



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

Ανάπτυξη διαδικτυακού εργαλείου προς
υποστήριξη αποφάσεων κλιματικής αλλαγής σε
επίπεδο τοπικών κυβερνήσεων

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

της

ΡΟΖΑΛΙΑΣ ΕΛΙΖΑΣ ΜΗΛΙΩΝΗ

Επιβλέπων: Χρυσόστομος Δούκας
Αναπλ. Καθηγητής Ε.Μ.Π.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ
Αθήνα, Ιούλιος 2022



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών
Τομέας Ηλεκτρικών Βιομηχανικών Διατάξεων και Συστημάτων Αποφάσεων
Εργαστήριο Συστημάτων Αποφάσεων

Ανάπτυξη διαδικτυακού εργαλείου προς
υποστήριξη αποφάσεων κλιματικής αλλαγής σε
επίπεδο τοπικών κυβερνήσεων

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

της

ΡΟΖΑΛΙΑΣ ΕΛΙΖΑΣ ΜΗΛΙΩΝΗ

Επιβλέπων: Χρυσόστομος Δούκας
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 12η Ιουλίου 2022.

(Υπογραφή)

(Υπογραφή)

(Υπογραφή)

.....
Χρυσόστομος Δούκας
Αναπλ. Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Δημήτρης Ασκούνης
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Ιωάννης Ψαρράς
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Ιούλιος 2022



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών
Τομέας Ηλεκτρικών Βιομηχανικών Διατάξεων και Συστημάτων Αποφάσεων
Εργαστήριο Συστημάτων Αποφάσεων

Copyright ©–All rights reserved Ροζαλία Ελίζα Μηλιώνη , 2022.
Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν το συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Περίληψη

Η πληθώρα δεδομένων που υπάρχουν διαθέσιμα στο διαδίκτυο, τα εργαλεία που μπορεί να προσφέρει η τεχνολογία και η ραγδαία ανάπτυξη νέων τεχνολογιών, μπορούν να συμβάλλουν σημαντικά στη διαδικασία λήψης αποφάσεων στις τοπικές κοινωνίες.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία αναπτύσσεται μια διαδικτυακή εφαρμογή - εργαλείο για την συγκέντρωση, επεξεργασία και παρουσίαση δεδομένων με στόχο την υποστήριξη τοπικών κοινωνιών, πόλεων και δήμων για την εφαρμογή πολιτικών αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής και την εδραίωση της βιώσιμης ανάπτυξης. Γίνεται αναλυτική περιγραφή της σημασίας θέσπισης αυτών των πολιτικών, το αντίκτυπο στην κοινωνία, στο περιβάλλον και στους πολίτες και ο ρόλος της τεχνολογίας ως αρωγός σε αυτήν την κατεύθυνση. Επίσης αναλύονται οι σωστές μέθοδοι και αρχές ανάπτυξης μιας τέτοιας εφαρμογής εργαλείου, τα εργαλεία και η τεκμηρίωση αυτών. Επιπλέον γίνεται εκτενής ανάλυση των δεδομένων, της αξίας ορθής επεξεργασίας αυτών και οι διαδικασίες που ακολουθήθηκαν.

Στη συνέχεια γίνεται η παρουσίαση των σεναρίων της και οι μελλοντικές επεκτάσεις της. Τέλος αναλύονται τα οφέλη που προσφέρει αυτή, όπως η ομογενοποίηση και αποθήκευση δεδομένων για πάνω από 300 πόλεις, η συγκέντρωση αυτών σε μία πλατφόρμα και η αποδοτική διαχείριση τους, οι μετρικές για την κατάταξη των πόλεων και τα KPIs της σύγκρισης μεταξύ αυτών και η γραφική και συγκεντρωτική αναπαράσταση των δεδομένων.

Λέξεις Κλειδιά

Κλιματική αλλαγή, Βιώσιμη ανάπτυξη (Sustainability), Τεχνολογία, Διαδικτυακές εφαρμογές, Frontend development, Backend development, Βάσεις δεδομένων (Databases), Graph Sql, Ανάπτυξη εφαρμογών, Σενάρια (Use cases), UI/UX design

Abstract

Local societies can stand to benefit from the plethora of data available in web, the tools that technology provides along with the rapid development of new technologies and tools, in order to implement accurate and efficient decision making processes

The present diploma thesis focuses on developing a web app / tool, which gathers, processes and presents data, in a well-organized and competent way. Its directive is to support local societies, cities, municipalities in implementing policies for climate change and sustainable development. The policies, their significance, their social and environmental impact and the role of technology, are thoroughly investigated and then described. Furthermore analysis exists, of the right methods and principles of such web application development, the tools utilized in its creation, the processes of data engineering and data manipulation that were followed and their significance during the implementation.

The use case scenarios of the app and the future expansion is also explored in the last chapters. Lastly the benefits of the app are highlighted some of which include:

- the homogenization of the data for over 300 cities,
- their structured storing in a Graph DB,
- their efficient management and demonstration to user through the web app and
- the intuitive KPIs for city comparison

Keywords

Climate change, Sustainable development, Technology, Frontend development, Backend development, Databases, Graph Sql, Web app development, Use case scenarios, UI/UX design

Περιεχόμενα

Περίληψη	7
Abstract	9
Περιεχόμενα	12
0.1 Ορισμοί	13
1 Εισαγωγή	15
1.1 Σκοπός της διπλωματικής	15
1.2 Οργάνωση του τόμου	17
2 Κλιματική αλλαγή, βιώσιμη ανάπτυξη και ο ρόλος της τεχνολογίας	19
2.1 Κλιματική αλλαγή και βιώσιμη ανάπτυξη στις πόλεις	20
2.1.1 Η αιτία	20
2.1.2 Ο τρόπος	21
2.1.3 Τα αποτελέσματα	22
2.2 Ο ρόλος της τεχνολογίας στην κλιματική αλλαγή	23
2.3 Παρόμοια εργαλεία	24
2.4 Το εργαλείο της διπλωματικής σε σχέση με τα άλλα	26
3 Τα δεδομένα της εφαρμογής	27
3.1 Εισαγωγή	27
3.2 Η διαδικασία	28
3.2.1 Οι προκλήσεις	29
3.2.2 Οι κατηγορίες	29
4 Ανάπτυξη λογισμικού εφαρμογής	31
4.1 Διαδικασία	31
4.2 Η αρχιτεκτονική των διαδικτυακών εφαρμογών	32
4.2.1 Τι είναι	32
4.2.2 Από τι απαρτίζεται	32
4.2.3 Πως λειτουργεί	33
4.3 Η βάση	33
4.3.1 Εισαγωγή στις βάσεις δεδομένων	33
4.4 Οι τεχνολογίες του εργαλείου της διπλωματικής	34
4.4.1 Η βάση Graph Sql	34
4.5 Το neo4j	35
4.6 Το backend	39
4.7 Το frontend	41

4.8	Οι Αλγόριθμοι που χρησιμοποιήθηκαν	43
5	Παρουσίαση εφαρμογής και σενάρια	45
5.1	Σενάρια	45
5.1.1	Κεντρική σελίδα	45
5.1.2	Το case study της Μαδρίτης	47
5.1.3	Σελίδα πόλης	48
5.1.4	Χρονολογική σύγκριση μετρικών πόλης	54
5.1.5	Σύγκριση βαθμολογίας πόλης για τωρινή χρονιά	54
6	Συμπεράσματα και μελλοντική εξέλιξη	57
6.1	Ενδιαφερόμενα μέλη (Stakeholders)	57
6.2	Οφέλη του εργαλείου στην κοινωνία	58
6.3	Μελλοντική εξέλιξη	59
	Bibliography	60

0.1 Ορισμοί

Ορισμός 1. Με τον όρο *Backend* ορίζουμε τον κώδικα που εκτελείται πίσω από τη διαδικτυακή εφαρμογή και διαχειρίζεται τη βάση, ενημερώνει τα πεδία της, διαχειρίζεται τους χρήστες, ενημερώνει το περιεχόμενο και επικοινωνεί με το *frontend*.

Ορισμός 2. Με τον όρο *Frontend* ορίζουμε τον κώδικα που εκτελείται στη διαδικτυακή εφαρμογή και παρουσιάζει στο χρήστη το περιεχόμενο με εύκολο και επεξηγηματικό τρόπο.

Ορισμός 3. Με τον όρο *Διαδικτυακή Εφαρμογή* ορίζουμε τον κώδικα που εκτελείται μέσω του περιηγητή (*browser*) και τρέχει σε ένα απομακρυσμένο μηχάνημα *server* και όχι τοπικά.

Ορισμός 4. Με τον όρο *KPIs* ορίζουμε τις μετρικές απόδοσης για να ποσοτικοποιήσουμε την αποτελεσματικότητα μιας εφαρμογής.

Ορισμός 5. Με τον όρο *Stakeholders* ορίζουμε όλα τα ενδιαφερόμενα μέλη που ωφελούνται από την εφαρμογή και θα αξιοποιήσουν τις δυνατότητές της.

Ορισμός 6. Ο όρος *Case studies* είναι η εκτενής μελέτη αναφορικά με μια ομάδα ανθρώπων, ένα προϊόν ή εν προκειμένω μια εφαρμογή για την επιβεβαίωση ή μη μιας δυνατότητας ή ενός οφέλους.

Ορισμός 7. Ο όρος *EE* αποτελεί συντομογραφία για την Ευρωπαϊκή Ένωση.

Ορισμός 8. Ο όρος *Server* είναι ο διακοσμητής και προσφέρει τα δεδομένα.

Ορισμός 9. Ο όρος *Query* είναι η αναζήτηση που εκτελείται στη βάση για να παραδοθούν στην εφαρμογή.

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

Η κλιματική αλλαγή είναι ένα σοβαρό πρόβλημα που παρατηρείται στον πλανήτη μας και χρόνο με το χρόνο οι επιπτώσεις της γίνονται εμφανείς σε ολοένα μεγαλύτερο βαθμό. Με πρωτοστατείσες τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, έχει ξεκινήσει μια μεταρρυθμιστική πολιτική με άξονα το περιβάλλον και εφαρμόζονται μέτρα σε όλες τις διαφορετικές κατευθύνσεις για την παρατήρηση αλλά και την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Ο στόχος για ένα βιώσιμο περιβάλλον για όλους τους ανθρώπους και τις μελλοντικές γενιές είναι πλέον προτεραιότητα.

Η Ευρώπη έχει παροτρύνει και εφαρμόζει δράσεις για ένα βιώσιμο περιβάλλον, χρησιμοποιώντας 17 στόχους, που τους ονομάζει στόχους της βιώσιμης ανάπτυξης. Αυτοί οι στόχοι αφορούν όλες τις πτυχές της ζωής που θα κάνουν τις συνθήκες διαβίωσης των ανθρώπων καλύτερες. Σε αυτήν την διπλωματική θα δοθεί έμφαση στους στόχους που σχετίζονται με το περιβάλλον και τη βιώσιμη ανάπτυξη στις πόλεις και τη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης εντός αυτών.

Η χρήση της τεχνολογίας μπορεί να βοηθήσει αισθητά στην εφαρμογή πολιτικών προσαρμογής και καταπολέμησης της κλιματικής αλλαγής και βελτίωσης των συνθηκών διαβίωσης εντός των πόλεων. Ειδικότερα αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την καταγραφή δεδομένων, την ανάλυση αυτών και την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με το πως μπορεί να βελτιωθούν τα μέτρα έναντι της κλιματικής αλλαγής ή ποια θα ήταν τα καταλληλότερα. Αυτός ακριβώς είναι και ο σκοπός του εργαλείου που δημιουργήθηκε και περιγράφεται στα παρακάτω κεφάλαια της παρούσας διπλωματικής.

1.1 Σκοπός της διπλωματικής

Σκοπός της διπλωματικής είναι η δημιουργία μιας εφαρμογής - εργαλείου που θέτει νέες και καινοτόμες κατευθύνσεις στην ενεργειακή και περιβαλλοντική πολιτική και σε σχετικούς τομείς. Μέσω της ανάλυσης ενεργειακά αποδοτικών δράσεων αλλά και δράσεων προσαρμογής, υποστηρίζονται άμεσα οι τοπικές κοινωνίες για την εφαρμογή τους.

Έτσι το εργαλείο:

- συλλέγει αποδοτικά πληροφορίες σχετικά με την κλιματική αλλαγή από δήμους και πόλεις,
- χρησιμοποιεί ετερογενή δεδομένα, τα οποία υφίστανται επεξεργασία, ομαδοποιούνται και αναλύονται, ώστε να δημιουργηθούν μοντέλα δεδομένων με όμοια χαρακτηριστικά,
- χρησιμοποιεί καινοτόμες τεχνολογίες για τη δημιουργία επεκτάσιμων μοντέλων δεδομένων,

- παρουσιάζει τα δεδομένα αποδοτικά σε πολίτες και διοικητικούς φορείς,
- παρέχει δυνατότητες κατηγοριοποίησης και αναζήτησης,
- παρουσιάζει τα δεδομένα μετά από επεξεργασία, ώστε να παρουσιάζει προτάσεις, μετρικές, KPIs και
- δημιουργεί ένα περιβάλλον φιλικό προς το χρήστη, με γραφικές αναπαραστάσεις και σχήματα.

1.2 Οργάνωση του τόμου

Η παρούσα διπλωματική έχει την εξής δομή:

Κεφάλαιο 1ο

Το παρόν κεφάλαιο στο οποίο παρουσιάζεται ο σκοπός της διπλωματικής εργασίας και η δομή του υπόλοιπου τόμου.

Κεφάλαιο 2ο

Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται μια λεπτομερής αναφορά στις έννοιες της κλιματικής αλλαγής και της βιώσιμης ανάπτυξης. Δίνεται απάντηση σε ερωτήματα όπως το πως, πότε και γιατί η Ευρώπη ασχολήθηκε ενεργά με το πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής και με ποιους τρόπους προσπάθησε να την αντιμετωπίσει μέσω της βιώσιμης ανάπτυξης. Αναφέρονται επίσης οι αρχές της βιώσιμης ανάπτυξης στις οποίες θα δοθεί έμφαση σε αυτή τη διπλωματική και η σημασία των πόλεων στην εφαρμογή τους. Ουσιαστικά σε αυτό το κεφάλαιο δίνεται μια εικόνα των εννοιών που πλαισιώνουν την εφαρμογή. Επίσης γίνεται μια συνοπτική αναφορά στο ρόλο της τεχνολογίας ως μέσο αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής, εφαρμογής πολιτικών που θα ενσωματώνουν τη βιώσιμη ανάπτυξη, παρόμοια εργαλεία με αυτό της παρούσας διπλωματικής και τα οφέλη που αυτό προσφέρει.

Κεφάλαιο 3ο

Το 3ο κεφάλαιο είναι αφιερωμένο στην περιγραφή των δεδομένων, τη διαδικασία που ακολουθήθηκε για να ενσωματωθούν στη διπλωματική, οι προκλήσεις και πως αντιμετωπίστηκαν και το περιεχόμενο των δεδομένων της εφαρμογής.

Κεφάλαιο 4ο Στο 4ο κεφάλαιο γίνεται αναλυτική περιγραφή της διαδικασίας ανάπτυξης μιας διαδικτυακής εφαρμογής, της βέλτιστης αρχιτεκτονικής της, όπως μετουσιώθηκε και στην εφαρμογή της παρούσας διπλωματικής. Επιπλέον προορίζεται για την περιγραφή της ανάπτυξης της εφαρμογής συνολικά αλλά και των επιμέρους μερών της Frontend, Backend, GraphQL, Neo4j, τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν και οι λόγοι που αυτά επιλέχτηκαν έναντι άλλων, όπως επίσης και αλγόριθμοι που εφαρμόστηκαν.

Κεφάλαιο 5ο

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται όλα τα σενάρια και τα case studies της εφαρμογής-εργαλείου.

Κεφάλαιο 6ο

Αυτό το κεφάλαιο προορίζεται για την παρουσίαση των περιθωριών βελτίωσης που αναγνωρίστηκαν, τα οφέλη που προσφέρει το εργαλείο σε όλα τα ενδιαφερόμενα μέλη καθώς και των μελλοντικών επεκτάσεων της εφαρμογής-εργαλείου.

Κεφάλαιο 2

Κλιματική αλλαγή, βιώσιμη ανάπτυξη και ο ρόλος της τεχνολογίας

Το 2019 παρουσιάστηκε από την Ευρώπη, μια στρατηγική ανάκαμψης για μια πιο βιώσιμη οικονομία. Αυτή η στρατηγική ονομάστηκε Green Deal και έχει στόχο να μετατρέψει την Ευρώπη στην πρώτη βιώσιμη ήπειρο. Αυτό σημαίνει ότι η Ευρώπη θα έχει ουδέτερο αποτύπωμα στο περιβάλλον έως το 2050, πιο καθαρό περιβάλλον, πιο οικονομική ενέργεια, πιο έξυπνη συγκοινωνία, νέες θέσεις εργασίας και καλύτερες συνθήκες διαβίωσης. Αυτή η στρατηγική μετουσιώθηκε σε 17 στόχους όπου ονομάστηκαν στόχοι βιώσιμης ανάπτυξης και είναι οι ακόλουθοι:

- Μηδενική φτώχεια
- Μηδενική πείνα
- Καλή υγεία και ευημερία
- Ποιοτική εκπαίδευση
- Ισότητα των φύλων
- Καθαρό νερό και αποχέτευση
- Φτηνή και καθαρή ενέργεια
- Αξιοπρεπής εργασία και οικονομική ανάπτυξη
- Βιομηχανία, καινοτομία και υποδομές
- Λιγότερες ανισότητες
- Βιώσιμες πόλεις και κοινότητες
- Υπεύθυνη κατανάλωση και παραγωγή
- Δράση για το κλίμα
- Ζωή στο νερό
- Ζωή στη στεριά

- Ειρήνη, δικαιοσύνη και ισχυροί θεσμοί
- Συνεργασία για τους στόχους



Σχήμα 2.1: Οι 17 στόχοι της βιώσιμης ανάπτυξης [15]

2.1 Κλιματική αλλαγή και βιώσιμη ανάπτυξη στις πόλεις

2.1.1 Η αιτία

Η νομοθεσία και πολιτική ανά την Ευρώπη, δίνει μεγάλη έμφαση στις πόλεις, καθώς αυτές είναι οι μικρότερες μονάδες και μπορούν να εφαρμόσουν γρήγορα και αποδοτικά οποιαδήποτε αλλαγή. Οι ευρωπαϊκές πόλεις φτάνουν τις 80,000 και φέρουν επίσης και την ευθύνη να προσφέρουν έναν καλό τρόπο διαβίωσης στους πολίτες. Εφαρμόζουν το 70% της νομοθεσίας, διαχειρίζονται το 1/2 των χρημάτων που διατίθενται από τα ταμεία και ξοδεύουν το 1/3 των χρημάτων των κρατών.

Επίσης επειδή οι πόλεις βρίσκονται πολύ κοντά στους πολίτες και μπορούν να τους εκπαιδεύσουν στις νέες προκλήσεις και να δημιουργήσουν θέσεις εργασίας βάσει των αναγκών αυτών, είναι οι φορείς που μπορούν να καταστήσουν μια πολιτική ανθρωποκεντρική και όχι απομακρυσμένη από τον πολίτη. Επομένως οι πόλεις είναι κυψέλες οικονομικής δραστηριότητας, επιρροής πάνω στους πολίτες, φορείς μεγάλων αλλαγών και φέρνουν κοντά τοπικές μικρές ή μεγάλες επιχειρήσεις, κοινωνικούς φορείς, εκπαιδευτικά ιδρύματα και πολίτες.

