



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ  
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΔΙΑΚΥΒΕΡΝΗΣΗ

Ανάπτυξη ευφυούς ψηφιακού βοηθού με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης για την ενίσχυση  
της επαναχρησιμοποίησης υπαρχουσών λύσεων διαλειτουργικότητας

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΗΣ

ΒΑΣΙΛΙΚΗ ΙΖΔΡΑ

Επιβλέπων : ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ ΑΛΕΞΟΠΟΥΛΟΣ

Μέλη εξεταστικής επιτροπής: ΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ ΓΙΑΝΝΗΣ, ΕΥΡΙΠΙΔΗΣ ΛΟΥΚΗΣ

Σάμος, 2026

Δήλωση Χρήσης Τεχνητής Νοημοσύνης: Για τη συγγραφή και την επιμέλεια μέρους του κειμένου/κώδικα της παρούσας εργασίας χρησιμοποιήθηκαν εργαλεία Παραγωγικής Τεχνητής Νοημοσύνης (GenAI). Ο συγγραφέας έχει ελέγξει και επικυρώσει το τελικό περιεχόμενο, φέροντας την πλήρη ευθύνη για την ακρίβεια και την ακαδημαϊκή ακεραιότητα του έργου.

© 2026

της

ΒΑΣΙΛΙΚΗ ΙΖΔΡΑ

Τμήμα Μηχανικών Πληροφοριακών και Επικοινωνιακών Συστημάτων  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

Η σελίδα αυτή είναι σκόπιμα λευκή.

## Πίνακας περιεχομένων

1. Εισαγωγή & Προσδιορισμός Προβλήματος
  - 1.1 Γενικό Πλαίσιο και Κίνητρο
  - 1.2 Προσδιορισμός Προβλήματος
  - 1.3 Σκοπός και Ερευνητικό Ερώτημα
  - 1.4 Δομή της Εργασίας
2. Διαλειτουργικότητα
  - 2.1 Διαλειτουργικότητα
  - 2.2 Ευρωπαϊκό Πλαίσιο Διαλειτουργικότητας (EIF)
    - 2.2.1 Τα επίπεδα του EIF (Legal, Organizational, Semantic, Technical)
  - 2.3 Το Ελληνικό πλαίσιο
  - 2.4 Ευρωπαϊκή Αρχιτεκτονική Αναφοράς Διαλειτουργικότητας (EIRA)
    - 2.4.1 Η Ευρωπαϊκή Αρχιτεκτονική Αναφοράς Διαλειτουργικότητας
    - 2.4.2 Οι οπτικές γωνίες (Viewpoints) της EIRA
    - 2.4.3 Τα Building Blocks της EIRA
  - 2.5 Interoperable Europe Portal και Reuse Solutions
    - 2.5.1 Τα είδη λύσεων
    - 2.5.2 Πώς συνεργάζεται με το EIRA
3. Μεθοδολογία
  - 3.1 Μεθοδολογική Προσέγγιση: Design Science Research (DSR)
    - 3.1.2 Η Επαναληπτική Διαδικασία των Έξι Σταδίων
  - 3.2 Ανάλυση Στόχων και Απαιτήσεων
    - 3.2.1 Λειτουργικοί Στόχοι
    - 3.2.2 Ποιοτικοί Στόχοι και Εμπειρία Χρήστη (UX)
    - 3.2.3 Στόχοι Απόδοσης και Αποτελεσματικότητας
  - 3.3 Ευθυγράμμιση με το Πλαίσιο EIF
  - 3.4 Παρουσίαση των Επιπέδων EIRA
    - 3.4.1 Νομική Οπτική
    - 3.4.2 Οργανωσιακή Οπτική
    - 3.4.3 Σημασιολογική Όψη (Semantic View) & Διαχείριση Γνώσης
    - 3.4.4 Τεχνική Οπτική
4. RAG Αρχιτεκτονική
  - 4.1 RAG Αρχιτεκτονική (Retrieval-Augmented Generation)
  - 4.2 Αρχιτεκτονική Συστήματος
    - 4.2.1 RAG Retrieval Pipeline
    - 4.2.2 Επεξεργασία Δεδομένων και Διανυσματική Αναπαράσταση
    - 4.2.3 Διαχείριση Μνήμης και Πλαισίου Συνομιλίας
    - 4.2.4 Prompt Engineering
    - 4.2.5 Διεπαφή Χρήστη και Οπτικοποίηση
  - 4.3 Architecture Building Blocks (ABBs) και Solution Building Blocks (SBBs)
- 5: Επίδειξη (Demonstration)
  - 5.1 Σενάριο Χρήσης: Υποστήριξη Υπαλλήλου Δημόσιου Οργανισμού
  - 5.2 Ροή Αλληλεπίδρασης (Step-by-Step)
    - 5.2.1 Είσοδος Ερωτήματος (Input)
    - 5.2.2 Εσωτερική Επεξεργασία & Ανάκτηση (RAG Process)

5.2.3 Παραγωγή Απάντησης (Output)

5.2.4 Follow-up Ερώτημα (Context Awareness)

5.3 Επιβεβαίωση Λειτουργικότητας

6: Αξιολόγηση (Evaluation)

6.1 Μεθοδολογία Αξιολόγησης

6.2 Επίπεδα Δοκιμών (Stress Testing)

6.3 Μετρικές Αξιολόγησης

6.4 Αποτελέσματα

6.5 Συμπεράσματα F1

6.6 Αξιολόγηση Ευχρηστίας (SUS – System Usability Scale)

6.6.1 Συμπεράσματα SUS – System Usability Scale

7: Επικοινωνία (Communication)

7.1 Σπουδαιότητα του Προβλήματος

7.2 Χρησιμότητα και Καινοτομία του Συστήματος

7.3 Τελικό Συμπέρασμα

7.4 Μελλοντικές Επεκτάσεις και Βελτιώσεις (ακαδημαϊκά)

Βιβλιογραφία

## 1. Εισαγωγή & Προσδιορισμός Προβλήματος

### 1.1 Γενικό Πλαίσιο και Κίνητρο

Η παρούσα διπλωματική εργασία εστιάζει στην αντιμετώπιση του ψηφιακού χάσματος και της επιχειρησιακής αδράνειας που παρατηρείται από την πλευρά των Οργανισμών Δημόσιας Διοίκησης στην Ελλάδα, παρά την ύπαρξη του Ελληνικού Πλαισίου Διαλειτουργικότητας (e-GIF). Παρά τη σημαντική πρόοδο στην ψηφιοποίηση του κράτους, η Ελλάδα κατατάσσεται στην 59η θέση παγκοσμίως στην ηλεκτρονική συμμετοχή (UN, 2024) και παρουσιάζει χαμηλή «ετοιμότητα για το μέλλον» (IMD, 2024). Το κενό αυτό στην ψηφιακή ωριμότητα καθιστά αναγκαία τη δημιουργία εργαλείων, όπως ο προτεινόμενος ψηφιακός βοηθός, ο οποίος μειώνει το γνωστικό εμπόδιο και διευκολύνει την πρόσβαση σε σύνθετες λύσεις διαλειτουργικότητας.

### 1.2 Προσδιορισμός Προβλήματος

Παρότι υπάρχουν διαθέσιμες ανοιχτές και δοκιμασμένες ψηφιακές λύσεις, η υιοθέτησή τους από τους ελληνικούς δήμους παραμένει περιορισμένη. Το πρόβλημα εντοπίζεται σε τρεις κύριες διαστάσεις:

Πρώτον, το γνωστικό και τεχνικό έλλειμμα. Παρατηρείται ότι το προσωπικό των οργανισμών, παρόλο που στελεχώνεται από τμήματα πληροφορικής, συχνά στερείται της απαραίτητης ενημέρωσης σχετικά με βασικές έννοιες της διαλειτουργικότητας, όπως η αρχιτεκτονική EIRA, το ελληνικό πλαίσιο διαλειτουργικότητας και η διαθεσιμότητα επαναχρησιμοποιήσιμων λύσεων (reusable solutions). Επιπλέον, η διαδικασία εύρεσης κατάλληλου κώδικα ή λογισμικού που να ανταποκρίνεται στις προδιαγραφές κάθε οργανισμού είναι συχνά χαοτική και χρονοβόρα. Η απουσία ενός κεντρικού και εύχρηστου σημείου αναφοράς οδηγεί στη δημιουργία απομονωμένων «νησίδων», όπου κάθε δήμος αναπτύσσει αυτόνομα λύσεις χωρίς την αξιοποίηση υπαρχόντων εργαλείων.

Δεύτερον, οι οικονομικοί περιορισμοί και η γραφειοκρατία. Η ανάπτυξη νέων ψηφιακών υπηρεσιών συναντά συχνά εμπόδια λόγω του υψηλού κόστους ανάθεσης σε εξωτερικούς συνεργάτες. Η ανάγκη εξασφάλισης κονδυλίων, σε συνδυασμό με τις χρονοβόρες γραφειοκρατικές διαδικασίες, οδηγεί σε στασιμότητα του ψηφιακού μετασχηματισμού. Το chatbot που αναπτύσσεται στην παρούσα διπλωματική εργασία λειτουργεί ως εργαλείο Frugal Innovation (Λιτής Καινοτομίας), επιτρέποντας τους οργανισμούς να αξιοποιούν υπάρχουσες λύσεις χωρίς το κόστος ανάπτυξης από την αρχή, αλλά μέσω της παραμετροποίησης υπαρχόντων.

Τρίτον, η ανάγκη για ευρωπαϊκή ομοιογένεια και διαλειτουργικότητα. Ένα κρίσιμο κίνητρο της έρευνας αποτελεί η ευθυγράμμιση της Ελλάδας με τα ευρωπαϊκά πρότυπα EIF (European Interoperability Framework) και EIRA (European Interoperability Reference Architecture). Οι λύσεις στις οποίες παραπέμπει το chatbot είναι ήδη πιστοποιημένες και διαλειτουργικές, διασφαλίζοντας ότι οι ελληνικοί Δημόσιοι Οργανισμοί θα «μιλούν την ίδια γλώσσα» με άλλα ευρωπαϊκά συστήματα. Παράλληλα, μέσω της επαναχρησιμοποίησης κώδικα, επιτυγχάνεται μείωση της σπατάλης πόρων.

### 1.3 Σκοπός και Ερευνητικό Ερώτημα

Με βάση τα παραπάνω, το κεντρικό ερευνητικό ερώτημα της παρούσας διπλωματικής εργασίας διατυπώνεται ως εξής:

“Πώς μπορεί ένα ευφυές σύστημα διαλόγου (chatbot) να διευκολύνει την υιοθέτηση διαλειτουργικών ψηφιακών λύσεων από τους Ελληνικούς Οργανισμούς Δημόσιας Διοίκησης ”

Η σημασία του ερευνητικού ερωτήματος ενισχύεται από το γεγονός ότι καθώς οι δημόσιες υπηρεσίες των σύγχρονων κρατών-μελών της ΕΕ, αλλά και της ίδιας της Ευρωπαϊκής Ένωσης, λειτουργούν πλέον σε ένα σύνθετο και πολυεπίπεδο γραφειοκρατικό περιβάλλον, η διαλειτουργικότητα αποτελεί βασικό συστατικό για την αποτελεσματική διασυνοριακή και διατομεακή συνεργασία. Επιπλέον, η επιτυχία των σχετικών προσπάθειών εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τον σαφή καθορισμό κοινού οράματος, στόχων και προτεραιοτήτων, καθώς και από την ισχυρή πολιτική στήριξη των κρατών-μελών και την επαρκή διάθεση πόρων σε όλα τα επίπεδα διοίκησης. Ταυτόχρονα, η έλλειψη κατάλληλων δεξιοτήτων σε διοικητικό επίπεδο δημιουργεί σημαντικές δυσκολίες, οι οποίες συνδέονται με την ανεπαρκή ενσωμάτωση της διαλειτουργικότητας στις εθνικές στρατηγικές, ιδιαίτερα σε σχέση με τα τέσσερα επίπεδα διαλειτουργικότητας.

### 1.4 Δομή της Εργασίας

Η παρούσα διπλωματική εργασία χωρίζεται σε επτά κεφάλαια, ακολουθώντας τα στάδια της μεθοδολογίας Design Science Research (DSR).

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται η εισαγωγή της εργασίας, όπου περιγράφεται το πλαίσιο, το πρόβλημα και το ερευνητικό ερώτημα. Στο δεύτερο κεφάλαιο δίνεται το θεωρητικό υπόβαθρο της έρευνας, όπου αναλύονται οι βασικές έννοιες και το επιστημονικό πλαίσιο στο οποίο εντάσσεται η μελέτη. Αρχικά αναλύεται το Ευρωπαϊκό Πλαίσιο Διαλειτουργικότητας (European Interoperability Framework – EIF), ως ένα βασικό εργαλείο που καθοδηγεί τον σχεδιασμό και την παροχή καινοτόμων διαλειτουργικών ψηφιακών δημόσιων υπηρεσιών. Στο πλαίσιο αυτό παρουσιάζονται και αναλύονται τα τέσσερα επίπεδα διαλειτουργικότητας του EIF καθώς και ο ρόλος τους στην επίτευξη και διασφάλιση της συνεργασίας μεταξύ διαφορετικών δημόσιων διοικήσεων τόσο εντός όσο και εκτός των κρατών. Επίσης γίνεται αναφορά στο ελληνικό πλαίσιο διαλειτουργικότητας και στον τρόπο με τον οποίο οι ευρωπαϊκές κατευθυντήριες γραμμές έχουν υιοθετηθεί στο εθνικό περιβάλλον. Ακολουθώντας εξετάζεται η Ευρωπαϊκή Αρχιτεκτονική Αναφοράς Διαλειτουργικότητας (EIRA) η οποία αποτελεί ένα αρχιτεκτονικό μεταμοντέλο της ΕΕ και δύναται να υποστηρίξει την πρακτική εφαρμογή των αρχών του Ευρωπαϊκού Πλαισίου Διαλειτουργικότητας. Σε επόμενο στάδιο περιγράφεται ο ρόλος της πλατφόρμας Interoperable Europe Portal και των επαναχρησιμοποιούμενων λύσεων στην επίτευξη και διασφάλιση της διαλειτουργικότητας. Στο τρίτο κεφάλαιο καθορίζονται οι μεθοδολογικοί στόχοι της εργασίας καθώς επίσης και οι λειτουργικές και τεχνικές προδιαγραφές του προτεινόμενου ψηφιακού βοηθού. Στο τέταρτο κεφάλαιο περιγράφεται ο σχεδιασμός καθώς επίσης η τεχνική υλοποίηση του chatbot με έμφαση στην αρχιτεκτονική αλλά επίσης στις τεχνολογίες που αξιοποιήθηκαν. Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η

επίδειξη (demonstration) του συστήματος μέσω σεναρίων χρήσης σε περιβάλλον Οργανισμών Δημόσιας Διοίκησης αναδεικνύοντας τη λειτουργικότητα αλλά επίσης τη χρησιμότητά του. Στο έκτο κεφάλαιο πραγματοποιείται η αξιολόγηση της προτεινόμενης λύσης με τη χρήση της μετρικής F1-Score καθώς επίσης μέσω δοκιμών διαφορετικών επιπέδων δυσκολίας προκειμένου να εκτιμηθεί η αποτελεσματικότητα αλλά επίσης η απόδοσή της. Τέλος το κεφάλαιο 7 περιλαμβάνει προτεινόμενες μελλοντικές επεκτάσεις αλλά επίσης βελτιώσεις.

## **2. Διαλειτουργικότητα**

### **2.1 Εισαγωγή στην Διαλειτουργικότητα**

Η έννοια της διαλειτουργικότητας (interoperability) αναφέρεται στην βιβλιογραφία ως την ικανότητα των διαφορετικών οργανισμών, κρατικών υπηρεσιών και συστημάτων πληροφορικής να αλληλεπιδρούν μεταξύ τους οριζόντια και εσωτερικά, να ανταλλάζουν πληροφορίες με στόχο την επίτευξη κοινών στόχων και λύσεων. Συγκεκριμένα, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει δώσει τον ακόλουθο ορισμό για την έννοια της διαλειτουργικότητας στο πλαίσιο του Ευρωπαϊκού Πλαισίου Διαλειτουργικότητας “Η διαλειτουργικότητα είναι η ικανότητα των οργανισμών να αλληλεπιδρούν προς την επίτευξη αμοιβαία επωφελών στόχων, που περιλαμβάνουν την ανταλλαγή πληροφοριών και γνώσεων μεταξύ αυτών των οργανισμών, μέσω των επιχειρηματικών διαδικασιών που υποστηρίζουν, μέσω της ανταλλαγής δεδομένων μεταξύ των συστημάτων Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνιών (ICT) τους.”(European Commission, 2025a).

### **2.2 Ευρωπαϊκό Πλαίσιο Διαλειτουργικότητας (EIF)**

Κρίνοντας την σημασία της διαλειτουργικότητας, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή, θέσπισε ένα κοινό Ευρωπαϊκό Πλαίσιο Διαλειτουργικότητας το ονομαζόμενο EIF. Σύμφωνα με την σελίδα της ΕΕ ορίζει το πλαίσιο αυτό ως “ Το ευρωπαϊκό πλαίσιο διαλειτουργικότητας αποτελεί μια κοινά συμφωνημένη προσέγγιση για την παροχή ευρωπαϊκών δημόσιων υπηρεσιών με διαλειτουργικό τρόπο. Καθορίζει βασικές κατευθυντήριες γραμμές διαλειτουργικότητας με τη μορφή κοινών αρχών, υποδειγμάτων και συστάσεων.”(European Commission, 2025a) Ο σκοπός του EIF, αποτέλεσε την έμπνευση των ευρωπαϊκών δημόσιων διοικήσεων στην προσπάθεια σχεδιασμού και παροχής υπηρεσιών ενώ επιπλέον να παρέχουν και καινοτόμες και απρόσκοπτες ευρωπαϊκές δημόσιες υπηρεσίες σε άλλες δημόσιες διοικήσεις, επιχειρήσεις αλλά ακόμα και πολίτες στον βαθμό που είναι δυνατό μέσω της ψηφιακής αν αθέτησης, διασυννοριακής προεπιλογής για την προσβασιμότητα από όλους τους πολίτες της ΕΕ και τέλος της ανοικτής αντί αθέτησης μέσω της διαφάνειας. Επιπλέον σκοποί της EIF, αποτέλεσαν η παροχή καθοδήγησης των δημόσιων υπηρεσιών στον σχεδιασμό και την επικαιροποίηση των εθνικών πλαισίων διαλειτουργικότητας αλλά και επιπλέον η συμβολή στην καθέρωση της ψηφιακής ενιαίας αγοράς μέσω της προώθησης της διασυννοριακής και διατομεακής διαλειτουργικότητας.(European Commission, 2025a) .

