



## Παραδοτέο Π4.3: **Στάδια ανάπτυξης της πλατφόρμας**

Ενότητα Εργασίας 4 (ΕΕ4)

**ΔΡΑΣΗ ΕΘΝΙΚΗΣ ΕΜΒΕΛΕΙΑΣ:  
«ΕΡΕΥΝΩ-ΔΗΜΙΟΥΡΓΩ-ΚΑΙΝΟΤΟΜΩ»  
«ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ, ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ» (ΕΠΑνεΚ)**

**ΤΙΤΛΟΣ: HEART - Έξυπνη συσκευή και λογισμικό για την ανάλυση δεδομένων  
κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας σε πραγματικό χρόνο  
ΑΚΡΩΝΥΜΙΟ: HEART  
ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ: Τ2ΕΔΚ-03898**

**Πνευματικά δικαιώματα**



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898  
«ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ,  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ»  
(ΕΠΑνεΚ)

ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ  
Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας

© Copyright 2020 Κοινοπραξία HEART

Αποτελούμενη από:

- NET2GRID HELLAS
- ΗΡΩΝ ΘΕΡΜΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΝΩΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ
- ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΙΣΤΟΥ (DATA LAB) ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟΥ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Το παρακάτω έγγραφο δεν είναι προς αντιγραφή, επαναχρησιμοποίηση ή προς αλλαγή μέρους του ή ολόκληρου χωρίς την έγγραφη άδεια της κοινοπραξίας HEART. Επιπλέον, επιβάλλεται η αναγνώριση των συγγραφέων του εγγράφου. Όλες οι εφαρμοστέες μερίδες του σημειώματος των πνευματικών δικαιωμάτων πρέπει να αναφέρονται ξεκάθαρα.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος

Το έγγραφο μπορεί να αλλάξει ανά πάσα στιγμή

HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898 «ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ, ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ» (ΕΠΑνεΚ)	ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας
--	---

## Document Classification

<b>Τίτλος</b>	Στάδια ανάπτυξης της πλατφόρμας
<b>Παραδοτέο</b>	Π4.3
<b>Τύπος</b>	Έκθεση
<b>Πακέτο Εργασίας</b>	ΕΕ4
<b>Φορείς</b>	Α.Π.Θ.
<b>Συγγραφείς</b>	Δημητριάδης Ηλίας, Σερμπέζης Παύλος, Γεώργιος Βλαχάβας, Βασίλειος Ψωμιάδης, Νικόλαος Γκιουζέλης, Ανδρεάδης Γεώργιος, Βακάλη Αθηνά, Γούναρης Αναστάσιος, Γιαννάτος Γεράσιμος, Παπακωνσταντίνου Αθανάσιος, Παράσχη Μάριον, Αλμπανίδης Ευάγγελος
<b>Επίπεδο Διάδοσης</b>	ΔΗΜ(δημόσιο)

## Abstract

Η ενότητα εργασίας 4 (ΕΕ4) επικεντρώνεται στην ανάπτυξη μιας πλατφόρμα ανοιχτού κώδικα για την οπτικοποίηση και διαχείριση των καταναλώσεων των σπιτιών που εντάσσονται πιλοτικά στα πλαίσια του Heart. Σε αυτό το παραδοτέο, που ουσιαστικά αποτελεί συνέχεια του παραδοτέου 4.2, επικεντρωνόμαστε στα στάδια ανάπτυξης της πλατφόρμας αυτής, δίνοντας έμφαση σε όλα τα στοιχεία που την απαρτίζουν τόσο σε επίπεδο αρχιτεκτονικής, τεχνολογιών όσο και λειτουργικότητας. Η πλατφόρμα έχει ονομαστεί ως ENCOVIZ (ENergy CONsumption VIZualization), κι έτσι θα αναφέρεται στο εξής.

Αρχικά δίνουμε κάποιες εισαγωγικές πληροφορίες σχετικά με την ανάγκη χρήσης τέτοιων εργαλείων, τις προκλήσεις που έχουμε να αντιμετωπίσουμε και την κατεύθυνση που ακολουθήσαμε κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού της. Στη συνέχεια επικεντρωνόμαστε στη σχετική βιβλιογραφία, προχωρούμε με κάποιες βασικές αρχές και καταλήγουμε στο κομμάτι της υλοποίησης και των οπτικοποιήσεων.

HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898 «ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ, ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ» (ΕΠΑνεΚ)	ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας
--	---

## Version Control

Version	Description	Name	Date
1.0	Αρχική Έκδοση	1.0	09/01/2023
2.0	Αναθεώρηση	2.0	30/01/2023
3.0	Τελική Έκδοση	3.0	10/02/2023



## Περιεχόμενα

Κεφάλαιο I: Εισαγωγή	6
1.1 Επίσκόπηση	8
1.2 Κύριες προκλήσεις	10
1.3 Βασικές Συνεισφορές	11
Κεφάλαιο II: Ανασκόπηση της βιβλιογραφίας	13
2.1 Ορισμός των dashboard	13
2.2 Ιστορία των dashboard	14
2.3 Τύποι dashboard	15
2.4 Χαρακτηριστικά των dashboard	16
2.5 Σκοποί του πίνακα	18
2.6 Γραφικές Οπτικοποιήσεις	19
2.6.1 Κατευθυντήριες γραμμές για την ανάπτυξη ενός dashboard	20
2.6.2 Τεχνικές οπτικοποίησης δεδομένων ενός dashboard	21
2.7 Εφαρμογή των dashboard στον τομέα της ενέργειας	30
2.7.1 Πλεονεκτήματα της χρήσης των dashboard στον τομέα της ενέργειας	30
2.7.2 Dashboard για τη διαχείριση της ενέργειας σε κατοικίες	31
2.7.3 Dashboard για την αιφορία στους χώρους εργασίας	34
2.8 Σημεία έμφασης του ENCOVIZ	35
Κεφάλαιο III: Σημειολογία και θεμελιώδη στοιχεία	38
3.1 Λειτουργικότητα πολλαπλών χρηστών	40
3.2 Έλεγχος πρόσβασης βάσει ρόλων (RBAC)	41
3.3 Πρωτόκολλο ταυτοποίησης	42
3.4 Πρωτόκολλο επικοινωνίας	46
3.5 Υπηρεσία αποθήκευσης	47
3.6 Πηγές δεδομένων	49

HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898 «ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ, ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ» (ΕΠΑνεΚ)	ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας
--	---

3.7 Οπτικοποιήσεις	49
Κεφάλαιο IV: Εφαρμογή και βασικά στοιχεία του ENCOVIZ	51
4.1 Αρχιτεκτονική	52
4.2 Στρώμα πιστοποίησης	59
4.3 Στρώμα παρουσίασης	60
4.4 Στρώμα πρόσβασης σε δεδομένα (BackEnd)	62
4.5 Στρώμα αποθήκευσης	63
4.6 Στρώμα ανταλλαγής μηνυμάτων (Middleware)	63
4.7 Διαδικασία ανάπτυξης	64
Κεφάλαιο V: Πειραματισμός και επικύρωση	66
5.1 Γενικά χαρακτηριστικά	67
5.2 Διαχειριστικά χαρακτηριστικά	67
5.3 Χαρακτηριστικά του πίνακα οργάνων του ENCOVIZ	69
Κεφάλαιο VI: Συμπεράσματα & Μελλοντικές Εργασίες	75
6.1 Συμπεράσματα	75
6.2 Προτάσεις για μελλοντική εργασία	76
Πηγές	77

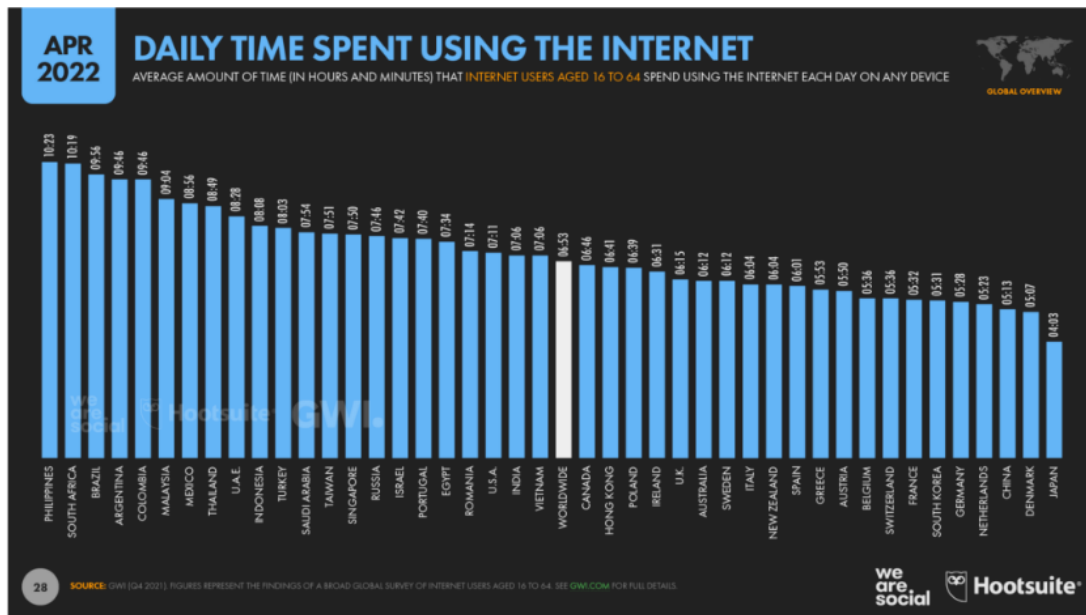
## Κεφάλαιο I: Εισαγωγή

Τριάντα χρόνια πριν, όταν ο Tim Berners-Lee δημιούργησε τον παγκόσμιο ιστό, υπήρχε μια σαφής μετάβαση από την αναλογική στην ψηφιακή εποχή. Οι πληροφορίες θα μπορούσαν να μεταφορτωθούν και να προσπελαστούν από διάφορους δικτυακούς τόπους, διατηρώντας τις απαραίτητες συσκευές συνδεδεμένες σε ένα τοπικό δίκτυο. Ενδεικτικά, στις μέρες μας υπάρχει μεταφορά 28 εκατομμυρίων terabytes ανά μήνα, ένας ρυθμός που είναι μόνιμα αυξανόμενος. Αυτή η ροή πληροφοριών οδηγεί σε ταχεία αύξηση του όγκου δεδομένων, δημιουργώντας αρκετά προβλήματα στην ανάλυση και τη συστηματική εξαγωγή συνόλων δεδομένων που είναι αρκετά πολύπλοκα και μεγάλα.

HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898  
«ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ,  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ»  
(ΕΠΑνεΚ)

ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ  
Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας

Ο ρυθμός αύξησης των δεδομένων είναι υψηλότερος από ποτέ άλλοτε. Σύμφωνα με πρόσφατες μελέτες [18], ο αριθμός των χρηστών του Διαδικτύου θεωρείται ότι υπερβαίνει τα 5 δισεκατομμύρια, ενώ πριν από επτά χρόνια μόλις και μετά βίας έφτανε τα 3 δισεκατομμύρια, βλέπε Εικόνα 1.1.

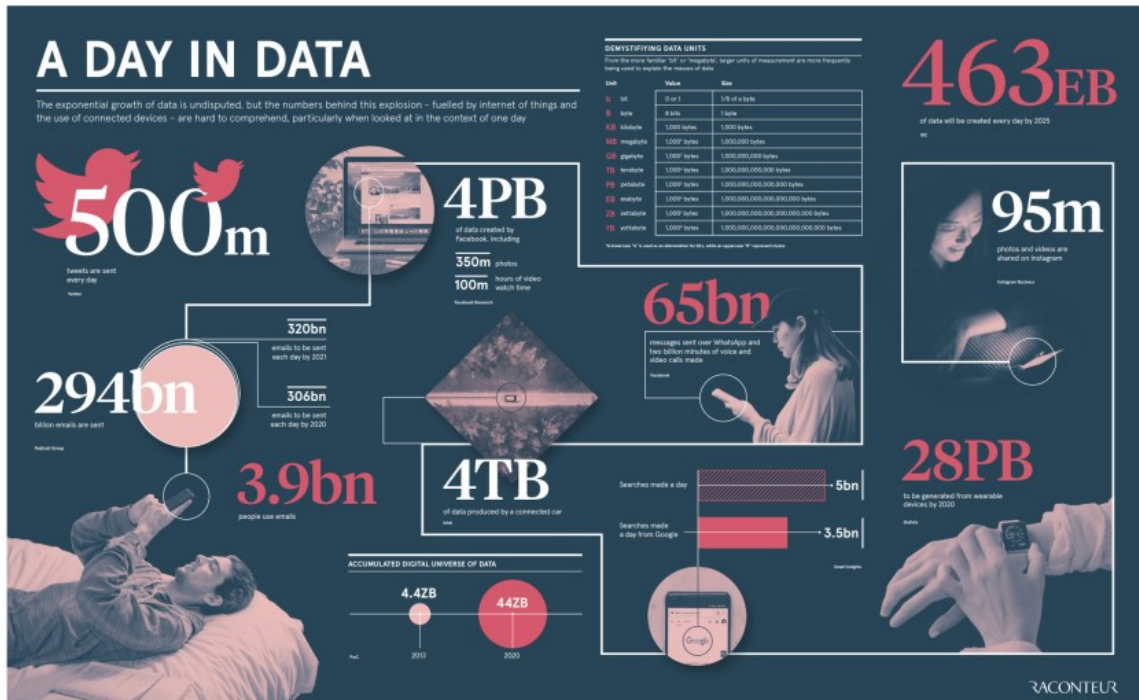


Εικόνα 1.1: Χρήστες του internet στον χρόνο.

Αυτός ο τεράστιος αριθμός χρηστών και το γεγονός ότι κάθε άνθρωπος, πόλη ή άλλη οντότητα μπορεί να θεωρηθεί από μόνος του ένα “εργοστάσιο παραγωγής δεδομένων”, μας δίνει μια εικόνα του όγκου των δεδομένων που παράγονται σε καθημερινή βάση. Σύμφωνα με την Domo[3], δημιουργούνται 2,5 quintillion bytes δεδομένων κάθε μέρα με τους σημερινούς ρυθμούς, ενώ ο ρυθμός αυξάνεται συνεχώς με την ανάπτυξη του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT). Ο όγκος των δεδομένων που παράγονται κάθε μέρα απεικονίζεται χαρακτηριστικά στην Εικόνα 1.2 , ένα πολύ ενδιαφέρον infographic που παρέχεται από το Visual Capitalist [9].

HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898  
 «ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ,  
 ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ»  
 (ΕΠΑνεΚ)

ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ  
 Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας



Εικόνα 1.2: Μια μέρα σε δεδομένα - πηγή: Visual Capitalist

Κάποιος θα μπορούσε εύκολα να ισχυριστεί ότι αυτή η αφθονία δεδομένων είναι ένα τεράστιο πλεονέκτημα, λαμβάνοντας υπόψη τις κρυμμένες πληροφορίες και τη γνώση που κρύβονται κάτω από αυτά. Ωστόσο, ταυτόχρονα δημιουργεί ένα νέο πρόβλημα. Η ανάγκη να δομηθούν, να οργανωθούν και να παρουσιαστούν αποτελεσματικά οι χρήσιμες πληροφορίες που λαμβάνονται μέσω αυτής της διαδικασίας ανάλυσης δεδομένων και δεδομένων, είναι πλέον πιο εμφανής από ποτέ. Για το σκοπό αυτό, έχουν δημιουργηθεί γραφικές διεπαφές χρήστη που παρέχουν μια συνοπτική εικόνα των βασικών δεικτών απόδοσης (KPIs) και έχουν πλέον κατακτήσει το διαδίκτυο. Τα εργαλεία αυτά ονομάζονται Dashboards - "πίνακες οργάνων" ή "πίνακες δεδομένων" και έχουν ως στόχο να παρέχουν μια επισκόπηση των πιο σημαντικών πληροφοριών που απαιτούνται για τη βελτίωση της διαδικασίας και των αποτελεσμάτων της λήψης αποφάσεων.

## 1.1 Επισκόπηση

Στο σημερινό συνεχώς εξελισσόμενο επιχειρηματικό περιβάλλον, οι εκάστοτε διαχειριστές και στελέχη πρέπει να είναι σε θέση να έχουν μια σαφή εικόνα των αναγκών των πολυάριθμων



HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898  
«ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ,  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ»  
(ΕΠΑνεΚ)

ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ  
Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας

πελατών τους, η οποία προέρχεται από την ανάλυση δεδομένων που οδηγεί σε κρίσιμα συμπεράσματα σχετικά με τις τρέχουσες εργασίες τους.

Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι ο τομέας της ενεργειακής απόδοσης, όπου οι εταιρείες άρχισαν να επικεντρώνονται στην παρακολούθηση των μετρήσεων που σχετίζονται με την ενέργεια. Με άλλα λόγια, οι εταιρείες αυτές οργανώνουν και οπτικοποιούν δεδομένα σχετικά με τις ενεργειακές τους δαπάνες, μέσω διαφόρων τεχνικών και εργαλείων, για να εξοικονομήσουν πόρους που θα ήταν οικονομικά επιζήμιοι και θα συνέβαλαν στη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Ο αριθμός των ανθρώπων που χρησιμοποιούν πίνακες οργάνων για την αυτοματοποίηση, το φιλτράρισμα και τη βελτιστοποίηση ορισμένων από τις καθημερινές τους εργασίες αυξάνεται ραγδαία. Η πανδημία Covid 19 φαίνεται ότι συνέβαλε στην ενίσχυση αυτού του φαινομένου. Τα dashboards πλέον χρησιμοποιούνται ευρέως σε πολλούς τομείς, όπως η διαχείριση επιχειρήσεων, η μάθηση και οι εκπαιδευτικές μεθοδολογίες, οι αθλητικές εκδηλώσεις κτλ.. Το παρόν παραδοτέο θα επικεντρωθεί φυσικά στα δεδομένα κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, που σχετίζεται άμεσα με το έργο Heart. Ο κύριος στόχος των dashboards είναι να παρέχουν μια οπτική αντίληψη των δεδομένων με τρόπο που οι άνθρωποι να μπορούν να επωφεληθούν από τον εντοπισμό τάσεων, μοτίβων και ανωμαλιών. Ωστόσο, είναι δύσκολο να εξαιρεθεί το χάσμα μεταξύ μιας οπτικής αναπαράστασης και του τρόπου με τον οποίο οι άνθρωποι κατανοούν και επεξεργάζονται ορισμένα δεδομένα. Ένα dashboard μπορεί να επικοινωνεί αποτελεσματικά και αποδοτικά με τους χρήστες του, εάν ο σχεδιαστής/δημιουργός χρησιμοποιεί αρχές και πρακτικές που είναι ευθυγραμμισμένες με τον τρόπο που βλέπουν και σκέφτονται οι άνθρωποι.

Παρατηρείται ότι είναι δύσκολο να καθοριστεί τι κάνει ένα "καλό" dashboard. Καθώς ο κύριος τρόπος απεικόνισης των πληροφοριών είναι η χρήση διαγραμμάτων, γραφικών παραστάσεων και πινάκων, το πρόβλημα μπορεί να αποτυπωθεί στην ερώτηση: "Ποιο από αυτά έχει περισσότερο νόημα να χρησιμοποιηθεί για ενεργειακά δεδομένα; "Επιπλέον, η επιλογή των τεχνολογιών για τη δημιουργία ενός τέτοιου πίνακα οργάνων μπορεί να είναι μια απαιτητική εργασία.

Ο κύριος στόχος και η εστίαση αυτού του παραδοτέου αφορά την σχεδίαση και τα στάδια ανάπτυξης που χρειάζονται να ακολουθηθούν για την υλοποίηση ενός dashboard που θα παρέχει μια γραφική διεπαφή για την οπτικοποίηση ενεργειακών δεδομένων. Θα χρησιμοποιείται τόσο από τους καταναλωτές όσο και από τους ενδιαφερόμενους φορείς/παρόχους ηλεκτρικής ενέργειας και θα προσφέρει διαφορετικές δυνατότητες για τον καθένα. Ωστόσο, κάθε περίπτωση θα έχει τον ίδιο στόχο, της προβολής των αντίστοιχων πληροφοριών με απλό, χρήσιμο και διαισθητικό τρόπο. Παρόλο που η προτεινόμενη προσέγγιση θα εφαρμοστεί για την κάλυψη των αναγκών στον τομέα της ενέργειας, η αρχιτεκτονική θα σχεδιαστεί για να εξυπηρετεί και άλλους τομείς.

HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898 «ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ, ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ» (ΕΠΑνεΚ)	ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας
--	---

Μπορούμε να το θεωρήσουμε περισσότερο ως μια γενικευμένη λύση-πλαίσιο, παρά ως έναν ειδικό πίνακα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο σε έναν συγκεκριμένο τομέα.

Συνοψίζοντας, μερικά από τα βασικά ερωτήματα που πρέπει και θα απαντηθούν είναι τα ακόλουθα:

- Πώς μπορούν να οπτικοποιηθούν τα ενεργειακά δεδομένα με σαφή και άμεσο τρόπο για τους τελικούς χρήστες και ποια εργαλεία οπτικής αναπαράστασης πρέπει να χρησιμοποιηθούν;
- Ποια θα ήταν η βέλτιστη αρχιτεκτονική για την οπτικοποίηση τέτοιων δεδομένων και ποιες τεχνολογίες είναι κατάλληλες για αυτού του είδους τα προβλήματα;

## 1.2 Κύριες προκλήσεις

Η ανάπτυξη ενός Dashboard είναι μια πολυδιάστατη διαδικασία. Αυτό το εργαλείο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε κάθε τομέα όπου οι χρήστες του πρέπει να έχουν μια επισκόπηση διαφόρων δεικτών για τη λήψη διορατικών αποφάσεων. Παρόλο που υπάρχουν κάποιες γενικές κατευθυντήριες γραμμές για την κατασκευή του, μια επιτυχημένη εφαρμογή πρέπει να λαμβάνει υπόψη τις συγκεκριμένες λεπτομέρειες και τα χαρακτηριστικά του τομέα στον οποίο εφαρμόζεται. Υπάρχουν προκλήσεις τόσο σε τεχνικό επίπεδο όσο και στον τρόπο παρουσίασης/εμφάνισής του στους χρήστες.

Όσον αφορά τις τεχνικές αποφάσεις, υπάρχουν πολλές τεχνολογίες που μπορούν να καλύψουν τις ανάγκες ανάπτυξης του dashboard, αν και το κρίσιμο και πιο απαιτητικό μέρος είναι η μετάφραση/μετατροπή των απαιτήσεων σε τυποποιημένα πρωτόκολλα. Με την ολοκλήρωση της εργασίας αυτής, το φάσμα των πιθανών τεχνικών λύσεων θα περιοριστεί και τα επιλεγμένα πρωτόκολλα θα υποδεικνύουν ποια από αυτές είναι η καταλληλότερη. Η επόμενη φάση (μπορεί να ακολουθήσει την προδιαγραφή των πρωτοκόλλων με τις αντίστοιχες τεχνολογίες τους ή να είναι παράλληλη με αυτήν) είναι ο σχεδιασμός της αρχιτεκτονικής του συστήματος. Κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης όλες οι προηγούμενες επιλογές ενσωματώνονται προκειμένου να παραχθεί ο σκελετός (αρχιτεκτονική) του προϊόντος. Στο πλαίσιο μιας ευέλικτης και δυναμικής μεθοδολογίας όπως η δική μας, κάθε μία από τις προηγούμενες φάσεις επανεξετάζεται, αξιολογείται, επιβεβαιώνεται και αλλάζει ανάλογα με τις ανάγκες κατά τη διάρκεια της περιόδου ανάπτυξης.

HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898  
«ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ,  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ»  
(ΕΠΑνεΚ)

ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ  
Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας

Εκτός από την τεχνική πτυχή, υπάρχουν επίσης προκλήσεις σχετικά με την ιδέα και τη φιλοσοφία πάνω στην οποία θα κατασκευαστεί το dashboard. Το βάθος και ο βαθμός των λεπτομερειών που θα απεικονίζονται θα εξαρτηθούν από την εξειδίκευση (επίπεδο εμπειρίας) και την εξοικείωση με τον τομέα των χρηστών που θα έχουν πρόσβαση σε αυτόν.

Ειδικότερα η τεχνολογική εξοικείωση (τεχνικά γραφήματα και διαγράμματα, τεχνικοί όροι κ.λπ.) είναι μια μεταβλητή που θα μπορούσε να επηρεάσει την ικανοποίηση των χρηστών του ταμπλό. Μια σχετική γνώση μπορεί να είναι επωφελής για ορισμένους από αυτούς, ενώ περιορίζει τη χρήση της για άλλους. Αυτό μπορεί να ερμηνευθεί με αμφίδρομο τρόπο. Οι τεχνικοί χρήστες θα έχουν περισσότερες δυνατότητες, αφού μπορούν να εξετάσουν τις λεπτομέρειες σε μεγαλύτερο βάθος, αλλά επειδή απευθύνεται κυρίως σε αυτούς, οι μη τεχνικά καταρτισμένοι δεν θα είναι σε θέση να κατανοήσουν τις παρεχόμενες πληροφορίες. Το γεγονός ότι η όλη πτυχή συνδέεται στενά με τον όρο "τεχνολογική εξοικείωση", την καθιστά αυτόματα έναν υποκειμενικό παράγοντα. Η εμπειρία του χρήστη θα βελτιωθεί και η αποτελεσματικότητα του dashboard θα αυξηθεί, καθώς θα εμφανίζονται μόνο τα κρίσιμα δεδομένα με απλό και διαφανή τρόπο. Η αποτελεσματική λήψη αποφάσεων, που είναι ο κύριος στόχος ενός dashboard, θα επιτευχθεί εάν εφαρμοστούν οι κατάλληλες τεχνικές απεικόνισης σύμφωνα με τα δεδομένα που πρέπει να απεικονιστούν.

Για να αντιμετωπίσουμε τις προκλήσεις που αναφέραμε πιο αποτελεσματικά, χωρίσαμε ολόκληρο το σύστημα σε μικρότερες εργασίες (μία για κάθε πρόκληση). Η εστίαση στην εξεύρεση τρόπων επίλυσης αυτών των επιμέρους εργασιών οδήγησε τελικά στην κατασκευή του συστήματος.

### 1.3 Βασικές Συνεισφορές

Η πρόθεση του ENCOVIZ είναι να παρέχει μια προσέγγιση που βοηθά τόσο στις τεχνικές προκλήσεις όσο και στις αρχές σχεδίασης που πρέπει να ακολουθούνται. Η κατασκευή ενός αποτελεσματικού και αποδοτικού (από πλευράς αποτελεσματικότητας) dashboard είναι ο τελικός στόχος αυτής της ολοκληρωμένης πρότασης, η οποία ξεκινά με τη συλλογή και αξιολόγηση των απαιτήσεων (κριτήρια αποδοχής) και καταλήγει στην ανάπτυξη της εφαρμογής (όλα τα ενδιάμεσα στάδια/φάσεις εξετάζονται και αναλύονται σε βάθος).

Παρόλο που το ENCOVIZ Dashboard έχει κατασκευαστεί για να λειτουργεί στον τομέα της ενέργειας, θέλαμε τα μοναδικά χαρακτηριστικά και οφέλη του να είναι γενικά και εφαρμόσιμα σε παρόμοια συστήματα και μελλοντικές έρευνες. Οι κύριες συνεισφορές του προτεινόμενου συστήματος είναι οι εξής:

**C1 - Απλοποιημένη εγκατάσταση:** Δεν υπάρχουν προαπαιτούμενα για όποιον επιθυμεί να πειραματιστεί, να δοκιμάσει ή να εξερευνήσει το ENCOVIZ (π.χ. εγκατάσταση τεχνολογιών και

HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898  
«ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ,  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ»  
(ΕΠΑνεΚ)

ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ  
Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας

εργαλείων, διαμόρφωση υπηρεσιών τρίτων κ.λπ.). Κάθε στρώμα της εφαρμογής θα συσσωρευτεί μαζί με κάθε τεχνολογία, εργαλείο, βιβλιοθήκη και εξάρτηση που απαιτείται για να είναι λειτουργική (Application Containerization with Docker Engine [1]). Ταυτόχρονα, το μεγαλύτερο μέρος της αρχιτεκτονικής του συστήματος θα είναι προ-ρυθμισμένο όπως:

- Τα σχήματα της βάσης δεδομένων
- Ο διακομιστής πιστοποίησης με τις ρυθμίσεις του
- Το αυτοματοποιημένο υποσύστημα που θα εισάγει δεδομένα στο σύστημα

Με αυτόν τον τρόπο η διαδικασία συνεισφοράς στο έργο απλοποιείται, καθώς η μόνη απαίτηση για κάποιον που ενδιαφέρεται για αυτό, είναι να εγκαταστήσει ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης (IDE) της προτίμησής του και ο χρόνος που απαιτείται για την εγκατάσταση της εφαρμογής είναι σχεδόν αμελητέος.

**C2 - Ευρύ πεδίο χρήσης:** Το ENCOVIZ Dashboard στοχεύει στην παροχή μιας καθολικής λύσης στον τομέα της ενέργειας και ειδικότερα στην παρακολούθηση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας από δύο διαφορετικές οπτικές γωνίες (από τους ενδιαφερόμενους φορείς/παρόχους και από τους καταναλωτές/πελάτες). Ωστόσο, ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός του και ο τρόπος υλοποίησής του καθιστά δυνατή τη χρήση του και σε άλλους τομείς, απλώς με μικρές τροποποιήσεις.

**C3 - Τεχνολογική εξάρτηση:** Οι τεχνολογικές επιλογές έγιναν με βάση το πόσο καλά ανταποκρίνονται στις ανάγκες/απαιτήσεις μας και την περίοδο ανάπτυξης του dashboard. Ωστόσο, έχουμε θέσει έναν κανόνα, ώστε κάθε μία από τις τελικές επιλογές να μπορεί να είναι αντικαταστάσιμη και να μπορεί να αλλάξει όποτε χρειάζεται χωρίς να επηρεάσει (σπάσει) τη λειτουργικότητα της εφαρμογής.

**C4 - Χρήση τελευταίας τεχνολογίας:** Χρησιμοποιήθηκαν λύσεις τελευταίας τεχνολογίας (καλύτερες και πιο σύγχρονες) για να εξασφαλιστεί μια εξαιρετική εμπειρία ανάπτυξης και παράλληλα μια υψηλής απόδοσης και ασφαλής εφαρμογή που θα υποστηρίζεται μακροπρόθεσμα. Προσπαθήσαμε επίσης να καθιερώσουμε ανοικτά πρότυπα που είναι ασφαλή, ευρέως χρησιμοποιούμενα και αναγνωρισμένα από την κοινότητα λογισμικού, για:

- Να επικεντρωθούμε στις επιχειρηματικές μας απαιτήσεις και όχι να καταβάλλουμε προσπάθεια να εφαρμόσουμε πρωτόκολλα μόνοι μας. Μια τέτοια προσέγγιση θα είχε ως αποτέλεσμα ένα ανεπαρκώς χρησιμοποιημένο/δοκιμασμένο και ανασφαλές αποτέλεσμα, εκτός του ότι θα ήταν εξαιρετικά επικίνδυνο και χρονοβόρο.
- Να έχουμε την υποστήριξη και την εμπειρία της κοινότητας ανοικτού κώδικα.
- Να είναι ευθυγραμμισμένη με τις τελευταίες τάσεις και να είναι εύκολο να αντικαταστήσει οποιαδήποτε από αυτές με τις νέες συνιστώμενες.

HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898  
«ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ,  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ»  
(ΕΠΑνεΚ)

ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ  
Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας

Στο επόμενο κεφάλαιο, τα dashboard εξετάζονται από διαφορετικές οπτικές γωνίες, όπως οι τύποι, τα χαρακτηριστικά, οι σκοποί και οι τρόποι απεικόνισής τους. Παρέχεται επίσης μια ολοκληρωμένη ανασκόπηση των υφιστάμενων προσεγγίσεων στον τομέα της ενέργειας και η σχετική βιβλιογραφία. Στο 3ο κεφάλαιο περιγράφεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε και τα πρωτόκολλα που επιλέχθηκαν για την υλοποίηση του ENCOVIZ, ενώ στο 4ο κεφάλαιο περιγράφεται ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός και η επιλογή των τεχνολογιών καθώς και ο τρόπος με τον οποίο συνδυάστηκαν όλες μαζί για την παραγωγή του τελικού αποτελέσματος.

