



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΤΜ. ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΒΛΟΚΚΕΙΝΗ ΚΑΙ ΚΥΚΛΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ



ΣΥΓΓΡΑΦΕΑΣ: ΑΛΑΦΑΚΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

ΑΜ: 714 47501

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ : ΕΛΕΝΗ -ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ ΛΕΛΙΓΚΟΥ

Αθήνα, 20/07/2023



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Blockchain και Κυκλική Οικονομία

Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής συμπεριλαμβανομένου και του Εισηγητή

Η παρούσα διπλωματική εργασία εγκρίθηκε ομόφωνα από την τριμελή εξεταστική επιτροπή, η οποία ορίστηκε από την Γ.Σ. του Τμήματος Μηχανικών Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, σύμφωνα με το νόμο και τον εγκεκριμένο Οδηγό Σπουδών του τμήματος.

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Λελίκου Ελένη Αικατερίνη

Επιτροπή Αξιολόγησης:

Λελίκου Ελένη Αικατερίνη

Κάντζος Δημήτριος

Δρόσος Χρήστος

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ/ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος ΑΛΑΦΑΚΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ του ΝΙΚΟΛΑΟΥ, με αριθμό μητρώου 71447501 φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Μηχανικών του Τμήματος Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής/διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Ο Δηλών



ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της Διπλωματικής μου εργασίας θέλω να ευχαριστήσω όλους όσους συντέλεσαν στην δημιουργία της.

Πρώτα από όλους θέλω να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα κυρία Λελίγκου Ελένη-Αικατερίνη για την ευκαιρία που μου έδωσε, την κατανόηση και την καθοδήγηση που μου παρείχε.

Θέλω να ευχαριστήσω τον βοηθό της επιβλέπουσας καθηγήτριας Ιωάννη Χρηστίδη για την καθοδήγηση και την υποστήριξη που μου προσέφερε.

Επίσης θέλω να ευχαριστήσω τους συναδέλφους και φίλους μου που με στήριξαν σε όλη την διάρκεια των σπουδών μου τόσο ψυχολογικά όσο και ακαδημαϊκά , Γεώργιος Οικονομίδης και Κωνσταντίνα Μουχτόγλου.

Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για την στήριξη που έλαβα όλα αυτά τα χρόνια σπουδών. Ειδικότερα, θέλω να ευχαριστήσω τον αδερφό μου Αλαφάκη Σταμάτιο, την μητέρα μου Μαριάννα Ανδρεάδη και τον πατέρα μου Αλαφάκη Νικόλαο στους οποίους αφιερώνεται η παρούσα διπλωματική εργασία.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η τεχνολογία Blockchain και το μοντέλο της Κυκλικής οικονομίας είναι δύο ανερχόμενες έννοιες που πρόκειται να αλλάξουν τον τρόπο που ζούμε στο μέλλον. Η εφαρμογή της τεχνολογίας Blockchain έχει ήδη βοηθήσει στην πρόοδο της τεχνολογίας και έχει προσφέρει καινοτομίες στον τεχνολογικό τομέα.

Το μοντέλο της κυκλικής οικονομίας προσφέρει πολλά οφέλη στην κοινωνία χάρη στην πολυεπίπεδη λειτουργικότητά του. Ουσιαστικά, υποστηρίζει ένα αειφόρο τρόπο λειτουργίας που προωθεί την βιωσιμότητα των προϊόντων, των υλικών με αποτέλεσμα την προστασία του περιβάλλοντος και την μείωση του περιβαλλοντικού μας αποτυπώματος.

Στην παρούσα διπλωματική αναλύονται οι έννοιες της κυκλικής οικονομίας και της τεχνολογίας Blockchain. Έπειτα, παρουσιάζεται μία προσέγγιση της σύμπραξης αυτών των δύο με σκοπό την ενδυνάμωση του θεσμού της κυκλικής οικονομίας, την βελτίωση της λειτουργικότητας και την συμβολή στην διάδοσή της. Στην εργασία γίνεται λόγος για τον ρόλο των NFTs στην αγορά αλλά και τους τρόπους που μπορούν να συμβάλει η τεχνολογία αυτή στο μοντέλο της κυκλικής οικονομίας.

Στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας αναπτύχθηκε μία εφαρμογή με σκοπό την υποστήριξη του μοντέλου της κυκλικής οικονομίας μέσω ενός διαδικτυακού ηλεκτρονικού καταστήματος όπου οι χρήστες θα έχουν την δυνατότητα να δημιουργούν, να αγοράζουν και να πουλάνε NFTs που προωθούν την κυκλική οικονομία και συμβάλλουν στην λειτουργία της. Παράλληλα θα έχουν την δυνατότητα να διαβάσουν για τις δύο έννοιες και να πληροφορηθούν με σκοπό την προαγωγή των δύο αυτών εννοιών και την ευαισθητοποίηση του κοινού.

Η εφαρμογή και ο κώδικας είναι διαθέσιμα στο κοινό προς οποιαδήποτε χρήση της εφαρμογής για προσθήκη βελτιώσεων και για εκπαιδευτικούς σκοπούς.

ABSTRACT

Blockchain technology and the Circular Economy model are two emerging concepts that are set to change the way we live in the future. The application of Blockchain technology has already helped advance the field of technology and has offered innovations in the technological sector.

The Circular Economy model offers many benefits to society through its multifaceted functionality. Essentially, it supports a sustainable way of operating that promotes the sustainability of products and materials, resulting in environmental protection and a reduction of our environmental footprint.

In this thesis, the concepts of the Circular Economy and Blockchain technology are analyzed. Then, an approach to their collaboration is presented with the aim of strengthening the institution of the Circular Economy, improving functionality, and contributing to its dissemination. The paper discusses the role of NFTs in the market and the ways in which this technology can contribute to the Circular Economy model.

As part of the thesis work, an application was developed to support the Circular Economy model through an online store where users will have the ability to create, buy, and sell NFTs that promote the Circular Economy and contribute to its operation. They will also have the opportunity to read about the two concepts and gain information to promote awareness of these two concepts among the public.

The application and the source code are available to the public for any use of the application, such as adding improvements, for research purposes, and for educational purposes.

Περιεχόμενα

1	Ενότητα Πρώτη : Αλυσίδες Συστοιχιών (Blockchain)	10
1.1	Εισαγωγή στις Αλυσίδες Συστοιχιών	10
1.2	Η Εξέλιξη του Blockchain	10
1.2.1	Blockchain 1.0: Κρυπτονομίσματα (Cryptocurrency)	11
1.2.2	Blockchain 2.0: Ευφυή Συμβόλαια (Smart Contracts)	11
1.2.3	Blockchain 3.0: Αποκεντρωμένες Εφαρμογές (Decentralized Applications)	12
1.3	Δομή Αλυσίδας Συστοιχιών	13
1.3.1	Κρυπτογραφικό Αποτύπωμα και Ιδιότητες	14
1.4	Πρωτόκολλα συναίνεσης (Consensus Protocols)	14
1.4.1	Proof – Of – Work (POW)	15
1.4.2	Proof – Of – Stake (POS)	15
1.4.3	Delegated Proof- Of Stake (DPoS)	16
1.4.4	Proof – Of – Authority (POA)	16
1.5	Τύποι Αλυσίδων Συστοιχιών	17
1.5.1	Δημόσιες Αλυσίδες Συστοιχιών	17
1.5.2	Ιδιωτικές Αλυσίδες Συστοιχιών	18
1.5.3	Συνενωμένες Αλυσίδες Συστοιχιών	18
1.6	Blockchain και NFT	19
1.6.1	NFTs - Τεχνολογία και Αποθήκευση Δεδομένων	19
1.6.2	InterPlanetary File Systems (IPFS)	20
1.6.3	NFTs Στον Χώρο της Τέχνης	20
1.6.4	Η Αγορά των NFTs – Παράγοντες	21
1.6.5	Η Αγορά των NFTs – Marketplace	21
1.6.6	Διάφορες χρήσεις των NFTs	22
2	Ενότητα Δεύτερη : Κυκλική Οικονομία	24
2.1	Εισαγωγή στην Κυκλική Οικονομία	24
2.2	Αρχές και οφέλη της Κυκλικής Οικονομίας	24
2.2.1	Αρχές της Κυκλικής Οικονομίας	24
2.2.2	Οφέλη της Κυκλικής Οικονομίας	25
2.3	Κυκλική Οικονομία στον Επιχειρηματικό Κλάδο	26
2.4	Πολιτικοί οργανισμοί και Κυκλική Οικονομία	27
2.5	Ενέργειες Προώθησης της Κυκλικής Οικονομίας	28
3	Ενότητα Τρίτη : Αλυσίδες Συστοιχιών και Κυκλική Οικονομία	30
3.1	Εισαγωγή	30

3.2	Κυκλική οικονομία και μοντέλο ReSOLVE	30
3.3	Πραγματικές Εφαρμογές Blockchain σε Διάφορους τομείς με βάση το μοντέλο ReSOLVE και την Κυκλική Οικονομία	32
3.3.1	Κατασκευαστικός Κλάδος	32
3.3.2	Εμπορικός κλάδος	33
3.3.3	Αγροτικός Κλάδος.....	34
3.3.4	Κλάδος Μεταφορών και Ενέργειας	35
3.4	NFTs και Κυκλική Οικονομία.....	36
3.4.1	Πράσινα NFTs (Green NFTs)	36
3.4.2	Συμβολή των NFTs Κυκλική Οικονομία	37
4	Ενότητα Τέταρτη : NFT MARKETPLACE – ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ, ΑΓΟΡΑΣ ΚΑΙ ΠΩΛΗΣΗΣ NFT.	39
4.1	Εισαγωγή στην Εφαρμογή	39
4.2	Τεχνολογίες που επιλέχθηκαν για Back-End.....	39
4.2.1	Back-End.....	39
4.2.2	Προγραμματιστικό Περιβάλλον Visual Studio Code.....	39
4.2.3	Γλώσσα προγραμματισμού Solidity	40
4.2.4	Γλώσσα προγραμματισμού JavaScript/TypeScript	41
4.2.5	Βιβλιοθήκη OpenZeppelin.....	41
4.2.6	Πρωτόκολλο ERC-721	42
4.2.7	Pinata Storage.....	43
4.2.8	Web3 Wallet: MetaMask.....	43
4.2.9	Ganache Private Network.....	44
4.2.10	Truffle	45
4.2.11	Node.js	46
4.3	Τεχνολογίες που επιλέχθηκαν για Front-End.....	47
4.3.1	React.js.....	47
4.3.2	Typescript JSX.....	47
4.4	Σενάρια Χρήσης Πλατφόρμας.....	48
4.4.1	Σενάριο 1: Κοινωνική Προσφορά	48
4.4.2	Σενάριο 2: Εκπαίδευση και Μόρφωση του Κοινού	49
4.5	Δομή της Εφαρμογής.....	51
4.6	Χρήση της Εφαρμογής.....	51
4.6.1	Είσοδος στην εφαρμογή χωρίς εγκατεστημένο πορτοφόλι Web3	51
4.6.2	Είσοδος στην εφαρμογή με εγκατεστημένο πορτοφόλι Web3.....	52
4.6.3	Σελίδα Marketplace.....	53

4.7	Σελίδα Create	56
4.8	Σελίδα Profile	61
4.9	Σελίδα Learn.....	63
5	Σύνοψη και Μελλοντικές Βελτιώσεις	65
6	Οδηγίες Εγκατάστασης.....	66
7	Βιβλιογραφία	71

1 Ενότητα Πρώτη : Αλυσίδες Συστοιχιών (Blockchain)

1.1 Εισαγωγή στις Αλυσίδες Συστοιχιών

Για να περιγράψουμε στοχευμένα και απλά τι είναι μια αλυσίδα συστοιχιών θα μπορούσαμε να πούμε ότι αποτελείται από ένα αμετάβλητο μητρώο χρονοσημασμένων (time-stamped) δεδομένων το οποίο επιβλέπεται και διαχειρίζεται από ένα πλήθος διαφόρων υπολογιστών και δεν είναι απαραίτητο να ανήκει και να λειτουργείται από μία και μόνο οντότητα.

Στο μητρώο αυτό περιέχονται συστοιχίες δεδομένων, τα λεγόμενα Blocks τα οποία είναι άρρηκτα συνδεδεμένα μεταξύ τους ενώ οι πληροφορίες που περιέχουν δεν μπορούν να επεξεργαστούν ούτε να μεταβληθούν καθώς προστατεύονται από κάθε απόπειρα αλλαγής χάρη στους κρυπτογραφικούς αλγόριθμους.

Το βασικότερο και πιο σημαντικό στοιχείο που κατέχουν οι αλυσίδες συστοιχιών είναι η πλήρης απουσία οποιαδήποτε ρυθμιστικής αρχής αποτελώντας έτσι ένα παράδειγμα ενός πλήρους δημοκρατικού συστήματος. Αυτό επιβεβαιώνεται και από ένα ακόμη σημαντικό χαρακτηριστικό που κατέχουν, την πλήρως δημόσια πληροφορία που παρέχουν. Με απλά λόγια κάθε δεδομένο ή πληροφορία που περιέχεται σε μία αλυσίδα συστοιχιών είναι προσβάσιμο και διατίθεται προς χρήση σε κάθε χρήστη που επιθυμεί να το ελέγξει. Σαν αποτέλεσμα του παραπάνω χαρακτηριστικού είναι η διαφάνεια των συναλλαγών που προκύπτει αλλά και η διατήρηση των εκάστοτε πληροφοριών ή δεδομένων για όσο το πρωτόκολλο είναι σε λειτουργία.

Από τα παραπάνω προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα για τα οφέλη και τα χαρακτηριστικά που κατέχουν οι αλυσίδες συστοιχιών.

- Πλήρης απουσία κεντρικής ρυθμιστικής αρχής.
- Κρυπτογραφημένα δεδομένα που αποτυπώνονται στην αλυσίδα συστοιχιών.
- Αναλλοίωτες πληροφορίες και δεδομένα που εγγράφονται στην αλυσίδα συστοιχιών.
- Πλήρης διαφάνεια συναλλαγών.

1.2 Η Εξέλιξη του Blockchain

Όπως συμβαίνει σε κάθε τεχνολογικό προϊόν η σταδιακή εξέλιξη προς την βελτίωση ενός προϊόντος και την έρευνα για τις δυνατότητες που μπορούν να μας προσφέρουν σημειώνονται με ταχύ ρυθμό. Η τεχνολογία Blockchain δεν αποτελεί εξαίρεση αυτού του κανόνα καθώς με την πάροδο του χρόνου σημειώθηκε πολύ σημαντική πρόοδος με αποτέλεσμα να δημιουργηθούν νέες λειτουργίες που διευρύνουν το φάσμα στο οποίο η τεχνολογία Blockchain μπορεί να εφαρμοστεί.



Εικόνα 1. Εξέλιξη τεχνολογίας Blockchain

1.2.1 Blockchain 1.0: Κρυπτονομίσματα (Cryptocurrency)

Ως πρώτη γενιά της τεχνολογίας του Blockchain ορίζεται η δημιουργία των κρυπτονομισμάτων. Ως σκοπό έχουν την υλοποίηση συναλλαγών, κυρίως οικονομικών, που θα διεκπεραιωνόντουσαν χάρη στην τεχνολογία της αλυσίδας συστοιχιών. Αξίζει να σημειωθεί πως το πρώτο κρυπτο νόμισμα που δημιουργήθηκε ήταν το Bitcoin.

Το πρώτο Κρυπτονόμισμα που εμφανίστηκε είναι το Bitcoin, που παρουσιάστηκε το 2009 από ένα άτομο ή ομάδα ατόμων με το ψευδώνυμο «Satoshi Nakamoto». Η εμφάνιση του Bitcoin στο διαδίκτυο αποτέλεσε το εναρκτήριο λάκτισμα για μια νέα εποχή στις ψηφιακές συναλλαγές. Αποτελεί ένα αποκεντρωμένο και ανώνυμο ψηφιακό νόμισμα που βασίζεται στην τεχνολογία των αλυσίδων συστοιχιών. Οι συναλλαγές μεταξύ των κατόχων Bitcoin γίνονται απευθείας, χωρίς την ανάμειξη κάποιου μεσάζοντα, όπως τράπεζες ή άλλους οργανισμούς. Οι συναλλαγές αποθηκεύονται σε ένα καταμεμημένο λογιστικό βιβλίο, γνωστό ως Blockchain, που ελέγχεται από διάφορους κόμβους σε όλο το διαδίκτυο και το οποίο είναι διαθέσιμο στο κοινό για έλεγχο προσδίδοντας πλήρη διαφάνεια στις συναλλαγές.

Με την πάροδο του χρόνου και καθώς το ενδιαφέρον για την νέα αυτή τεχνολογία μεγάλωνε, πολύ γρήγορα έκαναν την εμφάνιση τους νέα κρυπτονομίσματα. Κάθε κρυπτονόμισμα έχει τις δικές του διαφορετικές λειτουργίες, χαρακτηριστικά και εφαρμογές αλλά βασίζονται σε παρόμοιες αρχές του Blockchain για την εκτέλεση και επαλήθευση των συναλλαγών.

Η τεχνολογία του Blockchain και των κρυπτονομισμάτων έχει κερδίσει το ενδιαφέρον αφού ήδη πολλές εταιρείες αλλά και κυβερνήσεις αναζητούν τρόπους για να εφαρμόσουν την τεχνολογία αυτή με σκοπό την βελτίωση των διαδικασιών και την παροχή νέων υπηρεσιών.

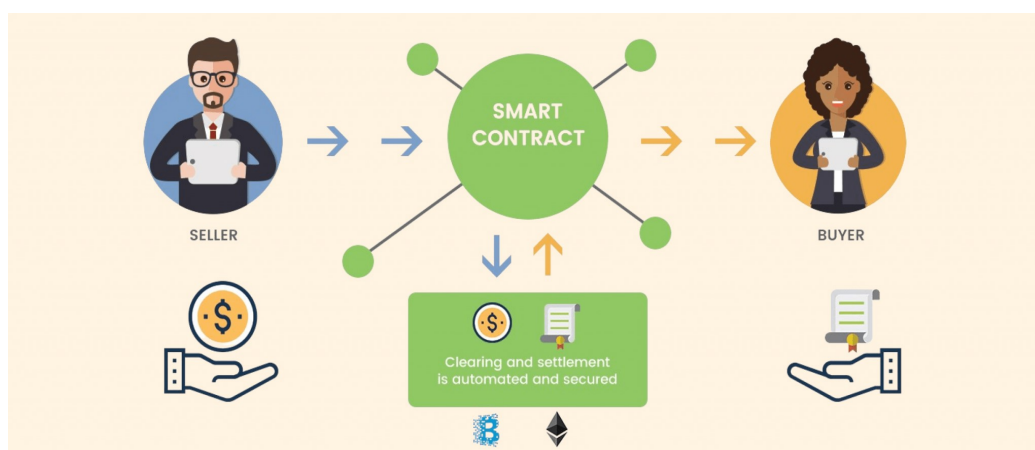
1.2.2 Blockchain 2.0: Ευφυή Συμβόλαια (Smart Contracts)

Στα πλαίσια της προόδου της τεχνολογίας των αλυσίδων συστοιχιών εμφανίστηκε η χρήση των ευφυών συμβολαίων. Ως Ευφύες συμβόλαια ορίζουμε ένα πρόγραμμα που λειτουργεί μέσα σε μία αλυσίδα συστοιχιών αυτόνομα και χωρίς κεντρικό διαχειριστή ενώ ταυτόχρονα δεν μπορεί να μεταβληθεί. Για να γίνει πιο εύκολα κατανοητό, μπορούμε να παρομοιάσουμε τα Ευφυή Συμβόλαια με ένα απλό νομικό συμβόλαιο μόνο που στην παρούσα κατάσταση δεν υπάρχει μεσάζοντας παρά μόνο τα μέλη που δεσμεύονται από τους εκάστοτε όρους που έχουν ήδη συμφωνηθεί από τα μέλη.

Τα Ευφυή Συμβόλαια λειτουργούν με κώδικα , ο οποίος είναι υπεύθυνος για τους όρους ενός συμβολαίου. Όταν οι όροι ολοκληρωθούν τότε το Ευφυές Συμβόλαιο είναι υπεύθυνο για να προχωρήσει την διαδικασία η οποία έχει συμφωνηθεί. Στα πλαίσια αυτά, δημιουργείται ένα αξιόπιστο περιβάλλον μεταξύ των εμπλεκόμενων στο συμβόλαιο , προωθεί τις ασφαλείς και διαφανείς συναλλαγές, ενώ ταυτόχρονα δεν υπάρχει ανάμιξη κάποιου μεσάζοντα που καθιστά την διαδικασία πιο άμεση.

Η τεχνολογία των Ευφυών Συμβολαίων προσφέρει υψηλή ασφάλεια, διαφάνεια στις συναλλαγές και ταχύτητα με αποτέλεσμα να ελαχιστοποιούνται οι κίνδυνοι που μπορούν να προκύψουν λόγω ανθρώπινων λαθών ή κάποιας κακόβουλης ενέργειας. Ακόμα, αξίζει να σημειωθεί πως επειδή οι όροι του συμβολαίου έχουν συμφωνηθεί από πριν και η διαδικασία εκτέλεσης του συμβολαίου είναι αυτόματη μειώνεται κατά μεγάλο βαθμό η πιθανότητα για μελλοντικές και μακροχρόνιες νομικές διαδικασίες.

Συμπερασματικά, τα Ευφυή Συμβόλαια είναι μία καινοτόμος τεχνολογία που χάρη στην υψηλή ασφάλεια και την αυτοματοποιημένη διαδικασία που προσφέρει μπορεί να γνωρίσει πολλές εφαρμογές σε διάφορους βιομηχανικούς τομείς και να αλλάξει σημαντικά τον ήδη καθιερωμένο τρόπο που διεξάγονται οι συναλλαγές.



Εικόνα 2. Παράδειγμα Ευφυές Συμβολαίου

1.2.3 Blockchain 3.0: Αποκεντρωμένες Εφαρμογές (Decentralized Applications)

Με την ορολογία << Αποκεντρωμένες Εφαρμογές >> (Decentralized Applications – Dapps) αναφερόμαστε σε ομάδα εφαρμογών που δρύνε σε διαδικτυακό περιβάλλον , με βάση την τεχνολογία Blockchain. Αντίθετα με τις συνηθισμένες εφαρμογές οι Αποκεντρωμένες Εφαρμογές έχουν την ιδιότητα να λειτουργούν χωρίς την ύπαρξη κεντρικού διακομιστή ή την ανάγκη για κάποια ελεγκτική αρχή. Οι Αποκεντρωμένες Εφαρμογές είναι καταναμημένες σε πολλούς κόμβους ή υπολογιστές που συμμετέχουν στην εκάστοτε αλυσίδα συστοιχιών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα κάθε ένας από αυτούς τους υπολογιστές να έχει ένα αντίγραφο της καταγραφής που χρειάζεται για να γίνει η επαλήθευση και η πραγματοποίηση των ψηφιακών συναλλαγών.

Οι Αποκεντρωμένες Εφαρμογές έχουν διάφορες εφαρμογές με τις κυριότερες μέχρι στιγμής να είναι οι οικονομικές συναλλαγές και η αποθήκευση δεδομένων και αρχείων.

Συνολικά, οι Αποκεντρωμένες Εφαρμογές προσφέρουν μία νέα προσέγγιση στον τρόπο ανάπτυξης εφαρμογών σε ένα πιο ασφαλές και διαφανές περιβάλλον. Ταυτόχρονα, προσφέρουν την πρόσβαση σε ένα ανοιχτό περιβάλλον αφού οι Αποκεντρωμένες Εφαρμογές έχουν την δυνατότητα του ανοιχτού κώδικα, δηλαδή όποιος προγραμματιστής θέλει να συμβάλει στην βελτίωση της λειτουργίας τους μπορεί να συνεισφέρει.

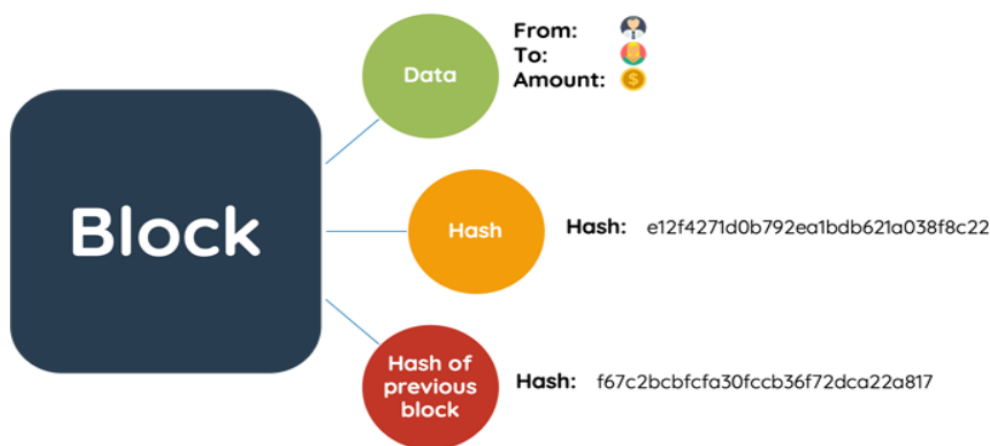
Πιο συγκεκριμένα όταν αναφερόμαστε στις Αποκεντρωμένες Εφαρμογές, αναφερόμαστε σε ομάδα εφαρμογών που κατέχουν τις εξής ιδιότητες :

- **Έλλειψη κεντρικής αρχής** : Όπως γίνεται κατανοητό και από την ονομασία τους, οι αποκεντρωμένες εφαρμογές πρέπει να λειτουργούν και να προχωράνε την διαδικασία των συναλλαγών αλλά και την καταγραφή τους σε μία αλυσίδα συστοιχιών μέσω ενός δικτύου Peer – to – Peer , με σκοπό την αποτροπή του ελέγχου του δικτύου από οποιαδήποτε κεντρική αρχή.
- **Κρυπτογραφικό Token**: Είναι το πιο σημαντικό κομμάτι των αποκεντρωμένων εφαρμογών, καθώς παρέχει πρόσβαση στην αποκεντρωμένη εφαρμογή.
- **Ανοιχτός Κώδικας (Open Source)** : Οι αποκεντρωμένες εφαρμογές είναι ανοιχτού κώδικα (open source) . Αυτό σημαίνει πως στον κώδικα και την λειτουργία των αποκεντρωμένων μπορεί να έχει πρόσβαση οποιοσδήποτε επιθυμεί να τα ελέγξει.
- **Πρωτόκολλο συναίνεσης** : Ύπαρξη του κατάλληλου πρωτοκόλλου συναίνεσης για την ομαλή λειτουργία και την ορθή διαχείριση των tokens.

1.3 Δομή Αλυσίδας Συστοιχιών

Μία αλυσίδα συστοιχιών (Blockchain) αποτελείται από συστοιχίες (Blocks) άρρηκτα συνδεδεμένα μεταξύ τους μεταφέροντας πληροφορίες όπως παρουσιάζεται στην εικόνα 3. Κάθε συστοιχία (Block) περιέχει συγκεκριμένες πληροφορίες που αποτελούν το πυρήνα της λειτουργίας της.

- **Δεδομένα** : Ανάλογα με την κατηγορία της αλυσίδας συστοιχιών που επιλέγουμε να χρησιμοποιήσουμε γίνεται και ανάλογη μεταφορά δεδομένων. Ως παράδειγμα σε μια οικονομική συναλλαγή με την χρήση του Bitcoin Blockchain τα δεδομένα περιλαμβάνουν τις διευθύνσεις του αποστολέα και του παραλήπτη της εκάστοτε συναλλαγής καθώς και το ποσό που αποστάληκε.
- **Κρυπτογραφικά αποτυπώματα** : Περιέχονται τα κρυπτογραφικά αποτυπώματα του παρόντος Block αλλά και του block που προηγήθηκε καθώς έτσι δημιουργείται η αλυσίδα και άρρηκτη σύνδεση μεταξύ των Blocks που αναφέραμε νωρίτερα.



Εικόνα 3. Δομή Αλυσίδας Συστοιχιών

1.3.1 Κρυπτογραφικό Αποτύπωμα και Ιδιότητες

Ένα κρυπτογραφικό αποτύπωμα αποτελεί ο πυρήνας της λειτουργίας των αλυσίδων συστοιχιών. Ως κρυπτογραφικό αποτύπωμα ορίζουμε μία περίπλοκη μαθηματική εξίσωση που ενώ μπορεί να δεχτεί έναν οποιοδήποτε αλφαριθμητικό ως είσοδο στην έξοδο θα μας επιστρέψει ένα μοναδικό αλφαριθμητικό.

- **Μεταβλητότητα** : Μία από τις κύριες ιδιότητες μίας συνάρτησης κρυπτογραφικού αποτυπώματος είναι ότι αφού παραχθεί ένα κρυπτογραφικό αποτύπωμα οποιαδήποτε μεταβολή στην συνάρτηση ασχέτως από το μέγεθος και την σημασία της αλλαγής αποφέρει εμφανής αλλαγή με αποτέλεσμα η οποιαδήποτε αλλαγή να γίνεται άμεσα και εύκολα αντιληπτή.
- **Ταχύτητα**: Μία συνάρτηση κρυπτογραφικού αποτυπώματος μπορεί να δημιουργήσει και να μας δώσει έξοδο σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα επισπεύδοντας έτσι όλες τις διαδικασίες.
- **Αιτιοκρατία** : Αυτή η ιδιότητα προκύπτει αφού όσες φορές δώσουμε σαν είσοδο σε μία κρυπτογραφική συνάρτηση τον ίδιο αλφαριθμητικό, το κρυπτογραφικό αποτύπωμα που θα μας δοθεί ως έξοδο θα είναι μοναδικό .
- **Αποφυγή Ανάδρασης** : Η ιδιότητα αυτή πηγάζει από την πρακτική δυσκολία που προκύπτει εάν κάποιος θελήσει να υπολογίσει το αλφαριθμητικό που δόθηκε για είσοδο από το κρυπτογραφικό του αποτύπωμα, θα χρειαζόταν μία πολύ χρονοβόρα και περίπλοκη διαδικασία.

1.4 Πρωτόκολλα συναίνεσης (Consensus Protocols)

Τα πρωτόκολλα συναίνεσης είναι αλγόριθμοι οι οποίοι δίνουν την δυνατότητα σε κάθε μέλος μίας κοινότητας ξεχωριστά να πάρει αποφάσεις ή να στηρίξουν αποφάσεις οι οποίες έχουν ως πρωταρχικό σκοπό το καλό του συνόλου. Γνώμονας των αποφάσεων αυτών πρέπει να είναι το κοινό καλό ανεξαρτήτως εάν αρέσουν σε όλα τα μέλη της εκάστοτε

ομάδας. Με πιο απλά λόγια , τα πρωτόκολλα συναίνεσης αποτελούν την διαδικασία που χρειάζεται να πραγματοποιηθεί για να παρθούν αποφάσεις μέσα σε μία ομάδα. Παρακάτω παρουσιάζονται και εξηγούνται τα πιο γνωστά Πρωτόκολλα Συναίνεσης ή αλλιώς Μηχανισμοί Συναίνεσης που χρησιμοποιούνται επί το πλείστον.

- 1) **Proof-of-Work**
- 2) **Proof-of-Stake**
- 3) **Delegated Proof-of-Stake**
- 4) **Proof-of-Authority**

1.4.1 Proof – Of – Work (POW)

Στο πρώτο πρωτόκολλο συναίνεσης που εμφανίστηκε καθώς είναι ο μηχανισμός που χρησιμοποιείται από το Bitcoin, οι κόμβοι που υπάρχουν στην αλυσίδα συστοιχιών πιστοποιούν την γνησιότητα των συναλλαγών υπολογίζοντας τα κρυπτογραφικά αποτυπώματα με την μέθοδο της Εξόρυξης (Mining). Ο πρώτος κόμβος που θα καταφέρει να πιστοποιήσει μια συναλλαγή, όπου κατά την πιστοποίηση προστίθεται ένα καινούριο block στην αλυσίδα συστοιχιών, θα ανταμειφθεί με ένα συγκεκριμένο ποσό σε κρυπτονομίσματα.

Η διαδικασία αυτή εξόρυξης αποτελεί μία πολύ δύσκολη , χρονοβόρα και περίπλοκη διαδικασία με σκοπό να χρειάζεται τεράστια υπολογιστική ισχύ κάτι το οποίο οδηγεί σε αρκετά υψηλή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας. Ένα απλό παράδειγμα για να καταλάβει κανείς το μέγεθος της κατανάλωσης της ηλεκτρικής ενέργειας που αναφέρουμε είναι ότι η ηλεκτρική ενέργεια που δαπανάται για την πιστοποίηση συναλλαγών μέσα σε ένα χρόνο για την αλυσίδα συστοιχιών Bitcoin είναι ισάξια με την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνουν ετησίως οι Φιλιππίνες.

