

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης & Τμήμα

Πολιτικών Μηχανικών

Διατμηματικό μεταπτυχιακό πρόγραμμα: «Διαχείριση έργων, Συγκοινωνιακός και Χωρικός Σχεδιασμός»

Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία

**«Σύγχρονα Χαρτογραφικά Εργαλεία Στη Διαχείριση
Πληροφοριών Οδικής Ασφάλειας»**

Όνοματεπώνυμο: Κωνσταντέλος Χρήστος

A.M.: M090316014

Επιβλέπων:

Παντελεήμων Κοπελιάς

Επίκουρος Καθηγητής Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών, Π.Θ.

Προσωπικές Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εργασία με θέμα «Σύγχρονα χαρτογραφικά εργαλεία στη διαχείριση πληροφοριών οδικής ασφάλειας», εκπόνηθηκε στα πλαίσια του διατμηματικού μεταπτυχιακού προγράμματος «Διαχείριση έργων, Συγκοινωνιακός και Χωρικός Σχεδιασμός». Προτού, όμως πραγματοποιηθεί η παρουσίαση της, αποτελεί υποχρέωση μου να ευχαριστήσω ορισμένους ανθρώπους με τους οποίους συνεργάστηκα και βοήθησαν στην διεκπεραίωση της.

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή Παντελεήμων Κοπελιά για την εμπιστοσύνη που μου επέδειξε προσωπικά και για την συνεχή καθοδήγηση του σε όλες τις φάσεις της εργασίας.

Στη συνέχεια, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές του προγράμματος για την συνεργασία μας και την προσφορά τους στην επιστημονική κατάρτιση μας στους τομείς της Διαχείρισης Έργων, στο Χωρικό και Συγκοινωνιακό σχεδιασμό.

Ιδιαίτερα ευχαριστώ τους καθηγητές κύριο Ηλίου Νικόλαο και την κυρία Ναθαναήλ Ευτυχία, οι οποίοι δέχτηκαν να είναι μέλη της τριμελούς επιτροπής αξιολόγησης της μεταπτυχιακής μου εργασίας.

Τέλος, ευχαριστώ την οικογένειά μου καθώς χωρίς την οικονομική και ηθική τους στήριξη δεν θα έφτανα ως εδώ, στην ολοκλήρωση των σπουδών μου.

Πίνακας περιεχομένων

1	Εισαγωγή.....	7
1.1	Γενική Ανασκόπηση.....	7
1.2	Δομή της διπλωματικής εργασίας	9
2	Υφιστάμενες Εφαρμογές-Παραδείγματα Χαρτογράφησης Οδικής Ασφάλειας.	11
2.1	"Διαδραστικός χάρτης κινδύνου ατυχημάτων", Michael Eliseev, Tatyana Tomchinskaya, Alexandr Lipenkov, Alexandr Blinov, Ρωσία, 2016.....	11
2.2	Εφαρμογές ολοκληρωμένου συστήματος διαχείρισης δεδομένων οδικής ασφάλειας, Ινστιτούτο Μεταφορών Νέας Ζηλανδίας, 2010.....	19
2.3	Εργαλεία των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών για την ασφάλεια των πεζών και των ποδηλατιστών, Ομοσπονδιακή Διοίκηση Οδικής Κυκλοφορίας των Ηνωμένων Πολιτειών, 1998.	23
2.4	Εφαρμογή Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών για τον προσδιορισμό των χωρικών και χρονικών μοτίβων οδικών ατυχημάτων με παράλληλη χρήση χωρικών στατιστικών, Παγκόσμια Διάσκεψη για την Έρευνα Μεταφορών, Σανγκάη, 2016.....	27
2.5	Ανάλυση της οδικής ασφάλειας με χρήση WEB BASED Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, F. Pirotti, A. Guarnieri, A. Vettore, 2010.	36
2.6	Βελτίωση Οδικής Ασφάλειας με χρήση δεδομένων από χρήστες (crowd-sourced data), Πολιτειακή Κυβέρνηση Δυτικής Αυστραλίας, Σεπτέμβριος 2017	42
2.7	Διαδικτυακή εφαρμογή ασφαλή οδικού χάρτη (Safe Road Maps), Κέντρο Βελτίωσης οδικής ασφάλειας σε Μη αστικό περιβάλλον (Center for Excellence in Rural Safety), Πανεπιστήμιο Μιννεσότα, 2015.	45
2.8	Διαδικτυακές πύλες με λειτουργικότητα χαρτογράφησης-Εγκυκλοπαίδεια FARS (Σύστημα Αναφοράς Αναλύσεων Θνησιμότητας)	46
2.9	Διαδικτυακές πύλες με λειτουργικότητα χαρτογράφησης- Χαρτογράφηση συγκρούσεων με χρήση ΜηMAT On-Line Tool, Μιννεσότα.....	49
2.10	Εργαλείο ερωτήματος δεδομένων με χρήση Χάρτη- Γεγονότα σύγκρουσης κυκλοφορίας του Μίτσιγκαν, 2017.....	50
3	Ανασκόπηση σύγχρονων χαρτογραφικών εργαλείων.....	53
3.1	Microsoft Excel (3D Maps)	54
3.2	GIS (Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών)	56
3.2.1	ArcGIS.....	59
3.2.2	QGIS.....	60
3.2.3	Συγκριτική Αξιολόγηση λειτουργικών χαρακτηριστικών ArcGIS, QGIS	61
3.3	Cartoview	64

3.4	MapWindow GIS 5.0.....	65
3.5	Power BI Desktop	67
3.6	Cadcorp SIS Map Express	72
3.7	Tableau Public 10.4	74
3.8	Smartdraw	76
4	Εφαρμογές με χρήση Δεδομένων Οδικής Ασφάλειας-Αποτελέσματα.....	78
4.1	Επεξεργασία και παρουσίαση Δεδομένων Οδικής Ασφάλειας.....	78
4.2	Εφαρμογές χαρτογραφικών λογισμικών-Παρουσίαση αποτελεσμάτων	79
4.2.1	Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών.....	79
4.2.2	Microsoft Excel (3D Maps)	85
4.2.3	MapWindow 5.0.....	87
4.2.4	Tableu Public	88
5	Τελικά συμπεράσματα.....	90
	Βιβλιογραφία	93
	Διαδικτυακές πηγές	93

Περίληψη

Η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία παρουσιάζει και αναλύει υφιστάμενες εφαρμογές και σύγχρονα λογισμικά, κυρίως με ελεύθερη διάθεση στην αγορά, τα οποία προσφέρουν τη δυνατότητα, μεταξύ άλλων, χαρτογραφικής οπτικοποίησης δεδομένων οδικής ασφάλειας.

Στόχος της εργασίας είναι η παρουσίαση των διαθέσιμων εργαλείων για την εισαγωγή, την αποθήκευση, την αυτοματοποιημένη ανάλυση των δεδομένων των ατυχημάτων και την συμβολή των αποτελεσμάτων της συγκεκριμένης ανάλυσης, στη λήψη των τελικών αποφάσεων και λύσεων. Ακόμα, η σύγκριση των δυνατοτήτων των διαφόρων λογισμικών και η εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικών με τη χρήση του καθενός και των δυνατοτήτων που προσφέρουν.

Αρχικά, αναλύθηκαν υφιστάμενες εφαρμογές χαρτογραφίσεων δεδομένων ατυχημάτων με παραδείγματα, κυρίως από το εξωτερικό, μελετών οδικής ασφάλειας, τόσο σε ερευνητικό επίπεδο όσο και σε επίπεδο εφαρμογής πολιτικών από φορείς και υπηρεσίες.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται αναλυτικά λογισμικά που χρησιμοποιούνται ευρέως τις τελευταίες δεκαετίες, αλλά και σύγχρονα εργαλεία όπως το ArcGIS και QGIS, το Cartoview, το Map Windows Gis 5.0, το Power BI Desktop, το Cadcorp SIS Map Express, το Tableau Public 10.4 και το Excel 3D Maps.

Τέλος, με βάση τα επίσημα στοιχεία της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής (ΕΛΣΤΑΤ), αλλά και στοιχεία από τον ευρωπαϊκό χώρο δημιουργήθηκαν παραδείγματα αποτύπωσης στοιχείων Οδικής Ασφάλειας σε κάποιες από αυτές τις εφαρμογές και αξιολογήθηκε η ευκολία για το χρήστη, οι δυνατότητες και οι περιορισμοί, καθώς και το επίπεδο ανάλυσης που προσφέρουν. Συγκεκριμένα οι εφαρμογές έγιναν για τα λογισμικά ArcGIS και QGIS, Map Windows Gis 5.0, Tableau Public 10.4 και Excel 3D Maps.

Λέξεις-Κλειδιά: Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών, Σύγχρονες τεχνολογίες, Οδική ασφάλεια, βάσεις δεδομένων

Abstract

This diploma thesis presents and analyzes existing applications and modern software, mainly with free marketing, which offer the possibility, among others, cartographic visualization of road safety data.

The aim of the thesis is to present the tools available for the insertion, storage, automated analysis of accident data and the contribution of the results of this analysis to the final decisions and solutions. Still, comparing the capabilities of different softwares and drawing conclusions about the use of each and the possibilities they offer.

Initially, existing accident data mapping applications were analyzed, with examples, mainly from abroad, of road safety studies, both at the research level and at the level of policy implementation by public operators and services.

Then, software that has been widely used over the last few decades has been presented, as well as modern tools such as ArcGIS and QGIS, Cartoview, Map Windows Gis 5.0, Power BI Desktop, Cadcorp SIS Map Express, Tableau Public 10.4 and Excel 3D Maps.

Finally, based on the official data of the Hellenic Statistical Authority, as well as data from the European site, examples of Road Safety data were created in some of these applications to indicate to the user, the capabilities and limitations, as well as the level of analysis they offer. Specifically, applications were made for ArcGIS and QGIS software, Map Gis 5.0, Tableau Public 10.4 and Excel 3D Maps.

Keywords: Geographic Information Systems, Modern technologies, Road safety, databases

1 Εισαγωγή

1.1 Γενική Ανασκόπηση

Τα οδικά ατυχήματα στις εκβιομηχανικές και αναπτυσσόμενες χώρες αποτελούν πηγή τραυματισμών, ακόμα και θανάτων, όπου η πρόληψη τους αποτελεί τον πρωταρχικό στόχο του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας, καθώς και του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θέσει ως στόχο τη μείωση των θανατηφόρων ατυχημάτων κατά 40% μεταξύ 2010 και 2020 (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2011), καθώς ο στόχος της προηγούμενης δεκαετίας δεν έχει επιτευχθεί, ο οποίος ήταν η μείωση κατά 50% μεταξύ 2001 και 2010 (Miguel Anacoreta, 2003). Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή πραγματοποίησε το 2011 μελέτη σχετικά με την πρακτική της συλλογής οδικών δεδομένων για ψηφιακούς χάρτες στα κράτη μέλη σε ολόκληρη την ΕΕ. Οι στόχοι περιελάμβαναν την προώθηση διαδικασιών ανταλλαγής δεδομένων μεταξύ των οδικών αρχών των κρατών μελών και των παρόχων ψηφιακών χαρτών, λαμβάνοντας υπόψη τις υπάρχουσες ή προγραμματιζόμενες υποδομές εθνικών και ευρωπαϊκών χωρικών δεδομένων (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2011).

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή, η βιομηχανία και άλλοι ενδιαφερόμενοι φορείς επιδιώκουν την επιτάχυνση της ανάπτυξης και της χρήσης ευφυών ολοκληρωμένων συστημάτων ασφάλειας που χρησιμοποιούν τεχνολογίες πληροφοριών και επικοινωνιών σε ευφυείς λύσεις. Ο στόχος είναι να αυξηθεί η οδική ασφάλεια και να μειωθεί ο αριθμός των ατυχημάτων στους δρόμους της Ευρώπης.

Οι ευρωπαϊκές χώρες και οι ιδιωτικές επιχειρήσεις έχουν αναγνωρίσει τη σημασία των ιδιωτικών εταιρικών σχέσεων για την αποτελεσματική ψηφιακή χαρτογράφηση για την εξασφάλιση ασφαλέστερων δρόμων. Έτσι, προκύπτει η ανάγκη να καθοριστούν απαιτήσεις για μια ευρωπαϊκή ψηφιακή βάση δεδομένων οδικών χαρτών, με χαρακτηριστικά οδικής ασφάλειας. Η κύρια πρόκληση στον τομέα της ψηφιακής χαρτογράφησης σε διεθνές επίπεδο είναι η διασφάλιση της ασφαλούς και εύκολης πρόσβασης στις ψηφιακές βάσεις δεδομένων οδικών μεταφορών που ανήκουν και συντηρούνται από χιλιάδες οδικές αρχές.

Τα τροχαία ατυχήματα έχουν σαφή αντίκτυπο όσον αφορά τη ζωή, την ευημερία και την κυκλοφοριακή συμφόρηση, ιδίως με την αύξηση της κινητικότητας και του αριθμού των συνολικών οχημάτων.

Οι πολιτικές πρόληψης μπορούν να επωφεληθούν σε μεγάλο βαθμό από την ανάλυση δεδομένων, σχετικών των θέσεων και των χαρακτηριστικών ατυχημάτων (F. Pirotti, A. Guarnieri, A. Vettore, 2010). Απαιτούνται αξιόπιστα και ακριβή δεδομένα σε κάθε στάδιο της διαχείρισης της οδικής ασφάλειας, έτσι ώστε να προσδιοριστούν σωστά τα προβλήματα και οι παράγοντες κινδύνου, οι

προτεραιότητες, να διατυπωθεί η στρατηγική που θα ακολουθηθεί, να τεθούν οι στόχοι και να παρακολουθούνται συνεχώς οι επιδόσεις.

Τα δεδομένα που σχετίζονται με την οδική ασφάλεια συλλέγονται καθημερινά, αλλά αυτά τα δεδομένα πρέπει να είναι χρήσιμα για την ενημέρωση σχετικά με την πρακτική οδικής ασφάλειας, όπως και πρέπει να είναι κατάλληλα κωδικοποιημένα και ορατά, να επεξεργάζονται και να αναλύονται με συστηματικό τρόπο.

Ένα ολοκληρωμένο και σύγχρονο σύστημα διαχείρισης δεδομένων οδικής ασφάλειας αποτελείται από μια γεωχωρική βάση δεδομένων για την αποθήκευση, την αναζήτηση και την ανάλυση των δεδομένων σχετικά με την οδική ασφάλεια, συμπεριλαμβανομένων των μητρώων συγκρούσεων, τα αρχεία ανεπάρκειας οδικής ασφάλειας, οδοστρώματος, επικάλυψης, γεωμετρίας, αντοχής στην ολίσθηση, πινακίδων και οδικής σήμανσης κ.λπ., καθώς και μιας GIS πλατφόρμας Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (Geographic Information Systems), ειδική για την χαρτογράφηση και την παράλληλη απεικόνιση και ενσωμάτωση διαφορετικών συνόλων δεδομένων (Dr Wei Liu, 2010).

Η διάγνωση με βάση τα δεδομένα και η διαχείριση των κυριότερων προβλημάτων οδικής ασφάλειας μέσω ενός συστήματος διαχείρισης δεδομένων, επιτρέπει την κατάλληλη αξιολόγηση προηγούμενων πολιτικών διαχείρισης και τον σχεδιασμό μελλοντικών παρεμβάσεων.

Οι βάσεις γεωγραφικών δεδομένων αποτελούν πάντοτε τον πυρήνα ενός Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών και αντιπροσωπεύουν το πλέον ισχυρό υποσύστημά του.

Στο πακέτο λογισμικού Arcmap, οι εργασίες διαχείρισης βάσεων δεδομένων για γεωβάσεις, όπως η διαχείριση χρηστών και δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας, μπορούν να γίνουν μέσω του ArcCatalog. Οι γεωβάσεις, βασίζονται στη Microsoft Access, εκτελούνται μόνο στα Microsoft Windows και έχουν όριο μεγέθους 2 gigabyte. Οι γεωγραφικές βάσεις δεδομένων πολλαπλών χρηστών αντιμετωπίζονται, χρησιμοποιώντας το ArcSDE, το οποίο διασυνδέεται με συστήματα διαχείρισης βάσεων δεδομένων όπως PostgreSQL, Oracle, Microsoft SQL Server, DB2 και Informix, ενώ το ArcGIS ασχολείται με τη διαχείριση των χωρικών δεδομένων.

Τις περισσότερες φορές, τα χωρικά δεδομένα (ή και μη) για ένα δίκτυο αυτοκινητοδρόμων είναι χρήσιμα για να καταδείξουν πιθανές περιοχές εφαρμογής των πληροφοριών συστήματος, όπως η ταυτοποίηση των σημειακών σημείων σύγκρουσης, η ανάπτυξη της οδικής ασφάλειας, στρατηγικές παρέμβασης και διαχείρισης, τη διερεύνηση υποψήφιων επικίνδυνων θέσεων σοβαρών και θανατηφόρων ατυχημάτων.

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών έχουν κυρίως χρησιμοποιηθεί για τον γεωγραφικό εντοπισμό των θέσεων ατυχημάτων και την ανάπτυξη σχετικών χαρτών. Όπως, αναφέρθηκε παραπάνω, δεν περιορίζεται η χρήση

τους μόνο στην οπτική αναπαράσταση, αλλά στην ενσωμάτωση των δεδομένων, και τον αποτελεσματικό χειρισμό πληροφοριών.

Μια κοινή χρήση των συστημάτων αυτών στην οδική ασφάλεια είναι η οπτική αφομοίωση μιας μεγάλης ποσότητας πληροφοριών, για παράδειγμα, δείχνοντας έναν χάρτη σημείων με μεγάλη συχνότητα οδικών συγκρούσεων.

Η διαδικασία μελέτης των οδικών συγκρούσεων μέσω των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών μπορεί να αναπαρασταθεί σαν ένα προβλήμα χωρικής ανάλυσης, όπου εδώ μια χαρτογραφική οπτικοποίηση δίνει δύο βασικά οφέλη. Το πρώτο περιορίζεται στην κατανόηση οποιασδήποτε ομαδοποίησης των περιοχών με μεγάλο σε αριθμό και σοβαρότητα συγκρούσεων, ενώ το δεύτερο χαρακτηρίζεται από τα οπτικά μοτίβα, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη διάκριση των γεωγραφικών και χωρικών σχέσεων με βάση επιλεγμένες μεταβλητές όπως η ηλικία των οδηγών. Ωστόσο, αυτό μπορεί να περιοριστεί από ένα συγκεκριμένο ερώτημα στο περιβάλλον του ArcGIS, αναζητώντας για παράδειγμα όλες εκείνες τις συγκρούσεις που πραγματοποιήθηκαν μεταξύ 9 π.μ. έως 12 π.μ. και συμμετείχαν μόνο άντρες με ηλικία μικρότερη των 25 ετών. Επιπρόσθετα, οποιοδήποτε πρόβλημα με τη μορφή τέτοιας ερώτησης, μέσω των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών μπορεί να προσδιοριστεί (Loo, Anderson, 2016).

1.2 Δομή της διπλωματικής εργασίας

Η εργασία ακολούθησε μια συγκεκριμένη δομή για την ορθολογική της παρουσίαση και τη μετάβαση στην έρευνα των χαρτογραφικών εργαλείων για την διερεύνηση του επιπέδου οδικής ασφάλειας, κάτι που αποτελεί αντικειμενικό σκοπό της.

Αρχικά, παρουσιάστηκε μια περίληψη του αντικείμενου ανάλυσης και όλων των ενότητων, σύμφωνα με τις προδιαγραφές που έχουν οριστεί από το αναρτημένο υπόδειγμα διπλωματικής εργασίας στην προκήρυξη του οδηγού σπουδών και στην ιστοσελίδα του τμήματος Πολιτικών μηχανικών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Στη συνέχεια, παρουσιάστηκε η πρώτη ενότητα και ειδικά μια εισαγωγή αποτελούμενη από τις υποενότητες, της γενικής ανασκόπησης και της δομής της διπλωματικής εργασίας. Στην γενική ανασκόπηση αναλύθηκε η αναγκαιότητα που έχει τεθεί από τα θεσμικά όργανα της Ευρωπαϊκής Ένωσης με την ανάπτυξη σύγχρονων τεχνολογιών, ώστε να επιτευχθεί η αύξηση της οδικής ασφάλειας και η μείωση του αριθμού των ατυχημάτων στους δρόμους της Ευρώπης.

Ορισμένες υφιστάμενες εφαρμογές χαρτογραφίσεων φαινομένων οδικής ασφάλειας είναι το αντικείμενο μελέτης στο δεύτερο κεφάλαιο της συγκεκριμένης έρευνας, κυρίως σε επίπεδο μελετών, οι οποίες φυσικά εμπεριέχουν σύγχρονα

χαρτογραφικά λογισμικά. Σε ορισμένα από αυτά, τα τελικά τους προϊόντα είναι διαδικτυακά επιτρέποντας παρέμβαση των χρηστών στην εισαγωγή και επεξεργασία δεδομένων, ενώ άλλα αποτελούν χρήσιμα εργαλεία δημοσίων αρχών για την αντιμετώπιση συμβάντων.

Στη τρίτη ενότητα ακολουθεί, η ανασκόπηση σύγχρονων χαρτογραφικών εργαλείων, όπου πέρα των συνηθισμένων και δημοφιλών Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, παρουσιάζονται ορισμένα επίσης λογισμικά που συνδυάζουν αναπαράσταση χαρτογραφικής πληροφορίας, με ενσωμάτωση βάσης δεδομένων. Παράλληλα, περιγράφηκαν τα δεδομένα οδικής ασφάλειας, με τα οποία έγινε η μετέπειτα εφαρμογή και επεξεργασία σε ορισμένα από αυτά τα λογισμικά που επιλέχθηκαν.

Η ενότητα των τελικών αποτελεσμάτων, σαφώς περιλαμβάνει τα τελικά συμπέρασμα που προκύπτουν κυρίως από τις αναλύσεις της προηγούμενης ενότητας, αλλά και γίνεται μια σύγκριση των δυνατοτήτων των προγραμμάτων μετά την εφαρμογή των δεδομένων οδικής ασφάλειας, σε κάθε ένα από αυτά.

Τέλος, έγινε αναφορά στις βιβλιογραφικές και διαδικτυακές πηγές που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη σχεδόν όλων των προηγούμενων ενοτήτων.

2 Υφιστάμενες Εφαρμογές-Παραδείγματα Χαρτογράφησης Οδικής Ασφάλειας.

Τα τελευταία 20 χρόνια, αρκετά λογισμικά έχουν αναπτυχθεί και χρησιμοποιηθεί για την απεικόνιση φαινομένων οδικής ασφάλειας, μακροσκοπικά και μικροσκοπικά. Όπως αναλύθηκε και σε προηγούμενη ενότητα, τα πιο δημοφιλή, εύχρηστα, με πολλαπλές δυνατότητες είναι τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, στα οποία έχουν στηριχθεί αρκετές μελέτες οδικής ασφάλειας για τον εντοπισμό δυσμενών θέσεων ατυχημάτων. Πάνω σε αυτά, έχουν βασιστεί άλλες εφαρμογές που είτε περιέχουν, είτε έχουν σχεδιαστεί στην πλατφόρμα ενός Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών (ArcGIS, QGIS). Ορισμένα από αυτά αναλύονται παρακάτω σε αυτήν την ενότητα και αποτελούν παραδείγματα εφαρμογών διαδικτυακά, παρέχοντας δυνατότητα συνεχούς ενημέρωσης των χρηστών των οδών για φαινόμενα οδικής ασφάλειας.

2.1 "Διαδραστικός χάρτης κινδύνου ατυχημάτων", Michael Eliseev, Tatyana Tomchinskaya, Alexandr Lipenkov, Alexandr Blinov, Ρωσία, 2016.

Πρόκειται για ένα σύστημα λογισμικού που επιλύει τα προβλήματα συλλογής και ανάλυσης πληροφοριών για τροχαία ατυχήματα και την ανατροφοδότηση τους από τους συμμετέχοντες στην κυκλοφορία. Ουσιαστικά, γίνεται χρήση τρισδιάστατων τεχνολογιών για την αύξηση της οδικής ασφάλειας, με την παραγωγή και απεικόνιση τρισδιάστατων μοντέλων τμημάτων ενός ευρύτερου οδικού δικτύου κυκλοφορίας. Τα μοντέλα υψηλής ακρίβειας που περιγράφονται στο παρόν αποτελούν αναπαραγωγή λεπτομερειών καταστάσεων οδικής κυκλοφορίας, συμπεριλαμβανομένων των στοιχείων της οδικής υποδομής, των όμορων κτιρίων, της βλάστησης και των συμμετεχόντων στην κυκλοφορία. Χρησιμοποιήθηκαν κυρίως πακέτα εφαρμογών μέσω του λογισμικού της Autodesk ως εργαλεία μοντελοποίησης: Maya, AutoCAD Civil 3D, 3ds Max Design, InfraWorks 360, σχεδίαση γέφυρας μέσω InfraWorks, AutoCAD Map3D.

Η διαδικασία μοντελοποίησης ουσιαστικά περιγράφεται από τους μελετητές με τρία βήματα. Το πρώτο βήμα περιλαμβάνει την γεωαναφορά και την απόδοση κατάλληλου γεωδαιτικού συστήματος αναφοράς των εικόνων με μορφή bitmap που θα χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή του αναγλύφου του

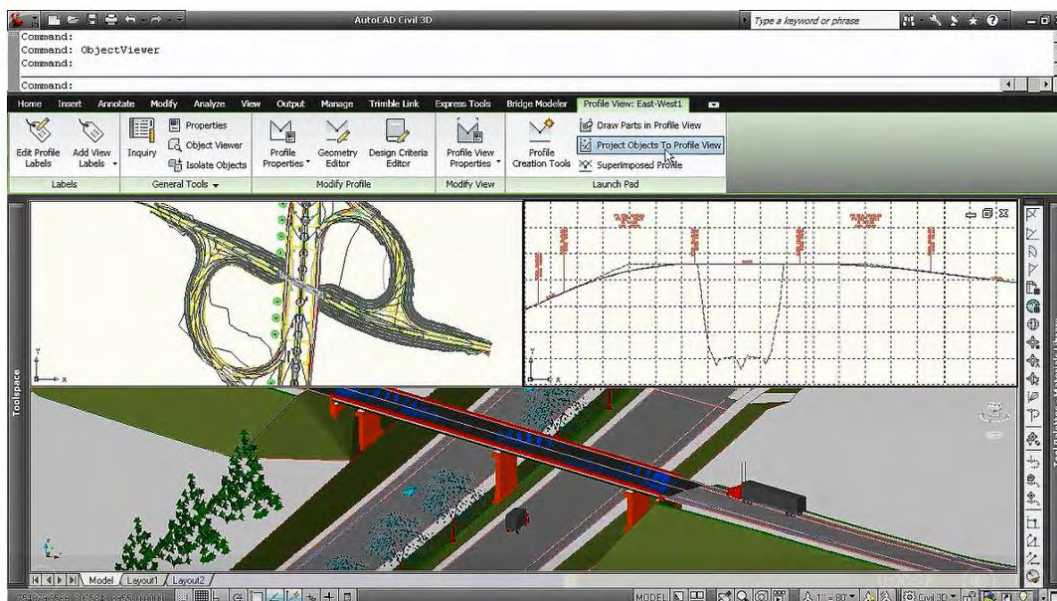
εδάφους. Το ψηφιακό μοντέλο εδάφους και το μοντέλο περιβάλλοντος που φαίνεται στην εικόνα 1 έχει δημιουργηθεί στις τρεις διαστάσεις (3D) και με βάση τα δεδομένα χάρτη που είναι διαθέσιμα στο earthexplorer.usgs.gov, όπου η δορυφορική εικόνα χρησιμοποιείται ως υπόβαθρο μορφής bitmap. Δρόμοι, οδικές σημάσεις, κτίρια και η γέφυρα, ενός από τα οικοδομικά τετράγωνα της πόλης Νίζνι (Nizhny Novgorod) δημιουργούνται επίσης, με βάση τις δορυφορικές εικόνες.

Εικόνα 1: Αυτοματοποιημένο 3D ψηφιακό μοντέλο εδάφους και κυκλοφοριακής κατάστασης μέσω του earthexplorer.usgs.gov (Πηγή: M. Eliseev, 2016)



Στη συνέχεια, το λογισμικό AutoCAD Civil 3D (εικόνα 2), χρησιμοποιείται για τη λεπτομερή περιγραφή και την επεξεργασία βασικών χαρακτηριστικών των οδικών υποδομών όπως οδών, διαβάσεων και κυκλοφοριακών κόμβων, ενώ στο 3^ο βήμα ακολουθεί απεικόνιση στο λογισμικό InfraWorks 360 με την οδική σήμανση, οι σιδηροδρομικές γραμμές, οδικό δίκτυο και άλλα.

Εικόνα 2: Παράδειγμα απεικόνισης βασικών χαρακτηριστικών των οδικών υποδομών, με το λογισμικό AutoCAD Civil 3D (Πηγή: Autodesk)



Στο επόμενο βήμα, δημιουργείται ροή κυκλοφορίας στο Civil View. Οχήματα και πεζοί που εμπλέκονται στην επικίνδυνη κατάσταση απεικονίζονται κινηματικά στο λογισμικό Maya.

Εικόνα 3: Κινηματική απεικόνιση στο λογισμικό Maya (Πηγή: M. Eliseev, 2016)



Πολλές δυνητικά επικίνδυνες καταστάσεις μπορεί να συμβούν κατά τη διέλευση μεταξύ της λεωφόρου Gagarin και της οδού Beketon στην πόλη Nizhny Novgorod.

Εικόνα 4: Πιθανή επικίνδυνη κατάσταση κατά τη διέλευση οχήματος από διασταύρωση με πράσινη φωτεινή σηματοδότηση(Πηγή: M. Eliseev, 2016)



Στην εικόνα 4 απεικονίζονται τα εξής:

1. Μετάβαση της διάβασης από τη Λεωφόρο Gagarin στην οδό Beketon όταν η πράσινη φωτεινή ένδειξη για κίνηση έχει αναβοσβήνει ήδη. Είναι δυνατή μια σύγκρουση με ένα όχημα στην άκρα δεξιά ή μέση λωρίδα κυκλοφορίας, καθώς η θέα περιορίζεται από το όχημα στην αριστερή λωρίδα.
2. Οι οδηγοί λεωφορείων περνούν συχνά τη διέλευση από τη Λεωφόρο Gagarin στην οδό Beketon, παραβιάζοντας τους κανόνες κυκλοφορίας. Η στροφή επιτρέπεται από τις δύο αριστερές λωρίδες αλλά, σε περίπτωση κυκλοφοριακής συμφόρησης, είναι δύσκολο τα λεωφορεία να μετακινηθούν στη δεύτερη λωρίδα και οι οδηγοί λεωφορείων να μετακινηθούν στην τρίτη αριστερή λωρίδα. Είναι δύσκολο αρχικά για τους οδηγούς να διατηρήσουν την τροχιά κίνησης σε αυτή τη διασταύρωση, ειδικά όταν δεν υπάρχουν σημάσεις. Και όταν υπάρχει ένα τέτοιο εμπόδιο σαν ένα λεωφορείο, συμβαίνει μια δυνητικά επικίνδυνη κατάσταση.

Κάθε κατάσταση που περιγράφηκε παραπάνω έχει μοντελοποιηθεί και, για κάθε περίπτωση, δημιουργήθηκε ένα εκπαιδευτικό video clip.

Στην περίπτωση αυτή, τα πλεονεκτήματα της εφαρμογής μοντέλου είναι τα εξής:

- Δυνατότητα να αναλυθούν κάποιες καταστάσεις δύσκολες για τους άπειρους οδηγούς.
- Δυνατότητα τοποθέτησης της κάμερα κυκλοφορίας οπουδήποτε, εντοπίζοντας επικίνδυνο σημείο.

Τα βίντεο κλιπ μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν όταν τροποποιηθούν οι συνθήκες λειτουργίας. Για παράδειγμα, μια νέα πινακίδα σήμανσης σε διάβαση πεζών έχει εγκατασταθεί στην πλατεία Komsomolskaya στο Nizhny Novgorod. Θα ήταν χρήσιμο και για τους οδηγούς και τους πεζούς για παρακολουθήσουν ένα βίντεο που δείχνει το ατύχημα που συμβαίνει σε αυτό το μέρος, και αυτό θα βοηθούσε στη μείωση του αριθμού των αντίστοιχων τύπων ατυχημάτων. Η εικόνα 5 δείχνει ένα κομμάτι του τρόπου λειτουργίας του μοντέλου και τη βελτίωση της οδικής υποδομής.

Εικόνα 5: Τροποποίηση της κυκλοφοριακής υποδομής: προσθήκη σήματος διέλευσης πεζών (Πηγή: M. Eliseev, 2016)



Η μοντελοποίηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί όχι μόνο για πληροφοριακούς σκοπούς, αλλά και για την επίλυση άλλων επικίνδυνων καταστάσεων. Για παράδειγμα, τα τρισδιάστατα μοντέλα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αναγνώριση των θέσεων πιθανής τύφλωσης του οδηγού στην πόλη (φως ηλίου).

Τα εργαλεία της 3D AutoDesk Map επιτρέπουν την αναγνώριση των χαρακτηριστικών οδικών τμημάτων όπου είναι δυνατή η θολότητα. Για να γίνει αυτό, είναι απαραίτητο να γίνουν τα κτίρια στις τρεις διαστάσεις του καρτεσιάνου συστήματος, όπου τα διανύσματα απεικόνισης του θα περιέχουν και τρίτη διαστάση και παράλληλα η τοποθέτηση μιας πηγής φωτός στα σημεία που αντιστοιχούν σε διαφορετικές ημερομηνίες και ώρες. Αυτό έγινε για μια περιοχή στο Nizhny Novgorod (Εικ. 5,6).

Εικόνα 6: Τρισδιάστατη απεικόνιση κτιρίων τυχαίας περιοχής στο Nizhny Novgorod που δημιουργήθηκε στο λογισμικό AutoDesk Map 3D (Πηγή: M. Eliseev, 2016)



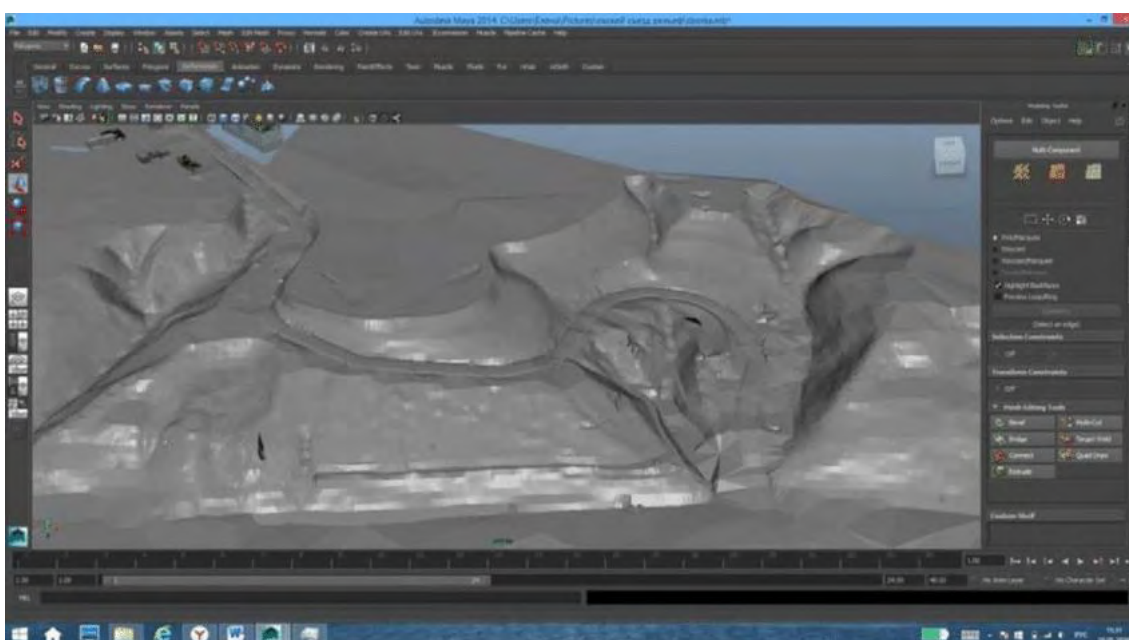
Εικόνα 7: Αποσπάσματα βίντεο που υποδηλώνουν την τύφλωση του οδηγού και υπόδειξη χαρτογραφικά της περιοχής σε περιβάλλον ΓΠΣ (Πηγή: M. Eliseev, 2016)



Η τελευταία εφαρμογή μοντέλου που εξετάζεται είναι μια περιγραφή υψηλής ακρίβειας της κίνησης του οχήματος σε δρόμο με πολύπλοκο έδαφος. Τέτοια μοντέλα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να ενημερώσουν τους συμμετέχοντες στην κυκλοφορία και να υποδείξουν ατυχήματα με σκοπό την ανάπτυξη ασφαλών συνθηκών λειτουργίας.

Η δημιουργία τέτοιων μοντέλων ξεκινά με λεπτομερή αναπαραγωγή του αναγλύφου εδάφους. Το παρακάτω σχήμα δείχνει ένα κομμάτι της δημιουργίας μοντέλου για το Νιζηνυ Νονγοροδ: Οksky syezd (Εικ. 8). Η υψομετρικές καμπύλες σε αυτό το τμήμα δρόμου σχεδιάστηκαν με ισοδιάσταση 95 μέτρα.

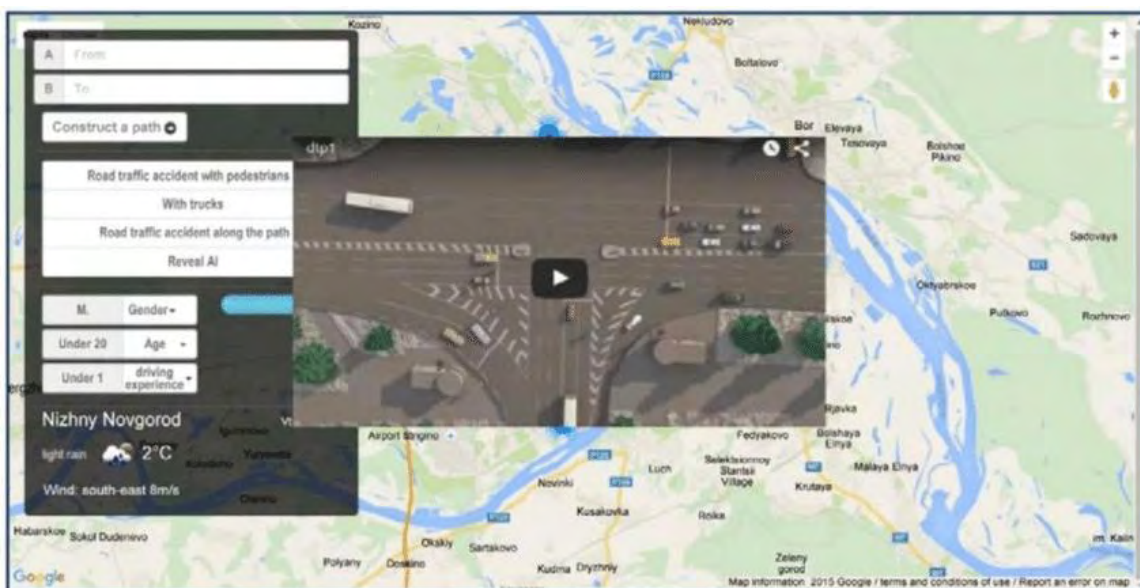
Εικόνα 8: Μοντέλο αναγλύφου της περιοχής Νιζηνυ Νονγοροδ: Οksky syezd στο λογισμικό AutoDesk Map 3D (Πηγή: M. Eliseev, 2016)



Τα μοντέλα που δημιουργούνται σχεδιάζονται να ενσωματωθούν στο σύστημα διαδραστικών χαρτών κινδύνου ατυχημάτων ως εξής:

1. Εμφανίζονται επικίνδυνα μέρη κατά την κατασκευή της διαδρομής.
2. Ενεργοποιώντας την ένδειξη στα αποτελέσματα του εικονογράμματος υπάρχει η δυνατότητα για την εμφάνιση ενός βίντεο κλιπ που αντιστοιχεί στην ενότητα υποδομής κυκλοφορίας (Εικ.9).

Εικόνα 9: Διαδραστική χαρτογραφική απεικόνιση κινδύνου ατυχημάτων (εφαρμογή διαδικτύου) με ενσωματωμένη λειτουργία απεικόνισης βίντεο κλιπ (Πηγή: M. Eliseev, 2016)



Συμπερασματικά, ο συγκεκριμένος διαδραστικός χάρτης κινδύνου ατυχημάτων δημιουργεί και εξυπηρετεί τα εξής:

1. Εκπαίδευση κατά την οδήγηση, κυρίως νέων και άπειρων οδηγών.
2. Ανακάλυψη πιθανών επικίνδυνων καταστάσεων ή θέσεων.
3. Εικονική διέλευση των στοιχείων της κυκλοφοριακής υποδομής όταν τροποποιείται η κατάσταση λειτουργίας.
4. Ταυτοποίηση τμημάτων κυκλοφοριακής υποδομής όπου υπάρχει η τυφλή οδήγηση του οδηγού.
5. Περιγραφή υψηλής ακρίβειας της κίνησης του οχήματος σε δρόμο με πολύπλοκο έδαφος.

Κάθε εφαρμογή περιγράφηκε παραπάνω εκτενώς και διαδοχικά. Κατά κανόνα, μαζί με τις τυπικές δυσκολίες, όπως η εκκίνηση της κίνησης, οι ελιγμοί σε περιορισμένο χώρο κλπ., είναι ιδιαίτερα δύσκολο για να ξεκινήσουν κυρίως οι νέοι οδηγοί μέσα από τα πιο πυκνά και επικίνδυνα τμήματα της υποδομής της κυκλοφορίας στην πόλη, όταν αρχίζει η ανεξάρτητη οδήγηση. Λεπτομερής ανάλυση τέτοιων παραγόντων, επίδειξη τυπικών λαθών και ορθή οδηγική συμπεριφορά στο δρόμο θα επιτρέψει την αποφυγή δυνητικά επικίνδυνων καταστάσεων και την καλύτερη προετοιμασία του μαθητευόμενου οδηγού για οδήγηση, μέσα στη πόλη (Michael Eliseev, 2016).

