

ΔΡΑΣΗ ΕΘΝΙΚΗΣ ΕΜΒΕΛΕΙΑΣ

ΕΡΕΥΝΩ - ΔΗΜΙΟΥΡΓΩ - ΚΑΙΝΟΤΟΜΩ

«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)

**ΕΡΓΟ: Ολοκληρωμένη Πλατφόρμα Blockchain και Έξυπνη Έφαρμολή
Κινητής Συσκευής στη Μάχη Ενάντια στη Σπατάλη Τροφίμων προς
Όφελος των Επισιτιστικά Ανασφαλών Πολιτών**

ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ: Τ2ΕΔΚ- 05051

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ Π6: Αρχιτεκτονική Συστήματος

Διάρκεια Έργου	30/11/2021 ως 29/11/2023
Ημερομηνία Παράδοσης	28/02/2023
Υπεύθυνος Παραδοτέου:	ΕΜΠ/ΕΟΠ
Επίπεδο Διάχυσης:	Ιδιωτικό
Τρέχουσα Κατάσταση Παραδοτέου:	Τελικό προς έλεγχο
Έκδοση:	6.6 F
Ιστοσελίδα Έργου:	https://blockfoodwaste.eu/

ΦΟΡΕΙΣ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ:



Cyclefi



isMOOD

ΑΘΗΝΑ

ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2023

Περιεχόμενα

1. Σύνοψη προς τη Διαχειριστική Αρχή (Executive Summary).....	5
2. Αρχιτεκτονικές Πληροφοριακών Συστημάτων – Θεωρητικό Υπόβαθρο	6
2.1. Αρχιτεκτονικές Επιχειρησιακών Πληροφοριακών Συστημάτων.....	7
2.1.1. Zachman Framework.....	9
2.1.2. ARIS (Architecture of Integrated Information Systems)	10
2.1.3. TOGAF (The Open Group Architecture Framework)	11
2.1.4. DoDAF (Department of Defense Architecture Framework).....	12
2.1.5. Gartner EA Framework.....	12
2.1.6. PEAf (Practical Enterprise Architecture Framework)	13
2.2. Αρχιτεκτονικές Ανάπτυξης Πληροφοριακών Συστημάτων	13
2.2.1. N-tier Architecture	14
2.2.2. Service-Oriented Architecture (SOA)	14
2.2.3. Microservices Architecture	15
2.2.4. Cloud Architecture	15
2.2.5. Event-Driven Architecture.....	16
2.2.6. Model-View-Controller (MVC) Architecture	16
2.2.7. Representational State Transfer (RESTful) Architecture.....	16
2.2.8. dApp IT Architecture	17
2.3. Αρχιτεκτονικές Δεδομένων	18
3. Η Αρχιτεκτονική του Συστήματος BFW	20
3.1. Προτεινόμενη Αρχιτεκτονική της Λύσης.....	20
3.1.1. BFW System – Στόχος και Προσδοκίες.....	23
3.1.2. BFW System – Actors and Stakeholders.....	25
3.1.3. BFW System – User Stories	26
3.1.4. Tokenisation – Αρχική Προσέγγιση.....	26
3.1.5. Tokenisation – Μελλοντικές Ενέργειες.....	29
3.2. Αρχικές Απαιτήσεις Δεδομένων.....	30
3.2.1. Συστατικά Αρχιτεκτονικής Δεδομένων	31

3.2.2.	Τύποι Δεδομένων.....	31
4.	Συμπεράσματα - Σύνδεση με τα Επόμενα Παραδοτέα του Έργου	35
5.	Βιβλιογραφικές Αναφορές	36

Περιεχόμενα Σχημάτων

Σχήμα 1: Αρχιτεκτονική πληροφορικής υψηλού επιπέδου της κατανεμημένης εφαρμογής BFW	21
Σχήμα 2: Αλληλεπίδραση στοιχείων	22

1. Σύνοψη προς τη Διαχειριστική Αρχή (Executive Summary)

Ο βασικός στόχος του συγκεκριμένου παραδοτέου είναι η περιγραφή της αρχικής σύλληψης των αρχιτεκτονικών δομικών στοιχείων του προτεινόμενου έργου και της διασύνδεσής τους σε μια αρχιτεκτονική πληροφορικής που θα καθοδηγήσει τη διαδικασία ανάπτυξης λογισμικού, σε όλη τη διάρκεια του έργου BLOCKFOODWASTE (BFW από τούδε και στο εξής). Μια αρχιτεκτονική πληροφορικής είναι κρίσιμης σημασίας για την ανάπτυξη οποιουδήποτε πληροφοριακού συστήματος ανεξάρτητα από το μέγεθος, την προσέγγιση στην ανάπτυξη, το δομικό τύπο και την περιοχή εφαρμογής του. Το ίδιο ισχύει και για την αποκεντρωμένη εφαρμογή (decentralized application, dApp) του έργου BFW. Η αρχιτεκτονική του προτεινόμενου συστήματος περιλαμβάνει τα τεχνικά δομικά στοιχεία που χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη της dApp και εξασφαλίζει πως το σύστημα είναι ασφαλές, επεκτάσιμο και διαλειτουργικό με άλλες εφαρμογές και συστήματα.

Στην πρώτη ενότητα αυτού του παραδοτέου, παρουσιάζεται το θεωρητικό υπόβαθρο των αρχιτεκτονικών επιχειρήσεων και πληροφορικής, σε συνδυασμό με μια συζήτηση για τα απαιτούμενα χαρακτηριστικά της προτεινόμενης αρχιτεκτονικής πληροφορικής, τα οποία θα καθοδηγήσουν την αρχιτεκτονική ανάπτυξης του έργου. Στη συνέχεια, προτείνεται το αρχιτεκτονικό σχεδιάγραμμα της εφαρμογής BFW και περιγράφονται ενδελεχώς τα δομικά του στοιχεία (block components), όπως προδιαγράφονται σε αυτό το στάδιο ανάπτυξης του έργου. Αυτή η περιγραφή ακολουθείται από μια αρχική συζήτηση για τη διαδικασία δημιουργίας των tokens (tokenization) και τα κύρια χαρακτηριστικά της που θα καθοδηγήσουν την ανάπτυξη των επόμενων παραδοτέων του έργου. Στην τελευταία ενότητα, περιγράφεται η σύνδεση του παρόντος παραδοτέου με το **Παραδοτέο Π.7**, υπογραμμίζοντας τη σημασία της προτεινόμενης αρχιτεκτονικής για τη συνολική ανάπτυξη του συστήματος, καθώς και για την επιτυχία του έργου.

Τέλος, πρέπει να σημειωθεί ότι αυτό το παραδοτέο, μαζί με το **Παραδοτέο Π.7** που ακολουθεί στο χρονοδιάγραμμα του έργου, είναι ένα «ζωντανό» έγγραφο και θα ενημερώνεται -όποτε αυτό κρίνεται σκόπιμο- καθ' όλη τη διάρκεια του έργου. Αυτό είναι απαραίτητο και προκύπτει ως αποτέλεσμα της επαναληπτικής διαδικασίας ανάπτυξης λογισμικού που υιοθετήθηκε από την κοινοπραξία.

2. Αρχιτεκτονικές Πληροφοριακών Συστημάτων – Θεωρητικό Υπόβαθρο

Η έννοια της αρχιτεκτονικής πληροφοριακών συστημάτων (IT Architecture) έχει εξελιχθεί με την πάροδο του χρόνου και έχει επηρεαστεί από ποικίλους παράγοντες, όπως η ανάπτυξη της τεχνολογίας των υπολογιστών, η ανάπτυξη του Διαδικτύου και η αυξανόμενη ζήτηση για αποτελεσματικά και ασφαλή συστήματα πληροφοριών. Είναι δύσκολο να αποδοθεί η έννοια της αρχιτεκτονικής πληροφορικής σε ένα μεμονωμένο άτομο ή ομάδα, καθώς αναπτύχθηκε από τις συλλογικές προσπάθειες ατόμων και οργανισμών που εργάζονται στον τομέα της πληροφορικής και συνεχίζει να εξελίσσεται, καθώς η τεχνολογία προχωρά και νέες προκλήσεις αναδύονται διαρκώς. Στην επόμενη υποενότητα (2.1), θα εισαγάγουμε πρώτα την έννοια της αρχιτεκτονικής επιχειρησιακών πληροφοριακών συστημάτων (Architectures of Enterprise Information Systems), η οποία προηγείται χρονικά της έννοιας της αρχιτεκτονικής πληροφοριακών συστημάτων, με σκοπό να παρουσιαστεί η ανάπτυξη των αρχιτεκτονικών πληροφορικής, σε συνδυασμό με την ανάπτυξη οργανωτικών δομών και την ανάπτυξη επιχειρηματικών μοντέλων.

Ο ορισμός της αρχιτεκτονικής πληροφορικής περιλαμβάνει τη συνολική σχεδίαση των συστημάτων τεχνολογίας πληροφοριών (IT) ενός οργανισμού, συμπεριλαμβανομένων του hardware, του λογισμικού, των δεδομένων και των διαδικασιών. Στην ουσία αποτελεί ένα προσχέδιο για τα τεχνολογικά στοιχεία και την υποδομή που υποστηρίζουν τους επιχειρηματικούς στόχους. Η αρχιτεκτονική πληροφορικής παρέχει μια στρατηγική οπτική του τεχνολογικού τοπίου του οργανισμού, καθορίζει τον τρόπο με τον οποίο τα διάφορα τεχνολογικά στοιχεία ταιριάζουν και αλληλοεπιδρούν και περιγράφει τις αρχές και τα πρότυπα που διέπουν το σχεδιασμό και την εφαρμογή της τεχνολογίας. Η αρχιτεκτονική πληροφορικής παρέχει τη βάση για τον τεχνολογικό σχεδιασμό και τη λήψη αποφάσεων, συμβάλλει στη διασφάλιση της ευθυγράμμισης των τεχνολογικών επενδύσεων με τη στρατηγική του οργανισμού και επιτρέπει την αποτελεσματική ενσωμάτωση νέων τεχνολογικών λύσεων στο υπάρχον τεχνολογικό τοπίο. Είναι ένα κρίσιμο συστατικό της συνολικής τεχνολογικής στρατηγικής ενός οργανισμού και βοηθά να διασφαλιστεί ότι η τεχνολογία χρησιμοποιείται αποτελεσματικά για την πραγματοποίηση των στόχων που ο οργανισμός έχει θέσει.

Με βάση τον παραπάνω ορισμό, μπορεί κάποιος να καταλάβει ότι η ύπαρξη μιας συνεκτικής αρχιτεκτονικής πληροφορικής είναι ένα κρίσιμο στοιχείο για την ανάπτυξη οποιουδήποτε συστήματος λογισμικού για ποικίλους λόγους και κυρίως, για τον προσδιορισμό της συνολικής δομής του συστήματος, συμπεριλαμβανομένων των στοιχείων, των σχέσεων και των αλληλεπιδράσεων μεταξύ τους παρέχοντας έτσι, ένα σαφή οδηγό για την ανάπτυξη που ακολουθεί. Αυτή η σαφήνεια (που δημιουργείται από τον ευέλικτο και αρθρωτό σχεδιασμό της αρχιτεκτονικής) καθιστά ευκολότερη την τροποποίηση του συστήματος για την προσαρμογή νέων χαρακτηριστικών και λειτουργιών.

Ταυτόχρονα, μια καλά σχεδιασμένη αρχιτεκτονική πληροφορικής υποστηρίζει την επεκτασιμότητα του συστήματος, παρέχοντας το υπόβαθρο που μπορεί να διαχειριστεί

αυξανόμενες ποσότητες δεδομένων και χρηστών, καθώς το σύστημα αναπτύσσεται. Ταυτόχρονα διευκολύνει την επικοινωνία και την κατανόηση (από όλους τους εμπλεκόμενους) του συστήματος, επιτρέποντας στους προγραμματιστές και στους επιχειρησιακούς αναλυτές να επικοινωνούν αποτελεσματικά και να αποφεύγουν πιθανές παρεξηγήσεις.

Από άποψη λειτουργίας και συντηρησιμότητας, μια καλά σχεδιασμένη αρχιτεκτονική πληροφορικής βελτιστοποιεί τη χρήση πόρων, μειώνει την πολυπλοκότητα και καθιστά ευκολότερη και πιο αποτελεσματική τη συντήρηση του συστήματος, παρέχοντας σαφή τεκμηρίωση, ορθά καθορισμένες διαδικασίες ενημέρωσης και αναβάθμισης, καθώς και διευκολύνοντας τον εντοπισμό σφαλμάτων. Τέλος, μια αρχιτεκτονική πληροφορικής μπορεί να περιλαμβάνει μέτρα ασφαλείας, όπως κρυπτογράφηση και ψηφιακές υπογραφές, με σκοπό την προστασία ευαίσθητων δεδομένων και την πρόληψη παραβιάσεων ασφαλείας. Συνολικά, η ύπαρξη αρχιτεκτονικής πληροφορικής είναι ζωτικής σημασίας για την ανάπτυξη οποιουδήποτε συστήματος λογισμικού, καθώς παρέχει ένα σαφή οδηγό υλοποίησης, διασφαλίζει την επεκτασιμότητα, αυξάνει την αποτελεσματικότητα και ενισχύει τη δυνατότητα συντήρησης του συστήματος.

Όπως ήδη έχει αναφερθεί, μια αρχιτεκτονική πληροφορικής μπορεί να αναλύσει το σύστημα από διαφορετικές οπτικές:

Επιχειρησιακή Αρχιτεκτονική (Enterprise Architecture): Παρέχει μια υψηλού επιπέδου εικόνα σχετικά με το τεχνολογικό τοπίο του οργανισμού και τον τρόπο ευθυγράμμισης με τη συνολική στρατηγική και τους στόχους του οργανισμού.

Αρχιτεκτονική της Προτεινόμενης Λύσης (Solution Architecture): Περιγράφει τον σχεδιασμό συγκεκριμένων τεχνολογικών λύσεων και τον τρόπο με τον οποίο αυτές ολοκληρώνονται με άλλα συστήματα για την υποστήριξη των επιχειρηματικών διαδικασιών του οργανισμού.

Αρχιτεκτονική Δεδομένων: Καθορίζει τη δομή, την οργάνωση και τη διαχείριση των δεδομένων του οργανισμού, συμπεριλαμβανομένης της αποθήκευσης δεδομένων, της πρόσβασης και της ανάκτησης.

Αρχιτεκτονική Υποδομών (Technical Architecture): Περιγράφει την υποκείμενη τεχνική υποδομή, συμπεριλαμβανομένων των στοιχείων του hardware, του δικτύου και του λογισμικού.

Το συγκεκριμένο παραδοτέο, όπως περιγράφεται στο Τεχνικό Παράρτημα περιλαμβάνει τον αρχικό σχεδιασμό της αρχιτεκτονικής της λύσης και των δεδομένων που αναμένεται να διαχειριστεί το υπό ανάπτυξη σύστημα.