Στο 5ο κεφάλαιο, παρουσιάζονται οι βασικές περιπτώσεις χρήσης του ENCOVIZ. Τέλος, στο 6ο κεφάλαιο, συνοψίζονται τα κύρια συμπεράσματα και συζητούνται προτάσεις για μελλοντικές εργασίες

## Κεφάλαιο II: Ανασκόπηση της βιβλιογραφίας

Σε αυτό το κεφάλαιο θα προσπαθήσουμε να κατανοήσουμε τι είναι ένα dashboard. Θα εξετάσουμε τα κύρια χαρακτηριστικά του και θα αναφερθεί το ιστορικό υπόβαθρο του, ώστε να γίνει καλύτερα κατανοητή η εξέλιξή του ως εργαλείο στην πάροδο του χρόνου.

### 2.1 Ορισμός των dashboard

Είναι προφανές ότι δεν μπορούμε να ορίσουμε εύκολα τα dashboard και αυτό επαληθεύεται από την προσπάθεια τόσο των προμηθευτών λογισμικού όσο και των ακαδημαϊκών να δώσουν έναν ακριβή και συγκεκριμένο ορισμό. Καθένας από αυτούς επικεντρώνεται κυρίως στην πτυχή και στον τομέα ενδιαφέροντός του. Από τη μία πλευρά, οι προμηθευτές λογισμικού εστιάζουν στα χαρακτηριστικά του προϊόντος τους και έτσι προσπαθούν να το ορίσουν. Από την άλλη πλευρά, οι ερευνητές δίνουν έμφαση στη θεωρητική άποψη. Μιλάνε για διαφορετικούς τύπους εφαρμογών της έννοιας του dashboard και για διαφορετικά στάδια στην ανάπτυξή τους [34].

Παρόλα αυτά, μπορούμε να τις προσεγγίσουμε λαμβάνοντας υπόψη διαφορετικές οπτικές γωνίες, επειδή πρόκειται για μια πολυδιάστατη έννοια. Από μια ρεαλιστική οπτική γωνία, μπορούμε να σκεφτούμε ένα dashboard ως μια ενιαία σελίδα (γραφική διεπαφή χρήστη) που εμφανίζει συγκεντρωτικές πληροφορίες [16], με κύριες αρμοδιότητες τη συγκέντρωση, ομαδοποίηση και συλλογή πληροφοριών από διάφορες πηγές, ώστε οι χρήστες να μπορούν να αναγνωρίζουν κοινά πρότυπα και ανωμαλίες για την αυτοματοποίηση και βελτιστοποίηση καθημερινών διαδικασιών.

HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898  
«ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ,  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ»  
(ΕΠΑνεΚ)

ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ  
Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας

Μια πιο γενική περιγραφή των dashboard θα μπορούσε να είναι αυτή μιας γραφικής αναπαράστασης που περιέχει δείκτες απόδοσης για να επιτρέψει στον εκάστοτε διαχειριστή να εξάγει σχετική γνώση. Αυτός ο ορισμός περιλαμβάνει την οπτική απεικόνιση της έννοιας του dashboard, το περιεχόμενο και, επομένως, τον σκοπό για τον οποίο χρησιμοποιούνται τα dashboard. Τέλος, μπορούμε να ορίσουμε τον απώτερο σκοπό ύπαρξης ενός dashboard ως τη βοήθεια που παρέχεται στους ενδιαφερόμενους φορείς για τη λήψη αποτελεσματικών αποφάσεων για την επίτευξη των στόχων τους.

## 2.2 Ιστορία των dashboard

Ο τεράστιος όγκος πληροφοριών που υπάρχει και δημιουργείται καθημερινά οδηγεί τους οργανισμούς και συνεπώς τα στελέχη τους να προσπαθούν να τον κατανοήσουν και να παράγουν γνώση [33]. Υπάρχει μεγάλη ποικιλία εταιρικών συστημάτων πληροφοριών, όπως ο προγραμματισμός επιχειρησιακών πόρων (ERP), οι πίνακες δεικτών και το λογισμικό επιχειρηματικής ευφυΐας (BI), τα οποία προσπαθούν να παρουσιάσουν πληροφορίες με διαφορετικό τρόπο και μορφή. Αυτή η πληθώρα επιλογών μπορεί να προκαλέσει σύγχυση και να αποσπάσει την προσοχή των διαχειριστών αντί να τους βοηθήσει να λάβουν αποφάσεις προς όφελος του οργανισμού τους. Ο όρος υπερφόρτωση πληροφοριών είναι ο όρος που χρησιμοποιείται για να περιγράψει αυτό το πρόβλημα [16]. Τότε ήταν που εισήχθησαν τα dashboard και αναπτύχθηκαν αρχικά με στόχο κυρίως τη βελτίωση των ροών εργασίας των διαχειριστών και των διαδικασιών τους. Τα dashboard προσέφεραν μια ολοκληρωμένη λύση για διάφορες καθημερινές εργασίες των εταιρειών, όπως η διαχείριση της απόδοσης, οι χάρτες στρατηγικής, οι πίνακες δεικτών και το BI, το σχέδιο, ο σχεδιασμός και η παρακολούθηση των πληροφοριών που αποφέρουν αξία.

Παρατηρήθηκε επίσης, ήδη από τις έρευνες του 2003-2004 (Data Warehousing Institute) ότι τα dashboard θα γίνουν το πιο κοινό και κύριο εργαλείο απεικόνισης στην Επιχειρηματική Ευφυΐα (BI) και τη Διαχείριση Επιχειρησιακών Διαδικασιών (BPM) [31]. Το 2008, περιγράφονται με ένα ακόμη χαρακτηριστικό ως "τα πιο χρήσιμα αναλυτικά εργαλεία" σύμφωνα με τους Negash και Gray [24]. Η προθυμία των οργανισμών να αναπτύξουν dashboard αφιερωμένα στις ανάγκες τους και όχι ένα γενικό πλαίσιο που θα μπορούσε να εφαρμοστεί στην περίπτωση τους, τα έκανε ακόμη πιο ελκυστικά και ένα αναγκαίο μελλοντικό έργο [14]. Επιπλέον, σύμφωνα με μια έρευνα που διεξήγαγε η Gartner το 2010, οι δυνατότητες των ταμπλό σημείωσαν τη μεγαλύτερη ανάπτυξη, αντικαθιστώντας γρήγορα τις αναφορές και τις ad-hoc αναλύσεις [26].

## 2.3 Τύποι dashboard

Υπάρχουν τρία επίπεδα πληροφοριών, το ανώτερο, το μεσαίο και το κατώτερο επίπεδο. Το πρώτο εμφανίζει τις αναμενόμενες συνθήκες ως γραφικές αναπαραστάσεις. Το μεσαίο στρώμα παρουσιάζει τα δεδομένα σε πολυδιάστατη προοπτική, ώστε οι χρήστες να μπορούν να χωρίσουν τις πληροφορίες αυτές σε μικρότερα μέρη, ιδίως για να τις αναλύσουν πιο προσεκτικά και με διαφορετικούς τρόπους. Το τελευταίο δίνει στους χρήστες τη δυνατότητα να εξετάζουν μεμονωμένες συναλλαγές και επιχειρησιακές εκθέσεις. Μέχρι στιγμής, υπάρχουν τρεις γνωστοί τύποι dashboard που προσεγγίζουν αυτά τα επίπεδα πληροφοριών σε διαφορετικό βάθος και βαθμό: επιχειρησιακό, τακτικό και στρατηγικό [19].

**Τα επιχειρησιακά dashboard** δίνουν κυρίως έμφαση στην παρακολούθηση των λειτουργιών και εστιάζουν στην επαφή μεταξύ των εργαζομένων και των προϊσταμένων τους. Παρουσιάζουν πληροφορίες με λεπτομέρεια και δεν αποσκοπούν στη σύνοψή τους ή στην παροχή γενικών επισκοπήσεων. Μπορούμε να αναφέρουμε ορισμένες από τις χρήσεις του επιχειρησιακού dashboard, όπως η ανάλυση δεδομένων, η παρακολούθηση δραστηριοτήτων σε πραγματικό χρόνο και η άμεση παρακολούθηση γεγονότων που μπορεί να απαιτούν προσοχή [27]. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν από διευθυντές, διοικητικούς υπαλλήλους, προϊσταμένους και υπαλλήλους. Ενημερώνονται πολλές φορές μέσα σε μία μόνο ημέρα λόγω της παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο.

**Τα τακτικά dashboard** δίνουν κυρίως έμφαση στην ανάλυση και εστιάζουν στην εμφάνιση των βασικών διαδικασιών και έργων ενός τμήματος ή υπο-μονάδας του οργανισμού. Εμφανίζουν πληροφορίες τόσο λεπτομερώς όσο και ελαφρώς συνοπτικά, ανάλογα με το απαιτούμενο βάθος ανάλυσης. Μπορούμε να αναφέρουμε ορισμένες από τις χρήσεις του τακτικού dashboard, όπως η σύγκριση των επιδόσεων (πραγματική με την αναμενόμενη) και η διατήρηση του ιστορικού των μετρήσεων και των αποτελεσμάτων για την απόκτηση πολύτιμων γνώσεων για μελλοντικές στρατηγικές. Χρησιμοποιούνται κυρίως από διευθυντές και αναλυτές επιχειρήσεων. Συνήθως επικαιροποιούνται σε καθημερινή βάση, αλλά δεδομένου ότι δεν παρακολουθούν δεδομένα σε πραγματικό χρόνο, αυτό μπορεί να γίνει και σε εβδομαδιαία βάση [27].

**Τα στρατηγικά dashboard** δίνουν κυρίως έμφαση στις λειτουργίες διαχείρισης και εστιάζουν στην εκτέλεση της στρατηγικής του οργανισμού. Εμφανίζουν πληροφορίες σε υψηλό επίπεδο (συνοπτικά) ως γρήγορες επισκοπήσεις από τις οποίες οι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων (διευθυντές/προϊστάμενοι) μπορούν να παρακολουθούν την υγεία και τις ευκαιρίες της επιχείρησής τους. Μπορούμε να αναφέρουμε ορισμένες από τις χρήσεις του στρατηγικού dashboard, όπως η αξιολόγηση της στρατηγικής, η λειτουργική επισκόπηση και ο προσδιορισμός των βασικών παραγόντων απόδοσης και επιχειρηματικής αξίας. Χρησιμοποιούνται κυρίως από

HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898 «ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ, ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ» (ΕΠΑνεΚ)	ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας
--	---

στελέχη και μέλη διοικητικών συμβουλίων. Ενημερώνονται εβδομαδιαίως ή μηνιαίως (εξαρτάται από τον οργανισμό), καθώς έχουν ως στόχο να παρέχουν ένα είδος αναφοράς.

## 2.4 Χαρακτηριστικά των dashboard

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, ένα dashboard θα μπορούσε να περιγραφεί ως μια προβολή μίας σελίδας. Για την υλοποίηση ενός αποτελεσματικού dashboard είναι απαραίτητο να έχει καθοριστεί με ακρίβεια ο στόχος του, λόγω του περιορισμένου αυτού χώρου. Η ύπαρξη ενός συνοπτικού στόχου οδηγεί στην προβολή μόνο των σημαντικών πληροφοριών. Η εμφάνιση μόνο των βασικών δεδομένων κάνει το ταμπλό να εκπληρώνει τον σκοπό της ύπαρξής του, ο οποίος είναι να επικοινωνεί με απλό και σαφή τρόπο μηνύματα στους χρήστες του. Πώς όμως μπορεί να μεταφερθεί ένα μήνυμα στους παραλήπτες, ελέγχοντας ότι μπορούν να το αξιοποιήσουν στο έπακρο;

Δύο από τα βασικά εργαλεία που χρησιμοποιούνται για την οπτικοποίηση δεδομένων είναι τα γραφήματα - πίνακες οργάνων και οι επιχειρηματικές εκθέσεις που αποτελούνται δυναμικά από πολλούς δείκτες. Οι επιχειρήσεις, οι δημόσιες υπηρεσίες και κάθε σύγχρονος οργανισμός πρέπει να παρακολουθούν, με δομημένο τρόπο, διάφορες μεταβλητές και την εξέλιξή τους με την πάροδο του χρόνου. Με την παρακολούθηση αυτών των τάσεων, μπορούν να αποκτήσουν καλύτερη εικόνα του περιβάλλοντος (π.χ., μελετώντας τα δημογραφικά στοιχεία της περιοχής τους ή στοιχεία σχετικά με την οργάνωση των τοπικών αγορών και την απασχόληση).

Φυσικά, όλα τα παραπάνω προϋποθέτουν τη δημιουργία ενός κατάλληλου περιβάλλοντος με μετρήσιμα μεγέθη, ή αλλιώς, μετρικές, δείκτες σημασίας, γραφικές αναπαραστάσεις και περισσότερα σύνθετα εργαλεία όπου χρησιμοποιούνται πολλές τεχνολογίες για την υλοποίησή τους. Οι αναλύσεις και οι επιχειρηματικές εκθέσεις είναι οι μέθοδοι και τα βασικά εργαλεία για την απάντηση ερωτημάτων, όπου οι δείκτες παρουσιάζονται με σαφή τρόπο και οργανώνονται, αλλά ο λόγος σχηματισμού τους είναι άγνωστος. Από την άλλη πλευρά, τα γραφήματα-διαγράμματα μιας εταιρείας παρέχουν πληροφορίες στους διευθυντές ώστε να μπορούν να λαμβάνουν σωστές αποφάσεις σχετικά με τις μελλοντικές κινήσεις και δραστηριότητες της. Επομένως, το dashboard είναι μια γραφική διεπαφή μέσω της οποίας διαβάζει κανείς τις συγκεντρωτικές πληροφορίες που παρέχονται από τα δεδομένα. Οι πίνακες οργάνων χρησιμοποιούνται συστηματικά για την παραγωγή πληροφοριών, την ποσοτικοποίηση μιας κατάστασης, την κατανόηση της απόδοσης ενός έργου (μέτρηση/αξιολόγηση) και την παρακολούθηση της εξέλιξης των αντικειμένων. Ως εκ τούτου, διαφέρουν από επιχείρηση σε επιχείρηση.

Εναπόκειται σε κάθε εταιρεία, οργανισμό ή δημόσια υπηρεσία να αποφασίσει για τον τύπο και τον αριθμό των διαγραμμάτων και ταμπλό μέσω των οποίων θα παρακολουθεί τις πληροφορίες



HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898  
«ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ,  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ»  
(ΕΠΑνεΚ)

ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ  
Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας

που τον ενδιαφέρουν. Ορισμένα dashboard έχουν σχεδιαστεί για να δείχνουν την απόδοση ενός έργου, την παροχή μιας υπηρεσίας ή μιας εταιρείας ή ενός μέρους της. Οι δείκτες με αυτές τις ιδιότητες ονομάζονται βασικοί δείκτες απόδοσης (Key Performance Indicators - KPIs) [13]. Πρόκειται για δείκτες που προορίζονται να βοηθήσουν τα στελέχη να κατανοήσουν και να σταθμίσουν:

- Την πρόοδο προς την επίτευξη των στόχων που έχουν θέσει.
- Οι υπηρεσίες/προϊόντα που προσφέρονται από την άποψη της ικανοποίησης των χρηστών (ποσοτικοί δείκτες)
- Οι επιδόσεις με την πάροδο του χρόνου, όσον αφορά συγκεκριμένες δραστηριότητες, π.χ., οι πωλήσεις σε μια εταιρεία, ο αριθμός των τηλεφωνικών αιτημάτων που διεκπεραιώνονται σε έναν οργανισμό (δείκτες κατεύθυνσης)
- Η οικονομική κατάσταση της επιχείρησης (χρηματοοικονομικοί δείκτες)

Τα γραφικά που περιλαμβάνονται στο dashboard , ως κύριες οπτικές αναπαραστάσεις, πρέπει να είναι εύκολα κατανοητά. Τα δεδομένα που απεικονίζονται θα πρέπει να αναφέρονται σε πληροφορίες υψηλού επιπέδου (πρωτογενείς) και όχι σε δευτερογενείς/πρόσθετες μετρήσεις. Το τελευταίο μπορεί να παρέχει μια πιο γενική και σφαιρική επισκόπηση του τομέα, αλλά όταν πρόκειται για dashboard, μπορεί απλώς να προσθέσει περισσότερο θόρυβο. Ωστόσο, είναι δύσκολο να καθοριστεί τι μπορεί να οριστεί ως πρωτογενής και τι ως δευτερογενής πληροφορία. Η κατηγοριοποίηση των πληροφοριών φαίνεται περισσότερο υποκειμενική παρά αντικειμενική απόφαση. Γι' αυτό το λόγο, τα dashboards θα πρέπει να δίνουν τη δυνατότητα στους χρήστες τους να καθορίζουν οι ίδιοι ποιες οπτικοποιήσεις είναι πιο σχετικές με το στόχο τους [15].

Εκτός από τα χαρακτηριστικά των αποτελεσματικών μηνυμάτων, ένας άλλος κρίσιμος παράγοντας για αυτά είναι το επίπεδο επεξεργασίας που έχουν υποστεί. Υπάρχουν δύο κύριες κατηγορίες απεικόνισης με βάση τα δεδομένα που εμφανίζονται: Οπτικοποίηση με χρήση βασικών δεδομένων και Οπτικοποίηση με χρήση αναλυμένων δεδομένων[28].

- **Οπτικοποίηση με χρήση βασικών δεδομένων:** Αυτή η οπτικοποίηση δεν περιέχει ανάλυση. Τα δεδομένα που απεικονίζονται είναι ως επί το πλείστον στατιστικά. Ο τελικός χρήστης μπορεί να επιλέξει από μια ποικιλία χαρακτηριστικών και επιλογών απεικόνισης, όπως χρονικά εύρη και κινούμενα σχέδια.
- **Οπτικοποίηση με χρήση των αναλυμένων δεδομένων:** Πριν από την οπτικοποίηση, απαιτείται λεπτομερής εξέταση και ανάλυση της βάσης και των σχετικών δεδομένων. Τα αναλυμένα δεδομένα, οι αναλυτικές λεπτομέρειες των αποτελεσμάτων και οι εναλλακτικές λύσεις γι' αυτά είναι μερικά παραδείγματα αυτής της απεικόνισης.

HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898  
«ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ,  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ»  
(ΕΠΑνεΚ)

ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ  
Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας

Το τελευταίο μέρος των δεδομένων που πρέπει να περιλαμβάνονται σε ένα dashboard μπορεί να αναλυθεί απαντώντας σε τρεις βασικές ερωτήσεις:

1. **Τι** είδους πληροφορίες θέλουν να βλέπουν οι τελικοί χρήστες σε ένα dashboard ;
2. **Γιατί** θέλουν να τις δουν;
3. **Πώς** θέλουν να χρησιμοποιήσουν το dashboard στις καθημερινές τους δραστηριότητες;

Υπάρχουν πολλοί τρόποι για τον καθορισμό του περιεχομένου αυτών των ερωτήσεων, όπως προσωπικές συνεντεύξεις με τους χρήστες, η κυκλοφορία μιας beta έκδοσης του προϊόντος και η παρατήρηση του τι έχει περισσότερο νόημα κ.ά. Αυτό που είναι αξιοσημείωτο εδώ είναι ότι στις περισσότερες περιπτώσεις είναι δύσκολο να προβλεφθεί ποιες θα είναι οι πληροφορίες κάθε τομέα που είναι απαραίτητες για την οπτικοποίηση. Τα αποτελέσματα ενδέχεται να διαφέρουν ανάλογα με τους τελικούς χρήστες, τον τομέα και τον τρόπο καθημερινής εργασίας [21].

## 2.5 Σκοποί του πίνακα

Τα dashboard έχουν συμβάλει στη λειτουργία και την ανάπτυξη των επιχειρήσεων από την πρώτη ημέρα που εισήχθησαν στην αγορά. Σήμερα, φαίνεται ότι αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι τους. Όπως έχουμε ήδη αναφέρει, ο συνδυασμός της υπερφόρτωσης δεδομένων σε συνδυασμό με τις περιορισμένες ανθρώπινες δυνατότητες επεξεργασίας καθιστούν τα dashboard απαραίτητα εργαλεία για το σχεδιασμό μιας στρατηγικής που θα ξεπεράσει τους ανταγωνιστές. Η ύπαρξη ενός ενιαίου σημείου αλήθειας ως το βασικό στοιχείο για τον σχεδιασμό μιας στρατηγικής, εξαλείφει το χάσμα και τις διαφορές που μπορεί να προκύψουν μεταξύ των διάφορων τμημάτων του οργανισμού. Σε μια παγκόσμια και πολυεθνική εταιρεία, για παράδειγμα, υπάρχουν διαφορές στις αξίες, στις μετρήσεις επιδόσεων και στις πρακτικές υποβολής εκθέσεων λόγω της ποικιλομορφίας και της διαφοροποίησης των τακτικών που εφαρμόζονται σε κάθε μία από τις χώρες. Οι πίνακες ελέγχου παρέχουν έναν συγκεντρωτικό και τυποποιημένο τρόπο για να διασφαλιστεί ότι όλα τα μέλη του οργανισμού είναι ευθυγραμμισμένα και "στην ίδια σελίδα" για τον καθορισμό των επιτυχιών και των αποτυχιών. Επιπλέον, οι προκατειλημμένοι διαχειριστές όσον αφορά την ερμηνεία των δεδομένων και, συνεπώς, τη λήψη αποφάσεων είναι ένα κοινό φαινόμενο και πρόβλημα στους οργανισμούς. Οι πίνακες οργάνων είναι και πάλι οι επιλύτες αυτού του προβλήματος, χωρίς να αφήνουν χώρο για υποκειμενικές εισροές και παρέχοντας ένα "συμβόλαιο" που κανείς δεν μπορεί να αμφισβητήσει και στο τέλος θα συμφωνήσει. Αυτή η συνέπεια που επιβάλλεται σε κάθε τμήμα και μονάδα ενός οργανισμού είναι ένας από τους κύριους σκοπούς του dashboard .

Η λειτουργία των dashboard είναι πανομοιότυπη και σε περιπτώσεις παρακολούθησης - επιτήρησης. Μπορούν να παρακολουθούν ή, για να είμαστε πιο ακριβείς, να εμφανίζουν

HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898 «ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ, ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ» (ΕΠΑνεΚ)	ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας
--	---

μετρήσεις που υποδεικνύουν τι πρέπει να γίνει ως επόμενο βήμα. Αυτή η παρακολούθηση/επιτήρηση μπορεί να αξιολογήσει την πρόοδο όσον αφορά την απόδοση της μονάδας ή του ατόμου, να ενεργήσει προληπτικά αποκαλύπτοντας ότι πρέπει να ληφθεί μια διορθωτική δράση ή να διατηρήσει το ιστορικό. Με άλλα λόγια, τα dashboard μπορούν να συμβάλλουν στον προγραμματισμό, τους στόχους και τον καθορισμό της στρατηγικής των οργανισμών.

Τέλος, η επικοινωνία πληροφοριών σε διαφορετικούς αποδέκτες με στόχο να είναι σαφής και να τους βοηθήσει να επιτύχουν τους στόχους τους είναι τουλάχιστον δύσκολο να γίνει μόνο με τη χρήση ενός εργαλείου. Ορισμένοι ενδιαφέρονται κυρίως για τις τεχνικές μετρήσεις, αλλά κάποιοι άλλοι θέλουν τις ίδιες πληροφορίες μεταφρασμένες σε παραδείγματα του πραγματικού κόσμου (όπως η πιστότητα των πελατών, τα κέρδη κ.λπ.). Σκοπός των dashboard είναι να γεφυρώσουν αυτό το επικοινωνιακό χάσμα [25]. Όλοι οι προαναφερθέντες σκοποί μπορούν να συνοψιστούν συνοπτικά ως εξής:

- Εφαρμογή συνέπειας
- Παρακολούθηση
- Σχεδιασμός
- Επικοινωνία

Μέχρι τώρα προσπαθήσαμε να κατανοήσουμε τα dashboard σε υψηλό επίπεδο ορίζοντάς τα, παρουσιάζοντας ένα χάρτη του ιστορικού τους, διαχωρίζοντάς τα με βάση διαφορετικά κριτήρια και εμβαθύνοντας στα κύρια χαρακτηριστικά τους καθώς και στους στόχους ύπαρξής τους. Τώρα που έχουμε αυτή τη βασική κατανόηση, θα ήταν βολικό να συνεχίσουμε χωρίζοντάς τα στα θεμελιώδη μέρη τους και εξετάζοντας το καθένα από αυτά. Ειδικότερα, θα επικεντρωθούμε στις διάφορες τεχνικές οπτικοποίησης που χρησιμοποιούνται συνήθως για να δώσουν μια γραφική αναπαράσταση των πληροφοριών που προσπαθούν να μεταδώσουν τα dashboard στους τελικούς χρήστες τους.

## 2.6 Γραφικές Οπτικοποιήσεις

Εκτός από την ξεκάθαρη ανάγκη των εταιρειών και των οργανισμών να έχουν πρόσβαση σε πληροφορίες και να τις αναλύουν προς όφελός τους, υπάρχει επίσης μια μεταβλητή που παίζει καθοριστικό ρόλο σε κάθε διαδικασία, ο χρόνος. Κάθε διαδικασία χειρισμού δεδομένων και διεισδυτικής ανάλυσης πρέπει να είναι αρκετά γρήγορη ώστε να παρακολουθεί την ημερήσια, μηνιαία, ετήσια εξέλιξη της αγοράς ή ακόμη και να την προβλέπει. Ένα από τα πολυάριθμα βήματα στις διαδικασίες χειρισμού δεδομένων είναι η οπτικοποίηση δεδομένων που εξυπηρετεί

HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898  
«ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ,  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ»  
(ΕΠΑνεΚ)

ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ  
Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας

αυτόν τον σκοπό και όχι μόνο. Η κύρια χρήση της οπτικοποίησης δεδομένων είναι η γρήγορη και "εύπεπτη" απορρόφηση πληροφοριών από τους χρήστες, μέσω ενός δύσχρηστου και τεράστιου συνόλου δεδομένων. Αυτή η απεικόνιση πρέπει να γίνεται με τρόπο ώστε η ροή πληροφοριών να καταλήγει ως γνώση στους παραλήπτες ανάλογα με την κάθε περίπτωση και να υλοποιείται με τη βοήθεια των dashboard.

### 2.6.1 Κατευθυντήριες γραμμές για την ανάπτυξη ενός dashboard

Ακόμη και αν τα dashboard μπορούν να περιλαμβάνουν πολλά δεδομένα στην προβολή τους, ο πρωταρχικός τους στόχος είναι να επικοινωνήσουν ένα ενιαίο μήνυμα στους παραλήπτες, όπου θα πρέπει να εμφανίζονται οι πιο κρίσιμες πληροφορίες, οι οποίες συμβάλλουν πραγματικά σε έναν συγκεκριμένο στόχο. Το μήνυμα αυτό πρέπει να έχει ορισμένα χαρακτηριστικά που θα βοηθήσουν τους αποδέκτες του να το αξιοποιήσουν πλήρως, να λάβουν μια ουσιαστική απόφαση/δράση προς όφελός τους, να κάνουν έγκυρες προβλέψεις και να προγραμματίσουν τα μελλοντικά τους βήματα. Όπως παρουσιάστηκε και από άλλους ερευνητές[15], τα πιο κρίσιμα από αυτά είναι τα ακόλουθα:

- Το μήνυμα πρέπει να είναι σαφές.
- Οι πληροφορίες που εμφανίζονται στον πίνακα οργάνων είναι συνήθως ένα σύνολο γραφικών και κειμένου με έμφαση στις οπτικές αναπαραστάσεις. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα οπτικά μέσα μπορούν να μεταδώσουν περισσότερο νόημα από το κείμενο από μόνο του. Τα σαφή και εύληπτα γραφικά είναι μια από τις βασικές απαιτήσεις από άποψη σχεδιασμού.
- Το μήνυμα πρέπει να είναι συνοπτικό.
- Οι κύριες μετρήσεις ενός dashboard συνίσταται να χωράνε σε μία μόνο οθόνη χωρίς να χρησιμοποιείτε κάθετη και οριζόντια κύλιση. Οι χρήστες θα πρέπει να μπορούν να περιηγηθούν εύκολα σε όλα τα οπτικά στοιχεία και να λαμβάνουν τις πληροφορίες που χρειάζονται. Εάν κάποιο σύστημα περιέχει πολλές μετρήσεις και μεταβλητές και κάθε μία από αυτές πρέπει να εμφανίζεται, τότε θα πρέπει να οργανώνονται με τέτοια προτεραιότητα ώστε η πιο σημαντική να παρουσιάζεται στην κύρια σελίδα.
- Το μήνυμα πρέπει να είναι προσανατολισμένο στους στόχους.

Στόχος του dashboard είναι να εξαλείψει την απόσταση μεταξύ των στόχων και των σκοπών του χρήστη σε κάθε περίπτωση, ακόμη και αν πρόκειται για κρίσιμες επιχειρηματικές πληροφορίες ή για την επιτυχή ολοκλήρωση ενός έργου στην ώρα του. Υπάρχει μια τεχνική όπου οι χρήστες αναφέρουν ποιοι δείκτες είναι πιο σχετικοί με τους στόχους τους σε σύγκριση με άλλους. Αυτό ονομάζεται βρόχος ανατροφοδότησης και μέσα από διάφορες μελέτες αποδείχθηκε ότι είναι μια

HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898 «ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ, ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ» (ΕΠΑνεΚ)	ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας
--	---

πολύ πολύτιμη διαπίστωση που πρέπει να ληφθεί υπόψη. Ένα από τα κύρια στοιχεία ενός αποτελεσματικού σχεδιασμού είναι η οπτική αναπαράσταση και διάταξη. Αυτό σημαίνει ότι πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στα οπτικά στοιχεία, τα διαγράμματα, τα γραφήματα κ.λπ. Ενώ τα γραφήματα πρέπει να περιέχουν ελκυστικές εικόνες για τους χρήστες, μια υπερπλήρης οθόνη με περιπτώσεις χρωματικές συμπληρώσεις θα μπορούσε να οδηγήσει σε σύγχυση και απόσπαση της προσοχής από το επιθυμητό αποτέλεσμα. Θα πρέπει επίσης να υπάρχει σαφής αναπαράσταση των δεδομένων, ειδική επισήμανση των σημαντικών πληροφοριών κ.λπ. Έτσι, ένας απλουστευμένος κατάλογος οδηγιών [22] που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη, παρουσιάζεται στον Πίνακα 2.1:

Guideline	Description
Target Audience	Base your presentation on the user's knowledge.
Screen Boundaries	Adjust graphs and text borders within the screen boundaries.
Data Setup	Related and comparison data should be placed near each other.
Data Context	Explain the displayed data through comparisons and targeted results.
Data Display	Present data that are only important for insights and decision making.
Choice of Media Display and Design	Choose the display media that can transport wanted information in the best way. (e.g., images or video, depending on the situation)
Highlights of crucial data	Anything that should capture the recipients' attention should stand out to the rest of the info.
Attractive Dashboard	A well organized and structured dashboard leads to more attention by the audience.
Color	Few and not intense colors should be used unless there is a need for highlighting.
Timeline	Each dataset should be accompanied by the date it was produced.
Summary	Sometimes a summary of the dashboard should be written, in case you cannot exclude a big amount of information.

Πίνακας 2.1: Σύντομες οδηγίες για την κατασκευή ενός dashboard. Λαμβάνοντας υπόψη τις παραπάνω οδηγίες, παρουσιάζεται ένα βασικό σύνολο τεχνικών οπτικοποίησης στο ακόλουθο υποκεφάλαιο.

