

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Διπλωματική Εργασία

**Η ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ ΤΩΝ ΜΕΓΑΛΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ (BIG DATA) ΚΑΙ
ΤΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΤΟΥΣ ΣΤΗ ΒΙΩΣΙΜΗ ΑΣΤΙΚΗ
ΚΙΝΗΤΙΚΟΤΗΤΑ**

υπό

**ΠΕΤΡΟΥ ΑΓΓΕΛΟΥ ΒΟΓΙΑΤΖΑΚΗ
ΣΤΑΥΡΟΥ ΣΑΜΑΡΑ ΚΑΜΗΛΑΡΑΚΗ**

Υπεβλήθη για την εκπλήρωση μέρους των

απαιτήσεων για την απόκτηση του

Διπλώματος Πολιτικού Μηχανικού

2018

© 2018 Πέτρος Άγγελος Βογιατζάκης, Σταύρος Σαμαράς Καμηλαράκης

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα (Ν. 5343/32 αρ. 202 παρ. 2).

Εγκρίθηκε από τα Μέλη της Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής:

Πρώτος Εξεταστής (Επιβλέπων) Δρ. Ευτυχία Ναθαναήλ
Αναπληρώτρια Καθηγήτρια, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών,
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Δεύτερος Εξεταστής Δρ. Παντελεήμων Κοπελιάς
Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο
Θεσσαλίας

Τρίτος Εξεταστής Δρ. Ιωάννης Αδάμος
Εντεταλμένος Λέκτορας, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο
Θεσσαλίας

Ευχαριστίες

Πρώτα απ' όλα, θέλουμε να ευχαριστήσουμε την επιβλέπουσα της διπλωματικής εργασίας μας, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια κα. Ευτυχία Ναθαναήλ, για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγησή της κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της εργασίας μας. Επίσης, είμαστε ευγνώμονες στα υπόλοιπα μέλη της εξεταστικής επιτροπής της διπλωματικής εργασίας μας, Καθηγητές κ. Παντελεήμων Κοπελιά και κ. Ιωάννη Αδάμο για την προσεκτική ανάγνωσή της και τις πολύτιμες υποδείξεις τους. Ευχαριστούμε τους επιστημονικούς συνεργάτες κ. Λάμπρο Μητρόπουλο και κα. Μαριάννα Καρατσόλη για την πολύτιμη βοήθειά τους. Ευχαριστούμε τον αδερφό του Πέτρου, Μανώλη και τον αδερφό του Σταύρου, Ηλία για την ηθική υποστήριξή τους. Πάνω απ' όλα, είμαστε ευγνώμονες στους γονείς μας, Γεώργιο και Βάλια, Δημήτριο και Μαρία για την ολόψυχη αγάπη και υποστήριξή τους όλα αυτά τα χρόνια. Αφιερώνουμε αυτή την εργασία στις οικογένειές μας.

Πέτρος Άγγελος Βογιατζάκης

Σταύρος Σαμαράς Καμηλαράκης

Ορισμοί

Βάση δεδομένων (dataset): Είναι μια συλλογή σχετικών συνόλων πληροφοριών που αποτελείται από ξεχωριστά στοιχεία, αλλά μπορεί να χειριστεί ως μονάδα από έναν υπολογιστή.

Εφοδιαστική αλυσίδα (logistics): Το Συμβούλιο των Επαγγελματιών Διαχείρισης της Εφοδιαστικής Αλυσίδας ορίζει ότι: «η διαχείριση εφοδιαστικής αλυσίδας περιλαμβάνει τον σχεδιασμό και τη διαχείριση όλων των δραστηριοτήτων που εμπλέκονται στην προμήθεια, τη μετατροπή και τη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας. Περιλαμβάνει επίσης τις βασικές συνιστώσες του συντονισμού και της συνεργασίας με εταιρικά κανάλια, τα οποία μπορεί να είναι οι προμηθευτές, μεσάζοντες, τρίτοι πάροχοι υπηρεσιών και οι πελάτες και ενσωματώνει τη διαχείριση της προσφοράς και της ζήτησης εντός και μεταξύ των εταιρειών» (www.eel.gr).

Κινητικότητα ως υπηρεσία (Mobility as a Service): Είναι η απομάκρυνση από τα ιδιωτικά μέσα μεταφοράς και η μεταφορά σε λύσεις κινητικότητας που πραγματοποιούνται από μία υπηρεσία (car-sharing, car-pooling, bike-sharing, e-hailing services). Αυτό επιτυγχάνεται με τον συνδυασμό διαφορετικών, ιδιωτικού και δημοσίου δικαίου, υπηρεσιών μεταφορών (<https://www.lvm.fi/documents/20181/798198/Fact+sheet+16-2014+-+Mobility+as+a+Service/4ab2de51-856d-4589-9b1c-4141e0635a89?version=1.0>).

Internet of Things (IoT): Το Internet of Things είναι «η έννοια των αντικειμένων που αφορούν στην καθημερινότητά μας. Βρίσκεται από βιομηχανικές μηχανές μέχρι wearable συσκευές που χρησιμοποιούν ενσωματωμένους αισθητήρες για τη συλλογή δεδομένων και την ανάληψη κάποιας δράσης σε αυτά μέσα σε ένα δίκτυο» (https://www.sas.com/el_gr/insights/big-data/internet-of-things.html).

Έξυπνη πόλη: Η «έξυπνη» πόλη είναι μια αστική περιοχή που διαθέτει διαφορετικούς τύπους ηλεκτρονικών αισθητήρων συλλογής δεδομένων με σκοπό την παροχή πληροφοριών και την αποτελεσματική διαχείριση πόρων. Περιλαμβάνει στοιχεία που συλλέγονται από πολίτες, συσκευές και επεξεργάζονται και αναλύονται για την παρακολούθηση και την διαχείριση συστημάτων κυκλοφορίας, δικτύων ύδρευσης, διαχείρισης αποβλήτων, επιβολής του νόμου και άλλες υπηρεσίες.

Ευφυή συστήματα μεταφορών: Με τον όρο ευφυή συστήματα χαρακτηρίζονται οι εφαρμογές που προσφέρουν καινοτόμες υπηρεσίες και σχετίζονται με διαφορετικούς τρόπους μεταφοράς και διαχείρισης της κυκλοφορίας και δίνουν τη δυνατότητα για καλύτερη ενημέρωση, ασφάλεια, συντονισμό και πιο «έξυπνη» χρήση των δικτύων μεταφορών από τους χρήστες.

Cloud computing: Είναι η χρήση ενός δικτύου απομακρυσμένων διακομιστών που φιλοξενούνται στο Διαδίκτυο για την αποθήκευση, διαχείριση και επεξεργασία δεδομένων αντί για έναν τοπικό διακομιστή ή έναν προσωπικό υπολογιστή.

Batch processing: Είναι η διαδικασία ενός υπολογιστή που εργάζεται μέσω μιας ουράς ή μιας παρτίδας χωριστών εργασιών (προγραμμάτων) χωρίς χειροκίνητη παρέμβαση (μη διαδραστική).

Παράλληλος υπολογισμός ή επεξεργασία (parallel computing or processing): Είναι ένας τύπος υπολογισμού ή επεξεργασίας στον οποίο πραγματοποιούνται ταυτόχρονα πολλοί υπολογισμοί, επεξεργασία ή εκτέλεση διαδικασιών.

Stream processing: Είναι ένα παράδειγμα προγραμματισμού υπολογιστών που επιτρέπει σε ορισμένες εφαρμογές να εκμεταλλεύονται πιο εύκολα μια περιορισμένη μορφή παράλληλης επεξεργασίας. Τέτοιες εφαρμογές μπορούν να χρησιμοποιούν πολλαπλές

υπολογιστικές μονάδες χωρίς να διαχειρίζονται ρητά την κατανομή, τον συγχρονισμό ή την επικοινωνία μεταξύ αυτών των μονάδων.

Data mining: Είναι η εξεύρεση μιας (ενδιαφέρουσας, αυτονόητης, μη προφανούς και πιθανόν χρήσιμης) πληροφορίας ή προτύπων από μεγάλες βάσεις δεδομένων με χρήση αλγορίθμων ομαδοποίησης ή κατηγοριοποίησης και των αρχών της στατιστικής, της τεχνητής νοημοσύνης, της μηχανικής μάθησης και των συστημάτων βάσεων δεδομένων. Στόχος της εξόρυξης δεδομένων είναι η πληροφορία που θα εξαχθεί και τα πρότυπα που θα προκύψουν να έχουν δομή κατανοητή προς τον άνθρωπο, έτσι ώστε να τον βοηθήσουν να πάρει τις κατάλληλες αποφάσεις.

Social network analysis: Είναι η διαδικασία διερεύνησης κοινωνικών δομών μέσω της χρήσης δικτύων και θεωρίας γραφημάτων. Χαρακτηρίζει τις δικτυωμένες δομές ως προς τους κόμβους (μεμονωμένους φορείς, ανθρώπους ή πράγματα μέσα στο δίκτυο) και τους δεσμούς, τις άκρες ή τους συνδέσμους (σχέσεις ή αλληλεπιδράσεις) που τις συνδέουν.

Web mining: Είναι η εφαρμογή τεχνικών εξόρυξης δεδομένων για την ανεύρεση προτύπων από τον Παγκόσμιο Ιστό. Πρόκειται για πληροφορίες που συλλέγονται από την εξόρυξη του ιστού.

Machine learning: Μηχανική μάθηση (machine learning) ονομάζεται η δημιουργία μοντέλων ή προτύπων από ένα σύνολο δεδομένων, από ένα υπολογιστικό σύστημα.

Data Visualization: Θεωρείται από πολλούς κλάδους ως ένα σύγχρονο ισοδύναμο οπτικής επικοινωνίας. Περιλαμβάνει τη δημιουργία και τη μελέτη της οπτικής απεικόνισης των δεδομένων.

Optimization methods: Είναι μέθοδος επιλογής ενός καλύτερου στοιχείου (σε σχέση με κάποιο κριτήριο) από κάποια σειρά διαθέσιμων εναλλακτικών λύσεων.

Scale up: Είναι η πιο παραδοσιακή μορφή αποθήκευσης block και αρχείων. Το σύστημα αποτελείται από ένα ζεύγος ελεγκτών και πολλαπλά ράφια δίσκων. Αν χρειαστεί περισσότερος χώρος προστίθεται ένα άλλο ράφι δίσκων. Οι λύσεις scale up περιορίζονται ως προς τα όρια κλιμάκωσης των ελεγκτών αποθήκευσης.

Scale out: Η αποθήκευση scale out είναι μία αρχιτεκτονική αποθήκευσης συνδεδεμένη στο δίκτυο (network attached storage – NAS) στην οποία μπορεί να επεκταθεί ο συνολικός χώρος στον δίσκο μέσω της προσθήκης συσκευών που είναι συνδεδεμένες σε συστοιχίες και έχουν τους δικούς τους πόρους. Όταν ένα σύστημα scale out φτάσει το όριο αποθήκευσής του, τότε προστίθεται μία άλλη συστοιχία για την επέκταση της χωρητικότητάς του.

Κύριος διακομιστής (master nodes): Ο κύριος διακομιστής σε περιβάλλον Hadoop φιλοξενεί τις διάφορες υπηρεσίες διαχείρισης, αποθήκευσης και επεξεργασίας.

Distributed computation (Κατανεμημένος υπολογισμός): Είναι ένα πεδίο πληροφορικής που μελετά κατανεμημένα συστήματα. Ένα κατανεμημένο σύστημα είναι ένα σύστημα του οποίου τα στοιχεία βρίσκονται σε διαφορετικούς δικτυωμένους υπολογιστές, οι οποίοι στη συνέχεια επικοινωνούν και συντονίζουν τις ενέργειές τους μεταφέροντας μηνύματα μεταξύ τους. Τα συστατικά αλληλεπιδρούν μεταξύ τους προκειμένου να επιτευχθεί ένας κοινός στόχος.

SQL-92: Το SQL-92 ήταν η τρίτη αναθεώρηση της γλώσσας επερώτησης της βάσης δεδομένων SQL. Σε αντίθεση με το SQL-89, ήταν μια σημαντική αναθεώρηση του προτύπου. Εκτός από κάποιες δευτερεύουσες ασυμβατότητες, το πρότυπο SQL-89 είναι συμβατό με το SQL-92.

Pig Latin: Το Pig Latin αφαιρεί τον προγραμματισμό από το υποπρόγραμμα του Hadoop MapReduce σε συμβολισμό που κάνει τον προγραμματισμό MapReduce υψηλού επιπέδου για συστήματα διαχείρισης σχεσιακών βάσεων δεδομένων.

Sparse βάση δεδομένων: Είναι μια βάση δεδομένων στην οποία τα περισσότερα από τα στοιχεία είναι μηδενικά.

Σχεσιακό μοντέλο: Το σχεσιακό μοντέλο για τη διαχείριση βάσεων δεδομένων είναι μια προσέγγιση στη διαχείριση δεδομένων χρησιμοποιώντας μια δομή και γλώσσα συμβατή με τη λογική της προκαταρκτικής τάξης πρώτης τάξης που όλα τα δεδομένα αντιπροσωπεύονται από την άποψη των σειρών, ομαδοποιημένων σε σχέσεις. Μια βάση δεδομένων που οργανώνεται με βάση το σχεσιακό μοντέλο είναι μια σχεσιακή βάση δεδομένων.

Η ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ ΤΩΝ ΜΕΓΑΛΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ (BIG DATA) ΚΑΙ ΤΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΤΟΥΣ ΣΤΗ ΒΙΩΣΙΜΗ ΑΣΤΙΚΗ ΚΙΝΗΤΙΚΟΤΗΤΑ

Πέτρος Άγγελος Βογιατζάκης, Σταύρος Σαμαράς Καμηλαράκης

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, 2018

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Ευτυχία Ναθαναήλ, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια

Περίληψη

Η βιώσιμη αστική κινητικότητα αποτελεί μία από τις κύριες προτεραιότητες, τόσο στην Ευρωπαϊκή Ένωση, όσο και παγκοσμίως, καθώς υπάρχει η τάση αύξησης της πυκνότητας του πληθυσμού στις αστικές περιοχές, η οποία έχει ως αποτέλεσμα κυκλοφοριακές, οικονομικές, περιβαλλοντικές και κοινωνικές επιπτώσεις. Για την εξεύρεση έξυπνων λύσεων και την επιτυχή αντιμετώπιση της αστικής κινητικότητας, το κοινωνικό σύνολο πρέπει να ευαισθητοποιηθεί και να πληροφορηθεί σχετικά με τη ζήτηση για μετακίνηση ανθρώπων και μεταφορά εμπορευμάτων, καθώς και να αναπτύξει τα κατάλληλα εργαλεία ανάλυσης για τη διαχείριση και την αποτίμηση της απόδοσης του συστήματος μεταφορών. Τα παραπάνω, αυξάνουν την ανάγκη ύπαρξης δεδομένων. Στην εποχή της ταχείας τεχνολογικής ανάπτυξης και της ατελείωτης παραγωγής δεδομένων, οι ηλεκτρονικές συσκευές αποτελούν πλέον και πηγές μεγάλων δεδομένων, όπως είναι τα smartphones, οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές, τα αυτόνομα οχήματα, το GPS (Global Positioning System), οι συσκευές SDR (Software Defined radio) και το Bluetooth. Η αστική κινητικότητα είναι ένας τομέας που επωφελείται από τη χρήση μεγάλων δεδομένων μέσω μιας πληθώρας θετικών αποτελεσμάτων που απορρέουν από την κατανόηση, την ανάλυση και την επεξεργασία αυτών των δεδομένων. Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι η διαχείριση της κυκλοφορίας, η πρόβλεψη της ζήτησης, η επιρροή των επιλογών των ταξιδιωτών, η αξιολόγηση του επιπέδου εξυπηρέτησης και ο σχεδιασμός και η πρόβλεψη των μεταφορών.

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η ανάλυση της βιώσιμης αστικής κινητικότητας, η ανασκόπηση μελετών περιπτώσεων, η παρουσίαση του τοπίου των μεγάλων δεδομένων και των εργαλείων ανάλυσης που σχετίζονται με τα μεγάλα δεδομένα. Οι συλλεχθείσες πληροφορίες χρησιμοποιούνται για τη διαμόρφωση πλαισίων αξιοποίησης, μεταξύ των δράσεων μεταφορών με εφαρμογές μεταφορών, των στοιχείων βάσεων δεδομένων με εφαρμογές μεταφορών, και των εργαλείων ανάλυσης μεγάλων δεδομένων με εφαρμογές μεταφορών. Τέλος, τίθενται περιορισμοί και προβλήματα των μεγάλων δεδομένων, εξάγονται συμπεράσματα και αναγνωρίζονται μελλοντικές εξελίξεις.

THE CONTRIBUTION OF BIG DATA AND ANALYTICS TOOLS TO SUSTAINABLE URBAN MOBILITY

Petros Angelos Vogiatzakis, Stavros Samaras Kamilarakis

University of Thessaly, Department of Civil Engineering, 2018

Thesis tutor: Eftihia Nathanail, Associate Professor

Abstract

Sustainable urban mobility is one of the top priorities in European Union and worldwide, as there is an intense tendency of population density increase in urban areas, which results in traffic, economic, environmental and societal impacts. To allocate smart solutions and address successfully urban mobility, communities need to build awareness and knowledge on the demand for people's mobility and goods transportation, as well as to develop appropriate tools to manage and assess transportation system performance. The above issues raise the necessity of data availability. In the era of rapid technological development and endless production of data, electronic devices, including smartphones, personal computers, autonomous vehicles, GPS (Global Positioning System), SDR (Software-defined radio) devices and Bluetooth, have become sources of big data. Urban mobility is a sector that could benefit from using big data by understanding, analyzing and processing data to manage traffic, predict demand, affect travelers' choices and assess level of service. Typical examples are traffic management, demand forecasting, the influence of travelers' choices, service level assessment and transport planning and prediction.

The purpose of this diploma thesis is to analyze sustainable urban mobility, to review case studies, to present the landscape of big data and analytics tools related to big data. Collected information is used to establish exploitation frameworks including transport actions with transport applications, measurements and descriptive data with transport applications and analytics tools of big data with transport applications. Finally, major constraints and problems are being addressed, conclusions are drawn and future developments are recognized.

Περιεχόμενα	
Κεφάλαιο 1	Εισαγωγή..... 2
1.1	Κίνητρο – Στόχος 2
1.2	Οργάνωση Διπλωματικής Εργασίας..... 5
Κεφάλαιο 2	Μεθοδολογία 7
Κεφάλαιο 3	Βιώσιμη Αστική Κινητικότητα..... 17
3.1	Ορισμός και εξέλιξη 17
3.2	Σχέδια βιώσιμης αστικής κινητικότητας 20
3.3	Εφαρμογές σχεδίων βιώσιμης αστικής κινητικότητας 23
3.3.1	Project Poly-SUMP 24
3.3.2	Project ECCENTRIC 32
3.4	Σύνδεση μέτρων βιώσιμης αστικής κινητικότητας με δράσεις μεταφορών 37
Κεφάλαιο 4	Βιβλιογραφική Ανασκόπηση 46
4.1	Ανάλυση και ταξινόμηση..... 46
4.1.1	Εφοδιαστική αλυσίδα..... 48
4.1.2	Κινητικότητα ως υπηρεσία 50
4.1.3	Λειτουργία και διαχείριση της κυκλοφορίας - Σχεδιασμός μεταφορών και πρόβλεψη - Αξιολόγηση και λήψη αποφάσεων 55
4.2	Σύνθεση..... 70
4.3	Μεγάλα δεδομένα και επιχειρήσεις μεταφορών 77
4.3.1	Χαρακτηριστικά παραδείγματα 77
Κεφάλαιο 5	Τοπίο μεγάλων δεδομένων (Big Data landscape) και εργαλεία ανάλυσης (analytic tools) 86
5.1	Εξέλιξη μεγάλων δεδομένων 86
5.2	State of the art εργαλεία ανάλυσης μεγάλων δεδομένων 89
5.2.1	Batch based εργαλεία ανάλυσης 89
5.2.2	Stream based εργαλεία ανάλυσης 90

5.2.3	Apache Hadoop.....	92
5.2.4	Τεχνικές ανάλυσης δεδομένων	95
5.3	Τρόποι συλλογής δεδομένων	97
5.4	Ανοιχτά μεγάλα δεδομένα	99
5.5	Διαθέσιμες μεγάλες βάσεις δεδομένων στις μεταφορές (Transport Big Data Datasets) - Τυπολογία δεδομένων μεταφοράς	104
Κεφάλαιο 6 Πλαίσια αξιοποίησης μεγάλων δεδομένων για τη βιώσιμη αστική κινητικότητα		110
6.1	Πλαίσιο Α: Δράσεις μεταφορών με εφαρμογές μεταφορών	112
6.2	Πλαίσιο Β: Στοιχεία βάσεων δεδομένων με εφαρμογές μεταφορών	113
6.3	Πλαίσιο Γ: Εργαλεία ανάλυσης μεγάλων δεδομένων με εφαρμογές μεταφορών.....	115
Κεφάλαιο 7 Περιορισμοί και προβλήματα μεγάλων δεδομένων.....		119
7.1	Απόρρητο και ασφάλεια	119
7.1.1	Επίδραση Γενικού Κανονισμού για την Προστασία Δεδομένων (GDPR) στα μεγάλα δεδομένα	120
7.2	Πρόσβαση δεδομένων και ανταλλαγή πληροφοριών	121
7.3	Ζητήματα αποθήκευσης και επεξεργασίας	121
7.4	Προκλήσεις αναλύσεων	122
7.5	Απαιτήση Δεξιοτήτων.....	123
7.6	Τεχνικές προκλήσεις	123
7.7	Προβλήματα εργαλείων ανάλυσης.....	125
7.8	Συζήτηση και συμπεράσματα	126
7.9	Μελλοντική εξέλιξη – Προκλήσεις	129
Βιβλιογραφία.....		132
Παράρτημα		150

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1: Ανάπτυξη μεγάλων δεδομένων τη δεκαετία 2010-2020.....	11
Εικόνα 2. Η ταυτόχρονη συνύπαρξη των συστατικών της βιώσιμης κινητικότητας	19
Εικόνα 3. Διαφορές μεταξύ παραδοσιακού συγκοινωνιακού σχεδιασμού και Σ.Β.Α.Κ.....	22
Εικόνα 4. Μετάβαση τεχνολογίας.....	87

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1. Μέτρα Β.Α.Κ. σε πόλεις των project Poly-SUMP και ECCENTRIC.....	42
Πίνακας 2. Σχέση μέτρων Β.Α.Κ. με τις δράσεις μεταφορών.	45
Πίνακας 3. Μεγάλες βάσεις δεδομένων και οι εφαρμογές τους	71
Πίνακας 4. Δεδομένα που παράγονται από κοινωνικά δίκτυα.....	88
Πίνακας 5. Σύγκριση των batch based εργαλείων επεξεργασίας	90
Πίνακας 6. Σύγκριση stream based εργαλείων ανάλυσης.....	91
Πίνακας 7. Σύγκριση διαφορετικών τεχνικών ανάλυσης δεδομένων	96
Πίνακας 8. Ιστοσελίδες με διαθέσιμες ανοιχτές βάσεις δεδομένων.....	100
Πίνακας 9. Τυπολογία των ανοιχτών βάσεων μεγάλων δεδομένων που αφορούν στον τομέα των μεταφορών.....	105
Πίνακας 10. Επισκόπηση Πλαισίου Α.	113
Πίνακας 11. Επισκόπηση Πλαισίου Β.....	114
Πίνακας 12. Επισκόπηση Πλαισίου Γ	116

Κατάλογος Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1. Μεθοδολογία διπλωματικής εργασίας.....	7
Διάγραμμα 2. Κατανομή μελετών βιβλιογραφικής ανασκόπησης.....	13
Διάγραμμα 3. Αριθμός μελετών περιπτώσεων που συσχετίζονται με τις δράσεις μεταφορών.	76
Διάγραμμα 4. Αρχιτεκτονική HDFS.	93
Διάγραμμα 5. Αρχιτεκτονική MapReduce	94

Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή

1.1 Κίνητρο – Στόχος

Η διαρκώς αυξανόμενη τάση των ανθρώπων για συγκέντρωση στις πόλεις δημιουργεί απαιτήσεις, αλλά και προβλήματα στον αστικό ιστό, τα οποία πρέπει να επιλυθούν για την εύρυθμη λειτουργία τους. Απαιτήσεις, όπως ο μεγάλος αριθμός μετακινήσεων ανθρώπων και μεταφοράς αγαθών και οι ανάγκες υποδομής οδηγούν αναπόφευκτα στην υποβάθμιση της ποιότητας ζωής και τη ρύπανση του περιβάλλοντος. Ο Οργανισμός Ηνωμένων Εθνών (ΟΗΕ) στο τελευταίο τρίμηνο του 2017 εκτιμά ότι έως το 2050 ο αστικός πληθυσμός θα αντιστοιχεί στο 66% του συνολικού πληθυσμού. Έτσι, γίνεται εμφανής η ανάγκη για την επίτευξη βιωσιμότητας για την εξίσωση των ανισοτήτων, τη βελτίωση του βιοτικού επιπέδου και της οικονομικής ευημερίας. Στο πλαίσιο της βιώσιμης ανάπτυξης, περιλαμβάνεται η βιώσιμη αστική κινητικότητα η οποία ορίζεται ως η βιώσιμη μετακίνηση ανθρώπων και αγαθών στο αστικό και περιαστικό δίκτυο.

Όπως αναφέρει ο Ross (2016) *«Η γη ήταν η πρώτη ύλη της αγροτικής εποχής. Ο σίδηρος ήταν η πρώτη ύλη της βιομηχανικής εποχής. Τα δεδομένα είναι η πρώτη ύλη της εποχής της πληροφορίας.»*. Η ψηφιοποίηση αύξησε με αξιοσημείωτο τρόπο τις δυνατότητες συλλογής, σύνθεσης, επεξεργασίας, ανάλυσης και εξαγωγής συμπερασμάτων των δεδομένων, δημιουργώντας έτσι την έννοια των μεγάλων δεδομένων (big data). Ο όρος αυτός, έχει εγείρει αμφιλεγόμενες προσεγγίσεις όταν επιχειρεί κανείς να εξηγήσει τον ορισμό του. Όπως

αναφέρουν οι de Mauro et al. (2016), τα μεγάλα δεδομένα αποτελούν πληροφορίες που χαρακτηρίζονται από τόσο μεγάλο όγκο, ταχύτητα και ποικιλομορφία έτσι ώστε να απαιτούν συγκεκριμένη τεχνολογία και αναλυτικές μεθόδους για τη μετατροπή τους σε αξία. Ειδικότερα, οι όροι «όγκος», «ταχύτητα» και «ποικιλομορφία» περιγράφουν τα χαρακτηριστικά των πληροφοριών. Ο όγκος, είναι η ποσότητα δεδομένων που θα μπορούσε να κυμαίνεται από megabytes δεδομένων έως και petabytes. Η ταχύτητα, αναφέρεται στη συλλογή δεδομένων σε: πραγματικό χρόνο, σχεδόν πραγματικό χρόνο, περιοδικά και ομαδοποιημένα. Τα κοινωνικά μέσα, τα κινητά τηλέφωνα και τα βίντεο είναι παραδείγματα πηγών που παρέχουν την ποικιλία των δεδομένων. Ο αριθμός των συσκευών που είναι συνδεδεμένα στο διαδίκτυο εκτιμάται ότι θα διπλασιαστεί σχεδόν από 22,9 δις. το 2016 σε 50 δις. έως το 2020 (Ejaz, 2017). Μέχρι τότε, κάθε άνθρωπος στον πλανήτη θα δημιουργεί 1,7 megabytes νέων πληροφοριών ανά δευτερόλεπτο. Όλα αυτά τα δεδομένα θα έχουν ως αποτέλεσμα 40 zettabytes (40 τρισεκατομμύρια gigabytes) ψηφιακών πληροφοριών που μπορούν να επεξεργαστούν με διαφορετικά εργαλεία (Ejaz, 2017). Τα μεγάλα δεδομένα αποτελούν αιχμή της τεχνολογίας (state-of-the-art) και έχουν αλλάξει ριζικά τον τρόπο που αντιλαμβανόμαστε τον κόσμο γύρω μας, καθώς και το πώς επεξεργαζόμαστε, ελέγχουμε, αποφασίζουμε και υλοποιούμε καθημερινές διεργασίες. Από την κυκλοφοριακή ρύθμιση δυναμικών σηματοδοτών, έως και τη ραγδαία εξέλιξη της τεχνητής νοημοσύνης (πχ. Google duplex) χρησιμοποιούνται μεγάλα δεδομένα. Οι τομείς που αλληλοεπιδρούν τα μεγάλα δεδομένα είναι αναρίθμητοι και διαρκώς αυξάνονται. Μερικοί από τους τομείς που θα μπορούσαν να επωφεληθούν από τα μεγάλα δεδομένα είναι των μεταφορών, της ενέργειας, της ιατρικής, των υλικών, της τεχνητής νοημοσύνης, της ρομποτικής κτλ. Χαρακτηριστικό παράδειγμα της εφαρμογής μεγάλων δεδομένων στον τομέα των μεταφορών αποτελεί η εταιρία διεθνών ταχυμεταφορών UPS που αύξησε την αποδοτικότητα των μεταφορών και

διαμόρφωσε βέλτιστες δομές των δρομολογίων της με μεγάλα οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη.

Σκεπτόμενοι τα παραπάνω, κίνητρο για την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας αποτέλεσε η διερεύνηση των μεγάλων δεδομένων και της βιώσιμης αστικής κινητικότητας, αντικείμενο το οποίο άπτεται της επιστήμης του συγκοινωνιολόγου πολιτικού μηχανικού. Το συγκεκριμένο πεδίο έρευνας έχει προταθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση (E.E.) (interregeurope.eu) και από προηγούμενες μελέτες, όπως για παράδειγμα την πλατφόρμα SUPERHUB και τη μελέτη των Carreras et al. (2012) στην οποία εξετάζονται υπηρεσίες οικολογικής κινητικότητας.

Στη σύγχρονη εποχή, η ανάγκη είναι πιο έντονη για την προστασία του περιβάλλοντος, για το δικαίωμα στην κινητικότητα των ανθρώπων, ανεξαρτήτως κοινωνικής διαστρωμάτωσης, και για τη διαχείριση οικονομικών πόρων υπό το πρίσμα της βελτίωσης του αστικού και περιαστικού περιβάλλοντος. Οι χρήστες μπορούν να επωφεληθούν από τα οφέλη της βιώσιμης αστικής κινητικότητας και να αναβαθμίσουν την ποιότητα ζωής τους με την υποβοήθηση των δεδομένων.

Η ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας και η ύπαρξη του επιστημονικού τομέα των μεγάλων δεδομένων δύναται να απελευθερώσει και να ενισχύσει στο έπακρο τις δυνατότητες βελτίωσης της αστικής κινητικότητας. Ο συγκεκριμένος τομέας των μεταφορών, παραμένει ανεξερεύνητος υπό το πρίσμα των μεγάλων δεδομένων, και η παρούσα διπλωματική εργασία στοχεύει να εξετάσει αυτή την αλληλεπίδραση σε βάθος.

1.2 Οργάνωση Διπλωματικής Εργασίας

Το υπόλοιπο της διπλωματικής εργασίας χωρίζεται σε έξι ενότητες που καταλαμβάνουν τα Κεφάλαια 2 - 7, αντίστοιχα. Συγκεκριμένα:

Στο Κεφάλαιο 2 παρουσιάζεται η μεθοδολογία εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας.

Στο Κεφάλαιο 3 δίνεται ο ορισμός της βιώσιμης αστικής κινητικότητας, η εξέλιξή της σε ευρωπαϊκό επίπεδο, και παρουσιάζονται χαρακτηριστικές εφαρμογές των σχεδίων βιώσιμης αστικής κινητικότητας σε ευρωπαϊκές πόλεις όπως αναλύθηκαν από τα έργα Poly-SUMP και ECCENTRIC. Επιπλέον, γίνεται περιγραφή των μέτρων προώθησης της βιώσιμης αστικής κινητικότητας και συνδέονται με δράσεις μεταφορών.

Στο Κεφάλαιο 4 πραγματοποιείται έρευνα της σύγχρονης βιβλιογραφίας, όσον αφορά στον συνδυασμό της βιώσιμης αστικής κινητικότητας και των μεγάλων δεδομένων. Γίνεται ταξινόμηση των μελετών περιπτώσεων με βάση τις δράσεις μεταφορών και σύνθεσή τους. Επιπρόσθετα, οι μελέτες περιπτώσεων κατηγοριοποιούνται με βάση τις «εφαρμογές μεταφορών», τα «στοιχεία βάσεων δεδομένων» και τα «εργαλεία ανάλυσης μεγάλων δεδομένων». Τέλος, καταγράφονται επιχειρήσεις που χρησιμοποιούν μεγάλα δεδομένα στον τομέα των μεταφορών.

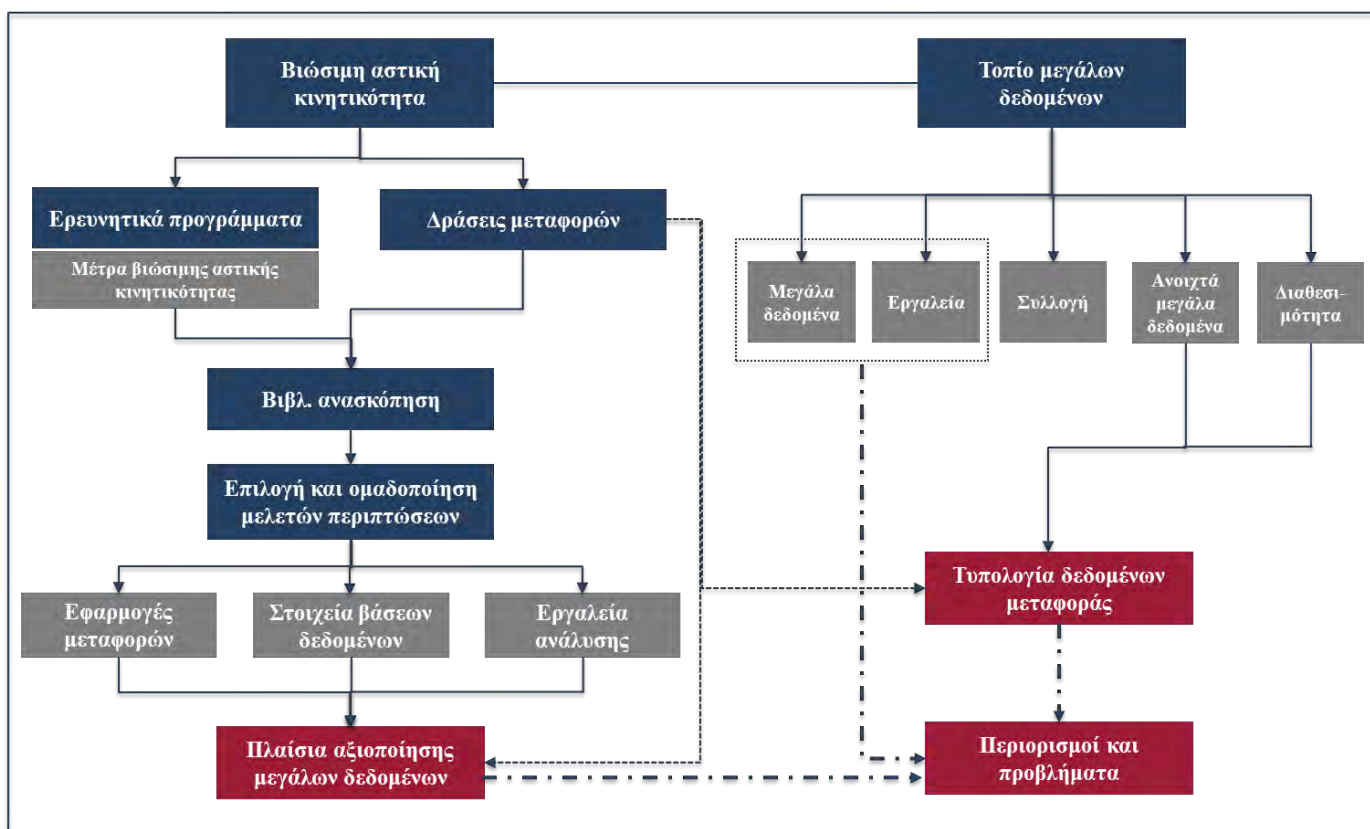
Στο Κεφάλαιο 5 παρουσιάζονται το «τοπίο» των μεγάλων δεδομένων στον τομέα των μεταφορών, τα κύρια εργαλεία επεξεργασίας μεγάλων δεδομένων, οι τρόποι συλλογής δεδομένων και γίνεται αναφορά στα ανοιχτά δεδομένα και στα ανοιχτά μεγάλα δεδομένα με παράθεση δεκαπέντε ανοιχτών μεγάλων βάσεων δεδομένων.

Στο Κεφάλαιο 6 γίνεται η ανάπτυξη πλαισίων αξιοποίησης μεγάλων δεδομένων για τη βιώσιμη αστική κινητικότητα. Διατυπώνονται οδηγίες για την επιλογή της εφαρμογής μεταφορών, κατάλληλων στοιχείων που καταγράφονται σε βάσεις μεγάλων δεδομένων, και εργαλείων ανάλυσής τους, ανάλογα με το πρόβλημα που πρέπει να επιλυθεί με σκοπό την επίτευξη της βιώσιμης αστικής κινητικότητας, ώστε να επωφεληθούν φορείς, οργανισμοί, μελετητές και ακαδημαϊκοί σε μελλοντικές εργασίες και εφαρμογές.

Στη συνέχεια, στο κεφάλαιο 7, γίνεται συζήτηση για τους κινδύνους που είναι πιθανόν να προκύψουν κατά την αξιοποίηση των μεγάλων δεδομένων, από την συλλογή τους μέχρι και την τελική αξιοποίησή τους από τους εκάστοτε φορείς. Τέλος, συνοψίζονται τα βασικά ευρήματα της διπλωματικής εργασίας και παρατίθενται μελλοντικές εξελίξεις στον τομέα των μεταφορών, όσον αφορά στα μεγάλα δεδομένα και τη βιώσιμη αστική κινητικότητα.

Κεφάλαιο 2 Μεθοδολογία

Ο στόχος της διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση της συνεισφοράς των μεγάλων δεδομένων και των εργαλείων ανάλυσής τους στη βιώσιμη αστική κινητικότητα. Προκειμένου να επιτευχθεί αυτός ο στόχος, αναπτύχθηκε η μεθοδολογία που περιγράφεται στο παρόν κεφάλαιο και παρουσιάζεται στο διάγραμμα 1.



Διάγραμμα 1. Μεθοδολογία διπλωματικής εργασίας.

Η βιώσιμη αστική κινητικότητα και το τοπίο των μεγάλων δεδομένων αποτελούν τα κύρια ερευνητικά αντικείμενα της εργασίας.

Αρχικά, εξετάστηκε η βιώσιμη αστική κινητικότητα μέσα από τα έργα Poly-SUMP και ECCENTRIC και παράλληλα, διαμορφώθηκαν οι «δράσεις μεταφορών». Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε ανασκόπηση της σύγχρονης βιβλιογραφίας σύμφωνα με την οποία έγινε επιλογή συγκεκριμένων μελετών περιπτώσεων και ομαδοποίησή τους σε τρεις κατηγορίες: «εφαρμογές μεταφορών», «στοιχεία βάσεων δεδομένων» και «εργαλεία ανάλυσης μεγάλων δεδομένων». Ο συνδυασμός των τριών αυτών κατηγοριών με τις δράσεις μεταφορών, οδήγησε στη διαμόρφωση τριών πλαισίων αξιοποίησης μεγάλων δεδομένων για τη βιώσιμη αστική κινητικότητα.

Παράλληλα, εξετάστηκε το τοπίο των μεγάλων δεδομένων ως προς τα (μεγάλα) δεδομένα, τα εργαλεία ανάλυσής τους, τους τρόπους συλλογής τους, τα ανοιχτά μεγάλα δεδομένα και τη διαθεσιμότητά τους. Από τα δύο τελευταία στοιχεία και σε συνδυασμό με τις δράσεις μεταφορών, εξάχθηκε τυπολογία των ανοιχτών μεγάλων δεδομένων στον τομέα των μεταφορών. Τέλος, η ανάλυση των μεγάλων δεδομένων και των εργαλείων ανάλυσης, οδήγησε σε εντοπισμό προβλημάτων και περιορισμών στην εφαρμογή τους.

Πιο αναλυτικά, και όσον αφορά στο πρώτο κύριο ερευνητικό αντικείμενο της εργασίας, παρουσιάζονται μέτρα βελτίωσης της βιώσιμης αστικής κινητικότητας μέσα από τα έργα Poly-SUMP και ECCENTRIC. Τα συγκεκριμένα έργα επιλέχθηκαν, καθώς καλύπτουν τον χρονικό ορίζοντα 2012-2020. Πιο συγκεκριμένα, το Poly-SUMP διήρκησε από το 2012 έως το 2014, ενώ το ECCENTRIC ξεκίνησε το 2014 και συνεχίζει ακόμα τη λειτουργία του.

Παράλληλα, με βάση την εμπειρία και την καθοδήγηση της επιβλέπουσας καθηγήτριας, προτάθηκαν οι παρακάτω πέντε δράσεις μεταφορών, οι οποίες καλύπτουν όλο

το φάσμα του τομέα της κυκλοφορίας, των μεταφορών και της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας:

- Κινητικότητα ως υπηρεσία (mobility as a service - MaaS).
- Εφοδιαστική αλυσίδα (logistics).
- Λειτουργία και διαχείριση της κυκλοφορίας (traffic operation and management - TOaM).
- Σχεδιασμός μεταφορών και πρόβλεψη (transportation planning and prediction - TPaP).
- Αξιολόγηση και λήψη αποφάσεων (assessment and decision making - AaDM).

Με βάση τα παραπάνω, δημιουργήθηκε μητρώο συσχέτισης των μέτρων βελτίωσης της βιώσιμης αστικής κινητικότητας και των πέντε δράσεων μεταφορών. Η τυπολογία που ακολουθήθηκε βασίστηκε στα ευρήματα του προγράμματος MIDAS (https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/sites/iee-projects/files/projects/documents/midas_soft_measures_for_sustainable_mobility.pdf) και της έρευνας των Lah et. al (2015). Στο πρόγραμμα MIDAS έγινε κατηγοριοποίηση μέτρων με καλές πρακτικές σε περιοχές υλοποίησης σχεδίων βιώσιμης κινητικότητας και στην έρευνα των Lah, et. al έγιναν κατηγοριοποιήσεις μέτρων με βάση τις δημόσιες συγκοινωνίες, τις υποδομές μεταφορών, την εφοδιαστική αλυσίδα της πόλης, τον σχεδιασμό μεταφορών και τα Σ.Β.Α.Κ., τα δίκτυα, τη διαχείριση της κινητικότητας και τα πράσινα οχήματα.

Η βιβλιογραφική ανασκόπηση διεξάχθηκε προκειμένου να καταγραφούν οι υφιστάμενες γνώσεις σχετικά με την ανάλυση των μεγάλων βάσεων δεδομένων και των εργαλείων ανάλυσής τους, όσον αφορά στη συμβολή τους στη βιώσιμη αστική κινητικότητα.

Χρησιμοποιήθηκαν στρατηγικές έρευνας σύμφωνα με τον Δημητρόπουλο (2009), οι οποίες αποτελούνται από έξι κριτήρια:

1. Καθορισμός του σκοπού της έρευνας. Ο σκοπός της βιβλιογραφικής έρευνας ήταν η εύρεση εφαρμογών βιώσιμης αστικής κινητικότητας που χρησιμοποιούν μεγάλες βάσεις δεδομένων.

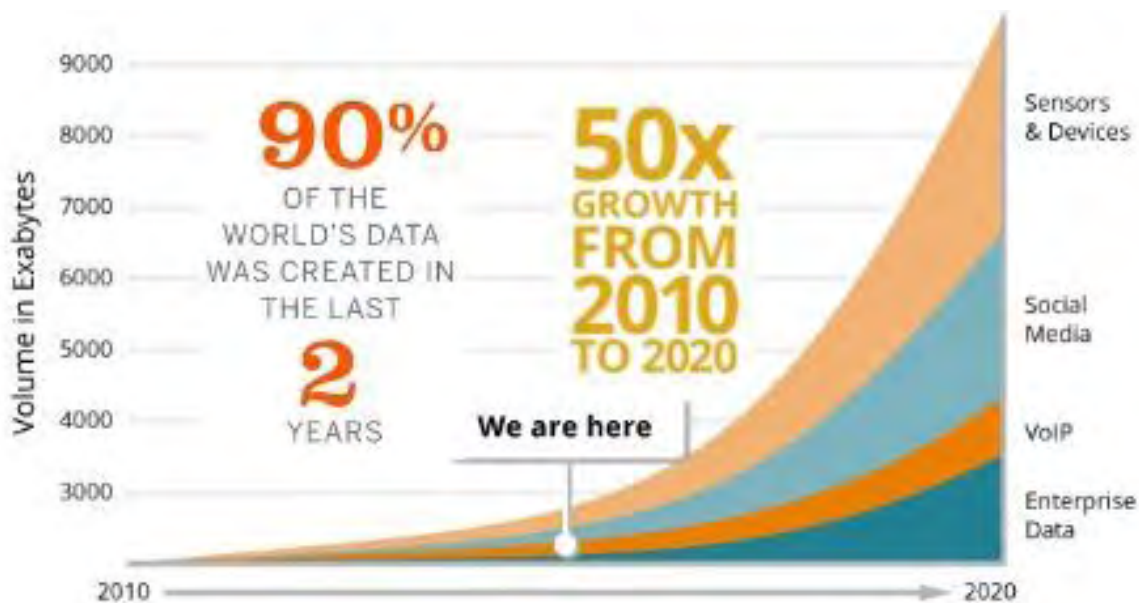
2. Προσδιορισμός των κύριων ερευνητικών ερωτημάτων για την ανασκόπηση σε συνδυασμό με τον στόχο της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Τα ερευνητικά ερωτήματα ήταν:

- «Με ποιον τρόπο θα μπορούσαν οι μεγάλες βάσεις δεδομένων και τα εργαλεία ανάλυσης να είναι χρήσιμα για τη βιώσιμη αστική κινητικότητα;»

- «Σε ποιο βαθμό θα μπορούσαν οι μεγάλες βάσεις δεδομένων και τα εργαλεία ανάλυσης να είναι χρήσιμα για τη βιώσιμη αστική κινητικότητα;»

- «Ποιες εφαρμογές που καθορίζονται από μεγάλες βάσεις δεδομένων και τα εργαλεία ανάλυσης είναι χρήσιμες για τη βιώσιμη αστική κινητικότητα;»

3. Επιλογή της ερευνητικής μεθόδου. Η ερευνητική μέθοδος που επιλέχθηκε ήταν ποιοτική, καθώς συγκεντρώθηκαν εφαρμογές, εργαλεία ανάλυσης, περιεχόμενα βάσεων δεδομένων και οι διαχειριστές αυτών, προκειμένου να γίνει κατανοητή η συμβολή των μεγάλων δεδομένων και των εργαλείων ανάλυσής τους στη βιώσιμη αστική κινητικότητα μέσω των σύγχρονων μελετών. Κατ' επέκταση, έγινε αναζήτηση σε μελέτες που εκπονήθηκαν τα τελευταία τέσσερα χρόνια (2015-2018), καθώς χρησιμοποιούνται τα τελευταία επιστημονικά και ερευνητικά παραδείγματα, με σκοπό να απαντηθούν τα ερευνητικά ερωτήματα. Η Εικόνα 1 τεκμηριώνει τη ραγδαία αύξηση των μεγάλων δεδομένων από το 2015 και μετά.



Εικόνα 1: Ανάπτυξη μεγάλων δεδομένων τη δεκαετία 2010-2020. (Πηγή: <https://www.promptcloud.com/blog/want-to-ensure-business-growth-via-big-data-augment-enterprise-data-with-web-data/>)

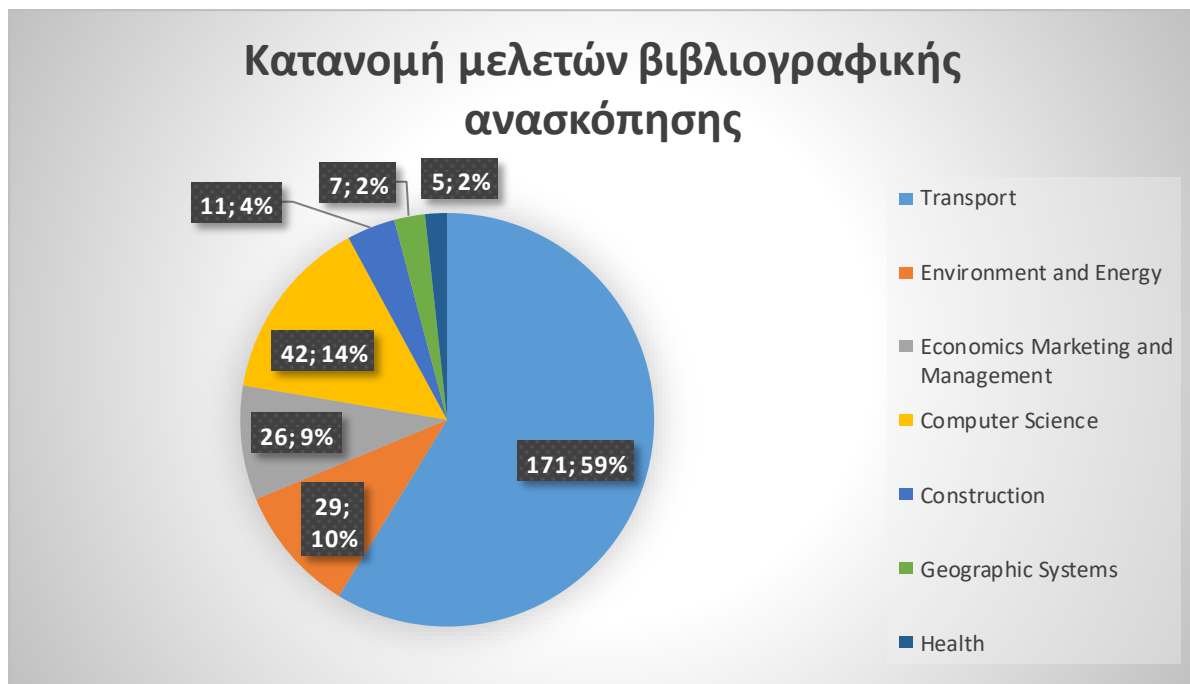
4. Επαναξιολόγηση των ερευνητικών ερωτημάτων με βάση την έκταση των πληροφοριακών πηγών της αναζήτησης που πραγματοποιήθηκε και της ορθότητας των ερευνητικών ερωτημάτων. Οι μελέτες που συλλέχθηκαν καλύπτουν τα ερωτήματα της βιβλιογραφικής ανασκόπησης και δεν χρειάστηκε επαναξιολόγησή τους.

5. Ανάκτηση πληροφοριών. Η αναζήτηση και ανάκτηση πληροφοριών έγινε μέσω ακαδημαϊκών πηγών (αποθετήριο «Κάλλιπος»), ηλεκτρονικών (διεπιστημονικών) βάσεων δεδομένων και εργαλείων (Kaggle), πανεπιστημιακών βιβλιοθηκών (βιβλιοθήκη Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, βιβλιοθήκη Πανεπιστημίου Πειραιά, Heal-link), των ιστοτόπων ScienceDirect και Google Scholar, καθώς και ιστοτόπων δημόσιου και ιδιωτικού τομέα (Google, FedEx, Intel, UPS). Τέσσερα κριτήρια χρησιμοποιήθηκαν για την αξιολόγηση της ποιότητας των πηγών: αυθεντικότητα (το πόσο γνήσιο είναι το έγγραφο ή η πηγή), αξιοπιστία (το μέγεθος της παραποίησης του εγγράφου ή της πηγής), εκπροσώπηση (η αναγνώριση των περιορισμών και των συμπερασμάτων που μπορούν να αντληθούν από τα έγγραφα ή τις

πηγές) και έννοια (το πόσο καλά θα καταφέρει ο ερευνητής να κατανοήσει το έγγραφο) (Scott, 1990). Οι λέξεις-κλειδιά αναζήτησης περιλάμβαναν: «big data AND transport», «open big data sources AND sustainable urban mobility», «transportation tools AND big data analytics», «open source big data AND tools», «big data, transport, open big data sources, sustainable urban mobility» και χρησιμοποιήθηκε η αναδρομική βιβλιογραφική αναζήτηση, μέσω συγγραφέων, αναδρομικών αναφορών και λέξεων-κλειδιών που είχαν χρησιμοποιηθεί προηγουμένως. Η αναδρομική αναζήτηση είναι η αναζήτηση κατά την οποία χρησιμοποιείται η βιβλιογραφία ενός εγγράφου ή μιας πηγής με σκοπό την εύρεση και άλλων με βάση τον συγγραφέα, τον τίτλο, διαγράμματα και εικόνες.