2.2 Εφαρμογές ολοκληρωμένου συστήματος διαχείρισης δεδομένων οδικής ασφάλειας, Ινστιτούτο Μεταφορών Νέας Ζηλανδίας, 2010.

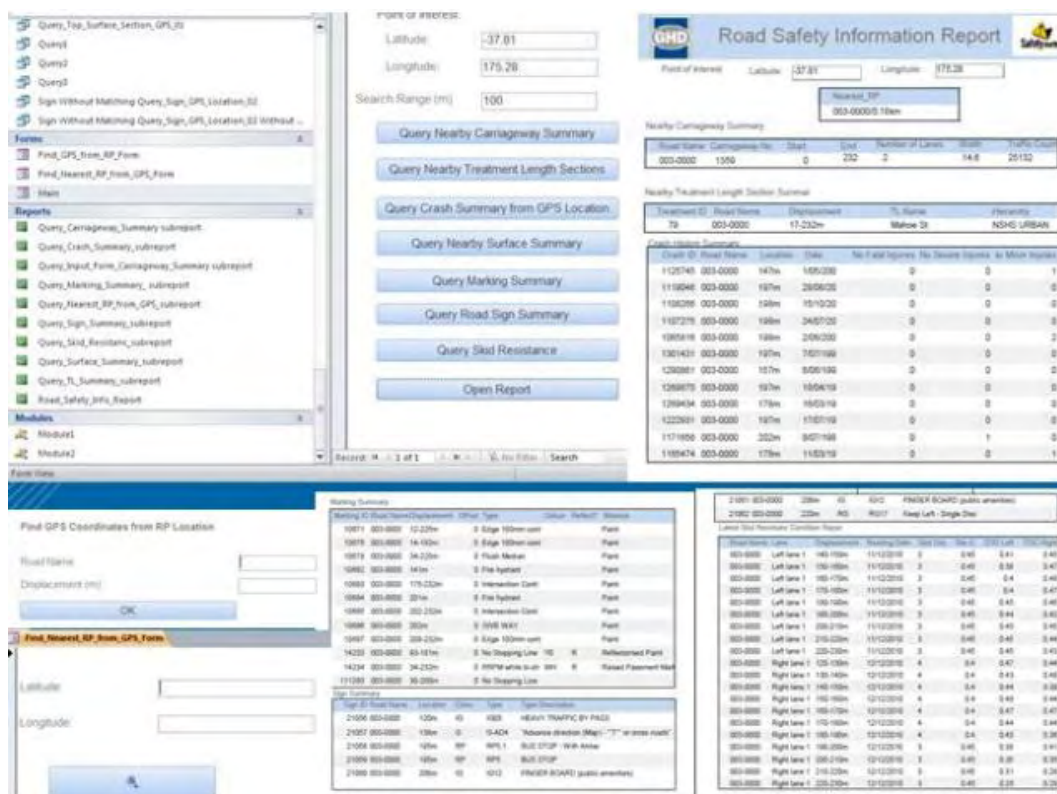
Σύμφωνα, με το Dr Wei Liu, η διαχείριση της οδικής ασφάλειας για τη Νέα Ζηλανδία προσδιορίστηκε ως ένας από τους βασικούς τομείς στο πλαίσιο του Συμβολαίου Συντήρησης Προδιαγραφών 007 ή αλλιώς Performance Specified Maintenance Contract 007 (συντομογραφία PSMC007), που ουσιαστικά σήμαινε μια μελέτη συντήρησης αυτοκινητοδρόμων από την αρχή.

Για να βελτιωθεί η οδική ασφάλεια και οι επιδόσεις μέσω του PSMC007, αναπτύχθηκε ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης της οδικής ασφάλειας, το οποίο αποτελείται από μια βάση δεδομένων για την οδική ασφάλεια και ένα εργαλείο χαρτογράφησης. Το σύστημα συνδυάζει και ενσωματώνει δεδομένα σχετικά με την οδική ασφάλεια από διάφορες πηγές, όπως το Σύστημα Ανάλυσης Συγκρούσεων¹, Πολιτειακή Βάση Δεδομένων Ασφάλειας Αυτοκινητοδρόμων (SDD), Έλεγχος Οδικής Ασφάλειας (RSA) και από διάφορες άλλες μελέτες ασφάλειας (επιθεωρήσεις οδικής ασφάλειας, μελέτες συμπεριφοράς οδηγών, ασφάλεια ανάλυση ανάλυσης κινδύνου και ανάλυση συσσωμάτωσης σημείων εστίασης ασφαλείας).

Η βάση δεδομένων για την οδική ασφάλεια είναι μια χωριστή βάση δεδομένων με όλα τα δεδομένα που έχουν διαμορφωθεί ως χωρικά αντικείμενα (σημείο και γραμμή) και κωδικοποιούνται σε γεωχωρική μορφή, η οποία αποθηκεύει όλη τα δεδομένα οδικής ασφάλειας που σχετίζονται με δεδομένα σε μια κεντρική θέση, παρέχει λειτουργίες για την εκτέλεση χωρικών ερωτήσεων και χωρική ανάλυση και σύνδεση με άλλες χωρικές βάσεις δεδομένων. Όλα παρέχουν εργαλεία για τη μετατροπή θέσεων μεταξύ γραμμικού συστήματος αναφοράς και συστήματος χωρικής αναφοράς.

¹ Διαφορετικά ως Crash Analysis System, CAS. Σύστημα που ειδικεύεται στη καταγραφή και την ανάλυση στατιστικών στοιχείων σύγκρουσης.

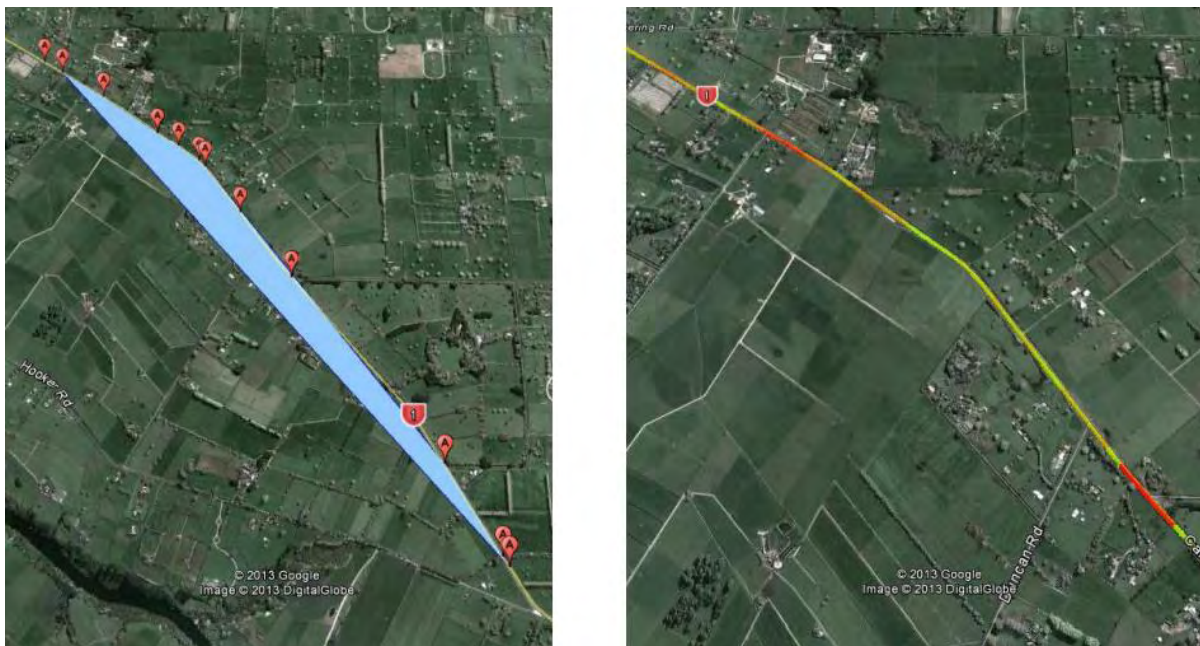
Εικόνα 10: Στιγμιότυπο οθόνης της βάσης δεδομένων ασφαλείας (Πηγή: W. Liu, 2010)



Υπάρχουν πολλές εφαρμογές του ολοκληρωμένου συστήματος διαχείρισης δεδομένων οδικής ασφάλειας που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του Συμβόλαιου Συντήρησης Προδιαγραφών 007 ή αλλιώς Performance Specified Maintenance Contract 007 (συντομογραφία PSMC007) τόσο σε επίπεδο δικτύου, όσο και σε επίπεδο ευρύτερου έργου. Μερικά τυπικές εφαρμογές παρουσιάζονται παρακάτω.

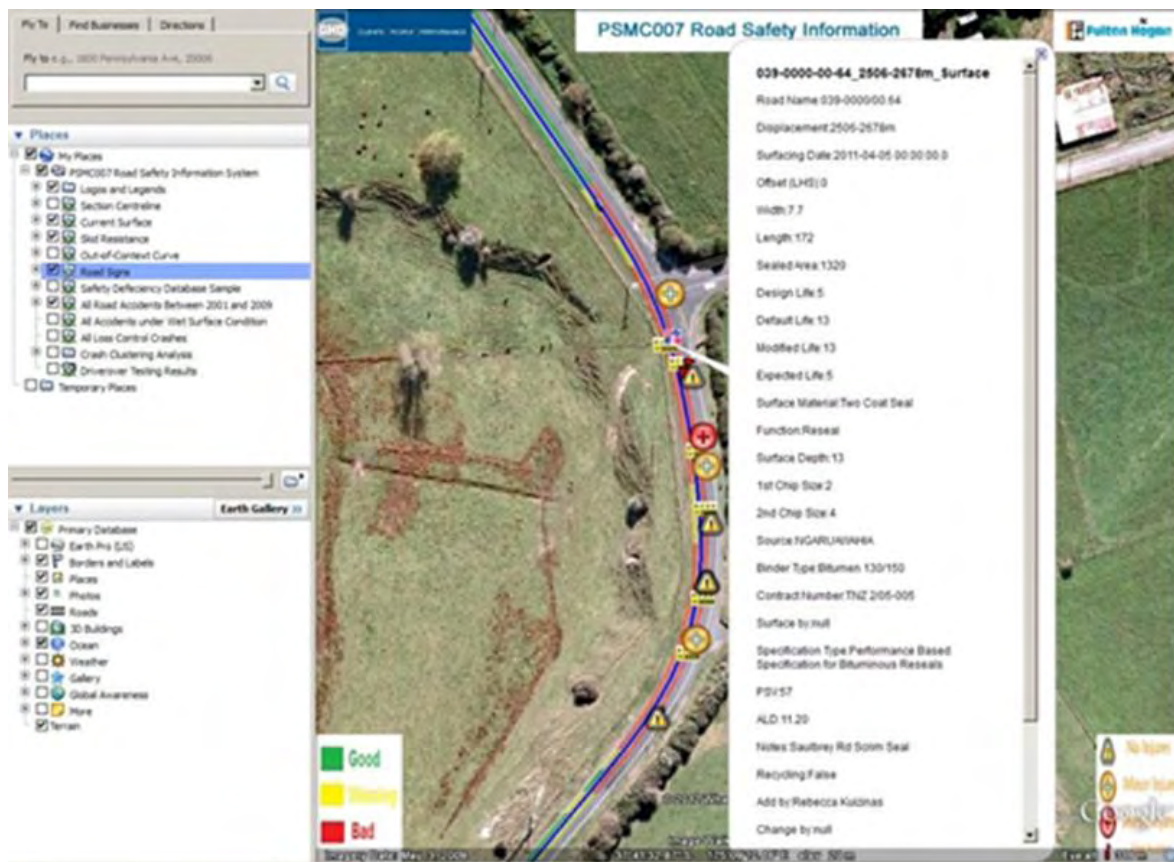
Στην πρώτη εφαρμογή (εικόνα 11) ουσιαστικά εξάγονται οι ζώνες υψηλού κινδύνου στο δίκτυο: οι περιοχές υψηλού κινδύνου είναι μαύρα σημεία (black spots) στο δίκτυο, δηλαδή σημεία με μεγάλες συγκεντρώσεις συγκρούσεων. Ανάλυση γεωσκοπικών συγκεντρώσεων όπως και οι τύποι των επικίνδυνων συγκρούσεων, έχει χρησιμοποιηθεί για τον εντοπισμό επικίνδυνων σημείων σε αυτή τη μελέτη.

Εικόνα 11: Αναγνώριση περιοχής υψηλού κινδύνου στο δίκτυο (Πηγή: W. Liu, 2010)



Αντίθετα, στη δεύτερη εφαρμογή περιγράφεται η διαδικασία ολοκληρωμένης ανάλυσης δεδομένων: δεδομένα από διάφορες πηγές μπορούν να ενσωματωθούν στη βάση δεδομένων οδικής ασφάλειας και να εμφανιστούν όλα μαζί στο Google Earth. Αυτό διευκολύνει την ανεύρεση των παραγόντων που συμβάλλουν στην επίδοση της οδικής ασφάλειας. ένα παράδειγμα ολοκληρωμένης χρήσης δεδομένων επιφανείας, αντοχής στην ολίσθηση, οδικής σήμανσης και συντριβής σε μια μελέτη ασφάλειας, παρουσιάζεται παρακάτω (εικόνα 12).

Εικόνα 12: Ενσωμάτωση δεδομένων σε βάση GIS για μελέτη οδικής ασφάλειας ασφάλειας (Πηγή: W. Liu, 2010)

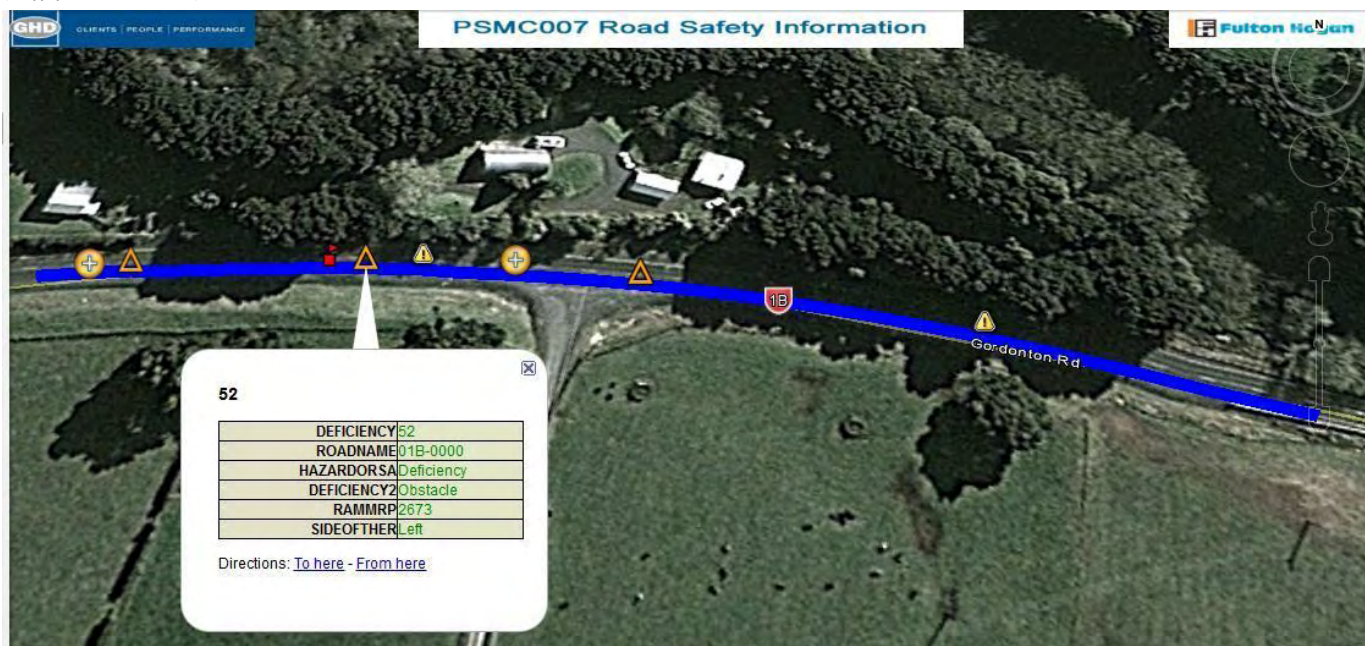


Πέρα από την αναγνώριση επικίνδυνων σημείων και την δυνατότητα συνδυασμού βάσης δεδομένων με χαρτογραφικό υπόβαθρο, παρέχεται η δυνατότητα διάθεσης πληροφοριών για τον έλεγχο της οδικής ασφάλειας: η συνδυασμένη χρήση της βάσης δεδομένων για την οδική ασφάλεια και του εργαλείου χαρτογράφησης στο Google Earth είναι σε θέση να παράσχει τις πληροφορίες για τον έλεγχο της οδικής ασφάλειας, όπως το ιστορικό σύγκρουσης, τα υπάρχοντα χαρακτηριστικά του δρόμου και τα δεδομένα σχετικά με την έλλειψη ασφάλειας.

Η εικόνα 13 που ακολουθεί παρουσιάζει τα δεδομένα στο Google Earth για τον έλεγχο της οδικής ασφάλειας ενός τμήματος αποκατάστασης πεζοδρομίων.

Τέλος, δίνεται η δυνατότητα Οπτικοποίησης δεδομένων από μελέτες συμπεριφοράς οδηγού. Δεδομένα, συμπεριλαμβανομένης της ταχύτητας οδήγησης και επιταχύνσεων, από μελέτες συμπεριφοράς οδηγού αποθηκεύονται στη βάση δεδομένων οδικής ασφάλειας και απεικονίζονται στο Google Earth για τον εντοπισμό περιοχών ασυμφωνίας οδήγησης που εμφανίζονται στο δίκτυο.

Εικόνα 13: Παρουσίαση τελικών αποτελεσμάτων στο Google Earth για τον έλεγχο της οδικής ασφάλειας (αποκατάστασης πεζοδρομίων)
(Πηγή: W. Liu, 2010)



2.3 Εργαλεία των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών για την ασφάλεια των πεζών και των ποδηλατιστών, Ομοσπονδιακή Διοίκηση Οδικής Κυκλοφορίας των Ηνωμένων Πολιτειών, 1998.

Η συγκεκριμένη προσπάθεια βασίστηκε στις δυνατότητες των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS), να μετατρέπουν τα στατιστικά στοιχεία οδικής ασφάλειας, όπως τα ατυχήματα και τα γεωγραφικά δεδομένα, δηλαδή γεωμετρικά στοιχεία των δρόμων και οι τοποθεσίες σε σημαντικές πληροφορίες για τη χωρική ανάλυση και τη χαρτογραφική οπτικοποίηση. Σε αυτό το έργο, οι αναλυτικές τεχνικές που βασίζονται στο GIS έχουν εφαρμοστεί σε μια σειρά ζητημάτων οδικής ασφάλειας, για τα ζητήματα ασφάλειας των πεζών και ποδηλατιστών:

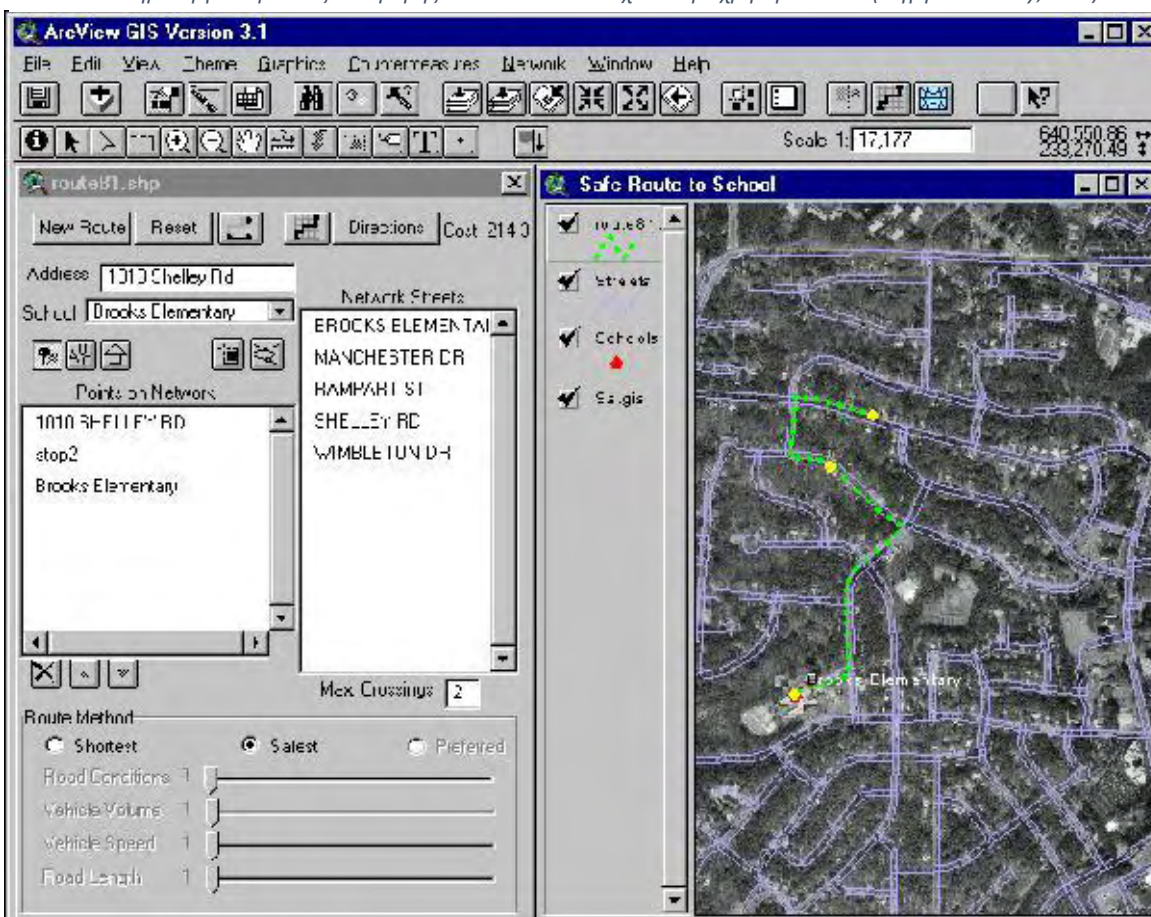
- Ασφαλείς διαδρομές πεζών παιδιών από την οικία προς το σχολείο
- Κατάλληλη επιλογή δρόμων για χρήση τους ως διαδρομές ποδηλάτου
- Μεγάλες ζώνες ατυχημάτων πρόσκρουσης οχημάτων-πεζών

Επίσης, αναπτύχθηκαν εργαλεία για να διευκολύνουν τους μη χρήστες του λογισμικού GIS να εκτελούν παρόμοιες αναλύσεις. Τα τρία εργαλεία ανάλυσης ασφάλειας για εφαρμογές πεζών και ποδηλάτων είναι διαθέσιμα από τα τέλη του καλοκαιριού του 2000, παρέχοντας πληροφορίες για το πώς μπορεί να

χρησιμοποιηθεί το GIS για τη βελτίωση της ασφάλειας των πεζών και του ποδηλάτου, τα εργαλεία λύσης που χρησιμοποιούν δεδομένα πραγματικού κόσμου και περιέχουν τον κώδικα λογισμικού που μπορούν να προσαρμόσουν οι χρήστες, ώστε να ανταποκρίνονται στις ιδιαίτερες ανάγκες τους. Οι ελάχιστες απαιτήσεις για την εκτέλεση των εργαλείων ανάλυσης ασφάλειας περιλαμβάνουν ArcView 3.0 ή νεότερη έκδοση, επέκταση Network Analyst, επέκταση Spatial Analyst και Windows 95,98 ή NT.

Το Πρόγραμμα Έρευνας για την Ασφάλεια Πεζών και Ποδηλάτων, που αναπτύχθηκε από την Ομοσπονδιακή Διοίκηση οδικής κυκλοφορίας των Ηνωμένων Πολιτειών, επικεντρώνεται στον εντοπισμό προβληματικών περιοχών για τους πεζούς και τα ποδήλατα, αναπτύσσοντας εργαλεία ανάλυσης που επιτρέπουν στους υπεύθυνους σχεδιασμού και μηχανικούς να κατανοήσουν καλύτερα και να στοχεύσουν αυτές τις προβληματικές περιοχές και να προτείνουν λύσεις με στόχο να μειώσουν τον αριθμό των ατυχημάτων που αφορούν πεζούς και ποδήλατα.

Εικόνα 14: Δημιουργία σφαλούς διαδρομής από το σπίτι στο σχολείο με χρήση ArcView (Πηγή: D. Harkey, 1998)



Οι χρήστες οδών (πεζοί, ποδηλάτες) πρέπει να γνωρίζουν ότι πολλά στοιχεία κυκλοφοριακών δεδομένων (πεζοδρόμιο, πλάτος καμπύλης λωρίδας, περιοχή με διασταύρωση κλπ.) που απαιτούνται για μια ασφαλή διαδρομή, δεν

είναι καταγεγραμμένα ως αρχεία απογραφής δρόμων και δεν διατηρούνται από τους εκάστοτε κρατικούς και τοπικούς οργανισμούς μεταφορών.

Αυτό το εργαλείο δημιουργεί μια προτεινόμενη διαδρομή με τα πόδια και τις σχετικές οδηγίες για τη συντομότερη διαδρομή προς το σχολείο, την ασφαλέστερη διαδρομή για την αποφυγή κινδύνων που σχετίζονται με τα στοιχεία της οδικής κυκλοφορίας και τέλος οποιαδήποτε προτιμώμενη διαδρομή, που προκύπτει με βάση τις προτιμήσεις που επιλέγει ο χρήστης. Οι πιθανοί χρήστες αυτού του εργαλείου είναι οι γονείς, οι υπάλληλοι σχολικών μεταφορών, οι υπεύθυνοι σχεδιασμού, οι μηχανικοί ή άλλοι υπεύθυνοι για την ασφάλεια των παιδιών του σχολείου. Οι χρήστες θα μπορούν να επιλέγουν διαδρομές με στάσεις κατά μήκος του δρόμου (π.χ. σπίτι φίλων) ή διαδρομές που αποφεύγουν συγκεκριμένες επικίνδυνες τοποθεσίες. Η εφαρμογή αυτή τη στιγμή λειτουργεί ως αυτόνομο πρόγραμμα στο λειτουργικό περιβάλλον των Windows.

Αυτό το εργαλείο παρέχει δύο επιλογές εξόδου. Η πρώτη επιλογή είναι παρόμοια με αυτήν της ασφαλούς διαδρομής στο σχολείο. Δημιουργεί έναν χάρτη και οδηγίες για την ταχύτερη ή καλύτερη ποδηλατική διαδρομή για ένα μεμονωμένο ταξίδι μεταξύ επιλεγμένων σημείων του χρήστη. Η επιλογή βέλτιστης διαδρομής βασίζεται στον δείκτη συμβατότητας ποδηλάτων (BCI), ο οποίος αποτελεί έναν υπολογισμό της άνεσης κάθε τμήματος δρόμου που βασίζεται σε χαρακτηριστικά οδοστρώματος και κυκλοφορίας. Ο δείκτης άνεσης βασίζεται σε εκτιμήσεις δείγματος, αποτελούμενο από περισσότερους σε αριθμό των διακοσίων ποδηλατιστών.

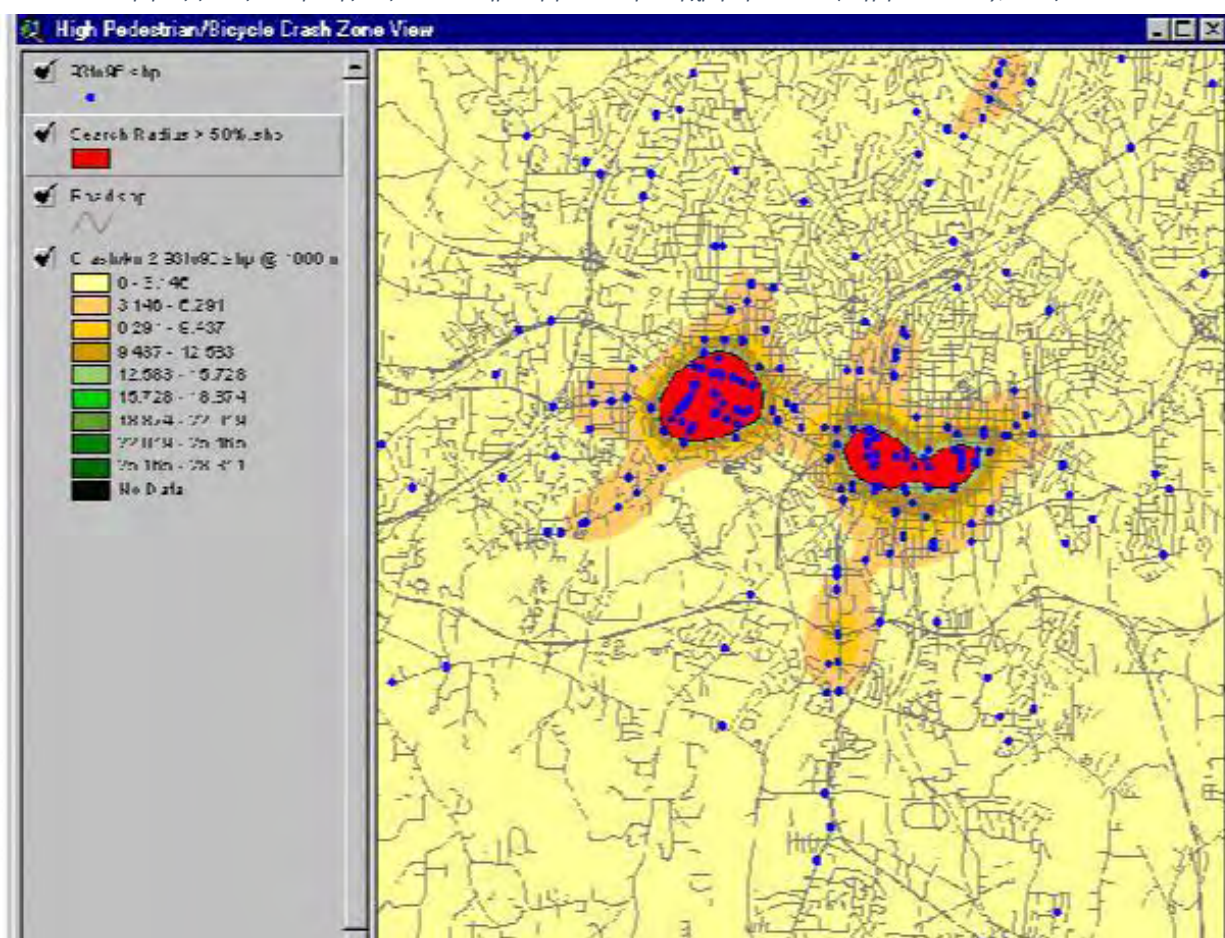
Η δεύτερη επιλογή εξόδου είναι ένας χρωματικά κωδικοποιημένος χάρτης (εικόνα 15) που βασίζεται στον δείκτη συμβατότητας ποδηλάτου όλων των διαδρομών σε μια περιοχή μελέτης. Η επιλογή του μπορεί βοηθήσει την συνεργασία χρηστών ποδηλάτων, προγραμματιστών, των συγκοινωνιολόγων μηχανικών και άλλων για τον προσδιορισμό των ποδηλατικών διαδρομών και τον εντοπισμό των εγκαταστάσεων ποδηλάτου που μπορεί να χρειαστεί βελτίωση.



Εικόνα 15: Έγχρωμος κωδικοποιημένος χάρτης που υποδεικνύει συμβατότητα ενώσεων δρόμων για ποδηλασία (Πηγή: D. Harkey, 1998)

Τέλος, η εφαρμογή δίνει την δυνατότητα δημιουργίας σύνοψης από στατιστικά επιλεγμένων ζωνών και οπτικής αναπαράστασης σε μορφή πίνακα ή γραφήματος. Αυτό το εργαλείο χρησιμοποιεί πλέγμα και την τεχνική χωρικής ανάλυσης δημιουργώντας εκφράσεις σε μια αλγεβρική γλώσσα, παράγοντας ένα χάρτη ισοϋψών καμπύλων (εικόνα 16) που προσδιορίζει περιοχές υψηλής εμφάνισης συντριβών, όπως καθορίζονται από την πυκνότητα συντριβής, και συστάδες συντριβών που περιλαμβάνουν πεζούς ή ποδηλάτες (D.Harkey, 1998).

Εικόνα 16: Υψηλές ζώνες συντριβής πεζών που δημιουργούνται με τη χρήση του GIS (Πηγή: D. Harkey, 1998)



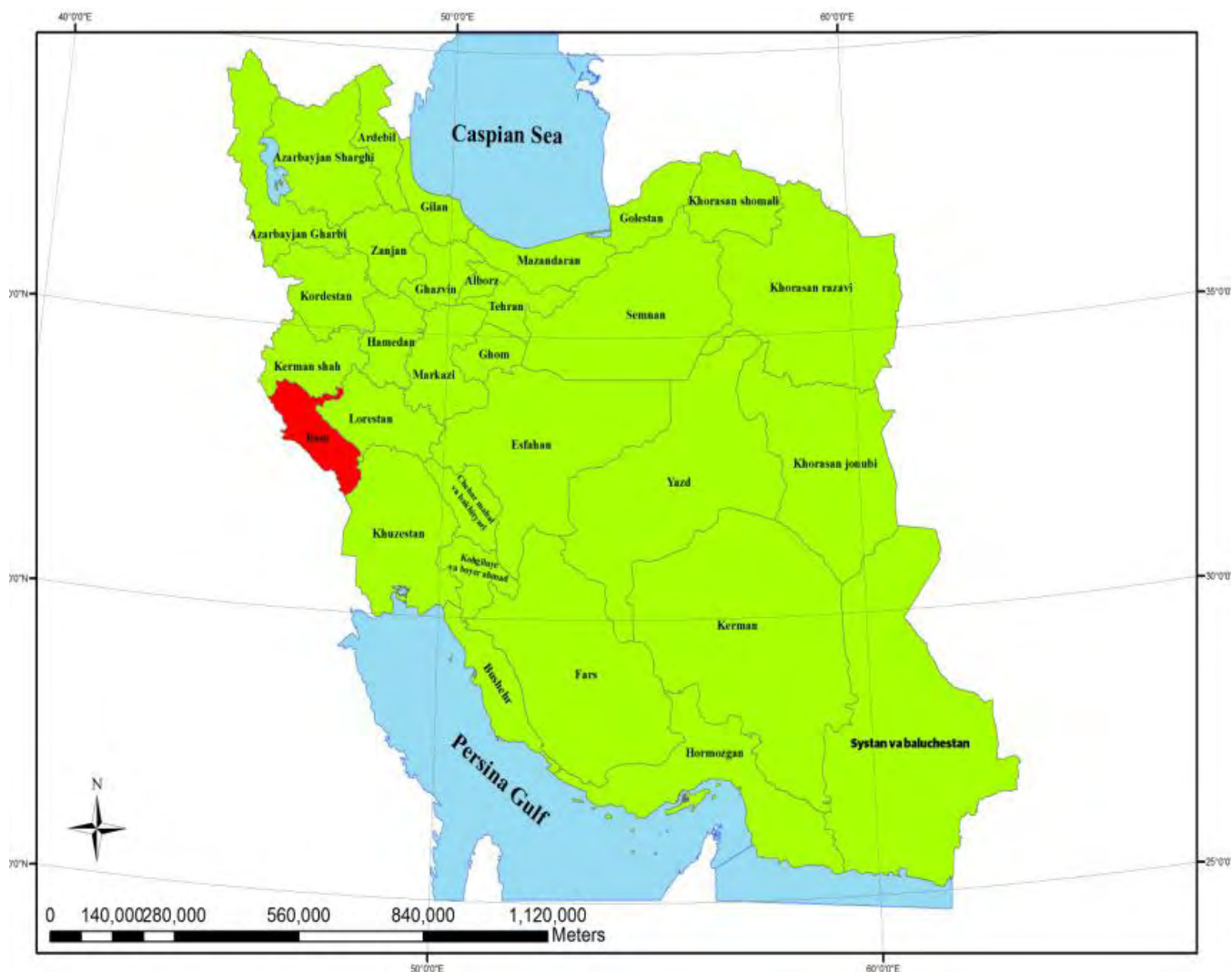
2.4 Εφαρμογή Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών για τον προσδιορισμό των χωρικών και χρονικών μοτίβων οδικών ατυχημάτων με παράλληλη χρήση χωρικών στατιστικών, Παγκόσμια Διάσκεψη για την Έρευνα Μεταφορών, Σανγκάη, 2016.

Δεδομένου ότι τα ατυχήματα αποτελούν χρονικά φαινόμενα, σε αυτή την μελέτη χρησιμοποιήθηκαν χωρικές στατιστικές μέθοδοι με βάση το GIS για την αναγνώριση και δημιουργία μοντέλου οπτικοποίησης σημείων μεγάλης συγκέντρωσης ατυχημάτων ή αλλιώς καυτά (μαύρα) σημεία (hot ή black spots). Με άλλα λόγια, ερευνήθηκε η χρήση των μοτίβων εντοπισμού και της κατανομής μαύρου σημείου με τη βοήθεια χρονικών πληροφοριών.

Για τον προσδιορισμό και την ανάλυση της κατανομής των ατυχημάτων, χρησιμοποιήθηκαν πληροφορίες σχετικά με τα ατυχήματα στην περιοχή και τους δρόμους της επαρχίας Ilam (Ιράν, 2013). Οι πληροφορίες περιελάμβαναν τον τύπο ατυχήματος (θάνατος, τραυματισμός). Από τον χάρτη των καυτών σημείων συνάγεται ότι στους βορειοδυτικούς δρόμους, παρά τη μικρότερη κυκλοφορία, ο αριθμός (χωροταξικού βάρους) θανάτων είναι μεγαλύτερος. Αυτό μπορεί να είναι αποτέλεσμα αρκετών παραγόντων, όπως ο γεωμετρικός σχεδιασμός της διαδρομής, η έλλειψη κατάλληλης κυκλοφοριακής ανακούφισης των οδών και ούτω καθεξής. Για τον προσδιορισμό των χρονικών μοτίβων και της κατανομής των ατυχημάτων, αλλά και για ανάλυση των καυτών σημείων, χρησιμοποιήθηκαν η μέθοδος χωρικής αυτοσυσχέτισης του Moran και οι στατιστικές Getis-OrdGi.

Για τον εντοπισμό και τη μελέτη χωρικών και χρονικών προτύπων ατυχημάτων στο περιβάλλον GIS, έχει χρησιμοποιηθεί ο αριθμός των ατυχημάτων, των θανάτων και των τραυματισμών (για το έτος 2013) στους κύριους δρόμους της επαρχίας Ιλάμ (Ilam). Η επαρχία Ilam είναι ορεινή περιοχή στα δυτικά του Ιράν. Η εικόνα 17 παρουσιάζει τη θέση του Ilam Province (κόκκινο χρώμα).

Εικόνα 17: Θέση της επαρχίας IlamProvine (Πηγή: M. A. Aghajania et al, 2016)



Ο κύριος στόχος στην ανάλυση ενός καυτού σημείου είναι η απόκτηση των πληροφοριών που απαιτούνται για να βοηθηθούν οι υπεύθυνοι για τη λήψη αποφάσεων κατάλληλων μέτρων για την πρόληψη και τη μείωση των οδικών ατυχημάτων. Γενικά, οι στατιστικές των ατυχημάτων χρησιμοποιούνται ως δείκτες αξιολόγησης για την εκτίμηση του ποσοστού των πιθανών μελλοντικών ατυχημάτων. Η συλλογή δεδομένων είναι πολύ σημαντική και απαραίτητη για να μελετηθεί η σχέση μεταξύ της εμφάνισης ατυχημάτων και των χαρακτηριστικών που την περιβάλλουν.

Δεδομένου ότι τα ατυχήματα αποτελούν χρονικά φαινόμενα, οι χωρικές στατιστικές μέθοδοι που βασίζονται στο GIS έχουν χρησιμοποιηθεί για τον εντοπισμό και τον υπολογισμό των καυτών (επικίνδυνων) σημείων ατυχήματος.

Συγκεντρώσεις παρουσιάζονται σε γεωγραφική κατανομή όταν τα χαρακτηριστικά βρίσκονται σε κοντινή απόσταση ή όταν συναντώνται ομάδες χαρακτηριστικών με παρόμοιες υψηλές ή χαμηλές τιμές.

Για τον προσδιορισμό της χρονικής κατανομής των μοντέλων και των ατυχημάτων και την ανάλυση των καυτών σημείων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος χωρικής αυτοσυσχέτισης του Moran και η στατιστική μέθοδος Getis -OrdGi. Στην συγκεκριμένη ανάλυση, υπολογίστηκε ο συντελεστής Gi για κάθε ατύχημα λαμβάνοντας υπόψη τα βάρη που προέκυψαν από τον συνδυασμό του αριθμού των ατυχημάτων, των θανάτων και των τραυματισμών.