## 2.6.2 Τεχνικές οπτικοποίησης δεδομένων ενός dashboard

Επί του παρόντος, υπάρχουν διάφορες τεχνικές οπτικοποίησης δεδομένων που χρησιμοποιούνται σε διάφορους επιχειρηματικούς τομείς και οργανισμούς. Είναι πολύ πιθανό ότι

HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898  
«ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ,  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ»  
(ΕΠΑνεΚ)

ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ  
Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας

αυτή η εξερεύνηση των δεδομένων μέσω γραφικών αναπαραστάσεων, αλγορίθμων που παρέχουν υπηρεσίες εξόρυξης δεδομένων και ανθρωπίνων διεπαφών μέσω οπτικών ερεθισμάτων, θα συμβάλει σε μελλοντικές ανακαλύψεις και ιδέες. Παρακάτω παρουσιάζουμε έναν κατάλογο τεχνικών που αποδείχθηκαν επιτυχείς τόσο στη διερευνητική ανάλυση δεδομένων όσο και στην εξόρυξη μεγάλων βάσεων δεδομένων, ως εξής:

**Auto-charting:** Η αυτόματη χαρτογράφηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για γρήγορα αποτελέσματα και ενδεικτικές επιλογές σχεδιασμού. Μπορεί να παράγει πολύ ικανοποιητικά αποτελέσματα, μέσω της μεταφοράς και απόθεσης στην παλέτα. Ωστόσο, ο χρήστης θα πρέπει να έχει υπόψη του ότι μπορεί να μην δημιουργεί πάντα την οπτικοποίηση που χρειάζεται και σε μια τέτοια περίπτωση θα πρέπει να γίνει τροποποίηση.

**Πίνακας συσχέτισης:** Αποτελεί μια πολύ σημαντική πτυχή στη σύγκριση και στην ανάλυση δεδομένων. Βασικά, ο πίνακας αυτός εμφανίζει οποιαδήποτε συσχέτιση μεταξύ των συνόλων δεδομένων. Σκοπός του είναι ο γρήγορος εντοπισμός μεταβλητών που σχετίζονται μεταξύ τους, με αποτέλεσμα να προκύπτουν συνδέσεις που μπορεί να μην είναι σαφείς με την πρώτη ματιά. Η ισχύς κάθε συσχέτισης μπορεί να αναπαρασταθεί γραφικά. Για παράδειγμα, εάν τα δεδομένα ομαδοποιούνται σε κουτιά, τότε η χρωματική ένταση του κουτιού θα μπορούσε να υποδηλώνει αυτό το μέτρο. Τα πιο σκούρα κουτιά θα υποδείκνυαν ισχυρότερη συσχέτιση, ενώ τα πιο ανοιχτά κουτιά θα υποδείκνυαν ασθενέστερη συσχέτιση.

**Διάγραμμα δικτύου:** Αυτό το διάγραμμα συνδέει διαφορετικούς πίνακες με κόμβους και δεσμούς, όπως ένα σύστημα ηλεκτρικού κυκλώματος. Έτσι, αντικατοπτρίζει τις σχέσεις μεταξύ των μεταβλητών. Επίσης, κάθε σύνδεση θα μπορούσε να αναπαρασταθεί με ένα βέλος, απεικονίζοντας μια ροή γεγονότων, μια μονόδρομη σχέση των περιεχομένων. Γενικά, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ημιδομημένα ή αδόμητα δεδομένα.

**Διαγράμματα Sankey:** έχουν κάποιες ομοιότητες με τα διαγράμματα δικτύου όσον αφορά την κατευθυντική αναπαράσταση των πληροφοριών. Αυτά τα διαγράμματα χρησιμοποιούν την ανάλυση διαδρομής για να δείξουν τις κινήσεις των συναλλαγών μέσω ενός συστήματος. Ωστόσο, η κύρια διαφορά είναι ότι τα διαγράμματα Sankey έχουν συνήθως συνδέσμους μίας κατεύθυνσης για τη συγχώνευση μεταβιβάσεων. Επιπλέον, το πλάτος κάθε διαγράμματος Sankey επιτρέπει να βλέπει κανείς μοτίβα ροής και να αναγνωρίζει τάσεις, όπως το από πού εισέρχονται οι πελάτες σ'έναν ιστότοπο, πού πλοηγούνται και από πού εξέρχονται. Το πλάτος κάθε συνδέσμου υποδηλώνει τη συχνότητα/μέγεθος κάθε συμβάντος. Κατά συνέπεια, υπάρχει μεγάλη πιθανότητα εντοπισμού προτύπων σε ορισμένες ροές που οδηγούν σε εύστοχα αποτελέσματα.

**Οπτικοποίηση για κινητές συσκευές:** Το πρώτο πράγμα που πρέπει να εξετάσουμε εδώ είναι ο σχεδιασμός μιας κινητής συσκευής. Το μέγεθός τους είναι μικρό σε σύγκριση με άλλες συσκευές

HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898  
«ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ,  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ»  
(ΕΠΑνεΚ)

ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ  
Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας

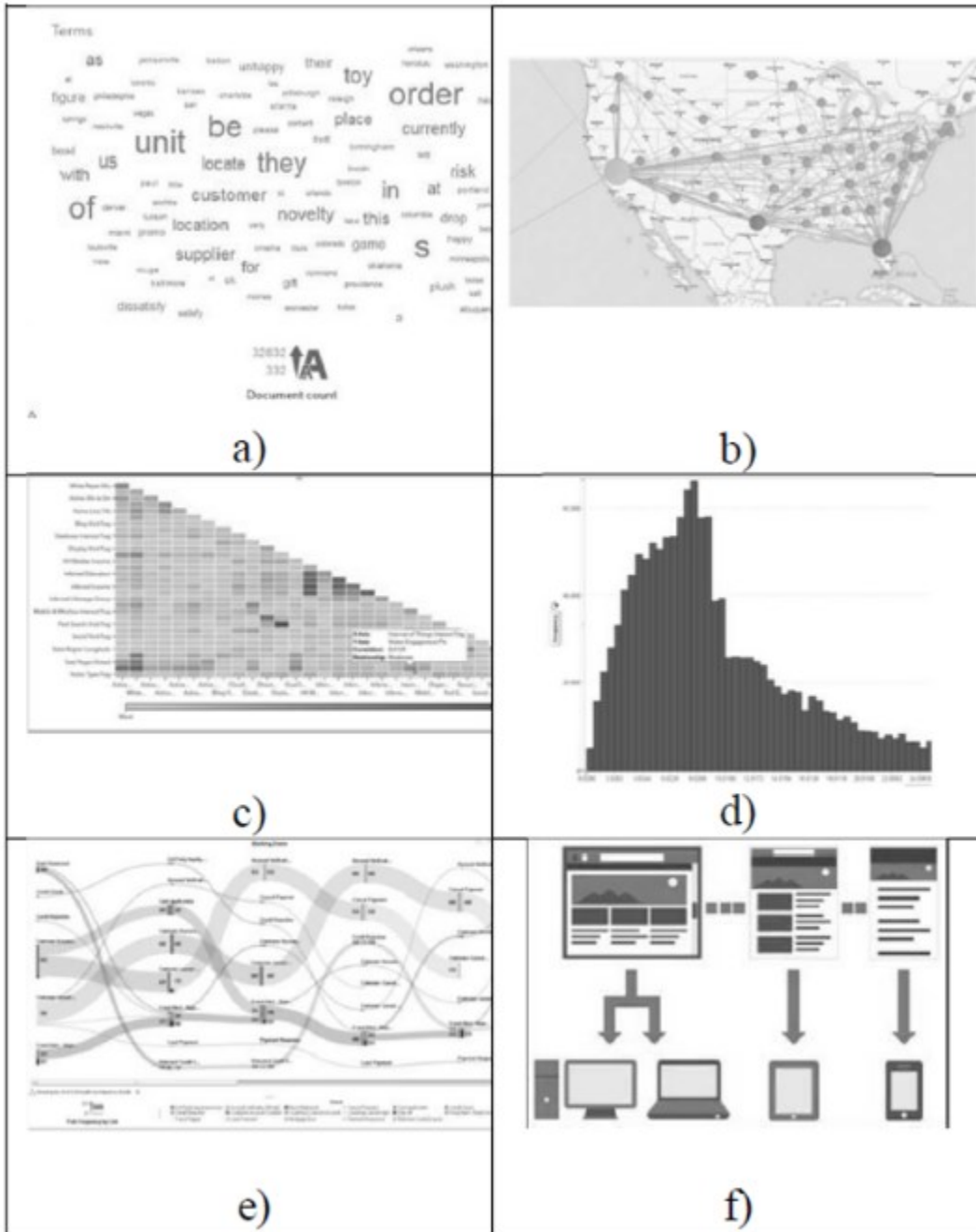
απεικόνισης, οπότε κάθε απεικόνιση πρέπει να είναι κατάλληλη για αυτά τα συγκεκριμένα όρια οθόνης. Κάθε σύνθετο και υπερφορτωμένο dashboard θα πρέπει να τροποποιηθεί σε αυτή την περίπτωση. Επίσης, θα πρέπει να έχουμε κατά νου ότι υπάρχει ποικιλία σχημάτων οθόνης. Ως εκ τούτου, όλες οι εικόνες θα πρέπει να παρουσιάζονται χωρίς να χάνουν την ποιότητά τους τόσο για online όσο και για offline εργασίες και για το σκοπό αυτό πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα ρευστά πλέγματα (fluid grids). Έτσι, εν συντομία, οι επιχειρήσεις πρέπει να παρέχουν πληροφορίες σε κινητές συσκευές, tablets και smartphones, ανεξαρτήτως χρόνου και τοποθεσίας. Αυτή η ανάγκη μπορεί να απεικονιστεί με ένα σχέδιο πλέγματος που μεταφράζεται σε διαφορετικές οθόνες.

**Σύννεφο λέξεων:** Σε ειδικές (σπάνιες) περιπτώσεις, η καταλληλότερη οπτική απεικόνιση αποτελείται από λέξεις, όπου το μέγεθος της λέξης αντιπροσωπεύει τη συχνότητά της μέσα σε ένα σώμα κειμένου.

Στην επόμενη εικόνα, βλέπε Εικόνα 2.1, όπου παρουσιάζονται οπτικά οι προαναφερθείσες τεχνικές, μπορούμε να κατανοήσουμε καλύτερα τις περιπτώσεις χρήσης της καθεμιάς. Παρεμπιπτόντως, αρκεί να σκεφτεί κανείς το χρόνο που περνούν οι άνθρωποι στις κινητές συσκευές ή ακόμη και στα tablet τους, καθώς και την εξάπλωση της χρήσης τους παγκοσμίως, για να επισημάνει τη σημασία της τεχνικής που παρουσιάζεται στο στην υπο-εικόνα (2.1.f) στις μέρες μας.

HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898  
«ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ,  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ»  
(ΕΠΑνεΚ)

ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ  
Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας



Εικόνα 2.1: α) Σύννεφο λέξεων, β) Διάγραμμα δικτύου, γ) Πίνακας συσχέτισης, δ) Το Autocharting παράγει ένα ραβδόγραμμα για να δείξει την κατανομή ενός μεμονωμένου μέτρου, ε) Διάγραμμα Sankey, στ) Grid design μεταφρασμένο σε διαφορετικές οθόνες [33].



HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898  
«ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ,  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ»  
(ΕΠΑνεΚ)

ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ  
Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας

Αν και οι παραπάνω τεχνικές είναι επαρκείς για την οπτικοποίηση διαφόρων τύπων δεδομένων, θα θέλαμε να εμβαθύνουμε σε πιο λεπτομερείς αναπαραστάσεις και το λόγο πίσω από τη χρήση τους. Θα πρέπει να αναλύσουμε ορισμένα γραφήματα - διαγράμματα και τους στόχους τους ανάλογα με τον τύπο τους. Η σύνδεση μεταξύ του σχεδιασμού ενός dashboard και των κατάλληλων οπτικοποιήσεων είναι ζωτικής σημασίας, ωστόσο, η σύνδεση αυτή θα πρέπει να υλοποιηθεί μέσω ενός συγκεκριμένου τομέα για καλύτερη κατανόηση. Οι ακόλουθες απεικονίσεις έχουν εξεταστεί σε dashboard μάθησης και σε εκπαιδευτικούς τομείς [29], οι οποίες μπορούν εύκολα να επεκταθούν σε 17 τομείς που σχετίζονται με τις επιχειρήσεις και την ενέργεια. Μια μινιμαλιστική ταξινόμηση των κανόνων για τη σωστή επιλογή γραφικών παραστάσεων ανάλογα με τους επιδιωκόμενους στόχους ανάλυσης δεδομένων παρουσιάζεται στον ακόλουθο Πίνακα, βλέπε Πίνακας 2.2:

Goals	Charts - Graphs
Comparisons	Area, Bar, Column, Line, Scatter, Bullet
Relationship	Line, Scatter
Composition	Pie, Donut, Stacked Bar, Stacked Column
Trend	Column, Line
Distribution	Bar, Column, Boxplot

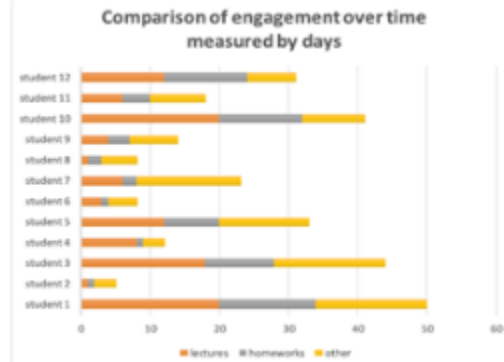
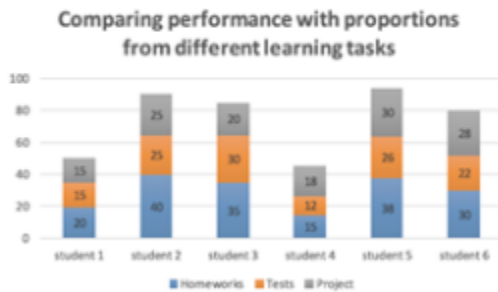
Πίνακας 2.2: Επιλογές από γραφικές αναπαραστάσεις

Θα αναφέρουμε λεπτομερώς μερικές από τις παραπάνω αναπαραστάσεις [29], αλλά θα αναφέρουμε και κάποιες νέες απεικονίσεις όπως περιγράφονται στο [23]:

**Ραβδόγραμμα:** Το κύριο χαρακτηριστικό των ραβδογραμμάτων είναι οι ορθογώνιες ράβδοι που αναπαριστούν κατηγορικά δεδομένα. Το μήκος/ύψος κάθε ράβδου είναι ανάλογο των τιμών που αντιπροσωπεύουν. Συνήθως, ο στόχος τους είναι να συγκρίνουν κατηγορίες ή να υποδεικνύουν τη σχέση μεταξύ ενός μέρους του συνόλου και του ίδιου του συνόλου. Έτσι, τα ραβδογράμματα χρησιμοποιούνται κατά προτίμηση ως δείκτες προόδου (π.χ., sales per sales person σε μια συγκεκριμένη εταιρεία) και οπτικοποιήσεις ποιοτικών συγκρίσεων (π.χ., εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από τα αυτοκίνητα σε μια πόλη με την πάροδο του χρόνου). Η τεχνική αυτή μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για πιο σύνθετη ανάλυση με μικρές τροποποιήσεις, όπως τα ομαδοποιημένα ραβδογράμματα (δύο ή περισσότερες ράβδοι ομαδοποιημένες σε μία κατηγορία) και τα στοιβαγμένα ραβδογράμματα (δύο ή περισσότερες ράβδοι η μία πάνω στην άλλη με διαφορετικό χρωματισμό). Τέλος, το κάθετο ραβδόγραμμα μπορεί επίσης να αναφέρεται ως διάγραμμα στήλης. Από την άλλη πλευρά, τα οριζόντια ραβδογράμματα, βλέπε Εικόνα 2.2, επιλέγονται όταν οι χρονικές πτυχές είναι σχετικές. Σε κάθε περίπτωση, χρησιμοποιούνται σε μεγάλο βαθμό για την κατανομή και την εμφάνιση ποσοστών.

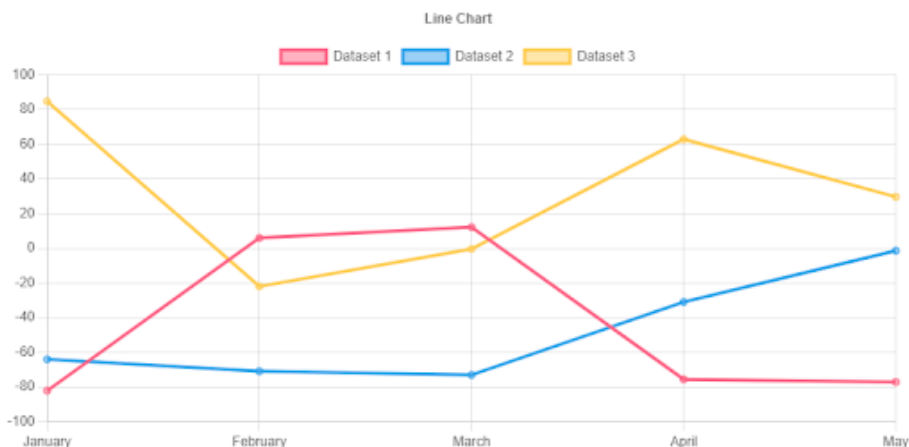
HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898  
 «ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ,  
 ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ»  
 (ΕΠΑνεΚ)

ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ  
 Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας



Εικόνα 2.2: Οριζόντιο ραβδόγραμμα που απεικονίζει τις αναλογίες του αφιερωμένου χρόνου σε διάφορες μαθησιακές εργασίες [15]

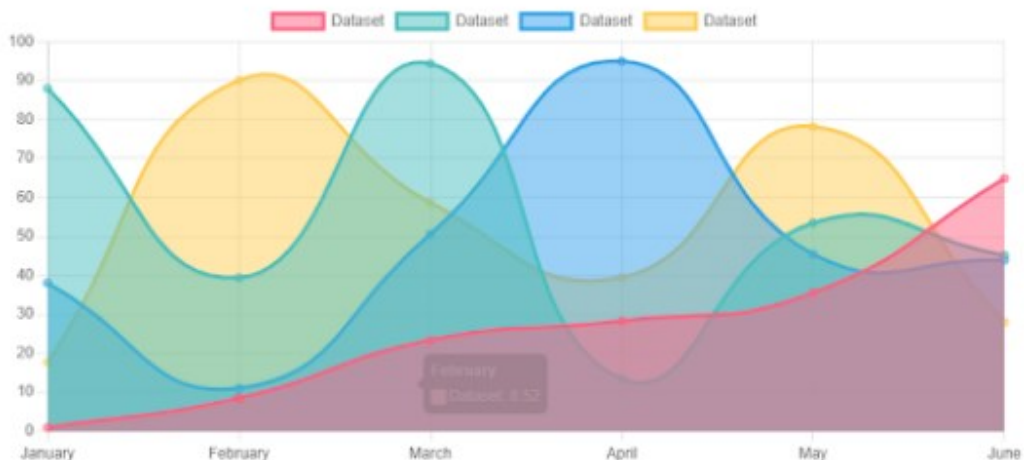
**Διάγραμμα γραμμής:** Το γραμμικό διάγραμμα σχεδιάζεται με τη διασύνδεση όλων των σημείων δεδομένων σε σειρές δεδομένων με τη χρήση ευθύγραμμων τμημάτων. Συνήθως, αναγνωρίζεται για την κοινοποίηση των αλλαγών κατά τη διάρκεια ορισμένων χρονικών περιόδων για διάφορα σύνολα δεδομένων για την παρακολούθηση της χρονικής εξέλιξης ορισμένων μέτρων. Για το λόγο αυτό, η απεικόνιση με γραμμικά διαγράμματα εφαρμόζεται συνήθως για να βοηθήσει τους ανθρώπους να παρακολουθούν την εξέλιξή τους με την πάροδο του χρόνου. Στις περισσότερες περιπτώσεις, ο άξονας y των γραμμικών διαγραμμάτων αντιπροσωπεύει την εξαρτημένη μεταβλητή (π.χ., σπατάλη ενέργειας σε kWh) και ο άξονας x εμφανίζει την ανεξάρτητη μεταβλητή (π.χ. χρόνος σε ώρες, ημέρες, μήνες κ.λπ. ). Για παράδειγμα, η Εικόνα 2.3 απεικονίζει ένα γραμμικό διάγραμμα με άξονα y για μια τυχαία εξαρτημένη μεταβλητή και άξονα x για τους πρώτους 6 μήνες.



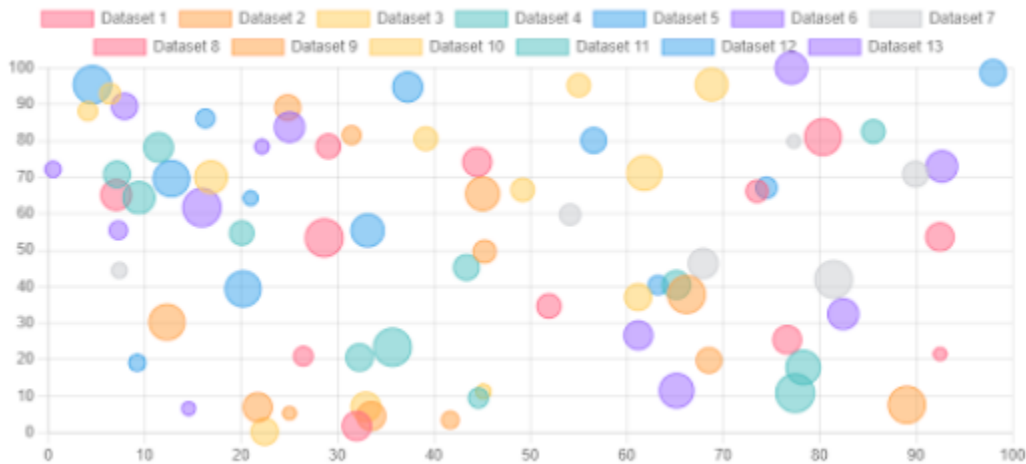
Εικόνα 2.3: Γραμμικό διάγραμμα με 3 σύνολα δεδομένων.

**Διάγραμμα περιοχής:** Ένα διάγραμμα περιοχής θα μπορούσε να θεωρηθεί ως ο συνδυασμός ενός ραβδογράμματος και ενός γραμμικού διαγράμματος, βλέπε Εικόνα 2.4 που δείχνει την εξέλιξη (πολλαπλών) ομάδων δεδομένων σε σχέση με μια άλλη μεταβλητή. Είναι μια τεχνική απεικόνιση που εφαρμόζεται για σκοπούς σύγκρισης και όπως και στα διαγράμματα γραμμών μπορεί να τονίσει το μέγεθος της αλλαγής με την πάροδο του χρόνου και να αναδείξει ορισμένες επερχόμενες τάσεις. Ένα παράδειγμα εφαρμογής τους θα μπορούσε να είναι η πρόοδος μιας ομάδας μαθητών ή συναδέλφων, όπου το επίπεδο συμμετοχής, τα ρεκόρ επίδοσης κ.λπ. μπορούν να εντοπιστούν και να παρέχουν ιδέες για τη σχετική διαχείριση.

**Διάγραμμα Φυσαλίδας:** Αυτό το διάγραμμα εμφανίζει τρεις διαστάσεις δεδομένων. Κάθε οντότητα με την τριπλέτα ( $v_1, v_2, v_3$ ) των σχετικών δεδομένων απεικονίζεται ως φούσκα που εκφράζει δύο από τις τιμές  $v_i$  μέσω της θέσης  $xy$  του δίσκου και την τρίτη μέσω του μεγέθους του [19]. Τα δύο πρώτα αντιπροσωπεύουν μια λειτουργική σχέση, όπως αυτή του  $fx-x$ , ενώ το δεύτερο (μέγεθος), απεικονίζει τη συχνότητα μιας τιμής. Αυτό το γράφημα, βλέπε Εικόνα 2.5, είναι αποτελεσματικό για γρήγορη εποπτεία, ενώ καλύπτει τη μεγαλύτερη εικόνα, αλλά δεν παρέχει ακριβείς κατανομές. Μεταξύ πολλών τομέων, έχει χρησιμοποιηθεί για την καταχώριση γονιδίων.



Εικόνα 2.4: Παράδειγμα διαγραμμάτων περιοχής.



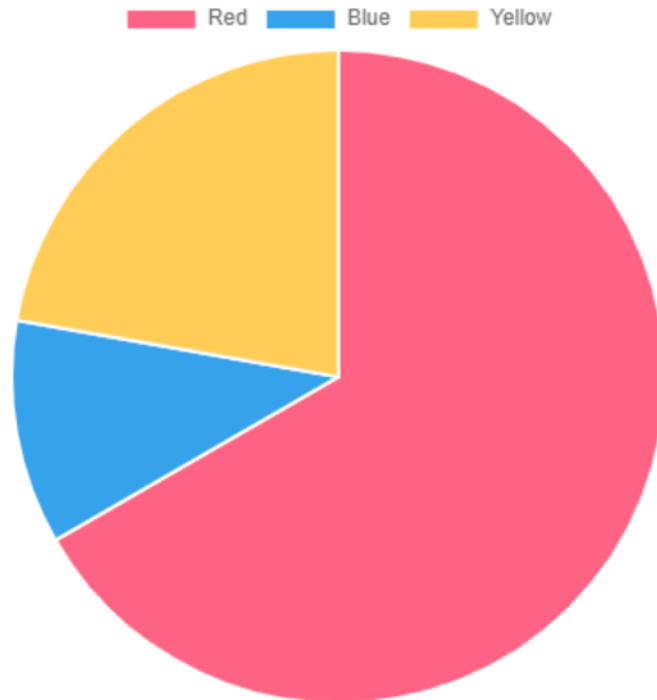
Εικόνα 2.5: Γράφημα φυσαλίδων. Δείγμα οπτικοποίησης σύγκρισης για σύγκριση, π.χ., μια συμπεριφορά που μετράται από το συχνότητα πρόσβασης. Όσο μεγαλύτερη είναι η συχνότητα πρόσβασης, τόσο μεγαλύτερο είναι το μέγεθος του κύκλου.

**Διάγραμμα πίτας:** Το διάγραμμα πίτας, βλέπε Εικόνα 2.6, διαιρεί έναν κυκλικό δίσκο σε διάφορες φέτες που είναι ανάλογες με τη συνεισφορά τους στο συνολικό άθροισμα. Αυτές οι φέτες είναι μέρη ενός συνόλου που ιδανικά αθροίζουν στο 100%. Αυτό το διάγραμμα συνιστάται για την απεικόνιση περιορισμένου αριθμού αναλογιών ώστε να αποφεύγονται προβλήματα αναγνωσιμότητας. Χρησιμοποιούνται σε μεγάλο βαθμό στους τομείς των επιχειρήσεων, της εκπαίδευσης και της ενέργειας. Παρόμοιες αναπαραστάσεις είναι τα διαγράμματα Doughnut (που ονομάζονται επίσης διαγράμματα Donut και είναι όπως τα διαγράμματα πίτας, εκτός από ένα κενό κέντρο), τα τετραγωνικά διαγράμματα πίτας κ.λπ.

**Διάγραμμα διασποράς:** Τα διαγράμματα διασποράς, βλέπε Εικόνα 2.7, χρησιμοποιούνται για τη σύγκριση της σχέσης μεταξύ δύο ή περισσότερων συνόλων τιμών. Συνήθως χρησιμοποιείται μια γραμμή τάσης για να τονιστεί η συσχέτιση μεταξύ των μετρούμενων τιμών. Είναι γνωστό ότι παρέχουν έναν εύκολο τρόπο για τον εντοπισμό μοτίβων, ανάγκες και περαιτέρω ανατροφοδότηση για κάθε συγκεκριμένη ομάδα δεδομένων. Σε αυτή την τεχνική, τα δεδομένα λαμβάνουν διακριτές τιμές (όχι συνεχείς) και μπορούν να προσαρμοστούν με μαθηματικές συναρτήσεις για την πρόβλεψη των ιδιαίτερων τάσεων.

HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898  
«ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ,  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ»  
(ΕΠΑνεΚ)

ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ  
Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας



Εικόνα 2.6: Διάγραμμα πίτας που διαιρεί τις αιτίες της εγκατάλειψης ανάλογα με την αναλογικότητα.

Όλες οι τεχνικές που αναφέρθηκαν παραπάνω μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την απεικόνιση των πληροφοριών με φιλικό και βολικό τρόπο για τον ανθρώπινο εγκέφαλο, αν και φαίνεται αρκετά απαιτητικό και προκλητικό να επιλέξει κανείς τον καταλληλότερο τρόπο για την οπτικοποίηση των δεδομένων. Ο βαθμός εξοικείωσης των τελικών χρηστών με τα συστήματα αυτά καθώς και η εμπειρία της ομάδας ανάπτυξης είναι δύο παράγοντες που παίζουν σημαντικό ρόλο σε αυτό. Εάν υπάρχει χρόνος για την ανάπτυξη ενός dashboard η αφιέρωση μιας περιόδου μόνο για τη λήψη ανατροφοδότησης από τους δυνητικούς χρήστες του θεωρείται μια από τις καλύτερες πρακτικές, παρ' όλα αυτά, δεν είναι κάτι πολύ συνηθισμένο. Επομένως, μία άλλη επιλογή για να αποκτήσει κανείς την απαιτούμενη εμπειρία είναι να επανεξετάσει τι έχει ήδη εφαρμοστεί και κυρίως πώς και να εξοικειώσει τους χρήστες με τέτοια συστήματα. Αυτό θα είναι το κύριο μέλημά μας στην επόμενη ενότητα.



Εικόνα 2.7: Παράδειγμα διαγράμματος διασποράς.

## 2.7 Εφαρμογή των dashboard στον τομέα της ενέργειας

Σήμερα τα dashboard έχουν καθιερωθεί σε όλους τους τομείς και θεωρούνται ένα από τα βασικότερα εργαλεία για την ανάπτυξη και την εξέλιξη των οργανισμών. Ωστόσο, αυτό δεν συνέβαινε πάντα, καθώς τα dashboard θεωρούνταν αρχικά ζωτικής σημασίας μόνο για λίγους τομείς, όπως η διαχείριση επιχειρήσεων. Ευτυχώς, σήμερα είναι παγκοσμίως αποδεκτές λύσεις και η χρήση τους αυξάνεται μέρα με τη μέρα. Από όλες τις παραπάνω αναφορές προκύπτει ότι τα dashboard εφαρμόζονται και στον τομέα της ενέργειας, κυρίως λόγω της πολυπλοκότητας των δεδομένων της και της ανάγκης για συνεχή παρακολούθηση. Σε αυτή την ενότητα θα εξετάσουμε τι έχει ήδη εφαρμοστεί σε αυτόν τον τομέα και τι οφέλη αποφέρει σε κάθε περίπτωση.

### 2.7.1 Πλεονεκτήματα της χρήσης των dashboard στον τομέα της ενέργειας

Στο σταυροδρόμι της προστασίας του περιβάλλοντος, του βιώσιμου σχεδιασμού, της εναλλακτικής παραγωγής ενέργειας και της κοινωνικής συμπεριφοράς, η διαχείριση της ενέργειας και των πόρων είναι σημαντικά και αυξανόμενα ερευνητικά θέματα. Το κτίριο στο οποίο ζούμε παίζει σημαντικό ρόλο στη διαχείριση της ενέργειας. Οι εξελίξεις στο σχεδιασμό, τα υλικά και τους αυτοματισμούς έχουν βελτιώσει την αποδοτικότητα των κτιρίων, ενώ οι εναλλακτικές πηγές

HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898  
«ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ,  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ»  
(ΕΠΑνεΚ)

ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ  
Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας

ενέργειας έχουν μετατοπίσει τη σχέση μεταξύ των κατοικιών και των κατοίκων τους, από απλούς καταναλωτές σε μερικούς προμηθευτές ενέργειας. Από την άλλη πλευρά, τα αποτελεσματικά μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας δεν απαιτούν μόνο ενεργειακά αποδοτικά κτίρια, αλλά στοχεύουν επίσης στην αλλαγή των συνηθειών χρήσης ενέργειας των κατοίκων. Εννοώντας τη μείωση της περιττής σπατάλης ενέργειας, με αποτέλεσμα οικονομικά και περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα. Αλλάζοντας τη ζωή των ανθρώπων και τον τρόπο που χρησιμοποιούν τα κτίρια, με μικρό ή καθόλου πρόσθετο κόστος, η κατανάλωση ενέργειας μπορεί να μειωθεί σημαντικά.

