



Σχολή Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίας
Μεταπτυχιακό πρόγραμμα εξειδίκευσης στα Πληροφοριακά
Συστήματα

Διπλωματική Εργασία
Ανάπτυξη Αποθήκης Δεδομένων για την Ανάλυση Κυκλοφοριακών
Δεδομένων: Μελέτη Περίπτωσης από Ανοικτά Δεδομένα του
Δήμου Αθηναίων

Χάλλας Κωνσταντίνος

Επιβλέπουσα καθηγήτρια: Γεωργία Γκαράνη

Πάτρα, Ιούνιος 2026

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία του/της φοιτητή («συγγραφέας/δημιουργός») που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης ο συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο ΕΑΠ, μη αποκλειστική άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, προσαρμογής, δημόσιου δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσής τους διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος και για όλο το χρόνο διάρκειας των δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο για μελέτη και ανάγνωση δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα/δημιουργού ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, αποθήκευση, πώληση, εμπορική χρήση, μετάδοση, διανομή, έκδοση, εκτέλεση, «μεταφόρτωση» (downloading), «ανάρτηση» (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα/δημιουργού. Ο συγγραφέας/δημιουργός διατηρεί το σύνολο των ηθικών και περιουσιακών του δικαιωμάτων.



Ανάπτυξη Αποθήκης Δεδομένων για την Ανάλυση Κυκλοφοριακών
Δεδομένων: Μελέτη Περίπτωσης από Ανοικτά Δεδομένα του
Δήμου Αθηναίων

Χάλλας Κωνσταντίνος

Επιτροπή Επίβλεψης Διπλωματικής Εργασίας

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια

Γεωργία Γκαράνη

Καθηγήτρια του τμήματος Ψηφιακών
Συστημάτων του Πανεπιστημίου
Θεσσαλίας

Συν-Επιβλέπων Καθηγητής

Σωτήριος Κωτσιαντής

Αναπληρωτής Καθηγητής του τμήματος
Μαθηματικών του Πανεπιστημίου
Πατρών

Πάτρα, Ιούνιος 2026

Θα ήθελα να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα καθηγήτρια μου κα Γεωργία Γκαράνη για την καθοδήγηση που μου παρείχε και την αμεσότητα στην επικοινωνία μας σε όλη την διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας.

Περίληψη

Η εργασία αυτή αφορά στον σχεδιασμό, την υλοποίηση και την αξιολόγηση μιας αποθήκης δεδομένων με στόχο την ανάλυση κυκλοφοριακών δεδομένων. Μέσω μιας μελέτης περίπτωσης βασισμένης σε ανοικτά δεδομένα που παρέχονται από το Δήμο Αθηναίων, θα αναπτυχθεί ένα μοντέλο αποθήκης δεδομένων, το οποίο θα αξιολογηθεί ως προς την αποτελεσματικότητα και την αποδοτικότητά του. Η αποθήκη δεδομένων θα μπορεί να ενοποιεί, να οργανώνει και να επεξεργάζεται ετερογενή κυκλοφοριακά δεδομένα με σκοπό την αποδοτική ανάλυση. Θα αξιοποιηθούν τεχνικές μετασχηματισμού δεδομένων (ETL), κανονικοποίησης και οργάνωσης σε πολυδιάστατο σχήμα προκειμένου να υποστηριχθούν πολύπλοκες αναλύσεις πάνω στη χωρική και χρονική κατανομή της κυκλοφορίας. Θα εκτελεστεί σειρά επερωτήσεων που θα μελετούν τον τρόπο έκφρασης, την ταχύτητα εκτέλεσης, την απεικόνιση των αποτελεσμάτων και τη συνεισφορά τους στη λήψη αποφάσεων για τη βελτίωση της κυκλοφορίας και της κινητικότητας στην πόλη.

Λέξεις – Κλειδιά

Κυκλοφοριακά Δεδομένα, Αποθήκη Δεδομένων, Δήμος Αθηναίων, Μετασχηματισμός Δεδομένων.

Developing a Data Warehouse for Traffic Data Analysis: A Case Study from Open Data of the Municipality of Athens

Konstantinos Hallas

Abstract

This work (thesis) concerns the design, implementation and evaluation of a data warehouse for the purpose of traffic data analysis. Through a case study based on open data provided by the Municipality of Athens, a data warehouse model will be developed, which will be evaluated in terms of its effectiveness and efficiency. The data warehouse will be able to unify, organize and process heterogeneous traffic data for the purpose of efficient analysis. Data transformation (ETL), normalization and multidimensional organization techniques will be utilized to support complex analyses on the spatial and temporal distribution of traffic. A series of queries will be executed that will study the expression, execution speed, visualization of results and their contribution to decision-making for improving traffic and mobility in the city.

Keywords

Traffic Data, Data Warehouse, Municipality of Athens, Data Transformation

Περιεχόμενα

Περίληψη	v
Abstract	vi
Περιεχόμενα.....	vii
Κατάλογος Εικόνων	x
Κατάλογος Πινάκων / Σχημάτων	xii
Συντομογραφίες & Ακρωνύμια	xiii
1. Εισαγωγή	1
2. Αποθήκες Δεδομένων.....	4
2.1 Ορισμός και βασικά χαρακτηριστικά των αποθηκών δεδομένων	5
2.2 Συστήματα OLTP και OLAP	6
2.2.1 Συστήματα OLTP	6
2.2.2 Συστήματα OLAP	7
2.2.3 Σύγκριση των συστημάτων OLTP και OLAP	9
2.3 Βασικά συστατικά μιας αποθήκης δεδομένων	9
2.3.1 Πηγές δεδομένων	10
2.3.2 Διαδικασία ETL	10
2.3.3 Χώρος προσωρινής αποθήκευσης.....	11
2.3.4 Αποθετήριο αποθήκης δεδομένων	11
2.3.5 Μεταδεδομένα.....	11
2.3.6 Θύλακες δεδομένων	12
2.3.7 Εργαλεία OLAP και επιχειρηματικής ευφυΐας.....	12
2.4 Διαστασιακή μοντελοποίηση.....	13
2.4.1 Τι είναι η διαστασιακή μοντελοποίηση.....	13
2.4.2 Γιατί χρησιμοποιείται η διαστασιακή μοντελοποίηση.....	14
2.4.3 Βασικά στοιχεία της διαστασιακής μοντελοποίησης.....	14
2.5 Σχεδίαση αποθήκης δεδομένων	16
2.5.1 Σχήμα αστέρα.....	16
2.5.2 Σχήμα νιφάδας χιονιού	17
2.5.3 Σχήμα γαλαξία.....	19
Τα μειονεκτήματα του σχήματος γαλαξία είναι:.....	20
2.6 Πολυδιάστατη ανάλυση δεδομένων και τεχνολογία OLAP	20
2.6.1 Η έννοια της πολυδιάστατης ανάλυσης δεδομένων.....	20
2.6.2 Η τεχνολογία OLAP	21
2.6.3 Ο πολυδιάστατος κύβος	21
2.6.4 Τι εξυπηρετεί ο πολυδιάστατος κύβος;	22
2.7 Βασικές λειτουργίες πολυδιάστατου κύβου	23
2.7.1 Συγκέντρωση δεδομένων.....	23
2.7.2 Ανάλυση σε βάθος	24
2.7.3 Τομή	24
2.7.4 Τεμαχισμός.....	25
2.7.5 Περιστροφή.....	26
2.7.6 Πλοήγηση με διασταύρωση	26

2.7.7	Εμβάθυνση	27
3.	Σχεδιασμός.....	28
3.1	Πηγές δεδομένων	28
3.2	Αυτοματοποιημένη συλλογή δεδομένων.....	30
3.2.1	Απαιτήσεις προγράμματος	30
3.2.2	Επιλογή γλώσσας προγραμματισμού	31
3.2.3	Περιορισμοί της πηγής δεδομένων	32
3.2.4	Γενική αρχιτεκτονική και φιλοσοφία του προγράμματος.....	32
3.2.5	Λεπτομερής λειτουργική περιγραφή.....	32
3.2.6	Απόδοση.....	33
3.2.7	Παραγόμενο σύνολο δεδομένων	33
3.3	Σχεδίαση σχήματος αστέρα	36
3.4	Δημιουργία της διάστασης DIM_TIME	36
3.4.1	Υλοποίηση	38
3.4.2	Παραγόμενο αρχείο .csv	39
3.4.3	Ρόλος στην αποθήκη δεδομένων	39
3.4.4	Πλεονεκτήματα της προσέγγισης αυτής	40
3.5	Δημιουργία της διάστασης DIM_ROAD.....	41
3.5.1	Υλοποίηση	41
3.6	Δημιουργία της διάστασης DIM_ROAD_GEOCODED_FULL	44
3.6.1	Αφετηρία και υφιστάμενη κατάσταση δεδομένων.....	44
3.6.2	Ανάγκη Γεωχωρικού Εμπλουτισμού	44
3.6.3	Αρχεία που χρησιμοποιήθηκαν	45
3.6.4	Μεθοδολογία υλοποίησης	45
3.6.5	Στάδια ETL	45
3.6.6	Ρόλος του DIM_ROAD_GEOCODED_FULL στην αποθήκη δεδομένων.....	46
3.7	Δημιουργία της διάστασης DIM_DEVICE.....	48
3.7.1	Φόρτωση και προεπεξεργασία δεδομένων	48
3.7.2	Δημιουργία του πίνακα DIM_DEVICE	48
3.7.3	Τυποποίηση και δημιουργία κλειδιών	49
3.7.4	Διαχείριση κατάστασης αισθητήρων	49
3.7.5	Αποθήκευση και χρήση του πίνακα.....	49
4.	Υλοποίηση.....	51
4.1	Επιλογή του PostgreSQL ως πλατφόρμας αποθήκης δεδομένων.....	51
4.1.1	Στόχος επιλογής	51
4.1.2	Ρόλος του PostgreSQL στην αρχιτεκτονική του συστήματος	51
4.1.3	Υλοποίηση σχήματος αστέρα στο PostgreSQL	52
4.1.4	Τρόπος υλοποίησης στο PostgreSQL	53
4.1.5	Πλεονεκτήματα του PostgreSQL ως αποθήκη δεδομένων	53
4.2	Σύστημα υλοποίησης.....	54
4.3	Δημιουργία πινάκων στο PostgreSQL.....	57
4.3.1	Δημιουργία πινάκων στο PostgreSQL.....	57
4.4	Φόρτωση πινάκων στο PostgreSQL	59
4.5	Οπτικοποίηση αποτελεσμάτων	62
5.	Ανάλυση ποιότητας δεδομένων	66
5.1	Ερώτημα 1 (χρονικό εύρος)	66

5.2	Ερώτημα 2 (πλήθος ημερών με μία τουλάχιστον εγγραφή)	66
5.3	Ερώτημα 3 (πλήθος ημερών με λίγες διελεύσεις)	67
5.4	Ερώτημα 4 (ποσοστό κάλυψης).....	68
5.5	Ερώτημα 5 (δρόμοι με μηδενική μέση ταχύτητα).....	69
5.6	Ερώτημα 6 (σημεία με καμία εγγραφή)	71
5.7	Ερώτημα 7 (αισθητήρες με λίγες εγγραφές)	73
5.8	Ερώτημα 8 (αισθητήρες με υψηλό ποσοστό μηδενικής ταχύτητας)	75
6.	Ανάλυση κυκλοφοριακών δεδομένων	78
6.1	Ερώτημα 1: 20 σημεία με τη μεγαλύτερη κίνηση	78
6.2	Ερώτημα 2: 20 σημεία με τα μεγαλύτερα μέγιστα	79
6.3	Ερώτημα 3: Εύρεση μηνιαίου μεγίστου/ελαχίστου πλήθους διελεύσεων για συγκεκριμένο σημείο	81
6.4	Ερώτημα 4: Σύγκριση διελεύσεων Σαββατοκύριακου με καθημερινές	85
6.5	Ερώτημα 5: Σημεία με μεγαλύτερη διαφορά μέσης ταχύτητας την Κυριακή σε σχέση με καθημερινές	88
6.6	Ερώτημα 6: Ώρες αιχμής	92
6.7	Ερώτημα 7: Δρόμοι με χαμηλή ταχύτητα	96
6.8	Ερώτημα 8: Επιβαρυμένα σημεία – όγκος και χαμηλή ταχύτητα.....	99
6.9	Ερώτημα 9: Κίνηση για κάθε ημέρα	103
6.10	Ερώτημα 10: 20 σημεία με μεγαλύτερη νυχτερινή κίνηση).....	110
7.	Συμπεράσματα.....	115
	Βιβλιογραφία	118
	Παράρτημα Α: Κώδικας Python.....	120

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 5-1. Χρονικό εύρος	66
Εικόνα 5-2. Πλήθος ημερών	67
Εικόνα 5-3. Πλήθος ημερών με λίγες διελεύσεις	67
Εικόνα 5-4. Ποσοστό κάλυψης	69
Εικόνα 5-5. Δρόμοι με μηδενική ταχύτητα	70
Εικόνα 5-6. Δρόμος με μέση ταχύτητα < 1 km/h	70
Εικόνα 5-7. Δρόμοι με μέση ταχύτητα < 5 km/h	70
Εικόνα 5-8. Δρόμοι με μέση ταχύτητα < 10 km/h	70
Εικόνα 5-9. Δρόμοι με μέση ταχύτητα < 20 km/h	70
Εικόνα 5-10. Δρόμοι με μέση ταχύτητα < 70 km/h	71
Εικόνα 5-11. Τα σημεία με 0 εγγραφές	71
Εικόνα 5-12. Σημεία με λιγότερες από 100 εγγραφές	72
Εικόνα 5-13. Σημεία με λιγότερες από 10.000 εγγραφές	72
Εικόνα 5-14. Σημεία με περισσότερες από 30.000 εγγραφές	72
Εικόνα 5-15. Αισθητήρες με λιγότερες από 100 εγγραφές	73
Εικόνα 5-16. Αισθητήρες με λιγότερες από 1000 εγγραφές	73
Εικόνα 5-17. Αισθητήρες με λιγότερες από 10.000 εγγραφές	73
Εικόνα 5-18. Αισθητήρες με λιγότερες από 30.000 εγγραφές	74
Εικόνα 5-19. Αισθητήρες με υψηλό ποσοστό μηδενικών μέσων ταχυτήτων	76
Εικόνα 6-1. 20 σημεία με τη μεγαλύτερη ημερήσια κίνηση	79
Εικόνα 6-2. 20 σημεία με τα μεγαλύτερα μέγιστα	80
Εικόνα 6-3. Μέγιστα ημερήσιων διελεύσεων	81
Εικόνα 6-4. Εύρεση για κάθε μήνα μεγίστου ελαχίστου πλήθους	83
Εικόνα 6-5. Σύγκριση διελεύσεων Σαββατοκύριακου με καθημερινές	86
Εικόνα 6-6. Σύγκριση διελεύσεων Κυριακής με καθημερινές	87
Εικόνα 6-7. Οπτικοποίηση σύγκρισης διελεύσεων καθημερινής και Σαββατοκύριακου	88
Εικόνα 6-8. 5 σημεία με μεγαλύτερη διαφορά μέσης ταχύτητας Κυριακή και καθημερινές	88
Εικόνα 6-9. Σημεία όπου η μέση ταχύτητα τις Κυριακές είναι μικρότερη από τις καθημερινές	91
Εικόνα 6-10. Οπτικοποίηση σύγκρισης μέσης ταχύτητας τις Κυριακές με τις καθημερινές	92
Εικόνα 6-11. Ώρες αιχμής	93
Εικόνα 6-12. Οπτικοποίηση του συνόλου κίνησης ανά ώρα 1	96
Εικόνα 6-13. Οπτικοποίηση του συνόλου κίνησης ανά ώρα 2	96
Εικόνα 6-14. Δρόμοι με χαμηλή ταχύτητα	97
Εικόνα 6-15. Σημεία με μέση ταχύτητα < 15 km/h	99
Εικόνα 6-16. Επιβαρυμένα σημεία (όγκος και χαμηλή ταχύτητα)	100
Εικόνα 6-17. Δείκτης συμφόρησης ανά δρόμο	103
Εικόνα 6-18. Κίνηση κάθε ημέρας 1	104
Εικόνα 6-19. Κίνηση κάθε ημέρας 2	105
Εικόνα 6-20. Μέσο ημερήσιο φορτίο ανά αισθητήρα 1	109
Εικόνα 6-21. Μέσο ημερήσιο φορτίο ανά αισθητήρα 2	109

Εικόνα 6-22. Μέσο ημερήσιο φορτίο ανά αισθητήρα 3	109
Εικόνα 6-23. Μέσο ημερήσιο φορτίο ανά αισθητήρα 4	110
Εικόνα 6-24. Σημεία με τη μεγαλύτερη νυχτερινή κίνηση	111
Εικόνα 6-25. Νυχτερινή κίνηση λεπτομερώς	113
Εικόνα 6-26. Νυχτερινή κίνηση	114

Κατάλογος Πινάκων / Σχημάτων

Πίνακας 2-1. Σύγκριση OLTP και OLAP	9
Πίνακας 5-1. Αναλυτική επεξήγηση του ερωτήματος SQL.....	75
Σχήμα 2-1. Τα συστατικά στοιχεία μιας Αποθήκης Δεδομένων.....	12
Σχήμα 2-2. Σχήμα αστέρας.....	17
Σχήμα 2-3. Σχήμα νιφάδας χιονιού	18
Σχήμα 2-4. Σχήμα Γαλαξία.....	19
Σχήμα 3-1. Σχήμα αστέρα της Αποθήκης δεδομένων της εργασίας	36
Σχήμα 4-1. Αρχιτεκτονική του συστήματος	51
Σχήμα 4-2. Το σχήμα αστέρα στην αποθήκη δεδομένων traffic_db.....	61

Συντομογραφίες & Ακρωνύμια

API	Application Programming Interface
BA	Business Analytics
BI	Business Intelligence
CSV	Comma-Separated Values
DB	Database
DBMS	Database Management System
DWH	Data Warehouse
ETL	Extract, Transform, Load
GPS	Global Positioning System
JSON	JavaScript Object Notation
KPI	Key Performance Indicator
MDB	Multidimensional Database
MOLAP	Multidimensional OLAP
NDS	Normalized Data Store
NF	Normal Form
OLAP	On Line Analytical Processing
OLTP	Online Transaction Processing Systems
SQL	Structured Query Language
WKT	Well Known Text
ΑΔ	Αποθήκη Δεδομένων
ΒΔ	Βάση Δεδομένων

1. Εισαγωγή

Η αστικοποίηση και η συνεχής αύξηση του πληθυσμού των μεγάλων αστικών κέντρων αποτελούν ένα από τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά της σύγχρονης εποχής. Σύμφωνα με διεθνείς μελέτες, περισσότερο από το ήμισυ του παγκόσμιου πληθυσμού κατοικεί πλέον σε αστικές περιοχές, ενώ το ποσοστό αυτό αναμένεται να αυξηθεί σημαντικά τις επόμενες δεκαετίες. Η συγκέντρωση πληθυσμού, οικονομικών δραστηριοτήτων, επιχειρήσεων και υπηρεσιών στα μεγάλα αστικά κέντρα δημιουργεί αυξημένες ανάγκες μετακίνησης ανθρώπων και αγαθών, με αποτέλεσμα τη συνεχή επιβάρυνση των υφιστάμενων μεταφορικών υποδομών.

Ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι σύγχρονες πόλεις είναι η κυκλοφοριακή συμφόρηση. Η αύξηση του αριθμού των οχημάτων, η περιορισμένη χωρητικότητα του οδικού δικτύου, η ανεπαρκής ανάπτυξη των δημόσιων συγκοινωνιών σε ορισμένες περιοχές και η ανομοιόμορφη κατανομή των μετακινήσεων κατά τη διάρκεια της ημέρας οδηγούν στη δημιουργία έντονων κυκλοφοριακών φαινομένων. Η συμφόρηση επηρεάζει άμεσα την ποιότητα ζωής των πολιτών, αυξάνει τους χρόνους μετακίνησης, επιβαρύνει το περιβάλλον μέσω της αύξησης των εκπομπών ρύπων και δημιουργεί σημαντικό οικονομικό κόστος τόσο για τους πολίτες όσο και για τις επιχειρήσεις.

Οι επιπτώσεις του κυκλοφοριακού προβλήματος δεν περιορίζονται μόνο στην καθημερινή ταλαιπωρία των μετακινούμενων. Η καθυστέρηση στις μεταφορές επηρεάζει την παραγωγικότητα των επιχειρήσεων, αυξάνει το λειτουργικό κόστος των μεταφορικών εταιρειών και δημιουργεί αρνητικές συνέπειες στην ανταγωνιστικότητα των αστικών οικονομιών. Επιπλέον, η αυξημένη κυκλοφορία συνδέεται με υψηλότερα επίπεδα ατμοσφαιρικής ρύπανσης, ηχορύπανσης και κατανάλωσης καυσίμων, παράγοντες που επηρεάζουν άμεσα τη βιώσιμη ανάπτυξη των πόλεων. (Nower, et al, 2022)

Για την αντιμετώπιση των παραπάνω προβλημάτων, οι σύγχρονες πόλεις επενδύουν ολοένα και περισσότερο σε συστήματα ευφών μεταφορών (Intelligent Transportation Systems - ITS), τα οποία αξιοποιούν τεχνολογίες αισθητήρων, δικτύων επικοινωνίας, αποθήκευσης δεδομένων και προηγμένων αναλυτικών μεθόδων. Μέσω αυτών των συστημάτων καθίσταται δυνατή η συνεχής παρακολούθηση της κυκλοφορίας, η ανίχνευση προβλημάτων σε πραγματικό χρόνο και η υποστήριξη διαδικασιών λήψης αποφάσεων που στοχεύουν στη βελτιστοποίηση της λειτουργίας του οδικού δικτύου.

Η εξέλιξη των τεχνολογιών πληροφορικής και η ευρεία χρήση αισθητήρων κυκλοφορίας έχουν οδηγήσει στη δημιουργία τεράστιων όγκων δεδομένων, τα οποία μπορούν να αξιοποιηθούν για την εξαγωγή πολύτιμων συμπερασμάτων σχετικά με τα πρότυπα μετακίνησης, τις ώρες αιχμής, τις περιοχές συμφόρησης και τη συνολική συμπεριφορά του κυκλοφοριακού συστήματος. Η αποτελεσματική αποθήκευση, οργάνωση και ανάλυση αυτών των δεδομένων αποτελεί πλέον βασικό αντικείμενο έρευνας στον χώρο των μεταφορών, της επιστήμης δεδομένων και των πληροφοριακών συστημάτων.

Η Αθήνα αποτελεί το μεγαλύτερο μητροπολιτικό κέντρο της Ελλάδας και συγκεντρώνει σημαντικό ποσοστό του συνολικού πληθυσμού της χώρας. Στην ευρύτερη περιοχή της Αττικής κατοικεί και δραστηριοποιείται περίπου το ήμισυ του ελληνικού πληθυσμού, ενώ παράλληλα συγκεντρώνεται το μεγαλύτερο μέρος των διοικητικών, οικονομικών, εμπορικών και εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων της χώρας.

Η έντονη πληθυσμιακή συγκέντρωση, σε συνδυασμό με τη γεωμορφολογία της περιοχής και τον μεγάλο αριθμό καθημερινών μετακινήσεων, έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία σημαντικών κυκλοφοριακών προβλημάτων. Οι βασικοί οδικοί άξονες της Αττικής, όπως η Λεωφόρος Κηφισού, η Λεωφόρος Κηφισίας, η Λεωφόρος Συγγρού, η Λεωφόρος Αθηνών, η Πέτρου Ράλλη και η Λεωφόρος Ποσειδώνος, παρουσιάζουν συχνά υψηλά επίπεδα κυκλοφοριακού φόρτου, ιδιαίτερα κατά τις ώρες αιχμής.

Η καθημερινή μετακίνηση χιλιάδων εργαζομένων προς και από το κέντρο της Αθήνας, οι εμπορευματικές μεταφορές προς τα λιμάνια και τις βιομηχανικές περιοχές, καθώς και η αυξημένη χρήση ιδιωτικών οχημάτων συμβάλλουν στη διατήρηση υψηλών επιπέδων κυκλοφοριακής επιβάρυνσης. Παράλληλα, η συνεχής ανάπτυξη νέων εμπορικών και οικιστικών περιοχών δημιουργεί πρόσθετες απαιτήσεις μετακίνησης, οι οποίες συχνά υπερβαίνουν τη χωρητικότητα του υφιστάμενου οδικού δικτύου.

Το κυκλοφοριακό πρόβλημα της Αθήνας παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον από ερευνητική σκοπιά, καθώς συνδυάζει χαρακτηριστικά μεγάλων ευρωπαϊκών μητροπολιτικών περιοχών με τις ιδιαιτερότητες της ελληνικής αστικής ανάπτυξης. Η μελέτη της κυκλοφορίας στην Αττική μπορεί να προσφέρει χρήσιμα συμπεράσματα τόσο για τη βελτίωση της καθημερινής λειτουργίας του οδικού δικτύου όσο και για τον μελλοντικό σχεδιασμό υποδομών και πολιτικών μεταφορών.

Η συνεχής συλλογή δεδομένων από αισθητήρες κυκλοφορίας δημιουργεί νέες δυνατότητες για την κατανόηση και τη διαχείριση του κυκλοφοριακού φαινομένου. Τα δεδομένα αυτά περιλαμβάνουν πληροφορίες σχετικά με τον αριθμό διελεύσεων οχημάτων, τη μέση ταχύτητα κίνησης, τη χρονική κατανομή της κυκλοφορίας και άλλα χαρακτηριστικά που επιτρέπουν τη λεπτομερή αποτύπωση της λειτουργίας του οδικού δικτύου.

Η ανάλυση μεγάλων ιστορικών συνόλων δεδομένων παρέχει τη δυνατότητα εντοπισμού επαναλαμβανόμενων προτύπων, ανίχνευσης ανωμαλιών και αξιολόγησης της αποτελεσματικότητας κυκλοφοριακών παρεμβάσεων. Παράλληλα, η αξιοποίηση τεχνικών επιχειρηματικής ευφυΐας (Business Intelligence) και αποθηκών δεδομένων (Data Warehouses) επιτρέπει την οργάνωση των δεδομένων σε μορφή κατάλληλη για σύνθετα αναλυτικά ερωτήματα και υποστήριξη αποφάσεων.

Η ύπαρξη αξιόπιστων και ποιοτικών δεδομένων αποτελεί βασική προϋπόθεση για την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων. Για τον λόγο αυτό, η αξιολόγηση της ποιότητας των δεδομένων, ο εντοπισμός ελλειπών ή λανθασμένων καταγραφών και η διερεύνηση του βαθμού κάλυψης των μετρήσεων αποτελούν απαραίτητα βήματα πριν από οποιαδήποτε περαιτέρω ανάλυση.

2. Αποθήκες Δεδομένων

Η εκρηκτική ανάπτυξη των πληροφοριακών συστημάτων κατά τις τελευταίες δεκαετίες έχει οδηγήσει στη δημιουργία και αποθήκευση τεράστιων ποσοτήτων δεδομένων. Επιχειρήσεις, οργανισμοί και δημόσιοι φορείς παράγουν καθημερινά δεδομένα τα οποία προέρχονται από οικονομικές συναλλαγές, βιομηχανικές διαδικασίες, τηλεπικοινωνιακά δίκτυα, εφαρμογές διαδικτύου και συστήματα παρακολούθησης. Η διαρκώς αυξανόμενη παραγωγή δεδομένων δημιούργησε την ανάγκη για ανάπτυξη συστημάτων ικανών όχι μόνο να αποθηκεύουν δεδομένα αλλά και να υποστηρίζουν τη διαδικασία λήψης αποφάσεων μέσω της αναλυτικής επεξεργασίας τους.

Τα παραδοσιακά πληροφοριακά συστήματα σχεδιάστηκαν κυρίως για τη διαχείριση καθημερινών λειτουργικών διαδικασιών. Τα συστήματα αυτά, γνωστά ως συστήματα επεξεργασίας συναλλαγών (Online Transaction Processing – OLTP), είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικά στην εισαγωγή, ενημέρωση και ανάκτηση δεδομένων, ωστόσο δεν είναι κατάλληλα για σύνθετες αναλυτικές επεξεργασίες. Η εκτέλεση πολύπλοκων ερωτημάτων σε λειτουργικές βάσεις δεδομένων μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την απόδοση των συστημάτων και να δυσχεράνει τη λειτουργία τους.

Για την αντιμετώπιση των παραπάνω προβλημάτων αναπτύχθηκαν οι Αποθήκες Δεδομένων (Data Warehouses), οι οποίες αποτελούν εξειδικευμένα πληροφοριακά συστήματα σχεδιασμένα για την αποθήκευση ιστορικών δεδομένων και την υποστήριξη αναλυτικών εφαρμογών. Οι Αποθήκες Δεδομένων επιτρέπουν την ενοποίηση δεδομένων από διαφορετικές πηγές, τη διατήρηση ιστορικών στοιχείων για μεγάλα χρονικά διαστήματα και την εκτέλεση πολύπλοκων αναλύσεων χωρίς να επηρεάζονται τα λειτουργικά συστήματα.

Η εμφάνιση των Αποθηκών Δεδομένων συνδέεται άμεσα με την ανάπτυξη των συστημάτων Επιχειρηματικής Ευφυΐας (Business Intelligence – BI), τα οποία αξιοποιούν τα αποθηκευμένα δεδομένα για την παραγωγή αναφορών, τη δημιουργία δεικτών απόδοσης και την υποστήριξη στρατηγικών αποφάσεων. Σήμερα οι Αποθήκες Δεδομένων αποτελούν βασικό στοιχείο της σύγχρονης διαχείρισης δεδομένων και χρησιμοποιούνται σε πληθώρα εφαρμογών, όπως οι τραπεζικές υπηρεσίες, οι τηλεπικοινωνίες, οι μεταφορές, η υγεία και το ηλεκτρονικό εμπόριο. (Inmon, 2024)

Η εξέλιξη των τεχνολογιών πληροφορικής οδήγησε στην περαιτέρω ανάπτυξη νέων προσεγγίσεων, όπως τα Big Data Warehouses, τα Cloud Data Warehouses και οι αρχιτεκτονικές Data Lakehouse. Παρά τις τεχνολογικές εξελίξεις, οι θεμελιώδεις αρχές των Αποθηκών Δεδομένων παραμένουν ίδιες: η συλλογή, ενοποίηση και αξιοποίηση δεδομένων για την παραγωγή γνώσης και τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων. (Γιακουμάκης, Διαμαντίδης, 2015)

2.1 Ορισμός και βασικά χαρακτηριστικά των αποθηκών δεδομένων

Ο πλέον διαδεδομένος ορισμός της Αποθήκης Δεδομένων δόθηκε από τον Bill Inmon (2005), ο οποίος την περιγράφει ως:

«Μια συλλογή δεδομένων προσανατολισμένη στο θέμα (subject-oriented) , ενοποιημένη (integrated), χρονικά μεταβαλλόμενη (time-variant) και μη πτητική (non-volatile), η οποία υποστηρίζει τη διαδικασία λήψης αποφάσεων.»

Ο ορισμός αυτός αναδεικνύει τέσσερα βασικά χαρακτηριστικά που διαφοροποιούν τις Αποθήκες Δεδομένων από τις συμβατικές βάσεις δεδομένων.

- **Θεματικός Προσανατολισμός**

Τα δεδομένα οργανώνονται γύρω από συγκεκριμένες θεματικές περιοχές που ενδιαφέρουν τον οργανισμό, όπως οι πωλήσεις, οι πελάτες, τα προϊόντα ή οι υπηρεσίες. Η οργάνωση αυτή διευκολύνει την ανάλυση και την παραγωγή αναφορών.

- **Ενοποίηση**

Τα δεδομένα συνήθως προέρχονται από διαφορετικές πηγές και συστήματα. Πριν εισαχθούν στην Αποθήκη Δεδομένων, μετασχηματίζονται ώστε να αποκτήσουν κοινή μορφή και δομή. Η διαδικασία αυτή διασφαλίζει την ομοιομορφία και τη συνέπεια των δεδομένων.

- **Χρονική Μεταβλητότητα**

Σε αντίθεση με τα λειτουργικά συστήματα που αποθηκεύουν κυρίως τρέχοντα δεδομένα, οι Αποθήκες Δεδομένων διατηρούν ιστορικά στοιχεία για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Αυτό επιτρέπει την ανάλυση τάσεων και τη μελέτη της εξέλιξης των φαινομένων στον χρόνο.

- **Μη Πτητικότητα**

Τα δεδομένα που αποθηκεύονται στην Αποθήκη Δεδομένων δεν τροποποιούνται συχνά. Μετά την εισαγωγή τους χρησιμοποιούνται κυρίως για ανάγνωση και ανάλυση. Η ιδιότητα αυτή συμβάλλει στη σταθερότητα και την αξιοπιστία των αναλύσεων.

2.2 Συστήματα OLTP και OLAP

Η κατανόηση των Αποθηκών Δεδομένων προϋποθέτει τη διάκριση μεταξύ λειτουργικών και αναλυτικών συστημάτων.

Τα λειτουργικά συστήματα επεξεργασίας συναλλαγών (OLTP) έχουν ως βασικό στόχο την υποστήριξη των καθημερινών λειτουργιών ενός οργανισμού. Χαρακτηρίζονται από μεγάλο αριθμό ταυτόχρονων χρηστών και συχνές ενημερώσεις δεδομένων.

Αντίθετα, τα συστήματα OLAP (Online Analytical Processing) επικεντρώνονται στην αναλυτική επεξεργασία δεδομένων και στην υποστήριξη της λήψης αποφάσεων.

2.2.1 Συστήματα OLTP

Τα συστήματα OLTP (Online Transaction Processing) αποτελούν τη βάση λειτουργίας των περισσότερων σύγχρονων πληροφοριακών συστημάτων. Σχεδιάζονται με σκοπό την υποστήριξη των καθημερινών επιχειρησιακών διαδικασιών ενός οργανισμού και τη διαχείριση μεγάλου αριθμού συναλλαγών σε πραγματικό ή σχεδόν πραγματικό χρόνο. Ο κύριος στόχος τους είναι η ταχεία, αξιόπιστη και ασφαλής καταχώρηση, ενημέρωση και ανάκτηση δεδομένων που προκύπτουν από τις καθημερινές λειτουργίες μιας επιχείρησης ή ενός οργανισμού.

Η έννοια της συναλλαγής (transaction) αποτελεί τον πυρήνα των συστημάτων OLTP. Μια συναλλαγή αντιστοιχεί σε μια λογική μονάδα εργασίας η οποία εκτελεί μία ή περισσότερες λειτουργίες στη βάση δεδομένων και πρέπει να ολοκληρωθεί επιτυχώς ή να ακυρωθεί πλήρως σε περίπτωση σφάλματος. Για τον λόγο αυτό τα OLTP συστήματα βασίζονται στις γνωστές ιδιότητες ACID (Atomicity, Consistency, Isolation, Durability), οι οποίες διασφαλίζουν την ακεραιότητα και την αξιοπιστία των δεδομένων.

Τα συστήματα OLTP χρησιμοποιούνται σε ένα μεγάλο εύρος εφαρμογών. Παραδείγματα αποτελούν τα τραπεζικά συστήματα, οι εφαρμογές ηλεκτρονικού εμπορίου, τα πληροφοριακά συστήματα νοσοκομείων, τα συστήματα κρατήσεων αεροπορικών εισιτηρίων, τα συστήματα διαχείρισης αποθηκών καθώς και οι εφαρμογές διαχείρισης

πελατών. Σε όλες αυτές τις περιπτώσεις πραγματοποιούνται καθημερινά χιλιάδες ή και εκατομμύρια συναλλαγές οι οποίες πρέπει να εκτελούνται γρήγορα και χωρίς σφάλματα.

Η δομή των βάσεων δεδομένων που χρησιμοποιούνται στα OLTP συστήματα ακολουθεί συνήθως τις αρχές της κανονικοποίησης. Η κανονικοποίηση αποσκοπεί στη μείωση του πλεονασμού των δεδομένων και στην αποφυγή ανωμαλιών κατά την εισαγωγή, ενημέρωση ή διαγραφή πληροφοριών. Ως αποτέλεσμα, οι πίνακες οργάνωνται σε πολλαπλά επίπεδα σχέσεων και τα δεδομένα αποθηκεύονται με τρόπο που διασφαλίζει τη συνέπεια και την ακεραιότητά τους.

Ένα ακόμη χαρακτηριστικό των OLTP συστημάτων είναι η υποστήριξη μεγάλου αριθμού ταυτόχρονων χρηστών. Σε ένα τραπεζικό πληροφοριακό σύστημα, για παράδειγμα, χιλιάδες πελάτες μπορεί να πραγματοποιούν ταυτόχρονα συναλλαγές μέσω ηλεκτρονικής τραπεζικής, εφαρμογών κινητών τηλεφώνων ή ΑΤΜ. Το σύστημα πρέπει να διαχειρίζεται αποτελεσματικά αυτές τις ταυτόχρονες προσπελάσεις χωρίς να δημιουργούνται συγκρούσεις ή ασυνέπειες στα δεδομένα.

Η απόδοση αποτελεί κρίσιμο παράγοντα στα OLTP συστήματα. Οι περισσότερες συναλλαγές πρέπει να ολοκληρώνονται σε κλάσματα του δευτερολέπτου, ώστε να διασφαλίζεται η ομαλή εμπειρία των χρηστών και η αποτελεσματική λειτουργία των επιχειρησιακών διαδικασιών. Για τον λόγο αυτό τα ερωτήματα που εκτελούνται είναι συνήθως απλά και αφορούν μικρό αριθμό εγγραφών.

Η διαχείριση των συναλλαγών συνοδεύεται από μηχανισμούς ανάκτησης σε περίπτωση βλάβης. Τα συστήματα OLTP καταγράφουν τις μεταβολές που πραγματοποιούνται στη βάση δεδομένων μέσω αρχείων καταγραφής (transaction logs), επιτρέποντας την επαναφορά της βάσης σε συνεπή κατάσταση σε περίπτωση διακοπής λειτουργίας ή απώλειας δεδομένων.

Στη σύγχρονη εποχή τα OLTP συστήματα αποτελούν τον βασικό μηχανισμό συλλογής δεδομένων που στη συνέχεια τροφοδοτούν συστήματα ανάλυσης και Αποθήκες Δεδομένων. Με άλλα λόγια, τα OLTP συστήματα παράγουν τα επιχειρησιακά δεδομένα τα οποία αργότερα αξιοποιούνται για αναλυτικούς σκοπούς και υποστήριξη αποφάσεων.

2.2.2 Συστήματα OLAP

Τα συστήματα OLAP (Online Analytical Processing) σχεδιάστηκαν με στόχο την υποστήριξη της αναλυτικής επεξεργασίας δεδομένων και της λήψης αποφάσεων. Σε

αντίθεση με τα λειτουργικά συστήματα που εστιάζουν στη διαχείριση καθημερινών συναλλαγών, τα συστήματα OLAP επιτρέπουν τη διερεύνηση μεγάλων όγκων ιστορικών δεδομένων και την εξαγωγή γνώσης από αυτά.

Η ανάπτυξη των OLAP συστημάτων συνδέεται άμεσα με την εμφάνιση των Αποθηκών Δεδομένων και των εφαρμογών Επιχειρηματικής Ευφυΐας. Καθώς οι οργανισμοί συγκέντρωναν ολοένα και μεγαλύτερες ποσότητες δεδομένων, προέκυψε η ανάγκη για εργαλεία που θα μπορούσαν να μετατρέπουν τα δεδομένα αυτά σε χρήσιμη πληροφορία. Τα OLAP συστήματα ήρθαν να καλύψουν αυτή την ανάγκη παρέχοντας μηχανισμούς γρήγορης και ευέλικτης ανάλυσης.

Βασικό χαρακτηριστικό των OLAP συστημάτων είναι η πολυδιάστατη θεώρηση των δεδομένων. Τα δεδομένα οργανώνονται σε διαστάσεις και μέτρα, επιτρέποντας την ανάλυσή τους από διαφορετικές οπτικές γωνίες. Για παράδειγμα, οι πωλήσεις μιας επιχείρησης μπορούν να αναλυθούν ταυτόχρονα ως προς τον χρόνο, τη γεωγραφική περιοχή, το προϊόν και τον πελάτη. Η πολυδιάστατη αυτή προσέγγιση παρέχει σημαντική ευελιξία στους αναλυτές και στους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων.

Η βασική λογική αναπαράσταση των OLAP συστημάτων είναι ο πολυδιάστατος κύβος. Κάθε διάσταση του κύβου αντιστοιχεί σε μία διαφορετική οπτική ανάλυσης, ενώ κάθε κελί του κύβου περιέχει αριθμητικά μέτρα, όπως πωλήσεις, κέρδη, κόστος ή πλήθος συναλλαγών. Μέσω αυτής της δομής είναι δυνατή η γρήγορη εκτέλεση σύνθετων αναλυτικών ερωτημάτων. Οι χρήστες των OLAP συστημάτων διαθέτουν τη δυνατότητα να πραγματοποιούν διάφορες λειτουργίες πλοήγησης στα δεδομένα.

Τα OLAP συστήματα αξιοποιούνται ευρέως σε περιβάλλοντα στρατηγικής διοίκησης και επιχειρηματικής ανάλυσης. Μέσω αυτών μπορούν να εντοπιστούν τάσεις, εποχικότητες, ανωμαλίες και πρότυπα συμπεριφοράς τα οποία δεν είναι εύκολα ορατά στα λειτουργικά δεδομένα. Η πληροφορία αυτή συμβάλλει σημαντικά στη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων. (Golfarelli, Rizzi, 1998)

Ένα ακόμη σημαντικό χαρακτηριστικό των OLAP συστημάτων είναι η δυνατότητα διατήρησης ιστορικών δεδομένων. Οι αναλυτές μπορούν να εξετάσουν την εξέλιξη ενός φαινομένου σε βάθος χρόνου και να πραγματοποιήσουν συγκρίσεις μεταξύ διαφορετικών χρονικών περιόδων. Η δυνατότητα αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική για τον στρατηγικό σχεδιασμό και την αξιολόγηση πολιτικών ή επιχειρησιακών αποφάσεων.

Η απόδοση αποτελεί επίσης κρίσιμο παράγοντα στα OLAP συστήματα. Για την επιτάχυνση των αναλύσεων χρησιμοποιούνται τεχνικές όπως οι προϋπολογισμένοι συγκεντρωτικοί πίνακες, οι πολυδιάστατοι κύβοι και οι εξειδικευμένες δομές ευρετηρίων. Οι τεχνικές αυτές επιτρέπουν την εκτέλεση σύνθετων αναλυτικών ερωτημάτων σε αποδεκτούς χρόνους ακόμη και όταν ο όγκος των δεδομένων είναι πολύ μεγάλος.

Σήμερα τα OLAP συστήματα αποτελούν θεμελιώδες στοιχείο των σύγχρονων πληροφοριακών υποδομών. Χρησιμοποιούνται σε τομείς όπως η οικονομική ανάλυση, η διοίκηση επιχειρήσεων, οι τηλεπικοινωνίες, οι μεταφορές, η υγεία και η δημόσια διοίκηση. Μέσω των δυνατοτήτων πολυδιάστατης ανάλυσης που παρέχουν, συμβάλλουν ουσιαστικά στην εξαγωγή γνώσης από τα δεδομένα και στην υποστήριξη αποτελεσματικότερων αποφάσεων. (Chaudhuri, Dayal, 1997)

2.2.3 Σύγκριση των συστημάτων OLTP και OLAP

Χαρακτηριστικό	OLTP	OLAP
Σκοπός	Διαχείριση συναλλαγών	Ανάλυση δεδομένων
Δεδομένα	Τρέχοντα	Ιστορικά
Ενημερώσεις	Συνεχείς	Περιοδικές
Ερωτήματα	Απλά	Πολύπλοκα
Χρήστες	Υπάλληλοι	Αναλυτές
Απόδοση	millisecs	secs/minutes

Πίνακας 2-1. Σύγκριση OLTP και OLAP

Τα συστήματα OLAP συνήθως βασίζονται σε Αποθήκες Δεδομένων και προσφέρουν δυνατότητες πολυδιάστατης ανάλυσης, οι οποίες δεν είναι εφικτές στα λειτουργικά συστήματα.

2.3 Βασικά συστατικά μιας αποθήκης δεδομένων

Μια Αποθήκη Δεδομένων (Data Warehouse) αποτελεί ένα ολοκληρωμένο πληροφοριακό σύστημα το οποίο έχει σχεδιαστεί με σκοπό τη συγκέντρωση, ενοποίηση, αποθήκευση και ανάλυση δεδομένων που προέρχονται από διαφορετικές πηγές. Η αποτελεσματική λειτουργία μιας Αποθήκης Δεδομένων βασίζεται στη συνεργασία πολλών επιμέρους συστατικών, τα οποία επιτελούν συγκεκριμένους ρόλους κατά τη συλλογή, διαχείριση και

αξιοποίηση των δεδομένων. Τα συστατικά αυτά συνθέτουν μια ενιαία αρχιτεκτονική που επιτρέπει την υποστήριξη αναλυτικών εφαρμογών και τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων. (Inmon, 2002)

2.3.1 Πηγές δεδομένων

Το πρώτο και βασικότερο συστατικό μιας Αποθήκης Δεδομένων είναι οι πηγές δεδομένων. Οι πηγές αυτές αποτελούν τα πληροφοριακά συστήματα από τα οποία συλλέγονται τα δεδομένα που πρόκειται να αποθηκευτούν και να αναλυθούν. Τα δεδομένα μπορεί να προέρχονται από λειτουργικά πληροφοριακά συστήματα (OLTP), συστήματα διαχείρισης πελατών (CRM), συστήματα επιχειρησιακών πόρων (ERP), βάσεις δεδομένων, αρχεία υπολογιστικών φύλλων, αρχεία CSV, εφαρμογές διαδικτύου, αισθητήρες, συσκευές Internet of Things (IoT) ή ακόμη και εξωτερικές διαδικτυακές υπηρεσίες.

Οι πηγές δεδομένων χαρακτηρίζονται συνήθως από ετερογένεια, καθώς χρησιμοποιούν διαφορετικές μορφές αποθήκευσης, διαφορετικά σχήματα δεδομένων και διαφορετικές τεχνολογίες. Η ύπαρξη πολλαπλών και ανομοιογενών πηγών καθιστά απαραίτητη τη διαδικασία ενοποίησης πριν από την αποθήκευση των δεδομένων στην Αποθήκη Δεδομένων.

2.3.2 Διαδικασία ETL

Η διαδικασία ETL (Extract – Transform – Load) αποτελεί τον μηχανισμό μέσω του οποίου τα δεδομένα μεταφέρονται από τις πηγές στην Αποθήκη Δεδομένων. Πρόκειται για ένα από τα σημαντικότερα συστατικά της συνολικής αρχιτεκτονικής.

Το στάδιο της εξαγωγής (Extract) περιλαμβάνει τη συλλογή δεδομένων από τις διαθέσιμες πηγές. Στη συνέχεια ακολουθεί το στάδιο του μετασχηματισμού (Transform), κατά το οποίο τα δεδομένα καθαρίζονται, ενοποιούνται και προσαρμόζονται σε κοινή μορφή. Σε αυτό το στάδιο πραγματοποιούνται εργασίες όπως η διόρθωση λαθών, η απομάκρυνση διπλοτύπων, η συμπλήρωση ελλিপών τιμών και η εναρμόνιση διαφορετικών μορφοποιήσεων.

Τέλος, κατά το στάδιο της φόρτωσης (Load), τα επεξεργασμένα δεδομένα εισάγονται στην Αποθήκη Δεδομένων. Η διαδικασία ETL συμβάλλει καθοριστικά στη διασφάλιση της ποιότητας, της συνέπειας και της αξιοπιστίας των δεδομένων.

2.3.3 Χώρος προσωρινής αποθήκευσης

Σε πολλές αρχιτεκτονικές Αποθηκών Δεδομένων χρησιμοποιείται ένας ενδιάμεσος χώρος προσωρινής αποθήκευσης, γνωστός ως Staging Area. Ο χώρος αυτός λειτουργεί ως μεταβατικό στάδιο μεταξύ των πηγών δεδομένων και της τελικής αποθήκης.

Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας ETL τα δεδομένα μεταφέρονται αρχικά στη Staging Area, όπου πραγματοποιούνται οι απαραίτητοι έλεγχοι ποιότητας, οι μετασχηματισμοί και οι διαδικασίες καθαρισμού. Με αυτόν τον τρόπο αποφεύγεται η επιβάρυνση της κύριας Αποθήκης Δεδομένων με ενδιάμεσες εργασίες επεξεργασίας.

2.3.4 Αποθετήριο αποθήκης δεδομένων

Ο κεντρικός πυρήνας της αρχιτεκτονικής είναι η ίδια η Αποθήκη Δεδομένων (Data Warehouse Repository). Πρόκειται για το σημείο όπου αποθηκεύονται τα ολοκληρωμένα και ενοποιημένα δεδομένα τα οποία έχουν προέλθει από τις διάφορες πηγές.

Η Αποθήκη Δεδομένων είναι προσανατολισμένη στην ανάλυση και όχι στην καθημερινή λειτουργική επεξεργασία. Τα δεδομένα οργανώνονται συνήθως σύμφωνα με τις αρχές της διαστασιακής μοντελοποίησης και περιλαμβάνουν ιστορικές πληροφορίες που επιτρέπουν την ανάλυση της εξέλιξης των φαινομένων στον χρόνο.

Στο επίπεδο αυτό πραγματοποιείται η αποθήκευση τόσο των πινάκων γεγονότων, οι οποίοι περιέχουν μετρήσιμα δεδομένα, όσο και των πινάκων διαστάσεων, οι οποίοι περιλαμβάνουν περιγραφικά χαρακτηριστικά.

2.3.5 Μεταδεδομένα

Τα μεταδεδομένα (Metadata) αποτελούν δεδομένα που περιγράφουν άλλα δεδομένα. Σε μια Αποθήκη Δεδομένων τα μεταδεδομένα παρέχουν πληροφορίες σχετικά με τη δομή, την προέλευση, το περιεχόμενο και τη χρήση των αποθηκευμένων δεδομένων.

Τα μεταδεδομένα περιλαμβάνουν πληροφορίες όπως: ορισμούς πεδίων και πινάκων, περιγραφές επιχειρησιακών κανόνων, χαρτογραφήσεις μεταξύ πηγών και αποθήκης, πληροφορίες για τις διαδικασίες ETL και δικαιώματα πρόσβασης και ασφάλειας.

Η ύπαρξη μεταδεδομένων είναι ιδιαίτερα σημαντική, καθώς διευκολύνει τόσο τους διαχειριστές όσο και τους αναλυτές στην κατανόηση και αξιοποίηση των δεδομένων.

2.3.6 Θύλακες δεδομένων

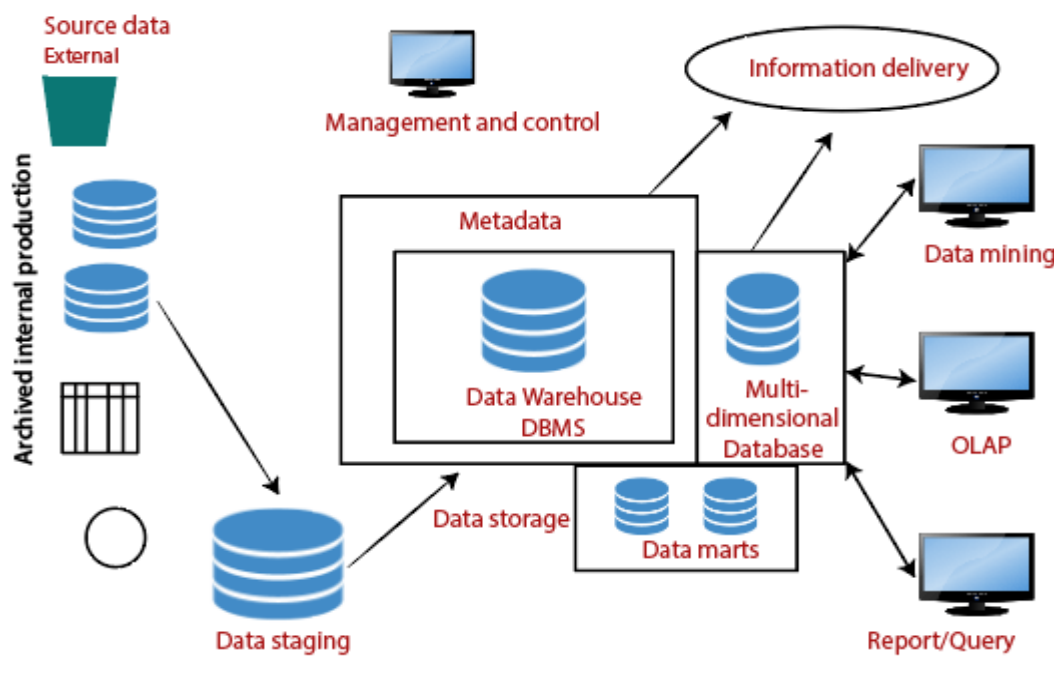
Οι θύλακες δεδομένων (Data Marts) αποτελούν υποσύνολα της κεντρικής Αποθήκης Δεδομένων και είναι προσανατολισμένα στις ανάγκες συγκεκριμένων επιχειρησιακών μονάδων ή τμημάτων ενός οργανισμού. Ένας τέτοιος θύλακας μπορεί να εξυπηρετεί αποκλειστικά τις ανάγκες του τμήματος πωλήσεων, του λογιστηρίου ή του τμήματος ανθρώπινου δυναμικού. (Golfarelli, Rizzi, 2018)

Η χρήση Data Marts επιτρέπει τη γρηγορότερη πρόσβαση σε εξειδικευμένα δεδομένα και συμβάλλει στη βελτίωση της απόδοσης των αναλυτικών εφαρμογών.

2.3.7 Εργαλεία OLAP και επιχειρηματικής ευφυΐας

Το τελικό επίπεδο της αρχιτεκτονικής περιλαμβάνει τα εργαλεία OLAP και τα συστήματα Επιχειρηματικής Ευφυΐας. Τα εργαλεία αυτά επιτρέπουν στους χρήστες να αναλύουν τα δεδομένα, να δημιουργούν αναφορές, να κατασκευάζουν διαδραστικούς πίνακες ελέγχου και να εξάγουν χρήσιμη γνώση.

Μέσω των OLAP εργαλείων οι χρήστες μπορούν να πραγματοποιούν πολυδιάστατη ανάλυση δεδομένων, να εξετάζουν τάσεις, να συγκρίνουν χρονικές περιόδους και να εντοπίζουν πρότυπα ή ανωμαλίες. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται συχνά με τη μορφή γραφημάτων, αναφορών και δεικτών απόδοσης (Key Performance Indicators – KPIs).



Σχήμα 2-1. Τα συστατικά στοιχεία μιας Αποθήκης Δεδομένων

<https://www.sprinkledata.ai/blogs/components-of-data-warehouse-an-in-depth-guide/>

2.4 Διαστασιακή μοντελοποίηση

Η διαστασιακή μοντελοποίηση (Dimensional Modeling) αποτελεί μία από τις σημαντικότερες και πλέον διαδεδομένες τεχνικές σχεδίασης Αποθηκών Δεδομένων (Data Warehouses). Αναπτύχθηκε κυρίως από τον Ralph Kimball και τους συνεργάτες του κατά τη δεκαετία του 1990 και μέχρι σήμερα αποτελεί τη δημοφιλέστερη προσέγγιση για την οργάνωση δεδομένων σε περιβάλλοντα Επιχειρηματικής Ευφυΐας (Business Intelligence) και Αναλυτικής Επεξεργασίας Δεδομένων (OLAP).

Η βασική φιλοσοφία της διαστασιακής μοντελοποίησης είναι ότι τα δεδομένα πρέπει να οργανώνονται με τρόπο κατανοητό τόσο από τα πληροφοριακά συστήματα όσο και από τους τελικούς χρήστες. Σε αντίθεση με τα παραδοσιακά κανονικοποιημένα μοντέλα σχεσιακών βάσεων δεδομένων, τα οποία σχεδιάζονται κυρίως για τη βελτιστοποίηση των συναλλαγών, η διαστασιακή μοντελοποίηση επικεντρώνεται στη διευκόλυνση της ανάλυσης και της εξαγωγής πληροφορίας. (Kimbal, Ross 2002)

Οι σύγχρονες επιχειρήσεις και οργανισμοί συλλέγουν καθημερινά τεράστιες ποσότητες δεδομένων. Ωστόσο, η ύπαρξη δεδομένων από μόνη της δεν αρκεί. Η πραγματική αξία προκύπτει όταν τα δεδομένα μπορούν να αναλυθούν αποτελεσματικά ώστε να υποστηρίξουν τη λήψη αποφάσεων. Η διαστασιακή μοντελοποίηση έρχεται να καλύψει ακριβώς αυτή την ανάγκη, παρέχοντας ένα απλό αλλά ιδιαίτερα αποδοτικό πλαίσιο οργάνωσης των δεδομένων.

2.4.1 Τι είναι η διαστασιακή μοντελοποίηση

Η διαστασιακή μοντελοποίηση είναι μια τεχνική σχεδιασμού βάσεων δεδομένων η οποία οργανώνει τα δεδομένα γύρω από επιχειρησιακά γεγονότα (facts) και τις διαστάσεις (dimensions) που τα περιγράφουν.

Η βασική ιδέα είναι ότι κάθε γεγονός που καταγράφεται σε έναν οργανισμό μπορεί να αναλυθεί από διαφορετικές οπτικές γωνίες.

Για παράδειγμα, μια πώληση μπορεί να αναλυθεί ανά προϊόν, ανά πελάτη, ανά χρονική στιγμή, ανά γεωγραφική περιοχή.

Οι διαφορετικές αυτές οπτικές αποτελούν τις διαστάσεις του συστήματος, ενώ η ίδια η πώληση αποτελεί το γεγονός που μετρείται.

Σύμφωνα με τον Kimball και Ross (2013), η διαστασιακή μοντελοποίηση επιδιώκει να δημιουργήσει ένα μοντέλο δεδομένων το οποίο να είναι: απλό, κατανοητό, επεκτάσιμο, αποδοτικό στην εκτέλεση αναλυτικών ερωτημάτων.

Η απλότητα αυτή επιτρέπει στους αναλυτές να κατανοούν εύκολα τη δομή των δεδομένων και να διατυπώνουν σύνθετα ερωτήματα χωρίς να απαιτείται βαθιά γνώση του φυσικού σχεδιασμού της βάσης.

2.4.2 Γιατί χρησιμοποιείται η διαστασιακή μοντελοποίηση

Η χρήση της διαστασιακής μοντελοποίησης προέκυψε από την ανάγκη επίλυσης προβλημάτων που εμφανίζονται στις παραδοσιακές σχεσιακές βάσεις δεδομένων όταν χρησιμοποιούνται για αναλυτικούς σκοπούς.

Στα λειτουργικά συστήματα (OLTP), οι βάσεις δεδομένων είναι συνήθως έντονα κανονικοποιημένες. Παρότι η κανονικοποίηση μειώνει τον πλεονασμό δεδομένων, δημιουργεί πολύπλοκες δομές με μεγάλο αριθμό πινάκων και σχέσεων.

Η εκτέλεση αναλυτικών ερωτημάτων σε τέτοιες δομές συχνά απαιτεί: πολλαπλές συνενώσεις πινάκων, σύνθετα ερωτήματα και μεγάλο χρόνο επεξεργασίας.

Η διαστασιακή μοντελοποίηση επιλύει τα παραπάνω προβλήματα διότι:

- **Βελτιώνει την απόδοση**

Οι αναλυτικές ερωτήσεις απαιτούν συνήθως λιγότερα JOIN, γεγονός που οδηγεί σε σημαντική βελτίωση της απόδοσης.

- **Διευκολύνει τους χρήστες**

Η δομή είναι πιο φυσική και πιο κοντά στον τρόπο σκέψης των επιχειρησιακών χρηστών.

- **Υποστηρίζει OLAP αναλύσεις**

Η διαστασιακή προσέγγιση είναι ιδανική για πολυδιάστατη ανάλυση και κατασκευή OLAP κύβων.

- **Παρέχει ευελιξία**

Νέες διαστάσεις ή νέα μέτρα μπορούν να προστεθούν σχετικά εύκολα χωρίς σημαντικές αλλαγές στη συνολική αρχιτεκτονική.

2.4.3 Βασικά στοιχεία της διαστασιακής μοντελοποίησης

Η διαστασιακή μοντελοποίηση βασίζεται σε τρεις θεμελιώδεις έννοιες:

1. Πίνακες γεγονότων (Fact Tables)
2. Πίνακες διαστάσεων (Dimension Tables)
3. Μετρικές (Measures)

2.4.3.1 Πίνακες γεγονότων

Οι πίνακες γεγονότων αποτελούν τον πυρήνα του μοντέλου. Περιέχουν επιχειρησιακά δεδομένα ή αριθμητικές μετρήσεις και ξένα κλειδιά προς διαστάσεις

Τα δεδομένα που αποθηκεύονται στους πίνακες γεγονότων είναι συνήθως ποσοτικά και χρησιμοποιούνται για υπολογισμούς και στατιστική ανάλυση.