Συγκεντρώθηκαν 291 μελέτες από το 2015 έως και το 2018 (με εξαίρεση μιας μελέτης του 2014, η οποία συμπεριλήφθηκε λόγω υψηλής συνάφειας), οι οποίες αφορούν πέραν των μεταφορών και άλλους τομείς, όπως είναι οι τομείς «computer science», «environment», «health», κτλ. (Διάγραμμα 2). Γι' αυτό τον λόγο επιλέχθηκαν για περαιτέρω ανάλυση οι μελέτες εκείνες που κάλυπταν κριτήρια συνάφειας ως προς το θέμα μελέτης, δηλαδή τα μεγάλα δεδομένα στον τομέα των μεταφορών (171 μελέτες). Οι βιβλιογραφικές αναφορές όλων των μελετών παρατίθενται στο Παράρτημα.

6. Καταγραφή και οργάνωση των πηγών που χρησιμοποιούνται. Η καταγραφή των μελετών υπάρχει στο Παράρτημα και η οργάνωσή τους γίνεται στο υποκεφάλαιο 4.1.



Διάγραμμα 2. Κατανομή μελετών βιβλιογραφικής ανασκόπησης.

Το επόμενο βήμα της μεθοδολογίας ήταν η επιλογή και η ομαδοποίηση των μελετών. Από τις 291 μελέτες, επιλέχθηκαν 35 που ανταποκρίνονταν πληρέστερα στα ερευνητικά ερωτήματα που έχουν τεθεί και περιείχαν μεγάλες βάσεις δεδομένων και εφαρμογές πάνω στις μεταφορές και τη βιώσιμη αστική κινητικότητα (μελέτες περιπτώσεων). Το υποκεφάλαιο 4.2 περιλαμβάνει σε μορφή πίνακα τις 35 μελέτες περιπτώσεων με βάση τις χρησιμοποιούμενες μεγάλες βάσεις δεδομένων, τις εφαρμογές τους, τα εργαλεία ανάλυσης και τον διαχειριστή κάθε συνόλου δεδομένων.

Κατόπιν, εντοπίστηκαν στοιχεία στις εκάστοτε μελέτες περιπτώσεων, που είτε μπορούσαν να ομαδοποιηθούν σε μια ενιαία κατηγορία, είτε αποτελούσαν ξεχωριστή κατηγορία. Έτσι, προέκυψαν οι ακόλουθες τρεις κατηγορίες:

- Εφαρμογές μεταφορών.
- Στοιχεία βάσεων δεδομένων.

- Εργαλεία ανάλυσης μεγάλων δεδομένων.

Η κατηγορία «εφαρμογές μεταφορών» διαμορφώθηκε με βάση τις εφαρμογές που έχουν προκύψει από τις εκάστοτε μελέτες περιπτώσεων, και ταξινομήθηκαν στην «έξυπνη» πόλη, την εφοδιαστική αλυσίδα (logistics), την πράσινη ανάπτυξη, την πρόβλεψη της λειτουργίας και συντήρησης, την πρόβλεψη της ασφάλειας και των ατυχημάτων, την πρόβλεψη της οδηγικής συμπεριφοράς και σε άλλες εφαρμογές. Για παράδειγμα, η μελέτη περίπτωσης των Babar και Arif (2017) στόχευε στην ανάλυση δεδομένων για τις «έξυπνες» πόλεις προτείνοντας ένα σύστημα αρχιτεκτονικής «έξυπνων» αστικών εφαρμογών. Επομένως, η συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης ταξινομήθηκε ως εφαρμογή «έξυπνης» πόλης.

Η κατηγορία «στοιχεία βάσεων δεδομένων» παράχθηκε με βάση τα στοιχεία των μεγάλων βάσεων δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν στις εκάστοτε μελέτες περιπτώσεων. Περιλαμβάνονται στοιχεία κυκλοφοριακά, περιβαλλοντικά, κοινωνικής δικτύωσης/κινητών τηλεφώνων, γεωγραφικά, εφοδιαστικής αλυσίδας, οπτικοακουστικά και περιγραφικά. Πρέπει να σημειωθεί ότι ενδέχεται σε κάποιες βάσεις δεδομένων να υπήρχαν στοιχεία που εντάχθηκαν σε παραπάνω από μία κατηγορίες. Για παράδειγμα, η βάση δεδομένων της μελέτης περίπτωσης των Yingjie et al. (2016) περιέχει στοιχεία γεωγραφικά, όπως είναι η τοποθεσία, περιγραφικά όπως είναι ο αριθμός και το χρώμα πινακίδας και κυκλοφοριακά.

Η κατηγορία «εργαλεία ανάλυσης μεγάλων δεδομένων» προέκυψε από τα εργαλεία ανάλυσης που χρησιμοποιήθηκαν στις εκάστοτε μελέτες περιπτώσεων και περιλαμβάνει τα εξής εργαλεία: το Hadoop με τα υπο-προγράμματα MapReduce, Hbase, Hive, Spark, GraphX και Zookeeper, τις υβριδικές μεθόδους Fuzzy και Genetic algorithms, μοντέλα παλινδρόμησης, τις γλώσσες προγραμματισμού C++, R, Python, τα προγράμματα Matlab, GIS, τον αλγόριθμο ταξινόμησης K-means, καθώς και άλλα μοντέλα. Σε κάποιες μελέτες περίπτωσης, προκειμένου να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα χρησιμοποιήθηκαν

περισσότερα του ενός εργαλεία ανάλυσης. Για παράδειγμα, στη μελέτη περίπτωσης των Rathore et al. (2017a) έγινε χρήση του Hadoop και του υπο-προγράμματός του Apache Spark και στη μελέτη περίπτωσης των Jameson, et al. (2015) χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα GIS, καθώς και η γλώσσα προγραμματισμού C++.

Στη συνέχεια, διαμορφώθηκαν τα πλαίσια αξιοποίησης τα οποία συνδυάζουν τις πέντε δράσεις μεταφορών με τις εφαρμογές μεταφορών (Πλαίσιο Α), τις εφαρμογές μεταφορών με τα στοιχεία βάσεων δεδομένων (Πλαίσιο Β) και τις εφαρμογές μεταφορών με τα εργαλεία ανάλυσης μεγάλων δεδομένων (Πλαίσιο Γ).

Όσον αφορά στο δεύτερο κύριο ερευνητικό αντικείμενο της εργασίας, δηλαδή το τοπίο των μεγάλων δεδομένων, αναγνωρίστηκαν τα state-of-the-art batch based εργαλεία ανάλυσης, τα stream based εργαλεία ανάλυσης, το Apache Hadoop και άλλες τεχνικές ανάλυσης δεδομένων. Επιπλέον, στο πλαίσιο διακίνησης ιδεών και γνώσης μελετήθηκαν τα ανοιχτά μεγάλα δεδομένα. Έγινε αναζήτηση στις ευρωπαϊκές ιστοσελίδες που περιέχουν ανοιχτές βάσεις δεδομένων και εξάχθηκε ο αριθμός των βάσεων δεδομένων που διατίθενται σε όλους τους τομείς, ο αριθμός των βάσεων δεδομένων που διατίθενται στον τομέα των μεταφορών και το ποσοστό των συνολικών βάσεων δεδομένων κάθε τομέα προς τις βάσεις που διατίθενται συγκεκριμένα για τις μεταφορές.

Προκειμένου να διερευνηθεί ποιες ανοιχτές βάσεις μεγάλων δεδομένων είναι διαθέσιμες και πώς συνδέονται με θέματα μεταφορών, εντοπίστηκαν 15 ανοιχτές μεγάλες βάσεις δεδομένων, οι οποίες συλλέχθηκαν κυρίως μέσω της ιστοσελίδας Kaggle και αναπτύχθηκε τυπολογία με βάση:

- τον τύπο αρχείου,
- τις δράσεις μεταφορών,

- τον τύπο δεδομένων και
- τον διαχειριστή δεδομένων.

Τέλος, η διερεύνηση του τοπίου μεγάλων δεδομένων και κυρίως των εργαλείων ανάλυσής τους, και η ερμηνεία των ευρημάτων της παρούσας διπλωματικής εργασίας, οδήγησε στον εντοπισμό και την επεξήγηση πιθανών προβλημάτων ή κενών που περιορίζουν την ομαλή συνεισφορά των μεγάλων δεδομένων στην ανάπτυξη της βιώσιμης αστικής κινητικότητας.

Κεφάλαιο 3 Βιώσιμη Αστική Κινητικότητα

3.1 Ορισμός και εξέλιξη

Ερευνητές και οργανισμοί έχουν αποδώσει ποικίλους ορισμούς για την πλήρη περιγραφή της βιώσιμης αστικής κινητικότητας (B.A.K.), ανάλογα με το επιστημονικό τους πεδίο (κοινωνικό, οικονομικό, περιβαλλοντικό, συγκοινωνιακό) και το θεωρητικό τους υπόβαθρο. Ο ορισμός που ανταποκρίνεται περισσότερο στη σημερινή πραγματικότητα και είναι πιο συγκεκριμένος και κοινά αποδεκτός από πολιτικές ηγεσίες, συμπεριλαμβανομένης της Ευρωπαϊκής Επιτροπής είναι ο εξής. Ως βιώσιμο σύστημα μεταφορών ορίζεται αυτό που *«(α) επιτρέπει τις βασικές ανάγκες πρόσβασης και ανάπτυξης των ατόμων, των επιχειρήσεων και της κοινωνίας να ικανοποιούνται με ασφάλεια, κατά τρόπο σύμφωνο με την υγεία των ανθρώπων και των οικοσυστημάτων και προάγει τη δικαιοσύνη εντός και μεταξύ των διαδοχικών γενεών, (β) είναι οικονομικά προσιτό, λειτουργεί δίκαια και αποτελεσματικά, προσφέρει τη δυνατότητα επιλογής τρόπου μεταφοράς και υποστηρίζει μια ανταγωνιστική οικονομία, καθώς και την ισόρροπη περιφερειακή ανάπτυξη, και (γ) περιορίζει τις εκπομπές ρύπων και τα απόβλητα στα όρια των δυνατοτήτων που έχει ο πλανήτης τη δυνατότητα να τα απορροφήσει (αφομοιώσει), χρησιμοποιεί ανανεώσιμους πόρους και ελαχιστοποιεί τις επιπτώσεις στις χρήσεις γης και την παραγωγή θορύβου»* (European Commission, 2001).

Όπως φαίνεται στην Εικόνα 2, η επίτευξη της βιωσιμότητας προϋποθέτει την ταυτόχρονη εξασφάλιση και των τριών βασικών πυλώνων (κοινωνία, οικονομία,

περιβάλλον), αλλά και των υπο-συστατικών τους. Όσον αφορά στην κοινωνία, η βιωσιμότητα αναφέρεται στην ικανότητα εξασφάλισης συνθηκών σταθερότητας, δημοκρατίας, συμμετοχής και δικαιοσύνης, καθώς και της δυνατότητας εξασφάλισης συνθηκών για την ευημερία του ανθρώπου με παροχές ασφάλειας, υγείας, εκπαίδευσης οι οποίες είναι εξίσου διανεμημένες σε όλες τις κατηγορίες, ανεξάρτητα από το φύλο, την ηλικία, κτλ. Στην οικονομία αναφέρεται η ικανότητα δημιουργίας εισοδήματος και απασχόλησης για τη διατήρηση του πληθυσμού και στο περιβάλλον, η ικανότητα διατήρησης της ποιότητας των φυσικών πόρων και η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Η συνύπαρξη και των τριών πυλώνων είναι απαραίτητη για ένα βιώσιμο σύστημα. Δηλαδή, η κοινωνία και το περιβάλλον, χωρίς την οικονομία, δημιουργούν ένα «υποφερτό» σύστημα, καθώς δεν προσφέρει τη δυνατότητα επαγγελματικής αποκατάστασης και οικονομικής ευμάρειας. Η κοινωνία και η οικονομία, δημιουργούν ένα δίκαιο σύστημα, αλλά δεν μπορεί να υφίσταται χωρίς το μέλημα για το περιβάλλον, διότι η φυσική κληρονομιά έρχεται σε δεύτερη μοίρα. Τέλος, ο συνδυασμός περιβάλλοντος και οικονομίας, χωρίς την κοινωνία συνθέτουν ένα ανεκτό σύστημα, αλλά εκλείπουν οι αξίες σταθερότητας, δημοκρατίας, συμμετοχής και δικαιοσύνης, καθώς και η ασφάλεια, η υγεία και η εκπαίδευση για την ευημερία του ανθρώπου.



Εικόνα 2. Η ταυτόχρονη συνύπαρξη των συστατικών της βιώσιμης κινητικότητας (Πηγή: Dreo, 2006)

Η βιωσιμότητα της αστικής κινητικότητας, αποτελεί τη διασφάλιση ενός οράματος με την κατάλληλη πολιτική και νομική βούληση. Οι χρονολογίες κλειδιά της τελευταίας δεκαετίας (2007-2018) για τις πολιτικές προώθησης της Β.Α.Κ. είναι:

2007: Δημοσιεύεται η Πράσινη Βίβλος με τίτλο «Διαμόρφωση νέας παιδείας αστικής κινητικότητας» (Green Paper: Towards a new culture for urban mobility) (European Commission, 2007). Οι στόχοι που τέθηκαν με βάση το κείμενο της Βίβλου ήταν:

- Πόλεις ελεύθερης ροής.
- «Πράσινες» πόλεις.
- Πιο «έξυπνες» αστικές συγκοινωνίες.
- Προσβάσιμες αστικές συγκοινωνίες.
- Ασφαλείς αστικές συγκοινωνίες.

2009: Δημοσιεύεται το «Σχέδιο Δράσης για την Αστική Κινητικότητα», στο οποίο προτάθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή η επιτάχυνση της αφομοίωσης των σχεδίων βιώσιμης αστικής κινητικότητας (European Commission, 2009).

2011: Δημοσιεύεται η Λευκή Βίβλος με τίτλο «Χάρτης πορείας για έναν Ενιαίο Ευρωπαϊκό Χώρο Μεταφορών - Για ένα ανταγωνιστικό και ενεργειακά αποδοτικό σύστημα

μεταφορών». Μεταξύ άλλων παρουσιάστηκε μια στρατηγική για ένα ανταγωνιστικό σύστημα μεταφορών υπό το πρίσμα πολύ-παραγοντικών νέων προκλήσεων που το συνθέτουν (οικονομική κρίση, φαινόμενο θερμοκηπίου κ.α.) (European Commission, 2011).

2013: Δημοσιεύεται το νέο «Πακέτο Αστικής Κινητικότητας» (Urban Mobility Package) με την ανακοίνωση «Μαζί για ανταγωνιστική και αποδοτική από άποψη πόρων αστική κινητικότητα» και συνδέονται με τις χρηματοδοτήσεις 2014-2020 για τον σχεδιασμό και την εφαρμογή μέτρων αστικής κινητικότητας (European Commission, 2013).

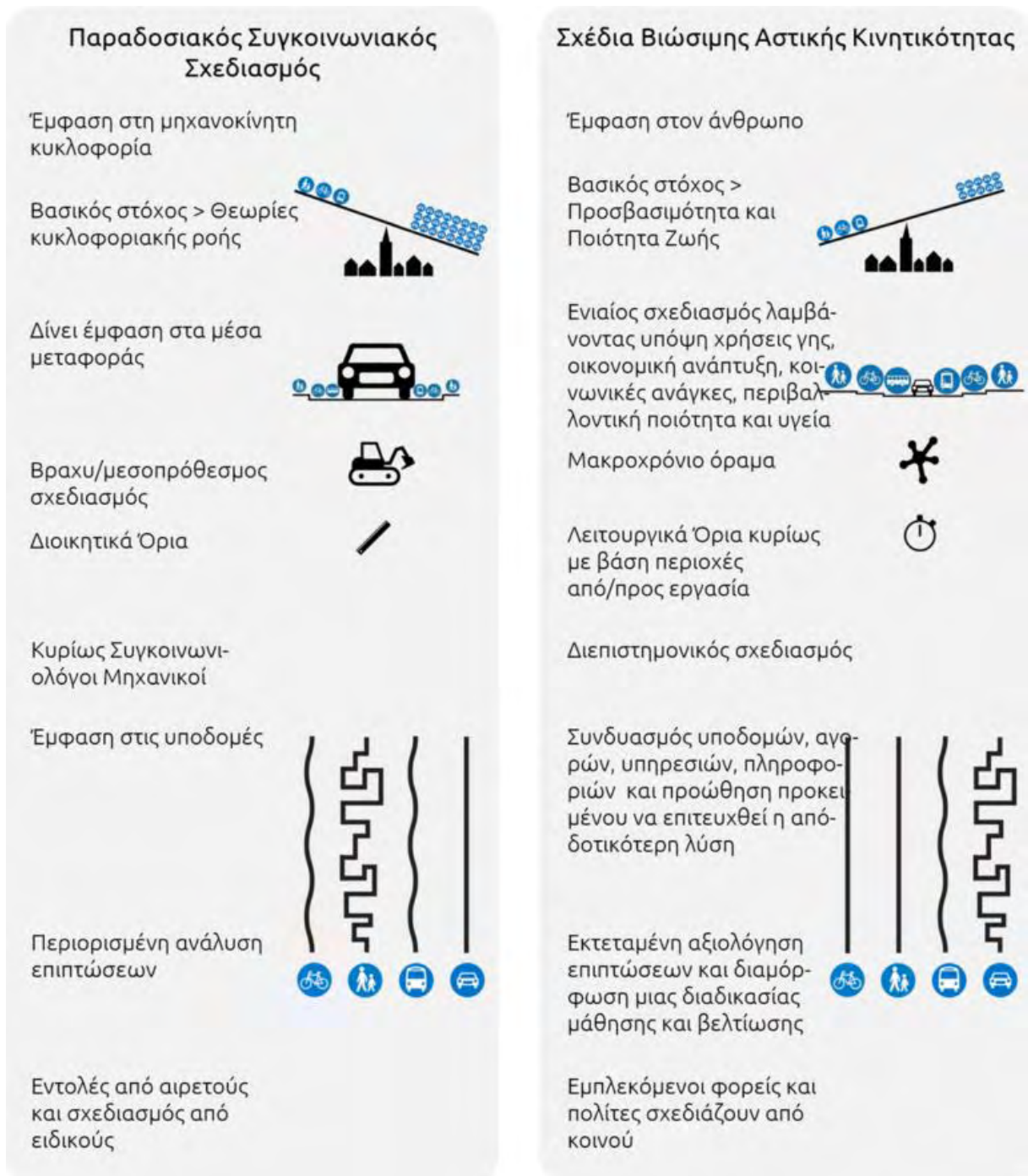
3.2 Σχέδια βιώσιμης αστικής κινητικότητας

Τα σχέδια βιώσιμης αστικής κινητικότητας (Σ.Β.Α.Κ.) είναι η μετουσίωση παραδοσιακών μελετών συγκοινωνιακής ανάλυσης και στοχεύουν στην επίτευξη των στόχων της βιώσιμης κινητικότητας αποτελώντας έτσι ένα σύγχρονο εργαλείο συγκοινωνιακού σχεδιασμού.

Ως Σ.Β.Α.Κ. νοείται η ιδέα σχεδιασμού που αναπτύσσεται σε συνεργασία με διάφορους τομείς πολιτικής, σε διαφορετικά επίπεδα διοίκησης και διαχείρισης και σε συνεργασία με τους πολίτες και άλλους ενδιαφερόμενους με συνεχή αξιολόγηση των παρεμβάσεων. Ενθαρρύνει τη στροφή σε πιο βιώσιμους τρόπους μεταφοράς και υποστηρίζει την ολοκλήρωση και την ισορροπημένη ανάπτυξη όλων των τρόπων μεταφοράς. Ένα Σ.Β.Α.Κ. έχει καθοριστική σημασία για την επίλυση των προβλημάτων των αστικών μεταφορών και την επίτευξη τοπικών και υψηλότερων περιβαλλοντικών, κοινωνικών και οικονομικών στόχων.

Οι κύριες διαφορές των Σ.Β.Α.Κ. από άλλες συνήθεις μελέτες συγκοινωνιακού περιεχομένου είναι (Εικόνα 3):

- Ως επίκεντρο του σχεδίου βρίσκεται ο άνθρωπος και όχι η κυκλοφοριακή ροή.
- Η βελτίωση και η εκπαίδευση αποτελούν βασικό παράγοντα που χρήζει συνεχούς διαμόρφωσης και αυτό προϋποθέτει διαρκή αξιολόγηση των επιπτώσεων των παρεμβάσεων.
- Οι συνήθειες μελέτες συγκοινωνιακού περιεχομένου επικεντρώνονται στη θεματική προσέγγιση, ενώ τα Σ.Β.Α.Κ. προσεγγίζουν ενιαία τις μεταφορές, τις χρήσεις γης, το περιβάλλον, την κοινωνική συνοχή κτλ.
- Πρωταρχικό μέλημα αποτελεί η αναβάθμιση της προσβασιμότητας και της βελτίωσης της ζωής και όχι η τεχνοκρατική βελτίωση της χωρητικότητας του οδικού δικτύου.
- Τα σχέδια σύμφωνα με λειτουργικά κριτήρια επεκτείνονται γεωγραφικά και δεν περιορίζονται σε διοικητικά σύνορα.
- Προάγουν και ενθαρρύνουν τη συμμετοχή όλων των εμπλεκόμενων φορέων και άμεσα ενδιαφερόμενων οργανισμών και διαφοροποιούνται από τις συνήθειες μελέτες που επικεντρώνονται στη συμμετοχή του άμεσα ενδιαφερόμενου φορέα.
- Βασίζονται σε διεπιστημονική προσέγγιση με συμμετοχή επιστημόνων πολλών ειδικοτήτων.



Εικόνα 3. Διαφορές μεταξύ παραδοσιακού συγκοινωνιακού σχεδιασμού και Σ.Β.Α.Κ. (Πηγή: http://sumpnet.gr/?page_id=121&lang=el)

Τα πλεονεκτήματα μετά την εκπόνηση και υλοποίηση ενός Σ.Β.Α.Κ. είναι πολλά για έναν αστικό ιστό. Βελτιώνονται οι συνθήκες προσβασιμότητας στα εναλλακτικά μέσα μεταφοράς, ενισχύεται η ασφάλεια στις μετακινήσεις, ενώ η κατανάλωση ενέργειας, η

ατμοσφαιρική ρύπανση και οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου τείνουν να μειωθούν. Ως αποτέλεσμα ενισχύεται η ελκυστικότητα και η ποιότητα του αστικού περιβάλλοντος και η μετακίνηση ανθρώπων και αγαθών γίνεται πιο αποτελεσματική και αποδοτική.

Οι φορείς τοπικής και περιφερειακής αυτοδιοίκησης, καθώς και όλοι οι εμπλεκόμενοι φορείς για τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των πολιτών θα πρέπει να χρησιμοποιούν, υλοποιούν και ελέγχουν διαρκώς το πολύτιμο αυτό εργαλείο που είναι τα σχέδια βιώσιμης αστικής κινητικότητας. Στο πλαίσιο αυτό, η Ευρωπαϊκή Ένωση μεριμνά για την ορθολογική, και αποδοτική υλοποίηση αυτών των μέτρων με τρεις δράσεις. Το 2009 προτάθηκε η επιτάχυνση ενεργειών ανάπτυξης Σ.Β.Α.Κ., το 2010 υποστηρίχτηκε ρητά από το συμβούλιο Ευρωπαϊκής ένωσης η ανάπτυξή τους και στη Λευκή Βίβλο των Μεταφορών του 2011 καθίσταται σαφές ότι *«οι πόλεις πάνω από ένα συγκεκριμένο πληθυσμιακό όριο θα πρέπει να ενθαρρύνονται να αναπτύσσουν Σ.Β.Α.Κ.»*. Επιπλέον, στις αρχές του 2014, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή δημοσίευσε κατευθυντήριες γραμμές (http://www.eltis.org/sites/default/files/sump-guidelines_el_v2.pdf), οι οποίες παρείχαν στις τοπικές αρχές ένα σαφές πλαίσιο για την ανάπτυξη και την εφαρμογή Σ.Β.Α.Κ., και τα κράτη μέλη έπρεπε να προωθήσουν αυτές τις πρακτικές σε εθνικό επίπεδο και να εξασφαλίσουν τις σωστές νομοθετικές και υποστηρικτικές προϋποθέσεις για τις τοπικές αρχές τους.

3.3 Εφαρμογές σχεδίων βιώσιμης αστικής κινητικότητας

Η Ευρωπαϊκή Ένωση χορηγεί χρηματοδοτικά πλαίσια για την έρευνα και την καινοτομία. Τέτοια πλαίσια είναι το Intelligent Energy Europe (IEE) και το Horizon 2020, στα οποία εκπονήθηκαν και εκπονούνται πληθώρα έργων μεταξύ των οποίων και στον τομέα της βιώσιμης κινητικότητας. Στο πρόγραμμα IEE υπάρχει το έργο Poly-SUMP (<http://www.poly-sump.eu>), το οποίο περιλαμβάνει έξι συμμετέχουσες περιφέρειες στην

Ευρώπη, οι οποίες είναι η Marche (Ιταλία), το κεντρικό Alentejo (Πορτογαλία), η κεντρική Μακεδονία (Ελλάδα), η κεντρική Slovenia (Σλοβενία), ο Ρήνος Alp. (Αυστρία) και η Parkstad Limburg (Ολλανδία). Όσον αφορά στο πρόγραμμα Horizon 2020, υπάρχουν έργα τα οποία είναι υπό την αιγίδα του δικτύου CIVITAS (<http://www.civitas.eu>) που αποτελεί μια πλατφόρμα ανταλλαγής γνώσεων, ιδεών και βέλτιστων πρακτικών μεταξύ των πόλεων που δεσμεύονται να εφαρμόσουν πολιτικές βιώσιμων αστικών μεταφορών, όπως είναι το ECCENTRIC (<http://www.civitas.eu/eccentric>), το οποίο περιλαμβάνει τις πόλεις Στοκχόλμη (Σουηδία), Μαδρίτη (Ισπανία), Μόναχο (Γερμανία), Ρούσε (Βουλγαρία) και το Τούρκου (Φινλανδία).

3.3.1 Project Poly-SUMP

Χρηματοδοτούμενο από το πρόγραμμα Intelligent Energy Europe (IEE), το Poly-SUMP ήταν ένα τριετές πρόγραμμα, το οποίο ξεκίνησε τον Απρίλιο του 2012. Η μεθοδολογία Poly-SUMP αναπτύχθηκε σε τρεις φάσεις. Αρχικά, εξετάστηκαν τα χαρακτηριστικά μετακίνησης στις περιοχές μελέτης (Regione Marche-Ιταλία, Central Alentejo-Πορτογαλία, Κεντρική Μακεδονία-Ελλάδα, The Heart of Slovenia-Σλοβενία, Rhine Alp-Αυστρία και Parkstad Limburg-Ολλανδία). Η διερεύνηση αυτή πραγματοποιήθηκε με την εφαρμογή του εργαλείου το οποίο εξετάζει δέκα δείκτες που σχετίζονται με τη δομή και τα μοντέλα μεταφορών των περιφερειών (πυκνότητα πληθυσμού, κατανομή κατοικιών και χώρων εργασίας, κατανομή των απασχολούμενων κατοίκων σε σχέση με τη διανομή των χώρων εργασίας, μέση απόσταση μετακίνησης προς τον χώρο εργασίας, μέση απόσταση μετακίνησης σε χώρο αναψυχής, ποσοστό των μετακινήσεων των μέσων μαζικής μεταφοράς στη διάρκεια εργάσιμων ημερών) και έτσι διαμορφώνεται το προφίλ της περιφέρειας. Στη συνέχεια, αναπτύχθηκε ένα κοινό όραμα και σχέδιο δράσης για ολόκληρη την περιφέρεια

μέσω μιας συμμετοχικής διαδικασίας με την εμπλοκή όλων των ενδιαφερόμενων φορέων. Η βάση για την πραγματοποίηση αυτής της δεύτερης φάσης είναι η τεχνική του Εργαστηρίου Αναζήτησης Κοινού Οράματος. Τέλος, διεξήχθησαν δραστηριότητες παρακολούθησης προκειμένου να βελτιωθούν οι δράσεις που προέκυψαν από το εργαστήριο και να ξεκινήσει ο συντονισμός που θα οδηγήσει σε ένα Σ.Β.Α.Κ. για το σύνολο της περιφέρειας. Το έργο Poly-SUMP παρέχει λεπτομερείς κατευθυντήριες οδηγίες (Guidelines) με σκοπό να υποστηρίξει τους φορείς χάραξης πολιτικής, τους φορείς που σχετίζονται με τις μεταφορές και γενικότερα όλους τους ενδιαφερόμενους φορείς στις πολυκεντρικές περιφέρειες στην ανάπτυξη Σ.Β.Α.Κ.

Όσον αφορά στην κινητικότητα στην περιοχή Marche της Ιταλίας, οι αστικές συγκοινωνίες έχουν αναβαθμιστεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια, με τη συγχρηματοδότηση από τους φορείς μεταφοράς για την αγορά τεχνολογικών συστημάτων και έχουν συμβάλει καθοριστικά στην ανάπτυξη της βιώσιμης κινητικότητας, καθώς βοηθούν στην αποσυμφόρηση της αστικής και προαστιακής κυκλοφορίας, εγγυούνται χαμηλότερη ρύπανση και χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας, καλύτερη οπτική εποπτεία και συνολική μείωση των ατυχημάτων. Επιπλέον, έχουν δοκιμαστεί και εφαρμοστεί και άλλα μέτρα στην περιοχή, όπως είναι για παράδειγμα η εφαρμογή ενός συστήματος πληροφοριών για τη λειτουργία των δημόσιων συγκοινωνιών σε συντονισμό με ένα δίκτυο αυτόματης παρακολούθησης οχημάτων (AVM).

Μετά το επιτυχημένο μοντέλο του Marche, η περιφέρεια στοχεύει να πραγματοποιήσει μια πραγματική συνέργεια μεταξύ των τρόπων μεταφοράς μέσω της ενσωμάτωσης των τρόπων μεταφοράς και των ναύλων. Η ολοκλήρωση σχεδιάζεται μέσω μιας πιο ορθολογικής δομής του δικτύου μεταφορών και μιας αποτελεσματικής μεθοδολογίας για την ανάπτυξη ενός ηλεκτρονικού συστήματος έκδοσης εισιτηρίων.

Τα μέτρα της Marche με τη συμμετοχή της στο πρόγραμμα Poly-SUMP είναι:

- Προώθηση δημοσίων μεταφορών μέσω της δημιουργίας συστήματος πληροφορικής.
- Ευέλικτες λύσεις των δημόσιων μέσων μεταφοράς, όπως είναι τα ηλεκτρονικά συστήματα έκδοσης εισιτηρίων και η έξυπνη ενημέρωση των επιβατών.
- Βελτίωση της ποιότητας του αέρα με την ανανέωση του δημόσιου στόλου με τα οχήματα που κινούνται με μεθάνιο / ηλεκτρικό ρεύμα, την παροχή αξιόπιστων μέσων μαζικής μεταφοράς ως εναλλακτική λύση στις ιδιωτικές μεταφορές.
- Προσπάθεια να μεταφερθεί η κυκλοφορία έξω από το κέντρο της πόλης με την κατασκευή χώρων στάθμευσης έξω από το κέντρο της πόλης.
- Εκπαίδευση και ευαισθητοποίηση.

Ως αποτέλεσμα αυτών των δραστηριοτήτων, εκτιμάται ότι η κατανάλωση ενέργειας και οι εκπομπές CO₂ θα μειωθούν κατά 5-10%.

Το κύριο μερίδιο των μεταφορών στην περιοχή του Central Alentejo της Πορτογαλίας κατέχουν τα ιδιωτικά οχήματα, λόγω του ανεπαρκούς συστήματος δημόσιων συγκοινωνιών από την κεντρική πόλη (Évora), όπου συγκεντρώνονται θέσεις εργασίας, καθώς και από άλλες πόλεις της περιοχής. Η πόλη της Évora, πόλη της περιοχής, αποτελεί σημαντικό τουριστικό αξιοθέατο ως χώρος παγκόσμιας κληρονομιάς της UNESCO και πανεπιστημιακού κέντρου και ως εκ τούτου υπάρχουν πολλές συνδέσεις με την πορτογαλική πρωτεύουσα (αυτοκινητόδρομος, τρένο και λεωφορείο), αλλά όχι με τις άλλες πορτογαλικές πόλεις. Για τις περισσότερες από αυτές τις πόλεις, οι δημόσιες συγκοινωνίες μέσω των υπηρεσιών λεωφορείων είναι ο μοναδικός τρόπος σύνδεσής τους. Οι παλιοί σιδηρόδρομοι έχουν κλείσει για περισσότερα από 10 χρόνια.

Τα μέτρα του Central Alentejo με τη συμμετοχή του στο πρόγραμμα Poly-SUMP είναι:

- Βελτίωση δικτύων πεζών.
- Καθαρό σιδηροδρομικό δίκτυο (σύγχρονο δίκτυο).
- Εκπαίδευση και ευαισθητοποίηση για την αειφόρο κινητικότητα.
- Ολοκληρωμένος πολεοδομικός σχεδιασμός.
- Διάδρομος μηδενικών εκπομπών (Zero-emission corridor).

Όσον αφορά στην κινητικότητα στην περιοχή της κεντρικής Μακεδονίας της Ελλάδας, η Περιφέρεια πέρασε μια περίοδο ταχείας βιομηχανικής και οικονομικής ανάπτυξης που διαμορφώνει το σημερινό αστικό δίκτυο που κυριαρχείται από την ευρύτερη περιοχή της Θεσσαλονίκης και συμπληρώνεται από μικρότερα αστικά κέντρα. Ενώ, η Θεσσαλονίκη υποφέρει από βαριά κυκλοφορία, όλα τα αστικά κέντρα αντιμετωπίζουν επίσης κυκλοφοριακές συμφορήσεις και προβλήματα στάθμευσης. Τον τελευταίο καιρό, παρόλο που οι υψηλές τιμές της βενζίνης έχουν μειώσει την υπερβολική χρήση αυτοκινήτων, η έλλειψη ολοκληρωμένης πολιτικής μεταφορών δυσχεραίνει τη χρήση των δημόσιων συγκοινωνιών. Η κυκλοφοριακή συμφόρηση προκαλεί αυξημένη κατανάλωση καυσίμου, αέριους ρύπους, θόρυβο και οπτική ρύπανση, αύξηση των τροχαίων ατυχημάτων, ψυχική ένταση και απώλεια χρόνου. Κατά συνέπεια, τα προβλήματα αυτά της περιοχής επηρεάζουν την ανθρώπινη υγεία και υποβαθμίζουν την ποιότητα ζωής. Η Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας στοχεύει στην ανάπτυξη μιας ολοκληρωμένης προσέγγισης σχεδιασμού κινητικότητας με βάση την ενεργό συμμετοχή όλων των ενδιαφερόμενων φορέων.

Τα μέτρα της Κεντρικής Μακεδονίας με τη συμμετοχή της στο πρόγραμμα Poly-SUMP είναι:

- Βελτίωση των συνδέσεων και υπηρεσιών δημόσιων συγκοινωνιών και προώθηση της χρήσης των μέσων μαζικής μεταφοράς.
- Ενσωματωμένη πολιτική στάθμευσης (συστήματα ελέγχου στάθμευσης, μείωση στάθμευσης στο δρόμο, χώροι στάθμευσης) που ήδη έχει αρχίσει να χρησιμοποιείται στο κέντρο της Θεσσαλονίκης με θέσεις στάθμευσης που χρεώνεται ο χρήστης μέσω εφαρμογής.
- Προαστιακές σιδηροδρομικές συνδέσεις και ολοκλήρωση του μετρό που θα δώσει λύσεις στην κινητικότητα στο κέντρο της Θεσσαλονίκης.
- Βελτίωση των ενδοπεριφερειακών συνδέσεων (προαστιακός σιδηρόδρομος, υπηρεσίες λεωφορείων, χώροι στάθμευσης κ.λπ.).
- Ανάπτυξη περιοχών χαμηλής κυκλοφορίας και μείωση των εκπομπών στις περιοχές των οικισμών.
- Καλύτερη πρόσβαση στις ζώνες διαβίωσης, καθώς και στις βιομηχανικές και εμπορικές ζώνες.
- Αύξηση της χρήσης ποδηλάτων στην περιοχή μέσω της δημιουργίας περισσότερων ποδηλατοδρόμων και ανάπτυξη δικτύου πεζών.
- Βελτίωση της ασφάλειας της κυκλοφορίας.
- Ενημερωμένες μελέτες κυκλοφορίας ή/και ανάπτυξη νέων.
- Εκπαίδευση και δραστηριότητες ευαισθητοποίησης.
- Βελτίωση υπηρεσίας λεωφορείων.
- Βελτίωση των δημόσιων μεταφορικών υπηρεσιών και δικτύων για άτομα με ειδικές ανάγκες.

Η περιοχή του Parkstad Limburg της Ολλανδίας βρίσκεται σε μια στρατηγικά και οικονομικά ισχυρή τοποθεσία, καθώς απέχει από άλλες χώρες λιγότερο από 20 χιλιόμετρα και είναι εύκολα προσβάσιμη με αυτοκίνητο ή με δημόσια συγκοινωνία. Το οδικό δίκτυο συνδέεται με διεθνείς διαδρομές, ενώ ο σιδηρόδρομος και τα λεωφορεία συνδέουν την περιοχή με τα τοπικά αεροδρόμια. Τα περισσότερα ταξίδια πραγματοποιούνται με αυτοκίνητο (πάνω από 50%), ενώ δεν υπάρχει πραγματική συμφόρηση και δεν υπάρχουν σχεδόν καθόλου προβλήματα στάθμευσης στην περιοχή. Επίσης πραγματοποιούνται πολλές εκδρομές ως πεζή (σχεδόν 30%) και με ποδήλατο (πάνω από 10%).

Τα μέτρα του Parkstad Limburg με τη συμμετοχή του στο πρόγραμμα Poly-SUMP είναι:

- Περαιτέρω ενσωμάτωση των μέσων μαζικής μεταφοράς με τη Γερμανία και το Βέλγιο.
- Προώθηση και περαιτέρω ανάπτυξη του "δακτυλίου αναψυχής του Parkstad" - αυτοκινητόδρομος στην περιοχή. Αυτός ο δρόμος συνδέει τις τουριστικές τοποθεσίες και θα αυξήσει την προσβασιμότητα στην περιοχή.
- Προώθηση και αυξημένη προσβασιμότητα στις "πράσινες αποδράσεις" - τα σημεία εκκίνησης των διαδρομών πεζοπορίας και ποδηλασίας στην περιοχή.
- Βελτίωση των διαπεριφερειακών και διεθνών συνδέσεων με το τρένο υψηλής ταχύτητας.
- Η δρομολόγηση της κυκλοφορίας από τη γειτονιά στους αρτηριακούς δρόμους –τον εσωτερικό και εξωτερικό δακτύλιο– για τη βελτίωση της οδικής ασφάλειας.

- Αυξημένη χρήση ποδηλάτου στην περιοχή, μέσω της προώθησης ημι-ηλεκτρικών ποδηλάτων και της δημιουργίας περισσότερων ποδηλατοδρόμων και χώρων στάθμευσης.

- Κοινή χρήση ηλεκτρικών αυτοκινήτων.
- Βελτιστοποίηση των υπηρεσιών δημόσιων συγκοινωνιών.

Οι δημόσιες συγκοινωνίες στην περιοχή της Rhine Alp της Αυστρίας αντιπροσωπεύονται κυρίως από σιδηροδρομικές γραμμές που συνδέουν τους δήμους κατά μήκος του ποταμού Ρήνου. Παρά την καλή εξυπηρέτηση των μέσων μαζικής μεταφοράς, στους κύριους δρόμους συχνά παρατηρείται συμφόρηση της κυκλοφορίας από και προς την επαρχία.

Η περιοχή του Ρήνου στοχεύει στην ανάπτυξη μέτρων μεταφοράς κατάλληλα για την επίτευξη βιώσιμης κινητικότητας στην περιοχή με βάση ολιστική προσέγγιση σχεδιασμού. Ο κυκλοφοριακός φόρτος και οι εκπομπές καυσαερίων στις περιοχές οικισμών θα πρέπει να μειώνονται ταυτόχρονα με τη βελτιωμένη προσβασιμότητα των χώρων διαβίωσης, καθώς και των βιομηχανικών και εμπορικών ζωνών. Αυτό θα μπορούσε να επιτευχθεί με την προώθηση της αστικής πυκνότητας γύρω από τα υπάρχοντα δίκτυα δημόσιων μεταφορών, καθώς και με τη μικτή χρήση γης ειδικών περιοχών (χώροι εργασίας - κατοικίες). Η συμμετοχή στο πολυκεντρικό Σ.Β.Α.Κ. προσφέρει τη δυνατότητα ανταλλαγής εμπειριών με άλλες περιφέρειες σε ευρωπαϊκό επίπεδο και την ανάπτυξη κοινών στρατηγικών για την υλοποίηση σχεδίων βιώσιμης αστικής κινητικότητας.

Τα μέτρα της Rhine Alp με τη συμμετοχή της στο πρόγραμμα Poly-SUMP είναι:

- Έκθεση χωροταξικού σχεδιασμού και ανάλυση της κατάστασης της χρήσης γης στην περιοχή.

- Υποστήριξη της συνεργασίας μεταξύ των δήμων.
- Υποστήριξη την πολυτροπικότητας μέσω ενός ολοκληρωμένου συστήματος ηλεκτρονικής έκδοσης εισιτηρίων.
- Βελτίωση της εικόνας των δημόσιων συγκοινωνιών (ιδίως των λεωφορείων).
- Επενδυτικό πρόγραμμα για τη βελτίωση της ποιότητας των υποδομών δημόσιων μεταφορών.
- Επέκταση υποδομής ποδηλατοδρόμων.

Τα τελευταία 20 χρόνια, αυξήθηκαν οι απαιτήσεις για κινητικότητα στην περιοχή της Heart of Slovenia της Σλοβενίας, καθώς σχεδόν το μισό του ενεργού πληθυσμού μεταβαίνει στην πρωτεύουσα Λιουμπλιάνα, και αυτές οι ροές ημερήσιων μετακινούμενων ατόμων συμβάλλουν σε υψηλά επίπεδα κυκλοφορίας. Για να αντιμετωπίσει αυτή την κατάσταση, η περιοχή δεσμεύεται να βελτιώσει τις δημόσιες συγκοινωνίες με την εισαγωγή νέων οχημάτων και τη δημιουργία νέων δρομολογίων.

Τα μέτρα της Heart of Slovenia με τη συμμετοχή της στο πρόγραμμα Poly-SUMP είναι:

- Αύξηση της ευαισθητοποίησης των ενδιαφερομένων σχετικά με θέματα βιώσιμης αστικής κινητικότητας.
- Βελτίωση των δημόσιων μεταφορών.
- Συμμετοχή των ενδιαφερόμενων μερών στη διαδικασία λήψης αποφάσεων.
- Κοινός σχεδιασμός κινητικότητας σε ολόκληρη την πιλοτική περιοχή.
- Ασφαλής ποδηλασία.

- Κοινή μορφή σταθμών λεωφορείων / τρένων.
- Γρήγορη γραμμή λεωφορείου στην πιλοτική περιοχή και στη Λιουμπλιάνα.
- Δίκτυο Park & Ride και κέντρα κινητικότητας.

3.3.2 Project ECCENTRIC

Το πρόγραμμα της CIVITAS, ECCENTRIC παρουσιάζει τη δυνατότητα αναπαραγωγής ολοκληρωμένων και αποκλειστικών προσεγγίσεων πολεοδομικού σχεδιασμού, καινοτόμων πολιτικών και αναδυόμενων τεχνολογιών σε πέντε ευρωπαϊκές πόλεις: Μαδρίτη, Στοκχόλμη, Μόναχο, Τούρκου και Ρούσε. Το έργο εξετάζει τα καθαρά οχήματα και τα καύσιμα, αναπτύσσει λύσεις ενοποίησης και σχεδιάζει νέους κανονισμούς και υπηρεσίες σε στενή συνεργασία με τον ιδιωτικό τομέα. Η φιλοδοξία του έργου είναι να συμβάλει στην επίτευξη των στόχων που καθορίζονται στη Λευκή Βίβλο της Ε.Ε. για τις μεταφορές από την άποψη της ποιότητας του αέρα, της χρήσης ενέργειας και των τροχαίων ατυχημάτων, με στόχο την επίτευξη πόλεων χωρίς CO₂ μέχρι το 2030 (<https://ec.europa.eu/inea/en/horizon-2020/projects/h2020-transport/urban-mobility/civitas-eccentric>).

Όσον αφορά στην κινητικότητα στην περιοχή της Μαδρίτης της Ισπανίας, το 38% είναι μεταφορές με τα μέσα μαζικής μεταφοράς, το 33% είναι μη-μηχανοκίνητες μεταφορές (περπάτημα, ποδήλατο κ.α.) και το 28% είναι μεταφορές με αυτοκίνητο. Το αστικό δίκτυο αποτελείται από 3000 km αυτοκινητοδρόμων, 287 km δικτύου μετρό, 1531,7 km δικτύου αστικών λεωφορείων με 204 γραμμές και 391 km δικτύου προαστιακού σιδηρόδρομου με 9 γραμμές.

Τα μέτρα της Μαδρίτης με τη συμμετοχή της στο πρόγραμμα ECCENTRIC της CIVITAS είναι:

- Ευφύης διαχείριση στάθμευσης (προτεραιότητα σε οχήματα που πραγματοποιούν carsharing, carpooling κ.α.).
- Διαχείριση κινητικότητας για ευάλωτες ομάδες. Ανοιχτή πλατφόρμα πληροφόρησης για τις υπηρεσίες κινητικότητας και τις συνδυασμένες μεταφορές.
- Καινοτόμα εργαλεία για τη βελτίωση της κυκλοφοριακής ασφάλειας.
- Στρατηγική πεζών και ποδηλασίας.
- Ηλεκτρικά λεωφορεία για τις δημόσιες μεταφορές. Δημιουργία γραμμών σύνδεσης κεντρικών περιοχών με άλλες περιφερειακές γειτονιές και νέα υβριδικά λεωφορεία για τη βελτίωση της κατανάλωσης ενέργειας και τη μείωση των επιπέδων θορύβου.
- Αποδοχή της χρήσης φιλικών προς το περιβάλλον οχημάτων (κίνητρα, εκστρατείες και δοκιμές για την εφαρμογή ηλεκτρικών οχημάτων).
- Πρωτότυπο όχημα φορτίου logistics με μηδενικές εκπομπές.

Όσον αφορά στην κινητικότητα στο Μόναχο της Γερμανίας, το 33% είναι μεταφορές με αυτοκίνητο, το 27% είναι περπάτημα, το 23% είναι μεταφορές με μέσα μαζικής μεταφοράς και το 17% μεταφορές με ποδήλατο. Το αστικό δίκτυο αποτελείται από 2330 km αυτοκινητοδρόμων, 434 km δικτύου μετρό με 7 γραμμές, 485 km δικτύου αστικών λεωφορείων με 85 γραμμές και 79 km δικτύου τραμ με 17 γραμμές.

Τα μέτρα του Μονάχου με τη συμμετοχή του στο πρόγραμμα ECCENTRIC της CIVITAS είναι:

- Χρήση car-sharing υπηρεσιών οχημάτων και ποδηλάτων.

- Μεταφορές μέσω ηλεκτρικών οχημάτων.
- Δημιουργία χώρων στάθμευσης για τη μη χρήση οχημάτων στην πόλη.
- Ορθή διανομή εμπορευμάτων στο κέντρο της πόλης. Η διακίνηση εμπορευμάτων και δεμάτων προκαλεί αυξανόμενα προβλήματα στην οδική ασφάλεια και τη ροή της κυκλοφορίας, συνεπώς, χρειάζονται καθαρότερες και πιο φιλικές προς το περιβάλλον λύσεις για την αστική διανομή εμπορευμάτων.
- Μεταφορά φιλική προς το περιβάλλον μέσω της μείωση εκπομπών ρύπων και της ηχορύπανσης στην πόλη.

Η πόλη της Στοκχόλμης της Σουηδίας διαθέτει ένα πολύ καλά λειτουργούμενο, προσαρμοσμένο για άτομα με ειδικές ανάγκες και ασφαλές σύστημα δημόσιων μεταφορών που παράγει περίπου 4,3 εκατομμύρια χιλιόμετρα επιβατών ετησίως. Το σύστημα δημόσιων μεταφορών περιλαμβάνει λεωφορεία, μετρό, περιφερειακές/προαστιακές σιδηροδρομικές γραμμές, ελαφρές σιδηροδρομικές γραμμές, τραμ και μετακίνηση με πλοίο. Διαθέτει πληθώρα γραμμών λεωφορείων, τρεις κύριες γραμμές μετρό συνολικού μήκους 108 km και αριθμό στάσεων 105 και τρία προαστιακά σιδηροδρομικά συστήματα, με οκτώ γραμμές.

Τα μέτρα της Στοκχόλμης με τη συμμετοχή της στο πρόγραμμα ECCENTRIC της CIVITAS είναι:

- Έξυπνες λύσεις κινητικότητας (δημιουργία ποδηλατοδρόμων για μεταφορά αγαθών, μέρη παράδοσης τους και υπηρεσίες car-sharing ηλεκτρικών αυτοκινήτων).
- Καινοτόμες προσεγγίσεις για τη βελτίωση της ασφάλειας των πεζών και των ποδηλατιστών γύρω από εργοτάξια.
- Υποδομή για ηλεκτρικά οχήματα και βαρέα οχήματα εναλλακτικών καυσίμων.

- Νέες προσεγγίσεις στη διαχείριση στάθμευσης.
- Έξυπνο φωτισμό δρόμου (εγκατάσταση μετρητών, wifi).
- Έξυπνη συλλογή αποβλήτων μέσω του αυτοματοποιημένου συστήματος συλλογής αποβλήτων.
- Διαχείριση μεγάλων δεδομένων (πλατφόρμα ανοιχτών μεγάλων δεδομένων).
- Έξυπνη διαχείριση κυκλοφορίας (σύστημα ελέγχου της κυκλοφορίας για επιβατικά οχήματα, συγχρονισμένοι σηματοδότες για να δώσουν προτεραιότητα στην κίνηση ορισμένων οχημάτων που μεταφέρουν προϊόντα)

Η Ρούσε της Βουλγαρίας είναι ένας σημαντικός οδικός και σιδηροδρομικός κόμβος στη Βόρεια Βουλγαρία. Διαθέτει δύο σιδηροδρομικούς σταθμούς για υπηρεσίες επιβατών και δύο για υπηρεσίες εμπορευματικών μεταφορών. Υπάρχουν υπεραστικά λεωφορεία, σε δύο σταθμούς λεωφορείων, που συνδέουν τη Ρούσε με πόλεις σε όλη τη χώρα και μερικές ευρωπαϊκές χώρες. Επιπλέον, διαθέτει εκτεταμένο σύστημα δημόσιων συγκοινωνιών με περίπου 30 γραμμές λεωφορείων και τρόλεϊ, αρκετές γραμμές προαστιακών λεωφορείων και αναπτύσσεται δίκτυο ποδηλάτων μήκους 14 χιλιομέτρων.

Τα μέτρα της Ρούσε με τη συμμετοχή της στο πρόγραμμα ECCENTRIC της CIVITAS είναι:

- Πιλοτικό σύστημα στάθμευσης οχημάτων (park and ride) σε περιφερειακές γειτονιές. Παροχή υψηλής ποιότητας πληροφοριών για τους μετακινούμενους (πληροφορίες πραγματικού χρόνου για δημόσιες μεταφορές, θέσεις στάθμευσης αυτοκινήτων).
- Εκπαίδευση και ευαισθητοποίηση (Εκπαίδευση των εργαζομένων στις δημόσιες μεταφορές για την αειφόρο αστική κινητικότητα, διοργάνωση εργαστηρίων και

συνεδρίων κινητικότητας και ευρεία εκστρατεία ενημέρωσης για τη βιώσιμη κινητικότητα μεταξύ των ενδιαφερομένων και των σχολείων της πόλης).

- Εφαρμογή σε κινητά τηλέφωνα για τις δημόσιες μεταφορές. Παροχή πληροφοριών για τα χρονοδιαγράμματα των δημόσιων μεταφορών, τις κινήσεις τους, τις καθυστερήσεις κλπ. Δυνατότητα προγραμματισμού του χρόνου και της διαδρομής για τη μετάβαση από ένα σημείο της πόλης σε άλλο μέσω της βέλτιστης χρήσης των υπηρεσιών της εφαρμογής.

- Δημιουργία ασφαλών διαδρομών πεζοπορίας. Παροχή άνετης και ασφαλούς υποδομής με την κατασκευή ανυψωμένων διαδρόμων, εγκατάσταση κάμερας Closed-Circuit Television (CCTV), ηχητικής και φωτεινής σηματοδότησης, ράμπες για άτομα με αναπηρίες κ.λπ.