Οι κάτοικοι μπορούν εύκολα να κατανοήσουν και να ρυθμίσουν τη χρήση ενέργειας με τη βοήθεια της οπτικοποίησης. Η λειτουργία αυτή συνδέεται με την ανατροφοδότηση της χρήσης ενέργειας σε πραγματικό χρόνο, η οποία ενθαρρύνει τα άτομα να εξοικονομήσουν ενέργεια. Διάφορες αναδυόμενες τεχνολογίες μπορεί να είναι σε θέση να παρέχουν λεπτομερείς, τοπικές και γρήγορες πληροφορίες σχετικά με την κατανάλωση πόρων και ενέργειας. Οι κάτοικοι θα παρακολουθούν αυτή την ενεργειακή δαπάνη λεπτομερώς και σχεδόν σε πραγματικό χρόνο μέσω της αμφίδρομης παρακολούθησης που παρέχουν οι έξυπνοι δείκτες και οι εύχρηστες γραφικές οθόνες.

Οι τεχνολογίες διάχυσης και δικτύωσης χρησιμοποιούνται για την κατασκευή οικιακών δικτύων και συσκευών. Οι κάτοικοι μπορούν να αλληλεπιδρούν με μια ευρύτερη κοινότητα ανθρώπων που εργάζονται για την επίτευξη παρόμοιων στόχων βιωσιμότητας μέσω του Διαδικτύου και των μέσων κοινωνικής δικτύωσης και να μοιράζονται τεχνικές, κίνητρα και επιτυχίες.

Υπάρχουν δύο βασικές δυσκολίες στο σχεδιασμό των dashboard σχετικά με την ενέργεια. Πρώτον, είναι δύσκολο να προσδιοριστεί ποια οπτικοποίηση θα μπορούσε να είναι η πιο επιτυχημένη. Δεύτερον, είναι δύσκολο να οργανωθεί ο χώρος αυτού του ευρύτερου συστήματος πληροφοριών και οι τρόποι ενσωμάτωσής του με τρόπο που θα βοηθήσει τους κατοίκους να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις. Η απλότητα στην ανάπτυξη αυτών των πληροφοριακών συστημάτων είναι το κλειδί για να μπορέσουν οι καταναλωτές να κατανοήσουν πραγματικά την ενεργειακή τους κατανάλωση χωρίς να είναι ειδικοί στην τεχνολογία[12].

## 2.7.2 Dashboard για τη διαχείριση της ενέργειας σε κατοικίες

Υπήρχαν δύο βασικές κατηγορίες στις οποίες η οπτικοποίηση της ενέργειας τείνει να είναι επαρκής για τη βελτίωση της κατανάλωσης ενέργειας, δείτε ένα παράδειγμα στην Εικόνα 2.8:

HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898  
«ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ,  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ»  
(ΕΠΑνεΚ)

ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ  
Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας

1. **Γραφικές αναπαραστάσεις** που ήταν πολύ τεχνικές για τους απλούς κατοίκους, αλλά μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν από επαγγελματίες του αντίστοιχου τομέα, όπως οι ηλεκτρολόγοι - μηχανικοί.
2. **Απλοποιημένες απεικονίσεις** που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν και από τις δύο πλευρές, οι οποίες αναφέρθηκαν παραπάνω, αλλά βασικά δημιουργήθηκαν για τους ιδιοκτήτες σπιτιού.

Ωστόσο, αυτές οι δύο λύσεις δεν συνδέονται μεταξύ τους, οπότε οι κάτοικοι θα μπορούσαν να μπερδευτούν. Επιπλέον, η πρώτη επιλογή επιβάλλει στους κατοίκους την εξάρτηση από έναν ειδικό σε θέματα τεχνολογίας που διαχειρίζεται την ενεργειακή τους κατανάλωση, δημιουργώντας μια ασαφή ροή πληροφοριών. Και τα δύο εργαλεία θα πρέπει να ενσωματωθούν σε μια απλή τεχνολογία, με έμφαση στην καθολική χρήση.

Η πιο συνηθισμένη λύση στο παραπάνω πρόβλημα είναι ένα ενεργειακό dashboard. Αυτή η γραφική διεπαφή χρήστη δημιουργήθηκε με βάση το μοντέλο "ο κάτοικος διαχειριστής". Υπάρχουν ιστότοποι όπου οι καταναλωτές μπορούν να παρακολουθούν την κατανάλωση ενέργειας και την ηλεκτρική τους δραστηριότητα εν γένει μέσω απλών ταμπλό, όπως για παράδειγμα το Google Powermeter[5], το οποίο όμως δεν κατάφερε να προσελκύσει πελάτες. Τα τελευταία χρόνια, έχει παρατηρηθεί μια κίνηση προς πίνακες οργάνων παρακολούθησης ενέργειας για smartphones και tablets, οι οποίοι θα είναι χρήσιμοι για την ασύρματη διαχείριση της ενέργειας, χωρίς οι χρήστες να βρίσκονται απαραίτητα στο σπίτι.

Παρόλο που τα καλά σχεδιασμένα dashboard είναι εξαιρετικά για την αποτύπωση της κατανάλωσης ενέργειας σε πραγματικό χρόνο, έχουν αρκετές αδυναμίες. Το πρόβλημα είναι ότι οι άνθρωποι αλληλεπιδρούν με τα σπίτια τους με πολύ διαφορετικούς τρόπους από ό,τι ένας επαγγελματίας διαχειριστής με ένα κτίριο. Οι κάτοικοι συχνά δεν έχουν λεπτομερή γνώση του ηλεκτρικού συστήματος του σπιτιού τους και έχουν περιορισμένο χρόνο για να λάβουν αποφάσεις σχετικά με την ενέργεια. Οι αποφάσεις αυτές πρέπει να βασίζονται σε μια μακροπρόθεσμη εκτίμηση καθώς και σε μια τακτική αξιολόγηση, οι οποίες συνεπάγονται μια κρίσιμη κατανόηση του συστήματος και τη συνειδητοποίηση των ασήμαντων δαπανών. Το να κοιτάει και να αναλύει κανείς ένα dashboard δεν εγγυάται την άμεση και επιτυχή λήψη αποφάσεων. Αυτές οι ενέργειες απαιτούν βοήθεια σε διάφορα επίπεδα λεπτομέρειας, ενώ παράλληλα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τους τις χρονικές και χωρικές μεταβλητές, με διαφορετικό βαθμό προσοχής.



HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898  
«ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ,  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ»  
(ΕΠΑνεΚ)

ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ  
Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας



Εικόνα 2.8: Ένα παράδειγμα ενεργειακού dashboard που χρησιμοποιείται σε κατοικίες [12]

Εκτός από τις ανησυχίες για τη μείωση των περιττών δαπανών και των περιβαλλοντικών συνεπειών, οι κάτοικοι επιδιώκουν επίσης ένα άνετο και φιλόξενο περιβάλλον για την καθημερινή τους διαβίωση. Κατά συνέπεια, το παράδειγμα του κατοίκου ως ενδιαφερόμενου διαχειριστή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να επιτρέψει ορισμένους τύπους απεικονίσεων και εργασιών. Ωστόσο, όπως αναφέραμε, πρέπει να αναγνωρίσουμε διάφορες πτυχές των δραστηριοτήτων των κατοίκων και την έλλειψη εκτεταμένων γνώσεων, όσον αφορά τον τρόπο λειτουργίας αυτών των τεχνολογιών και τις ενεργειακές μετρήσεις, όταν σχεδιάζουμε ένα συνεκτικό σύστημα οπτικοποιήσεων για την ενθάρρυνση της βιωσιμότητας στο σπίτι.

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, ένας τυπικός κάτοικος έχει πολύ περιορισμένες γνώσεις για τα ηλεκτρικά συστήματα, οι οποίες είναι απαραίτητες για την κατανόηση των σχέσεων κατανάλωσης ενέργειας - κόστους και τη λήψη των απαιτούμενων μέτρων. Για παράδειγμα, οι βασικές απαραίτητες γνώσεις για τις καταστάσεις αυτές θα ήταν οι εξής:

- Η διαφορά μεταξύ ισχύος και ενέργειας
- Οι μονάδες στο αντίστοιχο μετρικό σύστημα στις οποίες μετρούνται οι μεταβλητές αυτές (βατ και βατ-ώρες)
- Οι ενεργειακές δαπάνες των διαφόρων ηλεκτρικών συστημάτων της κατοικίας

HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898 «ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ, ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ» (ΕΠΑνεΚ)	ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας
--	---

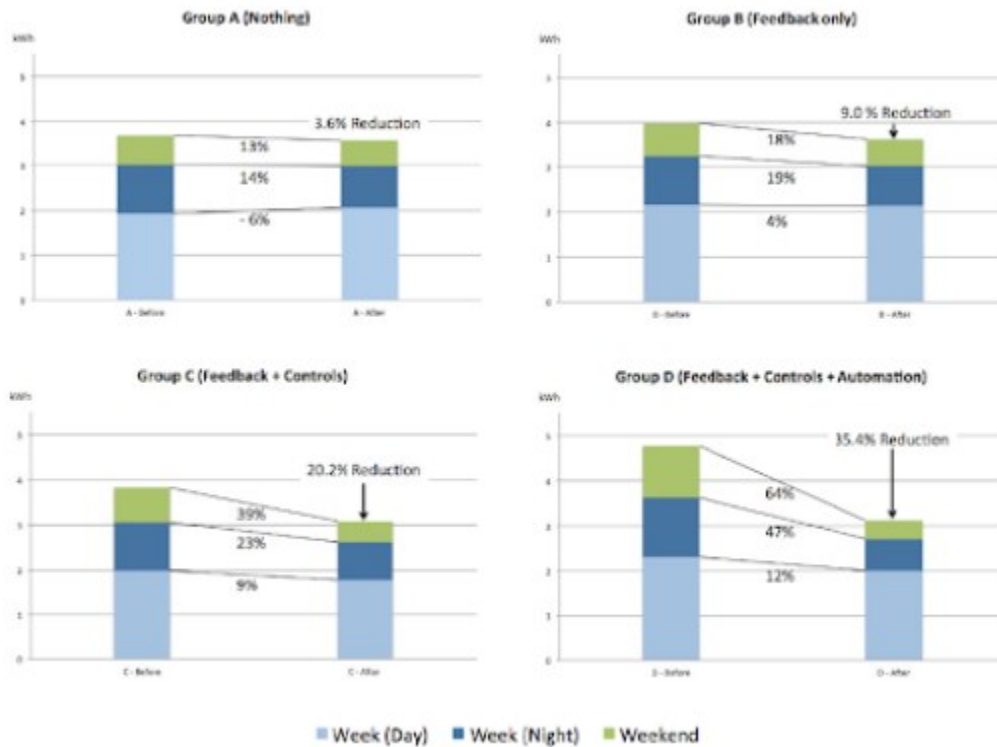
Συνεπώς, τα dashboard θα πρέπει να εκφράζουν τα παραπάνω με απλές έννοιες. Για παράδειγμα, η χρήση ενέργειας σε όρους χρημάτων θα ήταν μια κατάλληλη λύση σε σχέση με τον περιβαλλοντικό αντίκτυπο.

### 2.7.3 Dashboard για την αιεφορία στους χώρους εργασίας

Γενικά, οι χώροι εργασίας και τα εμπορικά κτίρια χρησιμοποιούν περισσότερο από το 1/5 της ηλεκτρικής ενέργειας στις Ηνωμένες Πολιτείες [35]. Οι περισσότεροι εργαζόμενοι σε γραφεία δεν γνωρίζουν την ποσότητα ενέργειας που καταναλώνουν κατά τη διάρκεια της εργασίας τους. Οι εργαζόμενοι τείνουν να σπαταλούν ενέργεια, καθώς δεν πληρώνουν τους λογαριασμούς ενέργειας του χώρου εργασίας και έχουν ελάχιστη έως καθόλου γνώση του ημερήσιου, μηνιαίου και ετήσιου κόστους. Για το λόγο αυτό, δημιουργήθηκαν κατάλληλοι πίνακες ελέγχου (π.χ., The Intelligent Dashboard for Occupants (ID-O)), οι οποίοι περιλαμβάνουν φιλική προς το περιβάλλον και το κόστος ανατροφοδότηση, προωθώντας κρίσιμες παρεμβάσεις και τακτικές, επιβάλλοντας ελέγχους που θα μπορούσαν να είναι απομακρυσμένοι ή αυτοματοποιημένοι.

Εκτός από την υποστήριξη της εξοικονόμησης ενέργειας, η χρήση αυτών των ταμπλό εμπνέει επίσης το προσωπικό. Στις μελέτες των Yun, Ray, et al (2014), ογδόντα εργαζόμενοι γραφείου παρείχαν βασικά δεδομένα για δεκατέσσερις εβδομάδες και ID-O με διάφορα χαρακτηριστικά διανεμήθηκαν για επτά εβδομάδες. Οι ομάδες χωρίστηκαν ανάλογα με την πρόσβαση που είχαν στην οικολογική ανατροφοδότηση, τα τηλεχειριστήρια και την τεχνολογία αυτοματοποιημένων ελέγχων. Η πρώτη ομάδα, η οποία ήταν εφοδιασμένη με όλα αυτά τα χαρακτηριστικά, έκανε τη μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας σε ποσοστό 35,4%. Η δεύτερη ομάδα, που είχε μόνο τα δύο πρώτα χαρακτηριστικά διαθέσιμα, πέτυχε εξοικονόμηση ενέργειας 20,2%. Η τρίτη ομάδα, με πρόσβαση μόνο στον πίνακα οικολογικής ανατροφοδότησης, παρουσίασε 9% εξοικονόμηση ενέργειας. Τέλος, η τελική ομάδα χωρίς πρόσβαση σε κανένα ταμπλό, αλλά με την ευαισθητοποίηση της μελέτης, παρήγαγε εξοικονόμηση ενέργειας 3,6%.

Ως εκ τούτου, είναι προφανές ότι η τεχνολογία αυτοματοποιημένων ελέγχων ήταν η πιο αποτελεσματική για τη μείωση της διαχείρισης ενέργειας.



Εικόνα 2.9:Εξοικονόμηση ενέργειας πριν και μετά την παρέμβαση στο ταμπλό [31]

Ωστόσο, ακόμη και η πρόσβαση στα τηλεχειριστήρια ήταν ευεργετική και ενέπνευσε κίνητρο για εξοικονόμηση ενέργειας. Τα αποτελέσματα της μελέτης φαίνονται στο Εικόνα 2.9.

## 2.8 Σημεία έμφασης του ENCOVIZ

Η προαναφερθείσα έρευνα σχετικά με τις υπάρχουσες υλοποιήσεις στον τομέα της ενέργειας αναδεικνύει την ικανότητα κατηγοριοποίησης και ιεράρχησης των παραγόντων που πρέπει να διατηρηθούν στο ίδιο επίπεδο ή να βελτιστοποιηθούν στην προσέγγιση που υιοθετείται στην παρούσα διατριβή. Οι παράγοντες αυτοί μπορούν να ομαδοποιηθούν σε δύο κύριες κατηγορίες: α) κρίσιμοι (πρέπει να υπάρχουν) και β) προκλήσεις, οι οποίοι επεξηγούνται περαιτέρω στις επόμενες ενότητες.

HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898  
«ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ,  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ»  
(ΕΠΑνεΚ)

ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ  
Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας

### 2.8.1 Κρίσιμοι παράγοντες

Για τα dashboard συνίσταται, να χωρούν το περιεχόμενό τους σε μία μόνο οθόνη, ώστε οι πληροφορίες να μπορούν να παρακολουθούνται με μια ματιά. Ωστόσο, οι πληροφορίες που εμφανίζονται θα πρέπει να οδηγούν σε πρόσθετες πληροφορίες, εάν χρειάζεται [3]. Ωστόσο, σύμφωνα με τους Shields και Iselin[20, 30], η ποσότητα των πληροφοριών που παρουσιάζονται επηρεάζει την ακρίβεια της απόφασης. Διαπιστώθηκε ότι πρέπει να παρέχεται ένα ορισμένο επίπεδο σχετικών πληροφοριών για την επίτευξη των πιο ακριβών αποφάσεων. Είτε η ανεπαρκής είτε η υπερβολική πληροφόρηση μπορεί να είναι καταστροφική για την αποτελεσματικότητα της λήψης αποφάσεων.

Με την ευρεία χρήση των κινητών τηλεφώνων και των ταμπλετών, θα πρέπει οπωσδήποτε να ακολουθείται ένας ευέλικτος σχεδιασμός, πράγμα που σημαίνει ότι κάθε προβολή θα πρέπει να είναι προσβάσιμη, ευανάγνωστη και να δίνει τη δυνατότητα αλληλεπίδρασης με κάθε μέγεθος οθόνης και ανάλυση. Στόχος αυτού του σχεδιασμού είναι το περιεχόμενο να αποδίδεται διαφορετικά ανάλογα με τη συσκευή ή το μέγεθος της οθόνης, ώστε οι επισκέπτες (χρήστες) να έχουν τη βέλτιστη δυνατή εμπειρία, ανεξάρτητα από τον τρόπο πρόσβασης στην εφαρμογή. Αν κάτι τέτοιο δεν ακολουθηθεί, θα περιοριστεί αυτόματα η πρόσβαση σε ένα μεγάλο μέρος των χρηστών που χρησιμοποιούν αποκλειστικά φορητές συσκευές για τις καθημερινές τους εργασίες (περίπου 58% του συνόλου των χρηστών).

Τα γραφήματα και τα διαγράμματα του dashboard πρέπει να είναι απλά στην ανάγνωση, στην επεξήγηση και στην ερμηνεία, ώστε οι χρήστες να μπορούν να λαμβάνουν γρήγορα αποφάσεις και να μαθαίνουν πολύτιμες πληροφορίες ακόμη και με μια γρήγορη σάρωση. Τέλος, θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι συνοπτικές, απλές και διαισθητικές προβολές πρέπει να σχεδιάζονται χωρίς "θορυβώδεις" διακοπές (π.χ., υπερβολική χρήση χρωμάτων, χαμηλή αναλογία δεδομένων προς μελάνι κ.λπ.). Θα πρέπει να χρησιμοποιούνται λίγα χρώματα για να μην αποσπάται η προσοχή του χρήστη και να τον βοηθούν να εστιάζει στις πληροφορίες που παρουσιάζονται.

### 2.8.2 Προκλήσεις

Όσον αφορά τις προκλήσεις που μπορεί να αντιμετωπίσουμε κατά τη φάση της υλοποίησης, μπορούμε να αναφερθούμε στον τρόπο εξάλειψης της έλλειψης γνώσεων που έχουν οι απλοί χρήστες σχετικά με τον τομέα της ενέργειας. Αυτός ο τομέας έχει από τη φύση του πολλούς τεχνικούς όρους, με μονάδες μέτρησης που κάποιος πρέπει να γνωρίζει για να κατανοήσει τη σημασία και τις πτυχές που χρησιμοποιούνται λανθασμένα σε καθημερινές και μη τεχνικές συζητήσεις, οδηγώντας σε σύγχυση. Συνεπώς, θα πρέπει να βρεθεί ένας τρόπος να

HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898 «ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ, ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ» (ΕΠΑνεΚ)	ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας
--	---

μεταφραστούν/μετατραπούν όλες αυτές οι τεχνικές πτυχές με τρόπο που να έχει νόημα για κάθε μη ειδικό χρήστη του συστήματος.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί στο σημείο 2.7.1, η άμεση παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο επιφέρει πολλά πλεονεκτήματα στα συστήματα που λειτουργούν στον τομέα της ενέργειας. Ωστόσο, πρόκειται για ένα αρκετά απαιτητικό έργο, καθώς απαιτεί τη συνεργασία όλων των εμπλεκόμενων στρωμάτων. Ξεκινώντας από το κατώτερο στρώμα και προχωρώντας προς τα ανώτερα στρώματα, κάθε αισθητήρας πρέπει να στέλνει αμέσως τα νέα δεδομένα στο στρώμα επεξεργασίας, όπου θα πρέπει να φιλτράρονται, να επεξεργάζονται και να μετατρέπονται σε μοντέλα δεδομένων που είναι έτοιμα για ανάλυση και υποβολή εκθέσεων. Στη συνέχεια, θα πρέπει να αποστέλλονται στο UI για την παροχή άμεσης ανατροφοδότησης στους χρήστες.

Όσον αφορά τα χαρακτηριστικά σχεδιασμού, αυτά μπορούν να χωριστούν σε δύο διαφορετικές κατηγορίες:

**Λειτουργικά χαρακτηριστικά:** δεν σχετίζονται άμεσα με τις απεικονίσεις, αλλά μάλλον εξηγούν τις δυνατότητες του ταμπλό.

**Οπτικά χαρακτηριστικά:** οι αρχές της οπτικοποίησης των δεδομένων αφορούν τον τρόπο με τον οποίο παρουσιάζονται αποτελεσματικά και αποδοτικά οι πληροφορίες στον χρήστη.

Μία από τις μεγαλύτερες προκλήσεις είναι να διατηρηθεί η ισορροπία μεταξύ αυτών των δύο κατηγοριών. Εάν η προτεινόμενη προσέγγιση στερείται (μέρος) των λειτουργικών χαρακτηριστικών, είναι προφανές ότι θα έχει ως αποτέλεσμα περιορισμένες δυνατότητες. Από την άλλη πλευρά, ακόμη και αν περιέχει κάθε απαιτούμενο χαρακτηριστικό, ένας κακός οπτικός σχεδιασμός θα προκαλέσει σύγχυση και απόσπαση της προσοχής των χρηστών. Έτσι, ο απώτερος στόχος είναι να έχουμε μια πλήρη (πλήρως εξοπλισμένη) έκδοση σύμφωνα με τις απαιτήσεις που απεικονίζονται με τον καλύτερο τρόπο. Για να έχουμε κάτι πιο συγκεκριμένο για να μετρήσουμε αν ο οπτικός σχεδιασμός είναι βέλτιστος, μπορούμε να ανατρέξουμε στους M.Yigitbasioğlu και O.Velcu [34], οι οποίοι επεσήμαναν ότι η οπτικοποίηση είναι αποδοτική εάν ο μέγιστος όγκος δεδομένων γίνεται αντιληπτός σε ελάχιστο χρόνο.

### 2.8.3 Η προσέγγιση ENCOVIZ

Στην παρούσα προσέγγιση,, προσπαθήσαμε να αντιμετωπίσουμε και να επιλύσουμε με τον καλύτερο δυνατό τρόπο κάθε ένα από τα σημεία που παρουσιάστηκαν στα σημεία 2.8.1 & 2.8.2. Θέλαμε να διασφαλίσουμε ότι θα καλυφθούν όλα τα κρίσιμα σημεία και όσο το δυνατόν περισσότερες από τις προκλήσεις (αν και με μικρότερη προτεραιότητα).

HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898  
«ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ,  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ»  
(ΕΠΑνεΚ)

ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ  
Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας

Προσπαθήσαμε να απεικονίσουμε μόνο τα δεδομένα που προσθέτουν αξία και εκείνα που μπορούν να οδηγήσουν σε χρήσιμα συμπεράσματα. Για το λόγο αυτό μετατρέψαμε τα αρχικά δεδομένα σε πιο φιλικά προς το χρήστη και ευανάγνωστα αποφεύγοντας τεχνικούς όρους και παραπλανητικούς δείκτες. Για τον ίδιο λόγο, έγινε μια διάκριση των χαρακτηριστικών και ακολούθησε μια διαδικασία ομαδοποίησής τους σε πρωτεύοντα και επιθυμητά/δευτερεύοντα. Προκειμένου να αποφευχθεί η ανάμειξη των δευτερευόντων χαρακτηριστικών στην κύρια σελίδα του ταμπλό, δόθηκε μια σειρά από συνδέσμους προς αυτές τις πρόσθετες πληροφορίες, επιτρέποντας στο χρήστη να τις επισκεφθεί αν χρειαστεί. Με αυτόν τον τρόπο, διασφαλίζουμε ότι μόνο τα σημαντικά δεδομένα παρουσιάζονται στην κύρια σελίδα και ταυτόχρονα δίνεται η δυνατότητα επίσκεψης των υπολοίπων.

Στόχος μας κατά το σχεδιασμό της απόκρισης της εφαρμογής δεν ήταν μόνο να είναι προσβάσιμη σε οποιαδήποτε συσκευή και μέγεθος οθόνης. Θέλαμε επίσης να διατηρήσουμε (ή και να βελτιώσουμε) το επίπεδο/την ποιότητα της εμπειρίας σε κάθε ένα από αυτά. Γι' αυτό σχεδιάσαμε ανεξάρτητα τις προβολές για επιτραπέζιους υπολογιστές/φορητούς υπολογιστές, κινητά και tablet.

Η πρώτη επανάληψη του ENCOVIZ Dashboard δεν θα έχει τη λειτουργία πραγματικού χρόνου, καθώς θα έχουμε μια διαφορετική μέθοδο για την παροχή άμεσων πληροφοριών και την άμεση εμπλοκή με το σύστημα. Πιο συγκεκριμένα, θα υπάρχει αλληλεπίδραση σε πραγματικό χρόνο σε κάθε ανανέωση της σελίδας, στην ενεργοποίηση ορισμένων ενεργειών σε όλη την εφαρμογή και σε κάθε νέα συνεδρία χρήστη.

Όλα τα κρίσιμα σημεία και οι προκλήσεις που αναφέρονται παραπάνω δεν έχουν άμεση σχέση με τον τομέα της ενέργειας. Πρόκειται για πτυχές που μπορούν να υπάρχουν σε κάθε τομέα και, ως εκ τούτου, συνιστούν ένα γενικό σύνολο προβληματισμών όσον αφορά την ανάπτυξη dashboard. Όλες αυτές οι περιπτώσεις, όπως έχει ήδη περιγραφεί και θα συνεχιστεί στα επόμενα κεφάλαια, έχουν αντιμετωπιστεί στην προσέγγισή μας ή προβλέπεται να αντιμετωπιστούν σε μελλοντικές εκδόσεις/εκδόσεις της εφαρμογής, π.χ., δυνατότητα παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο. Για την αντιμετώπισή τους, χρησιμοποιήσαμε σταθερές, ευρέως χρησιμοποιούμενες και σύγχρονες τεχνολογίες (C4), οι οποίες θεωρούνται εφαρμόσιμες σε κάθε τομέα (C2) και συμβατές με κάθε άλλη πιθανή τεχνολογία (C3).

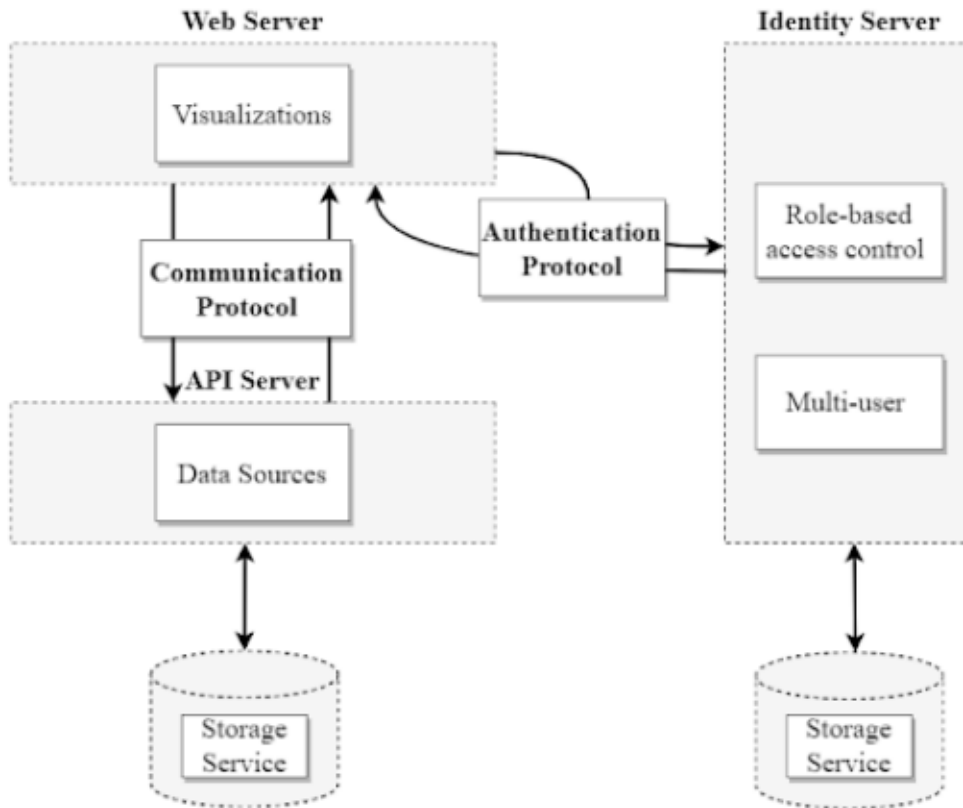
## Κεφάλαιο III: Σημειολογία και θεμελιώδη στοιχεία

HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898  
«ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ,  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ»  
(ΕΠΑνεΚ)

ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ  
Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει, η λύση μας επικεντρώνεται στον τομέα της ενέργειας. Το dashboard ENCOVIZ θα δοκιμαστεί σε μια συγκεκριμένη περίπτωση χρήσης, στην οποία υπάρχει ένας κατάλογος ορισμένων απαιτήσεων που πρέπει να πληρούνται. Αφού συγκεντρώθηκαν όλες οι απαιτήσεις που περιγράφουν τις λειτουργίες του ENCOVIZ Dashboard, βλέπε κεφάλαιο 4, παρουσιάζουμε μια αρχική αρχιτεκτονική υψηλού επιπέδου, βλέπε Εικόνα 3.1, για να προσδιορίσουμε ποια επίπεδα πρέπει να εισαχθούν για να εξυπηρετήσουν κάθε ένα από τα ζητούμενα χαρακτηριστικά και με ποια πρωτόκολλα πρέπει να συνδυαστούν, ώστε να καταλήξουμε σε ένα πρακτικό και χρήσιμο τελικό προϊόν. Αυτή η αρχιτεκτονική παρουσιάζει μια επισκόπηση σε ανώτερο επίπεδο των κύριων τμημάτων και προδιαγραφών του συστήματος, ενώ μια πιο λεπτομερής αρχιτεκτονική μαζί με τις συγκεκριμένες τεχνολογίες που θα χρησιμοποιηθούν αναλύονται περαιτέρω στο κεφάλαιο 4.

Σε αυτή την ενότητα αναλύουμε τις κύριες αρχές που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή του ENCOVIZ. Έννοιες όπως ο τρόπος με τον οποίο οι χρήστες μπορούν να έχουν πρόσβαση στην εφαρμογή, τι μπορούν να δουν και πώς θα πρέπει να εμφανίζονται, πώς μπορεί να επιτευχθεί η ασφάλεια και η εμπιστευτικότητα μαζί με πολλά άλλα θέματα υλοποιούνται ακολουθώντας πρότυπα, αρχιτεκτονικές και τυποποιημένα πρωτόκολλα που είναι ώριμα, σταθερά και ασφαλή, αλλά το σημαντικότερο είναι ότι έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως, συμφωνηθεί και γίνει αποδεκτά από τη βιομηχανία λογισμικού για την κατασκευή συστημάτων όπως το δικό μας. Η χρήση παγκοσμίως αποδεκτών τεχνολογιών μας δίνει τη δυνατότητα να επωφεληθούμε από την υπάρχουσα εμπειρία σε τέτοιες εφαρμογές, να αποφύγουμε πιθανά σφάλματα και λάθη, να συμβαδίζουμε με τις νέες τάσεις και να κάνουμε τη ζωή μας ευκολότερη όταν πρόκειται να ενημερώσουμε το σύστημά μας. Μπορούμε επίσης να επικεντρωθούμε στην ανάπτυξη των ιδεών και των απαιτήσεών μας και να μην σπαταλάμε χρόνο σε χαρακτηριστικά που έχουν ήδη αναπτυχθεί. Έτσι, δεν χρειάζεται να ανακαλύψουμε τον τροχό για θέματα όπως ο μηχανισμός αυθεντικοποίησης, η υπηρεσία ανταλλαγής μηνυμάτων (message broker), η ανάθεση ρόλων και ο περιορισμός πρόσβασης γι' αυτό και θα εκμεταλλευτούμε εξωτερικές υλοποιήσεις (που ονομάζονται και 3rd party).