2.1. Αρχιτεκτονικές Επιχειρησιακών Πληροφοριακών Συστημάτων

Η Αρχιτεκτονική Επιχειρησιακών Πληροφοριακών Συστημάτων (Enterprise Information Systems Architecture, EISA) αποτελεί μια ολιστική προσέγγιση για τον σχεδιασμό και τη διαχείριση πληροφοριακών συστημάτων εντός μιας επιχείρησης. Ο στόχος μιας EISA είναι να

ευθυγραμμίζει τα πληροφοριακά συστήματα μιας επιχείρησης με τους επιχειρηματικούς της στόχους και να διασφαλίσει ότι αυτά τα συστήματα σχεδιάζονται και εφαρμόζονται με τέτοιο τρόπο, ώστε να υποστηρίζουν τους γενικούς στόχους της επιχείρησης. Μία EISA αποτελείται συνήθως από πέντε αρχιτεκτονικά στοιχεία, σύμφωνα με αυτά που αναφέρθηκαν στην προηγούμενη ενότητα, δηλαδή, δεδομένα, εφαρμογή (λύση), τεχνολογία και ασφάλεια. Μία αποτελεσματική EISA επιτρέπει στους οργανισμούς να ευθυγραμμίσουν τα πληροφοριακά τους συστήματα με τους επιχειρηματικούς τους στόχους, διασφαλίζοντας ότι σχεδιάζονται και εφαρμόζονται με τρόπο που υποστηρίζει τους γενικούς στόχους της επιχείρησης. Παρέχοντας μια ολοκληρωμένη εικόνα των πληροφοριακών συστημάτων της επιχείρησης, η EISA διευκολύνει επίσης, τους οργανισμούς να διαχειρίζονται και να εξελίσσουν τα πληροφοριακά τους συστήματα με την πάροδο του χρόνου.

Στο πλαίσιο μιας EISA σημαντικό ρόλο παίζουν και τα συστήματα μοντελοποίησης διαδικασιών και ροών, τα οποία θα φανούν ιδιαίτερα χρήσιμα στην αποτύπωση των προδιαγραφών του συστήματος στο Παραδοτέο Π7. Για την ολοκληρωμένη και αυστηρή μοντελοποίηση όλων των διαστάσεων των επιχειρησιακών διαδικασιών και των συστημάτων ενός οργανισμού έχουν διαμορφωθεί από την επιστημονική κοινότητα οι Αρχιτεκτονικές και Μεθοδολογίες Μοντελοποίησης Επιχειρήσεων (Enterprise Modeling Architectures and Methodologies), όπως είναι η αρχιτεκτονική CIMOSA, η μεθοδολογία GRAI-GIM (GRAI Integrated Methodology) η αρχιτεκτονική ARIS και το πλαίσιο του Zachman. Οι αρχιτεκτονικές μοντελοποίησης καλύπτουν ολόκληρο τον κύκλο ζωής των επιχειρησιακών διαδικασιών και συστημάτων, από την ανάλυση των απαιτήσεων μέχρι την υλοποίηση ή και την απόσυρσή τους. Επίσης περιλαμβάνουν και μπορούν να εστιάσουν σε διαφορετικές όψεις της επιχειρησιακής λειτουργίας φιλτράροντας τα μέρη του μοντέλου που δεν αφορούν τη συγκεκριμένη όψη. Τέλος, μπορούν να συμπεριλάβουν μοντέλα αναφοράς (generic/reference models) από τα οποία μπορούν να προκύψουν τα εξειδικευμένα μοντέλα των διαδικασιών στον εκάστοτε οργανισμό εφαρμόζοντας τη λογική της επαναχρησιμοποίησης των μοντέλων τα οποία ενσωματώνουν τις βέλτιστες πρακτικές από έναν επιχειρησιακό κλάδο ή μία ομάδα παρόμοιων οργανισμών.

Προκειμένου να καλύψουν τις απαιτήσεις μοντελοποίησης του συνόλου των διαδικασιών και των επιχειρησιακών συστημάτων, οι αρχιτεκτονικές και οι μεθοδολογίες μοντελοποίησης περιλαμβάνουν ένα σύνολο μεθόδων για την κατασκευή των μοντέλων και χρησιμοποιούν μεγάλο αριθμό από τεχνικές (modeling techniques), σημειολογίες (semantics) και γλώσσες μοντελοποίησης (modeling languages). Συγκεκριμένες μέθοδοι και τεχνικές καθώς και οι σχετιζόμενες μεθοδολογίες ή αρχιτεκτονικές μπορούν να υποστηριχθούν από εργαλεία μοντελοποίησης (modeling tools), όπως είναι τα εργαλεία CASE (Computer Aided Software Engineering), τα συστήματα ροής εργασίας, το λογισμικό μοντελοποίησης διαδικασιών και γενικότερα λογισμικό υποστήριξης των τεχνικών μοντελοποίησης.

Η υιοθέτηση μίας ολοκληρωμένης αρχιτεκτονικής και μεθοδολογίας μοντελοποίησης δίνει τη δυνατότητα απεικόνισης των διαφορετικών όψεων του οργανισμού και του περιβάλλοντός του, ενισχύοντας τις προσπάθειες ανασχεδιασμού των διαδικασιών καθώς θα πρέπει να

εξεταστούν διαφορετικές οπτικές που συνθέτουν τις επιχειρησιακές διαδικασίες συμπεριλαμβανομένων των πληροφοριακών συστημάτων, των οργανωτικών δομών, των σημαντικών αποφάσεων και των πόρων που αναλώνονται. Ως πλαίσιο / αρχιτεκτονική Μοντελοποίησης Επιχειρηματικών Διαδικασιών (Business Process Modelling – BPM) ορίζεται μια βασική δομή / νοητική κατασκευή που επιτρέπει τον καθορισμό των βασικών λογικών στοιχείων ή ομάδων λογικών στοιχείων που χρησιμοποιούνται για τη μοντελοποίηση ενός οργανισμού. Ένας άλλος δόκιμος ορισμός είναι ο ακόλουθος: «Αρχιτεκτονική μοντελοποίησης επιχειρήσεων ονομάζεται ένα δομημένο σύνολο μεθόδων (μοντέλων), αντικειμένων (objects), κανόνων (rules), σημειολογιών (semantics) και των μεταξύ τους συσχετίσεων (relationships), τα οποία χρησιμοποιούνται ως δομικοί λίθοι για την κατασκευή ενός επιχειρησιακού μοντέλου».

Στο υπόλοιπο αυτής της ενότητας, θα περιγράψουμε τα βασικά χαρακτηριστικά των πιο σημαντικών Αρχιτεκτονικών Επιχειρησιακών Πληροφοριακών Συστημάτων, όπως αυτά αναφέρονται στη βιβλιογραφία.

2.1.1. Zachman Framework

Το πλαίσιο Zachman είναι ένα εννοιολογικό οικοδόμημα για την κατηγοριοποίηση και την οργάνωση των περιγραφικών αναπαραστάσεων ενός οργανισμού που παίζουν σημαντικό ρόλο στη διοίκηση του και στην ανάπτυξη των πληροφοριακών συστημάτων που την υποστηρίζουν. Το πλαίσιο στην πιο απλή του μορφή είναι ένας πίνακας που περιλαμβάνει τα σχεδιαστικά τεχνήματα (design artifacts) εκείνα που εντοπίζονται στην τομή των στηλών και των γραμμών του 6 x 6 Πίνακα. Στην τελευταία του μορφή το πλαίσιο Zachman ορίζεται ως ένα μετά-μοντέλο, το οποίο είναι ανεξάρτητο, από το επίπεδο της μοντελοποίησης (primitive / architectural models, composite models κ.α.), από τη μεθοδολογική προσέγγιση, π.χ. top-down, bottom-up, left to right, right to left, where to start, κ.α. και από το χρονοδιάγραμμα υλοποίησης (long-term/short-term). Το πλαίσιο Zachman διακρίνει έξι οπτικές του οργανισμού, τις:

- Executive Perspective (Business Context Planners)
- Business Management Perspective (Business Concept Owners)
- Architect Perspective (Business Logic Designer)
- Engineer Perspective (Business Physics Builders)
- Technician Perspective (Business Component Implementers)
- Enterprise Perspective / User Perspective (The Enterprise)

Και ταυτόχρονα στις στήλες του πλαισίου αποδίδονται έννοιες που έχουν να κάνουν με τους διαφορετικούς τύπους περιγραφών (abstractions) του συστήματος. Πιο συγκεκριμένα:

1. What – Η στήλη των δεδομένων: Σχετίζεται με τα επιχειρηματικά δεδομένα και τα μοντέλα που χρησιμοποιούνται είναι κατά κύριο λόγο διαγράμματα ERD (Entity-relationship Diagrams).
2. How – Η στήλη των λειτουργιών: Αναφέρεται στις επιχειρηματικές λειτουργίες / διαδικασίες και τα μοντέλα που χρησιμοποιούνται είναι της μορφής IPO (Input – Process – Output).

3. Where – Η στήλη του Δικτύου: Αναφέρεται στην καταγραφή του δικτύου δραστηριοποίησης της επιχείρησης. Τα μοντέλα που χρησιμοποιούνται είναι της μορφής NLN (Node – Link – Node).

4. Who – Η στήλη του ανθρώπινου δυναμικού: Αναφέρεται στους ανθρώπους και στους ρόλους που αναλαμβάνουν κατά την εκτέλεση των εργασιών. Τα μοντέλα που χρησιμοποιούνται είναι της μορφής AWA (Agent – Work – Agent).

5. When – Η στήλη του Χρόνου: Προσδίδει τη χρονική (temporal) διάσταση στις λειτουργίες του οργανισμού. Τα μοντέλα που χρησιμοποιούνται είναι της μορφής EDE (Event – Duration – Event).

6. Why – Η στήλη της Παρακίνησης: Εδώ γίνεται ο μετασχηματισμός των επιχειρηματικών στόχων και στρατηγικών σε μέσα (means) και τελικά αποτελέσματα (ends). Τα μοντέλα που χρησιμοποιούνται είναι της μορφής EME (Ends – Means – Ends).

Αξιολογώντας κανείς τις δυνατότητες και τη χρησιμότητα του πλαισίου Zachman, θα μπορούσε να αναφέρει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Είναι πολύ απλό στην κατανόηση του.
- Αντιμετωπίζει τον οργανισμό στο σύνολο του.
- Λειτουργεί σαν μια σχετικά πρωτόγονη γλώσσα, επιτρέποντας την κοινοποίηση και επικοινωνία επιχειρησιακής πληροφορίας χωρίς τη χρήση τεχνικών όρων.
- Βοηθά στον προγραμματισμό και την υποστήριξη της λήψης αποφάσεων.
- Είναι ουδέτερο και ανεξάρτητο από τα εργαλεία και τις μεθοδολογίες που θα χρησιμοποιηθούν.

2.1.2. **ARIS (Architecture of Integrated Information Systems)**

Η αρχιτεκτονική ARIS (Architecture of Integrated Information Systems) αναπτύχθηκε από τον Καθηγητή August-Wilhelm Scheer στο Institut für Wirtschaftsinformatik του University of Saarland στο Saarbrücken της Γερμανίας. Στόχος της ήταν να καλύψει το κενό ανάμεσα στην θεωρία των επιχειρήσεων και την τεχνολογία επικοινωνιών και πληροφορικής (Information and Communication Technology). Η αρχιτεκτονική ARIS υποστηρίζει τη μοντελοποίηση διαδικασιών, συστημάτων, δεδομένων, οργανωτικών μονάδων, πληροφοριών, πόρων, υλικών, λογισμικού, επιχειρησιακών στόχων, κόστους, προϊόντων, δεξιοτεχνιών και επιχειρησιακής γνώσης και το πιο σημαντικό ολοκληρώνει όλα τα παραπάνω σε ένα κεντρικό αποθετήριο γνώσης (ARIS Repository) το οποίο και χρησιμοποιεί για την περαιτέρω ανάλυση και εξαγωγή εξειδικευμένων αναφορών.

Ο θεμελιώδης σχεδιασμός της αρχιτεκτονικής ARIS βασίζεται σε μια αρχή ολοκλήρωσης που πηγάζει από την ολιστική ανάλυση των επιχειρησιακών διεργασιών. Με βάση αυτή, το πολύπλοκο μοντέλο ενός οργανισμού διασπάται σε πολλά μικρότερα καθένα από τα οποία απεικονίζει το σύστημα χρησιμοποιώντας μια διαφορετική οπτική (view). Με αυτό τον τρόπο μειώνεται σημαντικά η πολυπλοκότητα του. Κάθε μοντέλο μπορεί να περιέχει πολλά

αντικείμενα (objects) και πολλές συσχετίσεις (relationships) που εκφράζονται με συνδέσεις (connections) ανάμεσα στα αντικείμενα. Τα αντικείμενα, οι συνδέσεις και οι οπτικές συσχετίζονται μεταξύ τους με βάση τους κανόνες της αρχιτεκτονικής ARIS. Είναι φανερό πως όλα τα παραπάνω δεν θα μπορούσαν να υλοποιηθούν χωρίς την ύπαρξη κοινής βάσης που να περιέχει και να διαχειρίζεται τον όγκο των δεδομένων (models, objects, relationships και τα σχετικά με αυτά attributes και properties) προσφέροντας έτσι στο χρήστη μια πλήρη και δυναμική εικόνα του υπό μελέτη οργανισμού σε όλα του τα επίπεδα. Η αρχιτεκτονική ARIS διακρίνει τέσσερις διαφορετικές όψεις κάθε μια από τις οποίες έχει στο δυναμικό της συγκεκριμένο αριθμό εργαλείων και μεθόδων. Πιο συγκεκριμένα:

- Οργανωτική Όψη (Organizational View): Περιλαμβάνει στατικά μοντέλα της δομής του οργανισμού (Οργανόγραμμα, διαγράμματα πόρων, διαγράμματα δικτύων επικοινωνίας κ.α)
- Πληροφοριακή Όψη (Data View): Περιλαμβάνει στατικά μοντέλα επιχειρησιακών δεδομένων (Διαγράμματα οντοτήτων συσχετίσεων, διαγράμματα δομής επιχειρησιακής γνώσης κ.α)
- Λειτουργική Όψη (Function View): Περιλαμβάνει στατικά μοντέλα δραστηριοτήτων (Δέντρα δραστηριοτήτων, διαγράμματα επιχειρηματικών στόχων κ.α)
- Συνδυαστική Όψη (Control View): Περιλαμβάνει δυναμικά μοντέλα που αναπαριστούν την συμπεριφορά των διαδικασιών και τον τρόπο με τον οποίο αυτές αλληλεπιδρούν μεταξύ τους καθώς και με τις υπόλοιπες οντότητες του επιχειρησιακού περιβάλλοντος, όπως οι πόροι (resources), τα δεδομένα (data) και οι λειτουργίες (functions). (Διαγράμματα eEPC, PCD, VACD κ.α).

Το λογισμικό ARIS Architect, που υλοποιεί την παραπάνω αρχιτεκτονική υποστηρίζει μεγάλο αριθμό προτύπων μοντελοποίησης (modeling standards), γεγονός που το καθιστά ιδιαίτερα ελκυστική λύση για τις ανάγκες του έργου. Πιο συγκεκριμένα υποστηρίζει τα ακόλουθα πρότυπα:

- Business Process Execution Language (BPEL)
- Business Process Modeling Notation (BPMN)
- Event-driven Process Chains (EPCs)
- Unified Modeling Language (UML)
- Web Services Description Language (WSDL)
- XML Process Definition Language (XPDL)
- XML Schema Definition (XSD)

2.1.3. TOGAF (The Open Group Architecture Framework)

Η TOGAF είναι μια μεθοδολογία και επιχειρησιακή αρχιτεκτονική με μεγάλη εφαρμογή σε οργανισμούς, κυρίως των Ηνωμένων Πολιτειών, με στόχο τη βελτίωση της απόδοσης τους. Η ανάπτυξη της χρονολογείται στο 1995, ως αποτέλεσμα των εργασιών του US Department of

Defense Technical Architecture Framework for Information Management (TAFIM). Με βάση τα αποτελέσματα των εργασιών αυτών, το Open Group Architecture Forum, έχει προχωρήσει σε διαδοχικές αναβαθμίσεις του περιεχομένου της TOGAF, που δημοσιεύεται στο διαδικτυακό τόπο του Open Group.

