

Σχολή Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίας
Μεταπτυχιακή Εξειδίκευση στα Πληροφοριακά Συστήματα

Διπλωματική Εργασία

Καταγραφή Περιβαλλοντικών Προγραμμάτων ενός οργανισμού
(ΓΓΕΚ)

ΠΑΠΑΖΑΡΚΑΔΑ ΜΑΡΙΑ ΑΝΔΡΙΑΝΗ

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: ΚΑΜΠΑΣΗ ΚΑΤΕΡΙΝΑ

Πάτρα, Ιούνιος 2026

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

Καταγραφή Περιβαλλοντικών Προγραμμάτων ενός οργανισμού
(ΓΓΕΚ)

ΠΑΠΑΖΑΡΚΑΔΑ ΜΑΡΙΑ-ΑΝΔΡΙΑΝΗ

Επιτροπή Επίβλεψης Διπλωματικής Εργασίας

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια:

Καμπάση Αικατερίνη

Καθηγήτρια

Τμήμα Περιβάλλοντος

Ιόνιο Πανεπιστήμιο

Συν Επιβλέπων Καθηγητής:

Περίκος Ισίδωρος

ΣΕΠ ΕΑΠ

Πάτρα, Ιούνιος 2026

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω την κύρια επιβλέπουσα της μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας καθηγήτρια κ. Καμπάση Αικατερίνη για την καθοδήγηση και την αμέριστη υποστήριξη που μου παρείχε σε όλα τα στάδια εκπόνησης της παρούσης εργασίας.

Την εργασία αυτή θα ήθελα να την αφιερώσω στον σύζυγό μου Γιάννη για την συμπαράσταση και κατανόηση που επέδειξε καθόλη την διάρκεια φοίτησης μου στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα εξειδίκευσης και φυσικά, στην Αγγελικούλα μου, την κόρη μου, που γεννήθηκε μέσα σε αυτή τη διαδρομή και έκανε την ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας ακόμη πιο ξεχωριστή για εμένα.

Περίληψη

Η προστασία του περιβάλλοντος και η αντιμετώπιση των σύγχρονων περιβαλλοντικών προκλήσεων αποτελούν βασικές προτεραιότητες σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο. Η έρευνα και η καινοτομία διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη τεχνολογιών και μεθόδων που συμβάλλουν στη βιώσιμη ανάπτυξη και στην αποτελεσματική διαχείριση των φυσικών πόρων. Στο πλαίσιο αυτό, η Γενική Γραμματεία Έρευνας και Καινοτομίας (ΓΤΕΚ) υποστηρίζει και χρηματοδοτεί δράσεις και προγράμματα που προάγουν την περιβαλλοντική έρευνα, την πράσινη καινοτομία και τη μετάβαση σε ένα πιο βιώσιμο αναπτυξιακό μοντέλο.

Η παρούσα εργασία επικεντρώνεται στη σχεδίαση και ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου πληροφοριακού συστήματος, το οποίο αποσκοπεί στην υποστήριξη της καταγραφής, της παρακολούθησης και της αξιολόγησης περιβαλλοντικών προγραμμάτων ενός δημόσιου οργανισμού. Επιπλέον, το προτεινόμενο πληροφοριακό σύστημα ενσωματώνει μηχανισμό πολυκριτηριακής αξιολόγησης των προγραμμάτων, ο οποίος αξιοποιεί δεδομένα που καταχωρίζονται ήδη στην εφαρμογή. Η αξιολόγηση βασίζεται σε κριτήρια όπως τα ανακυκλωμένα υλικά, οι ωφελούμενοι πολίτες, η απορροφησιμότητα του προϋπολογισμού και η χρονική πρόοδος υλοποίησης, με στόχο τον εντοπισμό προγραμμάτων που παρουσιάζουν αυξημένο ρίσκο ή πιθανότητα μη επιτυχούς ολοκλήρωσης.

Η μεθοδολογία της εργασίας βασίζεται σε συνδυασμό βιβλιογραφικής έρευνας, ανάλυσης απαιτήσεων, σχεδιασμού και ανάπτυξης πληροφοριακού συστήματος και αξιολόγησης της λειτουργικότητάς του. Αρχικά πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική ανασκόπηση σχετικά με τη βιώσιμη ανάπτυξη, τα περιβαλλοντικά προγράμματα και τις μεθόδους παρακολούθησης και αξιολόγησης. Στη συνέχεια προσδιορίστηκαν οι λειτουργικές και μη λειτουργικές απαιτήσεις του συστήματος, σχεδιάστηκαν η αρχιτεκτονική και το μοντέλο δεδομένων και υλοποιήθηκε το Eco Programs Registry με χρήση σύγχρονων τεχνολογιών διαδικτυακών εφαρμογών. Τέλος, πραγματοποιήθηκε επαλήθευση και αξιολόγηση της λειτουργικότητας του συστήματος μέσω σεναρίων ελέγχου, με στόχο τη διαπίστωση της κάλυψης των απαιτήσεων που είχαν τεθεί κατά τη φάση της ανάλυσης.

Η εργασία συμβάλλει στην πληρέστερη κατανόηση του ρόλου της ΓΤΕΚ στην προώθηση της περιβαλλοντικής έρευνας και καινοτομίας στην Ελλάδα, αναδεικνύοντας παράλληλα καλές πρακτικές, προκλήσεις και δυνατότητες βελτίωσης του σχεδιασμού και της εφαρμογής αντίστοιχων προγραμμάτων στο μέλλον.

Λέξεις Κλειδιά

Γενική Γραμματεία Έρευνας και Καινοτομίας, περιβαλλοντικά προγράμματα, βιώσιμη ανάπτυξη, έρευνα και καινοτομία, αξιολόγηση προγραμμάτων, πράσινη ανάπτυξη

Mapping the Environmental Programs of an Organization: The Case of the General Secretariat for Research and Innovation (GSRI)

Papazarkada Maria Andriani

Abstract

Environmental protection and the response to contemporary environmental challenges constitute key priorities at both national and European levels. Research and innovation play a decisive role in the development of technologies and methods that contribute to sustainable development and the effective management of natural resources. Within this context, the General Secretariat for Research and Innovation (GSRI) supports and funds actions and programmes that promote environmental research, green innovation and the transition towards a more sustainable development model.

The present thesis focuses on the design and development of an integrated information system aimed at supporting the recording, monitoring and evaluation of environmental programmes implemented by a public organisation. In addition, the proposed information system incorporates a multicriteria evaluation mechanism, which uses data already stored in the application. The evaluation is based on criteria such as recycled materials, benefited citizens, budget absorption and implementation progress, aiming to identify programmes that present increased risk or may not be successfully completed within their planned timeframe.

The methodology of the thesis combines a literature review, requirements analysis, information system design and development, and functional evaluation. Initially, a literature review was conducted on sustainable development, environmental programmes, and monitoring and evaluation methods. Subsequently, the functional and non-functional requirements of the system were identified, its architecture and data model were designed, and the Eco Programs Registry was implemented using modern web technologies. Finally, the functionality of the system was verified and evaluated through test scenarios in order to assess the extent to which the requirements defined during the analysis phase were met.

This thesis contributes to a more comprehensive understanding of the role of GSRI in promoting environmental research and innovation in Greece. At the same time, the study

highlights good practices, challenges and opportunities for improving the design and implementation of similar programmes in the future.

Keywords: General Secretariat for Research and Innovation (GSRI), environmental programs, sustainable development, environmental policy, research and innovation, program evaluation, green transition.

Περιεχόμενα

Περίληψη	v
Abstract	vii
Περιεχόμενα.....	ix
Κατάλογος Εικόνων	xii
Κατάλογος Πινάκων	xiii
Συντομογραφίες & Ακρωνύμια.....	xiv
1. Εισαγωγή.....	1
1.1 Το περιβάλλον και οι σύγχρονες περιβαλλοντικές προκλήσεις.....	1
1.2 Η έννοια της βιώσιμης ανάπτυξης.....	1
1.3 Περιβαλλοντική πολιτική και πράσινη μετάβαση	2
1.4 Ο Ρόλος της Έρευνας και της Καινοτομίας στην Περιβαλλοντική Προστασία	2
1.5 Η Γενική Γραμματεία Έρευνας και Καινοτομίας (ΓΓΕΚ)	3
1.6 Σκοπός της Διπλωματικής Εργασίας	4
1.7 Μεθοδολογία Έρευνας	4
2. Θεωρητικό Υπόβαθρο	6
2.1 Βιώσιμη Ανάπτυξη.....	6
2.2 Περιβαλλοντική Πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης	6
2.3 Περιβαλλοντικά Προγράμματα και Χρηματοδοτικοί Μηχανισμοί	7
2.4 Πληροφοριακά Συστήματα	8
2.5 Πληροφοριακά Συστήματα Διαχείρισης Προγραμμάτων	9
2.6 Παρακολούθηση και Αξιολόγηση Περιβαλλοντικών Προγραμμάτων	10
2.7 Δείκτες Απόδοσης (KPIs) και Περιβαλλοντικοί Δείκτες	11
2.8 Πολυκριτήρια Αξιολόγηση Περιβαλλοντικών Προγραμμάτων	12
2.9 Σύγχρονες Τεχνολογίες Ανάπτυξης Πληροφοριακών Συστημάτων.....	14
2.10 Σύνοψη Κεφαλαίου.....	15
3. Ανάλυση Απαιτήσεων	16
3.1 Το Περιβάλλον Διαχείρισης Περιβαλλοντικών Προγραμμάτων	16
3.2 Υφιστάμενη Κατάσταση και Επιχειρησιακές Ανάγκες.....	17
3.3 Ανάλυση Απαιτήσεων του Πληροφοριακού Συστήματος	17

3.4 Ανάλυση Εμπλεκόμενων Μερών (Stakeholders)	18
3.5 Ανάλυση Χρηστών και Ρόλων	18
3.6 Λειτουργικές Απαιτήσεις	19
3.7 Μη Λειτουργικές Απαιτήσεις	22
3.8 User Stories	24
3.9 Use Cases.....	27
3.10 Διάγραμμα Περιπτώσεων Χρήσης (Use Case Diagram)	30
3.11 Διάγραμμα Δραστηριοτήτων	32
3.12 Διάγραμμα Ακολουθίας (Sequence Diagrams).....	34
3.13 Σύνοψη κεφαλαίου	36
4. Σχεδιασμός Συστήματος	37
4.1 Αρχιτεκτονική Συστήματος	37
4.1.1 Presentation layer (Frontend).....	38
4.1.2 Application layer (Backend)	38
4.1.3 Επίπεδο Δεδομένων (Database Layer / Data Access Layer)	38
4.2 Σχεδιασμός Βάσης Δεδομένων	39
4.2.1 Βασικές Οντότητες του Συστήματος	40
4.2.2 Συσχετίσεις Οντοτήτων	42
4.3 Σχεδιασμός Περιπτώσεων Χρήσης	45
4.4 Σχεδιασμός Δικαιωμάτων Πρόσβασης	46
4.4.1 Ρόλοι Χρηστών	46
4.5 Σύνοψη Κεφαλαίου	48
5. Υλοποίηση Συστήματος.....	49
5.1 Τεχνολογίες Υλοποίησης	49
5.2 Υλοποίηση Διεπαφής Χρήστη (Frontend).....	50
5.3 Υλοποίηση Επιχειρησιακής Λογικής (Backend)	51
5.4 Υλοποίηση Βάσης Δεδομένων	53
5.5 Μηχανισμός Αυθεντικοποίησης και Ασφάλειας	54
5.6 Υλοποίηση Βασικών Λειτουργιών	56
5.7 Dashboard και Αναφορές.....	60
5.8 Σύνοψη Κεφαλαίου	61

6. Επαλήθευση και αξιολόγηση του συστήματος	62
6.1 Επαλήθευση Λειτουργικότητας	62
6.2 Επαλήθευση Αυθεντικοποίησης και Δικαιωμάτων Πρόσβασης	63
6.3 Αξιολόγηση του Συστήματος	64
6.4 Περιορισμοί του Συστήματος	65
6.5 Αντιστοίχιση Λειτουργικών Απαιτήσεων με την Υλοποίηση	66
6.6 Σύνοψη Κεφαλαίου	67
7. Συμπεράσματα και μελλοντικές επεκτάσεις	69
7.1 Συνεισφορά της Εργασίας	69
7.2 Πρωτοτυπία της Εργασίας	70
7.3 Μελλοντικές Επεκτάσεις	71
7.4 Τελική Αποτίμηση	72
Βιβλιογραφία	73

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1 Use Case diagram	31
Εικόνα 2 Διάγραμμα Δραστηριοτήτων	33
Εικόνα 3 Sequence Diagram.....	35
Εικόνα 4 Αρχιτεκτονική Συστήματος.....	39
Εικόνα 5 ERD	44
Εικόνα 6 Μηχανισμός Αυθεντικοποίησης χρήστη.....	55
Εικόνα 7 Διαχείριση περιβαλλοντικών προγραμμάτων	57
Εικόνα 8 Δημιουργία νέου προγράμματος.....	57
Εικόνα 9 Διαχείριση φορέων υλοποίησης.....	58
Εικόνα 10 Διαχείριση παραδοτεών	58
Εικόνα 11 Προσθήκη περιβαλλοντικών δεικτών	59
Εικόνα 12 Ενημέρωση προόδου	60
Εικόνα 13 Αξιολόγηση προγραμμάτων.....	60
Εικόνα 14 Dashboard και αναφορές.....	61

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1	Παραδείγματα Περιβαλλοντικών Δεικτών	12
Πίνακας 2	Παραδείγματα Κριτηρίων Αξιολόγησης	13
Πίνακας 3	Κατηγορίες ρίσκου	14
Πίνακας 4	Stakeholders.....	18
Πίνακας 5	Ρόλοι Χρηστών	19
Πίνακας 6	Ρόλοι και Δικαιώματα	48
Πίνακας 7	Βασικές Τεχνολογίες	50
Πίνακας 8	Βασικές Σελίδες Frontend	51
Πίνακας 9	Βασικά Modules του BE	52
Πίνακας 10	Βασικές Οντότητες της Βάσης Δεδομένων	54
Πίνακας 11	Σενάρια Δοκιμών	63
Πίνακας 12	Βασικά Δικαιώματα Πρόσβασης	64
Πίνακας 13	- Αντιστοίχιση λειτουργικών απαιτήσεων με την υλοποίηση	67

Συντομογραφίες & Ακρωνύμια

API Application Programming Interface

CRUD Create, Read, Update, Delete

DTO Data Transfer Object

ΕΑΠ Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο

ERD Entity Relationship Diagram

FR Functional Requirement (Λειτουργική Απαίτηση)

ΓΤΕΚ Γενική Γραμματεία Έρευνας και Καινοτομίας

JWT JSON Web Token

KPI Key Performance Indicator

NFR Non Functional Requirement (Μη Λειτουργική Απαίτηση)

OECD Organisation for Economic Co operation and Development

ORM Object Relational Mapping

RBAC Role Based Access Control

REST Representational State Transfer

SDGs Sustainable Development Goals

SQL Structured Query Language

UC Use Case

UNEP United Nations Environment Programme

WCED World Commission on Environment and Development

1. Εισαγωγή

1.1 Το περιβάλλον και οι σύγχρονες περιβαλλοντικές προκλήσεις

Κατά τις τελευταίες δεκαετίες, η προστασία του περιβάλλοντος έχει αναδειχθεί σε μία από τις σημαντικότερες προκλήσεις σε παγκόσμιο επίπεδο. Η κλιματική αλλαγή, η απώλεια της βιοποικιλότητας, η ρύπανση του αέρα, του εδάφους και των υδάτων, καθώς και η υπερεκμετάλλευση των φυσικών πόρων αποτελούν ζητήματα που επηρεάζουν άμεσα την ποιότητα ζωής των ανθρώπων και τη βιωσιμότητα των οικοσυστημάτων (United Nations Environment Programme, 2022).

Οι περιβαλλοντικές προκλήσεις δεν περιορίζονται πλέον σε τοπικό ή εθνικό επίπεδο, αλλά αποκτούν παγκόσμια διάσταση, απαιτώντας συντονισμένες πολιτικές δράσεις. Η ανάγκη εξεύρεσης ισορροπίας μεταξύ οικονομικής ανάπτυξης, κοινωνικής ευημερίας και περιβαλλοντικής προστασίας οδήγησε στη διαμόρφωση νέων προσεγγίσεων ανάπτυξης, με κυριότερη αυτή της βιώσιμης ανάπτυξης.

Στο πλαίσιο αυτό, η έρευνα και η καινοτομία διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη νέων τεχνολογιών, μεθόδων και εργαλείων που συμβάλλουν στην αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων. Η παραγωγή επιστημονικής γνώσης και η αξιοποίησή της μέσω οργανωμένων ερευνητικών προγραμμάτων αποτελούν βασικό παράγοντα για την επίτευξη των περιβαλλοντικών στόχων σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο.

1.2 Η έννοια της βιώσιμης ανάπτυξης

Η έννοια της βιώσιμης ανάπτυξης καθιερώθηκε διεθνώς μέσω της Έκθεσης Brundtland (Our Common Future) το 1987. Σύμφωνα με τον ορισμό που διατυπώθηκε από την Παγκόσμια Επιτροπή για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη, βιώσιμη ανάπτυξη είναι «η ανάπτυξη που ικανοποιεί τις ανάγκες του παρόντος χωρίς να υπονομεύει την ικανότητα των μελλοντικών γενεών να ικανοποιήσουν τις δικές τους ανάγκες» (World Commission on Environment and Development, 1987).

Η βιώσιμη ανάπτυξη βασίζεται στην ισορροπημένη συνύπαρξη τριών αλληλένδετων διαστάσεων: της οικονομικής ανάπτυξης, της κοινωνικής συνοχής και της περιβαλλοντικής προστασίας. Η προσέγγιση αυτή επιδιώκει τη δημιουργία αναπτυξιακών προτύπων που

εξασφαλίζουν την ευημερία των σημερινών κοινωνιών χωρίς να θέτουν σε κίνδυνο τους φυσικούς πόρους και το περιβάλλον των επόμενων γενεών.

1.3 Περιβαλλοντική πολιτική και πράσινη μετάβαση

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει αναπτύξει ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο περιβαλλοντικής πολιτικής με στόχο την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και την προώθηση της βιώσιμης ανάπτυξης. Κεντρικό στοιχείο αυτής της πολιτικής αποτελεί η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία (European Green Deal), η οποία παρουσιάστηκε το 2019 από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή και θέτει ως βασικό στόχο την επίτευξη κλιματικής ουδετερότητας έως το έτος 2050 (European Commission, 2019).

Η πράσινη μετάβαση περιλαμβάνει δράσεις που αφορούν τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, την προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας, την ενίσχυση της κυκλικής οικονομίας και την προστασία της βιοποικιλότητας. Η υλοποίηση των δράσεων αυτών απαιτεί σημαντικές επενδύσεις σε έρευνα, τεχνολογία και καινοτομία.

Για τον λόγο αυτό, η Ευρωπαϊκή Ένωση και τα κράτη μέλη χρηματοδοτούν πλήθος ερευνητικών και αναπτυξιακών προγραμμάτων που στοχεύουν στην παραγωγή νέας γνώσης και στην ανάπτυξη καινοτόμων περιβαλλοντικών λύσεων. Η αποτελεσματική παρακολούθηση και αξιολόγηση των προγραμμάτων αυτών αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για τη διασφάλιση της αποδοτικής αξιοποίησης των διαθέσιμων πόρων.

1.4 Ο Ρόλος της Έρευνας και της Καινοτομίας στην Περιβαλλοντική Προστασία

Η έρευνα και η καινοτομία διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη τεχνολογιών, μεθόδων και εργαλείων που συμβάλλουν στην περιβαλλοντική προστασία. Σε ευρωπαϊκό επίπεδο, η έρευνα και η καινοτομία έχουν αναγνωριστεί ως κρίσιμοι παράγοντες για την υλοποίηση των στόχων της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας και των Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης των Ηνωμένων Εθνών (United Nations, 2015; European Commission, 2019). Προγράμματα όπως το Horizon Europe χρηματοδοτούν ερευνητικές δράσεις που αφορούν την κλιματική αλλαγή, τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, την κυκλική οικονομία, τη διαχείριση φυσικών πόρων και την προστασία της βιοποικιλότητας (European Commission, 2021).

Η αποτελεσματική αξιοποίηση των ερευνητικών αποτελεσμάτων απαιτεί μηχανισμούς διαχείρισης, παρακολούθησης και αξιολόγησης των χρηματοδοτούμενων δράσεων. Η συλλογή και ανάλυση δεδομένων σχετικά με την πρόοδο, τα παραδοτέα και τα αποτελέσματα των έργων αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων και τη βελτίωση των μελλοντικών πολιτικών.

Για τον λόγο αυτό, οι δημόσιοι οργανισμοί που διαχειρίζονται περιβαλλοντικά προγράμματα καλούνται να αξιοποιούν σύγχρονα πληροφοριακά συστήματα τα οποία επιτρέπουν την οργανωμένη καταγραφή και παρακολούθηση των δράσεων, ενισχύοντας τη διαφάνεια, την αποδοτικότητα και τη λογοδοσία.

1.5 Η Γενική Γραμματεία Έρευνας και Καινοτομίας (ΓΓΕΚ)

Η Γενική Γραμματεία Έρευνας και Καινοτομίας (ΓΓΕΚ) αποτελεί τον βασικό δημόσιο φορέα σχεδιασμού και υλοποίησης της εθνικής πολιτικής για την έρευνα, την τεχνολογική ανάπτυξη και την καινοτομία στην Ελλάδα (Γενική Γραμματεία Έρευνας και Καινοτομίας, 2024). Αποστολή της είναι η ενίσχυση της επιστημονικής έρευνας, η υποστήριξη της καινοτομίας και η διασύνδεση της ερευνητικής δραστηριότητας με τις ανάγκες της οικονομίας και της κοινωνίας.

Στο πλαίσιο των αρμοδιοτήτων της, η ΓΓΕΚ συμμετέχει στον σχεδιασμό και τη χρηματοδότηση δράσεων που σχετίζονται με την προστασία του περιβάλλοντος, την πράσινη ανάπτυξη, την ενεργειακή μετάβαση και την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Μέσω εθνικών και ευρωπαϊκών χρηματοδοτικών εργαλείων υποστηρίζονται ερευνητικά έργα και καινοτόμες πρωτοβουλίες που συμβάλλουν στην επίτευξη περιβαλλοντικών στόχων.

Η διαχείριση μεγάλου αριθμού προγραμμάτων δημιουργεί σημαντικές απαιτήσεις ως προς τη συλλογή, αποθήκευση, επεξεργασία και αξιολόγηση δεδομένων. Η ανάγκη για συγκεντρωτική εικόνα των δράσεων, των φορέων υλοποίησης, των παραδοτέων και των αποτελεσμάτων αναδεικνύει τη σημασία ανάπτυξης κατάλληλων πληροφοριακών συστημάτων που μπορούν να υποστηρίξουν αποτελεσματικά τις διαδικασίες διοίκησης και παρακολούθησης.

1.6 Σκοπός της Διπλωματικής Εργασίας

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η ανάλυση, σχεδίαση και ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου πληροφοριακού συστήματος για την καταγραφή, παρακολούθηση και αξιολόγηση περιβαλλοντικών προγραμμάτων, με μελέτη περίπτωσης τη Γενική Γραμματεία Έρευνας και Καινοτομίας.

Για την κάλυψη των αναγκών αυτών αναπτύχθηκε το πληροφοριακό **σύστημα Eco Programs Registry**, το οποίο επιτρέπει την κεντρική διαχείριση πληροφοριών που αφορούν περιβαλλοντικά προγράμματα, φορείς υλοποίησης, παραδοτέα, περιβαλλοντικούς δείκτες και αναφορές προόδου. Το σύστημα στοχεύει στη βελτίωση της οργάνωσης των δεδομένων, στην ενίσχυση της παρακολούθησης της προόδου των δράσεων και στη διευκόλυνση της αξιολόγησης των αποτελεσμάτων των προγραμμάτων. Στο πλαίσιο της αξιολόγησης, η εφαρμογή επεκτείνεται με μηχανισμό πολυκριτηριακής αξιολόγησης των περιβαλλοντικών προγραμμάτων. Ο μηχανισμός αυτός βασίζεται σε επιμέρους κριτήρια που συνδέονται με την πορεία και την αποτελεσματικότητα κάθε προγράμματος, όπως η επίτευξη στόχων ανακύκλωσης, ο αριθμός των ωφελούμενων πολιτών, η απορροφησιμότητα του προϋπολογισμού και η χρονική πρόοδος υλοποίησης. Με τον τρόπο αυτό, το σύστημα δεν λειτουργεί αποκλειστικά ως μητρώο καταγραφής, αλλά και ως εργαλείο υποστήριξης αποφάσεων για τον εντοπισμό προγραμμάτων που χρειάζονται αυξημένη παρακολούθηση.