1.4.2 Proof – Of – Stake (POS)

Στην προσπάθεια να αποφευχθούν τα προβλήματα που παρουσίαζε το πρωτόκολλο συναίνεσης Pow παρουσιάστηκε το πρωτόκολλο συναίνεσης Proof-of-Stake (PoS). Το συγκεκριμένο πρωτόκολλο χρειάζεται λιγότερη υπολογιστική δύναμη για να λειτουργήσει καθώς πλέον η πιστοποίηση καινούριων blocks στην αλυσίδα συστοιχιών γίνεται σε εκείνους που κατέχουν το μεγαλύτερο ποσοστό κρυπτονομισμάτων στην αλυσίδα (Stake).

Πιο απλά η φιλοσοφία πίσω από τον τρόπο λειτουργίας του συγκεκριμένου πρωτοκόλλου είναι παρόμοια με τον τρόπο λειτουργίας μίας εταιρείας που χωρίζεται σε μετόχους. Οι μέτοχοι με τα μεγαλύτερα ποσοστά είναι και αυτοί που έχουν μεγαλύτερη επιρροή.

Οι κόμβοι που διαθέτουν το μεγαλύτερο ποσοστό Κρυπτονομισμάτων είναι και αυτοί που θα αποφασίσουν αν θα προστεθούν στην αλυσίδα συστοιχιών νέα δεδομένα, αφού, ως ιδιοκτήτες του μεγαλύτερου ποσοστού των κρυπτονομισμάτων, έχουν και το περισσότερο ενδιαφέρον να διατηρήσουν ασφαλή την περιουσία τους , κάτι που επιτυγχάνεται με το να διατηρείται ασφαλής η ίδια η αλυσίδα συστοιχιών.

Για τον λόγο αυτό, οι κόμβοι αυτοί ονομάζονται “validators”, αντίθετα με τους εκάστοτε κόμβους του πρωτοκόλλου συναίνεσης PoW που ονομάζονται “miners”. Όπως και οι miners, έτσι και οι validators, ανταμείβονται με κρυπτονομίσματα για την πιστοποίηση και την προσθήκη των νέων blocks στην αλυσίδα.

1.4.3 Delegated Proof- Of Stake (DPOS)

Ο μηχανισμός συναίνεσης Delegated Proof- Of Stake (DPOS) παρότι είναι παρόμοιος με τον μηχανισμό συναίνεσης Proof – Of Stake (PoS) κατέχει σημαντικές διαφορές. Ο τρόπος λειτουργίας του συγκεκριμένου μηχανισμού έχει ως εξής, τα μέλη της αλυσίδας συστοιχιών διαλέγουν τα Blocks στα οποία τα ίδια τα μέλη θα φέρουν την ευθύνη για την έγκριση ή την άρνηση των συναλλαγών αυτών με την ανταμοιβή να παραμένει η ίδια δηλαδή σε κρυπτονομίσματα. Η επιλογή των Blocks συνήθως βασίζεται στο ποια Blocks έχουν το υψηλότερο μερίδιο στην εκάστοτε αλυσίδα συστοιχιών ενώ η ταυτότητα των Blocks συνηθίζεται να έχει ήδη γίνει γνωστή νωρίτερα της ώρας της διαλογής.

Ως κύριο αποτέλεσμα της παραπάνω διαδικασίας είναι η σημαντική μείωση της απαιτούμενης ηλεκτρικής ενέργειας που χρειάζεται για να προχωρήσουν οι επιτυχώς οι συναλλαγές και οι συναλλαγές στην αλυσίδα συστοιχιών.

Ακόμα αξίζει να σημειωθεί πως η μέθοδος ανταμοιβής των Blocks που είναι υπεύθυνοι, καθώς και το πλήθος των Blocks που μπορεί να επιλεγθούν για να πιστοποιούν τις συναλλαγές διαφέρει από αλυσίδα σε αλυσίδα.

1.4.4 Proof – Of – Authority (POA)

Στις μέρες μας οι προαναφερμένοι μηχανισμοί συναίνεσης είναι οι πιο εδραιωμένοι και αποτελούν πλέον τους πιο συχνοί ως προς την χρήση τους μηχανισμούς συναίνεσης. Αξίζει όμως να σημειωθεί πως χάρη της ταχείας πρόοδου και του τεχνολογικού ενδιαφέροντος που έχει προκαλέσει η τεχνολογία των αλυσίδων συστοιχιών έχουν αναπτυχθεί νέοι μηχανισμοί συναίνεσης, ένας από τους πιο γνωστούς εξ' αυτών είναι ο μηχανισμός Proof- of- Authority (PoA).

Ο συγκεκριμένος μηχανισμός λειτουργεί με βάση την αξιοπιστία που έχουν τα Blocks που αναλαμβάνονται για να μπορέσουν να πιστοποιηθούν οι συναλλαγές, προτιμώντας έτσι να βάλουν σε κίνδυνο την ίδια την αξιοπιστία τους σε αντίθεση με το να διακινδυνεύουν κρυπτονομίσματα, σε περίπτωση κάποιας επικείμενης κακόβουλης ενέργειας. Με μέθοδο αυτή διασφαλίζεται η σωστή λειτουργία της εκάστοτε αλυσίδας συστοιχιών.

Επειδή οι Validators είναι λίγοι σε αριθμό, οι οποίοι ταυτόχρονα έχουν και την θέση του διαχειριστή του συστήματος, όσες αλυσίδες συστοιχιών χρησιμοποιούν ως μηχανισμό συναίνεσης τον Proof- of- Authority, τους δίνεται η δυνατότητα για επέκταση. Αυτή η ιδιότητα που κατέχει ο μηχανισμός αυτός τον καθιστά ιδανικό για χρήση σε εμπορικές εφαρμογές χρειάζονται να πραγματοποιούνται πολλές συναλλαγές σε μικρό χρονικό διάστημα.

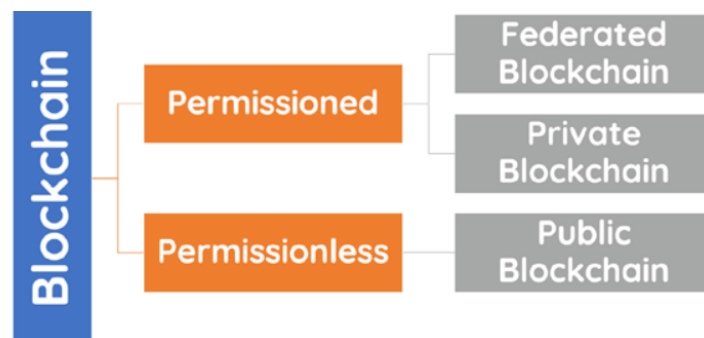
Πολύ σημαντικό παράδειγμα χρήσης του συγκεκριμένου μηχανισμού αποτελεί η αλυσίδα συστοιχιών του Energy Web Foundation, η οποία λειτουργεί με σκοπό να αποτελεί μία αλυσίδα συστοιχιών για εφαρμογές στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας. Στην αλυσίδα αυτή, τον ρόλο των validators τον έχουν κόμβοι που ανήκουν σε διεθνώς αναγνωρισμένες εταιρίες, όπως η Shell, η General Electric, η Siemens, η Total κι άλλες.

1.5 Τύποι Αλυσίδων Συστοιχιών

Για να μπορέσουμε να εξηγήσουμε σωστά τους διάφορους τύπους αλυσίδων συστοιχιών που υπάρχουν, θα πρέπει πρώτα να αναφερθούμε στις διαφορές μεταξύ των αποκεντρωμένων συστημάτων (Decentralized) και των συγκεντρωτικών συστημάτων (Centralized).

Ένα Συγκεντρωτικό σύστημα δομείται από μία κεντρική αρχή η οποία είναι υπεύθυνη για να ελέγχει τις λειτουργίες του εκάστοτε συστήματος. Τέτοιου είδους συστήματα θεωρούνται οι τράπεζες και διάφοροι οικονομικοί οργανισμοί. Για να μπορέσουμε να κάνουμε μία κίνηση στον λογαριασμό μας θα χρειαστούμε έγκριση από την τράπεζα στην οποία έχουμε λογαριασμό με την ίδια να διατηρεί το δικαίωμα, με σημαντική αιτιολογία πάντα, να ακυρώσει την εντολή μας. Αντίθετα, σε ένα αποκεντρωμένο σύστημα δεν τίθεται θέμα έγκρισης αφού δεν χρειαζόμαστε άδεια για να εισέλθουμε στο σύστημα από κάποια ρυθμιστική αρχή. Με αυτό το σκεπτικό, οι αλυσίδες συστοιχιών χωρίζονται σε δύο κατηγορίες.

- **Αλυσίδες Συστοιχιών Με Άδεια (Permissioned)** : Ο κάθε χρήστης χρειάζεται να λάβει άδεια από τον υπεύθυνο της αλυσίδας συστοιχιών για έχει πρόσβαση στο σύστημα και για να αξιοποιήσει τις δυνατότητες τις. Τέτοιου είδους αλυσίδες που ελέγχονται από μία ρυθμιστική αρχή κρίνονται κατάλληλες για χρήση σε εταιρικό περιβάλλον.
- **Αλυσίδες Συστοιχιών Χωρίς Άδεια (Permissionless)** : Ο κάθε χρήστης έχει ελεύθερη πρόσβαση χωρίς την έγκριση εισόδου από κάποια ρυθμιστική αρχή. Ο χρήστης διατηρεί το δικαίωμα όποτε επιθυμεί ο ίδιος, να αξιοποιήσει τις δυνατότητες της αλυσίδας.



Εικόνα 4. Κατηγορίες Αλυσίδων Συστοιχιών

1.5.1 Δημόσιες Αλυσίδες Συστοιχιών

Οι δημόσιες αλυσίδες συστοιχιών αποτελούν την πιο γνωστή κατηγορία. Σε αυτή την κατηγορία κάποιες από τις γνωστές αλυσίδες συστοιχιών που αποτελούν πυλώνες της τεχνολογίας αυτής όπως το Ethereum, το Bitcoin και το Litecoin. Στις δημόσιες αλυσίδες συστοιχιών οι χρήστες έχουν την δυνατότητα να εκτελούν συναλλαγές προς οποιοδήποτε

άλλο χρήστη χωρίς να υπάρχει κάποιος περιορισμός. Παράλληλα, όλοι οι συμμετέχοντες κ έχουν το δικαίωμα να λάβουν μέρος στην επαλήθευση των συναλλαγών. Το χαρακτηριστικό αυτό της αποκέντρωσης και της κατανομής αποτελεί για πολλούς το σημαντικότερο πλεονέκτημα των δημόσιων αλυσίδων συστοιχιών.

Ένα ακόμα σημαντικό πλεονέκτημα που έχει κερδίσει το ενδιαφέρον του κόσμου, είναι η διαφάνεια. Αυτό συμβαίνει λόγω της φύσης της λειτουργίας των δημόσιων αλυσίδων καθώς όλες οι συναλλαγές που διεξάγονται είναι προσβάσιμες σε όλους τους χρήστες και κάθε χρήστης μπορεί ανά πάσα στιγμή να ελέγξει και να επαληθεύσει την εγκυρότητα τους. Ακόμη είναι πολύ σημαντικό να σημειωθεί πως , κάθε φορά που ένας καινούριος κόμβος εγγράφεται στην δημόσια αλυσίδα , αυτομάτως λαμβάνει και ένα αντίγραφο του αρχείου συναλλαγών της εκάστοτε αλυσίδας.

Στα μειονεκτήματα των δημόσιων αλυσίδων, τα πιο ηχηρά παράδειγμα είναι η ανασφάλεια που προκύπτει λόγω της ανεξέλεγκτης προσβασιμότητας. Παρότι η διαφάνεια θεωρείται προσόν, η προσβασιμότητα είναι ανοιχτή προς όλους , ακριβώς για αυτό τον λόγο κανείς δεν μπορεί να διασφαλίσει ότι δεν θα υπάρξει κάποιο λάθος που δώσει την πρόσβαση σε κάποιο κακόβουλο κόμβο με σκοπό την παραποίηση δεδομένων. Ακόμη ένα μειονέκτημα είναι το υψηλό κόστος που χρειάζεται για την συνεχή λειτουργία της. Αυτό ισχύει σε οικονομικό, ενεργειακό αλλά και χρονικό επίπεδο.

1.5.2 Ιδιωτικές Αλυσίδες Συστοιχιών

Οι ιδιωτικές αλυσίδες συστοιχιών έρχονται να ικανοποιήσουν τις ανάγκες όλων όσων έχουν ως προτεραιότητα την ασφάλεια και την ικανότητα ελέγχου των αρχείων και των δεδομένων που εισέρχονται στην αλυσίδα (Audability). Αντίθετα από τις δημόσιες αλυσίδες, οι ιδιωτικές προτιμώνται κυρίως από ιδιωτικές εταιρίες και επιχειρήσεις , με απώτερο σκοπό να έχουν τον έλεγχο της αλυσίδας. Οι υπεύθυνοι των ιδιωτικών αλυσίδων έχουν την δυνατότητα να επιλέγουν το που θα παρέχουν έγκριση και τι προνόμια ή δικαιώματα θα επιλέξουν να παραχωρήσουν. Η πιο σημαντική διαφορά όμως, θεωρείται πως στο μηχανισμό συναίνεσης (Consensus Mechanism) δεν έχουν όλοι οι κόμβοι το δικαίωμα συμμετοχής άρα και κατά συνέπεια δεν μπορούν όλοι να προσθέσουν έναν νέο κόμβο.

Τέλος ένα ακόμη σημαντικό πλεονέκτημα , είναι η το μικρό σε μέγεθος αρχείο συναλλαγών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την άμεση μείωση του κόστους λειτουργίας αλλά και του χρόνου που χρειάζονται τυχόν τεχνικές αλλαγές που σε αντίθεση με τις δημόσιες αλυσίδες μια τέτοια διαδικασία θα ήταν πολύπλοκη και αρκετά χρονοβόρα.

1.5.3 Συνενωμένες Αλυσίδες Συστοιχιών

Οι συνενωμένες αλυσίδες συστοιχιών (Federated) που είναι γνωστές και με την ονομασία Consortium Blockchains, είναι μία κατηγορία με μεικτά χαρακτηριστικά παρμένα τόσο από τις δημόσιες όσο και από τις ιδιωτικές αλυσίδες. Το κυριότερο χαρακτηριστικό αφορά τον μηχανισμό συναίνεσης στον οποίο έχουν πρόσβαση ορισμένοι κόμβοι οι οποίοι μπορούν να ελέγξουν τις συναλλαγές. Οι κόμβοι που περισσεύουν κατέχουν διαφορετικά

δικαιώματα όπως μπορούν να είναι οι δημιουργοί των νέων συναλλαγών ή να έχουν πρόσβαση στο μητρώο των παλαιότερων συναλλαγών.

Αυτή η ποικιλία στην κατανομή των δικαιωμάτων διαφέρει ανάλογα την κάθε αλυσίδα συστοιχιών και τον τρόπο και το σκοπό λειτουργίας της. Έτσι συχνά προκύπτουν συνενωμένες αλυσίδες συστοιχιών που κατέχουν περισσότερα χαρακτηριστικά μία ιδιωτικής αλυσίδας ή μίας δημόσιας αλυσίδας και κάθε μία έχει τα ανάλογα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα.

Συνοψίζοντας τις κατηγορίες των αλυσίδων συστοιχιών καταλήγουμε στα εξής συμπεράσματα :

- Οι δημόσιες αλυσίδες συστοιχιών έχουν την ελευθερία των συναλλαγών. Δηλαδή, οι συναλλαγές μπορούν να πραγματοποιηθούν από οποιονδήποτε χρήστη προς οποιονδήποτε άλλο χρήστη χωρίς κανέναν έλεγχο και περιορισμό, ενώ όλοι οι συμμετέχοντες κόμβοι έχουν το δικαίωμα να λάβουν μέρος στην πιστοποίηση των συναλλαγών.
- Τις ιδιωτικές αλυσίδες συστοιχιών τις προτιμούν κυρίως ιδιωτικές εταιρίες και επιχειρήσεις με σκοπό τον έλεγχο πρόσβασης στο σύστημα και την διαχείριση των δικαιωμάτων των χρηστών.
- οι συνενωμένες αλυσίδες συστοιχιών αποτελούν έναν συνδυασμό των δύο παραπάνω κατηγοριών με αποτέλεσμα να έχουν κυρίως τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της κατηγορίας με την οποία να ταυτίζονται παραπάνω.

1.6 Blockchain και NFT

Τα NFTs (Non-Fungible Tokens) αποτελούν μία νέα κατηγορία ψηφιακού περιουσιακού στοιχείου που αξιοποιεί την τεχνολογία Blockchain για να εξασφαλίσει την αυθεντικότητα και την ιδιοκτησία ενώ ταυτόχρονα αποδεικνύει την σπανιότητά τους. Τα NFTs αποτελούνται από μία ψηφιακή υπογραφή η οποία πιστοποιεί την ιδιοκτησία ενός ψηφιακού αντικειμένου ανεξαρτήτως της μορφής της, με τις πιο συχνές μορφές χρήσης να είναι μία φωτογραφία , ένα έργο τέχνης , ένα αρχείο μουσικής ή ακόμα και μια συλλογή όλων των παραπάνω. Παρότι πλέον υπάρχουν πολλά δίκτυα για να επιλέξει κάποιος , το πιο γνωστό στο χώρο των NFTs παραμένει από την δημιουργία τους η αλυσίδα συστοιχιών Ethereum.

1.6.1 NFTs - Τεχνολογία και Αποθήκευση Δεδομένων

Όπως αναφέρθηκε νωρίτερα το κυριότερο δίκτυο λειτουργίας των NFTs είναι το Ethereum, αυτό συμβαίνει διότι το δίκτυο Ethereum δίνει την δυνατότητα χρήσης των έξυπνων συμβολαίων που αποτελούν τον βασικό πυρήνα λειτουργίας των NFTs. Χάρη στη χρήση των έξυπνων συμβολαίων επιτυγχάνεται η δημιουργία τους , η δυνατότητα μεταβίβασης από ένα χρήστη σε ένα άλλον , η καταγραφή των πληροφοριών τους και τέλος η ασφαλής καταγραφή της μοναδικής ψηφιακής υπογραφής κάθε NFT. Αξίζει να σημειωθεί πως λόγω

της φύσης της λειτουργίας των έξυπνων συμβολαίων η διαδικασία αυτή είναι αυτόματη ενώ παράλληλα καταργεί την ανάγκη για την ανάμιξη ενός μεσάζοντα για την διεκπεραίωση ορισμένων λειτουργιών.

Όσον αφορά τα δεδομένα που χρειάζεται η δημιουργία ενός NFT, η αποθήκευση τους γίνεται συνήθως με την χρήση εξωτερικού παράγοντα αποφεύγοντας την αποθήκευση εντός της αλυσίδας συστοιχιών, καθώς οι απαιτήσεις αποθήκευσης του είναι αρκετά υψηλές. Για την ομαλή λειτουργία και την ασφαλή αποθήκευση των δεδομένων συνήθως επιλέγεται ένα εξωτερικό InterPlanetary File System(IPFS).

1.6.2 InterPlanetary File Systems (IPFS)

Το IPFS αποτελεί ένα πρωτόκολλο αποκεντρωμένης αποθήκευσης και ανταλλαγής δεδομένων και πληροφοριών. Έχει ως σκοπό την αποθήκευση αρχείων με βάση την τοποθεσία τους, ενώ χρησιμοποιεί ένα σύστημα διεύθυνσης που βασίζεται στο περιεχόμενο. Κάθε πληροφορία και κάθε κομμάτι ενός αρχείου έχει μια δική του μοναδική διεύθυνση που προκύπτει από το περιεχόμενο του, γνωστή ως "Content Identifier" (CID). Αυτή η διεύθυνση λειτουργεί ως το μοναδικό αποτύπωμα του περιεχομένου και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ανακτήσει οποιοδήποτε άτομο το αρχείο ανεξάρτητα από την τοποθεσία αποθήκευσης του στο διαδίκτυο.

Ένα πολύ σημαντικό πλεονέκτημα του IPFS είναι ότι επιτρέπει την αποκεντρωμένη αποθήκευση και την διανομή αρχείων, συντελώντας έτσι, την κύρια επιλογή αποθηκευτικού μέσου για τις αποκεντρωμένες εφαρμογές. Επιπλέον, το IPFS επιτρέπει την αποθήκευση αρχείων με τρόπο που εξασφαλίζει την ακεραιότητα τους, καθώς το περιεχόμενο τους πιστοποιείται μέσω του "Content Identifier" (CID).

Το IPFS έχει γίνει το πλέον πιο δημοφιλές εργαλείο για την αποθήκευση και ανταλλαγή δεδομένων και πληροφοριών επιτρέποντας την εξυπηρέτηση περιεχομένου με την χρήση της κοινότητας των χρηστών του IPFS. Αυτό έχει τη δυνατότητα να μειώσει την εξάρτηση από κεντρικές υπηρεσίες και να παρέχει μεγαλύτερη ανθεκτικότητα και αντοχή στη λογική βλάβη ή στον κατακερματισμό του δικτύου. Τέλος αξίζει να σημειωθεί πως το IPFS αποτελεί την πρώτη επιλογή από όσους επιλέγουν να δημιουργήσουν εφαρμογές πάνω στις αλυσίδες συστοιχιών καθώς τα οφέλη που προσφέρει διευκολύνουν την λειτουργία των εφαρμογών.

1.6.3 NFTs Στον Χώρο της Τέχνης

Τα Non-Fungible Tokens (NFTs) αποτελούν τον νέο τρόπο καλλιτεχνικής έκφρασης φέρνοντας νέες ιδέες και εμφάνιση στον ήδη καθιερωμένο τρόπο που ο άνθρωπος αντιλαμβάνεται και διαχειρίζεται την ψηφιακή τέχνη. Η φύση της λειτουργίας των NFTs δίνει στους καλλιτέχνες την δυνατότητα να εκμεταλλευτούν την τεχνολογία προς όφελος τους και να την αξιοποιήσουν ως αγωγό για την δημιουργική τους έκφραση μέσα από ψηφιακά έργα τέχνης. Με το πέρασμα στην ψηφιακή εποχή, τα έργα τέχνης αναβαθμίζονται και αποκτούν νέες ιδιότητες. Πλέον, ένας καλλιτέχνης μπορεί να δημιουργήσει ένα έργο τέχνης που να αποτελείται από διάφορα μέσα και εάν το επιλέξει ο δημιουργός μπορεί να δίνει στον θεατή την επιλογή να μπορεί να αλληλοεπιδρά με το

έργο αποκτώντας έτσι διαδραστικό χαρακτήρα. Σε αυτό το σημείο αξίζει να σημειωθεί πως σημαντική προσθήκη είναι και η ασφάλεια που νιώθει ο καλλιτέχνης, καθώς χάρη στην τεχνολογία των NFTs η δημιουργία του καλλιτέχνη προστατεύεται από κάθε απόπειρα αντιγραφής ή παραποίησης.

1.6.4 Η Αγορά των NFTs – Παράγοντες

Η συνεχώς αναπτυσσόμενη τεχνολογία των Non-Fungible Tokens(NFTs) σε συνδυασμό με την ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας των αλυσίδων συστοιχιών έχουν καταφέρει να αλλάξουν δραστικά την εικόνα που έχει ο κόσμος όσον αφορά το εμπόριο τέχνης. Ο αριθμός των καλλιτεχνών που αποφασίζουν να στραφούν προς την ψηφιακή τέχνη είτε κατά αποκλειστικότητα , είτε σε συνδυασμό με την παραδοσιακή μορφή που προϋπήρχε, αυξάνεται ραγδαία. Σε αυτό το αποτέλεσμα συντελούν αρκετοί παράγοντες που έχουν κερδίσει την προσοχή των καλλιτεχνών αλλά και των πελατών τους .

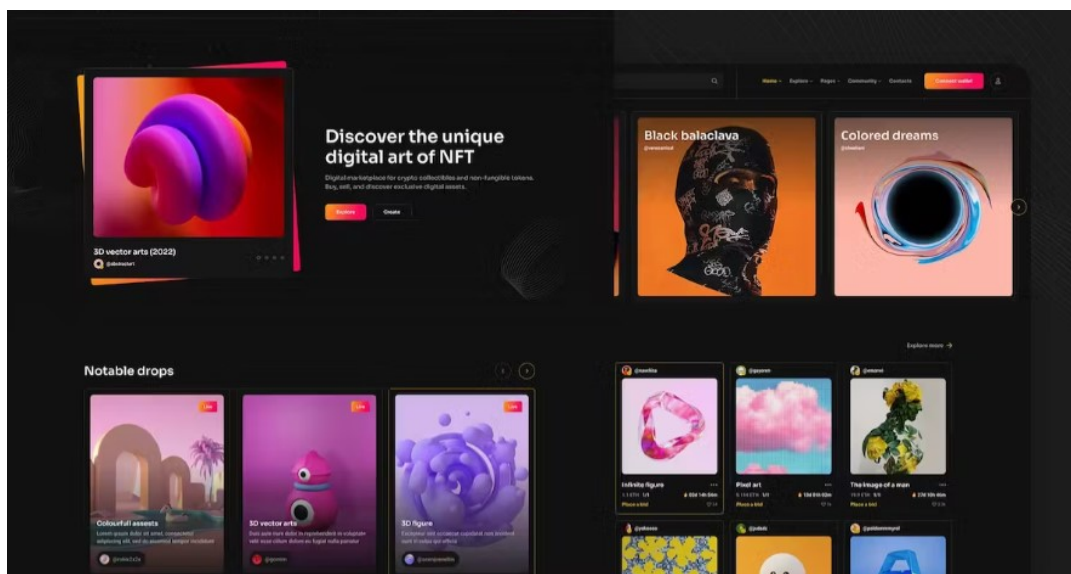
- **Διαφάνεια** : Χάρη στην τεχνολογία των αλυσίδων συστοιχιών υπάρχει διαφάνεια σε όλες τις συναλλαγές που αφορούν το κάθε NFT ξεχωριστά και όλες οι πληροφορίες είναι διαθέσιμες στο κοινό όποτε επιλέξει να τις επεξεργαστεί.
- **Ασφάλεια** : Ο τρόπος λειτουργίας των αλυσίδων συστοιχιών και των NFTs ειδικότερα παρέχουν ασφάλεια και στους δημιουργούς αλλά και στους προσεχείς αγοραστές βεβαιώνοντας την αυθεντικότητα του έργου και την προστασία από κάθε προσπάθεια αλλοίωσης.
- **Καινοτομία** : Η δημιουργία ενός NFT αποτελεί την πλέον καινούρια τάση στον χώρο της τέχνης , δίνοντας πάτημα σε νέους καλλιτέχνες να αναδυθούν αλλά και σε παλιούς να πειραματιστούν με τον νέο αυτό τρόπο έκφρασης προσεγγίζοντας έτσι κοινό που είναι πιο κοντά στα πρότυπα της εποχής που ζούμε , δηλαδή την ψηφιακή εποχή.
- **Κέρδος** : Η ραγδαία άνθηση που γνώρισε η αγορά των NFTs είχε ως αποτέλεσμα την προσέγγιση περισσότερων επενδυτών καθώς παρουσιάστηκε μια νέα επενδυτική ευκαιρία για αυτούς αλλά και για του καλλιτέχνες που σε αντίθεση με την παραδοσιακή διαδικασία , πλέον μπορούν να λαμβάνουν ποσοστό επί των μεταπωλήσεων ενός έργου τους άμεσα.
- **Αυτονομία** : Η αγοραπωλησία των NFTs προωθεί την καλλιτεχνική έκφραση και την αυτονομία των καλλιτεχνών. Οι καλλιτέχνες μπορούν να δημιουργήσουν, να πωλήσουν και να διαχειριστούν τα έργα τους απευθείας με τη χρήση των NFTs, μηδενίζοντας την ανάγκη για μεσάζοντες ή ενδιάμεσους. Αυτή η αυτονομία δίνει στους καλλιτέχνες μεγαλύτερο έλεγχο και αμεσότητα στην πώληση και την αναγνώριση της τέχνης τους.

1.6.5 Η Αγορά των NFTs – Marketplace

Ως NFT Marketplaces ορίζουμε τα ψηφιακά καταστήματα που κατασκευάζονται και χρησιμοποιούνται για να διεξάγονται οι αγοραπωλησίες των NFTs. Οι πλατφόρμες αυτές αποτελούν το σημείο στο οποίο οι καλλιτέχνες έρχονται για να παρουσιάσουν το έργο τους

στους επίδοξους συλλέκτες και αυτοί με τη σειρά τους να εκκινήσουν την διαδικασία της αγοράς σε περίπτωση που το επιλέξουν είτε για συλλεκτικούς λόγους είτε για επενδυτικούς. Τα NFT Marketplaces έφεραν στο προσκήνιο νέες δυνατότητες για το εμπόριο σε αρκετούς τομείς του εμπορίου και της βιομηχανίας

Ένα από τα πλεονεκτήματα των NFT Marketplaces είναι η επέκταση της αγοράς για τους δημιουργούς. Πλέον, οι καλλιτέχνες μπορούν να θέσουν τα έργα τους προς πώληση απευθείας προς τους αγοραστές. Αυτό δίνει στους δημιουργούς τη δυνατότητα να επωφεληθούν οικονομικά από την τέχνη τους και να αναγνωριστούν σε παγκόσμιο επίπεδο.



Εικόνα 5. NFT-Marketplace (πηγή: <https://elements.envato.com/nft-marketplace-template-7DP7JVP>)

Οι τρόποι λειτουργίας ενός τέτοιου καταστήματος μπορεί να διαφέρουν από πλατφόρμα σε πλατφόρμα αλλά συνήθως είναι αρκετά όμοιοι.

1. **Δημιουργία** : Οι δημιουργοί έργων τέχνης ή άλλων ψηφιακών αγαθών δημιουργούν τα NFTs τους στην αλυσίδα συστοιχιών της επιλογής τους.
2. **Καταχώρηση** : Στη συνέχεια , καταχωρούν την δημιουργία τους στο NFT Marketplace που προτιμούν και είναι συμβατό με την αλυσίδα συστοιχιών που έχουν επιλέξει.
3. **Έρευνα** : Οι συλλέκτες εισέρχονται στο διαδικτυακό χώρο του NFT Marketplace όπου εκεί μπορούν να περιηγηθούν και να ανακαλύψουν τις δημιουργίες που έχουν καταχωρηθεί .
4. **Αγοραπωλησία** : Όταν ο συλλέκτης βρει ένα NFT που τον ενδιαφέρει, μπορεί να εκκινήσει την διαδικασία της αγοράς εάν αυτό είναι διαθέσιμο προς πώληση από του δημιουργό ή από τον ιδιοκτήτη του.
5. **Αποθήκευση** : Μετά την αγορά ο νέος ιδιοκτήτης μπορεί να επιλέξει εάν θα το ξαναδιαθέσει προς πώληση για την ή να το αποθηκεύει ως μέρος της συλλογής του.

1.6.6 Διάφορες χρήσεις των NFTs

Με την πάροδο του χρόνου αλλά και το ενδιαφέρον που αυξάνεται ραγδαία, οι δημιουργοί των NFTs ψάχνοντας νέους τρόπους εφαρμογής της τεχνολογίας που κατέχουν, έχουν κατορθώσει να καινοτομήσουν σε αρκετούς τομείς εκτός του καλλιτεχνικού τομέα. Είναι πολύ σημαντικό να αναφερθεί πως οι εφαρμογές και οι τομείς που μπορεί να ενταχθεί η τεχνολογία των NFTs ποικίλει, δίνοντας έτσι νέες ιδέες λειτουργίας σε διάφορους βιομηχανικούς τομείς.