Τα κράτη μέλη της ΕΕ οφείλουν να προσαρμόσουν το εθνικό διαλειτουργικό τους πλαίσιο (NIF) σύμφωνα με τις κατευθυντήριες γραμμές της ΕΕ που ορίζονται μέσω της EIF. Επιπλέον, με παρόμοιο τρόπο τα domain-specific (DIF) πλαίσια διαλειτουργικότητας οφείλουν να παραμένουν συμβατά όπου είναι αναγκαίο με τις κατευθυντήριες γραμμές της EIF που ορίστηκαν.

### 2.2.1 Τα επίπεδα του EIF (Legal, Organizational, Semantic, Technical)

Το πλαίσιο διαλειτουργικότητας χωρίζεται σε 6 διαστάσεις και περιλαμβάνει τα τέσσερα διακριτά επίπεδα διαλειτουργικότητας τα οποία είναι αλληλένδετα για την λειτουργία του πλαισίου, την ενσωματωμένη διακυβέρνηση των δημόσιων υπηρεσιών η οποία αποτελεί το διατομεακό συστατικό των τεσσάρων επιπέδων και τέλος την διάσταση της διαχειριστικής διακυβέρνησης διαλειτουργικότητας το οποίο αποτελεί ένα επίπεδο υποβάθρου και αυτορύθμισης. Στο παρακάτω σχήμα απεικονίζεται το μοντέλο διαλειτουργικότητας το οποίο εφαρμόζεται μέσω της EIF.



Εικόνα 1 : Μοντέλο διακυβέρνησης διαλειτουργικότητας reference

#### Διακυβέρνηση Διαλειτουργικότητας

Η πρώτη διάσταση της EIF, όπως έχει οριστεί από την ΕΕ στην σελίδα της EIF, αποτελεί η διακυβέρνηση διαλειτουργικότητας όπου αναφέρεται “σε αποφάσεις σχετικά με τα πλαίσια διαλειτουργικότητας, τις θεσμικές ρυθμίσεις, τις οργανωτικές δομές, τους ρόλους και τις ευθύνες, τις πολιτικές, τις συμφωνίες και άλλες πτυχές της διασφάλισης και της διαχείρισης της διαλειτουργικότητας σε εθνικό και ενωσιακό επίπεδο.”

#### Διακυβέρνηση δημόσιας υπηρεσίας

Σε αυτή την διάσταση της EIF αναφέρεται η παροχή των δημόσιων υπηρεσιών των κρατών μελών της ΕΕ όπου σύμφωνα με αυτά που προαναφέρθηκαν απαιτείται συνεργασία μεταξύ πολλαπλών δημόσιων διοικήσεων και υπηρεσιών για ικανοποίηση των αναγκών των τελικών χρηστών, είτε είναι πολίτες, είτε οργανισμοί είτε ακόμα και άλλες διοικήσεις. Καθαυτό είναι προφανές ότι η εμπλοκή οργανισμών έχει δημιουργήσει την ανάγκη για συντονισμό αλλά και μια αποτελεσματικότερη διακυβέρνηση των αρμόδιων αρχών με σεβασμό προς τον σχεδιασμό, την υλοποίηση αλλά και την λειτουργία των υπηρεσιών που παρέχονται. Επιπλέον, η διακυβέρνηση οφείλει να στοχεύει στην επαναχρησιμοποίηση των δεδομένων και των υπηρεσιών, την ανάπτυξη καινούργιων δομικών στοιχείων, αλλά και να καλύπτει όλες τις πτυχές της νομικής, οργανωσιακής, σημασιολογικής και τεχνικής διάστασης.

### Οργανωτική διαλειτουργικότητα

Το επίπεδο της οργανωσιακής διαλειτουργικότητας αφορά κατά κύριο λόγο την ευθυγράμμιση των επιχειρηματικών διαδικασιών, των ρόλων, των ευθυνών αλλά και των προσδοκιών μεταξύ των δημόσιων διοικήσεων ενός κράτους ή ακόμα και σε Ευρωπαϊκό επίπεδο με στόχο την επίτευξη των κοινών στόχων τους. Στην πράξη ωστόσο, η οργανωσιακή διαλειτουργικότητα απαιτεί την τεκμηρίωση και την ευθυγράμμιση των επιχειρηματικών διαδικασιών όπως επίσης και την ανταλλαγή των σχετικών πληροφοριών καθώς ο στόχος αυτού του επιπέδου αποτελεί η παροχή αξιόπιστων υπηρεσιών που να είναι διαθέσιμες για όλους τους πολίτες και τις επιχειρήσεις, αναγνωρίσιμες και τέλος εστιασμένες ως προς τον χρήστη καθώς δύναται να δημιουργηθούν εμπόδια.(European Commission, 2025a) .

### Σημασιολογική διαλειτουργικότητα

Η σημασιολογική διαλειτουργικότητα αφορά την διασφάλιση της μορφής και των εννοιών των δεδομένων με στόχο την κατανόηση αλλά και την ακρίβεια σε όλες τις ανταλλαγές. Συνοπτικά, ο στόχος της σημασιολογικής διαλειτουργικότητας αποτελεί η κατανόηση μιας πληροφορίας από όλα τα επίπεδα και τις διαστάσεις. Στο πλαίσιο της EIF η σημασιολογικής διαλειτουργικότητα καλύπτει δύο πτυχές:

- Σε πρώτο βαθμό την σημασιολογική πτυχή όπου αναφέρεται στην έννοια των δεδομένων αλλά και τις μεταξύ τους σχέσεις μέσω των κοινών λεξιλογίων, σχημάτων αλλά και μοντέλων δεδομένων.
- Ενώ, από την άλλη η συντακτική πτυχή αναφέρεται στην δομή, την μορφή αλλά και την γραμματική των δεδομένων που ανταλλάσσονται.

### Τεχνική διαλειτουργικότητα

Το τελευταίο επίπεδο διαλειτουργικότητας αποτελεί η διαλειτουργικότητα Τεχνικής φύσεως όπου απαρτίζεται από δύο κομμάτια, τις υποδομές και τις εφαρμογές που διασυνδέουν τα συστήματα και τις υπηρεσίες. Σε γενικό πλαίσιο, η τεχνική διαλειτουργικότητα απαρτίζεται από τις προδιαγραφές των διεπαφών, την παρουσίαση και ανταλλαγή των δεδομένων και πληροφοριών μεταξύ των υπηρεσιών, οργανώσεων και κρατών, τα ασφαλή πρωτόκολλα επικοινωνίας μεταξύ των ενδιαφερόμενων και τέλος τις υπηρεσίες διασύνδεσης όπως επίσης και τις υπηρεσίες ολοκλήρωσης των δεδομένων. (European Commission, 2025a). Σε αυτό το επίπεδο υπάρχουν, λόγω της φύσης του υπάρχουν ποικίλα εμπόδια όπως είναι τα κληροδοτημένα συστήματα (legacy systems), τα οποία έχουν αναπτυχθεί ξεχωριστά και σε αποσπάσματα για τοπικές και τομεακές ανάγκες. Μέσω των legacy systems έχει δημιουργηθεί το φαινόμενο των κατακερματισμένων νησίδων ICT τα οποία δυσχεραίνουν την προσπάθεια επίτευξης και βελτίωσης διαλειτουργικότητας, αυτό το φαινόμενο είναι ακόμα πιο έντονο σε μεγάλες δημόσιες διοικήσεις ή στις περιπτώσεις όπου υπάρχουν «απαρχαιωμένα» συστήματα υπηρεσιών. Τοιουτοτρόπως η τεχνική διαλειτουργικότητα οφείλει να διασφαλίζεται μέσω της χρήσης των τυποποιημένων τεχνικών προδιαγραφών που ορίζονται μέσω του πλαισίου της EIF και της ΕΕ γενικότερα.

## 2.3 Το Ελληνικό πλαίσιο

Η πρώτη μορφή του ελληνικού πλαισίου διαλειτουργικότητας ξεκίνησε το 2008 με τα βασικά χαρακτηριστικά να απαρτίζονταν από την τεχνική τυποποίηση και την δημιουργία βάσεων δεδομένων, ενώ σε δεύτερο στάδιο το 2020 δημιουργήθηκε το προσχέδιο του νέου Εθνικού Πλαισίου Διαλειτουργικότητας το οποίο ευθυγραμμιζόταν με τις κατευθυντήριες γραμμές της EIF 2.1 και έγινε η εισαγωγή των τεσσάρων επιπέδων (σημασιολογικό, νομικό, τεχνικό, οργανωσιακό). Το 2021 δημιουργήθηκε η έκδοση 2.1 η οποία χρησιμοποιείται μέχρι και σήμερα και κατά την οποία θεσπίστηκαν 12 αρχές, 77 απαιτήσεις τομεακής και τοπικής εξειδίκευσης.(ΜΠΑΛΛΑ, 2025) Το Νέο Εθνικό Πλαίσιο Διαλειτουργικότητας όπως προαναφέρθηκε εκδόθηκε από το Υπουργείο Ψηφιακής Διακυβέρνησης το 2020 και αναθεωρήθηκε τον Απρίλιο του 2022 .(Ελληνική Δημοκρατία, 2022) . Ο στόχος του e-GIF αποτέλεσε η συνεργασία και η διασύνδεση των ψηφιακών συστημάτων του δημόσιου τομέας, υποστηρίζοντας την εξωτερική εξυπηρέτηση όπως είναι οι πολίτες και οι οργανισμοί αλλά ακόμα και η υποστήριξη της εσωτερικής διαλειτουργικότητας μεταξύ των διάφορων δημοσίων φορέων. Το e-GIF δύναται να παρέχει κατά αυτό τον τρόπο οδηγίες και πρότυπα για την δημιουργία και βελτίωση των εσωστρεφών και εξωστρεφών πληροφοριακών συστημάτων σε εθνικό αλλά και διεθνές επίπεδο. το e-GIF ακολουθεί 12 βασικές αρχές διαλειτουργικότητας οι οποίες περιγράφονται ως:

- επικουρικότητα και αναλογικότητα,
- ανοικτός χαρακτήρας,
- διαφάνεια,
- επαναχρησιμοποίηση,
- τεχνολογική ουδετερότητα και φορητότητα,
- σχεδιασμός με επίκεντρο τον χρήστη,
- ένταξη και προσβασιμότητα,
- ασφάλεια και προστασία ιδιωτικότητας,
- πολυγλωσσία,
- διοικητική απλούστευση,
- διατήρηση πληροφοριών,
- αξιολόγηση αποτελεσματικότητας

και αυτές οι αρχές καλύπτουν όλες τις διαστάσεις της ψηφιακής διακυβέρνησης.(Υπουργείο Ψηφιακής Διακυβέρνησης, 2025b)

Το Ελληνικό Πλαίσιο Διαλειτουργικότητας Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης απαρτίζεται από επιμέρους πλαίσια τα οποία χωρίζονται βάση των εξειδικευμένων λειτουργιών τους σε:

- Το Πλαίσιο Πιστοποίησης Δημόσιων Διαδικτυακών Τόπων (ΠΠ-ΔΔΤ), το οποίο καθορίζει τις σχεδιαστικές κατευθύνσεις και τα πρότυπα με βάση τα οποία θα πρέπει να αναπτύσσονται οι Δημόσιοι Δικτυακοί Τόποι της Ελληνικής Δημόσιας Διοίκησης.
- Το Πλαίσιο Διαλειτουργικότητας μεταξύ πληροφοριακών συστημάτων και ανάπτυξης Υπηρεσιών Ηλεκτρονικών Συναλλαγών από την Δημόσια Διοίκηση (ΠΔ&ΥΗΣ), το οποίο περιέχει τις τεχνικές προδιαγραφές, τα πρότυπα και τη γενικότερη στρατηγική που θα πρέπει να διέπει την ανάπτυξη Συστημάτων Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης.
- Το Πλαίσιο Ψηφιακής Αυθεντικοποίησης (ΠΨΑ) Πολιτών / Επιχειρήσεων, που θέτει τα πρότυπα, τις διαδικασίες και τις τεχνολογίες που απαιτούνται για την εγγραφή, την ταυτοποίηση και την αυθεντικοποίηση των χρηστών (πολιτών / επιχειρήσεων).
- Το Μοντέλο Τεκμηρίωσης που αφορά την ανάπτυξη προτύπων μεταδεδομένων και XML σχημάτων (metadata & XML standards).(Υπουργείο Ψηφιακής Διακυβέρνησης, 2025b)

Η δομή του e-GIF και η τεχνολογική διάσταση του απαρτίζεται από τρεις βασικές διαστάσεις που αφορούν τα πρότυπα, τα πληροφοριακά συστήματα αλλά και την μακροπρόθεσμη στρατηγική ηλεκτρονικής διακυβέρνησης. Επιπλέον, οι βασικές τεχνολογίες του πλαισίου και τα πρότυπα που χρησιμοποιούνται αποτελούνται από τα SOAP, WSDL, UDDI, BPEL4WS, WS-I, WS-Security, SOA και XML.

## **2.4 Ευρωπαϊκή Αρχιτεκτονική Αναφοράς Διαλειτουργικότητας (EIRA)**

Τί είναι η Ευρωπαϊκή Αρχιτεκτονική Αναφοράς Διαλειτουργικότητας; Στο σημερινό ψηφιακό περιβάλλον όπου οι κρατικές υπηρεσίες και οι ιδιωτικές επιχειρήσεις αλληλεπιδρούν διαρκώς, η σημασία της διαλειτουργικότητας έχει ενταθεί και πλέον αποτελεί κύρια και απαραίτητη προϋπόθεση για την παροχή αποδοτικών υπηρεσιών, οι οποίες θα είναι και 'φιλικές προς τον χρήστη'. Σύμφωνα με την εννοιολογική γραμμή της Ευρωπαϊκής Ένωσης η EIRA ορίζεται ως "Ένα μεταμοντέλο αρχιτεκτονικού περιεχομένου που ορίζει τα πιο σημαντικά αρχιτεκτονικά δομικά στοιχεία (ABBs) που απαιτούνται για την κατασκευή διαλειτουργικών συστημάτων ηλεκτρονικής διακυβέρνησης." (European Commission, 2025h).

Επιπλέον, σύμφωνα με την σελίδα της ευρωπαϊκής επιτροπής η Ευρωπαϊκή Αρχιτεκτονική Αναφοράς Διαλειτουργικότητας παρέχει μια κοινή ορολογία στην διαλειτουργικότητα που δύναται να χρησιμοποιηθεί από άτομα τα οποία εργάζονται σε δημόσιες διοικητικές υπηρεσίες σε εργασίες αρχιτεκτονικής και ανάπτυξης συστημάτων. Ωστόσο, η επίτευξη απρόσκοπτης διαλειτουργικότητας σε εθνικό ή ακόμα και σε επίπεδο ένωσης κρατών δύναται να αντιμετωπίσει σημαντικές προκλήσεις λόγω της ετερογένειας των υφιστάμενων συστημάτων, των διαφορετικών νομικών πλαισίων και των τεχνολογικών διαφοροποιήσεων.

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή η EIRA στοχεύει:

1. Στον βέλτιστο σχεδιασμό με στόχο την επιτάχυνση του σχεδιασμού λύσεων ηλεκτρονικής διακυβέρνησης που υποστηρίζουν την παροχή διαλειτουργικών ψηφιακών δημόσιων υπηρεσιών (διασυννορικά και τομεακά).

2. Στην αξιολόγηση μέσω της παροχής και ανάπτυξης ενός μοντέλου αναφοράς για τη σύγκριση υφιστάμενων αρχιτεκτονικών σε διαφορετικούς τομείς πολιτικής και θεματικούς τομείς, για τον εντοπισμό σημείων εστίασης για σύγκλιση και επαναχρησιμοποίηση.
3. Στην επικοινωνία και την διευκόλυνση της χρήσης από τρίτα πρόσωπα μέσω της τεκμηρίωσης των πιο σημαντικών στοιχείων διαλειτουργικότητας σύνθετων λύσεων και διευκόλυνση της κοινής χρήσης και επαναχρησιμοποίησιμων λύσεων.

#### **2.4.1 Η Ευρωπαϊκή Αρχιτεκτονική Αναφοράς Διαλειτουργικότητας**

Η Ευρωπαϊκή Αρχιτεκτονική Αναφοράς Διαλειτουργικότητας απαρτίζεται από πέντε διαφορετικά δομικά στοιχεία αρχιτεκτονικής (ABBs), τα οποία αποτυπώνουν τις βασικές απαιτήσεις και αναγκαίες λειτουργίες που οφείλουν να λαμβάνουν υπόψη για την επίτευξη της βέλτιστης διαλειτουργικότητας. Τα δομικά στοιχεία αυτά, καλύπτουν όλες τις απόψεις και οπτικές της διαλειτουργικότητας που ορίζονται στο ευρωπαϊκό πλαίσιο διαλειτουργικότητας (ΕΠΔ) και είναι :

1. Η νομική άποψη και οπτική, η οποία περιλαμβάνει τις βασικότερες πτυχές της ανάπτυξης δημόσιας πολιτικής, εξασφαλίζοντας παράλληλα ότι τηρείται το ισχύον νομοθετικό πλαίσιο κατά την υλοποίηση μιας ψηφιακής δημόσιας υπηρεσίας.
2. Η οργανωτική δομή, καθώς αυτή η πτυχή εστιάζει στις οργανωτικές και πτυχές διακυβέρνησης, προσφέροντας μια λεπτομερή περιγραφή των εμπλεκόμενων ενδιαφερόμενων μερών καθώς και των ικανοτήτων και των επιχειρησιακών υπηρεσιών που παρέχει η ψηφιακή δημόσια υπηρεσία.
3. Το σημασιολογικό στοιχείο, το οποίο εξετάζει τον τρόπο κατά τον οποίο τα δεδομένα και οι πληροφορίες οργανώνονται και ανταλλάσσονται, ώστε να εξασφαλίζεται η ομαλή και απρόσκοπτη επικοινωνία μεταξύ των συστημάτων.
4. Την τεχνική άποψη εφαρμογής των συστημάτων, καθώς εμπλέκεται η υλοποίηση των τεχνικών απαιτήσεων, διασφαλίζοντας κατά αυτό τον τρόπο τις ψηφιακές λύσεις οι οποίες

ενσωματώνουν τις απαραίτητες τεχνικές πτυχές για την ολοκληρωμένη και διατεμαστική ανάλυση.