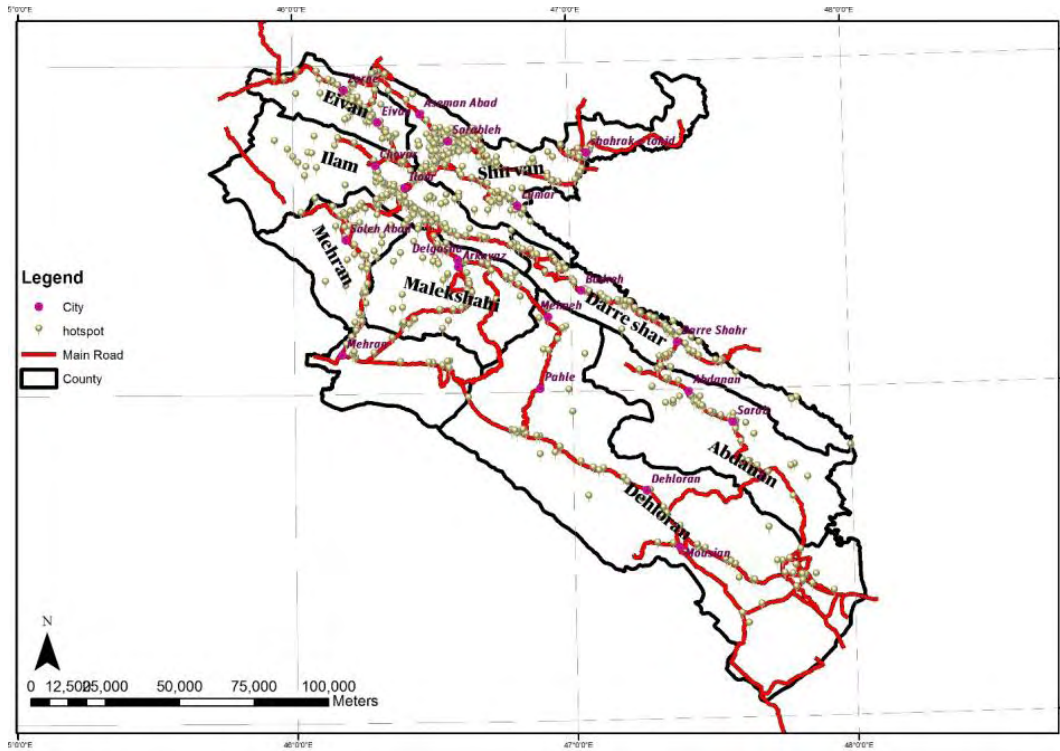
Στη μελέτη, έχουν διερευνηθεί τα δεδομένα των οδικών ατυχημάτων της επαρχίας Ilam (για το έτος 2013), ενώ ο συνολικός αριθμός των ατυχημάτων, των νεκρών και των τραυματιών παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1: Δεδομένα ατυχημάτων (Πηγή: M. A. Aghajania et al, 2016)

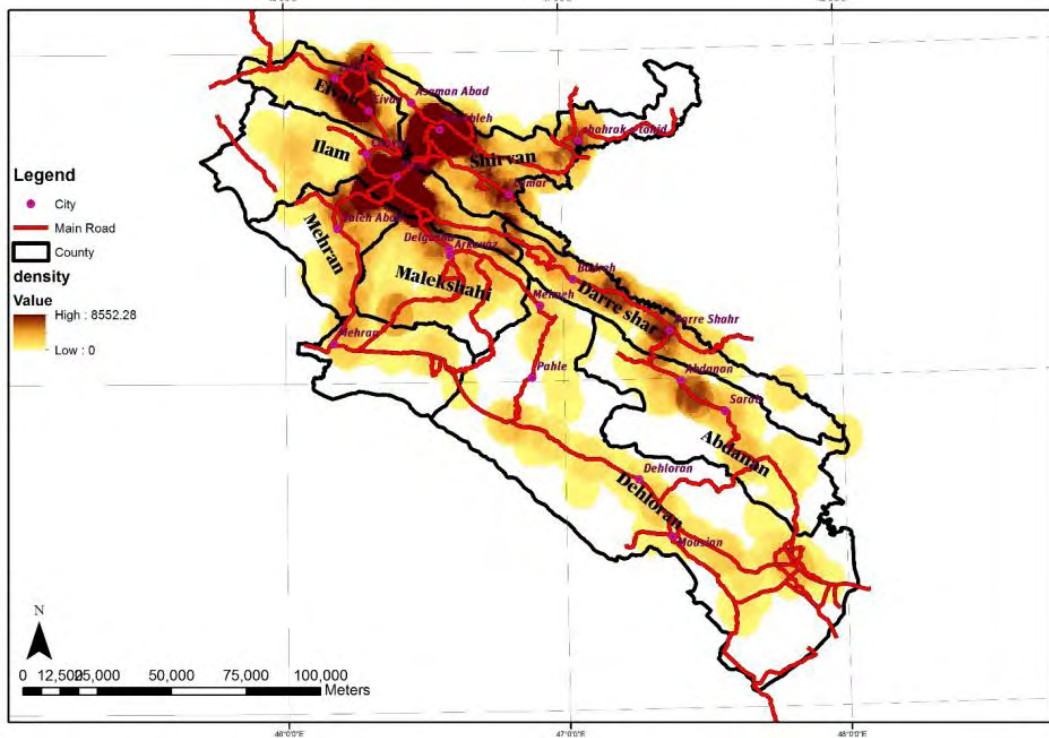
Σύνολο ατυχημάτων	Θάνατοι	Τραυματισμοί	Σύνολο (Θάνατοι+Τραυματισμοί)
944	43	596	640

Στις εικόνες 18, 19 και 20 που ακολουθούν, δείχνουν τη θέση των σημείων και τα σημεία πυκνότητας των τροχαίων ατυχημάτων στην επαρχία Ilam. Η τοποθεσία κάθε ατυχήματος έχει καταγραφεί (ως γεωγραφικές συντεταγμένες) από τη συσκευή GPS και εμφανίζονται σε μορφή χάρτη στο περιβάλλον του ArcGIS.

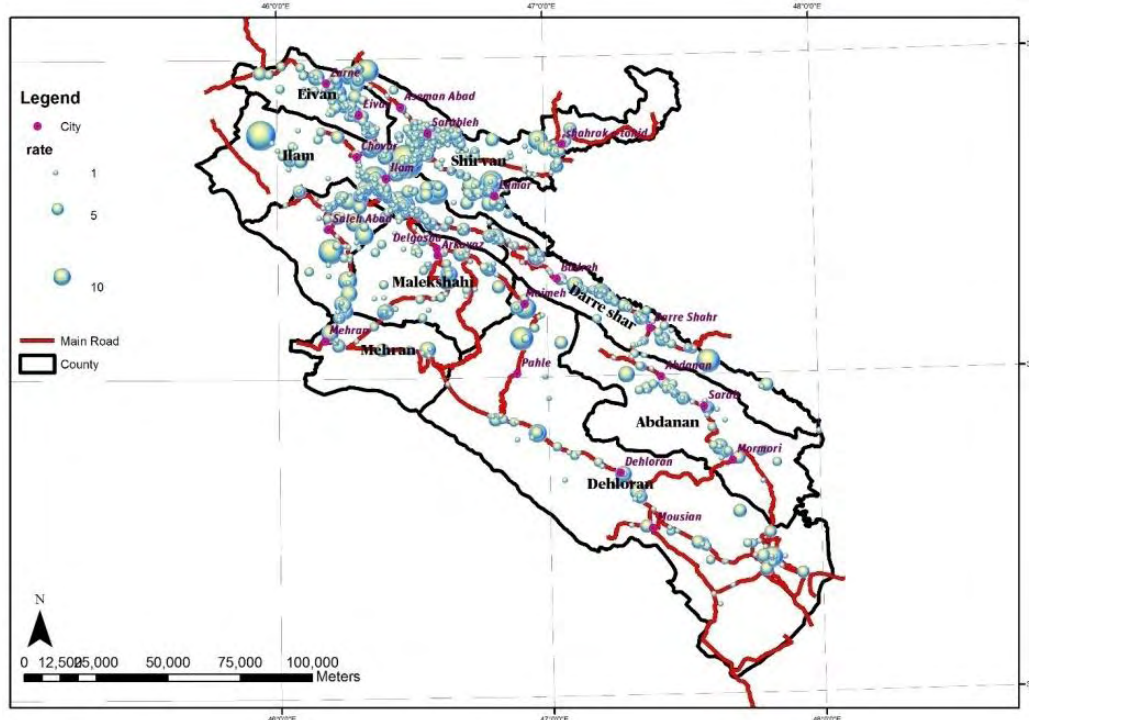
Εικόνα 18: Σημεία Τοποθεσιών οδικών ατυχημάτων (σημεία GPS), (Πηγή: M. A. Aghajania et al, 2016)



Εικόνα 19: Σημεία Πυκνότητας Οδικών Ατυχημάτων (Πηγή: M. A. Aghajania et al, 2016)

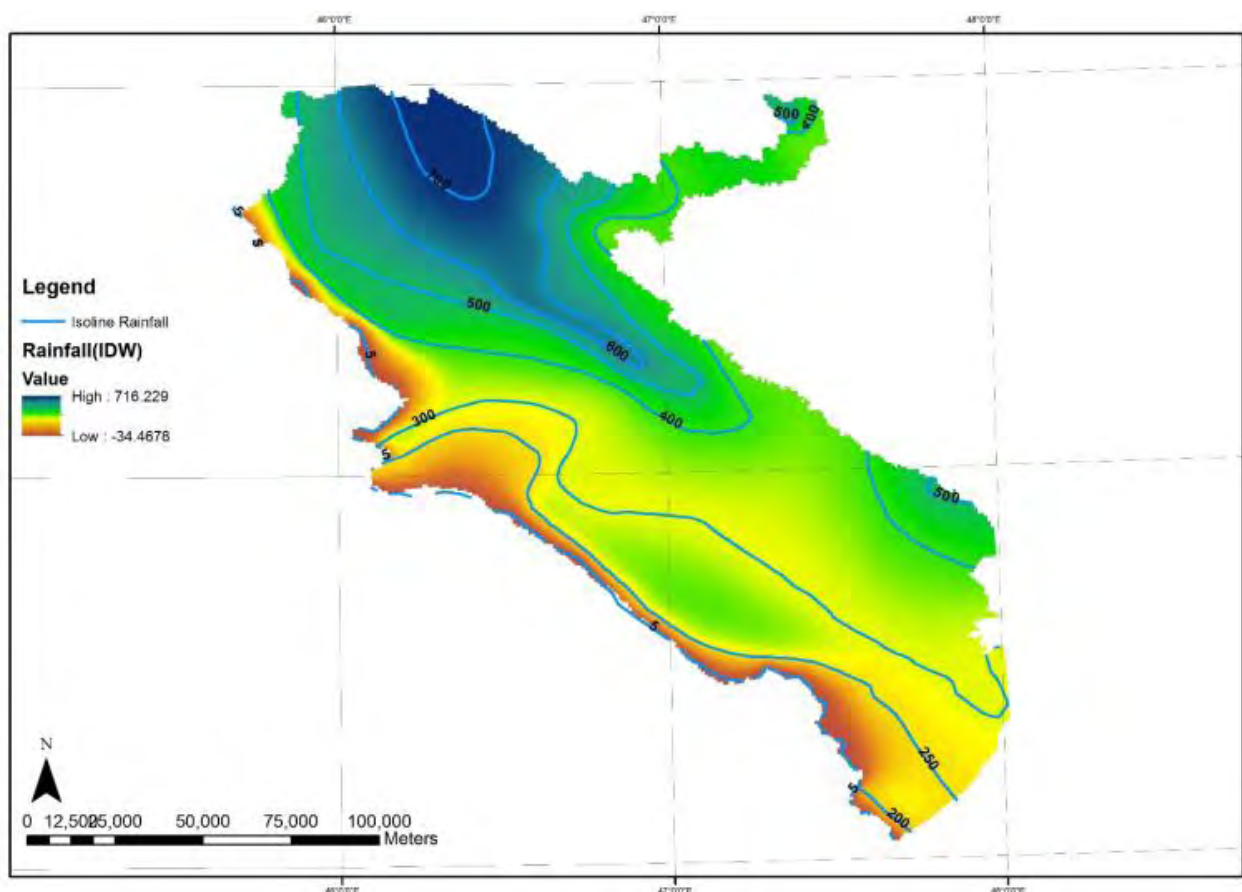


Εικόνα 20: Σημεία Τοποθεσιών ατυχημάτων, Διαχωρισμός ανάλογα με την πυκνότητα εμφάνιση συμβάντων (Πηγή: M. A. Aghajania et al, 2016)

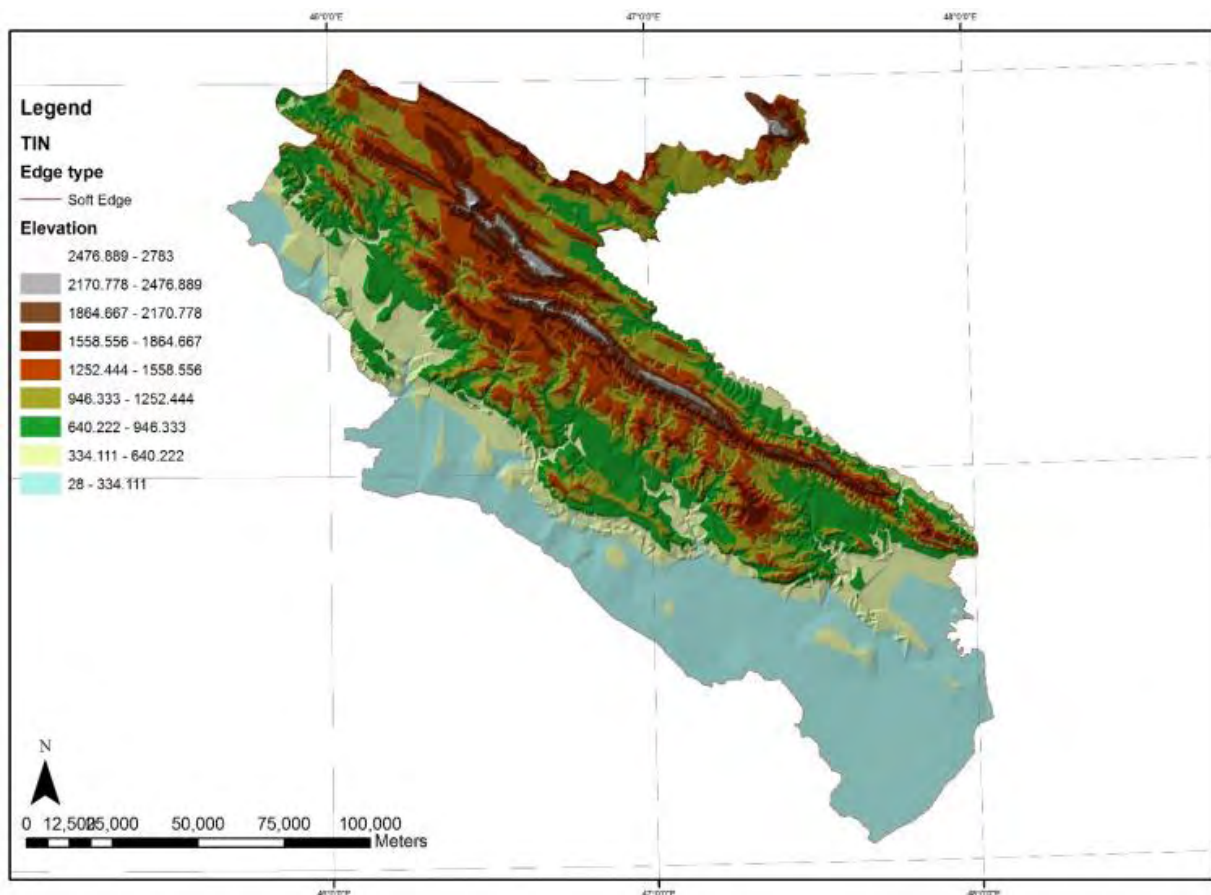


Τα μετεωρολογικά δεδομένα της μελέτης περιλαμβάνουν μετεωρολογικές μεταβλητές που μετρούνται σε ωριαία βάση. Αυτές οι μετρήσεις είναι προσβάσιμες μέσω της ιστοσελίδας του Ιρανικού Μετεωρολογικού Οργανισμού (<http://www.irimo.ir>). Οι περιοχές βροχοπτώσεων της επαρχίας Ilam σχεδιάστηκαν στο περιβάλλον ArcGIS με παρεμβολή χρησιμοποιώντας μετεωρολογικά δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για ακριβέστερη ανάλυση της σχέσης μεταξύ των ατυχημάτων και του κλίματος της περιοχής (ύψος και βροχόπτωση). Οι εικόνες 21 και 22 δείχνουν τον χάρτη ισορροπίας της βροχόπτωσης και τον τριγωνικό (μοντέλο TIN) μη κανονικό χάρτη εδάφους για το δίκτυο της συγκεκριμένης περίπτωσης που μελετήθηκε.

Εικόνα 21: Χάρτης ισορροπίας βροχόπτωσης (Πηγή: M. A. Aghajania et al, 2016)



Εικόνα 22: Απεικόνιση εδάφους οδικού δικτύου περιοχής μελέτης με GIS (Πηγή: M. A. Aghajania et al, 2016)



Οι χωρικές στατιστικές βοηθούν στην ανακάλυψη της συμπεριφοράς, τις τάσεις και τα πρότυπα των γεωγραφικών φαινομένων αλλά και των λόγων εμφάνισής τους. Σε αυτή την εργασία, έχουν χρησιμοποιηθεί αναλύσεις χωρικών στατιστικών, συμπεριλαμβανομένων των εργαλείων για ανάλυση χωρικής κατανομής, ταυτοποίηση προτύπων και χωρικών σχέσεων. Ουσιαστικά, πρόκειται για παραδοσιακές μη χωρικές στατιστικές μεθόδους που συνδυάζονται άμεσα με χωρικά χαρακτηριστικά (γειτονία, συνδέσεις και χωρικές σχέσεις).

Η χωρική αυτοσυσχέτιση με το εργαλείο Global Moran's I και οι αναλύσεις των θερμών σημείων και της πυκνότητας του πυρήνα έχουν γίνει για όλα τα ατυχήματα, με βάση τη λειτουργία πυκνότητας Getis-OrdGi και τη λειτουργία πυκνότητας πυρήνα. Όλη η χωροταξική επεξεργασία έγινε με το ArcGIS 10.2 και τα εργαλεία του.

Αυτό το εργαλείο χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του βαθμού διασποράς ή συγκέντρωσης των χαρακτηριστικών των χωρικών δεδομένων. Το σημείο που αξίζει να σημειωθεί είναι ότι αυτή η ανάλυση αξιολογεί το πρότυπο

κατανομής χωρικών χαρακτηριστικών μέσω της ταυτόχρονης παρατήρησης της θέσης και των χαρακτηριστικών των εκάστοτε δεδομένων.

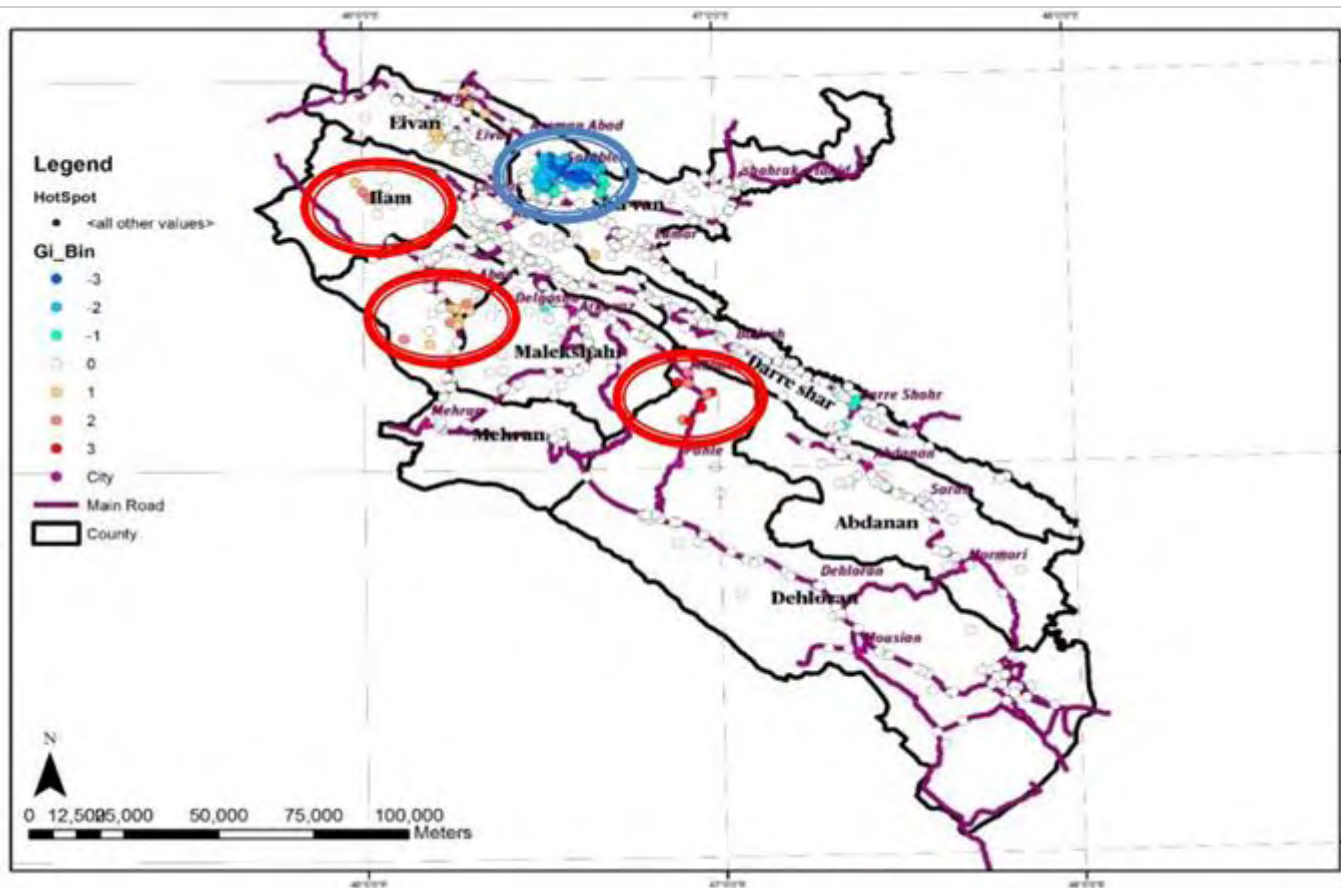
Τα αποτελέσματα αυτής της ανάλυσης απαντούν στην ερώτηση. "Ποια είναι η κατάσταση (τυχαία, διασκορπισμένη ή συστοιχία) της κατανομής χωρικών χαρακτηριστικών;". Στην πραγματικότητα, αυτό το εργαλείο υπολογίζει τον δείκτη Moran και αξιολογεί τη σημασία του χρησιμοποιώντας τους στατιστικούς δείκτες Z-Score και P-Value. Οι τιμές τους αποτελούν μέτρα με στατιστική σημασία που μας οδηγούν στο αν θα απορρίψουμε ή όχι την μηδενική υπόθεση, χαρακτηριστικό από το χαρακτηριστικό. Υποδεικνύουν εάν η παρατηρούμενη χωρική συσσώματωση υψηλών ή χαμηλών τιμών είναι πιο έντονη από ότι θα περίμενε κανείς σε τυχαία κατανομή αυτών των ίδιων τιμών. Η υψηλή τιμή Z και η μικρή τιμή P για ένα χαρακτηριστικό δείχνει ένα σημαντικό χωρικό σημείο υψηλής συγκέντρωσης ατυχημάτων (hot spot). Αντίθετα, το αρνητικό αποτέλεσμα της Z και η μικρή τιμή P υποδεικνύουν ένα σημείο χαμηλής συγκέντρωσης ατυχημάτων (cold spot).

Εδώ, οι θέσεις των ατυχημάτων (παρουσιάζονται σε προηγούμενους χάρτες) και τα χαρακτηριστικά τους έχουν εισαχθεί στην ανάλυση με ένα συνδυασμό βάρους 1, 3 και 7 αντίστοιχα, για ατυχήματα χωρίς τραυματισμούς, ατυχήματα με τραυματισμό και ατυχήματα που κατέληξαν σε θανάτους. Ένα hot spot δείχνει συγκέντρωση ατυχημάτων σε ένα μικρό σημείο ή περιοχή και η ανάλυσή του υπολογίζεται με τη στατιστική μέθοδο Getis-OrdGi (λειτουργία Getis-OrdGi) για όλα τα δεδομένα. Το υπολογισμένο Z-Score δείχνει τις θέσεις μικρών και μεγάλων συστάδων ατυχημάτων.

Ο συντελεστής Gi υπολογίστηκε για κάθε ατύχημα λαμβάνοντας υπόψη τα βάρη που προέκυψαν από τον συνδυασμό του αριθμού των ατυχημάτων, των θανατηφόρων ατυχημάτων και των τραυματισμών. Η ανάλυση Hot Spot (Getis-OrdGi), στατιστικά αναγνωρίζει σημαντική χωρικές συστάδες υψηλών / χαμηλών τιμών ατυχημάτων (θερμό ή κρύο σημείο).

Η εικόνα 23 παρουσιάζει την ανάλυση σημείων επικινδυνότητας (hot spot analysis). Η ανάλυση των hot spot δείχνει ότι, παρά τον μεγάλο αριθμό ατυχημάτων στους Βορειοανατολικούς δρόμους του Ilam, αυτές οι θέσεις έχουν μικρότερο βάρος, ως σύνολο. Στην πραγματικότητα, με αρνητικό z-score, αυτές οι θέσεις είναι γνωστές ως cold spot. Το αντίστροφο έχει παρατηρηθεί στους λιγότερο σημαντικούς δρόμους (δευτερεύοντες δρόμους), με μικρότερη κίνηση. Σε αυτούς τους δρόμους, παρά τον μικρό αριθμό χωρικών ατυχημάτων, αυτά τα σημεία με θετικό z-score είναι γνωστά ως hot spot. Με άλλα λόγια, παρά τον μικρότερο αριθμό χωρικών ατυχημάτων (σε σύγκριση με τους βορειοανατολικούς δρόμους), ο αριθμός των (χωρικών βαρών) θανάτων είναι μεγαλύτερος (M. Ali Aghajania, 2016).

Εικόνα 23: Ανάλυση σημείων υψηλής επικινδυνότητας (Hotspots) με GIS (Πηγή: M. A. Aghajania et al, 2016).



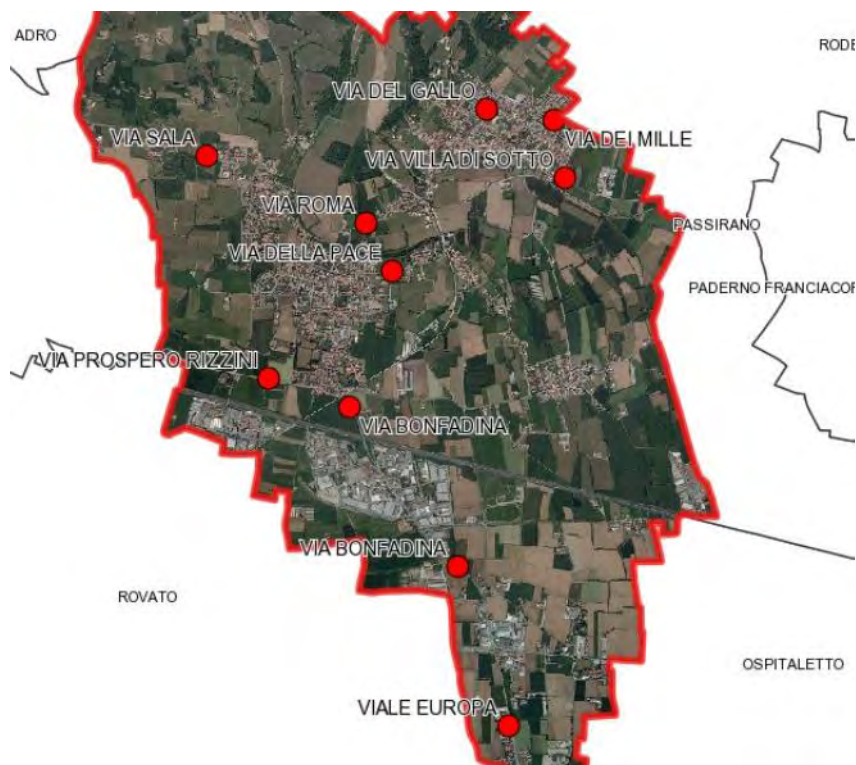
2.5 Ανάλυση της οδικής ασφάλειας με χρήση WEB BASED Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, F. Pirotti, A.Guarnieri, A. Vettore, 2010.

Στην εργασία των F. Pirotti, A.Guarnieri, A. Vettore (2010), παρουσιάζεται μια πρακτική ενσωμάτωση του λογισμικού ανοιχτού κώδικα, για την υλοποίηση ενός εργαλείου για την εισαγωγή, την αποθήκευση και την αυτόματη ανάλυση δεδομένων ατυχημάτων οδικής ασφάλειας. Δεδομένου της πολυπλοκότητας των διαφόρων στοιχείων των ατυχημάτων που διενεργούν οι διάφοροι δημόσιοι φορείς, είναι απαραίτητο ένα συνεργατικό περιβάλλον και μια διαδικτυακή λύση, ιδανική για να επιτρέψει την πρόσβαση και την εισαγωγή δεδομένων από πολλούς χρήστες. Στη συγκεκριμένη μελέτη χρησιμοποιήθηκαν τα εργαλεία PostGIS και UMN MapeServer με διακομιστή PHP, παρουσιάζοντας ένα τρόπο οργάνωσης αυτών των στοιχείων προκειμένου να δημιουργηθεί μια πύλη για τη βέλτιστη εισαγωγή δεδομένων, την αυτόματη στατιστική ανάλυση και την απεικόνιση του τελικού αποτελέσματος.

Οι άξονες του οδικού δικτύου έχουν επεξεργαστεί για να εξαγάγουν ομοιογενή τμήματα, τα οποία στη συνέχεια συνδέονται με μια χωρική σχέση ενός προς πολλά του "πλησιέστερου σημείου" από γεωαναφερόμενες θέσεις περιστατικών οδικών ατυχημάτων. Τα σημεία ατυχημάτων συνδέονται επίσης με μια σειρά πινάκων που αναφέρουν συγκεκριμένες πληροφορίες για το ατύχημα. Από αυτά τα δεδομένα και με μια αυτόματη διαδικασία μπορεί να γίνει εξαγωγή συγκεκριμένων δεικτών που αντιπροσωπεύουν το ρίσκο και τον κίνδυνο, όπως δείκτης σοβαρότητας, δείκτης θνησιμότητας, ευπάθεια και άλλα. Όχι μόνο μπορούν αυτές οι πληροφορίες να θεωρηθούν ως ένα θεματικό επίπεδο για γρήγορη ερμηνεία, αλλά η αλλαγή με την πάροδο του χρόνου μπορεί επίσης να αναλυθεί όταν υπάρχουν σύνολα δεδομένων για πολλά χρόνια.

Η συγκεκριμένη μελέτη υλοποιήθηκε με ένα συγκεκριμένο σύνολο δεδομένων σχετικά με τα ατυχήματα και την παρακολούθηση της κυκλοφορίας σε συγκεκριμένους οδικούς άξονες. Το σύνολο δεδομένων κίνησης προέρχεται από την παρακολούθηση συγκεκριμένων οδικών σημείων με αισθητήρες για την καταγραφή της ταχύτητας του οχήματος. Οι αισθητήρες (εικόνα 24) έχουν γνωστή γεωγραφική θέση, ενώ τα καταγεγραμμένα δεδομένα παραδόθηκαν στα υπολογιστικά φύλλα του MS Excel και αναφέρουν τον αριθμό και τη μέση ταχύτητα των οχημάτων υπολογισμένα από τον αισθητήρα σε χρονικό διάστημα 15 λεπτών.

Εικόνα 24: Σημεία αισθητήρων μέτρησης ταχύτητας οχημάτων (Πηγή: Perroti et al, 2010)



Άλλες πληροφορίες που καταγράφηκαν ήταν η θερμοκρασία και η υγρασία. Για κάθε σημείο παρακολούθησης δύο αισθητήρες εγκαθίστανται, ένας για κάθε πλευρά του δρόμου. Η πλευρά ορίζεται από ένα χαρακτηριστικό κατεύθυνσης που επισημαίνει το σύνολο δεδομένων, όπως ανατολικά-δυτικά ή βορρά-νότου ανάλογα με την κατεύθυνση του κύριου οδικού δικτύου.

Τα δεδομένα ατυχημάτων περιελάμβαναν τη χωρική θέση και ένα σύνολο προτύπων α-αριθμητικών χαρακτηριστικών, σχετιζόμενα με ατυχήματα. Η θέση του ατυχήματος μπορεί να γίνει σε τοπωνυμία και σε μια συντονισμένη βάση. Η τοπωνυμία χρησιμοποιεί τα ονόματα της περιοχής, της πόλης, του δρόμου και της χιλιομετρικής απόστασης, ενώ η βάση περιέχει καταχωρήσεις για τις θέσεις ατυχημάτων με χωρικές συντεταγμένες στα συστήματα χαρτογραφικών αναφορών της Ιταλίας (Rome40 datum). Το Ιταλικό Εθνικό Ινστιτούτο Στατιστικής απαιτεί μόνο γεωγραφική τοποθέτηση βάσει τοπωνυμίας.

Τα δεδομένα εισήχθησαν στην πύλη webgis. Τα αρχικά πληροφοριακά στρώματα που χρησιμοποιούνται ταυτόχρονα με τα δεδομένα που συλλέγονται από τους δρόμους είναι τα εξής: τα όρια της πόλης, οι οδικοί άξονες και

διασταυρώσεις, ορθοφωτοχάρτες σε κλίμακα 1:5000 σε συμπιεσμένη μορφή (ECW). Τα δύο τελευταία στοιχεία προέρχονται από μια χαρτογραφική έρευνα του 2008.

Οι οδικοί άξονες αντιπροσωπεύονται ως γραμμή στο κέντρο του δρόμου και περιέχουν σχετικές πληροφορίες για τον τύπο του δρόμου, το πλάτος του, κλάση, υλικό οδικής επιφάνειας και την τρέχουσα κατάσταση της επιφάνεια (βλάβη). Αυτά τα χαρακτηριστικά προέρχονται από τις κατευθυντήριες γραμμές της Τοπογραφικής Βάσης Δεδομένων που παρέχουν ενδείξεις σχετικά με ποια χαρακτηριστικά και στοιχεία θα εξάγονται από τη φωτογραμμετρική ερμηνεία.

Οι κατευθυντήριες γραμμές παρέχουν απάντηση στις ευρωπαϊκές κατευθυντήριες γραμμές για την ενσωμάτωση γεωγραφικών βάσεων δεδομένων. Η διαθεσιμότητα τέτοιων δεδομένων αποτελεί σαφές αποτέλεσμα της επιτυχίας των προσπαθειών βελτίωσης της επιτόπιας έρευνας μέσω προδιαγραφών σε ευρωπαϊκό, εθνικό και περιφερειακό επίπεδο.

Τα δεδομένα από τα ατυχήματα και την παρακολούθηση της κυκλοφορίας αποθηκεύονται στην Postgresql, ένα σχεσιακό Σύστημα Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων (DBMS), καθώς και σε σχετικά χωρικά δεδομένα σε μορφή Postgis μέσα στους πίνακες Postgresql. Το Postgis παρέχει επίσης αρκετές χωρικές λειτουργίες που χρησιμοποιούνται για τη συσχέτιση δεδομένων με χωρικά αντικείμενα.

Η σουίτα UMN Mapserver, ένα χαρτογραφικό λογισμικό ανοιχτού κώδικα, παρέχει τα μέσα επεξεργασίας όλων των γεωγραφικών αντικειμένων μαζί με μια θεματική χαρτογράφηση που προέρχεται από τη συσχέτιση με τα αποτελέσματα της ανάλυσης, και μεταβιβάζεται στον web server για δημοσίευση στην πύλη webgis. Μια γλώσσα δέσμης ενεργειών από την πλευρά του διακομιστή, η PHP ενσωματώνεται με το Mapserver μέσω της λειτουργικής μονάδας Mapscript για να αυξήσει τη χαρτογραφική λειτουργικότητα και επιτρέπει τη δημοσίευση χαρτών στον ιστό. Το AJAX (Ασύγχρονη JavaScript και XML) φροντίζει για τη διάταξη και τη πλοήγηση των δεδομένων που προκύπτουν. Το τελευταίο προέρχεται από την ανάλυση και μπορεί να αποτελείται από θεματικούς χάρτες και διαγράμματα δεδομένων.

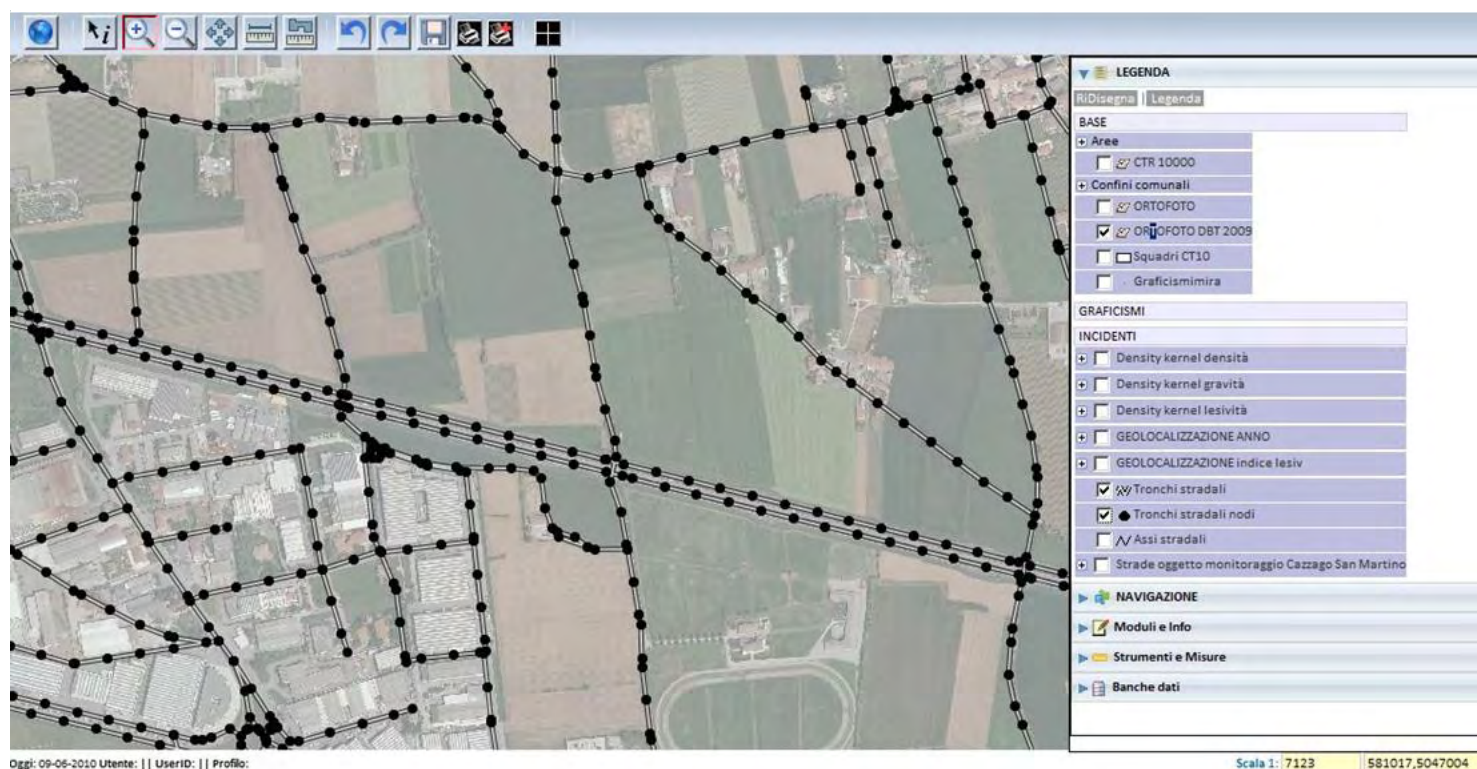
Τόσο τα οδικά ατυχήματα όσο και τα χαρακτηριστικά κυκλοφορίας (χωρικά αντικείμενα) μπορούν να συσχετιστούν χωρικά είτε άμεσα με χαρτογραφικές συντεταγμένες (απόλυτη θέση του ατυχήματος / αισθητήρα), είτε με συναφή διανύσματα όπως οι οδικοί άξονες. Οι άξονες του δρόμου είναι αντικείμενα πολλαπλών γραμμών που σπάνε στις διασταυρώσεις, έτσι γραμμές κατασκευάζονται από τμήματα διαφορετικών μηκών. Ο στόχος είναι η χωρική συσχέτιση των θέσεων ατυχημάτων με το πλησιέστερο τμήμα γραμμής. Για να γίνει μια πρώτη κίνηση προς την κατεύθυνση της ομαλοποίησης, ελήφθη ένα βήμα προεπεξεργασίας, για να χωριστούν όλοι οι άξονες σε τμήματα μήκους 50 m ή μικρότερο. Το αποτέλεσμα είναι μια συλλογή γραμμικών τμημάτων που είναι διαδοχικά μια χωρική συνάρτηση των πλησιέστερων σημείων σε γραμμή και χρησιμοποιείται για τη συγκέντρωση όλων των ατυχημάτων που πλησιάζουν σε ένα τμήμα γραμμής. Χρησιμοποιήθηκε δομή γλώσσας SQL για

τη διεκπεραίωση δεδομένων Postgis και χρησιμοποιήθηκαν συναρτήσεις για τον υπολογισμό των στατιστικών στοιχείων από τις συλλογές πλησιέστερων σημείων.

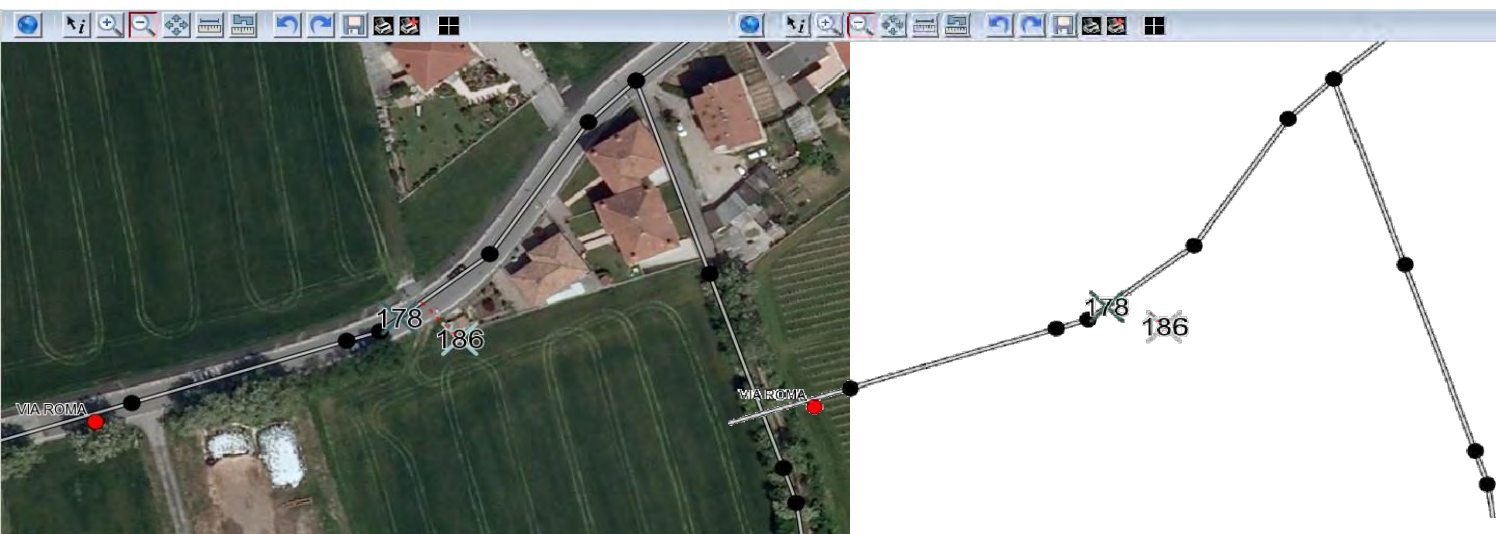
Τα δεδομένα των ατυχημάτων επεξεργάζονται για την εξαγωγή δεικτών και τη συσχέτιση των αποτελεσμάτων με τα πλησιέστερα οδικά τμήματα, με τον υπολογισμό των συγκεντρωτικών στατιστικών στοιχείων. Τα χαρακτηριστικά ενδιαφέροντος είναι ο αριθμός των νεκρών σε 24 ώρες, ο αριθμός των νεκρών μετά από 30 ημέρες και ο αριθμός των τραυματιών στο ατύχημα.