Η εργασία συνδυάζει θεωρητικές έννοιες από τον χώρο της περιβαλλοντικής πολιτικής και της διαχείρισης προγραμμάτων με σύγχρονες τεχνολογίες ανάπτυξης πληροφοριακών συστημάτων, προτείνοντας μια ολοκληρωμένη λύση που μπορεί να αξιοποιηθεί από δημόσιους οργανισμούς που διαχειρίζονται περιβαλλοντικές δράσεις.

1.7 Μεθοδολογία Έρευνας

Η παρούσα εργασία ακολουθεί τη μεθοδολογία σχεδίασης και ανάπτυξης πληροφοριακών συστημάτων, συνδυάζοντας βιβλιογραφική έρευνα, ανάλυση απαιτήσεων, σχεδιασμό λογισμικού, υλοποίηση και αξιολόγηση (Dennis et al., 2020; Sommerville, 2020).

Αρχικά πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική ανασκόπηση σχετικά με τη βιώσιμη ανάπτυξη, τα περιβαλλοντικά προγράμματα, τα πληροφοριακά συστήματα διαχείρισης έργων και τις μεθόδους παρακολούθησης και αξιολόγησης δράσεων. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε ανάλυση των αναγκών ενός οργανισμού που διαχειρίζεται περιβαλλοντικά προγράμματα, με στόχο τον προσδιορισμό των λειτουργικών και μη λειτουργικών απαιτήσεων του συστήματος (Dennis et al., 2020; Pressman & Maxim, 2020).

Με βάση τα αποτελέσματα της ανάλυσης σχεδιάστηκε η αρχιτεκτονική του πληροφοριακού συστήματος και το μοντέλο δεδομένων. Η υλοποίηση πραγματοποιήθηκε με χρήση τεχνολογιών React για το περιβάλλον διεπαφής χρήστη, NestJS για το επιχειρησιακό επίπεδο εφαρμογής και PostgreSQL για την αποθήκευση δεδομένων.

Τέλος, πραγματοποιήθηκε αξιολόγηση της λειτουργικότητας του συστήματος μέσω σεναρίων χρήσης και ελέγχου των βασικών λειτουργιών, με στόχο τη διαπίστωση της ορθής κάλυψης των απαιτήσεων που είχαν τεθεί κατά τη φάση της ανάλυσης.

2. Θεωρητικό Υπόβαθρο

2.1 Βιώσιμη Ανάπτυξη

Η έννοια της βιώσιμης ανάπτυξης αποτελεί θεμελιώδη αρχή της σύγχρονης περιβαλλοντικής πολιτικής και αναπτυξιακής στρατηγικής. Ο όρος καθιερώθηκε διεθνώς μέσω της Έκθεσης Brundtland της Παγκόσμιας Επιτροπής για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη (World Commission on Environment and Development WCED), η οποία δημοσιεύθηκε το 1987. Σύμφωνα με την έκθεση, βιώσιμη ανάπτυξη είναι «η ανάπτυξη που ικανοποιεί τις ανάγκες του παρόντος χωρίς να υπονομεύει την ικανότητα των μελλοντικών γενεών να ικανοποιήσουν τις δικές τους ανάγκες» (WCED, 1987).

Η βιώσιμη ανάπτυξη βασίζεται στην ισόρροπη συνύπαρξη τριών αλληλεξαρτώμενων διαστάσεων: της οικονομικής ανάπτυξης, της κοινωνικής ευημερίας και της περιβαλλοντικής προστασίας. Η προσέγγιση αυτή αναγνωρίζει ότι η οικονομική πρόοδος δεν μπορεί να επιτευχθεί εις βάρος του φυσικού περιβάλλοντος ούτε χωρίς να λαμβάνονται υπόψη οι κοινωνικές ανάγκες και ανισότητες.

Κατά τις τελευταίες δεκαετίες, η έννοια της βιώσιμης ανάπτυξης έχει ενσωματωθεί στον σχεδιασμό πολιτικών σε διεθνές, ευρωπαϊκό και εθνικό επίπεδο. Το 2015, τα Ηνωμένα Έθνη υιοθέτησαν τους 17 Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης (Sustainable Development Goals SDGs), οι οποίοι αποτελούν ένα παγκόσμιο πλαίσιο δράσης για την αντιμετώπιση περιβαλλοντικών, κοινωνικών και οικονομικών προκλήσεων έως το 2030 (United Nations, 2015).

Η επίτευξη των στόχων βιώσιμης ανάπτυξης απαιτεί την εφαρμογή αποτελεσματικών πολιτικών, την αξιοποίηση της επιστημονικής γνώσης και την υλοποίηση προγραμμάτων που συμβάλλουν στην προστασία του περιβάλλοντος και στη βιώσιμη διαχείριση των φυσικών πόρων. Για τον λόγο αυτό, η έρευνα και η καινοτομία αποτελούν βασικούς μηχανισμούς υποστήριξης της μετάβασης προς ένα πιο βιώσιμο μοντέλο ανάπτυξης.

2.2 Περιβαλλοντική Πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Η Ευρωπαϊκή Ένωση αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους διεθνείς φορείς διαμόρφωσης περιβαλλοντικής πολιτικής. Από τη δεκαετία του 1970 έως σήμερα έχει

αναπτύξει ένα ολοκληρωμένο θεσμικό και νομοθετικό πλαίσιο που αποσκοπεί στην προστασία του περιβάλλοντος και στην προώθηση της βιώσιμης ανάπτυξης (European Union, 2024).

Βασικές αρχές της ευρωπαϊκής περιβαλλοντικής πολιτικής αποτελούν η πρόληψη της περιβαλλοντικής ζημίας, η προφύλαξη, η αποκατάσταση της ζημίας στην πηγή της και η αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει». Οι αρχές αυτές ενσωματώνονται σε πλήθος κανονισμών, οδηγιών και στρατηγικών που εφαρμόζονται στα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Το 2019 παρουσιάστηκε η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία (European Green Deal), η οποία αποτελεί τη βασική στρατηγική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τη μετάβαση σε μια οικονομία κλιματικά ουδέτερη έως το 2050. Η στρατηγική αυτή περιλαμβάνει δράσεις που σχετίζονται με την ενέργεια, τις μεταφορές, τη βιομηχανία, τη γεωργία, τη διαχείριση αποβλήτων και την προστασία της βιοποικιλότητας (European Commission, 2019).

Η επίτευξη των στόχων της Πράσινης Συμφωνίας προϋποθέτει σημαντικές επενδύσεις στην έρευνα και την καινοτομία. Για τον σκοπό αυτό, η Ευρωπαϊκή Ένωση χρηματοδοτεί πλήθος προγραμμάτων μέσω πρωτοβουλιών όπως το Horizon Europe και το LIFE Programme, ενισχύοντας δράσεις που συμβάλλουν στην πράσινη μετάβαση και την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής (European Commission, 2021).

Η ανάγκη παρακολούθησης των χρηματοδοτούμενων δράσεων και αξιολόγησης των αποτελεσμάτων τους καθιστά απαραίτητη την ανάπτυξη πληροφοριακών συστημάτων που υποστηρίζουν τη διαχείριση και αξιολόγηση περιβαλλοντικών προγραμμάτων.

2.3 Περιβαλλοντικά Προγράμματα και Χρηματοδοτικοί Μηχανισμοί

Τα περιβαλλοντικά προγράμματα αποτελούν οργανωμένες παρεμβάσεις που σχεδιάζονται και υλοποιούνται με σκοπό την αντιμετώπιση συγκεκριμένων περιβαλλοντικών προβλημάτων ή την επίτευξη στόχων βιώσιμης ανάπτυξης. Τα προγράμματα αυτά μπορεί να αφορούν δράσεις έρευνας και καινοτομίας, προστασίας φυσικών οικοσυστημάτων, διαχείρισης φυσικών πόρων, αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής ή προώθησης της κυκλικής οικονομίας (UNEP, 2022; OECD, 2023).

Η υλοποίηση περιβαλλοντικών προγραμμάτων προϋποθέτει τη συνεργασία πολλών εμπλεκόμενων φορέων, όπως δημόσιες αρχές, ερευνητικά ιδρύματα, πανεπιστήμια,

επιχειρήσεις και μη κυβερνητικές οργανώσεις. Η πολυπλοκότητα των έργων αυτών καθιστά αναγκαία την ύπαρξη μηχανισμών συντονισμού, παρακολούθησης και αξιολόγησης καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους.

Σε ευρωπαϊκό επίπεδο, σημαντικό μέρος της χρηματοδότησης περιβαλλοντικών δράσεων προέρχεται από προγράμματα όπως το Horizon Europe, το πρόγραμμα LIFE, τα Ευρωπαϊκά Διαρθρωτικά και Επενδυτικά Ταμεία και το Ταμείο Συνοχής. Τα προγράμματα αυτά στοχεύουν στην ενίσχυση της έρευνας, της τεχνολογικής ανάπτυξης και της εφαρμογής καινοτόμων λύσεων που συμβάλλουν στην πράσινη μετάβαση (European Commission, 2021).

Στην Ελλάδα, η Γενική Γραμματεία Έρευνας και Καινοτομίας διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη διαχείριση και χρηματοδότηση ερευνητικών και περιβαλλοντικών δράσεων. Μέσω εθνικών και ευρωπαϊκών χρηματοδοτικών εργαλείων υποστηρίζονται έργα που αφορούν την κλιματική αλλαγή, την ενεργειακή αποδοτικότητα, τη βιώσιμη διαχείριση φυσικών πόρων και την προστασία του περιβάλλοντος (Γενική Γραμματεία Έρευνας και Καινοτομίας, 2024; Υπουργείο Ανάπτυξης, 2024).

Η αποτελεσματική διαχείριση των προγραμμάτων αυτών απαιτεί τη συστηματική καταγραφή στοιχείων όπως οι φορείς υλοποίησης, ο προϋπολογισμός, τα παραδοτέα, οι περιβαλλοντικοί δείκτες και η πρόοδος υλοποίησης. Η ανάγκη αυτή καθιστά αναγκαία την αξιοποίηση πληροφοριακών συστημάτων που επιτρέπουν την οργανωμένη διαχείριση και αξιολόγηση των σχετικών δεδομένων.

2.4 Πληροφοριακά Συστήματα

Τα πληροφοριακά συστήματα αποτελούν οργανωμένα σύνολα ανθρώπων, διαδικασιών, δεδομένων, λογισμικού και τεχνολογικών υποδομών που συνεργάζονται για τη συλλογή, επεξεργασία, αποθήκευση και διάχυση πληροφοριών με σκοπό την υποστήριξη της λήψης αποφάσεων και της λειτουργίας ενός οργανισμού. (Laudon & Laudon, 2022).

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, τα πληροφοριακά συστήματα συμβάλλουν στη βελτίωση της αποδοτικότητας, της ποιότητας των παρεχόμενων υπηρεσιών και της διαφάνειας των οργανισμών. Μέσω της ψηφιοποίησης των διαδικασιών και της συγκέντρωσης της πληροφορίας σε ενιαία αποθετήρια δεδομένων, οι οργανισμοί μπορούν να αποκτήσουν

καλύτερη εικόνα της λειτουργίας τους και να λαμβάνουν αποφάσεις βασισμένες σε πραγματικά δεδομένα (Laudon & Laudon, 2022).

Ιδιαίτερη σημασία παρουσιάζουν τα πληροφοριακά συστήματα στον δημόσιο τομέα, όπου η ανάγκη για διαφάνεια, λογοδοσία και αποτελεσματική διαχείριση πόρων είναι ιδιαίτερα αυξημένη. Οι δημόσιοι οργανισμοί διαχειρίζονται μεγάλο όγκο πληροφοριών και καλούνται να παρακολουθούν πολύπλοκες διοικητικές και επιχειρησιακές διαδικασίες.

Στο πλαίσιο αυτό, τα πληροφοριακά συστήματα αποτελούν βασικό εργαλείο για την υποστήριξη της διαχείρισης προγραμμάτων και έργων, επιτρέποντας τη συστηματική καταγραφή δεδομένων, την παρακολούθηση της προόδου, τη διαχείριση πόρων και την αξιολόγηση αποτελεσμάτων.

2.5 Πληροφοριακά Συστήματα Διαχείρισης Προγραμμάτων

Η διαχείριση προγραμμάτων και έργων αποτελεί μια σύνθετη διαδικασία που περιλαμβάνει τον σχεδιασμό, την παρακολούθηση, τον έλεγχο και την αξιολόγηση πλήθους δραστηριοτήτων. Η αυξανόμενη πολυπλοκότητα των έργων, σε συνδυασμό με τον μεγάλο όγκο δεδομένων που παράγεται κατά την υλοποίησή τους, έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη εξειδικευμένων πληροφοριακών συστημάτων διαχείρισης προγραμμάτων (Project Management Institute, 2021; Laudon & Laudon, 2022).

Τα συστήματα αυτά επιτρέπουν την κεντρική διαχείριση πληροφοριών που σχετίζονται με τα έργα, τους εμπλεκόμενους φορείς, τα παραδοτέα, τα χρονοδιαγράμματα, τους δείκτες απόδοσης και την πρόοδο υλοποίησης. Παράλληλα, υποστηρίζουν τη λήψη αποφάσεων μέσω της παραγωγής αναφορών και στατιστικών στοιχείων. (Laudon & Laudon, 2022).

Στην περίπτωση των περιβαλλοντικών προγραμμάτων, οι απαιτήσεις διαχείρισης είναι ακόμη πιο σύνθετες, καθώς απαιτείται η παρακολούθηση περιβαλλοντικών δεικτών, η αξιολόγηση της περιβαλλοντικής επίδρασης των δράσεων και η τεκμηρίωση της επίτευξης συγκεκριμένων στόχων βιωσιμότητας.

Στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής αναπτύχθηκε το πληροφοριακό σύστημα **Eco Programs Registry**, το οποίο σχεδιάστηκε για την καταγραφή, παρακολούθηση και αξιολόγηση περιβαλλοντικών προγραμμάτων. Το σύστημα επιτρέπει τη διαχείριση προγραμμάτων, φορέων υλοποίησης, παραδοτέων, περιβαλλοντικών δεικτών και ενημερώσεων προόδου, παρέχοντας παράλληλα συγκεντρωτικά στατιστικά στοιχεία μέσω

μηχανισμού dashboard. Η αρχιτεκτονική του βασίζεται σε τεχνολογίες διαδικτυακών εφαρμογών και ακολουθεί πολυεπίπεδη προσέγγιση με διακριτό επίπεδο παρουσίασης, επιχειρησιακής λογικής και αποθήκευσης δεδομένων. Η ανάπτυξη τέτοιων συστημάτων συμβάλλει σημαντικά στη βελτίωση της οργάνωσης των δεδομένων, στην αποτελεσματικότερη παρακολούθηση των δράσεων και στη διευκόλυνση της διαδικασίας αξιολόγησης των αποτελεσμάτων των προγραμμάτων.

2.6 Παρακολούθηση και Αξιολόγηση Περιβαλλοντικών Προγραμμάτων

Η αποτελεσματική διαχείριση περιβαλλοντικών προγραμμάτων δεν περιορίζεται στον αρχικό σχεδιασμό και την υλοποίηση των δράσεων, αλλά απαιτεί συνεχή παρακολούθηση και συστηματική αξιολόγηση των αποτελεσμάτων τους. Οι διαδικασίες παρακολούθησης (monitoring) και αξιολόγησης (evaluation) αποτελούν βασικά εργαλεία διοίκησης, καθώς επιτρέπουν τη διαπίστωση του βαθμού επίτευξης των στόχων, την έγκαιρη αναγνώριση προβλημάτων και τη λήψη διορθωτικών μέτρων. (United Nations Development Programme, 2009; OECD, 2021)

Η παρακολούθηση αναφέρεται στη συστηματική συλλογή και ανάλυση δεδομένων κατά τη διάρκεια υλοποίησης ενός προγράμματος. Στόχος της είναι η διαπίστωση της προόδου των εργασιών, η τήρηση των χρονοδιαγραμμάτων, η παρακολούθηση της κατανάλωσης πόρων και η καταγραφή των παραδοτέων που παράγονται. Μέσω της παρακολούθησης, οι υπεύθυνοι ενός προγράμματος μπορούν να εντοπίζουν αποκλίσεις από τον αρχικό σχεδιασμό και να προβαίνουν σε κατάλληλες διορθωτικές ενέργειες.

Αντίθετα, η αξιολόγηση αποτελεί μια ευρύτερη διαδικασία αποτίμησης της αποτελεσματικότητας, της αποδοτικότητας, της συνάφειας και της βιωσιμότητας ενός προγράμματος. Η αξιολόγηση μπορεί να πραγματοποιηθεί πριν από την έναρξη ενός έργου (ex ante evaluation), κατά τη διάρκεια υλοποίησης (mid term evaluation) ή μετά την ολοκλήρωσή του (ex post evaluation) (OECD, 2021).

Στα περιβαλλοντικά προγράμματα, η αξιολόγηση παρουσιάζει ιδιαίτερη σημασία, καθώς επιδιώκεται όχι μόνο η επιτυχής ολοκλήρωση των δράσεων αλλά και η μέτρηση της πραγματικής περιβαλλοντικής επίδρασης που αυτές επιφέρουν. Για τον λόγο αυτό χρησιμοποιούνται ποσοτικοί και ποιοτικοί δείκτες οι οποίοι επιτρέπουν την αποτύπωση των αποτελεσμάτων και τη συγκριτική αξιολόγηση διαφορετικών παρεμβάσεων.

Η ανάπτυξη σύγχρονων πληροφοριακών συστημάτων συμβάλλει σημαντικά στην αυτοματοποίηση των διαδικασιών παρακολούθησης και αξιολόγησης. Μέσω της συστηματικής καταγραφής δεδομένων, της αποθήκευσης ιστορικού στοιχείων και της παραγωγής αναφορών, καθίσταται δυνατή η τεκμηριωμένη λήψη αποφάσεων και η βελτίωση της αποτελεσματικότητας των προγραμμάτων.

2.7 Δείκτες Απόδοσης (KPIs) και Περιβαλλοντικοί Δείκτες

Οι δείκτες απόδοσης (Key Performance Indicators KPIs) αποτελούν μετρήσιμες μεταβλητές που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση της επίδοσης ενός οργανισμού, ενός έργου ή ενός προγράμματος σε σχέση με προκαθορισμένους στόχους. Η χρήση δεικτών επιτρέπει την αντικειμενική αποτίμηση των αποτελεσμάτων και διευκολύνει τη διαδικασία λήψης αποφάσεων (Project Management Institute, 2021).

Στο πλαίσιο των περιβαλλοντικών προγραμμάτων, οι δείκτες χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση της περιβαλλοντικής επίδρασης των δράσεων και την αξιολόγηση της συμβολής τους στην επίτευξη στόχων βιωσιμότητας. Οι δείκτες αυτοί μπορεί να αφορούν τη μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, την εξοικονόμηση ενέργειας, τη μείωση κατανάλωσης φυσικών πόρων, την αύξηση της ανακύκλωσης ή την προστασία οικοσυστημάτων.

Οι περιβαλλοντικοί δείκτες διακρίνονται συνήθως σε δείκτες εισροών (inputs), εκροών (outputs), αποτελεσμάτων (outcomes) και επιπτώσεων (impacts). Οι δείκτες εισροών σχετίζονται με τους πόρους που διατίθενται για την υλοποίηση ενός προγράμματος, ενώ οι δείκτες εκροών αποτυπώνουν τα άμεσα παραδοτέα που παράγονται. Οι δείκτες αποτελεσμάτων και επιπτώσεων εστιάζουν στις αλλαγές που προκαλεί το πρόγραμμα στο περιβάλλον και στην κοινωνία (United Nations Development Programme, 2009; OECD, 2021).

Η αξιοπιστία των διαδικασιών παρακολούθησης εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ποιότητα των δεικτών που χρησιμοποιούνται. Ένας αποτελεσματικός δείκτης πρέπει να είναι σαφής, μετρήσιμος, ρεαλιστικός, σχετικός με τους στόχους του προγράμματος και διαθέσιμος σε τακτά χρονικά διαστήματα.

Στο πληροφοριακό σύστημα **Eco Programs Registry**, οι περιβαλλοντικοί δείκτες αποτελούν ξεχωριστή οντότητα του μοντέλου δεδομένων και συνδέονται άμεσα με τα περιβαλλοντικά προγράμματα. Η καταγραφή των τιμών και των μονάδων μέτρησης επιτρέπει την παρακολούθηση της εξέλιξης των δεικτών και τη συγκριτική αξιολόγηση διαφορετικών προγραμμάτων.

Δείκτης	Μονάδα Μέτρησης	Σκοπός
Μείωση CO ₂	τόνοι/έτος	Αξιολόγηση περιβαλλοντικής επίδρασης
Εξοικονόμηση ενέργειας	kWh	Ενεργειακή αποδοτικότητα
Ποσοστό ανακύκλωσης	%	Κυκλική οικονομία
Μείωση κατανάλωσης νερού	m ³	Διαχείριση φυσικών πόρων
Αποκατεστημένες εκτάσεις	στρέμματα	Προστασία οικοσυστημάτων

Πίνακας 1 Παραδείγματα Περιβαλλοντικών Δεικτών

2.8 Πολυκριτήρια Αξιολόγηση Περιβαλλοντικών Προγραμμάτων

Η αξιολόγηση περιβαλλοντικών προγραμμάτων συχνά απαιτεί την ταυτόχρονη εξέταση πολλαπλών και ετερογενών παραγόντων, οι οποίοι δεν μπορούν να αποτυπωθούν αποκλειστικά μέσω ενός μόνο δείκτη. Για τον λόγο αυτό χρησιμοποιούνται μέθοδοι πολυκριτήριας αξιολόγησης (Multi Criteria Decision Analysis - MCDA), οι οποίες επιτρέπουν τη συνδυαστική εξέταση διαφορετικών κριτηρίων και την εξαγωγή συνολικής βαθμολογίας (Saaty, 1980)

Οι μέθοδοι αυτές εφαρμόζονται ευρέως στη διαχείριση έργων, στην αξιολόγηση δημόσιων πολιτικών και στην περιβαλλοντική λήψη αποφάσεων. Μέσω της πολυκριτήριας αξιολόγησης είναι δυνατή η σύγκριση εναλλακτικών προγραμμάτων ή δράσεων λαμβάνοντας υπόψη τόσο ποσοτικά όσο και ποιοτικά χαρακτηριστικά.

Στην παρούσα εργασία, η πολυκριτηριακή αξιολόγηση των περιβαλλοντικών προγραμμάτων βασίζεται σε τέσσερα επιμέρους κριτήρια, τα οποία μπορούν να υπολογιστούν αξιοποιώντας δεδομένα που καταχωρίζονται ήδη στο πληροφοριακό

σύστημα. Τα κριτήρια αυτά είναι η επίτευξη του στόχου ανακυκλωμένων υλικών, ο αριθμός των ωφελούμενων πολιτών σε σχέση με τον αντίστοιχο στόχο, η απορροφησιμότητα του προϋπολογισμού και η χρονική πρόοδος υλοποίησης του προγράμματος. Για κάθε κριτήριο υπολογίζεται επιμέρους βαθμολογία σε κλίμακα 0–100 και εφαρμόζεται συγκεκριμένος συντελεστής βαρύτητας, ώστε να προκύπτει μία ενιαία τελική βαθμολογία αξιολόγησης. Με τον τρόπο αυτό συνδυάζονται περιβαλλοντικές, κοινωνικές, οικονομικές και χρονικές διαστάσεις της πορείας ενός προγράμματος και παρέχεται μια συνολική εικόνα της εξέλιξής του.

Η ενσωμάτωση τέτοιων μηχανισμών σε πληροφοριακά συστήματα διαχείρισης περιβαλλοντικών προγραμμάτων μπορεί να συμβάλει σημαντικά στη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων και στην επιλογή των παρεμβάσεων με τη μεγαλύτερη αναμενόμενη περιβαλλοντική και κοινωνική αξία.

