



Πανεπιστήμιο Πειραιώς – Τμήμα Πληροφορικής
Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
«Προηγμένα Συστήματα Πληροφορικής – Ανάπτυξη Λογισμικού και Τεχνητής
Νοημοσύνης»

Μεταπτυχιακή Διατριβή

Τίτλος Διατριβής	Ενισχυμένη Ακαδημαϊκή Επαλήθευση με Blockchain: Μια Αποκεντρωμένη Εφαρμογή για την Πιστοποίηση Πτυχίων Blockchain-Enhanced Academic Verification: A Decentralized Application for Credential Authentication
Όνοματεπώνυμο Φοιτητή	Σωτηρία Στέφα
Πατρώνυμο	Γεώργιος
Αριθμός Μητρώου	ΜΠΣΠ/ 21046
Επιβλέπων	Ευάγγελος Σακκόπουλος, Αναπληρωτής Καθηγητής

Ημερομηνία Παράδοσης: Φεβρουάριος 2024

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Ευάγγελος Σακκόπουλος
Αναπληρωτής Καθηγητής

Ευθύμιος Αλέπης
Αναπληρωτής Καθηγητής

Διονύσιος
Σωτηρόπουλος
Επίκουρος καθηγητής

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τη βαθύτερη ευγνωμοσύνη μου προς έναν αριθμό ατόμων, των οποίων η υποστήριξη ήταν πολύτιμη για την ολοκλήρωση αυτής της διατριβής.

Καταρχάς, θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες στον επιβλέποντα καθηγητή μου, Κωνσταντίνο Σακκόπουλο, για την εξαιρετική καθοδήγηση, την υπομονή και την αμέριστη στήριξη του καθ' όλη τη διάρκεια της έρευνάς μου.

Επίσης, επιθυμώ να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες προς τα μέλη της σχολής της Πληροφορικής στο Πανεπιστήμιο Πειραιώς, των οποίων οι διδασκαλίες έχουν βαθιά διαμορφώσει την κατανόηση και την προσέγγισή μου στον τομέα μου. Τα αυστηρά ακαδημαϊκά πρότυπα και η ενθάρρυνσή τους ήταν συνεχής πηγή έμπνευσης.

Έπειτα, Θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες στους συναδέλφους και συμφοιτητές μου, που υπήρξαν πηγή έμπνευσης, ουσιαστικής καθοδήγησης και ψυχολογικής στήριξης. Η συνεργασία και η ανταλλαγή απόψεων μαζί τους ήταν μια ανεκτίμητη εμπειρία που θα μου μείνει αξέχαστη.

Είμαι επίσης ευγνώμων στην eLearning Industry για την παροχή των απαραίτητων πόρων και για το υποστηρικτικό περιβάλλον που προσέφερε στην έρευνά μου.

Ιανουάριος 2024

Σωτηρία Στέφα

Abstract

This thesis introduces a decentralized application (DApp) for academic degree verification, leveraging the Ethereum blockchain and NFTs. Developed using Solidity, Node.js, Angular, MongoDB, and TypeScript, with Metamask integration, this DApp streamlines the process of degree authentication. It features three user roles: Degree Holders, who can view and request certification for their achievements; Issuers, authorized entities to verify degrees; and Third Party, individuals or entities, who seek to confirm the legitimacy of academic credentials. This system provides a secure, transparent, and efficient solution to modernize the verification of academic credentials, showcasing the potential of blockchain technology in enhancing educational and professional standards.

Περίληψη

Αυτή η διατριβή παρουσιάζει μια αποκεντρωμένη εφαρμογή (DApp) για την επαλήθευση ακαδημαϊκών πτυχίων, αξιοποιώντας το blockchain του Ethereum και τα NFTs. Αναπτύχθηκε με τη χρήση του Solidity, Node.js, Angular, MongoDB, και TypeScript, και ενσωματώνει το Metamask, απλοποιώντας έτσι τη διαδικασία επαλήθευσης πτυχίων. Διαθέτει τρεις ρόλους χρηστών: τους Κατόχους Πτυχίων, που μπορούν να δουν και να ζητήσουν πιστοποίηση των πτυχίων τους· τους Εκδότες, εξουσιοδοτημένους φορείς για την επαλήθευση των πτυχίων· Και τρίτα μέρη, άτομα ή οργανισμοί, που επιδιώκουν να επαληθεύσουν την γνησιότητα των ακαδημαϊκών τίτλων. Αυτό το σύστημα παρέχει μια ασφαλή, διαφανή και αποτελεσματική λύση για την εκσυγχρονισμό της επαλήθευσης των ακαδημαϊκών πιστοποιητικών, επισημαίνοντας το δυναμικό του blockchain στη βελτίωση των εκπαιδευτικών και επαγγελματικών προτύπων.