Οι δύο πρώτες ομαδοποιούνται για να προκύψει ο συνολικός αριθμός των νεκρών. Τέσσερις δείκτες υπολογίζονται από τον αριθμό των ατυχημάτων τα οποία συνδέονται με ένα συγκεκριμένο τμήμα οδού από τη διαδικασία πλησιέστερου γειτονικού σημείου, το ποσοστό θνησιμότητας, το ποσοστό τραυματισμών, ρίσκου και τον κίνδυνο. Το ρίσκο δίνει μια πιθανότητα να συμβεί κάποιο ατύχημα σε ένα συγκεκριμένο τμήμα του δρόμου και ο κίνδυνος λείει στον αναγνώστη ποια είναι η έκταση των δυσμενών επιπτώσεων που μπορούν να υποφέρουν οι άνθρωποι στο ατύχημα.

Εικόνα 25: Postgis με λειτουργία πλησιέστερου γειτονικού σημείου για τη συγκέντρωση θέσεων ατυχημάτων (Πηγή: Perroti et al, 2010)



Εικόνα 26: Οδικά τμήματα με θέσεις ατυχημάτων, Postgis, Λειτουργία πλησιέστερου γειτονικού σημείου (Πηγή: Perroti et al, 2010)



Στην περίπτωση της εικόνας 26 υπάρχουν δύο ατυχήματα κοντά σε ένα συγκεκριμένο τμήμα και τα δεδομένα τους θα συσχετιστούν με αυτό το τμήμα.

Το καταγεγραμμένο ημερολόγιο των αισθητήρων κυκλοφορίας μεταφορώνεται σε σταθερά χρονικά διαστήματα (κάθε τρεις ημέρες ή περισσότερο) και όλα τα δεδομένα επεξεργάζονται για την εξαγωγή στατιστικών δεικτών. Οι πληροφορίες που ενδιαφέρουν είναι στη συνέχεια προσαρτημένες στην πύλη webgis για ανοικτές διαβουλεύσεις με όλους τους εμπλεκόμενους.

Οι δύο κύριες κατανομές που αναλύονται είναι ο αριθμός των οχημάτων και η ταχύτητά τους που μετράται και κατανέμεται σε ένα χρονικό διάστημα.

Το ημερήσιο σύνολο πληροφοριών διαιρείται κατά βάση ανά ώρα για τον υπολογισμό μέσης τιμής, τυπικής απόκλισης, ελάχιστης και μέγιστης τιμής του υποσυνόλου της συνολικής κατανομής. Αυτές, ως στατιστικά μεγέθη αποτελούν τη βάση για γραφικές παραστάσεις και για περαιτέρω ανάλυση για τη διερεύνηση σημαντικών διαφορών από το συνολικό μέσο όρο και από το αναμενόμενο. Για παράδειγμα εάν η μέση τιμή της ωριαίας μέσης ταχύτητας είναι σημαντικά υψηλότερη από το όριο ταχύτητας.

Όλοι οι υπολογισμοί πραγματοποιούνται με χρήση χωρικών και μη χωρικών μεθόδων R-rgdal, spatstats και RODBC. Το τελευταίο είναι απαραίτητο να διαβάσει την πηγή δεδομένων που δίνεται σε μορφή MS Excel 2007. Τα κελιά με δεδομένα διαβάζονται και επεξεργάζονται αυτόματα από την πλατφόρμα της γλώσσας προγραμματισμού R, το οποίο μπορεί επίσης να αναπαραχθεί από την πύλη (πλατφόρμα) webgis. Πρόκειται για ένα ακόμη παράδειγμα ενσωμάτωσης στο σύστημα πληροφοριών που είναι διαρθρωμένο ώστε να λειτουργεί και εξ αποστάσεως.

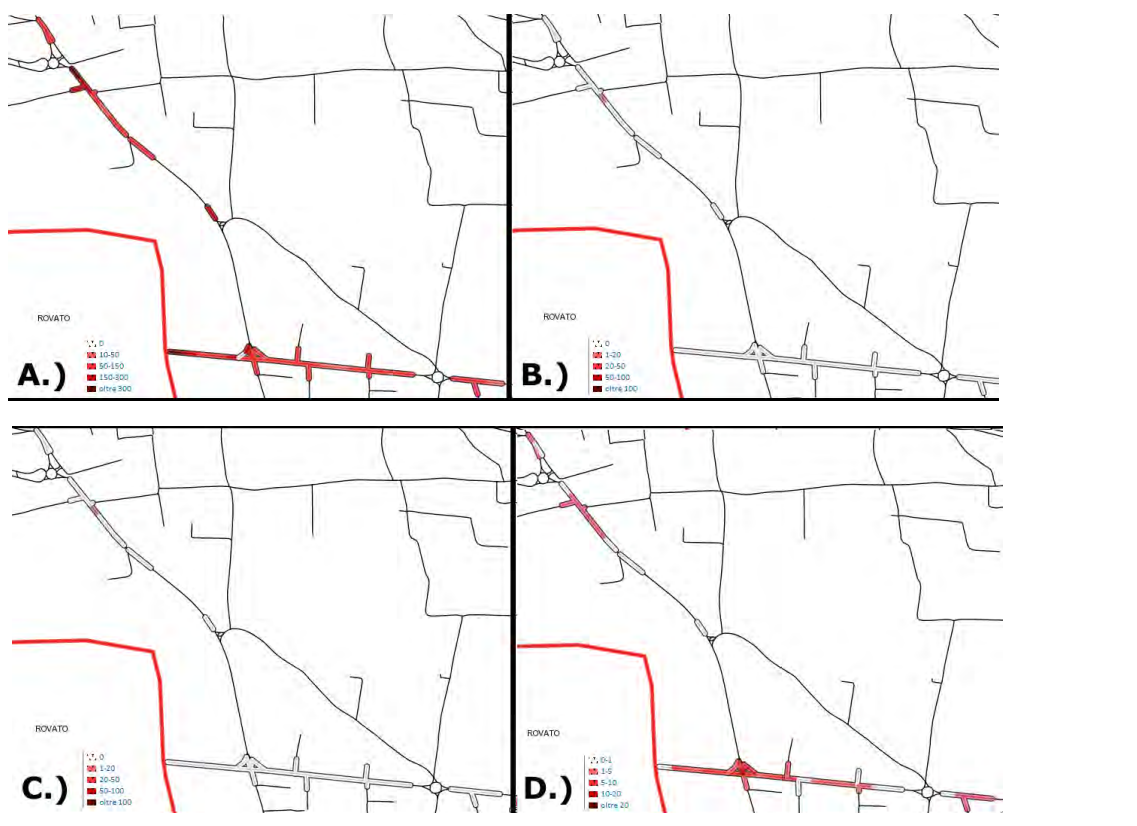
Το έργο υλοποιήθηκε με ένα συγκεκριμένο σύνολο δεδομένων σχετικά με τα ατυχήματα και την παρακολούθηση της κυκλοφορίας σε συγκεκριμένους

οδικούς τομείς. Οι μέθοδοι κατέληξαν σε θεματικούς χάρτες που δείχνουν σαφώς ποιες περιοχές είναι πιο επικίνδυνες και πιο εκτεθειμένες σε κίνδυνο από άλλες.

Η εικόνα παρακάτω παρουσιάζει ορισμένα αποσπάσματα χαρτών όπου τα τμήματα του δρόμου χαρτογραφούνται με θεματικά χρώματα και στα οποία αναπτύσσονται από λευκό έως σκούρο κόκκινο ανάλογα με το μέγεθος του ατυχήματος. Είναι ενδιαφέρον να εντοπιστούν περιοχές με υψηλότερο κίνδυνο ατυχήματος, οι οποίες όμως δεν έχουν αναγκαστικά υψηλότερη αξία κινδύνου. Ορισμένα σημεία μπορεί να είναι πιο επικίνδυνα από την άποψη της πιθανότητας να συμβούν ατυχήματα, αλλά τα ατυχήματα δεν σχετίζονται απαραίτητα με τραυματισμούς ή θανάτους.

Για παράδειγμα (εικόνα 27), σε διασταυρώσεις ο κίνδυνος τροχαίου ατυχήματος είναι αρκετά υψηλός, αλλά επειδή τα περισσότερα ατυχήματα συμβαίνουν σε περιορισμένη ταχύτητα, τα ποσοστά τραυματισμού και τα ποσοστά θνησιμότητας είναι χαμηλά. Ιδιαίτερα ο τελευταίος ρυθμός είναι χαμηλός στις διασταυρώσεις όπου η τομή στο κάτω αριστερό μέρος κάθε τεταρτημορίου είναι σκούρο κόκκινο που σχετίζεται με τον τραυματισμό (A) και τον κίνδυνο (D), ενώ στη λευκή κλίμακα, εμφανίζονται περιστατικά χωρίς θανάτους (NTO).

Εικόνα 27: Εξαγωγή στο GIS χαρτογραφικής απεικόνισης επικινδυνότητας ατυχημάτων (Πηγή: Perroti et al, 2010)



Η διαδικτυακή πύλη webgis τοποθετεί όλα τα αποτελέσματα σε απευθείας σύνδεση στο διαδίκτυο και επιτρέπει στους τελικούς χρήστες να αξιολογήσουν ποια τμήματα του δρόμου και σε ποιες περιπτώσεις παρουσιάζουν υψηλότερο κίνδυνο.

Το σύστημα πληροφοριών που περιγράφεται και αξιολογείται σε αυτό το έργο περιγράφει ένα σύνολο διαδικασιών για την εξαγωγή πληροφοριών που παρουσιάζουν ενδιαφέρον για την αξιολόγηση της οδικής ασφάλειας ξεκινώντας από τα δεδομένα που αφορούν τα ατυχήματα και την κυκλοφορία. Μια τέτοια πλατφόρμα προσανατολισμένη στο webgis επεξεργάζεται χωρικά δεδομένα για να παρέχει στους τελικούς χρήστες ένα αξιόπιστο εργαλείο για την αξιολόγηση των οδικών τμημάτων με την υψηλότερη πυκνότητα ατυχημάτων, τον υψηλότερο κίνδυνο ατυχήματος και οποιοδήποτε άλλο στατιστικό δείκτη που μπορεί να εξαχθεί από τα χαρακτηριστικά των οδών.

Η διαδικασία ενημέρωσης μέσω του διαδικτύου και η κατανομή των αποτελεσμάτων από την ανάλυση μέσω χαρτογραφικής οπτικοποίησης και πίνακες με δεδομένα (ως βάσεις) είναι δύο πτυχές που μπορούν να γίνουν καλά χρησιμοποιώντας γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών.

2.6 Βελτίωση Οδικής Ασφάλειας με χρήση δεδομένων από χρήστες (crowd-sourced data), Πολιτειακή Κυβέρνηση Δυτικής Αυστραλίας, Σεπτέμβριος 2017

Η έξυπνη χαρτογράφηση, οι εφαρμογές για κινητά και τα δεδομένα που συλλέγονται από μέλη της κοινότητας παρέχουν στην Πολιτειακή Κυβέρνηση της Δυτικής Αυστραλίας μια καινοτόμο ανασκόπηση της οδικής ασφάλειας - με βάση την ισχύ της τοποθεσίας και των δεδομένων που προέρχονται από το πλήθος (Australian Road Safety Commission, 2017).

Η Esri Australia συνεργάζεται με την Επιτροπή Οδικής Ασφάλειας για τη χρήση χωρικών δεδομένων και για την υποστήριξη της καμπάνιας Οδικής Ασφάλειας στο πλαίσιο της στρατηγικής της κυβέρνησης για την οδική ασφάλεια για την περίοδο 2008-2020 (Towards Zero road safety campaign). Με άλλα λόγια, το Towards Zero αποσκοπεί στη βελτίωση της οδικής ασφάλειας σε τέσσερις τομείς: ασφαλής οδική χρήση, ασφαλείς οδοί, ασφαλείς ταχύτητες και ασφαλή οχήματα. Ο στόχος της επιτροπής είναι να αποτραπούν 11.000 θάνατοι ή τραυματισμοί στους δρόμους της Δυτικής Αυστραλίας μέχρι το 2020, με μείωση κατά περίπου 40% σε σχέση με τα στοιχεία της περιόδου 2005-2007.

Για να βοηθήσει στη συλλογή πληροφοριών σχετικά με τις οδικές συνθήκες, η Επιτροπή έχει κυκλοφορήσει μια φιλική προς το κινητό εφαρμογή (απλή εφαρμογή βασισμένη στο λογισμικό GIS) και ένα διαδραστικό χάρτη και ουσιαστικά πρόκειται για μια προσέγγιση προερχόμενη από πλήθος που συλλέγει δεδομένα σχετικά με τις συνθήκες σε ένα συγκεκριμένο τμήμα της

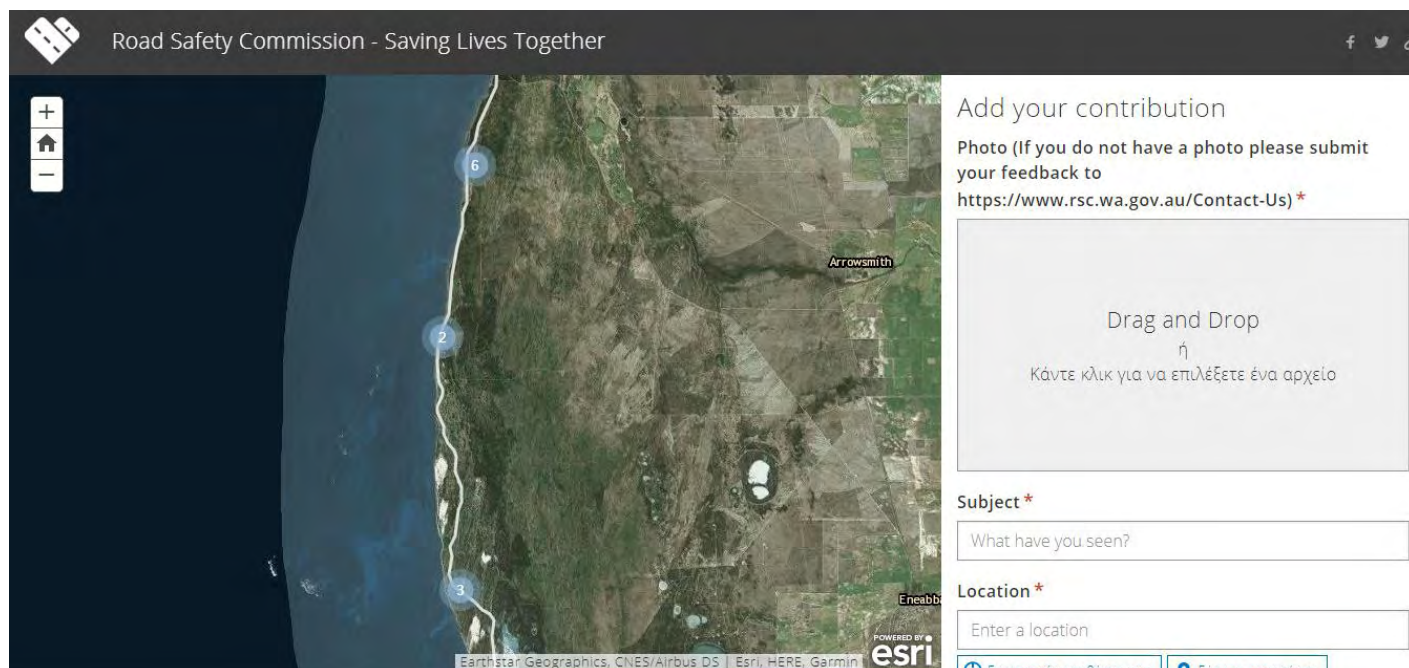
οδού: Drive Indian Ocean. Αυτός είναι ένας καινοτόμος τρόπος για να συμβάλει η κοινότητα στην Ανασκόπηση Ασφαλείας για την Οδική κυκλοφορία του Ινδικού Ωκεανού.

Πρακτικά, οι οδηγοί μπορούν να συνεισφέρουν στον διαδραστικό χάρτη της Επιτροπής Οδικής Ασφάλειας μεταφορώντας μια φωτογραφία της περιοχής που επιθυμούν και στη συνέχεια να δώσουν μια σύντομη περιγραφή του θέματος και να επιλέξουν την τοποθεσία στον χάρτη (πληροφορία που προέρχεται από το πλήθος).

Η διαδικασία αυτή φαίνεται παρακάτω στην εικόνα 28, ενώ στην εικόνα 29 φαίνεται η βάση δεδομένων με το πλήθος των ατυχημάτων και στα δεξιά μια χαρακτηριστική ονομασία για κάθε ατύχημα, όπως αυτή δόθηκε από τους χρήστες των οδικών τμημάτων. Στην εικόνα 30, παρουσιάζεται η αναλυτική περιγραφή του ατυχήματος.

Πέρυσι, η Esri Australia παρουσίασε τα αποτελέσματα του εργαλείου χαρτογράφησης Vison Zero του Λος Άντζελες στα μέλη της Επιτροπής Οδικής Ασφάλειας. Εμπνευσμένη από αυτό το εργαλείο, η ομάδα της Επιτροπής εργάστηκε με το ArcGIS Online, συμπεριλαμβανομένης της κατασκευής ιστορικών χαρτών για την παρουσίαση της ανάλυσης των στατιστικών στοιχείων σύγκρουσης. Με βάση την επιτυχία των εσωτερικών χαρτών ιστοριών, η Επιτροπή δημιούργησε την φιλική προς το κινητό εφαρμογή για επικοινωνία με την κυβέρνηση σχετικά με τα θέματα οδικής ασφάλειας για οποιοδήποτε τμήμα της οδού. Ολόκληρη η εφαρμογή έχει δημιουργηθεί στην διαδικτυακή έκδοση της πλατφόρμας του Esri - ArcGIS Online.

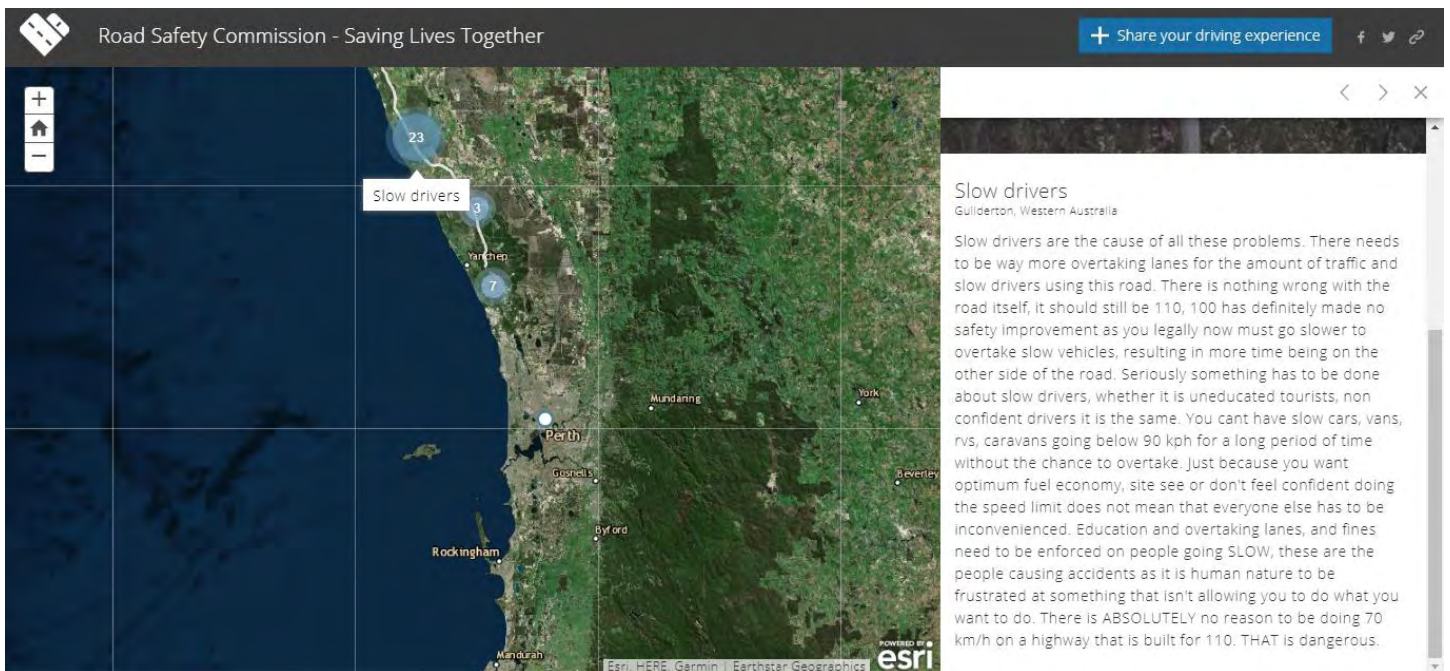
Εικόνα 28: Μεταφόρτωση φωτογραφίας της περιοχής, σύντομη περιγραφή του θέματος και επιλογή τοποθεσίας στον χάρτη (Πηγή: Australian Road Safety Commission, 2017)



Εικόνα 29: Βάση δεδομένων ατυχημάτων με χαρακτηριστική ονομασία για κάθε ατύχημα (δεξιά) από τους χρήστες οδών (Πηγή: Australian Road Safety Commission, 2017)



Εικόνα 30: Αναλυτική περιγραφή και θέση του ατυχήματος (Πηγή: Australian Road Safety Commission, 2017)



2.7 Διαδικτυακή εφαρμογή ασφαλή οδικού χάρτη (Safe Road Maps), Κέντρο Βελτίωσης οδικής ασφάλειας σε Μη αστικό περιβάλλον (Center for Excellence in Rural Safety), Πανεπιστήμιο Μιννεσότα, 2015.

Οι Ασφαλείς Οδικοί Χάρτες αναπτύσσονται και υποστηρίζονται από το Κέντρο Βελτίωσης Οδικής Ασφάλειας σε Μη αστικό περιβάλλον (Center for Excellence in Rural Safety, CERS), το οποίο εδρεύει στο Πανεπιστήμιο της Μινεσότα. Αυτή η διαδικτυακή πύλη χαρτογράφησης παρέχει μια διασύνδεση με βάση το GIS, όπου μπορεί να δημιουργήσει χάρτες χρησιμοποιώντας τα δεδομένα που προέρχονται από το Σύστημα Αναφοράς Αναλύσεων θνησιμότητας για ολόκληρη την Αμερική.

Το σύστημα αυτό είναι ουσιαστικά μια βάση για την απογραφή θανατηφόρων συντριβών μηχανοκίνητων οχημάτων, με ένα σύνολο αρχείων δεδομένων που τεκμηριώνουν όλους τους καταγεγραμμένους θανάτους που σημειώθηκαν στα 50 πολιτειακά κράτη των Ηνωμένων Πολιτειών, την περιφέρεια της Κολούμπια και το Πουέρτο Ρίκο, από το 1975 μέχρι και σήμερα. Το εργαλείο παράγει τυπικούς χάρτες εντοπισμού ("χάρτης καρφίτσα") καθώς και "χάρτες θερμότητας" (heat maps).

Οι χάρτες θερμότητας παρουσιάζουν πυκνότητα σύγκρουσης σε συγκεκριμένο οδικό σύστημα. Τα "πιο ζεστά" χρώματα υποδεικνύουν υψηλότερη πυκνότητα συντριβής σε αντίθεση με τα πιο ψυχρά χρώματα. Το εργαλείο μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την αναζήτηση θανατηφόρων ατυχημάτων κοντά σε συγκεκριμένες τοποθεσίες (εικόνα 31).



Εικόνα 31: Χάρτης Θερμότητας απεικόνιση πυκνότητας συντριβών μέσω του ιστοτόπου Safe Road Maps (Πηγή: Safe Road Maps)

2.8 Διαδικτυακές πύλες με λειτουργικότητα χαρτογράφησης-Εγκυκλοπαίδεια FARS (Σύστημα Αναφοράς Αναλύσεων Θνησιμότητας)

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενη ενότητα το Σύστημα Αναφοράς Αναλύσεων Θνησιμότητας, αποτελεί μια διαδικτυακή βάση δεδομένων ατυχημάτων που περιλαμβάνει και την λειτουργία χαρτογράφησης. Αυτό το εργαλείο έχει πρόσβαση στα δεδομένα FARS 1994 έως 2016 και παρέχει αναφορές βάσει ερωτήσεων σε μορφή πίνακα ή χάρτη. Μπορεί να παράγει χάρτες με επισημάνσεις (καρφίτσες) σημείων ατυχημάτων (pin) σε οποιοδήποτε κλίμακα χάρτη. Η βάση της ενημερώνεται εντός 30 ημερών από την εμφάνιση του ατυχήματος και καλύπτει εύρος 50 πολιτειών.

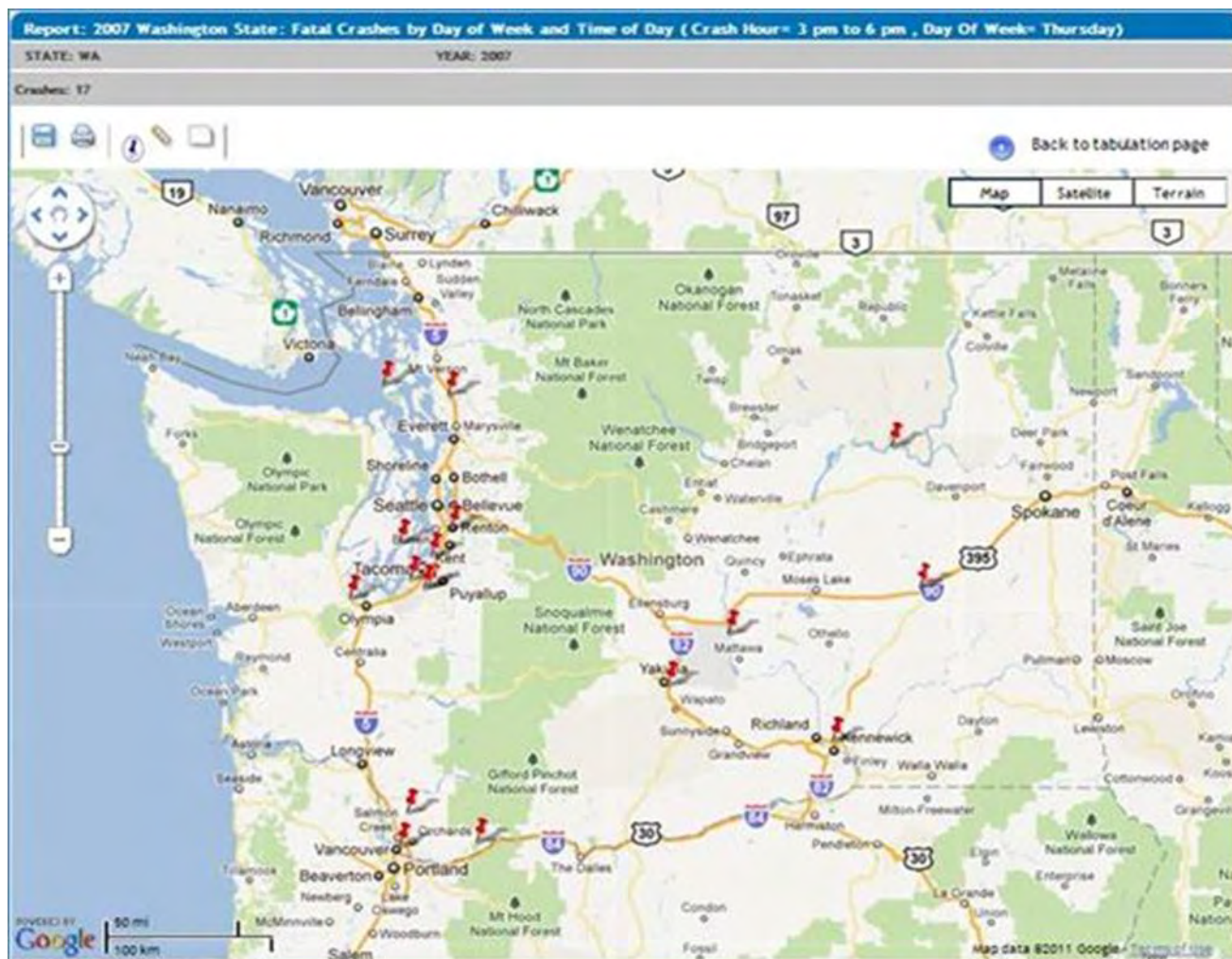
Η εικόνα 32 που ακολουθεί παρακάτω απεικονίζει ένα παράδειγμα της βάσης ατυχημάτων, ενώ η εικόνα 33 της λειτουργικότητας χαρτογράφησης της εγκυκλοπαίδειας FARS (πηγή: National Highway Traffic Safety Administration).

Σε αυτό το παράδειγμα διασταυρούμενου πίνακα, κάνοντας κλικ στην αριθμηση στο κελί που αναπαριστά την Τρίτη (μεσημέρι) στις 2:59 μ.μ., ένας χάρτης θα εμφανίζεται με σημάνσεις (καρφίτσες) στις θέσεις για τις 17 συγκρούσεις που σημειώθηκαν το 2007 στη Φλώριδα κατά τη διάρκεια του επιλεγμένου χρονικού μπλοκ.

Εικόνα 32: Βάση δεδομένων ατυχημάτων (Πηγή: National Highway Traffic Safety Administration)

Report: 2007 Washington State: Fatal Crashes by Day of Week and Time of Day									
STATE: WA	YEAR: 2007			COUNT: Number of Crashes					
OUTPUT OPTIONS:								EXPORT (CSV)	View Columns
Crash Hour	Day Of Week							Total	
	Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday		
3 am to 6 am	18	2	5	2	5	5	5	52	
6 am to 9 am	2	2	5	2	5	2	5	40	
9 am to Noon	2	2	5	8	10	2	3	34	
Noon to 3 pm	5	10	13	3	2	10	3	56	
3 pm to 6 pm	12	21	11	15	17	13	12	106	
6 pm to 9 pm	12	12	8	12	12	12	15	93	
9 pm to Midnight	11	2	5	5	2	15	2	60	
Midnight to 3 am	18	2	2	5	11	2	23	79	
Unknown	0	0	0	0	0	1	0	1	
TOTAL	87	70	64	60	74	64	61	534	

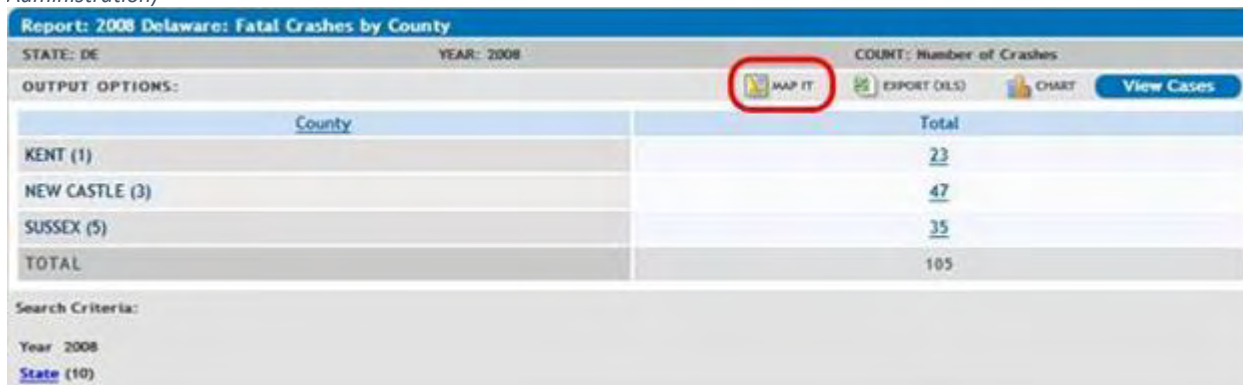
Εικόνα 33: Λειτουργία χαρτογράφησης εγκυκλοπαίδειας FARS (Πηγή: National Highway Traffic Safety Administration)



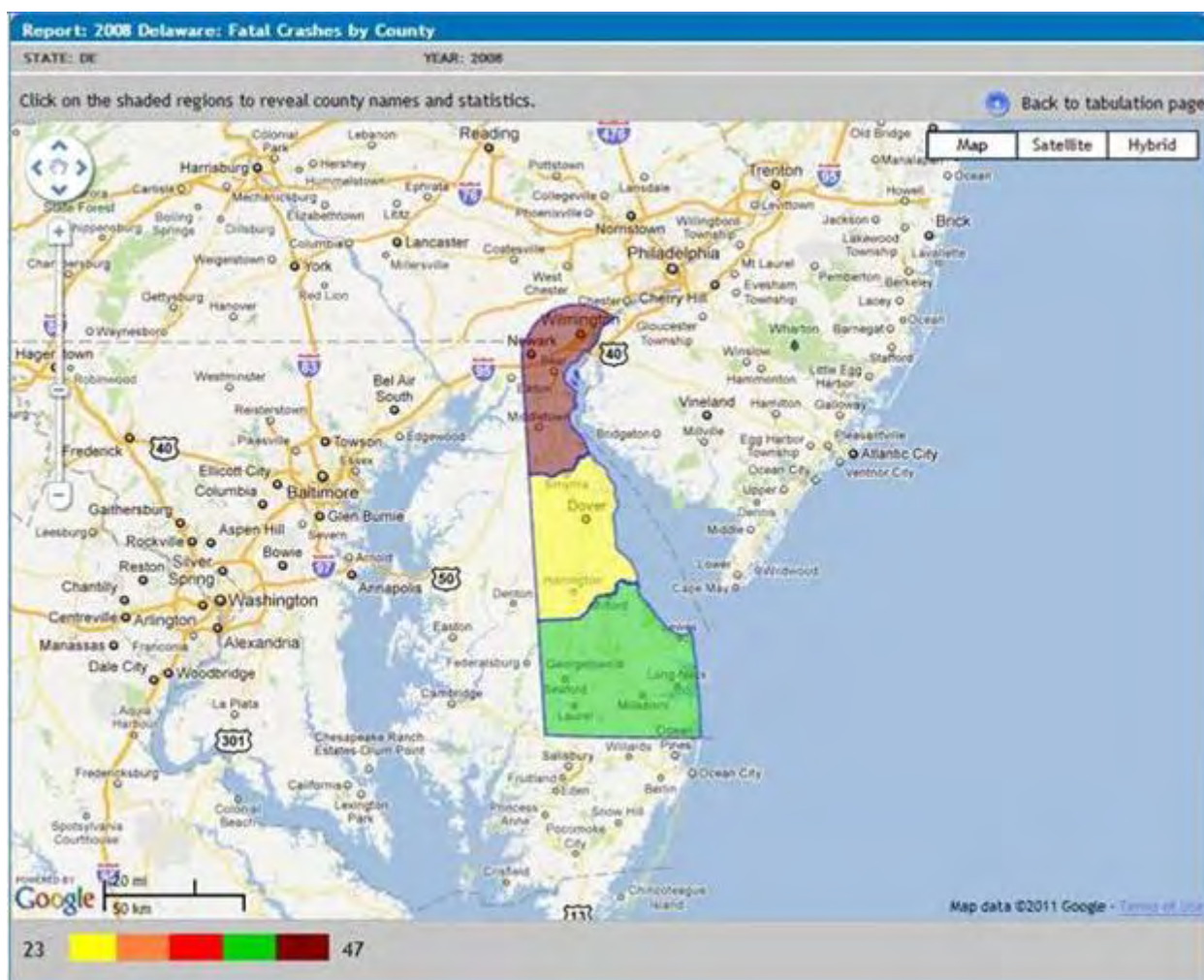
Στην ίδια λογική παρέχεται η δυνατότητα, όπου οι μονομερείς πίνακες περιλαμβάνουν μια πρόσθετη επιλογή για την εμφάνιση χαρτών έντασης συνολικών συγκρούσεων για αναφορές που συνοψίζονται ανά πολιτειακό κράτος ή από τα όρια της επαρχίας. Η επιλογή map it (εικόνα 34) δίνει τη δυνατότητα χαρτογραφικής οπτικοποίησης των συγκρούσεων σε διαδικτυακό περιβάλλον με χρήση τυπικών υβριδικών χαρτών της Google.

Σε αυτό το παράδειγμα (εικόνα 35), παρουσιάζεται χαρτογραφικά μια κατάταξη των θανατηφόρων συντριβών από την κομητεία. Εμφανίζεται ο χάρτης έντασης. Τα πιο σκούρα χρώματα αντιπροσωπεύουν κομητείες με μεγαλύτερο αριθμό θανατηφόρων συντριβών.

Εικόνα 34: Επιλογή χαρτογραφικής οπτικοποίησης δεδομένων οδικών ατυχημάτων (Πηγή: National Highway Traffic Safety Administration)



Εικόνα 35: Παράδειγμα χαρτογραφικής κατάταξης θανατηφόρων συντριβών (Πηγή: National Highway Traffic Safety Administration)

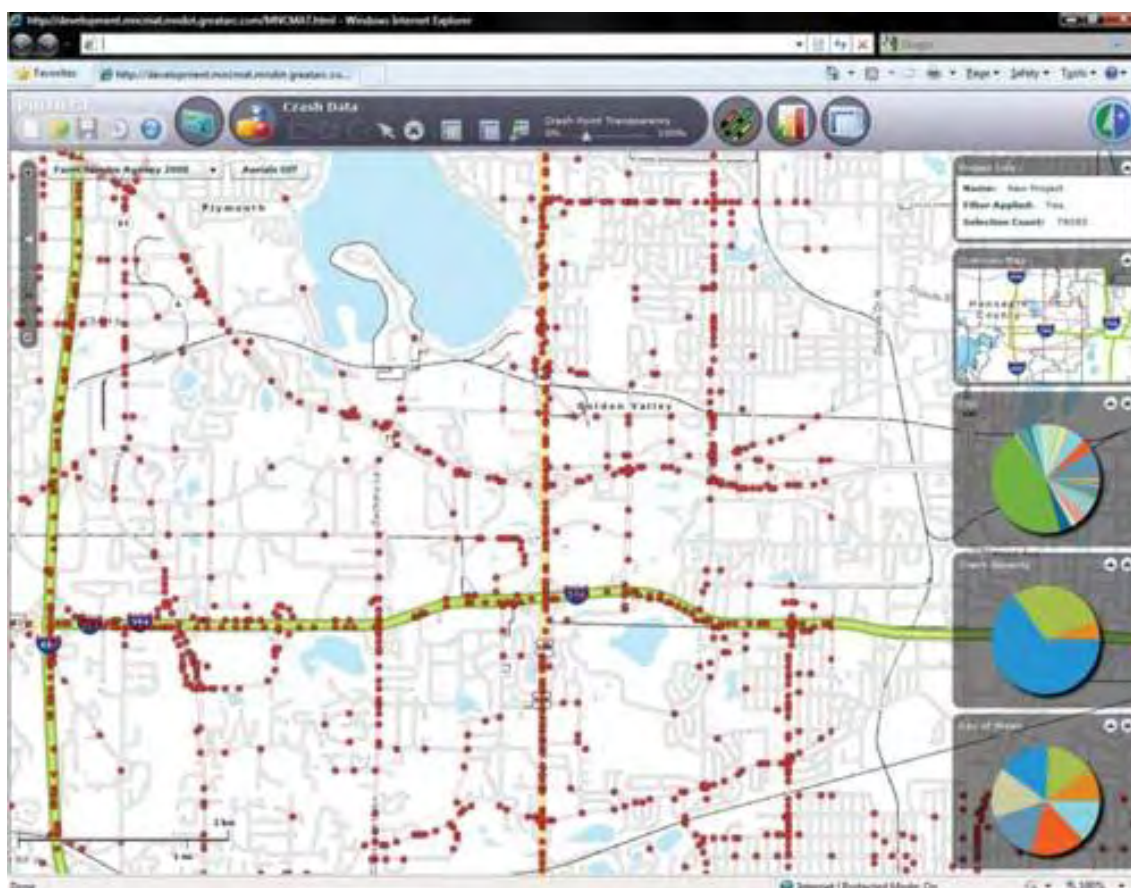


2.9 Διαδικτυακές πύλες με λειτουργικότητα χαρτογράφησης- Χαρτογράφηση συγκρούσεων με χρήση MnMAT On-Line Tool, Μιννεσότα

Αρκετά κράτη έχουν αναπτύξει εργαλεία χαρτογράφησης μέσω διαδικτύου τα οποία μπορούν να έχουν πρόσβαση σε τοπικές υπηρεσίες για ανάλυση χαρτογράφησης συντριβών. Ένα τέτοιο εργαλείο είναι το εργαλείο ανάλυσης χαρτογράφησης συγκρούσεων της Μιννεσότα (MnMAT). Το εργαλείο παρέχει πρόσβαση σε μια βάση δεδομένων συντριβών σε επίπεδο πολιτείας χρησιμοποιώντας μια πλατφόρμα Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (Minnesota Department of Transportation, 2015).

Η εικόνα 36 παρέχει ένα παράδειγμα των δεδομένων από ό,τι μπορεί να εμφανιστεί χρησιμοποιώντας το MnMAT. Το MnMAT διατίθεται δωρεάν στους οργανισμούς της Μιννεσότα (οι χρήστες θα κληθούν να ζητήσουν άδεια από την MnDOT για να έχουν πρόσβαση στο εργαλείο).