Το πλαίσιο TOGAF, είναι ένα από τα περιεκτικότερα πλαίσια που περιγράφει επαρκώς τους χρήστες αλλά και όλους τους άλλους εμπλεκόμενους σε μια επιχειρησιακή οντότητα, καθώς και το ελάχιστο των πληροφοριών που πρέπει αυτοί να έχουν στη διάθεσή τους ώστε να είναι σε θέση ενσωματώσουν ομαλά τεχνολογίες πληροφορικής στην επιχείρηση και να αποκομίσουν οφέλη από τις επιχειρηματικές και τεχνολογικές τους πρωτοβουλίες.

2.1.4. DoDAF (Department of Defense Architecture Framework)

Η αρχιτεκτονική DODAF (Department of Defense Architecture Framework) αποτελεί μετεξέλιξη παλιότερων προσπαθειών του Υπουργείου Άμυνας των Ηνωμένων Πολιτειών, με την ονομασία C4ISR, όπου το ακρωνύμιο C4 αναφέρεται στα συστήματα υποστήριξης στρατιωτικών επιχειρήσεων και το ISR αφορά στους πόρους πληροφοριακών συστημάτων (Information System Resources). Η DODAF, που σήμερα βρίσκεται στη δεύτερη της έκδοση (2.0), έχει προκύψει μέσα από τη συνεργασία του ινστιτούτου FEAC (με έδρα τη Washington DC), τα όπλα του στρατού ξηράς, του ναυτικού και της Αεροπορίας των Ηνωμένων Πολιτειών και του Πενταγώνου. Η χρήση της είναι υποχρεωτική από τις ένοπλες δυνάμεις και η υλοποίηση της υποστηρίζεται από δέκα μεγάλους προμηθευτές προϊόντων και λογισμικού στην περιοχή της Επιχειρησιακής Αρχιτεκτονικής (Enterprise Architecture), όπως η Comptas, Porokin και η MEGA.

Η εφαρμογή της DODAF έχει σα στόχο την υποστήριξη της μοντελοποίησης και της μηχανικής συστημάτων, όχι μόνο πληροφοριακών, και προσφέρει μια συνεκτική μεθοδολογία και μια λεπτομερή κατηγοριοποίηση των δομικών στοιχείων ενός οργανισμού. Βασίζεται σε μια υψηλού επιπέδου μεθοδολογία ανάπτυξης αρχιτεκτονικής έξι βημάτων, που παρέχει όλες τις απαραίτητες οδηγίες στους αναλυτές συστημάτων, δίνοντας έμφαση στα δεδομένα και στις μεταξύ τους συσχετίσεις. Η αρχιτεκτονική DoDAF, είναι μια από τις πιο δομημένες και αναλυτικές προσπάθειες μοντελοποίησης οργανισμών, παρέχοντας σε όλους τους εμπλεκόμενους (stakeholders) και χρήστες του συστήματος τις απαραίτητες πληροφορίες και δεδομένα για την ευθυγράμμιση των πληροφοριακών (και όχι μόνο) συστημάτων με την επιχειρησιακή λειτουργία και τη δημιουργία αξίας προερχόμενης από πρωτοβουλίες ανάπτυξης ή αναβάθμισης συστημάτων και διαδικασιών.

2.1.5. Gartner EA Framework

Το Gartner Enterprise Architecture (EA) Framework είναι μια μέθοδος που χρησιμοποιείται από οργανισμούς για να αναπτύξουν και να διαχειριστούν μια ολιστική εικόνα της επιχείρησής τους, των πληροφοριακών συστημάτων τεχνολογίας (IT) και των διαδικασιών τους. Βοηθά τους οργανισμούς να ευθυγραμμίσουν την τεχνολογική τους στρατηγική με τους γενικούς επιχειρηματικούς στόχους τους. Το πλαίσιο παρέχει μια δομημένη προσέγγιση για τον

καθορισμό, την οργάνωση και την επικοινωνία των σχέσεων μεταξύ της στρατηγικής, των διαδικασιών, των πληροφοριών και της τεχνολογίας ενός οργανισμού. Το Gartner EA Framework αποτελείται από ποικίλα στοιχεία, συμπεριλαμβανομένης της μεθόδου ανάπτυξης αρχιτεκτονικής, των τομέων αρχιτεκτονικής, των αρχιτεκτονικών τεχνουργημάτων και των δεξιοτήτων αρχιτεκτονικής. Βοηθά τους οργανισμούς να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις σχετικά με τις τεχνολογικές επενδύσεις και να λειτουργούν καινοτόμα μέσω της αποτελεσματικής ευθυγράμμισης της πληροφορικής με την επιχείρηση.

2.1.6. **PEAF (Practical Enterprise Architecture Framework)**

Το PEAF (Practical Enterprise Architecture Framework) είναι ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο επιχειρησιακής αρχιτεκτονικής που παρέχει μια δομημένη προσέγγιση για την ανάπτυξη και τη διαχείριση της αρχιτεκτονικής μιας επιχείρησης. Το PEAF έχει σχεδιαστεί για να είναι πρακτικό και ευέλικτο, επιτρέποντας στους οργανισμούς να το προσαρμόσουν στις δικές τους ανάγκες και περιστάσεις. Παρέχει μια ολιστική εικόνα της επιχείρησης και καλύπτει όλους τους τομείς της επιχείρησης, συμπεριλαμβανομένης της στρατηγικής, των λειτουργιών, των πληροφοριών, της τεχνολογίας και της διακυβέρνησης. Το πλαίσιο αποτελείται από πολυάριθμα στοιχεία, συμπεριλαμβανομένης μιας μεθοδολογίας, αρχιτεκτονικών πεδίων, μοντέλων και προτύπων, που βοηθούν τους οργανισμούς να περιγράψουν και να αναλύσουν την επιχείρηση, να εντοπίσουν τομείς προς βελτίωση και να επικοινωνήσουν την αρχιτεκτονική στους stakeholders. Το PEAF έχει σχεδιαστεί για να χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με άλλα πλαίσια και μεθοδολογίες και να παρέχει μια κοινή γλώσσα και προσέγγιση για την ανάπτυξη και διαχείριση της επιχειρησιακής αρχιτεκτονικής.

2.2. **Αρχιτεκτονικές Ανάπτυξης Πληροφοριακών Συστημάτων**

Η αρχιτεκτονική ενός πληροφοριακού συστήματος περιλαμβάνει εξ ορισμού τον ειδικό σχεδιασμό μιας λύσης τεχνολογίας πληροφοριών (solution architecture), που υποστηρίζει τους επιχειρηματικούς στόχους ενός οργανισμού. Παρέχει μια λεπτομερή εικόνα του τρόπου με τον οποίο μια τεχνολογική λύση ταιριάζει στο συνολικό τεχνολογικό τοπίο του οργανισμού και καθορίζει τα στοιχεία και τις αλληλεπιδράσεις της λύσης. Μια αρχιτεκτονική της λύσης ορίζει τις ακόλουθες διαστάσεις μιας τεχνολογικής λύσης, δηλαδή τις επιχειρηματικές απαιτήσεις, τα δομικά της στοιχεία, την ολοκλήρωση τους, την ασφάλεια και την επεκτασιμότητα. Η αρχιτεκτονική λύσεων είναι ένα κρίσιμο συστατικό της συνολικής τεχνολογικής στρατηγικής ενός οργανισμού και συμβάλλει στη διασφάλιση της ευθυγράμμισης των τεχνολογικών επενδύσεων με τους στόχους του οργανισμού. Παρέχει ένα προσχέδιο για τον σχεδιασμό, την ανάπτυξη και την ανάπτυξη τεχνολογικών λύσεων και διασφαλίζει ότι οι λύσεις είναι ισχυρές, ασφαλείς και επεκτάσιμες. Καθορίζοντας τα στοιχεία, τις σχέσεις και τις αλληλεπιδράσεις μιας τεχνολογικής λύσης, η αρχιτεκτονική λύσης βοηθά να διασφαλιστεί ότι η συγκεκριμένη λύση είναι ενσωματωμένη στο συνολικό τεχνολογικό τοπίο του οργανισμού και υποστηρίζει τις επιχειρηματικές διαδικασίες του.

Στο υπόλοιπο αυτής της ενότητας, θα πραγματοποιηθεί μία σύντομη περιγραφή μερικών εκ των σημαντικότερων αρχιτεκτονικών λύσεων στη σύγχρονη σχετική βιβλιογραφία.

2.2.1. N-tier Architecture

Η αρχιτεκτονική N-tier (N-tier architecture), γνωστή και ως αρχιτεκτονική πολλαπλών επιπέδων (multi-tier architecture), είναι μια προσέγγιση σχεδιασμού λογισμικού που διαχωρίζει μια εφαρμογή σε πολλαπλά επίπεδα, καθένα από τα οποία είναι υπεύθυνο για μια συγκεκριμένη πτυχή της εφαρμογής. Οι πιο κοινές αρχιτεκτονικές n-tier είναι τριών (3-tier) ή τεσσάρων (4-tier) επιπέδων. Τα επίπεδα αυτά είναι:

Επίπεδο παρουσίασης (Presentation tier): Το ανώτερο επίπεδο, υπεύθυνο για την εμφάνιση πληροφοριών στον χρήστη και τη λήψη δεδομένων από το χρήστη.

Επίπεδο εφαρμογής (Application tier): Αυτό το επίπεδο περιέχει την επιχειρηματική λογική και ελέγχει τη ροή δεδομένων μεταξύ του επιπέδου παρουσίασης και του επιπέδου δεδομένων.

Επίπεδο δεδομένων (Data tier): Αυτό το επίπεδο είναι υπεύθυνο για την αποθήκευση και την ανάκτηση δεδομένων από τη βάση δεδομένων.

Επίπεδο ασφαλείας (Security tier, προαιρετικό): Αυτό το επίπεδο παρέχει ασφάλεια για την εφαρμογή και διαχειρίζεται θέματα όπως ο έλεγχος ταυτότητας και οι εξουσιοδοτήσεις.

Ο σκοπός της αρχιτεκτονικής N-tier είναι να βελτιώσει την επεκτασιμότητα, την αξιοπιστία και τη δυνατότητα συντήρησης μιας εφαρμογής αποσυνδέοντας τα διάφορα στοιχεία και επιτρέποντάς τους να εξελιχθούν, να δοκιμαστούν και να αναπτυχθούν ανεξάρτητα. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε βελτιωμένη απόδοση, καθώς και σε ευκολότερη συντήρηση και αναβαθμίσεις της εφαρμογής.

2.2.2. Service-Oriented Architecture (SOA)

Η SOA (Service-Oriented Architecture) είναι μια αρχιτεκτονική λογισμικού για τη δημιουργία επεκτάσιμων, συντηρήσιμων και επαναχρησιμοποιήσιμων εφαρμογών με τη μορφή ανεξάρτητων υπηρεσιών που επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω ενός δικτύου. Η κύρια ιδέα πίσω από τη SOA είναι η διάσπαση ενός πολύπλοκου συστήματος σε μικρότερες, “χαλαρές” σύζευξης υπηρεσίες, καθεμία από τις οποίες παρέχει μια συγκεκριμένη επιχειρηματική λειτουργία, η οποία μπορεί να εξελιχθεί, να δοκιμαστεί και να αναπτυχθεί ανεξάρτητα, επιτρέποντας μεγαλύτερη ευελιξία, ευκολότερη διαχείριση του συστήματος στο σύνολό του, καθώς και μειωμένο κόστος. Η επικοινωνία μεταξύ των υπηρεσιών γίνεται χρησιμοποιώντας τυπικά πρωτόκολλα, όπως HTTP, XML και SOAP. Η SOA χρησιμοποιείται ευρέως σε εταιρικές εφαρμογές, επιτρέπει τη διαλειτουργικότητα μεταξύ διαφορετικών συστημάτων και υποστηρίζει την ευέλικτη και κλιμακούμενη ενσωμάτωση εφαρμογών.

2.2.3. **Microservices Architecture**

Η αρχιτεκτονική μικρο-υπηρεσιών είναι ένα μοντέλο ανάπτυξης λογισμικού σύμφωνα με το οποίο σύνθετες εφαρμογές απαρτίζονται από μικρές ανεξάρτητες υπηρεσίες οι οποίες επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω language-agnostic API και έτσι αποτελούν μικρά, ανεξάρτητα δομικά στοιχεία λογισμικού πρόσφορα για επαναχρησιμοποίηση με πολλούς τρόπους. Οι υπηρεσίες επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω ενός δικτύου χρησιμοποιώντας τυπικά πρωτόκολλα, όπως HTTP, XML και SOAP. Σε μια τέτοια αρχιτεκτονική, κάθε υπηρεσία εκτελείται με τη δική της διαδικασία και έχει τη δική της βάση δεδομένων, παρέχοντας μεγαλύτερη απομόνωση και ασφάλεια. Οι υπηρεσίες αναπτύσσονται και συντηρούνται από μικρές, πολυλειτουργικές ομάδες, επιτρέποντας ταχύτερους κύκλους ανάπτυξης και απελευθέρωσης προγραμματιστικών μπλοκ. Η επικοινωνία μεταξύ των υπηρεσιών γίνεται μέσω καλά καθορισμένων APIs, επιτρέποντας “χαλαρή” σύζευξη και καθιστώντας ευκολότερη την αντικατάσταση ή την τροποποίηση υπηρεσιών ανάλογα με τις εκάστοτε ανάγκες.

Η αρχιτεκτονική μικρο-υπηρεσιών χρησιμοποιείται συνήθως, στο cloud computing και σε web-based εφαρμογές, όπου η ανάγκη για επεκτασιμότητα, αξιοπιστία και ευελιξία είναι υψηλή. Επιτρέπει στους οργανισμούς να δημιουργούν και να διαχειρίζονται μεγάλες, πολύπλοκες εφαρμογές ως ένα σύνολο μικρών, αυτόνομων υπηρεσιών, διευκολύνοντας την ανταπόκριση στις μεταβαλλόμενες επιχειρηματικές απαιτήσεις και τη γρήγορη ανάπτυξη νέων χαρακτηριστικών και λειτουργιών.

2.2.4. **Cloud Architecture**

Η αρχιτεκτονική νέφους αναφέρεται στη συνολική δομή και τον σχεδιασμό ενός συστήματος υπολογιστικού νέφους το οποίο αποτελείται από διακομιστές και virtual machines που εκτελούν τις cloud εφαρμογές και υπηρεσίες. Το υπολογιστικό επίπεδο υποστηρίζεται από υποδομή αποθήκευσης στο νέφος (ή σε εγκαταστάσεις) και ένα επίπεδο δικτύου, το οποίο παρέχει την απαραίτητη συνδεσιμότητα μεταξύ των front-end συσκευών και της back-end υποδομής. Το front-end περιλαμβάνει συσκευές-πελάτες όπως υπολογιστές, smartphones και tablets που αλληλοεπιδρούν με υπηρεσίες cloud. Ενδιάμεσο λογισμικό παρέχει την απαραίτητη υποδομή για την υποστήριξη της ανάπτυξης και εκτέλεσης εφαρμογών cloud, όπως συστήματα διαχείρισης βάσεων δεδομένων, διακομιστές εφαρμογών και εξισορροπητές φόρτου. Η ασφάλεια είναι σημαντική στις αρχιτεκτονικές cloud, συμπεριλαμβανομένου του απορρήτου και της συμμόρφωσης δεδομένων, του ελέγχου πρόσβασης και της ασφάλειας δικτύου.