Γι' αυτό και επιλέγονται ως η πρώτη γραμμή σε ριζικές μεταβολές, για απευθείας εφαρμογή στις κοινωνίες τους και γι' αυτό είναι και άκρως σημαντικές για εφαρμογή μέτρων κατά της κλιματικής αλλαγής και παρακολούθησης των αποτελεσμάτων δράσεων που έχουν ήδη ξεκινήσει να εφαρμόζονται. [13].

Με άλλα λόγια μπορούν να καταπολεμήσουν άμεσα την κλιματική αλλαγή, να δημιουργήσουν κλιματικά ουδέτερα προϊόντα, να θεσπίσουν πολιτικές για μείωση της κατανάλωσης ενέργειας σε κατοικίες και στις μεταφορές, μείωση αποβλήτων και απορριμμάτων, με στόχο μια κοινωνία φιλική προς το περιβάλλον με χαμηλούς ρύπους και υψηλό βιοτικό επίπεδο.

2.1.2 Ο τρόπος

Σε αυτήν τη διπλωματική θα δώσουμε έμφαση στους στόχους που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή και πράξεις για αντιμετώπισή της μέσα σε πόλεις και δήμους και τη βιώσιμη ανάπτυξη αυτών.

Σχετικά με την κλιματική αλλαγή η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θεσπίσει ως ενδιάμεσο στόχο έως το 2030 να αυξήσει τη μείωση του ποσοστού σε εκπομπές ρύπων από το 23% που ήταν το 2018 στο 55%, σε σχέση με το 1990. Για να επιτύχει τον στόχο αυτόν αλλά και αυτόν του ουδέτερου αποτυπώματος έως το 2050, έχει θεσπίσει τον ευρωπαϊκό νόμο αλλαγής, την ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία (Green Deal) Green Deal, ο οποίος απαιτεί όλες οι νομοθεσίες εντός Ευρωπαϊκής Ένωσης να συμβάλλουν στους προαναφερθέντες στόχους [7].

Η δέση μέτρων Fit for 55 αποσκοπεί στη μετουσίωση των φιλοδοξιών της Πράσινης Συμφωνίας σε νομοθέτημα. Η δέση μέτρων είναι μια δέση προτάσεων για την αναθεώρηση της νομοθεσίας όσον αφορά το κλίμα, την ενέργεια και τις μεταφορές και την ανάληψη νέων νομοθετικών πρωτοβουλιών για την ευθυγράμμιση της νομοθεσίας της Ευρωπαϊκής Ένωσης με τους ενωσιακούς στόχους για το κλίμα.[14]

Ανάμεσα σε άλλα περιλαμβάνει:

- αναθεώρηση του συστήματος εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, συμπεριλαμβανομένης της επέκτασής του στη ναυτιλία, και αναθεώρηση των κανόνων για τις εκπομπές από τις αερομεταφορές καθώς και τη θέσπιση χωριστού συστήματος εμπορίας εκπομπών για τις οδικές μεταφορές και τα κτίρια,
- αναθεώρηση του κανονισμού για τον επιμερισμό των προσπαθειών όσον αφορά τους στόχους μείωσης των κρατών μελών σε τομείς εκτός του ΣΕΔΕ της Ευρωπαϊκής Ένωσης,
- τροποποίηση του κανονισμού για τον καθορισμό προτύπων εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα για τα αυτοκίνητα και τα ημιφορτηγά,
- αναθεώρηση της οδηγίας για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας,
- αναδιατύπωση της οδηγίας για την ενεργειακή απόδοση,
- αναδιατύπωση της οδηγίας για τη φορολόγηση της ενέργειας,
- μηχανισμό συνοριακής προσαρμογής άνθρακα,
- αναθεώρηση της οδηγίας για την ανάπτυξη υποδομών εναλλακτικών καυσίμων,
- αναθεώρηση της οδηγίας για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων και
- μείωση των εκπομπών μεθανίου στον ενεργειακό τομέα

Ειδικά όσον αφορά τις πόλεις, τα κτίρια είναι υπεύθυνα για το 40% της κατανάλωσης εντός Ευρωπαϊκής Ένωσης και συμβάλλουν στις εκπομπές ρύπων κατά 36%. Αυτό θέτει ως προτεραιότητα την ανάγκη για μετατροπή αυτών σε ενεργειακά αποδοτικότερα και φιλικά προς το περιβάλλον κτίρια, δίνοντας έμφαση σε ανακαινίσεις μεγάλων εγκαταστάσεων όπως δημόσια κτίρια, σχολεία και νοσοκομεία [16].

Άρρηκτα συνδεδεμένη είναι και η συγκοινωνία αφού αποτελεί το 25% των εκπομπών του θερμοκηπίου. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θέσει ως στόχο μέχρι το 2050 να επιτύχει μείωση 90% ενσωματώνοντας έξυπνα και αποδοτικά μέσα συγκοινωνίας [23]. Ενδεικτικά κάποια μέτρα αποτελούν [10]:

1. Αντικατάσταση οχημάτων με 30 εκατομμύρια ηλεκτρικά οχήματα και οχήματα υδρογόνου
2. Αύξηση σιδηροδρομικών γραμμών ανά την Ευρώπη στο διπλάσιο
3. Αντικατάσταση υπάρχοντων πλοίων με πλοία μηδενικής εκπομπών
4. Αύξηση των σταθμών φόρτισης οχημάτων
5. Εδραίωση νομοθεσιών σχετικά με τους ρύπους οχημάτων εντός πόλεων

2.1.3 Τα αποτελέσματα

Η βιώσιμη ανάπτυξη θα έχει θετικό αντίκτυπο και πολλά οφέλη σε πολλούς και διαφορετικούς τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας για τις μελλοντικές γενιές. Πιο συγκεκριμένα, κάποια από τα βασικότερα οφέλη είναι τα εξής [1]:

1. **Ενεργειακή Ασφάλεια:** Με τον όρο Ενεργειακή Ασφάλεια (Energy Security) αναφερόμαστε στην απρόσκοπτη πρόσβαση σε αξιόπιστες πηγές ενέργειας σε προσιτές τιμές, για την πραγματοποίηση όλων των δραστηριοτήτων που είναι απαραίτητες στην καθημερινή ζωή όπως η θέρμανση, η συγκοινωνία, η βιομηχανική παραγωγή κα. Η βιώσιμη ανάπτυξη οδηγεί σε ενεργειακή ασφάλεια, μέσω της μείωσης των αναγκών για ενέργεια και συνεπώς, στην εξασθένιση της ζήτησης. Έτσι μειώνει τις εθνικές και τοπικές ανάγκες για εισαγωγές ορυκτών καυσίμων, όπως πετρελαίου, φυσικού αερίου και γενικότερα γαιανθράκων και την εξάρτηση από τους εξωτερικούς προμηθευτές, η οποία είναι ιδιαίτερα κοστοβόρα μιας και αποτελεί μια διαδικασία εισαγωγής πόρων.
2. **Εξοικονόμηση Ενέργειας:** Όπως αναφέρθηκε και στην προηγούμενη παράγραφο, η βιώσιμη ανάπτυξη οδηγεί στην αποδοτική χρήση της ενέργειας και στην εξοικονόμηση της, εφόσον για ίδιες διαδικασίες χρησιμοποιούμε λιγότερη ενέργεια σε σχέση με το παρελθόν.
3. **Μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου:** Η μείωση στην κατανάλωση ενέργειας συνεπάγεται μείωση στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (GHG), είτε άμεσων, οι οποίοι παράγονται από την καύση ορυκτών καυσίμων, είτε έμμεσων, οι οποίοι παράγονται από την ηλεκτρική ενέργεια. Ο περιορισμός των εκπομπών βλαβερών αερίων συμβάλλει στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και της υπερθέρμανσης του πλανήτη που αυτή συνεπάγεται [2].
4. **Ελάττωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης:** Οι δραστηριότητες που συνδέονται τόσο με την παραγωγή όσο και με την κατανάλωση ενέργειας αποτελούν τους βασικότερους παράγοντες ρύπανσης του αέρα. Η χρήση οικιακών συσκευών ενεργειακής αποδοτικότητας, σε συνδυασμό με τις κτιριακές ανακαινίσεις που προάγουν την αποδοτικότητα, μειώνουν σημαντικά τις ανάγκες για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Επίσης, αντίστοιχες βελτιώσεις στους βιομηχανικούς χώρους συνδράμουν στις ελαττωμένες ανάγκες παραγωγής ενέργειας. Συνεπώς, παράγεται, και άρα καταναλώνεται, λιγότερη ενέργεια, με αποτέλεσμα την μείωση των ρυπογόνων αερίων και τη βελτίωση της ποιότητας του αέρα.
5. **Αυξημένη Παραγωγικότητα:** Αποδοτική χρήση ενέργειας σημαίνει πως χρησιμοποιούμε την ίδια ενέργεια για την πραγματοποίηση περισσότερων διαδικασιών. Το κόστος που εξοικονομείται από αυτή τη διαδικασία, μπορεί να επενδυθεί, ώστε να βελτιωθεί η λειτουργία και η αξιοπιστία των διαδικασιών, με αποτέλεσμα να μειωθεί ο χρόνος εκτός λειτουργίας του εξοπλισμού (downtime) και οι βλάβες, και συνεπώς να αυξηθεί η παραγωγικότητα [4].

6. Υγεία και Ευεξία: Η μείωση των αερίων του θερμοκηπίου και η συνακόλουθη μείωση της μόλυνσης του αέρα βελτιώνει την ποιότητα ζωής των ανθρώπων. Η βελτίωση έχει αισθητά πλεονεκτήματα όχι μόνο στους εξωτερικούς χώρους αλλά και στους εσωτερικούς χώρους. Οι ανακαινίσεις με στόχο τη βιωσιμότητα και την ενεργειακή αποδοτικότητα τόσο στα κτίρια κατοικιών (residential buildings), όσο και στα εμπορικά κτίρια (commercial buildings) αυξάνουν την ευεξία των ατόμων που τα χρησιμοποιούν (λιγότερα αναπνευστικά προβλήματα, καρδιαγγειακές ασθένειες, αλλεργίες). Τα μέτρα βιωσιμότητας, όπως είναι η βελτίωση της μόνωσης, της θέρμανσης και του εξαερισμού, βελτιώνουν σημαντικά και την ποιότητα του αέρα. Θετικό αντίκτυπο διακρίνουμε βέβαια και στην ψυχική υγεία των ανθρώπων. Χρησιμοποιώντας βιώσιμες λύσεις, τα νοικοκυριά έχουν ανάγκη από λιγότερη ενέργεια και συνεπώς μειώνονται τα έξοδα τους για τις βασικές υπηρεσίες ενέργειας (θέρμανση, ψύξη, φωτισμός, λειτουργία ηλεκτρικών συσκευών), οπότε συνδυαστικά και με άλλα μέτρα (οικονομικούς μηχανισμούς στήριξης, κοινωνική αλληλεγγύη) οδηγούμαστε στην καταπολέμηση της ενεργειακής φτώχειας [3].
7. Οικονομικά Οφέλη: Η αποδοτική χρήση της ενέργειας έχει ως αποτέλεσμα να χρησιμοποιούμε λιγότερη ενέργεια και άρα να μειώνουμε τις δαπάνες που απαιτούνται για διαδικασίες όπως η θέρμανση, η ψύξη, ο φωτισμός, οι μετακινήσεις, η λειτουργία του βιομηχανικού εξοπλισμού και άλλες καθημερινές δραστηριότητες. Συνεπώς, οδηγούμαστε στην απελευθέρωση χρηματικών πόρων για τα νοικοκυριά, τις επιχειρήσεις και τις κυβερνήσεις. Ακόμα, δημιουργούνται νέες θέσεις εργασίας στον κλάδο ενεργειακών υπηρεσιών (ESCOs, Energy Service Companies) για την υλοποίηση έργων ενεργειακής αποδοτικότητας [5].
8. Δημόσιοι Προϋπολογισμοί: Οι κυβερνήσεις μπορούν να ωφεληθούν ποικιλοτρόπως εφαρμόζοντας μέτρα βιωσιμότητας. Καταρχάς, μείωση της απαραίτητης ενέργειας συνεπάγεται μείωση των δαπανών που απαιτούνται για τους λογαριασμούς ενέργειας. Είναι δυνατή επίσης η αύξηση του εισοδήματός τους με την επιβολή φόρου επί των πωλήσεων προϊόντων και υπηρεσιών ενεργειακής αποδοτικότητας και φόρου ακινήτων στα ενεργειακά αποδοτικά μετασχευασμένα κτήρια. Ακόμα οι μείωση τιμών, που πιθανώς συνεπάγεται η υιοθέτηση μέτρων ενεργειακής αποδοτικότητας, απαλλάσσει τις κυβερνήσεις από τις δαπάνες για επιδοτήσεις ενέργειας [6].

2.2 Ο ρόλος της τεχνολογίας στην κλιματική αλλαγή

Ένα νέο κύμα τεχνολογικής καινοτομίας μπορεί να βοηθήσει στην κατανόηση και εμβάθυνση στις δύσκολες περιβαλλοντικές προκλήσεις — και επίσης μας δίνει νέους τρόπους για να τις επιλύσουμε. Καθώς χιλιάδες ηγέτες επιχειρήσεων και υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής έχουν ξεκινήσει την εφαρμογή ραγδαίων αλλαγών και δράσεων με γνώμονα το περιβάλλον, αυτές οι καινοτομίες προκαλέσουν θετικό αντίκτυπο στην κατεύθυνση αυτή [8].

Ένα παράδειγμα είναι οι νέες προσεγγίσεις για τη μέτρηση και τη μείωση των εκπομπών μεθανίου, ένα ισχυρό αέριο του θερμοκηπίου που κατέχει περισσότερο από 80 φορές τη μεγαλύτερη βραχυπρόθεσμη θερμοαντική ισχύ έναντι του διοξειδίου του άνθρακα. Οι ανθρωπογενείς εκπομπές μεθανίου ευθύνονται για το ένα τέταρτο της υπερθέρμανσης που βιώνουμε σήμερα. Αυτό είναι ένα πρόβλημα, αλλά είναι επίσης μια τεράστια ευκαιρία. Μία από τις μεγαλύτερες πηγές μεθανίου είναι η βιομηχανία πετρελαίου και φυσικού αερίου. Και αποδεικνύεται ότι η μείωση αυτών των βιομηχανικών εκπομπών μεθανίου είναι ο ταχύτερος και πιο οικονομικός τρόπος για να επιβραδυνθεί ο ρυθμός αύξησης της θερμοκρασίας τους πλανήτη, παρόλο που συνεχίζουμε να εργαζόμαστε σκληρά για την απαλλαγή του ενεργειακού μας συστήματος από

άνθρακα. Αυτό δεν ήταν γνωστό μέχρι πρόσφατα - ή τουλάχιστον δεν μπορούσε να αποδειχτεί - επειδή ήταν αδύνατο να υπολογιστεί η ποσότητα μεθανίου, που προερχόταν από τον πετρωματικό τομέα και τον τομέα φυσικού αερίου.

Πριν από πέντε χρόνια, το Environmental Defense Fund ξεκίνησε τη μέτρηση των εκπομπών μεθανίου από τον τομέα πετρελαίου και φυσικού αερίου των ΗΠΑ, ξεκινώντας μια άνευ προηγουμένου επιστημονική ερευνητική προσπάθεια στην οποία συμμετείχαν περισσότεροι από 140 ερευνητές από 40 ιδρύματα, μαζί με περίπου 50 εταιρείες πετρελαίου και φυσικού αερίου που παρείχαν πρόσβαση στον χώρο και τεχνική συμβουλή. Οι ερευνητές χρησιμοποίησαν μια σειρά τεχνολογιών - συμπεριλαμβανομένων αισθητήρων τοποθετημένων σε drones, αεροπλάνα, ακόμη και αυτοκίνητα Google Street View - για να μετρήσουν τις εκπομπές σε κάθε κρίκο της αλυσίδας. Τα αποτελέσματα δημοσιεύτηκαν σε περισσότερα από 30 άρθρα επιστημονικών περιοδικών, καταλήγοντας στο συμπέρασμα ότι η βιομηχανία πετρελαίου και φυσικού αερίου των ΗΠΑ εκπέμπει 13 εκατομμύρια μετρικούς τόνους μεθανίου κάθε χρόνο. Τα δεδομένα από το έργο ήταν καθοριστικά για να πείσουν τόσο τους ηγέτες του κλάδου όσο και τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής ότι αντιμετωπίζουν μια σοβαρή πρόκληση με το μεθάνιο. Τα ευρήματα βοήθησαν στη διαμόρφωση νέων κανονισμών σε πολιτείες των ΗΠΑ καθώς σε εθνικό επίπεδο για τη μείωση των εκπομπών από την παραγωγή πετρελαίου και φυσικού αερίου.

Εν προκειμένω, τα δεδομένα χρησιμοποιήθηκαν για να διατηρήσουν τη γραμμή ενάντια στις άστοχες προσπάθειες της τρέχουσας διοίκησης να ανακαλέσει αυτά τα πρότυπα. Αν όμως τα δεδομένα αποθηκεύονταν, αναλύονταν και χρησιμοποιούνταν για θέσπιση νέων πολιτικών εξατομικευμένων αποκλειστικά στις ανάγκες κάθε κοινωνίας, αν τα δεδομένα χρησιμοποιούνταν ως γνώμονας για ανατροφοδότηση, βελτίωση και προσαρμογή στις συνεχώς μεταβαλλόμενες συνθήκες της κλιματικής αλλαγής τότε θα δημιουργούνταν αποδοτικές πολιτικές, απόλυτα προσαρμοσμένες στις ανάγκες της εποχής και αυτόν το ρόλο καλείται να αναλάβει η τεχνολογία.

2.3 Παρόμοια εργαλεία

Η Ευρωπαϊκή Ένωση για να συμβάλει προς αυτήν την κατεύθυνση χρηματοδοτεί έργα και εργαλεία από φορείς, πανεπιστημιακά ιδρύματα και ιδιωτικές επιχειρήσεις. Η χρηματοδότηση εξασφαλίζεται συνήθως μέσω του προγράμματος Horizon στο πλαίσιο του οποίου βρίσκεται και το έργο αυτής της διπλωματικής. Αυτά τα έργα δημιουργούν μακροπρόθεσμα, θετικό αντίκτυπο για την κοινωνία και τους πολίτες και συμπεριλαμβάνοντας οργάνωσεις και ανθρώπους στην αντιμετώπιση του εκάστοτε προβλήματος, πετυχαίνουν την επαγρύπνηση αυτών. Σχετικά με την κλιματική αλλαγή η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει χρηματοδοτήσει πολλά έργα σαν και αυτό της διπλωματικής. Τα πιο σημαντικά έχουν διαλεχτεί από την τράπεζα έργων της Ευρωπαϊκής Ένωσης και θα σημειωθούν σε αυτό το κεφάλαιο.

Το Beyond Energy Action Strategies (BEAST) ήταν ένα από τα πρώτα έργα της Ευρωπαϊκής Ένωσης σχετικά με την κλιματική αλλαγή και εφαρμογή πολιτικής για την αντιμετώπιση της στις πόλεις. Είχε διάρκεια 36 μήνες, κατά τους οποίους εφαρμόστηκαν πάνω από 25 δράσεις σε 9 χώρες (Σουηδία, Ιταλία, Κύπρος, Νορβηγία, Βέλγιο, Λετονία, Κροατία, Ηνωμένο Βασίλειο και Ισπανία). Οι δράσεις αφορούσαν την ενεργειακή βιωσιμότητα εφαρμόζοντας δράσεις (Sustainable Energy Action Plans (SEAPs)), όπως ή μέτρηση της κατανάλωσης ενέργειας στις πόλεις, η αύξηση της χρήσης ανανεώσιμης ενέργειας, αξιοποίηση τεχνολογιών αποδοτικής χρήσης ενέργειας κλπ.

