



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ, ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

# Ανάπτυξη μηχανισμών διαχείρισης και συστήματος απεικόνισης δεδομένων από Γράφους Γνώσης

*Μελέτη και υλοποίηση*

---

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΟΥ

**ΤΑΜΠΑΚΑΚΗ ΧΡΗΣΤΟΥ**



**Επιβλέπων:** Συμεών Παπαβασιλείου

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Ιούνιος 2024

---





# Ανάπτυξη μηχανισμών διαχείρισης και συστήματος απεικόνισης δεδομένων από Γράφους Γνώσης

*Μελέτη και υλοποίηση*

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΟΥ

**ΤΑΜΠΑΚΑΚΗ ΧΡΗΣΤΟΥ**

**Επιβλέπων:** Συμεών Παπαβασιλείου  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 20 Ιουνίου 2024.

(Υπογραφή)

(Υπογραφή)

(Υπογραφή)

.....  
Συμεών Παπαβασιλείου  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....  
Ιωάννα Ρουσσάκη  
Αν. Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.

.....  
Γεώργιος Ματσόπουλος  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.





ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ, ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Copyright © - All rights reserved. Με την επιφύλαξη παντός δικαιώματος.

Ταμπακάκης Χρήστος, 2024.

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.

Το περιεχόμενο αυτής της εργασίας δεν απηχεί απαραίτητα τις απόψεις του Τμήματος, του Επιβλέποντα, ή της επιτροπής που την ενέκρινε.

#### **ΔΗΛΩΣΗ ΜΗ ΛΟΓΟΚΛΟΠΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΗΨΗΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΗΣ ΕΥΘΥΝΗΣ**

Με πλήρη επίγνωση των συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων, δηλώνω ενυπογράφως ότι είμαι αποκλειστικός συγγραφέας της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας, για την ολοκλήρωση της οποίας κάθε βοήθεια είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται λεπτομερώς στην εργασία αυτή. Έχω αναφέρει πλήρως και με σαφείς αναφορές, όλες τις πηγές χρήσης δεδομένων, απόψεων, θέσεων και προτάσεων, ιδεών και λεκτικών αναφορών, είτε κατά κυριολεξία είτε βάσει επιστημονικής παράφρασης. Αναλαμβάνω την προσωπική και ατομική ευθύνη ότι σε περίπτωση αποτυχίας στην υλοποίηση των ανωτέρω δηλωθέντων στοιχείων, είμαι υπόλογος έναντι λογοκλοπής, γεγονός που σημαίνει αποτυχία στην Πτυχιακή μου Εργασία και κατά συνέπεια αποτυχία απόκτησης του Τίτλου Σπουδών, πέραν των λοιπών συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων. Δηλώνω, συνεπώς, ότι αυτή η Πτυχιακή Εργασία προετοιμάστηκε και ολοκληρώθηκε από εμένα προσωπικά και αποκλειστικά και ότι, αναλαμβάνω πλήρως όλες τις συνέπειες του νόμου στην περίπτωση κατά την οποία αποδειχθεί, διαχρονικά, ότι η εργασία αυτή ή τμήμα της δεν μου ανήκει διότι είναι προϊόν λογοκλοπής άλλης πνευματικής ιδιοκτησίας.

(Υπογραφή)

.....  
Ταμπακάκης Χρήστος

20 Ιουνίου 2024



## Περίληψη

---

Το SustainGraph είναι ένας γράφος γνώσης που παρακολουθεί δεδομένα που σχετίζονται με τους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης που είναι ορισμένοι από τον Οργανισμό Ηνωμένων Εθνών, για την καταπολέμηση κοινωνικών, οικονομικών, περιβαλλοντολογικών και λοιπών προβλημάτων. Γύρω από τον γράφο έχουν χτιστεί ορισμένα συστήματα, τα οποία αποσκοπούν στην διάθεση των δεδομένων που περιέχει ο γράφος στο ευρύτερο δυνατό κοινό, και με τον καλύτερο και ευκολότερο δυνατό τρόπο. Οι ενδιαφερόμενοι χρήστες μπορούν να κάνουν χρήση είτε της Διεπαφής Προγραμματισμού Εφαρμογής του SustainGraph, ή να περιηγηθούν την σελίδα του Visualization Kit για να αποκτήσουν πρόσβαση στα δεδομένα τα οποία επιθυμούν. Στην πρώτη περίπτωση, η προσπέλαση των δεδομένων γίνεται μέσω των συγκεκριμένων ερωτημάτων, τα οποία υποστηρίζει η Διεπαφή Προγραμματισμού, ενώ στη δεύτερη περίπτωση, παρουσιάζονται μέσω ορισμένων όψεων που περιέχουν τα δεδομένα σε μορφή γραφημάτων.

Στόχος αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι η επέκταση των ανωτέρω συστημάτων προς τον εμπλουτισμό του περιεχομένου τους και την βελτίωση της προσβασιμότητάς τους από το ευρύ κοινό. Ο σκοπός θα επιτευχθεί μέσω της σύνταξης των προδιαγραφών των πιθανών ερωτημάτων που υποστηρίζει το σύστημα, και της αξιοποίησής τους προς την παραγωγή νέων και βελτιωμένων όψεων.

## Λέξεις Κλειδιά

SustainGraph, Γράφος Γνώσης, Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης, Δείκτης, Swagger, Διεπαφή Προγραμματισμού Εφαρμογής





## Abstract

---

The SustainGraph is a knowledge graph that tracks data related to the Sustainable Development Goals (SDGs) set by the United Nations to combat social, economic, environmental and other problems. A number of systems have been built around the graph, which aim to make the data contained in the graph available to the widest possible audience, and in the best and easiest way possible. Interested users can either make use of the Application Programming Interface of the SustainGraph, or browse the Visualization Kit page to access the data of their choosing. In the first case, the data is accessed through the specific queries supported by the Programming Interface, while in the second case, it is presented through certain views containing the data in graph format.

The aim of this thesis is to extend the above systems towards enriching their content and improving their accessibility by the general public. The aim will be achieved through the compilation of the specifications of possible queries supported by the system, and their utilization towards the production of new and improved views.

## Keywords

SustainGraph, Knowledge Graph, Sustainable Development Goals, Indicator, Swagger, Application Programming Interface



*στην οικογένειά μου*



## Ευχαριστίες

---

Αρχικά, θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον καθηγητή Συμεών Παπαβασιλείου, για την πολύτιμη ευκαιρία που μου έδωσε να φέρω σε πέρας αυτό το έργο.

Επίσης, θέλω να απευθύνο ένα μεγάλο ευχαριστώ στον υπεύθυνό μου, Αναστάσιο Ζαφειρόπουλο, για την αμέριστη υποστήριξη και καθοδήγησή του, καθώς και την Ιωάννα Μανδηλαρά και την Χριστίνα-Μαρία Ανδρωνά για την άριστη συνεργασία και την επίβλεψη που μου παρείχαν. Η συνεισφορά τους και η καθοδήγηση τους ήταν πολύτιμες και συνέβαλαν ουσιαστικά στην επιτυχία αυτής της διπλωματικής.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω από καρδιάς τους φίλους μου και την οικογένειά μου για τη συνεχή υποστήριξη και την ενθάρρυνσή τους. Χωρίς την αγάπη, την υπομονή και την κατανόησή τους, αυτή η διαδρομή θα ήταν πολύ πιο δύσκολη. Είμαι ευγνώμων για την παρουσία τους στη ζωή μου και για την πίστη τους σε εμένα και στις ικανότητές μου.

Αθήνα, Ιούνιος 2024

*Ταμπακάκης Χρήστος*



# Περιεχόμενα

---

<b>Περίληψη</b>	<b>1</b>
<b>Abstract</b>	<b>3</b>
<b>Ευχαριστίες</b>	<b>7</b>
<b>1 Εισαγωγή</b>	<b>13</b>
1.1 Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης και SustainGraph . . . . .	13
1.2 Σκοπός της Εργασίας . . . . .	14
1.3 Δομή της Εργασίας . . . . .	15
<b>I Θεωρητικό Μέρος</b>	<b>17</b>
<b>2 Περιγραφή του SustainGraph</b>	<b>19</b>
<b>3 Περιγραφή υλοποίησης</b>	<b>25</b>
<b>II Πρακτικό Μέρος</b>	<b>27</b>
<b>4 Swagger</b>	<b>29</b>
4.1 Γραφική Διεπαφή του Swagger . . . . .	30
4.1.1 Πληροφορίες των ερωτημάτων . . . . .	32
4.2 Πραγματοποίηση αιτημάτων μέσα από τη διεπαφή . . . . .	33
<b>5 Visualization Kit</b>	<b>41</b>
5.1 Εξέλιξη των Δεικτών . . . . .	41
5.2 Χωρική Θεώρηση των Δεικτών . . . . .	44
5.3 Συσχέτιση μεταξύ Δεικτών ΕΕ και ΟΗΕ . . . . .	45
5.4 Στόχοι Πολιτικής της ΕΕ . . . . .	50
5.5 Συνέργεια και Αντιστάθμιση μεταξύ των Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης . . . . .	53
5.6 Εξερεύνηση των ΣΒΑ . . . . .	54
5.7 Συσχέτιση Μελέτης Περίπτωσης - Δεικτών . . . . .	56
5.8 Ανάλυση Ευπάθειας σε Εθνικό Επίπεδο . . . . .	58

<b>III Επίλογος</b>	<b>65</b>
<b>6 Επίλογος</b>	<b>67</b>
6.1 Συμπεράσματα . . . . .	67
6.2 Μελλοντικές Επεκτάσεις . . . . .	67
<b>Βιβλιογραφία</b>	<b>71</b>
<b>Συντομογραφίες - Αρκτικόλεξα - Ακρωνύμια</b>	<b>73</b>
<b>Απόδοση ξενόγλωσσων όρων</b>	<b>75</b>



## Κατάλογος Εικόνων

---

2.1	Υψηλού επιπέδου άποψη του SustainGraph . . . . .	20
2.2	Το τμήμα του σχήματος του SustainGraph που αφορά τους Δείκτες. . . . .	21
2.3	Το τμήμα του σχήματος του SustainGraph που αφορά τους Δείκτες. . . . .	23
2.4	Το τμήμα του σχήματος του SustainGraph που αφορά την οντότητα της Γεω- περιοχής (GeoArea). . . . .	23
3.1	Διάγραμμα συστατικών στοιχείων των συστημάτων του SustainGraph. . . . .	25
4.1	Παράδειγμα μοντελοποίησης σχημάτων οντοτήτων με τις προδιαγραφές του Swagger . . . . .	30
4.2	Παράδειγμα μοντελοποίησης ερωτημάτων με τις προδιαγραφές του Swagger .	31
4.3	Η ιστοσελίδα της γραφικής διεπαφής των προδιαγραφών του Swagger . . . . .	31
4.4	Ιεραρχία των ετικέτων στις οποίες ανήκουν κάποια ερωτήματα . . . . .	32
4.5	Επισκόπηση ερωτήματος και παραμέτρων . . . . .	33
4.6	Επισκόπηση σώματος του ερωτήματος για αιτήματα τύπου POST . . . . .	34
4.7	Αναπαράσταση απάντησης σε μορφή παραδείγματος . . . . .	35
4.8	Αναπαράσταση απάντησης σε μορφή σχήματος . . . . .	36
4.9	Τα πλαίσια εισαγωγής των παραμέτρων του ερωτήματος . . . . .	37
4.10	Τα πλαίσια εισαγωγής των στοιχείων σώματος του ερωτήματος . . . . .	38
4.11	Το πλαίσιο πραγματικής απάντησης του ερωτήματος . . . . .	39
4.12	Η πραγματική απάντηση στο ερώτημα (αριστερά) και το παράδειγμα που πε- ριέχει η σελίδα (δεξιά) . . . . .	40
4.13	Τα πεδία σελιδοποίησης που περιέχει η απάντηση του ερωτήματος . . . . .	40
5.1	Τα φίλτρα στη σελίδα Εξέλιξη των Δεικτών . . . . .	42
5.2	Το τμήμα του SustainGraph που σχετίζεται άμεσα με τους Δείκτες . . . . .	42
5.3	Γραμμικό διάγραμμα της τιμής του δείκτη ως συνάρτηση του χρόνου, για κάθε επιλεγμένη περιοχή . . . . .	43
5.4	Γράφημα της εξέλιξης της τιμής του δείκτη, σε μορφή ραβδογράμματος. . . . .	44
5.5	Τα φίλτρα που εμφανίζονται στην όψη "Χωρική Θεώρηση των Δεικτών". . . . .	45
5.6	Χάρτης θερμότητας της Ευρώπης, στην όψη "Χωρική Θεώρηση των Δεικτών".	46
5.7	Χάρτης θερμότητας της Ελλάδας, σε επίπεδο ανάλυσης NUTS2. . . . .	47
5.8	Χάρτης θερμότητας της Γερμανίας, σε επίπεδο ανάλυσης Πόλης. . . . .	47
5.9	Χάρτης θερμότητας της Γερμανίας, σε επίπεδο ανάλυσης Πόλης. . . . .	48
5.10	Φίλτρο επιλογής ΣΒΑ για την όψη "Συσχέτιση μεταξύ Δεικτών ΕΕ και ΟΗΕ". .	48
5.11	Ραβδόγραμμα συσχετίσεων για κάθε ΣΒΑ, ανά είδος συσχέτισης. . . . .	49

5.12	Κατευθυνόμενος γράφος συσχετίσεων για τον ΣΒΑ1. . . . .	50
5.13	6 Στόχοι με έτος καταγραφής το 2023, παρουσιασμένοι σε μορφή καρτών. . .	51
5.14	Ραβδόγραμμα και κυκλικό διάγραμμα επίτευξης του Στόχου Πολιτικής. . . .	52
5.15	Διαγράμματα Στόχου όπου ο τελεστής αφορά ποσοστιαία μεταβολή. . . . .	53
5.16	Τα φίλτρα που καθορίζουν τα γραφήματα συνέργειας και αντιστάθμισης των ΣΒΑ. . . . .	54
5.17	Στοιβαγμένα ραβδογράμματα συνέργειας και αντιστάθμισης μεταξύ των ΣΒΑ. .	55
5.18	Λεπτομερής ανάλυση των συνεργειών ανάμεσα στο εξεταζόμενο ζευγάρι ΣΒΑ. .	56
5.19	Επισκόπηση του ΣΒΑ1 ως προς τους Δείκτες του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών. .	56
5.20	Επισκόπηση του ΣΒΑ1 ως προς τους Δείκτες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. . . . .	57
5.21	Πίνακας Μεταδεδομένων Σειράς στην όψη "Εξερεύνηση των ΣΒΑ". . . . .	57
5.22	Λεπτομέρειες κόμβου, στον γράφο της όψης "Εξερεύνηση των ΣΒΑ". . . . .	58
5.23	Διάγραμμα συσχέτισης Μελέτης με Δείκτες, ανά βαθμό συσχέτισης. . . . .	59
5.24	Τα φίλτρα της όψης "Ανάλυση Ευπάθειας σε Εθνικό Επίπεδο" . . . . .	59
5.25	Χάρτης θερμότητας του δείκτη Ευπάθειας (ή της επιλεγμένης διάστασής του) και περιοχές με την μέγιστη Ευπάθεια. . . . .	60
5.26	Περιοχές κορυφαίες ευπάθειας και ανάλυση των διαστάσεών τους, για επίπεδο ανάλυσης NUTS3. . . . .	61
5.27	Γραμμικό διάγραμμα εξέλιξης των διαστάσεων του δείκτη ευπάθειας. . . . .	62
5.28	Ραβδόγραμμα σύγκρισης των διαστάσεων του δείκτη Ευπάθειας για διαφορετικές περιοχές, σε επίπεδο ανάλυσης NUTS2. . . . .	62
5.29	Ραβδόγραμμα σύγκρισης των διαστάσεων του δείκτη Ευπάθειας για διαφορετικές περιοχές, σε επίπεδο ανάλυσης NUTS3. . . . .	63

## Εισαγωγή

---

### 1.1 Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης και SustainGraph

Οι Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης (Sustainable Development Goals ή ΣΒΑ) είναι μια συλλογή 17 παγκόσμιων στόχων που καθορίστηκαν από τη Γενική Συνέλευση των Ηνωμένων Εθνών (ΟΗΕ) το 2015, με στόχο να λειτουργήσουν ως σχέδιο για την επίτευξη ενός καλύτερου και πιο βιώσιμου μέλλοντος για όλους [1][2]. Οι στόχοι αυτοί είναι αλληλένδετοι και αντιμετωπίζουν ένα ευρύ φάσμα κοινωνικών, οικονομικών και περιβαλλοντικών προκλήσεων, συμπεριλαμβανομένων ζητημάτων που σχετίζονται με τη φτώχεια, την πείνα, την υγεία, την εκπαίδευση, την ισότητα των φύλων, το καθαρό νερό, τη βιώσιμη ενέργεια, την οικονομική ανάπτυξη, τις υποδομές, τη δράση για το κλίμα, την ειρήνη και τη δικαιοσύνη [1]. Οι ΣΒΑ θεωρούνται αλληλένδετοι στόχοι, όπου μπορεί να υπάρχουν συνέργειες και αντισταθμίσεις μεταξύ ζευγών ΣΒΑ [3][4][5]. Κατά την εξέταση της προόδου προς την επίτευξη των στόχων που ορίζονται ανά ΣΒΑ, είναι σημαντικό να ρίξουμε φως στις μεταξύ τους διασυνδέσεις, καθώς με αυτόν τον τρόπο μπορούμε να έχουμε μια ολιστική κατανόηση των προκλήσεων και των ευκαιριών της βιώσιμης ανάπτυξης και να σχεδιάσουμε αποτελεσματικές και ολοκληρωμένες στρατηγικές που μεγιστοποιούν τις θετικές επιπτώσεις, ελαχιστοποιούν τις αντισταθμίσεις και αποφεύγουν τις ανεπιθύμητες συνέπειες [6].

Ωστόσο, ακόμη και αν υπάρχει γενική συναίνεση ότι οι ΣΒΑ είναι αλληλένδετοι και θα πρέπει να εξετάζονται ως ένα διασυνδεδεμένο δίκτυο, αντιμετωπίζονται διάφορες προκλήσεις για να καταστεί η ανάλυση δικτύων αναπόσπαστο μέρος των πλαισίων ανάλυσης των ΣΒΑ [7]. Μία από τις κύριες προκλήσεις που σχετίζονται με την αξιολόγηση των ΣΒΑ με ατομικό ή δικτυακό προσανατολισμό αφορά την έλλειψη δεδομένων σε πολλούς από τους καθορισμένους Δείκτες (Indicators) των ΣΒΑ. Ένα μικρό μέρος αυτών των Δεικτών θεωρείται ευρέως διαθέσιμο από τη Στατιστική Επιτροπή του ΟΗΕ [8]. Πολλοί από τους Δείκτες δεν διατίθενται στην πλειονότητα των χωρών, μειώνοντας σημαντικά τις δυνατότητες ανάλυσης που προσφέρουν τα πλαίσια αξιολόγησης των ΣΒΑ. Επιπλέον, μια άλλη πρόκληση αφορά την ανάπτυξη λύσεων που υποστηρίζουν την ανάλυση των ΣΒΑ σε διαφορετικές χωρικές αναλύσεις. Για να προωθηθεί η ανάπτυξη στοχευμένων λύσεων για τον μετριασμό των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής, απαιτείται ανάλυση των ΣΒΑ όχι μόνο σε εθνικό επίπεδο, αλλά και σε περιφερειακό επίπεδο και σε μικρότερες γεωγραφικές περιοχές (π.χ. συγκεκριμένες αστικές ή επαρχιακές περιοχές). Για να επιτευχθεί αυτό, υπάρχει ανάγκη παρακολούθησης και αξιολόγησης των Δεικτών των ΣΒΑ, με βάση τη διαίρεσή τους σε διάφορες γεωγραφικές τοπο-

θεσίες. Μια τέτοια πρόκληση επισημαίνεται επίσης στον γεωχωρικό χάρτη πορείας των ΣΒΑ που παρέχεται από το Τμήμα Στατιστικής του ΟΗΕ [9]. Αναφέρεται ότι η ανάλυση των ΣΒΑ σε διάφορα γεωγραφικά επίπεδα δεν μπορεί να υλοποιηθεί πλήρως χρησιμοποιώντας μόνο τις επίσημες στατιστικές, ιδίως όταν αυτές δεν παράγονται σε επαρκή ποιότητα, λεπτομέρεια και συχνότητα.

Για τον σκοπό αυτό μπορούν να υιοθετηθούν διάφορες τεχνολογίες που επιτρέπουν την εφαρμογή τους, όπως η διαχείριση χωρικών δεδομένων και οι τεχνικές μηχανικής μάθησης, σε συνδυασμό με τη συλλογή δεδομένων από συσκευές του Διαδικτύου των Πραγμάτων (ΔτΠ) [10][11][12] και δορυφορικές υποδομές [13][14]. Ο συνδυασμός των τεχνολογιών ΔτΠ και μηχανικής μάθησης μπορεί να προσφέρει λύσεις που συμβάλλουν σε τοπικά παρατηρητήρια παρακολούθησης και αξιολόγησης για τους ΣΒΑ. Ανεξάρτητα από τη χωρική ανάλυση των δεδομένων (εθνικό, περιφερειακό και τοπικό επίπεδο), η κατάλληλη αναπαράσταση και διαχείριση των δεδομένων είναι ζωτικής σημασίας. Τα δεδομένα πρέπει να είναι σημασιολογικά ευθυγραμμισμένα, ενώ πρέπει να διατίθενται σε ανοικτά, επεκτάσιμα και διαλειτουργικά αποθετήρια [15]. Με τον τρόπο αυτό μπορούν να προωθηθεί η αξιολόγηση της ποιότητας των δεδομένων και η δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης από διεπιστημονικούς ερευνητές, επιτρέποντας την παροχή λύσεων ανάλυσης δεδομένων που μπορούν να είναι διαλειτουργικές, επεκτάσιμες, αναπαραγωγίμες και συγκρίσιμες.

Υπό αυτό το πρίσμα, το SustainGraph είναι ένας γράφος γνώσης που έχει σχεδιαστεί και αναπτυχθεί για να παρακολουθεί την πρόοδο προς την επίτευξη των στόχων των ΣΒΑ, την εξέλιξη των καθορισμένων Δεικτών στην κλίμακα του χρόνου και τη διασύνδεσή τους με τις πολιτικές και τους Στόχους που έχουν καθοριστεί σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ) και σε εθνικό επίπεδο. Οι γράφοι γνώσης βασίζονται στην αρχή της εφαρμογής μιας γραφο-κεντρικής αφαίρεσης στα δεδομένα. Η χρήση γράφων για την αναπαράσταση δεδομένων συνοδεύεται από κάποιο τρόπο ρητής αναπαράστασης της γνώσης, με βάση τη χρήση της σημασιολογίας. Τα δεδομένα προέρχονται από διαφορετικές πηγές και τομείς, όπου μπορεί να απαιτείται ευθυγράμμιση και σημασιολογική συνοχή των όρων και των εννοιών σε διάφορους επιστημονικούς κλάδους [16]. Οι γράφοι γνώσης μπορούν να λειτουργούν χωρίς αυστηρό ορισμό ενός σχήματος, επιτρέποντας στα δεδομένα -και στο πεδίο εφαρμογής τους- να εξελίσσονται με πιο ευέλικτο τρόπο από ό,τι συνήθως είναι δυνατό σε ένα σχεσιακό περιβάλλον. Αυτό το χαρακτηριστικό καθιστά τους γράφους γνώσης κατάλληλους για τη διαχείριση πληροφοριών που παρέχονται στο πλαίσιο ενός πολύπλοκου κοινωνικοπεριβαλλοντικού συστήματος. Η παρακολούθηση των σχέσεων μεταξύ των λεπτομερών εννοιών μπορεί να διεκπεραιωθεί, λαμβάνοντας υπόψη τη χρονική τους εξέλιξη (π.χ. δυναμική στις σχέσεις με την πάροδο του χρόνου σε ένα σύνθετο σύστημα) [16].

## 1.2 Σκοπός της Εργασίας

Δεδομένων αυτών των συνθηκών, καθίσταται σημαντική η ανάγκη για ερμηνεία και παρακολούθηση της πληθώρας δεδομένων που περιέχει ο γράφος γνώσης. Ο σκοπός αυτής της εργασίας είναι η ανάπτυξη μηχανισμών που επιτρέπουν τη διαχείριση των δεδομένων που περιέχονται στον γράφο, και στη συνέχεια η υλοποίηση συστήματος με τη δυνατότητα γραφικής απεικόνισης των δεδομένων μέσω συγκεκριμένων όψεων. Μεγάλη έμφαση δίνεται

στην υλοποίηση των δύο στόχων με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι εύκολα προσβάσιμα σε χρήστες χωρίς τεχνικές ή εξειδικευμένες γνώσεις, με στόχο η πληροφορία να είναι άμεσα διαθέσιμη στο ευρύτερο δυνατό κοινό, και αξιοποιήσιμη στον μέγιστο δυνατό βαθμό. Η προσπάθεια αυτή θα γίνει σε δύο επίπεδα. Το πρώτο επίπεδο είναι αυτό της λεπτομερούς καταγραφής της Διεπαφής Προγραμματισμού Εφαρμογών που παρέχει το SustainGraph, και παρουσίασής της μέσα από μία γραφική διεπαφή που αναλύει διεξοδικά τα διαφορετικά ερωτήματα που μπορεί να πραγματοποιήσουν οι χρήστες προς τον γράφο. Το δεύτερο επίπεδο αφορά την υλοποίηση διαδικτυακής εφαρμογής που παρουσιάζει συγκεκριμένες όψεις των δεδομένων με χρήση διαφόρων γραφικών παραστάσεων, με σκοπό τη διευκόλυνση της ολιστικής θεώρησης των δεδομένων και της παρακολούθησης της εξέλιξής τους τόσο στον τομέα του χρόνου όσο και στου χώρου, ανάλογα με τη φύση του τμήματος των δεδομένων που εξετάζεται.