Συνολικά, η αρχιτεκτονική νέφους παρέχει μια ευέλικτη και επεκτάσιμη πλατφόρμα για την παροχή και την κατανάλωση υπηρεσιών πληροφορικής, επιτρέποντας στους οργανισμούς να κατανέμουν δυναμικά πόρους, όπου αυτοί απαιτούνται για να καλύψουν τις μεταβαλλόμενες επιχειρηματικές τους ανάγκες.

2.2.5. Event-Driven Architecture

Η Event-Driven Architecture (EDA) είναι ένα πρότυπο αρχιτεκτονικής λογισμικού που εστιάζει στην παραγωγή, τον εντοπισμό και την κατανάλωση γεγονότων ως κεντρικό μέσο επικοινωνίας μεταξύ των στοιχείων ενός συστήματος. Περιλαμβάνει τη σχεδίαση συστημάτων με τέτοιο τρόπο, ώστε τα στοιχεία να επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω της ανταλλαγής γεγονότων και όχι μέσω άμεσων κλήσεων μεθόδων.

Στην EDA, τα στοιχεία αναφέρονται ως παραγωγοί συμβάντων και καταναλωτές συμβάντων. Οι παραγωγοί δημιουργούν συμβάντα και τα δημοσιεύουν σε ένα κοινό κανάλι συμβάντων και οι καταναλωτές εγγράφονται στο κανάλι και αντιδρούν στα συμβάντα καθώς φτάνουν. Αυτό δημιουργεί ένα σύστημα “χαλαρής” σύζευξης, όπου τα στοιχεία είναι απομονωμένα μεταξύ τους και μπορούν να εξελιχθούν και να αναπτυχθούν ανεξάρτητα. Συνολικά, η EDA είναι κατάλληλη για εφαρμογές που χρειάζονται επεξεργασία μεγάλων ποσοτήτων δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, όπως χρηματοοικονομικές υπηρεσίες, IoT και διαδικτυακά παιχνίδια. Παρέχει έναν ευέλικτο και επεκτάσιμο τρόπο χειρισμού της πολυπλοκότητας και της κλίμακας των σύγχρονων εφαρμογών, καθιστώντας το μια δημοφιλή επιλογή για πολλούς οργανισμούς.

2.2.6. Model-View-Controller (MVC) Architecture

Η Model-View-Controller (MVC) είναι ένα πρότυπο σχεδιασμού λογισμικού που χωρίζει μια εφαρμογή σε τρία κύρια στοιχεία: Model, View & Control. Το κύριο μέρος του μοντέλου είναι το αντικείμενο Model το οποίο διαχειρίζεται την ανάκτηση/αποθήκευση των δεδομένων στο σύστημα. Το αντικείμενο View χρησιμοποιείται μόνο για να παρουσιάζεται η πληροφορία στον χρήστη (π.χ. με γραφικό τρόπο). Το τρίτο μέρος είναι ο Controller ο οποίος δέχεται την είσοδο και στέλνει εντολές στο αντικείμενο Model και στο View. Η MVC χρησιμοποιείται ευρέως σε σύγχρονες διαδικτυακές εφαρμογές και υποστηρίζεται από πολλά δημοφιλή πλαίσια, όπως το Ruby on Rails, το AngularJS και το ASP.NET MVC. Παρέχει έναν ευέλικτο και επεκτάσιμο τρόπο για τη δομή μιας εφαρμογής και είναι κατάλληλη για εφαρμογές με πολύπλοκα δεδομένα και αλληλεπιδράσεις με τους χρήστες.

2.2.7. Representational State Transfer (RESTful) Architecture

Η REST (Representational State Transfer) είναι ένα αρχιτεκτονικό είδος λογισμικού για τη δημιουργία υπηρεσιών web. Βασίζεται σε πρωτόκολλο επικοινωνίας χωρίς συγκεκριμένη κατάσταση, πελάτη-διακομιστή και προσωρινής αποθήκευσης και χρησιμοποιεί HTTP για την επικοινωνία μεταξύ πελάτη και διακομιστή. Η REST χρησιμοποιείται ευρέως για τη δημιουργία web APIs και υποστηρίζεται από πολλές δημοφιλείς γλώσσες προγραμματισμού και πλαίσια, όπως το Node.js, το Django και το Ruby on Rails. Είναι κατάλληλη για εφαρμογές με πολύπλοκες δομές δεδομένων και επιτρέπει την εύκολη και επεκτάσιμη ενσωμάτωση με άλλα συστήματα.

Αυτές είναι μερικές από τις πιο σημαντικές αρχιτεκτονικές πληροφορικής που χρησιμοποιούνται στην ανάπτυξη λογισμικού. Η επιλογή της αρχιτεκτονικής εξαρτάται από τις ειδικές απαιτήσεις και στόχους ενός έργου και μπορεί να περιλαμβάνει συνδυασμό

διαφορετικών προσεγγίσεων. Στο 2.2.8, διαχωρίζουμε και επεκτείνουμε την περίπτωση της αρχιτεκτονικής ανάπτυξης λογισμικού dApp, καθώς είναι η προσέγγιση που θα αξιοποιηθεί στο πλαίσιο του έργου BFW.

2.2.8. dApp IT Architecture

Μια αποκεντρωμένη εφαρμογή (decentralized application, dApp) είναι ένας τύπος εφαρμογής λογισμικού που λειτουργεί σε ένα αποκεντρωμένο δίκτυο, όπως ένα blockchain. Σε αντίθεση με τις παραδοσιακές εφαρμογές που βασίζονται σε μια κεντρική αρχή για τον έλεγχο και την αποθήκευση δεδομένων, τα dApps τροφοδοτούνται από ένα αποκεντρωμένο δίκτυο υπολογιστών, ο καθένας με το δικό του αντίγραφο των δεδομένων και τη δική του επεξεργαστική ισχύ. Τα βασικά χαρακτηριστικά μιας dApp περιλαμβάνουν:

Αποκεντρωμένη αποθήκευση δεδομένων (Decentralized data storage): Μια dApp αποθηκεύει δεδομένα με αποκεντρωμένο τρόπο, χρησιμοποιώντας μια κατακεντρωμένη βάση δεδομένων, όπως το IPFS (InterPlanetary File System) ή μία αλυσίδα κοινοποιήσεων (blockchain), το οποίο θα χρησιμοποιηθεί και στην περίπτωση του έργου BFW.

Κρυπτογραφική ασφάλεια (Cryptographic security): Μια dApp χρησιμοποιεί κρυπτογράφηση και ψηφιακές υπογραφές για την ασφάλεια των συναλλαγών και την προστασία των δεδομένων χρήστη.

Μηχανισμός συναίνεσης (Consensus mechanism): Μια dApp χρησιμοποιεί έναν μηχανισμό συναίνεσης για την επικύρωση των συναλλαγών και τη διατήρηση της ακεραιότητας του δικτύου.

Token economics: Μια dApp χρησιμοποιεί ένα token-based σύστημα κινήτρων που ανταμείβει τους χρήστες για τη συμμετοχή τους στο δίκτυο και τη συμβολή τους στην ανάπτυξή του.

Διαλειτουργικότητα (Interoperability): Μια dApp πρέπει να σε θέση να επικοινωνεί και να αλληλοεπιδρά με άλλα συστήματα και εφαρμογές, αυξάνοντας τη λειτουργικότητα και την απήχυσή της.

Αποκεντρωμένη διακυβέρνηση (Decentralized governance): Μια dApp θα πρέπει να έχει έναν αποκεντρωμένο μηχανισμό διακυβέρνησης που επιτρέπει στους χρήστες να λαμβάνουν αποφάσεις σχετικά με τη μελλοντική κατεύθυνση και την ανάπτυξη της εφαρμογής. Αυτό δεν θα ισχύει για το έργο BFW, το οποίο θα χειρίζεται ένα αποκλειστικό blockchain, αντί για ένα δημόσιο.

Συνολικά, αυτά τα χαρακτηριστικά είναι απαραίτητα για να διασφαλιστεί ότι μια dApp λειτουργεί με ασφάλη, “διαφανή” και αποκεντρωμένο τρόπο, παρέχοντας στους χρήστες μεγαλύτερο έλεγχο και καλύτερη εμπειρία χρήσης. Όσον αφορά τα αρχιτεκτονικά στοιχεία, μια dApp αποτελείται παραδοσιακά από (τα συγκεκριμένα στοιχεία και τεχνολογίες που εν τέλει χρησιμοποιούνται μπορεί να διαφέρουν ανάλογα με τις απαιτήσεις και τους στόχους της dApp.):

Front-end: Η front-end είναι η διεπαφή χρήστη του dApp, που συνήθως αναπτύσσεται με χρήση HTML, CSS και JavaScript. Είναι υπεύθυνο για την εμφάνιση δεδομένων και την αλληλεπίδραση με τους χρήστες.

Smart Contracts: Τα “έξυπνα” συμβόλαια είναι αυτοεκτελούμενες συμβάσεις με τους όρους της συμφωνίας μεταξύ αγοραστή και πωλητή γραμμένες απευθείας σε κώδικα. Αποθηκεύονται στο blockchain και μπορούν να εκτελεστούν αυτόματα όταν πληρούνται ορισμένες προϋποθέσεις.

Αποκεντρωμένη αποθήκευση (Decentralized Storage): Οι λύσεις αποκεντρωμένης αποθήκευσης χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση δεδομένων και αρχείων με αποκεντρωμένο τρόπο, επιτρέποντας πιο ασφαλή και επεκτάσιμη αποθήκευση.

Blockchain: Το blockchain είναι η ραχοκοκαλιά μιας dApp και παρέχει ένα ασφαλές και “διαφανές” βιβλίο συναλλαγών και δεδομένων. Το πιο συχνά χρησιμοποιούμενο blockchain για dApps είναι το Ethereum, το οποίο και προτείνεται να χρησιμοποιηθεί στο έργο BFW.

Μηχανισμός συναίνεσης (Consensus Mechanism): Ο μηχανισμός συναίνεσης χρησιμοποιείται για να διασφαλιστεί ότι όλοι οι κόμβοι στο δίκτυο καταλήγουν σε συμφωνία σχετικά με την κατάσταση του blockchain. Αυτό είναι κρίσιμο για τη διατήρηση της ακεραιότητας των δεδομένων που είναι αποθηκευμένα στο blockchain.

P2P Network: Ένα δίκτυο peer-to-peer χρησιμοποιείται για τη διαμοίραση των δεδομένων και των συναλλαγών της dApp μεταξύ όλων των κόμβων του δικτύου.

Συνολικά, μια καλά σχεδιασμένη αρχιτεκτονική πληροφορικής είναι απαραίτητη για την επιτυχία μιας dApp, καθώς παρέχει τη βάση για μια ισχυρή, ασφαλή και επεκτάσιμη πλατφόρμα που μπορεί να καλύψει τις εξελισσόμενες ανάγκες των χρηστών και της αγοράς.

2.3. Αρχιτεκτονικές Δεδομένων

Η αρχιτεκτονική δεδομένων είναι ο σχεδιασμός των δομών και των συστημάτων δεδομένων που υποστηρίζουν την αποθήκευση, την επεξεργασία και την ανάκτηση δεδομένων σε έναν οργανισμό. Περιλαμβάνει τον σχεδιασμό μοντέλων δεδομένων, σχεδιαγραμμάτων βάσεων δεδομένων, pipelines ροής και επεξεργασίας δεδομένων, καθώς και τα δεδομένα οργάνωσης και διαδικασιών του οργανισμού. Οι κύριοι στόχοι μιας αρχιτεκτονικής δεδομένων είναι:

Ενσωμάτωση δεδομένων (Data Integration): Η διασφάλιση ότι τα δεδομένα από διαφορετικές πηγές μπορούν να ενσωματωθούν και να χρησιμοποιηθούν μαζί αποτελεσματικά.

Ποιότητα δεδομένων (Data Quality): Η διασφάλιση ότι τα δεδομένα είναι ακριβή, συνεπή και αξιόπιστα.

Επεκτασιμότητα δεδομένων (Data Scalability): Η διασφάλιση ότι η αρχιτεκτονική δεδομένων μπορεί να αντιμετωπίσει την πιθανή αύξηση του όγκου και της πολυπλοκότητας των δεδομένων.

Ασφάλεια δεδομένων (Data Security): Η διασφάλιση ότι τα δεδομένα προστατεύονται από μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση και παραποίηση.

Επαναχρησιμοποίηση δεδομένων (Data Reusability): Η διασφάλιση ότι τα δεδομένα μπορούν να κοινοποιηθούν και να επαναχρησιμοποιηθούν σε διαφορετικά τμήματα του οργανισμού.

Συμμόρφωση δεδομένων (Data Compliance): Η διασφάλιση ότι η αρχιτεκτονική δεδομένων συμμορφώνεται με τους σχετικούς νόμους, κανονισμούς και πρότυπα.

Η αρχιτεκτονική δεδομένων είναι ζωτικής σημασίας για οργανισμούς που πρέπει να διαχειρίζονται μεγάλες ποσότητες δεδομένων, καθώς παρέχει έναν οδηγό για την ανάπτυξη data-driven λύσεων. Μια συνεκτική και προσεκτικά σχεδιασμένη αρχιτεκτονική δεδομένων επιτρέπει στους οργανισμούς να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις, να αυξάνουν την επιχειρηματική τους αξία και να παραμένουν ανταγωνιστικοί.

3. Η Αρχιτεκτονική του Συστήματος BFW

3.1. Προτεινόμενη Αρχιτεκτονική της Λύσης

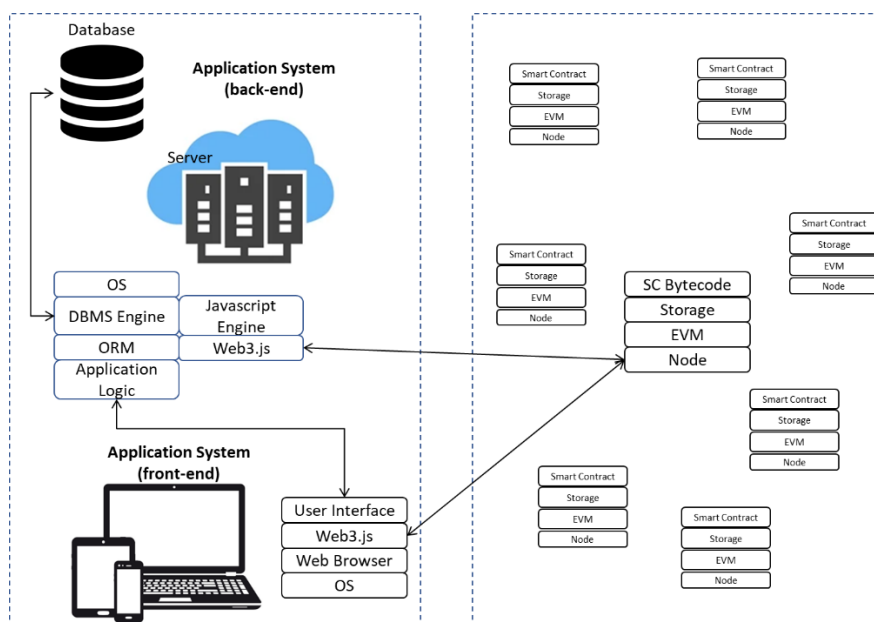
Με βάση τις ιδιαιτερότητες της dApp ανάπτυξης, η κοινοπραξία κατανοεί ότι υπάρχουν ουσιαστικές διαφορές μεταξύ της ανάπτυξης παραδοσιακών web εφαρμογών και της ανάπτυξης μιας blockchain-based κατανεμημένης εφαρμογής, η οποία χρησιμοποιεί “έξυπνα” συμβόλαια. Ουσιαστικά, αποφασίσαμε να αντιμετωπίσουμε αυτές τις δύο διακριτές προσπάθειες ανάπτυξης ξεχωριστά, προκειμένου να εκλογικεύσουμε τις διαδικασίες ανάπτυξης λογισμικού και να κερδίσουμε πολύτιμο χρόνο, ο οποίος δεν ήταν ιδιαίτερα διαθέσιμος στο έργο BFW, ειδικά μετά την επιβαλλόμενη εξάμηνη περικοπή της διάρκειας του έργου (από 30 σε 24 μήνες). Αυτή η απόφαση δημιούργησε τα δύο πρώτα μεγάλα δομικά στοιχεία της προτεινόμενης αρχιτεκτονικής μας, η οποία διαχωρίζει το BFW blockchain από το σύστημα εφαρμογών. Η ανάπτυξη λογισμικού και για τα δύο στοιχεία θα ακολουθήσει μια ευέλικτη προσέγγιση, επειδή οι ευέλικτες μέθοδοι είναι κατάλληλες για την ανάπτυξη συστημάτων των οποίων οι απαιτήσεις δεν είναι πλήρως κατανοητές από την αρχή ή τείνουν να αλλάζουν, όπως και συμβαίνει στην περίπτωση της εφαρμογής BFW.