Το έργο Empowering Supporting Structures of the Covenant of MAYORS to assist Local Authorities IN implementing and monitoring their Sustainable Energy ACTION Plan (MAYORS IN ACTION) συμπεριλάμβανε πάνω από 720 πόλεις και δήμους με πάνω

από 228 εκατομμύρια κατοίκους να υπογράψουν τη συνθήκη Europe's Covenant of Mayors (CoM) σχετικά με την αλλαγή του περιβάλλοντος και την ενέργεια τον Φεβρουάριο του 2017. Οι πολίτες που επέλεξαν να συμμετέχουν με στόχο να βοηθήσουν τις πόλεις τους να προσαρμοστούν στην κλιματική αλλαγή δημιουργώντας και να προτείνουν τις δικές τους δράσεις βιωσιμότητας Sustainable Energy Action Plans (SEAP). Επειδή η εφαρμογή αυτών θα απαιτούσε προετοιμασία των τοπικών κυβερνήσεων και υποστήριξή τους, εφαρμόστηκε το προαναφερθέν πρόγραμμα MAYORS IN ACTION, ένα πρόγραμμα με στόχο να βοηθήσει τις τοπικές κοινωνίες να παρακολουθήσουν και να εφαρμόσουν τις δράσεις των πολιτών. Το πρόγραμμα είχε διάρκεια 36 μήνες και έπαιξε κομβικό ρόλο στην οικονομική και τεχνική υποστήριξη των πόλεων.

Το έργο Removing barriers to low carbon retrofit by improving access to data and insight of the benefits to key market actors (REQUEST2ACTION) είχε στόχο την ενδυνάμωση του τομέα της συγκέντρωσης και ανάλυσης δεδομένων γύρω από τον άξονα της στέγασης. Γύρω από το πρόγραμμα αναπτύχθηκαν πολλοί πιλότοι, σχετικά με την καταγραφή και ενοποίηση δεδομένων, την εξαγωγή δεδομένων και προτάσεων για τα νοικοκυριά και την βελτιστοποίηση των αγορών ενέργειας για αποδοτική εκμετάλλευση της.

Το έργο The Total Concept method for major reduction of energy use in non-residential buildings (TOTAL CONCEPT) είχε στόχο την μεγάλης κλίμακας ενεργειακά αποδοτική βελτίωση σε δημόσια κτίρια για την επίτευξη του στόχου 'Ενεργειακή απόδοση κτιρίων', όπως αναφέρεται και στο κεφάλαιο 2.

Η βιωσιμότητα της Ευρώπης στηρίζεται στην ανανεώσιμη ενέργεια και την αποδοτική χρήση πόρων. Σχετικά με τον τομέα των κτιρίων, αυτό σημαίνει σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης κτίρια, στόχος πολύ ασύμφορος και για την κατασκευή νέων κτιρίων και για την ανακαίνιση των υφιστάμενων σε ενεργειακά απόδοτικά κτίρια. Σημαντικό ρόλο στη μείωση του κόστους θα αποτελούσαν αξιόπιστα, συγκεντρωτικά δεδομένα, στρατηγικές και προτάσεις μέσω διαδικτυακών εργαλείων. Με αυτόν τον τρόπο τα ενδιαφερόμενα μέλη θα μπορούσαν να παρακολουθήσουν την αγορά, να προσομοιώσουν σενάρια και να συγκρίνουν μεθόδους και προτάσεις για τη βέλτιστη λύση σχετικά με την μετατροπή των κτιρίων σε βιώσιμα και γι'αυτό δημιουργήθηκε το έργο Nearly Zero-Energy Building Strategy 2020 (ZEBRA2020).

Το έργο CDP παρέχει μια αποδοτική και μεγάλη συλλογή δεδομένων από πολίτες και διοικητικά στελέχη σχετικά με το περιβάλλον, την κλιματική αλλαγή και τη βιώσιμη ανάπτυξη. Τα δεδομένα έχουν συλλεχτεί και αφορούν πόλεις και επιχειρήσεις παγκοσμίως και παρουσιάζονται με γραφήματα ενώ μπορούν να εξαχθούν σε μορφή αναφορών. Το εργαλείο είναι προϊόν του ICLEI ενός οργανισμού με στόχο την προώθηση της βιώσιμης ανάπτυξης μέσω των τοπικών κοινωνιών.

Το έργο Google-EIE (Environmental Insights Explorer) χρησιμοποιεί όλες τις πηγές δεδομένων της Google και με περαιτέρω μοντελοποίηση αυτών, δίνει τη δυνατότητα στις πόλεις παγκοσμίως να μετρήσουν τις εκπομπές ρύπων από όλες τις πηγές που αυτοί προέρχονται (συκοινωνία, κτίρια) αλλά και συγκεκριμένων περιοχών (δρόμοι, γειτονιές), να τρέξουν εκτεταμένες αναλύσεις πάνω σε αυτά και να αναγνωρίσουν αποδοτικές στρατηγικές για μείωση αυτών. Επίσης παρέχει μετρήσεις για την ενεργειακή αποδοτικότητα εντός των πόλεων, την παραγωγή από φωτοβολταϊκά και την κατανάλωση.

Το έργο Space 4 cities του Eurisy προωθεί τη χρήση δορυφορικών εφαρμογών για να γίνουν οι πόλεις πιο υγιείς, καθαρότερες, ασφαλέστερες και πιο αποτελεσματικές. Η πρωτοβουλία στοχεύει στην επισήμανση ιστοριών επιτυχίας από πόλεις που βασίζονται σε καινοτόμες δορυφορικές υπηρεσίες, στην ενίσχυση της ανταλλαγής τεχνογνωσίας μεταξύ των διευθυντών της πόλης, των ΜΜΕ και των ενδιαφερομένων μελών, στον προσδιορισμό των προκλήσεων που αντιμετωπίζουν οι τοπικές διοικήσεις και οι ΜΜΕ όσον αφορά την πρόσβαση και τη χρήση δορυφορικών δεδομένων και σημάτων και τέλος στην αξιολόγηση των αναγκών των τοπικών

διοικήσεων για τις οποίες οι δορυφορικές υπηρεσίες μπορούν να συμβάλουν στη λύση.

Το έργο TerriSTORY είναι ένα διαδικτυακό εργαλείο που παρέχει ολοκληρωμένα και συγκρίσιμα δεδομένα ανά περιοχή της Γαλλίας με στόχο τη διαχείριση θεμάτων σχετικά με τη βιωσιμότητα, την κλιματική αλλαγή, την ενέργεια, τους ρύπους κα. Παρέχει επίσης τη δυνατότητα γραφικής απεικόνισης δεδομένων από το παρελθόν μέχρι σήμερα, εκτέλεσης σεναρίων και πρόβλεψης κοινωνικού αντικτύπου είτε συγκεντρωτικά είτε ανά περιοχή.

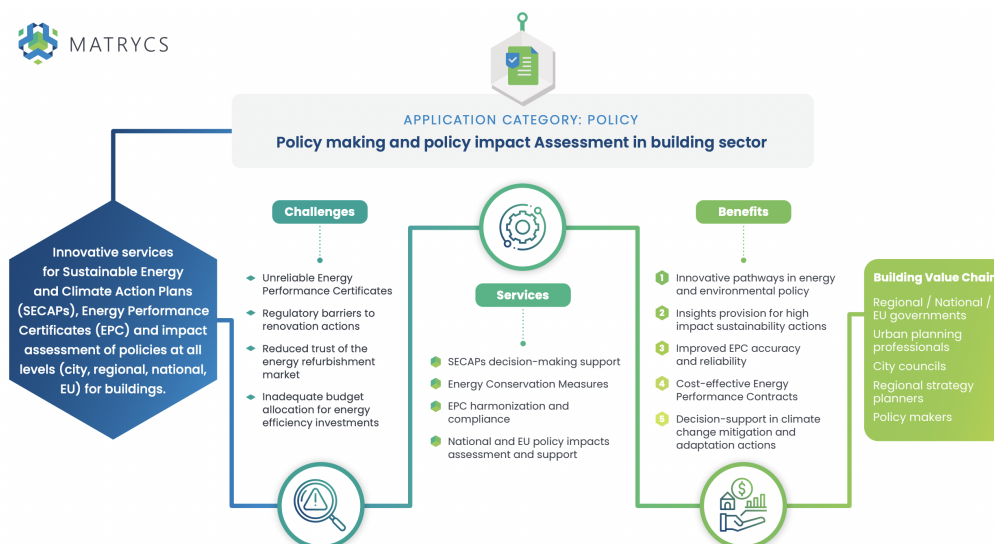
Το εργαλείο Copernicus έχει αναπτυχθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση με στόχο τη δημιουργία μιας ενιαίας βάσης δεδομένων που σχετίζονται κυρίως με το περιβάλλον και τον καιρό. Τα δεδομένα μετά από επεξεργασία έχουν κοινά χαρακτηριστικά και δίνουν δυνατότητες όπως εφαρμογή φίλτρων, υπολογισμός μέσου όρου, απεικόνιση σε γραφήματα κα.

2.4 Το εργαλείο της διπλωματικής σε σχέση με τα άλλα

Όπως είναι φανερό από την προηγούμενη ενότητα, τα περισσότερα εργαλεία στόχευαν σε κάποιες πόλεις και σε κάποιους τομείς και όχι σε συγκεντρωτικές και ολοκληρωμένες λύσεις γύρω από όλους τους άξονες, που θα μπορούσαν να καταστήσουν μια πόλη βιώσιμη. Μια συγκεντρωτική λύση έχει πολλές προκλήσεις, λόγω μεγάλης πολυπλοκότητας, ετερογενών δεδομένων, υψηλού κόστους και έλλειψη συντονισμού και οργάνωσης.

Αντίθετα το εργαλείο προσφέρει μια ολοκληρωμένη βάση δεδομένων με ορθή μοντελοποίηση και εύκολη δυνατότητα επεξεργασίας και συνεπώς επεκτασιμότητας. Ειδικότερα μέσω αυτής της βάσης, καθίσταται ιδιαίτερα εύκολο ένας χρήστης να μπορέσει να επικεντρωθεί στα δεδομένα που τον ενδιαφέρουν, να εκτελέσει συγκρίσεις για τις μετρικές που τον ενδιαφέρουν βάσει προκαθορισμένων φίλτρων και να παρακολουθεί διαρκώς τα νέα δεδομένα που εισάγονται. Επίσης μπορεί να δει κατηγοριοποιήσεις των δεδομένων σε ένα εύρος υπερκατηγοριών και να αναπαραστήσει τα δεδομένα γραφικά.

Το εργαλείο δημιουργήθηκε στο πλαίσιο του Ευρωπαϊκού έργου Matrycs και αποτελεί πύλο του αυτού. Το Matrycs βασίζεται σε 4 πυλώνες, όπως φαίνεται στην παρακάτω φωτογραφία, (α) επίδοση performance, (β) σχεδιασμός design, εφαρμογή πολιτικής policy και χρηματοδότηση fund. Ο πύλος, στο πλαίσιο του οποίου δημιουργήθηκε η εφαρμογή-εργαλείο της εν λόγω διπλωματικής, ανήκει στον 3ο πυλώνα του Matrycs, την εφαρμογή πολιτικών.



Σχήμα 2.2: Οι πυλώνες του Matrycs [18]

Κεφάλαιο 3

Τα δεδομένα της εφαρμογής

3.1 Εισαγωγή

Η εφαρμογή αποτελεί μια διαδικτυακή πλατφόρμα, που επεξεργάζεται, παρουσιάζει και αναλύει δεδομένα για πόλεις και δήμους της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Τα δεδομένα αυτά προκύπτουν από ερωτηματολόγια που απαντήθηκαν από διοικητικά στελέχη, δημάρχους και φορείς των πόλεων και δήμων και αφορούν την κλιματική αλλαγή, τις ενέργειες που η πόλη εφαρμόζει για να προσαρμοστεί σε αυτή και να την αντιμετωπίσει, το ενεργειακό μίγμα της πόλης, τη συγκοινωνία, τους ρύπους, τα κτίρια κα. Πιο συγκεκριμένα οι κατευθύνσεις:

1. Γενικές πληροφορίες σχετικά με την πόλη: Αυτή η ενότητα περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικά με την πόλη, την αυτοδιοίκηση, τον πληθυσμό, την έκταση κλπ.
2. Διοίκηση και διαχείριση δεδομένων: Αυτή η ενότητα περιλαμβάνει ερωτήσεις για τους στόχους της πόλης έναντι της κλιματικής αλλαγής, τα ενδιαφερόμενα μέλη που αφορούν αυτοί οι στόχοι, τα δεδομένα που διαθέτει η πόλη, τον τρόπο που τα διαχειρίζεται και τα χρησιμοποιεί.
3. Κίνδυνοι από την κλιματική αλλαγή: Η ενότητα αυτή περιέχει πληθώρα ερωτήσεων σε σχέση με τους κινδύνους που αντιμετωπίζει η πόλη. Ο ερωτηθέντας καλείται να επιλέξει έναν ή περισσότερους κινδύνους (Υπερθέρμανση, αύξηση της στάθμης της θάλασσας κα), τους τομείς που επηρεάζουν (Ενέργεια, Συγκοινωνία, Περιβάλλον, Εκπαίδευση κα), το κοινωνικό αντίκτυπο που έχουν (αύξηση εμφάνισης ασθενειών, μεταβαλλόμενες κοινωνικό-οικονομικές συνθήκες, αύξηση του κινδύνου σε ευάλωτες ομάδες, ανεργία κα), την επιρροή σε συγκεκριμένες κοινωνικές ομάδες (Γυναίκες και παιδιά, γηραιός πληθυσμός, άτομα με αναπηρία κα), προβλέψεις γι' αυτούς τους κινδύνους και της επιρροής τους στην πόλη κλπ.
4. Δράσεις: Για τους προαναφερθέντες κινδύνους οι ερωτηθέντες καλούνται να απαντήσουν και ερωτήματα σχετικά με τις δράσεις και μέτρα που εφαρμόζει η πόλη για αντιμετώπιση αυτών των κινδύνων, το επίπεδο που βρίσκεται η υλοποίηση τους, τη χρηματοδότηση που έχουν λάβει κα.
5. Ρύποι: Σχετικά με τους ρύπους, τα ερωματολόγια δίνουν έμφαση στα είδη των αερίων που μαστίζουν την πόλη και τον τρόπο μέτρησης αυτών από την πόλη ανά κατηγορία (συγκοινωνία, ενεργεια κα).
6. Μείωση ρύπων: Η ενότητα αυτή περιέχει ερωτήσεις σχετικά με τα μέτρα και τους στόχους της πόλης για μείωση των ρύπων και συγκεκριμένα το χρονοδιάγραμμα για

μείωση των ρύπων, το ποσοστό της μείωσης που έχει τεθεί σα στόχος, το ποσοστό που έχει ήδη επιτευχθεί, τους τομείς που θα επηρεάσει άμεσα κα.

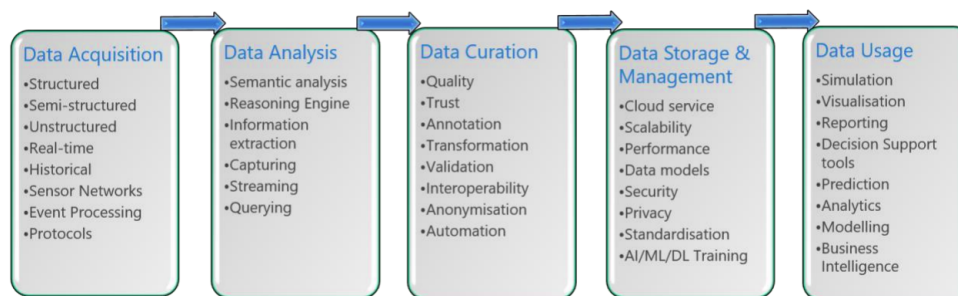
7. Ενέργεια: Σε αυτήν την ενότητα οι ερωτήσεις αφορούν το ενεργειακό μίγμα της πόλης, το ποσοστό των διάφορων πηγών ενέργειας στο συνολικό μίγμα, το ποσοστό σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας κα.
8. Κτίρια: Το ποσοστό ρύπων διοξειδίου του άνθρακα, της εφαρμογής σε αυτά ενεργειακών στόχων και στόχων μείωσης ρύπων ανά κατηγορία (δημόσια, οικιακά, δημοτικά, νέα κα) είναι οι πιο σημαντικές ερωτήσεις αυτής της ενότητας.
9. Συγκοινωνία: Οι ερωτήσεις αυτής της ενότητας αφορούν τη χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς, του ποσοστού χρήσης από τους πολίτες για τις διάφορες κατηγορίες MMM (λεωφορεία, ιδιωτικά οχήματα, ποδηλασία, ταξί κα) κλπ.

Τα ερωματολογία συλλέγονται κάθε χρόνο ενώ οι ερωτήσεις εξελίσσονται ανά χρόνο. Τα πρώτα ερωματολογία χρονολογούνται το 2019.

3.2 Η διαδικασία

Τα δεδομένα, αφού γίνει επεξεργασία τους, έλεγχος ποιότητας και κατανομηθούν στις αντίστοιχες κατηγορίες ερωτήσεων, εισάγονται στη βάση δεδομένων του έργου [19]. Παράλληλα στη βάση εισάγονται και δεδομένα που προκύπτουν από την επεξεργασία των υπάρχοντων δεδομένων. Αυτή η διαδικασία επαναλαμβάνεται για κάθε χρονιά και αποτελείται από 5 στάδια:

1. την Απόκτηση Δεδομένων,
2. την Ανάλυση Δεδομένων,
3. την Επιμέλεια Δεδομένων και τέλος
4. την Αποθήκευση Δεδομένων



Σχήμα 3.1: Τα στάδια διαχείρισης των δεδομένων με στόχο την βέλτιστη αξιοποίηση τους

Η απόκτηση δεδομένων είναι μια διαδικασία που ενσωματώνει όλα τα απαραίτητα βήματα για τη συλλογή, το φιλτράρισμα και τον καθαρισμό δεδομένων. Αυτή προηγείται όλων των διαδικασιών και αποτελεί μια πολύ απαιτητική και προκλητική διαδικασία όρους των απαιτήσεων υποδομής. Οι βασικές προκλήσεις σε αυτό το βήμα, περιλαμβάνουν τη δυνατότητα υποστήριξης ευέλικτων και δυναμικών δομών δεδομένων, προκειμένου να χειρίζονται μεγάλους όγκους δεδομένων.

Η Ανάλυση Δεδομένων είναι το πεδίο που είναι υπεύθυνο για τη μετατροπή πρωτογενών δεδομένων που συλλέγονται από διαφορετικές πηγές σε μια μορφή που τα καθιστά διαθέσιμα για συγκεκριμένες χρήσεις και κατάλληλα για τη δημιουργία νέων πληροφοριών ώστε να υποστηρίζουν τη λήψη αποφάσεων. Η ανάλυση δεδομένων περιλαμβάνει τη διερεύνηση, τον μετασχηματισμό και τη μοντελοποίηση των δεδομένων με στόχο τον εντοπισμό σχετικών δεδομένων, τη σύνθεση και εξαγωγή χρήσιμων κρυφών πληροφοριών. Είναι ένα ευρύ πεδίο που συνδυάζει γνώσεις από πολυάριθμες επιστήμες και αξιοποιεί μια γκάμα εργαλείων όπως η εξόρυξη δεδομένων.