5. Και τέλος, η τεχνική υποδομή, η οποία σύμφωνα με την γραμμή της Ε.Ε. περιλαμβάνει τις βασικές υπηρεσίες υποδομής που πρέπει να ληφθούν υπόψη για την υποστήριξη των τεχνικών πτυχών μιας ψηφιακής λύσης, όπως για παράδειγμα η φιλοξενία υπολογιστών και η δικτύωση και φιλοξενία δεδομένων. (European Commission, 2025i)

Αυτά τα πέντε δομικά στοιχεία της EIRA προκύπτουν άμεσα και ευθυγραμμίζονται με τους τέσσερις βασικούς πυλώνες της διαλειτουργικότητας που έχει ορίσει το Ευρωπαϊκό Πλαίσιο Διαλειτουργικότητας (EIF), δηλαδή το νομικό, οργανωσιακό, σημασιολογικό και τεχνικό.

Οι αρχές της EIRA αποτελούν:

- Ανοικτότητα
- Διαφάνεια
- Επαναχρησιμοποίηση
- Τεχνολογική ουδετερότητα και φορητότητα δεδομένων
- Με επίκεντρο στον χρήστη
- Ένταξη και προσβασιμότητα
- Ασφάλεια και ιδιωτικότητα
- Επικουρικότητα και αναλογικότητα
- Πολυγλωσσία

#### **2.4.2 Οι οπτικές γωνίες (Viewpoints) της EIRA**

Στο νομικό viewpoint βασικότερα δομικά στοιχεία αποτελούν τα:

- Public policy, όπου αυτό το δομικό στοιχείο περιγράφει τις πολιτικές που ορίζουν και καθοδηγούν τη λειτουργία μιας δημόσιας υπηρεσίας, όπως για παράδειγμα οι υπηρεσίες ηλεκτρονικής διακυβέρνησης, και επιπλέον δύναται να επηρεάσει τις νομικές απαιτήσεις ολόκληρου του συστήματος.
- Legislation Catalogue, το οποίο δομικό στοιχείο αποτελεί έναν κατάλογο νομοθετικών ενεργειών και νομικών κειμένων που δύναται να επηρεάσουν το πλαίσιο λειτουργίας και συντονισμού υπηρεσιών, αυτό το δομικό στοιχείο αποτελεί το μεδούλι του νομικού στοιχείου μαζί με το public policy.

Στο οργανωτικό viewpoint, τα βασικότερα δομικά στοιχεία αποτελούν τα:

- Το δομικό στοιχείο Organisational Functional Content, το οποίο δύναται να περιγράψει την επιχειρησιακή δομή ενός οργανισμού αλλά και τις αρμοδιότητες των ρόλων εντός αυτού.
- Το Organisational Agreement, το οποίο ορίζει και εν συνέπεια εδραιώνει το πλαίσιο των συμφωνιών και των συμβάσεων λειτουργίας μεταξύ των φορέων, όπως για παράδειγμα μεταξύ των υπουργείων ενός κράτους ή των ηλεκτρονικών υπηρεσιών που προσφέρουν.

Στο σημασιολογικό viewpoint, τα βασικότερα δομικά στοιχεία αποτελούν τα:

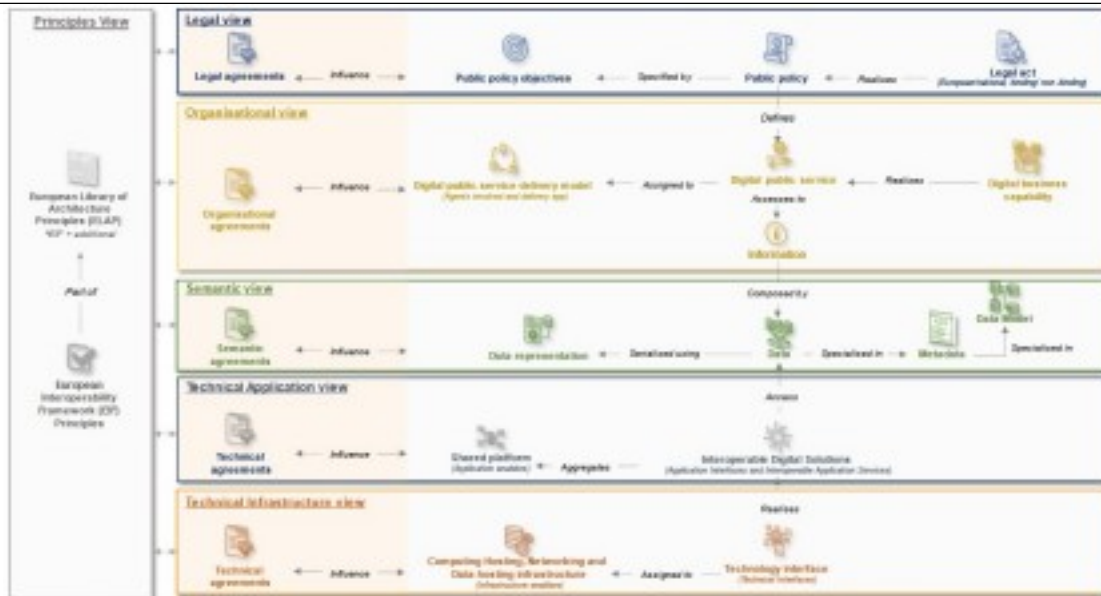
- Στο σημασιολογικό viewpoint, τα Data Model αποτελούν ένα από τα βασικά δομικά στοιχεία καθώς μοντελοποιούν τις βασικές οντότητες, τις ιδιότητες αλλά και τις σχέσεις ενός τομέα δεδομένων με στόχο την διασφάλιση της κοινής ερμηνείας μεταξύ των συστημάτων.
- Επιπλέον το Semantic agreement, καθώς καθορίζει τις εννοιολογικές συμφωνίες για την λύση των διαφορών.

Στο τεχνικό viewpoint που αφορά τις υποδομές, τα βασικότερα δομικά στοιχεία αποτελούν τα:

- Στο viewpoint των υποδομών το Shared Infrastructure Content αντιπροσωπεύει τις κοινόχρηστες υποδομές όπως το cloud και τα δίκτυα, που στηρίζουν τις ποικίλες ψηφιακές λύσεις.
- Ενώ τα e-Archiving Component, αποτελούν το συστατικό στοιχείο που διαχειρίζεται την μακροπρόθεσμη αποθήκευση των εγγράφων.

Ενώ στο τεχνικό viewpoint που αφορά τις εφαρμογές, τα βασικότερα δομικά στοιχεία αποτελούν τα:

- Στο τεχνικό viewpoint των εφαρμογών τα API Catalogue, θεωρείται από τα σημαντικότερα δομικά στοιχεία καθώς καταγράφουν και διαχειρίζονται τις διεπαφές των εφαρμογών με στόχο την επίτευξη της συνεπούς και επαναχρησιμοποιήσιμης σύνδεσης μεταξύ των συστημάτων
- Τέλος, το δομικό στοιχείο Access Management Component το οποίο δύναται να παρέχει τις υπηρεσίες ελέγχου ταυτότητας και πρόσβασης.



Εικόνα 2: Χρήση του EIRA για διαλειτουργικές ψηφιακές δημόσιες υπηρεσίες

### 2.4.3 Τα Building Blocks της EIRA

Μια ακόμη σημαντική έννοια στο framework της EIRA αποτελούν τα αρχιτεκτονικά building blocks (ABBs), τα οποία εν συντομία αποτελούν τα βασικά δομικά στοιχεία τα οποία καθορίζουν τις δυνατότητες αλλά και τις λειτουργίες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τον σχεδιασμό για την επίτευξη των διαλειτουργικών ψηφιακών δημόσιων υπηρεσιών. Κάθε viewpoint εμπεριέχει τα δικά του δομικά στοιχεία τα οποία είναι ανεξάρτητα εντός και εκτός των επιπέδων αλλά και συμμορφώνονται με την λειτουργία των επιπέδων. Η χρήση αυτών των δομικών στοιχείων στην EIRA παρουσιάζει δύο βασικά πλεονεκτήματα, το πρώτο πλεονέκτημα απαρτίζεται από την κατηγοριοποίηση και τα συστήματα κοινής ορολογίας, καθώς δύναται να διασφαλίσουν την κατανόηση και την μείωση της απώλειας πληροφορίας μεταξύ των διαφορετικών τμημάτων ενός οργανισμού ή και μεταξύ των οργανισμών, ενώ επίσης είναι σε θέση να περιγράψουν τις αρχιτεκτονικές συνιστώσες ενός framework με ενιαίο τρόπο βελτιώνοντας την συνοχή και την επαναχρησιμοποίηση των λύσεων. Το δεύτερο πλεονέκτημα συγκεντρώνεται στην διασυνδεσιμότητα μεταξύ των επιπέδων, καθώς όλα αυτά τα δομικά στοιχεία αλληλεπιδρούν με άλλα δομικά στοιχεία διαφορετικών επιπέδων με στόχο την συνεκτική και χαρτογραφημένη αρχιτεκτονική η οποία θα ικανοποιεί τόσο τις επιχειρησιακές απαιτήσεις όσο και τις τεχνικές ανάγκες κατά την υλοποίησή τους.

### 2.5 Interoperable Europe Portal και Reuse Solutions

Η πλατφόρμα Interoperable Europe Portal αποτελεί μια διαδικτυακή πύλη η οποία έχει δημιουργηθεί από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή και επιπλέον χρηματοδοτείται μέσω του προγράμματος ISA<sup>2</sup>, ο σκοπός του προγράμματος αυτού αποτελεί διάδοση των διαλειτουργικών λύσεων για οργανώσεις, επιχειρήσεις αλλά και πολίτες της ΕΕ. η πλατφόρμα Interoperable Europe Portal λειτουργεί ως ένας κεντρικός

κόμβος των κρατών μελών για την ανταλλαγή πληροφοριών, καλών πρακτικών που συμβάλουν στην διαλειτουργικότητα και τέλος ως ένα αποθετήριο λύσεων διαλειτουργικότητας για ηλεκτρονικές δημόσιες υπηρεσίες. Επιπλέον, ο στόχος του αποτελεί την διευκόλυνση των δημόσιων διοικήσεων, επαγγελματιών πληροφορικής αλλά και επιχειρήσεων ή οργανώσεων να μοιράζονται και να βρίσκουν έτοιμες επαναχρησιμοποιήσιμες λύσεις.(European Commission, 2025h). Σύμφωνα με την σελίδα της ελληνικής κυβέρνησης οι πλατφόρμες Interoperable Europe Portal «Η πλατφόρμα Interoperable Europe Portal είναι το ενιαίο σημείο επαφής της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για διαλειτουργικές, ανοιχτές και δωρεάν λύσεις ψηφιακής διακυβέρνησης και ένας διαδικτυακός χώρος όπου οι ενδιαφερόμενοι μπορούν να μοιραστούν και να μάθουν για τις ψηφιακές δημόσιες υπηρεσίες και πρωτοβουλίες.»(Υπουργείο Ψηφιακής Διακυβέρνησης, 2025a). Σε αυτή την πλατφόρμα έχουν πρόσβαση όλοι οι πολίτες καθώς αποτελούν ευετήρια λύσεων και επιπλέον η πλατφόρμα δύναται να συμβάλει σε δημόσιες διοικήσεις μέσω της διάδοσης βέλτιστων πρακτικών, την ανταλλαγή πληροφοριών αλλά και την παροχή δωρεάν επαναχρησιμοποιήσιμων λύσεων. Επιπλέον δύναται να συμβάλει στον ιδιωτικό τομέα μέσω των πληροφοριών που παρέχει για τις ανάγκες της δημόσιας διοίκησης, το υλικό αναφοράς αλλά και την βελτιστοποίηση και ανάπτυξη των προϊόντων. Τέλος, η πλατφόρμα δύναται να συμβάλει τους πολίτες αλλά και την ακαδημαϊκή κοινότητα μέσω των ενημερωτικών δελτίων για την ηλεκτρονική διακυβέρνηση και τις καινούριες μελέτες.(Υπουργείο Ψηφιακής Διακυβέρνησης, 2025a)

### **2.5.1 Τα είδη λύσεων**

Η πλατφόρμα Interoperable Europe Portal περιλαμβάνει μια σειρά από κατηγορίες λύσεων που δύναται να εφαρμοσθούν για την βελτίωση και επίτευξη έργων διαλειτουργικότητας, παρακάτω παρουσιάζονται οι σημαντικότερες κατηγορίες λύσεων που προσφέρονται μέσω της πλατφόρμας Interoperable Europe Portal:

**Λογισμικό (Software):** Η κατηγορία του λογισμικού εμπεριέχει τις διαλειτουργικές εφαρμογές οι οποίες δύναται να στηρίξουν την υλοποίηση των διαλειτουργικών συστημάτων, επιπλέον περιλαμβάνει τις open source πλατφόρμες για την υποστήριξη των συστημάτων και τέλος συγκεκριμένα τεχνολογικά συστατικά που δύναται να χρειαστούν οι ψηφιακές υπηρεσίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

**Σημασιολογικά στοιχεία:** Η κατηγορία των σημασιολογικών στοιχείων απαρτίζεται από οντολογίες, λεξιλόγια και metadata schemas τα οποία αποτελούν και εδραιώνουν έναν κοινό κανόνα για την εύρυθμη λειτουργία των συστημάτων διαλειτουργικότητας. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω ενός προτύπου (framework) ADMS-AP (Asset Description Metadata Schema Application Profile), όπου μέσω αυτού του προτύπου, παρέχεται η δυνατότητα στους χρήστες να περιγράψουν τα schematic assets τους με έναν κοινό τρόπο και κανόνα, αλλά και να τα δημοσιεύσουν στην πλατφόρμα Interoperable Europe Portal σε μια μορφή RDF το οποίο δίνει την δυνατότητα χρήσης τους από άλλους φορείς και συστήματα. (European Commission, 2025b)

**Πρότυπα και Έγγραφα:** Στην κατηγορία των προτύπων και εγγράφων εμπεριέχονται τα

οδηγίες, τα αρχεία προδιαγραφών, τα τεκμήρια αλλά και οι μελέτες περιπτώσεων που

περιέχει η πλατφόρμα Interoperable Europe Portal τα οποία περιγράφουν τις βέλτιστες πρακτικές, τα μοντέλα δεδομένων «τον τρόπο αποθήκευσης» αλλά και προτύπων που δύναται να υιοθετηθούν από τους οργανισμούς για την διασφάλιση της συμβατότητας των λύσεων τους. Τέτοια έγγραφα λειτουργούν ως προδιαγραφές για το σχεδιασμό και την υλοποίηση interoperable λύσεων.(European Commission, 2025l) τα κοινά Metadata και οι περιγραφές μέσω των ADMS-AP (Asset Description Metadata Schema – Application Profile) το οποίο αποτελεί ένα Προηγμένο Σύστημα Διαχείρισης Διανομής, επομένως μια πλατφόρμα λογισμικού για εταιρείες κοινής ωφέλειας. Συνεπώς, όλες οι λύσεις που δημοσιεύονται στο Interoperable Europe Portal περιγράφονται και δημοσιεύονται με ένα κοινό metadata schema, το οποίο τις καθιστά ευκολότερα εντοπίσιμες αλλά και διευκολύνει την κατανόηση. Επιπλέον, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι η ενιαία περιγραφή διευκολύνει την αναγνωσιμότητα και την κατανόηση της προσφοράς του κάθε asset από άλλους φορείς αλλά προδίδει και τον τρόπο της επαναχρησιμοποίησης σε άλλα πιθανά project.(European Commission, 2025b; Shukair et al., 2013)

### **2.5.2 Πώς συνεργάζεται με το EIRA**

Η συνεργασία της πλατφόρμας Interoperable Europe Portal με την EIRA αποτελεί έναν θεμελιώδη κόμβο για την ενσωμάτωση αρχιτεκτονικών προτύπων σε πρακτικές επαναχρησιμοποίησης λύσεων και αυτό επιτυγχάνεται με την συνεργασία αυτών των δύο. Η συνεργασία φαίνεται να επιτυγχάνεται μέσω τριών σημαντικών αρχών. Πρώτον, η εγγύηση συνεπούς υλοποίησης της EIRA, των αρχών, επιπέδων και δομικών στοιχείων, στις επαναχρησιμοποιούμενες λύσεις της πλατφόρμας Interoperable Europe Portal, με στόχο την λειτουργία της ως ενός πρακτικού αποθετηρίου λύσεων. Δεύτερον, μέσω της γεφύρωσης της θεωρίας της EIRA με το πρακτικό κομμάτι των υλοποιήσιμων λύσεων που προσφέρονται μέσω της πλατφόρμας Interoperable Europe Portal, η οποία επιτρέπει σε φορείς και υπηρεσίες να αναζητήσουν εφαρμόσιμες και αξιολογημένες λύσεις για τις ανάγκες τους, οι οποίες λύσεις πληρούν τις απαιτήσεις της EIRA. Και τέλος, μέσω της υποστήριξης των διαδικασιών της EIRA από την Interoperable Europe Portal, μετατρέποντας τα θεωρητικά πρότυπα σε εφαρμόσιμα στοιχεία λογισμικού και semantic assets για έργα διαλειτουργικότητας.