Η κοινοπραξία BFW αποφάσισε να προχωρήσει με το Ethereum blockchain και τη γλώσσα Solidity για την ανάπτυξη των smart contracts και της ενσωματωμένης επιχειρηματικής λογικής τους. Η χρήση του Ethereum ως πλατφόρμας για τα έξυπνα συμβόλαια και την υποστήριξη των συναλλαγών με tokens (tokenization) στην εφαρμογή του έργου, αποφασίστηκε κατά κύριο λόγο με βάση τα χαρακτηριστικά του Ethereum και την εκτεταμένη αποδοχή του. Πράγματι, το Ethereum είναι η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη πλατφόρμα blockchain για έξυπνα συμβόλαια, που υποστηρίζεται από μια μεγάλη και ενεργή κοινότητα ανάπτυξης αποκεντρωμένων εφαρμογών (dApps). Ο δεύτερος λόγος, ήταν η ευελιξία στην εύρεση προσωπικού για την ανάπτυξη των έξυπνων συμβολαίων. Πράγματι, η γλώσσα προγραμματισμού solidity είναι ιδιαίτερα ευέλικτη και οι διαθέσιμες βιβλιοθήκες ανάπτυξης εφαρμογών που την υποστηρίζουν είναι αρκετά διαδεδομένες στην Ελληνική αγορά σε σχέση π.χ. με αυτήν της Solana που αρχικά είχε προταθεί. Βασίζεται δε πολύ στη JavaScript, τη C++ και την Python, γεγονός που την κάνει ιδιαίτερα φιλική στους web developers. Από την άλλη, λιγότερο διαδεδομένες πλατφόρμες, όπως το Solana, βασίζονται σε λιγότερο διαδεδομένες γλώσσες προγραμματισμού, όπως η Rust. Με δεδομένο πως προγραμματιστικό υπόβαθρο σε C++ και Python, υπήρχε ήδη ανάμεσα στα μέλη της κοινοπραξίας, η χρήση της solidity και του Ethereum κρίθηκε ως μια ιδιαίτερα λογική επιλογή. Προφανώς, τα χαρακτηριστικά του Ethereum όπως η αυτοματοποίηση της εκτέλεσης των έξυπνων συμβολαίων, η ισχυρή αποκέντρωση και η ασφάλεια της πλατφόρμας και η αποδεδειγμένη διαλειτουργικότητα με εφαρμογές dApp, αποτελούν σημαντικό παράγοντα για την τελική επιλογή της κοινοπραξίας. Θα πρέπει, τέλος, να σημειωθεί πως οι χρηματοοικονομικές υπηρεσίες που λειτουργούν στο Ethereum δεν έχουν απαιτήσεις εγγραφής και ως εκ τούτου παρέχεται ανοικτή πρόσβαση σε μια ευρεία γκάμα χρηματοοικονομικών προϊόντων και υπηρεσιών. Αυτό δημιουργεί, αναπόφευκτα, τις

απαραίτητες προϋποθέσεις για τη δημιουργία νέων tokens και οικοσυστημάτων που τα χρησιμοποιούν για τις συναλλαγές τους.

Τέλος, την κοινοπραξία απασχόλησε το θέμα της κλιμάκωσης της εφαρμογής και του συνεπαγόμενου κόστους, το οποίο όμως στο πλαίσιο του πρωτοτύπου και των ελέγχων της πιλοτικής λειτουργίας της, δεν αποτελούσε πρόβλημα. Αποφασίστηκε λοιπόν πως ο έλεγχος της καλής λειτουργίας της εφαρμογής θα γίνει σε κάποιο δοκιμαστικό δίκτυο (testnet) του Ethereum, όπως το Ropsten ή το Goerli.

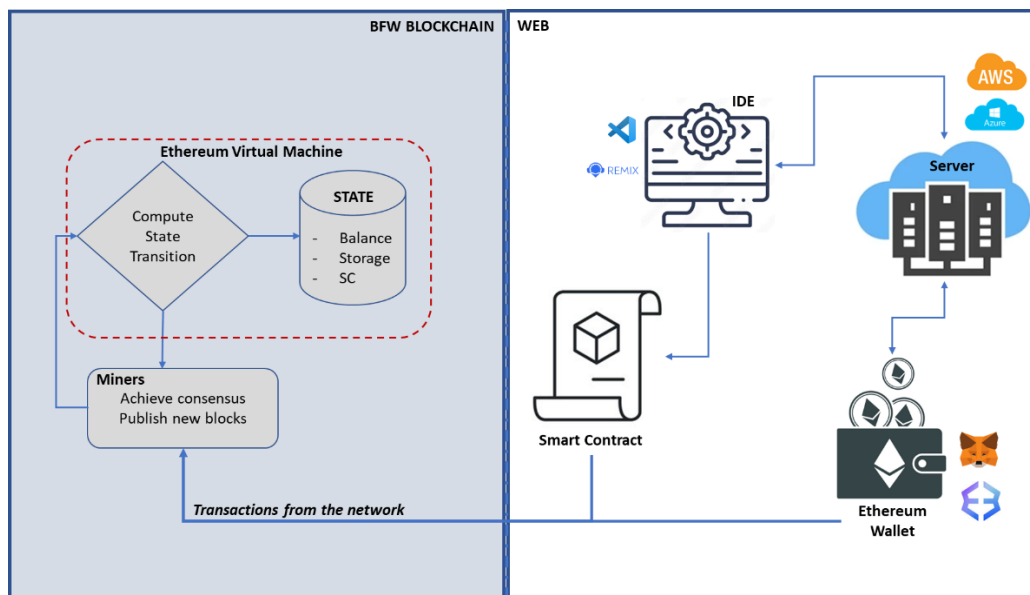
Με βάση τα παραπάνω, μια αρχική εικόνα της αρχιτεκτονικής του υψηλού επιπέδου συστήματος απεικονίζεται στο Σχήμα 1. Αξίζει να σημειωθεί, ότι για λόγους σαφήνειας του σχήματος, οι διασυνδέσεις μεταξύ των κόμβων στο στοιχείο του blockchain δεν έχουν σχεδιαστεί, αλλά υπονοούνται. Όλοι οι κόμβοι συνδέονται μεταξύ τους και ανταλλάσσουν συνεχώς τις νεότερες πληροφορίες για το blockchain. Αυτό διασφαλίζει ότι όλοι οι κόμβοι ενημερώνονται διαρκώς.



Σχήμα 1: Αρχιτεκτονική της κατακεντρωμένης εφαρμογής BFW (Physical View)

Το σύστημα εφαρμογής BFW αποτελείται από ένα σύστημα λογισμικού που εκτελείται σε κινητές συσκευές ή/και σε διακομιστές (τοπικούς για δοκιμαστικούς σκοπούς και αργότερα στο Cloud), ανταλλάσσοντας πληροφορίες με χρήστες και εξωτερικές συσκευές. Η διεπαφή χρήστη (User Interface, UI) θα εκτελείται σε πρόγραμμα περιήγησης ιστού ή/και σε διεπαφή εφαρμογής για κινητά. Το στοιχείο του διακομιστή αποθηκεύει δεδομένα που δεν μπορούν να αποθηκευτούν στο blockchain και εκτελεί επιχειρηματικούς υπολογισμούς. Όπως φαίνεται στο Σχήμα 1, η αλληλεπίδραση μεταξύ των κόμβων Ethereum και της εφαρμογής συστήματος (κυρίως η διαχείριση της δημιουργίας και των αποστολών συναλλαγών) θα πραγματοποιηθεί χρησιμοποιώντας το Web3.js μέσω HTTP, IPC ή WebSocket. Η Object-relational mapping (ORM)

είναι μια τεχνική προγραμματισμού στην οποία χρησιμοποιείται ένας metadata descriptor για τη σύνδεση του κώδικα αντικειμένου με μια σχεσιακή βάση δεδομένων. Ο κώδικας αντικειμένου θα γραφτεί σε μια Object-oriented programming (OOP) γλώσσα, όπως η Java ή η C#. Τέλος, στο στοιχείο blockchain, το EVM (Ethereum Virtual Machine) είναι το runtime περιβάλλον που εκτελεί τα “έξυπνα” συμβόλαια Ethereum. Τα συμβόλαια Ethereum είναι γραμμένα στην scripting γλώσσα του Ethereum που ονομάζεται Solidity. Στο Σχήμα 2, παρουσιάζεται μια απλοποιημένη έκδοση της αλληλεπίδρασης μεταξύ των δύο αρχιτεκτονικών στοιχείων, μαζί με διαθέσιμα στοιχεία λογισμικού για τη δημιουργία “έξυπνων” συμβολαίων (VScode και Remix IDEs), παρόχους υπηρεσιών cloud, όπως Microsoft Azure και Amazon Web Services και τέλος, Ethereum wallets, όπως το MetaMask και το Exodus.



Σχήμα 2: Αλληλεπίδραση Στοιχείων Αρχιτεκτονικής (Physical View)

Το “έξυπνο” συμβόλαιο, που απεικονίζεται στο Σχήμα 2, είναι ένα self-executing πρόγραμμα υπολογιστή και εκτελεί αυτόματα τους όρους μιας συμφωνίας μεταξύ των συμβαλλόμενων μερών όταν πληρούνται συγκεκριμένες προϋποθέσεις. Στην περίπτωση μας, τα “έξυπνα” συμβόλαια θα χρησιμοποιηθούν για τη διαχείριση της κατανομής, της μεταφοράς και της εξαργύρωσης των tokens. Μια πιο λεπτομερής περιγραφή της διαδικασίας “έξυπνων” συμβολαίων στο Ethereum, ακολουθεί παρακάτω:

- Το “έξυπνο” συμβόλαιο θα αναπτυχθεί στο Ethereum blockchain, καθιστώντας το διαθέσιμο σε όλους τους συμμετέχοντες στο δίκτυο. Το “έξυπνο” συμβόλαιο θα ορίζει τους κανόνες και τις προϋποθέσεις για την κατανομή, τη μεταφορά και την εξαργύρωση των tokens.
- Τα tokens θα εκδίδονται μέσω του “έξυπνου” συμβολαίου και το συμβόλαιο θα καθορίζει τον αριθμό των tokens που θα εκδοθούν και τους όρους υπό τους οποίους μπορούν να εκδοθούν. Στην περίπτωση μας, θα εκδοθούν tokens σε Παρόχους Τροφίμων (Food Service

Establishments, FSEs) και πολίτες (CZs), με βάση τις προσπάθειες μείωσης της σπατάλης τροφίμων.

- Το συμβόλαιο θα παρακολουθείται από όλα τα συμβαλλόμενα μέρη στο Ethereum blockchain, παρέχοντας “διαφάνεια” και υπευθυνότητα για τη διαδικασία του tokenization. Για παράδειγμα, οι CZs και οι FSEs θα μπορούν να βλέπουν τους όρους του συμβολαίου και την κατάσταση των μεταφορών των tokens και των συναλλαγών στο blockchain.
- Το “έξυπνο” συμβόλαιο θα επικυρώνει και θα εκτελεί μεταφορές tokens και θα διασφαλίζει ότι τα tokens μεταφέρονται μόνο σύμφωνα με προκαθορισμένες συνθήκες.
- Το “έξυπνο” συμβόλαιο θα ορίζει τους όρους υπό τους οποίους μπορούν να εξαργυρωθούν τα tokens και τις ανταμοιβές που θα παρέχονται.
- Η σύμβαση θα μπορούσε να ενημερώνεται, όπως απαιτείται από την κοινοπραξία του έργου BFW, επιτρέποντας ευελιξία και προσαρμογή στις αλλαγές στις προσπάθειες μείωσης της σπατάλης τροφίμων. Οι ενημερώσεις των συμβολαίων θα επικυρώνονται από το δίκτυο Ethereum και θα καταγράφονται στο blockchain.
- Ο κώδικας για το “έξυπνο” συμβόλαιο στο Ethereum θα σχεδιαστεί, ώστε να είναι ασφαλής και “διαφανής” και να επιβάλλει τους όρους της συμφωνίας για τη μείωση της σπατάλης τροφίμων. Η σύμβαση θα είναι δημόσια διαθέσιμη στο Ethereum blockchain για έλεγχο. Ο κώδικας θα είναι δωρεάν για χρήση από όλους, επιτρέποντας την ευρεία υιοθέτηση του και συμμετοχή στη μείωση της σπατάλης τροφίμων.

Η χρήση “έξυπνων” συμβολαίων στο Ethereum θα παρέχει έναν ασφαλή και “διαφανή” τρόπο διαχείρισης της διαδικασίας tokenization και θα δώσει κίνητρα για τη μείωση των απορριμμάτων τροφίμων σε εστιατόρια και άλλα καταστήματα εστίασης. Η διαδικασία “έξυπνων” συμβολαίων θα αυτοματοποιηθεί και θα εκτελείται στο Ethereum blockchain, επιτρέποντας την ασφαλή και με διαφάνεια έκδοση, κατανομή, μεταφορά, διαπραγμάτευση και εξαργύρωση των tokens. Η διαδικασία “έξυπνων” συμβολαίων θα είναι δωρεάν για όλους, επιτρέποντας την ευρεία υιοθέτηση και συμμετοχή όλων στη μείωση της σπατάλης τροφίμων.

Έχοντας καθορίσει την αρχιτεκτονική ανώτερου επιπέδου του BFW dApp στη συνέχεια παρέχεται μια σύνοψη της επαναληπτικής διαδικασίας ανάπτυξης λογισμικού που θα υιοθετηθεί. Το πρώτο βήμα είναι η καταγραφή του βασικού στόχου της εφαρμογής και η σύνοψη του σε λίγες προτάσεις.