- 1. Κτηματομεσιτική Βιομηχανία :** Πλέον οι κτηματομεσιτικές εταιρείες μπορούν να αξιοποιήσουν την τεχνολογία των NFTs για την αντιπροσώπευση κτηματικών δικαιωμάτων και ακινήτων.
- 2. Παγκόσμιο εμπόριο :** Τα NFTs μπορούν να εφαρμοστούν στη διαδικασία του παγκόσμιου εμπόριου και των εισαγωγών-εξαγωγών. Μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την αναγνώριση και τον έλεγχο της αυθεντικότητας των προϊόντων, την παρακολούθηση και την καταγραφή της αλυσίδας εφοδιασμού, καθώς και για τη διεκπεραίωση των συναλλαγών με διαφάνεια και της πιστοποίησης σε διεθνές επίπεδο.
- 3. Ακαδημαϊκή Έρευνα :** Τα NFTs μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αναγνώριση και την ασφαλή αποθήκευση ακαδημαϊκών διπλωμάτων και ερευνητικών αποτελεσμάτων. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει την πιστοποίηση της αυθεντικότητας, την παρακολούθηση των δικαιωμάτων δημιουργού και τη δημιουργία ενός αξιόπιστου καταγεγραμμένου ιστορικού για ερευνητικές επιδόσεις.
- 4. Κτηνοτροφία και Γεωργία:** Οι γεωργικές επιχειρήσεις μπορούν να αξιοποιήσουν τα NFTs για την πιστοποίηση της προέλευσης και της ποιότητας των προϊόντων που παράγουν. Αυτό μπορεί να συμπεριλαμβάνει την ανίχνευση και την αποθήκευση πληροφοριών για τις καλλιέργειες, τις διαδικασίες παραγωγής και τη διαχείριση της ποιότητας, δημιουργώντας έτσι αυξημένη εμπιστοσύνη και διαφάνεια για τους καταναλωτές.
- 5. Αθλητισμός :** Οι αθλητικές οργανώσεις μπορούν να δημιουργήσουν NFTs που συνδέονται με συγκεκριμένα αθλητικά γεγονότα ή επιδόσεις. Οι οπαδοί μπορούν να αγοράσουν αντίγραφα από τα αντικείμενα που χρησιμοποίησαν οι αθλητές κατά τη διάρκεια ενός αγώνα ή να συλλέξουν αποκλειστικά αντικείμενα που συνδέονται με την ομάδα τους.
- 6. Παροχή Προϊόντων :** Οι εταιρείες καταναλωτικών προϊόντων μπορούν να δημιουργήσουν NFTs για περιορισμένες συλλογές ή ειδικές εκδόσεις προϊόντων τους. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει ψηφιακές εκδόσεις προϊόντων, εκπτώσεις ή ακόμα και πρόσβαση σε αποκλειστικά προνόμια και εμπειρίες για τους πελάτες αυξάνοντας έτσι το ενδιαφέρον δραστικά.
- 7. Παροχή Υπηρεσιών :** Τα NFTs μπορούν αξιοποιηθούν για την παροχή ψηφιακών υπηρεσιών και τη βελτίωση της προσβασιμότητας. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως εισιτήρια για εκδηλώσεις, προσφέροντας πρόσβαση σε αποκλειστικά περιεχόμενα ή υπηρεσίες. Αυτό διευκολύνει τη διανομή και την παροχή ψηφιακών περιεχομένων, καθιστώντας τα πιο προσβάσιμα σε όλους.
- 8. Παιχνίδια :** Τα NFTs ήδη έχουν μεγάλη επιρροή στην βιομηχανία των παιχνιδιών. Οι δημιουργοί πλέον, μπορούν να δημιουργήσουν ψηφιακά αντικείμενα μέσα στα παιχνίδια που μπορούν να αγοραστούν, να πωληθούν και να ανταλλαχθούν μεταξύ των παικτών.

Αυτό δημιουργεί ένα νέο μοντέλο οικονομίας στα παιχνίδια, που επιτρέπει στους παίκτες να αποκτήσουν αποκλειστικά αντικείμενα και να τα εκμεταλλευτούν.

2 Ενότητα Δεύτερη : Κυκλική Οικονομία

2.1 Εισαγωγή στην Κυκλική Οικονομία

Με τον όρο κυκλική οικονομία (Circular Economy) , αναφερόμαστε σε ένα νέο μοντέλο οικονομίας που καλείται να αντικαταστήσει το ήδη υπάρχον και επικρατέστερο μοντέλο, αυτό της γραμμικής οικονομίας (Linear Economy). Το ήδη υπάρχον οικονομικό μοντέλο είναι σχεδιασμένο για να περνάμε από την παραγωγή στην κατανάλωση και έπειτα στην απόρριψη των υλικών. Τον κύκλο αυτό της ζωής των προϊόντων , καλείται να αλλάξει η κυκλική οικονομία προσφέροντας περισσότερο χρόνο ζωής στα παραγόμενα προϊόντα και μειώνοντας δραστικά την απόρριψη ως απόβλητα έπειτα την χρήση τους.

Η κυκλική οικονομία λειτουργεί με σκοπό να ελαχιστοποιηθεί το αρνητικό αντίκτυπο που αποδίδεται στο περιβάλλον κατά την διαδικασία λειτουργίας ενός προϊόντος από την στιγμή που παράγεται μέχρι και την στιγμή που απορρίπτεται ως απόβλητο. Έτσι , ως βασικές αρχές προωθούνται η ανακύκλωση , η επαναχρησιμοποίηση και η ανακατασκευή των προϊόντων με απώτερο σκοπό την ελαχιστοποίηση των αποβλήτων και την αύξηση των πόρων χωρίς την προσθήκη νέων στην γραμμή παραγωγής. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται κατά την διάρκεια παραγωγής ενός προϊόντος αλλά και ο σχεδιασμός του προϊόντος είναι επιλεγμένα με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι φιλικά προς το περιβάλλον και να έχουν την δυνατότητα ανακατασκευής ή ανακύκλωσης αυξάνοντας έτσι το προσδόκιμο ζωής τους.

Η ιδέα της κυκλικής οικονομίας δημιουργήθηκε με γνώμονα την προώθηση της βιωσιμότητας ,ελαχιστοποίηση της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης και την ορθή εκμετάλλευση των πόρων. Για επιτευχθούν οι παραπάνω στόχοι , το μοντέλο της κυκλικής οικονομίας χρειάζεται να εφαρμοστεί σε όλα τα επιμέρους στάδια που ακολουθεί η βιομηχανία. Τα στάδια αυτά περιλαμβάνουν την επιλογή υλικών για την παραγωγή ενός προϊόντος, τον σχεδιασμό ενός προϊόντος και την απόρριψη του στο τέλος της ζωής του.

Το μοντέλο της κυκλικής οικονομίας αποτελεί ένα συλλογικό μοντέλο καθώς οι ενάρτεροι στόχοι του το καθιστούν σημαντικό για όλο τον κόσμο και την βιωσιμότητα του. Για αυτό λοιπόν απαιτείται συνεργασία για την εφαρμογή του ανάμεσα στις κυβερνήσεις, την κοινωνία αλλά και τις επιχειρήσεις . Με την εφαρμογή του μοντέλου της κυκλικής οικονομίας θέτουμε ως στόχο την βελτίωση της ποιότητας της ζωής των ανθρώπων μέσα από την ηθική εκμετάλλευση του περιβάλλοντος μειώνοντας δραστικά την ήδη υπάρχουσα αρνητική επίδραση που έχουμε σε αυτό.

2.2 Αρχές και οφέλη της Κυκλικής Οικονομίας

2.2.1 Αρχές της Κυκλικής Οικονομίας

Για να μπορέσει να εφαρμοστεί ορθά το μοντέλο της κυκλικής οικονομίας χρειάζεται να τηρηθούν κάποιες αρχές οι οποίες θα είναι υπεύθυνες για να την διαφοροποιήσουν από το ήδη υπάρχον μοντέλο της γραμμικής οικονομίας.

- **Διαχείριση Ρύπων και Αποβλήτων** : Στόχος είναι η επιλογή υλικών και η παραγωγή προϊόντων και υπηρεσιών να είναι με γνώμονα την ελαχιστοποίηση των ρύπων και των αποβλήτων σε όλη την διάρκεια ζωής τους.
- **Αύξηση Προσδόκιμου Ζωής Υλικών** : Τα υλικά και τα προϊόντα έπειτα την χρήση τους αντί να καταλήγουν στην απόρριψη πρέπει να έχουν τις ιδιότητες να ανακυκλωθούν , να ανακατασκευαστούν και να επαναφερθούν όσο πιο κοντά γίνεται στην πρότερη κατάστασή τους με σκοπό να επαναχρησιμοποιηθούν ή αξιοποιηθούν για άλλες χρήσεις.
- **Προστασία του Περιβάλλοντος** : Το μοντέλο της κυκλικής οικονομίας προάγει την αρμονική συνύπαρξη με τον περιβάλλον έχοντας όσο το δυνατόν μικρότερο αντίκτυπο σε αυτό. Για αυτό οι υποστηρικτές της αναγνωρίζουν την σημαντική αξία που κατέχουν ενέργειες όπως η χρήση ανανεώσιμων πόρων, η αναδάσωση, η προστασία των υγροτόπων και η προστασία της χλωρίδας και της πανίδας σε γενικότερο πλαίσιο.
- **Συνεργασία** : Για να εφαρμοστεί το μοντέλο της κυκλικής οικονομίας απαιτείται η συμβολή όλων συμπεριλαμβανομένων και των κυβερνήσεων , των επιχειρήσεων καθώς και της κοινωνίας.
- **Πρόοδος** : Η πρόοδος της τεχνολογίας, τα ανανεωμένα μοντέλα επιχειρηματικότητας και η ορθή πολιτική προσέγγιση είναι απαραίτητες για την επίτευξη του πλήρους δυναμικού και την ορθή εφαρμογή της κυκλικής οικονομίας.

2.2.2 Οφέλη της Κυκλικής Οικονομίας

Το μοντέλο της κυκλικής οικονομίας είναι φτιαγμένο έτσι ώστε να προσφέρει σε πολλαπλά επίπεδα βελτιώνοντας τις ήδη υπάρχουσες αδυναμίες που έχει παρουσιάσει το τρέχον οικονομικό μοντέλο της γραμμικής οικονομίας τόσο σε οικονομικό επίπεδο όσο και σε περιβαλλοντικό και κοινωνικό επίπεδο.

- **Ορθή Εκμετάλλευση Πόρων** : Ελαχιστοποιώντας την παραγωγή αποβλήτων και μεγιστοποιώντας την απόδοση των υλικών, η κυκλική οικονομία μειώνει δραστικά την ανάγκη για εξόρυξη νέων πρώτων υλών, με αποτέλεσμα να μειώνονται σημαντικά το περιβαλλοντικό αποτύπωμα και η έλλειψη πόρων.
- **Φαινόμενο του Θερμοκηπίου**: Η ανακύκλωση, η ανακατασκευή και η επαναχρησιμοποίηση των υλικών και των προϊόντων μειώνουν σε μεγάλο βαθμό

την ανάγκη για ενέργεια και πόρους που συνδέονται με την παραγωγή νέων προϊόντων, μειώνοντας έτσι τις εκπομπές ρύπων , συμβάλλοντας έτσι στην καταπολέμηση του φαινόμενου του θερμοκηπίου .

- **Οικονομική Ανάπτυξη:** Η εφαρμογή του μοντέλου της κυκλικής οικονομίας συμβάλλει στην ανάπτυξη της πράσινης βιομηχανίας, αυξάνοντας την ανάγκη για νέες θέσεις εργασίας συντελώντας έτσι στην οικονομική ανάπτυξη της κοινωνίας.
- **Κοινωνική Ευημερία:** Το μοντέλο της κυκλικής οικονομίας υποστηρίζει αξίες όπως η δικαιοσύνη, η κοινωνική συνοχή και συμμετοχή από όλους, καθιστώντας τις πρακτικές της πιο προσβάσιμες και δίκαιες για όλους τους ανθρώπους.

2.3 Κυκλική Οικονομία στον Επιχειρηματικό Κλάδο

Με την εφαρμογή του μοντέλου της κυκλικής οικονομίας όπως αναλύθηκε σε προηγούμενα κεφάλαια, οι πρώτες ύλες και τα προϊόντα καθώς και οι υπηρεσίες επιλέγονται και επεξεργάζονται με σκοπό την ελαχιστοποίηση της παραγωγής των αποβλήτων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να δοθεί η ευκαιρία στις επιχειρήσεις που εφαρμόζουν το μοντέλο αυτό , να καινοτομήσουν, να προσφέρουν νέες υπηρεσίες και να ακολουθήσουν νέα πρότυπα λειτουργίας με σκοπό το συνολικό αλλά και το προσωπικό τους όφελος.

Ένα σημαντικός τομέας εφαρμογής από τις επιχειρήσεις είναι η διαδικασία της παραγωγής. Εφαρμόζοντας νέες τακτικές βασισμένες στην κυκλική οικονομία όπως η βελτίωση της απόδοσης των πόρων , η ανακύκλωση των υλών , η μείωση των αποβλήτων και η ανακατασκευή πόρων οι επιχειρήσεις μπορούν να ωφεληθούν και σε προσωπικό επίπεδο. Τακτικές όπως οι προαναφερμένες, οδηγούν τις επιχειρήσεις να επιτύχουν την μείωση της σπατάλης των πόρων και της ενέργειας που χρειάζονται και στην μείωση του κόστους παραγωγής. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της αναγνωρισιμότητα από το κοινό και την έγκριση για τις τακτικές που ακολουθούνε δημιουργώντας έτσι μία σχέση εμπιστοσύνης μεταξύ επιχείρησης και καταναλωτή.

Μία ακόμη σημαντική προσθήκη στις πρακτικές των επιχειρήσεων είναι αντικατάσταση των προϊόντων με την παροχή υπηρεσιών όπου αυτό θα μπορούσε να εφαρμοστεί. Με απλά λόγια, αντί να παραχθεί και να πωληθεί ένα αντικείμενο μαζικά θα μπορούσε να ενοικιάζεται ή να μοιράζεται για να προσφέρει την ίδια χρήση που θα προσέφερε. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι επιχειρήσεις να διευκολύνονται στην διαδικασία της ανακύκλωσης και της ανακατασκευής αφού η επιχείρηση παραμένει ο ιδιοκτήτης του αντικειμένου καθιστώντας τις διαδικασίες πιο εύκολες ως προς την υλοποίησή τους και πιο άμεσες. Επίσης μειώνεται δραστικά το κόστος παραγωγής και η σπατάλη πόρων και ενέργειας αφού μειώνεται η ανάγκη για μαζική παραγωγή.

Τέλος, είναι σημαντικό να αναφέρουμε την πρόοδο στην τεχνολογία που προάγει το μοντέλο της κυκλικής οικονομίας. Η εφαρμογή του μοντέλου αποτελεί κινητήρια δύναμη για την συνεχή ενασχόληση με τον τεχνολογικό κλάδο και την ανάπτυξη αυτού στο τομέα της ανακύκλωσης. Αυτό επιτυγχάνεται με την προσπάθεια δημιουργίας νέων υλικών με την δυνατότητα ανακύκλωσης , στην έρευνα πάνω σε νέες τακτικές παραγωγής προϊόντων και επεξεργασίας των αποβλήτων που θα αποφέρουν λιγότερη φύρα των υλικών που διαθέτουν άρα και μειωμένα έξοδα στις επιχειρήσεις.

Το μοντέλο της κυκλικής οικονομίας προσφέρει πολλές ευκαιρίες στον επιχειρηματικό κλάδο και την δυνατότητα λειτουργίας τους σε ένα περιβάλλον που να προάγει την καινοτομία και την ανάπτυξη βιώσιμων επιχειρηματικών μοντέλων. Οι επιχειρήσεις που επιλέγουν να εφαρμόσουν το μοντέλο της κυκλικής οικονομίας επωφελούνται από την βιώσιμη ανάπτυξη , την μείωση του κόστους παραγωγής , την αύξηση της αποδοτικότητας , την ανάπτυξη νέων αγορών που μπορούν να δράσουν και την δημιουργία μίας νέας σχέσης εμπιστοσύνης με το καταναλωτικό κοινό.

2.4 Πολιτικοί οργανισμοί και Κυκλική Οικονομία

Το μοντέλο της κυκλικής οικονομίας εμφανίζεται σαν μία λύση που προάγει την αειφόρο ανάπτυξη και την ορθή διαχείριση και εκμετάλλευση των διαθέσιμων πόρων του πλανήτη μας. Οι χώρες που αναγνωρίζουν την σημαντική συμβολή του μοντέλου της κυκλικής οικονομίας στην διατήρηση του περιβάλλοντος αυξάνονται συνεχόμενα. Επίσης , δεν είναι λίγα τα κράτη που προχωράνε στην θέσπιση νόμων και πολιτικών με σκοπό την προώθηση του μοντέλου της κυκλικής οικονομίας.

Σημαντική θεωρείται και η συμβολή των πολιτικών οργανισμών όπως αυτή του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών (ΟΗΕ) και της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ). Από κοινού οι δύο οργανώσεις έχουν συμβάλει αρκετά στην προώθηση του μοντέλου της κυκλικής οικονομίας . Ο ΟΗΕ έχει θεσπίσει τους Στόχους της Βιώσιμης Ανάπτυξης (ΣΒΑ) που με την σειρά τους αποτελούν ένα παγκόσμιο πλαίσιο στόχων που πρέπει να επιτευχθούν για την αειφόρο ανάπτυξη σε παγκόσμιο επίπεδο. Πιο συγκεκριμένα ο δωδέκατος Στόχος Βιώσιμης Ανάπτυξης έχει να κάνει με την εφαρμογή του μοντέλου της κυκλικής οικονομίας προτείνοντας μέτρα προς εφαρμογή όπως η ανακύκλωση , η αποτέφρωση , η επιλογή βιώσιμων παραγωγικών και καταναλωτικών μοντέλων και η ευαισθητοποίηση του κοινού ως προς την κυκλική οικονομία. Ακόμη αρκετά σημαντικό είναι να αναφερθεί και το Παγκόσμιο Περιβαλλοντικό πρόγραμμα του ΟΗΕ. Στα πλαίσια αυτού του προγράμματος το μοντέλο της κυκλικής οικονομίας αναγνωρίζεται ως ένα πολύ σημαντικό εργαλείο για την παγκόσμια αειφόρο ανάπτυξη. Στα πλαίσια του Παγκόσμιου περιβαλλοντικού Προγράμματος δρομολογούνται ενέργειες με σκοπό την προαγωγή της κυκλικής οικονομίας ενθαρρύνοντας πρακτικές όπως η ανακύκλωση , η ορθή διαχείριση των αποβλήτων , την προώθηση της βιώσιμης παραγωγής και κατανάλωσης και τέλος την ενδυνάμωση των παγκόσμιων σχέσεων για την αποτελεσματική συνεργασία των κρατών απέναντι στις περιβαλλοντικές προκλήσεις που έχουν εμφανιστεί.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση με την σειρά της ανέπτυξε το πρόγραμμα Κυκλική Οικονομία της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Το συγκεκριμένο μοντέλο αποτελεί ένα σημαντικό μέσο για την προώθηση και την εφαρμογή του μοντέλου της κυκλικής οικονομίας από όλα τα κράτη μέλη. Ως κύριος στόχος θεωρείται η δημιουργία ενός πλαισίου που να περιλαμβάνει την παραγωγή , την κατανάλωση και την ορθή εκμετάλλευση των διαθέσιμων πόρων με σκοπό την εξοικονόμησή τους , επικεντρώνοντας στην μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος και την ενίσχυση της οικονομίας. Στο πρόγραμμα περιλαμβάνεται μία λίστα από πολιτικά και νομοθετικά μέτρα που έχουν σκοπό την προώθηση του μοντέλου της κυκλικής οικονομίας. Ένα από τα πιο σημαντικά μέτρα είναι η προώθηση της ανακύκλωσης και η προώθηση ως προς την επιλογή ανακυκλώσιμων υλικών. Αυτό συμπεριλαμβάνει την ανάπτυξη και την υποστήριξη των υποδομών ανακύκλωσης, την προαγωγή της

ανακύκλωσης στις επιχειρήσεις και την ενημέρωση και ευαισθητοποίηση του κοινού σχετικά με τη σημασία της ανακύκλωσης. Ακόμη, το πρόγραμμα προάγει τη ελαχιστοποίηση των αποβλήτων μέσω της πρόληψης, της ανακύκλωσης και της επαναχρησιμοποίησης. Αυτό περιλαμβάνει την ενθάρρυνση της σχεδίασης προϊόντων που είναι πιο ανθεκτικά, επαναχρησιμοποιήσιμα, καθώς και την ανάπτυξη προγραμμάτων ανταλλαγής και επισκευής προϊόντων.

Επιπλέον, το πρόγραμμα Κυκλικής Οικονομίας της Ευρωπαϊκής Ένωσης, επιδιώκει την προώθηση της αποδοτικότερης παραγωγής και κατανάλωσης. Αυτό περιλαμβάνει την ενθάρρυνση της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, την υποστήριξη της πράσινης τεχνολογίας και την προαγωγή της αειφόρου μεταφοράς. Μέσω αυτού του προγράμματος, η Ευρωπαϊκή Ένωση προωθεί την υιοθέτηση βιώσιμων πρακτικών και προάγει τη συνεργασία μεταξύ των κρατών μελών για την ανάπτυξη και εφαρμογή της κυκλικής οικονομίας. Αυτό ενθαρρύνει την οικονομική ανάπτυξη, τη δημιουργία θέσεων εργασίας και τη βελτίωση της ποιότητας ζωής μας, ενώ ταυτόχρονα συμβάλλει στην προστασία του περιβάλλοντος και των φυσικών πόρων μας.

Συνοψίζοντας, το πρόγραμμα Κυκλικής Οικονομίας της Ευρωπαϊκής Ένωσης προωθεί μια ολοκληρωμένη προσέγγιση για τη διαχείριση των πόρων και των αποβλήτων μας, ενισχύοντας την αειφορία, την καινοτομία και την ανταγωνιστικότητα της ευρωπαϊκής οικονομίας.

2.5 Ενέργειες Προώθησης της Κυκλικής Οικονομίας

Το μοντέλο της κυκλικής οικονομίας έχει αναδειχθεί ως η πλέον πιο βιώσιμη προσέγγιση για την ορθή διαχείριση των πόρων και τη ελαχιστοποίηση του περιβαλλοντικού αποτυπώματός μας. Για αυτό τον λόγο, απαιτούνται συντονισμένες ενέργειες από διάφορους φορείς, όπως κυβερνήσεις, επιχειρήσεις και την κοινωνία γενικότερα. Οι χώρες σε όλο τον κόσμο έχουν αναλάβει πρωτοβουλίες με σκοπό την προώθηση του μοντέλου της κυκλικής οικονομίας και την αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προκλήσεων. Πραγματικά παραδείγματα που αξίζουν την προσοχή μας αποτελούν η Ολλανδία, η Δανία, Φιλανδία και η Σουηδία.

Η Ολλανδία θεωρείται πρωτοπόρος στην προώθηση της κυκλικής οικονομίας. Έχει θέσει φιλόδοξους στόχους για τη μείωση των αποβλήτων και την ανακύκλωση, ενθαρρύνοντας την αειφόρο σχεδίαση προϊόντων και την ανακύκλωση υλικών. Η Δανία επίσης έχει αποκτήσει μία ορθή προσέγγιση στο μοντέλο της κυκλικής οικονομίας, αφού έχει αναπτύξει εκτεταμένα συστήματα ανακύκλωσης υλικών αλλά και ενέργειας, ενώ προωθεί την αειφόρο παραγωγή και κατανάλωση. Η Φιλανδία με την σειρά της έχει επενδύσει σημαντικά στην έρευνα και ανάπτυξη νέων τεχνολογιών που υποστηρίζουν την κυκλική οικονομία, έχοντας θέσει στόχους για τη μείωση των αποβλήτων και την προώθηση της ανακύκλωσης. Τέλος η Σουηδία έχει καταφέρει να κρατήσει αρκετά υψηλά επίπεδα ανακύκλωσης και ενεργειακής αξιοποίησης των αποβλήτων της, ενώ ταυτόχρονα έχει αναπτύξει εκτεταμένα συστήματα εναλλακτικής ενέργειας και προωθεί την αειφόρο παραγωγή.

Για να μπορέσουν να εφαρμόσουν στο σύστημα τους το μοντέλο της κυκλικής οικονομίας τα κράτη πρέπει να αναλάβουν πρωτοβουλίες και να ορίσουν προωθητικές ενέργειες .

- **Νομοθεσία και Φορολογία** : Είναι πολύ σημαντικό να υπάρχει νομοθετικό και φορολογικό πλαίσιο που να καθιστά την προσέγγιση της κυκλικής οικονομίας θελκτική από όποιον επιθυμεί να την εφαρμόσει. Για αυτό τον λόγο , χρειάζεται να θεσπισθεί ξεκάθαρη νομοθεσία που να προωθεί την κυκλική οικονομία συνοδευόμενη από φορολογικά κίνητρα και επιδοτήσεις για τις επιχειρήσεις που επιθυμούν να εφαρμόσουν τις πρακτικές του μοντέλου αυτού.
- **Εκπαίδευση** : Τα κράτη έχουν την ευθύνη για την ορθή εκπαίδευση της κοινωνίας. Σε αυτό το πλαίσιο είναι θεμιτό να επενδυθούν πόροι και να δημιουργηθούν ενέργειες που να προωθούν να μορφώνουν και να ευαισθητοποιούν την κοινωνία σε σχέση με το μοντέλο της κυκλικής οικονομίας και τα οφέλη της.
- **Εγκαταστάσεις** : Τα κράτη πρέπει να φροντίσουν για την δημιουργία εγκαταστάσεων που να επιτρέπουν την εφαρμογή , την ανάπτυξη και την εξέλιξη της κυκλικής οικονομίας. Για αυτό λοιπόν θεωρείται επιτακτική ανάγκη η καθιέρωση και η ανάπτυξη συστημάτων όπως εγκαταστάσεις ανακύκλωσής διαφόρων υλικών σαν το γυαλί , το πλαστικό , μέταλλο και το χαρτί.
- **Τεχνολογία** : Είναι πολύ σημαντικό τα κράτη να επικεντρώσουν στην έρευνα , στην μελέτη και την ανάπτυξη νέων συστημάτων που να καθιστούν το έργο της κυκλικής οικονομίας πιο εύκολο και τις πρακτικές της εφαρμόσιμες .

Πολλές χώρες ανά τον κόσμο έχουν αναλάβει πρωτοβουλίες και με σκοπό να εφαρμόσουν στην πολιτική τους την κυκλική οικονομία. Παρότι οι προσέγγιση μπορεί να αλλάζει ανά χώρα , όλες έχουν ένα κοινό στόχο, την δημιουργία μίας βιώσιμης οικονομίας. Οι ενέργειες που μπορούν να κάνουν διαφέρουν όπως η θέσπιση νομοθεσίας και πολιτικών μέτρων, η υποστήριξη και η προώθηση της ανακύκλωσης, η προώθηση της αειφόρου παραγωγής και κατανάλωσης, όπως και η ενίσχυση της εκπαίδευσης και ευαισθητοποίησης του κοινού. Οι συντονισμένες προσπάθειες όμως μπορούν να αποφέρουν σημαντικά αποτελέσματα στη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος αλλά και στην οικονομική ανάπτυξη και τη δημιουργία νέων επιχειρηματικών ευκαιριών στον τομέα της κυκλικής οικονομίας. Για να επιτευχθεί μια πιο βιώσιμη οικονομία βασισμένη στο μοντέλο της κυκλικής οικονομίας, απαιτούνται συνεχείς προσπάθειες και συνεργασία τόσο σε εθνικό όσο και σε διεθνές επίπεδο. Η προώθηση της κυκλικής οικονομίας αποτελεί μια σημαντική πρόκληση, αλλά και μια ευκαιρία για τη δημιουργία μιας βιώσιμης και ισορροπημένης κοινωνίας. Με τη συνεχή ανάπτυξη και υποστήριξη των πρωτοβουλιών για την προώθηση της κυκλικής οικονομίας, μπορεί να επιτευχθεί η διαμόρφωση ενός συστήματος όπου οι πόροι θα αξιοποιούνται αποτελεσματικά και η περιβαλλοντική βιωσιμότητα θα προωθείται με επιτυχία.

3 Ενότητα Τρίτη : Αλυσίδες Συστοιχιών και Κυκλική Οικονομία

3.1 Εισαγωγή

Αναμφίβολα, η τεχνολογία Blockchain και η κυκλική οικονομία είναι δύο από τις πιο σημαντικές έννοιες που έχουν παρουσιαστεί τα τελευταία χρόνια σε κοινωνικό, τεχνολογικό και οικονομικό επίπεδο. Αυτές οι δύο έννοιες έχουν την ικανότητα να αλλάξουν δραστικά και προς το καλύτερο τον τρόπο που ζούμε, τον τρόπο που δρουν οι επιχειρήσεις και την παγκόσμια οικονομία στο γενικότερο πλαίσιο.

Όπως συζητήθηκε νωρίτερα, η κυκλική οικονομία έχει ως βασικό σκοπό της να δώσει αξία στην πρώτη ύλη και τα προϊόντα που παράγονται και ως απόηχο αυτών να μεγιστοποιήσει την διάρκεια ζωής τους ανατρέποντας την απευθείας κατάληξη τους προς την απόρριψη μετά το πέρας της χρήσης τους. Στην πλειοψηφία των περιπτώσεων για να γίνει η επιτυχημένη μετάβαση προς την κυκλική οικονομία οι φορείς που το επιθυμούν χρειάζεται να πράξουν ολικό μετασχηματισμό στις πρακτικές που ακολουθούν και να σχεδιάσουν εκ νέου τα επιχειρηματικά μοντέλα που θα ακολουθούν. Σε αυτό το κομμάτι μπορεί να βοηθήσει η τεχνολογία Blockchain χάρη στις αυξημένες δυνατότητες που παρουσιάζει ως προς την συλλογή, την ανάλυση, την ευκολία μεταφοράς και αποθήκευσης και της ασφάλειας δεδομένων. Εύλογα λοιπόν κάποιος μπορεί να καταλήξει, πως η τεχνολογία Blockchain είναι μία πολλά υποσχόμενη τεχνολογία και έτοιμη να συμπράξει στο σκοπό της κυκλικής οικονομίας.

Το μοντέλο της κυκλικής οικονομίας είναι αλληλένδετο με την τεχνολογία και την πρόοδο αυτής. Η θεωρία της οικολογικής μεταρρύθμισης δηλώνει ότι η οικονομική ανάπτυξη και η περιβαλλοντική υποβάθμιση μπορούν να αποσυνδεθούν μέσω των τεχνολογικών προόδων. Η σύμπραξη των δύο αυτών εννοιών ανοίγουν πολλούς οδούς προς την καινοτομία καθώς η τεχνολογία Blockchain μπορεί να προσφέρει με ποικίλους τρόπους. Για παράδειγμα, οι πρώτες ύλες, η διαδικασία παραγωγής, τα προϊόντα, οι υπηρεσίες, οι πρακτικές που ακολουθούνται, οι εμπλεκόμενοι φορείς, οι χρήστες είναι όλα δεδομένα που με ευκολία και ασφάλεια μπορούν να αποθηκευθούν, να αναλυθούν και να διανεμηθούν μέσω ενός ψηφιακού λογιστικού βιβλίου.

3.2 Κυκλική οικονομία και μοντέλο ReSOLVE

Το μοντέλο "ReSOLVE" είναι ένα μοντέλο που συνδέεται με την κυκλική οικονομία και παρουσιάστηκε από το Ίδρυμα Ellen MacArthur (Ellen MacArthur Foundation). Το μοντέλο αυτό περιλαμβάνει έξι βασικές αρχές που καθοδηγούν την ομαλή μετάβαση προς την κυκλική οικονομία και τις πρακτικές της: Ανανέωση (Regenerate), Κοινή χρήση (Share), Βελτιστοποίηση (Optimise), Κλείσιμο του κύκλου (Loop), Οραματισμός (Virtualise) και Ανταλλαγή (Exchange).