## **3. Μεθοδολογία**

### **3.1 Μεθοδολογική Προσέγγιση: Design Science Research (DSR)**

Η επιλογή της μεθοδολογίας Design Science Research (DSR) για την παρούσα εργασία κρίθηκε ως η πλέον ενδεδειγμένη, καθώς η φύση της έρευνας υπερβαίνει τα όρια μιας απλής περιγραφικής ή θεωρητικής μελέτης. Ο πρωταρχικός στόχος είναι ο προσανατολισμός στην επίλυση ενός συγκεκριμένου και υπαρκτού προβλήματος μέσω της δημιουργίας ενός συστήματος. Στο πλαίσιο της DSR, η παραγωγή νέας γνώσης επιτυγχάνεται μέσα από την

ίδια τη διαδικασία του σχεδιασμού και της κατασκευής, προσφέροντας μια γέφυρα μεταξύ της θεωρίας και της πρακτικής εφαρμογής.

Για την υλοποίηση της έρευνας υιοθετήθηκε το μοντέλο των Peffers (2007), το οποίο αποτελεί ένα δομημένο και ευρέως αποδεκτό πλαίσιο στον τομέα της Πληροφορικής. Η επιλογή του συγκεκριμένου μοντέλου στηρίχθηκε στην ικανότητά του να διασφαλίζει την αυστηρή σύνδεση μεταξύ του εντοπισμένου προβλήματος των Οργανισμών Δημόσιας Διοίκησης—δηλαδή της έλλειψης εξειδικευμένης γνώσης και πόρων— και της ανάπτυξης μιας στοχευμένης τεχνολογικής λύσης, όπως το προτεινόμενο Chatbot. Επιπλέον, το πλαίσιο αυτό επιτρέπει την πλήρη τεκμηρίωση της επιστημονικής συνεισφοράς της εργασίας, αναδεικνύοντας όχι μόνο την τελική εφαρμογή, αλλά και τη μεθοδική διαδικασία σχεδιασμού της, με συνεχή εστίαση στην πρακτική χρησιμότητα (utility) του τελικού προϊόντος.

### **3.1.2 Η Επαναληπτική Διαδικασία των Έξι Σταδίων**

Η ερευνητική πορεία ακολουθεί τη λογική του μοντέλου Peffers, η οποία εξελίσσεται μέσα από έξι στάδια. Αρχικά, γίνεται στο Κεφάλαιο 1 Προσδιορισμός του Προβλήματος και τα Κίνητρα (Problem Identification & Motivation). Ορίζεται το ζήτημα του ψηφιακού χάσματος και της διαλειτουργικότητας στους Δημόσιους Οργανισμούς, αναδεικνύοντας την ανάγκη για μια καινοτόμο ψηφιακή λύση. Η θεωρητική θεμελίωση επεκτείνεται στο Κεφάλαιο 2, όπου εξετάζονται τα ευρωπαϊκά πρότυπα (EIF, EIRA) και η τεχνολογία RAG, διαμορφώνοντας το επιστημονικό πλαίσιο της έρευνας. Στη συνέχεια, το μοντέλο οδηγεί στον Καθορισμό Στόχων της Λύσης (Objectives of a Solution), ο οποίος αποτελεί τον κεντρικό άξονα του Κεφαλαίου 3. Σε αυτό το στάδιο, οι ανάγκες που εντοπίστηκαν προηγουμένως μετασχηματίζονται σε συγκεκριμένες λειτουργικές και τεχνικές προδιαγραφές, οι οποίες λειτουργούν ως οδηγός για την υλοποίηση του ψηφιακού βοηθού. Το τρίτο στάδιο, αυτό του Σχεδιασμού και της Ανάπτυξης (Design & Development), αναπτύσσεται στο Κεφάλαιο 4 και αποτελεί τον πυρήνα της δημιουργίας του συστήματος. Εδώ περιγράφεται η αρχιτεκτονική του Chatbot, η μοντελοποίηση των δεδομένων JSON από την πλατφόρμα Interoperable Europe Portal και η τεχνική υλοποίηση του συστήματος RAG. Ακολουθεί η Επίδειξη (Demonstration) στο Κεφάλαιο 5, όπου το σύστημα δοκιμάζεται σε αντιπροσωπευτικά σενάρια χρήσης προκειμένου να επαληθευτεί η χρησιμότητά του σε πραγματικές συνθήκες. Η μεθοδολογία ολοκληρώνεται με τα στάδια της Αξιολόγησης (Evaluation) και της Επικοινωνίας (Communication). Η αξιολόγηση, η οποία παρουσιάζεται στο Κεφάλαιο 6, εστιάζει στη μέτρηση της αποτελεσματικότητας του Chatbot μέσω της μετρικής F1-Score και δοκιμών διαφορετικής δυσκολίας. Τέλος, η επικοινωνία των ευρημάτων και τα τελικά συμπεράσματα ενσωματώνονται στο Κεφάλαιο 7, συμβάλλοντας στη διάχυση της γνώσης γύρω από την εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης στη Δημόσια Διοίκηση. Είναι κρίσιμο να επισημανθεί ότι η διαδικασία αυτή χαρακτηρίζεται από μια κυκλική λογική. Οι αστοχίες που εντοπίζονται κατά την αξιολόγηση επιτρέπουν την επιστροφή στο στάδιο του σχεδιασμού για τη βελτιστοποίηση των αλγορίθμων, διασφαλίζοντας τη συνεχή εξέλιξη και την αρτιότητα του τελικού συστήματος.

### 3.2 Ανάλυση Στόχων και Απαιτήσεων

Η ανάπτυξη του ψηφιακού βοηθού χρειάζεται να ικανοποιεί μια σειρά από ποιοτικούς και λειτουργικούς στόχους εναρμονισμένους με τα ευρωπαϊκά πρότυπα διαλειτουργικότητας. Οι στόχοι αυτοί χωρίζονται σε τρεις άξονες:

#### 3.2.1 Λειτουργικοί Στόχοι

Ο πρωταρχικός λειτουργικός στόχος της λύσης είναι η γεφύρωση του χάσματος μεταξύ της φυσικής γλώσσας του χρήστη και της αυστηρής τεχνικής δομής των ευρωπαϊκών αποθετηρίων. Η άντληση των δεδομένων πραγματοποιείται από μια δομημένη βάση σε μορφή JSON, η οποία αποτελεί το Αποθετήριο Δεδομένων (Data Repository) της εφαρμογής, περιλαμβάνοντας το σύνολο των λύσεων λογισμικού του Interoperable Europe Portal. Κατά τον σχεδιασμό του συστήματος, βασική επιδίωξη αποτέλεσε η εναρμόνιση με τις αρχές του European Interoperability Framework (EIF). Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην διοικητική απλούστευση: το chatbot δεν επιβαρύνει τον χρήστη με περιττό όγκο δεδομένων, αλλά προτείνει τις τρεις (3) επικρατέστερες λύσεις ανά αίτημα. Με τον τρόπο αυτό, μειώνεται η γνωστική επιβάρυνση του υπαλλήλου και διευκολύνεται η λήψη αποφάσεων. Επιπλέον, η παροχή άμεσων υπερσυνδέσμων προς τον κώδικα (π.χ. GitHub) και την τεκμηρίωση της κάθε λύσης μετατρέπει μια χαοτική αναζήτηση σε μια αυτοματοποιημένη διαδικασία ενός βήματος.

#### 3.2.2 Ποιοτικοί Στόχοι και Εμπειρία Χρήστη (UX)

Σε επίπεδο ποιότητας, το εργαλείο στοχεύει στην προσβασιμότητα από μη-τεχνικό προσωπικό, όπως οι διοικητικοί υπάλληλοι των οργανισμών. Στόχος είναι ο διοικητικός υπάλληλος να λαμβάνει απαντήσεις που δεν απαιτούν εξειδικευμένες γνώσεις πληροφορικής για να αξιολογηθούν, προωθώντας έτσι την αυτονομία των τμημάτων των οργανισμών. Η διεπαφή (interface) έχει σχεδιαστεί με γνώμονα την Εμπειρία Χρήστη (User Experience), υποστηρίζοντας φυσικό διάλογο που καθιστά την πληροφορία εύληπτη και κατανοητή. Οι απαντήσεις του συστήματος οργανώνονται σε διακριτά "σύννεφα διαλόγου" (chat bubbles) με κατάλληλη χρωματική κωδικοποίηση, ώστε να διαχωρίζεται σαφώς η εισροή του χρήστη από την απόκριση του ψηφιακού. Επιπλέον, δόθηκε έμφαση στην τεχνική αρτιότητα της διεπαφής μέσω της χρήσης του μοντέλου Flexbox (Flexible Box Layout). Η επιλογή αυτή διασφαλίζει ότι η εφαρμογή είναι πλήρως αποκρινόμενη (responsive). Αυτό σημαίνει ότι το περιβάλλον εργασίας προσαρμόζεται δυναμικά σε οποιοδήποτε μέγεθος οθόνης, επιτρέποντας στον χρήστη να έχει πρόσβαση στον ψηφιακό σύμβουλο όχι μόνο από σταθερό υπολογιστή, αλλά και από φορητές συσκευές (tablets ή smartphones).

#### 3.2.3 Στόχοι Απόδοσης και Αποτελεσματικότητας

Η προτεινόμενη λύση επιδιώκει τον ριζικό μετασχηματισμό της διαδικασίας Έρευνας και Ανάπτυξης (R&D) στους Δημόσιους Οργανισμούς. Διαδικασίες που παραδοσιακά διαρκούσαν ημέρες ή εβδομάδες —όπως η αναζήτηση λύσεων, η αξιολόγηση συμβατότητας και ο

εντοπισμός πηγαίου κώδικα— συμπτύσσονται πλέον σε ελάχιστα λεπτά. Παράλληλα, παρέχει άμεση πρόσβαση σε πιστοποιημένα Δομικά Στοιχεία (Building Blocks) από την πλατφόρμα Interoperable Europe Portal. Με τον τρόπο αυτό, το σύστημα διασφαλίζει ότι οι επιλογές των οργανισμών είναι τεχνικά ορθές και συμβατές με τα ευρωπαϊκά πρότυπα, μειώνοντας το ρίσκο αποτυχημένων υλοποιήσεων.

Η βελτίωση αυτή της επιχειρησιακής ταχύτητας υπηρετεί άμεσα την αρχή της αποτελεσματικότητας της δημόσιας διοίκησης. Ο ψηφιακός βοηθός λειτουργεί ως μηχανισμός κλιμάκωσης της γνώσης, καθώς επιτρέπει την ταυτόχρονη υποστήριξη πολλαπλών τμημάτων ενός Δήμου, διασφαλίζοντας ότι η πληροφορία για τη διαλειτουργικότητα δεν παραμένει εγκλωβισμένη σε λίγα εξειδικευμένα στελέχη, αλλά γίνεται κτήμα ολόκληρου του οργανισμού. Η πρόσβαση στον ψηφιακό σύμβουλο τόσο από σταθερό υπολογιστή όσο και από φορητές συσκευές (tablets ή smartphones) ενισχύει την αυτονομία των στελεχών των δημόσιων οργανισμών, καθώς η πληροφορία για τη διαλειτουργικότητα είναι διαθέσιμη ανά πάσα στιγμή και από οποιοδήποτε σημείο εργασίας.

### 3.3 Ευθυγράμμιση με το Πλαίσιο EIF

Ο σχεδιασμός και η υλοποίηση του συστήματος πραγματοποιήθηκαν με γνώμονα τις κατευθυντήριες γραμμές του Ευρωπαϊκού Πλαισίου Διαλειτουργικότητας (EIF) και του Εθνικού Πλαισίου Διαλειτουργικότητας (ΕΠΔ). Το σύστημα ενσωματώνει λειτουργικά τις 12 βασικές αρχές, διασφαλίζοντας την εναρμόνισή του με τα ευρωπαϊκά πρότυπα ψηφιακής διακυβέρνησης.

1. Ανοικτός Χαρακτήρας (Openness): Η χρήση ανοικτών προτύπων δεδομένων (JSON) και λογισμικού ανοικτού κώδικα (Python, FastAPI, Mistral) διασφαλίζει τη διαφάνεια και την ελεύθερη πρόσβαση στη γνώση. Με τον τρόπο αυτό προάγεται η συνεργασία και η επαναχρησιμοποίηση ψηφιακών λύσεων, χωρίς περιορισμούς από ιδιωτικούς παρόχους.
2. Επαναχρησιμοποίηση (Reusability): Αποτελεί την κυρίαρχη αρχή, καθώς το σύστημα λειτουργεί ως κατάλογος έτοιμων Δομικών Στοιχείων (ABBs/SBBs), μειώνοντας το κόστος ανάπτυξης «από το μηδέν». Επιπλέον, το σύστημα έχει σχεδιαστεί ώστε να μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί εύκολα, είτε με αλλαγή των δεδομένων είτε με προσαρμογή της διεπαφής (π.χ. χρωματική προσαρμογή μέσω CSS variables), ώστε να εφαρμόζεται σε διαφορετικούς οργανισμούς.
3. Τεχνολογική Ουδετερότητα: Η αρχιτεκτονική του συστήματος βασίζεται σε microservices και χρήση containers, επιτρέποντας την ανάπτυξη και λειτουργία του σε διαφορετικά περιβάλλοντα χωρίς εξάρτηση από συγκεκριμένες τεχνολογίες ή παρόχους. Με τον τρόπο αυτό διασφαλίζεται η ευελιξία και η ανεξαρτησία της λύσης.
4. Ασφάλεια και Ιδιωτικότητα: Ακολουθείται η αρχή Privacy by Design. Το σύστημα λειτουργεί με "stateless" λογική, διατηρώντας δεδομένα μόνο κατά τη διάρκεια της συνεδρίας (session), συμμορφούμενο με τον κανονισμό GDPR. Η επικοινωνία μέσω FastAPI επιτρέπει την εύκολη ενσωμάτωση πρωτοκόλλων HTTPS και OAuth2.

5. Λειτουργία με Επίκεντρο τον Χρήστη (User-centricity): Το σύστημα έχει σχεδιαστεί με στόχο την κάλυψη των αναγκών των τελικών χρηστών, δηλαδή των διοικητικών υπαλλήλων των δημόσιων οργανισμών. Η χρήση φυσικής γλώσσας και η απλή παρουσίαση των αποτελεσμάτων διευκολύνουν την κατανόηση και τη λήψη αποφάσεων χωρίς την ανάγκη εξειδικευμένων τεχνικών γνώσεων.
6. Διαφάνεια (Transparency): Το σύστημα παρέχει υπερσυνδέσμους προς την πηγή κάθε λύσης, καθώς και προς τον πηγαίο κώδικα και την τεκμηρίωση. Με τον τρόπο αυτό διασφαλίζεται η ιχνηλασιμότητα της πληροφορίας και ενισχύεται η εμπιστοσύνη του χρήστη στις προτεινόμενες λύσεις.
7. Διαλειτουργικότητα (Interoperability): Η χρήση προτύπων δεδομένων όπως το JSON και η ύπαρξη API μέσω FastAPI επιτρέπουν την εύκολη διασύνδεση του συστήματος με άλλα πληροφοριακά συστήματα. Με τον τρόπο αυτό διασφαλίζεται η ανταλλαγή δεδομένων και η συνεργασία μεταξύ διαφορετικών ψηφιακών υπηρεσιών.
8. Φορητότητα Δεδομένων (Portability): Η αποθήκευση και διαχείριση δεδομένων σε μορφή JSON διασφαλίζει ότι τα δεδομένα μπορούν να μεταφερθούν και να αξιοποιηθούν σε διαφορετικά συστήματα χωρίς απώλεια πληροφορίας ή ανάγκη μετατροπής.
9. Διοικητική Απλούστευση (Administrative Simplification): Το σύστημα μειώνει την πολυπλοκότητα των διαδικασιών αναζήτησης και αξιολόγησης λύσεων, μετατρέποντας μια χρονοβόρα διαδικασία σε μια απλή συνομιλία. Έτσι περιορίζεται η γραφειοκρατία και επιταχύνεται η λήψη αποφάσεων.
10. Ένταξη και Προσβασιμότητα (Inclusion & Accessibility): Το σύστημα είναι σχεδιασμένο ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί από άτομα με διαφορετικό επίπεδο ψηφιακών δεξιοτήτων. Η απλότητα της διεπαφής και η χρήση φυσικής γλώσσας καθιστούν την πληροφορία προσβάσιμη σε ευρύ φάσμα χρηστών. Επιπλέον, μελλοντικά θα μπορούσε να επεκταθεί με δυνατότητες φωνητικών εντολών και ανάγνωσης περιεχομένου (text-to-speech), ενισχύοντας περαιτέρω την προσβασιμότητα.
11. Επικουρικότητα και Αναλογικότητα (Subsidiarity & Proportionality): Το σύστημα δεν επιβάλλει συγκεκριμένες λύσεις, αλλά λειτουργεί υποστηρικτικά στη διαδικασία λήψης αποφάσεων. Παρέχει προτάσεις προσαρμοσμένες στις ανάγκες του χρήστη, επιτρέποντας στους φορείς να διατηρούν τον έλεγχο και την αυτονομία τους.
12. Πολυγλωσσικότητα (Multilingualism): Το σύστημα μπορεί να επεκταθεί ώστε να υποστηρίζει πολλαπλές γλώσσες, διευκολύνοντας τη χρήση του από διαφορετικούς οργανισμούς και χρήστες σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Η δυνατότητα αυτή ενισχύει τη διασυννοριακή συνεργασία και τη διάχυση της γνώσης.

### 3.4 Παρουσίαση των Επιπέδων EIRA

Η αρχιτεκτονική του συστήματος παρουσιάζεται με βάση τις βασικές πτυχές του European Interoperability Reference Architecture (EIRA). Το EIRA οργανώνει την αρχιτεκτονική σε τέσσερις βασικές όψεις: Νομική, Οργανωσιακή, Σημαιολογική και Τεχνική, οι οποίες αντιστοιχούν στα επίπεδα διαλειτουργικότητας του European Interoperability Framework (EIF).