Παραδείγματα: Πωλήσεις, Κέρδη, Ποσότητες, Κόστος, Μετρήσεις αισθητήρων

Οι πίνακες γεγονότων περιέχουν συνήθως τον μεγαλύτερο όγκο δεδομένων σε μια Αποθήκη Δεδομένων.

2.4.3.2 Πίνακες διαστάσεων

Οι πίνακες διαστάσεων περιέχουν περιγραφικές πληροφορίες σχετικά με τα γεγονότα.

Παραδείγματα διαστάσεων μπορεί να είναι τα εξής: Χρόνος, Πελάτης, Προϊόν, Περιοχή, Κατηγορία

Οι διαστάσεις επιτρέπουν την ομαδοποίηση και ανάλυση των δεδομένων από διαφορετικές οπτικές γωνίες. Για παράδειγμα, μια πώληση μπορεί να αναλυθεί είτε ανά έτος, ανά μήνα, ανά ημέρα, ανά ώρα είτε ανά πόλη, ανά περιοχή, ανά σημείο είτε τέλος ανά προϊόν.

Οι πίνακες διαστάσεων περιέχουν συνήθως λιγότερες εγγραφές αλλά περισσότερα περιγραφικά χαρακτηριστικά.

2.4.3.3 Μετρικές

Οι μετρικές αποτελούν τις αριθμητικές μεταβλητές που ενδιαφέρουν τον αναλυτή.

Παραδείγματα για το παραπάνω μπορεί είναι: το πλήθος πωλήσεων, η ποσότητα προϊόντων, το συνολικό κόστος, η μέση ταχύτητα ή ο κυκλοφοριακός φόρτος

Τα μέτρα αυτά χρησιμοποιούνται σε συναρτήσεις όπως:

SUM() , AVG() , MIN() , MAX() , COUNT()

2.5 Σχεδίαση αποθήκης δεδομένων

Σε μια αποθήκη δεδομένων τα σχήματα (schemas) καθορίζουν τον τρόπο με τον οποία τα δεδομένα είναι αποθηκευμένα σε αυτή. Υπάρχουν τρία διαφορετικά σχήματα (τρεις διαφορετικοί τρόποι αποθήκευσης των δεδομένων):

- σχήμα αστέρα (star),
- σχήμα νιφάδας (snowflake) και
- γαλαξιακό σχήμα (galaxy) ή σχήμα αστερισμού γεγονότων (fact constellation)

Και τα τρία παραπάνω σχήματα είναι πολυδιάστατα (dimensional) μοντέλα δεδομένων σχεδιασμένα για τη βελτιστοποίηση των ταχυτήτων ανάκτησης δεδομένων σε συστήματα OLAP. Τα πολυδιάστατα μοντέλα μπορούν να αυξήσουν τον πλεονασμό (redundancy), καθιστώντας ευκολότερο τον εντοπισμό πληροφοριών για σκοπούς αναφοράς και ανάκτησης, και βελτιώνοντας την απόδοση των ερωτημάτων.

Τα παραπάνω σχήματα περιέχουν πίνακες γεγονότων (fact tables) και πίνακες διαστάσεων (dimension tables)

2.5.1 Σχήμα αστέρα

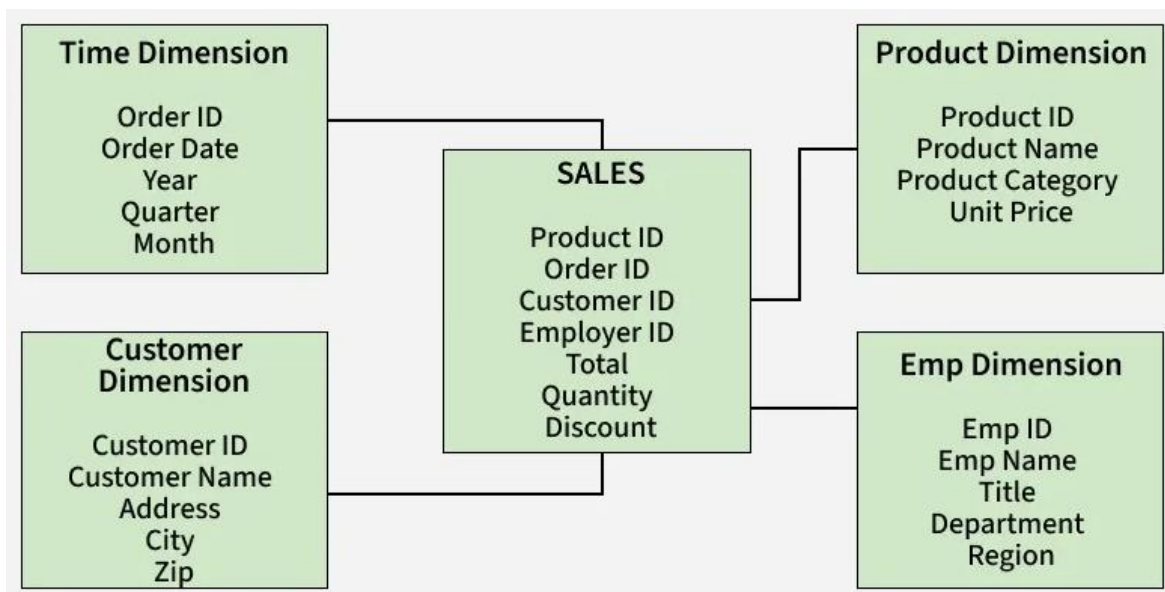
Το σχήμα αστέρα (Star Schema) αποτελεί το πιο διαδεδομένο μοντέλο σχεδίασης Αποθηκών Δεδομένων, επειδή είναι το απλούστερο στην κατανόηση και χρήση και το πιο αποτελεσματικό και θεωρείται η βασική αρχιτεκτονική σχεδιασμού Αποθηκών Δεδομένων σύμφωνα με τη μεθοδολογία του Kimball.

Η ονομασία του προέρχεται από τη μορφή αστέρα που σχηματίζεται όταν ένας κεντρικός πίνακας γεγονότων συνδέεται με πολλούς πίνακες διαστάσεων.

Στο σχήμα αστέρα οι πίνακες διαστάσεων είναι συνήθως αποκανονικοποιημένοι (denormalized), γεγονός που σημαίνει ότι περιέχουν επαναλαμβανόμενα δεδομένα.

Η αποκανονικοποίηση πραγματοποιείται σκόπιμα ώστε να μειωθεί ο αριθμός των συνενώσεων πινάκων, να επιταχυνθούν τα αναλυτικά ερωτήματα και να διευκολυνθεί η κατανόηση του μοντέλου.

Οι περισσότερες εμπορικές πλατφόρμες επιχειρησιακής ευφυΐας έχουν σχεδιαστεί με γνώμονα τη λειτουργία πάνω σε σχήμα αστέρα.



Σχήμα 2-2. Σχήμα αστέρας

<https://www.geeksforgeeks.org/dbms/star-schema-in-data-warehouse-modeling/>

Τα **πλεονεκτήματα** του συγκεκριμένου σχήματος είναι η:

1. **Απλότητα** (η δομή του είναι εύκολα κατανοητή τόσο από επιχειρησιακούς χρήστες όσο και από τεχνικούς),
2. **Υψηλή απόδοση** (τα ερωτήματα απαιτούν μικρό αριθμό JOIN και έτσι ο χρόνος εκτέλεσής τους είναι μικρός),
3. **Εύκολη συντήρηση** (λόγω της απλότητας της δομής του μπορεί να επεκταθεί εύκολα),
4. **Συμβατότητα με OLAP** (όλα σχεδόν τα OLAP εργαλεία είναι συμβατά και λειτουργούν ικανοποιητικά με σχήμα star).

Τα **μειονεκτήματα** του σχήματος star είναι:

1. Ο αυξημένος πλεονασμός δεδομένων,
2. Οι μεγαλύτερες απαιτήσεις αποθηκευτικού χώρου,
3. Η πιθανότητα εμφάνισης ασυνεπειών σε περιπτώσεις λανθασμένης συντήρησης.

2.5.2 Σχήμα νιφάδας χιονιού

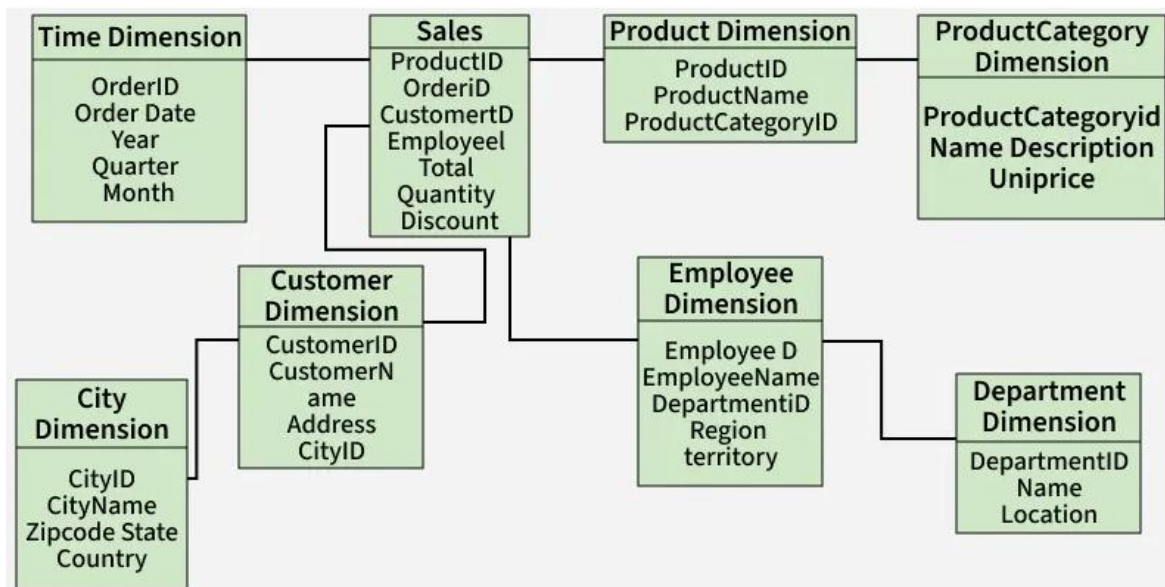
Το σχήμα νιφάδας χιονιού (Snowflake Schema) αποτελεί εξέλιξη του σχήματος αστέρα και χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις όπου απαιτείται μεγαλύτερος βαθμός κανονικοποίησης των διαστάσεων. Η βασική διαφορά μεταξύ αυτού και του σχήματος αστέρα είναι ότι στο σχήμα νιφάδας χιονιού οι πίνακες διαστάσεων διασπώνται σε επιμέρους υποπίνακες, οι οποίοι συνδέονται μεταξύ τους μέσω σχέσεων ξένων κλειδιών.

Η ονομασία του μοντέλου προέρχεται από τη μορφή που δημιουργείται στο διάγραμμα της βάσης δεδομένων, η οποία θυμίζει νιφάδα χιονιού λόγω των πολλαπλών επιπέδων διακλάδωσης των διαστάσεων.

Σε ένα σχήμα αστέρα κάθε διάσταση αποθηκεύεται σε έναν ενιαίο πίνακα, ακόμη και αν περιλαμβάνει επαναλαμβανόμενα στοιχεία. Αντίθετα, στο σχήμα χιονονιφάδας εφαρμόζονται τεχνικές κανονικοποίησης ώστε τα δεδομένα να αποθηκεύονται χωρίς πλεονασμό. (Vijay, 2025)

Για παράδειγμα, μια διάσταση γεωγραφικής περιοχής μπορεί να διασπαστεί σε Πόλη (City), Νομός (Region), Περιφέρεια (Province), Χώρα (Country)

με αποτέλεσμα κάθε επίπεδο να αποθηκεύεται σε διαφορετικό πίνακα.



Σχήμα 2-3. Σχήμα νιφάδας χιονιού

<https://www.geeksforgeeks.org/dbms/snowflake-schema-in-data-warehouse-model/>

Τα **πλεονεκτήματα** του σχήματος νιφάδας χιονιού προέρχονται κυρίως από τη σχετική κανονικοποίηση των διαστάσεων, η οποία οδηγεί στα εξής:

1. Μείωση πλεονασμού δεδομένων,
2. Μικρότερο αποθηκευτικό χώρο,
3. Ευκολότερη συντήρηση μεγάλων διαστάσεων,
4. Καλύτερη διαχείριση σύνθετων ιεραρχιών,
5. Μεγαλύτερη συνέπεια δεδομένων

. Τα **μειονεκτήματα** του σχήματος νιφάδας χιονιού είναι:

1. Αυξημένος αριθμός συνένωσης πινάκων.
2. Μεγαλύτερη πολυπλοκότητα σχεδιασμού.
3. Δυσκολότερη κατανόηση από τους επιχειρησιακούς χρήστες.
4. Μικρότερη απόδοση σε αναλυτικά ερωτήματα.

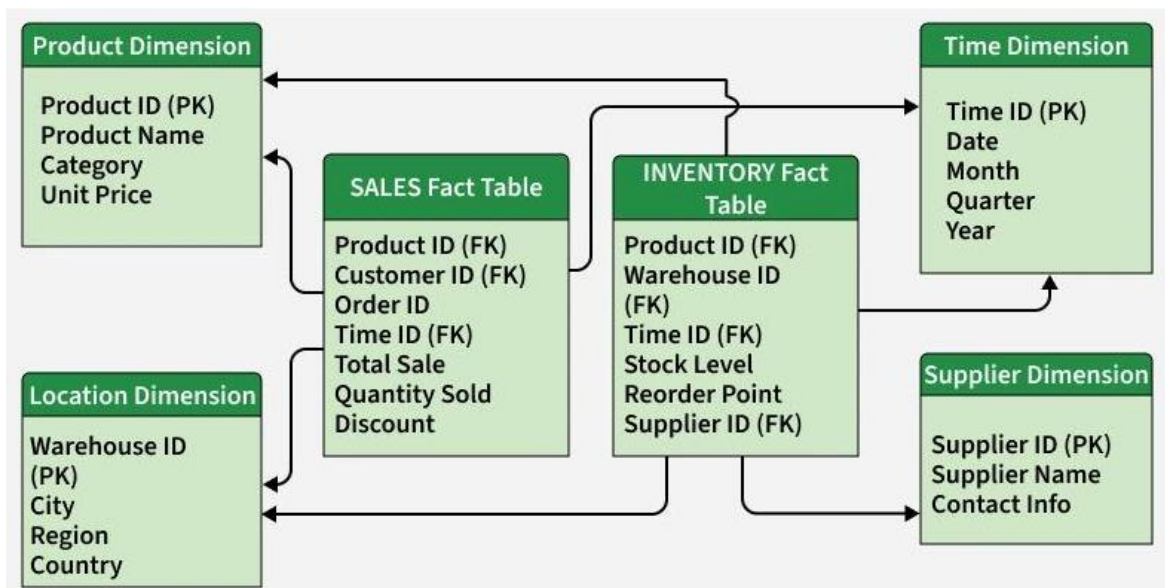
Για τον λόγο αυτό, στις περισσότερες σύγχρονες Αποθήκες Δεδομένων προτιμάται το σχήμα αστέρα, εκτός εάν υπάρχουν ιδιαίτερες απαιτήσεις κανονικοποίησης.

2.5.3 Σχήμα γαλαξία

Το σχήμα γαλαξία (Galaxy Schema ή Fact Constellation Schema) αποτελεί τη πιο σύνθετη μορφή διαστασιακής μοντελοποίησης. Η ονομασία «Γαλαξίας» προέρχεται από το γεγονός ότι το μοντέλο περιλαμβάνει πολλούς πίνακες γεγονότων οι οποίοι μοιράζονται κοινές διαστάσεις. Το σχήμα γαλαξίας επιτρέπει την ταυτόχρονη ανάλυση πολλών επιχειρησιακών διαδικασιών μέσα από μια ενιαία αρχιτεκτονική. Η δυνατότητα αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική σε μεγάλους οργανισμούς όπου απαιτείται ολοκληρωμένη επιχειρησιακή εικόνα. Ένα παράδειγμα σχήματος γαλαξία θα μπορούσε να περιλαμβάνει:

Πίνακες γεγονότων: Fact Sales , Fact Orders , Fact Shipments

Κοινές διαστάσεις: Time , Product , Customer , Region



Σχήμα 2-4. Σχήμα Γαλαξία

<https://www.geeksforgeeks.org/gate/galaxy-schema-in-data-warehouse-modeling/>

Τα πλεονεκτήματα του σχήματος γαλαξία είναι:

1. Η ολοκληρωμένη ανάλυση (επιτρέπει την ανάλυση πολλών επιχειρησιακών διαδικασιών ταυτόχρονα),
2. Η επαναχρησιμοποίηση διαστάσεων (οι ίδιες διαστάσεις χρησιμοποιούνται από πολλούς πίνακες γεγονότων),
3. Η μεγαλύτερη ευελιξία (υποστηρίζει πολύπλοκες απαιτήσεις),
4. Ότι αποτελεί την καταλληλότερη επιλογή για εταιρικές Αποθήκες Δεδομένων.

Τα μειονεκτήματα του σχήματος γαλαξία είναι:

1. Η υψηλή πολυπλοκότητα (ο σχεδιασμός και η συντήρησή του είναι σημαντικά πιο δύσκολα σε σχέση με τα άλλα δύο σχήματα),
2. Ο μεγάλος αριθμός σχέσεων (η ύπαρξη πολλών πινάκων γεγονότων αυξάνει κατά πολύ την πολυπλοκότητα των ερωτημάτων)
3. Οι αυξημένες απαιτήσεις σχεδιασμού (απαιτείται προσεκτική διαχείριση κοινών διαστάσεων και επιχειρησιακών κανόνων)

Τελικά η επιλογή του κατάλληλου σχήματος εξαρτάται από τις απαιτήσεις του οργανισμού, τον όγκο των δεδομένων, την πολυπλοκότητα των αναλύσεων και τις ανάγκες συντήρησης του συστήματος. Παρά τις διαφορές τους, και τα τρία μοντέλα αποτελούν θεμελιώδη εργαλεία για τον σχεδιασμό αποδοτικών και επεκτάσιμων Αποθηκών Δεδομένων.

2.6 Πολυδιάστατη ανάλυση δεδομένων και τεχνολογία OLAP

2.6.1 Η έννοια της πολυδιάστατης ανάλυσης δεδομένων

Η πολυδιάστατη ανάλυση βασίζεται στην ιδέα ότι ένα επιχειρησιακό γεγονός μπορεί να εξεταστεί από πολλές διαφορετικές οπτικές γωνίες. Οι οπτικές αυτές αντιπροσωπεύονται από τις διαστάσεις (dimensions), ενώ τα ποσοτικά στοιχεία που αναλύονται ονομάζονται μέτρα (measures).

Για παράδειγμα, οι πωλήσεις μιας επιχείρησης μπορούν να αναλυθούν ως προς το χρόνο, την περιοχή, το προϊόν, τον πελάτη.

Αντίστοιχα, τα οικονομικά αποτελέσματα ενός οργανισμού μπορούν να εξεταστούν ως προς το έτος, το τμήμα, το έργο, τη γεωγραφική περιοχή.

Η πολυδιάστατη ανάλυση επιτρέπει στον χρήστη να μεταβάλλει δυναμικά την οπτική από την οποία εξετάζει τα δεδομένα, να εστιάζει σε συγκεκριμένα τμήματα και να μεταβαίνει εύκολα από συγκεντρωτικά σε αναλυτικά επίπεδα πληροφορίας.

Η προσέγγιση αυτή προσομοιώνει τον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι σκέφτονται και λαμβάνουν αποφάσεις. Ένας αναλυτής συνήθως δεν ενδιαφέρεται μόνο για το συνολικό μέγεθος ενός φαινομένου αλλά και για το πώς αυτό κατανέμεται στον χρόνο, στον χώρο ή σε διαφορετικές κατηγορίες.

2.6.2 Η τεχνολογία OLAP

Ο όρος OLAP (Online Analytical Processing) εισήχθη από τον Edgar F. Codd το 1993 και περιγράφει μια κατηγορία τεχνολογιών που υποστηρίζουν σύνθετες αναλυτικές ερωτήσεις πάνω σε μεγάλους όγκους δεδομένων.

Σύμφωνα με τον Codd, ένα OLAP σύστημα πρέπει να επιτρέπει πολυδιάστατη θεώρηση των δεδομένων, γρήγορη απόκριση στα ερωτήματα, διαδραστική ανάλυση, εύκολη πλοήγηση στα δεδομένα.

Η βασική διαφορά των OLAP συστημάτων από τα λειτουργικά πληροφοριακά συστήματα είναι ότι τα OLAP συστήματα δεν σχεδιάζονται για την εκτέλεση συναλλαγών αλλά για την υποστήριξη αναλύσεων και λήψης αποφάσεων.

Οι χρήστες ενός OLAP συστήματος μπορούν να εξετάζουν ιστορικά δεδομένα, να πραγματοποιούν συγκρίσεις, να εντοπίζουν τάσεις, να δημιουργούν προβλέψεις, να αξιολογούν την απόδοση επιχειρησιακών διαδικασιών. (Golfarelli, Maio, Rizzi, 1998)

2.6.3 Ο πολυδιάστατος κύβος

Ο πολυδιάστατος κύβος (OLAP Cube) αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους μηχανισμούς ανάλυσης δεδομένων σε μια Αποθήκη Δεδομένων, καθώς επιτρέπει τη γρήγορη και ευέλικτη πρόσβαση σε πληροφορίες από διαφορετικές οπτικές γωνίες και επίπεδα λεπτομέρειας.

Ουσιαστικά, ο πολυδιάστατος κύβος αποτελεί μια πολυδιάστατη αναπαράσταση των δεδομένων, μέσα στην οποία τα επιχειρησιακά γεγονότα οργανώνονται με βάση συγκεκριμένες διαστάσεις και μετρήσεις. Μέσω αυτής της δομής, οι χρήστες μπορούν να αναλύουν τα δεδομένα δυναμικά, χωρίς να απαιτείται κάθε φορά η εκτέλεση πολύπλοκων ερωτημάτων στη βάση δεδομένων.

Η βασική ιδέα είναι ότι κάθε επιχειρησιακό γεγονός μπορεί να περιγραφεί από ένα σύνολο διαστάσεων και από ένα ή περισσότερα μέτρα. Για παράδειγμα σε ένα σύστημα πωλήσεων μπορεί να συναντήσει κανείς:

- **Διαστάσεις** (Χρόνος, Προϊόν, Περιοχή)
- **Μέτρο** (πωλήσεις)

Ο κύβος επιτρέπει την ταυτόχρονη ανάλυση των πωλήσεων ως προς όλες τις παραπάνω διαστάσεις.

Έτσι, ένας χρήστης μπορεί να απαντήσει σε ερωτήματα όπως: “Πόσες πωλήσεις πραγματοποιήθηκαν στην Πάτρα το 2024;”, “Ποιο προϊόν είχε τις μεγαλύτερες πωλήσεις τον τελευταίο μήνα του έτους;”, “Πώς μεταβλήθηκαν οι πωλήσεις ανά περιοχή κατά την τελευταία πενταετία;”.

Παρότι χρησιμοποιείται ο όρος «κύβος», στην πραγματικότητα οι περισσότεροι πολυδιάστατοι κύβοι περιέχουν πολύ περισσότερες από τρεις διαστάσεις. Ο όρος έχει καθιερωθεί για να περιγράψει γενικά την πολυδιάστατη αναπαράσταση των δεδομένων.

2.6.4 Τι εξυπηρετεί ο πολυδιάστατος κύβος;

Ο κύριος σκοπός του είναι να επιτρέπει την ταχεία αναλυτική επεξεργασία των δεδομένων που είναι αποθηκευμένα σε μια Αποθήκη Δεδομένων.

Σε ένα κλασικό σχεσιακό σύστημα, η εκτέλεση σύνθετων αναλυτικών ερωτημάτων απαιτεί συχνά πολλαπλές συνενώσεις πινάκων, ομαδοποιήσεις (GROUP BY), αθροίσματα, υπολογισμούς σε εκατομμύρια εγγραφές

Οι διαδικασίες αυτές είναι χρονοβόρες και επιβαρύνουν σημαντικά το σύστημα, οπότε ο πολυδιάστατος κύβος επιλύει το πρόβλημα μέσω της προϋπολογισμένης αποθήκευσης πολλών από τα απαραίτητα αθροίσματα και συγκεντρωτικών δεδομένων.

Έτσι, πολλές αναλύσεις που θα απαιτούσαν αρκετά δευτερόλεπτα ή λεπτά μπορούν να πραγματοποιηθούν σε ελάχιστο χρόνο. (Ponniah, 2001)

Ο πολυδιάστατος κύβος εξυπηρετεί κυρίως:

- **Υποστήριξη λήψης αποφάσεων** (παρέχει στα στελέχη γρήγορη πρόσβαση σε πληροφορίες που είναι κρίσιμες για τη στρατηγική και επιχειρησιακή διοίκηση),
- **Πολυδιάστατη ανάλυση** (τα δεδομένα μπορούν να εξεταστούν ταυτόχρονα από πολλές διαφορετικές οπτικές γωνίες),

- **Εντοπισμό τάσεων** (η πολυδιάστατη δομή διευκολύνει την αναγνώριση εποχικότητας, μεταβολών και μακροχρόνιων προτύπων),
- **Συγκριτική αξιολόγηση** (επιτρέπει τη σύγκριση διαφορετικών περιόδων, περιοχών, προϊόντων ή κατηγοριών),
- **Διαδραστική εξερεύνηση δεδομένων** (οι χρήστες μπορούν να μετακινούνται δυναμικά μεταξύ διαφορετικών επιπέδων ανάλυσης χωρίς να απαιτούνται εξειδικευμένες γνώσεις SQL).

2.7 Βασικές λειτουργίες πολυδιάστατου κύβου

Η πραγματική ισχύς των συστημάτων OLAP δεν οφείλεται μόνο στην πολυδιάστατη αποθήκευση των δεδομένων, αλλά κυρίως στις λειτουργίες πλοήγησης και ανάλυσης που προσφέρουν στους χρήστες. Οι λειτουργίες αυτές επιτρέπουν τη δυναμική εξερεύνηση των δεδομένων, τη μετάβαση μεταξύ διαφορετικών επιπέδων λεπτομέρειας και την εξέταση των ίδιων πληροφοριών από διαφορετικές οπτικές γωνίες.

Οι σημαντικότερες λειτουργίες OLAP είναι οι εξής: Συγκέντρωση Δεδομένων (Roll-Up) , Ανάλυση σε βάθος (Drill-Down) , Τομή (Slice) , Τεμαχισμός (Dice) , Αναστροφή – Περιστροφή (Pivot - Rotate) , Πλοήγηση με διασταύρωση (Drill-Across) , Εμβάθυνση (Drill-Through)

Οι λειτουργίες αυτές αποτελούν τον βασικό μηχανισμό αλληλεπίδρασης του χρήστη με τον πολυδιάστατο κύβο δεδομένων.

2.7.1 Συγκέντρωση δεδομένων

Η λειτουργία συγκέντρωσης δεδομένων χρησιμοποιείται για τη μετάβαση από ένα λεπτομερές επίπεδο δεδομένων σε ένα πιο συγκεντρωτικό επίπεδο.

Η λειτουργία αυτή βασίζεται στις ιεραρχίες που έχουν οριστεί στις διαστάσεις.

Για παράδειγμα, στη διάσταση του χρόνου μπορεί να υπάρχει η εξής ιεραρχία:

Ημέρα → Μήνας → Τρίμηνο → Έτος

Με τη λειτουργία αυτή ο χρήστης μπορεί να μεταβεί: από ημερήσια δεδομένα σε μηνιαία, από μηνιαία σε τριμηνιαία, από τριμηνιαία σε ετήσια.

Η λειτουργία αυτή χρησιμοποιείται όταν ο αναλυτής ενδιαφέρεται για τη συνολική εικόνα ενός φαινομένου και όχι για τις επιμέρους λεπτομέρειες.

Τα **πλεονεκτήματα** είναι:

- Μείωση του όγκου των δεδομένων και εξοικονόμηση αποθηκευτικού χώρου,
- Ταχύτερη εκτέλεση ερωτημάτων εφόσον τα δεδομένα είναι ήδη υπολογισμένα,
- Ευκολότερη αναγνώριση τάσεων,
- Υποστήριξη στρατηγικών αποφάσεων εφόσον προσφέρεται ολιστική εικόνα.

2.7.2 Ανάλυση σε βάθος

Η ανάλυση σε βάθος αποτελεί την αντίστροφη λειτουργία της συγκέντρωσης δεδομένων. Επιτρέπει στον χρήστη να μεταβεί από ένα συγκεντρωτικό επίπεδο σε ένα πιο λεπτομερές. Για παράδειγμα στη διάσταση του χρόνου:

Έτος → Τρίμηνο → Μήνας → Ημέρα → Ωρα

Ένας αναλυτής μπορεί να ξεκινήσει από μια ετήσια αναφορά και να εξετάσει: “ποιο τρίμηνο παρουσίασε αυξημένη δραστηριότητα;”, “ποιος μήνας ευθύνεται για την αύξηση;”, “ποιες ημέρες παρουσίασαν τις υψηλότερες τιμές;”.

Η λειτουργία αυτή χρησιμοποιείται κυρίως για τον εντοπισμό των αιτιών που κρύβονται πίσω από ένα αποτέλεσμα.

Τα **πλεονεκτήματα** είναι:

- Ανάλυση σε βάθος (επιτρέπει στους αναλυτές να πλοηγούνται από μια γενική εικόνα στην πιο μικρή, πρωτογενή καταγραφή,
- Εντοπισμός της ρίζας του προβλήματος (για παράδειγμα αν οι συνολικές πωλήσεις ενός μήνα πέσουν, το drill-down αποκαλύπτει ποιο συγκεκριμένο κατάσταση, προϊόν ή υπάλληλος προκάλεσε τη μείωση),
- Ανακάλυψη ευκαιριών και μοτίβων (βοηθά στην κατανόηση της συμπεριφοράς των καταναλωτών σε τοπικό επίπεδο ή σε συγκεκριμένες ώρες της ημέρας),
- Ευέλικτες αναφορές (οι χρήστες δεν χρειάζεται να ζητούν συνεχώς νέες αναφορές από το τμήμα IT. Μπορούν να "ανοίξουν" τα δεδομένα μόνοι τους με ένα κλικ).

2.7.3 Τομή

Η λειτουργία της τομής επιτρέπει την επιλογή μιας συγκεκριμένης τιμής από μία διάσταση. Με τον τρόπο αυτό δημιουργείται ένας υποκύβος μικρότερης διάστασης.

Αν για παράδειγμα ο αρχικός κύβος τριών διαστάσεων είναι: Χρόνος $\times$ Προϊόν $\times$ Περιοχή
Και εμείς επιλέξουμε: Χρόνος = 2024, τότε ο χρήστης βλέπει πλέον μόνο τα δεδομένα του
έτους 2024 και έχουμε ουσιαστικό έναν υποκύβο 2 διαστάσεων πια: Προϊόν $\times$ Περιοχή

Τα **πλεονεκτήματα** είναι:

- Απομόνωση κρίσιμης πληροφορίας (επιτρέπει την άμεση εστίαση σε ένα συγκεκριμένο στοιχείο χωρίς να αποσπάται η προσοχή από άλλα δεδομένα).
- Βελτίωση ταχύτητας (φιλτράροντας τα δεδομένα σε μία διάσταση, η βάση δεδομένων επεξεργάζεται πολύ μικρότερο όγκο πληροφορίας, αυξάνοντας την ταχύτητα απόκρισης της αναφοράς),
- Απλοποίηση της οπτικοποίησης (μετατρέπει πολυδιάστατα, σύνθετα δεδομένα σε απλούς δισδιάστατους πίνακες, οι οποίοι είναι εύκολα κατανοητοί από τα στελέχη μιας επιχείρησης),
- Δημιουργία εξειδικευμένων αναφορών (διευκολύνει το "φιλτράρισμα" των dashboards, ώστε κάθε τμήμα να βλέπει αποκλειστικά τα δεδομένα που το αφορούν).

2.7.4 Τεμαχισμός

Με τη λειτουργία *dice* σε μια Αποθήκη Δεδομένων και σε συστήματα OLAP, επιλέγουμε ένα συγκεκριμένο υποσύνολο δεδομένων (sub-cube) ορίζοντας κριτήρια φιλτραρίσματος σε δύο ή περισσότερες διαστάσεις ταυτόχρονα.

Ενώ η τομή κάνει μια απλή "τομή" σε μία μόνο διάσταση (π.χ. μόνο για το έτος 2026), ο τεμαχισμός λειτουργεί σαν ένα πολλαπλό φίλτρο που περιορίζει τον κύβο δεδομένων σε όλες τις κατευθύνσεις του.

Τα **πλεονεκτήματα** είναι:

- Συγκριτική ανάλυση (επιτρέπει την άμεση σύγκριση συγκεκριμένων στοιχείων μεταξύ τους (π.χ. πώς κινήθηκαν οι πωλήσεις 3 προϊόντων σε δύο χρονικές περιόδους),
- Απόλυτη εξειδίκευση (απομονώνει τον "θόρυβο" ολόκληρης της βάσης δεδομένων, επιτρέποντας στον αναλυτή να εστιάσει με ακρίβεια σε μια συγκεκριμένη επιχειρηματική υπόθεση),
- Βέλτιστη ταχύτητα (το σύστημα απομονώνει και επεξεργάζεται ένα πολύ μικρό κομμάτι του κύβου, με αποτέλεσμα οι αναφορές και τα γραφήματα να φορτώνονται ακαριαία),

- Ευελιξία στους πίνακες ελέγχου (είναι η βάση για τα σύνθετα φίλτρα στα εργαλεία BI, όπου ο χρήστης επιλέγει ταυτόχρονα έτος, κατηγορία και περιοχή για να δει τα αποτελέσματα).

2.7.5 Περιστροφή

Με τη λειτουργία αυτή σε μια Αποθήκη δεδομένων και σε συστήματα OLAP, αλλάζουμε τον προσανατολισμό και τη διάταξη των δεδομένων στην οθόνη.

Στην πράξη, η περιστροφή παίρνει τις τιμές μιας στήλης (γραμμές) και τις μετατρέπει σε επικεφαλίδες στηλών (ή το αντίστροφο), αναδιοργανώνοντας τον κύβο δεδομένων χωρίς να αλλάζει ή να φιλτράρει τα ίδια τα δεδομένα.

Τα **πλεονεκτήματα** είναι:

- Εύκολη σύγκριση δεδομένων (επιτρέπει τη εύκολη σύγκριση μεγεθών, π.χ. πωλήσεις του 2025 δίπλα σε αυτές του 2026, κάνοντας τις τάσεις και τις διαφορές άμεσα ορατές),
- Διαφορετικές οπτικές γωνίες (οι αναλυτές μπορούν να εξετάσουν τα ίδια ακριβώς δεδομένα από πολλές διαφορετικές πλευρές με ένα κλικ, αλλάζοντας τους άξονες X και Y της αναφοράς),
- Εύκολα αναγνώσιμη μορφή (μετατρέπει τους μεγάλους, στενούς και κάθετους πίνακες των βάσεων δεδομένων σε ευρείς, συμπαγείς πίνακες, ιδανικούς για παρουσιάσεις και πίνακες ελέγχου),
- Σημαντικό για τους συγκεντρωτικούς πίνακες (Pivot Tables): αποτελεί τη βασική τεχνολογία πίσω από αυτούς τους πίνακες είτε αυτοί προέρχονται από το Excel είτε από άλλα εργαλεία όπως το Power BI.

2.7.6 Πλοήγηση με διασταύρωση

Με τη λειτουργία αυτή (drill-across) σε μία Αποθήκη Δεδομένων, συνδυάζουμε δεδομένα από δύο ή περισσότερους διαφορετικούς πίνακες γεγονότων που μοιράζονται τις ίδιες διαστάσεις.

Σε αντίθεση με την ανάλυση σε βάθος (που κατεβαίνει σε βάθος στην ίδια ιεραρχία) ή τη συγκέντρωση (που ανεβαίνει), η λειτουργία αυτή κινείται οριζόντια επιτρέποντας να μεταβούμε από μια επιχειρηματική διαδικασία σε μια άλλη, συγκρίνοντας διαφορετικούς δείκτες (metrics) κάτω από το ίδιο ακριβώς πρίσμα (π.χ. χρόνο, πελάτη ή τοποθεσία).

2.7.7 Εμβάθυνση

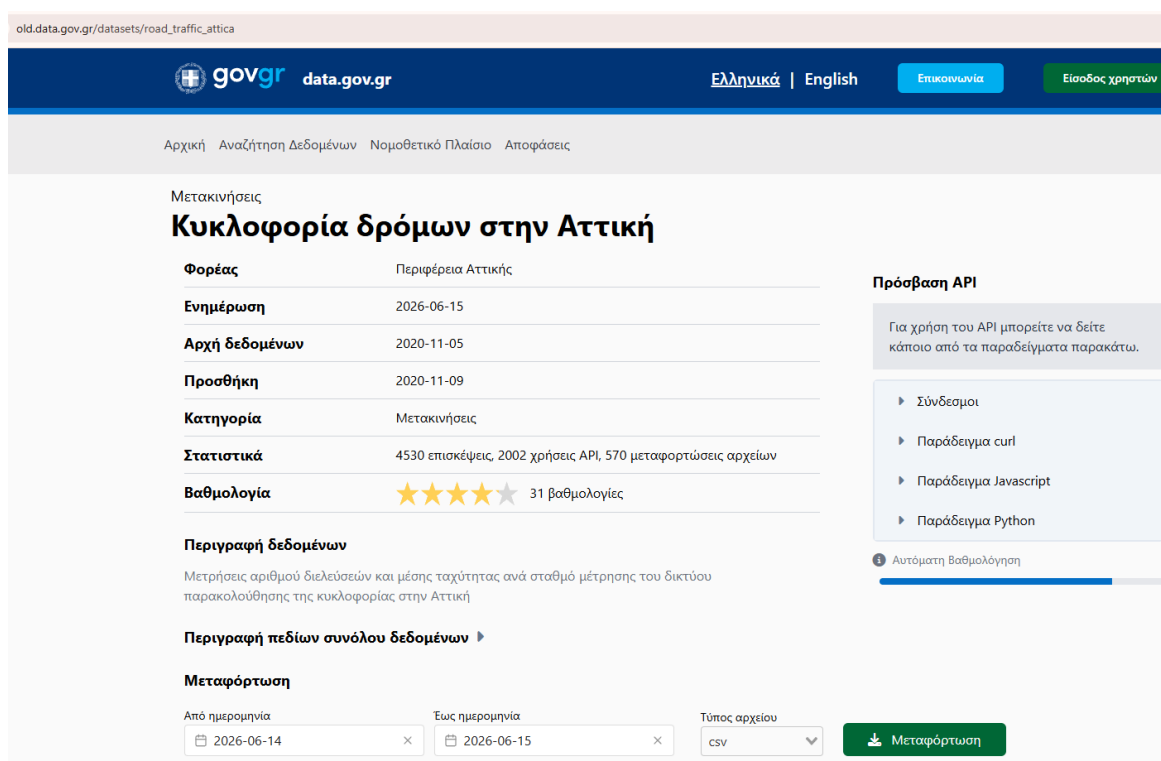
Με τη λειτουργία αυτή (drill-through) σε μια Αποθήκη Δεδομένων και στα εργαλεία BI, δίνεται η δυνατότητα να μεταφερθούμε από μια συγκεντρωτική αναφορά ή ένα γράφημα σε μια εντελώς νέα, εξειδικευμένη σελίδα ή αναφορά, διατηρώντας το φίλτρο του στοιχείου που επιλέξαμε.

Ενώ η ανάλυση σε βάθος μας κρατάει στο ίδιο γράφημα και απλώς “ανοίγει” μια προκαθορισμένη ιεραρχία (π.χ. από το Έτος στον Μήνα), η εμβάθυνση κάνει “άλμα” σε μια άλλη σελίδα ή πηγή για να δείξει αναλυτικές πληροφορίες ή άλλες σχετικές διαστάσεις για το συγκεκριμένο στοιχείο

3. Σχεδιασμός

3.1 Πηγές δεδομένων

Η ραγδαία αύξηση της αστικής κινητικότητας και η εκτεταμένη χρήση αισθητήρων κυκλοφορίας έχουν οδηγήσει στη δημιουργία μεγάλου όγκου κυκλοφοριακών δεδομένων. Τα δεδομένα αυτά αποτελούν κρίσιμο πόρο για τη βελτίωση της οδικής ασφάλειας, τη μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης και τη λήψη στρατηγικών αποφάσεων στον τομέα των μεταφορών. Πιο συγκεκριμένα τα κυκλοφοριακά δεδομένα που αφορούν στην Αττική και στα οποία έχουμε τη δυνατότητα ελεύθερης πρόσβασης αντλήθηκαν από την παρακάτω διεύθυνση:



old.data.gov.gr/datasets/road_traffic_attica

govgr data.gov.gr Ελληνικά | English Επικοινωνία Είσοδος χρηστών

Αρχική Αναζήτηση Δεδομένων Νομοθετικό Πλαίσιο Αποφάσεις

Μετακινήσεις

Κυκλοφορία δρόμων στην Αττική

Φορέας	Περιφέρεια Αττικής
Ενημέρωση	2026-06-15
Αρχή δεδομένων	2020-11-05
Προσθήκη	2020-11-09
Κατηγορία	Μετακινήσεις
Στατιστικά	4530 επισκέψεις, 2002 χρήσεις API, 570 μεταφορτώσεις αρχείων
Βαθμολογία	★★★★☆ 31 βαθμολογίες

Πρόσβαση API

Για χρήση του API μπορείτε να δείτε κάποιο από τα παραδείγματα παρακάτω.

- Σύνδεσμοι
- Παράδειγμα curl
- Παράδειγμα Javascript
- Παράδειγμα Python

🔍 Αυτόματη Βαθμολόγηση

Περιγραφή δεδομένων

Μετρήσεις αριθμού διελεύσεων και μέσης ταχύτητας ανά σταθμό μέτρησης του δικτύου παρακολούθησης της κυκλοφορίας στην Αττική

Περιγραφή πεδίων συνόλου δεδομένων ▶

Μεταφόρτωση

Από ημερομηνία: 2026-06-14 × Έως ημερομηνία: 2026-06-15 × Τύπος αρχείου: csv ▼

📄 Μεταφόρτωση

Εικόνα 3-1. Τα κυκλοφοριακά δεδομένα μας

https://old.data.gov.gr/datasets/road_traffic_attica

Πιο συγκεκριμένα από την παραπάνω διεύθυνση μπορούμε να “κατεβάσουμε” πολύ εύκολα τα κυκλοφορικά δεδομένα στην Αττική για μια οποιαδήποτε ημέρα, που εμείς ορίζουμε. Τα καθημερινά αυτά δεδομένα είναι συγκεντρωμένα σε αρχείο .csv, το οποίο εύκολα μπορούμε να το ανοίξουμε και να το προσπελάσουμε με το πρόγραμμα Excel. Για την επιτυχή ανάγνωση του .csv αρχείου μέσω του Excel απαιτείται αρχικά να ανοίξουμε ένα κενό αρχείο Excel, στη συνέχεια να επιλέξουμε από το κύριο μενού την επιλογή: Data, εν

συνεχία: From Text. Στο τελευταίο βήμα πρέπει να ορίσουμε ότι τα δεδομένα τύπου κειμένου διαχωρίζονται (delimited) μεταξύ τους για κάθε γραμμή του αρχείου με κόμμα και το τελικό αποτέλεσμα φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	deviceid	countedcars	appprocesstime	road_name	road_info	average_speed		
2	MS845	19440	5/1/2026 0:00	ΕΘΝ. ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΣ (ΟΛΓΑΣ)	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΚΕΝΤΡΟ, 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΙΣΧΥΛΟΥ	4.629.218.106.995.880		
3	MS436	34000	5/1/2026 0:00	ΦΕΙΔΙΠΠΙΔΟΥ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΑΤΟΛΙΚΑ 80 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΜΙΧΑΛΛΑΚΟΠΟΥΛΟΥ	4.032.941.176.470.580		
4	MS967_A	8200	5/1/2026 0:00	ΑΘΗΝΩΝ	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ Α. ΚΗΦΙΣΙΟΥ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Α. ΑΘΗΝΩΝ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΛΑΜΙΑ	29.102.439.024.390.200		
5	MS902	17200	5/1/2026 0:00	ΑΜΦΙΘΕΑΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΛΙΜΟ 120 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΧΙΛΛΕΩΣ	4.463.720.930.232.550		
6	MS842	7280	5/1/2026 0:00	ΗΛΙΟΥΠΟΛΕΩΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΚΕΝΤΡΟ, 50 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΘΝ. ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΣ	2.912.087.912.087.910		
7	MS293	3760	5/1/2026 0:00	Α. ΚΗΦΙΣΙΑΣ	ΡΑΜΠΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΑΠΟ ΣΠΥΡΟΥ ΛΟΥΗ ΣΤΟΝ ΚΛΑΔΟ ΤΗΣ Α. ΚΗΦΙΣΙΑΣ ΠΡΟΣ ΚΕΝΤΡΟ	54.744.680.851.063.800		
8	MS645	34960	5/1/2026 0:00	ΑΘΗΝΩΝ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΔΑΦΝΙ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΦΑΒΙΕΡΟΥ	56.348.970.251.716.200		
9	MS459	30320	5/1/2026 0:00	Α. ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΣΤΑΥΡΟ 130 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΗΡΩΩΝ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥ	5.087.994.722.955.140		
10	MS840	31600	5/1/2026 0:00	ΕΘΝ. ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΚΕΝΤΡΟ, 100 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΗΛΙΟΥΠΟΛΕΩΣ	43.482.278.481.012.600		
11	MS981	1360	5/1/2026 0:00	Α. ΚΗΦΙΣΙΟΥ	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ ΙΕΡΑ ΟΔΟ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Α. ΚΗΦΙΣΙΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΙΡΑΙΑ 40 Μ.	2.311.764.705.882.350		
12	MS597	6440	5/1/2026 0:00	ΑΧΑΡΝΩΝ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΕΝΤΡΟ 80 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΛΕΜΕΣΟΥ	3.505.590.062.111.800		
13	MS107	1840	5/1/2026 0:00	Α. ΚΗΦΙΣΙΟΥ	ΡΑΜΠΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΑΠΟ ΑΓ. ΑΝΝΗΣ ΣΤΟΝ ΚΛΑΔΟ ΤΗΣ Α. ΚΗΦΙΣΙΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΛΑΜΙΑ	3.680.434.782.608.690		
14	MS837	18160	5/1/2026 0:00	ΥΜΗΤΤΟΥ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΒΟΥΛΙΑΤΜΕΝΗΣ, 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΗΛΙΟΥΠΟΛΕΩΣ	42.997.797.356.828.100		
15	MS492	19640	5/1/2026 0:00	ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΟΥ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ Α. ΚΗΦΙΣΙΑΣ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΥΑΚΙΝΘΟΥ	529.816.700.610.998		
16	MS458	23480	5/1/2026 0:00	Α. ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΕΝΤΡΟ 250 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Δ. ΣΟΛΩΜΟΥ	5.566.269.165.247.010		
17	MS437	27920	5/1/2026 0:00	Α. ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΕΝΤΡΟ (ΝΔ) ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΟΔΟ ΡΟΣΤΟΒΙΟΥ, ΜΕΤΑ ΤΗ Ρ.	52.289.398.280.802.200		
18	MS836	38880	5/1/2026 0:00	ΗΛΙΟΥΠΟΛΕΩΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΚΕΝΤΡΟ, 200 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΥΜΗΤΤΟΥ	4.775.308.641.975.300		
19	MS152	3640	5/1/2026 0:00	ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ	ΚΑΤΟ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΗΦΙΣΙΟΥ, ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΕΘΝ. ΜΑΚΑΡΙΟΥ ΤΗΣ Α. ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ	9.356.043.956.043.950		

Εικόνα 3-2. Τα δεδομένα σε Excel

Παρατηρούμε ότι κάθε γραμμή του αρχείου περιλαμβάνει 6 πεδία:

- **deviceid:** ο κωδικός του κάθε αισθητήρα,
- **countedcars:** το πλήθος των αυτοκινήτων που ο συγκεκριμένος αισθητήρας μετρά σε χρονικό διάστημα μιας ολόκληρης ώρας (αποτελεί την πρώτη βασική μέτρηση),
- **appprocesstime:** η συγκεκριμένη ημέρα (3 στοιχεία που είναι η ημέρα, ο μήνας και το έτος) και η συγκεκριμένη ώρα για την οποία ο αισθητήρας δίνει τις μετρήσεις,
- **road_name:** το όνομα της οδού, στην οποία είναι τοποθετημένος ο αισθητήρας,
- **road_info:** μερικές επιπλέον πληροφορίες για το ακριβές σημείο, που έχει τοποθετηθεί ο αισθητήρας,
- **average_speed:** η μέση ταχύτητα των διερχομένων αυτοκινήτων από το συγκεκριμένο σημείο στο διάστημα της μίας ώρας μετρήσεων

Μια επιπλέον πληροφορία για το αρχείο καταγραφής μετρήσεων για μια ολόκληρη ημέρα είναι το πλήθος των καταγεγραμμένων μετρήσεων, ή αλλιώς οι γραμμές του κάθε αρχείου .csv. Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται αυτό το πλήθος από μία τυχαία ημέρα. Αφού λοιπόν έχουμε εξετάσει ένα ικανό πλήθος ημερών διαπιστώνουμε ότι οι εγγραφές ενός ημερήσιου αρχείου είναι περίπου 15.000.

14977	MS406	960	6/1/2026 14:00	ΜΑΡΝΗ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΠΑΤΗΣΙΩΝ (ΒΑ), 100 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΑΤΗΣΙΩΝ	34.0
14978	MS757	0	6/1/2026 14:00	ΑΚΤΗ ΜΙΑΟΥΛΗ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΑΚΤΗ ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ, 110Μ. ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΒΑΣ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ	0.0
14979	MS432	40	6/1/2026 14:00	ΖΑΧΑΡΩΦ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ 120 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΒΑΣ. ΣΟΦΙΑΣ	35.0
14980	MS966	840	6/1/2026 14:00	ΑΘΗΝΩΝ	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Λ. ΑΘΗΝΩΝ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΙΡΑΙΑ	145.0
14981	MS860	2240	6/1/2026 14:00	Λ. ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΚΕΝΤΡΟ, 160 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΙΑΣΩΝΙΔΟΥ	48.0
14982	MS904	900	6/1/2026 14:00	ΑΜΦΙΘΕΑΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΛΙΜΟ 120 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΓ. ΒΑΡΒΑΡΑΣ	54.0
14983	MS233	1200	6/1/2026 14:00	Λ. ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΑΘΗΝΑ, ΠΕΡΙΠΟΥ 120 ΜΕΤΡΑ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΛΛΙΠ	40.0
14984	MS763	0	6/1/2026 14:00	ΑΚΤΗ ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΓΡ. ΛΑΜΠΡΑΚΗ, 40Μ. ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΓΟΥΝΑΡΗ\η08.10.2	0.0
14985	MS556	200	6/1/2026 14:00	ΑΧΑΡΝΩΝ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ Ε.Ο ΑΘΗΝΩΝ-ΛΑΜΙΑΣ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΔΕΚΕΛΙΑ	45.0
14986	MS896	1760	6/1/2026 14:00	Λ. ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΚΕΝΤΡΟ, 150 Μ. ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΠΥΛΗ ΕΙΣΟΔΟΥ ΤΗΣ 129	84.0
14987	MS485	440	6/1/2026 14:00	Λ. ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ	ΚΛΑΔΟΣ Λ. ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ Ν.Δ. ΠΡΟΣ ΓΟΥΔΗ, 120 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΦΕΙΔΙΠΠΙΔΟ	37.0
14988	MS803	1840	6/1/2026 14:00	ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΔΕΛΤΑ ΦΑΛΗΡΟΥ 130 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΟΔΟ ΠΡΟΣ ΩΚΕΑΝ	66.0
14989	MS431	920	6/1/2026 14:00	ΦΕΙΔΙΠΠΙΔΟΥ	ΔΕΞΙΟΣ ΚΛΑΔΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ Λ. ΑΛΕΞΑΝΔΡΑΣ 120 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΙΑΣ	31.0
14990	MS254	2240	6/1/2026 14:00	ΒΑΣ. ΣΟΦΙΑΣ	ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΒΑΣ. ΚΩΝ/ΝΟΥ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ	33.0
14991	MS869	300	6/1/2026 14:00	Λ. ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗ, 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΛΥΜΝΟΥ	29.0
14992	MS767	0	6/1/2026 14:00	ΚΑΛΛΙΠΡΩΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΠΕΙΡΑΙΩΣ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΟΙΛΗΣ	0.0
14993						
14994						

Εικόνα 3-3. Το πλήθος των ημερήσιων δεδομένων

Τα κυκλοφοριακά δεδομένα χαρακτηρίζονται από:

- **Μεγάλο όγκο:** συνεχής καταγραφή μετρήσεων από πλήθος αισθητήρων σε πλήθος περιοχών
- **Υψηλή συχνότητα :** δεδομένα σε σχεδόν πραγματικό χρόνο
- **Χρονική διάσταση:** κάθε μέτρηση συνδέεται με συγκεκριμένη χρονική στιγμή
- **Χωρική διάσταση:** γεωγραφικός προσδιορισμός (οδός, αναλυτικές πληροφορίες γεωγραφικού προσδιορισμού)
- **Δομημένη μορφή:** αριθμητικά μεγέθη όπως πλήθος οχημάτων, ταχύτητα, ροή

3.2 Αυτοματοποιημένη συλλογή δεδομένων

Δεδομένου ότι τα δημόσια διαθέσιμα σύνολα δεδομένων παρουσιάζουν κατακερματισμό, χρονικούς περιορισμούς πρόσβασης και ελλιπή ιστορικότητα, χρειάστηκε η ανάπτυξη ενός προγράμματος αυτοματοποιημένης συλλογής δεδομένων για μεγάλη χρονική περίοδο από 1/12/2020 (παράμετρος η τρέχουσα ημερομηνία)

3.2.1 Απαιτήσεις προγράμματος

Το πρόγραμμα σχεδιάστηκε ώστε να ικανοποιεί τις ακόλουθες απαιτήσεις:

1. Πλήρης χρονική κάλυψη από 01/12/2020 έως την τρέχουσα ημερομηνία.
2. Ενιαία αποθήκευση όλων των δεδομένων σε κοινό format.
3. Ανθεκτικότητα σε αποτυχίες (κενές απαντήσεις, network errors).
4. Χαμηλή κατανάλωση μνήμης, ώστε να εκτελείται σε τυπικό υπολογιστή.
5. Συμβατότητα με επόμενα στάδια ETL και BI.

3.2.2 Επιλογή γλώσσας προγραμματισμού

Η υλοποίηση της αυτοματοποιημένης συλλογής δεδομένων και δημιουργίας των απαραίτητων πινάκων πραγματοποιήθηκε σε περιβάλλον προγραμματισμού Python (3.14.2), αξιοποιώντας σύγχρονες βιβλιοθήκες επεξεργασίας δεδομένων και τεχνικές μετασχηματισμού κειμένου. Η επιλογή της Python βασίστηκε στη μεγάλη της διείσδυση στον χώρο της ανάλυσης δεδομένων (data analytics), της επιστήμης δεδομένων (data science) και των διαδικασιών ETL (Extract – Transform – Load), καθώς και στην πληθώρα ώριμων βιβλιοθηκών που υποστηρίζουν αποτελεσματική διαχείριση δομημένων και ημιδομημένων δεδομένων.

Το περιβάλλον ανάπτυξης ήταν τοπικό σύστημα Windows, με εκτέλεση του κώδικα μέσω IDE, ενώ η διαχείριση των αρχείων εισόδου και εξόδου πραγματοποιήθηκε μέσω του τοπικού συστήματος αρχείων. Η επιλογή τοπικής εκτέλεσης επέτρεψε άμεσο έλεγχο των ενδιάμεσων αποτελεσμάτων και ευελιξία στη διαδικασία πειραματισμού και βελτιστοποίησης του κώδικα.

Κεντρική βιβλιοθήκη της υλοποίησης αποτέλεσε η pandas, η οποία χρησιμοποιήθηκε για την ανάγνωση, επεξεργασία και μετασχηματισμό των δεδομένων του αρχείου traffic_attica_test_3.csv. Η pandas παρέχει δομές δεδομένων υψηλής απόδοσης, όπως τα DataFrames, που επιτρέπουν φιλική αλλά και αποδοτική διαχείριση πινάκων δεδομένων. Μέσω αυτής υλοποιήθηκαν λειτουργίες όπως: Ανάγνωση αρχείου CSV με καθορισμένο encoding (UTF-8), Επιλογή και φιλτράρισμα στηλών, Αφαίρεση διπλοτύπων εγγραφών, Δημιουργία τεχνητού πρωτεύοντος κλειδιού (surrogate key), Εφαρμογή συναρτήσεων μετασχηματισμού σε επίπεδο γραμμής, Εξαγωγή τελικού αρχείου διάστασης σε μορφή CSV. Από αρχιτεκτονική άποψη, ο κώδικας υλοποιήθηκε με λογική διαχωρισμού λειτουργιών (modular design), όπου κάθε αυτόνομο και ξεχωριστό τμήμα κώδικα ενσωματώθηκε σε ξεχωριστή συνάρτηση. Η προσέγγιση αυτή βελτιώνει την αναγνωσιμότητα (ευκολία κατανόησης του κώδικα), την ευκολία στη συντήρηση και τη δυνατότητα μελλοντικής επέκτασης του συστήματος.

Συνολικά, το τεχνολογικό πλαίσιο που επιλέχθηκε συνδυάζει ευελιξία, αποδοτικότητα και επεκτασιμότητα. Η Python και οι σχετικές βιβλιοθήκες παρέχουν ένα κατάλληλο περιβάλλον για την υλοποίηση διαδικασιών προετοιμασίας δεδομένων που αποτελούν

θεμέλιο για την ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου Data Warehouse κυκλοφοριακής ανάλυσης.

3.2.3 Περιορισμοί της πηγής δεδομένων

Η πηγή δεδομένων (data.gov.gr) επιβάλλει τους εξής κρίσιμους περιορισμούς:

- Κάθε αίτημα επιστρέφει δεδομένα μόνο για μία ημερομηνία.
- Υπάρχει ανώτατο όριο αιτημάτων σε σύντομο χρονικό διάστημα (rate limiting).
- Υπάρχουν ημερομηνίες για τις οποίες είτε δεν έχουν καταγραφεί δεδομένα είτε τα δεδομένα είναι μερικά λόγω μη λειτουργίας αισθητήρων είτε δεν έγινε συλλογή η κοινοποίηση των δεδομένων.

Οι περιορισμοί αυτοί επέβαλαν σειριακή επεξεργασία και ειδικό χειρισμό κενών περιόδων.

3.2.4 Γενική αρχιτεκτονική και φιλοσοφία του προγράμματος

Το πρόγραμμα ακολουθεί ETL-προσανατολισμένη αρχιτεκτονική, περιοριζόμενο στο στάδιο Εξαγωγή-Μετασχηματισμός-Φόρτωση (Extract–Transform–Load) σε επίπεδο αρχείου:

Εξαγωγή

Γίνεται διαδοχική αποστολή HTTP GET αιτημάτων, δυναμική παραγωγή ημερομηνιών και έλεγχος εγκυρότητας απάντησης

Μετασχηματισμός

Υλοποιείται ο μετασχηματισμός JSON → tabular μορφή και στη συνέχεια γίνεται επιλογή πεδίων σχετικών με το χρόνο, τον οδικό άξονα, τη συσκευή μέτρησης (αισθητήρα) και τους κυκλοφοριακούς δείκτες

Φόρτωση

Στο στάδιο αυτό γίνεται σταδιακή εγγραφή δεδομένων μόνο με προσθήκη δεδομένων (δεν διαγράφεται ούτε τροποποιείται υπάρχον δεδομένο) και βέβαια εγγραφή επικεφαλίδας. Η προσέγγιση αυτή εξασφαλίζει ακεραιότητα, επεκτασιμότητα και αντοχή σε σφάλματα.

3.2.5 Λεπτομερής λειτουργική περιγραφή

A. Διαχείριση χρονικού εύρους

Το χρονικό διάστημα ορίζεται ως ακολουθία ημερών. Για κάθε ημέρα δημιουργείται το κατάλληλο API request, εκτελείται λήψη δεδομένων και αναλύεται το αποτέλεσμα.

Η ημερήσια επανάληψη επιτρέπει ακριβή εντοπισμό ημερών χωρίς δεδομένα και εύκολη επανεκτέλεση σε μεμονωμένες περιόδους.

B. Χειρισμός κενών απαντήσεων

Για ημέρες χωρίς διαθέσιμα δεδομένα το πρόγραμμα δεν αποτυγχάνει (καταρρέει), απλά καταγράφει το γεγονός και συνεχίζει στην επόμενη ημερομηνία. Αυτό είναι κρίσιμο για ιστορικά δεδομένα μεγάλης διάρκειας.