Κριτήριο	Πηγή δεδομένων	Τρόπος υπολογισμού	Βαρύτητα
Ανακυκλωμένα υλικά	Περιβαλλοντικός δείκτης	Πραγματική τιμή / Τιμή-στόχος $\times 100$	25%
Ωφελούμενοι πολίτες	Δείκτης ωφελούμενων πολιτών	Πραγματικοί ωφελούμενοι / Στόχος ωφελούμενων $\times 100$	25%
Απορροφησιμότητα προϋπολογισμού	Προϋπολογισμός και δαπάνες προγράμματος	Δαπανηθέν ποσό / Συνολικός προϋπολογισμός $\times 100$	30%
Χρονική πρόοδος υλοποίησης	Ημερομηνίες και ενημερώσεις προόδου	Ποσοστό υλοποίησης / Ποσοστό χρόνου που έχει παρέλθει $\times 100$	20%

Πίνακας 2 Παραδείγματα Κριτηρίων Αξιολόγησης

Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας υιοθετείται μια απλή σταθμισμένη προσέγγιση πολυκριτηριακής αξιολόγησης. Η επιλογή αυτή κρίνεται κατάλληλη για το πληροφοριακό σύστημα που αναπτύχθηκε, καθώς επιτρέπει την παραγωγή μίας συνολικής βαθμολογίας με

βάση δεδομένα που καταχωρίζονται ήδη στην εφαρμογή. Στόχος της αξιολόγησης δεν είναι η αντικατάσταση της ανθρώπινης κρίσης, αλλά η παροχή μιας ενδεικτικής και τεκμηριωμένης εικόνας για την πορεία κάθε προγράμματος.

Ο τελικός δείκτης αξιολόγησης υπολογίζεται ως σταθμισμένος μέσος όρος των επιμέρους κριτηρίων, σύμφωνα με τον ακόλουθο τύπο:

$$\text{finalScore} = \text{recycledScore} \times 0,25 + \text{beneficiariesScore} \times 0,25 + \text{budgetScore} \times 0,30 + \text{scheduleScore} \times 0,20$$

Η τελική βαθμολογία αποδίδεται σε κλίμακα 0–100. Με βάση αυτή τη βαθμολογία, το πρόγραμμα κατατάσσεται σε επίπεδο ρίσκου, ώστε να είναι δυνατός ο έγκαιρος εντοπισμός προγραμμάτων που παρουσιάζουν υστέρηση ως προς τους στόχους, τον προϋπολογισμό ή τη χρονική τους πρόοδο.

Τελική βαθμολογία	Επίπεδο ρίσκου	Ερμηνεία
75–100	LOW	Χαμηλό ρίσκο / κανονική πορεία
50–74	MEDIUM	Μέτριο ρίσκο / χρειάζεται παρακολούθηση
0–49	HIGH	Υψηλό ρίσκο / πιθανή μη ολοκλήρωση
Ανεπαρκή δεδομένα	UNKNOWN	Δεν υπάρχουν επαρκή δεδομένα για αξιολόγηση

Πίνακας 3 Κατηγορίες ρίσκου

2.9 Σύγχρονες Τεχνολογίες Ανάπτυξης Πληροφοριακών Συστημάτων

Η ανάπτυξη σύγχρονων πληροφοριακών συστημάτων βασίζεται στη χρήση τεχνολογιών που επιτρέπουν την αποτελεσματική διαχείριση δεδομένων, την ασφαλή επικοινωνία μεταξύ επιμέρους υποσυστημάτων και την παροχή φιλικού περιβάλλοντος χρήσης. Η ραγδαία εξέλιξη των διαδικτυακών τεχνολογιών έχει οδηγήσει στην υιοθέτηση αρχιτεκτονικών που διαχωρίζουν το επίπεδο παρουσίασης από το επίπεδο επιχειρησιακής λογικής και το επίπεδο αποθήκευσης δεδομένων.

Μία από τις επικρατέστερες προσεγγίσεις είναι η πολυεπίπεδη αρχιτεκτονική (multi tier architecture), η οποία διαχωρίζει την εφαρμογή σε επιμέρους επίπεδα με σαφώς καθορισμένες αρμοδιότητες. Ο διαχωρισμός αυτός διευκολύνει τη συντήρηση, την επεκτασιμότητα και την ασφάλεια του συστήματος (Sommerville, 2020; Pressman & Maxim 2020).

Στο επίπεδο παρουσίασης χρησιμοποιείται η JavaScript και η React οι οποίες επιτρέπουν τη δημιουργία δυναμικών και διαδραστικών διεπαφών χρήστη. Η React βασίζεται στη λογική των επαναχρησιμοποιήσιμων components και υποστηρίζει την ανάπτυξη εφαρμογών μονής σελίδας (Single Page Applications - SPA), βελτιώνοντας σημαντικά την εμπειρία του χρήστη (React Documentation, 2026)

Στο επίπεδο επιχειρησιακής λογικής χρησιμοποιούνται frameworks ανάπτυξης διαδικτυακών υπηρεσιών, όπως το NestJS. Το NestJS βασίζεται στη γλώσσα TypeScript και παρέχει ένα δομημένο περιβάλλον ανάπτυξης εφαρμογών με έμφαση στην επεκτασιμότητα, την οργάνωση κώδικα και την υλοποίηση RESTful API (NestJS Documentation, 2026).

Η αποθήκευση δεδομένων πραγματοποιείται συνήθως σε σχεσιακές βάσεις δεδομένων, όπως η PostgreSQL. Η PostgreSQL αποτελεί μία από τις πλέον διαδεδομένες βάσεις δεδομένων ανοικτού κώδικα, προσφέροντας υψηλή αξιοπιστία, ασφάλεια και υποστήριξη σύνθετων ερωτημάτων (PostgreSQL Documentation, 2026).

Η επικοινωνία μεταξύ frontend και backend πραγματοποιείται συνήθως μέσω REST APIs, χρησιμοποιώντας το πρωτόκολλο HTTP και ανταλλαγή δεδομένων σε μορφή JSON. Η προσέγγιση αυτή επιτρέπει την ανεξαρτησία μεταξύ των επιμέρους επιπέδων της εφαρμογής και διευκολύνει την ενσωμάτωση με άλλα πληροφοριακά συστήματα (Sommerville, 2020).

Οι τεχνολογίες αυτές χρησιμοποιούνται ευρέως τόσο στον ιδιωτικό όσο και στον δημόσιο τομέα, υποστηρίζοντας την ανάπτυξη πληροφοριακών συστημάτων μεγάλης κλίμακας που απαιτούν αξιοπιστία, επεκτασιμότητα και ευκολία συντήρησης.

2.10 Σύνοψη Κεφαλαίου

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάστηκε το θεωρητικό υπόβαθρο της εργασίας. Αρχικά αναλύθηκαν οι έννοιες της βιώσιμης ανάπτυξης και της περιβαλλοντικής πολιτικής, καθώς

και ο ρόλος των περιβαλλοντικών προγραμμάτων στην επίτευξη των στόχων της πράσινης μετάβασης. Στη συνέχεια εξετάστηκαν τα πληροφοριακά συστήματα διαχείρισης προγραμμάτων, οι διαδικασίες παρακολούθησης και αξιολόγησης, καθώς και η χρήση περιβαλλοντικών δεικτών και μεθόδων πολυκριτήριας αξιολόγησης. Τέλος, παρουσιάστηκαν οι βασικές τεχνολογίες ανάπτυξης σύγχρονων πληροφοριακών συστημάτων, οι οποίες αποτελούν τη βάση για την ανάπτυξη του Eco Programs Registry που παρουσιάζεται στα επόμενα κεφάλαια.

3. Ανάλυση Απαιτήσεων

3.1 Το Περιβάλλον Διαχείρισης Περιβαλλοντικών Προγραμμάτων

Η διαχείριση περιβαλλοντικών προγραμμάτων αποτελεί μια σύνθετη διαδικασία η οποία περιλαμβάνει τον σχεδιασμό, την παρακολούθηση και την αξιολόγηση δράσεων που στοχεύουν στην προστασία του περιβάλλοντος και στην προώθηση της βιώσιμης ανάπτυξης. Τα προγράμματα αυτά συνήθως χρηματοδοτούνται από εθνικούς ή ευρωπαϊκούς πόρους και υλοποιούνται από πολλαπλούς φορείς, όπως ερευνητικά ιδρύματα, πανεπιστήμια, δημόσιους οργανισμούς και επιχειρήσεις.

Η υλοποίηση ενός περιβαλλοντικού προγράμματος συνοδεύεται από την παραγωγή μεγάλου όγκου πληροφοριών που αφορούν τα τεχνικά χαρακτηριστικά του έργου, τους συμμετέχοντες φορείς, τα παραδοτέα, τους περιβαλλοντικούς δείκτες, την πρόοδο υλοποίησης και τα αναμενόμενα αποτελέσματα. Η αποτελεσματική διαχείριση των πληροφοριών αυτών είναι κρίσιμη για την παρακολούθηση της πορείας των δράσεων και την αξιολόγηση της επίτευξης των στόχων τους.

Στο πλαίσιο της Γενικής Γραμματείας Έρευνας και Καινοτομίας (ΓΤΕΚ), η διαχείριση περιβαλλοντικών προγραμμάτων αποτελεί σημαντικό τμήμα της ερευνητικής και αναπτυξιακής δραστηριότητας. Η ανάγκη για συγκεντρωτική καταγραφή και εποπτεία των σχετικών δράσεων καθιστά απαραίτητη τη χρήση πληροφοριακών συστημάτων που μπορούν να υποστηρίξουν αποτελεσματικά τη διαχείριση και αξιολόγηση των προγραμμάτων.

3.2 Υφιστάμενη Κατάσταση και Επιχειρησιακές Ανάγκες

Η διαχείριση πληροφοριών που σχετίζονται με περιβαλλοντικά προγράμματα πραγματοποιείται συχνά μέσω ετερογενών εργαλείων, όπως υπολογιστικά φύλλα, έγγραφα κειμένου, ηλεκτρονική αλληλογραφία και επιμέρους βάσεις δεδομένων. Η προσέγγιση αυτή οδηγεί σε κατακερματισμό της πληροφορίας και δυσχεραίνει την αναζήτηση, ενημέρωση και αξιοποίηση των διαθέσιμων δεδομένων.

Επιπλέον, η απουσία κεντρικού μηχανισμού διαχείρισης περιορίζει τη δυνατότητα παρακολούθησης της προόδου των έργων, την έγκαιρη αναγνώριση προβλημάτων και την εξαγωγή συγκεντρωτικών αναφορών για τη λήψη αποφάσεων. Παράλληλα, η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των προγραμμάτων καθίσταται ιδιαίτερα δύσκολη όταν τα δεδομένα είναι διάσπαρτα σε διαφορετικές πηγές.

Η ανάγκη αντιμετώπισης των παραπάνω προβλημάτων οδήγησε στον σχεδιασμό και την ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου πληροφοριακού συστήματος το οποίο θα επιτρέπει την κεντρική καταγραφή, παρακολούθηση και αξιολόγηση περιβαλλοντικών προγραμμάτων μέσω ενιαίου περιβάλλοντος διαχείρισης.

3.3 Ανάλυση Απαιτήσεων του Πληροφοριακού Συστήματος

Με βάση τις επιχειρησιακές ανάγκες που εντοπίστηκαν, σχεδιάστηκε το πληροφοριακό σύστημα **Eco Programs Registry**. Σκοπός του συστήματος είναι η συγκέντρωση και οργάνωση πληροφοριών που σχετίζονται με περιβαλλοντικά προγράμματα, φορείς υλοποίησης, παραδοτέα, περιβαλλοντικούς δείκτες και αναφορές προόδου.

Οι βασικές απαιτήσεις που τέθηκαν κατά τη φάση της ανάλυσης ήταν οι ακόλουθες:

- Κεντρική καταγραφή περιβαλλοντικών προγραμμάτων.
- Διαχείριση στοιχείων φορέων υλοποίησης.
- Παρακολούθηση παραδοτέων και χρονοδιαγραμμάτων.
- Καταγραφή περιβαλλοντικών δεικτών και αποτελεσμάτων.
- Παρακολούθηση προόδου υλοποίησης των δράσεων.
- Αυτόματη πολυκριτηριακή αξιολόγηση των προγραμμάτων με βάση περιβαλλοντικούς, κοινωνικούς, οικονομικούς και χρονικούς δείκτες.

- Παραγωγή συγκεντρωτικών αναφορών και στατιστικών στοιχείων.
- Διασφάλιση ελεγχόμενης πρόσβασης ανάλογα με τον ρόλο του χρήστη.

Οι απαιτήσεις αυτές αποτέλεσαν τη βάση για τον σχεδιασμό της αρχιτεκτονικής και του μοντέλου δεδομένων του συστήματος (Dennis et al., 2020; Pressman & Maxim, 2020)

3.4 Ανάλυση Εμπλεκόμενων Μερών (Stakeholders)

Η επιτυχής λειτουργία του πληροφοριακού συστήματος εξαρτάται από την ικανοποίηση των αναγκών των εμπλεκόμενων μερών.

Stakeholder	Ανάγκες
Διοίκηση	Αναφορές, στατιστικά, υποστήριξη αποφάσεων
Στελέχη διαχείρισης	Καταχώριση και ενημέρωση στοιχείων
Φορείς υλοποίησης	Παρακολούθηση έργων και παραδοτέων
Αξιολογητές	Πρόσβαση σε αξιόπιστα δεδομένα
Διαχειριστές συστήματος	Διαχείριση χρηστών και ασφάλειας

Πίνακας 4 Stakeholders

3.5 Ανάλυση Χρηστών και Ρόλων

Το Eco Programs Registry υιοθετεί μηχανισμό ελέγχου πρόσβασης βάσει ρόλων (Role Based Access Control RBAC).

Ρόλος	Περιγραφή
Administrator	Πλήρης διαχείριση συστήματος
Officer	Διαχείριση επιχειρησιακών δεδομένων

Ρόλος	Περιγραφή
Manager	Εποπτεία, αναφορές και προβολή πολυκριτηριακής αξιολόγησης προγραμμάτων

Πίνακας 5 Ρόλοι Χρηστών

Administrator

Ο Administrator διαθέτει πλήρη δικαιώματα πρόσβασης και είναι υπεύθυνος για τη διαχείριση χρηστών, την παραμετροποίηση και τη συνολική εποπτεία του συστήματος.

Officer

Ο Officer είναι υπεύθυνος για την καταχώριση και ενημέρωση δεδομένων που σχετίζονται με προγράμματα, φορείς, παραδοτέα και περιβαλλοντικούς δείκτες.

Manager

Ο Manager χρησιμοποιεί κυρίως τις λειτουργίες αναφορών, dashboards και πολυκριτηριακής αξιολόγησης, προκειμένου να παρακολουθεί την πρόοδο των προγραμμάτων, να εντοπίζει προγράμματα αυξημένου ρίσκου και να υποστηρίζει τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων

3.6 Λειτουργικές Απαιτήσεις

Οι λειτουργικές απαιτήσεις περιγράφουν τις υπηρεσίες και τις λειτουργίες που πρέπει να παρέχει το πληροφοριακό σύστημα Eco Programs Registry προκειμένου να καλύπτει τις ανάγκες διαχείρισης περιβαλλοντικών προγραμμάτων. Οι απαιτήσεις αυτές προέκυψαν από την ανάλυση των επιχειρησιακών διαδικασιών και καθορίζουν τις βασικές δυνατότητες που πρέπει να διαθέτει η εφαρμογή (Sommerville, 2020; Pressman & Maxim, 2020).

- **FR 01 Αυθεντικοποίηση Χρηστών**

Η πρώτη και σημαντικότερη λειτουργική απαίτηση αφορά την αυθεντικοποίηση των χρηστών. Το σύστημα πρέπει να επιτρέπει την πρόσβαση μόνο σε εξουσιοδοτημένους χρήστες μέσω διαδικασίας σύνδεσης με χρήση διαπιστευτηρίων. Η λειτουργία αυτή είναι απαραίτητη για την προστασία των δεδομένων και τη διασφάλιση ότι κάθε χρήστης αποκτά πρόσβαση μόνο στις λειτουργίες που αντιστοιχούν στον ρόλο του. Παράλληλα, το σύστημα

πρέπει να υποστηρίζει μηχανισμούς διαχείρισης συνεδριών και ασφαλούς αποσύνδεσης των χρηστών.

- **FR 02 Διαχείριση Περιβαλλοντικών Προγραμμάτων**

Η βασική λειτουργία του συστήματος είναι η διαχείριση περιβαλλοντικών προγραμμάτων. Οι χρήστες πρέπει να μπορούν να δημιουργούν, να επεξεργάζονται, να αναζητούν και να προβάλλουν πληροφορίες που σχετίζονται με τα προγράμματα. Για κάθε πρόγραμμα αποθηκεύονται στοιχεία όπως ο τίτλος, η περιγραφή, η θεματική κατηγορία, οι ημερομηνίες έναρξης και λήξης, η κατάσταση υλοποίησης, ο προϋπολογισμός και η γεωγραφική περιοχή εφαρμογής. Η απαίτηση αυτή αποτελεί τον πυρήνα του συστήματος, καθώς όλες οι υπόλοιπες οντότητες συνδέονται με συγκεκριμένα προγράμματα.

- **FR 03 Διαχείριση Φορέων Υλοποίησης**

Το πληροφοριακό σύστημα πρέπει να υποστηρίζει την καταγραφή και διαχείριση των φορέων που συμμετέχουν στην υλοποίηση των περιβαλλοντικών προγραμμάτων. Οι φορείς μπορεί να είναι πανεπιστήμια, ερευνητικά κέντρα, δημόσιοι οργανισμοί ή επιχειρήσεις. Για κάθε φορέα αποθηκεύονται στοιχεία ταυτοποίησης, επικοινωνίας και συμμετοχής στα αντίστοιχα προγράμματα. Η απαίτηση αυτή επιτρέπει τη χαρτογράφηση των συνεργασιών και τη διατήρηση πλήρους εικόνας του οικοσυστήματος των εμπλεκόμενων φορέων.

- **FR 04 Διαχείριση Παραδοτέων**

Η παρακολούθηση των παραδοτέων αποτελεί βασικό στοιχείο της διοίκησης ενός περιβαλλοντικού προγράμματος. Το σύστημα πρέπει να επιτρέπει την καταχώριση, ενημέρωση και παρακολούθηση όλων των παραδοτέων που σχετίζονται με ένα πρόγραμμα. Για κάθε παραδοτέο καταγράφονται πληροφορίες όπως η περιγραφή του, η ημερομηνία παράδοσης, η τρέχουσα κατάσταση υλοποίησης και τυχόν παρατηρήσεις. Μέσω της λειτουργίας αυτής καθίσταται δυνατός ο έλεγχος της προόδου των δράσεων και η έγκαιρη αναγνώριση πιθανών καθυστερήσεων.

- **FR 05 Διαχείριση Περιβαλλοντικών Δεικτών**

Η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των περιβαλλοντικών προγραμμάτων προϋποθέτει τη χρήση κατάλληλων δεικτών. Για τον λόγο αυτό, το σύστημα πρέπει να υποστηρίζει την καταγραφή και παρακολούθηση περιβαλλοντικών δεικτών που συνδέονται με κάθε πρόγραμμα. Οι δείκτες αυτοί μπορεί να αφορούν, μεταξύ άλλων, τη μείωση εκπομπών

αερίων του θερμοκηπίου, την εξοικονόμηση ενέργειας, τη μείωση κατανάλωσης φυσικών πόρων ή τη βελτίωση περιβαλλοντικών επιδόσεων. Η συστηματική παρακολούθηση των δεικτών επιτρέπει τη μέτρηση της επίδρασης των προγραμμάτων και τη συγκριτική αξιολόγηση των αποτελεσμάτων τους.

- **FR 06 Παρακολούθηση Προόδου**

Το σύστημα πρέπει να παρέχει δυνατότητα περιοδικής ενημέρωσης της προόδου κάθε προγράμματος. Οι χρήστες θα μπορούν να καταχωρίζουν ποσοστά ολοκλήρωσης, σχόλια, παρατηρήσεις και πληροφορίες σχετικά με την εξέλιξη των εργασιών. Η λειτουργία αυτή επιτρέπει την έγκαιρη ανίχνευση προβλημάτων, τη λήψη διορθωτικών μέτρων και τη συνεχή ενημέρωση των εμπλεκόμενων μερών σχετικά με την πορεία υλοποίησης των δράσεων.

- **FR 07 Dashboard και Αναφορές**

Το πληροφοριακό σύστημα πρέπει να παρέχει μηχανισμούς συγκεντρωτικής παρουσίασης πληροφοριών μέσω dashboards και αναφορών. Οι λειτουργίες αυτές επιτρέπουν στους χρήστες να αποκτούν άμεση εικόνα της κατάστασης των προγραμμάτων, της πορείας υλοποίησης των παραδοτέων, της εξέλιξης των περιβαλλοντικών δεικτών και των συνολικών αποτελεσμάτων των δράσεων. Μέσω των αναφορών και των στατιστικών στοιχείων υποστηρίζεται η διαδικασία λήψης αποφάσεων και η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των προγραμμάτων.

- **FR 08 Πολυκριτηριακή Αξιολόγηση Προγραμμάτων**

Το σύστημα πρέπει να παρέχει δυνατότητα αυτόματης πολυκριτηριακής αξιολόγησης των περιβαλλοντικών προγραμμάτων. Η αξιολόγηση βασίζεται σε επιμέρους κριτήρια, όπως η επίτευξη στόχου ανακυκλωμένων υλικών, ο αριθμός των ωφελούμενων πολιτών, η απορροφησιμότητα του προϋπολογισμού και η χρονική πρόοδος υλοποίησης.

Η τελική βαθμολογία δεν εισάγεται χειροκίνητα από τον χρήστη, αλλά υπολογίζεται από το σύστημα με βάση τα καταχωρισμένα δεδομένα. Με βάση το αποτέλεσμα, κάθε πρόγραμμα χαρακτηρίζεται ως χαμηλού, μέτριου ή υψηλού ρίσκου. Η λειτουργία αυτή επιτρέπει στους αρμόδιους χρήστες να εντοπίζουν έγκαιρα προγράμματα που απαιτούν αυξημένη παρακολούθηση ή διορθωτικές ενέργειες.

3.7 Μη Λειτουργικές Απαιτήσεις

Οι μη λειτουργικές απαιτήσεις περιγράφουν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά που πρέπει να διαθέτει το πληροφοριακό σύστημα, ανεξάρτητα από τις επιμέρους λειτουργίες που παρέχει (Sommerville, 2020). Οι απαιτήσεις αυτές σχετίζονται με την ασφάλεια, την απόδοση, την αξιοπιστία, την επεκτασιμότητα και τη χρηστικότητα του συστήματος και επηρεάζουν σημαντικά την ποιότητα και την αποτελεσματικότητα της λειτουργίας του. Στην περίπτωση του Eco Programs Registry, οι μη λειτουργικές απαιτήσεις καθορίστηκαν με στόχο τη δημιουργία ενός αξιόπιστου και επεκτάσιμου πληροφοριακού συστήματος που μπορεί να υποστηρίξει αποτελεσματικά τη διαχείριση περιβαλλοντικών προγραμμάτων.

- **NFR 01 Ασφάλεια**

Η ασφάλεια αποτελεί μία από τις σημαντικότερες απαιτήσεις του συστήματος, καθώς το Eco Programs Registry διαχειρίζεται δεδομένα που σχετίζονται με περιβαλλοντικά προγράμματα, φορείς υλοποίησης και αναφορές προόδου. Το σύστημα πρέπει να προστατεύει τα δεδομένα από μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση, αλλοίωση ή απώλεια.

Για τον σκοπό αυτό εφαρμόζονται μηχανισμοί αυθεντικοποίησης και εξουσιοδότησης χρηστών, ενώ οι κωδικοί πρόσβασης αποθηκεύονται σε κωδικούς πρόσβασης αποθηκεύονται σε κατακερματισμένη (hashed) μορφή. Παράλληλα, η πρόσβαση στις λειτουργίες του συστήματος πραγματοποιείται βάσει προκαθορισμένων ρόλων χρηστών, διασφαλίζοντας ότι κάθε χρήστης έχει πρόσβαση μόνο στις λειτουργίες που απαιτούνται για την εκτέλεση των καθηκόντων του.

- **NFR 02 Έλεγχος Πρόσβασης**

Το πληροφοριακό σύστημα πρέπει να υποστηρίζει μηχανισμό ελέγχου πρόσβασης βασισμένο σε ρόλους (Role Based Access Control – RBAC). Η απαίτηση αυτή είναι απαραίτητη ώστε να διαχωρίζονται οι αρμοδιότητες των διαφορετικών κατηγοριών χρηστών και να αποτρέπονται μη εξουσιοδοτημένες ενέργειες.

Οι ρόλοι Administrator, Officer και Manager διαθέτουν διαφορετικά επίπεδα πρόσβασης στις λειτουργίες του συστήματος, επιτρέποντας τον σαφή διαχωρισμό διοικητικών,

επιχειρησιακών και εποπτικών αρμοδιοτήτων. Ο μηχανισμός αυτός συμβάλλει τόσο στην ασφάλεια όσο και στη διατήρηση της ακεραιότητας των δεδομένων.