Πίνακας περιεχομένων

Abstract.....	3
Περίληψη.....	3
Κεφάλαιο 1:Εισαγωγή.....	7
1.1 Υπόβαθρο.....	7
1.2 Στόχος του Έργου.....	7
1.3 Εύρος και Περιορισμοί.....	7
1.4 Δομή Διατριβής.....	8
Κεφάλαιο 2: Blockchain και NFTs: Νέες προοπτικές για την ακαδημαϊκή πιστοποίηση ...	10
2.1 Blockchain και Ethereum.....	10
2.1.1 Επισκόπηση της Τεχνολογίας Blockchain.....	10
2.1.2 Ο Ρόλος του Ethereum στην Εξέλιξη του Blockchain.....	10
2.2 NFTs και Ακαδημαϊκή Πιστοποίηση.....	11
2.2.1 Εισαγωγή στα NFTs.....	11
2.2.2 Ο Ρόλος των NFTs στην Ακαδημαϊκή Πιστοποίηση.....	12
2.3 Σχετικές Εργασίες.....	12
2.3.1 Υπάρχοντα Συστήματα Ψηφιακής Πιστοποίησης.....	12
2.3.2 Πρόοδοι και Καινοτομίες στην Πιστοποίηση Βασισμένη στο Blockchain.....	13
Κεφάλαιο 3: Μπλοκ, Συμβόλαια και Tokens: Εισαγωγή στις Τεχνολογίες Blockchain και NFT.....	14
3.1 Βασικές Έννοιες.....	14
3.2 Ethereum και Έξυπνα Συμβόλαια.....	14
3.2.1 Έξυπνα Συμβόλαια και η Εξέλιξη του Blockchain.....	14
3.2.2 Οικοσύστημα του Ethereum και Ανάπτυξη DApp.....	15
3.3 Non-Fungible Tokens (NFTs) και τα Χαρακτηριστικά τους.....	16
3.3.1 Μοναδικότητα και Αδιαιρετότητα των NFTs.....	16
3.3.2 ERC Πρότυπα και NFTs στο Ethereum.....	17
Κεφάλαιο 4: Μεθοδολογία.....	18
4.1 Φιλοσοφία Σχεδίασης.....	18
4.1.1 Προσέγγιση στον Σχεδιασμό Αποκεντρωμένων Εφαρμογών.....	18

4.1.2 Ενσωμάτωση Σχεδίασης Προσανατολισμένης στον Χρήστη	18
4.2 Τεχνολογική Αρχιτεκτονική και Εργαλεία Ανάπτυξης του DApp.....	19
4.2.1 Solidity για Έξυπνα Συμβόλαια.....	19
4.2.2 Node.js και Angular για την Εφαρμογή Ιστού	20
4.2.3 Ενσωμάτωση του Metamask για Αλληλεπιδράσεις με το Ethereum.....	21
4.2.4 Ενσωμάτωση της MongoDB στη Διαχείριση Δεδομένων του DApp: Μια Υβριδική Προσέγγιση.....	21
4.2.5 Χρήση του Ganache για την Ανάπτυξη και Εξέταση Έξυπνων Συμβολαίων: Μια Στρατηγική Προσομοίωσης Blockchain.....	22
4.3 Προκλήσεις και Προσεγγίσεις Επίλυσης Προβλημάτων	23
Κεφάλαιο 5: Ολοκληρωμένη Παρουσίαση και Διαδικασίες Διαχείρισης Πτυχίων στο DApp	24
5.1 Λογική Διαχείρισης Πτυχίων.....	24
5.2 Παρουσίαση της εφαρμογής.....	26
5.2.1 Επισκόπηση Διεπαφής Χρήστη	26
5.2.2 Επισκόπηση του Ganache.....	33
Κεφάλαιο 6: Ανάλυση και Συζήτηση.....	44
6.1 Αξιολόγηση Λειτουργικότητας (Θεωρητική Ανάλυση και Προσομοιωμένες Δοκιμές)	44
6.2 Σύγκριση με Παραδοσιακά Συστήματα.....	47
6.2.1 Πλεονεκτήματα της Blockchain στην Επαλήθευση Πτυχίων	47
6.2.2 Ανάλυση Περιορισμών Σύγχρονων Ψηφιακών Λύσεων Πιστοποίησης.....	48
6.3 Προκλήσεις και Λύσεις	49
6.3.1 Τεχνικά Εμπόδια	49
6.3.2 Στρατηγικές και Λύσεις που Εφαρμόστηκαν	50
Κεφάλαιο 7: Συμπεράσματα και Μελλοντικές Κατευθύνσεις.....	51
7.1 Σύνοψη των Ευρημάτων.....	51
7.1.1 Αναδεικνύοντας τα σημαντικότερα αποτελέσματα της έρευνας.....	51
7.2 Συνεισφορές και Πιθανές Επιδράσεις.....	52
7.2.1 Θεωρητικές καινοτομίες και προοπτικές εφαρμογής	52
7.2.2 Ευρύτερη επίδραση σε διάφορους τομείς.....	52