Γ. Διαχείριση πόρων και μνήμης

Τα δεδομένα δεν αποθηκεύονται μαζικά στη μνήμη αλλά γράφονται άμεσα στο αρχείο εξόδου. Η προσέγγιση αυτή επιτρέπει επεξεργασία εκατομμυρίων εγγραφών, αποτρέπει σφάλματα μνήμης και ευθυγραμμίζεται με πρακτικές παραγωγικών ETL συστημάτων.

3.2.6 Απόδοση

A. Χρόνος εκτέλεσης

Η συνολική διάρκεια εκτέλεσης είναι περίπου **35 με 40 λεπτά**, χρόνος που θεωρείται αναμενόμενος λόγω του μεγάλου πλήθους αιτημάτων (περίπου 1.800 ημερών), του όγκου των μεταφερόμενων δεδομένων αλλά και της επιβολής καθυστερήσεων έτσι ώστε να αποφευχθεί πιθανός αποκλεισμός από τον πάροχο (λόγω “βομβαρδισμού” αιτημάτων), πιθανή αστάθεια της εκτέλεσης αλλά και υπερφόρτωση του εξυπηρετητή.

B. Κατανάλωση μνήμης

Η χρήση μνήμης παραμένει χαμηλή και σταθερή, ανεξάρτητη από το συνολικό μέγεθος του dataset.

3.2.7 Παραγόμενο σύνολο δεδομένων

Το παραγόμενο αρχείο είναι τύπου .csv (αρχείο κειμένου με μορφή πίνακα, όπου οι τιμές σε κάθε εγγραφή-γραμμή είναι διαχωρισμένες με κόμμα). Το μέγεθός του δεν υπερβαίνει τα 4 GB για το χρονικό διάστημα των 6 ετών. Η πρώτη γραμμή του περιέχει τις ονομασίες των έξι πεδίων. Ακολουθεί μία γραμμή ανά μέτρηση. Κάθε γραμμή περιέχει με τη σειρά που αναφέρονται οι τιμές των πεδίων: κωδικός αισθητήρα, πλήθος αυτοκινήτων, ημερομηνία-ώρα, όνομα οδού, γεωγραφικές πληροφορίες για το σημείο καταγραφής και μέση ταχύτητα. Το αρχείο αυτό οδηγεί στη δημιουργία του πίνακα γεγονότων και των πινάκων διαστάσεων

Στο πρώτο από τα 2 παρακάτω σχήματα φαίνεται το τελευταίο στάδιο της λήψης των δεδομένων από το data.gov.gr με τη χρήση του κώδικα αυτοματοποιημένης λήψης. Η ολοκλήρωση είναι επιτυχής (αντλήθηκαν όλα τα υπάρχοντα δεδομένα) και εμφανίζεται επίσης το σύνολο των εγγραφών.

Στο δεύτερο σχήμα καταμετρώνται οι ημέρες για τις οποίες δεν υπάρχουν δεδομένα και εμφανίζονται.

```
[1888/1903] Λήψη δεδομένων για 2026-01-05
9287 εγγραφές
[1889/1903] Λήψη δεδομένων για 2026-01-06
9288 εγγραφές
[1890/1903] Λήψη δεδομένων για 2026-01-07
9287 εγγραφές
[1891/1903] Λήψη δεδομένων για 2026-01-08
9210 εγγραφές
[1892/1903] Λήψη δεδομένων για 2026-01-09
9117 εγγραφές
[1893/1903] Λήψη δεδομένων για 2026-01-10
9098 εγγραφές
[1894/1903] Λήψη δεδομένων για 2026-01-11
9092 εγγραφές
[1895/1903] Λήψη δεδομένων για 2026-01-12
9116 εγγραφές
[1896/1903] Λήψη δεδομένων για 2026-01-13
9163 εγγραφές
[1897/1903] Λήψη δεδομένων για 2026-01-14
9161 εγγραφές
[1898/1903] Λήψη δεδομένων για 2026-01-15
9128 εγγραφές
[1899/1903] Λήψη δεδομένων για 2026-01-16
9107 εγγραφές
[1900/1903] Λήψη δεδομένων για 2026-01-17
9121 εγγραφές
[1901/1903] Λήψη δεδομένων για 2026-01-18
9118 εγγραφές
[1902/1903] Λήψη δεδομένων για 2026-01-19
9112 εγγραφές
[1903/1903] Λήψη δεδομένων για 2026-01-20
9105 εγγραφές
```

```
=====
```

ΟΛΟΚΛΗΡΩΘΗΚΕ ΕΠΙΤΥΧΩΣ

Αρχείο: C:\Users\Dinos\Desktop\Thesis\Data\traffic_attica_test_24_6_2026.csv

Σύνολο εγγραφών: 15168397

```
=====
```

Εικόνα 3-4. Ολοκλήρωση λήψης (download) δεδομένων

17/03/2024
18/03/2024
30/04/2024
10/10/2024
11/10/2024
24/05/2025
25/05/2025
26/05/2025
28/05/2025
29/05/2025
30/05/2025
31/05/2025
01/06/2025
02/06/2025
03/06/2025
04/06/2025
05/06/2025
06/06/2025
07/06/2025
08/06/2025
09/06/2025
10/06/2025
12/06/2025
13/06/2025
14/06/2025
15/06/2025
16/06/2025
17/06/2025
18/06/2025
19/06/2025
20/06/2025
21/06/2025
22/06/2025
23/06/2025
24/06/2025
25/06/2025
26/06/2025
27/06/2025
28/06/2025
29/06/2025
30/06/2025
01/07/2025
02/07/2025
03/07/2025
04/07/2025
05/07/2025
06/07/2025
07/07/2025
08/07/2025
09/07/2025

Το χρονικό διάστημα από οποίο αντλήθηκαν τα δεδομένα είναι από 5/11/2020 μέχρι 20/1/2026. Ο συνολικός χρόνος ολοκλήρωσης της δημιουργίας του αντίστοιχου csv αρχείου (download των δεδομένων σύνθεση και εγγραφή τους στο αρχείο) είναι περίπου 40 λεπτά και από το σύνολο των 1800 περίπου ημερών ΔΕΝ αντλήθηκαν δεδομένα για 184 ημέρες.

Σύνολο ημερών χωρίς δεδομένα: 184

Εικόνα 3-5. Σύνολο ημερών χωρίς δεδομένα

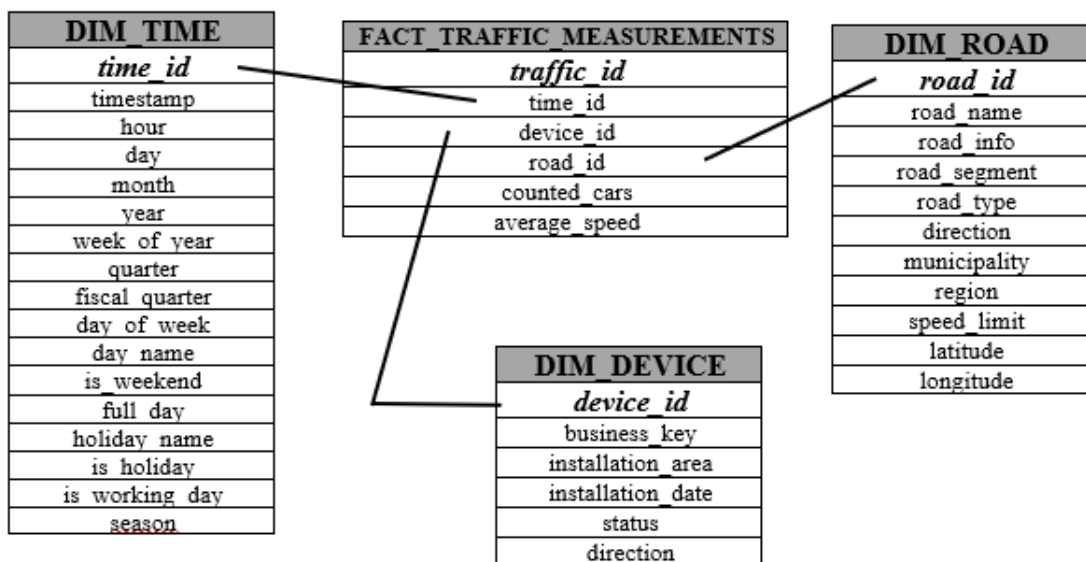
3.3 Σχεδίαση σχήματος αστέρα

Επιλέχθηκε το σχήμα αστέρα (star schema) λόγω των πλεονεκτημάτων που αναπτύχθηκαν εκτενώς προηγούμενα αλλά και της φύσης της εφαρμογής.

Το σχήμα αστέρα που φαίνεται παρακάτω αναδιαμορφώθηκε σε σχέση με το αρχικό σχήμα, το οποίο αποτελούσε την πρώτη προσέγγιση από τη στιγμή που το προηγούμενο ήταν περισσότερο θεωρητικό ενώ το παρόν προέκυψε μετά και από τα νέα δεδομένα.

Η περιγραφή των πεδίων κάθε πίνακα διαστάσεων περιγράφεται παρακάτω.

Το παρόν σχήμα δεν είναι απολύτως δεσμευτικό. Ενδέχεται κατά την πορεία μιας άλλης προσέγγισης και μελλοντικής υλοποίησης να διαφοροποιηθεί μερικώς ή να εμπλουτιστεί.



Σχήμα 3-1. Σχήμα αστέρα της Αποθήκης δεδομένων της εργασίας

3.4 Δημιουργία της διάστασης DIM_TIME

Η ανάλυση κυκλοφοριακών δεδομένων, ιδίως σε επίπεδο Περιφέρειας Αττικής, απαιτεί συστηματική και πολυδιάστατη προσέγγιση. Τα δεδομένα που προέρχονται από συστήματα καταγραφής (π.χ. κάμερες κυκλοφορίας, αισθητήρες, καταγραφές συμβάντων) περιλαμβάνουν χρονοσημάνσεις οι οποίες αποτελούν κρίσιμο παράγοντα για την κατανόηση προτύπων, τάσεων και εποχικότητας.

Στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας, σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε πρόγραμμα σε γλώσσα Python με στόχο τη δημιουργία ενός αρχείου CSV το οποίο

αναπαριστά τη διάσταση χρόνου DIM_TIME ενός συστήματος Αποθήκης Δεδομένων (Data Warehouse). Το παραγόμενο αρχείο θα εισαχθεί σε πίνακα διαστάσεων στο σχήμα αστέρα (Star Schema) του συστήματος.

Η διάσταση χρόνου αποτελεί το πιο βασικό συστατικό κάθε συστήματος BI, καθώς επιτρέπει ομαδοποίηση και ανάλυση δεδομένων ανά ημέρα, μήνα, έτος. Επίσης σύγκριση εργασιμων και μη εργασιμων ημερών, ανάλυση εποχικότητας, μελέτη συμπεριφοράς σε αργίες και εορταστικές περιόδους, υποστήριξη χρονικών συναθροίσεων δεδομένων (aggregations) π.χ. ανά τρίμηνο, εβδομάδα, μήνα, έτος.

Το πρόγραμμα που αναπτύχθηκε δημιουργεί πλήρη χρονική διάσταση σε ωριαίο επίπεδο για τα έτη 2020–2026.

Ο βασικός στόχος του προγράμματος είναι η παραγωγή ενός δομημένου αρχείου CSV, το οποίο περιλαμβάνει πλήρη χρονική κάλυψη για προκαθορισμένο χρονικό διάστημα, παρέχει εμπλουτισμένα χρονικά χαρακτηριστικά (attributes), υποστηρίζει την ανάλυση κυκλοφοριακών δεδομένων με πολυδιάστατο τρόπο, είναι συμβατό με αρχιτεκτονική Αποθήκης δεδομένων τύπου αστέρα. (Microsoft Fabric data Warehouse Documentation. Microsoft, 2026)

Η παραγόμενη διάσταση δεν περιορίζεται στις χρονοσημάνσεις (timestamps) που υπάρχουν στα αρχικά δεδομένα, αλλά δημιουργεί πλήρες ημερολογιακό εύρος. Αυτό αποτελεί βέλτιστη πρακτική στον σχεδιασμό Αποθήκης Δεδομένων, διότι επιτρέπει μελλοντική επέκταση δεδομένων, προυπολογισμό χρονικών χαρακτηριστικών και βελτιωμένη απόδοση σε αναλύσεις OLAP

Σύμφωνα με τη θεωρία της διαστατικής μοντελοποίησης (dimensional modeling), μια Αποθήκη Δεδομένων οργανώνεται γύρω από:

- Πίνακες γεγονότων (μετρήσιμα γεγονότα)
- Πίνακες διαστάσεων (περιγραφικά χαρακτηριστικά)

Η διάσταση χρόνου είναι θεμελιώδης και συνδέεται με σχεδόν κάθε fact table.

Στην παρούσα εργασία, ο πίνακας DIM_TIME θα συνδεθεί με πίνακες που περιλαμβάνουν κυκλοφοριακά δεδομένα μέσω του πεδίου time_id.

Ο πίνακας DIM_TIME περιλαμβάνει πεδίο time_id, το οποίο δεν βασίζεται σε φυσικό κλειδί, είναι ακέραιος αύξων αριθμός, επιτρέπει αποδοτικές συνενώσεις πινάκων (joins) και αποφεύγει εξάρτηση από πεδία ημερομηνία-χρόνου (datetime fields)

3.4.1 Υλοποίηση

A. Γλώσσα και εργαλεία

Η υλοποίηση πραγματοποιήθηκε σε Python, χρησιμοποιώντας pandas για χειρισμό δεδομένων, datetime για χρονικούς υπολογισμούς και ενσωματωμένες συναρτήσεις για διαχείριση ημερολογίου

Η επιλογή της Python έγινε λόγω της ευκολίας επεξεργασίας χρονικών δεδομένων, της διαλειτουργικότητας με CSV αρχεία και της εύκολης ενσωμάτωσης σε ροή δεδομένων ETL.

B. Δημιουργία χρονικού εύρους

Η διάσταση δημιουργείται σε ωριαία ανάλυση, μέσω της συνάρτησης:

```
pd.date_range(start, end, freq="H")
```

Η περίοδος καλύπτει από 01/01/2020 00:00 μέχρι και 31/12/2026 23:00. Το ωριαίο επίπεδο επιλέχθηκε επειδή τα κυκλοφοριακά δεδομένα παρουσιάζουν σημαντική διαφοροποίηση ανά ώρα. Επίσης αυτό επιτρέπει λεπτομερή ανάλυση αιχμής (peak) και υποστηρίζει χρονικές συναθροίσεις δεδομένων σε ανώτερα επίπεδα (ημερήσιο, μηνιαίο κλπ.).

Γ. Υπολογιζόμενα χρονικά χαρακτηριστικά

Ο πίνακας DIM_TIME περιλαμβάνει τα ακόλουθα πεδία:

- hour
- day
- month
- year
- week_of_year
- quarter
- fiscal_quarter
- day_of_week
- day_name (στα ελληνικά)
- is_weekend

- is_holiday
- holiday_name
- is_working_day
- season

Δ. Υπολογισμός Ελληνικών αργιών

Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στον υπολογισμό των ελληνικών αργιών.

Το πρόγραμμα:

- Υπολογίζει το Ορθόδοξο Πάσχα με αλγόριθμο Meeus, ο οποίος χρησιμοποιεί απλές αριθμητικές πράξεις με υπόλοιπα διαιρέσεων (modulo) για να συνδυάσει τρεις διαφορετικούς κύκλους.
- Παράγει κινητές αργίες, όπως Καθαρά Δευτέρα, Μεγάλη Παρασκευή, Μεγάλο Σάββατο, Κυριακή Πάσχα, Δευτέρα Πάσχα, Αγίου Πνεύματος
- Προσθέτει σταθερές αργίες όπως, Πρωτοχρονιά, 25η Μαρτίου, 28η Οκτωβρίου, κ.ά.

Ε. Προσδιορισμός εργάσιμης ημέρας

Το πεδίο is_working_day υπολογίζεται ως:

is_working_day = NOT (is_weekend OR is_holiday)

Αυτό επιτρέπει ανάλυση όπως σύγκριση κυκλοφορίας εργάσιμων έναντι μη εργάσιμων, ανάλυση δημόσιων αργιών, πρόβλεψη φόρτου σε περιόδους αιχμής

ΣΤ. Προσδιορισμός εποχής

Η εποχή (season) υπολογίζεται βάσει μήνα: Άνοιξη (Μάρτιος–Μάϊος), Καλοκαίρι (Ιούνιος–Αύγουστος), Φθινόπωρο (Σεπτέμβριος–Νοέμβριος), Χειμώνας (Δεκέμβριος–Φεβρουάριος) και επιτρέπει εποχιακή ανάλυση κυκλοφοριακών μοτίβων.

3.4.2 Παραγόμενο αρχείο .csv

Το τελικό αποτέλεσμα είναι το αρχείο DIM_TIME_FULL.csv, το οποίο περιέχει περίπου 61.000–62.000 εγγραφές, είναι σε μορφή UTF-8, είναι έτοιμο για εισαγωγή σε SQL Server / PostgreSQL / MySQL και μπορεί να χρησιμοποιηθεί απευθείας σε Power BI ή Tableau

3.4.3 Ρόλος στην αποθήκη δεδομένων

Ο πίνακας DIM_TIME θα εισαχθεί ως πίνακας διαστάσεων, θα συνδεθεί με έναν πίνακα γεγονότων μέσω του πεδίου time_id και θα επιτρέψει χρονικές συναθροίσεις δεδομένων,

ανάλυση αιχμής, σύγκριση εποχών, ανάλυση σε αργίες, πρόβλεψη κυκλοφορίας. Είναι προφανές ότι αποτελεί θεμελιώδες στοιχείο του συστήματος.

3.4.4 Πλεονεκτήματα της προσέγγισης αυτής

Η υλοποίηση παρουσιάζει πολλά πλεονεκτήματα, μερικά από τα οποία είναι η πλήρης χρονική κάλυψη, ο αυτοματοποιημένος υπολογισμός κινητών αργιών, η ανεξαρτησία από τα αρχικά δεδομένα, η επεκτασιμότητα, η συμβατότητα με εργαλεία επιχειρηματικής ευφυΐας και η καθαρή αρχιτεκτονική διαστατικής μοντελοποίησης.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	time_id	timestamp	hour	day	month	year	week_of_year	quarter	fiscal_quarter	day_of_week	day_name	is_weekend	full_date	holiday_name	is_holiday	is_working_day	season
2	1	1/1/2020 0:00	0	1	1	2020		1	1	1	3 Τετάρτη	FALSE	1/1/2020	Πρωτοχρονιά	TRUE	FALSE	Χειμώνας
3	2	1/1/2020 1:00	1	1	1	2020		1	1	1	3 Τετάρτη	FALSE	1/1/2020	Πρωτοχρονιά	TRUE	FALSE	Χειμώνας
4	3	1/1/2020 2:00	2	1	1	2020		1	1	1	3 Τετάρτη	FALSE	1/1/2020	Πρωτοχρονιά	TRUE	FALSE	Χειμώνας
5	4	1/1/2020 3:00	3	1	1	2020		1	1	1	3 Τετάρτη	FALSE	1/1/2020	Πρωτοχρονιά	TRUE	FALSE	Χειμώνας
6	5	1/1/2020 4:00	4	1	1	2020		1	1	1	3 Τετάρτη	FALSE	1/1/2020	Πρωτοχρονιά	TRUE	FALSE	Χειμώνας
7	6	1/1/2020 5:00	5	1	1	2020		1	1	1	3 Τετάρτη	FALSE	1/1/2020	Πρωτοχρονιά	TRUE	FALSE	Χειμώνας
8	7	1/1/2020 6:00	6	1	1	2020		1	1	1	3 Τετάρτη	FALSE	1/1/2020	Πρωτοχρονιά	TRUE	FALSE	Χειμώνας
9	8	1/1/2020 7:00	7	1	1	2020		1	1	1	3 Τετάρτη	FALSE	1/1/2020	Πρωτοχρονιά	TRUE	FALSE	Χειμώνας
10	9	1/1/2020 8:00	8	1	1	2020		1	1	1	3 Τετάρτη	FALSE	1/1/2020	Πρωτοχρονιά	TRUE	FALSE	Χειμώνας
11	10	1/1/2020 9:00	9	1	1	2020		1	1	1	3 Τετάρτη	FALSE	1/1/2020	Πρωτοχρονιά	TRUE	FALSE	Χειμώνας
12	11	1/1/2020 10:00	10	1	1	2020		1	1	1	3 Τετάρτη	FALSE	1/1/2020	Πρωτοχρονιά	TRUE	FALSE	Χειμώνας
13	12	1/1/2020 11:00	11	1	1	2020		1	1	1	3 Τετάρτη	FALSE	1/1/2020	Πρωτοχρονιά	TRUE	FALSE	Χειμώνας
14	13	1/1/2020 12:00	12	1	1	2020		1	1	1	3 Τετάρτη	FALSE	1/1/2020	Πρωτοχρονιά	TRUE	FALSE	Χειμώνας
15	14	1/1/2020 13:00	13	1	1	2020		1	1	1	3 Τετάρτη	FALSE	1/1/2020	Πρωτοχρονιά	TRUE	FALSE	Χειμώνας
16	15	1/1/2020 14:00	14	1	1	2020		1	1	1	3 Τετάρτη	FALSE	1/1/2020	Πρωτοχρονιά	TRUE	FALSE	Χειμώνας
17	16	1/1/2020 15:00	15	1	1	2020		1	1	1	3 Τετάρτη	FALSE	1/1/2020	Πρωτοχρονιά	TRUE	FALSE	Χειμώνας
18	17	1/1/2020 16:00	16	1	1	2020		1	1	1	3 Τετάρτη	FALSE	1/1/2020	Πρωτοχρονιά	TRUE	FALSE	Χειμώνας
19	18	1/1/2020 17:00	17	1	1	2020		1	1	1	3 Τετάρτη	FALSE	1/1/2020	Πρωτοχρονιά	TRUE	FALSE	Χειμώνας
20	19	1/1/2020 18:00	18	1	1	2020		1	1	1	3 Τετάρτη	FALSE	1/1/2020	Πρωτοχρονιά	TRUE	FALSE	Χειμώνας
21	20	1/1/2020 19:00	19	1	1	2020		1	1	1	3 Τετάρτη	FALSE	1/1/2020	Πρωτοχρονιά	TRUE	FALSE	Χειμώνας
22	21	1/1/2020 20:00	20	1	1	2020		1	1	1	3 Τετάρτη	FALSE	1/1/2020	Πρωτοχρονιά	TRUE	FALSE	Χειμώνας
23	22	1/1/2020 21:00	21	1	1	2020		1	1	1	3 Τετάρτη	FALSE	1/1/2020	Πρωτοχρονιά	TRUE	FALSE	Χειμώνας
24	23	1/1/2020 22:00	22	1	1	2020		1	1	1	3 Τετάρτη	FALSE	1/1/2020	Πρωτοχρονιά	TRUE	FALSE	Χειμώνας
25	24	1/1/2020 23:00	23	1	1	2020		1	1	1	3 Τετάρτη	FALSE	1/1/2020	Πρωτοχρονιά	TRUE	FALSE	Χειμώνας
26	25	2/1/2020 0:00	0	2	1	2020		1	1	1	4 Πέμπτη	FALSE	2/1/2020		FALSE	TRUE	Χειμώνας
27	26	2/1/2020 1:00	1	2	1	2020		1	1	1	4 Πέμπτη	FALSE	2/1/2020		FALSE	TRUE	Χειμώνας
28	27	2/1/2020 2:00	2	2	1	2020		1	1	1	4 Πέμπτη	FALSE	2/1/2020		FALSE	TRUE	Χειμώνας
29	28	2/1/2020 3:00	3	2	1	2020		1	1	1	4 Πέμπτη	FALSE	2/1/2020		FALSE	TRUE	Χειμώνας
30	29	2/1/2020 4:00	4	2	1	2020		1	1	1	4 Πέμπτη	FALSE	2/1/2020		FALSE	TRUE	Χειμώνας
31	30	2/1/2020 5:00	5	2	1	2020		1	1	1	4 Πέμπτη	FALSE	2/1/2020		FALSE	TRUE	Χειμώνας

Εικόνα 3-6. Πίνακας DIM_TIME (πρώτες εγγραφές)

61347	61346	31/12/2026 1:00	1	31	12	2026		53	4	4	4 Πέμπτη	FALSE	31/12/2026		FALSE	TRUE	Χειμώνας
61348	61347	31/12/2026 2:00	2	31	12	2026		53	4	4	4 Πέμπτη	FALSE	31/12/2026		FALSE	TRUE	Χειμώνας
61349	61348	31/12/2026 3:00	3	31	12	2026		53	4	4	4 Πέμπτη	FALSE	31/12/2026		FALSE	TRUE	Χειμώνας
61350	61349	31/12/2026 4:00	4	31	12	2026		53	4	4	4 Πέμπτη	FALSE	31/12/2026		FALSE	TRUE	Χειμώνας
61351	61350	31/12/2026 5:00	5	31	12	2026		53	4	4	4 Πέμπτη	FALSE	31/12/2026		FALSE	TRUE	Χειμώνας
61352	61351	31/12/2026 6:00	6	31	12	2026		53	4	4	4 Πέμπτη	FALSE	31/12/2026		FALSE	TRUE	Χειμώνας
61353	61352	31/12/2026 7:00	7	31	12	2026		53	4	4	4 Πέμπτη	FALSE	31/12/2026		FALSE	TRUE	Χειμώνας
61354	61353	31/12/2026 8:00	8	31	12	2026		53	4	4	4 Πέμπτη	FALSE	31/12/2026		FALSE	TRUE	Χειμώνας
61355	61354	31/12/2026 9:00	9	31	12	2026		53	4	4	4 Πέμπτη	FALSE	31/12/2026		FALSE	TRUE	Χειμώνας
61356	61355	31/12/2026 10:00	10	31	12	2026		53	4	4	4 Πέμπτη	FALSE	31/12/2026		FALSE	TRUE	Χειμώνας
61357	61356	31/12/2026 11:00	11	31	12	2026		53	4	4	4 Πέμπτη	FALSE	31/12/2026		FALSE	TRUE	Χειμώνας
61358	61357	31/12/2026 12:00	12	31	12	2026		53	4	4	4 Πέμπτη	FALSE	31/12/2026		FALSE	TRUE	Χειμώνας
61359	61358	31/12/2026 13:00	13	31	12	2026		53	4	4	4 Πέμπτη	FALSE	31/12/2026		FALSE	TRUE	Χειμώνας
61360	61359	31/12/2026 14:00	14	31	12	2026		53	4	4	4 Πέμπτη	FALSE	31/12/2026		FALSE	TRUE	Χειμώνας
61361	61360	31/12/2026 15:00	15	31	12	2026		53	4	4	4 Πέμπτη	FALSE	31/12/2026		FALSE	TRUE	Χειμώνας
61362	61361	31/12/2026 16:00	16	31	12	2026		53	4	4	4 Πέμπτη	FALSE	31/12/2026		FALSE	TRUE	Χειμώνας
61363	61362	31/12/2026 17:00	17	31	12	2026		53	4	4	4 Πέμπτη	FALSE	31/12/2026		FALSE	TRUE	Χειμώνας
61364	61363	31/12/2026 18:00	18	31	12	2026		53	4	4	4 Πέμπτη	FALSE	31/12/2026		FALSE	TRUE	Χειμώνας
61365	61364	31/12/2026 19:00	19	31	12	2026		53	4	4	4 Πέμπτη	FALSE	31/12/2026		FALSE	TRUE	Χειμώνας
61366	61365	31/12/2026 20:00	20	31	12	2026		53	4	4	4 Πέμπτη	FALSE	31/12/2026		FALSE	TRUE	Χειμώνας
61367	61366	31/12/2026 21:00	21	31	12	2026		53	4	4	4 Πέμπτη	FALSE	31/12/2026		FALSE	TRUE	Χειμώνας
61368	61367	31/12/2026 22:00	22	31	12	2026		53	4	4	4 Πέμπτη	FALSE	31/12/2026		FALSE	TRUE	Χειμώνας
61369	61368	31/12/2026 23:00	23	31	12	2026		53	4	4	4 Πέμπτη	FALSE	31/12/2026		FALSE	TRUE	Χειμώνας

Εικόνα 3-7. Πίνακας DIM_TIME (τελευταίες εγγραφές)

3.5 Δημιουργία της διάστασης DIM_ROAD

Ένα από τα βασικά δομικά στοιχεία της αρχιτεκτονικής που σχεδιάστηκε είναι ο πίνακας διάστασης **DIM_ROAD**.

Ο DIM_ROAD αποτελεί τη θεμελιώδη περιγραφική οντότητα του οδικού δικτύου, πάνω στην οποία συσχετίζονται τα κυκλοφοριακά δεδομένα (π.χ. μετρήσεις ροής, ταχύτητας, συμφόρησης). Η δημιουργία του δεν περιορίζεται σε απλή αντιγραφή των αρχικών δεδομένων, αλλά περιλαμβάνει διαδικασίες εξαγωγής, καθαρισμού, μετασχηματισμού και εμπλουτισμού, με στόχο τη μετατροπή ημιδομημένων περιγραφικών πληροφοριών σε τυποποιημένα, αναλυτικά αξιοποιήσιμα χαρακτηριστικά.

Η αφετηρία για τη δημιουργία του DIM_ROAD ήταν το αρχείο: **traffic_attica_test_3.csv**

Το αρχείο αυτό περιείχε πρωτογενή κυκλοφοριακά δεδομένα που αφορούσαν οδικά σημεία και τμήματα στην Αττική. Τα βασικά πεδία που αξιοποιήθηκαν για τη δημιουργία της διάστασης ήταν: `road_name` (όνομα οδού), `road_info` (περιγραφική πληροφορία για το τμήμα)

Ωστόσο, τα δεδομένα αυτά παρουσίαζαν τα εξής χαρακτηριστικά: μη τυποποιημένες περιγραφές, ελεύθερο κείμενο, πολλαπλές επαναλήψεις ίδιων δρόμων, έλλειψη σαφούς κατηγοριοποίησης τύπου οδού, Έλλειψη ρητής πληροφορίας για όρια ταχύτητας, μη διαχωρισμό κατεύθυνσης κυκλοφορίας σε δομημένο πεδίο. Κατά συνέπεια, δεν ήταν δυνατόν να χρησιμοποιηθούν απευθείας σε ένα πολυδιάστατο μοντέλο ανάλυσης.

Για τη σωστή λειτουργία μιας Αποθήκης Δεδομένων απαιτείται: κανονικοποιημένη περιγραφή οντοτήτων, σταθερά κλειδιά, τυποποιημένα χαρακτηριστικά, αποφυγή επαναλήψεων και υποστήριξη αναλυτικών ερωτημάτων (OLAP)

Χωρίς έναν πίνακα διάστασης δρόμου δεν θα μπορούσε να γίνει ομαδοποίηση ανά τύπο δρόμου, ούτε ανάλυση ανά κατεύθυνση και η απόδοση αναλυτικών ερωτημάτων θα ήταν μειωμένη. Ήταν λοιπόν επιτακτική η ανάγκη της δημιουργίας μιας συνεκτικής, εμπλουτισμένης και δομημένης διάστασης οδικού δικτύου.

3.5.1 Υλοποίηση

Η παραγωγή του DIM_ROAD υλοποιήθηκε μέσω διαδικασίας ETL σε περιβάλλον Python περιλαμβάνοντας τα εξής στάδια:

3.5.1.1 Εξαγωγή

Αναγνώστηκαν από το traffic_attica_test_3.csv τα πεδία road_name και road_info

Στη συνέχεια αφαιρέθηκαν τα διπλότυπα ώστε κάθε γραμμή να αντιστοιχεί σε μοναδικό συνδυασμό δρόμου και περιγραφής. Και δημιουργήθηκε επίσης το πρωτεύον κλειδί: road_id. Το road_id είναι απαραίτητο για τη σωστή μοντελοποίηση σε σχήμα αστέρα.

3.5.1.2 Μετασχηματισμός και εμπλουτισμός

Στο στάδιο αυτό πραγματοποιήθηκε σημαντικός εμπλουτισμός, ο οποίος περιείχε τον:

A. Προσδιορισμό τμήματος Οδού (road_segment): Από το ελεύθερο κείμενο του road_info εξάγονταν πληροφορίες όπως: “πριν από ...”, “μετά από ...”, “στο ύψος ...”

Με χρήση κανονικών εκφράσεων αναγνωρίζονταν τα μοτίβα και δημιουργήθηκε ένα τυποποιημένο πεδίο: road_segment

Έτσι μετατράπηκε η αδόμητη περιγραφή σε αξιοποιήσιμο χαρακτηριστικό.

B. Κατηγοριοποίηση τύπου Οδού (road_type): Αναλύθηκε το κείμενο για λέξεις-κλειδιά όπως: “εθνική”, “λεωφόρος”, “ράμπα”, “ανισόπεδος”, “κύριος”. Με βάση αυτές, αποδόθηκε κατηγορία: “Εθνική Οδός”, “Λεωφόρος”, “Ράμπα”, “Κύριος Δρόμος” και “Αστική Οδός”.

Η κατηγοριοποίηση αυτή επιτρέπει μελλοντική συγκριτική ανάλυση ανά κατηγορία υποδομής.

Γ. Εξαγωγή κατεύθυνσης (direction)

Μέσω κανονικών εκφράσεων εντοπίζονταν φράσεις όπως: “με κατεύθυνση προς ...”, “προς την ...”, “προς τον ...”. Στη συνέχεια δημιουργήθηκε το πεδίο: direction. Με τη χρήση αυτού διευκολύνεται η ανάλυση ροής ανά κατεύθυνση, η σύγκριση εισερχόμενης/εξερχόμενης κυκλοφορίας καθώς και η ανίχνευση μονής κατεύθυνσης συμφοράς.

Δ, Υπολογισμός Ορίου Ταχύτητας (speed_limit)

Με βάση τον τύπο οδού υπολογίστηκε θεωρητικό όριο ταχύτητας:

- Εθνική Οδός → 120 km/h
- Λεωφόρος → 70 km/h
- Κύριος Δρόμος → 60 km/h

- Ράμπα → 40 km/h
- Αστική Οδός → 50 km/h

Το πεδίο αυτό δεν υπήρχε στο πρωτογενές αρχείο και προστέθηκε ως επιχειρησιακή παράμετρος. Η προσθήκη του επιτρέπει τη σύγκριση πραγματικής ταχύτητας με θεσμικό όριο, τον υπολογισμό ποσοστού υπέρβασης καθώς και τη δημιουργία δεικτών οδικής ασφάλειας

3.5.1.3 Φόρτωση

Το τελικό αρχείο είναι το **DIM_ROAD.csv**, το οποίο περιλαμβάνει: **road_id**, **road_name**, **road_info**, **road_segment**, **road_type**, **direction**, **speed_limit**

Το αρχείο αυτό αποτελεί πλέον δομημένη διάσταση.

A	B	C	D	E	F	G
road_id	road_name	road_info	road_segment	road_type	direction	speed_limit
2	1 Α. ΚΗΦΙΣΙΑΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ Α. ΚΗΦΙΣΙΑΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΗΦΙΣΙΑ, 10Μ. ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΔΙΑΣΤΑΣΗ	Κηφισίας - Γενικό Τμήμα	Λευφόρος	Άγνωστη Κατεύθυνση	70
3	2 ΑΘΗΝΩΝ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΘΗΝΑ 145 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΓΟΥΓΟΠΟΤΑΜΟΥ	Αθηνών - Πριν Απο Τη Γουγοποταμού	Κύριος δρόμος	Άγνωστη Κατεύθυνση	60
4	3 ΡΟΙΣΣΙΩΝΟΣ	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΑΠΟ Σ.Ε.Φ. ΠΡΟΣ Α. ΚΗΦΙΣΙΟΥ	Ποσειδώνος - Γενικό Τμήμα	Λευφόρος	Προς Α. Κηφισού	70
5	4 Α. ΣΥΓΓΡΟΥ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΑ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΕΤΜΕΖΑ	Α. Συγγρού - Πριν Απο Την Πετμεζα	Λευφόρος	Άγνωστη Κατεύθυνση	70
6	5 ΕΘΝ. ΜΑΚΑΡΙΟΥ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΑΘΗΝΑ, 40 ΜΕΤΡΑ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΜΕ ΤΟΝ ΚΗΦΙΣΟ (ΜΟΝΟ ΓΙΑ Φ/Σ)	Εθν. Μακαρίου - Πριν Την Συμβολή Της Με Τον Κηφισό (Μονο Για Φ/Σ)	Κύριος δρόμος	Προς Αθήνα	60
7	6 ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΟΥ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Α. ΚΗΦΙΣΙΑΣ	Καποδιστρίου - Πριν Απο Τη Α. Κηφισίας	Λευφόρος	Άγνωστη Κατεύθυνση	70
8	7 Α. ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΑΓ. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ (Β.Α.), 10 Μ. ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΙΛ. ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ	Λευφόρος - Γενικό Τμήμα	Λευφόρος	Προς Αγ. Παρασκευή (Β.Α.)	70
9	8 ΠΕΙΡΑΙΩΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΟΜΟΝΟΙΑ, 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΧΑΜΟΣ ΠΕΙΡΑΙΩΣ	Κύριος δρόμος	Προς Ομοנוία	60	
10	9 ΑΘΗΝΩΝ	ΡΑΜΠΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΣΤΗ Α. ΑΘΗΝΩΝ ΑΠΟ ΘΗΒΩΝ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΘΗΝΑ (ΚΕΝΤΡΟ ΑΘΗΝΩΝ)	Αθηνών - Πριν Απο Τη Δομοκού	Λευφόρος	Άγνωστη Κατεύθυνση	70
11	10 Α. ΚΗΦΙΣΙΟΥ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΛΑΜΙΑ ΑΜΕΣΩΣ ΜΕΤΑ ΤΗ ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΤΗΣ Α. ΚΗΦΙΣΙΟΥ	Λευφόρος	Προς Αγ. Αννής	70	
12	11 ΠΕΤΡΟΥ ΡΑΛΛΗ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΘΗΝΑ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Α. ΚΗΦΙΣΙΟΥ	Πέτρου Ραλλή - Πριν Απο Τη Α. Κηφισού	Λευφόρος	Άγνωστη Κατεύθυνση	70
13	12 ΑΘΗΝΩΝ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΔΑΦΝΙ 170 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΣΑΤΟΡΙΑΔΕΟΥ	Αθηνών - Πριν Απο Τη Σατωριαδούς	Κύριος δρόμος	Άγνωστη Κατεύθυνση	60
14	13 Α. ΚΗΦΙΣΙΑΣ	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΑΠΟ ΤΟΝ ΑΝΕΡΧΟΜΕΝΟ ΚΛΑΔΟ ΤΗΣ Α. ΚΗΦΙΣΙΑΣ ΠΡΟΣ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΔΙΑΣΤΑΣΗ	Λευφόρος	Προς Καποδιστρίου/Παπανικολή(80Μ Πριν Απο Τη Διασταυρωση)	70	
15	14 ΕΞΟΔΟΣ ΑΠΟ ΤΗ Α. ΣΥΓΓΡΟΥ ΑΠΟ ΚΕΝΤΡΟ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΟΔΟ ΣΟΛΩΝΙΔΩΣ ΚΑΙ ΚΑΛΛΙΔΕΑ	ΕΞΟΔΟΣ ΑΠΟ ΤΗ Α. ΣΥΓΓΡΟΥ ΑΠΟ ΚΕΝΤΡΟ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΟΔΟ ΣΟΛΩΝΙΔΩΣ ΚΑΙ ΚΑΛΛΙΔΕΑ	Α. Συγγρού - Γενικό Τμήμα	Λευφόρος	Προς Την Οδό Σολωνίδωσ Και Καλλιδεα	70
16	15 Α. ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥΠΟΛΕΩΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΘΗΝΑ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Α. ΚΗΦΙΣΙΟΥ	Λ. Κωνσταντινουπόλεως - Πριν Απο Τη Α. Κηφισού	Λευφόρος	Άγνωστη Κατεύθυνση	70
17	16 ΠΑΝΟΡΜΙΟΥ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΕΝΤΡΟ 60 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Α. ΑΛΕΞΑΝΔΡΑΣ	Πανορίου - Πριν Απο Τη Α. Αλεξανδρας	Λευφόρος	Άγνωστη Κατεύθυνση	70
18	17 Α. ΚΗΦΙΣΙΑΣ	ΑΡΙΣΤΕΡΗ ΛΟΡΙΔΑ ΚΛΑΔΟΥ Α. ΚΗΦΙΣΙΑΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΗΦΙΣΙΑ (ΚΑΤΟ ΑΠΟ ΤΗΝ Α. ΚΗΦΙΣΙΑΣ - ΓΕΝΙΚΟ ΤΜΗΜΑ)	Λευφόρος	Άγνωστη Κατεύθυνση	70	
19	18 ΕΞΟΔΟΣ ΥΠ. ΔΙΚΑΙΟΥΧΗΣ	ΕΞΟΔΟΣ ΥΠ. ΔΙΚΑΙΟΥΧΗΣ (ΒΔ), 40 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Α. ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ	Εξόδος Υπ. Δικαιοσύνης - Πριν Απο Τη Α. Μεσογείων	Λευφόρος	Προς Α. Μεσογείων (Βδ)	70
20	19 ΑΚΤΗ ΚΟΝΔΥΛΗ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΔΡΑΠΕΤΣΙΝΑ, 50 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΔΕΡΒ ΑΚΤΗ ΚΟΝΔΥΛΗ	Κύριος δρόμος	Προς Δραπετσώνα	60	
108	ΕΘΝ. ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΚΕΝΤΡΟ, 100 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΗΛΙΟΥΠΟ ΕΘΝ. ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΣ	Κύριος δρόμος	Προς Κέντρο	60	
109	ΑΘΗΝΩΝ	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ Α. ΚΗΦΙΣΙΟΥ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Α. ΑΘΗΝΩΝ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΘΗΝΩΝ	Αθηνών - Πριν Απο Τη Α. Κηφισού	Λευφόρος	Προς Α. Κηφισού Του Κλαδου Της Α. Αθηνων Με Κατευθυνση Πειραια 3	70
110	Α. ΚΗΦΙΣΙΑΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΗΦΙΣΙΑ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΡΑΜΠΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΣΤΗ Α. Α. ΚΗΦΙΣΙΑΣ	Κηφισίας - Πριν Απο Τη Ραμπα Εισόδου Στη Α. Κηφισίας	Λευφόρος	Άγνωστη Κατεύθυνση	70
111	Α. ΚΗΦΙΣΙΟΥ	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ ΙΕΡΑ ΟΔΟ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Α. ΚΗΦΙΣΙΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ Α.Α. ΚΗΦΙΣΙΟΥ	Λευφόρος	Προς Ιερα Οδο Του Κλαδου Της Α. Κηφισου Με Κατευθυνση Λαμια 150	70	
112	ΑΘΗΝΩΝ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΕΝΤΡΟ (ΑΧΙΛΛΕΩΣ) 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΜΗΤΡ ΑΘΗΝΩΝ	Κύριος δρόμος	Άγνωστη Κατεύθυνση	60	
113	ΒΔ. ΣΟΦΙΑΣ	ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΒΑΣ. ΚΟΝ/ΝΟΥ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ	Βας. Σοφίας - Πριν Απο Την Μεσογείων	Αστική Οδός	Προς Βας. Κων/Νου Πριν Απο Την Μεσογείων	50
114	Α. ΚΗΦΙΣΙΑΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΕΝΤΡΟ ΜΕΤΑ ΤΗ ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΤΗΣ Α. ΚΗΦΙΣΙΑΣ	Λευφόρος	Προς Δραπετσώσ Και Αττική Οδο	70	
115	Α. ΚΗΦΙΣΙΑΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΒΟΡΕΙΑ, 30 Μ. ΜΕΤΑ ΕΡΩΦΡΟΥ ΣΤΑΥΡΟΥ - ΠΑΝΟ Α. ΚΗΦΙΣΙΑΣ	Λευφόρος	Άγνωστη Κατεύθυνση	70	
116	ΑΝΙΜΟΥ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ Α. ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗΣ, 100 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΔΙΑΣΤΑΣΗ	Λευφόρος	Προς Α. Βουλιαγμένης	70	
117	ΑΘΗΝΩΝ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ Α. ΚΗΦΙΣΙΟΥ 145 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΜΗΤΡΟ ΑΘΗΝΩΝ	Λευφόρος	Προς Α. Κηφισού 145 Μ. Πριν Απο Τη Μητροδωρου	70	
118	ΧΑΜΟΣΤΕΡΝΑΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥΠΟΛΕΩΣ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΡΑΧΑ ΧΑΜΟΣΤΕΡΝΑΣ	Πριν Απο Τη Ραμπα Εξόδου Προς Πειραιώς Και 180 Μ. Μετρί Ράμπα	Λευφόρος	Προς Κωνσταντινουπολεως Πριν Απο Τη Ραμπα Εξόδου Προς Πειραιώς	40
119	Α. ΚΗΦΙΣΙΟΥ	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ Α. ΑΘΗΝΩΝ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Α. ΚΗΦΙΣΙΟΥ ΠΡΟΣ ΠΕΙΡΑΙΑ 35 Α. ΚΗΦΙΣΙΟΥ	Λευφόρος	Προς Α. Αθηνων Του Κλαδου Της Α. Κηφισου Προς Πειραια 35 Μ. Πριν Α	70	
120	Α. ΚΗΦΙΣΙΟΥ	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ ΟΔΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ ΚΑΙ ΓΕΦΥΡΑ ΑΝΑΣΤΡΟΦΗΣ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Α. ΚΗΦΙΣΙΟΥ	Λευφόρος	Προς Οδο Πειραιως Και Γεφυρα Αναστροφής Του Κλαδου Της Α. Κηφισ	70	
121	ΒΔ. ΣΟΦΙΑΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΧΙΛΟΝ 140 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΟΥΜΠΑΡΗ	Κύριος δρόμος	Άγνωστη Κατεύθυνση	60	
122	Α. ΚΗΦΙΣΙΑΣ	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΑΠΟ ΤΟΝ ΚΛΑΔΟ ΤΗΣ Α. ΚΗΦΙΣΙΑΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΕΝΤΡΟ ΠΡΟΣ Α. ΚΗΦΙΣΙΑΣ	Λευφόρος	Προς Σπυρού Λουή/Ραρείου	70	
123	Α. ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΚΑΤΕΛΑΧΗ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Α. ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ Α. ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ	Λευφόρος	Προς Την Κατελαχη Του Κλαδου Της Α. Μεσογείων Με Κατευθυνση Αγ.	70	
124	Α. ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ Α. ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ 120 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Α. ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ	Λευφόρος	Άγνωστη Κατεύθυνση	70	
125	Α. ΚΗΦΙΣΙΑΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΓΛΥΦΑΔΑ ΜΕΤΑ ΤΗ ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΤΗΣ Α. ΚΗΦΙΣΙΑΣ	Λευφόρος	Προς Πειραια (Καθώς Ποσειδωνος)	70	
126	ΕΡΩΦΡΟΥ ΣΤΑΥΡΟΥ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΑΤΟΛΙΚΑ, 30 Μ. ΜΕΤΑ Α. ΚΗΦΙΣΙΑΣ	Ερωφρου Σταυρού - Γενικό Τμήμα	Λευφόρος	Άγνωστη Κατεύθυνση	70
127	ΑΘΗΝΩΝ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΕΝΤΡΟ (ΑΧΙΛΛΕΩΣ) 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΣΤΥ ΑΘΗΝΩΝ	Κύριος δρόμος	Άγνωστη Κατεύθυνση	60	
128	ΠΕΙΡΑΙΩΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΙΡΑΙΑ 85 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΙΕΡΑ ΟΔΟ	Πειραιώς - Πριν Απο Την Ιερα Οδο	Κύριος δρόμος	Άγνωστη Κατεύθυνση	60
129	Α. ΚΗΦΙΣΙΑΣ	ΡΑΜΠΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΑΠΟ ΔΑΚΤΥΛΙΔΙ ΟΤΕ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΚΗΦΙΣΙΑ (ΒΔ), 140 Μ. Α. ΚΗΦΙΣΙΑΣ	Λευφόρος	Προς Κηφισια (Βδ)	70	
130	ΒΔ. ΣΟΦΙΑΣ	ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ Α. ΚΗΦΙΣΙΑΣ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Α. ΑΛΕΞΑΝΔΡΑΣ	Βας. Σοφίας - Πριν Απο Τη Α. Αλεξανδρας	Λευφόρος	Προς Α. Κηφισια Πριν Απο Τη Α. Αλεξανδρας	70
131	Α. ΚΗΦΙΣΙΟΥ	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ ΙΕΡΑ ΟΔΟ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Α. ΚΗΦΙΣΙΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΙΛ. ΚΗΦΙΣΙΟΥ	Λευφόρος	Προς Ιερα Οδο Του Κλαδου Της Α. Κηφισου Με Κατευθυνση Πειραια 15	70	

Εικόνα 3-8. Πίνακας DIM_ROAD

Η δημιουργία του DIM_ROAD αποτέλεσε κρίσιμο στάδιο στη διαδικασία κατασκευής της αποθήκης δεδομένων κυκλοφοριακής ανάλυσης. Μέσω συστηματικής επεξεργασίας του πρωτογενούς αρχείου traffic_attica_test_3.csv, μετατράπηκε αδόμητη πληροφορία σε δομημένη, κανονικοποιημένη διάσταση.

Ο πίνακας αυτός εμπλουτίζει τα δεδομένα με τύπο οδού, τμήμα, κατεύθυνση και όριο ταχύτητας. Λειτουργεί επίσης ως ενδιάμεσο επίπεδο πριν τον γεωχωρικό εμπλουτισμό,

αποτελώντας πηγή για τη δημιουργία του DIM_ROAD_GEOCODED_FUL και παίζει κεντρικό ρόλο στο σχήμα αστέρα της αποθήκης δεδομένων.

Συνολικά, το DIM_ROAD μετασχηματίζει το οδικό δίκτυο από περιγραφική πληροφορία σε αναλυτικό εργαλείο, καθιστώντας δυνατή τη στρατηγική αξιοποίηση των κυκλοφοριακών δεδομένων για υποστήριξη λήψης αποφάσεων, αξιολόγηση υποδομών και βελτίωση της αστικής κινητικότητας.

3.6 Δημιουργία της διάστασης DIM_ROAD_GEOCODED_FULL

Η παρούσα ενότητα περιγράφει αναλυτικά τη διαδικασία παραγωγής του αρχείου DIM_ROAD_GEOCODED_FULL, το οποίο αποτελεί κρίσιμο στάδιο της προετοιμασίας των δεδομένων για την ανάπτυξη της Αποθήκης Δεδομένων

Η διαδικασία αυτή εντάσσεται στο στάδιο ETL και είχε ως βασικό στόχο τον γεωχωρικό εμπλουτισμό των οδικών δεδομένων, προκειμένου να καταστούν κατάλληλα για πολυδιάστατη ανάλυση και διοικητική κατηγοριοποίηση.

3.6.1 Αφετηρία και υφιστάμενη κατάσταση δεδομένων

Η αφετηρία της διαδικασίας ήταν το αρχείο DIM_ROAD.csv, το οποίο περιείχε εγγραφές οδών και περιγραφικές πληροφορίες τοποθεσίας μέσω του πεδίου *road_info*. Παρότι το αρχείο περιλάμβανε λεκτική περιγραφή της θέσης (π.χ. «Λεωφόρος Κηφισίας πριν από τη διασταύρωση με Καποδιστρίου»), παρουσίαζε τους εξής περιορισμούς: δεν περιείχε γεωγραφικές συντεταγμένες (latitude, longitude), δεν υπήρχε πληροφορία διοικητικής υπαγωγής (Δήμος), δεν υπήρχε πληροφορία Περιφερειακής Ενότητας, δεν υποστήριζε χωρική ανάλυση.

Επομένως, τα δεδομένα δεν μπορούσαν να αξιοποιηθούν για αναλύσεις ανά διοικητική μονάδα ούτε να ενταχθούν λειτουργικά σε πολυδιάστατο μοντέλο Αποθήκης Δεδομένων.

3.6.2 Ανάγκη Γεωχωρικού Εμπλουτισμού

Η ανάγκη δημιουργίας του αρχείου DIM_ROAD_GEOCODED_FULL προέκυψε από τις απαιτήσεις του συστήματος ανάλυσης δεδομένων. Συγκεκριμένα:

3.6.2.1 Υποστήριξη Αναλύσεων σε Διοικητικό Επίπεδο

Η αποθήκη δεδομένων που σχεδιάστηκε απαιτεί αναφορές και συγκεντρωτικά στοιχεία ανά Δήμο, στατιστική ανάλυση ανά Περιφερειακή Ενότητα, δυνατότητα εμβάθυνσης και

συγκέντρωσης σε ιεραρχικά επίπεδα. Χωρίς χωρική πληροφορία, τέτοιου είδους αναλύσεις ήταν αδύνατες.

3.6.2.2 Κανονικοποίηση δεδομένων

Οι λεκτικές περιγραφές των οδών δεν ήταν τυποποιημένες, ούτε περιείχαν σαφείς αναφορές και δεν μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν απευθείας για γεωγραφική κατηγοριοποίηση

Η μετατροπή τους σε γεωγραφικές συντεταγμένες επέτρεψε την τυποποιημένη χωρική αναπαράσταση, την ορθή τοποθέτηση στο γεωγραφικό χώρο και την αυτοματοποιημένη χωρική αντιστοίχιση

3.6.3 Αρχεία που χρησιμοποιήθηκαν

Για την παραγωγή του DIM_ROAD_GEOCODED_FULL χρησιμοποιήθηκαν τα ακόλουθα αρχεία: **DIM_ROAD.csv** και **per_enot_attki.csv**

Το τελευταίο αρχείο περιέχει τα πολυγωνικά όρια Δήμων της Αττικής, τη γεωμετρία σε μορφή WKT (Well-Known Text), την πληροφορία για το Δήμο (label) και την πληροφορία της Περιφερειακής Ενότητας (enotites).

Οι γεωμετρίες βρίσκονται στο σύστημα αναφοράς **ΕΓΣΑ87 (EPSG:2100)**.

3.6.4 Μεθοδολογία υλοποίησης

Η διαδικασία παραγωγής του DIM_ROAD_GEOCODED_FULL υλοποιήθηκε σε περιβάλλον Python με χρήση των βιβλιοθηκών pandas, geopandas, shapely, requests

Η διαδικασία ακολούθησε τα στάδια ETL.

3.6.5 Στάδια ETL

3.6.5.1 Εξαγωγή

Στο στάδιο αυτό φορτώθηκε το αρχείο DIM_ROAD.csv καθώς και το αρχείο per_enot_attki.csv και στη συνέχεια μετατράπηκε η στήλη WKT σε γεωμετρικά αντικείμενα.

3.6.5.2 Μετασχηματισμός

A. Γεωκωδικοποίηση

Για κάθε εγγραφή του DIM_ROAD: 1) η περιγραφή road_info αποστέλλεται στο Google Geocoding API και 2) επιστρέφονται οι συντεταγμένες: Latitude και Longitude

Με τον τρόπο αυτό κάθε εγγραφή μετατρέπεται σε χωρικό σημείο.

B. Δημιουργία Γεωχωρικών Σημείων

Οι συντεταγμένες μετατρέπονται σε γεωμετρικά σημεία (Point) και αποθηκεύονται σε GeoDataFrame με σύστημα αναφοράς EPSG:4326.

Γ. Μετατροπή Συστήματος Αναφοράς

Τα πολυγωνικά όρια Δήμων δηλώθηκαν αρχικά ως EPSG:2100 και μετατράπηκαν στη συνέχεια σε EPSG:4326. Η μετατροπή αυτή ήταν απαραίτητη για τη χωρική συμβατότητα μεταξύ σημείων και πολυγώνων.

Δ. Χωρική Συσχέτιση (Spatial Join)

Εφαρμόστηκε χωρική πράξη τύπου "within", με την οποία:

- Κάθε σημείο αντιστοιχίστηκε στον Δήμο εντός του οποίου βρίσκεται.
- Προστέθηκε η αντίστοιχη Περιφερειακή Ενότητα.

Με τον τρόπο αυτό επιτεύχθηκε διοικητικός εμπλουτισμός των οδικών δεδομένων.

3.6.5.3 Φόρτωση

Το τελικό σύνολο δεδομένων αποθηκεύτηκε ως: **DIM_ROAD_GEOCODED_FULL.csv**

Το παραγόμενο αρχείο περιλαμβάνει όλα τα αρχικά πεδία του DIM_ROAD και επιπλέον τα: Latitude, Longitude, Δήμο (municipality), Περιφερειακή Ενότητα (region)

3.6.6 Ρόλος του DIM_ROAD_GEOCODED_FULL στην αποθήκη δεδομένων

Το αρχείο αυτό λειτουργεί ως πλήρως εμπλουτισμένος πίνακας διάστασης στο μοντέλο αστέρα. Υποστηρίζει επιπλέον του αρχικού αρχείου DIM_ROAD: ομαδοποιήσεις ανά Δήμο, συγκεντρωτικές αναλύσεις ανά Περιφερειακή Ενότητα, Ιεραρχική πλοήγηση (Road → Municipality → Region), Πολυδιάστατη ανάλυση OLAP, Παραγωγή αναφορών και KPIs. Χωρίς το γεωχωρικό εμπλουτισμό, το Data Warehouse δεν θα μπορούσε να υποστηρίξει διοικητικές ή χωρικές αναλύσεις.

Η παραγωγή του DIM_ROAD_GEOCODED_FULL αποτέλεσε κρίσιμο στάδιο της προεπεξεργασίας δεδομένων.

Πιο συγκεκριμένα μέσω της ενσωμάτωσης εξωτερικού γεωκωδικοποιητικού μηχανισμού και χωρικής αντιστοίχισης με διοικητικά όρια:

- Μετατράπηκαν μη δομημένες λεκτικές περιγραφές σε ακριβή γεωγραφικά δεδομένα.

- Δημιουργήθηκε κανονικοποιημένη χωρική διάσταση.
- Εξασφαλίστηκε διοικητική κατηγοριοποίηση.
- Κατέστη δυνατή η πλήρης ένταξη των δεδομένων στο Data Warehouse.