- **Ανανέωση** : Η αρχή της Ανανέωσης προάγει την μετάβαση από τα ορυκτά καύσιμα προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και ανανεώσιμα υλικά, την ανάκτηση και αποθήκευση ενέργειας και την επιστροφή βιολογικών πόρων πίσω στο περιβάλλον.
- **Κοινή χρήση** : Η αρχή της Κοινής Χρήσης περιλαμβάνει την αξιοποίηση των αγαθών με τον μέγιστο δυνατό τρόπο ελαχιστοποιώντας τα απόβλητα και την απόρριψη. Για παράδειγμα η κοινή χρήση προϊόντων όπως τα οχήματα ή οι δανειστικές βιβλιοθήκες , η αντικατάσταση προϊόντων με υπηρεσίες και η ενοικίαση προϊόντων αντίθετα με την απόκτηση τους.
- **Βελτιστοποίηση** : Η αρχή της Βελτιστοποίησης στοχεύει στη ελαχιστοποίηση των διαδικασιών που εκτελούνται κατά την διαδικασία παραγωγής και επεξεργασίας. Η αρχή της Βελτιστοποίησης , συνδέεται άμεσα με την πρόοδο και την εφαρμογή της τεχνολογίας για τη μέγιστη αποδοτικότητα πόρων και την βελτίωση της απόδοσης των προϊόντων. Η ανάλυση μεγάλων δεδομένων (Big Data Analytics) ανήκει επίσης στην αρχή της βελτιστοποίησης. Οι ενδιαφερόμενοι φορείς χρειάζεται να αναπτύξουν υποδομές διαχείρισης δεδομένων. Η εφαρμογή των μεγάλων δεδομένων και της ανάλυσης τους για σκοπούς αυτοματισμού, απομακρυσμένης ανίχνευσης και ρύθμισης είναι κύριες πρακτικές που βοηθούν στην διαδικασία.
- **Κλείσιμο του κύκλου** : Η αρχή του Κλειδώματος αντιβαίνει απευθείας με το μοντέλο της Γραμμικής Οικονομίας . Τα υλικά και τα προϊόντα αντί να χρησιμοποιούνται μια φορά και στην συνέχεια να απορρίπτονται, σε μια κυκλική οικονομία, τα υλικά, η ενέργεια και τα αγαθά μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν και να αναπροσαρμοστούν σε κλειστούς κύκλους δραστηριοτήτων. Οι πόροι και τα υλικά μπορούν να συλλέγονται εκ νέου, να επεξεργάζονται και να επανενταχθούν στην οικονομία. Σκοπός είναι τα προϊόντα και τα υλικά να συλλέγονται να αξιολογούνται και να αναπροσαρμόζονται για να διοχετευθούν προς χρήση και όχι προς απόρριψη.
- **Οραματισμός** : Η αρχή του Οραματισμού προωθεί την μείωση της κατανάλωσης των υλικών και την αντικατάστασή τους με εικονικές και ψηφιακές παροχές υπηρεσιών. Βασικό παράδειγμα του Οραματισμού αποτελεί η μείωση της ανάγκης για μεταφορές για επαγγελματικές και μη συναντήσεις με την χρήση οπτικοακουστικών μέσων σε μία τηλεδιάσκεψη. Επιπλέον, αυτή η αρχή της κυκλικής οικονομίας περιλαμβάνει τη διαθεσιμότητα και την ανταλλαγή πληροφοριών και δεδομένων που μπορούν να αντικαταστήσουν την πραγματική κατανάλωση φυσικών αγαθών.
- **Ανταλλαγή** : Η αρχή της Ανταλλαγής ενθαρρύνει την αναβάθμιση των πρακτικών που ακολουθούνται με νέες τεχνολογίες και την αλλαγή του παλιού τρόπου διεκπεραίωσης των διαδικασιών. Για παράδειγμα, οι επιχειρήσεις ενθαρρύνονται να αντικαταστήσουν τα υλικά που χρησιμοποιούνται με οικολογικά και την ενέργεια που αξιοποιούν με κάποιου είδους ανανεώσιμη πηγή ενέργειας.

Κάθε αρχή του μοντέλου ReSOLVE αντιπροσωπεύει μια σημαντική στρατηγική ενέργεια για την προώθηση της κυκλικής οικονομίας. Η τεχνολογία των αλυσίδων συστοιχιών μπορεί να διευκολύνει, να ενισχύσει και να επιταχύνει τις εφαρμογές αυτών των ενεργειών με διάφορους τρόπους.

3.3 Πραγματικές Εφαρμογές Blockchain σε Διάφορους τομείς με βάση το μοντέλο ReSOLVE και την Κυκλική Οικονομία

Σε αυτήν την ενότητα παρουσιάζονται πραγματικές εφαρμογές της τεχνολογίας Blockchain που έχουν γίνει από επιλεγμένες επιχειρήσεις σε σχέση με την κυκλική οικονομία είτε για λόγους προώθησης της κυκλικής οικονομίας είτε για οικονομικούς στρατηγικούς σκοπούς. Οι τομείς ενδιαφέροντος αφορούν επιχειρήσεις από τον εμπορικό κλάδο, τον κλάδο γεωργίας, τον κατασκευαστικό κλάδο και τον κλάδο μεταφορών και επικοινωνίας.

3.3.1 Κατασκευαστικός Κλάδος

Με την έλευση της Βιομηχανίας 4.0, εκτιμάται ότι μέχρι το 2023, το 30% των κατασκευαστικών εταιρειών με έσοδα άνω των 5 δισεκατομμυρίων δολαρίων θα έχουν εφαρμόσει πιλοτικά έργα Βιομηχανίας 4.0 αξιοποιώντας την τεχνολογία των αλυσίδων συστοιχιών, από λιγότερο από 5% σήμερα (Columbus 2018). Η τεχνολογία των αλυσίδων συστοιχιών βοηθά στην αύξηση της παρακολούθησης καθόλη την διαδικασία κατασκευής, από την υψηλότερη έως την χαμηλότερη αλυσίδα εφοδιασμού, ξεκινώντας από την ανεύρεση και την αγορά, τον έλεγχο ποιότητας, την παρακολούθηση, την υποστήριξη υπηρεσιών, την παράδοση και την μεταπώληση, συμπεριλαμβανομένης της επιστροφής και των ανακλήσεων προϊόντων. Η διαχείριση της αλυσίδας εφοδιασμού είναι θεμελιώδης για κάθε κατασκευαστική επιχείρηση. Η δομή του κατανεμημένου λογιστικού βιβλίου και οι υπηρεσίες που βασίζονται στις αλυσίδες συστοιχιών θα διαφοροποιήσουν τις επιχειρήσεις κατασκευής στην απόδοση της αλυσίδας εφοδιασμού στο πλαίσιο της Βιομηχανίας 4.0 και της κυκλικής οικονομίας (de Sousa Jabbour et al. 2018). Οι Toyota και BASF είναι οι δύο επιχειρήσεις που επέλεξαν να ακολουθήσουν πρακτικές βασισμένες στην κυκλική οικονομία και την τεχνολογία Blockchain στον κατασκευαστικό κλάδο.

3.3.1.1 Toyota

Η Toyota είναι ο πρώτος κατασκευαστής αυτοκινήτων που παράγει περισσότερα από 10 εκατομμύρια οχήματα ετησίως και είναι ο δεύτερος μεγαλύτερος αυτοκινητοβιομηχανία στον κόσμο. Το Toyota Research Institute έχει εφαρμόσει την τεχνολογία Blockchain στις εσωτερικές λειτουργίες του, το επικοινωνιακό μάρκετινγκ και τα δίκτυα εφοδιαστικής αλυσίδας για να ενισχύσει την επιχειρησιακή λειτουργία, να επιταχύνει την τεχνολογία αυτόνομης οδήγησης και να προωθήσει ένα σύστημα κοινής χρήσης. Η τεχνολογία Blockchain διευκολύνει την ασφάλεια και τη διαφάνεια στην παραγωγή, αποθήκευση και την διαχείριση δεδομένων και βοηθά τις εταιρείες και τους οδηγούς να μοιράζονται τα δεδομένα οδήγησης τους στην αγορά που επεξεργάζεται δεδομένα όλων των αυτοκινήτων και όλων των οδών. Με ένα πιο αποδοτικό και ασφαλές σύστημα κοινής χρήσης αυτοκινήτων, οι πελάτες θα νιώθουν πιο ασφαλείς να συμμετέχουν στις αγορές κοινής χρήσης αντί για μια αγορά που επικεντρώνεται στην ιδιοκτησία. Η τεχνολογία Blockchain

μπορεί να βοηθήσει τους ιδιοκτήτες οχημάτων να εμπορεύονται τα οχήματά τους πωλώντας διαδρομές, χώρο φόρτωσης ή ακόμη και τη χρήση του οχήματος.

Ακόμη, μπορεί να βοηθήσει την Toyota να ενισχύσει την απόδοση της βιώσιμης αλυσίδας εφοδιασμού της παρακολουθώντας δραστηριότητες αποθεματικού λογιστικής, αξιοποιώντας την αγορά δευτερευόντων υλικών και προϊόντων με έξυπνες συμβάσεις και μοιράζοντας δεδομένα αυτόνομης οδήγησης μεταξύ πλατφόρμων μεταξύ των οργανωτικών δομών της . Η BMW έχει επίσης ξεκινήσει να υιοθετεί και να εφαρμόζει την τεχνολογία Blockchain για να μοιράζεται δεδομένα αυτόνομης οδήγησης μεταξύ πλατφορμών εντός και μεταξύ οργανωτικών δομών, καθώς και για την παρακολούθηση των προμηθειών για μπαταρίες ηλεκτρικών οχημάτων. Στο μακροπρόθεσμο μέλλον, ενισχύεται η περιβαλλοντική βιωσιμότητα, με αποτέλεσμα την βιώσιμη ανάπτυξη.

3.3.1.2 BASF

Η BAS είναι μια γερμανική εταιρεία που ειδικεύεται στην χημική ανάλυση . Η ίδια , ανακοίνωσε τη συνεργασία της με μια start-up στον χώρο της τεχνολογίας Blockchain με όνομα Quantoz και με μια start-up IoT(Internet Of Things) με όνομα Ahrma για την δοκιμή μίας πιλοτικής πλατφόρμας τεχνολογίας Blockchain. Η πλατφόρμα τεχνολογίας Blockchain δίνει την δυνατότητα στην BASF να αποκτήσει δεδομένα σχετικά με τις επιπτώσεις του κύκλου ζωής των προϊόντων που σχετίζονται με την παραγωγή στον κλάδο της κτηνοτροφίας με ένα αξιόπιστο και ασφαλές τρόπο. Αυτά τα δεδομένα περιέχουν τη θέση και την κίνηση ενός υλικού ή προϊόντος, την κατάσταση φόρτωσης και τις πιθανές επιπτώσεις, καθώς και τις δραστηριότητες συλλογής και ανακύκλωσης . Η τεχνολογία Blockchain προσφέρει την ασφαλή και διαφανή διανομή και περισυλλογή υλικών και δεδομένων σε μελλοντικές αλυσίδες προμήθειας. Επιπλέον, η BASF εφαρμόζει την τεχνολογία Blockchain για να καταγράφει και να εντοπίζει τις παραμέτρους βιωσιμότητας στον τομέα της κτηνοτροφίας και να αυξήσει τη διαφάνεια στα προϊόντα γεωργίας. Επιπλέον, η BASF σχεδιάζει να αξιοποιήσει την τεχνολογία αλυσίδας μπλοκ παρέχοντας ένα μοναδικό σαρωτή κωδικού πάνω στη συσκευασία για να διασφαλίσει στους πελάτες την καταγωγή στο επίπεδο των φαρμάκων και το περιβαλλοντικό αποτύπωμα των προϊόντων και να εξασφαλίσει διαφάνεια και ανιχνευσιμότητα σε όλη την αλυσίδα. Αυτή η προσέγγιση μπορεί να προωθήσει τη βιωσιμότητα και να μειώσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις στον τομέα της κτηνοτροφίας

3.3.2 Εμπορικός κλάδος

Με βάση μία δεκαετή(10) έρευνα των πωλήσεων λιανικής και των πωλήσεων ηλεκτρονικού εμπορίου από ηλεκτρονικούς λιανοπωλητές από το Τμήμα Εμπορίου των Ηνωμένων Πολιτειών, η αύξηση των πωλήσεων στα φυσικά καταστήματα ήταν 3,7% το 2018, ενώ σημειώθηκε αύξηση 15% στις πωλήσεις του ηλεκτρονικού εμπορίου. Το ηλεκτρονικό εμπόριο αντιπροσωπεύει πλέον το 14,3% των συνολικών πωλήσεων λιανικής στις Ηνωμένες Πολιτείες (Ali 2019).

Είναι φανερό πως το ηλεκτρονικό εμπόριο κερδίζει όλο και μεγαλύτερο έδαφος στον εμπορικό κλάδο και είναι ζωτικής σημασίας για τους έμπορους να προσαρμόσουν τα συστήματά τους σε ένα σύστημα αλληλεπίδρασης μέσω κινητών και διαδικτύου. Οι

επιχειρήσεις Walmart και Alibaba. Έχουν ήδη δείξει μεγάλο ενδιαφέρον και κλήση προς τις εφαρμογές της τεχνολογίας Blockchain με χαρακτηριστικά κυκλικής οικονομίας.

3.3.2.1 Walmart

Το Walmart το 2016 επέλεξε να δοκιμάσει την τεχνολογία Blockchain της IBM Food Trust για να προσθέσει εμπιστοσύνη και διαφάνεια στον τρόπο που προμηθεύεται τρόφιμα στις παγκόσμιες αγορές. Η τεχνολογία Blockchain δίνει την δυνατότητα στην Walmart να φέρει σε επαφή αγρότες, επεξεργαστές, διανομείς και πωλητές μέσω ενός συστήματος δεδομένων σε πραγματικό χρόνο με ασφάλεια και αξιοπιστία. Αυτό έχει ως στόχο την επίλυση θεμάτων ασφάλειας τροφίμων, τη διαχείριση της εμπιστοσύνης στο εμπορικό σήμα των τροφίμων, τη ελαχιστοποίηση της απόρριψης των τροφίμων και την αντιμετώπιση κακόβουλων ενεργειών στο εμπόριο τροφίμων και την ποιότητα αυτών. Η Walmart εφάρμοσε την τεχνολογία Blockchain στο ψηφιακό σύστημα διακυβέρνησης πληροφοριών της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων, όπου όλοι οι φορείς, συμπεριλαμβανομένων των καταναλωτών, των πωλητών, των κατασκευαστών και των προμηθευτών, έχουν πρόσβαση σε ένα ολοκληρωμένο οικοσύστημα πραγματικού χρόνου δεδομένων με πλήρη διαφάνεια. Η τεχνολογία Blockchain μπορεί επίσης να βοηθήσει το Walmart να διαχειριστεί τα απόβλητα.

3.3.2.2 Alibaba

Η Alibaba Group Holding Limited είναι μια κινεζική πολυεθνική κατασκευαστική εταιρεία που ειδικεύεται στο ηλεκτρονικό εμπόριο, την λιανική πώληση, το διαδίκτυο και την τεχνολογία. Το 2019, η Alibaba ανέπτυξε μια ιδέα βασισμένη στην τεχνολογία blockchain για να αξιοποιήσει τις επιχειρηματικές συναλλαγές, να μεγιστοποιήσει την αξιοπιστία των πληροφοριών και των δεδομένων που διαχειρίζεται και να προλάβει παράνομες και κακόβουλες δραστηριότητες. Επιπλέον, η Alibaba εφάρμοσε τεχνολογία blockchain για να ανιχνεύει πληροφορίες για τη λογιστική από ένα δίκτυο αλυσίδας με αξιοπιστία και αμετάβλητο τρόπο, προκειμένου να αυξήσει τη διαφάνεια και την αποδοτικότητα. Η Alibaba σχεδιάζει να αναπτύξει μία νέα ιδέα με βάση την τεχνολογία blockchain για το TMall, την εσωτερική πλατφόρμα ηλεκτρονικού εμπορίου που ανήκει στην Alibaba Group, προκειμένου να ανιχνεύει πληροφορίες, να βελτιώσει τη διαφάνεια και να αποκαταστήσει την εμπιστοσύνη των πελατών στα προϊόντα τους. Τέλος, η Alibaba αναπτύσσει μία νέα υπηρεσία βασισμένη σε τεχνολογία Blockchain για την κινεζική βιομηχανία των μεταφορών και της ιατρικής, προκειμένου να βοηθήσει τις επιχειρήσεις να ενσωματώσουν την ασφάλεια και ψηφιακή μετασχηματιστική διαδικασία.

3.3.3 Αγροτικός Κλάδος

Ο Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών (FAO) και η Διεθνής Ένωση Τηλεπικοινωνιών (ITU) συνεχίζουν να συνεργάζονται για την προώθηση της χρήσης βιώσιμων τεχνολογιών πληροφορικής και επικοινωνιών (ICTs) στη Αγροτικό κλάδο. Αυτός ο συγκεκριμένος κλάδος αντιμετωπίζει τεράστιες προκλήσεις στην εφοδιαστική αλυσίδα τροφίμων, ειδικά με την αύξηση των ανησυχιών για την ασφάλεια των τροφίμων και την αυξανόμενη πληθυσμιακή πίεση (Hwang 2017, Lin et al. 2017, Para 2017).

Πρόσφατες τεχνολογικές εξελίξεις, όπως το διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT), αυτόνομα αεροσκάφη χωρίς πιλότο, έξυπνα δίκτυα, την ανάλυση μεγάλων δεδομένων και την ανάπτυξη της τεχνητής νοημοσύνης, έχουν δώσει στον αγροτικό κλάδο κάποια πολύ σημαντικά εργαλεία και τεχνολογίες για τη βελτίωση της παραγωγής και την διεκπεραίωση των διαδικασιών. Η τεχνολογία Blockchain, ως αναδυόμενη τεχνολογία, είναι ιδιαίτερα ορατή σε αυτόν τον κλάδο με τις SAP και IBM να έχουν κάνει σημαντικές προσθήκες στον αγροτικό κλάδο. Ιδιαίτερη είναι και η συμβολή της Bumble Bee Foods.

3.3.3.1 Bumble Bee Foods

Η Bumble Bee Foods είναι μια ιδιωτική εταιρεία θαλασσινών προϊόντων που εξειδικεύεται κυρίως σε κονσέρβες τόνου και σολομού αλλά και άλλων θαλασσινών. Χάρης στην αξιοποίηση της υπηρεσίας SAP (Cloud Platform blockchain) έχουν καταφέρει να καινοτομήσουν και να βελτιώσουν την ανιχνευσιμότητα και την ασφάλεια των θαλασσινών τους προϊόντων. Ένα από τα έργα είναι η ανίχνευση του κίτρινου τόνου από την προέλευση έως το σημείο πώλησης. Οι καταναλωτές και οι πωλητές μπορούν να έχουν πρόσβαση στην πλήρη διαδρομή και το πλήρες ιστορικό επεξεργασίας του κίτρινου τόνου Natural BlueVR by ΑνοναVR της Bumble Bee Foods. Το μόνο που χρειάζεται να κάνουν είναι να σκανάρουν τον κωδικό QR στη συσκευασία του προϊόντος. Αυτές οι πληροφορίες παρέχουν στους φορείς της αλυσίδας εφοδιασμού πληροφορίες σχετικά με την αυθεντικότητα, τη ποιότητα, την ασφάλεια των τροφίμων και υποστηρίζουν επιπλέον την πιστοποίηση της δίκαιης εμπορίας και την αειφόρο πηγή αλιείας.

Η τεχνολογία Blockchain μπορεί να εφαρμοστεί στην αλιευτική βιομηχανία σε μεγαλύτερη κλίμακα για να ωφελήσει το μοντέλο της κυκλικής οικονομίας. Για παράδειγμα, η τεχνολογία Blockchain μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανίχνευση και την αποτροπή της παράνομης και μη ρυθμιζόμενης αλιείας (IUU), η οποία αποτελεί τη μεγαλύτερη απειλή για τα θαλάσσια οικοσυστήματα.

3.3.4 Κλάδος Μεταφορών και Ενέργειας

Η τεχνολογία Blockchain δίνει την δυνατότητα σε επιχειρήσεις που έχουν ως αντικείμενο τις μεταφορές, logistics και την διαχείριση ενέργειας να ασκήσουν πιο αποτελεσματικές και οικονομικές επιχειρησιακές πρακτικές. Η βελτίωση της απόδοσης του κλάδου των μεταφορών μπορεί να υποστηρίξει την ανάπτυξη της κυκλικής οικονομίας. Η τεχνολογία Blockchain εξασφαλίζει αξιόπιστα δεδομένα σε ολόκληρο το σύστημα των μεταφορών και των logistics για τη λήψη αποφάσεων. Οργανισμοί όπως η Ένωση Blockchain in Transport (BiTA) εργάζονται για τη δημιουργία κοινών προτύπων για τη μαζική υιοθέτηση του blockchain στη βιομηχανία των μεταφορών και της logistics. Οι Wien Energy, και UPS έχουν ξεκινήσει αρκετά έργα που βασίζονται στην τεχνολογία Blockchain. Οι εταιρείες ενέργειας εξετάζουν την τεχνολογία του Blockchain για την ανάπτυξη της έξυπνης αγοράς πλέγματος (Smart Grid).

3.3.4.1 United Parcel Service (UPS)

Οι επιχειρήσεις UPS, FedEx, BNSF Railway και πολλές άλλες εταιρείες μεταφορών ένωσαν τις δυνάμεις του με την BiTA για να κινηθούν ομαδικά για την ανάπτυξη προτύπων πλαισίων και εφαρμογών βασισμένα στην τεχνολογία Blockchain στον τομέα των μεταφορών. Η UPS αρχικά είχε σκοπό να ενσωματώσει την τεχνολογία Blockchain στο σύστημα παρακολούθησής της για να διευκολύνει την επιχείρηση των τελωνειακών της υποχρεώσεων, αλλά μετά την ίδρυση της BiTA, οι εφαρμογές και τα οφέλη αυξήθηκαν. Η

UPS συνεργάζεται με την εταιρεία ηλεκτρονικού εμπορίου Inxertion για την ανάπτυξη μιας πλατφόρμας βασισμένης σε τεχνολογία Blockchain για επιχειρηματικές πωλήσεις μεταξύ επιχειρήσεων (B2B). Αυτή η πλατφόρμα προορίζεται να ανεβάζει πληροφορίες και δεδομένα προϊόντων, να προγραμματίζει αποστολές, να διαχειρίζεται πωλήσεις και να κάνει αναλύσεις μάρκετινγκ. Η UPS σχεδιάζει να εφαρμόσει μια αυτόνομη υποδομή βασισμένη σε τεχνολογία Blockchain για να αυξήσει την διαφάνεια των αποστολών, να παρακολουθεί διεθνείς αποστολές και να προσδιορίζει την βέλτιστη διαδρομή για τα δέματα με έναν ψηφιακό τρόπο. Τα έξυπνα συμβόλαια αξιοποιούνται επίσης για να ενεργοποιήσουν αυτόματες πληρωμές και να τις συνδέσουν με τα συστήματα παράδοσης αξιοποιώντας πάντα την τεχνολογία Blockchain.

3.3.4.2 Wien Energy

Η Wien Energy, ο μεγαλύτερος πάροχος ενέργειας στην Αυστραλία. Συνεργάστηκε με τον τεχνολογικό κολοσσό Bosch για την ανάπτυξη μιας εφαρμογής βασισμένη σε τεχνολογία Blockchain που αυξάνει τη συμμετοχή των καταναλωτών στη βιώσιμη κατανάλωση ενέργειας. Το 2019, η Bosch μαζί με την Wien Energy παρουσίασαν ένα πρωτότυπο ψυγείο που λειτουργεί με την τεχνολογία Blockchain, το οποίο επιτρέπει στους καταναλωτές να παρακολουθούν και να ελέγχουν τη χρήση ενέργειας τους με έναν ασφαλή και διαφανή τρόπο. Το ψυγείο μπορεί να ελέγχεται απομακρυσμένα μέσω μιας εφαρμογής για έξυπνες συσκευές και μπορεί να μετρά και να αναφέρει σε πραγματικό χρόνο την κατανάλωση ενέργειας και το αποτύπωμα διοξειδίου του άνθρακα. Απεικονίζει την κατανομή της ενεργειακής κατανάλωσης στο νοικοκυριό για το περιβαλλοντικό της αποτύπωμα και αυξάνει την ευαισθητοποίηση των νοικοκυριών και του κοινού γενικότερα, συνεισφέροντας στις αρχές της κυκλικής οικονομίας.

3.4 NFTs και Κυκλική Οικονομία

3.4.1 Πράσινα NFTs (Green NFTs)

Τα Πράσινα NFTs (Green) ή αλλιώς και ως οικολογικά NFT αναφέρονται σε έναν τύπο ψηφιακής περιουσιακής αξίας που δημιουργείται και ανταλλάσσεται σε πλατφόρμες Blockchain με έμφαση τη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος που συνδέεται με τα NFTs. Παρακάτω υπάρχουν πέντε κύρια στοιχεία που κατηγοριοποιούν ένα NFT ως Green NFT:

- **Μείωση του Αποτυπώματος Άνθρακα :** Τα Green NFTs προσπαθούν να ελαχιστοποιήσουν το αποτύπωμα άνθρακα χρησιμοποιώντας ενεργειακά αποδοτικά δίκτυα Blockchain, όπως εκείνα που βασίζονται σε αλγόριθμους Proof of Stake (PoS), αντί για τους κοστοβόρους αλγόριθμους Proof of Work (PoW).
- **Βιώσιμη Χρήση Ενέργειας :** Τα Green NFTs προωθούν τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως η ηλιακή ή η αιολική ενέργεια, για τις διαδικασίες εξόρυξης και συναλλαγών που σχετίζονται με τη δημιουργία και την ανταλλαγή των NFTs.
- **Αντιστάθμιση Εκπομπών :** Ορισμένες πρωτοβουλίες για τα Green NFT περιλαμβάνουν την αντιστάθμιση των αερίων που παράγονται και συμβάλλουν στο

φαινόμενο του θερμοκηπίου τα οποία παράγονται κατά την διάρκεια διεκπεραίωσης των συναλλαγών των NFT μέσω της χρηματοδότησης περιβαλλοντικών έργων ή την αγορά πιστοποιητικών άνθρακα.

- **Περιβαλλοντική Πιστοποίηση :** Τα Green NFTs μπορεί να υποβληθούν σε διαδικασίες επαλήθευσης και πιστοποίησης για να διασφαλιστεί η συμμόρφωσή τους προς συγκεκριμένα περιβαλλοντικά πρότυπα και βέλτιστες πρακτικές. Αυτή η πιστοποίηση δείχνει τη δέσμευση για τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.
- **Εκπαίδευση και Ευαισθητοποίηση :** Τα Green NFTs στοχεύουν επίσης να αυξήσουν την ευαισθητοποίηση σχετικά με τα περιβαλλοντικά ζητήματα που συνδέονται με τα NFTs και την τεχνολογία Blockchain. Προάγουν την εκπαίδευση και τον διάλογο για τις αειφόρες πρακτικές εντός της κοινότητας των NFTs.

3.4.2 Συμβολή των NFTs Κυκλική Οικονομία

Η συμβολή της τεχνολογία Blockchain στην κυκλική οικονομία και η προσφορά της τόσο στο παρόν όσο και μακροπρόθεσμα είναι αδιαμφισβήτητη. Σε προηγούμενα κεφάλαια αναλυθήκαν μερικές από τις πρακτικές που ακολουθούν εταιρίες που επέλεξαν να κινηθούν προς ένα πιο βιώσιμο επιχειρηματικό μοντέλο αλλά και τα οφέλη που κέρδισαν από την στρατηγική τους αυτή. Κύριος στόχος όλων των φορέων που επέλεξαν να δοκιμάσουν την προσέγγιση αυτή ήταν η διαφάνεια, η ασφάλεια, η αποθήκευση δεδομένων και η ανάλυσή τους και η δημιουργία μίας σχέσης εμπιστοσύνης με το καταναλωτικό κοινό. Όλα αυτά τα στοιχεία μας οδηγούν εύλογα στο συμπέρασμα η τεχνολογία Blockchain είναι η κατάλληλη προς αξιοποίηση για την επίτευξη αυτών των στόχων, πιο συγκεκριμένα όμως η αξιοποίηση της τεχνολογίας NFT (Non Fungible Token) θα μπορούσε να επιφέρει πολλά οφέλη στους φορείς που επιθυμούν ένα τέτοιο επιχειρηματικό μετασχηματισμό. Αυτό συμβαίνει καθώς ο πυρήνας λειτουργίας των NFTs προάγει ακριβώς αυτά τα στοιχεία που προαναφέρθηκαν όπως, ασφάλεια, διαφάνεια συναλλαγών, μοναδικότητα και απόδειξη κυριότητας και αυθεντικότητας μέσω μοναδικής ψηφιακής υπογραφής, μητρώο καταγραφής συναλλαγών, πλήρης διαφάνεια ιστορικού και μεταφορών από την έναρξη της ζωής ενός NFT έως το τέλος του. Αυτές οι ιδιότητες είναι που καθιστούν την τεχνολογία των NFT πολύ σημαντική και εφαρμόσιμη σε επιχειρηματικούς κλάδους για την ανάπτυξη αυτών. Παρακάτω παρουσιάζονται μερικοί τρόποι που τα NFTs (Non-Fungible Tokens) μπορούν να συμβάλλουν στην κυκλική οικονομία.

- **Μείωση απάτης :** Χάρη στην χρήση των NFTs οι χρήστες θα μπορούν να δουν άμεσα το ιστορικού ενός αντικειμένου, την διαδικασία παραγωγής και την διαδικασία που χρειάστηκε για να φτάσει στα χέρια τους. Αυτό προωθεί την εμπιστοσύνη μεταξύ επιχείρησης και πελάτη καθώς έτσι πιστοποιείται η αυθεντικότητα του προϊόντος. Σαν αποτέλεσμα των παραπάνω είναι η μείωση των κακόβουλων ενεργειών αφού πλέον ο πελάτης θα είναι ενημερωμένος για τα αυθεντικά αντικείμενα και τις απομιμήσεις.

- **Ανταλλαγή και δανεισμός αντικειμένων:** Οι κάτοχοι NFTs μπορούν να διεξάγουν ασφαλείς και αξιόπιστες συναλλαγές για την αγορά, πώληση και δανεισμό αντικειμένων. Αυτό ενθαρρύνει την ανταλλαγή αντικειμένων αντί να αγοράζονται νέα, μειώνοντας την ανάγκη για παραγωγή νέων προϊόντων και την αντίστοιχη ρύπανση που σχετίζεται με αυτήν.
- **Πιστοποίηση προέλευσης και προστασία πνευματικών δικαιωμάτων:** Τα NFTs μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την πιστοποίηση της προέλευσης και την προστασία των πνευματικών δικαιωμάτων. Δημιουργοί και καλλιτέχνες μπορούν να δημιουργήσουν και να εκδώσουν NFTs για τις δημιουργίες τους, παρέχοντας αποδείξεις αυθεντικότητας και προστασία από παραποιήσεις. Επίσης, είναι μία πολύ σημαντική εφαρμογή στο κλάδο της κατασκευής και των τροφίμων. Χάρη στην δυνατότητα πιστοποίησης προέλευσης των NFTs θα προστατεύονται τα ευάλωτα οικοσυστήματα που δεν επιτρέπεται να αξιοποιηθούν για εκμετάλλευση αλλά γίνεται παρανόμως. Τρανταχτά παραδείγματα αποτελούν δάση υπό προστασία και κυνήγι εκτός της ορισμένης χρονικής περιόδου Έτσι οι επιχειρήσεις που ακολουθούν τους νόμους σεβόμενες το περιβάλλον θα έχουν αποδείξεις για το κοινό κερδίζοντας το ενδιαφέρον του και την εμπιστοσύνη
- **Ανταμοιβές για περιβαλλοντικές προσπάθειες:** Μέσω των NFTs, μπορεί να δημιουργηθούν μοναδικές ψηφιακές συλλογές που συνδέονται με περιβαλλοντικές προσπάθειες ή προγράμματα αειφορίας. Οι αγοραστές των NFTs μπορούν να συνεισφέρουν οικονομικά σε προγράμματα περιβαλλοντικής προστασίας και να λάβουν ιδιαίτερες ανταμοιβές, όπως πρόσβαση σε αποκλειστικό περιεχόμενο ή ειδικά προνόμια.
- **Υποστήριξη κοινωνικών προγραμμάτων:** Με τη χρήση των NFTs, μπορεί να δημιουργηθούν ψηφιακά έργα που συνδέονται με κοινωνικά προγράμματα και πρωτοβουλίες. Οι πωλήσεις των NFTs μπορούν να συνεισφέρουν σε κοινωνικές οργανώσεις και φιλανθρωπικά έργα, βοηθώντας στην υποστήριξη και χρηματοδότηση σημαντικών κοινωνικών προσπαθειών.
- **Πρώθηση αειφόρου κατανάλωσης:** Οι NFTs μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να δημιουργήσουν αντικείμενα που αντανακλούν αειφόρες πρακτικές. Για παράδειγμα, μπορεί να δημιουργηθούν NFTs που απεικονίζουν προϊόντα που έχουν κατασκευαστεί με ανακυκλώσιμα υλικά ή μεθόδους παραγωγής με χαμηλότερο αποτύπωμα άνθρακα.
- **Ενθάρρυνση καινοτομίας και ανάπτυξης πράσινων τεχνολογιών:** Τα NFTs μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να ενθαρρύνουν την ανάπτυξη καινοτόμων λύσεων που στοχεύουν στη μείωση του περιβαλλοντικού μας αποτυπώματος. Οι Δημιουργοί μπορούν να δημιουργήσουν NFTs που αντιπροσωπεύουν έργα ή ιδέες για πράσινες τεχνολογίες, και οι αγοραστές των NFTs μπορούν να συνεισφέρουν οικονομικά στην ανάπτυξη αυτών των τεχνολογιών.
- **Ενίσχυση της αξίας των ανανεώσιμων πόρων:** Με τη χρήση των NFTs, μπορούν να δημιουργηθούν ψηφιακά αντικείμενα που αντιπροσωπεύουν ανανεώσιμους

πόρους, όπως ηλιακή ενέργεια ή αιολική ενέργεια. Αυτά τα NFTs μπορούν να προωθήσουν την ανάγκη για αειφορία και να αυξήσουν την επίγνωση για την αξία των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

- **NFT-Marketplaces:** Τα Marketplaces που είναι ταγμένα προς την κυκλική οικονομία και θέλουν να προωθήσουν τις πρακτικές τους μπορούν να παρέχουν μία μικρή επιπλέον χρέωση σε κάθε συναλλαγή (fee) δημιουργώντας ένα μικρό απόθεμα που να προορίζεται προς κοινωνικούς ή περιβαλλοντικούς σκοπούς όπως η χρηματοδότηση αναδάσωσης. Με αυτόν τον τρόπο συντελούν άμεσα και η επιχείρηση και οι χρήστες ενώ δημιουργείται μία σχέση εμπιστοσύνης μεταξύ τους.