7.3 Μελλοντική Εργασία	54
7.3.1 Δυνατότητες για καινοτομία και έρευνα στα DApp	54
7.4 Νομικές και Ηθικές Σκέψεις	54
Βιβλιογραφία	56

Κεφάλαιο 1:Εισαγωγή

1.1 Υπόβαθρο

Στον ταχύ ρυθμό της ψηφιακής εποχής μας, το θέμα της επαλήθευσης ακαδημαϊκών πτυχίων έχει γίνει πιο σημαντικό από ποτέ. Καθώς κινούμαστε προς μια οικονομία που βασίζεται περισσότερο στη γνώση και βλέπουμε φοιτητές και επαγγελματίες να κινούνται ανά τον κόσμο, το να έχουμε ένα αξιόπιστο σύστημα που επιβεβαιώνει τα προσόντα τους είναι απαραίτητο. Παραδοσιακά, αυτή η διαδικασία είναι περίπλοκη, με χαρτιά που χάνονται, χειρωνακτικές διαδικασίες, και δυστυχώς, πολλές φορές απάτες που υπονομεύουν την εμπιστοσύνη στο σύστημα.

Η τεχνολογία blockchain αποτελεί ένα επαναστατικό άλμα στον ψηφιακό κόσμο και φέρνει μαζί της ελπιδοφόρες λύσεις για πολλά από τα προβλήματα που μας απασχολούν. Με την αποκεντρωμένη, αλλά συνάμα σταθερή και διαφανή φύση της, δίνει μια νέα διάσταση στον τρόπο που καταγράφουμε, επιβεβαιώνουμε και μοιραζόμαστε τα ακαδημαϊκά πτυχία. Η ενσωμάτωση της blockchain στην ακαδημαϊκή πιστοποίηση μπορεί να κάνει τις διαδικασίες επαλήθευσης πιο απλές, να μειώσει τον κίνδυνο απάτης και να ενισχύσει την ακεραιότητα και ασφάλεια των δεδομένων. Παράλληλα, η αμετάβλητη φύση της εγγυάται ότι ένα πτυχίο, μια πιστοποίηση, ή οποιοδήποτε άλλο έγγραφο - μόλις καταχωρηθεί, παραμένει αναλλοίωτο και απρόσβλητο.

1.2 Στόχος του Έργου

Στη διατριβή αυτή, θα περιηγηθούμε στη δημιουργία μιας αποκεντρωμένης εφαρμογής (DApp), με στόχο να μετασχηματίσουμε τον τρόπο επαλήθευσης των ακαδημαϊκών πτυχίων. Κατασκευάζοντας πάνω στο Ethereum blockchain και εκμεταλλευόμενοι τις μοναδικές δυνατότητες των Non-Fungible Tokens (NFTs), το έργο μας αποσκοπεί στην υλοποίηση ενός συστήματος που όχι μόνο καθιστά πιο ασφαλείς και αξιόπιστες τις ακαδημαϊκές πιστοποιήσεις αλλά και τις κάνει πιο προσβάσιμες και εύκολες στη διαχείριση για όλους τους εμπλεκόμενους. Αυτό σημαίνει ότι φοιτητές, ακαδημαϊκά ιδρύματα και εργοδότες ή άλλοι ενδιαφερόμενοι θα μπορούν να ανταλλάσσουν και να επαληθεύουν πιστοποιητικά με απόλυτη διαφάνεια και ασφάλεια.

Το DApp αναπτύχθηκε με τη σκέψη να αντιμετωπίσει και να λύσει τα βασικά προβλήματα που συναντάμε σήμερα στις διαδικασίες επαλήθευσης - όπως η αναποτελεσματικότητα, η δυσκολία πρόσβασης, και οι κίνδυνοι πλαστογραφίας. Με την εφαρμογή της blockchain τεχνολογίας, επιδιώκουμε να δημιουργήσουμε μια αποκεντρωμένη, εύχρηστη πλατφόρμα που προσφέρει ένα στιβαρό, αδιάσειστο σύστημα επαλήθευσης, διασφαλίζοντας την αυθεντικότητα και την ακρίβεια των ακαδημαϊκών εγγράφων, κάνοντας την ίδια τη διαδικασία τόσο απλή όσο και διάφανη.