Η διαδικασία αυτή αναβάθμισε ουσιαστικά την αναλυτική αξία των δεδομένων και επέτρεψε την εφαρμογή προηγμένων μεθόδων ανάλυσης σε διοικητικό και χωρικό επίπεδο.

```
= RESTART: C:/Users/Dinos/AppData/Local/Programs/Python/Python314/my_programms/E
AP_diplom/creation of municipality_ver7.py
INFO:root:Ξεκινάει γεωκωδικοποίηση για 435 εγγραφές...
INFO:root:Επεξεργάστηκαν 0 εγγραφές...
INFO:root:Επεξεργάστηκαν 100 εγγραφές...
INFO:root:Επεξεργάστηκαν 200 εγγραφές...
INFO:root:Επεξεργάστηκαν 300 εγγραφές...
INFO:root:Επεξεργάστηκαν 400 εγγραφές...
INFO:root:Ολοκληρώθηκε επιτυχώς: C:\Users\Dinos\Desktop\Thesis\Data\DIM_ROAD_GEO
CODED_FULL.csv
```

Εικόνα 3-9. Διαδικασία δημιουργίας του DIM_ROAD_GEOCODED_FULL

Οι 2 επόμενες εικόνες δείχνουν τις πρώτες και τις τελευταίες εγγραφές του παραγόμενου αρχείου DIM_ROAD_GEOCODED_FULL

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
road_id	road_name	road_info	road_segment	road_type	direction	municipality	region	speed_limit	latitude	longitude
1	1 Α. ΚΗΦΙΣΙΑΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ Α. ΚΗΦΙΣΙΑΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΗΦΙΣΙΑ, 108 Α. Κηφισίας - Γενικό Τμήμα	Λεωφόρος	Άνωστη Κατεύθυνση	Δήμος Αθηναίων	ΚΕΝΤΡΙΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΗΝΩΝ	70	379.749.063	237.264.591	
2	2 ΑΘΗΝΩΝ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΘΗΝΑ 185 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΓΧΩΡΙΟΤΗΤΑ	Κύριος δρόμος	Άνωστη Κατεύθυνση	Δήμος Αθηναίων	ΚΕΝΤΡΙΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΗΝΩΝ	60	37.983.043	237.567.118	
3	3 ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΑΠΟ Σ.Ε.Φ. ΠΡΟΣ Α. ΚΗΦΙΣΟΥ	Ποσειδωνών - Γενικό Τμήμα	Λεωφόρος	Προς Α. Κηφισού	Δήμος Αιγάλεω	ΔΥΤΙΚΟΥ ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΗΝΩΝ	70	379.900.827	236.877.905
4	4 Α. ΣΥΤΤΟΥ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΑ ΠΡΙΝ Α. ΣΥΓΓΡΟΥ - Πριν Απο Την Πεταχιά	Λεωφόρος	Άνωστη Κατεύθυνση	Δήμος Αθηναίων	ΚΕΝΤΡΙΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΗΝΩΝ	70	379.659.766	237.286.952	
5	5 ΕΘΝ. ΜΑΚΑΡΙΟΥ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΑΘΗΝΑ, 40 ΜΕΤΡΑ (Εθν. Μακαρίου - Πριν Την Συμβολή Της Με Τον Κύριο δρόμο)	Προς Αθήνα	Λεωφόρος	Προς Αθήνα	Δήμος Αθηναίων	ΚΕΝΤΡΙΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΗΝΩΝ	60	379.800.361	23.727.164
6	6 ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΟΥ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Α. ΚΗΦΙΣΙΑΣ	Καποδιστρίου - Πριν Απο Τη Α. Κηφισίας	Λεωφόρος	Άνωστη Κατεύθυνση	Δήμος Αμαρουσίου	ΒΟΡΕΙΟΥ ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΗΝΩΝ	70	38.033.108	237.926.571
7	7 Α. ΜΕΓΙΣΤΕΙΝ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΑΓ. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ (Β.Α. Μεσογείων - Γενικό Τμήμα	Λεωφόρος	Προς Αγ. Παρασκευή (Β.Α.)	Δήμος Αθηναίων	ΚΕΝΤΡΙΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΗΝΩΝ	70	379.890.536	237.726.379	
8	8 ΠΕΡΑΙΑΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΟΜΟΝΟΙΑ, 150 Μ. Γ.Παυλίας - Πριν Απο Την Χωμωστέρνας	Κύριος δρόμος	Προς Ομόνοια	Δήμος Αθηναίων	ΚΕΝΤΡΙΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΗΝΩΝ	60	379.667.069	237.029.448	
9	9 ΑΘΗΝΩΝ	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΣΤΗΝ Α. ΑΘΗΝΩΝ ΑΠΟ ΘΗΒΩΝ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ Αθηνών - Πριν Απο Τη Δορυκίου	Λεωφόρος	Άνωστη Κατεύθυνση	Δήμος Περιστερίου	ΔΥΤΙΚΟΥ ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΗΝΩΝ	70	380.183.036	236.926.428	
10	10 Α. ΚΗΦΙΣΟΥ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΔΑΜΙΑ ΑΜΕΣΩΣ ΜΕΤΑ ΤΗ Α. Κηφισού - Γενικό Τμήμα	Λεωφόρος	Προς Αγ. Αννής	Δήμος Νίκαιας - Αγίου Ι. Ρένι ΠΕΙΡΑΙΩΣ	70	379.741.975	236.832.532		
11	11 ΠΕΤΡΟΥ ΡΑΛΛΗ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΔΑΜΙΑ ΑΜΕΣΩΣ ΜΕΤΑ ΤΗ Α. Κηφισού - Γενικό Τμήμα	Λεωφόρος	Άνωστη Κατεύθυνση	Δήμος Αιγάλεω	ΔΥΤΙΚΟΥ ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΗΝΩΝ	70	379.900.827	236.877.905	
12	12 ΑΘΗΝΩΝ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΔΑΦΝΗ 170 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ 1ΑΘΗΝΩΝ - Πριν Απο Τη Σταθμарион	Κύριος δρόμος	Άνωστη Κατεύθυνση	Δήμος Αθηναίων	ΚΕΝΤΡΙΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΗΝΩΝ	60	379.851.712	237.270.435	
13	13 Α. ΚΗΦΙΣΙΑΣ	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΑΠΟ ΤΟΝ ΑΠΕΡΟΚΛΕΜΕΝΟ ΚΑΛΟ ΤΗΛ Α. Κηφισίας - Πριν Απο Τη Διασταυρώση	Λεωφόρος	Προς Καποδιστρίου/Παπανικολάου(BM)	Δήμος Καλλιθέας	ΒΟΡΕΙΟΥ ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΗΝΩΝ	70	380.171.296	23.796.308	
14	14 Α. ΣΥΤΤΟΥ	ΕΞΟΔΟΣ ΑΠΟ ΤΗ Α. ΣΥΤΤΟΥ ΑΠΟ ΚΕΝΤΡΟ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΟΔΟ Σ.Α. ΣΥΓΓΡΟΥ - Γενικό Τμήμα	Λεωφόρος	Προς Την Οδό Σολωνος Και Καλλιθέας	Δήμος Καλλιθέας	ΝΟΤΙΟΥ ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΗΝΩΝ	70	379.543.637	237.132.456	
15	15 Α. ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥΠΟΛΕΩΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΘΗΝΑ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ Α. Κωνσταντινουπόλεως - Πριν Απο Τη Α. Κηφισίας	Λεωφόρος	Άνωστη Κατεύθυνση	Δήμος Αιγάλεω	ΔΥΤΙΚΟΥ ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΗΝΩΝ	70	379.900.827	236.877.905	
16	16 ΠΑΝΟΡΜΟΥ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΕΝΤΡΟ 60 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ Πανορμού - Πριν Απο Τη Α. Αλεξανδρας	Λεωφόρος	Άνωστη Κατεύθυνση	Δήμος Αθηναίων	ΚΕΝΤΡΙΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΗΝΩΝ	70	379.892.679	237.462.796	
17	17 Α. ΚΗΦΙΣΙΑΣ	ΑΡΙΣΤΕΡΗ ΚΑΡΙΑ ΚΑΛΑΟΥ Α. ΚΗΦΙΣΙΑΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΗ Α. Κηφισίας - Γενικό Τμήμα	Λεωφόρος	Άνωστη Κατεύθυνση	Δήμος Κηφισιάς	ΒΟΡΕΙΟΥ ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΗΝΩΝ	70	380.783.726	23.812.206	
18	18 ΕΞΟΔΟΣ ΥΠ. ΔΙΚΑΙΟΥΧΗΣ	ΕΞΟΔΟΣ ΠΡΟΣ Α. ΜΕΓΙΣΤΕΙΝ (ΒΑ), 40 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Α. ΜΕ ΕΞΟΔΟΣ ΤΗΣ ΔΙΑΚΑΥΣΗΣ - Πριν Απο Τη Α. Μεσογείων (ΒΔ)	Λεωφόρος	Άνωστη Κατεύθυνση	Δήμος Παπάγας - Χαλκιδίου	ΒΟΡΕΙΟΥ ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΗΝΩΝ	70	380.053.934	237.968.961	
19	19 ΑΚΤΗ ΚΟΝΔΥΛΗ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΔΡΑΠΕΤΣΟΝΑ, 30 Μ Ακτι Κονδυλή - Πριν Απο Την Δραπενάκιων	Κύριος δρόμος	Προς Δραπετσώνα	Δήμος Κερατσινίου - Δραπετσώνας	ΠΕΙΡΑΙΩΣ	60	379.499.825	236.239.953	
20	20 ΛΕΩΝΑΝ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ, 40 ΜΕΤΡ Λεωνάν - Πριν Τη Συμβολή Της Με Τον Κηφ Κύριος δρόμος	Λεωφόρος	Προς Περιστέρι	Δήμος Περιστερίου	ΔΥΤΙΚΟΥ ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΗΝΩΝ	60	380.166.168	236.915.756	

Εικόνα 3-10. Πίνακας DIM_ROAD_GEOCODED_FULL (πρώτες εγγραφές)

416	415 ΑΛΙΜΟΥ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ Α. ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗΣ / Αλίου - Πριν Απο Την Γερασίου / Βουλιαγμένης	Λεωφόρος	Προς Α. Βουλιαγμένης 150 Μ. Πριν Απο Τη Δορυκίου	ΝΟΤΙΟΥ ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΗΝΩΝ	70	378.584.021	237.642.613	
417	416 ΑΛΙΜΟΥ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ Α. ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ 136 Αλίου - Πριν Απο Τη Βουλιαγμένης / Γερασίου	Λεωφόρος	Προς Α. Ποσειδωνος 130 Μ. Πριν Απο Τη Δορυκίου	ΝΗΣΩΝ	70	379.620.031	23.505.497	
418	417 ΔΑΜΙΑΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ Α. ΑΛΙΜΟΥ/ΚΑΡΕΑ / Δαμίας - Πριν Απο Την Αεροστασίας	Λεωφόρος	Προς Α. Αλίου/Καρεα 150 Μ. Πριν Απο Τη Δορυκίου	ΝΟΤΙΟΥ ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΗΝΩΝ	70	379.068.085	237.381.267	
419	418 Α. ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΚΕΝΤΡΟ, 150 Μ. ΜΕ Α. Βουλιαγμένης - Γενικό Τμήμα	Λεωφόρος	Προς Κεντρο	Δήμος Καλλιθέας	ΝΟΤΙΟΥ ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΗΝΩΝ	70	379.626.511	237.054.509
420	419 Α. ΣΥΤΤΟΥ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΓΥΦΘΑΔΑ 80 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ Α. ΣΥΓΓΡΟΥ - Πριν Απο Τη Βουρλά	Λεωφόρος	Άνωστη Κατεύθυνση	Δήμος Αθηναίων	ΚΕΝΤΡΙΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΗΝΩΝ	70	379.663.184	23.731.505
421	420 ΠΕΡΑΙΑΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΟΜΟΝΟΙΑ, ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	Κύριος δρόμος	Προς Ομόνοια	Δήμος Αθηναίων	ΚΕΝΤΡΙΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΗΝΩΝ	60	37.983.043	237.567.118
422	421 Α. ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗ, 150 Α. Βουλιαγμένης - Πριν Απο Τη Α. Ιωνιδίου	Λεωφόρος	Προς Βουλιαγμένη	Δήμος Ελληνικού - Αιγερών	ΝΟΤΙΟΥ ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΗΝΩΝ	70	379.892.285	237.540.917
423	422 Α. ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗΣ	Α. ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΘΗΝΑ, 130 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ Α. Βουλιαγμένης - Πριν Απο Τη Α. Ελευθερίου	Λεωφόρος	Άνωστη Κατεύθυνση	Δήμος Αθηναίων	ΚΕΝΤΡΙΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΗΝΩΝ	70	379.616.195	237.341.605
424	423 Α. ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗΣ	Λ. ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗ, 175 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ Α. Βουλιαγμένης - Πριν Απο Τη Α. Ελευθερίου	Λεωφόρος	Άνωστη Κατεύθυνση	Δήμος Ελληνικού - Αιγερών	ΝΟΤΙΟΥ ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΗΝΩΝ	70	379.004.176	237.463.728
425	424 ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΟΜΟΝΟΙΑ 60 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ Πανεπιστημίου - Πριν Απο Την Ιπποκράτους	Κύριος δρόμος	Άνωστη Κατεύθυνση	Δήμος Ελλήνων - Αρτέμιδος	ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ	60	379.664.968	239.163.211
426	425 ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΟΜΟΝΟΙΑ 60 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ Πανεπιστημίου - Πριν Απο Την Ιπποκράτους	Κύριος δρόμος	Άνωστη Κατεύθυνση	Δήμος Ελλήνων - Αρτέμιδος	ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ	60	379.664.968	239.163.211
427	426 Α. ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ Α. ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗ, 120 Α. Βουλιαγμένης - Πριν Απο Τη Α. Α. Πατισίου	Λεωφόρος	Προς Βουλιαγμένη	Δήμος Ψευδάδας	ΝΟΤΙΟΥ ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΗΝΩΝ	70	378.753.272	237.556.191
428	427 Α. ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΚΕΝΤΡΟ, 120 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ Α. Βουλιαγμένης - Πριν Απο Τη Α. Α. Πατισίου	Λεωφόρος	Προς Κεντρο	Δήμος Ψευδάδας	ΝΟΤΙΟΥ ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΗΝΩΝ	70	378.753.272	237.556.191
429	428 ΑΜΦΙΘΕΑΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ Α. ΣΥΤΤΟΥ 110 Μ. Α. Αμφοθέας - Πριν Απο Την Αχλίας	Λεωφόρος	Προς Α. Συττου 110 Μ. Πριν Απο Την Αχλίας	Δήμος Παλαιού Φαλίου	ΝΟΤΙΟΥ ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΗΝΩΝ	70	379.280.146	237.048.499
430	429 ΑΜΦΙΘΕΑΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΛΙΜΟ 120 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ Α. Αμφοθέας - Πριν Απο Την Ιωνιδίου	Κύριος δρόμος	Άνωστη Κατεύθυνση	Δήμος Αθηναίων	ΚΕΝΤΡΙΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΗΝΩΝ	60	37.983.043	237.567.118
431	430 ΑΜΦΙΘΕΑΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΛΙΜΟ 120 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ Α. Αμφοθέας - Πριν Απο Την Αχλίας	Κύριος δρόμος	Άνωστη Κατεύθυνση	Δήμος Παλαιού Φαλίου	ΝΟΤΙΟΥ ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΗΝΩΝ	60	379.280.146	237.048.499
432	431 ΑΚΤΗ ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΓΡ. ΛΑΜΠΡΑΚΗ, 409 Ακτι Ποσειδωνος - Γενικό Τμήμα	Λεωφόρος	Προς Γρ. Λαμπρακη	Δήμος Νίκαιας - Αγίου Ι. Ρένι ΠΕΙΡΑΙΩΣ	70	379.775.358	236.642.855	
433	432 ΑΛΙΜΟΥ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ Α. ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗ / Αλίου - Πριν Απο Τη Λαμίας	Λεωφόρος	Προς Α. Βουλιαγμένης 150 Μ. Πριν Απο Τη Δορυκίου	ΝΟΤΙΟΥ ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΗΝΩΝ	70	378.584.021	237.642.613	
434	433 ΔΑΜΙΑΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ Α. ΑΛΙΜΟΥ 150 Μ. Γ. Παυλίας - Πριν Απο Τη Α. Αλίου	Λεωφόρος	Προς Α. Αλίου 150 Μ. Πριν Απο Τη Α. Αλίου	Δήμος Ελληνικού - Αιγερών	ΝΟΤΙΟΥ ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΗΝΩΝ	70	379.113.909	237.441.067
435	434 ΑΛΙΜΟΥ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ Α. ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ 116 Αλίου - Πριν Απο Τη Λαμίας	Λεωφόρος	Προς Α. Ποσειδωνος 110 Μ. Πριν Απο Τη Δορυκίου	ΝΟΤΙΟΥ ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΗΝΩΝ	70	378.577.227	237.515.867	
436	435 ΑΚΤΗ ΜΙΔΟΥΛΗΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΑΚΤΗ ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ, Ακτι Μιδουλή - Πριν Τη Βαγ. Γεωργίου Α'	Κύριος δρόμος	Προς Ακτι Ποσειδωνος	Δήμος Πειραιώς	ΠΕΙΡΑΙΩΣ	60	379.474.572	236.423.409

Εικόνα 3-11. Πίνακας DIM_ROAD_GEOCODED_FULL (τελευταίες εγγραφές)

Η επόμενη εικόνα δείχνει το βοηθητικό αρχείο **per_enot_attki.csv**, το οποίο περιέχει τα πολύγωνα με τα οποία βρίσκονται οι δήμοι και οι ενότητες

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
FID	fid_1 the_geom		gd	fid name	kwd	type	label		enoties
1	per_enot_attki_1	1 MULTIPOLYGON (((478558.8125 4199996, 478583.5 4199996, 478633.8125 4199941, 478683 4199939, 478732.1875 4199938, 478781.31 1111	1	Ηλιοπολεις	9191	0	0 δαμας Ηλιοπολεις		ΒΟΡΕΙΟΥ ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΗΝΩΝ
2	per_enot_attki_1	2 MULTIPOLYGON (((480042.3125 4212790, 480048.5 4212788, 480105.3125 4212758, 480182.5 4212721, 480224.3125 4212705, 480249.1111	2	Ηρακλειο	9170	0	0 δαμας Ηρακλειο		ΒΟΡΕΙΟΥ ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΗΝΩΝ
3	per_enot_attki_3	3 MULTIPOLYGON (((481138.184 41999996 4241116, 481244.5937500008 4241111, 481279.0000000009 4241112, 481381.8124999999 4241181	3	Λυκόβουρας - Πευκης	9172	0	0 δαμας Λυκόβουρας - Πευκης		ΒΟΡΕΙΟΥ ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΗΝΩΝ
4	per_enot_attki_4	4 MULTIPOLYGON (((479322.0000000000 4212955, 476429.5000000000 4212915, 475420.1212953 4200000001, 474792.6875000009 421	4	Αγια Αναργυρων - Καμειντορο	9180	0	0 δαμας Αγια Αναργυρων - Καμειντορο		ΒΟΡΕΙΟΥ ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΗΝΩΝ
5	per_enot_attki_5	5 MULTIPOLYGON (((470978.59375 4206591, 470997.1875 4206570, 471015.8125 4206554, 471034.09375 4206529, 471044.90625 420652	5	Αιγινάλες	9181	1	0 δαμας Αιγινάλες		ΔΥΤΙΚΟΥ ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΗΝΩΝ
6	per_enot_attki_6	6 MULTIPOLYGON (((510051.400000076 4217993.000000002, 510027.4062499965 4217993.000000002, 510019.5937499995 4218001, 188	6	Μαρουθιων	9182	0	0 δαμας Μαρουθιων		ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
7	per_enot_attki_7	7 MULTIPOLYGON (((500707.1875 4197795, 500682.8125 4197775, 500676.5 4197748, 500662.6875 4197723, 5006831 4197704, 500687.65 189	7	Μαρκωπολαιο Μεσσηνιαλες	9201	1	0 δαμας Μαρκωπολαιο Μεσσηνιαλες		ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
8	per_enot_attki_8	8 MULTIPOLYGON (((477883.8125 4197610, 477418.40625 4196600, 477427.0000000007 47475.3125 4196270, 47475.3125 4196271, 47766.6875 4196047, 189	8	Αλκιου	9195	0	0 δαμας Αλκιου		ΝΟΤΙΟΥ ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΗΝΩΝ
9	per_enot_attki_9	9 MULTIPOLYGON (((476959.5000000000 4201973, 476959.5000000000 4201973, 476959.5000000000 4201973, 476959.5000000000 4201973	9	Μακεδονικη	9196	0	0 δαμας Μακεδονικη		ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
10	per_enot_attki_10	10 MULTIPOLYGON (((477996.1875 4211176, 478008.40625 4211167, 478029.8125 421145, 478068.59375 421145, 478068.1875 421104, 208	10	Νεα Ιωνικη	9174	0	0 δαμας Νεα Ιωνικη		ΒΟΡΕΙΟΥ ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΗΝΩΝ
11	per_enot_attki_11	11 MULTIPOLYGON (((486184.184 419999936 420674.00000001, 486234.6874999965 4206740, 486275.3125000001 4206781.800000001, 236	11	Παναινας	9222	0	0 δαμας Παναινας		ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
12	per_enot_attki_12	12 MULTIPOLYGON (((473476.8125 4199290, 473483.4191900, 473437.40625 4198862, 474037.3125 4198526, 474416.5 4198125, 474381.2138	12	Παλατιου Φαληρου	9201	0	0 δαμας Παλατιου Φαληρου		ΝΟΤΙΟΥ ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΗΝΩΝ
13	per_enot_attki_13	13 MULTIPOLYGON (((477683.821133174 4200833.48268063, 477683.7132133174 4200833.48268063, 477841.5937500000 4200609.6000000001, 76	13	Δαφνι - Υμηττου	9189	0	0 δαμας Δαφνι - Υμηττου		ΚΕΝΤΡΙΚΟΥ ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΗΝΩΝ
14	per_enot_attki_14	14 MULTIPOLYGON (((501069.0937500000 4197843.999999999, 501080.5000000000 4197840.0000000001, 501107.1875000000 4197840.289	14	Αρτεμις - Αρτεμιδω	9226	0	0 δαμας Αρτεμις - Αρτεμιδω		ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
15	per_enot_attki_15	15 MULTIPOLYGON (((467581.6875 4201603, 467590.09375 4201522, 467900.4201410, 468015.3125 4201550, 468386.6875 4201522, 4684	15	Πειραιω	9205	0	0 δαμας Πειραιω		ΠΕΙΡΑΙΩΣ
16	per_enot_attki_16	16 MULTIPOLYGON (((483179.5937499991 4202060.0000001, 483216.5937500000 4202062.000000001, 483240.4062500000 4202197.4206152 0.2	16	Παλατιου - Χολαργου	9175	0	0 δαμας Παλατιου - Χολαργου		ΝΟΤΙΟΥ ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΗΝΩΝ
17	per_enot_attki_17	17 MULTIPOLYGON (((5151207.1875000000 4191543, 5151194.00000000 4191539.999999999, 5151180.5937499999 4191543, 5151179.419123	17	Σαλαμινια	9211	0	0 δαμας Σαλαμινια		ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ
18	per_enot_attki_18	18 MULTIPOLYGON (((471309.5000000000 417366.0000000000, 471313.9999999999 417366.0000000000, 471318.0000000000 417366.0000000000	18	Αντισσας	9213	0	0 δαμας Αντισσας		ΑΝ

Εικόνα 3-12. Βοηθητικό αρχείο per enot attki.csv

3.7 Δημιουργία της διάστασης DIM DEVICE

Στο πλαίσιο της ανάπτυξης μιας ολοκληρωμένης Αποθήκης Δεδομένων για την ανάλυση κυκλοφορικών δεδομένων στην περιοχή της Αττικής, η δημιουργία του πίνακα DIM_DEVICE αποτελεί απαραίτητη διαδικασία για την οργάνωση και τυποποίηση των δεδομένων των αισθητήρων κυκλοφορίας. Ο συγκεκριμένος πίνακας περιέχει πληροφορίες για τους μεμονωμένους αισθητήρες (devices) εγκατεστημένους σε διάφορα σημεία του οδικού δικτύου και επιτρέπει την εύκολη σύνδεση με τους πίνακες γεγονότων που καταγράφουν μετρήσεις κυκλοφορίας.

3.7.1 Φόρτωση και προεπεξεργασία δεδομένων

Η διαδικασία ξεκινά με τη φόρτωση των πηγαίων δεδομένων κυκλοφορίας από ένα CSV αρχείο (`traffic_attica_test_3.csv`) χρησιμοποιώντας τη βιβλιοθήκη `pandas`. Το αρχείο περιλαμβάνει πληροφορίες όπως τον μοναδικό κωδικό του αισθητήρα (`deviceid`), τον χρόνο καταγραφής της μέτρησης (`appprocesstime`), τον δρόμο ή την περιοχή (`road_name`) και την κατεύθυνση της μέτρησης (`road_info`). Η σωστή ανάγνωση των δεδομένων είναι κρίσιμη, καθώς το Data Warehouse βασίζεται σε ακριβείς και τυποποιημένες πληροφορίες για να επιτύχει αξιόπιστες αναλύσεις και αναφορές.

3.7.2 Δημιουργία του πίνακα DIM DEVICE

Μετά τη φόρτωση, τα δεδομένα μετατρέπονται σε κατάλληλους τύπους, όπως η στήλη των χρόνων μέτρησης σε `datetime`, ώστε να διευκολύνεται η εξαγωγή σημαντικών χαρακτηριστικών για κάθε αισθητήρα. Στη συνέχεια, γίνεται ομαδοποίηση των δεδομένων κατά το μοναδικό κωδικό (`deviceid`) του αισθητήρα, δημιουργώντας έτσι τον πίνακα `DIM_DEVICE`. Για κάθε αισθητήρα εξάγονται οι βασικές πληροφορίες: η ημερομηνία

πρώτης εγκατάστασης (`installation_date`), η περιοχή στην οποία βρίσκεται (`installation_area`) και η κατεύθυνση καταγραφής (`direction`). Η ομαδοποίηση εξασφαλίζει ότι κάθε αισθητήρας εμφανίζεται μόνο μία φορά στον πίνακα διάστασης, αποτρέποντας διπλοεγγραφές και διευκολύνοντας τη συντήρηση του Data Warehouse.

3.7.3 Τυποποίηση και δημιουργία κλειδιών

Στη συνέχεια, οι στήλες του πίνακα προσαρμόζονται ώστε να ακολουθούν τις βέλτιστες πρακτικές διαχείρισης πινάκων. Το `business key` του αισθητήρα μετονομάζεται σε `business_key` για μεγαλύτερη σαφήνεια, ενώ παράλληλα δημιουργείται ένα τεχνητό κλειδί (`device_id`) για εσωτερική χρήση στην Αποθήκη Δεδομένων. Το τεχνητό κλειδί διευκολύνει τη σύνδεση με άλλα δεδομένα χωρίς να βασίζεται στον κωδικό από εξωτερικές πηγές, παρέχοντας ανεξαρτησία και σταθερότητα στις σχέσεις των πινάκων.

3.7.4 Διαχείριση κατάστασης αισθητήρων

Για τη διαχείριση της κατάστασης των αισθητήρων, προστίθεται μία στήλη `status` με αρχική τιμή `ACTIVE`. Αυτό επιτρέπει τη μελλοντική παρακολούθηση της λειτουργικότητας των αισθητήρων και την ενσωμάτωση μηχανισμών ενημέρωσης όταν ένας αισθητήρας απενεργοποιηθεί ή αντικατασταθεί. Η τυποποίηση των τύπων δεδομένων, όπως η μετατροπή της ημερομηνίας εγκατάστασης σε μορφή `date`, συμβάλλει στην αποφυγή σφαλμάτων κατά τις μελλοντικές αναλύσεις ή τις ενώσεις (`joins`) με άλλους πίνακες.

3.7.5 Αποθήκευση και χρήση του πίνακα

Τέλος, ο πίνακας `DIM_DEVICE` αποθηκεύεται σε μορφή `CSV` με κατάλληλη κωδικοποίηση (`utf-8`) ώστε να είναι έτοιμος για ενσωμάτωση στην Αποθήκη Δεδομένων. Η ύπαρξη ενός τέτοιου πίνακα δεδομένων διευκολύνει την αναζήτηση και την κατηγοριοποίηση των μετρήσεων, υποστηρίζει τις διαδικασίες `ETL` και επιτρέπει την εκτέλεση σύνθετων αναλύσεων, όπως η αξιολόγηση της απόδοσης συγκεκριμένων οδικών τμημάτων ή η καταγραφή ιστορικών δεδομένων για μοντελοποίηση της κυκλοφορίας.

Η δημιουργία του πίνακα `DIM_DEVICE` εξασφαλίζει τη δομημένη και συνεπή διαχείριση των δεδομένων αισθητήρων στο πλαίσιο του Data Warehouse. Παρέχει μία σταθερή βάση για τον σχεδιασμό `fact tables` που καταγράφουν μετρήσεις κυκλοφορίας και αποτελεί κομβικό στοιχείο για την ανάπτυξη αναλυτικών εργαλείων που υποστηρίζουν την αστική κινητικότητα και τη βελτιστοποίηση της διαχείρισης των οδικών υποδομών. Η προσεκτική επεξεργασία, τυποποίηση και ομαδοποίηση των δεδομένων αποτελεί το θεμέλιο για την

αξιοπιστία των αποτελεσμάτων και την ευκολία συντήρησης της βάσης δεδομένων, προσφέροντας ένα πλήρως λειτουργικό και μελλοντικά επεκτάσιμο σύστημα για την ανάλυση κυκλοφορίας.

	A	B	C	D	E	F
1	device_id	business_key	installation_date	installation_area	direction	status
2	1	MS1000	26/11/2020	Λ. ΜΑΡΑΘΩΝΟΣ	145 ΜΕΤΡΑ ΠΡΙΝ ΤΟΝ ΚΟΜΒΟ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΜΑΡΑΘΩΝΑ	ACTIVE
3	2	MS1001	5/11/2020	Λ. ΜΑΡΑΘΩΝΟΣ	120 ΜΕΤΡΑ ΠΡΙΝ ΤΟΝ ΚΟΜΒΟ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΑΘΗΝΑ	ACTIVE
4	3	MS106	5/11/2020	Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΛΑΜΙΑ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΡΑΜΠΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΣΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΑΠΟ ΑΓ. ΑΝΝΗΣ	ACTIVE
5	4	MS107	5/11/2020	Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	ΡΑΜΠΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΑΠΟ ΑΓ. ΑΝΝΗΣ ΣΤΟΝ ΚΛΑΔΟ ΤΗΣ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΛΑΜΙΑ	ACTIVE
6	5	MS108	5/11/2020	Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΙΡΑΙΑ ΜΕΤΑ ΤΗ ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΤΗΣ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΠΡΟΣ ΑΓ. ΑΝΝΗΣ	ACTIVE
7	6	MS109	5/11/2020	Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ ΑΓ. ΑΝΝΗΣ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΙΡΑΙΑ	ACTIVE
8	7	MS110	5/11/2020	Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΛΑΜΙΑ ΑΜΕΣΩΣ ΜΕΤΑ ΤΗ ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΤΗΣ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΠΡΟΣ ΑΓ.	ACTIVE
9	8	MS111	5/11/2020	Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ ΑΓ. ΑΝΝΗΣ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΛΑΜΙΑ	ACTIVE
10	9	MS112	5/11/2020	Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΙΡΑΙΑ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΡΑΜΠΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΣΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΑΠΟ ΑΓ. ΑΝΝΗΣ	ACTIVE
11	10	MS113	5/11/2020	Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	ΡΑΜΠΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΑΠΟ ΑΓ. ΑΝΝΗΣ ΣΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΙΡΑΙΑ	ACTIVE
12	11	MS114	5/11/2020	Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΛΑΜΙΑ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΡΑΜΠΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΣΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΑΠΟ ΑΓ. ΙΩ. ΡΕΝΤΗ	ACTIVE
13	12	MS115	5/11/2020	Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	ΡΑΜΠΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΑΠΟ ΑΓ. ΙΩ. ΡΕΝΤΗ ΣΤΟΝ ΚΛΑΔΟ ΤΗΣ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΛΑΜΙΑ	ACTIVE
14	13	MS116	5/11/2020	Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΙΡΑΙΑ ΜΕΤΑ ΤΗ ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΤΗΣ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΠΡΟΣ ΑΓ. ΙΩ. ΡΕΝΤΗ	ACTIVE
15	14	MS117	5/11/2020	Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ ΑΓ. ΙΩ. ΡΕΝΤΗ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΙΡΑΙΑ	ACTIVE
16	15	MS118	5/11/2020	Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΛΑΜΙΑ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΡΑΜΠΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΣΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΑΠΟ ΠΕΙΡΑΙΑ	ACTIVE
424	423	MS975	5/11/2020	ΑΘΗΝΩΝ (ΠΑΡΑΛΛΗΛΟΣ)	ΡΑΜΠΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΑΠΟ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΣΤΟΝ ΚΛΑΔΟ ΤΗΣ Λ. ΑΘΗΝΩΝ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΕΝΤΡΟ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΙΑ	ACTIVE
425	424	MS976	5/11/2020	ΕΘΝ. ΜΑΚΑΡΙΟΥ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΑΘΗΝΑ, 180 ΜΕΤΡΑ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΜΕ ΤΟΝ ΚΗΦΙΣΟ	ACTIVE
426	425	MS977	5/11/2020	ΛΕΝΟΡΜΑΝ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ, 180 ΜΕΤΡΑ ΠΡΙΝ ΤΗ ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΜΕ ΤΟΝ ΚΗΦΙΣΟ	ACTIVE
427	426	MS978	9/12/2020	Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ ΛΕΝΟΡΜΑΝ / ΒΑΣ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΛΑΜΙΑ	ACTIVE
428	427	MS979	5/11/2020	Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ ΛΕΝΟΡΜΑΝ / ΒΑΣ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΛΑΜΙΑ	ACTIVE
429	428	MS980	5/11/2020	ΠΑΡΑΔΡΟΜΟΣ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	ΕΙΣΟΔΟΣ ΑΠΟ ΠΑΡΑΔΡΟΜΟ ΤΗΣ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΙΡΑΙΑ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΙΕΡΑ ΟΔΟ, 150 Μ. ΠΡΙΝ	ACTIVE
430	429	MS981	5/11/2020	Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ ΙΕΡΑ ΟΔΟ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΙΡΑΙΑ 40 Μ. ΠΡΙΝ	ACTIVE
431	430	MS982	5/11/2020	ΙΕΡΑ ΟΔΟΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΙΓΑΛΕΩ 40 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ (ΜΟΝΟ ΓΙΑ Φ/Σ)	ACTIVE
432	431	MS983	5/11/2020	Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ ΙΕΡΑ ΟΔΟ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΛΑΜΙΑ 40 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ	ACTIVE
433	432	MS984	5/11/2020	ΙΕΡΑ ΟΔΟΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΘΗΝΑ 40 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ (ΜΟΝΟ ΓΙΑ Φ/Σ)	ACTIVE
434	433	MS985	5/11/2020	ΙΕΡΑ ΟΔΟΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΙΓΑΛΕΩ 25 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ (ΜΟΝΟ ΓΙΑ Φ/Σ)	ACTIVE
435	434	MS986	5/11/2020	ΛΕΝΟΡΜΑΝ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ, 40 ΜΕΤΡΑ ΠΡΙΝ ΤΗ ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΜΕ ΤΟΝ ΚΗΦΙΣΟ	ACTIVE
436	435	MS987	5/11/2020	Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ ΒΑΣ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ / ΛΕΝΟΡΜΑΝ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΙΡΑΙΑ	ACTIVE
437	436	MS988	5/11/2020	ΕΘΝ. ΜΑΚΑΡΙΟΥ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΑΘΗΝΑ, 25 ΜΕΤΡΑ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΜΕ ΤΟΝ ΚΗΦΙΣΟ	ACTIVE
438	437	MS989	5/11/2020	ΕΘΝ. ΜΑΚΑΡΙΟΥ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΑΘΗΝΑ, 40 ΜΕΤΡΑ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΜΕ ΤΟΝ ΚΗΦΙΣΟ	ACTIVE

Εικόνα 3-13. Πίνακας DIM_DEVICE

4. Υλοποίηση

4.1 Επιλογή του PostgreSQL ως πλατφόρμας αποθήκης δεδομένων

4.1.1 Στόχος επιλογής

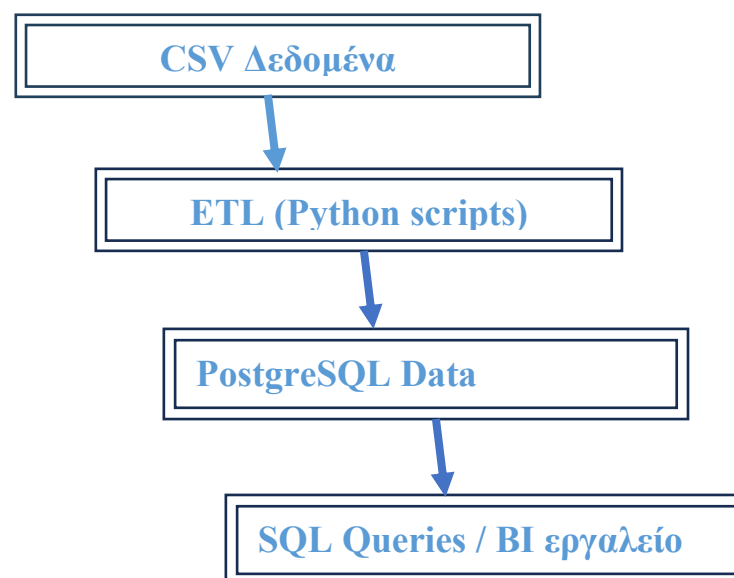
Στο πλαίσιο της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας, βασικός στόχος είναι η υλοποίηση μιας ολοκληρωμένης Αποθήκης Δεδομένων για την ανάλυση δεδομένων κυκλοφορίας, βασισμένης σε σχήμα αστέρα. Το σύστημα πρέπει να υποστηρίζει: εισαγωγή δεδομένων από αρχεία CSV, καθαρή μοντελοποίηση διαστάσεων και γεγονότων, εκτέλεση σύνθετων ερωτημάτων, αποτελεσματική απόκριση σε ερωτήματα συσσωρευτικών μετρήσεων, δυνατότητα μελλοντικής επεκτασιμότητας και χρήση ελεύθερου λογισμικού (open-source)

Μετά από συγκριτική αξιολόγηση εργαλείων, επιλέχθηκε το PostgreSQL ως η βασική πλατφόρμα υλοποίησης της Αποθήκης Δεδομένων.

Η επιλογή αυτή βασίστηκε σε τεχνικά, αρχιτεκτονικά και ακαδημαϊκά κριτήρια, τα οποία αναλύονται στις επόμενες ενότητες.

4.1.2 Ρόλος του PostgreSQL στην αρχιτεκτονική του συστήματος

Το PostgreSQL χρησιμοποιήθηκε ως ο πυρήνας αποθήκευσης και ανάλυσης του Data Warehouse. Η αρχιτεκτονική του συστήματος διαμορφώθηκε ως εξής:



Σχήμα 4-1. Αρχιτεκτονική του συστήματος

Ο ρόλος του PostgreSQL περιλαμβάνει την αποθήκευση των πινάκων διαστάσεων (Dimension Tables) και του πίνακα γεγονότων (Fact Table), τη διαχείριση πρωτεύοντων και ξένων κλειδιών, την υποστήριξη δεικτών και βελτιστοποίηση απόδοσης και την εκτέλεση σύνθετων αναλυτικών ερωτημάτων. (Momjian, 2000)

Με αυτόν τον τρόπο, το PostgreSQL δεν λειτουργεί απλώς ως μια σχεσιακή βάση δεδομένων, αλλά ως πλήρες σύστημα Αποθήκης δεδομένων. (PostgreSQL Tutorial, 2026)

4.1.3 Υλοποίηση σχήματος αστέρα στο PostgreSQL

Η μοντελοποίηση βασίστηκε σε σχήμα τύπου αστέρα, το οποίο αποτελεί βέλτιστη πρακτική σε περιβάλλοντα αναλυτικής επεξεργασίας δεδομένων (OLAP).

4.1.3.1 Πίνακες Διαστάσεων

Οι πίνακες διαστάσεων περιλαμβάνουν:

- DIM_Road (Δήμος, Περιφέρεια κ.λπ.)
- DIM_Time (Ημερομηνία, Έτος, Μήνας)
- DIM_Device (Αισθητήρας κυκλοφορίας)

Στο PostgreSQL οι πίνακες αυτοί υλοποιούνται με:

- Τεχνητά κλειδιά (surrogate keys)
- Κατάλληλα ευρετήρια (indexes)
- Περιορισμούς ακεραιότητας

4.1.3.2 Πίνακας Γεγονότων

Ο πίνακας γεγονότων περιλαμβάνει:

- Μετρήσεις κυκλοφορίας (πλήθος οχημάτων και μέση ταχύτητα)
- Ξένα κλειδιά προς τις διαστάσεις
- Αριθμητικά πεδία για συγκεντρωτικά στοιχεία (aggregations)

Η σχεδίαση αυτή επιτρέπει:

- Γρήγορα GROUP BY ερωτήματα
- Συγκεντρωτικά στοιχεία ανά χρόνο, περιοχή ή τύπο οχήματος
- Πολυδιάστατη ανάλυση δεδομένων

4.1.4 Τρόπος υλοποίησης στο PostgreSQL

Η υλοποίηση βασίζεται σε:

4.1.4.1 Δημιουργία πινάκων μέσω SQL

Η δομή υλοποιείται με έναν από τους δύο παρακάτω τρόπους: είτε με εντολή CREATE TABLE, ορίζοντας:

- Πρωτεύοντα κλειδιά
- Ξένα κλειδιά
- Περιορισμούς
- Indexes

είτε μέσα από το περιβάλλον του pGAdmin 4

4.1.4.2 Φόρτωση δεδομένων

Η φόρτωση από CSV πραγματοποιείται μέσω

4.1.5 Πλεονεκτήματα του PostgreSQL ως αποθήκη δεδομένων

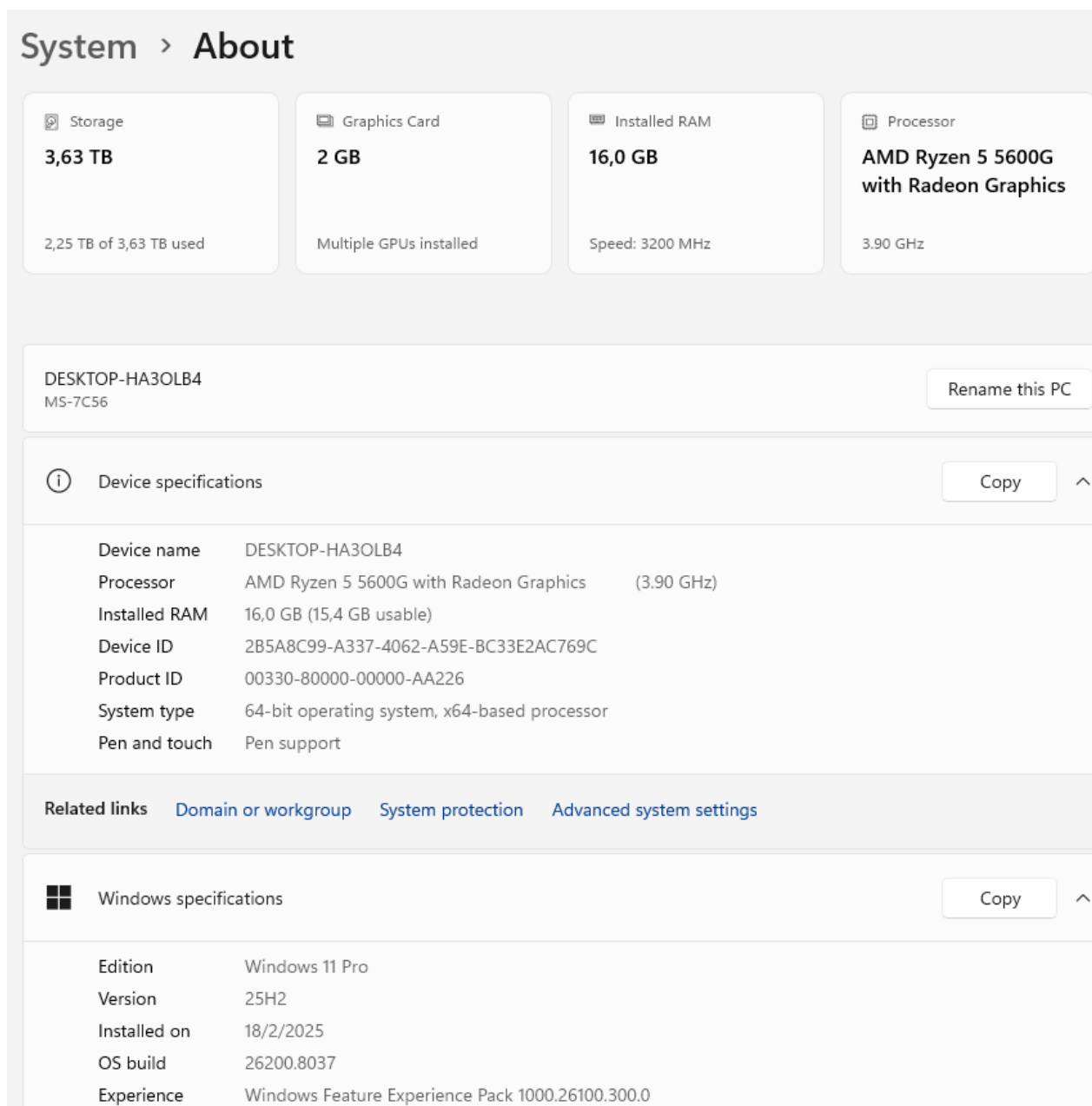
Το PostgreSQL υπερέχει έναντι εναλλακτικών ελεύθερου-ανοικτού κώδικα λύσεων σε πολλά σημεία:

- Σε **αναλυτικές δυνατότητες** έναντι της MySQL. Η MySQL σχεδιάστηκε αρχικά με γνώμονα τη μέγιστη ταχύτητα σε περιβάλλοντα OLTP. Είναι ιδανική για εφαρμογές web με εκατομμύρια γρήγορες, απλές αναγνώσεις και εγγραφές (όπως συστήματα διαχείρισης περιεχομένου και πλατφόρμες ηλεκτρονικού εμπορίου). Αντίθετα, η PostgreSQL αναπτύχθηκε εξ αρχής ως μια αντικειμενοστραφής σχεσιακή βάση δεδομένων με αυστηρή προσήλωση στα πρότυπα SQL και στη διαχείριση πολύπλοκων ερωτημάτων. Αυτή η δομική διαφορά δίνει στην PostgreSQL ένα σαφές και καθοριστικό προβάδισμα όταν εξετάζονται οι αναλυτικές δυνατότητες OLAP που απαιτεί μια Αποθήκη Δεδομένων.
- Αποτελεί την πλέον **αξιόπιστη λύση** για κρίσιμα συστήματα και αποθήκες δεδομένων υψηλού φόρτου σε σχέση με βάσεις μικρού μεγέθους (όπως SQLite). Είναι πιο ώριμο για παραγωγικό περιβάλλον εφόσον προσφέρει συνοχή (consistency), ακεραιότητα, σταθερότητα, αυτοδιόρθωση της βάσης σε αντικανονικό τερματισμό του εξυπηρετητή και κάθε νέα σύνδεση χρήστη εξυπηρετείται από μία ξεχωριστή διεργασία.
- Σε σχέση με καθαρά ETL εργαλεία, το PostgreSQL:

- Αποτελεί πλήρη βάση αποθήκευσης
- Υποστηρίζει δομημένο σχήμα αστέρα
- Εκτελεί αναλυτικά ερωτήματα χωρίς εξάρτηση από εξωτερικά εργαλεία

4.2 Σύστημα υλοποίησης

Το σύστημα στο οποίο εγκαταστάθηκε το PostgreSQL και στο οποίο τρέχουν οι SQL είναι το παρακάτω:



The screenshot displays the Windows 'System > About' page. At the top, four summary cards show: Storage (3,63 TB, with 2,25 TB used), Graphics Card (2 GB, Multiple GPUs installed), Installed RAM (16,0 GB, Speed: 3200 MHz), and Processor (AMD Ryzen 5 5600G with Radeon Graphics, 3.90 GHz). Below these, the PC name is 'DESKTOP-HA3OLB4' (MS-7C56) with a 'Rename this PC' button. The 'Device specifications' section (with an info icon and a 'Copy' button) lists: Device name (DESKTOP-HA3OLB4), Processor (AMD Ryzen 5 5600G with Radeon Graphics, 3.90 GHz), Installed RAM (16,0 GB (15,4 GB usable)), Device ID (2B5A8C99-A337-4062-A59E-BC33E2AC769C), Product ID (00330-80000-00000-AA226), System type (64-bit operating system, x64-based processor), and Pen and touch (Pen support). A 'Related links' bar contains: Domain or workgroup, System protection, and Advanced system settings. The 'Windows specifications' section (with a Windows logo icon and a 'Copy' button) lists: Edition (Windows 11 Pro), Version (25H2), Installed on (18/2/2025), OS build (26200.8037), and Experience (Windows Feature Experience Pack 1000.26100.300.0).

Category	Specification
Storage	3,63 TB (2,25 TB of 3,63 TB used)
Graphics Card	2 GB (Multiple GPUs installed)
Installed RAM	16,0 GB (Speed: 3200 MHz)
Processor	AMD Ryzen 5 5600G with Radeon Graphics (3.90 GHz)
PC Name	DESKTOP-HA3OLB4 (MS-7C56)
Device name	DESKTOP-HA3OLB4
Processor	AMD Ryzen 5 5600G with Radeon Graphics (3.90 GHz)
Installed RAM	16,0 GB (15,4 GB usable)
Device ID	2B5A8C99-A337-4062-A59E-BC33E2AC769C
Product ID	00330-80000-00000-AA226
System type	64-bit operating system, x64-based processor
Pen and touch	Pen support
Edition	Windows 11 Pro
Version	25H2
Installed on	18/2/2025
OS build	26200.8037
Experience	Windows Feature Experience Pack 1000.26100.300.0

Εικόνα 4-1. Χαρακτηριστικά υπολογιστή εγκατάστασης του PostgreSQL

Κατά την εγκατάσταση του PostgreSQL επιλέχθηκε η έκδοση PostgreSQL 18 (έναντι της 17), η οποία κυκλοφόρησε το Σεπτέμβριο του 2025, υποστηρίζεται μέχρι το 2030 και είναι production-ready και όχι beta. Επιλέχθηκε επίσης να εγκατασταθεί και το StackBuilder, το οποίο είναι ένας package manager / installer για πρόσθετα του PostgreSQL. Να προστεθεί ότι δεν είναι απαραίτητος για βασική χρήση, αλλά πολύ χρήσιμος για επεκτάσεις.

Από τα applications που διατίθεντο μέσω StackBuilder απαραίτητα είναι και πρέπει να τσεκαριστούν:

Το **PostgreSQL v18.3-2** (το οποίο είναι απαλλαγμένο από bugs σε σχέση με τις πρώτες εκδόσεις του v18) και το οποίο είναι ο Database Server, η ίδια η βάση δεδομένων (engine), η οποία αποθηκεύει πίνακες, δεδομένα, indexes και τρέχει ερωτήματα (SQL). Χωρίς αυτό δεν υφίσταται PostgreSQL.

Το **pgAdmin**, το οποίο θα μπορούσε να χαρακτηριστεί το control panel της βάσης (GUI για PostgreSQL). Επιτρέπει σε οποιονδήποτε να δημιουργεί tables, να τρέχει SQL, να βλέπει δεδομένα χωρίς να γράφει κώδικα.

Το **psycopg2** (μέσω pip). Pip είναι ο Package Manager της Python (το πρόγραμμα που κατεβάζει και εγκαθιστά βιβλιοθήκες στο Python environment και μπορούν μετά να χρησιμοποιηθούν στον κώδικα – packages).

Το **PostGIS**, το οποίο είναι ένα add-on που επιτρέπει στο PostgreSQL να διαχειρίζεται δεδομένα όπως:

- συντεταγμένες (latitude / longitude)
- χάρτες
- γεωγραφικές περιοχές
- αποστάσεις μεταξύ σημείων
- γεωμετρίες (points, lines, polygons)

Το **pgAgent**, το οποίο είναι ένας job scheduler για το PostgreSQL (εκτελεί εργασίες αυτόματα σε συγκεκριμένο χρόνο). Με αυτό μπορείς να προγραμματίσεις Backup, καθαρισμό δεδομένων, αναφορές και scripts.

Επειδή οι προεπιλεγμένες ρυθμίσεις της PostgreSQL είναι εξαιρετικά συντηρητικές για να διασφαλίζεται η λειτουργία σε κάθε σύστημα και επειδή αυτό επιβαρύνει πολύ το χρόνο εκτέλεσης πολύπλοκων SQL, υπάρχει τρόπος να αλλάξουν οι ρυθμίσεις αυτές.

Ακολουθώντας τον παρακάτω σύνδεσμο [PGTune](#), μπορούμε περιοριζόμενοι βεβαίως από τις προδιαγραφές-δυνατότητες του συστήματος μας να διαμορφώσουμε ανάλογα με τις επιθυμίες μας το `Postgresql.conf`, αξιοποιώντας καλύτερα το PostgreSQL. Στο αριστερό κομμάτι της παρακάτω φόρμας εισάγουμε δεδομένα και επιθυμίες και με το πάτημα του `Generate` κουμπιού διαμορφώνεται κατάλληλα το `.conf` αρχείο.

[Home](#)
[How it works](#)



PGTune

Parameters of your system

DB version

what is this?

OS Type

what is this?

DB Type

what is this?

Total Memory (RAM)

what is this?

Number of CPUs

what is this?

Number of Connections

what is this?

Data Storage

what is this?

Total Data Size

what is this?

[postgresql.conf](#)
[ALTER SYSTEM](#)

Add/modify this settings in **postgresql.conf** and restart database

```

# WARNING
# wal_compression = lz4 requires PostgreSQL
# to be compiled with --with-lz4

# DB Version: 18
# OS Type: windows
# DB Type: desktop
# Total Memory (RAM): 10 GB
# CPUs num: 10
# Data Storage: ssd

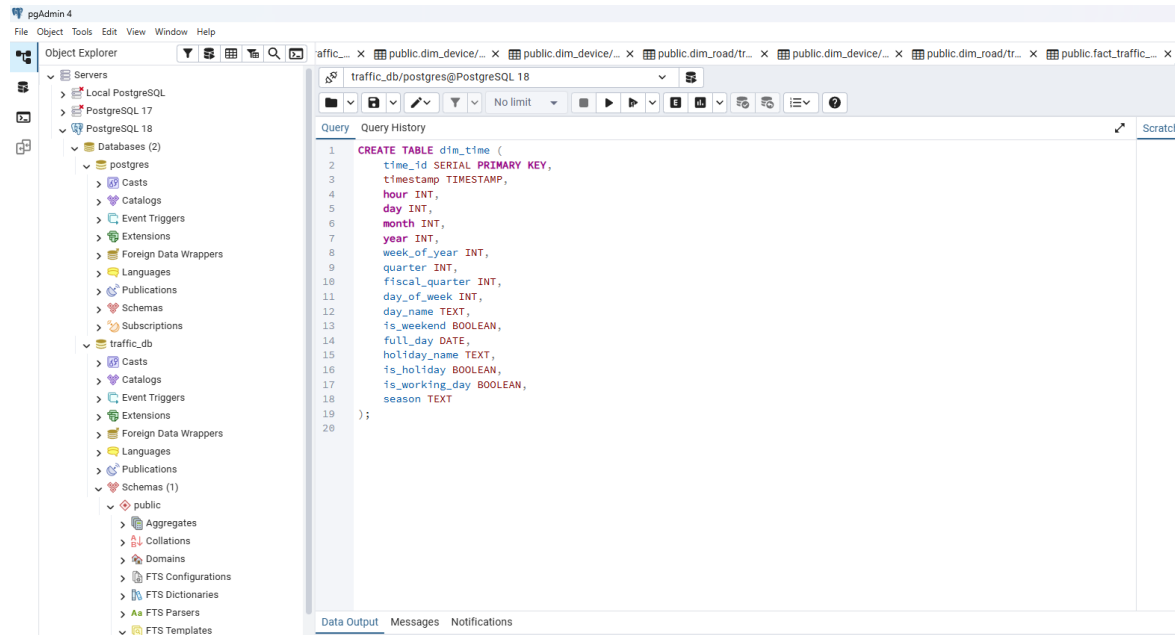
max_connections = 20
shared_buffers = 640MB
effective_cache_size = 2560MB
maintenance_work_mem = 640MB
checkpoint_completion_target = 0.9
wal_buffers = 16MB
default_statistics_target = 100
random_page_cost = 1.1
work_mem = 18204kB
huge_pages = off
wal_compression = lz4
io_method = worker
min_wal_size = 100MB
max_wal_size = 2GB
max_worker_processes = 10
max_parallel_workers_per_gather = 4
max_parallel_workers = 10
max_parallel_maintenance_workers = 4
wal_level = minimal
max_wal_senders = 0

```

Εικόνα 4-2. Ρυθμίσεις για το PostgreSQL

4.3 Δημιουργία πινάκων στο PostgreSQL

Στο περιβάλλον του pgAdmin4, το οποίο απεικονίζεται στην επόμενη εικόνα, δημιουργούμε τους απαραίτητους πίνακες, πρώτα τους πίνακες διαστάσεων και στο τέλος τον πίνακα γεγονότων.



Εικόνα 4-3. Δημιουργία πινάκων στο pgAdmin 4

4.3.1 Δημιουργία πινάκων στο PostgreSQL

Α. Αρχικά δημιουργούμε στο PostgreSQL τον πίνακα dim_time με την ακόλουθη SQL:

```
-- DIM TIME
CREATE TABLE dim_time (
    time_id SERIAL PRIMARY KEY,
    timestamp TIMESTAMP,
    hour INT,
    day INT,
    month INT,
    year INT,
    week_of_year INT,
    quarter INT,
    fiscal_quarter INT,
    day_of_week INT,
    day_name TEXT,
    is_weekend BOOLEAN,
    full_day DATE,
    holiday_name TEXT,
    is_holiday BOOLEAN,
    is_working_day BOOLEAN,
    season TEXT
);
```

B. Στη συνέχεια τον πίνακα dim_device:

```
-- DIM DEVICE
CREATE TABLE dim_device (
    device_id INT PRIMARY KEY,
    business_key TEXT,
    installation_area TEXT,
    installation_date DATE,
    status TEXT,
    direction TEXT
);
```

Γ. Μετά τον πίνακα dim_road:

```
-- DIM ROAD
CREATE TABLE dim_road (
    road_id INT PRIMARY KEY,
    road_name TEXT,
    road_info TEXT,
    road_segment TEXT,
    road_type TEXT,
    direction TEXT,
    municipality TEXT,
    region TEXT,
    speed_limit INT,
    latitude DOUBLE PRECISION,
    longitude DOUBLE PRECISION
);
```

Απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στο πλήθος των στηλών κάθε πίνακα αλλά και στην αντιστοίχισή τους με τις στήλες των πηγαίων αρχείων (*.csv).

Δ. Και στο τέλος (μετά τη δημιουργία των 3 πινάκων διαστάσεων) δημιουργείται ο πίνακας γεγονότων:

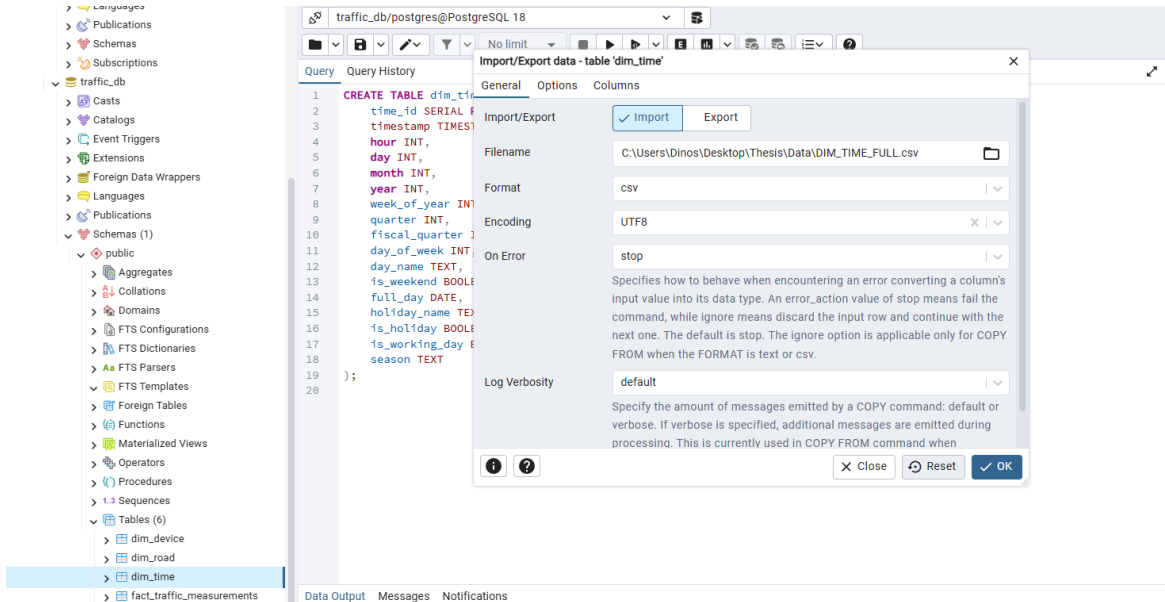
```
-- FACT TABLE
CREATE TABLE fact_traffic_measurements (
    traffic_id SERIAL PRIMARY KEY,
    time_id INT REFERENCES dim_time(time_id),
    device_id INT REFERENCES dim_device(device_id),
    road_id INT REFERENCES dim_road(road_id),
    counted_cars INT,
    average_speed DOUBLE PRECISION
);
```

Οι 4 πίνακες βρίσκονται ακολουθώντας το path:

Servers → PostgreSQL 18 → Databases → traffic_db → Schemas → public → Tables

4.4 Φόρτωση πινάκων στο PostgreSQL

Στη συνέχεια γίνεται η φόρτωση των τριών πινάκων διαστάσεων με τα δεδομένα, που προέρχονται από κατάλληλα διαμορφωμένα .csv αρχεία με τον ακόλουθο τρόπο:



Εικόνα 4-4. Φόρτωση του πίνακα dim_time στο PostgreSQL

Και τέλος γίνεται το τελικό στάδιο της φόρτωσης, η φόρτωση του πίνακα γεγονότων με την ακόλουθη SQL:

```
INSERT INTO fact_traffic_measurements (
    traffic_id,
    time_id,
    device_id,
    road_id,
    counted_cars,
    average_speed
)
SELECT
    ROW_NUMBER() OVER () AS traffic_id, -- ή sequence
    dt.time_id,
    dd.device_id,
    dr.road_id,
    tf.countedcars::integer,
    REPLACE(tf.average_speed, ',', '.')
```

FROM temp_fact_traffic tf

-- σύνδεση με time dimension

JOIN dim_time dt

ON tf.approcesstime = dt.timestamp

-- σύνδεση με device dimension

JOIN dim_device dd

ON tf.deviceid = dd.device_id

-- σύνδεση με road dimension

JOIN dim_road dr

ON tf.road_name = dr.road_info;

Παίρνουμε τα “ακατέργαστα” δεδομένα που είχαμε ανεβάσει σε έναν προσωρινό πίνακα (temp_fact_traffic), τα μετασχηματίζουμε, τα συνδέουμε με τους πίνακες διαστάσεων και τα εισάγουμε στον επίσημο και τελικό πίνακα γεγονότων της αποθήκης δεδομένων μας. Ακολουθεί η περιγραφή της συγκεκριμένης SQLQ

1. Η Λειτουργία "Load" (INSERT INTO ...)