#### 3.4.1 Νομική Οπτική

Η νομική όψη του EIRA περιλαμβάνει κανονισμούς και πρότυπα που διασφαλίζουν την ορθή και ασφαλή λειτουργία των πληροφοριακών συστημάτων. Η βασική δημόσια πολιτική που εφαρμόζεται στο παρόν σύστημα είναι ο ευρωπαϊκός κανονισμός προστασίας προσωπικών δεδομένων General Data Protection Regulation (GDPR). Το σύστημα αποθηκεύει μόνο το ιστορικό της τρέχουσας συνομιλίας, ώστε το Chatbot να μπορεί να απαντά σε προηγούμενα μηνύματα του χρήστη, αποφεύγοντας τη συλλογή ή τη μόνιμη αποθήκευση ευαίσθητων προσωπικών δεδομένων, και τηρώντας την αρχή της ελαχιστοποίησης δεδομένων. Επιπλέον, το σύστημα αξιοποιεί πληροφορίες από την πλατφόρμα Interoperable Europe Portal της European Commission, όπου δημοσιεύονται ανοικτές και επαναχρησιμοποιήσιμες ψηφιακές λύσεις, σύμφωνα με την ευρωπαϊκή οδηγία Open Data Directive, προωθώντας την επαναχρησιμοποίηση δεδομένων και ψηφιακών λύσεων του δημόσιου τομέα.

### 3.4.2 Οργανωσιακή Οπτική

Η οργανωσιακή όψη αναφέρεται στις διαδικασίες που υποστηρίζουν το ψηφιακό σύστημα βοηθού. Το Chatbot λειτουργεί ως δημόσια ψηφιακή υπηρεσία που επιτρέπει στους χρήστες, κυρίως διοικητικούς υπαλλήλους των δημόσιων οργανισμών, να αναζητούν πληροφορίες για διαθέσιμες ψηφιακές λύσεις σύμφωνα με τις ανάγκες τους. Ακόμη και χρήστες χωρίς τεχνικές γνώσεις μπορούν να εντοπίσουν κατάλληλες λύσεις, καθώς η πολύπλοκη διαδικασία αναζήτησης μετατρέπεται σε απλή συνομιλία. Επιπλέον, το σύστημα προσφέρει υποστήριξη στη λήψη αποφάσεων, προτείνοντας διαθέσιμες λύσεις και μειώνοντας την ανάγκη για ανάπτυξη νέων συστημάτων. Με αυτόν τον τρόπο ενισχύεται η αποδοτικότητα και η αυτονομία των δημόσιων οργανισμών.

### 3.4.3 Σημασιολογική Όψη & Διαχείριση Γνώσης

Η σημασιολογική όψη αφορά την οργάνωση και περιγραφή των δεδομένων ώστε να υπάρχει κοινή κατανόηση μεταξύ συστημάτων. Τα δεδομένα προέρχονται από την πλατφόρμα Interoperable Europe Portal και οργανώνονται σε αρχείο JSON, το οποίο λειτουργεί ως βάση γνώσης του συστήματος. Κάθε λύση περιγράφεται με πεδία όπως τίτλος (Title), περιγραφή (Description) και σύνδεσμοι (Links), τα οποία αποτελούν μεταδεδομένα (metadata) που διευκολύνουν την κατανόηση της πληροφορίας. Επιπλέον, χρησιμοποιούνται τεχνικές αναπαράστασης γνώσης μέσω ενσωματώσεων (embeddings) με το μοντέλο SentenceTransformer, επιτρέποντας την ανάκτηση σχετικών πληροφοριών ακόμα και αν δεν χρησιμοποιούνται ακριβώς οι ίδιες λέξεις, ενισχύοντας τη σημασιολογική διαλειτουργικότητα και την ακρίβεια των απαντήσεων.

### 3.4.4 Τεχνική Οπτική

Η τεχνική όψη αναλύει τα τεχνολογικά στοιχεία και τον τρόπο συνεργασίας των εφαρμογών και υποδομών. Η διεπαφή χρήστη υλοποιείται με HTML5, CSS3 και JavaScript, σχεδιασμένη με γνώμονα την αρχή του User-centricity, παρέχοντας περιβάλλον συνομιλίας φιλικό προς τον χρήστη. Η βιβλιοθήκη marked.js μετατρέπει δυναμικά απαντήσεις από Markdown σε καθαρό HTML, εξασφαλίζοντας σωστή παρουσίαση των συνδέσμων και τεχνικών προδιαγραφών. Το CSS3 επιτρέπει πλήρη ανταπόκριση (responsive design) σε διαφορετικά μεγέθη οθονών.

Στο επίπεδο εφαρμογών, το σύστημα βασίζεται στο FastAPI, παρέχοντας διεπαφή Machine-to-Machine (API) σύμφωνα με το πρότυπο OpenAPI, ενώ η βιβλιοθήκη FAISS διαχειρίζεται την ανάκληση πληροφοριών από τη βάση γνώσης με ελάχιστη υπολογιστική επιβάρυνση. Στο επίπεδο Intelligence Service, το Mistral LLM αναλαμβάνει ανάλυση, επεξεργασία και σύνθεση των ερωτήσεων-απαντήσεων, με καθορισμένη συμπεριφορά μέσω prompt engineering. Η επικοινωνία μεταξύ διεπαφής και backend γίνεται μέσω ασύγχρονων κλήσεων API (AJAX/Fetch), διασφαλίζοντας συνεχή ροή πληροφορίας. Στο επίπεδο υποδομής (Infrastructure Level), η λύση φιλοξενείται στην πλατφόρμα Railway.com, αξιοποιώντας υπηρεσίες Cloud Hosting Infrastructure Services, εξασφαλίζοντας αξιοπιστία, επεκτασιμότητα και ασφάλεια.

## 4. RAG Αρχιτεκτονική

### 4.1 RAG Αρχιτεκτονική (Retrieval-Augmented Generation)

Η αρχιτεκτονική RAG επιλέχθηκε για την υλοποίηση του ψηφιακού βοηθού γιατί η RAG έχει ως στόχο την επίλυση συγκεκριμένων περιορισμών των γλωσσικών μοντέλων και ως εκ τούτου βασίστηκε στον συνδυασμό της νευρωνικής ανάκτησης πληροφορίας (neural retrieval) αλλά και των μοντέλων seq2seq. Η αρχιτεκτονική αυτή εμπνεύστηκε μέσω των συστημάτων ανοικτού τομέα ερωταποκρίσεων αλλά και διανυσματική αναζήτηση και πυκνή ανάκτηση. (Nguyen et al., 2020) Από το 2023 ως και σήμερα η αρχιτεκτονική αυτή καθιερώθηκε στα μεγάλα γλωσσικά μοντέλα των επιχειρήσεων όπως είναι το GPT αλλά και επιπλέον ισχυροποίησε την θέση της μέσω των συστημάτων γνώσης και τις δημόσιες και θεσμικές εφαρμογές της. Η δομή της αρχιτεκτονικής RAG ακολουθεί ένα συγκεκριμένο μοτίβο με πρωταρχικό ρόλο να παίζουν οι πηγές γνώσης όπως είναι τα έγγραφα, οι κανονισμοί, τα APIs, οι βάσεις δεδομένων αλλά και τα εσωτερικά αποθετήρια των οργανισμών. Σε δεύτερο βήμα ακολουθεί η επεξεργασία των δεδομένων αυτών με τον καθαρισμό των δεδομένων, την τμηματοποίηση του κειμένου (chunking) αλλά και τον εμπλουτισμό των μεταδεδομένων που προσφέρονται από το σύστημα. Έπειτα, εισέρχεται το μοντέλο ενσωμάτωσης (Embedding Model) όπου μετατρέπει το κείμενο σε μια διανυσματική αναπαράσταση και επιτρέπει κατά αυτό τον τρόπο την σημασιολογική σύγκριση των δεδομένων. Ακολουθώς ο μηχανισμός ανάκτησης (Retriever) αποθηκεύει των παραγόμενων διανυσμάτων από το προηγούμενο μοντέλο (embeddings) και αναζητεί τα αποσπάσματα που σχετίζονται βάση ομοιοτήτων. Σε επόμενο στάδιο ακολουθεί η σύνθεση προτροπών (Prompt Builder) όπου βάση αυτού συνδυάζονται τα ερωτήματα του χρήστη με το ανακτημένο περιεχόμενο και σε δεύτερο βαθμό εφαρμόζονται συγκεκριμένες οδηγίες συστήματος και κανόνες. Τέλος, εισέρχεται το μοντέλο γλώσσας (LLM Generator) όπου και παράγονται οι απαντήσεις οι οποίες βασίζονται στο παρεχόμενο πλαίσιο. (Klesel & Wittmann, 2025) . Η λειτουργία της αρχιτεκτονικής αυτής δύναται να συμπτυχθεί με τα ακόλουθα βήματα:

1. Ο χρήστης υποβάλλει ένα ερώτημα σε φυσική γλώσσα
2. Το ερώτημα αυτό μετατρέπεται μέσω του μοντέλου ενσωματώσεων σε embeddings.
3. Έπειτα ο μηχανισμός ανάκτησης (retriever) αναζητά τα πιο σχετικά αποσπάσματα γνώσης

4. Η ανακτημένη πληροφορία ενσωματώνεται στην προτροπή του συστήματος (prompt)
5. Τέλος, τα μεγάλα γλωσσικά μοντέλα (LLM) παράγουν την απάντηση η οποία θα είναι γειωμένη σε εξωτερικές πηγές και προσαρμοσμένη σε ένα πλαίσιο.(Klesel & Wittmann, 2025)

Συνεπώς όπως διαπιστώνεται ο στόχος της αρχιτεκτονικής RAG αποτελεί η βελτίωσης της ακρίβειας και αξιοπιστίας των μεγάλων γλωσσικών μοντέλων μέσω της τεκμηρίωσης από εξωτερικές πηγές. Στο πλαίσιο της δημόσιας διοίκησης η τεχνολογία RAG δύναται να θεωρηθεί κατάλληλη για εφαρμογές που βασίζονται σε νομοθετικά και κανονιστικά κείμενα, σε διοικητικές διαδικασίες και οδηγίες αλλά ακόμα και σε εσωτερικά εγχειρίδια και πρότυπα δεδομένων.(Karakurt & Akbulut, 2025) Επιπλέον, όπως αναφέρεται από τους Murtiyoso, Tahyudin και Berlilana η αρχιτεκτονική RAG ενδείκνυται για τομείς έντασης γνώσης, για περιβάλλοντα με δυναμικά και μεταβαλλόμενα δεδομένα αλλά και σε εφαρμογές με σπάνια η ακόμα και κατανεμημένα δεδομένα. Επιπροσθέτως μέσω της αρχιτεκτονικής RAG είναι δυνατή η βελτίωση της απόδοσης των LLMs, η ενίσχυση της επεκτασιμότητας των συστημάτων αλλά και η παραγωγή ακριβέστερων απαντήσεων, ωστόσο οι προκλήσεις όπως προαναφέρθηκε απαρτίζονται από την ποιότητα και την αξιοπιστία των πηγών ανάκτησης, την υπολογιστική πολυπλοκότητα και τέλος την αξιολόγηση της ορθότητας των παραγόμενων απαντήσεων που δίνονται από το σύστημα.(Murtiyoso et al., 2025) Στη συνέχεια, η παραπάνω αρχιτεκτονική υλοποιείται πρακτικά μέσω συγκεκριμένων τεχνικών επεξεργασίας δεδομένων και διανυσματικής αναπαράστασης, όπως περιγράφεται στην επόμενη ενότητα.

## 4.2 Αρχιτεκτονική Συστήματος

### 4.2.1 RAG Retrieval Pipeline

Όταν ο χρήστης υποβάλλει ένα ερώτημα (π.χ. "*Ψάχνω μια λύση για διαχείριση εγγράφων*"), το σύστημα εκτελεί τα εξής βήματα:

1. Υποβολή Ερωτήματος και Ανάκτηση Ιστορικού: Ο χρήστης εισάγει ένα ερώτημα στη διεπαφή. Το σύστημα ανακτά αυτόματα τα τελευταία 15 μηνύματα από τη δομή `chat_memory`, δημιουργώντας ένα "νήμα" συνομιλίας που επιτρέπει στο μοντέλο να κατανοεί το ευρύτερο πλαίσιο (context) του διαλόγου.
2. Μετατροπή σε Διανυσματικές Ενσωματώσεις (Embeddings) : Το τρέχον ερώτημα μετατρέπεται σε διανυσματική μορφή μέσω του μοντέλου `paraphrase-multilingual-mpnet-base-v2`. Η διαδικασία αυτή επιτρέπει τη μαθηματική σύγκριση της πρόθεσης του χρήστη με τα αποθηκευμένα δεδομένα.
3. Σημασιολογική Ανάκτηση (Retriever) & Έλεγχος Αναφοράς : Πριν την αναζήτηση στη βάση, η συνάρτηση `check_reference` εξετάζει μέσω Regex αν ο χρήστης αναφέρεται σε κάποια λύση που συζητήθηκε προηγουμένως (π.χ. "*πες μου περισσότερα για τη δεύτερη*"). Αν πρόκειται για νέο ερώτημα, ο μηχανισμός FAISS εντοπίζει τα πιο σχετικά αποσπάσματα από το `data.json`.
4. Εμπλουτισμός Προτροπής (Augmentation): Η πληροφορία που ανακτήθηκε, μαζί με το ιστορικό της συνομιλίας (`chat_memory`), ενσωματώνονται στο System Prompt. Έτσι, το

LLM λαμβάνει μια πλήρη εικόνα που περιλαμβάνει την τρέχουσα ερώτηση, τα δεδομένα της βάσης και τις προηγούμενες απαντήσεις.

5. Παραγωγή Γειωμένης Απάντησης (Generation): Το μοντέλο Mistral Small παράγει την τελική απάντηση. Η απόκριση είναι «γειωμένη» (grounded) στις εξωτερικές πηγές και προσαρμοσμένη στο ιστορικό του χρήστη. Μετά την παραγωγή, η νέα απάντηση αποθηκεύεται εκ νέου στη μνήμη, τροφοδοτώντας τον επόμενο κύκλο του RAG pipeline. Η αλληλεπίδραση πραγματοποιείται στην αγγλική γλώσσα, καθώς το αποθετήριο του Interoperable Europe Portal και οι τεχνικές προδιαγραφές του EIRA (European Interoperability Reference Architecture) είναι καταγεγραμμένες στα αγγλικά.

#### 4.2.2 Επεξεργασία Δεδομένων και Διανυσματική Αναπαράσταση

Πριν από την έναρξη της υπηρεσίας, πραγματοποιείται η φόρτωση της βάσης γνώσης από το αρχείο data.json. Για την αποτελεσματική αναζήτηση, χρησιμοποιείται η τεχνική της Πυκνής Ανάκτησης (Dense Retrieval). Συγκεκριμένα:

- Μοντέλο Ενσωματώσεων: Χρησιμοποιείται το προεκπαιδευμένο μοντέλο paraphrase-multilingual-mpnet-base-v2. Η επιλογή αυτή είναι κρίσιμη, καθώς το μοντέλο είναι πολυγλωσσικό (multilingual), επιτρέποντας στον χρήστη να θέτει ερωτήσεις στα Ελληνικά και να ανακτά σχετική πληροφορία από περιγραφές που μπορεί να είναι στην Αγγλική γλώσσα.
- Indexing με FAISS: Με την εκκίνηση της εφαρμογής (@app.on\_event("startup")), οι περιγραφές των λύσεων μετατρέπονται σε διανύσματα (vectors) και εισάγονται σε έναν δείκτη faiss.IndexFlatL2. Η χρήση της L2 απόστασης (Ευκλείδεια απόσταση) επιτρέπει τον ταχύτατο εντοπισμό των πιο σχετικών εγγράφων με βάση τη σημασιολογική τους εγγύτητα στο ερώτημα του χρήστη.

#### 4.2.3 Διαχείριση Μνήμης και Πλαισίου Συνομιλίας

Μια από τις προηγμένες λειτουργίες του κώδικα είναι η διατήρηση μνήμης συνεδρίας (session memory). Το σύστημα χρησιμοποιεί δύο δομές:

- chat\_memory: Αποθηκεύει το ιστορικό της συνομιλίας (έως και 15 τελευταία μηνύματα), επιτρέποντας στο LLM να κατανοεί αντωνυμίες ή διευκρινιστικές ερωτήσεις.
- solution\_memory: Μια εξειδικευμένη δομή που χαρτογραφεί τους τίτλους των λύσεων με το περιεχόμενό τους. Αυτό επιτρέπει στον χρήστη να κάνει follow-up ερωτήσεις (π.χ. *"Πες μου περισσότερα για τη λύση 1"*) μέσω της συνάρτησης check\_reference, η οποία χρησιμοποιεί κανονικές εκφράσεις (regex) για να ταυτοποιήσει την αναφορά του χρήστη.

#### 4.2.4 Prompt Engineering

Η ευφυΐα του συστήματος καθορίζεται από το SYSTEM\_PROMPT. Στον κώδικα έχει οριστεί ένα αυστηρό πλαίσιο λειτουργίας που διαχωρίζει τη λειτουργία του Chatbot σε δύο καταστάσεις:

- **Discovery Mode (Λειτουργία Ανακάλυψης):** Όταν εντοπίζεται νέο ερώτημα, το σύστημα επιβάλλει τη μορφή των τριών επικρατέστερων λύσεων (3-Option Format), διευκολύνοντας τη συγκριτική αξιολόγηση.
- **Analysis Mode (Λειτουργία Ανάλυσης):** Όταν ο χρήστης επιλέγει μια συγκεκριμένη λύση, το LLM μεταπίπτει σε μια βαθύτερη ανάλυση (deep dive), παρέχοντας τεχνικές λεπτομέρειες και συνδέσμους GitHub, αποφεύγοντας την περιττή επανάληψη της λίστας.

#### 4.2.5 Διεπαφή Χρήστη και Οπτικοποίηση

Το Front-end της εφαρμογής είναι σχεδιασμένο για να υποστηρίζει τη δυναμική φύση των απαντήσεων του AI.

