φάση της επεξεργασίας του αποτελέσματος. Στην φάση της κατασκευής οι ερευνητές δημιουργούν κάποιες περιοχές ευθύνης και στην συνέχεια κατά τη φάση της επεξεργασίας διερευνούν τις γειτονικές περιοχές με μία παρόμοια μεθοδολογία της MOAMP που έχει εφαρμοστεί στην έρευνα με τίτλο “SSPMO: A Scatter Tabu Search Procedure for Non-Linear Multiobjective Optimization” (Molina et al., 2007).

Οι ερευνητές εξέτασαν την αποτελεσματικότητα της προσέγγισης τους σε πραγματικά δεδομένα και διαπίστωσαν ότι είναι υπέρτερη της NSGA-II που θεωρείται μία από τις πιο αποδοτικές προτάσεις για επίλυση τέτοιων προβλημάτων. Ανάμεσα στις δύο προσεγγίσεις που ανέπτυξαν διαπίστωσαν ότι η BGRASP έχει καλύτερη απόδοση από την TGRASP.

Στην BGRASP προσέγγιση κατά τη φάση της κατασκευής λύσης ο **αλγόριθμος προσπαθεί να αναθέσει συγκεκριμένες γεωγραφικές περιοχές σε τομείς ευθύνης με στόχο την επίτευξη ισορροπίας όσον αφορά την ζήτηση των προϊόντων. Πριν από την ανάθεση περιοχών σε τομείς, επιλέγεται ο αριθμός των τομέων που δημιουργηθούν.** Ο αριθμός των τομέων που θα αποφασιστεί να δημιουργηθεί αποτελεί και την βάση της διαδικασίας ανάθεσης. Έχει φανεί σε προηγούμενες μελέτες ότι ο αριθμός αυτός παίζει καθοριστικό ρόλο. Μία από τις συνέπειες είναι όταν έχουμε γειτονικές περιοχές ο αλγόριθμος να τείνει να σταματά την ανάπτυξη των περιοχών αυτών και έτσι να σχηματίζονται περιοχές που είναι πολύ μικρές και δεν είναι ισορροπημένες σε σχέση με τις επιθυμητές παραμέτρους (π.χ. πωλήσεις). Αυτό καταδεικνύει και την ανάγκη που υπάρχει να γίνεται μία καλύτερη διασπορά μεταξύ των τομέων και των γεωγραφικών περιοχών. Για να αντιμετωπιστεί αυτό το πρόβλημα στην συγκεκριμένη προσέγγιση ωθείται ο αλγόριθμος να δημιουργήσει αρχικά έναν αριθμό τομέων με κριτήριο την έντονη γειτνίαση. Στην συνέχεια ο αλγόριθμος προσπαθεί να εξισορροπήσει την ζήτηση ανάμεσα στους τομείς και αναθέτει τις εναπομείνουσες γεωγραφικές περιοχές στους μικρότερους τομείς. Σε αυτό το σημείο οι ερευνητές έχουν υλοποιήσει δύο στρατηγικές. Στην BGRASP-I η ανάθεση των

υπόλοιπων γεωγραφικών περιοχών γίνεται με κριτήριο την διασύνδεση της κάθε περιοχής με τις περιοχές που έχουν ενσωματωθεί ήδη στους τομείς. Στην BGRASP-II όλες οι περιοχές μπορούν να ανατεθούν στους υπάρχοντες τομείς.

Στην συνέχεια κατά τη φάση της επεξεργασίας οι ερευνητές έχουν αναπτύξει και πάλι δύο προσεγγίσεις. Στην BGRASP-I προσέγγιση για να βρεθούν εφικτές λύσεις οι περιορισμοί που έχουν να κάνουν με την εξισορρόπηση της ζήτησης καταργούνται και γίνονται μία ακόμα αντικειμενική συνάρτηση. Στην BGRASP-II γίνεται ελαχιστοποίηση της διασποράς, του συνολικού αριθμού πελατών και της εφικτότητας.

Στην BGRASP-II υπάρχει μία επιπλέον αντικειμενική συνάρτηση προς ελαχιστοποίηση που αφορά τις γεωγραφικές περιοχές που δεν έχουν ανατεθεί ακόμα σε κανέναν τομέα.

Στην TGRASP έχουμε πάλι δύο στρατηγικές: την TGRASP-I και την TGRASP-II που είναι παρεμφερείς με τις BGRASP-I και BGRASP-II. Η βασική τους διαφορά είναι στην φάση της κατασκευής όπου λαμβάνεται υπόψιν η διασπορά, η μέγιστη απόκλιση ως προς τον αριθμό των πελατών και η εφικτότητα της εξισορροπημένης ζήτησης προϊόντων. Αποφασίζεται ο προς σχηματισμός αριθμός των τομέων με αντίστοιχο τρόπο όπως και στην προσέγγιση BGRASP-I συνυπολογίζοντας ένα κόστος ανάθεσης μίας γεωγραφικής περιοχής σε συγκεκριμένο τομέα. Ο αλγόριθμος «τιμωρεί» μόνο τις παραβιάσεις που έχουν να κάνουν με την ισορροπία των τομέων.

Στην φάση της επεξεργασίας και στην TGRASP-I και την TGRASP-II τέσσερις αντικειμενικές συναρτήσεις ελαχιστοποιούνται: η διασπορά, η μέγιστη απόκλιση αριθμού πελατών, η εφικτότητα της ισορροπημένης ζήτησης προϊόντων και ο συνολικός αριθμός των γεωγραφικών περιοχών που δεν έχουν ανατεθεί σε κανέναν τομέα.

### **3.2 Ανάθεση γεωγραφικών περιοχών σε τομείς με αυστηρούς περιορισμούς**

Μία τρίτη μελέτη περίπτωσης που αξίζει να αναφερθεί είναι αυτή με τίτλο «**Embotelladoras ARCA Uses Operations Research to improve Territory Design Plans**» (López-Pérez and Ríos-Mercado, 2013). Όπως στις δύο προαναφερθείσες

περιπτώσεις, έτσι και σε αυτήν ο αριθμός των τομέων ήταν εξαρχής γνωστός και συγκεκριμένος. Οι προς δημιουργία τομείς θα ήταν συνολικά 50. Ένα ακόμα κοινό στοιχείο με τις προηγούμενες μελέτες είναι ο στόχος, ο οποίος είναι η δημιουργία ισορροπημένων τομέων. Στη συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης η ισορροπία που επιδιώκεται είναι ως προς τον συνολικό αριθμό πελατών και τη ζήτηση προϊόντων. Επίσης, και στις τρεις έρευνες το στοιχείο της γειτνίασης των τομέων αποτελεί ζητούμενο.

Ειδικότερα, στην μελέτη «**Embotelladoras ARCA Uses Operations Research to improve Territory Design Plans**» (López-Pérez and Ríos-Mercado, 2013) οι ερευνητές ανέπτυξαν ένα ευπροσάρμοστο εργαλείο για την δημιουργία τομέων ευθύνης ενός πολύ μεγάλου διανομέα μη αλκοολούχων ποτών στο Μεξικό. Έδωσαν ιδιαίτερη έμφαση και ανέδειξαν την αξία της οπτικής απεικόνισης των αποτελεσμάτων πάνω σε πραγματικούς χάρτες. Στην προσέγγιση τους χρησιμοποίησαν ένα μοντέλο μικτού ακέραιου προγραμματισμού (mixed-integer linear programming / MILP). Μέσα από το εργαλείο που ανέπτυξαν προσπάθησαν να δημιουργήσουν τομείς οι οποίοι εξυπηρετούσαν πολλαπλά κριτήρια. Κάθε τομέας αποτελούνταν από μικρότερες γεωγραφικές περιοχές. Οι τομείς αυτοί έπρεπε να αποτελούνται από πελάτες που βρίσκονται όσο πιο κοντά γίνεται ο ένας στον άλλον, να είναι κατά το δυνατόν ισορροπημένοι σε σχέση με τον συνολικό αριθμό πελατών αλλά και ως προς την ζήτηση των προϊόντων. Οι επιμέρους περιοχές που αποτελούν κάθε τομέα έπρεπε να είναι γειτονικές μεταξύ τους, ούτως ώστε να διευκολύνεται η παράδοση των προϊόντων από τα φορτηγά της εταιρείας. Ιδανικά τα φορτηγά θα έπρεπε να πραγματοποιούν τα δρομολόγια τους χωρίς να διασχίζουν άλλους τομείς. Επίσης υπήρχαν κάποιοι περιορισμοί για συγκεκριμένες περιοχές οι οποίες ήταν απαραίτητο να μην ανήκουν στον ίδιο τομέα και άλλες περιοχές που ήταν απαραίτητο να ανήκουν στον ίδιο τομέα. Τέλος οι νέοι τομείς ήταν αναγκαίο να μην διαταράσσουν σε πολύ μεγάλο βαθμό την υπάρχουσα δομή.

Την υλοποίηση τους την διασυνδέσαν με ένα φιλικό προς τον χρήστη γεωγραφικό σύστημα απεικόνισης (Geographic Information System / GIS ) που ονομάζεται MAPINFO. Αυτό βοήθησε στην οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων και ήταν πιο κατανοητό στον τελικό χρήστη ποια ήταν η προτεινόμενη λύση.

Συνοπτικά το συγκεκριμένο πρόβλημα μπορεί να συνοψιστεί ως εξής:

- Πρέπει να δημιουργηθούν 50 διαφορετικοί τομείς που αποτελούνται από επιμέρους μικρότερες γεωγραφικές περιοχές.
- Κάθε επιμέρους γεωγραφική περιοχή πρέπει να ανατίθεται σε ένα και μόνο τομέα
- Για κάθε επιμέρους γεωγραφική περιοχή υπάρχουν διαθέσιμες οι εξής πληροφορίες: συντεταγμένες, αριθμός πελατών και συνολική ζήτηση προϊόντων
- Οι τομείς που θα δημιουργηθούν θα πρέπει να είναι ισορροπημένοι σε σχέση με τον συνολικό αριθμό πελατών αλλά και των πωλήσεων για να υπάρχει δίκαιος καταμερισμός του εργασιακού φόρτου που απαιτείται για την εξυπηρέτηση του κάθε τομέα
- Οι επιμέρους περιοχές που αποτελούν κάθε τομέα θα πρέπει να διασυνδέονται άμεσα μεταξύ τους
- Υπάρχουν περιοχές για τις οποίες θα πρέπει να εξασφαλιστεί όσο το δυνατόν περισσότερο ότι θα ανήκουν στον ίδιο τομέα για να επιτευχθεί η ομοιότητα σε σχέση με την υπάρχουσα δομή
- Αντίστοιχα υπάρχουν περιοχές που το ζητούμενο είναι να μην ανήκουν στον ίδιο τομέα

Οι ερευνητές εφάρμοσαν την λύση που ανέπτυξαν για να δημιουργήσουν τους τομείς του διανομέα μη αλκοολούχων ποτών στον Μεξικό και πιο συγκεκριμένα να χωρίσουν σε τομείς την περιοχή του Monterrey.

Εφάρμοσαν το μοντέλο τους χρησιμοποιώντας το X-PRESS MIP Solver, όπως επίσης και τις πρόσθετες δυνατότητες του FICO™. Με την χρήση ενός κοινού υπολογιστή γραφείου έγινε η επεξεργασία των δεδομένων. Για την δοκιμή του αλγόριθμου έγινε επεξεργασία πραγματικών δεδομένων.

Οι ερευνητές για να μπορέσουν να δημιουργήσουν τους τομείς κατέγραψαν με την βοήθεια των πωλητών τις γεωγραφικές συντεταγμένες του συνόλου των πελατών. Οι πωλητές για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιούσαν συγκεκριμένες συσκευές γεωεντοπισμού (GPS). Με αυτόν τον τρόπο δημιουργήθηκε μία βάση δεδομένων με τις συντεταγμένες των περίπου 65.000 πελατών τις εταιρείας.

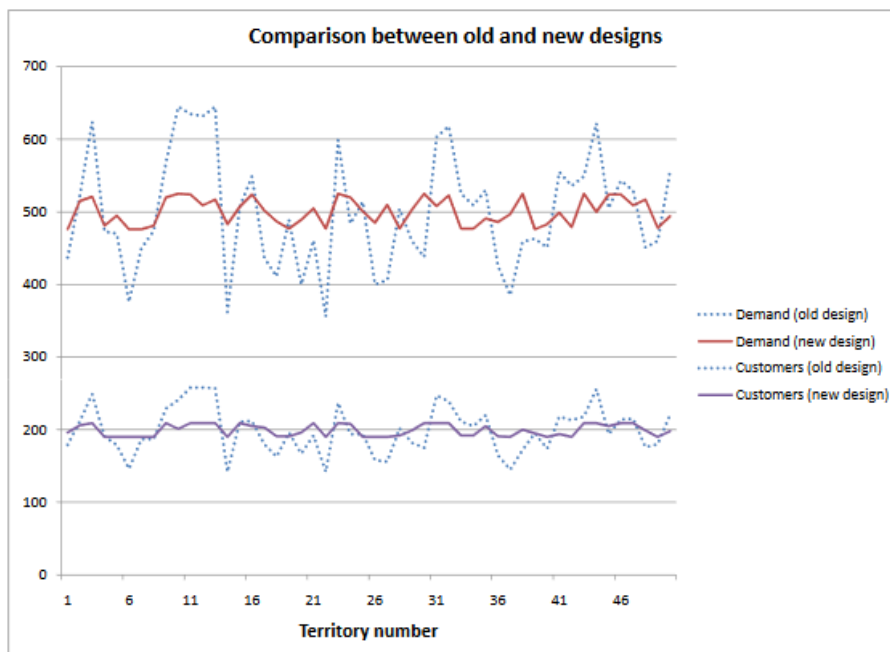


Με την χρήση μίας απλής εφαρμογής γεωγραφικών δεδομένων οι 65.000 περίπου πελάτες ομαδοποιήθηκαν σε 5.000 διαφορετικές περιοχές που αποτελούσαν ενοποιημένα γεωγραφικά τμήματα της πόλης.

Για κάθε μία από αυτές τις 5.000 περιοχές ήταν γνωστός ο συνολικός αριθμός πελατών, οι συνολικές πωλήσεις και ο απαιτούμενος φόρτος εργασίας για την εξυπηρέτηση των πελατών. Οι τρεις αυτές παράμετροι ήταν και οι βασικές συνιστώσες για την δημιουργία των τομέων. **Ήταν επίσης γνωστό εκ των προτέρων ότι οι προς δημιουργία τομείς θα ήταν συνολικά 50.**

Πριν από τον σχεδιασμό των νέων τομέων με το εργαλείο που ανέπτυξαν οι ερευνητές οι τομείς ήταν εμπειρικά σχεδιασμένοι. Η εμπειρική σχεδίαση είχε οδηγήσει σε μεγάλες ανισότητες μεταξύ των τομέων. Οι ερευνητές έδωσαν μεγάλη βαρύτητα στην ομογενοποίηση των τομέων. Οι παλαιοί τομείς διαφοροποιούνταν έως και 30% σε σχέση με το επιθυμητό αποτέλεσμα. Ο νέος σχεδιασμός δημιούργησε πολύ πιο συμπαγείς τομείς. Η διαφοροποίηση πλέον σε σχέση με την επιθυμητή σχεδίαση είχε περιοριστεί στο 10% και σε πολλές περιπτώσεις ακόμα και στο 5%.

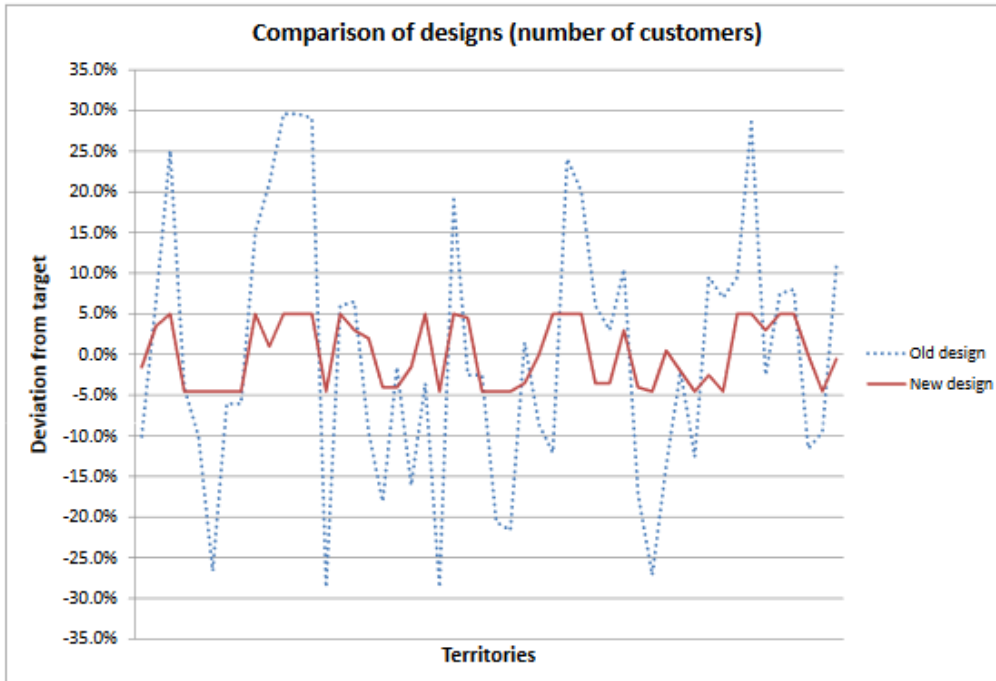
Ενδεικτικά στο παρακάτω γράφημα φαίνεται η βελτίωση που έχει επιτευχθεί στον συνολικό αριθμό των πελατών αλλά και στην συνολική ζήτηση προϊόντων μεταξύ της παλιάς και της νέας σχεδίασης.



Γράφημα 1: Σύγκριση μεταξύ παλιάς και νέας σχεδίασης ως προς την ζήτηση των προϊόντων και του αριθμού πελατών ανά τομέα

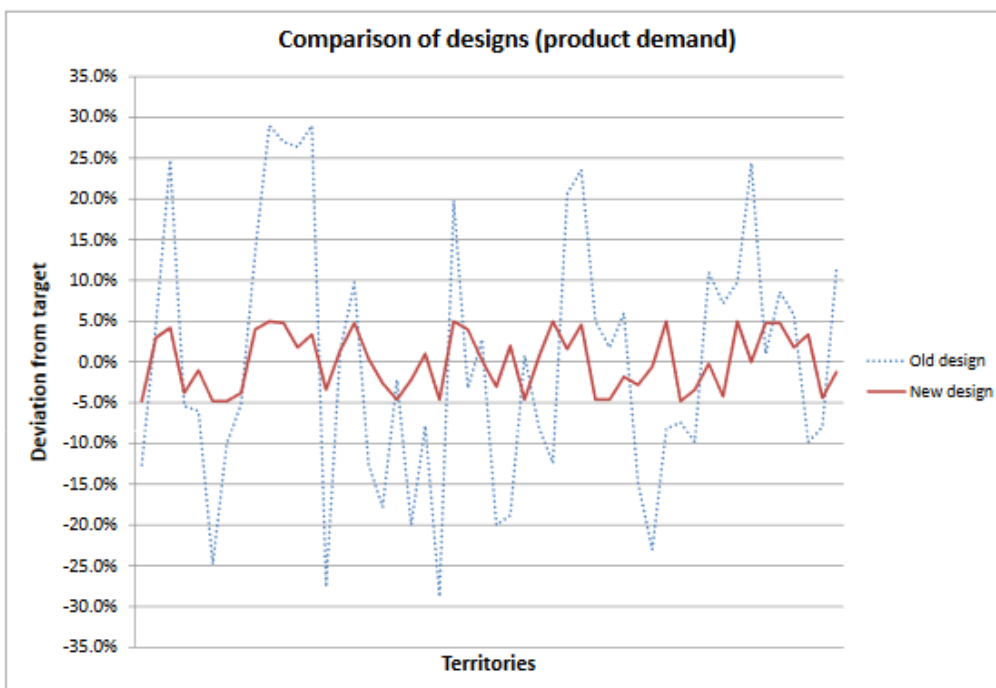
(López-Pérez and Ríos-Mercado, 2013)

Στο επόμενο δύο γραφήματα φαίνονται οι διακυμάνσεις των τομέων σε σχέση με τον επιθυμητό σχεδιασμό για τον παλιό και τον νέο σχεδιασμό όσον αφορά τον συνολικό αριθμό πελατών αλλά και την ζήτηση των προϊόντων.



Γράφημα 2: Σύγκριση παλιάς και νέας σχεδίασης ως προς τον αριθμό των πελατών ανά τομέα (ποσοστιαία διαφοροποίηση σε σχέση με το επιθυμητό αποτέλεσμα)

(López-Pérez and Ríos-Mercado, 2013)



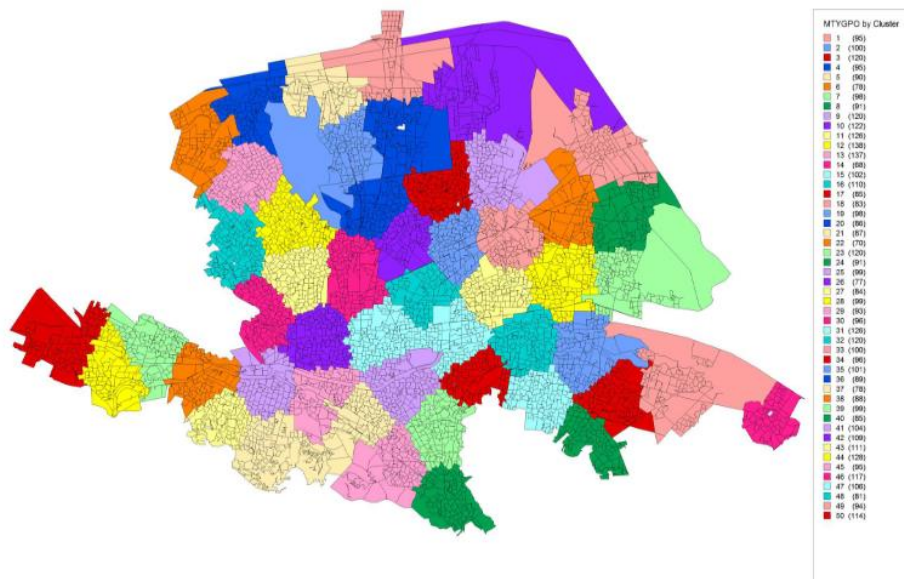
Γράφημα 3: Σύγκριση παλιάς και νέας σχεδίασης ως προς την ζήτηση προϊόντων ανά τομέα (ποσοστιαία διαφοροποίηση σε σχέση με το επιθυμητό αποτέλεσμα)

(López-Pérez and Ríos-Mercado, 2013)

Ένα από τα προτερήματα της συγκεκριμένης λύσης είναι ότι μέσω του MAPINFO κατόρθωσε να οπτικοποιήσει τον παλιό και τον νέο σχεδιασμό.

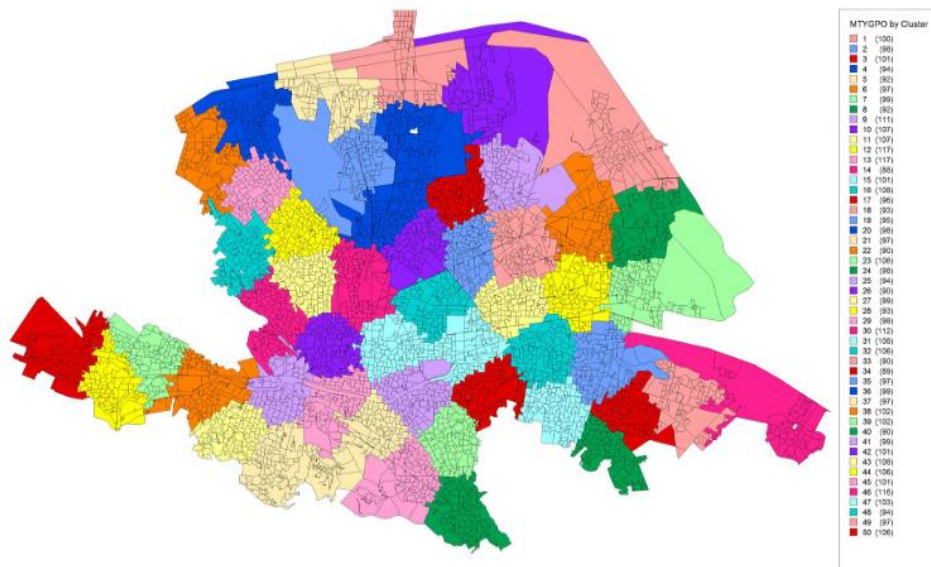
Η οπτικοποίηση του παλαιού σχεδιασμού φαίνεται στον Χάρτη 3, ενώ στον Χάρτη 4 φαίνεται ο σχεδιασμός που προέκυψε μέσα από το εργαλείο που ανέπτυξαν οι ερευνητές.