Η Επιμέλεια Δεδομένων είναι η διαδικασία ενεργητικής διαχείρισης δεδομένων καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους και διασφαλίζει ότι πληρούνται οι απαιτήσεις ποιότητας δεδομένων και ότι τα δεδομένα μπορούν να χρησιμοποιηθούν με ασφαλή και αποτελεσματικό τρόπο. Οι διαδικασίες επιμέλειας δεδομένων μπορούν να χωριστούν στις ακόλουθες επιμέρους δραστηριότητες: δημιουργία περιεχομένου, επιλογή, ταξινόμηση, μετατροπή, επικύρωση και διατήρηση, με στόχο τη διασφάλιση αυτών των δεδομένων ώστε να ικανοποιούν συγκεκριμένες ιδιότητες όπως αξιοπιστία, δυνατότητα εντοπισμού, προσβασιμότητα, επαναχρησιμοποίηση κ.λπ.

Η αποθήκευση δεδομένων περιλαμβάνει τη συνεχή διατήρηση και διαχείριση των δεδομένων με κλιμακωτό τρόπο ώστε να ικανοποιούν την ανάγκη για άμεση και ταχεία πρόσβαση σε δεδομένα από ποικίλες εφαρμογές.

3.2.1 Οι προκλήσεις

Τα δεδομένα επειδή προέκυπταν από ερωτηματολόγια έπρεπε να ομογενοποιηθούν και να εξακριβωθεί η πιστότητα τους. Με άλλα λόγια υπήρχαν διάφορες σε αυτά ανά κατηγορία, ανά πόλη και ανά χρονιά όσον αφορά τη δομή που αποθηκεύονταν, το περιεχόμενο τους, την ύπαρξη τους ή την ύπαρξη κενών κα.

Επίσης κάθε ερώτηση μαζί με τα υποερωτήματα της αντιστοιχούσε σε ένα πίνακα της βάσης και κάθε χρονιά η αρίθμηση των ερωτήσεων άλλαζε. Για να λύσουμε το πρόβλημα αυτό δημιουργήσαμε ένα αρχείο με την αντιστοιχία κάθε ερώτησης για κάθε χρονιά με τον αντίστοιχο πίνακα της βάσης. Ο κώδικας χρησιμοποιώντας το αρχείο δηλαδή την αντιστοίχιση, κατέγραφε τις απαντήσεις των ερωτηματολογίων ορθώς στην βάση.

Στα δεδομένα ενσωματώθηκαν και άλλες πληροφορίες από ξεχωριστή επεξεργασία και στη συνέχεια τα δεδομένα ενσωματώθηκαν στη βάση, ώστε είναι διαθέσιμα στο backend και στο frontend.

3.2.2 Οι κατηγορίες

Όπως επισημάνθηκε και στα προηγούμενα κεφάλαια, τα δεδομένα σχετίζονται με τη βιώσιμη ανάπτυξη στις πόλεις με πιο σημαντικές κατηγορίες να διακρίνονται αυτές της Κυβέρνησης εντός πόλεων, της Προσαρμογής, των Δράσεων, των Ρύπων, της Ενέργειας και των Μεταφορών. Παρακάτω παρατίθενται αναλυτικά οι ερωτήσεις που διακρίθηκαν και συμπεριλήφθηκαν στο εργαλείο σε σχέση με όλες τις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου:

1. Διακυβέρνηση πόλεων: Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει ερωτήσεις που σχετίζονται με τις κυβερνητικές πολιτικές, αποφάσεις και στόχους που έχουν λάβει οι διοικητικοί φορείς της πόλης. Αυτές οι πολιτικές - στόχοι αφορούν σημαντικά θέματα της βιώσιμης ανάπτυξης και της καταπολέμησης της κλιματικής αλλαγής όπως τη μείωση ρύπων, την αύξηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, την εφαρμογή μέτρων προστασίας και διαφύλαξης της ποιότητας του νερού κα. Επίσης οι ερωτηθέντες καλούνται να αναφέρουν νομοθετικές

αποφάσεις στις οποίες η πόλη έχει δεσμευτεί να συμμετάσχει και προκλήσεις, ευκαιρίες και εμπόδια που προέκυψαν κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας.

2. Περιβαλλοντικοί κίνδυνοι: Σε αυτήν την κατηγορία ερωτήσεων, οι ερωτηθέντες καλούνται να σημειώσουν όλους τους περιβαλλοντικούς κινδύνους, που απειλούν την πόλη τη χρονιά του ερωτηματολογίου. Οι επιπτώσεις αυτών, μπορεί να επηρεάσουν την κοινωνία ολόκληρη ή και τομείς αυτής ή μέρος του πληθυσμού της, σε μικρό ή μεγάλο βαθμό για μικρή ή μεγάλη διάρκεια, ερωτήσεις που συμπεριλαμβάνονται επίσης στην κατηγορία.
3. Δράσεις: Για τους κινδύνους που ανέφεραν οι ερωτηθέντες για την πόλη τους, καλούνται να απαντήσουν ερωτήσεις σχετικά και με τις δράσεις που ακολουθήθηκαν για την αντιμετώπισή τους, τα οφέλη, τη διάρκεια, το κόστος και την κατάσταση εφαρμογής αυτών των δράσεων.
4. Ρύποι: Σε αυτήν την κατηγορία περιλαμβάνονται ερωτήσεις σχετικά με το είδος των ρύπων εντός της πόλης, τη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε από τη πόλη για να τους μετρήσει. Οι 2 μεθοδολογίες είναι η CRF και η GPC και σύμφωνα με αυτές, οι πόλεις μπορούν να μετρήσουν τους ρύπους ανά κατηγορία όπως μεταφορές, ενέργεια, απορρίμματα, αγροκαλλιέργειες κλπ.
5. Ενέργεια: Σε αυτήν την κατηγορία, τα ερωτηματολόγια περιλαμβάνουν ερωτήσεις γύρω από το ενεργειακό μίγμα της πόλης, το πλήθος σε ανανεώσιμες πηγές και το ποσοστό που αυτές καταλαμβάνουν στο ενεργειακό μίγμα, τους ενεργειακούς στόχους της πόλης βραχυπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα και την κατάσταση εφαρμογής αυτών.
6. Κτίρια: Σχετικά με τα κτίρια, οι ερωτηθέντες καλούνται να απαντήσουν ερωτήσεις για τους ρύπους αυτών ανά κατηγορία (δημόσια, ιδιωτικά, νέα κτίρια) και τους στόχους για ενεργειακά αποδοτικά κτίρια ανά κατηγορία.
7. Συγκοινωνία: Σε αυτήν την κατηγορία, αφού απαντηθούν τα ποσοστά ανά κατηγορία μέσου μεταφοράς, εμπεριέχονται ερωτήσεις σχετικά με την χρήση τους και τους ρύπους τους.

Κεφάλαιο 4

Ανάπτυξη λογισμικού εφαρμογής

4.1 Διαδικασία

Η ανάπτυξη λογισμικού είναι μία εκτενής και επαναλαμβανόμενη διαδικασία που αποτελείται από τα εξής ορόσημα:

1. Καθορισμός των απαιτήσεων και μετατροπή αυτών σε τεχνικές προδιαγραφές,
2. Σχεδιασμός των γραφιστικών και της ταυτότητας του έργου,
3. Προγραμματισμός των λειτουργιών,
4. Μελέτη και βελτίωση της εμπειρίας του χρήστη,
5. Σχεδιασμός πλάνου εκμετάλλευσης της εφαρμογής

Σε αυτά τα ορόσημα στηρίχτηκε και η εν λόγω εφαρμογή. Συγκεκριμένα αφού καθορίστηκαν οι απαιτήσεις της, το περιεχόμενο και η αξία που θα δίνει σε κάθε κατηγορία χρήστη που την επισκέπτεται και μετατράπηκαν αυτές σε τεχνικές απαιτήσεις και πλάνο ανάπτυξης, ξεκίνησε η επεξεργασία δεδομένων. Τα δεδομένα έπρεπε να ομογενοποιηθούν, να κατηγοριοποιηθούν και να υποστούν πολλά επίπεδα επεξεργασίας (γλωσσική και νοηματική) και να ενσωματωθούν στη βάση.

Στη συνέχεια ξεκίνησε η ανάπτυξη του κώδικα για το backend και το frontend σύμφωνα με τις προδιαγραφές της εφαρμογής. Οι πιο σημαντικές είναι οι εξής:

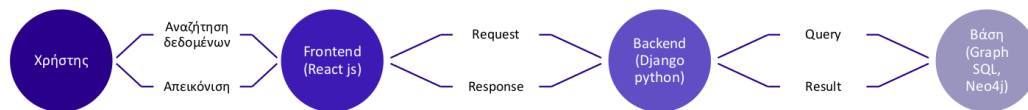
- Παρουσίαση δεδομένων για την πόλη
- Παρουσίαση δεδομένων για όλες τις πόλεις
- Σύγκριση μετρικών για την πόλη ανά χρονιά
- Σύγκριση μετρικών μεταξύ πόλεων
- Παρουσίαση συγκεντρωτικών αποτελεσμάτων με γραφήματα
- Παρουσίαση προτάσεων σύμφωνα με τα δεδομένα των πόλεων για βελτιώσεις ανά μετρική

4.2 Η αρχιτεκτονική των διαδικτυακών εφαρμογών

4.2.1 Τι είναι

Η αρχιτεκτονική διαδικτυακών εφαρμογών περιγράφει τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ εφαρμογών, βάσεων δεδομένων και συστημάτων ενδιαμέσου λογισμικού στο διαδίκτυο. Μόλις ο χρήστης πατήσει το κουμπί μετάβασης αφού πληκτρολογήσει μια διεύθυνση URL στη γραμμή διευθύνσεων ενός προγράμματος περιήγησης ιστού, ζητά τη συγκεκριμένη διεύθυνση ιστού. Ο διακομιστής (server) στέλνει αρχεία στο πρόγραμμα περιήγησης ως απάντηση στο αίτημα που υποβλήθηκε. Στη συνέχεια, το πρόγραμμα περιήγησης εκτελεί αυτά τα αρχεία για να εμφανίσει τη σελίδα που ζητήθηκε [9].

Οι προγραμματιστές σχεδιάζουν και αποφασίζουν τι θα κάνει ο κώδικας στον διακομιστή σε σχέση με τον κώδικα στο πρόγραμμα περιήγησης (βλέπε κεφάλαιο 4), όπως επίσης και τη γλώσσα της σύνταξη του κώδικα (C, Java, JavaScript, Python, PHP, Ruby). Ο κώδικας που τρέχει από την πλευρά του χρήστη στον περιηγητή επικοινωνεί με το διακομιστή ανταλλάσσοντας αιτήματα μέσω πρωτοκόλλων και δεν μπορεί να διαβιβάσει απευθείας αρχεία. Κυρίαρχο είναι το πρωτόκολλο HTTP. Ο κώδικας από την πλευρά του διακομιστή είναι υπεύθυνος για τη δημιουργία της σελίδας που ζήτησε ο χρήστης, καθώς και για την αποθήκευση διαφορετικών τύπων δεδομένων, συμπεριλαμβανομένων των προφίλ χρήστη και των δεδομένων χρήστη [26].



Σχήμα 4.1: Η αρχιτεκτονική εφαρμογής αναλυτικά

4.2.2 Από τι απαρτίζεται

Όταν αναφερόμαστε στα μέρη μιας διαδικτυακής εφαρμογής, εννοούμε τα ακόλουθα:

- Στοιχεία εφαρμογών UI/UX (UI/UX components) – Περιλαμβάνουν αρχεία καταγραφής δραστηριοτήτων, πίνακες εργαλείων, ειδοποιήσεις, ρυθμίσεις, στατιστικά στοιχεία κ.λπ. Αυτά τα στοιχεία δεν έχουν καμία σχέση με τη λειτουργία της αρχιτεκτονικής της εφαρμογής αλλά αντίθετα, αποτελούν μέρος του σχεδίου διάταξης διεπαφής με το χρήστη.
- Στοιχείο πελάτη (Client component) - Το στοιχείο πελάτη αναπτύσσεται στις γλώσσες προγραμματισμού CSS, HTML και JS. Δεδομένου ότι εκτελείται στο πρόγραμμα περιήγησης του χρήστη, δεν χρειάζονται προσαρμογές που σχετίζονται με το λειτουργικό σύστημα ή τη συσκευή. Το στοιχείο πελάτη είναι μια αναπαράσταση της λειτουργικότητας μιας εφαρμογής με την οποία αλληλεπιδρά ο τελικός χρήστης.

- Στοιχείο διακομιστή (Server component) - Το στοιχείο διακομιστή μπορεί να κατασκευαστεί χρησιμοποιώντας πολλών γλωσσών προγραμματισμού και πλαισίων, συμπεριλαμβανομένων των Java, NodeJS, PHP, Python και Ruby on Rails. Το στοιχείο διακομιστή έχει τουλάχιστον δύο μέρη, τη βάση και τον κώδικα που επικοινωνεί με αυτήν και το στοιχείο του χρήστη.

Ο κώδικες εκτελούνται με την ακόλουθη σειρά:

- Ο χρήστης μπαίνει στην εφαρμογή μέσω του frontend και ξεκινάει τη διάδραση με αυτό.
- Μπαίνοντας στην πρώτη σελίδα, στέλνεται αίτημα στο backend να φέρει τις πληροφορίες σχετικά με το αίτημα.
- Το backend ελέγχει, αν ο χρήστης είναι έγκυρος και κάνει αίτημα στη βάση για τα συγκεκριμένα δεδομένα που ζήτησε ο χρήστης.
- Στη συνέχεια, αφού πάρει τα δεδομένα τα μετατρέπει σε κατάλληλη μορφή και τα στέλνει στο frontend
- Το frontend αναλαμβάνει να τα παρουσιάσει στο χρήστη αποδοτικά και σύμφωνα με τους κανόνες του UX

4.2.3 Πως λειτουργεί

Σε οποιαδήποτε τυπική διαδικτυακή εφαρμογή, υπάρχουν δύο διαφορετικά υποπρογράμματα που εκτελούνται παράλληλα [12]. Αυτά είναι:

- Πρόγραμμα - κώδικας από την πλευρά του πελάτη (Client-side code) - Ο κώδικας που βρίσκεται στο πρόγραμμα περιήγησης και ανταποκρίνεται σε κάποια ανάδραση του χρήστη
- Πρόγραμμα - κώδικας από την πλευρά του διακομιστή (Server-side code)- Ο κώδικας που βρίσκεται στον διακομιστή και ανταποκρίνεται στα αιτήματα HTTP.

4.3 Η βάση

4.3.1 Εισαγωγή στις βάσεις δεδομένων

Τις τελευταίες δεκαετίες, η κυρίαρχη λύση για την αποθήκευση δεδομένων είναι τα Συστήματα Διαχείρισης Σχεσιακών Βάσεων Δεδομένων (RDBMS). Αυτή η κατηγορία βάσεων δεδομένων έχουν κυριαρχήσει στις περισσότερες σύγχρονες διαδικτυακές εφαρμογές και είναι η κατηγορία στην οποία εντάσσεται και η βάση της παρούσας διπλωματικής.

Ολές οι λειτουργίες εγγραφής, ανάγνωσης και τροποποίησης δεδομένων σε αυτές στις βάσεις (SQL βάσεις) διέπονται από τις αρχές ACID (Atomicity, Consistency, Isolation, and Durability) [11] και πιο αναλυτικά αναφέρονται σε:

- Ατομικότητα - κάθε συναλλαγή (για ανάγνωση, εγγραφή, ενημέρωση ή διαγραφή δεδομένων) αντιμετωπίζεται ως μια ενιαία μονάδα. Είτε εκτελείται ολόκληρη η εντολή, είτε καμία από αυτές δεν εκτελείται. Αυτή η ιδιότητα αποτρέπει την απώλεια δεδομένων και την καταστροφή, εάν, για παράδειγμα, η πηγή δεδομένων ροής σας αποτύχει κατά τη διάρκεια της ροής.

- Συνέπεια - διασφαλίζει ότι οι συναλλαγές πραγματοποιούν αλλαγές σε πίνακες μόνο με προκαθορισμένους, προβλέψιμους τρόπους. Η συνέπεια των συναλλαγών διασφαλίζει ότι η διαφθορά ή τα σφάλματα στα δεδομένα σας δεν δημιουργούν ανεπιθύμητες συνέπειες για την ακεραιότητα του πίνακα σας.
- Απομόνωση - όταν πολλοί χρήστες διαβάζουν και γράφουν από τον ίδιο πίνακα ταυτόχρονα, η απομόνωση των συναλλαγών τους διασφαλίζει ότι οι ταυτόχρονες συναλλαγές δεν παρεμβαίνουν ούτε επηρεάζουν η μία την άλλη. Κάθε αίτημα μπορεί να προκύψει σαν να προέκυπταν ένα προς ένα, παρόλο που στην πραγματικότητα συμβαίνουν ταυτόχρονα.
- Ανθεκτικότητα - διασφαλίζει ότι οι αλλαγές στα δεδομένα σας που πραγματοποιήθηκαν από επιτυχώς εκτελεσμένες συναλλαγές θα αποθηκευτούν, ακόμη και σε περίπτωση βλάβης του συστήματος.

Όταν, ο όγκος και η πολυπλοκότητα των δεδομένων αυξάνονται αισθητά (μια τάξη μεγέθους είναι η εισχώρηση μεγάλου πλήθους δεδομένων ανά δευτερόλεπτο), οι παραπάνω βάσεις δεν επαρκούν και γι' αυτό χουν προκύψει τεχνολογίες NoSQL που παρουσιάζουν ένα ευρύ φάσμα λύσεων που βασίζονται σε εναλλακτικά δεδομένα μοντέλα που επιτυγχάνουν υψηλά επίπεδα επεκτασιμότητας.

4.4 Οι τεχνολογίες του εργαλείου της διπλωματικής

4.4.1 Η βάση Graph Sql

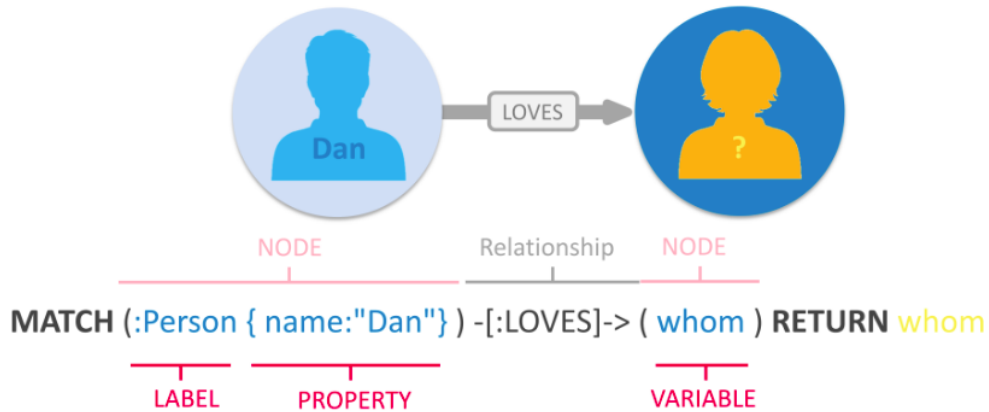
Η επιλογή της βάσης αποτελεί ένα από τα πιο σημαντικά ορόσημα της ανάπτυξης μιας εφαρμογής. Από την καταγραφή των προδιαγραφών της θα προκύψει ο τύπος της, στον οποίο θα στηριχτεί η ανάπτυξη όλου του κώδικα της εφαρμογής. Για την εφαρμογή αυτής της διπλωματικής χρησιμοποιήθηκε η βάση γράφων (Graph Sql).