4 Ενότητα Τέταρτη : NFT MARKETPLACE – ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ, ΑΓΟΡΑΣ ΚΑΙ ΠΩΛΗΣΗΣ NFT.

4.1 Εισαγωγή στην Εφαρμογή

Στα πλαίσια της Διπλωματικής εργασίας αναπτύχθηκε μία εφαρμογή με όνομα Circular NFT Marketplace . Η εφαρμογή αποτελεί ένα λειτουργικό ανταλλακτήριο NFT στο οποίο οι χρήστες μπορούν να δημιουργήσουν, να αγοράσουν και να πουλήσουν NFTs βασισμένα πάντα στην κυκλική οικονομία. Η ιδέα ανάπτυξης μίας εφαρμογής γύρω από τα NFTs προήλθε από την έρευνα και το ενδιαφέρον που αναπτύχθηκε έπειτα από αυτή πάνω στην τεχνολογία Blockchain και ειδικότερα στην τεχνολογία των NFTs. Ο λόγος που υπάρχει υψηλό ενδιαφέρον γύρω από την συγκεκριμένη τεχνολογία είναι οι δυνατότητες που παρουσιάζουν και τα σενάρια χρήσεις που ποικίλουν καθώς και οι μελλοντικές εφαρμογές που χαρακτηρίζονται από την καινοτομία. Η τεχνολογία αυτή θεωρείται πως βρίσκεται ακόμη σε πρώιμο στάδιο και έχει ακόμη πολλά να μας προσφέρει.

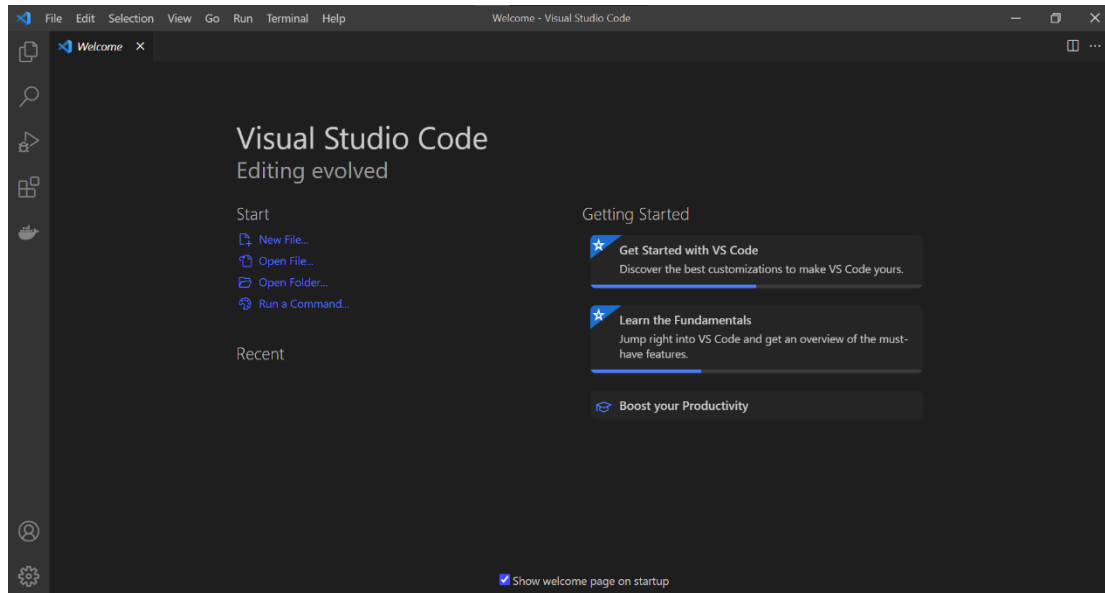
4.2 Τεχνολογίες που επιλέχθηκαν για Back-End

4.2.1 Back-End

Για την ανάπτυξη των λειτουργιών της εφαρμογής χρειάστηκε η συγγραφή κώδικα σε προγραμματιστικό περιβάλλον για την δημιουργία των ευφυών συμβολαίων που θα διαχειρίζονται όλες τις λειτουργίες των συναλλαγών, όπως επίσης και η ασφαλής σύνδεση στο IPFS (Interplanetary File System) για την αποθήκευση των πληροφοριών και των δεδομένων των NFTs. Επίσης χρειάστηκε να αναπτυχθεί κομμάτι κώδικα που να βεβαιώνει την ασφάλεια των συναλλαγών μεταξύ των χρηστών. Τέλος χρειάστηκε ένα δίκτυο λειτουργίας στο οποίο θα μπορεί να μεταβιβαστούν τα ευφυή συμβόλαια για λειτουργεί το NFT – Marketplace

4.2.2 Προγραμματιστικό Περιβάλλον Visual Studio Code

Το Visual Studio Code, επίσης γνωστό και ως VS Code, είναι ένας επεξεργαστής πηγαίου κώδικα που δημιουργήθηκε από την Microsoft με το Electron Framework για τα λειτουργικά συστήματα Windows, Linux και macOS. Παρέχει πολλές λειτουργίες υποστήριξης για τον προγραμματιστή και είναι αρκετά φιλικό προς τον χρήστη. Οι χρήστες μπορούν να αλλάξουν το θέμα, τα πλήκτρα συντόμευσης, τις προτιμήσεις και να εγκαταστήσουν πρόσθετα.



Εικόνα 6. Visual Studio Code running on Windows 10 (https://en.wikipedia.org/wiki/Visual_Studio_Code)

4.2.3 Γλώσσα προγραμματισμού Solidity

Η γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιήθηκε ονομάζεται Solidity. Η Solidity είναι μια γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη έξυπνων συμβολαίων (Smart ontracts) πάνω στην αλυσίδα συστοιχιών Ethereum. Η Ethereum είναι μια Blockchain πλατφόρμα που επιτρέπει τη δημιουργία και εκτέλεση έξυπνων συμβολαίων, τα οποία λειτουργούν αυτόνομα εκτελούν συμφωνίες μεταξύ διαφόρων μερών χωρίς την ανάγκη για διαμεσολαβητή.

Η Solidity είναι σχεδιασμένη ειδικά για την ανάπτυξη έξυπνων συμβολαίων στην πλατφόρμα Ethereum και προσφέρει μια σειρά από χαρακτηριστικά και λειτουργίες που επιτρέπουν την εκμετάλλευση των δυνατοτήτων της τεχνολογίας Blockchain. Η γλώσσα Solidity είναι συμβατή με τον εικονικό μηχανισμό Ethereum (Ethereum Virtual Machine - EVM) και επιτρέπει την κατασκευή έξυπνων συμβολαίων με δυνατότητες όπως:

- Ορισμός μεταβλητών και τύπων δεδομένων.
- Αριθμητικές και λογικές πράξεις.
- Συναρτήσεις και μεθόδους για την επεξεργασία δεδομένων.
- Μηχανισμούς για την αναγνώριση γεγονότων και την αλληλεπίδραση με άλλα έξυπνα συμβόλαια.
- Μηχανισμούς ασφάλειας και ελέγχου πρόσβασης.
- Δυνατότητες κληρονομικότητας και αφαίρεσης.

Με τη χρήση της Solidity, προγραμματιστές μπορούν να αναπτύξουν έξυπνα συμβόλαια που εκτελούνται αυτόματα και αξιόπιστα στην πλατφόρμα Ethereum, επιτρέποντας τη δημιουργία διάφορων εφαρμογών όπως ψηφοφορίες (Voting), ψηφιακές χρηματοδοτήσεις (Crowdfunding), αποκεντρωμένα παιχνίδια και άλλες εφαρμογές βασισμένες σε έξυπνα συμβόλαια.



Εικόνα 7. Solidity Logo (<https://blog.knoldus.com/structure-of-a-contract-in-solidity/>)

4.2.4 Γλώσσα προγραμματισμού JavaScript/TypeScript

TypeScript είναι μια γλώσσα προγραμματισμού που επεκτείνει τις δυνατότητες της γλώσσας JavaScript, παρέχοντας ένα υποσύνολο των δυνατοτήτων της JavaScript και εισάγοντας την έννοια του τύπου. Οι τύποι στην TypeScript επιτρέπουν την περιγραφή των δεδομένων και των δομών του προγράμματος και επιτρέπουν την ανίχνευση πιθανών σφαλμάτων και προβλημάτων κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης. Η γλώσσα TypeScript μεταγλωττίζεται σε JavaScript, επιτρέποντας την εκτέλεση του κώδικα σε οποιοδήποτε περιβάλλον που υποστηρίζει τη JavaScript. Η γλώσσα προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα, όπως:

- **Στατική Τυπολογία:** Οι τύποι επιτρέπουν τον έλεγχο των τύπων των μεταβλητών, των ορισμάτων συναρτήσεων και των δομών δεδομένων κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης, βοηθώντας στον εντοπισμό και την πρόληψη σφαλμάτων στον κώδικα.
- **Ευκολία και Επεκτασιμότητα:** Οι προγραμματιστές μπορούν να χρησιμοποιήσουν τις δυνατότητες της JavaScript μαζί με τα πλεονεκτήματα της γλώσσας TypeScript, όπως δυνατότητες ομαδοποίησης και επαναχρησιμοποίησης κώδικα, καθιστώντας την ανάπτυξη πιο αποδοτική και ευέλικτη.
- **Εργαλεία ανάπτυξης:** Το TypeScript παρέχει εκτεταμένη υποστήριξη για προγραμματιστικά εργαλεία, όπως IDEs (Integrated Development Environments) και εργαλεία ανάλυσης κώδικα, που βοηθούν τον προγραμματιστή στην ανάπτυξη, την αποσφαλμάτωση και τη συντήρηση του κώδικα.

Η γλώσσα TypeScript χρησιμοποιείται ευρέως στην ανάπτυξη διαδικτυακών, εφαρμογών διαδικτύου των πραγμάτων (IoT), εφαρμογών γραμμής εντολών και άλλων σεναρίων προγραμματισμού.

4.2.5 Βιβλιοθήκη OpenZeppelin

Το OpenZeppelin είναι μια βιβλιοθήκη ασφαλείας και εργαλείων για την ανάπτυξη έξυπνων συμβολαίων στην πλατφόρμα Ethereum. Η βιβλιοθήκη OpenZeppelin παρέχει ένα

σύνολο έτοιμων συμβολαίων και λειτουργικοτήτων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως βάση για την ανάπτυξη ασφαλών και αξιόπιστων εφαρμογών βασισμένων στο Ethereum. Η βιβλιοθήκη OpenZeppelin παρέχει ένα ευρύ φάσμα λειτουργιών και προτύπων, συμπεριλαμβανομένων των ελέγχων πρόσβασης, των μηχανισμών ψηφοφορίας, των μεταφράσεων, των μηχανισμών εκδόσεων και πολλών άλλων. Αυτά τα συμβόλαια έχουν υποβληθεί σε έλεγχο και είναι σχεδιασμένα για να παρέχουν ένα υψηλό επίπεδο ασφάλειας και αξιοπιστίας. Οι προγραμματιστές μπορούν να χρησιμοποιήσουν το OpenZeppelin για να εξοπλίσουν τα έξυπνα συμβόλαιά τους με ασφαλείς λειτουργίες και για να μειώσουν τον κίνδυνο πιθανών ευπαθειών και επιθέσεων ασφαλείας. Η βιβλιοθήκη OpenZeppelin είναι ευρέως γνωστή και χρησιμοποιείται από πολλές εταιρείες και ανεξάρτητους αναπτυσσόμενους για την ανάπτυξη ασφαλών και αξιόπιστων εφαρμογών στο Ethereum Blockchain.

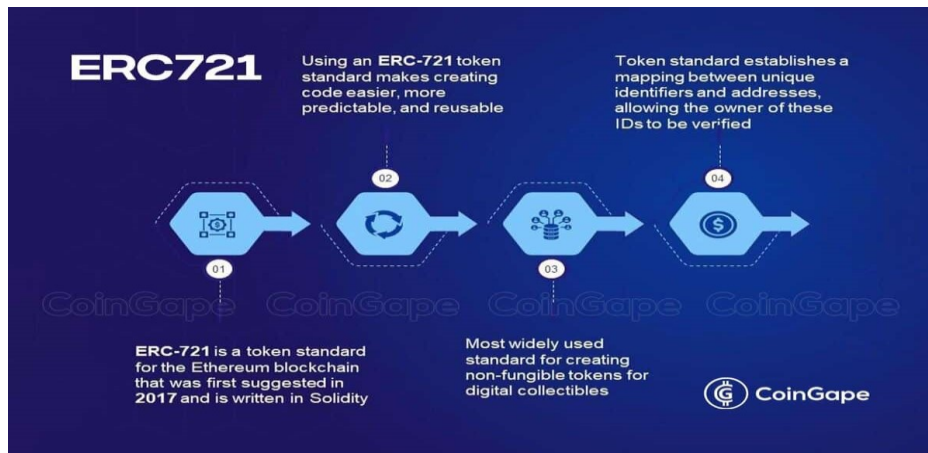


Εικόνα 8. Openzeppelin Logo(<https://www.openzeppelin.com/>)

4.2.6 Πρωτόκολλο ERC-721

Το πρωτόκολλο ERC-721 είναι ένα πρότυπο έξυπνων συμβολαίων που συναντάται στην τεχνολογία αλυσίδων συστοιχιών Ethereum. Χρησιμοποιείται για τη δημιουργία μη αναδιαρθρώσιμων (Non-Fungible) ψηφιακών περιουσιακών στοιχείων, γνωστών και ως NFTs (Non-Fungible Tokens). Με το όρο μη αναδιαρθρώσιμα αναφερόμαστε στο γεγονός ότι κάθε NFT είναι μοναδικό και μη αντικαταστάσιμο. Αυτό σημαίνει ότι κάθε NFT έχει μοναδικά χαρακτηριστικά, όπως αναγνωριστικό (ID), ιδιοκτησία και κατάσταση.

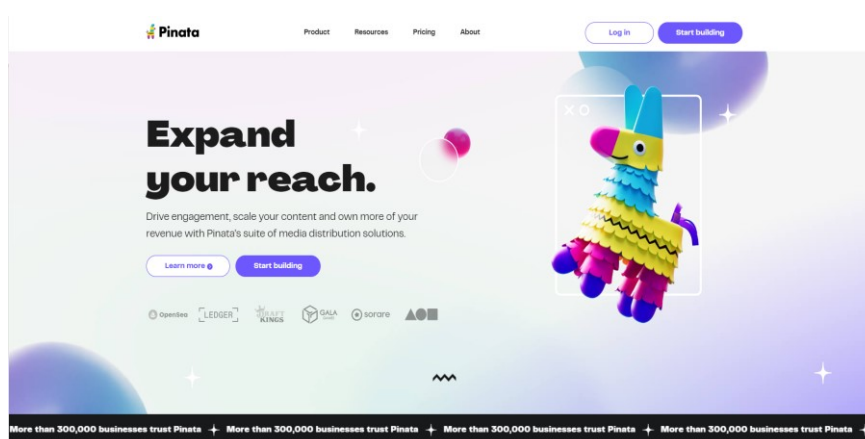
Το πρωτόκολλο ERC-721 ορίζει την αρχιτεκτονική και τις λειτουργίες που απαιτούνται για την δημιουργία, τη μεταφορά και την αλληλεπίδραση των NFTs με σύστημα Ethereum. Αυτό περιλαμβάνει συναρτήσεις για την εκδήλωση της ιδιοκτησίας, τη μεταφορά και την ανάγνωση των μοναδικών χαρακτηριστικών των NFTs. Τα NFTs που συμμορφώνονται με το πρωτόκολλο ERC-721 είναι αποθηκευμένα σε έξυπνα συμβόλαια στο Blockchain της Ethereum, παρέχοντας ασφάλεια, διαφάνεια και αποδεικτική αξία για την ιδιοκτησία και την αυθεντικότητα των ψηφιακών αγαθών.



Εικόνα 9.εξήγηση ERC-721 (<https://coingape.com/glossary/erc-721-3/>)

4.2.7 Pinata Storage

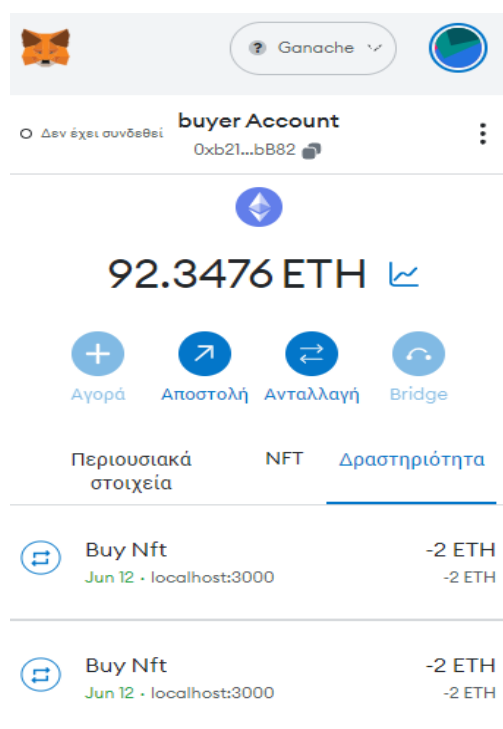
Το Pinata Storage είναι μια υπηρεσία αποθήκευσης αρχείων που είναι ειδικά σχεδιασμένη για τις ανάγκες των εφαρμογών βασισμένων στην τεχνολογία Blockchain, όπως οι εφαρμογές που χρησιμοποιούν το πρωτόκολλο Ethereum. Το Pinata παρέχει αποθήκευση αρχείων στον αποκεντρωμένο αποθηκευτικό χώρο του IPFS (InterPlanetary File System). Το IPFS είναι ένα πρωτόκολλο αποθήκευσης αρχείων που λειτουργεί με τρόπο που επιτρέπει την αποκεντρωμένη αποθήκευση και ανάκτηση αρχείων μέσω ενός κατακευκμένου δικτύου. Οι χρήστες του Pinata μπορούν να μεταφορτώσουν τα αρχεία τους στο Pinata Storage και να αποκτήσουν μια μοναδική διεύθυνση αναφοράς (CID - Content Identifier), η οποία λειτουργεί ως μοναδικό αναγνωριστικό για το αρχείο στο IPFS. Οι αρχειοθέτηση και η ανάκτηση των αρχείων γίνονται μέσω του IPFS, ενώ το Pinata παρέχει επιπλέον λειτουργίες όπως τη διαχείριση, την αναζήτηση και την επικύρωση των αρχείων. Η χρήση του Pinata Storage είναι δημοφιλής στην Blockchain κοινότητα για την αποθήκευση και την ανάκτηση NFTs (Non-Fungible Tokens) και άλλων ψηφιακών αγαθών που χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές βασισμένες στο Ethereum και άλλα Blockchain πρωτόκολλα.



Εικόνα 10. Pinata Platform, Log In Page (<https://www.pinata.cloud/>)

4.2.8 Web3 Wallet: MetaMask

Το MetaMask είναι μια ψηφιακό πορτοφόλι και μια πλατφόρμα περιήγησης που χρησιμοποιείται για την αλληλεπίδραση με τον κόσμο των κρυπτονομισμάτων και των αποκεντρωμένων εφαρμογών (DApps). Αρχικά, δημιουργήθηκε ως μια προέκταση για τον περιηγητή Google Chrome, αλλά πλέον υποστηρίζεται και από άλλους περιηγητές. Με το MetaMask, κάποιος μπορεί να αποθηκεύσει και να διαχειριστεί τα ψηφιακά του αποκτήματα όπως NFTs και κρυπτονομίσματα και να τα συναλλάσσει με αποκεντρωμένες εφαρμογές. Ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά του MetaMask είναι η δυνατότητα σύνδεσής σας με έναν αποκεντρωμένο ιστότοπο ή μια εφαρμογή χρησιμοποιώντας το πρωτόκολλο Ethereum. Με αυτόν τον τρόπο, μπορεί να αλληλοεπιδράσει με τις DApps που λειτουργούν στο δίκτυο Ethereum, όπως παιχνίδια, αποκεντρωμένες αγορές, χρηματοδότηση και άλλες εφαρμογές.

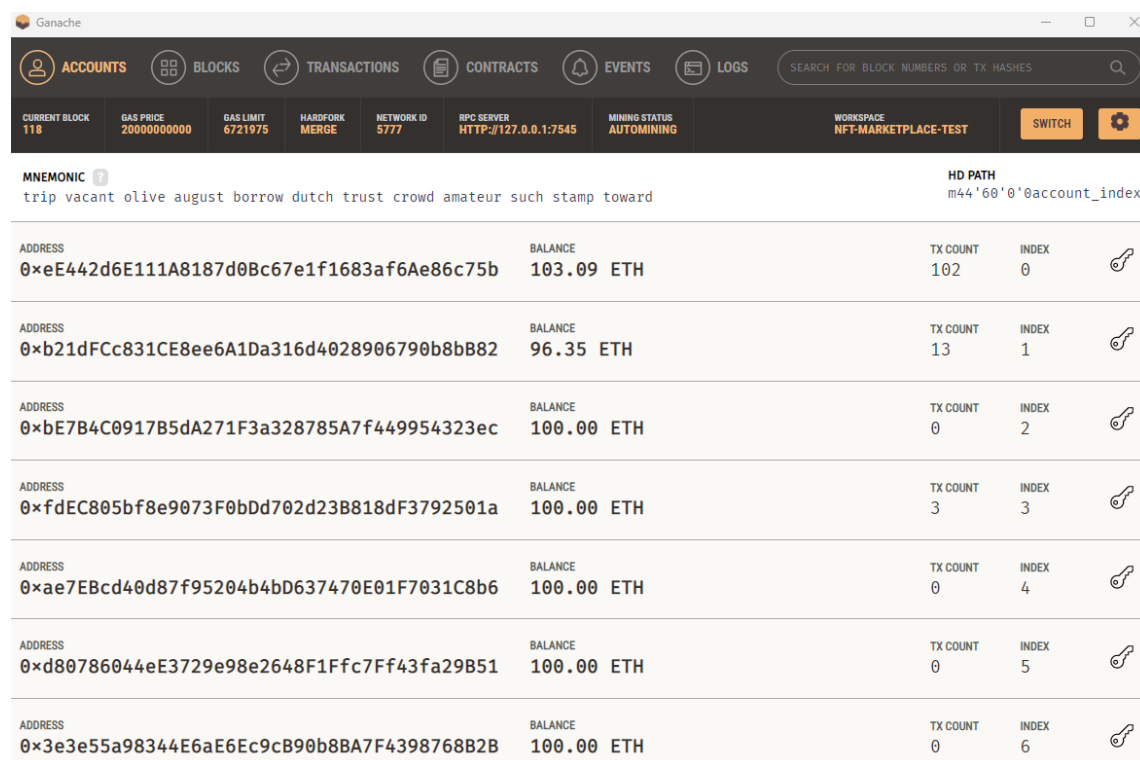


Εικόνα 11. Παράδειγμα πορτοφολιού Metamask

4.2.9 Ganache Private Network

Το Ganache είναι ένα περιβάλλον ανάπτυξης και εξομοίωσης του blockchain Ethereum. Ονομάζεται αλλιώς και ως Ganache CLI (Command Line Interface). Το Ganache παρέχει έναν τοπικό προγραμματιστικό blockchain που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη, τον δοκιμαστικό έλεγχο και την ανάπτυξη smart contracts και εφαρμογών βασισμένων στο Ethereum. Ο Ganache λειτουργεί ως προσομοίωση του blockchain, το οποίο λειτουργεί αποκλειστικά στον υπολογιστή χωρίς να απαιτείται πραγματικό δίκτυο Ethereum. Μπορείτε να ρυθμίσετε το Ganache με διάφορες παραμέτρους, όπως τον αριθμό των εικονικών λογαριασμών και τις προτιμήσεις δικτύου. Οι προγραμματιστές μπορούν να χρησιμοποιήσουν το Ganache για να αναπτύξουν, να δοκιμάσουν και να εκτελέσουν smart contracts χωρίς την ανάγκη αλληλεπίδρασης με το κύριο δίκτυο Ethereum. Οι λογαριασμοί στο Ganache διαθέτουν εικονική ισορροπία και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αποστολή και λήψη εικονικών Ether και την εκτέλεση συναλλαγών. Το Ganache παρέχει επίσης χρήσιμα εργαλεία και δυνατότητες όπως η προβολή των λεπτομερειών των

συναλλαγών, η δημιουργία δοκιμαστικών δεδομένων και η δυνατότητα εξαγωγής και εισαγωγής καταστάσεων blockchain για τον έλεγχο και την αποθήκευση δεδομένων. Αυτό καθιστά το Ganache ένα χρήσιμο εργαλείο για την ανάπτυξη και τον έλεγχο εφαρμογών βασισμένων στο Ethereum.



Εικόνα 12. Περιβάλλον Ganache

4.2.10 Truffle

Το Truffle είναι ένα περιβάλλον ανάπτυξης προγραμματισμού, ένα πλαίσιο δοκιμών και παροχών για Blockchain που συνδέει τον προγραμματιστή με το Ethereum Virtual Machine (EVM), με σκοπό να διευκολύνει τον ίδιο τον προγραμματιστή. Το Truffle θεωρείται ευρέως από τα πιο δημοφιλή εργαλεία για την ανάπτυξη εφαρμογών σε περιβάλλον Blockchain, με πάνω από 1,5 εκατομμύριο λήψεις από την αρχή της ύπαρξής του. Το Truffle υποστηρίζει τους προγραμματιστές σε όλη την διάρκεια των έργων τους, είτε επιθυμούν να αναπτύξουν σε περιβάλλον Ethereum, είτε σε Hyperledger, είτε σε Quorum είτε σε κάποιο άλλο ανερχόμενο περιβάλλον. Σε συνδυασμό με το Ganache, ένα προσωπικό Blockchain, και το Drizzle, ένα σύνολο εργαλείων ανάπτυξης dApp το Truffle λειτουργεί σαν μία ολοκληρωμένη πλατφόρμα ανάπτυξης dApp. Περιλαμβάνει ενσωματωμένη μεταγλώττιση, σύνδεση, αναπτυξιακή διάθεση και διαχείριση δυαδικών αρχείων Smart Contracts. Αυτοματοποιημένες δοκιμές συμβολαίων για γρήγορη ανάπτυξη. Πλαίσιο αναπτυξιακής και μετεγκατάστασης που μπορεί να επεκταθεί. Διαχείριση δικτύων για ανάπτυξη σε οποιοδήποτε αριθμό δημόσιων και ιδιωτικών δικτύων. Διαδραστική κονσόλα για απευθείας επικοινωνία με τα συμβόλαια. Εύκολη Παραμετροποίηση διαδικασιών κατασκευής με υποστήριξη.. Δυνατότητα εκτέλεσης σεναρίων που δρουν εντός ενός περιβάλλοντος Truffle.

```
truffle(develop)> migrate

Compiling your contracts...
=====
> Everything is up to date, there is nothing to compile.

Starting migrations...
=====
> Network name:   'develop'
> Network id:    5777
> Block gas limit: 0x6691b7

1_initial_migration.js
=====

Replacing 'Migrations'
-----
> transaction hash: 0xd304748b271d99fb3934e0fe848ca73ad94b9d138ced62a19c51b7ac270c7582
> Blocks: 0        Seconds: 0
> contract address: 0x4BE579E935Ede2e0D9cC37852d4D44DB2BA71913
> block number:    1
> block timestamp: 1556646740
> account:        0xdFDA1Bf9D5700c716CD036D1FA6CaA5982fCfb0F
> balance:        99.99430184
> gas used:       284908
> gas price:      20 gwei
> value sent:     0 ETH
> total cost:     0.00569816 ETH

> Saving migration to chain.
> Saving artifacts
-----
> Total cost:     0.00569816 ETH
```

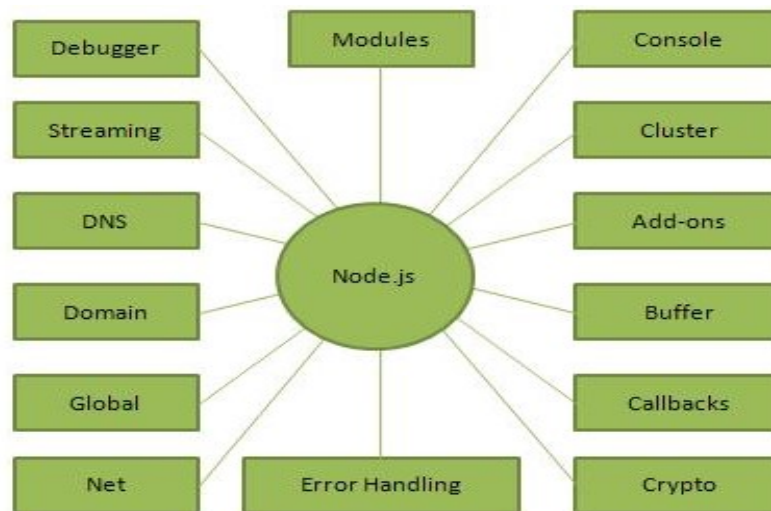
Εικόνα 13. Παράδειγμα περιβάλλον Truffle (<https://www.kaleido.io/blockchain-platform/truffle>)

4.2.11 Node.js

Το Node.js είναι ένας τύπος ανοικτού κώδικα, διασυνδεδετικό περιβάλλον εκτέλεσης JavaScript και βιβλιοθήκη για την εκτέλεση εφαρμογών εκτός του προγράμματος περιήγησης του πελάτη. Αναπτύχθηκε το 2009 από τον Ryan Dahl. Οι προγραμματιστές χρησιμοποιούν το Node.js για τη δημιουργία εξυπηρετητών διαδικτύου (server web applications), και είναι ιδανικό για εφαρμογές με έντονη χρήση δεδομένων, καθώς χρησιμοποιεί ένα ασύγχρονο, εξαρτημένο από δεδομένα μοντέλο εκτέλεσης. Υπάρχουν πολλοί λόγοι για τους οποίους κάποιος θέλει να επιλέξει την χρήση του Node.js :

- Το Node.js είναι βασισμένο στη μηχανή V8 του Google Chrome, για αυτό το λόγο ο χρόνος εκτέλεσής του είναι ελάχιστος .
- Υπάρχουν περισσότερα από 50.000 διαθέσιμα πακέτα στον διαχειριστή πακέτων του Node και για αυτό το λόγο οι προγραμματιστές μπορούν να εισάγουν οποιοδήποτε πακέτο ανά πάσα στιγμή ανάλογα με την ανάγκη της λειτουργικότητας που χρειάζονται και με την εξοικονόμηση χρόνου.
- Επειδή το Node.js δεν χρειάζεται να περιμένει για την επιστροφή δεδομένων από μια επαφή προγραμματισμού εφαρμογών (API), είναι πολύ χρήσιμο για την ανάπτυξη σε πραγματικό χρόνο και εφαρμογές με έντονη χρήση δεδομένων. Είναι εντελώς ασύγχρονο κατά φύση, πράγμα που σημαίνει ότι δεν αποκλείει την εκτέλεση άλλων εργασιών λόγω αναμονής.