### 1.3 Δομή της Εργασίας

Το κύριο μέρος της εργασίας δομείται στα επόμενα 4 κεφάλαια. Ξεκινώντας με το κεφάλαιο 2, πραγματοποιείται μια περιγραφή της δομής του SustainGraph, των οντοτήτων τις οποίες αποσκοπεί να μοντελοποιήσει, και των μεταξύ τους σχέσεων. Στο κεφάλαιο 3 ξεκινάει η τεχνική περιγραφή των συστατικών στοιχείων που δομούν το σύστημα γύρω από το SustainGraph. Περιγράφεται τόσο η τεχνολογία πάνω στην οποία στηρίζεται το κάθε τμήμα, όσο και ο σκοπός που επιτελεί και ο βαθμός στον οποίο είναι σχετικά στα πλαίσια της παρούσας εργασίας. Το κεφάλαιο 4 πραγματεύεται την υλοποίηση της Διεπαφής Προγραμματισμού Εφαρμογής του SustainGraph. Αναλύει τον τρόπο με τον οποίο καταγράφηκαν λειτουργίες και διαδικασίες του συστήματος, καθώς και την υλοποίηση της γραφικής διεπαφής του και τον τρόπο με τον οποίο αλληλεπιδρά μαζί της ο χρήστης και οι δυνατότητες που του προσφέρει. Κλείνοντας, το κεφάλαιο 5 κάνει μια εκτενή εξερεύνηση του VisualizationKit, του συστήματος παρουσίασης του SustainGraph. Το επίκεντρο της εξερεύνησης είναι η ανάδειξη και επεξήγηση των όψεων που προστέθηκαν ή αναδιαμορφώθηκαν στο σύστημα στα πλαίσια αυτής της εργασίας. Εξηγείται αναλυτικά ο τρόπος λειτουργίας κάθε σχετικής σελίδας, η διαδικασία με την οποία αλληλεπιδρά ο χρήστης μαζί της, και η πληροφορία που μπορεί να αντλήσει από αυτήν. Η εξερεύνηση των όψεων αφορά κυρίως το κομμάτι της αλληλεπίδρασης με τον χρήστη, και δεν δίνεται μεγάλη έμφαση στις παρασκηνακές διαδικασίες οι οποίες καθιστούν δυνατή την παρουσίαση των δεδομένων.

Η υλοποίηση της Διεπαφής Προγραμματισμού Εφαρμογής του SustainGraph [17], καθώς και η υλοποίηση του Visualization Kit [18], συμπεριλαμβανομένων των αλλαγών που πραγματοποιήθηκαν ως μέρος αυτής της διπλωματικής, είναι διαθέσιμες δημοσίως.



## Μέρος I

### Θεωρητικό Μέρος

---





## Κεφάλαιο 2

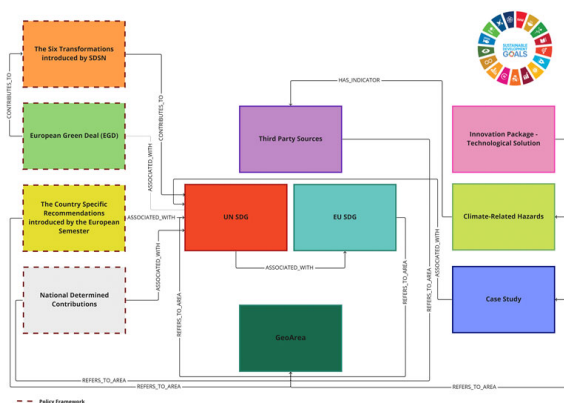
### Περιγραφή του SustainGraph

---

Το SustainGraph έχει τη μορφή μίας βάσης δεδομένων γράφου (graph database). Σε αυτό το μοντέλο, ένας γράφος αποτελείται από ένα σύνολο κόμβων (διακριτά αντικείμενα) και σχέσεων που τους συνδέουν. Ο κάθε κόμβος ή ακμή επισημαίνεται με μία "ετικέτα", η οποία αντιπροσωπεύει το είδος οντότητας την οποία συμβολίζει το στοιχείο. Οι σχέσεις που ενώνουν τους κόμβους είναι κατευθυνόμενες, ενώ τόσο οι κόμβοι όσο και οι σχέσεις μπορούν να περιέχουν μία ή περισσότερες ιδιότητες που περιγράφουν τα χαρακτηριστικά τους. Στον SustainGraph οι οντότητες είναι πυκνά συνδεδεμένες μεταξύ τους, και υπάρχει μια γενικότερη έμφαση στις σχέσεις αυτές, συγκριτικά με τις ίδιες τις μεμονωμένες οντότητες. Συνεπώς, η αναπαράσταση του με χρήση ενός γράφου είναι ένας πολύ ικανοποιητικός τρόπος απεικόνισης της πληροφορίας ώστε να αναδεικνύονται τα σημαντικότερα του κομμάτια. Η βάση δεδομένων γράφου επιτρέπει την αποθήκευση αυτών των δεδομένων και τη διαχείρισή τους με ένα σύστημα διαχείρισης βάσης δεδομένων, το οποίο ταυτοποιεί μοναδικά κάθε διακριτή εμφάνιση κάθε οντότητας και σχέσης, και υποστηρίζει σύνθετα ερωτήματα ως προς τις ιδιότητές τους και τις μεταξύ τους συσχετίσεις. Η υιοθέτηση αυτού του μοντέλου βοηθά στη μοναδική ταυτοποίηση των περιπτώσεων των σχέσεων, επιτρέποντας την αναπαράσταση επαναλαμβανόμενων γεγονότων και οντοτήτων που έχουν δυναμικές ιδιότητες [19]. Τα πλεονεκτήματα που προσφέρει σχετίζονται με την απόδοση και την δυναμικότητα. Επειδή τα δεδομένα δεν αποθηκεύονται με τη μορφή πινάκων, όπου κάθε είδος οντότητας έχει προκαθορισμένο σχήμα, αλλά με τη μορφή γράφου, όπου κάθε κόμβος και ακμή περιέχουν μια "ετικέτα" που τα ταυτοποιεί ως κάποιο είδος οντότητας, δεν υπάρχει αυστηρό σχήμα που πρέπει να ακολουθούν τα δεδομένα, και το σύνολο των ιδιοτήτων τους είναι εύπλαστο. Αντίστοιχα, επειδή η προσπέλαση των δεδομένων δεν αφορά σάρωση και συνδυασμό πινάκων, αλλά εξερεύνηση τμήματος του γράφου, ο χρόνος επεξεργασίας ερωτημάτων μπορεί να μειωθεί δραματικά, καθώς το πεδίο αναζήτησης περιορίζεται σε μια περιοχή του γράφου, έναντι ολόκληρους τους σχετικούς πίνακες.

Ωστόσο, το μοντέλο βάσης δεδομένων γράφου δεν υποστηρίζει μια τυπική γλωσσική αναπαράσταση που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για αυτοματοποιημένη συλλογιστική γνώσης. Για να επιτευχθεί αυτό, πρέπει να πραγματοποιηθεί εισαγωγή και διαχείριση της σημασιολογίας των δεδομένων, όπως συμβαίνει στην περίπτωση της ανάπτυξης μιας οντολογίας. Για την κατάλληλη λεπτομερή περιγραφή των σημασιολογικών πληροφοριών που σχετίζονται με κάθε κόμβο και σχέση, έχει διατεθεί μια οντολογία SustainGraph [20]. Η οντολογική περιγραφή των κύριων εννοιών που εισάγονται στο SustainGraph μπορεί να θεωρηθεί ως συνοδευτι-

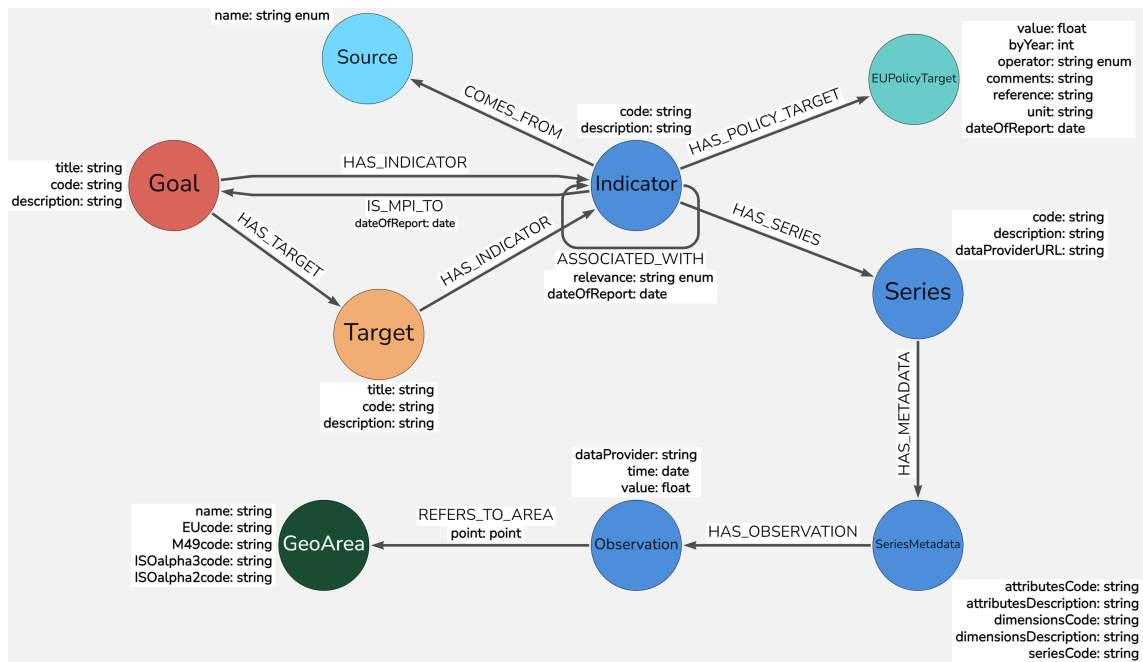
κή πληροφορία της δομής που εισάγεται στο μοντέλο βάσης δεδομένων γράφου. Έχοντας πρόσβαση στην οντολογική περιγραφή, μπορεί να επιτευχθεί καλύτερη σημασιολογική ευθυγράμμιση των όρων με τις αναδυόμενες οντολογικές προδιαγραφές, ενώ στο μέλλον μπορεί να υποστηριχθεί η ενσωμάτωση της σημασιολογίας στο μοντέλο βάσης δεδομένων γράφου [19]. Στη συνέχεια, επικεντρωνόμαστε στην περιγραφή του μοντέλου βάσης δεδομένων γράφου του SustainGraph. Μια υψηλού επιπέδου άποψη της δομής του SustainGraph παρέχεται στην Εικόνα 2.1.



Εικόνα 2.1: Υψηλού επιπέδου άποψη του SustainGraph

Το κύριο σύνολο οντοτήτων του SustainGraph έχει να κάνει με την περιγραφή της δομής των Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης (Sustainable Development Goal) του ΟΗΕ, βασιζόμενο σε ένα υπάρχον τυπικό σύστημα οργάνωσης γνώσης για τον σκοπό αυτό [21]. Σύμφωνα με αυτό το σύστημα, στο πλαίσιο του SustainGraph, ένας ΣΒΑ έχει ένα σύνολο Στόχων (Targets), όπου κάθε Στόχος συνδέεται με έναν ή περισσότερους Δείκτες (Indicators) [22]. Κάθε Δείκτης μετράται με βάση Σειρές δεδομένων (χρονοσειρές δεδομένων). Κάθε Σειρά (Series) δεδομένων συνοδεύεται από Μεταδεδομένα Σειράς (Series Metadata) όπου παρέχονται λεπτομέρειες για τη μετρική που μετράται, ενώ περιλαμβάνει ένα σύνολο Παρατηρήσεων (Observations). Για την υποστήριξη των χαρακτηριστικών γεωγραφικού εντοπισμού, κάθε Παρατήρηση αναφέρεται σε μια συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή (GeoArea). Ο αντίστοιχος τομέας του SustainGraph φαίνεται στην εικόνα 2.2

Οι προαναφερθέντες Δείκτες των ΣΒΑ του ΟΗΕ αφορούν ένα υποσύνολο των Δεικτών που μπορούν να αναπαρασταθούν στο SustainGraph. Μπορούν να εισαχθούν περαιτέρω Δείκτες μαζί με τις Σειρές δεδομένων που σχετίζονται με αυτούς. Συγκεκριμένα, η προαναφερθείσα δομή για την αναπαράσταση των ΣΒΑ του ΟΗΕ έχει γενικευτεί ώστε να υποστηρίζει τη μέτρηση παρόμοιων Δεικτών σε επίπεδο ΕΕ, καθώς και Δεικτών που παρέχονται από τρίτες πηγές. Σε επίπεδο ΕΕ, οι Δείκτες των ΣΒΑ της ΕΕ παρέχονται από τη Eurostat και μπορούν να συσχετιστούν με τους Δείκτες των ΣΒΑ του ΟΗΕ [23]. Ορίζονται Δείκτες Πολλαπλών Εφαρμογών (Multi Purpose Indicators), όπου ένας Δείκτης της ΕΕ μπορεί να συμβάλει σε περισσότερους από έναν στόχους. Αντιπροσωπεύονται επίσης δεδομένα που προέρχονται από τρίτες πηγές. Τα δεδομένα αυτά αφορούν Δείκτες που δεν ανήκουν σε καθορισμένους δείκτες των ΣΒΑ του ΟΗΕ ή της ΕΕ, αλλά μπορεί να απαιτούνται για την πραγματοποίηση μιας κοινωνικοπεριβαλλοντικής ανάλυσης (π.χ. δείκτες όπως η αναπτυξιακή κατάσταση σε μια χώρα, ο δείκτης αντίληψης της διαφθοράς, περιβαλλοντικές μετρήσεις, δημογραφικά



Εικόνα 2.2: Το τμήμα του σχήματος του SustainGraph που αφορά τους Δείκτες.

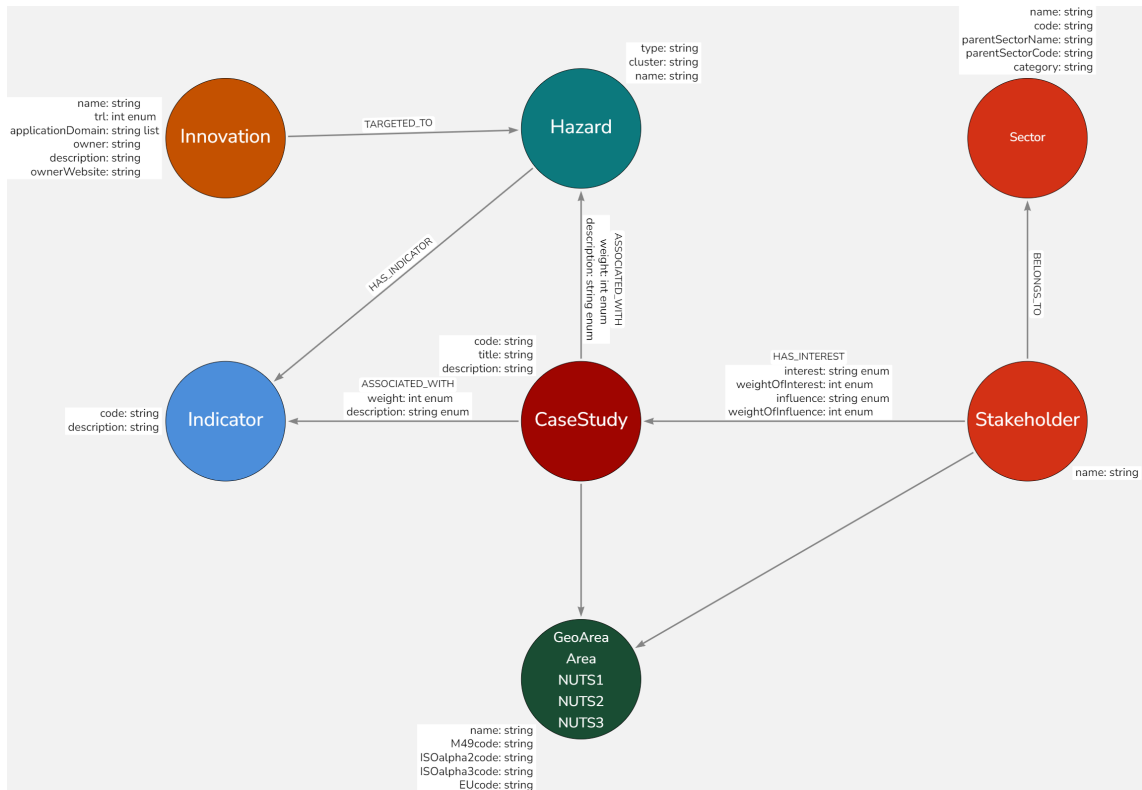
στοιχεία). Στόχος είναι να βοηθηθούν οι διεπιστημονικοί ερευνητές να πραγματοποιήσουν ανάλυση σε ένα συνδυασμένο σύνολο δεδομένων, λαμβάνοντας υπόψη τόσο τους δείκτες ΣΒΑ όσο και τους Δείκτες τρίτων. Αυτό εφαρμόζεται κυρίως στην προβλεπόμενη ανάλυση στο πλαίσιο Μελετών Περίπτωσης (Case Studies), ιδίως σε περιπτώσεις όπου, εκτός από τους Δείκτες ΣΒΑ, απαιτούνται και άλλοι Δείκτες για την κατάλληλη τροφοδότηση των μοντέλων που αναπτύσσονται για τα εξεταζόμενα κοινωνικοπεριβαλλοντικά ή κοινωνικοοικολογικά συστήματα. Η πηγή του Δείκτη (π.χ. προέρχεται από τους ΣΒΑ του ΟΗΕ, τους ΣΒΑ της ΕΕ ή από τρίτη πηγή) προσδιορίζεται στην ομώνυμη οντότητα.

Το SustainGraph δίνει έμφαση στη δυνατότητα δήλωσης σχέσεων μεταξύ Δεικτών. Για παράδειγμα, αυτό ισχύει στην περίπτωση των δεικτών ΣΒΑ της ΕΕ, όπου ένας Δείκτης της ΕΕ μπορεί να είναι παρόμοιος με, μέρος ενός ή ταυτόσημος με έναν Δείκτη ΣΒΑ του ΟΗΕ. Παρόμοιες σχέσεις μπορούν να δηλωθούν μεταξύ Δεικτών ΣΒΑ του ΟΗΕ ή της ΕΕ και Δεικτών που προέρχονται από τρίτες πηγές. Με τον τρόπο αυτό, αναπαρίστανται οι σχέσεις μεταξύ Δεικτών που παρακολουθούνται από διαφορετικά πλαίσια παρακολούθησης, επιτρέποντας τη διασύνδεση και τη διαλειτουργικότητα των δεδομένων. Επιπλέον, προστίθεται μια σχέση όπου κάθε Δείκτης ΣΒΑ της ΕΕ μπορεί να συμβάλει σε έναν συγκεκριμένο Στόχο Πολιτικής (Policy Target) που ορίζεται σε επίπεδο ΕΕ. Μια άποψη αυτού του μέρους των προδιαγραφών στο SustainGraph απεικονίζεται στην εικόνα 2.2

Ένα άλλο σημαντικό σύνολο οντοτήτων που εκπροσωπούνται στο SustainGraph σχετίζεται με την εφαρμογή Μελετών Περίπτωσης (Case Studies) σε όλη την Ευρώπη για την ανάπτυξη ανθεκτικών στο κλίμα περιοχών μέσω της υιοθέτησης συστημικών λύσεων και καινοτομιών. Οι οντότητες αυτές αφορούν τις Μελέτες Περίπτωσης, τους σχετιζόμενους με το κλίμα Κινδύνους (Hazards) που στοχεύουν να αντιμετωπίσουν και τις Καινοτομίες (Innovations) που μπορούν να υιοθετηθούν και να εφαρμοστούν σε κάθε Μελέτη Περίπτωσης. Για κάθε Μελέτη εξετάζονται πληροφορίες σχετικά με μια σύντομη περιγραφή των κύριων προ-

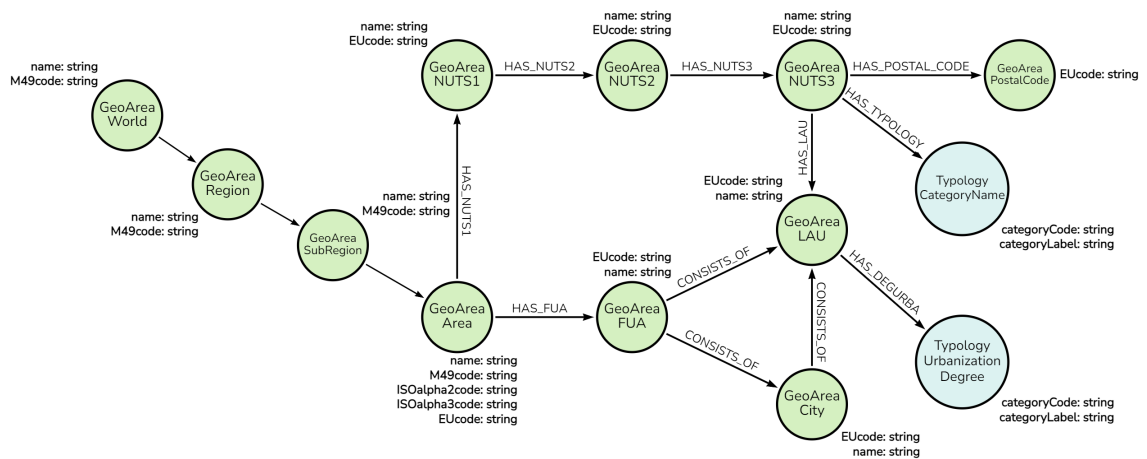
κλήσεων, των δράσεων και των προβλεπόμενων επιπτώσεων, το σύνολο των Ενδιαφερομένων Μερών που εμπλέκονται στη Μελέτη Περίπτωσης και τη γεωγραφική περιοχή εφαρμογής (GeoArea). Κάθε Μελέτη συνδέεται με τους ΣΒΑ, τους στόχους και τους δείκτες των ΣΒΑ, ενώ περιλαμβάνει επίσης πληροφορίες για δείκτες που ορίζονται από τρίτες πηγές δεδομένων. Οι πληροφορίες αυτές μπορεί να παρέχονται από υποδομές παρακολούθησης που παρέχονται στο πλαίσιο της μελέτης περίπτωσης (π.χ. κόμβοι του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT), δορυφορικές εικόνες, δεδομένα που προέρχονται από πλατφόρμες επιστήμης των πολιτών) ή να διατίθενται από άλλες πρωτοβουλίες ή πλαίσια παρακολούθησης (π.χ. δείκτης ευτυχίας, δείκτης αντίληψης της διαφθοράς). Για τους κινδύνους που σχετίζονται με το κλίμα, αξιοποιείται την ταξινόμηση των κινδύνων που παρέχει ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος για την παρακολούθηση των μεταβαλλόμενων κλιματικών κινδύνων της Ευρώπης [24]. Διατίθενται 32 δείκτες κλιματικών κινδύνων, οργανωμένοι σύμφωνα με 16 κατηγορίες κινδύνων, οι οποίοι ομαδοποιούνται σε έξι κύριους τύπους (ζέστη και κρύο, υγρασία και ξηρασία, άνεμος, χιόνι και πάγος, παράκτιες περιοχές, ανοικτός ωκεανός) [24]. Η οντότητα της Καινοτομίας αντιπροσωπεύει καινοτόμες λύσεις που αναπτύσσονται για την υποστήριξη μέτρων προσαρμογής και μετριασμού της κλιματικής αλλαγής. Κάθε Καινοτομία συνδέεται με συγκεκριμένους Κινδύνους που σχετίζονται με το κλίμα και είναι εφαρμόσιμη σε συγκεκριμένους τομείς εφαρμογής. Διατίθενται πληροφορίες σχετικά με τον ιδιοκτήτη της Καινοτομίας και το Επίπεδο Τεχνολογικής Ετοιμότητας (Technological Readiness Level ή ΕΤΕ) [25]. Τα ΕΤΕ είναι μια μέθοδος εκτίμησης της ωριμότητας των τεχνολογιών. Οι τιμές τους κυμαίνονται από 1 έως 9, όπου το πρώτο επίπεδο αντιπροσωπεύει ένα σύστημα στο οποίο τηρούνται οι βασικές αρχές, ενώ το ένατο επίπεδο αντιπροσωπεύει ένα πραγματικό σύστημα που έχει αποδειχθεί σε επιχειρησιακό περιβάλλον. Μια άποψη αυτού του μέρους των προδιαγραφών στο SustainGraph απεικονίζεται στην εικόνα 2.3.