3.1.1. BFW System – Στόχος και Προσδοκίες

Ο βασικός στόχος της εφαρμογής BFW είναι η «ανάπτυξη μιας εφαρμογής για κινητά που χρησιμοποιεί blockchain και μια διαδικτυακή πλατφόρμα για τη μείωση της σπατάλης τροφίμων από παρόχους τροφίμων - FSEs (στο έργο BFW, αυτός ο όρος -αρχικά- περιλαμβάνει εστιατόρια, αρτοποιεία, μανάβικα και convenient stores). Η εφαρμογή θα πρέπει να είναι δωρεάν για όλους τους χρήστες του συστήματος».

Οι υψηλού επιπέδου προσδοκίες (απαιτήσεις) από το σύστημα του έργου BFW είναι οι εξής:

Εφαρμογή για κινητά:

- Θα πρέπει να έχει μια φιλική προς το χρήστη διεπαφή για να μπορούν οι CZs να περιηγούνται και να επιλέγουν τα πλεονάζοντα τρόφιμα από τους FSEs που συμμετέχουν στο οικοσύστημα.
- Θα πρέπει να επιτυγχάνει ομαλή και αδιάκοπη (seamless) ολοκλήρωση με την αλυσίδα κοινοποιήσεων (blockchain) για την ασφαλή καταγραφή των συναλλαγών και την παρακολούθηση της μείωσης της σπατάλης τροφίμων.
- Θα πρέπει να χρησιμοποιεί GPS ή άλλες location-based υπηρεσίες για να εμφανίζει το διαθέσιμο πλεόνασμα τροφίμων σε FSEs που βρίσκονται κοντά στους ενδιαφερόμενους CZs.
- Η εφαρμογή θα πρέπει να επιτρέπει στους CZs να κάνουν παραγγελία για πλεονάζοντα τρόφιμα και να τα λαμβάνουν χωρίς καμία επιβάρυνση.

Διαδικτυακή πλατφόρμα:

- Θα πρέπει να παρέχει μια διεπαφή για τους FSEs μέσα από την οποία θα μπορούν εύκολα να προβαίνουν στη διαχείριση του πλεονάζοντος αποθέματος τροφίμων και την παρακολούθηση της μείωσης των απορριμμάτων τροφίμων.
- Θα πρέπει να επιτυγχάνει ομαλή και αδιάκοπη (seamless) ολοκλήρωση με την αλυσίδα κοινοποιήσεων (blockchain) για την ασφαλή καταγραφή των συναλλαγών και την παρακολούθηση της μείωσης των απορριμμάτων τροφίμων.
- Θα πρέπει να διαθέτει πίνακα ελέγχου (dashboard) για την εποπτική παρακολούθηση της μείωσης των απορριμμάτων τροφίμων και της απόδοσης των FSEs.
- Θα πρέπει να διαθέτει ένα σύστημα έκδοσης αναφορών σχετικά με τους στόχους μείωσης των απορριμμάτων τροφίμων.

Αλυσίδα Κοινοποιήσεων:

- Θα πρέπει να χρησιμοποιείται για την ασφαλή καταγραφή των συναλλαγών και την παρακολούθηση της μείωσης των απορριμμάτων τροφίμων.
- Θα πρέπει να παρέχει “διαφάνεια” και αμετάβλητη καταγραφή των συναλλαγών και της μείωσης της σπατάλης τροφίμων.
- Θα πρέπει να επιτρέπει τη δημιουργία έξυπνων συμβολαίων για την αυτοματοποίηση της διαδικασίας διανομής πλεονάζοντος τροφίμων και παρακολούθησης των απορριμμάτων τροφίμων.

Βάση δεδομένων:

- Η βάση δεδομένων θα πρέπει να αποθηκεύει τις πληροφορίες σχετικά με τους FSEs, την απογραφή του πλεονάσματος τροφίμων, τις παραγγελίες των CZs και την παρακολούθηση της μείωσης των απορριμμάτων τροφίμων.
- Θα πρέπει να είναι επεκτάσιμη για να δέχεται τον αυξανόμενο αριθμό συναλλαγών και δεδομένων, καθώς αυξάνονται οι χρήστες της εφαρμογής και ο αριθμός των συναλλαγών.

- Η διαχείριση της βάσης δεδομένων πρέπει να γίνεται με ασφάλεια για την προστασία ευαίσθητων πληροφοριών.

Διαφημιστικό Σύστημα (προαιρετικό – η συμπερίληψή του θα αποφασιστεί αργότερα στο έργο, ως αποτέλεσμα μιας πλήρους ανάλυσης κόστους και βιωσιμότητας):

- Το διαφημιστικό σύστημα θα πρέπει να ενσωματωθεί στην εφαρμογή για κινητά και στη διαδικτυακή πλατφόρμα για να παρέχει χρηματοδότηση για την πρωτοβουλία μείωσης των απορριμμάτων τροφίμων.
- Το διαφημιστικό σύστημα θα πρέπει να εμφανίζει σχετικές και μη παρεμβατικές διαφημίσεις στους πελάτες, οι οποίες μπορούν να παρέχουν την απαραίτητη χρηματοδότηση για την υποστήριξη της δωρεάν πλατφόρμας μείωσης των απορριμμάτων τροφίμων.

Οι παραπάνω πληροφορίες αποτελούν τις γενικές απαιτήσεις του έργου BFW, ώστε να μπορεί να μειώσει αποτελεσματικά τη σπατάλη τροφίμων, παρέχοντας παράλληλα μια δωρεάν, ασφαλή και “διαφανή” λύση τόσο για τους πολίτες, όσο και για τις εγκαταστάσεις παροχής υπηρεσιών εστίασης.

Στην επόμενη ενότητα, παρουσιάζονται οι φορείς και τα ενδιαφερόμενα μέρη του συστήματος εφαρμογής BFW.

3.1.2. BFW System – Actors and Stakeholders

Βασικοί stakeholders (actors) του οικοσυστήματος BFW θεωρούνται εκείνοι που εμπλέκονται στην ανάπτυξη του συστήματος ή χρησιμοποιούν το σύστημα ή μέρη αυτού του συστήματος. Stakeholders είναι όλες οι οντότητες που έχουν ενδιαφέρον για το σύστημα, χωρίς απαραίτητα να το χρησιμοποιούν. Όλοι οι actors είναι stakeholders. Μερικοί από τους stakeholders θα μπορούσαν επίσης να είναι actors.

ACTORS

- **Εταίροι έργου BFW:** Συνέλαβαν, ανέλυσαν, σχεδίασαν και ανέπτυξαν το σύστημα. Είναι υπεύθυνοι για τη λειτουργία, τη συντήρηση, την οργανική ανάπτυξη και τη βιωσιμότητά του.
- **Πάροχοι Τροφίμων (Food Service Establishments, FSEs):** Είναι οι προμηθευτές του βασικού προϊόντος του συστήματος, δηλαδή των πλεονασμάτων τροφίμων. Το πλεόνασμα τροφίμων έχει μια πραγματική χρηματική αξία που μετατρέπεται σε **‘WasteMeNot’ tokens** από το blockchain στοιχείο του συστήματος BFW. Αρχικά, το σύστημα προσδιορίζει τέσσερις μεγάλες κατηγορίες FSE, δηλαδή α) Εστιατόρια όλων των ειδών, β) Αρτοποιεία, γ) Μαναβικά και δ) Convenient stores.
- **Πολίτες:** Είναι οι καταναλωτές του βασικού προϊόντος του συστήματος, δηλαδή των πλεονασμάτων τροφίμων. Οι “αγορές” πλεονάζοντος φαγητού γίνονται χρησιμοποιώντας **‘WasteMeNot’ tokens**. Κάθε πολίτης, κατά την εγγραφή του, λαμβάνει έναν αρχικό αριθμό

tokens για να ξοδέψει. Η απόκτηση περισσότερων tokens γίνεται είτε με την ολοκλήρωση μιας συναλλαγής, είτε με την εκτέλεση δραστηριοτήτων και αποστολών στην εφαρμογή.

STAKEHOLDERS

- **Διαχειριστική Αρχή (Project Auditors):** Περιλαμβάνει στελέχη της ΕΥΔΕ ΕΤΑΚ και συνεργάτες, για παράδειγμα τους αξιολογητές έργων.
- **Επιχειρήσεις από κάθε κλάδο:** Ενδιαφέρονται να συμμετέχουν στο οικοσύστημα, προσφέροντας ανταμοιβές σε είδος ή εμπορεύσιμες ανταμοιβές (για παράδειγμα ως αντάλλαγμα διαφήμισης) σε FSEs ή/και πολίτες που συμμετέχουν στο οικοσύστημα.
- **Κυβερνητικοί Φορείς (π.χ. υπουργεία) και τοπικές δημόσιες αρχές (π.χ. Δήμοι):** Συνεργάζονται με το οικοσύστημα, οργανώνοντας από κοινού ενημερωτικές εκδηλώσεις ή δραστηριότητες που σχετίζονται με τη σπατάλη τροφίμων.
- **Επαγγελματικοί Σύλλογοι:** Μπορούν να υποστηρίξουν την ανάπτυξη του οικοσυστήματος με την προβολή του έργου και των στόχων του στο ευρύ κοινό ή μέσω της εσωτερικής επικοινωνίας στα μέλη τους.
- **Μη-κυβερνητικές οργανώσεις, φιλανθρωπικά ιδρύματα, ιδρύματα πρόνοιας και μη κερδοσκοπικές οργανώσεις:** Συνεργάζονται με το οικοσύστημα, οργανώνοντας από κοινού ενημερωτικές εκδηλώσεις ή δραστηριότητες που σχετίζονται με τη σπατάλη τροφίμων.
- **Ερευνητικά Ιδρύματα:** Ερευνητικές ομάδες με παρόμοιο ερευνητικό προσανατολισμό που δίνουν την ευκαιρία για συνέργειες σε ερευνητικό επίπεδο.
- **Πάροχοι τεχνολογίας:** Θα μπορούσαν να υποστηρίξουν το έργο και να συνεργαστούν με την εσωτερική ομάδα ανάπτυξης.
- **Επενδυτές:** Ενδιαφέρονται για τα αποτελέσματα του έργου και την πιθανή επέκταση του ή τη δημιουργία σχημάτων spin-off.
- **Πάροχοι Τροφίμων και πολίτες:** Επί του παρόντος δεν είναι μέλη του οικοσυστήματος, αλλά είναι πιθανό να γίνουν στο μέλλον.

3.1.3. BFW System – User Stories

Οι απαιτήσεις συστήματος δεν αποτελούν μέρος αυτού του παραδοτέου και θα αναλυθούν στο Π.7. Θα περιγραφούν ως ιστορίες χρηστών (User Stories, USs), ακολουθώντας την ευέλικτη προσέγγιση για την ανάπτυξη λογισμικού, όπως χρησιμοποιείται στο Extreme Programming και στο Scrum. Στο Π.7, το υπό ανάπτυξη σύστημα dApp θα αναλυθεί πλήρως. Οι απαιτήσεις θα παρουσιαστούν γραφικά χρησιμοποιώντας UML Use Case Diagrams, που δείχνουν τις σχέσεις μεταξύ των actors και των USs του συστήματος. Για το σκοπό αυτό, θα χρησιμοποιήσουμε UML μεθόδους και εργαλεία που παρέχονται από το εργαλείο διαχείρισης επιχειρήσεων και πληροφοριακών συστημάτων ARIS Architect.

3.1.4. Tokenisation – Αρχική Προσέγγιση

Tokenisation είναι η διαδικασία μετατροπής αντικειμένων/υπηρεσιών πραγματικής αξίας σε ψηφιακά tokens σε ένα blockchain. Στο πλαίσιο του έργου BFW, το tokenization θα

χρησιμοποιηθεί για την παρακολούθηση και την παροχή κινήτρων σχετικά με τη μείωση της σπατάλης τροφίμων από τους συμμετέχοντες πολίτες και τους Παρόχους Τροφίμων. Ως εκ τούτου, το πρώτο βήμα στη διαδικασία του tokenization είναι να προσδιοριστεί το αντικείμενο που θα αντιπροσωπεύεται από το ψηφιακό token. Στην περίπτωση μας, δεν είναι άλλο από το πλεόνασμα τροφίμων που διατίθεται στο οικοσύστημα από τους Παρόχους Τροφίμων.

Το επόμενο βήμα είναι η δημιουργία ενός ψηφιακού token στο blockchain δίκτυο που αντιπροσωπεύει το πλεόνασμα τροφίμων. Αυτό το token θα δημιουργηθεί χρησιμοποιώντας ένα “έξυπνο” συμβόλαιο που περιγράφει τους όρους και τις προϋποθέσεις του token, όπως την αξία, την ιδιοκτησία και τη δυνατότητα μεταβίβασής του. Το token του έργου που θα ονομαστεί, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, ‘WasteMeNot’ (WMN), θα προστεθεί στο blockchain και θα χρησιμοποιηθεί για την παροχή κινήτρων και την επιβράβευση των συμμετεχόντων FSEs για τη μείωση της σπατάλης τροφίμων. Το token θα πρέπει να δημιουργηθεί χρησιμοποιώντας μια blockchain πλατφόρμα που υποστηρίζει τη δημιουργία και διαχείριση tokens, στην περίπτωση μας το Ethereum.

Τα WMN tokens θα εκδοθούν σε συμμετέχοντες FSEs με βάση τις προσπάθειές τους για μείωση της σπατάλης τροφίμων. Για παράδειγμα, για κάθε κιλό (ή μερίδα) τροφής που αξιοποιείται, αντί να απορριφθεί, η συμμετέχουσα επιχείρηση θα λαμβάνει έναν ορισμένο αριθμό WMNs. Τα FSEs μπορούν να εξαργυρώσουν τα tokens τους με αντάλλαγμα τη πρόσβαση τους σε εκπτώσεις ή σε άλλες υπηρεσίες της πλατφόρμας (π.χ. inApp διαφημίσεις), την πρόσβαση σε αναλυτικά στοιχεία και αναφορές και άλλα κίνητρα. Αυτό ευθυγραμμίζει τα συμφέροντα των FSEs με τους στόχους της πλατφόρμας, καθώς θα έχουν συμφέρον να μειώσουν τη σπατάλη τροφίμων για να κερδίσουν περισσότερα tokens. Το ίδιο θα ισχύει και για τους πολίτες που δίνουν παραγγελία, από την εφαρμογή στα κινητά τους, για πλεονάζοντα τρόφιμα από τους συμμετέχοντες FSEs. Τα tokens θα χρησιμοποιηθούν ως νόμισμα για την αγορά πλεονάζοντος τροφίμων ή άλλων προϊόντων από συμμετέχουσες επιχειρηματικές οντότητες. Αυτό δίνει κίνητρα στους χρήστες να συμμετέχουν στη μείωση σπατάλης τροφίμων και ευθυγραμμίζει τα ενδιαφέροντά τους με τους στόχους της πλατφόρμας.

Σε μεταγενέστερο στάδιο, τα tokens μπορούν επίσης, να διανεμηθούν σε επενδυτές που παρέχουν χρηματοδότηση για την ανάπτυξη και τη συντήρηση της πλατφόρμας. Αυτή η διαδικασία κατανομής θα πρέπει να αυτοματοποιηθεί χρησιμοποιώντας “έξυπνα” συμβόλαια στο blockchain. Το blockchain μπορεί ακόμα, να “επιβάλει” κανόνες και προϋποθέσεις για τη μεταφορά των tokens για να διασφαλίσει ότι τα tokens χρησιμοποιούνται αποτελεσματικά για την παροχή κινήτρων σχετικά με τη μείωση της σπατάλης τροφίμων.