Η εντολή ξεκινά ορίζοντας ότι θα γίνει εισαγωγή δεδομένων στον τελικό πίνακα γεγονότων fact_traffic_measurements, γεμίζοντας συγκεκριμένες στήλες (κλειδιά και μετρήσεις).

2. Ο μετασχηματισμός των δεδομένων

Στο τμήμα του SELECT, η εντολή διορθώνει και προετοιμάζει τα δεδομένα ώστε να ταιριάζουν με τους τύπους δεδομένων του τελικού πίνακα:

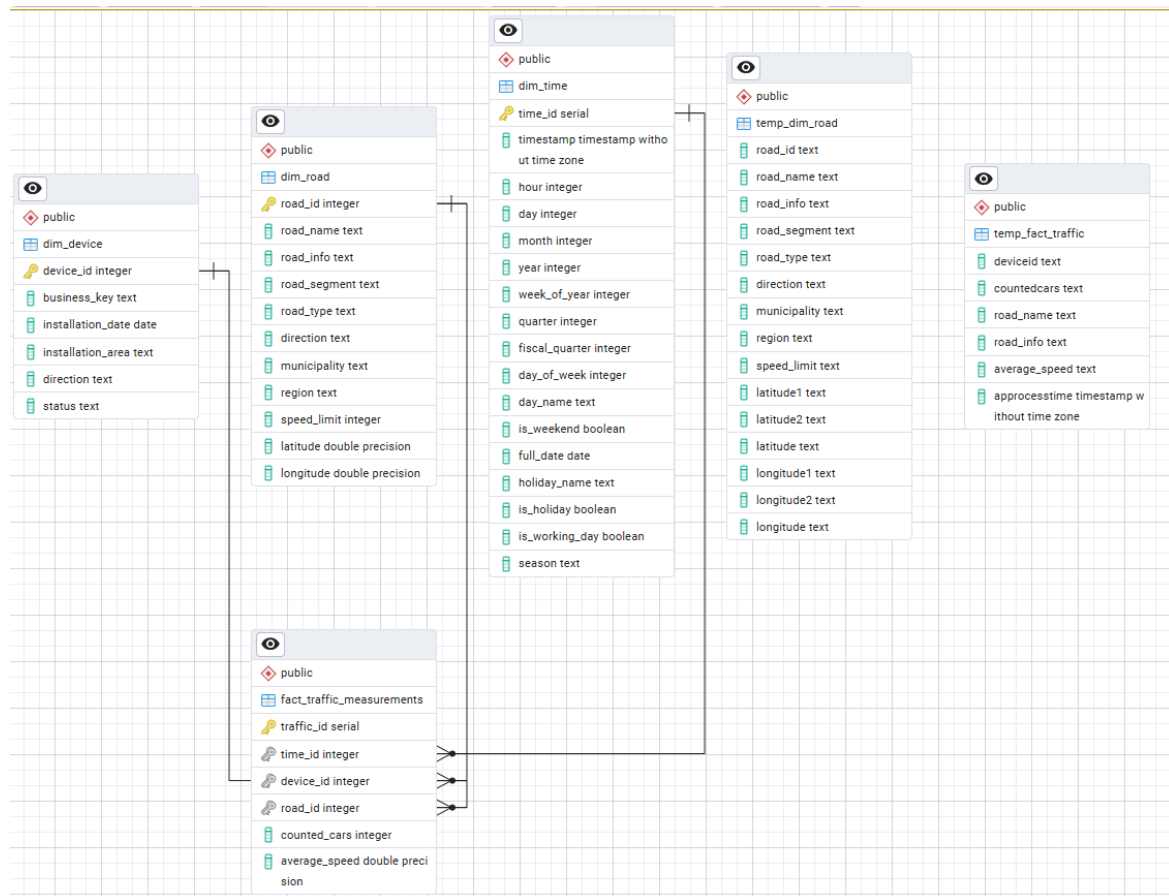
- **ROW_NUMBER() OVER ()**: Δημιουργεί αυτόματα έναν αύξοντα αριθμό (1, 2, 3...) για κάθε γραμμή, ο οποίος λειτουργεί ως το τεχνητό πρωτεύον κλειδί (traffic_id) του πίνακα γεγονότων.
- **tf.countedcars::integer**: Μετατρέπει (cast) τον αριθμό των αυτοκινήτων σε ακέραιο αριθμό, καθαρίζοντας τον τύπο δεδομένων.
- **REPLACE(tf.average_speed, ',', '.')**: Αυτό είναι ένα κλασσικό βήμα καθαρισμού δεδομένων. Αν η μέση ταχύτητα στο CSV είχε κόμμα για δεκαδικό (π.χ. 72,5), η REPLACE το μετατρέπει σε τελεία (72.5) ώστε η PostgreSQL να μπορεί να το μετατρέψει επιτυχώς σε δεκαδικό αριθμό διπλής ακρίβειας (double precision).

3. Η διασύνδεση με το σχήμα αστέρα

Το πιο κρίσιμο κομμάτι για μία αποθήκη δεδομένων είναι τα JOIN. Η SQL παίρνει τα φυσικά κλειδιά/κείμενα του προσωρινού πίνακα και τα αντικαθιστά με τα τεχνητά κλειδιά των διαστάσεων:

- **JOIN dim_time dt**: Συνδέει την ημερομηνία/ώρα της μέτρησης (appprocesstime) με το αντίστοιχο timestamp του πίνακα χρόνου για να πάρει το time_id.
- **JOIN dim_device dd**: Συνδέει το αναγνωριστικό της συσκευής (deviceid) για να πάρει το επίσημο device_id.
- **JOIN dim_road dr**: Συνδέει το όνομα του δρόμου (road_name) με τις πληροφορίες οδικού δικτύου για να πάρει το road_id.

Μετά την ολοκλήρωση της δημιουργίας και της φόρτωσης των πινάκων μας προκύπτει το παρακάτω σχήμα αστέρα στην αποθήκη δεδομένων μας, με το όνομα: **traffic_db**



Σχήμα 4-2. Το σχήμα αστέρα στην αποθήκη δεδομένων traffic_db

Το παραπάνω αναλυτικό σχήμα προήλθε μετά από την εκτέλεση των παρακάτω βημάτων:

- Άνοιγμα του pgAdmin 4 και σύνδεση στον διακομιστή μας.
- Στο αριστερό δέντρο πλοήγησης (Browser), ακολουθούμε τη διαδρομή της βάσης μας (traffic_db):
Servers → PostgreSQL 18 → traffic_db → Schemas.
- Κάνουμε δεξί κλικ πάνω στο σχήμα όπου βρίσκονται οι πίνακές μας (στο σχήμα public).
- Από το μενού που θα εμφανιστεί με το δεξί κλικ, επιλέγουμε την επιλογή “ERD Tool”
- Το pgAdmin 4 τώρα θα ανοίξει μια νέα καρτέλα και θα σκανάρει αυτόματα όλους τους πίνακες του συγκεκριμένου σχήματος, καθώς και τις σχέσεις (Foreign Keys) που τους συνδέουν.

Έχουμε φορτώσει στο PostgreSQL όλους τους απαραίτητους πίνακες και είμαστε έτοιμοι να απευθύνουμε σε αυτό όλες τις ερωτήσεις που θέλουμε.

4.5 Οπτικοποίηση αποτελεσμάτων

Το **Power BI** είναι μια κορυφαία πλατφόρμα επιχειρηματικής ευφυΐας (Business Intelligence) και ανάλυσης δεδομένων της Microsoft. Ο ρόλος του είναι να μετατρέπει ακατέργαστες συλλογές πληροφοριών από διάφορες πηγές σε ελκυστικά, διαδραστικά και ευανάγνωστα γραφήματα και πίνακες εργαλείων (dashboards).

Μερικές από τις δυνατότητές του είναι:

- **Σύνδεση Δεδομένων:** Ενσωματώνεται άμεσα με εκατοντάδες πηγές, όπως τοπικές ή cloud βάσεις δεδομένων, αρχεία Excel και διεπαφές προγραμματισμού εφαρμογών ιστού (web APIs).
- **Μοντελοποίηση (Data Modeling):** Επιτρέπει τον καθαρισμό και τη συσχέτιση δεδομένων μέσω του Power Query, χρησιμοποιώντας γλώσσες όπως η DAX.
- **Οπτικοποίηση:** Διαθέτει πλήθος προσαρμόσιμων γραφημάτων, χαρτών και δεικτών (KPIs).
- **Διαμοιρασμός:** Επιτρέπει την ασφαλή δημοσίευση αναφορών στο cloud (Power BI Service) για real-time ενημέρωση και συνεργασία ομάδων.

Χρησιμοποιείται κυρίως για να επιτρέψει σε στελέχη και αναλυτές να λαμβάνουν γρήγορα αποφάσεις με βάση πραγματικά δεδομένα (data-driven decisions). Αντικαθιστά τα στατικά στατιστικά αρχεία προσφέροντας δυναμικές απεικονίσεις, όπου ο χρήστης μπορεί να αλληλεπιδράσει (π.χ. φιλτράρισμα με ένα κλικ) για να εξερευνήσει βαθύτερα τα δεδομένα του. (Power BI get started documentation, 2026)

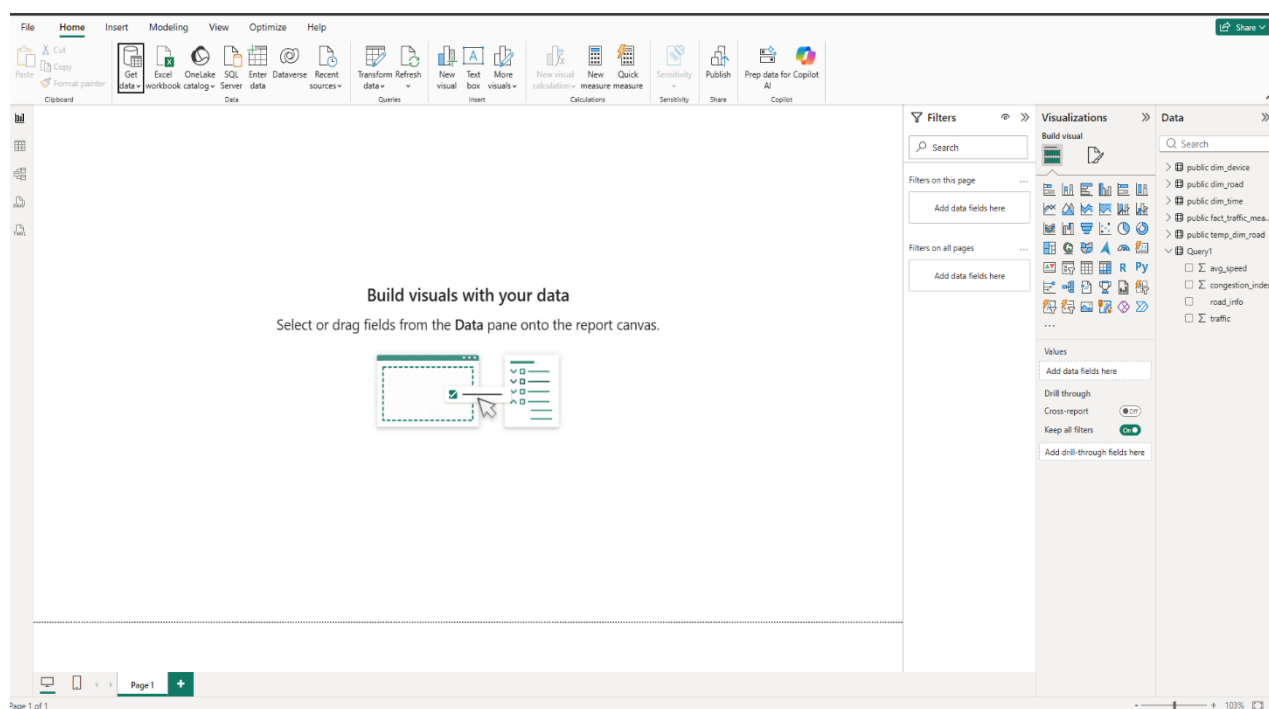
Η συγκεκριμένη πλατφόρμα είναι η ιδανική επιλογή για τη μεταφορά και ανάλυση των ερωτημάτων SQL από το PostgreSQL:

- **Συνδυασμένη Ισχύς:** Δίνει τη δυνατότητα εκτέλεσης απαιτητικών ερωτημάτων SQL (π.χ. αναζήτηση χωρικών δεδομένων ή ανάλυση κυκλοφοριακού φόρτου) απευθείας στη βάση PostgreSQL, μεταφέροντας μόνο τα έτοιμα αποτελέσματα για απεικόνιση.
- **Χωρική Απεικόνιση (GIS):** Διαθέτει ενσωματωμένους χάρτες και εξαιρετικά Geospatial visuals, τα οποία είναι απαραίτητα για την απεικόνιση της κυκλοφορίας σε οδικά δίκτυα και συντεταγμένες GPS.

- **DirectQuery:** Επιτρέπει τη ζωντανή σύνδεση με το PostgreSQL χωρίς να χρειάζεται να εισάγουμε όλα τα δεδομένα τοπικά. Τα γραφήματα ανανεώνονται απευθείας από τη βάση δεδομένων, εξασφαλίζοντας ότι η παρακολούθηση της κυκλοφορίας παραμένει σε πραγματικό χρόνο.
- **Φιλικό Περιβάλλον:** Είναι εξαιρετικά οικείο σε χρήστες που ήδη αξιοποιούν το Microsoft Excel, καθιστώντας ευκολότερη την εκμάθηση σε σχέση με πιο δύσκαμπτα εργαλεία όπως το Tableau.

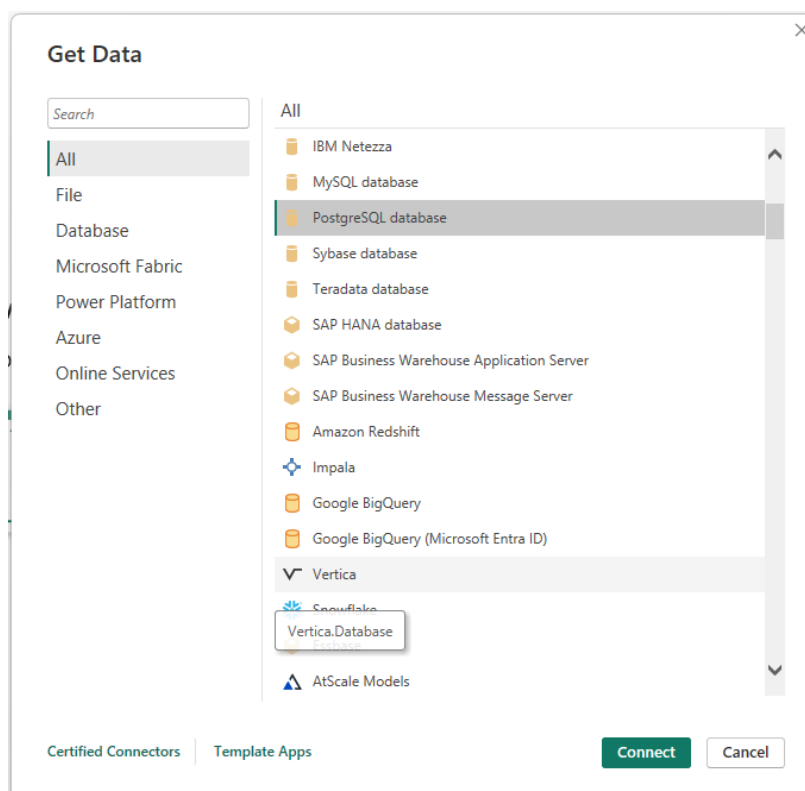
Η λήψη του συγκεκριμένου εργαλείου γίνεται από το Microsoft store. Η εγκατάστασή του είναι γρήγορη και άμεση. Είναι εντελώς δωρεάν δηλαδή μπορεί κάποιος να το κατεβάσει και να το χρησιμοποιήσει χωρίς καμία χρέωση για να συνδέεται σε δεδομένα, να τα καθαρίζει, να τα αναλύει και να δημιουργεί πλήρεις αναφορές (reports) στον υπολογιστή του. Χρέωση υπάρχει μόνο αν κάποιος θέλει να δημοσιεύσει τις αναφορές του στο διαδίκτυο ή να τις μοιραστεί με άλλους χρήστες. (Ralph Kimbal, Margy Ross, 2010)

Ανοίγοντας το Power BI, προκύπτει η παρακάτω οθόνη:



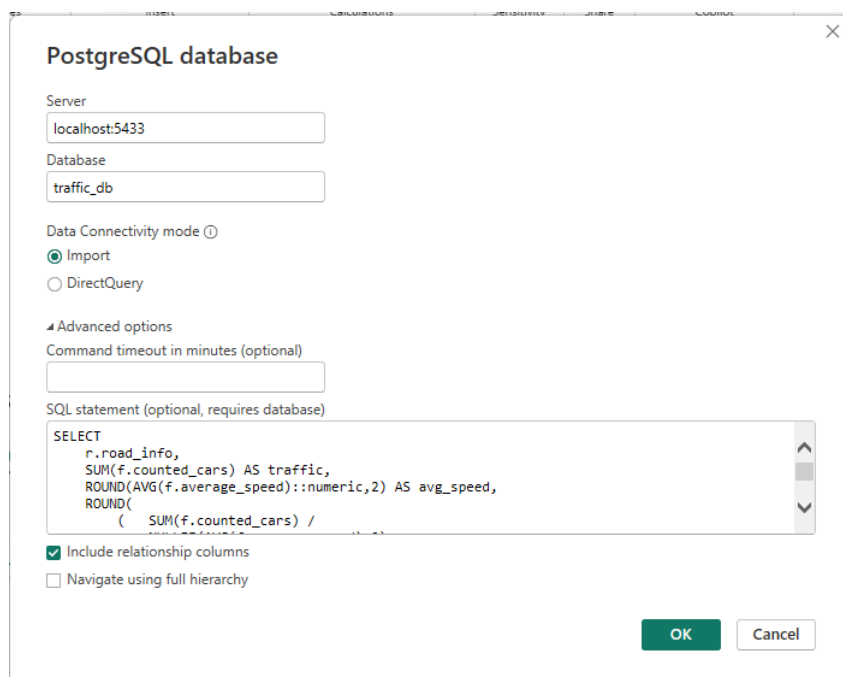
Εικόνα 4-5. Ανοιγμα του Power BI

Πατώντας διαδοχικά τα κουμπιά Home → GetData → More → PostgreSQL και τέλος Connect προκύπτει η ακόλουθη οθόνη:



Εικόνα 4-6. Ορισμός πηγής δεδομένων

Στη συνέχεια καταχωρούμε το όνομα του Server (στην περίπτωσή μας μαζί με τον αριθμό θύρας γιατί δεν είναι η default) και το όνομα της βάσης και στα advanced options στο χώρο SQL statement προσθέτουμε την SQL μας:



Εικόνα 4-7. Σύνταξη SQL

Η SQL τρέχει και βγάζει τα ακόλουθα αποτελέσματα:

localhost:5433: traffic_db

road_info	traffic	avg_speed	congestion_index
ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΘΗΝΑ 150 Μ. ΠΡΙ...	10727089182	45,29	236857027,2
ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΘΗΝΑ 40 Μ. ΠΡΙ...	3584795638	26,45	135522537,2
ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ Λ. ΒΟΥΛΙΑΓΜ...	3978392392	38,14	104323706
ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΙΑΣ	4684107394	57,4	81608748,88
ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΗΦΙΣΙΑ ΠΡΙΝ ΑΠΟ...	3809030522	51,79	73554437,13
ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΓΛΥΦΑΔΑ 180 Μ. Π...	3383603749	47,54	71178777,47
ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΕΝΤΡΟ 100 Μ. ΠΡΙ...	1188328176	17,36	68448096,26
ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ Λ. ΑΘΗΝΩΝ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Λ...	1090042310	16,07	67850308,04
ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΗΦΙΣΙΑ 120 Μ. ΠΡΙ...	3239712265	50,09	64675577,46
ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΚΕΝΤΡΟ ΠΡΙΝ...	2344194197	36,32	64536729,6
ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΔΑΦΝΙ 150 Μ. ΠΡΙΝ...	3306529981	53,54	61752777,03
ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΓΛΥΦΑΔΑ 120 Μ. Π...	3039243814	51,25	59306609,9
ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΕΝΤΡΟ 80 Μ. ΠΡΙΝ...	2015589245	34,45	58516138,49
ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΔΕΛΤΑ ΦΑΛΗΡΟΥ 1...	2719036692	46,52	58449480,37
ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΓΛΥΦΑΔΑ 130 Μ. Π...	3021353661	52,83	57187481,89
ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΕΝΤΡΟ 120 Μ. ΠΡΙ...	2804507831	50,31	55746505,83
ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΑΤΟΛΙΚΑ 80 Μ. Π...	1852500527	33,76	54878718,01
ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΕΝΤΡΟ 80 Μ. ΠΡΙΝ...	2062883704	37,6	54868161,98
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ Λ. ΚΗΦΙΣΙΑΣ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΑΠΑΔ...	1829093852	33,35	54848697,11
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΚΕΝΤΡΟ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΑΝΟΡΜΟΥ	2148852306	39,79	54009833,99

Load Transform Data Cancel

Εικόνα 4-8. Αποτελέσματα της SQL

Ακολουθεί μια αναλυτική περιγραφή της επικοινωνίας μεταξύ του Power BI και του PostgreSQL, όταν εκτελούμε μια SQL:

Βήμα 1: Το Power BI στέλνει την SQL στο PostgreSQL (*μηδενικός χρόνος*). Εδώ το Power BI δεν εκτελεί το ερώτημα. Απλά στέλνει ένα αίτημα (request) στη βάση.

Βήμα 2: Το PostgreSQL εκτελεί το ερώτημα (*χρόνος ίσος με αυτόν αν εκτελείτο απευθείας στο PostgreSQL*).

Βήμα 3: Το PostgreSQL επιστρέφει αποτελέσματα (*μικρός χρόνος εκτός αν έχουμε μεγάλο όγκο αποτελεσμάτων*). Πιο συγκεκριμένα στέλνει πίσω πίνακα, αποτέλεσμα του ερωτήματος

Βήμα 4: Το Power BI εμφανίζει τα αποτελέσματα (preview) (*μηδενικός χρόνος*), χωρίς να τα αποθηκεύει πλήρως στο μοντέλο

Βήμα 5: Με το πάτημα του κουμπιού “Load” (*σημαντικός χρόνος*). Εδώ προετοιμάζει το dataset για χρήση σε οπτικοποίηση και αναφορές.

5. Ανάλυση ποιότητας δεδομένων

5.1 Ερώτημα 1 (χρονικό εύρος)

Εύρεση του συνολικού χρονικού εύρους των δεδομένων που αντλήθηκαν και ενσωματώθηκαν στο PostgreSQL

```
SELECT
    MIN(dt.full_date) AS first_date,
    MAX(dt.full_date) AS last_date
FROM fact_traffic_measurements f
JOIN dim_time dt ON f.time_id = dt.time_id;
```

Data Output			Messages	Notifications
≡+ 📄 ▼ 📋 ▼ 🗑️ 🔍 ⬇️ 📈 SQL				
	first_date date	last_date date		
1	2020-12-01	2026-01-20		

Execution time: 1 sec

Εικόνα 5-1. Χρονικό εύρος

Συμπέρασμα: Ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα του συνόλου κυκλοφοριακών δεδομένων που χρησιμοποιείται στην παρούσα εργασία είναι η μεγάλη χρονική του έκταση. Τα διαθέσιμα δεδομένα καλύπτουν χρονική περίοδο μεγαλύτερη των πέντε ετών, από τα τέλη του 2020 έως τις αρχές του 2026. Η ύπαρξη ενός τόσο εκτεταμένου ιστορικού αρχείου αποτελεί σημαντικό παράγοντα ενίσχυσης τόσο της ποιότητας των δεδομένων όσο και της αξιοπιστίας των συμπερασμάτων που προκύπτουν από την ανάλυσή τους. Η μεγάλη χρονική διάρκεια επιτρέπει επιπλέον την εξομάλυνση τυχαίων ή συγκυριακών διακυμάνσεων της κυκλοφορίας, τη μελέτη εποχικών προτύπων και επαναλαμβανόμενων συμπεριφορών. Δίνεται επίσης η δυνατότητα αξιόπιστης αξιολόγησης της λειτουργίας των αισθητήρων. Επομένως το μεγάλο χρονικό εύρος αυξάνει σημαντικά την εγκυρότητα των συμπερασμάτων που εξάγονται για τη λειτουργία και τα χαρακτηριστικά του οδικού δικτύου της Αθήνας.

5.2 Ερώτημα 2 (πλήθος ημερών με μία τουλάχιστον εγγραφή)

Πόσες διαφορετικές ημέρες έχουν έστω και μία εγγραφή

```
SELECT COUNT(DISTINCT dt.full_date) AS days_with_data
FROM fact_traffic_measurements f
JOIN dim_time dt ON f.time_id = dt.time_id;
```

	days_with_data bigint
1	1696

Execution time: 4 sec

Εικόνα 5-2. Πλήθος ημερών

Συμπέρασμα: Αν το αποτέλεσμα του συγκεκριμένου ερωτήματος συσχετιστεί με το αποτέλεσμα του ερωτήματος 1, τότε προκύπτει δείκτης ημερήσιας κάλυψης (day coverage ratio) ίσος με 90% περίπου, κάτι που αποτελεί αρκετά υψηλή κάλυψη για πραγματικά κυκλοφοριακά δεδομένα και ενισχύει την ποιότητα του dataset. Στοιχείο που επιτρέπει την εξαγωγή στατιστικά αξιόπιστων συμπερασμάτων και μειώνει την πιθανότητα τα αποτελέσματα να επηρεάζονται από μεμονωμένα ή συγκυριακά γεγονότα.

5.3 Ερώτημα 3 (πλήθος ημερών με λίγες διελεύσεις)

Πόσες διαφορετικές ημέρες είχαμε λιγότερα από 100.000.000 συνολικές διελεύσεις

```
SELECT COUNT(*) AS days_with_less_100million
FROM (
    SELECT
        dt.full_date
    FROM dim_time dt
    JOIN fact_traffic_measurements f
        ON dt.time_id = f.time_id
    GROUP BY dt.full_date
    HAVING SUM(f.counted_cars) > 0 and SUM(f.counted_cars) < 100000000
) t;
```

	days_with_less_100million bigint
1	216

Execution time: 1 sec

Εικόνα 5-3. Πλήθος ημερών με λίγες διελεύσεις

Συμπέρασμα: Η διερεύνηση του συνολικού ημερήσιου κυκλοφοριακού φόρτου έδειξε ότι μόνο 216 (περίπου 12%) εμφανίζουν λιγότερες από 100 εκατομμύρια συνολικές διελεύσεις. Αντίθετα, περίπου το 88% των ημερών παρουσιάζει υψηλότερες τιμές, γεγονός που υποδηλώνει σημαντική σταθερότητα του συστήματος καταγραφής και της κυκλοφοριακής δραστηριότητας. Οι ημέρες με χαμηλότερο ή ιδιαίτερα χαμηλό φόρτο χρήζουν περαιτέρω διερεύνησης, καθώς ενδέχεται να σχετίζονται είτε με πραγματικές συνθήκες μειωμένης κυκλοφορίας (αργίες, ειδικά γεγονότα, περιορισμούς μετακίνησης) είτε με μειωμένη διαθεσιμότητα δεδομένων λόγω τεχνικών προβλημάτων ή μη λειτουργίας μέρους των αισθητήρων.

5.4 Ερώτημα 4 (ποσοστό κάλυψης)

Πόσες είναι οι distinct ημέρες μέσα στο χρονικό εύρος δεδομένων (Ερώτημα 1), οι οποίες δεν έχουν καθόλου δεδομένα. Στο τέλος εύρεση και εμφάνιση του πλήθους τους και του ποσοστού κάλυψης.

```
WITH date_bounds AS (  
    SELECT  
        MIN(dt.full_date) AS min_date,  
        MAX(dt.full_date) AS max_date  
    FROM fact_traffic_measurements f  
    JOIN dim_time dt ON f.time_id = dt.time_id  
) ,  
all_days AS (  
    SELECT DISTINCT dt.full_date  
    FROM dim_time dt  
    JOIN date_bounds b  
        ON dt.full_date BETWEEN b.min_date AND b.max_date  
) ,  
-- Ημέρες που έχουν δεδομένα  
days_with_data AS (  
    SELECT DISTINCT dt.full_date  
    FROM fact_traffic_measurements f  
    JOIN dim_time dt ON f.time_id = dt.time_id  
) ,  
-- DISTINCT missing days  
missing_days AS (  
    SELECT ad.full_date  
    FROM all_days ad  
    LEFT JOIN days_with_data dwd  
        ON ad.full_date = dwd.full_date  
    WHERE dwd.full_date IS NULL  
) ,  
-- metrics  
metrics AS (  
    SELECT  
        (SELECT COUNT(*) FROM missing_days) AS missing_days_count,  
        (SELECT COUNT(*) FROM all_days) AS total_days,  
        (SELECT COUNT(*) FROM days_with_data) AS days_with_data_count  
)  
  
-- αποτέλεσμα  
SELECT full_date::text AS result  
FROM missing_days  
  
UNION ALL  
  
SELECT  
    'Σύνολο ημερών χωρίς δεδομένα: ' || missing_days_count  
FROM metrics  
  
UNION ALL  
  
SELECT  
    'Ποσοστό κάλυψης: ' ||  
    ROUND((days_with_data_count * 100.0 / total_days)::numeric, 2) ||  
    '%'
```

FROM metrics;

	result text
171	2025-06-29
172	2025-06-30
173	2025-07-01
174	2025-07-02
175	2025-07-03
176	2025-07-04
177	2025-07-05
178	2025-07-06
179	2025-07-07
180	2025-07-08
181	2025-07-09
182	Σύνολο ημερών χωρίς δεδομένα: 181
183	Ποσοστό κάλυψης: 90.36%

Execution time: 4 sec

Εικόνα 5-4. Ποσοστό κάλυψης

Συμπέρασμα: Τα αποτελέσματα του ερωτήματος αυτού αποκαλύπτουν επιπλέον των αποτελεσμάτων των προηγούμενων ερωτημάτων και ποιες ακριβώς είναι οι ημέρες, οι οποίες δεν έχουν καθόλου δεδομένα. Οι αιτίες μπορεί να είναι είτε μη λειτουργία των αισθητήρων τις συγκεκριμένες ημέρες, είτε πρόβλημα επικοινωνίας με αυτούς, είτε απώλεια δεδομένων είτε μη αποθήκευση ή μη δημοσιοποίηση των δεδομένων. Να τονιστεί ότι έχει μεγάλη αξία στην έρευνα αν οι ημέρες αυτές αποτελούν συνεχόμενες περιόδους, οπότε επηρεάζονται οι εποχικές αναλύσεις, ή κατανεμημένες τυχαία στο χρόνο οπότε είναι πολύ μικρή η επίδρασή τους.

5.5 Ερώτημα 5 (δρόμοι με μηδενική μέση ταχύτητα)

Ποιοί είναι οι δρόμοι (συγκεκριμένη περιοχή) που έχουν average speed = 0

```
SELECT
    r.road_info,
    d.business_key,
    COUNT(*) AS records,
    ROUND(AVG(f.average_speed)::numeric, 2) AS avg_speed
FROM fact_traffic_measurements f
JOIN dim_road r
    ON f.road_id = r.road_id
JOIN dim_device d
    ON f.device_id = d.device_id
GROUP BY
```

```
r.road_info,  
d.business_key  
HAVING AVG(f.average_speed) = 0;
```

Execution time: 2 sec

	road_info text	business_key text	records bigint	avg_speed numeric
1	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΓΡ. ΛΑΜΠΡΑΚΗ, 40Μ. ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΓΟΥΝΑΡΗ	MS763	11375	0.92

Εικόνα 5-5. Δρόμοι με μηδενική ταχύτητα

Εδώ να προσθέσουμε ότι όταν το κριτήριο όσον αφορά στη **μέση ταχύτητα** είναι:

< 1: τότε εμφανίζεται ένας δρόμος στον οποίο γίνονται έργα

	road_info text	business_key text	records bigint	avg_speed numeric
1	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΓΡ. ΛΑΜΠΡΑΚΗ, 40Μ. ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΓΟΥΝΑΡΗ	MS763	11375	0.92

Εικόνα 5-6. Δρόμος με μέση ταχύτητα < 1 km/h

< 5: τότε εμφανίζονται 7 σημεία

	road_info text	business_key text	records bigint	avg_speed numeric
1	ΔΕΣΙΑ ΣΤΡΟΦΗ ΠΡΟΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ (ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΟΜΟΝΟΙΑ) 40 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ	MS340	31654	1.72
2	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΕΝΤΡΟ 100 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΒΑΣ. ΣΟΦΙΑΣ	MS362	37087	2.63
3	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΑΚΤΗ ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ, 110Μ. ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΒΑΣ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ Α'	MS757	23179	1.95
4	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΓΡ. ΛΑΜΠΡΑΚΗ, 40Μ. ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΓΟΥΝΑΡΗ	MS763	11375	0.92
5	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΧΙΛΤΟΝ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ	MS365	39629	3.04
6	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΤΗΣ Α. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΓΛΥΦΑΔΑ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Α. ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ	MS136	375	1.81
7	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΤΗΣ Α. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ Σ.Ε.Φ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Α. ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ	MS137	356	1.45

Εικόνα 5-7. Δρόμοι με μέση ταχύτητα < 5 km/h

< 10: εμφανίζονται 8 σημεία

	road_info text	business_key text	records bigint	avg_speed numeric
1	ΔΕΣΙΑ ΣΤΡΟΦΗ ΠΡΟΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ (ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΟΜΟΝΟΙΑ) 40 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ	MS340	31654	1.72
2	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΕΝΤΡΟ 100 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΒΑΣ. ΑΜΑΛΙΑΣ	MS364	68558	5.01
3	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΕΝΤΡΟ 100 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΒΑΣ. ΣΟΦΙΑΣ	MS362	37087	2.63
4	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΑΚΤΗ ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ, 110Μ. ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΒΑΣ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ Α'	MS757	23179	1.95
5	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΓΡ. ΛΑΜΠΡΑΚΗ, 40Μ. ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΓΟΥΝΑΡΗ	MS763	11375	0.92
6	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΧΙΛΤΟΝ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ	MS365	39629	3.04
7	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΤΗΣ Α. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΓΛΥΦΑΔΑ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Α. ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ	MS136	375	1.81
8	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΤΗΣ Α. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ Σ.Ε.Φ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Α. ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ	MS137	356	1.45

Εικόνα 5-8. Δρόμοι με μέση ταχύτητα < 10 km/h

< 20: εμφανίζονται 40 σημεία (κυρίως ράμπες εξόδου)

	road_info text	business_key text	records bigint	avg_speed numeric
29	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ ΒΑΣ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ / ΛΕΝΟΡΜΑΝ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Α. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΙΡΑΙΑ 40 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΒΑΣ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ (ΜΟΝΟ ΓΙΑ Φ/Σ)	MS987	32133	17.30
30	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ ΙΕΡΑ ΟΔΟ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Α. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΙΡΑΙΑ 40 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΙΕΡΑ ΟΔΟ (ΜΟΝΟ ΓΙΑ Φ/Σ)	MS981	32145	17.37
31	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ Α. ΑΘΗΝΩΝ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Α. ΚΗΦΙΣΟΥ ΠΡΟΣ ΛΑΜΙΑ 30 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Α. ΑΘΗΝΩΝ	MS964_A	36321	16.07
32	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ Α. ΚΗΦΙΣΟΥ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Α. ΑΘΗΝΩΝ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΛΑΜΙΑ 30 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Α. ΚΗΦΙΣΟΥ	MS967_A	38609	19.64
33	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ ΛΕΝΟΡΜΑΝ / ΒΑΣ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Α. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΛΑΜΙΑ 40 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΛΕΝΟΡΜΑΝ (ΜΟΝΟ ΓΙΑ Φ/Σ)	MS979	35548	15.05
34	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ Π. ΡΑΛΛΗ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Α. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΛΑΜΙΑ 25 Μ. ΠΡΙΝ ΤΗΝ Π. ΡΑΛΛΗ (ΜΟΝΟ ΓΙΑ Φ/Σ)	MS943	25173	13.87
35	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ Π. ΡΑΛΛΗ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Α. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΛΑΜΙΑ 25 Μ. ΠΡΙΝ ΤΗΝ Π. ΡΑΛΛΗ (ΜΟΝΟ ΓΙΑ Φ/Σ)	MS944	20567	16.26
36	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ Π. ΡΑΛΛΗ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Α. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΛΑΜΙΑ 40 Μ. ΠΡΙΝ ΤΗΝ Π. ΡΑΛΛΗ (ΜΟΝΟ ΓΙΑ Φ/Σ)	MS945	25178	17.44
37	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ Π. ΡΑΛΛΗ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Α. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΙΡΑΙΑ 25Μ. ΠΡΙΝ ΤΗΝ Π. ΡΑΛΛΗ (ΜΟΝΟ ΓΙΑ Φ/Σ)	MS939	22299	15.81
38	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ Π. ΡΑΛΛΗ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Α. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΙΡΑΙΑ 40Μ. ΠΡΙΝ ΤΗΝ Π. ΡΑΛΛΗ (ΜΟΝΟ ΓΙΑ Φ/Σ)	MS947	23805	17.79
39	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΤΗΣ Α. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΓΛΥΦΑΔΑ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Α. ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ	MS136	375	1.81
40	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΤΗΣ Α. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ Σ.Ε.Φ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Α. ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ	MS137	356	1.45

Εικόνα 5-9. Δρόμοι με μέση ταχύτητα < 20 km/h

Τελικά δοκιμάζοντας διάφορες συνθήκες ανακαλύπτουμε ότι στα 394 (από τα 433 σημεία) η μέση ταχύτητα ικανοποιεί τη συνθήκη: **average_speed > 10 and average_speed < 70**

road_info text	business_key text	records bigint	avg_speed numeric
383	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ Π. ΡΑΛΛΗ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Α. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΛΑΜΙΑ 40 Μ. ΠΡΙΝ ΤΗΝ Π. ΡΑΛΛΗ (ΜΟΝΟ ΓΙΑ Φ/Σ)	MS945	25178
384	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ Π. ΡΑΛΛΗ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Α. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΙΡΑΙΑ (ΝΔ)	MS956	25656
385	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ Π. ΡΑΛΛΗ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Α. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΙΡΑΙΑ 25Μ. ΠΡΙΝ ΤΗΝ Π.ΡΑΛΛΗ (ΜΟΝΟ ΓΙΑ Φ/Σ)	MS939	22299
386	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ Π. ΡΑΛΛΗ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Α. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΙΡΑΙΑ 40Μ. ΠΡΙΝ ΤΗΝ Π.ΡΑΛΛΗ (ΜΟΝΟ ΓΙΑ Φ/Σ)	MS947	23805
387	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ ΠΕΙΡΑΙΑ ΤΗΣ Α. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΙΡΑΙΑ (ΚΟΜΒΟΣ ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ)	MS131	37039
388	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ ΣΠΥΡΟΥ ΛΟΥΗ/ΡΙΖΑΡΕΙΟΥ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Α. ΚΗΦΙΣΙΑΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΗΦΙΣΙΑ	MS294	35388
389	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΚΑΤΕΧΑΚΗ ΑΠΟ ΤΩΝ ΚΛΑΔΩ ΤΗΣ Α. ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΕΝΤΡΟ (180 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΤΕΧΑΚΗ ΔΥΟ ΛΟΡΙΔΕΣ)	MS445	37124
390	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΚΑΤΕΧΑΚΗ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Α. ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΓ. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	MS442	36055
391	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΤΗΣ ΛΙΜΟΥ ΠΡΟΣ ΤΗ Α. ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΠΕΙΡΑΙΑ	MS799	33030
392	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΤΗΣ Α. ΚΗΦΙΣΙΑΣ ΠΡΟΣ ΑΤΤΙΚΗ ΟΔΟ ΜΕΤΑ ΤΗ ΡΑΜΠΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΑΠΟ ΚΟΜΒΟ ΠΑΡΑΔΕΙΣΟΥ/ΑΡΤΕΜΙΔΟΣ (ΥΨΟΣ ΟΔΟΥ ΦΡΑΓΚΟΚΚΗΣΙΑΣ)	MS303	37022
393	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Α. ΚΗΦΙΣΟΥ ΠΡΟΣ ΛΑΜΙΑ ΚΑΙ ΤΗΣ ΙΕΡΑΣ ΟΔΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ Α. ΑΘΗΝΩΝ ΠΡΟΣ ΚΕΝΤΡΟ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Α. ΑΘΗΝΩΝ	MS963	31135
394	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Α. ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ ΑΠΟ ΠΕΙΡΑΙΑ ΠΡΟΣ Σ.Ε.Φ.	MS143	36738

Total rows: 394 Query complete 00:00:02.719 CRLF Ln 19, Col 63

Εικόνα 5-10. Δρόμοι με μέση ταχύτητα < 70 km/h

Συμπέρασμα: Η διερεύνηση της μεταβλητής μέσης ταχύτητας (average_speed) έδειξε ότι δεν υπάρχει κανένα σημείο με μέση ταχύτητα ίση με μηδέν, γεγονός που αποτελεί ισχυρή ένδειξη ορθής λειτουργίας των αισθητήρων και απουσίας προφανών σφαλμάτων καταγραφής. Η μεγάλη πλειονότητα των σημείων μέτρησης παρουσιάζει απόλυτα ρεαλιστικές ταχύτητες. Τα 7 σημεία, τα οποία δίνουν μέση ταχύτητα μικρότερη από 5 km/h αποτελούν ποσοστό μικρότερο του 2% και οι αιτίες μπορεί να είναι η μόνιμη συμφόρηση στα σημεία αυτά ή το γεγονός ότι τα φανάρια είναι πολύ κοντά στον αισθητήρα ή ότι οι αισθητήρες είναι σε ράμπες εισόδου ή εξόδου ή προβληματικές μετρήσεις.

5.6 Ερώτημα 6 (σημεία με καμία εγγραφή)

Ποια και πόσα είναι τα σημεία με 0 records (εγγραφές – γραμμές στον fact table)

```
SELECT DISTINCT
    r.road_info,
    d.business_key,
    COUNT(f.traffic_id) AS total_passes
FROM dim_road r
LEFT JOIN fact_traffic_measurements f
    ON r.road_id = f.road_id
LEFT JOIN dim_device d
    ON f.device_id = d.device_id
GROUP BY
    r.road_info,
    d.business_key
HAVING COUNT(f.traffic_id) = 0;
```

road_info text	business_key text	total_passes bigint
1	ΛΟΡΙΔΑ ΑΡΙΣΤΕΡΗΣ ΣΤΡΟΦΗΣ ΑΠΟ ΤΗ Α. ΑΜΑΛΙΑΣ (ΡΕΥΜΑ ΠΡΟΣ ΟΜΟΝΟΙΑ) ΠΡΟΣ ΤΗ ΒΑΣ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ Α(ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΒΟΡΕΙΑ), 100 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΒΑΣ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ Α	[null]

Εικόνα 5-11. Τα σημεία με 0 εγγραφές

Εδώ πάλι τροποποιώντας τη συνθήκη που αφορά στο συνολικό αριθμό εγγραφών προκύπτουν τα εξής:

< 100: εμφανίζονται 3 σημεία με αυτό το συνολικό αριθμό εγγραφών

	road_info text	business_key text	total_passes bigint
1	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΟΜΟΝΟΙΑ 60 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΙΠΠΟΚΡΑΤΟΥΣ	MS369	2
2	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΟΜΟΝΟΙΑ 60 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΙΠΠΟΚΡΑΤΟΥΣ (ΑΡΙΣΤΕΡΗ ΛΟΡΙΔΑ)	MS384	2
3	ΛΟΡΙΔΑ ΑΡΙΣΤΕΡΗΣ ΣΤΡΟΦΗΣ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΑΜΑΛΙΑΣ (ΡΕΥΜΑ ΠΡΟΣ ΟΜΟΝΟΙΑ) ΠΡΟΣ ΤΗ ΒΑΣ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ Α(ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΒΟΡΕΙΑ), 100 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΒΑΣ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ Α	[null]	0
4	[null]	[null]	0

Εικόνα 5-12. Σημεία με λιγότερες από 100 εγγραφές

<10000: εμφανίζονται 8 σημεία

	road_info text	business_key text	total_passes bigint
1	120 ΜΕΤΡΑ ΠΡΙΝ ΤΟΝ ΚΟΜΒΟ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΑΘΗΝΑ	MS1001	921
2	145 ΜΕΤΡΑ ΠΡΙΝ ΤΟΝ ΚΟΜΒΟ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΜΑΡΑΘΩΝΑ	MS1000	761
3	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΟΜΟΝΟΙΑ 100 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΜΕΡΙΚΗΣ	MS366	5319
4	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΟΜΟΝΟΙΑ 60 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΙΠΠΟΚΡΑΤΟΥΣ	MS369	2
5	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΟΜΟΝΟΙΑ 60 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΙΠΠΟΚΡΑΤΟΥΣ (ΑΡΙΣΤΕΡΗ ΛΟΡΙΔΑ)	MS384	2
6	ΛΟΡΙΔΑ ΑΡΙΣΤΕΡΗΣ ΣΤΡΟΦΗΣ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΑΜΑΛΙΑΣ (ΡΕΥΜΑ ΠΡΟΣ ΟΜΟΝΟΙΑ) ΠΡΟΣ ΤΗ ΒΑΣ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ Α(ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΒΟΡΕΙΑ), 100 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΒΑΣ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ Α	[null]	0
7	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΤΗΣ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΓΛΥΦΑΔΑ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ	MS136	375
8	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΤΗΣ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ Σ.Ε.Φ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ	MS137	356
9	[null]	[null]	0

Εικόνα 5-13. Σημεία με λιγότερες από 10.000 εγγραφές

Και τελικά εμφανίζονται 377 σημεία με πάνω από 30.000 εγγραφές

	road_info text	business_key text	total_passes bigint
366	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΤΗΣ ΛΟΡΙΔΑΣ ΑΡΙΣΤΕΡΗΣ ΣΤΡΟΦΗΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΑΘΗΝΑ	MS125	38824
367	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ ΟΔΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΑ ΑΝΑΣΤΡΟΦΗΣ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΙΡΑΙΑ	MS952	37045
368	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ Π. ΡΑΛΛΗ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΛΑΜΙΑ (Β)	MS949	30651
369	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ ΠΕΙΡΑΙΑ ΤΗΣ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΙΡΑΙΑ (ΚΟΜΒΟΣ ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ)	MS131	37039
370	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ ΣΠΥΡΟΥ ΛΟΥΗ/ΡΙΖΑΡΕΙΟΥ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Λ. ΚΗΦΙΣΙΑΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΗΦΙΣΙΑ	MS294	35388
371	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΚΑΤΕΧΑΚΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΚΛΑΔΟ ΤΗΣ Λ. ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΕΝΤΡΟ (180 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΤΕΧΑΚΗ ΔΥΟ ΛΟΡΙΔΕΣ)	MS445	37124
372	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΚΑΤΕΧΑΚΗ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Λ. ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΓ. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	MS442	36055
373	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΤΗΣ ΑΛΙΜΟΥ ΠΡΟΣ ΤΗ Λ. ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΠΕΙΡΑΙΑ	MS799	33030
374	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΤΗΣ Λ. ΚΗΦΙΣΙΑΣ ΠΡΟΣ ΑΤΤΙΚΗ ΟΔΟ ΜΕΤΑ ΤΗ ΡΑΜΠΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΑΠΟ ΚΟΜΒΟ ΠΑΡΑΔΕΙΣΟΥ/ΑΡΤΕΜΙΔΟΣ (ΥΨΟΣ ΟΔΟΥ ΦΡΑΓΚΟΚΚΛΗΣΙΑΣ)	MS303	37022
375	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Λ. ΚΗΦΙΣΙΑΣ ΠΡΟΣ ΚΕΝΤΡΟ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΠΑΡΑΔΕΙΣΟΥ/ΑΡΤΕΜΙΔΟΣ	MS309	37012
376	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΠΡΟΣ ΛΑΜΙΑ ΚΑΙ ΤΗΣ ΙΕΡΑΣ ΟΔΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ Α. ΑΘΗΝΩΝ ΠΡΟΣ ΚΕΝΤΡΟ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΑΘΗΝΩΝ	MS963	31135
377	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Λ. ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ ΑΠΟ ΠΕΙΡΑΙΑ ΠΡΟΣ Σ.Ε.Φ.	MS143	36738

Εικόνα 5-14. Σημεία με περισσότερες από 30.000 εγγραφές

Επισήμανση: Εφόσον έχουμε δεδομένα για 1696 ημέρες το σύνολο των εγγραφών (αφού κάθε μία εγγραφή αφορά κάθε ώρα της ημέρας) δεν μπορεί να ξεπερνά τον αριθμό 40.704, ο οποίος προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό του 1696 με το 24

Συμπεράσματα: Όλοι οι αισθητήρες (πλην ενός) έχουν δεδομένα. Υπάρχουν ελάχιστοι αισθητήρες με εξαιρετικά χαμηλή κάλυψη (μόλις 3). Οι περισσότεροι αισθητήρες (377 με πάνω από 30.000 εγγραφές) είναι κατάλληλοι για χρονοσειρές και αναλύσεις όπως: τάσεις, εποχικότητα, ώρες αιχμής, συσχετίσεις, όπου απαιτείται μεγάλη ποσότητα ιστορικών δεδομένων. Εν τέλει η ποιότητα του fact table είναι ιδιαίτερα υψηλή, οπότε και μπορεί να χαρακτηριστεί ως ιδιαίτερα πλήρης και τα παραπάνω ευρήματα συνηγορούν στην αξιοπιστία του συστήματος καταγραφής.

5.7 Ερώτημα 7 (αισθητήρες με λίγες εγγραφές)

Ποιοι και πόσοι είναι οι αισθητήρες (και που αυτοί βρίσκονται) οι οποίοι δίνουν λίγες εγγραφές

```
SELECT d.device_id, d.business_key,
STRING_AGG(DISTINCT r.road_info, ', ') AS roads,
COUNT(*) AS total_records
FROM fact_traffic_measurements f
JOIN dim_device d
ON f.device_id = d.device_id
JOIN dim_road r
ON f.road_id = r.road_id
GROUP BY d.device_id, d.business_key
HAVING COUNT(*) < 100
ORDER BY total_records ASC;
```

	device_id [PK] integer	business_key text	roads text	total_records bigint
1	139	MS369	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΟΜΟΝΟΙΑ 60 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΙΠΠΟΚΡΑΤΟΥΣ	2
2	147	MS384	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΟΜΟΝΟΙΑ 60 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΙΠΠΟΚΡΑΤΟΥΣ (ΑΡΙΣΤΕΡΗ ΛΩΡΙ...	2

Εικόνα 5-15. Αισθητήρες με λιγότερες από 100 εγγραφές

Αν θέλουμε να κάνουμε μια πιο αναλυτική προσέγγιση ας δούμε και τα αποτελέσματα και για άλλα διαστήματα τιμών εγγραφών.

< 1000: 6 αισθητήρες με κάτω από 1000 εγγραφές

	device_id [PK] integer	business_key text	roads text	total_records bigint
1	139	MS369	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΟΜΟΝΟΙΑ 60 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΙΠΠΟΚΡΑΤΟΥΣ	2
2	147	MS384	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΟΜΟΝΟΙΑ 60 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΙΠΠΟΚΡΑΤΟΥΣ (ΑΡΙΣΤΕΡΗ ΛΩΡΙ...	2
3	33	MS137	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΤΗΣ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ Σ.Ε.Φ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ	356
4	32	MS136	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΤΗΣ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΓΛΥΦΑΔΑ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ	375
5	1	MS1000	145 ΜΕΤΡΑ ΠΡΙΝ ΤΟΝ ΚΟΜΒΟ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΜΑΡΑΘΩΝΑ	761
6	2	MS1001	120 ΜΕΤΡΑ ΠΡΙΝ ΤΟΝ ΚΟΜΒΟ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΑΘΗΝΑ	921

Εικόνα 5-16. Αισθητήρες με λιγότερες από 1000 εγγραφές

< 10.000: μόνο 7 αισθητήρες με κάτω από 10.000 εγγραφές

	device_id [PK] integer	business_key text	roads text	total_records bigint
1	139	MS369	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΟΜΟΝΟΙΑ 60 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΙΠΠΟΚΡΑΤΟΥΣ	2
2	147	MS384	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΟΜΟΝΟΙΑ 60 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΙΠΠΟΚΡΑΤΟΥΣ (ΑΡΙΣΤΕΡΗ ΛΩΡΙ...	2
3	33	MS137	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΤΗΣ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ Σ.Ε.Φ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ	356
4	32	MS136	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΤΗΣ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΓΛΥΦΑΔΑ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ	375
5	1	MS1000	145 ΜΕΤΡΑ ΠΡΙΝ ΤΟΝ ΚΟΜΒΟ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΜΑΡΑΘΩΝΑ	761
6	2	MS1001	120 ΜΕΤΡΑ ΠΡΙΝ ΤΟΝ ΚΟΜΒΟ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΑΘΗΝΑ	921
7	137	MS366	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΟΜΟΝΟΙΑ 100 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΜΕΡΙΚΗΣ	5319

Εικόνα 5-17. Αισθητήρες με λιγότερες από 10.000 εγγραφές

< 30.000: 58 αισθητήρες με λιγότερες από 30.000 εγγραφές

device_id [PK] integer	business_key text	roads text	total_records bigint
424	222 MS488	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ (ΝΑ) ΠΡΟΣ ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ, 100 Μ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΑΝΤΕΡΣΕΝ	39762
425	432 MS984	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΘΗΝΑ 40 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ (ΜΟΝΟ ΓΙΑ Φ/Σ)	60396
426	135 MS364	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΕΝΤΡΟ 100 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΒΑΣ. ΑΜΑΛΙΑΣ	68558
427	394 MS946	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΘΗΝΑ 40 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ (ΜΟΝΟ ΓΙΑ Φ/Σ)	69072
428	96 MS287	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΙΑΣ	69152
429	128 MS350	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΕΝΤΡΟ 100 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΒΑΣ. ΑΜΑΛΙΑΣ	71986
430	367 MS871	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ Λ. ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗΣ, 100 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗΣ	72406
431	354 MS856	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ Λ. ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗΣ, 100 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗΣ	74298
432	95 MS286	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΙΑΣ	75496
433	418 MS970	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΘΗΝΑ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	88362
434	402 MS957	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΘΗΝΑ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	91677
435	399 MS953	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΘΗΝΑ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	115539
Total rows: 435 Query complete 00:00:12.265			CRLF

Εικόνα 5-18. Αισθητήρες με λιγότερες από 30.000 εγγραφές

Συμπεράσματα: Τελικά εμφανίζονται 377 αισθητήρες με πάνω από 30.000 εγγραφές, αριθμός που ταυτίζεται με αποτέλεσμα παραπάνω ερωτήματος που αφορούσε σημεία με τόσες εγγραφές. Το πλήθος αυτό επίσης σημαίνει ότι το 87% των αισθητήρων δίνει πολλές εγγραφές που είναι περισσότερες από το 74% των ημερών για τις οποίες έχουμε δεδομένα.