Η βάση γράφων ανήκει στην κατηγορία των σχεσιακών βάσεων (SQL) και έχει την ίδια λογική με τους γράφους. Αποτελείται από κόμβους και ακμές που συνδέουν τους κόμβους μεταξύ τους. Η σύνδεση των κόμβων δεν γίνεται τυχαία, αλλά υποδηλώνει κάποια σχέση ή ομαδοποίηση μεταξύ αυτών. Αυτή η ομαδοποίηση μπορεί να οριστεί και με ταμπέλες όπου επιπρόσθετα επιταχύνουν την εύρεση αποτελεσμάτων σε περίπτωση αναζήτησεων. Κάθε κόμβος όπως και κάθε ακμή, μπορεί να αποτελείται από πολλές ιδιότητες που τα περιγράφουν, ενώ οι ακμές δεν έχουν κατεύθυνση επιτρέποντας την αναζήτηση και από τις δύο πλευρές [24].

Εξαιτίας της δομής της, η βάση γράφων επιτρέπει την αποδοτική αναζήτηση ανεξάρτητα του πλήθους των δεδομένων, καθώς το να διασχίσει κανείς δοσμένο κόμβο μέσω των ακμών του είναι ανεξάρτητο κάθε στιγμή από το μέγεθος του γράφου, ενώ παράλληλα πάντα φορτώνει τα απαραίτητα δεδομένα και όχι όλα σε κάθε αναζήτηση (query). Επιπλέον επειδή στη βάση γράφων τα δεδομένα αποθηκεύονται με τις σχέσεις τους και όπως αναφέρθηκε παραπάνω η δομή της επιτρέπει την αποδοτική αναζήτηση ανεξάρτητο του μεγέθους, με αυτήν μπορεί κανείς να ανακαλύψει και νέες σχέσεις μεταξύ των δεδομένων.

Επειδή λοιπόν η βάση γράφων προσφέρει επεκτασιμότητα ως προς το πλήθος των δεδομένων, βελτιστοποιημένη ταχύτητα και επιτρέπει τη ανάλυση των δεδομένων και εξερεύνηση σχέσεων μεταξύ αυτών, γι' αυτό και την επιλέξαμε στην εν λόγω εφαρμογή.

Η βάση γράφων χρησιμοποιεί τη γλώσσα cypher για την εκτέλεση των αναζητήσεων και την απόκτηση των δεδομένων από τη βάση. Η cypher αποτελεί μια γλώσσα που αναπαριστά με μοναδικό τρόπο, γραφικά μοτίβα και σχέσεις και δημιουργήθηκε από το neo4j (βλέπε κεφάλαιο 6.2). Χρησιμοποιεί ένα ASCII τρόπο στη σύνταξη της όπου (κόμβοι)-[:ΣΤΥΝΔΕΟΝΤΑΙ ΜΕ]- (άλλους κόμβους).

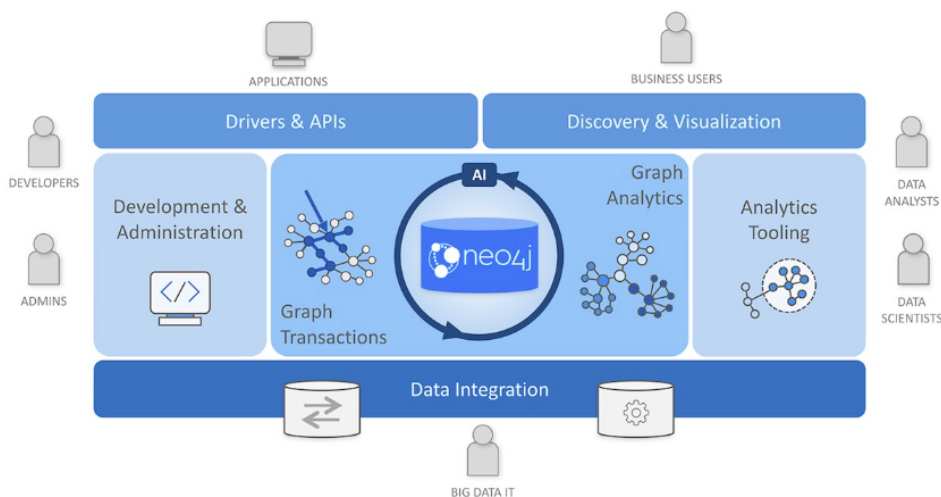


Σχήμα 4.2: Μια αναπαράσταση της cypher

4.5 Το neo4j

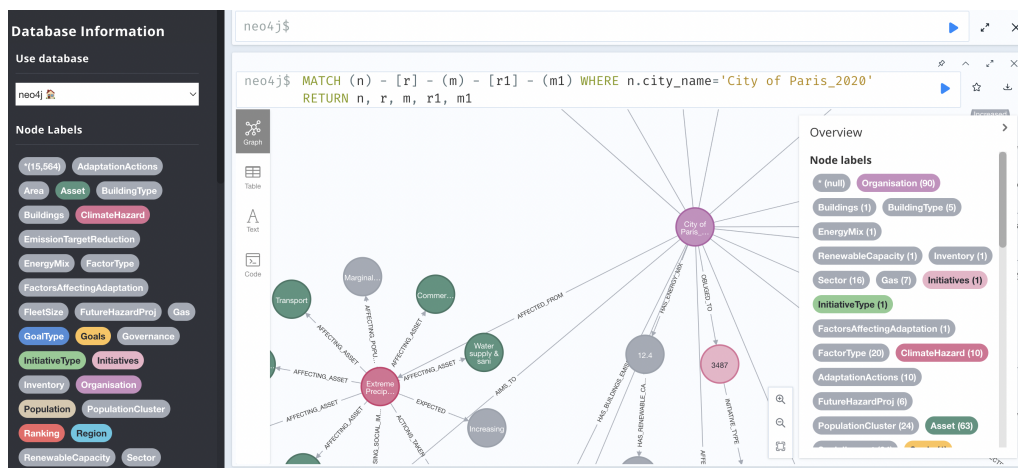
Η βάση, αφού μοντελοποιήθηκε, συνδέθηκε και αναπτύχθηκε στο περιβάλλον του neo4j. Όταν γράφεται ένα query σε cypher, ταυτόχρονα σχεδιάζεται το μοτίβο που αναπαριστά το query και τα δεδομένα που περιλαμβάνει σε σχέση με όλα τα δεδομένα στο γράφο.

Το neo4j παρουσιάζει εκφραστικά και αποτελεσματικά τα queries, για την πραγματοποίηση οποιασδήποτε είδους λειτουργίας που ζητηθεί από την εφαρμογή και συγκεκριμένα λειτουργίες δημιουργίας, ανάγνωσης, ενημέρωσης ή διαγραφής (CREATE, READ, UPDATE, DELETE - CRUD), οι οποίες εκτελούνται στο γράφημά των δεδομένων. Επίσης το neo4j παρέχει ένα φιλικό προς το χρήστη περιβάλλον για παρατήρηση και διαχείριση των δεδομένων χωρίς την ανάγκη να γράψει κώδικα. Ο χρήστης μπορεί μέσω της πλατφόρμας να εκτελέσει επίσης αναλύσεις πάνω στα δεδομένα, να εξαγάγει αναφορές και να ανακαλύψει νέες σχέσεις μεταξύ αυτών.

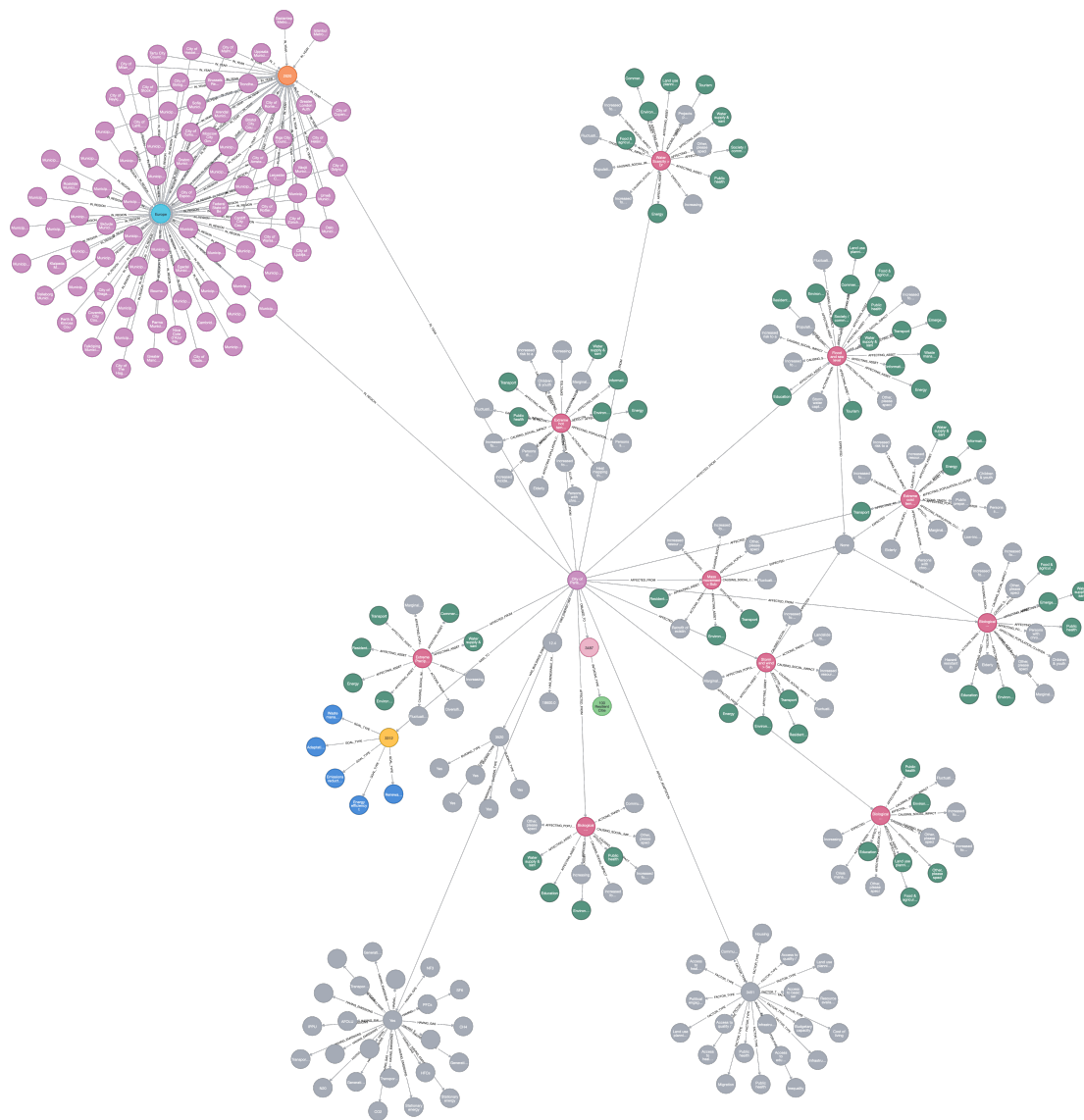


Σχήμα 4.3: Οι λειτουργίες που προσφέρει το neo4j

Όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα, το περιβάλλον είναι εύχρηστο για το χρήστη επιτρέποντας του να προσπελάσει τα δεδομένα με εύκολο τρόπο, να τα φιλτράρει και να εξακριβώσει την εγκυρότητά τους. Τα δεδομένα εμφανίζονται σε μορφή γράφου και έτσι ο χρήστης μπορεί να παρατηρήσει και νέες σχέσεις που προκύπτουν ανάμεσα σε αυτά [22]. Επίσης μπορεί να εξάγει εικόνες που αφορούν την μοντελοποίησή τους, όπως φαίνεται στην παρακάτω φωτογραφία για την πόλη του Παρισιού.

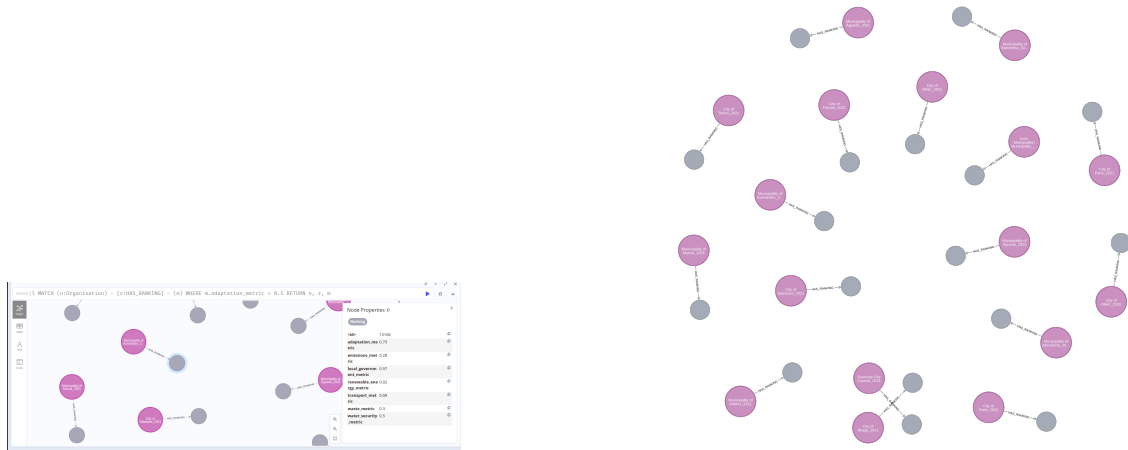


Σχήμα 4.4: Το περιβάλλον του neo4j



Σχήμα 4.5: Η όψη της βάσης για μία πόλη από το neo4j

Οι πόλεις ενώνονται μεταξύ τους ως κόμβοι γράφων και ενώνονται με τον αντίστοιχο κόμβο της χρονιάς και της Ηπείρου που αντιστοιχούν. Κάθε πόλη ενώνεται και με κόμβους που είναι οι κατηγορίες των ερωτήσεων και υποκόμβους αυτών.



Σχήμα 4.7: Οι πόλεις που για το έτος 2020 είχαν σκορ στη μετρική adaptation metric μεγαλύτερο του 0.5 σε 2 διαφορετικές όψεις στο neo4j

4.6 Το backend

Το backend δημιουργήθηκε, μετά το σχεδιασμό της βάσης και παράλληλα με την υλοποίηση της. Η υλοποίηση των λειτουργιών του είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τη βάση, καθώς ο βασικός σκοπός του είναι να δίνει στο frontend τα δεδομένα της βάσης.

Οι λειτουργίες του όμως επεκτείνονται και στην αποθήκευση νέων δεδομένων, τον έλεγχο αυτών για την εγκυρότητα τους, τον έλεγχο των χρηστών και την διαφύλαξη των δικαιωμάτων που διαθέτει ο καθένας, την παρουσίαση των δεδομένων στο χρήστη με βάση επιλεγμένα κριτήρια όπως χρονιά, κατηγορία, πόλη κα.

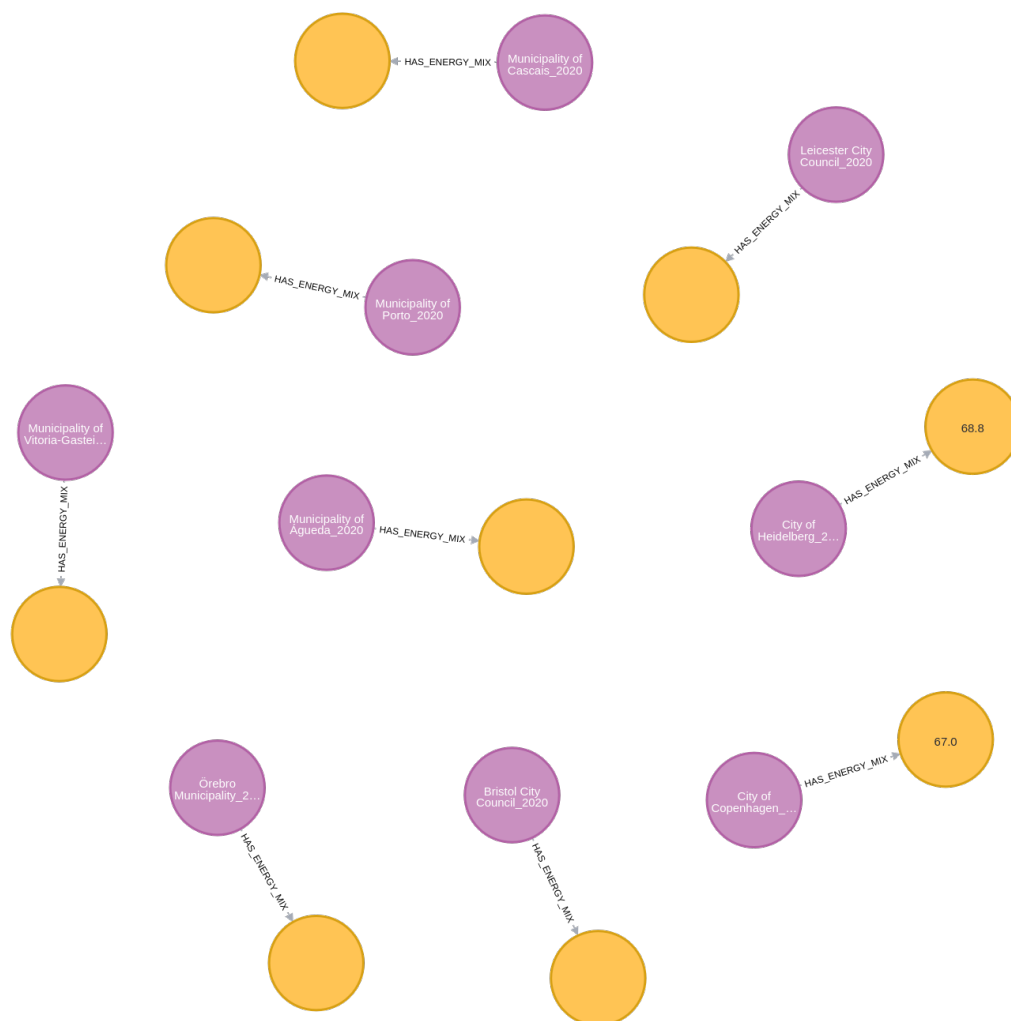
Η βιβλιοθήκη που χρησιμοποιήθηκε για την ανάπτυξη του backend είναι το Django Python Framework, μια βιβλιοθήκη τελευταίας τεχνολογίας, γραμμένη στη γλώσσα python με αμέτρητες λειτουργίες για τους προγραμματιστές.

Χρησιμοποιεί την αρχιτεκτονική Model-View-Template (MVT), που είναι πολύ χρήσιμη καθώς απομονώνει τη λογική της εφαρμογής από το επίπεδο του χρήστη και διαφορετικά σημεία της εφαρμογής μπορούν να αναπτυχθούν ανεξάρτητα, δίνοντας μας ευελιξία και επεκτασιμότητα σε περίπτωση που οι ανάγκες της εφαρμογής και των χρηστών μεγαλώσουν.