Χάρτης 1



(López-Pérez and Ríos-Mercado, 2013)

Χάρτης 2



(López-Pérez and Ríos-Mercado, 2013)

Οι ερευνητές κατόρθωσαν να δημιουργήσουν πιο συμπαγείς τομείς, κάτι που είχε πολλαπλά οφέλη για την εταιρεία διανομής μη αλκοολούχων ποτών. Έγινε μεγάλη βελτιστοποίηση της χρήσης των πόρων της εταιρείας. Ενδεικτικά, μειώθηκαν οι απαιτούμενες διαδρομές, μειώθηκε συνολικά ο απαιτούμενος χρόνος για μετακινήσεις και αυξήθηκε κατά 5% ο συνολικός όγκος παραδόσεων ανά ημέρα και διαδρομή. Τα οφέλη του νέου σχεδιασμού υπολογίζεται πως έδωσαν ώθηση και στις συνολικές πωλήσεις κατά 3%.

### 3.3 Αξιολόγηση και σύγκριση αποτελεσμάτων για εύρεση βέλτιστων πρακτικών ανάθεσης τομέων

Υπάρχουν αρκετές μελέτες που χρησιμοποιούν την μέθοδο της σύγκρισης για να οδηγηθούν σε ασφαλή και αξιόπιστα συμπεράσματα. Μία τέτοια είναι και η «**Sales Territory Alignment: A Review and Model**» των Andris A. Zoltners και Prabhakant Sinha (Zoltners and Sinha, 1983). Αρχικά, γίνεται μια αναφορά των προσεγγίσεων που έχουν γίνει στο παρελθόν για την επίλυση του προβλήματος ανάθεσης συγκεκριμένων γεωγραφικών περιοχών με την χρήση πολλαπλών κριτηρίων και με προσπάθεια να εξισορροπηθούν πολλαπλοί παράγοντες. Αυτό που καθιστά ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα την συγκεκριμένη έρευνα είναι το γεγονός ότι οι ερευνητές προχώρησαν σε σύγκριση

των αποτελεσμάτων επί πραγματικών δεδομένων μεταξύ της προσέγγισης που προτείνουν οι ίδιοι σε σχέση με την Linear Programming-based (LP-based) προσέγγιση των Hess και Samuels (Hess and Samuels, 1971) αλλά και των Segal και Weinberger (Segal and Weinberger, 1977). Προχώρησαν σε μια τυχαία επιλογή των δεδομένων τριών περιοχών. Κάθε περιοχή είχε έναν προϊστάμενο πωλήσεων και δεκατρείς πωλητές. Στις περιοχές αυτές αντιστοιχούσαν από 204 έως και 280 ταχυδρομικοί κωδικοί. Η σύγκριση των αποτελεσμάτων έγινε ως προς 4 παράγοντες:

(P1) Μοναδική ανάθεση μίας γεωγραφικής περιοχής (TK)

Η LP-based προσέγγιση μπορεί να διαχωρίσει μία γεωγραφική περιοχή σε πολλαπλούς τομείς. Περίπου 10 με 12 περιοχές μοιράστηκαν σε παραπάνω από έναν τομέα και στην συνέχεια αυτοί οι τομείς ανατέθηκαν εκ νέου σε έναν και μόνο τομέα μέσω ενός ευρετικού αλγορίθμου (heuristic algorithm). Με την διαδικασία βελτιστοποίησης υποβάθμισης/υποκατηγοριοποίησης (subgradient optimization procedure) που προτείνουν οι ερευνητές αυτό διασφαλίζεται εξ αρχής.

(P2) Μέγεθος Πωλήσεων

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 2) φαίνεται η εξισορρόπηση που επιτεύχθηκε μέσω των δύο μεθόδων για τις πωλήσεις και ως αναφορά υπάρχει και η τρέχουσα κατανομή (Current Alignment).

Πίνακας 2: Σύγκριση αποτελεσμάτων μεταξύ της τρέχουσας κατανομής πωλήσεων και των λύσεων που προτείνει η συγκεκριμένη προσέγγιση

Sales District	Current Alignment		L.P.-Based Alignment		Subgradient Alignment	
	Range*	Standard Deviation*	Range	Standard Deviation	Range	Standard Deviation
A	0.86 - 1.18	0.11	0.81 - 1.22	0.10	0.95 - 1.05	0.03
B	0.61 - 1.37	0.22	0.90 - 1.16	0.06	0.93 - 1.05	0.04
C	0.69 - 1.31	0.20	0.92 - 1.04	0.04	0.96 - 1.04	0.03

(Zoltners and Sinha, 1983)

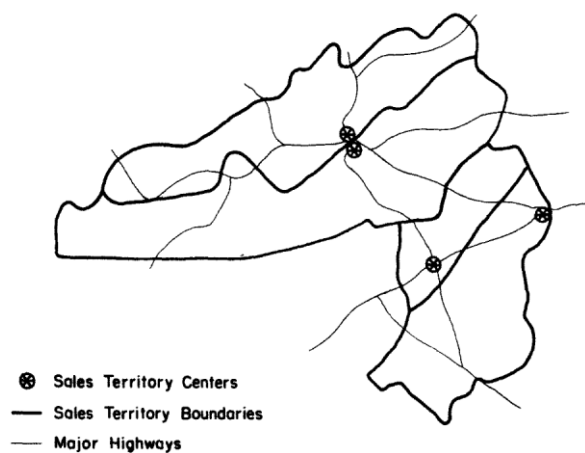
(P3) Συνέχεια

Οι τομείς που διαμορφώθηκαν έπρεπε να είναι συνεχείς/γειτονικοί κάτι που και οι δύο μέθοδοι πέτυχαν.

#### (P4) Γεωγραφικοί Περιορισμοί

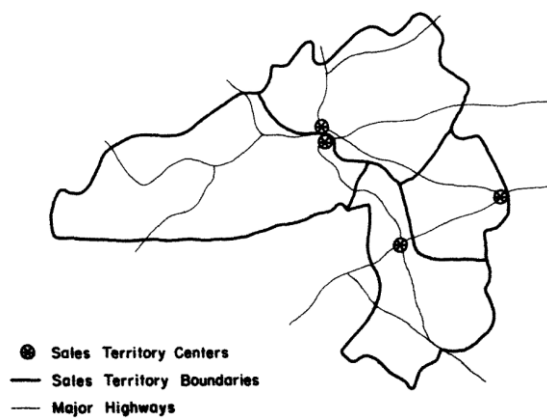
Όταν λαμβάνεται υπόψιν το δίκτυο αυτοκινητοδρόμων οι τομείς που δημιουργούνται είναι πιο πρακτικοί. Στον Χάρτη 1 βλέπουμε τους τομείς που διαμορφώθηκαν με τον NP-based αλγόριθμο και στον Χάρτη 2 τους τομείς που διαμορφώθηκαν με την μεθοδολογία που προτείνουν οι ερευνητές (subgradient optimization procedure). Είναι εμφανές ότι οι τομείς του Χάρτη 2 απαιτούν μικρότερο χρόνο μετακινήσεων για να μπορέσουν να καλυφθούν (μικρότερες αποστάσεις σε κάθε τομέα).

Χάρτης 3



(Zoltners and Sinha, 1983)

Χάρτης 4



(Zoltners and Sinha, 1983)

Τη μέθοδο της σύγκρισης ακολούθησε και η μελέτη με τίτλο «**New Models for Commercial territory design**» (María Angélica Salazar-Aguilar et al., 2011) με τη διαφορά ότι δεν σύγκρινε τη δική της προσέγγιση με άλλες που προϋπήρχαν, αλλά σύγκρινε τις δικές της μεταξύ τους. Οι ερευνητές υλοποίησαν δύο διαφορετικές προσεγγίσεις για την τμηματοποίηση και ανάθεση περιοχών ευθύνης για εμπορικούς σκοπούς. Στόχος τους ήταν να σχεδιάσουν συμπαγείς και γειτονικές περιοχές ισορροπημένες σε σχέση με τον συνολικό αριθμό πελατών αλλά και του όγκου πωλήσεων.

Στην συγκεκριμένη έρευνα έγινε μία εκτεταμένη σύγκριση δύο προσεγγίσεων. Η πρώτη προσέγγιση είναι ένα μοντέλο μικτού ακέραιου γραμμικού προγραμματισμού (Mixed Integer Linear Programming/MILP). Το δεύτερο μοντέλο που χρησιμοποιήθηκε είναι ένα μοντέλο ακέραιου τετραγωνικού προγραμματισμού (Integer Quadratic Programming/IQP).

Οι ερευνητές σύγκριναν τα αποτελέσματα των δύο αυτών προσεγγίσεων ως προς την ποιότητα των προτεινόμενων λύσεων αλλά και του υπολογιστικού χρόνου που απαιτήθηκε. Αρχικά πραγματοποιήθηκε σύγκριση αποτελεσμάτων για έναν περιορισμένο αριθμό γεωγραφικών περιοχών και στην συνέχεια για ένα μεγάλο αριθμό.

Φάνηκε ότι τα μοντέλα IQP μπορούν να δώσουν ποιοτικές και γρήγορες λύσεις και στις δύο περιπτώσεις, στον διαχωρισμό δηλαδή μεγάλων και μικρών γεωγραφικών περιοχών. Αντίθετα τα μοντέλα MILP σε κάποιες περιπτώσεις δεν είναι σε θέση να δώσουν λύση μέσα σε ανεκτά χρονικά περιθώρια.

Μία σημαντική παράμετρος της συγκεκριμένης έρευνας είναι το γεγονός ότι οι ερευνητές κατάφεραν να αναπτύξουν μία συγκεκριμένη μεθοδολογία (αλγόριθμο), έτσι ώστε οι προτεινόμενες λύσεις να αποτελούνται από περιοχές που είναι γειτονικές. Η συγκεκριμένη προσέγγιση μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε MILP μοντέλα αλλά και σε IQP μοντέλα. Με την χρήση όμως μοντέλων IQP οι ερευνητές ήταν σε θέση να τμηματοποιήσουν 500 διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές σε 12 τομείς κάτι που δεν είναι εφικτό με MILP αλγορίθμους. Παρόλα αυτά οι ερευνητές μέσω της δικής τους προσέγγισης ήταν σε θέση ακόμα και με την χρήση MILP αλγορίθμου να



τμηματοποιήσουν 150 γεωγραφικές περιοχές σε 8 τομείς, όταν σε παλιότερες αντίστοιχες προσεγγίσεις αυτό δεν ήταν εφικτό για πάνω από 50 γεωγραφικές περιοχές.

### **3.4 Βελτιστοποιήσεις ανάθεσης με προκαθορισμένες γεωγραφικές περιοχές και αριθμό τομέων**

Μία ακόμα μελέτη είχε τον ίδιο στόχο με τις προαναφερθείσες, δηλαδή τον σχεδιασμό περιοχών που να είναι ισορροπημένες όσον αφορά τον συνολικό αριθμό πελατών και τον όγκο πωλήσεων, αλλά ταυτόχρονα οι περιοχές αυτές να είναι γειτονικές. Πρόκειται για την μελέτη περίπτωσης με τίτλο «**A bi-objective programming model for designing compact and balanced territories in commercial districting**» (M. Angélica Salazar-Aguilar et al., 2011) στην οποία οι ερευνητές ασχολήθηκαν με την τμηματοποίηση περιοχών μια εταιρείας διανομής ποτών γνωρίζοντας εκ των προτέρων ότι καλούνται να ομαδοποιήσουν 150 διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές σε 6 διαφορετικούς τομείς.

Είναι συχνό φαινόμενο οι εταιρείες να έχουν έναν δεδομένο αριθμό πωλητών και περιοχών αλλά να επιθυμούν τον καλύτερο δυνατό διαμοιρασμό των περιοχών αυτών. Το ζητούμενο στην συγκεκριμένη περίπτωση ήταν να **σχεδιαστούν περιοχές που να είναι ισορροπημένες ως προς τον όγκο πωλήσεων και τον συνολικό αριθμό πελατών και να υπακούουν στον περιορισμό της γειτνίασης.**

Οι ερευνητές κλήθηκαν να αναπτύξουν έναν αλγόριθμο που θα είναι πολυκριτηριακός, αφού θα έπρεπε να εξυπηρετηθούν ταυτόχρονα πάνω από ένα κριτήρια για να ικανοποιηθούν οι απαιτήσεις της εταιρείας διανομής ποτών. Εκτός του κύριου στόχου που ήταν η εξισορρόπηση του αριθμού των πελατών, οι μελετητές είχαν σαν στόχο να επιτύχουν και μία ισορροπία σε σχέση με τον όγκο πωλήσεων που θα αντιπροσώπευε ο κάθε τομέας. Το δεύτερο αυτό κριτήριο αλλά και η γειτνίαση των περιοχών αντιμετωπίστηκαν ως αναγκαίοι περιορισμοί. Απόλυτη ισορροπία είναι κατανοητό ότι δεν μπορεί να επιτευχθεί, όμως μπορεί να γίνει ένας σχεδιασμός που θα επιτύχει το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα με κάποια περιθώρια ανοχής διαφοροποιήσεων των υπό σχεδίαση περιοχών.

Ακριβώς επειδή το ζητούμενο των ερευνητών ήταν να σχεδιάσουν περιοχές που θα πληρούν στον βέλτιστο δυνατό βαθμό τα κριτήρια που είχαν τεθεί προτίμησαν να υλοποιήσουν δύο υπό παραλλαγές ε-περιορισμών (ε-constraints/εCM). Με μία απλή εφαρμογή εCM μπορούν να παραχθούν εφικτές λύσεις, όμως το ζητούμενο σε αυτή την περίπτωση ήταν να βρεθούν οι βέλτιστες λύσεις. Το να εκτιμηθεί ποιες είναι οι βέλτιστες λύσεις είναι κάτι αρκετά δύσκολο. Οι ερευνητές ως προς αυτό το κομμάτι βασίστηκαν στην έρευνα με τίτλο «Improved ε-Constraint Method for Multiobjective Programming» των Ehrgott και Ruzika (Ehrgott and Ruzika, 2008).

Οι Ehrgott και Ruzika απέδειξαν ότι με τη βελτιστοποιημένη προσέγγιση των εCM που πρότειναν μπορούν να παραχθούν πάντα εφικτές λύσεις κάτι που δεν ίσχυε στην κλασική προσέγγιση. Οι ερευνητές χρησιμοποίησαν και τις δύο προσεγγίσεις και παρατήρησαν ότι τα αποτελέσματα ήταν παρεμφερή, χωρίς ουσιαστικές διαφορές.

Δοκίμασαν επίσης να σχεδιάσουν τους τομείς πειραματιζόμενοι με δύο κοινά σενάρια που έχει κληθεί πολλές φορές η συγκεκριμένη επιχείρηση να αντιμετωπίσει. Το πρώτο σενάριο έχει να κάνει με την ανάγκη να περιοριστούν οι εργαζόμενοι και τα φορτηγά που εξυπηρετούν την διανομή και το δεύτερο σενάριο με την ανάγκη να ενσωματωθούν νέοι υπάλληλοι και φορτηγά. Παρατήρησαν ότι όσο μεγαλώνει ο αριθμός των προς σχεδίαση τομέων οι ανισοροπίες μεταξύ των περιοχών μεγαλώνουν.

Η συγκεκριμένη προσέγγιση των ερευνητών έδωσε καλά αποτελέσματα χωρίς να απαιτηθεί μεγάλος υπολογιστικός χρόνος για 150 γεωγραφικές που τμηματοποιήθηκαν σε 6 διαφορετικούς τομείς. Αν αναλογιστούμε το γεγονός ότι μέχρι την ημέρα της δημοσίευσης της συγκεκριμένης έρευνας οι προηγούμενες προσεγγίσεις αφορούσαν 50 γεωγραφικές περιοχές λαμβάνοντας υπόψιν ένα μόνο κριτήριο, η συγκεκριμένη προσέγγιση ήταν σαφώς βελτιωμένη σε σχέση με ότι προϋπήρχε.

Μια ακόμα μελέτη έχει ως στόχο την δημιουργία περιοχών με ισορροπία και ομοιογένεια, όμως εστιάζει κυρίως στην ανάγκη που έχουν πολλές επιχειρήσεις για έναν δυναμικό σχεδιασμό τομέων ευθύνης των πωλητών. Πρόκειται για την «**Dynamic design of sales territories**» (Lei et al., 2015) η οποία αποτελεί μία πρωτότυπη προσέγγιση αναφορικά με το κλασικό πρόβλημα του πλανόδιου πωλητή και την ανάγκη των επιχειρήσεων για συνεχή επανασχεδιασμό των τομέων ευθύνης των

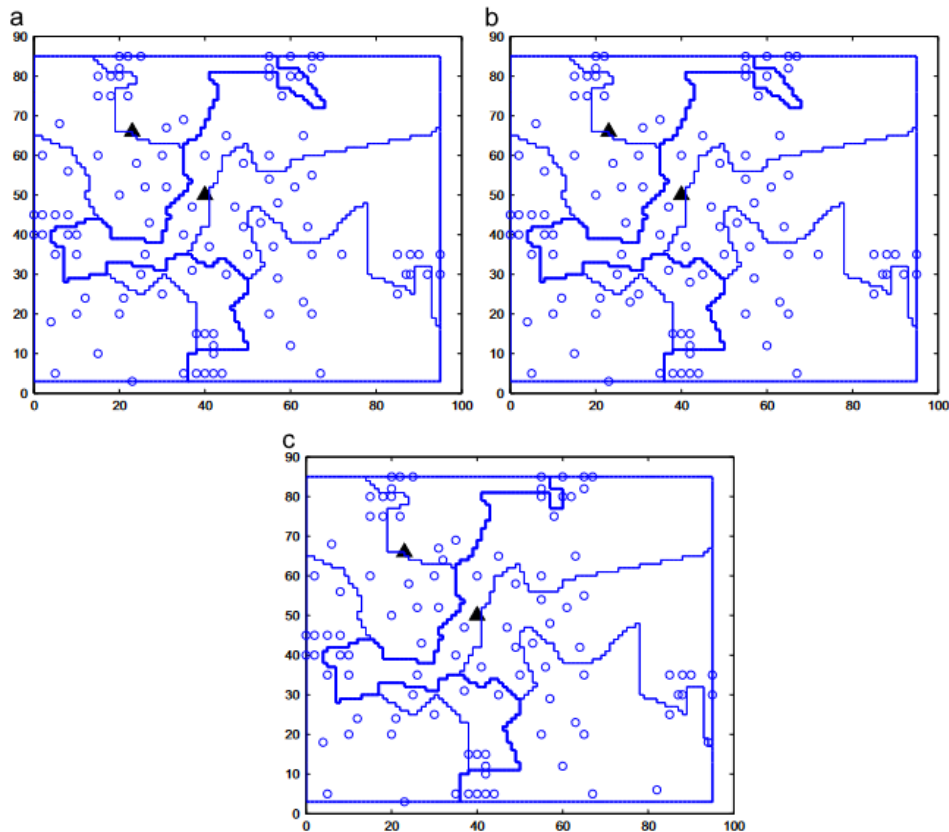
πωλητών. Η προσέγγιση τους είναι ιδιαίτερα χρήσιμη σε εταιρείες όπου το πελατολόγιο τους αλλάζει ανά τακτά χρονικά διαστήματα και αυτό κατά συνέπεια οδηγεί στην ανάγκη επαναχάραξης δρομολογίων ταυτόχρονα με την ανάγκη να είναι ισοβαρείς οι τομείς μεταξύ τους λαμβάνοντας υπόψιν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά.

Στην συγκεκριμένη προσέγγιση οι ερευνητές θεώρησαν πως κάθε τομέας εξυπηρετείται για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα και οι πελάτες που ανήκουν σε συγκεκριμένη υπό περιοχή εξυπηρετούνται σε μία εργάσιμη μέρα. Επίσης οι πελάτες που ανήκουν σε έναν συγκεκριμένο τομέα εξυπηρετούνται από ένα και μόνο πωλητή. Υπάρχει επίσης η παραδοχή πως κάθε πελάτης δέχεται μία επίσκεψη από τον πωλητή. Για κάθε επίσκεψη θεωρείται ότι απαιτείται ένας συγκεκριμένος χρόνος για να πραγματοποιηθεί. Οι διαδρομές των πωλητών έχουν ένα συγκεκριμένο όριο χρόνου και για κάθε επιπλέον ώρα υπολογίζεται η σχετική οικονομική επιβάρυνση για την καταβολή της σχετικής υπερωρίας. Υπάρχει επίσης μία αντικειμενική συνάρτηση που συνδυάζει το κόστος του πωλητή βάσει του αριθμού των περιοχών που έχει στην ευθύνη του και ταυτόχρονα προσπαθεί να **δημιουργήσει συμπαγείς περιοχές με όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ομοιογένεια** μεταξύ τους λαμβάνοντας υπόψιν και το κέρδος που προκύπτει από κάθε πωλητή.

Για την εύρεση μίας εφικτής λύσης χρησιμοποιείται ένας μεταερευνητικός αλγόριθμος (metaheuristic). Αρχικά ο αλγόριθμος επιλέγει τυχαία μία περιοχή. Σταδιακά γίνεται επέκταση και σε άλλες γειτονικές περιοχές. Γίνεται έλεγχος αν ο συνολικός φόρτος εργασίας υπερβαίνει τον προβλεπόμενο. Αν υπάρχει υπέρβαση, τότε δεν γίνεται επέκταση προς αυτή την περιοχή. Η περιοχή αυτή θα χρησιμοποιηθεί σε άλλο τομέα. Το δεύτερο όριο που γίνεται έλεγχος είναι να μην υπάρχει υπέρβαση των εργάσιμων ημερών μίας εβδομάδας.

Υπάρχουν διάφορες προβλέψεις και κριτήρια στον αλγόριθμο για να μπορεί να βελτιστοποιεί την παραγόμενη πρόταση. Ο αλγόριθμος προσθαφαιρεί κάποιες περιοχές από τους τομείς που έχουν σχηματιστεί και στην συνέχεια εξετάζει αν η νέα πρόταση που προέκυψε είναι καλύτερη από την αρχική. Ακολουθεί νέος κύκλος αναπροσαρμογών και ταυτόχρονα ενημερώνονται οι σχετικές τιμές επανάληψης, τα βάρη στους αντίστοιχους τελεστές και πόσες φορές χρησιμοποιήθηκαν. Αν για πολλές επαναλήψεις (2500-5000) δεν προκύψει κάποια βελτίωση, ο αλγόριθμός προτείνει την λύση με το καλύτερο σκορ ως αποτέλεσμα.

Η προτεινόμενη λύση ανάλογα και με τις μεταβολές που υπάρχουν στους προς εξυπηρέτηση πελάτες μπορεί και να μην διαφέρει από περίοδο σε περίοδο. Αν όμως υπάρχουν μεταβολές, τότε και η προτεινόμενη λύση προσαρμόζεται ανάλογα. Ενδεικτικά στο γράφημα 4 βλέπουμε πως η λύση που προέκυψε για τις πρώτες δύο περιόδους (εβδομάδες) δεν είχε κάποια διαφορά. Για την τρίτη όμως περίοδο και λόγω της μεταβολής του αριθμού πελατών προέκυψε ένα νέο αποτέλεσμα.



Γράφημα 4: Αναπροσαρμογή των τομέων λαμβάνοντας υπόψιν τις μεταβολές στο πελατολόγιο

(Lei et al., 2015)

### 3.5 Εφαρμογή στον φαρμακευτικό κλάδο

Η μελέτη περίπτωσης με τίτλο «**Assigning Regions to Sales Representatives at Pfizer Turkey**» (Köksalan and Batun, 2009) προσεγγίζει ένα πρόβλημα παρεμφερές με αυτό που θα εξεταστεί και στην συγκεκριμένη εργασία. Οι ερευνητές παρουσιάζουν ένα πραγματικό παράδειγμα ανάθεσης περιοχών σε πωλητές. Οι ερευνητές κλήθηκαν να αναδιοργανώσουν την υφιστάμενη δομή των πωλητών για το υποκατάστημα της Pfizer στην Τουρκία. Όπως σε όλους τους βιομηχανικούς κλάδους έτσι και στον φαρμακευτικό κλάδο το περιβάλλον είναι δυναμικό. Υπάρχουν όμως κάποια δεδομένα

του φαρμακευτικού κλάδου που πολλές φορές κάνουν αυτό το φαινόμενο ακόμα πιο έντονο. Η εισαγωγή νέων σκευασμάτων, η λήξη της πατέντας των υφισταμένων σκευασμάτων, οι μετακινήσεις των επαγγελματιών υγείας είναι μερικά από τα δεδομένα του συγκεκριμένου κλάδου που καθιστούν την ανάγκη αναπροσαρμογών πιο έντονη, ανεξάρτητα από τις εσωτερικές αλλαγές που ενδεχομένως υπάρχουν.