- **Δυναμική Μετατροπή Markdown:** Μέσω της βιβλιοθήκης marked.js, το κείμενο που επιστρέφει το LLM μετατρέπεται σε πραγματικό HTML. Αυτό επιτρέπει την προβολή λιστών, έντονης γραφής και ενεργών υπερσυνδέσμων απευθείας μέσα στα "bubbles" της συνομιλίας.
- **Ασύγχρονη Επικοινωνία:** Η χρήση της fetch API διασφαλίζει ότι η εφαρμογή παραμένει αποκρινόμενη (responsive) κατά τη διάρκεια που το μοντέλο Mistral επεξεργάζεται την απάντηση, βελτιώνοντας την εμπειρία του χρήστη (UX).

#### 4.3 Architecture Building Blocks (ABBs) και Solution Building Blocks (SBBs)

Τα Building Blocks που ενορχηστρώνουν το σύστημα και αποτελούν μέρος της αρχιτεκτονικής EIRA, οργανώνονται σε τέσσερα βασικά επίπεδα: Presentation Layer, Application Layer, Semantic Processing Layer και Data Layer.

Στο Επίπεδο Παρουσίασης (Presentation Layer) υλοποιείται η διεπαφή χρήστη (User Interface) μέσω μιας σύγχρονης διαδικτυακής εφαρμογής συνομιλίας. Η διεπαφή αναπτύχθηκε με τη χρήση των τεχνολογιών HTML5, CSS3 και JavaScript, υιοθετώντας το μοντέλο του chat interface για την εισαγωγή ερωτημάτων και την προβολή των αποκρίσεων του συστήματος. Η αρχιτεκτονική του front-end διασφαλίζει τον σαφή διαχωρισμό μεταξύ των μηνυμάτων του χρήστη και του ψηφιακού βοηθού, ενώ η δομή της εφαρμογής καθορίζεται από το HTML και η οπτική της ταυτότητα από εξειδικευμένα αρχεία CSS, προσφέροντας μια φιλική και διαισθητική εμπειρία χρήσης.

Προχωρώντας στο Επίπεδο Εφαρμογής (Application Layer), η βασική επιχειρησιακή λογική

του συστήματος υλοποιείται μέσω ενός REST API, το οποίο αναπτύχθηκε με το framework FastAPI. Το backend λειτουργεί ως ο κεντρικός ενορχηστρωτής, λαμβάνοντας τα αιτήματα, ενεργοποιώντας τον μηχανισμό αναζήτησης και διαχειρίζοντας τη ροή της συνομιλίας. Η επικοινωνία μεταξύ front-end και back-end πραγματοποιείται μέσω ασύγχρονων κλήσεων Fetch API, μια επιλογή που επιτρέπει την ανεξάρτητη αναβάθμιση της διεπαφής χωρίς να απαιτούνται αλλαγές στον κώδικα επεξεργασίας δεδομένων ή στο γλωσσικό μοντέλο. Για την επεξεργασία της φυσικής γλώσσας χρησιμοποιείται το μοντέλο Mistral Small, το οποίο συνθέτει απαντήσεις αξιοποιώντας το σχετικό πλαίσιο (context) που ανακτάται δυναμικά από τη βάση γνώσης. Ο μηχανισμός Σημασιολογικής Αναζήτησης (Semantic Search) αποτελεί κρίσιμο τμήμα της αρχιτεκτονικής, λειτουργώντας ανεξάρτητα από το γλωσσικό μοντέλο. Οι περιγραφές των ψηφιακών λύσεων μετατρέπονται σε διανυσματικές αναπαραστάσεις (embeddings) με τη χρήση της βιβλιοθήκης Sentence Transformers και αποθηκεύονται σε έναν διανυσματικό δείκτη (vector index) μέσω της βιβλιοθήκης FAISS. Αυτή η προσέγγιση επιτρέπει στο σύστημα να εντοπίζει λύσεις με βάση τη σημασιολογική τους συνάφεια και όχι απλώς μέσω λέξεων-κλειδιών, εξασφαλίζοντας υψηλή ακρίβεια στην ανάκτηση πληροφοριών.

Τέλος, στο Επίπεδο Δεδομένων (Data Layer) έχει αναπτυχθεί ένα αποθετήριο γνώσης που περιλαμβάνει τις ψηφιακές λύσεις του οικοσυστήματος Interoperable Europe Portal (Interoperable Europe Portal). Τα δεδομένα είναι δομημένα σε μορφή JSON, περιλαμβάνοντας τίτλους, περιγραφές, υπερσυνδέσμους και απαραίτητα μεταδεδομένα. Η συνολική αρχιτεκτονική βασίζεται στο πρότυπο RAG (Retrieval-Augmented Generation), το οποίο χαρακτηρίζεται από την αρθρωτή του (modular) φύση και τη λογική της χαλαρής σύζευξης (Loose Coupling). Η προσέγγιση αυτή προσφέρει εξαιρετική ευελιξία και μελλοντική επεκτασιμότητα, καθώς επιτρέπει την αντικατάσταση επιμέρους στοιχείων όπως το μοντέλο LLM (π.χ. μετάβαση σε Llama 3) ή το μοντέλο των embedding, χωρίς να επηρεάζεται η συνολική λειτουργικότητα ή η δομή της βάσης δεδομένων.

| EIRA Architecture Building Block (ABB) | Solution Building Block (SBB / Library) | Ρόλος στο Σύστημα                       | Τεχνική Υλοποίηση (Κώδικας) |
|----------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------|
| Web Application Service                | FastAPI Framework                       | Ενορχήστρωση REST API & Διαχείριση Ροής | @app.post("/api/chat")      |
| User Interface Component               | JavaScript / Fetch API                  | Ασύγχρονη διεπαφή χρήστη & επικοινωνία  | fetch("/api/chat")          |
| Semantic Search Service                | FAISS (Facebook AI)                     | Indexing & Σημασιολογική Ανάκτηση       | index.search(), IndexFlatL2 |

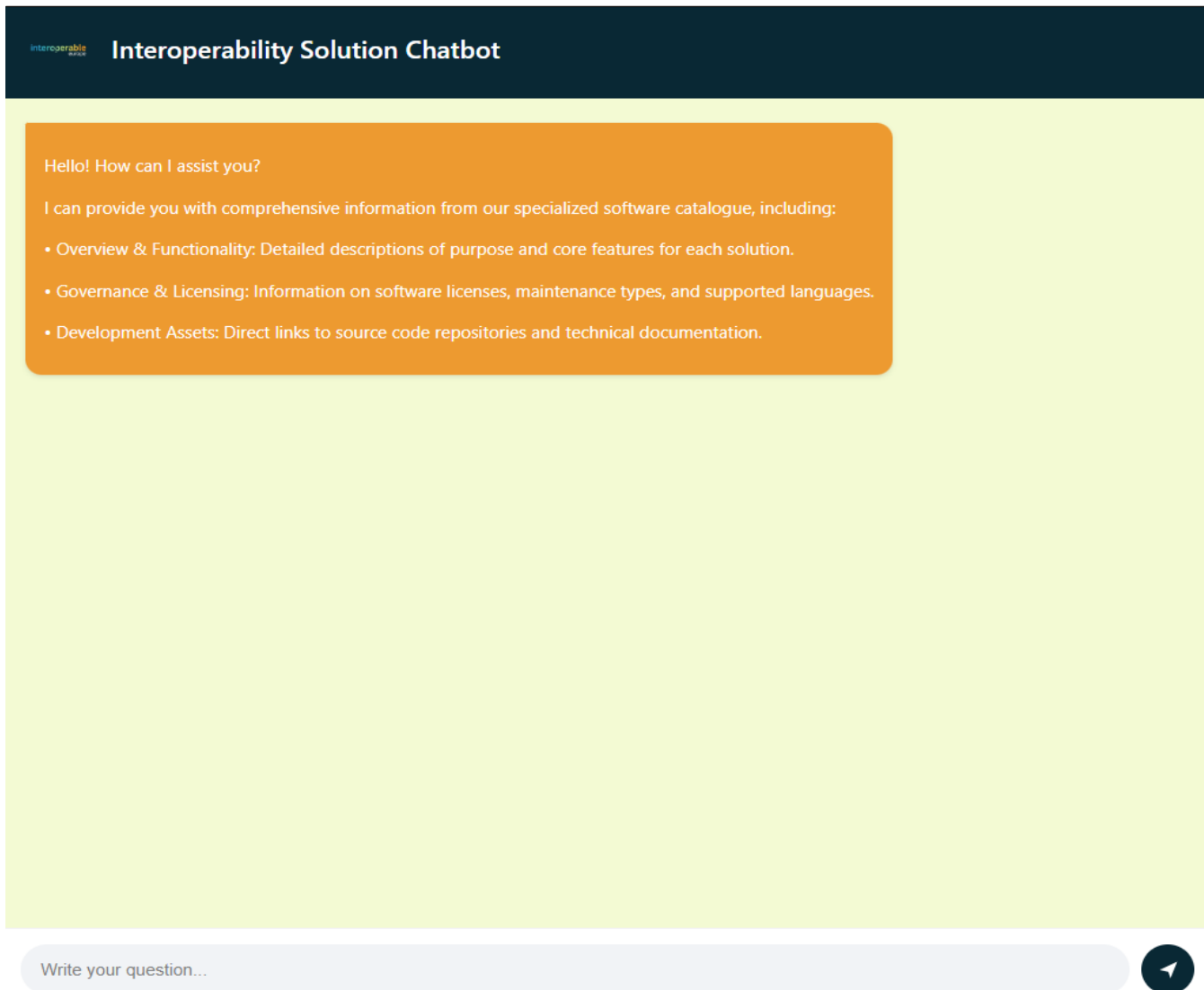
|                             |                       |                                               |                                            |
|-----------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Data Metadata Service       | Sentence Transformers | Παραγωγή διανυσμάτων (Embeddings)             | <code>embedder.encode(descriptions)</code> |
| Natural Language Processing | Mistral Small (LLM)   | Κατανόηση πρόθεσης& Παραγωγή απάντησης        | <code>client.chat.complete()</code>        |
| Knowledge Repository        | JSON Dataset          | Αποθετήριο λύσεων Interoperable Europe Portal | <code>load_solutions(DATA_FILE)</code>     |
| Trust & Security Service    | API Key Auth          | Ασφαλής πρόσβαση στις υπηρεσίες AI            | <code>MISTRAL_API_KEY</code>               |
| User Interface Styling      | CSS3                  | Διασφάλιση User centricity & Responsiveness   | <code>style.css</code>                     |

Πίνακας 1:Αντιστοίχιση Architecture Building Blocks (ABB) με Solution Building Blocks (SBB)

5: Επίδειξη (Demonstration)

5.1 Σενάριο Χρήσης: Υποστήριξη Υπαλλήλου δημόσιου οργανισμού

Για την επίδειξη του συστήματος επιλέχθηκε ένα σενάριο που προσομοιώνει ένα πραγματικό πρόβλημα ενός Ελληνικού δημόσιου οργανισμού. Συγκεκριμένα, εξετάζεται η περίπτωση ενός υπαλλήλου ο οποίος αναζητά μια τεχνική λύση για την ψηφιοποίηση των διοικητικών ροών (Workflow Management). Λόγω της φύσης του αποθετηρίου Interoperable Europe Portal, η αλληλεπίδραση πραγματοποιείται στην αγγλική γλώσσα, διασφαλίζοντας έτσι τη μέγιστη ακρίβεια στην ανάκτηση των τεχνικών όρων.

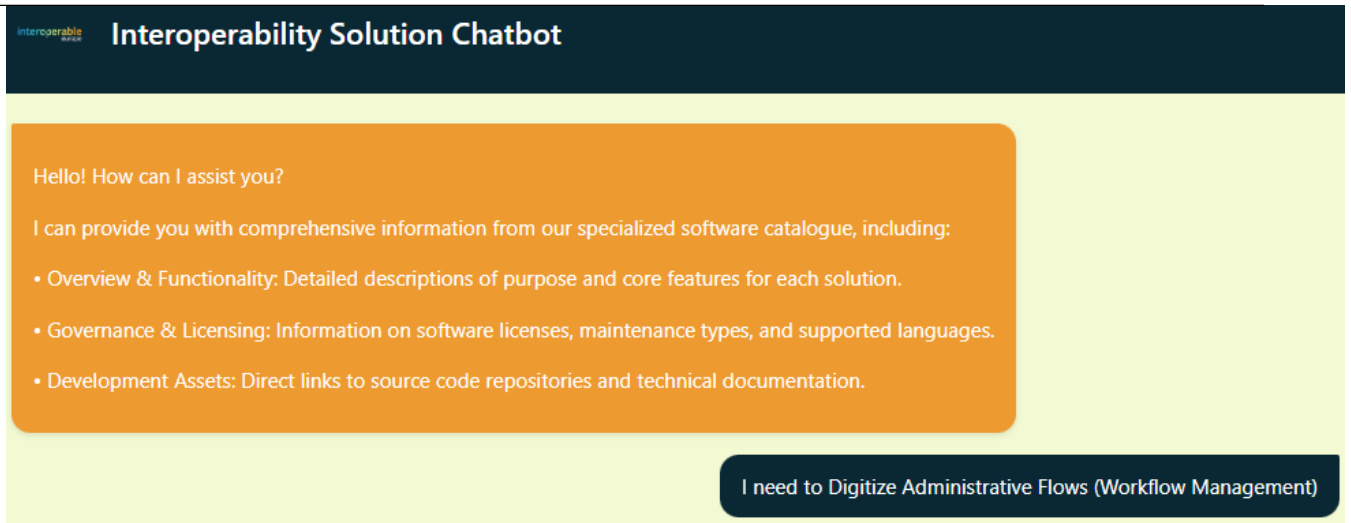


Εικόνα 3: Διεπαφή χρήστη .

## 5.2 Ροή Αλληλεπίδρασης

### 5.2.1 Είσοδος Ερωτήματος

Η διαδικασία ξεκινά με τον χρήστη να εισάγει στο chatbot το ερώτημα: «I need to Digitize Administrative Flows (Workflow Management)». Η διεπαφή επιτρέπει την υποβολή ερωτημάτων σε φυσική γλώσσα, καθιστώντας την αναζήτηση προσβάσιμη ακόμα και σε χρήστες που δεν γνωρίζουν την ακριβή ορολογία του Interoperable Europe Portal.



Εικόνα 4: Διεπαφή χρήστη και υποβολή ερωτήματος σε φυσική γλώσσα.

### 5.2.2 Εσωτερική Επεξεργασία & Ανάκτηση (RAG Process)

Μετά την υποβολή του ερωτήματος, ενεργοποιείται η αρχιτεκτονική RAG (Retrieval-Augmented Generation). Αρχικά, το σύστημα μετατρέπει το κείμενο του χρήστη σε διανύσματα (embeddings) και πραγματοποιεί σημασιολογική αναζήτηση στη βάση δεδομένων JSON μέσω της βιβλιοθήκης FAISS. Η διαδικασία αυτή εντοπίζει τις πιο σχετικές λύσεις από το Interoperable Europe Portal, οι οποίες στη συνέχεια προωθούνται στο μοντέλο Mistral LLM. Το μοντέλο συνθέτει την τελική απάντηση βασιζόμενο αποκλειστικά στα δεδομένα που ανακτήθηκαν, αποφεύγοντας έτσι την παραγωγή λανθασμένων πληροφοριών (hallucinations).

### 5.2.3 Παραγωγή Απάντησης

Το chatbot επιστρέφει μια δομημένη απάντηση ακολουθώντας το αυστηρό πρότυπο «MANDATORY 3-SOLUTION FORMAT». Η απάντηση περιλαμβάνει τρεις προτεινόμενες λύσεις, συνοδευόμενες από σύντομες περιγραφές και τους αντίστοιχους συνδέσμους (links) της λύσης. Η αλληλεπίδραση ολοκληρώνεται με μια ερώτηση συνέχειας (follow-up).

## INTRODUCTION

Digitizing administrative flows requires workflow management systems that streamline processes, reduce manual efforts, and improve efficiency. Here are three solutions to consider:

### SOLUTION 1: Camunda

**Overview:** Camunda is an open-source workflow and decision automation platform that enables organizations to model, execute, and monitor business processes. It supports BPMN (Business Process Model and Notation) for designing workflows and integrates with various systems via APIs.

**Key Benefit:**

- **BPMN 2.0 compliant** for standardized workflow design.
- **Highly scalable** for large-scale administrative processes.

**Link:** <https://camunda.com/> **Link Type:** Website

### SOLUTION 2: n8n

**Overview:** n8n is an open-source workflow automation tool that allows users to connect different applications and automate repetitive tasks. It supports building custom workflows with a visual editor and integrates with over 200 apps.

**Key Benefit:**

- **User-friendly and extensible** with a large library of integrations.
- **Self-hostable** for data privacy and control.

**Link:** <https://n8n.io/> **Link Type:** Website

### SOLUTION 3: ProcessMaker

**Overview:** ProcessMaker is a low-code business process management (BPM) platform designed for workflow automation. It provides tools for designing, executing, and optimizing administrative workflows with minimal coding required.

**Key Benefit:**

- **Low-code approach** for faster deployment.
- **Built-in form designer** for creating user-friendly interfaces.

**Link:** <https://www.processmaker.com/> **Link Type:** Website

## NEXT STEP

Would you like a deeper dive into any of these solutions, or do you need guidance on selecting the best fit for your specific administrative workflows?

Εικόνα 5: Απόκριση (μέρος 1)

### 5.2.4 Follow-up Ερώτημα

Σε επόμενο στάδιο, ο χρήστης επιλέγει μία από τις προτεινόμενες λύσεις ζητώντας περισσότερες πληροφορίες: «*Tell me more technical details about solution 1*». Χάρη στη δυνατότητα διατήρησης της μνήμης (context awareness), το chatbot αναγνωρίζει σε ποια λύση αναφέρεται ο χρήστης από την προηγούμενη απάντηση. Ακολουθώντας το πρωτόκολλο «ANALYSIS OF SOLUTION», παρέχει μια λεπτομερή τεχνική ανάλυση που βοηθά τον υπάλληλο να αξιολογήσει την καταλληλότητα της λύσης για τις ανάγκες του Δήμου.