- Ασφαλή πεζοδρόμια για ποδηλασία προς το κέντρο της πόλης. Διερεύνηση ορθών πρακτικών για την κατασκευή ασφαλών πεζοδρομίων. Σχεδιασμός και κατασκευή ασφαλών πεζοδρομίων και προώθηση ποδηλασίας για τους πολίτες και τους επισκέπτες στην πόλη.

- Ανάλυση της ζήτησης για τις δημόσιες μεταφορές και την αναδιοργάνωση των γραμμών. Μελέτη και εκπόνηση λεπτομερούς ανάλυσης της ζήτησης δημόσιων συγκοινωνιών.

- Εισαγωγή νυχτερινής γραμμής. Εξερεύνηση ορθών πρακτικών για την παροχή της υπηρεσίας. Υλοποίηση νέας γραμμής δημόσιας μεταφοράς για τους κατοίκους της γειτονιάς. Παροχή μεταφορικού μέσου για την εξυπηρέτηση της γραμμής. Προώθηση της υπηρεσίας μεταξύ των πολιτών.

Το Τούρκου της Φινλανδίας, διαθέτει ένα μέτριο δίκτυο δημόσιων συγκοινωνιών. Διαθέτει σιδηρόδρομο και οι σταθμοί που χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά επιβατών είναι ο κεντρικός σιδηροδρομικός σταθμός στο Rohjola και δύο μικρότεροι σταθμοί στο Kurittaa και στο λιμάνι. Ο σταθμός των λεωφορείων και ο κεντρικός σιδηροδρομικός σταθμός του Τούρκου βρίσκονται σήμερα σε διαφορετικά σημεία. Το αεροδρόμιο βρίσκεται 8 km στα βόρεια του κέντρου της πόλης.

Τα μέτρα του Τούρκου με τη συμμετοχή του στο πρόγραμμα ECCENTRIC της CIVITAS είναι:

- Προώθηση υπηρεσιών δημόσιων μεταφορών (ψηφιακά συστήματα πληροφόρησης και πληρωμών).
- Λύσεις καθαρής κινητικότητας (μετατροπή των μέσων μαζικής μεταφοράς σε ηλεκτρικά και επέκταση χρήσης βιοκαυσίμων).
- Λύσεις κυκλοφορίας στο πάρκο και την πανεπιστημιούπολη (υπηρεσίες ανταλλαγής ποδηλάτων και car-sharing).
- Προώθηση ηλεκτρικών αυτοκινήτων και δημιουργία συνεργασίας μεταξύ πανεπιστημίων, επιχειρήσεων και άλλων φορέων για τη δημιουργία ενός ευφυούς και χωρίς εκπομπές συστήματος κινητικότητας.

3.4 Σύνδεση μέτρων βιώσιμης αστικής κινητικότητας με δράσεις μεταφορών

Στο παρόν υποκεφάλαιο γίνεται προσπάθεια σύνδεσης των μέτρων βιώσιμης αστικής κινητικότητας με τις δράσεις μεταφορών με σκοπό να ομαδοποιηθούν και να διερευνηθεί η

συνάφειά τους σε θέματα μεταφορών. Με τον τρόπο αυτό, μπορεί να ενταχθεί κάθε μέτρο σε μία ή περισσότερες δράσεις μεταφορών αποδεικνύοντας τη χρησιμότητα των δράσεων.

Αρχικά, προκειμένου να είναι κατανοητή η σύνδεση μεταξύ των μέτρων και των δράσεων μεταφορών κρίνεται σκόπιμο να γίνει μια σύντομη περιγραφή των μέτρων προώθησης βιώσιμης αστικής κινητικότητας. Τα μέτρα αναλύονται κάτωθι:

- Ηλεκτρονικά συστήματα έκδοσης εισιτηρίων (E-ticket). Πρόκειται για τη μεταφορά με τα μέσα μαζικής μεταφοράς χωρίς την έκδοση χάρτινου εισιτηρίου, αλλά μέσω ηλεκτρονικής αγοράς και χρησιμοποιείται σε μελέτες με την τεχνολογία ταυτοποίησης μέσω ραδιοσυχνοτήτων (Radio Frequency Identification –RFID) και αποτελούν πηγές μεγάλων βάσεων δεδομένων.
- Έξυπνη ενημέρωση επιβατών: Πραγματοποιείται μέσω της χρήσης ευφυών συστημάτων μεταφορών (ITS) τα οποία περιλαμβάνουν εφαρμογές ενημέρωσης δρομολογίων και ενημέρωση σε πραγματικό χρόνο. Για να είναι εφικτή η ενημέρωση σε πραγματικό χρόνο απαιτείται διάθεση δυναμικών μεγάλων δεδομένων, τα οποία μπορούν να συλλεχθούν με διάφορους τρόπους, όπως για παράδειγμα συσκευές καταγραφής τοποθεσίας (GPS), Bluetooth, tweets κα.
- Οχήματα εναλλακτικών καυσίμων (ηλεκτρικά, υβριδικά οχήματα). Η μετατροπή και ανανέωση του στόλου οχημάτων σε ηλεκτρικά, υβριδικά και οχήματα με βιοκαύσιμα διαδραματίζει καίριο ρόλο στις καθαρότερες και πιο υγιεινές μεταφορές. Σε ευρεία κλίμακα η χρήση ηλεκτρικών οχημάτων βελτιώνει την ποιότητα του αέρα μιας πόλης. Για τη μέτρηση αέριων ρύπων, προκειμένου να αποδειχθεί η μείωσή τους, δύναται να χρησιμοποιηθούν μεγάλα δεδομένα από σταθμούς καταγραφής τους.

- Βελτίωση συνδέσεων και υπηρεσιών των δημόσιων συγκοινωνιών (δημιουργία "γρήγορης" γραμμής λεωφορείου). Το μέτρο αυτό μπορεί να επιτευχθεί με έλεγχο της υφιστάμενης κατάστασης, κυκλοφοριακές μετρήσεις και συλλογή δεδομένων, με σκοπό τη δημιουργία νέων στάσεων ή κατάργηση και συγχώνευση παλιών. Ακόμη, μπορούν να δημιουργηθούν λεωφορειολωρίδες, για τις ώρες αιχμής, για την άμεση εξυπηρέτηση των επιβατών των δημόσιων συγκοινωνιών.

- Πολιτική στάθμευσης (χώροι στάθμευσης έξω από το κέντρο της πόλης, συστήματα ελέγχου στάθμευσης). Πρόκειται για τη δημιουργία χώρων στάθμευσης καθώς και αυτόματων συστημάτων ελέγχου αυτών με σκοπό τη μείωση οχημάτων στο κέντρο της πόλης. Τα συστήματα ελέγχου στάθμευσης, μέσω εφαρμογών στο κινητό, όπως το iParking κα. ενημερώνουν τον χρήστη για την ύπαρξη διαθεσιμότητας θέσης με τη βοήθεια των μεγάλων δεδομένων.

- Εκπαίδευση και ευαισθητοποίηση (οδική ασφάλεια). Το μέτρο αυτό, μπορεί να υλοποιηθεί με τη βοήθεια της εκπαίδευσης από μικρή ηλικία, καθώς και με ημερίδες, των δήμων και των περιφερειών, εργαστήρια και συνέδρια προκειμένου να ενημερώνονται οι πολίτες για την υφιστάμενη κατάσταση που επικρατεί και να λαμβάνονται συλλογικές αποφάσεις για την προστασία του περιβάλλοντος, την προώθηση της βιωσιμότητας μέσω των πράσινων μεταφορών, τη χρήση των δημόσιων συγκοινωνιών και την οδική ασφάλεια. Οι κύριοι παράγοντες που επηρεάζουν την οδική ασφάλεια είναι ο άνθρωπος, το όχημα και το περιβάλλον. Ο παράγοντας «άνθρωπος» είναι ο σημαντικότερος από αυτούς τους τρεις, καθώς σχετίζεται τόσο με τις διάφορες ψυχικές και κοινωνικές ιδιαιτερότητες του κάθε οδηγού, όσο και με τα διαφορετικά πρότυπα οδηγικής συμπεριφοράς.

- Βελτίωση δικτύων πεζών και ποδηλατοδρόμων. Η ανάπτυξη δικτύου πεζών και ποδηλατοδρόμων είναι απαραίτητη πτυχή της αστικής ανάπτυξης για αυτό και είναι πολύ

σημαντική η ύπαρξη κατάλληλων υποδομών για την κίνηση των πεζών και των ποδηλάτων εντός του αστικού ιστού. Οι πολιτικές ενθάρρυνσης της υιοθέτησης ποδηλατικής συμπεριφοράς μπορούν να μεταβάλλουν τις προτιμήσεις των πολιτών υπέρ της χρήσης του ποδηλάτου.

- Πολεοδομικός σχεδιασμός (μελέτες κυκλοφορίας, ανάλυση ζήτησης). Ο πολεοδομικός σχεδιασμός είναι ο βασικός τρόπος άσκησης πολεοδομικής πολιτικής. Σε επίπεδο μιας πόλης, πρέπει να ελεγχθεί η υφιστάμενη κατάσταση μέσω μελετών κυκλοφορίας και να γίνουν οι απαραίτητες ενέργειες, όπου είναι δυνατόν, για τη βελτιστοποίηση της κινητικότητας.

- Μείωση εκπομπών ρύπων και θορύβου (διάδρομος μηδενικών εκπομπών - zero-emission corridor). Η ατμοσφαιρική ρύπανση μπορεί να επιφέρει πολλές παθήσεις στην υγεία του ανθρώπου και είναι η κύρια περιβαλλοντική αιτία πρόωρου θανάτου στην Ε.Ε. (Πηγή: http://www.europarl.europa.eu/ftu/pdf/el/FTU_2.5.5.pdf). Επιπλέον, στις αστικές περιοχές, τα επίπεδα του θορύβου είναι εξαιρετικά μεγάλα λόγω της αυξημένης κίνησης οχημάτων και άλλων δραστηριοτήτων και μπορούν να επηρεάσουν την ποιότητα ζωής των ανθρώπων. Για αυτούς τους λόγους προτείνονται μέτρα όπως είναι η δημιουργία περιοχών μηδαμινών ή και μηδενικών εκπομπών αέριων ρύπων, καθώς και προώθηση οχημάτων νέας τεχνολογίας, όπως είναι τα ηλεκτρικά και τα υβριδικά.

- Βελτίωση συνδέσεων και υπηρεσιών εφοδιαστικής αλυσίδας (city-logistics, όχημα logistics με μηδενικές εκπομπές). Η υλοποίηση του μέτρου αυτού μπορεί να γίνει με τη βοήθεια συστημάτων νέας τεχνολογίας για την εύρεση βέλτιστων διαδρομών παράδοσης εμπορευμάτων και μεταφοράς μέσα από τον αστικό ιστό. Τέτοια συστήματα είναι η ψηφιοποίηση, με τη βοήθεια των μεγάλων δεδομένων, των ηλεκτρονικών κωδικών

προϊόντων με σκοπό την παρακολούθηση της διαδικασίας παράδοσης ανά πάσα στιγμή από την αφετηρία μέχρι και τον τελικό προορισμό τους.

- Υπηρεσίες διαμοιρασμού οχημάτων (car-sharing) ποδηλάτων και αυτοκινήτων. Το μέτρο αυτό αφορά στην πρακτική κοινής χρήσης ενός αυτοκινήτου ή ενός ποδηλάτου για ημερήσιες μετακινήσεις. Τα κίνητρα πίσω από το car-sharing είναι περιβαλλοντικά και κοινωνικά και όχι επιχειρηματικά και οικονομικά. Κατά αυτό τον τρόπο παρέχεται μια δημόσια υπηρεσία που ενισχύει τις δυνατότητες κινητικότητας μέσα στον αστικό ιστό.
- Διαχείριση μεγάλων δεδομένων (πλατφόρμα ανοιχτών μεγάλων δεδομένων). Για την καλύτερη και αποδοτικότερη διαχείριση της κυκλοφορίας, τον έλεγχο της εκπομπής αέριων ρύπων και ηχορύπανσης, τη βελτίωση συνδέσεων και υπηρεσιών εφοδιαστικής αλυσίδας, την ανάλυση ζήτησης και τις μελέτες κυκλοφορίας, είναι απαραίτητα τα μεγάλα δεδομένα. Μέσω της πλατφόρμας ανοιχτών μεγάλων δεδομένων, τα δεδομένα θα είναι διαθέσιμα προς όλους.

Στον πίνακα 1 παρουσιάζονται οι πόλεις και τα μέτρα προώθησης της Β.Α.Κ.

Πίνακας 1. Μέτρα Β.Α.Κ. σε πόλεις των project Poly-SUMP και ECCENTRIC.

Περιοχές/Μέτρα	Ηλεκτρονικά συστήματα έκδοσης εισιτηρίων (E-ticket)	Έξυπνη ενημέρωση επιβαίων	Οχήματα ενσθλαστικών κωσσίμων (ηλεκτρικά, υβριδικά, οχήματα, οχήματα με βιοκαυσίμα)	Βελτίωση συνδέσεων και υπηρεσιών των δημόσιων συγκοινωνιών (δημοσιονμία "γρήγορης" γραμμής λεωοφορείων)	Πολιτική στάθμισης έξο από το κέντρο της πόλης, συστήματα ελέγχου στάθμισης)	Εκπαίδευση και ευαισθητοποίηση	Βελτίωση δικτύων πεζών και ποδηλατοδρόμων	Πολυμοδικός σχεδίασμός (μελέτες κυκλοφορίας, ανάλυση ζήτησης)	Μείωση εκπομπών ρόπων και θορύβου (Διάδρομος μηδενικών εκπομπών (Zero-emission corridor))	Βελτίωση συνδέσεων και υπηρεσιών εφοδοαστικές (city-logistics, όχημα logistics με μηδενικές εκπομπές)	Υπηρεσίες διανομασμού οχημάτων (car-sharing) ποδηλάτων και αυτοκινήτων	Διαχείριση μεγάλων δεδομένων (πλασφόρμα ανοχτών μεγάλων δεδομένων)
Μαρχε (Ιταλία)	✓	✓	✓		✓	✓	✓					
Central Aιενεja (Ποπογαλία)			✓		✓	✓	✓	✓	✓			
Κεντρική Μακεδονία (Ελλάδα)			✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Parkstad Limburg (Ολλανδία)				✓		✓	✓	✓	✓			
Rhine Alp. (Αυστρία)	✓		✓		✓	✓	✓	✓				
Heart of Slovenia (Σλοβενία)			✓		✓	✓	✓	✓	✓			
Madrid (Ισπανία)			✓		✓	✓	✓	✓	✓			
Munich (Γερμανία)					✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Stockholm (Σουηδία)			✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ruse (Βουλγαρία)		✓			✓	✓	✓	✓	✓			
Turku (Φινλανδία)	✓	✓	✓						✓		✓	

Όπως παρατηρείται από τον πίνακα 1, τα πιο δημοφιλή μέτρα για την προώθηση της B.A.K. σύμφωνα με τις πόλεις που συμμετείχαν στα προγράμματα Poly-SUMP και ECCENTRIC, είναι ο πολεοδομικός σχεδιασμός (μελέτες κυκλοφορίας, ανάλυση ζήτησης), η βελτίωση δικτύων πεζών και ποδηλατοδρόμων και η εκπαίδευση και ευαισθητοποίηση.

Τα περισσότερα μέτρα των εκάστοτε πόλεων απαιτούν τη χρήση μεγάλων δεδομένων για την εφαρμογή τους και μπορούν να συλλεχθούν με διάφορους τρόπους όπως εξηγούνται στο υποκεφάλαιο 5.3. Η χρήση μεγάλων δεδομένων για την υλοποίηση των σχεδίων B.A.K. ενδείκνυται σε μέτρα που αφορούν στα ηλεκτρονικά συστήματα έκδοσης εισιτηρίων (E-ticket), την έξυπνη ενημέρωση επιβατών, τα ηλεκτρικά οχήματα, τη βελτίωση των συνδέσεων και υπηρεσιών των δημόσιων συγκοινωνιών, την πολιτική στάθμευσης, τη μείωση εκπομπών ρύπων και θορύβου, τις μελέτες κυκλοφορίας και την ανάλυση ζήτησης.

Έπειτα, στον πίνακα 2, γίνεται η σύνδεση των μέτρων βελτίωσης της B.A.K. με τις δράσεις μεταφορών η οποία διευκολύνει την επιλογή κατάλληλων μέτρων για κάθε μία από τις 5 δράσεις μεταφορών και αντίστροφα. Οι δράσεις μεταφορών που έχουν επιλεγεί στην παρούσα διπλωματική εργασία καλύπτουν όλο το φάσμα του τομέα των μεταφορών, από την μελέτη ενός κοινωνιακού έργου και τη λειτουργία του, έως και τη λήψη αποφάσεων για τη διαχείριση και τη συντήρησή του. Επίσης, διερευνώνται εναλλακτικοί τρόποι μετακίνησης, όπως για παράδειγμα το car-sharing και σύγχρονες υπηρεσίες διακίνησης αγαθών. Στο πλαίσιο ανάλυσης B.A.K., τα μέτρα των μεταφορών μπορούν να ομαδοποιηθούν άμεσα ή έμμεσα σε κατηγορίες δράσεων οι οποίες είναι η κινητικότητα ως υπηρεσία (Mobility as a Service - MaaS), η εφοδιαστική αλυσίδα (logistics), η λειτουργία και διαχείριση της κυκλοφορίας (traffic operation and management - TOaM), ο σχεδιασμός μεταφορών και πρόβλεψη (transportation planning and prediction - TPaP) και η αξιολόγηση και λήψη αποφάσεων (assessment and decision making - AaDM).

Για τη μείωση εκπομπών ρύπων, τα μέτρα προώθησης βιώσιμης αστικής κινητικότητας που ενδείκνυται είναι οι διαδρομές μηδενικών εκπομπών (zero-emission corridor) και αφορούν στις δράσεις εφοδιαστικής αλυσίδας, τη λειτουργία και τη διαχείριση της κυκλοφορίας, τον σχεδιασμό μεταφορών και την πρόβλεψη και την αξιολόγηση και τη λήψη αποφάσεων.

Η διάδοση της χρήσης ηλεκτρονικού εισιτηρίου απαιτεί την κατάλληλη υποδομή (εκδοτήρια ηλεκτρονικών εισιτηρίων, σύστημα επικύρωσης), όπου συγκεντρώνονται τα δεδομένα μέσω της Smart Card (έξυπνης κάρτας) και με την επεξεργασία και την ανάλυση των δεδομένων θα οδηγηθεί ο πάροχος των μεταφορών στη διαδικασία λήψης απόφασης για την χρησιμότητα και την απόδοση του μέτρου αυτού. Άρα, οι δράσεις μεταφορών που εμπλέκονται σε αυτό το μέτρο είναι η κινητικότητα ως υπηρεσία, η λειτουργία και διαχείριση της κυκλοφορίας, ο σχεδιασμός μεταφορών και πρόβλεψη και η αξιολόγηση και λήψη αποφάσεων.

Πίνακας 2. Σχέση μέτρων Β.Α.Κ. με τις δράσεις μεταφορών.

Μέτρα προώθησης Β.Α.Κ.	Δράσεις μεταφορών				
	MaaS	Logistics	TOaM	TPaP	AaDM
Ηλεκτρονικά συστήματα έκδοσης εισιτηρίων (E-ticket)	✓		✓	✓	✓
Έξυπνη ενημέρωση επιβατών	✓		✓	✓	✓
Ανανέωση στόλου λεωφορείων (ηλεκτρικά, υβριδικά οχήματα)	✓		✓	✓	✓
Βελτίωση συνδέσεων και υπηρεσιών των δημόσιων συγκοινωνιών (δημιουργία "γρήγορης" γραμμής λεωφορείου)	✓		✓	✓	✓
Πολιτική στάθμευσης (χώροι στάθμευσης έξω από το κέντρο της πόλης, συστήματα ελέγχου στάθμευσης)	✓	✓	✓	✓	✓
Εκπαίδευση και ευαισθητοποίηση				✓	✓
Βελτίωση δικτύων πεζών και ποδηλατοδρόμων	✓		✓	✓	✓
Πολεοδομικός σχεδιασμός (μελέτες κυκλοφορίας)	✓	✓	✓	✓	✓
Μείωση εκπομπών ρύπων και θορύβου (διάδρομος μηδενικών εκπομπών - zero-emission corridor)		✓	✓	✓	✓
Βελτίωση συνδέσεων και υπηρεσιών εφοδιαστικής αλυσίδας (city-logistics)		✓	✓	✓	✓
Υπηρεσίες διαμοιρασμού οχημάτων (car-sharing) ποδηλάτων και αυτοκινήτων	✓		✓	✓	✓
Διαχείριση μεγάλων δεδομένων (πλατφόρμα ανοιχτών μεγάλων δεδομένων)	✓	✓	✓	✓	✓

Κεφάλαιο 4 Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της βιβλιογραφικής ανασκόπησης που πραγματοποιήθηκε. Διερευνήθηκε η βιβλιογραφία των τελευταίων τεσσάρων χρόνων (2015-2018) στον τομέα των μεταφορών και η χρήση των μεγάλων βάσεων δεδομένων με έμφαση σε θέματα που αφορούν στη βιώσιμη αστική κινητικότητα.

Το κεφάλαιο οργανώνεται ως εξής. Στο Υποκεφάλαιο 4.1, γίνεται ανάλυση και ταξινόμηση των κατάλληλων μελετών περιπτώσεων. Στο Υποκεφάλαιο 4.2, γίνεται η σύνθεσή τους και στο Υποκεφάλαιο 4.3. αναφέρονται περιπτώσεις μεγάλων δεδομένων σε επιχειρήσεις μεταφορών.

4.1 Ανάλυση και ταξινόμηση

Οι μελέτες περιπτώσεων αφορούν γενικά τα θέματα των ευφυών μεταφορών και οι περισσότερες από αυτές επικεντρώνονται κυρίως στις έξυπνες πόλεις δίνοντας μεγαλύτερη έμφαση σε ζητήματα όπως η ρύπανση, η κυκλοφοριακή συμφόρηση και η εξοικονόμηση ενέργειας. Ταξινομήθηκαν με βάση τις δράσεις μεταφορών:

- κινητικότητα ως υπηρεσία (mobility as a service - MaaS),
- εφοδιαστική αλυσίδα (logistics),

- λειτουργία και διαχείριση της κυκλοφορίας (traffic operation and management - TOaM),
- σχεδιασμός μεταφορών και πρόβλεψη (transportation planning and prediction - TPaP) και
- αξιολόγηση και λήψη αποφάσεων (assessment and decision making - AaDM).

Κατόπιν ανάλυσής τους, διαπιστώθηκε πως, οι μελέτες περιπτώσεων καλύπτουν ευρύ φάσμα στις μεταφορές, άρα μπορεί να είναι συνυφασμένες σε παραπάνω από μία δράση. Ο συνδυασμός των δράσεων των μεταφορών «Λειτουργία και διαχείριση της κυκλοφορίας», «Σχεδιασμός μεταφορών και πρόβλεψη» και «Αξιολόγηση και λήψη αποφάσεων» καλύπτει ένα ευρύ φάσμα προβλημάτων και προκλήσεων που μελετητές και ακαδημαϊκοί που ασχολούνται με τον τομέα των μεταφορών, καλούνται να επιλύσουν. Στο πλαίσιο των μεγάλων δεδομένων και της βιώσιμης αστικής κινητικότητας αυτές οι τρεις δράσεις τείνουν να εμφανίζονται συχνότερα μαζί, έναντι των υπολοίπων, σύμφωνα με τη βιβλιογραφική ανασκόπηση και τη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε.

Επιπλέον, πέρα από τις μελέτες που εκπονούνται από τον ακαδημαϊκό τομέα και έχουν ως αντικείμενο έρευνας και μελέτης τη Β.Α.Κ. και τα μεγάλα δεδομένα, και οι επιχειρήσεις μεταφορών συμβάλλουν στον τομέα αυτόν. Σε συνδυασμό με τις μεγάλες βάσεις δεδομένων που παράγουν και συλλέγουν, αναπτύσσεται, τόσο ο τομέας των μεγάλων δεδομένων, όπως η ανάπτυξη λογισμικών και των μοντέλων επεξεργασίας, όσο επίσης εξελίσσεται η λειτουργία και μεγιστοποιούνται τα κέρδη τους.

Πιο συγκεκριμένα, παρακάτω παρουσιάζονται για κάθε μελέτη περίπτωσης χρήσιμες πληροφορίες, καθώς και ο σκοπός και τα αποτελέσματά τους σύμφωνα με τη δράση που ανήκουν.

4.1.1 Εφοδιαστική αλυσίδα

Πρόσφατες μελέτες στον τομέα της ανάλυσης των μεγάλων δεδομένων χρησιμοποιούν εργαλεία και τεχνικές για τη λήψη αποφάσεων εφοδιαστικής αλυσίδας. Η ανάλυση και η ερμηνεία των αποτελεσμάτων σε πραγματικό χρόνο μπορεί να βοηθήσει τις επιχειρήσεις να λαμβάνουν καλύτερες και ταχύτερες αποφάσεις για να ικανοποιούν τις απαιτήσεις των πελατών. Θα επωφεληθούν, επίσης, οι οργανισμοί έτσι ώστε να βελτιώσουν τον σχεδιασμό και τη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας, μειώνοντας το κόστος και περιορίζοντας τους κινδύνους. Διάφορες έρευνες έχουν δείξει τα οφέλη από τη χρήση μεγάλων δεδομένων στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας. Παρακάτω παρατίθενται οι μελέτες περιπτώσεων που προέκυψαν από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση και συνδυάζουν την τεχνολογία των μεγάλων δεδομένων με προβλήματα, κινδύνους και προκλήσεις που συναντώνται στο πλαίσιο της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Η έρευνα των Suma et al. (2017) «Enabling next generation logistics and planning for smarter societies», βασίζεται σε προηγούμενες εργασίες σχετικά με τη χρήση των κοινωνικών μέσων δικτύωσης για την ανίχνευση χωροχρονικών γεγονότων που σχετίζονται με την υλικοτεχνική υποδομή και τον προγραμματισμό. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκαν μεγάλα δεδομένα και πλατφόρμες τεχνητής νοημοσύνης, συμπεριλαμβανομένων των Hadoop, Spark, και Tableau, για να μελετηθούν tweets χρηστών στην πόλη του Λονδίνου. Επιπλέον, χρησιμοποιήθηκε το API γεωκωδικοποίησης της Google Maps για να εντοπιστούν οι χρήστες των tweets και να γίνει επιπλέον ανάλυση. Βρέθηκε ότι, κατά τη διάρκεια συμφόρησης γύρω από την πόλη του Λονδίνου, οι κορυφαίες τρεις «tweeted» λέξεις αφορούσαν στη δουλειά και τις προσλήψεις, γεγονός που οδήγησε να βρεθεί η πηγή των tweets που προέρχονταν από την περιοχή Canary Wharf, το οποίο αποτελεί το μεγαλύτερο οικονομικό κέντρο του Ηνωμένου Βασιλείου. Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στην

εργασία έχουν ληφθεί χρησιμοποιώντας 500.000 tweets. Με αυτή την εργασία, γίνεται χρήση δεδομένων από μέσα κοινωνικής δικτύωσης για την ανίχνευση χωροχρονικών γεγονότων σχετικά με την εφοδιαστική αλυσίδα και τον προγραμματισμό.

Η έρευνα των Zhong et al. (2015) «A big data approach for logistics trajectory discovery from RFID-enabled production data», προτείνει μια ολιστική προσέγγιση μεγάλων δεδομένων για τη συλλογή δεδομένων από τα μαζικά δεδομένα logistics των RFID (Radio frequency identification). Χρησιμοποιούνται δεδομένα που περιλαμβάνουν ηλεκτρονικούς κωδικούς προϊόντων, τοποθεσία, χειριστή, χρόνο και απόθεμα. Η γλώσσα προγραμματισμού C++ σε συνδυασμό με το πρόγραμμα Matlab, οδήγησαν στη διαδικασία ανάλυσης και αξιολόγησης. Οι προκλήσεις που έχουν να αντιμετωπιστούν σε τέτοια δεδομένα είναι το γεγονός ότι υπάρχουν μεγάλοι αριθμοί ελλিপών, ανακριβών και διπλών εγγραφών. Βέβαια, αυτές οι προκλήσεις παρέχουν πληροφορίες που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για περαιτέρω προηγμένες διαδικασίες λήψης αποφάσεων.

Η έρευνα των Kaur και Prakash Singh (2017) «Heuristic modeling for sustainable procurement and logistics in a supply chain using big data», προτείνει ένα περιβαλλοντικά βιώσιμο μοντέλο προμήθειας και εφοδιαστικής αλυσίδας για μια αλυσίδα εφοδιασμού. Τα προτεινόμενα μοντέλα είναι τύπου MINLP (Mixed Integer Non Linear Programme) και MILP (Mixed Integer Linear Programme) που απαιτούν ποικίλες παραμέτρους πραγματικού χρόνου από πλευράς αγοραστή και προμηθευτή, όπως το κόστος, τις ικανότητες, τις προθεσμίες και τις εκπομπές ρύπων. Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν συμπεριλάμβαναν μεταξύ άλλων, αποστάσεις, προμήθεια αντικειμένων, δεδομένα φόρτωσης φορτίου, διατήρηση αποθέματος. Αποδεικνύεται ότι προβλήματα μεγάλων δεδομένων είναι χρονοβόρα και δεν είναι εύκολο να λυθούν πάντα με τον βέλτιστο τρόπο. Το τεστ σημαντικότητας t-test διεξάγεται επίσης μεταξύ βέλτιστων και ευρετικών λύσεων που λαμβάνονται χρησιμοποιώντας 42 τυχαία

παραγόμενες περιπτώσεις δεδομένων που έχουν ουσιώδη χαρακτηριστικά μεγάλων δεδομένων. Λαμβάνονται, ενθαρρυντικά αποτελέσματα όσον αφορά στην ποιότητα των λύσεων και τον υπολογιστικό χρόνο. Έτσι, λαμβάνεται μια λύση βιώσιμης προμήθειας και εφοδιαστικής αλυσίδας.

Η μελέτη των Ankit et al. (2017) «Application of Big Data in Supply Chain Management», αναφέρεται στην ανάλυση των μεγάλων δεδομένων, τα οποία δίνουν τη δυνατότητα για βελτιστοποίηση στον τομέα της εφοδιαστικής αλυσίδας με καρποφόρα αποτελέσματα για την οργάνωση. Χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα όπως η ταχύτητα, η παρακολούθηση κινητήρα, τα χιλιόμετρα, ο αριθμός στάσεων, τα μίλια ανά γαλόνι, πτυχές ασφαλείας, και με το εργαλείο Delft Technique εξήχθη το συμπέρασμα της παροχής καινοτόμων λύσεων για την υιοθέτηση των βασικών αρχών στην εφοδιαστική αλυσίδα.

4.1.2 Κινητικότητα ως υπηρεσία

Η κινητικότητα ως υπηρεσία είναι πολλά υποσχόμενη στον τομέα των μεταφορών. Ως ένας νέος τρόπος παροχής πιο εξατομικευμένων μεταφορών, θα μπορούσε να απομακρύνει τους ανθρώπους από τη χρήση ιδιωτικών αυτοκινήτων, παρέχοντας ταυτόχρονα δυνητική εξοικονόμηση κόστους και ένα σύστημα μεταφορών που υποστηρίζει τις απαιτήσεις των ταξιδιωτών. Οι κάτωθι μελέτες περιπτώσεων θίγουν ζητήματα που αφορούν την εν λόγω υπηρεσία, ενώ παράλληλα ανοίγουν τη δίοδο για την ένταξη των σχεδίων βιώσιμης αστικής κινητικότητας σε υπηρεσίες μεταφορών.

Η έρευνα των Zuojian et al. (2016) «A method for real-time trajectory monitoring to improve taxi service using GPS big data» διερευνά μια ηλεκτρονική μέθοδο εντοπισμού ανωμαλιών σε τροχιές, που ονομάζεται OnATrade, για τη βελτίωση της υπηρεσίας ταξί χρησιμοποιώντας μεγάλα δεδομένα GPS. Η μέθοδος αποτελείται κυρίως από δύο βήματα:

πρόταση διαδρομής και ανίχνευση μέσω διαδικτύου. Στο πρώτο βήμα, οι πιθανοί υποψήφιοι δρομολογίων δημιουργούνται χρησιμοποιώντας έναν αλγόριθμο πρότασης διαδρομής. Στο δεύτερο βήμα, παρουσιάζεται μια διαδικτυακή ανίχνευση τροχιών για την εύρεση ταξί που προκαλούν ανωμαλίες στα δεδομένα. Τα πειράματα αξιολογούν την εγκυρότητα της μεθόδου σε μεγάλες τροχιές GPS ταξί. Με την εργασία αυτή, προτείνεται η συντομότερη και η πιο εφικτή διαδρομή για τους επιβάτες προκειμένου να φτάσουν στον προορισμό τους.

Η έρευνα των Zhang και Mi (2018) «Environmental benefits of bike sharing: A big data-based analysis» στοχεύει στην ποσοτική εκτίμηση των περιβαλλοντικών οφελειών της κοινής χρήσης ποδηλάτων. Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν συμπεριλάμβαναν δεδομένα κοινής χρήσης ποδηλάτων από την εταιρεία Mobike. Με τη χρήση τεχνικών μεγάλων δεδομένων και πιο συγκεκριμένα το ArcGIS και το GIS, εκτιμώνται οι επιπτώσεις από την κοινή χρήση ποδηλάτων στη χρήση ενέργειας και στην εκπομπή του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) και του οξειδίου του αζώτου (NO_x) στη Σαγκάη. Το 2016, η διανομή ποδηλάτων στη Σαγκάη έσωσε 8358 τόνους βενζίνης και μειώθηκαν οι εκπομπές CO₂ και NO_x κατά 25240 και 64 τόνους αντίστοιχα. Από γεωγραφική άποψη, τα περιβαλλοντικά οφέλη είναι πολύ υψηλότερα στις πιο ανεπτυγμένες περιοχές της Σαγκάης, όπου η πυκνότητα πληθυσμού είναι συνήθως υψηλότερη. Εμφανίστηκαν προφανείς πρωινές και βραδινές κορυφές των περιβαλλοντικών ωφελειών της κοινής χρήσης ποδηλάτων, και οι βραδινές ήταν υψηλότερες από τις πρωινές κορυφές. Η κοινή χρήση ποδηλάτων έχει μεγάλες δυνατότητες να μειώσει την κατανάλωση ενέργειας και τις εκπομπές λόγω της ταχείας ανάπτυξής της.

Η έρευνα των Dong et al. (2018) «An empirical study on travel patterns of internet based ride-sharing» συνέκρινε τα αρχεία ταξιδιών με ταξί και τα αρχεία ridesharing ταξιδιών μέσω διαδικτύου από την εταιρεία DiDi τα οποία περιλάμβαναν την τοποθεσία της αρχής και του τέλους της διαδρομής και το χρονικό διάστημα της διαδρομής. Τα αποτελέσματα

αποκαλύπτουν πολλά ενδιαφέροντα ευρήματα που δεν είχαν αναφερθεί ποτέ πριν. Από την άποψη των προτύπων εξυπηρέτησης, το ridesharing αυξάνει κυρίως σε πολυσύχναστες περιοχές και ώρες αιχμής. Εφαρμόζοντας τον αλγόριθμο K-means clustering στο πρόγραμμα R, δηλαδή μια μη αρνητική μέθοδο παραγοντοποίησης πίνακα, διαπιστώθηκε ότι το ridesharing επικρατεί ως επιλογή για τη μετακίνηση. Από τη σκοπιά των ατομικών προτύπων συμπεριφοράς, χρησιμοποιείται μια μέθοδο ομαδοποίησης για τον εντοπισμό δύο ειδών οδηγών ridesharing μέσω διαδικτύου. Ο πρώτος τύπος οδηγών συνήθως παρέχει ridesharing καθημερινά για μετακίνηση προς την εργασία. Οι μετακινήσεις αυτές που εξυπηρετούνται από αυτούς τους οδηγούς έχουν σχετικά σταθερή προέλευση και προορισμό. Το δεύτερο είδος οδηγών δεν εξυπηρετεί τακτικά και περιπλανάται γύρω από την πόλη ακόμα και κατά τις ώρες εργασίας. Ως εκ τούτου, δεν υπάρχουν σταθερά ζεύγη προέλευσης και προορισμούς στις διαδρομές που πραγματοποιείται ridesharing. Διαπιστώνεται ότι το πρώτο είδος οδηγών αποτελεί ένα μικρό κομμάτι οδηγών και εξυπηρετεί μικρό αριθμό διαδρομών. Επιπλέον, οι οδηγοί που κάνουν ridesharing μέσω διαδικτύου επιδιώκουν να πραγματοποιούν μεγάλες αποστάσεις και σκοπεύουν να κάνουν μεγαλύτερες παρακάμψεις για την επιβίβαση ή αποβίβαση των επιβατών συγκριτικά με τους παραδοσιακούς οδηγούς που κάνουν τη στάση τους, εφόσον πληρώνονται. Τα ευρήματα αυτά είναι χρήσιμα για τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής σε όλα τα επίπεδα για να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις σχετικά με το διαδικτυακό ridesharing. Η παρούσα εργασία επιβεβαιώνει επίσης ότι η ανάλυση μεγάλων δεδομένων είναι ιδιαίτερα χρήσιμη και ισχυρή στην ανάλυση των ridesharing και μοτίβων κινητικότητας από ταξί.

Η έρευνα των Cheny et al. (2014) «B-Planner Night bus route planning using large-scale taxi GPS traces» προτείνει μια προσέγγιση δύο φάσεων βασισμένη στα στοιχεία τοποθεσίας μέσω GPS που προέρχονται από το πλήθος για τον σχεδιασμό δρομολογίων

νυχτερινών λεωφορείων με τη βοήθεια του αλγόριθμου K-means clustering στο πρόγραμμα R. Στην πρώτη φάση αναπτύσσεται μια διαδικασία συγκέντρωσης πολυσύχναστων περιοχών με πυκνή επιβίβαση και αποβίβαση επιβατών και στη συνέχεια προτείνονται αποτελεσματικές μέθοδοι για να χωριστούν μεγάλες πολυσύχναστες περιοχές σε ομάδες και να προσδιοριστεί μια θέση σε κάθε ομάδα ως υποψήφια στάση λεωφορείου. Στη δεύτερη φάση, λαμβάνοντας υπόψη την προέλευση της διαδρομής του λεωφορείου, τον προορισμό, τις στάσεις του υποψήφιου λεωφορείου καθώς και τους χρόνους λειτουργίας του λεωφορείου, παράγονται κανόνες για την κατασκευή γραφήματος δρομολόγησης λεωφορείου και αφαιρούνται οι μη έγκυρες στάσεις. Αναπτύσσονται περαιτέρω δύο αλγόριθμοι εύρεσης για την αυτόματη παραγωγή υποψηφίων διαδρομών λεωφορείου και τέλος επιλέγεται η καλύτερη διαδρομή που αναμένει τον μέγιστο αριθμό επιβατών υπό τις συγκεκριμένες συνθήκες. Για να επικυρωθεί η αποτελεσματικότητα της προτεινόμενης προσέγγισης, εκπονούνται εκτενείς εμπειρικές μελέτες σε ένα σύνολο δεδομένων ταξί GPS στο Hangzhou της Κίνας. Σκοπός της εργασίας είναι ο σχεδιασμός δρομολογίων νυχτερινών λεωφορείων.

Η έρευνα των Barann et al. (2017) «An open-data approach for quantifying the potential of taxi ridesharing» αναπτύσσει μια προσέγγιση ridesharing ταξί (είναι μια στρατηγική που βασίζεται στη γνώση των μεμονωμένων επιλογών που πραγματοποιούνται από έναν πελάτη) που ταιριάζει με τα όμοια σημεία εκκίνησης και τέλους. Αξιολογείται η προσέγγιση αναλύοντας ένα ανοιχτό σύνολο δεδομένων περίπου 5 εκατομμυρίων τροχιών (ιχνών) ταξί στη Νέα Υόρκη με δεδομένα όπως είναι η άδεια ταξί, το αναγνωριστικό οδηγού, τύποι ταχυμέτρων, χρόνοι ταξιδιού, αριθμός επιβατών, απόσταση επιβίβασης, συντεταγμένες, κόστος μεταφοράς κ.α. Η εμπειρική ανάλυση μέσω του προγράμματος R, αποκαλύπτει ότι η προτεινόμενη προσέγγιση αντιστοιχεί στο 48,34% όλων των διαδρομών ταξί, εξοικονομώντας 2.892.036 χιλιόμετρα διαδρομής, 231.362,89 λίτρα φυσικού αερίου και

532.134,64 κιλά εκπομπών CO₂ ανά εβδομάδα. Σε σύγκριση με πολλές από τις προσεγγίσεις του TRS, η προσέγγιση αυτή είναι ανταγωνιστική, απλούστερη στην εφαρμογή και η λειτουργία της δημιουργεί λιγότερο αυστηρές υποθέσεις σχετικά με τη διαθεσιμότητα των δεδομένων και την αποδοχή του πελάτη.

Η μελέτη της Uber (2018) «Examining the impact of traffic as Delhi Shops on Dhanteras», χρησιμοποιεί μεγάλες βάσεις δεδομένων με δεδομένα κυκλοφοριακής ροής για να υπολογίσει τον αντίκτυπο που έχει το festival Dhanteras στους χρόνους ταξιδιού στο Νέο Δελχί και υποδεικνύει πιθανές λύσεις. Τα στοιχεία συγκρίνουν τις ώρες αιχμής σε κεντρικούς δρόμους κατά τη διάρκεια του festival με τον μέσο όρο αιχμής του ταξιδιού την ίδια εβδομάδα. Η μελέτη χρησιμοποίησε για την οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων το εργαλείο Mapbox. Τα αποτελέσματα δείχνουν μια αύξηση της τάξεως του 20% του χρόνου ταξιδιού σε όλη την πόλη. Έτσι, υποδεικνύεται ένα αντιπροσωπευτικό παράδειγμα επεξεργασίας και ανάλυσης μεγάλων δεδομένων σε πραγματικό χρόνο.

Η μελέτη των Yang et al. (2018) «Analysis of Washington, DC taxi demand using GPS and land-use data» διερεύνησε τη συσχέτιση μεταξύ ζήτησης για ταξί, μοντέλων χρήσης γης και προσβασιμότητας σε άλλους τρόπους, χρησιμοποιώντας λεπτομερείς πληροφορίες GPS που αποτελούν μεγάλα δεδομένα και GIS που συλλέχθηκαν από τη μητροπολιτική περιοχή της Ουάσιγκτον. Τα αποτελέσματα των μοντέλων Ordinary Least Square (OLS) regression models (ArcGIS) έδειξαν ισχυρή σχέση μεταξύ της ζήτησης για ταξί, των μοντέλων χρήσης γης και της προσβασιμότητας σε άλλους τρόπους μεταφοράς. Η μεικτή χρήση της γης δεν παρουσίασε ισχυρή συσχέτιση με τη ζήτηση ταξί. Η μελέτη διαπίστωσε επίσης ότι τα ταξί πιθανόν να συμπληρώσουν τις μετακινήσεις μετρό, αλλά να ανταγωνιστούν τις μετακινήσεις με λεωφορεία, αν και οι δύο αυτοί τρόποι μετακίνησης μπορούν να θεωρηθούν δημόσια. Τα ταξίδια στο αεροδρόμιο βρέθηκαν να αποτελούν τη

σημαντικότερη πηγή ταξιδιών με ταξί. Αυτά τα ευρήματα υποστηρίχθηκαν περαιτέρω από την περίοδο της ημέρας και την εποχή της μελέτης.

4.1.3 Λειτουργία και διαχείριση της κυκλοφορίας - Σχεδιασμός μεταφορών και πρόβλεψη - Αξιολόγηση και λήψη αποφάσεων

Η έρευνα των Babar και Arif (2017) «Smart urban planning using Big Data analytics to contend with the interoperability in Internet of Things» προτείνει μια αποτελεσματική αρχιτεκτονική έξυπνων αστικών εφαρμογών χρησιμοποιώντας αναλύσεις μεγάλων δεδομένων με εφαρμογή στον έξυπνο πολεοδομικό σχεδιασμό και στη διαχείριση αποφάσεων σε πραγματικό χρόνο (real time decision making). Οι βάσεις δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν περιλαμβάνουν στοιχεία κίνησης οχημάτων, δεδομένα στάθμευσης και στοιχεία ρύπανσης, όπως διάφορα τοξικά (όζον, άνθρακα, θείο και διοξείδιο του αζώτου). Η ανάλυση των μεγάλων δεδομένων πραγματοποιείται με το πρόγραμμα Hadoop και το προγραμματιστικό μοντέλο MapReduce. Αυτή η έρευνα στοχεύει στην υποστήριξη των έξυπνων πόλεων, έτσι ώστε να καταστεί δυνατή η ανάλυση των δεδομένων και εκτός σύνδεσης (offline data) και σε πραγματικό χρόνο (real time data). Τέλος, καταδεικνύεται ότι το προτεινόμενο σύστημα προσφέρει πολύτιμη βοήθεια στα κοινοτικά αναπτυξιακά συστήματα για τη βελτίωση της υπάρχουσας έξυπνης αστικής αρχιτεκτονικής.

Η έρευνα των Rathore et al. (2017a) «Exploiting IoT and Big Data Analytics: Defining Smart Digital City using Real-Time Urban Data» δημιούργησε ένα σύστημα έξυπνης πόλης που βασίζεται στο IoT (Internet of Things) χρησιμοποιώντας μεγάλα δεδομένα, ενώ παράλληλα συλλέγονται δεδομένα σε πραγματικό χρόνο από την πόλη. Χρησιμοποιήθηκε η εγκατάσταση αισθητήρων, συμπεριλαμβανομένων των αισθητήρων σε έξυπνα σπίτια, έξυπνο πάρκινγκ, δίκτυα οχημάτων, επιτήρηση, συστήματα καιρικών

συνθηκών και αισθητήρες παρακολούθησης ρύπανσης για τη συλλογή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο. Επιπλέον, οι υπηρεσίες Smart Digital City επεκτείνονται αναπτύσσοντας ένα έξυπνο Σύστημα Μεταφορών μέσω επεξεργασίας γραφημάτων για να διευκολύνουν τους πολίτες παρέχοντας πληροφορίες και ειδοποιήσεις για την κυκλοφορία σε πραγματικό χρόνο. Το προτεινόμενο σύστημα αποτελείται από πολλά στάδια, συμπεριλαμβανομένων της παραγωγής και συλλογής δεδομένων, της συνάθροισης, της διήθησης, της ταξινόμησης, της προεπεξεργασίας, της ανάλυσης και της λήψης αποφάσεων. Η αποδοτικότητα του συστήματος επεκτείνεται με την εφαρμογή επεξεργασίας μεγάλων δεδομένων χρησιμοποιώντας το Apache Spark πάνω στο Hadoop. Η επεξεργασία των γραφημάτων στις μεγάλες πόλεις επιτυγχάνεται με τη χρήση του Giraph πάνω στο Hadoop. Το σύστημα υλοποιείται πρακτικά από τα υπάρχοντα έξυπνα συστήματα και τις συσκευές IoT ως πηγές δεδομένων πόλεων, για την ανάπτυξη της Smart Digital City. Το προτεινόμενο σύστημα αξιολογείται, σε σχέση με την αποδοτικότητα, όσον αφορά στη δυνατότητα επέκτασης και την επεξεργασία δεδομένων σε πραγματικό χρόνο. Έτσι, προκύπτει ένα «έξυπνο» σύστημα πόλης που μπορεί να διαχειριστεί τεράστιο όγκο δεδομένων και να δώσει καθοδήγηση στις αστικές αρχές για να κάνουν τους δήμους «ευφύστερους» και ψηφιακούς.

Η έρευνα των Sylva et al. (2017) «Integration of Big Data analytics embedded smart city architecture with RESTful web of things for efficient service provision and energy management», προτείνει μια αρχιτεκτονική ανάλυσης μεγάλων δεδομένων, η οποία ενσωματώνεται στον αστικό ιστό. Η ανάλυση των μεγάλων δεδομένων εισήχθη προκειμένου να βελτιωθεί η ταχύτητα επεξεργασίας δεδομένων. Οι βάσεις δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν περιλαμβάνουν δεδομένα κατανάλωσης νερού, κυκλοφορίας, πάρκινγκ, καθώς και βάσεις με τοξικά αέρια. Η επεξεργασία και η ανάλυση έγινε με το Hadoop ecosystem. Προσομοιώθηκε ένα smart home σενάριο για να αξιολογηθεί η

αποτελεσματικότητα της κατανάλωσης ενέργειας και η επίδραση της ενσωμάτωσης του WoT (Web of Things) στην απόδοση του δικτύου. Τέλος, παρουσιάστηκε ως αποτέλεσμα μια ολοκληρωμένη έξυπνη αρχιτεκτονική σπιτιού (smart home building) για την αναπαράσταση βελτιωμένων επιδόσεων της προτεινόμενης αρχιτεκτονικής έξυπνης πόλης όσον αφορά στην απόδοση του δικτύου και την ενεργειακή διαχείριση των έξυπνων κτιρίων.

Η έρευνα των Rathore et al. (2017b) «Real-time secure communication for Smart City in high-speed Big Data environment», επικεντρώνεται στην ανάπτυξη ασφαλούς συστήματος Smart City με τεχνικό δίκτυο. Οι βάσεις δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν περιλάμβαναν δεδομένα smart home, παρκινγκ, μετεωρολογικά, δεδομένα από κάμερες ασφαλείας, εκπομπές ρύπων και κυκλοφοριακής ροής. Η ανάλυση γίνεται πάνω από παράλληλους κόμβους Hadoop. Τα προτεινόμενα IDS (Intrusion Detection System) και το ACL (Access Control List) παρέχουν ασφάλεια στις πληροφορίες σε έξυπνο κτίριο πόλης (Intelligent City Building - ICB) από εξωτερικούς εισβολείς. Η ανάλυση ασφάλειας και η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας δείχνουν ότι το σύστημα είναι ασφαλές, αποτελεσματικό όσον αφορά στο κόστος υπολογισμού και τη διαθεσιμότητα, και είναι σε θέση να δουλέψει σε πραγματικό χρόνο, και σε περιβάλλον υψηλής ταχύτητας Smart City. Έτσι, προτείνεται από αυτή την εργασία ένα σύστημα ασφαλείας «έξυπνης» πόλης σε πραγματικό χρόνο.

Η έρευνα των De Gennaro et al. (2016) «Big Data for Supporting Low-Carbon Road Transport Policies in Europe: Applications, Challenges and Opportunities», παρέχει στην επιστημονική κοινότητα μια ολοκληρωμένη επισκόπηση των εφαρμογών μιας πλατφόρμας επεξεργασίας δεδομένων (TEMA) που αποσκοπεί στην αξιοποίηση των δυνατοτήτων των μεγάλων δεδομένων στον τομέα της πολιτικής των οδικών μεταφορών στην Ευρώπη. Αυτή η πλατφόρμα βασίζεται σε σύνολα δεδομένων με πρότυπα οδήγησης και κινητικότητας που συλλέγονται μέσω συστημάτων πλοήγησης. Έχουν χρησιμοποιηθεί δύο σύνολα δεδομένων

από συμβατικά οχήματα που συλλέγονται με ενσωματωμένα συστήματα GPS, για την εκτέλεση μιας αρχικής πιλοτικής μελέτης και την ανάπτυξη των βασικών αλγορίθμων. Αποτελούνται από 4,5 εκατομμύρια ταξίδια και καταγραφές στάθμευσης που συλλέχθηκαν παρακολουθώντας 28.000 οχήματα σε διάστημα ενός μηνός. Οι αναλύσεις αφορούν: (1) τις ευρείας κλίμακας στατιστικές κινητικότητας, (2) τις δυνατότητες των ηλεκτρικών οχημάτων να αντικαταστήσουν τα οχήματα συμβατικού καυσίμου και την αλλαγή των τρόπων μεταφοράς, (3) τη ζήτηση ενέργειας από ηλεκτρικά οχήματα, (4) έξυπνη σχεδίαση της υποδομής επαναφόρτισης, και (5) εκτίμηση και χαρτογράφηση της οδήγησης και των εκπομπών ρύπων σε πραγματικές συνθήκες. Προκειμένου να ενισχυθεί το δυναμικό της προτεινόμενης πλατφόρμας, στη μεθοδολογία που αναπτύχθηκε, χρησιμοποιήθηκε και το πρόγραμμα GIS. Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται, καταδεικνύουν τις δυνατότητες των μεγάλων δεδομένων για την εκτίμηση των πολιτικών και τη βελτίωση της διακυβέρνησης, εστιάζοντας στις προκλήσεις και τις τεράστιες ευκαιρίες που προσφέρονται για μελλοντικές εξελίξεις. Στόχος της παρούσας εργασίας είναι τελικά να δείξει πώς οι μεγάλες βάσεις δεδομένων μπορούν να εμπνεύσουν έξυπνες πολιτικές μαζί με δημόσιες και ιδιωτικές επενδύσεις, ώστε να καταστεί δυνατή η ευρεία ανάπτυξη της επόμενης γενιάς πράσινων οχημάτων, προσφέροντας μια ευκαιρία να διαμορφωθούν πολιτικές για τη μελλοντική κινητικότητα και τις έξυπνες πόλεις.