Οι πωλητές στον φαρμακευτικό κλάδο ονομάζονται ιατρικοί επισκέπτες. Κύριο αντικείμενο της δουλειάς τους είναι να ενημερώνουν τους επαγγελματίες υγείας για την αποτελεσματικότητα των σκευασμάτων, τις πιθανές ανεπιθύμητες ενέργειες, το δοσολογικό σχήμα κ.α. με βάση τις σχετικές επιστημονικές μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί. Υπάρχουν αρκετά ισχυρές ενδείξεις ότι ο συνδυασμός της επιστημονικής ενημέρωσης αλλά και των διαπροσωπικών σχέσεων που δημιουργούνται ανάμεσα στους ιατρικούς επισκέπτες και τους επαγγελματίες υγείας υποβοηθούν τις πωλήσεις.

Η ιδιαιτερότητα που υπάρχει στον συγκεκριμένο κλάδο είναι πως οι ιατρικοί επισκέπτες δεν πραγματοποιούν άμεσες πωλήσεις προς τους επαγγελματίες υγείας. Προσπαθούν να πείσουν τους επαγγελματίες υγείας σε σχέση με τα προϊόντα που προωθούν και έπειτα είναι στην δική τους διακριτική ευχέρεια αν θα το συνταγογραφήσουν ή αν ενδεχομένως θα προτιμήσουν κάποιο σκεύασμα άλλης εταιρείας.

Έτσι σε κάθε ιατρικό επισκέπτη ανατίθεται ένα συγκεκριμένος τομέας που αποτελείται από επιμέρους μικρότερες γεωγραφικές περιοχές. Οι γεωγραφικές περιοχές αυτές είναι η μικρότερη γεωγραφική περιοχή για την οποία δημοσιοποιούνται δεδομένα πωλήσεων για συνταγογραφούμενα φάρμακα. Έτσι οι φαρμακευτικές εταιρείες και στην συγκεκριμένη περίπτωση η Pfizer Τουρκίας είναι σε θέση να υπολογίσουν τις επιδόσεις των πωλήσεων τους για την κάθε γεωγραφική περιοχή ή για κάθε τομέα ξεχωριστά και κατά συνέπεια και την απόδοση του κάθε ιατρικού επισκέπτη. Για τις περιοχές αυτές επίσης οι φαρμακευτικές εταιρείες είναι σε θέση να γνωρίζουν το συνολικό αριθμό επαγγελματιών υγείας που εργάζονται ανά ειδικότητα. Έτσι μπορούν να υπολογίσουν και τον απαραίτητο εργασιακό φόρτο που απαιτείται για να πραγματοποιούνται επισκέψεις στις ειδικότητες ενδιαφέροντος τους. Συνήθως ένας τομέας αποτελείται από πολλές επιμέρους γεωγραφικές περιοχές.

Υπάρχουν λοιπόν πολλές παράμετροι που θα πρέπει να ληφθούν υπόψιν κατά την ανάθεση των τομέων στους ιατρικούς επισκέπτες. Μία πρώτη παράμετρος είναι η έδρα του κάθε ιατρικού επισκέπτη, ώστε να μην του ανατεθεί ένας τομέας που δεν είναι εφικτό να επισκέπτεται από άποψη απόστασης. Μία ακόμα παράμετρος είναι ο συνολικός χρόνος που απαιτείται για τις μετακινήσεις του στην γεωγραφική περιοχή που του έχει ανατεθεί. Ο τομέας που ανατίθεται σε κάθε ιατρικό επισκέπτη πρέπει να απαιτεί εργασιακό φόρτο που μπορεί να εξυπηρετήσει ένα άτομο ή έστω όσο πιο κοντά σε αυτό. Ζητούμενο είναι επίσης ο κάθε τομέας να ανατίθεται σε έναν και μόνο ιατρικό επισκέπτη. Ένας επίσης σημαντικός παράγοντας που δεν πρέπει να αγνοηθεί είναι οι ήδη εδραιωμένες σχέσεις που υπάρχουν μεταξύ των ιατρικών επισκεπτών και των επαγγελματιών υγείας. Όταν γίνεται λοιπόν ανασχεδιασμός της ανάθεσης των τομέων στους ιατρικούς επισκέπτες θέλουμε αυτό να προκαλέσει την μικρότερη δυνατή αναταραχή στην υπάρχουσα δομή.

Στην συγκεκριμένη έρευνα οι μελετητές δεν παρουσιάζουν κάποιο συγκεκριμένο μοντέλο για την δημιουργία των τομέων και την ανάθεση τους στους ιατρικούς επισκέπτες. Η έρευνα τους όμως καταδεικνύει την επιχειρηματική ανάγκη που υπάρχει να σχεδιάζονται τομείς ισορροπημένοι μεταξύ τους βάσει πολλών παραμέτρων και να γίνεται η ανάθεση τους με συγκεκριμένα κριτήρια ανάμεσα στους ιατρικούς επισκέπτες. Επεξηγείται επίσης ικανοποιητικά και ο τρόπος λειτουργίας του φαρμακευτικού κλάδου και πιο συγκεκριμένα ο τομέας των ομάδων ιατρικής ενημέρωσης ο οποίος αποτελεί και το σημαντικότερο μέσω προώθησης του φαρμακευτικού κλάδου.

## **4. Το πλαίσιο λειτουργίας των ιατρικών επισκέψεων στην Ελλάδα**

Στον φαρμακευτικό κλάδο, όπως και στους άλλους βιομηχανικούς κλάδους, υπάρχει η ανάγκη προώθησης των σκευασμάτων. Πολλές φορές αυτό στο ευρύ κοινό, εκτός του φαρμακευτικού κλάδου, μοιάζει μη αναγκαίο. Ωστόσο, η ανάγκη ενημέρωσης για τα σκευάσματα καλύπτει πραγματικές ανάγκες ιατρών και ασθενών. Η μεγάλη διαφορά σε σχέση με άλλους βιομηχανικούς κλάδους είναι ότι η προώθηση και η ενημέρωση επί των σκευασμάτων βασίζεται σε επιστημονικά δεδομένα και έρευνες και όχι σε απλά τεχνικά χαρακτηριστικά ή προσωπικές προτιμήσεις και εκτιμήσεις. Συνέπεια αυτού είναι και η σχετική ορολογία που χρησιμοποιείται για τους πωλητές του φαρμακευτικού κλάδου οι οποίοι ονομάζονται ιατρικοί επισκέπτες. Αντίστοιχα στις επισκέψεις που πραγματοποιούν σε επαγγελματίες υγείας γίνεται ιατρική ενημέρωση και όχι απλά πώληση προϊόντων.

Για να μπορέσει κάποιος ιατρικός επισκέπτης να ανταποκριθεί στον ρόλο του απαιτείται να έχει υψηλή κατανόηση επιστημονικών και ιατρικών δεδομένων. Συχνά οι σπουδές των ιατρικών επισκεπτών είναι σε κλάδους συναφείς των ιατρικών επαγγελματιών χωρίς αυτό να είναι προϋπόθεση ή κανόνας.

Στην διαδικασία ενημέρωσης των επαγγελματιών υγείας υπάρχει συγκεκριμένος κώδικας δεοντολογίας σαφώς διατυπωμένος από τον σύνδεσμο φαρμακευτικών επιχειρήσεων Ελλάδος (ΣΦΕΕ) (“Κώδικας Δεοντολογίας ΣΦΕΕ,” 2014). Ο συγκεκριμένος κώδικας δεοντολογίας δεν καλύπτει μόνο την ιατρική ενημέρωση αλλά οποιαδήποτε σχέση μεταξύ επαγγελματιών υγείας και φαρμακευτικών εταιρειών. Όλες οι φαρμακευτικές εταιρείες που δραστηριοποιούνται στην Ελλάδα οφείλουν και είναι υποχρεωμένες να τηρούν τον κώδικα δεοντολογίας αλλά και τους εκάστοτε νόμους που θεσπίζει το κράτος. Οποιαδήποτε παραβίαση του κώδικα δεοντολογίας αλλά και των νόμων που διέπουν την σχέση αυτή μεταξύ επαγγελματιών υγείας και φαρμακευτικών εταιρειών μπορούν να επιφέρουν σημαντικές συνέπειες και στα δύο μέρη.

Σε αυτό το πολύ αυστηρό πλαίσιο κανόνων οι φαρμακευτικές εταιρείες καλούνται να ενημερώνουν τους επαγγελματίες υγείας προσπαθώντας να διασφαλίσουν ότι οι επαγγελματίες υγείας είναι επαρκώς ενημερωμένοι σε σχέση με συγκεκριμένες

θεραπευτικές κατηγορίες αλλά και επί των διαθέσιμων σκευασμάτων. Τελικός σκοπός είναι να μπορούν να παραπέμψουν τους ασθενείς στους κατάλληλους επαγγελματίες υγείας ή να επιλέξουν για τους ασθενείς τους το καταλληλότερο σκεύασμα βάση των ειδικών χαρακτηριστικών που αυτά έχουν και λαμβάνοντας ιδιαίτερα υπόψιν και τις όποιες πιθανές παρενέργειες.

Οι πόροι που διαθέτει η κάθε φαρμακευτική εταιρεία για την ενημέρωση των επαγγελματιών υγείας δεν είναι ανεξάντλητοι, είτε αυτοί οι πόροι είναι οικονομικοί είτε αφορούν ανθρωπίνους πόρους. Έτσι λοιπόν οι φαρμακευτικές εταιρείες καλούνται συχνά βάσει των δυνατοτήτων τους να λειτουργήσουν όσο πιο αποτελεσματικά μπορούν.

Αυτό στην περίπτωση της ιατρικής ενημέρωσης συχνά μεταφράζεται σε συγκεκριμένο αριθμό ιατρικών επισκεπτών που μπορεί να έχει στην διάθεση της η εκάστοτε φαρμακευτική εταιρεία, αριθμός που μπορεί να υπολείπεται από αυτόν που απαιτείται για την ενημέρωση του συνόλου των επαγγελματιών υγείας που σχετίζονται με μία συγκεκριμένη θεραπευτική κατηγορία που αφορά κάποιο σκεύασμα. Ακόμα όμως και στις περιπτώσεις που μία φαρμακευτική εταιρεία είναι σε θέση να έχει τον αριθμό των ιατρικών επισκεπτών που απαιτείται για να ενημερώσει το σύνολο των επαγγελματιών υγείας που θα επιθυμούσε, θέλει να αξιοποιεί τους ιατρικούς επισκέπτες με τον καλύτερο δυνατό τρόπο.

#### **4.1 Παράμετροι και δεδομένα φαρμακευτικών πωλήσεων στην Ελλάδα**

Στην Ελλάδα σε σχέση με άλλες χώρες της Ευρωπαϊκής ένωσης υπάρχει σχετική έλλειψη δεδομένων πωλήσεων. Παρόλο που το κράτος και το αρμόδιο υπουργείο μέσω της ΗΔΙΚΑ (ΙΔΙΚΑ, 2024) είναι σε θέση να γνωρίζει επακριβώς τα δεδομένα επί των συνταγογραφήσεων, αυτά τα δεδομένα δεν είναι στην διάθεση του κοινού και κατά συνέπεια ούτε στην διάθεση των φαρμακευτικών εταιρειών.

Τα κύρια κανάλια διάθεσης των φαρμακευτικών σκευασμάτων στο κοινό στην Ελλάδα είναι τρία. Ειδικότερα, τα φάρμακα υψηλού κόστους διατίθενται μέσω του ΕΟΠΥΥ



και συνεργαζόμενων φαρμακείων (ΕΟΡΥΥ, 2024), τα νοσοκομειακά φάρμακα χορηγούνται μόνο στους ασθενείς των νοσοκομείων και δεν διατίθενται στο ευρύ κοινό και τέλος τα φάρμακα ευρείας κατανάλωσης διατίθενται μέσω των συνοικιακών φαρμακείων τα οποία σύμφωνα με την τελευταία διαθέσιμη σχετική μελέτη της εθνικής στατιστικής υπηρεσίας υπολογίζονται στα 10.427 σε όλη την Ελλάδα.

Πίνακας 3: Αριθμός φαρμακείων ανά περιφέρεια

Περιφέρειες	2018*	2019*	2020	Ποσοστιαία κατανομή (%) 2020	Μεταβολή (%) 2019/2018	Μεταβολή (%) 2020/2019
Αν. Μακεδονία & Θράκη	554	558	569	5,5	0,7	2,0
Κεντρική Μακεδονία	1.917	1.957	1.976	19,0	2,1	1,0
Δυτική Μακεδονία	242	239	242	2,3	-1,2	1,3
Ήπειρος	322	325	322	3,1	0,9	-0,9
Θεσσαλία	784	798	802	7,7	1,8	0,5
Ιόνια Νησιά	184	191	195	1,9	3,8	2,1
Δυτική Ελλάδα	615	623	645	6,2	1,3	3,5
Στερεά Ελλάδα	435	439	433	4,2	0,9	-1,4
Πελοπόννησος	493	504	521	5,0	2,2	3,4
Αττική	3.684	3.681	3.674	35,2	-0,1	-0,2
Βόρειο Αιγαίο	177	182	183	1,8	2,8	0,5
Νότιο Αιγαίο	287	265	279	2,7	-7,7	5,3
Κρήτη	556	566	586	5,6	1,8	3,5
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΧΩΡΑΣ</b>	<b>10.250</b>	<b>10.328</b>	<b>10.427</b>	<b>100,0</b>	<b>0,8</b>	<b>1,0</b>

\* Αναθεωρημένα στοιχεία

(ELSTAT, 2020)

Τα όποια διαθέσιμα δεδομένα που μπορούν να έχουν στην διάθεση τους οι φαρμακευτικές εταιρείες είναι κυρίως αποτέλεσμα ιδιωτικών πρωτοβουλιών. Πιο συγκεκριμένα στον φαρμακευτικό κλάδο δραστηριοποιείται κυρίως η πολυεθνική εταιρεία IQVIA (IQVIA Hellas, 2024). Η συγκεκριμένη εταιρεία έχει αναγνωρίσει την ανάγκη των φαρμακευτικών εταιρειών να γνωρίζουν σε τακτική βάση τα δεδομένα πωλήσεων των σκευασμάτων τους στο ευρύ κοινό αλλά και ποια είναι η θέση τους σε σχέση με τον ανταγωνισμό. Για να εξυπηρετήσουν την συγκεκριμένη ανάγκη έχουν αναπτύξει συνεργασία με περίπου 2.000 φαρμακεία σε όλη την Ελλάδα. Τα φαρμακεία αυτά έχει γίνει προσπάθεια να είναι κατανεμημένα γεωγραφικά με τέτοιο τρόπο ώστε να δίνουν ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα πωλήσεων για συγκεκριμένες γεωγραφικές περιοχές και αθροιστικά για το σύνολο της Ελληνικής επικράτειας.

Η IQVIA έχει χωρίσει την Ελληνική επικράτεια σε 70 διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές και αυτές οι περιοχές είναι και το κατώτερο επίπεδο που είναι διαθέσιμες οι πωλήσεις όλων των σκευασμάτων που διατίθενται μέσω των φαρμακείων.

Όπως είναι κατανοητό τα συγκεκριμένα δεδομένα δεν καλύπτουν τις πωλήσεις των νοσοκομειακών φαρμάκων ούτε και των φαρμάκων υψηλού κόστους. Για τα φάρμακα υψηλού κόστους μόνο μέρος των πωλήσεων διακινείται μέσω των συνοικιακών φαρμακείων.

Τα δεδομένα της IQVIA μέχρι σήμερα είναι η πιο ακριβής εικόνα που έχει στην διάθεση της μία φαρμακευτική εταιρεία που δραστηριοποιείται στην Ελληνική επικράτεια. Τα συγκεκριμένα δεδομένα είναι διαθέσιμα σε μηνιαία βάση και είναι μία από τις παραμέτρους/περιορισμοί που θα χρησιμοποιηθούν και στην υλοποίηση της συγκεκριμένης εργασίας. Τα δεδομένα που θα χρησιμοποιηθούν θα είναι στο επίπεδο και στην μορφή που παρέχονται από την IQVIA αλλά χωρίς να αντικατοπτρίζουν τις πραγματικές πωλήσεις των σκευασμάτων.

#### **4.2 Επαγγελματίες υγείας στην Ελληνική επικράτεια**

Οι επαγγελματίες υγείας σύμφωνα με την Ελληνική στατιστική υπηρεσία υπολογίζονται σε 103.717. Τα δεδομένα αυτά είναι διαθέσιμα από την Ελληνική στατιστική υπηρεσία και σε επίπεδο περιφερειών (13 περιφέρειες συνολικά).

Πίνακας 4: Αριθμός ιατρών ανά περιφέρεια

Περιφέρεια	2020	2021*	2022	Μεταβολή (%) 2022/2021	Ποσοστιαία Κατανομή % Έτους 2022	Ανά 10.000 κατοίκους
Ανατολική Μακεδονία & Θράκη	3.075	3.084	3.168	2,7	4,6	53,3
Κεντρική Μακεδονία	11.527	11.941	12.216	2,3	17,8	65,7
Δυτική Μακεδονία	788	798	793	-0,6	1,2	30,3
Ήπειρος	2.380	2.382	2.454	3,0	3,6	74,1
Θεσσαλία	3.691	3.712	4.046	9,0	5,9	57,0
Ιόνια Νησιά	1.044	1.038	1.082	4,2	1,6	53,5
Δυτική Ελλάδα	3.215	3.287	3.297	0,3	4,8	51,0
Στερεά Ελλάδα	1.720	1.761	1.806	2,6	2,6	32,6
Πελοπόννησος	2.259	2.207	2.194	-0,6	3,2	38,5
Αττική	30.717	31.174	31.415	0,8	45,9	84,1
Βόρειο Αιγαίο	722	768	785	2,2	1,1	34,3
Νότιο Αιγαίο	1.273	1.316	1.272	-3,3	1,9	36,6
Κρήτη	3.776	3.876	3.941	1,7	5,8	61,9
<b>Σύνολο</b>	<b>66.187</b>	<b>67.344</b>	<b>68.469</b>	<b>1,7</b>	<b>100,00</b>	<b>64,1</b>

\*Αναθεωρημένα στοιχεία

(ELSTAT, 2022)

Επίσης παρέχεται η πληροφορία και σε επίπεδο ειδικοτήτων αλλά μόνο για τις κύριες ειδικότητες.

Πίνακας 5: Αριθμός Ιατρών για τις έξι κύριες κατηγορίες ειδικοτήτων

Ειδικότητες	2020	2021*	2022	Μεταβολή (%) 2022/2021
Παθολόγοι	4.573	4.611	4.576	-0,8
Παιδίατροι	3.787	3.852	3.857	0,1
Καρδιολόγοι	3.576	3.641	3.666	0,7
Ιατρ. Βιοπαθολόγοι (Μικροβιολόγοι)	3.473	3.466	3.421	-1,3
Γενικής Ιατρικής	3.465	3.520	3.524	0,1
Μαιευτήρες-Γυναικολόγοι	3.035	3.095	3.090	-0,2
Λοιπές ειδικότητες & Άνευ ειδικότητας	44.278	45.159	46.335	2,6
<b>Σύνολο</b>	<b>66.187</b>	<b>67.344</b>	<b>68.469</b>	<b>1,7</b>

\*Αναθεωρημένα στοιχεία

(ELSTAT, 2022)

Στις φαρμακευτικές εταιρείες υπάρχει η ανάγκη να έχουν στην διάθεση τους αναλυτικότερες πληροφορίες για τους επαγγελματίες υγείας. Οι ειδικότητες των επαγγελματιών υγείας είναι καθοριστικές για το αν αυτοί ενδεχομένως ενδιαφέρονται να ενημερώνονται για κάποιο σκεύασμα. Επίσης είναι απαραίτητο να υπάρχουν πιο συγκεκριμένες γεωγραφικές πληροφορίες για τον τόπο δραστηριότητας τους και όχι μόνο σε επίπεδο περιφέρειας.

Την συγκεκριμένη ανάγκη έρχεται και πάλι να καλύψει η IQVIA μέσω μίας βάσης δεδομένων επαγγελματιών υγείας που την ονομάζει OneKey. Αντίστοιχη βάση δεδομένων υπάρχει διαθέσιμη στην Ελληνική αγορά και από την εταιρεία Aqurance. Η βάση της IQVIA διαθέτει μέρος ή το σύνολο των παρακάτω πληροφοριών για κάθε επαγγελματία υγείας:

- Όνομα και επίθετο
- Τύπος επαγγελματία υγείας
- Τομείς πρακτικής και θεραπείας, ειδικότητες και τάσεις
- Όνομα του τόπου εργασίας σας/κλινικού χώρου και συντεταγμένες GPS για τη δυνατότητα εμφάνισης αυτών σε χάρτη
- Διεύθυνση του τόπου εργασίας σας/κλινικού χώρου
- Αριθμός τηλεφώνου και φαξ του χώρου εργασίας σας/κλινικού χώρου
- Αριθμός κινητού τηλεφώνου (όπου έχει διατεθεί)
- Επαγγελματική ή/και προσωπική διεύθυνση ηλεκτρονικού ταχυδρομείου
- Έτος γέννησης
- Έτος αποφοίτησης, πτυχία και σχετικό πανεπιστήμιο ή πανεπιστήμια
- Επαγγελματικά προσόντα, εμπειρία και ενδιαφέροντα
- Αριθμός Μητρώου
- Στοιχεία σχετικά με τις επισκέψεις που δέχεστε από εταιρείες του χώρου της υγείας και εταιρείες προϊόντων υγείας και υγιεινής.
- Διαδικτυακές δραστηριότητες και διαδικτυακή παρουσία
- Δραστηριότητες στο πεδίο της έρευνας

Τα δεδομένα που θα χρησιμοποιηθούν στην συγκεκριμένη εργασία θα είναι πλήρως ανώνυμα και δεν θα είναι πραγματικά. Ωστόσο, θα έχουν την μορφή και το επίπεδο πληροφορίας που έχουν τα δεδομένα της IQVIA. Στην εν λόγω εργασία πιο συγκεκριμένα μας ενδιαφέρει να γνωρίζουμε τον αριθμό των επισκέψεων που χρειάζεται να πραγματοποιηθούν σε κάθε μία από τις γεωγραφικές περιοχές στις οποίες έχει χωρίσει η IQVIA την Ελλάδα. Ο αριθμός των επισκέψεων προκύπτει ως συνδυασμός του συνολικού αριθμού των επαγγελματιών υγείας συγκεκριμένων ειδικοτήτων που δραστηριοποιούνται σε κάθε μία από τις εβδομήντα γεωγραφικές περιοχές αλλά και της αξιολόγησης που υπάρχει για κάθε επαγγελματία υγείας. Οι περιοχές έχουν ένα μοναδικό κωδικό και μία μοναδική περιγραφή όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 6: Οι εβδομήντα γεωγραφικές περιοχές που έχει τμηματοποιήσει την Ελλάδα η IQVIA

Κωδικός	Περιγραφή	Κωδικός	Περιγραφή
001	ATH.CENTR A	036	MESSINIA
002	ATH.CENTR B	037	PATRA-E.ACH
003	ATH.KOLONAKI	038	PATRA-W.ACH
004	ATH.N-C.1A	039	PREV-ART-LEF
005	ATH.N-C.1B	040	THESP-IOAN
006	ATH.N-C. 2	041	MAGNISIA
007	ATH.NORTH 1	042	LARISSA EAST
008	ATH.NORTH 2	043	LARISSA WEST
009	ATH.NORTH 3	044	KARDITSA
010	ATH.NORTH 4	045	TRIKALA
011	ATH.NORTH 5	046	GREV-KOZANI
012	ATH.EAST 1	047	FLOR-KASTOR
013	ATH.EAST 2	048	PIERIA
014	ATH.S-E.	049	IMATHIA
015	ATH.S-W.1A	050	SAL.CEN.W.A
016	ATH.S-W.1B	051	SAL.CEN.W.B
017	ATH.S-W.2	052	SAL.CEN.E.A
018	ATH.SOUTH	053	SAL.CEN.E.B
019	ATH.WEST 1	054	REST SALON.A
020	ATH.W.2	055	REST SALON.B
021	ATH.W.3	056	SALON.SUB.W
022	PIR.CENT.A	057	SALON.SUB.E
023	PIR.CENT.B	058	CHALKIDIKI
024	PIR.SUB.A	059	PELLA-KILKIS
025	PIR.SUB.B	060	SERRES
026	ATT.NORTH	061	KAVALA
027	ATT.WEST	062	DRAMA
028	ATT.SOUTH	063	XANTHI-RODOP
029	FOKIS-VIOTIA	064	EVROS-SAMOTH
030	EVRIT-FTHIOT	065	LESVOS-LIMNO
031	EVIA	066	CHIOS-SAMOS
032	ETOLOAKARNAN	067	DODECANESE
033	ARGOL-KORINT	068	CYCLADES
034	ARKAD-LAKON	069	HER-LASITHI
035	ILIA-ZAKYNTH	070	CHAN-RETHYM

Ο συνδυασμός του αριθμού των επαγγελματιών υγείας των ειδικοτήτων που μας ενδιαφέρουν ανά γεωγραφική περιοχή με τον αριθμό των επισκέψεων που πρέπει να πραγματοποιήσει ο κάθε επαγγελματίας υγείας σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα

δίνουν ως αποτέλεσμα τον φόρτο εργασίας που απαιτείται για να εξυπηρετήσει ένας ιατρικός επισκέπτης μία γεωγραφική περιοχή. Αυτό θα αποτελέσει και την δεύτερη παράμετρο/περιορισμό στην συγκεκριμένη εργασία.