Η διαχείριση των WMN tokens θα γίνεται με χρήση ενός ιδιωτικού πορτοφολιού blockchain για κάθε χρήστη του συστήματος. Αυτό το πορτοφόλι μπορεί να ενσωματωθεί στην εφαρμογή κινητού για να παρέχει στους χρήστες έναν ασφαλή και βολικό τρόπο διαχείρισης των tokens τους και παρακολούθησης της μείωσης σπατάλης τροφίμων.

Ο καθορισμός της αρχικής τιμής ενός (1) WMN token είναι μια περίπλοκη εργασία. Παραδοσιακά, το ισοδύναμο ενός token εξαρτάται από την αξία που αποδίδεται στο token από τη ζήτηση και την προσφορά της αγοράς. Υπό αυτή την έννοια, η ακριβής αξία ενός token μπορεί να προσδιοριστεί μόνο μέσω της δυναμικής της αγοράς, όπως οι συναλλαγές σε ανταλλακτήρια κρυπτονομισμάτων, η εσωτερική χρήση του token στο οικοσύστημα BFW και η συνολική επιτυχία των προσπαθειών μείωσης σπατάλης τροφίμων. Στην αρχή, μια πιθανή προσέγγιση θα μπορούσε να είναι ο καθορισμός της αρχικής τιμής ενός WMN token με βάση το κόστος αποτροπής μιας συγκεκριμένης ποσότητας σπατάλης τροφίμων, για παράδειγμα, 1 EURO ισοδύναμο με 1 WMN token θα μπορούσε να αντιπροσωπεύει την αποτροπή 1 κιλού φαγητού από το να γίνει απόρριμμα. Αυτή η τιμή θα μπορούσε στη συνέχεια, να κυμαίνεται με την πάροδο του χρόνου με βάση τη ζήτηση και την προσφορά της αγοράς. Μια άλλη προσέγγιση θα μπορούσε να είναι ο καθορισμός της αρχικής αξίας ενός WMN token με βάση μια σταθερή συναλλαγματική ισοτιμία με ένα κρυπτονόμισμα και να επιτραπεί η διακύμανση της αξίας με βάση τη δυναμική της αγοράς. Τελικά, η αξία ενός WMN token θα καθοριστεί από έναν συνδυασμό παραγόντων, συμπεριλαμβανομένης της επιτυχίας των προσπαθειών μείωσης σπατάλης τροφίμων, της υιοθέτησης της εφαρμογής blockchain για τη σπατάλη τροφίμων και της ζήτησης για το token εντός του οικοσυστήματος. Η αρχική μας προσέγγιση στο θέμα, καταγράφει τρεις εναλλακτικές λύσεις (μπορεί επίσης, να χρησιμοποιηθούν σε συνδυασμό) ως εξής:

- **Μάζα φαγητού που δεν σπαταλάται (kg):** Αντιστοίχιση μιας σταθερής τιμής σε κάθε κιλό τροφίμων που αποτρέπεται από το να γίνει απόρριμμα, για παράδειγμα 1 WMN token ανά κιλό τροφίμων. Αυτή η προσέγγιση θα αντικατοπτρίζει άμεσα τον περιβαλλοντικό αντίκτυπο των περιβαλλοντικών προσπαθειών και θα δίνει κίνητρα στους χρήστες να μειώσουν όσο το δυνατόν περισσότερο την σπατάλη τροφίμων.
- **Μερίδες φαγητού:** Αντιστοίχιση μιας σταθερής τιμής σε κάθε μερίδα φαγητού που παραλαμβάνεται από τους χρήστες, για παράδειγμα 1 WMN token ανά μερίδα. Αυτή η προσέγγιση θα ήταν πιο προσιτή για τους καταναλωτές και θα μπορούσε να μεταφραστεί πιο εύκολα σε καθημερινές ενέργειες.
- **Αξία τροφίμων στην αγορά:** Αντιστοίχιση μιας σταθερής τιμής σε ευρώ σπατάλης τροφίμων που αποτρέπεται, για παράδειγμα 1 WMN token ανά ευρώ αξίας του τροφίμου που δεν απορρίπτεται. Αυτή η προσέγγιση θα αντικατοπτρίζει τον οικονομικό αντίκτυπο των προσπαθειών μείωσης σπατάλης τροφίμων και θα δώσει κίνητρα στους χρήστες να μειώσουν τη σπατάλη τροφίμων με οικονομικά αποδοτικό τρόπο.

Χρησιμοποιώντας το tokenization, το BFW μπορεί να δώσει κίνητρα στους συμμετέχοντες FSE να μειώσουν τη σπατάλη τροφίμων, να παρακολουθήσουν την πρόοδό τους και να τους ανταμείψουν για τις προσπάθειές τους. Αυτό μπορεί να γίνει με ασφαλή, διαφανή και αυτοματοποιημένο τρόπο χρησιμοποιώντας τεχνολογία blockchain και smart contracts.

** Η δημόσια προσφορά των WMN tokens δεν είναι στις αρχικές προθέσεις των εταιρών του έργου. Ωστόσο, πρέπει να σημειωθεί ότι ένας συγκεκριμένος αριθμός WMN tokens θα μπορούσε να εκδοθεί και να διανεμηθεί μέσω μιας αρχικής προσφοράς*

νομισμάτων (Initial Coin Offering, ICO) ή άλλων μεθόδων χρηματοδότησης για την ανάπτυξη και τη συντήρηση της πλατφόρμας μείωσης της σπατάλης τροφίμων. Αυτό θα καταστήσει το WMN token εμπορεύσιμο σε ένα αποκεντρωμένο χρηματιστήριο, επιτρέποντας στους FSEs και στους CZs να πουλήσουν τα tokens τους σε άλλους συμμετέχοντες ή να τα μετατρέψουν σε άλλα κρυπτονομίσματα. Αυτή η διαδικασία συναλλαγών μπορεί να βοηθήσει στη δημιουργία μιας αγοράς για το WMN token και να παρέχει μια πρόσθετη πηγή εισοδήματος για τις συμμετέχουσες επιχειρήσεις. Σε μια τέτοια περίπτωση, μπορεί να εφαρμοστεί ένα buyback πρόγραμμα για τη διατήρηση της αξίας των WMN tokens. Αυτό μπορεί να γίνει χρησιμοποιώντας ένα μέρος των διαφημιστικών εσόδων που δημιουργεί η πλατφόρμα για την επαναγορά και την εγγραφή WMN tokens, μειώνοντας τη συνολική προσφορά και αυξάνοντας την αξία των υπολοίπων tokens.

3.1.5. Tokenisation – Μελλοντικές Ενέργειες

Στο μέλλον, το έργο BFW θα εξετάσει όλες τις διαθέσιμες επιλογές όσον αφορά την έναρξη εναλλακτικών ροών εσόδων, όπως:

- **Διαφήμιση:** Συνεργασία με επιχειρήσεις για την προβολή των διαφημίσεών τους στην πλατφόρμα μας και στην εφαρμογή κινητού.
- **Διαφημιζόμενο περιεχόμενο:** Συνεργασία με εταιρείες και οργανισμούς που μοιράζονται το όραμα μας και ζητούν χορηγίες. Δημιουργία χορηγούμενου περιεχομένου.
- **Ηλεκτρονικό εμπόριο:** Προσφορά προϊόντων ή υπηρεσιών απευθείας στην πλατφόρμα και παραλαβή ενός ποσοστού από κάθε συναλλαγή.
- **Άδεια χρήσης δεδομένων:** Πώληση συγκεντρωτικών δεδομένων που συλλέγονται από χρήστες του συστήματος, τηρώντας πάντα τη νομοθεσία GDPR.
- **Συμβουλευτικές και επαγγελματικές υπηρεσίες:** Προσφορά συμβουλευτικών και επαγγελματικών υπηρεσιών που σχετίζονται με τη σπατάλη τροφίμων ή υπηρεσίες τεχνολογίας.
- **Εκδηλώσεις και συνέδρια:** Οργάνωση εκδηλώσεων και συνεδρίων που σχετίζονται με την πλατφόρμα μας και χρέωση εισιτηρίων και χορηγιών.
- **Επιχορηγήσεις και Δωρεές:** Αναζήτηση επιχορηγήσεων και δωρεών από ιδρύματα, εταιρείες και άτομα που ενδιαφέρονται για την αποστολή μας.
- **Crowdfunding:** Αξιοποίηση πλατφορμών crowdfunding για τη συγκέντρωση χορηγιών από μεγάλο αριθμό ατόμων.
- **Κρατική χρηματοδότηση:** Αναζήτηση προγραμμάτων κρατικής χρηματοδότησης που σχετίζονται με τη σπατάλη τροφίμων και τις πρωτοβουλίες αειφορίας και κυκλικής οικονομίας.

Προς το παρόν, και έχοντας κατά νου ότι, το έργο BFW δεν σκοπεύει να υιοθετήσει ένα μοντέλο συνδρομής επί πληρωμή (premium ή freemium), η διαδικασία του tokenization εντός του οικοσυστήματος θα πρέπει να μελετηθεί και να σχεδιαστεί προσεκτικά. Ο κύριος στόχος είναι να διατηρήσουμε την πλατφόρμα βιώσιμη, όχι απαραίτητα να έχουμε κέρδος. Επομένως, είναι σημαντικό να εξετάσουμε προσεκτικά όλες τις πηγές εσόδων και πώς ευθυγραμμίζονται με την αποστολή και τις αξίες της κοινοπραξίας μας.

Η αρχική προσφορά των WMN στο οικοσύστημα και ο καθορισμός της ισοτιμίας εξαρτώνται από διάφορους παράγοντες, όπως ο σκοπός της ύπαρξης του token, το κοινό-στόχος, η ζήτηση της αγοράς και ο ανταγωνισμός. Στην περίπτωσή μας, το token θα χρησιμοποιηθεί ως μέσο

ανταλλαγής και, επομένως, η προσφορά του θα πρέπει να είναι αρκετά μεγάλη για να καλύψει τη ζήτηση. Η ζήτηση της αγοράς για το token θα παίξει επίσης, ρόλο στον καθορισμό της αρχικής προσφοράς και της ισοτιμίας. Η ισοτιμία του token θα πρέπει να είναι σύμφωνη με τη ζήτηση της αγοράς. Δεδομένου ότι αρχικά, το οικοσύστημα BFW θα λειτουργεί ως κλειστή αγορά, η ανάγκη η ισοτιμία του WMN να είναι σύμφωνη με παρόμοια tokens στην αγορά, απουσιάζει (χωρίς ανταγωνισμό).

Τους επόμενους μήνες του έργου, η κοινοπραξία θα προχωρήσει στους υπολογισμούς των tokenomics του συστήματος BFW, λαμβάνοντας υπόψη τις ακόλουθες παραμέτρους:

Αρχικός Αριθμός: Ο συνολικός αριθμός των tokens που θα δημιουργηθούν και θα τεθούν σε κυκλοφορία.

Διαμοίραση: Η διαμοίραση των tokens σε διάφορους stakeholders, συμπεριλαμβανομένων των εταίρων του έργου (στην ουσία των ιδρυτών και των πρώτων επενδυτών) και των μελών της κοινότητας.

Χρησιμότητα token: Η χρήση του token εντός της εφαρμογής, όπως το να λειτουργεί ως μέσο ανταλλαγής, ανταμοιβής ή μηχανισμός διακυβέρνησης.

Token economics: Το υποκείμενο οικονομικό μοντέλο και πώς επηρεάζει την προσφορά και τη ζήτηση των tokens.

Οικονομίες δικτύου: Η δυνατότητα αύξησης της αξίας του token, καθώς περισσότεροι άνθρωποι χρησιμοποιούν την εφαρμογή.

Ζήτηση αγοράς: Η πιθανή ζήτηση για το token από διάφορες ομάδες, όπως οργανισμούς μείωσης σπατάλης τροφίμων, καταναλωτές και μετέπειτα, επενδυτές. Ο ανταγωνισμός, όπως εκφράζεται από την παρουσία άλλων λύσεων blockchain για την σπατάλη τροφίμων και ο τρόπος σύγκρισης τους από άποψη tokenomics θα αξιολογηθεί, αλλά δεν θα θεωρηθεί αποφασιστικός παράγοντας σε αυτό το στάδιο ανάπτυξης του επιχειρηματικού μοντέλου.

Αφού λάβουμε υπόψη αυτούς τους παράγοντες, θα χρησιμοποιήσουμε εργαλεία χρηματοοικονομικής μοντελοποίησης και ανάλυσης αγοράς για να εκτιμήσουμε τη δυνητική αξία του token και τα συνολικά tokenomics της εφαρμογής.

3.2. Αρχικές Απαιτήσεις Δεδομένων

Ο καθορισμός των αρχικών απαιτήσεων σε δεδομένα είναι σημαντικός για την ανάπτυξη μιας αποκεντρωμένης εφαρμογής (decentralized application, dApp), επειδή καθορίζει τον τρόπο αποθήκευσης, οργάνωσης και διαχείρισης των δεδομένων εντός της dApp. Μια καλά σχεδιασμένη αρχιτεκτονική δεδομένων βοηθά στη διασφάλιση της ακεραιότητας των δεδομένων, της ασφάλειας, της επεκτασιμότητας και της προσβασιμότητας, τα οποία είναι κρίσιμα στοιχεία για την επιτυχία του εγχειρήματος. Επιπλέον, μια σαφής και συνεπής αρχιτεκτονική δεδομένων διευκολύνει τους προγραμματιστές να δημιουργήσουν και να συντηρήσουν την εφαρμογή και τους χρήστες να αλληλοεπιδράσουν με αυτή και τα δεδομένα

της. Τέλος, μια ισχυρή αρχιτεκτονική δεδομένων είναι απαραίτητη για τη μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα και επιτυχία μιας αποκεντρωμένης εφαρμογής.

3.2.1. Συστατικά Αρχιτεκτονικής Δεδομένων

Στην περίπτωση του έργου BFW, η προτεινόμενη αρχιτεκτονική δεδομένων έχει τις ακόλουθες διαστάσεις:

Αποθήκευση δεδομένων: Το blockchain θα χρησιμοποιηθεί για την ασφαλή αποθήκευση δεδομένων όπως οι τύποι τροφίμων, τα επίπεδα αποθέματος τροφίμων, οι ημερομηνίες λήξης και τυχόν συναλλαγές που σχετίζονται με τη μείωση σπατάλης τροφίμων. Αυτά τα δεδομένα θα είναι αμετάβλητα και “διαφανή”, διασφαλίζοντας ότι όλοι οι stakeholders μπορούν να έχουν εμπιστοσύνη στις αποθηκευμένες πληροφορίες.

Πρόσβαση σε δεδομένα: Τα δεδομένα που αποθηκεύονται στο blockchain και υποβάλλονται σε επεξεργασία από το back-end σύστημα, θα είναι προσβάσιμα σε όλους τους χρήστες. Η πρόσβαση στα δεδομένα θα ελέγχεται μέσω ασφαλών μηχανισμών ελέγχου ταυτότητας και εξουσιοδότησης, ώστε να διασφαλίζεται ότι μόνο εξουσιοδοτημένοι χρήστες μπορούν να έχουν πρόσβαση σε αυτά.

Επεξεργασία δεδομένων: Το back-end θα επεξεργάζεται τα δεδομένα που είναι αποθηκευμένα στο blockchain και θα δημιουργεί reports τόσο για τους πολίτες, όσο και για τους FSEs.