Και επειδή η παραπάνω SQL είναι ένα καλό παράδειγμα aggregation (συλλογής και αθροίσματος πολλαπλών τιμών από μια στήλη) και joins (συνδυασμός τιμών από 2 ή περισσότερους πίνακες βασιζόμενος σε μια κοινή σχετική στήλη τους), τα οποία συναντώνται κατά κόρο σε όλες τις SQL, ας κάνουμε μια ανάλυσή της βήμα – βήμα:

Εφόσον θέλουμε να επεξεργαστούμε αισθητήρες επιλέγουμε πρωτίστως το device_id που βρίσκεται ως πρωτεύων κλειδί στον dimension table dim_device και **SELECT d.device_id, d.business_key,** foreign key στον fact table και το business_key που βρίσκεται στον dim_device

Βρίσκουμε όλες τις τιμές road_info, αφαιρούμε τα duplicates, τις ενώνουμε σε string και το φορτώνουμε σε μία μεταβλητή και στήλη εξόδου με όνομα roads

```

STRING_AGG(DISTINCT r.road_info, ', ')
AS roads,

```

Μετράμε όλες τις γραμμές που αφορούν τον κάθε αισθητήρα και φορτώνουμε το συνολικό πλήθος σε μια στήλη εξόδου με όνομα total_records

```

COUNT(*) AS total_records

```

Τα παραπάνω γίνονται στον fact table fact_traffic_measurement	FROM fact_traffic_measurements f
Και τώρα πρέπει να γίνουν τα απαραίτητα inner joins, δηλαδή να επιστραφούν ΜΟΝΟ οι εγγραφές, που έχουν αντίστοιχες τιμές και στους δύο πίνακες. Και απαιτούνται 2 τέτοια joins, εφόσον αναφερόμαστε σε 2 dimension tables	JOIN dim_device d ON f.device_id = d.device_id JOIN dim_road r ON f.road_id = r.road_id
Κάνουμε ομαδοποίηση κατά device_id και business_key	GROUP BY d.device_id, d.business_key
Εφαρμόζουμε ένα φίλτρο (μια συνθήκη – περιορισμό) ανάλογα με τα αποτελέσματα που επιθυμούμε	HAVING COUNT(*) < 100
Και τέλος ζητούμε την ταξινόμηση των αποτελεσμάτων κατά αύξουσα σειρά (ascending order)	ORDER BY total_records ASC;

Πίνακας 5-1. Αναλυτική επεξήγηση του ερωτήματος SQL

Μια παραλλαγή της παραπάνω SQL (χωρίς aggregate) φαίνεται παρακάτω και η οποία μειώνει το χρόνο εκτέλεσης από τα 11-12 δευτερόλεπτα στα 2 με 3.

```
SELECT d.device_id, d.business_key, r.road_info,
COUNT(*) AS total_records
FROM fact_traffic_measurements f
JOIN dim_device d
ON f.device_id = d.device_id
JOIN dim_road r
ON f.road_id = r.road_id
GROUP BY
d.device_id,
d.business_key,
r.road_info
HAVING COUNT(*) < 100
ORDER BY total_records DESC;
```

5.8 Ερώτημα 8 (αισθητήρες με υψηλό ποσοστό μηδενικής ταχύτητας)

Ποιοι και πόσοι είναι οι αισθητήρες με υψηλό ποσοστό μηδενικών ταχυτήτων (θεωρούμε ότι ένας αισθητήρας είναι ελαττωματικός ή δεν παράγει τόσο αξιόπιστες μετρήσεις αν έχουμε αρκετές εγγραφές για αυτόν, εδώ πάνω από 10.000) και το ποσοστό των μηδενικών τιμών είναι μεγαλύτερο του 10%

```
SELECT d.device_id, d.business_key, r.road_info,
COUNT(*) AS total_records,
SUM(CASE WHEN f.average_speed = 0 THEN 1 ELSE 0 END) AS zero_speed,
ROUND(
(SUM(CASE WHEN f.average_speed = 0 THEN 1 ELSE 0 END) * 100.0 /
COUNT(*))::numeric, 2)
AS pct_zero_speed
FROM fact_traffic_measurements f
JOIN dim_device d
ON f.device_id = d.device_id
JOIN dim_road r
ON f.road_id = r.road_id
GROUP BY d.device_id, d.business_key, r.road_info
HAVING
COUNT(*) > 10000
AND (SUM(CASE WHEN f.average_speed = 0 THEN 1 ELSE 0 END) * 100.0 /
COUNT(*)) > 10
ORDER BY pct_zero_speed DESC;
```

	device_id integer	business_key text	road_info text	total_records bigint	zero_speed bigint	pct_zero_speed numeric
6	135	MS364	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΕΝΤΡΟ 100 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΒΑΣ. ΑΜΑΛΙΑΣ	68558	58552	85.41
7	299	MS749	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΑΚΤΗ ΚΟΝΔΥΛΗ, 50 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΓΟΥΝΑΡΗ. \n27.09.2018 ΚΑΤΑΓΓΗΘΗΚΕ Ο Δ9 ΓΙΑΤΙ Ο ΔΡΟΜΟΣ ΜΕΙΩΘΗΚΕ ΚΑΤ...	37077	22301	60.15
8	297	MS747	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΑΚΤΗ ΜΙΑΟΥΛΗ, 120 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΓΟΥΝΑΡΗ	37077	22303	60.15
9	293	MS735	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΑΘΗΝΑ, ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΛ. ΙΠΠΟΔΑΜΕΙΑΣ (ΡΕΤΣΙΝΑ)	33944	19428	57.24
10	298	MS748	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΛΙΜΑΝΙ ΠΕΙΡΑΙΑ, 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΚΤΗ ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ	39661	22306	56.24
11	288	MS730	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΠΕΙΡΑΙΑ, 160 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΚΤΗ ΚΑΛΙΜΑΖΙΩΤΗ	27132	14779	54.47
12	296	MS742	ΑΡΙΣΤΕΡΗ ΛΟΡΙΔΑ ΚΥΡΙΟΥ ΔΡΟΜΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΚΕΝΤΡΟ ΠΕΙΡΑΙΑ, 100 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΚΤΗ ΚΟΝΔΥΛΗ	36819	19708	53.53
13	295	MS740	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΔΡΑΠΕΤΣΙΩΝΑ, 50 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΔΕΡΒΕΝΑΚΙΩΝ	39380	19659	49.92
14	294	MS738	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΔΡΑΠΕΤΣΙΩΝΑ, 180 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΚΤΗ ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ	29977	14818	49.43
15	292	MS734	ΕΞΟΔΟΣ ΑΠΟ ΜΙΚΡΑΣ ΑΣΙΑΣ (ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΠΕΙΡΑΙΑ), ΣΤΗ ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ ΠΕΙΡΑΙΩΣ	36996	17414	47.07
16	306	MS771	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΤΑΥΡΟ 80 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΠΑΝ. ΤΣΑΛΔΑΡΗ	35832	16506	46.06
17	398	MS952	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ ΟΔΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Α. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΙΡΑΙΑ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΟΔΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ	37045	17056	46.04
18	24	MS127	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΙΡΑΙΑ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΟΔΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ (ΥΨΟΣ ΟΔΟΥ ΜΕΤΣΟΒΟΥ)	37055	16969	45.79
19	23	MS126	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΛΑΜΙΑ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΟΔΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ (ΥΨΟΣ ΟΔΟΥ ΜΕΤΣΟΒΟΥ)	37057	16968	45.79
20	291	MS733	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΟΜΗΡ. ΣΚΥΛΙΤΣΗ, 50 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΟΜΗΡ. ΣΚΥΛΙΤΣΗ	36665	16768	45.73
21	287	MS725	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΟΜΟΝΟΙΑ, 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΓΡΗΓ. ΛΑΜΠΡΑΚΗ	29640	13423	45.29
22	308	MS773	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ Α. ΣΥΓΓΡΟΥ ΜΕΤΑ ΤΗ ΡΑΜΠΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΑΠΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ ΚΑΙ 180 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΑΝΔΡΟΥ	36986	16591	44.86
23	304	MS769	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΠΕΙΡΑΙΩΣ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΕΙΡΙΑΔΩΝ	36866	16462	44.65
24	303	MS768	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ Α. ΣΥΓΓΡΟΥ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΟΙΛΗΣ	37068	16319	44.02
25	261	MS654	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΚΕΝΤΡΟ (Α), ΣΤΟ ΨΩΣ ΨΥΧΙΑΤΡΕΙΟΥ	35342	15558	44.02
26	289	MS731	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΠΕΙΡΑΙΑ, 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΛΑΤΕΙΑ ΙΠΠΟΔΑΜΕΙΑΣ	32116	13726	42.74
27	290	MS732	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΟΜΗΡ. ΣΚΥΛΙΤΣΗ, 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΛΑΤΕΙΑ ΙΠΠΟΔΑΜΕΙΑΣ	30467	12889	42.30
28	278	MS699	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΛΙΜΑΝΙ, 50 Μ. ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΛ. ΙΠΠΟΔΑΜΕΙΑΣ	38960	16464	42.26
29	307	MS772	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥΠΟΛΕΩΣ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ ΠΕΙΡΑΙΩΣ ΚΑΙ 180 Μ. ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΑΝΔΡΟΥ	39566	16590	41.93
30	305	MS770	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ Α. ΣΥΓΓΡΟΥ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΕΙΡΙΑΔΩΝ	39451	16467	41.74
31	53	MS224	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΑΤΟΛΙΚΑ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΚΟΙΛΗΣ	39646	16320	41.16
32	302	MS767	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΠΕΙΡΑΙΩΣ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΟΙΛΗΣ	39659	16318	41.15
33	286	MS712	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΟΜΟΝΟΙΑ, 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΧΑΜΟΣΤΕΡΝΑΣ	36386	13473	37.03

Total rows: 33 Query complete 00:00:02.482

CRLF Ln 16, Col 50

Εικόνα 5-19. Αισθητήρες με υψηλό ποσοστό μηδενικών μέσων ταχυτήτων

Συμπεράσματα: Το συγκεκριμένο ερώτημα είναι ιδιαίτερα σημαντικό γιατί δεν αξιολογεί απλώς την πληρότητα των δεδομένων αλλά κυρίως την αξιοπιστία των μετρήσεων ταχύτητας που παράγουν οι αισθητήρες. Για το λόγο αυτό επιλέχθηκε το κατώφλι των 10.000 εγγραφών, το οποίο αποκλείει αισθητήρες με μικρό δείγμα και καθιστά τα συμπεράσματα στατιστικά και αξιόπιστα. Η συντριπτική πλειονότητα των αισθητήρων λειτουργεί κανονικά. Μια μικρή ομάδα αισθητήρων απαιτεί περαιτέρω διερεύνηση. Πρέπει επίσης να λάβουμε υπόψη ότι οι μηδενικές ταχύτητες δεν σημαίνουν απαραίτητα

ελαττωματικό αισθητήρα. Πάντως και το αποτέλεσμα αυτό αποτελεί ένδειξη καλής συνολικής ποιότητας δεδομένων.

Η διερεύνηση των αισθητήρων με υψηλό ποσοστό μηδενικών τιμών ταχύτητας έδειξε ότι μόνο 33 από τους 435 αισθητήρες (7,6%) εμφανίζουν ποσοστό μηδενικών μετρήσεων μεγαλύτερο του 10%, ενώ διαθέτουν περισσότερες από 10.000 καταγραφές. Το εύρημα αυτό υποδηλώνει ότι η μεγάλη πλειονότητα των αισθητήρων παράγει αξιόπιστες μετρήσεις ταχύτητας. Παράλληλα, οι συγκεκριμένοι 33 αισθητήρες αποτελούν υποψήφιες περιπτώσεις για περαιτέρω διερεύνηση, καθώς οι μηδενικές τιμές μπορεί να οφείλονται είτε σε τεχνικές δυσλειτουργίες είτε σε πραγματικές κυκλοφοριακές συνθήκες έντονης συμφόρησης. Συνεπώς, οι αισθητήρες αυτοί θα πρέπει να αξιολογηθούν ξεχωριστά πριν ληφθεί οποιαδήποτε απόφαση αποκλεισμού τους από τις επόμενες αναλύσεις.

6. Ανάλυση κυκλοφοριακών δεδομένων

Μετά την ολοκλήρωση της ανάλυσης ποιότητας δεδομένων (data quality) και της αξιολόγησης της κάλυψης (coverage) του πίνακα γεγονότων (fact table), το επόμενο βήμα είναι η ουσιαστική αξιοποίηση των δεδομένων για την εξαγωγή γνώσης σχετικής με την κυκλοφορία. (Gray, Chaudhuri, Bosworth, Layman, Reichart, Venkatrao, Pellow, Pirahesh, 1997)

Στο παρόν τμήμα πραγματοποιείται εις βάθος ανάλυση των κυκλοφοριακών δεδομένων με στόχο την κατανόηση των προτύπων ροής οχημάτων, της συμπεριφοράς των οδηγών και των συνθηκών κυκλοφορίας σε διαφορετικά χρονικά και χωρικά επίπεδα.

Η ανάλυση βασίζεται σε κατάλληλα διατυπωμένα ερωτήματα τα οποία υλοποιούνται μέσω SQL, αξιοποιώντας το μοντέλο αποθήκευσης δεδομένων (star schema) που έχει ήδη σχεδιαστεί. Τα ερωτήματα αυτά οδηγούν στην εξαγωγή βασικών δεικτών απόδοσης (Key Performance Indicators - KPIs), όπως ο όγκος κυκλοφορίας, η μέση ταχύτητα, τα μοτίβα αιχμής και οι αποκλίσεις μεταξύ διαφορετικών χρονικών περιόδων.

6.1 Ερώτημα 1: 20 σημεία με τη μεγαλύτερη κίνηση

Εύρεση των 20 σημείων (με σημαντικές λεπτομέρειες για το καθένα) με τη μεγαλύτερη ημερήσια κίνηση

```
SELECT
    r.road_info,
    t.full_date,
    t.day_name,
    t.is_weekend,
    t.is_holiday,
    SUM(f.counted_cars) AS daily_traffic

FROM fact_traffic_measurements f

JOIN dim_road r
    ON f.road_id = r.road_id

JOIN dim_time t
    ON f.time_id = t.time_id

GROUP BY
    r.road_info,
    t.full_date,
    t.day_name,
    t.is_weekend,
    t.is_holiday

ORDER BY daily_traffic DESC
```

LIMIT 20;

	road_info text	full_date date	day_name text	is_weekend boolean	is_holiday boolean	daily_traffic bigint
1	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΘΗΝΑ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	2023-12-12	Τρίτη	false	false	12146880
2	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΘΗΝΑ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	2023-01-30	Δευτέρα	false	false	11873880
3	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΘΗΝΑ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	2024-09-12	Πέμπτη	false	false	11711640
4	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΘΗΝΑ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	2022-04-16	Σάββατο	true	false	11640720
5	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΘΗΝΑ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	2022-04-12	Τρίτη	false	false	11619840
6	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΘΗΝΑ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	2024-09-27	Παρασκευή	false	false	11606640
7	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΘΗΝΑ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	2023-10-31	Τρίτη	false	false	11484240
8	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΘΗΝΑ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	2023-06-06	Τρίτη	false	false	11225400
9	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΘΗΝΑ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	2022-02-15	Τρίτη	false	false	11214360
10	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΘΗΝΑ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	2021-10-21	Πέμπτη	false	false	10997040
11	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΘΗΝΑ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	2021-12-14	Τρίτη	false	false	10773840
12	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΘΗΝΑ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	2022-03-02	Τετάρτη	false	false	10729320
13	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΘΗΝΑ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	2025-03-14	Παρασκευή	false	false	10645080
14	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΘΗΝΑ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	2023-01-20	Παρασκευή	false	false	10570800
15	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΘΗΝΑ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	2023-06-10	Σάββατο	true	false	10543200
16	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΘΗΝΑ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	2023-09-14	Πέμπτη	false	false	10489080
17	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΘΗΝΑ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	2021-12-15	Τετάρτη	false	false	10423560
18	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΘΗΝΑ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	2026-01-19	Δευτέρα	false	false	10340520
19	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΘΗΝΑ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	2021-12-17	Παρασκευή	false	false	10273920
20	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΘΗΝΑ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	2023-03-18	Σάββατο	true	false	10203960

Εικόνα 6-1. 20 σημεία με τη μεγαλύτερη ημερήσια κίνηση

Execution time: 34 sec (λόγω 2 joins και aggregation)

Συμπέρασμα: Η μεγαλύτερη ημερήσια κυκλοφορία (άθροισμα των counted_cars για τις 24 ώρες) παρατηρήθηκε στο σημείο “ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΘΗΝΑ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ” την Τρίτη, στις 12 Δεκεμβρίου του 2023, όπου δεν ήταν ούτε αργία, ούτε βέβαια Σαββατοκύριακο. Το ημερήσιο πλήθος διελεύσεων ήταν 12.146.880. Το αξιοσημείωτο είναι ότι το συγκεκριμένο σημείο δίνει τα 20 μέγιστα όσον αφορά στην συνολική ημερήσια κυκλοφορία σημείου. Και το πιο αξιοσημείωτο είναι (αν αλλάξουμε το LIMIT σε 1500) ότι το συγκεκριμένο σημείο δίνει τα πρώτα 1.100 μέγιστα ημερήσιου αριθμού διελεύσεων. Ακολουθεί το σημείο “ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΙΑΣ”.

6.2 Ερώτημα 2: 20 σημεία με τα μεγαλύτερα μέγιστα

Υπολογισμός για κάθε σημείο (αισθητήρα αφού ταυτίζονται) το σύνολο των διελεύσεων που καταμετρήθηκαν κάθε ημέρα, στη συνέχεια εύρεση του μεγίστου (από τις ημερήσιες διελεύσεις στο συγκεκριμένο σημείο) και της ημέρας που υπήρξε το μέγιστο αυτό και μετά να μας ενημερώνει για αυτά τα 20 σημεία με τα μεγαλύτερα μέγιστα εμφανίζοντας την τοποθεσία, τη μέρα και το ημερήσιο σύνολο για κάθε σημείο

```
WITH daily AS (
  SELECT r.road_info, t.full_date,
         SUM(f.counted_cars) AS daily_traffic
  FROM fact_traffic_measurements f
  JOIN dim_road r ON f.road_id = r.road_id
```

```
JOIN dim_time t ON f.time_id = t.time_id
GROUP BY r.road_info, t.full_date
),
ranked AS (
  SELECT road_info, full_date, daily_traffic,
         ROW_NUMBER() OVER (
           PARTITION BY road_info
           ORDER BY daily_traffic DESC
         ) AS rn
  FROM daily
)
SELECT road_info, full_date, daily_traffic
FROM ranked
WHERE rn = 1
ORDER BY daily_traffic DESC
LIMIT 20;
```

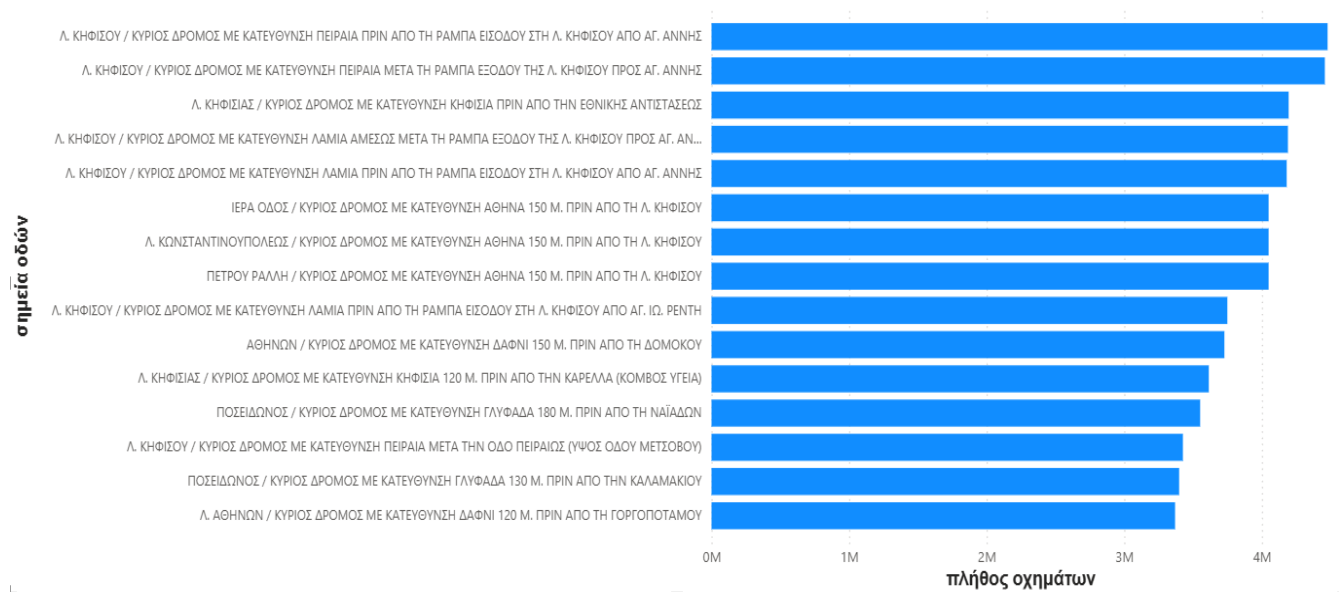
	road_info text	full_date date	daily_traffic bigint
1	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΘΗΝΑ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	2023-12-12	12146880
2	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΙΑΣ	2023-12-12	5468800
3	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ Λ. ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗΣ, 100 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗΣ	2025-03-14	4633600
4	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΙΡΑΙΑ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΡΑΜΠΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΣΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΑΠΟ ΑΓ. ΑΝΝΗΣ	2025-03-14	4477480
5	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΙΡΑΙΑ ΜΕΤΑ ΤΗ ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΤΗΣ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΠΡΟΣ ΑΓ. ΑΝΝΗΣ	2025-03-14	4457560
6	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΘΗΝΑ 40 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ (ΜΟΝΟ ΓΙΑ Φ/Σ)	2023-12-12	4289360
7	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΗΦΙΣΙΑ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΘΝΙΚΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΣ	2023-12-12	4194480
8	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΛΑΜΙΑ ΑΜΕΣΩΣ ΜΕΤΑ ΤΗ ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΤΗΣ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΠΡΟΣ ΑΓ. ΑΝΝΗΣ	2022-05-06	4189280
9	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΛΑΜΙΑ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΡΑΜΠΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΣΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΑΠΟ ΑΓ. ΑΝΝΗΣ	2022-05-06	4180280
10	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΕΝΤΡΟ 100 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΒΑΣ. ΑΜΑΛΙΑΣ	2021-05-21	3757440
11	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΛΑΜΙΑ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΡΑΜΠΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΣΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΑΠΟ ΑΓ. ΙΩ. ΡΕΝΤΗ	2022-05-06	3748960
12	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΔΑΦΝΙ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΔΟΜΟΚΟΥ	2025-03-14	3727480
13	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΗΦΙΣΙΑ 120 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΡΕΛΛΑ (ΚΟΜΒΟΣ ΥΓΕΙΑ)	2025-03-14	3614280
14	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΓΛΥΦΑΔΑ 180 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΝΑΪΔΩΝ	2025-03-14	3551380
15	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΙΡΑΙΑ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΟΔΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ (ΥΨΟΣ ΟΔΟΥ ΜΕΤΣΟΒΟΥ)	2023-01-30	3425880
16	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΓΛΥΦΑΔΑ 130 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΛΑΜΑΚΙΟΥ	2025-03-14	3398520
17	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΔΑΦΝΙ 120 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΓΟΡΓΟΠΟΤΑΜΟΥ	2025-03-14	3369080
18	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΓΛΥΦΑΔΑ 180 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΙΟΛΟΥ	2025-07-19	3324140
19	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΓΛΥΦΑΔΑ 120 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΛΙΜΟΥ	2025-03-14	3263980
20	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ Λ. ΣΥΓΓΡΟΥ ΚΑΙ ΠΕΙΡΑΙΑ 180 Μ. ΜΕΤΑ ΤΗ ΝΑΪΔΩΝ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ ΕΘΝ. ΜΑΚΑ...	2025-03-14	3228300

Εικόνα 6-2. 20 σημεία με τα μεγαλύτερα μέγιστα

Execution time: 10 sec

Συμπέρασμα: Η μεγαλύτερη κυκλοφορία οχημάτων, με το εντυπωσιακό πλήθος των 12.000.000 διελεύσεων (και υπερδιπλάσιο του πλήθους του δεύτερου) γίνεται στον κύριο δρόμο με κατεύθυνση Αθήνα 150 μέτρα από τη Λεωφόρο Κηφισού. Επίσης παρατηρούμε ότι και τα 20 σημεία είναι σε κύριους δρόμους.

Μέγιστα ημερήσιων διελεύσεων



Εικόνα 6-3. Μέγιστα ημερήσιων διελεύσεων

6.3 Ερώτημα 3: Εύρεση μηνιαίου μεγίστου/ελαχίστου πλήθους διελεύσεων για συγκεκριμένο σημείο

Για κάθε μήνα εύρεση του μικρότερου και του μεγαλύτερου πλήθους ημερησίων διελεύσεων (μέσα στο χρονικό διάστημα που έχουμε δεδομένα) του σημείου με περιγραφή δρόμου (road_info) "ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΘΗΝΑ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ", Να εμφανίζει το μέγιστο και δίπλα την ημερομηνία, την ημέρα και αν ήταν αργία που έγινε, το ελάχιστο και την ημερομηνία, την ημέρα και αν ήταν αργία που έγινε

```
WITH daily AS (
    SELECT
        t.full_date,
        t.year,
        t.month,
        t.day_name,
        t.is_holiday,
        SUM(f.counted_cars) AS daily_traffic
    FROM fact_traffic_measurements f
    JOIN dim_road r
        ON f.road_id = r.road_id
    JOIN dim_time t
        ON f.time_id = t.time_id
    WHERE r.road_info = 'ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΘΗΝΑ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ
    ΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ'
    GROUP BY
        t.full_date, t.year, t.month,
```

```
        t.day_name, t.is_holiday
    ),

max_per_month AS (
    SELECT *
    FROM (
        SELECT
            *,
            ROW_NUMBER() OVER (
                PARTITION BY year, month
                ORDER BY daily_traffic DESC
            ) AS rn
        FROM daily
    ) x
    WHERE rn = 1
),

min_per_month AS (
    SELECT *
    FROM (
        SELECT
            *,
            ROW_NUMBER() OVER (
                PARTITION BY year, month
                ORDER BY daily_traffic ASC
            ) AS rn
        FROM daily
    ) x
    WHERE rn = 1
)

SELECT
    m.year,
    m.month,

    -- MAX
    m.daily_traffic AS max_daily_traffic,
    m.full_date     AS max_date,
    m.day_name      AS max_day_name,
    m.is_holiday    AS max_is_holiday,

    -- MIN
    n.daily_traffic AS min_daily_traffic,
    n.full_date     AS min_date,
    n.day_name      AS min_day_name,
    n.is_holiday    AS min_is_holiday

FROM max_per_month m
JOIN min_per_month n
    ON m.year = n.year
   AND m.month = n.month

ORDER BY m.year, m.month;
```

	year integer	month integer	max_daily_traffic bigint	max_date date	max_day_name text	max_is_holiday boolean	min_daily_traffic bigint	min_date date	min_day_name text	min_is_holiday boolean
1	2020	12	8596560	2020-12-23	Τετάρτη	false	3089880	2020-12-01	Τρίτη	false
2	2021	1	4699200	2021-01-28	Πέμπτη	false	1264440	2021-01-22	Παρασκευή	false
3	2021	2	4605240	2021-02-05	Παρασκευή	false	2101200	2021-02-07	Κυριακή	false
4	2021	3	4291320	2021-03-19	Παρασκευή	false	22920	2021-03-30	Τρίτη	false
5	2021	4	4693440	2021-04-23	Παρασκευή	false	2273760	2021-04-04	Κυριακή	false
6	2021	5	5977200	2021-05-21	Παρασκευή	false	1341120	2021-05-10	Δευτέρα	false
7	2021	6	9949560	2021-06-25	Παρασκευή	false	4752960	2021-06-02	Τετάρτη	false
8	2021	7	9934920	2021-07-02	Παρασκευή	false	3571560	2021-07-04	Κυριακή	true
9	2021	8	8269200	2021-08-02	Δευτέρα	false	3468720	2021-08-09	Δευτέρα	false
10	2021	9	9405600	2021-09-01	Τετάρτη	false	2158320	2021-09-14	Τρίτη	false
11	2021	10	10997040	2021-10-21	Πέμπτη	false	5308920	2021-10-17	Κυριακή	false
12	2021	11	10030440	2021-11-12	Παρασκευή	false	5996520	2021-11-29	Δευτέρα	false
13	2021	12	10773840	2021-12-14	Τρίτη	false	3111000	2021-12-30	Πέμπτη	false
14	2022	1	9673440	2022-01-21	Παρασκευή	false	135600	2022-01-30	Κυριακή	false
15	2022	2	11214360	2022-02-15	Τρίτη	false	6621840	2022-02-27	Κυριακή	false
16	2022	3	10729320	2022-03-02	Τετάρτη	false	375240	2022-03-11	Παρασκευή	false
17	2022	4	11640720	2022-04-16	Σάββατο	false	832200	2022-04-01	Παρασκευή	false
18	2022	5	9991200	2022-05-13	Παρασκευή	false	3919320	2022-05-05	Πέμπτη	true
19	2022	6	10092600	2022-06-03	Παρασκευή	false	253800	2022-06-13	Δευτέρα	false
20	2022	7	9783960	2022-07-01	Παρασκευή	false	230040	2022-07-08	Παρασκευή	false
21	2022	8	853515	2022-08-01	Δευτέρα	false	80916	2022-08-14	Κυριακή	false
22	2022	9	251889	2022-09-09	Παρασκευή	false	157602	2022-09-10	Σάββατο	false
23	2022	10	248232	2022-10-14	Παρασκευή	false	130701	2022-10-06	Πέμπτη	false
24	2022	11	249999	2022-11-25	Παρασκευή	false	138543	2022-11-06	Κυριακή	false
25	2022	12	254448	2022-12-16	Παρασκευή	false	14106	2022-12-30	Παρασκευή	false
26	2023	1	11873880	2023-01-30	Δευτέρα	false	5007531	2023-01-05	Πέμπτη	false
27	2023	2	9931680	2023-02-10	Παρασκευή	false	2543040	2023-02-12	Κυριακή	false
28	2023	3	10203960	2023-03-18	Σάββατο	false	6010383	2023-03-26	Κυριακή	false
29	2023	4	9694320	2023-04-07	Παρασκευή	false	4497720	2023-04-17	Δευτέρα	false
30	2023	5	9849240	2023-05-18	Πέμπτη	false	2137320	2023-05-09	Τρίτη	false
31	2023	6	11225400	2023-06-06	Τρίτη	false	2475000	2023-06-26	Δευτέρα	false
32	2023	7	9538560	2023-07-06	Πέμπτη	false	5160480	2023-07-23	Κυριακή	false
33	2023	8	8760480	2023-08-31	Πέμπτη	false	3353640	2023-08-15	Τρίτη	true
34	2023	9	10489080	2023-09-14	Πέμπτη	false	4326840	2023-09-25	Δευτέρα	false
35	2023	10	11484240	2023-10-31	Τρίτη	false	7028880	2023-10-28	Σάββατο	true
36	2023	11	9540600	2023-11-24	Παρασκευή	false	2235000	2023-11-06	Δευτέρα	false
37	2023	12	12146880	2023-12-12	Τρίτη	false	6205200	2023-12-29	Παρασκευή	false
38	2024	1	10179720	2024-01-18	Πέμπτη	false	6883440	2024-01-06	Σάββατο	true
39	2024	3	6769560	2024-03-30	Σάββατο	false	2306880	2024-03-19	Τρίτη	false
40	2024	4	6819360	2024-04-27	Σάββατο	false	2545440	2024-04-29	Δευτέρα	false
41	2024	5	6661200	2024-05-18	Σάββατο	true	2529480	2024-05-01	Τετάρτη	true
42	2024	6	7929360	2024-06-10	Δευτέρα	false	1017840	2024-06-25	Τρίτη	false
43	2024	7	6815040	2024-07-24	Τετάρτη	false	4016520	2024-07-28	Κυριακή	false
44	2024	8	8396280	2024-08-30	Παρασκευή	false	2545440	2024-08-15	Πέμπτη	true
45	2024	9	11711640	2024-09-12	Πέμπτη	false	162000	2024-09-18	Τετάρτη	false
46	2024	10	9536520	2024-10-04	Παρασκευή	false	3800520	2024-10-28	Δευτέρα	true
47	2024	11	9786480	2024-11-29	Παρασκευή	false	208560	2024-11-14	Πέμπτη	false
48	2024	12	9938400	2024-12-21	Σάββατο	false	4128960	2024-12-06	Παρασκευή	false
49	2025	1	9901320	2025-01-31	Παρασκευή	false	5919480	2025-01-13	Δευτέρα	false
50	2025	2	9756480	2025-02-01	Σάββατο	false	3112800	2025-02-12	Τετάρτη	false
51	2025	3	10645080	2025-03-14	Παρασκευή	false	2054280	2025-03-09	Κυριακή	false
52	2025	4	5656800	2025-04-12	Σάββατο	false	2542200	2025-04-21	Δευτέρα	false
53	2025	5	5087040	2025-05-10	Σάββατο	false	44280	2025-05-27	Τρίτη	false
54	2025	6	20640	2025-06-11	Τετάρτη	false	20640	2025-06-11	Τετάρτη	false
55	2025	7	5293560	2025-07-19	Σάββατο	false	1971360	2025-07-10	Πέμπτη	false
56	2025	8	7085280	2025-08-29	Παρασκευή	false	2822520	2025-08-03	Κυριακή	false
57	2025	9	9558240	2025-09-01	Δευτέρα	false	424200	2025-09-19	Παρασκευή	false
58	2025	10	8351040	2025-10-07	Τρίτη	false	2781000	2025-10-01	Τετάρτη	false
59	2025	11	7769640	2025-11-07	Παρασκευή	false	516240	2025-11-29	Σάββατο	false
60	2025	12	9164520	2025-12-29	Δευτέρα	false	1093680	2025-12-01	Δευτέρα	false
61	2026	1	10340520	2026-01-19	Δευτέρα	false	6057960	2026-01-06	Τρίτη	true

Εικόνα 6-4. Εύρεση για κάθε μήνα μεγίστου ελαχίστου πλήθους

Αποτέλεσμα 1: Τα μέγιστα εμφανίζονται κυρίως Τρίτη–Παρασκευή

Συμπέρασμα 1: Οι εργάσιμες ημέρες παράγουν τις μεγαλύτερες κυκλοφοριακές ροές.

Προτάσεις 1: Αφού ο Δήμος ή η Περιφέρεια γνωρίζει πότε αναμένεται η μέγιστη επιβάρυνση μπορεί να κάνει αποτελεσματικότερη Διαχείριση κυκλοφορίας με κάποιες ή και όλες από τις ακόλουθες προτάσεις: δυναμική ρύθμιση φωτεινών σηματοδοτών, ενεργοποίηση "πράσινων κυμάτων", προγραμματισμό των έργων συντήρησης τις ημέρες του Σαββάτου και της Κυριακής και όχι την Παρασκευή, "απαίτηση" από τις μεγάλες μεταφορικές εταιρίες να αποφεύγουν τις ώρες αιχμής των εργάσιμων ημερών, να εκτελεί έργα τις Κυριακές, όπου εμφανίζεται το χαμηλότερο φορτίο, να δοκιμάζει πιλοτικές πεζοδρομήσεις ή κυκλοφοριακές ρυθμίσεις την Κυριακή, να εφαρμόσει δυναμική διαχείριση κυκλοφορίας (τα φανάρια να προσαρμόζονται στις πραγματικές ροές) και να ενημερώνει τους οδηγούς για εναλλακτικές διαδρομές σε ώρες αιχμής (οι οποίες είναι γνωστές εκ των προτέρων εν πολλοίς)

Αποτέλεσμα 2: Τα μέγιστα εμφανίζονται συχνά στο τέλος του μήνα

Συμπέρασμα: Πιθανή συσχέτιση με οικονομική δραστηριότητα

Προτάσεις: να προβλεφθούν περισσότερα δρομολόγια για τα ΜΜΜ

Αποτέλεσμα 3: Οι αργίες δεν επηρεάζουν όλες το ίδιο

Συμπέρασμα: Δεν υπάρχει μία ενιαία συμπεριφορά "αργίας".

Προτάσεις: Κατηγοριοποίηση των αργιών και χρήση διαφορετικών μοντέλων πρόβλεψης για κάθε κατηγορία

Αποτέλεσμα 4: Αύξηση των μέγιστων διελεύσεων μετά το 2022

Συμπέρασμα: Πιθανή αύξηση χρήσης του οδικού άξονα.

Προτάσεις: Αξιολόγηση αν απαιτούνται: νέες λωρίδες, βελτίωση κόμβων ή παρεμβάσεις στις εισόδους της πόλης

Αποτέλεσμα 5: Η Παρασκευή αποτελεί ημέρα αιχμής

Συμπέρασμα: Υπάρχει συστηματική έξαρση της κυκλοφορίας.

Προτάσεις: Χρήση ειδικών σεναρίων λειτουργίας τη συγκεκριμένη ημέρα για περισσότερες περιπολίες, αυξημένη επιτήρηση και προσαρμοσμένους χρόνους σηματοδότησης

Αποτέλεσμα 6: Ορισμένες Δευτέρες εμφανίζουν εξαιρετικά υψηλή κίνηση

Συμπέρασμα: Η ημέρα εβδομάδας δεν αρκεί πάντα για να εξηγήσει την κυκλοφορία.

Σημαντική πρόταση συνολικά: Δημιουργία Συστήματος Πρόβλεψης Κυκλοφορίας

Από τα δεδομένα που ήδη έχουμε μπορεί να δημιουργηθεί μοντέλο που θα προβλέπει: την κυκλοφορία την αμέσως επόμενη ημέρα, την επόμενη εβδομάδα, στις αργίες και σε περιόδους αιχμής, χρησιμοποιώντας μεταβλητές που ήδη υπάρχουν στο data warehouse, όπως: day_of_week, is_weekend, is_holiday, month, season, hour

Η οπτικοποίηση στην προκειμένη περίπτωση δεν θα μπορούσε να χωρέσει όλες τις παραμέτρους και δε θα προσέφερε τίποτα επιπλέον.

6.4 Ερώτημα 4: Σύγκριση διελεύσεων Σαββατοκύριακου με καθημερινές

Πόσο είναι το ποσοστό μείωσης των διελεύσεων το σαββατοκύριακο σε σχέση με τις καθημερινές για κάθε σημείο (αισθητήρα). Να εμφανίζεται κατά φθίνουσα σειρά μείωσης.

```
SELECT
    r.road_info,

    SUM(CASE WHEN t.is_weekend = FALSE THEN f.counted_cars ELSE 0 END)
AS weekday_traffic,
    SUM(CASE WHEN t.is_weekend = TRUE THEN f.counted_cars ELSE 0 END) AS
weekend_traffic,

    ROUND (
        ((SUM(CASE WHEN t.is_weekend = FALSE THEN f.counted_cars ELSE 0
END) - SUM(CASE WHEN t.is_weekend = TRUE THEN f.counted_cars ELSE 0
END)) * 100.0 / NULLIF(SUM(CASE WHEN t.is_weekend = FALSE THEN
f.counted_cars ELSE 0 END),0))::numeric, 2 ) AS pct_drop
FROM fact_traffic_measurements f
JOIN dim_road r ON f.road_id = r.road_id
JOIN dim_time t ON f.time_id = t.time_id
GROUP BY r.road_info
ORDER BY pct_drop DESC;
```

	road_info text	weekday_traffic bigint	weekend_traffic bigint	pct_drop numeric
1	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΟΜΟΝΟΙΑ 60 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΙΠΠΟΚΡΑΤΟΥΣ (ΑΡΙΣΤΕΡΗ ΛΩΡΙΔΑ)	0	0	[null]
2	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΟΜΟΝΟΙΑ 60 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΙΠΠΟΚΡΑΤΟΥΣ	0	0	[null]
3	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΤΗΣ Α. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ Σ.Ε.Φ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Α. ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ	214560	23240	89.17
4	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΤΗΣ Α. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΓΛΥΦΑΔΑ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Α. ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ	507560	63200	87.55
5	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ Α. ΚΗΦΙΣΙΑΣ 100 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Α. ΚΗΦΙΣΙΑΣ (ΚΟΜΒΟΣ ΠΑΡΑΔΕΙΣΟΥ)	179224721	34442090	80.78
6	ΡΑΜΠΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΑΠΟ ΑΓ. ΑΝΝΗΣ ΣΤΗ Α. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΙΡΑΙΑ	234489241	46027459	80.37
7	ΕΞΟΔΟΣ ΠΡΟΣ Α. ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ (ΒΔ), 40 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Α. ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ	64229122	12632528	80.33
8	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ ΑΓ. ΑΝΝΗΣ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Α. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΙΡΑΙΑ	378852283	76981430	79.68
9	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ Ν.Α., 40 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Α. ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ	82724752	16928447	79.54
10	ΡΑΜΠΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΑΠΟ ΑΓ. ΑΝΝΗΣ ΣΤΟΝ ΚΛΑΔΟ ΤΗΣ Α. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΛΑΜΙΑ	256943738	53811760	79.06
11	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ ΑΓ. ΑΝΝΗΣ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Α. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΛΑΜΙΑ	329609114	71740720	78.23

409	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΥΜΗΤΤΟΥ (ΝΑ), 10 Μ. ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΤΗ ΒΑΣ. ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ	70809881	27835413	60.69
410	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΔΕΛΤΑ ΦΑΛΗΡΟΥ 120 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΙΛΙΟΥ	1400516462	551183873	60.64
411	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΔΕΛΤΑ ΦΑΛΗΡΟΥ 130 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΠΥΛΗ ΠΡΩΗΝ ΔΥΤ. ΑΕΡΟΛΙΜΕΝΑ	1384999830	545828543	60.59
412	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ ΔΥΡΡΑΧΙΟΥ / ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥΠΟΛΕΩΣ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Α. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΛΑΜΙΑ 185 Μ. Π...	350183802	138355648	60.49
413	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΕΝΤΡΟ 60 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΑΓΗΣΙΛΑΟΥ ΚΑΙ 120 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΕΙΡΑΙΩΣ	585985007	231607769	60.48
414	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΙΡΑΙΑ 40 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥΠΟΛΕΩΣ	456768564	180566929	60.47
415	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΟΜΟΝΟΙΑ 50 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΛΑΤΕΙΑ ΟΜΟΝΟΙΑΣ	571013204	227765863	60.11
416	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΕΝΤΡΟ 105 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΜΥΛΛΕΡΟΥ	555719713	222327762	59.99
417	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΣΥΝΤΑΓΜΑ (Ν.Α.) 80 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΟΛΟΚΟΤΡΩΝΗ	899069862	360025083	59.96
418	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΟΜΟΝΟΙΑ 100 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΟΛΟΚΥΝΘΟΥΣ	625921274	251332180	59.85
419	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗ 140 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΖΕΦΥΡΟΥ	913917030	367157960	59.83
420	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΑΘΗΝΑ, ΠΕΡΙΠΟΥ 120 ΜΕΤΡΑ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΛΛΙΡΡΟΗΣ.	784563386	315612679	59.77
421	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΘΗΝΑ 120 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΓ. ΙΩΑΝΝΟΥ	982727738	396152890	59.69
422	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΘΗΝΑ 140 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΙΠΠΟΚΡΑΤΟΥΣ	1091412105	443174320	59.39
423	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΚΕΝΤΡΟ, 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΛΥΜΝΟΥ	470180410	193176645	58.91
424	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΠΛ. ΣΥΝΤΑΓΜΑΤΟΣ (ΝΑ), 80 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΒΟΥΚΟΥΡΕΣΤΙΟΥ	794606014	328497394	58.66
425	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥΠΟΛΕΩΣ / ΔΥΡΡΑΧΙΟΥ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Α. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΙΡΑΙΑ 150 Μ. ...	585913270	248732304	57.55
426	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΣΥΝΤΑΓΜΑ 80 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΕΣΜΑΤΟΓΛΟΥ	789054100	337007240	57.29
427	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Α. ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ ΑΠΟ ΠΕΙΡΑΙΑ ΠΡΟΣ Σ.Ε.Φ.	21532273	9240152	57.09

Εικόνα 6-5. Σύγκριση διελεύσεων Σαββατοκύριακου με καθημερινές

Συμπέρασμα: Η κίνηση (traffic = σύνολο διελεύσεων) το Σαββατοκύριακο μειώνεται σε σχέση με την κίνηση των καθημερινών από 57% έως 90%.

Αν τώρα τροποποιήσουμε λίγο το ερώτημα και ζητήσουμε διελεύσεις Κυριακής έναντι λοιπών ημερών το εκατοστιαίο ποσοστό μείωσης μεγαλώνει αρκετά περισσότερο.

```
SELECT
    r.road_info,
    -- Traffic Κυριακής
    SUM(CASE
        WHEN t.day_name = 'Κυριακή' THEN f.counted_cars
        ELSE 0
    END) AS sunday_traffic,
    -- Traffic λοιπών ημερών
    SUM(CASE
        WHEN t.day_name <> 'Κυριακή' THEN f.counted_cars
        ELSE 0
    END) AS other_days_traffic,
    -- Ποσοστό μείωσης Κυριακής σε σχέση με άλλες ημέρες
    ROUND(
        ( ( SUM(CASE WHEN t.day_name <> 'Κυριακή' THEN f.counted_cars
        ELSE 0 END) -
```

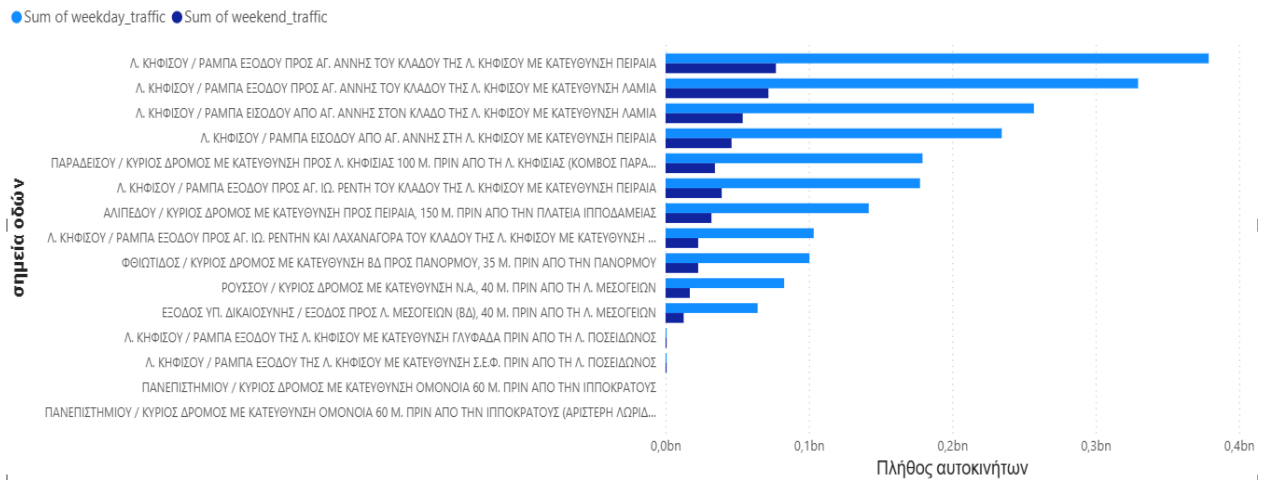
```
SUM(CASE WHEN t.day_name = 'Κυριακή' THEN f.counted_cars
ELSE 0 END) ) * 100.0 /
NULLIF(SUM(CASE WHEN t.day_name <> 'Κυριακή' THEN
f.counted_cars ELSE 0 END), 0)
)::numeric, 2 ) AS pct_drop_sunday
FROM fact_traffic_measurements f
JOIN dim_road r
ON f.road_id = r.road_id
JOIN dim_time t
ON f.time_id = t.time_id
GROUP BY r.road_info
ORDER BY pct_drop_sunday DESC;
```

Συμπέρασμα: Η κίνηση την Κυριακή πέφτει σε σχέση με τις υπόλοιπες 6 ημέρες της εβδομάδας από 82% μέχρι και 95%

	road_info text	sunday_traffic bigint	other_days_traffic bigint	pct_drop_sunday numeric
1	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΟΜΟΝΟΙΑ 60 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΙΠΠΟΚΡΑΤΟΥΣ (ΑΡΙΣΤΕΡΗ ΛΩΡΙΔΑ)	0	0	[null]
2	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΟΜΟΝΟΙΑ 60 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΙΠΠΟΚΡΑΤΟΥΣ	0	0	[null]
3	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΤΗΣ Α. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΓΛΥΦΑΔΑ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Α. ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ	27040	543720	95.03
4	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΤΗΣ Α. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ Σ.Ε.Φ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Α. ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ	11760	226040	94.80
5	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ Α. ΚΗΦΙΣΙΑΣ 100 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Α. ΚΗΦΙΣΙΑΣ (ΚΟΜΒΟΣ ΠΑΡΑΔΕΙΣΟΥ)	12902552	200764259	93.57
6	ΡΑΜΠΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΑΠΟ ΑΓ. ΑΝΝΗΣ ΣΤΗ Α. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΙΡΑΙΑ	18744823	261771877	92.84
7	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ ΑΓ. ΑΝΝΗΣ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Α. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΙΡΑΙΑ	30750146	425083567	92.77
8	ΡΑΜΠΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΑΠΟ ΑΓ. ΑΝΝΗΣ ΣΤΟΝ ΚΛΑΔΟ ΤΗΣ Α. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΛΑΜΙΑ	20996869	289758629	92.75
9	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ ΙΕΡΑ ΟΔΟ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Α. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΛΑΜΙΑ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΙΕΡΑ ΟΔΟ	52862493	676903709	92.19
10	ΕΞΟΔΟΣ ΠΡΟΣ Α. ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ (ΒΔ), 40 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Α. ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ	5711611	71150039	91.97
11	ΚΥΡΙΑ ΟΔΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΙΕΡΑ ΟΔΟ (ΒΑ), 85Μ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΙΕΡΑ ΟΔΟ	4651621	56794429	91.81
12	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ ΑΓ. ΑΝΝΗΣ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Α. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΛΑΜΙΑ	30409530	370940304	91.80
13	ΕΙΣΟΔΟΣ ΑΠΟ ΠΑΡΑΔΡΟΜΟ ΤΗΣ Α. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΙΡΑΙΑ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΙΕΡΑ ΟΔΟ, 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΙΕΡΑ ΟΔΟ	14524496	175807105	91.74
14	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ Ν.Α., 40 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Α. ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ	7638682	92014517	91.70
15	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ ΑΓ. ΙΩ. ΡΕΝΤΗ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Α. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΙΡΑΙΑ	16782604	199869919	91.60
16	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ Α. ΑΛΙΜΟΥ/ΚΑΡΕΑ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΕΡΟΠΟΡΙΑΣ	14631931	172241758	91.51
17	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ ΙΕΡΑ ΟΔΟ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Α. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΛΑΜΙΑ 40 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΙΕΡΑ ΟΔΟ (ΜΟ...	43626501	501698366	91.30
18	ΔΕΞΙΑ ΛΩΡΙΔΑ ΤΗΣ Α. ΚΗΦΙΣΙΑΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΕΝΤΡΟ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΟ ΔΑΚΤΥΛΙΔΙ ΤΟΥ ΟΤΕ (ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ ΑΤΤΙΚΗ ...	65922779	755411153	91.27
19	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ ΑΓ. ΙΩ. ΡΕΝΤΗ ΚΑΙ ΛΑΧΑΝΑΓΟΡΑ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Α. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΛΑΜΙΑ	10168436	115922316	91.23
20	ΕΞΟΔΟΣ ΤΗΣ Α. ΚΗΦΙΣΙΑΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΒΑ ΠΡΟΣ ΑΤΤΙΚΗ ΟΔΟ, 32 Μ ΜΕΤΑ ΤΗ ΦΡΑΓΚΟΚΛΗΣΙΑΣ	93398507	1058422534	91.18
21	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΚΗΦΙΣΙΑΣ, 65 ΜΕΤΡΑ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΚΗΦΙΣΙΑΣ.	21694968	246054662	91.18
407	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΟΜΟΝΟΙΑ 60 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΛΑΤΕΙΑ ΟΜΟΝΟΙΑΣ	184041410	1200975290	84.68
408	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΟΜΟΝΟΙΑ 50 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΛΑΤΕΙΑ ΟΜΟΝΟΙΑΣ	106193451	692585616	84.67
409	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΟΜΟΝΟΙΑ 100 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΟΛΟΚΥΝΘΟΥΣ	116798168	760455286	84.64
410	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΔΕΛΤΑ ΦΑΛΗΡΟΥ 200 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΛΙΜΟΥ	253765517	1647382263	84.60
411	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΘΗΝΑ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΓΡ. ΛΑΜΠΡΑΚΗ	249136021	1611764340	84.54
412	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΠΟ Α. ΣΥΓΓΡΟΥ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΚΑΛΛΙΡΡΟΗΣ	140136994	905999345	84.53
413	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΑΘΗΝΑ, ΠΕΡΙΠΟΥ 120 ΜΕΤΡΑ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΛΛΙΡΡΟΗΣ.	148271750	951904315	84.42
414	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΕΝΤΡΟ 60 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΑΓΗΣΙΛΑΟΥ ΚΑΙ 120 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΕΙΡΑΙΩΣ	110751738	706841038	84.33
415	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΣΥΝΤΑΓΜΑ (Ν.Α.) 80 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΟΛΟΚΟΤΡΩΝΗ	170698775	1088396170	84.32
416	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΕΝΤΡΟ 105 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΜΥΛΛΕΡΟΥ	105622810	672424665	84.29
417	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΔΕΛΤΑ ΦΑΛΗΡΟΥ 120 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΛΙΜΟΥ	266423129	1685277206	84.19
418	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΔΕΛΤΑ ΦΑΛΗΡΟΥ 130 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΟΔΟ ΠΡΟΣ ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΚΟ (ΑΓ. ΚΟΣΜΑ)	264770861	1667340288	84.12
419	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΔΕΛΤΑ ΦΑΛΗΡΟΥ 130 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΠΥΛΗ ΠΡΩΗΝ ΔΥΤ. ΑΕΡΟΛΙΜΕΝΑ	266092285	1664736088	84.02
420	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗ 140 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΖΕΦΥΡΟΥ	177871692	1103203298	83.88
421	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥΠΟΛΕΩΣ / ΔΥΡΡΑΧΙΟΥ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Α. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΙΡΑΙΑ 150 Μ. ...	116046320	718599254	83.85
422	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΠΛ. ΣΥΝΤΑΓΜΑΤΟΣ (ΝΑ), 80 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΒΟΥΚΟΥΡΕΣΤΙΟΥ	157902044	965201364	83.64
423	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΘΗΝΑ 140 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΙΠΠΟΚΡΑΤΟΥΣ	217523341	1317063084	83.48
424	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΘΗΝΑ 120 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΓ. ΙΩΑΝΝΟΥ	195951696	1182928932	83.44
425	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΣΥΝΤΑΓΜΑ 80 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΕΣΜΑΤΖΟΓΛΟΥ	163077944	962983396	83.07
426	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΚΕΝΤΡΟ, 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΛΥΜΝΟΥ	98736367	564620688	82.51
427	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Α. ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ ΑΠΟ ΠΕΙΡΑΙΑ ΠΡΟΣ Σ.Ε.Φ.	4616304	26156121	82.35

Εικόνα 6-6. Σύγκριση διελεύσεων Κυριακής με καθημερινές

Πλήθος αυτοκινήτων καθημερινές και Σαββατοκύριακο



Εικόνα 6-7. Οπτικοποίηση σύγκρισης διελεύσεων καθημερινής και Σαββατοκύριακο

6.5 Ερώτημα 5: Σημεία με μεγαλύτερη διαφορά μέσης ταχύτητας την Κυριακή σε σχέση με καθημερινές

Ποια είναι τα σημεία εκείνα που εμφανίζουν τη μεγαλύτερη διαφορά μέσης ταχύτητας μεταξύ Κυριακής και καθημερινών;

```
SELECT r.road_info, r.speed_limit,
       AVG(CASE WHEN t.day_name = 'Κυριακή' THEN f.average_speed END) AS
sunday_speed,
       AVG(CASE WHEN t.is_weekend = FALSE THEN f.average_speed END) AS
weekday_speed
FROM fact_traffic_measurements f
JOIN dim_road r ON f.road_id = r.road_id
JOIN dim_time t ON f.time_id = t.time_id
GROUP BY r.road_info, r.speed_limit
ORDER BY ABS(
    AVG(CASE WHEN t.day_name = 'Κυριακή' THEN f.average_speed END) -
    AVG(CASE WHEN t.is_weekend = FALSE THEN f.average_speed END)
) DESC
LIMIT 430;
```

	road_info text	speed_limit integer	sunday_speed double precision	weekday_speed double precision
1	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΟΜΟΝΟΙΑ 60 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΙΠΠΟΚΡΑΤΟΥΣ	60	[null]	45
2	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΟΜΟΝΟΙΑ 60 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΙΠΠΟΚΡΑΤΟΥΣ (ΑΡΙΣΤΕΡΗ ΛΩΡΙΔΑ)	60	[null]	45
3	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ Λ. ΑΘΗΝΩΝ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΠΡΟΣ ΛΑΜΙΑ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΑΘΗΝΩΝ	70	48.843000253794536	29.393068235382778
4	Λ. ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗ, 175 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ.ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΥ ΒΕΝΙΖΕΛΟΥ	70	69.53459888507857	51.843094224601
5	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΗΦΙΣΙΑ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΘΝΙΚΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΣ	120	63.75969709717245	48.114178222225455
6	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Λ. ΑΘΗΝΩΝ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΙΡΑΙΑ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	70	50.138348599118586	34.67488834967738
7	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΕΝΤΡΟ 120 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΡΥΘΡΟΥ ΣΤΑΥΡΟΥ (ΚΟΜΒΟΣ ΥΓΕΙΑ)	70	61.53171057327565	46.5265782715543
8	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΕΝΤΡΟ 120 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΡΑΜΠΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΑΠΟ ΣΠΥΡΟΥ ΛΟΥΗ/ΡΙΖΑΡΕΙΟΥ	70	84.10077996938176	69.93648789952393
9	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΠΡΟΣ ΛΑΜΙΑ ΚΑΙ ΤΗΣ ΙΕΡΑΣ ΟΔΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ Λ. ΑΘΗΝΩΝ ΠΡΟΣ Κ...	70	42.16881046849448	28.623253574862595
10	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΛΑΜΙΑ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΡΑΜΠΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΣΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΑΠΟ ΑΓ. ΑΝΝΗΣ	70	95.71168408573342	82.28713735408378
11	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΛΑΜΙΑ ΑΜΕΣΩΣ ΜΕΤΑ ΤΗ ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΤΗΣ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΠΡΟΣ ΑΓ. ΑΝΝΗΣ	70	95.24480795678198	81.82435917850732
12	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Λ. ΑΘΗΝΩΝ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΛΑΜΙΑ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΚΗΦΙ...	70	50.622535891283775	37.22146417363202
13	ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΚΕΝΤΡΟ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΑΝΟΡΜΟΥ	70	49.846571980320775	36.605059003463026
14	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΚΕΝΤΡΟ ΑΜΕΣΩΣ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΞΟΔΟ ΠΡΟΣ ΕΡΤ (ΔΥΟ ΛΩΡΙΔΕΣ ΛΟΙΠΗΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ...	70	53.34016069864705	40.41898868247966
15	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΘΗΝΑ 145 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΓΟΡΓΟΠΟΤΑΜΟΥ	60	63.34161268022017	50.43464300044818

Εικόνα 6-8. 5 Σημεία με μεγαλύτερη διαφορά μέσης ταχύτητας Κυριακή και καθημερινές

Αποτέλεσμα 1: Ορισμένα σημεία εμφανίζουν τεράστια βελτίωση της ταχύτητας την Κυριακή

Παράδειγμα:

ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ Λ. ΑΘΗΝΩΝ ...

Κυριακή: 48.8 km/h

Καθημερινές: 29.4 km/h

Διαφορά: +19.4 km/h δηλαδή περίπου: +66% αύξηση.

Συμπέρασμα: Η καθυστέρηση τις καθημερινές οφείλεται κυρίως στην κυκλοφοριακή συμφόρηση και όχι σε γεωμετρικούς περιορισμούς του δρόμου.

Προτάσεις: Τα συγκεκριμένα σημεία αποτελούν ιδανικούς στόχους για δυναμική διαχείριση κυκλοφορίας, βελτίωση σηματοδότησης, ανασχεδιασμό κόμβων.

Αποτέλεσμα 2: Οι μεγαλύτερες αποκλίσεις εμφανίζονται σε ράμπες και κόμβους

Παρατήρηση: Στις πρώτες θέσεις εμφανίζονται επανειλημμένα:

ΡΑΜΠΑ ΕΙΣΟΔΟΥ, ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ. ΚΟΜΒΟΣ

Συμπέρασμα: Το πρόβλημα δεν βρίσκεται στους κύριους άξονες αλλά στις μεταβάσεις μεταξύ οδικών τμημάτων.

Προτάσεις: Οι παρεμβάσεις πρέπει να επικεντρωθούν στις εισόδους, στις εξόδους, στις συγχωνεύσεις λωρίδων.

Αποτέλεσμα 3: Η Κυριακή αποκαλύπτει την πραγματική δυναμικότητα του δρόμου

Υπάρχουν σημεία όπου: weekday_speed $\approx$ 30 km/h, sunday_speed $\approx$ 60 km/h

Συμπέρασμα: Ο δρόμος μπορεί να λειτουργήσει σε πολύ υψηλότερες ταχύτητες όταν δεν υπάρχει φόρτος.

Προτάσεις: Η Κυριακή μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως σημείο αναφοράς ελεύθερης ροής κυκλοφορίας για μελλοντικές μελέτες.

Αποτέλεσμα 4: Σε πολλά σημεία οι καθημερινές ταχύτητες είναι κάτω από το 50% του ορίου

Παράδειγμα: Όριο: 70 km/h Καθημερινές: 29 km/h

Συμπέρασμα: Το οδικό δίκτυο λειτουργεί υπό συνθήκες συμφόρησης μεγάλο μέρος της εβδομάδας.

Προτάσεις: Να γίνει εισαγωγή του δείκτη: $\text{Congestion Index} = \text{weekday_speed} / \text{speed_limit}$

Αποτέλεσμα 5: Ακόμα και την Κυριακή αρκετά σημεία δεν φτάνουν το όριο ταχύτητας

Παραδείγματα: $\text{speed_limit} = 70$, $\text{sunday_speed} = 48$

Συμπέρασμα: Υπάρχουν εγγενείς περιορισμοί στις στροφές, στους κόμβους, στα φανάρια και στις μικρές αποστάσεις επιτάχυνσης.

Προτάσεις: Τα σημεία αυτά δεν μπορούν να βελτιωθούν μόνο με μείωση του φόρτου.

Αποτέλεσμα 6: Η Λ. Κηφισού εμφανίζεται επανειλημμένα στις πρώτες θέσεις

Πολλά σημεία σχετίζονται με: Λ. Κηφισού

Συμπέρασμα: Η Λ. Κηφισού είναι ο άξονας που επηρεάζεται περισσότερο από τη διαφορά μεταξύ εργάσιμων ημερών και Κυριακής.

Προτάσεις: Να γίνει ξεχωριστή μελέτη για την συγκεκριμένη λεωφόρο.

Αποτέλεσμα 7: Υπάρχουν σημεία με διαφορές άνω των 20 km/h

Παρατήρηση: Η μεταβολή δεν είναι μικρή.

Σε ορισμένα σημεία προσεγγίζει: 20–25 km/h

Συμπέρασμα: Μικρή μείωση του φόρτου θα μπορούσε να οδηγήσει σε δυσανάλογα μεγάλη αύξηση ταχύτητας.

Προτάσεις: Η κατάσταση θα μπορούσε να βελτιωθεί με ενίσχυση της τηλεργασίας, της χρήσης των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς και της κοινής χρήσης του αυτοκινήτου (carpooling).

Αποτέλεσμα 8: Η επίδραση της Κυριακής δεν είναι ομοιόμορφη

Συμπέρασμα: Δεν επηρεάζονται όλοι οι δρόμοι το ίδιο από τη μείωση της κυκλοφορίας.

Προτάσεις: Κατηγοριοποίηση δρόμων σε κατηγορίες, όπως: χαμηλής, μέσης και υψηλής ευαισθησίας στη συμφόρηση για καλύτερη παρακολούθηση και εξαγωγή ασφαλέστερων συμπερασμάτων

Αποτέλεσμα 9: Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ύπαρξη bottlenecks

Συμπέρασμα: Πρόκειται για πιθανά: Traffic Bottlenecks του δικτύου.

Προτάσεις: Δημιουργία χάρτη: Top 20 Bottlenecks της Αττικής με βάση: (Κυριακή ταχύτητα) – (καθημερινές ταχύτητα)

Αποτέλεσμα 10: Το ερώτημα μπορεί να αποτελέσει δείκτη αξιολόγησης παρεμβάσεων εφόσον η διαφορά: (Κυριακή ταχύτητα) – (καθημερινές ταχύτητα) εκφράζει πόσο "τιμωρείται" ένας δρόμος από τη συμφόρηση.

Προτάσεις: Ορισμός νέου KPI: Congestion Sensitivity Index (CSI)

CSI = Sunday Speed - Weekday Speed ή

CSI = (Sunday Speed - Weekday Speed) / Sunday Speed

Όσο μεγαλύτερος είναι ο CSI, τόσο μεγαλύτερο είναι το περιθώριο βελτίωσης του συγκεκριμένου σημείου μέσω κυκλοφοριακών παρεμβάσεων.