Για να γίνει πιο κατανοητό, έστω ότι στην γεωγραφική περιοχή με κωδικό 001 και περιγραφή ATH.CENTR A υπάρχουν 100 παθολόγοι και έστω ότι αυτή είναι η ειδικότητα που μας ενδιαφέρει. Αν σε κάθε παθολόγο εκτιμάται ότι σε μια περίοδο 6 μηνών πρέπει να πραγματοποιηθούν 6 επισκέψεις τότε αυτό μας δίνει 600 επισκέψεις συνολικά ( $6 \times 100 = 600$ ). Ένας ιατρικός επισκέπτης μπορεί, κατά μέσο όρο, να πραγματοποιήσει έναν πεπερασμένο αριθμό επισκέψεων κάθε μέρα. Έστω ότι αυτός ο αριθμός είναι 7 επισκέψεις την ημέρα και ότι οι εργάσιμες μέρες για ένα εξάμηνο είναι 130. Τότε ένας ιατρικός επισκέπτης είναι σε θέση να πραγματοποιήσει σε ένα εξάμηνο 910 επισκέψεις. Άρα η γεωγραφική περιοχή με κωδικό 001 και περιγραφή ATH.CENTR A καλύπτει το ~66% των επισκέψεων που μπορεί να πραγματοποιήσει ένας ιατρικός επισκέπτης. Όπως γίνεται κατανοητό στον συγκριμένο ιατρικό επισκέπτη πρέπει να αναθέσουμε περισσότερες γεωγραφικές περιοχές που ιδανικά για να εξυπηρετηθούν θα πρέπει να απαιτούνται 910 συνολικά επισκέψεις.

Θα πρέπει λοιπόν να εξισορροπηθεί ο φόρτος εργασίας ανάμεσα στους ιατρικούς επισκέπτες. Ταυτόχρονα θα πρέπει να υπάρχει μία εξισορρόπηση και ως προς την συνολική ποσότητα πωλήσεων που έχουν στην ευθύνη τους οι ιατρικοί επισκέπτες.

Οι περιοχές που αναθέτουμε σε κάθε ιατρικό επισκέπτη θα πρέπει ιδανικά να είναι κοντά στον τόπο κατοικίας του ώστε να περιοριστεί ο χρόνος μετακίνησης, χωρίς αυτό να είναι απαραίτητη προϋπόθεση. Σε έναν ιατρικό επισκέπτη που έχει ως τόπο κατοικίας του την Αττική μπορεί να του ανατεθεί η περιοχή της Κρήτης, αν σε εκείνη την περιοχή δεν υπάρχει κάποιος τοπικός ιατρικός επισκέπτης. Αντίστοιχα, δεν θα αναθέσουμε σε κάποιον που κατοικεί στην Αττική μία περιοχή της Θεσσαλονίκης αν στην Θεσσαλονίκη έχουμε τοπικούς ιατρικούς επισκέπτες. Μία επιπλέον παράμετρος/περιορισμός είναι ο συνολικός αριθμός των ιατρικών επισκεπτών και πιο συγκεκριμένα ο συνεπαγόμενος αριθμός επισκέψεων.

### 4.3 Πως προκύπτει ο ζητούμενος αριθμός επισκέψεων ανά περιοχή

Αν και δεν είναι ζήτημα της συγκεκριμένης εργασίας πώς προκύπτει ο ζητούμενος αριθμός επισκέψεων για την εξυπηρέτηση μίας γεωγραφικής περιοχής, θα γίνει μία σύντομη αναφορά. Στην συγκεκριμένη εργασία ο ζητούμενος αριθμός επισκέψεων θα δίνεται ως δεδομένο.

Μία συνήθης πρακτική στις φαρμακευτικές εταιρείες είναι η κατηγοριοποίηση των επαγγελματιών υγείας. Η κατηγοριοποίηση αυτή μπορεί να λάβει υπόψιν διάφορες παραμέτρους όπως τον αριθμό των ασθενών για τους οποίους αποφασίζει την ενδεδειγμένη θεραπεία ένας επαγγελματίας υγείας, την επιστημονική του κατάρτιση και το κατά πόσο η προσέγγιση του επηρεάζει την υπόλοιπη επιστημονική κοινότητα, την εξειδίκευση του σε συγκεκριμένες θεραπευτικές κατηγορίες, το νοσοκομείο στο οποίο εργάζεται, την ειδικότητα του και όποιο άλλο στοιχείο θεωρεί δόκιμο η εκάστοτε φαρμακευτική εταιρεία.

Ανάλογα με την κατηγοριοποίηση που θα προκύψει και σε συνδυασμό με τον τόπο εργασίας του επαγγελματία υγείας προκύπτει ο επιθυμητός αριθμός επισκέψεων. Έτσι για παράδειγμα μπορεί σε έναν επαγγελματία υγείας ο ζητούμενος αριθμός επισκέψεων για μία συγκεκριμένη χρονική περίοδο να είναι 6 επισκέψεις, ενώ σε έναν άλλο επαγγελματία υγείας της ίδιας ειδικότητας ο ζητούμενος αριθμός επισκέψεων να είναι 4.

Έτσι σε δύο διαφορετικές περιοχές που τυχαίνει να έχουν τον ίδιο αριθμό επαγγελματιών υγείας συγκεκριμένης ειδικότητας η οποία υποθετικά μας ενδιαφέρει, ενδέχεται ο συνολικός αριθμός των επισκέψεων που απαιτούνται να είναι διαφορετικός.

Για να γίνει ακόμα πιο κατανοητό ακολουθεί σχετικό παράδειγμα για δύο γεωγραφικές περιοχές που βρίσκονται και οι δύο σε αστικό κέντρο και δεν είναι απομακρυσμένες. Έστω ότι στην Περιοχή 1 έχουμε τα παρακάτω στοιχεία:

Πίνακας 7: Αριθμός παθολόγων σε μία υποτιθέμενη γεωγραφική περιοχή (Περιοχή 1) και ο ζητούμενος αριθμός επισκέψεων που προκύπτει βάση της κατηγοριοποίησης τους

Περιοχή 1			
Κατηγορίες	Παθολόγοι	Αριθμός Επιθυμητών Επισκέψεων	Συνολικές Επισκέψεις
Κατηγορία 1:	20	6	120
Κατηγορία 2:	40	4	160
Κατηγορία 3:	30	3	90
Κατηγορία 4:	10	1	10
Συνολικός Αριθμός:	100		380

Ο συνδυασμός λοιπόν του συνολικού αριθμού των παθολόγων στην συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή σε συνδυασμό με την κατηγοριοποίηση του μας δίνει έναν συνολικά ζητούμενο αριθμό 380 επισκέψεων (πολλαπλασιάζουμε τον αριθμό των παθολόγων κάθε κατηγορίας με τον αριθμό των επιθυμητών επισκέψεων για κάθε κατηγορία και παίρνουμε το συνολικό άθροισμα).

Έστω λοιπόν ότι υπάρχει και η Περιοχή 2 με τα παρακάτω στοιχεία:

Πίνακας 8: Αριθμός παθολόγων σε μία υποτιθέμενη γεωγραφική περιοχή (Περιοχή 2) και ο ζητούμενος αριθμός επισκέψεων που προκύπτει βάση της κατηγοριοποίησης τους

Περιοχή 2			
Κατηγορίες	Παθολόγοι	Αριθμός Επιθυμητών Επισκέψεων	Συνολικές Επισκέψεις
Κατηγορία 1:	50	6	300
Κατηγορία 2:	30	4	120
Κατηγορία 3:	10	3	30
Κατηγορία 4:	10	1	10
Συνολικός Αριθμός:	100		460

Όπως γίνεται κατανοητό μεταξύ δύο περιοχών με ίδιο αριθμό επαγγελματιών υγείας εξαιτίας συγκεκριμένων χαρακτηριστικών των επαγγελματιών υγείας μπορεί ο ζητούμενος αριθμός επισκέψεων που προκύπτει να διαφέρει αρκετά.



#### **4.4 Παράμετροι και περιορισμοί στον φαρμακευτικό κλάδο**

Συμπερασματικά, στον φαρμακευτικό κλάδο θα πρέπει να εξισορροπείται η συνολική αξία των πωλήσεων που προκύπτει αθροιστικά από τις επιμέρους περιοχές που θα ανατεθούν σε κάθε ιατρικό επισκέπτη.

Ταυτόχρονα όμως θα πρέπει και ο ζητούμενος αριθμός επισκέψεων από κάθε ιατρικό επισκέπτη να είναι ισορροπημένος και να μην διαφέρει σε μεγάλο βαθμό σε σχέση με τις εκτιμώμενες επισκέψεις που μπορεί να πραγματοποιήσει ένας ιατρικός επισκέπτης σε μία συγκεκριμένη χρονική περίοδο.

Επίσης σε ορισμένες περιπτώσεις θα πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα συγκεκριμένες περιοχές να μην μπορούν να ανατεθούν σε συγκεκριμένους ιατρικούς επισκέπτες. Έτσι για παράδειγμα σε έναν ιατρικό επισκέπτη που έχει ως τόπο μόνιμης κατοικίας την Κρήτη δεν πρέπει να του ανατεθούν περιοχές της Αττικής. Αντίστοιχα σε αυτούς που κατοικούν στην περιοχή της Αττικής δεν πρέπει να τους ανατεθούν περιοχές της Κρήτης.

Επιπλέον οι περιοχές που θα ανατεθούν σε κάθε ιατρικό επισκέπτη καλό θα είναι να γειτνιάζουν μεταξύ τους και να είναι κοντά στον τόπο κατοικίας του, χωρίς αυτό να είναι αναγκαία και απαραίτητη συνθήκη. Για παράδειγμα τα νησιά των Κυκλάδων μπορούν να ανατεθούν σε κάποιο ιατρικό επισκέπτη που κατοικεί στην Αττική αν στην συγκεκριμένη γεωγραφική ζώνη δεν υπάρχει τοπικός ιατρικός επισκέπτης.

Ένας ακόμα περιορισμός είναι ότι η κάθε γεωγραφική περιοχή θα μπορεί να ανατεθεί σε έναν και μόνο ιατρικό επισκέπτη. Αυτό συχνά αποτελεί αναγκαία συνθήκη για να μπορεί στην συνέχεια να αξιολογείται και η επίδοση των ιατρικών επισκεπτών.

## 5. Μελέτη περίπτωσης φαρμακευτικής εταιρείας

Στην συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης καλούμαστε να αναθέσουμε τις εβδομήντα περιοχές στις οποίες είναι χωρισμένη η Ελλάδα σε 20 ιατρικούς επισκέπτες. Είναι γνωστός εκ των προτέρων ο απαιτούμενος αριθμός επισκέψεων ανά περιοχή όπως επίσης και το μέγεθος των πωλήσεων κάθε περιοχής.

Για τους είκοσι ιατρικούς επισκέπτες γνωρίζουμε τον τόπο διαμονής τους και ως εκ τούτου και τον χρόνο μετακίνησης που χρειάζεται ο καθένας για να μετακινηθεί προς κάθε μία από τις εβδομήντα περιοχές.

Λαμβάνοντας υπόψιν αυτές τις τρεις παραμέτρους, δηλαδή τον ζητούμενο αριθμό επισκέψεων, το μέγεθος των πωλήσεων κάθε περιοχής αλλά και τον απαιτούμενο χρόνο μετακίνησης καλούμαστε να αναθέσουμε τις περιοχές στους ιατρικούς επισκέπτες όσο πιο εξισορροπημένα γίνεται. Ιδανικά σε όλους τους ιατρικούς επισκέπτες θα πρέπει να ανατεθεί ο ίδιος αριθμός επισκέψεων, το ίδιο μέγεθος πωλήσεων και να απαιτείται συνολικά ο ίδιος χρόνος μετακίνησης. Γνωρίζουμε εκ των προτέρων ότι αυτό δεν είναι εφικτό. Θέλουμε όμως να πετύχουμε το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα, να βρούμε δηλαδή την βέλτιστη λύση.

Θα πρέπει όμως να διασφαλιστεί ότι κάθε περιοχή θα ανατεθεί σε έναν και μόνο ιατρικό επισκέπτη, σύμφωνα με τις απαιτήσεις της παρούσας μελέτης. Αυτό αποτελεί προϋπόθεση στην δική μας περίπτωση έτσι ώστε κάθε επαγγελματίας υγείας να δέχεται επισκέψεις από έναν και μόνο ιατρικό επισκέπτη. Ταυτόχρονα θα είμαστε σε θέση να αποδώσουμε τις πωλήσεις μίας περιοχής σε έναν ιατρικό επισκέπτη και έτσι να είμαστε σε θέση να αξιολογήσουμε και τις επιδόσεις των ιατρικών επισκεπτών.

Θα πρέπει επίσης να διασφαλίσουμε ότι οι ζητούμενες επισκέψεις για τις περιοχές που έχουν ανατεθεί σε κάθε ιατρικό επισκέπτη δεν ξεπερνούν τον μέγιστο αριθμό επισκέψεων που μπορεί ένας ιατρικός επισκέπτης να πραγματοποιήσει σε μία συγκεκριμένη περίοδο.

## 5.1 Περιοχές προς ανάθεση

Όπως έχει ήδη αναφερθεί καλούμαστε να αναθέσουμε εβδομήντα περιοχές σε είκοσι ιατρικούς επισκέπτες. Από τους είκοσι ιατρικούς επισκέπτες οι οχτώ έχουν ως τόπο μόνιμης κατοικίας τους την ευρύτερη περιοχή της Αττικής. Επτά ιατρικοί επισκέπτες έχουν ως τόπο μόνιμης κατοικίας τους την κεντρική και βόρειο Ελλάδα (Λάρισα, Βόλος, Θεσσαλονίκη). Υπάρχουν επίσης δύο ιατρικοί επισκέπτες που έχουν ως τόπο μόνιμης κατοικίας την Κρήτη και οι υπόλοιποι τρεις κατοικούν στην Πελοπόννησο (Σπάρτη, Πάτρα). Είναι κατανοητό ότι οι περιοχές της Κρήτης, της Πελοποννήσου και της δυτικής Ελλάδας είναι αρκετά απλό να ανατεθούν στους ιατρικούς επισκέπτες. Πιο συγκεκριμένα η Κρήτη είναι χωρισμένη σε δύο περιοχές και άρα κάθε ιατρικός επισκέπτης θα αναλάβει μία περιοχή ανάλογα με τον τόπο κατοικίας του. Στην Πελοπόννησο και την δυτική Ελλάδα υπάρχουν επτά περιοχές που θα πρέπει να ανατεθούν στους τρεις ιατρικούς επισκέπτες που έχουν ως τόπο μόνιμης κατοικίας τους την Πελοπόννησο. Η Πελοπόννησος έχει πλέον καλή οδική πρόσβαση και σε άλλες περιοχές, π.χ. τα Ιωάννινα. Έτσι δεν αποκλείεται στους ιατρικούς επισκέπτες που έχουν ως μόνιμο τόπο κατοικίας την Πελοπόννησο να αναθέσουμε και άλλες περιοχές εκτός των επτά που έχουν άμεση γεωγραφική εγγύτητα.

Στον χάρτη που ακολουθεί απεικονίζονται οι περιοχές στις οποίες είναι χωρισμένη η Ελλάδα με εξαίρεση την Αθήνα και την Θεσσαλονίκη.

Χάρτης 5

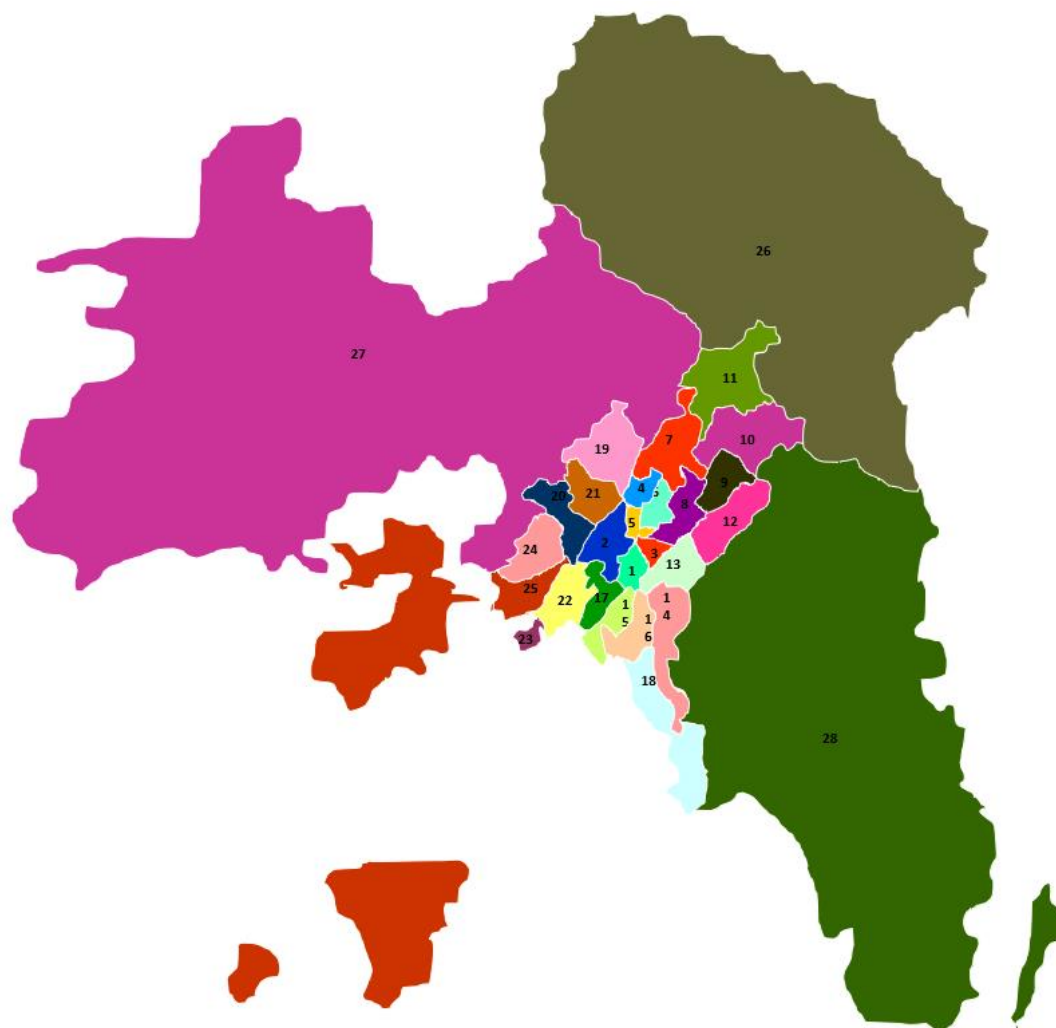


## 5.2 Η περιοχή της Αττικής

Στην συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης θα επικεντρωθούμε στην περιοχή της Αττικής που παρουσιάζει και τη μεγαλύτερη πολυπλοκότητα και η οποία αποτελείται από είκοσι οχτώ (28) περιοχές. Η περιοχή της Αττικής θα αποτελέσει και το μοντέλο μας για την επίλυση ανάλογων προβλημάτων με περισσότερες περιοχές και μεγαλύτερο αριθμό ιατρικών επισκεπτών.

Ακολουθεί ο σχετικός χάρτης των περιοχών της Αττικής.

Χάρτης 6



Ένας από τους βασικούς στόχους της ανάθεσης των περιοχών είναι να εξισορροπηθεί ο χρόνος μετακίνησης των ιατρικών επισκεπτών. Για να καταστεί αυτό εφικτό θα πρέπει να τους ανατίθενται περιοχές κοντά στον τόπο κατοικίας τους και οι περιοχές αυτές να είναι γειτονικές μεταξύ τους. Αυτό διασφαλίζει ότι χωρίς μεγάλες μετακινήσεις κατά την διάρκεια της ημέρας μπορούν να επισκέπτονται τον απαιτούμενο αριθμό επαγγελματιών υγείας. Αν για παράδειγμα μία δεδομένη ημέρα στην περιοχή 1 ΑΤΗ.СENTR A ένας ιατρικός επισκέπτης κατόρθωσε να επισκεφθεί πέντε επαγγελματίες υγείας και απαιτούνται ακόμα δύο επισκέψεις για να πετύχει τον στόχο των επτά επισκέψεων ανά ημέρα, κρίνεται σκόπιμο να μπορεί να μετακινηθεί στην γειτονική περιοχή, για παράδειγμα στην 2 ΑΤΗ.СENTR B ώστε να μπορεί να

πραγματοποιήσει ακόμα δύο επισκέψεις. Αυτό ταυτόχρονα δίνει και μία ευελιξία ως προς τον προγραμματισμό των ιατρικών επισκεπτών και βοηθά την συνολική παραγωγικότητα. Για την διευκόλυνση του συγκεκριμένου στόχου συμπτύχθηκαν οι είκοσι οχτώ (28) περιοχές της Αττικής βάσει γεωγραφικών κριτηρίων. Στην συνέχεια εξετάζεται αν οι νέες ενοποιημένες περιοχές μπορούν να εξυπηρετηθούν ως προς τις επισκέψεις που απαιτούνται από έναν ιατρικό επισκέπτη. Δηλαδή αν για κάθε μία από τις νέες περιοχές που έχουν σχηματιστεί απαιτείται συνολικά μικρότερος ή ίσος αριθμός επισκέψεων σε σχέση με αυτές που μπορεί να πραγματοποιήσει ένας ιατρικός επισκέπτης σε μία δεδομένη χρονική περίοδο. Οι ιατρικοί επισκέπτες που θα αναλάβουν περιοχές που αθροιστικά έχουν μικρό αριθμό επισκέψεων θα είναι και αυτοί που σε επόμενο βήμα θα μπορούν να αναλάβουν περιοχές της επαρχίας που δεν καλύπτονται από τους ιατρικούς επισκέπτες των άλλων περιοχών.