- Ο χρόνος φόρτωσης για ένα ηχητικό ή βίντεο μειώνεται από το Node.js επειδή υπάρχει καλύτερος συγχρονισμός του κώδικα ανάμεσα στον πελάτη και τον διακομιστή για να έχουν την ίδια βάση κώδικα.
- Επειδή το Node.js είναι τύπου ανοικτού κώδικα και ένα πλαίσιο εργασίας JavaScript, έτσι για τους προγραμματιστές που έχουν ήδη συνηθίσει την JavaScript, είναι πολύ εύκολο να ξεκινήσουν την ανάπτυξη των έργων τους με το Node.js.



Εικόνα 14. Ιδιότητες Node.js (https://www.tutorialspoint.com/nodejs/nodejs_introduction.htm)

4.3 Τεχνολογίες που επιλέχθηκαν για Front-End

4.3.1 React.js

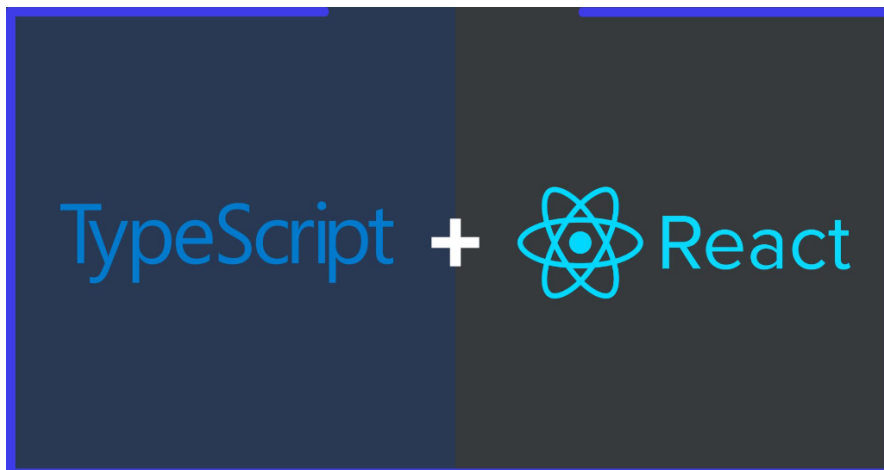
Η React είναι μια βιβλιοθήκη της JavaScript που αναπτύχθηκε από την Facebook και χρησιμοποιήθηκε για την ανάπτυξη UI (User Interface) διάφορων εφαρμογών. Έχει ως στόχο να επιτρέπει στους προγραμματιστές να δημιουργούν UI για ιστότοπους και εφαρμογές με ευκολία. Το βασικό concept του React.js είναι το εικονικό DOM (virtual DOM). Πρόκειται για ένα δέντρο που βασίζεται σε στοιχεία της JavaScript που δημιουργήθηκαν με το React και μιμείται ένα DOM δέντρο. Κάνει το ελάχιστο δυνατό αριθμό αλλαγών στο DOM για να διατηρήσει ενημερωμένα τα στοιχεία του React. Η React γρήγορα αναγνωρίστηκε ως ένα από τα πιο δημοφιλή πλαίσια για τη δημιουργία σύγχρονων διαδικτυακών εφαρμογών και σύμφωνα με την Statista, με το 42,62% των ανταποκρινομένων να αναφέρουν ότι τη χρησιμοποιούν. Οι κύριες αρχές του React είναι η επαναχρησιμοποίηση συνιστωσών, η απλότητα και η αποτελεσματικότητα στην ανανέωση της διεπαφής χρήστη. Με τη βοήθεια της React, οι προγραμματιστές μπορούν να δημιουργήσουν δυναμικές, γρήγορες και ευέλικτες διεπαφές χρήστη για διάφορες πλατφόρμες.

4.3.2 Typescript JSX

Το JSX είναι μια ενσωματωμένη σύνταξη παρόμοια με το XML. Έχει σχεδιαστεί να μετατρέπεται σε έγκυρο JavaScript, αν και οι πτυχές αυτής της μετατροπής εξαρτώνται από την εκάστοτε υλοποίηση. Το JSX έγινε δημοφιλές με το περιβάλλον εργασίας React, αλλά έχει δει και άλλες υλοποιήσεις. Η TypeScript υποστηρίζει την ενσωμάτωση, έλεγχο τύπων και μεταγλώττιση του JSX απευθείας σε JavaScript. Για να γίνει χρήση του JSX, πρέπει να γίνουν δύο ενέργειες

- Δώστε στα αρχεία σας την κατάληξη `.tsx`.
- Ενεργοποίηση της επιλογής `jsx`.

Η γλώσσα TypeScript διαθέτει τρεις λειτουργικές καταστάσεις JSX: `preserve`, `react` και `react-native`. Αυτές οι καταστάσεις επηρεάζουν μόνο το στάδιο παραγωγής του κώδικα ενώ, ο έλεγχος τύπων δεν επηρεάζεται. Η κατάσταση `preserve` θα διατηρήσει το JSX ως μέρος της εξόδου για να χρησιμοποιηθεί από άλλο βήμα μετατροπής (π.χ. Babel). Επιπλέον, η έξοδος θα έχει την κατάληξη αρχείου `.jsx`. Η κατάσταση `react` θα παράγει την κλήση της `React.createElement` και δεν απαιτεί προεπεξεργασία JSX πριν από τη χρήση, με την έξοδο να έχει την κατάληξη αρχείου `.js`. Η κατάσταση `react-native` αντιστοιχεί στην κατάσταση `preserve`, καθώς διατηρεί όλο το JSX, αλλά η έξοδος θα έχει την κατάληξη αρχείου `.js`.



Εικόνα 15. Ένωση TypeScript και React για την δημιουργία JSX (<https://www.freecodecamp.org/news/typescript-for-react-developers/>)

4.4 Σενάρια Χρήσης Πλατφόρμας

Η βασική ιδέα αναπτύχθηκε με γνώμονα δύο πολύ σημαντικά σενάρια χρήσης τα οποία έχουν ως αρχή τους την προώθηση της κυκλικής οικονομίας. Τα NFTs που θα δημιουργούνται, θα αναρτιούνται και θα εμπορεύονται στην πλατφόρμα χωρίζονται σε 2 κατηγορίες, αυτήν της κοινωνικής προσφοράς και αυτήν της εκπαίδευσης.

4.4.1 Σενάριο 1: Κοινωνική Προσφορά

Σε αυτό το σενάριο ο δημιουργός της συλλογής είναι κάποια κοινωφελής εταιρία ή κάποιος φορέας που επιθυμεί να μαζέψει χρήματα για ένα ευγενή σκοπό. Η διαδικασία είναι ως εξής :

1. **Οργάνωση Σκοπού** : Ο φορέας πρέπει να σχεδιάσει την δράση που επιθυμεί να προωθήσει.
2. **Κοστολόγηση** : Ο φορέας πρέπει να κάνει την ανάλογη έρευνα για να ορίσει το ποσό που χρειάζεται για να επιτύχει το έργο του.
3. **Δημιουργία NFTs** : ο φορέας δημιουργεί και αναρτάει τα NFTs προς πώληση.
4. **Λειτουργία των NFTs** : Τα NFTs λειτουργούν με δύο τρόπους. Πρώτον, ως απόδειξη του αγοραστή ότι συντέλεσε στο κοινωφελές έργο . Δεύτερον , Αποτελεί μοναδικό κομμάτι της συλλογής του με σκοπό να δίνει το αίσθημα της επιβράβευσης της συμμετοχής σε ένα τέτοιο σκοπό . Σε περίπτωση που υπάρχει δυνατότητα ο δημιουργός να παίρνει ποσοστό επί της κάθε μεταπώλησης , τότε δημιουργείται μία συνεχόμενη χρηματοδότηση ενός έργου για όσο αυτό πωλείται και αγοράζεται.

4.4.1.1 Παράδειγμα λειτουργίας Σεναρίου 1

Έστω μία εθελοντική ομάδα αναλαμβάνει την αναδάσωση μίας πληγείσας δασικής περιοχής από πυρκαγιές. Η εθελοντική ομάδα κοστολογεί την πλήρη αναδάσωση και όλα τα έξοδα αυτής στα 15 Ethereum (Σε αντιστοιχία περίπου 25000 ευρώ). Έπειτα από την κοστολόγηση η ομάδα δημιουργεί και αναρτάει 10 μοναδικά NFTs για τον σκοπό αυτό με τιμή 1.5 έκαστος. Με κάθε αγορά η ομάδα συλλέγει τα χρήματα και βρίσκεται πιο κοντά στον σκοπό της για την επιτυχή αναδάσωση. Ο χρήστης που συντέλεσε σε αυτό το έργο αποκτάει ένα μοναδικό NFT για την συλλογή του που αποδεικνύει την προσφορά του, ευαισθητοποιείτε πάνω στα θέματα της κυκλικής οικονομίας και τον γεμίζει με το αίσθημα της ικανοποίησης φέρνοντας έτσι την συνείδηση του κόσμου ένα βήμα πιο κοντά στην κυκλική οικονομία. Η τιμή και η ποσότητα των NFTs μπορεί να αλλάζει αναλόγως με το κοινό που απευθύνεται ο δημιουργός, την σημασία του έργου , το κόστος του έργου ή ακόμα και για λόγους μάρκετινγκ την σπανιότητα του κάθε NFT καθώς όσο πιο σπάνιο είναι ένα NFT τόσο πιο υψηλή η τιμή του.

4.4.2 Σενάριο 2: Εκπαίδευση και Μόρφωση του Κοινού

Σε αυτό το σενάριο στόχος είναι η επιμόρφωση της κοινωνίας για την επίτευξη της διάδοσης της κυκλικής οικονομίας. Σκοπός είναι η δημιουργία συλλογών NFTs που έχουν ως στόχο την μόρφωση και την ευαισθητοποίηση του κοινού πάνω σε περιβαλλοντικά θέματα και θέματα κυκλικής οικονομίας. Η διαδικασία έχει ως εξής:

1. **Σκοπός** : Ο δημιουργός είτε είναι καλλιτέχνης είτε είναι κάποια επιχείρηση αποφασίζει το σκοπό της συλλογής που θα δημιουργήσει.
2. **Σχεδιασμός** : Ο δημιουργός σχεδιάζει προσεκτικά την συλλογή του τόσο σχεδιαστικά όσο και τις πληροφορίες που θέλει αν μεταδώσει από αυτήν.

3. **Κοστολόγηση** : Η κοστολόγηση γίνεται βάση του αποτελέσματος ή του δημιουργού. Είναι γνωστό πως όσο πιο διάσημος είναι ο δημιουργός τόσο πιο υψηλή τιμή εκκίνησης θα έχει η συλλογή. Αυτό δεν αποκλείει όμως ένα άσημος και νέος καλλιτέχνης να εμφανιστεί και να δημιουργήσει μία νέα και άρτια καλλιτεχνικά συλλογή.
4. **Διάθεση στην αγορά** : Τέλος οι δημιουργοί αναρτάνε προς πώληση τα NFTs.
5. **Αποτέλεσμα αγοράς** : Ως κίνητρο αγοράς μπορεί να αποτελεί το οτιδήποτε από επενδυτικούς σκοπούς μέχρι συλλεκτικούς. Το αποτέλεσμα όμως παραμένει το ίδιο, ο χρήστης άσχετα εάν το επιθυμούσε, μορφώνεται και ευαισθητοποιείται γύρω από την κυκλική οικονομία. Αυτό συμβαίνει χάρη στην φύση του NFT που έχει δημιουργηθεί με τρόπο τέτοιο ώστε να περιέχει πληροφορίες για κάποια ενέργεια συντονισμένη με την κυκλική οικονομία. Σε περίπτωση που ο δημιουργός είναι γνωστός και έχει συνεργαστεί με κάποια εταιρία για να συμβάλλει σε κάποιο έργο γύρω από την κυκλική οικονομία.

4.4.2.1 Παράδειγμα Λειτουργίας Σεναρίου 2

Ας υποθέσουμε πως μία σχετικά μικρή επιχείρηση παραγωγής τροφίμων επιθυμεί να αλλάξει τακτικές και θέλει να στραφεί προς την κυκλική οικονομία. Το κόστος ενός τέτοιου μετασχηματισμού είναι μεγάλο για μία επιχείρηση του δυναμικού της . Σε αυτό το σημείο παρουσιάζεται μία λύση μέσω των NFTs. Η επιχείρηση δημιουργεί μία συλλογή από μοναδικά NFTs που να απεικονίζουν τα στάδια παραγωγής σε ξεχωριστά NFTs. Το κόστος όλων των NFTs μαζί θα φτάνει για να καλύπτει την μετατροπή της επιχείρησης. Από την πλευρά του αγοραστή , από τη στιγμή που αγοράζει και συντελεί στην προσπάθεια της εταιρίας θα μπορούσε να κερδίζει μοναδικά προνόμια. Έχοντας ως απόδειξη της βοήθειας που έδωσαν οι ιδιοκτήτες θα έχουν πρόσβαση σε μοναδικά προνόμια όπως, δοκιμή νέων προϊόντων πριν βγουν στην αγορά , πρόσβαση στις εγκαταστάσεις για ξενάγηση και πρόσβαση σε συλλεκτικά αντικείμενα που δεν διατίθενται στην αγορά. Με αυτόν τον τρόπο , δίνονται κίνητρα στους αγοραστές , προάγεται η κυκλική οικονομία και το αίσθημα της συμβολής του κοινού στο ζήτημα.

4.4.2.2 Δεύτερο Παράδειγμα Λειτουργίας Σεναρίου 2

Ας υποθέσουμε πως ένας διάσημος φωτογράφος επιλέγεται από κάποιο ίδρυμα που να προάγει την προστασία του περιβάλλοντος σε σχέση με κάποια συγκεκριμένη χώρα Α. Το ίδρυμα αναθέτει στον φωτογράφο να δημιουργήσει φωτογραφίες για τα NFT σε σχέση με τα ορεινά πεδία της χώρας και τις πληροφορίες γύρω από τα πεδία αυτά τις προσθέτει το ίδρυμα. Ως στόχο το ίδρυμα έχει την συλλογή χρήματων για να μπορέσει να συνεχίσει το έργο του να προστατεύει το περιβάλλον. Ως αποτέλεσμα είναι οι αγοραστές των NFT να συμβάλλουν σε αυτό τον σκοπό είτε ηθελημένα είτε όχι αποκτώντας ένα συλλεκτικό NFT για την συλλογή τους στο οποίο περιέχονται πληροφορίες για το εκάστοτε μέρος , κάτι το οποίο μορφώνει και ευαισθητοποιεί τον αγοραστή.

4.5 Δομή της Εφαρμογής

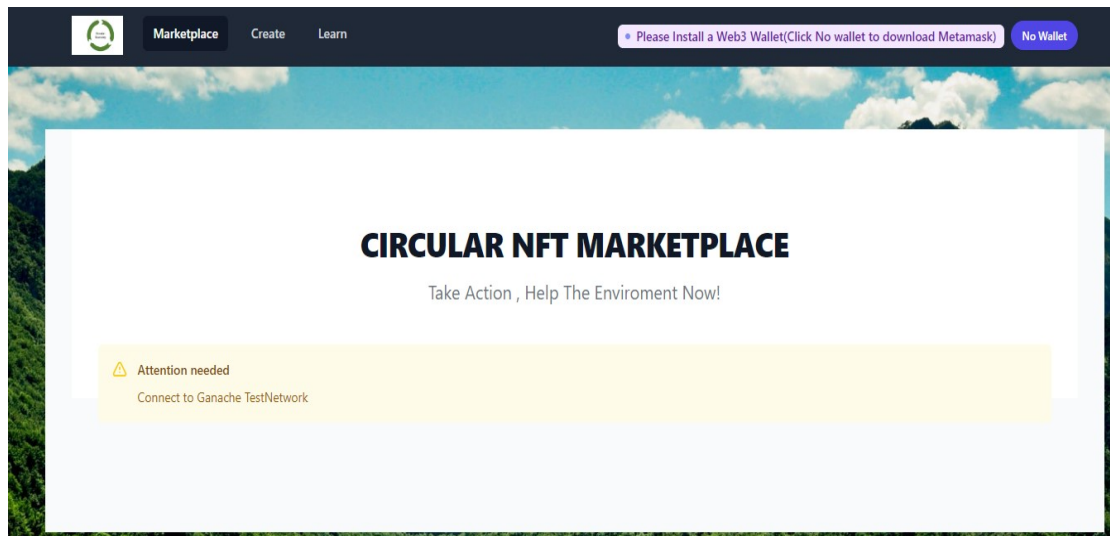
Για να μπορέσει κανείς να έχει πρόσβαση στην σελίδα είναι απαραίτητη η χρήση κάποιου ψηφιακού πορτοφολιού τύπου Web3 (π.χ MetaMask). Έχοντας διαθέσιμο ένα τέτοιου είδους πορτοφόλι ο χρήστης αποκτάει πρόσβαση στην εφαρμογή και πιο συγκεκριμένα στις τέσσερις σελίδες που απαρτίζουν την εφαρμογή.

- **Navigation Bar:** Στην κορυφή κάθε σελίδας υπάρχει η μπάρα πλοήγησης όπου ο χρήστης μπορεί να πλοηγηθεί στις επιμέρους σελίδες.
- **Marketplace:** Εδώ ο χρήστης μπορεί να δει τα διαθέσιμα προς πώληση NFTs και εάν το επιθυμεί να προχωρήσει και ο ίδιος σε αγορά.
- **Create:** Σε αυτήν την σελίδα ο χρήστης μπορεί να δημιουργήσει τα δικά του NFTs ή εάν έχει ήδη δημιουργήσει τα δικά του NFTs να τα αναρτήσει στο Marketplace μέσω του link των metadata του.
- **Learn:** Μία πολύ σημαντική σελίδα που χρειάζεται κάθε ψηφιακός χώρος που προωθεί κοινωνικό έργο. Σε αυτή την σελίδα η πρόσβαση δεν περιορίζεται από την ύπαρξη πορτοφολιού καθώς η ευαισθητοποίηση και μόρφωση του κοινού ως προς την κυκλική οικονομία παραμένει ο απώτερος σκοπός της εφαρμογής. Στην σελίδα παρέχονται πληροφορίες για την τεχνολογία Blockchain και την κυκλική οικονομία ενώ στο τέλος υπάρχει διαθέσιμο ένα μικρό κουίζ 6 ερωτήσεων με βάση τις πληροφορίες που διάβασε στην ίδια σελίδα. Μπορεί να έχει όσες προσπάθειες θέλει ενώ ανάλογα το αποτέλεσμα του εμφανίζεται διαφορετικό μήνυμα. Το κουίζ έχει ως σκοπό να κεντρίσει το ενδιαφέρον του χρήστη και να τον πείσει με να ενημερωθεί με ένα πιο διασκεδαστικό τρόπο τεστάροντας τις γνώσεις του.
- **Profile Page:** Στη σελίδα αυτή ο χρήστης μπορεί να δει τα NFTs που έχει αναρτήσει ο ίδιος ή έχει αγοράσει, μπορεί να τα κατεβάσει ως φωτογραφίες για δικούς του σκοπούς, να κοιτάξει τις πληροφορίες τους και τέλος να τα βάλει προς πώληση εάν το επιθυμεί.

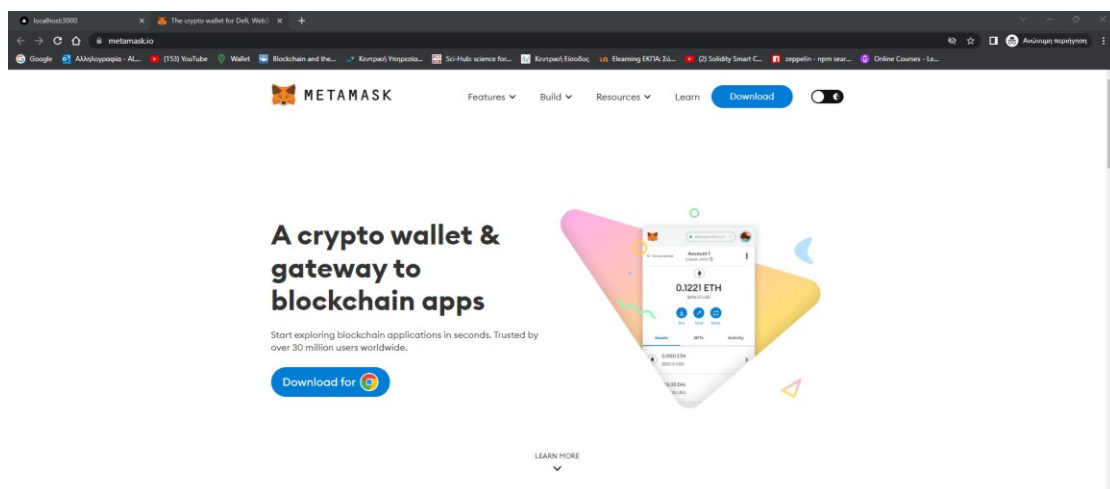
4.6 Χρήση της Εφαρμογής

4.6.1 Είσοδος στην εφαρμογή χωρίς εγκατεστημένο πορτοφόλι Web3

Σε περίπτωση που κάποιος χρήστης προσπαθήσει να συνδεθεί στην εφαρμογή χωρίς να έχει εγκαταστήσει κάποιο ψηφιακό πορτοφόλι συμβατό με την εφαρμογή εμφανίζεται σχετικό μήνυμα πάνω δεξιά που γράφει «Please Install a Web3 Wallet (Click No wallet to download Metamask)» και ένα Button, **No Wallet**, όπου εάν το επιλέξει θα μεταφερθεί σε ένα προτεινόμενο πορτοφόλι συμβατό με την εφαρμογή για να γλυτώσει περιττό χρόνο αναζήτησης ο χρήστης.



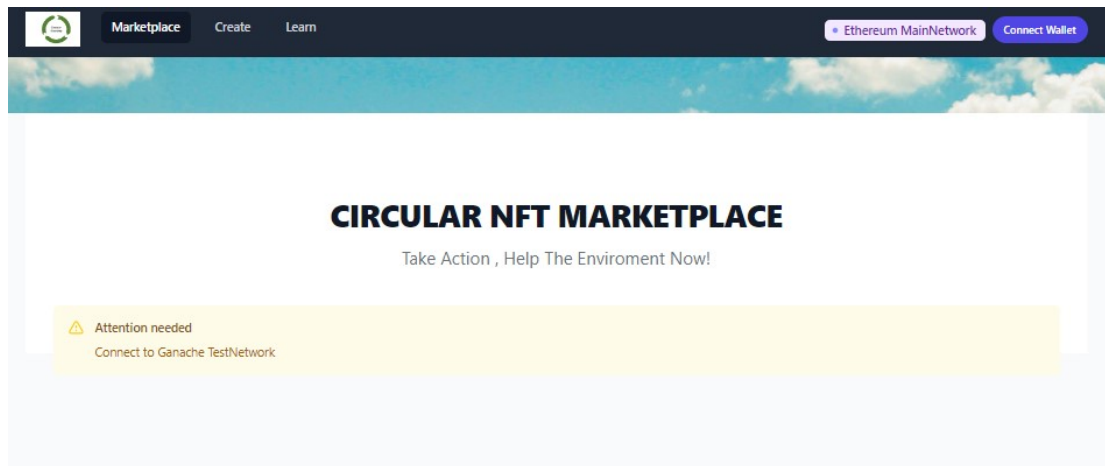
Εικόνα 16. Είσοδος στην εφαρμογή χωρίς διαθέσιμο πορτοφόλι Web3



Εικόνα 17. Σελίδα που δρομολογείται ο χρήστης εάν πατήσει το Button.

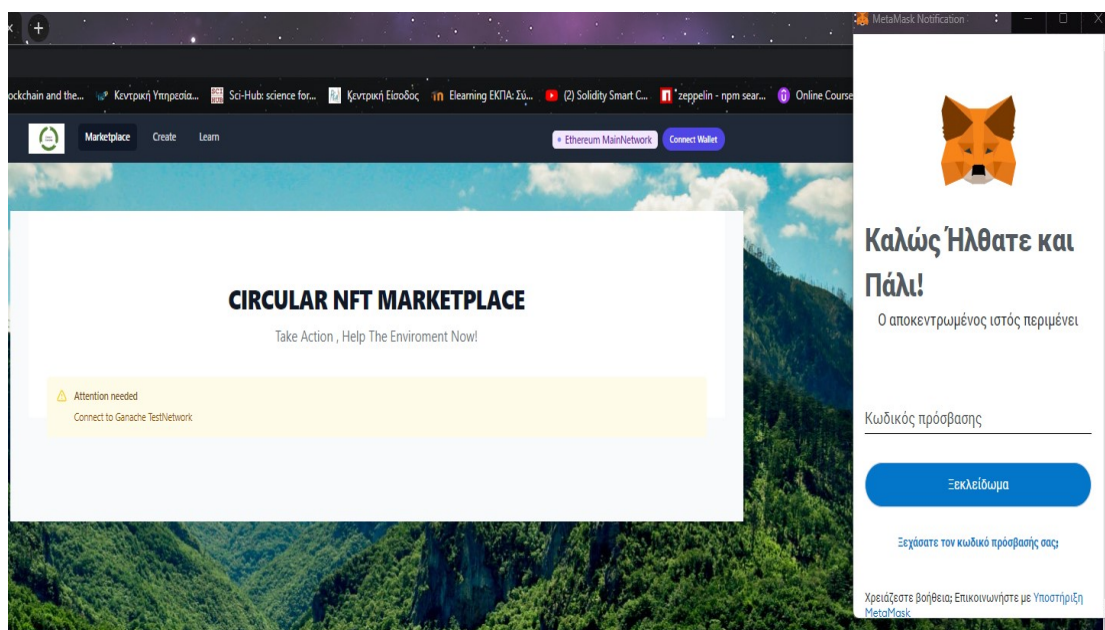
4.6.2 Είσοδος στην εφαρμογή με εγκατεστημένο πορτοφόλι Web3

Έχοντας εγκαταστήσει από πριν ένα ψηφιακό πορτοφόλι Web3 ο χρήστης πρέπει να βεβαιωθεί για δύο πράγματα. Πρώτον, πως έχει συνδέσει το πορτοφόλι του με την εφαρμογή και πως είναι στο σωστό δίκτυο. Στην δική μας περίπτωση είναι το Ganache Network. Σε περίπτωση που ο χρήστης είναι συνδεδεμένος σε άλλο δίκτυο τότε εμφανίζεται σχετικό μήνυμα. Επίσης σε περίπτωση που δεν έχει συνδέσει το πορτοφόλι του χρειάζεται απλά να πατήσει το Button επάνω δεξιά οπου και δίπλα υπάρχει επιγραφή με το δίκτυο που είναι συνδεδεμένος ώστε ο χρήστης να μπορέσει να το δει άμεσα και εύκολα.



Εικόνα 18. Παράδειγμα λάθους δικτύου και μηνύματος που εμφανίζεται

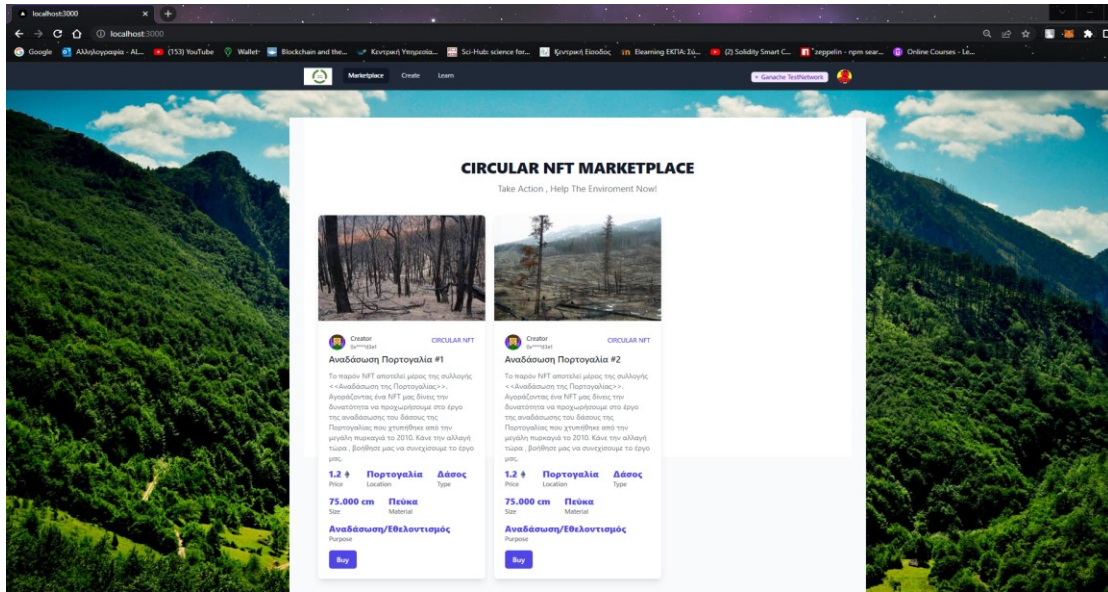
Πατώντας το Button **Connect Wallet**, παρουσιάζεται στον χρήστη η επιλογή εισόδου στο ψηφιακό πορτοφόλι του



Εικόνα 19. Παράδειγμα προσπάθειας σύνδεσης μέσω του Button

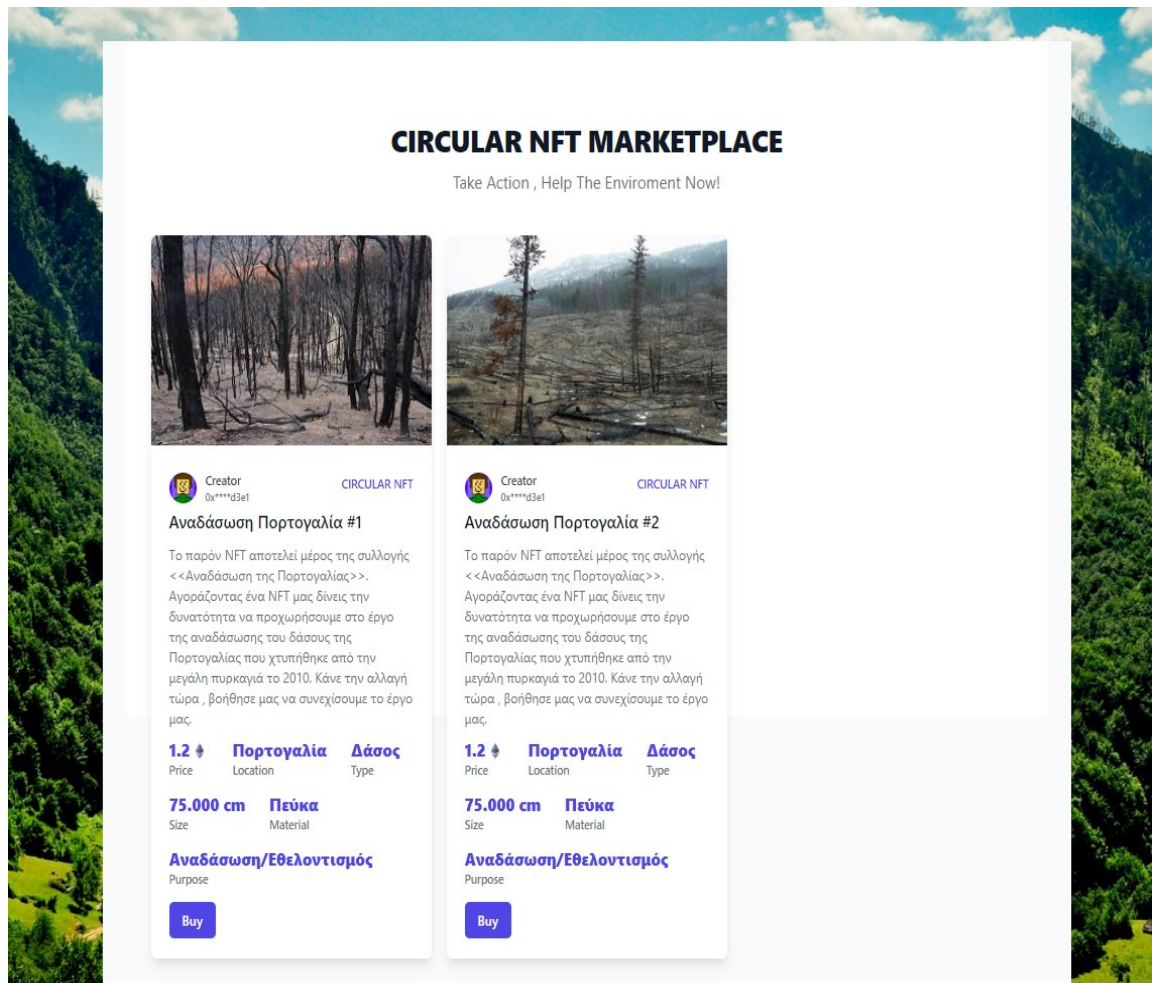
4.6.3 Σελίδα Marketplace

Αφού ο χρήστης έχει επιβεβαιώσει την ύπαρξη ψηφιακού πορτοφολιού που είναι απαραίτητο για την διεκπεραίωση συναλλαγών, την σύνδεση στο σωστό δίκτυο και την σύνδεση του πορτοφολιού στην εφαρμογή του παρέχεται ελεύθερη πρόσβαση σε όλη την εφαρμογή. Η πρώτη σελίδα που αντικρίζει είναι αυτή τα ψηφιακής αγοράς και μαζί και όλα τα διαθέσιμα NFTs.