- **NFR 03 Απόδοση**

Το σύστημα πρέπει να εξασφαλίζει ικανοποιητική απόδοση κατά την εκτέλεση των βασικών λειτουργιών του. Οι χρήστες πρέπει να μπορούν να αναζητούν, να καταχωρίζουν και να ενημερώνουν δεδομένα χωρίς σημαντικές καθυστερήσεις, ακόμη και όταν ο όγκος των αποθηκευμένων πληροφοριών αυξάνεται.

Η απαίτηση αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική για οργανισμούς που διαχειρίζονται μεγάλο αριθμό προγραμμάτων και σχετικών εγγραφών. Η χρήση σύγχρονων τεχνολογιών ανάπτυξης και σχεσιακής βάσης δεδομένων συμβάλλει στην αποδοτική διαχείριση των δεδομένων και στη γρήγορη εκτέλεση των ερωτημάτων αναζήτησης και ανάκτησης πληροφοριών.

- **NFR 04 Διαθεσιμότητα**

Το πληροφοριακό σύστημα πρέπει να είναι διαθέσιμο στους εξουσιοδοτημένους χρήστες κατά τη διάρκεια της καθημερινής λειτουργίας του οργανισμού. Η συνεχής πρόσβαση στις πληροφορίες είναι απαραίτητη για την παρακολούθηση της πορείας των προγραμμάτων και την υποστήριξη των διοικητικών διαδικασιών.

Η απαίτηση διαθεσιμότητας περιλαμβάνει την ορθή λειτουργία των επιμέρους υποσυστημάτων, τη δυνατότητα ανάκτησης δεδομένων σε περίπτωση σφάλματος και τη διασφάλιση της αδιάλειπτης πρόσβασης στις βασικές λειτουργίες της εφαρμογής.

- **NFR 05 Επεκτασιμότητα**

Η αρχιτεκτονική του συστήματος πρέπει να επιτρέπει την εύκολη προσθήκη νέων λειτουργιών και οντοτήτων χωρίς να απαιτούνται εκτεταμένες τροποποιήσεις στον υφιστάμενο κώδικα. Η απαίτηση αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική, καθώς οι ανάγκες ενός οργανισμού μεταβάλλονται διαχρονικά και ενδέχεται να προκύψουν νέες απαιτήσεις σχετικά με τη διαχείριση περιβαλλοντικών δράσεων.

Η πολυεπίπεδη αρχιτεκτονική που υιοθετήθηκε στο Eco Programs Registry, με διακριτό επίπεδο παρουσίασης, επιχειρησιακής λογικής και αποθήκευσης δεδομένων, διευκολύνει τη συντήρηση και την επέκταση του συστήματος στο μέλλον.

- **NFR 06 Ευχρηστία**

Η ευχρηστία αποτελεί βασική προϋπόθεση για την αποδοχή και αποτελεσματική χρήση ενός πληροφοριακού συστήματος. Το Eco Programs Registry σχεδιάστηκε με στόχο την παροχή ενός απλού και φιλικού περιβάλλοντος εργασίας, το οποίο επιτρέπει στους χρήστες να εκτελούν τις καθημερινές τους εργασίες με ευκολία και χωρίς εκτεταμένη εκπαίδευση.

Η ομοιομορφία των οθονών, η σαφής οργάνωση των πληροφοριών και η απλή πλοήγηση μεταξύ των λειτουργιών συμβάλλουν στη μείωση των λαθών καταχώρισης και στη βελτίωση της συνολικής εμπειρίας χρήσης του συστήματος.

- **NFR 07 Συντηρησιμότητα**

Η συντηρησιμότητα αναφέρεται στην ευκολία με την οποία το σύστημα μπορεί να τροποποιηθεί, να διορθωθεί ή να αναβαθμιστεί μετά την αρχική του ανάπτυξη. Δεδομένου ότι τα πληροφοριακά συστήματα εξελίσσονται διαρκώς, η δυνατότητα συντήρησης αποτελεί σημαντικό παράγοντα για τη μακροχρόνια βιωσιμότητά τους.

Η χρήση σύγχρονων τεχνολογιών ανάπτυξης, η υιοθέτηση διαχωρισμού επιπέδων (layered architecture) και η οργάνωση του κώδικα σε ανεξάρτητες λειτουργικές ενότητες συμβάλλουν στη διευκόλυνση των μελλοντικών επεκτάσεων και διορθώσεων του συστήματος.

3.8 User Stories

Για την καλύτερη κατανόηση των αναγκών των χρηστών του Eco Programs Registry χρησιμοποιήθηκε η τεχνική των User Stories. Οι User Stories αποτελούν έναν απλό και αποτελεσματικό τρόπο αποτύπωσης των απαιτήσεων ενός πληροφοριακού συστήματος από την οπτική γωνία των χρηστών που θα το χρησιμοποιήσουν στην καθημερινή τους εργασία (Dennis et al., 2020).

Μέσα από τις User Stories αποτυπώνονται οι βασικές λειτουργίες που αναμένουν οι χρήστες από το σύστημα, καθώς και η αξία που προσφέρει κάθε λειτουργία στην υποστήριξη των επιχειρησιακών διαδικασιών.

Οι σημαντικότερες User Stories που προέκυψαν κατά την ανάλυση απαιτήσεων παρουσιάζονται στη συνέχεια.

- **US 01 Καταχώριση και Διαχείριση Περιβαλλοντικών Προγραμμάτων**

Ως στέλεχος διαχείρισης προγραμμάτων, θέλω να μπορώ να καταχωρίζω και να ενημερώνω τα στοιχεία ενός περιβαλλοντικού προγράμματος, ώστε να υπάρχει μια πλήρης και επικαιροποιημένη εικόνα για τις δράσεις που υλοποιούνται.

Η δυνατότητα αυτή επιτρέπει τη συστηματική οργάνωση των πληροφοριών που σχετίζονται με κάθε πρόγραμμα και διευκολύνει την παρακολούθηση της πορείας του.

- **US 02 Διαχείριση Φορέων Υλοποίησης**

Ως στέλεχος διαχείρισης προγραμμάτων, θέλω να μπορώ να καταχωρίζω τους φορείς που συμμετέχουν σε ένα πρόγραμμα, ώστε να γνωρίζω ποιοι οργανισμοί εμπλέκονται στην υλοποίηση των δράσεων.

Η συγκεκριμένη λειτουργία συμβάλλει στη διατήρηση μιας ολοκληρωμένης εικόνας των συνεργασιών που αναπτύσσονται στο πλαίσιο των περιβαλλοντικών προγραμμάτων.

- **US 03 Παρακολούθηση Παραδοτέων**

Ως στέλεχος διαχείρισης προγραμμάτων, θέλω να μπορώ να καταγράφω τα παραδοτέα κάθε προγράμματος και να παρακολουθώ την κατάστασή τους, ώστε να γνωρίζω εάν το έργο εξελίσσεται σύμφωνα με το προγραμματισμένο χρονοδιάγραμμα.

Με τον τρόπο αυτό διευκολύνεται ο έλεγχος της προόδου και η έγκαιρη αντιμετώπιση πιθανών καθυστερήσεων.

- **US 04 Καταγραφή Περιβαλλοντικών Δεικτών**

Ως στέλεχος διαχείρισης προγραμμάτων, θέλω να μπορώ να καταχωρίζω και να ενημερώνω περιβαλλοντικούς δείκτες, ώστε να αξιολογώ την επίδραση των δράσεων που υλοποιούνται.

Η λειτουργία αυτή επιτρέπει τη μέτρηση της συμβολής των προγραμμάτων στην επίτευξη περιβαλλοντικών στόχων και στη βιώσιμη ανάπτυξη.

- **US 05 Ενημέρωση Προόδου Προγραμμάτων**

Ως στέλεχος διαχείρισης προγραμμάτων, θέλω να μπορώ να ενημερώνω την πρόοδο ενός προγράμματος σε τακτά χρονικά διαστήματα, ώστε να υπάρχει συνεχής εικόνα της κατάστασης υλοποίησής του.

Η καταγραφή της προόδου υποστηρίζει τόσο την εσωτερική παρακολούθηση όσο και τη διαδικασία αναφοράς προς τη διοίκηση.

- **US 06 Πρόσβαση σε Συγκεντρωτικές Αναφορές**

Ως διοικητικό στέλεχος, θέλω να έχω πρόσβαση σε συγκεντρωτικά στατιστικά στοιχεία και αναφορές, ώστε να μπορώ να αξιολογώ την πορεία των προγραμμάτων και να λαμβάνω τεκμηριωμένες αποφάσεις.

Η λειτουργία αυτή επιτρέπει την ταχύτερη εξαγωγή συμπερασμάτων και την αποτελεσματικότερη εποπτεία των δράσεων.

- **US 07 Διαχείριση Χρηστών και Δικαιωμάτων Πρόσβασης**

Ως διαχειριστής του συστήματος, θέλω να μπορώ να διαχειρίζομαι τους χρήστες και τα δικαιώματα πρόσβασής τους, ώστε να διασφαλίζεται η ασφαλής λειτουργία της εφαρμογής και η προστασία των δεδομένων.

Η δυνατότητα αυτή είναι απαραίτητη για την εφαρμογή πολιτικών ασφάλειας και ελέγχου πρόσβασης.

- **US 08 Υποστήριξη της Διαδικασίας Αξιολόγησης**

Ως διοικητικό στέλεχος, θέλω να μπορώ να συγκρίνω διαφορετικά προγράμματα με βάση την πρόοδό τους και τους περιβαλλοντικούς δείκτες που παρακολουθούνται, ώστε να αξιολογώ την αποτελεσματικότητά τους και να εντοπίζω τις δράσεις με τη μεγαλύτερη προστιθέμενη αξία.

Η λειτουργία αυτή υποστηρίζει τη διαδικασία αξιολόγησης και συμβάλλει στη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων για τον σχεδιασμό μελλοντικών παρεμβάσεων.

Ρόλος	User Story
Manager	Ως Manager, θέλω να βλέπω την πολυκριτηριακή αξιολόγηση κάθε προγράμματος, ώστε να εντοπίζω ποια προγράμματα παρουσιάζουν αυξημένο ρίσκο.
Officer	Ως Officer, θέλω τα δεδομένα που καταχωρίζω για δείκτες, πρόοδο και προϋπολογισμό να αξιοποιούνται αυτόματα στην αξιολόγηση του προγράμματος.
Administrator	Ως Administrator, θέλω το σύστημα να υπολογίζει με ενιαίο τρόπο τη βαθμολογία των προγραμμάτων, ώστε η αξιολόγηση να βασίζεται σε σταθερούς κανόνες.

3.9 Use Cases

Οι περιπτώσεις χρήσης (Use Cases) αποτελούν μία από τις πλέον διαδεδομένες τεχνικές ανάλυσης απαιτήσεων και χρησιμοποιούνται για την περιγραφή της αλληλεπίδρασης μεταξύ των χρηστών και του πληροφοριακού συστήματος. Μέσω των περιπτώσεων χρήσης αποτυπώνονται οι βασικές λειτουργίες που προσφέρει το σύστημα, καθώς και οι ενέργειες που μπορούν να εκτελέσουν οι διαφορετικές κατηγορίες χρηστών (Dennis et al., 2020).

Στην περίπτωση του Eco Programs Registry, οι περιπτώσεις χρήσης προέκυψαν από την ανάλυση των επιχειρησιακών διαδικασιών και των απαιτήσεων των χρηστών. Οι λειτουργίες που υποστηρίζονται από το σύστημα καλύπτουν ολόκληρο τον κύκλο ζωής ενός

περιβαλλοντικού προγράμματος, από την αρχική καταχώριση και διαχείριση των στοιχείων του έως την παρακολούθηση της προόδου και την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων.

Οι βασικές περιπτώσεις χρήσης που αναγνωρίστηκαν είναι οι ακόλουθες:

- **UC 01 Σύνδεση Χρήστη**

Η περίπτωση χρήσης αφορά τη διαδικασία αυθεντικοποίησης των χρηστών στο σύστημα. Μέσω της σύνδεσης διασφαλίζεται ότι μόνο εξουσιοδοτημένοι χρήστες μπορούν να αποκτήσουν πρόσβαση στις διαθέσιμες λειτουργίες, σύμφωνα με τα δικαιώματα που αντιστοιχούν στον ρόλο τους.

- **UC 02 Διαχείριση Περιβαλλοντικού Προγράμματος**

Η συγκεκριμένη περίπτωση χρήσης περιλαμβάνει τη δημιουργία, προβολή, επεξεργασία και ενημέρωση των στοιχείων ενός περιβαλλοντικού προγράμματος. Αποτελεί την κεντρική λειτουργία του συστήματος, καθώς όλες οι υπόλοιπες οντότητες συνδέονται με συγκεκριμένα προγράμματα.

- **UC 03 Διαχείριση Φορέων Υλοποίησης**

Η περίπτωση χρήσης επιτρέπει την καταχώριση και διαχείριση των φορέων που συμμετέχουν στην υλοποίηση των περιβαλλοντικών προγραμμάτων. Οι χρήστες μπορούν να δημιουργούν νέες εγγραφές φορέων, να ενημερώνουν τα στοιχεία τους και να τους συσχετίζουν με συγκεκριμένα προγράμματα.

- **UC 04 Διαχείριση Παραδοτέων**

Η λειτουργία αυτή αφορά την καταχώριση και παρακολούθηση των παραδοτέων κάθε προγράμματος. Οι χρήστες μπορούν να ενημερώνουν την κατάσταση ολοκλήρωσης των παραδοτέων και να παρακολουθούν την τήρηση των προβλεπόμενων χρονοδιαγραμμάτων.

- **UC 05 Διαχείριση Περιβαλλοντικών Δεικτών**

Η περίπτωση χρήσης περιλαμβάνει την καταγραφή και ενημέρωση περιβαλλοντικών δεικτών που σχετίζονται με τα προγράμματα. Μέσω αυτής της λειτουργίας καθίσταται δυνατή η αποτύπωση και αξιολόγηση της περιβαλλοντικής επίδρασης των δράσεων.

- **UC 06 Ενημέρωση Προόδου Προγράμματος**

Η λειτουργία αυτή επιτρέπει την περιοδική καταχώριση στοιχείων προόδου και ποσοστών ολοκλήρωσης. Με τον τρόπο αυτό διασφαλίζεται η συνεχής παρακολούθηση της εξέλιξης των προγραμμάτων και η έγκαιρη αναγνώριση πιθανών προβλημάτων.

- **UC 07 Προβολή Dashboard και Αναφορών**

Η περίπτωση χρήσης αφορά την πρόσβαση σε συγκεντρωτικά στατιστικά στοιχεία, γραφήματα και αναφορές. Η λειτουργία αυτή απευθύνεται κυρίως σε χρήστες με εποπτικό ή διοικητικό ρόλο και υποστηρίζει τη διαδικασία λήψης αποφάσεων και αξιολόγησης των αποτελεσμάτων.

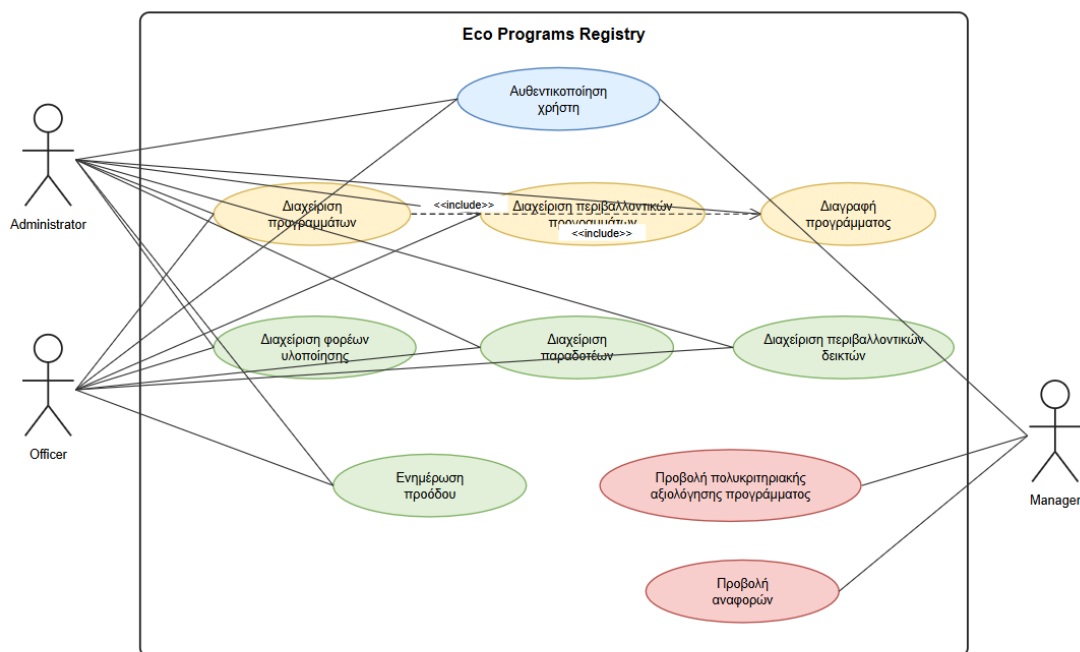
- **UC 08 Προβολή Πολυκριτηριακής Αξιολόγησης Προγράμματος**

Πεδίο	Περιγραφή
Κωδικός	UC-08
Ονομασία	Προβολή πολυκριτηριακής αξιολόγησης προγράμματος
Πρωτεύων δρώντας	Manager
Δευτερεύοντες δρώντες	Administrator, Officer
Προϋποθέσεις	Το πρόγραμμα διαθέτει καταχωρισμένα δεδομένα προϋπολογισμού, περιβαλλοντικών δεικτών και προόδου.
Βασική ροή	Ο χρήστης επιλέγει ένα πρόγραμμα και μεταβαίνει στη σελίδα λεπτομερειών του.
Ενέργεια συστήματος	Το σύστημα αντλεί τα απαραίτητα δεδομένα και υπολογίζει επιμέρους βαθμολογίες ανά κριτήριο, συνολική βαθμολογία και επίπεδο ρίσκου.

Πεδίο	Περιγραφή
Αποτέλεσμα	Εμφανίζεται η συνολική αξιολόγηση του προγράμματος, το risk level και η αιτιολόγηση.
Εναλλακτική ροή	Αν δεν υπάρχουν επαρκή δεδομένα, το σύστημα εμφανίζει σχετική ένδειξη και δεν παράγει παραπλανητική αξιολόγηση.

3.10 Διάγραμμα Περιπτώσεων Χρήσης (Use Case Diagram)

Μετά την καταγραφή των λειτουργικών απαιτήσεων και των User Stories, σχεδιάστηκε το Διάγραμμα Περιπτώσεων Χρήσης (Use Case Diagram), το οποίο αποτυπώνει τους βασικούς χρήστες του συστήματος, τις λειτουργίες που μπορούν να εκτελέσουν καθώς και τις σχέσεις μεταξύ των περιπτώσεων χρήσης μέσω των μηχανισμών <<include>> και <<extend>> της UML. Το διάγραμμα παρουσιάζει τη συνολική λειτουργικότητα του Eco Programs Registry και αναδεικνύει τον τρόπο με τον οποίο οι επιμέρους λειτουργίες οργανώνονται σε σύνθετες επιχειρησιακές διαδικασίες.



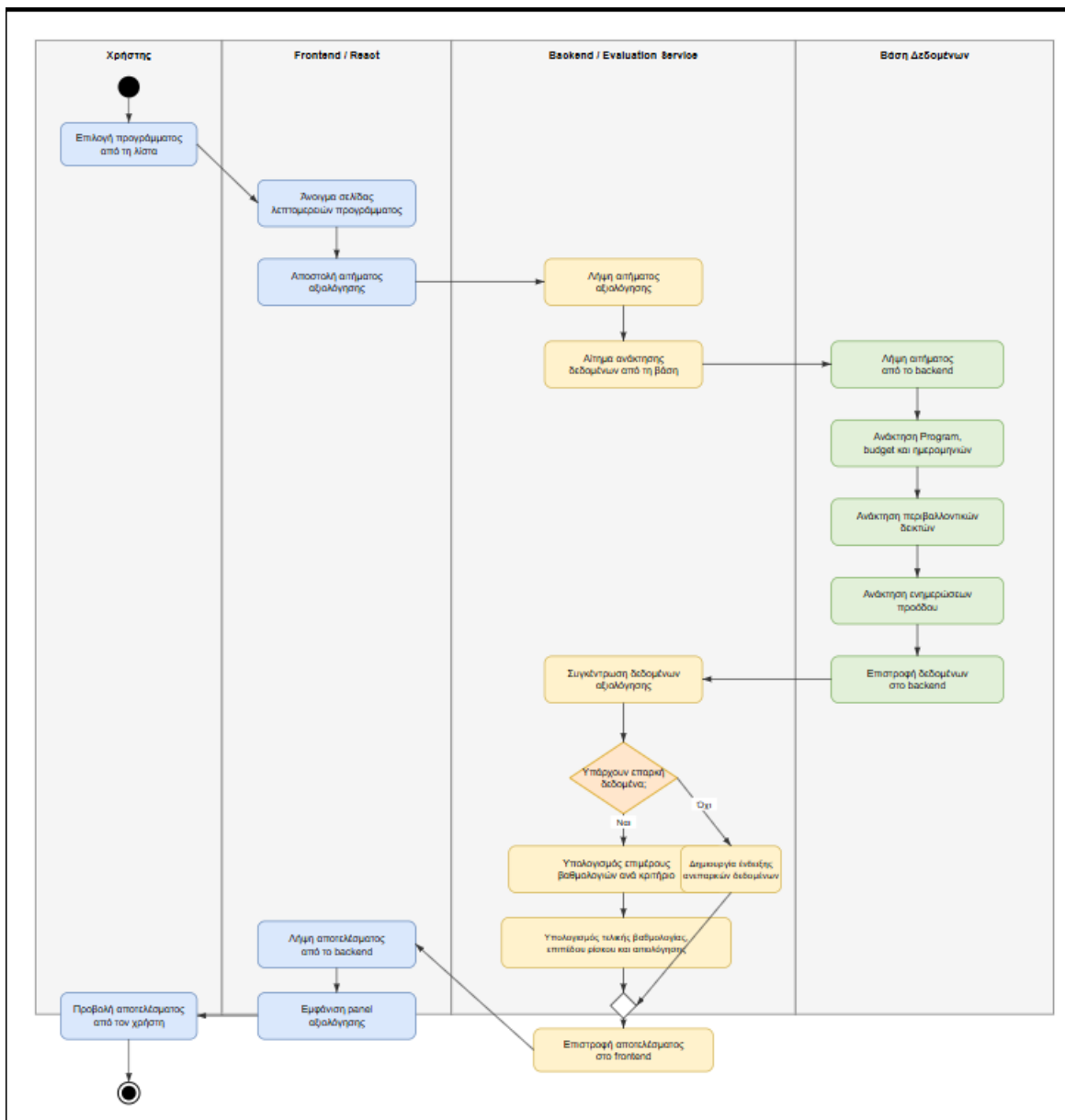
Εικόνα 1 Use Case diagram

Το διάγραμμα περιπτώσεων χρήσης παρουσιάζει τις βασικές αλληλεπιδράσεις των ρόλων Administrator, Officer και Manager με το πληροφοριακό σύστημα Eco Programs Registry. Οι περιπτώσεις χρήσης που απεικονίζονται αντιστοιχούν στις βασικές λειτουργίες της εφαρμογής, όπως η αυθεντικοποίηση χρήστη, η διαχείριση προγραμμάτων, η διαχείριση περιβαλλοντικών προγραμμάτων, η διαγραφή προγράμματος, η διαχείριση φορέων υλοποίησης, παραδοτέων και περιβαλλοντικών δεικτών, καθώς και η ενημέρωση προόδου.

Ο Manager αλληλεπιδρά κυρίως με λειτουργίες εποπτείας, όπως η προβολή αναφορών και η προβολή της πολυκριτηριακής αξιολόγησης προγράμματος. Η περίπτωση χρήσης «Προβολή πολυκριτηριακής αξιολόγησης προγράμματος» αποτυπώνει τη δυνατότητα του χρήστη να δει το αποτέλεσμα της αξιολόγησης ενός προγράμματος. Οι εσωτερικοί υπολογισμοί, όπως ο υπολογισμός των επιμέρους κριτηρίων, της τελικής βαθμολογίας και του επιπέδου ρίσκου, δεν αναλύονται στο διάγραμμα περιπτώσεων χρήσης, αλλά παρουσιάζονται στα διαγράμματα δραστηριοτήτων και ακολουθίας.