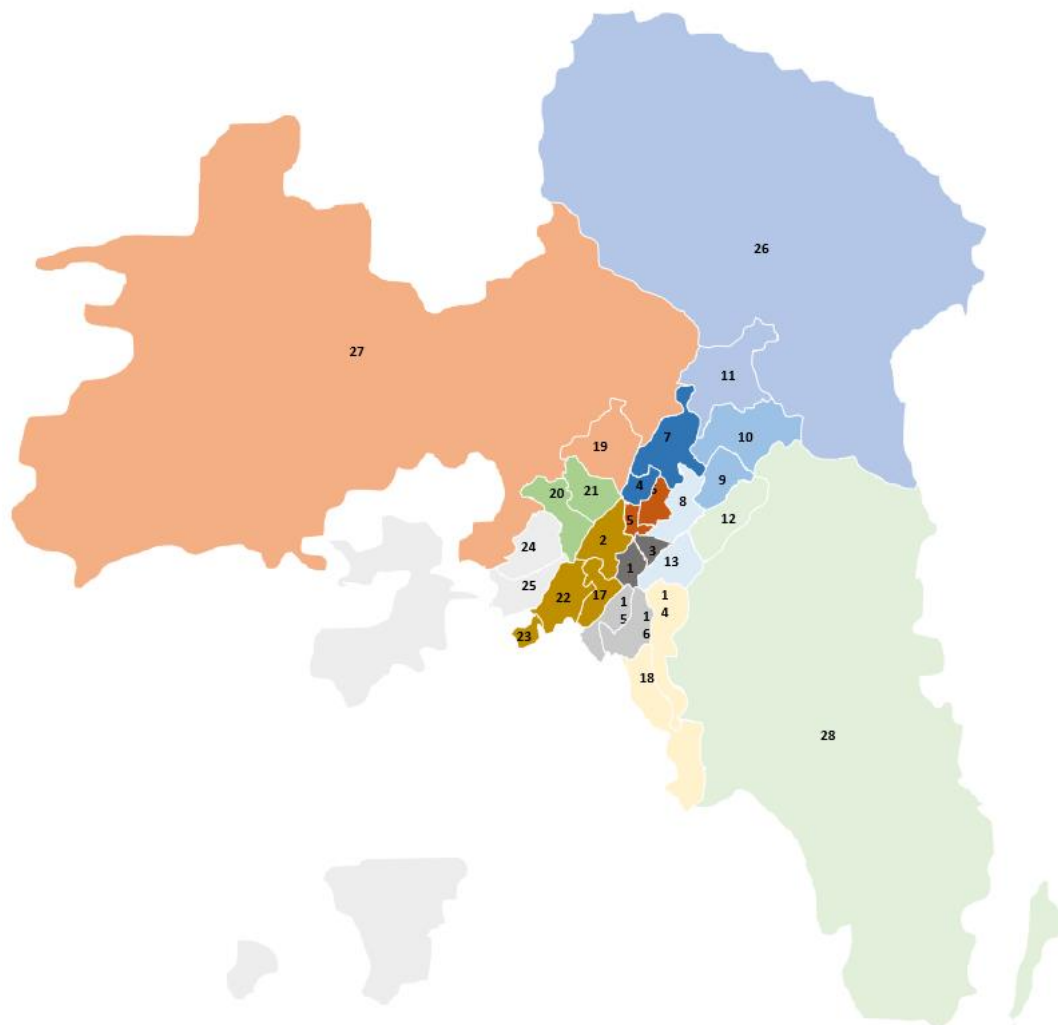
Αναλυτικότερα οι νέες περιοχές που προέκυψαν είναι δέκα τέσσερις (14) όπως αποτυπώνονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 9: Οι δεκατέσσερις περιοχές που προέκυψαν για την περιοχή της Αττικής

Κωδικός Περιοχών	Περιγραφή Περιοχών	Απαιτούμενες επισκέψεις
12 & 28	ATH.EAST 1 & ATT.SOUTH	206
12	ATH.EAST 1	71
28	ATT.SOUTH	135
8 & 13	ATH.NORTH 2 & ATH.EAST 2	190
8	ATH.NORTH 2	117
13	ATH.EAST 2	73
14 & 18	ATH.S-E. & ATH.SOUTH	183
14	ATH.S-E.	130
18	ATH.SOUTH	53
24 & 25	PIR.SUB.A & PIR.SUB.B	154
24	PIR.SUB.A	80
25	PIR.SUB.B	74
11 & 26	ATH.NORTH 5 & ATT.NORTH	135
11	ATH.NORTH 5	56
26	ATT.NORTH	79
19 & 27	ATH.WEST 1 & ATT.WEST	135
19	ATH.WEST 1	54
27	ATT.WEST	81
15 & 16	ATH.S-W.1A & ATH.S-W.1B	135
15	ATH.S-W.1A	99
16	ATH.S-W.1B	36
9 & 10	ATH.NORTH 3 & ATH.NORTH 4	124
9	ATH.NORTH 3	51
10	ATH.NORTH 4	73
20 & 21	ATH.W.2 & ATH.W.3	122
20	ATH.W.2	55
21	ATH.W.3	67
4 & 7	ATH.N-C.1A & ATH.NORTH 1	114
4	ATH.N-C.1A	22
7	ATH.NORTH 1	92
22 & 23	PIR.CENT.A & PIR.CENT.B	109
22	PIR.CENT.A	43
23	PIR.CENT.B	66
2 & 17	ATH.CENTR B & ATH.S-W.2	69
2	ATH.CENTR B	29
17	ATH.S-W.2	40
5 & 6	ATH.N-C.1B & ATH.N-C. 2	50
5	ATH.N-C.1B	16
6	ATH.N-C. 2	34
1 & 3	ATH.CENTR A & ATH.KOLONAKI	23
1	ATH.CENTR A	10
3	ATH.KOLONAKI	13

Λαμβάνοντας υπόψιν την παραπάνω συνένωση των περιοχών ακολουθεί η νέα διαμόρφωση του χάρτη της Αττικής.

Χάρτης 7



Στον χάρτη 7 αποτυπώνεται ότι οι περιοχές που συνενώθηκαν γειτνιάζουν μεταξύ τους. Ταυτόχρονα από τον πίνακα προκύπτει ότι οι νέες περιοχές που δημιουργήθηκαν απαιτούν η κάθε μία από αυτές λιγότερες από διακόσιες ενενήντα (290) επισκέψεις που είναι ο μέγιστος αριθμός επισκέψεων που μπορούν να ανατεθούν σε έναν ιατρικό επισκέπτη.

Όποιοι ιατρικοί επισκέπτες αναλάβουν περιοχές που απαιτούν μικρό αριθμό επισκέψεων είναι και αυτοί στους οποίους θα μπορούσαμε να αναθέσουμε τις



υπόλοιπες περιοχές της επαρχίας εκτός της βόρειας και νότιας Ελλάδας όπως και της Κρήτης.

### 5.3 Δεδομένα της συγκεκριμένης μελέτης περίπτωσης

Από την συνένωση των περιοχών που έγιναν προέκυψε ο παρακάτω πίνακας που αποτυπώνει τον αριθμό των επισκέψεων που πρέπει να πραγματοποιηθούν σε κάθε μία από τις δεκατέσσερις (14) περιοχές:

Πίνακας 10: Απαιτούμενος αριθμός επισκέψεων ανά περιοχή

Κωδικός Περιοχής	Περιγραφή Περιοχής	Απαιτούμενος Αριθμός Επισκέψεων
12 & 28	ATH.EAST 1 & ATT.SOUTH	206
8 & 13	ATH.NORTH 2 & ATH.EAST 2	190
14 & 18	ATH.S-E. & ATH.SOUTH	183
24 & 25	PIR.SUB.A & PIR.SUB.B	154
11 & 26	ATH.NORTH 5 & ATT.NORTH	135
19 & 27	ATH.WEST 1 & ATT.WEST	135
15 & 16	ATH.S-W.1A & ATH.S-W.1B	135
9 & 10	ATH.NORTH 3 & ATH.NORTH 4	124
20 & 21	ATH.W.2 & ATH.W.3	122
4 & 7	ATH.N-C.1A & ATH.NORTH 1	114
22 & 23	PIR.CENT.A & PIR.CENT.B	109
2 & 17	ATH.CENTR B & ATH.S-W.2	69
5 & 6	ATH.N-C.1B & ATH.N-C. 2	50
1 & 3	ATH.CENTR A & ATH.KOLONAKI	23

Αντίστοιχα έχουμε ως δεδομένο και το μέγεθος των πωλήσεων για κάθε μία από τις δεκατέσσερις (14) γεωγραφικές περιοχές. Ακολουθεί ο σχετικός πίνακας:

Πίνακας 11: Μέγεθος πωλήσεων ανά περιοχή

Κωδικός Περιοχής	Περιγραφή Περιοχής	Μέγεθος Πωλήσεων
12 & 28	ATH.EAST 1 & ATT.SOUTH	814.300
8 & 13	ATH.NORTH 2 & ATH.EAST 2	774.052
14 & 18	ATH.S-E. & ATH.SOUTH	1.094.286
24 & 25	PIR.SUB.A & PIR.SUB.B	930.696
11 & 26	ATH.NORTH 5 & ATT.NORTH	712.475
19 & 27	ATH.WEST 1 & ATT.WEST	970.612
15 & 16	ATH.S-W.1A & ATH.S-W.1B	568.771
9 & 10	ATH.NORTH 3 & ATH.NORTH 4	802.500
20 & 21	ATH.W.2 & ATH.W.3	618.935
4 & 7	ATH.N-C.1A & ATH.NORTH 1	694.843
22 & 23	PIR.CENT.A & PIR.CENT.B	535.723
2 & 17	ATH.CENTR B & ATH.S-W.2	584.432
5 & 6	ATH.N-C.1B & ATH.N-C. 2	433.111
1 & 3	ATH.CENTR A & ATH.KOLONAKI	465.263

Τέλος, χρειάζεται να γνωρίζουμε τον απαιτούμενο χρόνο μετακίνησης για κάθε ιατρικό επισκέπτη από τους συνολικά οκτώ (8) προς κάθε μία από τις δεκατέσσερις περιοχές (14).

Πίνακας 12: Χρόνος μετακίνησης των ιατρικών επισκεπτών για κάθε μία από τις δεκατέσσερις περιοχές

Κωδικός Περιοχής	Ιατρικοί επισκέπτες							
	1	2	3	4	5	6	7	8
12 & 28	2	2	2	1	1	2	0,5	1
8 & 13	1	1,5	1,5	0,5	0,5	1	1	0,5
14 & 18	1	1,5	1,5	1	0,5	1	1	1
24 & 25	1	2	2	2	1	1	2	2
11 & 26	2	0,5	0,5	2	2	2	2	2
19 & 27	2	2	2	2	2	2	3	2
15 & 16	0,5	2	2	1	1	0,5	2	1
9 & 10	1,5	1	1	1	2	1,5	1	1
20 & 21	1	1,5	1,5	1,5	2	1	3	1,5
4 & 7	1	1	1	1	2	1	2	1
22 & 23	1	2	2	1	1	1	3	1
2 & 17	1	2	2	1	1	1	3	1
5 & 6	1	1	1	1	1	1	2	1
1 & 3	0,5	1,5	1,5	0,5	1	0,5	2	0,5

Ταυτόχρονα υπάρχουν και κάποιοι περιορισμοί που πρέπει να εξυπηρετούνται. Ο πρώτος περιορισμός ορίζει ότι σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να ανατεθούν περισσότερες από 290 επισκέψεις σε κάποιον ιατρικό επισκέπτη. Επίσης, κάθε γεωγραφική περιοχή πρέπει να ανατίθεται μόνο σε έναν ιατρικό επισκέπτη.

Το αποτέλεσμα πρέπει να είναι της παρακάτω μορφής ως πίνακας αποτελεσμάτων:

Πίνακας 13: Πρότυπο πίνακα αποτελεσμάτων

Κωδικός Περιοχής	Περιγραφή Περιοχής	Ιατρικοί επισκέπτες							
		1	2	3	4	5	6	7	8
12 & 28	ATH.EAST 1 & ATT.SOUTH	0	0	0	0	0	0	0	0
8 & 13	ATH.NORTH 2 & ATH.EAST 2	0	0	0	0	0	0	0	0
14 & 18	ATH.S-E. & ATH.SOUTH	0	0	0	0	0	0	0	0
24 & 25	PIR.SUB.A & PIR.SUB.B	0	0	0	0	0	0	0	0
11 & 26	ATH.NORTH 5 & ATT.NORTH	0	0	0	0	0	0	0	0
19 & 27	ATH.WEST 1 & ATT.WEST	0	0	0	0	0	0	0	0
15 & 16	ATH.S-W.1A & ATH.S-W.1B	0	0	0	0	0	0	0	0
9 & 10	ATH.NORTH 3 & ATH.NORTH 4	0	0	0	0	0	0	0	0
20 & 21	ATH.W.2 & ATH.W.3	0	0	0	0	0	0	0	0
4 & 7	ATH.N-C.1A & ATH.NORTH 1	0	0	0	0	0	0	0	0
22 & 23	PIR.CENT.A & PIR.CENT.B	0	0	0	0	0	0	0	0
2 & 17	ATH.CENTR B & ATH.S-W.2	0	0	0	0	0	0	0	0
5 & 6	ATH.N-C.1B & ATH.N-C. 2	0	0	0	0	0	0	0	0
1 & 3	ATH.CENTR A & ATH.KOLONAKI	0	0	0	0	0	0	0	0

Με το ψηφίο 1 θα επισημαίνονται οι περιοχές που έχουν ανατεθεί σε κάθε ιατρικό επισκέπτη. Αν έχουν ικανοποιηθεί όλοι οι περιορισμοί το άθροισμα κάθε γραμμής θα πρέπει να είναι ίσο με ένα (1). Αντίστοιχα το άθροισμα όλων των στηλών θα πρέπει να είναι ίσο με δεκατέσσερα (14). Αυτό σημαίνει ότι έχουν ανατεθεί και οι δεκατέσσερις (14) περιοχές και ότι κάθε περιοχή έχει ανατεθεί μόνο σε έναν ιατρικό επισκέπτη.

## 6. Μεθοδολογία επίλυσης

Καταρχήν θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί ένας αλγόριθμος, ένα μαθηματικό μοντέλο το οποίο να μας βοηθάει στην εκτίμηση των διάφορων λύσεων. Ταυτόχρονα χρησιμοποιώντας ένα μηχανισμό διερεύνησης και εξέτασης των λύσεων που υπάρχουν θα μπορέσουμε να επιλέξουμε αυτή που εξυπηρετεί καλύτερα τον σκοπό μας. Γνωρίζουμε εκ των προτέρων ότι έχουμε τρεις παραμέτρους να συνυπολογίσουμε στην λύση μας οι οποίες λειτουργούν ανταγωνιστικά μεταξύ τους.

Ο πολυκριτήριος γραμμικός προγραμματισμός είναι μία μεθοδολογία που μπορεί να εξυπηρετήσει τον σκοπό μας, δηλαδή την εύρεση μίας ικανοποιητικής λύσης όταν έχουμε αντικειμενικές συναρτήσεις που λειτουργούν ανταγωνιστικά μεταξύ τους.

### 6.1 Το μαθηματικό μοντέλο

Το μαθηματικό μοντέλο που θα χρησιμοποιηθεί βασίστηκε στο άρθρο BIOBJECTIVE MODEL FOR REDESIGNING SALES TERRITORIES (Correa, 2012) . Όπως και στην δική μας περίπτωση έτσι και στο συγκεκριμένο άρθρο υπάρχουν τρεις ανταγωνιστικές αντικειμενικές συναρτήσεις.

Πιο συγκεκριμένα έχουμε τις παρακάτω σταθερές μεταβλητές:

C: Ο αριθμός των περιοχών προς ανάθεση

V: Ο αριθμός των ιατρικών επισκεπτών

Τους δείκτες:

i: Δείκτης για τους ιατρικούς επισκέπτες  $i \in V$

j: Δείκτης για τις περιοχές  $j \in C$

Τις παραμέτρους:

$d_{ij}$ : Η συντομότερη απόσταση μεταξύ του τόπου κατοικίας του ιατρικού επισκέπτη  $i$  και της περιοχής  $j$

$s_j$ : Το σύνολο των πωλήσεων μιας περιοχής  $j$

$w_j$ : Ο αριθμός των επισκέψεων που απαιτούνται σε κάθε περιοχή  $j$

$\mu_w$ : Πόσες επισκέψεις κατά μέσο όρο μπορεί να πραγματοποιήσει ένα ιατρικός επισκέπτης

$\mu_t$ : Ο μέσος όρος των πωλήσεων ανά ιατρικό επισκέπτη

$a_k$ : Τα βάρη για κάθε αντικειμενική συνάρτηση (δίνονται από τους υπεύθυνους για την απόφαση)

$cap_i$ : Οι συνολικές επισκέψεις που μπορεί να πραγματοποιήσει ένας ιατρικός επισκέπτης (δίνονται από τους υπεύθυνους για την απόφαση)

Οι μεταβλητές απόφασης:

$x_{ij}$ : Δυαδική μεταβλητή η οποία παίρνει την τιμή 1 όταν ανατεθεί μία περιοχή σε έναν ιατρικό επισκέπτη και την τιμή 0 στην αντίθετη περίπτωση

Ο μέσος όρος των πωλήσεων ανά ιατρικό επισκέπτη υπολογίζεται ως εξής:

$$\mu_t = \frac{\sum_{j \in C} S_j}{|V|}$$

Αντίστοιχα για τον υπολογισμό του μέσου όρου των επισκέψεων ανά ιατρικό επισκέπτη έχουμε:

$$\mu_w = \frac{\sum_{j \in C} W_j}{|V|}$$

Για την επίλυση του προβλήματος χρησιμοποιούνται τρεις αντικειμενικές συναρτήσεις και μία αθροιστική συνάρτηση. Η πρώτη αντικειμενική συνάρτηση υπολογίζει τον συνολικό χρόνο μετακίνησης για κάθε ιατρικό επισκέπτη βάσει των περιοχών που του έχουν ανατεθεί:

$$f_1 = \sum_{i=1}^V d_{ij} x_{ij} \quad \forall i \in V$$

Η δεύτερη αντικειμενική συνάρτηση υπολογίζει την τυπική απόκλιση των πωλήσεων που αντιστοιχούν στις περιοχές που έχουν ανατεθεί σε κάθε ιατρικό επισκέπτη:

$$f_2 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^V (\sum_{j=1}^C s_j x_{ij} - \mu_t)^2}{|V| - 1}}$$

Η τρίτη αντικειμενική συνάρτηση υπολογίζει αντίστοιχα την τυπική απόκλιση των επισκέψεων για τις περιοχές που έχουν ανατεθεί σε κάθε ιατρικό επισκέπτη:

$$f_3 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^V (\sum_{j=1}^C w_j x_{ij} - \mu_w)^2}{|V| - 1}}$$

Η αθροιστική συνάρτηση αποτελείται από τις τρεις αντικειμενικές συναρτήσεις με τα αντίστοιχα βάρη:

$$Z_3 = a_1 f_1 + a_2 f_2 + a_3 f_3$$

Υπάρχουν όμως και δύο περιορισμοί. Κάθε περιοχή πρέπει να ανατίθεται μόνο σε έναν ιατρικό επισκέπτη:

$$\sum_{i=1}^V x_{ij} = 1 \quad \forall j \in C$$

Επίσης ο αριθμός των επισκέψεων του κάθε ιατρικού επισκέπτη δεν μπορεί να ξεπερνά τον μέγιστο αριθμό των επισκέψεων που αυτός μπορεί να πραγματοποιήσει:

$$\sum_{i=1}^V w_j w_{ij} \leq cap_i$$

Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί μία παραλλαγή του παραπάνω μαθηματικού μοντέλου στην λογική του πολυστοχικού προγραμματισμού· να παραληφθεί η αθροιστική συνάρτηση και τα αντίστοιχα βάρη και να αφήσουμε τον αποφασίζοντα να θέσει τα όρια των παραχωρήσεων ως προς τις βέλτιστες λύσεις των τριών αντικειμενικών συναρτήσεων.

Επιλέχθηκε ένας συνδυασμός των παραπάνω λύσεων για να μπορεί ο αποφασίζοντας να έχει ενεργή συμμετοχή στην όποια επιλογή της λύσης, ώστε να μπορεί να αντιληφθεί καλύτερα τις παραχωρήσεις που γίνονται.

Μόνο για την περιοχή της Αττικής, έτσι όπως αυτή διαμορφώθηκε σε δεκατέσσερις (14) περιοχές και οκτώ (8) ιατρικούς επισκέπτες, προκύπτουν εκατόν δώδεκα (112) μεταβλητές απόφασης για κάθε μία από τις αντικειμενικές συναρτήσεις. Γίνεται αντιληπτό ότι υπάρχει μεγάλη πολυπλοκότητα. Αν μάλιστα αυτό συνδυαστεί με το γεγονός ότι υπάρχουν ιατρικοί επισκέπτες που μένουν σε γειτονικές περιοχές ο ανταγωνισμός μεταξύ των επιμέρους λύσεων γίνεται ακόμα πιο μεγάλος.

## **6.2 Επιλογή του εργαλείου για την υλοποίηση του αλγόριθμού επίλυσης του προβλήματος**

Θεωρητικά ένα πρόβλημα αυτής της πολυπλοκότητας και αυτού του μεγέθους μπορεί να λυθεί και με το add-in του MS Excel. Σύμφωνα με την Microsoft (Microsoft, 2024) το Solver μπορεί να λύσει προβλήματα που περιλαμβάνουν μέχρι και 200 μεταβλητές απόφασης. Στην πράξη όμως, τουλάχιστον για το συγκεκριμένο πρόβλημα και τις συγκεκριμένες τιμές ο υπολογιστικός χρόνος που απαιτούνταν ήταν ιδιαίτερα μεγάλος. Για μία από τις αντικειμενικές συναρτήσεις, αυτής της εξισορρόπησης της ανάθεσης των επισκέψεων μεταξύ των ιατρικών επισκεπτών, χρόνος ακόμα και μεγαλύτερος των 10 ωρών δεν ήταν αρκετός για να προκύψει μία προτεινόμενη λύση. Επίσης, ακόμα και αν τελικά προέκυπτε κάποια λύση, έστω και σε ένα πολύ μεγάλο υπολογιστικό χρόνο, δεν υπήρχε κάποια προοπτική να χρησιμοποιηθεί το MS Excel μελλοντικά σε ένα πιο μεγάλο πρόβλημα που περιλαμβάνει περισσότερες περιοχές, ιατρικούς επισκέπτες ή και περιορισμούς.

Διερευνήθηκαν άλλες επιλογές για την υλοποίηση του μαθηματικού μοντέλου. Μέσα από την σχετική έρευνα διαπιστώθηκε ότι παρόμοια προβλήματα μπορούν να επιλυθούν με την βοήθεια της Python ταυτόχρονα με την χρήση εξειδικευμένων πακέτων που έχουν αναπτυχθεί για την λύση τέτοιων προβλημάτων.

Επιχειρήθηκε αρχικά η επίλυση του προβλήματος να γίνει με την χρήση του πακέτου SciPy για το οποίο υπάρχει μία πληθώρα αναφορών στο διαδίκτυο. Αναπτύχθηκε ο σχετικός αλγόριθμος αρχικά για έναν περιορισμένο αριθμό μεταβλητών απόφασης και για την μία από τις αντικειμενικές συναρτήσεις, αυτή της ελαχιστοποίησης του χρόνου



μετακίνησης. Πιο συγκεκριμένα υλοποιήθηκε για τον διαμοιρασμό έξι (6) περιοχών σε τρεις (3) ιατρικούς επισκέπτες και διαπιστώθηκε ότι οι λύσεις που προκύπταν ήταν λογικές. Στην συνέχεια για να εξεταστεί ο αλγόριθμος ακόμα περισσότερο δόθηκαν ανταγωνιστικότερες τιμές στις παραμέτρους του προβλήματος. Διαπιστώθηκε ότι σε κάποιες περιπτώσεις ο αλγόριθμος ανέθετε μία περιοχή σε παραπάνω από έναν ιατρικούς επισκέπτες, παρά τον σχετικό περιορισμό που υπήρχε ότι το άθροισμα των μεταβλητών ανάθεσης μία περιοχής πρέπει είναι ίσο με ένα (1). Διερευνώντας περισσότερο διαπιστώθηκε ότι ο περιορισμός τηρούταν και το σύνολο των μεταβλητών της ανάθεσης μίας περιοχής ήταν ίσο με ένα. Ωστόσο παρατηρήθηκε ότι επρόκειτο για άθροισμα μη ακέραιων αριθμών. Για παράδειγμα ο ένας ιατρικός επισκέπτης αναλάμβανε το 70% μίας περιοχής και ένας άλλος το 30% μίας περιοχής. Στη συνέχεια, επιχειρήθηκε να τεθεί ένας τέτοιος περιορισμός, δηλαδή να χρησιμοποιούνται μόνο ακέραιοι αριθμοί ή αν αυτό υποστηριζόταν από το συγκεκριμένο πακέτο να οριστούν οι μεταβλητές ως ακέραιοι κάτι που δεν κατέστη εφικτό. Το συγκεκριμένο πακέτο δεν υποστηρίζει την λύση προβλημάτων μεικτών ακεραίων μη γραμμικού προγραμματισμού (MINLP).

Έγινε διερεύνηση για την ύπαρξη πακέτων της Python που να μπορούν να επιλύσουν προβλήματα αυτής της κατηγορίας. Μέσα από την σχετική αναζήτηση στο διαδίκτυο προέκυψε ότι τέτοια προβλήματα μπορούν να λυθούν με την χρήση του πακέτου GEKKO (Beal et al., 2018). Επιχειρήθηκε η ανάπτυξη του κώδικα με την χρήση του συγκεκριμένου πακέτου αρχικά για ένα υποσύνολο του προβλήματος που καλούμασταν να λύσουμε.

Τα αρχικά αποτελέσματα ήταν ενθαρρυντικά και σε συμφωνία με την αντίστοιχη υλοποίηση που είχε γίνει με το Excel και την χρήση του Solver. Στην συνέχεια αναπτύχθηκε ο κώδικας για το σύνολο του προβλήματος.

## 6.4 Βήματα υλοποίησης πολυστοχικού προγραμματισμού

**Βήμα 1<sup>ο</sup>:** Λύση τριών προβλημάτων βελτιστοποίησης όσες και οι αντικειμενικές συναρτήσεις με τους αντίστοιχους περιορισμούς.