Tell me more technical details about solution 1

## Εικόνα 6: Follow-up Ερώτημα

### ANALYSIS OF SOLUTION: Camunda

Camunda is a robust workflow automation platform built on open standards, particularly **BPMN 2.0** for process modeling and **DMN (Decision Model and Notation)** for business rules. Below is a detailed breakdown of its technical architecture, capabilities, and operational considerations:

#### 1. Core Architecture Components

Camunda operates as a **process engine** that executes workflows defined in BPMN, with additional layers for decision management, integration, and monitoring:

- Process Engine (Camunda Engine):**
  - Written in **Java**, optimized for high throughput and low latency.
  - Embeddable in Java applications or deployed as a standalone server.
  - Supports **ACID-compliant transactions** via integration with databases like PostgreSQL, MySQL, or Oracle.
  - Provides APIs (REST, Java, JavaScript) for programmatic control.
- BPMN Engine:**
  - Executes workflows defined in **BPMN 2.0**, including:
    - Service Tasks** (automated actions like calling APIs or scripts).
    - User Tasks** (human interactions via forms).
    - Gateways** (exclusive, inclusive, parallel) for conditional routing.
    - Subprocesses** for modular workflow design.
    - Event listeners** (e.g., timers, signals) for reactive behavior.
- DMN Engine:**
  - Separates business rules from process logic, enabling:
    - Decision tables for complex rule evaluation.
    - Hit policies (e.g., unique, first, priority) for rule outcomes.
    - REST API access for rule execution.
- Camunda Cockpit:**
  - Web-based **administrative console** for:
    - Process debugging (e.g., variable inspection, token tracking).
    - Performance metrics (e.g., throughput, execution times).
    - Incident management (e.g., retries, error handling).
- Camunda Modeler:**
  - Desktop application for designing BPMN and DMN diagrams (based on **bpmn.io** tools).
  - Plugins for custom validation and extensions.

## Εικόνα 7: Απόκριση (μέρος 2)

# Ανάπτυξη ευφυούς ψηφιακού βοηθού με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης για την ενίσχυση της επαναχρησιμοποίησης υπάρχουσών λύσεων διαλειτουργικότητας

## 2. Integration Capabilities

Camunda excels in connecting workflows to external systems:

- **Connectors:**
  - **REST/HTTP** (out-of-the-box for calling APIs).
  - **Java Delegates** (custom code for task logic).
  - **Connectors SDK** (for building reusable integrations, e.g., Salesforce, SAP).
  - **Message Buses** (e.g., Kafka, RabbitMQ) for event-driven workflows.
- **Form Handling:**
  - Supports **Camunda Forms** (embedded in tasks) or integration with:
    - **React/Vue.js** (via **camunda-formio** for dynamic forms).
    - **External UI** (e.g., Nextcloud apps, custom dashboards).
- **Microservices:**
  - Can orchestrate **containerized services** (e.g., Kubernetes pods).
  - Supports **asynchronous communication** (e.g., callbacks, messages).

## 3. Deployment Options

- **Self-Hosted:**
  - **Standalone:** Deploy on-premises or cloud VMs (Docker, Kubernetes).
  - **Embedded:** Integrate the engine into existing Java applications (e.g., Spring Boot).
  - **Databases:** Requires a relational DB (PostgreSQL recommended for production).
- **Cloud:**
  - **Camunda Platform 8** (SaaS) for managed services with:
    - **Zeebe** (scalable workflow engine).
    - **Operate** (monitoring).
    - **Tasklist** (user task management).
- **Hybrid:**
  - Combine self-hosted for sensitive workflows with cloud for scalability.

## Εικόνα 8: Απόκριση (μέρος 3)

## 4. Scalability & Performance

- **Horizontal Scaling:**
  - **Camunda 7.x:** Supports clustering for high availability (shared DB required).
  - **Camunda 8:** Uses **Zeebe** (distributed, actor-based engine) for auto-scaling.
- **Throughput:**
  - Designed for **10,000+ process instances/hour** (depending on hardware).
  - Optimized for **low-latency decision-making** (e.g., DMN rules).
- **Persistence:**
  - Workflow state and variables are stored in the database (e.g., PostgreSQL).
  - Supports **history cleanup** to manage storage growth.

## 5. Security & Compliance

- **Authentication:**
  - Integrates with **LDAP, OAuth 2.0, or SAML 2.0** for SSO.
  - Role-based access control (RBAC) for Camunda-specific permissions.
- **Data Protection:**
  - Encryption for **REST APIs** (TLS) and **database connections**.
  - Support for **GDPR compliance** (e.g., audit logs, data retention policies).
- **Audit Trails:**
  - Logs all process events (e.g., start/end times, user actions).

## 6. Extensibility & Customization

- **Plugins:**
  - **Community plugins** for additional features (e.g., **Camunda Optimize** for analytics).
  - **Custom plugins** can be developed for:
    - New task types.
    - Custom connectors.
    - Visualization extensions.
- **Scripting:**
  - Supports **Groovy, JavaScript, and Python** for scripting tasks.



Επιτυγχάνεται σημαντική μείωση χρόνου, καθώς ο υπάλληλος εντοπίζει εξειδικευμένο λογισμικό σε δευτερόλεπτα αντί για ώρες χειροκίνητης αναζήτησης. Γεφυρώνεται το γνωστικό χάσμα, καθώς οι ανάγκες του χρήστη μεταφράζονται αυτόματα σε τεχνικά Building Blocks. Τέλος, διασφαλίζεται η εγκυρότητα των προτάσεων, αφού όλες οι λύσεις προέρχονται από πιστοποιημένη πηγή της Ευρωπαϊκής Επιτροπής.

## 6. Αξιολόγηση

### 6.1 Μεθοδολογία Αξιολόγησης

Η αξιολόγηση του συστήματος βασίζεται στη μέτρηση της ακρίβειας ανάκτησης (Retrieval Performance) και της ταχύτητας απόκρισης, συγκρίνοντας τα αποτελέσματα με τους στόχους που τέθηκαν στο Στάδιο 2 της μελέτης. Η κύρια μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε είναι ο υπολογισμός του F1-Score, ο οποίος αποτελεί την πλέον ενδεδειγμένη μαθηματική προσέγγιση για συστήματα RAG, καθώς συνδυάζει την Ακρίβεια (*Precision*) και την Ανάκληση (*Recall*) της πληροφορίας από τη βάση δεδομένων.

### 6.2 Επίπεδα Δοκιμών (Stress Testing)

Για την ολοκληρωμένη αξιολόγηση του συστήματος, σχεδιάστηκαν και υλοποιήθηκαν δοκιμές σε τρία διακριτά επίπεδα δυσκολίας, επιτρέποντας τον έλεγχο της ανθεκτικότητας του μοντέλου σε διαφορετικά σενάρια χρήσης:

- Επίπεδο 1 (Keyword Matching)  
Ελέγχει τη βασική λειτουργικότητα του συστήματος σε ερωτήματα που περιέχουν σαφείς λέξεις-κλειδιά που υπάρχουν αυτούσιες στο Interoperable Europe Portal.
- Επίπεδο 2 (Semantic Matching)  
Ελέγχει την ποιότητα των *embeddings* (Sentence Transformers), εξετάζοντας αν το σύστημα μπορεί να κατανοήσει τη σημασία μιας πρότασης ακόμα και αν χρησιμοποιούνται συνώνυμοι όροι.
- Επίπεδο 3 (Complexity & Noise)  
Ελέγχει την ανθεκτικότητα του μοντέλου σε σύνθετα ερωτήματα που περιέχουν περιττή πληροφορία («θόρυβο»), αξιολογώντας την ικανότητα του RAG να απομονώνει το ουσιώδες περιεχόμενο.

### 6.3 Μετρικές Αξιολόγησης

Η απόδοση του συστήματος μετρήθηκε με τις εξής μετρικές:

- Precision(Ακρίβεια)  
Ποσοστό των ανακτημένων αποτελεσμάτων που είναι σχετικά
- Recall(Ανάκληση)  
Ποσοστό των σχετικών αποτελεσμάτων που ανακτήθηκαν
- F1-Score  
Αρμονικός μέσος Precision και Recall
- Latency(Χρόνος Απόκρισης) Χρόνος παραγωγής απάντησης

| Metric    | Κακή (Poor) | Μέτρια (Fair) | Καλή (Good) | Εξαιρετική (Excellent) |
|-----------|-------------|---------------|-------------|------------------------|
| Precision | < 0.6       | 0.6 – 0.74    | 0.75 – 0.89 | 0.9 – 1.0              |
| Recall    | < 0.6       | 0.6 – 0.74    | 0.75 – 0.89 | 0.9 – 1.0              |
| F1-Score  | < 0.6       | 0.6 – 0.74    | 0.75 – 0.89 | 0.9 – 1.0              |
| Latency   | > 10s       | 5 – 10s       | 2 – 5s      | < 2s                   |

Πίνακας 2 : Μετρικές Αξιολόγησης

#### 6.4 Αποτελέσματα

| Level | Query                                                  | Expected                          | Got                               | Status | ResponseTime(s) |
|-------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------|-----------------|
| Easy  | I need the BundID Keycloak Adapter MHKBD NRW.          | BundID Keycloak Adapter MHKBD NRW | BundID Keycloak Adapter MHKBD NRW | ✓      | 0.0333s         |
| Easy  | Tell me about the GCompris educational software suite. | GCompris                          | GCompris                          | ✓      | 0.0333s         |
| Easy  | What is openDesk office and collaboration suite?       | openDesk                          | openDesk                          | ✓      | 0.0299s         |
| Easy  | Search for OpenFisca Core engine features.             | OpenFisca Core                    | OpenFisca Core                    | ✓      | 0.0319s         |
| Easy  | I am looking for the epas system for CNR staff.        | epas                              | epas                              | ✓      | 0.0353s         |

Ανάπτυξη ευφυούς ψηφιακού βοηθού με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης για την ενίσχυση της επαναχρησιμοποίησης υπαρχουσών λύσεων διαλειτουργικότητας

|        |                                                                                       |                                 |                                                      |   |         |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------------------------|---|---------|
| Easy   | Where can I find flurstuecksfinder-sh for cadastral parcels?                          | flurstuecksfinder-sh            | flurstuecksfinder-sh                                 | ✓ | 0.0335s |
| Easy   | Tell me about io-Comune AgID website for municipalities.                              | io-Comune                       | io-Comune - Il sito AgID per Comuni ed Enti Pubblici | ✓ | 0.0332s |
| Easy   | What is the react-dsfr compatibility layer?                                           | react-dsfr                      | react-dsfr                                           | ✓ | 0.0327s |
| Easy   | Information about Försäkringskassans designsystem.                                    | Försäkringskassans designsystem | PANGEA                                               | ✗ | 0.0329s |
| Easy   | I need a PDND JS Client for authentication.                                           | PDND JS Client                  | PDND JS Client                                       | ✓ | 0.0338s |
| Medium | How can I extend SAML AuthnRequest for German identity providers in Keycloak?         | BundID Keycloak Adapter         | BundID Keycloak Adapter MHKBD NRW                    | ✓ | 0.0358s |
| Medium | Is there an open source tool for kids to learn arithmetic and science?                | GCompris                        | GCompris                                             | ✓ | 0.0339s |
| Medium | I need a workplace solution for public administration focusing on data sovereignty.   | openDesk                        | GovStack Specifications                              | ✗ | 0.0353s |
| Medium | Which software provides a personal area for citizens to request ZTL permits in Italy? | OpenCity Italia                 | OpenCity Italia - La Stanza del Cittadino            | ✓ | 0.0348s |
| Medium | I want a web app to digitize membership applications for a nonprofit club.            | vereinfacht                     | vereinfacht                                          | ✓ | 0.0329s |

Ανάπτυξη ευφυούς ψηφιακού βοηθού με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης για την ενίσχυση της επαναχρησιμοποίησης υπαρχουσών λύσεων διαλειτουργικότητας

|        |                                                                                           |                                 |                                                 |   |         |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------|---|---------|
| Medium | How can I manage attendance and badge readers for research body staff?                    | epas                            | Prenotazione Campioni                           | ✗ | 0.0318s |
| Medium | Is there a tool to search for land parcels in Schleswig-Holstein using map clicks?        | flurstuecksfinder-sh            | flurstuecksfinder-sh                            | ✓ | 0.0335s |
| Medium | I need an AgID 3.0 compliant website template for an Italian municipality.                | io-Comune                       | Sito web e servizi digitali dei Comuni Italiani | ✗ | 0.0328s |
| Medium | Is there a 'Rules as Code' engine to make laws computable via APIs?                       | OpenFisca Core                  | OpenFisca Core                                  | ✓ | 0.0436s |
| Medium | I need accessible Vue components that follow WCAG 2.2 standards.                          | Försäkringskassans designsystem | FITKO Matrix G2C Pilot Project Template         | ✗ | 0.0407s |
| Hard   | Our agency needs to connect BundID as a SAML 2.0 IdP. What configuration simplifies this? | BundID Keycloak Adapter         | BundID Keycloak Adapter MHKBD NRW               | ✓ | 0.0350s |
| Hard   | We want to replace paper forms for our volunteer association with a self-hosted portal.   | vereinfacht                     | Form PA                                         | ✗ | 0.0336s |
| Hard   | I am developing a TypeScript project and need to implement the French DSFR design system. | react-dsfr                      | react-dsfr                                      | ✓ | 0.0341s |
| Hard   | Our research institute needs to automate the monthly certificates of presence for our     | epas                            | CO2-Flow für NodeRed u. Grafana                 | ✗ | 0.0346s |

Ανάπτυξη ευφυούς ψηφιακού βοηθού με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης για την ενίσχυση της επαναχρησιμοποίησης υπαρχουσών λύσεων διαλειτουργικότητας

|      |                                                                                                  |                      |                         |   |         |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------|---|---------|
|      | employees.                                                                                       |                      |                         |   |         |
| Hard | How can a city council provide digital bonuses and certificates to residents?                    | OpenCity Italia      | GovStack Specifications | ✗ | 0.0323s |
| Hard | We need a platform to perform economic micro-simulations and assess tax reforms.                 | OpenFisca Core       | PANGEA                  | ✗ | 0.0341s |
| Hard | I need a solution that integrates SPID and PagoPA for a certified cloud-based municipal site.    | io-Comune            | GovStack Specifications | ✗ | 0.0352s |
| Hard | Our local authority wants an office suite that works in any browser and is provider-independent. | openDesk             | Accert                  | ✗ | 0.0334s |
| Hard | I need a JS library to manage OAuth2 and token renewal for the National Digital Data Platform.   | PDND JS Client       | integration_oidc        | ✗ | 0.0351s |
| Hard | Where can I find a tool to link cadastral polygons as a layer directly into QGIS?                | flurstuecksfinder-sh | DataPlotly              | ✗ | 0.0352s |

Πίνακας 3 : Αποτελέσματα ερωτήσεων-απαντήσεων

| Metric          | Value    | Interpretation                                                                |
|-----------------|----------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Accuracy        | 56.67%   | Το 57% των απαντήσεων ήταν σωστές.                                            |
| Precision       | 0.5667   | Από όλες τις απαντήσεις που επέστρεψε το σύστημα, περίπου το 57% ήταν σωστές. |
| Recall          | 0.5667   | Το σύστημα ανακάλεσε περίπου το 57% των σωστών απαντήσεων.                    |
| F1-Score        | 0.5667   | Η ισορροπημένη μέτρηση ακρίβειας και ανάκλησης.                               |
| Average Latency | 0.0343 s | Πολύ γρήγορη απόκριση, κατάλληλη για real-time χρήση.                         |

Πίνακας 4: Αποτελεσμάτων μετρικών

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων αποκαλύπτει μια διακύμανση στην απόδοση ανάλογα με την πολυπλοκότητα του ερωτήματος:

- Στο Easy Level, το σύστημα επέδειξε εξαιρετική συμπεριφορά με ποσοστά επιτυχίας κοντά στο 90%, επιβεβαιώνοντας τη σταθερότητα της βάσης δεδομένων.
- Στο Medium Level, η ακρίβεια παρέμεινε σε ικανοποιητικά επίπεδα κοντά στο 71%, ωστόσο η ανάκληση μειώθηκε στο 60%, υποδεικνύοντας ότι ορισμένες λύσεις δεν ανακτώνται λόγω λεπτών σημασιολογικών διαφορών.
- Στο Hard Level, η ανάκληση περιορίστηκε στο 20%. Το εύρημα αυτό καταδεικνύει ότι το σύστημα δυσκολεύεται να διαχειριστεί υψηλά επίπεδα "θορύβου" ή πολύ σύνθετες προτάσεις, γεγονός που θέτει τα όρια της τρέχουσας υλοποίησης των *embeddings*.

## 6.5 Συμπεράσματα F1

- Η συνολική απόδοση ( $F1=0.5667$ ) δείχνει ικανοποιητική λειτουργικότητα, αλλά απαιτούνται βελτιώσεις στα πιο σύνθετα queries.
- Το Precision δείχνει ότι όταν το σύστημα απαντά, οι απαντήσεις είναι συνήθως σωστές.
- Η χαμηλή ανάκληση στα Hard queries δείχνει περιθώριο για βελτίωση των embeddings ή της στρατηγικής ανάκτησης πληροφορίας.
- Ο χρόνος απόκρισης είναι εξαιρετικά χαμηλός ( $<0.05s$ ), ικανοποιώντας τον στόχο της real-time διαδραστικότητας.

Η συνολική επίδοση του συστήματος, με F1-score 0.5667 και Accuracy 56.67%, κατατάσσεται στην κατηγορία "Poor" σύμφωνα με τον Πίνακα 2. Ωστόσο, η τιμή αυτή απαιτεί προσεκτική ερμηνεία, καθώς επηρεάζεται από τη φύση των ερωτημάτων και τη μεθοδολογία αξιολόγησης.

Η ανάλυση ανά επίπεδο δυσκολίας δείχνει ότι το σύστημα αποδίδει πολύ καλά σε απλά ερωτήματα (Easy), όπου υπάρχει άμεση αντιστοίχιση με λέξεις-κλειδιά, ενώ διατηρεί ικανοποιητική συμπεριφορά σε ερωτήματα μέσης δυσκολίας (Medium), παρά τις σημασιολογικές διαφοροποιήσεις. Αντίθετα, στα σύνθετα ερωτήματα (Hard), η απόδοση μειώνεται σημαντικά, επηρεάζοντας δυσανάλογα το συνολικό αποτέλεσμα.