Εικόνα 20. Σελίδα Marketplace

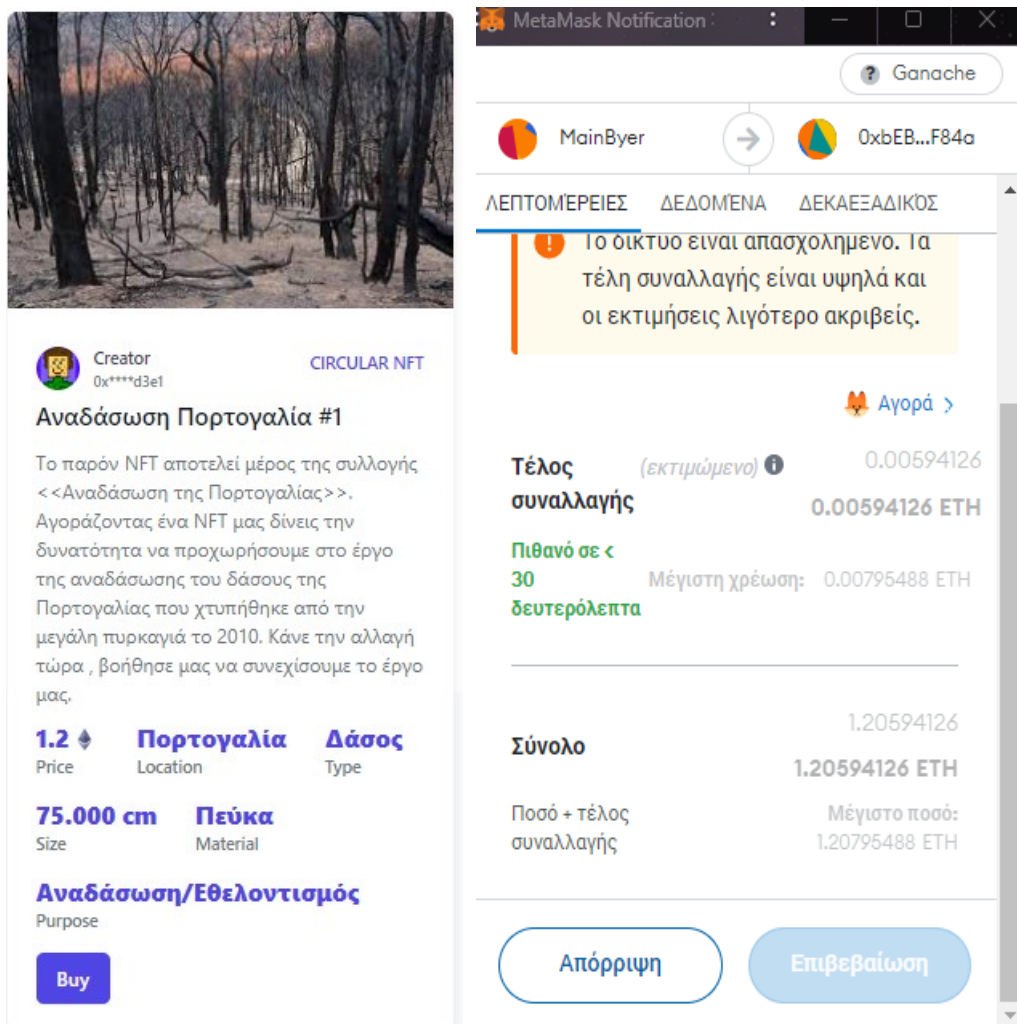
Στο Background επιλέχθηκε ένα φυσικό τοπίο που κατέχει απλή και φυσική ομορφιά ενώ το χρώμα που κυριαρχεί είναι το πράσινο, χρώμα που έχει συνδεθεί με έννοιες όπως περιβάλλον, κυκλική οικονομία, πράσινη ενέργεια κ.α. Στο κέντρο της σελίδας σε λευκό φόντο για καλύτερη ορατότητα παρουσιάζονται τα διαθέσιμα NFTs για αγορά.



Εικόνα 21. Κέντρο της σελίδας και αγορά των NFTs

Κάθε διαθέσιμο NFT έχει τα εξής χαρακτηριστικά στην παρουσίασή του.

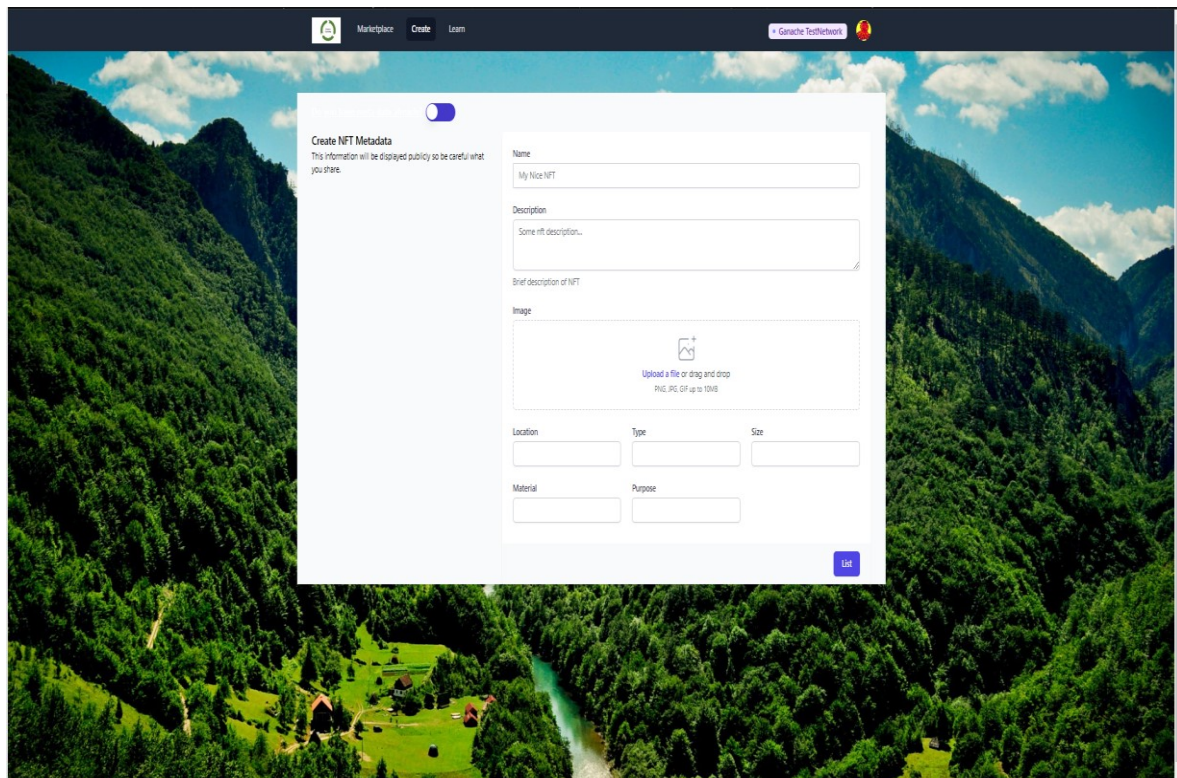
- **NFT Preview:** Στην Αρχή κάθε παρουσίασης εμφανίζεται μία φωτογραφία που απεικονίζεται το NFT
- **Δημιουργός :** Παρουσιάζεται πάντα ο δημιουργός του NFT
- **Όνομα:** Η ονομασία του NFT
- **Περιγραφή :** Σύντομη περιγραφή του NFT
- **Τιμή :** Τιμή πώλησης του NFT
- **Χαρακτηριστικές Πληροφορίες :** Περιέχονται χαρακτηριστικές σημαντικές πληροφορίες οι οποίες μπορεί να διαφέρουν ανάλογα την συλλογή και τον σκοπό των NFTs.
- **Button Αγοράς:** Στο τέλος κάθε κάθε παρουσίασης εμφανίζεται ένα κουμπί που γράφει “BUY”. Οποίος χρήστης επιθυμεί να προχωρήσει σε αγορά μπορεί να το κάνει πατώντας το κουμπί και αμέσως θα ανοίξει στην δεξιά πάνω γωνία μία φόρμα επιβεβαίωσης της συναλλαγής. Σε περίπτωση που ο πωλητής προσπαθήσει να πατήσει το κουμπί δεν θα συμβεί τίποτα.



Εικόνα 22. Παρουσίαση NFT και φόρμα επιβεβαίωσης συναλλαγής

4.7 Σελίδα Create

Σε αυτή την σελίδα ο κάθε χρήστης μπορείς να δημιουργήσει ή να αναρτήσει τα δικά του NFT . Το μόνο που έχει να κάνει είναι να συμπληρώσει τα στοιχεία , να αναρτήσει φωτογραφία και να προχωρήσει την διαδικασία πατώντας το Button στην δεξιά κάτω γωνία με όνομα "List".



Εικόνα 23. Σελίδα Create


Τα στοιχεία που καλείται να συμπληρώσει ο χρήστης εάν επιθυμεί να δημιουργήσει τα δικά του NFTs είναι τα εξής :

1. **Name:** Η ονομασία του NFT.
2. **Description:** Μία σύντομη περιγραφή του σκοπού του NFT.
3. **Image:** Την εικόνα που επιθυμούμε να ανεβάσουμε ως NFT.
4. **Location:** Την τοποθεσία του NFT που ανεβάζουμε (Π.χ. Ελλάδα).
5. **Type:** Το είδος του αντικειμένου που κάνουμε NFT. (Π.χ. Δάσος).
6. **Size:** Μέγεθος του του αντικειμένου που κάνουμε NFT. (Π.χ. 10.000 cm.).
7. **Material:** Είδος Υλικού του του αντικειμένου που κάνουμε NFT (Π.χ. Δάσος από πεύκα).
8. **Purpose:** Σκοπός του του αντικειμένου που κάνουμε NFT (Π.χ. εθελοντισμός).

Name

Description

Brief description of NFT

Image

Upload a file or drag and drop
PNG, JPG, GIF up to 10MB

Location

Type

Size

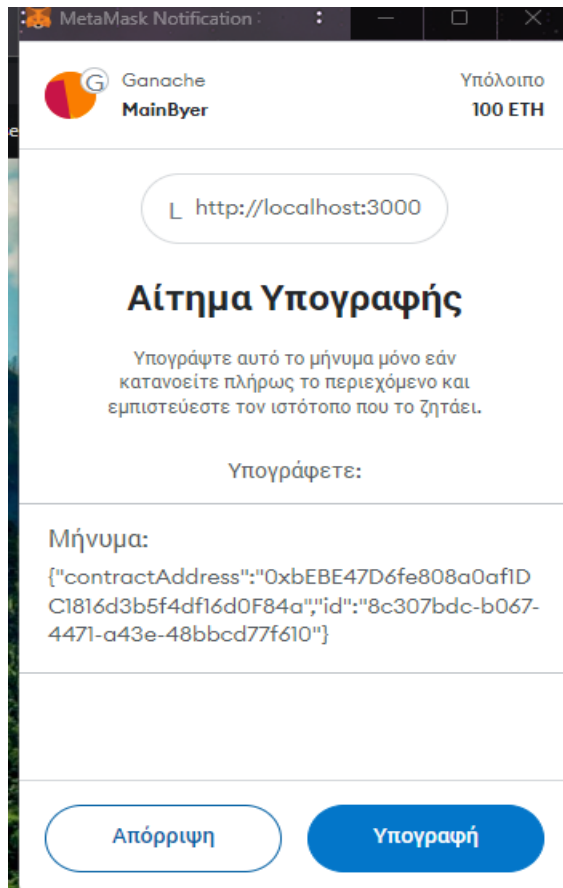
Material

Purpose

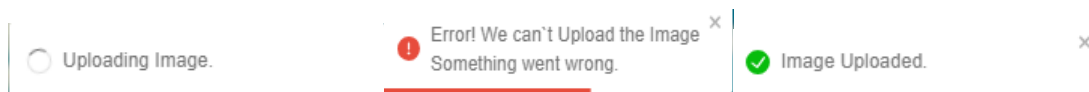
[List](#)

Εικόνα 24. Φόρμα συμπλήρωσης δημιουργίας NFT

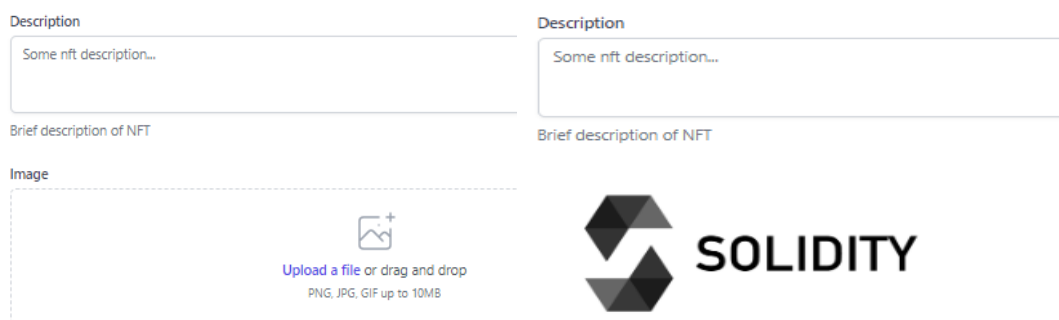
Ο χρήστης επιλέγει την φωτογραφία και αφού επιβεβαιώσει την συναλλαγή του με τον ίδιο τρόπο, δηλαδή να πατήσει επιβεβαίωση στο παράθυρο που εμφανίζεται στην άνω δεξιά γωνία τότε, η φωτογραφία εάν γίνει επιτυχημένη συναλλαγή εμφανίζεται στο κέντρο της φόρμας. Διαφορετικά εμφανίζεται σχετικό μήνυμα που δηλώνει την αποτυχία της συναλλαγής.



Εικόνα 25. Αίτημα Επιβεβαίωσης συναλλαγής ανεβάσματος εικόνας



Εικόνα 26. Διάφορα μηνύματα που εμφανίζονται κατά την διαδικασία προσθήκης εικόνας ανάλογα την περίπτωση.



Εικόνα 27. Παράδειγμα πριν και μετά επιτυχημένης συναλλαγής προσθήκης εικόνας.

Αφού ο χρήστης συμπληρώσει τα απαραίτητα στοιχεία και προσθέσει μία φωτογραφία με επιτυχία και τέλος πατήσει το κουμπί “List”, θα μεταφερθεί στην επόμενη φάση της διαδικασίας. Με το πέρας της διαδικασίας ο χρήστης έχει δημιουργήσει επιτυχώς τα δεδομένα που χρειάζεται το NFT του. Έπειτα Ο χρήστης μεταφέρεται στην επόμενη σελίδα στην οποία μπορεί να ορίσει την τιμή και προχωρήσει στην ανάρτηση του NFT. Με την ολοκλήρωση της διαδικασίας δημιουργείται ένας σύνδεσμος ο οποίος παρέχεται στον χρήστη και ένα επιλεγμένο παρέχει όλα τα metadata. Σε περίπτωση που κάποιος χρήστης έχει ήδη δημιουργήσει τα metadata και κατέχει το link μπορεί να προχωρήσει άμεσα στην επόμενη σελίδα πατώντας την κυλιόμενη μπάρα στην πάνω αριστερά πλευρά της φόρμας.

Εικόνα 28. Κυλιόμενη μπάρα

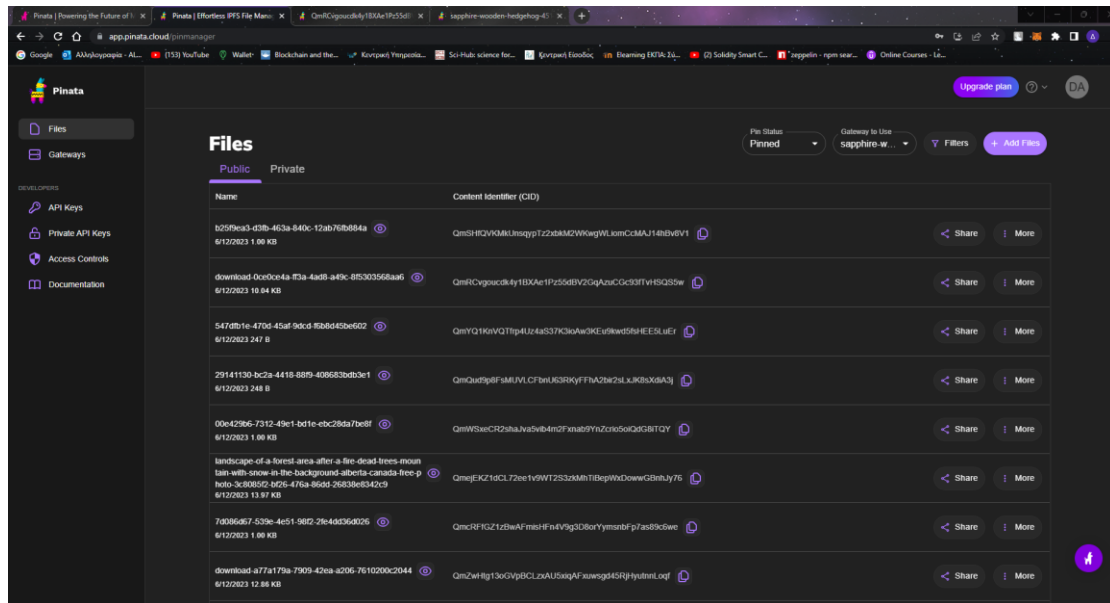
Σε αυτό το σημείο ο χρήστης ορίζει την τιμή και προχωράει στο τελευταίο βήμα που είναι η επιλογή του να το αναρτήσει στο Marketplace. Σε αυτό το σημείο πρέπει να σημειωθεί πως έπειτα από την επιτυχημένη ανάρτηση τα NFTs εμφανίζονται και στην σελίδα προφίλ.

Εικόνα 29. Αποτέλεσμα επιτυχημένης συναλλαγής και ανέβασμα των metadata

```
[{"name": "Ανοδούνη Πορτογαλία #3", "description": "Το παρόν NFT αποτελεί μέρος της συλλογής «Ανοδούνη της Πορτογαλίας». Αγοράζοντας ένα NFT μας δίνετε την δυνατότητα να χρησιμοποιήσετε στο έργο της ανοδούνης που δόθηκε της Πορτογαλίας που χρησιμοποιήθηκε από την μεγάλη παγκοσμίως το 2018. Είναι η αλληλεγγύη, βοηθήστε μας να συνεχίσουμε το έργο μας.", "image": "https://sapphire-wooden-hedgehog-451.mypinata.cloud/ipfs/QmCgoucd4y1Bka1P1558bV29r4z6C93F7H6Q5w", "attributes": [{"trait_type": "location", "value": "Πορτογαλία"}, {"trait_type": "Type", "value": "άδωκος"}, {"trait_type": "Size", "value": "75.800 cm"}, {"trait_type": "Material", "value": "Πεύκο"}, {"trait_type": "Purpose", "value": "Ανοδούνη/έθελοντισμός"}]}
```

Εικόνα 30. Παράδειγμα link metadata

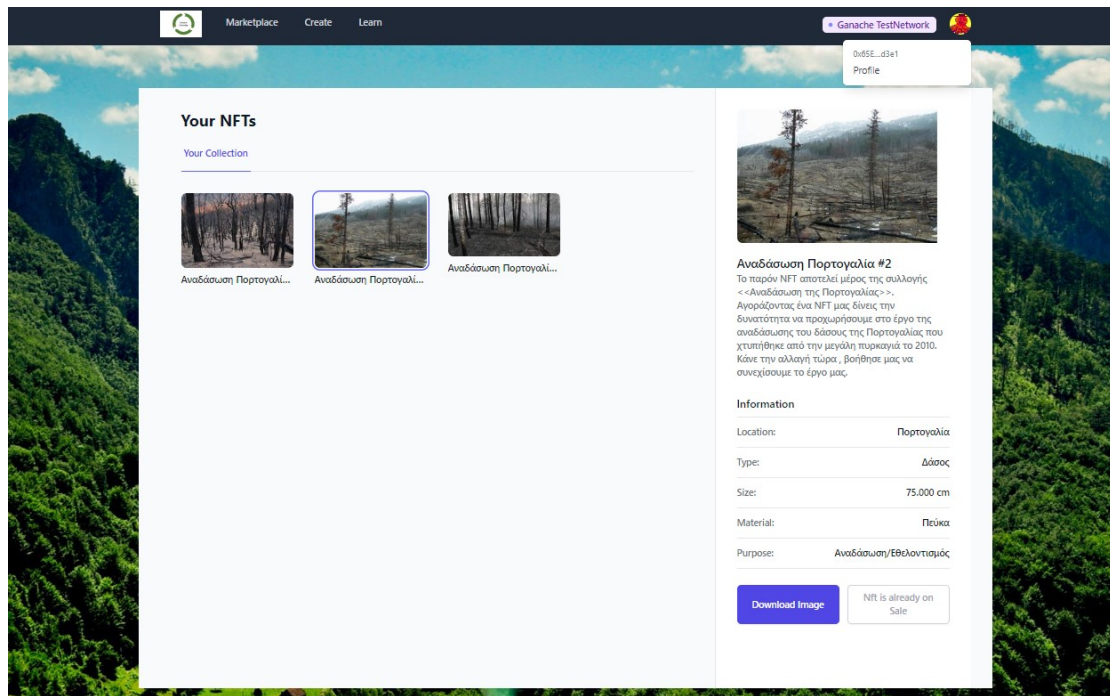
Έπειτα , προχωρώντας την διαδικασία τα metadata και η φωτογραφία αποθηκεύονται ξεχωριστά στο Pinata Cloud.



Εικόνα 31. Πλατφόρμα Pinata Cloud

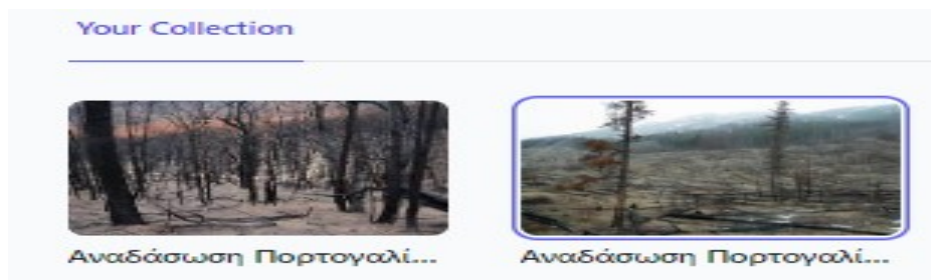
4.8 Σελίδα Profile

Η σελίδα προφίλ αποτελεί το μέρος που χρήστης μπορεί να δει τα NFTs που έχει αγοράσει , να διαβάσει τις πληροφορίες τους , να τα κατεβάσει και τέλος να τα βάλει για πώληση. Για να αποκτήσει πρόσβαση στην σελίδα αυτή ο χρήστης χρειάζεται να πατήσει το μικρό εικονίδιο χρήστη στην μπάρα πλοήγησης στην δεξιά πάνω γωνία και θα του φανερωθούν δύο αντικείμενα . Το πρώτο είναι, η μοναδική του διεύθυνση σε περίπτωση που χρειάζεται να την επιβεβαιώσει και το δεύτερο είναι ένα Button με όνομα «Profile» που αν το επιλέξει θα τον μεταφέρει στην σελίδα προφίλ.



Εικόνα 32. Σελίδα Profile

Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει ποιο NFT θέλει να επεξεργαστεί από τα αριστερά. Όποιο NFT επιλέξει θα πλαισιωθεί με ένα μωβ περίβλημα και οι πληροφορίες του θα παρουσιαστούν στα δεξιά.



Εικόνα 33. Διαφορά Επιλεγμένου και μη NFT.

Επίσης στην δεξιά πτέρυγα ο χρήστης έχει τις εξής επιλογές να κατεβάσει την φωτογραφία πατώντας το Button με όνομα «Download Image» ή προχωρώντας την διαδικασία πώλησης του NFT πατώντας το Button με όνομα «Sell». Σε περίπτωση που ο χρήστης έχει ήδη βάλει προς πώληση το NFT τότε εμφανίζεται διαφορετικό μήνυμα «NFT is already for sale» και δεν το επιτρέπεται να πατήσει το Button.



Αναδάσωση Πορτογαλία #1

Το παρόν NFT αποτελεί μέρος της συλλογής <<Αναδάσωση της Πορτογαλίας>>. Αγοράζοντας ένα NFT μας δίνεις την δυνατότητα να προχωρήσουμε στο έργο της αναδάσωσης του δάσους της Πορτογαλίας που χτυπήθηκε από την μεγάλη πυρκαγιά το 2010. Κάνε την αλλαγή τώρα , βοήθησε μας να συνεχίσουμε το έργο μας.

Information

Location:	Πορτογαλία
Type:	Δάσος
Size:	75.000 cm
Material:	Πεύκα
Purpose:	Αναδάσωση/Εθελοντισμός

Download Image

Nft is already on Sale



Αναδάσωση Πορτογαλία #3

Το παρόν NFT αποτελεί μέρος της συλλογής <<Αναδάσωση της Πορτογαλίας>>. Αγοράζοντας ένα NFT μας δίνεις την δυνατότητα να προχωρήσουμε στο έργο της αναδάσωσης του δάσους της Πορτογαλίας που χτυπήθηκε από την μεγάλη πυρκαγιά το 2010. Κάνε την αλλαγή τώρα , βοήθησε μας να συνεχίσουμε το έργο μας.

Information

Location:	Πορτογαλία
Type:	Δάσος
Size:	75.000 cm
Material:	Πεύκα
Purpose:	Αναδάσωση/Εθελοντισμός

Download Image

Sell

Εικόνα 34. Δεξιά πτέρυγα και διαφορετικά σενάρια

4.9 Σελίδα Learn

Στην σελίδα Learn παρουσιάζονται πληροφορίες στους χρήστες για να μπορέσουν να κατανοήσουν την τεχνολογία Blockchain και να ευαισθητοποιηθούν ως προς την κυκλική οικονομία. Αρχικά στον χρήστη παρουσιάζονται κάποιες πληροφορίες και έπειτα ο χρήστης μπορεί να επιλέξει να δοκιμάσει τις γνώσεις του στο κουίζ που παρουσιάζεται στο τέλος της σελίδας. Ο χρήστης έχει την δυνατότητα να δοκιμάσει το κουίζ όσες φορές επιθυμεί και κάθε φορά στο τέλος θα του εμφανίζεται ένα ενθαρρυντικό μήνυμα άσχετα από το αποτέλεσμα έτσι ώστε να του δίνεται κίνητρο να το ξανά προσπαθήσει μέχρι να το περάσει επιτυχώς. Οι ερωτήσεις είναι βασισμένες πάνω στο κείμενο που παρουσιάζεται στην σελίδα.

Marketplace Create Learn Ganche TestNetwork

Η Γνώση Είναι Δύναμη!

Κυκλική Οικονομία και NFTs

Στην εποχή μας η γνώση αποτελεί το σημαντικότερο απόκτημα. Αρκεί μόνο ένα πάτημα ενός κουμπιού και ό,τι θελήσουμε να μάθουμε θα εμφανιστεί μπροστά μας. Το μόνο που έχουμε να κάνουμε είναι να την αξιοποιήσουμε σωστά. Η ορθή εκμετάλλευση της γνώσης μας προσφέρει ασφάλεια.

Τα NFTs (Non Fungible Tokens) είναι ψηφιακά αποκλειστικά αντικείμενα που βασίζονται στην τεχνολογία των blockchain. Αντίθετα με τα κρυπτονομίσματα που είναι αντικαταστάσιμα, τα NFTs είναι μοναδικά και αδύνατον να αντικατασταθούν. Χρησιμοποιούνται για την αντιπροσώπηση διάφορων ψηφιακών αγαθών, όπως έργα τέχνης, συλλεκτικά αντικείμενα, εκδόσεις βιβλίου και άλλα.

Καινοτομία. Τα NFTs είναι καινοτόμα γιατί επιτρέπουν την αντιπροσώπηση και την απόδειξη αυθεντικότητας ψηφιακών αντικειμένων με τη χρήση της τεχνολογίας blockchain. Αυτό ανοίγει νέες δυνατότητες στον τομέα της τέχνης, των συλλεκτικών και της ψηφιακής ιδιοκτησίας.

Ασφάλεια. Η ασφάλεια των NFTs εξασφαλίζεται από την τεχνολογία των blockchain που χρησιμοποιείται για τη δημιουργία και την ανταλλαγή τους. Η αναγνωρισιμότητα και η αυθεντικότητα των NFTs παράγονται από τις μοναδικές καταγραφές τους στο blockchain, εξορίζοντας τον κίνδυνο απομίμησης και απάτης.

Αποθήκευση. Τα NFTs μπορούν να αποθηκευτούν σε ψηφιακά πορτοφόλια που υποστηρίζουν την αποθήκευση κρυπτονομισμάτων και άλλων ψηφιακών εσθιακών. Η αποθήκευση μπορεί να γίνει σε online πλατφόρμες, όπως ανταλλακτήρια και αγοραπωλησίες NFTs, ή σε ψηφιακά πορτοφόλια που είναι αυτόνομα και ασφαλή.

Η κυκλική οικονομία είναι ένα προηγμένο μοντέλο οικονομικής λειτουργίας που βασίζεται στην αρχή της βιώσιμης ανακύκλωσης και αξιοποίησης των πόρων. Σε αντίθεση με το παραδοσιακό γραμμικό μοντέλο παραγωγή-κατανάλωση-απόρριψη, η κυκλική οικονομία προωθεί την ανακύκλωση, την επαναχρησιμοποίηση και την ανανέωση των υλικών.

Ενημερώθηκες Δοκίμασε τις γνώσεις σου.

Εάν θέλεις να δοκιμάσεις τις γνώσεις που απέκτησες δοκίμασε το κουίζ. Και αν δεν τα πας καλά μην αγχώεσαι, έχεις όλες ευκαιρίες Back έτα και άλλως όπως συνήθιζαν να λένε οι σοφοί: Επανόληψες, μήτηρ πάσης μαθήσεως!

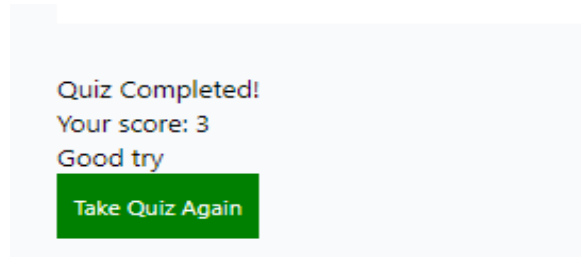
Start Quiz

Εικόνα 35. Σελίδα Learn

Question 2
Τι είναι η Κυκλική Οικονομία;

Η οικονομία που γυρίζει σε κύκλους
 Άλλη ονομασία για την Γραμμική Οικονομία
 Οικονομικό μοντέλο βασισμένο στην βιωσιμότητα
 Τίποτα από τα παραπάνω

Εικόνα 36. Παράδειγμα ερώτησης Κουίζ



Εικόνα 37. Παράδειγμα μηνύματος και τέλος του Κουίζ.

5 Σύνοψη και Μελλοντικές Βελτιώσεις

Με το τέλος της εργασίας καταλήγουμε πως το Circular- NFT- Marketplace αποτελεί ένα λειτουργικό NFT Marketplace και είναι προσανατολισμένο προς την κυκλική οικονομία. Ο λόγος που λειτουργεί, ο σκοπός που προάγει, τα είδη των NFTs που προτρέπει τους δημιουργούς να αναρτήσουν και τέλος οι πληροφορίες που δίνει μέσω της σελίδας Learn του χρήστες είναι η απόδειξη αυτού.

Οι χρήστες έχουν την δυνατότητα να πλοηγηθούν σε ένα εύχρηστο και φιλικό προς τον χρήστη περιβάλλον. Σε κάθε βήμα υπάρχουν ξεκάθαρες οι οδηγίες ενώ τα βήματα τα συνοδεύουν μικρά μηνύματα που δηλώνουν στον χρήστη την επιτυχία ή την αποτυχία ενός βήματος. Με γνώμονα την ευχρηστία χρήστες όλων των γνωστικών επιπέδων από το πιο αρχάριο στο πιο έμπειρο μπορούν να αξιοποιήσουν την σελίδα προς όφελος τους και προς όφελος του περιβάλλοντος.