Εικόνα 3.1: Κύρια επίπεδα και πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται για το ENCOVIZ Dashboard

### 3.1 Λειτουργικότητα πολλαπλών χρηστών

Όπως έχουμε ήδη περιγράψει, μία από τις κύριες απαιτήσεις του συστήματος που αναπτύσσουμε είναι να εξυπηρετεί τόσο τις ανάγκες των καταναλωτών ηλεκτρικής ενέργειας όσο και τις ανάγκες των παρόχων της. Υπάρχει επίσης ένας ακόμη ρόλος στο σύστημα, ο οποίος είναι ο διαχειριστής. Ο καθένας τους έχει διαφορετικές προσδοκίες από το σύστημα, καθώς δεν το χρησιμοποιεί για τον ίδιο σκοπό. Έτσι, μπορεί να φαίνεται εκ πρώτης όψεως λογικό να δημιουργηθούν τρία διαφορετικά απομονωμένα συστήματα για κάθε περίπτωση, ώστε να ικανοποιούνται ανάλογα οι ανάγκες τους. Παρόλο που, ακολουθώντας μια τέτοια αρχιτεκτονική, μπορεί να προκύψουν διάφορα προβλήματα:



HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898  
«ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ,  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ»  
(ΕΠΑνεΚ)

ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ  
Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας

1. Το λογισμικό δεν μπορεί να συντηρηθεί εύκολα εάν υπάρχουν διαφορετικές υλοποιήσεις του προϊόντος. Αναφερόμαστε και πρέπει να θεωρήσουμε το ENCOVIZ ως ένα προϊόν.
2. Η υλοποίηση απαιτεί πολύ περισσότερο χρόνο για να ολοκληρωθεί.
3. Μπορεί να εμφανιστούν πολλά διπλά χαρακτηριστικά, πράγμα που σημαίνει ότι δεν θα είναι δυνατή η επαναχρησιμοποίηση στοιχείων και υλοποιήσεων. Αυτό θα οδηγήσει τελικά σε επαναλαμβανόμενα τμήματα κώδικα, τα οποία είναι δύσκολο να συντηρηθούν και να επεκταθούν.

Ως εκ τούτου, θα πρέπει να σχεδιάσουμε μια αρχιτεκτονική που θα λαμβάνει υπόψη όλους τους προαναφερθέντες παράγοντες και θα παρέχει μια λύση. Η προσέγγισή μας θα βασίζεται στην αρχιτεκτονική πολλαπλών χρηστών, η οποία μπορεί να περιγραφεί ως μια αρχιτεκτονική όπου μια ενιαία περίπτωση της εφαρμογής λογισμικού (και της υποκείμενης βάσης δεδομένων, του υλικού ή κάποιου άλλου πόρου) εκτελείται σε έναν διακομιστή και εξυπηρετεί πολλούς χρήστες. Με αυτόν τον τρόπο, μπορούμε να εξυπηρετήσουμε τις ανάγκες όλων των χρηστών του συστήματος, έχοντας και διατηρώντας μόνο ένα προϊόν/μία βάση κώδικα.

## 3.2 Έλεγχος πρόσβασης βάσει ρόλων (RBAC)

Στις προδιαγραφές του ENCOVIZ αναφέρεται ότι οι καταναλωτές, οι πάροχοι και οι διαχειριστές μπορούν να έχουν πρόσβαση στο σύστημα. Επομένως, πρέπει να καθοριστεί ο τρόπος διαχωρισμού και ταυτοποίησης των συνδεδεμένων χρηστών, δεδομένου ότι θα εξυπηρετούμε την ίδια περίπτωση εφαρμογής για όλους αυτούς (όπως αναλύεται στην υποενότητα 3.1). Υπάρχουν δύο διαφορετικές προσεγγίσεις για την επίλυση αυτού του προβλήματος, οι οποίες παρουσιάζονται ως εξής:

**Η πρώτη** μπορεί να υλοποιηθεί με την ανάθεση δικαιωμάτων στους χρήστες μεμονωμένα. Αυτά τα δικαιώματα θα δηλώνουν ποιες προβολές και πόροι είναι επιλέξιμοι για να είναι ορατοί/προσβάσιμοι από τον καθένα από αυτούς. Αυτή είναι μια κατάλληλη λύση όταν θέλετε να δώσετε συγκεκριμένο και διαφορετικό έλεγχο πρόσβασης σε κάθε έναν από τους χρήστες του συστήματός σας. Είναι ο προτιμώμενος τρόπος για να ακολουθηθεί όταν υπάρχουν χρήστες που δεν μπορούν να ομαδοποιηθούν σε ομάδες και κάθε ένας από αυτούς έχει διαφορετικά προνόμια. Αν και η περίπτωσή μας δεν ισχύει σε αυτό το σενάριο, αφού όλοι οι χρήστες που ανήκουν σε έναν συγκεκριμένο ρόλο θα έχουν τα ίδια δικαιώματα.

**Η δεύτερη** προσέγγιση βασίζεται στην έννοια της καθιέρωσης ρόλων για τον καθορισμό και τον περιορισμό του επιπέδου πρόσβασης των χρηστών στους διάφορους πόρους ενός συστήματος. Είναι γνωστό ως έλεγχος πρόσβασης βάσει ρόλων (RBAC). Για ένα σύστημα RBAC είναι

HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898  
«ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ,  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ»  
(ΕΠΑνεΚ)

ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ  
Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας

απαραίτητη η ομαδοποίηση των δικαιωμάτων σε ορισμένους ρόλους. Αυτή η ομαδοποίηση μπορεί να γίνει λαμβάνοντας υπόψη κριτήρια όπως η εξουσία, η ευθύνη, οι ανάγκες και τα καθήκοντα των διαφόρων χρηστών. Αφού οριστούν αυτές οι ομάδες (ρόλους), ανατίθενται μία ή περισσότερες σε κάθε χρήστη. Με αυτόν τον τρόπο, δεν υπάρχει ανάγκη να ασχοληθεί κανείς με κάθε άδεια ξεχωριστά, αλλά με τις ομάδες/ρόλους τους.

### 3.3 Πρωτόκολλο ταυτοποίησης

Το ENCOVIZ αποτελείται από δεδομένα που είναι προσωποποιημένα και μοναδικά για κάθε έναν από τους χρήστες του. Τα δεδομένα αυτά έχουν ως στόχο να ενημερώνουν τους χρήστες και να τους βοηθούν να λαμβάνουν αποφάσεις, όπως για παράδειγμα πώς να μειώσουν την κατανάλωση ενέργειας, ποιες από τις συσκευές τους μπορούν να αντικατασταθούν, ποιος μπορεί να είναι ο λόγος για την αυξημένη κατανάλωση σε ορισμένες περιόδους και πολλά άλλα. Η πλειονότητα των δεδομένων αφορά την προσωπική χρήση ενέργειας ή τη χρήση συγκεκριμένων ηλεκτρικών συσκευών, αλλά υπάρχουν επίσης δεδομένα που έχουν σχέση με τις διοικητικές ενέργειες και τη διαχείριση του συστήματος εν γένει. Επομένως, η ύπαρξη ευαίσθητων δεδομένων μας υποχρεώνει να περιορίσουμε την πρόσβαση μόνο σε έγκυρους χρήστες και να μην επιτρέψουμε στο κοινό και σε δυνητικούς κακόβουλους χρήστες να αποκτήσουν με οποιονδήποτε τρόπο αυτές τις πληροφορίες.

Για την επαλήθευση της ταυτότητας ενός χρήστη, θα πρέπει αρχικά να έχουμε ένα μοναδικό σημείο αλήθειας που θα περιέχει κάθε έγκυρο χρήστη του συστήματος. Μια βάση δεδομένων που είναι είτε διαχωρισμένη είτε συνδεδεμένη (σε διαφορετικά schemas) με τη βάση δεδομένων της εφαρμογής μπορεί να χρησιμεύσει ως αυτό το "ενιαίο σημείο αλήθειας".. Και οι δύο προσεγγίσεις έχουν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά τους. Θα αναλύσουμε λεπτομερώς αυτές τις δύο εναλλακτικές λύσεις και θα περιγράψουμε αυτό που χρησιμοποιήσαμε στην περίπτωση μας στην επόμενη ενότητα 3.5.

Παρόλο που μια βάση δεδομένων δεν είναι αρκετή από μόνη της για την καθιέρωση ενός μηχανισμού πιστοποίησης ταυτότητας σε οποιαδήποτε εφαρμογή. Υπάρχει ανάγκη χρήσης ενός πρωτοκόλλου πιστοποίησης ταυτότητας που θα εγγυάται ότι η διαδικασία πιστοποίησης θα είναι ασφαλής και αυστηρά καθορισμένη. Σε πολύ υψηλό επίπεδο, χρειαζόμαστε μια υπηρεσία/παρόχο που να μπορεί να επαληθεύει τα διαπιστευτήρια του χρήστη (όνομα χρήστη και κωδικό πρόσβασης) και να επιτρέπει ή να αρνείται την πρόσβαση στο σύστημα. Υπάρχουν διάφορα πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται για την αυθεντικοποίηση. Θα χρησιμοποιήσουμε το OpenID Connect το οποίο μας δίνει τη δυνατότητα, όπως αναφέρει η επίσημη ιστοσελίδα του πρωτοκόλλου: "Επαληθεύστε την ταυτότητα του Τελικού Χρήστη με βάση τον έλεγχο ταυτότητας

HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898 «ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ, ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ» (ΕΠΑνεΚ)	ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας
--	---

που πραγματοποιήθηκε από έναν πάροχο ταυτότητας, καθώς και για τη λήψη βασικών πληροφοριών προφίλ σχετικά με τον Τελικό Χρήστη σε διαλειτουργικό και παρόμοιο με το REST τρόπο” (υπάρχουν περισσότερες λεπτομέρειες για το REST στην ακόλουθη υποενότητα 3.4)[7].

Όπως προκύπτει από τον παραπάνω ορισμό, πρέπει επίσης να βρούμε έναν πάροχο για το πρωτόκολλο, που ονομάζεται OpenID Connect Provider ή Identity Provider (IdP). Ο ρόλος αυτού του φορέα παροχής υπηρεσιών είναι να παρέχει, μέσω αυτής της επιλεγμένης ροής ελέγχου ταυτότητας, τη δυνατότητα στον πελάτη ή την υπηρεσία (που καλείται Relying Party) που ζητά την ταυτότητα ενός χρήστη να συνδεθεί. Ο επιλεγμένος πιστοποιημένος πάροχος OpenID για την περίπτωση μας θα παρουσιαστεί στο επόμενο κεφάλαιο. Υπάρχουν διαφορετικές ροές που μπορούν να οριστούν στο πρωτόκολλο OpenID ανάλογα με τον τύπο της εφαρμογής και τις απαιτήσεις ασφαλείας της. Οι διαφορές αυτών των ροών έχουν να κάνουν κυρίως με τους τύπους απόκρισης που μπορεί να ζητήσει ένα αίτημα εξουσιοδότησης και τον τρόπο με τον οποίο επιστρέφονται τα διακριτικά στην εφαρμογή-πελάτη. Θα χρησιμοποιήσουμε τον κωδικό εξουσιοδότησης Flow with Proof Key for Code Exchange (PKCE). Αυτή η ροή απαιτεί τη μικρότερη δυνατή προσπάθεια για την εφαρμογή από την εφαρμογή-πελάτη, ενώ παρέχει το καλύτερο επίπεδο ασφάλειας, αλλά το σημαντικότερο είναι ότι συνιστάται ως βέλτιστη πρακτική από το ίδρυμα OAuth2, ειδικά για εφαρμογές μίας σελίδας όπως στην περίπτωση μας. Αξίζει να περιγράψουμε λεπτομερώς τον τρόπο με τον οποίο επιτυγχάνεται η διαδικασία αυθεντικοποίησης, όπως παρουσιάζεται και στο επόμενο διάγραμμα, βλέπε Εικόνα 3.2.

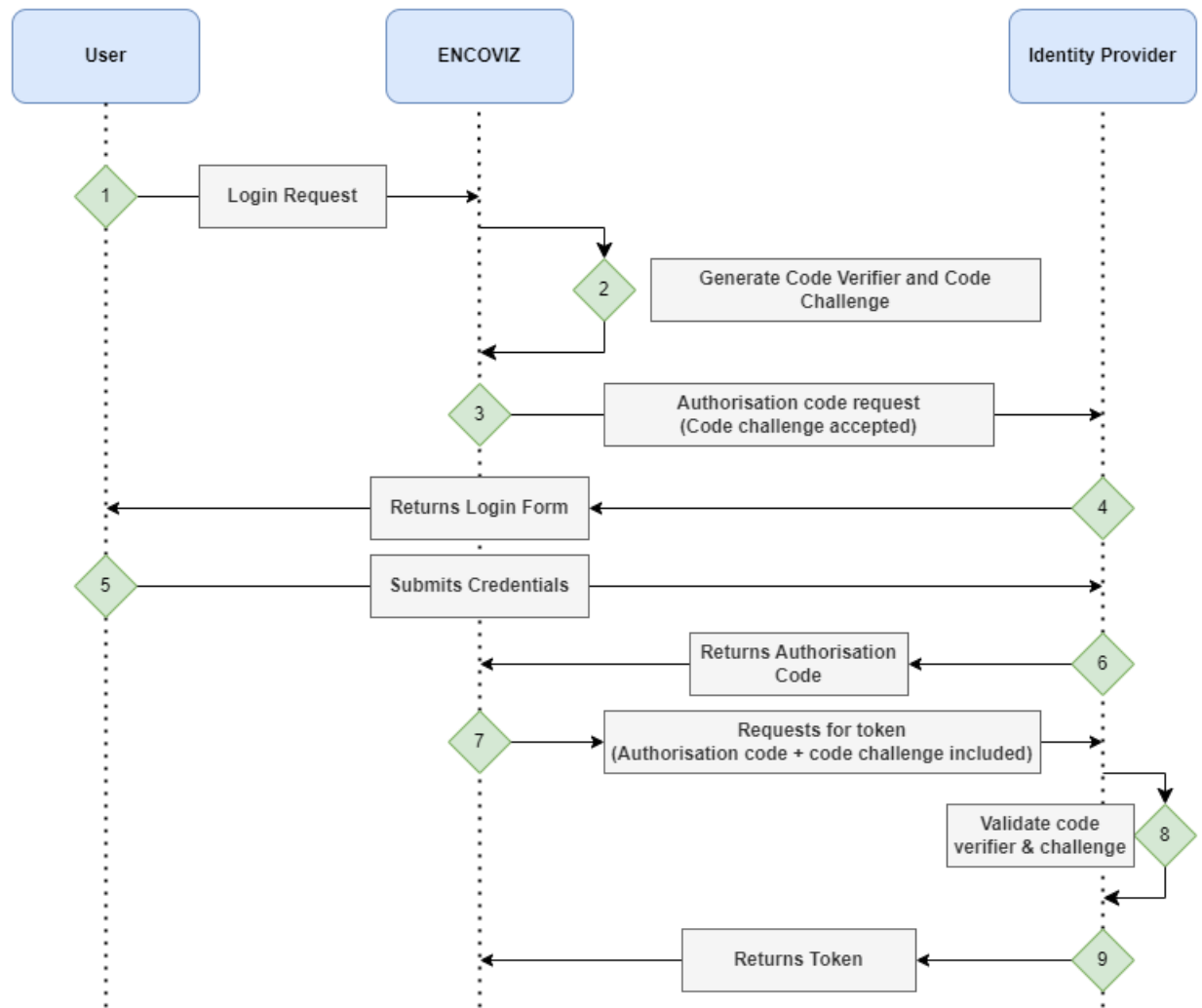
Έτσι, όπως μπορούμε να δούμε από την Εικόνα 3.2, υπάρχουν 9 βήματα μέχρι να αυθεντικοποιηθεί ένας χρήστης και επομένως να έχει πρόσβαση στις πληροφορίες που είναι ίδιες με τη συνεδρία του. Ειδικότερα, βλέπε [11]:

1. Ο χρήστης κάνει κλικ στο κουμπί Σύνδεση μέσα στην εφαρμογή.
2. Δημιουργείται ένας κρυπτογραφικά τυχαίος επαληθευτής κώδικα (μοναδική τιμή συμβολοσειράς) στην εφαρμογή πελάτη, τον οποίο κατακερματίζει και κωδικοποιεί ως πρόκληση κώδικα.
3. Ο χρήστης ανακατευθύνεται στον πάροχο ταυτότητας (τελικό σημείο εξουσιοδότησης) μαζί με την πρόκληση κωδικού
4. Ο IdP σερβίρει τη φόρμα σύνδεσης και ζητά από τον χρήστη να υποβάλει τα διαπιστευτήριά του (grant type: password).
5. Ο χρήστης πιστοποιείται χρησιμοποιώντας το όνομα χρήστη και τον κωδικό πρόσβασης.

HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898  
«ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ,  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ»  
(ΕΠΑνεΚ)

ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ  
Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας

6. Ο IdP αποθηκεύει την πρόκληση του κωδικού για μεταγενέστερη χρήση και ανακατευθύνει τον χρήστη πίσω στην εφαρμογή με έναν κωδικό εξουσιοδότησης, ο οποίος είναι καλός για μία χρήση.
7. Ο πελάτης (εφαρμογή ENCOVIZ) ζητά από τον IdP τα διακριτικά (/token endpoint), συμπεριλαμβανομένου του κωδικού εξουσιοδότησης (που έλαβε στο βήμα 6) και του επαληθευτή του κωδικού (που δημιουργήθηκε στο βήμα 2). Βασικά, σε αυτό το βήμα ο πελάτης ζητά ένα διακριτικό πρόσβασης σε αντάλλαγμα για τον κωδικό εξουσιοδότησης.
8. Ο IdP επαληθεύει την πρόκληση κώδικα και τον επαληθευτή κώδικα και μόνο αν αυτά τα δύο ταιριάζουν προχωρά στο επόμενο βήμα.
9. Ο IdP απαντά με ένα κουπόνι ID και ένα κουπόνι πρόσβασης (και προαιρετικά ένα κουπόνι ανανέωσης).



Εικόνα 3.2: Ροή κώδικα εξουσιοδότησης με PKCE3.

Τόσο το ID όσο και το κουπόνι πρόσβασης κωδικοποιούνται ως JSON Web Token (JWT), μια τυποποιημένη μορφή που επιτρέπει στην εφαρμογή-πελάτη να επιθεωρήσει το περιεχόμενό του και να επαληθεύσει ότι προέρχεται από τον αναμενόμενο εκδότη και δεν έχει τροποποιηθεί από οποιονδήποτε άλλο. Το διακριτικό ID μπορεί να περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικά με την ταυτότητα του συνδεδεμένου χρήστη (όνομα, email, όνομα χρήστη, εικόνα προφίλ, ημέρα γέννησης κ.ο.κ.), αλλά χρησιμοποιείται κυρίως για να υποδείξει ότι ο χρήστης έχει πιστοποιηθεί από τον πάροχο OpenID. Το διακριτικό πρόσβασης καθορίζει τους πόρους στους οποίους μπορεί να έχει πρόσβαση ο χρήστης που έχει πιστοποιηθεί επιτυχώς. Στην πραγματικότητα, ο χρήστης αναθέτει στην εφαρμογή-πελάτη να προσπελάσει έναν πόρο για λογαριασμό του [10]. Όπως είδαμε από τον ορισμό που δόθηκε προηγουμένως, η επικοινωνία μεταξύ του διακομιστή

HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898 «ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ, ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ» (ΕΠΑνεΚ)	ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας
--	---

ταυτότητας και της εφαρμογής επιτυγχάνεται με τρόπο που μοιάζει με REST. Στην επόμενη ενότητα θα αναλύσουμε τι ακριβώς είναι το REST.

### 3.4 Πρωτόκολλο επικοινωνίας

Όπως παρατηρούμε και στην Εικόνα 3.2, υπάρχουν δύο περιπτώσεις όπου τα εμπλεκόμενα επίπεδα πρέπει να επικοινωνούν και να ανταλλάσσουν πληροφορίες. Στην πρώτη περίπτωση οι συμμετέχοντες είναι ο Web Server (ο οποίος μπορεί να αναφέρεται ως Client Server ή πελάτης στην απλούστερη μορφή) μαζί με τον API Server (θα ονομάζεται διακομιστής για ευκολία αναφοράς) και στη δεύτερη έχουμε τον Identity Server (διακομιστή) μαζί με τον Web Server (πελάτη). Οι πληροφορίες αυτές είναι αντικείμενα, έγγραφα κ.λπ. που συχνά αναφέρονται ως πόροι. Ο πιο συνηθισμένος τρόπος επικοινωνίας επιτυγχάνεται όταν οι πελάτες στέλνουν αιτήματα για ανάκτηση ή τροποποίηση πόρων και ο διακομιστής στέλνει απαντήσεις σε αυτά τα αιτήματα. Στο κεφάλαιο 2 [2.3.1 και 2.4] αναφερθήκαμε σε έναν ακόμη τύπο επικοινωνίας, που είναι η επικοινωνία σε πραγματικό χρόνο. Αυτός ο τύπος, σε αντίθεση με το να ενεργοποιείται όταν ένας πελάτης κάνει αιτήσεις στον διακομιστή, γίνεται όταν ο διακομιστής ειδοποιεί τον πελάτη για νέες ενημερώσεις. Σε κάθε περίπτωση, θα χρειαστούμε μια αρχιτεκτονική για την καθιέρωση μιας τέτοιας επικοινωνίας.

Το REST είναι ένα αρχιτεκτονικό στυλ που παρέχει πρότυπα για διαδικτυακά συστήματα υπολογιστών, διευκολύνοντας την απλούστερη επικοινωνία μεταξύ συστημάτων. Η έλλειψη κατάστασης και ο διαχωρισμός των ανησυχιών πελάτη και εξυπηρετητή είναι τα κύρια χαρακτηριστικά των συστημάτων RESTful (που αποκαλούνται επίσης ως συστήματα REST-compliants systems). Σύμφωνα με το αρχιτεκτονικό στυλ REST, εκτελούνται κοινές λειτουργίες σε πόρους και κάθε μέρος γνωρίζει τη σωστή μορφή μηνύματος που πρέπει να παραδώσει στο άλλο. Λόγω αυτών των παραγόντων, μπορούμε να αναφέρουμε τα παρακάτω πλεονεκτήματα:

- Οι υλοποιήσεις του πελάτη και του διακομιστή μπορούν να πραγματοποιηθούν ανεξάρτητα η μία από την άλλη
- Αλλαγές στον κώδικα της πλευράς του διακομιστή μπορούν να γίνουν χωρίς αντίκτυπο στη λειτουργικότητα του πελάτη και αντίστροφα
- Κάθε μέρος διατηρείται αρθρωτό και ανεξάρτητο.

HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898 «ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ, ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ» (ΕΠΑνεΚ)	ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας
--	---

- Διαφορετικοί και περισσότεροι του ενός πελάτες μπορούν να έχουν πρόσβαση στα ίδια τελικά σημεία REST μέσω μιας διεπαφής REST, να εκτελούν τις ίδιες λειτουργίες και να λαμβάνουν τις ίδιες απαντήσεις.

Τα συστήματα που ακολουθούν το παράδειγμα REST είναι χωρίς κατάσταση (stateless), πράγμα που σημαίνει ότι ούτε ο εξυπηρετητής ούτε ο πελάτης χρειάζεται να γνωρίζουν την κατάσταση του άλλου. Με αυτόν τον τρόπο, κάθε μήνυμα που λαμβάνεται γίνεται κατανοητό τόσο από τον διακομιστή όσο και από τον πελάτη, ακόμη και όταν δεν γνωρίζουν προηγούμενα μηνύματα. Λόγω της ικανότητάς τους να ελέγχονται, να τροποποιούνται και να επαναχρησιμοποιούνται ως επιμέρους στοιχεία χωρίς να επηρεάζουν το σύστημα ως σύνολο, οι εφαρμογές που είναι συμβατές με το REST είναι κλιμακούμενες, αξιόπιστες και αποδοτικές ακόμη και αν το σύστημα λειτουργεί [17].

### 3.5 Υπηρεσία αποθήκευσης

Θα υπάρχουν δύο σχήματα βάσεων δεδομένων, όπως υποδεικνύεται από τις απαιτήσεις της εφαρμογής (βλέπε R1 και R3 στο κεφάλαιο 4). Η πρώτη είναι απαραίτητη για τον μηχανισμό ελέγχου ταυτότητας και ορίζεται από τον πάροχο ταυτότητας. Είναι εντελώς ανεξάρτητο από την εφαρμογή, καθώς περιέχει δεδομένα που αφορούν τους χρήστες του συστήματος (ρόλος, email, όνομα χρήστη, κρυπτογραφημένος κωδικός πρόσβασης), ροές ελέγχου ταυτότητας, ρυθμίσεις ασφαλείας κτλ.. Ως εκ τούτου, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για οποιαδήποτε εφαρμογή που επιτρέπει την πρόσβαση στους ίδιους χρήστες. Η δεύτερη περιέχει όλα τα δεδομένα που σχετίζονται με την εφαρμογή ENCOVIZ Dashboard και ειδικά τις πληροφορίες που θα εμφανίζονται στα διαγράμματα, τα γραφήματα και τους πίνακες της, όπως η κατανάλωση ενέργειας (ημερήσια, εβδομαδιαία, μηνιαία), οι συσκευές του χρήστη, η κατανάλωση ενέργειας ανά συσκευή κ.λπ.

Η ύπαρξη δύο σχημάτων βάσεων δεδομένων που είναι εντελώς ανεξάρτητα από επιχειρηματική άποψη (δεν υπάρχει καμία εξάρτηση μεταξύ των σχημάτων τους, εξυπηρετούν διαφορετικούς στόχους) μας δίνει τη δυνατότητα είτε να τα τοποθετήσουμε στην ίδια μηχανή βάσεων δεδομένων (σε διαφορετικά σχήματα ή σε διαφορετικές βάσεις δεδομένων) είτε να τα διαχωρίσουμε σε διαφορετικά συστήματα βάσεων δεδομένων (τεχνολογίες). Και οι δύο προσεγγίσεις έχουν χρησιμοποιηθεί και θα συνεχίσουν να χρησιμοποιούνται σε όλη τη βιομηχανία λογισμικού, καθώς δεν υπάρχει σωστό ή λάθος. Κατά τη λήψη μιας τέτοιας επιλογής, πρέπει να ληφθούν υπόψη οι απαιτήσεις της εφαρμογής, οι πιθανοί περιορισμοί και, τέλος, η προβλεπόμενη χρήση.

HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898  
«ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ,  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ»  
(ΕΠΑνεΚ)

ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ  
Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας

Η οικονομική πτυχή έχει συχνά τη μεγαλύτερη βαρύτητα, γεγονός που υποδηλώνει έμμεσα τι θα ακολουθηθεί στις περισσότερες περιπτώσεις. Εξετάζοντας τις δύο εναλλακτικές λύσεις από αυτή την άποψη, αναφέρουμε με βεβαιότητα ότι η συντήρηση δύο διαφορετικών μηχανισμών βάσεων δεδομένων κοστίζει περισσότερο. Ωστόσο, αυτή είναι μια πτυχή που εξετάζεται περισσότερο για επιχειρηματικά έργα. Εκτός από το κόστος, μπορεί επίσης να αυξήσει τη διάρκεια της διαδικασίας ανάπτυξης, επειδή κάθε τεχνολογία έχει μοναδικά χαρακτηριστικά και απαιτήσεις διαμόρφωσης.

Παρόλα αυτά, ο διαχωρισμός τους έχει πολλά πλεονεκτήματα:

- Αυξάνει την ασφάλεια (R2). Κάθε μηχανή βάσης δεδομένων θα εξυπηρετείται σε απομονωμένους χώρους (instances), καθιστώντας εξαιρετικά δύσκολη την παραβίαση και των δύο. Από την άλλη πλευρά, εάν ήταν ενσωματωμένα, θα αρκούσε μία μόνο επιτυχημένη κακόβουλη επίθεση για να έχουν πρόσβαση σε όλα τα δεδομένα του συστήματος.
- Αυτός ο σχεδιασμός χαλαρής σύζευξης δίνει τη δυνατότητα:
  - να αλλάξει σε οποιοδήποτε σημείο την τεχνολογία οποιουδήποτε από τα περιλαμβανόμενα μέρη
  - να αναπτύσσονται, να ενημερώνονται και να κλιμακώνονται ανεξάρτητα τα δύο schemasχωρίς να επηρεάζουν το ένα το άλλο.
- Το σύστημα είναι σύμφωνο με την αρχή του διαχωρισμού των ανησυχιών (separation of concerns), η οποία βασίζεται στην ιδέα ότι κάθε συστατικό στοιχείο ενός γενικού συστήματος πρέπει να επιτυγχάνει και να εξυπηρετεί έναν μόνο στόχο, αντί να υπάρχει ένα μόνο συστατικό στοιχείο που εκτελεί όλες τις λειτουργίες. Με την τήρηση αυτής της αρχής, αυξάνεται η συντηρησιμότητα και η επεκτασιμότητα του συστήματος.
- Αυτή η στρατηγική έχει το μεγάλο πλεονέκτημα ότι επιτρέπει τη χρήση διαφόρων τεχνολογιών ανάλογα με την εμπειρία και την εξειδίκευση των ομάδων ανάπτυξης ή των ειδικών που τις επεκτείνουν ή τις συντηρούν.

Ως παράδειγμα αυτής της απομονωμένης στρατηγικής για την περίπτωση μας μπορούμε να αναφέρουμε: μια σχεσιακή βάση δεδομένων των χρηστών και μια μη σχεσιακή βάση δεδομένων για τα δεδομένα που σχετίζονται με τον χρήστη (δεδομένα της εφαρμογής). Θα ακολουθήσουμε τη δεύτερη στρατηγική υπό το πρίσμα όλων όσων ειπώθηκαν παραπάνω, αν και θα ήταν εξίσου λογικό να ακολουθήσουμε την πρώτη.



### 3.6 Πηγές δεδομένων

Όπως έχουμε ήδη περιγράψει, το ENCOVIZ Dashboard επικεντρώνεται σε δεδομένα που σχετίζονται με την ενέργεια, και πιο συγκεκριμένα, σε δεδομένα που περιλαμβάνουν τη συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε κατοικίες, καθώς και σε δεδομένα που αναφέρονται στην ατομική κατανάλωση συγκεκριμένων συσκευών, όπως κλιματιστικά, τηλεοράσεις, πλυντήρια ρούχων κ.λπ.

Ο μηχανισμός που είναι υπεύθυνος για την παροχή αυτών των δεδομένων στο ENCOVIZ Dashboard μπορεί να διαφέρει ανάλογα με το σενάριο που πρέπει να υποστηριχθεί. Ωστόσο, στην παρούσα διατριβή, όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 3.1, θα βασιστούμε σε μια λύση που χρησιμοποιεί έναν διακομιστή API για την ανάκτηση δεδομένων. Ο διακομιστής API χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο REST, το οποίο εξηγείται περαιτέρω στην ενότητα 3.4. Αν και αρχικά το σχέδιο ήταν να αξιοποιήσουμε έναν διακομιστή API παραγωγής που θα εκθέσει συγκεκριμένα τελικά σημεία για την ανάκτηση δεδομένων για κάθε κατοικία, συγκεκριμένα ζητήματα με τον πάροχο δεδομένων μας ανάγκασαν να προσαρμόσουμε την αρχιτεκτονική μας συμπεριλαμβάνοντας έναν μηχανισμό που θα λαμβάνει αρχεία CSV ως είσοδο και, ως εκ τούτου, να υλοποιήσουμε έναν νέο διακομιστή API που αποτελείται από τα ακόλουθα επιμέρους στοιχεία:

- Μια ενότητα που είναι υπεύθυνη για τη φόρτωση δεδομένων σε μορφή CSV
- Μια ενότητα που μετατρέπει αυτά τα αρχεία CSV σε αντικείμενα JSON
- Μια ενότητα που είναι υπεύθυνη για την αποθήκευση αυτών των αντικειμένων JSON σε μια βάση δεδομένων noSQL
- Το πραγματικό API που υποστηρίζει τους απαραίτητους υπολογισμούς και εκθέτει συγκεκριμένα σημεία που παρέχουν τα δεδομένα προς απεικόνιση

Περισσότερες πληροφορίες σχετικά με την αρχιτεκτονική και τις τεχνικές λεπτομέρειες του API περιλαμβάνονται στο επόμενο κεφάλαιο, και πιο συγκεκριμένα στην ενότητα 4.4.