Αρχικά έγινε επίλυση μόνο της αντικειμενικής συνάρτησης για την μείωση του χρόνου μετακίνησης για υποσύνολο του προβλήματος, δηλαδή ο διαμοιρασμός έξι (6) περιοχών σε τρείς (3) ιατρικούς επισκέπτες. Ο στόχος αρχικά ήταν να είναι το πρόβλημα διαχειρίσιμο και με το MS Excel. Αυτό αποτελούσε ένα πλεονέκτημα γιατί υπήρχε ακόμα η δυνατότητα της σύγκρισης των λύσεων μεταξύ του MS Excel αλλά και αυτών που προκύπταν από την υλοποίηση του ίδιου αλγόριθμου μέσα από την Python με την χρήση του πακέτου GEKKO. Όταν διαπιστώθηκε η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων της GEKKO τουλάχιστον για την μία αντικειμενική συνάρτηση υλοποιήθηκαν και οι υπόλοιπες δύο αντικειμενικές συναρτήσεις και πάλι για το υποσύνολο του προβλήματος. Διαπιστώθηκε και πάλι η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων που προέκυπταν από την Python με την χρήση του πακέτου της GEKKO. Συνεχίστηκαν οι σχετικές δοκιμές αλλά πλέον με την χρήση δεδομένων που αφορούσαν το σύνολο του προβλήματος. Κυρίως έγινε έλεγχος σε σχέση με την ελαχιστοποίηση του χρόνου μετακίνησης. Διαπιστώθηκαν διαφοροποιήσεις μεταξύ των λύσεων που προκύπταν από το MS Excel σε σχέση με τις λύσεις της Python. Ο διαμοιρασμός των περιοχών ήταν διαφορετικός αλλά συνολικά ισοδύναμος (απειρία λύσεων). Δηλαδή και στις δύο λύσεις η αντικειμενική συνάρτηση έδινε το ίδιο αποτέλεσμα αν και οι περιοχές είχαν διαμοιραστεί με διαφορετικό τρόπο. Είναι σημαντικό εδώ να αναφερθεί ότι οι πιθανοί συνδυασμοί λύσεων σε τέτοια προβλήματα είναι ένας εξαιρετικά μεγάλος αριθμός που αν γίνει διερεύνηση όλων αυτών των πιθανών συνδυασμών ο υπολογιστικός χρόνος που απαιτείται είναι εξαιρετικά μεγάλος και πρακτικά καθιστά αδύνατη μία τέτοια προσέγγιση. Για αυτόν τον σκοπό έχουν αναπτυχθεί αλγόριθμοι ο οποίοι προσπαθούν να περιορίσουν τον αριθμό των εξεταζόμενων λύσεων και ταυτόχρονα η λύση που προκύπτει να είναι στις περισσότερες περιπτώσεις η βέλτιστη λύση, αλλά αυτό δεν μπορεί να εξασφαλιστεί σε όλες τις περιπτώσεις. Συμπερασματικά, η κάθε προτεινόμενη λύση είναι η καλύτερη που μπόρεσε να εντοπίσει ο αλγόριθμος και όχι απαραίτητα η βέλτιστη λύση. Επίσης, οι συγκεκριμένοι αλγόριθμοι επηρεάζονται και από τις αρχικές τιμές που δίνονται.

Υπάρχει πιθανότητα ένας αλγόριθμος να καταλήξει σε διαφορετική λύση αν δοθούν διαφορετικές αρχικές τιμές. Στην δική μας προσέγγιση οι τιμές εκκίνησης ήταν πάντα το 0.

Στον πίνακα που ακολουθεί αποτυπώνεται το αποτέλεσμα που προέκυψε για τον διαμοιρασμό των περιοχών μόνο με βάση την αντικειμενική συνάρτηση του χρόνου μετακίνησης από το MS Excel με την χρήση του Solver:

Πίνακας 14: Τα αποτελέσματα της ελαχιστοποίησης χρόνου μέσω του MS Excel και την χρήση του Solver

Κωδικός Περιοχής	Περιγραφή Περιοχής	Ιατρικοί επισκέπτες							
		1	2	3	4	5	6	7	8
12 & 28	ATH.EAST 1 & ATT.SOUTH	0	0	0	0	0	0	1	0
8 & 13	ATH.NORTH 2 & ATH.EAST 2	0	0	0	1	0	0	0	0
14 & 18	ATH.S-E. & ATH.SOUTH	0	0	0	0	1	0	0	0
24 & 25	PIR.SUB.A & PIR.SUB.B	1	0	0	0	0	0	0	0
11 & 26	ATH.NORTH 5 & ATT.NORTH	0	0	1	0	0	0	0	0
19 & 27	ATH.WEST 1 & ATT.WEST	0	1	0	0	0	0	0	0
15 & 16	ATH.S-W.1A & ATH.S-W.1B	0	0	0	0	0	1	0	0
9 & 10	ATH.NORTH 3 & ATH.NORTH 4	0	0	0	0	0	0	0	1
20 & 21	ATH.W.2 & ATH.W.3	0	0	0	0	0	1	0	0
4 & 7	ATH.N-C.1A & ATH.NORTH 1	0	0	1	0	0	0	0	0
22 & 23	PIR.CENT.A & PIR.CENT.B	1	0	0	0	0	0	0	0
2 & 17	ATH.CENTR B & ATH.S-W.2	0	0	0	0	0	0	0	1
5 & 6	ATH.N-C.1B & ATH.N-C. 2	0	0	0	0	1	0	0	0
1 & 3	ATH.CENTR A & ATH.KOLONAKI	1	0	0	0	0	0	0	0

Με την παραπάνω λύση η αντικειμενική συνάρτηση  $f_1$  παίρνει την τιμή 12. Αντίστοιχα την τιμή 12 παίρνει η αντικειμενική συνάρτηση  $f_1$  και με την λύση που αποτυπώνεται στον παρακάτω πίνακα και προέκυψε από την Python με την χρήση του πακέτου GEKKO:

Πίνακας 15: Τα αποτελέσματα της ελαχιστοποίησης χρόνου μέσω της Python και του πακέτου GEKKO

Κωδικός Περιοχής	Περιγραφή Περιοχής	Ιατρικοί επισκέπτες							
		1	2	3	4	5	6	7	8
12 & 28	ATH.EAST 1 & ATT.SOUTH	0	0	0	0	0	0	1	0
8 & 13	ATH.NORTH 2 & ATH.EAST 2	0	0	0	0	0	0	0	1
14 & 18	ATH.S-E. & ATH.SOUTH	0	0	0	0	1	0	0	0
24 & 25	PIR.SUB.A & PIR.SUB.B	0	0	0	0	0	1	0	0
11 & 26	ATH.NORTH 5 & ATT.NORTH	0	1	0	0	0	0	0	0
19 & 27	ATH.WEST 1 & ATT.WEST	0	1	0	0	0	0	0	0
15 & 16	ATH.S-W.1A & ATH.S-W.1B	0	0	0	0	0	1	0	0
9 & 10	ATH.NORTH 3 & ATH.NORTH 4	0	0	1	0	0	0	0	0
20 & 21	ATH.W.2 & ATH.W.3	1	0	0	0	0	0	0	0
4 & 7	ATH.N-C.1A & ATH.NORTH 1	0	0	1	0	0	0	0	0
22 & 23	PIR.CENT.A & PIR.CENT.B	0	0	0	1	0	0	0	0
2 & 17	ATH.CENTR B & ATH.S-W.2	0	0	0	1	0	0	0	0
5 & 6	ATH.N-C.1B & ATH.N-C. 2	0	0	0	1	0	0	0	0
1 & 3	ATH.CENTR A & ATH.KOLONAKI	1	0	0	0	0	0	0	0

Είναι κατανοητό ότι οι δύο λύσεις είναι διαφορετικές μεταξύ τους ταυτόχρονα όμως και ισοδύναμες βάσει της τιμής που προκύπτει από την αντικειμενική συνάρτηση  $f_1$ . Τα αποτελέσματα και στις δύο περιπτώσεις πληρούν όλους τους απαραίτητους περιορισμούς.

Παρατηρούμε ότι μεταξύ των δύο ισοδύναμων λύσεων στους πέντε από τους οκτώ ιατρικούς επισκέπτες έχει ανατεθεί διαφορετικός αριθμός περιοχών. Από τους υπόλοιπους τρεις ιατρικούς επισκέπτες όμοια ανάθεση υπάρχει μόνο στον ιατρικό επισκέπτη επτά όπου και στις δύο περιπτώσεις του έχει ανατεθεί μία περιοχή η περιοχή 12 & 28. Ο συγκεκριμένος ιατρικός επισκέπτης έχει μόνο μία περιοχή όπου για την μετακίνηση του έχει δοθεί η τιμή 0,5. Η τιμή 0,5 είναι η χαμηλότερη που δίνεται ως χρόνος μετακίνησης. Ο συγκεκριμένος ιατρικός επισκέπτης έχει αυτή την τιμή για την περιοχή 12 & 28. Είναι και ο μοναδικός επισκέπτης που χρειάζεται τον ελάχιστο χρόνο

μετακίνησης προς την συγκεκριμένη περιοχή. Αντίθετα σε μία ακόμα αντίστοιχη περίπτωση αυτή του ιατρικού επισκέπτη δύο που και πάλι έχει μόνο μία περιοχή για την οποία έχει οριστεί η τιμή 0,5 ως χρόνος μετακίνησης η προτεινόμενη λύση μεταξύ του Excel και της Python διαφέρει. Πιο συγκεκριμένα μέσα από το Excel έχει γίνει ανάθεση μίας μόνο περιοχής αλλά όχι αυτής με την τιμή 0,5. Μέσω της Python στον συγκεκριμένο ιατρικό επισκέπτη έχουν ανατεθεί δύο περιοχές. Η πρώτη περιοχή είναι η 11 & 26 που είναι αυτή με την τιμή 0,5. Η δεύτερη περιοχή είναι η 19 & 27 για την οποία έχει δοθεί η τιμή 2 που είναι και η μεγαλύτερη που μπορεί να δοθεί. Για την συγκεκριμένη περιοχή όμως έχει οριστεί η τιμή 2 για του επτά από τους οχτώ ιατρικούς επισκέπτες.

Πραγματοποιήθηκε μία ακόμη δοκιμή σύγκρισης των αποτελεσμάτων που δίνει το MS Excel με την χρήση του Solver σε σχέση με τα αποτελέσματα που προέκυψαν μέσα από την Python με την χρήση του πακέτου GEKKO. Αυτή την φορά η σύγκριση πραγματοποιήθηκε σε σχέση με τα αποτελέσματα που προκύπτουν για την ελαχιστοποίηση της αντικειμενικής συνάρτησης  $f_2$  μέσω της οποίας προσπαθούμε να αναθέσουμε περιοχές στους ιατρικούς επισκέπτες όπου το σύνολο των πωλήσεων που αναλαμβάνει ο κάθε ιατρικός επισκέπτης να είναι όσο το δυνατόν πιο κοντά στον μέσο όρο. Στο πίνακα που ακολουθεί αποτυπώνεται η λύση που προέκυψε μέσα από το MS Excel με την χρήση του Solver:

Πίνακας 16: Τα αποτελέσματα της ελαχιστοποίησης της απόκλισης των πωλήσεων από MS Excel και την χρήση του Solver

Κωδικός Περιοχής	Περιγραφή Περιοχής	Ιατρικοί επισκέπτες							
		1	2	3	4	5	6	7	8
12 & 28	ATH.EAST 1 & ATT.SOUTH	0	0	1	0	0	0	0	0
8 & 13	ATH.NORTH 2 & ATH.EAST 2	0	0	0	0	0	0	1	0
14 & 18	ATH.S-E. & ATH.SOUTH	0	0	0	1	0	0	0	0
24 & 25	PIR.SUB.A & PIR.SUB.B	0	0	0	0	0	1	0	0
11 & 26	ATH.NORTH 5 & ATT.NORTH	0	0	0	0	1	0	0	0
19 & 27	ATH.WEST 1 & ATT.WEST	0	1	0	0	0	0	0	0
15 & 16	ATH.S-W.1A & ATH.S-W.1B	0	0	0	0	0	0	0	1
9 & 10	ATH.NORTH 3 & ATH.NORTH 4	1	0	0	0	0	0	0	0

20 & 21	ATH.W.2 & ATH.W.3	0	0	0	0	0	0	0	1
4 & 7	ATH.N-C.1A & ATH.NORTH 1	0	0	0	0	1	0	0	0
22 & 23	PIR.CENT.A & PIR.CENT.B	1	0	0	0	0	0	0	0
2 & 17	ATH.CENTR B & ATH.S-W.2	0	0	1	0	0	0	0	0
5 & 6	ATH.N-C.1B & ATH.N-C. 2	0	0	0	0	0	1	0	0
1 & 3	ATH.CENTR A & ATH.KOLONAKI	0	0	0	0	0	0	1	0

Η τιμή που προκύπτει στην αντικειμενική συνάρτηση  $f_2$  είναι 256.730 βάσει του παραπάνω αποτελέσματος. Η λύση που προέκυψε από την Python με την χρήση του πακέτου GEKKO είναι η παρακάτω:

Πίνακας 17: Τα αποτελέσματα της ελαχιστοποίησης της απόκλισης των πωλήσεων από την Python με της χρήση του πακέτου GEKKO

Κωδικός Περιοχής	Περιγραφή Περιοχής	Ιατρικοί επισκέπτες							
		1	2	3	4	5	6	7	8
12 & 28	ATH.EAST 1 & ATT.SOUTH	0	0	1	0	0	0	0	0
8 & 13	ATH.NORTH 2 & ATH.EAST 2	0	0	0	0	0	0	1	0
14 & 18	ATH.S-E. & ATH.SOUTH	0	0	0	1	0	0	0	0
24 & 25	PIR.SUB.A & PIR.SUB.B	0	0	0	0	0	1	0	0
11 & 26	ATH.NORTH 5 & ATT.NORTH	0	0	0	0	1	0	0	0
19 & 27	ATH.WEST 1 & ATT.WEST	0	1	0	0	0	0	0	0
15 & 16	ATH.S-W.1A & ATH.S-W.1B	0	0	0	0	0	0	0	1
9 & 10	ATH.NORTH 3 & ATH.NORTH 4	1	0	0	0	0	0	0	0
20 & 21	ATH.W.2 & ATH.W.3	0	0	0	0	0	0	0	1
4 & 7	ATH.N-C.1A & ATH.NORTH 1	0	0	0	0	1	0	0	0
22 & 23	PIR.CENT.A & PIR.CENT.B	1	0	0	0	0	0	0	0
2 & 17	ATH.CENTR B & ATH.S-W.2	0	0	1	0	0	0	0	0
5 & 6	ATH.N-C.1B & ATH.N-C. 2	0	0	0	0	0	1	0	0
1 & 3	ATH.CENTR A & ATH.KOLONAKI	0	0	0	0	0	0	1	0

Η τιμή που προκύπτει στην αντικειμενική συνάρτηση  $f_2$  βάσει του παραπάνω αποτελέσματος είναι 157.618.

Παρατηρούμε ότι το αποτέλεσμα μέσα από την Python με την χρήση του πακέτου GEKKO είναι σαφώς καλύτερο. Αυτό έχει να κάνει με τους αλγόριθμους που

χρησιμοποιούνται, την ευαισθησία ως προς το αποτέλεσμα που έχει τεθεί και τις επαναλήψεις για την εύρεση λύσης που κάνει ο κάθε αλγόριθμος. Στην Python και στο πακέτο GEKKO μπορούμε να αυξήσουμε ή να μειώσουμε τέτοιες παραμέτρους για να διασφαλίσουμε μεγαλύτερες πιθανότητες για την εύρεση της βέλτιστης λύσης ή έστω για την εύρεση μίας λύσης όσο πιο κοντά στην βέλτιστη γίνεται. Αντίστοιχες ρυθμίσεις μπορούν να γίνουν και στο Solver του MS Excel, όμως στην περίπτωση του MS Excel ο χρόνος υπολογισμού της λύσης αυξάνεται σε τέτοιο βαθμό που πρακτικά καθιστά την χρήση του αδύνατη ακόμα και για την συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης, πόσο μάλλον για περιπτώσεις με ακόμα περισσότερες μεταβλητές απόφασης.

Τα παραπάνω αποτελέσματα απέδειξαν την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από την χρήση της Python και του πακέτου GEKKO.

Παρατηρώντας τα αποτελέσματα βλέπουμε ότι η ανάθεση των περιοχών είναι τέτοια ώστε να επιτευχθεί ο στόχος που έχει τεθεί. Δηλαδή η ανατεθειμένες πωλήσεις ανά ιατρικό επισκέπτη να είναι όσο πιο κοντά γίνεται στον μέσο όρο. Για παράδειγμα η περιοχή 14 & 18 είναι η περιοχή με το μεγαλύτερο μέγεθος πωλήσεων. Στον ιατρικό επισκέπτη που ανατέθηκε η συγκεκριμένη περιοχή δεν του ανατέθηκε καμία άλλη. Αυτό συμβαίνει γιατί ακόμα και αν προσθέσουμε την περιοχή με το μικρότερο μέγεθος πωλήσεων η απόκλιση από τον μέσο όρο θα είναι πολύ μεγάλη, μεγαλύτερη από το να του ανατεθεί μόνο αυτή η περιοχή. Αντίθετα στον ιατρικό επισκέπτη που έχει ανατεθεί η περιοχή με το μικρότερο μέγεθος πωλήσεων έχει ανατεθεί και δεύτερη περιοχή. Συνολικά παρατηρούμε ότι σε κανέναν ιατρικό επισκέπτη δεν έχουν ανατεθεί πάνω από δύο περιοχές. Πιο συγκεκριμένα υπάρχουν δύο ιατρικοί επισκέπτες στους οποίους έχει ανατεθεί μία περιοχή και σε αυτούς τους ιατρικούς επισκέπτες έχουν ανατεθεί οι δύο περιοχές με το μεγαλύτερο μέγεθος πωλήσεων. Αντίθετα όταν προσπαθούσαμε να ελαχιστοποιήσουμε τον χρόνο μετακίνησης υπήρχε ένας ιατρικός επισκέπτης που του είχαν ανατεθεί τρεις περιοχές και τρεις ιατρικοί επισκέπτες όπου τους είχε ανατεθεί μία μόνο περιοχή.

Πραγματοποιήθηκε επίσης και ο υπολογισμός της αντικειμενικής συνάρτησης για την εξισορρόπηση των επισκέψεων που θα ανατεθούν σε κάθε ιατρικό επισκέπτη. Παρακάτω ακολουθεί ο σχετικός πίνακας αποτελεσμάτων με την χρήση μόνο της Python και του πακέτου GEKKO:

Πίνακας 18: Τα αποτελέσματα της ελαχιστοποίησης της απόκλισης των επισκέψεων από την Python με της χρήση του πακέτου GEKKO

Κωδικός Περιοχής	Περιγραφή Περιοχής	Ιατρικοί επισκέπτες							
		1	2	3	4	5	6	7	8
12 & 28	ATH.EAST 1 & ATT.SOUTH	0	1	0	0	0	0	0	0
8 & 13	ATH.NORTH 2 & ATH.EAST 2	0	0	1	0	0	0	0	0
14 & 18	ATH.S-E. & ATH.SOUTH	0	0	0	1	0	0	0	0
24 & 25	PIR.SUB.A & PIR.SUB.B	0	0	0	0	0	1	0	0
11 & 26	ATH.NORTH 5 & ATT.NORTH	0	0	0	0	1	0	0	0
19 & 27	ATH.WEST 1 & ATT.WEST	0	0	0	0	0	0	1	0
15 & 16	ATH.S-W.1A & ATH.S-W.1B	0	0	0	0	0	1	0	0
9 & 10	ATH.NORTH 3 & ATH.NORTH 4	0	0	0	0	0	0	0	1
20 & 21	ATH.W.2 & ATH.W.3	1	0	0	0	0	0	0	0
4 & 7	ATH.N-C.1A & ATH.NORTH 1	1	0	0	0	0	0	0	0
22 & 23	PIR.CENT.A & PIR.CENT.B	0	0	0	0	0	0	0	1
2 & 17	ATH.CENTR B & ATH.S-W.2	0	0	0	0	1	0	0	0
5 & 6	ATH.N-C.1B & ATH.N-C. 2	0	0	0	0	0	0	1	0
1 & 3	ATH.CENTR A & ATH.KOLONAKI	0	0	0	0	0	0	1	0

Βάσει του παραπάνω πίνακα το αποτέλεσμα της αντικειμενικής συνάρτησης  $f_3$  είναι 34.

Όπως φαίνεται στα αποτελέσματα ο μοναδικός επισκέπτης στον οποίο έχουν ανατεθεί τρεις περιοχές είναι ο επτά. Δύο εκ των περιοχών που του έχουν ανατεθεί (5 & 6, 1 & 3) είναι οι περιοχές για τις οποίες χρειαζόμαστε τον μικρότερο αριθμό επισκέψεων. Αντίθετα στον ιατρικό επισκέπτη δύο έχει ανατεθεί μία μόνο περιοχή (12 & 28) καθώς είναι η περιοχή για την οποία χρειάζεται ο μεγαλύτερος αριθμός επισκέψεων. Αυτό συμβαίνει. Όπως είναι λογικό στους ιατρικούς επισκέπτες που ανατίθενται περιοχές με μεγάλο απαιτούμενο αριθμό επισκέψεων ο αλγόριθμος τους αποδίδει μία μόνο περιοχή. Αντίθετα στους ιατρικούς επισκέπτες που τους ανατίθενται περιοχές με μικρό αριθμό επισκέψεων είναι πιο πιθανό να τους ανατεθεί και δεύτερη ή όπως είδαμε ακόμα και τρίτη περιοχή.



Επειδή το μέγεθος των πωλήσεων ανά περιοχή δεν συμβαδίζει με τις απαιτούμενες επισκέψεις παρατηρούμε ότι η αναθέσεις που προκύπτουν στην ελαχιστοποίηση της τυπικής απόκλισης των πωλήσεων με αυτή της ελαχιστοποίησης της τυπικής απόκλισης των επισκέψεων διαφέρει σε μεγάλο βαθμό. Πιο συγκεκριμένα μεταξύ των δύο αναθέσεων από τις δεκατέσσερις περιοχές μόνο οι τέσσερις έχουν ανατεθεί στους ίδιους ιατρικούς επισκέπτες.

Αν συγκρίνουμε την ανάθεση που έγινε για την ελαχιστοποίηση του χρόνου με αυτή που προκύπτει για την ελαχιστοποίηση της τυπικής απόκλισης των επισκέψεων συμπίπτει η ανάθεση μόνο για τρεις περιοχές.

Βάσει των παραπάνω γίνεται κατανοητό ότι οι τρεις αντικειμενικές συναρτήσεις είναι ιδιαίτερα ανταγωνιστικές μεταξύ τους.

### Βήμα 2<sup>ο</sup>: Κατασκευή πίνακα πληρωμών

Αρχικά στον αποφασίζοντα παρουσιάστηκε ο παρακάτω πίνακας πληρωμών:

Πίνακας 19: Πίνακας πληρωμών

	Ελαχιστοποίηση ως προς $f_1$	Ελαχιστοποίηση ως προς $f_2$	Ελαχιστοποίηση ως προς $f_3$
$f_1$	<b>12</b>	21	20
$f_2$	352.753	<b>157.618</b>	358.576
$f_3$	47	45	<b>34</b>

Ο αποφασίζοντας τόνισε ότι η πιο σημαντική αντικειμενική συνάρτηση για αυτόν είναι αυτή που συνδέεται με τον χρόνο μετακίνησης, δηλαδή η  $f_1$ . Μέσα από την μείωση του χρόνου μετακίνησης αυξάνεται η παραγωγικότητα των ιατρικών επισκεπτών και αυτό μπορεί να βοηθήσει ώστε να πραγματοποιηθούν και κάποιες παραπάνω επισκέψεις για όσους προκύψει μεγάλο αριθμός. Σε κάθε περίπτωση έχει τεθεί ως ανώτατο όριο οι διακόσιες ενενήντα (290) επισκέψεις ανά ιατρικό επισκέπτη.

### Βήμα 3<sup>ο</sup>: Μέθοδος ικανοποιητικών στόχων

Ο αποφασίζοντας αποφάσισε να κρατήσει αρχικά την βέλτιστη λύση ως προς τον χρόνο μετακίνησης και να μεταφέρει το κόστος της εύρεσης λύσης κυρίως στην συνάρτηση  $f_3$ .

Καθόρισε τις παρακάτω τιμές στόχους για κάθε αντικειμενική συνάρτηση επιθυμώντας να εξεταστεί αν υπάρχει λύση με τις συγκεκριμένες τιμές ως ανώτερες αποδεκτές τιμές:

Πίνακας 20: Αρχικός πίνακας στόχων αποφασίζοντα

	Τιμές στόχος
$f_1$	12
$f_2$	200.000
$f_3$	40

#### Βήμα 4<sup>ο</sup>: Αποτελέσματα πρώτης ανάδρασης

Στην πρώτη ανάδραση δεν εντοπίστηκε εφικτή λύση που να ικανοποιεί τους στόχους του αποφασίζοντα. Ο αποφασίζοντας όντας διασφαλισμένος ότι υπάρχει ο περιορισμός των διακοσίων ενενήντα επισκέψεων ανά ιατρικό επισκέπτη θεωρώντας ότι η λιγότερο σημαντική συνάρτηση είναι αυτή των επισκέψεων έθεσε νέους στόχους. Κύριος στόχος του είναι να γίνει καλύτερη εξισορρόπηση των πωλήσεων διατηρώντας όμως σε χαμηλά επίπεδα την αντικειμενική συνάρτηση του χρόνου και σίγουρα κάτω από δεκατέσσερα.