Τέλος, δίνεται προσοχή στην κατάλληλη αναπαράσταση των χωρικών πληροφοριών στο SustainGraph υπό την οντότητα Γεωπεριοχή (GeoArea) που αναφέρεται σε μια συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή (π.χ. ήπειρος, χώρα, πόλη, περιοχή). Οι χωρικές πληροφορίες εφαρμόζονται σχεδόν σε όλες τις οντότητες που συμπεριλαμβάνονται στο SustainGraph, δεδομένης της σημασίας που έχει η υποστήριξη υψηλής χωρικής ανάλυσης των συλλεγόμενων δεδομένων. Προς την επίτευξη αυτού, τηρείται ένας ιεραρχικός τρόπος δήλωσης των πληροφοριών που σχετίζονται με τη θέση των διαφόρων οντοτήτων. Ακολουθώντας τη διαίρεση που προβλέπεται στο πρότυπο M49 από τη Διεύθυνση Στατιστικής της Γραμματείας των Ηνωμένων Εθνών, οι γεωγραφικές περιφέρειες (Regions) βασίζονται σε ηπειρωτικές περιφέρειες που υποδιαιρούνται περαιτέρω σε υποπεριφέρειες (Sub-regions). Κάθε υποπεριφέρεια μπορεί να αναφέρεται σε μία ή περισσότερες γεωπεριοχές, όπου κάθε γεωπεριοχή αναφέρεται σε μια συγκεκριμένη χώρα. Οι κωδικοί χωρών υποστηρίζονται με βάση τόσο το διεθνές πρότυπο ISO 3166-1 για την αναπαράσταση των ονομάτων των χωρών και των υποδιαιρέσεών τους, όσο και τους τυποποιημένους κωδικούς χώρας ή περιοχής M49 για στατιστική χρήση από το Τμήμα Στατιστικής της Γραμματείας των Ηνωμένων Εθνών. Επιπλέον, για τις χώρες της ΕΕ, εισάγεται η ταξινόμηση NUTS (Nomenclature of territorial units for statistics) που παρέχει η Eurostat. Με βάση την ταξινόμηση NUTS, μια γεωπεριοχή μπορεί να διαιρεθεί σε μικρότερες περιοχές στα επίπεδα NUTS 1, 2 και 3. Το επίπεδο NUTS 1 αναφέρεται σε μεγάλες κοινωνικοοικονομικές περιφέρειες, το επίπεδο NUTS 2 σε βασικές περιφέρειες για



Εικόνα 2.3: Το τμήμα του σχήματος του SustainGraph που αφορά τους Δείκτες.

την εφαρμογή περιφερειακών πολιτικών και το επίπεδο NUTS 3 σε μικρές περιφέρειες για ειδικές διαγνώσεις. Η άποψη του SustainGraph που αφορά τις Γεωπεριοχές, περιέχεται στην εικόνα 2.4.



Εικόνα 2.4: Το τμήμα του σχήματος του SustainGraph που αφορά την οντότητα της Γεωπεριοχής (GeoArea).

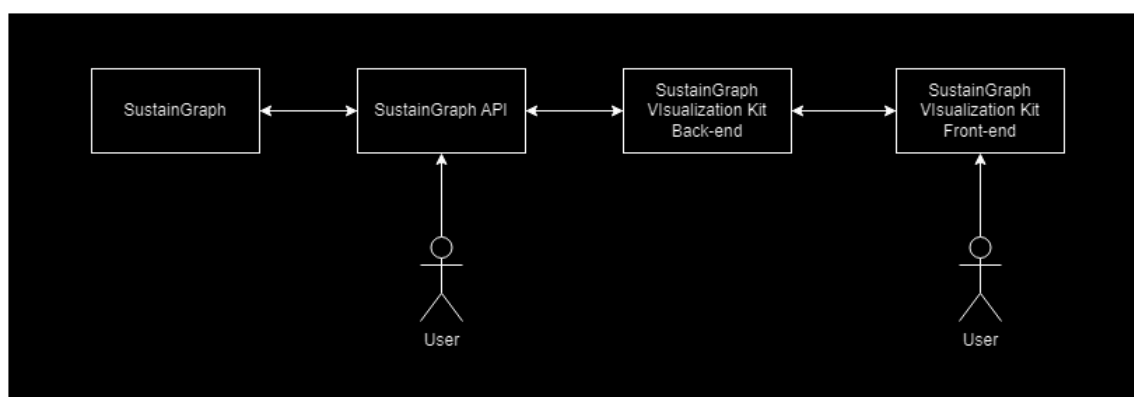


## Κεφάλαιο 3

### Περιγραφή υλοποίησης

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζεται μια επισκόπηση της υλοποίησης που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια αυτής της εργασίας. Θα περιγραφούν τα συστήματα που υπήρχαν ήδη και οι τρόποι με τους οποίους επεκτάθηκαν προς την επίτευξη του σκοπού της εργασίας. Θα γίνει επίσης αναφορά στις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται σε κάθε τμήμα του συστήματος, καθώς και των μεταξύ τους σχέσεων.

Η παρούσα εργασία στηρίχθηκε στον ήδη σχεδιασμένο και υλοποιημένο γράφο του SustainGraph και των συστημάτων που είχαν χτιστεί γύρω από αυτό, τα οποία απεικονίζονται στο διάγραμμα της εικόνας 3.1. Στα πλαίσια της εργασίας επεκτάθηκαν και εμπλουτίστηκαν τα προϋπάρχοντα συστήματα, η ανάλυση των οποίων ακολουθεί.



Εικόνα 3.1: Διάγραμμα συστατικών στοιχείων των συστημάτων του SustainGraph.

Το πρώτο σύστημα είναι εκείνο που περιέχει τον ίδιο τον γράφο, το SustainGraph. Το SustainGraph είναι δομημένο πάνω σε ένα σύστημα διαχείρισης βάσεων δεδομένων προσαρμοσμένο προς δεδομένα γράφου, καλούμενο Neo4j[26]. Είναι το σύστημα που περιέχει όλη την πληροφορία για τις οντότητες, τα χαρακτηριστικά τους και τις σχέσεις που τις ενώνουν. Είναι επίσης το μόνο σύστημα το οποίο δεν εμπλουτίστηκε στα πλαίσια αυτής της εργασίας, και αποτέλεσε την πρώτη ύλη για την δόμηση των υπολοίπων συστημάτων.

Ακολουθεί η Διεπαφή Προγραμματισμού Εφαρμογής (API) του SustainGraph. Αυτό το στοιχείο αποτελεί τον διαύλο επικοινωνίας της βάσης δεδομένων με το ευρύ κοινό, καθώς και με τα υπόλοιπα συστήματα. Είναι στηριγμένο στο εργαλείο Flask[27] της προγραμματιστικής γλώσσας Python[28], το οποίο εξειδικεύεται στην διαχείριση ερωτημάτων του πρωτοκόλλου HTTP. Η επέκταση αυτού του συστήματος ήταν επικεντρωμένη στην αναλυτική

καταγραφή των προδιαγραφών του συστήματος, και των ερωτημάτων τα οποία δύναται να απαντήσει, χρησιμοποιώντας το πρότυπο Swagger[29]. Συγκεκριμένα, η καταγραφή αφορά την σημασιολογική και μορφολογική περιγραφή των δεδομένων εισόδου και εξόδου για κάθε ένα από τα ερωτήματα που υποστηρίζει το σύστημα. Στη συνέχεια, οι προδιαγραφές αυτές τροφοδοτήθηκαν σε ένα σύστημα δημιουργίας μιας γραφικής διεπαφής που αποσκοπεί στην οργανωμένη και διαδραστική παρουσίαση των δυνατοτήτων του συστήματος.

Τα επόμενα δύο συστήματα είναι στενά συνδεδεμένα ως κομμάτια μιας ενιαίας οντότητας, του Συστήματος Απεικόνισης του SustainGraph (SustainGraph Visualization Kit). Το οπίσθιο τμήμα του Συστήματος Απεικόνισης, αναλαμβάνει την επικοινωνία μεταξύ της Διεπαφής Προγραμματισμού, και του εμπρόσθιου τμήματος. Από άποψη αρχιτεκτονικής, είναι όμοιο με την Διεπαφή Προγραμματισμού, αξιοποιώντας την Flask για την διαχείριση των αιτημάτων για πληροφορία που πραγματοποιεί το εμπρόσθιο τμήμα, και συνθέτοντας τα απαραίτητα δεδομένα με ξεχωριστά αιτήματα στην Διεπαφή Προγραμματισμού.

Το τελευταίο στοιχείο είναι το εμπρόσθιο τμήμα του Συστήματος Απεικόνισης του SustainGraph. Η αρμοδιότητα αυτού του τμήματος είναι η παραγωγή μιας οργανωμένης και επεξηγηματικής γραφικής διεπαφής, η οποία παρουσιάζει συγκεκριμένες όψεις του SustainGraph στις οποίες εντοπίζεται το μεγαλύτερο ενδιαφέρον, και με διαφορετικούς τρόπους. Είναι το πιο ευρέως προσβάσιμο σημείο του SustainGraph, καθώς δεν απαιτεί καθόλου εξειδικευμένες γνώσεις από το χρήστη, και καθιστά τις πληροφορίες διαθέσιμες στο μέγιστο αριθμό ενδιαφερόντων. Το εμπρόσθιο τμήμα αξιοποιεί το σύστημα Vue.js[30] της Javascript το οποίο εξειδικεύεται στην δημιουργία δυναμικών και διαδραστικών διαδικτυακών εφαρμογών, σε συνεργασία με το σύνολο εργαλείων που παρέχει το Quasar[31], για την διευκόλυνση της υλοποίησης, και την βελτίωση της ανταποκρισιμότητας της εφαρμογής.

Η επέκταση των δύο τμημάτων του Συστήματος Απεικόνισης έγινε παράλληλα λόγω της στενής αλληλοεξάρτησής τους. Η κινητοποίηση πίσω από τις αλλαγές ήταν η δημιουργία καινούργιων, χρήσιμων και ευπαρουσίαστων όψεων για το εμπρόσθιο τμήμα, καθώς και ο ανασχεδιασμός ορισμένων ήδη υλοποιημένων όψεων, προς τη βελτίωση του περιεχομένου τους, της εμφάνισής τους και της ταχύτητάς τους. Για κάθε όψη που προστέθηκε στο εμπρόσθιο τμήμα, χρειάστηκε η προσθήκη ή τροποποίηση πολλαπλών ερωτημάτων στο οπίσθιο τμήμα, για να καταστεί δυνατή η σύνθεση των απαραίτητων δεδομένων προς παρουσίαση.

Συνολικά, το υλοποιητικό κομμάτι αυτής της εργασίας, ασχολείται με 3 από τα 4 συστήματα τα οποία δομούνται γύρω από το SustainGraph. Η επέκταση του κάθε τμήματος γίνεται με διαφορετικό σκοπό και διαφορετικά κριτήρια, αλλά εν τέλει όλα τα στοιχεία συνεισφέρουν στο τελικό αποτέλεσμα το οποίο γίνεται ευρέως διαθέσιμο τόσο μέσω του Συστήματος Απεικόνισης, όσο και της Διεπαφής Προγραμματισμού.



Μέρος 

**Πρακτικό Μέρος**

---



## Κεφάλαιο 4

### Swagger

---

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται η καταγραφή της διεπαφής προγραμματισμού της εφαρμογής, και η αναλυτική παρουσίαση της διαθέσιμης πληροφορίας και των δυνατών ερωτημάτων που υποστηρίζει η εφαρμογή μέσω μιας γραφικής διεπαφής.

Για την επίτευξη αυτών των στόχων χρησιμοποιήθηκαν οι προδιαγραφές OpenAPI ή Swagger[29], που καθορίζουν το σύστημα περιγραφής του σχήματος των οντοτήτων που σχετίζονται με τα ερωτήματα που μπορούν να τεθούν στο σύστημα, καθώς και τη μορφή και τις παραμέτρους των ίδιων των ερωτημάτων. Το εργαλείο αυτό επιτρέπει με προδιαγεγραμμένο τρόπο να καταγραφούν λεπτομέρειες για τα ερωτήματα πρωτοκόλλου HTTP τα οποία υποστηρίζει η εφαρμογή, και στη συνέχεια η περιγραφή αυτή μπορεί να αναπαρασταθεί γραφικά με την μορφή ιστοσελίδας.

Για την καταγραφή της προγραμματιστικής διεπαφής χρησιμοποιήθηκε η έκδοση 3.0.0 του Swagger. Στη συνέχεια, χρησιμοποιήθηκε η έκδοση 5.11.7 του swagger-ui[32] για την δημιουργία της γραφικής διεπαφής, σε συνδυασμό με πρόσθετο κώδικα[33] που επιτρέπει καλύτερη οργάνωση των ερωτημάτων σε εμφωλευμένες κατηγορίες.

Η καταγραφή των ερωτημάτων πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας το πρότυπο YAML[34], μέσω του οποίου καταγράφηκαν τόσο τα χαρακτηριστικά των ερωτημάτων, όσο και τα σχήματα των σχετικών οντοτήτων. Το πρότυπο παρέχει τη δυνατότητα για σύνθεση περίπλοκων σχημάτων χρησιμοποιώντας απλούστερα σχήματα. Έτσι, οι απλές οντότητες μπορούν να καταγραφούν αρχικά, και στη συνέχεια οι πιο εξειδικευμένες οντότητες, όπως η σχέση μεταξύ δύο οντοτήτων, να αξιοποιήσει τα ήδη υπάρχοντα σχήματα για την σύνθεση του αποτελέσματος. Πέραν της ευκολίας που παρέχει αυτό στην μοντελοποίηση πολύπλοκων οντοτήτων, δημιουργεί εμμέσως και μια εννοιολογική συσχέτιση μεταξύ των σχημάτων, καθώς τα παράγωγα σχήματα κληρονομούν κάποια από τα χαρακτηριστικά τους μέσω των συνθετικών τους συστατικών. Στην εικόνα 4.1 φαίνεται ένα παράδειγμα μοντελοποίησης 2 οντοτήτων, εκείνων της Σειράς (Series) και των Μεταδεδομένων Σειράς (SeriesMetadata). Η οντότητα της Σειράς περιέχει πολλαπλά Μεταδεδομένα, συνεπώς στα μοντέλα τους, το πρώτο σχήμα συντίθεται με χρήση του δεύτερου.

Τα σχήματα στην συνέχεια είναι χρήσιμα στον ορισμό των ερωτημάτων που υποστηρίζει η εφαρμογή. Η καταγραφή αυτή αφορά αιτήματα του πρωτοκόλλου HTTP, και στη συγκεκριμένη εφαρμογή κάνουν χρήση μόνο δύο εκ των μεθόδων του πρωτοκόλλου, την GET και την POST. Όλα τα αιτήματα αφορούν την ανάγνωση δεδομένων που περιέχει το SustainGraph, και δεν παρέχεται η δυνατότητα τροποποίησής τους μέσω της διεπαφής προγραμματισμο-

```

Series:
  type: object
  properties:
    code:
      type: string
      description: code of series
    dataProviderURL:
      type: string
      description: url of data provider
    description:
      type: string
      description: description of series
    seriesMetadata:
      type: array
      items:
        $ref: "#/components/schemas/SeriesMetadata"

SeriesMetadata:
  type: object
  properties:
    attributes:
      type: object
      properties:
        code:
          type: string
          description: attribute code
        description:
          type: string
          description: description of attribute
    dimensions:
      type: object
      properties:
        code:
          type: string
          description: dimensions code
        description:
          type: string
          description: description of dimensions

```

Εικόνα 4.1: Παράδειγμα μοντελοποίησης σχημάτων οντοτήτων με τις προδιαγραφές του Swagger

ύ. Κάθε είδος ερωτήματος πρέπει να απευθύνεται σε μια συγκεκριμένη διεύθυνση, και τα αιτήματα περιέχουν κάποιες υποχρεωτικές και κάποιες προαιρετικές παραμέτρους για τον προσδιορισμό της πληροφορίας που ζητείται. Στην εικόνα 4.2 φαίνονται τα μοντέλα δύο ερωτημάτων τα οποία βρίσκονται στην ίδια διεύθυνση, αλλά αντιστοιχούν σε δύο διαφορετικές μεθόδους. Είναι επίσης εμφανής ο τρόπος περιγραφής των παραμέτρων που δέχεται ένα ερώτημα, ενώ ταυτόχρονα γίνεται χρήση ενός από τα σχήματα των οντοτήτων που έχουν κατασκευαστεί ήδη, για την περιγραφή της μορφής των δεδομένων που επιστρέφει το ερώτημα.

Με αυτό τον τρόπο, για κάθε παράμετρο εισόδου, καθώς και για κάθε πεδίο στο σχήμα της απάντησης του ερωτήματος, μπορούν να προσδιοριστούν σημαντικές πληροφορίες όπως το είδος (αριθμός, κείμενο, κλπ.), μια περιγραφή της σημασιολογίας του πεδίου, καθώς επίσης και ένα παράδειγμα μιας ενδεικτικής τιμής που μπορεί να πάρει το πεδίο. Ως αποτέλεσμα, παράγεται μια εξαντλητική ανάλυση της μορφής που πρέπει να έχει ένα αίτημα, καθώς και της μορφής και της σημασιολογίας που θα περιέχει η απάντηση που θα παραχθεί.

## 4.1 Γραφική Διεπαφή του Swagger

Όλη η πληροφορία που καταγράφεται στο προηγούμενο κομμάτι αποτελεί την πρώτη ύλη από την οποία δομείται στην συνέχεια η γραφική διεπαφή του Swagger. Μέσω της χρήσης του swagger-ui, είναι δυνατή η ανάγνωση των προδιαγραφών και η κατασκευή μιας ιστοσελίδας που περιέχει όλη την παραπάνω πληροφορία με τρόπο οργανωμένο και αξιοποι-

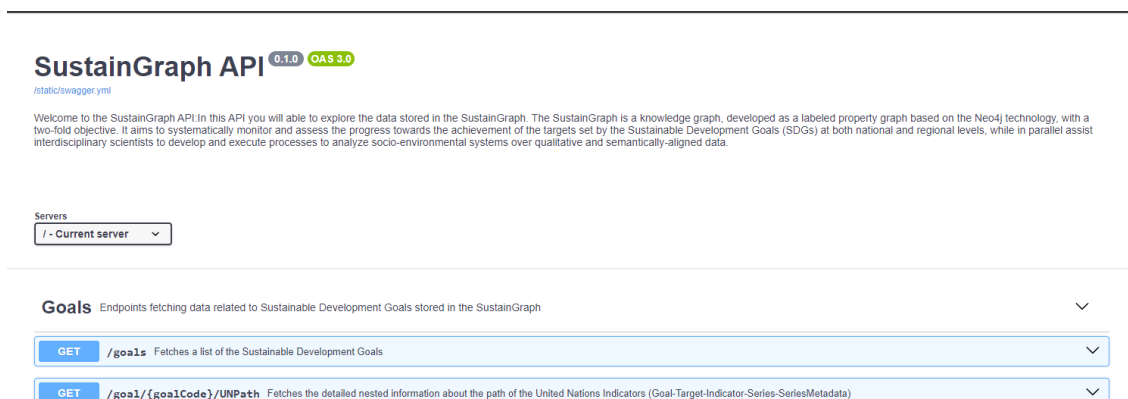
```

/indicators:
  get:
    Scan | Try it | Audit
    summary: Fetches a list of the Indicators stored in the SustainGraph, coming from the United Nations SDGs, the SDGs in the EU context and third-party sources
    tags:
      - Indicators
    responses:
      '200':
        description: A list with the Indicator's code, description and source
        content:
          application/json:
            schema:
              type: array
              items:
                $ref: "#/components/schemas/Indicator"
  post:
    Scan | Try it | Audit
    summary: Fetches a list of the Indicators based on the specified source and/or GeoAreas (At least one of them is required)
    tags:
      - Indicators
    requestBody:
      content:
        application/x-www-form-urlencoded:
          schema:
            type: object
            properties:
              source:
                type: string
                example: ""
                enum:
                  - UN_SDG
                  - EU_SDG
                  - TPS
              geoAreas:
                description: the GeoArea's code(s) (#49,EU(provided by Eurostat),ISOalpha2,ISOalpha3 code)
                type: array
                items:
                  type: string
                  example: ""
            encoding:
              geoAreas:
                explode: true
                style: form
    responses:
      '200':
        description: A filtered list of the Indicators
        content:
          application/json:
            schema:
              type: array
              items:
                $ref: "#/components/schemas/Indicator"

```

Εικόνα 4.2: Παράδειγμα μοντελοποίησης ερωτημάτων με τις προδιαγραφές του Swagger

ήσιμο. Κάθε είδος ερωτήματος επισημαίνεται με κάποιες ετικέτες ανάλογα με την κατηγορία στην οποία ανήκει. Οι ετικέτες μπορούν να οργανωθούν ως προς την σειρά και ως προς την ιεραρχία, δημιουργώντας μια δομή δένδρου όπου οποιοδήποτε σημείο αντιπροσωπεύει μια κατηγορία και μπορεί να περιέχει τις προδιαγραφές των σχετικών ερωτημάτων. Στην εικόνα 4.4 απεικονίζεται η ιεραρχική σχέση μεταξύ ετικετών, και πώς αυτή παίρνει μορφή μέσα στην ιστοσελίδα της διεπαφής προγραμματισμού της εφαρμογής.



Εικόνα 4.3: Η ιστοσελίδα της γραφικής διεπαφής των προδιαγραφών του Swagger

Indicators		Endpoints fetching data related to the Indicators stored in the SustainGraph	▼
GET	/indicators	Fetches a list of the Indicators stored in the SustainGraph, coming from the United Nations SDGs, the SDGs in the EU context and third-party sources	▼
POST	/indicators	Fetches a list of the Indicators based on the specified source and/or GeoAreas (At least one of them is required)	▼
GET	/indicator/{indicatorCode}	Fetches detailed information of the specified Indicator including the Goal related, its Source, the GeoAreas where the Indicator has data, the Series and the SeriesMetadata, if included	▼
Series			>
Associated Indicators			>
EU Policy Targets			>
Multi Purpose Indicators			>

Εικόνα 4.4: Ιεραρχία των ετικέτων στις οποίες ανήκουν κάποια ερωτήματα

### 4.1.1 Πληροφορίες των ερωτημάτων

Ας εστιάσουμε στη συνέχεια στην πληροφορία που παρέχει η ιστοσελίδα στο χρήστη σχετικά με κάθε ερώτημα. Κάθε ερώτημα χαρακτηρίζεται από τη διεύθυνση στην οποία εντοπίζεται, καθώς και την μέθοδο του πρωτοκόλλου HTTP στην οποία απαντάει. Στην εικόνα 4.5 φαίνεται η επικεφαλίδα του ερωτήματος που περιέχει τα παραπάνω στοιχεία, και από κάτω οι παράμετροι που δέχεται το ερώτημα. Οι παράμετροι χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: παράμετροι που περιέχονται στη διεύθυνση (path parameter) (εδώ goalCode) και είναι πάντα υποχρεωτικοί, και παράμετροι που ακολουθούν μετά από τη διεύθυνση (query parameter) και μπορεί να είναι προαιρετικοί. Κάτω από κάθε παράμετρο αναγράφεται ο τύπος τιμών που δέχεται και η περιγραφή της. Υπάρχει επίσης ένα πλαίσιο εισόδου, το οποίο στη συνέχεια θα μας επιτρέψει να πραγματοποιήσουμε ερωτήματα απευθείας μέσω της διεπαφής, χωρίς να χρειαστεί να συντάξουμε μόνοι μας τα ερωτήματα αφού διαβάσουμε τις πληροφορίες.

Συγκεκριμένα για αιτήματα τύπου POST, υπάρχει επιπλέον το σώμα του αιτήματος το οποίο συνήθως χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό πιο ογκώδων δεδομένων τα οποία δεν μπορούν να συμπεριληφθούν στη διεύθυνση. Στην εικόνα 4.6 δίνεται ένα παράδειγμα ενός σώματος αιτήματος, το οποίο περιέχει ένα πεδίο σε μορφή λίστας, που σημαίνει ότι το ερώτημα μπορεί να περιέχει από καμία εώς και πολλαπλές τιμές.

Στη συνέχεια, παρουσιάζεται το μοντέλο της απάντησης που επιστρέφει η εφαρμογή για ερωτήματα αυτού του τύπου. Η απάντηση περιέχει τον αριθμό κατάστασης της απάντησης και μια περιγραφή της σημασιολογίας και της δομής της απάντησης. Στο πλαίσιο που ακολουθεί, περιέχεται ένα παράδειγμα της μορφής που μπορεί να έχει η απάντηση, με τετριμμένες τιμές στα πεδία που περιέχει. Ενδεικτικά, κάθε αριθμητική τιμή θα έχει την τιμή 0, και κάθε κείμενο θα έχει την τιμή "string" στα παραδείγματα που παρέχονται, καθώς ο σκοπός τους είναι η δομική αναπαράσταση της απάντησης, και οι τιμές οι ίδιες δεν φέρουν κάποια σημασία. Ένα τέτοιο παράδειγμα φαίνεται στην εικόνα 4.7

Υπάρχει μια δεύτερη όψη της απάντησης, και αυτή έχει την μορφή σχήματος. Η όψη αυτή φαίνεται στην εικόνα 4.8, και πρόκειται για την ίδια απάντηση που απεικονίζει η εικόνα 4.7, θεωρούμενη από μια άλλη οπτική. Εδώ παρουσιάζεται με μεγαλύτερη λεπτομέρεια το σχήμα της απάντησης, και πώς αυτό προκύπτει από σύνθεση επιμέρους σχημάτων και απλούστερων πεδίων. Για καθένα από αυτά, υπάρχει η αντίστοιχη περιγραφή και ένα παράδειγμα, ώστε να υπάρχει επεξήγηση για την σημασιολογία κάθε στοιχείου της απάντησης,

**GET** /goal/{goalCode}/UNPath  
Fetches the detailed nested information about the path of the United Nations Indicators (Goal-Target-Indicator-Series-SeriesMetadata)

**Parameters** Try it out

Name	Description
<b>goalCode</b> * required number (path)	The Goal's code whose data is to be fetched
includeTargets boolean (query)	Includes up to Targets in the response
includeIndicators boolean (query)	Includes up to Targets and Indicators in the response (applicable only if includeTargets=true)
includeSeries boolean (query)	Includes up to Targets, Indicators and Series in the response (applicable only if includeTargets=true and includeIndicators=true)
includeSeriesMetadata boolean (query)	Includes up to Targets, Indicators, Series and SeriesMetadata in the response (applicable only if includeTargets=true, includeIndicators=true and includeSeries=true)

Εικόνα 4.5: Επισκόπηση ερωτήματος και παραμέτρων

πέρα από την δομή της.