### 3.7 Οπτικοποιήσεις

Έχουν εισαχθεί πολυάριθμες μέθοδοι για την οπτικοποίηση δεδομένων λόγω της ανάπτυξης της υπολογιστικής τεχνολογίας. Ενώ αυτό παρέχει ένα ευρύ φάσμα προσεγγίσεων οπτικοποίησης

HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898  
«ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ,  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ»  
(ΕΠΑνεΚ)

ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ  
Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας

που επιτρέπουν στους χρήστες να εξάγουν πληροφορίες από σύνολα δεδομένων οποιοδήποτε μεγέθους, η απόφαση για το ποια οπτικοποίηση είναι η καταλληλότερη για ένα συγκεκριμένο σύνολο δεδομένων και τους στόχους της ερμηνείας παραμένει υποκειμενική. Μελέτες που έγιναν για να καθοδηγήσουν τις επιλογές οπτικοποίησης για διάφορους τομείς συνόλων δεδομένων προτείνουν διάφορες ταξινομήσεις και χαρακτηριστικά που πρέπει να λαμβάνονται γενικά υπόψη κατά την παραγωγή οπτικών αναπαραστάσεων. Πρέπει να προσδιορίσουμε τα κριτήρια που πρέπει να πληρούν οι αποτελεσματικές οπτικοποιήσεις για να διαχειριστούμε το σχεδιασμό τους:

1. Θα πρέπει να έχουν σαφή στόχο
2. Θα πρέπει να είναι ακριβείς και να περιέχουν μόνο βασικές πληροφορίες
3. Οι επιδιωκόμενες πληροφορίες με το σχετικό επίπεδο λεπτομέρειας θα πρέπει να προσαρμόζονται ανά περίπτωση χρήσης. Για παράδειγμα, στην περίπτωσή μας, το ίδιο σύνολο δεδομένων μπορεί να απεικονίζεται με μεγαλύτερη λεπτομέρεια στους παρόχους παρά στους πελάτες/καταναλωτές που μπορεί να χρειάζονται μόνο μια υψηλού επιπέδου επισκόπηση και αντίστροφα.

Ακόμη και αν γνωρίζουμε τι συνιστά μια καλή οπτικοποίηση, αυτό από μόνο του δεν αρκεί για να κάνουμε τη σωστή επιλογή. Για την επιλογή αυτή πρέπει να εξεταστούν πολλαπλές πτυχές που σχετίζονται με τα χαρακτηριστικά των δεδομένων, όπως ακόμη και αν είναι ασυνεχή (ονομαστικά, ταξινομημένα ή κατηγορικά) ή συνεχή (διαστήματα, αναλογίες), ο τύπος των δεδομένων τους (διαστάσεις, ιεραρχικές δομές -δέντρα, δίκτυα κ.λπ.). Θα πρέπει επίσης να εξεταστεί το επίπεδο αλληλεπίδρασης μεταξύ των χρηστών και της απεικόνισης (μεγέθυνση, φιλτράρισμα, σύγκριση, λεπτομέρειες κατά παραγγελία κ.λπ.). Τέλος, ο στόχος της οπτικοποίησης (σύγκριση, σχέση, κατανομή, τάση στο χρόνο ή σύνθεση) μαζί με τους λόγους οπτικοποίησης των πληροφοριών (εξερεύνηση, ανακάλυψη, σύνοψη, παρουσίαση) μπορούν να καθοδηγήσουν στην επιλογή.

Στην περίπτωσή μας:

- Έχουμε διακριτά δεδομένα (αν και θα μπορούσε επίσης να είναι χρήσιμο να τα παρουσιάσουμε ως συνεχή σε ορισμένες περιπτώσεις)
- Δισδιάστατα δεδομένα, ο άξονας x απεικονίζει τη μονάδα χρόνου (ημέρες, εβδομάδες, μήνες, έτη) και ο άξονας y την εξαρτημένη μεταβλητή (κατανάλωση ενέργειας σε kWh)
- Ο στόχος είναι να τα συγκρίνουμε και να ανακαλύψουμε την τάση σε ορισμένες περιόδους

HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898  
«ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ,  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ»  
(ΕΠΑνεΚ)

ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ  
Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας

- Ο λόγος για την οπτικοποίηση αυτών των δεδομένων είναι να ανακαλύψουμε (ανωμαλίες ή να παρακολουθήσουμε την τρέχουσα στρατηγική), να διερευνήσουμε πιθανές λύσεις και να δώσουμε μια γενική εικόνα των πόρων του χρήστη.

Στο κεφάλαιο 4 υπάρχει μια πιο εκτεταμένη και λεπτομερής επισκόπηση των χαρακτηριστικών που υλοποιήθηκαν, καθώς και του τρόπου οπτικοποίησής τους, λαμβάνοντας υπόψη όλες τις προαναφερθείσες αναλύσεις.

## Κεφάλαιο IV: Εφαρμογή και βασικά στοιχεία του ENCOVIZ

Για να προχωρήσουμε στην ανάπτυξη του ENCOVIZ, έπρεπε αρχικά να προσδιορίσουμε τις κατάλληλες τεχνολογίες για την υλοποίηση των τυποποιημένων πρωτοκόλλων και προτύπων που επιλέχθηκαν και συζητήθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο.

Η επιλογή αυτή ήταν ένα από τα πιο απαιτητικά καθήκοντα της όλης υλοποίησης, δεδομένου ότι υπάρχουν τόσες πολλές εναλλακτικές λύσεις και, κυρίως, επειδή μπορεί να υπάρχουν περισσότερες από μία που να μπορούν να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις της εφαρμογής. Παρόλο που, όπως έχουμε ήδη αναφέρει για τις περισσότερες περιπτώσεις, δεν υπάρχει μόνο ένας τρόπος για την εφαρμογή τέτοιων προϊόντων, και το παρόν αφορά το ίδιο. Σε αντίθεση με το γεγονός ότι η επιλογή της στοίβας λογισμικού (τεχνολογίας) είναι εξαιρετικά δύσκολη, αυτό το ευρύ φάσμα επιλογών έχει το πλεονέκτημα ότι επιτρέπει στην ομάδα ανάπτυξης να επιλέξει τα εργαλεία και τις τεχνολογίες που ταιριάζουν καλύτερα στις προτιμήσεις της. Ωστόσο, υπάρχουν δύο σημαντικοί παράγοντες που μπορούν να μειώσουν τις επιλογές των υποψηφίων και να επηρεάσουν την επιλογή (από έναν μεγαλύτερο αριθμό στους οποίους θα αναφερθούμε αργότερα στο παρόν κεφάλαιο). Το ένα είναι τα κριτήρια αποδοχής της εφαρμογής (απαιτήσεις), οι προδιαγραφές και η λειτουργικότητα και το άλλο είναι η εμπειρία και η γνώση της ομάδας ανάπτυξης. Τα κύρια κριτήρια αποδοχής που εξετάστηκαν και επηρέασαν τις τελικές επιλογές ήταν:

R1: Διαφορετικοί χρήστες μπορούν να έχουν πρόσβαση στην εφαρμογή χρησιμοποιώντας διαπιστευτήρια: όνομα χρήστη και κωδικό πρόσβασης.

R2: Όλοι οι κωδικοί πρόσβασης πρέπει να είναι κρυπτογραφημένοι και ασφαλείς (συμπεριλαμβανομένων των ευαίσθητων δεδομένων των χρηστών).

HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898  
«ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ,  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ»  
(ΕΠΑνεΚ)

ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ  
Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας

R3: Η γραφική διεπαφή χρήστη θα αντιστοιχεί στο περιεχόμενο (σχετικά δεδομένα) και στο ρόλο (διαχειριστής, πελάτης ή πάροχος) του χρήστη που είναι συνδεδεμένος τη δεδομένη στιγμή.

R4: Η διεπαφή χρήστη θα πρέπει να εμφανίζεται σε όλα τα μεγέθη οθόνης και συσκευές (οθόνες, φορητοί υπολογιστές, ταμπλέτες, κινητά τηλέφωνα).

Τέλος, είχαμε καθορίσει ένα σύνολο κριτηρίων που έπρεπε να πληροί κάθε τεχνολογία που τελικά επιλέχθηκε, προκειμένου να διασφαλιστεί η ποιότητα και η μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα του προϊόντος:

- Δωρεάν κόστος (χωρίς τέλη αδειοδότησης)
- Μακροχρόνια υποστήριξη
- Υποστήριξη από την κοινότητα, όσον αφορά τη δυνατότητα να ζητηθεί βοήθεια/διευκρινίσεις, να ληφθούν παραδείγματα από υπάρχουσες υλοποιήσεις κ.λπ.
- Ασφαλές και χωρίς αναφερόμενα τρωτά σημεία υψηλού κινδύνου
- Καλά δοκιμασμένο, αρκετά ώριμο και χρησιμοποιούμενο σε επίπεδο επιχείρησης

## 4.1 Αρχιτεκτονική

Θεωρείται ότι η ανάπτυξη ενός έργου θα πρέπει να αρχίσει μόλις καθοριστεί αυστηρά η αρχιτεκτονική του. Αυτό είναι απολύτως λογικό, δεδομένου ότι η ομάδα ανάπτυξης γνωρίζει εκ των προτέρων το σχέδιο και, το σημαντικότερο, κάθε χαρακτηριστικό χτίζεται με γνώμονα την πιθανότητα μελλοντικών ενσωματώσεων και εξαρτήσεων. Ωστόσο, μια τέτοια προσέγγιση απαιτεί σταθερές, αμετάβλητες, σαφείς και καλά καθορισμένες απαιτήσεις.

Οι απαιτήσεις της εφαρμογής μπορούν να έχουν σημαντικό αντίκτυπο στο σχεδιασμό της αρχιτεκτονικής, εκτός από την επιλογή της τεχνολογικής στοίβας. Στην περίπτωση μας, γνωρίζαμε από την αρχή ότι, αν και ορισμένες απαιτήσεις θα μπορούσαν να μεταβληθούν ελάχιστα με την πάροδο του χρόνου, άλλες θα μπορούσαν να υποστούν σημαντικότερες αλλαγές. Παρόλο που αυτές οι μικρές αλλαγές μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά το σχεδιασμό, είναι αρκετά τυπικές και αναμενόμενες, επομένως δεν θα ήταν αποτρεπτικό για την έναρξη της ανάπτυξης έχοντας πρώτα ολοκληρώσει τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό. Ωστόσο, όταν

HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898  
«ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ,  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ»  
(ΕΠΑνεΚ)

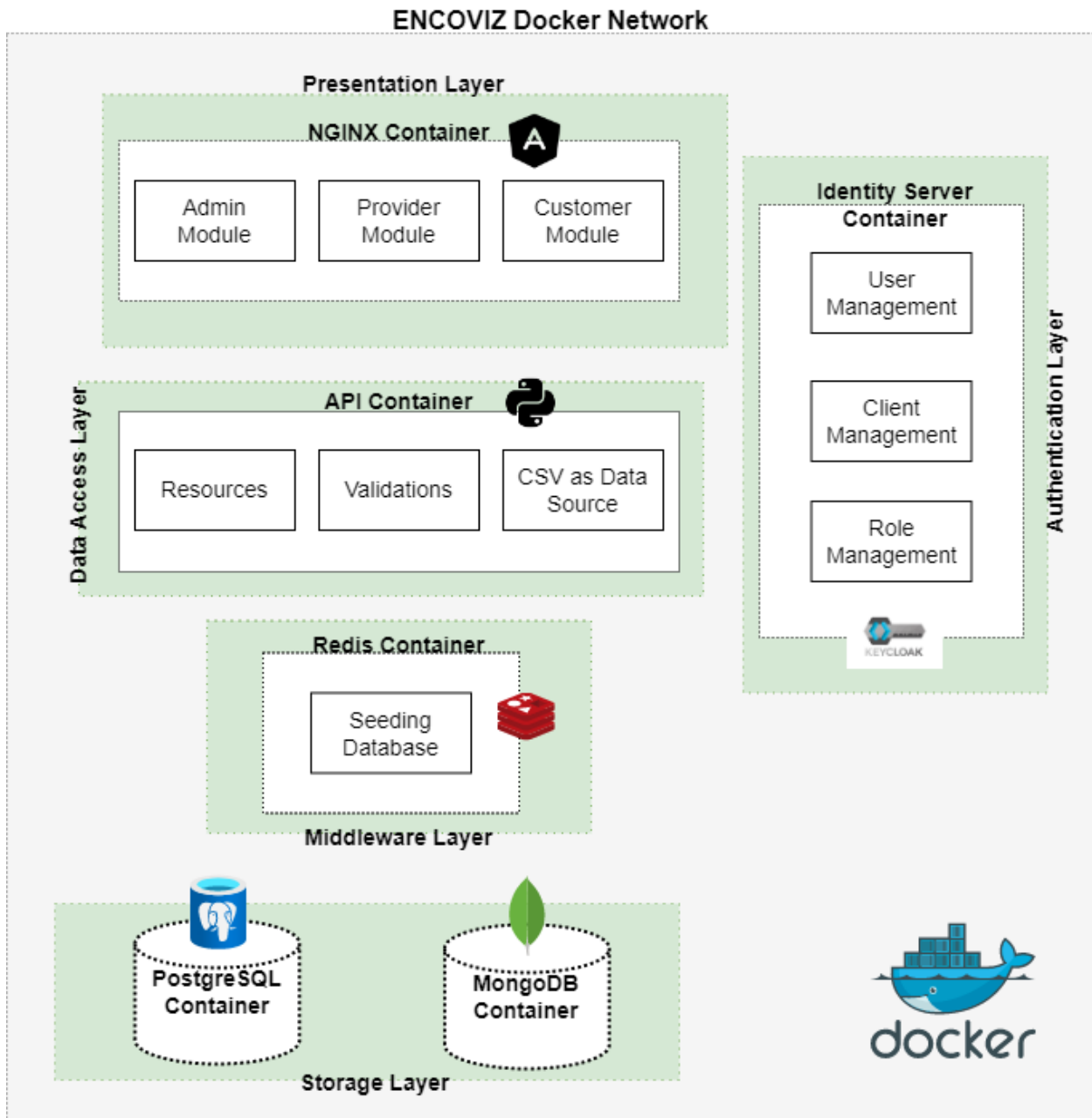
ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ  
Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας

αναμένονται ριζικές αλλαγές, κάτι τέτοιο μπορεί να είναι καταστροφικό, επειδή υπάρχει μεγάλη πιθανότητα (που τείνει προς τη βεβαιότητα) ότι και τα δύο θα αναδιαμορφωθούν σημαντικά. Για το λόγο αυτό αποφασίσαμε να προχωρήσουμε με μια δυναμική προσέγγιση, κατά την οποία οι δύο φάσεις θα λειτουργούν ταυτόχρονα και θα είναι αρκετά ευέλικτες ώστε να προσαρμόζονται ανάλογα με τα εισερχόμενα αιτήματα.

Ο σχεδιασμός μας επανεξετάστηκε και επανασχεδιάστηκε μερικές φορές κατά τη διάρκεια της φάσης ανάπτυξης για να προσαρμοστεί στις νέες ανάγκες. Μπορούμε να παραθέσουμε ένα παράδειγμα που μας ώθησε να κάνουμε τέτοιες αλλαγές, για να αποδείξουμε την αλήθεια αυτού του ισχυρισμού. Το R1 αφορά την αποθήκευση των χρηστών που έχουν πρόσβαση στο σύστημα, ενώ το R3 την αποθήκευση των σχετικών δεδομένων τους (όπως η κατανάλωση ενέργειας, οι ηλεκτρικές συσκευές κ.λπ.). Όπως έχουμε ήδη περιγράψει, αποφασίσαμε να χωρίσουμε αυτά τα δεδομένα σε δύο ξεχωριστά περιβάλλοντα/τεχνολογίες βάσεων δεδομένων, μία σχεσιακή βάση δεδομένων (για τα ευαίσθητα δεδομένα των χρηστών) και μία μη σχεσιακή (για τα σχετικά δεδομένα τους). Ένας από τους κύριους λόγους για τους οποίους πήραμε αυτή την απόφαση ήταν για την εκπλήρωση της δεύτερης απαίτησης R2 (η λεπτομερής αιτιολόγηση αυτής της διαίρεσης βρίσκεται στο υποτομήμα 3.5).

#### **4.1.1 ENCOVIZ Αρχιτεκτονικός σχεδιασμός**

Η φάση του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού θεωρείται ως η πιο κρίσιμη φάση για το αποτέλεσμα της εφαρμογής. Σε αυτή τη φάση, τίθενται τα θεμέλια ολόκληρου του συστήματος και διερευνώνται τυχόν εμπόδια για να διαπιστωθεί αν μπορούμε να προχωρήσουμε στη φάση της ανάπτυξης. Ακόμη και αν ορισμένες απαιτήσεις κριθούν τεχνικά αδύνατες, αυτό δεν σημαίνει ότι το έργο πρέπει να εγκαταλειφθεί. Στη συνέχεια, αξιολογούνται εναλλακτικές λύσεις για τη συνέχιση της διαδικασίας, είτε αλλάζοντας τις προδιαγραφές είτε τον τρόπο παροχής των υπηρεσιών.



Εικόνα 4.1: Containerization εφαρμογής, όπου κάθε επίπεδο είναι συγκεντρωμένο σε ξεχωριστό container

Η μεθοδολογία μας για το σχεδιασμό της αρχιτεκτονικής του συστήματος αποτελείται από διάφορα βήματα:

S1: Αρχικά προσπαθήσαμε να χωρίσουμε την εφαρμογή σε επιμέρους ενότητες/τμήματα.

HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898  
«ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ,  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ»  
(ΕΠΑνεΚ)

ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ  
Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας

S2: Στη συνέχεια, δώσαμε σε κάθε ενότητα μια συγκεκριμένη λειτουργία για την οποία ήταν υπεύθυνη.

S3: Αναλύσαμε αυτές τις υψηλού επιπέδου διαδικασίες σε μικρότερες εργασίες (πιο διαχειρίσιμες).

S4: Συνεχίσαμε να αναλύουμε το έργο σε μικρότερα μέρη (σχέση γονέα-παιδιού), καθώς φτάσαμε στο σημείο όπου αυτό ήταν εντελώς άχρηστο ή αδύνατο για περαιτέρω διαίρεση.

Από τότε, αυτή η προσέγγιση πολλαπλών βημάτων ήταν εντελώς άσχετη με οποιαδήποτε τεχνολογική αρχιτεκτονική ή αρχιτεκτονική σχεδιασμού λογισμικού. Ως εκ τούτου, εξετάσαμε εναλλακτικές λύσεις για το μετασχηματισμό αυτών των εννοιών (ενότητες, εργασίες, γονικές κλάσεις, κ.λπ.) σε συγκεκριμένα στρώματα (με τεχνική ερμηνεία) για την αρχιτεκτονική μας. Τελικά, καταλήξαμε στο συμπέρασμα να κάνουμε Containerize την εφαρμογή (Application Containerization, Εικόνα 4.1), καθώς όλοι αυτοί οι φυσικοί όροι θα μπορούσαν να "μεταφραστούν" σε συγκεκριμένα μέρη του σχεδιασμού μας. Για να την αναλύσουμε περαιτέρω, ας ξεκινήσουμε δίνοντας έναν ορισμό αυτής της αρχιτεκτονικής:

"Η κιβωτοποίηση εφαρμογών (application containerization) είναι η συσκευασία του κώδικα λογισμικού μόνο με τις βιβλιοθήκες του λειτουργικού συστήματος (OS) και τις εξαρτήσεις που απαιτούνται για την εκτέλεση του κώδικα, ώστε να δημιουργηθεί ένα ενιαίο ελαφρύ εκτελέσιμο αρχείο, που ονομάζεται κιβώτιο (container), το οποίο εκτελείται με συνέπεια σε οποιαδήποτε υποδομή."

Παρόλο που οι ιδέες του containerization και του διαχωρισμού των διαδικασιών δεν είναι νέες, η αποδοχή τους επιταχύνθηκε με την κυκλοφορία το 2013 της μηχανής ανοικτού κώδικα Docker Engine, η οποία έχει γίνει το βιομηχανικό πρότυπο για τα containers και προσφέρει απλά εργαλεία ανάπτυξης και μια ενιαία στρατηγική συσκευασίας. Έτσι, από εδώ και στο εξής, κάθε φορά που θα αναφερόμαστε σε αυτή τη στρατηγική, θα πρέπει να θεωρείται ισοδύναμη με το Docker Containerization, βλέπε Πίνακα 4.1.

HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898 «ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ, ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ» (ΕΠΑνεΚ)	ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας
--	---

Step No.	Physical Term	Containerization (Docker)
S1	Application	Network
S1,S2	Module specific operation	Container
S3, S4	high-level processes Parent components	Software Technologies (Software frameworks)
S3,S4	Smaller tasks Child components	Libraries (and Dependencies)

Πίνακας 4.1: Σύνδεση μεταξύ των φυσικών όρων της προσέγγισής μας (βήματα 1-4) και του Containerization

Συστήματα, όπως το δικό μας, που μπορούν να αναλυθούν σε ομάδες υπο εργασιών, κάθε μία από τις οποίες βρίσκεται σε διαφορετικό επίπεδο αφαίρεσης, μπορούν να οργανωθούν χρησιμοποιώντας το πρότυπο Layered. Τώρα που έχουμε ορίσει τι είναι τα containers και μπορούμε έτσι να κατανοήσουμε καλύτερα τη λειτουργία τους, μπορούμε να συσχετίσουμε το καθένα από αυτά με τα επίπεδα αυτού του αρχιτεκτονικού προτύπου. Ξεκινώντας από κάτω προς τα πάνω, μπορούμε να δούμε πέντε κύρια στρώματα στο Εικόνα 4.1, όπως επίσης απεικονίζονται στον Πίνακα 4.2:

1. Στρώμα ελέγχου ταυτότητας (Keycloak) - στη δεξιά πλευρά της Εικόνας 1
2. Επίπεδο αποθήκευσης, περιλαμβάνονται οι δύο μηχανές βάσεων δεδομένων (PostgreSQL & MongoDB)
3. Στρώμα ενδιάμεσου λογισμικού που ενεργεί ως διαμεσολαβητής μηνυμάτων (Redis)
4. Το επίπεδο πρόσβασης στα δεδομένα (γνωστό και ως επίπεδο επιμονής) αποτελείται από το API που θα παραδίδει τα δεδομένα (Uvicorn Server - Python, FastAPI)
5. Στρώμα Παρουσίασης που θα εξυπηρετεί το User Interface (NGINX Server -Angular)

Layer	Server	Technology
Database - Storage	PostgreSQL, MongoDB	PostgreSQL, MongoDB
Middleware	Redis	Redis
Data access - Persistence	Uvicorn	Python
Presentation & UI	NGINX	Angular
Authentication & Identity	Keycloak	Keycloak

Table 4.2: Στρώματα, διακομιστές και τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη του ENCOVIZ Dashboard



HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898  
«ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ,  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ»  
(ΕΠΑνεΚ)

ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ  
Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας

Στο παρόν κεφάλαιο υπάρχουν ορισμένες ενότητες που αναλύουν λεπτομερέστερα κάθε στρώμα και τις τεχνολογίες που το συνοδεύουν.

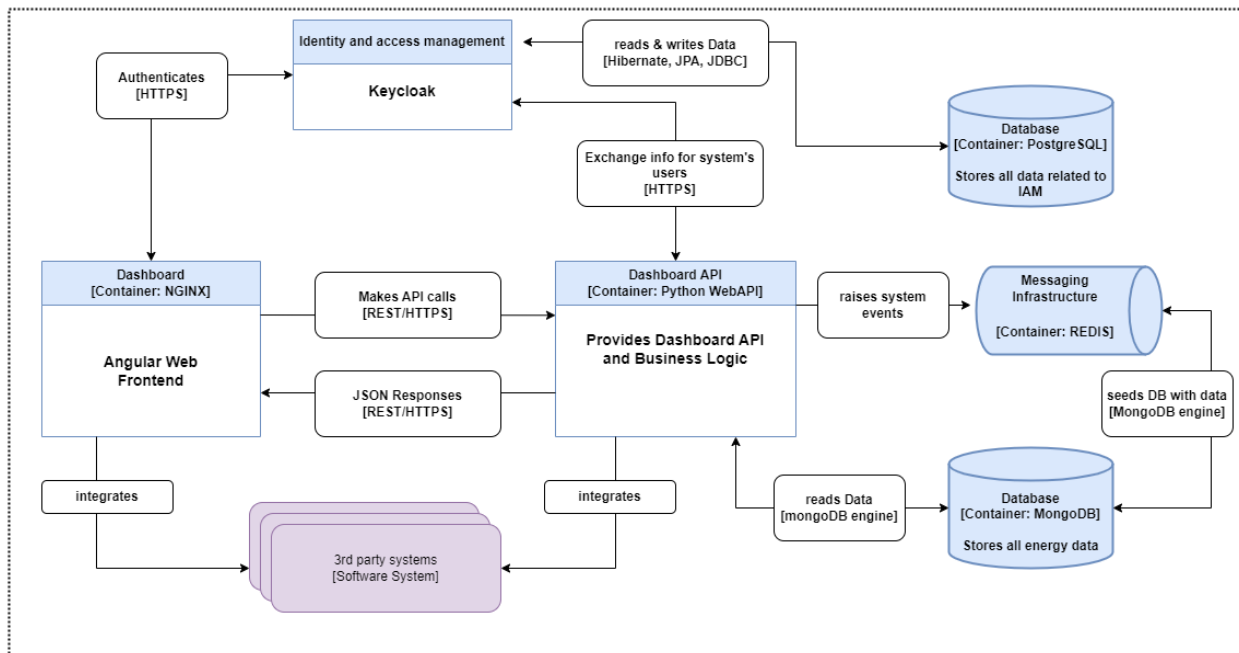
#### 4.1.2 Λεπτομερής Αρχιτεκτονική

Έχοντας χωρίσει το έργο σε διάφορα στρώματα (containers), είχαμε τον αρχικό σκελετό του αρχιτεκτονικού μας σχήματος. Προσδιορίσαμε τα κύρια στρώματα μαζί με τις βασικές λειτουργίες που θα εκτελούσε το καθένα από αυτά. Για ένα απλό έργο αυτό θα ήταν υπεραρκετό. Αλλά μόνο μια υψηλή επισκόπηση δεν αρκεί για πιο σύνθετα συστήματα όπως το δικό μας. Υπάρχουν πράγματα που πρέπει να προγραμματιστούν προσεκτικά, να σχεδιαστούν με μεγαλύτερη λεπτομέρεια και να προσδιοριστεί ο κατάλληλος τρόπος εφαρμογής τους. Έτσι, πρέπει να εξετάσουμε θέματα όπως:

- Ποιες από αυτές τις ενότητες πρέπει να επικοινωνούν με άλλες;
- Τι είδους συνδέσεις πρέπει να υπάρχουν μεταξύ των διαφόρων επιπέδων;
- Πώς μπορεί να επιτευχθεί η επικοινωνία μεταξύ διαφορετικών ενοτήτων;

Η Εικόνα 4.1 δεν είναι σε θέση να μας δώσει τις αντίστοιχες απαντήσεις. Γι' αυτό το λόγο παρουσιάζουμε την Εικόνα 4.2, η οποία απεικονίζει τα containers μαζί με όλες τις υπάρχουσες σχέσεις μεταξύ τους.

Στον ακόλουθο πίνακα (Πίνακας 4.3) μπορούμε να δούμε κάθε πιθανή σύνδεση στο σύστημά μας και τα εμπλεκόμενα μέρη του, σημειωμένα με ένα σύμβολο ελέγχου (τικ).



Εικόνα 4.2: Αρχιτεκτονική του ENCOVIZ Dashboard

Containers	Frontend	API)	IAM	Message Broker	Database
Frontend		✓	✓		
API	✓		✓	✓	✓
IAM	✓	✓			✓
Message Broker		✓			✓
Database		✓	✓	✓	

Πίνακας 4.3: Επικοινωνία ανάμεσα στα container του δικτύου

Οι περισσότερες από αυτές τις επικοινωνίες διεξάγονται μέσω της αρχιτεκτονικής REST (βλ. 3.4). Παρόλο που σε αυτά που εμπλέκονται containers βάσεων δεδομένων (είτε MongoDB είτε PostgreSQL) η επικοινωνία επιτυγχάνεται μέσω βιβλιοθηκών τρίτου μέρους γνωστές ως object-relational mapper (ORM) για τις σχεσιακές βάσεις δεδομένων και object document mapper (ODM) για τις NoSQL.

## 4.2 Στρώμα πιστοποίησης

Έχουμε επιλέξει το Keycloak[32] ως διακομιστή πιστοποίησης. Είναι μια εξαιρετική επιλογή, διότι παρέχει όλα όσα χρειαζόμασταν έτοιμα από το “ράφι”. Απαλλαγμένοι από την ενασχόληση με την υλοποίηση των φορμών σύνδεσης, την πιστοποίηση των χρηστών και την αποθήκευση των χρηστών (μαζί με πολλές άλλες λειτουργίες), μπορούμε να επικεντρωθούμε αποκλειστικά στις προβολές του dashboard. Οι απαραίτητες ενέργειες από την πλευρά μας ήταν κυρίως διαμορφωτικές, γεγονός που μας γλίτωσε από πολύ χρόνο και προσπάθεια. Η απόφαση αυτή ελήφθη από τη στιγμή που δεν μας επιβάλλονται άλλοι περιορισμοί. Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τον ίδιο μηχανισμό πιστοποίησης σε όσα έργα θέλουμε στο μέλλον, έχοντας απλώς το ίδιο container. Λάβαμε επίσης υπόψη μας τους ακόλουθους παράγοντες, για να καταλήξουμε στην απόφασή μας:

1. Είναι πιστοποιημένος πάροχος για τα επιλεγμένα πρωτόκολλα που περιγράφονται στην ενότητα 3.3
2. Παρέχει μια επισκόπηση των αναφερόμενων κινδύνων/αδυναμιών ασφαλείας για κάθε έκδοση που έχει κυκλοφορήσει. Παρακολουθώντας την, μπορούμε γρήγορα να αντικαταστήσουμε τη χρησιμοποιημένη έκδοση με μια άλλη που είναι πιο σταθερή και ασφαλή.
3. Παρέχει ένα REST API που μας επιτρέπει να κάνουμε πολλές ενέργειες προγραμματιστικά. Χρησιμοποιείται για την ανάκτηση των χρηστών που εμφανίζονται στην αρχική σελίδα του διαχειριστή και για τη συσχέτιση των αναγνωριστικών των χρηστών με τα αντίστοιχα δεδομένα τους.
4. Παρέχει ένα γραφικό περιβάλλον εργασίας, μέσω του οποίου μπορεί να γίνει κάθε αναγκαία διαμόρφωση. Δεν απαιτούνται τεχνικές γνώσεις για τη χρήση αυτής της διεπαφής. Οι χρήστες μπορούν να έχουν πρόσβαση σε αυτό ενεργώντας είτε ως διαχειριστές (για την εισαγωγή νέων χρηστών, τον ορισμό προσωρινού κωδικού πρόσβασης για χρήστες που ξέχασαν τον κωδικό πρόσβασής τους, τη διαχείριση των συνόδων ενεργών χρηστών κ.λπ.) μέσω της Κονσόλας Διαχειριστή ή ως απλοί/επικυρωμένοι χρήστες για να διαχειριστούν τους λογαριασμούς τους, να ενημερώσουν το προφίλ τους, να αλλάξουν τους κωδικούς τους κ.λπ. μέσω της κονσόλας διαχείρισης λογαριασμού.
5. Χορηγείται από τη Red Hat, η οποία διασφαλίζει ότι δεν θα “υποτιμηθεί” τα επόμενα χρόνια και θα συνεχίσει να υποστηρίζεται και να συντηρείται

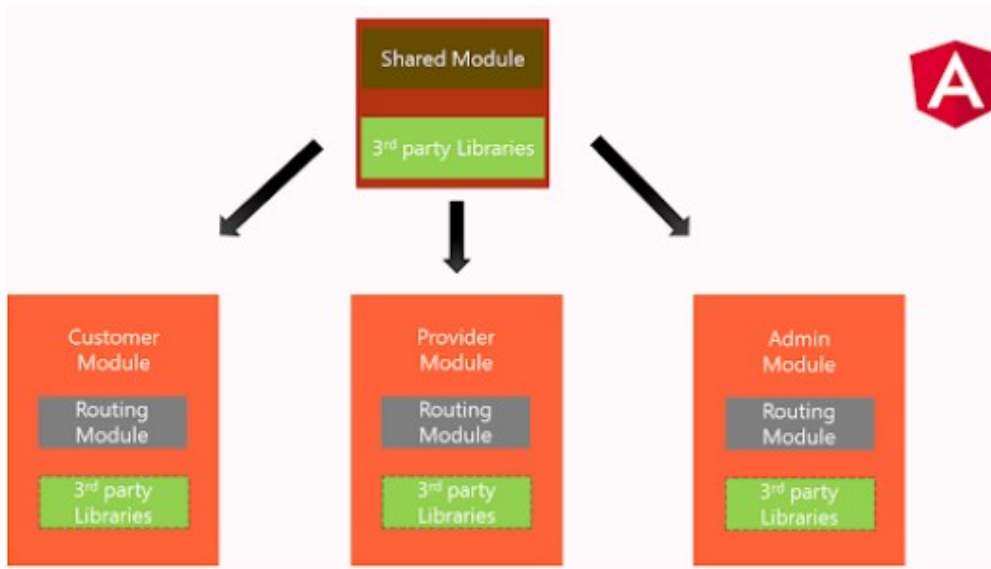
HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898 «ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ, ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ» (ΕΠΑνεΚ)	ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας
--	---

## 4.3 Στρώμα παρουσίασης

Επιλέξαμε την Angular για την ανάπτυξη της διεπαφής χρήστη. Πρόκειται για ένα πλαίσιο που παρέχει εξ ορισμού μια μεγάλη ποικιλία χαρακτηριστικών (που παρέχονται μέσω ενσωματωμένων βιβλιοθηκών) όπως δρομολόγηση, διαχείριση φορμών, επικοινωνία πελάτη-εξυπηρετητή και υπάρχει ένα τεράστιο φάσμα βιβλιοθηκών 3ου μέρους που μπορούν να ενσωματωθούν ανάλογα με τις ανάγκες του έργου. Είναι γνωστό για τις εξαιρετικές επιδόσεις του σε έργα μεγάλης κλίμακας και υποστηρίζεται από την Google, η οποία εγγυάται την αξιοπιστία του πλαισίου. Για να εξοικονομήσουμε χρόνο και προσπάθεια, να μην ανακαλύψουμε ξανά τον τροχό και να σχεδιάσουμε ένα ελκυστικό UI, χρησιμοποιήσαμε τη βιβλιοθήκη PrimeNg, η οποία παρέχει πολλά στοιχεία που μπορούν να χρησιμοποιηθούν εύκολα. Το πιο σημαντικό είναι ότι κάθε ένα από αυτά τα στοιχεία ανταποκρίνεται πλήρως, ικανοποιώντας την 4η απαίτησή μας.