Εικόνα 36: Παράδειγμα εφαρμογής MnMAT On-Line Tool (Πηγή: Minnesota Department of Transportation, 2015)



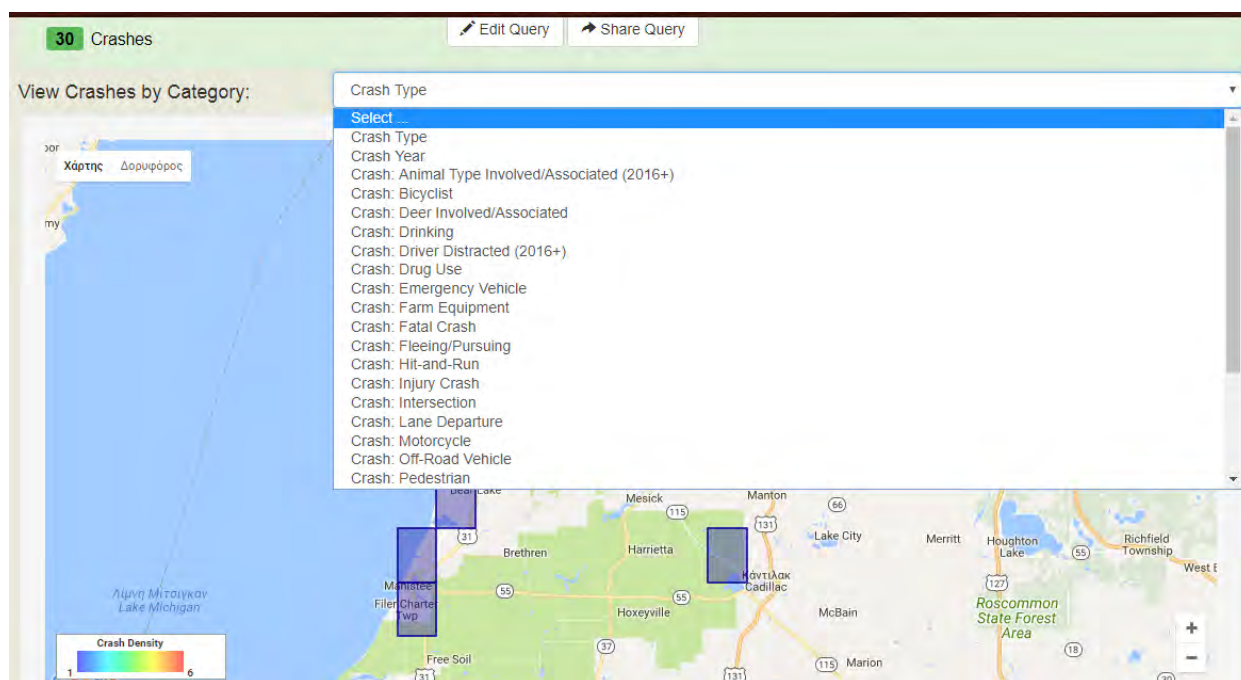
2.10 Εργαλείο ερωτήματος δεδομένων με χρήση Χάρτη- Γεγονότα σύγκρουσης κυκλοφορίας του Μίτσιγκαν, 2017.

Η συγκεκριμένη διαδικτυακή εφαρμογή (Michigan Traffic Crash Facts, 2017) επιτρέπει στους χρήστες να κατασκευάσουν μοναδικά ερωτήματα χρησιμοποιώντας δεδομένα συντριβής του Μίτσιγκαν και να δουν τα αποτελέσματα σε μορφή χάρτη. Επί του παρόντος, υπάρχουν σύνολα δεδομένων συγκρούσεων για τα έτη 2004-2016. Υπάρχουν νέα δεδομένα που προστίθενται σε βάση δεδομένων της ιστοσελίδας κάθε χρόνο, όταν η πολιτειακή αστυνομία του Μίτσιγκαν αποδεσμεύει το επίσημο κλειστό αρχείο του προηγούμενου έτους.

Με άλλα λόγια, ο ιστοχώρος με τη βάση των κυκλοφοριακών συντριβών του Μίτσιγκαν (MTCF) παρέχει στους χρήστες ετήσια επίσημα στοιχεία συγκρούσεων της ευρύτερης περιοχής του Μίτσιγκαν. Υπάρχουν δύο ενότητες στον ιστότοπο: η ενότητα Δημοσιεύσεις, που περιέχει στατιστικά στοιχεία συντριβής που χρονολογούνται από το 1992, και το εργαλείο Query Data, το οποίο επιτρέπει στους χρήστες να πραγματοποιούν προηγμένες αναζητήσεις στα δεδομένα μέσω συγκεκριμένων στοιχείων. Το εργαλείο MTCF Data Query Tool επιτρέπει στους χρήστες να δημιουργούν μοναδικά ερωτήματα χρησιμοποιώντας τα δεδομένα συντριβής του Μίτσιγκαν και να βλέπουν τα αποτελέσματα με τη μορφή χαρτών, πινάκων, λιστών, γραμμών και πινακίδων, σε χρονοδιάγραμμα ή με τη λήψη των πραγματικών εκθέσεων των αστυνομικών αρχών.

Χρησιμοποιώντας το εργαλείο δεδομένων ερωτήματος, είναι δυνατό να επιλέγονται δεδομένα από ένα συγκεκριμένο χρονικό πλαίσιο ή τοποθεσία στην πολιτεία του Michigan. Τα προκατασκευασμένα φίλτρα (εικόνα 37) δεδομένων σύγκρουσης προέρχονται απευθείας από τις αναφορές που έχουν παραδώσει οι Αρχές. Ανάλογα με το επιλεγμένο στοιχείο, οι συντριβές, μονάδα και αριθμός εμπλεκόμενων προσώπων, εμφανίζονται πάντα.

Εικόνα 37: Διαδικτυακή εφαρμογή Data Query Tool, Επιλογή τύπου σύγκρουσης (Πηγή: Michigan Traffic Crash Facts, 2017)



Τα δεδομένα μπορούν να εμφανιστούν σε διάφορες μορφές. Ένα ερώτημα μπορεί να προβληθεί σε χάρτη του Μίτσιγκαν, με έγχρωμη κωδικοποίηση βασισμένη σε καυτά σημεία που σχετίζονται με αυτό το ερώτημα. Γραμμές ράβδων, γραφήματα πίτας και χρονοδιαγράμματα μπορούν να κατασκευαστούν και να φορτωθούν. Οι πίνακες, οι λίστες και τα ημερολόγια μπορούν να δημιουργηθούν με ερωτήματα. Οι αναφορές σφαλμάτων μπορούν επίσης να μεταφορτωθούν απευθείας από την τρέχουσα επιλογή (εικόνα 38).

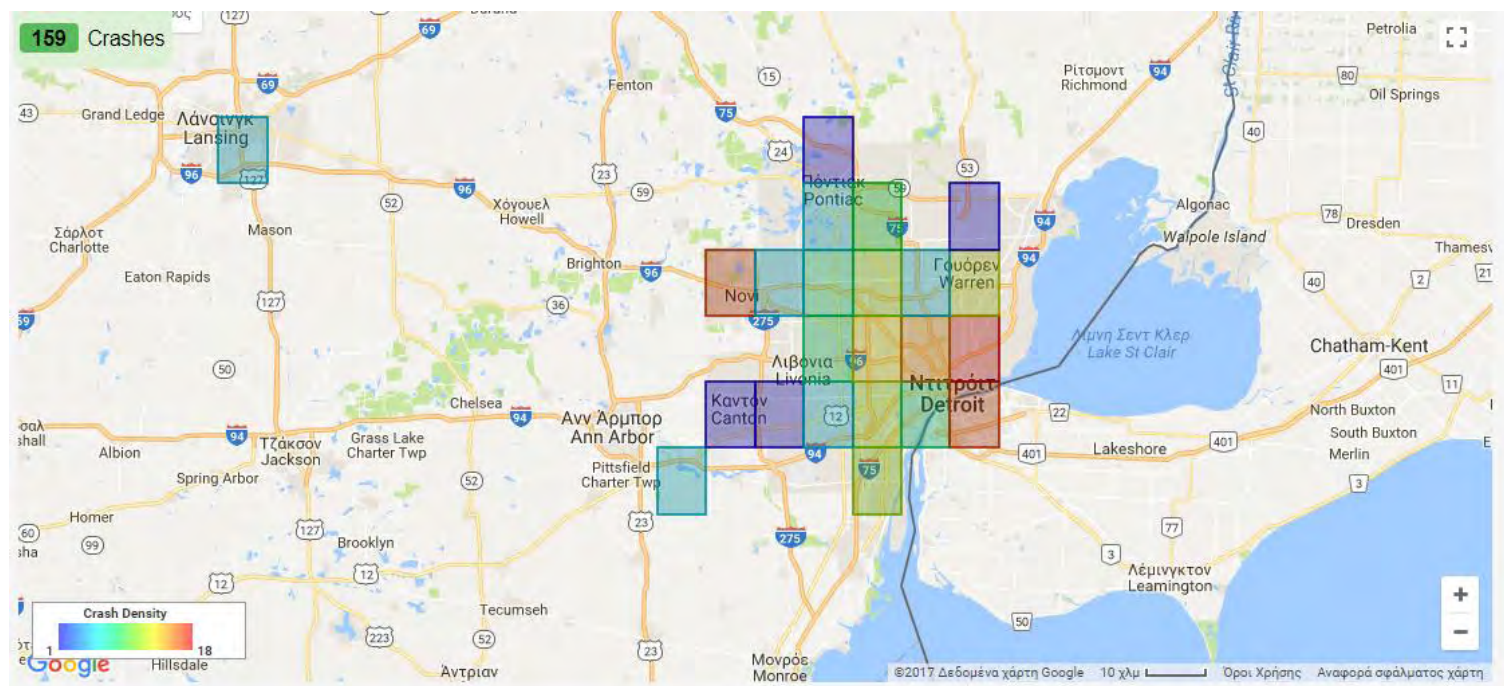
Εικόνα 38: Διαδικτυακή εφαρμογή Data Query Tool, Επιλογή παραμέτρων για την απεικόνιση ατυχημάτων (Πηγή: Michigan Traffic Crash Facts, 2017).

The screenshot displays the 'Data Query Tool' interface with the following sections:

- Analysis Level:** Three radio button options: 'Crashes - (One Result per Crash)' (selected), 'Units - (One Result per Vehicle/Driver/Pedestrian/Bicyclist/Train Engineer)', and 'People - (One Result per Occupant/Person/Party)'.
- Time Frame:** A 'Years' dropdown menu is open, showing a list of years from 2007 to 2004. A 'Date Range' input field is also visible.
- Geographic Location:** A section with a right-pointing arrow, currently empty.
- Filters:** A section with a downward arrow and a list of filter options: 'Area of Road at Crash', 'Complaint Status (2004-2015)', and 'Construction Activity (2004-2014)'. A note above the list states: 'Selecting a filter from list will allow you to set your variable parameters and apply the filter.'
- View Options:** A vertical sidebar on the right contains six options: 'View Chart', 'View Table', 'View List', 'View Calendar', 'View Map', and 'Crash Reports'.

Στο συγκεκριμένο παράδειγμα εμφανίζονται 159 ατυχήματα αφού επιλέχθηκε στο φίλτρο επίπεδο ανάλυσης το επίπεδο Συγκρούσεις, στο χρονικό επίπεδο ως έτος 2016, γεωγραφική περιοχή η ευρύτερη του Ντιτρόιτ (εικόνα 38). Στην εικόνα 39, στο πάνω αριστερά μέρος της παρουσιάζεται ο συνολικός αριθμός συγκρούσεων για την περιοχή του Ντιτρόιτ, ενώ στα χρωματιστά πλαίσια απεικονίζεται το σύνολο συγκρούσεων για κάθε σημείο της περιοχής. Κάθε χρώμα απεικονίζει πυκνότητα συντριβής, όπου τα έντονα χρώματα (κόκκινο, μωβ) δείχνουν μεγάλη πυκνότητα ατυχημάτων ανάλογα των φίλτρων που τοποθετήθηκαν και μελετάει ο αναλυτής κάθε φορά.

Εικόνα 39: Διαδικτυακή εφαρμογή Data Query Tool, Τελική απεικόνιση περιοχών κινδύνου (Πηγή: Michigan Traffic Crash Facts, 2017)



3 Ανασκόπηση σύγχρονων χαρτογραφικών εργαλείων

Για τη βελτίωση του επιπέδου της οδικής ασφάλειας, οι σύγχρονες ψηφιακές τεχνολογίες, όπως είδαμε και στην δεύτερη ενότητα έχουν προσφέρει αρκετά χρήσιμα εργαλεία. Ουσιαστικά, πρόκειται για λύση που βασίζεται στη δημιουργία μιας ψηφιακής βάσης όπου δεδομένα ατυχημάτων, επικίνδυνων θέσεων (πιθανών ή υπαρχόντων), θα καταχωρούνταν και παράλληλα, θα οπτικοποιούνταν μέσω της χαρτογραφικής τους αναπαράστασης σε μια πλατφόρμα, επεξεργασμένη από σύγχρονα χαρτογραφικά λογισμικά. Έτσι, θα γίνεται η έγκαιρη πρόβλεψη αυτών των «μαύρων σημείων» (blackspots) και ενισχύεται ο προγραμματισμός στη λήψη αποφάσεων για την αντιμετώπιση τους, με την εξάλειψη τους από τις δημόσιες αρχές ή αποφυγή τους από τους χρήστες των επικίνδυνων αυτών οδικών θέσεων.

Για το συνδυασμό χαρτογραφικής πληροφορίας και βάσεων δεδομένων (εδώ οδικής ασφάλειας), έχουν δημιουργηθεί μια σειρά από λογισμικά που παρέχουν αυτή τη δυνατότητα. Ήδη από το 1997 η εταιρεία ESRI, δημιούργησε το χαρτογραφικό λογισμικό ArcMap, το οποίο αργότερα μετονομάστηκε και είναι γνωστό ως GIS. Από το 2002, υπάρχει ελεύθερο προς εγκατάσταση το λογισμικό QGIS (open source), που παρέχει σχεδόν τις ίδιες δυνατότητες με το ArcMap. Από το 2013 και μετά, η Microsoft σε συνεργασία με τη Bing, παρέχει

τη δυνατότητα συνδυασμού βάσης δεδομένων (πίνακες Excel), και χάρτη. Η πλατφόρμα του Microsoft Excel 2013, παρέχει όλα αυτά μέσω της λειτουργίας Power Maps, που περιέχει κυρίως χάρτες στις δύο διαστάσεις του καρτεσιανού συστήματος συντεταγμένων. Μετέλιξη της αποτελούν οι τρισδιάστατοι χάρτες (προστίθεται και τρίτη διάσταση σε σχέση με πριν), που συναντώνται στο Microsoft Excel 2016, γνωστοί και ως 3D Maps. Άλλα λογισμικά που δίνουν παρόμοιες δυνατότητες είναι MapInfo, το Power BI, τα Cartoview, MapWindow GIS 5.0, Power BI Desktop, Cadcorp SIS Map Express, Tableau Public 10.4 και Smartdraw.

Εκτός από τα παραπάνω λογισμικά, υπάρχουν και αυτά που παρουσιάζουν το κάθε φαινόμενο μελέτης γραφικά με πληροφορίες (information graphics) ή αλλιώς infographics. Με άλλα λόγια, είναι μία μέθοδος παρουσίασης πληροφοριών, στοιχείων ή δεδομένων με γραφικές οπτικές αναπαραστάσεις. Ορισμένα από αυτά είναι, το Vizualize, το Infogram.

Στη συγκεκριμένη ενότητα έγινε εκτενής αναφορά στα, Microsoft Excel (3D Maps), GIS (Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών) και συγκεκριμένα στα λογισμικά ArcGIS, QGIS, Cartoview, MapWindow GIS 5.0, Power BI Desktop, Cadcorp SIS Map Express, Tableau Public 10.4 και Smartdraw.

3.1 Microsoft Excel (3D Maps)

Η πλατφόρμα του Microsoft Excel 3D Maps είναι ένα τρισδιάστατο (3-D) εργαλείο οπτικοποίησης ποσοτικών δεδομένων, που επιτρέπει την χαρτογραφική απεικόνιση αυτών, με νέους τρόπους (τρειςδιάστατα διαγράμματα, χάρτες θερμότητας και χρονοδιαγράμματα) σε έναν χάρτη που ενδέχεται να μην γίνεται με παραδοσιακούς δισδιάστατους πίνακες και διαγράμματα (2-D).

Οι χάρτες 3D, σχεδιάζονται με γεωγραφικά και χρονικά δεδομένα είτε σε έναν 3-D προσαρμοσμένο χάρτη, είτε σε 2-D, όπου ως προϊόν της Microsoft, η πλατφόρμα χρησιμοποιεί τους χάρτες Bing και δίνει τη δυνατότητα οπτικών διαδραστικών περιηγήσεων.

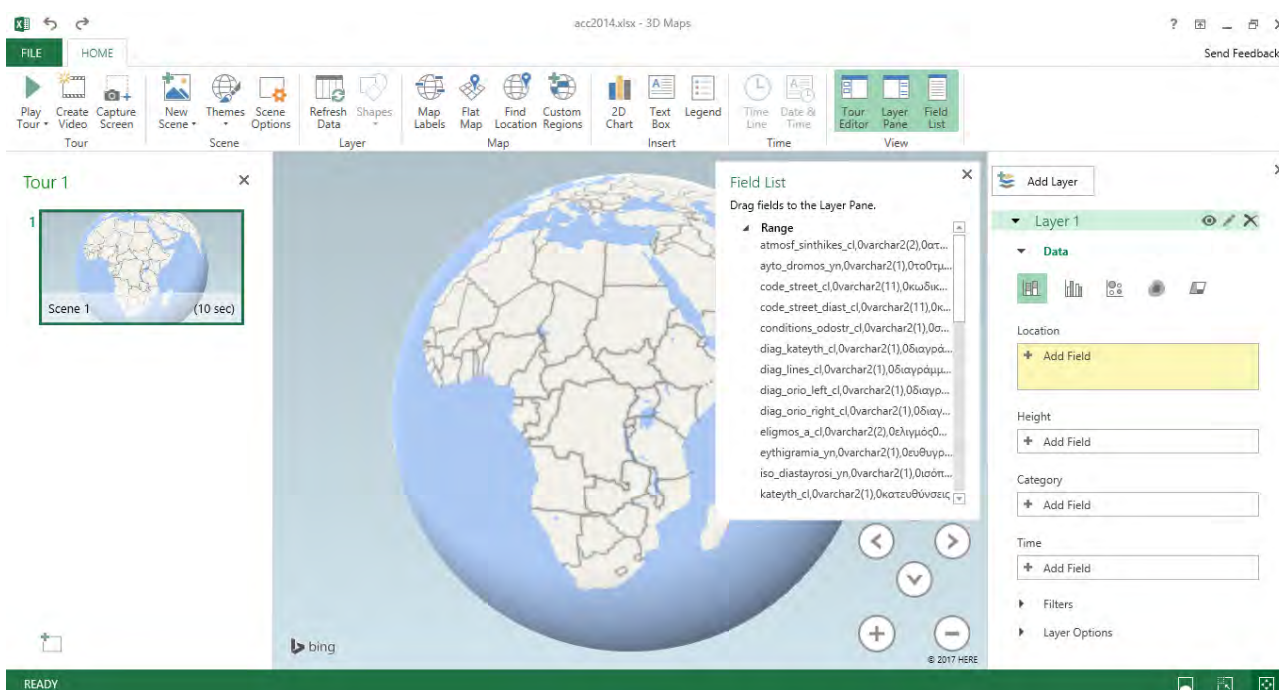
Η διαδικασία γίνεται απλά σε ένα φύλλο εργασίας του Excel, όπου έχουν εισαχθεί τα εκάστοτε δεδομένα (data) που πρόκειται να επεξεργαστούν χαρτογραφικά μέσω της λειτουργίας 3D Map. Αυτή η λειτουργία, ουσιαστικά εισάγει την χαρτογραφική πληροφορία στο λογισμικό με την επαναφόρτωση του ψηφιακού χαρτογραφικού υποβάθρου Bing. Έτσι, ο χρήστης μπορεί να παρέμβει, έχοντας δεδομένα οποιασδήποτε πληροφορίας για μια περιοχή μελέτης και να δημιουργήσει στατιστικά μεταδομένα ή προϊόντα, μόνο όμως με τη διαθέσιμη χαρτογραφική απεικόνιση Bing.

Τα εξαγόμενα αποτελέσματα αποθηκεύονται στα κλασσικά αρχεία εικόνας και μόνο με λήψη στιγμιότυπου ή οθόνης. Εναλλακτικά, με κινηματογραφικές περιηγήσεις βίντεο με τύπο .mp4. Στην εικόνα 40, παρουσιάζεται το βασικό

περιβάλλον επεξεργασίας Microsoft Excel (3D Maps), όπου η δημιουργία διαδραστικού χάρτη γίνεται ως εξής:

1. Καταχώριση των δεδομένων σε ένα φύλλο εργασίας Excel.
2. Επιλογή των δεδομένων, συμπεριλαμβανομένων των κεφαλίδων σηλών.
3. Επιλογή Εισαγωγή | Χάρτες 3D | Άνοιγμα 3D χαρτών (Insert 3D Maps | Open 3D Maps). Μετά από μερικά δευτερόλεπτα, εμφανίζεται η σελίδα όπως παρουσιάζεται στην εικόνα 40.
4. Χειροκίνητη μετακίνηση των επιθυμητών πεδίων του φύλλο εργασίας Excel στο παράθυρο Layer. Τα δεδομένα προστίθεται στο χάρτη ανάλογα με την επιθυμητή χωρική ανάλυση, είτε με εισαγωγή γεωγραφικών συντεταγμένων, ταχυδρομικού κώδικα ή απλά του ονόματος της χωρικής οντότητας (χώρας, πόλης, κοινότητας), με βασική προϋπόθεση την αντίστοιχη, με τα αντίστοιχα ονόματα που διαθέτει το υπόβαθρο των χάρτων Bing.
5. Τελική αποθήκευση σε στιγμιότυπο οθόνης ή βίντεο .mp4.

Εικόνα 40: Χάρτες 3D στο περιβάλλον του MS Excel (Πηγή: ίδια επεξεργασία)



Πηγή: Microsoft Office

3.2 GIS (Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών)

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (ΓΣΠ), είναι πληροφοριακά συστήματα διαχείρισης χωρικών δεδομένων (spatial data), γεωγραφικών δεδομένων και συσχετισμένων μεταξύ τους ιδιοτήτων. Στην πιο αυστηρή μορφή τους είναι ψηφιακά συστήματα, που ενσωματώνουν, διαχειρίζονται, αποθηκεύουν, προσαρμόζουν, αναλύουν και στο τελικό τους στάδιο παρουσιάζουν γεωγραφικά συσχετισμένες (geographically-referenced) πληροφορίες.

Γενικά, είναι ένα τρόπος συνδυασμού χαρτογραφικής πληροφορίας και ανάλυσης χωρικών δεδομένων. Τα δεδομένα αυτά (data) συνήθως λέγονται γεωγραφικά ή χαρτογραφικά ή χωρικά (spatial) και μπορεί να συσχετίζονται με μια σειρά από περιγραφικά δεδομένα τα οποία και τα χαρακτηρίζουν μοναδικά. Παρέχεται, με λίγα λόγια, η δυνατότητα στο χρήστη ενός τέτοιου συστήματος να παρέμβει στο χαρτογραφικό προϊόν, είτε διαδραστικά με ερωτήσεις χωρικού ή περιγραφικού χαρακτήρα και η απόδοση των χωρικών δεδομένων είτε αναλογικά (ψηφιακές εκτυπώσεις χαρτών με ενσωματωμένη χωρική πληροφορία), είτε ψηφιακά (διαδραστικοί χάρτες).

Σε ένα ΓΣΠ τα χωρικά δεδομένα μπορούν να αναπαρίστανται με δύο βασικές δομές: την διανυσματική δομή και τη ψηφιδωτή δομή. Σε όλα τα ΣΓΠ οι δύο δομές αποδίδονται ταυτόχρονα σε κοινές απεικονίσεις ενώ πολλά λογισμικά GIS προσφέρουν την δυνατότητα μετάβασης από τη μία δομή στην άλλη (διαδικασία ψηφιοποίησης).

Τα Διανύσματα (Vector), μπορούν να αναπαρασταθούν με τρεις βασικούς τύπους γεωμετριών: σημεία, γραμμές, πολύγωνα. Έτσι για την απόδοση της θέσης μια πόλης σε ένα χάρτη μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα σημείο, για την αποτύπωση του οδικού δικτύου μια γραμμή αποτελούμενη από πολλές κορυφές και για την αποτύπωση μιας ιδιοκτησίας ένα πολύγωνο. Στην ουσία τα πάντα αναπαρίστανται από γραμμές. Το σημείο είναι μια γραμμή μηδενικού μήκους, ενώ το πολύγωνο είναι μια ακολουθία γραμμών με αρχή και τέλος την ίδια κορυφή. Η γεωμετρία που θα υιοθετηθεί για το συμβολισμό ενός αντικειμένου εξαρτάται από την κλίμακα απεικόνισης και το σκοπό της εφαρμογής που αναπτύσσεται. Τέλος, κάθε γεωμετρία συνδέεται με μια σχέση 1-1 με μια εγγραφή σε ένα πίνακα περιγραφικών χαρακτηριστικών.

Από την άλλη, η ψηφιδωτή δομή δεδομένων (Raster) χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις που το χωρικό φαινόμενο που αποτυπώνεται χαρακτηρίζεται ως συνεχής μεταβλητή (π.χ. το υψόμετρο του εδάφους, η κατανομή του θορύβου) ή σε περιπτώσεις που στο ΓΣΠ θέλουμε να ενσωματώσουμε μια δορυφορική εικόνα ή μια σαρωμένη αεροφωτογραφία. Οι ψηφιδωτές δομές δεδομένων έχουν περιορισμένες δυνατότητες σύνδεσης με περιγραφικά χαρακτηριστικά. Οι κύριες πλατφόρμες βασισμένες στις δυνατότητες του ηλεκτρονικού υπολογιστή, που αποτελούν γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών είναι το ArcGIS, προϊόν

της ESRI αλλά και ελεύθερο (Open Source) στο διαδίκτυο λογισμικό QuantumGIS (QGIS), που αποτελεί προϊόν της OSGeo.

Η γη μπορεί να αντιπροσωπεύεται από διάφορα μοντέλα, καθένα από τα οποία μπορεί να παρέχει διαφορετικό σύνολο συντεταγμένων (π.χ. γεωγραφικό πλάτος, γεωγραφικό μήκος, κλίση) για οποιοδήποτε δεδομένο σημείο στην επιφάνεια της Γης. Το απλούστερο μοντέλο είναι να υποθέσουμε ότι η γη είναι μια τέλεια σφαίρα. Καθώς έχουν συγκεντρωθεί περισσότερες μετρήσεις της γης, τα μοντέλα της γης που περιέχουν τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, έχουν γίνει πιο εξελιγμένα και πιο ακριβή. Στην πραγματικότητα, υπάρχουν μοντέλα που ονομάζονται συστήματα αναφοράς (datums) που ισχύουν σε διαφορετικές περιοχές της γης για να παρέχουν αυξημένη ακρίβεια, όπως το NAD83 για αμερικανικές μετρήσεις και το World Geodetic System για παγκόσμιες μετρήσεις.

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών είναι αποδεδειγμένα ως μια οργανωτική, επιχειρηματική και διαρκή τεχνολογία, που υποβοηθάει τον τρόπο λειτουργίας της τοπικής αυτοδιοίκησης. Οι κυβερνητικές υπηρεσίες υιοθέτησαν την τεχνολογία GIS, ως μέθοδο για την καλύτερη διαχείριση των ακόλουθων τομέων κυβερνητικής οργάνωσης:

Τα τμήματα Οικονομικής Ανάπτυξης χρησιμοποιούν διαδραστικά εργαλεία χαρτογράφησης GIS, συγκεντρωμένα με άλλα δεδομένα (δημογραφικά στοιχεία, εργατικό δυναμικό, επιχειρήσεις, βιομηχανία, ατομικές ικανότητες) μαζί με μια βάση δεδομένων διαθέσιμων εμπορικών χώρων και κτιρίων, προκειμένου να προσελκύσουν επενδύσεις και να υποστηρίξουν υπάρχουσες επιχειρήσεις. Ακόμα, τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών βοηθούν στη λήψη αποφάσεων από την πολιτεία για τους πληθυσμούς που βρίσκονται σε κίνδυνο ή υπο-εξυπηρετούνται σε μια κοινότητα, τη βελτίωση της κατανομής πόρων, το σχεδιασμό και τη διαχείριση φυσικών πόρων, τον προγραμματισμό δημογραφικών αλλαγών στην κοινότητα (Επίσημη ιστοσελίδα ENVIRONMENT AND ECOLOGY).

Στα πλεονέκτημα που παρέχουν, είναι η δυνατότητα για την προβολή, την αμφισβήτηση, την κατανόηση, την οπτικοποίηση και την ερμηνεία των δεδομένων σε αριθμούς που αποκαλύπτουν σχέσεις, τάσεις και πρότυπα με τη μορφή σφαιρών, χαρτών, διαγραμμάτων και αναφορών. Παρέχει βοήθεια για την απάντηση σε ερωτήσεις καθώς και για την επίλυση προβλημάτων, εξετάζοντας τα δεδομένα με εύκολο και γρήγορο τρόπο.

Στην ίδια κατεύθυνση, μπορούν να απεικονίσουν τις χωρικές πληροφορίες, συμβάλλοντας στη καλύτερη διαχείριση δεδομένων, τόσο από άποψη χρόνου, όσο και από το μεγάλο πλήθος δεδομένων που είναι ικανά να διαχειριστούν. Η εμφάνιση χωρικών πληροφοριών γίνεται και εδώ, με το συνδυασμό γραφημάτων και πίνακα δεδομένων.

Σημαντική είναι και η συνεισφορά στην λήψη επιχειρηματικών αποφάσεων. Με την ανάμειξη περιφερειακών πληροφοριών και πληροφοριών

σχετικά με τη θέση με άλλες εταιρείες, οι εταιρείες μπορούν να αποκτήσουν κρίσιμες ιδέες που βοηθούν τις επιχειρήσεις τους να πετύχουν. Με χωρικά θέματα, οι εταιρείες μπορούν να επιλέξουν τόπους συναλλαγών, περιοχές βοήθειας και πελάτες που ενδιαφέρουν και να διαθέτουν τις λεπτομέρειες σε θεματικούς χάρτες και εκθέσεις για να επιτύχουν ταχύτερες και καλύτερες επιλογές για την εταιρεία (Jensen, 2010).

Στην αντίπερα όχθη, η συγκεκριμένη τεχνολογία μπορεί να θεωρηθεί ως ακριβή, περίπου 7000\$ ανά άδεια για κάθε μοναδικό σειριακό αριθμό υπολογιστή. Η τεχνολογία αυτή έπρεπε να συναρμολογηθεί και να κατασκευαστεί, για να είναι φιλική στο χρήστη. Αυτό θα μπορούσε να είναι μια μακρά, πολύπλοκη και δαπανηρή διαδικασία.

Δεδομένου ότι η γη έχει σφαιρικό σχήμα, υπάρχει γεωγραφικό σφάλμα για κάθε προβολή που αυξάνεται και με την αλλαγή κλίμακας.

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, απαιτούν καθημερινά τεράστιο αριθμό εισροών δεδομένων για να είναι πρακτική η λειτουργία τους, κάτι που τα καθιστά επιρρεπή σε λάθη, έχει σχετική απώλεια διακριτότητας. Έτσι, μπορεί να προκαλέσουν δαπανηρά λάθη, για παράδειγμα από την λανθασμένη ερμηνεία χαρτών από τους διαχειριστές ακίνητης περιουσίας.

Η διαθεσιμότητα δεδομένων είναι ένα σημαντικό ζήτημα. Εάν τα δεδομένα δεν είναι διαθέσιμα, τότε το σύστημα GIS είναι άχρηστο.

Μειονέκτημα τους επίσης αποτελεί ότι ο τεχνικός χαρακτήρας του μπορεί να απεικονίσει τα τελικά αποτελέσματα ως πιο αξιόπιστα από ό, τι είναι στην πραγματικότητα, αποκρύπτοντας τύχον σφάλματα, οδηγώντας σε έλλειψη αμφισβήτησης των αποτελεσμάτων.

Ένα άλλο ζήτημα της ανάλυσης των αποτελεσμάτων από ένα GIS είναι ότι τα αποτελέσματα θα είναι τόσο ακριβή, όσο τα δεδομένα από τα οποία προέρχονται. Έτσι, τα δεδομένα ενδέχεται να μην είναι σε θέση να εξυπηρετήσουν διαφορετικά περιβάλλοντα, ιδιαίτερα εάν αυτά δεν είναι εφαρμόσιμα.

Είναι πολύ δύσκολο να γίνουν προγράμματα GIS τα οποία είναι τόσο γρήγορα όσο και φιλικά προς τον οποιοδήποτε χρήστη, τα συστήματα GIS απαιτούν συνήθως σύνθετη γλώσσα εντολών, πεδία δεδομένων και η προσβασιμότητά τους δεν γίνεται πολύ κατανοητή και τα δεδομένα μπορεί να γίνουν ελλιπή, παρωχημένα ή λανθασμένα, καθιστώντας το GIS παραπλανητικό (Soffar, 2017).

Σε αυτό το σημείο πρέπει να τονιστεί ότι τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών δεν αποτελούν πλέον σύγχρονα εργαλεία χαρτογράφησης μιας και οι δυνατότητες τους αξιοποιούνται συνεχώς τα τελευταία 20 έτη. Βέβαια, οι δυνατότητες που κάθε χρόνο προστίθενται σε αυτά κυρίως με τη μορφή ενημερώσεων λογισμικού και το πλήθος των εφαρμογών που έχουν αναπτυχθεί με βάση την αρχιτεκτονική τους, τα καθιστούν ως τα πιο αξιόπιστα και διαδεδομένα εργαλεία χαρτογράφησης.

3.2.1 ArcGIS

Το ArcGIS είναι ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών (GIS) για την επεξεργασία χαρτών και γεωγραφικών πληροφοριών. Χρησιμοποιείται για τη δημιουργία, τη σύνταξη και τη χρήση χαρτών, γεωγραφικών δεδομένων, την ανάλυση χαρτογραφημένων πληροφοριών, την κοινή χρήση και την ανακάλυψη γεωγραφικών πληροφοριών, τη χρήση χαρτών και γεωγραφικών πληροφοριών σε μια σειρά εφαρμογών και τη διαχείριση γεωγραφικών πληροφοριών σε μια βάση δεδομένων.

Το σύστημα παρέχει μια υποδομή για τη δημιουργία χαρτών και γεωγραφικών πληροφοριών για έναν οργανισμό, ή σε μια κοινότητα και όλες οι τελικές πληροφορίες είναι ελεύθερες προς χρήση στο διαδίκτυο.

Η εταιρεία Esri (Roads and Highways), μέσω του λογισμικού ArcGIS, αποτελεί λύση γραμμικού συστήματος αναφοράς (LRS) που επιτρέπει στους κρατικούς οργανισμούς μεταφορών να ενσωματώσουν δεδομένα, από δίκτυα πολλαπλών γραμμικών συστημάτων αναφοράς (τοπικοί οδοί) για να αποκτήσουν μια ολοκληρωμένη εικόνα των οδικών αξόνων τους.

Το ArcGIS περιλαμβάνει το ακόλουθο πακέτο λογισμικού επιφάνειας εργασίας των Windows με τις αντίστοιχες δυνατότητες: το ArcReader, που επιτρέπει σε κάποιον να προβάλλει και να αναζητά τους χάρτες που έχουν δημιουργηθεί με τα άλλα προϊόντα του ArcGIS. Με άλλα λόγια, το ArcReader είναι ένα δωρεάν, εύχρηστο προϊόν το οποίο επιτρέπει σε οποιονδήποτε να προβάλλει, να ερευνήσει και να εκτυπώσει δημοσιευμένα αρχεία χάρτη (PMFs). Σχεδιάστηκε για προβολή και κοινή χρήση χαρτών που έχουν πρόσβαση σε μια μεγάλη ποικιλία δυναμικών γεωγραφικών δεδομένων. Οποιοσδήποτε με το ArcReader, μπορεί να αποκτήσει πρόσβαση σε υψηλής ποιότητας χάρτες που δημιουργούνται από το ArcGIS Desktop. Το ArcReader λειτουργεί μόνο με δημοσιευμένα αρχεία χάρτη, τα οποία δημιουργήθηκαν με τον ArcGIS Publisher.

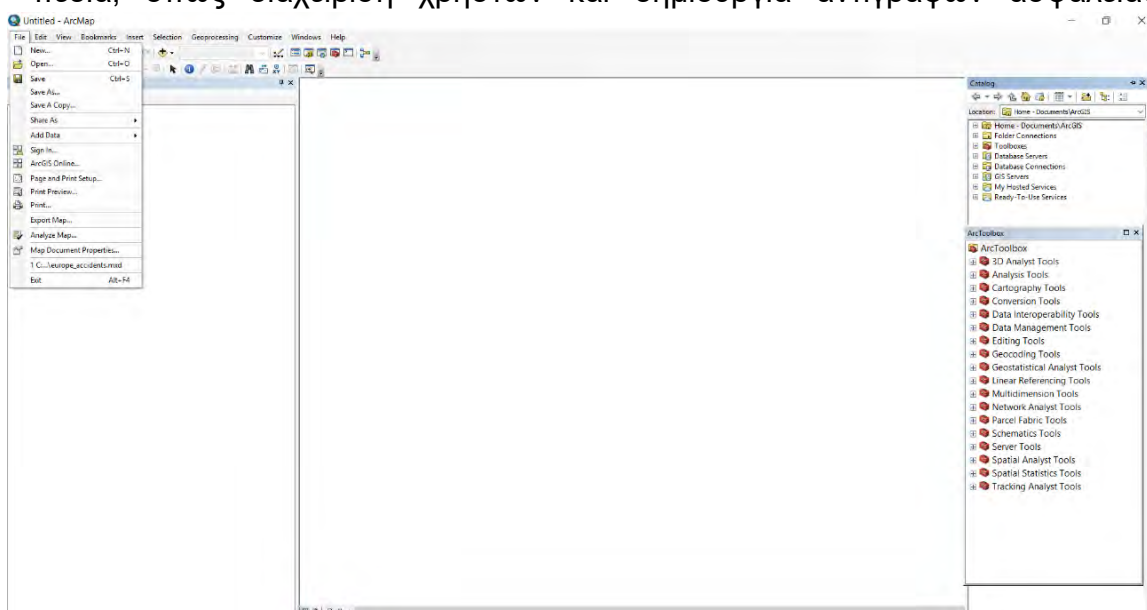
Ακόμα, περιλαμβάνει το ArcView, το οποίο χαρακτηρίζεται δημοφιλές λογισμικό χαρτογράφησης γραφικών και λογισμικού GIS στον κόσμο. Το ArcView περιλαμβάνει όλες τις λειτουργίες του ArcReader και παρέχει οπτικοποίηση γεωγραφικών δεδομένων, χωρικά ερωτήματα και ανάλυση, και τις δυνατότητες ολοκλήρωσης μαζί με τη δυνατότητα δημιουργίας και επεξεργασίας γεωγραφικών δεδομένων.

Για τη δημιουργία και την επεξεργασία βάσης με γεωχωρικά δεδομένα (geodatabase) η ESRI ανέπτυξε το εργαλείο ArcEditor, που περιλαμβάνει όλες τις λειτουργίες του ArcView. Οι πρόσθετες λειτουργίες περιλαμβάνουν υποστήριξη για επεξεργασία από πολλούς χρήστες, σχολιασμό που σχετίζεται με τα χαρακτηριστικά και προηγμένη τοπολογική επεξεργασία.

Το ArcGIS for Desktop, το οποίο διαθέτει άδεια χρήσης σε τρία επίπεδα λειτουργικότητας. Το πρώτο ονομάζεται ArcGIS for Desktop Basic (παλαιότερα γνωστό ως ArcView) και επιτρέπει σε κάποιον να προβάλλει χωρικά δεδομένα, να δημιουργεί χρωματικούς χάρτες και να εκτελεί βασικές χωρικές αναλύσεις. Το ArcGIS for Desktop Standard (παλαιότερα γνωστό ως ArcEditor), το οποίο εκτός από τη λειτουργικότητα του ArcView περιλαμβάνει πιο προηγμένα εργαλεία για το χειρισμό των shapefiles και των γεωγραφικών δεδομένων.

Τέλος, το ArcGIS for Desktop Advanced (παλαιότερα γνωστό ως ArcInfo), το οποίο περιλαμβάνει δυνατότητες επεξεργασίας και ανάλυσης δεδομένων.

Οι εργασίες διαχείρισης βάσεων δεδομένων για προσωπικά γεωγραφικά πεδία, όπως διαχείριση χρηστών και δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας,



Εικόνα 41: Περιβάλλον λογισμικού ArcGIS (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)

μπορούν να γίνουν μέσω του ArcCatalog. Οι γεωβάσεις, βασίζονται στη Microsoft Access, εκτελούνται μόνο στα Microsoft Windows και έχουν όριο μεγέθους 2 gigabyte (Επίσημη ιστοσελίδα Marathon Data Systems).