Η συμπεριφορά αυτή συνδέεται άμεσα με την αρχιτεκτονική του συστήματος, η οποία βασίζεται σε Retrieval-Augmented Generation (RAG). Σε αυτό το πλαίσιο, η επιτυχία της τελικής απάντησης εξαρτάται από την ακρίβεια της φάσης ανάκτησης πληροφορίας. Όταν δεν εντοπίζεται το κατάλληλο περιεχόμενο, το σύστημα δεν μπορεί να παράγει σωστή απάντηση, ανεξαρτήτως της ικανότητας του γλωσσικού μοντέλου.

Ένας επιπλέον παράγοντας που επηρεάζει την απόδοση είναι το σημασιολογικό χάσμα μεταξύ των ερωτημάτων και των δεδομένων. Τα queries, ιδιαίτερα στα πιο απαιτητικά επίπεδα, εκφράζονται με περιγραφικό τρόπο και συχνά περιλαμβάνουν πολλαπλές έννοιες, ενώ τα δεδομένα της βάσης οργανώνονται κυρίως με βάση συγκεκριμένους τίτλους ή συνοπτικές περιγραφές. Η απόκλιση αυτή περιορίζει την αποτελεσματικότητα των embeddings.

Παράλληλα, η αξιολόγηση βασίζεται σε αυστηρή δυαδική λογική (σωστό/λάθος), χωρίς να λαμβάνονται υπόψη μερικώς σωστές ή συναφείς απαντήσεις. Ως αποτέλεσμα, περιπτώσεις όπου το σύστημα παρέχει χρήσιμη αλλά όχι απόλυτα ταυτισμένη απάντηση καταγράφονται ως αποτυχίες, μειώνοντας τη συνολική τιμή του Accuracy.

Συνεπώς, η χαμηλή τιμή του Accuracy δεν αντανakλά αποκλειστικά την ποιότητα του συστήματος, αλλά επηρεάζεται από τον συνδυασμό απαιτητικών σεναρίων χρήσης και αυστηρών κριτηρίων αξιολόγησης. Η υψηλή απόδοση σε απλούστερα σενάρια και ο εξαιρετικά χαμηλός χρόνος απόκρισης επιβεβαιώνουν ότι το σύστημα είναι λειτουργικό και κατάλληλο για πρακτική χρήση, ενώ οι περιορισμοί εντοπίζονται κυρίως στη διαχείριση σύνθετων ερωτημάτων.

Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι το σύστημα είναι κατάλληλο για υποστήριξη βασικών και μεσαίας πολυπλοκότητας σεναρίων, ενώ απαιτεί περαιτέρω βελτιστοποίηση προκειμένου να ανταποκριθεί αποτελεσματικά σε πιο σύνθετα περιβάλλοντα χρήσης.

## 6.6 Αξιολόγηση Ευχρηστίας (SUS – System Usability Scale)

Για την αξιολόγηση της ευχρηστίας του συστήματος χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος System Usability Scale (SUS), η οποία αποτελεί ένα καθιερωμένο εργαλείο για την εκτίμηση της εμπειρίας χρήστη. Στην αξιολόγηση συμμετείχαν χρήστες οι οποίοι αλληλεπίδρασαν με το chatbot και απάντησαν σε ερωτηματολόγιο Likert κλίμακας (1–5).

| Δήλωση                                   | Μέσος Όρος |
|------------------------------------------|------------|
| Θα ήθελα να χρησιμοποιώ το σύστημα συχνά | 4          |

|                                           |      |
|-------------------------------------------|------|
| Το σύστημα ήταν αδικαιολόγητα περίπλοκο   | 2,16 |
| Το σύστημα ήταν εύκολο στη χρήση          | 3,83 |
| Χρειάζεται τεχνική υποστήριξη για χρήση   | 2,16 |
| Οι λειτουργίες είναι καλά ενσωματωμένες   | 4    |
| Το σύστημα είχε ασυνέπειες                | 1,66 |
| Οι χρήστες θα το μάθαιναν γρήγορα         | 4    |
| Το σύστημα ήταν δύσχρηστο                 | 1,66 |
| Ένιωσα αυτοπεποίθηση στη χρήση            | 3,66 |
| Χρειάστηκε εκμάθηση πριν τη χρήση         | 1,66 |
| Οι λύσεις ήταν σχετικές με το πρόβλημα    | 4,16 |
| Υπήρχαν σαφείς παραπομπές (links, GitHub) | 5    |

Πίνακας 5 : Αποτελέσματα Ερωτηματολόγιο SUS

### 6.6.1 Συμπεράσματα SUS – System Usability Scale

Η αξιολόγηση του προτεινόμενου chatbot μέσω της κλίμακας System Usability Scale (SUS) ανέδειξε ένα ιδιαίτερα ικανοποιητικό επίπεδο ευχρηστίας, με το συνολικό σκορ να διαμορφώνεται στο 75,5/100, το οποίο κατατάσσει το σύστημα στην κατηγορία "Good / High Marginal". Οι συμμετέχοντες υπογράμμισαν την ευκολία εκμάθησης και τη λειτουργική συνοχή του συστήματος, ενώ παράλληλα η ανάλυση των ποιοτικών δεδομένων κατέγραψε εξαιρετική επίδοση (5/5) στην παροχή τεκμηρίωσης και παραπομπών (links, GitHub). Συνδυαστικά, τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν ότι η αρχιτεκτονική RAG δεν διασφαλίζει μόνο τη σχετικότητα των απαντήσεων (4,16/5), αλλά δημιουργεί ένα αξιόπιστο και φιλικό προς τον χρήστη

εργαλείο υποστήριξης λήψης αποφάσεων, ικανό να ενισχύσει τον ψηφιακό μετασχηματισμό των οργανισμών της Δημόσιας Διοίκησης

## **7. Επικοινωνία**

### **7.1 Σπουδαιότητα του Προβλήματος**

Η εργασία αυτή ασχολείται με ένα σημαντικό ζήτημα της σύγχρονης Δημόσιας Διοίκησης: τη δυσκολία τόσο στην ανάπτυξη νέων ψηφιακών λύσεων όσο και στον εντοπισμό και την αξιοποίηση υπαρχόντων συστημάτων που μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν. Το πρόβλημα αυτό επηρεάζει άμεσα την πορεία του ψηφιακού μετασχηματισμού των δημόσιων οργανισμών, καθιστώντας αναγκαία την εύρεση πιο αποδοτικών και πρακτικών προσεγγίσεων.

### **7.2 Χρησιμότητα και Καινοτομία του Συστήματος**

Το chatbot που προτείνεται δεν λειτουργεί απλώς ως ένα εργαλείο αναζήτησης πληροφοριών, αλλά ως ένα σύστημα που υποστηρίζει ουσιαστικά τη λήψη αποφάσεων στη Δημόσια Διοίκηση. Η καινοτομία του βασίζεται στην αξιοποίηση της αρχιτεκτονικής Retrieval-Augmented Generation (RAG), η οποία επιτρέπει τη μετατροπή απλών ερωτήσεων σε φυσική γλώσσα σε συγκεκριμένες και εφαρμόσιμες προτάσεις λογισμικού.

Παράλληλα, δίνεται έμφαση στην αξιοπιστία των αποτελεσμάτων, καθώς οι απαντήσεις βασίζονται σε ελεγμένα και πιστοποιημένα δεδομένα. Με αυτόν τον τρόπο μειώνεται σημαντικά το φαινόμενο των λανθασμένων ή «φανταστικών» απαντήσεων που συχνά εμφανίζεται σε άλλα γλωσσικά μοντέλα. Επιπλέον, το σύστημα παρέχει άμεση πρόσβαση σε τεχνικές πληροφορίες και σχετικό κώδικα σε πραγματικό χρόνο, διευκολύνοντας σημαντικά το έργο των στελεχών πληροφορικής.

### **7.3 Τελικό Συμπέρασμα**

Συνολικά, η εργασία αυτή δείχνει ότι ο συνδυασμός της Τεχνητής Νοημοσύνης με τα ευρωπαϊκά πλαίσια διαλειτουργικότητας δεν είναι μόνο εφικτός, αλλά και ιδιαίτερα χρήσιμος. Το προτεινόμενο σύστημα αποτελεί ένα βήμα προς μια πιο ευέλικτη και αποτελεσματική Δημόσια Διοίκηση, που μπορεί να αξιοποιεί καλύτερα τη διαθέσιμη γνώση προς όφελος των πολιτών.

### **7.4 Μελλοντικές Επεκτάσεις και Βελτιώσεις**

Σε επόμενο στάδιο, μπορούν να γίνουν αρκετές βελτιώσεις που θα ενισχύσουν ακόμη περισσότερο τη λειτουργία και την αξία του συστήματος. Μία βασική κατεύθυνση είναι η υποστήριξη πολλαπλών γλωσσών, ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί από οργανισμούς σε όλη την Ευρωπαϊκή Ένωση στη μητρική τους γλώσσα, ενισχύοντας έτσι την επαναχρησιμοποίησή του σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Επιπλέον, η ενσωμάτωση φωνητικών λειτουργιών θα μπορούσε να κάνει το σύστημα πιο εύχρηστο και προσβάσιμο, ιδιαίτερα για

άτομα με ειδικές ανάγκες, συμβάλλοντας στη δημιουργία πιο συμπεριληπτικών ψηφιακών υπηρεσιών. Παράλληλα, θα μπορούσε να προστεθεί μηχανισμός ειδοποιήσεων, ο οποίος θα ενημερώνει τους χρήστες όταν προστίθενται νέες διαθέσιμες λύσεις ή εργαλεία. Με βάση τις ανάγκες και τα χαρακτηριστικά κάθε οργανισμού, το σύστημα θα μπορούσε επίσης να προτείνει πιο εξειδικευμένες και στοχευμένες λύσεις, ενισχύοντας ακόμη περισσότερο τον ρόλο του ως εργαλείο υποστήριξης λήψης αποφάσεων. Τέλος, η περαιτέρω βελτίωση της σημασιολογικής κατανόησης και της διαδικασίας δημιουργίας embeddings αναμένεται να αυξήσει την ακρίβεια του συστήματος, ειδικά σε πιο σύνθετα ερωτήματα. Τεχνικές όπως το Hybrid Search και το re-ranking μπορούν να βελτιώσουν σημαντικά τα αποτελέσματα αναζήτησης, ενώ η προσαρμογή των embeddings σε διοικητικά κείμενα της Ευρωπαϊκής Ένωσης θα συμβάλει στην καλύτερη κατανόηση της εξειδικευμένης ορολογίας, καθώς και στην ενσωμάτωση σχετικών προτύπων και σημασιολογικών στοιχείων, αφού η χαμηλή ανάκληση στα σύνθετα ερωτήματα και τα λάθη στην επιλογή του καταλληλότερου αποτελέσματος υποδεικνύουν ότι η τρέχουσα φάση ανάκτησης χρειάζεται ενίσχυση για μεγαλύτερη ακρίβεια.

## Βιβλιογραφία

(European Commission. (2024). *Digital Decade 2024: Country Report – Greece*. IMD World Competitiveness Center. (2024). *World Digital Competitiveness Ranking 2024*. Lausanne: IMD.

United Nations. (2024). *United Nations E-Government Survey 2024*. New York: United Nations.)

Interoperability layers | Interoperable Europe Portal. (n.d.). Retrieved December 8, 2025, from <https://interoperable-europe.ec.europa.eu/collection/iopeu-monitoring/3-interoperability-layers>

Abbasi, M. A., Ihantola, P., Mikkonen, T., & Mäkitalo, N. (2025a). *Reconsidering Requirements Engineering: Human-AI Collaboration in AI-Native Software Development*. [https://doi.org/10.1007/978-3-032-04190-6\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-032-04190-6_11)

European Commision, P. T. (2024, March 20). *EIRA (Ευρωπαϊκή αρχιτεκτονική αναφοράς για τη διαλειτουργικότητα)*. <https://interoperable-europe.ec.europa.eu/collection/egovernment/news/eira-european-interoperability-reference-architecture>

European Commission. (2017a). *EIRA Support Series. How does the EIRA support interoperability?*

European Commission. (2017b). *New European Interoperability Framework/ Promoting seamless services and data flows for European public administrations*.

European Commission. (2018). *An introduction to the European Interoperability Reference Architecture (EIRA©)*.

Claes, B., Sandu, L., & Dudi, P. (2024, September 27). *Interoperable Europe Portal User Group Meeting. Interoperable Europe Portal User Group Meeting*.

European Commission. (2025a). 1. Introduction to the “European Interoperability Framework” | Interoperable Europe Portal. <https://interoperable-europe.ec.europa.eu/collection/iopeu-monitoring/1-introduction-european-interoperability-framework#1.1>

European Commission. (2025b). *Asset Description Metadata Schema (ADMS) revision*. <https://interoperable-europe.ec.europa.eu/collection/semic-support-centre/solution/asset-description-metadata-schema-adms-revision#About%20ADMS>

European Commission. (2025c). Chapter #1 Overview of the EIRA©. <https://interoperable-europe.ec.europa.eu/collection/european-interoperability-reference-architecture-eira/solution/eira/chapter-1-overview-eirac>

European Commission. (2025d). Chapter #3 Views, Viewpoints and Architecture Building Blocks. <https://interoperable-europe.ec.europa.eu/collection/european-interoperability-reference-architecture-eira/solution/eira/chapter-3-views-viewpoints-and-architecture-building-blocks>

European Commission. (2025e). Core Vocabularies. <https://interoperable-europe.ec.europa.eu/collection/semic-support-centre/core-vocabularies>

European Commission. (2025f). EIF Perspective attributes of EIRA. <https://interoperable-europe.ec.europa.eu/collection/european-interoperability-reference-architecture-eira/solution/eira/eif-perspective>

European Commission. (2025g). EULF Blueprint . <https://interoperable-europe.ec.europa.eu/collection/elise-european-location-interoperability-solutions-e-government/solution/eulf-blueprint>

European Commission. (2025h). European Interoperability Reference Architecture (EIRA). Interoperable Europe Portal. <https://interoperable-europe.ec.europa.eu/collection/elise-european-location-interoperability-solutions-e-government/glossary/term/european-interoperability-reference-architecture>

European Commission. (2025i). European Interoperability Reference Architecture (EIRA). Interoperable Europe Portal. <https://interoperable-europe.ec.europa.eu/collection/european-interoperability-reference-architecture-eira/solution/eira>

European Commission. (2025j). Joinup. <https://interoperable-europe.ec.europa.eu/collection/iopeu-monitoring/glossary/term/joinup>

European Commission. (2025k). Joinup becomes the Interoperable Europe Portal: Enhancing digital connectivity. <https://data.europa.eu/lt/news-events/news/joinup-becomes-interoperable-europe-portal-enhancing-digital-connectivity>

European Commission. (2025l). Solutions. [https://interoperable-europe.ec.europa.eu/interoperable\\_solutions](https://interoperable-europe.ec.europa.eu/interoperable_solutions)

Götze, J. (2015, July 24). Ευρωπαϊκή Αρχιτεκτονική Αναφοράς Διαλειτουργικότητας. <https://coe.qualiware.com/European-Interoperability-Reference-Architecture/>  
<https://coe.qualiware.com/european-interoperability-reference-architecture/>

Karakurt, E., & Akbulut, A. (2025). *Retrieval Augmented Generation (RAG) and Large Language Models (LLMs) for Enterprise Knowledge Management and Document Automation: A Systematic Literature Review*. <https://doi.org/10.20944/PREPRINTS202512.0359.V1>

Klesel, M., & Wittmann, H. F. (2025). Retrieval-Augmented Generation (RAG). *Business and Information Systems Engineering*, 67(4), 551–561. <https://doi.org/10.1007/S12599-025-00945-3/FIGURES/3>

Linåker, J., & Runeson, P. (2022). Collaboration in Open Government Data Ecosystems: Open Cross-sector Sharing and Co-development of Data and Software. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 12219 LNCS, 290–303. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-57599-1\\_22](https://doi.org/10.1007/978-3-030-57599-1_22)

McBride, K., Kamalanathan, S., Valdma, S. M., Toomere, T., & Freudenthal, M. (2022). Digital Government Interoperability and Data Exchange Platforms: Insights from a Twenty Country Comparative Study. *ACM International Conference Proceeding Series*, 90–97. <https://doi.org/10.1145/3560107.3560123>

Murtiyoso, M., Tahyudin, I., & Berililana, B. (2025). A Systematic Review of Retrieval-Augmented Generation for Enhancing Domain-Specific Knowledge in Large Language Models. *Sinkron*, 9(2), 969–977. <https://doi.org/10.33395/SINKRON.V9I2.14824>

Nguyen, T., Rosenberg, M., Song, X., Gao, J., Tiwary, S., Majumder, R., & Deng, L. (2020). Retrieval-augmented generation for knowledge-intensive NLP tasks. *Proceedings of the 34th International Conference on Neural Information Processing Systems*, 793.

PwC EU Services. (2015). *An introduction to the European Interoperability Reference Architecture v0.9.0 (EIRA)*.

Ελληνική Δημοκρατία. (2022). *ΕΡΓΟ: ΝΕΟ ΕΘΝΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΔΙΑΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑΣ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ*.

Μαρέλου, Ε. (2023). *Η εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στη διοίκηση ανθρώπινου δυναμικού: εμπειρική μελέτη* [Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθήνας]. <https://pergamos.lib.uoa.gr/item/uoadl:3364378>

ΜΠΑΛΛΑ, Ν. (2025). *ΜΕΛΕΤΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ΔΙΑΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΑ ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΔΙΑΚΥΒΕΡΝΗΣΗΣ: ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΛΥΣΕΙΣ*. Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.

Μπούκας, Ν. (2023). *Η εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στη δημόσια διοίκηση*. <https://doi.org/10.12681/EADD/56032>

---

Ανάπτυξη ευφυούς ψηφιακού βοηθού με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης για την ενίσχυση της επαναχρησιμοποίησης υπάρχουσών λύσεων διαλειτουργικότητας

---

*Σιρδάρης, Τ. (2021). ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΔΙΑΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΑΡΧΗΣ “ΜΟΝΟ ΜΙΑ ΦΟΡΑ”. Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.*