## 4.2 Πραγματοποίηση αιτημάτων μέσα από τη διεπαφή

Η μεγαλύτερη ίσως αξία της γραφικής διεπαφής, είναι ότι πέρα από εξηγηματική, η πληροφορία που παρέχει είναι και άμεσα εφαρμόσιμη. Η σελίδα αυτή επιτρέπει την συμπλήρωση των πεδίων και την αποστολή ενός πραγματικού αιτήματος, για την απόκτηση της πληροφορίας που επιθυμείται. Αυτό σημαίνει ότι ακόμα και ένας απλός χρήστης που δεν κατέχει πρακτική γνώση του πρωτοκόλλου HTTP και της αποστολής αντίστοιχων αιτημάτων, μπορεί μέσω της διεπαφής άμεσα να αποκτήσει τα δεδομένα τα οποία αναζητάει. Ακόμα και για τους εξειδικευμένους χρήστες, για τους οποίους η σύνταξη ενός αιτήματος HTTP δεν θα παρουσίαζε μεγάλη δυσκολία, παραμένει μία σημαντική διευκόλυνση η δυνατότητα να πραγματοποιήσουν τα αιτήματα μέσα από το ίδιο περιβάλλον στο οποίο παρουσιάζεται η σημασιολογία τους, καθώς και η απαιτούμενη μορφή την οποία πρέπει να έχουν.

Μπορούμε να εξερευνήσουμε αυτή την λειτουργικότητα μέσα από ένα παράδειγμα, επιλέγοντας ένα από τα πιο σύνθετα ερωτήματα, καθώς και τα πιο σχετικά με το υπόλοιπο της εργασίας. Στην παρακάτω διεύθυνση μπορούμε να απευθύνουμε αιτήματα για την ανάγνω-

Εικόνα 4.6: Επισκόπηση σώματος του ερωτήματος για αιτήματα τύπου POST

ση πληροφορίας σχετικά με παρατηρήσεις που ανήκουν σε συγκεκριμένο δείκτη, σειρά και μεταδεδομένα. Έχοντας επιλέξει ήδη το κουμπί της δοκιμής, τα πλαίσια γίνονται διαθέσιμα στον χρήστη ώστε να μπορεί να συμπληρώσει τα στοιχεία για τα οποία ενδιαφέρεται. Στο συγκεκριμένο αίτημα, οι παράμετροι είναι οι εξής:

- **indicatorCode**: Ο κωδικός του δείκτη για τον οποίο θέλουμε να αναζητήσουμε παρατηρήσεις.
- **seriesCode**: Ο κωδικός της σειράς για την οποία θέλουμε να αναζητήσουμε παρατηρήσεις.
- **attributeCode**: Ένα από τα δύο αναγνωριστικά των μεταδεδομένων σειράς τα οποία μας ενδιαφέρουν.
- **dimensionCode**: Το δεύτερο αναγνωριστικό των μεταδεδομένων σειράς.
- **perPage**: Μια κοινή παράμετρος την οποία υποστηρίζουν πολλαπλά ερωτήματα. Σχετίζεται με την σελιδοποίηση, δηλαδή την κατάτμηση της απάντησης σε πολλαπλά τμήματα, για να περιοριστεί το μέγεθος της κάθε απάντησης. Η μεταβλητή αυτή δηλώνει το πλήθος που περιέχεται σε κάθε "σελίδα".
- **page**: Μια κοινή μεταβλητή που σχετίζεται με την σελιδοποίηση. Αντιπροσωπεύει τον αύξοντα αριθμό της σελίδας που θέλει ο χρήστης να φέρει με το συγκεκριμένο αίτημα.



**Responses**

Code	Description	Links
200	A list with the MPIndicator's code, description, source and the list of Goals at which is multi-purpose. The Date of Report refers to the date on which the EU indicator set report was published	No links

Media type

Controls Accept header.

Example Value | Schema

```
[
  {
    "code": "string",
    "description": "string",
    "source": "string",
    "dateOfReport": "2024-06-09",
    "goals": [
      {
        "code": "string",
        "title": "string",
        "description": "string"
      }
    ]
  }
]
```

Εικόνα 4.7: Αναπαράσταση απάντησης σε μορφή παραδείγματος

Η γραφική αναπαράσταση των εν λόγω παραμέτρων στην σελίδα φαίνεται στην εικόνα 4.9, όπου για λόγους ευκολίας του χρήστη, οι προσυμπληρωμένες τιμές των πεδίων είναι ρυθμισμένες ώστε να αντιστοιχούν σε αίτημα που πάντα φέρνει κάποια δεδομένα. Στη συνέχεια, εξετάζουμε τα δύο πεδία που περιέχονται στο σώμα του αιτήματος:

- **geoAreas**: Λίστα από κωδικούς που αντιστοιχούν στα GeoAreas για τα οποία θέλουμε να αναζητήσουμε δεδομένα
- **years**: Λίστα από έτη για τα οποία θέλουμε να αναζητήσουμε δεδομένα

Για τα δύο πεδία στο σώμα του παραδείγματος, αν μείνουν κενά, θα επιστραφούν όλα τα δεδομένα που υπάρχουν. Αν ωστόσο δοθεί τιμή, θα επιστραφούν όλες οι τιμές που υπάρχουν για κάθε συνδυασμό τοποθεσιών και ετών που δόθηκαν. Τα συμπληρωμένα πεδία φαίνονται στην εικόνα 4.10, όπου έχουμε δώσει μία τιμή στο καθένα, και συνεπώς περιμένουμε να λάβουμε ένα μόνο στοιχείο στην απάντηση (αν υπάρχει).

Πατώντας το κουμπί εκτέλεσης αιτήματος, εμφανίζεται ένα καινούργιο πλαίσιο, το οποίο περιέχει λεπτομέρειες σχετικά με το πραγματικό αίτημα που στάλθηκε, όπως την ακριβή διεύθυνση, καθώς και την εντολή που μπορεί να το αναπαράγει στο τερματικό του υπολογιστή. Επίσης, περιέχεται η πραγματική απάντηση η οποία αντιστοιχεί στο ερώτημα που τέθηκε. Τα στοιχεία αυτά φαίνονται στην εικόνα 4.11.

Με μία ανακατανομή της σειράς των στοιχείων στην πραγματική απάντηση, μπορούμε να διαπιστώσουμε ότι πράγματι έχει ίδια δομή με το παράδειγμα που δίνει ενδεικτικά η σελίδα.

**Responses**

Code	Description	Links
200	A list with the MPIndicator's code, description, source and the list of Goals at which is multi-purpose. The Date of Report refers to the date on which the EU indicator set report was published	No links

Media type  

Controls Accept header.

Example Value | Schema

```

{
  "code": "string",
  "description": "code name of indicator",
  "source": "Source string",
  "dateOfReport": "string($date)",
  "goals": [
    {
      "code": "string",
      "title": "string",
      "description": "string"
    }
  ]
}

```

Εικόνα 4.8: Αναπαράσταση απάντησης σε μορφή σχήματος

Έτσι μπορούμε να εξάγουμε την μορφή και το είδος της απάντησης χωρίς να χρειαστεί να κάνουμε κάποιο πραγματικό αίτημα και να βγάλουμε συμπεράσματα. Η σύγκριση των δύο απαντήσεων φαίνεται στην εικόνα 4.12.

Στο παραπάνω παράδειγμα, ορίσαμε ένα GeoArea και ένα έτος, οπότε υπήρχε μόνο ένας συνδυασμός, και συνεπώς η απάντηση περιείχε μόνο μία παρατήρηση. Μπορούμε να αφαιρέσουμε τις τιμές των παραμέτρων για να δούμε περισσότερα δεδομένα χωρίς να εφαρμόζουμε τόσο περιοριστικά φίλτρα. Το αποτέλεσμα είναι μια απάντηση που περιέχει 10 στοιχεία, τα οποία ωστόσο δεν είναι όλα τα στοιχεία που αντιστοιχούν στα φίλτρα που επιλέξαμε.

Αυτό οφείλεται στη σελιδοποίηση που εφαρμόζεται σε πολλά από τα ερωτήματα τα οποία έχουν τη δυνατότητα να επιστρέφουν ογκώδεις απαντήσεις. Όπως αναφέραμε και νωρίτερα, τα ερωτήματα που υποστηρίζουν σελιδοποίηση, περιέχουν 2 παραμέτρους, τον αριθμό σελίδας, και τα στοιχεία ανά σελίδα. Αντιστοίχως, αυτά τα ερωτήματα περιέχουν δύο επιπλέον πεδία στην απάντησή τους που σχετίζονται με την σελιδοποίηση. Τα στοιχεία αυτά είναι τα συνολικά στοιχεία (totalElements) και οι συνολικές σελίδες (totalPages). Στο συγκεκριμένο

POST

^

**/observations/indicator/{indicatorCode}/series/{seriesCode}/attributeCode/{attributeCode}/dimensionCode/{dimensionCode}**

Fetches the observations of the specified Indicator, Series and SeriesMetadata and for all or the specified GeoAreas and years with available data

Cancel

**Parameters**

Name	Description
<b>indicatorCode</b> * required string (path)	The Indicator's code whose data is to be fetched <input style="width: 100%;" type="text" value="4.3.1"/>
<b>seriesCode</b> * required string (path)	The Serie's code whose data is to be fetched <input style="width: 100%;" type="text" value="SE_ADT_EDUCTRN"/>
<b>attributeCode</b> * required string (path)	The SeriesMetadata attribute's code whose data is to be fetched <input style="width: 100%;" type="text" value="E PERCENT"/>
<b>dimensionCode</b> * required string (path)	The SeriesMetadata dimension's code whose data is to be fetched <input style="width: 100%;" type="text" value="MALE 55-64 G"/>
page number (query)	The page's number <input style="width: 100%;" type="text" value="1"/>
perPage number (query)	Number of items per page <input style="width: 100%;" type="text" value="1"/>

Εικόνα 4.9: Τα πλαίσια εισαγωγής των παραμέτρων του ερωτήματος

παράδειγμα, όπως βλέπουμε στην εικόνα 4.13, η απάντηση περιείχε μόνο 10 στοιχεία γιατί αυτή η τιμή είχε δοθεί στην παράμετρο στοιχείων ανά σελίδα. Το πεδίο των συνολικών στοιχείων υποδεικνύει ότι στην πραγματικότητα το ερώτημα που κάναμε αντιστοιχεί σε απάντηση 543 στοιχείων, τα οποία με το τωρινό μέγεθος σελίδας ίσο με 10, θα χρειαστούν 55 αιτήματα για να επιστραφούν στην πληρότητά τους.

The image shows a Swagger UI interface for editing a request body. At the top, it says "Request body" and has a dropdown menu set to "application/x-www-form-urlencoded". Below this, there are two main sections for defining array parameters:

- geoAreas**: Described as "the GeoArea's code (M49, EU(provided by Eurostat), ISOalpha2, ISOalpha3 code)". It is an array type. There is a text input field, a small box containing a hyphen "-", and a button labeled "Add string item". Below the input is a checkbox labeled "Send empty value".
- years**: Described as "the year(s)". It is an array type. There is a text input field, a small box containing a hyphen "-", and a button labeled "Add number item". Below the input is a checkbox labeled "Send empty value".

At the bottom of the interface is a large blue button labeled "Execute".

Εικόνα 4.10: Τα πλαίσια εισαγωγής των στοιχείων σώματος του ερωτήματος

**Responses**

**Curl**

```
curl -X 'POST' \
'http://localhost:5000/observations/indicator/4.3.1/series/SE_ADT_EDUCTRN/attributeCode/E%7CPERCENT/dimensionCode/MALE%7C55-64%7CG?page=1&perPage=100' \
-H 'accept: application/json' \
-H 'Content-Type: application/x-www-form-urlencoded' \
-d 'geoAreas=EL&years=2007'
```

**Request URL**

```
http://localhost:5000/observations/indicator/4.3.1/series/SE_ADT_EDUCTRN/attributeCode/E%7CPERCENT/dimensionCode/MALE%7C55-64%7CG?page=1&perPage=100
```

**Server response**

Code	Details
200	<p><b>Response body</b></p> <pre>{   "data": {     "code": "4.3.1",     "description": "Participation rate of youth and adults in formal and non-formal education and training in the previous 12 months, by sex",     "geoArea": [       {         "EUcode": "EL",         "ISOalpha2code": "GR",         "ISOalpha3code": "GRC",         "M49code": "300",         "labels": [           "GeoArea",           "Area"         ],         "name": "Greece",         "observations": [           {             "date": "2007-01-01",             "value": 0.2           }         ]       }     ],     "series": {       "code": "SE_ADT_EDUCTRN",       "description": "Participation rate in formal and non-formal education and training, by sex (%)"     }   } }</pre> <p>Download</p>

Εικόνα 4.11: Το πλαίσιο πραγματικής απάντησης του ερωτήματος

```

1  {
2    "page": 1,
3    "perPage": 100,
4    "totalElements": 1,
5    "totalPages": 1,
6    "data": {
7      "code": "4.3.1",
8      "description": "Participation rate of youth and adults in formal and non-formal education and training in the previous 12 months, by sex",
9      "geoArea": [
10       {
11         "Eucode": "EL",
12         "ISOalpha2code": "GR",
13         "ISOalpha3code": "GRC",
14         "M49code": "300",
15         "labels": [
16           "GeoArea",
17           "Area"
18         ],
19         "name": "Greece",
20         "observations": [
21           {
22             "date": "2007-01-01",
23             "value": 0.2
24           }
25         ]
26       }
27     ],
28     "series": {
29       "code": "SE_ADT_EDUCTRN",
30       "description": "Participation rate in formal and non-formal education and training, by sex (%)"
31     },
32     "seriesMetadata": {
33       "attributes": {
34         "code": "EI PERCENT",
35         "description": "Estimated data|Percentage"
36       },
37       "dimensions": {
38         "code": "MALE|55-64|G",
39         "description": "Male|55 to 64 years old|Global"
40       }
41     },
42     "source": "UN_SDG"
43   }
44 }

```

```

1  {
2    "page": 1,
3    "perPage": 10,
4    "totalElements": 0,
5    "totalPages": 1,
6    "data": {
7      "code": "string",
8      "description": "string",
9      "geoArea": [
10       {
11         "Eucode": "string",
12         "ISOalpha2code": "string",
13         "ISOalpha3code": "string",
14         "M49code": "string",
15         "name": "string",
16         "labels": [
17           "string"
18         ],
19         "observations": [
20           {
21             "date": "2024-06-09",
22             "value": 0
23           }
24         ]
25       }
26     ],
27     "series": {
28       "code": "string",
29       "description": "string"
30     },
31     "seriesMetadata": {
32       "attributes": {
33         "code": "string",
34         "description": "string"
35       },
36       "dimensions": {
37         "code": "string",
38         "description": "string"
39       }
40     },
41     "source": "string"
42   }
43 }

```

Εικόνα 4.12: Η πραγματική απάντηση στο ερώτημα (αριστερά) και το παράδειγμα που περιέχει η σελίδα (δεξιά)

```

},
"page": 1,
"perPage": 10,
"totalElements": 543,
"totalPages": 55

```

Εικόνα 4.13: Τα πεδία σελιδοποίησης που περιέχει η απάντηση του ερωτήματος

## Κεφάλαιο 5

### Visualization Kit

---

Στο κεφάλαιο περιγράφεται ο σχεδιασμός και η υλοποίηση των όψεων που προστέθηκαν στο visualization kit. Η υλοποίηση αυτή στηρίζεται στο προηγούμενο σύστημα, και στον κατάλληλο συνδυασμό και παραμετροποίηση των ερωτημάτων που έχουν οριστεί, για την σύνθεση των δεδομένων που είναι απαραίτητα για την δημιουργία των γραφημάτων.

Υπό αυτό το πρίσμα, γίνεται εμφανές πως η υλοποίηση του Swagger είναι καταλυτικής σημασίας σε μία τέτοια προσπάθεια. Καθώς η κατανόηση των διαθέσιμων μορφών επικοινωνίας με την εφαρμογή, και της μορφολογίας και σημασιολογίας των δεδομένων εισόδου αλλά και εξόδου, καθίσταται πολύ πιο εύκολη και απρόσκοπτη, υποβοηθούμενη από τις αναλυτικές επεξηγήσεις, τα διαθέσιμα παραδείγματα, και την δυνατότητα πειραματισμού εντός της εφαρμογής.

Μεγάλη βαρύτητα δόθηκε σε όψεις που αφορούν τους δείκτες που είναι ορισμένοι τόσο από τον Οργανισμό Ηνωμένων Εθνών, όσο και από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Οι δείκτες παρουσιάζουν πολλούς τομείς ενδιαφέροντος και συνεπώς υπάρχουν πολλαπλές όψεις οι οποίες εξερευνούν διαφορετικές μεμονωμένες ή συγκριτικές θεωρήσεις τους.

#### 5.1 Εξέλιξη των Δεικτών

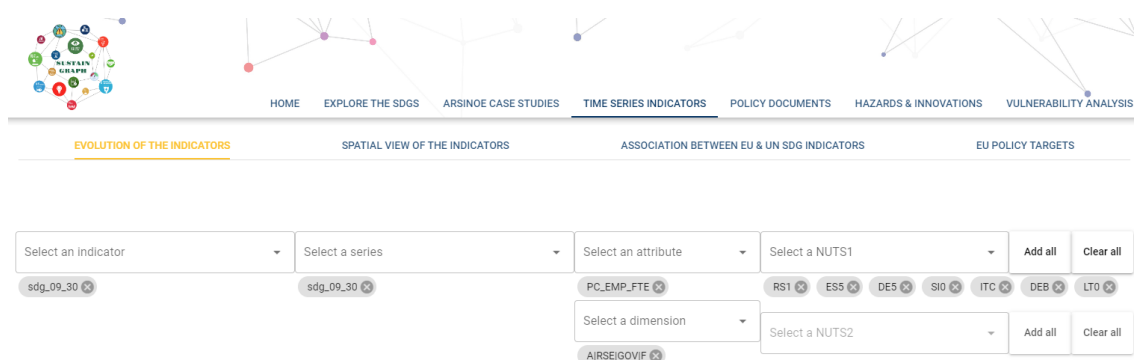
Η πρώτη όψη που θα εξεταστεί είναι αυτή της Εξέλιξης των Δεικτών (Evolution of the Indicators). Η όψη αυτή δίνει την δυνατότητα στον χρήστη να εστιάσει στην **χρονική** διάσταση της εξέλιξης ενός δείκτη, περιορίζοντας τα αποτελέσματα είτε σε ένα μεμονωμένο, είτε σε μια ομάδα επιλεγμένων GeoAreas.

Στην κορυφή της σελίδας, υπάρχει η περιοχή που περιέχει τα φίλτρα που πρέπει να συμπληρωθούν. Η περιοχή αυτή απεικονίζεται στην εικόνα 5.1, και περιέχει φίλτρα σε 4 κατηγορίες:

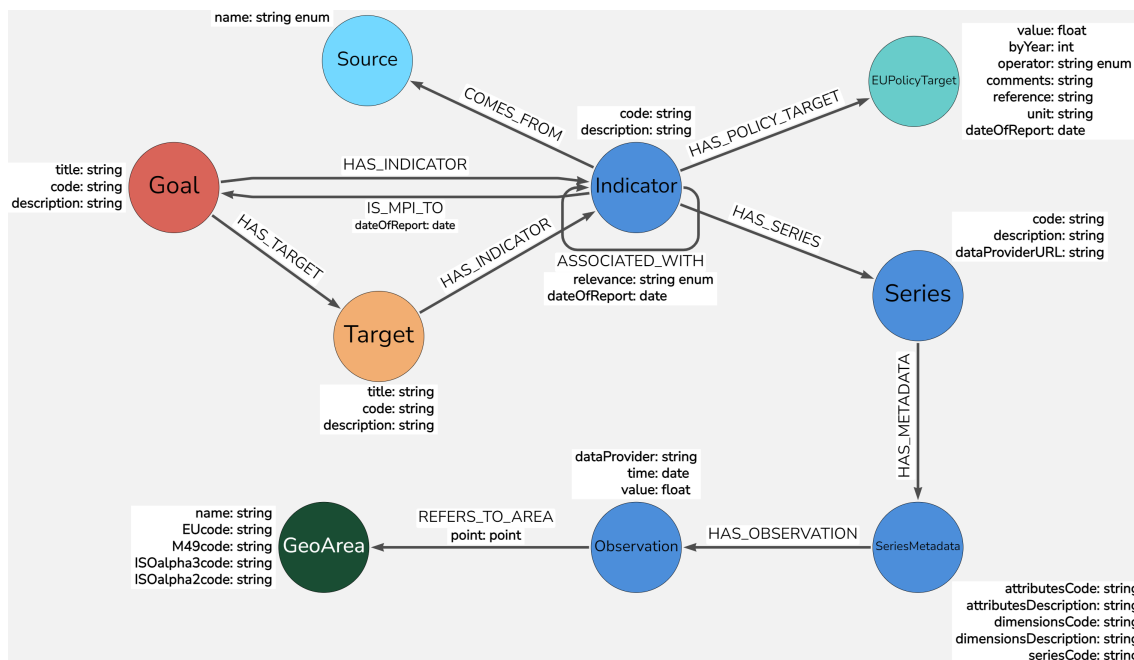
- Επιλογή Δείκτη
- Επιλογή Σειράς
- Επιλογή Μεταδεδομένων Σειράς. Αυτή η κατηγορία περιέχει 2 φίλτρα, και πρέπει να συμπληρωθούν και τα δύο για να μπορέσουν να παραχθούν αποτελέσματα. Το πρώτο αφορά το Χαρακτηριστικό, και το δεύτερο την Διάσταση των Μεταδεδομένων.

- Επιλογή GeoArea. Αυτή η κατηγορία περιέχει μεταβλητό αριθμό φίλτρων. Συγκεκριμένα, έχει ένα φίλτρο για κάθε είδος GeoArea που περιέχει δεδομένα για τον συνδυασμό των ήδη επιλεγμένων φίλτρων.

Κάθε κατηγορία εμφανίζεται μόνο όταν έχουν συμπληρωθεί όλες οι προηγούμενες της, έτσι ώστε σε κάθε επίπεδο, να είναι διαθέσιμες μόνο οι επιλογές για τις οποίες υπάρχουν δεδομένα, χωρίς να χρειαστεί να εξερευνηθούν οι ακατάλληλοι συνδυασμοί. Η διαδικασία αυτή ακολουθεί πιστά και καθορίζεται από την μορφή του αντίστοιχου τμήματος του γράφου που διασχίζει ο χρήστης καθώς συμπληρώνει τα στοιχεία. Αν εξετάσει κανείς τον δεξιό κλάδο του τμήματος του SustainGraph που απεικονίζεται στην εικόνα 5.2, θα διαπιστώσει ότι η διαδρομή που ξεκινάει από τον δείκτη και καταλήγει στις παρατηρήσεις είναι σχεδόν ταυτόσημη με τη διαδρομή που ακολουθεί ο χρήστης μέσα από τα φίλτρα.