Το Model είναι το πρόγραμμα-διεπαφή που ελέγχει τη ροή των δεδομένων μεταξύ της βάσης και του κώδικα και μοντελοποιεί τα δεδομένα μέσω κώδικα Object-Oriented-Model (ORM) κάνοντας την διαχείριση τους πιο εύκολη.[21] Το View είναι ο κώδικας που εξυπηρετεί την εφαρμογή, μιλάει με το χρήστη και του μεταφέρει τις πληροφορίες που ζητήθηκαν. Το Template είναι η μορφή που θα παρουσιαστούν τα δεδομένα στο χρήστη, μια λειτουργία που σε εμάς επιτελεί το frontend.[27]

Το Django είναι μια βιβλιοθήκη που επιτρέπει τη γρήγορη, επεκτάσιμη και ασφαλή ανάπτυξη λογισμικού και γι' αυτό χρησιμοποιείται σε πληθώρα εφαρμογών. Το Django συμβάλλει στο γράψιμο κώδικα που είναι [20]:

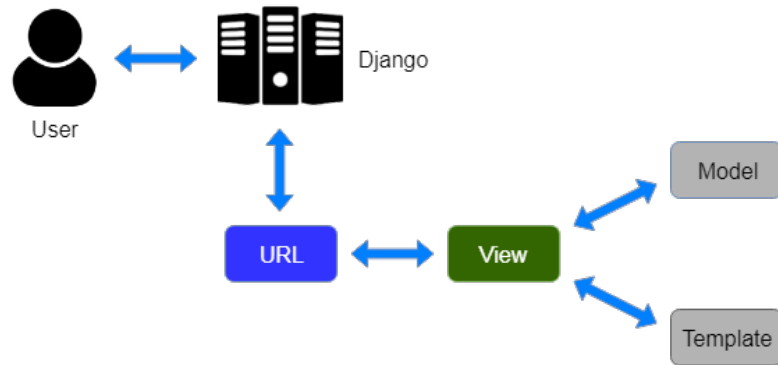
- Ολοκληρωμένος: Το Django ακολουθεί τη φιλοσοφία "Batteries included", προσφέροντας στους προγραμματιστές που το χρησιμοποιούν όλα τα εργαλεία που μπορεί να χρειαστούν για τη δημιουργία νέων χαρακτηριστικών.
- Πολύπλευρος: Λειτουργεί σε όλους τους περιηγητές για όλες τις διαφορετικές αρχιτεκτονικές ανάπτυξης διαδικτυακών εφαρμογών και υποστηρίζει όλες τις μορφές που



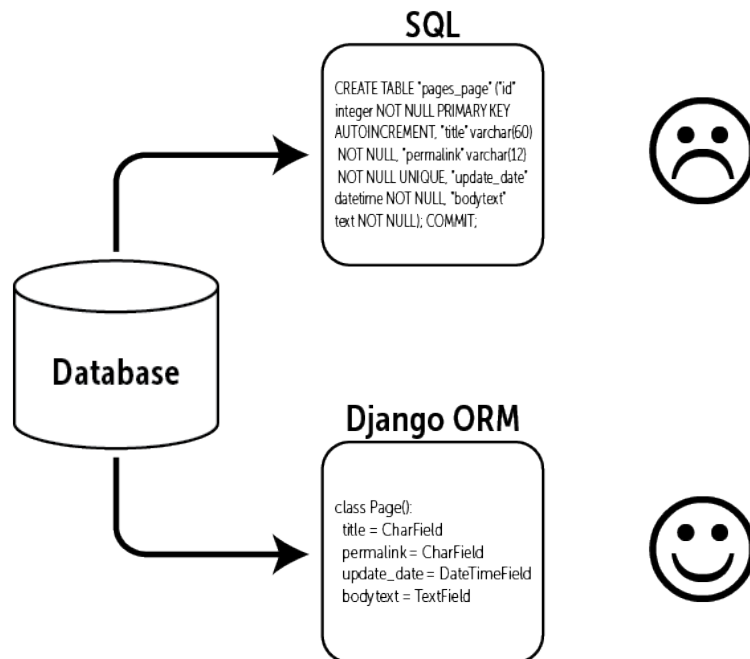
Σχήμα 4.8: Οι πόλεις που για το έτος 2020 είχαν ποσοστό σε ανανεώσιμες πηγές από ηλιακή ενέργεια μεγαλύτερο του 20%

μπορούν να κωδικοποιηθούν τα δεδομένα (HTML, RSS feeds, JSON, XML).

- **Ασφαλές:** Έχει ενσωματωμένες μεθόδους και συναρτήσεις για να προστατέψει τους προγραμματιστές από κοινά λάθη που μπορούν να οδηγήσουν σε μεγάλα κενά ασφαλείας. Για παράδειγμα προσφέρει έτοιμες λειτουργίες όπως η πιστοποίηση χρηστών, ο έλεγχος των δικαιωμάτων τους, η αποθήκευση των ευαίσθητων δεδομένων με κωδικοποίηση στη βάση κ.α.
- **Επεκτάσιμο:** Κάθε κομμάτι κώδικα είναι ξεχωριστό από τα υπόλοιπα, μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί, να ξαναγραφεί, να αντικατασταθεί και επομένως κάθε διαφορετική λειτουργία μπορεί να αποκοπεί από το κεντρικό σύστημα κατανέμοντας έτσι το φορτίο εξυπηρέτησης σε περίπτωση μεγάλου πλήθους χρηστών.



Σχήμα 4.9: Η αρχιτεκτονική του Django



Σχήμα 4.10: Django vs SQL

4.7 Το frontend

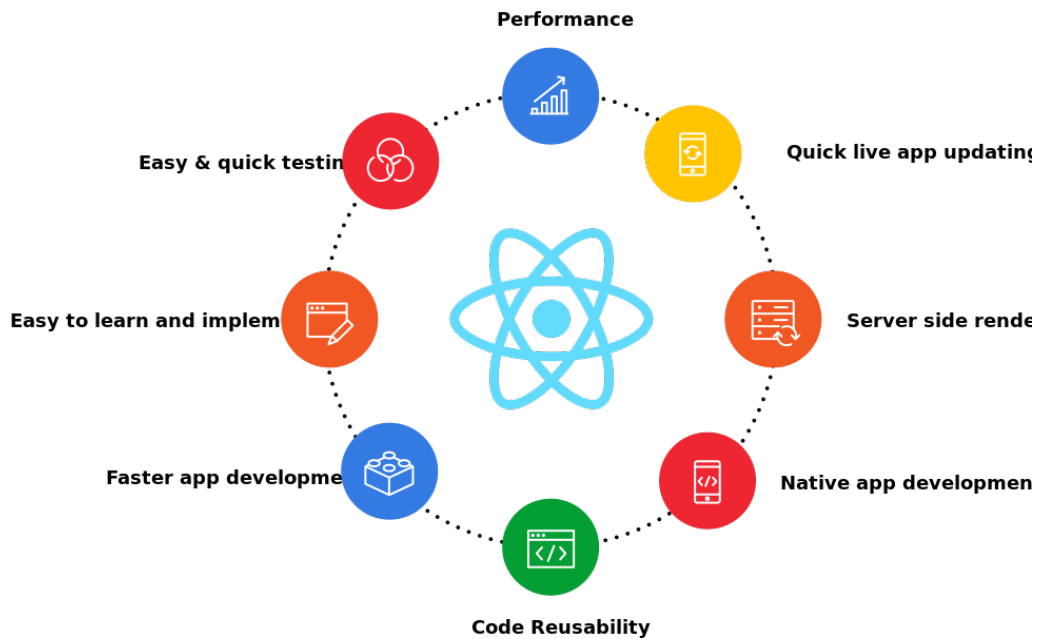
Στην ανάπτυξη του κώδικα σημαντικό σημείο αποτέλεσε η παρουσίαση των δεδομένων στο χρήστη και η βελτίωση της εμπειρίας του κατά την περιήγηση στην εφαρμογή.

Λόγω του πλήθους των δεδομένων και του μεγάλου εύρους που καλύπτουν, αυτά έπρεπε να παρουσιαστούν στο χρήστη αποδοτικά, κατανοητά και χωρίς να τον κουράζουν. Ο χρήστης με άλλα λόγια έπρεπε να μπορεί να διακρίνει και να αντιληφθεί το περιεχόμενο με μια γρήγορη ματιά αλλά και να μπορεί να δει αναλυτικά μόνο αυτά που τον ενδιαφέρουν, έχοντας βεβαίως επίγνωση όλων των δεδομένων. Έτσι επιλέχθηκε η μέθοδος 'click to explore'. Για παράδειγμα, στην κεντρική σελίδα παρουσιάζονται οι πόλεις πάνω στο χάρτη και επιλέγοντας μία εξ αυτών, μπορεί κανείς να δει περισσότερες πληροφορίες. Μπαίνοντας στη σελίδα έχουν χρησιμοποιηθεί καρτέλες που ο χρήστης μπορεί να επιλέξει για περισσότερες πληροφορίες, έχοντας όμως δει μια συνολική και σύντομη εικόνα της πόλης.

Η βιβλιοθήκη που χρησιμοποιήθηκε για την ανάπτυξη του frontend είναι η ReactJs, μια

σύγχρονη βιβλιοθήκη, γραμμένη στη γλώσσα Javascript, η οποία προσφέρει επαναχρησιμότητα ανά κομμάτι κώδικα, δυναμική ανάπτυξη εφαρμογής έναντι της στατικής που κυριαρχούσε τα τελευταία χρόνια και βελτιωμένη απόδοση σε μεγάλα δεδομένα και λειτουργίες. [17] Συγκεκριμένα τα οφέλη της είναι [25]:

- Ταχύτητα: Η React επιτρέπει στους προγραμματιστές να χρησιμοποιούν μεμονωμένα μέρη της εφαρμογής τους τόσο από την πλευρά του πελάτη όσο και από την πλευρά του διακομιστή, γεγονός που ενισχύει τελικά την ταχύτητα της διαδικασίας ανάπτυξης. Με άλλα λόγια, διαφορετικοί προγραμματιστές μπορούν να γράψουν μεμονωμένα μέρη και όλες οι αλλαγές που γίνονται δεν θα προκαλέσουν τη λογική και την ποιότητα της εφαρμογής.
- Ευκαμψία: Σε σύγκριση με άλλες βιβλιοθήκες για το frontend, ο κώδικας της React είναι ευκολότερος στη συντήρηση και είναι ευέλικτος λόγω της αρθρωτής δομής του. Αυτή η ευελιξία, με τη σειρά της, εξοικονομεί τεράστιο χρόνο και κόστος για τις επιχειρήσεις.
- Εκτέλεση: Η React JS σχεδιάστηκε για να παρέχει υψηλή απόδοση. Ο πυρήνας της βιβλιοθήκης λειτουργεί μέσω ενός εικονικού προγράμματος DOM, που κάνει τις πολύπλοκες εφαρμογές να εκτελούνται εξαιρετικά γρήγορα.
- Ευχρηστία: Η ανάπτυξη με React είναι αρκετά εύκολο να επιτευχθεί εάν κάποιος διαθέτει βασικές γνώσεις JavaScript γεγονός που αυξάνει την ταχύτητα εκμάθησης και μειώνει τα κόστη εκπαίδευσης προσωπικού για τις επιχειρήσεις. Στην πραγματικότητα, ένας ειδικός προγραμματιστής JavaScript μπορεί εύκολα να μάθει όλα τα στοιχεία της React μέσα σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα.
- Επαναχρησιμοποιήσιμα μέρη: Ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα της χρήσης της React JS είναι η δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης στοιχείων. Εξοικονομεί χρόνο για τους προγραμματιστές, καθώς δεν χρειάζεται να γράφουν διαφορετικούς κώδικες για τα ίδια χαρακτηριστικά. Επιπλέον, εάν γίνουν αλλαγές σε κάποιο συγκεκριμένο μέρος, δεν θα επηρεάσει άλλα μέρη της εφαρμογής.
- Ανάπτυξη εφαρμογών για κινητά: Η React δεν προορίζεται μόνο για ανάπτυξη διαδικτυακών εφαρμογών αλλά και εφαρμογών για κινητές συσκευές τόσο για πλατφόρμες Android όσο και για iOS.



Σχήμα 4.11: Τα οφέλη της React

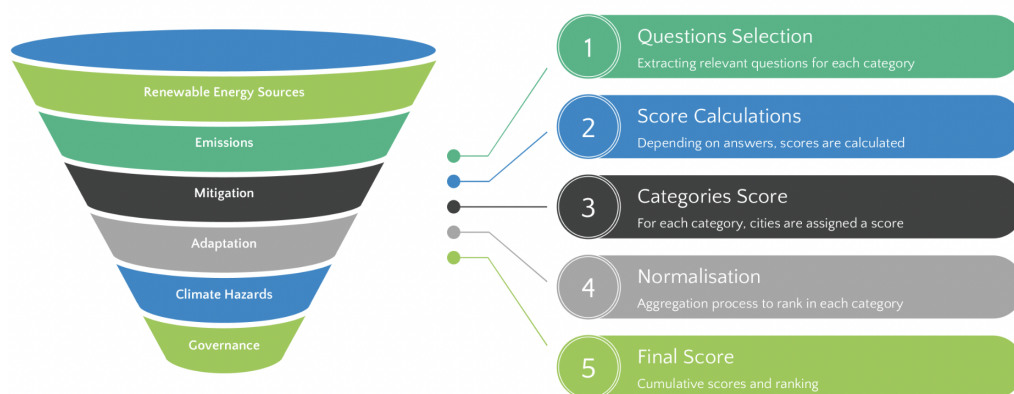
4.8 Οι Αλγόριθμοι που χρησιμοποιήθηκαν

Δύο αλγόριθμοι χρησιμοποιήθηκαν με στόχο την καλύτερη αξιοποίηση και αναπαράσταση των αποτελεσμάτων των δεδομένων.

Ο πρώτος αποτελεί τον αλγόριθμο βαθμολόγησης των πόλεων, ανά κατηγορία, με βάση τις ερωτήσεις που απάντησαν και τις απαντήσεις που έδωσαν σε αυτές. Οι απαντήσεις αφού συλλεχτούν και κανονικοποιηθούν, δίνουν ένα σκορ (μετρική) ανά κατηγορία για 7 διαφορετικές κατηγορίες:

- **Κυβέρνηση (Governance):** Αυτή η μετρική χρησιμοποιεί ερωτήσεις που σχετίζονται με τις δραστηριότητες της πόλης και τις ικανότητες της για εσωτερική οργάνωση και αποτελεσματική κατανομή πόρων για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Στρατηγικές αποφάσεις, αποφάσεις σχετικά με τη βιώσιμη ανάπτυξη, δράσεις ενίσχυσης της τοπικής κοινωνίας και δράσεις συνεργασίας για τη βιωσιμότητα είναι κάποιες από τις ερωτήσεις που απαρτίζουν αυτή τη μετρική.
- **Προσαρμογή (Adaptation):** Η μετρική προσαρμογής χρησιμοποιεί ερωτήσεις βασισμένες σε μελλοντικές δράσεις και πρωτοβουλίες της πόλης. Η αναγνώριση μελλοντικών περιβαλλοντικών κινδύνων, η εφαρμογή δράσεων, η αξιολόγηση τους κινδύνου, η αναγνώριση επιπτώσεων και οι παράγοντες που δυσχεραίνουν ή διευκολύνουν την προσαρμογή είναι κάποιες από τις ερωτήσεις που λαμβάνονται υπόψιν στον υπολογισμό της μετρικής.
- **Ανανεώσιμη ενέργεια (Renewable Energy):** Αυτή η μετρική σχετίζεται την καθαρή ενέργεια και αφορά δράσεις της πόλης για καθαρή ενέργεια, το ποσοστό ανανεώσιμης ενέργειας του ενεργειακού μίγματος κα.
- **Μεταφορές (Transportation):** Η μετρική των μεταφορών αξιοποιεί τις ερωτήσεις που σχετίζονται με τις φιλικές προς το περιβάλλον μεταφορές, τη χρήση δημόσιων ΜΜΜ, τη χρήση φιλικών προς το περιβάλλον μεταφορών, την ποσοστιαία κατανομή των διαφορετικών κατηγοριών ΜΜΜ και την ποιότητα του αέρα μέσα στις πόλεις ως αποτέλεσμα των απαντήσεων στις παραπάνω ερωτήσεις.

- **Ρύποι (GHG Emissions):** Η μετρική των ρύπων σχετίζεται με ερωτήσεις γύρω από τις εκπομπές ρύπων στην πόλη, την καταγραφή αυτών αλλά και τους στόχους για μείωση τους.
- **Διαχείριση απορριμμάτων (Waste Management):** Η συγκεκριμένη μετρική αξιοποιεί ερωτήσεις σχετικές με την ασφαλή διαχείριση απορριμμάτων, το κατακεφαλήν ποσοστό που αντιστοιχεί σε κάθε πολίτη, πολιτικές, δράσεις και νομοθεσίες που ακολουθούνται σχετικές με τη διαχείριση και το ποσοστό ανακύκλωσης μέσα στην πόλη.
- **Διαχείριση νερού (Water Security):** Τέλος η μετρική της διαχείρισης νερού σχετίζεται με ερωτήσεις σχετικά με το πλάνο για καθαρό νερό στην πόλη τώρα και στο μέλλον με στόχο να έχουν πρόσβαση σε καθαρό νερό όλοι οι κάτοικοι της πόλης.



Σχήμα 4.12: Η μέθοδος κατάταξης πόλεων

Σε κάθε κατηγορία, εκτιμώνται οι απαντήσεις για τις πόλεις και υπολογίζεται η αρχική βαθμολογία. Στη συνέχεια ακολουθεί η διαδικασία της κανονικοποίησης για να κατατάξει τις πόλεις μεταξύ τους σε θέσεις. Το σκορ που προκύπτει για κάθε πόλη είναι σχετικό και αντικατοπτρίζει την απόδοση της πόλης σε μια μετρική σε σχέση με την απόδοση όλων των άλλων πόλεων για δοσμένη χρονιά. Αυτό σημαίνει ότι αν μια πόλη έχει σε μια κατηγορία έχει χαμηλό σκορ, δε σημαίνει ότι δεν εφαρμόζει ικανοποιητικές πολιτικές και δράσεις αναφορικά με την κατηγορία, αλλά ότι οι άλλες πόλεις τα πήγαν καλύτερα ή απάντησαν πιο αντιπροσωπευτικά τις ερωτήσεις για αυτήν την κατηγορία. Με αυτόν τον τρόπο οι πόλεις προτρέπονται να απαντήσουν σε μελλοντικά ερωτηματολόγια περισσότερες ερωτήσεις. Έτσι και οι πόλεις παρακινούνται να συμμετάσχουν πιο ενεργά σε δράσεις έναντι της κλιματικής αλλαγής και παράλληλα να συμμετάσχουν στην καταγραφή αυτών των δράσεων και πολιτικών, ώστε να βοηθήσουν προς την κατεύθυνση της συγκέντρωσης δεδομένων για μελλοντική χρήση.

Ο δεύτερος αλγόριθμος είναι ο K-Means. Αυτός ο αλγόριθμος εφαρμόζεται στη συνολική μετρική κάθε πόλης, η οποία προκύπτει από το μέσο όρο των προαναφερθέντων μετρικών, με στόχο να κατηγοριοποιήσει τις πόλεις σε 5 κατηγορίες ανάλογα με το σκορ τους.

Είναι ένας από τους πιο διαδεδομένους αλγορίθμους ομαδοποίησης και στοχεύει στην ομαδοποίηση των δεδομένων σε ξεχωριστές μη επικαλυπτόμενες κατηγορίες. Η απόδοση του είναι πολύ καλή όταν οι ομάδες που προκύπτουν μετά από προβολή των δεδομένων στο χώρο, σχηματίζουν σφαιρικά σχήματα. Συγκαταλέγεται στην κατηγορία αλγορίθμων που δεν χρειάζονται επίβλεψη (unsupervised algorithms), που σημαίνει πρακτικά ότι δεν χρειάζεται να γνωρίζει κανείς τις κατηγορίες των ομάδων εκ των προτέρων αλλά αυτές προκύπτουν κατά τη διάρκεια του διαχωρισμού των δεδομένων.

Κεφάλαιο 5

Παρουσίαση εφαρμογής και σενάρια

Η εφαρμογή, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω

5.1 Σενάρια

5.1.1 Κεντρική σελίδα

Η κεντρική σελίδα περιλαμβάνει όλες τις πόλεις του τρέχοντος έτους για τις οποίες διαθέτουμε δεδομένα, την τοποθεσία τους, στατιστικά και μια σύντομη παρουσίαση των ενοτήτων. Επίσης περιλαμβάνει τη μεθοδολογία και τον τρόπο που χτίστηκε η εφαρμογή όπως και το case study της Μαδρίτης, με στόχο να προτρέψει και άλλες πόλεις να δώσουν δεδομένα σχετικά με αυτό.