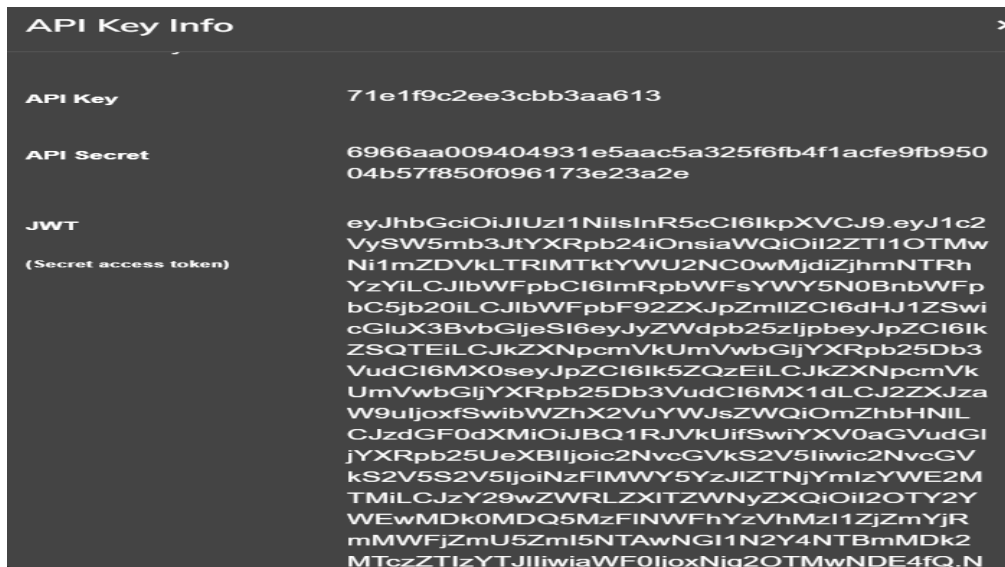
Για την βελτίωση του marketplace στο μέλλον χρειάζεται να πραγματοποιηθούν οι παρακάτω αλλαγές:

1. **Πληροφορίες** : η μόρφωση και η ευαισθητοποίηση του κοινού είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας. Για αυτό προβλέπεται αναβάθμιση της σελίδας Learn με περισσότερες πληροφορίες και τρόπους εκμάθησης.
2. **Πρόσβαση** : Η εφαρμογή πρέπει να είναι προσβάσιμη σε όλους. Για αυτό προβλέπεται αναβάθμιση της σελίδας δίνοντας την δυνατότητα σε άτομα με ειδικές ανάγκες να έχουν πρόσβαση.
3. **Φίλτρα**: Προσθήκη δυνατότητας φίλτρων για την κατηγοριοποίηση των NFTs.
4. **Προσθήκη δασμών** : Σε κάθε συναλλαγή να προστεθεί μία μικρή επιπλέον χρέωση με σκοπό την δημιουργία αποθήκης χρημάτων για την άμεση διάθεση σκοπών(π.χ. αναδάσωση ενός καμένου δάσους) , δίνοντας έτσι κίνητρο στους χρήστες να επιλέγουν την πλατφόρμα προς χρήση συχνότερα.
5. **Blockchain**: Μεταφορά της εφαρμογής σε μία πιο φιλική για το περιβάλλον αλυσίδα συστοιχιών (π.χ. XRP Blockchain)

6 Οδηγίες Εγκατάστασης

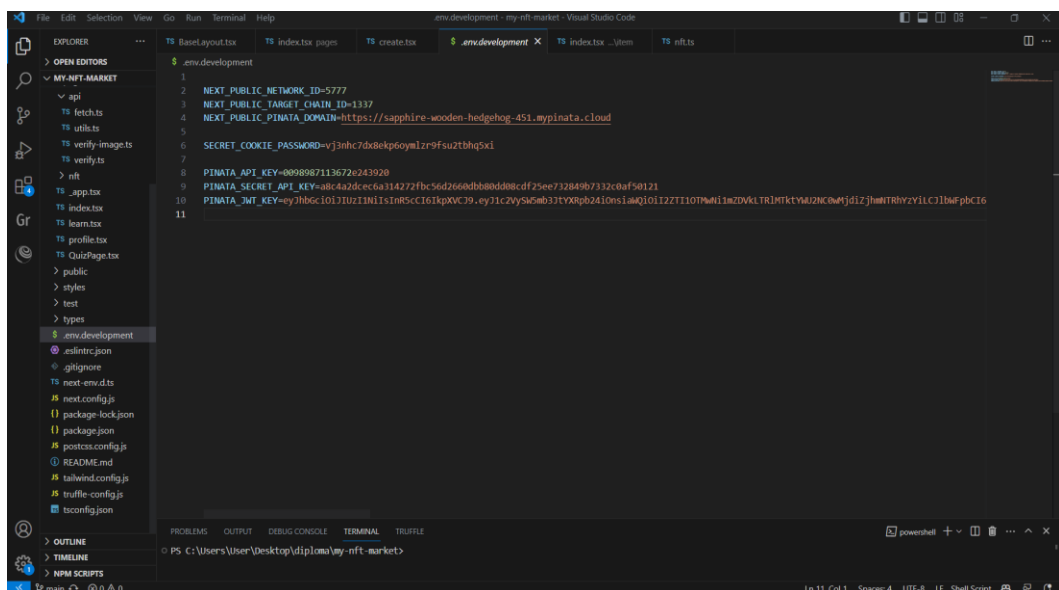
Για την εγκατάσταση της εφαρμογής θα χρειαστεί να ακολουθηθούν τα εξής βήματα:

1. Οι φάκελοι της εργασίας είναι διαθέσιμοι στο αποθετήριο του GitHub :
<https://github.com/Dimalaf97/Circular-Nft-Marketplace-Ganache.git>
2. Εγκατάσταση του Ganache Network : <https://trufflesuite.com/ganache/>
3. Δημιουργία προσωπικού λογαριασμού στο Pinata Cloud :
<https://www.pinata.cloud/>
4. Έχοντας δημιουργήσει λογαριασμό στο Pinata Cloud , επιλέγουμε την επιλογή API KEYS , έπειτα την επιλογή NEW KEY και αποθηκεύουμε τα στοιχεία που μας δίνει.



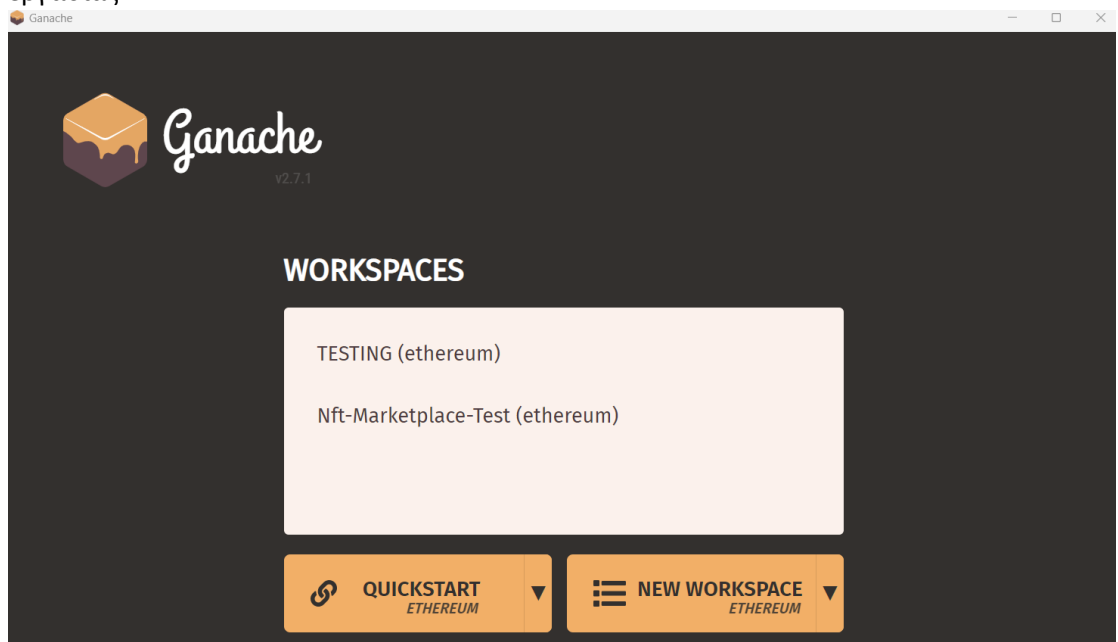
Εικόνα 38. Παράδειγμα προσωπικών κλειδιών

5. Στον φάκελο env.development αντικαθιστούμε τα στοιχεία με τα δικά μας για δημιουργήσουμε σύνδεση με το δικό μας αποθετήριο.



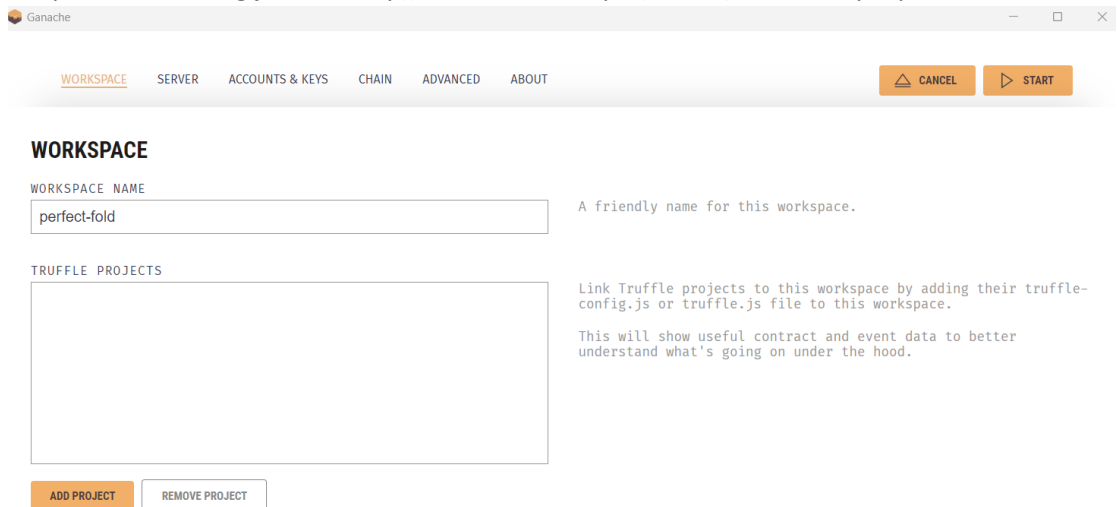
Εικόνα 39. Φάκελος env.development

6. Ανοίγουμε την εφαρμογή Ganache και επιλέγουμε δημιουργία νέου πεδίου εργασίας.



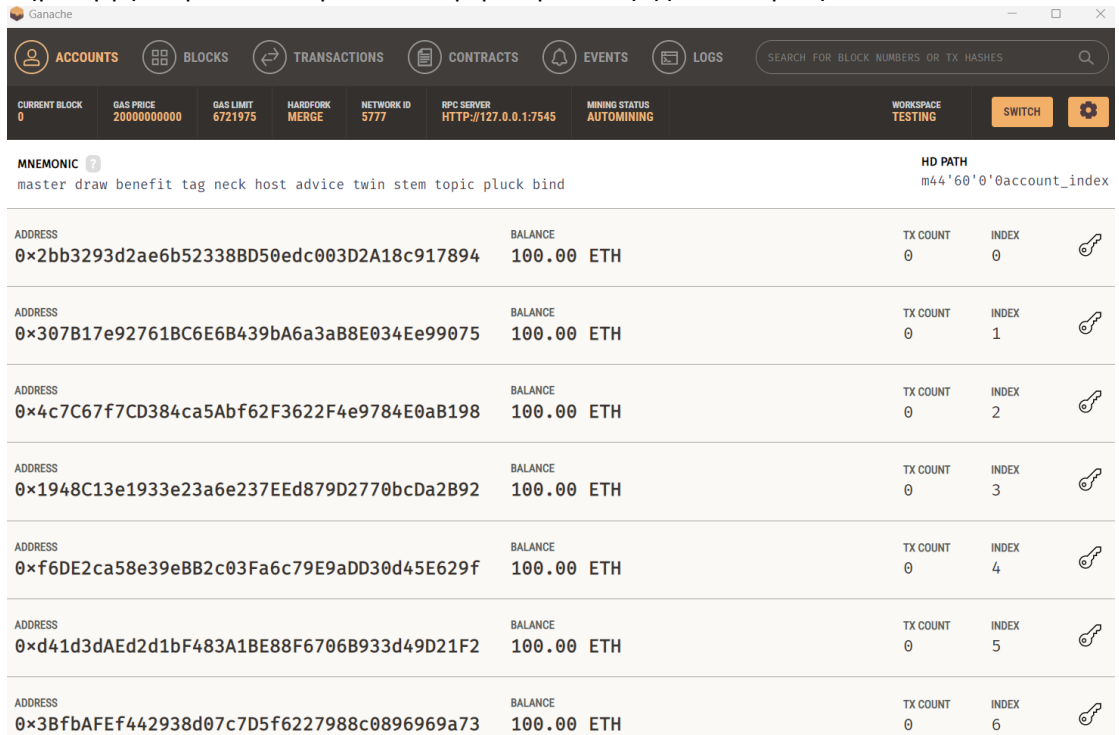
Εικόνα 40. Παράδειγμα εφαρμογής Ganache

7. Δίνουμε όνομα στο δίκτυο μας και πατώντας ADD PROJECT επιλέγουμε το αρχείο με όνομα truffle-config.js από τα αρχεία του κώδικά μας. Τέλος, και επιλέγουμε start .

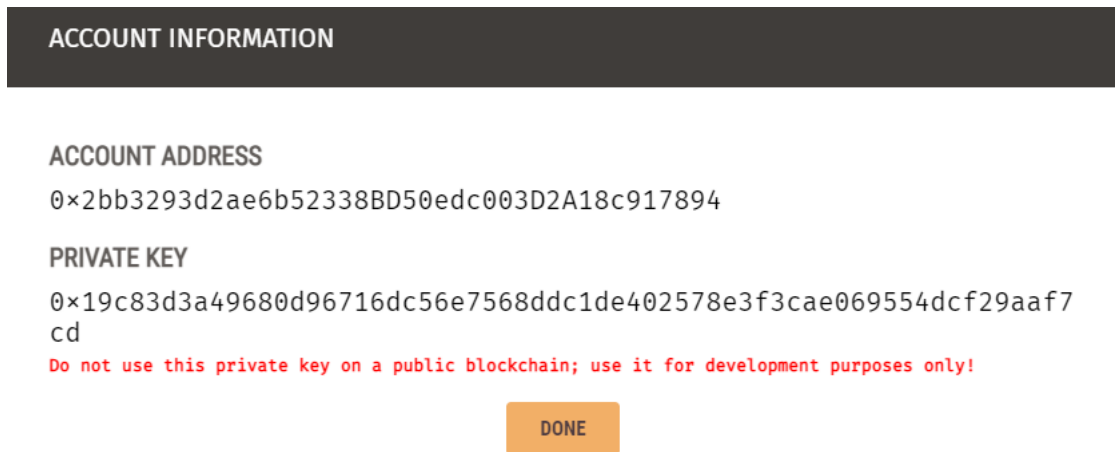


Εικόνα 41. Παράδειγμα εφαρμογής Ganache

8. Έχουμε πλέον δημιουργήσει το δικό μας ιδιωτικό δίκτυο για δοκιμές και δουλεύουμε στο εξής περιβάλλον με 10 δοκιμαστικούς λογαριασμούς οι οποίοι έχουν από 100 ethereum για δοκιμές. Πατώντας το κλειδί δίπλα από κάθε λογαριασμό μας παρουσιάζεται το private key το οποίο το χρειαζόμαστε για να δημιουργήσουμε τον δοκιμαστικό λογαριασμό στο ψηφιακό πορτοφόλι metamask.

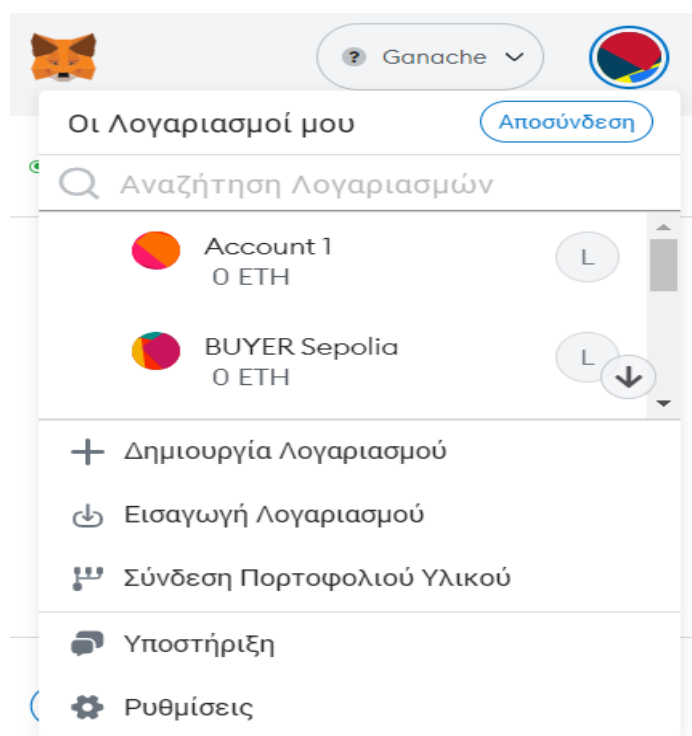


Εικόνα 42. Παράδειγμα εφαρμογής Ganache



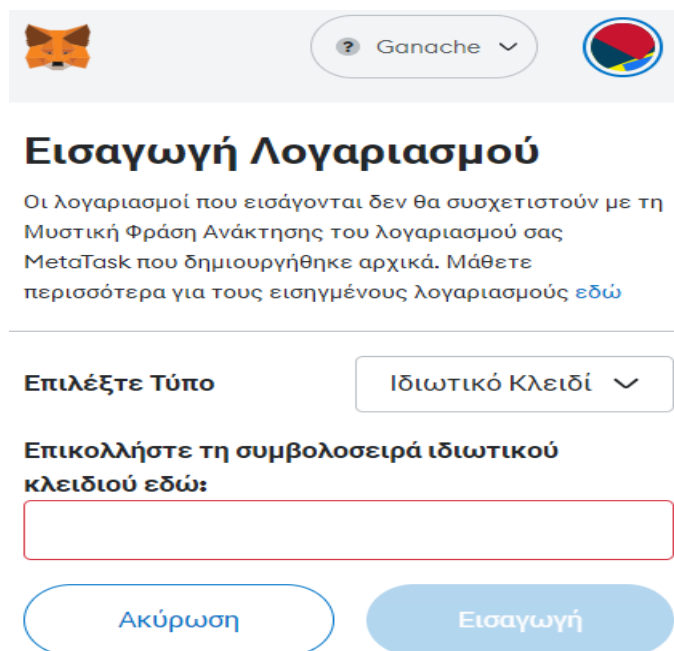
Εικόνα 43. Παράδειγμα εφαρμογής Ganache

9. Στο ψηφιακό πορτοφόλι μας Metamask επιλέγουμε το εικονίδιο χρήστη και έπειτα από τις επιλογές που μας παρουσιάζονται την επιλογή εισαγωγή λογαριασμού.



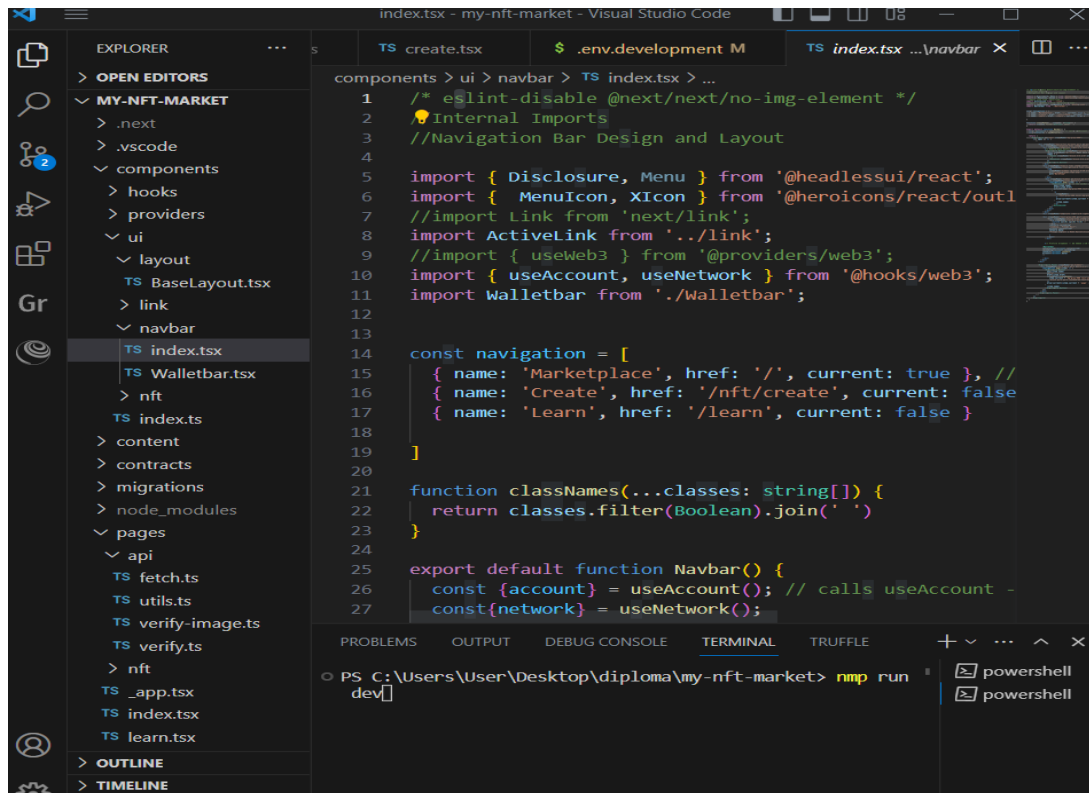
Εικόνα 44. Παράδειγμα εφαρμογής Metamask

10. Εισάγουμε το Private Key που έχουμε αποθηκεύσει από πριν .



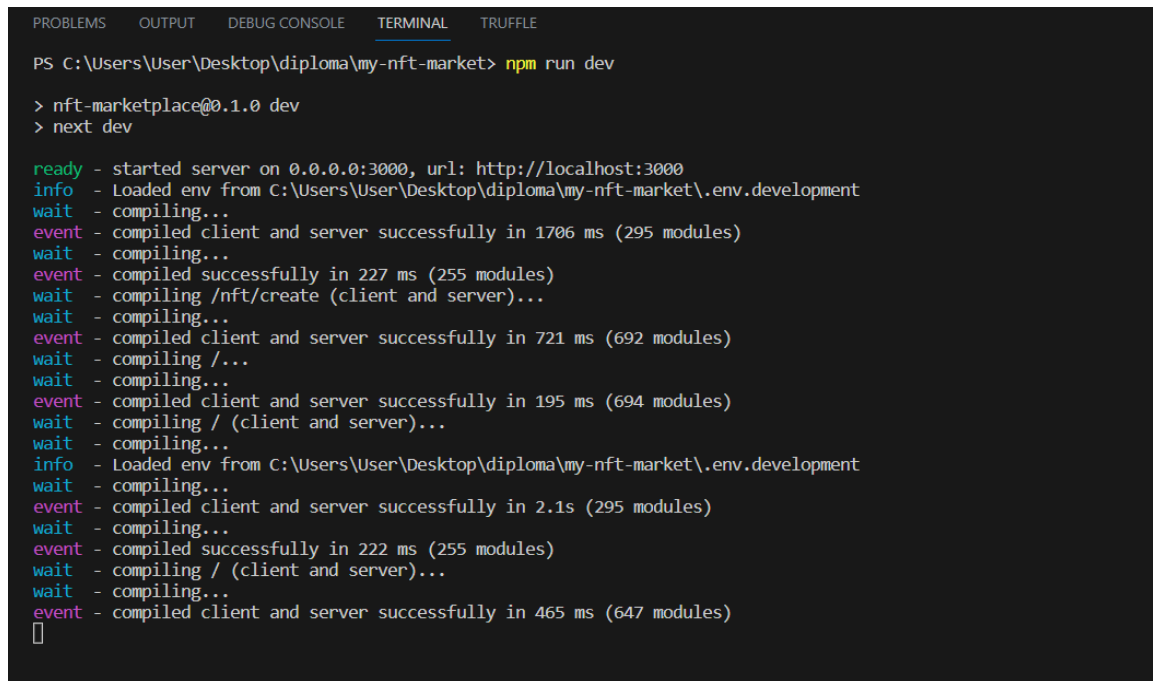
Εικόνα 45. Παράδειγμα εφαρμογής Ganache

11. Τέλος , για να δοκιμάσουμε την εφαρμογή ανοίγουμε ένα Terminal και πληκτρολογούμε την εντολή «`npm run dev`» και έπειτα στο πρόγραμμα περιήγησης της επιλογής μας μπαίνουμε στην σελίδα <http://localhost:3000>



```
1  /* eslint-disable @next/next/no-img-element */
2  Internal Imports
3  //Navigation Bar Design and Layout
4
5  import { Disclosure, Menu } from '@headlessui/react';
6  import { MenuIcon, XIcon } from '@heroicons/react/outl
7  //import Link from 'next/link';
8  import ActiveLink from '../link';
9  //import { useweb3 } from '@providers/web3';
10 import { useAccount, useNetwork } from '@hooks/web3';
11 import Walletbar from './walletbar';
12
13
14 const navigation = [
15   { name: 'Marketplace', href: '/', current: true }, //
16   { name: 'Create', href: '/nft/create', current: false
17   { name: 'Learn', href: '/learn', current: false }
18 ]
19
20
21 function classNames(...classes: string[]) {
22   return classes.filter(Boolean).join(' ')
23 }
24
25 export default function Navbar() {
26   const {account} = useAccount(); // calls useAccount -
27   const{network} = useNetwork();
```

Εικόνα 46. Παράδειγμα Terminal



```
PS C:\Users\User\Desktop\diploma\my-nft-market> npm run dev
> nft-marketplace@0.1.0 dev
> next dev

ready - started server on 0.0.0.0:3000, url: http://localhost:3000
info - Loaded env from C:\Users\User\Desktop\diploma\my-nft-market\.env.development
wait - compiling...
event - compiled client and server successfully in 1706 ms (295 modules)
wait - compiling...
event - compiled successfully in 227 ms (255 modules)
wait - compiling /nft/create (client and server)...
wait - compiling...
event - compiled client and server successfully in 721 ms (692 modules)
wait - compiling /...
wait - compiling...
event - compiled client and server successfully in 195 ms (694 modules)
wait - compiling / (client and server)...
wait - compiling...
info - Loaded env from C:\Users\User\Desktop\diploma\my-nft-market\.env.development
wait - compiling...
event - compiled client and server successfully in 2.1s (295 modules)
wait - compiling...
event - compiled successfully in 222 ms (255 modules)
wait - compiling / (client and server)...
wait - compiling...
event - compiled client and server successfully in 465 ms (647 modules)
█
```

Εικόνα 47. Αποτέλεσμα Εντολής `npm run dev`

Ενότητα Πρώτη : Αλυσίδες Συστοιχιών (Blockchain)

1. Tapscott, D. and Tapscott A., (2018), "Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin and Other Cryptocurrencies Is Changing the World".
2. Nakamoto, S., (2009), "Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System"
3. Atlam, H.F. and Will, G.B., (2018), "Technical Aspect of Blockchain and IoT", Role of Blockchain Technology in IoT Applications, Chapter 1, Elsevier
4. Gopie, Niger, 2018, 'Blockchain in Financial Services: What are smart contracts on blockchain?', IBM.com
5. Buterin, Vitalik, 2015, 'On Public and Private Blockchains, Ethereum Blog: blog.ethereum.org.
6. "IPFS - Content Addressed, Versioned, P2P File System" Juan Benet <https://ipfs.io/ipfs/QmR7GSQM93Cx5eAg6a6yRzNde1FQv7uL6X1o4k7zrJa3LX/ipfs.draft3.pdf>
7. "Mastering IPFS" David Dias: <https://www.packtpub.com/product/mastering-ipfs/9781789136008>
8. Mahtab Kouhizadeh, Qingyun Zhu & Joseph Sarkis (2020) Blockchain and the circular economy: potential tensions and critical reflections from practice, *Production Planning & Control*, 31:11-12, 950-966, DOI: 10.1080/09537287.2019.1695925
9. Nick Lambert, Beyond NFTs: A Possible Future for Digital Art, *ITNOW*, Volume 63, Issue 3, Autumn 2021, Pages 8–10, <https://doi.org/10.1093/itnow/bwab066>
10. Karkatsoulis, P. G., & Fetsis, A. (2021). The NFT Evolution: A Promising Path for Artists and Collectors. *Frontiers in Blockchain*, 4, 642981. doi: 10.3389/fbloc.2021.642981
11. Introduction to NFTs: The Future of Digital Collectibles Muddasar Ali, Sikha Bagui Department of Computer Science University of West Florida, Pensacola, FL 32514 Page 51-58.

Ενότητα Δεύτερη : Κυκλική Οικονομία (Circular Economy)

1. Valtanen, K. (2021). Opportunities and challenges of blockchain technology in boosting sustainability. In *EcoDesign2021 Conference Proceedings* Verma, Manish. Manish Verma Scientist D, DMSRDE, DRDO, Kanpur, India "The Future of Work for Green Economy."
2. Martin Geissdoerfer, Paulo Savaget, Nancy M.P. Bocken, Erik Jan Hultink, The Circular Economy – A new sustainability paradigm?, *Journal of Cleaner Production*, Volume 143, 2017, Pages 757-768, ISSN 0959-6526, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>.
3. Stahel, W. The circular economy. *Nature* **531**, 435–438 (2016). <https://doi.org/10.1038/531435a>

4. Piero Morsetto, Targets for a circular economy, Resources, Conservation and Recycling, Volume 153, 2020, 104553, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104553>.
5. Jouni Korhonen, Antero Honkasalo, Jyri Seppälä, Circular Economy: The Concept and its Limitations, Ecological Economics, Volume 143, 2018, Pages 37-46, ISSN 0921-8009, <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.06.041>.

Ενότητα Τρίτη: Blockchain και Κυκλική Οικονομία

1. Cupi, G. (2022). The Internet of Value and the Circular Economy. In: Vadgama, N., Xu, J., Tasca, P. (eds) Enabling the Internet of Value. Future of Business and Finance. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-78184-2_12
2. Siderius, T., Zink, T. Markets and the Future of the Circular Economy. *Circ.Econ.Sust.* (2022). <https://doi.org/10.1007/s43615-022-00196-4>
3. Mahtab Kouhizadeh, Qingyun Zhu & Joseph Sarkis (2019): Blockchain and the circular economy: potential tensions and critical reflections from practice, Production Planning & Control, DOI: 10.1080/09537287.2019.1695925
4. Rohn, E., Karrasch, P., Kuch, S., Wiesen, K., & Fichtner, W. (2021). Blockchain technology and the circular economy: Assessing the implications. Resources, Conservation and Recycling, 173, 105777. doi: 10.1016/j.resconrec.2021.105777
5. Krause, A., Elloumi, M., & Jukan, A. (2021). Green NFTs: Towards an eco-friendly blockchain technology. In 2021 IEEE 29th International Conference on Network Protocols (ICNP) (pp. 1-2). IEEE. doi: 10.1109/ICNP53914.2021.9538682

Ενότητα Τέταρτη : Πρακτικό Μέρος (Circular NFT Marketplace)

1. Solidity Coding Tutorial: https://www.tutorialspoint.com/solidity/solidity_functions.htm
2. What is truffle: <https://www.kaleido.io/blockchain-platform/truffle>
3. What is truffle: <https://trufflesuite.com/>
4. What is Ganache Network: <https://www.blockchain-council.org/blockchain/ganache-blockchain-all-you-need-to-know/>
5. What is Ganache Network: <https://101blockchains.com/ganache-blockchain/>
6. Find Vs Studio Code: <https://code.visualstudio.com/>
7. Typescript Tutorial: https://www.w3schools.com/typescript/typescript_intro.php
8. Find Node.js : <https://nodejs.org/en>
9. Open Zeppelin Contracts: <https://www.openzeppelin.com/contracts>
10. React Library : <https://react.dev/>
11. UI Components: <https://tailwindui.com/templates>
12. UI Components: <https://headlessui.com/>