Εικόνα 5.1: Τα φίλτρα στη σελίδα Εξέλιξη των Δεικτών



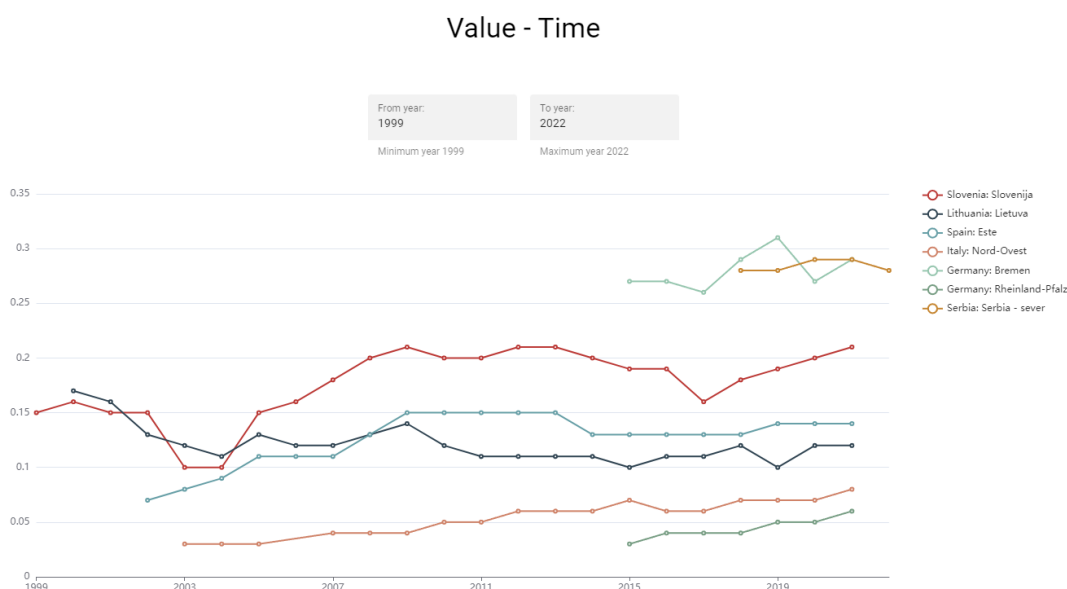
Εικόνα 5.2: Το τμήμα του SustainGraph που σχετίζεται άμεσα με τους Δείκτες

Στα φίλτρα επιλογής GeoArea είναι δυνατή η επιλογή πολλαπλών περιοχών για συγκριτική παρουσίαση της εξέλιξής τους, αλλά οι επιλεγμένες περιοχές πρέπει να ανήκουν πάντα



στην ίδια κατηγορία, πχ. δεν μπορεί να συγκριθεί μια πόλη με μια χώρα. Έχοντας συμπληρώσει όλα τα απαραίτητα φίλτρα, εμφανίζονται τα αποτελέσματα στη μορφή δύο γραφημάτων.

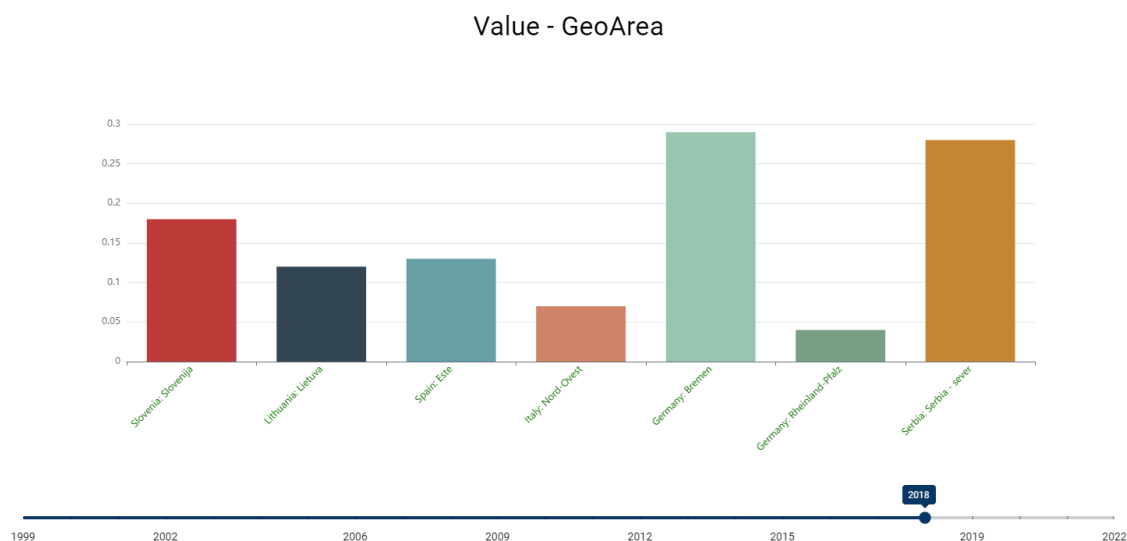
## R&D Personnel By Sector



Εικόνα 5.3: Γραμμικό διάγραμμα της τιμής του δείκτη ως συνάρτηση του χρόνου, για κάθε επιλεγμένη περιοχή

Το πρώτο γράφημα, το οποίο φαίνεται και στην εικόνα 5.3, έχει τη μορφή ενός γραμμικού διαγράμματος, όπου απεικονίζεται η τιμή που έχει ο δείκτης για τα επιλεγμένα φίλτρα, ως συνάρτηση του χρόνου. Στο γράφημα περιέχεται μία γραμμή για κάθε επιλεγμένη περιοχή, ώστε να μπορεί οπτικά να γίνει μια συγκριτική μελέτη του δείκτη ως προς την επιλεγμένη τοπολογία. Δύο πλαίσια πάνω από το γράφημα επιτρέπουν τον περιορισμό του γραφήματος σε ένα στενότερο χρονικό πλαίσιο, σε περίπτωση που είναι επιθυμητή η εστίαση σε μια συγκεκριμένη περίοδο.

Το δεύτερο γράφημα, ακολουθεί διαφορετικό τρόπο απεικόνισης των ίδιων δεδομένων. Το ραβδόγραμμα στην εικόνα 5.4 αποτελεί μια εναλλακτική όψη η οποία εστιάζει σε ένα έτος κάθε φορά. Το συρόμενο φίλτρο στο κάτω μέρος του γραφήματος καθορίζει το έτος το οποίο εξετάζεται, και τα δεδομένα παρουσιάζονται ως ράβδοι, οι οποίες αντιστοιχούν στα GeoAreas που έχουν επιλεγθεί. Επειδή οι δυνατές τιμές του φίλτρου είναι έτη, και όχι συγκεκριμένες χρονικές στιγμές, η ράβδος αντιπροσωπεύει τον μέσο όρο των τιμών που πήρε ο δείκτης για την κάθε τοποθεσία, μέσα στο επιλεγμένο έτος. Για να αποφευχθεί η σύγχυση της μηδενικής τιμής του δείκτη, με την απουσία τιμής για το συγκεκριμένο έτος, τα ονόματα των περιοχών χρωματίζονται είτε πράσινα ή κόκκινα, υποδεικνύοντας την παρουσία ή απουσία τιμών, αντιστοίχως.



Εικόνα 5.4: Γράφημα της εξέλιξης της τιμής του δείκτη, σε μορφή ραβδογράμματος.

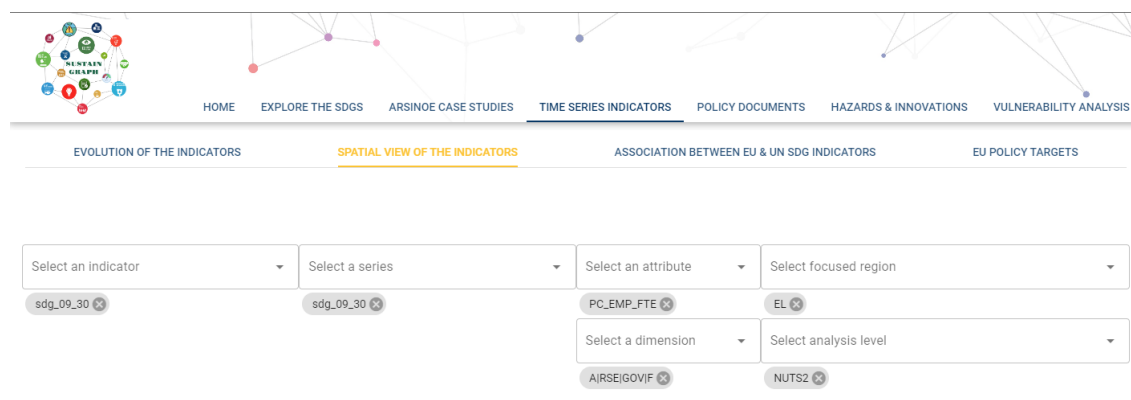
## 5.2 Χωρική Θεώρηση των Δεικτών

Η επόμενη σελίδα, με τίτλο "Χωρική Θεώρηση των Δεικτών" (Spatial View of the Indicators), παρουσιάζει μια ομοιότητα με το δεύτερο γράφημα της πρώτης όψης. Εστιάζει περισσότερο στην χωρική διάσταση, ωστόσο αυτή τη φορά, επαυξημένη με την έννοια της τοπολογίας των δεδομένων. Προς αυτό το σκοπό, τα δεδομένα σε αυτή την όψη παρουσιάζονται με τη μορφή ενός χάρτη θερμότητας, χρησιμοποιώντας χάρτες που έχουν την πραγματική τοπολογία της τοποθεσίας που εξετάζεται.

Τα φίλτρα αυτής της όψης βρίσκονται στην κορυφή της σελίδας, και σε μεγάλο βαθμό είναι τα ίδια με τα προηγούμενα:

- Επιλογή Δείκτη
- Επιλογή Σειράς
- Επιλογή Μεταδεδομένων Σειράς. Αυτή η κατηγορία περιέχει 2 φίλτρα, και πρέπει να συμπληρωθούν και τα δύο για να μπορέσουν να παραχθούν αποτελέσματα. Το πρώτο αφορά το Χαρακτηριστικό, και το δεύτερο την Διάσταση των Μεταδεδομένων.
- Επιλογή τόπου εστίασης. Η κατηγορία περιέχει έως και 2 φίλτρα. Το πρώτο αφορά τον γεωγραφικό τόπο εστίασης, και το δεύτερο αφορά το επίπεδο ανάλυσης του χάρτη.

Η τελευταία κατηγορία είναι η μόνη που λειτουργεί διαφορετικά από ό,τι έχουμε εξετάσει ήδη. Έχοντας συμπληρώσει όλα τα προηγούμενα φίλτρα, ο χρήστης θα κληθεί να επιλέξει να επιλέξει την τοποθεσία την οποία θα περιέχει ο χάρτης. Συγκεκριμένα, εδώ ο χρήστης μπορεί να επιλέξει είτε την επιλογή "Ευρώπη" αν ο δείκτης έχει δεδομένα για κάποια χώρα σε εθνικό επίπεδο, ή μπορεί να επιλέξει ανάμεσα σε όλες τις χώρες για τις οποίες υπάρχουν δεδομένα σε τοπικό επίπεδο, όπως σε επίπεδο πόλης.



Εικόνα 5.5: Τα φίλτρα που εμφανίζονται στην όψη "Χωρική Θεώρηση των Δεικτών".

Στην περίπτωση επιλογής της Ευρώπης, δεν ζητείται περαιτέρω πληροφορία από το χρήστη, και εμφανίζεται ο χάρτης θερμότητας. Πρόκειται για ένα χάρτη της Ευρώπης χωρισμένο ανά κράτος, με την κάθε χώρα να χρωματίζεται ανάλογα με το συγκριτικό ύψος της τιμής που είχε ο δείκτης για το επιλεγμένο έτος. Οι χώρες με συγκριτικά υψηλότερες τιμές χρωματίζονται με πιο "θερμά" χρώματα, ενώ οι χώρες με συγκριτικά χαμηλότερες τιμές χρωματίζονται με πιο "ψυχρά" χρώματα. Στην εικόνα 5.6 φαίνεται ένα παράδειγμα, για τον δείκτη 15.4.1, ο οποίος περιέχει δεδομένα μόνο σε εθνικό επίπεδο, και συνεπώς η μόνη επιλογή τοποθεσίας είναι ολόκληρη η Ευρώπη.

Στο ενδεχόμενο που ο χρήστης επιλέξει μία από τις διαθέσιμες χώρες, πρέπει να επιλέξει και το επίπεδο ανάλυσης για να μπορέσουν να παραχθούν αποτελέσματα. Το επίπεδο ανάλυσης αφορά το επίπεδο κατάτμησης του κράτους σε υποπεριοχές. Τα διαθέσιμα επίπεδα είναι NUTS1, NUTS2, NUTS3, FUA και Πόλεις, και ο χάρτης διαμορφώνεται ανάλογα με την δοθείσα τιμή. Η εικόνα 5.7 περιέχει την απεικόνιση ενός δείκτη για την Ελλάδα σε επίπεδο ανάλυσης NUTS2. Αντίστοιχα, η εικόνα 5.8 αντιστοιχεί στη Γερμανία, σε επίπεδο ανάλυσης Πόλης.

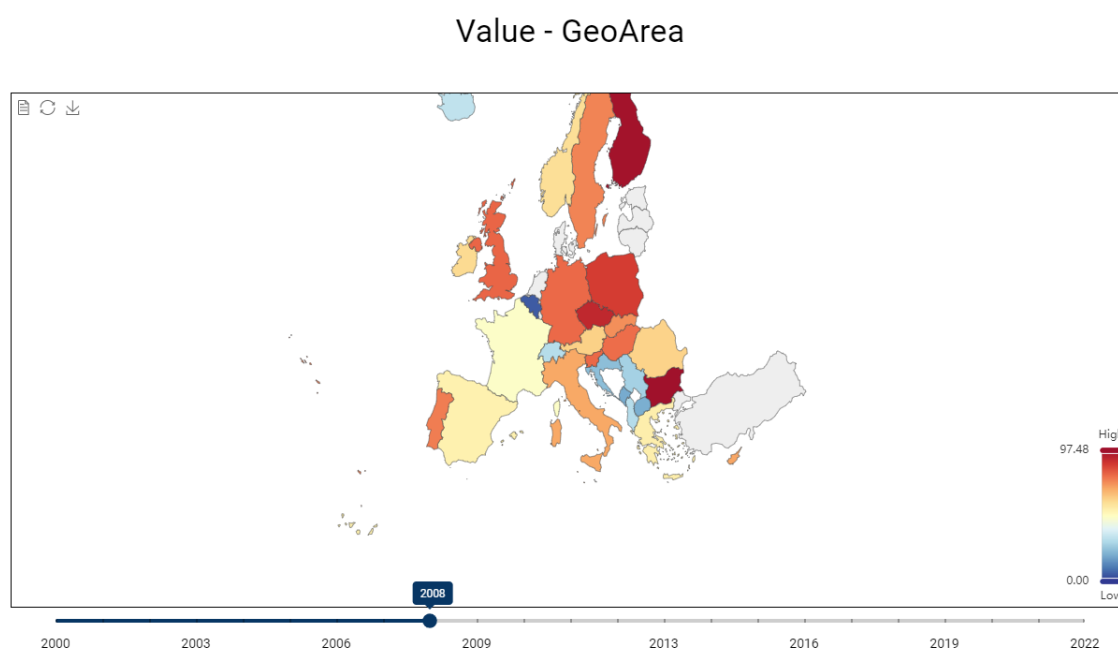
Ο χάρτης θερμότητας ακολουθεί παρόμοια λογική με το ραβδόγραμμα της προηγούμενης όψης, όπου το συρόμενο φίλτρο στο κάτω μέρος του καθορίζει το έτος για το οποίο απεικονίζονται τα δεδομένα. Στην περίπτωση πολλαπλών μετρήσεων, η τιμή αντιστοιχεί στο μέσο όρο των τιμών μέσα στο έτος. Αν και εκ πρώτης όψεως φαίνεται ότι το γράφημα παρέχει μια ποιοτική μόνο απεικόνιση των δεδομένων, με τη χρήση χρώματος αντί τιμών, στην πραγματικότητα για κάθε περιοχή που εξετάζει ο χρήστης με τον κέρσορα, εμφανίζεται ένα πλαίσιο που περιέχει την ακριβή τιμή του δείκτη, καθώς και το όνομα της περιοχής και τον κωδικό της, όπως φαίνεται στην εικόνα 5.9.

### 5.3 Συσχέτιση μεταξύ Δεικτών ΕΕ και ΟΗΕ

Η επόμενη όψη δεν σχετίζεται με τις τιμές των δεικτών αλλά με τους ίδιους τους δείκτες και τις μεταξύ τους σχέσεις. Ιδιαίτερα για τους δείκτες που προέρχονται από διαφορετικές πηγές, δηλαδή την Ευρωπαϊκή Ένωση και τον ΟΗΕ, αλλά ακόμα και για δείκτες με κοινή προέλευση, υπάρχει η ανάγκη ανάλυσης των μεταξύ τους σχέσεων και συνοπτικής παρουσίασης των αποτελεσμάτων. Η όψη αυτή αποσκοπεί στην εκπλήρωση αυτής ακριβώς της

# Europe

## Coverage by protected areas of important sites for mountain biodiversity



Εικόνα 5.6: Χάρτης θερμότητας της Ευρώπης, στην όψη "Χωρική Θεώρηση των Δεικτών".

ανάγκης.

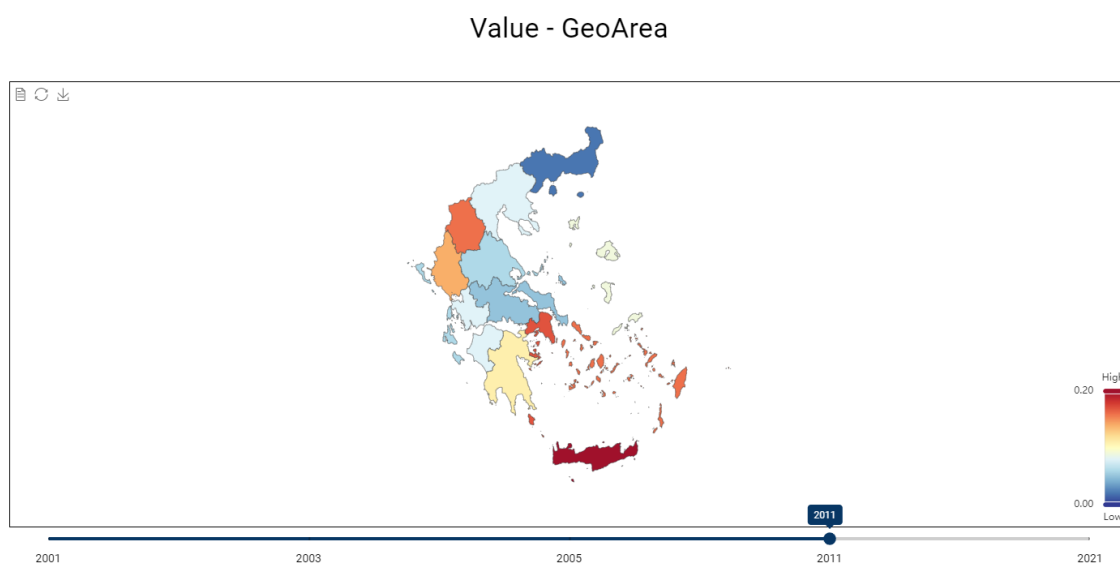
Η ανάλυση της συσχέτισης των δεικτών γίνεται ανά Στόχο Βιώσιμης Ανάπτυξης. Στην κορυφή της σελίδας υπάρχουν οι 17 εικόνες που αντιστοιχούν στους ΣΒΑ, και επιλέγοντας μία από τις εικόνες καθορίζονται τα περιεχόμενα ενός εκ των παρακάτω γραφημάτων. Τα φίλτρα φαίνονται στην εικόνα 5.10, και στην πρώτη εμφάνιση της σελίδας, είναι προεπιλεγμένος ο ΣΒΑ 1.

Δυο δείκτες μπορούν να συσχετίζονται μεταξύ τους με έναν από τέσσερεις πιθανούς τρόπους. Οι συσχετίσεις είναι:

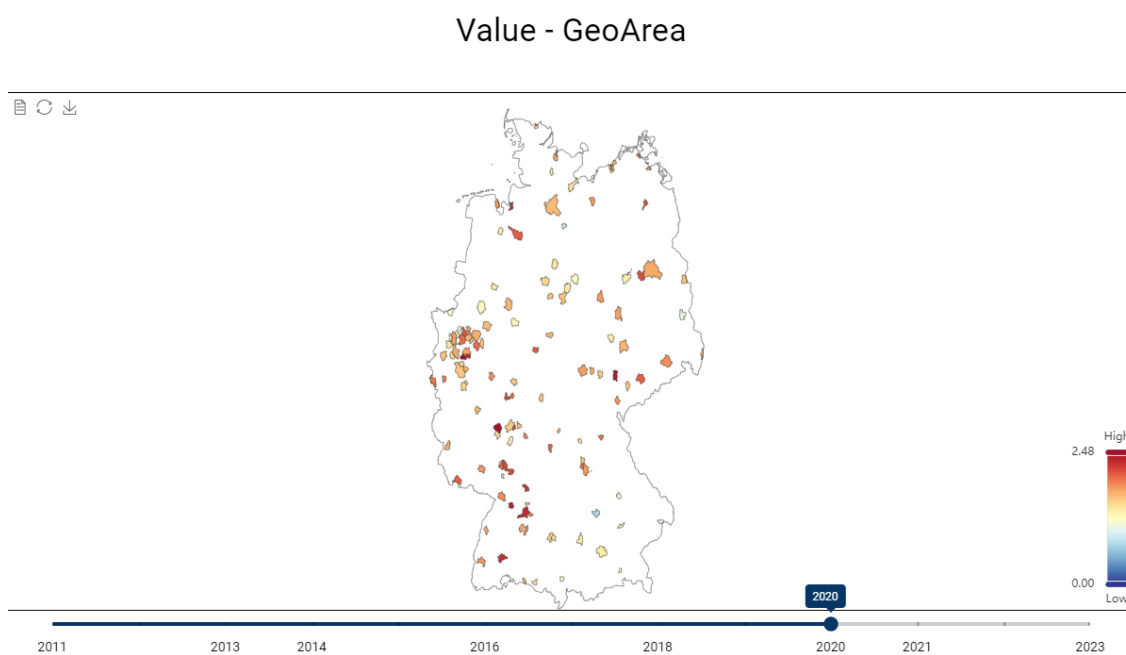
- Πανομοιότυπος με
- Παρόμοιος με
- Μέρος του
- Μη διαθέσιμο

Σημαντική σημείωση είναι ότι το "Μη διαθέσιμο" δεν σηματοδοτεί την έλλειψη συσχέτισης. Όλες οι συσχετίσεις αυτές μπορούν να χαρακτηρίσουν τη σχέση μεταξύ δεικτών με

## R&D Personnel By Sector



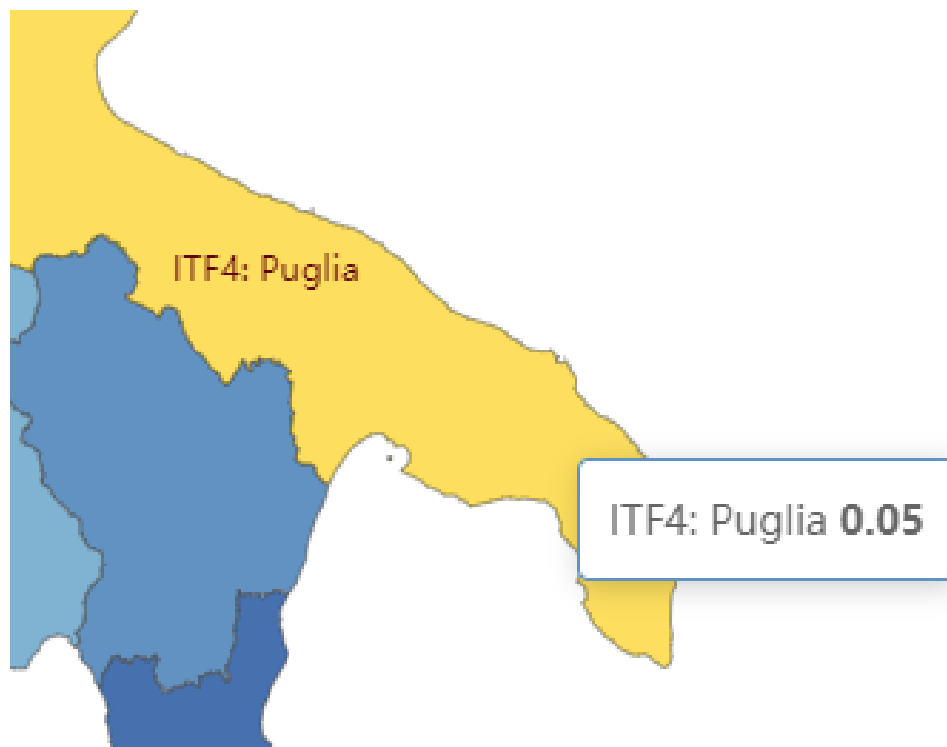
Εικόνα 5.7: Χάρτης θερμότητας της Ελλάδας, σε επίπεδο ανάλυσης NUTS2.



Εικόνα 5.8: Χάρτης θερμότητας της Γερμανίας, σε επίπεδο ανάλυσης Πόλης.

διαφορετική προέλευση, όμως στην περίπτωση συσχέτισης μεταξύ δεικτών που ανήκουν στην ΕΕ, η μόνη δυνατή συσχέτιση είναι "Μέρος του".

Έχοντας λοιπόν επιλέξει τον επιθυμητό ΣΒΑ, παρουσιάζονται τα γραφήματα, που έχουν τη μορφή ενός στοιβαγμένου ραβδογράμματος, και ενός κατευθυνόμενου γράφου, αντίστοιχα.