### 4.3.1 Αρχιτεκτονική

Από το R3 μπορούμε να καταλάβουμε ότι ο ρόλος των χρηστών θα καθορίζει ποιες προβολές είναι επιλέξιμες να δουν. Γι' αυτό σχεδιάσαμε την αρχιτεκτονική του frontend μας με 3 κύριες ενότητες, μία για κάθε ρόλο. Κάθε ένα από αυτά θα έχει ξεχωριστή αρχιτεκτονική δρομολόγησης και βιβλιοθήκες που θα εφαρμόζονται μόνο για τις ανάγκες του. Παρόλο που πολλές από αυτές τις ενότητες έχουν πολλά κοινά, π.χ., στοιχεία/στοιχεία UI (όπως διαγράμματα και γραφήματα), υπηρεσίες. Γι' αυτό το λόγο εισαγάγαμε ένα ακόμη επίπεδο που θα είναι κοινό για όλα αυτά και θα περιέχει όλη την κοινή λογική. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι αυτή η ενότητα περιέχει υλοποιήσεις που δημιουργήθηκαν με αφηρημένο τρόπο, ώστε να μπορεί εύκολα να συγχωνευθεί σε οποιεσδήποτε επερχόμενες ενότητες που θα εισαχθούν. Η Εικόνα 4.3 απεικονίζει την αρχιτεκτονική του frontend και τα όσα περιγράφηκαν παραπάνω.



Εικόνα 4.3: Η αρχιτεκτονική του frontend

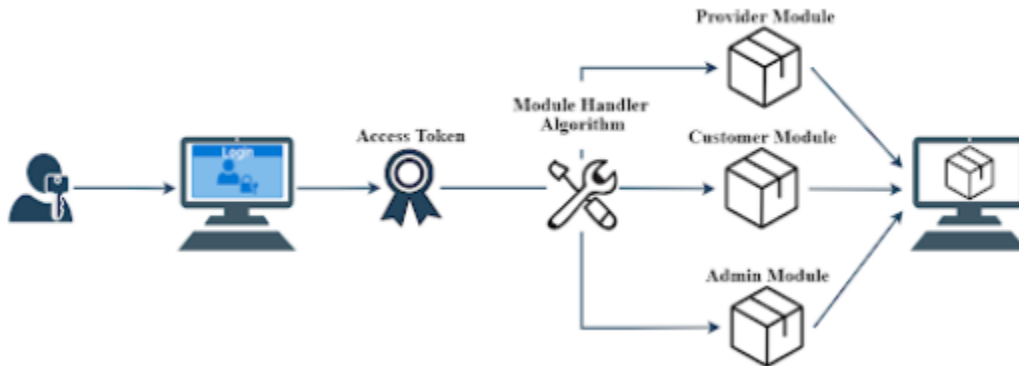
Παρόλο που ο σχεδιασμός των ενότητων δεν είναι αρκετός για να καλύψει το R3. Υπάρχουν και άλλες προκλήσεις που πρέπει να αντιμετωπίσουμε και αυτές θα αναλύσουμε στην επόμενη ενότητα.

#### 4.3.2 Εξυπηρέτηση των διάφορων ενότητων - υποσυστημάτων

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, το σύστημα δέχεται τρεις ρόλους (Πελάτης, Πάροχος και Διαχειριστής), οι οποίοι κατανέμονται στους χρήστες. Υπάρχουν διαφορετικές διατάξεις για κάθε ρόλο, δεδομένου ότι ο καθένας έχει διαφορετικές προσδοκίες από την εφαρμογή. Επιπλέον, διευκρινίσαμε στην ενότητα 3.1 ότι θα εκτελείται μία μόνο περίπτωση της εφαρμογής λογισμικού για την εξυπηρέτηση των αναγκών κάθε ρόλου. Ο συνδυασμός αυτών των δύο παραγόντων οδηγεί σε μερικούς προβληματισμούς:

- Πώς μπορούμε να προσδιορίσουμε ποιες προβολές πρέπει να παρουσιάζονται στον συνδεδεμένο χρήστη;
- Αξίζει τον κόπο να φορτώσουμε προβολές που δεν θα προσπελαστούν ποτέ και δεν προσφέρουν κανένα όφελος στον συνδεδεμένο χρήστη;

Η Εικόνα 4.4 απεικονίζει τον τρόπο με τον οποίο προσεγγίσαμε και επιλύσαμε τα παραπάνω ερωτήματα, και ως εκ τούτου μπορεί να μας βοηθήσει να τα εξηγήσουμε καλύτερα.



Εικόνα 4.4: Διαχωρισμός ενότητων με βάση τους ρόλους των χρηστών

Μετά την επιτυχή είσοδο ενός χρήστη (υποβολή έγκυρων διαπιστευτηρίων), ο διακομιστής εξουσιοδότησης εκδίδει ένα διακριτικό πρόσβασης που υποδεικνύει σε ποιους πόρους επιτρέπεται η πρόσβαση από την εφαρμογή-πελάτη εκ μέρους του (που ονομάζεται επίσης ιδιοκτήτης πόρων). Όπως είδαμε στο 4.3.1, οι προβολές χωρίζονται σε τρεις ξεχωριστές ενότητες (πακέτα). Αναπτύξαμε έναν αλγόριθμο που καθορίζει ποια ενότητα πρέπει να φορτωθεί με βάση το ληφθέν διακριτικό πρόσβασης κατά την αρχική εγκατάσταση της εφαρμογής. Ως εκ τούτου, φορτώνεται μόνο ό,τι απαιτείται για κάθε χρήστη και τίποτα περιττό. Με αυτόν τον τρόπο, η εφαρμογή γίνεται πιο ελαφριά όσον αφορά το μέγεθος των πακέτων και μπορεί να φορτώνει και να εκκινεί ταχύτερα (ο αρχικός χρόνος φόρτωσης μειώνεται σημαντικά).

## 4.4 Στρώμα πρόσβασης σε δεδομένα (BackEnd)

Το στρώμα πρόσβασης σε δεδομένα αποτελείται από ένα API που είναι υπεύθυνο για την παροχή δεδομένων. Αρχικά, η ιδέα του dashboard περιελάμβανε μια σύνδεση με ένα ήδη υλοποιημένο API, το οποίο προσφερόταν από τον πάροχο της περίπτωσης χρήσης, και το οποίο υποτίθεται ότι θα επέστρεφε αντίστοιχα τα ενεργειακά δεδομένα. Ωστόσο, λόγω ορισμένων περιορισμών που τέθηκαν από τον πάροχο της συγκεκριμένης περίπτωσης χρήσης, τα δεδομένα προσφέρθηκαν σε μορφή CSV. Έτσι, οδηγηθήκαμε στην ανάπτυξη ενός API που θα ανακτεί τα δεδομένα σε μορφή CSV και θα τα επιστρέφει σε μια πιο κατάλληλη μορφή.

Στο πλαίσιο αυτό, αναπτύξαμε ένα API το οποίο είναι υπεύθυνο για την εισαγωγή και την επεξεργασία των ακατέργαστων δεδομένων. Το API βασίζεται σε τρία διαφορετικά

HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898 «ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ, ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ» (ΕΠΑνεΚ)	ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας
--	---

στοιχεία, FastAPI[4], MongoDB[6] και Redis[8]. Το FastAPI είναι ένα προοδευτικό πλαίσιο python με το οποίο μπορούμε να δημιουργήσουμε απλά REST APIs. Η MongoDB είναι μια no-SQL βάση δεδομένων στην οποία αποθηκεύουμε την ηλεκτρική κατανάλωση από τις συσκευές που παρακολουθούνται. Διαθέτουμε πολλαπλά τελικά σημεία (endpoints) στα οποία ο χρήστης μπορεί να εκτελεί ερωτήματα στη βάση δεδομένων και να λαμβάνει πληροφορίες σχετικά με την κατανάλωση σε μια συγκεκριμένη περίοδο για τους χρήστες και το σύνολο των χρηστών (μέσος όρος συγκέντρωσης). Η διαδικασία εισαγωγής είναι απλή, καθώς καταλαβαίνουμε ότι δεν μπορούμε να υλοποιήσουμε την εισαγωγή δεδομένων στο τελικό σημείο επειδή δεν γνωρίζουμε πόσο χρόνο θα χρειαστούν οι διαδικασίες για να ολοκληρωθούν και δεν θέλουμε ο χρήστης να κρατήσει το πρόγραμμα περιήγησής του ανοιχτό μέχρι να ολοκληρωθεί η αίτηση. Επίσης, εάν πολλοί χρήστες προσπαθήσουν να εισάγουν δεδομένα ταυτόχρονα, ο διακομιστής δεν θα είναι σε θέση να ολοκληρώσει όλες τις αιτήσεις χωρίς αποτυχία. Η Redis μπορεί να λύσει αυτούς τους περιορισμούς επειδή είναι μια ουρά όπου αποθηκεύουμε τις διαδρομές των αρχείων που περιέχουν την ηλεκτρική κατανάλωση των χρηστών. Κατά τη διάρκεια της κλήσης του τελικού σημείου εισαγωγής, προσθέτουμε τη διαδρομή των αρχείων στη Redis και κλείνουμε την αίτηση. Στη συνέχεια, ένας εργάτης (worker) εξετάζει αν η ουρά περιέχει στοιχεία, και αν ναι, ξεκινά τη διαδικασία εισαγωγής. Αυτή η μέθοδος είναι αργή, αλλά μπορεί να διασφαλίσει ότι όλα τα δεδομένα θα εισαχθούν με επιτυχία. Τα δεδομένα που θα απεικονιστούν στη συνέχεια, π.χ. η μέση κατανάλωση, η κατανάλωση μιας συγκεκριμένης συσκευής σε ένα συγκεκριμένο εύρος ημερομηνίας-χρόνου, είναι διαθέσιμη με την υποβολή αιτήσεων GET σε συγκεκριμένα τελικά σημεία, αντίστοιχα.

## 4.5 Στρώμα αποθήκευσης

Σε αυτό το επίπεδο χρησιμοποιήσαμε δύο διαφορετικές τεχνολογίες. Η πρώτη είναι η MongoDB που είναι μια NoSQL βάση δεδομένων και η άλλη είναι η PostgreSQL που είναι σχεσιακή. Δεδομένου ότι κάθε τεχνολογία έχει τα δυνατά της σημεία, επιδιώξαμε να συνδυάσουμε τα καλύτερα και από τις δύο. Ως εκ τούτου, έπρεπε να αποφασίσουμε με σύνεση ποιο από τα δύο θα έπρεπε να χρησιμοποιηθεί για ποιον σκοπό. Εκτός από αυτή τη διάκριση που έπρεπε να κάνουμε, επιλέχθηκαν και τα δύο επειδή έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως σε πολύ σύνθετα και μεγάλα έργα και έχουν αποδείξει ότι μπορούν να τα υποστηρίξουν ανεξάρτητα από το πόσο θα κλιμακωθούν στην πορεία.

## 4.6 Στρώμα ανταλλαγής μηνυμάτων (Middleware)

HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898 «ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ, ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ» (ΕΠΑνεΚ)	ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας
--	---

Ο διαχωρισμός των βάσεων δεδομένων, παρά τα οφέλη που επιφέρει στο σύστημα (βλέπε 3.5), δημιουργεί ορισμένα τεχνικά προβλήματα που πρέπει να βρούμε τρόπο να ξεπεράσουμε. Τα μοναδικά αναγνωριστικά (ID) των χρηστών αποθηκεύονται σε διαφορετικούς χώρους από τα σχετικά δεδομένα τους. Η εύρεση μιας μεθόδου για τη σύνδεση των δεδομένων των χρηστών με τα αναγνωριστικά τους είναι απαραίτητη για να γνωρίζουμε τι ανήκει σε ποιον. Δεδομένου ότι οι μηχανές βάσεων δεδομένων είναι χωριστές, δεν μπορούν να μοιραστούν τα απαραίτητα δεδομένα μέσω άμεσης επικοινωνίας. Γι' αυτό το λόγο εισαγάγαμε ένα ακόμη επίπεδο/περιέκτη στην Εικόνα της αρχιτεκτονικής μας (Redis Technology, Εικόνες 4.1 & 4.2), το οποίο θα λειτουργεί ως γέφυρα ολοκλήρωσης (middleware) μεταξύ των δύο βάσεων δεδομένων. Αυτό το επίπεδο είναι γνωστό ως μεσίτης μηνυμάτων (message broker) και ο πρωταρχικός του σκοπός είναι να λαμβάνει τα εισερχόμενα μηνύματα από τις εφαρμογές και να εκτελεί κάποια ενέργεια σε αυτά ή για λογαριασμό τους. Για να περιγράψουμε καλύτερα το ρόλο του στο σύστημά μας, έχουμε κάνει μια χρονολογική αναπαράσταση του χρόνου των εμπλεκόμενων βημάτων:

1. Ο διαχειριστής του συστήματος θα υποβάλει αίτηση από την προβολή του dashboard του ζητώντας την εισαγωγή δεδομένων στη βάση δεδομένων (MongoDB)
2. Ένα αίτημα θα σταλεί από το επίπεδο Backend (API) στο REST API του Keycloak για την ανάκτηση των αναγνωριστικών των χρηστών από τη βάση δεδομένων PostgreSQL (στην οποία είναι αποθηκευμένα)
3. Μια εργασία θα προστεθεί στην ουρά Redis για να γίνει η συσχέτιση μεταξύ των αναγνωριστικών των χρηστών και των δεδομένων τους.
4. Η Redis θα καλέσει έναν εργάτη για να εκτελέσει ασύγχρονα (στο παρασκήνιο) αυτή την εργασία και να εισάγει το αποτέλεσμα στη MongoDB.
5. Η Redis ενημερώνει ότι η εργασία ολοκληρώθηκε με επιτυχία (ή απέτυχε)
6. Ο Διαχειριστής λαμβάνει μια απάντηση πανομοιότυπη με το προηγούμενο αποτέλεσμα

Στην επόμενη ενότητα περιγράφεται περαιτέρω όλη η διαδικασία ανάπτυξης.

## 4.7 Διαδικασία ανάπτυξης

Ο κύριος στόχος μας, αφού οριστικοποιήσαμε και διαβάσαμε διεξοδικά τα κριτήρια αποδοχής, ήταν να αναπτύξουμε ένα προϊόν (και κατά συνέπεια μια βάση κώδικα) που θα ήταν απλό και



HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898  
«ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ,  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ»  
(ΕΠΑνεΚ)

ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ  
Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας

εύκολο να συντηρηθεί, καθώς και να επεκταθεί και να επεκταθεί από την αρχή. Επειδή τα συστήματα επικεντρώνονται κυρίως στην παρούσα φάση ανάπτυξης και δεν έχουν σχεδιαστεί με γνώμονα το μέλλον, είναι συχνά αδύνατο ή εξαιρετικά δύσκολο να πραγματοποιηθούν αυτές οι λειτουργίες (συντηρησιμότητα και επεκτασιμότητα). Δεδομένου ότι μια νέα συνεισφορά μπορεί να συμβεί στο απώτερο μέλλον, είναι σημαντικό να σκεφτείτε τι πρέπει να γίνει όσον αφορά τη διαδικασία ανάπτυξης για να εξαλειφθούν τυχόν εξαρτήσεις και εμπόδια και να αφήσετε τους συνεισφέροντες να επικεντρωθούν αποκλειστικά στα ζητούμενα χαρακτηριστικά (νέα ή ενημερώσεις των υπαρχόντων). Παρακάτω προσπαθήσαμε να απαριθμήσουμε μερικές από τις πιο σημαντικές απαιτήσεις που πρέπει να πληρούνται:

**N1:** Πρέπει να είναι απλό, εύκολο και γρήγορο να εξυπηρετείται ένα τρέχον παράδειγμα της εφαρμογής που προσομοιώνει επαρκώς το περιβάλλον παραγωγής. Δεν θα πρέπει να υπάρχει καμία εξάρτηση από την πλατφόρμα ή το λειτουργικό σύστημα υποδοχής και, ως εκ τούτου, θα πρέπει να είναι σε θέση να εκτελείται ομοιόμορφα και με συνέπεια σε οποιαδήποτε πλατφόρμα ή cloud. Η δυνατότητα άμεσης χρήσης της εφαρμογής είναι εξαιρετικά επωφελής, καθώς προσφέρει σε όλους μια σαφή κατανόηση του σκοπού της και τους ευθυγραμμίζει με την επιχειρηματική λογική της. Αυξάνει επίσης την ευελιξία και επιταχύνει την παράδοση νέων λειτουργιών, επειδή τα νέα μέλη της ομάδας (νέοι συνεργάτες) μπορούν να γίνουν γρήγορα παραγωγικά. Για να επιτύχουμε αυτές τις απαιτήσεις, χωρίσαμε την εφαρμογή σε ξεχωριστά containers χρησιμοποιώντας τη μηχανή Docker. Όπως έχουμε ήδη αναφέρει, η πρακτική αυτή ονομάζεται Application Containerization (υποενότητα 4.1.1). Με αυτόν τον τρόπο, η εφαρμογή εκτελείται σε απομονωμένους χώρους χρηστών (containers) που χρησιμοποιούν το ίδιο κοινό λειτουργικό σύστημα.

**N2:** Κάθε αναγκαία ρύθμιση που είναι απαραίτητη για την αρχική εκκίνηση και λειτουργία της εφαρμογής θα πρέπει να γίνεται αυτόματα χωρίς την εμπλοκή του προγραμματιστή. Οι προγραμματιστές μελετούν συχνά την τεκμηρίωση πριν εφαρμόσουν τις ρυθμίσεις διαμόρφωσης. Αν και αυτό προϋποθέτει ότι η τεκμηρίωση καθορίζεται με απλό και κατανοητό τρόπο, πράγμα που είναι αρκετά ασυνήθιστο (φυσικά η δυσκολία τεκμηρίωσης συστημάτων μεγάλης κλίμακας σχετίζεται με την πολυπλοκότητά τους). Η αυτοματοποίηση της ρύθμισης των περιβαλλόντων εξαλείφει τα πιθανά εμπόδια και την ανάγκη για χειροκίνητη διαμόρφωση, αλλά μειώνει επίσης σημαντικά το χρόνο που απαιτείται για την έναρξη της ανάπτυξης. Δημιουργήσαμε σενάρια κελύφους (shell scripts) που εκτελούνται αυτόματα σε συγκεκριμένο χρόνο κατά την αρχικοποίηση της εφαρμογής για να εκτελέσουν βασικές ενέργειες για τη λειτουργία της. Μπορούμε να αναφέρουμε μερικές από αυτές τις ζωτικής σημασίας ενέργειες: Εισαγωγή νόμιμων χρηστών στη βάση δεδομένων του Identity Server (PostgreSQL), Ορισμός της ροής πιστοποίησης που χρησιμοποιείται για το πρωτόκολλο OpenID, Σύνδεση των χρηστών που διατηρούνται στη βάση δεδομένων του Identity Server με τα αντίστοιχα δεδομένα τους στη βάση δεδομένων του API (MongoDB) (βλ. Εικόνα 15 & 16) και πολλά άλλα.

HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898  
«ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ,  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ»  
(ΕΠΑνεΚ)

ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ  
Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας

**N3:** Το περιβάλλον ολοκληρωμένης ανάπτυξης (IDE) που έχει επιλέξει κάθε συνεισφέρων θα πρέπει να τηρεί συνεπείς οδηγίες μορφοποίησης.

Η αυστηρή τήρηση των κατευθυντήριων γραμμών ανάπτυξης για την ονομασία μεταβλητών, το στυλ του κώδικα, τη σειρά εισαγωγής βιβλιοθηκών τρίτων κατασκευαστών και άλλα θέματα επιτρέπει στους συνεισφέροντες να προσαρμόζονται γρήγορα στο περιβάλλον εργασίας και να αποφεύγουν απροσδόκητες συμπεριφορές. Επιπλέον, μειώνει το χρόνο που απαιτείται για τις αναθεωρήσεις κώδικα επειδή όλη η εστίαση είναι στην υλοποίηση του χαρακτηριστικού και όχι σε άλλες παράπλευρες εργασίες όπως αυτές που αναφέρθηκαν παραπάνω.

Έχουμε ορίσει ορισμένα αρχεία (.eslintrc.json & .prettierrc) που ρυθμίζουν το ESLint και το Prettier ανάλογα. "Το ESLint είναι ένα εργαλείο για τον εντοπισμό και την αναφορά μοτίβων που εντοπίζονται στον κώδικα ECMAScript/JavaScript." [2]. Το Prettier είναι ένας διαμορφωτής κώδικα που μπορεί να ενσωματωθεί με την πλειονότητα των επεξεργαστών κώδικα. Βοηθάει την ομάδα ανάπτυξης να εξοικονομήσει χρόνο και κόπο με την αυτόματη μορφοποίηση του κώδικα μετά από κάθε αποθήκευση. Και τα δύο εργαλεία τρίτων εξασφαλίζουν ότι κάθε περιβάλλον ανάπτυξης θα ακολουθεί τους ίδιους κανόνες και κατευθυντήριες γραμμές.

## Κεφάλαιο V: Πειραματισμός και επικύρωση

Σε αυτή την ενότητα θα παρουσιάσουμε τις βασικές/κυριότερες περιπτώσεις χρήσης της εφαρμογής μας (γραπτή περιγραφή του τρόπου με τον οποίο οι χρήστες θα εκτελούν εργασίες στο ENCOVIZ Dashboard). Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η εφαρμογή μπορεί να προσπελαστεί από τρεις διαφορετικούς τύπους (ρόλους) χρηστών:

- Πελάτες - Καταναλωτές
- Πάροχοι - Ενδιαφερόμενοι
- Διαχειριστές

Έχουμε εισαγάγει ένα σύνολο χρηστών για κάθε έναν από αυτούς τους ρόλους στη διάρκεια της πιλοτικής φάσης του έργου, για όλες τις παρεχόμενες λειτουργίες. Παρόλο που υπάρχουν ορισμένες λειτουργίες που είναι εφαρμόσιμες σε όλους, κάθε χρήστης έχει διαφορετικές προσδοκίες από τον πίνακα, ανάλογα με το ρόλο του. Αυτές οι προσδοκίες καθορίζουν τις προσφερόμενες δυνατότητες για κάθε περίπτωση. Θα προσπαθήσουμε να παρουσιάσουμε όσο το δυνατόν περισσότερα στις επόμενες υποενότητες.

HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898  
«ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ,  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ»  
(ΕΠΑΝΕΚ)

ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ  
Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας

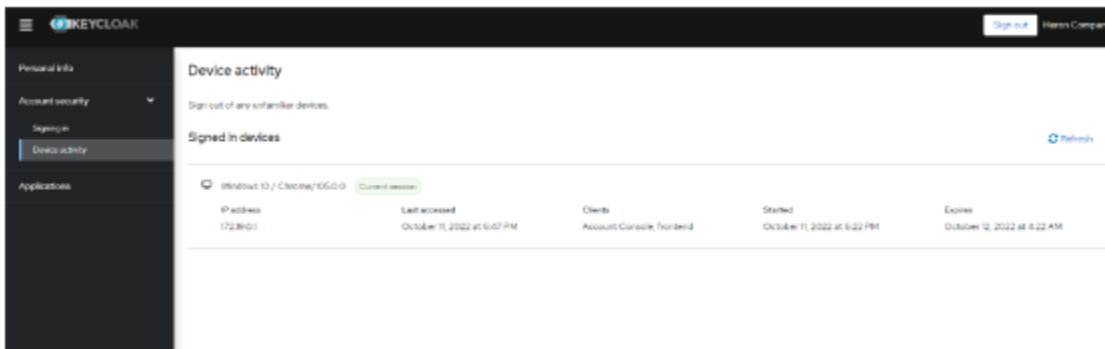
## 5.1 Γενικά χαρακτηριστικά

Επειδή η πρόσβαση επιτρέπεται μόνο σε επιλεγίμους χρήστες με αποδεδειγμένη και αξιόπιστη ταυτότητα και όχι σε δημόσιους/ανώνυμους, κάθε χρήστης θα καλείται να υποβάλει έγκυρα διαπιστευτήρια (όνομα χρήστη και κωδικό πρόσβασης).

Αφού συνδεθούν επιτυχώς, θα έχουν τη δυνατότητα:

- να επεξεργαστούν κάποιες από τις προσωπικές τους πληροφορίες (όπως το όνομα και το επώνυμό τους)
- να αλλάξουν τον κωδικό πρόσβασής τους
- να παρακολουθήσουν τις τελευταίες δραστηριότητές τους (π.χ., να διαχειρίζονται ενεργές συνεδρίες, να βλέπουν από ποια συσκευή και πότε έχουν πρόσβαση στην εφαρμογή κ.λπ.)

από την κονσόλα διαχείρισης λογαριασμών που παρέχεται από την Keycloak (Εικόνα 5.1 ).



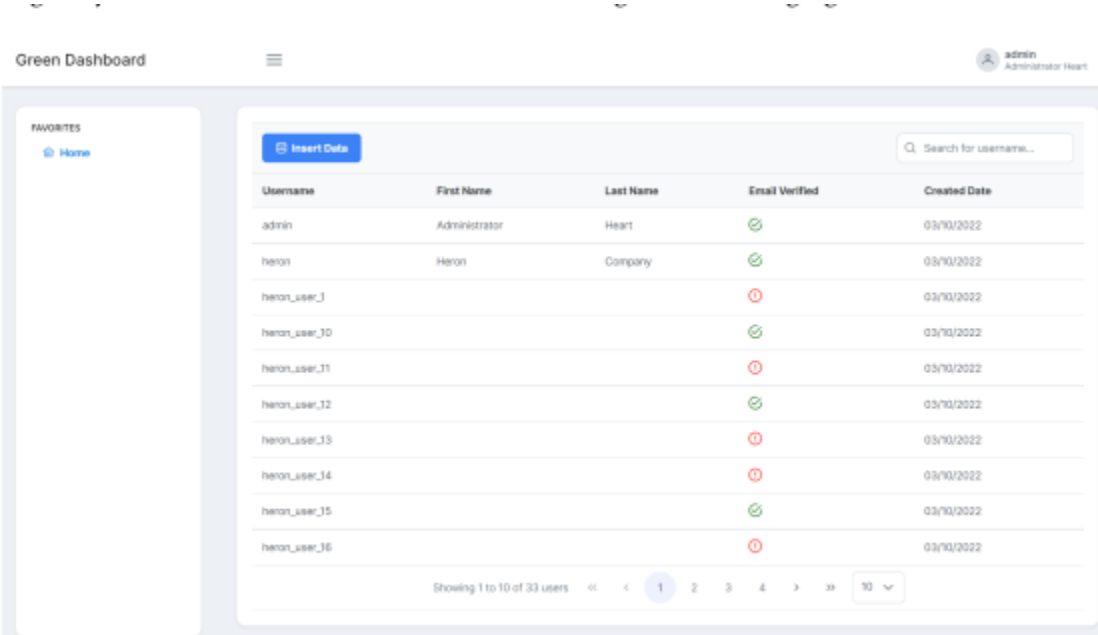
Εικόνα 5.1: Η κονσόλα διαχείρισης λογαριασμού του Keycloak

## 5.2 Διαχειριστικά χαρακτηριστικά

HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898  
«ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ,  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ»  
(ΕΠΑνεΚ)

ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ  
Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας

Το σύστημα θα περιέχει δύο διαφορετικά είδη διαχειριστών. Ο πρώτος θα είναι υπεύθυνος για κάθε πτυχή που σχετίζεται με το ENCOVIZ Dashboard (η κονσόλα/UI του θα βρίσκεται μέσα στην εφαρμογή), ενώ ο άλλος θα είναι υπεύθυνος για όλα τα θέματα που αφορούν την ταυτότητα και τη διαχείριση πρόσβασης (λειτουργώντας μέσω της κονσόλας διαχειριστή του Keycloak). Παρόλο που αυτή η διάκριση δεν είναι υποχρεωτική και μπορούμε να έχουμε διαχειριστές που θα μπορούσαν να είναι επιλέξιμοι για τη διαχείριση και των δύο.



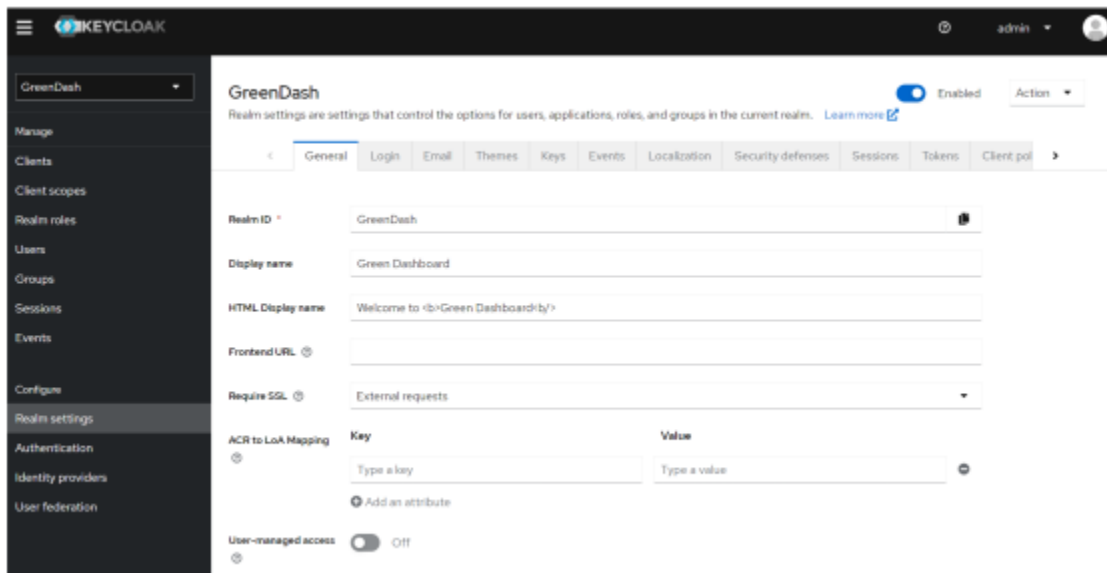
Username	First Name	Last Name	Email Verified	Created Date
admin	Administrator	Heart	✓	03/10/2022
heron	Heron	Company	✓	03/10/2022
heron_user_1			✗	03/10/2022
heron_user_10			✓	03/10/2022
heron_user_11			✗	03/10/2022
heron_user_12			✓	03/10/2022
heron_user_13			✗	03/10/2022
heron_user_14			✗	03/10/2022
heron_user_15			✓	03/10/2022
heron_user_16			✗	03/10/2022

Εικόνα 5.2: Αρχική σελίδα διαχειριστών

Η πρώτη κατηγορία διαχειριστών (διαχειριστές του ENCOVIZ Dashboard) μπορεί να δει μια λίστα που περιέχει όλους τους χρήστες του συστήματος μαζί με ορισμένα από τα αντίστοιχα δεδομένα τους. Αυτά τα δεδομένα, εκτός από το να είναι απλώς ενημερωτικά, παρατίθενται για να προτρέψουν τους διαχειριστές να προβούν σε ορισμένες ενέργειες, όπως η υπενθύμιση στους χρήστες να επαληθεύσουν τα email τους. Μπορούν επίσης να τροφοδοτήσουν τη βάση δεδομένων με αρχικά δεδομένα για να καταστεί δυνατή η επίδειξη της εφαρμογής (Εικόνα 5.2). Παρόλο που οι δυνατότητες αυτής της ομάδας χρηστών είναι αρκετά περιορισμένες στην πρώτη έκδοση της εφαρμογής, προβλέπεται να βελτιωθούν εκτενώς στις επόμενες/μελλοντικές εκδόσεις.

HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898  
«ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ,  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ»  
(ΕΠΑνεΚ)

ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ  
Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας



Εικόνα 5.3: Η κονσόλα διαχειριστών του Keycloak

Η δεύτερη ομάδα διαχειριστών έχει πολύ περισσότερες δυνατότητες, όπως η διαχείριση χρηστών, πιστοποίησης ταυτότητας και ρόλων. Μπορούν επίσης να παρακολουθούν και να απενεργοποιούν, εάν χρειάζεται, κάθε ενεργή συνεδρία χρήστη. Αυτά τα χαρακτηριστικά μαζί με πολλά άλλα είναι διαθέσιμα μέσω της κονσόλας διαχειριστή που παρέχεται από τον διακομιστή Keycloak (Εικόνα 5.3).

## 5.3 Χαρακτηριστικά του πίνακα οργάνων του ENCOVIZ

Οι διαχειριστές έχουν ως στόχο να διασφαλίσουν την ομαλή λειτουργία του συστήματος. Από την άλλη πλευρά, οι καταναλωτές και οι πάροχοι θέλουν να ενισχύσουν την αποτελεσματικότητα της λήψης αποφάσεων και γι' αυτό τους προσεγγίσαμε με διαφορετικό τρόπο.

Όπως αναφέρθηκε στην υποενότητα 2.8.3, έχουμε χωρίσει τα χαρακτηριστικά αυτών των ρόλων (πελάτες και πάροχοι) σε πρωτεύοντα (κύρια σελίδα) και δευτερεύοντα (οι σύνδεσμοι για την πλοήγηση σε αυτά θα είναι διαθέσιμοι στην αριστερή μπάρα). Αυτό το στυλ παρουσίασης ακολουθείται σε όλη την εφαρμογή και για τους δύο.

Ένα βασικό χαρακτηριστικό που είναι κοινό για κάθε χρήστη αυτών των ρόλων, είναι ο τρόπος σχεδίασης/εμφάνισης των γραφημάτων/διαγραμμάτων. Απαιτείται ο καθορισμός ορισμένων

HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898 «ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ, ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ» (ΕΠΑνεΚ)	ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας
--	---

φίλτρων για την παραγωγή της επιθυμητής εξόδου. Στον Πίνακα 5.1 παρατίθενται όλα τα διαθέσιμα φίλτρα που περιλαμβάνονται σε μια γραμμή εργαλειοθήκης πάνω από κάθε διάγραμμα του συστήματος. Το αποτέλεσμα που παρουσιάζεται επηρεάζεται από κάθε επιλογή φίλτρου. Η πρώτη απεικόνιση γίνεται με τις προεπιλεγμένες τιμές όταν οι χρήστες επισκέπτονται αρχικά μια σελίδα. Μετά από κάθε αλλαγή του φίλτρου, τα διαγράμματα (ξανα)σχεδιάζονται.

Filter	Available options	Default Value)	Required
Starting date	Every date of the calendar	Current date	✓
Time Unit	Day, Week, Month, Year	Day	✓
Electrical Device	Every user's device	None	Optional
Client Username	Every client's username	None	Required per case

Πίνακας 5.1: Φίλτρα του ENCOVIZ Dashboard's Charts

Ωστόσο, κάθε περίπτωση μπορεί να περιλαμβάνει όλα ή μέρος αυτών των φίλτρων. Στις επόμενες ενότητες, θα προσδιορίσουμε τι χρησιμοποιείται ανά περίπτωση χρήστη.

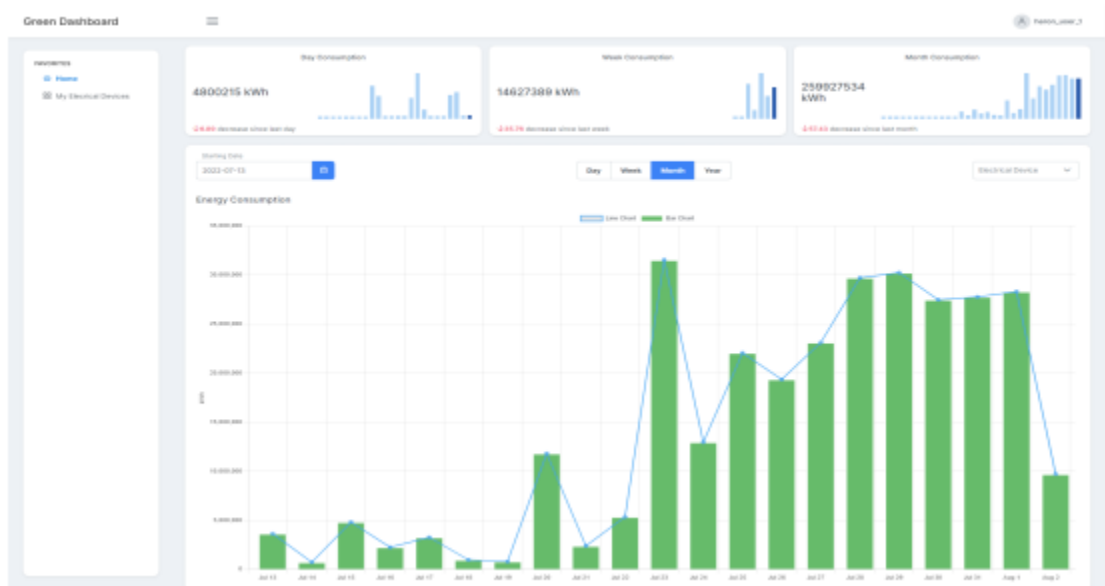
### 5.3.1 Χαρακτηριστικά των καταναλωτών

Η κύρια/αρχική σελίδα των πελατών έχει σχεδιαστεί για να προσφέρει δύο (από τις πιο) σημαντικές λειτουργίες που τους βοηθούν στη λήψη εμπειριστατωμένων αποφάσεων (Εικόνα 5.4), όπως:

1. Παρέχοντας μια σύντομη επισκόπηση της τρέχουσας ημερήσιας, εβδομαδιαίας και μηνιαίας κατανάλωσής τους
2. Διευκολύνοντάς τους να δουν την κατανάλωσή τους σύμφωνα με διάφορα κριτήρια που μπορούν να καθορίσουν και φαίνονται στον πίνακα
3. Να συγκρίνουν τις προσωπικές τους καταναλώσεις με τον μέσο όρο του συνόλου των καταναλωτών.

HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898  
«ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ,  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ»  
(ΕΠΑνεΚ)

ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ  
Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας

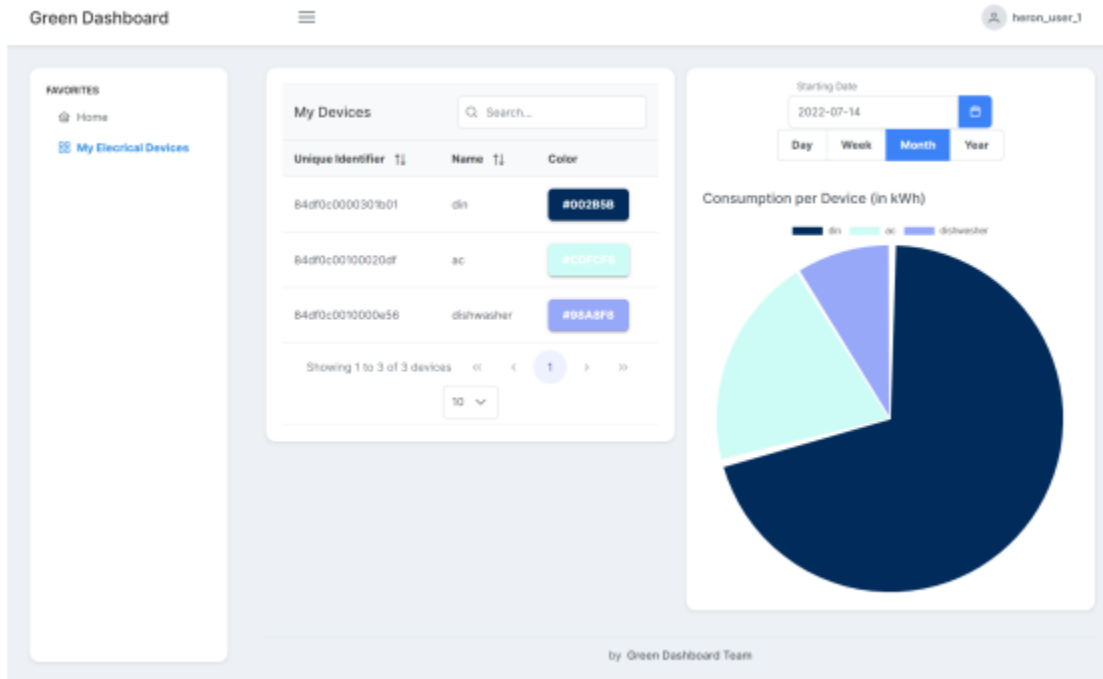


Εικόνα 5.4: Κύρια σελίδα πελατών

Στο στοιχείο μενού "Οι ηλεκτρικές μου συσκευές" μπορούν να δουν μια λίστα με τις συσκευές τους μαζί με την κατανάλωση της καθεμιάς με βάση την επιλεγμένη ημερομηνία και χρονική μονάδα (Εικόνα 5.5).

HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898  
«ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ,  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ»  
(ΕΠΑνεΚ)

ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ  
Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας



Εικόνα 5.5: Δευτερεύουσα σελίδα πελατών για τη διαχείριση συσκευών

Όλα τα διαγράμματα που είναι διαθέσιμα στις προβολές των πελατών παρατίθενται στον Πίνακα 5.2. Αξίζει να σημειωθεί ότι εάν τα προαιρετικά φίλτρα δεν καθοριστούν (συμπληρωμένα), θα εμφανιστούν οι τιμές της συνολικής κατανάλωσης.

	Chart Type	Inserted Filters	Display Result
Clients' main chart	Line Chart	Required filters	Total user's consumption
	Bar Chart Combo Chart (both)	Required filters Electrical Device	Selected User's device consumption
Clients' device chart	Pie Chart	Required filters	Every user's device consumption

Πίνακας 5.2: Διαγράμματα των πελατών

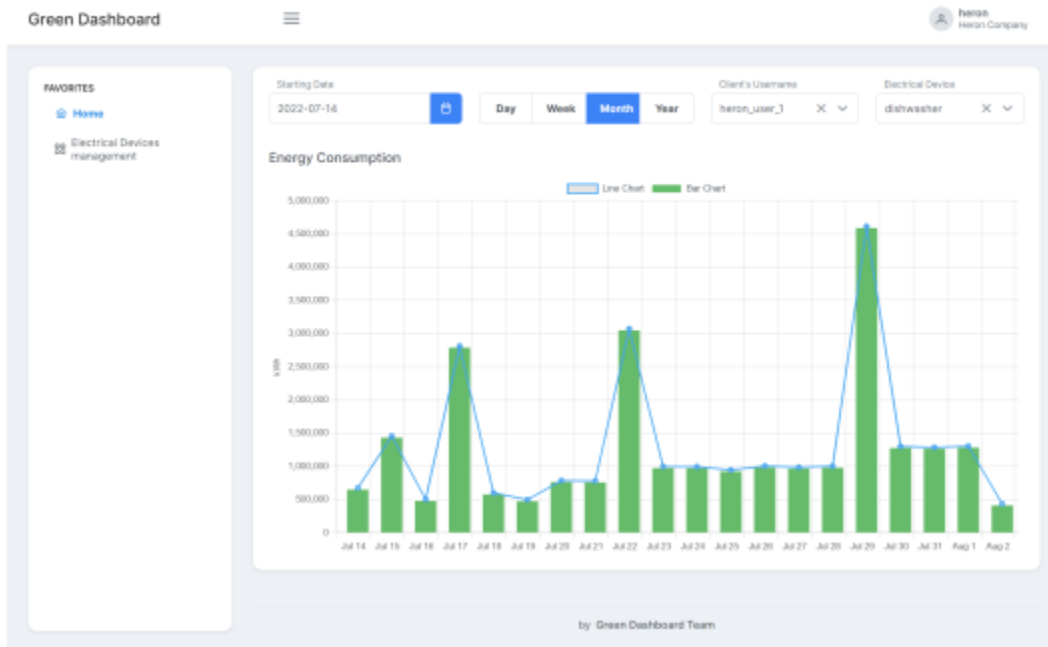
### 5.3.2 Δυνατότητες των παρόχων



HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898  
«ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ,  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ»  
(ΕΠΑνεΚ)

ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ  
Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας

Οι πάροχοι θα μπορούν να βλέπουν την κατανάλωση ενέργειας κάνοντας κάθε δυνατό συνδυασμό μέσω των διαθέσιμων φίλτρων (παρέχονται όλα τα φίλτρα του πίνακα 5.1) στην αρχική τους σελίδα (εικόνα 5.6).

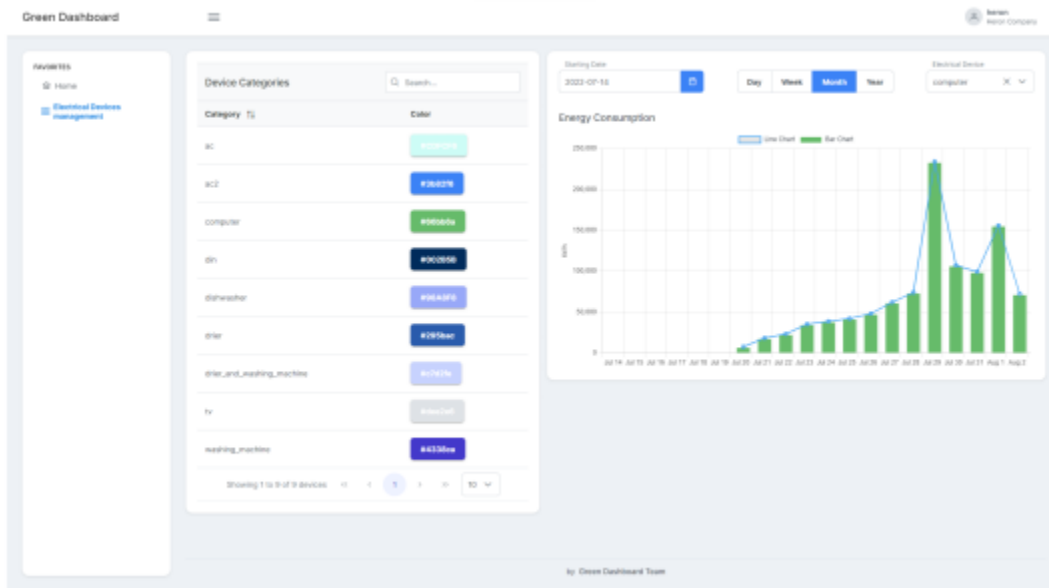


Εικόνα 5.6:Κύρια σελίδα των παρόχων

Στο στοιχείο μενού "Διαχείριση ηλεκτρικών συσκευών" μπορούν επίσης να δουν κάθε κατηγορία συσκευής που έχει εισαχθεί στο σύστημα και τη συνολική κατανάλωση για κάθε μία από αυτές (Εικόνα 5.7).

HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898  
 «ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ,  
 ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ»  
 (ΕΠΑνεΚ)

ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ  
 Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας



Εικόνα 5.7: Δευτερεύουσα σελίδα των παρόχων για τη διαχείριση συσκευών

Στον πίνακα 5.3 παρατίθενται όλα τα διαθέσιμα διαγράμματα που εμφανίζονται σε όλες τις προβολές των παρόχων. Αυτοί οι χρήστες απαιτούν το πλήρες φάσμα των δυνατοτήτων του συστήματος, δεδομένου ότι συχνά συνδυάζουν δεδομένα από διάφορες πηγές στις καθημερινές εργασίες/διαδικασίες τους.

	Chart Type	Inserted Filters	Display Result
Providers' main chart	Line Chart Bar Chart Combo Chart (both)	Required filters	Total consumption of all clients/consumers
		Required filters Client Username	Total consumption of selected client
		Required filters Client Username Electrical Device	Consumption of selected client's device
Providers' device categories chart	Line Chart Bar Chart Combo Chart (both)	Required filters	Every device category consumption

Πίνακας 5.3: Διαγράμματα των παρόχων.

Εν κατακλείδι, σε αυτό το κεφάλαιο εξετάσαμε τις βασικές λειτουργίες και δυνατότητες του ENCOVIZ. Στο επόμενο κεφάλαιο, θα προσπαθήσουμε να συνοψίσουμε και να κατανοήσουμε

όλα όσα ειπώθηκαν στο παρόν παραδοτέο, να βγάλουμε κάποιο ουσιαστικό συμπέρασμα και να συζητήσουμε για το πώς μπορεί να επεκταθεί και να εξελιχθεί.

## Κεφάλαιο VI: Συμπεράσματα & Μελλοντικές Εργασίες

Στο κεφάλαιο αυτό θα προσπαθήσουμε να συνοψίσουμε και να παρουσιάσουμε τα κύρια συμπεράσματα και τα βασικά ευρήματα, αφού έχουμε ήδη αναλύσει:

1. Τι σημαίνει dashboard
2. Ποιες είναι οι υπάρχουσες υλοποιήσεις και τι προσφέρουν
3. Πώς το ENCOVIZ Dashboard διαφοροποιείται από αυτά
4. Ποιες είναι οι συνεισφορές της

Θα συζητήσουμε επίσης για πιθανή μελλοντική έρευνα και τρόπους περαιτέρω βελτίωσης της προσέγγισης, των αποτελεσμάτων και των τεχνικών αυτής της εργασίας.

### 6.1 Συμπεράσματα

Η ανάπτυξη ενός dashboard είναι μια απαιτητική διαδικασία. Υπάρχουν προκλήσεις τόσο σε τεχνικό επίπεδο όσο και στη λογική και τη φιλοσοφία που μπορεί να ακολουθηθεί για την υλοποίηση ενός τέτοιου συστήματος. Υπάρχει ευελιξία στον τρόπο με τον οποίο μπορεί να κατασκευαστεί, πράγμα που σημαίνει ότι δεν υπάρχουν αυστηρά καθορισμένοι κανόνες που να περιγράφουν τι ακριβώς πρέπει να γίνει. Όπως έχουμε ήδη αναφέρει, υπάρχουν ορισμένες κατευθυντήριες γραμμές που μπορούν να προσαρμοστούν, αλλά σε γενικές γραμμές όλες οι εφαρμογές μπορούν να θεωρηθούν αποτελεσματικές (επιτυχείς) εφόσον συμμορφώνονται με έναν συγκεκριμένο στόχο: να διευκολύνουν τους τελικούς χρήστες τους στη λήψη αποφάσεων προς όφελός τους. Αυτή η ελευθερία που υπάρχει καθιστά αναγκαία την καθιέρωση μιας σαφούς και σαφώς καθορισμένης προσέγγισης. Το ENCOVIZ dashboard στοχεύει στην παροχή μιας ολοκληρωμένης λύσης/προσέγγισης όσον αφορά την κατασκευή του ταμπλό που:

1. Καθορίζει έναν δομημένο, απλό και σαφή τρόπο για την εφαρμογή του
2. Χωρίζει την όλη διαδικασία σε ορισμένες φάσεις/στάδια.

HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898  
«ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ,  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ»  
(ΕΠΑνεΚ)

ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ  
Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας

3. Κάθε ένα από αυτά τα στάδια έχει ένα συγκεκριμένο κύκλο ζωής που σημαίνει ότι επανεξετάζεται, αξιολογείται και προσαρμόζεται (αν χρειάζεται) ανάλογα.
4. Κάθε ένα από αυτά τα στάδια έχει ένα συγκεκριμένο στόχο με αυστηρά καθορισμένες κατευθυντήριες γραμμές.

Όλα αυτά τα χαρακτηριστικά εισάγουν μια μεθοδολογία που είναι ανεξάρτητη από τον τομέα και τις τεχνολογίες που μπορεί να χρησιμοποιηθούν. Στοιχείει στη βελτιστοποίηση της διαδικασίας ανάπτυξης των ταμπλό τόσο για την παραγωγή καλύτερων τελικών προϊόντων όσο και για τη βελτίωση της εμπειρίας ανάπτυξης για τους συντελεστές της.

## 6.2 Προτάσεις για μελλοντική εργασία

Το παρόν παραδοτέο αποτελείται από δύο συνιστώσες ισοδύναμης αξίας: τη διαδικτυακή εφαρμογή (πραγματική υλοποίηση) και το γραπτό μέρος που αναλύει την ιδέα και τη φιλοσοφία στην οποία βασίζεται. Τα συστατικά αυτά εξαρτώνται πλήρως το ένα από το άλλο, πράγμα λογικό, δεδομένου ότι το ένα από αυτά δεν θα μπορούσε να υπάρξει χωρίς το άλλο. Παρόλο που και τα δύο μπορούν να επεκταθούν και να βελτιωθούν ανεξάρτητα, απαιτείται ευθυγράμμιση σε κάποιο σημείο. Για παράδειγμα, η έρευνα που έχει διεξαχθεί κατά την διάρκεια της πιλοτικής φάσης αναδεικνύει τα οφέλη μιας λειτουργίας στους πίνακες ενεργειακών ενδείξεων, αλλά παράλληλα μας οδηγεί σε πρακτικά συμπεράσματα για επιπλέον βελτιώσεις και αλλαγές. Εάν ένα χαρακτηριστικό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της αποτελεσματικότητας του ταμπλό, θα ήταν πραγματικά ωφέλιμο να προσπαθήσουμε να βρούμε και να εξετάσουμε τι συνέβαλε σε ένα τέτοιο αποτέλεσμα. Έτσι, η παρούσα προσέγγιση δίνει τη δυνατότητα να επεκτείνουμε το θέμα τόσο σε πρακτικό όσο και σε θεωρητικό επίπεδο, σύμφωνα με την προτίμηση του συνεισφέροντος. Υπάρχουν χαρακτηριστικά που, παρόλο που η ύπαρξή τους δεν είναι ζωτικής σημασίας για τη λειτουργία του συστήματος, βελτιώνουν την εμπειρία του χρήστη (UX). Το UX είναι ένας πραγματικά σημαντικός δείκτης για κάθε διαδικτυακή εφαρμογή και είναι υποχρεωτικό να διατηρείται σε υψηλό επίπεδο. Υπάρχουν δύο χαρακτηριστικά που μπορούν να εφαρμοστούν και να συμβάλλουν σε αυτή τη βελτίωση:

1. Η εφαρμογή θα πρέπει να προσφέρεται σε περισσότερες από μία γλώσσες. Οι πολύγλωσσες εφαρμογές βελτιώνουν την ικανότητα κατανόησης του περιεχομένου τους σε μεγαλύτερο αριθμό χρηστών, καθώς μπορούν να κατανοήσουν ευκολότερα τους ειδικούς όρους και τις περιπτώσεις χρήσης.
2. Η εφαρμογή θα πρέπει να δίνει τη δυνατότητα σε κάθε χρήστη της να επιλέγει το θέμα της προτίμησής του (πολυθεματική εφαρμογή). Αρκετές μελέτες έχουν αποδείξει ότι αυτή η ικανότητα μπορεί να αυξήσει την αποτελεσματικότητα του ταμπλό.

HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898 «ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ, ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ» (ΕΠΑνεΚ)	ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας
--	---

Θα ήταν επίσης αρκετά ενδιαφέρον να εξεταστεί αν και ποια οφέλη μπορεί να αποφέρει η δυνατότητα παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο. Τόσο η εφαρμογή όσο και η αξιολόγησή της μπορούν να αποτελέσουν ανεξάρτητο θέμα για την αξιοποίηση και την εξέταση του αποτελέσματός της.

Σε δεύτερη ανάγνωση, και σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας που διεξήχθη κατά τη διάρκεια της πιλοτικής φάσης, φαίνεται ότι η σύγκριση των μέσων καταναλώσεων με την προσωπική κατανάλωση των εκάστοτε πελατών ήταν ένα ιδιαίτερα ελκυστικό χαρακτηριστικό της εφαρμογής μας. Αυτή η προσέγγιση θα ήταν ακόμη πιο αποτελεσματική, αν προχωρούσαμε σε ομαδοποίηση (clustering) των πελατών με όμοια χαρακτηριστικά (π.χ. Εμβαδόν σπιτιού, αριθμός κατοίκων, ενεργειακή κλάση, τοποθεσία, κτλ) και παροχή ακόμη πιο στοχευμένων συγκρίσεων.

## Πηγές

1. [n. d.]. Docker: Accelerated, Containerized Application Development — docker.com. <https://www.docker.com/>.
2. [n. d.]. Documentation - ESLint - Pluggable JavaScript Linter — eslint.org. <https://eslint.org/docs/latest/>.
3. [n. d.]. Domo Resource - Data Never Sleeps 5.0 — domo.com. <https://www.domo.com/learn/infographic/data-never-sleeps-5>.
4. [n. d.]. FastAPI — fastapi.tiangolo.com. <https://fastapi.tiangolo.com/>.
5. [n. d.]. Google PowerMeter - Wikipedia — en.wikipedia.org. <https://en.wikipedia.org/wiki/GooglePowerMeter>.
6. [n. d.]. MongoDB: The Developer Data Platform — MongoDB — mongodb.com.
7. [n. d.]. OpenID Connect — OpenID — openid.net. <https://openid.net/connect/>.
8. [n. d.]. Redis — redis.io. <https://redis.io/>.
9. [n. d.]. Visual Capitalist — visualcapitalist.com. <https://www.visualcapitalist.com/>.
10. Andrea Chiarelli Senior Developer Advocate. 2021. ID token and access token: What is the difference? <https://auth0.com/blog/id-token-access-token-what-is-the-difference/>
11. Auth0. [n. d.]. Authorization Code Flow with Proof Key for Code Exchange (PKCE) — auth0.com. <https://auth0.com/docs/get-started/authentication-and-authorization-flow/authorization-code-flow-with-proof-key-for-code-exchange-pkce>.
12. Lyn Bartram, Johnny Rodgers, and Kevin Muisse. 2010. Chasing the negawatt: Visualization for sustainable living. IEEE Computer Graphics and Applications 30, 3 (2010), 8–14.

HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898  
«ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ,  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ»  
(ΕΠΑνεΚ)

ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ  
Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας

13. Jonathan Briggs. 2013. Management reports & dashboard best practice. Target Dashboard. Retrieved 18 (2013)
14. Wayne Eckerson. 2006. Deploying dashboards and scorecards. The Data Warehouse Institute (2006), 1–24.
15. Shokhista Ergasheva, Vladimir Ivanov, Ilya Khomyakov, Artem Kruglov, Dragos Strugar, and Giancarlo Succi. 2020. InnoMetrics dashboard: the design, and implementation of the adaptable dashboard for energy-efficient applications using open source tools. In IFIP International Conference on Open Source Systems. Springer, 163–176.
16. Stephen Few. 2005. Intelligent dashboard design. Information Management 15, 9 (2005),
17. Roy Thomas Fielding. 2000. Architectural styles and the design of network-based software architectures. University of California, Irvine.
18. hannah currey. [n. d.]. More than 5 billion people now use the internet - We Are Social Australia—wearesocial.com.<https://wearesocial.com/au/blog/2022/04/more-than-5-billion-people-now-use-the-internet/>.
19. FA Ikechukwu, A Edwinah, and EO Monday. 2012. Use of Dashboard-A Vital Moderator of Sales Force Competence Management and Marketing Influences Relationship. In Information and knowledge management, Vol. 2. 30.
20. Errol R Iselin. 1988. The effects of information load and information diversity on decision quality in a structured decision task. Accounting, organizations and Society 13, 2 (1988), 147–164.
21. Vladimir Ivanov, Alan Rogers, Giancarlo Succi, Jooyong Yi, and Vasiii Zorin. 2018. Precooked developer dashboards: What to show and how to use. In Proceedings of the 40th International Conference on Software Engineering: Companion Proceedings. 402–403.
22. Simon Jespersen. 2017. Dashboard Design Guidelines for improved evidence based decision making in public health in developing countries. Master's thesis.
23. R Mauricio and T Guachi. 2018. Dashboard Design to Assess the Impact of Distinct data Visualization Techniques 852 in the Dynamic Analysis of Survey's Results. Polytechnic Institute of Leiria: Leiria, Portugal (2018).
24. Solomon Negash and Paul Gray. 2008. Business intelligence. In Handbook on decision support systems 2. Springer, 175–193.
25. Koen Pauwels, Tim Ambler, Bruce H Clark, Pat LaPointe, David Reibstein, Bernd Skiera, Berend Wierenga, and Thorsten Wiesel. 2009. Dashboards as a service: why, what, how, and what research is needed? Journal of service research 12, 2 (2009), 175–189.
26. Rita L Sallam. 2011. BI platform users survey, 2011: customers rate their bi platform functionality. Gartner Research Note G 211770 (2011).
27. L Samaniego. 2014. Implementing a Dashboard for Data Exchange on the REPOX Tool.

HEART - ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-03898  
«ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ,  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ»  
(ΕΠΑνεΚ)

ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ  
Σχεδίαση αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας

28. Abhishek Santra, Kunal Samant, Endrit Memeti, Enamul Karim, and Sharma Chakravarthy. 2021. An Extensible Dashboard Architecture For Visualizing Base And Analyzed Data. arXiv preprint arXiv:2106.05357 (2021).
29. Gayane Sedrakyan, Erik Mannens, and Katrien Verbert. 2019. Guiding the choice of learning dashboard visualizations: Linking dashboard design and data visualization concepts. *Journal of Computer Languages* 50 (2019), 19–38.
30. Michael D Shields. 1983. Effects of information supply and demand on judgment accuracy: evidence from corporate managers. *Accounting Review* (1983), 284–303.
31. Stella So and Malcolm Smith. 2003. The impact of presentation format and individual differences on the communication of information for management decision making. *Managerial Auditing Journal* (2003).
32. Keycloak Team. [n. d.]. Keycloak—keycloak.org. <https://www.keycloak.org/>.
33. Renato Toasa, Marisa Maximiano, Catarina Reis, and David Guevara. 2018. Data visualization techniques for real-time information—A custom and dynamic dashboard for analyzing surveys' results. In 2018 13th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI). IEEE, 1–7.
34. Ogan M Yigitbasioglu and Oana Velcu. 2012. A review of dashboards in performance management: Implications for design and research. *International Journal of Accounting Information Systems* 13, 1 (2012), 41–59.
35. Ray Yun, Azizan Aziz, Bertrand Lasternas, Chenlu Zhang, Vivian Loftness, Peter Scupelli, Yunjeong Mo, Jie Zhao, and Nana Wilberforce. 2014. The design and evaluation of an intelligent energy dashboard for sustainability in the workplace. In the International Conference of Design, User Experience, and Usability. Springer, 605–615