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται οι νέοι στόχοι που έθεσε από αποφασίζοντας:

Πίνακας 21: Πίνακας στόχων αποφασίζοντα μετά την πρώτη διάδραση

	Τιμές στόχος
$f_1$	14
$f_2$	170.000
$f_3$	44

#### Βήμα 5<sup>ο</sup>: Αποτελέσματα δεύτερης ανάδρασης

Μετά την δεύτερη ανάδραση υπήρξε εφικτή λύση. Παρακάτω ακολουθεί ο πίνακας με τις αναθέσεις των περιοχών ανά ιατρικό επισκέπτη που προέκυψαν:

Πίνακας 22: Αποτελέσματα σύμφωνα με τους νέους περιορισμούς

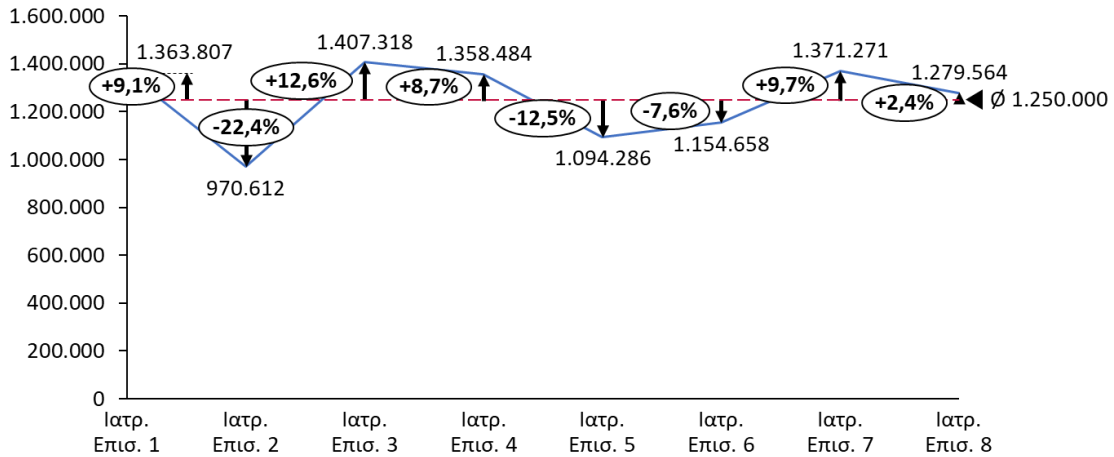
Κωδικός Περιοχής	Περιγραφή Περιοχής	Ιατρικοί επισκέπτες						
		1	2	3	4	5	6	7
12 & 28	ATH.EAST 1 & ATT.SOUTH	0	0	0	0	0	0	0
8 & 13	ATH.NORTH 2 & ATH.EAST 2	0	0	0	1	0	0	0
14 & 18	ATH.S-E. & ATH.SOUTH	0	0	0	0	1	0	0
24 & 25	PIR.SUB.A & PIR.SUB.B	1	0	0	0	0	0	0
11 & 26	ATH.NORTH 5 & ATT.NORTH	0	0	1	0	0	0	0
19 & 27	ATH.WEST 1 & ATT.WEST	0	1	0	0	0	0	0
15 & 16	ATH.S-W.1A & ATH.S-W.1B	0	0	0	0	0	0	1
9 & 10	ATH.NORTH 3 & ATH.NORTH 4	0	0	0	0	0	0	1
20 & 21	ATH.W.2 & ATH.W.3	0	0	0	0	0	1	0
4 & 7	ATH.N-C.1A & ATH.NORTH 1	0	0	1	0	0	0	0
22 & 23	PIR.CENT.A & PIR.CENT.B	0	0	0	0	0	1	0
2 & 17	ATH.CENTR B & ATH.S-W.2	0	0	0	1	0	0	0
5 & 6	ATH.N-C.1B & ATH.N-C. 2	1	0	0	0	0	0	0
1 & 3	ATH.CENTR A & ATH.KOLONAKI	0	0	0	0	0	0	0

Οι τιμές των αντικειμενικών συναρτήσεων που προέκυψαν είναι οι ακόλουθες:

Πίνακας 23: Οι τιμές των αντικειμενικών συναρτήσεων που επιτεύχθηκαν

	Τιμές αντικειμενικών συναρτήσεων
$f_1$	<b>14</b>
$f_2$	<b>158.765</b>
$f_3$	<b>43</b>

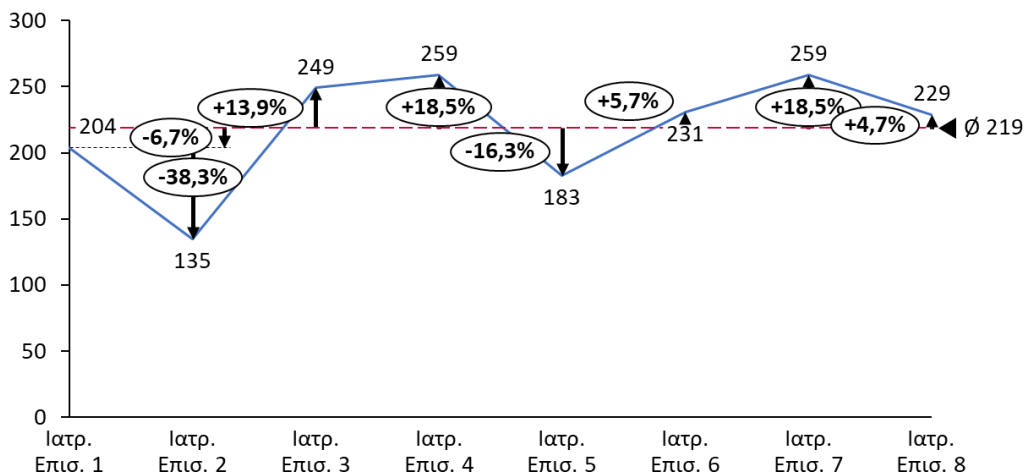
Όπως φαίνεται και στον παραπάνω πίνακα όλες οι αντικειμενικές συναρτήσεις είναι εντός των στόχων που τέθηκαν. Πιο συγκεκριμένα στην αντικειμενική συνάρτηση για τον χρόνο μετακίνησης έχει επιτευχθεί η τιμή δεκατέσσερα που ήταν και η ανώτερη αποδεκτή. Στις αντικειμενικές συναρτήσεις για την εξισορρόπηση των πωλήσεων και των επισκέψεων οι τιμές είναι χαμηλότερες από τις τιμές στόχο.



Γράφημα 5: Ανατεθειμένες πωλήσεις ανά ιατρικό επισκέπτη και το ποσοστό διαφοροποίησης από τον μέσο όρο

Όπως φαίνεται και στο παραπάνω γράφημα βάσει της ανάθεσης που προέκυψε μετά την δεύτερη ανάδραση με τον αποφασίζοντα η μέγιστη διαφοροποίηση σε σχέση με τον μέσο όρο των πωλήσεων είναι 22,4% για τον ιατρικό επισκέπτη 2. Σε όλους του υπόλοιπους ιατρικούς επισκέπτες έχουν ανατεθεί πωλήσεις που διαφέρουν το μέγιστο 12,6% σε σχέση με τον μέσο όρο.

Ακολουθεί και το αντίστοιχο γράφημα για την ανάθεση των επισκέψεων ανά ιατρικό επισκέπτη.

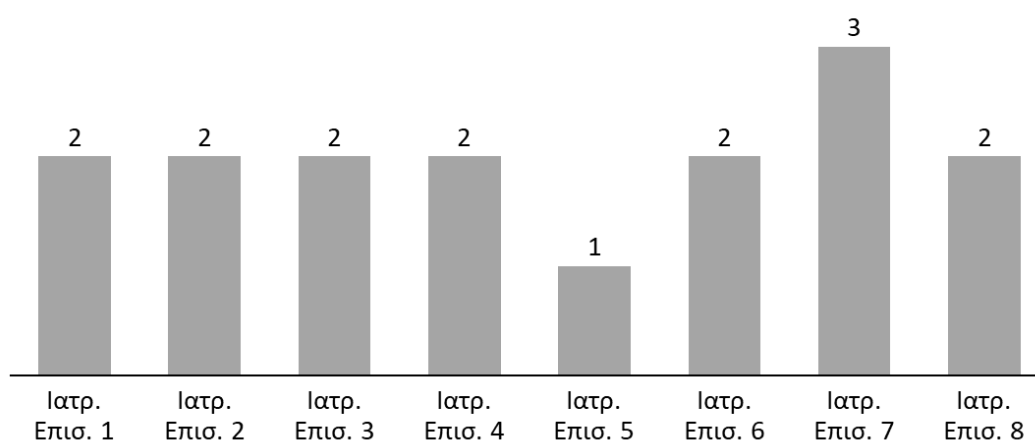


Γράφημα 6: Ανατεθειμένες επισκέψεις ανά ιατρικό επισκέπτη και το ποσοστό διαφοροποίησης από τον μέσο όρο

Στην ανάθεση των επισκέψεων υπάρχουν μεγαλύτερες διακυμάνσεις όπως είναι αναμενόμενο βάσει των οδηγιών του αποφασίζοντα. Φαίνεται πως πάλι ο ιατρικός επισκέπτης δύο έχει την μεγαλύτερη διαφοροποίηση από τον μέσο όρο (38,3%). Η

υπόλοιπες διαφοροποιήσεις είναι κάτω από 18,5%. Ταυτόχρονα έχει διασφαλιστεί ότι σε κανέναν ιατρικός επισκέπτη δεν έχουν ανατεθεί πάνω από διακόσιες ενενήντα επισκέψεις που είναι και το ανώτατο αποδεκτό όριο. Ο αποφασίζοντας θεωρεί ότι οι όποιες διαφοροποιήσεις ιδιαίτερα για αυτούς στους οποίους έχουν ανατεθεί περισσότερες επισκέψεις από τον μέσο όρο είναι κάτι αποδεκτό αφού έχουν εξασφαλιστεί και αρκετά περιορισμένες μετακινήσεις.

Στο γράφημα που ακολουθεί απεικονίζονται οι εκτιμώμενες ώρες μετακίνησης ανά ιατρικό επισκέπτη.



Γράφημα 7: Ωρες μετακινήσεων ανά ιατρικό επισκέπτη

Συγκεντρωτικά η ανάθεση που προέκυψε λαμβάνοντας υπόψιν και τις τρεις παραμέτρους απεικονίζεται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 24: Συγκεντρωτικός πίνακας των αναθέσεων που προέκυψαν

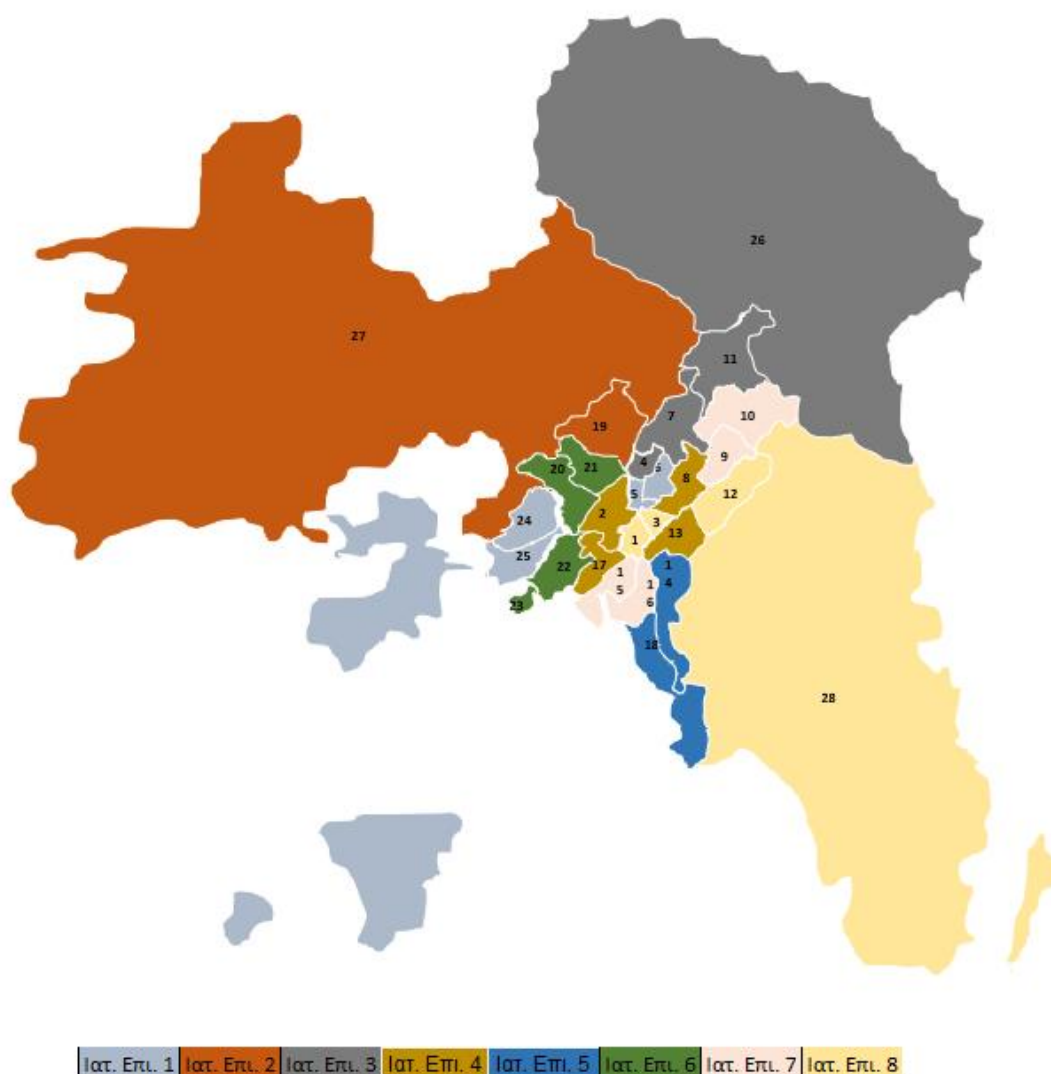
	Ιατρ. Επισ. 1	Ιατρ. Επισ. 2	Ιατρ. Επισ. 3	Ιατρ. Επισ. 4	Ιατρ. Επισ. 5	Ιατρ. Επισ. 6	Ιατρ. Επισ. 7	Ιατρ. Επισ. 8
Ωρες μετακινήσεων	2	2	1,5	1,5	0,5	2	3	1,5
Πωλήσεις	1.363.807	970.612	1.407.318	1.358.484	1.094.286	1.154.658	1.371.271	1.279.564
Επισκέψεις	204	135	249	259	183	231	259	229

Στον ιατρικό επισκέπτη 2 έχει ανατεθεί μικρός αριθμός επισκέψεων αλλά και πωλήσεων και είναι ένας ιατρικός επισκέπτης στον οποίο θα μπορούσαμε να

αναθέσουμε και κάποια περιοχή εκτός Αττικής. Κάτι αντίστοιχο ισχύει και για τον ιατρικό επισκέπτη 5. Συνολικά η εικόνα είναι αρκετά ισορροπημένη.

Ο αποφασίζοντας αποφάσισε να προχωρήσουμε με την συγκεκριμένη ανάθεση. Παρακάτω ακολουθεί ο χάρτης που απεικονίζει τις περιοχές που έχουν ανατεθεί σε κάθε ιατρικό επισκέπτη.

Χάρτης 8



## 7. Συμπεράσματα

### 7.1 Καταληκτικές σκέψεις

Όπως φάνηκε μέσα από την συγκεκριμένη εργασία υπάρχουν πλέον διαθέσιμα, ακόμα και δωρεάν, εργαλεία που με την βοήθεια τους ένας επιχειρησιακός ερευνητής μπορεί να λύσει πολύ σύνθετα προβλήματα τα οποία περιέχουν έναν πολύ μεγάλο αριθμό μεταβλητών απόφασης.

Σε μεγάλα και σύνθετα προβλήματα πολλές φορές είναι πρακτικά αδύνατο λόγω περιορισμένης υπολογιστικής ισχύος αλλά και περιορισμών στον χρόνο να εξεταστεί το σύνολο των εφικτών λύσεων για να επιλέξουμε αυτή που μας εξυπηρετεί καλύτερα. Για αυτό τον σκοπό έχουν αναπτυχθεί αλγόριθμοι οι οποίοι χωρίς να εξετάζουν το σύνολο των εφικτών λύσεων προσπαθούν να προσεγγίσουν με όσο μεγαλύτερη αξιοπιστία γίνεται την εύρεση της βέλτιστης λύσης χωρίς πάντα αυτό να είναι εφικτό (μεταερευρητικοί αλγόριθμοι).

Ένας επιχειρησιακός ερευνητής που χρησιμοποιεί οποιοδήποτε εργαλείο με ματαερευρητικούς αλγόριθμους οφείλει να κατανοεί αυτή την πραγματικότητα και να αντιμετωπίζει τα όποια αποτελέσματα με κριτική διάθεση. Προς τον σκοπό αυτό καλό είναι να γίνονται και κάποιες δοκιμές ορθότητας.

Οι αλγόριθμοι αυτής της κατηγορίας ανάλογα με τα προς επεξεργασία δεδομένα, τις αρχικές τιμές των μεταβλητών που θα δοθούν, την ευαισθησία που θα ορίσουμε αλλά και τις επαναλήψεις για την εύρεση καλύτερης λύσης που θα ορίσουμε μπορούν να καταλήξουν σε διαφορετικά αποτελέσματα. Όσο όμως αυξάνουμε την ευαισθησία και τις επαναλήψεις για την εύρεση της βέλτιστης λύσης, τόσο αυξάνεται και ο χρόνος επεξεργασίας. Θα πρέπει λοιπόν ανάλογα με την κρισιμότητα της απόφασης που καλούμαστε να λάβουμε να επιλέξουμε τις παραμέτρους που εξυπηρετούν καλύτερα τον σκοπό μας.

Ένα παράδειγμα λογισμικού με το οποίο μπορούν να λυθούν τέτοιου είδους προβλήματα είναι και το MS Excel με την χρήση του Solver. Με την βοήθεια του συγκεκριμένου λογισμικού μπορούν να λυθούν προβλήματα περιορισμένης έκτασης

και σίγουρα τα προβλήματα αυτά να μην περιλαμβάνουν πάνω από διακόσιες (200) μεταβλητές απόφασης. Ακόμα όμως και σε μικρότερα προβλήματα και ανάλογα της πολυπλοκότητας τους ο χρόνος υπολογισμού μπορεί να είναι εξαιρετικά μεγάλος.

Στην συγκεκριμένη εργασία το μοντέλο επίλυσης υλοποιήθηκε με το MS Excel με την χρήση του Solver αλλά και με την Python και την χρήση του πακέτου GEKKO. Διαπιστώθηκε ότι μέσω της Python ήμασταν σε θέση να επιλύσουμε το πρόβλημα το οποίο είχαμε για όλες τις αντικειμενικές συναρτήσεις ή και τον συνδυασμό αυτών, κάτι που δεν ήταν εφικτό μέσω του Excel κυρίως εξαιτίας των εξαιρετικά μεγάλων χρόνων υπολογισμού.

Διαπιστώσαμε επίσης ότι οι συγκεκριμένοι αλγόριθμοι επηρεάζονται από παραμέτρους όπως ο αριθμός των επαναλήψεων που θα οριστούν για εύρεση της βέλτιστης λύσης, της ευαισθησίας που θα δώσουμε αλλά από τις αρχικές τιμές των μεταβλητών απόφασης. Ανάλογα με το προς εξέταση πρόβλημα και την κρισιμότητα της απόφασης θα πρέπει να επιλέγουμε τις κατάλληλες παραμέτρους και να δοκιμάζουμε διαφορετικές προσεγγίσεις. Πολλές φορές ακόμα και κάποιος επιπλέον περιορισμός ή κάποιες διαφορετικές αρχικές τιμές των παραμέτρων μπορεί να βοηθήσουν ώστε να οδηγηθεί ο αλγόριθμος στην εύρεση καλύτερων λύσεων.

## **7.2 Προτάσεις για μελλοντική έρευνα**

Η συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης έχει σχετικά περιορισμένο μέγεθος. Με τις κατάλληλες τροποποιήσεις στον υπάρχοντα κώδικα θα μπορούν να επιλυθούν προβλήματα πιο μεγάλου μεγέθους. Κάθε πακέτο της Python έχει συγκεκριμένους περιορισμούς. Για προβλήματα πολύ μεγάλου μεγέθους υπάρχει η πιθανότητα να χρειάζεται μία αρκετά διαφορετική προσέγγιση.

Θα μπορούσε επίσης να δημιουργηθεί μία λύση που να είναι πιο φιλική προς τον χρήστη και να μπορεί να διαβάζει τις αρχικές τιμές των παραμέτρων και άλλα στοιχεία του προβλήματος μέσα από αρχεία κατάλληλα διαμορφωμένα ως ένα τελικό προϊόν για εμπορική χρήση.



Εκτός από το Excel και την Python μπορεί επίσης να διερευνηθεί η χρήση της γλώσσας R αλλά και η χρήση του πακέτου Matlab που φαίνεται πως μέσα από αυτά υπάρχει η δυνατότητα επίλυσης παρόμοιων προβλημάτων. Με μία τέτοια επίλυση και μέσα από την σύγκριση των αποτελεσμάτων που θα προκύψουν από τα διάφορα εργαλεία, θα μπορεί στο μέλλον ένας επιχειρησιακός ερευνητής να αποφασίσει ποιο εργαλείο και ποια μέθοδος μπορεί να εξυπηρετήσει καλύτερα τον σκοπό του.

## 8. Βιβλιογραφία

- Arnett, D.B., Macy, B.A., Wilcox, J.B., 2005. The Role of Core Selling Teams In Supplier–Buyer Relationships. *Journal of Personal Selling & Sales Management* 25, 27–42. <https://doi.org/10.1080/08853134.2005.10749045>
- Avlonitis, G.J., Panagopoulos, N.G., 2010. Effective Implementation of Sales-Based CRM Systems: Theoretical and Practical Issues. *IJCRMM* 1, 1–15. <https://doi.org/10.4018/jcrmm.2010090401>
- Babakus, E., Cravens, D.W., Grant, K., Ingram, T.N., LaForge, R.W., 1996. Investigating the relationships among sales, management control, sales territory design, salesperson performance, and sales organization effectiveness. *International Journal of Research in Marketing* 13, 345–363. [https://doi.org/10.1016/S0167-8116\(96\)00016-X](https://doi.org/10.1016/S0167-8116(96)00016-X)
- Beal, L.D.R., Hill, D.C., Martin, R.A., Hedengren, J.D., 2018. GEKKO Optimization Suite. *Processes* 6, 106. <https://doi.org/10.3390/pr6080106>
- Correa, J.G., 2012. BIOBJECTIVE MODEL FOR REDESIGNING SALES TERRITORIES. *International Journal of Industrial Engineering: Theory, Applications, and Practice* 19. <https://doi.org/10.23055/ijietap.2012.19.9.544>
- Drexl, A., Haase, K., 1999. Fast Approximation Methods for Sales Force Deployment. *Management Science* 45, 1307–1323. <https://doi.org/10.1287/mnsc.45.10.1307>
- Ehrgott, M., Ruzika, S., 2008. Improved  $\epsilon$ -Constraint Method for Multiobjective Programming. *Journal of Optimization Theory and Applications* 138, 375–396. <https://doi.org/10.1007/s10957-008-9394-2>
- EPEYNA ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΩΝ ΥΓΕΙΑΣ: Έτος 2022 - ELSTAT [WWW Document], URL <https://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/SHE20/>- (accessed 1.13.24b).
- Παρακολούθηση στοιχείων Φαρμακείων, Φαρμακοποιών και Φαρμακαποθηκών: Έτους 2020 - ELSTAT [WWW Document], URL <https://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/SHE18/>- (accessed 1.13.24a).
- EOPYY, 2024. Πλατφόρμα διάθεσης Φ.Υ.Κ. [WWW Document]. URL <https://fyk.eopyy.gov.gr/> (accessed 1.13.24).
- Hess, S.W., Samuels, S.A., 1971. Experiences with a Sales Districting Model: Criteria and Implementation. *Management Science* 18, P-41. <https://doi.org/10.1287/mnsc.18.4.P41>
- IDIKA, 2024. Ηλεκτρονική Διακυβέρνηση Κοινωνικής Ασφάλισης Α.Ε. - Ηλεκτρονική Διακυβέρνηση Κοινωνικής Ασφάλισης ΑΕ [WWW Document]. URL <https://www.idika.gr/> (accessed 1.13.24).
- IQVIA Hellas, 2024. IQVIA Ελλάδα - IQVIA [WWW Document]. URL <https://www.iqvia.com/el-gr/locations/greece> (accessed 1.13.24).
- Köksalan, M., Batun, S., 2009. Case—Assigning Regions to Sales Representatives at Pfizer Turkey. *INFORMS Transactions on Education* 9, 72–76. <https://doi.org/10.1287/ited.1090.0021cs>
- Lei, H., Laporte, G., Liu, Y., Zhang, T., 2015. Dynamic design of sales territories. *Computers & Operations Research* 56, 84–92. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2014.11.008>

- López-Pérez, J.F., Ríos-Mercado, R.Z., 2013. Embotelladoras ARCA Uses Operations Research to Improve Territory Design Plans. *Interfaces* 43, 209–220. <https://doi.org/10.1287/inte.1120.0675>
- Microsoft, 2024. Define and solve a problem by using Solver - Microsoft Support [WWW Document]. Define and solve a problem by using Solver - Microsoft Support. URL <https://support.microsoft.com/en-us/office/define-and-solve-a-problem-by-using-solver-5d1a388f-079d-43ac-a7eb-f63e45925040> (accessed 6.23.24).
- Molina, J., Laguna, M., Marti, R., Caballero, R., 2007. SSPMO: A Scatter Tabu Search Procedure for Non-Linear Multiobjective Optimization. *INFORMS Journal on Computing* 19, 91–100. <https://doi.org/10.1287/ijoc.1050.0149>
- Olivares Benitez, E., Beatriz Bernábe-Loranca, M., Caballero-Morales, S.-O., Granillo Macias, R., 2021. Multi-objective Design of Balanced Sales Territories with Taboo Search: A Practical Case. *International Journal of Supply and Operations Management* 8, 176–193. <https://doi.org/10.22034/ijksom.2021.2.5>  
onekeygreecegr.pdf
- Ríos-Mercado, R.Z., Fernández, E., 2009. A reactive GRASP for a commercial territory design problem with multiple balancing requirements. *Computers & Operations Research* 36, 755–776. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2007.10.024>
- Ruvalcaba, L., Correa, G., Zanella, V., 2011. Multiobjective Evolutionary Algorithm for Redesigning Sales Territories, in: Böse, J.W., Hu, H., Jahn, C., Shi, X., Stahlbock, R., Voß, S. (Eds.), *Computational Logistics, Lecture Notes in Computer Science*. Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 183–193. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-24264-9\\_14](https://doi.org/10.1007/978-3-642-24264-9_14)
- Salazar-Aguilar, María Angélica, Ríos-Mercado, R.Z., Cabrera-Ríos, M., 2011. New Models for Commercial Territory Design. *Netw Spat Econ* 11, 487–507. <https://doi.org/10.1007/s11067-010-9151-6>
- Salazar-Aguilar, M.A., Ríos-Mercado, R.Z., González-Velarde, J.L., 2013. GRASP strategies for a bi-objective commercial territory design problem. *J Heuristics* 19, 179–200. <https://doi.org/10.1007/s10732-011-9160-8>
- Salazar-Aguilar, M. Angélica, Ríos-Mercado, R.Z., González-Velarde, J.L., 2011. A bi-objective programming model for designing compact and balanced territories in commercial districting. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies, Freight Transportation and Logistics (selected papers from ODYSSEUS 2009 - the 4th International Workshop on Freight Transportation and Logistics)* 19, 885–895. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2010.09.011>
- Segal, M., Weinberger, D.B., 1977. Turfing. *Operations Research* 25, 367–386. <https://doi.org/10.1287/opre.25.3.367>
- Smith, K., Jones, E., Blair, E., 2000. Managing Salesperson Motivation in a Territory Realignment. *Journal of Personal Selling & Sales Management* 20, 215–226. <https://doi.org/10.1080/08853134.2000.10754242>
- Zoltners, A.A., Lorimer, S.E., 2000. Sales Territory Alignment: An Overlooked Productivity Tool. *Journal of Personal Selling & Sales Management* 20, 139–150. <https://doi.org/10.1080/08853134.2000.10754234>
- Zoltners, A.A., Sinha, P., 2005. The 2004 ISMS Practice Prize Winner—Sales Territory Design: Thirty Years of Modeling and Implementation. *Marketing Science* 24, 313–331. <https://doi.org/10.1287/mksc.1050.0133>

Zoltners, A.A., Sinha, P., 1983. Sales Territory Alignment: A Review and Model. Management Science. <https://doi.org/10.1287/mnsc.29.11.1237>  
Κώδικας Δεοντολογίας ΣΦΕΕ, 2014. . SFEE. URL <https://www.sfee.gr/kodikas-deontologias-sfee/> (accessed 1.13.24).