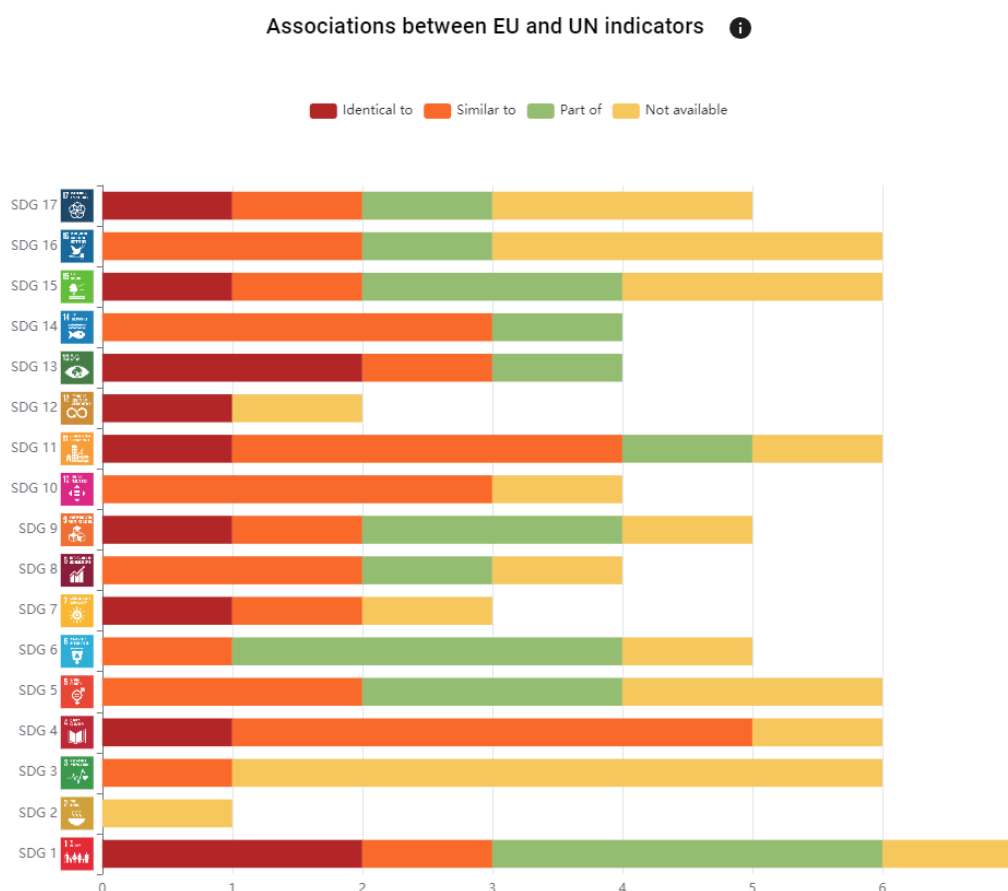
Εικόνα 5.9: Χάρτης θερμότητας της Γερμανίας, σε επίπεδο ανάλυσης Πόλης.



Εικόνα 5.10: Φίλτρο επιλογής ΣΒΑ για την όψη "Συσχέτιση μεταξύ Δεικτών ΕΕ και ΟΗΕ".

Το ραβδόγραμμα δεν επηρεάζεται από το φίλτρο, και παρουσιάζει συνολική πληροφορία για όλα τα ΣΒΑ. Η κάθε ράβδος αντιστοιχεί σε ένα ΣΒΑ, και το μήκος της ράβδου υποδεικνύει πόσες συσχετίσεις υπάρχουν στους δείκτες που ανήκουν σε αυτόν. Η ράβδος αποτελείται από στοιβαγμένα τμήματα, κάθε ένα εκ των οποίων αντιπροσωπεύει ένα είδος συσχέτισης. Στην εικόνα 5.11 μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι για τον ΣΒΑ1, υπάρχουν 2 συσχετίσεις

"Πανομοιότυπος με", 1 συσχέτιση "Παρόμοιος με", 3 συσχετίσεις "Μέρος του" και 1 συσχέτιση "Μη διαθέσιμο", δίνοντας σύνολο 7 συσχετίσεων.

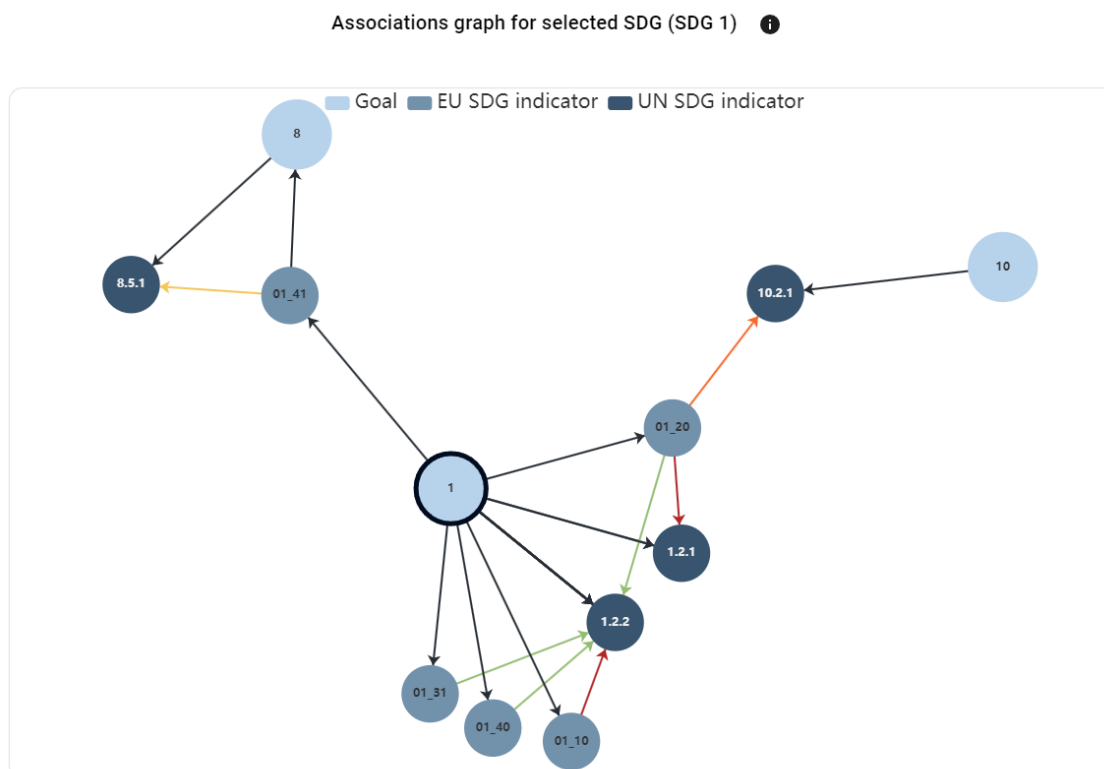


Εικόνα 5.11: Ραβδόγραμμα συσχετίσεων για κάθε ΣΒΑ, ανά είδος συσχέτισης.

Για την καλύτερη κατανόηση του ραβδογράμματος έχει νόημα η εξέταση και του κατευθυνόμενου γράφου, ο οποίος παρουσιάζει μια πιο αναλυτική θεώρηση, επικεντρωμένη στο επιλεγμένο ΣΒΑ μόνο. Στην εικόνα 5.12 φαίνεται η ανάλυση για τον ΣΒΑ1. Υπάρχουν 3 είδη κόμβων στον γράφο, τα οποία είναι, κόμβοι Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης, κόμβοι Δεικτών Ευρωπαϊκής Ένωσης και κόμβοι Δεικτών ΟΗΕ. Επίσης, υπάρχουν 6 είδη ακμών, που αποτελούνται από τις 4 συσχετίσεις, την ακμή "Έχει δείκτη", η οποία συνδέει έναν ΣΒΑ με τους Δείκτες του, και την ακμή "Είναι Δείκτης Πολλαπλών Εφαρμογών στον", η οποία συνδέει έναν Δείκτη με άλλους ΣΒΑ πέρα από αυτόν στον οποίο ανήκει.

Για λόγους χρηστικότητας και ομοιομορφίας, τα χρώματα που δίνονται στις ακμές των 4 συσχετίσεων είναι τα ίδια με εκείνα που χρησιμοποιούνται στο ραβδόγραμμα. Συνεπώς, είναι εύκολη και γρήγορη η αναγνώριση του κάθε είδους ακμής και η συσχέτισή του με τα αποτελέσματα του διπλανού γραφήματος. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, βλέπουμε αυτό που περιμέναμε για τον ΣΒΑ1, με βάση την ανάλυση που κάναμε προηγουμένως.

Επιπρόσθετα, ο γράφος αποκαλύπτει μια σημαντική λεπτομέρεια που αφορά την ερμηνεία του ραβδογράμματος. Ότι οι αριθμοί του ραβδογράμματος αναφέρονται στο πλήθος των **συσχετίσεων** συγκεκριμένα, και όχι στο πλήθος των Δεικτών. Ενδεικτικά, ο Δείκτης



Εικόνα 5.12: Κατευθυνόμενος γράφος συσχετίσεων για τον ΣΒΑ1.

sdg\_01\_10 σχετίζεται με τον 1.2.2 ως "Πανομοιότυπος με". Και οι δύο Δείκτες ανήκουν στον ΣΒΑ1, ωστόσο η συσχέτιση αυτή προσμετράται μονάχα μία φορά στα αποτελέσματα του ραβδογράμματος. Αντίστοιχα, ο Δείκτης sdg\_01\_20 συσχετίζεται με 3 άλλους δείκτες, με διαφορετικού είδους συσχέτιση με τον καθένα. Συνεπώς, ο Δείκτης αυτός θα "συνεισφέρει" 1 μονάδα σε κάθε μία από τις συσχετίσεις. Το ραβδογράμμα λοιπόν, δεν κάνει λόγο για τον αριθμό των διακριτών Δεικτών, που παρουσιάζουν συσχέτιση, αλλά για το πλήθος των συσχετίσεων των ίδιων.

## 5.4 Στόχοι Πολιτικής της ΕΕ

Η επόμενη όψη είναι αφιερωμένη στους Στόχους Πολιτικής (Policy Targets) που έχει ορίσει η Ευρωπαϊκή Ένωση σχετικά με ορισμένους από τους δείκτες που έχει ορίσει η ίδια [35]. Ο σκοπός αυτής της όψης είναι να παρουσιάσει συνολικά τους Στόχους, με έναν συνοπτικό και κομψό τρόπο, με τη δυνατότητα εμβάθυνσης σε ορισμένους από τους Στόχους, αν το επιλέξει ο χρήστης.

Ο κάθε Στόχος σχετίζεται με έναν Δείκτη, και αποτελείται από μερικά σχετικά χαρακτηριστικά:

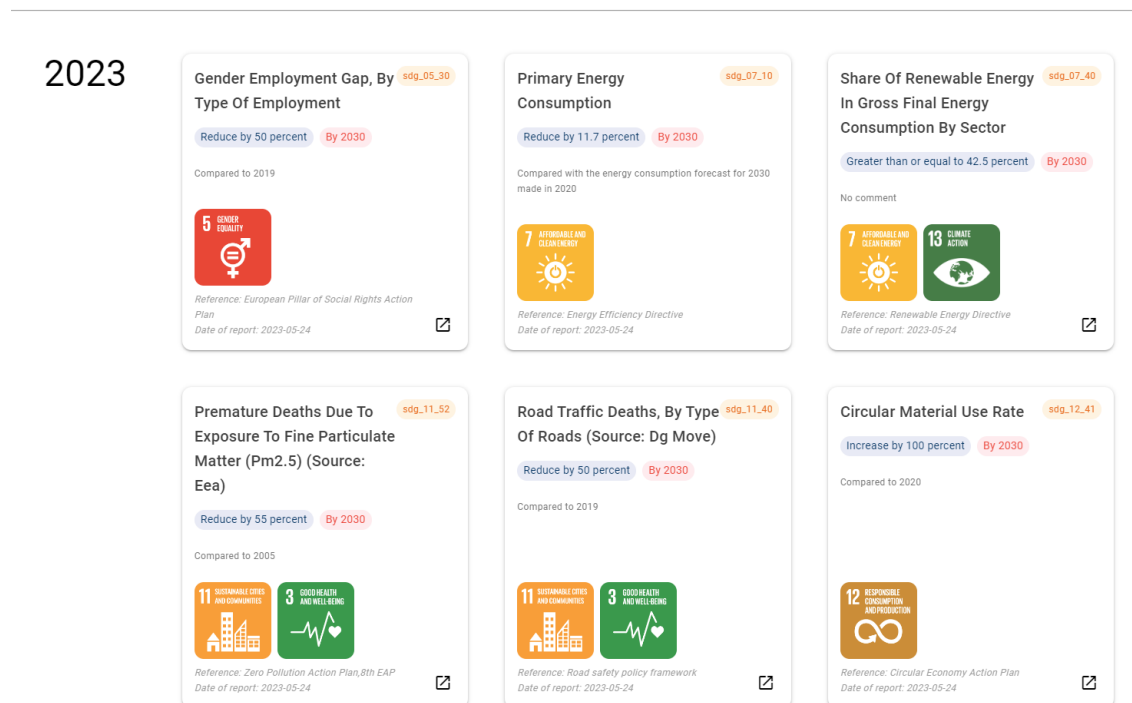
- Τιμή και
- Μονάδα. Τα δύο πρώτα χαρακτηριστικά ποσοτικοποιούν την τιμή του Δείκτη που έχει θέσει η ΕΕ ως στόχο.



- Συγκριτικός τελεστής. Οι 4 πιθανές τιμές του τελεστή είναι "Μικρότερο ή ίσο με", "Μεγαλύτερο ή ίσο με", "Μείωση κατά" και "Αύξηση κατά".
- Έτος Στόχου. Ο στόχος πρέπει να επιτευχθεί μέχρι το ορισμένο έτος.
- Σχόλιο. Περιέχει περισσότερες πληροφορίες που δεν μπορούν να εκφραστούν μονάχα με την τιμή του δείκτη. Επίσης περιέχει το έτος που χρησιμοποιείται ως σημείο αναφοράς, όταν ο τελεστής είναι "Μείωση κατά" ή "Αύξηση κατά".
- Ημερομηνία καταγραφής του Στόχου Πολιτικής.
- Αναφορά

Τα χαρακτηριστικά αυτά, παρουσιάζονται συνοπτικά με την μορφή μιας κάρτας, και οι κάρτες εμφανίζονται ταξινομημένες με βάση το έτος της ημερομηνίας καταγραφής του στόχου. Μερικές κάρτες φαίνονται στην εικόνα 5.13. Οι κάρτες περιέχουν τον τίτλο του Δείκτη, τον κωδικό του, και όλα τα χαρακτηριστικά του Στόχου Πολιτικής, καθώς και τις εικόνες των ΣΒΑ με τους οποίους σχετίζεται ο Δείκτης. Επιπλέον, σε κάποιες από τις κάρτες υπάρχει ένα εικονίδιο, το οποίο σηματοδοτεί ότι ο χρήστης μπορεί να εμβαθύνει στο συγκεκριμένο στόχο και να δει αναλυτικότερα δεδομένα.

## Year of report

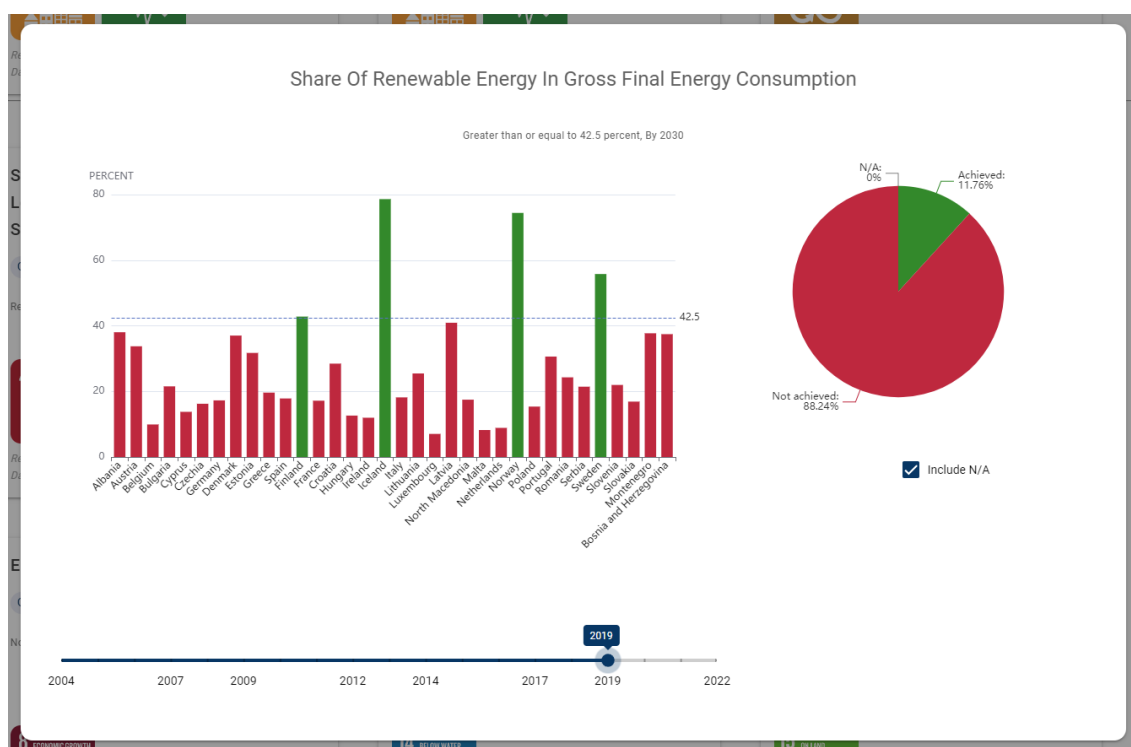


Εικόνα 5.13: 6 Στόχοι με έτος καταγραφής το 2023, παρουσιασμένοι σε μορφή καρτών.

Αυτό συμπεριλαμβάνει την εμφάνιση ενός πλαισίου με δύο γραφήματα, τα οποία αφορούν την πρόοδο που έχει σημειώσει κάθε κράτος ως προς τον Στόχο που εξετάζεται. Στην εικόνα 5.14 φαίνονται ένα ραβδόγραμμα και ένα κυκλικό διάγραμμα. Η οριζόντια γραμμή του

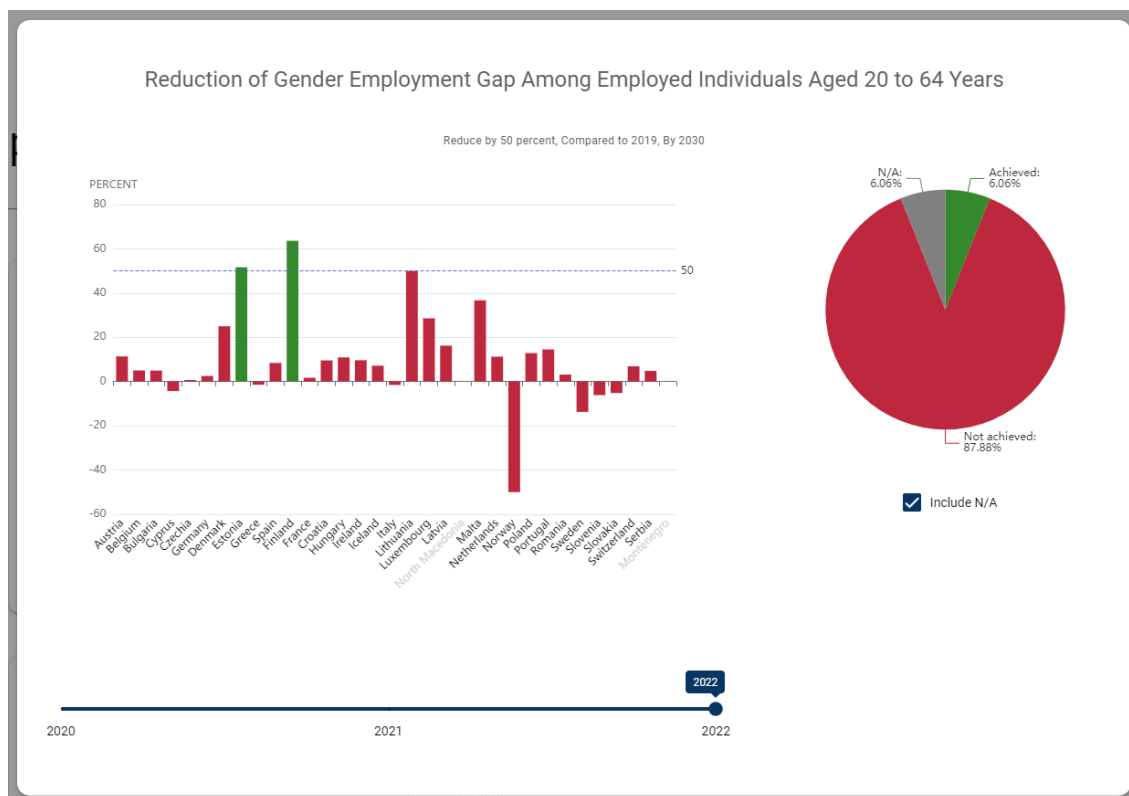
ραβδογράμματος συμβολίζει την τιμή του στόχου, και η κάθε ράβδος αντιστοιχεί σε ένα κράτος, με το μήκος της ράβδου να συμβολίζει την τιμή που παίρνει ο Δείκτης για εκείνο το κράτος. Οι ράβδοι χρωματίζονται πράσινες ή κόκκινες, ανάλογα με το αν έχουν εκπληρώσει τον Στόχο ή όχι, το οποίο μπορεί να σημαίνει να έχει μεγαλύτερη ή μικρότερη τιμή από την οριζόντια γραμμή, ανάλογα με τον τελεστή του Στόχου.

Δίπλα από το πρώτο γράφημα, υπάρχει το κυκλικό διάγραμμα που κάνει συνοπτική παρουσίαση των δεδομένων. Απεικονίζονται τα ποσοστά εκπλήρωσης και μη εκπλήρωσης του Στόχου, για τα κράτη στα οποία ο δείκτης παίρνει τιμή το ορισμένο έτος. Τα κράτη που έχουν δεδομένα για κάποιες χρονιές αλλά όχι για την επιλεγμένη, μπορούν να παραλειφθούν από την σύνοψη, με το πλαίσιο κάτω από το κυκλικό διάγραμμα.



Εικόνα 5.14: Ραβδόγραμμα και κυκλικό διάγραμμα επίτευξης του Στόχου Πολιτικής.

Ένα βαθμό ιδιαιτερότητας παρουσιάζουν οι Στόχοι που χρησιμοποιούν τους τελεστές "Μείωση κατά" ή "Αύξηση κατά". Αυτοί οι τελεστές συνοδεύονται πάντα από ένα έτος που λειτουργεί ως σημείο αναφοράς το οποίο συμπεριλαμβάνεται στο σχόλιο του Στόχου Πολιτικής, και η μονάδα είναι πάντα ποσοστιαία. Η συγκεκριμένη περίπτωση αλλάζει τον τρόπο δόμησης των δεδομένων των γραφημάτων, καθώς πλέον δεν μιλάμε για τις τιμές του δείκτη, αλλά για την ποσοστιαία μεταβολή του δείκτη, συγκριτικά με κάποιο παλαιότερο έτος. Ένα τέτοιο παράδειγμα φαίνεται στην εικόνα 5.15, όπου ο στόχος αφορά μείωση 50% σε σχέση με το 2019. Ενδεικτικά, στην εικόνα η Νορβηγία έχει τιμή  $\approx -50\%$ , το οποίο ωστόσο δεν υποδεικνύει ότι ο δείκτης έχει αρνητική τιμή στη Νορβηγία, αλλά ότι η τιμή του δείκτη στη Νορβηγία έχει **αυξηθεί** κατά 50% σε σχέση με το 2019.



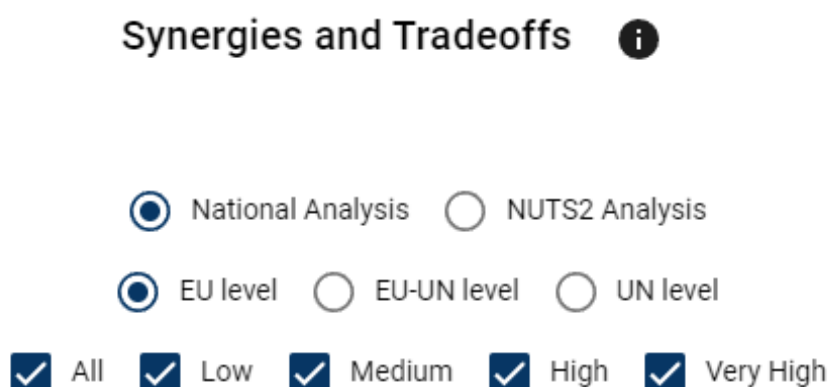
Εικόνα 5.15: Διαγράμματα Στόχου όπου ο τελιστής αφορά ποσοστιαία μεταβολή.

## 5.5 Συνέργεια και Αντιστάθμιση μεταξύ των Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης

Οι Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης, παρουσιάζουν μεταξύ τους συνέργεια (Synergy) και αντιστάθμιση (Trade-off), συγκεκριμένα μέσω των Δεικτών τους [5]. Η όψη που ακολουθεί αποσκοπεί στην συγκέντρωση αυτών των δεδομένων ανά ζευγάρι ΣΒΑ, και την παρουσίασή τους με ομοιόμορφο τρόπο και σε διαφορετικά επίπεδα ανάλογα με τις επιλογές του χρήστη.