3.2.2 QGIS

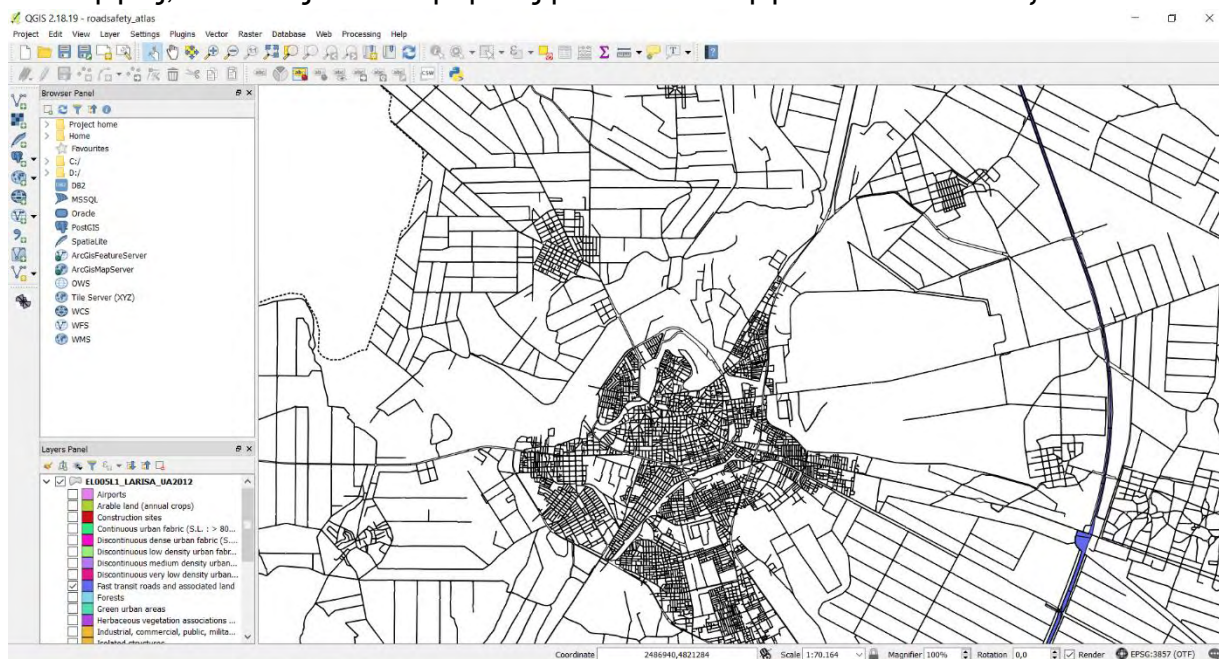
Το Quantum GIS (QGIS) είναι ένα φιλικό προς το χρήστη σύστημα γεωγραφικών πληροφοριών, ανοικτού κώδικα (GIS) που λειτουργεί σε Linux, Unix, Mac OSX και Windows. Διατίθεται ελεύθερο στο διαδίκτυο, σε σχέση με το ArcGIS, το οποίο απαιτεί αντίτιμο για την άδεια χρήσης του. Υποστηρίζει την προβολή, την επεξεργασία και την ανάλυση γεωχωρικών δεδομένων.

Υποστηρίζει μορφές διανυσμάτων, εικόνων και βάσεων δεδομένων. Το QGIS είναι εγκεκριμένο βάσει της Γενικής Δημόσιας Άδειας GNU. Το QGIS επιτρέπει την περιήγηση και δημιουργία με δεδομένα χάρτη στον υπολογιστή.

Υποστηρίζει πολλές κοινές μορφές χωρικών δεδομένων (π.χ. ESRI ShapeFile, geotiff).

Λειτουργεί ως λογισμικό συστήματος γεωγραφικών πληροφοριών (GIS), επιτρέποντας στους χρήστες να αναλύουν και να επεξεργάζονται χωρικές πληροφορίες, εκτός από τη σύνθεση και την εξαγωγή γραφικών χαρτών.

Το QGIS ενσωματώνει και άλλα πακέτα GIS ανοιχτού κώδικα, συμπεριλαμβανομένων των PostGIS, GRASS GIS και MapServer. Οι προσθήκες γραμμένες σε Python ή C ++ επεκτείνουν τις δυνατότητες του QGIS. Οι προσθήκες μπορούν να πραγματοποιήσουν γεωκωδικοποίηση χρησιμοποιώντας το API Google Geocoding, να εκτελούν γεωχωρικές λειτουργίες, οι οποίες είναι παρόμοιες με τα τυπικά εργαλεία που εντοπίζονται



Εικόνα 42: Περιβάλλον λογισμικού QGIS (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)

στο ArcGIS και να αλληλεπιδρούν με τις βάσεις δεδομένων PostgreSQL/PostGIS, Spatialite και MySQL (Επίσημη ιστοσελίδα Wikipedia, QGIS).

3.2.3 Συγκριτική Αξιολόγηση λειτουργικών χαρακτηριστικών ArcGIS, QGIS

Στην επίσημη ιστοσελίδα GIS Geography, γίνεται ακριβής περιγραφή των συγκριτικών διαφορών των λογισμικών ArcGIS, QGIS, κυρίως σε σχέση με τα λειτουργικά τους χαρακτηριστικά.

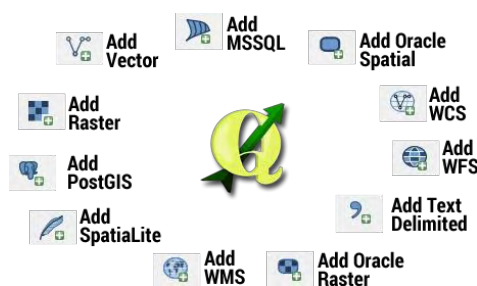
Όσον αφορά την κατανάλωση δεδομένων, το QGIS, σε αντίθεση με το ArcGIS έχει το πλεονέκτημα στην κατανάλωση δεδομένων. Το QGIS είναι ευπροσάρμοστο και χρησιμοποιεί τη βιβλιοθήκη GDAL / OGR για να διαβάσει

και να γράφει μορφές δεδομένων GIS. Υποστηρίζονται πάνω από 70 μορφές διανυσμάτων. Το QGIS κατασκευάστηκε για να συνεργαστεί με το PostGIS, όπως επίσης με τις διανυσματικές μορφές αρχείων ENC, shapefile, geodatabase, μορφές MapInfo, μορφές αρχείων Microstation, AutoCAD DXF, SpatialLite, Oracle Spatial, MSSQL χωρικές βάσεις δεδομένων, WellKnownText (WKT).

Και τα δύο χαρακτηρίζονται από απλότητα στην χρήση και κυρίως στην μεταφόρτωση διαφόρων τύπων δεδομένων, όπου ένα απλό κουμπί απλοποιεί την προσθήκη δεδομένων, επειδή αναγνωρίζει όλες τις μορφές αρχείων (format). Στην εικόνα 43, φαίνεται αυτή η επιλογή στο ArcGIS, ενώ στην εικόνα 44, η αντίστοιχη επιλογή στο QGIS.



Εικόνα 43: Εντολή προσθήκης δεδομένων στο ArcGIS.



Εικόνα 44: Εντολή προσθήκης δεδομένων στο QGIS.

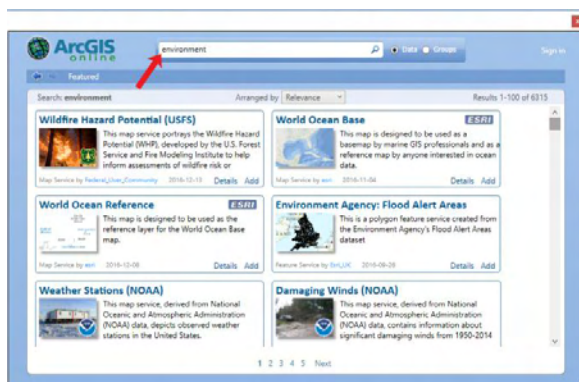
Για τη διάθεση γεωχωρικών δεδομένων, αλλά και τη δημιουργία μεταδεδομένων, περιέχουν αντίστοιχα το QGIS Browser και το ArcCatalog. Ουσιαστικά, είναι ανεξάρτητες εφαρμογές διαχείρισης δεδομένων GIS. Δίνουν βασικές λειτουργίες προεπισκόπησης, αλλά εστιάζουν στην πρόσβαση και την οργάνωση δεδομένων. Με τα χρόνια, τα μεταδεδομένα έχουν εξελιχθεί σε διάφορες μορφές (ISO, FGDC, INSPIRE και NAP). Το ArcCatalog δίνει στους χρήστες την επιλογή να επιλέξουν τα δικά τους πρότυπα μεταδεδομένων. Τόσο το QGIS Browser όσο και το ArcCatalog βοηθούν στην εύκολη πλοήγηση στο σύστημα αρχείων και στη διαχείριση των γεωγραφικών δεδομένων.

Τόσο το ArcGIS όσο και το QGIS χειρίζονται το σύστημα συντεταγμένων του εισερχόμενου αρχείου (CRS²) με φιλικό προς το χρήστη τρόπο. Το πρώτο σύνολο δεδομένων που προσθέτει ο χρήστης στο ArcMap καθορίζει το σύστημα συντεταγμένων. Όταν προστίθενται άλλα σύνολα δεδομένων σε άλλα συστήματα συντεταγμένων, το ArcGIS θα προβάλει τα δεδομένα "εν κινήσει". Αυτό σημαίνει ότι το στρώμα θα ταιριάζει με το αρχικό στρώμα και το σύστημα συντεταγμένων του πλαισίου δεδομένων. Μια «Άγνωστη Χωρική Αναφορά»,

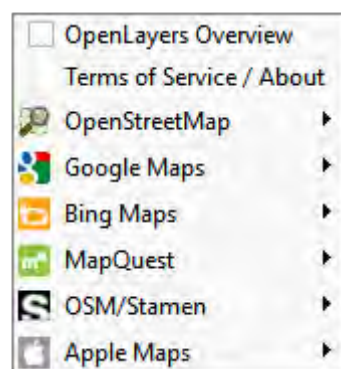
² Αρχικά από το Coordinate System.

σημαίνει ότι υπάρχει μια σύγκρουση στοιχείων. Σε αυτή την περίπτωση, στην κάτω δεξιά γωνία του ArcMap θα εμφανιστούν "άγνωστες μονάδες" και θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί το εργαλείο Ορισμός προβολής, για τον προσδιορισμό προβολικού συστήματος. Το QGIS υποστηρίζει 2.700 γνωστά συστήματα αναφοράς συντεταγμένων (CRS). Το λογισμικό, δίνει τη δυνατότητα ορισμού CRS σε παγκόσμιο επίπεδο, ακόμα και για δεδομένα, χωρίς προκαθορισμένο σύστημα αναφοράς. Επιτρέπει επίσης, τον ορισμό προσαρμοσμένου CRS και υποστηρίζει την προβολή σε πραγματικό χρόνο των διανυσμάτων και των στρώσεων ψηφιακού raster.

Το ArcGIS Online παρέχει στο χρήστη δεδομένα GIS πραγματικού κόσμου. Μια γενική αναζήτηση για "περιβάλλον" επιστρέφει πάνω από 2887 σύνολα δεδομένων GIS. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν δεδομένα όπως η συνολική ετήσια βροχόπτωση, βαθυμετρικοί χάρτες ωκεανών, δεδομένα μετεωρολογικών σταθμών και άλλα. Η αντίστοιχη λειτουργία στο QGIS συναντάται στο plugin OpenLayers, που διαθέτει λιγότερες πληροφορίες σε σχέση με το ArcGIS Online.



Εικόνα 45: ArcGIS Online με δεδομένα GIS (Πηγή: GIS Geography).



Εικόνα 46: Plugin OpenLayers (Πηγή: GIS Geography).

Για τη γεωχωρική επεξεργασία (geoprocess) το QGIS υπερτερεί του ArcGIS. Το ArcGIS έχει ένα πολύ σταθερό και εκτεταμένο πλαίσιο γεωμεταποίησης. Ωστόσο, το επίπεδο άδειας, καθορίζει τα εργαλεία που μπορεί να χρησιμοποιήσει ο χρήστης του. Μια βασική άδεια, παρέχει πρόσβαση σε ένα μεγάλο αριθμό ισχυρών εργαλείων, όμως η προηγμένη άδεια δίνει πρόσβαση σε όλα. Το QGIS είναι λογισμικό ανοικτού κώδικα. Αυτό σημαίνει αυτόματα ότι δεν υπάρχουν επίπεδα άδειας χρήσης στο QGIS. Το λογισμικό QGIS ανοικτού κώδικα δεν περιορίζει τα εργαλεία που μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Εάν θέλει ο χρήστης να χρησιμοποιήσει το εργαλείο διαγραφής στο ArcGIS 10, θα πρέπει να ενεργοποιήσει την προηγμένη άδεια. Αν δεν υπάρχουν διαθέσιμες προηγμένες άδειες χρήσης, αυτό σημαίνει ότι δεν μπορείτε να χρησιμοποιήσετε

το εργαλείο διαγραφής. Το εργαλείο διαγραφής είναι άμεσα διαθέσιμο στο QGIS στην εργαλειοθήκη Vector Analysis. Το ίδιο με το εργαλείο συμμετρικής διαφοράς, το οποίο δεν είναι διαθέσιμο με μια βασική άδεια ArcGIS.

Για την τρισδιάστατη ανάλυση και απεικόνιση δεδομένων είναι εμφανέστερες οι διαφορές στα δύο λογισμικά. Το ArcGlobe και το ArcScene είναι ανεξάρτητα προγράμματα χρησιμοποιώντας την επέκταση του τρισδιάστατου αναλυτή. Αυτές οι εφαρμογές, δίνουν την δυνατότητα επεξεργασίας στις τρεις διαστάσεις (3D). Το ArcScene προορίζεται για μικρές σκηνές χώρου μελέτης. Το QGIS δεν διαθέτει αξιοπρεπή 3D υποστήριξη. Το πρόσθετο Qgis2threejs μπορεί να χρησιμοποιηθεί για απεικόνιση δεδομένων σε τρεις διαστάσεις. Το πρόσθετο Qgis2threejs εξάγει δεδομένα εδάφους και διανυσματικά δεδομένα σε πρόγραμμα περιήγησης ιστού.

Για την εφαρμογή τοπολογικών κανόνων και γενικά για την επεξεργασία τοπολογίας το ArcGIS δίνει πλήθος επιλογών για τη διόρθωση σφαλμάτων επεξεργασίας. Ο καθορισμός τοπολογίας του ArcGIS είναι διαδραστικός. Ένα-ένα, μπορεί ο χρήστης να αναγνωρίσει το τοπολογικό σφάλμα και να το διορθώσει. Αν τα δεδομένα έχουν λάθη (επικαλύψεις, κενά), το ArcGIS υποστηρίζει πλουσιότερους, πολύπλοκους ελέγχους σφαλμάτων με τα εργαλεία τοπολογίας και διαθέτοντας πάνω από 30 κανόνες τοπολογίας με τον επιθεωρητή σφαλμάτων. Η αντιμετώπιση προβλημάτων τοπολογίας μπορεί να γίνει με αυτόματες ή μη αυτόματες επιδιορθώσεις. Το QGIS παρέχει ορισμένους κανόνες για τοπολογία: "πρέπει να περιέχει", "δεν πρέπει να έχει διπλότυπα", "δεν πρέπει να έχει κενά", "δεν πρέπει να έχει άκυρες γεωμετρίες", "δεν πρέπει να έχει γεωμετρίες πολλαπλών τμημάτων" "Και" δεν πρέπει να επικαλύπτονται με ". Έτσι, ο χρήστης επικυρώνει τη γεωμετρία βάσει αυτών των κανόνων, αλλά δεν μπορεί να παρέμβει και να την διορθώσει αν είναι εσφαλμένη.

3.3 Cartoview

Το Cartoview αποτελεί μετέλιξη του SDI GeoNode, παρέχοντας τη δυνατότητα στο χρήστη να δημιουργεί, να μοιράζεται και να σπικκοποιεί τις εφαρμογές χαρτογράφησης των GIS πολύ εύκολα και πολύ γρήγορα από το πρόγραμμα περιήγησης του υπολογιστή του (Internet Explorer, Google Chrome, Mozilla Firefox, κ.α.), και χωρίς να χρησιμοποιεί γνώσεις κλασικού προγραμματισμού. Το Cartoview είναι ένα γεωχωρικό διαδικτυακό ανοιχτού κώδικα εργαλείο (εφαρμογή) για τη διαχείριση και την ανάπτυξη γεωχωρικών και επιχειρηματικών εφαρμογών.

Το GeoNode είναι ένα σύστημα διαχείρισης περιεχομένου (CMS) ανοιχτού κώδικα για γεωχωρικά δεδομένα. Πρόκειται για μια διαδικτυακή εφαρμογή και πλατφόρμα για την ανάπτυξη γεωπεριβαλλοντικών συστημάτων πληροφοριών

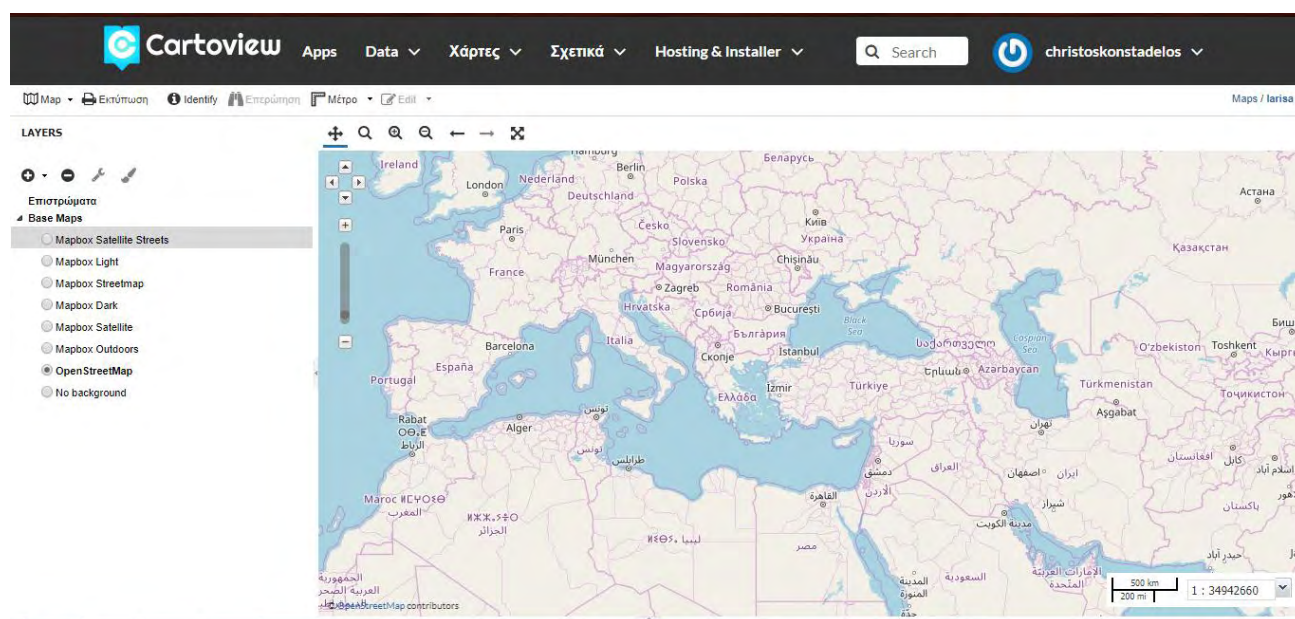
(GIS) και για την ανάπτυξη υποδομών χωρικών δεδομένων (SDI). Το CartoView επεκτείνει το GeoNode για να παρέχει τη δυνατότητα δημιουργίας, κοινής χρήσης και οπτικοποίησης των εφαρμογών χαρτογράφησης GIS στο διαδίκτυο.

Το Cartoview είναι ενσωματωμένο στον Open Catalog, το οποίο βοηθά τους οργανισμούς να διαχειρίζονται και να δημοσιεύουν μεταδεδομένα για τους γεωχωρικούς τους πόρους, για να επιτρέπουν στους χρήστες να ανακαλύπτουν και να συνδέονται με αυτούς τους πόρους.

Δίνει τη δυνατότητα σε κοινότητες χρηστών να μοιράζονται γεωχωρικές εφαρμογές, να συνεργάζονται σε αυτές τις εφαρμογές και να ανταλλάσσουν τα υποκείμενα δεδομένα ως υπηρεσίες διαδικτύου, συμβατές με τις προδιαγραφές του Open Geospatial Consortium (OGC).

Έχει κατασκευαστεί χρησιμοποιώντας λογισμικό ανοιχτού κώδικα και περιέχει ανοιχτά πρότυπα, διαθέσιμα σε όλους τους χρήστες των GIS, με τελικό σκοπό να μεγιστοποιήσει τη διαλειτουργικότητα (Πηγή: Επίσημη ιστοσελίδα Cartologic).

Εικόνα 47: Διαδικτυακό λογισμικό Cartoview (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)



3.4 MapWindow GIS 5.0

Σύμφωνα με την επίσημη ιστοσελίδα OSGeo-Live 11.0, το MapWindow GIS 5.0 αποτελεί ένα λογισμικό ανοιχτού κώδικα (open source). Η συγκεκριμένη εφαρμογή ουσιαστικά είναι ένα ελεύθερο, επεκτάσιμο, γεωγραφικό σύστημα πληροφοριών (GIS) που υποστηρίζει χειρισμούς, σχετικούς με την ανάλυση και

προβολή των γεωχωρικών δεδομένων. Πρόκειται για ένα επεκτάσιμο σύστημα γεωγραφικών πληροφοριών. Αυτό σημαίνει, ότι μπορεί ο χρήστης να δημιουργήσει προσθήκες μέσω κλασσικού προγραμματισμού για να προσθέσει επιπλέον λειτουργίες.

Περιλαμβάνει τυπικά χαρακτηριστικά απεικόνισης δεδομένων GIS, καθώς και επεξεργασία χαρακτηριστικών πινάκων βάσεων δεδομένων DBF(Database File), επεξεργασία shaperefile και εισαγωγή και μετατροπή πλέγματος. Το MapWinGIS ActiveX περιλαμβάνει ένα API³ GIS για δεδομένα shaperefile και πλέγμα με πολλές ενσωματωμένες λειτουργίες GIS.

Είναι μια εντελώς νέα βάση κώδικα γραμμένη εξ ολοκλήρου στη γλώσσα προγραμματισμού C#. Το MapWindow 5.0 (εικόνα 48) εξακολουθεί να χρησιμοποιεί το MapWinGIS ως μηχανισμό χαρτογράφησης του, καθιστώντας τον πολύ γρήγορο. Το MapWindow 5.0 υποστηρίζει γεωγραφική βάση δεδομένων (PostGIS, MS-SQL Spatial, Spatialite), WMS, εργαλεία πολλαπλών σπειρωμάτων και πολλά άλλα.

Το συγκεκριμένο λογισμικό εμπεριέχει ορισμένες δυνατότητες που το κάνουν εύχρηστο στον τελικό χρήστη.

Οι κυριότερες είναι: εντοπισμός και επιλογή χωρικών, γεωμετρικών χαρακτηριστικών, επεξεργασία, προβολή, αναζήτηση χαρακτηριστικών, λειτουργία προβολής κίνησης, επιλογή χαρακτηριστικών και διάταξης εκτύπωσης (MapWindow Print Layout), χαρακτηρισμός χαρακτηριστικών οπτικοποίησης, επιλογή συμβόλων των χρησιμοποιούμενων διανυσμάτων, αλλά και ψηφιδωτών.

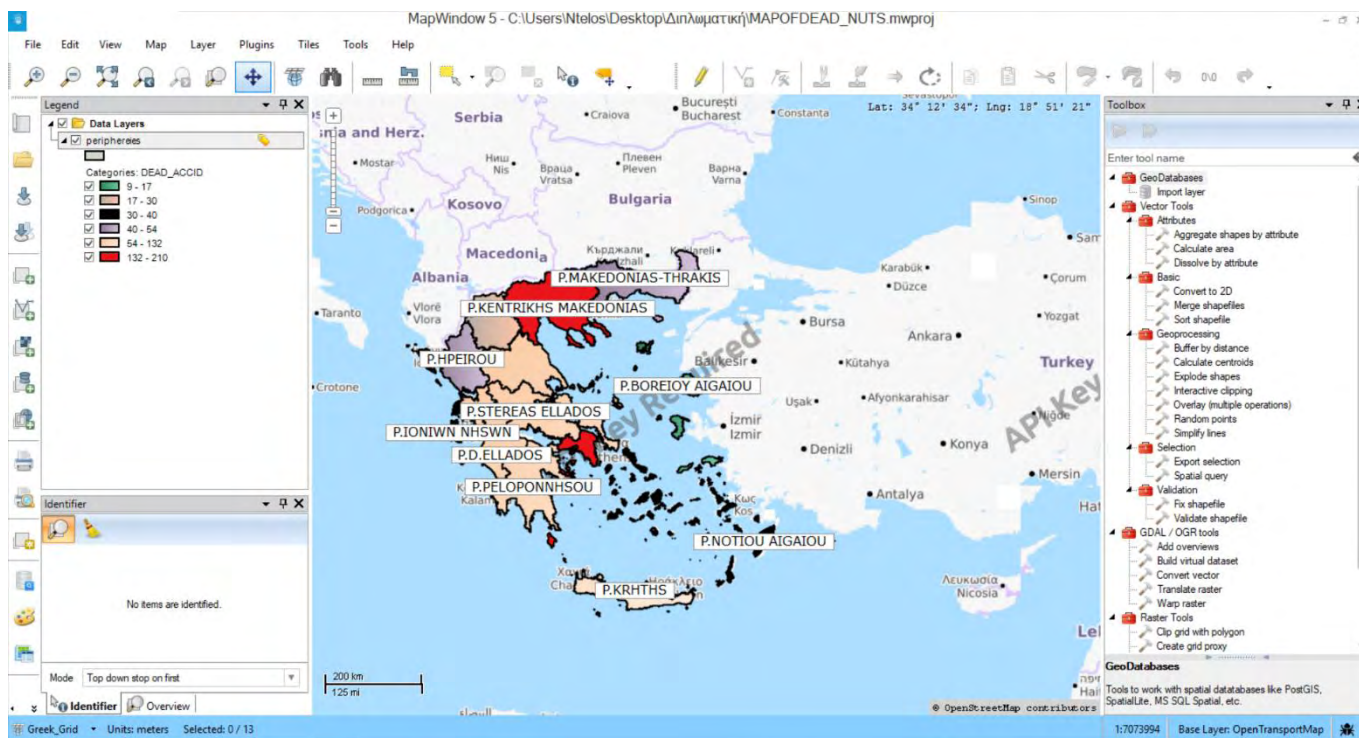
Επίσης, παρέχεται η εύκολη προβολή πολλών μορφών διανυσμάτων, αλλά και ψηφιδωτών (Vector και Raster). Οι περισσότερες μορφές διανυσμάτων που υποστηρίζονται είναι αρχεία τύπου shape ESRI, MapInfo, SDTS και GML, ενώ οι αντίστοιχες των ψηφιδωτών (Raster) είναι τα ψηφιακά μοντέλα εδάφους, αεροφωτογραφίες ή δορυφορικές εικόνες του γήινου εδάφους, αλλά και ψηφιακοί χάρτες, όπως το OpenStreetMap, το Bing maps και το ArcGIS Online.

Σε αντιστοιχία με τις δυνατότητες των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, το Map Window είναι χρήσιμο για τη δημιουργία, επεξεργασία και εξαγωγή χωρικών δεδομένων χρησιμοποιώντας εργαλεία ψηφιοποίησης για μορφή shaperefile, τη δυνατότητα γεωαναφοράς αρχείου εικόνας τύπου raster. Ακόμα, διαθέτει, εργαλεία GPS για εισαγωγή και εξαγωγή διανυσματικών αρχείων μορφής GPX, μετατροπή άλλων μορφών GPS σε GPX, και απευθείας σύνδεση σε μονάδα GPS, για εργασίες πλοήγησης.

³ Ένα σύνολο μεθόδων, πρωτοκόλλων και εργαλείων που χρησιμοποιούν οι προγραμματιστές εφαρμογών για να δημιουργήσουν ή να προσαρμόσουν ένα πρόγραμμα λογισμικού. Τα API μπορούν να κατασκευαστούν για οποιαδήποτε γλώσσα προγραμματισμού.

Το 2016 μετακινήθηκε ο πηγαίος κώδικας από το CodePlex στο GitHub. Στην εικόνα 48, παρουσιάζεται η αρχική οθόνη του λογισμικού, όπου διακρίνονται οι βασικές λειτουργίες του.

Εικόνα 48: Περιβάλλον λογισμικού MapWindow5 (πηγή: Ίδια επεξεργασία)



Παρατηρούμε, ότι το περιβάλλον του MapWindow περιλαμβάνει ένα σύνολο εργαλείων για κοινή γεωχωρική επεξεργασία (Toolbox), στο δεξί άκρο της εικόνας 48. Η κύρια σειρά εργαλείων βρίσκεται στο GIS Toolbox, αλλά υπάρχουν και πρόσθετες λειτουργίες, γνωστές ως ανεξάρτητες προσθήκες (plug ins).

3.5 Power BI Desktop

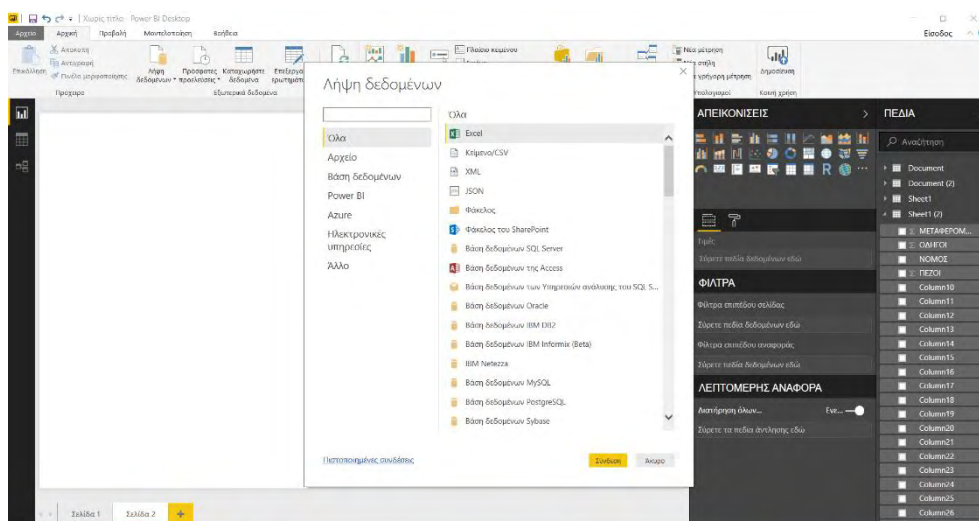
Οι David Iseminger, JiayueHu, Adam Saxton περιγράφουν το Power BI Desktop ως μια δωρεάν εφαρμογή που μπορεί να εγκαταστήσει ο οποιοσδήποτε χρήστης στον τοπικό του υπολογιστή, η οποία επιτρέπει τη σύνδεση, το μετασχηματισμό και την απεικόνιση επιθυμητών δεδομένων.

Αποτελεί, προϊόν της Microsoft Corporation, αμερικανικής εταιρείας λογισμικού. Με το Power BI Desktop, παρέχεται η δυνατότητα σύνδεσης σε πολλές διαφορετικές πηγές δεδομένων και ο συνδυασμός τους (μοντελοποίηση) σε ένα μοντέλο δεδομένων. Παράλληλα, επιτρέπει το συνδυασμό του μοντέλου δεδομένων με γραφική επεξεργασία (οπτικοποίηση) χαρτών, γραφημάτων και αναφορών.

Οι πιο κοινές χρήσεις για την Power BI Desktop είναι οι εξής:

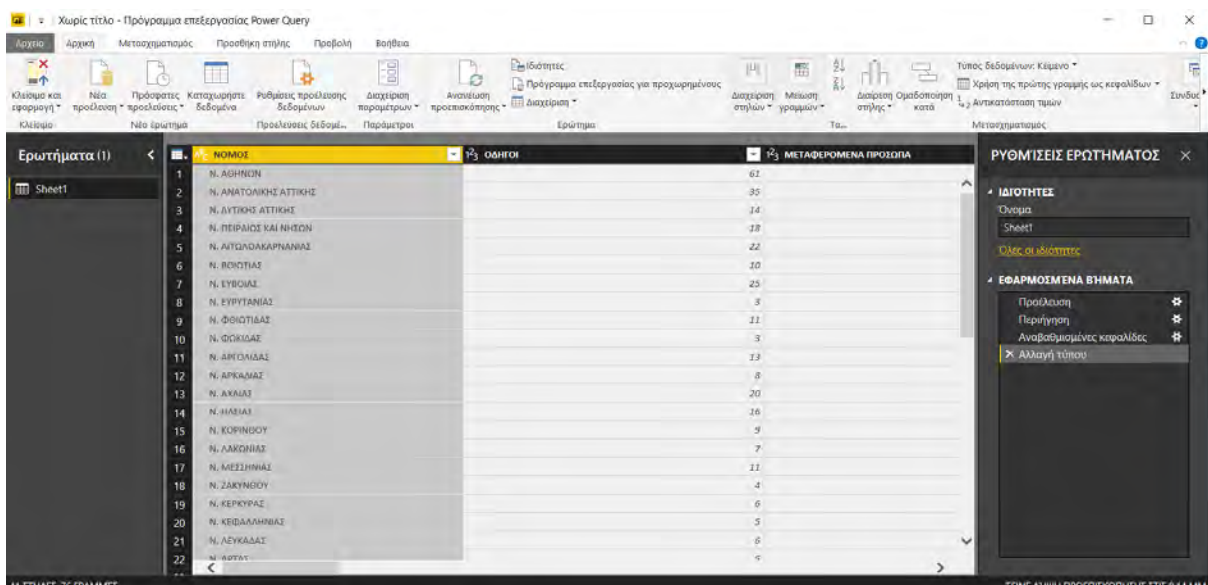
1. Σύνδεση με δεδομένα
2. Μετασχηματισμός και επεξεργασία των δεδομένων, για τη δημιουργία μοντέλου δεδομένων
3. Δημιουργία οπτικών απεικονίσεων, όπως γραφήματα ή χάρτες που παρέχουν οπτικές αναπαραστάσεις των δεδομένων
4. Δημιουργία αναφορών που είναι συλλογές των οπτικών απεικονίσεων που περιγράφηκαν
5. Κοινή χρήση αναφορών με άλλους χρήστες που χρησιμοποιούν Power BI

Ξεκινώντας με το Power BI Desktop, το πρώτο βήμα είναι η σύνδεση με τα δεδομένα. Υπάρχουν πολλές διαφορετικές πηγές δεδομένων, στις οποίες μπορεί να συνδεθεί το Power BI Desktop. Για τη σύνδεση με δεδομένα, απλά επιλέγεται από το αρχικό περιβάλλον του λογισμικού η εντολή Get Data, εμφανίζοντας τις πολλές κατηγορίες δεδομένων στις οποίες μπορεί να συνδεθεί ο χρήστης (εικόνα 49). Οι πιο διαδεδομένες μορφές δεδομένων που μπορεί ο χρήστης να μεταφορτώσει στο λογισμικό είναι τύπου Excel (.csv ή comma delimited), αλλά και γεωβάσεις δομημένες στην γλώσσα προγραμματισμού SQL.



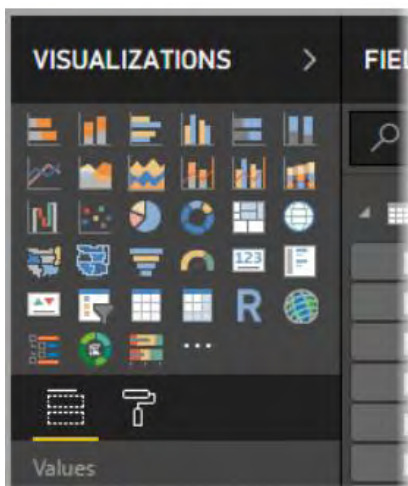
Εικόνα 49: Το παράθυρο "Λήψη δεδομένων" που εμφανίζεται, εμφανίζοντας τις πολλές κατηγορίες στις οποίες μπορεί να συνδεθεί το Power BI Desktop (Πηγή: ίδια επεξεργασία)

Στη συνέχεια, ο χρήστης είναι σε θέση να επεξεργαστεί, να ταξινομήσει ή και να μετασχηματίσει τα εισαγόμενα δεδομένα, χρησιμοποιώντας τον ενσωματωμένο επεξεργαστή ερωτημάτων (εικόνα 50). Με τον επεξεργαστή ερωτήματος ο χρήστης μπορεί να κάνει αλλαγές στα δεδομένα, όπως αλλαγή τύπου δεδομένων, αφαίρεση στηλών ή συνδυασμό δεδομένων από πολλαπλές πηγές. Αφού, τα δεδομένα προσαρμοστούν στις απαιτήσεις που τίθενται, γίνεται η γραφική οπτική απεικόνιση τους (συνήθως στατιστικά).



Εικόνα 50: Μετασχηματισμός και επεξεργασία εισαγόμενων δεδομένων (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)

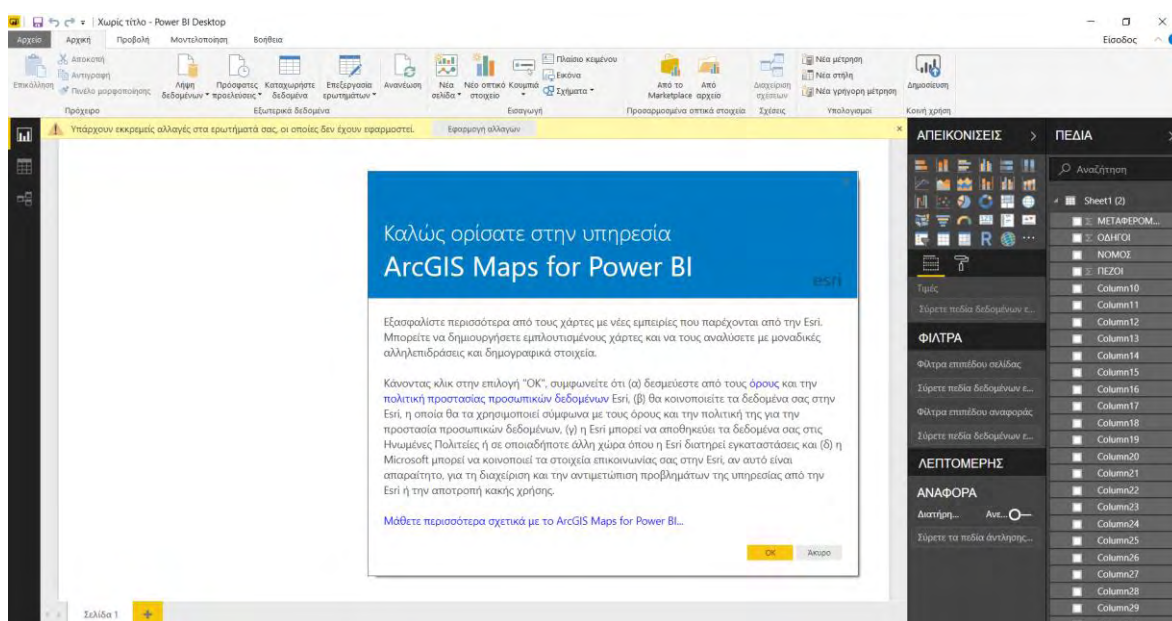
Υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί τύποι γραφημάτων που παρέχει το Power BI Desktop. Για τη δημιουργία ή την αλλαγή ενός οπτικού γραφήματος, απλά επιλέγεται το οπτικό εικονίδιο από το παράθυρο Οπτικοποιήσεις (Visualizations). Στην εικόνα 51, φαίνονται τα διαθέσιμα γραφήματα για την αναπαράσταση των επεξεργασμένων δεδομένων.



Εικόνα 51: Επιλογή διαθέσιμου γραφήματος επεξεργασίας δεδομένων (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)

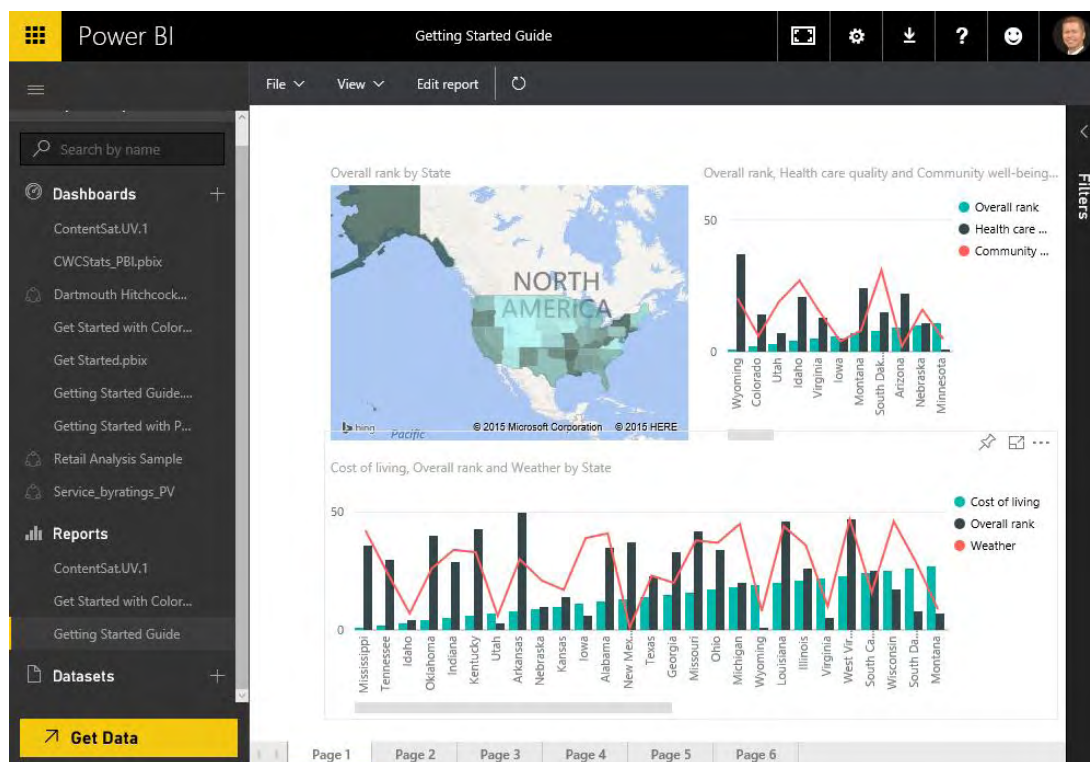
Για τον συνδυασμό χαρτογραφικής πληροφορίας, εκτός των βάσεων δεδομένων το λογισμικό χρησιμοποιεί χάρτες που παρέχονται από την ESRI και διαχειρίζονται τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών ArcGIS (εικόνα 52).

Εικόνα 52: Εντολή διασύνδεσης Power BI Desktop –ArcGIS (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)



Παρακάτω παρουσιάζεται μια τελική αναπαράσταση ποσοτικών δεδομένων σε χάρτη, με την δημιουργία κατάλληλων γραφημάτων (εικόνα 53).