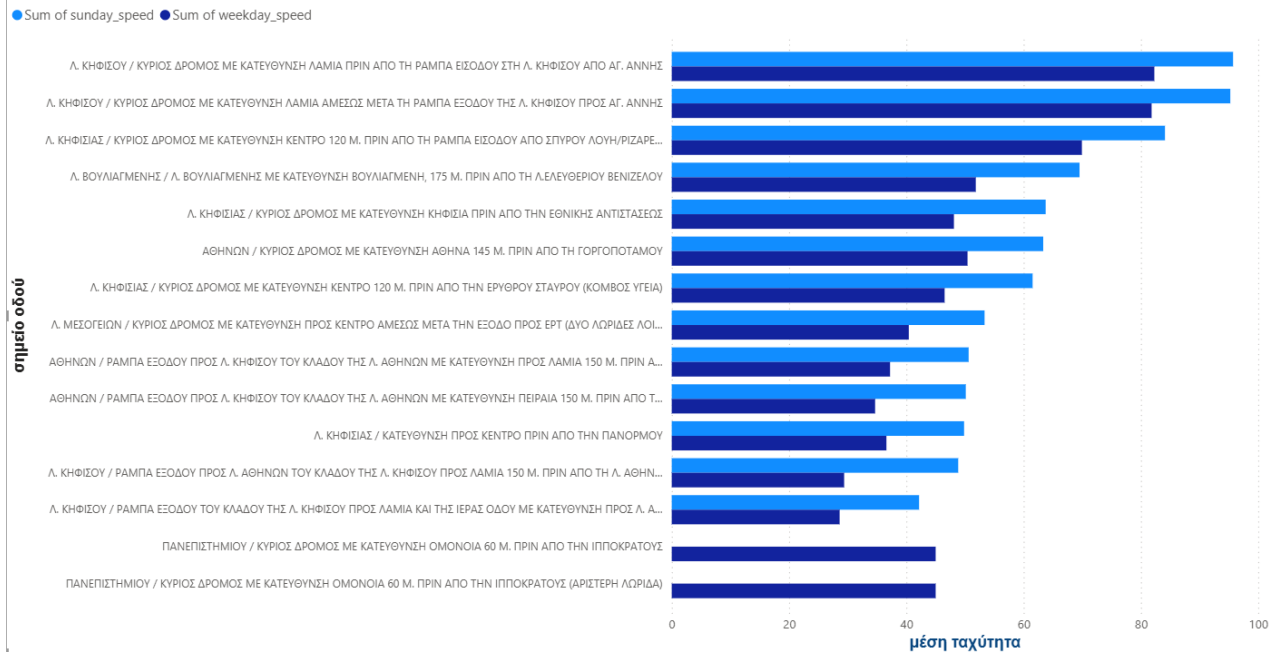
Σημαντική πρόταση συνολικά: Υπάρχουν συγκεκριμένα σημεία του δικτύου όπου η μέση ταχύτητα αυξάνεται κατά 60%-70% τις Κυριακές σε σχέση με τις καθημερινές. Αυτό υποδηλώνει ότι τα σημεία αυτά λειτουργούν ως κρίσιμοι κόμβοι συμφόρησης και παρουσιάζουν το μεγαλύτερο δυναμικό βελτίωσης μέσω στοχευμένων κυκλοφοριακών παρεμβάσεων.

Και ποια είναι εκείνα που η μέση ταχύτητα την Κυριακή είναι μικρότερη από αυτή των καθημερινών;

	road_info text	speed_limit integer	sunday_speed double precision	weekday_speed double precision
413	ΡΑΜΠΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΑΠΟ Σ.Ε.Φ. ΣΤΗ Λ. ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΓΛΥΦΑΔΑ	70	52.03178145708772	51.48288987527298
414	ΑΡΙΣΤΕΡΗ ΛΟΡΙΔΑ ΚΥΡΙΟΥ ΔΡΟΜΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΚΕΝΤΡΟ ΠΕΙΡΑΙΑ, 100 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΚΤΗ ΚΟΝΔΥΛΗ	50	25.278621144879043	24.754609981579005
415	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΑΠΟ Σ.Ε.Φ. ΠΡΟΣ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	70	58.05512547464929	57.55238606818086
416	ΚΑΤΩ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΗΦΙΣΟΥ, ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΤΗΣ Λ. ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΤΟ ΓΗΠ. ΚΑΡΑΪΣΚΑΚΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΚΑΡΑΟ...	70	70.39596981364441	70.88086626771829
417	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΕΝΤΡΟ 100 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΒΑΣ. ΣΟΦΙΑΣ	60	3.0067340283465653	2.524475814228308
418	ΚΥΡΙΑ ΟΔΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ Λ. ΑΘΗΝΩΝ (Β), 80Μ ΠΡΙΝ ΤΗ Λ. ΑΘΗΝΩΝ	70	52.19194205377228	51.715265997091024
419	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΥΜΗΤΤΟΥ (ΝΑ), 10 Μ. ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΤΗ ΒΑΣ. ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ	60	26.46297873870341	26.05938715647544
420	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΓΛΥΦΑΔΑ ΜΕΤΑ ΤΗ ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	70	62.09389348704786	62.48851288842471
421	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΤΗΣ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ Σ.Ε.Φ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ	70	1.1563871282301317	1.514135387326709
422	ΡΑΜΠΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΑΠΟ ΑΓ. ΙΩ. ΡΕΝΤΗ (ΟΔΟΣ ΑΝΔΡΟΥΤΣΟΥ) ΣΤΟΝ ΚΛΑΔΟ ΤΗΣ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΙΡΑΙΑ	70	36.158481135794496	36.478001513698125
423	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΠΟΚΛΕΙΣΤΙΚΑ ΠΡΟΣ Σ.Ε.Φ. ΤΗΣ Λ. ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ ΑΠΟ ΓΛΥΦΑΔΑ	70	54.547175980433174	54.31947856398891
424	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΑΚΤΗ ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ, 110Μ. ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΒΑΣ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ Α'	60	2.118473393226567	1.9083585031898396
425	ΕΞΟΔΟΣ ΑΠΟ ΜΙΚΡΑΣ ΑΣΙΑΣ (ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΠΕΙΡΑΙΑ), ΣΤΗ ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ ΠΕΙΡΑΙΩΣ	40	19.360216603833692	19.3003890245797
426	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΘΗΝΑ 25 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ (ΜΟΝΟ ΓΙΑ Φ/Σ)	70	15.119118904512364	15.166196939065376
427	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΓΡ. ΛΑΜΠΡΑΚΗ, 40Μ. ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΓΟΥΝΑΡΗ\n08.10.2019 ΑΚΟΜΗ ΑΝΑΜΕΝΟΥΜΕ ΝΑ ...	70	0.9128643771845624	0.9222381280383738

Εικόνα 6-9. Σημεία όπου η μέση ταχύτητα τις Κυριακές είναι μικρότερη από τις καθημερινές

Σύγκριση μέσης ταχύτητας μεταξύ καθημερινής και Κυριακής



Εικόνα 6-10. Οπτικοποίηση σύγκρισης μέσης ταχύτητας τις Κυριακές με τις καθημερινές

6.6 Ερώτημα 6: Ώρες αιχμής

Ποιες είναι οι ώρες αιχμής της κυκλοφορίας;

```
SELECT
    t.hour,
    SUM(f.counted_cars) AS total_traffic
FROM fact_traffic_measurements f
JOIN dim_time t ON f.time_id = t.time_id
GROUP BY t.hour
ORDER BY total_traffic DESC;
```

Συμπέρασμα: Είναι φανερό ότι οι περισσότερες διελεύσεις (traffic) παρατηρούνται στις εργάσιμες ώρες (από 7 το πρωί μέχρι 8 το βράδυ), όπου το peak είναι μεταξύ 12 και 3 το απόγευμα χωρίς μεγάλη απόκλιση μεταξύ τους. Θα τροποποιήσουμε όμως λίγο την ερώτηση (κάνοντας normalization) δηλαδή βρίσκοντας όχι απλά το άθροισμα αλλά το μέσο όρο διελεύσεων ανά ώρα (για κάθε ώρα συνολικό πλήθος διελεύσεων προς πλήθος ωρών που έχουμε μη μηδενικές διελεύσεις). Παρακάτω αριστερά έχουμε τα αποτελέσματα του 1^{ου} ερωτήματος και δεξιά τα αποτελέσματα του “κανονικοποιημένου” ερωτήματος.

Παρατηρούμε συγκρίνοντας τις δύο οθόνες εξόδου, ότι τα αποτελέσματα είναι σχεδόν ίδια, με τη μόνη διαφορά της θέσης των ωρών 10 το πρωί και 4 το απόγευμα που έχουν απλά αντιμετωπασθεί. Επίσης τα non-zero records είναι ικανοποιητικά ως αριθμός συγκρινόμενα με τον μέγιστο αριθμό 737.760, που προκύπτει ως το γινόμενο 435 (που είναι όλοι οι

αισθητήρες) με το 1696 (που είναι όλες οι ημέρες για τις οποίες έχουμε δεδομένα). Σημαίνει το παραπάνω ότι έχουμε ποσοστό 84% non-zero records επί του θεωρητικού μέγιστου αριθμού.

Το εντυπωσιακό είναι ότι στις 12 το βράδυ έχουμε τη μικρότερη κίνηση (η οποία φτάνει και το 14% της κίνησης την ώρα αιχμής) και το ακόμα εντυπωσιακότερο είναι ότι οι κοντινές της 12^{ης} το βράδυ ώρες (οι 11, 1, 2, 3, 4, 5) έχουν από διπλάσια μέχρι και τριπλάσια κίνηση (traffic) από τις 12 η ώρα

	hour integer	total_traffic bigint		hour integer	total_traffic bigint	non_zero_records bigint	avg_traffic_per_hour numeric
1	14	29540309643	1	14	29540309643	616435	47921.21
2	13	29229972353	2	13	29229972353	615191	47513.65
3	15	28940574425	3	15	28940574425	616744	46924.78
4	12	28622220722	4	12	28622220722	614316	46592.02
5	11	28219466123	5	11	28219466123	615161	45873.30
6	16	27847728211	6	10	27840669098	614775	45285.95
7	10	27840669098	7	16	27847728211	617592	45090.82
8	9	27496246524	8	9	27496246524	613714	44803.03
9	8	27286205338	9	8	27286205338	614123	44431.17
10	17	27060049673	10	17	27060049673	618062	43782.10
11	7	25522296510	11	7	25522296510	614558	41529.52
12	18	25221298968	12	18	25221298968	618749	40761.76
13	19	23167108793	13	19	23167108793	617168	37537.77
14	20	21222742729	14	20	21222742729	616640	34416.75
15	6	19556900188	15	6	19556900188	612748	31916.71
16	21	18535853184	16	21	18535853184	612683	30253.58
17	22	14107727709	17	22	14107727709	611493	23070.96
18	5	13661420741	18	5	13661420741	611706	22333.31
19	4	11487026188	19	4	11487026188	609823	18836.66
20	23	11462303338	20	23	11462303338	611072	18757.70
21	3	10974242973	21	3	10974242973	610153	17986.05
22	2	9893603850	22	2	9893603850	609304	16237.55
23	1	9280167507	23	1	9280167507	609809	15218.15
24	0	4533459318	24	0	4533459318	605179	7491.10

Εικόνα 6-11. Ώρες αιχμής

Η SQL για το 2^ο ερώτημα είναι η εξής:

```
SELECT
    t.hour,
    SUM(f.counted_cars) AS total_traffic,
    COUNT(CASE WHEN f.counted_cars > 0 THEN 1 END) AS non_zero_records,
    ROUND(
        SUM(f.counted_cars) * 1.0 / NULLIF(COUNT(CASE WHEN
f.counted_cars > 0 THEN 1 END), 0), 2)
        AS avg_traffic_per_hour
FROM fact_traffic_measurements f

JOIN dim_time t ON f.time_id = t.time_id

GROUP BY t.hour

ORDER BY avg_traffic_per_hour DESC;
```

Αποτέλεσμα 1: Η κυκλοφορία κορυφώνεται μεταξύ 12:00 και 15:00

Συμπέρασμα: Οι ώρες: 12:00, 13:00, 14:00, 15:00

παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες τιμές τόσο στο συνολικό traffic όσο και στο κανονικοποιημένο traffic.

Η ώρα 14:00 εμφανίζει το μεγαλύτερο μέσο πλήθος διελεύσεων: 47.921 διελεύσεις ανά αισθητήρα-ώρα περίπου.

Προτάσεις: Οι φορείς διαχείρισης κυκλοφορίας μπορούν να αυξάνουν τη διάρκεια των πράσινων φάσεων των φαναριών, να παρακολουθούν στενότερα τους κόμβους, να εφαρμόζουν δυναμική σηματοδότηση στις ώρες 12:00–15:00.

Αποτέλεσμα 2: Η μεσημεριανή αιχμή είναι ισχυρότερη από την πρωινή

Συμπέρασμα: Παραδοσιακά αναμένεται πρωινή αιχμή (07:00–09:00). Ωστόσο τα δεδομένα δείχνουν:

12:00–15:00 > 07:00–09:00 σε επίπεδο συνολικών διελεύσεων.

Μια πιθανή ερμηνεία θα μπορούσε να είναι μία ή και όλες από τις ακόλουθες: εμπορικές μετακινήσεις, διανομές προϊόντων, επαγγελματικές μετακινήσεις ή μετακινήσεις υπηρεσιών.

Προτάσεις: Τα κυκλοφοριακά μοντέλα της Αθήνας δεν πρέπει να θεωρούν ως μοναδική ώρα αιχμής την πρωινή.

Αποτέλεσμα 3: Η κυκλοφορία παραμένει υψηλή για μεγάλο μέρος της ημέρας

Συμπέρασμα: Από: 07:00 έως 20:00 η κυκλοφορία παραμένει σταθερά υψηλή.

Δεν υπάρχει ένα στενό δίκτυο αιχμής αλλά ένα ευρύ χρονικό παράθυρο περίπου 13 ωρών.

Προτάσεις: Οι παρεμβάσεις διαχείρισης κυκλοφορίας πρέπει να έχουν μεγάλη χρονική διάρκεια και όχι μόνο σε συγκεκριμένες ώρες.

Αποτέλεσμα 4: Η ώρα 00:00 εμφανίζει εξαιρετικά χαμηλή κυκλοφορία

Συμπέρασμα: Η κίνηση στις 00:00 είναι μόλις: 14%–16% της μέγιστης ωριαίας κίνησης.

Προτάσεις: Η ώρα αυτή είναι ιδανική για εργασίες συντήρησης, επεμβάσεις στο οδικό δίκτυο, δοκιμές κυκλοφοριακών ρυθμίσεων.

Αποτέλεσμα 5: Υπάρχουν σημεία με μόνιμα χαμηλές ταχύτητες

Συμπέρασμα: Ορισμένα road_info εμφανίζουν: $AVG(average_speed) < 20 \text{ km/h}$ για μεγάλο πλήθος εγγραφών.

Αυτό δείχνει διαχρονική συμφόρηση.

Προτάσεις: Τα συγκεκριμένα σημεία μπορούν να χαρακτηριστούν: Traffic Bottlenecks και να αποτελέσουν προτεραιότητα για κυκλοφοριακές παρεμβάσεις.

Αποτέλεσμα 6: Η συμφόρηση φαίνεται να είναι δομικό χαρακτηριστικό συγκεκριμένων δρόμων

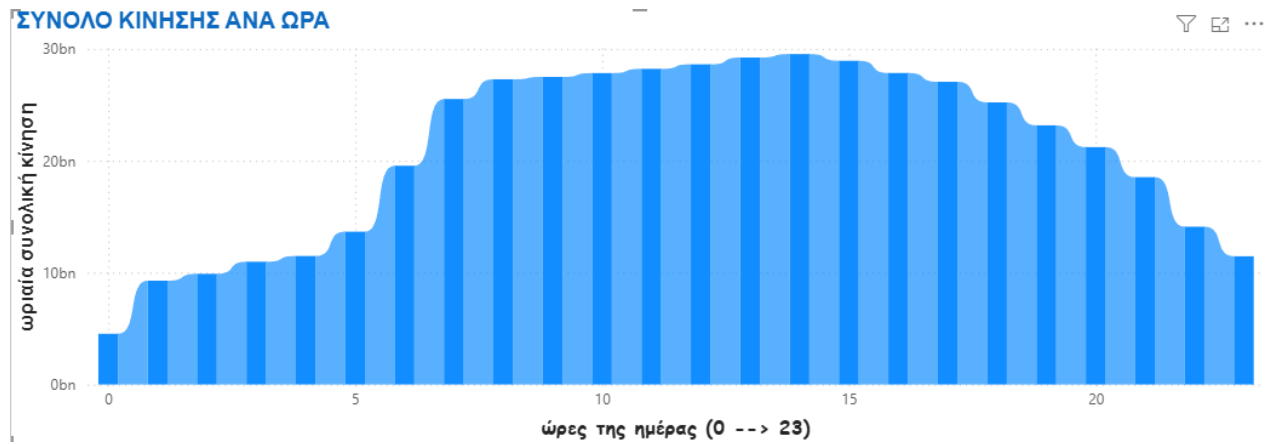
Συμπέρασμα: Εφόσον οι χαμηλές ταχύτητες προκύπτουν από χιλιάδες εγγραφές και όχι από μεμονωμένα περιστατικά, δεν πρόκειται για τυχαία γεγονότα.

Προτάσεις: Να δημιουργηθεί κατάταξη: Top-20 πιο αργοί δρόμοι με βάση τη μέση ταχύτητα, το πλήθος μετρήσεων, τη μέση ημερήσια κίνηση.

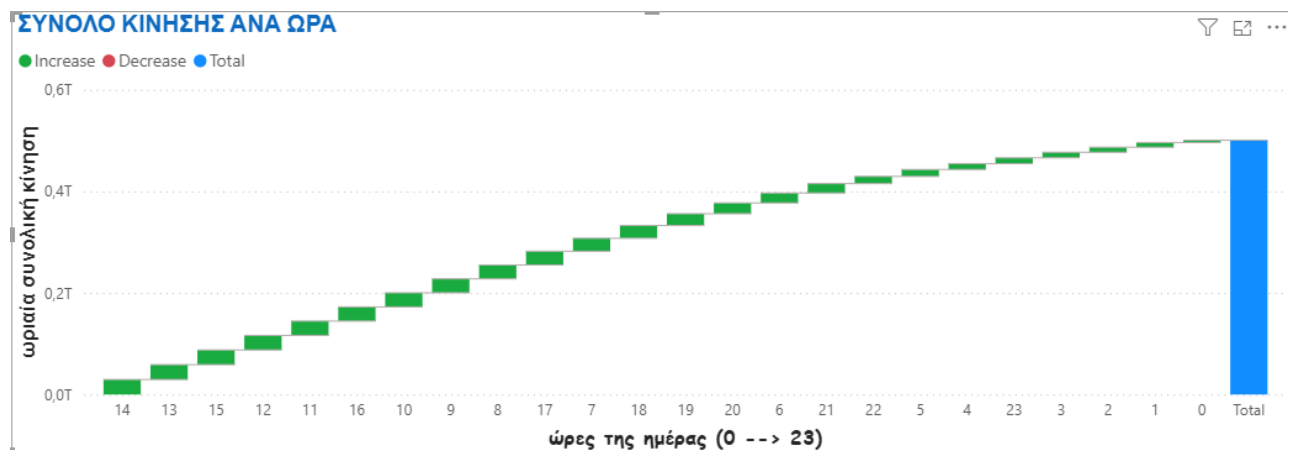
Με σκοπό την συστηματική παρακολούθησή τους και την υλοποίηση έργων αποσυμφόρησής τους

Συνδυάζοντας τα αποτελέσματα των ερωτημάτων, προκύπτει ότι το δίκτυο αισθητήρων παρουσιάζει υψηλή κάλυψη και επαρκή ποιότητα δεδομένων, ενώ τα κυκλοφοριακά πρότυπα εμφανίζουν σαφείς ημερήσιους κύκλους με έντονη μεσημεριανή αιχμή. Παράλληλα, εντοπίζονται συγκεκριμένοι οδικοί άξονες με μόνιμα χαμηλές ταχύτητες, οι

οποίοι μπορούν να θεωρηθούν υποψήφια σημεία συμφόρησης και να αποτελέσουν αντικείμενο περαιτέρω κυκλοφοριακής διερεύνησης και σχεδιασμού παρεμβάσεων.



Εικόνα 6-12. Οπτικοποίηση του συνόλου κίνησης ανά ώρα 1



Εικόνα 6-13. Οπτικοποίηση του συνόλου κίνησης ανά ώρα 2

6.7 Ερώτημα 7: Δρόμοι με χαμηλή ταχύτητα

Ποιοι είναι οι δρόμοι με συνεχώς χαμηλή ταχύτητα (< 15 km/h)

```
SELECT
    r.road_name,
    r.road_info,
    COUNT(*) AS total_records,
    ROUND(AVG(f.average_speed)::numeric, 2) AS avg_speed
FROM fact_traffic_measurements f
JOIN dim_road r
    ON f.road_id = r.road_id
GROUP BY
```

```
r.road_name,  
r.road_info  
HAVING AVG(f.average_speed) < 15  
ORDER BY avg_speed ASC;
```

	road_name text	road_info text	total_records bigint	avg_speed numeric
1	ΑΚΤΗ ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΓΡ. ΛΑΜΠΡΑΚΗ, 40Μ. ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΓΟΥΝΑΡΗ	11375	0.92
2	Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΤΗΣ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ Σ.Ε.Φ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ	356	1.45
3	Β. ΣΟΦΙΑΣ	ΔΕΞΙΑ ΣΤΡΟΦΗ ΠΡΟΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ (ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΟΜΟΝΟΙΑ) 40 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ	31654	1.72
4	Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΤΗΣ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΓΛΥΦΑΔΑ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ	375	1.81
5	ΑΚΤΗ ΜΙΑΟΥΛΗ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΑΚΤΗ ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ, 110Μ. ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΒΑΣ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ Α'	23179	1.95
6	ΑΜΑΛΙΑΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΕΝΤΡΟ 100 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΒΑΣ. ΣΟΦΙΑΣ	37087	2.63
7	ΒΑΣ. ΣΟΦΙΑΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΧΙΛΤΟΝ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ	39629	3.04
8	ΚΟΝΔΝΟΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΑΘΗΝΑ, ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΛ. ΙΠΠΟΔΑΜΙΑΣ (ΡΕΤΣΙΝΑ)	33944	11.04
9	ΑΚΤΗ ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΑΚΤΗ ΚΟΝΔΥΛΗ, 50 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΓΟΥΝΑΡΗ	37077	11.69
10	ΕΘΝ. ΜΑΚΑΡΙΟΥ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΑΘΗΝΑ, 25 ΜΕΤΡΑ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΜΕ ΤΟΝ ΚΗΦΙΣΟ (ΜΟΝΟ ΓΙΑ Φ/Σ)	34481	12.17
11	ΙΕΡΑ ΟΔΟΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΙΓΑΛΕΟ 25 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ (ΜΟΝΟ ΓΙΑ Φ/Σ)	36111	12.72
12	ΓΟΥΝΑΡΗ ΔΗΜ.	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΛΙΜΑΝΙ, 50 Μ. ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΛ. ΙΠΠΟΔΑΜΕΙΑΣ	38960	12.98
13	ΑΚΤΗ ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΑΚΤΗ ΜΙΑΟΥΛΗ, 120 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΓΟΥΝΑΡΗ	37077	13.16
14	ΛΑΡΙΣΗΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ Ν.Α. ΠΡΟΣ ΠΑΝΟΡΜΟΥ, 30 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΑΝΟΡΜΟΥ	37029	13.26
15	ΦΘΙΩΤΙΔΟΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΝΑ ΠΡΟΣ ΠΑΝΟΡΜΟΥ, 25 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΑΝΟΡΜΟΥ	36554	13.29
16	ΠΕΤΡΟΥ ΡΑΛΛΗ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΝΙΚΑΙΑ 25 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ (ΜΟΝΟ ΓΙΑ Φ/Σ)	33626	14.30
17	ΕΘΝ. ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΟΜΗΡ. ΣΚΥΛΙΤΣΗ, 50 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΟΜΗΡ. ΣΚΥΛΙΤΣΗ	36665	14.51
18	ΓΟΥΝΑΡΗ ΔΗΜ.	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΛΙΜΑΝΙ ΠΕΙΡΑΙΑ, 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΚΤΗ ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ	39661	14.74
19	ΚΟΝΔΝΟΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΔΡΑΠΕΤΣΩΝΑ, 180 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΚΤΗ ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ	29977	14.86
20	Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ Π. ΡΑΛΛΗ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΛΑΜΙΑ 25 Μ. ΠΡΙΝ ΤΗΝ Π. ΡΑΛΛΗ (ΜΟΝΟ ΓΙΑ Φ/Σ)	45740	14.94

Εικόνα 6-14. Δρόμοι με χαμηλή ταχύτητα

Αποτέλεσμα 1: Στην Ακτή Ποσειδώνος η κατάσταση είναι δραματική εφόσον η μέση ταχύτητα είναι 0.92 km/h με αρκετό πλήθος παρατηρήσεων.

Συμπέρασμα: Σχεδόν πλήρης ακινητοποίηση λόγω εκκρεμών ή κακοσχεδιασμένων οδικών έργων στις στροφές.

Προτάσεις: Χρειάζεται άμεση επέμβαση για την ολοκλήρωση των κατασκευαστικών εκκρεμοτήτων με 24ωρα συνεργεία για την ελαχιστοποίηση του χρόνου στενότητας του οδοστρώματος. Επίσης θα διευκόλυνε η διεύρυνση της ακτίνας των στροφών και η σωστή διαγράμμιση καθώς και η προσωρινή απαγόρευση της αριστερής στροφής ή της στάθμευσης καθ' όλο το μήκος του επηρεαζόμενου τμήματος

Αποτέλεσμα 2: Στη ράμπα εξόδου προς ΣΕΦ επί της Λ. Κηφισού παρατηρείται μια μέση ταχύτητα του 1.45 km/h, με μικρό όμως πλήθος παρατηρήσεων

Συμπέρασμα: Υπάρχει η υποψία (λόγω των λίγων εγγραφών) του φαινομένου στένωσης του μπουκαλιού (bottleneck) κατά τη συγχώνευση με τη Λ. Ποσειδώνος.

Προτάσεις: Εγκατάσταση έξυπνου φωτεινού σηματοδότη στη ράμπα που θα επιτρέπει την έξοδο των οχημάτων ανά ομάδες (π.χ. 2-3 οχήματα ανά πράσινο) ανάλογα με την κίνηση στην Ποσειδώνος. Μια επιπρόσθετη πρόταση είναι η επιμήκυνση της λωρίδας εισόδου στη Λ. Ποσειδώνος ώστε τα οχήματα να αναπτύσσουν ταχύτητα και να ενσωματώνονται ομαλά, αποφεύγοντας το απότομο σταμάτημα. Και τέλος ίσως θα βοηθούσε η τοποθέτηση

ηλεκτρονικών πινακίδων μεταβλητών μηνυμάτων στον Κηφισό, ώστε οι οδηγοί να επιλέγουν εναλλακτικές εξόδους.

Αποτέλεσμα 3: Στη δεξιά στροφή προς Πανεπιστημίου από Β. Σοφίας η μέση ταχύτητα είναι κάτω από 2 km/h

Συμπέρασμα: Το φαινόμενο οφείλεται στη μαζική ροή των οχημάτων προς το ιστορικό κέντρο, η οποία μπλοκάρει τη διασταύρωση

Προτάσεις: Δημιουργία ξεχωριστής και διαχωριζόμενης λωρίδας αποκλειστικά για τη δεξιά στροφή. Αποφυγή διακοπής της ροής των αυτοκινήτων από τους πεζούς. Εισαγωγή διοδίων εισόδου στο κέντρο τις ημέρες που παρατηρείται πιο έντονο το πρόβλημα ή εφαρμογή δακτυλίου

Αποτέλεσμα 4: Στη Λ. Αμαλίας η μέση ταχύτητα είναι 2,63 km/h με πολλές καταγραφές

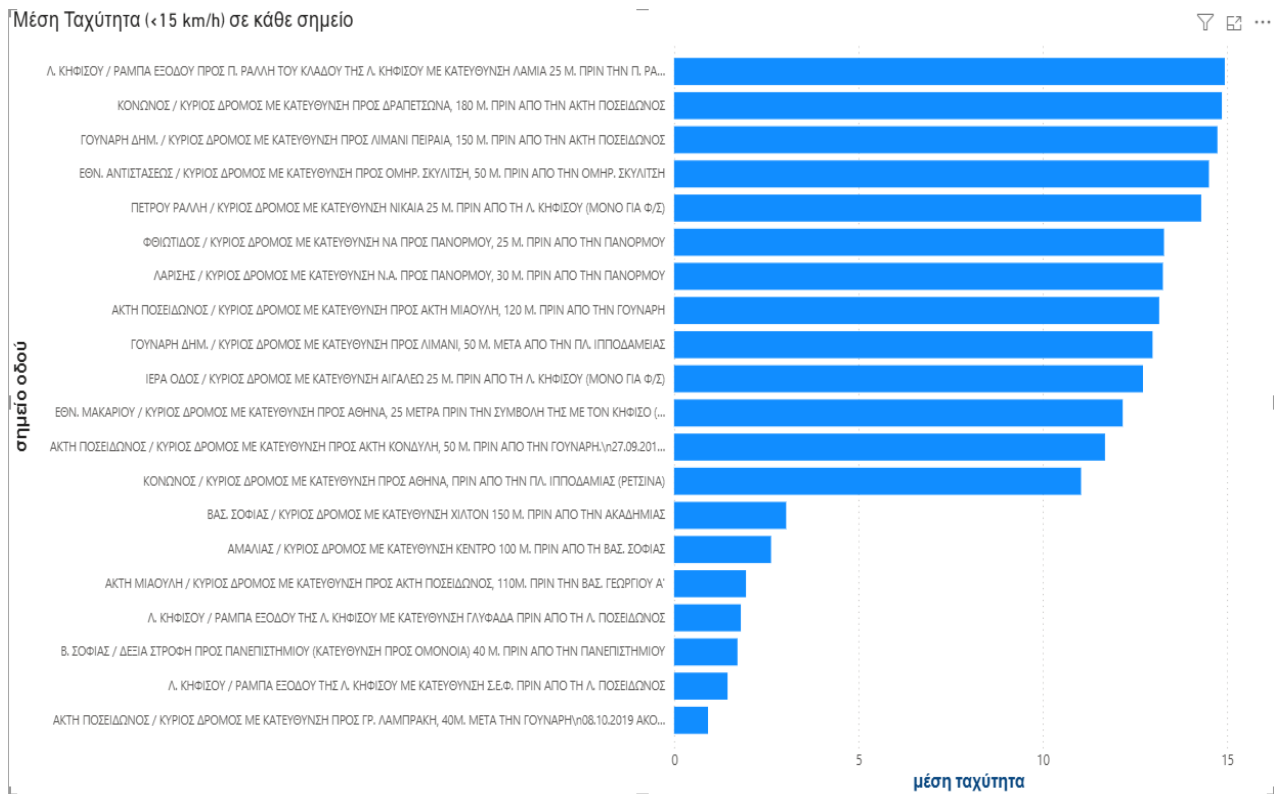
Συμπέρασμα: Υπάρχει χρόνια συμφόρηση στην “πύλη” του κέντρου λόγω κορεσμού των επόμενων κόμβων

Προτάσεις: Μετατροπή της δεξιάς λωρίδας σε προστατευμένη και αποκλειστική λωρίδα για λεωφορεία. Μηδενική ανοχή στην παράνομη στάθμευση. Δυναμική διαχείριση κυκλοφορίας, όπου το σύστημα θα διαβάζει μέσω αισθητήρων το μήκος της ουράς και θα εκχωρεί μεγαλύτερο χρόνο στο πράσινο όποτε χρειάζεται.

Αποτέλεσμα 5: Στην Εθνάρχου Μακαρίου (πριν τη συμβολή με Κηφισό) παρατηρείται μέση ταχύτητα 12 km/h με επαρκέστατο πλήθος καταγραφών

Συμπέρασμα: Υπεύθυνος είναι ο χρόνος αναμονής στο φανάρι εισόδου του Κηφισού.

Προτάσεις: Συνεχή και ορθολογική ρύθμιση των χρόνων του πράσινου στο φανάρι. Ακόμα καλύτερα εγκατάσταση έξυπνων φαναριών, όπου ο χρόνος του πράσινου θα ρυθμίζεται δυναμικά. Συγχρονισμός του συγκεκριμένου φωτεινού σηματοδότη με τα αμέσως επόμενα φανάρια εισόδου/εξόδου του Κηφισού, ώστε να υπάρχει συνεχής ροή. Ίσως επίσης η δημιουργία ανισόπεδου κόμβου διευκόλυνε την ομαλότητα και τη συνεχή ροή της κίνησης.



Εικόνα 6-15. Σημεία με μέση ταχύτητα < 15 km/h

6.8 Ερώτημα 8: Επιβαρυνμένα σημεία – όγκος και χαμηλή ταχύτητα

Ποια είναι τα πιο επιβαρυνμένα σημεία με βάση ταυτόχρονα τον όγκο και τη χαμηλή ταχύτητα;

```
SELECT
    r.road_info,
    SUM(f.counted_cars) AS traffic,
    AVG(f.average_speed) AS avg_speed
FROM fact_traffic_measurements f
JOIN dim_road r ON f.road_id = r.road_id
GROUP BY r.road_info
ORDER BY avg_speed ASC, traffic DESC
LIMIT 20;
```

road_info text	traffic bigint	avg_speed double precision
1 ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ Γ.Ρ. ΛΑΜΠΡΑΚΗ, 40Μ. ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΓΟΥΝΑΡΗ\η08.10.2019 ΑΚΟΜΗ ΑΝΑΜΕΝΟΥΜΕ ΝΑ ΤΕΛΕΙΩΣΕΙ ΟΡΙΣΤΙΚΑ Η ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΟΥ ΔΡΟΜΟΥ(ΣΤΡΩΦΕΣ ΚΤΛ.) ΓΙΑ ΝΑ ΚΟΠΟΥΝ ΝΕΟΙ ΑΝΙΧΝ...	220118	0.917166999993529
2 ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΤΗΣ Α. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ Σ.Ε.Φ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Α. ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ	237800	1.45472415647906
3 ΔΕΞΙΑ ΣΤΡΩΦΗ ΠΡΟΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ (ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΟΜΟΝΟΙΑ) 40 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ	31316120	1.7168064556655
4 ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΤΗΣ Α. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΓΑΥΦΑΔΑ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Α. ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ	570760	1.8107096915040
5 ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΑΚΤΗ ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ, 110Μ. ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΒΑΣ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ Α'	27175127	1.94782218687294
6 ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΕΝΤΡΟ 100 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΒΑΣ. ΣΟΦΙΑΣ	114051000	2.63494506354230
7 ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΧΙΛΤΟΝ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ	74733320	3.0378734158948
8 ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΑΘΗΝΑ, ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΛ. ΙΠΠΟΔΑΜΕΙΑΣ (ΡΕΤΣΙΝΑ)	363898809	11.041445645948
9 ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΑΚΤΗ ΚΟΝΔΥΛΗ, 50 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΓΟΥΝΑΡΗ\η27.09.2018 ΚΑΤΑΡΓΗΘΗΚΕ Ο Δ9 ΓΙΑΤΙ Ο ΔΡΟΜΟΣ ΜΕΙΩΘΗΚΕ ΚΑΤΑ ΜΙΑ ΛΟΡΙΔΑ.	258598392	11.6928720911235
10 ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΑΘΗΝΑ, 25 ΜΕΤΡΑ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΜΕ ΤΟΝ ΚΗΦΙΣΟ (ΜΟΝΟ ΓΙΑ Φ/Σ)	289731079	12.165279720754
11 ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΙΓΑΛΕΩ 25 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Α. ΚΗΦΙΣΟΥ (ΜΟΝΟ ΓΙΑ Φ/Σ)	159540716	12.7177634443426
12 ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΑΙΜΑΝΙ, 50 Μ. ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΛ. ΙΠΠΟΔΑΜΕΙΑΣ	462139980	12.9759311721658
13 ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΑΚΤΗ ΜΙΑΟΥΛΗ, 120 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΓΟΥΝΑΡΗ	277322735	13.1566359710948
14 ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ Ν.Α. ΠΡΟΣ ΠΑΝΟΡΜΟΥ, 30 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΑΝΟΡΜΟΥ	227862691	13.2558416141821
15 ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΝΑ ΠΡΟΣ ΠΑΝΟΡΜΟΥ, 25 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΑΝΟΡΜΟΥ	204323169	13.2940756207386
16 ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΝΙΚΑΙΑ 25 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Α. ΚΗΦΙΣΟΥ (ΜΟΝΟ ΓΙΑ Φ/Σ)	94504465	14.3014934927098
17 ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΟΜΗΡ. ΣΚΥΛΙΤΣΗ, 50 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΟΜΗΡ. ΣΚΥΛΙΤΣΗ	307878319	14.5134440122371
18 ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΑΙΜΑΝΙ ΠΕΙΡΑΙΑ, 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΚΤΗ ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ	293549710	14.7359221148462
19 ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΔΡΑΠΕΤΣΙΩΝΑ, 180 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΚΤΗ ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ	207627555	14.862622004081
20 ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ Π. ΡΑΛΛΗ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ Α. ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΛΑΜΙΑ 25 Μ. ΠΡΙΝ ΤΗΝ Π. ΡΑΛΛΗ (ΜΟΝΟ ΓΙΑ Φ/Σ)	197725917	14.9437622221745

Εικόνα 6-16. Επιβαρυνμένα σημεία (όγκος και χαμηλή ταχύτητα)

Αποτέλεσμα 1: Τα αποτελέσματα δείχνουν ακραία συμφόρηση σε βασικούς οδικούς άξονες (με τις χαμηλότερες μέσες ταχύτητες να εμφανίζονται σε κεντρικές αρτηρίες και σημεία σύνδεσης του δικτύου)

Συμπέρασμα: Οι συγκεκριμένοι δρόμοι λειτουργούν σε κατάσταση έντονου κορεσμού, ιδιαίτερα σε ώρες αιχμής.

Προτάσεις: Απαιτείται η λειτουργία των φαναριών προσαρμοσμένη στην κίνηση (adaptive traffic lights), η παρακολούθηση σε συνεχή χρόνο της κυκλοφορίας (real-time traffic monitoring).

Αποτέλεσμα 2: Ο Κηφισός αποτελεί βασικό σημείο κυκλοφοριακής συμφόρησης, με τις ράμπες εισόδου και εξόδου του Κηφισού να εμφανίζουν πολύ χαμηλές ταχύτητες και υψηλή κίνηση.

Συμπέρασμα: Ο άξονας λειτουργεί ως κύριο bottleneck του λεκανοπεδίου.

Προτάσεις: Πρέπει να διερευνηθούν και να παρθούν κάποια μέτρα, όπως: βελτίωση κόμβων, έξυπνη διαχείριση λωρίδων (smart lane management), δυναμική διαχείριση κυκλοφορίας.

Αποτέλεσμα 3: Ο Πειραιάς εμφανίζει υψηλή επιβάρυνση λόγω λιμενικής δραστηριότητας. Πιο συγκεκριμένα οι περιοχές: Ακτή Ποσειδώνος, Ακτή Κονδύλη, Πλατεία Ιπποδαμείας παρουσιάζουν εξαιρετικά υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο

Συμπέρασμα: Η εμπορευματική και λιμενική δραστηριότητα επηρεάζει σημαντικά τη ροή κυκλοφορίας.

Προτάσεις: Απαιτείται η εφαρμογή επαναπρογραμματισμού των εμπορευματικών μεταφορών, νυχτερινών logistics, χρήση χρονοθυρίδας (time-slot) στις φορτοεκφορτώσεις.

Αποτέλεσμα 4: Υπάρχει έντονη συμφόρηση στο κέντρο της Αθήνας, όπου οι οδοί Πανεπιστημίου, Βασιλίσσης Σοφίας, Ακαδημίας παρουσιάζουν πολύ χαμηλές ταχύτητες

Συμπέρασμα: Το ιστορικό και διοικητικό κέντρο της πόλης δέχεται υπερβολικό κυκλοφοριακό φόρτο.

Προτάσεις: Μερική λύση στο πρόβλημα θα μπορούσε να δοθεί με: ενίσχυση των μέσων μαζικής μεταφοράς, αύξηση δρομολογίων και μελετημένος προγραμματισμός δρομολογίων, δημιουργία λωρίδων αποκλειστικής κίνησης λεωφορείων (bus lanes), περιορισμό κυκλοφορίας ΙΧ (είτε με δακτύλιο είτε με κάποιον άλλο προσφορότερο τρόπο).

Αποτέλεσμα 5: Υπάρχουν δρόμοι με υψηλό traffic αλλά καλύτερη ροή, όπου παρά το μεγάλο όγκο οχημάτων παρατηρούνται σχετικά υψηλές ταχύτητες.

Συμπέρασμα: Η κυκλοφορία παραμένει βαριά αλλά όχι πλήρως μπλοκαρισμένη.

Προτάσεις: Διατήρηση της ροής μέσω: πρόβλεψης κυκλοφοριακής ροής (predictive traffic analytics), επαναδρομολόγηση σε πραγματικό χρόνο (real-time rerouting), έξυπνης καθοδήγησης οδηγών.

Αποτέλεσμα 6: Το κυκλοφοριακό πρόβλημα είναι συγκεντρωμένο σε κόμβους σύνδεσης. Τα περισσότερα επιβαρυμένα σημεία βρίσκονται κοντά σε ράμπες, σε συμβολές λεωφόρων, σε εξόδους αυτοκινητοδρόμων

Συμπέρασμα: Οι κόμβοι αυτοί λειτουργούν ως σημεία μετάβασης μεγάλου κυκλοφοριακού φόρτου.

Προτάσεις: Δημιουργία: έγχρωμου χάρτη κυκλοφορίας (heatmaps κυκλοφορίας), ανάλυσης των σημείων που παρατηρείται κυκλοφοριακή συμφόρηση, χωρική ομαδοποίηση κυκλοφορίας.

Αποτέλεσμα 7: Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ύπαρξη bottlenecks. Οι μεγαλύτερες καθυστερήσεις συγκεντρώνονται σε συγκεκριμένα σημεία του δικτύου

Συμπέρασμα: Πρόκειται για πιθανά: σημεία τοπικής κυκλοφοριακής συμφόρησης (στενωπός – bottleneck), κρίσιμοι κόμβοι συμφόρησης του οδικού δικτύου της Αττικής.

Προτάσεις: Δημιουργία χάρτη με τα 20 χειρότερα σημεία συμφόρησης της Αττικής με βάση: υψηλή κίνηση, χαμηλή μέση ταχύτητα, εισαγωγή και χρήση ενός δείκτη έντασης συμφόρησης.

Αποτέλεσμα 8: Το ερώτημα μπορεί να αποτελέσει δείκτη αξιολόγησης κυκλοφοριακών παρεμβάσεων μέσω του συνδυασμού κυκλοφοριακού φόρτου και χαμηλής ταχύτητας.

Συμπέρασμα: Η ανάλυση μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βασικός δείκτης αποδοτικότητας του οδικού δικτύου.

Προτάσεις: Ορισμός νέου KPI: Congestion Severity Index (CSI)

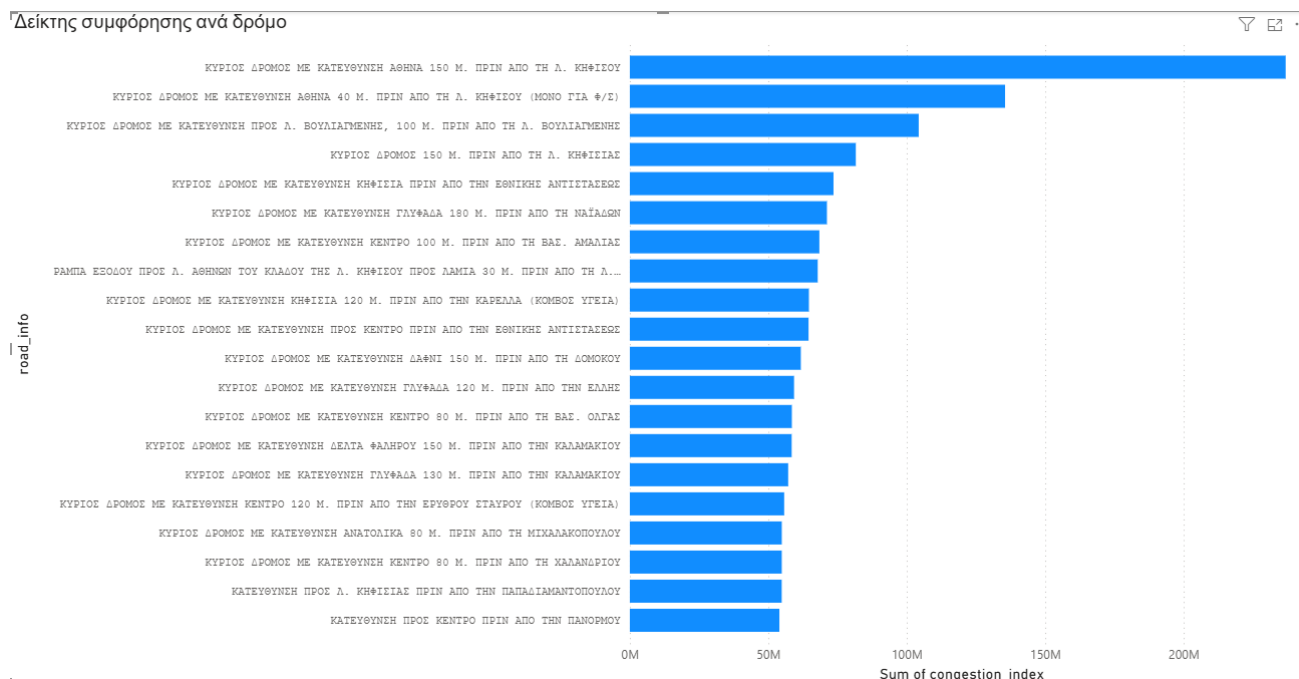
$CSI = \text{Traffic} / \text{Average Speed}$ ή

$CSI = (\text{Traffic} * \text{Weight}) / \text{Average Speed}$

Όσο μεγαλύτερος είναι ο CSI: τόσο πιο επιβαρυνμένο είναι το σημείο, τόσο μεγαλύτερη είναι η ανάγκη κυκλοφοριακής παρέμβασης, τόσο υψηλότερη είναι η προτεραιότητα βελτίωσης του δρόμου.

Σημαντική πρόταση συνολικά: Η ανάλυση μπορεί να αξιοποιηθεί για εφαρμογές έξυπνης πόλης εφόσον τα δεδομένα επιτρέπουν συνδυαστική ανάλυση όγκου και ταχύτητας. Και βέβαια το Data Warehouse μπορεί να υποστηρίξει έξυπνη διαχείριση κυκλοφορίας σε πραγματικό χρόνο (real time traffic intelligence). Οπότε μια πρόταση είναι η ανάπτυξη πίνακα ελέγχου κυκλοφοριακών δεδομένων (dashboard) με: παρακολούθηση συμφόρησης, ειδοποιήσεις/συναγερμούς για κρίσιμα συμβάντα, δείκτες απόδοσης κυκλοφορίας σε πραγματικό χρόνο, πρόβλεψη κυκλοφοριακής συμφόρησης.

Ακολουθεί το clustered bar chart, που αφορά τα αποτελέσματα του ερωτήματος 8.



Εικόνα 6-17. Δείκτης συμφόρησης ανά δρόμο

6.9 Ερώτημα 9: Κίνηση για κάθε ημέρα

Υπολογισμός της κίνησης για κάθε ημέρα της εβδομάδας

Η αρχική προσέγγιση ήταν να υπολογιστεί το συνολικό άθροισμα της κίνησης για κάθε μία ημέρα της εβδομάδας ξεχωριστά. Χρησιμοποιήθηκε η παρακάτω απλή SQL:

```
SELECT
    t.day_name,
    SUM(f.counted_cars) AS traffic
FROM fact_traffic_measurements f
JOIN dim_time t ON f.time_id = t.time_id
GROUP BY t.day_name
ORDER BY traffic DESC;
```

Στη συνέχεια επειδή τα αποτελέσματα μας δεν ικανοποιούσαν τις πεποιθήσεις μας (αμφιβολία για την Κυριακή, όπου θα περιμέναμε κατάρρευση κίνησης, μειωμένη κίνηση τη Δευτέρα, ...), χρησιμοποιήθηκε μια άλλη προσέγγιση (SQL), όπου στο:

Στάδιο 1 : Υπολογίζει για κάθε ημερολογιακή ημέρα: τη συνολική κίνηση, τον αριθμό των αισθητήρων που έδωσαν δεδομένα και τη μέση κίνηση ανά αισθητήρα

Στάδιο 2: Παίρνει όλες τις Δευτέρες μαζί, όλες τις Τρίτες μαζί κ.λπ. και υπολογίζει τον μέσο όρο των ημερήσιων μέσων όρων

```
WITH daily_avg AS (
    SELECT
        t.full_date,
        t.day_name,
        t.day_of_week,

        SUM(f.counted_cars) * 1.0 / NULLIF(COUNT(DISTINCT
        f.device_id),0) AS avg_daily_traffic
    FROM fact_traffic_measurements f
    JOIN dim_time t
    ON f.time_id = t.time_id
    GROUP BY
        t.full_date,
        t.day_name,
        t.day_of_week
)

SELECT
    day_name,
    ROUND(AVG(avg_daily_traffic)::numeric,2) AS
mean_daily_traffic_per_sensor
FROM daily_avg
GROUP BY
    day_name,
    day_of_week
ORDER BY day_of_week;
```

Τα αποτελέσματα με αυτή την προσέγγιση είναι τα εξής:

	day_name text	mean_daily_traffic_per_sensor numeric
1	Δευτέρα	782275.26
2	Τρίτη	820364.76
3	Τετάρτη	838862.97
4	Πέμπτη	832241.67
5	Παρασκευή	846977.83
6	Σάββατο	761933.31
7	Κυριακή	644245.21

Εικόνα 6-18. Κίνηση κάθε ημέρας 1

Ενώ τα αποτελέσματα με την αρχική προσέγγιση φαίνονται παρακάτω:

	day_name text	traffic bigint
1	Παρασκευή	76906778824
2	Πέμπτη	75761714391
3	Τετάρτη	75426958222
4	Τρίτη	74024365742
5	Δευτέρα	70633824612
6	Σάββατο	69262897934
7	Κυριακή	58693054381

Εικόνα 6-19. Κίνηση κάθε ημέρας 2

Τα αποτελέσματα είναι σχεδόν ίδια με τη μόνη διαφορά της εναλλαγής της θέσης των ημερών Τετάρτη και Πέμπτη. Και βέβαια ενώ η 1^η SQL απαίτησε κάτω από 2 sec για να ολοκληρωθεί η εκτέλεσή της, η 2^η όπως και ήταν αναμενόμενο χρειάστηκε πάνω από 23 sec.

Αποτέλεσμα 1: Η Παρασκευή είναι η ημέρα με τη μεγαλύτερη κυκλοφορία

Συμπέρασμα: Η κορύφωση της εβδομαδιαίας κίνησης την Παρασκευή υποδηλώνει ότι πέρα από τις υποχρεωτικές μετακινήσεις εργασίας προστίθενται και προαιρετικές μετακινήσεις που σχετίζονται με αγορές, ψυχαγωγία, κοινωνικές δραστηριότητες και αναχωρήσεις για εκδρομές ή ταξίδια.

Προτάσεις: Οι δημοτικές και περιφερειακές αρχές μπορούν να εφαρμόζουν δυναμική διαχείριση σηματοδότησης τις απογευματινές ώρες της Παρασκευής ώστε να αυξάνεται η χωρητικότητα των βασικών αρτηριών. Οι εργασίες συντήρησης οδών θα πρέπει να αποφεύγονται κατά τις ώρες αιχμής της Παρασκευής, καθώς ακόμη και μικρές μειώσεις της χωρητικότητας μπορεί να προκαλέσουν σημαντική επιβάρυνση. Θα μπορούσαν να εξεταστούν κίνητρα για χρήση δημόσιων συγκοινωνιών ή ευέλικτων ωραρίων εργασίας κατά την Παρασκευή ώστε να μειωθεί η συγκέντρωση μετακινήσεων σε συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα. Τα αποτελέσματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ενίσχυση των δρομολογίων λεωφορείων ή άλλων μέσων μαζικής μεταφοράς σε συγκεκριμένες ώρες και διαδρομές.

Αποτέλεσμα 2: Η Τετάρτη αποτελεί την πιο αντιπροσωπευτική ημέρα λειτουργίας του δικτύου

Συμπέρασμα: Η Τετάρτη βρίσκεται στο μέσο της εβδομάδας και επηρεάζεται λιγότερο από τη μετάβαση από και προς το Σαββατοκύριακο. Αποτελεί πιθανότατα την πιο «κανονική» ημέρα από άποψη κυκλοφοριακής συμπεριφοράς.

Προτάσεις: Η Τετάρτη μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ημέρα αναφοράς για τη δημιουργία μοντέλων πρόβλεψης κυκλοφορίας. Οι συγκρίσεις πριν και μετά από κυκλοφοριακές παρεμβάσεις (π.χ. νέοι κόμβοι, αλλαγές σηματοδότησης) θα ήταν πιο αξιόπιστες αν βασίζονταν σε δεδομένα Τετάρτης. Οι μελλοντικές έρευνες μετακινήσεων μπορούν να χρησιμοποιούν τη συγκεκριμένη ημέρα ως αντιπροσωπευτικό δείγμα της κανονικής λειτουργίας της πόλης. Η Τετάρτη προσφέρει κατάλληλο σημείο αναφοράς για τον εντοπισμό ανωμαλιών ή έκτακτων συμβάντων.

Αποτέλεσμα 3: Η Πέμπτη παραμένει σε επίπεδα σχεδόν ίσα με αυτά της Παρασκευής

Συμπέρασμα: Η κυκλοφορία παραμένει ιδιαίτερα αυξημένη μέχρι το τέλος της εργάσιμης εβδομάδας χωρίς να εμφανίζει σημάδια κόπωσης ή σταδιακής μείωσης.

Προτάσεις: Τα κυκλοφοριακά μέτρα που εφαρμόζονται την Παρασκευή θα πρέπει να εξεταστεί αν είναι απαραίτητα και την Πέμπτη. Η ενίσχυση των δημόσιων συγκοινωνιών μπορεί να ξεκινά ήδη από την Πέμπτη και όχι μόνο την Παρασκευή. Οι φορείς μεταφορών μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα αποτελέσματα για πιο αποτελεσματικό προγραμματισμό προσωπικού και πόρων. Η ανάλυση ανά ώρα μπορεί να δείξει εάν οι ώρες αιχμής της Πέμπτης και της Παρασκευής έχουν παρόμοια χαρακτηριστικά.

Αποτέλεσμα 4: Η Τρίτη παρουσιάζει αισθητή αύξηση σε σχέση με τη Δευτέρα

Συμπέρασμα: Η οικονομική και κοινωνική δραστηριότητα φαίνεται να αναπτύσσεται πλήρως μετά την πρώτη ημέρα της εβδομάδας.

Προτάσεις: Οι δημόσιες υπηρεσίες μπορούν να προγραμματίζουν εργασίες οδοποιίας ή τεχνικές παρεμβάσεις τη Δευτέρα αντί για την Τρίτη. Η Τρίτη μπορεί να θεωρηθεί ως η πραγματική έναρξη της εβδομαδιαίας ζήτησης μετακινήσεων. Επιχειρήσεις που βασίζονται στην προσβασιμότητα πελατών μπορούν να αξιοποιήσουν το εύρημα για προγραμματισμό λειτουργιών ή προωθητικών ενεργειών. Η σύγκριση Δευτέρας – Τρίτης μπορεί να αποτελέσει δείκτη αλλαγών στις συνήθειες μετακίνησης λόγω τηλεργασίας.

Αποτέλεσμα 5: Η Δευτέρα εμφανίζει τη μικρότερη κίνηση μεταξύ των εργάσιμων ημερών

Συμπέρασμα: Η πρώτη ημέρα της εβδομάδας λειτουργεί ως μεταβατική περίοδος ανάμεσα στην χαμηλή κινητικότητα του Σαββατοκύριακου και στην πλήρη δραστηριότητα των επόμενων ημερών.

Προτάσεις: Οι δημοτικές αρχές μπορούν να επιλέγουν τη Δευτέρα για προγραμματισμένες παρεμβάσεις χαμηλού ρίσκου. Η ημέρα αυτή προσφέρει ευκαιρίες για συντήρηση αισθητήρων, σηματοδοτών και εξοπλισμού χωρίς μεγάλη επίδραση στην κυκλοφορία. Τα αποτελέσματα υποδηλώνουν ότι πιθανές πολιτικές τηλεργασίας επηρεάζουν περισσότερο τη Δευτέρα από τις υπόλοιπες ημέρες. Μπορεί να διερευνηθεί εάν συγκεκριμένοι κλάδοι οικονομικής δραστηριότητας συμβάλλουν στη χαμηλότερη κινητικότητα.

Αποτέλεσμα 6: Το Σάββατο διατηρεί αξιοσημείωτα υψηλή κυκλοφορία

Συμπέρασμα: Παρά την απουσία μεγάλου μέρους των εργασιακών μετακινήσεων, η συνολική κινητικότητα παραμένει σε επίπεδα κοντά στις καθημερινές.

Προτάσεις: Οι αρχές δεν θα πρέπει να αντιμετωπίζουν το Σάββατο ως ημέρα χαμηλής κυκλοφορίας. Οι παρεμβάσεις στο οδικό δίκτυο πρέπει να λαμβάνουν υπόψη την αυξημένη κίνηση εμπορικών κέντρων, αγορών και χώρων αναψυχής. Η κατανομή της αστυνόμευσης και της διαχείρισης κυκλοφορίας μπορεί να προσαρμοστεί ώστε να καλύπτει τις διαφορετικές χωρικές συγκεντρώσεις μετακινήσεων του Σαββάτου. Θα ήταν χρήσιμο να εντοπιστούν οι δρόμοι που εμφανίζουν μεγαλύτερη αύξηση το Σάββατο σε σχέση με τις καθημερινές.

Αποτέλεσμα 7: Η Κυριακή παραμένει ενεργή παρά τη μείωση της κίνησης

Συμπέρασμα: Η κυκλοφορία δεν περιορίζεται μόνο σε μετακινήσεις εργασίας αλλά περιλαμβάνει σημαντικό όγκο μετακινήσεων αναψυχής, τουρισμού και κοινωνικών δραστηριοτήτων.

Προτάσεις: Οι κυκλοφοριακές μελέτες θα πρέπει να αντιμετωπίζουν την Κυριακή ως ξεχωριστή κατηγορία ημέρας και όχι απλώς ως ημέρα χαμηλής ζήτησης. Οι συγκοινωνιακοί φορείς μπορούν να εξετάσουν την επάρκεια των υπηρεσιών τους τις Κυριακές. Οι τουριστικές και εμπορικές περιοχές ενδέχεται να απαιτούν διαφορετική στρατηγική διαχείρισης κατά τη διάρκεια της Κυριακής. Η περαιτέρω ανάλυση ανά ώρα μπορεί να αποκαλύψει ισχυρές απογευματινές αιχμές λόγω επιστροφών εκδρομικών.

Αποτέλεσμα 8: Η διαφορά Παρασκευής–Κυριακής είναι μικρότερη από την αναμενόμενη

Συμπέρασμα: Το οδικό δίκτυο εμφανίζει υψηλό βαθμό χρήσης καθ' όλη τη διάρκεια της εβδομάδας.

Προτάσεις: Ο σχεδιασμός υποδομών πρέπει να βασίζεται στη συνολική εβδομαδιαία ζήτηση και όχι αποκλειστικά στις εργάσιμες ημέρες. Η αξιολόγηση της χωρητικότητας των δρόμων πρέπει να λαμβάνει υπόψη και τα πρότυπα μετακίνησης αναψυχής. Οι φορείς μπορούν να επανεξετάσουν τις υποθέσεις που χρησιμοποιούν στα μοντέλα κυκλοφορίας για τα Σαββατοκύριακα. Η ανάλυση αυτή μπορεί να οδηγήσει σε πιο ακριβή μοντέλα πρόβλεψης.

Αποτέλεσμα 9: Οι εργάσιμες ημέρες παρουσιάζουν αξιοσημείωτη σταθερότητα

Συμπέρασμα: Το δίκτυο λειτουργεί με προβλέψιμο τρόπο κατά το μεγαλύτερο μέρος της εβδομάδας.