Η όψη αυτή αποτελείται από 3 κατηγορίες φίλτρων, και τα δύο γραφήματα τα οποία καθορίζονται από αυτές. Ξεκινώντας από τα φίλτρα τα οποία απεικονίζονται στην εικόνα 5.16, η πρώτη κατηγορία των φίλτρων αφορά το επίπεδο των περιοχών στα οποία θα γίνει η ανάλυση, καθώς η συνέργεια και η αντιστάθμιση εκδηλώνεται διαφορετικά ανάλογα με το επίπεδο GeoArea που εξετάζεται. Οι πιθανές επιλογές είναι το επίπεδο κράτους και το επίπεδο NUTS2. Η δεύτερη κατηγορία αφορά τα είδη ζευγαριών δεικτών τα οποία συμπεριλαμβάνονται στα δεδομένα των γραφημάτων. Εφόσον η συνέργεια αφορά ένα ζευγάρι Δεικτών, αυτό το φίλτρο καθορίζει τις προελεύσεις των ζευγαριών. Εδώ αξίζει να σημειωθεί ότι υπάρχει περιορισμός στις συμβατές επιλογές ανάμεσα στις δύο πρώτες κατηγορίες φίλτρων, καθώς το επίπεδο NUTS2 υποστηρίζει μόνο συνδυασμούς όπου και οι δύο δείκτες προέρχονται από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Συνεπώς, οι επιλογές που θα οδηγήσουν σε μη συμβατούς συνδυασμούς φίλτρων, απενεργοποιούνται για τον χρήστη, κατά τη διαδικασία της επιλογής. Η τελευταία κατηγορία αφορά την ένταση της συνέργειας/αντιστάθμισης, και δίνεται στο χρήστη η επιλογή να συμπεριλάβει οποιοδήποτε συνδυασμό εντάσεων επιθυμεί,

ακόμα και όλες τις εντάσεις μαζί.



Εικόνα 5.16: Τα φίλτρα που καθορίζουν τα γραφήματα συνέργειας και αντιστάθμισης των ΣΒΑ.

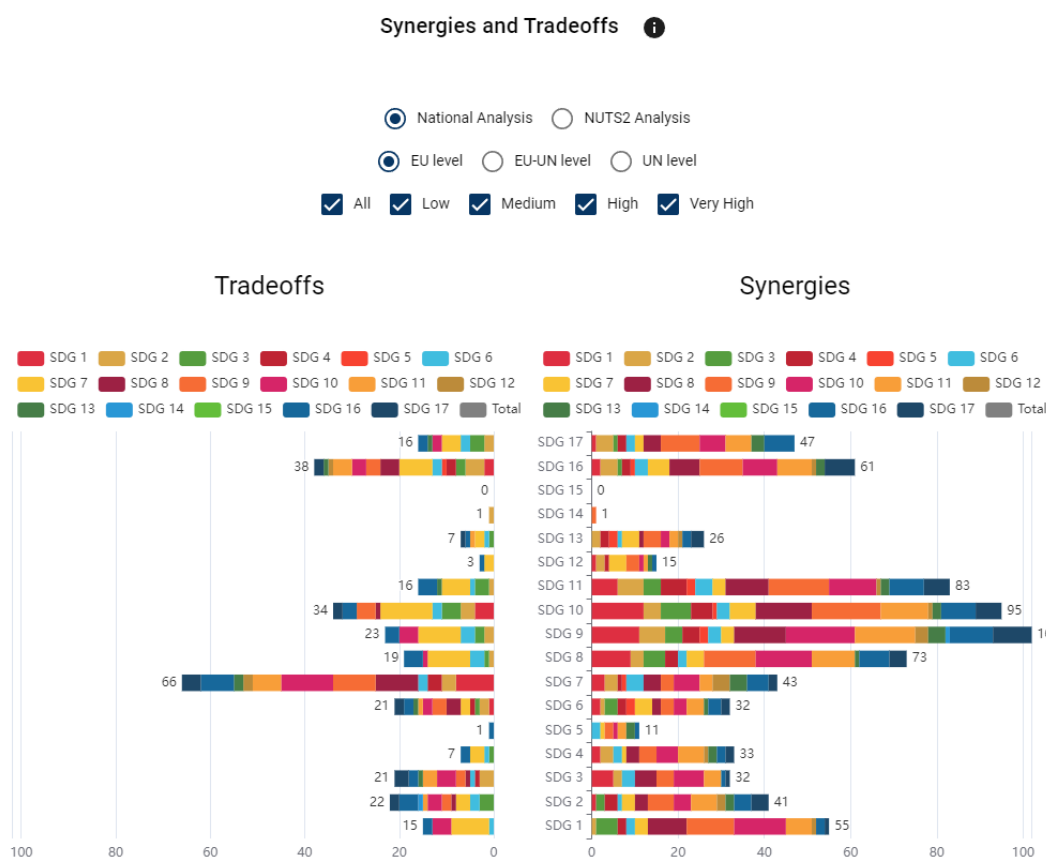
Τα γραφήματα που τελικά παράγονται, έχουν τη μορφή δύο στοιβαγμένων οριζοντίων αποκλίνοντων ραβδογραμμάτων, τα οποία φαίνονται στην εικόνα 5.17. Κάθε τμήμα του κατακόρυφου άξονα αντιστοιχεί σε έναν από τους 17 ΣΒΑ, και οι δύο αποκλίνουσες ράβδοι του αντιπροσωπεύουν τις αντισταθμίσεις και τις συνέργειες του ΣΒΑ, αντίστοιχα. Κάθε τμήμα της ράβδου περιέχει πληροφορία για ένα συνδυασμό ΣΒΑ, και το μήκος του καθορίζει πόσες συνέργειες/αντισταθμίσεις έχει. Κάθε συνέργεια/αντιστάθμιση προσμετράται εξίσου ως μία μονάδα, και η έντασή της δεν επηρεάζει το τελικό αποτέλεσμα.

Τα διαγράμματα παρουσιάζουν ενός είδους συμμετρία, καθώς η έννοια της συνέργειας/αντιστάθμισης είναι συμμετρική. Αυτό σημαίνει ότι αν στην ράβδο του ΣΒΑ2, το τμήμα που αντιστοιχεί στον ΣΒΑ8 έχει μήκος 10, τότε αντίστοιχα, στην ράβδο του ΣΒΑ8, το τμήμα που αντιστοιχεί στον ΣΒΑ2 θα έχει το ίδιο μήκος. Στο διάγραμμα το μήκος αντιστοιχεί στο σύνολο των επιλεγμένων εντάσεων, ωστόσο αν ο χρήστης επιθυμεί να δει αναλυτικά την κατανομή των εντάσεων για ένα ζευγάρι ΣΒΑ, δίνεται στον χρήστη η δυνατότητα εξετάζοντας ένα τμήμα ράβδου, να δει ένα πλαίσιο που παρουσιάζει τη σύσταση του τμήματος, ανά ένταση. Στην εικόνα 5.18 φαίνεται ένα τέτοιο πλαίσιο, για τις συνέργειες μεταξύ ΣΒΑ9 και ΣΒΑ16.

## 5.6 Εξερεύνηση των ΣΒΑ

Για κάθε έναν από τους ΣΒΑ, παρέχεται μία όψη που ονομάζεται "Εξερεύνηση των ΣΒΑ", και παρουσιάζει μια επισκόπηση του ΣΒΑ και των οντοτήτων που του ανήκουν. Η όψη απαρτίζεται από δύο τμήματα, το ένα αφορά μια επισκόπηση του ΣΒΑ ως προς τους δείκτες του ΟΗΕ, και το δεύτερο αφορά την Ευρωπαϊκή Ένωση.

Το πρώτο τμήμα απεικονίζεται στην εικόνα 5.19, και αποτελείται από ένα διάγραμμα και έναν πίνακα. Το διάγραμμα είναι ένας κατευθυνόμενος γράφος ο οποίος απεικονίζει την σχέση του επιλεγμένου ΣΒΑ με τους αντίστοιχους Δείκτες του ΟΗΕ, μέσα από τους Στόχους του. Δεξιά από αυτό, βρίσκεται ο πίνακας που περιέχει όλες τις Σειρές που ανήκουν στον

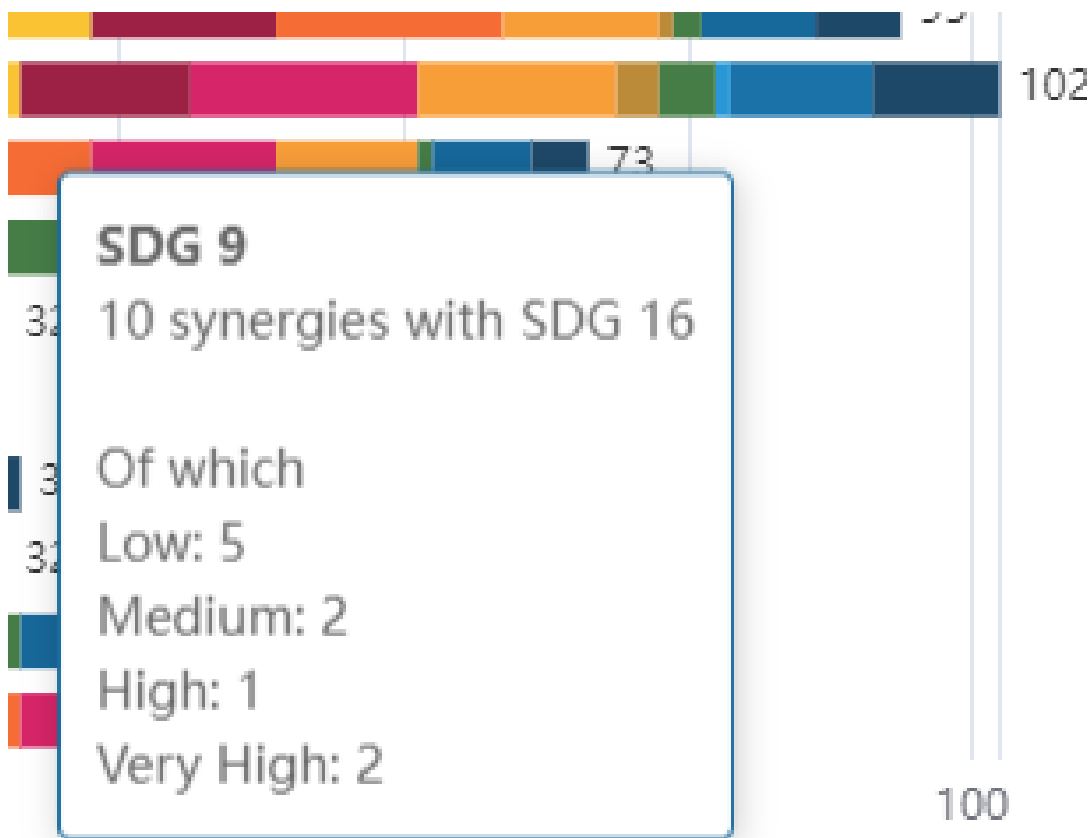


Εικόνα 5.17: Στοιβαγμένα ραβδογράμματα συνέργειας και αντιστάθμισης μεταξύ των ΣΒΑ.

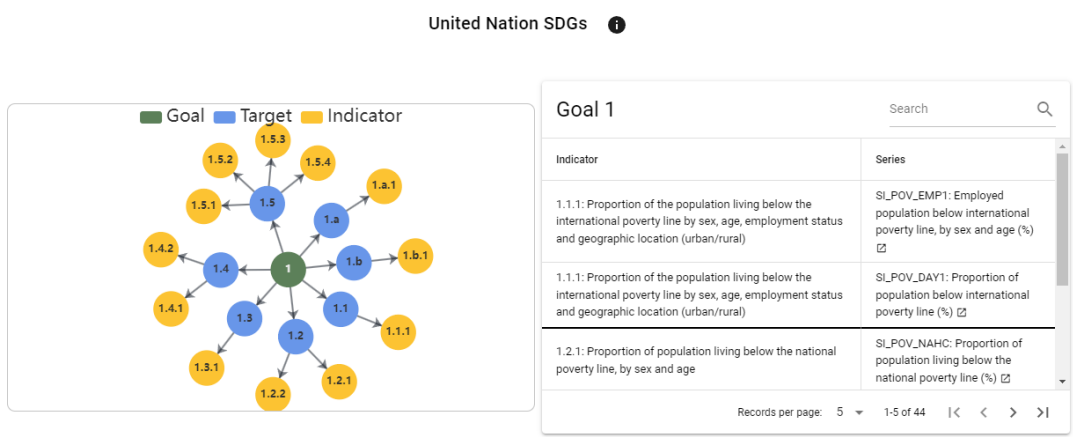
ΣΒΑ, μέσω των Δεικτών του.

Το δεύτερο τμήμα έχει παρόμοια μορφή με το πρώτο, με μερικές σημαντικές διαφορές. Στους Δείκτες της ΕΕ η σύνδεση γίνεται απευθείας μεταξύ Δείκτη και ΣΒΑ, οπότε απουσιάζουν οι κόμβοι των Στόχων, ωστόσο υπάρχει η έννοια των Δεικτών Πολλαπλών Εφαρμογών, δηλαδή δεικτών που ανήκουν σε διαφορετικό ΣΒΑ, αλλά σχετίζονται και με τον επιλεγμένο ΣΒΑ. Επιπλέον, Οι δείκτες μπορεί να συνδέονται και μεταξύ τους, με μία ακμή που υποδεικνύει ότι ο ένας Δείκτης είναι μέρος του άλλου. Οι σειρές που ανήκουν στους Δείκτες Πολλαπλών Εφαρμογών του ΣΒΑ περιέχονται επίσης στον διπλανό πίνακα, είναι ωστόσο επισημασμένοι με το αντίστοιχο χρώμα για να ξεχωρίζουν από τους υπόλοιπους Δείκτες. Η εικόνα 5.20 περιέχει ένα παράδειγμα του τμήματος που περιγράφηκε μόλις.

Και στα δύο τμήματα, το κάθε μέρος παρουσιάζει δυνατότητα εμβάθυνσης, άμα το επιλέξει ο χρήστης. Στην περίπτωση του γράφου, εξετάζοντας οποιονδήποτε από τους κόμβους εμφανίζεται ένα πλαίσιο που περιέχει μερικές πληροφορίες για την οντότητα στην οποία αντιστοιχεί. Η εικόνα 5.22 δείχνει ένα παράδειγμα στο οποίο εξετάζεται ο Δείκτης 1.1.1 του ΟΗΕ, και δίνεται η περιγραφή του καθώς και μία εικόνα του ΣΒΑ στον οποίο ανήκει. Αντίστοιχως, κάθε καταχώριση του πίνακα των Σειρών, μπορεί να εμφανίσει έναν επιπλέον πίνακα που περιέχει όλα τα Μεταδεδομένα Σειράς που αντιστοιχούν στη Σειρά που επιλέχθηκε. Ο πίνακας περιέχει κάθε συνδυασμό Χαρακτηριστικού και Διάστασης που έχει δεδομένα, και είναι ομαδοποιημένος ανά χαρακτηριστικό. Ο πίνακας αυτός φαίνεται στην εικόνα 5.21.



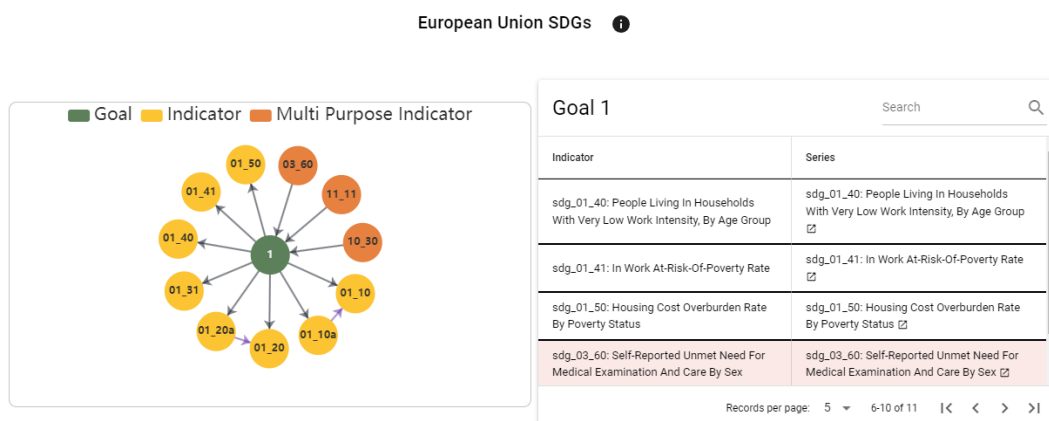
Εικόνα 5.18: Λεπτομερής ανάλυση των συνεργειών ανάμεσα στο εξεταζόμενο ζευγάρι ΣΒΑ.



Εικόνα 5.19: Επισκόπηση του ΣΒΑ1 ως προς τους Δείκτες του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών.

### 5.7 Συσχέτιση Μελέτης Περίπτωσης - Δεικτών

Η ακόλουθη όψη αποτελείται από ένα μόνο διάγραμμα, και αφορά τη συσχέτιση μεταξύ Μελετών Περίπτωσης (Case Studies) και Δεικτών. Στη σελίδα δίνεται στο χρήστη η δυνατότητα να επιλέξει μία Μελέτη Περίπτωσης, η οποία και προκαλεί την εμφάνιση του διαγράμματος



Εικόνα 5.20: Επισκόπηση του ΣΒΑ1 ως προς τους Δείκτες της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

sdg\_05\_30: Gender Employment Gap, By Type Of Employment

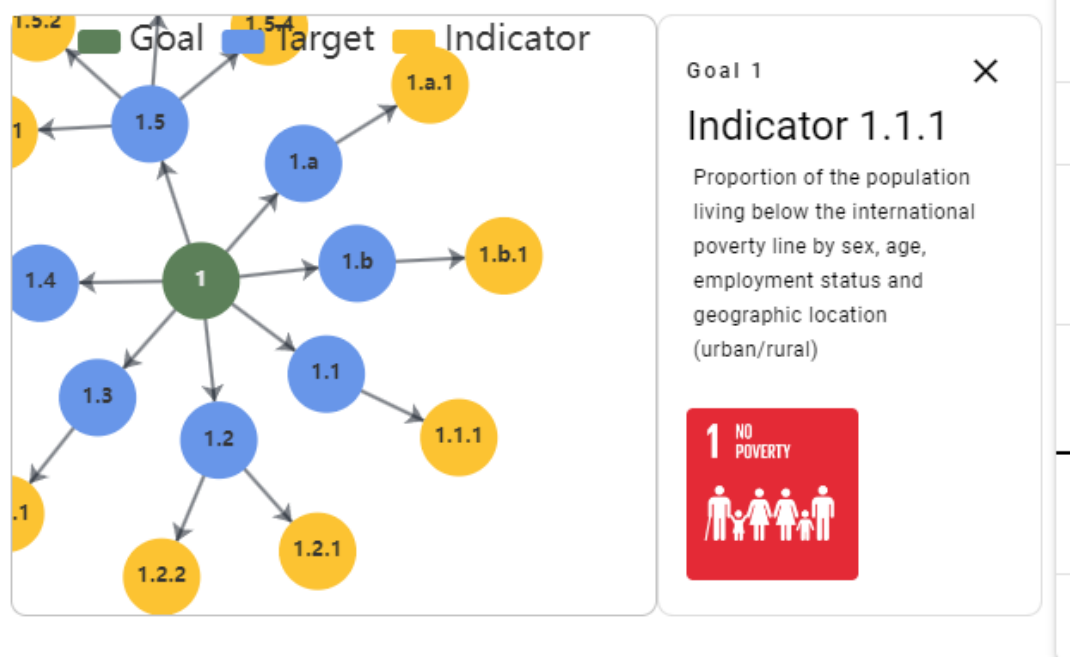
Series Metadata

Attribute	Dimension
PC: Percentage	A: Annual
PC_PNT: Percentage point	Y20-64 A UEMP_PT: From 20 to 64 years Annual Underemployed persons working part-time
PC_PNT: Percentage point	Y20-64 A EMP_TEMP: From 20 to 64 years Annual Employed persons with temporary contract
PC_PNT: Percentage point	Y20-64 A EMP_PT: From 20 to 64 years Annual Employed persons working part-time
PC_PNT: Percentage point	Y20-64 A EMP: From 20 to 64 years Annual Employed persons

Records per page: 10 1-5 of 5

Εικόνα 5.21: Πίνακας Μεταδεδομένων Σειράς στην όψη "Εξερεύνηση των ΣΒΑ".

που περιέχει η εικόνα 5.23. Πρόκειται για ένα στοιβαγμένο οριζόντιο ραβδόγραμμα, όπου οι κατηγορίες αντιστοιχούν στους ΣΒΑ, και ο οριζόντιος άξονας στον αριθμό των συσχετίσε-



Εικόνα 5.22: Λεπτομέρειες κόμβου, στον γράφο της όψης "Εξερεύνηση των ΣΒΑ".

ων ανάμεσα στην επιλεγμένη Μελέτη Περίπτωσης και τον αντίστοιχο ΣΒΑ. Οι ΣΒΑ για τους οποίους δεν υπάρχει καμία συσχέτιση παραλείπονται από το διάγραμμα για την διατήρηση της ευαναγνωσίας.

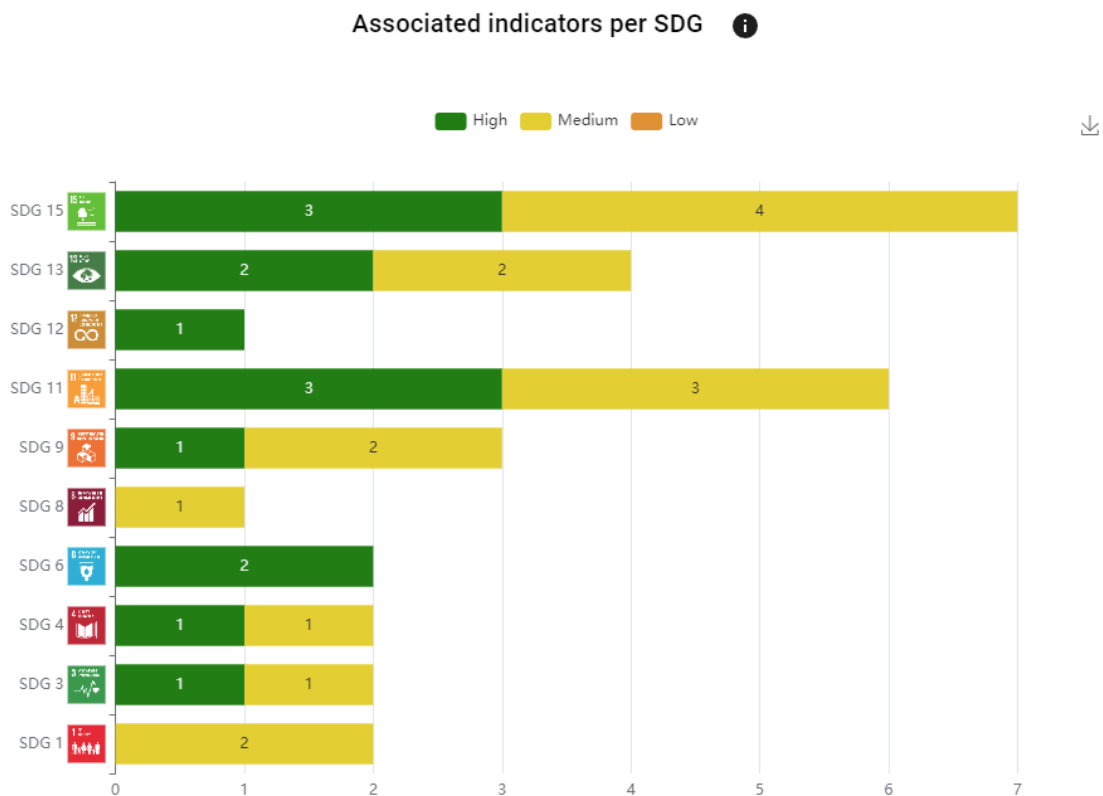
Η συσχέτιση μεταξύ ΣΒΑ και Μελέτης Περίπτωσης χαρακτηρίζεται και από ένα βαθμό, ο οποίος κυμαίνεται στις τιμές "Υψηλή", "Μεσαία" και "Χαμηλή" συσχέτιση. Για αυτό το λόγο η ράβδος είναι χωρισμένη σε τμήματα, ώστε να παρουσιάζεται και ο αριθμός των συσχετίσεων ανά βαθμό, καθώς και ο συνολικός αριθμός, στο ίδιο διάγραμμα.

## 5.8 Ανάλυση Ευπάθειας σε Εθνικό Επίπεδο

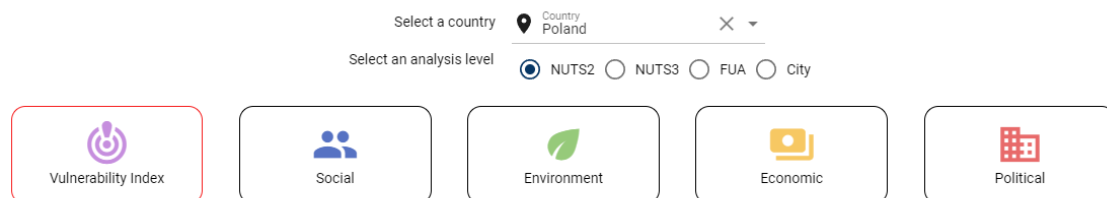
Η τελευταία όψη σχετίζεται με την ανάλυση του δείκτη Ευπάθειας σε επίπεδο κράτους, δηλαδή την παρουσίαση των δεδομένων που αφορούν τις υποδιαίρεσεις του κράτους. Η ευπάθεια μιας τοποθεσίας χαρακτηρίζεται από τον Δείκτη Ευπάθειας, καθώς και τις 4 διαστάσεις του (Κοινωνική, Περιβαλλοντική, Οικονομική, Πολιτική), και περιέχει δεδομένα για διάφορα επίπεδα διαίρεσης της κάθε χώρας.