3.11 Διάγραμμα Δραστηριοτήτων

Το Διάγραμμα Δραστηριοτήτων παρουσιάζει τη ροή εκτέλεσης μιας βασικής επιχειρησιακής διαδικασίας του συστήματος, από την αυθεντικοποίηση του χρήστη έως την καταχώριση ή ενημέρωση ενός περιβαλλοντικού προγράμματος. Παράλληλα αποτυπώνει την αλληλεπίδραση μεταξύ του χρήστη, του frontend, του backend και της βάσης δεδομένων, παρουσιάζοντας τα βασικά σημεία λήψης αποφάσεων και τις εναλλακτικές ροές εκτέλεσης.



Εικόνα 2 Διάγραμμα Δραστηριοτήτων

Το διάγραμμα δραστηριοτήτων παρουσιάζει τη ροή ενεργειών για την προβολή της πολυκριτηριακής αξιολόγησης ενός περιβαλλοντικού προγράμματος. Η διαδικασία ξεκινά όταν ο χρήστης επιλέγει ένα πρόγραμμα από τη λίστα και μεταβαίνει στη σελίδα λεπτομερειών του. Στη συνέχεια, το frontend αποστέλλει αίτημα αξιολόγησης στο backend, το οποίο αναλαμβάνει την ανάκτηση των απαραίτητων δεδομένων από τη βάση.

Στη βάση δεδομένων πραγματοποιείται λήψη του αιτήματος από το backend και ανακτώνται τα στοιχεία που απαιτούνται για την αξιολόγηση, όπως τα βασικά στοιχεία του προγράμματος, ο προϋπολογισμός, οι ημερομηνίες, οι περιβαλλοντικοί δείκτες και οι ενημερώσεις προόδου. Τα δεδομένα αυτά επιστρέφονται στο backend, όπου συγκεντρώνονται και ελέγχεται αν είναι επαρκή για την εκτέλεση της αξιολόγησης.

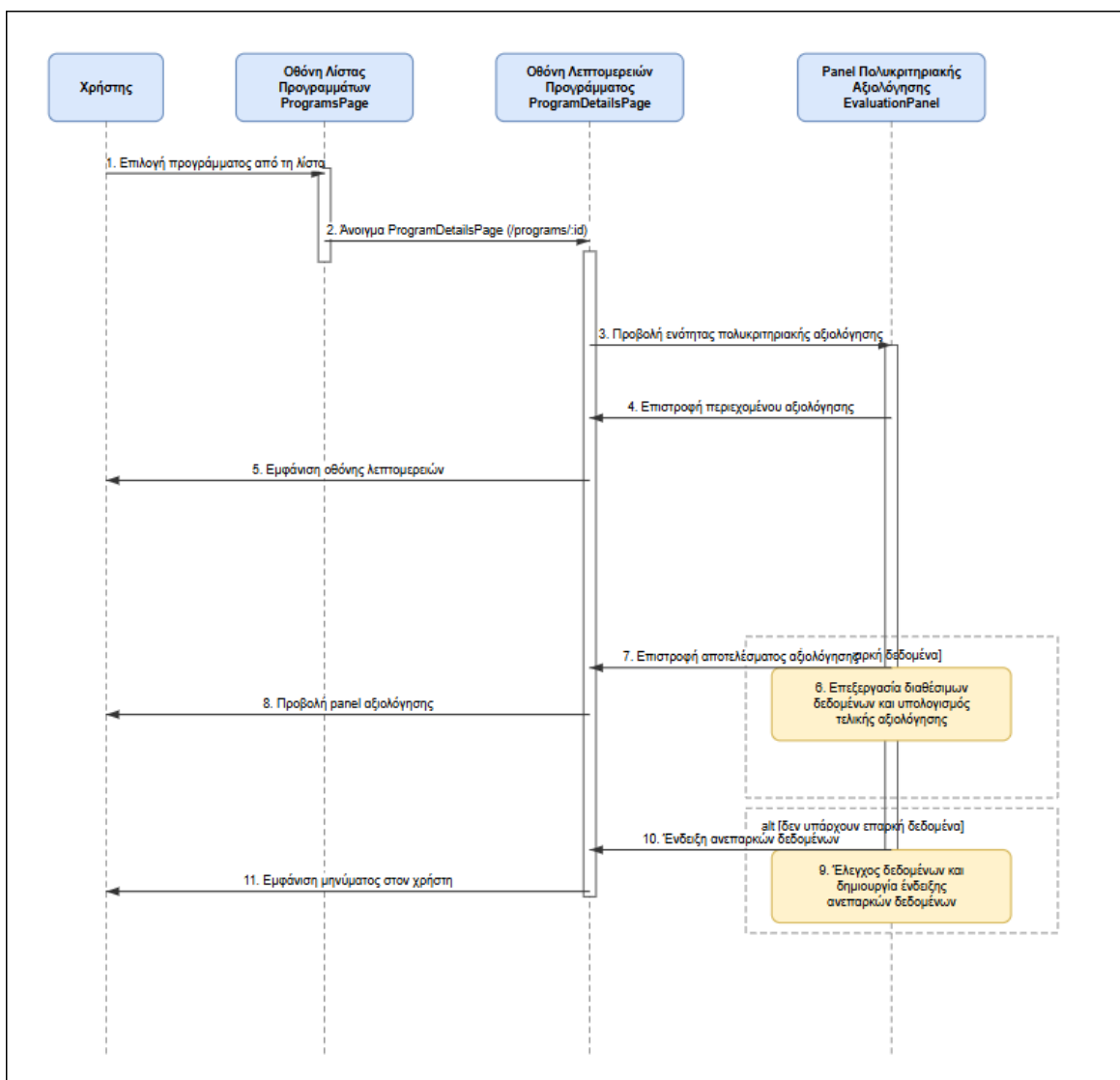
Αν τα δεδομένα είναι επαρκή, το σύστημα υπολογίζει τις επιμέρους βαθμολογίες ανά κριτήριο, την τελική βαθμολογία, το επίπεδο ρίσκου και τη σχετική αιτιολόγηση. Αν τα δεδομένα δεν είναι επαρκή, δημιουργείται ένδειξη ανεπαρκών δεδομένων. Και στις δύο περιπτώσεις, το αποτέλεσμα επιστρέφεται στο frontend, εμφανίζεται στο panel αξιολόγησης και προβάλλεται στον χρήστη.

3.12 Διάγραμμα Ακολουθίας (Sequence Diagrams)

Το Διάγραμμα Ακολουθίας παρουσιάζει τη χρονική αλληλεπίδραση μεταξύ των βασικών τμημάτων του συστήματος κατά τη διαδικασία δημιουργίας και παρακολούθησης ενός περιβαλλοντικού προγράμματος. Συγκεκριμένα, αποτυπώνεται η επικοινωνία μεταξύ του χρήστη, του React frontend, του NestJS backend, του Prisma ORM και της βάσης δεδομένων PostgreSQL.

Η διαδικασία ξεκινά με την αυθεντικοποίηση του χρήστη και συνεχίζεται με την αποστολή αιτήματος δημιουργίας ή ενημέρωσης προγράμματος από το frontend προς το backend. Το backend ελέγχει την εγκυρότητα των δεδομένων και τα δικαιώματα πρόσβασης του χρήστη, ενώ στη συνέχεια αξιοποιεί το Prisma ORM για την αποθήκευση ή ανάκτηση των σχετικών δεδομένων από τη βάση. Τέλος, το αποτέλεσμα επιστρέφεται στο frontend και παρουσιάζεται στον χρήστη μέσω της διεπαφής της εφαρμογής.

Το διάγραμμα αυτό συμβάλλει στην κατανόηση της δυναμικής συμπεριφοράς του συστήματος και συμπληρώνει το διάγραμμα περιπτώσεων χρήσης και το διάγραμμα δραστηριοτήτων, παρουσιάζοντας με μεγαλύτερη λεπτομέρεια τη ροή των μηνυμάτων μεταξύ των επιμέρους υποσυστημάτων.



Εικόνα 3 Sequence Diagram

Το διάγραμμα ακολουθίας παρουσιάζει την αλληλεπίδραση του χρήστη με τις βασικές οθόνες της εφαρμογής κατά την προβολή της πολυκριτηριακής αξιολόγησης ενός προγράμματος. Η διαδικασία ξεκινά από την οθόνη λίστας προγραμμάτων, όπου ο χρήστης επιλέγει το πρόγραμμα που θέλει να εξετάσει. Στη συνέχεια, το σύστημα μεταβαίνει στην οθόνη λεπτομερειών του προγράμματος, όπου εμφανίζονται οι βασικές πληροφορίες του επιλεγμένου προγράμματος.

Μέσα στην οθόνη λεπτομερειών προβάλλεται το panel πολυκριτηριακής αξιολόγησης. Το panel αυτό παρουσιάζει το αποτέλεσμα της αξιολόγησης του προγράμματος, όπως την τελική βαθμολογία, το επίπεδο ρίσκου και την αιτιολόγηση του αποτελέσματος. Σε περίπτωση που υπάρχουν επαρκή δεδομένα, εμφανίζεται η ολοκληρωμένη αξιολόγηση. Αν τα δεδομένα δεν είναι επαρκή, εμφανίζεται σχετικό μήνυμα προς τον χρήστη. Το διάγραμμα εστιάζει στην ακολουθία των οθονών και στην εμπειρία του χρήστη κατά την προβολή της αξιολόγησης, χωρίς να αναλύει εσωτερικά τεχνικά στοιχεία της υλοποίησης

3.13 Σύνοψη κεφαλαίου

Στο κεφάλαιο αυτό αναλύθηκαν οι επιχειρησιακές ανάγκες που σχετίζονται με τη διαχείριση περιβαλλοντικών προγραμμάτων και παρουσιάστηκαν οι απαιτήσεις του πληροφοριακού συστήματος Eco Programs Registry. Προσδιορίστηκαν οι βασικοί χρήστες, οι ρόλοι τους, οι λειτουργικές και μη λειτουργικές απαιτήσεις, καθώς και οι βασικές περιπτώσεις χρήσης του συστήματος.

Επιπλέον, η ανάλυση εμπλουτίστηκε με UML διαγράμματα, και συγκεκριμένα με αναλυτικό διάγραμμα περιπτώσεων χρήσης, διάγραμμα δραστηριοτήτων και διάγραμμα ακολουθίας. Τα διαγράμματα αυτά αποτυπώνουν τόσο τις λειτουργίες του συστήματος όσο και τη ροή των βασικών διαδικασιών και την αλληλεπίδραση μεταξύ χρήστη, frontend, backend και βάσης δεδομένων. Η ανάλυση αυτή αποτέλεσε τη βάση για τον σχεδιασμό της αρχιτεκτονικής και του μοντέλου δεδομένων που παρουσιάζονται στο επόμενο κεφάλαιο.

4. Σχεδιασμός Συστήματος

Μετά την ολοκλήρωση της ανάλυσης απαιτήσεων, το επόμενο στάδιο της ανάπτυξης του πληροφοριακού συστήματος αφορά τον σχεδιασμό της αρχιτεκτονικής και των επιμέρους δομικών στοιχείων του. Ο σχεδιασμός αποτελεί κρίσιμο βήμα στον κύκλο ανάπτυξης λογισμικού, καθώς καθορίζει τον τρόπο με τον οποίο οι λειτουργικές και μη λειτουργικές απαιτήσεις μετατρέπονται σε τεχνική λύση

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται ο σχεδιασμός του πληροφοριακού συστήματος Eco Programs Registry. Αρχικά αναλύεται η αρχιτεκτονική του συστήματος και η διάκριση των επιμέρους επιπέδων λειτουργίας του. Στη συνέχεια παρουσιάζεται το μοντέλο δεδομένων, οι βασικές οντότητες και οι σχέσεις μεταξύ τους, καθώς και οι μηχανισμοί ελέγχου πρόσβασης που υιοθετήθηκαν. Τέλος, παρουσιάζονται τα διαγράμματα που χρησιμοποιήθηκαν για την αποτύπωση της δομής και της λειτουργίας του συστήματος.

4.1 Αρχιτεκτονική Συστήματος

Το **Eco Programs Registry** σχεδιάστηκε ακολουθώντας πολυεπίπεδη αρχιτεκτονική (multi tier architecture), η οποία διαχωρίζει τις λειτουργίες του συστήματος σε διακριτά επίπεδα. Η προσέγγιση αυτή επιτρέπει την καλύτερη οργάνωση του κώδικα, τη συντήρηση του συστήματος και τη μελλοντική επέκτασή του (Sommerville, 2020; Pressman & Maxim, 2020).

Η αρχιτεκτονική του συστήματος αποτελείται από τρία βασικά επίπεδα:

- Επίπεδο Παρουσίασης (Presentation Layer)
- Επίπεδο Εφαρμογής (Application Layer)
- Επίπεδο Δεδομένων (Data Layer)

Ο διαχωρισμός αυτός επιτρέπει την ανεξάρτητη ανάπτυξη και συντήρηση κάθε επιπέδου, ενώ παράλληλα διευκολύνει την κλιμάκωση και την επεκτασιμότητα του συστήματος.

4.1.1 Presentation layer (Frontend)

Το frontend αποτελεί το σημείο αλληλεπίδρασης μεταξύ χρηστών και συστήματος. Για την υλοποίησή του χρησιμοποιήθηκε η React, η οποία επιτρέπει την ανάπτυξη δυναμικών και διαδραστικών διαδικτυακών εφαρμογών.

Η διεπαφή χρήστη σχεδιάστηκε με γνώμονα την ευχρηστία και την απλοποίηση των διαδικασιών καταχώρισης και διαχείρισης δεδομένων. Οι χρήστες έχουν πρόσβαση σε λειτουργίες όπως η διαχείριση προγραμμάτων, η καταχώριση παραδοτέων, η παρακολούθηση περιβαλλοντικών δεικτών και η προβολή στατιστικών στοιχείων μέσω dashboards.

4.1.2 Application layer (Backend)

Το backend υλοποιήθηκε με χρήση του framework NestJS. Το επίπεδο αυτό είναι υπεύθυνο για την επεξεργασία των αιτημάτων των χρηστών, την εφαρμογή των επιχειρησιακών κανόνων και την επικοινωνία με τη βάση δεδομένων.

Οι υπηρεσίες του backend παρέχονται μέσω RESTful APIs, τα οποία επιτρέπουν την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ frontend και backend με τη χρήση μορφής JSON. Η αρχιτεκτονική αυτή διευκολύνει την επεκτασιμότητα και τη διασύνδεση με άλλα πληροφοριακά συστήματα.

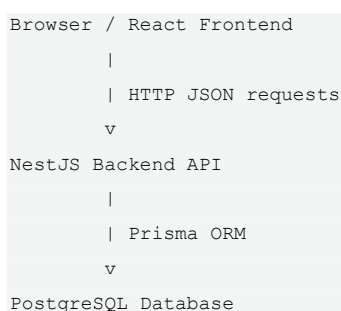
Στο επίπεδο επιχειρησιακής λογικής εντάσσεται και ο μηχανισμός πολυκριτηριακής αξιολόγησης. Η επιλογή υλοποίησης της αξιολόγησης στο backend έγινε επειδή ο υπολογισμός της τελικής βαθμολογίας και του επιπέδου ρίσκου αποτελεί επιχειρησιακό κανόνα του συστήματος και όχι απλή λειτουργία παρουσίασης. Το frontend αναλαμβάνει μόνο την αποστολή του αιτήματος και την εμφάνιση του αποτελέσματος στον χρήστη.

4.1.3 Επίπεδο Δεδομένων (Database Layer / Data Access Layer)

Η αποθήκευση των δεδομένων πραγματοποιείται σε σχεσιακή βάση δεδομένων PostgreSQL. Η επιλογή της PostgreSQL βασίστηκε στην αξιοπιστία, την υψηλή απόδοση και την υποστήριξη σύνθετων σχέσεων μεταξύ οντοτήτων.

Η πρόσβαση στη βάση δεδομένων πραγματοποιείται μέσω του Prisma ORM, το οποίο λειτουργεί ως ενδιάμεσο επίπεδο μεταξύ του backend και της βάσης δεδομένων. Η χρήση του Prisma επιτρέπει την ασφαλή και τυποποιημένη πρόσβαση στα δεδομένα, μειώνοντας τα σφάλματα και διευκολύνοντας τη συντήρηση του κώδικα.

Η βάση δεδομένων φιλοξενεί όλες τις πληροφορίες που σχετίζονται με χρήστες, περιβαλλοντικά προγράμματα, φορείς υλοποίησης, παραδοτέα, περιβαλλοντικούς δείκτες και ενημερώσεις προόδου.



Εικόνα 4 Αρχιτεκτονική Συστήματος

Η επιλογή διακριτού frontend και backend επιτρέπει καθαρό διαχωρισμό ευθυνών. Το frontend ασχολείται με την παρουσίαση και την εμπειρία χρήστη, ενώ το backend διαχειρίζεται τους κανόνες πρόσβασης, τη λογική της εφαρμογής και την επικοινωνία με τη βάση.

4.2 Σχεδιασμός Βάσης Δεδομένων

Η βάση δεδομένων αποτελεί τον πυρήνα του πληροφοριακού συστήματος Eco Programs Registry, καθώς είναι υπεύθυνη για την αποθήκευση, οργάνωση και ανάκτηση όλων των πληροφοριών που σχετίζονται με τα περιβαλλοντικά προγράμματα. Για την υλοποίηση του συστήματος επιλέχθηκε σχεσιακή βάση δεδομένων PostgreSQL, η οποία παρέχει υψηλή αξιοπιστία, ακεραιότητα δεδομένων και δυνατότητα διαχείρισης σύνθετων σχέσεων μεταξύ οντοτήτων.

Ο σχεδιασμός της βάσης δεδομένων βασίστηκε στις επιχειρησιακές ανάγκες που αναλύθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο και ακολουθεί τις αρχές της κανονικοποίησης, με

στόχο την αποφυγή πλεονασμού δεδομένων και τη διασφάλιση της συνέπειας των πληροφοριών (Elmasri & Navathe, 2017; Silberschatz et al., 2019).

4.2.1 Βασικές Οντότητες του Συστήματος

Το μοντέλο δεδομένων του Eco Programs Registry αποτελείται από επτά βασικές οντότητες, οι οποίες αποτυπώνουν τις κύριες πληροφορίες που διαχειρίζεται το σύστημα.

- **Οντότητα User**

Η οντότητα User αναπαριστά τους χρήστες του πληροφοριακού συστήματος. Κάθε χρήστης διαθέτει μοναδικά στοιχεία ταυτοποίησης και συγκεκριμένο ρόλο πρόσβασης. Τα βασικά πεδία της οντότητας περιλαμβάνουν το όνομα χρήστη, τη διεύθυνση ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, τον κρυπτογραφημένο κωδικό πρόσβασης και τον ρόλο του χρήστη στο σύστημα.

Η οντότητα αυτή χρησιμοποιείται για την αυθεντικοποίηση, την εξουσιοδότηση και την καταγραφή ενεργειών εντός της εφαρμογής.

- **Οντότητα Program**

Η οντότητα Program αποτελεί την κεντρική οντότητα του πληροφοριακού συστήματος. Αντιπροσωπεύει ένα περιβαλλοντικό πρόγραμμα και περιλαμβάνει πληροφορίες όπως ο τίτλος, η περιγραφή, η θεματική κατηγορία, η κατάσταση υλοποίησης, οι ημερομηνίες έναρξης και λήξης, ο συνολικός προϋπολογισμός και η γεωγραφική περιοχή εφαρμογής.

Όλες οι υπόλοιπες επιχειρησιακές οντότητες του συστήματος συνδέονται άμεσα ή έμμεσα με την οντότητα Program.

- **Οντότητα Organization**

Η οντότητα Organization αναπαριστά τους φορείς που συμμετέχουν στην υλοποίηση των περιβαλλοντικών προγραμμάτων. Οι φορείς αυτοί μπορεί να είναι πανεπιστήμια, ερευνητικά κέντρα, επιχειρήσεις ή δημόσιοι οργανισμοί.

Για κάθε φορέα αποθηκεύονται πληροφορίες όπως η ονομασία, ο τύπος οργανισμού, η χώρα προέλευσης, τα στοιχεία επικοινωνίας και η ιστοσελίδα του.

- **Οντότητα ProgramPartner**

Η οντότητα ProgramPartner υλοποιεί τη συσχέτιση μεταξύ προγραμμάτων και φορέων υλοποίησης. Μέσω αυτής της οντότητας είναι δυνατή η αποτύπωση της συμμετοχής ενός φορέα σε ένα συγκεκριμένο πρόγραμμα καθώς και του ρόλου που κατέχει, όπως συντονιστής (coordinator), εταίρος (partner) ή υπεργολάβος (subcontractor).

Η χρήση της συγκεκριμένης οντότητας επιτρέπει την υλοποίηση σχέσης πολλών προς πολλά (many to many) μεταξύ προγραμμάτων και οργανισμών.

- **Οντότητα Deliverable**

Η οντότητα Deliverable χρησιμοποιείται για την καταγραφή των παραδοτέων που συνδέονται με ένα πρόγραμμα. Για κάθε παραδοτέο αποθηκεύονται στοιχεία όπως ο τίτλος, η περιγραφή, η προθεσμία παράδοσης, η κατάσταση ολοκλήρωσης και προαιρετικά η θέση αποθήκευσης του σχετικού αρχείου.

Η οντότητα αυτή υποστηρίζει τη διαδικασία παρακολούθησης της προόδου και της τήρησης των χρονοδιαγραμμάτων.

- **Οντότητα EnvironmentalIndicator**

Η οντότητα EnvironmentalIndicator χρησιμοποιείται για την αποθήκευση περιβαλλοντικών δεικτών που σχετίζονται με συγκεκριμένα προγράμματα. Κάθε δείκτης περιλαμβάνει την ονομασία του, την αριθμητική του τιμή και τη μονάδα μέτρησης.

Οι δείκτες αυτοί αποτελούν βασικό εργαλείο αξιολόγησης της περιβαλλοντικής επίδρασης των δράσεων και χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση της επίτευξης στόχων βιωσιμότητας.

- **Οντότητα ProgressUpdate**

Η οντότητα ProgressUpdate χρησιμοποιείται για την καταγραφή περιοδικών ενημερώσεων προόδου των προγραμμάτων. Για κάθε ενημέρωση αποθηκεύεται το ποσοστό ολοκλήρωσης, σχετικό σχόλιο και ο χρήστης που πραγματοποίησε την καταχώριση.

Η ύπαρξη ιστορικού ενημερώσεων επιτρέπει τη συνεχή παρακολούθηση της εξέλιξης των δράσεων και τη διατήρηση ιστορικού δεδομένων.

Η πολυκριτηριακή αξιολόγηση δεν απαιτεί απαραίτητα ξεχωριστή χειροκίνητη οντότητα καταχώρισης, καθώς αποτελεί υπολογιζόμενο αποτέλεσμα που παράγεται από υπάρχοντα δεδομένα του συστήματος. Συγκεκριμένα, αξιοποιεί στοιχεία από την οντότητα Program, όπως ο συνολικός προϋπολογισμός, οι δαπάνες και οι ημερομηνίες έναρξης και λήξης, από την οντότητα EnvironmentalIndicator, όπως οι πραγματικές τιμές και οι τιμές-στόχοι των δεικτών, καθώς και από την οντότητα ProgressUpdate, όπως το ποσοστό προόδου υλοποίησης. Με τον τρόπο αυτό αποφεύγεται η αυθαίρετη βαθμολόγηση από τον χρήστη και η αξιολόγηση βασίζεται σε αντικειμενικά καταχωρισμένα δεδομένα

4.2.2 Συσχετίσεις Οντοτήτων

Οι οντότητες του Eco Programs Registry συνδέονται μεταξύ τους μέσω συγκεκριμένων σχέσεων, οι οποίες αποτυπώνουν τους επιχειρησιακούς κανόνες λειτουργίας του συστήματος.

- **Σχέση User - Program**

Η σχέση μεταξύ των οντοτήτων User και Program είναι τύπου ένα προς πολλά (1:N). Ένας χρήστης μπορεί να είναι υπεύθυνος για πολλά περιβαλλοντικά προγράμματα, ενώ κάθε πρόγραμμα συνδέεται με έναν συγκεκριμένο υπεύθυνο χρήστη.

- **Σχέση Program - Organization**

Η σχέση μεταξύ προγραμμάτων και οργανισμών είναι τύπου πολλά προς πολλά (N:M). Ένα πρόγραμμα μπορεί να υλοποιείται από πολλούς φορείς, ενώ ένας φορέας μπορεί να συμμετέχει σε περισσότερα από ένα προγράμματα.

Η υλοποίηση της σχέσης πραγματοποιείται μέσω της ενδιάμεσης οντότητας ProgramPartner.

- **Σχέση Program - Deliverable**

Η σχέση μεταξύ Program και Deliverable είναι τύπου ένα προς πολλά (1:N). Κάθε πρόγραμμα μπορεί να διαθέτει πολλαπλά παραδοτέα, ενώ κάθε παραδοτέο συνδέεται με ένα μόνο πρόγραμμα.