Εικόνα 53: Αναπαράσταση ποσοτικών δεδομένων σε χάρτη, με την δημιουργία κατάλληλων γραφημάτων (Πηγή: D.Iseminger, 2018)



Συμπερασματικά, το Power BI Desktop, είναι λογισμικό κατάλληλο για την χαρτογραφική οπτικοποίηση δεδομένων με συνδυασμό διαφόρων τύπων βάσεων δεδομένων και δεν προσφέρει καμιά άλλη δυνατότητα που προσφέρουν τα κλασικά Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών. Είναι ιδανικό για χρήστες του Excel και παρέχει 16 διαφορετικούς τύπους χαρτών. Έχει εκτεταμένες δυνατότητες συνδεσιμότητας βάσεων δεδομένων: Το Microsoft Power BI συνδέεται με τους περισσότερους τύπους βάσεων δεδομένων επί τόπου και έχει μια μεγάλη και αυξανόμενη λίστα επιλογών σύνδεσης με βάση τη λογική cloud-based connection⁴.

Στα αρνητικά, συγκαταλέγεται η δύσκολη στη χρήση αρχική επιφάνεια εργασίας, ενώ η ελεύθερη έκδοση διαθέτει μικρή μνήμη επεξεργασίας δεδομένων. Αυτό σημαίνει, ότι αν χρειαστεί επέκταση μνήμης, απαιτείται αναβάθμιση του λογισμικού έναντι ορισμένου κόστους. Τέλος, στο τελικό χάρτη με αναπαράσταση γραφημάτων που δημιουργείται δεν μπορεί να παρέμβει ο

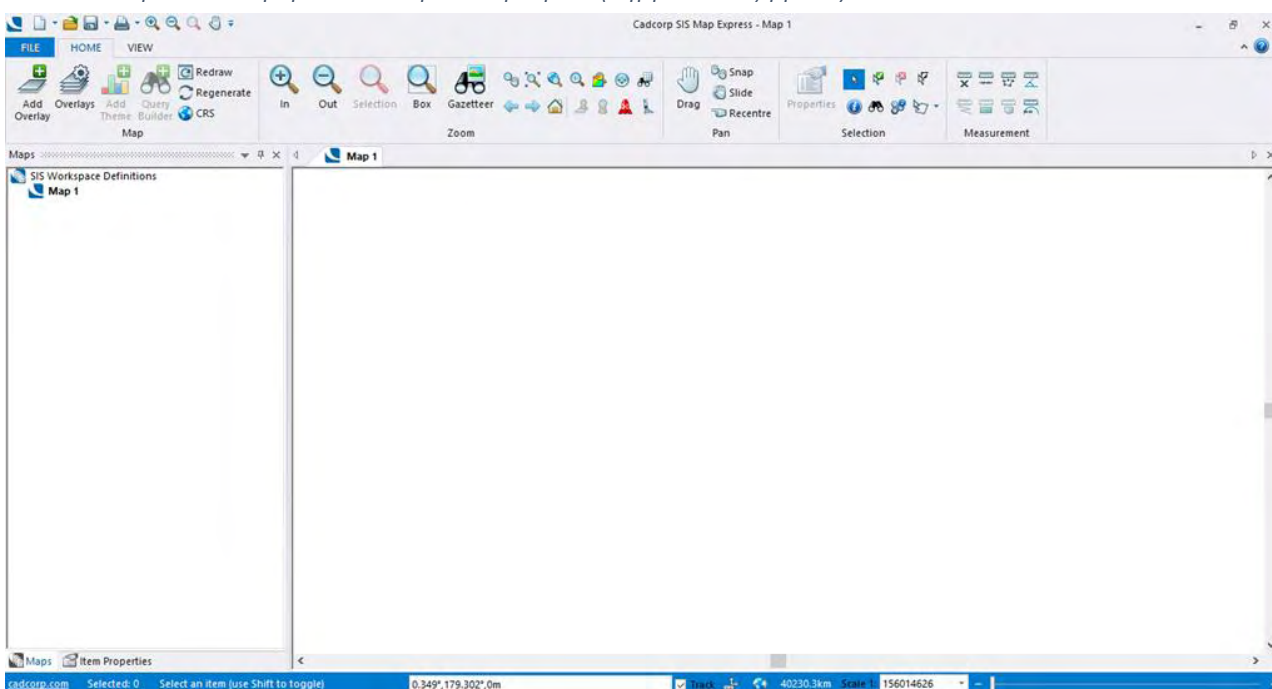
⁴ Μεταφορική σημασία. Σημαίνει αποθήκευση και πρόσβαση σε δεδομένα και προγράμματα μέσω του Διαδικτύου αντί του σκληρού δίσκου του υπολογιστή.

χρήστης για τυχόν διορθώσεις, αλλά να επαναλάβει τη διαδικασία από την αρχή.

3.6 Cadcorp SIS Map Express

Σύμφωνα με την επίσημη ιστοσελίδα Cadcorp SIS Map Express, το συγκεκριμένο λογισμικό αποτελεί προϊόν επιφάνειας εργασίας, ελεύθερο στη χρήση και στο σύνολο των προϊόντων Cadcorp SIS. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αναπαράγει πολλές μορφές δεδομένων - GIS, CAD, διαδικτύου και βάσεις δεδομένων - απευθείας και χωρίς μετάφραση. Το Map Express προσφέρει την ακόλουθη λειτουργικότητα επεξεργασίας γεωγραφικών δεδομένων: χωρική ερώτηση, οπτική απεικόνιση, 3D απεικόνιση, εκτύπωση χαρτών σε μορφή φορητού εγγράφου Adobe (PDF). Μπορεί να αναπτυχθεί ως ένα εντελώς αυτόνομο GIS επιφάνειας εργασίας. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την παροχή δεδομένων - και κατανάλωσης δεδομένων - άλλων προϊόντων στην οικογένεια προϊόντων Cadcorp SIS. Το πρόγραμμα κατηγοριοποιείται ως εργαλείο επεξεργασίας φωτογραφιών και γραφικών (εικόνα 54).

Εικόνα 54: Περιβάλλον λογισμικού Cadcorp SIS Map Express (Πηγή: Ίδια Επεξεργασία)



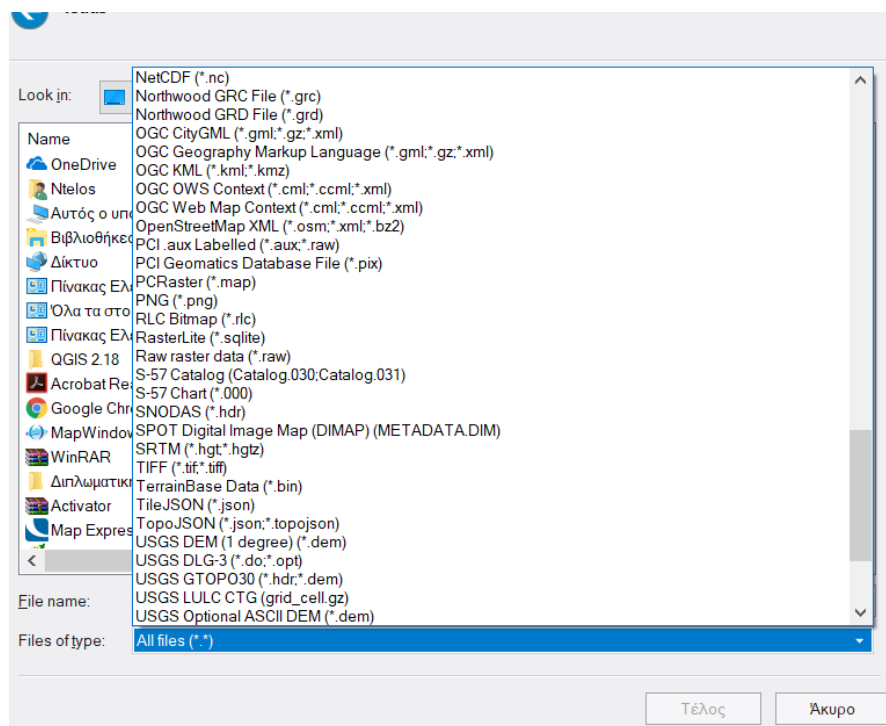
Η εφαρμογή ικανοποιεί τις ανάγκες των τελικών χρηστών και των προγραμματιστών εφαρμογών. Το Web Map Express μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ολοκληρωμένη και διαδραστική εφαρμογή χαρτογράφησης.

Εναλλακτικά, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως στοιχείο μιας μεγαλύτερης διαδικτυακής εφαρμογής. Μια κοινή χρήση του Web Map Express, σε αυτόν τον τελευταίο ρόλο είναι να παρέχει τη δυνατότητα χαρτογράφησης σε έναν ιστότοπο. Οι επισκέπτες σε έναν τέτοιο ιστότοπο διαθέτουν χάρτη που δείχνει την τοποθεσία ενός σημείου ενδιαφέροντος σε ένα προκαθορισμένο υπόβαθρο χάρτη (Openstreetmap, Google maps και άλλα). Ένας τέτοιος χάρτης δημιουργείται, μεταφέροντας στο Web Map Express μια διεύθυνση URL με παραμέτρους που περιγράφουν τη θέση και την αναπαράσταση του σημείου ενδιαφέροντος και την χαρτογραφική προβολή του χάρτη. Με το Web Map Express, οι οργανισμοί ενδέχεται να καταναλώνουν οποιαδήποτε πηγή δεδομένων Web Map Service (WMS). Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει τα δικά τους δεδομένα χαρτογράφησης που εξυπηρετούνται από το σύστημα εκδόσεων χάρτη της Cadcorp - GeognoSIS Express - καθώς και τροφοδοσίες δεδομένων WMS από άλλες πηγές.

Το συγκεκριμένο λογισμικό ουσιαστικά αποτελεί ένα λογισμικό, όπου οι βασικές του λειτουργίες βασίζονται στις αντίστοιχες λειτουργίες των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών. Οι βασικοί τύποι αρχείων που διαχειρίζεται είναι σχεσιακές βάσεις δεδομένων Access, Oracle, Postgis, SQL.

Ακόμα, περιλαμβάνει εργαλεία σχεδίασης, για τη δημιουργία περιοχών, γραμμών, κύκλων, σημείων, συμβόλων και κειμένου.

Τα Web Map Layers μπορούν να διαβάζουν ανοιχτές πηγές δεδομένων όπως οι υπηρεσίες OGC WMS, WMTS, WFS. Συνολικά, τα Web Map Layers μπορούν να καταναλώνουν άμεσα και να παρουσιάζουν χωρικά δεδομένα σε πάνω από 300 υποστηριζόμενες μορφές GIS, CAD, γραφικών και βάσεων δεδομένων (εικόνα 55).



Εικόνα 55: Παράδειγμα υποστηριζόμενων τύπων αρχείων μεταφόρτωσης (Πηγή: Ίδια Επεξεργασία)

3.7 Tableau Public 10.4

Αυτή είναι ουσιαστικά μια δωρεάν έκδοση του λογισμικού απεικόνισης Tableau, όπου επιτρέπει τη χρήση του μεγαλύτερου μέρους των λειτουργιών του λογισμικού. Πριν από τη δημιουργία του Tableau Public, τα κύρια προϊόντα της εταιρείας ήταν τα Tableau Desktop και Tableau Server. Το Tableau Desktop επέτρεψε στους χρήστες να δημιουργούν οπτικά αναλύσεις και διαδραστικούς πίνακες, τα οποία βοήθησαν στην αποκάλυψη πληροφοριών που μπορούν να ενεργοποιηθούν από σύνολα δεδομένων. Με άλλα λόγια, δίνεται η δυνατότητα δημιουργίας χαρτογραφικών οπτικοποιήσεων και η παράλληλη σύνδεσή τους σε έγγραφα CSV, κειμένου και Excel.

Ωστόσο, η μεγαλύτερη διαφορά είναι ότι το Tableau Public δεν επιτρέπει την αποθήκευση των παραγομένων αρχείων τοπικά στον προσωπικό υπολογιστή κάθε χρήστη. Πρέπει να αποθηκεύονται δημόσια (διαδικτυακό ιστό), πράγμα που σημαίνει ότι όλοι μπορούν να δουν τα δεδομένα, από τη στιγμή που αποθηκεύονται.

Το Tableau έχει λειτουργίες χαρτογράφησης και είναι σε θέση να εισάγει συντεταγμένες γεωγραφικού πλάτους και γεωγραφικού μήκους και να συνδεθεί

με χωρικά αρχεία, όπως το Shapefiles (GIS), KML και GeoJSON για να εμφανίσει προσαρμοσμένη γεωχωρική πληροφορία.

Το Tableau είναι ένα εργαλείο απεικόνισης δεδομένων (Οπτικοποίηση δεδομένων) πρώτα και κύρια. Ως εκ τούτου, η τεχνολογία του είναι ικανή να υποστηρίξει πολύπλοκες υπολογιστικές μεθόδους, ανάμειξη δεδομένων, με σκοπό τη δημιουργία όμορφης απεικόνισης που παρέχει πληροφορίες που δεν μπορούν εύκολα να εξαχθούν, κοιτώντας απλά ένα υπολογιστικό φύλλο.

Παράλληλα, παρέχει δυνατότητες γρήγορης διαδραστικής απεικόνισης. Χρησιμοποιώντας τις λειτουργίες drag-n-drop του Tableau, ο χρήστης μπορεί να δημιουργήσει ένα πολύ διαδραστικό γραφικό μέσα σε λίγα λεπτά. Η λειτουργία του μπορεί να χειριστεί ατελείωτες παραλλαγές, ενώ παράλληλα περιορίζει τη δημιουργία κλασικών γραφημάτων που είναι ενάντια στις βέλτιστες πρακτικές οπτικοποίησης δεδομένων.

Το Tableau μπορεί να χειριστεί μεγάλες ποσότητες σε χωρητικότητα δεδομένων. Ουσιαστικά, μπορεί εύκολα να χειριστεί εκατομμύρια σειρές δεδομένων. Επίσης, υπάρχει μια επιλογή στο tableau όπου ο χρήστης μπορεί να κάνει ζωντανά συνδέσεις σε διαφορετικές πηγές δεδομένων όπως SQL. Οι χρήστες μπορούν να ενσωματώσουν Python ή R στο λογισμικό, χρησιμοποιώντας το εργαλείο Python script.

Στο συγκεκριμένο λογισμικό δεν υπάρχουν προσαρμοσμένες οπτικές εισαγωγές. Το Tableau δεν είναι ένα πλήρες ανοιχτό εργαλείο. Σε αντίθεση με άλλα εργαλεία όπως το Power BI, οι προγραμματιστές μπορούν να δημιουργήσουν προσαρμοσμένες εικόνες που μπορούν εύκολα να εισαχθούν στο Tableau. Έτσι, κάθε νέο γραφικό, πρέπει να δημιουργηθεί αντί να εισαχθεί.

Η μορφοποίηση υπό όρους του Tableau και οι περιορισμένες εμφανίσεις 16 επιπέδων στήλης, είναι σημεία δυσκολίας για τους χρήστες. Επίσης, για να εφαρμοστεί η ίδια μορφοποίηση σε πολλαπλά πεδία, δεν υπάρχει τρόπος να το κάνει ο χρήστης για όλα τα πεδία άμεσα. Οι χρήστες πρέπει να το κάνουν χειροκίνητα για κάθε πεδίο που είναι πολύ χρονοβόρο.

Οι παράμετροι του Tableau είναι στατικές και πάντα η μοναδική τιμή μπορεί να επιλεγεί χρησιμοποιώντας την παράμετρο. Κάθε φορά που αλλάζουν τα δεδομένα, αυτές οι παράμετροι πρέπει να ενημερώνονται χειροκίνητα. Ο χρήστης δεν μπορεί να αυτοματοποιήσει την ενημέρωση των παραμέτρων.

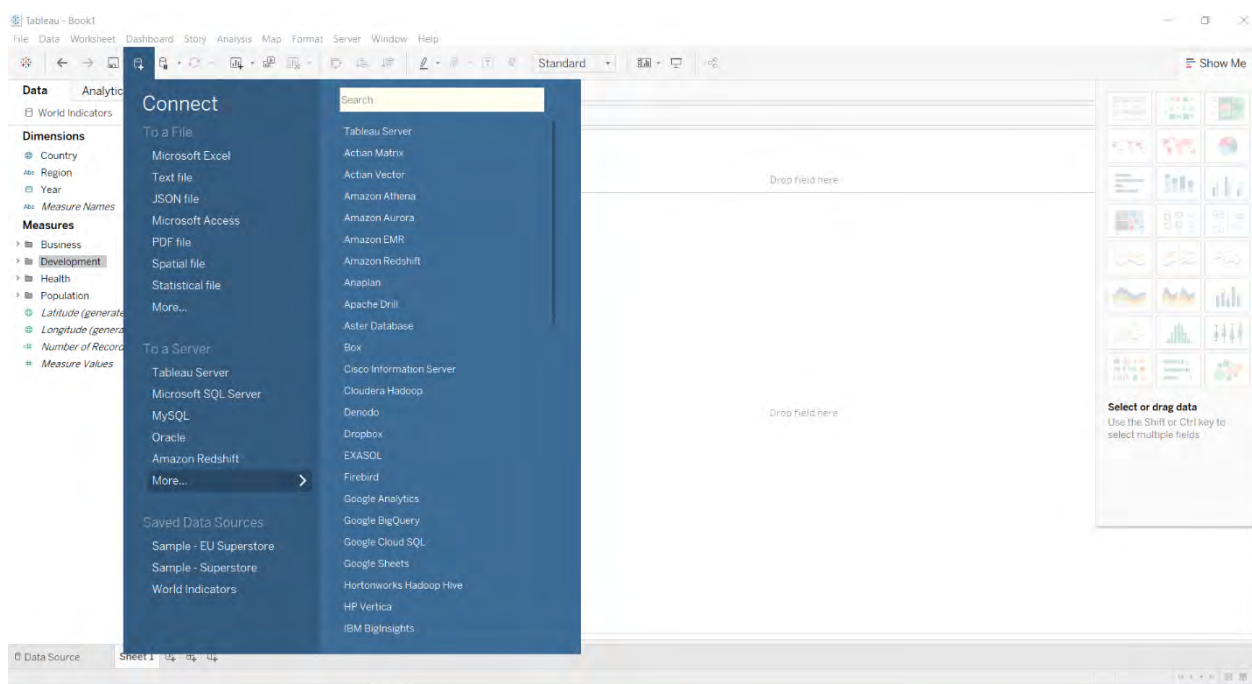
Η διάταξη των πινακίδων διαταράσσεται αν η ανάλυση οθόνης του προγραμματιστή του λογισμικού είναι διαφορετική από την ανάλυση οθόνης του τελικού χρήστη. Για παράδειγμα, αν οι πίνακες ελέγχου έχουν δημιουργηθεί σε ανάλυση οθόνης 1920X1080 και προβάλλονται στο 2560X1440, τότε η διάταξη των πινάκων ελέγχου θα παραμορφωθεί (Πηγή: Επίσημη ιστοσελίδα Absent Data).

Ενδεικτικά, όσον αφορά το κόστος του λογισμικού, η προσωπική έκδοση κοστίζει 999 δολάρια και επιτρέπει στους χρήστες να συνδέονται σε έξι πηγές δεδομένων, μεταξύ των οποίων αρχεία του Microsoft Excel και CSV. Η

επαγγελματική έκδοση κοστίζει 2.000 δολάρια και επιτρέπει στους χρήστες να συνδεθούν με 44 πηγές δεδομένων. Επιπλέον, η επαγγελματική έκδοση είναι συμβατή με το Tableau Server (P.Baker, 2018).

Στην εικόνα 56, φαίνεται το βασικό περιβάλλον του λογισμικού και οι δυνατότητες που παρέχει σε σύνδεση διαφορετικού τύπου δεδομένων.

Εικόνα 56: Περιβάλλον λογισμικού-Μεταφόρτωση data (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)



3.8 Smartdraw

Πρόκειται ουσιαστικά για ένα εργαλείο που επιτρέπει στο χρήστη να σχεδιάζει γραφήματα και διαγράμματα και να τα εξάγει. Εκτός από την εφαρμογή που λειτουργεί στην επιφάνεια εργασίας των Windows, Mac, το συγκεκριμένο λογισμικό προσφέρει και μια online επιλογή επεξεργασίας των δεδομένων στο χρήστη.

Η κριτικός Rebecca Spear αναφέρει ότι βασικό μειονέκτημα του λογισμικού αποτελεί το γεγονός ότι δεν διαθέτει φωτορεαλιστική απόδοση, επιλογές διαφάνειας και εφέ φωτισμού, τα οποία μπορούν να αποδώσουν πιο ρεαλιστικά σχέδια. Η εφαρμογή δεν διαθέτει δυνατότητα 3D. Απογοητευτικά, το λογισμικό δεν υποστηρίζει μακροεντολές και δεν διαθέτει ιστορικού εντολών που να αλλάζει τα σχεδιαζόμενα κομμάτια μιας εργασίας του χρήστη.

Στα θετικά περιγράφει τη δυνατότητα που δίνει το λογισμικό στους χρήστες να δημιουργούν πάνω από 70 διαφορετικά είδη γραφημάτων και

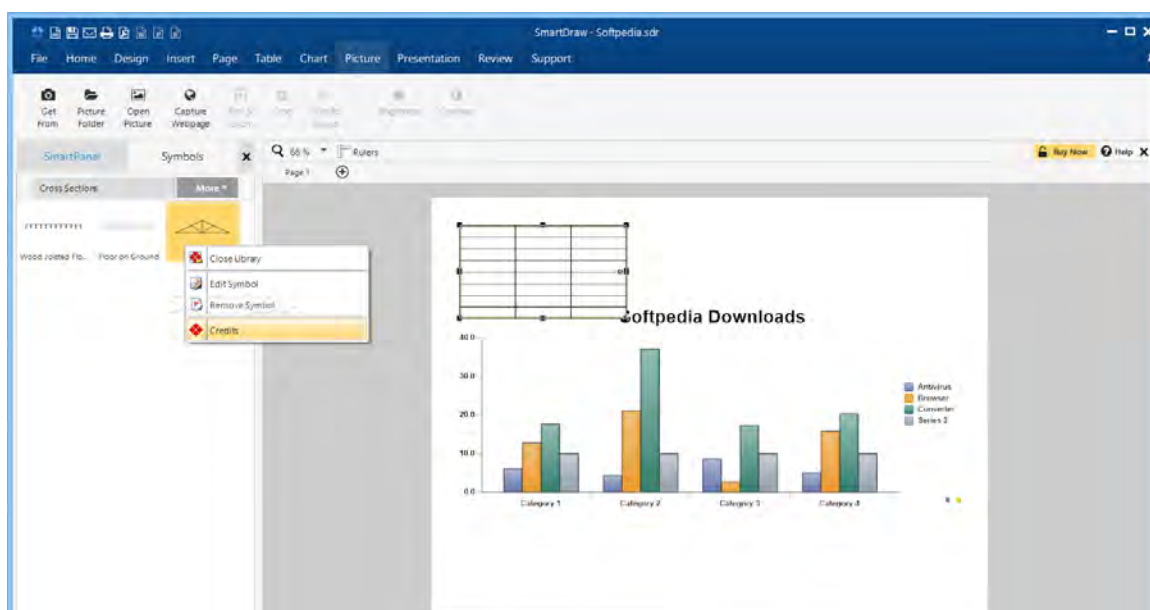
διαγραμμάτων, καθώς περιλαμβάνει στο περιβάλλον του αυτόν τον αριθμό προσαρμοσμένων προτύπων.

Για κάθε τύπο οπτικής, το λογισμικό έχει επίσης έναν εντυπωσιακό κατάλογο συμβόλων. Για παράδειγμα, αν επιθυμεί ο χρήστης να σχεδιάσει οικιακά σχέδια, η εφαρμογή διαθέτει σύμβολα που απεικονίζουν πόρτες, παράθυρα, συσκευές και έπιπλα και που μπορούν να προστεθούν στο σχεδιασμό. Διαθέτει εύχρηστη λειτουργία μεταφοράς και απόθεσης που επιτρέπει τη γρήγορη μεταφορά ενός αντικείμενου χωρικής πληροφορίας από τη βιβλιοθήκη, απευθείας στο σχέδιο.

Εξοικονομούν τόσο χρόνο όσο και προσπάθεια εξαλείφοντας τις πολύπλοκες διαδικασίες που σχετίζονται με τον θεμελιώδη υπολογιστικό σχεδιασμό. Παρέχει, ωστόσο, περισσότερες βασικές λειτουργίες σχεδιασμού CAD, συμπεριλαμβανομένου ενός επεξεργαστή χρωμάτων, υφή και χρήσιμα εργαλεία ένωσης σημείων (snap).

Το χαρακτηριστικό γνώρισμα σχεδιασμού SmartDraw είναι αναμφισβήτητα τα προσαρμόσιμα πρότυπα. Με εκατοντάδες πρότυπα για 70 διαφορετικούς τύπους γραφικών, αυτά τα πρότυπα γρήγορης εκκίνησης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να σχεδιάσουν οτιδήποτε από σχέδια (τοπίου έως ηλεκτρικά σχήματα). Εξοικονομούν τόσο χρόνο όσο και προσπάθεια εξαλείφοντας τις κουραστικές και συχνά πολύπλοκες διαδικασίες που σχετίζονται με τον θεμελιώδη υπολογιστικό σχεδιασμό. Κάτω από την κατηγορία των κατόψεων μόνο, το λογισμικό έχει πάνω από 160 πρότυπα που μπορεί κάποιος να επιλέξει. Αυτά ποικίλλουν από τις διευθετήσεις γραφείων μέχρι τα σχέδια αποθήκης.

Όταν πρόκειται για συμβατότητα αρχείων, το SmartDraw είναι αξιοπρεπές, υποστηρίζοντας τα περισσότερα σημαντικά αρχεία που σχετίζονται με το λογισμικό CAD. Για παράδειγμα, το λογισμικό υποστηρίζει την εισαγωγή αρχείων DWG και DXF. Το DWG είναι η φυσική μορφή αρχείου για πολλές εφαρμογές λογισμικού CAD και το DXF είναι μια εγγενής μορφή AutoCAD που δημιουργήθηκε για τη βελτίωση της διαλειτουργικότητας μεταξύ του AutoCAD και άλλων εφαρμογών σχεδιασμού. Το SmartDraw, ωστόσο, δεν υποστηρίζει αρχεία DWF (εγγενές σχήμα AutoCAD), γεγονός που εκπλήσσει. Άλλες μορφές υποστηριζόμενων αρχείων περιλαμβάνουν WMF, BMP, JPEG, TIFF και PNG (R.Spear, 2017). Στην εικόνα 57 παρουσιάζεται το βασικό περιβάλλον του λογισμικού.



Εικόνα 57: Περιβάλλον λογισμικού Smartdraw (Πηγή: Επίσημη ιστοσελίδα Softpedia)

4 Εφαρμογές με χρήση Δεδομένων Οδικής Ασφάλειας-Αποτελέσματα.

4.1 Επεξεργασία και παρουσίαση Δεδομένων Οδικής Ασφάλειας

Τα χωρικά δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν προέκυψαν από την κρατική ιστοσελίδα <http://geodata.gov.gr/> και αφορούν τα διοικητικά όρια Νομών (ΟΚΧΕ) και των Περιφερειών της ελληνικής επικράτειας.

Τα δεδομένα οδικής ασφάλειας που μελέτηθηκαν αφορούν αριθμό τραυματιών, νεκρών ελαφριά τραυματιών ανά Νομό για το έτος 2014, για το σύνολο της ελληνικής επικράτειας. Χρησιμοποιήθηκαν τα θανατηφόρα ατυχήματα για κάθε χώρα, μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το έτος 2001 και 2013, από την επίσημη ιστοσελίδα στατιστικών δεδομένων της Ευρωπαϊκής Ένωσης <http://ec.europa.eu/eurostat>.

Τέλος, υπήρξε εφαρμογή με τον αριθμό τραυματιών, ελαφριά τραυματιών, νεκρών και των εμπλεκόμενων οχημάτων στα συμβάντα, για το νομό Λαρίσης και για το έτος 2014.

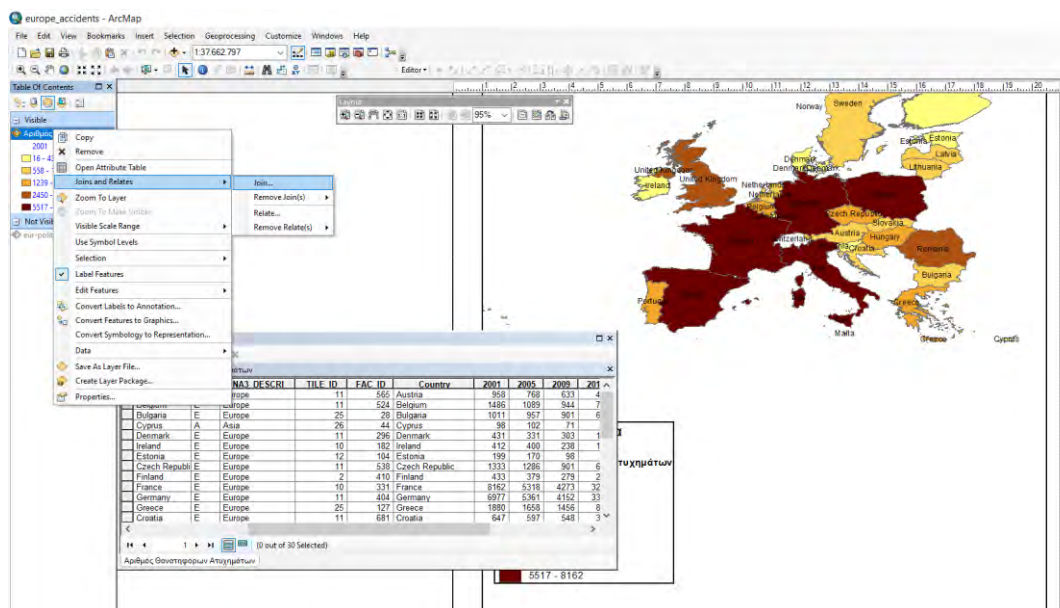
4.2 Εφαρμογές χαρτογραφικών λογισμικών-Παρουσίαση αποτελεσμάτων

4.2.1 Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών

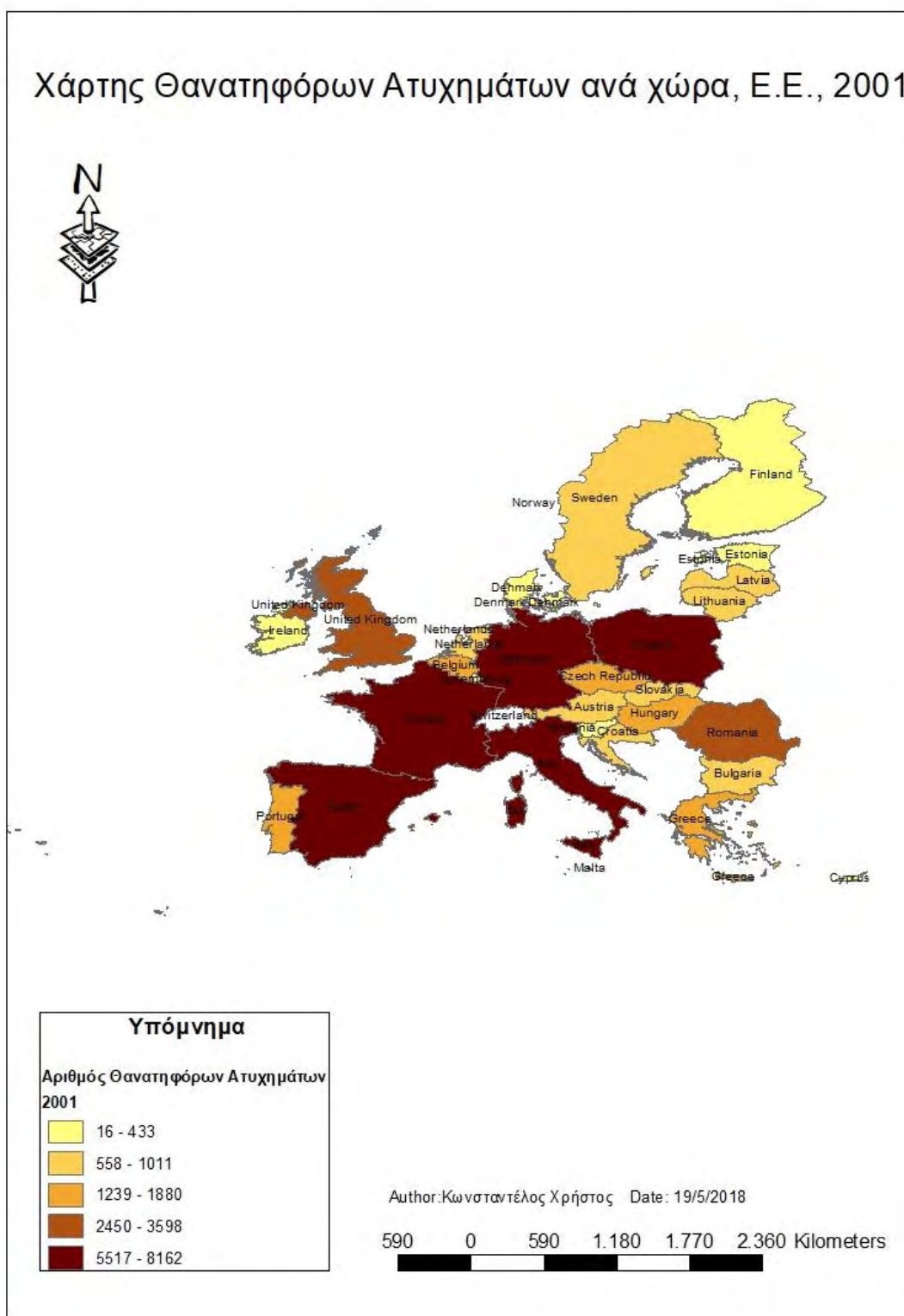
4.2.1.1 ArcGIS

Στην εφαρμογή με το λογισμικό ArcGIS και συγκεκριμένα το ArcMap 10.2 χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα των συνολικών θανατηφόρων ατυχημάτων για κάθε χώρα της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το έτος 2001. Τα δεδομένα ανακτήθηκαν σε μορφή υπολογιστικού φύλλου Excel (εδώ λειτούργησε ως βάση δεδομένων). Επίσης, στα δεδομένα συμπεριλαμβάνονται οι χωρικές οντότητες των συνόρων κάθε χώρας σε διανυσματική μορφή shaperefile.

Η βάση που αρχικά μεταφορτώθηκε σε excel και συνδέθηκε με το Layer eur-political-boundary.shp (που εμπεριέχει τη χωρική πληροφορία) φαίνεται στην εικόνα 58 που ακολουθεί παρακάτω. Η ένωση των δύο έγινε απλά με την εντολή join, όπου το πεδίο NA2_DESCR1 της χωρικής πληροφορίας, ουσιαστικά ενώθηκε με το πεδίο Country του πίνακα των ατυχημάτων.



Εικόνα 58: Ένωση (Join) πεδίων NA2_DESCR1 της χωρικής πληροφορίας με πεδίο Country του πίνακα των ατυχημάτων (Πηγή: ίδια επεξεργασία)



Εικόνα 59: Χάρτης Θανατηφόρων Ατυχημάτων ανά χώρα, Ε.Ε., 2001 (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)

Η τελική μορφοποίηση του χάρτη έγινε με την εντολή View-Layout View, όπου η επεξεργασία που έγινε στο αρχικό περιβάλλον του λογισμικού (Data View) μεταφέρεται στο Layout View. Στην αρχική επιφάνεια Data View, ο χρήστης δεν μπορεί να προσθέσει στο χάρτη περιγραφικά χαρακτηριστικά. Στην εικόνα 59 φαίνεται ο τελικός χάρτης ατυχημάτων όπου έγιναν οι προσθήκες του υπομνήματος, της κλίμακας, του γεωγραφικού βορρά, τίτλου.

4.2.1.2 QGIS

Στη συγκεκριμένη ενότητα χρησιμοποιήθηκαν τα ατυχήματα ανά Νομό για το έτος 2014 και ανά είδος ατυχήματος (Οδηγοί, Μεταφερόμενα πρόσωπα, Πεζοί). Στην εικόνα 60 παρουσιάζεται η βάση δεδομένων, τύπου Excel η οποία συνδέθηκε με χωρική πληροφορία για κάθε layer Αριθμός Θανατηφόρων Ατυχημάτων-Οδηγοί, Πεζοί και Μεταφερόμενα πρόσωπα. Το layer περιέχει τα διοικητικά όρια ανά νομό, όπως αυτά ανακτήθηκαν από την επίσημη ιστοσελίδα του Οργανισμού Κτηματολογίου και Χαρτογραφίσεων Ελλάδος (Ο.Κ.Χ.Ε.).

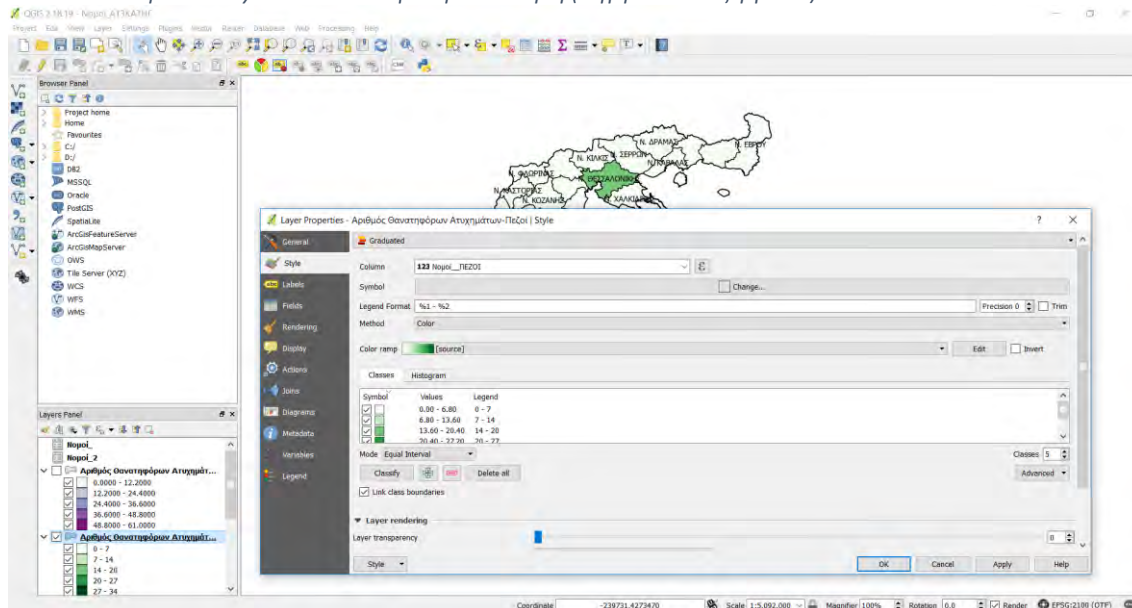
Η χωρική πληροφορία περιείχε για κάθε νομό κάποια περιγραφικά χαρακτηριστικά (εδώ όνομα) και έτσι έγινε σύνδεση της βάσης της εικόνας 60 με το πεδίο NAME_GR. Η βάση του attribute table με όνομα Νομοί_2 περιέχει τον συνολικό αριθμό θανάτων ανά κατηγορία (Οδηγοί, Μεταφερόμενα πρόσωπα, Πεζοί), για κάθε νομό του έτους 2014.

ΝΟΜΟΣ	ΟΔΗΓΟΙ	ΜΕΤΑΦΕΡΟΜΕΝΑ ΠΡΟΣΩΠΑ	ΠΕΖΟΙ	ΣΥΝΟΛΟ
1 Ν. ΑΘΗΝΩΝ	61	10	34	105
2 Ν. ΑΝΑΤΟΛΙΚ...	35	11	7	53
3 Ν. ΔΥΤΙΚΗΣ Α...	14	5	4	23
4 Ν. ΠΕΡΑΙΑΣ Κ...	18	2	9	29
5 Ν. ΑΙΤΩΛΟΑΚ...	22	9	5	36
6 Ν. ΒΟΙΩΤΙΑΣ	10	5	3	18
7 Ν. ΕΥΒΟΙΑΣ	25	6	6	37
8 Ν. ΕΥΡΥΤΑΝΔΙΑΣ	3	0	0	3
9 Ν. ΦΘΙΩΤΙΑΣ	11	0	0	11
10 Ν. ΦΩΚΙΑΣ	3	0	0	3
11 Ν. ΑΡΓΟΛΙΔΙΑΣ	13	2	2	17
12 Ν. ΑΡΚΑΔΙΑΣ	8	3	1	12
13 Ν. ΗΛΕΙΑΣ	20	8	1	29
14 Ν. ΚΡΕΤΤΗΝΩΝ	9	0	4	13
15 Ν. ΛΑΚΩΝΙΑΣ	7	4	1	12
16 Ν. ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ	11	4	2	17
17 Ν. ΖΑΚΥΝΘΟΥ	4	1	0	5
18 Ν. ΚΕΡΚΥΡΑΣ	6	1	4	11
19 Ν. ΚΕΦΑΛΛΟΝ...	5	3	0	8
20 Ν. ΛΕΥΚΑΔΑΣ	6	0	0	6
21 Ν. ΑΡΤΑΣ	5	5	1	11
22 Ν. ΘΕΣΣΠΡΟΤΙΑΣ	2	1	1	4
23 Ν. ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ	8	3	1	12
24 Ν. ΠΡΕΒΕΖΙΑΣ	10	2	1	13
25 Ν. ΚΑΡΔΙΤΣΙΑΣ	8	4	1	13
26 Ν. ΛΑΡΙΣΙΑΣ	24	3	6	33
27 Ν. ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ	9	3	4	16
28 Ν. ΤΡΑΚΑΛΩΝ	8	2	0	10
29 Ν. ΓΡΕΒΕΝΩΝ	0	0	1	1
30 Ν. ΔΡΑΜΑΣ	2	0	1	3
31 Ν. ΗΜΑΘΙΑΣ	11	5	2	18

Εικόνα 60: Attribute table Νομοί_2 με τον συνολικό αριθμό θανάτων (Οδηγοί, Μεταφερόμενα πρόσωπα, Πεζοί) για κάθε νομό, 2014 (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)

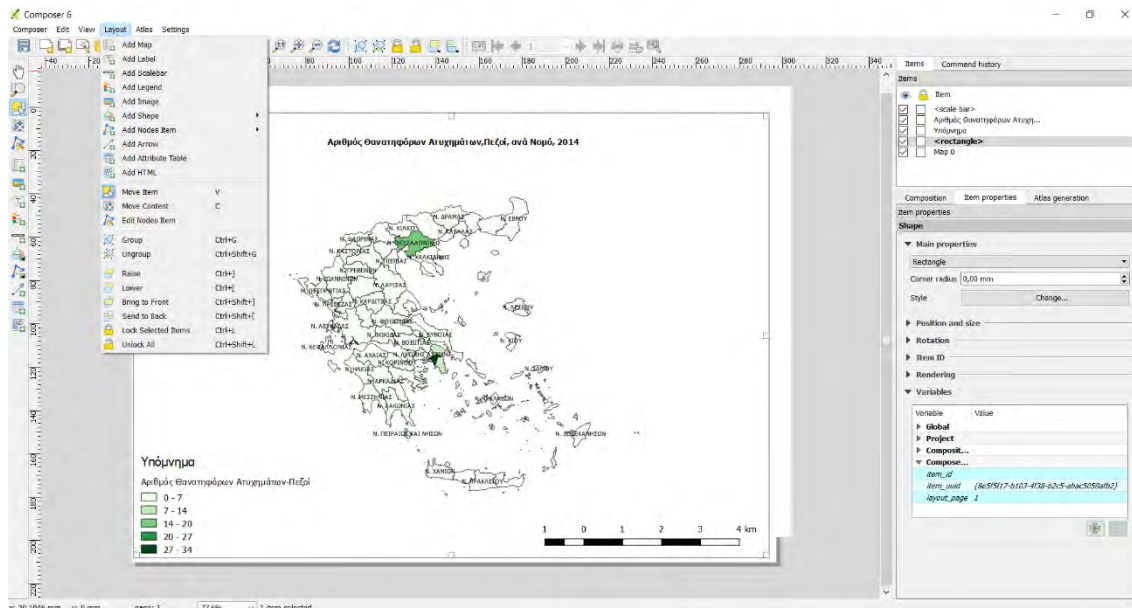
Η κατηγοριοποίηση που ακολούθησε για την τελική παραγωγή του χάρτη ανάδειξης ατυχημάτων και των πιο επικίνδυνων νομών με βάση το πλήθος των θανατηφόρων ατυχημάτων έγινε από το πεδίο Properties-Styles-Graduated (εικόνα 61), όπου ουσιαστικά ταξινομήθηκαν σε ομάδες με βάση του πλήθους ατυχημάτων (συχνότητα ατυχημάτων).