Για αυτό το σκοπό, υπάρχει στην κορυφή της σελίδας ένας συνδυασμός από φίλτρα για τον καθορισμό των δεδομένων που θέλει ο χρήστης να παρουσιαστούν, όπως φαίνεται στην εικόνα 5.24. Αρχικά, δίνεται η επιλογή ενός κράτους, καθώς και του επιπέδου ανάλυσής του, με πιθανές επιλογές NUTS2, NUTS3, FUA και Πόλεις. Οι δύο πρώτες επιλογές παρουσιάζουν κάποιες ιδιαιτερότητες σε σχέση με τις υπόλοιπες. Αμέσως από κάτω δίνεται η επιλογή ανάμεσα στις διαστάσεις του Δείκτη Ευπάθειας. Εδώ γίνεται αισθητή η ιδιαιτερότητα της επιλογής των NUTS2, καθώς είναι τα μόνα για τα οποία ορίζεται η Πολιτική διάσταση της Ευπάθειας, συνεπώς έχει μία επιλογή περισσότερη σε σχέση με τα άλλα επίπεδα ανάλυσης.





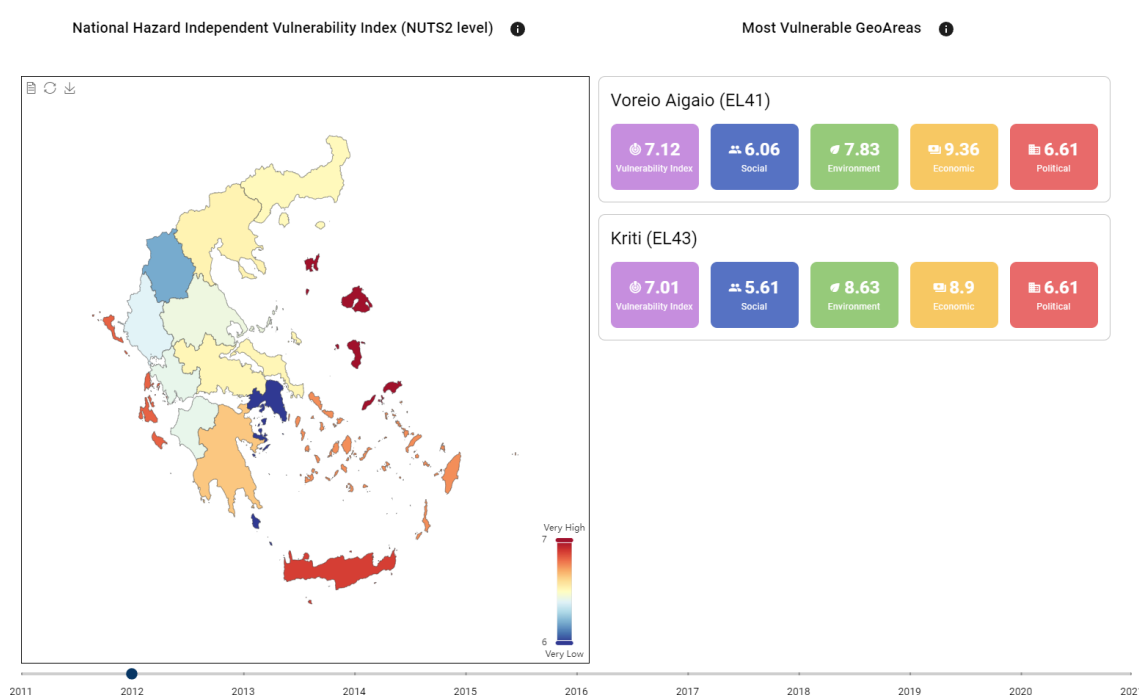
Εικόνα 5.23: Διάγραμμα συσχέτισης Μελέτης με Δείκτες, ανά βαθμό συσχέτισης.



Εικόνα 5.24: Τα φίλτρα της όψης "Ανάλυση Ευπάθειας σε Εθνικό Επίπεδο"

Η πρώτη πληροφορία που εμφανίζεται στη σελίδα παρουσιάζεται στη μορφή ενός χάρτη θερμότητας, όπως είδαμε ήδη στην Χωρική Θεώρηση των Δεικτών, και συνοδεύεται από την παρουσίαση των περιοχών του χάρτη που σημειώνουν την υψηλότερη Ευπάθεια. Τόσο ο χάρτης όσο και η ανάλυση των κορυφαίων περιοχών, επηρεάζονται από το φίλτρο διάστασης, καθώς οι τιμές των περιοχών στον χάρτη αντιστοιχούν στην επιλεγμένη διάσταση, και οι κορυφαίες περιοχές καθορίζονται επίσης με κριτήριο την επιλεγμένη διάσταση. Τα γραφήματα αυτά απεικονίζει η εικόνα 5.25.

Σε αυτό το σημείο εντοπίζεται άλλη μία διαφορά μεταξύ των επιπέδων ανάλυσης, καθώς εδώ το επίπεδο NUTS3 παρουσιάζει τις κορυφαίες περιοχές με διαφορετικό τρόπο. Τα NUTS3 διαχωρίζονται σε αστικά (urban) και επαρχιακά (rural), και συνεπώς σε ορισμένα σημεία της όψης γίνεται διάκριση ανάμεσα στα δύο. Η εικόνα 5.26 περιέχει ένα παράδειγμα, στο οποίο φαίνεται ότι για το επίπεδο NUTS3, δεν υπάρχουν 2 αλλά 4 κορυφαίες περιοχές,




Εικόνα 5.25: Χάρτης θερμότητας του δείκτη Ευπάθειας (ή της επιλεγμένης διάστασής του) και περιοχές με την μέγιστη Ευπάθεια.

καθώς παρουσιάζονται οι 2 κορυφαίες από κάθε κατηγορία. Στην εικόνα αυτή αναδεικνύεται επίσης η απουσία της πολιτικής διάστασης, καθώς δεν ορίζεται για το επίπεδο NUTS3, και ως συνέπεια απουσιάζει από τις κάρτες.

Το επόμενο γράφημα που περιέχει η όψη είναι ένα γραμμικό διάγραμμα της χρονικής εξέλιξης των διαστάσεων. Χρησιμοποιώντας ένα φίλτρο που περιέχει όλα τα GeoAreas της επιλεγμένης χώρας και στο επιλεγμένο επίπεδο ανάλυσης, ο χρήστης μπορεί να ορίσει την περιοχή για την οποία θέλει να δει την εξέλιξη, όπως φαίνεται στην εικόνα 5.27.

Τέλος, δύναται η συγκριτική παρουσίαση των διαστάσεων του δείκτη Ευπάθειας, για οποιοδήποτε αριθμό επιθυμεί ο χρήστης. Αυτό το σημείο της όψης παρουσιάζει ομοιότητα με την όψη "Εξέλιξη των Δεικτών", καθώς πρόκειται για ραβδογράμματα όπου κάθε κατηγορία αντιπροσωπεύει μία περιοχή. Η διαφορά είναι ότι στην όψη αυτή, κάθε κατηγορία περιέχει πολλαπλές μπάρες, μία για κάθε διάσταση που περιέχει.

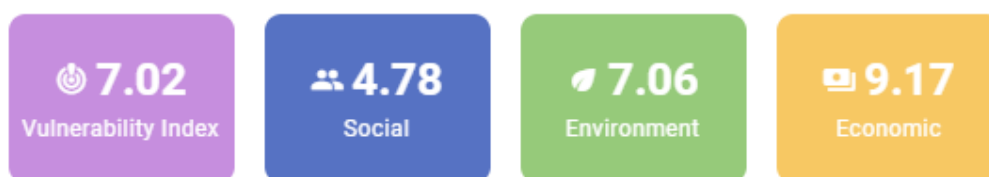
Όπως και στην ανάλυση των κορυφαίων ευπαθών περιοχών, έτσι και εδώ, όταν το επιλεγμένο επίπεδο ανάλυσης είναι NUTS3, γίνεται ξεχωριστή παρουσίαση των αστικών και των επαρχιακών περιοχών, στη μορφή δύο ξεχωριστών ραβδογραμμάτων, με ξεχωριστά φίλτρα επιλογής περιοχών. Τα ραβδογράμματα για NUTS2 και NUTS3, φαίνονται στις εικόνες 5.28 και 5.29, αντίστοιχα.

Most Vulnerable GeoAreas **Rural**

## Chios (EL413)



## Ikaria, Samos (EL412)

**Urban**

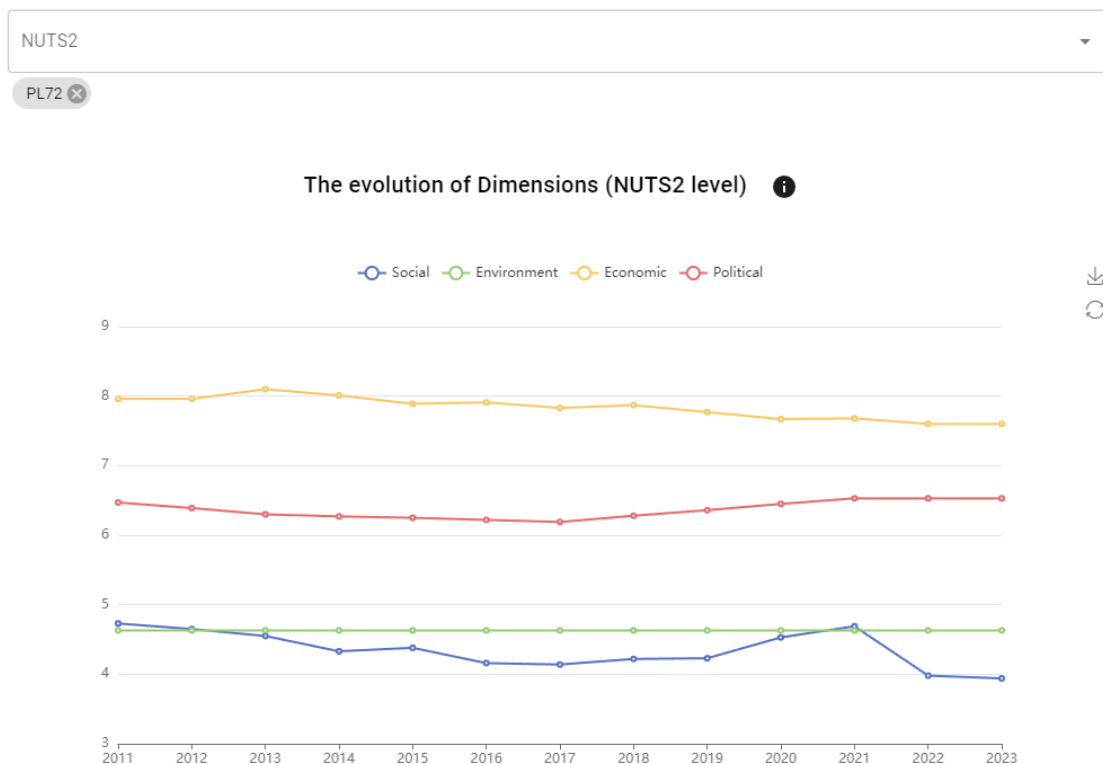
## Dytikos Tomeas Athinon (EL302)



## Notios Tomeas Athinon (EL304)



Εικόνα 5.26: Περιοχές κορυφαίες ευπάθειας και ανάλυση των διαστάσεών τους, για επίπεδο ανάλυσης NUTS3.



Εικόνα 5.27: Γραμμικό διάγραμμα εξέλιξης των διαστάσεων του δείκτη ευπάθειας.



Εικόνα 5.28: Ραβδόγραμμα σύγκρισης των διαστάσεων του δείκτη Ευπάθειας για διαφορετικές περιοχές, σε επίπεδο ανάλυσης NUTS2.



Εικόνα 5.29: Ραβδόγραμμα σύγκρισης των διαστάσεων του δείκτη Ευπάθειας για διαφορετικές περιοχές, σε επίπεδο ανάλυσης NUTS3.



Μέρος **III**

**Επίλογος**

---





## Κεφάλαιο 6

# Επίλογος

---

### 6.1 Συμπεράσματα

Το SustainGraph είναι ένας γράφος γνώσης με πλούσιο περιεχόμενο που αφορά τους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης, και τις οντότητες με τις οποίες αυτοί σχετίζονται. Η πληροφορία την οποία περιέχει γίνεται διαθέσιμη σε ενδιαφερόμενους χρήστες σε δύο σημεία: στην Διεπαφή Προγραμματισμού Εφαρμογής με τη μορφή ερωτημάτων του πρωτοκόλλου HTTP, και στο VisualizationKit ως όψεις ιστοσελίδας, κυρίως μέσω γραφημάτων.

Η συνεισφορά της παρούσας εργασίας στα δύο αυτά συστήματα έγινε με γνώμονα την πληρότητα και την χρηστικότητα. Η Διεπαφή Προγραμματισμού επεκτάθηκε ώστε να λειτουργεί πλέον με τρόπο διάφανο, καθώς υπάρχουν πλέον αναλυτικές περιγραφές για την μορφολογία και την σημασιολογία όλων των στοιχείων που περιέχει, και η πληροφορία αυτή παρέχεται στους χρήστες με τρόπο οργανωμένο, και με τη δυνατότητα να δοκιμάσουν εμπράκτως να την αξιοποιήσουν.

Στο Visualization Kit καλύφθηκαν κενά που αφορούσαν χρήσιμες όψεις οι οποίες απουσίαζαν από την εφαρμογή, ιδιαιτέρως στο κομμάτι που αφορά τους Δείκτες και τις Παρατηρήσεις. Η προσθήκη των νέων όψεων και η παρουσιαστική και λειτουργική ανανέωση κάποιων ήδη υπάρχοντων όψεων αναβαθμίζει την εφαρμογή, πάντα με γνώμονα την προσβασιμότητα και την ομοιομορφία.

### 6.2 Μελλοντικές Επεκτάσεις

Η δουλειά που έγινε πάνω στα συστήματα του SustainGraph στα πλαίσια αυτής της εργασίας έγινε με τρόπο που εξασφαλίζει την επεκτασιμότητά τους. Παρότι οι προσθήκες αυτές αναβάθμισαν σημαντικά το περιεχόμενο που γίνεται διαθέσιμο και τον τρόπο παρουσίασής του, έθεσαν επίσης θεμέλια πάνω στα οποία μπορούν να επεκταθούν περαιτέρω προς όποια κατεύθυνση είναι επιθυμητό.

Στην περίπτωση της Διεπαφής Προγραμματισμού Εφαρμογής, η θεμελίωση του συστήματος του Swagger και η ρύθμιση του συστήματος παρουσίασής του με τη μορφή σελίδας, είναι μια διαδικασία που δεν χρειάζεται να επαναληφθεί για κάθε νέο ερώτημα που μπορεί να προστεθεί μελλοντικά. Αρκεί να προστεθεί στους ορισμούς των ερωτημάτων μια καταχώρηση που προδιαγράφει ένα νέο ερώτημα, και αυτό είναι αρκετό για την συμπερίληψή του στην γραφική διεπαφή που παρέχεται. Αντιστοίχως, μπορούν εύκολα να γίνουν τροποποιήσεις

στα πληροφορίες των ήδη υπάρχοντων ερωτημάτων, τροποποιώντας τις προδιαγραφές τους. Επίσης, είναι δυνατή η αξιοποίηση της πληθώρας σχημάτων των οντοτήτων που ορίστηκαν στα πλαίσια της εργασίας, για την σύνθεση νέων σχημάτων που αντιστοιχούν στα ερωτήματα που προστίθενται.

Παραδείγματα ερωτημάτων που θα μπορούσαν να εμπλουτίσουν την διεπαφή είναι τα ερωτήματα που αντιπροσωπεύουν τις αντίστροφες σχέσεις από αυτές που είναι διαθέσιμες τωρινά. Για παράδειγμα, υποστηρίζεται ερώτημα το οποίο δέχεται ως είσοδο έναν Δείκτη και επιστρέφει τους ΣΒΑ με τους οποίους συνδέεται ως Δείκτης Πολλαπλών Εφαρμογών, αλλά δεν υποστηρίζεται ερώτημα που δέχεται έναν ΣΒΑ ως είσοδο και επιστρέφει όλους τους Δείκτες Πολλαπλών Εφαρμογών, και αντίστοιχα μπορεί να γίνει αναζήτηση των Δεικτών που σχετίζονται με μια ορισμένη Μελέτη Περίπτωσης, αλλά όχι η αναζήτηση των Μελετών Περίπτωσης με τις οποίες σχετίζεται ένας ορισμένος δείκτης.

Στο κομμάτι του Visualization Kit, τμήματα της λογικής που αφορά τη σύνθεση των δεδομένων αλλά και της παρουσιαστικής λογικής, μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν για την πιο εύκολη και γρήγορη κατασκευή καινούργιων όψεων μελλοντικά. Είναι πιθανό σε κάποια σημεία να μπορεί να αυξηθεί η ταχύτητα απόκρισης των όψεων με καλύτερη αξιοποίηση της σελιδοποίησης που προσφέρουν κάποια από τα ερωτήματα. Μία όψη που θα μπορούσε να αποτελέσει ένα καλό επόμενο βήμα είναι η ανανέωση της όψης του Δείκτη Ευπάθειας σε Ευρωπαϊκό Επίπεδο, δηλαδή της συγκριτικής ανάλυσης της τιμής του δείκτη μεταξύ των χωρών, έναντι της σύγκρισης περιοχών εντός της ίδιας χώρας, όπως πραγματοποιήθηκε σε αυτή την εργασία.

## Βιβλιογραφία

---

- [1] United Nations General Assembly. *The Sustainable Development Goals*. 2024. <https://www.undp.org/sustainable-development-goals>. Ημερομηνία πρόσβασης: 12-04-2014.
- [2] George Halkos και Eleni Christina Gkampoura. *Where do we stand on the 17 Sustainable Development Goals? An overview on progress*. *Economic Analysis and Policy*, 70:94–122, 2021.
- [3] JHP Dawes. *SDG interlinkage networks: Analysis, robustness, sensitivities, and hierarchies*. *World Development*, 149:105693, 2022.
- [4] United Nations. *Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. 2024. <https://sdgs.un.org/2030agenda>. Ημερομηνία πρόσβασης: 12-04-2014.
- [5] Christina Maria Androna, Ioanna Mandilara, Eleni Fotopoulou, Anastasios Zafeiropoulos και Symeon Papavassiliou. *A Knowledge Graph-Driven Analysis of the Interlinkages among the Sustainable Development Goal Indicators in Different Spatial Resolutions*. *Sustainability*, 16(11), 2024.
- [6] Bennich T.; Persson Å.; Beaussart R.; Allen C.; Malekpour S. *Recurring patterns of SDG interlinkages and how they can advance the 2030 Agenda*. *One Earth*, 2023.
- [7] Lea Issa, Toufic Mezher και Mutasem El Fadel. *Can network analysis ascertain SDGs interlinkages towards evidence-based policy planning? A systematic critical assessment*. *Environmental Impact Assessment Review*, 104:107295, 2024.
- [8] Jean Pierre Cling και Clément Delecourt. *Interlinkages between the sustainable development goals*. *World Development Perspectives*, 25:100398, 2022.
- [9] United Nations Statistics Division. *The SDGs Geospatial Roadmap*. 2024. <https://unstats.un.org/unsd/statcom/53rd-session/documents/BG-3a-SDGs-Geospatial-Roadmap-E.pdf>. Ημερομηνία πρόσβασης: 12-04-2014.
- [10] Ascensión López-Vargas, Manuel Fuentes και Marta Vivar. *Challenges and opportunities of the internet of things for global development to achieve the united nations sustainable development goals*. *IEEE Access*, 8:37202–37213, 2020.
- [11] Mona Jaber. *IoT and machine learning for enabling sustainable development goals*. *Frontiers in Communications and Networks*, 4:1219047, 2023.
- [12] R Maheswar και GR Kanagachidambaresan. *Sustainable development through Internet of Things*. *Wireless Networks*, 26:2305–2306, 2020.

- [13] Gregory Giuliani, Paolo Mazzetti, Mattia Santoro, Stefano Nativi, Joost Van Bemmel, Guido Colangeli και Anthony Lehmann. *Knowledge generation using satellite earth observations to support sustainable development goals (SDG): A use case on Land degradation. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 88:102068, 2020.
- [14] Argyro Kavvada, Graciela Metternicht, Flora Kerblat, Naledzani Mudau, Marie Haldorson, Sharthi Laldaparsad, Lawrence Friedl, Alex Held και Emilio Chuvieco. *Towards delivering on the sustainable development goals using earth observations*, 2020.
- [15] Anne Warchold, Prajal Pradhan, Pratibha Thapa, Muhammad Panji Islam Fajar Putra και Jürgen P Kropp. *Building a unified sustainable development goal database: Why does sustainable development goal data selection matter? Sustainable Development*, 30(5):1278–1293, 2022.
- [16] A Hogan, E Blomqvist, M Cochez, C d’Amato, Gde Melo, C Gutiérrez και others. *Synthesis lectures on data, semantics, and knowledge. Berlin, Germany: Morgan & Claypool. doi, 10:Σ01125ΕΔ1°01Ψ202109ΔΣΚ022*, 2021.
- [17] *SustainGraph API repository on GitLab*.
- [18] *SustainGraph VisualizationKit repository on GitLab*.
- [19] Sumit Purohit, Nhuy Van και George Chin. *Semantic property graph for scalable knowledge graph analytics. 2021 IEEE International Conference on Big Data (Big Data)*, σελίδες 2672–2677. IEEE, 2021.
- [20] *Mandilara, I., Fotopoulou, E., Zafeiropoulos, A., and Papavassiliou, S. (2022). Sustain-graph ontology documentation.*
- [21] Amit Joshi, Luis Gonzalez Morales, Szymon Klarman, Armando Stellato, Aaron Helton, Sean Lovell και Artur Haczek. *A knowledge organization system for the united nations sustainable development goals. The Semantic Web: 18th International Conference, ESWC 2021, Virtual Event, June 6–10, 2021, Proceedings 18*, σελίδες 548–564. Springer, 2021.
- [22] *UN SDG (2022). UN sustainable development indicators.*
- [23] *EU SDG (2022). EU sustainable development indicators.*
- [24] Alice Crespi, Stefano Terzi, Silvia Cocuccioni, Marc Zebisch, Julie Berckmans και Hans Martin Füssel. *Climate-related hazard indices for Europe*. 2020.
- [25] Alison L Olechowski, Steven D Eppinger, Nitin Joglekar και Katharina Tomaschek. *Technology readiness levels: Shortcomings and improvement opportunities. Systems Engineering*, 23(4):395–408, 2020.
- [26] *Neo4j*. Ημερομηνία πρόσβασης: 18-06-2014.

- [27] *Flask for Python*. Ημερομηνία πρόσβασης: 18-06-2014.
- [28] *Python programming language*. Ημερομηνία πρόσβασης: 18-06-2014.
- [29] *Swagger specification*. Ημερομηνία πρόσβασης: 18-06-2014.
- [30] *Vue.js framework*. Ημερομηνία πρόσβασης: 18-06-2014.
- [31] *Quasar framework for node.js*. Ημερομηνία πρόσβασης: 18-06-2014.
- [32] *Swagger UI - Swagger specification visualization tool*. Ημερομηνία πρόσβασης: 18-06-2014.
- [33] *Hierarchical Tags plugin for Swagger UI*. Ημερομηνία πρόσβασης: 18-06-2014.
- [34] *YAML specification language*. Ημερομηνία πρόσβασης: 18-06-2014.
- [35] *Eurostat - Information on monitoring of EU SDGs*. Ημερομηνία πρόσβασης: 18-06-2014.



## Συντομογραφίες - Αρκτικόλεξα - Ακρωνύμια

---

πχ.	Παραδείγματος χάριν
κλπ.	και λοιπά
ΔτΠ	Διαδίκτυο των Πραγμάτων
ΣΒΑ	Στόχος Βιώσιμης Ανάπτυξης
ΕΤΕ	Επίπεδο Τεχνολογικής Ετοιμότητας
API	Application Programming Interface
NUTS	Nomenclature of Territorial Units for Statistics





## Απόδοση ξενόγλωσσων όρων

---

### Απόδοση

γράφος γνώσης  
βάση δεδομένων γράφου  
Στόχος Βιώσιμης Ανάπτυξης  
Δείκτης  
Δείκτης Πολλαπλών Εφαρμογών  
Σειρά  
Μεταδεδομένα Σειράς  
Χαρακτηριστικό  
Διάσταση  
Παρατήρηση  
Γεωπεριοχή  
Μελέτη Περίπτωσης  
Δείκτης Ευπάθειας  
Καινοτομία  
Κίνδυνος  
Διεπαφή Προγραμματισμού Εφαρμογής  
όψη  
γραφική διεπαφή  
ερώτημα  
Διαδίκτυο των Πραγμάτων  
σχήμα  
σελιδοποίηση

### Ξενόγλωσσος όρος

knowledge graph  
graph database  
Sustainable Development Goal  
Indicator  
Multi Purpose Indicator  
Series  
Series Metadata  
Attribute  
Dimension  
Observation  
GeoArea  
Case Study  
Vulnerability Index  
Innovation  
Hazard  
Application Programming Interface  
view  
graphical interface  
query  
Internet of Things  
schema  
pagination