- **Σχέση Program - EnvironmentalIndicator**

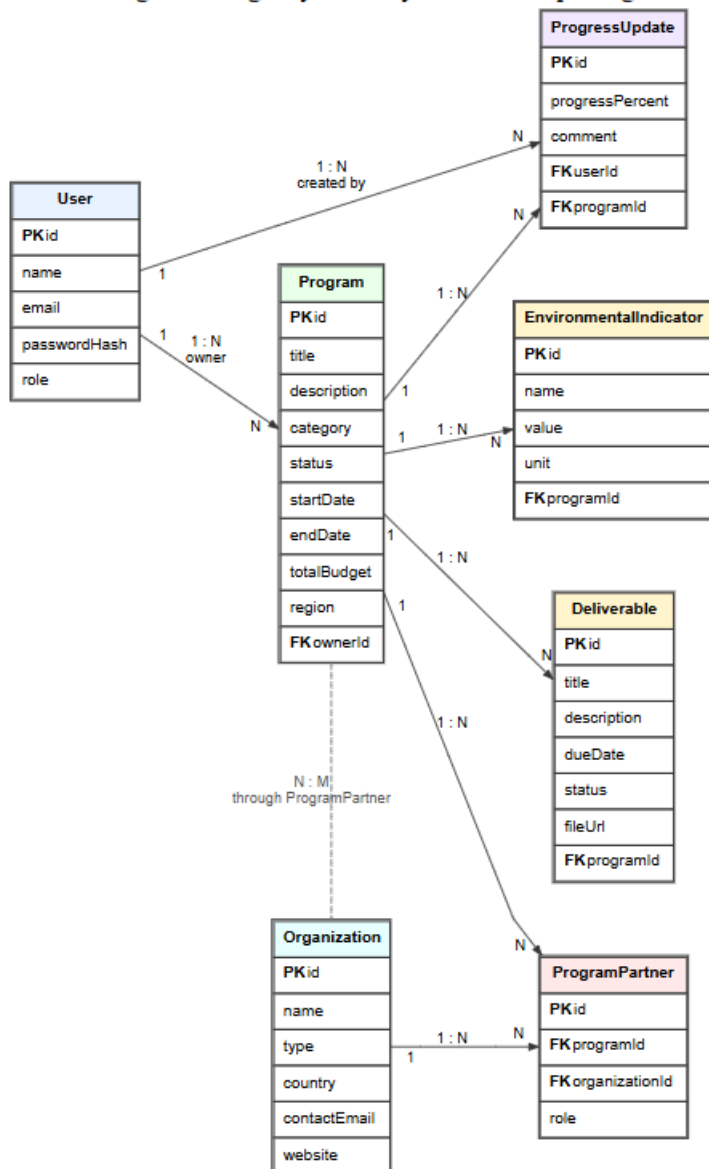
Η σχέση μεταξύ Program και EnvironmentalIndicator είναι επίσης τύπου ένα προς πολλά (1:N). Ένα πρόγραμμα μπορεί να παρακολουθεί πολλούς περιβαλλοντικούς δείκτες, ενώ κάθε δείκτης συνδέεται αποκλειστικά με ένα πρόγραμμα.

- **Σχέση Program - ProgressUpdate**

Η σχέση μεταξύ Program και ProgressUpdate είναι τύπου ένα προς πολλά (1:N). Κατά τη διάρκεια υλοποίησης ενός προγράμματος μπορούν να καταγράφονται πολλές ενημερώσεις προόδου, οι οποίες αποτυπώνουν την εξέλιξη των εργασιών σε διαφορετικές χρονικές στιγμές.

Οι παραπάνω σχέσεις αποτελούν τη βάση για τη δημιουργία του Διαγράμματος Οντοτήτων Συσχετίσεων (Entity Relationship Diagram), το οποίο παρουσιάζεται παρακάτω

Eco Programs Registry – Entity Relationship Diagram



Εικόνα 5 ERD

Όπως φαίνεται στη Εικόνα 5 , η κεντρική οντότητα του συστήματος είναι η οντότητα Program, η οποία αποθηκεύει τα βασικά στοιχεία των περιβαλλοντικών προγραμμάτων. Κάθε πρόγραμμα συνδέεται με έναν υπεύθυνο χρήστη μέσω σχέσης τύπου ένα προς πολλά (1:N), καθώς ένας χρήστης μπορεί να διαχειρίζεται περισσότερα από ένα προγράμματα.

Παράλληλα, κάθε πρόγραμμα μπορεί να περιλαμβάνει πολλαπλά παραδοτέα, πολλούς περιβαλλοντικούς δείκτες και πολλές ενημερώσεις προόδου. Οι σχέσεις αυτές υλοποιούνται ως σχέσεις τύπου ένα προς πολλά (1:N), επιτρέποντας τη συστηματική παρακολούθηση της εξέλιξης κάθε δράσης.

Η σχέση μεταξύ προγραμμάτων και φορέων υλοποίησης είναι τύπου πολλά προς πολλά (N:M), καθώς ένας φορέας μπορεί να συμμετέχει σε περισσότερα από ένα προγράμματα και ένα πρόγραμμα μπορεί να υλοποιείται από περισσότερους του ενός φορείς. Για την υλοποίηση της σχέσης χρησιμοποιείται η ενδιάμεση οντότητα ProgramPartner, η οποία αποθηκεύει επίσης τον ρόλο συμμετοχής κάθε φορέα στο πρόγραμμα.

Η συγκεκριμένη δομή επιτρέπει την ευέλικτη διαχείριση των δεδομένων και καλύπτει πλήρως τις λειτουργικές απαιτήσεις που αναλύθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο.

4.3 Σχεδιασμός Περιπτώσεων Χρήσης

Ο σχεδιασμός του συστήματος βασίστηκε στις περιπτώσεις χρήσης που παρουσιάστηκαν στο Κεφάλαιο 3, οι οποίες αποτέλεσαν τη βάση για τον καθορισμό της αρχιτεκτονικής, των ρόλων πρόσβασης και του μοντέλου δεδομένων.

Ο ρόλος του **Administrator** διαθέτει τα υψηλότερα δικαιώματα πρόσβασης στο σύστημα. Εκτός από τη διαχείριση των περιβαλλοντικών προγραμμάτων, είναι υπεύθυνος για τη δημιουργία και διαχείριση λογαριασμών χρηστών, καθώς και για τον έλεγχο των δικαιωμάτων πρόσβασης.

Ο **Officer** αποτελεί τον βασικό επιχειρησιακό χρήστη του συστήματος. Οι λειτουργίες που εκτελεί περιλαμβάνουν τη διαχείριση προγραμμάτων, τη διαχείριση φορέων υλοποίησης, την καταχώριση παραδοτέων, την ενημέρωση περιβαλλοντικών δεικτών και την παρακολούθηση της προόδου των έργων. Μέσω αυτών των λειτουργιών πραγματοποιείται η καθημερινή ενημέρωση και συντήρηση των δεδομένων του συστήματος.

Ο **Manager** χρησιμοποιεί το σύστημα κυρίως για σκοπούς παρακολούθησης και αξιολόγησης. Οι λειτουργίες που του παρέχονται αφορούν την προβολή συγκεντρωτικών στοιχείων μέσω dashboards και την παραγωγή αναφορών που υποστηρίζουν τη διαδικασία λήψης αποφάσεων.

Η διάκριση των λειτουργιών ανά ρόλο εξασφαλίζει ότι κάθε χρήστης έχει πρόσβαση μόνο στις λειτουργίες που απαιτούνται για την εκτέλεση των αρμοδιοτήτων του, ενισχύοντας τόσο την ασφάλεια όσο και την αποτελεσματικότητα της λειτουργίας του συστήματος.

4.4 Σχεδιασμός Δικαιωμάτων Πρόσβασης

Η προστασία των δεδομένων και η ασφαλής πρόσβαση στις λειτουργίες ενός πληροφοριακού συστήματος αποτελούν κρίσιμους παράγοντες για την ορθή λειτουργία του. Στην περίπτωση του Eco Programs Registry, η διαχείριση περιβαλλοντικών προγραμμάτων, φορέων, παραδοτέων και αναφορών προϋποθέτει την εφαρμογή μηχανισμών ελέγχου πρόσβασης, ώστε κάθε χρήστης να έχει πρόσβαση μόνο στις λειτουργίες που απαιτούνται για την εκτέλεση των αρμοδιοτήτων του.

Για τον σκοπό αυτό υιοθετήθηκε μοντέλο ελέγχου πρόσβασης βασισμένο σε ρόλους (Role Based Access Control RBAC), το οποίο αποτελεί μία από τις πλέον διαδεδομένες προσεγγίσεις διαχείρισης δικαιωμάτων σε πληροφοριακά συστήματα (Sommerville, 2020). Το μοντέλο αυτό επιτρέπει την αντιστοίχιση συγκεκριμένων δικαιωμάτων σε ρόλους και όχι απευθείας σε μεμονωμένους χρήστες, διευκολύνοντας τη διαχείριση και τη συντήρηση του συστήματος.

Η εφαρμογή χρησιμοποιεί μηχανισμό αυθεντικοποίησης βασισμένο σε JSON Web Tokens (JWT). Μετά το επιτυχές login, το backend επιστρέφει access token. Το frontend αποθηκεύει το token στο localStorage και το στέλνει στα επόμενα requests μέσω Authorization header (Jones et al., 2015).

4.4.1 Ρόλοι Χρηστών

Το Eco Programs Registry υποστηρίζει τρεις βασικούς ρόλους χρηστών:

A. Administrator

Ο Administrator διαθέτει πλήρη πρόσβαση σε όλες τις λειτουργίες του συστήματος. Είναι υπεύθυνος για τη διαχείριση των χρηστών, την παραμετροποίηση του συστήματος και τη συνολική εποπτεία της λειτουργίας του.

Οι αρμοδιότητές του περιλαμβάνουν:

- Δημιουργία χρηστών.
- Τροποποίηση στοιχείων χρηστών.
- Διαχείριση ρόλων και δικαιωμάτων.
- Δημιουργία και επεξεργασία προγραμμάτων.
- Πρόσβαση σε όλες τις αναφορές και στατιστικά στοιχεία.

B. Officer

Ο Officer αποτελεί τον βασικό επιχειρησιακό χρήστη του συστήματος και είναι υπεύθυνος για την καθημερινή διαχείριση των δεδομένων.

Οι λειτουργίες που υποστηρίζει περιλαμβάνουν:

- Δημιουργία και ενημέρωση προγραμμάτων.
- Διαχείριση φορέων υλοποίησης.
- Καταχώριση παραδοτέων.
- Καταχώριση περιβαλλοντικών δεικτών.
- Ενημέρωση στοιχείων προόδου.

Ο Officer δεν διαθέτει δικαιώματα διαχείρισης χρηστών ή παραμετροποίησης του συστήματος.

C. Manager

Ο Manager έχει κυρίως εποπτικό και αξιολογικό ρόλο. Η πρόσβασή του επικεντρώνεται στην προβολή πληροφοριών και στην υποστήριξη της διαδικασίας λήψης αποφάσεων.

Οι βασικές λειτουργίες που υποστηρίζει είναι:

- Προβολή συγκεντρωτικών στοιχείων.
- Πρόσβαση σε dashboards.
- Παραγωγή αναφορών.
- Παρακολούθηση της πορείας των προγραμμάτων.
- Αξιολόγηση περιβαλλοντικών δεικτών.

Ο συγκεκριμένος ρόλος δεν διαθέτει δικαιώματα τροποποίησης επιχειρησιακών δεδομένων.

Λειτουργία	Administrator	Officer	Manager
Σύνδεση στο σύστημα	✓	✓	✓

Λειτουργία	Administrator	Officer	Manager
Διαχείριση χρηστών	✓	Χ	Χ
Δημιουργία προγραμμάτων	✓	✓	Χ
Επεξεργασία προγραμμάτων	✓	✓	Χ
Διαγραφή προγραμμάτων	✓	✓	Χ
Διαχείριση φορέων	✓	✓	Χ
Διαχείριση παραδοτέων	✓	✓	Χ
Διαχείριση δεικτών	✓	✓	Χ
Ενημέρωση προόδου	✓	✓	Χ
Προβολή dashboard	✓	✓	✓
Πρόσβαση σε αναφορές	✓	✓	✓

Πίνακας 6 Ρόλοι και Δικαιώματα

4.5 Σύνοψη Κεφαλαίου

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάστηκε ο σχεδιασμός του πληροφοριακού συστήματος Eco Programs Registry. Αρχικά αναλύθηκε η αρχιτεκτονική του συστήματος και η διάκριση των επιπέδων λειτουργίας του. Στη συνέχεια παρουσιάστηκε ο σχεδιασμός της βάσης δεδομένων, οι βασικές οντότητες και οι σχέσεις που αναπτύσσονται μεταξύ τους. Επιπλέον, παρουσιάστηκαν οι περιπτώσεις χρήσης και ο μηχανισμός ελέγχου πρόσβασης που υλοποιήθηκε μέσω μοντέλου RBAC. Ο σχεδιασμός αυτός αποτέλεσε τη βάση για την ανάπτυξη και υλοποίηση του συστήματος, η οποία παρουσιάζεται στο επόμενο κεφάλαιο.

5. Υλοποίηση Συστήματος

Η φάση της υλοποίησης αποτελεί το στάδιο κατά το οποίο ο σχεδιασμός του πληροφοριακού συστήματος μετατρέπεται σε λειτουργική εφαρμογή λογισμικού. Με βάση τις απαιτήσεις που αναλύθηκαν στο Κεφάλαιο 3 και τον σχεδιασμό που παρουσιάστηκε στο Κεφάλαιο 4, αναπτύχθηκε το πληροφοριακό σύστημα **Eco Programs Registry**, με στόχο την υποστήριξη της καταγραφής, παρακολούθησης και αξιολόγησης περιβαλλοντικών προγραμμάτων.

Η ανάπτυξη του συστήματος βασίστηκε σε σύγχρονες τεχνολογίες ανάπτυξης διαδικτυακών εφαρμογών και ακολούθησε αρχιτεκτονική διαχωρισμού επιπέδων. Η αρχιτεκτονική αυτή επιτρέπει την ανεξάρτητη ανάπτυξη της διεπαφής χρήστη, της επιχειρησιακής λογικής και της βάσης δεδομένων, διευκολύνοντας τη συντήρηση και τη μελλοντική επέκταση του συστήματος.

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται οι τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν, η υλοποίηση των βασικών υποσυστημάτων και οι σημαντικότερες λειτουργίες της εφαρμογής.

5.1 Τεχνολογίες Υλοποίησης

Για την ανάπτυξη του Eco Programs Registry επιλέχθηκαν οι παρακάτω τεχνολογίες.

Οι βασικές τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν παρουσιάζονται στον Πίνακα 6 (React Documentation, 2026; NestJS Documentation, 2026; Prisma Documentation, 2026; PostgreSQL Documentation, 2026).

Κατηγορία	Τεχνολογία	Χρήση
Frontend	React με TypeScript	Υλοποίηση web interface με typed components.
Build tool	Vite	Γρήγορη ανάπτυξη και local development server.
Routing	React Router	Σελίδες login, dashboard, programs, organizations και details.

Κατηγορία	Τεχνολογία	Χρήση
HTTP client	Axios	Κλήσεις από frontend προς backend API.
Charts	Recharts	Γραφήματα στο dashboard.
Backend	NestJS με TypeScript	Modular REST API, controllers, services, guards.
ORM	Prisma	Schema, migrations, Prisma Client και seed data.
Database	PostgreSQL	Σχεσιακή βάση δεδομένων.
Authentication	JWT και bcryptjs	Login, token generation και password hashing.
Containerization	Docker Compose	Local PostgreSQL service.
Business Logic	Evaluation Service	Υπολογισμός πολυκριτηριακής βαθμολογίας, επιπέδου ρίσκου και αιτιολόγησης ανά πρόγραμμα

Πίνακας 7 Βασικές Τεχνολογίες

Η επιλογή των παραπάνω τεχνολογιών βασίστηκε στην υποστήριξη που παρέχουν στην ανάπτυξη σύγχρονων διαδικτυακών εφαρμογών και στη δυνατότητα εύκολης επέκτασης του συστήματος.

5.2 Υλοποίηση Διεπαφής Χρήστη (Frontend)

Η διεπαφή χρήστη του Eco Programs Registry αναπτύχθηκε με χρήση της βιβλιοθήκης React και της γλώσσας TypeScript. Η επιλογή της React βασίστηκε στη δυνατότητα ανάπτυξης δυναμικών διαδικτυακών εφαρμογών μέσω επαναχρησιμοποιήσιμων components, διευκολύνοντας τη συντήρηση και την επέκταση του συστήματος (React Documentation, 2026; TypeScript Documentation, 2026).

Η πλοήγηση μεταξύ των σελίδων υλοποιήθηκε με το React Router, ενώ η επικοινωνία με το backend πραγματοποιείται μέσω HTTP αιτημάτων με χρήση της βιβλιοθήκης Axios. Για την παρουσίαση στατιστικών στοιχείων και γραφημάτων στο dashboard χρησιμοποιήθηκε η βιβλιοθήκη Recharts.

Οι βασικές λειτουργίες του frontend οργανώθηκαν σε διακριτές σελίδες, οι οποίες καλύπτουν τις ανάγκες διαχείρισης περιβαλλοντικών προγραμμάτων, φορέων υλοποίησης, παραδοτέων, περιβαλλοντικών δεικτών και ενημερώσεων προόδου. Η είσοδος στο σύστημα πραγματοποιείται μέσω της σελίδας σύνδεσης, ενώ μετά την αυθεντικοποίηση ο χρήστης μεταφέρεται στον κεντρικό πίνακα ελέγχου (Dashboard), από τον οποίο έχει πρόσβαση στις υπόλοιπες λειτουργίες της εφαρμογής.

Στη σελίδα λεπτομερειών προγράμματος προστέθηκε ειδική ενότητα προβολής της πολυκριτηριακής αξιολόγησης. Η ενότητα αυτή εμφανίζει τη συνολική βαθμολογία του προγράμματος σε κλίμακα 0–100, το επίπεδο ρίσκου, τις επιμέρους βαθμολογίες ανά κριτήριο και τη σχετική αιτιολόγηση. Με τον τρόπο αυτό, ο χρήστης αποκτά άμεση εικόνα για την πορεία και την επικινδυνότητα κάθε προγράμματος.

Οι βασικές σελίδες του συστήματος παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.

Route	Σελίδα	Περιγραφή
/login	LoginPage	Σύνδεση χρηστών
/dashboard	DashboardPage	Στατιστικά στοιχεία και γραφήματα
/programs	ProgramsPage	Προβολή και αναζήτηση προγραμμάτων
/programs/new	CreateProgramPage	Δημιουργία νέου προγράμματος
/programs/:id	ProgramDetailsPage	Προβολή στοιχείων προγράμματος
/programs/:id/edit	EditProgramPage	Επεξεργασία προγράμματος
/organizations	OrganizationsPage	Διαχείριση φορέων υλοποίησης

Πίνακας 8 Βασικές Σελίδες Frontend

5.3 Υλοποίηση Επιχειρησιακής Λογικής (Backend)

Η επιχειρησιακή λογική του Eco Programs Registry υλοποιήθηκε με χρήση του πλαισίου ανάπτυξης NestJS, το οποίο βασίζεται στη γλώσσα TypeScript και ακολουθεί αρχιτεκτονική προσανατολισμένη σε modules. Η συγκεκριμένη προσέγγιση επιτρέπει τον διαχωρισμό των λειτουργιών της εφαρμογής σε ανεξάρτητες ενότητες, διευκολύνοντας τη συντήρηση, την επεκτασιμότητα και την επαναχρησιμοποίηση του κώδικα.

Κάθε module περιλαμβάνει τα απαραίτητα στοιχεία για την υλοποίηση της λειτουργικότητάς του, όπως controllers για τη διαχείριση των HTTP αιτημάτων, services για την επιχειρησιακή λογική και Data Transfer Objects (DTOs) για την επικύρωση και μεταφορά δεδομένων μεταξύ των επιπέδων της εφαρμογής.

Τα βασικά modules του συστήματος παρουσιάζονται στον Πίνακα 8.

Module	Κύρια Endpoints	Ρόλος
AuthModule	POST /auth/login, GET /auth/me	Αυθεντικοποίηση χρηστών και έλεγχος πρόσβασης
UsersModule	GET, POST, PATCH, DELETE /users	Διαχείριση χρηστών
ProgramsModule	GET, POST, PATCH, DELETE /programs	Διαχείριση περιβαλλοντικών προγραμμάτων
OrganizationsModule	GET, POST, PATCH, DELETE /organizations	Διαχείριση φορέων υλοποίησης
ProgramPartnersModule	POST /program partners, GET, DELETE	Συσχέτιση φορέων με προγράμματα
DeliverablesModule	GET, POST, PATCH, DELETE /deliverables	Διαχείριση παραδοτέων
EnvironmentalIndicatorsModule	GET, POST, PATCH, DELETE /environmental indicators	Διαχείριση περιβαλλοντικών δεικτών
ProgressUpdatesModule	GET, POST, PATCH, DELETE /progress updates	Διαχείριση ενημερώσεων προόδου
DashboardModule	GET /dashboard/summary	Παροχή συγκεντρωτικών στατιστικών στοιχείων

Πίνακας 9 Βασικά Modules του BE

Για την υλοποίηση της πολυκριτηριακής αξιολόγησης δημιουργήθηκε μηχανισμός στο backend, ο οποίος συγκεντρώνει τα απαραίτητα δεδομένα ενός προγράμματος και υπολογίζει τη βαθμολογία του. Η λογική βασίζεται σε σταθμισμένο υπολογισμό επιμέρους κριτηρίων. Τα κριτήρια περιλαμβάνουν την επίτευξη στόχου ανακυκλωμένων υλικών, τον αριθμό ωφελούμενων πολιτών, την απορροφησιμότητα του προϋπολογισμού και τη χρονική πρόοδο υλοποίησης.

Η αξιολόγηση παρέχεται μέσω του endpoint `GET /evaluations/program/:programId`. Το endpoint επιστρέφει τη συνολική βαθμολογία, το επίπεδο ρίσκου, τις επιμέρους βαθμολογίες ανά κριτήριο και σύντομη αιτιολόγηση του αποτελέσματος. Η λογική αυτή υλοποιείται στο backend, ώστε ο υπολογισμός να είναι ενιαίος, ελεγχόμενος και ανεξάρτητος από τον τρόπο παρουσίασης στο frontend.

5.4 Υλοποίηση Βάσης Δεδομένων

Η αποθήκευση και διαχείριση των δεδομένων του Eco Programs Registry πραγματοποιείται μέσω σχεσιακής βάσης δεδομένων PostgreSQL. Η επιλογή της PostgreSQL βασίστηκε στην αξιοπιστία, την υψηλή απόδοση και την ικανότητά της να διαχειρίζεται σύνθετες σχέσεις μεταξύ οντοτήτων, χαρακτηριστικά που κρίνονται απαραίτητα για ένα πληροφοριακό σύστημα διαχείρισης περιβαλλοντικών προγραμμάτων.

Η επικοινωνία μεταξύ της εφαρμογής και της βάσης δεδομένων υλοποιήθηκε μέσω του Prisma ORM, το οποίο λειτουργεί ως ενδιάμεσο επίπεδο πρόσβασης στα δεδομένα. Το Prisma παρέχει μηχανισμούς δημιουργίας ερωτημάτων, διαχείρισης σχέσεων μεταξύ οντοτήτων και αυτοματοποιημένης δημιουργίας migrations, διευκολύνοντας την ανάπτυξη και συντήρηση της εφαρμογής (Prisma Documentation, 2026)

Το μοντέλο δεδομένων του συστήματος βασίζεται στις οντότητες που παρουσιάστηκαν στο Κεφάλαιο 4 και περιλαμβάνει τους χρήστες, τα περιβαλλοντικά προγράμματα, τους φορείς υλοποίησης, τα παραδοτέα, τους περιβαλλοντικούς δείκτες και τις ενημερώσεις προόδου. Οι σχέσεις μεταξύ των οντοτήτων υλοποιούνται μέσω πρωτευόντων (Primary Keys) και

ξένων κλειδιών (Foreign Keys), διασφαλίζοντας την ακεραιότητα και τη συνέπεια των δεδομένων.

Οι βασικές οντότητες της βάσης δεδομένων παρουσιάζονται στον Πίνακα 9.