Η έρευνα των Mehmood και Graham (2015) «Big data logistics: a health-care transport capacity sharing model», στοχεύει να συμβάλει στη θεωρία των μεγάλων δεδομένων και των διάφορων λειτουργιών των πόλεων διερευνώντας πώς τα μεγάλα δεδομένα μπορούν να οδηγήσουν σε βελτιώσεις της μεταφορικής ικανότητας. Ένα μαθηματικό μοντέλο (Markov) σχεδιάστηκε για να δείξει πώς η κατανομή του κυκλοφοριακού φόρτου και της χωρητικότητας σε μια έξυπνη πόλη μπορεί να βελτιώσει την αποτελεσματικότητα στην

κάλυψη της ζήτησης για υπηρεσίες πόλης. Αναλύονται τα αποτελέσματα από 13 διαφορετικά σενάρια προσφοράς/ζήτησης. Ένα βασικό εύρημα είναι ότι η πιθανότητα αποτυχίας του συστήματος και διακύμανσης επιδόσεων τείνει να είναι υψηλότερη σε ένα σενάριο υψηλής ζήτησης / μηδενικής προσφοράς. Τέλος, προτείνεται βελτιστοποίηση του σχεδιασμού της διαχείρισης της υγειονομικής περίθαλψης της πόλης.

Η έρευνα των Li et al. (2018) «Big data and urban system model - Substitutes or complements: A case study of modelling commuting patterns in Beijing», συγκρίνει εμπειρικά μια προσέγγιση που βασίζεται σε δεδομένα με μια προσέγγιση μοντελοποίησης συστήματος από την άποψη της μοντελοποίησης του σχεδίου μετακίνησης (commuting pattern) για το Πεκίνο το 2015. Διερευνώνται τα νέα δεδομένα βάσει τοποθεσίας (location-based-services - LBS) για τον προσδιορισμό της θέσης απασχόλησης-παραμονής των χρηστών υπηρεσιών. Η σύγκριση δείχνει ότι τα δεδομένα LBS λειτουργούν καλύτερα στην ανίχνευση θέσεων διαμονής από ό,τι οι θέσεις απασχόλησης. Χρησιμοποιείται το μοντέλο χρήσης γης και μεταφορών LUTI για την επεξεργασία των δεδομένων και συμπεραίνεται η σχέση των μετακινήσεων σύμφωνα με την απασχόληση και η τοποθεσία διαμονής χρησιμοποιώντας τα αρχεία ημέρας και νύχτας αντίστοιχα. Επιπλέον, αναπτύσσεται ένα πρότυπο αστικής χωρικής ισορροπίας για την πρόβλεψη των ροών μετακίνησης.

Η έρευνα των Kourtit και Nijkamp (2018) «Big data dashboards as smart decision support tools for i-cities – An experiment on stockholm», αντιμετωπίζει τις στρατηγικές προκλήσεις διακυβέρνησης των σύγχρονων έξυπνων πόλεων από τη νέα οπτική γωνία της διαχείρισης μεγάλων δεδομένων. Επιδιώκει να αναπτύξει και να υπογραμμίσει ένα συστηματικό μεθοδολογικό πλαίσιο για τη διαχείριση πολυδιάστατων μεγάλων δεδομένων σε ένα πλαίσιο υποστήριξης έξυπνων αστικών αποφάσεων, έτσι ώστε να ενισχυθεί η ανταγωνιστική απόδοση των πόλεων μέσω του σχεδιασμού και της ανάπτυξης λειτουργικών

αρχών αστικής διαχείρισης στρατηγικές. Τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται είναι οι τοποθεσίες, οι οποίες αναλύονται μέσω του μοντέλου Pentagon και ο ειδικός στόχος αυτής της εργασίας είναι να παράσχει τους κρίσιμους και βασικούς ακρογωνιαίους λίθους για μια εφαρμόσιμη διαδραστική αρχιτεκτονική ως εργαλείο υποστήριξης σε μια δομημένη διαδικασία καινοτόμων στρατηγικών πόλης και συνεπώς ενισχυμένες κοινωνικοοικονομικές επιδόσεις. Ένα βασικό στοιχείο της παρούσας εργασίας είναι το σύστημα έξυπνων αστικών πινάκων που λειτουργεί ως ένα διαδραστικό εργαλείο πλοήγησης το οποίο υποστηρίζει τις επιχειρησιακές επιλογές όλων των ενδιαφερομένων μερών. Επιπλέον, περιγράφεται διαδοχικά η έννοια των έξυπνων πόλεων στον «αστικό μας αιώνα», οι μεγάλες δυνατότητες της ψηφιακής τεχνολογίας για τη διαχείριση μεγάλων δεδομένων στις κυβερνητικές έξυπνες πόλεις και τα θεμέλια ενός αστικού πίνακα ελέγχου. Ξεκινώντας από εκτεταμένα δεδομένα για ένα ευρύ σύνολο παγκόσμιων πόλεων, το δυναμικό αυτής της προσέγγισης αποτελεί παράδειγμα μέσω μιας ενδεικτικής εφαρμογής ενός έξυπνου αστικού πίνακα ελέγχου για την πόλη της Στοκχόλμης.

Η έρευνα των Adithya et al. (2015) «Railway assets: A potential domain for big data analytics», παρέχει μια γενική εικόνα των τεχνολογιών μεγάλων δεδομένων στο πλαίσιο των μεταφορών που αφορούν συγκεκριμένα στους σιδηρόδρομους, και μια εικόνα για το πώς οι υφιστάμενες ενότητες δεδομένων από την αρχή μεταφορών συνδυάζουν τα μεγάλα δεδομένα και πώς μπορούν να ενσωματωθούν στη λήψη αποφάσεων συντήρησης. Χρησιμοποιούνται βάσεις δεδομένων που αποτελούνται από δεδομένα χρόνου, ταχύτητας, κίνησης, φωτογραφίες, βίντεο και καταγραφές συντήρησης και επεξεργάζονται μέσω διαφόρων εργαλείων ανάλυσης, όπως είναι τα Lupp, BIS, Strix, Optram, AGRESSO, BANSTAT, OFELIA, BESSY, Rufus, Daily Graph, Maps. Το συμπέρασμα είναι ότι οι μεγάλες επιχειρήσεις, που μπορούν να ενσωματώσουν την έννοια των μεγάλων δεδομένων, δεν το

έχουν ακόμη κάνει, είτε λόγω έλλειψης συγκεκριμένων εργαλείων, είτε λόγω υπερβολικού κόστους για τη συμμετοχή όλων των ενδιαφερόμενων φορέων. Ένας από τους τομείς αυτούς είναι η διατήρηση της ακίνητης περιουσίας και ιδίως εκείνων που σχετίζονται με τις σιδηροδρομικές μεταφορές. Φαίνεται ότι τα μεγάλα δεδομένα έχουν τεράστιο δυναμικό στη σιδηροδρομική κίνηση λόγω της ανάγκης αναλυτικών στοιχείων και της ποσότητας των πληροφοριών που έχουν υποστεί επεξεργασία.

Η έρευνα των Souza et al. (2016) «Using Big Data and Real-Time Analytics to Support Smart City Initiatives», περιγράφει μια πλατφόρμα που επικεντρώνεται στην επεξεργασία μηνυμάτων που δημοσιεύονται στο κοινωνικό δίκτυο του Twitter. Βασικά ζητήματα εδώ είναι η υψηλή διακίνηση ενός μεγάλου όγκου δεδομένων ανά δευτερόλεπτο που πρέπει να υποβληθεί σε επεξεργασία και η ανάγκη επεξεργασίας ακατάλληλων κειμένων φυσικής γλώσσας. Έχοντας αυτά υπόψη, η πλατφόρμα έχει ενσωματωμένα δομοστοιχεία για αξιόπιστη, γρήγορη απόκτηση και αποθήκευση tweet σε πραγματικό χρόνο, φιλτράρισμα διαφόρων ειδών, επεξεργασία φυσικής γλώσσας και ανάλυση sentiment (η χρήση της επεξεργασίας φυσικής γλώσσας, η ανάλυση κειμένων, η υπολογιστική γλωσσολογία και η βιομετρία για τον συστηματικό εντοπισμό, εξαγωγή, ποσοτικοποίηση και μελέτη των συναισθηματικών καταστάσεων και των υποκειμενικών πληροφοριών), τα οποία τροφοδοτούν μια τελική ενότητα ανάλυσης και απεικόνισης. Χρησιμοποιεί διάφορα δεδομένα μέσω του twitter όπως είναι το όνομα χρήστη, η ηλικία του, η τοποθεσία, η ημερομηνία και η ώρα ανάρτησης του εκάστοτε tweet και τα στοιχεία επεξεργάζονται μέσω των εργαλείων ανάλυσης Storm, Zookeeper, Nimbusand, Supervisor. Μια μελέτη περίπτωσης της ανάλυσης sentiment κατά τη διάρκεια του Παγκοσμίου Κυπέλλου FIFA 2014 στη Βραζιλία χρησιμοποιείται για να επικυρώσει την προσπάθεια που έχει γίνει μέχρι στιγμής. Η μελέτη αυτή εξάγει αποτελέσματα μέσω πλατφόρμας επεξεργασίας μηνυμάτων που θα

διευκολύνει διάφορα προβλήματα μιας «έξυπνης» πόλης, όπως είναι η κατάσταση των μέσων μαζικής μεταφοράς, η κυκλοφορία και το περιβάλλον, η δημόσια ασφάλεια και οι μετακινήσεις πολιτών σε γενικές εκδηλώσεις σε πόλεις.

Η έρευνα των Zhang et al. (2017) «Big AIS data based spatial-temporal analyses of ship traffic in Singapore port waters», ανέπτυξε μια αναλυτική πρακτική προσέγγιση για να αποκτηθεί βαθιά γνώση των χωρικών και χρονικών χαρακτηριστικών της κυκλοφορίας των πλοίων για να στηριχθεί η λήψη αποφάσεων για τη λειτουργία του λιμένα χρησιμοποιώντας μεγάλα δεδομένα αυτόματου συστήματος αναγνώρισης (Automatic Identification System - AIS), όπως είναι η θέση και η πορεία του πλοίου, η ταχύτητα και τα χαρακτηριστικά του. Έχουμε δύο ενότητες: την ανάλυση της ζήτησης κυκλοφορίας και τη χωρική και χρονική ανάλυση της κυκλοφορίας μέσω του προγραμματιστικού μοντέλου MapReduce του Hadoop. Σύμφωνα με τη χωρική ανάλυση της ταχύτητας κυκλοφορίας, εντοπίστηκαν αρκετές περιοχές μεγάλης συνάθροισης και περιοχές διαταραχών. Διαπιστώθηκε ότι σε περιοχές μεγάλης ταχύτητας ήταν πιο πιθανή η πραγματοποίηση ατυχημάτων μεταξύ πλοίων. Η πυκνότητα των πλοίων δεν έδειξε σημαντική σχέση με τα ατυχήματα των πλοίων.

Στην εργασία των Järva et al. (2018) «Dynamic cities Location-based accessibility modelling as a function of time», παρουσιάζεται ένα εννοιολογικό πλαίσιο δυναμικής μοντελοποίησης προσβασιμότητας με βάση τη θέση, το οποίο καταγράφει τη δυναμική χρονικότητα και των τριών συνιστωσών προσβασιμότητας. Επιπλέον, δοκιμάζεται εμπειρικά το προτεινόμενο πλαίσιο χρησιμοποιώντας νέες πηγές δεδομένων, όπως είναι το αναγνωριστικό χρήστη και η ώρα κλήσης και εργαλεία όπως το localroute.js του GitHub. Παρουσιάζεται ο αντίκτυπος των χρονικών πτυχών στη μοντελοποίηση της προσβασιμότητας με δύο παραδείγματα. Η μελέτη περίπτωσης καταδεικνύει τον τρόπο με τον οποίο συμβατικά μοντέλα προσβασιμότητας που βασίζονται στα στατικά δεδομένα εντοπίζονται στην

υπερεκτίμηση της πρόσβασης των ατόμων σε πιθανές ευκαιρίες. Το προτεινόμενο πλαίσιο είναι γενικά εφαρμόσιμο πέρα από το αστικό περιβάλλον, από τοπική σε παγκόσμια κλίμακα και σε διαφορετικές χρονικές κλίμακες και συστήματα πολυτροπικών μεταφορών. Γεφυρώνεται επίσης το χάσμα μεταξύ της προσβασιμότητας βάσει τοποθεσίας και της έρευνας προσβασιμότητας που βασίζεται σε άτομα.

Η έρευνα των Yingjie et al. (2016) «Big traffic data processing framework for intelligent monitoring and recording systems (IMRS)», ελέγχει τρεις περιπτώσεις. Η πρώτη είναι ανάλυση για περιοχές σύγκρουσης, η δεύτερη σύντομη ανάλυση διέλευσης οχημάτων και η τρίτη είναι ανάλυση παρακολούθησης τροχιάς οχήματος. Συγκεντρώνει διάφορα δεδομένα, όπως είναι η ώρα, η τοποθεσία και ο αριθμός και το χρώμα πινακίδας κυκλοφορίας. Κάνει σύγκριση των προγραμματιστικών μοντέλων HBase (χρησιμοποιεί βάσεις δεδομένων με βάση στήλες που βασίζονται στο Hadoop και είναι γνωστό ότι έχουν πολλά πλεονεκτήματα σε σχέση με τις παραδοσιακές βάσεις δεδομένων που προσανατολίζονται προς τις σειρές) και του προγράμματος Oracle βρίσκοντας τα θετικά και τα αρνητικά της HBase με βάση την Oracle. Το μοντέλο προγραμματισμού HBase και το πρόγραμμα Oracle χρησιμοποιούνται για εύρεση πιθανής περιοχής σύγκρουσης, καταγραφή της τροχιάς οχημάτων και την εκτίμηση της κατάστασης της κυκλοφορίας.

Η έρευνα των Jameson et al. (2015) «The path most traveled: Travel demand estimation using big data resources», παρουσιάζει μια πλήρη υιοθέτηση ενός μοντέλου ζήτησης ταξιδιού που χρησιμοποιεί νέα, μεγάλα δεδομένα ως εισροή. Παρουσιάζει ένα σύστημα, το οποίο υπολογίζει πολλαπλές πτυχές της ζήτησης για ταξίδια χρησιμοποιώντας αρχεία λεπτομερειών κλήσεων από κινητά τηλέφωνα σε συνδυασμό με ανοιχτά και γεμάτα από γεωγραφικά δεδομένα, αρχεία απογραφής και έρευνες. Ταυτόχρονα, συνδυάζει και βελτιώνει τα υπάρχοντα συστήματα σε πολλά διαφορετικά προχωρημένα στάδια ώστε να

παράγει γρήγορες, ακριβείς και φθηνές εκτιμήσεις της ζήτησης για ταξίδια μέσω των εργαλείων ανάλυσης PostGIS, Boost που χρησιμοποιούν τη γλώσσα προγραμματισμού C++ και τη χρήση του OpenStreetMap με τη βοήθεια ενός αλγόριθμου αύξησης της κυκλοφορίας.

Η έρευνα των Chao et al. (2016) «Soft computing in big data intelligent transportation systems», προτείνει ένα έξυπνο σύστημα μεταφοράς με αισθητήρες RFID που καταγράφουν στοιχεία ροής κυκλοφορίας, οι οποίοι θα μπορούσαν να ελέγξουν αυτόματα τους φωτεινούς σηματοδότες σε διασταύρωση. Χρησιμοποιείται το εργαλείο NeverStop, η σύγχρονη μέθοδος ασαφούς ελέγχου και γενετικοί αλγόριθμοι για να αξιοποιηθεί αυτόματα ο χρόνος αναμονής για τους φωτεινούς σηματοδότες. Τα πειραματικά αποτελέσματα για το πρωτότυπο σύστημα αποδεικνύουν ότι το NeverStop μπορεί να μειώσει σημαντικά τον μέσο χρόνο αναμονής σε φωτεινούς σηματοδότες σε διασταύρωση.

Η έρευνα των Jiang et al. (2017) «Model Study for Intelligent Transportation System with Big Data», επικεντρώθηκε στη μέθοδο μοντελοποίησης δεδομένων με real time δεδομένα στοιχείων (ιχνών) τροχιάς, όπως είναι η ταχύτητα, η επιτάχυνση, η απόσταση, από κινητά τηλέφωνα για ευφυή συστήματα μεταφοράς (ITS). Εξετάζεται η επίδραση του θορύβου (αλλοιωμένων ή παραμορφωμένων) δεδομένων στη διαδικασία μοντελοποίησης και μελετάται η σκοπιμότητα της βαθμονόμησης των μοντέλων οδήγησης με τέτοια δεδομένα από κινητά τηλέφωνα. Η ανάλυση έγινε μέσω του μοντέλου GHR (Gazis, Herman, Rothery) Τα αποτελέσματα πειραματισμού και ανάλυσης δεδομένων δείχνουν ότι ο θόρυβος (αλλοίωση ή παραμόρφωση) των δεδομένων μπορεί να προκαλέσει αξιοσημείωτα σφάλματα στη βαθμονόμηση του μοντέλου, ενώ φαίνεται ότι δεν εμφανίζονται πολλές επιρροές στα αποτελέσματα προσομοίωσης κατά την εφαρμογή των βαθμονομημένων μοντέλων στον υπολογισμό και την προσομοίωση. Τέλος, στην εργασία αυτή συμπεραίνεται η δυνατότητα

χρησιμοποίησης δυναμικών δεδομένων μέσω κινητών τηλεφώνων για τη σωστή λειτουργία ευφύων συστημάτων μεταφοράς (ITS).

Η έρευνα των Malik et al. (2018) «A methodology for real-time data sustainability in smart city: Towards inferencing and analytics for big-data», στοχεύει στη συλλογή πληροφοριών από αισθητήρες έξυπνων πόλεων και στη μετατροπή αυτών των πληροφοριών μέσω της μοντελοποίησης δεδομένων (data modeling), μετατρέποντάς τες σε μορφές δεδομένων όπως το RDF (Resource Description Framework) και το JSON (JavaScript Object Notation). Μια μελέτη περίπτωσης του συνόλου δεδομένων που βασίζεται στις καιρικές συνθήκες φαίνεται ότι επιτυγχάνει τις εν λόγω μορφές RDF και JSON. Με αυτόν τον τρόπο, η βιωσιμότητα δεδομένων για αναλύσεις μεγάλων δεδομένων μπορεί να επιτευχθεί σε πραγματικό χρόνο με εφαρμογές στην ορθότερη λήψη αποφάσεων και την παρακολούθηση.

Η έρευνα των Birek et al. (2018) «A novel Big Data analytics and intelligent technique to predict driver's intent», εξέτασε διάφορες πηγές δεδομένων που είναι διαθέσιμες στα αυτοκίνητα και στο περιβάλλον, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως εισροές για να προβλεφθεί η πρόθεση και η συμπεριφορά των οδηγών. Στο πλαίσιο της διερεύνησης αυτών των πιθανών πηγών δεδομένων, διεξήχθησαν πειράματα σε ηλεκτρονικά ημερολόγια για μεγάλο αριθμό εργαζομένων και έχουν επανεξεταστεί ορισμένα διαθέσιμα συστήματα γεωαναφοράς. Μέσω των αποτελεσμάτων στατιστικής ανάλυσης και με υπολογισμό των αποτελεσμάτων της ακρίβειας αναγνώρισης θέσης, διερευνήθηκε λεπτομερώς η πιθανή αξιοποίηση των δεδομένων θέσης ημερολογίου για την ανίχνευση των προθέσεων των οδηγών. Προκειμένου να εκμεταλλευθούν οι πολυάριθμες διαφορετικές εισροές δεδομένων που διατίθενται στα σύγχρονα οχήματα, ερευνήθηκε η καταλληλότητα των διαφόρων τεχνικών υπολογιστικής νοημοσύνης (CI) και προτείνεται μια νέα υβριδική μεθοδολογία ασαφούς (fuzzy) υπολογιστικής μοντελοποίησης και γενετικών αλγορίθμων. Τέλος,

περιγράφεται ο αντίκτυπος της εφαρμογής προηγμένων τεχνικών αναλύσεων υπολογιστικής νοημοσύνης και μεγάλων δεδομένων σε σύγχρονα οχήματα στους οδηγούς και στην κοινωνία γενικότερα, και συζητούνται τα δεοντολογικά και νομικά ζητήματα που προκύπτουν από την ανάπτυξη έξυπνων αυτοκινήτων, τα οποία έχουν και την δυνατότητα εκμάθησης.

Η έρευνα των Gohar et al. (2018) «SMART TSS: Defining transportation system behavior using big data analytics in smart cities», προτείνει μια αρχιτεκτονική ανάλυσης μεγάλων δεδομένων για τα ITS. Η προτεινόμενη αρχιτεκτονική έχει ενσωματωμένη δυνατότητα αποθήκευσης και ανάλυσης για εργασία με στοιχεία ITS και αποτελείται από τέσσερις ενότητες, συγκεκριμένα (1) Μεγάλη Συλλογή Δεδομένων και Προεπεξεργασία Δεδομένων (2) Μεγάλη Μονάδα Επεξεργασίας Δεδομένων (3) Μονάδα Ανάλυσης Μεγάλων Δεδομένων και (4) Μονάδα Οπτικοποίησης Δεδομένων. Παρέχεται, μια λεπτομερής ανάλυση των ITS μεγάλων δεδομένων για την παρακολούθηση της μέσης ταχύτητας ενός οχήματος σε πραγματικό χρόνο. Η προτεινόμενη αρχιτεκτονική αξιολογείται χρησιμοποιώντας Hadoop σε συνδυασμό με τα προγραμματιστικά μοντέλα MapReduce, Spark και GraphX. Τα αποτελέσματα ενθαρρύνουν τη λήψη αποφάσεων για τη διοίκηση των «έξυπνων» πόλεων.

Η έρευνα των Zhou et al. (2018) «Spatial variation of self-containment and job-housing balance in Shenzhen using cellphone big data», εξετάζει τη χωρική διακύμανση της ανεξαρτησίας της απασχόλησης και την ισορροπία μεταξύ εργασίας και στέγασης σε σχέση με τους τύπους εργασίας, την τοποθεσία και τις τιμές κατοικιών χρησιμοποιώντας δεδομένα κινητής τηλεφωνίας της Σεντζεν, στην Κίνα, από περισσότερους από 12,4 εκατομμύρια κατοίκους. Τα αποτελέσματα εξήχθησαν μέσω μοντέλων παλινδρόμησης. Η ισορροπία απασχόλησης-στέγασης θεωρείται πιο σημαντική στην ανεξαρτησία της απασχόλησης των εργαζομένων του δευτερογενούς τομέα σε σύγκριση με εκείνη των εργαζομένων του τριτογενούς τομέα. Οι εργαζόμενοι του δευτερογενούς τομέα τείνουν να διαμένουν κοντά

στους χώρους εργασίας τους λόγω των σχετικά ισορροπημένων θέσεων εργασίας και της στέγασης, ενώ οι εργαζόμενοι του τριτογενούς τομέα τείνουν να διαμένουν μακρύτερα από τους χώρους εργασίας τους για να εξοικονομήσουν κόστος στέγης. Η μελέτη ενισχύει την κατανόηση της ανεξαρτησίας της απασχόλησης και της ισορροπίας μεταξύ απασχόλησης και στέγασης, η οποία εμφανίζεται κυρίως στις δυτικές πόλεις.

Η έρευνα των Chen et al. (2018) «A novel fuzzy deep-learning approach to traffic flow prediction with uncertain spatial-temporal data features», προτείνει μια νέα ασαφή προσέγγιση βαθιάς μάθησης (deep learning) που ονομάζεται FDCN για την πρόβλεψη ροής κυκλοφορίας σε όλη την πόλη. Βασική ιδέα είναι ότι εισάγεται η ασαφής αναπαράσταση ώστε να μειωθεί ο αντίκτυπος της αβεβαιότητας των δεδομένων. Συγκεντρώθηκαν δεδομένα τοποθεσίας και με τη βοήθεια της γλώσσας προγραμματισμού Python, δημιουργήθηκε ένα μοντέλο ασαφών συνθετικών δικτύων για τη βελτίωση της πρόβλεψης της ροής της κίνησης, ενώ διερευνήθηκε η χωρική και χρονική συσχέτιση της κυκλοφοριακής ροής. Τα πειραματικά αποτελέσματα καταδεικνύουν ότι η προτεινόμενη προσέγγιση για την πρόβλεψη ροής κυκλοφορίας έχει ανώτερη απόδοση σε σύγκριση με τις πλέον σύγχρονες προσεγγίσεις.

Η έρευνα των Oneto et al. (2018) «Train Delay Prediction Systems: A Big Data Analytics Perspective», έχει ως σκοπό τη δημιουργία ενός συστήματος πρόβλεψης καθυστέρησης αμαξοστοιχίας (Train Delay Prediction System - TDPS) για μεγάλα δίκτυα σιδηροδρόμων, το οποίο εκμεταλλεύεται τις πιο πρόσφατες τεχνολογίες μεγάλων δεδομένων, αλγόριθμους μάθησης και στατιστικά εργαλεία. Συγκεκριμένα, προτείνεται ένας αλγόριθμος γρήγορης εκμάθησης για μηχανές μικρής και βαθιάς εκμάθησης που χρησιμοποιούν πλήρως τις πρόσφατες τεχνολογίες επεξεργασίας δεδομένων σε μεγάλη κλίμακα για την πρόβλεψη καθυστερήσεων των αμαξοστοιχιών. Τα αποτελέσματα σε δεδομένα πραγματικού χρόνου που προέρχονται από το ιταλικό σιδηροδρομικό δίκτυο, είναι τα εξής: σταθμός προέλευσης,

σταθμός προορισμού, στάσεις, διαβάσεις, χρόνοι αναμονής, χρόνοι ταξιδιού και δείχνουν ότι η πρότασή αυτή είναι σε θέση να βελτιωθεί σε σχέση με τα σημερινά υπερσύγχρονα TDPS.

Στην εργασία των Qi και Mohamed (2015) «Big Data applications in real-time traffic operation and safety monitoring and improvement on urban expressways», μελετάται η βιωσιμότητα μιας στρατηγικής παρακολούθησης της κυκλοφορίας σε πραγματικό χρόνο που αξιολογεί ταυτόχρονα τη λειτουργία και την ασφάλεια. Ο στόχος είναι να βελτιωθεί η απόδοση του συστήματος των αστικών οδών ταχείας κυκλοφορίας μειώνοντας την κυκλοφοριακή συμφόρηση και τον κίνδυνο σύγκρουσης. Πιο συγκεκριμένα, το Microwave Vehicle Detection System (MVDS) που αναπτύχθηκε σε οδό ταχείας κυκλοφορίας στο Ορλάντο χρησιμοποιήθηκε για την επίτευξη των στόχων. Το σύστημα αποτελείται από 275 ανιχνευτές, καλύπτει 75 μίλια από την οδό ταχείας κυκλοφορίας, με μέσο διάστημα μικρότερο από ένα μίλι. Οι συνολικές παράμετροι κυκλοφοριακής ροής ανά λωρίδα συνεχώς αρχειοθετούνται ανά λεπτό. Η κλίμακα του δικτύου, η πυκνή ανάπτυξη του συστήματος ανίχνευσης, ο πλούτος των πληροφοριών και η συνεχής συλλογή μετατρέπουν το MVDS στην ιδανική πηγή μεγάλων δεδομένων. Διαπιστώθηκε ότι η συμφόρηση στις αστικές λεωφόρους ήταν ιδιαίτερα τοπική και χρονικά εξαρτημένη. Όπως αναμενόταν, οι πρωινές και βραδινές ώρες αιχμής ήταν οι πιο συμφορημένες χρονικές περίοδοι. Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης της συμφόρησης ενθάρρυναν την ανάλυση ασφαλείας σε πραγματικό χρόνο για να αποκαλύψει τις επιδράσεις της δυναμικής της κυκλοφορίας στην εμφάνιση πιθανής συντριβής. Η εξόρυξη δεδομένων και οι Bayesian τεχνικές συμπερασμάτων εφαρμόστηκαν σε μοντέλα πρόβλεψης σύγκρουσης σε πραγματικό χρόνο. Τα ευρήματα αυτής της εργασίας καταδεικνύουν τη αξία παρακολούθησης και βελτίωσης της λειτουργίας και της ασφάλειας της κυκλοφορίας.

Η μελέτη της Intel Corporation (2013) «Improving traffic management with big data analytics», διεξάχθηκε στην πόλη Τσέτσιανγκ της Κίνας. Η τοπική κυκλοφορία έχει αυξηθεί, λόγω της ταχύτατης ανάπτυξης της οικονομίας της περιοχής τα τελευταία χρόνια, οδηγώντας σε αύξηση των ατυχημάτων και παραβιάσεων της κυκλοφορίας. Η κυβέρνηση της πόλης χρειάστηκε καλύτερους τρόπους για να παρακολουθεί και να διαχειρίζεται την τοπική κυκλοφορία για να παρέχει βελτιωμένες υπηρεσίες μεταφορών στο κοινό. Λαμβάνοντας μια προσέγγιση που βασίζεται σε δεδομένα για το πρόβλημα, εγκαταστάθηκαν στο τοπικό τμήμα κυκλοφορία περισσότερες από 1.000 ψηφιακές συσκευές παρακολούθησης, σε καίρια σημεία της πόλης. Αυτές οι συσκευές καταγράφουν συνεχώς εικόνες και βίντεο. Το τμήμα διαχείρισης κυκλοφορίας αντιμετωπίζει τώρα ένα terabyte δεδομένων κάθε μήνα. Η αυξανόμενη ποσότητα δεδομένων κίνησης δημιουργεί τώρα προβλήματα στην ικανότητα της πόλης να διαχειρίζεται αποτελεσματικά την κυκλοφορία. Ως λύση του προβλήματος, αναπτύχθηκε ενοποιημένο κέντρο δεδομένων βασισμένο σε σειρά επεξεργαστών Intel Xeon E5 και με τη βοήθεια του Apache Hadoop, δόθηκε η δυνατότητα μόνιμης αποθήκευσης πληροφοριών, δεδομένων και εικόνων παραβάσεων που είχαν συσσωρευτεί τους τελευταίους 24 μήνες. Ακόμη, αναπτύχθηκε το σύστημα δυναμικής εποπτείας για το κέντρο διαχείρισης κυκλοφορίας των αυτοκινητόδρομων.

Οι προσδιορισμένες μελέτες ταξινομήθηκαν και πινακοποιήθηκαν με βάση τις χρησιμοποιούμενες μεγάλες βάσεις δεδομένων, τις εφαρμογές τους, τα εργαλεία ανάλυσης που χρησιμοποιήθηκαν και τον διαχειριστή κάθε συνόλου δεδομένων (δημόσιος ή ιδιωτικός τομέας ή και τα δύο) όπως φαίνεται στον Πίνακα 2 στο παρακάτω υποκεφάλαιο.

4.2 Σύνθεση

Σε αυτό το υποκεφάλαιο συγκεντρώνονται όλες οι μελέτες περιπτώσεων που εξετάστηκαν και αναλύθηκαν στην παρούσα διπλωματική εργασία και πινακοποιήθηκαν με βάση τις χρησιμοποιούμενες μεγάλες βάσεις δεδομένων, τις εφαρμογές τους, τα εργαλεία ανάλυσης που χρησιμοποιήθηκαν, τον διαχειριστή κάθε συνόλου δεδομένων (δημόσιος ή ιδιωτικός τομέας ή και τα δύο) και τις δράσεις μεταφορών που υπάγονται, όπως φαίνεται στον παρακάτω Πίνακα. Ειδικότερα, με βάση αυτή την ταξινόμηση, γίνεται εμφανές ότι οι εφαρμογές αναφέρονται και στον στόχο κάθε μελέτης.

Οι μεγάλες βάσεις δεδομένων που δημιουργούνται από συσκευές κινητής τηλεφωνίας, συσκευές GPS και έξυπνα οχήματα, στοχεύουν να εμπνεύσουν πολιτικές για τα πράσινα αυτοκίνητα. Ακόμα, οι μεγάλες βάσεις δεδομένων, που παράγονται από tweets του Λονδίνου, και αναλύονται και επεξεργάζονται με τα εργαλεία Hadoop, Spark, Tableau, Google Maps Geocoding API, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανίχνευση χωροχρονικών γεγονότων σχετικά με την εφοδιαστική αλυσίδα (logistics) και τον προγραμματισμό. Έτσι, τα μεγάλα δεδομένα μπορούν να τονώσουν και να διαμορφώσουν πολιτικές για τη μελλοντική κινητικότητα και τις έξυπνες πόλεις, με τη συμβολή δημόσιων και ιδιωτικών επενδύσεων.

Πίνακας 3. Μεγάλες βάσεις δεδομένων και οι εφαρμογές τους.

A/A	Πηγή	Βάσεις δεδομένων	Εργαλεία	Εφαρμογές	Διαχειριστής δεδομένων	Κατηγορίες δράσεων
1	(Babar & Arif, 2017)	Κίνηση οχημάτων, πάρκινγκ και ρύπανση	Hadoop (MapReduce)	Έξυπνη εποπτεία και έλεγχος αποφάσεων.	Δημόσιος	TOaM, TPaP, AaDM
2	(Rathore et al., 2017a)	Κατανάλωση νερού, πάρκινγκ, ρύπανση, κυκλοφορία στην πόλη, καιρικές συνθήκες.	Hadoop, Apache Spark	«Έξυπνο» σύστημα για να κάνουν τους δήμους πιο έξυπνους και ψηφιακούς.	Δημόσιος και ιδιωτικός	TOaM, TPaP, AaDM
3	(Sylva et al., 2017)	Κατανάλωση νερού, κυκλοφορία στην πόλη, πάρκινγκ	Hadoop ecosystem, WoT intergration	Αρχιτεκτονική «έξυπνης» πόλης.	Δημόσιος	TOaM, TPaP, AaDM
4	(Rathore et al, 2017b)	Smart home, παρκινγκ, μετεωρολογικά δεδομένα, κάμερες ασφαλείας, εκπομπές ρύπων, κυκλοφοριακή ροή	Κρυπτοσυστήματα, συνάρτηση κατακερματισμού	Σύστημα ασφαλείας «έξυπνης» πόλης σε πραγματικό χρόνο.	Δημόσιος και ιδιωτικός	TOaM, TPaP, AaDM
5	(Suma et al., 2017)	Tweets Λονδίνου	Hadoop, Spark, Tableau, Google Maps Geocoding API	Ανίχνευση χωροχρονικών γεγονότων σχετικά με την εφοδιαστική αλυσίδα (logistics) και τον προγραμματισμό.	Ιδιωτικός.	Logistics, TOaM, TPaP, AaDM
6	(De Gennaro et al., 2016)	Οδικά μοτίβα	TEMA πλατφόρμα και GIS	Πρώθηση οικολογικών («πράσινων») οχημάτων.	Ιδιωτικός.	TOaM, TPaP, AaDM
7	(Mehmood & Graham, 2015)	Συντεταγμένες, αποστάσεις, Στατικά και δυναμικά δεδομένα	Markov μοντέλο	Βελτιστοποίηση σχεδιασμού της διαχείρισης της υγειονομικής περιθάλψης της πόλης.	Δημόσιος	TPaP, AaDM
8	(Zhong et al., 2015)	Ηλεκτρονικός κωδικός προϊόντος, Τοποθεσία, Χειριστής, Χρόνος, Ποσότητα	C++, Matlab R2009a	Χρήσεις των RFID για προηγμένες λήψεις αποφάσεων στην εφοδιαστική αλυσίδα.	Ιδιωτικός	Logistics, AaDM
9	(Kaur & Prakash Singh, 2017)	Απόσταση σε μίλια, προμήθεια αντικειμένων, φόρτωση φορτίου, διατήρηση αποθέματος,	LINGO 10 (MINLP model)	Βιώσιμη προμήθεια και αποφάσεις μεταφορών.	Ιδιωτικός	Logistics, AaDM

A/A	Πηγή	Βάσεις δεδομένων	Εργαλεία	Εφαρμογές	Διαχειριστής δεδομένων	Κατηγορίες δράσεων
10	(Zuojian et al., 2016)	GPS συντεταγμένες, ίχνη, κατασκευασμένα στοιχεία	SAP HANA	Συντομότερη και πιο εφικτή διαδρομή για τους επιβάτες.	Ιδιωτικός	MaaS, TPAP
11	(Li et al., 2018)	Γεωγραφική τοποθεσία (GPS)	Land Use and Transport Integrated models (LUTI's)	Πρότυπα μετακίνησης στο Πεκίνο το 2015.	Ιδιωτικός	TPAP
12	(Kourtit & Nijkamp, 2018)	Τοποθεσία	Pentagon Model	Πλαίσιο υποστήριξης έξυπνων αστικών αποφάσεων.	Ιδιωτικός	TPAP, AaDM
13	(Adithya et al., 2015)	Χρόνος, ταχύτητα, κίνηση, φωτογραφίες, βίντεο και καταγραφές συντήρησης	Lupp, BIS, Strix, Ortram, AGRESSO, BANSTAT, OFELIA, BESSY, Rufus, Daily Graph, Maps, etc.	Πρόβλεψη της συμπεριφοράς της υποδομής και των συρμών στη λειτουργία και την συντήρηση.	Ιδιωτικός	TOaM, TPAP, AaDM
14	(Souza et al., 2016)	Όνομα, ηλικία και πόλη χρηστών Twitter, αναγνωριστικό tweet, γεωγραφικό πλάτος, γεωγραφικό μήκος, ημερομηνία και ώρα της ανάρτησης και σώμα του tweet	Storm, Zookeeper, Nimbusand, Supervisor	Αποτελεσματική διαχείριση έξυπνων πόλεων.	Δημόσιος	TOaM, TPAP, AaDM
15	(Zhang et al., 2017)	Ταυτοποίηση, θέση, πορεία και ταχύτητα και χαρακτηριστικά πλοίων	Hadoop (MapReduce)	Διαχείριση ασφάλειας λιμένα για αποφυγή ατυχημάτων και άμεση λήψη αποφάσεων.	Ιδιωτικός	TOaM, TPAP, AaDM
16	(Järva et al., 2018)	Αναγνωριστικό χρήστη, ώρα κλήσης και τοποθεσία χρήστη	localroute.js (GitHub)	Πλαίσιο δυναμικής μοντελοποίησης προσβασιμότητας με βάση τη θέση.	Ιδιωτικός	TPAP
17	(Yingjie et al., 2016)	Ωρα, τοποθεσία, κατεύθυνση, αριθμό και χρώμα πινακίδας κυκλοφορίας	Hadoop (Hbase, MapReduce), Oracle	Αποτελεσματικότερη παρακολούθηση οχημάτων.	Ιδιωτικός	TOaM, TPAP

A/A	Πηγή	Βάσεις δεδομένων	Εργαλεία	Εφαρμογές	Διαχειριστής δεδομένων	Κατηγορίες δράσεων
18	(Jameson et al., 2015)	Εγγραφές τηλεφώνων, χρόνοι ταξιδιών, διαδρομές, κυκλοφοριακή ροή	PostGIS, Boost (C++)	Εκτίμηση ταξιδιωτικής ζήτησης.	Ιδιωτικός	TPaP, AaDM
19	(Chao et al., 2016)	Ροή κυκλοφορίας	NeverStop (genetic algorithms and fuzzy control methods)	Δυναμική προσαρμογή του χρόνου αναμονής για τους φωτεινούς σηματοδότες.	Ιδιωτικός	TOaM, TPaP, AaDM
20	(Jiang et al., 2017)	Τοποθεσία (GPS), ταχύτητα, επιτάχυνση, απόσταση	GHR (Gazis, Herman, Rothery) model	Δυναμικά μοντέλα για έξυπνα συστήματα μεταφορών.	Ιδιωτικός	TOaM, TPaP, AaDM
21	(Zhang & Mi, 2018)	Ανταλλαγή ποδηλάτων (Mobike)	ArcGIS (Point density methods) and GIS	Εκτίμηση περιβαλλοντικών οφελών από την κοινή χρήση ποδηλάτων στην πόλη της Σαγκάης (χωρική και χρονική).	Ιδιωτικός (Mobike company)	MaaS, TPaP, AaDM
22	(Malik et al., 2018)	Καιρικές συνθήκες	Μετατροπή δεδομένων(XML → RDF και JSON)	Βιώσιμα δεδομένα για επεξεργασία σε πραγματικό χρόνο, για τη λήψη αποφάσεων και την παρακολούθηση.	Δημόσιος	TPaP, AaDM
23	(Birek et al., 2018)	Δεδομένα ηλεκτρονικού ημερολογίου και συστήματα γεωγραφικής αναφοράς	Υβριδική μέθοδος: Fuzzy και γενετικοί αλγόριθμοι	Πρόβλεψη προθέσεων και συμπεριφοράς οδηγών.	Δημόσιος και ιδιωτικός	TPaP, AaDM
24	(Gohar et al., 2018)	Δεδομένα που παράγονται από πολλαπλές πηγές (αισθητήρες, κινητά τηλέφωνα κλπ.)	Hadoop (MapReduce, Spark και GraphX)	Λήψη αποφάσεων για την διοίκηση των «έξυπνων» πόλεων.	Δημόσιος και ιδιωτικός	TPaP, AaDM
25	(Zhou et al., 2018)	Δεδομένα κινητού τηλεφώνου	Μοντέλο παλινδρόμησης	Κατανόηση της ισορροπίας μεταξύ απασχόλησης και στέγασης.	Δημόσιος και ιδιωτικός	TPaP
26	(Chen et al., 2018)	Τοποθεσία (GPS)	Python	Πρόβλεψη κυκλοφοριακής ροής.	Ιδιωτικός και δημόσιος.	TPaP
27	(Dong et al., 2018)	Αρχή και τέλος τη	K-means clustering	Καλύτερες ridesharing	Ιδιωτικός	MaaS, TPaP,

A/A	Πηγή	Βάσεις δεδομένων	Εργαλεία	Εφαρμογές	Διαχειριστής δεδομένων	Κατηγορίες δράσεων
		διαδρομής (γεωγραφικό μήκος και πλάτος) και χρονικό διάστημα διαδρομής.	algorithm (in R)	υπηρεσίες μέσω διαδικτύου για τη μείωση των παρακάμψεων και της αναμονής.		AaDM
28	(Cheny et al., 2014)	Τοποθεσίες (GPS)	K-means clustering algorithm (in R)	Σχεδιασμός δρομολογίων νυχτερινών λεωφορείων.	Ιδιωτικός	MaaS, TPAP, AaDM
29	(Oneto et al., 2018)	Σταθμός προέλευσης, σταθμός προορισμού, στάσεις, διαβάσεις, χρόνοι αναμονής, χρόνοι ταξιδιού κ.α.	Apache Spark	Δημιουργία συστήματος πρόβλεψης καθυστέρησης αμαξοστοιχίας για μεγάλα δίκτυα σιδηροδρόμων.	Ιδιωτικός	TPaP, AaDM
30	(Barann et al., 2017)	Άδεια ταξί, αναγνωριστικό οδηγού, τύπος ταχυμέτρων, χρόνους ταξιδιού, αριθμός επιβατών, απόσταση αποβίβασης, συντεταγμένες GPS, κόστος μεταφοράς κ.α.	R	Η εμπειρική ανάλυση που εξοικονομεί χιλιόμετρα διαδρομής, λίτρα φυσικού αερίου και κιλά εκπομπών CO ₂ στις μεταφορές ridesharing.	Ιδιωτικός	MaaS, TPAP
31	(Ankit et al., 2017)	Ταχύτητα, παρακολούθηση κινητήρα, χιλιόμετρα, αριθμός στάσεων, μίλια ανά γαλόνι, πτυχές ασφαλείας	Delphi Technique tool	Καλύτερη οργάνωση και περαιτέρω επίλυση ζητημάτων της διαχείρισης αλυσίδας εφοδιασμού.	Ιδιωτικός	Logistics, TPAP
32	(Uber, 2018)	Κυκλοφοριακή ροή	Mapbox	Προβλεψη και ανίχνευση κυκλοφορίας σε πραγματικό χρόνο.	Ιδιωτικός	TOaM, TPAP, AaDM
33	(Yang et al., 2018)	Γεωγραφικό πλάτος και μήκος, ώρες & θέσεις επιβίβασης & αποβίβασης, αριθμός νοικοκυριών, πληθυσμός	Ordinary Least Square (OLS) regression models (ArcGIS)	Σύνδεση μεταξύ της ζήτησης για ταξί, των μοντέλων χρήσης γης και της προσβασιμότητας σε άλλους τρόπους μεταφοράς.	Δημόσιος	MaaS, TPAP
34	(Qi & Mohamed, 2015)	Δεδομένα κίνησης (ταχύτητα, όγκος, πληρότητα, ταξινόμηση οχημάτων σε κάθε λωρίδα	Μοντέλα λογικής παλινδρόμησης στο πλαίσιο Bayes	Ανάλυση ασφαλείας σε πραγματικό χρόνο, βελτίωση της απόδοσης του συστήματος των οδών	Ιδιωτικός	TOaM, TPAP, AaDM

A/A	Πηγή	Βάσεις δεδομένων	Εργαλεία	Εφαρμογές	Διαχειριστής δεδομένων	Κατηγορίες δράσεων
		κυκλοφορίας)		ταχείας κυκλοφορίας με παράλληλη μείωση κυκλοφοριακής συμφόρησης και κίνδυνο σύγκρουσης.		
35	(Intel Corporation, 2013)	Δεδομένα κίνησης, ώρα, θέση, πληροφορίες οχημάτων, φωτογραφίες, βίντεο	Hadoop (MapReduce, Hive), Apache Hbase	Βελτιωμένη ικανότητα ανίχνευσης κυκλοφορίας. Βελτίωση της εποπτείας των οχημάτων από την τροχαία. Εύκολη πρόσβαση στα σχετικά δεδομένα ανάλυσης οχημάτων.	Ιδιωτικός	TOaM, TPaP, AaDM

Τα πιο συνηθισμένα μέσα συλλογής δεδομένων στις μεταφορές είναι οι αισθητήρες όπως για παράδειγμα οι οδικοί αισθητήρες, οι αισθητήρες οχημάτων και οι αισθητήρες στάθμευσης, καθώς και τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης και οι περιβαλλοντικοί σταθμοί. Επιπλέον, οι πηγές περιλαμβάνουν κάμερες, GPS, κινητά τηλέφωνα, έρευνες, συλλέκτες εικόνων και έξυπνες κάρτες. Αυτές οι πηγές χρησιμοποιούνται αρκετά συχνά στον τομέα των δημόσιων και ιδιωτικών μεταφορών για διαφορετικές εφαρμογές. Υπάρχουν διάφορα είδη συνόλων δεδομένων, τα οποία εξυπηρετούν την κάθε μελέτη περίπτωσης, που κυμαίνεται από δεδομένα κίνησης και ερωτηματολόγια έως τυχαίως παραγόμενα δεδομένα. Προκειμένου να αναλυθούν και να επεξεργαστούν αυτά τα σύνολα δεδομένων, να κατανοήσουμε και να εξάγουμε λύσεις, έχουν αναπτυχθεί προηγμένα εργαλεία. Η ανάγκη επεξεργασίας μεγάλων δεδομένων οδήγησε όχι μόνο στην ανάπτυξη κατάλληλων εργαλείων, αλλά και στην υλοποίηση μεγάλου αριθμού προκλήσεων που τους αφορούν.

Το πιο σύνηθες εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε για την επεξεργασία μεγάλων βάσεων δεδομένων στις μελέτες ήταν το Hadoop και τα υποπρογράμματά του όπως το MapReduce,

Spark κτλ., ενώ άλλα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν είναι το ArcGIS, το Matlab, το R, το SAP HANA και η γλώσσα προγραμματισμού Python. Στο κεφάλαιο 5 παρουσιάζονται τα κυριότερα εργαλεία ανάλυσης επεξεργασίας μεγάλων βάσεων δεδομένων.

Παρατηρείται η συσχέτιση των περισσότερων βιβλιογραφικών πηγών με τις δράσεις transportation planning and prediction (TPaP), assessment and decision making (AaDM) και traffic operation and management (TOaM). Αυτό ήταν αναμενόμενο, καθώς ο σχεδιασμός, η πρόβλεψη, η αξιολόγηση, η λειτουργία, η διαχείριση και η λήψη αποφάσεων αποτελούν τομείς αλληλένδετους σε ένα σύστημα μεταφορών. Αρκετές είναι και οι περιπτώσεις που συνδέονται με τη mobility as a service (MaaS) μέσω υπηρεσιών ridesharing, bikesharing και γενικότερα με τις φιλικότερες προς το περιβάλλον λύσεις μεταφοράς. Τέλος, λιγότερες είναι οι μελέτες περιπτώσεων που αφορούν στην εφοδιαστική αλυσίδα (logistics), καθώς υπάρχουν ζητήματα προστασίας δεδομένων και ανταγωνισμού τα οποία αναφέρονται αναλυτικότερα στο Κεφάλαιο 7. Το διάγραμμα 3 απεικονίζει την κατανομή των μελετών περιπτώσεων σύμφωνα με τις δράσεις μεταφορών.



Διάγραμμα 3. Αριθμός μελετών περιπτώσεων που συσχετίζονται με τις δράσεις μεταφορών.

4.3 Μεγάλα δεδομένα και επιχειρήσεις μεταφορών

Στον παρόν υποκεφάλαιο παρουσιάζονται οι μεγαλύτερες επιχειρήσεις στον τομέα των μεταφορών που χρησιμοποιούν μεγάλες βάσεις δεδομένων και έχουν το μεγαλύτερο μερίδιο αγοράς στον τομέα αυτόν (Πηγή: <https://www.forbes.com/sites/antoinegara/2018/06/06/forbes-global-2000-the-worlds-largest-transportation-companies/#4820d69a100f>). Η αναφορά σε αυτές τις επιχειρήσεις γίνεται προκειμένου να γίνει σύνδεση της ακαδημαϊκής κοινότητας μέσω των μελετών περιπτώσεων και των επιχειρήσεων, όσον αφορά στα μεγάλα δεδομένα που οι μεν μελετούν και οι δε χρησιμοποιούν στην πράξη για τη λειτουργία των επιχειρήσεων τους. Οι ακαδημαϊκοί και οι εταιρείες προσπαθούν να συμβάλλουν ολόένα και περισσότερο στη βιώσιμη αστική κινητικότητα. Ο ακαδημαϊκός τομέας προσφέρει κοινωνικό έργο και χρησιμοποιεί την εκπαίδευση και τη γνώση για την προστασία του περιβάλλοντος και την εξέλιξη των μεταφορών και οι εταιρείες προσφέρουν στη βιώσιμη αστική κινητικότητα μέσω της μεγιστοποίησης του κέρδους τους και της καλύτερης λειτουργίας τους.

4.3.1 Χαρακτηριστικά παραδείγματα

Οι εταιρείες δραστηριοποιούνται σε τομείς που αφορούν στην κινητικότητα ως υπηρεσία (Mobility as a Service), όπως είναι οι Uber, Juno, Lyft, Via Transportation, Inc και η Zoox, την εφοδιαστική αλυσίδα (logistics) με χαρακτηριστικά παραδείγματα τις United Parcel Service (UPS) και FedEx. Όσον αφορά στη λειτουργία και τη διαχείριση της κυκλοφορίας (traffic operation and management) υπάρχουν εταιρείες όπως η Hangzhou Trustway Technology Co., Ltd και η Central Florida Expressway Authority (CFX). Οι

εταιρείες Nutonomy, Optimus Ride, German Autolabs, Tesla, Nexar, Drive.ai και Mobileve αφορούν στον σχεδιασμό των μεταφορών και την πρόβλεψη (transportation planning and prediction) και την αξιολόγηση και λήψη αποφάσεων (assessment and decision making).

4.3.1.1 *Κινητικότητα ως υπηρεσία*

- Η περίπτωση της Uber: Η Uber είναι μια εφαρμογή για smartphone που παρέχει την υπηρεσία κρατήσεων ταξί και συνδέει χρήστες που χρειάζονται να πάνε σε κάποιον προορισμό με οδηγούς πρόθυμους να τους μεταφέρουν. Η εταιρία είναι συνδεδεμένη άρρηκτα με τα μεγάλα δεδομένα και τα αξιοποιεί με τον πιο αποτελεσματικό τρόπο, συγκριτικά με τις παραδοσιακές εταιρείες ταξί, πράγμα το οποίο έχει διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην επιτυχία της. Ολόκληρο το επιχειρηματικό μοντέλο της Uber βασίζεται στην αρχή των μεγάλων δεδομένων, η οποία προέρχεται από το πλήθος των πηγών (οδηγών της). Οποιοσδήποτε με αυτοκίνητο που είναι πρόθυμος να βοηθήσει κάποιον να φτάσει εκεί που θέλει να πάει, μπορεί να προσφερθεί να τον μεταφέρει στον προορισμό του. Η Uber διαθέτει μια τεράστια βάση δεδομένων σε όλες τις πόλεις που καλύπτει, οπότε όταν ένας επιβάτης αναζητά όχημα για την μετακίνησή του, μπορεί να ταιριάξει άμεσα με τους κατάλληλους οδηγούς. Οι ναύλοι υπολογίζονται αυτόματα, χρησιμοποιώντας GPS, δεδομένα δρόμου και τους ίδιους τους αλγόριθμους της εταιρείας, οι οποίοι προσαρμόζονται με βάση το χρόνο που πιθανόν να διαρκέσει το ταξίδι. Πρόκειται για μια σημαντική διαφορά από τις κοινές υπηρεσίες ταξί, επειδή οι πελάτες χρεώνονται για τον χρόνο που λαμβάνει το ταξίδι και όχι για την απόσταση που καλύπτεται. Η Uber έχει αναπτύξει το πρόγραμμα Uber Movement το οποίο παρέχει ανώνυμα σε ερευνητές και ακαδημαϊκούς περισσότερα από δύο δισεκατομμύρια πληροφορίες ταξιδιών με σκοπό να βοηθήσει τον πολεοδομικό σχεδιασμό σε όλο τον κόσμο (Uber, 2018). Παρόμοιες περιπτώσεις με την Uber είναι και οι εφαρμογές

Juno και Lyft με τις οποίες μπορείς να καλέσεις ταξί/όχημα για να σε μεταφέρει στον προορισμό σου.