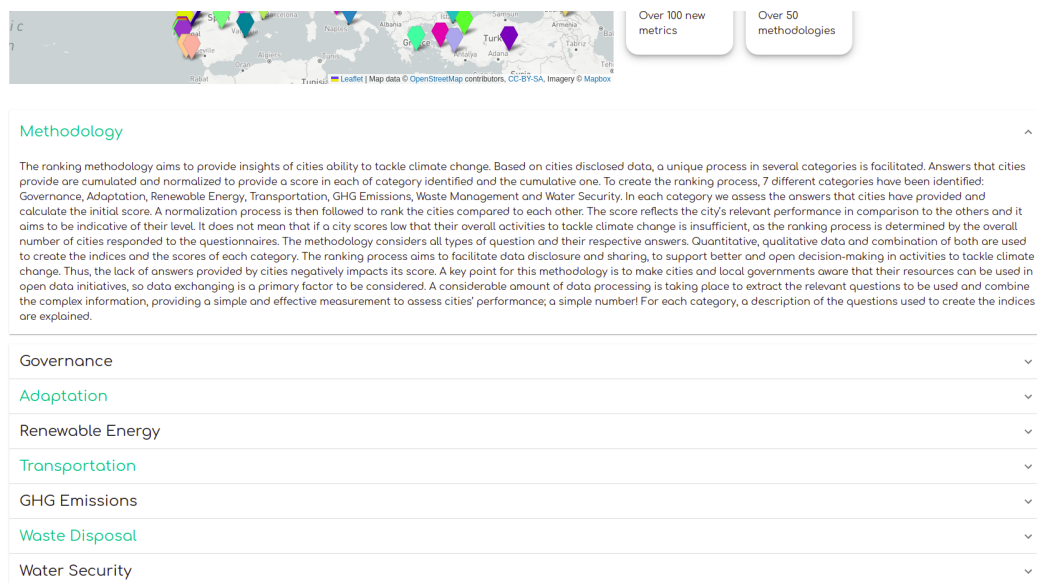
MATRYCS Main page City insights

MATRYCS pilot combines existing modern technological breakthroughs in the areas of ML / DL and big data, in order to develop a new decision-making and data analytics solution for energy-efficient cities and buildings.

- Over 1000 Cities / Municipalities
- Over 1000000 rows of data
- Over 100 new metrics
- Over 50 methodologies

Methodology
Governance
Adaptation

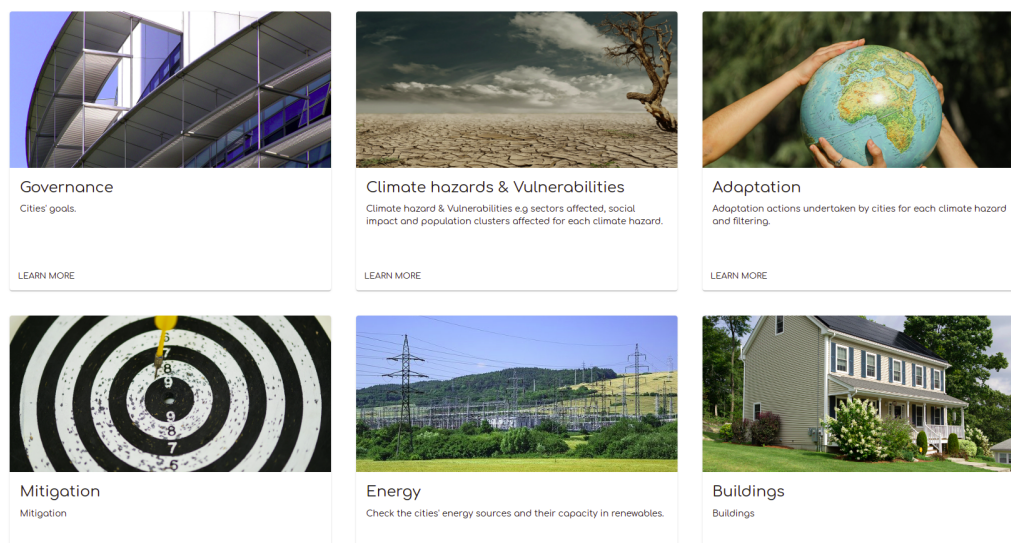
Σχήμα 5.1: Η κεντρική σελίδα της εφαρμογής



Σχήμα 5.2: Συνέχεια της κεντρικής σελίδας όπου παρουσιάζονται η μεθοδολογία και οι ενότητες

Ακόμη στην αρχική σελίδα εμφανίζονται προκαθορισμένες επιλογές φίλτρων για όλες τις πόλεις για κάθε ενότητα.

Section analysis

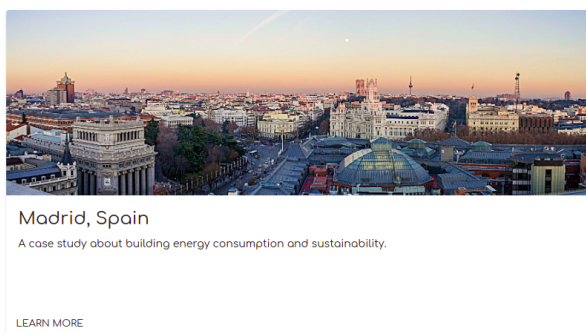


Σχήμα 5.3: Συνέχεια της παρουσίασης των ενότητων

5.1.2 Το case study της Μαδρίτης

Όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη ενότητα, στην κεντρική σελίδα βρίσκεται το case study της Μαδρίτης.

Case studies

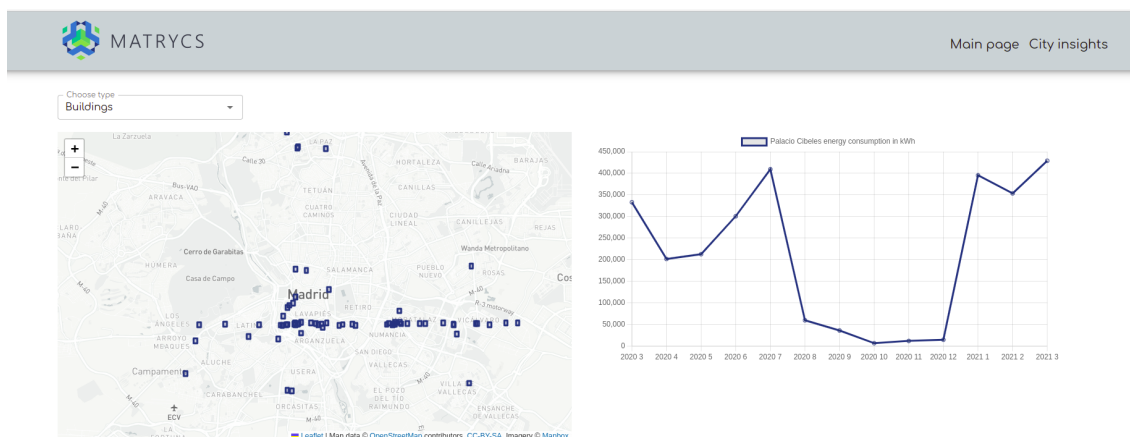


Σχήμα 5.4: Παρουσίαση των case studies

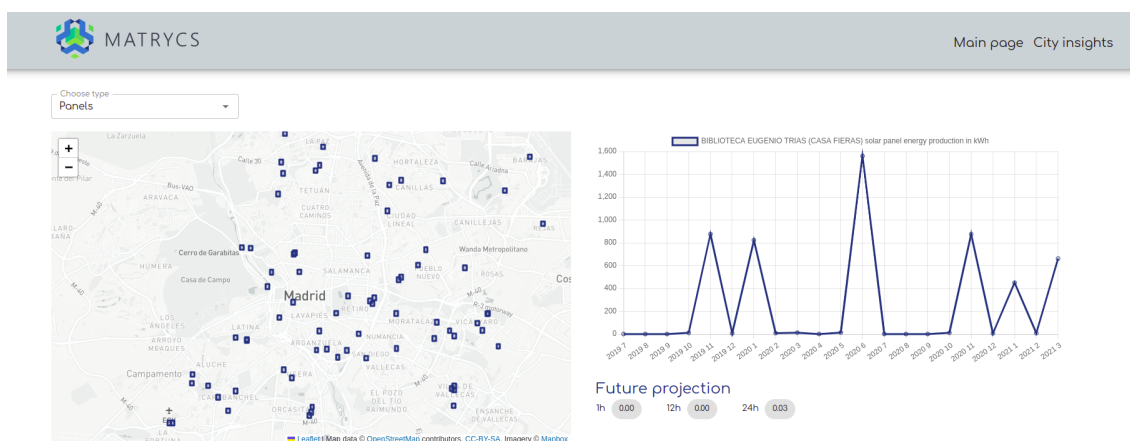
Ο χρήστης αφού επιλέξει το κουμπί "Learn more" εισέρχεται στη σελίδα όπου ακολουθεί η ανάλυση για τα κτίρια της Μαδρίτης.

Για τα κτίρια αυτά, ο χρήστης μπορεί να δει ένα γράφημα της μηνιαίας κατανάλωσης τους, επιλέγοντας οποιοδήποτε, μέσω του χάρτη.

Επίσης ο χρήστης μπορεί να δει το γράφημα της μηνιαίας παραγωγής των φωτοβολταικών πάνελ που βρίσκονται στις οροφές των κτιρίων και πρόβλεψη για την μελλοντική παραγωγή αυτών εντός ημέρας.



Σχήμα 5.5: Γράφημα μηνιαίας κατανάλωσης ενός κτιρίου από το χάρτη



Σχήμα 5.6: Γράφημα μηνιαίας παραγωγής πάνελ ενός κτιρίου από το χάρτη

5.1.3 Σελίδα πόλης

Πατώντας στο χάρτη της κεντρικής σελίδας πάνω σε κάποια πόλη ή πατώντας στο κεντρικό μενού την επιλογή "City insights" ο χρήστης μπορεί να επισκεφτεί την σελίδα μιας πόλης όπου παρουσιάζονται τα δεδομένα της ανά κατηγορία και ανά χρονιά.

MATRYCS Main page City insights

City of Paris

Choose year: 2021

MAIN GOVERNANCE CLIMATE HAZARDS ADAPTATION MITIGATION ENERGY BUILDINGS GHG EMISSIONS TRANSPORTATION COMPARE YEARS COMPARE CITIES

City's ranking

City of Paris 2021	2021
emissions_metric	0.59
local_government_metric	0.79
renewable_energy_metric	0.28
water_security_metric	0.69
adaptation_metric	0.74
transport_metric	0.23
waste_metric	0.41

City's cluster 2021

0

Σχήμα 5.7: Κεντρική σελίδα πόλης (1)

MATRYCS Main page City insights

City of Paris

Choose year: 2021

2019
2020
2021

MAIN GOVERNANCE CLIMATE HAZARDS ADAPTATION MITIGATION ENERGY BUILDINGS GHG EMISSIONS TRANSPORTATION COMPARE YEARS COMPARE CITIES

City's ranking

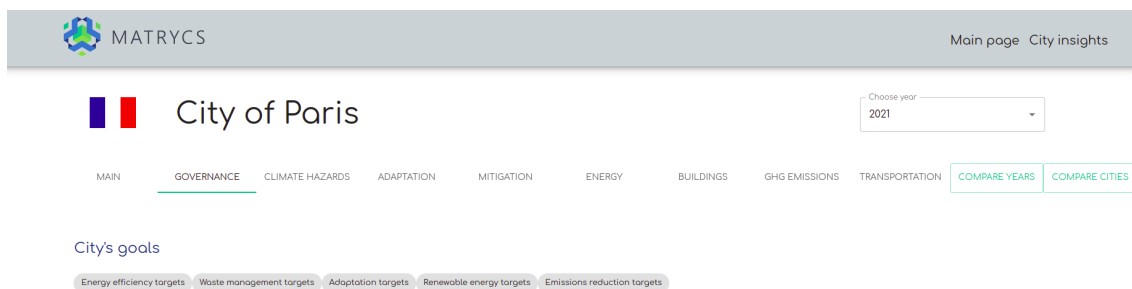
City of Paris 2021	2021
emissions_metric	0.59
local_government_metric	0.79
renewable_energy_metric	0.28
water_security_metric	0.69
adaptation_metric	0.74
transport_metric	0.23
waste_metric	0.41

City's cluster 2021

0

Σχήμα 5.8: Κεντρική σελίδα πόλης (2)

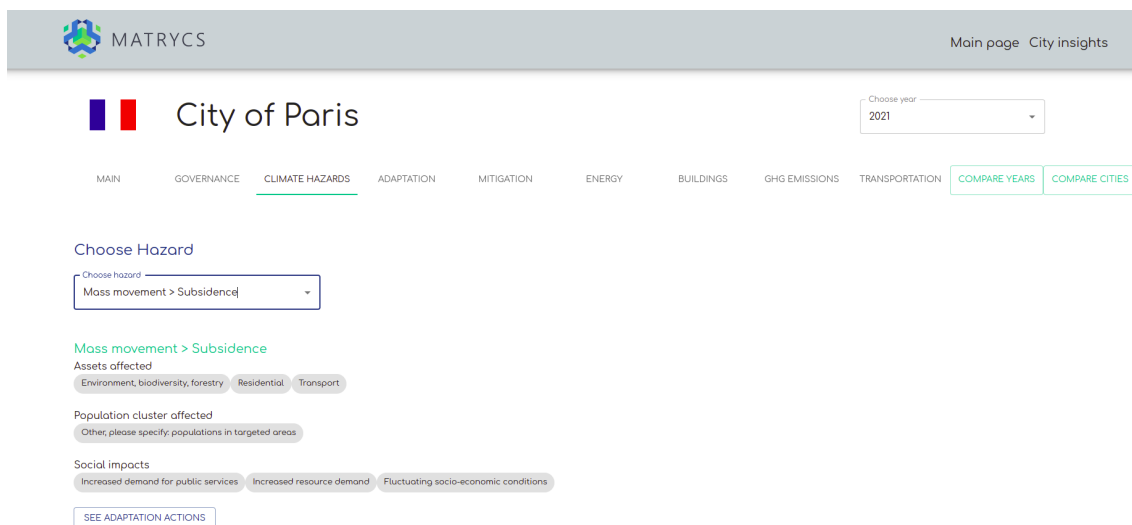
Εδώ διακρίνονται όλες οι κατηγορίες της εφαρμογής, όπως αναφέρθηκαν και στο κεφάλαιο 5 και παρουσιάζονται σε καρτέλες.



The screenshot shows the MATRYCS interface for the City of Paris. At the top, there is a header with the MATRYCS logo and navigation links for 'Main page' and 'City insights'. Below the header, the city name 'City of Paris' is displayed next to a 'Choose year' dropdown menu set to '2021'. A horizontal menu contains various categories: MAIN, GOVERNANCE, CLIMATE HAZARDS, ADAPTATION, MITIGATION, ENERGY, BUILDINGS, GHG EMISSIONS, TRANSPORTATION, COMPARE YEARS, and COMPARE CITIES. Underneath, the 'City's goals' section lists several target areas: Energy efficiency targets, Waste management targets, Adaptation targets, Renewable energy targets, and Emissions reduction targets.

Σχήμα 5.9: Σελίδα πόλης - Διακυβέρνηση

Επειδή κάθε πόλη μπορεί να αντιμετωπίζει πολλούς περιβαλλοντικούς κινδύνους δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη για επιλογή αυτών από λίστα ή μέσω αναζήτησης. Αφού ο χρήστης επιλέξει, παρουσιάζονται σε αυτόν οι επιπτώσεις στην κοινωνία, σε επιμέρους κοινωνικές ομάδες και τομείς.



This screenshot shows the 'Climate Hazards' section of the MATRYCS City of Paris dashboard. The header and navigation menu are identical to the previous screenshot. The 'CLIMATE HAZARDS' category is selected and highlighted. Below the menu, there is a 'Choose Hazard' dropdown menu with 'Mass movement > Subsidence' selected. The selected hazard is displayed in green text. Underneath, there are sections for 'Assets affected' (Environment, biodiversity, forestry, Residential, Transport), 'Population cluster affected' (Other, please specify populations in targeted areas), and 'Social impacts' (Increased demand for public services, Increased resource demand, Fluctuating socio-economic conditions). A button labeled 'SEE ADAPTATION ACTIONS' is located at the bottom of the section.

Σχήμα 5.10: Σελίδα πόλης - Περιβαλλοντικοί κίνδυνοι

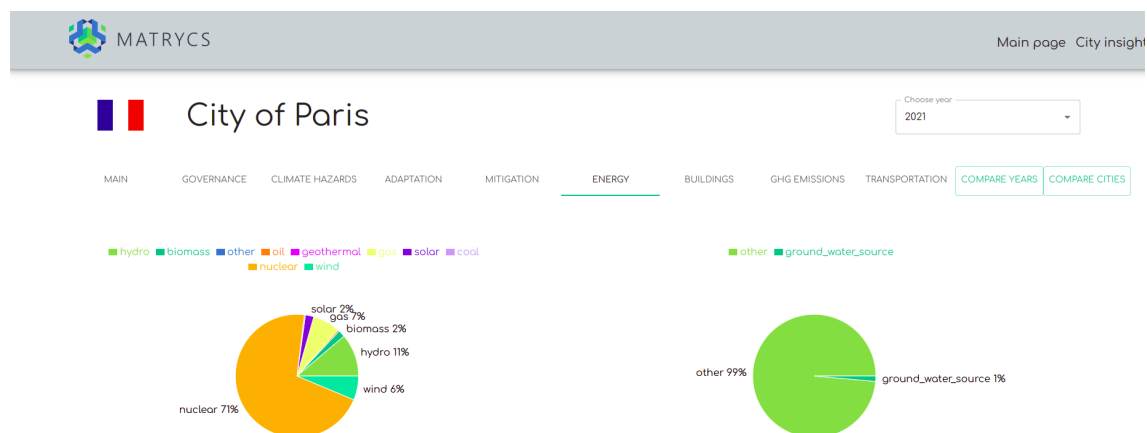
Επίσης για κάθε περιβαλλοντικό κίνδυνο δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη άμεσα να δει τις δράσεις για την αντιμετώπιση του πατώντας το κουμπί "See Adaptation Actions" ή πηγαίνοντας απευθείας στην καρτέλα δράσεις.

Σχήμα 5.11: Σελίδα πόλης - Δράσεις

Στην καρτέλα της προσαρμογής ο χρήστης μπορεί να δει χρονολογικά τα ορόσημα της προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή, μέσα από τους επιμέρους στόχους που έχει θέσει η πόλη.

Σχήμα 5.12: Σελίδα πόλης - Προσαρμογή

Στην καρτέλα της ενέργειας ο χρήστης μπορεί να δει γραφικά το ενεργειακό μίγμα της πόλης και από ποιες πηγές ενέργειας αποτελείται όπως επίσης και το πως κατανέμονται τα ποσοστά στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας της πόλης.