Εικόνα 61: Properties-Styles-Graduated για ομαδοποίηση (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)

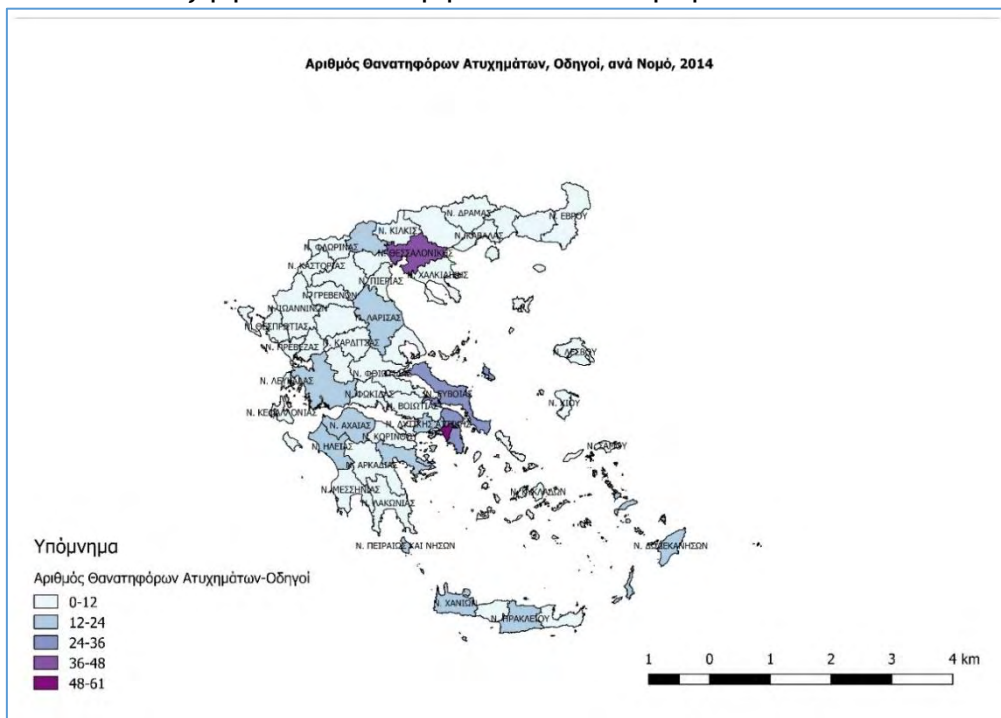


Η τελική μορφοποίηση του χάρτη γίνεται από την επιλογή Project-New print composer. Εκεί παρέχεται ένα σύνθετο εργαλείο στο χρήστη να παρουσιάσει τα δεδομένα που επεξεργάστηκε στην αρχική επιφάνεια επεξεργασίας του QGIS. Κυρίως στην επιλογή layout (εικόνα 62) δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη να παρέμβει στο χάρτη και να προσθέσει ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά όπως κλίμακα, τίτλο, γεωγραφικό και μαγνητικό βορρά, υπόμνημα, τον πίνακα των δεδομένων που επεξεργάστηκε και άλλα.

Εικόνα 62: Δυναμικό περιβάλλον New print composer (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)

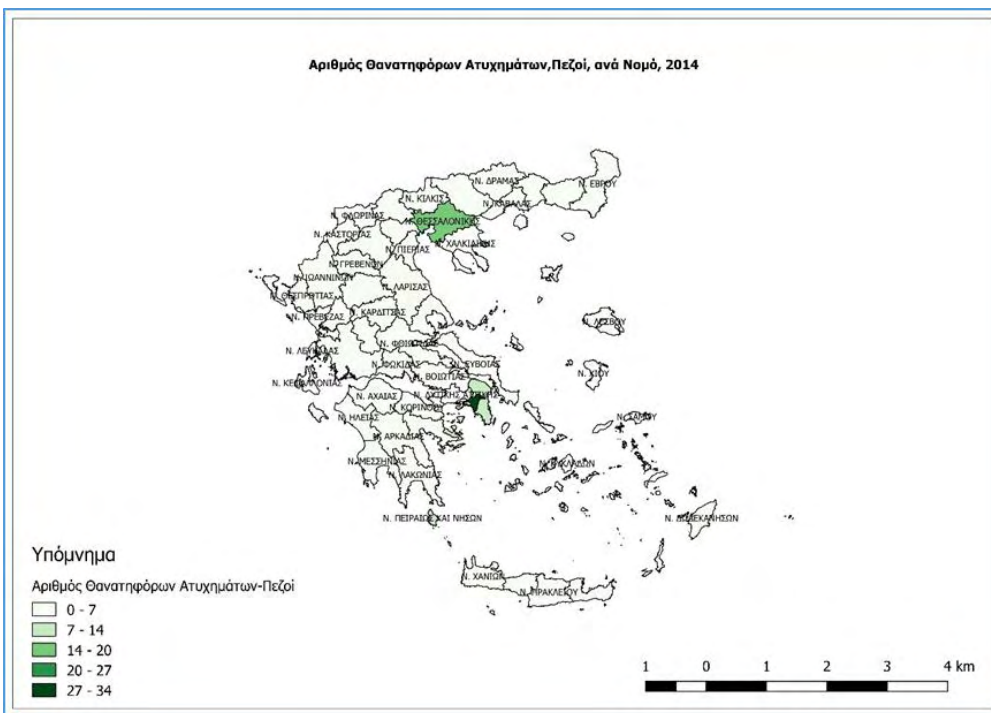
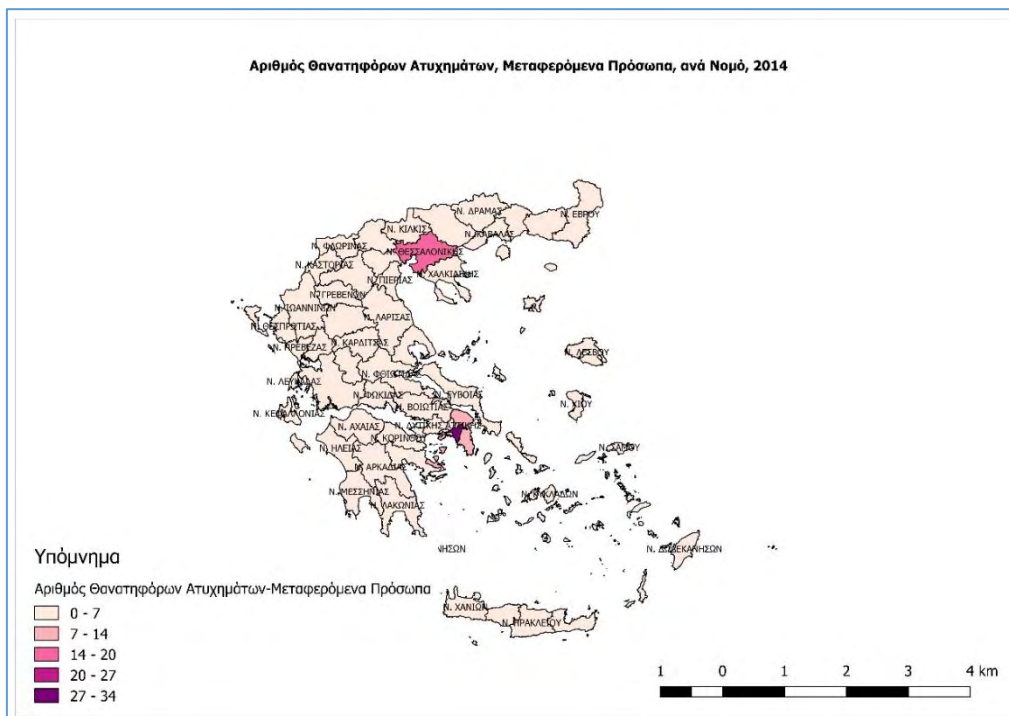


Παρακάτω στις εικόνες 63, 64, 65, 66 που ακολουθούν μερικές περιπτώσεις χαρτογράφησης δεδομένων οδικής ασφάλειας όπως προέκυψαν από ίδια επεξεργασία στο περιβάλλον του λογισμικού QGIS.

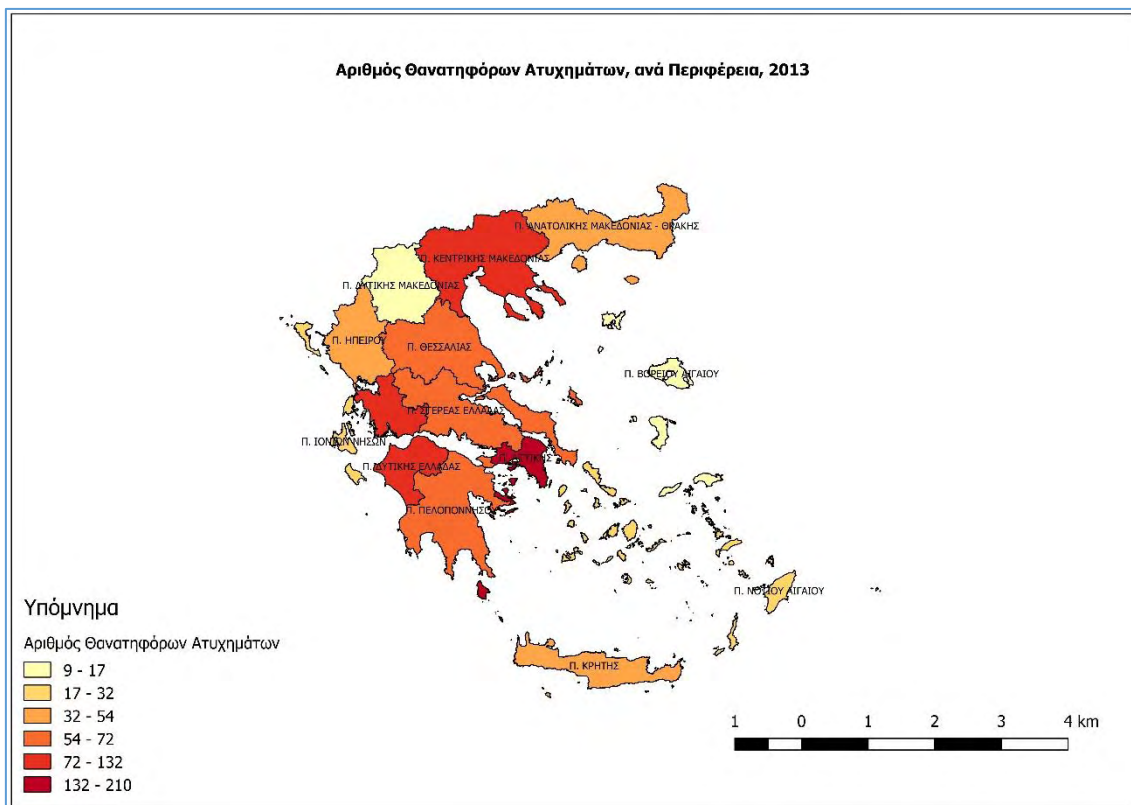


Εικόνα 63: Χάρτης Θανατηφόρων Ατυχημάτων, Οδηγοί, ανά Νομό, 2014 (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)

Εικόνα 64: Χάρτης Θανατηφόρων Ατυχημάτων, Μεταφερόμενα Πρόσωπα, ανά Νομό, 2014 (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)



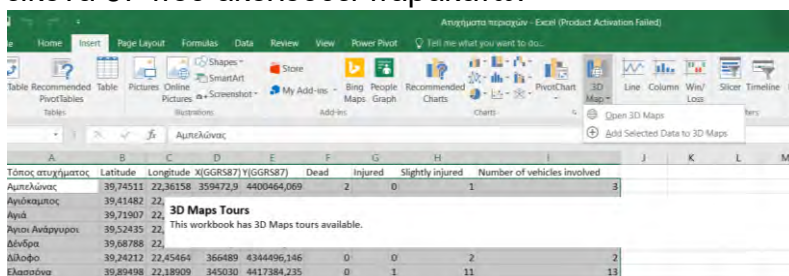
Εικόνα 65: Χάρτης Θανατηφόρων Ατυχημάτων, Πεζοί, ανά Νομό, 2014 (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)



Εικόνα 66: Χάρτης Θανατηφόρων Ατυχημάτων, Οδηγοί, ανά Περιφέρεια, 2014 (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)

4.2.2 Microsoft Excel (3D Maps)

Στο συγκεκριμένο παράδειγμα χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα ατυχημάτων ανά δημοτικό διαμέρισμα για το σύνολο του νομού Λαρίσης και για το έτος 2014. Όπως φαίνεται και στο υπόμνημα του χάρτη δημιουργήθηκε ένα διάγραμμα με το συνολικό αριθμό νεκρών, τραυματιών, ελαφρά τραυματιών και τον συνολικό αριθμό ατυχημάτων που συμμετείχαν στα συμβάντα. Η εισαγωγή δεδομένων με τη μορφή πινάκων excel γίνεται πολύ απλά όπως φαίνεται στην εικόνα 67 που ακολουθεί παρακάτω.

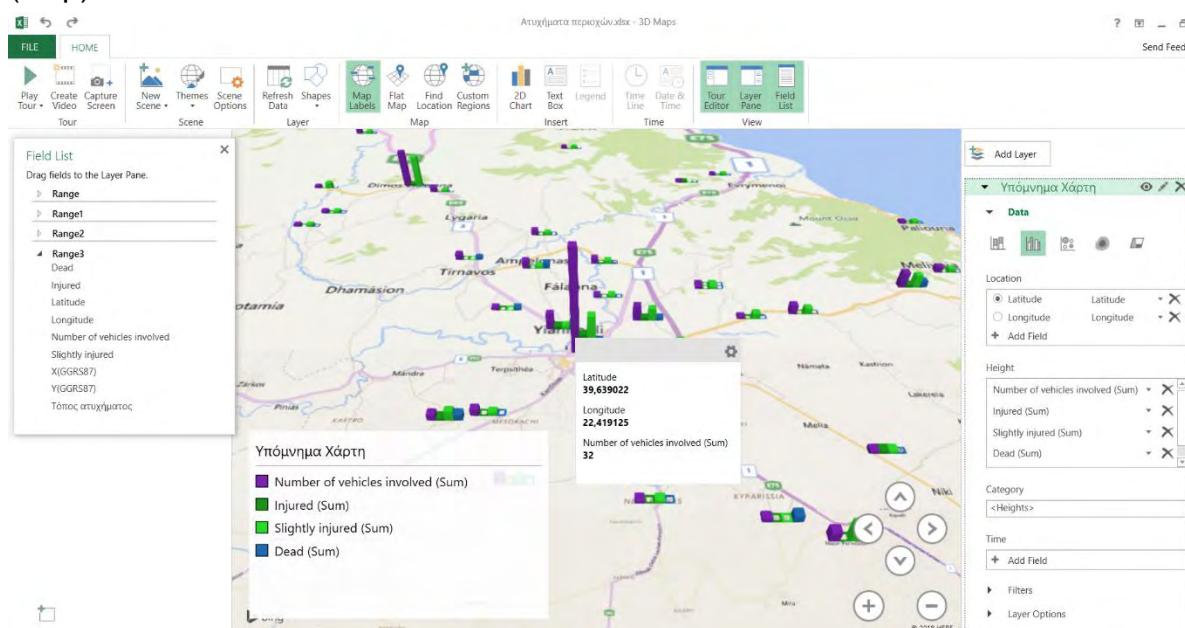


Εικόνα 67: Εντολή εισαγωγής δεδομένων και επεξεργασίας στο 3D Map (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)

Στην επιλογή 3D Map δίνονται δύο υποεπιλογές το open 3D Maps, που ανοίγει την αρχική επιφάνεια της εφαρμογής όπως φαίνεται στην εικόνα 67. Επίσης, στην συγκεκριμένη εικόνα φαίνονται τα διαγράμματα με τα στοιχεία ατυχημάτων ανά νομό, υπόμνημα χάρτη, ενώ η επεξεργασία των δεδομένων γίνεται με την επιλογή Add data-Data (δεξί μέρος εικόνας 67). Το χαρτογραφικό υπόβαθρο που χρησιμοποιήθηκε είναι το αντίστοιχο που παρέχει η εταιρεία Bing.

Η τοποθέτηση των δεδομένων και η αντιστοίχιση τους χωρικά γίνεται με αρκετούς τρόπους, είτε με ταχυδρομικό κώδικα, είτε με γεωγραφικές συντεταγμένες φ,λ ή Χ,Υ (ΕΓΣΑ), ή πιο εύκολα αναγνωρίζει η εφαρμογή τα ονόματα των δημοτικών διαμερισμάτων (εφόσον συμφωνούν οι χαρακτήρες τους με τα αντίστοιχα ονόματα των Bing maps) και τοποθετεί τα διαγράμματα στο κεντροειδές κάθε δημοτικού διαμερίσματος. Εδώ εργαστήκαμε με συντεταγμένες φ (Latitude) και λ (Longitude). Η εξαγωγή των δεδομένων και κυρίως του τελικού χαρτογραφικού προϊόντος γίνεται μόνο σε αρχείο τύπου βίντεο (.mp4).

Υποστηρίζεται και η δυνατότητα φόρτωσης και θέασης αρχείου shapfile (.shp).



Εικόνα 68: Χάρτης ατυχημάτων ανά δημοτική κοινότητα για το νομό Λαρίσας, 2014 (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)

4.2.4 Tableau Public

Στο συγκεκριμένο λογισμικό εργαστήκαμε με δεδομένα της Eurostat και συγκεκριμένα με τον συνολικό αριθμό νεκρών σε οδικά ατυχήματα, για κάθε χώρα της Ευρωπαϊκής Ένωσης του έτους 2013. Τα δεδομένα ανακτήθηκαν σε μορφή υπολογιστικού φύλλου Excel (εδώ λειτούργησε ως βάση δεδομένων). Επίσης, στα δεδομένα συμπεριλαμβάνονται οι χωρικές οντότητες των συνόρων κάθε χώρας σε διανυσματική μορφή shapefile.

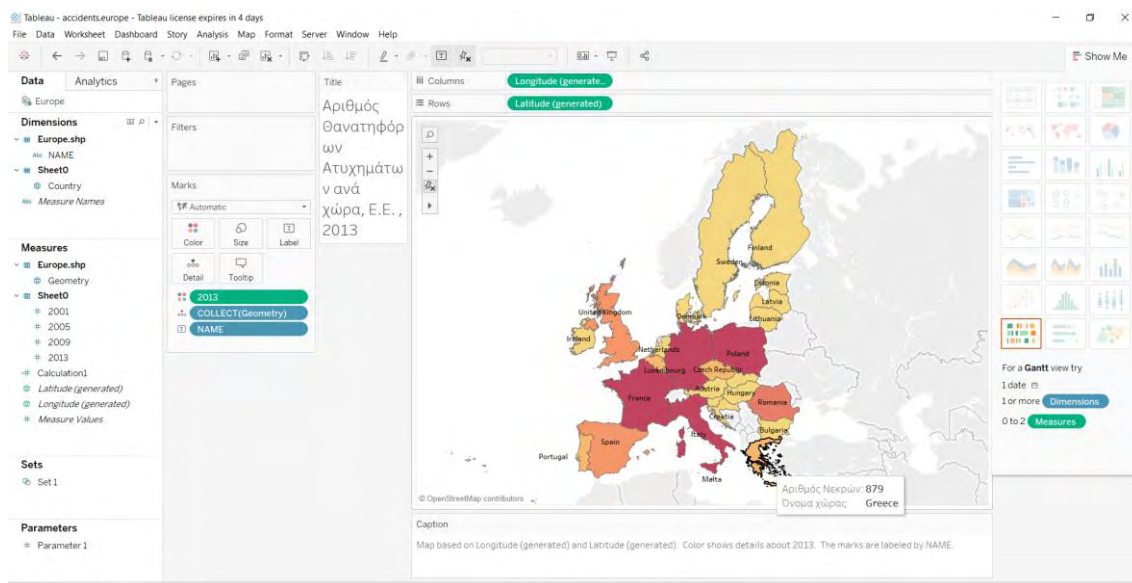
Σε πρώτη φάση, και έπειτα από την μεταφόρτωση των παραπάνω δεδομένων έγινε η σύνδεση χωρικής πληροφορίας .shp με τον πίνακα excel. Στην εικόνα που ακολουθεί παρουσιάζεται η σύνδεση των παραπάνω, όπου επιλέχθηκαν τα πεδία NAME (από το σύνολο της χωρικής πληροφορίας) και Country από την βάση δεδομένων τύπου Excel. Στην εικόνα 70 φαίνεται αυτή η σύνδεση καθώς και όλα τα πεδία που συνδέθηκαν, δημιουργώντας τη νέα βάση με τη χωρική πληροφορία τα σύνορα κάθε χώρας (Europe.shp).

Europe.shp	Europe.shp	Sheet0	Sheet0	Sheet0	Sheet0	Calculation1
NAME	Geometry	Country	2001	2005	2009	2013
Austria	POLYGON	Austria	958	768	633	455
Belgium	POLYGON	Belgium	1.486	1.089	944	723
Croatia	MULTIPOLYGON	Croatia	647	597	548	368
Czech Republic	POLYGON	Czech Republic	1.333	1.286	901	655
Denmark	MULTIPOLYGON	Denmark	431	331	303	191
Estonia	MULTIPOLYGON	Estonia	199	170	98	81
Finland	MULTIPOLYGON	Finland	433	379	279	258
France	MULTIPOLYGON	France	8.162	5.318	4.273	3.268
Germany	MULTIPOLYGON	Germany	6.977	5.361	4.152	3.339
Greece	MULTIPOLYGON	Greece	1.880	1.658	1.456	879
Hungary	POLYGON	Hungary	1.239	1.278	822	591

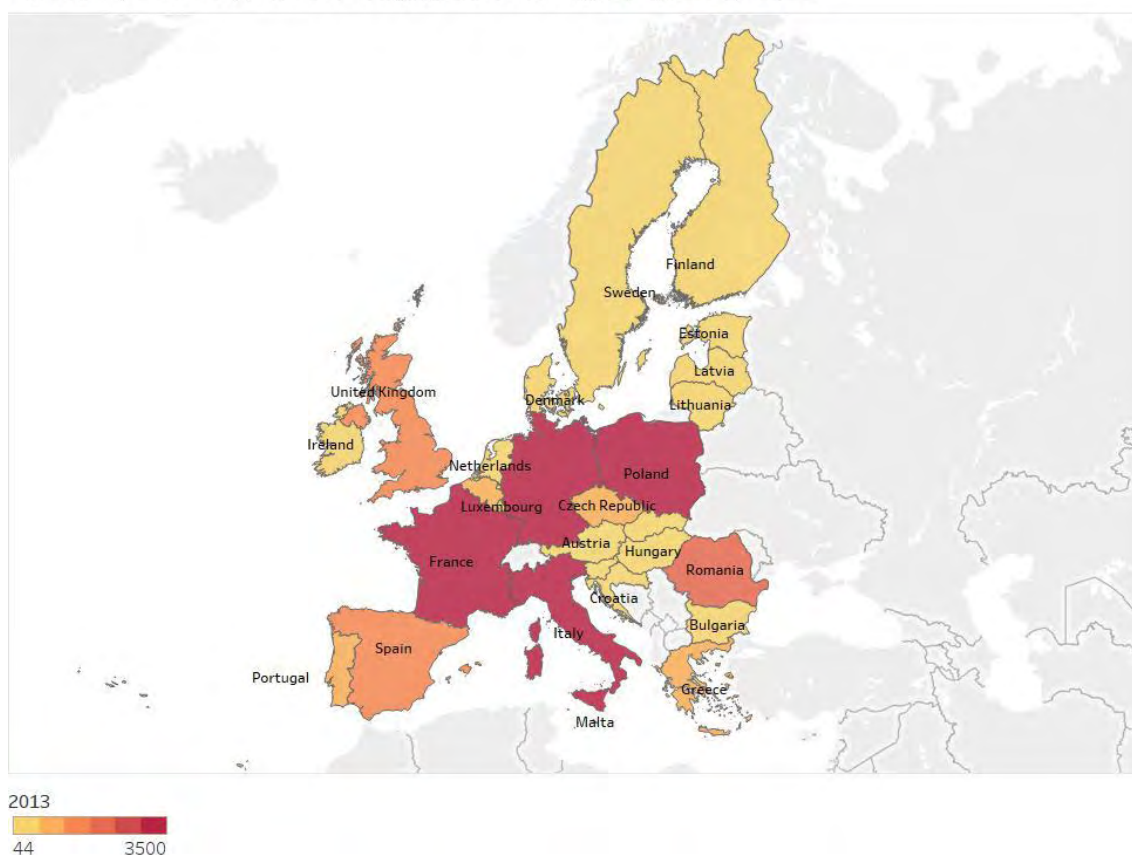
Εικόνα 70: Διαδικασία σύνδεσης βάσης, χωρικής πληροφορίας (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)

Η κατηγοριοποίηση της χωρικής πληροφορίας έγινε σε τυχαίες κλάσεις με βάση το πλήθος ατυχημάτων (44-630, 631-1260, 1261-1900, 1901-3500). Στην εικόνα 71, παρουσιάζεται η δυνατότητα που έχει ο χρήστης για την φόρτωση δεδομένων (Data), επεξεργασία και εισαγωγή πεδίων δεδομένων για οπτικοποίηση (Marks). Στην εικόνα 72 φαίνονται, στον τελικό εξαγόμενο χάρτη μορφής jpeg, οι χρωματικές διαφορές για κάθε ομάδα ανάλογα με τον συνολικό αριθμό θανατηφόρων ατυχημάτων.

Εικόνα 71: Εισαγωγή, επεξεργασία δεδομένων στο περιβάλλον του λογισμικού (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)



Αριθμός Θανατηφόρων Ατυχημάτων ανά χώρα, Ε.Ε., 2013



Εικόνα 72: Χάρτης απεικόνισης θανατηφόρων ατυχημάτων των χωρών της Ε.Ε., 2013 (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)

5 Τελικά συμπεράσματα

Σήμερα, η χρήση των σύγχρονων τεχνολογιών πληροφορικής παρέχει τη δυνατότητα διαχείρισης της χωρικής πληροφορίας και οπτικοποίησης των δεδομένων οδικής ασφάλειας, με στόχο τη βέλτιστη λήψη αποφάσεων και λύσεων.

Οι πιο διαδεδομένες τεχνολογίες που κινούνται σε αυτήν την κατεύθυνση είναι τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (ArcGIS, QGIS). Οι δυνατότητες που προσφέρουν είναι απεριόριστες κυρίως όσον αφορά την αναπαράσταση φαινομένων οδικής ασφάλειας.

Πέρα από την σημαντικότητα τους ως προς το σχεδιασμό και τη μελέτη των οδικών υποδομών και δικτύων, βοηθούν την ανάλυση ποιοτικών και ποσοτικών χαρακτηριστικών των οδών. Επιτρέπουν εξιδεικευμένες χωρικές αναλύσεις με ταυτόχρονη επεξεργασία μεγάλου όγκου δεδομένων οδικής ασφάλειας. Ο χρήστης μέσω των ΓΣΠ, μπορεί να επιτύχει μια πιο προσεκτική και ακριβή επιλογή δεδομένων αλλά και μια χωρική ανάλυση των αποτελεσμάτων πριν και μετά την επεξεργασία. Δεύτερον, το GIS επιτρέπει την ανάπτυξη αναλύσεων διαχείρισης της οδικής ασφάλειας (χωρική ανάλυση των ατυχημάτων συγκεκριμένων οδικών δικτύων).

Σε αυτό το σημείο, πρέπει να αναφερθεί ότι οι περιορισμοί των συγκεκριμένων εργαλείων είναι ελάχιστοι ως μηδαμικοί και αφορούν το επίπεδο άδειας που έχει εξασφαλίσει έναντι αντιπάλου ο χρήστης.

Πιο περιορισμένα σε σχέση με τις δυνατότητες των ΓΣΠ είναι τα υπόλοιπα λογισμικά που αναλύθηκαν στην 4η ενότητα. Συγκεκριμένα:

- Excel 3D Maps

Αποτελεί χρήσιμο εργαλείο απεικόνισης δεδομένων οδικής ασφάλειας και κυρίως δημιουργίας χαρτών με στατιστικά γραφήματα και δείκτες. Χρήσιμη η σύνδεση με αντίστοιχους πίνακες Excel, αλλά και ταυτόχρονα περιορίζεται μόνο σε αυτούς ως βάση δεδομένων.

Δεν παρέχει τη δυνατότητα χωρικής ανάλυσης δεδομένων οδικής ασφάλειας, ή συμβάντων, ενώ παράλληλα δεν υποστηρίζει την χωρική επεξεργασία αρχείων χωρικής πληροφορίας τύπου shapfile, παρά μόνο την θέαση τους σε υφιστάμενο χαρτογραφικό υπόβαθρο (Bing Maps). Υστερεί στην εξαγωγή των παραγόμενων μεταδεδομένων και προϊόντων. Χαρακτηριστικά, δε διαθέτει επιλογή εξαγωγής τύπου εικόνας (μόνο λήψη στιγμιότυπου οθόνης), παρά μόνο αρχείου τύπου βίντεο mp4.

- MapWindow 5.0

Διαθέτει λειτουργίες και επιλογές όμοιες με αυτές των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, που περιορίζονται στην κλασική

επεξεργασία των χωρικών αρχείων shapfiles (vector files) και raster. Ο χρήστης μπορεί να μεταφορτώσει ένα διανυσματικό αρχείο και να το επεξεργαστεί έχοντας κάποιες βασικές επιλογές σε σχέση με τα διαδεδομένα ΓΣΠ (διαγραφή πολυγώνου, μετακίνηση συντεταγμένων γραμμής και άλλα). Υστερεί σε εξειδικευμένες χωρικές αναλύσεις, όπως η εφαρμογή τοπολογίας (ενότητα 4.2.3).

Παρέχει τη διασύνδεση με βάσεις δεδομένων (PostGIS, SQL, Excel) και σύνδεση τους με χωρική πληροφορία ή με στατικό χάρτη (μεταφόρτωση αρχείου εικόνας) είτε δυναμικά (Openstreetmap, Bing).

Βασικό μειονέκτημα είναι η μη εξαγωγή αρχείων είτε διανυσματικά, είτε ψηφιδωτά, χαρακτηρίζεται λογισμικό θέασης (viewer), παρά για βασική επεξεργασία χωρικών δεδομένων.

- Tableau public

Σύνδεση και μεταφόρτωση σε χωρικά δεδομένα (.shp, .kml, .geojson) αλλά και raster. Το συγκεκριμένο λογισμικό έχει πολυάριθμες δυνατότητες σε επεξεργασία χαρτών, καθόλου σε γεωμετρική και χωρική επεξεργασία.

Συνδυάζει τη χωρική πληροφορία με οποιαδήποτε βάση δεδομένων (Excel, Access, .mdb) για τη δημιουργία θεματικού χάρτη αλλά δεν μπορεί να επεξεργαστεί χωρικό αρχείο (διανυσματικού τύπου .shp) Πολύ χρήσιμο για δημιουργία χαρτών με παρουσιάσεις και στατιστικές αναλύσεις (.sav, .rdata, .sas7bdat). Κατάλληλο για τη δημιουργία θεματικών χαρτών και απεικόνιση στατιστικών γραφημάτων.

Πιο πληρέστερο ως προς αυτή τη λειτουργία από το Excel 3D Maps, με δυνατότητα εξαγωγής αρχείων κυρίως τύπου εικόνας. Δύσκολο στη χρήση, ενώ η ελεύθερη έκδοση διαθέτει μικρή μνήμη επεξεργασίας δεδομένων.

Στο τελική αναπαράσταση γραφημάτων που δημιουργείται δεν προσφέρονται τυχόν διορθώσεις, παρά μόνο επανάληψη της διαδικασίας από την αρχή.

Πλέον, ο χρήστης έχει στη διάθεσή του αρκετές επιλογές για την αναπαράσταση δεδομένων οδικής ασφάλειας και την ανάλυση τους. Σε αυτό το σημείο να πούμε ότι τα πιο κατάλληλα λογισμικά αποτελούν τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών ArcGIS, QGIS τα οποία έχουν τις δυνατότητες να αναπαραστήσουν χάρτες, να επεξεργάζονται τη χωρική διανυσματική πληροφορία, να δέχονται βάσεις δεδομένων, ή ακόμα και να τις δημιουργούν, να εξαγάγουν κάθε τύπο δεδομένων. Όλα αυτά αποτελούν τις ελάχιστες λειτουργίες που παρέχουν αυτές οι τεχνολογίες.

Βέβαια, πρέπει να ξεκαθαριστεί ότι δεν αποτελούν σύγχρονα εργαλεία καθώς υπάρχουν χρόνια στην αγορά και έχουν δημιουργηθεί με αυτά πλήθος

εφαρμογών. Παρ' όλα αυτά οι επεκτάσεις που δημιουργούνται για αυτά συνήθως κάθε χρόνο ή οι διάφορες αναβαθμίσεις λειτουργιών (updates) τους, τα καθιστούν ως τα πιο σύγχρονα και πληρέστερα εργαλεία μελέτης φαινομένων οδικής ασφάλειας.

Τα εργαλεία που δημιουργούνται τα τελευταία χρόνια έχουν τη λογική GIS-BASED, δηλαδή βασίζουν την ύπαρξη τους και κάποιες λειτουργίες τους στα ΓΣΠ και λειτουργούν ως υποεργαλεία τους ή συμπλήρωμα ορισμένων χαρακτηριστικών τους.

Βιβλιογραφία

Becky P. Y. Loo, Tessa Kate Anderson, Spatial Analysis Methods of Road Traffic Collisions, 2016

Michael Eliseev, Tatyana Tomchinskaya, Alexandr Lipenkov, Alexandr Blinov, Using 3D-modeling Technologies to Increase Road Safety, 12th International Conference "Organization and Traffic Safety Management in large cities", 28-30 September 2016, St. Petersburg, Russia Volume 20, Pages 171-179
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352146517300455>

Dr Wei Liu, ENHANCING ROAD SAFETY MANAGEMENT WITH GIS MAPPING AND GEOSPATIAL DATABASE, World Health Statistics, 2010

D. Harkey, The Bicycle Compatibility Index: A Level of Service Concept, TechBrief, Publication No. FHWA-RD-98-095, Federal Highway Administration, December 1998.

Διαδικτυακές πηγές

Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Commission outlines measures to halve road deaths by 2020 Brussels, 20 July 2010 reports at
https://ec.europa.eu/transport/road_safety/events-archive/2010_07_20_road_safety_2011_2020_en (accessed August, 2, 2017)

Miguel Anacoreta, 50 years of ECMT (European Conference of Ministers of Transport): transport policies for Greater Europe, Committee on Economic Affairs and Development, 14 March 2003 reports at
<http://www.assembly.coe.int/nw/xml/XRef/X2H-Xref-ViewHTML.asp?FileID=10082&lang=EN> (accessed August, 2, 2017)

Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Availability of Public Data for Digital Maps, Brussels, 2011, reports at
https://ec.europa.eu/transport/themes/its/road/action_plan/public_data_en (accessed August, 2, 2017)

Autodesk reports at <https://www.autodesk.com/products/infraworks-360/advanced-capabilities/roadway-design> (accessed August, 5, 2017)

Mohammad Ali Aghajania, Reza Shahni Dezfoulianb, Abdolreza Rezaee Arjroody, Mohammadreza Rezaeid, Applying GIS to Identify the Spatial and Temporal Patterns of Road Accidents Using Spatial Statistics (case study: Ilam Province, Iran), World Conference on Transport Research - WCTR 2016 Shanghai. 10-15 July 2016 reports at

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352146517307160>

(accessed October, 10, 2017)

Francesco Pirotti, Alberto Guarnieri, Antonio Vettore, Road safety analysis using web-based collaborative GIS, University of Padova, January 2010 reports at

https://www.researchgate.net/publication/292886622_Road_safety_analysis_using_web-based_collaborative_GIS (accessed October, 20, 2017)

Australian Road Safety Commission (ESRI Australia), 2017 reports at

<https://esriaustralia.com.au/esri-australia-blog/how-the-wa-state-government-is-improving-road-safety-with-crowd-sourced-data-blg-105> (accessed October, 25, 2017)

Safe Road Maps, Center for Excellence in Rural Safety (University of

Minnesota), 2010 reports at <https://www.planning.org/events/event/3014911/> (accessed October, 28, 2017)

Fatality Analysis Reporting System (FARS), National Highway Traffic Safety Administration reports at <https://www.nhtsa.gov/research-data/fatality-analysis-reporting-system-fars> (accessed October, 30, 2017)

Minnesota Crash Mapping Analysis Tool, Minnesota Department of Transportation, December 2015 reports at

<https://www.dot.state.mn.us/stateaid/crashmapping.html> (accessed November, 2, 2017)

Michigan Traffic Crash Facts reports at

<https://www.michigantrafficcrashfacts.org/querytool/map#q1:0;2016;;0,12:9> (accessed November, 5, 2017)

Επίσημη ιστοσελίδα Microsoft Office, Get started with 3D Maps reports at

<https://support.office.com/en-us/article/get-started-with-3d-maps-6b56a50d-3c3e-4a9e-a527-eea62a387030> (accessed January, 5, 2017)

Wikipedia, Geographic information system reports at

https://en.wikipedia.org/wiki/Geographic_information_system#Projections,_coordinate_systems,_and_registration (accessed January, 5, 2017)

Επίσημη ιστοσελίδα ENVIRONMENT AND ECOLOGY, Geographic Information System (GIS), reports at <http://environment-ecology.com/geographical-information-systems-gis/579-geographic-information-system-gis.html> (accessed January, 5, 2017)

Meika Jensen, The Benefits of GIS, 2010 reports at

<https://www.gislounge.com/the-benefits-of-gis/> (accessed January, 5, 2017)

H. Soffar, 2017, GIS Data (Geographic Information Systems) uses, advantages and disadvantages reports at <https://www.online-sciences.com/technology/gis-data-geographic-information-systems-uses-advantages-and-disadvantages/> (accessed January, 6, 2017)

Επίσημη ιστοσελίδα Esri, Esri Roads and Highways reports at <https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/esri-roads-and-highways/overview> (accessed January, 6, 2017)

Επίσημη ιστοσελίδα Marathon Data Systems, http://www.marathondata.gr/english/pdfs/arcgis_desktop_products.pdf (accessed January, 6, 2017)

Επίσημη ιστοσελίδα Wikipedia, QGIS reports at <https://en.wikipedia.org/wiki/QGIS> (accessed January, 7, 2017)

Επίσημη ιστοσελίδα GIS Geography, 27 Differences between ArcGIS and QGIS – The Most Epic GIS Software Battle in GIS History reports at <https://gisgeography.com/qgis-arcgis-differences/> (accessed January, 8, 2017)

Επίσημη ιστοσελίδα Cartologic reports at <http://cartologic.com/products.html> (accessed January, 9, 2017)

Επίσημη ιστοσελίδα Cartologic, Cartoview Documentation, Release 0.8.4 reports at <http://cartologic.com/products.html> (accessed January, 9, 2017)

Επίσημη ιστοσελίδα OSGeo-Live 11.0, MapWindow GIS reports at https://live.osgeo.org/archive/6.0/en/overview/mapwindow_overview.html (accessed January, 9, 2017)

David Iseminger, JiayueHu, Adam Saxton, Getting started with Power BI Desktop, 2018 reports at <https://docs.microsoft.com/en-us/power-bi/desktop-getting-started> (accessed January, 10, 2017)

Επίσημη ιστοσελίδα Cadcorp SIS Map Express reports at <https://www.cadcorp.com/products/free-mapping-software/> (accessed January, 10, 2017)

Επίσημη ιστοσελίδα Absent Data, Advantages and Disadvantages of Tableau, reports at <https://www.absentdata.com/advantages-and-disadvantages-of-tableau/> (accessed January, 15, 2017)

Pam Baker, Tableau Desktop, 2018 reports at <https://www.pcmag.com/article2/0,2817,2491943,00.asp> (accessed January, 15, 2017)

Επίσημη ιστοσελίδα Alternative.me SUITABLE SOFTWARE, SmartDraw Alternatives and Reviews reports at https://alternative.me/smartdraw#read_more (accessed January, 17, 2017)

Rebecca Spear, SmartDraw VP Review reports at <http://www.toptenreviews.com/software/multimedia/best-cad-software/smartdraw-review/> (accessed January, 17, 2017)

Επίσημη ιστοσελίδα Softpedia reports at <http://www.softpedia.com/get/Multimedia/Graphic/Graphic-Editors/SmartDraw-Suite-Edition.shtml> (accessed January, 17, 2017)