- Η περίπτωση της Via Transportation, Inc: Η Via Transportation, Inc, γνωστή και ως Via είναι ένα ιδιωτικό Αμερικανικό δίκτυο μεταφορών και μια εταιρεία που πραγματοποιεί σε πραγματικό χρόνο ridesharing και εδρεύει στην Νέα Υόρκη. Η εφαρμογή κινητού της εταιρίας διευκολύνει τα ομαδικά ταξίδια για ένα σταθερό ποσό. Η Via λειτουργεί και στους πέντε δήμους της Νέας Υόρκης, περιοχές του Σικάγο και της περιφέρειας Ουάσιγκτον. Εστιάζει στη συνδυασμένη μεταφορά, δηλαδή την εξυπηρέτηση πολλών επιβατών που κατευθύνονται προς την ίδια κατεύθυνση με ένα διαθέσιμο όχημα. Παρέχει δυναμική πρόβλεψη διαδρομής, για την οποία απαιτούνται μεγάλα δεδομένα για την πραγματοποίησή της, καθώς διαθέτει πάνω από τριάντα εκατομμύρια δεδομένα ταξιδιού παγκοσμίως (<https://platform.ridewithvia.com/>).

- Η περίπτωση της Zoox: Η Zoox είναι μια εταιρεία ρομποτικής που πρωτοπορεί στην αυτόνομη Κινητικότητα-ως-Υπηρεσία (Mobility-as-a-Service). Η εταιρεία αναπτύσσει έναν πλήρως αυτοματοποιημένο στόλο ηλεκτρικών οχημάτων και το υποστηρικτικό οικοσύστημα που απαιτείται για να φέρει την υπηρεσία στην αγορά σε κλίμακα. Η Zoox στοχεύει στην παροχή της επόμενης γενιάς υπηρεσίας Κινητικότητα-ως-Υπηρεσία (Mobility-as-a-Service) σε αστικά περιβάλλοντα. Για τη δημιουργία αυτόνομων οχημάτων, καθώς και τη λειτουργία τους στο ευρύτερο αστικό δίκτυο, απαιτείται η χρήση μεγάλων δεδομένων και εξειδικευμένων εργαλείων ανάλυσης σε πραγματικό χρόνο, έτσι ώστε να επιλέγονται οι γρηγορότερες διαδρομές, να αποφεύγονται τα ατυχήματα και να μειώνονται οι εκπομπές ρύπων (<https://zoox.com/>).

4.3.1.2 Εφοδιαστική αλυσίδα

- Η περίπτωση της United Parcel Service (UPS): Με έτος ίδρυσης το 1907 αρχικά ως μία εταιρεία αγγελιοφόρων στις Ηνωμένες Πολιτείες, η UPS έχει εξελιχθεί σε έναν επιτυχημένο οργανισμό δισεκατομμυρίων δολαρίων, έχοντας πάντοτε ως κύριο άξονα τη διευκόλυνση και ανάπτυξη του παγκόσμιου εμπορίου (<https://www.ups.com>). Σήμερα, η UPS αποτελεί μία από τις πλέον αναγνωρίσιμες και επιτυχημένες εταιρείες σε ολόκληρο τον κόσμο. Έχει εξελιχθεί στη μεγαλύτερη εταιρεία μεταφοράς δεμάτων σε ολόκληρο τον κόσμο και σε παγκόσμιο ηγέτη στην παροχή υπηρεσιών logistics και εξειδικευμένης μεταφοράς. Καθημερινά, διαχειρίζεται τη ροή αγαθών, πληροφοριών και κεφαλαίων σε περισσότερες από 200 χώρες και γεωγραφικές περιοχές σε ολόκληρο τον κόσμο. Μέσω της χρήσης μεγάλων δεδομένων, η εταιρεία καταφέρνει καθημερινά να καθοδηγεί τους οδηγούς της σε ταχύτερες, πιο ακριβείς και αποδοτικότερες διαδρομές. Επιλέγοντας τέτοιες διαδρομές, πέρα από την καλύτερη λειτουργία της εταιρείας, αποσυμφορίζει πολλές αρτηρίες των πόλεων που υπάρχει πυκνή κυκλοφορία και μειώνει τις περιττές διαδρομές, άρα και τη μεγαλύτερη εκπομπή αέριων ρύπων, κάνοντας τον αστικό ιστό πιο βιώσιμο.

- Η περίπτωση της FedEx: Η FedEx Corporation είναι μια αμερικανική πολυεθνική εταιρεία παροχής υπηρεσιών ταχυμεταφορών. Η εταιρεία είναι γνωστή για τις υπηρεσίες ολονύκτιας αποστολής και πρωτοπόρησε σε ένα σύστημα που επιτρέπει την παρακολούθηση πακέτων και την παροχή ενημερώσεων σε πραγματικό χρόνο σχετικά με τη θέση του πακέτου, ένα χαρακτηριστικό που έχει πλέον εφαρμοστεί από τις περισσότερες υπηρεσίες μεταφορών. Η FedEx σε συνεργασία με την EMBARQ έχουν κοινό στόχο την εύρεση λύσεων βιώσιμης αστικής κινητικότητας για τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των ανθρώπων στη Βραζιλία, την Ινδία και το Μεξικό (Πηγή: <https://wrirosscities.org/our-work/project-city/fedex-embarq-mobility-and-accessibility-program>).

4.3.1.3 Λειτουργία και τη διαχείριση της κυκλοφορίας

- Η περίπτωση της Hangzhou Trustway Technology Co., Ltd: Η Hangzhou Trustway Technology Co Ltd είναι εταιρεία παραχώρησης που ειδικεύεται στη διαχείριση της κυκλοφορίας, την παρακολούθηση της κυκλοφορίας και τις υπηρεσίες λειτουργίας και συντήρησης (<https://jobs.51job.com/hangzhou/co2105296.html>). Η ενσωμάτωση τεχνολογιών αιχμής, όπως τα μεγάλα δεδομένα και το cloud computing σε συνδυασμό με τις παραδοσιακές υπηρεσίες διαχείρισης της κυκλοφορίας, παρέχει στους διαχειριστές της κυκλοφορίας ένα πλήρες φάσμα έξυπνων σχεδίων σχεδίασης υψηλού επιπέδου για την προώθηση εφαρμογών τεχνολογίας αιχμής στον κλάδο, καθώς και για την προώθηση της βιώσιμης αστικής κινητικότητας.

- Η περίπτωση τη Central Florida Expressway Authority (CFX): Η CFX είναι υπεύθυνη για την κατασκευή, τη συντήρηση και τη λειτουργία ενός συστήματος ταχείας κυκλοφορίας περιορισμένης πρόσβασης που εξυπηρετεί μια περιοχή με περισσότερους από 3 εκατομμύρια κατοίκους και πάνω από 68 εκατομμύρια επισκέπτες κάθε χρόνο. Ο αυτοκινητόδρομος CFX περιλαμβάνει 118 μίλια κεντρικών γραμμών, 815 μίλια λωρίδων, 69 ανισόπεδους κόμβους, 335 γέφυρες και 14 πλατφόρμες διόδων. Κατά μέσο όρο, καταγράφονται καθημερινά πάνω από 1 εκατομμύριο συναλλαγές διόδων και πάνω από το 80% πραγματοποιούνται ηλεκτρονικά (<https://www.cfxway.com/>). Το 1994 εισήχθη, ο αναμεταδότης E-PASS που ήταν η πρώτη ηλεκτρονική συσκευή συλλογής διόδων στη Φλόριντα.

4.3.1.4 Σχεδιασμός μεταφορών και πρόβλεψη - Αξιολόγηση και λήψη αποφάσεων

- Η περίπτωση της Nutonomy: Η Nutonomy είναι μια εταιρεία με σκοπό τη ριζική βελτίωση της ασφάλειας, της αποδοτικότητας και της προσβασιμότητας των

μεταφορών σε πόλεις σε όλο τον κόσμο (<https://www.nutonomy.com/newsroom/>). Για να το εκπληρώσουν, έχουν συγκεντρώσει μια ομάδα μηχανικών και επιστημόνων που έχουν δεσμευτεί να αναπτύξουν την κορυφαία τεχνολογία οχημάτων χωρίς οδηγό στον κόσμο με τη βοήθεια των μεγάλων δεδομένων. Προβλέπουν ένα μέλλον, στο οποίο οι στόλοι των οχημάτων χωρίς οδηγό που κινούνται με Nutonomy είναι διαθέσιμοι εκεί όπου και όποτε χρειαστούν, σε πόλεις από τη Σιγκαπούρη μέχρι το Σαν Φρανσίσκο. Με την εξάλειψη των ατυχημάτων λόγω σφάλματος του οδηγού και τη μεγιστοποίηση της χρήσης του οχήματος, οι δρόμοι θα γίνουν πιο ασφαλείς και ο πλανήτης πιο υγιής.

- Η περίπτωση της Optimus Ride: Η Optimus Ride πρόκειται για μια spin-off* εταιρεία του MIT (Massachusetts Institute of Technology), η οποία αναπτύσσει τεχνολογίες αυτόνομης οδήγησης για την επίτευξη αποτελεσματικών και βιώσιμων λύσεων κινητικότητας. Σχεδιάζει ένα πλήρως αυτόνομο σύστημα (επίπεδο 4) για τους στόλους των ηλεκτρικών οχημάτων. Συνδυάζει περισσότερα από 30 χρόνια διεπιστημονικής πανεπιστημιακής έρευνας σε τεχνολογίες αυτόνομης οδήγησης (DARPA Urban Challenge), ηλεκτρικών οχημάτων (CityCar) και συστημάτων κινητικότητας κατ' απαίτηση (Mobility-on-Demand) (<https://www.optimusride.com/>). Η ομάδα περιλαμβάνει μια δεκαετία βιομηχανικής και επιχειρηματικής εμπειρίας που συνδυάζει τα ρομπότ κατασκευής, τον αστικό σχεδιασμό και τη διαχείριση στόλου οχημάτων. Τα οχήματα και τα συστήματα Optimus Ride παράγουν μεγάλους όγκους δεδομένων που χρησιμοποιούνται, τόσο σε οχήματα, όσο και εκτός οχήματος για τη λήψη αποφάσεων με πραγματικές συνέπειες στον κόσμο. Η συμβολή της εταιρείας στη βιώσιμη αστική κινητικότητα μπορεί να γίνει με ειδικά συστήματα αυτοκαθαρισμού του οδικού δικτύου.

*Spin-off εταιρεία: Πρόκειται για τη δημιουργία μιας ανεξάρτητης εταιρείας μέσω της πώλησης ή της διανομής νέων μετοχών μιας υπάρχουσας επιχείρησης ή τμήματος μιας μητρικής εταιρείας.

- Η περίπτωση της German Autolabs: Η German Autolabs κατασκευάζει έναν ψηφιακό βοηθό για τους οδηγούς, ο οποίος θα κάνει την πρόσβαση σε εφαρμογές και υπηρεσίες, ενώ βρίσκεσαι στον δρόμο, να είναι ασφαλείς και πιο άνετες (<https://www.germanautolabs.com/about>). Η εκκίνηση με βάση το Βερολίνο χρησιμοποιεί την τελευταία τεχνολογία ελέγχου φωνής και κίνησης, παράλληλα με την τεχνητή νοημοσύνη.

- Η περίπτωση της Tesla: Η Tesla, Inc. (πρώην Tesla Motors) είναι μια αμερικανική εταιρεία που ειδικεύεται στην κατασκευή ηλεκτρικών αυτοκινήτων, αποθήκευσης ενέργειας και κατασκευής ηλιακών συλλεκτών. Επικεντρώνεται στη χρήση μεγάλων βάσεων δεδομένων προς όφελός τους. Με τα αυτοκίνητά τους να καθοδηγούνται από τις βάσεις δεδομένων, βελτιώνεται η ικανοποίηση των πελατών, όπως και με πληροφορίες σχεδόν σε πραγματικό χρόνο, τα εταιρικά γραφεία μπορούν να προβλέψουν και να διορθώσουν προβλήματα προτού συμβούν. Η εταιρεία ισχυρίζεται ότι έχει συγκεντρώσει δεδομένα από περισσότερα από 100 εκατομμύρια μίλια με το λογισμικό αυτόματου πιλότου. Όλα αυτά τα δεδομένα, έχουν συγκεντρωθεί για την παραγωγή οδικών χαρτών για αυτοκίνητα χωρίς οδηγό, τα οποία είναι ακριβέστερα από τα τυποποιημένα συστήματα πλοήγησης και μπορούν να συνεισφέρουν στην επίτευξη της βιώσιμης κινητικότητας (<https://www.tesla.com/>). Αυτοί οι χάρτες καταγράφουν τα σημεία, όπου τα αυτοκίνητα έχουν επιβραδύνει λόγω κυκλοφορίας ή έχουν μετακινηθεί γύρω από εμπόδια που μπορεί να μην είναι προφανή στις κάμερες σε άλλα αυτοκίνητα χωρίς οδηγό. Δεδομένου ότι η Tesla αποφάσισε να χρησιμοποιήσει μεγάλα δεδομένα για να μάθει από τα αυτοκίνητά της, δεν είναι περίεργο που έκανε τα αυτοκίνητά της να μαθαίνουν και από αυτά τα δεδομένα. Η

καθιέρωση μιας επιχείρησης αυτοκινήτων με βάση τα μεγάλα δεδομένα μπορεί απλώς να αποδείξει το αρχικό επιχείρημά της ότι τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα είναι πράγματι καλύτερα από τα αντίστοιχα βενζινοκίνητα.

- Η περίπτωση της Nexar: Η εταιρεία Nexar έχει ως στόχο να απαλλαγεί ο κόσμος από τη συντριβή των αυτοκινήτων (<https://www.getnexar.com/>). Χρησιμοποιώντας smartphones και κάμερες, η Nexar δημιούργησε ένα ασφαλές δίκτυο οδήγησης το οποίο χρησιμοποιεί έναν συνδυασμό όρασης και αισθητήρων για να δημιουργήσει εξελιγμένα ασφαλή εργαλεία οδήγησης που ανιχνεύουν, καταγράφουν, συλλέγοντας μεγάλα δεδομένα, και προειδοποιούν τους οδηγούς για οδικούς κινδύνους σε πραγματικό χρόνο. Μέχρι σήμερα πάνω από 100 εκατομμύρια μίλια (περισσότερα από 10 εκατομμύρια μίλια κάθε μήνα) έχουν οδηγηθεί σύμφωνα με αυτό το δίκτυο. Αυτό το ολοένα και αναπτυσσόμενο οδικό και οδηγικό σύνολο δεδομένων αποτελεί ένα από τα μεγαλύτερα και πιο διαφοροποιημένα στον κόσμο. Χρησιμοποιούνται δεδομένα για τη βελτίωση των αλγορίθμων βαθιάς μάθησης (deep learning) και την παροχή ενημερώσεων στην κοινότητά του. Παρέχονται προϊόντα και υπηρεσίες για τις ασφαλιστικές, αυτοκινητοβιομηχανικές και χαρτογραφικές βιομηχανίες, καθώς και για τις πόλεις σε όλο τον κόσμο.

- Η περίπτωση της Drive.ai: Η Drive.ai είναι μια startup εταιρεία της Silicon Valley που ιδρύθηκε από πρώην συνάδελφους από το εργαστήριο Τεχνητής Νοημοσύνης του Πανεπιστημίου του Στάνφορντ (<https://www.drive.ai/>). Δημιουργούν λογισμικό τεχνητής νοημοσύνης για αυτόνομα οχήματα που χρησιμοποιούν deep learning*, τα οποία πιστεύουν ότι είναι το κλειδί για το μέλλον των μεταφορών.

*Μεθόδοι εκμάθησης μηχανής βασισμένες σε παραστάσεις δεδομένων εκμάθησης.

- Η περίπτωση της Mobileye: Η Mobileye ιδρύθηκε το 1999, είναι ο κορυφαίος προμηθευτής λογισμικού που επιτρέπει τα προηγμένα συστήματα υποβοήθησης οδηγού (Advanced Driver Assist Systems - ADAS) (<https://www.mobileye.com/>).

Κεφάλαιο 5 Τοπίο μεγάλων δεδομένων (Big Data landscape) και εργαλεία ανάλυσης (analytic tools)

Στο κεφάλαιο αυτό αναλύεται το γενικότερο τοπίο των μεγάλων δεδομένων και των δημοφιλέστερων εργαλείων ανάλυσης που χρησιμοποιούνται στον τομέα των μεταφορών. Επιπλέον, γίνεται αναφορά και στα ανοιχτά μεγάλα δεδομένα με αντίστοιχα παραδείγματα.

Στη συνέχεια, γίνεται προσπάθεια να παρουσιαστεί όσο το δυνατόν πιο αναλυτικά το «τοπίο» των μεγάλων δεδομένων με έμφαση στον τομέα των μεταφορών. Πολύ σημαντική είναι η συνεισφορά του David Feinleib ο οποίος τον Μάιο του 2012 έκανε την πρώτη απόπειρα να χαρτογραφήσει το «τοπίο» των μεγάλων δεδομένων. Δημιούργησε την εταιρεία «The Big Data group» και η συνέχεια είναι γνωστή, με τα μεγάλα δεδομένα να εισάγονται στην καθημερινότητά μας ολοένα και περισσότερο. Μερικά παραδείγματα εφαρμογών που λειτουργούν με μεγάλα δεδομένα και χρησιμοποιούνται ευρέως από μεγάλη μερίδα του πληθυσμού είναι πασίγνωστα μέσα κοινωνικής δικτύωσης όπως το Facebook, Twitter κτλ., εφαρμογές αγοραπωλησιών, όπως το eBay και το Amazon κτλ.

5.1 Εξέλιξη μεγάλων δεδομένων

Από την οπτική γωνία της πληροφορίας και της τεχνολογίας της επικοινωνίας, τα μεγάλα δεδομένα αποτελούν μία ισχυρή ώθηση για τη νέα γενιά βιομηχανιών της τεχνολογίας της πληροφορίας (information technology), οι οποίες βασίζονται κυρίως, στα μεγάλα δεδομένα, το cloud computing, το Internet of Things (IoT) και το social business.

Με την εισαγωγή πλατφορμών μεγάλων δεδομένων υπήρξε μια αλλαγή στις τεχνικές ανάλυσης των οργανισμών. Το επίκεντρο των οργανισμών έχει μεταφερθεί από ορθόδοξες μεθόδους, όπως η ανάλυση τάσεων και η πρόβλεψη χρησιμοποιώντας ιστορικά δεδομένα, στις συμπληρωματικές και πολύ καλύτερες τεχνικές οπτικοποίησης (visualization - παρουσίαση των δεδομένων σε εικονογραφική ή γραφική μορφή) δεδομένων. Έχουν καταδειχθεί περισσότερο συμφέροντα για προσομοίωση και ανάπτυξη σεναρίων σε σχέση με τις τυποποιημένες τεχνικές αναφοράς. Η ανάλυση αναδύεται ως ένα κλειδί για την ενίσχυση των επιχειρηματικών διαδικασιών.



Εικόνα 4. Μετάβαση τεχνολογίας (Πηγή: <http://www.ttvanguard.com/realtime/bigdata.pdf>)

Τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιούνται τα μεγάλα δεδομένα σε πολλούς τομείς, όπως οι μεταφορές, η υγεία, η δημόσια διοίκηση, το εμπόριο, η βιοχημεία και άλλες διεπιστημονικές έρευνες. Οι εφαρμογές που βασίζονται στο διαδίκτυο συναντούν συχνά μεγάλα δεδομένα όπως είναι τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης, οι μηχανές αναζήτησης κ.α.

Προκειμένου να γίνει κατανοητή η αύξηση του όγκου, της ταχύτητας και της ποικιλομορφίας των μεγάλων δεδομένων ο πίνακας 4 εξηγεί τα δεδομένα που παράγονται από κοινωνικά δίκτυα.

Πίνακας 4. Δεδομένα που παράγονται από κοινωνικά δίκτυα. (Πηγή: <https://www.omnicoreagency.com/>)

Δεδομένα social media	Παραγωγή δεδομένων
YouTube (Youtube, 2018)	<ul style="list-style-type: none"> - Οι χρήστες ανεβάζουν 100 ώρες από καινούργια βίντεο κάθε λεπτό - Πάνω από 1 δις ξεχωριστοί χρήστες ανοίγουν το YouTube κάθε μήνα - Πάνω από 6 δισεκατομμύρια ώρες αφιερώνονται στην παρακολούθηση βίντεο κάθε μήνα. Δηλαδή σχεδόν μια ώρα για κάθε άτομο στη Γη και 50% περισσότερο από πέρυσι - Πάνω από τις μισές προβολές στο YouTube προέρχονται από κινητές συσκευές
Facebook (Facebook, 2018)	<ul style="list-style-type: none"> - Λαμβάνει 34.722 " μου αρέσει" κάθε λεπτό - 100 στοιχεία terabyte δεδομένων που μεταφορτώνονται καθημερινά - 1,45 δισεκατομμύρια καθημερινά ενεργοί χρήστες κατά μέσο όρο για το Μάρτιο του 2018 - Χρησιμοποιεί 70 γλώσσες - 27.742 εργαζόμενοι στις 31 Μαρτίου 2018
Twitter (Twitter, 2018)	<ul style="list-style-type: none"> - 336 εκατομμύρια ενεργοί χρήστες στο πρώτο τρίμηνο του 2018 - Πάνω από 500 εκατομμύρια tweets στέλνονται καθημερινά
Google+ (plus, 2014)	<ul style="list-style-type: none"> - 1 δισεκατομμύριο χρήστες
Google (Google, 2014)	<ul style="list-style-type: none"> - Λαμβάνει πάνω από 2 εκατομμύρια ερωτήματα αναζήτησης ανά λεπτό - Επεξεργάζεται 25 petabytes δεδομένων κάθε μέρα
Pinterest (Pinterest, 2018)	<ul style="list-style-type: none"> - 175 εκατομμύρια μηνιαίοι ενεργοί χρήστες
Apple (Apple, 2018)	<ul style="list-style-type: none"> - Λαμβάνει περίπου 47.000 λήψεις εφαρμογών ανά λεπτό - 1,3 δισεκατομμύρια ενεργές συσκευές Apple
Tumblr (Tumblr, 2014)	<ul style="list-style-type: none"> - Οι ιδιοκτήτες blog δημοσιεύουν 27.000 νέες δημοσιεύσεις ανά λεπτό
Instagram (Instagram, 2018)	<ul style="list-style-type: none"> - 800 εκατομμύρια ενεργοί μηνιαίοι χρήστες - Πάνω από 40 δισεκατομμύρια φωτογραφίες έχουν δημοσιευτεί μέχρι στιγμής
Snapchat (Snapchat, 2018)	<ul style="list-style-type: none"> - Πάνω από 300 εκατομμύρια ενεργοί μηνιαίοι χρήστες - Το 71% των χρηστών Snapchat είναι κάτω των 34 ετών
LinkedIn (LinkedIn, 2018)	<ul style="list-style-type: none"> - Πάνω από 250 εκατομμύρια ενεργοί μηνιαίοι χρήστες
Foursquare (Foursquare, 2014)	<ul style="list-style-type: none"> - 8 εκατομμύρια ενεργά "check-ins" με την αντίστοιχη εφαρμογή Swarm

5.2 State of the art εργαλεία ανάλυσης μεγάλων δεδομένων

Λόγω της ταχείας ανάπτυξης των μεγάλων δεδομένων, πρέπει να βρεθούν λύσεις έτσι ώστε να τα διαχειριστούμε κατάλληλα και να εξαχθεί η γνώση και η αξία τους. Επιπλέον, οι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων πρέπει να είναι σε θέση να αποκτήσουν πολύτιμες γνώσεις από τέτοια ποικίλα και ταχέως μεταβαλλόμενα δεδομένα, από κυκλοφοριακές μετρήσεις έως και δεδομένα κοινωνικού δικτύου. Μια τέτοια αξία μπορεί να παρασχεθεί με τη χρήση αναλυτικών εργαλείων μεγάλων δεδομένων.

5.2.1 Batch based εργαλεία ανάλυσης

Στα batch based εργαλεία ανάλυσης γίνεται η επεξεργασία δεδομένων που έχουν ήδη αποθηκευτεί σε μια χρονική περίοδο. Για παράδειγμα, επεξεργασία κυκλοφοριακών μετρήσεων που πραγματοποιήθηκε σε μία βδομάδα, σε ένα καινούριο κυκλικό κόμβο. Αυτά τα δεδομένα περιέχουν χιλιάδες εγγραφές για μια ημέρα που μπορούν να αποθηκευτούν ως αρχείο ή μέτρηση κλπ. Αυτό το συγκεκριμένο αρχείο μπορεί να υποβληθεί σε επεξεργασία για διάφορες αναλύσεις που επιθυμεί να κάνει ο εκάστοτε φορέας. Είναι προφανές ότι θα χρειαστεί μεγάλος χρόνος για να γίνει επεξεργασία αυτού του αρχείου.

Στον πίνακα 5 παρουσιάζονται βασικά batch based εργαλεία επεξεργασίας, περιγράφονται βασικές λειτουργίες του, καθώς και συγκρίνονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά τους.

Πίνακας 5. Σύγκριση των batch based εργαλείων επεξεργασίας (Πηγή: Yaqoob, et al., 2016).

Batch-based εργαλεία επεξεργασίας	Περιγραφή	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Hadoop	Εκτέλεση επεξεργασίας εφαρμογών που απαιτούν μεγάλα δεδομένα	<ul style="list-style-type: none"> - Κατανεμημένα δεδομένα - Επεξεργασία - Ανεξάρτητα καθήκοντα - Εύκολη διαχείριση μερικής αποτυχίας - Γραμμική κλιμάκωση σε ιδανικές περιπτώσεις - Απλό μοντέλο προγραμματισμού 	<ul style="list-style-type: none"> - Περιοριστικός προγραμματιστικού μοντέλου - Συνδέεται με πολλαπλά σύνολα δεδομένων που το καθιστούν δύσκολο και αργό - Δύσκολη διαχείριση συμπλεγμάτων - Ενιαίος κύριος κόμβος - Απρόσμενη διαμόρφωση των κόμβων
Skytree Server	Επεξεργασία μεγάλης ποσότητας δεδομένων σε υψηλή ταχύτητα	<ul style="list-style-type: none"> - Γρήγορη επεξεργασία μεγάλης ποσότητας δεδομένων με ακριβή τρόπο - Σύνθετη ανάλυση - Υψηλής απόδοσης μηχανών εκμάθησης 	<ul style="list-style-type: none"> - Υψηλή πολυπλοκότητα
Talend Open Studio	Να παρέχει ένα γραφικό περιβάλλον για τη διεξαγωγή ανάλυσης για εφαρμογές μεγάλων δεδομένων	<ul style="list-style-type: none"> - Πλούσια σύνολα συνιστωσών - Μετατροπή κώδικα - Συνδεσιμότητα με όλες τις βάσεις δεδομένων - Σχεδιασμός υψηλού επιπέδου 	<ul style="list-style-type: none"> - Το σύστημα καθυστερεί μετά την εγκατάσταση του εργαλείου - Μικρός παραλληλισμός
Jaspersoft	Για την δημιουργία αναφορών από βάσεις δεδομένων σε στήλες	<ul style="list-style-type: none"> - Χαμηλή τιμή - Εύκολη εγκατάσταση - Μεγάλη λειτουργικότητα και αποτελεσματικότητα 	<ul style="list-style-type: none"> - Το Jaspersoft υποστηρίζει σφάλματα τεκμηρίωσης - Η εξυπηρέτηση πελατών δεν ισχύει μετά την επέκταση συγκεκριμένων λειτουργιών του προγράμματος
Tableau	Επεξεργασία μεγάλες ποσότητες βάσεων δεδομένων	<ul style="list-style-type: none"> - Καταπληκτική οπτικοποίηση δεδομένων - Λύση χαμηλού κόστους για αναβάθμιση - Εξαιρετική υποστήριξη κινητής τηλεφωνίας 	<ul style="list-style-type: none"> - Έλλειψη δυνατοτήτων πρόβλεψης - Επικίνδυνη ασφάλεια - Θέματα διαχείρισης αλλαγής

Τα batch based δεδομένα λειτουργούν καλά σε καταστάσεις, στις οποίες δεν χρειαζόμαστε αποτελέσματα σε πραγματικό χρόνο, αλλά όταν είναι σημαντικό να γίνει επεξεργασία μεγάλων όγκων δεδομένων για πιο λεπτομερή και χρονοβόρα ανάλυση.

5.2.2 Stream based εργαλεία ανάλυσης

Τα stream based εργαλεία ανάλυσης παρέχουν αποτελέσματα σε πραγματικό χρόνο. Επιτρέπουν την επεξεργασία δεδομένων σε πραγματικό χρόνο σε μικρό χρονικό διάστημα από το σημείο λήψης των δεδομένων και δίνουν τη δυνατότητα να αποκτηθούν άμεσα αποτελέσματα ανάλυσης για τη γρήγορη λήψη αποφάσεων και δράσεων.

Στον πίνακα 6, παρουσιάζονται βασικά stream based εργαλεία επεξεργασίας, περιγράφονται βασικές λειτουργίες τους, καθώς και συγκρίνονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά τους.

Πίνακας 6. Σύγκριση stream based εργαλείων ανάλυσης (Πηγή: Yaqoob, et al., 2016).

Stream-based εργαλεία ανάλυσης	Περιγραφή	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Storm	Επεξεργασία μεγάλου όγκου δεδομένων σε πραγματικό χρόνο	<ul style="list-style-type: none"> - Εύκολο στην χρήση - Λειτουργεί με οποιαδήποτε γλώσσα προγραμματισμού - Δυνατότητα κλιμάκωσης - Ανεκτικό σε λάθη 	<ul style="list-style-type: none"> - Πολλά μειονεκτήματα όσον αφορά την αξιοπιστία, την απόδοση, την αποδοτικότητα και τη δυνατότητα διαχείρισης
Splunk	Συλλογή ευρετηρίων και συσχέτιση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο με στόχο την δημιουργία αναφορών, ειδοποιήσεων και οπτικοποιήσεων	<ul style="list-style-type: none"> - Πολλά πλεονεκτήματα από την ασφάλεια των επιχειρηματικών αναλύσεων μέχρι παρακολούθηση της υποδομής 	<ul style="list-style-type: none"> - Υψηλό κόστος εγκατάστασης από άποψη χρημάτων - Υψηλή πολυπλοκότητα
SAP Hana	Να παρέχει ανάλυση των επιχειρηματικών διαδικασιών σε πραγματικό χρόνο	<ul style="list-style-type: none"> - Ανάλυση υψηλής απόδοσης - Γρήγορη επεξεργασία - Επεξεργασία μνήμης 	<ul style="list-style-type: none"> - Έλλειψη υποστήριξης για όλα τα προϊόντα ERP - Υψηλό κόστος - Δύσκολη συντήρηση της βάσης SAP Hana
SQLstream s-Server	Ανάλυση μεγάλου όγκου δεδομένων και αρχείων καταγραφής σε πραγματικό χρόνο	<ul style="list-style-type: none"> - Χαμηλό κόστος - Με δυνατότητα κλιμάκωσης για μεγάλο όγκο και δεδομένα υψηλής ταχύτητας - Χαμηλή καθυστέρηση 	<ul style="list-style-type: none"> - - Υψηλή πολυπλοκότητα
Apache Kafka	Διαχείριση μεγάλων δεδομένων μέσω αναλυτικών στοιχείων μνήμης για την λήψη αποφάσεων	<ul style="list-style-type: none"> - Υψηλής απόδοσης - Σταθερό - Με δυνατότητα κλιμάκωσης - Ανεκτικό σε λάθη 	<ul style="list-style-type: none"> - API υψηλού επιπέδου

Τα stream based δεδομένα είναι χρήσιμα για εργασίες όπως η ανίχνευση λάθους. Εάν γίνει επεξεργασία δεδομένων κυκλοφοριακής ροής, μπορούν να ανιχνευτούν ανωμαλίες που υποδηλώνουν προβλήματα, συμβάντα, ατυχήματα σε πραγματικό χρόνο και, στη συνέχεια, να προβούν οι αντίστοιχοι υπεύθυνοι και οργανισμοί στις κατάλληλες ενέργειες.

5.2.3 Apache Hadoop

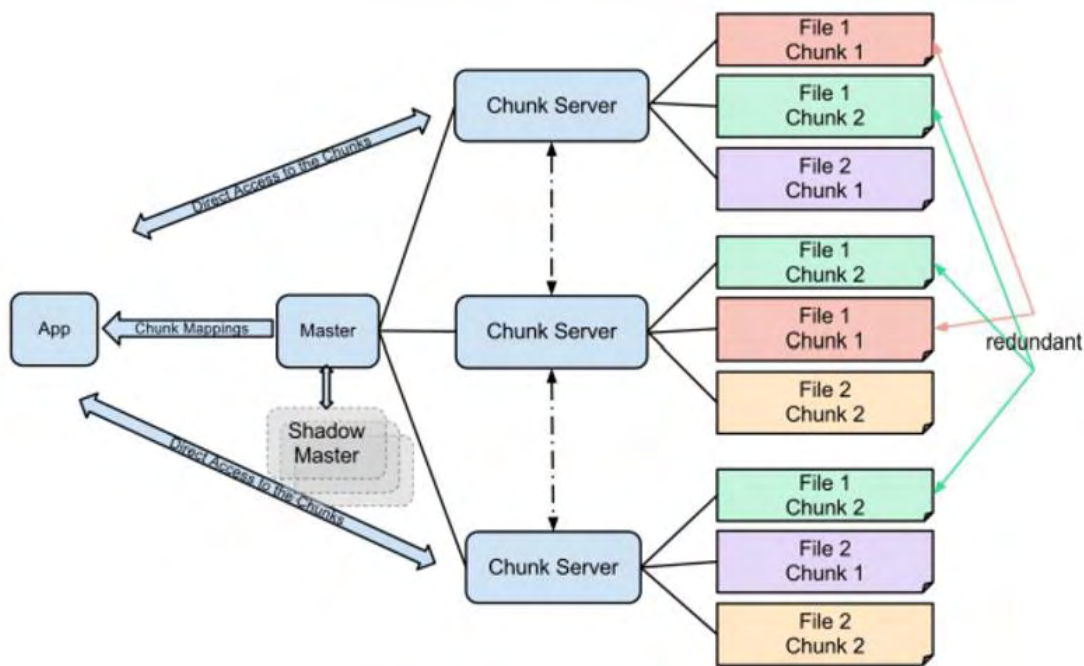
Για την αντιμετώπιση της αυξημένης ζήτησης στις απαιτήσεις αποθήκευσης και υπολογισμών, τα παλαιά συστήματα βασίζονταν, είτε σε λύσεις scale up, είτε σε λύσεις scale out. Οι λύσεις scale up χρησιμοποιούν μια κλασική μη παράλληλη αρχιτεκτονική με βελτιωμένους πόρους, αλλά είναι πολύ ακριβοί (κόστος σε σχέση με απόδοση) και περιορίζονται από ένα τεχνικό εμπόδιο. Οι λύσεις scale out χρησιμοποιούν παράλληλη αρχιτεκτονική για να βελτιώσουν τους πόρους υπολογισμού με χαμηλότερο κόστος, αλλά με πολύ υψηλότερη τεχνική προσπάθεια. Από την άλλη πλευρά οι αναλύσεις μεγάλων δεδομένων, όπως το Apache Hadoop, βασίζονται σε ένα πλαίσιο με το μεγαλύτερο μέρος της μηχανικής προσπάθειας να προκαλείται από παράλληλες αρχιτεκτονικές.

Το Apache Hadoop είναι ένα πλαίσιο ανοιχτού κώδικα γραμμένο σε γλώσσα προγραμματισμού Java. Έχει σχεδιαστεί για να ασχολείται με μεγάλα σύνολα δεδομένων χρησιμοποιώντας συστοιχίες υπολογιστών υλικού. Έχει δύο βασικά μέρη, ένα καταναμημένο τμήμα αποθήκευσης: το Hadoop Distributed File System (HDFS) και ένα τμήμα επεξεργασίας: το μοντέλο προγραμματισμού MapReduce. Ο σχεδιαστής λογισμικών Doug Cutting ανέπτυξε το Hadoop το 2005 με βάση το Google File System (GFS) και το Google MapReduce.

Η αρχιτεκτονική του Hadoop αποτελείται από δύο κύρια τμήματα, ένα τμήμα αποθήκευσης που διαχειρίζεται το HDFS και ένα τμήμα επεξεργασίας που διαχειρίζεται το μοντέλο προγραμματισμού MapReduce ή υψηλότερες γλώσσες προγραμματισμού. Ένα τυπικό σύστημα Hadoop αποτελείται από ένα κύριο διακομιστή (με ένα ή δύο backup mirrors) και πολλά χαμηλού κόστους μηχανήματα που τρέχουν σε περιβάλλον Linux. Ο κύριος διακομιστής έχει συστατικά "Όνομα κόμβου" και "Εργαλείο παρακολούθησης

εργασιών" που διαχειρίζονται αντίστοιχα το "Data node" (storage task) και το "task tracker" σε άλλες μηχανές.

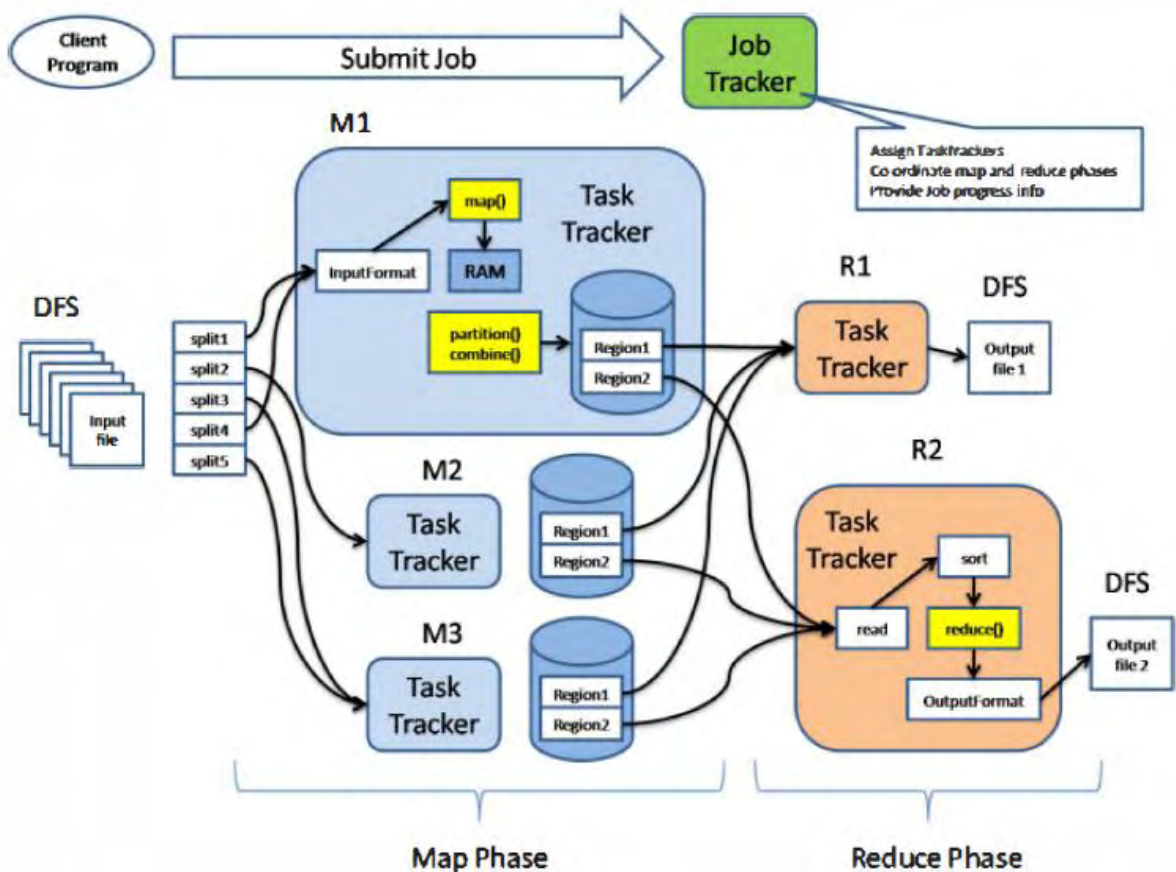
Όσον αφορά στο Κατανεμημένο Σύστημα Αρχείων Hadoop (HDFS), του οποίου η αρχιτεκτονική παρουσιάζεται στο διάγραμμα 4, πρόκειται για ένα πλεονάζον κατανεμημένο σύστημα αποθήκευσης που ονομάζεται HDFS το οποίο αποθηκεύει αρχεία σε μπλοκ που πολλαπλασιάζονται σε πολλαπλές μηχανές. Ένας κύριος διακομιστής (master node) διαχειρίζεται τη διάσπαση δεδομένων και την αναπαραγωγή στους άλλους διακομιστές μπλοκ (worker nodes) που χρησιμοποιούνται, τόσο για την αποθήκευση, όσο και για την επεξεργασία δεδομένων.



Διάγραμμα 4. Αρχιτεκτονική HDFS. (Πηγή: http://en.wikipedia.org/wiki/Google_File_System)

Μοντέλο προγραμματισμού MapReduce: Το Hadoop χρησιμοποιεί κυρίως το MapReduce ως μοντέλο προγραμματισμού για την επεξεργασία μεγάλων συνόλων

δεδομένων. Το MapReduce αποτελείται από δύο λειτουργίες: το "Map" το οποίο χωρίζει τα προβλήματα σε μικρότερα και το "Reduce" το οποίο συνδυάζει τα αποτελέσματα. Οι λειτουργίες Map και Reduce πρέπει να γραφούν από τον χρήστη. Το MapReduce φροντίζει για όλες τις λεπτομέρειες του κατανεμημένου υπολογισμού. Ο κύριος διακομιστής (master node) δεν είναι υπερφορτωμένος με υπολογισμούς, είναι υπεύθυνος μόνο για την επικοινωνία με την εφαρμογή των χρηστών και τη διαχείριση των άλλων κόμβων. Οι εργασίες αποστέλλονται στα δεδομένα (όχι στα δεδομένα που αποστέλλονται στη μηχανή των κόμβων), τα οποία βελτιώνουν την απόδοση του συστήματος και κυρίως το bandwidth (μέγιστος ρυθμός μεταφοράς δεδομένων σε μια δεδομένη διαδρομή), όπως παρουσιάζεται η αρχιτεκτονική του στο διάγραμμα 5.



Διάγραμμα 5. Αρχιτεκτονική MapReduce. (Πηγή: <http://architects.dzone.com/articles/how-hadoop-Map-Reduce-works>)

Εκτός από το μοντέλο προγραμματισμού MapReduce, οι χρήστες μπορούν να αναπτύξουν τους κώδικές τους σε άλλες ευκολότερες γλώσσες προγραμματισμού υψηλού επιπέδου οι οποίες θα μεταφραστούν αυτόματα στις λειτουργίες Map και Reduce, εργασίες όπως:

- Hive: γλώσσα αποθήκης δεδομένων χρησιμοποιώντας ερωτήματα της SQL-92.
- Pig: Γλώσσα προσανατολισμένη προς τις ροές δεδομένων με τη χρήση γλώσσας προγραμματισμού Pig Latin.
- Hbase: Μια sparse βάση δεδομένων για την αποθήκευση μεγάλων ποσοτήτων δεδομένων.

5.2.4 Τεχνικές ανάλυσης δεδομένων

Η ανάλυση δεδομένων είναι ιδιαίτερα σημαντική στη διαδικασία απόκτησης νέας γνώσης, καθώς και στη λήψη αποφάσεων. Γενικότερα, η μελέτη ενός αντικείμενου που εντάσσεται σε ένα ευρύτερο σύστημα, με τη συμβολή της ανάλυσης των δεδομένων που έχουν συλλεχθεί και με την αρχική γνώση του αντικειμένου, εξάγουν χρήσιμα συμπεράσματα και κατ' επέκταση τη λήψη αποφάσεων για τη βελτίωση του συστήματος. Ένα παράδειγμα της τεχνικής αυτής είναι ένα σύστημα αστικών συγκοινωνιών, διότι η ανάλυση δεδομένων διαδραματίζει πρωταγωνιστικό ρόλο στην αξιολόγηση του συστήματος, ως διαδικασία συνεχούς αναβάθμισης των παρεχόμενων συγκοινωνιακών υπηρεσιών. Πιο συγκεκριμένα, η άριστη γνώση του συστήματος αστικών συγκοινωνιών και των υπό διερεύνηση παρεχόμενων υπηρεσιών είναι απαραίτητη για τον μελετητή/ερευνητή στον υπολογισμό δεικτών αξιολόγησης και περιλαμβάνει συλλογή και ανάλυση δεδομένων. Μέσω των αποτελεσμάτων, μπορούν να εξαχθούν τέτοια συμπεράσματα που θα φανούν χρήσιμα στους υπεύθυνους για

τη λήψη των κατάλληλων μέτρων και αποφάσεων με σκοπό τη βελτίωση του συστήματος αστικών συγκοινωνιών και των παρεχόμενων υπηρεσιών.

Στον πίνακα 7, περιγράφονται ορισμένες τεχνικές ανάλυσης μεγάλων δεδομένων, η χρήση τους σε διεπιστημονικές εφαρμογές, πχ. υγεία, εξυπηρέτηση πελατών κ.α., καθώς και αλγόριθμοι, τεχνικές και διαθέσιμα εργαλεία που τα απαρτίζουν.

Πίνακας 7. Σύγκριση διαφορετικών τεχνικών ανάλυσης δεδομένων. (Πηγή: Yaqoob, et al., 2016)

Τεχνικές ανάλυσης μεγάλων δεδομένων	Περιγραφή	Χρήση σε μερικές διεπιστημονικές εφαρμογές	Αλγόριθμοι / Τεχνικές	Διαθέσιμα εργαλεία
Data mining	Εύρεση σταθερών προτύπων ή / και συστηματικών σχέσεων μεταξύ των μεταβλητών	-Βιοϊατρική -Υγεία	-K-Mean -Fuzzy C-Mean -CLARA -CLARANS -BIRCH	-Excel -Rapid-I -Rapidminer-R -KNMINE -Weka/Pentaho
Social network analysis	Για να δείτε τις κοινωνικές σχέσεις από την άποψη της θεωρίας του δικτύου	-Ανθρωπολογία -Μέσα κοινωνικής δικτύωσης	-PCA -LTSA -LLE -Autoencoder	-Cytoscape -Gephi -Cuttlefish -MeerKat
Web mining	Ανακάλυψη προτύπων χρήσης από μεγάλα αποθετήρια ιστού	-Ηλεκτρονική μάθηση -Ψηφιακές βιβλιοθήκες -Ηλεκτρονική διακυβέρνηση	-LOGML -Apriori	-KXEN -LIONsolver -Dataiku
Machine learning	Επιτρέπει στους υπολογιστές να εξελίσσουν συμπεριφορές βάσει εμπειρικών δεδομένων	-Υγεία -Εξυπηρέτηση πελατών	-Pattern recognition -Artificial neural Networks	-Weka -Scikit-Learn -PyMc -Shogun
Visualization approaches	Αναπαράσταση τη γνώσης μέσω της χρήσης γραφημάτων	-Τραπεζικά -Κατασκευαστικά βοηθήματα	-FLOT -GGPLOT2	-Data wrapper -Highcharts JS -MAPBox
Optimization Methods	Επίλυση ποσοτικών προβλημάτων	-Επιστήμη του κοινωνικού δικτύου -Υπολογιστική βιολογία	[–]reduction –Parallelization –Simulated annealing –Quantum annealing – Swarm optimization	-Matlab

5.3 Τρόποι συλλογής δεδομένων

Οι τρόποι συλλογής μεγάλων δεδομένων στο αστικό δίκτυο ποικίλουν. Σύμφωνα με τις Karatsoli και Nathanail (2018) οι κυριότερες πηγές των μεγάλων δεδομένων στις μεταφορές είναι:

Συσκευές GPS: Χρησιμοποιούνται για τη συλλογή πληροφοριών τοποθεσίας προκειμένου να εξαχθούν μοτίβα κινητικότητας. Συσκευές GPS διαθέτουν οχήματα, ποδήλατα ή και επιβάτες. Η τεχνολογία αυτή, χρησιμοποιείται συχνά για την ανάλυση της κυκλοφοριακής ροής, τον σχεδιασμό δρομολογίων και την εύρεση της βέλτιστης διαδρομής και την παρακολούθηση των αστικών συγκοινωνιών.

Κινητά τηλέφωνα: Οι εταιρείες κινητής τηλεφωνίας συλλέγουν δεδομένα για την τιμολόγηση των υπηρεσιών τους και άλλους λειτουργικούς λόγους. Τα δεδομένα αυτά, περιλαμβάνουν την ώρα και την ημερομηνία της δραστηριότητας του εκάστοτε κινητού τηλεφώνου, τον αριθμό του, καθώς και τις συντεταγμένες του πύργου που δρομολογεί την επικοινωνία.

Smart Card (έξυπνη κάρτα): Ο κύριος λόγος για την εισαγωγή ενός τέτοιου συστήματος συλλογής δεδομένων στις δημόσιες συγκοινωνίες είναι η ασφαλής είσπραξη των ναύλων. Ταυτόχρονα, κάθε συναλλαγή παρέχει πληροφορίες σχετικά με τα μοτίβα κινητικότητας μια πόλης με δεδομένα που περιλαμβάνουν το αναγνωριστικό της κάρτας, το μέσο μεταφοράς (τράμ, μετρό), τη διαδρομή και τους χρόνους και σταθμούς επιβίβασης και αποβίβασης.

Ανιχνευτές σημείων: Πρόκειται για μόνιμα εγκατεστημένες συσκευές που παρακολουθούν την ταχύτητα του οχήματος, την απόσταση μεταξύ οχημάτων, τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και την πληρότητα.

Μέσα κοινωνικής δικτύωσης (Social media): Τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης αποτελούν πηγή πολύτιμων πληροφοριών. Η ευρεία τους διάδοση ενθαρρύνει τους χρήστες να μοιράζονται συχνότερα την τοποθεσία τους με αποτέλεσμα την εκθετική αύξηση του όγκου των δεδομένων καθημερινά. Οι χρήστες τους μοιράζονται δημόσια πληροφορίες (video, φωτογραφίες, tweets, check-in) σε πλατφόρμες όπως το Twitter, το Facebook, το Google+, το Instagram και το Foursquare καθιστώντας τα ισχυρά εργαλεία κατάλληλα για τη συλλογή δεδομένων μεταφοράς.

Σημεία ενδιαφέροντος (POIs Points of Interest): Τα σημεία αυτά, είναι επιχειρήσεις και σημαντικά μέρη σε μία πόλη. Τα Google Places και εφαρμογές όπως το Trip Advisor είναι κύριες πηγές τέτοιου είδους δεδομένων. Τα δεδομένα αυτά, περιλαμβάνουν τις ώρες λειτουργίας, τις κριτικές και τις ώρες αιχμής σημαντικών τοποθεσιών.

Τα δεδομένα που συλλέγονται από τις πηγές αυτές, αποθηκεύονται σε βάσεις δεδομένων και λόγω του μεγάλου όγκου, της ταχύτητας και της ποικιλίας αποτελούν μεγάλα δεδομένα. Επομένως, με τα κατάλληλα εργαλεία ανάλυσης μπορούν να επεξεργαστούν, να αναλυθούν και τελικά να εξαχθούν χρήσιμα και σημαντικά συμπεράσματα. Η κατάλληλη ανάλυση των αποτελεσμάτων, από τους εμπλεκόμενους φορείς και οργανισμούς, μπορεί να οδηγήσει σε γρηγορότερη αντιμετώπιση προβλημάτων των πόλεων και αποτελεί ένα αξιόπιστο και κατάλληλο εργαλείο αξιολόγησης της B.A.K.

Τα μεγάλα δεδομένα αποτελούν μία ελπιδοφόρα προσέγγιση στην ανάλυση και επίλυση πολλαπλών προβλημάτων, σύμφωνα με τους Anastasi et al (2013) και Qi και Mohamed (2015), πέραν από αυτά που σχετίζονται με τις μεταφορές και την κινητικότητα.