1.3 Εύρος και Περιορισμοί

Στις σελίδες αυτής της διατριβής, αναλύουμε μια ολοκληρωμένη διαδρομή, από την αρχική ιδέα μέχρι την πραγματική υλοποίηση του DApp. Επικεντρωνόμαστε στην ανάπτυξη ενός

συστήματος ψηφιακής πιστοποίησης που βασίζεται σε έξυπνα συμβόλαια, το Ethereum blockchain και τα NFTs. Το σύστημα αυτό θα προσφέρει μια ασφαλή και αξιόπιστη πλατφόρμα για την αποθήκευση και την επαλήθευση ακαδημαϊκών πιστοποιητικών.

Η τεχνική ανάπτυξη του συστήματος υποστηρίζεται από εργαλεία όπως το Node.js και το Angular, τα οποία επιτρέπουν τη δημιουργία μιας δυναμικής και διαδραστικής διαδικτυακής βάσης για τους χρήστες.

Ωστόσο, αναγνωρίζουμε και τους περιορισμούς που συναντάμε. Οι προκλήσεις σχετικά με την κλιμακωσιμότητα του δικτύου Ethereum, για παράδειγμα, μπορούν να επηρεάσουν την απόδοση και το οικονομικό κόστος των συναλλαγών. Επιπρόσθετα, η διαφορετική βαθμίδα υιοθέτησης και κατανόησης της τεχνολογίας blockchain από διάφορα εκπαιδευτικά ιδρύματα και περιοχές δημιουργεί επιπλέον προκλήσεις που πρέπει να αντιμετωπιστούν για μια ευρεία και αποτελεσματική εφαρμογή.

1.4 Δομή Διατριβής

Αυτή η διατριβή είναι δομημένη σε επτά κεφάλαια, καθένα από τα οποία εξερευνά διαφορετικές πτυχές του έργου:

- Κεφάλαιο 1, «Εισαγωγή»: Ορίζει το υπόβαθρο, τους στόχους, το εύρος και τους περιορισμούς της έρευνας.
- Κεφάλαιο 2, «Blockchain και NFTs: Νέες προοπτικές για την ακαδημαϊκή πιστοποίηση»: Παρέχει μια λεπτομερή επισκόπηση του blockchain και του Ethereum, εξετάζει τον ρόλο των NFTs στην ακαδημαϊκή πιστοποίηση, και συζητά τις σχετικές εργασίες και προόδους στα συστήματα ψηφιακής πιστοποίησης και τις καινοτομίες βασισμένες στο blockchain.
- Κεφάλαιο 3, «Θεωρητικό Πλαίσιο»: Εξετάζει τις βασικές έννοιες και τοποθετεί το DApp στις τρέχουσες τεχνολογικές τάσεις.
- Κεφάλαιο 4, «Μεθοδολογία»: Αναλύει τη φιλοσοφία σχεδιασμού, τα εργαλεία ανάπτυξης και τη στρατηγική υλοποίησης, αντιμετωπίζοντας τις προκλήσεις και προσεγγίζοντας λύσεις.
- Κεφάλαιο 5, «Αρχιτεκτονική Συστήματος και Σχεδίαση»: Παρέχει μια αναλυτική επισκόπηση και οπτικοποίηση της αρχιτεκτονικής του συστήματος, ενσωματώνοντας στιγμιότυπα. Εξετάζει την σχεδίαση του DApp, την αλληλεπίδραση με έξυπνα συμβόλαια, τις στρατηγικές διαχείρισης πτυχίων και την παρουσίαση της εφαρμογής μέσω της διεπαφής χρήστη και της επισκόπησης του Ganache.
- Κεφάλαιο 6, «Ανάλυση και Συζήτηση»: Εξετάζει τη λειτουργικότητα του DApp, συντάσσοντας τις προκλήσεις και παρουσιάζοντας λύσεις.
- Κεφάλαιο 7, «Συμπεράσματα και Μελλοντικές Κατευθύνσεις»: Συνοψίζει τα κύρια ευρήματα και προτείνει μελλοντικές κατευθύνσεις για έρευνα.