## Παράρτημα

Ο κώδικας της Python με την χρήση του πακέτου GEKKO

```
from gekko import GEKKO

m = GEKKO()
m.options.SOLVER = 1
m.solver_options = ['minlp_gap_tol 0.0000001', 'minlp_maximum_iterations 30000',
'minlp_max_iter_with_int_sol 30000']

# Variables

x1=m.Var(value=0, lb=0, ub=1, integer=True)
x2=m.Var(value=0, lb=0, ub=1, integer=True)
x3=m.Var(value=0, lb=0, ub=1, integer=True)
x4=m.Var(value=0, lb=0, ub=1, integer=True)
x5=m.Var(value=0, lb=0, ub=1, integer=True)
x6=m.Var(value=0, lb=0, ub=1, integer=True)
x7=m.Var(value=0, lb=0, ub=1, integer=True)
x8=m.Var(value=0, lb=0, ub=1, integer=True)
x9=m.Var(value=0, lb=0, ub=1, integer=True)
x10=m.Var(value=0, lb=0, ub=1, integer=True)
x11=m.Var(value=0, lb=0, ub=1, integer=True)
x12=m.Var(value=0, lb=0, ub=1, integer=True)
x13=m.Var(value=0, lb=0, ub=1, integer=True)
x14=m.Var(value=0, lb=0, ub=1, integer=True)
x15=m.Var(value=0, lb=0, ub=1, integer=True)
x16=m.Var(value=0, lb=0, ub=1, integer=True)
x17=m.Var(value=0, lb=0, ub=1, integer=True)
x18=m.Var(value=0, lb=0, ub=1, integer=True)
x19=m.Var(value=0, lb=0, ub=1, integer=True)
x20=m.Var(value=0, lb=0, ub=1, integer=True)
x21=m.Var(value=0, lb=0, ub=1, integer=True)
x22=m.Var(value=0, lb=0, ub=1, integer=True)
x23=m.Var(value=0, lb=0, ub=1, integer=True)
x24=m.Var(value=0, lb=0, ub=1, integer=True)
x25=m.Var(value=0, lb=0, ub=1, integer=True)
x26=m.Var(value=0, lb=0, ub=1, integer=True)
x27=m.Var(value=0, lb=0, ub=1, integer=True)
x28=m.Var(value=0, lb=0, ub=1, integer=True)
x29=m.Var(value=0, lb=0, ub=1, integer=True)
x30=m.Var(value=0, lb=0, ub=1, integer=True)
x31=m.Var(value=0, lb=0, ub=1, integer=True)
x32=m.Var(value=0, lb=0, ub=1, integer=True)
x33=m.Var(value=0, lb=0, ub=1, integer=True)
x34=m.Var(value=0, lb=0, ub=1, integer=True)
x35=m.Var(value=0, lb=0, ub=1, integer=True)
x36=m.Var(value=0, lb=0, ub=1, integer=True)
x37=m.Var(value=0, lb=0, ub=1, integer=True)
x38=m.Var(value=0, lb=0, ub=1, integer=True)
x39=m.Var(value=0, lb=0, ub=1, integer=True)
x40=m.Var(value=0, lb=0, ub=1, integer=True)
x41=m.Var(value=0, lb=0, ub=1, integer=True)
x42=m.Var(value=0, lb=0, ub=1, integer=True)
x43=m.Var(value=0, lb=0, ub=1, integer=True)
```



```

x104=m.Var(value=0, lb=0, ub=1, integer=True)
x105=m.Var(value=0, lb=0, ub=1, integer=True)
x106=m.Var(value=0, lb=0, ub=1, integer=True)
x107=m.Var(value=0, lb=0, ub=1, integer=True)
x108=m.Var(value=0, lb=0, ub=1, integer=True)
x109=m.Var(value=0, lb=0, ub=1, integer=True)
x110=m.Var(value=0, lb=0, ub=1, integer=True)
x111=m.Var(value=0, lb=0, ub=1, integer=True)
x112=m.Var(value=0, lb=0, ub=1, integer=True)

```

# constraints ensuring that each brick shall be allocated only to a single rep

```

m.Equation(x1 + x2 + x3 + x4 + x5 + x6 + x7 + x8 == 1) #for brick 1
m.Equation(x9 + x10 + x11 + x12 + x13 + x14 + x15 + x16 == 1) #for brick 2
m.Equation(x17 + x18 + x19 + x20 + x21 + x22 + x23 + x24 == 1) #for brick 3
m.Equation(x25 + x26 + x27 + x28 + x29 + x30 + x31 + x32 == 1) #for brick 4
m.Equation(x33 + x34 + x35 + x36 + x37 + x38 + x39 + x40 == 1) #for brick 5
m.Equation(x41 + x42 + x43 + x44 + x45 + x46 + x47 + x48 == 1) #for brick 6
m.Equation(x49 + x50 + x51 + x52 + x53 + x54 + x55 + x56 == 1) #for brick 7
m.Equation(x57 + x58 + x59 + x60 + x61 + x62 + x63 + x64 == 1) #for brick 8
m.Equation(x65 + x66 + x67 + x68 + x69 + x70 + x71 + x72 == 1) #for brick 9
m.Equation(x73 + x74 + x75 + x76 + x77 + x78 + x79 + x80 == 1) #for brick 10
m.Equation(x81 + x82 + x83 + x84 + x85 + x86 + x87 + x88 == 1) #for brick 11
m.Equation(x89 + x90 + x91 + x92 + x93 + x94 + x95 + x96 == 1) #for brick 12
m.Equation(x97 + x98 + x99 + x100 + x101 + x102 + x103 + x104 == 1) #for brick 13
m.Equation(x105 + x106 + x107 + x108 + x109 + x110 + x111 + x112 == 1) #for brick 14

```

# constraints ensuring that the total workload shall not be exceeding the reps' capacity

```

m.Equation(x1 * 206 + \
x9 * 190 + \
x17 * 183 + \
x25 * 154 + \
x33 * 135 + \
x41 * 135 + \
x49 * 135 + \
x57 * 124 + \
x65 * 122 + \
x73 * 114 + \
x81 * 109 + \
x89 * 69 + \
x97 * 50 + \
x105 * 23 <= 290) # capacity rep1

```

```

m.Equation(x2 * 206 + \
x10 * 190 + \
x18 * 183 + \
x26 * 154 + \
x34 * 135 + \
x42 * 135 + \
x50 * 135 + \
x58 * 124 + \
x66 * 122 + \
x74 * 114 + \
x82 * 109 + \

```

x90 \* 69 + \  
x98 \* 50 + \  
x106 \* 23 <= 290) # capacity rep2

m.Equation(x3 \* 206 + \  
x11 \* 190 + \  
x19 \* 183 + \  
x27 \* 154 + \  
x35 \* 135 + \  
x43 \* 135 + \  
x51 \* 135 + \  
x59 \* 124 + \  
x67 \* 122 + \  
x75 \* 114 + \  
x83 \* 109 + \  
x91 \* 69 + \  
x99 \* 50 + \  
x107 \* 23 <= 290) # capacity rep3

m.Equation(x4 \* 206 + \  
x12 \* 190 + \  
x20 \* 183 + \  
x28 \* 154 + \  
x36 \* 135 + \  
x44 \* 135 + \  
x52 \* 135 + \  
x60 \* 124 + \  
x68 \* 122 + \  
x76 \* 114 + \  
x84 \* 109 + \  
x92 \* 69 + \  
x100 \* 50 + \  
x108 \* 23 <= 290) # capacity rep4

m.Equation(x5 \* 206 + \  
x13 \* 190 + \  
x21 \* 183 + \  
x29 \* 154 + \  
x37 \* 135 + \  
x45 \* 135 + \  
x53 \* 135 + \  
x61 \* 124 + \  
x69 \* 122 + \  
x77 \* 114 + \  
x85 \* 109 + \  
x93 \* 69 + \  
x101 \* 50 + \  
x109 \* 23 <= 290) # capacity rep5

m.Equation(x6 \* 206 + \  
x14 \* 190 + \  
x22 \* 183 + \  
x30 \* 154 + \  
x38 \* 135 + \  
x46 \* 135 + \  
x54 \* 135 + \  
x62 \* 124 + \  
x70 \* 122 + \  
x78 \* 114 + \  
x86 \* 109 + \  
x94 \* 69 + \  
x102 \* 50 + \  
x110 \* 23 <= 290) # capacity rep6



```
x94 * 69 + \  
x102 * 50 + \  
x110 * 23 <= 290) # capacity rep6
```

```
m.Equation(x7 * 206 + \  
x15 * 190 + \  
x23 * 183 + \  
x31 * 154 + \  
x39 * 135 + \  
x47 * 135 + \  
x55 * 135 + \  
x63 * 124 + \  
x71 * 122 + \  
x79 * 114 + \  
x87 * 109 + \  
x95 * 69 + \  
x103 * 50 + \  
x111 * 23 <= 290) # capacity rep7
```

```
m.Equation(x8 * 206 + \  
x16 * 190 + \  
x24 * 183 + \  
x32 * 154 + \  
x40 * 135 + \  
x48 * 135 + \  
x56 * 135 + \  
x64 * 124 + \  
x72 * 122 + \  
x80 * 114 + \  
x88 * 109 + \  
x96 * 69 + \  
x104 * 50 + \  
x112 * 23 <= 290) # capacity rep8
```

```
#-----Rep Visits-----
```

```
rep1_visits=(x1 * 206 + \  
x9 * 190 + \  
x17 * 183 + \  
x25 * 154 + \  
x33 * 135 + \  
x41 * 135 + \  
x49 * 135 + \  
x57 * 124 + \  
x65 * 122 + \  
x73 * 114 + \  
x81 * 109 + \  
x89 * 69 + \  
x97 * 50 + \  
x105 * 23
```

)

```
rep2_visits=(x2 * 206 + \  
x10 * 190 + \  
x18 * 183 + \  
x26 * 154 + \  
x34 * 135 + \  
x42 * 135 + \  
x50 * 135 + \  
x58 * 124 + \  
x66 * 122 + \  
x74 * 114 + \  
x82 * 109 + \  
x90 * 69 + \  
x98 * 50 + \  
x106 * 23  
)
```

```
rep3_visits=(x3 * 206 + \  
x11 * 190 + \  
x19 * 183 + \  
x27 * 154 + \  
x35 * 135 + \  
x43 * 135 + \  
x51 * 135 + \  
x59 * 124 + \  
x67 * 122 + \  
x75 * 114 + \  
x83 * 109 + \  
x91 * 69 + \  
x99 * 50 + \  
x107 * 23  
)
```

```
rep4_visits=(x4 * 206 + \  
x12 * 190 + \  
x20 * 183 + \  
x28 * 154 + \  
x36 * 135 + \  
x44 * 135 + \  
x52 * 135 + \  
x60 * 124 + \  
x68 * 122 + \  
x76 * 114 + \  
x84 * 109 + \  
x92 * 69 + \  
x100 * 50 + \  
x108 * 23  
)
```

```
rep5_visits=(x5 * 206 + \  
x13 * 190 + \  
x21 * 183 + \  
x29 * 154 + \  
x37 * 135 + \  
x45 * 135 + \  
x53 * 135 + \  
x61 * 124 + \  
x69 * 122 + \  
x77 * 114 + \  
)
```

```
x85 * 109 + \  
x93 * 69 + \  
x101 * 50 + \  
x109 * 23  
)
```

```
rep6_visits=(x6 * 206 + \  
x14 * 190 + \  
x22 * 183 + \  
x30 * 154 + \  
x38 * 135 + \  
x46 * 135 + \  
x54 * 135 + \  
x62 * 124 + \  
x70 * 122 + \  
x78 * 114 + \  
x86 * 109 + \  
x94 * 69 + \  
x102 * 50 + \  
x110 * 23  
)
```

```
rep7_visits=(x7 * 206 + \  
x15 * 190 + \  
x23 * 183 + \  
x31 * 154 + \  
x39 * 135 + \  
x47 * 135 + \  
x55 * 135 + \  
x63 * 124 + \  
x71 * 122 + \  
x79 * 114 + \  
x87 * 109 + \  
x95 * 69 + \  
x103 * 50 + \  
x111 * 23  
)
```

```
rep8_visits=(x8 * 206 + \  
x16 * 190 + \  
x24 * 183 + \  
x32 * 154 + \  
x40 * 135 + \  
x48 * 135 + \  
x56 * 135 + \  
x64 * 124 + \  
x72 * 122 + \  
x80 * 114 + \  
x88 * 109 + \  
x96 * 69 + \  
x104 * 50 + \  
x112 * 23  
)
```

#-----Rep Sales-----

```
rep1_sales=(x1 * 814300 + \  
x9 * 774052 + \  
x17 * 1094286 + \  
)
```

x25 \* 930696 + \  
x33 \* 712475 + \  
x41 \* 970612 + \  
x49 \* 568771 + \  
x57 \* 802500 + \  
x65 \* 618935 + \  
x73 \* 694843 + \  
x81 \* 535723 + \  
x89 \* 584432 + \  
x97 \* 433111 + \  
x105 \* 465263  
)

rep2\_sales=(x2 \* 814300 + \  
x10 \* 774052 + \  
x18 \* 1094286 + \  
x26 \* 930696 + \  
x34 \* 712475 + \  
x42 \* 970612 + \  
x50 \* 568771 + \  
x58 \* 802500 + \  
x66 \* 618935 + \  
x74 \* 694843 + \  
x82 \* 535723 + \  
x90 \* 584432 + \  
x98 \* 433111 + \  
x106 \* 465263  
)

rep3\_sales=(x3 \* 814300 + \  
x11 \* 774052 + \  
x19 \* 1094286 + \  
x27 \* 930696 + \  
x35 \* 712475 + \  
x43 \* 970612 + \  
x51 \* 568771 + \  
x59 \* 802500 + \  
x67 \* 618935 + \  
x75 \* 694843 + \  
x83 \* 535723 + \  
x91 \* 584432 + \  
x99 \* 433111 + \  
x107 \* 465263  
)

rep4\_sales=(x4 \* 814300 + \  
x12 \* 774052 + \  
x20 \* 1094286 + \  
x28 \* 930696 + \  
x36 \* 712475 + \  
x44 \* 970612 + \  
x52 \* 568771 + \  
x60 \* 802500 + \  
x68 \* 618935 + \  
x76 \* 694843 + \  
x84 \* 535723 + \  
x92 \* 584432 + \  
x100 \* 433111 + \  
x108 \* 465263

)

```
rep5_sales=(x5 * 814300 + \  
x13 * 774052 + \  
x21 * 1094286 + \  
x29 * 930696 + \  
x37 * 712475 + \  
x45 * 970612 + \  
x53 * 568771 + \  
x61 * 802500 + \  
x69 * 618935 + \  
x77 * 694843 + \  
x85 * 535723 + \  
x93 * 584432 + \  
x101 * 433111 + \  
x109 * 465263
```

)

```
rep6_sales=(x6 * 814300 + \  
x14 * 774052 + \  
x22 * 1094286 + \  
x30 * 930696 + \  
x38 * 712475 + \  
x46 * 970612 + \  
x54 * 568771 + \  
x62 * 802500 + \  
x70 * 618935 + \  
x78 * 694843 + \  
x86 * 535723 + \  
x94 * 584432 + \  
x102 * 433111 + \  
x110 * 465263
```

)

```
rep7_sales=(x7 * 814300 + \  
x15 * 774052 + \  
x23 * 1094286 + \  
x31 * 930696 + \  
x39 * 712475 + \  
x47 * 970612 + \  
x55 * 568771 + \  
x63 * 802500 + \  
x71 * 618935 + \  
x79 * 694843 + \  
x87 * 535723 + \  
x95 * 584432 + \  
x103 * 433111 + \  
x111 * 465263
```

)

```
rep8_sales=(x8 * 814300 + \  
x16 * 774052 + \  
x24 * 1094286 + \  
x32 * 930696 + \  
x40 * 712475 + \  
x48 * 970612 + \  

```

```

x56 * 568771 + \
x64 * 802500 + \
x72 * 618935 + \
x80 * 694843 + \
x88 * 535723 + \
x96 * 584432 + \
x104 * 433111 + \
x112 * 465263

```

```
)
```

```
#-----Objective Functions-----
```

```

Objective1=(x1 * 2 + x2 * 2 + x3 * 2 + x4 * 1 + x5 * 1 + x6 * 2 + x7 * 0.5 + x8 * 1 + \
x9 * 1 + x10 * 1.5 + x11 * 1.5 + x12 * 0.5 + x13 * 0.5 + x14 * 1 + x15 * 1 + x16 * 0.5 + \
x17 * 1 + x18 * 1.5 + x19 * 1.5 + x20 * 1 + x21 * 0.5 + x22 * 1 + x23 * 1 + x24 * 1 + \
x25 * 1 + x26 * 2 + x27 * 2 + x28 * 2 + x29 * 1 + x30 * 1 + x31 * 2 + x32 * 2 + \
x33 * 2 + x34 * 0.5 + x35 * 0.5 + x36 * 2 + x37 * 2 + x38 * 2 + x39 * 2 + x40 * 2 + \
x41 * 2 + x42 * 2 + x43 * 2 + x44 * 2 + x45 * 2 + x46 * 2 + x47 * 3 + x48 * 2 + \
x49 * 0.5 + x50 * 2 + x51 * 2 + x52 * 1 + x53 * 1 + x54 * 0.5 + x55 * 2 + x56 * 1 + \
x57 * 1.5 + x58 * 1 + x59 * 1 + x60 * 1 + x61 * 2 + x62 * 1.5 + x63 * 1 + x64 * 1 + \
x65 * 1 + x66 * 1.5 + x67 * 1.5 + x68 * 1.5 + x69 * 2 + x70 * 1 + x71 * 3 + x72 * 1.5 + \
x73 * 1 + x74 * 1 + x75 * 1 + x76 * 1 + x77 * 2 + x78 * 1 + x79 * 2 + x80 * 1 + \
x81 * 1 + x82 * 2 + x83 * 2 + x84 * 1 + x85 * 1 + x86 * 1 + x87 * 3 + x88 * 1 + \
x89 * 1 + x90 * 2 + x91 * 2 + x92 * 1 + x93 * 1 + x94 * 1 + x95 * 3 + x96 * 1 + \
x97 * 1 + x98 * 1 + x99 * 1 + x100 * 1 + x101 * 1 + x102 * 1 + x103 * 2 + x104 * 1 + \
x105 * 0.5 + x106 * 1.5 + x107 * 1.5 + x108 * 0.5 + x109 * 1 + x110 * 0.5 + x111 * 2 + x112 * 0.5)

```

```

Objective2=(((rep1_visits-219)**2+(rep2_visits-219)**2+(rep3_visits-219)**2+(rep4_visits-
219)**2+(rep5_visits-219)**2+(rep6_visits-219)**2+(rep7_visits-219)**2+(rep8_visits-
219)**2)/7)**0.5)

```

```

Objective3=(((rep1_sales-1250000)**2+(rep2_sales-1250000)**2+(rep3_sales-
1250000)**2+(rep4_sales-1250000)**2+(rep5_sales-1250000)**2+(rep6_sales-
1250000)**2+(rep7_sales-1250000)**2+(rep8_sales-1250000)**2)/7)**0.5)

```

```
m.Equation(Objective1 <=14) #summary
```

```
m.Minimize(Objective1*0.5+Objective2*0.25+Objective3*0.25)
```

```
m.solve(disp=False)
```

```
#Printing Results
```

```
print('Objective: ' + str(m.options.objfcnval))
```

```
print(str(x1.value), str(x2.value), str(x3.value), str(x4.value), str(x5.value), str(x6.value), str(x7.value),
str(x8.value))
```

```
print(str(x9.value), str(x10.value), str(x11.value), str(x12.value), str(x13.value), str(x14.value),
str(x15.value), str(x16.value))
```

```
print(str(x17.value), str(x18.value), str(x19.value), str(x20.value), str(x21.value), str(x22.value),
str(x23.value), str(x24.value))
```

```
print(str(x25.value), str(x26.value), str(x27.value), str(x28.value), str(x29.value), str(x30.value),
str(x31.value), str(x32.value))
```

```
print(str(x33.value), str(x34.value), str(x35.value), str(x36.value), str(x37.value), str(x38.value),
str(x39.value), str(x40.value))
```

```
print(str(x41.value), str(x42.value), str(x43.value), str(x44.value), str(x45.value), str(x46.value),
str(x47.value), str(x48.value))
```

```
print(str(x49.value), str(x50.value), str(x51.value), str(x52.value), str(x53.value), str(x54.value),
str(x55.value), str(x56.value))
```

```
print(str(x57.value), str(x58.value), str(x59.value), str(x60.value), str(x61.value), str(x62.value),  
str(x63.value), str(x64.value))  
print(str(x65.value), str(x66.value), str(x67.value), str(x68.value), str(x69.value), str(x70.value),  
str(x71.value), str(x72.value))  
print(str(x73.value), str(x74.value), str(x75.value), str(x76.value), str(x77.value), str(x78.value),  
str(x79.value), str(x80.value))  
print(str(x81.value), str(x82.value), str(x83.value), str(x84.value), str(x85.value), str(x86.value),  
str(x87.value), str(x88.value))  
print(str(x89.value), str(x90.value), str(x91.value), str(x92.value), str(x93.value), str(x94.value),  
str(x95.value), str(x96.value))  
print(str(x97.value), str(x98.value), str(x99.value), str(x100.value), str(x101.value), str(x102.value),  
str(x103.value), str(x104.value))  
print(str(x105.value), str(x106.value), str(x107.value), str(x108.value), str(x109.value), str(x110.value),  
str(x111.value), str(x112.value))
```