5.4 Ανοιχτά μεγάλα δεδομένα

Στο πλαίσιο διακίνησης ιδεών και γνώσης μελετήθηκαν τα ανοιχτά μεγάλα δεδομένα. Οι ανοιχτές μεγάλες βάσεις δεδομένων είναι διαθέσιμες στο διαδίκτυο σχεδόν σε κάθε χώρα του κόσμου. Κατηγοριοποιούνται σύμφωνα με το πεδίο και την περιοχή που έχουν συλλεχθεί τα δεδομένα τους. Πιο συγκεκριμένα, οι πηγές δεδομένων μπορεί να είναι κυβερνητικές, παγκόσμια δεδομένα, ακαδημαϊκά, επιστήμης και υγείας, marketing και μέσω κοινωνικής δικτύωσης, δημοσιογραφίας και μέσω ενημέρωσης, κτλ. Οι κυβερνητικές πηγές είναι τα δεδομένα ανοιχτής πηγής της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για την Ευρώπη, το γραφείο απογραφής των Η.Π.Α. και τα παγκοσμίως συλλεχθέντα δεδομένα της διεπαφής ή διασύνδεσης προγραμματισμού εφαρμογών (API, από το Application Programming Interface) του Facebook.

Μερικές υπηρεσίες ανοιχτής πηγής δεδομένων που υπάρχουν, καθώς και εταιρείες και εργαλεία που συνεργάζονται με αυτή την ιδέα είναι η δομή - framework (Hadoop MapReduce, Spark), ο συντονισμός - coordination (Apache Zookeeper), η οπτικοποίηση - visualization (Rodeo), η συνεργασία - collaboration (Anaconda) και η ασφάλεια - security (Sentry, Apache Ranger).

Στη συνέχεια, παρατίθεται ο πίνακας 8 με ιστοσελίδες που περιέχουν διαθέσιμες βάσεις δεδομένων (μεγάλων και μη) σε Ευρωπαϊκές χώρες που είναι ανοιχτές προς το κοινό για αποθήκευση και επεξεργασία. Απαρτίζονται από βάσεις δεδομένων, όχι μόνο για τον τομέα των μεταφορών, αλλά και για πληθώρα επιστημονικών πεδίων. Η δομή των βάσεων ποικίλει ανάλογα με τα δεδομένα που παρέχει. Αυτά μπορεί να είναι από κυκλοφοριακές μετρήσεις, μέχρι οικονομικά στοιχεία χωρών. Στο πλαίσιο της βιώσιμης ανάπτυξης του αστικού ιστού, η διάθεση ανοιχτών δεδομένων αποτελεί ένα πολύ σημαντικό πλεονέκτημα

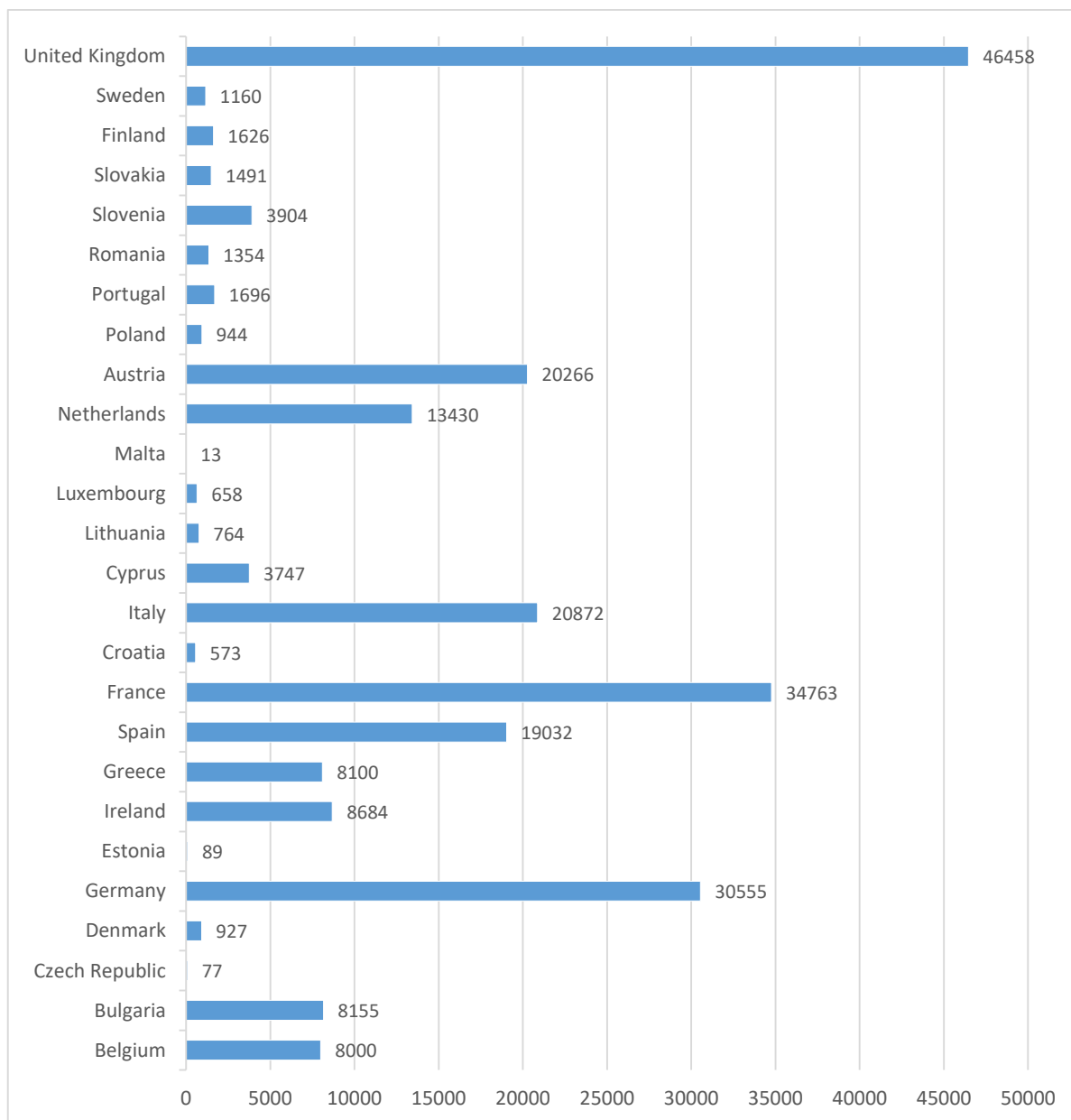
για φορείς, οργανισμούς, ακαδημαϊκού και εταιρίες προκειμένου να συμβάλλουν στον τομέα αυτό.

Πίνακας 8. Ιστοσελίδες με διαθέσιμες ανοιχτές βάσεις δεδομένων.

α/α	Χώρα	Ιστοσελίδα	α/α	Χώρα	Ιστοσελίδα
1	Belgium	data.gov.be	14	Lithuania	opendata.gov.lt
2	Bulgaria	opendata.government.bg	15	Luxembourg	data.public.lu
3	Czech Republic	opendata.cz	16	Malta	data.gov.mt
4	Denmark	portal.opendata.dk	17	Netherlands	data.overheid.nl
5	Germany	govdata.de	18	Austria	data.gv.at
6	Estonia	opendata.ee	19	Poland	danepubliczne.gov.pl
7	Ireland	data.gov.ie	20	Portugal	dados.gov.pt
8	Greece	data.gov.gr	21	Romania	data.gov.ro
9	Spain	datos.gob.es	22	Slovenia	podatki.gov.si
10	France	data.gouv.fr	23	Slovakia	data.gov.sk
11	Croatia	data.gov.hr	24	Finland	avoindata.fi
12	Italy	dati.gov.it	25	Sweden	oppnadata.se
13	Cyprus	data.gov.cy	26	United Kingdom	data.gov.uk

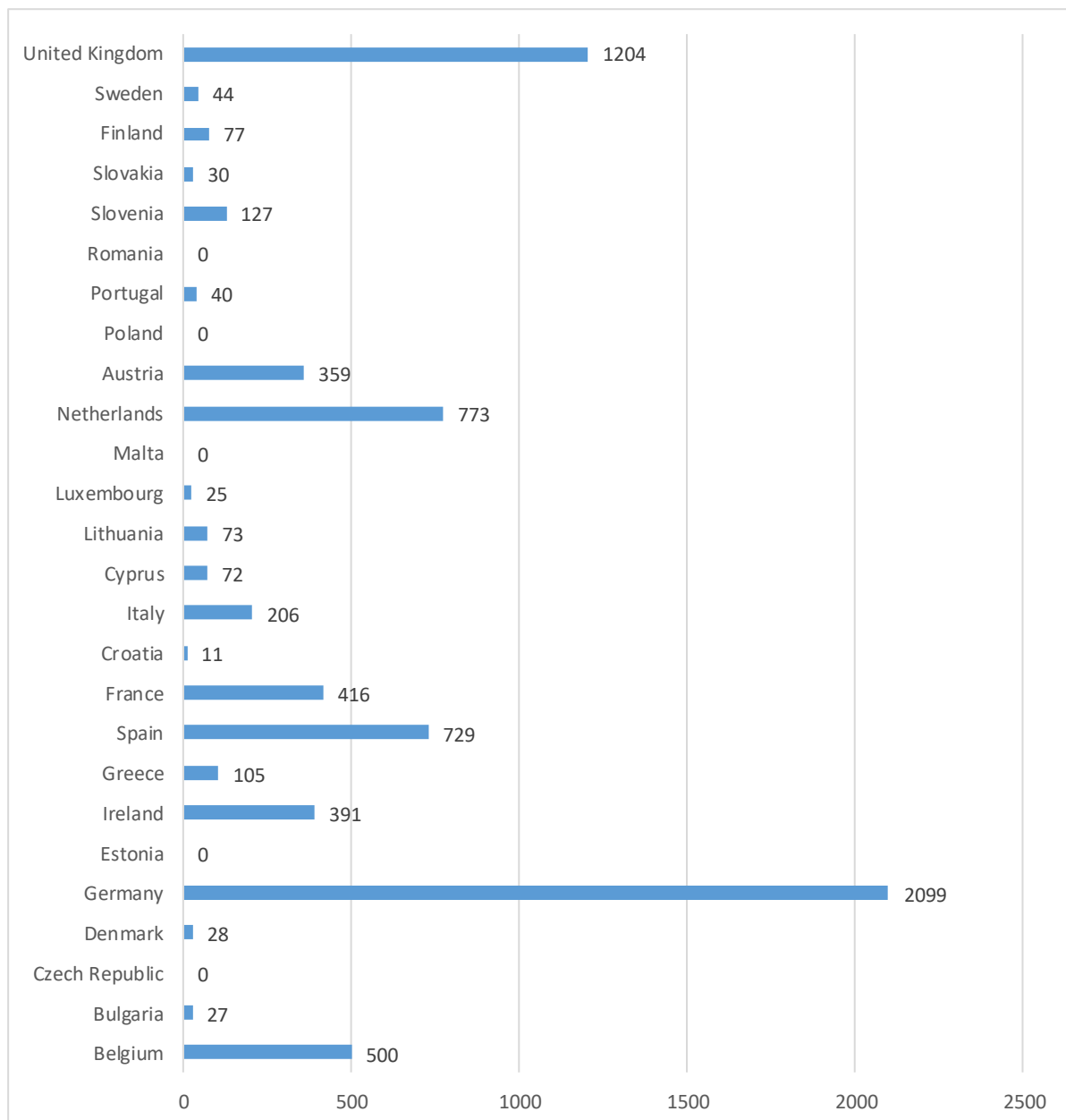
Όλες οι χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης διαθέτουν ανοιχτές βάσεις δεδομένων με κυριότερους τύπους αρχείου είναι τιμές διαχωρισμένες με κόμμα (Comma-separated values - csv) και το JavaScript Object Notation (json). Όσον αφορά τις άδειες των πνευματικών δικαιωμάτων διαχειρίζονται κατά κόρον από την Creative Commons (CC). Οι οργανισμοί που παρέχουν τα ανοιχτά δεδομένα είναι είτε δημοσίου (δήμοι, περιφέρειες, υπουργεία), είτε ιδιωτικού (εταιρείες) ενδιαφέροντος. Στη συνέχεια, παρατίθενται οι εξής διαγραμματικές απεικονίσεις: αριθμός ανοιχτών βάσεων δεδομένων ανά την Ευρώπη (Διάγραμμα 6), αριθμός ανοιχτών βάσεων δεδομένων στον τομέα των μεταφορών ανά την Ευρώπη (Διάγραμμα 7) και

ποσοστό ανοιχτών βάσεων δεδομένων στις μεταφορές σε σχέση με τις συνολικές βάσεις δεδομένων κάθε χώρας (Διάγραμμα 8).



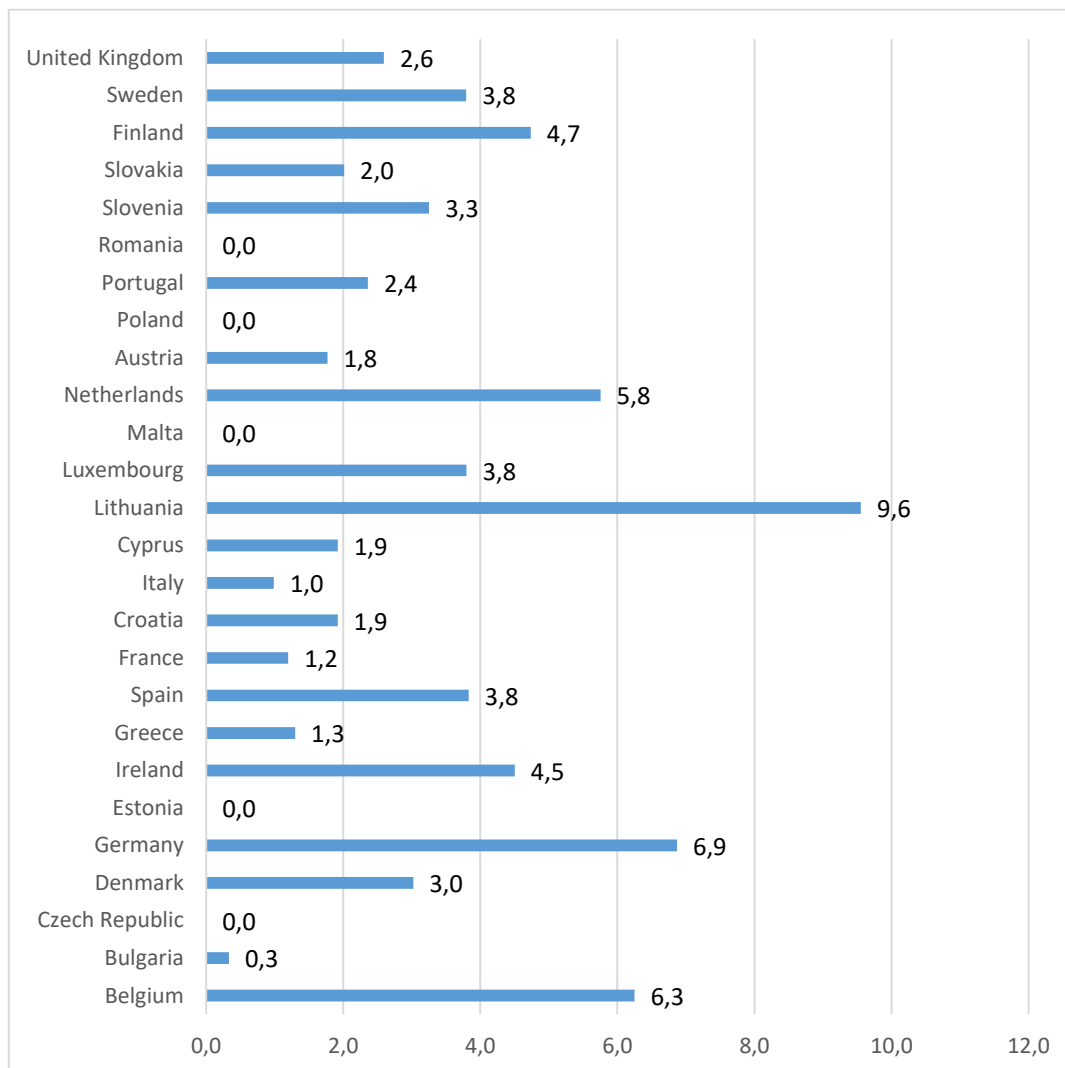
Διάγραμμα 6. Αριθμός ανοιχτών βάσεων δεδομένων ανά την Ευρώπη.

Οι χώρες που έχουν τον μεγαλύτερο αριθμό ανοιχτών βάσεων δεδομένων είναι το Ηνωμένο Βασίλειο, η Γαλλία, η Γερμανία, η Ιταλία και η Αυστρία.



Διάγραμμα 7. Αριθμός ανοιχτών βάσεων δεδομένων στον τομέα των μεταφορών ανά την Ευρώπη.

Οι χώρες με τις περισσότερες ανοιχτές βάσεις δεδομένων στον τομέα των μεταφορών είναι η Γερμανία, το Ηνωμένο Βασίλειο, η Ολλανδία, η Ισπανία και το Βέλγιο.



Διάγραμμα 8. Ποσοστό ανοιχτών βάσεων δεδομένων στις μεταφορές σε σχέση με τις συνολικές βάσεις δεδομένων κάθε χώρας.

Το μεγαλύτερο ποσοστό ανοιχτών βάσεων δεδομένων στις μεταφορές σε σχέση με τις συνολικές βάσεις δεδομένων κάθε χώρας το έχουν η Λιθουανία, η Γερμανία, το Βέλγιο, η Ολλανδία και η Φινλανδία. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι οι χώρες της Ρουμανίας, της Πολωνίας, της Μάλτας, της Εσθονίας και της Τσεχίας δεν διαθέτουν ακόμα ανοιχτές βάσεις δεδομένων στον τομέα των μεταφορών.

5.5 Διαθέσιμες μεγάλες βάσεις δεδομένων στις μεταφορές (Transport Big Data Datasets) - Τυπολογία δεδομένων μεταφοράς

Ο τύπος αρχείου αναφέρεται στη μορφή της διαθέσιμης βάσης δεδομένων και ο πιο συνηθισμένος τύπος αρχείου είναι οι τιμές διαχωρισμένες με κόμμα (Comma-separated values - csv). Ο τύπος δεδομένων μπορεί να είναι γεωγραφικός, κυκλοφοριακός, περιβαλλοντικός, όπως η ταχύτητα, η θέση, το ίχνος, οι συντεταγμένες (GPS) και άλλες μετρήσεις. Τέλος, ο διαχειριστής δεδομένων αναφέρεται στον κάτοχο των νόμιμων δικαιωμάτων των βάσεων δεδομένων και μπορεί να είναι ιδιωτικός ή/και δημόσιος.

Πίνακας 9. Τυπολογία των ανοιχτών βάσεων μεγάλων δεδομένων που αφορούν στον τομέα των μεταφορών.

Βάση δεδομένων	Τύπος αρχείου	Δράσεις μεταφορών	Τύπος δεδομένων	Διαχειριστής
Cargo 2000	Csv	Logistics	Ίχνος (στοιχείο)	Ιδιωτικός
Human Mobility during Natural Disasters	Csv	MaaS	Τοποθεσία	Ιδιωτικός
1.6 million UK traffic accidents	Csv	TPaP	Μετρήσεις	Δημόσιος
US Traffic Fatality Records	Bigquery	TPaP	Μετρήσεις	Δημόσιος
UK Traffic Counts	Csv	TOaM	Μετρήσεις	Δημόσιος
US Traffic, 2015	Csv	TOaM	Μετρήσεις	Δημόσιος και Ιδιωτικός
Stanford open policing projects	Csv	TPaP	Μετρήσεις	Δημόσιος
NYC Transport Statistics	Csv	TOaM	Τοποθεσία	Δημόσιος
NYC Taxi with OSRM	Csv	TOaM	Μετρήσεις	Ιδιωτικός
Uber Pickups in NYC	Csv	TOaM, MaaS	Μετρήσεις/Τοποθεσία	Ιδιωτικός
Traffic Violations in USA	Csv	TOaM	Μετρήσεις	Δημόσιος
2016 NYC Real Time Traffic Speed Data Feed	Csv	TOaM	Μετρήσεις	Δημόσιος
NYC Taxi trip durations	Csv	TOaM	Μετρήσεις/Τοποθεσία	Ιδιωτικός
NYC Bike trip duration 2016	Csv	TOaM	Μετρήσεις/Τοποθεσία	Δημόσιος
Historical Air Quality	Bigquery	TPaP	Μετρήσεις/Τοποθεσία	Δημόσιος

Η ανοιχτή βάση μεγάλων δεδομένων «Cargo 2000» αφορά σε παρακολούθηση και ανίχνευση γεγονότων από το σύστημα της εταιρείας προώθησης για περίοδο πέντε μηνών.

Η ανοιχτή βάση μεγάλων δεδομένων «Human Mobility during Natural Disasters» περιέχει τις στήλες: «disaster.event» που είναι η φυσική καταστροφή κατά τη διάρκεια της οποίας συλλέχθηκε η παρατήρηση, «user.anon», δηλαδή ένα ανώνυμο αναγνωριστικό χρήστη, μοναδικό σε κάθε περίπτωση καταστροφής, το γεωγραφικό πλάτος του tweet του

χρήστη, το γεωγραφικό μήκος του tweet μετατοπισμένο για να διατηρηθεί η ανωνυμία του χρήστη και η ημερομηνία και ώρα του tweet.

Η ανοιχτή βάση μεγάλων δεδομένων «1.6 million UK traffic accidents» καταγράφει οδικά ατυχήματα από το 2005 έως το 2007 στο Ηνωμένο Βασίλειο. Οι στήλες περιέχουν την τοποθεσία του ατυχήματος (γεωγραφικός μήκος και πλάτος), την αστυνομία που έσπευσε στο μέρος, τον αριθμό των οχημάτων και των απωλειών, την ώρα και ημερομηνία του ατυχήματος, τον τύπο του δρόμου, το όριο ταχύτητας, τις καιρικές συνθήκες, κα.

Η ανοιχτή βάση μεγάλων δεδομένων «US Traffic Fatality Records» περιέχει πληροφορίες σχετικά με τα χαρακτηριστικά σύγκρουσης και τις περιβαλλοντικές συνθήκες κατά τη στιγμή της σύγκρουσης. Μερικές από τις στήλες έχουν την πολιτεία της σύγκρουσης, τον αριθμό των εμπλεκόμενων οχημάτων, την ώρα, την ημερομηνία και τον χρόνο του ατυχήματος, τον ιδιοκτήτη του οχήματος, τον δρόμο κα.

Η ανοιχτή βάση μεγάλων δεδομένων «UK Traffic Counts» περιέχει στοιχεία, όπως είναι το όνομα του δρόμου, οι συντεταγμένες (γεωγραφικό μήκος και πλάτος), κα. κυρίως κεντρικών δρόμων στο Ηνωμένο Βασίλειο.

Η ανοιχτή βάση μεγάλων δεδομένων «US Traffic, 2015» καταγράφει τον καθημερινό όγκο ροής κυκλοφορίας, ανά ώρα με σύνολο μετρήσεων 7.1 εκατομμύρια. Επιπλέον, περιέχει τη θέση και την περιγραφή των σταθμών παρατήρησης που χρησιμοποιούνται για την καταγραφή δεδομένων.

Η ανοιχτή βάση μεγάλων δεδομένων «Stanford open policing projects» διαθέτει δεδομένα σχετικά με τις στάσεις των οχημάτων και των πεζών από τα τμήματα επιβολής του νόμου σε ολόκληρη τη χώρα. Συγκεντρώνει 130 εκατομμύρια αρχεία από 31 κρατικές αστυνομικές υπηρεσίες σε μεγάλες πόλεις. Η συλλογή των δεδομένων έγινε από

διεπιστημονική ομάδα ερευνητών και δημοσιογράφων του project Open Policing του Stanford.

Η ανοιχτή βάση μεγάλων δεδομένων «NYC Transport Statistics» περιέχει το σύνολο δεδομένων το οποίο προέρχεται από την υπηρεσία ροής δεδομένων των λεωφορείων της Νέας Υόρκης. Σε μετρήσεις ανά δεκάλεπτο καταγράφονται η θέση του λεωφορείου, η διαδρομή, η στάση του λεωφορείου και πολλά άλλα μεταξύ των οποίων και η προγραμματισμένη ώρα άφιξης από το πρόγραμμα λεωφορείων με σκοπό να ελεγχθεί το πόσο πίσω από το χρονοδιάγραμμα, ή εγκαίρως, ή ακόμα και μπροστά από το χρονοδιάγραμμα. Περιλαμβάνονται δεδομένα για τον μήνα Ιούνιο του 2017.

Η ανοιχτή βάση μεγάλων δεδομένων «New York City Taxi with OSRM» περιέχει πληροφορίες σχετικά με τις διάρκειες διαδρομών ταξί στην Νέα Υόρκη. Περιέχει αρχείο καταγραφής συμβάντων/ατυχημάτων το 2016 με στοιχεία: δήμος, ταχυδρομικός κώδικας, γεωγραφικό πλάτος, γεωγραφικό μήκος, τοποθεσία, όνομα οδού, αριθμό ατόμων (οδηγών, πεζών, ποδηλατιστών, μοτοσικλετιστών) που τραυματίστηκαν, αριθμό ατόμων (οδηγών, πεζών, ποδηλατιστών, μοτοσικλετιστών) που τραυματίστηκαν θανάσιμα, οχήματα που συνέβαλαν στο συμβάν, τύπος οχήματος, ημερομηνία και ώρα. Ακόμα περιέχει αρχείο των ταχύτερων διαδρομών με στοιχεία: αφετηρία, λήξη, συνολική απόσταση, συνολικός χρόνος διαδρομής, αριθμό βημάτων του οδηγού (π.χ. στροφή, αναχώρηση, άφιξη, κυκλικός κόμβος), λίστα με τους δρόμους στους οποίους γίνεται κάθε βήμα, απόσταση για κάθε βήμα, χρόνο ταξιδιού για κάθε βήμα.

Η ανοιχτή βάση μεγάλων δεδομένων «Uber Pickups in New York City» περιέχει δεδομένα για πάνω από 4,5 εκατομμύρια μετακινήσεις μέσω Uber στη Νέα Υόρκη από τον Απρίλιο έως τον Σεπτέμβριο του 2014 και 14,3 εκατομμύρια επιπλέον μετακινήσεις Uber από τον Ιανουάριο έως τον Ιούνιο του 2015. Το σύνολο δεδομένων περιέχει δεδομένα ταξιδιών

διαχωρισμένα κατά μήνα, στοιχεία γεωγραφικής θέσης, καθώς επίσης και ημερήσια εκδρομή, ώρα ταξιδιού, τοποθεσία παραλαβής, αριθμό άδειας για μίσθωση οδηγού και αριθμό άδειας για εκμίσθωση οχήματος.

Η ανοιχτή βάση μεγάλων δεδομένων «Traffic Violations in USA» περιέχει στοιχεία παραβίασης της κυκλοφορίας στις Ηνωμένες Πολιτείες από το 2012. Τα στοιχεία του συνόλου δεδομένων περιλαμβάνουν: περιγραφή, τοποθεσία, γεωγραφικό πλάτος, γεωγραφικό μήκος, ατύχημα ζώνες, προσωπικό τραυματισμό, καταστροφή ιδιοκτησίας, τύπο οχήματος, χρώμα οχήματος, πόλη, τύπο σύλληψης (αν υπήρχε).

Η ανοιχτή βάση μεγάλων δεδομένων «2016 NYC Real Time Traffic Speed Data Feed» περιέχει πληροφορίες κυκλοφορίας σε πραγματικό χρόνο από τοποθεσίες, όπου η εταιρεία NYCDOT συλλέγει δεδομένα από αισθητήρες στους πέντε δήμους της Νέας Υόρκης, κυρίως σε μεγάλες αρτηρίες και αυτοκινητόδρομους. Κάθε σειρά αντιπροσωπεύει ένα δεδομένο τμήμα δρόμου (σύνδεσμο), για το οποίο δίδεται η μέση ταχύτητα, ο χρόνος ταξιδιού, η χρονική σήμανση και μια ταυτότητα του τμήματος του δρόμου (σύνδεση) και οι γεωγραφικές συντεταγμένες.

Η ανοιχτή βάση μεγάλων δεδομένων «New York City Taxi Trip Duration» καταγράφει τους χρόνους διαδρομής των ταξί στην Νέα Υόρκη για το 2016. Περιέχει στοιχεία: id, χρόνος και ημερομηνία αφετηρίας και προορισμού, αριθμός επιβατών, γεωγραφικό μήκος και πλάτος.

Η ανοιχτή βάση μεγάλων δεδομένων «New York Citi Bike Trip Duration 2016» περιέχει στοιχεία από 4,5 εκατομμύρια ταξίδια ποδηλάτων της Citi Bike από το πρώτο εξάμηνο του 2016. Τα στοιχεία αυτά διαθέτουν: τοποθεσία, γεωγραφικό πλάτος γεωγραφικό μήκος, διάρκεια ταξιδιού, σημείο παραλαβής και σημείο απόθεσης.

Η ανοιχτή βάση μεγάλων δεδομένων «Historical Air Quality» περιέχει δεδομένα σχετικά με την ποιότητα του αέρα στις Ηνωμένες Πολιτείες, όπως: γεωγραφικό μήκος και πλάτος, διάρκεια του χρόνου που ο αέρας διέρχεται μέσω της συσκευής παρακολούθησης πριν αναλυθεί, ρύπανση του αέρα, σύντομη περιγραφή των διαδικασιών, του εξοπλισμού και των πρωτοκόλλων που χρησιμοποιούνται στη συλλογή και τη μέτρηση του δείγματος, αριθμό παρατηρήσεων (δειγμάτων) που ελήφθησαν κατά τη διάρκεια του έτους, καταμέτρηση των προγραμματισμένων δειγμάτων όταν δεν συλλέχθηκαν δεδομένα, πλήθος των δειγμάτων κατά τη διάρκεια του έτους που υπερέβη το πρότυπο ποιότητας αέρα.

Κεφάλαιο 6 Πλαίσια αξιοποίησης μεγάλων δεδομένων για τη βιώσιμη αστική κινητικότητα

Στο κεφάλαιο αυτό δημιουργήθηκαν πλαίσια αξιοποίησης των μεγάλων δεδομένων, της βιώσιμης αστικής κινητικότητας και των εργαλείων ανάλυσης μεγάλων δεδομένων. Συνολικά, προτείνονται τρία πλαίσια το οποία συσχετίζουν τα εξής:

- Δράσεις μεταφορών με εφαρμογές μεταφορών (Πλαίσιο Α)
- Στοιχεία βάσεων δεδομένων με εφαρμογές μεταφορών (Πλαίσιο Β)
- Εργαλεία ανάλυσης μεγάλων δεδομένων με εφαρμογές μεταφορών (Πλαίσιο Γ).

Σε συνεργασία με τα μεγάλα δεδομένα, τα στοιχεία των βάσεων δεδομένων και τα κατάλληλα εργαλεία ανάλυσης, δίνεται η δυνατότητα ολοκληρωμένης αξιολόγησης των υφιστάμενων δικτύων μεταφορών στους αστικούς ιστούς και αποτελεσματικότερη εφαρμογή της βιώσιμης αστικής κινητικότητας.

Για την ορθολογική υλοποίηση των μέτρων ενός σχεδίου βιώσιμης αστικής κινητικότητας, αποτελεί σημαντικό δεδομένο, ποια στοιχεία βάσεων χρειάζονται να συλλεχθούν και ποια εργαλεία ανάλυσης είναι καταλληλότερα για την εξαγωγή συμπερασμάτων, για την επίλυση του προβλήματος και για τη διαρκή παρακολούθηση με δυναμικά δεδομένα που συμβάλλουν στη συνετή λήψη αποφάσεων.

Επομένως, κρίνεται απαραίτητο να αναγνωριστούν οι εφαρμογές μεταφορών, οι οποίες συμβάλλουν στη βιώσιμη αστική κινητικότητα υπό το πρίσμα των μεγάλων δεδομένων, τα στοιχεία βάσεων δεδομένων και τα εργαλεία ανάλυσης μεγάλων δεδομένων. Καθένα από τα παραπάνω πεδία εφαρμογών αποτελεί ξεχωριστό πεδίο, αλλά μπορεί να αλληλοκαλύπτει και κάποιο άλλο στη λειτουργία του αστικού δικτύου, όσον αφορά στη βιώσιμη αστική κινητικότητα. Η «έξυπνη» πόλη διαθέτει διαφορετικούς τύπους ηλεκτρονικών αισθητήρων συλλογής δεδομένων με σκοπό την παροχή πληροφοριών και την αποτελεσματική διαχείριση πόρων. Αυτή ακριβώς η λειτουργία της μπορεί δυνητικά να αξιοποιηθεί σε ένα σχέδιο βιώσιμης αστικής κινητικότητας. Η εφοδιαστική αλυσίδα είναι η διαδικασία μεταφοράς αγαθών και αφορά στον σχεδιασμό, την υλοποίηση, τον έλεγχο και την αποθήκευση από ένα σημείο προέλευσης, έως το σημείο κατανάλωσής τους. Αυτό το γεγονός είναι εξαιρετικά σημαντικό για τη βιώσιμη αστική κινητικότητα και την εύρυθμη λειτουργία μιας πόλης. Η πράσινη ανάπτυξη αποτελεί μοντέλο με εφαρμογή σε όλους τους τομείς της κοινωνίας. Η βελτίωση της ποιότητας ζωής, αλλά και η βιώσιμη αναπτυξιακή πορεία είναι βασικά συστατικά της που συνάδουν με τις αρχές της βιώσιμης αστικής κινητικότητας. Η πρόβλεψη, είτε πρόκειται για τη λειτουργία και συντήρηση, είτε για την ασφάλεια και τα ατυχήματα, είτε για την οδηγική συμπεριφορά, είναι η κατανόηση της σχέσης μεταξύ προσφοράς και ζήτησης και των κινδύνων σε ένα συγκοινωνιακό περιβάλλον. Η υφιστάμενη κατάσταση πρέπει να εντοπίζεται και να αναλύεται για την επίλυση υπάρχοντων προβλημάτων, αλλά και για την ανάπτυξη μοντέλων πρόβλεψης. Η πρόβλεψη της μελλοντικής ζήτησης αποτελεί βασικό καθήκον της διαδικασίας σχεδιασμού μεταφορών για τις στρατηγικές που διέπουν μια βιώσιμη αστική πόλη.

Σκοπός του κεφαλαίου είναι να παρέχει στους οργανισμούς και φορείς ένα συνεκτικό εργαλείο αξιοποίησης μεγάλων δεδομένων για την επίτευξη βιώσιμης αστικής κινητικότητας, ερευνών και εφαρμογών συγκοινωνιακού ενδιαφέροντος.

6.1 Πλαίσιο Α: Δράσεις μεταφορών με εφαρμογές μεταφορών

Ο πρώτος τρόπος σύνδεσης των πέντε δράσεων των μεταφορών είναι με τις επτά εφαρμογές μεταφορών. Οι συγκεκριμένες εφαρμογές μεταφορών προέκυψαν μετά την ανάλυση των βιβλιογραφικών πηγών και την εύρεση κοινών στοιχείων σε κάθε μία από μελέτες περίπτωσης με τις εκάστοτε εφαρμογές. Έτσι, δημιουργήθηκε ο Πίνακας 10 που συσχετίζει τις δράσεις μεταφορών με τις εφαρμογές τους. Η απάντηση στο ερώτημα: «Ποιες δράσεις μεταφορών εμφανίζονται σε μία εφαρμογή μιας «έξυπνης» πόλης;» δίνεται από τον πίνακα 10, καθώς η «έξυπνη» πόλη συνδυάζει τις δράσεις: κινητικότητα ως υπηρεσία (MaaS), λειτουργία και διαχείριση κυκλοφορίας (TOaM), σχεδιασμός μεταφορών και πρόβλεψη (TPaP), αξιολόγηση και λήψη αποφάσεων (AaDM).

Όσον αφορά στην πράσινη ανάπτυξη, οι δράσεις της κινητικότητας ως υπηρεσία (MaaS), του σχεδιασμού μεταφορών και πρόβλεψη (TPaP) και της αξιολόγησης και λήψης αποφάσεων (AaDM) είναι η «απάντηση» για την επίτευξή της σε ένα αστικό δίκτυο.

Οι δράσεις μεταφορών που συνδυάζονται για την πρόβλεψη, είτε πρόκειται για τη λειτουργία και συντήρηση, είτε για την ασφάλεια και τα ατυχήματα, είτε για την οδηγική συμπεριφορά, αντιπροσωπεύονται από τη λειτουργία και διαχείριση κυκλοφορίας (TOaM), τον σχεδιασμό μεταφορών και την πρόβλεψη (TPaP), και την αξιολόγηση και λήψη αποφάσεων (AaDM).

Πίνακας 10. Επισκόπηση Πλαισίου Α.

		Εφαρμογές μεταφορών						
		«Εξυπνη» πόλη	Εφοδιαστική αλυσίδα (logistics)	Πράσινη ανάπτυξη	Πρόβλεψη			Άλλα
					Λειτουργία & συντήρηση	Ασφάλεια & ατυχήματα	Οδηγική συμπεριφορά	
Δράσεις μεταφορών	MaaS	✓		✓				
	Logistics		✓					
	TOaM	✓			✓			
	TPaP	✓	✓	✓	✓		✓	
	AaDM	✓	✓	✓	✓		✓	

6.2 Πλαίσιο Β: Στοιχεία βάσεων δεδομένων με εφαρμογές μεταφορών

Πέραν όμως από τη σύνδεση των δράσεων μεταφορών, έχουμε και τη σύνδεση των εφαρμογών μεταφορών με τα κατάλληλα στοιχεία βάσεων δεδομένων που θα πρέπει να μεριμνήσουν για τη συλλογή τους οι εκάστοτε φορείς και οργανισμοί.

Η εφαρμογή των μεταφορών που αφορά στην εφοδιαστική αλυσίδα απαιτεί τη συλλογή πληθώρας στοιχείων, όπως είναι τα στοιχεία κυκλοφορίας (κυκλοφοριακός φόρτος, ταχύτητα, μέτρηση φάσεων φωτεινών σηματοδοτών, ταξινόμηση οχημάτων σε κάθε λωρίδα κυκλοφορίας, κ.α), περιβάλλοντος (μετεωρολογικά, κατανάλωση νερού, ρύπανση, καιρικές συνθήκες, κ.α.), γεωγραφίας (συντεταγμένες, τοποθεσίες κ.α.), εφοδιαστικής αλυσίδας (κωδικοί προϊόντος, διατήρηση αποθέματος κ.α.), οπτικοακουστικά (εικόνες, βίντεο) και περιγραφικά (άδεια ταξί, χρώμα πινακίδων κ.α.).

Τα στοιχεία που θα πρέπει να συλλεχθούν για την «έξυπνη» πόλη και την πρόβλεψη σε συνδυασμό με τη λειτουργία και τη συντήρηση, την ασφάλεια και τα ατυχήματα και την οδηγική συμπεριφορά είναι στοιχεία κυκλοφορίας, περιβάλλοντος, κοινωνικών δικτύων/κινητού, γεωγραφικά, εφοδιαστικής αλυσίδας, οπτικοακουστικά και περιγραφικά.

Για την πράσινη ανάπτυξη στον αστικό ιστό απαιτείται η συλλογή στοιχείων κυκλοφοριακών, περιβαλλοντικών, κοινωνικών δικτύων/κινητού, γεωγραφικών, εφοδιαστικής αλυσίδας και οπτικοακουστικών.

Πίνακας 11. Επισκόπηση Πλαισίου Β.

		Εφαρμογές μεταφορών						
		«Εξυπνη» πόλη	Εφοδιαστική αλυσίδα (logistics)	Πράσινη ανάπτυξη	Πρόβλεψη			Άλλα
					Λειτουργία & συντήρηση	Ασφάλεια & ατυχήματα	Οδηγική συμπεριφορά	
Στοιχεία βάσεων δεδομένων	Κυκλοφοριακά	✓	✓	✓	✓			✓
	Περιβαλλοντικά	✓	✓	✓	✓			
	Κοινωνική δικτύωσης/κινητού	✓		✓	✓			✓
	Γεωγραφικά	✓	✓	✓	✓			✓
	Εφοδιαστικής αλυσίδας	✓	✓	✓	✓			
	Οπτικοακουστικά	✓	✓	✓	✓			
	Περιγραφικά	✓	✓		✓			

6.3 Πλαίσιο Γ: Εργαλεία ανάλυσης μεγάλων δεδομένων με εφαρμογές μεταφορών

Επιπροσθέτως, πραγματοποιείται η ζεύξη των εργαλείων ανάλυσης με τις εφαρμογές μεταφορών που θα πρέπει να χρησιμοποιήσουν οι προγραμματιστές και οι μηχανικοί υπολογιστών προκειμένου η πληροφορία που θα εξαχθεί και τα πρότυπα που θα προκύψουν να έχουν δομή κατανοητή προς τον άνθρωπο, έτσι ώστε να τον βοηθήσουν να πάρει τις κατάλληλες αποφάσεις.

Προκειμένου να γίνει μία πόλη, όσον αφορά τον τομέα των μεταφορών, «έξυπνη», θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν εργαλεία ανάλυσης μεγάλων δεδομένων, όπως είναι τα παρακάτω: Hadoop και τα μοντέλα προγραμματισμού του MapReduce, Hbase, Hive, Spark, GraphX, Zookeeper, υβριδικοί μέθοδοι (Fuzzy, Genetic algorithms), εργαλεία παλινδρόμησης, γλώσσες προγραμματισμού C++, R, Python και άλλα μοντέλα.

Η εφοδιαστική αλυσίδα προϋποθέτει τη χρήση εργαλείων, όπως το Hadoop, το προγραμματιστικό μοντέλο του Spark, μοντέλα παλινδρόμησης, γλώσσες προγραμματισμού C++, R, Python, προγράμματα όπως το GIS (ArcGIS, PortGIS), αλγόριθμους ταξινόμησης K-means και άλλων μοντέλων.

Η επίτευξη της πράσινης ανάπτυξης, απαιτεί από τους προγραμματιστές να χρησιμοποιήσουν τα εργαλεία ανάλυσης μεγάλων δεδομένων παλινδρόμησης, GIS, τις γλώσσες προγραμματισμού C++, R, Python, τον αλγόριθμο ταξινόμησης K-means και άλλα μοντέλα.

Όσον αφορά στην πρόβλεψη, εργαλεία ανάλυσης μεγάλων δεδομένων, όπως το Hadoop είναι απαραίτητα για την κατανοητή αναπαράσταση των μεγάλων δεδομένων προς τον άνθρωπο, έτσι ώστε να τον βοηθήσουν να πάρει τις κατάλληλες αποφάσεις.

Πίνακας 12. Επισκόπηση Πλαισίου Γ.

		Εφαρμογές μεταφορών							
		«Εξυπνη» πόλη	Εφοδιαστική αλυσίδα (logistics)	Πράσινη ανάπτυξη	Πρόβλεψη			Άλλα	
					Λειτουργία & συντήρηση	Ασφάλεια & ατυχήματα	Οδηγική συμπεριφορά		
Εργαλεία ανάλυσης	Hadoop	MapReduce	✓			✓			
		Hbase	✓						
		Hive	✓						
		Spark	✓	✓		✓			
		GraphX	✓						
		Zookeeper	✓						
	Υβριδικοί μέθοδοι	Fuzzy	✓						
		Genetic algorithms	✓						
	Διάφορα	Παλινδρόμηση	✓		✓				✓
		C++, R, Python	✓	✓	✓				
		Matlab		✓					
		GIS (ArcGIS, PortGIS)			✓				
		K-means clustering algorithm			✓				
		Άλλα μοντέλα	✓	✓	✓	✓			✓

Συνδυάζοντας τα πλαίσια που έχουν δημιουργηθεί, μπορεί να υλοποιηθεί πλήρως η Β.Α.Κ. με τη χρήση μεγάλων βάσεων δεδομένων και των κατάλληλων εργαλείων ανάλυσης.

Η επίτευξη της «έξυπνης» πόλης δίνεται από τον Πίνακα 10, καθώς συνδυάζει τις δράσεις κινητικότητα ως υπηρεσία (MaaS), λειτουργία και διαχείριση κυκλοφορίας (TOaM), σχεδιασμός μεταφορών και πρόβλεψη (TPaP), αξιολόγηση και λήψη αποφάσεων (AaDM). Σύμφωνα με τον Πίνακα 11, τα στοιχεία που θα πρέπει να συλλεχθούν για την «έξυπνη» πόλη είναι κυκλοφοριακά, περιβαλλοντικά, κοινωνικών δικτύων/κινητού, γεωγραφικά, εφοδιαστικής αλυσίδας, οπτικοακουστικά και περιγραφικά.

Στη συνέχεια, θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν εργαλεία ανάλυσης μεγάλων δεδομένων, όπως είναι τα παρακάτω: Hadoop και τα μοντέλα προγραμματισμού του MapReduce, Hbase, Hive, Spark, GraphX, Zookeeper, υβριδικοί μέθοδοι, εργαλεία παλινδρόμησης, γλώσσες προγραμματισμού C++, R, Python και άλλα μοντέλα σύμφωνα με τον πίνακα 12.

Όσον αφορά στην πράσινη ανάπτυξη, οι κατηγορίες της κινητικότητας ως υπηρεσία (MaaS), του σχεδιασμού μεταφορών και πρόβλεψης (TPaP) και της αξιολόγησης και λήψης αποφάσεων (AaDM) είναι η «απάντηση» για την επίτευξή της σε ένα αστικό δίκτυο. Απαιτείται, σύμφωνα με τον Πίνακα 11, συλλογή κυκλοφοριακών στοιχείων, περιβαλλοντικών στοιχείων, στοιχείων κοινωνικών δικτύων/κινητού, γεωγραφικών στοιχείων, στοιχείων εφοδιαστικής αλυσίδας και οπτικοακουστικών στοιχείων. Τα εργαλεία ανάλυσης μεγάλων δεδομένων που είναι απαραίτητο να χρησιμοποιηθούν από τους προγραμματιστές είναι εργαλεία παλινδρόμησης, GIS, τις γλώσσες προγραμματισμού C++,

R, Python, ο αλγόριθμος ταξινόμησης K-means και άλλα μοντέλα προκειμένου να επιτευχθεί η πράσινη ανάπτυξη.

Για τη βελτίωση της κυκλοφοριακής λειτουργίας της πόλης και την πρόβλεψη της λειτουργίας και συντήρησης, της ασφάλειας και των ατυχημάτων, καθώς και της οδηγικής συμπεριφοράς, η παρούσα διπλωματική εργασία, συγκεντρώνει τα κατάλληλα δεδομένα που θα πρέπει να συλλεχθούν και τα εργαλεία ανάλυσης μεγάλων δεδομένων που θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν. Πιο συγκεκριμένα, η βελτίωση της κυκλοφοριακής λειτουργίας και η πρόβλεψη ανήκουν στις κατηγορίες λειτουργία και διαχείριση κυκλοφορίας (TOaM), σχεδιασμός μεταφορών και πρόβλεψη (TPaP), αξιολόγηση και λήψη αποφάσεων (AaDM) σύμφωνα με τον Πίνακα 10. Τα στοιχεία, σύμφωνα με τον Πίνακα 11, είναι κυκλοφοριακά, περιβαλλοντικά, κοινωνικών δικτύων/κινητού, γεωγραφικά, εφοδιαστικής αλυσίδας, οπτικοακουστικά και περιγραφικά. Τέλος, με βάση τον Πίνακα 12 ο κύριος εκφραστής για τη βελτίωση της λειτουργία της κυκλοφορίας είναι το Apache Hadoop και τα μοντέλα προγραμματισμού του, οι υβριδικοί μέθοδοι και διάφορα άλλα εργαλεία (παλινδρόμηση, C++, R, Python, άλλα). Για την πρόβλεψη, μπορούν να χρησιμοποιηθούν το Apache Hadoop και τα μοντέλα προγραμματισμού του (MapReduce, Spark) και άλλα μοντέλα.

Κεφάλαιο 7 Περιορισμοί και προβλήματα μεγάλων δεδομένων

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται οι περιορισμοί και τα προβλήματα που υπάρχουν στην καταγραφή, συλλογή, μορφοποίηση, ανάλυση και επεξεργασία των μεγάλων βάσεων δεδομένων και αποτελούν πρόκληση να επιλυθούν στο κοντινό μέλλον. Ταυτόχρονα, τίγονται ζητήματα που αφορούν στην αξιοπιστία των μεγάλων δεδομένων όσο και των εργαλείων ανάλυσής τους.

7.1 Απόρρητο και ασφάλεια

Το απόρρητο, η προστασία προσωπικών δεδομένων και η ασφάλεια αποτελούν το πιο ζωτικής σημασίας ζήτημα των μεγάλων δεδομένων το οποίο είναι ευαίσθητο, λογικό, τεχνικό και έχει νομική ουσία. Τα προσωπικά δεδομένα ενός ατόμου είναι πολύ σημαντικά για το ίδιο και μπορεί να μην επιθυμεί να χρησιμοποιούνται από τον διαχειριστή/εταιρεία χωρίς να το γνωρίζει ή γενικά να χρησιμοποιούνται χωρίς την έγκρισή του. Οι πληροφορίες σχετικά με τους πελάτες συλλέγονται και χρησιμοποιούνται ως μέρος ανάπτυξης, ασφάλειας και εξέλιξης της εκάστοτε εταιρείας. Οποιοσδήποτε άλλος τρόπος χρήσης και συλλογής τους απαγορεύεται. Πέρα από τους λίγο πολύ γνωστούς, αλλά ταυτόχρονα και πολύ σημαντικούς κινδύνους, όπως είναι η παρακολούθηση των τοποθεσιών είτε στο διαδίκτυο, είτε και στην πραγματική ζωή, ένα πιθανό πρόβλημα που μπορεί να προκύψει με τη χρησιμοποίηση προσωπικών μεγάλων δεδομένων είναι η κοινωνική διαστρωμάτωση, κατά την οποία ένα μορφωμένο/εξειδικευμένο άτομο θα μπορούσε να πάρει τα βασικά σημεία της προγενέστερης

ανάλυσης των μεγάλων δεδομένων ενός άλλου ατόμου χαμηλότερης εκπαιδευτικής βαθμίδας έτσι ώστε να μπορεί να το εκμεταλλευτεί.

7.1.1 Επίδραση Γενικού Κανονισμού για την Προστασία Δεδομένων (GDPR) στα μεγάλα δεδομένα

Ο Γενικός Κανονισμός για την Προστασία Δεδομένων (GDPR) αφορά στον Κανονισμό (ΕΕ) 2016/679 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 27ης Απριλίου 2016 για την προστασία των φυσικών προσώπων έναντι της επεξεργασίας των δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα και για την ελεύθερη κυκλοφορία των δεδομένων αυτών και την κατάργηση της οδηγίας 95/46/ΕΚ.

Μια περιοχή που θα επηρεαστεί από τον Κανονισμό είναι η επιστήμη των δεδομένων. Ο Κανονισμός καθορίζει από την αποθήκευση και τη φορητότητα των δεδομένων μέσω της προσβασιμότητας και της συγκατάθεσης χρήσης, έως και τον έλεγχο των δεδομένων και τη συνολική ιδιοκτησία των προσωπικών δεδομένων εξαλείφοντας τις «γκρίζες» περιοχές που υπήρχαν προηγουμένως στην κατοχή των δεδομένων.

Η απαραίτητη, πλέον, συγκατάθεση των καταναλωτών για τη χρήση των δεδομένων τους, και ειδικά της εμπορικής χρήσης τους, είναι πιθανόν να μειώσει τα διαθέσιμα δεδομένα για την επιστήμη των δεδομένων. Αυτό μπορεί να συμβεί, καθώς οι καταναλωτές ενδέχεται να μην είναι συγκαταβατικοί σε μια διερευνητική επιστήμη δεδομένων και επιπλέον να μην ανανεώνουν τη συγκατάθεσή τους, λόγω τεράστιας αδράνειας και απουσίας οφέλους από αυτή.

Παρόλα αυτά, εάν τα δεδομένα δεν προσδιορίζουν ένα άτομο, τότε μπορούν να χρησιμοποιηθούν χωρίς συγκατάθεση και για ερευνητικούς σκοπούς. Αυτό σημαίνει, ότι

οποιοσδήποτε επιστήμονας δεν επιθυμεί να μειωθούν δραματικά τα δεδομένα του, θα πρέπει να ενσωματώσει ισχυρή ανωνυμία.