Οντότητα	Περιγραφή
User	Αποθήκευση στοιχείων χρηστών και ρόλων
Program	Καταγραφή περιβαλλοντικών προγραμμάτων
Organization	Φορείς υλοποίησης προγραμμάτων
ProgramPartner	Συσχέτιση προγραμμάτων και φορέων
Deliverable	Παραδοτέα προγραμμάτων
EnvironmentalIndicator	Περιβαλλοντικοί δείκτες
ProgressUpdate	Ενημερώσεις προόδου

Πίνακας 10 Βασικές Οντότητες της Βάσης Δεδομένων

Η δομή αυτή επιτρέπει την αποτελεσματική αποθήκευση και διαχείριση των πληροφοριών που απαιτούνται για την παρακολούθηση και αξιολόγηση των περιβαλλοντικών προγραμμάτων.

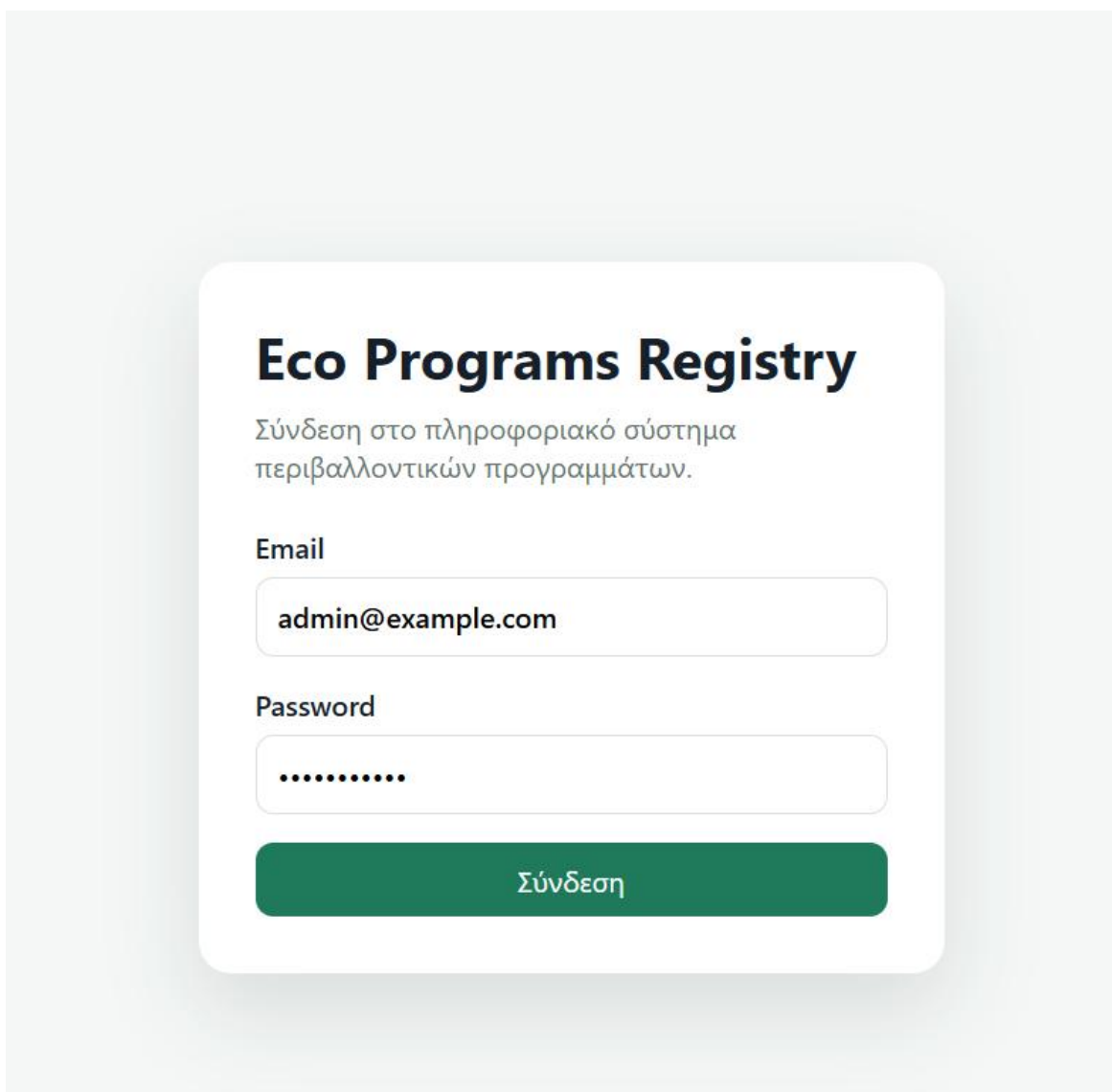
5.5 Μηχανισμός Αυθεντικοποίησης και Ασφάλειας

Η ασφάλεια του συστήματος αποτελεί βασική προϋπόθεση για την προστασία των δεδομένων που διαχειρίζεται το Eco Programs Registry. Για τον λόγο αυτό υλοποιήθηκε μηχανισμός αυθεντικοποίησης χρηστών βασισμένος σε JSON Web Tokens (JWT) (NestJS Documentation, 2026).

Κατά τη διαδικασία σύνδεσης, ο χρήστης εισάγει τα στοιχεία πρόσβασής του μέσω της σελίδας Login. Τα στοιχεία αποστέλλονται στο backend, όπου πραγματοποιείται έλεγχος εγκυρότητας των διαπιστευτηρίων. Εφόσον η αυθεντικοποίηση είναι επιτυχής, δημιουργείται και επιστρέφεται ένα JWT token, το οποίο χρησιμοποιείται στις επόμενες επικοινωνίες με το backend.

Ο μηχανισμός αυτός επιτρέπει την ασφαλή ταυτοποίηση των χρηστών χωρίς την ανάγκη αποθήκευσης στοιχείων σύνδεσης σε κάθε αίτημα. Παράλληλα, υποστηρίζει την εφαρμογή πολιτικών ελέγχου πρόσβασης βάσει ρόλων (Role Based Access Control RBAC), διασφαλίζοντας ότι κάθε χρήστης έχει πρόσβαση μόνο στις λειτουργίες που αντιστοιχούν στον ρόλο του.

Οι κωδικοί πρόσβασης αποθηκεύονται σε κωδικούς πρόσβασης αποθηκεύονται σε κατακερματισμένη (hashed) μορφή, ενισχύοντας περαιτέρω το επίπεδο ασφάλειας του συστήματος και μειώνοντας τον κίνδυνο μη εξουσιοδοτημένης πρόσβασης.



The image shows a login form titled "Eco Programs Registry". Below the title is a subtitle in Greek: "Σύνδεση στο πληροφοριακό σύστημα περιβαλλοντικών προγραμμάτων." (Login to the information system of environmental programs). The form has two input fields: "Email" with the value "admin@example.com" and "Password" with masked characters ".....". Below these fields is a green button labeled "Σύνδεση" (Login).

Εικόνα 6 Μηχανισμός Αυθεντικοποίησης χρήστη

5.6 Υλοποίηση Βασικών Λειτουργιών

Το Eco Programs Registry υλοποιεί ένα ολοκληρωμένο σύνολο λειτουργιών που υποστηρίζουν τη διαχείριση περιβαλλοντικών προγραμμάτων σε όλο τον κύκλο ζωής τους.

Η βασικότερη λειτουργία της εφαρμογής είναι η διαχείριση περιβαλλοντικών προγραμμάτων. Οι χρήστες μπορούν να δημιουργούν νέα προγράμματα, να ενημερώνουν τα στοιχεία τους και να αναζητούν πληροφορίες σχετικά με την πορεία υλοποίησής τους. Για κάθε πρόγραμμα αποθηκεύονται πληροφορίες όπως ο τίτλος, η περιγραφή, οι ημερομηνίες υλοποίησης, ο προϋπολογισμός και η κατάσταση εξέλιξης.

Παράλληλα, το σύστημα υποστηρίζει τη διαχείριση φορέων υλοποίησης, επιτρέποντας την καταχώριση και συσχέτιση οργανισμών με συγκεκριμένα προγράμματα. Μέσω της λειτουργίας αυτής διατηρείται πλήρης εικόνα των συνεργαζόμενων φορέων και των σχέσεων που αναπτύσσονται μεταξύ τους.

Ιδιαίτερη σημασία δόθηκε στη διαχείριση παραδοτέων, καθώς τα παραδοτέα αποτελούν βασικό μέσο παρακολούθησης της προόδου των έργων. Οι χρήστες μπορούν να καταχωρίζουν νέα παραδοτέα, να ενημερώνουν την κατάστασή τους και να παρακολουθούν την τήρηση των χρονοδιαγραμμάτων.

Επιπλέον, υλοποιήθηκε μηχανισμός καταγραφής περιβαλλοντικών δεικτών, ο οποίος επιτρέπει την αποτύπωση μετρήσιμων αποτελεσμάτων των προγραμμάτων. Μέσω των δεικτών αυτών είναι δυνατή η αξιολόγηση της περιβαλλοντικής επίδρασης των δράσεων και η παρακολούθηση της επίτευξης των στόχων βιωσιμότητας.

Τέλος, το σύστημα παρέχει δυνατότητα καταχώρισης ενημερώσεων προόδου, επιτρέποντας στους χρήστες να παρακολουθούν συστηματικά την εξέλιξη των προγραμμάτων και να διατηρούν ιστορικό των σημαντικών ενεργειών και εξελίξεων.

Πέρα από τις λειτουργίες καταχώρισης, προβολής και ενημέρωσης δεδομένων, υλοποιήθηκε και λειτουργία αξιολόγησης προγραμμάτων. Η λειτουργία αυτή αξιοποιεί τα δεδομένα που έχουν ήδη καταχωριστεί στο σύστημα και παράγει υπολογιζόμενο αποτέλεσμα, χωρίς να απαιτείται χειροκίνητη εισαγωγή τελικής βαθμολογίας από τον

χρήστη. Έτσι, η εφαρμογή υποστηρίζει όχι μόνο τη διαχείριση των προγραμμάτων, αλλά και την αξιολόγηση της πορείας τους.

Περιβαλλοντικά προγράμματα

Αναζήτηση, φίλτρα και συνοπτική προβολή των προγραμμάτων.

Dashboard **Νέο πρόγραμμα**

Αναζήτηση: Τίτλος ή περιγραφή | Κατηγορία: π.χ. Ενέργεια | Περιοχή: π.χ. Αττική | Κατάσταση: Όλες | Αναζήτηση | Καθαρισμός

Αποτελέσματα 4 προγράμματα

Τίτλος	Κατηγορία	Κατάσταση	Περιοχή	Προϋπολογισμός	Πρόοδος	Παραδοτέα	Δείκτες
Mariana Pzrk Test αυτό είναι ένα τεστ	Ενέργεια	ACTIVE	Αττική	5.555 €	50%	0	0
Ψηφιακή πλατφόρμα κυκλικής οικονομίας για δήμους Ανάπτυξη πλατφόρμας για την παρακολούθηση ροών ανακύκλωσης, επαναχρησιμοποίησης υλικών και συμμετοχής πολιτών σε δράσεις κυκλικής οικονομίας.	Κυκλική οικονομία	DELAYED	Αττική	420.000 €	55%	5	10
Παρακολούθηση ποιότητας υδάτων σε αστικές περιοχές Πρόγραμμα εγκατάστασης συστήματος παρακολούθησης υδάτινων πόρων με στόχο την έγκαιρη ανίχνευση ρύπανσης και τη βελτίωση της περιβαλλοντικής διαχείρισης.	Νερό	ACTIVE	Κεντρική Μακεδονία	750.000 €	30%	5	5
Έξυπνη διαχείριση ενέργειας σε δημόσια κτίρια Πρόγραμμα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης σε δημόσια	Ενέργεια	ACTIVE	Αττική	500.000 €	45%	10	10

Εικόνα 7 Διαχείριση περιβαλλοντικών προγραμμάτων

Νέο πρόγραμμα

Καταχώρηση νέου περιβαλλοντικού προγράμματος.

Τίτλος

π.χ. Έξυπνη διαχείριση ενέργειας σε δημόσια κτίρια

Περιγραφή

Σύντομη περιγραφή του προγράμματος

Κατηγορία **Κατάσταση**

Ενέργεια Ενεργό

Ημερομηνία έναρξης **Ημερομηνία λήξης**

ηη/μμ/εεεε ηη/μμ/εεεε

Προϋπολογισμός **Περιοχή**

π.χ. 500000 Αττική

Ακύρωση **Αποθήκευση**

Εικόνα 8 Δημιουργία νέου προγράμματος

Φορείς υλοποίησης

Διαχείριση οργανισμών που συμμετέχουν σε περιβαλλοντικά προγράμματα.

Προγράμματα Dashboard

Νέος φορέας

Όνομα

π.χ. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Τύπος

Πανεπιστήμιο

Χώρα

Greece

Email επικοινωνίας

info@example.gr

Website

https://example.gr

Προσθήκη φορέα

Φίλτρα

Αναζήτηση

Όνομα, email ή website

Τύπος

Όλοι

Χώρα

π.χ. Greece

Αναζήτηση

Καθαρισμός

Εικόνα 9 Διαχείριση φορέων υλοποίησης

Παραδοτέα

0

Δεν έχουν καταχωρηθεί παραδοτέα.

Νέο παραδοτέο

Τίτλος

π.χ. Αναφορά προόδου

Περιγραφή

Σύντομη περιγραφή παραδοτέου

Προθεσμία

ηη/μμ/εεεε



Κατάσταση

PENDING

Προσθήκη παραδοτέου

Εικόνα 10 Διαχείριση παραδοτεών

Περιβαλλοντικοί δείκτες

0

Δεν έχουν καταχωρηθεί δείκτες.

Νέος δείκτης

Τύπος δείκτη

Άλλο

Όνομα δείκτη

π.χ. Ανακυκλωμένα υλικά

Πραγματική τιμή

π.χ. 700

Στόχος

π.χ. 1000

Μονάδα

π.χ. τόνοι

Προσθήκη δείκτη

Εικόνα 11 Προσθήκη περιβαλλοντικών δεικτών

Ενημερώσεις προόδου

1

50%

07/07/2026

Χωρίς σχόλιο.

Διαγραφή

Νέα ενημέρωση προόδου

Ποσοστό προόδου

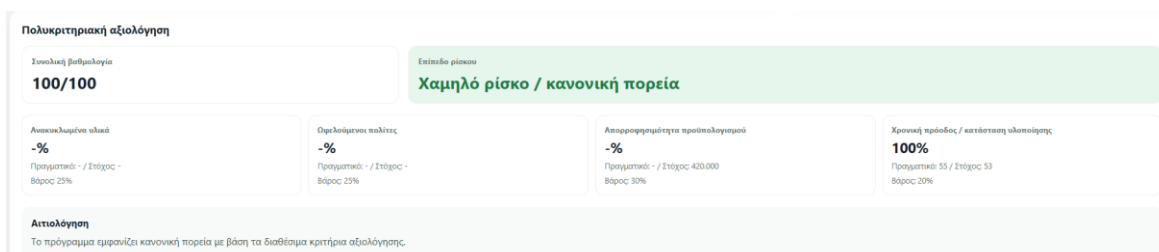
π.χ. 60

Σχόλιο

π.χ. Ολοκληρώθηκε η πιλοτική εγκατάσταση.

Προσθήκη ενημέρωσης

Εικόνα 12 Ενημέρωση προόδου



Εικόνα 13 Αξιολόγηση προγραμμάτων

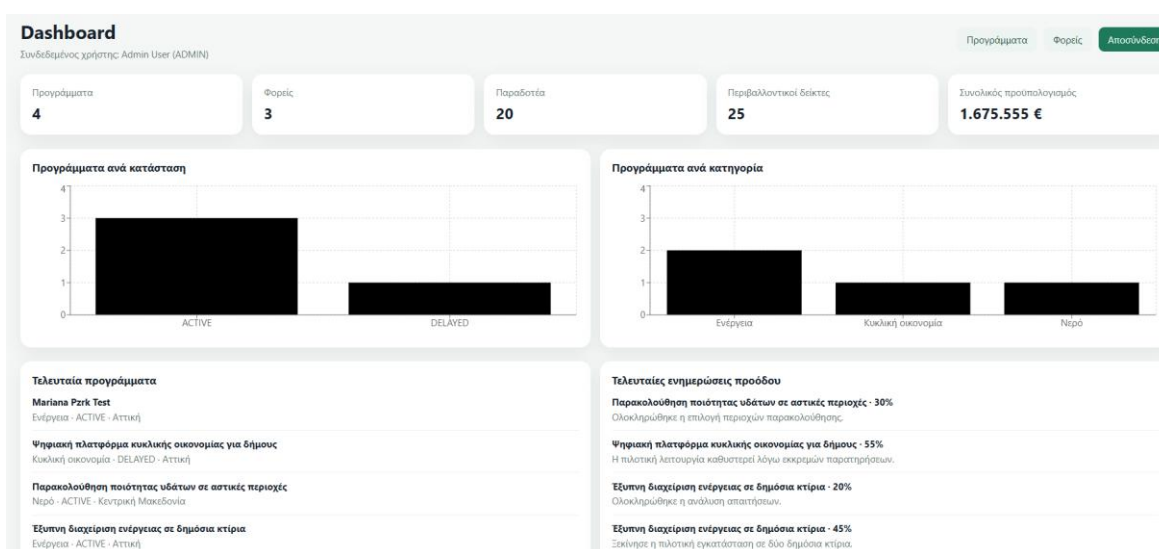
5.7 Dashboard και Αναφορές

Για την υποστήριξη της διαδικασίας παρακολούθησης και λήψης αποφάσεων αναπτύχθηκε ειδική ενότητα dashboards και αναφορών. Η ενότητα αυτή συγκεντρώνει και παρουσιάζει συνοπτικά τα σημαντικότερα στοιχεία που σχετίζονται με τα περιβαλλοντικά προγράμματα.

Το dashboard παρέχει πληροφορίες σχετικά με τον συνολικό αριθμό προγραμμάτων, την κατάσταση υλοποίησής τους, την πρόοδο των παραδοτέων και την εξέλιξη των περιβαλλοντικών δεικτών. Η παρουσίαση των δεδομένων πραγματοποιείται μέσω

γραφημάτων και στατιστικών πινάκων, επιτρέποντας στους χρήστες να αποκτούν γρήγορα συνολική εικόνα της κατάστασης των δράσεων.

Η οπτικοποίηση των δεδομένων υλοποιήθηκε με τη χρήση της βιβλιοθήκης Recharts, η οποία προσφέρει διαδραστικά γραφήματα και ευέλικτες δυνατότητες παρουσίασης πληροφοριών. Μέσω της λειτουργίας αυτής διευκολύνεται η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των προγραμμάτων και η υποστήριξη της διαδικασίας λήψης αποφάσεων.



Εικόνα 14 Dashboard και αναφορές

5.8 Σύνοψη Κεφαλαίου

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάστηκε η υλοποίηση του πληροφοριακού συστήματος Eco Programs Registry. Αρχικά αναλύθηκαν οι τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη της εφαρμογής και στη συνέχεια παρουσιάστηκαν η υλοποίηση της διεπαφής χρήστη, της επιχειρησιακής λογικής και της βάσης δεδομένων. Επιπλέον, περιγράφηκαν ο μηχανισμός αυθεντικοποίησης και οι βασικές λειτουργίες που υποστηρίζει το σύστημα, καθώς και η ενότητα dashboards και αναφορών. Η υλοποίηση που παρουσιάστηκε καλύπτει τις βασικές απαιτήσεις που προσδιορίστηκαν κατά την ανάλυση, στο πλαίσιο του πρωτοτύπου που αναπτύχθηκε, και αξιοποιεί σύγχρονες τεχνολογίες ανάπτυξης διαδικτυακών εφαρμογών.

6. Επαλήθευση και αξιολόγηση του συστήματος

Μετά την ολοκλήρωση της υλοποίησης του Eco Programs Registry πραγματοποιήθηκε επαλήθευση της λειτουργικότητας του συστήματος με στόχο να διαπιστωθεί ότι οι βασικές απαιτήσεις που καθορίστηκαν κατά τη φάση της ανάλυσης καλύπτονται από την αναπτυγμένη εφαρμογή. Η διαδικασία βασίστηκε στα σενάρια ελέγχου που περιλαμβάνονται στην τεκμηρίωση της εφαρμογής και αφορούν τις κύριες λειτουργίες του συστήματος (Sommerville, 2020; Pressman & Maxim, 2020).

Επιπλέον, πραγματοποιήθηκε ποιοτική τεχνική αποτίμηση χαρακτηριστικών του συστήματος, όπως η ασφάλεια, η ευχρηστία και η επεκτασιμότητα, με βάση τον σχεδιασμό, την υλοποίηση και τις διαθέσιμες λειτουργίες του πρωτοτύπου

6.1 Επαλήθευση Λειτουργικότητας

Η τεκμηρίωση της εφαρμογής περιλαμβάνει συγκεκριμένα σενάρια ελέγχου λειτουργικότητας, τα οποία μπορούν να εκτελεστούν είτε μέσω των REST API endpoints είτε μέσω της διεπαφής χρήστη του συστήματος. Για την υποστήριξη των δοκιμών έχουν δημιουργηθεί δεδομένα επίδειξης (demo data) και μηχανισμός αρχικοποίησης (seed script), ο οποίος δημιουργεί χρήστες, προγράμματα, φορείς, παραδοτέα, περιβαλλοντικούς δείκτες και ενημερώσεις προόδου.

Τα βασικά σενάρια επαλήθευσης παρουσιάζονται στον Πίνακα 11.

Σενάριο	Αναμενόμενο Αποτέλεσμα
Σύνδεση χρήστη (Login)	Επιστρέφεται access token και στοιχεία χρήστη
Προβολή Dashboard	Εμφανίζονται συγκεντρωτικά στοιχεία για προγράμματα, φορείς, δείκτες, παραδοτέα και προϋπολογισμό

Σενάριο	Αναμενόμενο Αποτέλεσμα
Δημιουργία νέου προγράμματος	Το πρόγραμμα αποθηκεύεται στη βάση δεδομένων και εμφανίζεται στη λίστα προγραμμάτων
Σύνδεση φορέα με πρόγραμμα	Ο φορέας εμφανίζεται στη σελίδα λεπτομερειών του προγράμματος
Προβολή πολυκριτηριακής αξιολόγησης προγράμματος	Εμφανίζεται συνολική βαθμολογία, επίπεδο ρίσκου και αιτιολόγηση.
Πρόγραμμα κοντά στη λήξη με χαμηλή απορροφησιμότητα	Το πρόγραμμα χαρακτηρίζεται ως αυξημένου ρίσκου.
Πρόγραμμα με επαρκή επίτευξη στόχων	Το πρόγραμμα χαρακτηρίζεται ως χαμηλού ή μέτριου ρίσκου.
Πρόγραμμα χωρίς επαρκή δεδομένα αξιολόγησης	Το σύστημα εμφανίζει ένδειξη ότι δεν υπάρχουν επαρκή δεδομένα για ασφαλή αξιολόγηση.

Πίνακας 11 Σενάρια Δοκιμών

Τα σενάρια αυτά καλύπτουν τις σημαντικότερες λειτουργίες της εφαρμογής και, στο πλαίσιο των πραγματοποιηθέντων δοκιμών, έδειξαν ότι οι βασικοί μηχανισμοί διαχείρισης δεδομένων, πλοήγησης και επιχειρησιακής λογικής λειτουργούν σύμφωνα με τις απαιτήσεις που είχαν τεθεί

6.2 Επαλήθευση Αυθεντικοποίησης και Δικαιωμάτων Πρόσβασης

Η ασφάλεια του συστήματος βασίζεται σε μηχανισμό αυθεντικοποίησης μέσω JSON Web Tokens (JWT) και σε έλεγχο πρόσβασης βάσει ρόλων (Role Based Access Control RBAC). Σύμφωνα με την τεκμηρίωση, το backend χρησιμοποιεί τους μηχανισμούς JwtAuthGuard και RolesGuard για την επαλήθευση της εγκυρότητας των tokens και τον έλεγχο των δικαιωμάτων πρόσβασης.

Οι χρήστες διακρίνονται σε τρεις βασικούς ρόλους:

- Administrator
- Officer

- Manager

Κάθε ρόλος διαθέτει διαφορετικά επίπεδα πρόσβασης στις λειτουργίες του συστήματος. Ενδεικτικά, η διαχείριση χρηστών επιτρέπεται αποκλειστικά σε χρήστες με ρόλο Administrator, ενώ η δημιουργία και ενημέρωση προγραμμάτων επιτρέπεται σε χρήστες με ρόλο Administrator ή Officer.