Σχήμα 5.13: Σελίδα πόλης - Ενέργεια / Ανανεώσιμες πηγές

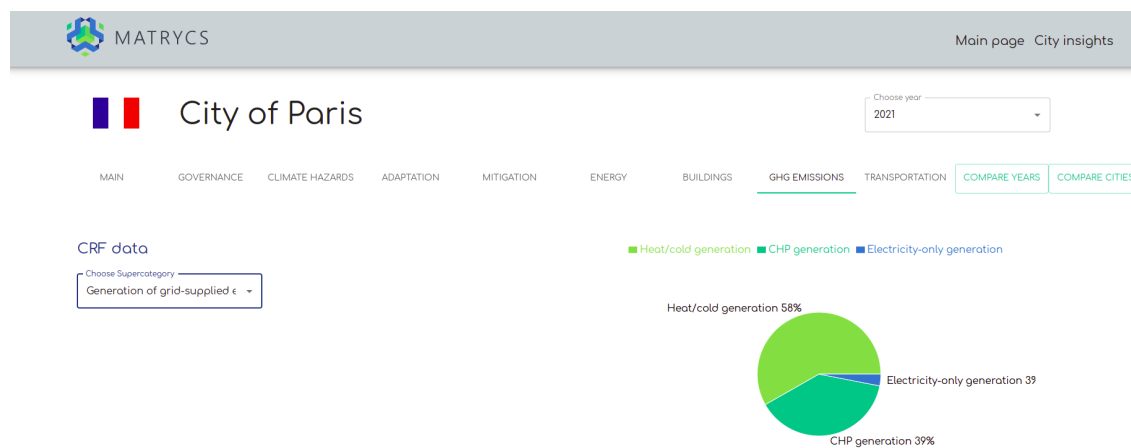
Στην καρτέλα των κτιρίων ανά κατηγορία (δημόσια, νέα, δημοτικά, οικιστικά) ο χρήστης μπορεί να δει τους στόχους που έχουν εφαρμοστεί ή όχι σχετικά με τη μείωση των ρύπων και την ενεργειακή αποδοτικότητα στα κτίρια.

The figure shows a table from the MATRYCS City of Paris Buildings page. The table has three columns: 'City of Paris', 'Emission reduction target', and 'Energy efficiency target'. The rows represent different building types and categories, with green checkmarks indicating targets that have been met and red crosses indicating those that have not.

City of Paris	Emission reduction target	Energy efficiency target
oil_building_types	✓	✓
new_buildings	✓	✓
residential	✗	✗
municipal	✓	✓
commercial	✗	✗
oil_building_types	✓	✓
new_buildings	✓	✓
residential	✗	✗
municipal	✓	✓
commercial	✗	✗

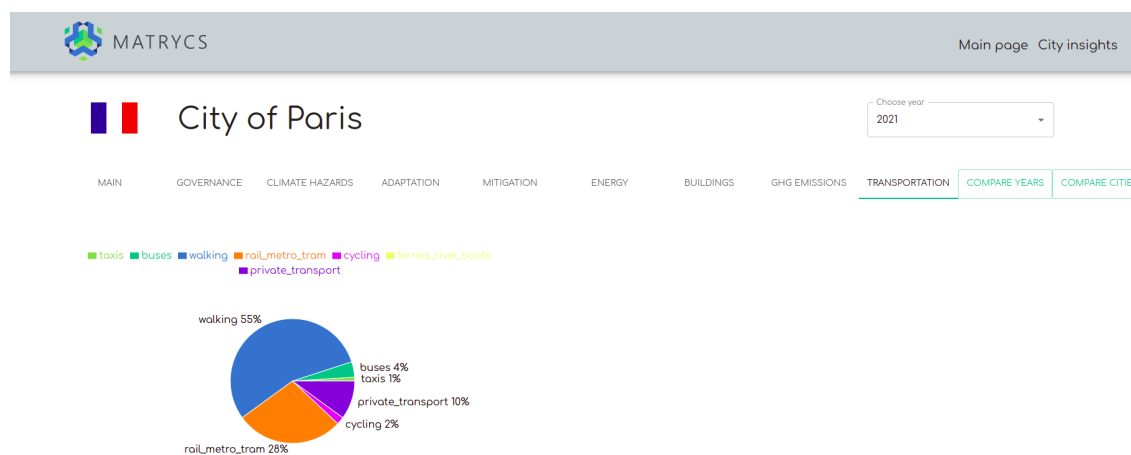
Σχήμα 5.14: Σελίδα πόλης - Κτίρια

Στην καρτέλα των ρύπων ο χρήστης μπορεί να δει τη μεθοδολογία που επέλεξε η πόλη για να μετρήσει τους ρύπους (CRF, GPC) και να δει την κατανομή ρύπων συνολικά και ποσοστιαία για τις αντίστοιχες κατηγορίες ανά μεθοδολογία.



Σχήμα 5.15: Σελίδα πόλης - Ρύποι

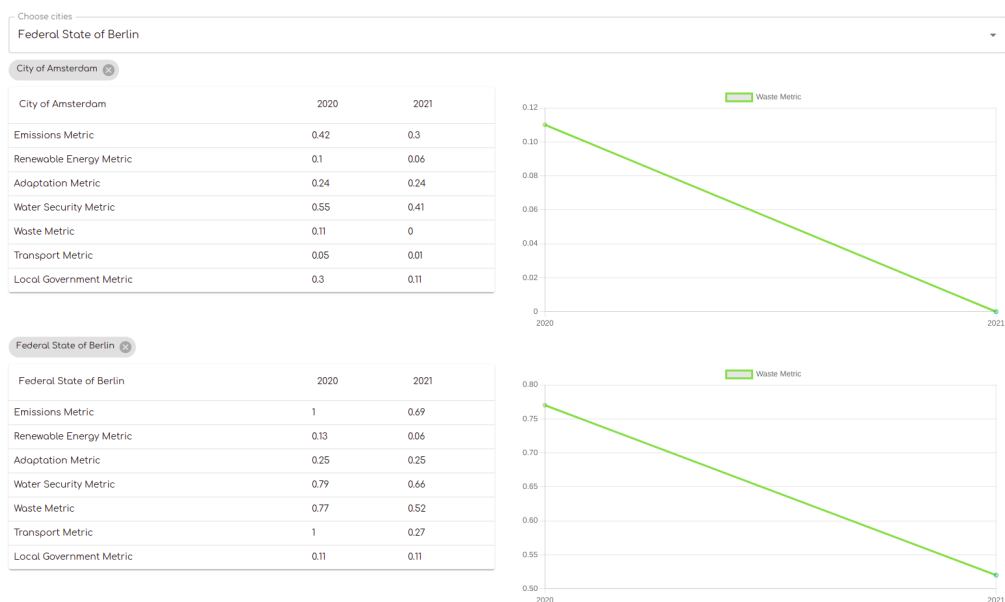
Στην καρτέλα της συγκοινωνίας ο χρήστης μπορεί να δει τη χρήση των διαφορετικών MMM και το ποσοστό που αυτά καταλαμβάνουν την επιλεγθείσα χρονιά.



Σχήμα 5.16: Σελίδα πόλης - Συγκοινωνία

5.1.4 Χρονολογική σύγκριση μετρικών πόλης

Πατώντας στο κουμπί στη σελίδα της πόλης "City insights" ο χρήστης μπορεί να επισκεφτεί την σελίδα μιας πόλης όπου παρουσιάζονται τα δεδομένα της ανά κατηγορία και ανά χρονιά.



Σχήμα 5.17: Χρονολογική σύγκριση πόλης

5.1.5 Σύγκριση βαθμολογίας πόλης για τωρινή χρονιά

Πατώντας στο κουμπί στη σελίδα της πόλης "City insights" ο χρήστης μπορεί να επισκεφτεί την σελίδα, να επιλέξει τις πόλεις που θέλει να συγκρίνει και να δει τα αποτελέσματα αυτών των συγκρίσεων σε μορφή πίνακα.



Σχήμα 5.18: Σύγκριση βαθμολογίας πόλης (1)



The screenshot shows the MATRYCS website interface. At the top left is the MATRYCS logo, and at the top right are navigation links for 'Main page' and 'City insights'. Below this is a table comparing the 'Federal State of Berlin' and the 'City of Amsterdam' across seven different metrics. The table has three columns: the metric name, the score for the Federal State of Berlin, and the score for the City of Amsterdam.

	Federal State of Berlin	City of Amsterdam
Emissions Metric	0.69	0.3
Renewable Energy Metric	0.06	0.06
Adaptation Metric	0.25	0.24
Water Security Metric	0.66	0.41
Waste Metric	0.52	0
Transport Metric	0.27	0.01
Local Government Metric	0.11	0.11

Σχήμα 5.19: Σύγκριση βαθμολογίας πόλης (2)

Κεφάλαιο 6

Συμπεράσματα και μελλοντική εξέλιξη

6.1 Ενδιαφερόμενα μέλη (Stakeholders)

Στη σημερινή κοινωνία όλο και περισσότεροι πολίτες και φορείς στρέφουν ενεργά το ενδιαφέρον τους προς την κλιματική αλλαγή και τη βιώσιμη ανάπτυξη για να προστατέψουν το περιβάλλον, γι αυτούς και τις μελλοντικές γενιές. Όλο και περισσότερες επενδύσεις και εταιρίες ασχολούνται με τη βιώσιμη ανάπτυξη, ενώ παράλληλα το κράτος χρηματοδοτεί δράσεις και έργα σχετικά με αυτή.

Changing stakeholder expectations



Talent

84%

of employees are more loyal to a company that contributes to social / environmental issues



B2C customers

+30%

of consumers are looking to move towards sustainable companies and products after COVID 19



B2B customers

+81%

of companies stated that their commitment to sustainable has increased over 5 years

Changing market environment



New / more sustainable products are displacing 'old'

~200% p.a.

annual growth rate of BeyondBurgers; alternative meat is growing 5-20x faster than beef in some EU countries



Capital is shifting to sustainability

>30%

of capital is ESG; highest scoring ESG players enjoy ~1.1pp cheaper WACC; investors are becoming activists



Stringent targets are the new normal

23%

of Fortune 500 companies have a science-based target, up from >5% 5 years ago

Source: EY, Edelman Trust Barometer 2020 | Bain 2020 | Sustainable procurement barometer: from compliance to performance 2019 | Euromonitor 2019 | Bloomberg, CFA Analytics, Wfoid Henisz, Global Sustainable Investment Alliance, Global Sustainable Investment Alliance | 587 | 2020

Σχήμα 6.1: Σχετικά με τους Stakeholders

Το εργαλείο αυτής της διπλωματικής, θα ωφελήσει πολλά ενδιαφερόμενα μέλη από τοπικές επιχειρήσεις και απλούς πολίτες μέχρι και διοικητικά στελέχη και επενδυτές. Για παράδειγμα ένα διοικητικό στέλεχος θα μπορεί να έχει καλύτερη επίβλεψη και να πάρει μια καλύτερη απόφαση για κάποιο πεδίο χρηματοδότησης. Ένας επενδυτής θα μπορεί να παρακολουθήσει πόλεις, δήμους και να βρει ενεργειακά αποδοτικές λύσεις για μια επένδυση[19]. Αναλυτικά όλες οι ομάδες ενδιαφερόμενων μελών είναι οι εξής:

- Ερευνητές σε οργανώσεις και πανεπιστήμια,
- Διαχειριστές δημόσιων ιδρυμάτων και εγκαταστάσεων

- Εταιρίες παροχής ενεργειακών υπηρεσιών
- Εργολάβοι και μεσίτες
- Δημόσιοι φορείς, Ινστιτούτα
- Επενδυτές
- Διοικητικοί φορείς
- Σχεδιαστές, μηχανικοί
- Πολίτες
- Επιχειρηματίες

6.2 Οφέλη του εργαλείου στην κοινωνία

Το εργαλείο θα συμβάλλει στην αναγνώριση νέων ευκαιριών και δράσεων απέναντι στην κλιματική αλλαγή και στην ενσωμάτωση ενεργειακά αποδοτικών και φιλικών προς το περιβάλλον πολιτικών.

Η καταγραφή πληροφοριών και οι μετρικές που προκύπτουν από αυτές, μπορούν να επιταχύνουν την εφαρμογή μέτρων και πολιτικών στις κοινωνίες όπως επίσης και στη δημιουργία και εκμετάλλευση καινοτόμων υπηρεσιών μέσω της εκμετάλλευσης μιας μεγάλης πληθώρας δεδομένων. Το εργαλείο μπορεί να διαχειριστεί πολύπλοκα, ετερογενή δεδομένα για να δημιουργήσει KPIs για όλους τους τομείς γύρω από την κλιματική αλλαγή σε επίπεδο πόλεων με γνώμονα όλα τα ενδιαφερόμενα μέλη και τις ανάγκες τους για πολιτικές και δράσεις.

Έτσι με αυτό το εργαλείο οι πόλεις θα προτρέπονται να προσαρμόζονται συνεχώς στα νέα δεδομένα γιατί θα μπορούν άμεσα να παρακολουθούν την κλιματική αλλαγή και τα αποτελέσματα των δράσεων τους, να εντοπίζουν νέα προβλήματα και λύσεις πάνω σε αυτά, να ποσοτικοποιούν και αξιολογούν τα δεδομένα και να παρέχουν υψηλής ποιότητας πολιτικές με το μέγιστο κοινωνικό αντίκτυπο.

Αυτός είναι και ο στόχος της Ευρωπαϊκής Ένωσης με το νομοθέτημα σχετικά με την κλιματική αλλαγή [14]:

1. χαρτογράφηση του ρυθμού μείωσης των εκπομπών έως το 2050, ώστε να εξασφαλιστεί προβλεψιμότητα για τις επιχειρήσεις, τους ενδιαφερόμενους φορείς και τους πολίτες
2. ανάπτυξη συστήματος για την παρακολούθηση και την υποβολή εκθέσεων σχετικά με την πρόοδο προς την επίτευξη του στόχου
3. διασφάλιση οικονομικά αποδοτικής και κοινωνικά δίκαιης πράσινης μετάβασης

Το πιο σημαντικό όφελος που έχει να προσφέρει το εργαλείο είναι ότι συγκεντρώνει τα δεδομένα για πάνω από 300 πόλεις της Ευρώπης και δίνει τη δυνατότητα να συμπεριληφθούν και άλλες, αλλά και νέα KPIs. Έτσι προσφέρει μια ολοκληρωμένη λύση δημιουργώντας ένα έξυπνο, εύρωστο και επεκτάσιμο σύστημα που θα αποθηκεύει πληροφορίες και θα βοηθάει ουσιαστικά τις πόλεις και τα εκτελεστικά τους όργανα για εφαρμογή αποτελεσματικών πολιτικών και μέτρων. [18]

6.3 Μελλοντική εξέλιξη

Η εφαρμογή αποτελεί Proof of concept για μια ενιαία λύση που έχει στόχο την καταγραφή δεδομένων για όλες τις χώρες που θέλουν να συμμετέχουν ενεργά στην εφαρμογή πολιτικών που εμπεριέχουν τη βιώσιμη ανάπτυξη.

Στην εφαρμογή περιλαμβάνονται δεδομένα για πάνω από 300 πόλεις - δήμους αλλά αυτά θα μπορούσαν αν επεκταθούν και να εμπεριέχουν δεδομένα για όλες τις χώρες παγκοσμίως που συμμετείχαν ή θα ήθελαν να συμμετέχουν ενεργά στην κατεύθυνση αυτή. Αυτό σημαίνει ότι τα δεδομένα θα μπαίνουν αυτόματα στην εφαρμογή, μέσω αυτής και δεν θα συλλέγονται από ερωτηματολόγια. Έτσι επιτυγχάνεται απευθείας έλεγχος της πιστότητας και ακρίβειας των δεδομένων και ομοιογένεια μεταξύ αυτών. Επίσης επιτυγχάνεται εξοικονόμηση πόρων (χρόνος, χρήμα) από τους αρμόδιους που θα έπρεπε να απαντήσουν τα ερωτηματολόγια και να τα εισάγουν εκτελώντας τους κώδικες στη βάση, να τα ελέγξουν και να τα εγχρίνουν.

Σημαντική διαφορά θα έκανε και η προσθήκη περισσότερων αλγορίθμων μετέπειτα επεξεργασίας των δεδομένων, αλγορίθμων αναλύσεων, αλγορίθμων τεχνητής νοημοσύνης και μεγάλων δεδομένων. Η εφαρμογή έτσι θα μπορούσε να παρέχει περισσότερες πληροφορίες γύρω από πολιτικές και δράσεις, να εξατομικεύσει αυτές τις πληροφορίες ανά ενδιαφερόμενο μέλος και να παρέχει περισσότερους δείκτες και μετρικές ώστε να μπορούν να ποσοτικοποιηθούν τα αποτελέσματα των δράσεων αναλυτικά και το αντίκτυπο αυτών στην κοινωνία.

Η δυνατότητα εξαγωγής των δεδομένων θα έδινε μεγαλύτερη ευελιξία στα ενδιαφερόμενα μέλη για αξιοποίησι των δεδομένων σύμφωνα με τις δικές τους ανάγκες. Επιπλέον η δυνατότητα του εργαλείου να λαμβάνει ανατροφοδότηση από τους χρήστες και τα ενδιαφερόμενα μέλη, θα μπορούσε να βελτίώσει σημαντικά την αξία τους, καθώς θα δινόταν η ευκαιρία συνεχούς εξέλιξης. Τέλος η δυνατότητα εξαγωγής αναφορών θα ήταν ιδιαίτερα χρήσιμη για όλους τους χρήστες.

Bibliography

- [1] I. E. Agency. Multiple benefits of energy efficiency, March 2019. <https://www.iea.org/reports/multiple-benefits-of-energy-efficiency>.
- [2] I. E. Agency. Multiple benefits of energy efficiency-emission savings, March 2019. <https://www.iea.org/reports/multiple-benefits-of-energy-efficiency/emissions-savings>.
- [3] I. E. Agency. Multiple benefits of energy efficiency-health and wellbeing, March 2019. <https://www.iea.org/reports/multiple-benefits-of-energy-efficiency/health-and-wellbeing>.
- [4] I. E. Agency. Multiple benefits of energy efficiency-health and wellbeing, March 2019. <https://www.iea.org/reports/multiple-benefits-of-energy-efficiency/productivity>.
- [5] I. E. Agency. Multiple benefits of energy efficiency-economic benefits, March 2019. <https://www.iea.org/reports/multiple-benefits-of-energy-efficiency/economic-benefits-2>.
- [6] I. E. Agency. Multiple benefits of energy efficiency-public budgets, March 2019. <https://www.iea.org/reports/multiple-benefits-of-energy-efficiency/public-budgets>.
- [7] T. R. Alysha Patel. The eu green deal explained. *Energy*, 2021.
- [8] L. Avelar. How can technology help combat climate change. *Energy*, 2021.
- [9] S. Banga. What is web application architecture? components, models, and types. 2017.
- [10] M. Brenna, V. Bucci, M. C. Falvo, F. Foadelli, A. Ruvio, G. Sulligoi, and A. Vincenzutti. A review on energy efficiency in three transportation sectors: Railways, electrical vehicles and marine. *Energies*, 13(9), 2020. ISSN 1996-1073. URL . 10.3390/en13092378.
- [11] Databricks. Acid transactions. 2020.
- [12] I. Deremuk. Modern web application architecture explained: Components, best practices and more. 2021.
- [13] M. H. Elsa Durieux. Local green deals. 2021.
- [14] European-Union. About green deal. *Energy*, 2020.
- [15] eurostat. Sdg indicators: Goal by goal, March 2019. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/sdi/indicators>.

-
- [16] C. Ionescu, T. Baracu, G.-E. Vlad, H. Necula, and A. Badea. The historical evolution of the energy efficient buildings. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 49:243–253, 2015. ISSN 1364-0321. URL . <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.04.062>.
- [17] Javatpoint. Pros and cons of reactjs. 2021.
- [18] Matrycs. Pilot’s applications. 2020.
- [19] Matrycs. Technical security specification_v1.0.2021.
- [20] D. mozilla. Django introduction. 2018.
- [21] Y. Nader. What is django? advantages and disadvantages. 2022.
- [22] Neo4j. Top ten reasons for choosing neo4j. 2021.
- [23] Odyssee-Mure. Energy efficiency trends in transport in eu countries.
- [24] Oracle. Graph database defined. 2021.
- [25] peerbits. The benefits of reactjs and reasons to choose it for your project, July 2022. URL
- [26] Penpot. Architecture. 2021.
- [27] Tutorials-point. Django model view template (mvt). 2021.