7.2 Πρόσβαση δεδομένων και ανταλλαγή πληροφοριών

Εάν πρόκειται τα μεγάλα δεδομένα να χρησιμοποιηθούν για σημαντικές και καίριες αποφάσεις, όπως είναι η δυναμική διαχείριση της κυκλοφορίας μέσω της συλλογής μεγάλων δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, τότε είναι πολύ σημαντικό να είναι προσβάσιμα με ακριβή, πλήρη και έγκαιρο τρόπο. Αυτό καθιστά τη διαχείριση και τη διοίκηση των μεγάλων δεδομένων πολύ σύνθετη, ώστε να καθίστανται προσβάσιμα σε κυβερνητικούς οργανισμούς με θεσμοθετημένο τρόπο, επηρεάζοντας αρνητικά τη λήψη αποφάσεων και την αποτελεσματικότητα. Επιπλέον, οι επιχειρήσεις δεν ανταλλάσσουν εύκολα δεδομένα μεταξύ τους για διάφορους λόγους (πχ. κέρδος, πρωτοπορία στον κλάδο κτλ.). Η ανταλλαγή δεδομένων σχετικά με τους πελάτες και τις λειτουργίες τους υπονομεύει τον τρόπο ζωής τους και την ανταγωνιστικότητα.

7.3 Ζητήματα αποθήκευσης και επεξεργασίας

Οι υπάρχοντες αποθηκευτικοί χώροι δεν είναι επαρκείς για την αποθήκευση του τεράστιου όγκου δεδομένων που δημιουργείται από κάθε δυνατό ηλεκτρονικό μέσο. Για παράδειγμα, τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης είναι από μόνα τους μια τεράστια πηγή δεδομένων, όπως είναι οι μετρητές κυκλοφορίας κ.α. Ως αποτέλεσμα των απαιτήσεων των μεγάλων δεδομένων για τα δίκτυα, μπορεί να εμφανιστεί η επιλογή της αποθήκευσης και των διακομιστών που αποθηκεύουν τα δεδομένα στο cloud (cloud: είναι μια αυτόματη online αποθήκευση του υλικού σε ένα "σύννεφο" από servers). Παρόλα αυτά, το cloud δεν καλύπτει το θέμα, καθώς οι πληροφορίες απαιτούν τη συγκέντρωση όλων των δεδομένων και μετά τη

διατήρηση μόνο των σημαντικών και χρήσιμων. Terabytes δεδομένων θα μείνουν εκτός του cloud και επιπλέον αυτά τα δεδομένα αλλάζουν τόσο γρήγορα, γεγονός που καθιστά δύσκολο να μεταφέρονται συνεχώς. Ταυτόχρονα, η φύση του cloud είναι επικίνδυνη για την ανάλυση μεγάλων δεδομένων.

Τα προβλήματα του cloud μπορούν να χωριστούν σε προβλήματα χωρητικότητας και απόδοσης. Η μεταφορά δεδομένων από το σημείο αποθήκευσης σε σημείο χειρισμού μπορεί να διατηρηθεί αποτελεσματικά με δύο τρόπους. Ο πρώτος τρόπος είναι η επεξεργασία και μόνο η ανταλλαγή των αποτελεσμάτων και ο δεύτερος να μεταφέρονται μόνο αυτά τα δεδομένα που είναι απαραίτητα για επεξεργασία. Σε κάθε περίπτωση, θα απαιτούνταν η προέλευση των πληροφοριών. Η διαχείριση τέτοιου τεράστιου όγκου δεδομένων απαιτεί επιπλέον σημαντικό χρονικό διάστημα. Για να συλλεχθούν τα κατάλληλα στοιχεία, θα πρέπει να σαρωθεί ολόκληρο το σύστημα συλλογής δεδομένων το οποίο είναι σε κάποιο βαθμό ανέφικτο. Έτσι, η ορθή αρχική δημιουργία αρχείων κατά τη διάρκεια συλλογής και αποθήκευσης των δεδομένων αποτελεί μια σωστή πρακτική και μειώνει τον χρόνο εντυπωσιακά.

7.4 Προκλήσεις αναλύσεων

Τα μεγάλα δεδομένα φέρνουν παράλληλα πολλές διαφορετικές προκλήσεις. Το είδος της ανάλυσης που πρέπει να γίνει σε αυτό το γιγαντιαίο όγκο δεδομένων που μπορεί να είναι αδόμητο (unstructured), ημι-δομημένο (semi structured) ή δομημένο (structured) απαιτεί αριθμό δεξιοτήτων. Επίσης, το είδος της ανάλυσης που πρέπει να γίνει σχετικά με τα δεδομένα εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τα αποτελέσματα που πρέπει να ληφθούν, δηλαδή τη λήψη αποφάσεων (decision making). Αυτό θα πρέπει να είναι εφικτό χρησιμοποιώντας ένα είδος ανάλυσης που θα χρησιμοποιεί δύο διαδικασίες: είτε να ενοποιεί τεράστιους όγκους

δεδομένων στην ανάλυση είτε να αποφασίζει άμεσα ποια είναι τα μεγάλα δεδομένα προς ανάλυση.

7.5 Απαίτηση Δεξιοτήτων

Δεδομένου ότι τα μεγάλα δεδομένα είναι εκκολαπτόμενα και αναπτυσσόμενη καινοτομία, πρέπει να προσελκύσει οργανισμούς και νέους με διαφορετικές νέες δεξιότητες με μεγάλο εύρος. Αυτές οι δεξιότητες δεν θα πρέπει να περιορίζονται σε εξειδικευμένες, αλλά και να επεκτείνονται σε ερευνητικές, αναλυτικές, ερμηνευτικές και ακολουθώντας την αιχμή της τεχνολογίας (state-of-the-art). Αυτές οι δεξιότητες θα πρέπει να παράγονται στους ανθρώπους και συνεπώς απαιτεί προγράμματα κατάρτισης που πρέπει να χορηγούνται από οργανισμούς. Επιπλέον, τα Πανεπιστήμια πρέπει να εξοικειωθούν με τις εκπαιδευτικές ενότητες στα μεγάλα δεδομένα με την κατάρτιση ταλαντούχων καθηγητών σε αυτήν την κατεύθυνση.

7.6 Τεχνικές προκλήσεις

Εκτός από το απόρρητο και την ασφάλεια, την πρόσβαση δεδομένων και ανταλλαγή πληροφοριών, τα ζητήματα αποθήκευσης και επεξεργασίας, τις προκλήσεις αναλύσεων και την απαίτηση δεξιοτήτων, σημαντικό θέμα αποτελούν και οι τεχνικές προκλήσεις, οι οποίες παρουσιάζονται παρακάτω:

- 1) **Ανοχή σφαλμάτων:** Με τις νέες τεχνολογίες, όπως το Cloud computing και τα μεγάλα δεδομένα πρέπει να είμαστε σε θέση να αντιμετωπίσουμε οποιοδήποτε σημείο της βλάβης που ενδέχεται να γίνει, καθώς η διαδικασία θα πρέπει να είναι άμεσα αντιστρέψιμη σε αντίθεση με τις συμβατικές τεχνολογίες στις οποίες απαιτείται η επανεκκίνηση της όλης

διαδικασίας. Έτσι, η θεμελιώδης αποστολή είναι να μειωθεί η πιθανότητα ανικανότητας των αλγορίθμων ή/και των διαδικασιών σε ένα "αποδεκτό" επίπεδο. Παράλληλα, όσο περισσότερο προσπαθούμε να μειώσουμε αυτή την πιθανότητα, τόσο υψηλότερο είναι το κόστος. Δύο στρατηγικές που φαίνεται να βοηθούν στη σωστή λειτουργία των αλγορίθμων ή/και των διαδικασιών στα μεγάλα δεδομένα είναι οι εξής: Πρώτον, είναι να διαχωριστεί ολόκληρος ο υπολογισμός που γίνεται στις διεργασίες σε διάφορους κόμβους για υπολογισμό. Ένας κόμβος κατανέμεται με προσοχή, βλέποντας ότι αυτοί οι κόμβοι λειτουργούν σωστά. Αν κάτι πάει να συμβεί, ξεκινάει εκ νέου η συγκεκριμένη διεργασία. Σε κάθε περίπτωση, είναι πολύ πιθανό ότι ολόκληρος ο υπολογισμός δεν μπορεί να χωριστεί σε τέτοιες ελεύθερες εργασίες. Δεύτερον, θα μπορούσαν να υπάρχουν μερικά καθήκοντα που μπορεί να έχουν αναδρομικό χαρακτήρα και η συμβολή ενός παρελθόντος έργου να συμβάλει σε μελλοντικό υπολογισμό. Στη συνέχεια, η επανεκκίνηση του συνόλου των υπολογισμών καταλήγει σε μια αξιοσημείωτη διαδικασία διακριτοποίησης. Σε περίπτωση οποιασδήποτε βλάβης, ο υπολογισμός μπορεί να επανέλθει από το τελευταίο σημείο ελέγχου που διατηρείται.

2) Επεκτασιμότητα: Η καινοτομία των επεξεργαστών έχει αλλάξει τα τελευταία χρόνια. Το ζήτημα της προσαρμοστικότητας των μεγάλων δεδομένων οδήγησε σε κατανεμημένους υπολογισμούς, οι οποίοι τώρα μοιράζονται τις διεργασίες. Αυτό προκαλεί απώλεια χρημάτων και χρόνου. Λόγω αυτών των προβλημάτων υπήρξε μια τεράστια πρόοδος. Η τεχνολογία Drive and Phase Change (τύπος επανεγγράψιμου οπτικού δίσκου) έχει αντικαταστήσει τους σκληρούς δίσκους (HDD), οι οποίοι έχουν διαφορετική εκτέλεση στην ανταλλαγή δεδομένων.

3) Ποιότητα Δεδομένων: Όταν χρησιμοποιούνται πολλοί αριθμοί δεδομένων επιτυγχάνονται καλύτερα αποτελέσματα στη λήψη αποφάσεων, αλλά η συλλογή και

αποθήκευση πολυάριθμων δεδομένων αντιμετωπίζει κάποια προβλήματα. Οι διαχειριστές χρειάζονται έναν τεράστιο αριθμό αποθηκευμένων δεδομένων, όμως οι τεχνικοί υπολογιστών που ασχολούνται με τα μεγάλα δεδομένα, πριν από την αποθήκευση θα πρέπει να εξετάσουν κάθε πτυχή των δεδομένων. Τα μεγάλα δεδομένα εστιάζουν βασικά στην αποθήκευση πληροφοριών ποιότητας, σε αντίθεση με αυτά που δεν είναι απαραίτητα, ώστε να μπορούν να αντληθούν καλύτερα αποτελέσματα και συμπεράσματα. Αυτό προκαλεί προβληματισμούς, όπως το πώς μπορεί να διασφαλιστεί ποια δεδομένα είναι σημαντικά, πόσα δεδομένα επαρκούν για τη λήψη αποφάσεων και εάν τα αποθηκευμένα δεδομένα είναι ακριβή ή δεν θα εξάγουν συμπεράσματα από αυτήν και ούτω καθεξής.

4) **Ετερογενή Δεδομένα:** Τα μη δομημένα δεδομένα (unstructured data) αντιπροσωπεύουν σχεδόν όλα τα δεδομένα που δημιουργούνται, όπως οι αλληλεπιδράσεις των κοινωνικών μέσων, η επεξεργασία εγγράφων PDF, η μέτρηση εκπομπών CO₂, e-mail, και πολλά άλλα. Τα δομημένα δεδομένα (structured data) συντίθενται από βαθιά αυτοματοποιημένες και διαχειριστικές διαδικασίες. Η εργασία με αδόμητα δεδομένα είναι δύσκολη και προφανώς δαπανηρή, καθώς είναι εντελώς ακατέργαστα και χαοτικά. Η μετατροπή αυτών των αδόμητων δεδομένων σε οργανωμένα δεν είναι εύκολη. Τα δομημένα δεδομένα είναι αυτά που έχουν ταξινομηθεί κατά τρόπο που εξυπηρετούν τον σκοπό για τον οποίο συλλέχθηκαν.

7.7 Προβλήματα εργαλείων ανάλυσης

Τα εργαλεία ανάλυσης έχουν δημιουργηθεί με κύριο σκοπό την επίλυση προβλημάτων καταγραφής, επεξεργασίας, ανάλυσης, οπτικοποίησης και εξαγωγής συμπερασμάτων. Εκτός από τα θετικά που προσφέρουν, δεν παύουν, όπως και κάθε πρόγραμμα, να έχουν και μειονεκτήματα. Μερικά από αυτά είναι τα εξής:

Προγράμματα, όπως το Hadoop, λόγω των απαιτήσεων σε υλικοτεχνική υποδομή, καθίσταται αρκετά δύσκολα να βρεθούν σε μια μικρομεσαία επιχείρηση που ασχολείται ή δύναται να διαχειριστεί μεγάλα δεδομένα. Έτσι, είτε προτιμώνται προγράμματα με χαμηλότερες απαιτήσεις που προσφέρουν όμως λιγότερες λειτουργικές δυνατότητες, είτε αποστρέφουν τις επιχειρήσεις αυτές από το να ασχοληθούν με αυτό τον κλάδο. Παράλληλα, οι μεγάλες επιχειρήσεις που έχουν την υλικοτεχνική δυνατότητα να εγκαταστήσουν και να λειτουργήσουν τέτοια προγράμματα υπερτερούν έναντι των άλλων επιχειρήσεων και τείνουν να γίνουν μονοπώλιο.

Ένα άλλο μειονέκτημα είναι η υψηλή πολυπλοκότητα που έχουν αρκετά εργαλεία ανάλυσης και απαιτούν καταρτισμένο προσωπικό για την αξιοποίησή τους, γεγονός που μπορεί να κάνει ένα Σ.Β.Α.Κ. ή κάποιο άλλο σχέδιο ανάπτυξης αδύνατο στην εφαρμογή του λόγω υψηλού κόστους προσωπικού.

Όπως προαναφέρθηκε, περιορισμό αποτελεί η αποθήκευση δυναμικών δεδομένων και η άμεση επεξεργασία τους. Μελλοντική πρόκληση θα αποτελούσε η δημιουργία εργαλείου με σκοπό την ανάλυση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο χωρίς την απαίτηση να αποθηκεύονται. Η καταγραφή, επεξεργασία, ανάλυση, οπτικοποίηση, εξαγωγή συμπερασμάτων και εν τέλει η λήψη αποφάσεων θα μπορεί να λαμβάνει χώρα σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα με προφανή πλεονεκτήματα για τους εκάστοτε φορείς/οργανισμούς διαχείρισης και την πόλη γενικότερα.

7.8 Συζήτηση και συμπεράσματα

Σε αυτή την εργασία έγινε ανάλυση της Β.Α.Κ., ανασκόπηση μελετών περιπτώσεων, παρουσίαση του τοπίου των μεγάλων δεδομένων και των εργαλείων ανάλυσης που σχετίζονται με τα μεγάλα δεδομένα, καθώς και ανάλυση ορισμένων ανοιχτών μεγάλων βάσεων δεδομένων. Οι συλλεχθείσες πληροφορίες χρησιμοποιήθηκαν για τη διαμόρφωση

πλαισίων μεταξύ των δράσεων μεταφορών με εφαρμογές μεταφορών, στοιχεία βάσεων δεδομένων με εφαρμογές μεταφορών, εργαλεία ανάλυσης μεγάλων δεδομένων με εφαρμογές μεταφορών.

Δημιουργήθηκε τυπολογία για τη σχέση μέτρων Β.Α.Κ. με τις πέντε δράσεις μεταφορών. Μέσα από ανάλυση εφαρμογών σε διάφορες ευρωπαϊκές περιοχές που εφαρμόζουν το Σ.Β.Α.Κ., κατηγοριοποιήθηκαν κοινά μέτρα προώθησης Β.Α.Κ. και παρατηρήθηκε ότι τα περισσότερα από αυτά αφορούσαν στη λειτουργία και διαχείριση της κυκλοφορίας (traffic operation and management - TOaM), τον σχεδιασμό μεταφορών και την πρόβλεψη (transportation planning and prediction - TPaP) και την αξιολόγηση και λήψη αποφάσεων (assessment and decision making - AaDM). Τα πιο συνήθη μέτρα είναι ο πολεοδομικός σχεδιασμός (μελέτες κυκλοφορίας, ανάλυση ζήτησης), η βελτίωση δικτύων πεζών και ποδηλατοδρόμων και η εκπαίδευση και ευαισθητοποίηση.

Όσον αφορά στο Κεφάλαιο 4, τα κύρια ερευνητικά ερωτήματα απαντήθηκαν επιτυχώς, καθώς οι συλλεχθείσες μελέτες περιπτώσεων που αναλύθηκαν και τελικά πινακοποιήθηκαν έδωσαν το έναυσμα για τη δημιουργία πλαισίων και τελικά έγινε εφικτή η σύνδεση των μεγάλων δεδομένων με τη βιώσιμη αστική κινητικότητα. Επιπλέον, μελετήθηκαν επιχειρήσεις μεταφορών που χρησιμοποιούν μεγάλα δεδομένα, όπως η περίπτωση της Uber που παρέχει την υπηρεσία κρατήσεων ταξί και συνδέει χρήστες που χρειάζονται να πάνε σε κάποιον προορισμό με οδηγούς πρόθυμους να τους μεταφέρουν και τα αξιοποιεί με τον πιο αποτελεσματικό τρόπο, διαδραματίζοντας σημαντικό ρόλο στην επιτυχία της.

Αυτό που γίνεται σαφές από αυτή την ανασκόπηση είναι ότι παρά τον μεγάλο αριθμό ερευνητικών εργασιών στα μεγάλα δεδομένα και τις μεταφορές, ο τομέας αυτός έχει πολλές πτυχές που θα μπορούσαν να επικεντρωθούν ακαδημαϊκοί, ερευνητές, μηχανικοί μεταφορών

και η βιομηχανία, προκειμένου να επιτευχθεί μια πιο πλούσια κληρονομιά (καλύτερο μέλλον) για τις μεταφορές και την αστική κινητικότητα.

Με την εισαγωγή του επιστημονικού τομέα των μεγάλων δεδομένων υπήρξε μια αλλαγή στις τεχνικές ανάλυσης των οργανισμών. Λόγω της ταχείας ανάπτυξης των μεγάλων δεδομένων, πρέπει να βρεθούν λύσεις, έτσι ώστε να τα διαχειριστούμε κατάλληλα και να εξαχθεί η γνώση και η αξία τους. Αυτές οι λύσεις δίνονται μέσω των διαφόρων εργαλείων ανάλυσης. Το πιο δημοφιλές από αυτά είναι το Apache Hadoop, που είναι ένα πλαίσιο ανοιχτού κώδικα γραμμένο σε γλώσσα προγραμματισμού java και ενσωματώνει τα προγραμματιστικά μοντέλα MapReduce, HBase, Hive, Spark, GraphX, Zookeeper.

Ορισμένα πλεονεκτήματα των μεγάλων δεδομένων για τη βιομηχανία logistics και γενικότερα τις μεταφορές αποτελούν οι εφαρμογές logistics σε πραγματικό χρόνο, οι οποίες συλλέγουν δεδομένα από ένα πολύ μεγάλο δίκτυο αισθητήρων και συσκευών GPS. Ακόμα, μπορούν να αποθηκεύσουν και να επεξεργαστούν πολύ μεγάλα αρχεία, καθώς και να εκμεταλλευτούν, τόσο δομημένα, όσο και μη δομημένα δεδομένα. Στη συνέχεια, με βάση συλλεγμένα και δεδομένα που έχουν υποστεί ανάλυση δίνεται η δυνατότητα για πιο έξυπνες στρατηγικές και ανάπτυξη μέτρων B.A.K.

Η πιο σημαντική συμβολή της παρούσας διπλωματικής εργασίας, τόσο σε ακαδημαϊκό, όσο και ερευνητικό και πρακτικό επίπεδο, αποτελεί η δημιουργία πλαισίων για την επίλυση προβλημάτων αστικού ιστού, όπως είναι η βελτίωση της κυκλοφοριακής λειτουργίας της πόλης, η πρόβλεψη της λειτουργίας και συντήρησης, η πρόβλεψη της ασφάλειας και των ατυχημάτων και η πρόβλεψη της οδηγικής συμπεριφοράς με σκοπό την υλοποίηση B.A.K. Αυτό υλοποιείται πρακτικά με την εξεύρεση κατάλληλων δεδομένων που θα πρέπει να συλλεχθούν, επιλογή των αποδοτικότερων εργαλείων ανάλυσης μεγάλων δεδομένων και των εφαρμογών που θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν.

Επιπλέον, το κόστος υλικοτεχνικού εξοπλισμού και η εξεύρεση ανθρώπινου δυναμικού κατάλληλα καταρτισμένου ώστε να μπορεί να διαχειριστεί τα μεγάλα δεδομένα είναι αυξημένο, καθώς ο τομέας των μεγάλων δεδομένων αποτελεί καινούρια τεχνολογία. Παρόλα αυτά, τα οφέλη που προκύπτουν από την αξιοποίησή τους είναι πολλαπλά και σε βάθος χρόνου συνεισφέρουν στη μείωση των ατυχημάτων, των εκπομπών αέριων ρύπων (Qi & Mohamed, 2015).

Αναφορικά με τους περιορισμούς και τα προβλήματα, αυτά μπορεί να είναι ζητήματα ιδιωτικού απορρήτου, ιδίως όσον αφορά στα logistics, την αξιολόγηση και τη λήψη αποφάσεων, διότι η διαχείριση και η λειτουργία των εταιρειών είναι ιδιωτικού χαρακτήρα, πρόσβασης δεδομένων και ανταλλαγής πληροφοριών, ζητήματα αποθήκευσης και επεξεργασίας, προκλήσεις αναλύσεων, απαίτηση δεξιοτήτων, τεχνικές προκλήσεις και ζητήματα εργαλείων ανάλυσης.

7.9 Μελλοντική εξέλιξη – Προκλήσεις

Τα επόμενα βήματα που θα μπορούσαν να συνεχίσουν το έργο της παρούσας διπλωματικής είναι:

- Πιθανός επαναπροσδιορισμός στόχων και πιθανή προσθήκη νέων, καθώς το 2020 ολοκληρώνεται το «Πακέτο αστικής κινητικότητας» μέσω των χρηματοδοτικών προγραμμάτων της Ευρωπαϊκής Ένωσης (<http://www.eoty.gr/main/text.asp>) για τις μεταφορές και την αστική κινητικότητα. Αυτό θα μπορούσε να δώσει το έναυσμα για έρευνα στον τομέα της βιώσιμης αστικής κινητικότητας με τη σύνδεση στοιχείων από την παρούσα διπλωματική εργασία.

- Η ανάπτυξη περισσότερων μελετών περιπτώσεων που επικεντρώνονται σε εφαρμογές με πραγματικά δεδομένα, όπως εφαρμογές που υποστηρίζουν έξυπνα ταξίδια, εναλλακτικές διαδρομές σε πραγματικό χρόνο και υπηρεσία πλοήγησης στην έξυπνη ανάπτυξη πόλεων κ.α.

- Ο εμπλουτισμός των εργαλείων ανάλυσης μεγάλων δεδομένων που εξειδικεύονται στον τομέα των μεταφορών και η ανάπτυξη νέων που θα διαχειρίζονται αποτελεσματικότερα τα δυναμικά μεγάλα δεδομένα.

- Η ενημέρωση και η αναβάθμιση των πλαισίων αξιοποίησης με περισσότερα παραδείγματα από μελέτες περιπτώσεων, με έμφαση σε παραδείγματα επιχειρήσεων για τον άμεσο συνδυασμό του ακαδημαϊκού και επιχειρηματικού χώρου.

Τέλος, ορισμένες προκλήσεις που προκύπτουν από τη διπλωματική εργασία είναι:

- Η χρησιμοποίηση των πλαισίων αξιοποίησης σε άλλους τομείς πέρα των μεταφορών, όπως είναι ο υδραυλικός τομέας, ο τομέας των κατασκευών κ.α. με σκοπό τη βιώσιμη ανάπτυξη αστικών και μη περιοχών με τη χρήση μεγάλων δεδομένων.

- Η χρησιμοποίηση της παρούσας διπλωματικής ως πηγή, ή ακόμη και ως βασικό στοιχείο για την ευαισθητοποίηση των εμπλεκόμενων φορέων και οργανισμών που είναι υπεύθυνοι στην υλοποίηση της Β.Α.Κ.

- Έρευνα που θα εμπνευστεί από την παρούσα διπλωματική εργασία, με σκοπό να καταλήξει στις ίδιες κατηγοριοποιήσεις που αφορούν στις εφαρμογές μεταφορών, τα στοιχεία των βάσεων δεδομένων και τα εργαλεία ανάλυσης μεγάλων δεδομένων, ώστε να ισχυροποιηθεί η συνεισφορά της στον ακαδημαϊκό τομέα.

- Η σύνθεση μελέτης περίπτωσης που θα χρησιμοποιεί μεγάλα δεδομένα και θα έχει ως κύριο γνώμονα τα πλαίσια αξιοποίησης προκειμένου να αποδείξει τη χρησιμότητα και

το «αποτύπωμα» της διπλωματικής εργασίας, όσον αφορά στον συνδυασμό της βιώσιμης αστικής κινητικότητας, των μεγάλων δεδομένων και των εργαλείων ανάλυσής τους.

- Όσον αφορά στον τομέα των μεγάλων δεδομένων στην Ελλάδα, χρειάζεται να γίνει αναβάθμιση της υλικοτεχνικής υποδομής και αύξηση του ανθρώπινου δυναμικού, που ασχολείται με τον τομέα αυτό. Έτσι, θα είναι δυνατή η συγκέντρωση περισσότερων πληροφοριών, η ανάλυση και η εξαγωγή συμπερασμάτων και η διαχείριση μεγάλων δεδομένων σε πραγματικό χρόνο.

Βιβλιογραφία

- [1] Adithya, T., Diego, G., & Uday, K. (2015). Railway Assets: A Potential Domain for Big Data Analytics. *Procedia Computer Science volume 53*, σσ. 457–467.
- [2] Anastasi, G., Antonelli, M., Bechini, A., Brienza, S., D'Andrea, E., De Guglielmo, D., & Ducange, P. (2013). Urban and social sensing for sustainable mobility in smart cities. *Sustainable Internet and ICT for Sustainability (SustainIT)*. Palermo, Italy: IEEE.
- [3] Ankit, S., Deepak, J., Ishant, M., Jishnu, M., & Saurabh, A. (2017). Application of Big Data in Supply Chain Management. *Materials Today: Proceedings 4*, σσ. 1106–1115.
- [4] Babar, M., & Arif, F. (2017). Smart urban planning using Big Data analytics to contend with the interoperability in Internet of Things. *Future generation computer systems 77*, σσ. 65-76.
- [5] Bao Rong, C., Hsiu-Fen, T., & Po-Hao, L. (2017). Applying intelligent data traffic adaptation to high-performance multiple big data analytics platforms. *Computers and Electrical Engineering 000*, σσ. 1-21.
- [6] Barann, B., Beverungen, D., & Müller, O. (2017). An open-data approach for quantifying the potential of taxi ridesharing. *Decision Support Systems 99*, σσ. 86-95.

- [7] Birek, L., Grzywaczewski, A., Iqbal, R., Doctor, F., & Chang, V. (2018). A novel Big Data analytics and intelligent technique to predict driver's intent. *Computers in Industry* 99, σσ. 226-240.
- [8] Çakıcı, Engin, Ö., Groenevelt, Harry, Seidmann, & Abraham. (2011). Using RFID for the management of pharmaceutical inventory—system optimization and shrinkage control. *Decision Support Syst.* 51, σσ. 842–852.
- [9] Carreras, I., Gabrielli, S., Miorandi, D., Tamin, A., Cartolano, F., Jakob, M., & Marzorati, S. (2012). SUPERHUB: a user-centric perspective on sustainable urban mobility. *Next generation mobile computing for dynamic personalised travel planning*, (σσ. 9-10). Low Wood Bay, Lake District, UK.
- [10] Chao, W., Xi, L., Xuehai, Z., Aili, W., & Nadia, N. (2016). Soft computing in big data intelligent transportation systems. *Applied Soft Computing* 38, σσ. 1099-1108.
- [11] Chen, W., An, J., Li, R., Fu, L., Xie, G., Bhuiyan, M. Z., & Li, K. (2018). A novel fuzzy deep-learning approach to traffic flow prediction with uncertain spatial-temporal data features. *Future Generation Computer Systems*.
- [12] Cheny, C., Zhangy, D., Zhouz, Z.-H., Liz, N., Atmacay, T., & Li, S. (2014.). B-Planner: Night Bus Route Planning using Large-scale Taxi GPS Traces. San Diego.
- [13] De Gennaro, M., Paffumi, E., & Martini, G. (2016). Big Data for Supporting Low-Carbon Road Transport Policies in Europe: Applications, Challenges and Opportunities. *Big Data Research* 6, σσ. 11-25.
- [14] Dong, Y., Wang, S., Lia, L., & Zhang, Z. (2018). An empirical study on travel patterns of internet based ride-sharing. *Transportation Research Part C* 86, σσ. 1-22.

- [15] Ejaz, A. I. (2017). The role of big data analytics in Internet of Things. *Computer networks* 129, part 2, σσ. 459-471.
- [16] Geissinger, A., Laurell, C., & Sandström, C. (n.d.). Digital Disruption beyond Uber and Airbnb—Tracking the long tail of the sharing economy. *Technological Forecasting & Social Change*.
- [17] Gohar, M., Muzammal, M., & Rahman, A. U. (2018). SMART TSS: Defining transportation system behavior using big data analytics in smart cities. *Sustainable Cities and Society* 41, σσ. 114-119.
- [18] Intel Corporation. (2013). *Improving traffic management with big data analytics*.
- [19] Jameson, T. L., Serdar, C., Bradley, S., Lauren, A. P., Alexandre, E., & Marta, G. C. (2015). The path most traveled: Travel demand estimation using big data resources. *Transportation Research Part C* 58, σσ. 162-177.
- [20] Järva, O., Tenkanena, H., Salonena, M., Ahasb, R., & Toivonen, T. (2018). Dynamic cities: Location-based accessibility modelling as a function of time. *Applied Geography*, σσ. 101-110.
- [21] Jiang, Z., Yu, S., Zhou, M., Chen, Y., & Liu, Y. (2017). Model Study for Intelligent Transportation System with Big Data. *Procedia Computer Science* 107, σσ. 418-426.
- [22] Karatsoli, M., & Nathanail, E. (2018). A Thorough Review of Big Data Sources and Sets Used in Transportation Research. *Lecture notes in Network and Systems* 36, σσ. 540-550.
- [23] Kaur, H., & Prakash Singh, S. (2017). Heuristic modeling for sustainable procurement and logistics in a supply chain using big data. *Computers and Operations Research* 000, σσ. 1-21.

- [24] Kourtit, K., & Nijkamp, P. (2018). Big data dashboards as smart decision support tools for i-cities – An experiment on stockholm. *Land Use Policy* 71, σσ. 24-35.
- [25] Li, W., Shuo, G., Chen, W., Ying, J., Mingrui, M., & Lei, Y. (2018). Big data and urban system model - Substitutes or complements A case study of modelling commuting patterns in Beijing. *Computers, Environment and Urban Systems* 68, σσ. 64-77.
- [26] Oneto, L., Fumeo, E., Clerico, G., Canepa, R., Papa, F., Dambra, C., . . . Anguita, D. (2018). Train Delay Prediction Systems: A Big Data Analytics Perspective. *Big Data Research* 18, σσ. 54-64.
- [27] Rathore, M.-M., Anand, P., Awais, A., Naveen, C., Won-Hwa, H. & Hyuncheol, S. (2017b). Real-time secure communication for Smart City in high-speed Big Data environment. *Future Generation Computer Systems*.
- [28] Malik, K. R., Sam, Y., Hussain, M., & Abuarqoub, A. (2018). A methodology for real-time data sustainability in smart city: Towards inferencing and analytics for big-data. *Sustainable Cities and Society* 39, σσ. 548-556.
- [29] Mehmood, R., & Graham, G. (2015). Big data logistics: a health-care transport capacity sharing model. *Procedia Computer Science* 64, σσ. 1107-1114.
- [30] Sylva, B., Khan, M., & Han, K. (2017). Integration of Big Data analytics embedded smart city architecture with RESTful web of things for efficient service provision and energy management. *Future Generation Computer Systems*.
- [31] Neirotti, P., De Marco, A., Cagliano, A. C., Mangano, G., & Scorrano, F. (2014). Current trends in Smart City initiatives: Some stylised facts. *Cities* 38, σσ. 25-36.

- [32] Onghena, E., Meersman, H., & Voorde, E. V. (2014). A translog cost function of the integrated air freight business: The case of FedEx and UPS. *Transportation Research Part A* 62, σσ. 81-97.
- [33] Psaropoulou, A. (2018, January). The use of Big Data in business strategy. *The use of Big Data in business strategy*. Thessaloniki, Greece: SCHOOL OF ECONOMICS, BUSINESS ADMINISTRATION & LEGAL STUDIES.
- [34] Qi, S., & Mohamed, A.-A. (2015). Big Data applications in real-time traffic operation and safety monitoring and improvement on urban expressways. *Transportation Research Part C* 58, σσ. 380-394.
- [35] Rathore, M. M., Paul, A., Hong, W.-H., Seo, H., Awan, I., & Saeed, S. (2017a). Exploiting IoT and Big Data Analytics: Defining Smart Digital City using Real-Time Urban Data. *Sustainable cities and society*.
- [36] Scott, J. (1990). *A matter of record*. Cambridge University of Cambridge Press.
- [37] Souza, Figueredo, Cacho, Araujo, & Carlos. (2016). Using Big Data and Real-Time Analytics to Support Smart City Initiatives. *IFAC-PapersOnLine*, σσ. 257-262.
- [38] Suma, S., Mehmood, R., Albugami, N., Katib, I., & Albeshri, A. (2017). Enabling Next Generation Logistics and Planning for Smarter Societies. *Procedia Computer Science* 109C, σσ. 1122-1127.
- [39] Uber, M. T. (2018). *Uber Movement*. Ανάκτηση από <https://medium.com/uber-movement/examining-the-impact-of-traffic-as-delhi-shops-on-dhanteras-92a516d57b7d?lang=hi-IN>
- [40] Wefering, F., Rupprecht, S., Bührmann, S., & Böhler-Baedeker, S. (2014). *Guidelines. Developing and Implementing a Sustainable Urban Mobility Plan*.

- [41] Yang, Z., Franz, M. L., Zhu, S., Mahmoudi, J., Nasri, A., & Zhang, L. (2018). Analysis of Washington, DC taxi demand using GPS and land-use data. *Journal of Transport Geography* 66, σσ. 35-44.
- [42] Yingjie, X., Jinlong, C., Xindai, L., Chunhui, W., & Chao, X. (2016). Big traffic dataprocessing framework for intelligent monitoring and recording systems. *Neurocomputing* 181, σσ. 139-146.
- [43] Zhang, Meng, & Fwa. (2017). Big AIS data based spatial-temporal analyses of ship traffic in Singapore port waters. *Transportation Research Part E*.
- [44] Zhang, Y., & Mi, Z. (2018). Environmental benefits of bike sharing: A big data-based analysis. *Applied Energy*, σσ. 296-301.
- [45] Zhong, R. Y., Huang, G. Q., Lan, S., Dai, Q. Y., Xu, C., & Zhang, T. (2015). A big data approach for logistics trajectory discovery from RFID-enabled production data. *Int. J. Production Economics* 165, σσ. 260-272.
- [46] Zhou, X., Yeh, A. G., & Yue, Y. (2018). Spatial variation of self-containment and jobs-housing balance in Shenzhen using cellphone big data. *Journal of Transport Geography* 68, σσ. 102-108.
- [47] Zuojian, Z., Wanchun, D., Guochao, J., Chunhua, H., Xiaolong, X., Xiaotong, W., & Jingui, P. (2016). A method for real-time trajectory monitoring to improve taxi service using GPS big data. *Information & Management* 53, σσ. 964-977.
- [48] Γαβανάς, Ν., Παπαϊωάννου, Π., Πιτσιάβα Λατινοπούλου, Μ., & Πολίτης, Ι. (2015). *Εφαρμογή των νέων τεχνολογιών στην ανάλυση και διαχείριση του συστήματος των αστικών μεταφορών*. Εκδόσεις Κάλλιπος.

- [49] Δημητρόπουλος, Σ. (2009). *Εισαγωγή στην μεθοδολογία της επιστημονικής έρευνας Ένα συστημικό δυναμικό μοντέλο*. ΕΛΛΗΝ.
- [50] Improving roadway safety and optimizing traffic flow
<http://www.leeengineering.com/traffic-operations.aspx>
(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)
- [51] Texas Department of Transportation
<https://www.txdot.gov/inside-txdot/division/traffic.html>
(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)
- [52] Αττική οδός – Διαχείριση κυκλοφορίας συντήρησης
http://www.aodos.gr/diaxeirisi_kykloforias_syntirisis/
(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)
- [53] Supply Chain Portal — Κατάλογος Εταιρειών Εφοδιαστικής Αλυσίδας
<http://www.supplychain.gr>
(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)
- [54] The Economic Times - Transport Planning
<https://economictimes.indiatimes.com/definition/transport-planning>
(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)
- [55] What is a Transport Assessment?
<http://www.transport-assessment.com/>
(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)

[56] Fundamentals of Transportation/Decision Making

https://en.wikibooks.org/wiki/Fundamentals_of_Transportation/Decision_Making

(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)

[57] Οι προτεραιότητες της Ευρωπαϊκής Επιτροπής

https://ec.europa.eu/commission/index_el

(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)

[58] The EU Open Data Portal

<https://data.europa.eu/euodp/en/about>

(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)

[59] Data Visualization

https://www.sas.com/el_gr/insights/big-data/data-visualization.html

(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)

[60] Urban Transport Data Analysis Tool

<http://www.worldbank.org/en/topic/transport/publication/urban-transport-data-analysis-tool-ut-dat1>

(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)

[61] Internet of Things (IoT)

https://www.sas.com/el_gr/insights/big-data/internet-of-things.html

(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)

[62] Top 30 Big Data Tools for Data Analysis

<https://www.octoparse.com/blog/top-30-big-data-tools-for-data-analysis/>

(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)

[63] What is Data Warehousing Software?

<https://technologyadvice.com/data-warehousing/>

(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)

[64] Operational Vs Analytical Big Data

<https://www.mongodb.com/scale/operational-vs-analytical-big-data>

(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)

[65] Συστήματα Επιχειρηματικής Ευφυΐας (Business Intelligence)

<https://portal.singularlogic.eu/solution/79/systemata-epiheirimatikis-eyfyias-business-intelligence-bi>

(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)

[66] Business Intelligence Tools

<https://www.softwareadvice.com/bi/>

(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)

[67] Data Mining Tools

<https://towardsdatascience.com/data-mining-tools-f701645e0f4c>

(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)

[68] Top free and commercial multivalued databases

<https://www.predictiveanalyticstoday.com/top-free-commercial-multivalued-database/>

(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)

[69] 8 Different Types of Tools You Can Use to Document your Database

<https://dataedo.com/blog/different-types-of-tools-you-can-use-to-document-your-database>

(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)

[70] Top 4 Popular Big Data Visualization Tools

<https://towardsdatascience.com/top-4-popular-big-data-visualization-tools-4ee945fe207d>

(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)

[71] Top 15 in memory data grid applications

<https://www.predictiveanalyticstoday.com/top-memory-data-grid-applications/>

(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)

[72] Query Language

<https://www.techopedia.com/definition/3948/query-language>

(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)

[73] Best Object-Oriented Databases Software

<https://www.g2crowd.com/categories/object-oriented-databases>

(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)

[74] Best data modelling tools

<http://www.itpro.co.uk/desktop-software/29699/best-data-modelling-tools>

(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)

[75] Best XML Databases Software

<https://www.g2crowd.com/categories/xml-databases>

(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)

[76] Big Data Search Tools

<https://datafloq.com/big-data-open-source-tools/os-big-data-search/>

(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)

[77] Προοίμιο - Γενικός Κανονισμός για την Προστασία Δεδομένων

https://www.lawspot.gr/nomikes-plirofories/nomothesia/kanonismos-gia-tin-prostasia-dedomenon/prooimio-genikos-kanonismos?lspt_context=gdpr

(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)

[78] How GDPR will affect Data Science

<http://dataconomy.com/2018/04/how-gdpr-will-affect-data-science/>

(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)

[79] Drive.ai

<https://www.drive.ai/>

(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)

[80] Mobileye

<https://www.mobileye.com/>

(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)

[81] Big Data Battle : Batch Processing vs Stream Processing

<https://medium.com/@gowthamy/big-data-battle-batch-processing-vs-stream-processing-5d94600d8103>

(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)

[82] Ανάλυση δεδομένων

https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/3566/1/02_chapter_7.pdf

(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)

[83] Scale-out storage

<https://whatis.techtarget.com/definition/scale-out-storage>

(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)

[84] Scale-Up vs. Scale-Out Storage: What's the Difference?

<https://cloudian.com/blog/scale-up-vs-scale-out-storage/>

(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)

[85] Μηχανική Μάθηση (Machine Learning)

<http://aibook.csd.auth.gr/include/slides/Chap18.pdf>

(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)

[86] Τι είναι τα ΣΒΑΚ

http://sumpnet.gr/?page_id=121&lang=el

(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)

[87] United Parcel Service of America, Inc.

<https://www.ups.com/gr/el/Home.page>

(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)

[88] FedEx

<https://www.fedex.com/en-us/home.html>

(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)

[89] Hangzhou Chengdao Technology Co., Ltd.

<https://jobs.51job.com/hangzhou/co2105296.html>

(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)

[90] Central Florida Expressway Authority

<https://www.cfxway.com/>

(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)

[91] Big Data + Sustainable Mobility = Urban Evolution (BDpM)

<https://www.interregeurope.eu/project-idea-detail/898/big-data-sustainable-mobility-urban-evolution-bdpm/>

(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)

[92] Poly-SUMP – Regione Marche

<http://www.poly-sump.eu/the-regions/regione-marche/>

(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)

[93] Poly-SUMP – Central Alentejo

<http://www.poly-sump.eu/the-regions/central-alentejo/>

(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)

[94] Poly-SUMP – Central Macedonia

<http://www.poly-sump.eu/the-regions/central-macedonia/>

(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)

[95] Poly-SUMP – ParkStad Limburg

<http://www.poly-sump.eu/the-regions/parkstad-limburg/>

(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)

[96] Poly-SUMP – Heart of Slovenia

<http://www.poly-sump.eu/the-regions/heart-slovenia/>

(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)

[97] Poly-SUMP – Rhine Alp

<http://www.poly-sump.eu/the-regions/rhine-alp/>

(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)

[98] CIVITAS – Madrid

<http://www.civitas.eu/eccentric/madrid>

(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)

[99] CIVITAS – Munich

<http://www.civitas.eu/eccentric/munich>

(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)

[100] Wikipedia - Smart city

https://en.wikipedia.org/wiki/Smart_city

(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)

[101] Wikipedia - Intelligent transportation system

https://en.wikipedia.org/wiki/Intelligent_transportation_system

(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)

[102] Forbes Global 2000: The World's Largest Transportation Companies 2018

<https://www.forbes.com/sites/antoinagara/2018/06/06/forbes-global-2000-the-worlds-largest-transportation-companies/#4820d69a100f>

(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)

[103] Juno Website

<https://gojuno.com/>

(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)

[104] Lyft Website

<https://www.lyft.com/>

(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)

[105] Movement Uber Website

<https://movement.uber.com>

(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)

[106] FedEx-EMBARQ Mobility and Accessibility Program

<https://wrirosscities.org/our-work/project-city/fedex-embarq-mobility-and-accessibility-program>

(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)

[107] Via Transportation Website

<https://platform.ridewithvia.com/>

(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)

[108] German Auto Labs Website

<https://www.germanautolabs.com/about>

(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)

[109] Optimus Ride Website

<https://www.optimusride.com/>

(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)

[110] Examining the Impact of Traffic as Delhi Shops on Dhanteras

<https://medium.com/uber-movement/examining-the-impact-of-traffic-as-delhi-shops-on-dhanteras-92a516d57b7d?lang=hi-IN>

(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)

[111] ΥΠΕΝ – Πράσινη Ανάπτυξη

<http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=223>

(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)

[112] Omnicore Agency Website

<https://www.omnicoreagency.com/>

(τελευταία πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2018)

[113] Δίκτυο σταθμών μέτρησης ατμοσφαιρικής ρύπανσης

<http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=492>

(τελευταία πρόσβαση: 22 Αυγούστου 2018)

[114] Ελεγχόμενη στάθμευση

<http://www2.aueb.gr/statistical-institute/deliberative-polling/answer6.pdf>

(τελευταία πρόσβαση: 22 Αυγούστου 2018)

[115] Press conference on ECCENTRIC in Ruse

<http://www.csdcs.org/index.php/en/projects-en/current-projects-en/eccentric/495-press-conference-on-eccentric-in-ruse>

(τελευταία πρόσβαση: 22 Αυγούστου 2018)

[116] Turku CIVITAS ECCENTRIC

<https://www.turku.fi/civitas-eccentric>

(τελευταία πρόσβαση: 22 Αυγούστου 2018)

[117] Madrid CIVITAS ECCENTRIC

<https://eccentricmadrid.wordpress.com/>

(τελευταία πρόσβαση: 22 Αυγούστου 2018)

[118] Munich CIVITAS ECCENTRIC

<https://www.muenchen.de/rathaus/Stadtverwaltung/Kreisverwaltungsreferat/Verkehr/Mobilitaetsberatung/Civitas-Eccentric.html>

(τελευταία πρόσβαση: 22 Αυγούστου 2018)

- [119] Lah, Oliver & Shrestha, Shritu & Hueging, Hanna & Decker, Bernd & Gyergyay, Bernard & Marhold, Karsten & Mendez, Gisela & Boile, M & Sdoukopoulos, Eleftherios & Kressler, Florian & Rizet, Christophe & Dablanc, Laetitia. (2015). Transferability of Sustainable Urban Transport Solutions.

Παράρτημα

1. Aaij, R., Amato, S., Anderlini, L., Benson, S., Cattaneo, M., Clemencic, M., Storaci, B. (2016). Tesla An application for real-time data analysis in High Energy Physics. *Computer Physics Communications* 208, σσ. 35-42.
2. Abarda, A., Bentaleb, Y., & Mharzi, H. (2017). A Divided Latent Class analysis for Big Data. *Procedia Computer Science* 110, σσ. 428-433.
3. Acharjya, D. P., & Ahmed P, K. (2016). A Survey on Big Data Analytics Challenges, Open Research Issues and Tools. *Advanced Computer Science and Applications* 7.
4. Aina, Y. A. (2017). Achieving smart sustainable cities with GeoICT support: The Saudi evolving smart cities. *Cities* 71, σσ. 49-58.
5. Aliyu, A., Abdullah, A. H., Kaiwartya, O., Cao, Y., Lloret, J., Aslam, N., & Joda, U. M. (2018). Towards video streaming in IoT Environments: Vehicular communication perspective. *Computer Communications* 118, σσ. 93-119.
6. Andrenacci, N., Genovese, A., & Ragona, R. (2017). Determination of the level of service and customer crowding for electric charging stations through fuzzy models and simulation techniques. *Applied Energy* 208, σσ. 97-107.
7. Angelidou, M., & Psaltoglou, A. (2017). An empirical investigation of social innovation initiatives for sustainable urban development. *Sustainable Cities and Society* 33, σσ. 113-125.

8. Angeloni, S. (2016). A tourist kit ‘made in Italy’: An ‘intelligent’ system for implementing new generation destination cards. *Tourism Management* 52, σσ. 187-209.
9. Ankit, S., Deepak, J., Ishant, M., Jishnu, M., & Saurabh, A. (2017). Application of Big Data in Supply Chain Management. *Materials Today: Proceedings* 4, σσ. 1106–1115.
10. Anshari, M., & Alas, Y. (2015). Smartphones habits, necessities, and big data challenges. *Journal of High Technology Management Research* 26, σσ. 177-185.
11. Anthopoulos, L. (2017). Smart utopia VS smart reality: Learning by experience from 10 smart city cases. *Cities* 63, σσ. 128-148.
12. Antonson, H., Isaksson, K., Storbjörk, S., & Hjerpe, M. (2016). Negotiating climate change responses: Regional and local perspectives on transport and coastal zone planning in South Sweden. *Land Use Policy* 52, σσ. 297-305.
13. Arfat, Y., Aqib, M., Mehmood, R., Alberhri, A., Katib, I., Albogami, N., & Alzahrani, A. (2017). Enabling Smarter Societies through Mobile Big Data Fogs and Clouds. *Procedia Computer Science* 109C, σσ. 1128-1133.
14. Arias, M. B., & Bae, S. (2016). Electric vehicle charging demand forecasting model based on big data technologies. *Applied Energy* 183, σσ. 327-339.
15. Assunção, M. D., Calheiros, R. N., Bianchi, S., Netto, M. A., & Buyya, R. (2015). Big Data computing and clouds: Trends and future directions. *J. Parallel Distrib. Comput.* 79-80, σσ. 3-15.
16. Attia, S. (2018). *Smart-Decarbonized Energy Grids and NZEB Upscaling*. Στο S. Attia, *Net zero energy buildings (NZEB)* (σσ. 219-244). Butterworth Heinemann.
17. Ayed, A. B., Halima, M. B., & Alimi, A. M. (2015). *Big Data Analytics for Logistics and Transportation*. *Advanced logistics and Transport*.

18. Babar, M., & Arif, F. (2017). Smart urban planning using Big Data analytics to contend with the interoperability in Internet of Things. *Future Generation Computer Systems* 77, σσ. 65-76.
19. Badii, C., Bellini, P., Cenni, D., Difino, A., Nesi, P., & Paolucci, M. (2017). Analysis and assessment of a knowledge based smart city architecture providing service APIs. *Future Generation Computer Systems* 75, σσ. 14-29.
20. Balliauw, M., Meersman, H., Onghena, E., & Van de Voorde, E. (2018). US all-cargo carriers' cost structure and efficiency: A stochastic frontier analysis. *Transportation Research Part A* 112, σσ. 29-45.
21. Bao Rong, C., Hsiu-Fen, T., & Po-Hao, L. (2017). Applying intelligent data traffic adaptation to high-performance multiple big data analytics platforms. *Computers and Electrical Engineering* 000, σσ. 1-21.
22. Barann, B., Beverungen, D., & Müller, O. (2017). An open-data approach for quantifying the potential of taxi ridesharing. *Decision Support Systems* 99, σσ. 86-95.
23. Batur, İ., & Koc, M. (2017). Travel Demand Management (TDM) case study for social behavioral change towards sustainable urban transportation in Istanbul. *Cities* 69, σσ. 20-35.
24. Behrendt, F. (2016). Why cycling matters for Smart Cities. *Internet of Bicycles for Intelligent Transport. Journal of Transport Geography* 56, σσ. 157-164.
25. Bergamaschi, S., Carlini, E., Ceci, M., Furletti, B., Giannotti, F., Malerba, D., . . . Ruggieri, S. (2016). Big Data Research in Italy: A Perspective. *Engineering* 2, σσ. 163-170.

26. Berghi, S. (2016). Energy Planning for Metropolitan Context Potential and Perspectives of Sustainable Energy Action Plans (SEAPs) of Three Italian Big Cities. *Energy Procedia* 101, σσ. 1072 – 1078.
27. Berghi, S. (2017). Energy use in Urban Transport sector within the Sustainable Energy Action Plans (SEAPs) of three Italian Big Cities. *Energy Procedia* 126, σσ. 414-420.
28. Berki, D. Z., & Monigl, D. h. (2017). Trip generation and distribution modelling in Budapest. *Transportation Research Procedia* 27, σσ. 172-179.
29. Berlingiero, M., Ghaddar, B., Guidotti, R., Pascale, A., & Sassi, A. (2017). The GRAAL of carpooling: GReen And sociAL optimization from crowd sourced data. *Transportation Research Part C* 80, σσ. 20-36.
30. Bibri, S. E. (2018). A foundational framework for smart sustainable city development Theoretical, disciplinary, and discursive dimensions and their synergies. *Sustainable Cities and Society* 38, σσ. 758-794.
31. Bibri, S. E. (2018). The IoT for smart sustainable cities of the future: An analytical framework for sensor-based big data applications for environmental sustainability. *Sustainable Cities and Society* 38, σσ. 230-253.
32. Bibri, S. E., & Krogstie, J. (2017). ICT of the new wave of computing for sustainable urban forms: Their big data and context-aware augmented typologies and design concepts. *Sustainable Cities and Society* 32, σσ. 449-474.
33. Bibri, S. E., & Krogstie, J. (2017). On the social shaping dimensions of smart sustainable cities: A study in science, technology, and society. *Sustainable Cities and Society* 29, σσ. 219-246.
34. Bibri, S. E., & Krogstie, J. (2017). Smart sustainable cities of the future: An extensive interdisciplinary literature review. *Sustainable Cities and Society* 31, σσ. 183-212.