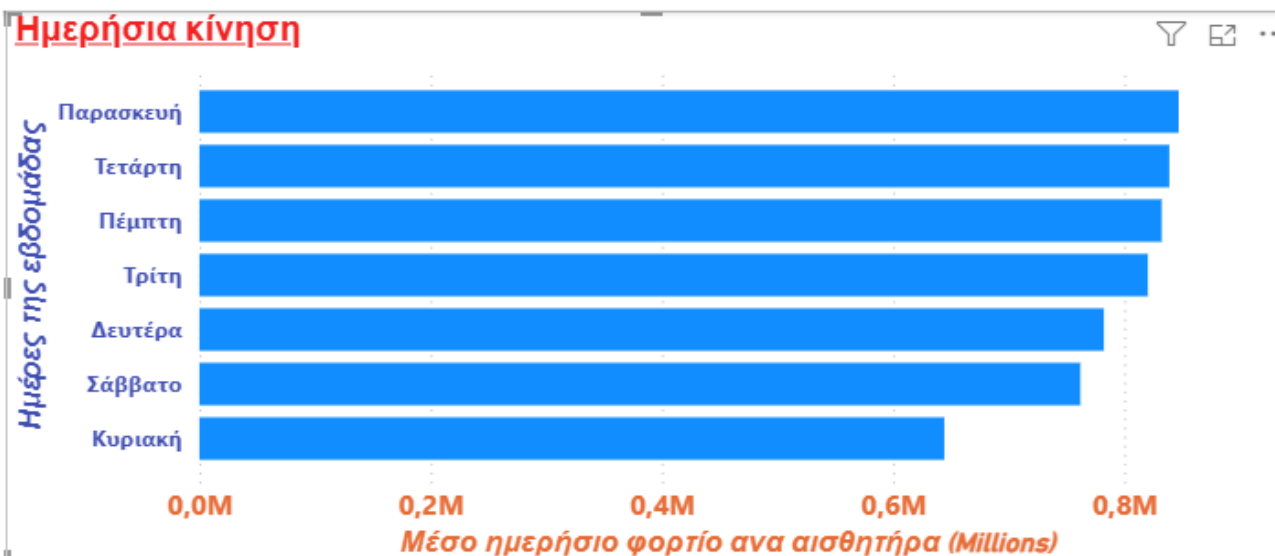
Προτάσεις: Η σταθερότητα αυτή επιτρέπει την ανάπτυξη αξιόπιστων μοντέλων πρόβλεψης κυκλοφορίας. Τα δεδομένα μπορούν να αξιοποιηθούν για συστήματα έγκαιρης ανίχνευσης ανωμαλιών. Η μικρή διακύμανση μεταξύ ημερών σημαίνει ότι μεγάλες αποκλίσεις στο μέλλον πιθανόν να υποδηλώνουν πραγματικά γεγονότα ή προβλήματα. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βάση για τον καθορισμό δεικτών απόδοσης του δικτύου.

Αποτέλεσμα 10: Η εβδομαδιαία κυκλοφορία ακολουθεί έναν σαφή και επαναλαμβανόμενο κύκλο

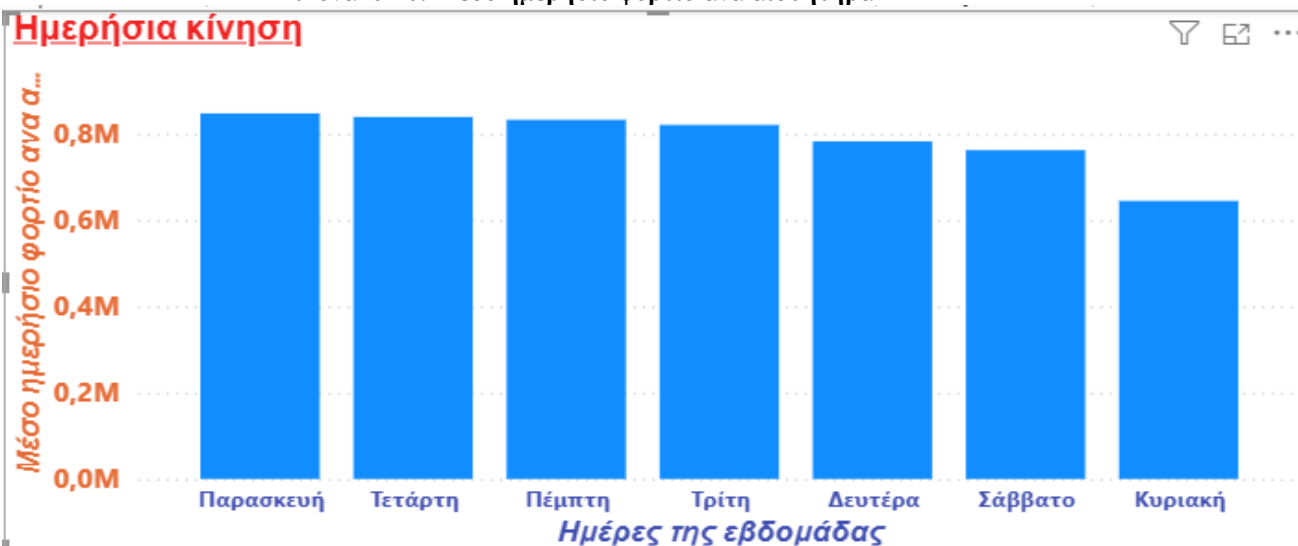
Συμπέρασμα: Η συμπεριφορά των μετακινήσεων παρουσιάζει υψηλό βαθμό κανονικότητας, γεγονός που ευνοεί την πρόβλεψη και τον σχεδιασμό πολιτικών μεταφορών.

Προτάσεις: Μπορούν να αναπτυχθούν μοντέλα πρόβλεψης με υψηλή ακρίβεια βασισμένα αποκλειστικά στην ημέρα της εβδομάδας. Η γνώση του εβδομαδιαίου κύκλου μπορεί να αξιοποιηθεί για βελτιστοποίηση σηματοδοτών σε πραγματικό χρόνο. Οι μεταφορικοί φορείς μπορούν να προσαρμόζουν δυναμικά τη διαθεσιμότητα οχημάτων και προσωπικού. Οι μελλοντικές επενδύσεις σε υποδομές μπορούν να βασιστούν σε μακροχρόνια πρότυπα και όχι μόνο σε στιγμιαίες μετρήσεις.

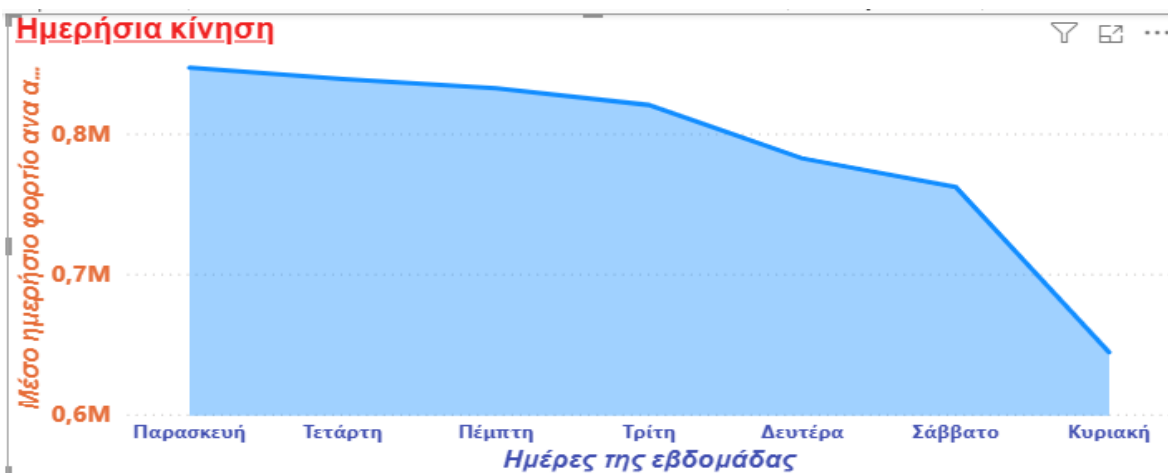
Ακολουθούν 4 διαφορετικοί τρόποι οπτικοποίησης των αποτελεσμάτων του ερωτήματος.



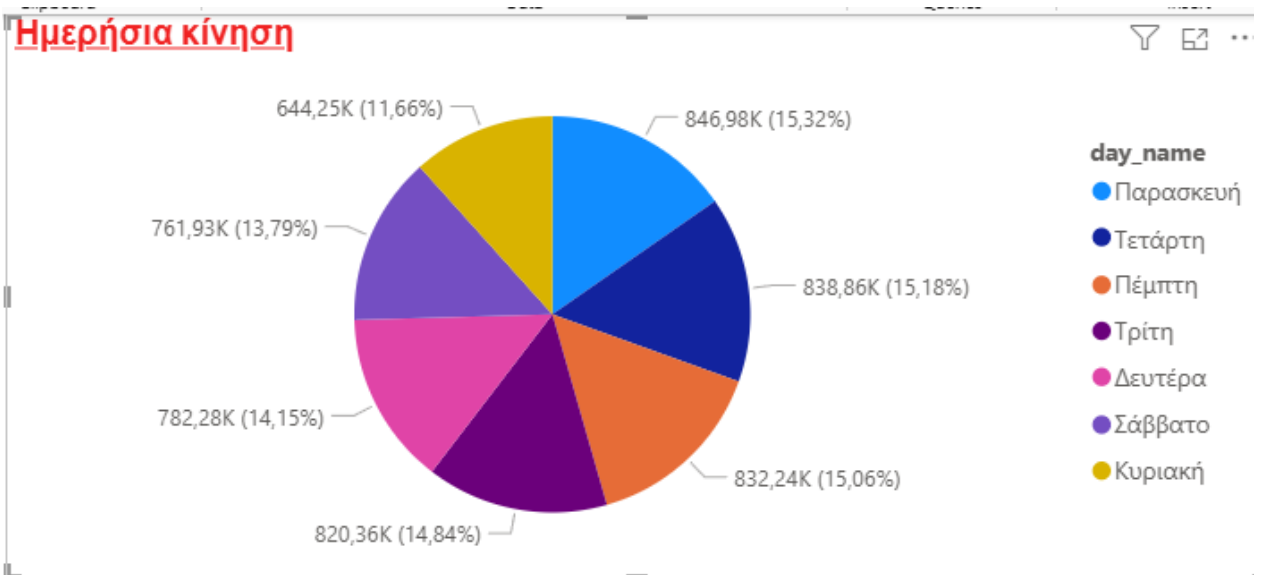
Εικόνα 6-20. Μέσο ημερήσιο φορτίο ανά αισθητήρα 1



Εικόνα 6-21. Μέσο ημερήσιο φορτίο ανά αισθητήρα 2



Εικόνα 6-22. Μέσο ημερήσιο φορτίο ανά αισθητήρα 3



Εικόνα 6-23. Μέσο ημερήσιο φορτίο ανά αισθητήρα 4

6.10 Ερώτημα 10: 20 σημεία με μεγαλύτερη νυχτερινή κίνηση)

Ποια είναι τα 20 σημεία με τη μεγαλύτερη μέση νυχτερινή κίνηση ανά ημέρα;

```
SELECT
    r.road_name,
    r.road_info,
    SUM(f.counted_cars) AS total_night_traffic,
    COUNT(DISTINCT t.full_date) AS days_with_data,
    ROUND(SUM(f.counted_cars)::numeric / COUNT(DISTINCT t.full_date), 2)
AS      avg_night_traffic_per_day
FROM fact_traffic_measurements f
JOIN dim_road r
    ON f.road_id = r.road_id
JOIN dim_time t
    ON f.time_id = t.time_id
WHERE t.hour >= 22
    OR t.hour <= 5
GROUP BY
    r.road_name,
    r.road_info
ORDER BY avg_night_traffic_per_day DESC
LIMIT 20;
```

	road_name text	road_info text	total_night_traffic bigint	days_with_data bigint	avg_night_traffic_per_day numeric
1	Λ. ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥΠΟΛΕΩΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΘΗΝΑ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	700397508	1679	417151.58
2	ΙΕΡΑ ΟΔΟΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΘΗΝΑ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	700397508	1679	417151.58
3	ΠΕΤΡΟΥ ΡΑΛΛΗ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΘΗΝΑ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	700397508	1679	417151.58
4	Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΙΡΑΙΑ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΡΑΜΠΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΣΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΑΠΟ ΑΓ. ΑΝΝΗΣ	628460634	1538	408622.00
5	Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΙΡΑΙΑ ΜΕΤΑ ΤΗ ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΤΗΣ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΠΡΟΣ ΑΓ. ΑΝΝΗΣ	625437201	1538	406656.18
6	Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΛΑΜΙΑ ΑΜΕΣΩΣ ΜΕΤΑ ΤΗ ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΤΗΣ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΠΡΟΣ ΑΓ. ΑΝΝΗΣ	624982055	1542	405306.13
7	Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΛΑΜΙΑ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΡΑΜΠΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΣΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΑΠΟ ΑΓ. ΑΝΝΗΣ	621594075	1542	403109.00
8	Λ. ΚΗΦΙΣΙΑΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΗΦΙΣΙΑ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΘΝΙΚΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΣ	661721253	1691	391319.49
9	Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΛΑΜΙΑ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΡΑΜΠΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΣΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΑΠΟ ΑΓ. ΙΩ. ΡΕΝΤΗ	580103945	1546	375228.94
10	ΑΘΗΝΩΝ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΔΑΦΝΙ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΔΟΜΟΚΟΥ	581039856	1581	367514.14
11	ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΟΜΟΝΟΙΑ 100 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΜΕΡΙΚΗΣ	82866360	234	354129.74
12	Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΛΑΜΙΑ ΜΕΤΑ ΤΗ ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΤΗΣ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΠΡΟΣ ΑΓ. ΙΩ. ΡΕΝΤΗ ΚΑΙ ΛΑΧΑΝΑΓΟΡΑ	498109897	1546	322192.69
13	Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΛΑΜΙΑ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΡΑΜΠΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΣΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΑΠΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ	497813240	1546	322000.80
14	ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΓΑΥΦΑΔΑ 180 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΝΑΪΑΔΩΝ	534238152	1692	315743.59
15	ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ Λ. ΣΥΓΓΡΟΥ ΚΑΙ ΠΕΙΡΑΙΑ 180 Μ. ΜΕΤΑ ΤΗ ΝΑΪΑΔΩΝ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ ΕΘΝ. ΜΑΚΑ...	524940309	1687	311167.94
16	Λ. ΑΘΗΝΩΝ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΔΑΦΝΙ 120 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΓΟΡΓΟΠΟΤΑΜΟΥ	484238814	1580	306480.26
17	ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΗΦΙΣΙΑ 120 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΛΛΗΣ	474481143	1562	303765.14
18	Λ. ΚΗΦΙΣΙΑΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΗΦΙΣΙΑ 120 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΡΕΛΛΑ (ΚΟΜΒΟΣ ΥΓΕΙΑ)	507566166	1671	303749.95
19	ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΓΑΥΦΑΔΑ 130 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΛΑΜΑΚΙΟΥ	467138259	1554	300603.77
20	ΑΘΗΝΩΝ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΘΗΝΑ 145 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΓΟΡΓΟΠΟΤΑΜΟΥ	419757291	1443	290892.09

Εικόνα 6-24. Σημεία με τη μεγαλύτερη νυχτερινή κίνηση

Εξελίσσοντας το παραπάνω ερώτημα, ζητάμε για αυτά τα 20 σημεία την εξέλιξη της μέσης ημερήσιας κίνησης από τις 10 το βράδυ μέχρι τις 5 το πρωί με την ακόλουθη SQL

```
WITH top20 AS (

SELECT
    r.road_id,
    r.road_name,
    r.road_info,

    SUM(f.counted_cars) AS total_night_traffic,

    COUNT(DISTINCT t.full_date) AS days_with_data,

    ROUND( SUM(f.counted_cars)::numeric / COUNT(DISTINCT
t.full_date), 2) AS avg_night_traffic_per_day

FROM fact_traffic_measurements f

JOIN dim_road r
    ON f.road_id = r.road_id

JOIN dim_time t
    ON f.time_id = t.time_id

WHERE t.hour >= 22
    OR t.hour <= 5

GROUP BY
    r.road_id,
    r.road_name,
    r.road_info

ORDER BY avg_night_traffic_per_day DESC
LIMIT 20

)
```

```
SELECT

    t20.road_name,
    t20.road_info,
    t20.avg_night_traffic_per_day,

    ROUND(
        SUM(CASE WHEN dt.hour = 22 THEN f.counted_cars ELSE 0 END)::numeric
        / COUNT(DISTINCT dt.full_date), 2) AS traffic_22,
    ROUND(
        SUM(CASE WHEN dt.hour = 23 THEN f.counted_cars ELSE 0 END)::numeric
        / COUNT(DISTINCT dt.full_date), 2) AS traffic_23,
    ROUND(
        SUM(CASE WHEN dt.hour = 0 THEN f.counted_cars ELSE 0 END)::numeric
        / COUNT(DISTINCT dt.full_date), 2) AS traffic_00,
    ROUND(
        SUM(CASE WHEN dt.hour = 1 THEN f.counted_cars ELSE 0 END)::numeric
        / COUNT(DISTINCT dt.full_date), 2) AS traffic_01,
    ROUND(
        SUM(CASE WHEN dt.hour = 2 THEN f.counted_cars ELSE 0 END)::numeric
        / COUNT(DISTINCT dt.full_date), 2) AS traffic_02,
    ROUND(
        SUM(CASE WHEN dt.hour = 3 THEN f.counted_cars ELSE 0 END)::numeric
        / COUNT(DISTINCT dt.full_date), 2) AS traffic_03,
    ROUND(
        SUM(CASE WHEN dt.hour = 4 THEN f.counted_cars ELSE 0 END)::numeric
        / COUNT(DISTINCT dt.full_date), 2) AS traffic_04,
    ROUND(
        SUM(CASE WHEN dt.hour = 5 THEN f.counted_cars ELSE 0 END)::numeric
        / COUNT(DISTINCT dt.full_date), 2) AS traffic_05
FROM top20 t20

JOIN fact_traffic_measurements f
    ON t20.road_id = f.road_id

JOIN dim_time dt
    ON f.time_id = dt.time_id

GROUP BY
    t20.road_name,
    t20.road_info,
    t20.avg_night_traffic_per_day

ORDER BY
    t20.avg_night_traffic_per_day DESC;
```

	road_name text	road_info text	avg_night_tn numeric	traffic_22 numeric	traffic_23 numeric	traffic_00 numeric	traffic_01 numeric	traffic_02 numeric	traffic_03 numeric	traffic_04 numeric	traffic_05 numeric
1	ΙΕΡΑ ΟΔΟΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΘΗΝΑ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	417151.58	50925.67	40174.30	38861.40	43250.96	51477.15	56733.33	59693.02	75539.43
2	Λ. ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥΠΟΛΕ...	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΘΗΝΑ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	417151.58	50925.67	40174.30	38861.40	43250.96	51477.15	56733.33	59693.02	75539.43
3	ΠΕΤΡΟΥ ΡΑΛΛΗ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΘΗΝΑ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	417151.58	50925.67	40174.30	38861.40	43250.96	51477.15	56733.33	59693.02	75539.43
4	Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΙΡΑΙΑ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΡΑΜΠΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΣΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΑΠΟ ΑΓ. ΑΝΝΗΣ	408622.00	60913.41	46477.95	38855.99	38323.60	44257.10	51830.08	57808.05	69625.14
5	Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΙΡΑΙΑ ΜΕΤΑ ΤΗ ΡΑΜΠΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΤΗΣ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΠΡΟΣ ΑΓ. ΑΝΝΗΣ	406656.18	60508.96	46205.22	38633.82	38120.72	44081.47	51668.26	57597.01	69312.59
6	Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΛΑΜΙΑ ΑΜΕΣΩΣ ΜΕΤΑ ΤΗ ΡΑΜΠΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΤΗΣ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΠΡΟΣ ΑΓ. Α...	405306.13	60838.30	52540.12	45363.88	41043.37	44464.82	47658.58	50185.14	62686.92
7	Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΛΑΜΙΑ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΡΑΜΠΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΣΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΑΠΟ ΑΓ. ΑΝΝΗΣ	403109.00	60442.55	52219.81	45116.39	40824.50	44260.45	47432.11	49959.17	62331.86
8	Λ. ΚΗΦΙΣΙΑΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΗΦΙΣΙΑ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΘΝΙΚΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΣ	391319.49	68668.72	56297.90	15237.69	43942.72	46010.03	52219.14	50132.67	58348.34
9	Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΛΑΜΙΑ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΡΑΜΠΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΣΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΑΠΟ ΑΓ. ΙΩ. ΡΕΝ...	375228.94	58754.41	50048.65	42270.76	37806.14	40892.71	44485.12	45554.84	54931.52
10	ΑΘΗΝΩΝ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΔΑΦΝΙ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΔΟΜΟΚΟΥ	367514.14	56035.46	45366.40	41399.63	40341.05	40878.15	39773.78	43180.98	60072.38
11	ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΟΜΟΝΟΙΑ 100 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΜΕΡΙΚΗΣ	354129.74	17654.07	13318.31	15892.20	30325.25	52562.03	73303.39	76331.53	71741.86
12	Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΛΑΜΙΑ ΜΕΤΑ ΤΗ ΡΑΜΠΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΤΗΣ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΠΡΟΣ ΑΓ. ΙΩ. ΡΕΝΤΗΝ...	322192.69	50660.74	42910.07	36554.83	32683.05	35257.90	38425.55	39103.02	46181.25
13	Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΛΑΜΙΑ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΡΑΜΠΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΣΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΑΠΟ ΠΕΙΡΑΙΑΣ	322000.80	50660.60	42884.19	36571.04	32679.04	35247.08	38404.90	39052.07	46085.86
14	ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΓΛΥΦΑΔΑ 180 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΝΑΪΔΑΔΩΝ	315743.59	55711.68	44692.43	8520.10	32665.01	35156.15	41529.07	45192.84	51903.51
15	ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ Λ. ΣΥΓΓΡΟΥ ΚΑΙ ΠΕΙΡΑΙΑ 180 Μ. ΜΕΤΑ ΤΗ ΝΑΪΔΑΔΩΝ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ...	311167.94	54407.74	46072.88	7949.90	35285.31	35683.97	39692.38	43090.82	48065.40
16	Λ. ΑΘΗΝΩΝ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΔΑΦΝΙ 120 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΓΟΡΓΟΠΟΤΑΜΟΥ	306480.26	45663.68	36245.74	32816.29	32539.89	34471.90	33976.35	37304.34	53074.61
17	ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΓΛΥΦΑΔΑ 120 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΛΛΗΣ	303765.14	56841.25	45813.90	8155.26	32905.72	33503.29	37439.66	40604.82	48112.79
18	Λ. ΚΗΦΙΣΙΑΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΗΦΙΣΙΑ 120 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΡΕΛΛΑ (ΚΟΜΒΟΣ ΥΓΕΙΑ)	303749.95	50459.97	40262.31	10845.93	31566.83	33600.63	40989.90	44935.89	50906.83
19	ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΓΛΥΦΑΔΑ 130 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΛΑΜΑΚΙΟΥ	300603.77	57190.64	46050.70	8078.52	32022.90	32019.91	36050.72	40062.63	48741.36
20	ΑΘΗΝΩΝ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΘΗΝΑ 145 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΓΟΡΓΟΠΟΤΑΜΟΥ	290892.09	38562.89	29332.31	24831.75	26652.66	32854.22	39919.92	44115.08	54220.64

Εικόνα 6-25. Νυχτερινή κίνηση λεπτομερώς

Αποτέλεσμα 1: Στις πρώτες θέσεις εμφανίζονται: Ιερά Οδός, Λ. Κωνσταντινουπόλεως, Πέτρου Ράλλη, Λ. Κηφισού, ...

Συμπέρασμα: Οι κορυφαίοι δρόμοι νυχτερινής κυκλοφορίας είναι μεγάλοι διαμπερείς άξονες. Η νυχτερινή κυκλοφορία συγκεντρώνεται κυρίως στο βασικό υπεραστικό και διαμπερές δίκτυο της Αττικής. Και οι δρόμοι αυτοί είναι συγκεκριμένοι και επαναλαμβανόμενοι.

Προτάσεις: Να δημιουργηθεί ειδικός χάρτης που θα αναγνωρίζει: κύριους νυχτερινούς άξονες, διαδρόμους για φορτηγά, διαδρόμους προς λιμάνι, διαδρόμους προς αεροδρόμιο

Ο χάρτης αυτός μπορεί να χρησιμοποιηθεί από δήμους, προμηθευτές και από συγκοινωνιακούς φορείς

Αποτέλεσμα 2: Η ώρα 05:00 αποτελεί μεταβατική περίοδο. Σε όλους σχεδόν τους δρόμους η κίνηση στις 5 είναι αρκετά μεγαλύτερη από αυτή στις 4 το βράδυ

Συμπέρασμα: Η πόλη αρχίζει να ξυπνά πριν τις 06:00

Προτάσεις: Η έναρξη λειτουργίας των μέσων μαζικής μεταφοράς και συστημάτων διαχείρισης κυκλοφορίας πρέπει να μετακινηθεί χρονικά νωρίτερα

Αποτέλεσμα 3: Η Λ. Κηφισού κυριαρχεί τόσο νύχτα όσο και ημέρα. Πάνω από τα μισά σημεία του παραπάνω top 20 βρίσκονται στη Λ. Κηφισού

Συμπέρασμα: Η Κηφισού λειτουργεί ως ο σημαντικότερος κυκλοφοριακός διάδρομος της Αττικής σε 24ωρη βάση.

Προτάσεις: Η Λ. Κηφισού πρέπει να αποτελεί ξεχωριστό αντικείμενο ανάλυσης της κυκλοφορίας στην Αττική.

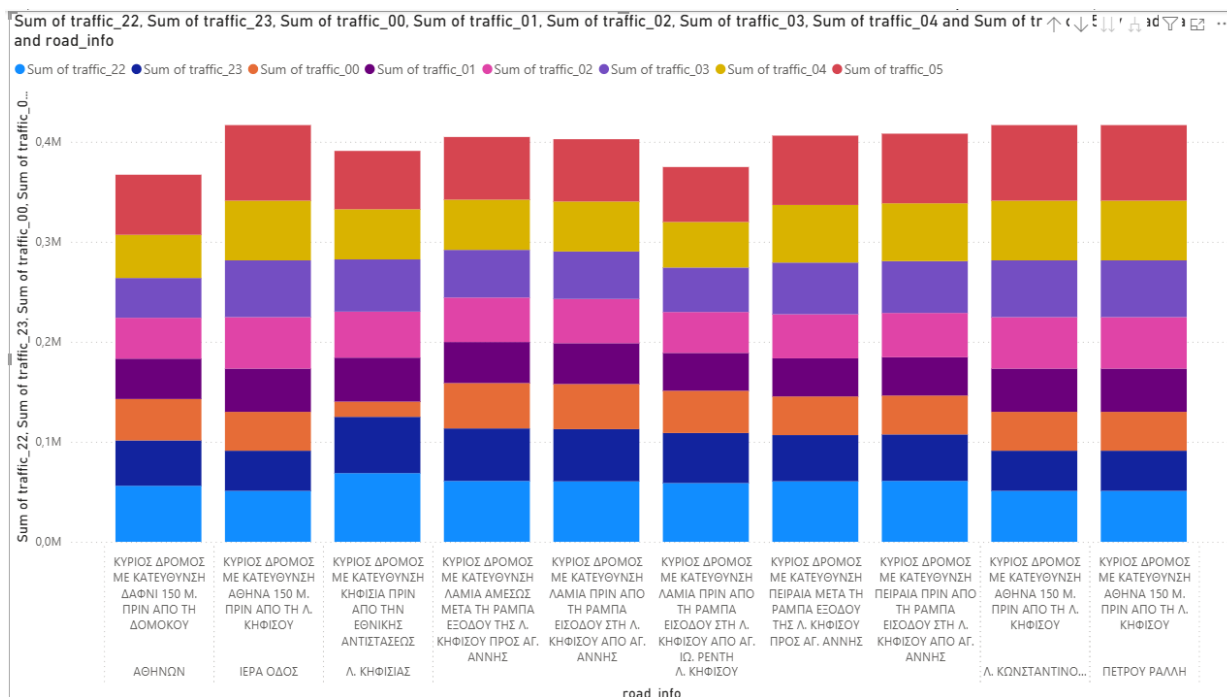
Κάποιες γενικότερες επιπλέον προτάσεις είναι οι εξής:

Εφόσον η νυχτερινή κυκλοφορία συγκεντρώνεται σε περιορισμένο αριθμό δρόμων θα ήταν λογικό να δημιουργηθούν στις περιοχές αυτές σταθμοί φόρτισης ηλεκτρικών φορτηγών ή άλλων οχημάτων, ώστε να επιτυγχάνεται μεγαλύτερη χρήση, μικρότερο κόστος εγκατάστασης και καλύτερη απόδοση επένδυσης.

Λόγω της σημαντικής νυχτερινής κυκλοφορίας σε ορισμένες κατοικημένες περιοχές θα μπορούσαν να εξεταστούν στις περιοχές αυτές μέτρα όπως: εγκατάσταση ηχοπετασμάτων, αντιθορυβικά οδοστρώματα, περιορισμοί βαρέων οχημάτων κατά τις νυχτερινές ώρες.

Επειδή η κυκλοφορία από τις 5 το πρωί ήδη εμφανίζει έντονη αύξηση θα έπρεπε ίσως να ωθήσουν τους αρμόδιους στην νωρίτερη έναρξη των δρομολογίων, σε δημιουργία νυχτερινών γραμμών express και στη σύνδεση των βιομηχανικών περιοχών

Λόγω της συγκέντρωσης της νυχτερινής κυκλοφορίας σε λίγους άξονες θα ανακούφιζε η δημιουργία εναλλακτικών διαδρομών και η προληπτική διαχείριση συμβάντων.



Εικόνα 6-26. Νυχτερινή κίνηση

7. Συμπεράσματα

Η παρούσα διπλωματική εργασία είχε ως αντικείμενο τη συλλογή, αποθήκευση, ανάλυση και οπτικοποίηση κυκλοφοριακών δεδομένων της Περιφέρειας Αττικής, αξιοποιώντας αποκλειστικά ανοικτά δεδομένα που διατίθενται μέσω της εθνικής πύλης δεδομένων. Στο πλαίσιο της εργασίας αναπτύχθηκε μια ολοκληρωμένη διαδικασία διαχείρισης δεδομένων, η οποία περιλάμβανε την εξαγωγή των πρωτογενών δεδομένων, τη μεταφόρτωσή τους και τη διαστασιακή μοντελοποίησή τους στο περιβάλλον της αποθήκης δεδομένων PostgreSQL, την εκτέλεση σύνθετων αναλυτικών ερωτημάτων SQL μέσω του pgAdmin και τέλος την οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων με τη χρήση του Power BI.

Η ανάλυση βασίστηκε σε ένα ιδιαίτερα μεγάλο σύνολο δεδομένων, το οποίο κάλυπτε χρονικό διάστημα μεγαλύτερο των πέντε ετών, από τα τέλη του 2020 έως και τις αρχές του 2026. Η μεγάλη χρονική έκταση των δεδομένων επέτρεψε την εξαγωγή συμπερασμάτων που δεν περιορίζονται σε μεμονωμένες χρονικές περιόδους ή συγκυριακά γεγονότα, αλλά αποτυπώνουν μακροχρόνιες τάσεις και σταθερά πρότυπα κυκλοφοριακής συμπεριφοράς στο οδικό δίκτυο της Αττικής.

Ένα από τα σημαντικότερα συμπεράσματα που προέκυψαν αφορά την ποιότητα και την πληρότητα των δεδομένων. Παρά το γεγονός ότι εντοπίστηκαν ημέρες χωρίς καθόλου δεδομένα καθώς και ημέρες με σημαντικά μειωμένο αριθμό καταγραφών, το συνολικό ποσοστό κάλυψης του συνόλου δεδομένων κρίθηκε ιδιαίτερα ικανοποιητικό. Η ύπαρξη χιλιάδων ημερών με πλήρεις μετρήσεις και εκατομμυρίων εγγραφών καθιστά το σύνολο δεδομένων κατάλληλο για στατιστική και επιχειρησιακή ανάλυση. Επιπλέον, η διερεύνηση πιθανών διπλοεγγραφών και ασυνεπειών έδειξε ότι η δομή των δεδομένων παρουσιάζει υψηλό βαθμό συνέπειας, γεγονός που ενισχύει την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων.

Παράλληλα, η ανάλυση των αισθητήρων αποκάλυψε ότι η πλειονότητα των σημείων μέτρησης λειτουργεί με ικανοποιητική συνέπεια. Μόνο ένας μικρός αριθμός αισθητήρων εμφάνισε υψηλά ποσοστά μηδενικών τιμών ταχύτητας ή σημαντικές αποκλίσεις σε σχέση με άλλους αισθητήρες που βρίσκονται στο ίδιο σημείο. Το εύρημα αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό, διότι υποδηλώνει ότι το δίκτυο μέτρησης παρέχει συνολικά αξιόπιστες πληροφορίες, ενώ ταυτόχρονα αναδεικνύει συγκεκριμένα σημεία που χρήζουν περαιτέρω τεχνικού ελέγχου.

Η ανάλυση των κυκλοφοριακών φόρτων κατέδειξε σαφή πρότυπα στην ημερήσια και εβδομαδιαία συμπεριφορά των μετακινήσεων. Οι ώρες αιχμής εντοπίστηκαν κυρίως κατά τη διάρκεια των εργάσιμων ωρών, ενώ οι βραδινές και μεταμεσονύκτιες ώρες παρουσίασαν σημαντικά μειωμένο κυκλοφοριακό φόρτο. Παράλληλα, η σύγκριση καθημερινών και Κυριακών κατέδειξε σημαντικές διαφοροποιήσεις σε αρκετά σημεία του οδικού δικτύου, γεγονός που αντιστακώνει την επίδραση των επαγγελματικών, κοινωνικών και ψυχαγωγικών δραστηριοτήτων στη διαμόρφωση της κυκλοφορίας.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσίασαν τα αποτελέσματα που αφορούν τις μέσες ταχύτητες κίνησης. Εντοπίστηκαν συγκεκριμένα σημεία στα οποία η μέση ταχύτητα παραμένει διαχρονικά σε ιδιαίτερα χαμηλά επίπεδα, γεγονός που υποδηλώνει ύπαρξη μόνιμων προβλημάτων συμφόρησης. Τα σημεία αυτά μπορούν να θεωρηθούν υποψήφιοι στόχοι για παρεμβάσεις κυκλοφοριακής διαχείρισης, καθώς η κατάσταση δεν φαίνεται να είναι περιστασιακή αλλά να επαναλαμβάνεται συστηματικά στο χρόνο.

Ένα ακόμη σημαντικό συμπέρασμα είναι ότι η αξιοποίηση τεχνολογιών αποθήκης δεδομένων και πολυδιάστατης ανάλυσης αποδείχθηκε ιδιαίτερα αποτελεσματική για τη διαχείριση μεγάλων όγκων κυκλοφοριακών δεδομένων. Η χρήση διαστασιακού μοντέλου σχήματος αστέρα επέτρεψε την ταχεία εκτέλεση σύνθετων αναλυτικών ερωτημάτων, ενώ η PostgreSQL απέδειξε ότι μπορεί να υποστηρίξει αποτελεσματικά εφαρμογές ανάλυσης μεγάλων δεδομένων χωρίς την ανάγκη εξειδικευμένων εμπορικών λύσεων.

Εξίσου σημαντική ήταν η συμβολή του Power BI στην παρουσίαση των αποτελεσμάτων. Η οπτικοποίηση των δεδομένων διευκόλυνε σημαντικά την κατανόηση των προτύπων κυκλοφορίας και καθιστά εφικτή την αξιοποίηση των αποτελεσμάτων όχι μόνο σε ακαδημαϊκό αλλά και σε επιχειρησιακό επίπεδο.

Η εργασία αυτή μπορεί να αποτελέσει τη βάση για μια σειρά από μελλοντικές επεκτάσεις και ερευνητικές κατευθύνσεις.

Μία πρώτη προοπτική αφορά την ενσωμάτωση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο. Η παρούσα ανάλυση βασίστηκε σε ιστορικά δεδομένα, ωστόσο η σύνδεση του συστήματος με ζωντανές ροές δεδομένων θα επέτρεπε την παρακολούθηση της κυκλοφορίας σε πραγματικό χρόνο και την παραγωγή άμεσων δεικτών συμφόρησης.

Μία δεύτερη κατεύθυνση αφορά την εφαρμογή τεχνικών μηχανικής μάθησης. Τα ιστορικά δεδομένα που συλλέχθηκαν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη μοντέλων

πρόβλεψης κυκλοφοριακού φόρτου και ταχύτητας. Με τον τρόπο αυτό θα μπορούσε να επιτευχθεί πρόβλεψη της κυκλοφορίας για τις επόμενες ώρες ή ημέρες, υποστηρίζοντας τη λήψη αποφάσεων από τους αρμόδιους φορείς.

Επιπλέον, θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί χωρική ανάλυση μέσω συστημάτων γεωγραφικών πληροφοριών (GIS). Η σύνδεση των αισθητήρων με γεωγραφικές συντεταγμένες θα επέτρεπε τη δημιουργία χαρτών συμφόρησης, τη μελέτη χωρικών συσχετίσεων και τον εντοπισμό περιοχών με αυξημένα κυκλοφοριακά προβλήματα.

Μια ακόμη ενδιαφέρουσα προοπτική είναι η συνδυαστική ανάλυση κυκλοφοριακών δεδομένων με εξωτερικές πηγές πληροφορίας. Παραδείγματα αποτελούν τα μετεωρολογικά δεδομένα, τα δεδομένα δημοσίων συγκοινωνιών, τα δεδομένα ατυχημάτων ή ακόμη και τα δεδομένα μεγάλων εκδηλώσεων. Η συσχέτιση αυτών των πηγών θα μπορούσε να οδηγήσει σε βαθύτερη κατανόηση των παραγόντων που επηρεάζουν την κυκλοφορία.

Επίσης, θα μπορούσε να αναπτυχθεί ένα σύστημα αυτόματης αξιολόγησης της ποιότητας των αισθητήρων. Μέσω στατιστικών δεικτών και αλγορίθμων ανίχνευσης ανωμαλιών θα ήταν δυνατός ο έγκαιρος εντοπισμός αισθητήρων που εμφανίζουν προβληματική συμπεριφορά ή αποκλίνουν από τις αναμενόμενες τιμές.

Σημαντική προοπτική αποτελεί και η ανάπτυξη εξειδικευμένων δεικτών κυκλοφοριακής απόδοσης. Δείκτες όπως ο μέσος χρόνος συμφόρησης, η αξιοπιστία μετακίνησης, η μεταβλητότητα της ταχύτητας και η συχνότητα εμφάνισης κυκλοφοριακών επεισοδίων μπορούν να προσφέρουν πιο ολοκληρωμένη εικόνα της κατάστασης του οδικού δικτύου.

Τέλος, η αρχιτεκτονική που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας μπορεί εύκολα να επεκταθεί ώστε να καλύψει όχι μόνο την Περιφέρεια Αττικής αλλά και άλλες περιοχές της Ελλάδας. Η υιοθέτηση μιας ενοποιημένης εθνικής αποθήκης κυκλοφοριακών δεδομένων θα μπορούσε να υποστηρίξει τον στρατηγικό σχεδιασμό μεταφορών, τη βελτίωση της οδικής ασφάλειας και τη μετάβαση σε πιο «έξυπνες» και βιώσιμες πόλεις.

Συνολικά, η παρούσα εργασία απέδειξε ότι η αξιοποίηση ανοικτών δεδομένων σε συνδυασμό με τεχνολογίες αποθήκης δεδομένων και σύγχρονων εργαλείων επιχειρηματικής ευφυΐας μπορεί να προσφέρει ουσιαστική γνώση για τη λειτουργία του αστικού οδικού δικτύου και να αποτελέσει πολύτιμο εργαλείο για τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων στον τομέα των μεταφορών.

Βιβλιογραφία

1. Inmon, W. H. (2024). The Big Book of Data Warehousing and BI. Databricks Engineering. (10 Ιανουαρίου 2026). Ανακτήθηκε από: todobi.com
2. Γιακουμάκης, Ε., & Διαμαντίδης, Ν. (2015). Βάσεις Δεδομένων, Αποθήκες Δεδομένων και Εξόρυξη Δεδομένων”. Ελληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά Συγγράμματα και Βοηθήματα. (15 Ιανουαρίου 2026) Ανακτήθηκε από: Κάλλιπος - Ηλεκτρονικά Ελληνικά Συγγράμματα
3. Chaudhuri & Dayal (1997). An Overview of data Warehousing and OLAP Technology. ACM SIGMOD Record, 26(1), pp. 65 - 74
4. Gray, Chaudhuri, Bosworth, Layman, Reichart, Venkatrao, Pellow, Pirahesh (1997). Data Cube: A Relational Aggregation Operator generalizing Group-By, Cross-Tab and Sub-Totals. Data Mining and Knowledge Discovery, 1(1), pp. 29 - 53
5. Golfarelli, Maio & Rizzi (1998). The Dimensional Fact Model: A Conceptual Model for Data Warehouses. International Journal of Cooperative Information Systems. 7(2-3), pp. 215 -247
6. Golfarelli & Rizzi (1998). A Methodological Framework for data Warehouse Design. ACM International Workshop on Data Warehousing and OLAP (DOLAP’ 98), pp. 3 - 9
7. Golfarelli, M., & Rizzi, S. (2018). From Star Schemas to Big Data: 20+ Years of Data Warehouse Research. A Comprehensive Guide Through the Italian Database Research Over the Last 25 Years, Springer, pp. 93–107. DOI: 10.1007/978-3-319-61893-7_6.
8. Ralph Kimbal, Margy Ross (2002). The Data Warehouse Toolkit. The Complete Guide to Dimensional Modeling (second edition). Wiley Computer Publishing. (20 Ιανουαρίου 2026). Ανακτήθηκε από Data Warehouse Toolkit
9. W.H. Inmon (2002), Building the Data Warehouse (third edition). Wiley Computer Publishing. (30 Ιανουαρίου 2026). Ανακτήθηκε από Building the Data Warehouse
10. Paulraj Ponniah (2001). Data Warehousing Fundamentals. A Comprehensive Guide for IT Professionals. A Wiley-Interscience Publication (10 Φεβρουαρίου 2026). Ανακτήθηκε από Data Warehousing Fundamentals
11. Bruce Momjian (2000). PostgreSQL: Introduction and Concepts. Addison-Wesley. (11 Φεβρουαρίου 2026). Ανακτήθηκε από PostgreSQL: Introduction and Concepts
12. PostgreSQL Tutorial. PostgreSQL Global Development Group. (13 Μαρτίου 2026). Ανακτήθηκε από PostgreSQL Tutorial
13. Microsoft Fabric data Warehouse Documentation. Microsoft 2026. (15 Φεβρουαρίου 2026). Ανακτήθηκε από Fabric Data Warehouse Documentation

14. PostgreSQL 18.4 Documentation. The PostgreSQL Global Development Group 2026. (25 Φεβρουαρίου 2026). Ανακτήθηκε από PostgreSQL 18.4 Documentation
15. Power BI get started documentation. Microsoft 2026. (10 Απριλίου 2026). Ανακτήθηκε από Power BI Documentation
16. Ralph Kimbal, Margy Ross (2010). The Kimbal Group Reader: Relentlessly Practical Tools for Data Warehousing and Business Intelligence. (12 Απριλίου 2026). Ανακτήθηκε από Practical Tools for DW and BI
17. Dhaouadi, A.; Bousselmi, K.; Gammoudi, M.M.; Monnet, S.; Hammoudi, S. Data Warehousing Process Modeling from Classical Approaches to New Trends: Main Features and Comparisons. Data 2022, 7, 113. <https://doi.org/10.3390/data7080113>
18. Vijay (2025). Schema Types In Data Warehouse Modeling – Star & Snowflake Schema. Softwaretestinghelp.com
19. Nower, et al. (2022). Traffic Data Collection and Visualization Tool for Knowledge Discovery Using Open Maps. Technical Report. DOI:10.4018/IJSI.293270. ResearchGate.net

Παράρτημα Α: Κώδικας Python

1. Αυτοματοποιημένη συλλογή των κυκλοφοριακών δεδομένων

```
import requests
import pandas as pd
import os
from datetime import datetime, timedelta
import time

def get_valid_date_from_user():
    while True:
        try:
            day = int(input("Δώσε ημέρα (1-31): "))
            month = int(input("Δώσε μήνα (1-12): "))
            year = int(input("Δώσε έτος (π.χ. 2026): "))

            user_date = datetime(year, month, day)
            today = datetime.today()

            if user_date > today:
                print("Η ημερομηνία δεν μπορεί να είναι στο μέλλον.")
                continue

            return user_date.strftime("%Y-%m-%d")

        except ValueError:
            print("Μη έγκυρη ημερομηνία. Προσπάθησε ξανά.")

URL = "https://old.data.gov.gr/api/v1/query/road_traffic_attica"

DATE_FROM = "2020-11-05"
DATE_TO = get_valid_date_from_user()
print("Ημερομηνία λήξης δεδομένων:", DATE_TO)

OUTPUT_DIR = r"C:\Users\Dinos\Desktop\Thesis\Data"
OUTPUT_FILE = "traffic_attica_test.csv"

SLEEP_SECONDS = 1

os.makedirs(OUTPUT_DIR, exist_ok=True)

start_date = datetime.strptime(DATE_FROM, "%Y-%m-%d")
end_date = datetime.strptime(DATE_TO, "%Y-%m-%d")

all_data = []

current_date = start_date
total_days = (end_date - start_date).days + 1
day_counter = 1

while current_date <= end_date:
    date_str = current_date.strftime("%Y-%m-%d")
    print(f"[{day_counter}/{total_days}] Λήψη δεδομένων για {date_str}")

    params = {
        "date_from": date_str,
        "date_to": date_str
```

```
}

try:
    response = requests.get(URL, params=params, timeout=30)

    if response.status_code == 200:
        daily_data = response.json()
        if daily_data:
            all_data.extend(daily_data)
            print(f" {len(daily_data)} εγγραφές")
        else:
            print(" Καμία εγγραφή")
    else:
        print(f" HTTP σφάλμα {response.status_code}")

except Exception as e:
    print(f" Σφάλμα σύνδεσης: {e}")

current_date += timedelta(days=1)
day_counter += 1
#time.sleep(SLEEP_SECONDS)

df = pd.DataFrame(all_data)

output_path = os.path.join(OUTPUT_DIR, OUTPUT_FILE)
df.to_csv(output_path, index=False)

print("\n=====")
print("ΟΛΟΚΛΗΡΩΘΗΚΕ ΕΠΙΤΥΧΩΣ")
print("Αρχείο:", output_path)
print("Σύνολο εγγραφών:", len(df))
print("=====")
```

2. Εξαγωγή των ημερών, για τις οποίες δεν υπάρχουν δεδομένα

```
import pandas as pd

# Φόρτιση CSV
csv_path =
r"C:\Users\Dinos\Desktop\Thesis\Data\traffic_attica_test_3.csv"
df = pd.read_csv(csv_path)

# Μετατροπή στήλης ημερομηνίας σε datetime
df['date'] = pd.to_datetime(df['approcesstime'])

# Δημιουργία πλήρους εύρους ημερομηνιών
start_date = df['date'].min().normalize()
end_date = df['date'].max().normalize()

all_dates = pd.date_range(start=start_date, end=end_date, freq='D')

# Ημερομηνίες που υπάρχουν στο CSV
existing_dates = df['date'].dt.normalize().unique()

# Εντοπισμός ημερομηνιών που λείπουν
missing_dates = sorted(set(all_dates) - set(existing_dates))
```

```
# Εκτύπωση σε μορφή dd/mm/yyyy
print("Ημερομηνίες χωρίς καμία εγγραφή:\n")

for d in missing_dates:
    print(d.strftime("%d/%m/%Y"))

print(f"\nΣύνολο ημερών χωρίς δεδομένα: {len(missing_dates)}")
```

3. Δημιουργία του πίνακα DIM_TIME

```
from datetime import date, timedelta
import pandas as pd

def orthodox_easter(year):
    a = year % 19
    b = year % 4
    c = year % 7
    d = (19 * a + 16) % 30
    e = (2 * b + 4 * c + 6 * d) % 7
    julian_easter = date(year, 4, 3) + timedelta(days=d + e)
    return julian_easter + timedelta(days=13) # μετατροπή σε Γρηγοριανό

def generate_holidays(start_year=2020, end_year=2026):
    holidays = set()

    for year in range(start_year, end_year + 1):
        # Σταθερές αργίες
        holidays.update({
            date(year, 1, 1),      # Πρωτοχρονιά
            date(year, 1, 6),      # Θεοφάνεια
            date(year, 3, 25),     # 25η Μαρτίου
            date(year, 5, 1),      # Πρωτομαγιά
            date(year, 8, 15),     # Δεκαπενταύγουστος
            date(year, 10, 28),    # 28η Οκτωβρίου
            date(year, 12, 25),    # Χριστούγεννα
            date(year, 12, 26)     # Σύναξη Θεοτόκου
        })

        # Κινητές αργίες (βάσει Πάσχα)
        easter = orthodox_easter(year)

        holidays.update({
            easter - timedelta(days=48), # Καθαρά Δευτέρα
            easter - timedelta(days=2),  # Μεγάλη Παρασκευή
            easter - timedelta(days=1),  # Μεγάλο Σάββατο
            easter,                      # Κυριακή Πάσχα
            easter + timedelta(days=1),  # Δευτέρα Πάσχα
            easter + timedelta(days=50)  # Αγίου Πνεύματος
        })

    return holidays

csv_path = r"C:\Users\Dinos\...\traffic_data.csv"
df = pd.read_csv(csv_path)

df['DATE_TO'] = pd.to_datetime(df['DATE_TO'])
```

```
holidays = holidays = generate_holidays(2020, 2026)

def greek_day_name(day):
    names = {
        1: "Δευτέρα",
        2: "Τρίτη",
        3: "Τετάρτη",
        4: "Πέμπτη",
        5: "Παρασκευή",
        6: "Σάββατο",
        7: "Κυριακή"
    }
    return names[day]

def is_weekend(day_of_week):
    return day_of_week in (6, 7)

def is_holiday(d):
    return d in holidays

def season(month):
    if month in (3, 4, 5):
        return "Ανοιξη"
    elif month in (6, 7, 8):
        return "Καλοκαίρι"
    elif month in (9, 10, 11):
        return "Φθινόπωρο"
    else:
        return "Χειμώνας"

dim_time = pd.DataFrame()
dim_time['timestamp'] = df['DATE_TO'].drop_duplicates().sort_values()

dim_time['hour'] = dim_time['timestamp'].dt.hour
dim_time['day'] = dim_time['timestamp'].dt.day
dim_time['month'] = dim_time['timestamp'].dt.month
dim_time['year'] = dim_time['timestamp'].dt.year

dim_time['day_of_week'] = dim_time['timestamp'].dt.weekday + 1
dim_time['day_name'] = dim_time['day_of_week'].apply(greek_day_name)

dim_time['is_weekend'] = dim_time['day_of_week'].apply(is_weekend)

dim_time['full_date'] = dim_time['timestamp'].dt.date
dim_time['is_holiday'] = dim_time['full_date'].apply(is_holiday)

dim_time['season'] = dim_time['month'].apply(season)

dim_time.insert(0, 'time_id', range(1, len(dim_time) + 1))

output_path = r"C:\Users\Dinos\...\DIM_TIME.csv"
dim_time.to_csv(output_path, index=False)

print("DIM_TIME δημιουργήθηκε επιτυχώς")
print(dim_time.head())
```

4. Δημιουργία του πίνακα DIM_ROAD

```
import pandas as pd
import re
import sys
import os

SOURCE_CSV =
r"C:\Users\Dinos\Desktop\Thesis\Data\traffic_attica_test_3.csv"
OUTPUT_CSV = r"C:\Users\Dinos\Desktop\Thesis\Data\DIM_ROAD.csv"

ROAD_NAME_COL = "road_name"
ROAD_INFO_COL = "road_info"

def safe_text(x):
    """Μετατρέπει το κείμενο σε μικρά γράμματα, επιστρέφει κενό αν είναι
    NaN"""
    if pd.isna(x):
        return ""
    return str(x).strip().lower()

def extract_road_segment(road_name, road_info):
    name = safe_text(road_name)
    info = safe_text(road_info)

    patterns = [
        r"(πριν\s+.+)\s+",
        r"(μετά\s+.+)\s+",
        r"(μετά από\s+.+)\s+",
        r"(πριν από\s+.+)\s+",
        r"(στο ύψος\s+.+)\s+"
    ]

    for p in patterns:
        match = re.search(p, info)
        if match:
            return f"{name.title()} - {match.group(1).title()}"

    return f"{name.title()} - Γενικό Τμήμα"

def extract_road_type(road_name, road_info):
    name_text = safe_text(road_name)
    info_text = safe_text(road_info)

    text = name_text + " " + info_text

    if "εθνικ" in text:
        return "Εθνική Οδός"
    if "λεωφ" in text or "λ." in text:
        return "Λεωφόρος"
    if "ραμπα" in text or "ανισοπεδ" in text:
        return "Ράμπα"
    if "κύριος" in text:
        return "Κύριος Δρόμος"
```

```
return "Αστική Οδός"

def extract_direction(road_info):
    info = safe_text(road_info)

    patterns = [
        r"(με κατεύθυνση προς\s+[\^,;]+)",
        r"(με κατεύθυνση\s+[\^,;]+)",
        r"(προς τα\s+[\^,;]+)",
        r"(προς την\s+[\^,;]+)",
        r"(προς τον\s+[\^,;]+)",
        r"(προς\s+[\^,;]+)"
    ]

    for p in patterns:
        match = re.search(p, info)
        if match:
            return match.group(1).title()

    return "Άγνωστη Κατεύθυνση"

def calculate_speed_limit(road_type):
    limits = {
        "Εθνική Οδός": 120,
        "Λεωφόρος": 70,
        "Κύριος Δρόμος": 60,
        "Ράμπα": 40,
        "Αστική Οδός": 50
    }
    return limits.get(road_type, 50)

if not os.path.exists(SOURCE_CSV):
    print(f"Σφάλμα: Δεν βρέθηκε το αρχείο {SOURCE_CSV}")
    sys.exit(1)

df = pd.read_csv(SOURCE_CSV, encoding="utf-8")

dim_road = df[[ROAD_NAME_COL, ROAD_INFO_COL]].drop_duplicates().copy()
dim_road.insert(0, "road_id", range(1, len(dim_road) + 1))

dim_road["road_segment"] = dim_road.apply(
    lambda r: extract_road_segment(r[ROAD_NAME_COL], r[ROAD_INFO_COL]),
    axis=1
)

dim_road["road_type"] = dim_road.apply(
    lambda r: extract_road_type(r[ROAD_NAME_COL], r[ROAD_INFO_COL]),
    axis=1
)

dim_road["direction"] = dim_road[ROAD_INFO_COL].apply(extract_direction)

dim_road["speed_limit"] =
dim_road["road_type"].apply(calculate_speed_limit)

dim_road.to_csv(OUTPUT_CSV, index=False, encoding="utf-8-sig")
```

```
print("DIM_ROAD δημιουργήθηκε επιτυχώς.")
```

5. Δημιουργία του πίνακα DIM_ROAD_GEOCODED_FULL

```
import pandas as pd
import geopandas as gpd
from shapely import wkt
import requests
import time
import logging

GOOGLE_API_KEY = "AIzaSyAWAd9W5Vqde41sYQ8rByIn9qrpw-qct0Q"

SOURCE_CSV = r"C:\Users\Dinos\Desktop\Thesis\Data\DIM_ROAD.csv"
MUNICIPALITY_CSV =
r"C:\Users\Dinos\Desktop\Thesis\Data\per_enot_attki.csv"
OUTPUT_CSV =
r"C:\Users\Dinos\Desktop\Thesis\Data\DIM_ROAD_GEOCODED_FULL.csv"

REQUEST_DELAY = 0.35
MAX_RETRIES = 4

logging.basicConfig(level=logging.INFO)

cache = {}

def geocode_google(query):
    if query in cache:
        return cache[query]

    url = "https://maps.googleapis.com/maps/api/geocode/json"
    params = {
        "address": query,
        "region": "gr",
        "language": "el",
        "key": GOOGLE_API_KEY
    }

    for _ in range(MAX_RETRIES):
        try:
            r = requests.get(url, params=params, timeout=10)
            r.raise_for_status()
            data = r.json()

            if data.get("status") == "OK":
                loc = data["results"][0]["geometry"]["location"]
                cache[query] = (loc["lat"], loc["lng"])
                return loc["lat"], loc["lng"]
            else:
                logging.warning(f"Google status for '{query}': {data.get('status')}")

        except Exception as e:
            logging.warning(f"Geocode failed for {query}: {e}")
```

```
time.sleep(0.3)

cache[query] = (None, None)
return None, None

df = pd.read_csv(SOURCE_CSV)

df["latitude"] = None
df["longitude"] = None
df["municipality"] = ""
df["region"] = ""

logging.info(f"Ξεκινάει γεωκωδικοποίηση για {len(df)} εγγραφές...")

for idx, row in df.iterrows():
    road_info = str(row.get("road_info", "")).strip()

    if not road_info:
        lat, lon = None, None
    else:
        query = f"{road_info} Αττική Ελλάδα"
        lat, lon = geocode_google(query)

    df.at[idx, "latitude"] = lat
    df.at[idx, "longitude"] = lon

    if idx % 100 == 0:
        logging.info(f"Επεξεργάστηκαν {idx} εγγραφές...")

    time.sleep(REQUEST_DELAY)

df_munis = pd.read_csv(MUNICIPALITY_CSV, encoding="utf-8-sig")

df_munis["geometry"] = df_munis["the_geom"].apply(
    lambda x: wkt.loads(x) if pd.notnull(x) else None
)

# Τα πολύγωνα είναι σε EPSG:2100
gdf_munis = gpd.GeoDataFrame(df_munis, geometry="geometry",
                             crs="EPSG:2100")

# Μετατροπή σε WGS84
gdf_munis = gdf_munis.to_crs(epsg=4326)

gdf_munis = gdf_munis.rename(
    columns={
        "label": "municipality_join",
        "enotites": "region_join"
    }
)

gdf_points = gpd.GeoDataFrame(
    df.dropna(subset=["latitude", "longitude"]),
    geometry=gpd.points_from_xy(df.longitude, df.latitude),
    crs="EPSG:4326"
)
```

```
joined = gpd.sjoin(
    gdf_points,
    gdf_munis[["municipality_join", "region_join", "geometry"]],
    how="left",
    predicate="within"
)

joined["municipality"] = joined["municipality_join"].fillna("")
joined["region"] = joined["region_join"].fillna("")

joined.drop(
    columns=["geometry", "municipality_join", "region_join",
    "index_right"],
    errors="ignore"
).to_csv(OUTPUT_CSV, index=False, encoding="utf-8-sig")

logging.info(f"Ολοκληρώθηκε επιτυχώς: {OUTPUT_CSV}")
```

6. Δημιουργία του πίνακα DIM_DEVICE

```
import pandas as pd

csv_path =
r"C:\Users\Dinos\Desktop\Thesis\Data\traffic_attica_test_3.csv"
df = pd.read_csv(csv_path)

DEVICE_COL = "deviceid"          # business key από gov.gr
TIME_COL = "appprocesstime"      # datetime μέτρησης
ROAD_COL = "road_name"          # περιγραφή δρόμου / περιοχής
DIRECTION_COL = "road_info"     # κατεύθυνση (αν υπάρχει)

df[TIME_COL] = pd.to_datetime(df[TIME_COL])

dim_device = (
    df
    .groupby(DEVICE_COL)
    .agg(
        installation_date=(TIME_COL, "min"),
        installation_area=(ROAD_COL, "first"),
        direction=(DIRECTION_COL, "first")
    )
    .reset_index()
)

dim_device.rename(columns={
    DEVICE_COL: "business_key"
}, inplace=True)

dim_device.insert(0, "device_id", range(1, len(dim_device) + 1))

dim_device["status"] = "ACTIVE"
```

```
dim_device["installation_date"] = pd.to_datetime(  
    dim_device["installation_date"]  
).dt.date  
  
output_path = r"C:\Users\Dinos\Desktop\Thesis\Data\\DIM_DEVICE.csv"  
dim_device.to_csv(  
    output_path,  
    index=False,  
    encoding="utf-8-sig"  
)  
  
print("DIM_DEVICE δημιουργήθηκε επιτυχώς.")  
print(dim_device.head())
```

Υπεύθυνη Δήλωση Συγγραφέα:

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν.1599/1986, η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής μου εργασίας, δεν προσβάλλει κάθε μορφής δικαιώματα διανοητικής ιδιοκτησίας, προσωπικότητας και προσωπικών δεδομένων τρίτων, δεν περιέχει έργα/εισφορές τρίτων για τα οποία απαιτείται άδεια των δημιουργών/δικαιούχων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον και πληρούν τους κανόνες της επιστημονικής παράθεσης.