Οπτικοποίηση δεδομένων: Η εφαρμογή για κινητά και η web πλατφόρμα θα παρέχουν διαδραστικές απεικονίσεις των δεδομένων για να βοηθήσουν τους πολίτες που καταναλώνουν τρόφιμα και τους FSEs να κατανοήσουν τον αντίκτυπο των ενεργειών τους στη μείωση σπατάλης τροφίμων. Αυτές οι απεικονίσεις θα περιλαμβάνουν γραφήματα, διαγράμματα και πιθανά χάρτες που παρέχουν πληροφορίες για τις πηγές και τα αίτια της σπατάλης τροφίμων και υπογραμμίζουν τις επιτυχίες των προσπαθειών μείωσης της σπατάλης τροφίμων.

Data API: Θα παρέχεται ένα REST API που θα επιτρέπει στους χρήστες να έχουν πρόσβαση στα δεδομένα που είναι αποθηκευμένα στο blockchain και επεξεργάζονται από το back-end σύστημα. Αυτό το API θα επιτρέψει στους χρήστες να βλέπουν πληροφορίες, σε πραγματικό χρόνο, σχετικά με τις προσπάθειες μείωσης της σπατάλης τροφίμων στην περιοχή τους και να αναλαμβάνουν δράση για να υποστηρίξουν αυτές τις προσπάθειες.

3.2.2. Τύποι Δεδομένων

Ακολουθούν παραδείγματα τύπων δεδομένων που θα ανταλλάσσονται στο οικοσύστημα της εφαρμογής:

Προφίλ Χρήστη: Οι πληροφορίες προφίλ χρήστη, όπως οι προτιμήσεις και το ιστορικό των συναλλαγών, θα αποθηκευτούν στο blockchain, επιτρέποντας στην πλατφόρμα να εξατομικεύει συστάσεις για τη μείωση της σπατάλης τροφίμων. Για παράδειγμα:

Ονοματεπώνυμο: Σταύρος Πόνης

Email: staponis@gmail.com

Τηλέφωνο: +30 (210) 772-2384

Διεύθυνση: Ηρώων Πολυτεχνείου 9Α, Ζωγράφου 15780, Αθήνα, Ελλάδα

Διατροφικές προτιμήσεις: Χορτοφάγος, Gluten-free

Αυτά τα δεδομένα προφίλ χρήστη θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την εξατομίκευση προτάσεων για τη μείωση της σπατάλης τροφίμων και την παροχή μιας πιο ελκυστικής και ανταποδοτικής εμπειρίας για τους χρήστες. Τα δεδομένα θα αποθηκεύονται με ασφάλεια στο blockchain και θα είναι προσβάσιμα μόνο σε εξουσιοδοτημένους χρήστες, όπως ο ίδιος ο χρήστης και οι διαχειριστές της πλατφόρμας.

Απόθεμα τροφίμων: Τα δεδομένα σχετικά με τα επίπεδα αποθέματος τροφίμων και τις ημερομηνίες λήξης των FSEs θα αποθηκεύονται στο blockchain, επιτρέποντας στους χρήστες να βλέπουν σε πραγματικό χρόνο, ποια είδη πλησιάζουν την ημερομηνία λήξης τους και κινδυνεύουν να απορριφθούν. Για παράδειγμα:

Πάροχος Φαγητού: Εστιατόριο Α

Φαγητό: Λαζάνια

Ποσότητα: 10 μερίδες

Ημερομηνία λήξης: 1^η Φεβρουαρίου, 2023

Τοποθεσία: Θουκιδίδου 6, Χαλάνδρι 15232, Αθήνα, Ελλάδα

Αυτά τα δεδομένα αποθέματος τροφίμων θα χρησιμοποιηθούν για την παροχή πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο, σχετικά με τα επίπεδα αποθέματος τροφίμων και τις ημερομηνίες λήξης των εγκαταστάσεων εστίασης, επιτρέποντας στους χρήστες να βλέπουν ποια είδη πλησιάζουν την ημερομηνία λήξης τους και κινδυνεύουν να απορριφθούν. Τα δεδομένα θα αποθηκευτούν στο blockchain, παρέχοντας μια ανθεκτική και αμετάβλητη εγγραφή όλων των επιπέδων αποθέματος τροφίμων και των ημερομηνιών λήξης. Αυτές οι πληροφορίες θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν από την πλατφόρμα μείωσης της σπατάλης τροφίμων για τη δημιουργία πληροφοριών και συστάσεων για τη μείωση της σπατάλης τροφίμων, ενώ από τους χρήστες για τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων σχετικά με τα τρόφιμα που θα αποθηκεύσουν και θα καταναλώσουν.

Πληροφορίες FSE: Πληροφορίες σχετικά με τους παρόχους τροφίμων, όπως η τοποθεσία τους, τα τρόφιμα που προσφέρουν στον κατάλογο τους και οι πρωτοβουλίες μείωσης της σπατάλης τροφίμων, θα αποθηκευτούν στο blockchain, επιτρέποντας στους χρήστες να βρίσκουν και να υποστηρίζουν εύκολα FSEs που δεσμεύονται να μειώσουν τη σπατάλη τροφίμων. Για παράδειγμα:

Όνομα: Μπακαλοταβέρνα

Τοποθεσία: Θουκιδίδου 6, Χαλάνδρι 15232, Αθήνα, Ελλάδα

Είδος: Ελληνική Ταβέρνα

Πληροφορίες επικοινωνίας: (210) 682-2567, info@mpakalo.com

Ώρες λειτουργίας: 13:00 π.μ. έως 11:00 μ.μ.

Μέση σπατάλη τροφίμων ανά μέρα: 5 μερίδες.

Αυτά τα δεδομένα θα παρέχουν ένα ολοκληρωμένο προφίλ κάθε επιχείρησης τροφίμων που συμμετέχει στο έργο BFW και θα χρησιμοποιηθούν για την παρακολούθηση των προσπαθειών μείωσης της σπατάλης τροφίμων και τη δημιουργία πληροφοριών και συστάσεων για περαιτέρω μείωση της.

Συναλλαγές: Οι συναλλαγές που σχετίζονται με τη μεταφορά τροφίμων από παρόχους τροφίμων σε πολίτες ή άλλους παραλήπτες, θα αποθηκεύονται στο blockchain, παρέχοντας ένα ασφαλές και “διαφανές” αρχείο των προσπαθειών μείωσης της σπατάλης τροφίμων. Για παράδειγμα:

Ημερομηνία και ώρα: 30 Ιανουαρίου, 2023, 1:00 π.μ.

Συμμετέχοντες: Μπακαλοταβέρνα, Σταύρος Πόνης

Φαγητό: 1 μερίδα κεφτεδάκια και 1 μερίδα χωριάτικη σαλάτα

Τοποθεσία: Θουκιδίδου 6, Χαλάνδρι 15232, Αθήνα, Ελλάδα

Τιμή: Δωρεάν

Κατάσταση: Ολοκληρώθηκε

Tokens: Ακολουθεί ένα παράδειγμα δεδομένων token που θα μπορούσαν να αποθηκευτούν στο blockchain:

Χρήστης: Σταύρος Πόνης

Είδος Token: WasteMeNot (WMN)

Υπόλοιπο Λογαριασμού: 200 WMN tokens

Ημερομηνία τελευταίας συναλλαγής: 30 Ιανουαρίου, 2023, 1:00 π.μ.

Ύψος τελευταίας συναλλαγής: 20 WMN tokens.

Είδος συναλλαγής: Επιβράβευση (1 μερίδα κεφτεδάκια και 1 μερίδα ελληνική σαλάτα)

Ιστορικό μείωσης σπατάλης τροφίμων: Αριθμός μερίδων φαγητού που αποτράπηκαν από το να γίνουν απόρριμμα, αριθμός εκδηλώσεων σχετικά με τη μείωση της σπατάλης τροφίμων στις οποίες συμμετείχαν κ.λπ. Για παράδειγμα:

Ημερομηνία και ώρα: 30 Ιανουαρίου, 2023, 1:00 π.μ.

Συμμετέχοντες: Μπακαλοταβέρνα, Σταύρος Πόνης

Φαγητό: 1 μερίδα κεφτεδάκια και 1 μερίδα χωριάτικη σαλάτα

Τοποθεσία: Θουκιδίδου 6, Χαλάνδρι 15232, Αθήνα, Ελλάδα

Μερίδες που δεν απορρίφθηκαν: 2 μερίδες

Αυτά τα δεδομένα ιστορικού μείωσης απορριμμάτων τροφίμων θα παρέχουν μια ασφαλή και “διαφανή” καταγραφή των προσπαθειών μείωσης της σπατάλης τροφίμων που καταβάλλονται από τους χρήστες και θα χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία πληροφοριών και συστάσεων για περαιτέρω μείωση της σπατάλης τροφίμων.

Ανταμοιβές και κίνητρα: Πόντοι που κερδίζονται για προσπάθειες μείωσης της σπατάλης τροφίμων, ανταμοιβές που εξαργυρώνονται κ.λπ. Για παράδειγμα:

Χρήστης: Σταύρος Πόνης

Ημερομηνία και ώρα: 30 Ιανουαρίου, 2023, 1:00 π.μ.

Ανταμοιβή: 20 WMN tokens

Αιτία: Ολοκληρώθηκε η συναλλαγή μείωσης της σπατάλης τροφίμων για 1 μερίδα κεφτεδάκια και 1 μερίδα ελληνική σαλάτα

Υπόλοιπο Λογαριασμού: 200 WMN tokens

Αυτός ο τύπος δεδομένων θα παρέχει μια ασφαλή και “διαφανή” καταγραφή των ανταμοιβών που κερδίζουν οι χρήστες για τις προσπάθειές τους για τη μείωση της σπατάλης τροφίμων και θα χρησιμοποιούνται για να δώσουν κίνητρα στους χρήστες να συνεχίσουν την προαναφερθείσα μείωση.

Αναλύσεις σπατάλης τροφίμων: Τα δεδομένα σχετικά με τα επίπεδα, τις πηγές και τις αιτίες της σπατάλης τροφίμων θα συλλέγονται και θα υποβάλλονται σε επεξεργασία από την πλατφόρμα, ενώ θα δημιουργούνται πληροφορίες και προτάσεις, οι οποίες θα παρέχονται σε στους χρήστες, μέσω της εφαρμογής για κινητά και της web πλατφόρμας. Για παράδειγμα:

Εύρος ημερομηνιών: Ιανουαρίου 1, 2023 - Ιανουαρίου 31, 2023

Πάροχος Τροφίμων: Μπακαλοταβέρνα

Μείωση συνολικής σπατάλης τροφίμων: 250 μερίδες

Μέση σπατάλη τροφίμων ανά συναλλαγή: 2.6 μερίδες

Το πιο συχνά παραγγελμένο είδος φαγητού: Κεφτεδάκια

Τα δεδομένα θα αποθηκεύονται με ασφάλεια στο blockchain και θα είναι προσβάσιμα σε όλους τους χρήστες δωρεάν.

4. Συμπεράσματα - Σύνδεση με τα Επόμενα Παραδοτέα του Έργου

Ο κύριος στόχος αυτού του παραδοτέου είναι να δώσει μια υψηλού επιπέδου (physical view) οπτική της αρχιτεκτονικής του συστήματος και να υποδείξει πώς αυτή ευθυγραμμίζεται με τη συνολική στρατηγική και τους στόχους του έργου και της κοινοπραξίας. Επιπροσθέτως, παρέχει μια επισκόπηση των βασικών απαιτήσεων δεδομένων του συστήματος με ενδεικτικά παραδείγματα (data types). Ταυτόχρονα, λειτουργεί ως 'γέφυρα' για το **Παραδοτέο Π.7** (προδιαγραφές), κάνοντας μια επισκόπηση των βασικών stakeholders του οικοσυστήματος BFW και της διαδικασίας του tokenization που θα μελετηθεί από τους εταίρους του έργου στα επόμενα παραδοτέα.

5. Βιβλιογραφικές Αναφορές

- Chen, L., Cong, L. W., & Xiao, Y. (2021). A brief introduction to blockchain economics. In *Information for Efficient Decision Making: Big Data, Blockchain and Relevance* (pp. 1-40).
- Cong, L. W., Li, Y., & Wang, N. (2020). Token-based platform finance (No. w27810). National Bureau of Economic Research.
- Desfray, P., & Raymond, G. (2014). *Modeling enterprise architecture with TOGAF: A practical guide using UML and BPMN*. Morgan Kaufmann.
- Dimitrov, V. (2012). An Overview of the Department of Defense Architecture Framework (DoDAF). *Information Systems & Grid Technologies*.
- Enciso-Quispe, L., Quichimbo, J., Luzón, F., Zelaya-Policarpo, E., & Quezada-Sarmiento, P. A. (2017, June). REST architecture in the implementation of a web and mobile application for vehicular tariff rotating parking. In *2017 12th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)* (pp. 1-6). IEEE.
- ESPRIT Consortium AMICE (eds.) (1993) *CIMOSA - Open System Architecture for CIM*, Springer-Verlag, Berlin.
- Gerber, A., Le Roux, P., Kearney, C., & van Der Merwe, A. (2020). The zachman framework for enterprise architecture: an explanatory is theory. In *Responsible Design, Implementation and Use of Information and Communication Technology: 19th IFIP WG 6.11 Conference on e-Business, e-Services, and e-Society, I3E 2020, Skukuza, South Africa, April 6–8, 2020, Proceedings, Part I 19* (pp. 383-396). Springer International Publishing.
- Khan, S. N., Loukil, F., Ghedira-Guegan, C., Benkhelifa, E., & Bani-Hani, A. (2021). Blockchain smart contracts: Applications, challenges, and future trends. *Peer-to-peer Networking and Applications*, 14, 2901-2925.
- Leiponen, A., Thomas, L. D., & Wang, Q. (2022). The dApp economy: a new platform for distributed innovation?. *Innovation*, 24(1), 125-143.
- Marchesi, L., Marchesi, M., & Tonelli, R. (2020). ABCDE—Agile block chain DApp engineering. *Blockchain: Research and Applications*, 1(1-2), 100002.
- Medini, K., & Bourey, J. P. (2012). SCOR-based enterprise architecture methodology. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 25(7), 594-607.
- Pop, D. P., & Altar, A. (2014). Designing an MVC model for rapid web application development. *Procedia Engineering*, 69, 1172-1179.
- Scheer, A. W., & Schneider, K. (2006). *ARIS—architecture of integrated information systems* (pp. 605-623). Springer Berlin Heidelberg.
- Smith, K. L., & Graves, T. S. (2011). *An Introduction to Peaf: Pragmatic Enterprise Architecture Framework*. Pragmatic EC.

Tao, Z. G., Luo, Y. F., Chen, C. X., Wang, M. Z., & Ni, F. (2017). Enterprise application architecture development based on DoDAF and TOGAF. *Enterprise Information Systems*, 11(5), 627-651.

Taş, R., & Tanrıöver, Ö. Ö. (2019, October). Building a decentralized application on the ethereum blockchain. In *2019 3rd International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT)* (pp. 1-4). IEEE.

Wang, S., Yuan, Y., Wang, X., Li, J., Qin, R., & Wang, F. Y. (2018, June). An overview of smart contract: architecture, applications, and future trends. In *2018 IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV)* (pp. 108-113). IEEE.

Zheng, Z., Xie, S., Dai, H. N., Chen, W., Chen, X., Weng, J., & Imran, M. (2020). An overview on smart contracts: Challenges, advances and platforms. *Future Generation Computer Systems*, 105, 475-491.