35. Bilal, Muhammad, Oyedele, L. O., Qadir, J., Munir, K., Ajayi, S. O., . . . Pasha, M. (2016). Big Data in the construction industry: A review of present status, opportunities, and future trends. *Advanced Engineering Informatics* 30, σσ. 500-521.
36. Birek, L., Grzywaczewski, A., Iqbal, R., Doctor, F., & Chang, V. (2018). A novel Big Data analytics and intelligent technique to predict driver's intent. *Computers in Industry* 99, σσ. 226-240.
37. Bocarejo, J. P., Guzman, L. A., Portilla, I., Meléndez, D., Gomez, A. M., & Rivera, C. (2017). Access as a determinant variable in the residential location choice of low-income households in Bogotá. *Transportation Research Procedia* 25, σσ. 5121-5143.
38. Boria, C. A., Alonso, M. M., & Lopez-Oleaga, A. (2018). Evaluating Solid Long-Term University–Industry Collaborations Lessons Learnt: From Ferrovial’s Strategic Cooperations. Στο C. A. Boria, M. M. Alonso, & A. Lopez-Oleaga, *Strategic Industry-University Partnerships* (σσ. 149-179).
39. Botta, A., de Donato, W., Persico, V., & Pescapé, A. (2016). Integration of Cloud computing and Internet of Things: A survey. *Future Generation Computer Systems* 56, σσ. 684-700.
40. BOULMAKOUL, B., BESRI, Z., KARIM, L., BOULMAKOUL, A., & Lbath, A. (2017). Combinatorial connectivity and spectral graph analytics for urban public transportation system. *Transportation Research Procedia* 27, σσ. 1154-1162.
41. BOULMAKOUL, B., BESRI, Z., KARIM, L., BOULMAKOUL, A., & Lbath, A. (2017). Galois's algebraic structure and bipartite graph spatio-structural analytics for urban public transportation system assessment. *Procedia Computer Science* 109C, σσ. 172-179.

42. Brunner, P. H., & Rechberger, H. (2015). Waste to energy – key element for sustainable waste management. *Waste Management* 37, σσ. 3-12.
43. Bzdok, D., & Yeo, B. T. (2017). Inference in the age of big data: Future perspectives on neuroscience. *NeuroImage* 155, σσ. 549-564.
44. Çabukoglu, E., Georges, G., Küng, L., Pareschi, G., & Boulouchos, K. (2018). Battery electric propulsion: An option for heavy-duty vehicles? Results from a Swiss case-study. *Transportation Research Part C* 88, σσ. 107-123.
45. Cajot, S., Peter, M., Bahu, J. M., Guignet, F., Koch, A., & Marechal, F. (2017). Obstacles in energy planning at the urban scale. *Sustainable Cities and Society* 30, σσ. 223-236.
46. Callegati, F., Giallorenzo, S., Melis, A., & Prandini, M. (2018). Cloud-of-Things meets Mobility-as-a-Service: An insider threat perspective. *Computers & security* 74, σσ. 277-295.
47. Campos-Cordobés, S., del Ser, J., Lana, I., Olabarrieta, I. (., Sánchez-Cubillo, J. S.-M., & Torre-Bastida, A. I. (2018). Big Data in Road Transport and Mobility Research. Στο S. Campos-Cordobés, J. del Ser, I. Lana, I. (., Olabarrieta, J. S.-M. Sánchez-Cubillo, & A. I. Torre-Bastida, *Intelligent Vehicles* (σσ. 175-205). Butterworth Heinemann.
48. Carmona, M. (2015). London's local high streets: The problems, potential and complexities of mixed street corridors. *Progress in Planning* 100, σσ. 1-84.
49. Carvalho, I., Costa, P. L., Simoes, R., Silva, A., & Silva, S. A. (2016). Qualitative analysis of vehicle needs and perceptions towards the adoption of a reconfigurable vehicle. *Research in Transportation Business & Management* 18, σσ. 85-104.

50. Cavoli, C., Christie, N., Mindell, J., & Titheridge, H. (2015). Linking transport, health and sustainability: Better data sets for better policy-making. *Journal of Transport & Health* 2, σσ. 111-119.
51. Chen, C., Ma, J., Susilo, Y., Liu, Y., & Wang, M. (2016). The promises of big data and small data for travel behavior (aka human mobility) analysis. *Transportation Research Part C* 68, σσ. 285-299.
52. Chen, W., An, J., Li, R., Fu, L., Xie, G., Bhuiyan, M. Z., & Li, K. (2018). A novel fuzzy deep-learning approach to traffic flow prediction with uncertain spatial-temporal data features. *Future Generation Computer Systems*.
53. Chen, X. (., Zhu, Z., & Zhang, L. (2015). Simulation-based Optimization of Mixed Road Pricing Policies in a large Real-world Network. *Transportation Research Procedia* 8, σσ. 215-226.
54. Chen, Z., He, F., Yin, Y., & Du, Y. (2017). Optimal design of autonomous vehicle zones in transportation networks. *Transportation Research Part B* 99, σσ. 44-61.
55. Cheny, C., Zhangy, D., Zhouz, Z.-H., Liz, N., Atmacay, T., & Li, S. (n.d.). B-Planner: Night Bus Route Planning using Large-scale Taxi GPS Traces. San Diego.
56. Cheyne, C., & Imran, M. (2016). Shared transport: Reducing energy demand and enhancing transport options for residents of small towns. *Energy Research & Social Science* 18, σσ. 139-150.
57. Clausen, U., Geiger, C., & Pötting, M. (2016). Hands-on Testing of Last Mile Concepts. *Transportation Research Procedia* 14, σσ. 1533-1542.
58. Cloud Services for Smart City Applications. (2017). Στο T. Cornea, C. Gosman, R. Constanda, C. Nujescu, & C. Dobre, *Adaptive Mobile Computing* (σσ. 3-28). Boston: Academic Press.

59. Coccoli, M., Maresca, P., & Stanganelli, L. (2017). The role of big data and cognitive computing in the learning process. *Journal of Visual Languages and Computing* 38, σσ. 97-103.
60. Cohen, B., & Munoz, P. (2016). Sharing cities and sustainable consumption and production towards an integrated framework. *Journal of Cleaner Production* 134, σσ. 87-97.
61. Consili, S., Presutti, V., Recupero, D. R., Nuzzolese, A. G., Peroni, S., Longianni, M., & Gangemi, A. (2017). Producing Linked Data for Smart Cities: The Case of Catania. *Big Data Research* 7, σσ. 1-15.
62. Consoli, S., Presutti, V., Recupero, D., & Nuzzolese, A. G. (n.d.).
63. Czepkiewicz, M., Ottelin, J., Ala-Mantila, S., Heinonen, J., Hasanzadeh, K., & Kyttä, M. (2018). Urban structural and socioeconomic effects on local, national and international travel patterns and greenhouse gas emissions of young adults. *Journal of Transport Geography* 68, σσ. 130-141.
64. de Bok, M., & Tavasszy, L. (2018). An empirical agent-based simulation system for urban goods transport (MASS-GT). *Procedia Computer Science* 130, σσ. 126–133.
65. de Paula, L. B., & Marins, F. A. (2018). Algorithms applied in decision-making for sustainable transport. *Journal of Cleaner Production* 176, σσ. 1133-1143.
66. DeGennaro, M. P., & Martini, G. (2016). Big Data for Supporting Low-Carbon Road Transport Policies in Europe: Applications, Challenges and Opportunities. *Big Data Research* 6, σσ. 11-25.
67. Del Vecchio, P., Mele, G., Ndou, V., & Secundo, G. (2018). Creating value from Social Big Data: Implications for Smart Tourism Destinations. *Information Processing and Management* 54, σσ. 847-860.

68. Djekic, I., Smigic, N., Glavan, R., Miocinovic, J., & Tomasevic, I. (2018). Transportation sustainability index in dairy industry – Fuzzy logic approach. *Journal of Cleaner Production* 180, σσ. 107-115.
69. Dong, Y., Wanga, S., Lia, L., & Zhang, Z. (2018). An empirical study on travel patterns of internet based ride-sharing. *Transportation Research Part C* 86, σσ. 1-22.
70. Duressi, M. (2016). (Bio)Sensor Integration With ICT Tools for Supplying Chain Management and Traceability in Agriculture. Στο M. Duressi, *Comprehensive analytical chemistry* 74 (σσ. 389-413). Elsevier.
71. e Silva, F. B., Herrera, M. A., Rosina, K., Barranco, R. R., Freire, S., & Schiavina, M. (2018). Analysing spatiotemporal patterns of tourism in Europe at high-resolution with conventional and big data sources. *Tourism Management* 68, σσ. 101-115.
72. Elgendy, N., & Elragal, A. (2014). Big Data Analytics A Literature Review Paper. *Lecture Notes in Computer Science*.
73. Fabiano, B., Currò, F., Palazzi, E., & Pastorino, R. (2002). A framework for risk assessment and decision-making strategies in dangerous good transportation. *Journal of Hazardous Materials* 93, σσ. 1-15.
74. Faieq, S., Saidi, R., Elghazi, H., & Rahmani, M. D. (2017). C2IoT: A framework for Cloud-based Context-aware Internet of Things services for smart cities. *Procedia Computer Science* 110, σσ. 151-158.
75. Farzaneh, H. (2017). Development of a Bottom-up Technology Assessment Model for Assessing the Low Carbon Energy Scenarios in the Urban System. *Energy Procedia* 107, σσ. 321-326.

76. Farzaneh, H., Doll, C. N., & de Oliveira, J. A. (2016). An integrated supply-demand model for the optimization of energy flow in the urban system. *Journal of Cleaner Production* 114, σσ. 269-285.
77. Ferbrache, F., & Knowles, R. D. (2017). City boosterism and place-making with light rail transit: A critical review of light rail impacts on city image and quality. *Geoforum* 80, σσ. 103-113.
78. Ferrero, F., Perboli, G., Rosano, M., & Vesco, A. (2018). Car-sharing services: An annotated review. *Sustainable Cities and Society* 37, σσ. 501-518.
79. Feuillet, Commenges, Menai, Salze, Perchoux, Reuillon, . . . Oppert. (2018). A massive geographically weighted regression model of walking-environment relationships. *Journal of Transport Geography* 68, σσ. 118-129.
80. Firnkorn, J., & Shaheen, S. (2016). Generic time- and method-interdependencies of empirical impact-measurements: A generalizable model of adaptation-processes of carsharing-users' mobility-behavior over time. *Journal of Cleaner Production* 113, σσ. 897-909.
81. Flores, O., & Rayle, L. (2017). How cities use regulation for innovation: the case of Uber, Lyft and Sidecar in San Francisco. *Transportation Research Procedia* 25, σσ. 3756-3768.
82. Füssl, E., & Haupt, J. (2017). Understanding cyclist identity and related interaction strategies. A novel approach to traffic research. *Transportation Research Part F* 46, σσ. 329-341.
83. Gadziński, J. (2018). Perspectives of the use of smartphones in travel behaviour studies: Findings from a literature review and a pilot study. *Transportation Research Part C* 88, σσ. 74-86.

84. Gagliardi, D., Schina, L., Sarcinella, M. L., Mangialardi, G., Niglia, F., & Corallo, A. (2017). Information and communication technologies and public participation: interactive maps and value added for citizens. *Government Information Quarterly* 34, σσ. 153-166.
85. Ganapati, S., & Reddick, C. G. (2017). Prospects and challenges of sharing economy for the public sector. *Government Information Quarterly* 35, σσ. 77-87.
86. Garcia-Valls, M., Dubey, A., & Botti, V. (2018). Introducing the new paradigm of Social Dispersed Computing: Applications, Technologies and Challenges. *Journal of Systems Architecture*.
87. Geissinger, A., Laurell, C., & Sandström, C. (n.d.). Digital Disruption beyond Uber and Airbnb—Tracking the long tail of the sharing economy. *Technological Forecasting & Social Change*.
88. Gerboni, R., Grosso, D., Carpignano, A., & Chiara, B. D. (2017). Linking energy and transport models to support policy making. *Energy Policy* 113, σσ. 336-345.
89. Gharehgozli, A., Iakovou, E., Chang, Y., & Swaney, R. (2017). Trends in global E-food supply chain and implications for transport literature review and research directions. *Research in Transportation Business & Management* 25, σσ. 2-14.
90. Gogos, S., & Letellier, X. (2016). IT2Rail: Information Technologies for Shift to Rail. *Transportation Research Procedia* 14, σσ. 3218-3227.
91. Gohar, M., Muzammal, M., & Rahman, A. U. (2018). SMART TSS: Defining transportation system behavior using big data analytics in smart cities. *Sustainable Cities and Society* 41, σσ. 114-119.

92. Griffin, G. P., & Jiao, J. (2015). Where does bicycling for health happen? Analysing volunteered geographic information through place and plexus. *Journal of Transport & Health* 2, σσ. 238-247.
93. Grimaldi, D., & Fernandez, V. (2017). The alignment of University curricula with the building of a Smart City: A case study from Barcelona. *Technological Forecasting and Social Change* 123, σσ. 298-306.
94. Gruzauskas, V., Baskutis, S., & Navickas, V. (2018). Minimizing the trade-off between sustainability and cost effective performance by using autonomous vehicles. *Journal of Cleaner Production* 184, σσ. 709-717.
95. Gu, F., Ma, B., Guo, J., Summers, P. A., & Hall, P. (2017). Internet of things and Big Data as potential solutions to the problems in waste electrical and electronic equipment management: An exploratory study. *Waste Management* 68, σσ. 434-448.
96. Gupta, M., & George, J. F. (2016). Toward the development of a big data analytics capability. *Information & Management* 53, σσ. 1049-1064.
97. Gupta, P., Mehlawat, M. K., Aggarwal, U., & Charles, V. (n.d.). An integrated AHP-DEA multi-objective optimization model for sustainable transportation in mining industry. *Resources Policy*.
98. György, K., Attila, A., & Tamás, F. (2017). New framework for monitoring urban mobility in European cities. *Transportation Research Procedia* 24, σσ. 155-162.
99. Hamedmoghadam-Rafati, H., Steponavice, I., Ramezani, M., & Saberi, M. (2017). A Complex Network Analysis of Macroscopic Structure of Taxi Trips. Elsevier.
100. Hamstead, Z. A., Fisher, D., Ilieva, R. T., Wood, S. A., McPhearson, T., & Kremer, P. (n.d.). Geolocated social media as a rapid indicator of park visitation and equitable park access. *Computers, Environment and Urban Systems*.

101. Han, H., & Hawken, S. (2018). Introduction: Innovation and identity in next-generation smart cities. *City, Culture and Society* 12, σσ. 1-4.
102. Hashem, I. A., Chang, V., Anuar, N. B., Adewole, K., Yaqoob, I., Gani, A., . . . Chiroma, H. (2016). The role of big data in smart city. *International Journal of Information Management* 36, σσ. 748-758.
103. Heiskala, M., Jokinen, J.-P., & Tinnila, M. (2016). Crowdsensing-based transportation services — An analysis from business model and sustainability viewpoints. *Research in transportation Business & management* 18, σσ. 38-48.
104. Heitz, A., & Beziat, A. (2016). The Parcel Industry in the Spatial Organization of Logistics Activities in the Paris Region Inherited Spatial Patterns and Innovations in Urban Logistics Systems. *Transportation Research Procedia* 12, σσ. 812-824.
105. Hermana, R. A., Ardanuy, J. F., & Merino, J. (2017). Algorithm development for night charging electric vehicles optimization in big data applications. *Procedia Computer Science* 109C, σσ. 793-800.
106. Hielscher, S., & Sovacool, B. K. (2018). Contested smart and low-carbon energy futures: Media discourses of smart meters in the United Kingdom. *Journal of Cleaner Production* 195, σσ. 978-990.
107. Hirschhorn, F., Veeneman, W., & van de Velde, D. (2018). Inventory and rating of performance indicators and organisational features in metropolitan public transport: A worldwide Delphi survey. *Research in Transportation Economics*, σσ. 1-13.
108. Hoffmann, S., Weyer, J., & Longen, J. (2017). Discontinuation of the automobility regime: An integrated approach to multi-level governance. *Transportation Research Part A* 103, σσ. 391-408.

109. Hooftman, N., Messagie, M., Mierlo, J. V., & Coosemans, T. (2018). A review of the European passenger car regulations – Real driving emissions vs local air quality. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 86, σσ. 1-21.
110. Hopkins, D., & McCarthy, A. (2016). Change trends in urban freight delivery: A qualitative inquiry. *Geoforum* 74, σσ. 158-170.
111. Hörl, B., Dörr, H., Wanjek, M., & Romstorfer, A. (2016). METRO.FREIGHT.2020 – Strategies for Strengthening Rail Infrastructure for Freight Transport in Urban Regions☆. *Transportation Research Procedia* 14, σσ. 2776-2784.
112. Hu, N., Legara, E. F., Lee, K. K., Hung, G. G., & Monterola, C. (2016). Impacts of land use and amenities on public transport use, urban planning and design. *Land Use Policy* 57, σσ. 356-367.
113. Hua-Dong, G., & Li, Z. L.-W. (2015). Earth observation big data for climate change research. *Advances in Climate Change Research* 6, σσ. 108-117.
114. Huang, Y., Liu, G., Chen, C., Yang, Q., Wang, X., Giannetti, B. F., & Casazza, M. (2018). Emergy-based comparative analysis of urban metabolic efficiency and sustainability in the case of big and data scarce medium-sized cities: A case study for Jing-Jin-Ji region (China). *Journal of Cleaner Production* 192, σσ. 621-638.
115. Huang, Z., Cao, F., Jin, C., Yu, Z., & Huang, R. (2017). Carbon emission flow from self-driving tours and its spatial relationship with scenic spots – A traffic-related big data method. *Journal of Cleaner Production* 142, σσ. 946-965.
116. Intel Corporation. (2013). Improving traffic management with big data analytics.
117. Iqbal, M. M., Mehmood, M. T., Jabbar, S., Khalid, S., Ahmad, A., & Jeon, G. (2018). An enhanced framework for multimedia data: Green transmission and

- portrayal for smart traffic system. *Computers and Electrical Engineering* 67, σσ. 291-308.
118. James, G. M. (2018). Statistics within business in the era of big data. *Statistics and Probability Letters* 136, σσ. 155-159.
119. Jamroz, K., Kustra, W., Budzynski, M., & Zukowska, J. (2016). Pedestrian Protection, Speed Enforcement and Road Network Structure the key Action for Implementing Poland's Vision Zero. *Transportation Research Procedia* 14, σσ. 3905-3914.
120. Järv, O., Tenkanen, H. S., Ahas, R., & Toivonen, T. (2018). Dynamic cities: Location-based accessibility modelling as a function of time. *Applied Geography* 95, σσ. 101-110.
121. Jiang, Z., Yu, S., Zhou, M., Chen, Y., & Liu, Y. (2017). Model Study for Intelligent Transportation System with Big Data. *Procedia Computer Science* 107, σσ. 418-426.
122. Jimenez, F. (2018). Simulation Tools. Στο *Intelligent vehicles* (σσ. 395-436). Butterworth Heinemann.
123. Jing, Y., Liu, Y., Cai, E., & Zhang, Y. (2018). Quantifying the spatiality of urban leisure venues in Wuhan, Central China – GIS-based spatial pattern metrics. *Sustainable Cities and Society* 40, σσ. 638-647.
124. John, B., Keeler, L. W., Wiek, A., & Lang, D. J. (2015). How much sustainability substance is in urban visions? – An analysis of visioning projects in urban planning. *Cities* 48, σσ. 86-98.

125. Jokinen, J.-P., Sihvola, T., & Mladenovic, M. N. (2017). Policy lessons from the flexible transport service pilot Kutsuplus in the Helsinki Capital Region. *Transport Policy*, *σσ.* 1-11.
126. Karakikes, I., & Nathanail, E. (2017). Simulation Techniques for Evaluating Smart Logistics Solutions for Sustainable Urban Distribution. *Procedia Engineering* 178, *σσ.* 569-578.
127. KARIM, L., BOULMAKOUL, A., MABROUK, A., & LBATH, A. (2017). Deploying Real Time Big Data Analytics in Cloud Ecosystem for Hazmat Stochastic Risk Trajectories. *Procedia Computer Science* 109C, *σσ.* 180-187.
128. Kashef, M. (2016). Urban livability across disciplinary and professional boundaries. *Frontiers of Architectural Research* 5, *σσ.* 239-253.
129. Kaur, H., & Singh, S. P. (2017). Heuristic modeling for sustainable procurement and logistics in a supply chain using big data. *Computers and Operations Research*, *σσ.* 1-21.
130. Kijewska, K., Johansen, B. G., & Iwan, S. (2016). Analysis of Freight Transport Demand at Szczecin and Oslo Area. *Transportation Research Procedia* 14, *σσ.* 2900 – 2909.
131. Kiran, M. (2015). Modelling Cities as a Collection of TeraSystems – Computational Challenges in Multi-Agent Approach. *Procedia Computer Science* 52, *σσ.* 974-979.
132. Klein, I., & Ben-Elia. (2016). Emergence of cooperation in congested road networks using ICT and future and emerging technologies: A game-based review. *Transportation Research Part C* 72, *σσ.* 10-28.

133. Koseleva, N., & Ropaitė, G. (2017). Big Data in Building Energy Efficiency: Understanding of Big Data and Main Challenges. *Procedia Engineering* 172, σσ. 544 – 549.
134. Kourtit, K., & Nijkamp, P. (2018). Big data dashboards as smart decision support tools for i-cities – An experiment on stockholm. *Land Use Policy* 71, σσ. 24-35.
135. Kourtit, K., Nijkamp, P., & Steenbruggen, J. (2017). The significance of digital data systems for smart city policy. *Socio-Economic Planning Sciences* 58, σσ. 13-21.
136. Kourtit, K., Suzuki, S., & Nijkamp, P. (2017). Tracing high-sustainability performers among world cities - design and application of a multi-temporal data envelopment analysis. *Habitat International* 68, σσ. 43-54.
137. Krasniqi, X., & Hajrizi, E. (2016). Use of IoT Technology to Drive the Automotive Industry from Connected to Full Autonomous Vehicles. *IFAC-PapersOnLine* 49-29, σσ. 269-274.
138. Kshetri, N. (2017). The evolution of the internet of things industry and market in China: An interplay of institutions, demands and supply. *Telecommunications Policy* 41, σσ. 49-67.
139. Kuokkanen, A., Nurmi, A., Kuisma, M., Kahiluoto, H., & Linnanen, L. (2018). Agency in regime destabilization through the selection environment: The Finnish food system's sustainability transition. *Research Policy* 47, σσ. 1513-1522.
140. Lagorio, A., Pinto, R., & Golini, R. (2017). Urban Logistics Ecosystem a system of system framework for stakeholders in urban freight transport projects. *IFAC PapersOnLine* 50-1, σσ. 7284-7289.

141. Lantseva, A. A., & Ivanov, S. V. (2016). Modeling Transport Accessibility with Open Data Case: Study of St. Petersburg. *Procedia Computer Science* 101, σσ. 197-206.
142. Larsen, H. G. (2015). A hypothesis of the dimensional organization of the city construct. A starting point for city brand positioning. *Journal of Destination Marketing & Management* 4, σσ. 13-23.
143. Latif, S., Mahfooz, S., Naveed, A., Cao, Y., & Asif, M. (2018). A comparative study of scenario-driven multi-hop broadcast protocols for VANETs. *Vehicular Communications* 12, σσ. 88-109.
144. Le Pira, M., Inturri, G., Ignaccolo, M., & Pluchino, A. (2015). Analysis of AHP Methods and the Pairwise Majority Rule (PMR) for Collective Preference Rankings of Sustainable Mobility Solutions. *Transportation Research Procedia* 10, σσ. 777 – 787.
145. Lee, H., Aydin, N., Choi, Y., Lekhavat, S., & Irani, Z. (2017). A decision support system for vessel speed decision in maritime logistics using weather archive big data. *Computers and Operations Research*, σσ. 1-13.
146. Lehmann, & Steffen. (2018). Implementing the Urban Nexus approach for improved resource-efficiency of developing cities in Southeast-Asia. *City, Culture and Society* 13, σσ. 46-56.
147. Leung, A., Burke, M., Perl, A., & Cui, J. (2018). The peak oil and oil vulnerability discourse in urban transport policy: A comparative discourse analysis of Hong Kong and Brisbane. *Transport Policy* 66, σσ. 5-18.
148. Leviakangas, P. (2016). Digitalisation of Finland's transport sector. *Technology in Society* 47, σσ. 1-15.

149. Levy, N., Golani, C., & Ben-Elia, E. (n.d.). An exploratory study of spatial patterns of cycling in Tel Aviv using passively generated bike-sharing data. *Journal of Transport Geography*.
150. Li, T., Cui, Y., & Liu, A. (2017). Spatiotemporal dynamic analysis of forest ecosystem services using “big data”: A case study of Anhui province, central-eastern China. *Journal of Cleaner Production* 142, σσ. 589-599.
151. Li, W., Shuo, G., Chen, W., Ying, J., Mingrui, M., & Lei, Y. (2018). Big data and urban system model - Substitutes or complements: A case study of modelling commuting patterns in Beijing. *Computers, Environment and Urban Systems* 68, σσ. 64-77.
152. Lin, B., & Du, Z. (2017). Can urban rail transit curb automobile energy consumption? *Energy Policy* 105, σσ. 120-127.
153. Liu, X., Yan, W. Y., & Chow, J. Y. (2015). Time-geographic relationships between vector fields of activity patterns and transport systems. *Journal of Transport Geography* 42, σσ. 22-33.
154. Loebbecke, C., & Picot, A. (2015). Reflections on societal and business model transformation arising from digitization and big data analytics: A research agenda. *Journal of Strategic Information Systems* 24, σσ. 149-157.
155. Lonza, L., & Marolda, M. C. (2016). Ports as Drivers of Urban and Regional Growth. *Transportation Research Procedia* 14, σσ. 2507-2516.
156. Lu, W., Chen, X., & Ho, D. C. (2016). Analysis of the construction waste management performance in Hong Kong: the public and private sectors compared using big data. *Journal of Cleaner Production* 112, σσ. 521-531.

157. Lugaric, L., & Krajcar, S. (2016). Transforming cities towards sustainable low-carbon energy systems using energy synthesis for support in decision making. *Energy Policy* 98, σσ. 471-482.
158. Lützkendorf, T., & Balouktsi, M. (2017). Assessing a Sustainable Urban Development: Typology of Indicators and Sources of Information. *Procedia Environmental Sciences* 38, σσ. 546-553.
159. Lyons, G., & Davidson, C. (2016). Guidance for transport planning and policymaking in the face of an uncertain future. *Transportation Research Part A* 88, σσ. 104-116.
160. Ma, W., Xue, X., & Liu, G. (2018). Techno-economic evaluation for hybrid renewable energy system Application and merits. *Energy*.
161. Ma, Y., Rong, K., Mangalagiu, D., & Thornton, T. F. (2018). Co-evolution between urban sustainability and business ecosystem innovation: Evidence from the sharing mobility sector in Shanghai. *Journal of Cleaner Production* 188, σσ. 942-953.
162. Malik, K. R., Sam, Y., Hussain, M., & Abuarqoub, A. (2018). A methodology for real-time data sustainability in smart city: Towards inferencing and analytics for big-data. *Sustainable Cities and Society* 39, σσ. 548-556.
163. Mammen, G., Stone, M. R., Buliung, R., & Faulkner, G. (2015). “Putting school travel on the map” Facilitators and barriers to implementing school travel planning in Canada. *Journal of Transport & Health* 3, σσ. 318-326.
164. Mantelero, A. (2017). Regulating big data. The guidelines of the Council of Europe in the context of the European data protection framework. *Computer Law & Security review* 33, σσ. 584-602.

165. Marek, L., Campbell, M., & Bui, L. (2017). Shaking for innovation: The (re)building of a (smart) city in a post disaster environment. *Cities* 63, σσ. 41-50.
166. Martínez-Alvaro, O., & Nuñez-González, A. (2016). Information Related to Postal Flows and Big Data Analysis Potential: The Case of Spain. *Transportation Research Procedia* 18, σσ. 253-263.
167. Martos, A., Pacheco-Torres, R., Ordóñez, G., & Jadraque-Gago, E. (2016). Towards successful environmental performance of sustainable cities: Intervening sectors. A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 57, σσ. 479-495.
168. Mattioli, G., Anable, J., & Vrotsou, K. (2016). Car dependent practices: Findings from a sequence pattern mining study of UK time use data. *Transportation Research Part A* 89, σσ. 56-72.
169. Mattoni, Gugliermetti, & Bisegna. (2015). A multilevel method to assess and design the renovation and integration of Smart Cities. *Sustainable Cities and Society* 15, σσ. 105-119.
170. Meekan, M. G., Duarte, C. M., Fernández-Gracia, J., Thums, M., Sequeira, A. M., Harcourt, R., & Eguiluz, V. M. (2017). The Ecology of Human Mobility. *Trends in Ecology & Evolution* 32.
171. Mehmood, R., & Graham, G. (2015). Big data logistics: a health-care transport capacity sharing model. *Procedia Computer Science* 64, σσ. 1107-1114.
172. Merlino, M., & Sproge, I. (2017). The Augmented Supply Chain. *Procedia Engineering* 178, σσ. 308-318.
173. Metz, D. (2015). Peak Car in the Big City Reducing London's transport greenhouse gas emissions. *Case studies on transport policy* 4, σσ. 367-371.

174. Milne, D., & Watling, D. (n.d.). Big data and understanding change in the context of planning transport systems. *Journal of Transport Geography*.
175. Morency, C., & Munizaga, M. (2015). Embracing Technological and Behavioral Changes: A Synthesis. *Transportation Research Procedia* 11, σσ. 6-18.
176. Mosannenzadeh, F., Bisello, A., Vaccaro, R., D'Alonzo, V., Hunter, G. W., & Vettorato, D. (2017). Smart energy city development: A story told by urban planners. *Cities* 64, σσ. 54-65.
177. Mourtzis, D., Vlachou, E., & Milas, N. (2016). Industrial Big Data as a Result of IoT Adoption in Manufacturing. *Procedia CIRP* 55, σσ. 290-295.
178. Mulley, C., Nelson, J. D., & Wright, S. (2018). Community transport meets mobility as a service: On the road to a new a flexible future. *Research in Transportation Economics*, σσ. 1-9.
179. Muñoz-Villamizar, A., Montoya-Torres, J. R., & Vega-Mejía, C. A. (2015). Non-Collaborative versus Collaborative Last-Mile Delivery in Urban Systems with Stochastic Demands. *Procedia CIRP* 30, σσ. 263-268.
180. Munshi, A. A., & Mohamed, Y. A.-R. (2017). Big data framework for analytics in smart grids. *Electric Power Systems Research* 151, σσ. 369-380.
181. Næss, P., Strand, A., Wolday, F., & Stefansdottir, H. (n.d.). Residential location, commuting and non-work travel in two urban areas of different size and with different center structures. *Progress in Planning*.
182. Nastasi, B., & Di Matteo, U. (2016). Solar Energy Technologies in Sustainable Energy Action Plans of Italian Big Cities. *Energy Procedia* 101, σσ. 1064-1071.

183. Ng, S. T., Xu, F. J., Yang, Y., Lu, M., & Li, J. (2018). Necessities and challenges to strengthen the regional infrastructure resilience within city clusters. *Procedia Engineering* 212, σσ. 198-205.
184. Nguyen, T., ZHOU, L., Spiegler, V., Ieromonachou, P., & Lin, Y. (2017). Big data analytics in supply chain management: A state-of-the-art literature review. *Computers and Operations Research*, σσ. 1-11.
185. Nimmagadda, S. L., Reiners, T., & Rudra, A. (2017). Development of a Total Environment Data Science Approach in a Big Data Scale. *Procedia Computer Science* 112, σσ. 1891-1900.
186. Nocerino, R., Colorni, A., Lia, F., & Lue, A. (2016). E-bikes and E-scooters for Smart Logistics: Environmental and Economic Sustainability in Pro-E-bike Italian Pilots. *Transportation Research Procedia* 14, σσ. 2362-2371.
187. O'Brien, P., Andy, P., & Tomaney, J. (n.d.). Governing the 'ungovernable'? Financialisation and the governance of transport infrastructure in the London 'global city-region'. *Progress in Planning*.
188. O'Driscoll, A., Daugelaite, J., & Sleator, R. D. (2013). 'Big data', Hadoop and cloud computing in genomics. *Journal of Biomedical Informatics* 46, σσ. 774-781.
189. O'REILLY, K., DHANJU, R., & GOEL, A. (2017). Exploring "The Remote" and "The Rural": Open Defecation and Latrine Use in Uttarakhand, India. *World Development* 93, σσ. 193-205.
190. Oneto, L., Fumeo, E., Clerico, G., Canepa, R., Papa, F., Dambra, C., . . . Anguita, D. (2018). Train Delay Prediction Systems: A Big Data Analytics Perspective. *Big Data Research* 11, σσ. 54-65.

191. Onghena, E., Meersman, H., & Voorde, E. V. (2014). A translog cost function of the integrated air freight business: The case of FedEx and UPS. *Transportation Research Part A* 62, σσ. 81-97.
192. Ortuño-Padilla, A., Espinosa-Flor, A., & Cerdán-Aznar, L. (2017). Development strategies at station areas in southwestern China: The case of Mianyang city. *Land Use Policy* 68, σσ. 660-670.
193. Oussous, A., Benjelloun, B. F.-Z., Lahcen, A. A., & Belfkih, S. (2017). Big Data technologies: A survey. *Journal of King Saud University – Computer and Information Sciences*.
194. Pakzad, E., & Salari, N. (2018). Measuring sustainability of urban blocks: The case of Dowlatabad, Kermanshah city. *Cities* 75, σσ. 90-100.
195. Pan, Q., Zhang, M., Huang, Z., & Liu, X. (2017). 2.18 Transit GIS. Στο *Comprehensive Geographic Information Systems*. Elsevier.
196. Pan, Y., Tian, Y., Liu, X., Gu, D., & Hua, G. (2016). Urban Big Data and the Development of City Intelligence. *Engineering* 2, σσ. 171-178.
197. Papadopoulos, T., Gunasekaran, A., Dubey, R., Altay, N., Childe, S. J., & Fosso-Wamba, S. (2017). The role of Big Data in explaining disaster resilience in supply chains for sustainability. *Journal of Cleaner Production* 142, σσ. 1108-1118.
198. Parasol, M. (2018). The impact of China's 2016 Cyber Security Law on foreign technology firms, and on China's big data and Smart City dreams. *Computer Law & Security Review* 34, σσ. 67-98.
199. Park, K., Ewing, R., Scheer, B. C., & Tian, G. (2018). The impacts of built environment characteristics of rail station areas on household travel behavior. *Cities* 74, σσ. 277-283.

200. Percuku, A., Minkovska, D., & Stoyanova, L. (2017). Modeling and Processing Big Data of Power Transmission Grid Substation Using Neo4j. *Procedia Computer Science* 113, σσ. 9-16.
201. Pettit, C., Bakelmun, A., Lieske, S. N., Glackin, S., Hargroves, K. ‘., Thomson, G., . . . Newman, P. (2018). Planning support systems for smart cities. *City, Culture and Society* 12, σσ. 13-24.
202. Pflügler, C., Schreieck, M., Hernandez, Gabriel, Wiesche, M., & Krcmar, H. (2016). A Concept for the Architecture of an Open Platform for Modular Mobility Services in the Smart City. *Transportation Research Procedia* 19, σσ. 199-206.
203. Pramanik, M. I., Lau, R. Y., Demirkan, H., & Azad, M. A. (2017). Smart health: Big data enabled health paradigm within smart cities. *Expert Systems With Applications* 87, σσ. 370-383.
204. Prendeville, S., Cherim, E., & Bocken, N. (2018). Circular Cities: Mapping Six Cities in Transition. *Environmental Innovation and Societal Transitions* 26, σσ. 171-194.
205. Pronello, C., & Camusso, C. (2017). Users’ needs and business models for a sustainable mobility information network in the Alpine Space. *Transportation Research Procedia* 25, σσ. 3590-3605.
206. Psaropoulou, A. (2018, January). The use of Big Data in business strategy. The use of Big Data in business strategy. Thessaloniki, Greece: SCHOOL OF ECONOMICS, BUSINESS ADMINISTRATION & LEGAL STUDIES.
207. Rajapaksha, P., Farahbakhsh, R., Nathanail, E., & Crespi, N. (2017). iTrip, a framework to enhance urban mobility by leveraging various data sources. *Transportation Research Procedia* 24, σσ. 113–122.

208. Rathore, M.-M., Anand, P., Awais, A., Naveen, C., Won-Hwa, H. & Hyuncheol, S. (2017b). Real-time secure communication for Smart City in high-speed Big Data environment. *Future Generation Computer Systems*.
209. Rathore, M. M., Paul, A., Hong, W.-H., Seo, H., Awan, I., & Saeed, S. (2017a). Exploiting IoT and Big Data Analytics: Defining Smart Digital City using Real-Time Urban Data. *Sustainable cities and society*.
210. Rawat, P., Singh, K. D., & Bonnin, J. M. (2016). Cognitive radio for M2M and Internet of Things: A survey. *Computer Communications* 94, σσ. 1-29.
211. Ray, P. (2016). A survey on Internet of Things architectures. *Journal of King Saud University – Computer and Information Sciences*.
212. Régine, S., Simon, C., & Maurice, A. (2015). Processing Traffic and Road Accident Data in Two Case Studies of Road Operation Assessment. *Transportation Research Procedia* 6, σσ. 90-100.
213. Reyes-Ortiz, J. L., Oneto, L., & Anguita, D. (2015). Big Data Analytics in the Cloud: Spark on Hadoop vs MPI/OpenMP on Beowulf. *Procedia Computer Science* 53, σσ. 121-130.
214. Rimano, A., Piccini, M. P., Passafaro, P., Metastasio, R., Chiarolanza, C., Boison, A., & Costa, F. (2015). The bicycle and the dream of a sustainable city: An explorative comparison of the image of bicycles in the mass-media and the general public. *Transportation Research Part F* 30, σσ. 30-44.
215. Robledo, C. B., Oldenbroek, V., Abbruzzese, F., & van Wijk, A. J. (2018). Integrating a hydrogen fuel cell electric vehicle with vehicle-to-grid technology, photovoltaic power and a residential building. *Applied Energy* 215, σσ. 615-629.

216. Rosmann, B., Canzaniello, A., von der Gracht, H., & Hartmann, E. (2018). The future and social impact of Big Data Analytics in Supply Chain Management: Results from a Delphi study. *Technological Forecasting and Social Change* 130, σσ. 135-149.
217. Ruggeri, K., Yoon, H., Kacha, O., van der Linden, S., & Muennig, P. (2017). Policy and population behavior in the age of Big Data. *Current opinion in behavioral sciences* 8, σσ. 1-6.
218. Ruiz, T., Mars, L., Arroyo, R., & Serna, A. (2016). Social Networks, Big Data and Transport Planning. *Transportation Research Procedia* 18, σσ. 446-452.
219. Rumson, A. G., Hallett, S. H., & Brewer, T. R. (2017). Coastal risk adaptation: the potential role of accessible geospatial Big Data. *Marine Policy* 83, σσ. 100-110.
220. Ryder, B., Gahr, B., Egolf, P., Dahlinger, A., & Wortmann, F. (2017). Preventing traffic accidents with in-vehicle decision support systems - The impact of accident hotspot warnings on driver behavior. *Decision Support Systems* 99, σσ. 64-74.
221. Saggi, M. K., & Jain, S. (2018). A survey towards an integration of big data analytics to big insights for value-creation. *Information Processing and Management* 54, σσ. 758-790.
222. Salimi, F., & Salimi, F. (2018). Modeling and Simulation: The Essential Tools to Manage the Complexities. Στο F. Salimi, & F. Salimi, *A systems approach to managing the complexities of process industries* (σσ. 279-407). Elsevier.
223. Sarasini, S., & Linder, M. (2018). Integrating a business model perspective into transition theory: The example of new mobility services. *Environmental Innovation and Societal Transitions* 27, σσ. 16-31.

224. Semanjski, I., & Gautama, S. (2016). Crowdsourcing mobility insights – Reflection of attitude based segments on high resolution mobility behaviour data. *Transportation Research Part C* 71, σσ. 434-446.
225. Semanjski, I., Gautama, S., Ahas, R., & Witlox, F. (2017). Spatial context mining approach for transport mode recognition from mobile sensed big data. *Computers, Environment and Urban Systems* 66, σσ. 38-52.
226. Serna, A., Gerrikagoitia, J. K., Bernabé, U., & Ruiz, T. (2017). Sustainability analysis on Urban Mobility based on Social Media content. *Transportation Research Procedia* 24, σσ. 1-8.
227. Shadroo, S., & Rahmani, A. M. (2018). Systematic survey of big data and data mining in internet of things. *Computer Networks* 139, σσ. 19-47.
228. Sharma, S. (2013). Big Data Landscape. *International Journal of Scientific and Research Publications* 6, σσ. 861-868.
229. Sharma, S. (2016). Expanded cloud plumes hiding Big Data ecosystem. *Future Generation Computer Systems* 59, σσ. 63-92.
230. Shi, Q., & Abdel-Aty, M. (2015). Big Data applications in real-time traffic operation and safety monitoring and improvement on urban expressways. *Transportation Research Part C* 58, σσ. 380-394.
231. Shin, D.-H. (2016). Demystifying big data: Anatomy of big data developmental process. *Telecommunications Policy* 40, σσ. 837-854.
232. Silalahi, S. L., Handayani, P. W., & Munajat, Q. (2017). Service Quality Analysis for Online Transportation Services Case Study of GO-JEK. *Procedia Computer Science* 124, σσ. 487-495.

233. Silva, B. N., Khan, M., & Han, K. (2018). Towards sustainable smart cities: A review of trends, architectures, components, and open challenges in smart cities. *Sustainable Cities and Society* 38, σσ. 697-713.
234. Silva, B. N., Khan, M., & Han, K. (n.d.). Integration of Big Data analytics embedded smart city architecture with RESTful web of things for efficient service provision and energy management. *Future Generation Computer Systems*.
235. Skeete, J.-P. (2018). Level 5 autonomy The new face of disruption in road transport. *Technological forecasting and social change*.
236. Slaughter, R. A. (2018). The IT revolution reassessed part three Framing solutions. *Futures* 100, σσ. 1-19.
237. Soe, R.-M., & Drechsler, W. (2018). Agile local governments Experimentation before implementation. *Government Information Quarterly* 35, σσ. 323-335.
238. Soille, P., Burger, A., De Marchi, D., Kempeneers, P., Rodriguez, D., Syrris, V., & Vasilev, V. (2018). A versatile data-intensive computing platform for information retrieval from big geospatial data. *Future Generation Computer Systems* 81, σσ. 30-40.
239. Soroka, A., Liu, y., Han, L., & Haleem, M. S. (2017). Big Data Driven Customer Insights for SMEs in Redistributed Manufacturing. *Procedia CIRP* 63, σσ. 692 – 697.
240. Souza, A., Figueredo, M., Cacho, N., Araujo, D., & Prolo, C. A. (2016). Using Big Data and Real Time Analytics to Support Smart City Initiatives. *IFAC-PapersOnLine* 49-30, σσ. 257-262.

241. Spaans, M., & Qaterhout, B. (2017). Building up resilience in cities worldwide – Rotterdam as participant in the 100 Resilient Cities Programme. *Cities* 61, σσ. 109-116.
242. Speight, J. G. (2017). Sources and Types of Inorganic Pollutants. Στο J. G. Speight, *Environmental inorganic chemistry for engineers* (σσ. 231-282). Butterworth Heinemann.
243. Steenbruggen, J., Tranos, E., & Nijkamp, P. (2015). Data from mobile phone operators: A tool for smarter cities. *TelecommunicationsPolicy* 39, σσ. 335-346.
244. Stergiou, C., Psannis, K. E., Gupta, B. B., & Ishibashi, Y. (2018). Security, privacy & efficiency of sustainable Cloud Computing for Big Data & IoT. *Sustainable Computing: Informatics and Systems*.
245. Su, S., Li, Z., Xu, M., Cai, Z., & Weng, M. (2017). A geo-big data approach to intra-urban food deserts Transit-varying accessibility, social inequalities, and implications for urban planning. *Habitat International* 64, σσ. 22-40.
246. Suma, S., Mehmood, R., Albugami, N., Katib, I., & Albeshri, A. (2017). Enabling Next Generation Logistics and Planning for Smarter Societies. *Procedia Computer Science* 109C, σσ. 1122-1127.
247. Taniguchi, E., Thompson, R. G., & Yamada, T. (2016). New Opportunities and Challenges for City Logistics. *Transportation Research Procedia* 12, σσ. 5-13.
248. Teles, M. d., & de Sousa, J. F. (2017). A General Morphological Analysis to Support Strategic Management Decisions in Public Transport Companies. *Transportation Research Procedia* 22, σσ. 509-518.
249. Thaduri, A., Galar, D., & Kumar, U. (2015). Railway Assets: A Potential Domain for Big Data Analytics. *Procedia Computer Science* 53, σσ. 457-467.

250. Thibaud, M., Chi, H., Zhou, W., & Piramuthu, S. (2018). Internet of Things (IoT) in high-risk Environment, Health and Safety (EHS) industries: A comprehensive review. *Decision Support Systems* 108, σσ. 79-95.
251. Tiwari, S., Wee, H. M., & Daryanto, Y. (2018). Big data analytics in supply chain management between 2010 and 2016: Insights to industries. *Computers & Industrial Engineering* 115, σσ. 319-330.
252. Tolaymat, T., El Badawy, A., Sequeira, R., & Genaidy, A. (2015). A system-of-systems approach as a broad and integrated paradigm for sustainable engineered nanomaterials. *Science of the Total Environment* 511, σσ. 595-607.
253. Toole, J. L., Colak, S., Sturt, B., Alexander, L. P., Evsukoff, A., & González, M. C. (2015). The path most traveled Travel demand estimation using big data resources. *Transportation Research Part C* 58, σσ. 162-177.
254. Trilles, S., Calia, A., Belmontea, Ó., Torres-Sospedra, J., Montoliu, R., & Huerta, J. (2017). Deployment of an open sensorized platform in a smart city context. *Future Generation Computer Systems* 76, σσ. 221-233.
255. Tu, W., Cao, R., Yue, Y., Zhou, B., Li, Q., & Li, Q. (2018). Spatial variations in urban public ridership derived from GPS trajectories and smart card data. *Journal of Transport Geography* 69, σσ. 45-57.
256. Urquhart, L., & McAuley, D. (2018). Avoiding the internet of insecure industrial things. *Computer law & Security review* 34, σσ. 450-466.
257. van Zoonen, L. (2016). Privacy concerns in smart cities. *Government Information Quarterly* 33, σσ. 472-780.

258. Vergragt, P. J., Dendler, L., de Jong, M., & Matus, K. (2016). Transitions to sustainable consumption and production in cities. *Journal of Cleaner Production* 134, σσ. 1-12.
259. Waibel, M. W., Oosthuizen, G. A., & du Toit, D. W. (2018). Investigating current smart production innovations in the machine building industry on sustainability aspects. *Procedia Manufacturing* 21, σσ. 774-481.
260. Waller, M. A., & Fawcett, S. E. (2013). Data Science, Predictive Analytics, and Big Data: A Revolution That Will Transform Supply Chain Design and Management. *Journal of Business Logistics* 34, σσ. 77-84.
261. Wamba, S. F., Akter, S., Edwards, A., Chopin, G., & Gnanzou, D. (2015). How 'big data' can make big impact: Findings from a systematic review and a longitudinal case study. *Int. J. Production Economics* 165, σσ. 234-246.
262. Wang, C., Li, X., Zhou, X., Wang, A., & Nedjah, N. (2016). Soft computing in big data intelligent transportation systems. *Applied Soft Computing* 38, σσ. 1099-1108.
263. Wang, M., & Mu, L. (2018). Spatial disparities of Uber accessibility: An exploratory analysis in Atlanta, USA. *Computers, Environment and Urban Systems* 67, σσ. 169-175.
264. Wang, N., Phelan, P. E., Harris, C., Langevin, J., Nelson, B., & Sawyer, K. (2018). Past visions, current trends, and future context: A review of building energy, carbon, and sustainability. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 82, σσ. 976-993.
265. Wang, S. (2016). China's interregional capital mobility: A spatial econometric estimation. *China Economic Review* 41, σσ. 114-128.

266. Watanabe, C., Naveed, K., & Neittaanmaki, P. (2016). Co-evolution of three mega-trends nurtures un-captured GDP e Uber's ride-sharing revolution. *Technology in Society* 46, σσ. 164-185.
267. Watanabe, C., Naveed, K., Neittaanmaki, P., & Fox, B. (2017). Consolidated challenge to social demand for resilient platforms - Lessons from Uber's global expansion. *Technology in Society* 48, σσ. 33-53.
268. Whyte, J., Stasis, A., & Lindkvist, C. (2016). Managing change in the delivery of complex projects: Configuration management, asset information and 'big data'. *International Journal of Project Management* 34, σσ. 339-351.
269. Witkowski, K. (2017). Internet of Things, Big Data, Industry 4.0 – Innovative Solutions in Logistics and Supply Chains Management. *Procedia Engineering* 182, σσ. 763 – 769.
270. Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C., & Bogaardt, M.-J. (2017). Big Data in Smart Farming – A review. *Agricultural Systems* 153, σσ. 69-80.
271. Wu, C., Wei, Y. D., Huang, X., & Chen, B. (2017). Economic transition, spatial development and urban land use efficiency in the Yangtze River Delta, China. *Habitat International* 63, σσ. 67-78.
272. Wu, P.-J., & Lin, K.-C. (2018). Unstructured big data analytics for retrieving e-commerce logistics knowledge. *Telematics and Informatics* 35, σσ. 237-244.
273. Xia, Y., Chen, J., Lu, X., Wang, C., & Xu, C. (2016). Big traffic data processing framework for intelligent monitoring and recording systems. *Neurocomputing* 181, σσ. 139-146.
274. Xu, Z., Yin, Y., & Zha, L. (2017). Optimal parking provision for ride-sourcing services. *Transportation Research Part B* 105, σσ. 559-578.

275. Yang, Z., Franz, M. L., Zhu, S., Mahmoudi, J., Nasri, A., & Zhang, L. (2018). Analysis of Washington, DC taxi demand using GPS and land-use data. *Journal of Transport Geography* 66, σσ. 35-44.
276. Yaqoob, I., Hashem, I. A., Gani, A., Mokhtar, S., Ahmed, E., Anuar, N. B., & Vasilakos, A. V. (2016). Big data: From beginning to future. *International Journal of Information Management* 36, σσ. 1231-1247.
277. Zekri, A., & Jia, W. (2018). Heterogeneous vehicular communications: A comprehensive study. *Ad Hoc Networks* 75-76, σσ. 52-79.
278. Zeng, C., Song, Y., He, Q., & Shen, F. (2018). Spatially explicit assessment on urban vitality: Case studies in Chicago and Wuhan. *Sustainable Cities and Society* 40, σσ. 296-306.
279. Zhang, L., Lan, C., Qi, F., & Wu, P. (2017). Development pattern, classification and evaluation of the tourism academic community in China in the last ten years From the perspective of big data of articles of tourism academic journals. *Tourism Management* 58, σσ. 235-244.
280. Zhang, Meng, & Fwa. (2017). Big AIS data based spatial-temporal analyses of ship traffic in Singapore port waters. *Transportation Research Part E*.
281. Zhang, Y., & Mi, Z. (2018). Environmental benefits of bike sharing: A big data-based analysis. *Applied Energy*, σσ. 296-301.
282. Zhang, Z., He, Q., Gao, J., & Ni, M. (2018). A deep learning approach for detecting traffic accidents from social media data. *Transportation Research Part C* 86, σσ. 580-596.
283. Zhao, J., Wang, J., Xing, Z., Luan, X., & Jiang, Y. (2018). Weather and cycling: Mining big data to have an in-depth understanding of the association of

- weather variability with cycling on an off-road trail and an on-road bike lane. *Transportation Research Part A* 111, σσ. 119-135.
284. Zhao, R., Liu, Y., Zhang, N., & Huang, T. (2017). An optimization model for green supply chain management by using a big data analytic approach. *Journal of Cleaner Production* 142, σσ. 1085-1097.
285. Zhong, R. Y., Huang, G. Q., Lan, S., Dai, Q. Y., Xu, C., & Zhang, T. (2015). A big data approach for logistics trajectory discovery from RFID-enabled production data. *Int. J. Production Economics* 165, σσ. 260-272.
286. Zhong, R. Y., Newman, S. T., Huang, G. Q., & Lan, S. (2016). Big Data for supply chain management in the service and manufacturing sectors: Challenges, opportunities, and future perspectives. *Computers & Industrial Engineering* 101, σσ. 572-591.
287. Zhou, X., Yeh, A. G., & Yue, U. (2018). Spatial variation of self-containment and jobs-housing balance in Shenzhen using cellphone big data. *Journal of Transport Geography* 68, σσ. 102-108.
288. Zhou, Z., Dou, W., Jia, G., Chunhua, H., Xiaolong, X., Xiaotong, W., & Jingui, P. (2016). A method for real-time trajectory monitoring to improve taxi service using GPS big data. *Information & Management* 53, σσ. 964-977.
289. Zmud, J. P., & Sener, I. N. (2017). Towards an Understanding of the Travel Behavior Impact of Autonomous Vehicles. *Transportation Research Procedia* 25, σσ. 2500-2519.
290. Zorpas, A. A., Voukkali, I., & Pedreno, J. N. (2018). Tourist area metabolism and its potential to change through a proposed strategic plan in the framework of sustainable development. *Journal of Cleaner Production* 172, σσ. 3609-3620.

291. Τσιρόπουλος, Α. (2017, Φεβρουάριος). Βιώσιμη αστική κινητικότητα και δείκτες. Θεσσαλονίκη: ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ.