IoTFeds

Κατανεμημένες Αγορές Δεδομένων για IoT Ομοσπονδίες
Distributed Data Marketplaces for IoT Federations

Π.1.2 – Απαιτήσεις Συστήματος και Ενδιάμεση Αρχιτεκτονική Συστήματος

ΔΡΑΣΗ ΕΘΝΙΚΗΣ ΕΜΒΕΛΕΙΑΣ:
«ΕΡΕΥΝΩ-ΔΗΜΙΟΥΡΓΩ-ΚΑΙΝΟΤΟΜΩ Β' ΚΥΚΛΟΣ»
«ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ, ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ» (ΕΠΑνΕΚ)
Ειδική Υπηρεσία Διαχείρισης Επιχειρησιακού Προγράμματος Ανταγωνιστικότητα
Επιχειρηματικότητα και Καινοτομία (ΕΥΔ ΕΠΑνΕΚ)
Ειδική Υπηρεσία Διαχείρισης και Εφαρμογής Δράσεων στους τομείς
Έρευνας, Τεχνολογικής Ανάπτυξης και Καινοτομίας
(ΕΥΔΕ ΕΤΑΚ)

Έργο	IoTFeds
Κωδικός Έργου	Τ2ΕΔΚ-02178
Ενότητα Εργασίας	ΕΕ1 (Δ1.2)
Υπεύθυνος Ενότητας	ICOM
Υπεύθυνος Παραδοτέου	Terracom A.E.
Έκδοση Παραδοτέου	1.0
Ημερομηνία	16/03/2022

Συντονιστές Παραδοτέου
Στέλιος Γκούσκος, TERRACOM
Ναταλία Ούμνοβα, TERRACOM
Παύλος Ευθυμιάδης, TERRACOM
Παρασκευή Τοκμακίδου, TERRACOM
Κωνσταντίνος Καλαμπόκης, TERRACOM

Υπεύθυνοι Συγγραφής
Ήλια Πιέτρη, ICOM
Απόστολος Νάσιου, ICOM
Μάριος Χαραλαμπίδης, ICOM
Κωνσταντίνος Τσάκαλος, ICOM
Σοφία Πολυμένη, ΕΚΕΤΑ
Γεώργιος Σπανός, ΕΚΕΤΑ
Ευάγγελος Αθανασάκης, ΕΚΕΤΑ
Γεώργιος Νταρζάνος, ΟΠΑ/ΕΛΚΕ
Δήμητρα Καραδήμου, ΟΠΑ/ΕΛΚΕ
Γεώργιος Δ. Σταμούλης, ΟΠΑ/ΕΛΚΕ
Αθανάσιος Γ. Παπαϊωάννου, ΟΠΑ/ΕΛΚΕ

Ακρωνύμια

Ακρωνύμιο	Ορισμός
KPI	Key Performance Indicator
DLT	Distributed Ledger Technology
SLA	Service Level Agreement
ΒΔΕ	Βασικοί Δείκτες Επίδοσης
ΕΕ1	Ενότητα Εργασίας 1
ΕΕ4	Ενότητα Εργασίας 4
MQTT	Message Queueing Telemetry Transport
CoAP	Constrained Application Protocol
AMQP	Advanced Message Queuing Protocol
XMQP	Extensible Messaging and Presence Protocol
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
HTTPs	Hypertext Transfer Protocol secure
SHA	Secure Hash Algorithm
BaaS	Blockchain-as-a-Service
SFTAP	Single Federated Token Access Policy
IoT	Internet of Things
IP	Internet Protocol
B2B	Business to Business
API	Application Programming Interface
B2C	Business to Customer
GDPR	General Data Protection Regulation
GUI	Graphical User Interface
REST	Representational State Transfer
JSON	JavaScript Object Notation
SSH	Secure Shell
UI	User Interface
CIM	Common Informational Model
ODATA	Open Data
ABAC	Attribute Based Access Control
SHTIBAP	Single Local Home Token Identity Based Token Access Policy
SLHTAP	Single Local Home Token Access Policy
CHTAP	Component Home Token Access Policy
STAP	Single Token Access Policy
SFTAP	Single Federated Token Access Policy
NPS	Net Promoter Score
DRE	Defect Removal Efficiency

Σύνοψη Παραδοτέου

Το παραδοτέο αυτό αποτελεί μέρος των εργασιών που αφορούν την ΕΕ1 «Απαιτήσεις, Αρχιτεκτονική και Ολοκλήρωση Συστήματος» του έργου IoTFeds. Πιο συγκεκριμένα, αποτελεί παραδοτέο τεχνικού χαρακτήρα, στο οποίο απαιτείται η καταγραφή στοιχείων και πληροφοριών που θα αποτελέσουν τον σκελετό στον οποίο θα αναπτυχθούν οι λειτουργίες και δυνατότητες του προτεινόμενου συστήματος.

Στο παραδοτέο αυτό γίνεται αρχικά αναφορά στο αντικείμενο και στη δομή του, καθώς και πως αυτό συνδέεται με την αλυσίδα παραδοτέων της ΕΕ1 του έργου. Στη συνέχεια πραγματοποιείται μια τεχνική περιγραφή τμημάτων, λειτουργιών και τεχνολογιών που αφορούν το τελικό σύστημα. Επίσης, στο κεφάλαιο 2 περιλαμβάνεται και ένας πίνακας με ορολογίες για την καλύτερη καθοδήγηση του αναγνώστη. Στη συνέχεια, στο κεφάλαιο 3, πραγματοποιείται η συνοπτική περιγραφή των χρηστών και των ρόλων τους, δεδομένου ότι έχουν ήδη αναφερθεί πιο αναλυτικά στο Π1.1 «Περιγραφή Επιχειρηματικών Μοντέλων και Σεναρίου Χρήσης». Ωστόσο, στο κεφάλαιο αυτό, η έρευνα επεκτείνεται και περιλαμβάνει την καταγραφή των «ιστοριών χρήστη» (user stories), ο καθορισμός των οποίων αποτελεί κρίσιμο στάδιο, καθώς αποτελούν τον οδηγό για τις λειτουργικές και μη λειτουργικές απαιτήσεις.

Όσον αφορά τις απαιτήσεις, αυτές καταγράφονται αναλυτικά στο κεφάλαιο 4, στο κεφάλαιο 5 και στο κεφάλαιο 6. Βάσει του διαχωρισμού που έχει γίνει σε κάθε κεφάλαιο, παρουσιάζονται οι απαιτήσεις και προδιαγραφές στο κεφάλαιο 4, οι λειτουργικές απαιτήσεις στο κεφάλαιο 5 και οι μη λειτουργικές απαιτήσεις στο κεφάλαιο 6. Η καταγραφή των προαναφερθεισών απαιτήσεων καθοδήγησε την σχεδίαση ενδιάμεσης αρχιτεκτονικής του έργου, η αποτύπωση της οποίας πραγματοποιείται στο κεφάλαιο 7. Μάλιστα η εκτενής μελέτη που έγινε σχετικά με την αρχιτεκτονική οδήγησε στην ανάπτυξη δύο εναλλακτικών περιπτώσεων, ώστε τελικά να επιλεχθεί η καταλληλότερη όπως αναγράφεται στις σελίδες του κεφαλαίου 7.

Στη συνέχεια το παραδοτέο αυτό ασχολείται με τους Βασικούς Δείκτες Επίδοσης (ΒΔΕ). Οι δείκτες αυτοί αποτελούν σημαντικό κριτήριο αξιολόγησης της επιτυχίας του έργου IoTFeds. Έπειτα παρουσιάζονται αναλυτικά «περιπτώσεις χρήσης» (use cases) του συστήματος. Οι περιπτώσεις χρήσης αυτές αντιμετωπίζονται από την τεχνική σκοπιά του συστήματος και συγκεκριμένα επικεντρώνονται κυρίως σε βασικές λειτουργίες και περιπτώσεις στην αλληλεπίδραση των επιμέρους συστημάτων με το ενδιάμεσο λογισμικό και με την πλατφόρμα Blockchain στα πλαίσια του ολοκληρωμένου συστήματος IoTFeds. Ωστόσο, οι περιπτώσεις χρήσης θα επεκταθούν και θα καταγραφούν σε μεγαλύτερο βάθος όσον αφορά το σύνολο του συστήματος IoTFeds στο Π.1.3, το οποίο αφορά και την τελική αρχιτεκτονική.

Το παραδοτέο αυτό κλείνει με ένα κεφάλαιο αφιερωμένο στα συμπεράσματα που προέκυψαν κατά την μελέτη και έρευνα, ώστε να παρέχεται στον αναγνώστη μια συνοπτική εικόνα της προόδου της ΕΕ1 του έργου IoTFeds καθώς και της μελλοντικής πορείας των εργασιών του.

Πίνακας Περιεχομένων

1 Εισαγωγή 11
1.1 Αντικείμενο του παραδοτέου 11
1.2 Δομή του παραδοτέου 11
2 Τεχνολογική στάθμιση 13
2.1 Πρωτόκολλα επικοινωνίας IoT 13
2.1.1. Πρωτόκολλα και πρότυπα IoT και ασφάλεια 13
2.1.2. Πλεονεκτήματα IoT πρωτοκόλλων 14
2.1.3. Τύποι πρωτοκόλλων IoT 14
2.1.4. Πρωτόκολλα IoT στο IoTFeds 15
2.2 Blockchain 15
2.2.1. Ethereum 16
2.2.1.1. Το Ethereum στο IoTFeds 17
2.2.2. Blockchain στο IoTFeds 17
2.3 Προτεινόμενο Σύστημα 17
2.4 Ορολογία 18
3 Χρήστες του συστήματος και προτεινόμενες περιπτώσεις χρήσης 20
3.1 Ιστορίες χρηστών 20
3.2 Κατηγορίες και ρόλοι χρηστών 21
3.3 Προτεινόμενες περιπτώσεις χρήσης 26
3.4 Αντιστοίχιση λειτουργίας συτήματος με χρήστη 26
3.5 Ανάλυση θεμελιωδών περιπτώσεων χρήσης 27
3.6 Ανάλυση περιπτώσεων χρήσης (Vertical Use case) 37
3.6.1. Έξυπνη στάθμευση 37
3.6.1.1. Διάθεση δεδομένων έξυπνης στάθμευσης 37
3.6.1.2. Ενσωμάτωση δεδομένων έξυπνης στάθμευσης 38
3.6.2. Έξυπνος φωτισμός 39
3.6.2.1. Βελτιστοποιημένες υπηρεσίες UiTOP μέσω του IoTFeds 39
3.6.2.2. Διάθεση δεδομένων έξυπνου φωτισμού από την UiTOP σε ομόσπονδες πλατφόρμες 40
3.6.3. Έξυπνες μεταφορές 41
3.6.3.1. Επιλογή βέλτιστης διαδρομής 41
3.6.3.2. Αναγνώριση περιοχών χαμηλής ταχύτητας 42
3.6.4. Έξυπνο περιβάλλον 43
3.6.4.1. Καιρικές συνθήκες και ποιοότητα αέρα 41
4 Απαιτήσεις και Προδιαγραφές 45
5 Λειτουργικές Απαιτήσεις 48
6 Μη Λειτουργικές Απαιτήσεις 59
6.1 Αξιοπιστία 59
6.2 Επίδοση 59
6.3 Κλιμακωσιμότητα 61
6.4 Ασφάλεια 62
6.5 Σημασιολογική διαλειτουργικότητα 63
6.6 Διεπαφή 65
6.7 Χρηστικότητα 65
6.8 Διαχείριση 67
6.9 Παρακολούθηση 67
7 Ενδιάμεση Αρχιτεκτονική Συστήματος 69
7.1 Υποσυστήματα και Επιμέρους Δομικά Στοιχεία 69

7.1.1. Πρωτεύοντα υποσυστήματα 69
7.1.1.1. Ενδιάμεσο λογισμικό symbIoTe 69
7.1.1.2. Blockchain 72
7.1.2. Επιπρόσθετα υποσυστήματα....75
7.1.2.1. Πλατφόρμα Zastel - SpotyPal 75
7.1.2.2. Πλατφόρμα UiTOP....77
7.1.2.3. Πλατφόρμα Smart Environment....80
7.1.2.4. Εφαρμογή IoT για επιδειξιμότητα των λειτουργιών που τρέχουν στο παρασκήνιο της Ομοσπονδίας IoT 82
7.2 Αρχιτεκτονική των Επιμέρους Συστημάτων του Τελικού Συστήματος....82
7.2.1. Αρχιτεκτονική SymbIoTe....82
7.2.2. Αρχιτεκτονική Blockchain....82
7.2.3. Αρχιτεκτονική Smart Environment 83
7.2.4. Αρχιτεκτονική UiTOP 84
7.2.5. Αρχιτεκτονική Zastel - SpotyPal....85
7.3 Αρχιτεκτονική Συστήματος IoTFeds 85
7.3.1. Περιπτώσεις της Ενδιάμεσης Αρχιτεκτονικής Τελικού Συστήματος IoTFeds 86
7.3.1.1. Περίπτωση 1η 86
7.3.1.2. Περίπτωση 2η....87
7.3.2. Συμπεράσματα και τελική επιλογή Ενδιάμεσης Αρχιτεκτονικής για το Σύστημα IoTFeds. 89
8 Βασικοί Δείκτες Επίδοσης 94
8.1 Βασικοί Δείκτες Επίδοσης Ιχνηλασιμότητας των συναλλαγών, χαρακτηριστικών δεδομένων και κόστους απόδοσης 94
8.1.1. Ιχνηλασιμότητα συναλλαγών....94
8.1.2. Χαρακτηριστικά δεδομένων 95
8.1.3. Χρονικοί περιορισμοί συναλλαγών....96
8.1.4. Αριθμός αγορών και συναλλαγών....96
8.1.5. Ποσότητα τύπου δεδομένων 97
8.1.6. Ποσό αγοράς....99
8.2 Βασικοί Δείκτες Επίδοσης Λειτουργικής Συμπεριφοράς....99
8.2.1. Χρόνος φόρτωσης 100
8.2.2. Χρόνος απόκρισης....100
8.2.3. Χρόνος εναλλαγής λειτουργιών του συστήματος 101
8.2.4. Αριθμός ενδεχόμενων καταρρεύσεων του συστήματος 102
8.3 Βασικοί Δείκτες Επίδοσης Ικανοποίησης Χρήστη 103
8.3.1. NPS 103
8.4 Βασικοί Δείκτες Επίδοσης Ασφάλειας, Φερεγγυότητας και Ποιότητας Υπηρεσίας ...105
8.4.1. Ακρίβεια πληροφορίας 106
8.4.2. Αποτελεσματικότητα αφαίρεσης ελαττωμάτων....107
8.4.3. Χρόνος μετάδοσης πληροφορίας 108
8.4.4. Αριθμός απεσταλμένων πληροφοριών 109
8.4.5. Περιορισμοί χρηστών....110
8.5 Βασικοί Δείκτες Επίδοσης Συνέπειας και Δέσμευσης....111
8.5.1. Διαμοιρασμοί....111
8.5.2. Ποσοστό επιστροφής....112
10 Συμπεράσματα 114
Βιβλιογραφία 115

Ευρετήριο Εικόνων

Εικόνα 1: Ροή εργασιών για το Π1.2.....12
Εικόνα 2: Παραδείγματα από περιπτώσεις χρήσης του Blockchain (Hellenic Blockchain Hub, 2021).....15
Εικόνα 3: Αρχιτεκτονική SymbIoTe. 82
Εικόνα 4: Αρχιτεκτονική Blockchain.....83
Εικόνα 5: Αρχιτεκτονική Smart Environment 84
Εικόνα 6: Αρχιτεκτονική UiTOP 84
Εικόνα 7: Αρχιτεκτονική Zastel - SpotyPal.....85
Εικόνα 8: Περίπτωση 1η Ενδιάμεσης Αρχιτεκτονικής Συστήματος IoT Feds. 86
Εικόνα 9: Περίπτωση 2η Ενδιάμεσης Αρχιτεκτονικής Συστήματος IoTFeds. 88
Εικόνα 10: Λεπτομερής απεικόνιση της ενδιάμεσης αρχιτεκτονικής με τις λειτουργικότητές της 91

Ευρετήριο εξισώσεων

Εξίσωση 1: NPS 104
Εξίσωση 2: Ποσοστό επιστροφής χρηστών 112

Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας 1: Ορολογία 18
Πίνακας 2: Ιστορίες χρηστών (User stories) – IoT Data Provider 21
Πίνακας 3: Ιστορίες χρηστών (User stories) – IoT Infrastructure Provider 22
Πίνακας 4: Ιστορίες χρηστών (User stories) – IoT Data Client 22
Πίνακας 5: Ιστορίες χρηστών (User stories) – IoT Service Provider 24
Πίνακας 6: Ιστορίες χρηστών (User stories) – IoT Data Aggregator 24
Πίνακας 7: Ιστορίες χρηστών (User stories) – IoT Data Reseller 24
Πίνακας 8: Ιστορίες χρηστών (User stories) – IoT Data Owner 25
Πίνακας 9: Ιστορίες χρηστών (User stories) – End User 25
Πίνακας 10: Προτεινόμενες θεμελιώδεις περιπτώσεις χρήσης 26
Πίνακας 11: Προτεινόμενες περιπτώσεις χρήσης (Vertical Use cases) 27
Πίνακας 12: Εγγραφή χρήστη στην IoTFeds πλατφόρμα 28
Πίνακας 13: Σύνδεση χρήστη στο σύστημα 29
Πίνακας 14: Εγγραφή IoT πλατφόρμας 29
Πίνακας 15: Εγγραφή IoT συσκευών 30
Πίνακας 16: Ανακάλυψη IoT Πόρων και Κατανεμημένη Αναζήτηση 31
Πίνακας 17: Εγκαθίδρυση ομοσπονδίας πλατφορμών 31
Πίνακας 18: Συμμετοχή νέου μέλους σε υπάρχουσα ομοσπονδία 32
Πίνακας 19: Απομάκρυνση μελών από ομοσπονδία 33
Πίνακας 20: Διαγραφή ομοσπονδίας και των μελών της 34
Πίνακας 21: Αγορά δεδομένων 34
Πίνακας 22: Αλλαγή κανόνων συμβολαίων ομοσπονδίας ή δημιουργία νέων 35
Πίνακας 23: Επισκόπηση Χρήστη 36
Πίνακας 24: Διάθεση δεδομένων έξυπνης στάθμευσης 37
Πίνακας 25: Ενσωμάτωση δεδομένων έξυπνης στάθμευσης 38
Πίνακας 26: Βελτιστοποιημένες υπηρεσίες UiTOP μέσω του IoTFeds 39
Πίνακας 27: Διάθεση δεδομένων έξυπνου φωτισμού 40
Πίνακας 28: Επιλογή βέλτιστης διαδρομής 41
Πίνακας 29: Αναγνώριση περιοχών χαμηλής ταχύτητας 42
Πίνακας 30: Καιρικές συνθήκες και ποιότητα αέρα 43
Πίνακας 31: Διαφορές ανάμεσα σε Λειτουργικές και Μη Λειτουργικές Απαιτήσεις. 45
Πίνακας 32: Λειτουργικές Απαιτήσεις. 48
Πίνακας 33: Μη Λειτουργικές Απαιτήσεις - Αξιοπιστία 59
Πίνακας 34: Μη Λειτουργικές Απαιτήσεις - Επίδοση 60
Πίνακας 35: Μη Λειτουργικές Απαιτήσεις - Κλιμακωσιμότητα 61
Πίνακας 36: Μη Λειτουργικές Απαιτήσεις - Ασφάλεια 63
Πίνακας 37: Μη Λειτουργικές Απαιτήσεις – Σημασιολογική Διαλειτουργικότητα 64
Πίνακας 38: Μη Λειτουργικές Απαιτήσεις - Διεπαφή 65
Πίνακας 39: Μη Λειτουργικές Απαιτήσεις - Χρηστικότητα 66
Πίνακας 40: Μη Λειτουργικές Απαιτήσεις - Διαχείριση 67
Πίνακας 41: Μη Λειτουργικές Απαιτήσεις - Παρακολούθηση 68
Πίνακας 42: Υποσυστήματα του IoTFeds 89
Πίνακας 43: Τεχνολογικό υπόβαθρο και νέα υποσυστήματα 92
Πίνακας 44: Ιχνηλασιμότητα συναλλαγών. 94
Πίνακας 45: Χαρακτηριστικά δεδομένων 95
Πίνακας 46: Χρονικοί περιορισμοί συναλλαγών 96
Πίνακας 47: Αριθμός αγορών και συνδρομών 97
Πίνακας 48: Ποσότητα τύπου δεδομένων 98
Πίνακας 49: Ποσό αγοράς 99
Πίνακας 50: Χρόνος φόρτωσης 100
Πίνακας 51: Χρόνος απόκρισης 101
Πίνακας 52: Χρόνος εναλλαγής των λειτουργιών του συστήματος 102

Πίνακας 53: Αριθμός των ενδεχόμενων καταρρεύσεων 103
Πίνακας 54: NPS 105
Πίνακας 55: Ακρίβεια πληροφορίας 106
Πίνακας 56: Αποτελεσματικότητα αφαίρεσης ελαττωμάτων 107
Πίνακας 57: Χρόνος μετάδοσης πληροφορίας 108
Πίνακας 58: Αριθμός απεσταλμένων πληροφοριών 109
Πίνακας 59: Περιορισμοί χρηστών 110
Πίνακας 60: Διαμοιρασμοί 112
Πίνακας 61: Retention rate 113

1 Εισαγωγή

Το προτεινόμενο έργο IoTFeds πραγματεύεται ένα πρωτοπόρο σύστημα αγοράς και πώλησης δεδομένων. Το αποτύπωμα του έργου αυτού φιλοδοξεί να είναι ευρύ, αφού στοχεύει στη δημιουργία ομοσπονδιών χαρακτηριζόμενων από τεχνολογία αιχμής με σκοπό την παροχή υπηρεσιών δεδομένων σε τομείς που υπάρχει ανάγκη (έξυπνη στάθμευση, έξυπνες μεταφορές κτλ.).

Η παρούσα αναφορά περιέχει το αποτέλεσμα της Ενότητας Εργασίας 1 (ΕΕ1). Σε αυτή την ενότητα εργασίας περιλαμβάνονται πέντε παραδοτέα, τα οποία σχετίζονται με τα επιχειρηματικά μοντέλα, τις απαιτήσεις, την αρχιτεκτονική και την ολοκλήρωση του συστήματος.

1.1 Αντικείμενο του παραδοτέου

Το παραδοτέο αυτό περιγράφει τις απαιτήσεις του συστήματος και τους απορρέοντες ΒΔΕ (Key Performance Indicators - KPIs), καθώς και την ενδιάμεση αρχιτεκτονική του συστήματος IoTFeds.

Επίσης, περιλαμβάνονται η συλλογή και η ανάλυση των λειτουργικών και μη λειτουργικών απαιτήσεων καθώς και των τεχνικών προδιαγραφών της προτεινόμενης λύσης, που θα αποτελέσουν την βάση για το σχεδιασμό του τελικού συστήματος. Ως αποτέλεσμα, ορίζεται ένα πλήθος από Βασικούς Δείκτες Επίδοσης (KPIs) βάσει των οποίων θα γίνει και η αξιολόγηση της πιλοτικής εφαρμογής του συστήματος από την ΕΕ4 στη συνέχεια υλοποίησης του έργου.

1.2 Δομή του παραδοτέου

Αρχικά, στο παραδοτέο αυτό γίνεται περιγραφή της τεχνολογικής στάθμισης που διέπει τα πρωτόκολλα επικοινωνίας μέσα από μια βιβλιογραφική αναφορά. Στη συνέχεια, αναφέρεται το προτεινόμενο σύστημα και σημαντικές ορολογίες που παίζουν ρόλο σε αυτό.

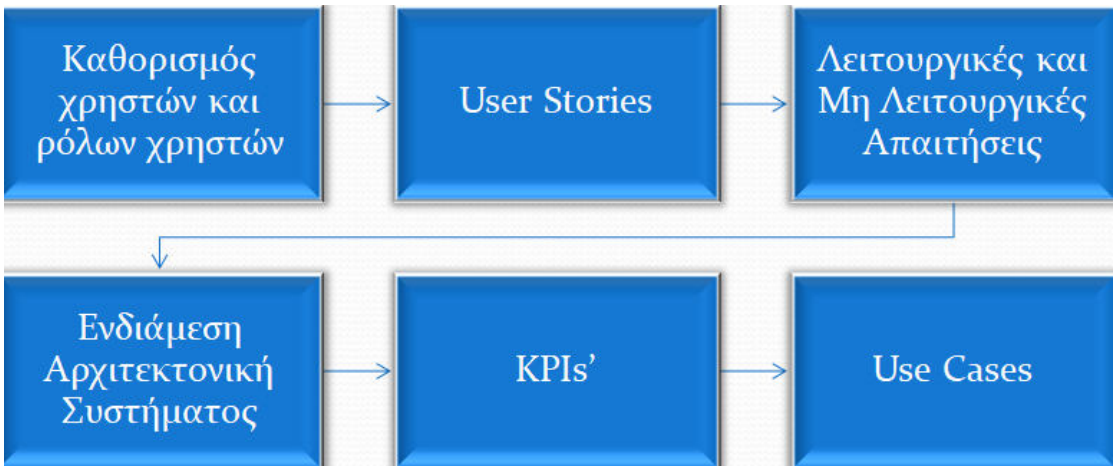
Έπειτα γίνεται αναφορά στους χρήστες και τους ρόλους που θα έχουν αυτοί στο σύστημα IoTFeds. Όσον αφορά τους χρήστες, πραγματοποιείται καταγραφή των Ιστοριών Χρηστών (User Stories) βάσει των οποίων δημιουργείται ο οδηγός για την εξαγωγή και καταγραφή των απαιτήσεων του συστήματος. Στη συνέχεια, σύμφωνα με τη δομή του τρέχοντος παραδοτέου, πραγματοποιείται καταγραφή των τεχνικών απαιτήσεων και προδιαγραφών. Ύστερα και αφού πλέον είναι καταγεγραμμένες οι ιστορίες χρηστών και οι τεχνικές προδιαγραφές, πραγματοποιείται καταγραφή των λειτουργικών απαιτήσεων. Η καταγραφή αυτή γίνεται σε πίνακα, στον οποίο αναφέρονται και άλλα σημαντικά στοιχεία για τις απαιτήσεις αυτές (τύπος, κατηγορία, περιγραφή κτλ.).

Οι μη λειτουργικές απαιτήσεις που ακολουθούν μαζί με τις λειτουργικές απαιτήσεις θα αποτελέσουν τον κορμό της σχεδίασης της αρχιτεκτονικής του συστήματος. Στο τρέχον παραδοτέο, πραγματοποιείται σχεδίαση της ενδιάμεσης αρχιτεκτονικής, καθώς η τελική αρχιτεκτονική θα καθοριστεί και θα σχεδιαστεί στο Π1.3 «Τελική Αρχιτεκτονική Συστήματος και Επιλεγμένες Τεχνολογίες». Στα πλαίσια του σχεδιασμού της ενδιάμεσης αρχιτεκτονικής, πραγματοποιείται καταγραφή αρχικά των υποσυστημάτων που διαθέτει ο κάθε φορέας προς συνδεσμολογία με το ενδιάμεσο λογισμικό symbIoTe[1], όπως επίσης και του ενδιάμεσου λογισμικού αυτού καθαυτού. Έπειτα, παρουσιάζεται το σχήμα της ενδιάμεσης αρχιτεκτονικής

[1] www.symbiote-h2020.eu

με αποτύπωση τόσο των τμημάτων που το απαρτίζουν όσο και της αλληλεπίδρασης των χρηστών με το σύστημα αυτό καθαυτό.

Αφού ολοκληρωθούν τα ανωτέρω, πραγματοποιείται εξαγωγή των ΒΔΕ, οι οποίοι και καταγράφονται στο παραδοτέο αυτό σε πίνακα και αναφέρεται αναλυτικά ο ρόλος τους και τα προσδοκώμενα αποτελέσματα από τις μετρήσεις τους. Άλλωστε, αποτελούν και τον βαθμό επιτυχίας του συστήματος εν τέλει. Επιπροσθέτως, πραγματοποιείται καταγραφή των Περιπτώσεων Χρήσης (Use Cases) για το συνολικό σύστημα IoTFeds με τη μορφή πινάκων.



Εικόνα 1: Ροή εργασιών για το Π1.2.

Στην ανωτέρω εικόνα απεικονίζεται η αλυσίδα ροής εργασιών για το τρέχον παραδοτέο. Σε αυτήν δεν περιλαμβάνονται οι τεχνικές απαιτήσεις και προδιαγραφές καθώς αυτές διαδραματίζουν πιο πολύ ρόλο ντετερμινιστικό και όχι εξαρτώμενο κομμάτι της αλυσίδας της ροής εργασιών.

Κλείνοντας, αναφέρονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την προαναφερθείσα έρευνα και καταγραφή όλων των στοιχείων αυτών (απαιτήσεις, ιστορίες χρήστη κτλ.). Τα συμπεράσματα αυτά αποτελούν σημαντική γνώση για την πορεία ανάπτυξης και υλοποίησης του έργου, δημιουργώντας την βάση τόσο για την συνέχιση αυτού όπως είναι όσο και για ενδεχόμενες βελτιώσεις.

2 Τεχνολογική στάθμιση

Οι σύγχρονες τεχνολογίες σήμερα έχουν κατακλύσει τις περισσότερες πτυχές των καθημερινών εργασιών. Ταυτόχρονα, έχουν δημιουργήσει πρόσφορο έδαφος για την ανάπτυξη όλο και πιο σύγχρονων και ολοκληρωμένων μεθόδων και συστημάτων επικοινωνιών και ανταλλαγής και διαχείρισης δεδομένων.

Στο πλαίσιο αυτό, το επίκεντρο πλέον στην επικοινωνία και διασύνδεση συστημάτων και συσκευών είναι το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (Internet of Things - IoT)[2]. Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων περιγράφει φυσικά αντικείμενα (ή ομάδες τέτοιων αντικειμένων) που ενσωματώνουν αισθητήρες, ικανότητα επεξεργασίας, λογισμικό και άλλες τεχνολογίες που συνδέουν και ανταλλάσσουν δεδομένα με άλλες συσκευές και συστήματα μέσω του Διαδικτύου (Gillis, 2021).

Το έργο IoTFeds προτείνει ένα σύστημα, το οποίο κάνει χρήση των σύγχρονων τεχνολογιών και των δυνατοτήτων που προσφέρονται από το Διαδίκτυο των Πραγμάτων. Στο τρέχον κεφάλαιο, περιγράφονται οι τεχνολογίες και η τεχνολογική στάθμιση που τις διέπει και σχετίζονται με το προτεινόμενο σύστημα. Αρχικά, γίνεται για κάθε μια τεχνολογία μια εισαγωγική βιβλιογραφική αναφορά και στη συνέχεια παρουσιάζεται στα πλαίσια υλοποίησης του IoTFeds. Έπειτα, παρουσιάζεται το προτεινόμενο σύστημα και ακολουθεί πίνακας με ορολογίες, οι οποίες είναι χρήσιμες για την πορεία όχι μόνο του τρέχοντος παραδοτέου αλλά και της υλοποίησης του συστήματος συνολικά.

2.1 Πρωτόκολλα επικοινωνίας IoT

Με την ανάπτυξη του Διαδικτύου των Πραγμάτων, είναι εφικτή η διασύνδεση και διαχείριση τεράστιου όγκου συσκευών συνδεδεμένων στο Διαδίκτυο. Για την ορθή λειτουργία όλων των απαιτούμενων διαδικασιών και λειτουργιών που προσφέρονται μέσα από το Διαδίκτυο των Πραγμάτων, η επικοινωνία μεταξύ των συσκευών είναι κρίσιμης σημασίας. Τα πρωτόκολλα επικοινωνίας IoT επιτρέπουν αυτή την ορθή επικοινωνία και διασύνδεση στον κόσμο του Διαδικτύου των Πραγμάτων.

Σύμφωνα με τον οργανισμό Statista, η εκτίμηση για το τέλος του 2021, είναι ότι υπάρχουν 13,8 δισεκατομμύρια συνδεδεμένες συσκευές IoT σε χρήση σε όλο τον κόσμο. Για τη συνέχεια, οι προβλέψεις δείχνουν ότι μέχρι το 2025 οι διασυνδεδεμένες συσκευές θα αυξηθούν περίπου στα 30,9 δισεκατομμύρια σε όλο τον κόσμο (Statista, 2021).

Πρακτικά, η αύξηση αυτή στη χρήση των διασυνδεδεμένων συσκευών, σημαίνει ότι οι επιχειρήσεις και τα ενδιαφερόμενα μέρη θα πρέπει να έχουν πλήρη κατανόηση των πρωτοκόλλων και των προτύπων IoT, ώστε να μην παρατηρούνται φαινόμενα παραβίασης ασφαλείας (Sapna, 2020).

2.1.1. Πρωτόκολλα και πρότυπα IoT και ασφάλεια

Οι έξυπνες συσκευές που συνδέονται με το Διαδίκτυο των Πραγμάτων είναι πιο ευάλωτες σε απειλές. Για την ελαχιστοποίηση αυτών των κενών ασφαλείας είναι σημαντική η χρήση του κατάλληλου πρότυπου και πρωτοκόλλου IoT.

Τα πρωτόκολλα επικοινωνίας IoT είναι τρόποι επικοινωνίας που διασφαλίζουν τη βέλτιστη ασφάλεια των δεδομένων που ανταλλάσσονται μεταξύ συσκευών που είναι συνδεδεμένες στο IoT. Μπορούμε να συνδέσουμε τις συσκευές IoT μέσω δικτύου IP[3] ή δικτύου χωρίς IP. Αν και

[2] https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/Internet-of-Things-IoT
[3] https://www.kaspersky.com/resource-center/definitions/what-is-an-ip-address

υπάρχει διαφορά στην εμβέλεια, την ισχύ και τη χρήση μνήμης. Οι συνδέσεις μέσω δικτύων IP είναι πολύπλοκες και απαιτούν υψηλή μνήμη και ισχύ από τις συσκευές IoT, όμως δεν παρουσιάζεται περιορισμός στην εμβέλειά τους. Τα δίκτυα που δεν είναι IP, όπως το Bluetooth, απαιτούν λιγότερη μνήμη και ισχύ, αλλά έχουν περιορισμό εμβέλειας (Sapna, 2020).

2.1.2. Πλεονεκτήματα IoT πρωτοκόλλων

Από τη στιγμή που οι έξυπνες συσκευές μιλούν μεταξύ τους, για κάθε αλληλεπίδραση μεταξύ των συσκευών αυτών, υπάρχει ανάγκη για ένα μέσο, κατά προτίμηση μια κοινή γλώσσα που θα μπορούσαν να κατανοήσουν όλες οι συσκευές στο δεδομένο οικοσύστημα IoT. Τα πρωτόκολλα IoT παρέχουν αυτό ακριβώς το μέσο. Ένα τυποποιημένο πρωτόκολλο επικοινωνίας IoT φέρνει αυτά τα ακόλουθα βασικά οφέλη:

- **Υψηλή ποιότητα και αξιοπιστία.** Οι τεχνολογίες επικοινωνίας που ακολουθούν τα πρότυπα παρέχουν υψηλή ποιότητα υπηρεσιών και ανθεκτικότητα έναντι παρεμβολών. Επιπλέον, διασφαλίζουν την αξιόπιστη και ασφαλή μετάδοση μαζικών δεδομένων αισθητήρων IoT στην εκάστοτε πλατφόρμα IoT.
- **Διαλειτουργικότητα και ευελιξία καινοτομίας**. Τα τυπικά πρωτόκολλα IoT έχουν την δυνατότητα να προγραμματίζονται με ευέλικτο τρόπο και να παρέχουν υψηλή διαλειτουργικότητα μεταξύ των συσκευών.
- **Παγκόσμια επεκτασιμότητα**. Η συνδεσιμότητα IoT μπορεί να εφαρμοστεί παγκοσμίως. Επίσης, τα τυπικά πρωτόκολλα επικοινωνίας IoT εξασφαλίζουν καθολική συνδεσιμότητα, ενώ ελαχιστοποιούν την πολυπλοκότητα της εγκατάστασης.

2.1.3. Τύποι πρωτοκόλλων IoT

Τα πρωτόκολλα επικοινωνίας IoT, χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, οι οποίες είναι οι ακόλουθες:

- **Πρωτόκολλα δικτύου IoT.** Τα πρωτόκολλα δικτύου IoT έχουν σχεδιαστεί για τη σύνδεση συσκευών μέσης έως υψηλής ισχύος μέσω του δικτύου. Τα πρωτόκολλα δικτύου IoT επιτρέπουν την επικοινωνία δεδομένων εντός του πεδίου εφαρμογής του δικτύου. Μερικά από τα πιο δημοφιλή πρωτόκολλα είναι τα HTTP[4], LoRaWAN[5], Bluetooth[6], Zigbee[7].
- **Πρωτόκολλα δεδομένων IoT**. Τα πρωτόκολλα δεδομένων IoT έχουν σχεδιαστεί για τη σύνδεση συσκευών IoT χαμηλής κατανάλωσης. Χωρίς σύνδεση στο Διαδίκτυο, είναι σε θέση να παρέχουν από άκρο σε άκρο επικοινωνία (end to end). Επίσης, η συνδεσιμότητα στα πρωτόκολλα δεδομένων IoT μπορεί να γίνει μέσω ενσύρματου ή κυψελοειδούς δικτύου. Τα MQTT[8], CoAP[9], AMQP[10], XMPP[11] είναι μερικά από τα δημοφιλή πρωτόκολλα δεδομένων IoT.

[4] https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/HTTP/Overview
[5] https://lora-alliance.org/about-lorawan/
[6] https://www.bluetooth.com/
[7] https://csa-iot.org/all-solutions/zigbee/
[8] https://mqtt.org/
[9] https://coap.technology/
[10] https://www.amqp.org/about/what
[11] https://xmpp.org/

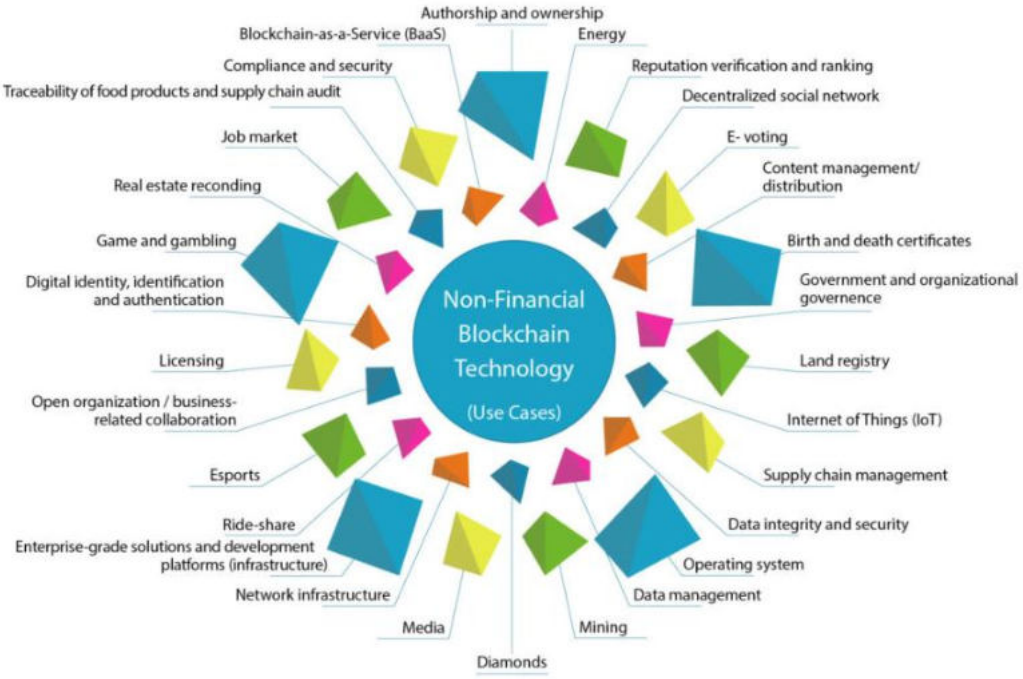
2.1.4. Πρωτόκολλα IoT στο IoTFeds

Στην περίπτωση της επικοινωνίας και διασύνδεσης των υποσυστημάτων στο έργο IoTFeds, γίνεται χρήση πρωτοκόλλων HTTP και HTTPs[12]. Συγκεκριμένα, τα πρωτόκολλα αυτά χρησιμοποιούνται για την επικοινωνία της εκάστοτε IoT πλατφόρμας με το ενδιάμεσο λογισμικό symbIoTe.

Ωστόσο, ενδεχομένως στην περίπτωση κάποιων υποσυστημάτων του ενδιάμεσου λογισμικού αυτού καθαυτού, να γίνει χρήση του RabbitMQ[13] πρωτοκόλλου για την μεταξύ τους επικοινωνία.

2.2 Blockchain

Οι τεχνολογίες γύρω από το Μπλοκ αλυσίδας ή όπως είναι γνωστό με την αγγλική ονομασία Blockchain[14] σχετίζονται άμεσα με τον τρόπο οργάνωσης και λειτουργίας της οικονομίας καθώς δημιουργούν την τεχνολογική δυνατότητα για ύπαρξη κατανεμημένης μορφής εμπιστοσύνης. Αυτό έχει τεράστια σημασία, καθώς μπορεί να επηρεάσει τις μέχρι σήμερα παραδοσιακές έμπιστες οντότητες (trusted authorities), τις συναλλαγές και τις ηλεκτρονικές υπηρεσίες. Με την τεχνολογία Blockchain, η εμπιστοσύνη που μέχρι τώρα υπήρχε λόγω μιας συμβατικής σχέσης, δημιουργείται λόγω του κατανεμημένου και ασφαλούς τρόπου αποθήκευσης, διαχείρισης, ανταλλαγής πληροφορίας και διενέργειας ηλεκτρονικών συναλλαγών. Η τεχνολογία Blockchain γενικώς, βρίσκει εφαρμογή σε μια σειρά από κλάδους της οικονομίας και κοινωνίας (Hellenic Blockchain Hub, 2021).



Εικόνα 2: Παραδείγματα από περιπτώσεις χρήσης του Blockchain (Hellenic Blockchain Hub, 2021).

Στην Εικόνα 2 παρουσιάζονται παραδείγματα από τη χρήση του Blockchain. Δίνοντας έναν ορισμό για το τι πραγματικά είναι το Blockchain, σύμφωνα με (Hellenic Blockchain Hub, 2021), μπορούμε να πούμε ότι, είναι ένας κατανεμημένος λογιστικός κατάλογος (Distributed Ledger), δημόσιος ή ιδιωτικός, στον οποίο συναλλαγές ή δεδομένα συνδέονται μεταξύ τους σε

[12] https://www.ssl.com/faqs/what-is-https/
[13] https://www.rabbitmq.com/
[14] https://www.blockchain.com/

συνδεδεμένα μπλοκ δεδομένων καθιστώντας τα πρακτικά αμετάβλητα και αδιαμφισβήτητα από όλους τους κατανεμημένους κόμβους (Nodes), στους οποίους έχει γίνει η ενημέρωση του καταλόγου.

Τα μπλοκ αυτά είναι κρυπτογραφημένα με ειδικό αλγόριθμό τύπου Secure Hash Algorithm (SHA), ο οποίος κρυπτογραφεί μαθηματικά και κατακερματίζει την πληροφορία του μπλοκ με τρόπο ο οποίος να μην μπορεί να είναι αναστρέψιμος (One Way Encryption), πάντα με ένα σταθερό αποτέλεσμα. Όταν γίνεται μια συναλλαγή ενημερώνονται όλοι οι κόμβοι με την συναλλαγή αυτή (Hellenic Blockchain Hub, 2021).

Σχετικά με τους τύπους Blockchain και σύμφωνα με το (Hellenic Blockchain Hub, 2021) και το (Originstamp, 2022), οι τύποι αυτοί, χωρίζονται σε τρεις μεγάλες κατηγορίες, οι οποίες είναι οι ακόλουθες:

- **Δημόσιοι Κατάλογοι Blockchains (Public Blockchains)**, όπως για παράδειγμα, το κρυπτονόμισμα Bitcoin.
    - Οποιοσδήποτε μπορεί να γράψει χωρίς άδεια από κάποια αρχή.
    - Οποιοσδήποτε μπορεί να διαβάσει.
- **Blockchains Κοινοπραξίας (Consortium Blockchains)**, όπως για παράδειγμα Hyperledger, Corda, Quorum[15] και Ethermint[16].
    - Οι τροποποιήσεις δεδομένων μπορούν να οδηγήσουν στη δημοσίευση τροποποιημένων τιμών κατακερματισμού σε δημόσιο Blockchain.
    - Αναπτύσσονται με αποκεντρωμένο τρόπο και μπορούν να τα διαχειρίζονται διαφορετικοί κάτοχοι.
    - Είναι ένα υβρίδιο δημόσιων και ιδιωτικών blockchains όσον αφορά την δυνατότητα μεταβολής, τη διαφάνεια και τη χρήση πόρων.
- **Ιδιωτικοί Κατάλογοι Blockchains (Private Blockchains)**, όπως για παράδειγμα, οι παραγγελίες εσωτερικά σε μια εταιρεία ή ένα οργανισμό όπως μια Τράπεζα.
    - Όλοι οι συμμετέχοντες στην αλυσίδα είναι γνωστοί και έμπιστοι.
    - Οι αλυσίδες αυτές είναι πιο μικρές και γρήγορες ενώ το proof of work σχετικά πιο απλό ανάλογα με την επιχειρηματική απόφαση.

2.2.1. Ethereum

Το Ethereum[17] είναι μια παγκόσμια πλατφόρμα ανοικτού κώδικα για αποκεντρωμένες εφαρμογές. Στο Ethereum, προσφέρεται η δυνατότητα γραφής σε κώδικα, ο οποίος ελέγχει ψηφιακές αξίες, τρέχει ακριβώς όπως έχει προγραμματιστεί και είναι προσβάσιμος από οποιοδήποτε σημείο στον πλανήτη. Το Ethereum παρέχει ανοικτή πρόσβαση σε ψηφιακά χρήματα και σε φιλικές υπηρεσίες προς τα δεδομένα για όλους, ανεξαρτήτως του χρήστη ή της τοποθεσίας του. Είναι μια τεχνολογία χτισμένη για την κοινότητα με βασικό συστατικό το κρυπτονόμισμα ether (ETH) (Ethereum, 2021).

[15] https://www.tradefinanceglobal.com/posts/corda-hyperledger-quorum-whats-the-difference/
[16] https://docs.ethermint.zone/
[17] https://ethereum.org/en/

Το Ethereum είναι δημόσια πλατφόρμα Blockchain ανοιχτού κώδικα που βασίζεται σε κατανεμημένη υπολογιστική και λειτουργικό σύστημα διαθέτοντας τη λειτουργικότητα έξυπνης (scripting) σύμβασης (CoinDesk, 2016).

2.2.1.1. Το Ethereum στο IoTFeds

Στα πλαίσια του έργου IoTFeds θα ενσωματωθεί διαδικασία δημιουργίας και διαχείρισης ERC20[18] κρυπτονομισμάτων (tokens) βασισμένων στο πρωτόκολλο Ethereum, προκειμένου να υποστηριχθούν εναλλακτικοί μηχανισμοί συναλλαγής ανάμεσα στις πλατφόρμες IoT.

2.2.2. Blockchain στο IoTFeds

Στην περίπτωση του έργου IoTFeds, για την ενσωμάτωση των λειτουργιών της κατανεμημένης αγοράς IoT, είναι απαραίτητη η ύπαρξη κατανεμημένων μηχανισμών που θα τιμολογούν τις εκάστοτε συναλλαγές, θα υπολογίζουν τα επίπεδα εμπιστοσύνης και φήμης, θα αποφεύγουν καταστάσεις ανισορροπίας όσον αφορά τη χρήση των πόρων και θα διαμοιράζουν δίκαια την παραγόμενη αξία στους εμπλεκόμενους φορείς.

Η επικρατέστερη τεχνολογία που επιτρέπει την υλοποίηση των λειτουργιών αυτών στο κατανεμημένο περιβάλλον των Ομοσπονδιών IoT, είναι η Τεχνολογία Κατανεμημένου Καθολικού (Distributed Ledger Technology, DLT)/Blockchain. Το Blockchain αναφέρεται στα πρωτόκολλα και στην υποδομή που επιτρέπουν σε υπολογιστές σε διαφορετικές τοποθεσίες, να προτείνουν και να επικυρώνουν συναλλαγές και να ενημερώνουν με συγχρονισμένο και ασφαλή τρόπο σύνολα δεδομένων μέσω ενός δικτύου. Κάποιες από τις τεχνολογίες του Blockchain προσφέρουν δε τη δυνατότητα σύνταξης έξυπνων συμβολαίων (Smart Contracts), τα οποία καταλήγουν, βάσει προσυμφωνημένων κριτηρίων, σε εκτελέσιμες αποφάσεις. Αυτή η λειτουργικότητα επιτρέπει τη χαρτογράφηση των σχέσεων ανάμεσα σε ομόσπονδα μέλη, αυτοματοποιεί με αποκεντρωμένο τρόπο τη γενικότερη «διακυβέρνηση» του συστήματος, ενώ διασφαλίζει πλήρως τη διαφάνεια λειτουργίας και την αδιάλειπτη αλλά και αμερόληπτη λήψη αποφάσεων.

Προς αυτό το σκοπό θα εξελιχθεί και θα προσαρμοστεί η Blockchain πλατφόρμα που έχει δημιουργήσει το ΕΚΕΤΑ, με την ονομασία BaaS (Blockchain-as-a-Service), με στόχο τη δημιουργία και διαχείριση ταυτοτήτων χρηστών και οντοτήτων (πλατφόρμες IoT) για την επίτευξη ασφάλειας και παρακολούθησης συμπράξεων και συναλλαγών δεδομένων. Η Blockchain πλατφόρμα θα ενσωματώνει κατάλληλα έξυπνα συμβόλαια για πλήθος συναλλαγών, όπως ενδεικτικά διαχείρισης δικαιωμάτων πρόσβασης, χρονικών ή βάση όγκου δεδομένων περιορισμών, τμηματοποίησης πρόσβασης, πολύ-εγκριτικών συναλλαγών (multi-signature) και άλλων λειτουργιών. Η Blockchain πλατφόρμα παρουσιάζεται σαν τμήμα του συνολικού συστήματος στα σχήματα της αρχιτεκτονικής (Εικόνα 9 και Εικόνα 10) που ακολουθούν στο αντίστοιχο κεφάλαιο της ενδιάμεσης αρχιτεκτονικής στη συνέχεια του τρέχοντος παραδοτέου.

2.3 Προτεινόμενο Σύστημα

Με βάση τα προαναφερθέντα και σε αυτό το πλαίσιο η λύση που προτείνεται από το IoTFeds, επιτρέπει σε μικρές εταιρίες IoT να συνεργαστούν ώστε να καλύψουν κοινές ανάγκες και συλλογικά να λειτουργήσουν μια ελεγχόμενη αγορά για την ανταλλαγή δεδομένων IoT.

Πιο συγκεκριμένα, μέσα από το IoTFeds πραγματοποιείται εισαγωγή ενός ενδιάμεσου λογισμικού Ανοιχτής Πηγής που επιτρέπει σε παρόχους πλατφορμών IoT (IoT Platform Providers) να δημιουργήσουν και να εγκαθιδρύσουν Ομοσπονδίες IoT λειτουργώντας μια κατανεμημένη μικροαγορά IoT, χωρίς την ανάγκη ύπαρξης κεντρικής οντότητας. Το προτεινόμενο έργο χρησιμοποιεί το ενδιάμεσο λογισμικό symbIoTe και το συνδέει με

[18] https://ethereum.org/en/developers/docs/standards/tokens/erc-20/

Τεχνολογίες Κατανεμημένου Καθολικού, ή αλλιώς Blockchains, για την υλοποίηση ενός πλαισίου κατανεμημένης διαχείρισης ομοσπονδιών και λειτουργίας αγορών.

Η προβλεπόμενη λειτουργικότητα του ενδιάμεσου λογισμικού symbIoTe, αφορά τόσο την διαχείριση της Ομοσπονδίας IoT (εγκαθίδρυση ομοσπονδίας, συμμετοχή μελών, διαλειτουργικότητα IoT, κατανεμημένη διαφήμιση και ανακάλυψη πόρων IoT, ενιαία και ασφαλή διεπαφή για την πρόσβαση σε πόρους IoT, μηχανισμούς φήμης και εμπιστοσύνης για την εύρυθμη λειτουργία της ομοσπονδίας) όσο και την λειτουργία της αγοράς IoT (καταγραφή πρόσβασης και χρήσης των ομόσπονδων πόρων IoT, ανάθεση τιμών και πολιτικών χρέωσης σε IoT πόρους και δεδομένα, χρέωση χρήσης πόρων και δεδομένων IoT, εκκαθάριση της ομόσπονδης αγοράς, διαμοιρασμό της παραγόμενης αξίας μεταξύ των ομόσπονδων μελών).

Επομένως, οι ομοσπονδίες IoT μπορούν να θεωρηθούν ως ένα B2B περιβάλλον όπου οι πλατφόρμες IoT διαθέτουν τους πόρους τους, ανταλλάσσουν δεδομένα και συνδυάζουν τις υπηρεσίες τους για να καλύψουν τις ανάγκες μεγάλων έργων.

2.4 Ορολογία

Για την καλύτερη οργάνωση και παροχή πληροφορίας στο παραδοτέο αυτό, έχει δημιουργηθεί Πίνακας 1 με ορολογίες. Ο πίνακας αυτός είναι ο ακόλουθος:

Πίνακας 1: Ορολογία

Ονομασία	Περιγραφή
Συσκευή IoT	Πρόκειται για συσκευές, οι οποίες περιέχουν ενσωματωμένους αισθητήρες, λογισμικό και δυνατότητες επεξεργασίας και είναι ικανές να συνδέονται μεταξύ τους και να ανταλλάσσουν δεδομένα.
Πλατφόρμα IoT	Μια πλατφόρμα IoT είναι ένα σύνολο στοιχείων που επιτρέπει την κατανομή εφαρμογών, την εξ αποστάσεως συλλογή δεδομένων, την εξασφάλιση της συνδεσιμότητας και την εκτέλεση διαχείρισης αισθητήρων. Μια πλατφόρμα IoT διαχειρίζεται τη συνδεσιμότητα των συσκευών και επιτρέπει στους προγραμματιστές να δημιουργήσουν νέες εφαρμογές λογισμικού για κινητά.
Αντικείμενο (Object)	Είναι οντότητα που αναπαριστά τα δεδομένα που ανταλλάσσονται μεταξύ των API[19], μια απεικόνιση του μοντέλου πληροφορίας.
Σύστημα	Με τον όρο σύστημα νοείται το ολοκληρωμένο σύστημα IoTFeds συμπεριλαμβανομένης της διασύνδεσης του

[19] https://www.ibm.com/cloud/learn/api

	ενδιάμεσου λογισμικού symbIoTe με τις επιμέρους IoT πλατφόρμες.
Token	Είναι ένα αντικείμενο (σε λογισμικό ή σε υλικό) που αντιπροσωπεύει το δικαίωμα εκτέλεσης κάποιας λειτουργίας.
Πηγή (Resource)	Είναι πόρος του συστήματος από τον οποίο αντλείται πληροφορία/δεδομένα.
Ομοσπονδία IoT	Πρόκειται για την δημιουργία ενός ενιαίου χώρου μέσω του οποίου οι πάροχοι IoT πλατφόρμων μπορούν να είναι διασυνδεδεμένοι μεταξύ τους με σκοπό την παροχή, πώληση και ανταλλαγή δεδομένων με τρίτους.
Δομικό Στοιχείο (Component)	Νοείται το υποσύστημα ή το μέρος ενός ευρύτερου συστήματος.
Smart space domain	Επιτρέπει τη δυναμική ανακάλυψη και διαμόρφωση πόρων σε τοπικά έξυπνα περιβάλλοντα, ακόμη και σε αυτά που είναι ήδη συνδεδεμένα σε διαφορετικές πλατφόρμες.
Smart device	Σχετίζεται με ετερογενείς συσκευές IoT σε έξυπνους χώρους (Smart spaces). Οι συσκευές IoT μπορούν να ανιχνευτούν σε επισκέψιμους έξυπνους χώρους και να γίνει χρήση των πόρων τους με ελεγχόμενο τρόπο (περιαγωγή συσκευών).
Application cloud	Επιτρέπει την ενεργοποίηση της δυνατότητας δημιουργίας και της δυνατότητας διαχείρισης μεταξύ διαφορετικών πλατφορμών IoT και επιτρέπει την ενοποιημένη προβολή δεδομένων που προέρχονται από αυτές σε μια διεπαφή χρήστη.
Cloud domain	Επιτρέπει την διαλειτουργικότητα μεταξύ διαφορετικών πλατφορμών IoT και τη δημιουργία ομοσπονδιών μεταξύ αυτών. Με τον τρόπο αυτό, οι πλατφόρμες μπορούν να δια-λειτουργούν, συνεργάζονται και διαμοιράζονται πόρους και δεδομένα.

3 Χρήστες του συστήματος και προτεινόμενες περιπτώσεις χρήσης

Το προτεινόμενο σύστημα IoTFeds αποτελεί μια καινοτόμα λύση, μέσω της οποίας θα πραγματοποιείται παροχή και πώληση δεδομένων σε τρίτους. Για τις ανάγκες που καλείται να καλύψει το σύστημα, δημιουργείται ένας κύκλος χρηστών, οι οποίοι έχουν συγκεκριμένους ρόλους στον κύκλο αυτόν. Ωστόσο, σε κάποιες περιπτώσεις, κάποιοι χρήστες όπως θα αναφερθεί στη συνέχεια ενδέχεται να έχουν διττό ρόλο. Αυτό είναι κάτι, το οποίο δεν δημιουργεί πρόβλημα στον κύκλο των χρηστών του προτεινόμενου συστήματος, απλά ενδέχεται σε κάποιες περιπτώσεις από την φύση αυτή καθαυτή του συστήματος να υπάρχει επικάλυψη.

Αναλυτικά οι χρήστες του συστήματος και οι ρόλοι περιγράφονται στο Π.1.1. «Περιγραφή Επιχειρηματικών Μοντέλων και Σεναρίου Χρήσης», ωστόσο εδώ γίνεται μια συνοπτική αναφορά για λόγους συνέπειας με τις ιστορίες χρήστη που περιγράφονται στη συνέχεια του τρέχοντος κεφαλαίου.

3.1 Ιστορίες χρηστών

Οι ιστορίες χρήστη (user stories) συχνά συγχέονται με τις περιπτώσεις χρήσης (use cases) αλλά είναι διαφορετικές έννοιες. Στην πρώτη περίπτωση, και αυτή που θα χρησιμοποιήσουμε παρακάτω, αναφερόμαστε στις πιθανές ανάγκες χρηστών που θα αλληλεπιδρούν με το σύστημα. Οι ανάγκες αυτές θα αποτελέσουν απαιτήσεις για το σύστημα προς ανάπτυξη. Οι ιστορίες χρήστη (user stories) χρησιμοποιούνται κυρίως στο στάδιο του σχεδιασμού για την ανάπτυξη ενός συστήματος ή ακόμη και σε στάδιο αναβάθμισης υπάρχοντος συστήματος.

Στην δεύτερη περίπτωση, αυτή των περιπτώσεων χρήσης, αναφερόμαστε πλέον στην ακριβή συμπεριφορά ενός συστήματος, στη σειρά των βημάτων (σενάρια) και στον τρόπο με, τον οποίο πραγματοποιείται η εκάστοτε λειτουργία του συστήματος. Σε αντίθεση με τις ιστορίες χρηστών, οι περιπτώσεις χρήσης είναι λεπτομερείς περιγράφοντας όλα όσα χρειάζονται οι υπεύθυνοι ανάπτυξης συστήματος (developers) ώστε να το κατασκευάσουν βάσει των αναγκών των χρηστών. Τα σενάρια των περιπτώσεων χρήσης περιγράφονται σε προηγούμενο παραδοτέο και πιο συγκεκριμένα στο Π1.1. «Περιγραφή Επιχειρηματικών Μοντέλων και Σεναρίου Χρήσης», όπου αναλύονται με λεπτομέρεια οι ακριβείς περιπτώσεις και τα σενάρια χρήσης με βάση την επιχειρηματική σκοπιά. Στο Π.1.2. πραγματοποιείται αναφορά των σεναρίων χρήσης με βάση την τεχνική σκοπιά.

Υπάρχουν διάφορες προσεγγίσεις και τεχνικές για την ανάπτυξη ιστοριών χρηστών (user stories) έχοντας όμως σαν κοινό χαρακτηριστικό την συντομία και το όριο έκτασης σε μία πρόταση. Η πιο κοινή, και αυτή που θα βασιστούμε στο στάδιο αυτό, είναι το μοντέλο «Ρόλος - Λειτουργία - Αιτία» (role-feature-reason) γνωστό και ως πρότυπο Connextra καθώς αναπτύχθηκε και χρησιμοποιήθηκε πρώτα από την Αγγλική εταιρία Connextra (Nuclino, 2022). Το μοντέλο αυτό στηρίζεται στην μορφή της παρακάτω πρότασης:

*«**Ως** [Ρόλος χρήστη] **επιθυμώ** [Υλοποίηση κάποιας λειτουργίας] **ώστε** [επίτευξη κάποιου αποτελέσματος/αξίας]»*

Ή

*["**As a** (type of user) **I want** (some feature) **So that** (some reason)"].*

Βασιζόμενοι στην δομή αυτή θα παρουσιάσουμε στο αρχικό αυτό στάδιο του έργου το **Ποιός**, το **Τι**, και το **Γιατί**. Δηλαδή τις βασικές (high-level) λειτουργίες του συστήματος καθώς το **Πώς** θα αναπτυχθεί στα επόμενα παραδοτέα όπως αναφέρθηκε προηγουμένως.

Ρόλος ή Κατηγορία χρήστη (Ποιός): Ο ρόλος ή η κατηγορία χρήστη περιγράφεται ως **Ποιός** αλληλεπιδρά με το σύστημα. Στην περίπτωση του έργου IoTFeds εντοπίζονται δύο κατηγορίες χρηστών, οι πάροχοι IoT λύσεων, οι οποίοι, θα είναι υπεύθυνοι για την παροχή των υπηρεσιών τους, και οι τελικοί χρήστες (end-users) που αποτελούν τους αποδέκτες των υπηρεσιών αυτών.

Λειτουργίες/Χαρακτηριστικά (Τι): Στο βήμα αυτό περιγράφονται σε βασικό (high-level) επίπεδο οι πιθανές λειτουργίες του συστήματος. Δηλαδή **Τι** θα ήθελε πιθανά να επιτύχει ο εκάστοτε χρήστης κατά την αλληλεπίδρασή του με το σύστημα (π.χ. ο πάροχος IoT θα ήθελε να έχει τη δυνατότητα παραγωγής στατιστικών κ.ά.). Οι λειτουργίες στο στάδιο αυτό θα είναι κατηγοριοποιημένες σε γενικό επίπεδο με προοπτική ανάλυσης και κάλυψης όλων των επιμέρους υποκατηγοριών σε επόμενο στάδιο του έργου. Οι λειτουργίες θα διαχωριστούν στο στάδιο αυτό σε επίπεδο αναγκών των κατηγοριών χρηστών.

Λόγος/Αιτία (Γιατί): Το τελευταίο κομμάτι κάθε ιστορίας χρήστη (user story) αφορά τον λόγο, για τον οποίο ο εκάστοτε χρήστης επιθυμεί να αλληλεπιδράσει κατά συγκεκριμένο τρόπο με το σύστημα. Τι δηλαδή θα «κερδίσει» ο εκάστοτε χρήστης από τις πιθανές λειτουργίες του συστήματος. Ο διαχωρισμός στην κατηγορία αυτή δεν είναι τόσο διακριτός καθώς αφορά την εμπειρία των χρηστών σε επίπεδο ευχρηστίας του συστήματος και σε επίπεδο προσωπικών ενδιαφερόντων.

Παρακάτω αναπτύσσονται οι πιθανές ιστορίες χρήστη (user stories) οι οποίες, δημιουργήθηκαν λαμβάνοντας υπόψιν τα πιθανά use cases που αναφέρθηκαν στην πρόταση. Οι ιστορίες χρήστη παρουσιάζονται σε πίνακα με βάση την κατηγορία χρήστη ώστε να υπάρχει συνοχή στην παρακολούθησή τους.

3.2 Κατηγορίες και ρόλοι χρηστών

Οι χρήστες και οι ρόλοι έχουν αναφερθεί στο Π.1.1, ωστόσο, για να υπάρχει και συνάφεια και συνέπεια με τους πίνακες που θα ακολουθήσουν στις ιστορίες χρηστών, αναφέρονται στο κεφάλαιο αυτό, οι χρήστες και οι αντίστοιχοι ρόλοι, στη συνέχεια συνοπτικά.

IoT Data Provider, ο πάροχος δεδομένων IoT παρέχει δεδομένα IoT, τα οποία έχουν συλλεχθεί είτε από ιδιόκτητες είτε από ενοικιαζόμενες υποδομές IoT.

Πίνακας 2: Ιστορίες χρηστών (User stories) – IoT Data Provider

ΙΣΤΟΡΙΑ ΧΡΗΣΤΗ ID	ΕΠΙΘΥΜΩ ΝΑ <υλοποίηση κάποιας λειτουργίας>	ΩΣΤΕ <επίτευξη κάποιου αποτελέσματος/αξία>
us.001	Επιθυμώ να μπορώ να εγγραφώ στην πλατφόρμα και να διαθέσω τα δεδομένα μου	Ώστε να αποκομίζω οφέλη ανάλογα με τη χρήση των δεδομένων μου.
us.002	Επιθυμώ να βλέπω αναλυτικά τη χρήση των δεδομένων μου και το όφελος από αυτή τη χρήση.	Προκειμένου να αποτιμάται η αξία της συμμετοχής μου στην ομόσπονδη πλατφόρμα.
us.003	Επιθυμώ να δύναμαι να παρακολουθώ την πρόοδο των πωλήσεων των δεδομένων μου	Προκειμένου να διαπιστώνω το επίπεδο ζήτησης αυτών, και να προβαίνω σε κατάλληλες βελτιωτικές ενέργειες
us.004	Επιθυμώ να δύναμαι να υποβάλω τις προτιμήσεις ή/και τους περιορισμούς μου	Προκειμένου να δύναμαι να ασκώ έλεγχο ως προς το πελατολόγιο μου και να αποφεύγω να πωλούνται τα δεδομένα

	που αφορούν τις πωλήσεις των δεδομένων μου	μου σε κάποιον ανταγωνιστή μου, ή να απαιτώ την πώληση ενός συγκεκριμένου πλήθους «αντιγράφων» αυτών κτλ.
us.005	Επιθυμώ να έχω πρόσβαση σε Blockchain πλατφόρμα.	Ώστε να μπορώ να παρακολουθώ το πλήθος των συναλλαγών και να διαχειρίζομαι τα δικαιώματα πρόσβασης χρονικών ή βάσει όγκου δεδομένων περιορισμών.

IoT Infrastructure Provider, ο πάροχος υποδομής IoT, παρέχει την υποδομή για τη συλλογή δεδομένων IoT. Η υποδομή, μπορεί να περιλαμβάνει, συσκευές δικτύωσης, αισθητήρες, ενεργοποιητές κτλ.

Πίνακας 3: Ιστορίες χρηστών (User stories) – IoT Infrastructure Provider

ΙΣΤΟΡΙΑ ΧΡΗΣΤΗ ID	***ΕΠΙΘΥΜΩ ΝΑ <υλοποίηση κάποιας λειτουργίας>***	***ΩΣΤΕ <επίτευξη κάποιου αποτελέσματος/αξία>***
us.006	Επιθυμώ να έχω πρόσβαση σε ένα ανοιχτό σύστημα διασύνδεσης.	Ώστε μελλοντικά να μπορούν να διασυνδεθούν στο σύστημα και άλλες IoT πλατφόρμες για την παροχή περισσότερων λύσεων και συνεπώς την αύξηση του κέρδους μου.
us.007	Επιθυμώ να έχω πρόσβαση σε μία πλατφόρμα αγοράς IoT υπηρεσιών.	Ώστε να μπορώ να μισθώνω την IoT υποδομή μου και να αυξάνω τα έσοδά μου.
us.008	Επιθυμώ να έχω πρόσβαση στη ροή δεδομένων από και προς το σύστημα IoTFeds.	Ώστε να μπορώ να παρακολουθώ τη ροή δεδομένων και να παρέχω ασφαλή συναλλαγή αυτών με τους πελάτες μου. Επίσης για να μπορώ να δημιουργώ συνέργειες καθώς και κέρδος.
us.009	Επιθυμώ να έχω πρόσβαση σε μία πλατφόρμα αγοράς IoT υπηρεσιών.	Ώστε να μπορώ να πουλάω τα δεδομένα της IoT πλατφόρμας μου και να αυξάνω τα έσοδά μου.

IoT Data Client, ο πελάτης IoT δεδομένων ενδιαφέρεται ή προχωρά σε αγορά δεδομένων IoT, τα οποία μπορεί να συνδυάζει με άλλα και τα χρησιμοποιεί ο ίδιος.

Πίνακας 4: Ιστορίες χρηστών (User stories) – IoT Data Client

ΙΣΤΟΡΙΑ ΧΡΗΣΤΗ ID	***ΕΠΙΘΥΜΩ ΝΑ <υλοποίηση κάποιας λειτουργίας>***	***ΩΣΤΕ <επίτευξη κάποιου αποτελέσματος/αξία>***
us.010	Επιθυμώ την παροχή δεδομένων για κενές θέσεις παρκαρίσματος στο κέντρο της πόλης.	Ώστε να μπορώ να αξιοποιήσω στο έπακρο τις κενές θέσεις παρκαρίσματος για αποσυμφόρηση της πόλης. Επίσης για να μπορώ να δημιουργώ analytics σχετικά με τη συσχέτιση των καιρικών φαινομένων και τη διακύμανση των κενών θέσεων στάθμευσης.

us.011	Επιθυμώ να γνωρίζω πως κινούνται οι οδηγοί αυτοκινήτων/μηχανών στην πόλη.	Ώστε να μπορώ να ανιχνεύσω τις ώρες αιχμής και να ανακατανέμω το προσωπικό ρύθμισης της κυκλοφορίας (τροχαία, δημοτική αστυνομία κτλ.) ή να προχωρήσω σε εργασίες στην πόλη (ύδρευση, τηλεπικοινωνίες κτλ.).
us.012	Επιθυμώ την παροχή δεδομένων σχετικά με την ζωντανή κυκλοφοριακή κίνηση στους δρόμους της πόλης.	Ώστε να μπορώ να ενημερώνω κατάλληλα μέσω των ηλεκτρονικών πινακίδων τους πολίτες που κινούνται στους αντίστοιχους δρόμους.
us.013	Επιθυμώ να γνωρίζω τα μετεωρολογικά δεδομένα που θα επικρατήσουν στην πόλη.	Ώστε να προχωρήσω σε προειδοποίηση των πολιτών για επερχόμενα επικίνδυνα καιρικά φαινόμενα και προστασία τους από αυτά.
us.014	Επιθυμώ να έχω πρόσβαση σε δεδομένα σχετικά με τον δημοτικό φωτισμό.	Ώστε να προχωρήσω σε εργασίες συντήρησης, διόρθωσης προβλημάτων φωτισμού κτλ.
us.015	Επιθυμώ να έχω πρόσβαση σε δεδομένα κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας	Ώστε να μπορώ να γνωρίζω τις ώρες κατανάλωσης αιχμής και να βελτιστοποιήσω την διαδικασία παραγωγής και μεταφοράς της ενέργειας
us.016	Επιθυμώ να έχω πρόσβαση σε δεδομένα ατμοσφαιρικής ρύπανσης.	Ώστε να μπορώ να συμβουλεύω τους πολίτες να αποφεύγουν επιβαρυμένες ατμοσφαιρικά περιοχές και να παίρνω μέτρα για καθαρισμό της ατμόσφαιρας των πολυσύχναστων περιοχών
us.017	Επιθυμώ να μπορώ να επιλέγω μόνος ένα συγκεκριμένο συνδυασμό πηγών δεδομένων που ικανοποιούν τις απαιτήσεις μου, π.χ. γεωγραφικής κάλυψης, συχνότητας, ακρίβειας, κλπ.	Ώστε να μπορώ να υποστηρίξω εφαρμογές με τις συγκεκριμένες απαιτήσεις δεδομένων.
us.018	Επιθυμώ να μου προτείνεται από την πλατφόρμα βέλτιστος συνδυασμός πηγών δεδομένων βάσει απαιτήσεων, π.χ. γεωγραφικής κάλυψης, συχνότητας, ακρίβειας, κ.λπ.	Ώστε να μπορώ να υποστηρίξω εφαρμογές με τις συγκεκριμένες απαιτήσεις δεδομένων.
us.019	Να μπορώ να δω τις διαθέσιμες πηγές δεδομένων που πληρούν κάποιες συγκεκριμένες σημασιολογικές προδιαγραφές.	Για ποικίλους σκοπούς, π.χ. μελλοντικής διάθεσης υπηρεσιών που σχετίζονται με τα δεδομένα αυτά.
us.020	Επιθυμώ να μπορώ να αξιολογήσω τους παρόχους για δεδομένα των οποίων έκανα χρήση καθώς και να λαμβάνω από την πλατφόρμα	Προκειμένου να επιλέγω παρόχους που είναι αξιόπιστοι και παρέχουν δεδομένα υψηλής ποιότητας και αξίας.

	στοιχεία για την συνολική βαθμολογία των παρόχων.	

IoT Service Provider, ο πάροχος υπηρεσιών IoT είναι υπεύθυνος να παρέχει υπηρεσίες IoT δεδομένων στους τελικούς χρήστες μέσω κάποιας εφαρμογής που τα χρησιμοποιεί ή παρέχει υπηρεσίες ανάλυσης δεδομένων IoT και τα αποτελέσματα της ανάλυσης αυτής.

Πίνακας 5: Ιστορίες χρηστών (User stories) – IoT Service Provider

ΙΣΤΟΡΙΑ ΧΡΗΣΤΗ ID	***ΕΠΙΘΥΜΩ ΝΑ <υλοποίηση κάποιας λειτουργίας>***	***ΩΣΤΕ <επίτευξη κάποιου αποτελέσματος/αξία>***
us.021	Επιθυμώ να έχω πρόσβαση σε ένα ανοιχτό σύστημα πρόσβασης.	Ώστε να μπορώ να παράσχω στο σύστημα υπηρεσίες συντήρησης για την διαφύλαξη της απρόσκοπτης λειτουργίας του.

IoT Data Aggregator, ο συγκεντρωτής δεδομένων IoT είναι υπεύθυνος για τη συλλογή δεδομένων IoT από πολλαπλές πλατφόρμες IoT ή από τελικούς χρήστες.

Πίνακας 6: Ιστορίες χρηστών (User stories) – IoT Data Aggregator

ΙΣΤΟΡΙΑ ΧΡΗΣΤΗ ID	***ΕΠΙΘΥΜΩ ΝΑ <υλοποίηση κάποιας λειτουργίας>***	***ΩΣΤΕ <επίτευξη κάποιου αποτελέσματος/αξία>***
us.022	Επιθυμώ να δύναμαι να συνδυάζω τα δεδομένα μου με άλλα τα οποία προσφέρονται μέσω της πλατφόρμας	Προκειμένου να δύναμαι να προσφέρω υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας, παρέχοντας στους καταναλωτές συνδυαστικά πακέτα δεδομένων και να δημιουργώ αξία για τους καταναλωτές και για την πλατφόρμα συνολικά.

IoT Data Reseller, οι μεταπωλητές δεδομένων αγοράζουν δεδομένα IoT και τα μεταπωλούν είτε συνδυάζοντας τα με άλλα είτε τροποποιώντας τα έτσι ώστε να διευκολύνεται η χρήση τους.

Πίνακας 7: Ιστορίες χρηστών (User stories) – IoT Data Reseller

ΙΣΤΟΡΙΑ ΧΡΗΣΤΗ ID	***ΕΠΙΘΥΜΩ ΝΑ <υλοποίηση κάποιας λειτουργίας>***	***ΩΣΤΕ <επίτευξη κάποιου αποτελέσματος/αξία>***
us.023	Επιθυμώ να δύναμαι να μεταπωλώ στην πλατφόρμα δεδομένα παρόχων δεδομένων	Προκειμένου να δύναμαι να προσφέρω αξία στους παρόχους δεδομένων οι οποίοι προτιμούν να μου αναθέτουν την πώληση τους, αντί να το πράττουν οι ίδιοι, και να δημιουργώ αξία για τους παρόχους αυτούς και για την πλατφόρμα συνολικά.

IoT Data Owner, οι IoT ιδιοκτήτες δεδομένων είναι οι οντότητες που δημιουργούν τα δεδομένα που συλλέγονται από μια IoT πλατφόρμα.

Πίνακας 8: Ιστορίες χρηστών (User stories) – IoT Data Owner

ΙΣΤΟΡΙΑ ΧΡΗΣΤΗ ID	ΕΠΙΘΥΜΩ ΝΑ <υλοποίηση κάποιας λειτουργίας>	ΩΣΤΕ <επίτευξη κάποιου αποτελέσματος/αξία>
us.024	Επιθυμώ να έχω πρόσβαση στα δεδομένα συγκοινωνιών.	Ώστε να μπορώ να αφουγκραστώ και να προβλέψω τις ανάγκες των πελατών μου.

End User, ο τελικός χρήστης είναι είτε φυσικό είτε νομικό πρόσωπο που χρησιμοποιεί εφαρμογές ή υπηρεσίες βασιζόμενες σε IoT δεδομένα.

Πίνακας 9: Ιστορίες χρηστών (User stories) – End User

ΙΣΤΟΡΙΑ ΧΡΗΣΤΗ ID	ΕΠΙΘΥΜΩ ΝΑ <υλοποίηση κάποιας λειτουργίας>	ΩΣΤΕ <επίτευξη κάποιου αποτελέσματος/αξία>
us.025	Επιθυμώ να λαμβάνω ειδοποιήσεις σχετικά με κενές θέσεις παρκαρίσματος.	Να βρω άμεσα κενή θέση παρκαρίσματος χωρίς να καταναλώνω άσκοπα καύσιμα και χρόνο.
us.026	Επιθυμώ να λαμβάνω ειδοποιήσεις σχετικά με τις καιρικές συνθήκες.	Ώστε να μπορώ να προφυλαχτώ σε περίπτωση ακραίων καιρικών φαινομένων.
us.027	Επιθυμώ να λαμβάνω ειδοποιήσεις σχετικά με την κίνηση στους δρόμους της πόλης.	Ώστε να μπορώ να αποφύγω κλειστούς ή πολυσύχναστους δρόμους χωρίς να καταναλώνω καύσιμα και χρόνο άσκοπα και να παραδώσω το φορτίο μου στον προορισμό του και στην ώρα του.
us.028	Επιθυμώ να λαμβάνω ειδοποιήσεις σχετικά με τον φωτισμό σε δρόμους της πόλης.	Ώστε να μπορώ να αποφύγω σκοτεινούς δρόμους για την ασφάλειά μου.
us.029	Επιθυμώ να λαμβάνω ειδοποιήσεις σχετικά με την ποιότητα του αέρα σε σημεία της πόλης.	Ώστε να μπορώ να επιλέγω για τον περίπατο/γυμναστική μου τις περιοχές με την καλύτερη ποιότητα αέρα.
us.030	Επιθυμώ να έχω πρόσβαση στον χάρτη με τις τοποθεσίες των συσκευών.	Ώστε να μπορώ να διαλέγω και να αλληλεπιδρώ με τις συσκευές που με ενδιαφέρουν.
us.031	Επιθυμώ να δημιουργήσω μοτίβα χρονοδιαγράμματος.	Ώστε να μπορώ να προγραμματίζω το άνοιγμα/κλείσιμο λαμπών και να ρυθμίζω το επίπεδο φωτεινότητάς τους.

Οι προαναφερθείσες Ιστορίες Χρήστη αποτελούν τη βάση για την ανίχνευση και καταγραφή των λειτουργικών και μη λειτουργικών απαιτήσεων και την σύνδεση όλων αυτών με τις περιπτώσεις χρήσης.

Στη συνέχεια του τρέχοντος παραδοτέου παρουσιάζονται αναλυτικά οι λειτουργικές και μη λειτουργικές απαιτήσεις καθώς και οι περιπτώσεις χρήσης με βάση την τεχνική σκοπιά.

3.3 Προτεινόμενες περιπτώσεις χρήσης

Για την περίπτωση του έργου IoTFeds, έχουν ανιχνευθεί και δημιουργηθεί οι αντίστοιχες περιπτώσεις χρήσης. Οι περιπτώσεις χρήσης διαχωρίστηκαν σε δύο μεγάλες κατηγορίες. Η πρώτη περιλαμβάνει τις λεγόμενες θεμελιώδεις περιπτώσεις χρήσης, όπου γίνεται λόγος αμιγώς για το σύστημα IoTFeds και για τις βασικές του λειτουργικότητες. Η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει τις περιπτώσεις χρήσης που σχετίζονται με τις IoT πλατφόρμες (verticals) και πως αυτές αλληλεπιδρούν στο συνολικό σύστημα IoTFeds.

Πίνακας 10: Προτεινόμενες θεμελιώδεις περιπτώσεις χρήσης

Κωδικός περίπτωσης χρήσης	Ονομασία	Αντιστοίχιση με ιστορία χρήστη
001	Εγγραφή χρήστη στην IoTFeds πλατφόρμα.	us.001
002	Σύνδεση χρήστη στο σύστημα.	us.006
003	Εγγραφή IoT πλατφόρμας.	us.007
004	Εγγραφή IoT συσκευών.	us.008
005	Ανακάλυψη IoT πόρων και κατανεμημένη αναζήτηση.	us.010
006	Εγκαθίδρυση ομοσπονδίας πλατφορμών.	us.004, us.022
007	Συμμετοχή νέου μέλους σε υπάρχουσα ομοσπονδία.	us.005
008	Απομάκρυνση μελών από ομοσπονδία.	us.012,us.021
009	Διαγραφή ομοσπονδίας και των μελών της.	us.017
010	Αγορά δεδομένων.	us.009, us.023
011	Αλλαγή κανόνων συμβολαίων ομοσπονδίας ή δημιουργία νέων	us.018
012	Επισκόπηση χρήστη	us.002, us.003

Οι θεμελιώδεις περιπτώσεις χρήσης θα παρουσιαστούν αναλυτικά και θα αντιστοιχηθούν με τους ρόλους αλλά και τις απαιτήσεις στη συνέχεια του τρέχοντος παραδοτέου.

Πίνακας 11: Προτεινόμενες περιπτώσεις χρήσης (Vertical Use cases)

Κωδικός περίπτωσης χρήσης	Ονομασία	Κωδικός περίπτωσης χρήσης
013	Διάθεση δεδομένων έξυπνης στάθμευσης.	us.024, us.030
014	Ενσωμάτωση δεδομένων έξυπνης στάθμευσης.	us.011
015	Βελτιστοποιημένες υπηρεσίες UiTOP μέσω του IoTFeds.	us.012,us.015,us.019, us.020,us.013
016	Διάθεση δεδομένων έξυπνου φωτισμού από την UiTOP σε ομόσπονδες πλατφόρμες.	us.014,us.031
017	Επιλογή βέλτιστης διαδρομής	us.027, us.028
018	Αναγνώριση περιοχών χαμηλής ταχύτητας.	us.025
019	Καιρικές συνθήκες και ποιότητα αέρα	us.016, us.026, us.029

Οι περιπτώσεις χρήσης για τις IoT πλατφόρμες θα παρουσιαστούν αναλυτικά και θα αντιστοιχηθούν με τους ρόλους αλλά και τις απαιτήσεις στη συνέχεια του τρέχοντος παραδοτέου.

3.4 Αντιστοίχιση λειτουργίας συστήματος με χρήστη

Η συγγραφή των use cases περιλαμβάνει την αντιστοίχιση της κάθε λειτουργίας που προτείνει το σύστημα με τον κάθε εμπλεκόμενο χρήστη. Με τη λογική αυτή, πραγματοποιήθηκε αντιστοίχιση και εντοπισμός των use cases που αφορούν το έργο IoTFeds. Οι αντίστοιχες περιπτώσεις χρήσης λοιπόν παρουσιάζονται στις ακόλουθες υποενότητες με τη μορφή πινάκων και με αντιστοίχιση στις σχετικές λειτουργικές και μη λειτουργικές απαιτήσεις, καθώς και με αναφορά στους ρόλους που εμπλέκονται σε αυτές. Επίσης, έχει γίνει διαχωρισμός μεταξύ θεμελιωδών περιπτώσεων χρήσης (primitive use cases) και όσον αναφορά τις αμιγώς λειτουργίες και δυνατότητες του συστήματος IoTFeds με γνώμονα το symbIoTe και το Blockchain, ενώ το δεύτερο μέρος των uses cases αφορά τις εκάστοτε IoT πλατφόρμες (vertical use cases).

3.5 Ανάλυση θεμελιωδών περιπτώσεων χρήσης

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται οι θεμελιώδεις περιπτώσεις χρήσης, όπως φαίνεται και στους ακόλουθους πίνακες.

Πίνακας 12: Εγγραφή χρήστη στην IoTFeds πλατφόρμα

Κωδικός Σεναρίου : 001
Περιγραφή : *Εγγραφή Χρήστη στην IoTFeds πλατφόρμα (Κάθε χρήστης μπορεί να εγγράφεται στην πλατφόρμα του IoTFeds ως νέο μέλος, Δ2.1).*
Primary Actors (ρόλος χρήστη/ων που συμμετέχει/ουν): *Χρήστης της πλατφόρμας του IoTFeds.*
Technology Variations (συσκευή/μέσο πρόσβασης στο σύστημα): *Οποιοσδήποτε χρήστης έχει πρόσβαση στην πλατφόρμα του SymbIoTe ώστε να μπορέσει να επικοινωνήσει με το σύστημα του Blockchain και να ολοκληρώσει την εγγραφή του.*
Preconditions (προϋποθέσεις): ✓ *Ύπαρξη κεντρικοποιημένων υπηρεσιών του SymbIoTe (SymbIoTe Core Services).* ✓ *Δυνατότητα καταγραφής του SymbIoTe χρήστη στο σύστημα του Blockchain.* ✓ *Ύπαρξη Ethereum Private Blockchain.* ✓ *Ύπαρξη διαχειριστή της IoTFeds πλατφόρμας.*
Success Guarantees (κριτήρια επιτυχίας) : *Επιτυχής εγγραφή νέου χρήστη στην πλατφόρμα του IoTFeds.*
Main Success Scenario (σενάριο επιτυχούς ολοκλήρωσης) : ***Βήμα 1ο:*** *Καταχώρηση των στοιχείων του χρήστη στο SymbIoTe API.* ***Βήμα 2ο:*** *Επαλήθευση του λογαριασμού του χρήστη.* ***Βήμα 3ο:*** *Καταχώρηση των στοιχείων του χρήστη στο Blockchain.* ***Βήμα 4ο:*** *Ενημέρωση του Blockchain με τα στοιχεία του νέου χρήστη.* ***Βήμα 5ο:*** *Συγχρονισμός του λογαριασμού του χρήστη και με άλλα συστήματα του IoTFeds.*
Extensions (επεκτάσεις): *Ο χρήστης εγγράφεται στην πλατφόρμα του IoTFeds αυτόματα από ένα κεντρικοποιημένο GUI.*
Exceptions (εξαιρέσεις): *Η εγγραφή του χρήστη αποτυγχάνει χωρίς τα διαπιστευτήρια (credentials) του διαχειριστή της πλατφόρμας του IoTFeds.*

Πίνακας 13: Σύνδεση χρήστη στο σύστημα

Κωδικός Σεναρίου : 002
Περιγραφή : *Σύνδεση Χρήστη στο Σύστημα (Κάθε χρήστης έχει τη δυνατότητα σύνδεσης στα συστήματα που περιλαμβάνονται στην πλατφόρμα IoTFeds όπου έχει εγγραφεί, Δ2.1).*
Primary Actors (ρόλος χρήστη/ων που συμμετέχει/ουν): *Χρήστης της πλατφόρμας του IoTFeds.*
Technology Variations (συσκευή/μέσο πρόσβασης στο σύστημα): *Οποιοσδήποτε χρήστης έχει πρόσβαση στην πλατφόρμα του SymbIoTe ώστε να μπορέσει να επικοινωνήσει με το σύστημα του Blockchain και να ολοκληρώσει τη σύνδεσή του.*
Preconditions (προϋποθέσεις) : ✓ *Ύπαρξη κεντρικοποιημένων υπηρεσιών του SymbIoTe (SymbIoTe Core Services).* ✓ *Δυνατότητα αναγνώρισης του SymbIoTe χρήστη στο σύστημα του Blockchain.* ✓ *Ύπαρξη Ethereum Private Blockchain.*
Success Guarantees (κριτήρια επιτυχίας): *Επιτυχής σύνδεση του χρήστη στο σύστημα.*
Main Success Scenario (σενάριο επιτυχούς ολοκλήρωσης): ***Βήμα 1ο:*** *Καταχώρηση των αναγνωριστικών και των στοιχείων του χρήστη.* ***Βήμα 2ο:*** *Επαλήθευση των στοιχείων του χρήστη.* ***Βήμα 3ο:*** *Βοήθεια για ανάκτηση των στοιχείων του χρήστη.* ***Βήμα 4ο:*** *Παραχώρηση των δικαιωμάτων του χρήστη και σε άλλα συστήματα.* ***Βήμα 5ο:*** *Ταυτοποίηση του χρήστη και σε άλλα συστήματα.*
Extensions (επεκτάσεις): *Ο χρήστης μπορεί να προηγηθεί στα πιθανά GUIs άλλων υποσυστημάτων.*
Exceptions (εξαιρέσεις): *Η σύνδεση του χρήστη αποτυγχάνει χωρίς την επαλήθευση των αναγνωριστικών και των στοιχείων του.*

Πίνακας 14: Εγγραφή IoT πλατφόρμας

Κωδικός Σεναρίου : 003
Περιγραφή : *Εγγραφή IoT πλατφόρμας (Δ2.2)*
Primary Actors (ρόλος χρήστη/ων που συμμετέχει/ουν): *Χρήστης πλατφόρμας του IoTFeds (IoT provider, classified user).* *IoT πλατφόρμα με δυνατότητα σύνδεσης στο symbIoTe.*
Technology Variations (συσκευή/μέσο πρόσβασης στο σύστημα): ***IoTFeds πλατφόρμα***
Preconditions (προϋποθέσεις):

✓ ***Συνθήκη Α:*** *Ο διαχειριστής της πλατφόρμας (IoT provider) πρέπει να είναι εγγεγραμμένος στο symbIoTe ως classified user. Έλεγχος των δικαιωμάτων στην πλατφόρμα blockchain.* ✓ ***Συνθήκη Β:*** *Ο διαχειριστής της πλατφόρμας είναι εγγεγραμμένος και ενημέρωση στο σύστημα blockchain.*
Success Guarantees (κριτήρια επιτυχίας): Μήνυμα επιτυχίας εγγραφής πλατφόρμας.
Main Success Scenario (σενάριο επιτυχούς ολοκλήρωσης): ***Βήμα 1ο:*** *Ο διαχειριστής της πλατφόρμας συνδέεται στην IoTFeds πλατφόρμα.* ***Βήμα 2ο:*** *Καταχώρηση στοιχείων πλατφόρμας (μοντέλο πληροφορίας, url κλπ).* ***Βήμα 3ο:*** *Καταχώρηση SLA.* ***Βήμα 4ο:*** *Επαλήθευση στοιχείων πλατφόρμας.* ***Βήμα 5ο:*** *Καταχώρηση πλατφόρμας στη βάση/blockchain.*
Extensions (επεκτάσεις): **Τροποποίηση των στοιχείων της πλατφόρμας και του SLA**
Exceptions (εξαιρέσεις): Το μοντέλο δεδομένων της πλατφόρμας δεν είναι συμβατό με το CIM.

Πίνακας 15: Εγγραφή IoT συσκευών

Κωδικός Σεναρίου : 004
Περιγραφή : *Εγγραφή IoT συσκευών (Δ2.3)*
Primary Actors (ρόλος χρήστη/ων που συμμετέχει/ουν): *Εφαρμογή με δυνατότητα διασύνδεσης με το SymbIoTe (classified user).*
Technology Variations (συσκευή/μέσο πρόσβασης στο σύστημα): *symbIoTe API*
Preconditions (προϋποθέσεις): ✓ ***Συνθήκη Α:*** *Η πλατφόρμα είναι εγγεγραμμένη στο SymbIoTe σαν SymbIoTe enabled platform.* ✓ ***Συνθήκη Β:*** *Ο χρήστης της πλατφόρμας (IoT provider) είναι εγγεγραμμένος χρήστης στο SymbIoTe και ενημέρωση στο σύστημα blockchain.*
Success Guarantees (κριτήρια επιτυχίας): Μήνυμα επιτυχίας εγγραφής πλατφόρμας.
Main Success Scenario (σενάριο επιτυχούς ολοκλήρωσης): ***Βήμα 1ο:*** *Ο χρήστης της πλατφόρμας (IoT provider) συνδέεται στην IoTFeds πλατφόρμα.* ***Βήμα 2ο:*** *Καταχώρηση μεταδεδομένων συσκευών και πολιτικών χρέωσης/πρόσβασης και με βάση τους κανόνες της ομοσπονδίας (Δ2.3, Δ2.5).* ***Βήμα 3ο:*** *Έλεγχος δικαιωμάτων χρήστη (και σύμφωνα με τους κανόνες της ομοσπονδίας).* ***Βήμα 4ο:*** *Καταγραφή της συσκευής στο σύστημα και ενημέρωση blockchain.*
Extensions (επεκτάσεις): **Τροποποίηση της εγγραφής** της IoT συσκευής.
Exceptions (εξαιρέσεις): Το μοντέλο δεδομένων της πλατφόρμας δεν είναι συμβατό με το CIM.

Πίνακας 16: Ανακάλυψη IoT Πόρων και Κατανεμημένη Αναζήτηση

Κωδικός Σεναρίου : 005
Περιγραφή : *Ανακάλυψη IoT Πόρων και Κατανεμημένη Αναζήτηση (Κάθε χρήστης μπορεί να πραγματοποιεί αναζήτηση σχετικά με δεδομένα και υπηρεσίες που τον ενδιαφέρουν, αφού πρώτα ολοκληρώσει τη σύνδεσή του στο σύστημα. Δ2.3, Δ2.5).*
Primary Actors (ρόλος χρήστη/ων που συμμετέχει/ουν): *Χρήστης της πλατφόρμας του IoTFeds.*
Technology Variations (συσκευή/μέσο πρόσβασης στο σύστημα): *Οποιοσδήποτε χρήστης έχει πρόσβαση στην πλατφόρμα του SymbIoTe.*
Preconditions (προϋποθέσεις): ✓ *Ύπαρξη κεντρικοποιημένων υπηρεσιών του SymbIoTe (SymbIoTe Core Services).* ✓ *Δυνατότητα αναγνώρισης του SymbIoTe χρήστη στο σύστημα του Blockchain.* ✓ *Ύπαρξη Ethereum Private Blockchain.*
Success Guarantees (κριτήρια επιτυχίας): *Επιτυχής εμφάνιση των σωστών αποτελεσμάτων της αναζήτησης του χρήστη.*
Main Success Scenario (σενάριο επιτυχούς ολοκλήρωσης): ***Βήμα 1ο:*** *Σύνδεση του χρήστη στο σύστημα (Σενάριο 002) ή σύνδεση του χρήστη ως επισκέπτη (guest user) μόνο με το e-mail του.* ***Βήμα 2ο:*** *Επιλογή των κριτηρίων αναζήτησης από το χρήστη.* ***Βήμα 3ο:*** *Επεξεργασία των αποτελεσμάτων της αναζήτησης με βάση την πολιτική της πώλησης των δεδομένων (κανόνες ομοσπονδίας).* ***Βήμα 4ο:*** *Εμφάνιση του αποτελέσματος της αναζήτησης.*
Extensions (επεκτάσεις): *Τα αποτελέσματα της αναζήτησης του χρήστη θα δίνονται, πέρα από τη συνάφεια, και βάσει της φήμης του κάθε πάροχου (IoT Data Consumer) (Σενάριο 010) όπως αυτή προκύπτει από τους μηχανισμούς φήμης και βάσει της βαθμολογίας των χρηστών.*
Exceptions (εξαιρέσεις): **Αποτυχία σύνδεσης του χρήστη** στο σύστημα.

Πίνακας 17: Εγκαθίδρυση ομοσπονδίας πλατφορμών

Κωδικός Σεναρίου : 006
Περιγραφή : *Εγκαθίδρυση ομοσπονδίας πλατφορμών (Δ2.1)*
Primary Actors (ρόλος χρήστη/ων που συμμετέχει/ουν): *Χρήστης πλατφόρμας (IoT provider) του IoTFeds (classified user).* *IoT πλατφόρμες συνδεδεμένες στο symbIoTe (classified user).*
Technology Variations (συσκευή/μέσο πρόσβασης στο σύστημα): *IoTFeds πλατφόρμα.*
Preconditions (προϋποθέσεις): ✓ ***Συνθήκη Α:*** *Ο χρήστης κάθε IoT πλατφόρμας πρέπει να είναι εγγεγραμμένος στο SymbIoTe ως classified user. Έλεγχος των δικαιωμάτων στο σύστημα blockchain.*

✓ ***Συνθήκη Β:*** *Κάθε IoT πλατφόρμα πρέπει να είναι εγγεγραμμένη στο symbIoTe.*
Success Guarantees (κριτήρια επιτυχίας): Μήνυμα επιτυχίας. Δυνατότητα αναζήτησης ομόσπονδων πόρων.
Main Success Scenario (σενάριο επιτυχούς ολοκλήρωσης): ***Βήμα 1ο:*** *Σύνδεση χρήστη.* ***Βήμα 2ο :*** *Καταχώρηση στοιχείων και μελών της ομοσπονδίας.* ***Βήμα 3ο:*** *Καταχώρηση στοιχείων διαχειριστικών κανόνων της ομοσπονδίας.* ***Βήμα 4ο:*** *Έλεγχος δικαιωμάτων χρήστη.* ***Βήμα 5ο:*** *Καταγραφή της ομοσπονδίας* ***Βήμα 6ο:*** *Πρόσκληση μελών και αποδοχή συμμετοχής στην ομοσπονδία.* ***Βήμα 7ο:*** *Καταγραφή των μελών στο σύστημα και ενημέρωση blockchain.*
Extensions (επεκτάσεις): Δημιουργία πολλαπλών ομοσπονδιών και διαμοιρασμός IoT πόρων σε περισσότερες από μία ομοσπονδίες**.** Δημιουργία Distributed Autonomous Organisation για την διαχείριση των ομοσπονδιών και δημιουργία smart contract factories για την διαχείριση των αλληλεπιδράσεων/συναλλαγών βάσει των κανόνων της ομοσπονδίας.
Exceptions (εξαιρέσεις): Ο χρήστης δεν έχει την κατάλληλη πολιτική πρόσβασης στην ομοσπονδία.

Πίνακας 18: Συμμετοχή νέου μέλους σε υπάρχουσα ομοσπονδία

Κωδικός Σεναρίου : 007
Περιγραφή : *Συμμετοχή νέου μέλους σε υπάρχουσα ομοσπονδία (Δ2.1)*
Primary Actors (ρόλος χρήστη/ων που συμμετέχει/ουν): *Διαχειριστής της ομοσπονδίας και χρήστης πλατφόρμας του IoTFeds (classified user).* *IoT πλατφόρμα συνδεδεμένη στο symbIoTe (classified user).*
Technology Variations (συσκευή/μέσο πρόσβασης στο σύστημα): *IoTFeds πλατφόρμα, IoT πλατφόρμα που παρέχει/καταναλώνει IoT πόρους.*
Preconditions (προϋποθέσεις): ✓ ***Συνθήκη Α:*** *Ο διαχειριστής της ομοσπονδίας πρέπει να είναι εγγεγραμμένος στο IoTFeds ως classified user. Έλεγχος των δικαιωμάτων στην πλατφόρμα blockchain.* ✓ ***Συνθήκη Β:*** *Η IoT πλατφόρμα που θέλει να συμμετέχει στην ομοσπονδία πρέπει να είναι εγγεγραμμένη στο IoTFeds.*
Success Guarantees (κριτήρια επιτυχίας): Μήνυμα επιτυχίας και πληροφορίες. Δυνατότητα συμμετοχής στην ομοσπονδία, αναζήτηση των πόρων αυτής και ανταλλαγής δεδομένων.
Main Success Scenario (σενάριο επιτυχούς ολοκλήρωσης): ***Βήμα 1ο:*** *Ο διαχειριστής της πλατφόρμας Β κάνει αίτηση συμμετοχής στην ομοσπονδία.*

Βήμα 2ο: *Έλεγχος και αξιολόγηση (αποδοχή) της συμμετοχής του νέου μέλους στην ομοσπονδία.* ***Βήμα 3ο:*** *Ο διαχειριστής της ομοσπονδίας συνδέεται στην IoTFeds πλατφόρμα.* ***Βήμα 4ο:*** *Ο διαχειριστής της ομοσπονδίας επικυρώνει και εγκρίνει την συμμετοχή ενημερώνοντας τον διαχειριστή της πλατφόρμας.* ***Βήμα 5ο:*** *Έλεγχος δικαιωμάτων χρήστη και ενημέρωση του συστήματος blockchain.* ***Βήμα 6ο:*** *Ο χρήστης της πλατφόρμας Β συνδέεται στην IoTFeds πλατφόρμα.* ***Βήμα 7ο:*** *Ο διαχειριστής της πλατφόρμας δηλώνει ότι ενημερώθηκε και τα υπόλοιπα μέλη της ομοσπονδίας ενημερώνονται για την ολοκλήρωση της εγγραφής.*
Extensions (επεκτάσεις): Δημιουργία μηχανισμού για ανακάλυψη ομοσπονδιών και δημιουργία αίτησης για συμμετοχή στην ομοσπονδία από τις ενδιαφερόμενες πλατφόρμες. Δημιουργία μηχανισμού δικαιωμάτων για τη διαχείριση πλατφόρμας. Δυνατότητα δημιουργίας smart contract για την περίπτωση ανοιχτής ομοσπονδίας όπου οποιαδήποτε πλατφόρμα ή χρήστης μπορεί να συμμετέχει αν ικανοποιήσει συγκεκριμένα κριτήρια (κανόνες της ομοσπονδίας).
Exceptions (εξαιρέσεις): Ο χρήστης δεν έχει τα κατάλληλα δικαιώματα.

Πίνακας 19: Απομάκρυνση μελών από ομοσπονδία

Κωδικός Σεναρίου : 008
Περιγραφή : *Απομάκρυνση μελών από ομοσπονδία (Δ2.1)*
Primary Actors (ρόλος χρήστη/ων που συμμετέχει/ουν): *Διαχειριστής ομοσπονδίας του IoTFeds (classified user).*
Technology Variations (συσκευή/μέσο πρόσβασης στο σύστημα): *symbIoTe GUI/IoTFeds πλατφόρμα.*
Preconditions (προϋποθέσεις): ✓ ***Συνθήκη Α:*** *Η IoT πλατφόρμα προς απομάκρυνση πρέπει να είναι εγγεγραμμένη στο symbIoTe και υπάρχον μέλος της ομοσπονδίας.*
Success Guarantees (κριτήρια επιτυχίας): Μήνυμα επιτυχίας και πληροφορίες. Διακοπή δυνατότητας συμμετοχής στην ομοσπονδία, αναζήτηση των πόρων αυτής και ανταλλαγής δεδομένων για την πλατφόρμα που απομακρύνθηκε.
Main Success Scenario (σενάριο επιτυχούς ολοκλήρωσης): ***Βήμα 1ο:*** *Ο διαχειριστής του IoTFeds συνδέεται στην IoTFeds πλατφόρμα.* ***Βήμα 2ο:*** *Ο διαχειριστής του IoTFeds καταχωρεί τα στοιχεία της πλατφόρμας προς απομάκρυνση από την ομοσπονδία.* ***Βήμα 3ο:*** *Έλεγχος δικαιωμάτων διαχειριστή και ενημέρωση του συστήματος blockchain.* ***Βήμα 4ο:*** *Ενημέρωση μελών για κατάργηση ομοσπονδίας.*

Extensions (επεκτάσεις): *Δημιουργία μηχανισμού δικαιωμάτων για απομάκρυνση μελών από άλλα μέλη.* *Αυτοματοποιημένη διαγραφή μέλους μέσω smart contracts, μετά από σχετικό αίτημα ή παραβίαση των κανόνων της ομοσπονδίας.*
Exceptions (εξαιρέσεις): Ο διαχειριστής δεν έχει τα κατάλληλα δικαιώματα.

Πίνακας 20: Διαγραφή ομοσπονδίας και των μελών της

Κωδικός Σεναρίου : 009
Περιγραφή : *Διαγραφή ομοσπονδίας και των μελών της (Δ2.1)*
Primary Actors (ρόλος χρήστη/ων που συμμετέχει/ουν): *Διαχειριστής πλατφόρμας του IoTFeds (classified user).*
Technology Variations (συσκευή/μέσο πρόσβασης στο σύστημα): *symbIoTe GUI/IoTFeds πλατφόρμα.*
Preconditions (προϋποθέσεις): ✓ ***Συνθήκη Α:*** *Ο χρήστης πρέπει να είναι εγγεγραμμένος στο IoTFeds σαν διαχειριστής.*
Success Guarantees (κριτήρια επιτυχίας): Μήνυμα επιτυχίας και πληροφορίες. Διακοπή λειτουργίας της ομοσπονδίας και αφαίρεση από τα μέλη της των δικαιωμάτων της ομοσπονδίας.
Main Success Scenario (σενάριο επιτυχούς ολοκλήρωσης): ***Βήμα 1ο:*** *Ο διαχειριστής της πλατφόρμας του IoTFeds συνδέεται στην IoTFeds πλατφόρμα.* ***Βήμα 2ο:*** *Ο διαχειριστής καταχωρεί το αναγνωριστικό της ομοσπονδίας Α και ζητά τη διαγραφή της.* ***Βήμα 3ο:*** *Έλεγχος δικαιωμάτων διαχειριστή και ενημέρωση του συστήματος blockchain.* ***Βήμα 4ο:*** *Ενημέρωση μελών για κατάργηση ομοσπονδίας Α.* ***Βήμα 5ο:*** *Διαγραφή της ομοσπονδίας Α και μελών στο σύστημα και ενημέρωση blockchain.*
Extensions (επεκτάσεις): *Δημιουργία μηχανισμού για διαγραφή ομοσπονδίας όταν υπάρχουν λιγότερα από 2 μέλη.*
Exceptions (εξαιρέσεις): Ο χρήστης δεν έχει τα κατάλληλα δικαιώματα.

Πίνακας 21: Αγορά δεδομένων

Κωδικός Σεναρίου : 010
Περιγραφή : *Αγορά Δεδομένων (Οποιοσδήποτε χρήστης είναι σε θέση να προχωρήσει σε αγορά δεδομένων από άλλους χρήστες Δ2.5, Δ3.1, Δ3.2, Δ3.3, Δ3.4).*
Primary Actors (ρόλος χρήστη/ων που συμμετέχει/ουν): *Ο IoT Data Consumer μπορεί να αγοράσει δεδομένα από χρήστες/ομοσπονδίες. Ένας IoT Infrastructure Provider είναι σε θέση να μεγαλώσει το δίκτυο συσκευών του και να αυξήσει την ποιότητα δεδομένων που παρέχει.*
Technology Variations (συσκευή/μέσο πρόσβασης στο σύστημα): *Οποιοσδήποτε χρήστης/IoT Data Consumer έχει πρόσβαση σε μία συσκευή φυλλομετρητή (web browser) και στο διαδίκτυο.*

Preconditions (προϋποθέσεις): ✓ *Ύπαρξη χρηστών και ομοσπονδιών που είναι διατεθειμένοι να πουλήσουν δεδομένα.* ✓ *Ύπαρξη χρηστών/IoT Data consumers που είναι διατεθειμένοι να αγοράσουν δεδομένα.* ✓ *Ύπαρξη Ethereum Private Blockchain για την ασφαλή διεκπεραίωση αγορών.* ✓ *Ύπαρξη λειτουργικότητας που επιτρέπει την αναζήτηση πόρων διαδικτύου των πραγμάτων μέσω του IoTFeds.*
Success Guarantees (κριτήρια επιτυχίας): *Επιτυχημένη αγορά δεδομένων ενός IoT Data Consumer από έναν χρήστη.*
Main Success Scenario (σενάριο επιτυχούς ολοκλήρωσης): ***Βήμα 1ο:*** *Σύνδεση του χρήστη/IoT Data consumer στο IoTFeds.* ***Βήμα 2ο:*** *Αναζήτηση του χρήστη για συγκεκριμένους πόρους (σενάριο 005) και δωρεάν δοκιμή* ***Βήμα 3ο:*** *Έλεγχος δικαιωμάτων χρήστη απο την ομοσπονδία μέσω (symbIoTe/Blockchain).* ***Βήμα 4ο:*** *Έλεγχος αξιοπιστίας του παρόχου απο την ομοσπονδία μέσω (symbIoTe/Blockchain).* ***Βήμα 5ο:*** *Έγκριση συναλλαγής μέσω DLT key στο Blockchain και πιθανή εξαργύρωση κουπονιού.* ***Βήμα 6ο:*** *Ο χρήστης δύναται να αξιολογήσει τον πάροχο δεδομένων.*
Extensions (επεκτάσεις): *Η "επαναγορά" δεδομένων είναι μια πιθανή επέκταση. Ο χρήστης μπορεί να πουλήσει τα δεδομένα του σε έναν IoT Infrastructure Provider, ο οποίος είναι σε θέση να τα αξιοποιήσει για να παρέχει δεδομένα καλύτερης ποιότητας και μεγαλύτερης κλίμακας. Στη συνέχεια ο χρήστης είναι σε θέση να αγοράσει τα τελευταία δεδομένα.*
Exceptions (εξαιρέσεις): *Η ποιότητα δεδομένων και η κατάσταση μιας συσκευής αξιολογείται από το symbIoTe και η τιμή ή η δυνατότητα αγοράς αναπροσαρμόζεται βάσει αυτού.*

Πίνακας 22: Αλλαγή κανόνων συμβολαίων ομοσπονδίας ή δημιουργία νέων

Κωδικός Σεναρίου : 011
Περιγραφή : *Αλλαγή κανόνων συμβολαίων ομοσπονδίας ή δημιουργία νέων (Δ2.1)*
Primary Actors (ρόλος χρήστη/ων που συμμετέχει/ουν) : *Μέλος της ομοσπονδίας* ***(IoT provider****/consumer) του* ***IoTFeds (classified user)***
Technology Variations (συσκευή/μέσο πρόσβασης στο σύστημα): *symbIoTe GUI/IoTFeds πλατφόρμα*
Preconditions (προϋποθέσεις): ✓ ***Συνθήκη Α:*** *Υπάρχων λογαριασμός χρήστη στην IoTFeds πλατφόρμα με τα κατάλληλα δικαιώματα.*
Success Guarantees (κριτήρια επιτυχίας): Μήνυμα επιτυχίας και πληροφορίες Οι κανόνες της ομοσπονδίας ενημερώνονται
Main Success Scenario (σενάριο επιτυχούς ολοκλήρωσης): ***Βήμα 1ο:*** *Ο διαχειριστής της πλατφόρμας συνδέεται στην IoTFeds πλατφόρμα.*

Βήμα 2ο: *Ο διαχειριστής της πλατφόρμας καταχωρεί τα απαραίτητα στοιχεία και προτείνει ένα νέο κανόνα για την ομοσπονδία.* ***Βήμα 3ο:*** *Επικύρωση του νέου κανόνα από τα μέλη της ομοσπονδίας.* ***Βήμα 4ο:*** *Έλεγχος δικαιωμάτων διαχειριστή και ενημέρωση του συστήματος blockchain.* ***Βήμα 5ο:*** *Ενημέρωση μελών για την πρόταση του νέου κανόνα.*
Extensions (επεκτάσεις) : *Δημιουργία μηχανισμού αποδοχής των κανόνων με βάση την πλειοψηφία ή κάποιου είδους συλλογής approvals*
Exceptions (εξαιρέσεις) : Το μέλος δεν έχει τα κατάλληλα δικαιώματα

Πίνακας 23: Επισκόπηση Χρήστη

Κωδικός Σεναρίου : 012
Περιγραφή : *Επισκόπηση Χρήστη (Οποιοσδήποτε χρήστης της πλατφόρμας IoTFeds είναι σε θέση να παρακολουθήσει πληροφορίες σχετικά με τα υπόλοιπα, το ιστορικό των συναλλαγών του καθώς και πιθανά κουπόνια προς εξαργύρωση. Δ2.4, Δ2.5, Δ3.1)*
Primary Actors (ρόλος χρήστη/ων που συμμετέχει/ουν): *Οι χρήστες του IoTFeds που θα είναι σε θέση να έχουν εποπτεία των λογαριασμών τους έχοντας την δυνατότητα να διαχειρίζεται ευκολότερα τις τρέχουσες συναλλαγές καθώς και τα υπόλοιπα του.*
Technology Variations (συσκευή/μέσο πρόσβασης στο σύστημα): *symbIote/BaaS GUI και IoTFeds πλατφόρμα*
Preconditions (προϋποθέσεις): ✓ *Ύπαρξη χρηστών που συμμετέχουν σε μια σειρά από συναλλαγές.* ✓ *Ύπαρξη διεπαφής προγραμματισμού (API) που επιτρέπει την εξαγωγή πληροφοριών χρήστη από τα επιμέρους ενδιάμεσα λογισμικά (BaaS/symbIote).* ✓ *Ύπαρξη διεπαφής χρήστη (UI) που επιτρέπει την προβολή των πληροφοριών αυτών.*
Success Guarantees (κριτήρια επιτυχίας): *Επιτυχημένη προβολή του ιστορικού συναλλαγών και του υπολοίπου ενός χρήστη.*
Main Success Scenario (σενάριο επιτυχούς ολοκλήρωσης): ***Βήμα 1ο:*** *Σύνδεση του χρήστη/IoT Data consumer στο IoTFeds.* ***Βήμα 2ο:*** *Επιλογή της αντίστοιχης διεπαφής (UI) σχετικά με υπόλοιπα/ιστορικό.* ***Βήμα 3ο:*** *Λήψη των σχετικών πληροφοριών από τα επιμέρους ενδιάμεσα λογισμικά (BaaS/symbIote) και προβολή στον χρήστη μέσω της αντίστοιχης διεπαφής.*
Extensions (επεκτάσεις): *Προβολή γραφημάτων στον χρήστη και παρακολούθηση του όγκου IoT δεδομένων στα οποία εμπλέκεται.*
Exceptions (εξαιρέσεις):

3.6 Ανάλυση περιπτώσεων χρήσης (Vertical Use cases)

Στην ενότητα αυτή γίνεται παρουσίαση των περιπτώσεων χρήσης για τις IoT πλατφόρμες (Vertical Use cases). Έχει γίνει διαχωρισμός ανάλογα με την πλατφόρμα και τον τομέα που εμπλέκεται. Όπως και προηγουμένως, χρησιμοποιούνται πίνακες για την καταγραφή των περιπτώσεων χρήσης και η αρίθμηση των σεναρίων συνεχίζει με βάση τα προηγούμενα σενάρια στις θεμελιώδεις περιπτώσεις χρήσης.

3.6.1. Έξυπνη στάθμευση

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται οι περιπτώσεις χρήσης για την περίπτωση της έξυπνης στάθμευσης.

3.6.1.1. Διάθεση δεδομένων έξυπνης στάθμευσης

Η περίπτωση χρήσης της έξυπνης στάθμευσης, περιλαμβάνει την διάθεση δεδομένων κενών θέσεων για στάθμευση από την πλατφόρμα UiTOP σε άλλες πλατφόρμες. Ο ακόλουθος πίνακας, παρουσιάζει αυτήν την περίπτωση χρήσης.

Πίνακας 24: Διάθεση δεδομένων έξυπνης στάθμευσης

Κωδικός Σεναρίου : 013
Περιγραφή : *Έξυπνη στάθμευση - Διάθεση δεδομένων έξυπνης στάθμευσης από το UiTOP σε άλλες πλατφόρμες. Έξυπνες πλατφόρμες μπορούν να έχουν on demand πρόσβαση σε δεδομένα του UiTOP με σκοπό την βελτίωση της υπηρεσίας προς τους πελάτες τους. Για παράδειγμα μια πλατφόρμα ταξί, μπορεί να προτείνει για σημείο ραντεβού, περιοχές που έχουν επαρκή φωτισμό ή αυξημένη κίνηση κόσμου για περισσότερη ασφάλεια.*
Primary Actors (ρόλος χρήστη/ων που συμμετέχει/ουν): *IoT data client*
Technology Variations (συσκευή/μέσο πρόσβασης στο σύστημα): *Συσκευές χώρου στάθμευσης, πλατφόρμα UiTOP και symbiote-enabled endpoints.*
Preconditions (προϋποθέσεις): ✓ ***Συνθήκη Α:*** *Εγκατάσταση συστήματος για παρακολούθηση κατάστασης χώρου στάθμευσης (αισθητήρες φωτεινότητας, αισθητήρες ανίχνευσης κίνησης).* ✓ ***Συνθήκη Β:*** *Εγγραφή χρήστη στο σύστημα IoTfeds.* ✓ ***Συνθήκη Γ:*** *Ύπαρξη ομοσπονδίας UiTOP με τους επιθυμητούς IoT data consumers (Σενάριο 006).*
Success Guarantees (κριτήρια επιτυχίας): *Κριτήρια που βασίζονται σε λογισμικό: Πρόσβαση σε δεδομένα χώρου στάθμευσης.* *Φυσικά κριτήρια: Δεν υπάρχουν.*
Main Success Scenario (σενάριο επιτυχούς ολοκλήρωσης): ***Βήμα 1ο:*** *Ο χρήστης συνδέεται στο IoTFeds σύστημα (Σενάριο 002).* ***Βήμα 2ο:*** *Ο χρήστης αναζητά τη λίστα με τις επιθυμητές συσκευές που έχει διαμοιράσει το UiTOP στην ομοσπονδία (Σενάριο 005).* ***Βήμα 3ο:*** *Ο χρήστης λαμβάνει τα μεταδεδομένα για τις συσκευές του UiTOP.* ***Βήμα 4ο:*** *Ο χρήστης αιτείται πρόσβαση στα δεδομένα των επιθυμητών συσκευών (Σενάριο 010).*

Βήμα 5ο: *Ο χρήστης λαμβάνει το μήνυμα επιτυχίας και τα δεδομένα από τις συσκευές (ενημέρωση του blockchain, Σενάριο 010).*
Extensions (επεκτάσεις): *Πώληση των δεδομένων/παροχή νέων υπηρεσιών (Σενάριο 010).*
Exceptions (εξαιρέσεις): *Ο χρήστης δεν έχει τα κατάλληλα δικαιώματα πρόσβασης στα δεδομένα των συσκευών.*

3.6.1.2. Ενσωμάτωση δεδομένων έξυπνης στάθμευσης

Η περίπτωση χρήσης της έξυπνης στάθμευσης, περιλαμβάνει την ενσωμάτωση στην πλατφόρμα UiTOP δεδομένων χρήσιμων στην εύρεση κενών θέσεων για στάθμευση. Ο ακόλουθος πίνακας, παρουσιάζει αυτήν την περίπτωση χρήσης.

Πίνακας 25: Ενσωμάτωση δεδομένων έξυπνης στάθμευσης

Κωδικός Σεναρίου : 014
Περιγραφή : *Έξυπνη στάθμευση - Ενσωμάτωση στο UiTOP δεδομένων από άλλες πλατφόρμες (Βελτιστοποιημένες υπηρεσίες UiTOP μέσω του IoTFeds). Το UiTOP μπορεί να βελτιώσει την ποιότητα των υπηρεσιών του κάνοντας χρήση δεδομένων από άλλες πλατφόρμες που συμμετέχουν σε ομοσπονδία. Για παράδειγμα, μπορεί να προτείνει θέσεις στάθμευσης που βρίσκονται σε μεγαλύτερη απόσταση από τον τελικό προορισμό αλλά έχουν μικρότερο κόστος στάθμευσης ή βρίσκονται σε περιοχές με μικρότερη κίνηση και χρειάζεται λιγότερη ώρα για να προσεγγιστούν, όταν οι καιρικές συνθήκες είναι καλές (κάνοντας χρήση μετεωρολογικών δεδομένων, δεδομένα κίνησης).*
Primary Actors (ρόλος χρήστη/ων που συμμετέχει/ουν): *IoT data client, IoT data provider, UiTOP end user.*
Technology Variations (συσκευή/μέσο πρόσβασης στο σύστημα): *Συσκευές παρακολούθησης μετεωρολογικών δεδομένων, πλατφόρμα UiTOP και symbiote-enabled endpoints.*
Preconditions (προϋποθέσεις): ✓ ***Συνθήκη Α:*** *Υπάρχον λογαριασμός ενοικιαστή στην IoTFeds πλατφόρμα.* ✓ ***Συνθήκη Β:*** *Διαθεσιμότητα και προσβασιμότητα των κατάλληλων endpoints του UiTOP.* ✓ ***Συνθήκη Γ:*** *Ύπαρξη ομοσπονδίας UiTOP με τις επιθυμητές IoT πλατφόρμες (Σενάριο 006, 010) που δίνουν πρόσβαση σε αισθητήρες κίνησης (πχ. SpotyPal) και μετεωρολογικών δεδομένων (πχ. Smart Environment).*
Success Guarantees (κριτήρια επιτυχίας): *Κριτήρια που βασίζονται σε λογισμικό: Πρόσβαση σε δεδομένα χώρου στάθμευσης.* *Φυσικά κριτήρια: Δεν υπάρχουν.*
Main Success Scenario (σενάριο επιτυχούς ολοκλήρωσης): ***Βήμα 1ο:*** *Ο χρήστης συνδέεται στο λογαριασμό του στην UiTOP πλατφόρμα.* ***Βήμα 2ο:*** *Ο χρήστης εισάγει τη διεύθυνση του τελικού του προορισμού.* ***Βήμα 3ο:*** *Ο χρήστης λαμβάνει προτάσεις για θέσεις στάθμευσης από το UiTOP οι οποίες απεικονίζονται συνδυαστικά με δεδομένα κίνησης 'η/και μετεωρολογικά δεδομένα.* ***Βήμα 4ο:*** *Ο χρήστης επιλέγει την επιθυμητή θέση με βάση τα απεικονισμένα δεδομένα για την επιλογή προορισμού.*

Βήμα 5ο: *Ο χρήστης δεσμεύει τη θέση και παίρνει ένα μήνυμα επιβεβαίωσης.* ***Βήμα 6ο:*** *Το σύστημα ενημερώνεται για την αλλαγή κατάστασης της θέσης πάρκινγκ.*
Extensions (επεκτάσεις): *Ο χρήστης εισάγει τη διεύθυνση του τελικού του προορισμού καθώς και τα κριτήρια στα οποία θέλει να δοθεί προτεραιότητα (κόστος, απόσταση πάρκινγκ από τον τελικό προορισμό, κυκλοφοριακή κίνηση και ευκολία πρόσβασης στο πάρκινγκ) με βάση την προσβασιμότητα των στοιχείων (μετεωρολογικά δεδομένα και δεδομένα κίνησης) στην ομοσπονδία.*
Exceptions (εξαιρέσεις): *Ο χρήστης δεν έχει πρόσβαση λόγω των πολιτικών πρόσβασης του UiTOP.*

3.6.2. Έξυπνος φωτισμός

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται οι περιπτώσεις χρήσης για την περίπτωση του έξυπνου φωτισμού.

3.6.2.1. Βελτιστοποιημένες υπηρεσίες UiTOP μέσω του IoTFeds

Η συγκεκριμένη περίπτωση χρήσης, αφορά δεδομένα που προέρχονται από την χρήση της IoT πλατφόρμας UiTOP. Το σενάριο, αφορά τον έξυπνο φωτισμό και την ρύθμιση της φωτεινότητας, μέσω της ενεργοποίησης συσκευών φωτισμού και την πληροφόρηση για την κατάσταση λειτουργίας τους.

Πίνακας 26: Βελτιστοποιημένες υπηρεσίες UiTOP μέσω του IoTFeds

Κωδικός Σεναρίου : 015
Περιγραφή : *Έξυπνος φωτισμός - Βελτιστοποιημένες υπηρεσίες UiTOP μέσω του IoTFeds.* *Οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να επεμβαίνουν στη λειτουργία των συσκευών φωτισμού, πραγματοποιώντας λειτουργίες όπως αλλαγή φωτεινότητας. Δημιουργία μοτίβων για ενεργοποίηση/απενεργοποίηση με χρονικά κριτήρια ή με κριτήρια φωτεινότητας κλπ.*
Primary Actors (ρόλος χρήστη/ων που συμμετέχει/ουν): *Διαχειριστής μίσθωσης της UiTOP πλατφόρμας, IoT data client, IoT data provider*
Technology Variations (συσκευή/μέσο πρόσβασης στο σύστημα): *Συσκευές φωτισμού. Πρόσβαση μέσω IoTFeds endpoints για παράδειγμα για ενεργοποίηση μιας συσκευής φωτισμού/ρύθμιση φωτεινότητας ή πληροφόρηση για την κατάσταση λειτουργίας της.*
Preconditions (προϋποθέσεις): ✓ ***Συνθήκη Α:*** *Υπάρχον λογαριασμός ενοικιαστή στην IoTFeds πλατφόρμα.* ✓ ***Συνθήκη Β:*** *Ύπαρξη συσκευής φωτισμού για σύνδεση.* ✓ ***Συνθήκη Γ:*** *Διαθεσιμότητα και προσβασιμότητα των κατάλληλων endpoints του UiTOP.* ✓ ***Συνθήκη Δ:*** *Ύπαρξη ομοσπονδίας UiTOP με τις επιθυμητές IoT πλατφόρμες (Σενάριο 006, 010) που δίνουν πρόσβαση σε αισθητήρες κίνησης (e.g. SpotyPal) και μετεωρολογικών δεδομένων πχ συνθήκες περιορισμένης ορατότητας όπως ομίχλη (e.g. Smart Environment).*
Success Guarantees (κριτήρια επιτυχίας): ***Κριτήρια που βασίζονται σε λογισμικό:*** *Μήνυμα ολοκλήρωσης.* ***Φυσικά κριτήρια:*** *Αλλαγή της φωτεινότητας.*
Main Success Scenario (σενάριο επιτυχούς ολοκλήρωσης): ***Βήμα 1ο:*** *Ο χρήστης συνδέεται στην UiTOP πλατφόρμα (Σενάριο 002).*

Βήμα 2ο: *Ο χρήστης αναζητά την επιθυμητή συσκευή φωτισμού στη λίστα από τις συσκευές του UiTOP (Σενάριο 005).* ***Βήμα 3ο:*** *Ο χρήστης ενημερώνεται για τις διαθέσιμες λειτουργίες της συσκευής/συσκευών και δεδομένα σχετικά με το περιβάλλον στην περιοχή της συσκευής.* ***Βήμα 4ο:*** *Ο χρήστης αιτείται την επιθυμητή υπηρεσία συμπληρώνοντας τα απαραίτητα πεδία (Σενάριο 010).* ***Βήμα 5ο:*** *Ο χρήστης λαμβάνει το μήνυμα επιτυχίας.*
Extensions (επεκτάσεις): *Μοτίβα χρονοδιαγράμματος του λογισμικού (symbiote-enabled uitop) με βάση τα περιβαλλοντικά δεδομένα από άλλες ομόσπονδες IoT πλατφόρμες πχ μετεωρολογικός σταθμός (Σενάριο 008).*
Exceptions (εξαιρέσεις): *Ο χρήστης δεν έχει πρόσβαση λόγω των πολιτικών πρόσβασης του UiTOP.*

3.6.2.2. Διάθεση δεδομένων έξυπνου φωτισμού από την UiTOP σε ομόσπονδες πλατφόρμες

Η περίπτωση χρήσης της του έξυπνου φωτισμού, περιλαμβάνει την πώληση δεδομένων για την δυνατότητα πρόσβασης σε δεδομένα έξυπνου φωτισμού από την πλατφόρμα UiTOP σε άλλες πλατφόρμες. Ο ακόλουθος πίνακας, παρουσιάζει αυτήν την περίπτωση χρήσης.

Πίνακας 27: Διάθεση δεδομένων έξυπνου φωτισμού

Κωδικός Σεναρίου : 016
Περιγραφή : *Έξυπνος φωτισμός - Διάθεση δεδομένων έξυπνου φωτισμού από την UiTOP σε ομόσπονδες IoT πλατφόρμες.* *Οι χρήστες μπορούν να λαμβάνουν δεδομένα φωτισμού από τις συσκευές όπως το ύψος της φωτεινότητας σε μια περιοχή (πχ για αποφυγή σκοτεινών περιοχών για λόγους ασφάλειας ή αποφυγή ατυχημάτων), βλάβες σε συσκευές φωτεινότητας κλπ.*
Primary Actors (ρόλος χρήστη/ων που συμμετέχει/ουν): *IoT data client*
Technology Variations (συσκευή/μέσο πρόσβασης στο σύστημα): *Συσκευές φωτισμού. Πρόσβαση μέσω IoTFeds endpoints για πρόσβαση σε δεδομένα έξυπνου φωτισμού.*
Preconditions (προϋποθέσεις): ✓ ***Συνθήκη Α:*** *Υπάρχον λογαριασμός ενοικιαστή στην IoTFeds πλατφόρμα.* ✓ ***Συνθήκη Β:*** *Ύπαρξη συσκευών φωτισμού για σύνδεση.* ✓ ***Συνθήκη Γ:*** *Διαθεσιμότητα και προσβασιμότητα των κατάλληλων endpoints του UiTOP.* ✓ ***Συνθήκη Δ:*** *Ύπαρξη ομοσπονδίας UiTOP με τους ενδιαφερόμενους IoT dataconsumers (Σενάριο 006).*
Success Guarantees (κριτήρια επιτυχίας): ***Κριτήρια που βασίζονται σε λογισμικό:*** *Μήνυμα επιτυχίας και δεδομένα φωτισμού.* ***Φυσικά κριτήρια:*** *Δεν υπάρχουν.*
Main Success Scenario (σενάριο επιτυχούς ολοκλήρωσης): ***Βήμα 1ο:*** *Ο χρήστης είναι μέλος της ομοσπονδίας και συνδέεται στο IoTFeds σύστημα (Σενάριο 002).*

Βήμα 2ο: *Ο χρήστης αναζητά τη λίστα με τις επιθυμητές συσκευές που έχει μοιραστεί το UiTOP στην ομοσπονδία (Σενάριο 005).* ***Βήμα 3ο:*** *Ο χρήστης λαμβάνει τα μεταδεδομένα για τις συσκευές.* ***Βήμα 4ο****: Ο χρήστης αιτείται πρόσβαση στα δεδομένα των επιθυμητών συσκευών του UITOP.* ***Βήμα 5ο:*** *Ο χρήστης λαμβάνει το μήνυμα επιτυχίας και τα δεδομένα από τις συσκευές (ενημέρωση του blockchain – Σενάριο 010).*
Extensions (επεκτάσεις): *Μεταπώληση των δεδομένων/παροχή νέων υπηρεσιών (Σενάριο 010).*
Exceptions (εξαιρέσεις): *Ο χρήστης δεν έχει τα κατάλληλα δικαιώματα πρόσβασης στα δεδομένα των συσκευών (Σενάριο 010).*

3.6.3. Έξυπνες μεταφορές

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται οι περιπτώσεις χρήσης για την περίπτωση των έξυπνων μεταφορών.

3.6.3.1. Επιλογή βέλτιστης διαδρομής

Η συγκεκριμένη περίπτωση χρήσης, αφορά δεδομένα που προέρχονται από την πλατφόρμα IoT Zastel - SpotyPal. Το σενάριο, αφορά την επιλογή της βέλτιστης διαδρομής.

Πίνακας 28: Επιλογή βέλτιστης διαδρομής

Κωδικός Σεναρίου : 017
Περιγραφή : *Smart City - Επιλογή βέλτιστης διαδρομής* *Η πλατφόρμα IoT Zastel - SpotyPal είναι δυνατόν να αξιοποιηθεί στο πλαίσιο του Smart City, διαθέτοντας δεδομένα κυκλοφοριακής κίνησης, τα οποία μπορεί να εκμεταλλευτεί μία τρίτη, εξωτερική εφαρμογή προκειμένου να προσφέρει υπηρεσίες επιλογής βέλτιστης διαδρομής σε τελικούς χρήστες-οδηγούς.*
Primary Actors (ρόλος χρήστη/ων που συμμετέχει/ουν) : *IoT Data Provider (Zastel/SpotyPal), IoT Infrastructure Provider (Zastel/SpotyPal), IoT Service Provider (εξωτερική εφαρμογή), IoT Data Reseller (εξωτερική εφαρμογή), End User (οδηγός)*
Technology Variations (συσκευή/μέσο πρόσβασης στο σύστημα) : *Συσκευές SpotyPal, IoTFeds API/UI*
Preconditions (προϋποθέσεις) : ✓ *Πρέπει να έχουν διαμοιραστεί συσκευές SpotyPal.* ✓ *Υπάρχει εξωτερική εφαρμογή που αντλεί δεδομένα μέσω του IoTFeds.* ✓ *Ο IoT Data Reseller έχει εγγραφεί στο IoTFeds (Σενάριο 001).* ✓ *Οι συσκευές SpotyPal έχουν καταχωριστεί ως Resources στο IoTFeds (Σενάριο 004).*
Success Guarantees (κριτήρια επιτυχίας): *Ο End User επιλέγει τη βέλτιστη διαδρομή βάσει των δεδομένων τα οποία παρουσιάζει η εξωτερική εφαρμογή.*
Main Success Scenario (σενάριο επιτυχούς ολοκλήρωσης): ***Βήμα 1ο:*** *Ο IoT Data Provider (Zastel) συλλέγει, μέσω των συσκευών SpotyPal, δεδομένα κυκλοφοριακής κίνησης ανά ώρα.* ***Βήμα 2ο:*** *Ο IoT Data Reseller, βασιζόμενος σε υπάρχοντα μοτίβα χρήσης υπηρεσιών από τους*

χρήστες του, πραγματοποιεί προληπτικά αναζήτηση για την ανάκτηση των δεδομένων κυκλοφοριακής κίνησης μέσω του IoT Feds. (Σενάριο 005). ***Βήμα 3ο:*** *Ο IoT Data Reseller πραγματοποιεί αγορά των δεδομένων. (Σενάριο 010).* ***Βήμα 4ο:*** *Ο IoT Data Reseller τροποποιεί κατάλληλα τα δεδομένα, έτσι ώστε να είναι αξιοποιήσιμα στο πλαίσιο της λειτουργίας της εξωτερικής εφαρμογής.* ***Βήμα 5ο:*** *Ο End User χρησιμοποιεί την εξωτερική εφαρμογή προκειμένου να επιλέξει τη βέλτιστη διαδρομή με βάση τα δεδομένα κυκλοφοριακής κίνησης ανά ώρα.*
Extensions (επεκτάσεις) : *Ο IoT Data Reseller μπορεί να συνδυάσει τα δεδομένα κίνησης με άλλα δεδομένα (π.χ. δεδομένα στάθμευσης) προκειμένου να επεκτείνει και να βελτιώσει τις υπηρεσίες που προσφέρει μέσω της εξωτερικής εφαρμογής.*
Exceptions (εξαιρέσεις) : *Δεν υπάρχουν εξαιρέσεις.*

3.6.3.2. Αναγνώριση περιοχών χαμηλής ταχύτητας

Η συγκεκριμένη περίπτωση χρήσης, αφορά δεδομένα που προέρχονται από την πλατφόρμα IoT Zastel - SpotyPal. Το σενάριο, αφορά την δυνατότητα αναγνώρισης περιοχών χαμηλής ταχύτητας.

Πίνακας 29: Αναγνώριση περιοχών χαμηλής ταχύτητας

Κωδικός Σεναρίου : 018
Περιγραφή : *Smart City – Αναγνώριση Περιοχών Χαμηλής Ταχύτητας* *Η πλατφόρμα IoT Zastel – SpotyPal είναι δυνατόν να αξιοποιηθεί στο πλαίσιο του Smart City, με σκοπό την αναγνώριση περιοχών χαμηλής ταχύτητας. Τα δεδομένα που συλλέγονται σχετίζονται με την τοποθεσία, την ταχύτητα και το χρονικό πλαίσιο κίνησης των οχημάτων. Αξιοποιώντας την πληροφορία αυτή, ένας μεμονωμένος χρήστης, όπως για παράδειγμα ένας ιδιώτης οδηγός, μπορεί να αναγνωρίσει περιοχές χαμηλής ταχύτητας.*
Primary Actors (ρόλος χρήστη/ων που συμμετέχει/ουν): *IoT Data Provider (Zastel/SpotyPal), IoT Infrastructure Provider (Zastel/SpotyPal), IoT Service Provider (IoTFeds), IoT Data Client (οδηγός).*
Technology Variations (συσκευή/μέσο πρόσβασης στο σύστημα): *Συσκευές SpotyPal, IoTFeds API/UI.*
Preconditions (προϋποθέσεις) : ✓ *Πρέπει να έχουν διαμοιραστεί συσκευές SpotyPal.* ✓ *Ο IoT Data Client έχει εγγραφεί στο IoTFeds (Σενάριο 001).* ✓ *Οι συσκευές SpotyPal έχουν καταχωριστεί ως Resources στο IoTFeds (Σενάριο 004).*
Success Guarantees (κριτήρια επιτυχίας) : *Ο IoT Data Client αντλεί και αξιοποιεί καταγεγραμμένα κυκλοφοριακά δεδομένα μέσω του IoTFeds για περιοχές χαμηλής ταχύτητας, προκειμένου να βελτιώσει την κίνηση με το όχημά του.*
Main Success Scenario (σενάριο επιτυχούς ολοκλήρωσης) : ***Βήμα 1ο:*** *Ο IoT Data Provider (Zastel) συλλέγει, μέσω των συσκευών SpotyPal, δεδομένα κυκλοφοριακής κίνησης τα οποία αφορούν ταχύτητα, τοποθεσία και χρονικό πλαίσιο κίνησης.* ***Βήμα 2ο:*** *Ο IoT Data Client πραγματοποιεί αναζήτηση στην πλατφόρμα IoTFeds την ανάκτηση των δεδομένων. (Σενάριο 005).*

Βήμα 3ο: *Ο IoT Data Client πραγματοποιεί αγορά των δεδομένων. (Σενάριο 010).* ***Βήμα 4ο:*** *Ο IoT Service Provider παραχωρεί τα δεδομένα στον IoT Data Client.* ***Βήμα 5ο:*** *Ο IoT Data Client αναλύει τα δεδομένα με σκοπό να σχεδιάσει μια καλύτερη διαδρομή για το όχημά του.*
Extensions (επεκτάσεις) : *Ο IoT Service Provider μπορεί να παρέχει τα δεδομένα σε μορφή streaming/για προκαθορισμένο χρονικό διάστημα μέσω συνδρομής.*
Exceptions (εξαιρέσεις) : *Ο IoT Data Client δεν έχει τον απαραίτητο βαθμό αξιοπιστίας ώστε να του παραχωρηθούν τα δεδομένα.*

3.6.4. Έξυπνο περιβάλλον

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται η περίπτωση χρήσης για το έξυπνο περιβάλλον

3.6.4.1. Καιρικές συνθήκες και ποιότητα αέρα

Η συγκεκριμένη περίπτωση χρήσης, αφορά δεδομένα που προέρχονται από την πλατφόρμα IoT Smart Environment. Το σενάριο, αφορά την παροχή δεδομένων καιρικών συνθηκών και ποιότητας αέρα.

Πίνακας 30: Καιρικές συνθήκες και ποιότητα αέρα

Κωδικός Σεναρίου : 019
Περιγραφή : *Smart Environment – Καιρικές συνθήκες και ποιότητα αέρα* *Μια ομοσπονδία πολλαπλών IoT Data Providers εγγράφουν τις συσκευές τους και τα δεδομένα αξιοποιούνται και αθροίζονται (aggregate) από τον IoT Service Provider για παροχή εμπλουτισμένης πληροφορίας στους χρήστες σχετικά με τις καιρικές συνθήκες και την ποιότητα του αέρα στην περιοχή τους).*
Primary Actors (ρόλος χρήστη/ων που συμμετέχει/ουν): *Οι IoT Data Providers που ως μέλη της ομοσπονδίας συνεισφέρουν με δεδομένα. Οι IoT Service Providers που αξιοποιούν και αθροίζουν τα δεδομένα της ομοσπονδίας για παρακολούθηση των καιρικών συνθηκών και της ποιότητας του αέρα. Ο End User που μέσω του UI του Smart Environment μπορεί να παρακολουθήσει τα παραπάνω δεδομένα.*
Technology Variations (συσκευή/μέσο πρόσβασης στο σύστημα): *Μετά την εγγραφή της ομοσπονδίας και των μελών της στην πλατφόρμα IoTFeds, τα δεδομένα αποθηκεύονται και προσφέρονται στο χρήστη για ανάγνωση μέσω του UI. Η πρόσβαση πραγματοποιείται μέσω φυλλομετρητή (web browser).*
Preconditions (προϋποθέσεις): ✓ *Εγγραφή της ομοσπονδίας και των μελών της στην πλατφόρμα IoTFeds.* ✓ *Οι IoT Data Providers παρέχουν ένα αρχικό δίκτυο συσκευών.* ✓ *Ύπαρξη σταθερής συνδεσιμότητας μεταξύ των συσκευών.* ✓ *Οι IoT Service Providers αγοράζουν τα δεδομένα από τις διάφορες συσκευές και τα συνδυάζουν.* ✓ *Ο End User έχει πρόσβαση στο UI όπου μπορεί να δει πληροφορίες σχετικά με τις καιρικές συνθήκες, την ποιότητα του αέρα και το δίκτυο συσκευών της ομοσπονδίας.*
Success Guarantees (κριτήρια επιτυχίας): *Το σενάριο θα θεωρηθεί επιτυχές εφόσον δημιουργηθεί μια ομοσπονδία που είναι σε θέση να παρέχει δεδομένα καιρού και ποιότητας αέρα από διαφορετικές πηγές.*

Main Success Scenario (σενάριο επιτυχούς ολοκλήρωσης): ***Βήμα 1ο:*** *Ο End User συνδέεται στο UI του Smart Environment.* ***Βήμα 2ο:*** *Επιλέγει να δει περιβαλλοντικά δεδομένα από μια Α περιοχή.* ***Βήμα 3ο:*** *Επιλέγει να δει περιβαλλοντικά δεδομένα από μια Β περιοχή.* ***Βήμα 4ο:*** *Επιλέγει να δει συγκεντρωτικές πληροφορίες-γραφήματα σχετικά με τα περιβαλλοντικά δεδομένα.*
Extensions (επεκτάσεις): *Οι συσκευές συνεισφέρουν σε μοντέλα σχετικά με πρόγνωση καιρού, πρόγνωση ποιότητας αέρα και πιθανότητας εκδήλωσης πυρκαγιάς που παράγονται από τους IoT Data Clients. Το μοντέλο πρόγνωσης ποιότητας αέρα μπορεί να χρησιμοποιήσει και δεδομένα κίνησης από την πλατφόρμα του Zastel - SpotyPal για βελτιστοποίηση.*
Exceptions (εξαιρέσεις): *Κάθε συσκευή του συστήματος θα εξαιρείται σε περίπτωση που θεωρηθεί ότι δεν εκπληρώνει τον επιθυμητό στόχο που είναι η παροχή αξιόπιστων δεδομένων.*

4 Απαιτήσεις και Προδιαγραφές

Οι προδιαγραφές των απαιτήσεων συστήματος για το σύστημα IoTFeds στοχεύουν στην καθοδήγηση του σχεδιασμού της αρχιτεκτονικής του. Επίσης, διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην ενδελεχή αξιολόγηση των εξεταζόμενων περιπτώσεων χρήσης (Use Cases) στο πλαίσιο των προσδιορισμένων στόχων του έργου. Σε αυτή την προσπάθεια ιδιαίτερη προσοχή έχει δοθεί για την αποτύπωση των απαιτήσεων που θέτουν οι διάφοροι ενδιαφερόμενοι (stakeholders), όπως πάροχοι της εκάστοτε IoT πλατφόρμας, τελικοί χρήστες, πάροχοι υποδομών κτλ.

Συνεπώς, οι απαιτήσεις έχουν δομηθεί σύμφωνα με τα προσδιορισμένα Επίπεδα Συμμόρφωσης (Compliance Levels). Σύμφωνα με τα ανωτέρω, ελήφθησαν υπόψιν οι ακόλουθοι τομείς:

- **Application Domain**
- **Cloud Domain**
- **Smart Space**
- **Smart Device**

Στο στάδιο αυτό που βρίσκεται τώρα το έργο, επικεντρώνεται αρχικά στην προδιαγραφή των απαιτήσεων για το Application Domain και για το Cloud Domain, ώστε να μπορεί να υποστηριχθεί και η αντίστοιχη αρχιτεκτονική (Ενδιάμεση) του συστήματος. Ωστόσο, απαιτήσεις για τους τομείς Smart Space και Smart Device έχουν επίσης διεξαχθεί. Ταυτόχρονα, δίδεται ιδιαίτερη προσοχή στην ασφάλεια, η οποία επίσης αποτελεί απαίτηση που χρήζει ιδιαίτερης μεταχείρισης και ελέγχου. Προκειμένου να δομηθούν οι προδιαγραφές των απαιτήσεων του συστήματος, προσδιορίζεται το ακόλουθο σύνολο χαρακτηριστικών απαίτησης:

Τομέας: Κάθε απαίτηση σχετίζεται με έναν ή περισσότερους τομείς. Σε αρκετές περιπτώσεις, οι απαιτήσεις ενδέχεται να ισχύουν για περισσότερους από έναν τομείς.

Τύπος: Ορίζονται δύο τύποι απαιτήσεων, οι οποίες είναι οι ακόλουθες:

- Λειτουργικές απαιτήσεις, οι οποίες περιγράφουν τη συμπεριφορά του συστήματος IoTFeds. Δηλαδή, τι θα έπρεπε ή πρέπει να κάνει το σύστημα.
- Μη λειτουργικές απαιτήσεις, οι οποίες περιγράφουν τις ιδιότητες της λειτουργικότητας του συστήματος. Δηλαδή, πως κάνει το σύστημα αυτά που απαιτείται να κάνει.

Πιο συγκεκριμένα, ο ακόλουθος πίνακας (Πίνακας 31) παρουσιάζει τις διαφορές μεταξύ των λειτουργικών και μη λειτουργικών απαιτήσεων:

Πίνακας 31: Διαφορές ανάμεσα σε Λειτουργικές και Μη Λειτουργικές Απαιτήσεις.

Λειτουργικές απαιτήσεις	Μη Λειτουργικές Απαιτήσεις
Ορίζει ένα σύστημα ή ένα στοιχείο του.	Ορίζει το χαρακτηριστικό ποιότητας ενός συστήματος.
Καθορίζει τι πρέπει να κάνει το σύστημα.	Θέτει περιορισμούς στο πώς πρέπει το σύστημα να πληροί τις λειτουργικές απαιτήσεις.

Είναι απαίτηση που καθορίζεται από τον χρήστη.	Είναι απαίτηση που καθορίζεται από τεχνικούς και ειδικούς στην ανάπτυξη του συστήματος.
Είναι υποχρεωτική.	Είναι μη υποχρεωτική.
Λαμβάνεται υπόψιν στις περιπτώσεις χρήσης.	Λαμβάνεται υπόψιν ποιοτικό χαρακτηριστικό του συστήματος.
Καθορίζεται σε επίπεδο υποσυστημάτων και τμημάτων του συνολικού συστήματος.	Λαμβάνεται υπόψιν στο συνολικό σύστημα.
Επιτρέπει την επαλήθευση της λειτουργικότητας του συστήματος.	Βοηθά στην επαλήθευση της απόδοσης του συστήματος.

Κατηγορία: Ορίζεται ένα σύνολο θεματικών κατηγοριών με σκοπό την υποβοήθηση της ομαδοποίησης απαιτήσεων παρόμοιας φύσης, οι οποίες αργότερα καθοδηγούν τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό του IoTFeds συστήματος. Κάθε απαίτηση μπορεί να εμπίπτει σε περισσότερες από μία κατηγορίες. Πιο συγκεκριμένα:

- **Διεπαφή**: Αναφέρεται στις μεθόδους που χρησιμοποιούνται για να καταστεί δυνατή η αλληλεπίδραση μεταξύ διαφορετικών οντοτήτων, εντός και μεταξύ των τομέων, επίσης μεταξύ του συστήματος IoTFeds και των τελικών χρηστών ή/και πελατών.
- **Παρακολούθηση**: Αναφέρεται στη συλλογή πληροφοριών που περιγράφουν το παρόν και το παρελθόν της κατάστασης των πόρων στο IoTFeds σύστημα.
- **Διαχείριση**: Αναφέρεται σε όλους τους τύπους λειτουργικών και μη λειτουργικών απαιτήσεων που σχετίζονται με το χειρισμό/έλεγχο των πόρων στο IoTFeds. Δεν περιλαμβάνονται πτυχές διαχείρισης για κάθε υπάρχουσα πλατφόρμα IoT, η οποία είναι διασυνδεδεμένη με το IoTFeds σύστημα.
- **Επίδοση**: Αναφέρεται στις μη λειτουργικές απαιτήσεις, συμπεριλαμβανομένων των KPIs' που θα βοηθήσουν στη δημιουργία ενός πλαισίου αξιολόγησης για το IoTFeds. Ταυτόχρονα, λαμβάνεται υπόψιν η πιθανή συμφόρηση απόδοσης κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης. Αυτό θα περιλαμβάνει επίσης πτυχές επεκτασιμότητας, π.χ. τη σύνδεση των KPIs' με αναμενόμενα φορτία εργασίας.
- **Ασφάλεια**: Περιλαμβάνει όλες τις πτυχές ασφάλειας της αρχιτεκτονικής του IoTFeds, συμπεριλαμβανομένων του ελέγχου ταυτότητας, εξουσιοδότησης, απορρήτου κτλ.
- **Χρηστικότητα**: Στην ουσία δεν προσδιορίζει μέρη της λειτουργικότητας του συστήματος, αλλά μόνο πώς πρέπει να γίνει αντιληπτή αυτή η λειτουργικότητα από τον χρήστη, για παράδειγμα πόσο εύκολη πρέπει να είναι η εκμάθηση και πόσο αποτελεσματική πρέπει να είναι για την εκτέλεση εργασιών χρήστη.
- **Αξιοπιστία**: Η αξιοπιστία επικεντρώνεται στην μείωση στο ελάχιστο της πιθανότητας απώλειας δεδομένων αλλά και της απώλειας διαθεσιμότητας των υπηρεσιών του συστήματος υπό την επήρεια σφαλμάτων.
- **Κλιμακωσιμότητα**: Η κλιμακωσιμότητα αφορά την δυνατότητα αύξησης του ρυθμού απόδοσης του συστήματος καθώς αυξάνει ο φόρτος.

- **Σημασιολογική διαλειτουργικότητα**: Αφορά τα πρωτόκολλα επικοινωνίας και τις τεχνολογικές υποδομές, τη μορφή των ανταλλασσόμενων δεδομένων, την ερμηνεία των δεδομένων και με τα μοντέλα πληροφορίας για την αναπαράσταση της πληροφορίας, την αποδοτική μετάδοση της πληροφορίας μεταξύ διαφορετικών συστημάτων και πάνω από διαφορετικές υποδομές.

Επίσης, κατά την καταγραφή των απαιτήσεων πραγματοποιείται χαρακτηρισμός αυτών όσον αφορά την σημαντικότητά τους. Ο διαχωρισμός αυτός, περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

- **Χαμηλή**, απαίτηση για ένα χαρακτηριστικό ή μια ιδιότητα του τελικού συστήματος IoTFeds, που μπορεί να μην υλοποιηθεί και να μην επηρεάζει και την τελική συμπεριφορά ή αξία του συστήματος.
- **Μέτρια**, σύμφωνα με την απαίτηση αυτή, μπορεί να υπάρχουν βάσιμοι λόγοι σε συγκεκριμένες περιστάσεις για να αγνοηθεί.
- **Υψηλή**, αυτή είναι η απόλυτη απαίτηση, δηλαδή είναι υποχρεωτικό για την αρχιτεκτονική και το σύστημα IoTFeds να συμμορφώνονται με αυτή την απαίτηση.

5 Λειτουργικές Απαιτήσεις

Οι χρήστες και οι ρόλοι για το σύστημα IoTFeds, δημιουργήθηκαν με βάση την παρεχόμενη λειτουργικότητα όπως αναφέρθηκε στο Π.1.1 «Περιγραφή Επιχειρηματικών Μοντέλων και Σεναρίου Χρήσης». Η λειτουργικότητα αυτή περιλαμβάνει επιγραμματικά, τα ακόλουθα:

- Ευρετηρίαση Δεδομένων.
- Φιλοξενία Δεδομένων.
- Ταίριασμα Προσφοράς/Ζήτησης.
- Αγοραπωλησία δεδομένων (bulk).
- Δημιουργία και διαχείριση ομοσπονδιών δεδομένων.
- Ενοικίαση ροών δεδομένων.
- Ενοικίαση μέρους της πλατφόρμας, δηλαδή σύνολο διαφορετικών πόρων.
- Πακετάρισμα Υπηρεσιών Δεδομένων.
- Υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας στα δεδομένα (Φήμη, Σημασιολογική Κατηγοριοποίηση, Βέλτιστος Συνδυασμός, κλπ.).
- Υπηρεσίες ανάλυσης και οπτικοποίησης δεδομένων.
- Υπηρεσίες διαχείρισης δεδομένων.

Οι λειτουργικές απαιτήσεις είναι οι απαιτήσεις που απαιτεί συγκεκριμένα ο τελικός χρήστης ως προς τις βασικές διευκολύνσεις που πρέπει να προσφέρει το τελικό σύστημα. Όλες αυτές οι απαιτούμενες λειτουργίες πρέπει απαραίτητα να ενσωματωθούν στο τελικό. Οι λειτουργίες αυτές, αντιπροσωπεύονται ή δηλώνονται με τη μορφή εισόδου που θα δοθεί στο σύστημα, τη διαδικασία για τη λειτουργία που εκτελείται και την αναμενόμενη έξοδο. Είναι βασικά οι απαιτήσεις που δηλώνει ο χρήστης, τις οποίες μπορεί κανείς να δει απευθείας στο τελικό σύστημα, σε αντίθεση με τις μη λειτουργικές απαιτήσεις, οι οποίες θα παρουσιαστούν στο επόμενο κεφάλαιο.

Για το έργο IoTFeds έχουν καταγραφεί αναλυτικά και σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο οι λειτουργικές απαιτήσεις. Η καταγραφή αυτή των λειτουργικών απαιτήσεων, παρουσιάζεται αναλυτικά στον Πίνακα 32:

Πίνακας 32: Λειτουργικές Απαιτήσεις.

Α/Α	Τομέας	Κατηγορία	Σημαντικότητα	Περιγραφή	Use Cases
1	Application, Cloud	Διεπαφή	Υψηλή	Οι IoT πάροχοι πλατφόρμας είναι απαραίτητο να έχουν εγγεγραμμένες τις IoT υπηρεσίες που προσφέρουν στο τελικό σύστημα IoTFeds. Το σύστημα θα πρέπει να μπορεί να επιτρέπει στους IoT platform operators να μπορούν να κάνουν είτε ανανέωση είτε διαγραφή των εγγραφών τους.	001, 002, 003, 004, 005, 010, 011, 012, 013, 014, 015,

					016, 017, 018 019
2	Application	Διεπαφή	Υψηλή	Το τελικό σύστημα IoTFeds θα πρέπει να προβάλλει τις IoT υπηρεσίες στους application developers και στις άλλες IoT πλατφόρμες. Παράδειγμα αυτών μπορεί να είναι η αναζήτηση κειμένου μέσω της διεπαφής για τους application developers και τους παρόχους IoT πλατφόρμας.	005, 013, 014, 015, 016, 017, 018, 019
3	Application, Cloud	Παρακολούθηση	Υψηλή	Το σύστημα θα πρέπει να παρακολουθεί τη διαθεσιμότητα των IoT υπηρεσιών από τους IoT Platform Operators.	005, 013, 014, 015, 016, 017, 018, 019
4	Application, Cloud	Παρακολούθηση	Μέτρια	Το σύστημα θα μπορεί να παρακολουθεί τον φόρτο των εγγεγραμμένων υπηρεσιών IoT. Η πληροφορία αυτή θα μπορεί να παρέχεται και στις διασυνδεδεμένες IoT πλατφόρμες.	005
5	Application, Cloud	Παρακολούθηση	Χαμηλή	Το σύστημα θα μπορεί να πραγματοποιεί δοκιμές επίδοσης (performance testing) σχετικά με τις εγγεγραμμένες IoT υπηρεσίες.	005
6	Application, Cloud	Διαχείριση	Υψηλή	Το σύστημα δεν θα πρέπει να επιτρέπει τον καταμερισμό των IoT υπηρεσιών στις IoT πλατφόρμες αν δεν είναι εγγυημένη η διαθεσιμότητά τους και η ποιότητα των υπηρεσιών αυτού καθαυτού.	003, 004, 005, 010, 011, 012, 013, 014, 015, 016, 017, 018, 019
7	Application, Cloud	Διαχείριση	Χαμηλή	Το σύστημα θα μπορεί να αποθηκεύσει και να διατηρήσει IoT υπηρεσίες για το μέλλον και για τις IoT πλατφόρμες που υποστηρίζουν τη δυνατότητα αυτή.	005, 010, 011, 012, 013, 014, 015, 016,

					017, 018, 019
8	Application, Cloud	Διαχείριση	Υψηλή	Το σύστημα θα πρέπει να υποστηρίζει την αποκλειστική χρήση των IoT υπηρεσιών για τις IoT πλατφόρμες που υποστηρίζουν την συγκεκριμένη δυνατότητα.	003, 004, 005, 010, 011, 012, 013, 014, 015, 016, 017, 018, 019
9	Application, Cloud	Διεπαφή	Υψηλή	Το κοινό πληροφοριακό μοντέλο θα πρέπει να υποστηρίζει πληροφορίες γεωεντοπισμού.	005
10	Application, Cloud	Διαχείριση	Μέτρια	Το σύστημα θα πρέπει να υποστηρίζει την ιεράρχηση της πρόσβασης στις υπηρεσίες IoT σε περίπτωση που οι IoT πλατφόρμες υποστηρίζουν κάτι τέτοιο. Πιο συγκεκριμένα, οι χρήστες, οι οποίοι έχουν πληρώσει για μια ανώτερη έκδοση παροχής υπηρεσιών θα έχουν περισσότερα δικαιώματα και καλύτερες παροχές σε σχέση με τους χρήστες που έχουν πληρώσει μόνο για μια βασική έκδοση.	005, 010
11	Application, Cloud	Διαχείριση	Μέτρια	Το σύστημα θα μπορεί να έχει έλεγχο στις IoT υπηρεσίες που ενδέχεται να εμπίπτουν στις κατά τόπους νομοθεσίες, στην τρέχουσα υπερφόρτωση του συστήματος και σε θέματα ασφαλείας. Αυτό θα συμβαίνει σε περίπτωση που η εκάστοτε διασυνδεδεμένη IoT πλατφόρμα μπορεί να το υποστηρίξει.	003, 004, 010
12	Application, Cloud	Διεπαφή	Μέτρια	Το σύστημα θα πρέπει να παρέχει πρακτικές για την ευθυγράμμιση του πληροφοριακού μοντέλου της εκάστοτε IoT πλατφόρμας με το πληροφοριακό μοντέλο του συστήματος IoTFeds.	003, 004, 011, 012, 013, 014, 015, 016, 017, 018, 019

13	Application, Cloud	Διεπαφή	Υψηλή	Το σύστημα θα πρέπει να παρέχει μοναδικά αναγνωριστικά για την κάθε διασυνδεδεμένη IoT πλατφόρμα σε αυτό.	003, 004
14	Application, Cloud	Διεπαφή	Υψηλή	Το σύστημα θα πρέπει να μπορεί να ξεχωρίζει και να αναγνωρίζει τις διασυνδεμένες IoT συσκευές.	003, 004
15	Application, Cloud	Διαχείριση	Υψηλή	Το σύστημα θα πρέπει να έχει συγκεκριμένους domain enablers, οι οποίοι θα μπορούν να επιτρέπουν την απόκρυψη συγκεκριμένων πόρων για κάθε domain. Αυτό περιλαμβάνει δεδομένα ποιότητας και επίδοσης επίσης.	005, 010
16	Application, Cloud	Διεπαφή	Υψηλή	Το σύστημα πρέπει να προτείνει IoT υπηρεσίες με βάση τα κριτήρια αναζήτησης από έναν IoT πάροχο πλατφόρμας.	005
17	Application, Cloud	Διαχείριση	Υψηλή	Το σύστημα θα πρέπει να παρέχει υποστήριξη για την ανταλλαγή δεδομένων και τη συνεργασία μεταξύ διαφορετικών IoT πλατφόρμων. Αυτό σημαίνει ότι θα πρέπει να υπάρχει ένα σύστημα αγοραπωλησίας (auction system) για τους εμπλεκόμενους ρόλους.	005, 010
18	Application, Cloud	Διαχείριση	Υψηλή	Το σύστημα θα μπορεί να υποστηρίξει την ιεραρχία των αποτελεσμάτων από την αναζήτηση της εκάστοτε IoT υπηρεσίας με βάση κριτήρια όπως η επίδοση, και η διαθεσιμότητα.	005
19	Application, Cloud	Διαχείριση	Μέτρια	Το σύστημα IoTFeds θα επιτρέπει στις εκάστοτε IoT πλατφόρμες να ελέγχουν αν οι υπηρεσίες τους εντοπίζονται στα αποτελέσματα αναζήτησης και αν υπόκεινται σε περιορισμούς πρόσβασης.	005, 010
20	Application, Cloud	Διαχείριση / Διεπαφή	Χαμηλή	Το σύστημα θα μπορεί να επιτρέπει στις εκάστοτε IoT πλατφόρμες να θέτουν τα δικά τους κριτήρια πρόσβασης στα δεδομένα και τις υπηρεσίες τους. Τέτοια κριτήρια, μπορεί να αφορούν συγκεκριμένο χρονικό διάστημα διαθεσιμότητας των δεδομένων.	002, 010, 011, 012, 013, 014, 015, 016, 017, 018, 019

21	Application, Cloud	Διαχείριση	Χαμηλή	Το σύστημα θα μπορεί περιοδικά, να ελέγχει τις εγγεγραμμένες IoT υπηρεσίες με σκοπό την ανανέωση ή την διαγραφή αυτών. Ενδεχομένως, για παράδειγμα να υπάρχει κάποια αλλαγή στην νομοθεσία ή κάποια νέα ανάγκη πάνω σε κάποια παρεχόμενη IoT υπηρεσία.	003, 004, 008, 009
22	Application, Cloud	Διαχείριση	Μέτρια	Το σύστημα θα επιτρέπει τις ανανεώσεις εγγραφών. Οι IoT πάροχοι πλατφόρμας θα μπορούν να ανανεώνουν την διασύνδεση της προσφερόμενης IoT πλατφόρμας με το ενδιάμεσο λογισμικό για την περίπτωση που θέλουν να προχωρήσουν σε αναβάθμιση των IoT υπηρεσιών τους ή των IoT συσκευών τους.	001, 002, 003, 004
23	Application, Cloud	Διεπαφή	Υψηλή	Το σύστημα θα μπορεί να υποστηρίξει την ιεραρχική δομή μοναδικών αναγνωριστικών για αναγνωριστικούς, λογιστικούς και εμπορικούς λόγους ή για λόγους ασφάλειας.	001, 002, 003, 004, 005, 010
24	Application, Cloud, Smart space	Διαχείριση / Ασφάλεια	Υψηλή	Το σύστημα πρέπει να υποστηρίζει σύνθετα δικαιώματα πρόσβασης σε πολλούς τομείς, πράγμα που σημαίνει ότι μια εφαρμογή που είναι εγγεγραμμένη σε διαφορετικούς τομείς IoT μπορεί να έχει πρόσβαση σε υπηρεσίες IoT που είναι διαθέσιμες σε άλλους τομείς. Συγκεκριμένα, η εφαρμογή πιστοποιείται σε κάθε τομέα IoT όπου έχει καταχωρηθεί, συλλέγοντας έτσι ένα σύνολο «ιδιοτήτων». Στη συνέχεια, η εφαρμογή μπορεί να συνδυάσει χαρακτηριστικά που αποκτήθηκαν σε διαφορετικά περιβάλλοντα και να της παραχωρηθεί πρόσβαση σε άλλη υπηρεσία IoT που εκτίθεται σε έναν νέο τομέα IoT.	005, 006
25	Application, Cloud, Smart space	Διαχείριση	Υψηλή	Το σύστημα πρέπει να υποστηρίζει μια «λειτουργία αντιστοίχισης χαρακτηριστικών» μέσω της οποίας είναι δυνατή η αντιστοίχιση χαρακτηριστικών	005, 011, 012, 013, 014, 015,

				που δημιουργούνται/κυκλοφορούν σε έναν IoT τομέα στα ίδια/παρόμοια χαρακτηριστικά που ισχύουν σε διαφορετικούς τομείς IoT.	016, 017, 018, 019
26	Application , Cloud	Διεπαφή	Υψηλή	Το σύστημα πρέπει να επιτρέπει την εγγραφή πλατφορμών IoT, με σκοπό στη συνέχεια την εγγραφή των αντίστοιχων IoT υπηρεσιών. Επίσης, το σύστημα πρέπει να επιτρέπει την κατάργηση της καταχώρισης μιας πλατφόρμας IoT.	003, 004, 009
27	Application , Cloud	Διαχείριση	Υψηλή	Η ανταλλαγή και αγοραπωλησία δεδομένων πρέπει να είναι διαθέσιμες για συναλλαγές τύπου B2B και B2C[20].	005, 010
28	Application , Cloud	Διαχείριση	Υψηλή	Η προώθηση δημοπρασιών πρέπει να είναι διαθέσιμη.	010
29	Application , Cloud	Διαχείριση	Υψηλή	Η ανάκληση δημοπρασιών πρέπει να είναι διαθέσιμη.	010
30	Cloud	Διεπαφή	Μέτρια	Τα αποτελέσματα αναζήτησης στο σύστημα θα πρέπει να υποδεικνύουν τη δυνατότητα πρόσβασης στους επιλεγμένους πόρους μέσω ανταλλαγής και δημοπρασίας.	002, 005, 010
31	Application , Cloud	Διαχείριση / Ασφάλεια	Μέτρια	Οι συναλλαγές ανταλλαγής και δημοπρασίας θα πρέπει να διασφαλίζουν την ανωνυμία των τελικών χρηστών.	010
32	Smart space	Διεπαφή	Υψηλή	Το σύστημα θα πρέπει να υποστηρίζει τον εντοπισμό και εν συνεχεία την εγγραφή μιας συσκευής IoT.	003, 004, 005
33	Smart space, Smart device	Διεπαφή	Υψηλή	Οποιοσδήποτε εξοπλισμός, ο οποίος πρέπει να διασυνδεθεί με το ενδιάμεσο λογισμικό, απαιτείται να έχει μια πλήρως καταγεγραμμένη ψηφιακή διεπαφή, παρέχοντας είτε ένα προκαθορισμένο είτε ένα καλά περιγραφόμενο πρωτόκολλο, το οποίο υποστηρίζεται από το IoTFeds.	003, 004, 011, 012, 013, 014, 015, 016, 017, 018, 019
34	Smart space	Διαχείριση	Μέτρια	Το σύστημα IoTFeds θα πρέπει να ιεραρχεί την πληροφορία που στέλνεται σε κάθε πλατφόρμα με βάση τον βαθμό σημαντικότητάς της. Η πιο σημαντική θα	005

[20] https://www.investopedia.com/terms/b/btoc.asp

				στέλνεται πρώτη και ακολουθούν αντιστοίχως οι υπόλοιπες με τελευταία την λιγότερο σημαντική.	
35	Smart space	Διεπαφή / Διαχείριση	Χαμηλή	Διαφορετικές τοπικές IoT πλατφόρμες θα μπορούν να επικοινωνούν και να αλληλεπιδρούν τοπικά, χωρίς την χρήση του κεντρικού ενδιάμεσου λογισμικού.	005, 010, 011, 012, 013, 014, 015, 016, 017, 018, 019
36	Smart space	Διεπαφή / Διαχείριση	Μέτρια	Διαφορετικές τοπικές IoT πλατφόρμες θα μπορούν να επικοινωνούν και να αλληλεπιδρούν τοπικά, με την χρήση του ενδιάμεσου λογισμικού.	005, 010, 011, 012, 013, 014, 015, 016, 017, 018, 019
37	Smart space, Smart device	Διαχείριση	Μέτρια	Μια IoT συσκευή η οποία είναι διασυνδεδεμένη με το ενδιάμεσο λογισμικό θα μπορεί να είναι προσβάσιμη ακόμη και στην περίπτωση που δεν είναι διαθέσιμη κάποια διαδικτυακή σύνδεση. Αρκεί, να είναι γνωστό το url που θα χρησιμοποιηθεί και με προϋπόθεση ότι είναι ‘’ανεβασμένο’’ το symbIoTe Cloud στην πλατφόρμα IoT του IoT Data Provider.	003, 004, 007, 011, 012, 013, 014, 015, 016, 017, 018, 019
38	Smart space, Smart device	Διαχείριση	Υψηλή	Μια IoT συσκευή η οποία είναι διασυνδεδεμένη με το ενδιάμεσο λογισμικό θα μπορεί να είναι προσβάσιμη από μια άλλη IoT συσκευή ακόμη και στην περίπτωση που δεν είναι διαθέσιμη κάποια διαδικτυακή σύνδεση. Αυτό θα μπορεί να συμβεί εφόσον υπάρχει αντιστοιχία στον ίδιο Smart space.	003, 004, 007, 011, 012, 013, 014, 015, 016, 017, 018, 019
39	Smart space, Smart device	Διαχείριση	Υψηλή	Μια συσκευή θα πρέπει να έχει ένα μοναδικό αναγνωριστικό.	004, 007

40	Smart space, Smart device	Διαχείριση	Μέτρια	Το ενδιάμεσο λογισμικό θα πρέπει να αποδέχεται τις συσκευές που προσπαθούν να διασυνδεθούν μαζί του και να τις συγχωνέψει στο Smart space.	003, 004, 007
41	Smart space, Smart device, Application, Cloud	Ασφάλεια	Υψηλή	Το σύστημα θα πρέπει να παρέχει μηχανισμούς για αυθεντικοποίηση όλων των εμπλεκόμενων χρηστών.	001, 002, 003, 004
42	Application	Ασφάλεια	Υψηλή	Το σύστημα θα πρέπει να έχει μηχανισμούς για την εδραίωση εμπιστοσύνης. Οι πληροφορίες πρέπει να αποθηκεύονται σε ασφαλή τοποθεσία αποθήκευσης δεδομένων. Θα υπάρχουν είτε online είτε offline εργαλεία επαλήθευσης.	005, 010
43	Smart space	Ασφάλεια	Μέτρια	Η διαδικασία για την αυθεντικοποίηση στον Smart space θα είναι διαθέσιμη ακόμη και στην περίπτωση που δεν υπάρχει διαδικτυακή σύνδεση.	001, 002, 003, 004
44	Application, Cloud	Ασφάλεια	Υψηλή	Το σύστημα θα μπορεί να ανακαλέσει τα δικαιώματα πρόσβασης στους χρήστες του.	005, 008, 009
45	Application, Cloud	Ασφάλεια	Υψηλή	Το σύστημα θα πρέπει ρητώς να εξηγεί τους λόγους τερματισμού των δικαιωμάτων πρόσβασης.	008, 009
46	Cloud	Ασφάλεια	Υψηλή	Το σύστημα θα υποστηρίζει διαδικασία sign – in.	002
47	Application, Cloud	Ασφάλεια	Υψηλή	Το σύστημα θα πρέπει να συμβαδίζει με τους εκάστοτε κανονισμούς απορρήτου και να διασφαλίζει την μη αποκάλυψη της τοποθεσίας των χρηστών, την ανωνυμία τους καθώς και την μη αποκάλυψη του είδους των δεδομένων που αγοράζονται από αυτούς.	005, 010
48	Application, Cloud	Ασφάλεια	Υψηλή	Το σύστημα πρέπει να παρέχει στους χρήστες τη δυνατότητα να παραμετροποιούν το απόρρητο και να επιλέγουν που και από ποιόν θα γίνεται επεξεργασία των δεδομένων τους.	005
49	Application, Cloud, Smart device, Smart space	Ασφάλεια	Υψηλή	Οι κανονισμοί πρόσβασης θα πρέπει να καθοριστούν ως κανονισμοί απορρήτου.	001, 002, 003, 004, 005, 006, 007,

					008, 009, 010, 011, 012
50	Application, Cloud	Ασφάλεια	Υψηλή	Το σύστημα θα πρέπει να υποστηρίζει την αυθεντικοποίηση του χρήστη χωρίς την απαραίτητη προϋπόθεση ότι αυθεντικοποιείται μόνο για συγκεκριμένη χρήση και για δεδομένα από μια συγκεκριμένη IoT πλατφόρμα. Για παράδειγμα, θα πρέπει να μπορεί να γίνει αυθεντικοποίηση για δεδομένα της IoT πλατφόρμας A, αλλά με ασφαλή τρόπο να μπορεί να έχει πρόσβαση και σε δεδομένα της IoT πλατφόρμας B, χωρίς να χρειάζεται να γίνει αυθεντικοποίηση εκ νέου.	001, 002, 003
51	Application	Ασφάλεια	Χαμηλή	Το σύστημα θα υποστηρίζει αυθεντικοποίηση με pin/password για τις IoT πλατφόρμες. Οι πλατφόρμες για να είναι αποδεκτές στο IoTFeds θα πρέπει να το υποστηρίζουν αυτό.	001, 002, 003, 011, 012, 013, 014, 015, 016, 017, 018, 019
52	Application	Ασφάλεια	Μέτρια	Το σύστημα θα υποστηρίζει την αμφίδρομη αυθεντικοποίηση. Αυτό σημαίνει ότι δεν θα υπάρχει μόνο αυθεντικοποίηση από τον χρήστη προς το σύστημα αλλά και από το σύστημα προς τον χρήστη. Με τον τρόπο αυτό θα γίνεται πιο εύκολη η ανίχνευση κακόβουλης κίνησης στο σύστημα.	001, 002, 003
53	Application, Cloud	Διαχείριση	Μέτρια	Το σύστημα IoTFeds θα επιτρέπει στις εκάστοτε IoT πλατφόρμες να ελέγχουν πότε ο εκάστοτε χρήστης πραγματοποιεί εγγραφή στην εκάστοτε πλατφόρμα.	001, 003, 011, 012, 013, 014, 015, 016, 017, 018,

					019
54	Application, Cloud	Διαχείριση	Υψηλή	Το σύστημα θα επιτρέπει τη δημιουργία ομοσπονδιών.	006
55	Application, Cloud	Διαχείριση, Ασφάλεια	Υψηλή	Το σύστημα θα έχει τη δυνατότητα θέσπισης κανόνων μιας δημιουργίας και λειτουργίας ομοσπονδίας.	001, 002, 003, 004, 005, 006, 007, 008, 009, 010, 011, 012
56	Application, Cloud	Διαχείριση, Ασφάλεια	Υψηλή	Το σύστημα θα επιτρέπει την αυτοματοποιημένη διαχείριση της εισόδου/εξόδου μελών μιας ομοσπονδίας με χρήση smart contracts.	001, 002, 003, 004, 007, 008, 009
57	Application, Cloud	Διαχείριση, Ασφάλεια	Υψηλή	Το σύστημα θα έχει μηχανισμούς καταγραφής χρήση πόρων (accounting) από τα μέλη της ομοσπονδίας.	005, 010
58	Application, Cloud	Διαχείριση	Υψηλή	Το σύστημα θα επιτρέπει την ανακάλυψη IoT πόρων και την κατανεμημένη αναζήτηση. Αυτό σημαίνει ότι, κάθε χρήστης θα μπορεί να πραγματοποιεί αναζήτηση σχετικά με δεδομένα και υπηρεσίες που τον ενδιαφέρουν, αφού πρώτα ολοκληρώσει τη σύνδεσή του στο σύστημα. Επίσης, λαμβάνονται υπόψιν οι πολιτικές πρόσβασης.	005
59	Application, Cloud	Διαχείριση, Ασφάλεια	Υψηλή	Το σύστημα θα επιτρέπει την εισαγωγή νέου μέλους σε ήδη υπάρχουσα ομοσπονδία. Ο χρήστης της ομοσπονδίας πρέπει να είναι εγγεγραμμένος στο symbIoTe ως classified user. Ο έλεγχος των δικαιωμάτων του χρήστη θα γίνεται στην πλατφόρμα blockchain. Επίσης, η IoT πλατφόρμα που θέλει να συμμετέχει στην ομοσπονδία πρέπει να είναι εγγεγραμμένη στο symbIoTe.	007
60	Application, Cloud	Διαχείριση, Ασφάλεια	Υψηλή	Το σύστημα θα επιτρέπει τη διαγραφή της ομοσπονδίας και των μελών της. Προϋπόθεση για	009

				να συμβεί αυτό, είναι ότι ο χρήστης θα πρέπει να είναι εγγεγραμμένος στο IoTFeds σαν διαχειριστής.	
61	Application, Cloud	Διαχείριση	Υψηλή	Το σύστημα θα επιτρέπει την αγορά δεδομένων. Πιο συγκεκριμένα, οποιοσδήποτε χρήστης θα είναι σε θέση να προχωρήσει σε αγορά δεδομένων από άλλους χρήστες. Προϋπόθεση για να συμβεί αυτό είναι, η ύπαρξη χρηστών και ομοσπονδιών που είναι διατεθειμένοι να πουλήσουν δεδομένα.	010
62	Application, Cloud	Διαχείριση	Μέτρια	Το σύστημα θα έχει λειτουργικότητα που επιτρέπει την αναζήτηση πόρων διαδικτύου των πραγμάτων μέσα από αυτό.	010
63	Application, Cloud	Ασφάλεια	Υψηλή	Το σύστημα θα προστατεύει τη διεκπεραίωση των αγορών. Πιο συγκεκριμένα, η ύπαρξη Ethereum Private Blockchain θα χρησιμοποιείται για την ασφαλή διεκπεραίωση αγορών.	010

6 Μη Λειτουργικές Απαιτήσεις

Οι μη λειτουργικές απαιτήσεις, είναι δεύτερη κατηγορία απαιτήσεων που καταγράφεται στο τρέχον παραδοτέο. Πρόκειται βασικά για τους περιορισμούς ποιότητας που πρέπει να ικανοποιεί το σύστημα σύμφωνα με τη σύμβαση έργου. Η προτεραιότητα ή ο βαθμός στον οποίο εφαρμόζονται, ποικίλλει ανάλογα με το σύστημα. Επίσης, ονομάζονται και μη συμπεριφορικές απαιτήσεις. Οι κατηγορίες για τις μη λειτουργικές απαιτήσεις που λαμβάνονται υπόψιν είναι οι ακόλουθες:

6.1 Αξιοπιστία

Η αξιοπιστία (reliability) αποτελεί μια μη λειτουργική απαίτηση, η οποία διαδραματίζει βαρύνοντα ρόλο στην ανάπτυξη του συστήματος IoTFeds. Η αξιοπιστία συνδέεται στενά τόσο με την μη λειτουργική απαίτηση περί ασφαλείας όσο και με αυτή της επίδοσης. Πιο συγκεκριμένα, για την περίπτωση του έργου IoTFeds, η αξιοπιστία επικεντρώνεται στην μείωση στο ελάχιστο της πιθανότητας απώλειας δεδομένων αλλά και της απώλειας διαθεσιμότητας των υπηρεσιών του συστήματος υπό την επήρεια σφαλμάτων. Για την επίτευξη της υψηλής αξιοπιστίας, θα χρησιμοποιηθούν κατάλληλες τεχνικές συνεχούς επισκόπησης και παρακολούθησης (monitoring) για τον ταχύ εντοπισμό σφαλμάτων και αυτόματης ανάκαμψης και επαναφοράς των υπηρεσιών. Επίσης, για την επίτευξη υψηλής αξιοπιστίας θα χρησιμοποιηθούν κατάλληλες τεχνικές μέθοδοι πλεονάσματος (redundancy) και ομοιοτυπίας (replication) στον σχεδιασμό και την υλοποίηση του συστήματος.

Πίνακας 33: Μη Λειτουργικές Απαιτήσεις - Αξιοπιστία

Α/Α	Τομέας	Σημαντικότητα	Περιγραφή	Use Cases
1	Application, Cloud	Μέτρια	Ταχύτητα απόκρισης κατά την εγγραφή (εντός ενός δευτερολέπτου). Θα πρέπει να μετράται σε δευτερόλεπτα και εξαρτάται ταυτόχρονα από τον αριθμό των εγγραφόμενων συσκευών.	001, 003, 004
2	Application, Cloud	Μέτρια	Ταχύτητα απόκρισης κατά την αναζήτηση (προτεινόμενη εντός 1 δευτερολέπτου). Θα πρέπει η ταχύτητα να κλιμακώνεται σύμφωνα με τον όγκο των αποτελεσμάτων και τον όγκο των διαθέσιμων δεδομένων. Θα πρέπει να μετράται σε δευτερόλεπτα.	005
3	Application, Cloud	Μέτρια	Αριθμός IoT πλατφόρμων. Το σύστημα θα πρέπει να κλιμακώνει ανάλογα με τον αριθμό των περιπτώσεων για κάθε IoT πλατφόρμα. Πιο συγκεκριμένα θα μπορεί να κλιμακώνει σε χιλιάδες περιπτώσεις στην κλίμακα των περιπτώσεων.	005, 010

6.2 Επίδοση

Η μη λειτουργική απαίτηση της επίδοσης συνδέεται άμεσα και έμμεσα βέβαια με την τελική αποδοχή του συστήματος από τους χρήστες. Η επίδοση συνδέεται εμμέσως τόσο με την αξιοπιστία, η οποία αναφέρθηκε πρωτύτερα, όσο και με την κλιμακωσιμότητα όπως θα αναφερθεί στη συνέχεια. Πιο συγκεκριμένα, η επίδοση αφορά την ταχύτητα απόκρισης του

συστήματος υπό συγκεκριμένα επίπεδα φόρτου. Για τα επιθυμητά επίπεδα απόκρισης και υψηλής ρυθμό-απόδοσης θα γίνει χρήση των κατάλληλων τεχνικών σχεδίασης αποδοτικών συστημάτων λογισμικού. Σε αυτές τις τεχνικές περιλαμβάνονται, ο υψηλός βαθμός παράλληλης επεξεργασίας (αποδοτικής χρήσης πολλαπλών πυρήνων) και οι ταχείες μονάδες αποθήκευσης.

Πίνακας 34: Μη Λειτουργικές Απαιτήσεις - Επίδοση

Α/Α	Τομέας	Σημαντικότητα	Περιγραφή	Use Cases
1	Application, Cloud	Μέτρια	Ταχύτητα απόκρισης κατά την εγγραφή (εντός ενός δευτερολέπτου). Θα πρέπει να μετράται σε δευτερόλεπτα και εξαρτάται ταυτόχρονα από τον αριθμό των εγγραφόμενων συσκευών.	001, 003, 004
2	Application, Cloud	Μέτρια	Ταχύτητα απόκρισης κατά την αναζήτηση (προτεινόμενη εντός 1 δευτερολέπτου). Θα πρέπει η ταχύτητα να κλιμακώνεται σύμφωνα με τον όγκο των αποτελεσμάτων και τον όγκο των διαθέσιμων δεδομένων. Θα πρέπει να μετράται σε δευτερόλεπτα.	005
3	Application, Cloud	Μέτρια	Καθυστέρηση μεταφοράς (latency) κατά την πρόσβαση στην IoT υπηρεσία. Θα πρέπει να υπάρχει ένα ανώτατο όριο στα 2 δευτερόλεπτα.	002, 005, 010
4	Application, Cloud	Μέτρια	Όγκος υποστηριζόμενων IoT υπηρεσιών. Το σύστημα θα πρέπει να μπορεί να διαχειριστεί μεγάλο όγκο δεδομένων και μεταδεδομένων από τις IoT πλατφόρμες.	003, 004, 005, 010
5	Application, Cloud	Μέτρια	Όγκος αιτημάτων αναζήτησης. Το σύστημα θα πρέπει να υποστηρίζει την διεκπεραίωση χιλιάδων αιτημάτων αναζήτησης ανά δευτερόλεπτο στον απαιτούμενο χρόνο απόκρισης.	005 ,010
6	Application, Cloud	Μέτρια	Όγκος παρακολουθούμενων πληροφοριών. Το σύστημα θα μπορεί να παρακολουθεί τα συλλεγόμενα και παρεχόμενα δεδομένα των IoT πλατφόρμων. Το σύστημα θα μπορεί να διαχειρίζεται στον απαιτούμενο χρόνο μεγάλο όγκο δεδομένων (Big Data).	005, 010
7	Cloud	Μέτρια	Η ολοκλήρωση ενός SLA θα πρέπει να πραγματοποιείται εντός 1 δευτερολέπτου όταν μια προσφορά είναι ήδη διαθέσιμη.	005, 010

6.3 Κλιμακωσιμότητα

Η κλιμακωσιμότητα συνδέεται άμεσα όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως με την επίδοση. Πιο συγκεκριμένα, η απαίτηση της κλιμακωσιμότητας αφορά την δυνατότητα αύξησης του ρυθμού απόδοσης του συστήματος καθώς αυξάνει ο φόρτος (π.χ. αριθμός χρηστών που λαμβάνουν δεδομένα από το σύστημα, αριθμός πλατφόρμων που προχωρούν σε ανταλλαγή δεδομένων ταυτόχρονα). Επίσης, η κλιμακωσιμότητα σχετίζεται με την κατάλληλη χρήση πρόσθετων πόρων (π.χ. περισσότεροι πυρήνες, μνήμη, μονάδες αποθήκευσης). Αυτά αποτελούν σημαντικά χαρακτηριστικά του συστήματος IoTFeds, καθώς έτσι εξασφαλίζεται ότι το σύστημα μπορεί να υποστηρίξει με δυναμικό τρόπο, τον αυξανόμενο αριθμό χρηστών και της χρήσης των IoT πλατφόρμων δημιουργώντας με τον τρόπο αυτό το κατάλληλο περιβάλλον για διαχείρισης δεδομένων μεγάλου όγκου.

Τέλος, ακόμη ένας σημαντικός παράγοντας που συμπεριλαμβάνεται στην κλιμακωσιμότητα, είναι το χαμηλό κόστος συντήρησης του συστήματος, μέσω τεχνικών αυτόματης επισκόπησης, παρακολούθησης και αυτοδιαχείρισης. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχει η διασφάλιση ότι το αυξανόμενο μέγεθος του συστήματος δεν αυξάνει δυσανάλογα την πολυπλοκότητα διαχείρισής του.

Πίνακας 35: Μη Λειτουργικές Απαιτήσεις - Κλιμακωσιμότητα

Α/Α	Τομέας	Σημαντικότητα	Περιγραφή	Use Cases
1	Application, Cloud	Μέτρια	Ταχύτητα απόκρισης κατά την αναζήτηση (προτεινόμενη εντός 1 δευτερολέπτου). Θα πρέπει η ταχύτητα να κλιμακώνεται σύμφωνα με τον όγκο των αποτελεσμάτων και τον όγκο των διαθέσιμων δεδομένων. Θα πρέπει να μετράται σε δευτερόλεπτα.	005
2	Application, Cloud	Μέτρια	Αριθμός IoT πλατφόρμων. Το σύστημα θα πρέπει να κλιμακώνει ανάλογα με τον αριθμό των περιπτώσεων για κάθε IoT πλατφόρμα. Πιο συγκεκριμένα θα μπορεί να κλιμακώνει σε χιλιάδες περιπτώσεις στην κλίμακα των περιπτώσεων.	005, 010
3	Application, Cloud	Μέτρια	Αριθμός εφαρμογών. Το σύστημα θα πρέπει να κλιμακώνει ανάλογα με τον αριθμό των περιπτώσεων για κάθε εφαρμογή. Πιο συγκεκριμένα θα μπορεί να κλιμακώνει σε χιλιάδες περιπτώσεις στην κλίμακα των περιπτώσεων.	005, 010
4	Application, Cloud	Μέτρια	Όγκος αιτημάτων αναζήτησης. Το σύστημα θα πρέπει να υποστηρίζει την διεκπεραίωση χιλιάδων αιτημάτων αναζήτησης ανά δευτερόλεπτο στον απαιτούμενο χρόνο απόκρισης.	005 ,010

6.4 Ασφάλεια

Η μη λειτουργική απαίτηση της ασφάλειας περιλαμβάνει όλες τις πτυχές ασφάλειας της αρχιτεκτονικής του συστήματος, συμπεριλαμβανομένων του ελέγχου της ταυτότητας, της εξουσιοδότησης, του απορρήτου κ.λπ.

Για το έργο IoTFeds, το ενδιάμεσο λογισμικό που χρησιμοποιείται ενσωματώσει όλους τους απαραίτητους μηχανισμούς διαλειτουργικότητας, ασφάλειας, φήμης, εμπιστοσύνης, πολιτικών χρέωσης και εκκαθάρισης για την εύρυθμη λειτουργία της ομοσπονδίας και της αγοράς, και θα βασιστεί στην τεχνολογία Blockchain.

Πιο συγκεκριμένα, παρότι μια ομοσπονδία μπορεί να θεωρηθεί ως κλειστή ομάδα, η ασφάλεια στην πρόσβαση και μετάδοση των δεδομένων IoT παραμένει σημαντική. Η προσαρμογή της Blockchain πλατφόρμας που προσφέρεται από το ΕΚΕΤΑ θα συμβάλει προς αυτή την κατεύθυνση. Προς αυτό το σκοπό εξελίσσεται και προσαρμόζεται η Blockchain πλατφόρμα που έχει δημιουργήσει το ΕΚΕΤΑ, με την ονομασία BaaS (Blockchain-as-a-Service), με στόχο τη δημιουργία και διαχείριση ταυτοτήτων χρηστών και οντοτήτων (πλατφόρμες IoT) για την επίτευξη ασφάλειας και παρακολούθησης συμπράξεων και συναλλαγών δεδομένων. Η Blockchain πλατφόρμα ενσωματώνει κατάλληλα έξυπνα συμβόλαια για πλήθος συναλλαγών, όπως ενδεικτικά διαχείρισης δικαιωμάτων πρόσβασης, χρονικών ή βάση όγκου δεδομένων περιορισμών, τμηματοποίησης πρόσβασης, πολύ-εγκριτικών συναλλαγών (multi-signature) και άλλων λειτουργιών. Παράλληλα ενσωματώνεται διαδικασία δημιουργίας και διαχείρισης ERC20 κρυπτονομισμάτων (tokens) βασισμένων στο πρωτόκολλο Ethereum προκειμένου να υποστηριχτούν εναλλακτικοί μηχανισμοί συναλλαγής ανάμεσα στις πλατφόρμες IoT.

Επίσης, για την προστασία ευαίσθητων δεδομένων, εξετάζεται το ενδεχόμενο ανάπτυξης μη λειτουργικών χαρακτηριστικών ασφαλείας, όπως για παράδειγμα, η χρήση ασφαλών βάσεων δεδομένων για την αποθήκευση των δεδομένων των χρηστών. Η ασφάλεια στις βάσεις δεδομένων μπορεί να περιλαμβάνει τείχη προστασίας για την αποτροπή μη εξουσιοδοτημένης πρόσβασης. Επίσης, στα τυπικά μέτρα ασφαλείας, περιλαμβάνονται και τα ακόλουθα:

- **Δημιουργία λογαριασμού**: Τα συστήματα απαιτούν από τους χρήστες να δημιουργήσουν λογαριασμούς για πρόσβαση σε εφαρμογές που αποθηκεύουν πληροφορίες και εμφανίζουν προφίλ. Ένα σύστημα ασφαλείας συνήθως παρέχει πρόσβαση σε λογαριασμούς όταν οι χρήστες εισάγουν το σωστό όνομα χρήστη και κωδικό πρόσβασης.
- **Δημιουργία κωδικού πρόσβασης**: Το σύστημα ενδέχεται να μην παραχωρήσει πρόσβαση έως ότου ο χρήστης δημιουργήσει έναν ισχυρό κωδικό πρόσβασης. Για παράδειγμα, ένας ισχυρός κωδικός πρόσβασης μπορεί να περιέχει έναν ορισμένο αριθμό χαρακτήρων και ένα κεφαλαίο γράμμα.
- **Απάντηση σε ερωτήσεις ασφαλείας**: Ένα σύστημα ασφαλείας για ένα προϊόν μπορεί να κάνει ερωτήσεις στις οποίες μόνο ο χρήστης γνωρίζει την απάντηση. Αυτό μπορεί να βοηθήσει στην επαλήθευση της ταυτότητας ενός χρήστη όταν συνδέεται σε έναν λογαριασμό.
- **Κλείδωμα λογαριασμού**: Μετά από έναν ορισμένο αριθμό προσπαθειών σύνδεσης, ένα σύστημα ασφαλείας μπορεί να κλειδώσει έναν λογαριασμό για να προστατεύσει τις πληροφορίες ενός χρήστη από πιθανούς κακόβουλους χρήστες (hackers). Για να ξεκλειδώσει τον λογαριασμό του, ένας χρήστης μπορεί συνήθως να καλέσει την υποστήριξη για να επαληθεύσει την ταυτότητά του και να ορίσει έναν νέο κωδικό πρόσβασης.

Επίσης και καθότι για το έργο IoTFeds η ασφάλεια και προστασία των δεδομένων των χρηστών αποτελεί υψηλή προτεραιότητα, εφαρμόζεται η σύμπλευση με τον Γενικό Κανονισμό Προστασίας Δεδομένων. Πιο συγκεκριμένα, καθώς από τις 24/5/2018 έχει τεθεί σε ισχύ ο Γενικός Κανονισμός Προστασίας Δεδομένων (GDPR)[21], το έργο θα προβεί σε όλες τις απαραίτητες ενέργειες για να είναι σύμφωνος με αυτό τον κανονισμό.

Πίνακας 36: Μη Λειτουργικές Απαιτήσεις - Ασφάλεια

Α/Α	Τομέας	Κατηγορία	Σημαντικότητα	Περιγραφή	Use Cases
16	Application, Cloud	Ασφάλεια	Χαμηλή	Το σύστημα μπορεί να παρέχει οδηγό βέλτιστων πρακτικών για εφαρμογές για τη λειτουργία και χρήση σε ασφαλές περιβάλλον από τον τελικό χρήστη προκειμένου να λειτουργούν με ασφαλή τρόπο και να διατηρούν το απόρρητο.	005, 010
17	Application, Cloud	Ασφάλεια	Μέτρια	Το σύστημα θα έχει τη δυνατότητα να ανιχνεύει και να ειδοποιεί τους χρήστες σχετικά με σφάλματα ασφαλείας.	005, 010
18	Application	Ασφάλεια	Χαμηλή	Το σύστημα θα χρησιμοποιεί απλή γλώσσα χωρίς εξεζητημένους τεχνικούς όρους, έτσι ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί και να είναι κατανοητό από χρήστες χωρίς τεχνικό υπόβαθρο.	001, 002, 003, 004, 005, 006, 007, 008, 009, 010, 011, 012

6.5 Σημασιολογική διαλειτουργικότητα

Η μη λειτουργική απαίτηση της διαλειτουργικότητας επικεντρώνεται στο χαρακτηριστικό ενός προϊόντος ή συστήματος, του οποίου οι διεπαφές είναι πλήρως κατανοητές, ώστε να συνεργάζεται με άλλα προϊόντα ή συστήματα, στο παρόν ή στο μέλλον, είτε στην υλοποίηση είτε στην πρόσβαση, χωρίς κανέναν περιορισμό.

Εκτενέστερα, για το σύστημα IoTFeds, η ανάγκη για οριζόντιες λύσεις πάνω από πολλαπλές πλατφόρμες IoT και διαφορετικούς επιχειρηματικούς τομείς (business domains), καθιστά την διαλειτουργικότητα μια από τις σημαντικότερες προκλήσεις του IoT, μαζί με την ασφάλεια. Η διαλειτουργικότητα διακρίνεται σε 4 κατηγορίες, οι οποίες είναι οι ακόλουθες:

- Η **τεχνική**, η οποία αφορά τα πρωτόκολλα επικοινωνίας και τις τεχνολογικές υποδομές.
- Η **συντακτική**, η οποία αφορά τη μορφή των ανταλλασσόμενων δεδομένων.
- Η **σημασιολογική**, η οποία σχετίζεται με την ερμηνεία των δεδομένων και με τα μοντέλα πληροφορίας για την αναπαράσταση της πληροφορίας.
- Η **οργανωτική**, η οποία σχετίζεται με την αποδοτική μετάδοση της πληροφορίας μεταξύ διαφορετικών συστημάτων και πάνω από διαφορετικές υποδομές.

[21] https://gdpr-info.eu/

Η Ευρωπαϊκή ερευνητική κοινότητα μελετά λύσεις στον τομέα της διαλειτουργικότητας, μέσω των ερευνητικών έργων του IoT-EPI cluster (IoT Europeans Platforms Initiative), και τους τρόπους εφαρμογής της σε μεγάλου εύρους πιλοτικές εφαρμογές, μέσω των ερευνητικών έργων που ανήκουν στο IoT-LSP cluster (IoT Large Scale Pilots). Από τα πρόσφατα αποτελέσματα ερευνητικών έργων, διακρίνονται τρείς προσεγγίσεις για την επίτευξη της (οργανωτικής) διαλειτουργικότητας:

- **Πύλη και Μηχανή Αναζήτησης IoT (IoT Portal and Search Engine)**: ένα κεντρικοποιημένο είδος αγοράς IoT, όπου πλατφόρμες διαφημίζουν τις συσκευές IoT και τρίτες εφαρμογές μπορούν να τις ανακαλύψουν και να τις χρησιμοποιήσουν.
- **Ομοσπονδία IoT (IoT Federation)**: μια κατανεμημένη λειτουργία που επιτρέπει σε πλατφόρμες IoT να σχηματίσουν ομοσπονδίες ώστε να διαμοιράζονται άμεσα συσκευές IoT μέσω ενός ελεγχόμενου διαχειριστικού περιβάλλοντος.
- **Διασυνεργατικοί Κόμβοι IoT (Interworking IoT Gateways)**: με τη λειτουργία αυτή, κόμβοι IoT που βρίσκονται στον ίδιο χώρο μπορούν να επικοινωνούν άμεσα ώστε να αναζητούν και να ανταλλάσσουν δεδομένα τοπικού χαρακτήρα.

Με την επίτευξη της διαλειτουργικότητας σε περιβάλλοντα IoT, οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των πλατφόρμων IoT και των ετερογενών συσκευών IoT αναμένονται να αυξηθούν σημαντικά. Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό αυτών των "συναλλαγών" θα είναι το γεγονός ότι η ανταλλαγή των πόρων (αισθητήρες, ενεργοποιητές) θα γίνεται απευθείας μεταξύ πλατφόρμων και εφαρμογών, χωρίς την ανάγκη εμπλοκής ή ενημέρωσης του τελικού χρήστη για λεπτομέρειες του συντελεσθέντος διαμοιρασμού πόρων.

Σε ένα τέτοιο δυναμικό περιβάλλον όπου μια εφαρμογή θα μπορεί να αλληλεπιδρά με ετερογενή περιβάλλοντα IoT που θα ανακαλύπτει εκείνη τη στιγμή, είναι απαραίτητο να υπάρχει έλεγχος στην πρόσβαση και τον διαμοιρασμό των δεδομένων. Τα τελευταία χρόνια, και στα πλαίσια της προτεραιότητας της Ευρωπαϊκής Ένωσης για Digital Single Market, η ερευνητική κοινότητα στρέφεται στην υλοποίηση μηχανισμών για αγορές δεδομένων IoT (IoT data marketplaces) που θα επιτρέπουν όχι μόνο την ανταλλαγή δεδομένων IoT αλλά και την απαραίτητη κοστολόγηση, τιμολόγηση και τελικά χρέωση των "συναλλαγών".

Το παρόν έργο θα βασιστεί στην προσέγγιση της διαλειτουργικότητας μέσω Ομοσπονδιών IoT και θα υλοποιήσει μια κατανεμημένη αγορά δεδομένων IoT μεταξύ των ομόσπονδων μελών. Η επιλογή για έμφαση στις IoT ομοσπονδίες ενισχύεται τεχνικά από την κατανεμημένη φύση των λύσεων IoT και την ανάγκη για άμεση αλληλεπίδραση μεταξύ ετερογενών συσκευών και πλατφορμών χωρίς ενδιάμεσους.

Πίνακας 37: Μη Λειτουργικές Απαιτήσεις – Σημασιολογική Διαλειτουργικότητα

A/A	Τομέας	Σημαντικότητα	Περιγραφή	Use Cases
1	Smart space	Υψηλή	Το σύστημα θα πρέπει να διασφαλίζει την προστασία των χρηστών και την πολιτική απορρήτου που τους διέπει. Δεν θα πρέπει να αποκαλύπτονται δημοσίως, κρίσιμα δεδομένα σχετικά με την αλληλεπίδραση (αγορά δεδομένων, τοποθεσίες χρηστών, ονόματα χρηστών κτλ.) των χρηστών με το σύστημα.	005, 010

6.6 Διεπαφή

Με τον ορισμό της διεπαφής ως μη λειτουργική απαίτηση, αναφερόμαστε στις μεθόδους που χρησιμοποιούνται για να καταστεί δυνατή η αλληλεπίδραση μεταξύ διαφορετικών οντοτήτων στην αρχιτεκτονική του συστήματος IoTFeds, εντός και μεταξύ των τομέων, αλλά και μεταξύ του συστήματος και των τελικών χρηστών ή/και πελατών.

Πίνακας 38: Μη Λειτουργικές Απαιτήσεις - Διεπαφή

Α/Α	Τομέας	Σημαντικότητα	Περιγραφή	Use Cases
1	Application, Cloud	Υψηλή	Το σύστημα θα πρέπει να ακολουθεί ένα κοινό πληροφοριακό μοντέλο για την περιγραφή των διαθέσιμων IoT υπηρεσιών ανάμεσα στις IoT πλατφόρμες.	003, 004, 005
2	Application	Μέτρια	Οι υπηρεσίες IoT θα πρέπει να εμφανίζονται στους developers με έναν ομοιογενή τρόπο. Η διεπαφή για τους application developers δεν θα πρέπει να διαφέρει ανάμεσα στις IoT πλατφόρμες. Η ταυτότητα της πηγής των δεδομένων θα πρέπει να μπορεί να προβληθεί από τους developers αν χρειαστεί.	003, 004, 005
3	Application, Cloud	Υψηλή	Η παρεχόμενη πληροφορία από τις IoT υπηρεσίες και IoT συσκευές, θα πρέπει να έχει τις μονάδες που αντιστοιχούν στο είδος των δεδομένων για τα οποία γίνεται λόγος. Επίσης, θα πρέπει να συμβαδίζουν με το κοινό πληροφοριακό μοντέλο (εκατοστά, μέτρα κτλ.).	003, 004, 005, 011, 012, 013, 014, 015, 016, 017, 018, 019
4	Application, Cloud	Υψηλή	Το πληροφοριακό μοντέλο της εκάστοτε IoT πλατφόρμας για την εκάστοτε εγγεγραμμένη IoT υπηρεσία στο σύστημα θα πρέπει να είναι ευθυγραμμισμένο με το πληροφοριακό μοντέλο του συστήματος IoTFeds.	003, 004, 005, 011, 012, 013, 014, 015, 016, 017, 018, 019
5	Application, Cloud	Υψηλή	Το σύστημα θα πρέπει να μπορεί να δεχθεί προεκτάσεις σχετικά με το κοινό πληροφοριακό μοντέλο για την περιγραφή των IoT υπηρεσιών ανάμεσα στις διαφορετικές εγγεγραμμένες IoT πλατφόρμες.	005

6.7 Χρηστικότητα

Η μη λειτουργική απαίτηση της χρηστικότητας, συνδέεται άμεσα και έμμεσα σε πολλές περιπτώσεις με την διεπαφή. Σίγουρα δεν είναι το ίδιο, συνεπώς για τον λόγο αυτό έχουμε λάβει την χρηστικότητα και την διεπαφή ως δύο ξεχωριστές κατηγορίες μη λειτουργικών απαιτήσεων.

Πιο συγκεκριμένα, μια διεπαφή θα πρέπει να είναι εύκολη στην εκμάθηση του τρόπου χρήσης και εύκολη στην απομνημόνευση σχετικά με το πως μπορεί και πρέπει να χρησιμοποιείται. Ειδικά για περιπτώσεις συστημάτων και εφαρμογών που διέπονται από σπάνια χρήση.

Πρακτικά, αυτό σημαίνει ότι δεν θα πρέπει να απαιτείται από τους χρήστες να συμβουλεύονται ένα εγχειρίδιο κάθε φορά που χρειάζεται να χρησιμοποιούν το συγκεκριμένο σύστημα.

Σύμφωνα με την μη λειτουργική απαίτηση της χρηστικότητας, ο σχεδιασμός της διεπαφής θα πρέπει να υποστηρίζει τα ακόλουθα:

- **Αποτελεσματικότητα χρήσης**: οι στόχοι επιτυγχάνονται εύκολα γρήγορα και με λίγα ή καθόλου σφάλματα χρήστη.
- **Διαισθητικότητα**: η διεπαφή είναι εύκολη στην εκμάθηση και την πλοήγηση. Επίσης, τα μηνύματα σφάλματος είναι εύκολα κατανοητά.
- **Χαμηλό αντιληπτό φόρτο εργασίας**: η διεπαφή φαίνεται εύκολη στη χρήση, αντί εκφοβιστική, απαιτητική και απογοητευτική.

Στην περίπτωση του έργου IoTFeds, έχουν ληφθεί υπόψιν τα προαναφερθέντα και ο σχεδιασμός του συστήματος σίγουρα δεν θα χαρακτηρίζεται ως αποτρεπτικός για τον χρήστη, όπως επίσης η χρήση του ενδιάμεσου λογισμικού και της πλατφόρμας Blockchain καθιστούν τον φόρτο εργασίας μη αντιληπτό στον χρήστη. Ταυτόχρονα, οι IoT πλατφόρμες που συνδέονται στο ενδιάμεσο λογισμικό είναι ήδη δοκιμασμένες, συνεπώς η εμφάνιση σφαλμάτων καθίσταται, αν όχι ανύπαρκτη, τουλάχιστον σε εξαιρετικά μικρό βαθμό αισθητή και εμφανής.

Πίνακας 39: Μη Λειτουργικές Απαιτήσεις - Χρηστικότητα

Α/Α	Τομέας	Σημαντικότητα	Περιγραφή	Use Cases
1	Application, Cloud	Υψηλή	Το σύστημα θα πρέπει να ακολουθεί ένα κοινό πληροφοριακό μοντέλο για την περιγραφή των διαθέσιμων IoT υπηρεσιών ανάμεσα στις IoT πλατφόρμες.	003, 004, 005
2	Application	Μέτρια	Οι υπηρεσίες IoT θα πρέπει να εμφανίζονται στους developers με έναν ομοιογενή τρόπο. Η διεπαφή για τους application developers δεν θα πρέπει να διαφέρει ανάμεσα στις IoT πλατφόρμες. Η ταυτότητα της πηγής των δεδομένων θα πρέπει να μπορεί να προβληθεί από τους developers αν χρειαστεί.	003, 004, 005
3	Application, Cloud	Υψηλή	Η παρεχόμενη πληροφορία από τις IoT υπηρεσίες και IoT συσκευές, θα πρέπει να έχει τις μονάδες που αντιστοιχούν στο είδος των δεδομένων για τα οποία γίνεται λόγος. Επίσης, θα πρέπει να συμβαδίζουν με το κοινό πληροφοριακό μοντέλο (εκατοστά, μέτρα κτλ.).	003, 004, 005, 011, 012, 013, 014, 015, 016, 017, 018, 019
4	Application, Cloud	Υψηλή	Το πληροφοριακό μοντέλο της εκάστοτε IoT πλατφόρμας για την εκάστοτε εγγεγραμμένη IoT υπηρεσία στο σύστημα θα πρέπει να είναι ευθυγραμμισμένο με το πληροφοριακό μοντέλο του συστήματος IoTFeds.	003, 004, 005, 011, 012, 013, 014, 015, 016, 017, 018, 019
5	Application, Cloud	Υψηλή	Το σύστημα θα πρέπει να μπορεί να δεχθεί προεκτάσεις σχετικά με το κοινό πληροφοριακό μοντέλο για την	005

			περιγραφή των IoT υπηρεσιών ανάμεσα στις διαφορετικές εγγεγραμμένες IoT πλατφόρμες.	
6	Application	Χαμηλή	Το σύστημα θα χρησιμοποιεί απλή γλώσσα χωρίς εξεζητημένους τεχνικούς όρους, έτσι ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί και να είναι κατανοητό από χρήστες χωρίς τεχνικό υπόβαθρο.	001, 002, 003, 004, 005, 006, 007, 008, 009, 010, 011, 012

6.8 Διαχείριση

Διαχείριση είναι η ευκολία με την οποία οι διαχειριστές μπορούν να παρακολουθούν το σύστημα, όταν εκτίθεται σε κρίσιμες καταστάσεις και μέσω των δυνατοτήτων παρακολούθησης του. Αυτή είναι η ικανότητα του συστήματος ή της ομάδας του συστήματος να παρέχει βασικές πληροφορίες στην ομάδα λειτουργιών ώστε να είναι σε θέση να εντοπίσει σφάλματα, να αναλύσει και να κατανοήσει τη βασική αιτία των αποτυχιών.

Το κλειδί για τη μη λειτουργική απαίτηση της διαχείρισης, είναι ο σχεδιασμός μιας εφαρμογής ή ενός συστήματος που είναι απλό στη διαχείριση, με τη δημοσίευση κρίσιμων πληροφοριών για την κατάστασή του από τις δυνατότητες παρακολούθησης και την ανάλυση της βασικής αιτίας των αστοχιών.

Για την περίπτωση του έργου IoTFeds, αναφέρεται στο χειρισμό και έλεγχο των πόρων στο ολοκληρωμένο σύστημα.

Πίνακας 40: Μη Λειτουργικές Απαιτήσεις - Διαχείριση

Α/Α	Τομέας	Σημαντικότητα	Περιγραφή	Use Cases
1	Application, Cloud	Μέτρια	Όγκος παρακολουθούμενων πληροφοριών. Το σύστημα θα μπορεί να παρακολουθεί τα συλλεγόμενα και παρεχόμενα δεδομένα των IoT πλατφόρμων. Το σύστημα θα μπορεί να διαχειρίζεται στον απαιτούμενο χρόνο μεγάλο όγκο δεδομένων (Big Data).	005, 010
2	Application, Cloud	Μέτρια	Το σύστημα θα έχει τη δυνατότητα να ανιχνεύει και να ειδοποιεί τους χρήστες σχετικά με σφάλματα ασφαλείας.	005, 010

6.9 Παρακολούθηση

Η μη λειτουργική απαίτηση της παρακολούθησης σχετίζεται με τη λογική ότι όλα τα συστήματα θα πρέπει να μπορούν να παρακολουθούνται. Οι τακτικές για τη διασφάλιση της παρακολούθησης περιλαμβάνουν:

- Αναγνωριστικά συσχέτισης που δημιουργούνται κατά τη λήψη του αιτήματος, μεταβιβάζονται σε όλα τα υποσυστήματα και τις κλήσεις API και περιλαμβάνονται σε όλα τα αρχεία καταγραφής.
- Αναφορά κατάστασης απόκρισης και χρονισμού για όλες τις κλήσεις API.
- Συγκέντρωση αρχείων καταγραφής, με όλες τις υπηρεσίες και τις περιπτώσεις που καταγράφονται σε μια ενιαία κεντρική τοποθεσία.

- Καταγραφή χρήσιμων πληροφοριών και επιδιόρθωση σφαλμάτων καθώς εντοπίζονται.

Για την περίπτωση του έργου IoTFeds, η παρακολούθηση, αναφέρεται στη συλλογή πληροφοριών που περιγράφουν το παρόν και το παρελθόν της κατάστασης των πόρων στο IoTFeds σύστημα.

Πίνακας 41: Μη Λειτουργικές Απαιτήσεις - Παρακολούθηση

Α/Α	Τομέας	Σημαντικότητα	Περιγραφή	Use Cases
1	Application, Cloud	Μέτρια	Όγκος παρακολουθούμενων πληροφοριών. Το σύστημα θα μπορεί να παρακολουθεί τα συλλεγόμενα και παρεχόμενα δεδομένα των IoT πλατφόρμων. Το σύστημα θα μπορεί να διαχειρίζεται στον απαιτούμενο χρόνο μεγάλο όγκο δεδομένων (Big Data).	005, 010
2	Application, Cloud	Μέτρια	Το σύστημα θα έχει τη δυνατότητα να ανιχνεύει και να ειδοποιεί τους χρήστες σχετικά με σφάλματα ασφαλείας.	005, 010

7 Ενδιάμεση Αρχιτεκτονική Συστήματος

Η Αρχιτεκτονική ενός συστήματος σε γενικές γραμμές είναι υπεύθυνη για την περιγραφή των ακόλουθων στοιχείων:

- ✓ Τη γενική στατική δομή του συστήματος.
- ✓ Τα βασικά δομικά στοιχεία του συστήματος.
- ✓ Τον τρόπο επικοινωνίας των στοιχείων.
- ✓ Τα βασικά χαρακτηριστικά του κάθε στοιχείου.

Με την αναφορά σε στοιχεία, νοούνται τα υποσυστήματα του συνολικού συστήματος IoTFeds. Για την περίπτωση της ενδιάμεσης αρχιτεκτονικής που απασχολεί το συγκεκριμένο παραδοτέο, η αρχιτεκτονική παρέχει ένα τρόπο ανάλυσης και περιγραφής του συστήματος σε πιο υψηλό επίπεδο (High level). Συνεπώς, η ενδιάμεση αρχιτεκτονική, εστιάζει στις βασικές σχεδιαστικές αποφάσεις που λαμβάνουμε για ένα σύστημα (Clements, και συν., 2010).

7.1 Υποσυστήματα και Επιμέρους Δομικά Στοιχεία

Το σύστημα IoTFeds αποτελείται από διάφορα υποσυστήματα και επιμέρους δομικά στοιχεία. Ωστόσο, υπάρχει ένας σαφής διαχωρισμός μεταξύ αυτών. Από τη μια πλευρά βρίσκονται τα υποσυστήματα, τα οποία αποτελούν τον πυρήνα ουσιαστικά του συστήματος IoTFeds και έχουν ονομαστεί πρωτεύοντα υποσυστήματα και από την άλλη πλευρά βρίσκονται τα επιπρόσθετα υποσυστήματα, τα οποία στην προκειμένη είναι οι IoT πλατφόρμες και εφαρμογές.

Στις ακόλουθες υποενότητες θα παρουσιαστούν τα επιμέρους συστήματα και δομικά στοιχεία για το ολοκληρωμένο σύστημα IoTFeds. Αρχικά θα παρουσιαστούν τα πρωτεύοντα υποσυστήματα και στη συνέχεια τα επιπρόσθετα υποσυστήματα.

7.1.1. Πρωτεύοντα υποσυστήματα

Τα πρωτεύοντα υποσυστήματα είναι δύο. Πιο συγκεκριμένα είναι τα εξής:

- ✓ **Ενδιάμεσο λογισμικό symbIoTe.**
- ✓ **Πλατφόρμα Blockchain.**

Οι υποενότητες 7.1.1.1. και 7.1.1.2 παρουσιάζουν τα symbIoTe και Blockchain αντίστοιχα.

7.1.1.1. Ενδιάμεσο λογισμικό symbIoTe

Η ενότητα αυτή παρουσιάζει το ενδιάμεσο λογισμικό symbIoTe, που χρησιμοποιείται για τις ανάγκες του τελικού συστήματος IoTFeds.

1.1 Γενική περιγραφή υποσυστήματος (module):
Το ενδιάμεσο λογισμικό symbIoTe για τη διαλειτουργικότητα IoT επιτρέπει την ανακάλυψη και τον διαμοιρασμό IoT συσκευών και υπηρεσιών μεταξύ IoT πλατφορμών με ενιαίο και ασφαλή τρόπο. Επιτρέπει την μεταφορά μεταπληροφορίας που περιγράφει τις IoT συσκευές και υπηρεσίες που εκτίθενται, υλοποιώντας ένα ασφαλές πρωτόκολλο διαλειτουργικότητας μεταξύ των IoT πλατφόρμων, πυλών και έξυπνων συσκευών. Το symbIoTe προσφέρει διαφορετικούς μηχανισμούς διαλειτουργικότητας (compliance levels) παρέχοντας λύση για την σημασιολογική διαλειτουργικότητα και υλοποιώντας διαφορετικές μορφές οργανωτικής διαλειτουργικότητας (Ομοσπονδίες IoT, Πύλη IoT και Διασυνεργατικοί Κόμβοι IoT), ώστε να μπορούν οι IoT πλατφόρμες να διαλέξουν το επίπεδο

συνεργασίας που επιθυμούν σε ένα symbIoTe-enabled οικοσύστημα. Για τη σημασιολογική διαλειτουργικότητα, το symbIoTe εφαρμόζει ένα κοινό μοντέλο πληροφορίας (Common Information Model - CIM)[22] με δυνατότητα επέκτασης και αντιστοίχισης νέων δομών πληροφορίας ώστε να καλύπτονται οι σημασιολογικές ανάγκες των εκάστοτε πλατφορμών IoT. Το μοντέλο πληροφορίας έχει επεκταθεί σε διάφορους τομείς όπως το έξυπνο σπίτι (smart residence), η οικολογική δρομολόγηση (Smart Mobility and Ecological Routing), το έξυπνο λιμάνι (smart yachting), το έξυπνο στάδιο (smart stadium) και οι έξυπνες ιατρικές συσκευές (ehealth domain).

1.2 Βασικές – κύριες λειτουργίες:

Το symbIoTe παρέχει λειτουργίες σε τέσσερα επίπεδα: το επίπεδο των εφαρμογών (Application Domain), το επίπεδο του cloud (Cloud Domain), το επίπεδο των έξυπνων χώρων (Smart Space Domain) και το επίπεδο των έξυπνων συσκευών (Smart Device Domain). Οι βασικές λειτουργίες του συνοψίζονται παρακάτω:

- Προσφέρει μία υψηλού επιπέδου διεπαφή (high-level API) για τη διαχείριση των εικονικών IoT περιβαλλόντων του symbIoTe και την καταχώρηση εικονικών αναπαραστάσεων των IoT συσκευών που εκτίθενται από τις πλατφόρμες φιλοξενίας τους σε τρίτους.
- Παρέχει σημασιολογική IoT μηχανή αναζήτησης για την ανακάλυψη και την αναγνώριση των IoT πλατφορμών και των πόρων τους με ενοποιημένο τρόπο.
- Προσφέρει μία ενιαία και ασφαλή διεπαφή (RESTful ODATA[23]-like interworking interface) για την πρόσβαση στους IoT πόρους ως πλατφόρμα υποστηρίζοντας μηχανισμούς για την επαλήθευση της ταυτότητας και την αδειοδότηση του χρήστη (Attribute Based Access Control - ABAC)[24]
- Υποστηρίζει τη διαχείριση ομοσπονδιών πλατφορμών επιτρέποντας στενή και απευθείας συνεργασία μεταξύ των πλατφορμών με βάση τους επιχειρηματικούς κανόνες για τη συγκεκριμένη πλατφόρμα ενσωματώνοντας μηχανισμούς ανταλλαγής πόρων (resource bartering/trading) και μηχανισμούς φήμης και εμπιστοσύνης (trust and reputation management).
- Παρέχει υπηρεσίες για την ανακάλυψη και την καταχώρηση νέων IoT συσκευών σε δυναμικούς έξυπνους χώρους επιτρέποντας τη διαμόρφωση των συσκευών δυναμικά με βάση τις προκαθορισμένες πολιτικές σε αυτά τα περιβάλλοντα.
- Παρέχει υπηρεσίες για την περιαγωγή έξυπνων συσκευών οι οποίες μπορούν να συνδεθούν δυναμικά με γειτονικά περιβάλλοντα (roaming) και οι οποίες ανιχνεύονται από το symbIoTe.

1.3 Βοηθητικές – δευτερεύουσες λειτουργίες:

Δεν υπάρχει κάποια δευτερεύουσα λειτουργία.

2.1. Χαρακτηριστικά χρηστών του υποσυστήματος:

Η πρόσβαση στους εγγεγραμμένους IoT πόρους του symbiote γίνεται με τη χρήση tokens και βασίζεται στον μηχανισμό ABAC. Ο κάθε IoT πόρος έχει δηλωθεί με μία συγκεκριμένη πολιτική πρόσβασης. Κάθε χρήστης που θέλει να έχει πρόσβαση στον συγκεκριμένο IoT

[22] https://www.techtarget.com/searchstorage/definition/Common-Information-Model
[23] https://www.odata.org/
[24] https://csrc.nist.gov/Projects/Attribute-Based-Access-Control

πόρο, πρέπει να διαθέτει ένα token του οποίου τα attributes να ικανοποιούν τις συνθήκες που υπαγορεύει η πολιτική πρόσβασης.

Τα διαθέσιμα tokens είναι τα τρία παρακάτω:

- Guest Token

  Επιτρέπει πρόσβαση σε public IoT πόρους του symbIoTe

- Home Token

  Για χρήστες που έχουν λογαριασμό στον Authentication and Authorization Manager της πλατφόρμας όπου ανήκει ο IoT πόρος

- Foreign token

  tokens από Authentication and Authorization Managers στους οποίους ο χρήστης δεν έχει λογαριασμό. Δίνονται σε ανταλλαγή με τα δικά τους home tokens (bartering).

Η πολιτική πρόσβασης στους πόρους μπορεί να είναι μία από τις παρακάτω:

- Public: Οι IoT πόροι με public πολιτική πρόσβασης (resource access policy) είναι διαθέσιμοι σε όλους τους χρήστες του symbiote
- Single Local Home Token Identity Based Token Access Policy (SHTIBAP)[25]: Χρησιμοποιείται όταν συγκεκριμένοι χρήστες, πρέπει να έχουν πρόσβαση σε έναν IoT πόρο.
- Single Local Home Token Access Policy (SLHTAP)[26]: Προσφέρει πρόσβαση στον IoT πόρο σε οποιονδήποτε χρήστη έχει λογαριασμό στην πλατφόρμα όπου ανήκει ο IoT πόρος.
- Component Home Token Access Policy (CHTAP)[27]: Προσφέρει πρόσβαση στον IoT πόρο σε συγκεκριμένα εξαρτήματα μιας συγκεκριμένης πλατφόρμας. Επιπλέον περιορισμοί μπορούν να οριστούν.
- Single Token Access Policy (STAP)[28]: Η πιο γενική και απλή υλοποίηση. Ο ιδιοκτήτης του IoT πόρου μπορεί να θέσει τη δική του λίστα με χαρακτηριστικά που πρέπει να έχει ο χρήστης για να έχει πρόσβαση.
- (SFTAP)[29]: Προσφέρει πρόσβαση σε:

  1 Σε έναν χρήστη της ίδιας ομοσπονδίας του οποίου το FOREIGN token περιέχει το αναγνωριστικό της ομοσπονδίας.

  2 Χρήστη του οποίου το HOME token έχει εκδοθεί από την ίδια την πλατφόρμα.

2.2. Προδιαγραφές και προϋποθέσεις για τους χρήστες:

- Πρόσβαση στο internet.
- Δυνατότητα εκτέλεσης HTTPS/HTTP request.

[25] https://github.com/symbiote-h2020/SymbIoTeSecurity/blob/develop/README.md
[26] https://github.com/symbiote-h2020/SymbIoTeSecurity
[27] https://github.com/symbiote-h2020/SymbIoTeSecurity
[28] https://github.com/symbiote-h2020/SymbIoTeSecurity
[29] https://github.com/symbiote-h2020/SymbIoTeSecurity

3.1 Περιορισμοί σχεδιασμού και υλοποίησης:

Χρησιμοποιείται microservices αρχιτεκτονική.

Υποστηρίζονται διαφορετικοί τρόποι ανάπτυξης:

- Συνιστάται χρήση Docker (Docker swarm).
- Χρήση των jar αρχείων.
- Από sources.

3.2 Παραδοχές και εξαρτήσεις:

- Επικοινωνία μέσω HTTPS.
- Προϋπάρχουσες IoT πλατφόρμες που θέλουν να διαφημίσουν/εκθέσουν σε τρίτους IoT πόρους με τα παρακάτω:

  1 Public IP με DNS entry.

  2 Ενσωμάτωση κατάλληλου symbIoTe software (symbIoTe Cloud/RAP plugin).

4.1 Διεπαφές χρήστη :

- Administration GUI που επιτρέπει την εγγραφή νέων χρηστών και πλατφορμών καθώς και τη διαχείριση ομοσπονδιών.
- symbIoTeAPI που παρέχει REST υπηρεσίες για τους πελάτες που θέλουν να αλληλεπιδράσουν στο symbIoTe οικοσύστημα (εναλλακτικά example java symbIoTe clients).

4.2 Διεπαφές λογισμικού (διαλειτουργικότητα) :

- Διεπαφή τύπου RESTful API - HTTPS endpoints, τα οποία ανταλλάσσουν μηνύματα τύπου JSON.
- Example java clients.

4.3 Διεπαφές υλικού :

Οποιαδήποτε IoT πλατφόρμα, συσκευή ή πύλη όπου μπορεί να τρέξει το αντίστοιχο λογισμικό του symbIoTe που απαιτείται και πρόσβαση σε WiFi.

5.1 Είσοδοι – Ροές Εισόδου – Αρχική Πληροφορία :

Αίτημα εκτέλεσης λειτουργίας προς ένα στοιχείο του υποσυστήματος.

5.2 Έξοδοι – Ροές Εξόδου – Τελική Πληροφορία :

Η απάντηση από το στοιχείο του υποσυστήματος.

7.1.1.2. Blockchain

Στην ακόλουθη ενότητα παρουσιάζεται το υποσύστημα Blockchain, το οποίο παρέχεται από το ΕΚΕΤΑ για το τελικό σύστημα IoTFeds.

1.1 Γενική περιγραφή υποσυστήματος (module):

Η πλατφόρμα BaaS είναι ένα ενδιάμεσο λογισμικό που προσφέρει τη δυνατότητα να εκτελεστούν μια σειρά από λειτουργικότητες Web/Cloud πλατφόρμων μέσω του Blockchain επιπέδου αυξάνοντας κατ' αυτό τον τρόπο την εμπιστοσύνη των χρηστών προς τις αντίστοιχες Web/Cloud πλατφόρμες. Όλες οι λειτουργικότητες που προσφέρονται μέσω της πλατφόρμας BaaS καταγράφονται στο Blockchain ως αμετάβλητες συναλλαγές εξασφαλίζοντας την ιχνηλασιμότητα και την ευθύνη για τις παραπάνω συναλλαγές. Επιπλέον, μέσω του επιπέδου Blockchain θα μπορούν να υποστηριχθούν τα έξυπνα συμβόλαια και οι εναλλακτικοί μηχανισμοί συναλλαγών.

1.2 Βασικές – κύριες λειτουργίες:

Η υπηρεσία Baas επιτρέπει τις παρακάτω λειτουργίες:

- Εγγραφή χρήστη στο σύστημα BaaS και συγκατάθεση.
- Εγγραφή χρήστη σε Web/Cloud Πλατφόρμα μέσω του BaaS.
- Υποστήριξη έξυπνων συμβολαίων για τις συναλλαγές μεταξύ των διαφορετικών χρηστών του IoTFeds.
- Υποστήριξη εναλλακτικών μηχανισμών μέσω ERC20 κρυπτονομισμάτων (tokens) βασισμένων στο πρωτόκολλο Ethereum για τις συναλλαγές μεταξύ των χρηστών του IoTFeds.
- Καταγραφή των παρακάτω ενεργειών στο Blockchain μέσω του API του BaaS:
    - Εγγραφή χρήστη σε Πλατφόρμα.
    - Σύνδεση/αποσύνδεση χρήστη από πλατφόρμα.
    - Αίτηση/απόδοση/ανανέωση δικαιωμάτων.
    - Τελικοί χρήστες χρησιμοποιούν μια υπηρεσία από τους IoT Παρόχους.
    - IoT Data Clients αγοράζουν δεδομένα από τους IoT Παρόχους.
    - IoT Πάροχοι νοικιάζουν IoT υποδομή.

1.3 Βοηθητικές – δευτερεύουσες λειτουργίες:

Δεν υπάρχει κάποια δευτερεύουσα λειτουργία.

2.1 Χαρακτηριστικά χρηστών του υποσυστήματος:

Το BaaS σύστημα έχει δύο χρήστες: τον *βασικό χρήστη (user)* και τον *διαχειριστή (administrator)* του συστήματος. Ο βασικός χρήστης της πλατφόρμας BaaS έχει τις παρακάτω δυνατότητες:

- Dashboard/ KPIs view.
- Διαχείριση πλατφορμών.
- Προβολή ιστορικών συναλλαγών.
- Σύνδεση με άλλους χρήστες.
- Ενέργειες σχετικές με τα δικαιώματα.

Ο διαχειριστής της πλατφόρμας έχει:

- Dashboard / KPIs view.
- Διαχείριση λογαριασμών χρηστών.
- Προβολή έξυπνων συμβολαίων.

2.2 Προδιαγραφές και προϋποθέσεις για τους χρήστες:

- Πρόσβαση στο internet.
- Δυνατότητα εκτέλεσης HTTPS/HTTP request.

3.1 Περιορισμοί σχεδιασμού και υλοποίησης:

- NODE.js server:
  - Express
  - Bodyparser
  - Socketio-JWT
  - Web3
  - Truffle contract

3.2 Παραδοχές και εξαρτήσεις:

- Επικοινωνία μέσω HTTPS.
- Ύπαρξη Ethereum Private Blockchain.
- Ύπαρξη χρηστών και οντοτήτων για την αλληλεπίδρασή τους με το σύστημα BaaS και την καταγραφή των διαφόρων ενεργειών τους στο Blockchain layer.

4.1 Διεπαφές χρήστη :

- Web UI (Angular Material, Angular JS) για τους βασικούς χρήστες και για το διαχειριστή του συστήματος.

4.2 Διεπαφές λογισμικού (διαλειτουργικότητα) :

- REST API που παρέχει τη δυνατότητα για επικοινωνία των Web/Cloud Πλατφορμών με το επίπεδο του Blockchain.

4.3 Διεπαφές υλικού :

Δεν υπάρχουν διεπαφές υλικού.

5.1. Είσοδοι – Ροές Εισόδου – Αρχική Πληροφορία :

Αίτημα εκτέλεσης λειτουργίας από το ενδιάμεσο λογισμικό symbIoTe.

5.2. Έξοδοι – Ροές Εξόδου – Τελική Πληροφορία :

Απάντηση σε αίτημα εκτέλεσης λειτουργίας από το ενδιάμεσο λογισμικό symbIoTe.

7.1.2. Επιπρόσθετα υποσυστήματα

Τα επιπρόσθετα υποσυστήματα του IoTFeds είναι οι επιμέρους IoT πλατφόρμες και εφαρμογές. Πιο συγκεκριμένα, αυτές είναι:

- ✓ **Πλατφόρμα Zastel – SpotyPal**
- ✓ **Πλατφόρμα UiTOP**
- ✓ **Πλατφόρμα Smart Environment**
- ✓ **Εφαρμογή IoT για την επιδειξιμότητα των λειτουργιών που τρέχουν στο παρασκήνιο της ομοσπονδίας IoT.**

Στις υποενότητες που ακολουθούν παρουσιάζονται τα επιπρόσθετα υποσυστήματα.

7.1.2.1. Πλατφόρμα Zastel - SpotyPal

Η IoT πλατφόρμα Zastel – SpotyPal της εταιρείας Terracom βρίσκει χρήση στο έργο IoTFeds με την διασύνδεσή της στο ολοκληρωμένο σύστημα IoTFeds.

1.1 Γενική περιγραφή υποσυστήματος (module):

Το υποσύστημα αυτό προσφέρει τη δυνατότητα ανάπτυξης IoT εφαρμογών, μέσω της εγκαθίδρυσης και διαχείρισης διαφορετικών συσκευών, διασυνδεδεμένων σε ένα Διαδίκτυο των Πραγμάτων. Το υποσύστημα λαμβάνει δεδομένα με τη μορφή ροών, μέσω συσκευών όπως Beacons, QR-codes και κινητές συσκευές, αξιοποιώντας αυτοματοποιημένη ανταλλαγή μηνυμάτων και δεδομένων, τα οποία συλλέγονται από τις συσκευές κατά τη διάδραση τους με χρήστες του υποσυστήματος. Πιο συγκεκριμένα, οι χρήστες του υποσυστήματος αυτού, μαζί με τις διάφορες συσκευές, απαρτίζουν ένα ενιαίο σύνολο (Domain) στα πλαίσια του οποίου καταγράφονται συνεχώς οι αλληλεπιδράσεις τους με τις συσκευές, επιτρέποντας με αυτόν τον τρόπο τη συγκέντρωση σημαντικού όγκου πληροφοριών για περαιτέρω ανάλυση και εξαγωγή συμπερασμάτων. Στην προκειμένη περίπτωση, πηγή πληροφοριών αποτελούν οι συσκευές SpotyPal. Το SpotyPal είναι ένα Bluetooth tracker που έχει ως στόχο να βοηθήσει τον χρήστη να εντοπίσει και να βρει τα πολύτιμα αντικείμενά του σε περίπτωση που αυτά χαθούν.

1.2 Βασικές – κύριες λειτουργίες:

- Εγκαθίδρυση ενός IoT, μέσω της καταχώρισης διαφόρων τύπων συσκευών και χρηστών.

- Λήψη δεδομένων σε πραγματικό χρόνο με τη μορφή ροών, από τις καταχωρημένες συσκευές, κατά την αλληλεπίδρασή τους με τους χρήστες.

- Κανονικοποίηση, συλλογή και αποθήκευση των δεδομένων.

-Άμεση ενημέρωση στον χρήστη σε περίπτωση που απομακρυνθεί από την SpotyPal συσκευή του ώστε να επιστρέψει και να την ανακτήσει.

-Σε περίπτωση απώλειας και απομάκρυνση του χρήστη από την συσκευή του χωρίς την ανάκτηση της, ο χρήστης έχει πρόσβαση στην τελευταία τοποθεσία που το κινητό του συνδέθηκε με την SpotyPal συσκευή ώστε να έχει μια γενική ιδέα για το που άφησε την συσκευή του.

1.3 Βοηθητικές – δευτερεύουσες λειτουργίες:

- Διαχείριση των χρηστών του υποκείμενου IoT.

- Διαχείριση των συσκευών του υποκείμενου IoT.

-Δυνατότητα ήχησης του κινητού από την SpotyPal συσκευή για εύρεση του, καθώς και το αντίστροφο.

2.1 Χαρακτηριστικά χρηστών του υποσυστήματος:

Οι χρήστες του υποσυστήματος χαρακτηρίζονται από τους εξής ρόλους:

- Admin: Διαχειριστής του υποσυστήματος αυτού, ο ανώτατος ιεραρχικά ρόλος.

- DomainManager: Ο διαχειριστής του υποκείμενου IoT, ο ανώτατος ιεραρχικά ρόλος εντός ενός Domain, υπεύθυνος για τη γενική διαχείριση του IoT.

- DomainUser: Διαχειριστικός ρόλος με υποσύνολο των δυνατοτήτων του DomainManager, ο οποίος λειτουργεί βοηθητικά προς αυτόν.

- Owner: Ρόλος χρηστών οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για τη διαχείριση των συσκευών του IoT.

- Client: Χρήστες του υποσυστήματος οι οποίοι αλληλεπιδρούν με τις συσκευές.

2.2 Προδιαγραφές και προϋποθέσεις για τους χρήστες:

-Πρόσβαση στο internet.

-Δυνατότητα εκτέλεσης HTTP request.

-Ύπαρξη κινητού τηλεφώνου Android (4.4+) ή iOS (11+) με δυνατότητα σύνδεσης με συσκευές Bluetooth Low Energy. Για ορισμένες λειτουργίες απαιτείται επιπλέον, ενεργή σύνδεση του κινητού τηλεφώνου με το διαδίκτυο.

3.1 Περιορισμοί σχεδιασμού και υλοποίησης:

-Ανεπτυγμένο σε NodeJS με Javascript, Express και RabbitMQ.

-Βάση δεδομένων MySQL

-Mobile εφαρμογές σε ionic για Android και iOS.

-Φιλοξενείται σε Docker.

3.2 Παραδοχές και εξαρτήσεις:

-Επικοινωνία μέσω HTTP request.

-Προϋπάρχουσες συνδεδεμένες συσκευές SpotyPal για συλλογή δεδομένων.

4.1 Διεπαφές χρήστη :

-Το SpotyPal παρέχει mobile apps (Android και iOS) υλοποιημένα σε ionic και με κομμάτια υλοποιημένα σε native γλώσσες, όπως Java και Swift.

4.2 Διεπαφές λογισμικού (διαλειτουργικότητα) :

-Η πλατφόρμα Zastel διαθέτει διεπαφή τύπου API για την πραγματοποίηση επικοινωνίας.

4.3 Διεπαφές υλικού :

-Το SpotyPal χρησιμοποιεί Bluetooth σύνδεση για να επιτρέψει την επικοινωνία και αλληλεπίδραση του κινητού του χρήστη με την SpotyPal συσκευή, η οποία είναι ένα bluetooth tracker βασισμένο στο πρωτόκολλο ibeacon.

5.1 Είσοδοι – Ροές Εισόδου – Αρχική Πληροφορία :

-Ροή δεδομένων κίνησης, τοποθεσίας, ταχύτητας και χρονικού διαστήματος κίνησης από διάφορα οχήματα, μέσω συσκευών SpotyPal.

5.2 Έξοδοι – Ροές Εξόδου – Τελική Πληροφορία :

-Ιστορικό κυκλοφοριακής κίνησης σε περιοχές.

-Δεδομένα κυκλοφοριακής κίνησης για συγκεκριμένες ώρες.

-Περιοχές χαμηλής ταχύτητας.

-Μέση ταχύτητα κίνησης.

7.1.2.2. Πλατφόρμα UiTOP

Στην ενότητα που ακολουθεί περιγράφεται η πλατφόρμα UiTOP της ICOM.

1.1 Γενική περιγραφή υποσυστήματος (module):

Η λύση UiTOP είναι μια ιδιόκτητη εμπορική πλατφόρμα για εφαρμογές IoT, μια εκ των οποίων αφορά στην διαχείριση θέσεων πάρκινγκ και φωτισμού. Είναι μία ενοποιημένη πλατφόρμα διαχείρισης εφαρμογών IoT που υποστηρίζει τη συλλογή και απεικόνιση δεδομένων. Υλοποιεί ένα οριζόντιο επίπεδο IoT για την διαχείριση και τον έλεγχο των έξυπνων συσκευών από διαφορετικούς κάθετους τομείς και στοχεύει σε εγκαταστάσεις IoT μεγάλου εύρους, όπως οι Έξυπνες Πόλεις, παρέχοντας λύσεις όπως έξυπνος φωτισμός, έξυπνη στάθμευση, διαχείριση απορριμμάτων και έξυπνες μεταφορές. Η πλατφόρμα αξιοποιεί ανοιχτές διεπαφές για την επικοινωνία με ένα ευρύ φάσμα συσκευών και αισθητήρων και τη δημιουργία εφαρμογών, ενώ είναι ενσωματωμένη με το προϊόν NGINius-Charging για Smart City services monetization (όπως έξυπνη στάθμευση).

1.2 Βασικές – κύριες λειτουργίες:

Οι βασικές λειτουργίες που προσφέρει η πλατφόρμα είναι:

- Ομαδοποίηση συσκευών και προγραμματισμός ενεργειών σχετικών με αυτές.
- Διαχείριση συσκευών είτε μίας μεμονωμένης είτε μίας ομάδας (π.χ. άνοιγμα κάποιων λαμπών).
- Δημιουργία χάρτη όπου απεικονίζονται η τοποθεσία και η κατάσταση των συσκευών (αφορά κυρίως την υποδομή της Έξυπνης Πόλης).
- Δημιουργία έξυπνων κανόνων για την ενεργοποίηση συγκεκριμένων ενεργειών όταν προϋπάρχουν κάποιες συνθήκες όπως η ειδοποίηση του διαχειριστή όταν το επίπεδο του ήχου περάσει κάποιο όριο.
- Προσαρμοσμένες αναφορές που παρέχουν μία ολοκληρωμένη άποψη για τις έξυπνες συσκευές, ώστε ο διαχειριστής να μπορεί να πάρει αποφάσεις.

- Συναγερμούς και προειδοποιήσεις σε περίπτωση που το σύστημα δε λειτουργεί σωστά.
- Έξυπνη μηχανή αναζήτησης.

1.3 Βοηθητικές – δευτερεύουσες λειτουργίες:

Δεν υπάρχει κάποια δευτερεύουσα λειτουργία.

2.1 Χαρακτηριστικά χρηστών του υποσυστήματος:

Η πλατφόρμα παρέχει πολυμίσθωση (multitenancy) στο επίπεδο εφαρμογών και οι χρήστες μπορούν να αλληλεπιδρούν με συγκεκριμένες συσκευές ή πόρους με βάση τα δικαιώματά τους παρόλο που οι πόροι μπορεί να είναι στο ίδιο μέρος. Ένας οργανισμός είναι ένα γκρουπ χρηστών με πρόσβαση στους ίδιους πόρους, υλοποιώντας την έννοια του μισθωτή πλατφόρμας. Ένας χρήστης πρέπει να είναι μέρος ενός οργανισμού και να έχει κάποιον από τους παρακάτω ρόλους που ορίζουν τα δικαιώματα τους:

- Χρήστης (user), ο οποίος μπορεί να δημιουργήσει τους δικούς του προστατευμένους πόρους (συσκευές, containers, εφαρμογές), να τους τροποποιήσει ή να τους σβήσει. Ο χρήστης μπορεί να δει προστατευμένους πόρους του οργανισμού στον οποίο ανήκει αλλά δε μπορεί να κάνει ενέργειες όπως να σβήσει ή να τροποποιήσει τους πόρους αυτούς.
- Διαχειριστής μίσθωσης (tenant admin) είναι ο διαχειριστής του οργανισμού ο οποίος μπορεί επίσης να κάνει ενέργειες σε όλους του πόρους του οργανισμού (από όλους τους χρήστες του οργανισμού).
- Διαχειριστής (admin) είναι ο διαχειριστής τα πλατφόρμας και έχει απεριόριστη πρόσβαση σε όλους τους πόρους.

Τους μη προστατευμένους πόρους μπορούν να τους δουν όλοι οι χρήστες ανεξαρτήτως οργανισμού, αλλά μόνο ο διαχειριστής μπορεί να τος δημιουργήσει ή να τους τροποποιήσει.

2.2 Προδιαγραφές και προϋποθέσεις για τους χρήστες:

- Πρόσβαση στο internet.
- Δυνατότητα εκτέλεσης HTTPS/HTTP request.

3.1 Περιορισμοί σχεδιασμού και υλοποίησης:

Χρησιμοποιείται microservices αρχιτεκτονική.

Υποστηρίζονται οι παρακάτω τρόποι ανάπτυξης:

- Σε περιβάλλον υπολογιστικού νέφους (Cloud hosted).
- Σε ιδιωτική εικονικοποιημένη ή μη υποδομή (Own HW with or without virtualized infrastructure).

3.2 Παραδοχές και εξαρτήσεις:

- Επικοινωνία μέσω HTTPS request.
- Προϋπάρχουσες συσκευές φωτισμού/parking.

4.1 Διεπαφές χρήστη :

- Το GUI[30] της πλατφόρμας είναι διαθέσιμο όπου ο χρήστης μπορεί να προηγηθεί ανάμεσα στις διαθέσιμες σελίδες. Η διαδικτυακή διεπαφή χρήστη επιτρέπει τη διαχείριση ενός μεγάλου αριθμού συσκευών.

4.2 Διεπαφές λογισμικού (διαλειτουργικότητα) :

- Διεπαφή τύπου RESTful[31] API - HTTP endpoints, τα οποία ανταλλάσσουν μηνύματα τύπου JSON[32].

4.3 Διεπαφές υλικού :

Η πλατφόρμα δίνει τη δυνατότητα ενσωμάτωσης συσκευών που υποστηρίζουν διαφορετικά πρωτόκολλα συνδεσιμότητας. Τα δεδομένα από τις συσκευές μαζεύονται από την πλατφόρμα μέσω ενός interface gateway και αποθηκεύονται στη βάση δεδομένων της πλατφόρμας όπου εμπλουτίζονται με μεταδεδομένα ώστε να διευκολυνθεί η ερμηνεία τους.

5.1. Είσοδοι – Ροές Εισόδου – Αρχική Πληροφορία :

Η λίστα των συσκευών (parking/light) και της κατάστασής τους.

5.2. Έξοδοι – Ροές Εξόδου – Τελική Πληροφορία :

- Στάθμευση

  Η πληροφορία που παρουσιάζεται αφορά:

  - τις διαθέσιμες θέσεις (free spots).
  - τον αριθμό των μετρήσεων (το τελευταίο 24ωρο).
  - τον αριθμό των προειδοποιήσεων (Alarms) από την εφαρμογή παρκαρίσματος.
  - Διαδραστικός χάρτης με τις τοποθεσίες των συσκευών.
  - Λίστα των συσκευών και της κατάστασής τους.

- Φωτισμός

  Η πληροφορία που παρουσιάζεται αφορά:

  - Ο χρήστης μπορεί να δημιουργήσει μοτίβα χρονοδιαγράμματος να προγραμματίσει το άνοιγμα/κλείσιμο λαμπών και να ρυθμίσει το επίπεδο φωτεινότητάς τους.

[30] https://www.academia.edu/45085090/Expressions_Verbalised_2021_Vol_1_ISBN_978_1_63821_779_4
[31] https://www.techtarget.com/searchapparchitecture/definition/RESTful-API
[32] https://www.json.org/json-en.html

7.1.2.3. Πλατφόρμα Smart Environment

Στην ενότητα αυτή περιγράφεται η πλατφόρμα Smart Environment, η οποία παρέχεται από το ΕΚΕΤΑ.

1.1 Γενική περιγραφή υποσυστήματος (module):

Το συγκεκριμένο υποσύστημα αντιστοιχεί στην IoT πλατφόρμα, η οποία είναι σχετική με την παροχή καιρικών και περιβαλλοντικών δεδομένων, καθώς και δεδομένων ποιότητας αέρα. Πιο συγκεκριμένα, η εν λόγω IoT πλατφόρμα δέχεται δεδομένα από αισθητήρες περιβάλλοντος (θερμοκρασία, υγρασία, ποιότητα αέρα κ.λπ.) που είναι συνδεδεμένοι σε ένα IoT gateway (ένα Raspberry Pi 3) καθώς και πληροφορίες σχετικές με τον καιρό, οι οποίες προέρχονται από το WeatherMap API και κάνοντας την απαραίτητη στατιστική επεξεργασία, μεταβιβάζονται από το IoT gateway στην τελική cloud εφαρμογή (στηρίζεται στο Ευρωπαϊκό έργο Vicinity) διάφορα σχετικά στατιστικά μέτρα. Στην cloud εφαρμογή κάποιος μπορεί να έχει πρόσβαση στα συγκεκριμένα δεδομένα εφόσον είναι ορατά προς όλους ή έχει τα αντίστοιχα δικαιώματα.

1.2 Βασικές – κύριες λειτουργίες:

Οι βασικές λειτουργίες που προσφέρει η πλατφόρμα είναι:

- Εγγραφή/Διαγραφή/Επεξεργασία οργανισμού.
- Εγγραφή/Διαγραφή/Επεξεργασία χρήστη.
- Εγγραφή/Διαγραφή IoT συσκευών.
- Πρόσβαση σε στατιστικά μέτρα (μέση, ελάχιστη, μέγιστη τιμή κ.ά., σε διαφορετικό χρονικό επίπεδο) τα οποία υπολογίζονται από δεδομένα καιρού και αισθητήρων περιβάλλοντος μέσω της cloud εφαρμογής αλλά και μέσω API.

1.3 Βοηθητικές – δευτερεύουσες λειτουργίες:

- Μοντέλο πρόβλεψης σχετικό με την εκδήλωση πυρκαγιάς στηριζόμενο στα δεδομένα αισθητήρων περιβάλλοντος και καιρού.

2.1 Χαρακτηριστικά χρηστών του υποσυστήματος:

Το συγκεκριμένο υποσύστημα θα υποστηρίζει δύο ρόλους, οι οποίοι θα έχουν αντίστοιχα διαφορετικά δικαιώματα ανάλογα με το επίπεδο πρόσβασης. Ο ***βασικός χρήστης*** που θα αποτελεί μέλος ενός οργανισμού μπορεί να εκτελέσει τις παρακάτω ενέργειες:

- Εγγραφή/Διαγραφή/Επεξεργασία του αντίστοιχου χρήστη.
- Εγγραφή/Διαγραφή IoT συσκευών του χρήστη.
- Πρόσβαση σε στατιστικά δεδομένα από δεδομένα καιρού και αισθητήρων περιβάλλοντος ανάλογα με την ορατότητα αυτών των δεδομένων.

Ο δεύτερος ρόλος που υποστηρίζεται είναι ο ***διαχειριστής*** του οργανισμού που έχει τη δυνατότητα επιπλέον των παραπάνω να εκτελεί τις παρακάτω ενέργειες:

- Εγγραφή/Διαγραφή/Επεξεργασία οργανισμού.
- Εγγραφή/Διαγραφή/Επεξεργασία όλων των χρηστών του οργανισμού.
- Εγγραφή/Διαγραφή IoT συσκευών του οργανισμού.

2.2 Προδιαγραφές και προϋποθέσεις για τους χρήστες:

- Πρόσβαση στο internet.
- Δυνατότητα εκτέλεσης HTTPS/HTTP request.

3.1 Περιορισμοί σχεδιασμού και υλοποίησης:

Οι παρακάτω τεχνολογίες χρησιμοποιούνται για τη σχεδίαση της IoT πλατφόρμας:

- GIT[33]
- NodeJS 8.11.3[34]
- Docker[35]
- Mongo DB[36]
- [OPTIONAL] SSH[37] certificates

3.2 Παραδοχές και εξαρτήσεις:

- Επικοινωνία μέσω HTTPS request.
- IoT gateway για τη σύνδεση των αισθητήρων.
- Αισθητήρες περιβάλλοντος.
- Υπάρχει διαθέσιμο ελεύθερο API για δεδομένα καιρού.

4.1 Διεπαφές χρήστη :

- Web UI[38] για τους χρήστες της πλατφόρμας.

4.2 Διεπαφές λογισμικού (διαλειτουργικότητα) :

- Επικοινωνία με την IoT πλατφόρμα μέσω API.

4.3 Διεπαφές υλικού :

Οι αισθητήρες περιβάλλοντος μπορούν να συνδεθούν μέσω ασύρματης δικτύωσης (Wi-Fi/Bluetooth) στο IoT gateway.

5.1. Είσοδοι – Ροές Εισόδου – Αρχική Πληροφορία :

Τα δεδομένα από τους αισθητήρες περιβάλλοντος και τα καιρικά δεδομένα που προέρχονται από το WeatherMap API.

5.2. Έξοδοι – Ροές Εξόδου – Τελική Πληροφορία :

[33] https://git-scm.com/
[34] https://nodejs.org/ca/blog/release/v8.11.3/
[35] https://www.docker.com/
[36] https://www.mongodb.com/
[37] https://www.ssh.com/academy/ssh
[38] https://www.techtarget.com/searchapparchitecture/definition/user-interface-UI

- Στατιστικές μετρικές (μέση, ελάχιστη, μέγιστη τιμή κ.ά.) σχετικές με τους περιβαλλοντικούς αισθητήρες και τα δεδομένα καιρού ανά:
    - Ημέρα
    - Εβδομάδα
    - Μήνα

7.1.2.4. Εφαρμογή IoT για επιδειξιμότητα των λειτουργιών που τρέχουν στο παρασκήνιο της Ομοσπονδίας IoT

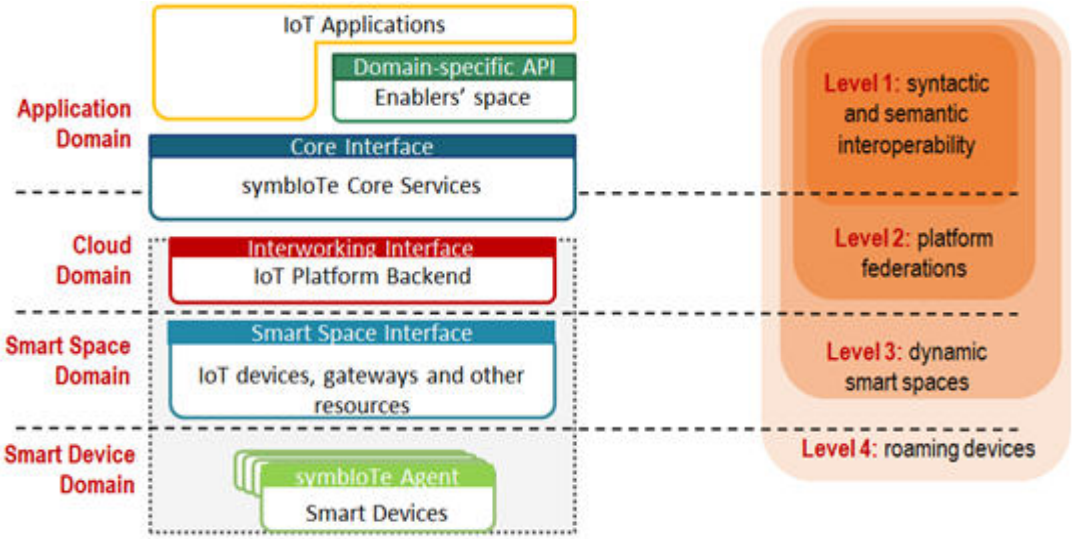
Επιπλέον των συστημάτων και στοιχείων που απαρτίζουν το συνολικό σύστημα, θα αναπτυχθεί και μια εφαρμογή IoT που θα χρησιμοποιεί τους ομόσπονδους IoT πόρους για επιδειξιμότητα των λειτουργιών που τρέχουν στο παρασκήνιο της Ομοσπονδίας IoT. Για την αποφυγή αλληλοεπικάλυψης, η εφαρμογή αυτή θα περιγραφεί αναλυτικά στο Π1.3 «Τελική Αρχιτεκτονική Συστήματος και Επιλεγμένες Τεχνολογίες».

7.2 Αρχιτεκτονική των Επιμέρους Συστημάτων του Τελικού Συστήματος

Όπως περιγράφηκε στην προηγούμενη ενότητα, το τελικό σύστημα IoTFeds θα απαρτίζεται από επιμέρους συστήματα. Στις ακόλουθες υποενότητες παρουσιάζεται με σχηματική απεικόνιση τόσο η αρχιτεκτονική των επιμέρους συστημάτων, όσο και η ενδιάμεση αρχιτεκτονική του τελικού συστήματος IoTFeds.

7.2.1. Αρχιτεκτονική SymbIoTe

Το λογισμικό symbIoTe είναι το ενδιάμεσο λογισμικό, στο οποίο θα ενωθούν οι IoT πλατφόρμες που θα αποτελέσουν το συνολικό σύστημα IoTFeds. Το ενδιάμεσο λογισμικό SymbIoTe, παρέχεται από την εταιρεία ICOM. Η εικόνα (Εικόνα 3) που ακολουθεί, απεικονίζει την αρχιτεκτονική του συγκεκριμένου τμήματος του συνολικού συστήματος IoTFeds:

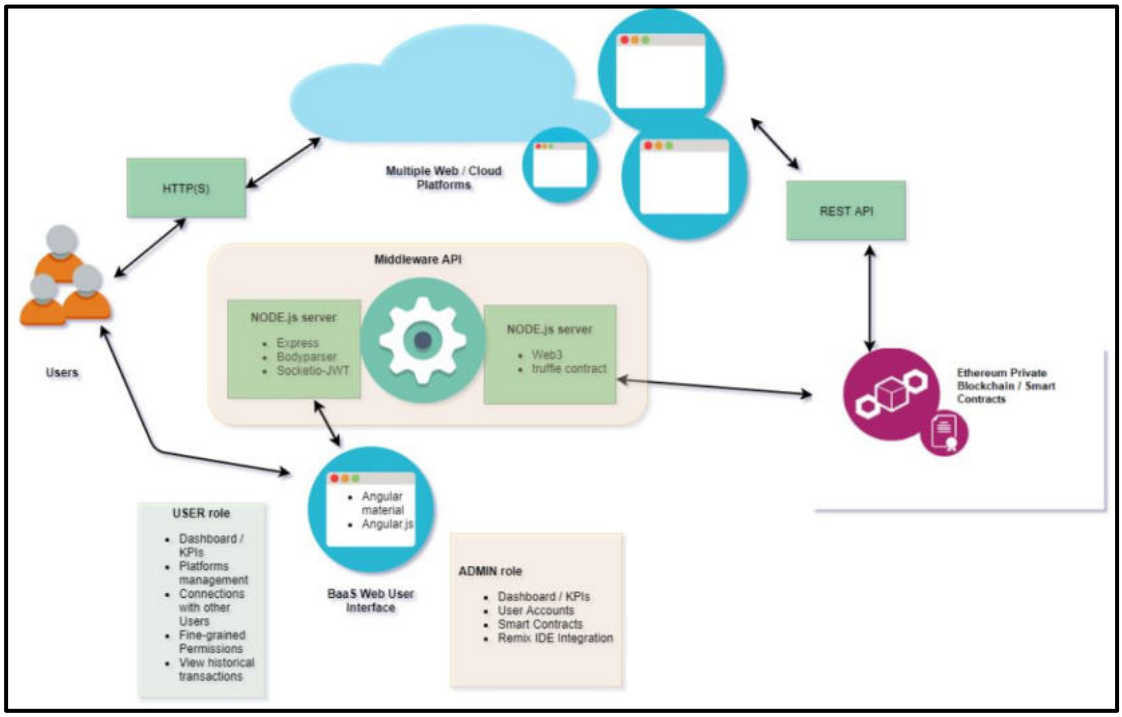


Εικόνα 3: Αρχιτεκτονική SymbIoTe.

7.2.2. Αρχιτεκτονική Blockchain

Η πλατφόρμα BaaS είναι ένα ενδιάμεσο λογισμικό που προσφέρει τη δυνατότητα να εκτελεστούν μια σειρά από λειτουργικότητες Web/Cloud πλατφόρμων μέσω του Blockchain

επιπέδου αυξάνοντας κατ' αυτό τον τρόπο την εμπιστοσύνη των χρηστών προς τις αντίστοιχες Web/Cloud πλατφόρμες. Η πλατφόρμα Blockchain παρέχεται από το ΕΚΕΤΑ.

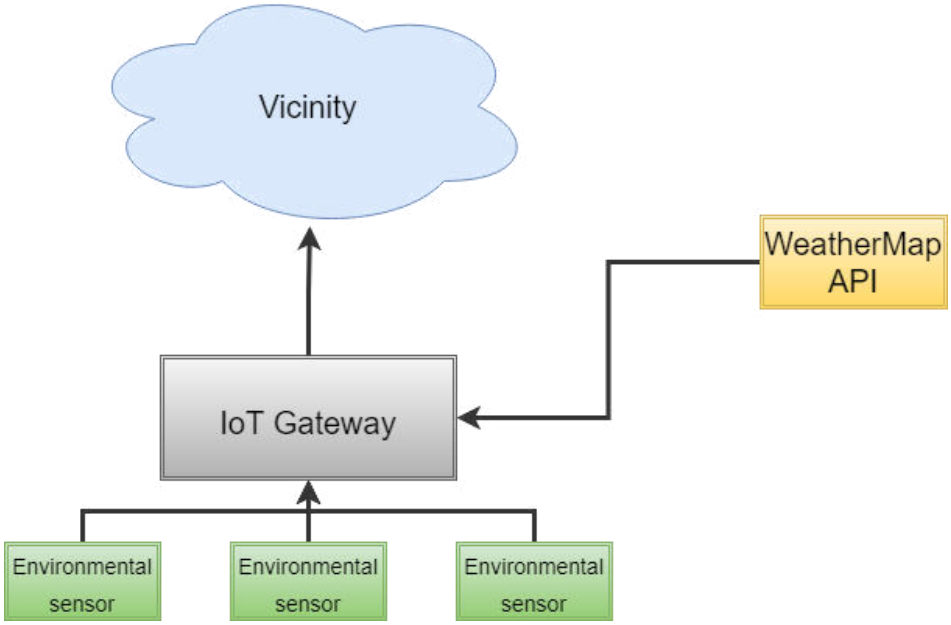


Εικόνα 4: Αρχιτεκτονική Blockchain.

Στην Εικόνα 4 απεικονίζεται η αρχιτεκτονική της πλατφόρμας Blockchain που θα διασυνδεθεί στο ολοκληρωμένο σύστημα IoTFeds.

7.2.3. Αρχιτεκτονική Smart Environment

Η IoT πλατφόρμα Smart Environment παρέχεται από το ΕΚΕΤΑ και χρησιμοποιείται για την παροχή μετεωρολογικών δεδομένων.

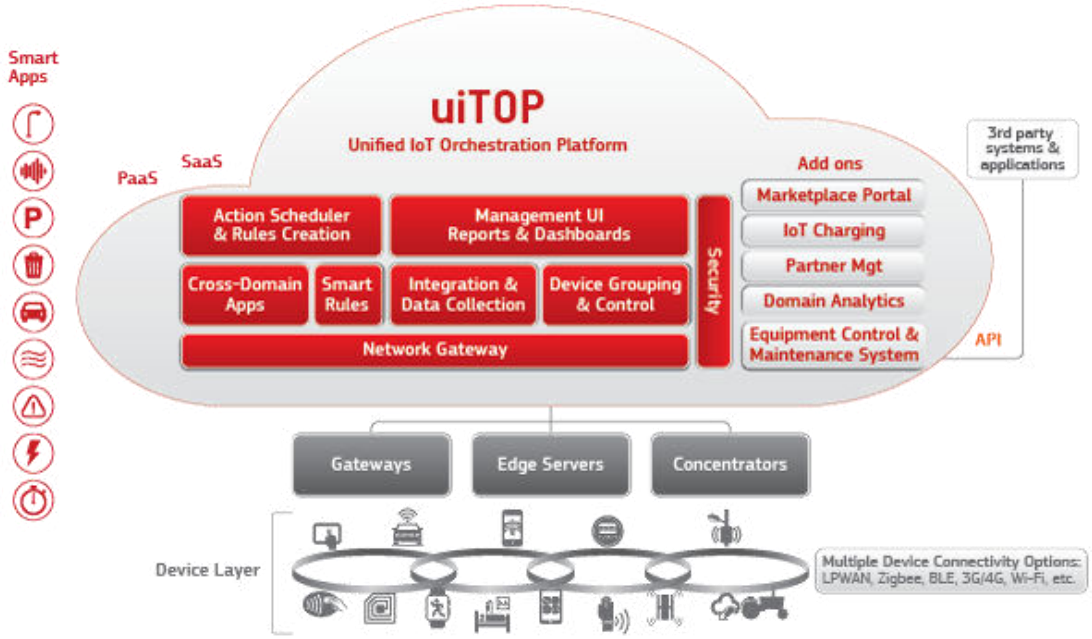


Εικόνα 5: Αρχιτεκτονική Smart Environment

Η Εικόνα 5 απεικονίζει την αρχιτεκτονική της IoT πλατφόρμας Smart Environment.

7.2.4. Αρχιτεκτονική UiTOP

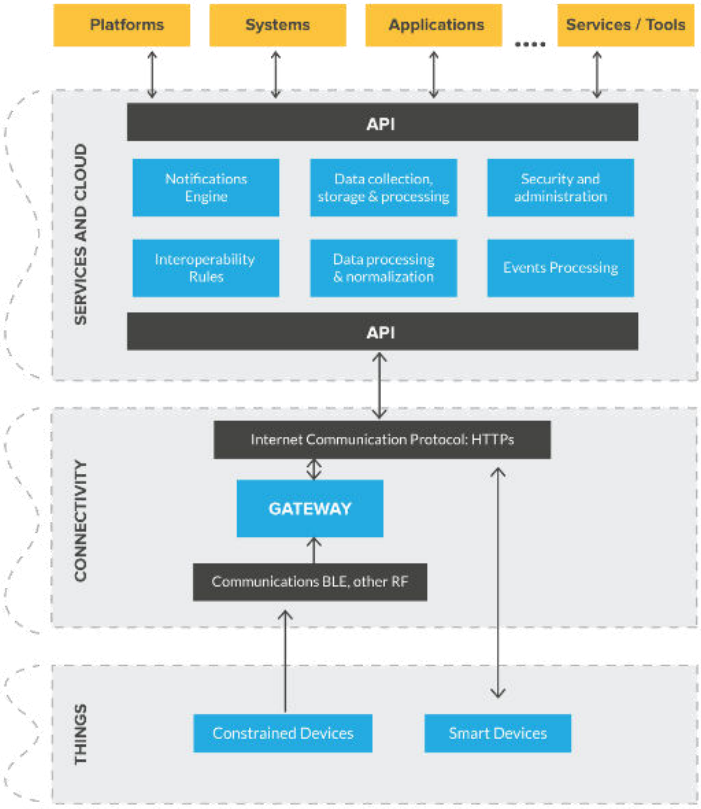
Η λύση UiTOP είναι μια ιδιόκτητη εμπορική πλατφόρμα για εφαρμογές IoT. Συμπεριλαμβάνει λύσεις για έξυπνο φωτισμό, έξυπνη στάθμευση και έξυπνες μεταφορές. Η IoT πλατφόρμα UiTOP παρέχεται από την εταιρεία ICOM. Στην Εικόνα 6, απεικονίζεται η αρχιτεκτονική της πλατφόρμας UiTOP.



Εικόνα 6: Αρχιτεκτονική UiTOP

7.2.5. Αρχιτεκτονική Zastel - SpotyPal

Η πλατφόρμα IoT Zastel – SpotyPal παρέχεται από την εταιρεία Terracom και χρησιμοποιείται για την παροχή δεδομένων τοποθεσίας, κίνησης και κενών θέσεων παρκαρίσματος.



Εικόνα 7: Αρχιτεκτονική Zastel - SpotyPal

Στην Εικόνα 7, απεικονίζεται η αρχιτεκτονική για την IoT πλατφόρμα Zastel – SpotyPal.

7.3 Αρχιτεκτονική Συστήματος IoTFeds

Η ανάπτυξη και παρουσίαση της αρχιτεκτονικής του συστήματος IoTFeds χωρίζεται σε δύο παραδοτέα. Στο παρόν παραδοτέο Π1.2, το οποίο περιγράφει την ενδιάμεση αρχιτεκτονική και στο Π1.3 «Τελική Αρχιτεκτονική Συστήματος και Επιλεγμένες Τεχνολογίες», το οποίο αποτελεί το παραδοτέο όπου θα παρουσιαστεί η τελική μορφή της αρχιτεκτονικής του συστήματος.

Για τον λόγο αυτό στο συγκεκριμένο παραδοτέο, περιλαμβάνεται η μελέτη των διαφορετικών εκδοχών της αρχιτεκτονικής. Από τις προτεινόμενες περιπτώσεις αρχιτεκτονικής, καταλήξαμε στις δύο επικρατέστερες, οι οποίες παρουσιάζουν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά όπως θα αναφερθεί στη συνέχεια.

Η λογική πίσω από την ενδιάμεση αρχιτεκτονική, όπως αυτή αντικατοπτρίζεται στο παρόν έργο, επικεντρώνεται στην δημιουργία μιας πιο ‘’high level’’ προσέγγισης καθώς σε

περισσότερο βάθος θα γίνει αναφορά στη συνέχεια του έργου και πιο συγκεκριμένα στο Π1.3 «Τελική Αρχιτεκτονική Συστήματος και Επιλεγμένες Τεχνολογίες».

7.3.1. Περιπτώσεις της Ενδιάμεσης Αρχιτεκτονικής Τελικού Συστήματος IoTFeds

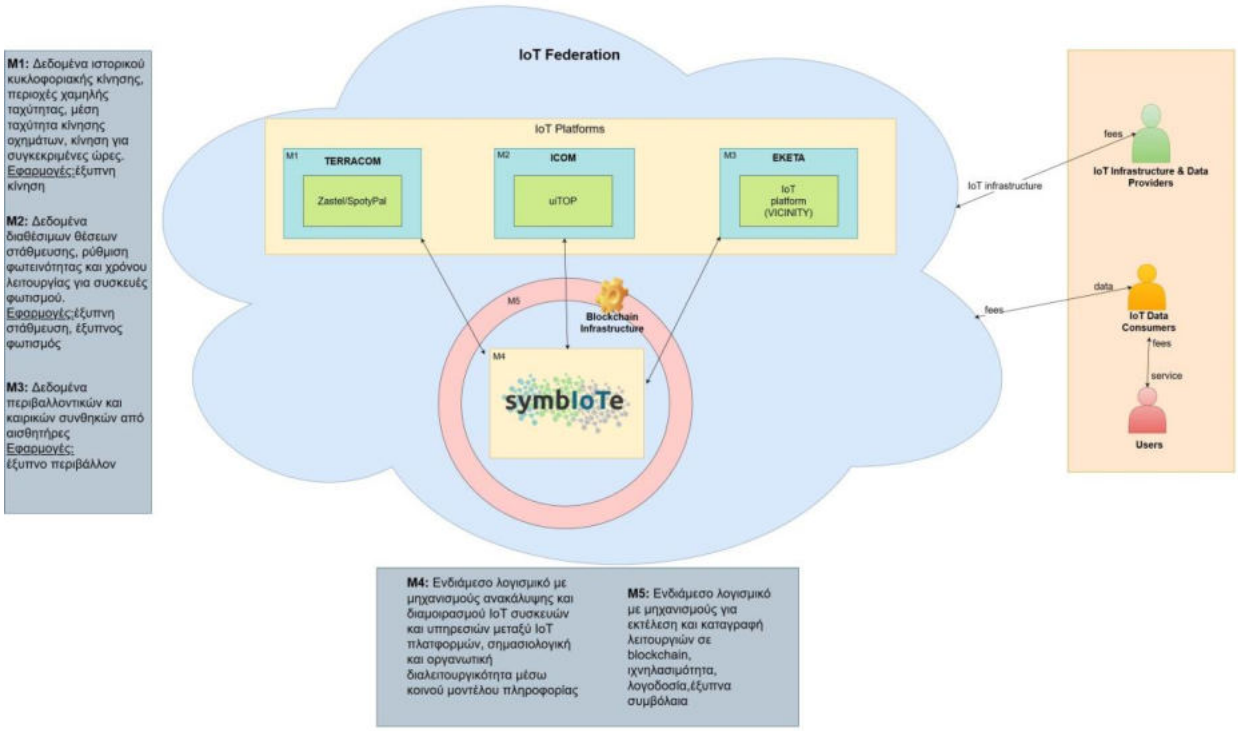
Για τις ανάγκες του έργου IoTFeds και την ενδιάμεση αρχιτεκτονική του συστήματος, πραγματοποιήθηκε ενδελεχής μελέτη και ανάλυση για το ποια θα είναι η καταλληλότερη αρχιτεκτονική.

Για τον λόγο αυτό, στη συνέχεια παρουσιάζονται οι δύο επικρατέστερες περιπτώσεις, συνοδευόμενες από τα πλεονεκτήματα που προσφέρει η κάθε μια από αυτές. Επίσης, στα σχήματα της αρχιτεκτονικής, αποτυπώνονται οι χρήστες πέραν των υποσυστημάτων και της διασύνδεσης αυτών. Ταυτόχρονα, παρουσιάζεται η διασύνδεση και η αλληλεπίδραση των χρηστών με το προτεινόμενο σύστημα. Οι δύο ακόλουθες εικόνες (Εικόνα 8 και Εικόνα 9) απεικονίζουν τα προτεινόμενα σχήματα για την ενδιάμεση αρχιτεκτονική.

7.3.1.1. Περίπτωση 1η

Όπως αναφέρθηκε πρωτύτερα, πραγματοποιήθηκε η δημιουργία δύο διαφορετικών περιπτώσεων ενδιάμεσης αρχιτεκτονικής και εν συνεχεία, καταγράφηκαν τα πλεονεκτήματα που προσφέρει η κάθε μια από αυτές, ώστε να καταλήξουμε στην επικρατέστερη.

Πιο συγκεκριμένα, στην πρώτη περίπτωση που εξετάζεται στην παρούσα ενότητα, η Blockchain πλατφόρμα παρεμβάλλεται σε κάθε επικοινωνία των επιμέρους IoT πλατφορμών και του ενδιάμεσου λογισμικού symbIoTe. Η περίπτωση 1η για την ενδιάμεση αρχιτεκτονική παρουσιάζεται στην ακόλουθη εικόνα:



Εικόνα 8: Περίπτωση 1η Ενδιάμεσης Αρχιτεκτονικής Συστήματος IoT Feds.

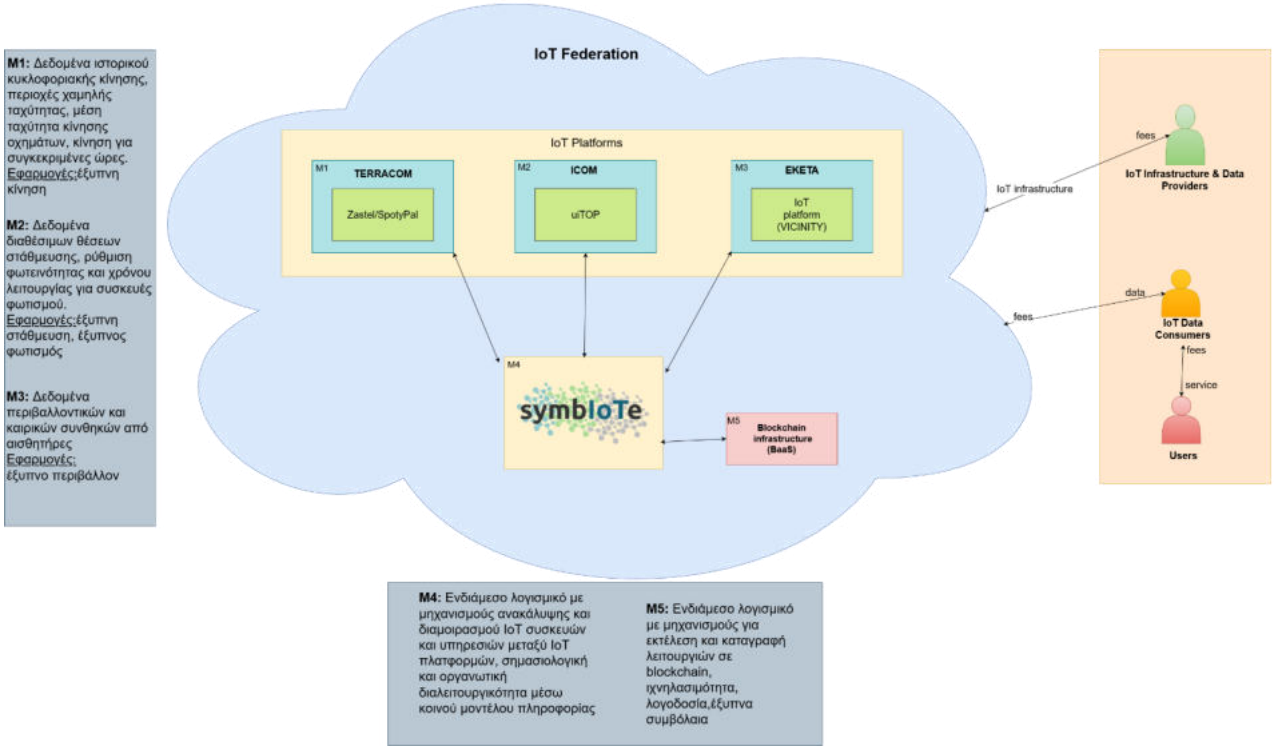
Στην Εικόνα 8, απεικονίζεται η 1η περίπτωση της ενδιάμεσης αρχιτεκτονικής και πιο συγκεκριμένα, η διάταξη των συστημάτων και εφαρμογών με περιγραφή της λειτουργικότητας αυτών, η διασύνδεση και επικοινωνία αυτών μεταξύ τους και τέλος η διασύνδεση και επικοινωνία μεταξύ αυτών και των χρηστών του συστήματος.

Σχετικά με τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει η 1η περίπτωση της ενδιάμεσης αρχιτεκτονικής, αυτά έχουν ως εξής:

- Δυνατότητα επιλογής της Blockchain πλατφόρμας.
- Ανάπτυξη της Blockchain πλατφόρμας σύμφωνα με τις ανάγκες και τις απαιτήσεις του συστήματος IoTFeds.
- Αυξημένη εμπιστοσύνη.
- Συμπαγής με το υπόλοιπο σύστημα λειτουργία.
- Αυξημένη προσαρμοστικότητα σε διαφοροποιήσεις απαιτήσεων, πλεονέκτημα δηλαδή σε περίπτωση agile ανάπτυξης λογισμικού.
- Εύκολη εκμετάλλευση σχετικά με την προτεινόμενη λύση.
- Αυξημένη ασφάλεια.
- Αυξημένη επίδοση.
- Κεντρικοποιημένος έλεγχος.

7.3.1.2. Περίπτωση 2η

Στη 2η περίπτωση που εξετάζεται στην παρούσα ενότητα, η Blockchain πλατφόρμα δεν παρεμβάλλεται σε κάθε επικοινωνία των επιμέρους IoT πλατφόρμων και του ενδιάμεσου λογισμικού symbIoTe, αλλά θεωρείται ως ξεχωριστό υποσύστημα, το οποίο επικοινωνεί απευθείας μόνο με το symbIoTe. Η περίπτωση 2η για την ενδιάμεση αρχιτεκτονική παρουσιάζεται στην Εικόνα 9:



Εικόνα 9: Περίπτωση 2η Ενδιάμεσης Αρχιτεκτονικής Συστήματος IoTFeds.

Στην Εικόνα 9 απεικονίζεται η 2η περίπτωση της ενδιάμεσης αρχιτεκτονικής και πιο συγκεκριμένα, όπως και για την 1η περίπτωση, η διάταξη των συστημάτων και εφαρμογών με περιγραφή της λειτουργικότητας αυτών, η διασύνδεση και επικοινωνία αυτών μεταξύ τους και τέλος η διασύνδεση και επικοινωνία μεταξύ αυτών και των χρηστών του συστήματος.

Σχετικά με τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει η 2η περίπτωση της ενδιάμεσης αρχιτεκτονικής, αυτά έχουν ως εξής:

- Έτοιμη και δοκιμασμένη λύση, η οποία έχει ήδη ανεπτυγμένα κάποια από τα απαιτούμενα χαρακτηριστικά και λειτουργικότητες.
- Μειωμένα κόστη.
- Εύκολη επικοινωνία μεταξύ του ενδιάμεσου λογισμικού SymbIoTe και της Blockchain πλατφόρμας με APIs.
- Ανεξαρτητοποίηση κατά την ανάπτυξη του SymbIoTe και του Blockchain.
- Δυνατότητα προσαρμογής τεχνολογιών, οι οποίες είναι χρήσιμες για τα στάδια της ενσωμάτωσης και της ανάπτυξης.
- Μεγαλύτερη ευκολία σχετικά με την απαίτηση της κλιμάκωσης και ανάλογα με τις οποιεσδήποτε αλλαγές, οι οποίες εν τέλει δεν επηρεάζουν την λειτουργικότητα του συστήματος.

Στην ενότητα που ακολουθεί, παρουσιάζεται η τελική επιλογή της ενδιάμεσης αρχιτεκτονικής έπειτα από την εξέταση των δύο ανωτέρω περιπτώσεων.

7.3.2. Συμπεράσματα και τελική επιλογή Ενδιάμεσης Αρχιτεκτονικής για το Σύστημα IoTFeds.

Αφού παρουσιάστηκαν και αναλύθηκαν οι δύο περιπτώσεις αρχιτεκτονικής και ταυτόχρονα παρουσιάστηκαν τα πλεονεκτήματα της κάθε περίπτωσης, καταλήξαμε στην τελική επιλογή. της ενδιάμεσης αρχιτεκτονικής, η οποία είναι η 2η επιλογή. Για λόγους αποφυγής επαναληψιμότητας, η εικόνα (Εικόνα 9) της ενδιάμεσης αρχιτεκτονικής βρίσκεται μόνο στην προηγούμενη ενότητα.

Οι λόγοι επιλογής της 2ης περίπτωσης για την ενδιάμεση αρχιτεκτονική δεν έχουν να κάνουν με το πλήθος των πλεονεκτημάτων καθώς στην 1η περίπτωση τα καταγεγραμμένα πλεονεκτήματα είναι περισσότερα, αλλά έχουν να κάνουν με τη σημαντικότητα των πλεονεκτημάτων αυτών.

Πιο συγκεκριμένα, ο βαθμός ελευθερίας στην ανάπτυξη και επικοινωνία μεταξύ της Blockchain πλατφόρμας και του ενδιάμεσου λογισμικού SymbIoTe αποτελεί τον μεγαλύτερο και πιο σημαντικό παράγοντα επιλογής της περίπτωσης αυτής. Επίσης, δεν μπορεί να προβλεφθεί το γεγονός ότι μιλάμε για μια δοκιμασμένη λύση, η οποία εξαλείφει τυχόν ‘’παιδικές ασθένειες’’ μιας νέας λύσης και εφαρμογής αυτής. Αυτό είναι κάτι το οποίο ενδεχομένως και να προξενούσε παρακώληση ή/και καθυστέρηση στο έργο, κάτι το οποίο είναι ανεπιθύμητο.

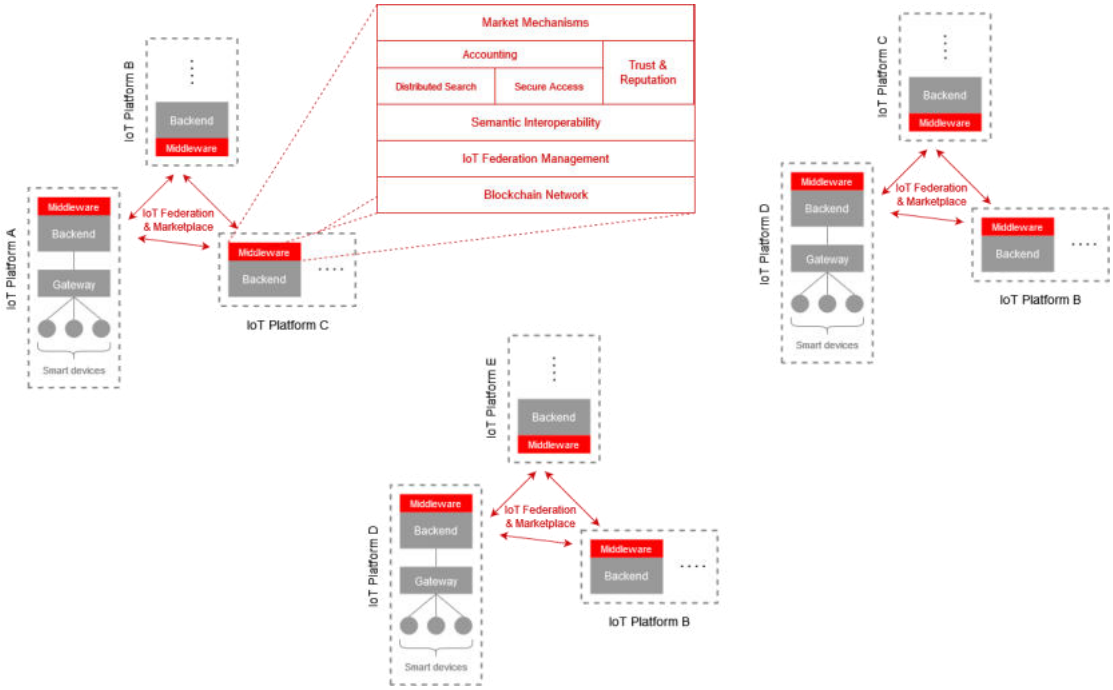
Συγκεντρωτικά, τα υποσυστήματα του συνολικού συστήματος IoTFeds, τα οποία λαμβάνουν χώρα στην απεικόνιση των δύο προαναφερθέντων περιπτώσεων βρίσκονται στον Πίνακα 42:

Πίνακας 42: Υποσυστήματα του IoTFeds

Υποσύστημα	Περιγραφή και τύπος δεδομένων	Εφαρμογές
M1	IoT πλατφόρμα Zastel που έχει αναπτύξει η Terracom. Μέσω IoT αισθητήρων BLE στα οχήματα συγκεντρώνει δεδομένα για την κυκλοφορία στους δρόμους, όπως ιστορικά δεδομένα κυκλοφοριακής κίνησης, περιοχές χαμηλής ταχύτητας, μέση ταχύτητα κίνησης οχημάτων, κίνηση για συγκεκριμένες ώρες, κλπ. Στα πλαίσια του έργου θα γίνει διασύνδεση με το symbIoTe (M4) για την παροχή αυτών των δεδομένων στην ομοσπονδία.	• Έξυπνη κίνηση.
M2	IoT πλατφόρμα uiTOP που έχει αναπτύξει η Intracom. Μέσω της uiTOP παρέχονται δεδομένα διαθέσιμων θέσεων στάθμευσης, ρύθμιση φωτεινότητας και χρόνου λειτουργίας για συσκευές φωτισμού.	• Έξυπνη στάθμευση. • Έξυπνος φωτισμός.

	Στα πλαίσια του έργου θα γίνει διασύνδεση με το symbIoTe (M4) για την παροχή αυτών των δεδομένων στην ομοσπονδία.	
M3	IoT πλατφόρμα Vicinity που έχει αναπτύξει το ΕΚΕΤΑ. Μέσω του Vicinity παρέχονται δεδομένα περιβαλλοντικών και καιρικών συνθηκών από αισθητήρες. Στα πλαίσια του έργου θα γίνει διασύνδεση με το symbIoTe (M4) για την παροχή αυτών των δεδομένων στην ομοσπονδία.	• Έξυπνο περιβάλλον
M4	IoT middleware symbIoTe που έχει αναπτυχθεί από την INTRACOM. Το symbIoTe είναι ενδιάμεσο λογισμικό με μηχανισμούς ανακάλυψης και διαμοιρασμού IoT συσκευών και υπηρεσιών μεταξύ IoT πλατφόρμων, σημασιολογική και οργανωτική διαλειτουργικότητα μέσω κοινού μοντέλου πληροφορίας. Στα πλαίσια του έργου θα διασυνδεθεί με το λογισμικό BaaS (M5).	• Σημασιολογική και οργανωτική διαλειτουργικότητα.
M5	Πλατφόρμα Blockchain as a Service (BaaS) που έχει αναπτυχθεί από το ΕΚΕΤΑ. Το Baas είναι ένα ενδιάμεσο λογισμικό με μηχανισμούς για εκτέλεση και καταγραφή λειτουργιών σε Blockchain, ιχνηλασιμότητα, λογοδοσία, έξυπνα συμβόλαια. Στα πλαίσια του έργου θα διασυνδεθεί το ενδιάμεσο λογισμικό symbIoTe (M4).	• Ιχνηλασιμότητα. • Λογοδοσία. • Έξυπνα συμβόλαια.

Με βάση την επιλεγόμενη αρχιτεκτονική και με βάση το σχήμα της αρχιτεκτονικής που παρουσιάστηκε κατά την υποβολή της πρότασης, στην Εικόνα 10 παρουσιάζεται η λεπτομερής απεικόνιση της ενδιάμεσης αρχιτεκτονικής με τις λειτουργικότητές της.



Εικόνα 30: Λεπτομερής απεικόνιση της ενδιάμεσης αρχιτεκτονικής με τις λειτουργικότητές της

Στην εικόνα 10 απεικονίζονται 3 διαφορετικά IoT federations, το καθένα από τα οποία αποτελείται από 3 IoT πλατφόρμες. Οι IoT platforms χρησιμοποιούν IoT sensors/smart devices για την συλλογή των δεδομένων, gateways για την αποστολή των δεδομένων στην IoT πλατφόρμα, και μέσω διασύνδεσης του backend της κάθε πλατφόρμας με το ενδιάμεσο λογισμικό symbIoTe συμμετέχουν στην IoT ομοσπονδία και το marketplace.

Συνεπώς, η σύμπραξη προχωρά προς την τελειοποίηση της αρχιτεκτονικής με βάση τα προαναφερθέντα. Αναλυτικά η αρχιτεκτονική του συστήματος και το τελικό σχήμα θα παρουσιαστούν στη συνέχεια του έργου και συγκεκριμένα στο παραδοτέο Π1.3 «Τελική Αρχιτεκτονική Συστήματος και Επιλεγμένες Τεχνολογίες».

Πίνακας 43: Τεχνολογικό υπόβαθρο και νέα υποσυστήματα

Τεχνολογικό υπόβαθρο και νέα υποσυστήματα

	Υποσυστήματα που θα χρησιμοποιηθούν	Τμήματα που θα αναπτυχθούν
M1	IoT πλατφόρμα Zastel (Terracom)	Προσαρμογή της πλατφόρμας ώστε να συλλέγει και διαχειρίζεται τα πρωτογενή δεδομένα από τους IoT sensors και την δημιουργία των δεδομένων κυκλοφορίας που θα διατεθούν μέσω της IoT ομοσπονδίας. Διασύνδεση με το IoTFeds (M4).
M2	IoT πλατφόρμα uiTOP (Intracom)	Διαμόρφωση της πλατφόρμας με τη ενσωμάτωση των απαραίτητων μικρουπηρεσιών του ενδιάμεσου λογισμικού για την επιτυχή διασύνδεση με το σύστημα IoTFeds και την παροχή δεδομένων έξυπνης στάθμευσης από IoT αισθητήρες. Διασύνδεση με το IoTFeds (M4).
M3	IoT πλατφόρμα Vicinity (ΕΚΕΤΑ)	Χρησιμοποιώντας την τεχνογνωσία από το έργο Vicinity (σχετικό με διασύνδεση IoT πλατφορμών) θα σχεδιαστεί και θα υλοποιηθεί μια καινοτόμα λύση έξυπνου περιβάλλοντος, η οποία θα περιλαμβάνει μετρήσεις καιρού και ποιότητας του αέρα και θα συνδεθεί με το IoT middleware symbIoTe για το διαμοιρασμό αυτών των δεδομένων με άλλες IoT πλατφόρμες. Διασύνδεση με το IoTFeds (M4).
M4	IoT middleware symbIoTe (Intracom)	Επέκταση του ενδιάμεσου λογισμικού με τους κανόνες ομοσπονδίας του IoTFeds, έξυπνα συμβόλαια και διαδικασίες ψηφοφορίας που παρέχει το BaaS και επέκταση του μοντέλου πληροφορίας για την Έξυπνη Πόλη. Ενσωμάτωση επικοινωνίας με τις υπηρεσίες του BaaS (M5).
M5	Πλατφόρμα Blockchain as a Service – BaaS (ΕΚΕΤΑ)	Η τεχνογνωσία που έχει αποκτηθεί από αντίστοιχα ερευνητικά έργα πάνω στις τεχνολογίες Blockchain σε διάφορους τομείς θα αποτελέσει το εφαλτήριο για τη δημιουργία της πλατφόρμας Blockchain as a Service που θα ενισχύσει την ασφάλεια και την εμπιστοσύνη των χρηστών στις

		προτεινόμενες λειτουργίες της αγοράς δεδομένων του IoTFeds.
M6	Πύλη υπηρεσιών διαχείρισης αγοράς - Marketplace (Intracom)	Ανάπτυξη νέων υπηρεσιών για την δημιουργία, αγορά και κατανάλωση υπηρεσιών δεδομένων καθώς και την διαχείριση ανταλλαγής κουπονιών. Ενσωμάτωση επικοινωνίας με το symbIoTe και το BaaS (M5).

8 Βασικοί Δείκτες Επίδοσης

Οι Βασικοί Δείκτες Απόδοσης ή Επίδοσης (KPIs) όπως συχνά αναφέρονται, είναι μετρήσεις που αντικατοπτρίζουν το επίπεδο της προσφερόμενης υπηρεσίας σε σχέση με συγκεκριμένες μη λειτουργικές απαιτήσεις όπως απόδοση, διαθεσιμότητα, ανθεκτικότητα κ.λπ. Συνήθως υπολογίζονται ως συνάρτηση μιας ή περισσότερων μετρήσεων χαμηλού επιπέδου (αναλυτικές, ποσοτικές μετρήσεις κτλ.) οι οποίες προορίζονται να ποσοτικοποιήσουν την κατάσταση μιας διαδικασίας, υπηρεσίας ή συστήματος.

Τα KPIs μπορεί να σχετίζονται είτε με μακροπρόθεσμα μέτρα του επιπέδου υπηρεσίας όπου οι ακατέργαστες μετρήσεις υπολογίζονται κατά μέσο όρο και συνοψίζονται σε μεγάλη χρονική κλίμακα καθοδηγώντας στρατηγικές αποφάσεις σχετικά με την παροχή υπηρεσιών ή βραχυπρόθεσμα μέτρα επιπέδου υπηρεσιών δίνοντας το σήμα για την εκκίνηση ενεργειών βελτιστοποίησης.

8.1 Βασικοί Δείκτες Επίδοσης Ιχνηλασιμότητας των συναλλαγών, χαρακτηριστικών δεδομένων και κόστους απόδοσης

Οι Βασικοί Δείκτες Επίδοσης Ιχνηλασιμότητας των συναλλαγών, χαρακτηριστικών των δεδομένων και κόστους απόδοσης σχετίζονται με απαιτήσεις που έχουν τεθεί κατά τον σχεδιασμό του συστήματος όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως στο παραδοτέο αυτό. Οι σχετιζόμενες απαιτήσεις διαδραματίζουν καίριο ρόλο σε έναν κρίσιμο τομέα του συστήματος όπως αυτός των συναλλαγών. Συνεπώς, ως Βασικοί Δείκτες Επίδοσης, ορίζονται οι ακόλουθοι:

- **Ιχνηλασιμότητα των συναλλαγών.**
- **Χαρακτηριστικά των δεδομένων.**
- **Χρονικοί περιορισμοί συναλλαγών.**
- **Αριθμός συνδρομών και αγορών.**
- **Ποσότητα τύπου δεδομένων.**
- **Ποσό αγοράς μέσω του συστήματος.**

Στις υποενότητες που ακολουθούν παρουσιάζονται αναλυτικά οι ανωτέρω Βασικοί Δείκτες Επίδοσης.

8.1.1. Ιχνηλασιμότητα συναλλαγών

Η **ιχνηλασιμότητα των συναλλαγών** (Πίνακας 44) αποτελεί ένα σημαντικό Βασικό Δείκτη Επίδοσης. Πιο συγκεκριμένα, το σύστημα θα πρέπει να διατηρεί πλήρη έλεγχο και να έχει ιχνηλασιμότητα των διατελεσάντων συναλλαγών τόσο για λόγους διαφάνειας των συναλλαγών όσο και για λόγους αξιοπιστίας αυτών και του συστήματος.

Πίνακας 44: Ιχνηλασιμότητα συναλλαγών.

KPI 001	**Ιχνηλασιμότητα των συναλλαγών**
Τύπος μέτρησης	Ποιοτική & Ποσοτική
Περιγραφή	Το σύστημα θα πρέπει να διατηρεί πλήρη έλεγχο και να έχει ιχνηλασιμότητα των διατελεσάντων συναλλαγών.

Τι θα μετρηθεί	Θα μετρηθεί ο αριθμός των συναλλαγών που θα πραγματοποιηθούν. Επίσης, θα διασταυρωθεί η σχετική πληροφορία με την συναλλαγή (π.χ. πρόκειται για συναλλαγή με εγγεγραμμένο χρήστη, το ποσό πληρωμής αντιστοιχεί στα δεδομένα που πλήρωσε ο χρήστης, ο αριθμός συναλλαγών από συγκεκριμένους χρήστες κτλ.).
Πως θα μετρηθεί	Θα πραγματοποιηθεί καταγραφή του περιεχομένου των συναλλαγών.
Αιτία	Η ιχνηλασιμότητα των συναλλαγών απαντά στην απαίτηση για έλεγχο και παρακολούθηση της αξιοπιστίας του συστήματος και των παρεχόμενων υπηρεσιών. Ταυτόχρονα, απαντά στις απαιτήσεις για διασφάλιση της σχέσης κέρδους – κόστους.
Σενάριο επιτυχίας	Η ακριβής καταγραφή του περιεχομένου των συναλλαγών σε σχέση με την καταγραφή του αριθμού των συναλλαγών.

8.1.2. Χαρακτηριστικά δεδομένων

Το σύστημα θα πρέπει να έχει καθορισμένο μέγεθος δεδομένων πριν και μετά τη συναλλαγή. Επίσης θα πρέπει να έχει καθορισμένη δομή δεδομένων. Για τον λόγο αυτό, γίνεται χρήση του Βασικού Δείκτη Επίδοσης των **χαρακτηριστικών των δεδομένων** (Πίνακας 45).

Πίνακας 45: Χαρακτηριστικά δεδομένων

KPI 002	**Χαρακτηριστικά δεδομένων**
Τύπος μέτρησης	Ποιοτική & Ποσοτική
Περιγραφή	Το σύστημα θα έχει καθορισμένο μέγεθος δεδομένων πριν και μετά τη συναλλαγή. Ενώ, θα έχει επίσης και καθορισμένη δομή δεδομένων.
Τι θα μετρηθεί	Θα μετρηθεί το μέγεθος των δεδομένων και η δομή τους.
Πως θα μετρηθεί	Σαν μονάδα μέτρησης μπορεί να χρησιμοποιηθεί το byte όσον αφορά το μέγεθος των δεδομένων. Όσον αφορά τη δομή αυτή θα καθοριστεί στη συνέχεια του έργου, στο στάδιο της υλοποίησης. Ωστόσο θα υπάρχει συγκεκριμένη δομή και τότε θα τεθεί και το αντίστοιχο μέγιστο μέγεθος σε bytes.
Αιτία	Το σύστημα θα πρέπει να είναι ικανό να διεκπεραιώσει με ακρίβεια και ταχύτητα τις ανταλλαγές και συναλλαγές δεδομένων. Μέγεθος πάνω από το ανεκτό ή δομή δεδομένων

	διαφορετική από αυτήν που έχει προκαθοριστεί να διαχειρίζεται το σύστημα θα βλάψει την αξιοπιστία του και την λειτουργική του επίδοση και εν τέλει θα βλάψει την συναλλαγή επηρεάζοντας το κόστος.
Σενάριο επιτυχίας	Ο όσο το δυνατόν μεγαλύτερος αριθμός συναλλαγών δίχως να παρουσιαστεί σφάλμα εξαιτίας του μεγέθους ή της δομής των δεδομένων.

8.1.3. Χρονικοί περιορισμοί συναλλαγών

Ο Βασικός Δείκτης Απόδοσης των **χρονικών περιορισμών συναλλαγών** (Πίνακας 46) αναφέρεται στη δυνατότητα που θα έχει το σύστημα να θέτει χρονικό περιορισμό στις συναλλαγές μεταξύ των χρηστών.

Πίνακας 46: Χρονικοί περιορισμοί συναλλαγών

KPI 003	**Χρονικοί περιορισμοί συναλλαγών**
Τύπος μέτρησης	Ποσοτική
Περιγραφή	Το σύστημα θα έχει χρονικό περιορισμό στις συναλλαγές μεταξύ των χρηστών.
Τι θα μετρηθεί	Θα μετρηθεί ο μέσος χρόνος μεταξύ των συναλλαγών των χρηστών και θα καθοριστεί ένα ανώτατο και ένα κατώτατο όριο χρόνου στις συναλλαγές.
Πως θα μετρηθεί	Σαν μονάδα μέτρησης μπορεί να χρησιμοποιηθεί το δευτερόλεπτο όσον αφορά το χρονικό όριο των συναλλαγών. Θα μετρηθεί ο χρόνος συναλλαγής μεταξύ διαφορετικών χρηστών και για διαφορετικές περιπτώσεις χρήσης και στο τέλος θα εξαχθεί ο μέσος όρος.
Αιτία	Το σύστημα θα θέτει χρονικό περιορισμό στην ολοκλήρωση των συναλλαγών, καθώς είτε μπορεί να χρειάζεται ο χρήστης λίγο χρόνο για να ματαιώσει τη συναλλαγή, είτε οι υπεύθυνοι του συστήματος να χρειάζεται να ματαιώσουν τη συναλλαγή, είτε τέλος να ολοκληρώνονται ή να απορρίπτονται συναλλαγές και όχι να διαιωνίζονται επιβαρύνοντας το σύστημα.
Σενάριο επιτυχίας	Ο μεγαλύτερος αριθμός ολοκληρωμένων συναλλαγών εντός του χρονικού ορίου που έχει τεθεί.

8.1.4. Αριθμός αγορών και συναλλαγών

Για την καλύτερη ανατροφοδότηση και για την μεγαλύτερη σαφήνεια των αποτελεσμάτων, όπως και στις περιπτώσεις άλλων βασικών δεικτών που θα αναφερθούν στη συνέχεια του τρέχοντος παραδοτέου, χρησιμοποιούνται μέτρα, τα οποία αφορούν καθαρά αριθμούς. Στην

προκειμένη περίπτωση, χρησιμοποιείται ο **αριθμός αγορών και συνδρομών** (Πίνακας 47) μέσω του συστήματος.

Ο αριθμός των αγορών που πραγματοποιήθηκαν μέσω του συστήματος αντιπροσωπεύει τις φορές που ο χρήστης προχώρησε σε αγορά δεδομένων και όχι το πλήθος ή την ποσότητα των δεδομένων που αγόρασε, ούτε επίσης και το ποσό αγοράς. Αυτά αποτελούν ξεχωριστά μέτρα όπως θα παρουσιαστεί στη συνέχεια. Όσον αφορά τον αριθμό των αγορών και συνδρομών που πραγματοποίησε ο χρήστης, θα γίνει καταμέτρηση του μέσω του συστήματος IoTFeds και στη συνέχεια το αποτέλεσμα θα έρθει σε αντιπαράθεση με τον αριθμό των αγορών που θα κάνει ο χρήστης δίχως την χρήση του συστήματος, αλλά με αγορά μεμονωμένα από κάποια από τις προσφερόμενες IoT πλατφόρμες για το αντίστοιχο χρονικό διάστημα.

Όσο πιο μεγάλος ο αριθμός που θα προκύψει μέσω της χρήσης του συστήματος, τόσο πιο αποδοτικό κρίνεται το σύστημα. Μέσω της δυνατότητας ιχνηλασιμότητας των συναλλαγών, θα μπορεί να παρακολουθηθεί η πορεία των αγορών και να εξαχθούν συμπεράσματα σχετικά με την θετική ή αρνητική πορεία τους και κατ' επέκταση σχετικά με την θετική ή αρνητική αξιολόγηση του συστήματος.

Πίνακας 47: Αριθμός αγορών και συνδρομών

KPI 004	**Αριθμός αγορών και συνδρομών**
Τύπος μέτρησης	Ποσοτική
Περιγραφή	Θα καταγραφεί ο αριθμός των αγορών και των συνδρομών που πραγματοποιήθηκε μέσω του συστήματος. Μεγαλύτερος αριθμός, πιο θετική η εικόνα του συστήματος.
Τι θα μετρηθεί	Θα μετρηθεί ο αριθμός των συνδρομών και αγορών μέσω του συστήματος.
Πως θα μετρηθεί	Θα καταγραφεί ο αριθμός των αγορών και συνδρομών μέσω του συστήματος και ο αριθμός των αγορών και συνδρομών για τις IoT πλατφόρμες που εμπλέκονται στο σύστημα και στο τέλος θα έρθουν σε αντιπαραβολή.
Αιτία	Στο τέλος όσο πιο μεγάλος είναι ο αριθμός των συνδρομών και αγορών που θα προκύψει μέσα από το σύστημα, τόσο πιο επιτυχημένη θα είναι η αποδοχή του από το κοινό και θα υπερισχύει το κέρδος έναντι του κόστους.
Σενάριο επιτυχίας	Ο μεγαλύτερος αριθμός συνδρομών και αγορών μέσω του συστήματος σε σχέση με τον αριθμό για την μεμονωμένη αγορά από την εκάστοτε εμπλεκόμενη IoT πλατφόρμα.

8.1.5. Ποσότητα τύπου δεδομένων

Το επόμενο μέτρο που θα χρησιμοποιηθεί σχετικά με τον βασικό δείκτη απόδοσης αυτής της ενότητας, είναι η **ποσότητα τύπου δεδομένων** (Πίνακας 48) που αγοράστηκαν μέσω του συστήματος. Όπως και στην προηγούμενη περίπτωση, η ποσότητα του τύπου των δεδομένων που θα αγοραστούν μέσω του συστήματος θα έρθει σε αντιπαράθεση με την ποσότητα του τύπου των δεδομένων που θα αγοραστούν χωρίς την χρήση του συστήματος αλλά από την εκάστοτε εμπλεκόμενη IoT πλατφόρμα για το ίδιο χρονικό διάστημα. Επίσης και στην

περίπτωση αυτή, οι υπεύθυνοι του συστήματος μέσω της δυνατότητας ιχνηλασιμότητας των συναλλαγών, θα μπορούν να δουν το πλήθος των τύπων των δεδομένων που αγοράστηκαν από τον εκάστοτε χρήστη. Μεγαλύτερη ποσότητα δεδομένων που αγοράστηκαν μέσω του συστήματος, συνεπάγεται θετικότερη αξιολόγηση για το σύστημα και τις δυνατότητες που προσφέρει.

Πίνακας 48: Ποσότητα τύπου δεδομένων

KPI 005	**Ποσότητα τύπου δεδομένων**
Τύπος μέτρησης	Ποσοτική
Περιγραφή	Μέσω της δυνατότητας ιχνηλασιμότητας του συστήματος, θα μπορεί να παρακολουθηθεί η ποσότητα του τύπου των δεδομένων που αγοράζουν οι χρήστες. Για παράδειγμα, μπορεί η πλειοψηφία των χρηστών να αγοράζει δεδομένα για κενές θέσεις πάρκινγκ, ένα μικρό ποσοστό για δεδομένα σχετικά με τον καιρό και ένα αμελητέο ποσοστό για δεδομένα σχετικά με τον έξυπνο φωτισμό. Από την άλλη, μπορεί οι χρήστες να αναζητούν δεδομένα για έξυπνο φωτισμό μεμονωμένα στην αντίστοιχη IoT πλατφόρμα και να αγοράζουν από εκεί. Αυτό οδηγεί στην χρήση ενός μέτρου που θα μπορεί να μετρήσει ποσοτικά την διαφορά στη ζήτηση για κάθε τύπο δεδομένων και να εξάγει αποτελέσματα που θα βοηθήσουν στην αξιολόγηση της απόδοσης κόστους του συστήματος.
Τι θα μετρηθεί	Θα μετρηθεί η ποσότητα του τύπου των δεδομένων που αγοράστηκαν μέσω του συστήματος.
Πως θα μετρηθεί	Σε συνδυασμό με την μέτρηση της ποσότητας των τύπων των δεδομένων από το σύστημα, θα μετρηθεί και η αγορά της ποσότητας των τύπων των δεδομένων από την εκάστοτε IoT πλατφόρμα για το ίδιο χρονικό διάστημα. Στο τέλος θα γίνει σύγκριση μεταξύ των δύο περιπτώσεων και θα αξιολογηθεί η απόδοση κόστους.
Αιτία	Το σύστημα θα πρέπει να καλύπτει επαρκώς τις ανάγκες των χρηστών σχετικά με τον τύπο των διαθέσιμων δεδομένων πρωτίστως και δευτερευόντως θα πρέπει να μπορεί άμεσα και εύκολα να καλύψει την ανάγκη αυτή. Διαφορετικά, θα πρέπει να εξεταστεί η χρησιμότητα του εκάστοτε τύπου δεδομένων και αν δεν απαιτούνται δεν χρειάζεται να καταναλώνονται πόροι για την διάθεσή τους. Τέλος, θα εξεταστεί η δυνατότητα άμεσης απόκτησης των δεδομένων αυτών σε σχέση με την εκάστοτε IoT πλατφόρμα και συνεπώς θα οδηγήσει σε αλλαγές και βελτιώσεις αν τελικά οι χρήστες προτιμούν τις μεμονωμένες IoT πλατφόρμες έναντι του συστήματος.
Σενάριο επιτυχίας	Η ποσότητα των τύπων των δεδομένων που θα αγοραστούν από το σύστημα IoTFeds, θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη ποσότητα που θα αγοραστεί για κάθε τύπο, από την κάθε IoT πλατφόρμα μεμονωμένα.

8.1.6. Ποσό αγοράς

Το τελευταίο μέτρο το οποίο χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση του κόστους είναι το **ποσό αγοράς** (Πίνακας 49) μέσω της χρήσης του συστήματος. Επί της ουσίας, πρόκειται για την αξία των αγορών του χρήστη. Το ποσό αυτό, που θα προκύψει έπειτα από τις αγορές του μέσω της χρήσης του συστήματος θα έρθει σε αντιπαράθεση με αυτό που θα προκύψει δίχως την χρήση του συστήματος αλλά με την αγορά από κάθε IoT πλατφόρμα μεμονωμένα.

Πίνακας 49: Ποσό αγοράς

KPI 006	Ποσό αγοράς
Τύπος μέτρησης	Ποσοτική
Περιγραφή	Το ποσό αγοράς ως μέτρο χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση του κόστους των αγορών μέσω της χρήσης του συστήματος. Επί της ουσίας πρόκειται για την χρηματική αξία των αγορών του χρήστη.
Τι θα μετρηθεί	Θα μετρηθεί το απόλυτο ποσό αγοράς μέσω του συστήματος για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα και το αντίστοιχο ποσό μεμονωμένα των IoT πλατφορμών για το ίδιο χρονικό διάστημα.
Πως θα μετρηθεί	Στο τέλος θα γίνει σύγκριση του κάθε ποσού.
Αιτία	Το σύστημα θα πρέπει να διαθέτει τους μηχανισμούς και την επάρκεια υποδομής και δεδομένων ώστε να μπορεί να πραγματοποιηθεί μια αγορά γρήγορα, εύκολα και με ευχάριστη εμπειρία χρήσης. Διαφορετικά, αν προτιμούν οι χρήστες τις μεμονωμένες αγορές από την κάθε IoT πλατφόρμα ξεχωριστά, τότε το σύστημα IoTFeds θεωρείται μη αναγκαίο.
Σενάριο επιτυχίας	Το ποσό αγοράς, μέσα από το σύστημα IoTFeds θα πρέπει να είναι πιο μεγάλο από το ποσό αγοράς αθροιστικά από τις εμπλεκόμενες IoT πλατφόρμες, για το ίδιο χρονικό διάστημα και για τον ίδιο τύπο δεδομένων.

8.2 Βασικοί Δείκτες Επίδοσης Λειτουργικής Συμπεριφοράς

Οι Βασικοί Δείκτες Επίδοσης που σχετίζονται με τη λειτουργική συμπεριφορά του συστήματος αποσκοπούν στην καλύτερη δυνατή ανατροφοδότηση. Στο έργο IoTFeds, για την ανατροφοδότηση αυτή, χρησιμοποιούνται δείκτες με σκοπό να εξάγουμε αποτελέσματα σχετικά με τον χρόνο που απαιτείται ώστε να διεκπεραιώσει το σύστημα τόσο τις λειτουργίες του όσο και τις απαιτήσεις των χρηστών.

Οι Βασικοί Δείκτες Επίδοσης που θα ληφθούν υπόψιν για την αξιολόγηση της λειτουργικής συμπεριφοράς του συστήματος IoTFeds είναι ακόλουθοι:

- **Ο χρόνος φόρτωσης (load time).**
- **Ο χρόνος απόκρισης (Latency).**
- **Ο χρόνος εναλλαγής σελίδων (System response time).**
- **Ο αριθμός των ενδεχόμενων καταρρεύσεων (crashes) του συστήματος.**

Κλείνοντας, τα στατιστικά στοιχεία, τα οποία θα συλλεχθούν, όσον αφορά την απόκριση της εφαρμογής κατά την διαδικασία αξιολόγησής της (κάτω από πραγματικές συνθήκες), θα παρέχουν την δυνατότητα επεξεργασίας, ανάλυσης, μετατροπής και βελτίωσης του ολοκληρωμένου συστήματος από τους ίδιους τους δημιουργούς του. Στις ακόλουθες υποενότητες, παρουσιάζονται αναλυτικά οι προαναφερθέντες Βασικοί Δείκτες Απόδοσης για τη λειτουργική συμπεριφορά του συστήματος.

8.2.1. Χρόνος φόρτωσης

Ο **χρόνος φόρτωσης** (Πίνακας 50) αφορά το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί ανάμεσα στο αρχικό άγγιγμα (tap) του χρήστη έως και την σελίδα εισαγωγής των προσωπικών δεδομένων του χρήστη (username, password, pin κτλ.), για να πραγματοποιηθεί είσοδός του στο σύστημα. Αν δεν απαιτείται είσοδος λαμβάνεται υπόψιν ο χρόνος από το tap ως την εμφάνιση του αρχικού μενού του συστήματος (Microsoft Support Office, 2020).

Πίνακας 50: Χρόνος φόρτωσης

KPI 007	Χρόνος φόρτωσης
Τύπος μέτρησης	Ποσοτική
Περιγραφή	Ο Βασικός Δείκτης Επίδοσης του χρόνου φόρτωσης αντιπροσωπεύει ουσιαστικά μια μέση τιμή του χρόνου φόρτωσης του συστήματος.
Τι θα μετρηθεί	Θα μετρηθεί ο μέσος χρόνος φόρτωσης του συστήματος σε μονάδες μέτρησης δευτερολέπτων.
Πως θα μετρηθεί	Τίθεται ως ανώτατο μέσο χρονικό όριο τα δύο δευτερόλεπτα (2 seconds). Θα πραγματοποιηθεί είσοδος στο σύστημα από διαφορετικούς χρήστες και θα μετρηθεί ο χρόνος φόρτωσης σε κάθε περίπτωση. Στη συνέχεια θα καταγραφούν οι αντίστοιχοι χρόνοι και θα εξαχθεί ο μέσος όρος.
Αιτία	Η κακή απόδοση ή οι συχνές ή μακροχρόνιες διακοπές διαβρώνουν την αντίληψη και την εμπιστοσύνη των χρηστών. Μια καθυστέρηση, έστω και μισού δευτερολέπτου μπορεί να υποβαθμίσει σημαντικά τη γνώμη του χρήστη για το σύστημα, ακόμη και να επηρεάσει τα συναισθήματά του.
Σενάριο επιτυχίας	Ο όσο το δυνατόν μικρότερος χρόνος φόρτωσης κάτω από το όριο των 2 δευτερολέπτων.

8.2.2. Χρόνος απόκρισης

Ο **χρόνος απόκρισης** (Πίνακας 51) είναι ένα πολύ γνωστό KPI και λαμβάνεται υπόψιν για την αξιολόγηση της λειτουργικής συμπεριφοράς του συστήματος. Πρακτικά ο χρόνος απόκρισης, είναι γνωστός και ως χρόνος ανάκτησης της πληροφορίας. Το μέτρο αυτό, αντιπροσωπεύει τον χρόνο που μεσολαβεί από την στιγμή που θα δοθεί εντολή από τον χρήστη (προβολή συναλλαγών, λήψη δεδομένων κτλ.) ή από το ίδιο το σύστημα (ειδοποίηση κακόβουλης χρήσης στο σύστημα, ενημέρωση λήψης δεδομένων κτλ.) μέχρι τη στιγμή φόρτωσης (load) της πληροφορίας στην οθόνη του του χρήστη (Microsoft Support Office, 2020).

Εκτενέστερα, όσο πιο γρήγορα ανταποκρίνεται η εφαρμογή στο άγγιγμα και στις εντολές του χρήστη και του ίδιου του συστήματος τόσο πιο γρήγορο και ευέλικτο θεωρείται το σύστημα στο σύνολό του. Αυτό ταυτόχρονα συνεπάγεται και μεγαλύτερη ικανοποίηση από την πλευρά του χρήστη, καθώς η λειτουργικότητα του συστήματος είναι σε πολύ υψηλό επίπεδο. Άλλωστε, η αμεσότητα μιας εφαρμογής εν γένει είναι κάτι το οποίο πάντοτε αξιολογείται θετικά από τον εκάστοτε χρήστη.

Πίνακας 51: Χρόνος απόκρισης

KPI 008	**Χρόνος απόκρισης**
Τύπος μέτρησης	Ποσοτική
Περιγραφή	Ο Βασικός Δείκτης Επίδοσης του χρόνου απόκρισης αντιπροσωπεύει ουσιαστικά μια μέση τιμή του χρόνου ανάκτησης της πληροφορίας από τη στιγμή εντολής έως τη στιγμή εμφάνισης της πληροφορίας στον χρήστη.
Τι θα μετρηθεί	Θα μετρηθεί ο μέσος χρόνος απόκρισης και ανάκτησης της πληροφορίας συστήματος σε μονάδες μέτρησης δευτερολέπτων.
Πως θα μετρηθεί	Τίθεται ως ανώτατο μέσο χρονικό όριο τα δύο δευτερόλεπτα. Θα πραγματοποιηθεί εντολή απόκρισης στο σύστημα από διαφορετικούς χρήστες και θα μετρηθεί ο χρόνος απόκρισης σε κάθε περίπτωση. Στη συνέχεια θα καταγραφούν οι αντίστοιχοι χρόνοι και θα εξαχθεί ο μέσος όρος.
Αιτία	Ο μεγάλος χρόνος απόκρισης διαβρώνει την εμπειρία και την εμπιστοσύνη των χρηστών. Μια καθυστέρηση έστω και μισού δευτερολέπτου μπορεί να υποβαθμίσει σημαντικά τη γνώμη του χρήστη για το σύστημα, ακόμη και να επηρεάσει τα συναισθήματά του.
Σενάριο επιτυχίας	Ο όσο το δυνατόν μικρότερος χρόνος απόκρισης κάτω από το όριο των δύο δευτερολέπτων.

8.2.3. Χρόνος εναλλαγής λειτουργιών του συστήματος

Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι κατά τον σχεδιασμό των Βασικών Δεικτών Επίδοσης θα πρέπει να ληφθούν υπόψιν και κάποιοι εμπειρικοί κανόνες οι οποίοι έχουν προκύψει έπειτα από τη λειτουργία άλλων συστημάτων ή εφαρμογών στο πέρασμα του χρόνου. Πιο συγκεκριμένα, ο εμπειρικός κανόνας γενικώς για τη βέλτιστη διάρκεια απόκρισης μιας εφαρμογής αποδέχεται το ένα δευτερόλεπτο (1 second) ως αναμονή απόκρισης (Microsoft Support Office, 2020).

Ωστόσο, από την στιγμή που πρόκειται για εμπειρικό κανόνα αυτό σημαίνει ότι ο κάθε χρήστης ενδεχομένως να έχει μια πιο υποκειμενική άποψη σχετικά με την αναμονή απόκρισης. Για τον λόγο αυτό, έχει παρατηρηθεί ένα περιθώριο μέχρι τα τρία δευτερόλεπτα, λόγω της «ανοχής» κάποιων χρηστών στο χρόνο καθυστέρησης απάντησης από το σύστημα. Από την άλλη πλευρά, η εμπειρία έχει δείξει ότι, οποιαδήποτε λειτουργία της εκάστοτε εφαρμογής ή συστήματος ξεπερνάει το χρονικό διάστημα των τριών με τεσσάρων δευτερολέπτων απόκρισης είναι ικανή να οδηγήσει τον εμπλεκόμενο να απορρίψει τη χρήση της συγκεκριμένης λειτουργίας της εφαρμογής ή του συστήματος και εν συνεχεία αν αυτό επαναλαμβάνεται συχνά

στην ίδια λειτουργία ή/και σε όλες τότε μπορεί να οδηγήσει και στην πλήρη απαξίωση και μη χρήση του συστήματος στο σύνολό του.

Συνεπώς ο Βασικός Δείκτης Επίδοσης του **χρόνου εναλλαγής των λειτουργιών του συστήματος** (Πίνακας 52) μπορεί να αποδώσει σημαντική ανατροφοδότηση σχετικά με την αξιολόγηση της λειτουργικότητας του συστήματος.

Πίνακας 52: Χρόνος εναλλαγής των λειτουργιών του συστήματος

KPI 009	**Χρόνος εναλλαγής των λειτουργιών του συστήματος**
Τύπος μέτρησης	Ποσοτική
Περιγραφή	Μέσος χρόνος απόκρισης συστήματος κατά την εναλλαγή λειτουργιών.
Τι θα μετρηθεί	Θα μετρηθεί ο μέσος χρόνος απόκρισης του συστήματος σε μονάδες μέτρησης δευτερολέπτων για την περίπτωση της εναλλαγής από λειτουργία σε λειτουργία.
Πως θα μετρηθεί	Τίθεται ως ανώτατο μέσο χρονικό όριο το 1 δευτερόλεπτο και ως κατώτατο τα 3 δευτερόλεπτα. Θα πραγματοποιηθεί εναλλαγή λειτουργιών στο σύστημα από διαφορετικούς χρήστες και θα μετρηθεί ο χρόνος απόκρισης σε κάθε περίπτωση. Στη συνέχεια θα καταγραφούν οι αντίστοιχοι χρόνοι και θα εξαχθεί ο μέσος όρος.
Αιτία	Ο μεγάλος χρόνος απόκρισης διαβρώνει την εμπειρία και την εμπιστοσύνη των χρηστών. Μια καθυστέρηση έστω και μισού δευτερολέπτου μπορεί να υποβαθμίσει σημαντικά τη γνώμη του χρήστη για το σύστημα, ακόμη και να επηρεάσει τα συναισθήματά του.
Σενάριο επιτυχίας	Ο όσο το δυνατόν μικρότερος χρόνος απόκρισης κάτω από το όριο των 3 δευτερολέπτων.

8.2.4. Αριθμός ενδεχόμενων καταρρεύσεων του συστήματος

Το τελευταίο μέτρο, το οποίο λαμβάνεται υπόψιν ως Βασικός Δείκτης Επίδοσης για την λειτουργική συμπεριφορά, είναι ο **αριθμός των ενδεχόμενων καταρρεύσεων** (Πίνακας 53) του συστήματος. Πιο συγκεκριμένα, το KPI αυτό αντιπροσωπεύει το πόσο συχνά κατά τη διάρκεια της διαδικασίας αξιολόγησης τυγχάνει να καταρρεύσει το σύστημα, καθώς επίσης θα καταγράφεται και το σημείο εκείνο στο οποίο παρατηρείται η κατάρρευση αυτή (π.χ. κατά την διαδικασία πώλησης δεδομένων, κατά τη διάρκεια λήψης σημάτων, κτλ.).

Πίνακας 53: Αριθμός των ενδεχόμενων καταρρεύσεων

KPI 010	Αριθμός των ενδεχόμενων καταρρεύσεων
Τύπος μέτρησης	Ποσοτική
Περιγραφή	Το σύστημα ενδέχεται να υποπέσει σε ανεπιθύμητες καταρρεύσεις κατά τη διάρκεια χρήσης του.
Τι θα μετρηθεί	Θα μετρηθεί ο αριθμός των καταρρεύσεων κατά τη χρήση του συστήματος.
Πως θα μετρηθεί	Θα μετρηθεί πόσες φορές το σύστημα καταρρέει διαιρούμενο με το πόσες φορές χρησιμοποιήθηκε.
Αιτία	Ο μεγάλος αριθμός καταρρεύσεων του συστήματος θα επηρεάσει καθολικά και καθοριστικά την αποδοχή και χρήση από τους χρήστες του. Με τον τρόπο αυτό κινδυνεύει να οδηγηθεί στην απαξίωση.
Σενάριο επιτυχίας	Ο όσο το δυνατόν μικρότερος αριθμός καταρρεύσεων σε σχέση με τον μέγιστο δυνατό αριθμό χρήσης του συστήματος.

8.3 Βασικοί Δείκτες Επίδοσης Ικανοποίησης Χρήστη

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται ο Βασικός Δείκτης Επίδοσης που σχετίζεται με την ικανοποίηση του χρήστη (User's satisfaction). Στην προκειμένη περίπτωση ως δείκτης θα χρησιμοποιηθεί ο Net Promoter Score (NPS), όπως θα αναλυθεί στη συνέχεια.

8.3.1. NPS

Ο **NPS**[39] είναι KPI το οποίο συνδέεται με την ικανοποίηση του χρήστη. Ουσιαστικά μέσα από τη χρήση του NPS παρέχεται σημαντική ανατροφοδότηση με βάση την εμπειρία χρήστη. Με τον όρο εμπειρία χρήστη νοείται η εμπειρία όλων των χρηστών του συστήματος, όπως αυτό αναφέρθηκαν προηγουμένως στο παραδοτέο αυτό.

Με τη χρήση του **NPS** (Πίνακας 19) στο σύνολο των χρηστών του συστήματος, μπορούμε να λάβουμε ανατροφοδότηση με πιο ολοκληρωμένο τρόπο. Οι χρήστες που αφορούν την ομάδα ιδιοκτησίας, παροχής και πώλησης δεδομένων, όπως και αυτοί που αφορούν την ομάδα που σχετίζεται με τις πλατφόρμες και την υποδομή του συστήματος ενδεχομένως να παρουσιάσουν μια πιο μεροληπτική στάση σχετικά με την ικανοποίηση από το σύστημα. Για τον λόγο αυτό, οι τελικοί χρήστες δηλαδή οι λεγόμενοι end users, οι οποίοι απαρτίζουν την ομάδα των χρηστών που θα αγοράσουν τα δεδομένα και τις υπηρεσίες του συστήματος θα έχουν πιο αμερόληπτη στάση, καθώς δεν έχουν εμπλακεί στη δημιουργία και ανάπτυξη του συστήματος. Οπότε, καταγράφονται οι παρατηρήσεις και των δύο πλευρών.

Οι παρατηρήσεις αυτές δύναται να αφορούν την ευκολία χρήσης του συστήματος IoTFeds στην καθημερινότητα του τελικού χρήστη. Ταυτόχρονα σημαντικό ρόλο παίζει και η ικανοποίηση από πλευράς της ομάδας των παρόχων και πωλητών. Για τον λόγο αυτό γίνεται καταγραφή των παρατηρήσεων σχετικά με την ευκολία πρόσβασης και διαχείρισης των δεδομένων, συναλλαγών, υπηρεσιών και υποδομών του συστήματος (παραμετροποίηση IoT συσκευών, τεχνικά χαρακτηριστικά, κόστος δεδομένων και υπηρεσιών κτλ.). Έτσι μπορούν

[39] https://www.netpromoter.com/know/

έγκαιρα και στοχευμένα να ανιχνευτούν τυχόν νέες ανάγκες που μπορεί να αφορούν την διαμόρφωση τιμολογιακής πολιτικής, την δημιουργία νέων λειτουργιών, τη διόρθωση υφιστάμενων λειτουργιών κτλ.

Στο πλαίσιο αυτό, ο δείκτης NPS αποτελεί ένα παραδοσιακό και δοκιμασμένο μέσο μέτρησης και καταγραφής της ικανοποίησης των χρηστών μέσω μιας απλής ερώτησης η οποία είναι:

Πόσο πιθανό είναι να συστήσετε ή να προτείνετε την εμπειρία, υπηρεσία ή το προϊόν σε κάποιον γνωστό σας;

Πρόκειται για μια ουσιώδη ερώτηση, αφού μπορεί και διαχωρίζει τις προτιμήσεις και τα προσωπικά ενδιαφέροντα του εκάστοτε χρήστη και έχει ως βάση την ιδέα του αν θα έμπαινε κάποιος στην διαδικασία ή αν θα έπαιρνε την πρωτοβουλία να προτείνει σε κάποιον άλλον την εμπειρία που είχε όταν χρησιμοποίησε το σύστημα! Αυτό είναι κάτι που υποδηλώνει σίγουρα την ύπαρξη ποιότητας στην εκάστοτε υπηρεσία. Αυτός ο δείκτης πρόθεσης σύστασης χρησιμοποιείται από κολοσσούς (π.χ. Apple, Microsoft Google κ.ά.) στην παγκόσμια αγορά οι οποίοι παρακολουθούν την ικανοποίηση των χρηστών τους μέσω του δείκτη αυτού (Wishart, 2020), (Microsoft Support Office, 2020) και (Hackernoon, 2019).

Η απάντηση στην ερώτηση του NPS θα δίνεται βάσει κλίμακας προτίμησης. Η κλίμακα αυτή, θα έχει βαθμολογία από το 0 ως το 5 και θα έχει ως εξής:

I. **Βαθμός 1**: Πολύ κακή εμπειρία.

II. **Βαθμός 2**: Κακή εμπειρία.

III. **Βαθμός 3**: Μέτρια εμπειρία.

IV. **Βαθμός 4**: Καλή εμπειρία.

V. **Βαθμός 5**: Εξαιρετική εμπειρία.

Πιο συγκεκριμένα, από 1-2 είναι η κατηγορία των λεγόμενων δυσφημιστών (detractors) δηλαδή αυτών που έμειναν δυσαρεστημένοι με την όποια εμπειρία είχαν και δεν θα συνιστούσαν σε καμία περίπτωση την υπηρεσία αυτή σε κάποιον γνωστό τους (κατά πάσα πιθανότατα είναι ικανοί να αφήσουν αρνητικό σχόλιο ακόμη και στα κοινωνικά δίκτυα). Στη συνέχεια, με βαθμολογία 3 θεωρούνται οι «παθητικοί» (passives), δηλαδή τα αδιάφορα και ουδέτερα άτομα που ούτε θα προωθούσαν την εμπειρία τους, ούτε όμως θα έμπαιναν και σε διαδικασία δυσφήμισης αυτής και των λειτουργιών της. Ωστόσο θα πρέπει να σημειωθεί ότι, αυτή η κατηγορία είναι ικανή με την πρώτη ευκαιρία να επιλέξει κάποια άλλη υπηρεσία. Στην Τρίτη και τελική κατηγορία, με βαθμολογία από 4-5, θεωρούνται οι λεγόμενοι «υποστηρικτές» (promoters), τα άτομα δηλαδή που θεωρείται πολύ πιθανό να αποτελέσουν τους μόνιμους και πιστούς χρήστες του συστήματος και σίγουρα θα το πρότειναν με την πρώτη ευκαιρία σε γνωστούς και φίλους τους. Με την μαθηματική του μορφή ο δείκτης NPS έχει ως εξής:

$$NPS = \frac{N_p - N_d}{N} \times 100$$

Εξίσωση 1: NPS

Όπου:

- N_p = αριθμός υποστηρικτών (promoters).
- N_d = αριθμός δυσφημιστών (detractors).
- N= συνολικός αριθμός ατόμων που συμμετείχαν στην βαθμολόγηση της εφαρμογής.

Σχετικά με τα αποτελέσματα της χρήσης του μέτρου αυτού, οι τιμές από 0-30 θεωρούνται καλές για το σύστημα, από 30-70 θεωρούνται πολύ καλές και από 70-100 κρίνονται ως εξαιρετικές (world class).

Πίνακας 54: NPS

KPI 011	NPS
Τύπος μέτρησης	Ποσοτική & Ποιοτική μέτρηση
Περιγραφή	Η Καθαρή Βαθμολογία Προώθησης (NPS) είναι μια ευρέως χρησιμοποιούμενη μέτρηση έρευνας αγοράς που συνήθως λαμβάνει τη μορφή μιας ερώτησης έρευνας που ζητά από τους ερωτώμενους να αξιολογήσουν την πιθανότητα να προτείνουν μια εταιρεία, ένα προϊόν ή μια υπηρεσία σε έναν φίλο ή συνάδελφο. Αποτελεί ένα από τα πιο γνωστά μέτρα για Βασικούς Δείκτες Επίδοσης.
Τι θα μετρηθεί	Το NPS σαν μέτρο περιλαμβάνει την ερώτηση ‘’πόσο πιθανό είναι να μας προτείνετε σε έναν φίλο ή συνάδελφο;’’ Αυτή είναι η μία ερώτηση που πρέπει να γίνει στους τελικούς χρήστες για να μετρηθεί το NPS.
Πως θα μετρηθεί	Θα γίνει διαχωρισμός σε 3 ομάδες με βάση την απάντηση στην κλίμακα που αναφέρθηκε προηγουμένως, οι οποίες θα είναι οι ακόλουθες: • 1-2 είναι αρνητικές. • 3 είναι παθητικές. • 4-5 υποστηρικτές. Στη συνέχεια, θα χρησιμοποιηθεί η εξίσωση: $$NPS = \frac{N_p - N_d}{N} \times 100$$
Αιτία	Εύρεση του ποσοστού αποδοχής – ικανοποίησης του τελικού χρήστη. Θα πρέπει να μπορούμε να καταλάβουμε πώς θα μπορούσαμε να βελτιώσουμε τις υπηρεσίες μας.
Σενάριο επιτυχίας	Η ένταξη στην κατηγορία των υποστηρικτών του συστήματος σε όσο το δυνατόν μεγαλύτερο ποσοστό.

8.4 Βασικοί Δείκτες Επίδοσης Ασφάλειας, Φερεγγυότητας και Ποιότητας Υπηρεσίας

Οι Βασικοί Δείκτες Επίδοσης Ασφάλειας, Φερεγγυότητας και Ποιότητας Υπηρεσίας αποτελούν σημαντικούς δείκτες που σχετίζονται με την ροή δεδομένων και πληροφοριών από και προς το σύστημα. Μέσω των δεικτών αυτών, μπορεί να δημιουργηθεί σημαντική ανατροφοδότηση. Πιο συγκεκριμένα, η αποστολή της πληροφορίας θα πρέπει να γίνεται άμεσα, με επάρκεια και κατά κύριο λόγο χωρίς καμία παρεμβολή ή κάποιο κενό.

Ταυτόχρονα, η πληροφορία που προβάλλεται από τους χρήστες διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο καθώς αν η πληροφορία που προβάλλουν χαρακτηρίζεται από φερεγγυότητα τόσο θα συνεχίσουν οι χρήστες να εμπιστεύονται και να χρησιμοποιούν το σύστημα. Από την άλλη πλευρά αν παρατηρηθούν ελλείψεις ή σφάλματα στην ποιότητα και επάρκεια της πληροφορίας τότε ίσως αυτό να αποτελέσει λόγο απόρριψης ή ακόμη και απαξίωσης του συστήματος από τον εκάστοτε χρήστη. Οπότε, οι βασικοί δείκτες που εξετάζονται σε αυτήν την ενότητα στοχεύουν στην παροχή της σωστής πληροφορίας την σωστή στιγμή με επάρκεια (Κονταράς, 2015) και (Accountancy Greece, 2020). Συνεπώς για την πραγματοποίηση αυτών, θα μετρηθούν τα ακόλουθα:

- **Ακρίβεια πληροφορίας (accuracy).**
- **Χρόνος μετάδοσης πληροφορίας (Defect Removal Efficiency – DRE).**
- **Αριθμός απεσταλμένων πληροφοριών.**
- **Αποτελεσματικότητα αφαίρεσης ελαττωμάτων.**
- **Περιορισμοί χρηστών.**

Με τη γενικότερη έννοια του όρου των Βασικών Δεικτών Επίδοσης της κατηγορίας αυτής, μπορούμε να πούμε πως, είναι η περιγραφή ή η μέτρηση της συνολικής απόδοσης μιας υπηρεσίας, όπως ένα δίκτυο τηλεφωνίας ή υπολογιστών ή μια υπηρεσία υπολογιστικού νέφους, ιδιαίτερα η απόδοση που βλέπουν οι χρήστες του δικτύου. Για την ποσοτική μέτρηση της ποιότητας της υπηρεσίας, συχνά λαμβάνονται υπόψη πολλές σχετικές πτυχές της υπηρεσίας δικτύου, όπως η απώλεια πακέτων, ο ρυθμός μετάδοσης, η απόδοση, η καθυστέρηση μετάδοσης, η διαθεσιμότητα, κτλ. (Κονταράς, 2015) και (Δέτσιμα & Παπαβασιλείου, 2014).

Οι υποενότητες που ακολουθούν παρουσιάζουν τους προαναφερθέντες Βασικούς Δείκτες Επίδοσης.

8.4.1. Ακρίβεια πληροφορίας

Πιο συγκεκριμένα, η **ακρίβεια πληροφορίας** (Πίνακας 55) αφορά την ορθή και επαρκή πληροφορία που θα λαμβάνει ο χρήστης από το σύστημα (π.χ. ακριβής τοποθεσία και αριθμός θέσεων πάρκινγκ, ακριβής ενημέρωση για τα καιρικά φαινόμενα κτλ.). Για να γίνει πιο ξεκάθαρο αυτό, ο χρήστης θα πρέπει να λαμβάνει την σωστή πληροφορία και όχι κάποια λανθασμένη, παραπλανητική ή ελλιπή. Ταυτόχρονα, η πληροφορία που θα λαμβάνει θα πρέπει να περιέχει όλα όσα έχουν προδιαγραφεί από την σχεδίαση του συστήματος και τις απαιτήσεις των χρηστών. Δηλαδή, με ένα απλό παράδειγμα, η θέση για πάρκινγκ θα πρέπει να είναι αυτή, η οποία αντιστοιχεί στην πραγματικότητα και όχι κάποια θέση, η οποία είτε είναι κατειλημμένη είτε είναι σε άλλη τοποθεσία από αυτή που αναζητά ο χρήστης.

Με τον τρόπο αυτό διασφαλίζεται τόσο η ασφάλεια του χρήστη (έχει πληρώσει για αυτό που είχε ανάγκη στην τιμή που αυτό αντιστοιχεί) όσο και η φερεγγυότητά του στο σύστημα (λήψη επαρκούς και ορθής πληροφορίας).

Πίνακας 55: Ακρίβεια πληροφορίας

KPI 012	Ακρίβεια πληροφορίας
Τύπος μέτρησης	Ποιοτική
Περιγραφή	Ο Βασικός Δείκτης Επίδοσης της ακρίβειας της πληροφορίας αντιπροσωπεύει ουσιαστικά την ορθή και επαρκή πληροφορία που το σύστημα μεταδίδει στο τέλος στον χρήστη.

Τι θα μετρηθεί	Θα μετρηθεί η ακρίβεια της πληροφορίας σε σχέση με την αντίστοιχη ζήτηση από τον χρήστη.
Πως θα μετρηθεί	Θα πραγματοποιηθεί αίτηση για παροχή πληροφορίας (π.χ. κενή θέση πάρκινγκ) και στη συνέχεια θα μεταδοθεί τον χρήστη η πληροφορία αυτή. Έπειτα, θα πραγματοποιηθεί επαλήθευση με την αντιστοιχία της πληροφορίας που εστάλη στην πραγματική πηγή (π.χ. στην πραγματική θέση πάρκινγκ). Αυτό θα πραγματοποιηθεί πολλές φορές και για όλες τις περιπτώσεις χρήσης ώστε να εξακριβωθεί ότι το σύστημα μεταδίδει ακριβείς πληροφορίες.
Αιτία	Οι εσφαλμένες, ελλιπείς ή παραπλανητικές πληροφορίες βλάπτουν σοβαρά την αξιοπιστία του συστήματος και την ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών. Συνεπώς το σύστημα οδηγείται σε απαξίωση.
Σενάριο επιτυχίας	Οι όσο το δυνατόν πιο ακριβείς πληροφορίες σε σχέση με την ζήτηση του χρήστη. Ως σενάριο επιτυχίας, συγκεκριμένα, τίθεται ο όσο το δυνατόν μικρότερος αριθμός σφαλμάτων σε σχέση με τον μέγιστο δυνατό αριθμό χρήσης του συστήματος και για τον μέγιστο αριθμό περιπτώσεων χρήσης.

8.4.2. Αποτελεσματικότητα αφαίρεσης ελαττωμάτων

Η **Αποτελεσματικότητα Αφαίρεσης Ελαττωμάτων** (Πίνακας 56) επιτρέπει στην ομάδα ανάπτυξης του συστήματος να εξαλείψει σφάλματα πριν από την κυκλοφορία του τελικού προϊόντος ή υπηρεσίας. Το DRE υπολογίζεται ως η συσχέτιση των σφαλμάτων που εντοπίστηκαν εσωτερικά από ειδικούς στις δοκιμές λογισμικού, ποιοτικού ελέγχου κατά την διαδικασία των δοκιμών με τον αριθμό των σφαλμάτων που εντοπίστηκαν έπειτα από τους χρήστες.

Ουσιαστικά αφορά δηλαδή τη διαφορά που προκύπτει μεταξύ των σφαλμάτων στις εργαστηριακές και στις πιλοτικές δοκιμές του συστήματος.

Πίνακας 56: Αποτελεσματικότητα αφαίρεσης ελαττωμάτων

KPI 013	**Αποτελεσματικότητα αφαίρεσης ελαττωμάτων**
Τύπος μέτρησης	Ποσοτική & Ποιοτική
Περιγραφή	Ο Βασικός Δείκτης Επίδοσης της αποτελεσματικότητας αφαίρεσης ελαττωμάτων αντιπροσωπεύει τον εντοπισμό των σφαλμάτων που προκύπτουν από τη χρήση του συστήματος σε εργαστηριακό επίπεδο σε σχέση με τη χρήση του συστήματος σε επίπεδο πιλοτικής εφαρμογής.
Τι θα μετρηθεί	Θα μετρηθεί το πλήθος και το είδος σφαλμάτων που εντοπίστηκαν στις εργαστηριακές και στις πιλοτικές δοκιμές του συστήματος.

Πως θα μετρηθεί	Θα πραγματοποιηθεί καταγραφή του πλήθους και του είδους των σφαλμάτων (πχ. 5 σφάλματα μη απόκρισης σε αίτηση του χρήστη, 3 σφάλματα κενής μετάδοσης πληροφορίας κτλ.). Η καταγραφή αυτή θα πραγματοποιηθεί αρχικά σε εργαστηριακό επίπεδο και στη συνέχεια θα γίνει επίλυση αυτών. Έπειτα στην πιλοτική εκτέλεση θα πραγματοποιηθεί η ίδια διαδικασία καταγραφής και θα γίνει σύγκριση με τις καταγραφές σφαλμάτων που πραγματοποιήθηκαν στις εργαστηριακές δοκιμές.
Αιτία	Τα συνεχή και επαναλαμβανόμενα σφάλματα οδηγούν σε απαξίωση του συστήματος.
Σενάριο επιτυχίας	Η παρουσία όσο το δυνατόν λιγότερων σφαλμάτων στην πιλοτική εφαρμογή σε σχέση με τα σφάλματα που ανιχνεύτηκαν και επιλύθηκαν στις εργαστηριακές δοκιμές.

8.4.3. Χρόνος μετάδοσης πληροφορίας

Ένας Βασικός Δείκτης Επίδοσης που λαμβάνεται υπόψιν είναι ο **χρόνος μετάδοσης πληροφορίας** (Πίνακας 57). Ο δείκτης αυτός δεν θα πρέπει να συγχέεται με τον δείκτη του χρόνου απόκρισης ή του χρόνου φόρτωσης, καθώς δεν σχετίζεται άμεσα με την συνολική λειτουργικότητα και τις δυνατότητες του συστήματος αλλά με ένα συγκεκριμένο χαρακτηριστικό αυτού, το οποίο επηρεάζει έμμεσα την λειτουργικότητα και τις δυνατότητές του.

Πρακτικά αυτό σημαίνει ότι, ο χρήστης όταν θα αιτηθεί την πληροφορία του ενδιαφέροντος του (π.χ. κενή θέση πάρκινγκ), θα πρέπει να λάβει την πληροφορία αυτή, εντός του χρονικού διαστήματος που θα έχει θεσπιστεί από τον κατασκευαστή ή από κάποιον άλλο ρόλο χρήστη του συστήματος (IoT Data Provider κτλ.) και όχι με μεγάλη καθυστέρηση ούτε και έπειτα από την αποχώρηση του ενδιαφέροντος του για την πληροφορία αυτή (π.χ. ενώ βρήκε πάρκινγκ η πληροφορία για την κενή θέση έφτασε πολύ αργότερα). Συνεπώς με τον σωστό χρόνο μετάδοσης η φερεγγυότητα του χρήστη στην εφαρμογή αυξάνεται.

Πίνακας 57: Χρόνος μετάδοσης πληροφορίας

KPI 014	**Χρόνος Μετάδοσης Πληροφορίας**
Τύπος μέτρησης	Ποσοτική & Ποιοτική
Περιγραφή	Ο Βασικός Δείκτης Επίδοσης του χρόνου μετάδοσης της πληροφορίας αντιπροσωπεύει τον μέσο χρόνο που μεσολαβεί από την απαίτηση του χρήστη να λάβει μια συγκεκριμένη πληροφορία μέχρι τη στιγμή που θα λάβει την πληροφορία αυτή.
Τι θα μετρηθεί	Θα μετρηθεί ο μέσος χρόνος μετάδοσης της πληροφορίας σε μονάδες μέτρησης δευτερολέπτων. Ο μέσος χρόνος αυτός αντιστοιχεί στη μετάδοση πληροφορίας τόσο από τη μεριά του αιτούντος όσο και από τη μεριά του IoT πάροχου της πληροφορίας αυτής.

Πως θα μετρηθεί	Τίθεται ως ανώτατο μέσο χρονικό όριο τα 2 δευτερόλεπτα. Θα πραγματοποιηθεί εντολή απόκρισης στο σύστημα από διαφορετικούς χρήστες και θα μετρηθεί ο χρόνος μετάδοσης της πληροφορίας σε κάθε περίπτωση και για κάθε εμπλεκόμενη περίπτωση χρήσης. Στη συνέχεια θα καταγραφούν οι αντίστοιχοι χρόνοι και θα εξαχθεί ο μέσος όρος.
Αιτία	Ο μεγάλος χρόνος μετάδοσης της πληροφορίας βλάπτει σοβαρά την φερεγγυότητα και την ποιότητα της υπηρεσίας που παρέχεται από το σύστημα. Μεγάλη καθυστέρηση στην μετάδοση της πληροφορίας, οδηγεί στην απαξίωση του συστήματος και σε πλήγμα της αναγκαιότητας χρήσης του.
Σενάριο επιτυχίας	Ο όσο το δυνατόν μικρότερος χρόνος μετάδοσης της πληροφορίας κάτω από το όριο των 2 δευτερολέπτων.

8.4.4. Αριθμός απεσταλμένων πληροφοριών

Ο Βασικός Δείκτης Επίδοσης του **αριθμού απεσταλμένων πληροφοριών** (Πίνακας 58) αποτελεί επίσης σημαντικό παράγοντα ανατροφοδότησης. Πιο συγκεκριμένα, το σύστημα είναι σχεδιασμένο με τέτοιο τρόπο ώστε να στέλνει συγκεκριμένο αριθμό πληροφοριών στον χρήστη για κάθε αίτησή του και σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα.

Για να γίνει πιο ξεκάθαρο αυτό, θα πρέπει ο χρήστης να λαμβάνει την πληροφορία την οποία έχει αιτηθεί ή για αυτήν που έχει δώσει άδεια στο σύστημα να του στέλνει, δεν θα πρέπει όμως να στέλνονται οι ίδιες πληροφορίες πολλαπλές φορές (π.χ. αποστολή πληροφορίας για κενή θέση παρκαρίσματος μια φορά ή τουλάχιστον όσες έχει θέσει ο χρήστης και όχι παραπάνω). Αν επαναλαμβάνεται συνεχώς αποστολή της ίδιας πληροφορίας, τότε αυτό που θα συμβεί είναι ότι ο χρήστης αποθαρρύνεται από την χρήση συστήματος και χάνεται σημαντικά η φερεγγυότητά του σε αυτό. Συνεπώς, το μέτρο αυτό έχει σημασία, διότι θα πρέπει να εξεταστεί και το ενδεχόμενο λάθους αποστολής πληροφορίας από το σύστημα.

Πίνακας 58: Αριθμός απεσταλμένων πληροφοριών

KPI 015	**Αριθμός απεσταλμένων πληροφοριών**
Τύπος μέτρησης	Ποσοτική
Περιγραφή	Πρόκειται για τον αριθμό των πληροφοριών που στέλνονται στον χρήστη είτε έπειτα από αίτηση αυτού του ιδίου είτε έπειτα από συμφωνία που έχει κάνει ‘’a priori’’ ο χρήστης με τους υπεύθυνους του συστήματος για την αποστολή συγκεκριμένου αριθμού πληροφοριών.
Τι θα μετρηθεί	Θα μετρηθεί ο αριθμός των απεσταλμένων πληροφοριών στον χρήστη είτε με αίτησή του προς το σύστημα είτε από το ίδιο το σύστημα αυτόματα προς αυτόν.
Πως θα μετρηθεί	Θα πραγματοποιηθεί αίτηση για παροχή πληροφορίας από διαφορετικούς χρήστες και για διαφορετικές περιπτώσεις χρήσης και στη συνέχεια θα γίνει καταγραφή των λαμβανόμενων πληροφοριών για κάθε περίπτωση και για κάθε χρήστη.

	Ταυτόχρονα θα γίνει καταγραφή των πληροφοριών που αποστέλλονται από το σύστημα. Έτσι θα γίνει στο τέλος διασταύρωση μεταξύ απεσταλμένων και λαμβανόμενων πληροφοριών και θα εξαχθούν πορίσματα σχετικά με: • Τον αριθμό των πληροφοριών που επαναλαμβάνονται χωρίς λόγο σε χρονικό διάστημα που δεν μεσολαβεί άλλη νέα αίτηση του χρήστη προς το σύστημα. • Τον αριθμό των πληροφοριών που αποστέλλονται επαναλαμβανόμενα στον χρήστη ενώ ενδιάμεσα ο ίδιος έχει προχωρήσει σε νέα αίτηση για άλλη πληροφορία στο σύστημα.
Αιτία	Οι επαναλαμβανόμενες αποστολές πληροφορίας θα δημιουργήσουν σύγχυση στον παραλήπτη και στο τέλος ο ίδιος θα σταματήσει να θέλει να συνεχίσει να χρησιμοποιεί το σύστημα.
Σενάριο επιτυχίας	Η καταγραφή του ελάχιστου δυνατού αριθμού επαναλαμβανόμενων απεσταλμένων πληροφοριών από το σύστημα στους χρήστες.

8.4.5. Περιορισμοί χρηστών

Ο Βασικός Δείκτης Επίδοσης του **περιορισμού των χρηστών** (Πίνακας 59) συνδέεται με την απαίτηση που υπάρχει, το σύστημα να έχει περιορισμό στην πρόσβαση των χρηστών. Με τον τρόπο αυτό αποκλείονται από την χρήση του συστήματος είτε χρήστες με κακόβουλη διάθεση, είτε χρήστες με διάθεση να εκμεταλλευτούν το σύστημα για περισσότερο χρονικό διάστημα από αυτό το οποίο έχει ήδη συμφωνηθεί μεταξύ αυτών και των υπευθύνων διαχείρισης του συστήματος.

Πίνακας 59: Περιορισμοί χρηστών

KPI 016	Περιορισμοί χρηστών
Τύπος μέτρησης	Ποσοτική & Ποιοτική
Περιγραφή	Το σύστημα θα έχει περιορισμό στην πρόσβαση των χρηστών.
Τι θα μετρηθεί	Η πληρότητα των κριτηρίων του κάθε χρήστη του συστήματος. Τα κριτήρια δεν περιλαμβάνουν μόνο την πλήρωση των κριτηρίων εγγραφής και εισόδου, αλλά και την πλήρωση των κριτηρίων ανανέωσης (π.χ. αν έχει λήξει η συνδρομή του χρήστη, θα έχει περιορισμένη ή και καθόλου πρόσβαση στο σύστημα).
Πως θα μετρηθεί	Κάθε χρήστης θα πρέπει να δημιουργεί λογαριασμό και να πληροί κάποιες προϋποθέσεις για την εγγραφή και εν συνεχεία είσοδό του στο σύστημα. Συνεπώς για κάθε επίδοξο χρήστη θα μετρηθεί η πληρότητα των κριτηρίων εισόδου του στο σύστημα και εν συνεχεία χρήσης του συστήματος. Θα μετρηθεί ο αριθμός πρόσβασης των χρηστών στο σύστημα με βάση τα κριτήρια που θα

	πρέπει να πληροί τόσο για την περίπτωση της εγγραφής όσο και για την περίπτωση της ανανέωσης της εγγραφής. Για να γίνει αυτό, θα δημιουργηθούν λογαριασμοί χρήστη με βάση τα κριτήρια που τίθενται από το σύστημα και θα μετρηθεί ο αριθμός εισόδου σε όσους δεν έχουν συμπληρώσει όλα τα στοιχεία και κατά δεύτερον θα μετρηθεί ο αριθμός των χρηστών που συνεχίζουν και χρησιμοποιούν το σύστημα ενώ έχει λήξει η συνδρομή τους.
Αιτία	Θα πρέπει να υπάρχει ασφάλεια και προστασία των χρηστών που αποδέχονται τα κριτήρια χρήσης του συστήματος και επίσης θα πρέπει να υπάρχει διαρκής έλεγχος για τυχόν κακόβουλους χρήστες που έχουν σκοπό να βλάψουν την φερεγγυότητα του συστήματος. Διαφορετικά, τίθεται σε κίνδυνο η ακεραιότητα του συστήματος και των δεδομένων που διαχειρίζεται.
Σενάριο επιτυχίας	Οι όσο το δυνατόν λιγότεροι χρήστες που εισάγονται στο σύστημα δίχως να πληρούν τα κριτήρια εγγραφής και εισόδου. Επίσης, οι όσο το δυνατόν λιγότεροι χρήστες που χρησιμοποιούν το σύστημα δίχως να έχουν κάνει ανανέωση της εγγραφής.

8.5 Βασικοί Δείκτες Επίδοσης Συνέπειας και Δέσμευσης

Με το πέρασμα του χρόνου έχουν αναπτυχθεί και κατά συνέπεια προταθεί πολλοί και διάφοροι βασικοί δείκτες επίδοσης (KPIs) οι οποίοι έχουν ως στόχο να καταγράψουν τον τρόπο και το ποσοστό δέσμευσης του εκάστοτε χρήστη με το εκάστοτε σύστημα ή την εκάστοτε εφαρμογή (user engagement). Για την περίπτωση αυτή, ο Βασικός Δείκτης Επίδοσης Συνέπειας και Δέσμευσης (Adherence and compliance of user) είναι ικανός και υπεύθυνος να παρέχει πολύ σημαντικές πληροφορίες όσον αφορά το «πότε» το «πως» και το «που» οι χρήστες χρησιμοποιούν ένα σύστημα (Καζάνα, 2019) και (Δέτσιμα & Παπαβασιλείου, 2014).

Για την περίπτωση του έργου IoTFeds, η ανατροφοδότηση για την αποτελεσματικότητα του Βασικού Δείκτη Επίδοσης Συνέπειας και Δέσμευσης χρήστη προκύπτει από τα ακόλουθα μέτρα:

- **Επιστροφή χρηστών (Retention rate).**
- **Διαμοιρασμοί (shares).**

Οι υποενότητες που ακολουθούν παρουσιάζουν τα μέτρα που λαμβάνονται υπόψιν για την περίπτωση του Βασικού Δείκτη Επίδοσης Συνέπειας και Δέσμευσης.

8.5.1. Διαμοιρασμοί

Στο προτεινόμενο σύστημα IoTFeds, θα γίνει χρήση του μέτρου της **δυνατότητας διαμοιρασμού** (Πίνακας 60). Για να γίνει πιο ξεκάθαρο αυτό, επί της ουσίας πρόκειται για τον διαμοιρασμό της εμπειρίας του εκάστοτε χρήστη στα κοινωνικά δίκτυα (social media) ώστε να μπορέσει να εκτιμηθεί η δέσμευση των χρηστών. Θα αφορά δηλαδή τον αριθμό των διαμοιρασμών καθώς και το περιεχόμενο αυτών (π.χ. ανάρτηση σχετικά με την ευκολία να βρίσκει κάποιος κενή θέση να παρκάρει μέσω του συστήματος κτλ.) θα αποτελεί μέτρο εκτίμησης της δέσμευσης και της συνέπειας των χρηστών στο συγκεκριμένο σύστημα. Έχει παρατηρηθεί ότι οι άνθρωποι τείνουν να κοινοποιούν στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης κάτι που τους ευχαρίστησε.

Η αφοσίωση λοιπόν αυτή που προβάλουν συγκεκριμένοι χρήστες είναι ικανή να δημιουργήσει ένα μοτίβο κοινοποίησης και από άλλους χρήστες σχετικά με την ίδια εμπειρία έπειτα από την χρήση του συστήματος. Με τον τρόπο αυτό αυξάνεται η δέσμευση και αφοσίωση τους στο σύστημα IoTFeds. Άρα λοιπόν καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι όσο πιο μεγάλος ο αριθμός των διαμοιρασμών τόσο καλύτερη θα είναι η εικόνα που θα έχουμε σχετικά με τις υπηρεσίες και δυνατότητες που προσφέρει το προτεινόμενο σύστημα.

Πίνακας 60: Διαμοιρασμοί

KPI 017	Διαμοιρασμοί
Τύπος μέτρησης	Ποσοτική & Ποιοτική
Περιγραφή	Πρόκειται για τον διαμοιρασμό της εμπειρίας του εκάστοτε χρήστη στα κοινωνικά δίκτυα (social media) ώστε να μπορέσει να εκτιμηθεί η δέσμευση των χρηστών. Θα αφορά δηλαδή τον αριθμό των διαμοιρασμών καθώς και το περιεχόμενο αυτών.
Τι θα μετρηθεί	Θα μετρηθεί ο αριθμός των διαμοιρασμών και κοινοποιήσεων της εμπειρίας των χρηστών του συστήματος για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Επίσης θα αξιολογηθεί και το περιεχόμενο των δημοσιεύσεων.
Πως θα μετρηθεί	Κάθε χρήστης που θα συμμετέχει στη διαδικασία αξιολόγησης του συστήματος, θα κληθεί αν το επιθυμεί να δημοσιεύσει την εμπειρία του στα κοινωνικά δίκτυα. Επίσης, θα καταγραφούν σε λίστες τα θετικά και τα αρνητικά σχόλια.
Αιτία	Το σύστημα IoTFeds θα πρέπει να χαίρει αποδοχής από το κοινό και να δημιουργεί θετικές εντυπώσεις, διαφορετικά θα θεωρείται απαξιωμένο.
Σενάριο επιτυχίας	Οι όσο το δυνατόν περισσότερες θετικές κοινοποιήσεις από τους χρήστες. Το αποτέλεσμα θα είναι καθαρός αριθμός.

8.5.2. Ποσοστό επιστροφής

Ένα ακόμη μέτρο για τη συνέπεια και δέσμευση του χρήστη είναι το **ποσοστό επιστροφής** (Πίνακας 61) των χρηστών στο σύστημα. Αφορά δηλαδή τους χρήστες εκείνους οι οποίοι αντιπροσωπεύουν τον αριθμό των χρηστών που επανήλθαν (πραγματοποίησαν είσοδο) στο σύστημα έπειτα από την πρώτη φορά που ήρθαν σε επαφή με αυτό. Πιο συγκεκριμένα ο μαθηματικός τύπος που εκφράζει τον συγκεκριμένο βασικό δείκτη επίδοσης είναι ο ακόλουθος:

$$Επιστροφή\ χρηστών = \frac{Αριθμός\ ατόμων\ που\ επανήλθαν\ στο\ σύστημα}{Αριθμός\ συνολικών\ δημιουργηθέντων\ προφίλ} \times 100$$

Εξίσωση 2: Ποσοστό επιστροφής χρηστών

Τέλος και στην συγκεκριμένη περίπτωση όσο πιο μεγάλο το ποσοστό επιστροφής χρηστών τόσο πιο μεγάλη θα είναι και η συνέπεια και δέσμευση τους στο σύστημα IoTFeds.

Πίνακας 61: Retention rate

KPI 018	Ποσοστό επιστροφής
Τύπος μέτρησης	Ποσοτική & Ποιοτική
Περιγραφή	Αφορά δηλαδή τους χρήστες εκείνους οι οποίοι επανήλθαν (πραγματοποίησαν είσοδο) στο σύστημα έπειτα από την πρώτη φορά που ήρθαν σε επαφή με αυτό.
Τι θα μετρηθεί	Θα μετρηθεί το ποσοστό των χρηστών που επέστρεψαν στο σύστημα έπειτά από την πρώτη επαφή τους με το αυτό.
Πως θα μετρηθεί	Θα μετρηθεί χρησιμοποιώντας τον τύπο που αναφέρθηκε πρωτύτερα στην ενότητα αυτή και συγκεκριμένα την Εξίσωση 2. Θα διαιρεθεί ο αριθμός των χρηστών που επέστρεψαν στο σύστημα με τον αριθμό των δημιουργημένων προφίλ και στη συνέχεια θα πολλαπλασιαστεί με το 100 για να εξαχθεί το ποσοστό.
Αιτία	Θα αξιολογηθεί ο βαθμός συνέπειας και αποδοχής της εφαρμογής καθώς υψηλό ποσοστό επιστροφής συνεπάγεται υψηλή συνέπεια και αποδοχή του συστήματος.
Σενάριο επιτυχίας	Το όσο το δυνατόν μεγαλύτερο ποσοστό επιστροφής χρηστών.

9 Συμπεράσματα

Στο συγκεκριμένο παραδοτέο, αρχικά πραγματοποιήθηκε μια εισαγωγή τεχνικού χαρακτήρα τόσο όσον αφορά τον διαχωρισμό των εργασιών στην ΕΕ1 όσο και στην τεχνολογική στάθμιση που διέπει τις τεχνικές πτυχές του έργου.

Στο επίκεντρο του συγκεκριμένου παραδοτέου ευρίσκετο αρχικώς η αποτύπωση της ενδιάμεσης αρχιτεκτονικής που αναπτύχθηκε για το σύστημα IoTFeds. Η αρχιτεκτονική αυτή παρέχει μια πρώτη εικόνα σχετικά με την δομή που θα έχει το τελικό σύστημα αλλά και τον τρόπο αλληλεπίδρασης αυτού με τους εμπλεκόμενους χρήστες και ρόλους αυτών. Η μελέτη που έγινε σχετικά με την καταλληλότερη αρχιτεκτονική απέδωσε δύο εναλλακτικές περιπτώσεις, οι οποίες παρουσιάζονται αντίστοιχα με τα πλεονεκτήματα, από τα όποια διέπονται, ενώ στο τέλος, επιλέχθηκε η καταλληλότερη. Σίγουρα και στις δύο αυτές περιπτώσεις κεντρικό ρόλο διαδραματίζει η χρήση του symbIoTe, το οποίο αποτελεί ενδιάμεσο λογισμικό καθώς και τον κρίκο εκείνο της αλυσίδας στον οποίο ενώνονται τα υπόλοιπα υποσυστήματα και εφαρμογές (πλατφόρμες IoT, συσκευές IoT, κτλ.). Η χρήση του Blockchain μελετήθηκε εις βάθος, όπως επίσης και ο τρόπος διασύνδεσης αυτού στα πλαίσια της αρχιτεκτονικής του συστήματος. Συμπερασματικά, προέκυψε ότι η καταλληλότερη περίπτωση τοποθέτησης αυτού εντός του συστήματος ήταν η χρήση του ως ανεξάρτητο σύστημα το οποίο επικοινωνεί με το ενδιάμεσο λογισμικό και το οποίο με τη σειρά του επικοινωνεί με τις πλατφόρμες IoT.

Το τελικό σύστημα φιλοδοξεί να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στη δομή των αποκαλούμενων «Έξυπνων Πόλεων» (smart cities) και όχι μόνο. Οι χρήστες του συστήματος, από όποια πλευρά και αν προέρχονται, θα έχουν στα χέρια τους ένα σημαντικό εργαλείο διαχείρισης καθημερινών καταστάσεων (εύρεση κενής θέσης στάθμευσης, διαχείριση φωτισμού κτλ.). Σχετικά με τους χρήστες και τους ρόλους τους, έγινε ήδη περιγραφή αυτών με ενδελεχή τρόπο στο Π1.1 «Περιγραφή Επιχειρηματικών Μοντέλων και Σεναρίου Χρήσης» και με βάση την περιγραφή αυτή πραγματοποιήθηκε καταγραφή των «ιστοριών χρηστών» (user stories) στο παραδοτέο αυτό.

Επιπροσθέτως, στο παραδοτέο αυτό πραγματοποιήθηκε εκτενής καταγραφή των λειτουργικών και μη λειτουργικών απαιτήσεων, οι οποίες θα καθοδηγήσουν περαιτέρω το έργο ώστε να δημιουργηθεί το κατάλληλο υπόβαθρο για την ανάπτυξη του πεδίου, εντός του οποίου θα πραγματοποιηθεί η ανάπτυξη της τελικής μορφής του συστήματος και των λειτουργικοτήτων που αυτό θα παρέχει. Ταυτόχρονα, πραγματοποιήθηκε στο παραδοτέο αυτό η καταγραφή των απορρεόντων Βασικών Δεικτών Επίδοσης, οι οποίοι αποτελούν χρήσιμο εργαλείο στη «φαρέτρα» της ομάδας εργασίας σγια την αξιολόγηση της επιτυχίας του συστήματος στην πορεία ολοκλήρωσης του έργου.

Η εργασία που πραγματοποιήθηκε στο παραδοτέο αυτό θα έχει και συνέχεια σε επόμενες δράσεις του έργου. Το παραδοτέο αυτό, αποτέλεσε τον ενδιάμεσο σταθμό μεταξύ της επιχειρηματικής και της τεχνικής πτυχής του συστήματος. Όντας τεχνικό παραδοτέο, κάνει χρήση των επιχειρηματικών δεδομένων που απορρέουν από το Π1.1 «Περιγραφή Επιχειρηματικών Μοντέλων και Σεναρίου Χρήσης» ώστε να διαμορφώσει το υπόβαθρο της μελλοντικής εργασίας που θα αναπτυχθεί στο Π1.3 «Τελική Αρχιτεκτονική Συστήματος και Επιλεγμένες Τεχνολογίες». Με γνώμονα αυτό, η μελλοντική εργασία περιλαμβάνει την αποτύπωση της τελικής αρχιτεκτονικής και την καταγραφή επιπλέον περιπτώσεων χρήσης σε μεγαλύτερο βάθος, η οποία θα εναρμονίζεται με την πρόοδο του έργου στην υλοποίηση των αντιστοίχων υποσυστημάτων και εφαρμογών που ενσωματώνει το τελικό σύστημα.

Βιβλιογραφία

Accountancy Greece. (2020). Ανάκτηση από ΚΑΙΡΙΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (KEY PERFORMANCE INDICATORS, KPIS),: https://www.accountancygreece.gr/key-performance-indicators-kpis/

Clements, P., Bachmann, F., Bass, L., Garlan, D., Ivers , J., Little , R., . . . Stafford, J. (2010). *Documenting Software Architectures: Views and Beyond* (2nd εκδ.). Franklin, Tennessee: Addison-wesley Professional.

CoinDesk. (2016, June 24). Ανάκτηση από Understanding Ethereum: https://www.coindesk.com/price/ethereum/

Ethereum. (2021). Ανάκτηση από https://ethereum.org/el/

Gillis, A. (2021, September 08). Ανάκτηση από Internet of things (IoT): https://www.iot.com.au/internet-of-things-iot/

Hackernoon. (2019, December 12). Ανάκτηση από Testing REST APIs easily in Python with pyhttptest: https://hackernoon.com/testing-rest-apis-easily-in-python-with-pyhttptest-1d2x328d

Hellenic Blockchain Hub. (2021). Ανάκτηση από Τι Είναι Η Τεχνολογία Blockchain: https://www.blockchain.org.gr/home/mathe/

Microsoft Support Office. (2020). Ανάκτηση από Βασικοί δείκτες απόδοσης (KPI) στο PowerPivot: https://support.office.com/el-gr/article/

Nuclino. (2022). Ανάκτηση από How to Write User Stories: Template and Examples: https://www.nuclino.com/articles/user-story-template-examples

Originstamp. (2022). Ανάκτηση από Public vs. Consortium vs. Federated vs. Private Blockchain: https://originstamp.com/blog/public-consortium-private-blockchain/

Sapna, S. (2020, August). *Top IoT Communication Protocols*. Ανάκτηση από Hash Studioz: https://hashstudioz.com/blog/top-iot-communication-protocols-2020/

Statista. (2021, November). Ανάκτηση από Internet of Things (IoT) and non-IoT active device connections worldwide from 2010 to 2025: https://www.statista.com/statistics/1101442/iot-number-of-connected-devices-worldwide/

Walewski, J. W. (2021). Deliverable D1.2 - Initial Architectural Reference Model for IoT. *Internet-of-Things Architecture IoTA Project*.

Wishart. (2020, January 30). *Rhythm Systemns*. Ανάκτηση από Manufacturing KPI Dashboard: 25 KPI Examples (Updated for 2020): https://www.rhythmsystems.com/blog/25-kpi-examples-for-manufacturing-companies

Δέτσιμα, Κ., & Παπαβασιλείου, Δ. (2014). *Τα KPI's – Key Performance Indicators.* Α.Τ.Ε.Ι Κρήτης.

Καζάνα, Ν. (2019, March 15). *KPI's – Βασικοί δείκτες απόδοσης*. Ανάκτηση από Suit Digital Marketing: https://www.suit.gr/kpis

Κονταράς, Δ. (2015). *Μελέτη ανάπτυξης ολιστικών δεικτών απόδοσης (KPIs) έργων. Εξέταση μελέτης περίπτωσης επαναλανσαρίσματος προϊόντος πολυεθνικής εταιρίας.* Αθήνα: Πανεπιστήμιο Πειραιά.