Λειτουργία	Ελάχιστος Ρόλος
Προβολή Dashboard	Authenticated User
Δημιουργία Προγράμματος	Administrator / Officer
Ενημέρωση Προγράμματος	Administrator / Officer
Διαγραφή Προγράμματος	Administrator
Διαχείριση Χρηστών	Administrator

Πίνακας 12 Βασικά Δικαιώματα Πρόσβασης

Η υλοποίηση των παραπάνω μηχανισμών συμβάλλει στην προστασία των δεδομένων και στην αποτροπή μη εξουσιοδοτημένων ενεργειών.

6.3 Αξιολόγηση του Συστήματος

Η αποτίμηση του Eco Programs Registry πραγματοποιήθηκε σε τεχνικό και λειτουργικό επίπεδο, με βάση τις λειτουργικές και μη λειτουργικές απαιτήσεις που παρουσιάστηκαν στο Κεφάλαιο 3. Η διαδικασία δεν περιλάμβανε αξιολόγηση από πραγματικούς τελικούς χρήστες ή πιλοτική λειτουργία σε επιχειρησιακό περιβάλλον, αλλά βασίστηκε στην εξέταση της υλοποίησης και στα σενάρια ελέγχου του πρωτοτύπου.

- Ευχρηστία

Η εφαρμογή παρέχει γραφικό περιβάλλον χρήστη μέσω React, οργανωμένο σε διακριτές σελίδες για τη διαχείριση προγραμμάτων, φορέων, παραδοτέων, δεικτών και ενημερώσεων προόδου. Η διάρθρωση αυτή επιτρέπει στους χρήστες να εντοπίζουν εύκολα τις απαιτούμενες λειτουργίες και να εκτελούν τις καθημερινές τους εργασίες με περιορισμένο αριθμό ενεργειών.

- **Ασφάλεια**

Η εφαρμογή εφαρμόζει ασφαλή κατακερματισμό (hashing) των κωδικών πρόσβασης μέσω bcryptjs και μηχανισμούς αυθεντικοποίησης και εξουσιοδότησης μέσω JWT και Role Guards. Οι πρακτικές αυτές ενισχύουν σημαντικά την προστασία των δεδομένων και την ασφαλή πρόσβαση στις λειτουργίες του συστήματος.

- **Επεκτασιμότητα**

Η αρχιτεκτονική της εφαρμογής βασίζεται στον διαχωρισμό frontend, backend και βάσης δεδομένων. Η χρήση React, NestJS, Prisma ORM και PostgreSQL επιτρέπει την εύκολη προσθήκη νέων λειτουργιών, νέων οντοτήτων και νέων υπηρεσιών χωρίς σημαντικές αλλαγές στον πυρήνα του συστήματος.

- **Συντηρησιμότητα**

Η υιοθέτηση modular αρχιτεκτονικής στο backend διευκολύνει τη συντήρηση και την εξέλιξη του συστήματος, καθώς κάθε λειτουργική περιοχή υλοποιείται σε ξεχωριστό module με διακριτούς controllers, services και DTOs.

6.4 Περιορισμοί του Συστήματος

Παρόλο που το Eco Programs Registry καλύπτει τις βασικές απαιτήσεις καταγραφής, παρακολούθησης και διαχείρισης περιβαλλοντικών προγραμμάτων, η παρούσα εργασία παρουσιάζει ορισμένους περιορισμούς που πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της.

Αρχικά, το σύστημα αναπτύχθηκε ως πρωτότυπη εφαρμογή (prototype) με σκοπό την επίδειξη και αξιολόγηση μιας προτεινόμενης λύσης για την υποστήριξη της διαχείρισης περιβαλλοντικών προγραμμάτων. Ως εκ τούτου, δεν αποτελεί επίσημο πληροφοριακό σύστημα της Γενικής Γραμματείας Έρευνας και Καινοτομίας (ΓΓΕΚ), ούτε έχει ενταχθεί στην υφιστάμενη επιχειρησιακή της λειτουργία.

Επιπλέον, η εφαρμογή δεν διασυνδέεται με υφιστάμενα πληροφοριακά συστήματα, μητρώα ή βάσεις δεδομένων της ΓΓΕΚ ή άλλων δημόσιων φορέων. Η καταχώριση των δεδομένων

πραγματοποιείται αποκλειστικά μέσω της εφαρμογής και δεν υποστηρίζεται αυτοματοποιημένη ανταλλαγή δεδομένων με εξωτερικά συστήματα.

Παράλληλα, τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη και επίδειξη της λειτουργίας του συστήματος είναι ενδεικτικά και αξιοποιούνται αποκλειστικά για εκπαιδευτικούς και ερευνητικούς σκοπούς. Σε ορισμένες περιπτώσεις βασίζονται σε πληροφορίες που προέρχονται από δευτερογενείς πηγές ή σε υποθετικά σενάρια χρήσης, χωρίς να αντιστοιχούν απαραίτητα σε πραγματικά επιχειρησιακά δεδομένα.

Τέλος, στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας δεν πραγματοποιήθηκε πλήρης παραγωγική εγκατάσταση (production deployment) ούτε πιλοτική λειτουργία σε πραγματικό οργανωσιακό περιβάλλον. Κατά συνέπεια, δεν αξιολογήθηκαν ζητήματα που σχετίζονται με μεγάλο όγκο χρηστών, αυξημένο φόρτο εργασίας, επιχειρησιακή συνέχεια ή μακροχρόνια χρήση του συστήματος.

Οι παραπάνω περιορισμοί δεν επηρεάζουν την επίτευξη των στόχων της εργασίας, καθώς σκοπός της ήταν η ανάλυση, ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου πρωτοτύπου πληροφοριακού συστήματος, το οποίο μπορεί να αποτελέσει τη βάση για μελλοντική επέκταση και αξιοποίηση σε πραγματικό επιχειρησιακό περιβάλλον.

6.5 Αντιστοίχιση Λειτουργικών Απαιτήσεων με την Υλοποίηση

Για την πληρέστερη επαλήθευση της λειτουργικότητας του πληροφοριακού συστήματος, πραγματοποιήθηκε αντιστοίχιση των λειτουργικών απαιτήσεων που καθορίστηκαν στο Κεφάλαιο 3 με τις αντίστοιχες λειτουργίες που υλοποιήθηκαν στο Eco Programs Registry. Η αντιστοίχιση αυτή δείχνει ότι οι βασικές απαιτήσεις του συστήματος έχουν αντιστοιχιστεί με συγκεκριμένα modules και λειτουργίες της εφαρμογής (Dennis et al., 2020; Pressman & Maxim, 2020).

Απαίτηση	Περιγραφή	Υλοποιήθηκε	Απόδειξη
FR-01	Αυθεντικοποίηση χρηστών	Ναι	Login, JWT authentication

Απαίτηση	Περιγραφή	Υλοποιήθηκε	Απόδειξη
FR-02	Διαχείριση περιβαλλοντικών προγραμμάτων	Ναι	Programs module
FR-03	Διαχείριση φορέων υλοποίησης	Ναι	Organizations module
FR-04	Διαχείριση παραδοτέων	Ναι	Deliverables module
FR-05	Διαχείριση περιβαλλοντικών δεικτών	Ναι	Environmental Indicators module
FR-06	Παρακολούθηση προόδου	Ναι	Progress Updates module
FR-07	Dashboard και αναφορές	Ναι	Dashboard summary
FR-08	Πολυκριτηριακή αξιολόγηση προγραμμάτων	Ναι	Evaluation Service, endpoint αξιολόγησης, risk score και panel αξιολόγησης στη σελίδα προγράμματος

Πίνακας 13 - Αντιστοίχιση λειτουργικών απαιτήσεων με την υλοποίηση

Όπως προκύπτει από τον Πίνακα 13, οι βασικές λειτουργικές απαιτήσεις που είχαν τεθεί κατά τη φάση της ανάλυσης καλύπτονται από την υλοποίηση του συστήματος. Η αντιστοίχιση αυτή ενισχύει τη συνέπεια μεταξύ της ανάλυσης απαιτήσεων, του σχεδιασμού και της τελικής εφαρμογής και δείχνει ότι, στο πλαίσιο του αναπτυγμένου πρωτοτύπου, το Eco Programs Registry ανταποκρίνεται στον βασικό στόχο της εργασίας

6.6 Σύνοψη Κεφαλαίου

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάστηκε η διαδικασία επαλήθευσης και αξιολόγησης του Eco Programs Registry. Αρχικά παρουσιάστηκαν τα σενάρια ελέγχου λειτουργικότητας που περιλαμβάνονται στην τεκμηρίωση της εφαρμογής, τα αποτελέσματα των οποίων έδειξαν, στο πλαίσιο των πραγματοποιηθέντων δοκιμών, την ορθή λειτουργία των βασικών επιχειρησιακών διαδικασιών. Στη συνέχεια εξετάστηκαν οι μηχανισμοί αυθεντικοποίησης

και ελέγχου πρόσβασης, καθώς και τα βασικά ποιοτικά χαρακτηριστικά του συστήματος, όπως η ευχρηστία, η ασφάλεια και η επεκτασιμότητα. Τέλος, παρουσιάστηκαν οι σημαντικότεροι περιορισμοί της υλοποίησης, οι οποίοι μπορούν να αποτελέσουν αντικείμενο μελλοντικής βελτίωσης και επέκτασης.

7. Συμπεράσματα και μελλοντικές επεκτάσεις

Η παρούσα διπλωματική εργασία είχε ως αντικείμενο τη μελέτη των περιβαλλοντικών προγραμμάτων και την ανάπτυξη ενός πληροφοριακού συστήματος για την καταγραφή, παρακολούθηση και διαχείρισή τους. Η ανάγκη για αποτελεσματική οργάνωση και παρακολούθηση των περιβαλλοντικών δράσεων καθιστά απαραίτητη την αξιοποίηση σύγχρονων πληροφοριακών συστημάτων που υποστηρίζουν τη συλλογή, αποθήκευση και επεξεργασία σχετικών δεδομένων.

Στο πλαίσιο της εργασίας πραγματοποιήθηκε αρχικά η θεωρητική διερεύνηση θεμάτων που σχετίζονται με τη βιώσιμη ανάπτυξη, την περιβαλλοντική πολιτική και τον ρόλο της έρευνας και της καινοτομίας στην αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προκλήσεων. Στη συνέχεια αναλύθηκαν οι απαιτήσεις ενός συστήματος διαχείρισης περιβαλλοντικών προγραμμάτων και σχεδιάστηκε η αρχιτεκτονική ενός ολοκληρωμένου πληροφοριακού συστήματος.

Αποτέλεσμα της διαδικασίας αυτής ήταν η ανάπτυξη του Eco Programs Registry, ενός πρωτοτύπου πληροφοριακού συστήματος που επιτρέπει τη διαχείριση προγραμμάτων, φορέων υλοποίησης, παραδοτέων, περιβαλλοντικών δεικτών και ενημερώσεων προόδου μέσω ενός ενιαίου περιβάλλοντος εργασίας.

Στο πλαίσιο των πραγματοποιηθέντων δοκιμών διαπιστώθηκε ότι το σύστημα καλύπτει τις βασικές λειτουργικές απαιτήσεις που είχαν τεθεί κατά τη φάση της ανάλυσης και μπορεί να υποστηρίξει τις διαδικασίες καταγραφής και παρακολούθησης περιβαλλοντικών δράσεων σε επίπεδο πρωτοτύπου.

7.1 Συνεισφορά της Εργασίας

Η βασική συνεισφορά της παρούσας εργασίας έγκειται στον συνδυασμό θεωρητικής προσέγγισης και πρακτικής υλοποίησης. Από τη μία πλευρά παρουσιάζεται η σημασία των περιβαλλοντικών προγραμμάτων ως εργαλείων υποστήριξης της βιώσιμης ανάπτυξης και της πράσινης μετάβασης. Από την άλλη πλευρά προτείνεται και υλοποιείται μία ολοκληρωμένη πληροφοριακή λύση για τη διαχείριση των σχετικών δεδομένων.

Η εργασία συμβάλλει στην κατανόηση των απαιτήσεων που προκύπτουν κατά την ανάπτυξη πληροφοριακών συστημάτων για δημόσιους και ερευνητικούς οργανισμούς και αναδεικνύει τον ρόλο που μπορούν να διαδραματίσουν οι ψηφιακές τεχνολογίες στη βελτίωση της παρακολούθησης και αξιολόγησης περιβαλλοντικών δράσεων.

Επιπλέον, το Eco Programs Registry μπορεί να αποτελέσει βάση για περαιτέρω έρευνα και ανάπτυξη, καθώς η αρχιτεκτονική του επιτρέπει την επέκταση και προσαρμογή του σε διαφορετικά επιχειρησιακά περιβάλλοντα.

Επιπλέον, η εργασία συμβάλλει στην ανάδειξη της σημασίας των μηχανισμών αξιολόγησης μέσα στα πληροφοριακά συστήματα διαχείρισης προγραμμάτων. Η ενσωμάτωση πολυκριτηριακής αξιολόγησης επιτρέπει την έγκαιρη αναγνώριση προγραμμάτων που ενδέχεται να παρουσιάσουν υστέρηση ή αυξημένο ρίσκο, ενισχύοντας τη δυνατότητα λήψης τεκμηριωμένων αποφάσεων.

7.2 Πρωτοτυπία της Εργασίας

Η πρωτοτυπία της παρούσας εργασίας έγκειται στον συνδυασμό περιβαλλοντικής διαχείρισης, αξιολόγησης προγραμμάτων και ανάπτυξης πληροφοριακού συστήματος. Η εργασία δεν περιορίζεται στη θεωρητική καταγραφή περιβαλλοντικών προγραμμάτων, αλλά προτείνει και υλοποιεί ένα λειτουργικό πρωτότυπο σύστημα, το οποίο υποστηρίζει την κεντρική διαχείριση προγραμμάτων, φορέων υλοποίησης, παραδοτέων, περιβαλλοντικών δεικτών και αναφορών προόδου.

Επιπλέον, το Eco Programs Registry αξιοποιεί σύγχρονες τεχνολογίες ανάπτυξης διαδικτυακών εφαρμογών και ενσωματώνει βασικές αρχές ανάλυσης απαιτήσεων, σχεδιασμού βάσης δεδομένων, ελέγχου πρόσβασης και αξιολόγησης λειτουργικότητας. Με τον τρόπο αυτό, η εργασία συνδέει τη θεωρητική προσέγγιση της περιβαλλοντικής πολιτικής και της βιώσιμης ανάπτυξης με μια πρακτική τεχνολογική λύση, η οποία μπορεί να αποτελέσει βάση για μελλοντική επέκταση και εφαρμογή σε πραγματικό επιχειρησιακό περιβάλλον.

Η πρωτοτυπία της εργασίας ενισχύεται από την προσθήκη μηχανισμού πολυκριτηριακής αξιολόγησης, ο οποίος συνδυάζει περιβαλλοντικά, κοινωνικά, οικονομικά και χρονικά

δεδομένα για την παραγωγή συνολικής εικόνας της πορείας κάθε προγράμματος. Με τον τρόπο αυτό, το σύστημα υπερβαίνει τη λογική της απλής καταγραφής δεδομένων και υποστηρίζει ενεργά τη διαδικασία αξιολόγησης.

7.3 Μελλοντικές Επεκτάσεις

Παρότι το Eco Programs Registry καλύπτει τις βασικές ανάγκες καταγραφής και παρακολούθησης περιβαλλοντικών προγραμμάτων, υπάρχουν σημαντικές δυνατότητες περαιτέρω εξέλιξης και βελτίωσης του συστήματος.

Μία πρώτη κατεύθυνση αφορά την πληρέστερη υλοποίηση του μηχανισμού ελέγχου πρόσβασης στο επίπεδο του frontend. Στην τρέχουσα έκδοση εφαρμόζεται έλεγχος δικαιωμάτων στο backend, ενώ μελλοντικά μπορεί να υλοποιηθεί πλήρης προσαρμογή της διεπαφής χρήστη ανάλογα με τον ρόλο κάθε χρήστη, έτσι ώστε συγκεκριμένες λειτουργίες και ενέργειες να εμφανίζονται μόνο σε εξουσιοδοτημένους χρήστες.

Επιπλέον, το σύστημα μπορεί να επεκταθεί με την προσθήκη εξειδικευμένων σελίδων επεξεργασίας για παραδοτέα, περιβαλλοντικούς δείκτες και ενημερώσεις προόδου, παρέχοντας μεγαλύτερη ευελιξία στη διαχείριση των δεδομένων.

Μία ακόμη σημαντική βελτίωση αφορά την υποστήριξη μεταφόρτωσης αρχείων για τα παραδοτέα των προγραμμάτων. Με τον τρόπο αυτό θα είναι δυνατή η αποθήκευση και διαχείριση σχετικών εγγράφων απευθείας μέσα από το πληροφοριακό σύστημα, ενισχύοντας τη συγκέντρωση της πληροφορίας σε ενιαίο περιβάλλον.

Παράλληλα, θα μπορούσε να αναπτυχθεί μηχανισμός εξαγωγής αναφορών σε μορφή PDF ή Excel, επιτρέποντας την ευκολότερη διάχυση των αποτελεσμάτων και την υποστήριξη διοικητικών και ελεγκτικών διαδικασιών.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η δυνατότητα γεωγραφικής απεικόνισης των περιβαλλοντικών προγραμμάτων μέσω χαρτών, με βάση την περιοχή υλοποίησής τους. Η λειτουργία αυτή θα μπορούσε να προσφέρει μία πιο ολοκληρωμένη εικόνα της γεωγραφικής κατανομής των δράσεων και της περιφερειακής τους επίδρασης.

Επιπλέον, η προσθήκη αναλυτικού μηχανισμού καταγραφής ενεργειών (audit log) θα επέτρεπε την πλήρη ιχνηλασιμότητα των αλλαγών που πραγματοποιούνται στο σύστημα, ενισχύοντας τη διαφάνεια και τη λογοδοσία.

Σημαντική προοπτική αποτελεί επίσης η ανάπτυξη πιο προηγμένων dashboards και αναφορών, με δυνατότητα ανάλυσης δεδομένων ανά έτος, θεματική κατηγορία, γεωγραφική περιοχή ή φορέα υλοποίησης. Μέσω αυτών των λειτουργιών θα μπορούσε να υποστηριχθεί αποτελεσματικότερα η διαδικασία αξιολόγησης και λήψης αποφάσεων.

Τέλος, το σύστημα θα μπορούσε να επεκταθεί με τη δημιουργία δημόσιας διαδικτυακής πύλης (read only portal) για την προβολή επιλεγμένων περιβαλλοντικών προγραμμάτων, καθώς και με τη διασύνδεσή του με εξωτερικές βάσεις δεδομένων και ανοικτά δεδομένα (Open Data APIs), ενισχύοντας τη διαφάνεια και τη διαλειτουργικότητα του πληροφοριακού συστήματος.

Οι παραπάνω επεκτάσεις μπορούν να μετατρέψουν το Eco Programs Registry από ένα λειτουργικό πρωτότυπο πληροφοριακό σύστημα σε μία ολοκληρωμένη πλατφόρμα διαχείρισης και αξιολόγησης περιβαλλοντικών προγραμμάτων, κατάλληλη για χρήση από δημόσιους οργανισμούς και φορείς που δραστηριοποιούνται στον τομέα της περιβαλλοντικής πολιτικής και της βιώσιμης ανάπτυξης.

Μελλοντικά, ο μηχανισμός πολυκριτηριακής αξιολόγησης θα μπορούσε να επεκταθεί με δυνατότητα παραμετροποίησης των βαρών των κριτηρίων από εξουσιοδοτημένους χρήστες, ενσωμάτωση περισσότερων δεικτών αξιολόγησης και χρήση πιο σύνθετων μεθόδων πολυκριτηριακής ανάλυσης. Με τον τρόπο αυτό, η εφαρμογή θα μπορούσε να υποστηρίξει ακόμη πιο εξειδικευμένες ανάγκες αξιολόγησης και συγκριτικής ανάλυσης προγραμμάτων.

7.4 Τελική Αποτίμηση

Η προστασία του περιβάλλοντος και η επίτευξη των στόχων της βιώσιμης ανάπτυξης αποτελούν σημαντικές προκλήσεις για τις σύγχρονες κοινωνίες. Η αποτελεσματική διαχείριση των περιβαλλοντικών προγραμμάτων προϋποθέτει τη διαθεσιμότητα αξιόπιστων

πληροφοριών και εργαλείων παρακολούθησης που διευκολύνουν τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων.

Η παρούσα εργασία έδειξε ότι οι σύγχρονες τεχνολογίες ανάπτυξης πληροφοριακών συστημάτων μπορούν να αξιοποιηθούν για τη δημιουργία λύσεων που υποστηρίζουν την οργάνωση, παρακολούθηση και αξιολόγηση περιβαλλοντικών δράσεων. Το Eco Programs Registry αποτελεί ένα λειτουργικό πρωτότυπο σύστημα που ενσωματώνει τις βασικές αρχές σχεδιασμού πληροφοριακών συστημάτων και μπορεί να αποτελέσει αφετηρία για μελλοντική αξιοποίηση και περαιτέρω εξέλιξη σε πραγματικό επιχειρησιακό περιβάλλον.

Βιβλιογραφία

Γενική Γραμματεία Έρευνας και Καινοτομίας. (2024). *Επίσημη διαδικτυακή πύλη της Γενικής Γραμματείας Έρευνας και Καινοτομίας*. <https://gsri.gov.gr/>

Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας. (2024). *Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα*. Αθήνα: ΥΠΕΝ. <https://ypen.gov.gr/>

Υπουργείο Ανάπτυξης. (2024). *Στρατηγική Έρευνας και Καινοτομίας για την Έξυπνη Εξειδίκευση*. Αθήνα. <https://www.mindev.gov.gr/>

World Commission on Environment and Development. (1987). *Our Common Future*. Oxford, UK: Oxford University Press.

United Nations. (2015). *Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. New York, NY: United Nations.

European Commission. (2019). *The European Green Deal*. Brussels, Belgium: European Commission.

European Commission. (2021). *Horizon Europe Strategic Plan 2021 2024*. Brussels, Belgium: European Commission.

Organisation for Economic Cooperation and Development. (2023). *Green Innovation and Environmental Sustainability*. Paris, France: OECD Publishing.

United Nations Environment Programme. (2022). *Global Environment Outlook 6*. Nairobi, Kenya: UNEP.

Laudon, Kenneth C., & Laudon, Jane P. (2022). *Management Information Systems: Managing the Digital Firm* (17th ed.). Harlow, UK: Pearson.

Dennis, Alan, Wixom, Barbara H., & Tegarden, David. (2020). *Systems Analysis and Design* (8th ed.). Hoboken, NJ: Wiley.

Sommerville, Ian. (2020). *Software Engineering* (10th ed.). Boston, MA: Pearson.

Pressman, Roger S., & Maxim, Bruce R. (2020). *Software Engineering: A Practitioner's Approach* (9th ed.). New York, NY: McGraw Hill.

Elmasri, Ramez, & Navathe, Shamkant B.. (2017). *Fundamentals of Database Systems* (7th ed.). Boston, MA: Pearson.

Silberschatz, Abraham, Korth, Henry F., & Sudarshan, S.. (2019). *Database System Concepts* (7th ed.). New York, NY: McGraw Hill.

[React Documentation](#). (2026). *React Documentation*.

[NestJS Documentation](#). (2026). *NestJS Documentation*.

[Prisma Documentation](#). (2026). *Prisma ORM Documentation*.

[PostgreSQL Documentation](#). (2026). *PostgreSQL Documentation*.

[TypeScript Documentation](#). (2026). *TypeScript Documentation*.

[Vite Documentation](#). (2026). *Vite Documentation*.

European Union. (2024). *Sustainable Development*.

Ανακτήθηκε από: [EUR Lex Sustainable Development](#)

European Commission. (2024). *European Climate Law*.

Ανακτήθηκε από: [European Climate Law](#)

Council of the European Union. (2024). *European Green Deal*.

Ανακτήθηκε από: [European Green Deal Council Page](#)

Project Management Institute. (2021). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)* (7th ed.). Project Management Institute.

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2021). *Applying Evaluation Criteria Thoughtfully*. OECD Publishing.

United Nations Development Programme. (2009). Handbook on Planning, Monitoring and
Evaluating for Development Results. UNDP.

Saaty, T. L. (1980). The Analytic Hierarchy Process. McGraw-Hill.

Jones, M., Bradley, J., & Sakimura, N. (2015). *JSON Web Token (JWT)*. RFC 7519.

Υπεύθυνη Δήλωση Συγγραφέα:

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν.1599/1986, η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής μου εργασίας, δεν προσβάλλει κάθε μορφής δικαιώματα διανοητικής ιδιοκτησίας, προσωπικότητας και προσωπικών δεδομένων τρίτων, δεν περιέχει έργα/εισφορές τρίτων για τα οποία απαιτείται άδεια των δημιουργών/δικαιούχων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον και πληρούν τους κανόνες της επιστημονικής παράθεσης.