Κάθε κεφάλαιο είναι σχεδιασμένο για να καταδείξει στον αναγνώστη την πορεία της έρευνας, από τη θεωρητική βάση έως την πρακτική υλοποίηση και ανάλυση του DApp. Η δομή αυτή έχει σχεδιαστεί για να εξασφαλίσει μια οργανωμένη και συστηματική προσέγγιση στην έρευνα, ενώ παράλληλα αναδεικνύει τις συνεισφορές και τις προοπτικές του έργου με σαφήνεια και ακρίβεια.

Κεφάλαιο 2: Blockchain και NFTs: Νέες προοπτικές για την ακαδημαϊκή πιστοποίηση

2.1 Blockchain και Ethereum

2.1.1 Επισκόπηση της Τεχνολογίας Blockchain

Η τεχνολογία blockchain έχει εξελιχθεί σε ένα δυναμικό εργαλείο για πολλούς τομείς πέρα από τα ψηφιακά νομίσματα, από τα οποία έγινε αρχικά γνωστό. Κατά βάση, το blockchain αποτελεί μια διανεμημένη τεχνολογία καταγραφής που διευκολύνει την καταγραφή συναλλαγών με τρόπο ασφαλής, διαφανή και αμετάβλητο.

Τα βασικά χαρακτηριστικά του blockchain περιλαμβάνουν:

- **Αποκέντρωση:** Σε αντίθεση με τα παραδοσιακά κεντρικά συστήματα, το blockchain λειτουργεί μέσω ενός δικτύου ανεξάρτητων κόμβων, αφαιρώντας τον κίνδυνο μονοπωλίου της πληροφορίας ή επιθέσεων στο σύστημα.
- **Αμεταβλητότητα:** Κάθε συναλλαγή που εγγράφεται στο blockchain παραμένει αμετάβλητη και αδύνατη προς τροποποίηση ή διαγραφή. Η αξιοπιστία αυτή επιτυγχάνεται μέσω τεχνικών κρυπτογραφίας και καθιστά το blockchain ένα αξιόπιστο μέσο για την καταγραφή δεδομένων.
- **Διαφάνεια:** Οι συναλλαγές που καταγράφονται στο blockchain είναι διαθέσιμες σε όλους τους συμμετέχοντες του δικτύου, προάγοντας τη διαφάνεια και ενθαρρύνοντας την εμπιστοσύνη.

Οι εφαρμογές του blockchain ξεπερνούν τα όρια των κρυπτονομισμάτων, βρίσκοντας χρήση σε τομείς όπως η διαχείριση αλυσίδων εφοδιασμού, η υγειονομική περίθαλψη, οι χρηματοοικονομικές υπηρεσίες και πολλά άλλα, μετασχηματίζοντας τον τρόπο αποθήκευσης, μοιράσματος και επιβεβαίωσης δεδομένων. Στον τομέα της επαλήθευσης ακαδημαϊκών πιστοποιητικών, το blockchain προσφέρει μια ελκυστική λύση για την επίτευξη ασφάλειας, αυθεντικότητας και προσβασιμότητας.

2.1.2 Ο Ρόλος του Ethereum στην Εξέλιξη του Blockchain

Το Ethereum, που δημιουργήθηκε από τον Vitalik Buterin το 2015, αποτελεί μια κρίσιμη εξέλιξη στον χώρο του blockchain. Ενώ αρχικά το blockchain συσχετιζόταν κυρίως με το Bitcoin και τις χρηματικές συναλλαγές, το Ethereum εισήγαγε την έννοια των έξυπνων συμβολαίων και των αποκεντρωμένων εφαρμογών (DApps), επεκτείνοντας έτσι τις δυνατότητες του blockchain.

Αρχικά τα Έξυπνα Συμβόλαια (Smart Contracts) αποτελούν κώδικα που αποθηκεύεται στο blockchain και εκτελείται αυτόματα όταν πληρούνται ορισμένες συνθήκες. Αυτό τα καθιστά πιο αποδοτικά και αξιόπιστα από τα παραδοσιακά συμβόλαια, καθώς δεν απαιτούν μεσάζοντες.

Παράλληλα το Ethereum διευκολύνει τη δημιουργία Αποκεντρωμένων Εφαρμογών (DApps), εφαρμογών δηλαδή που λειτουργούν σε ένα διανεμημένο δίκτυο και όχι σε έναν

μόνο υπολογιστή, επιτρέποντας την εκμετάλλευση των οφελών του blockchain όπως η ασφάλεια και η διαφάνεια.

Η πρωτοποριακή αυτή συνεισφορά του Ethereum σηματοδότησε τη μετάβαση από ένα απλό μέσο καταγραφής χρηματικών συναλλαγών σε μία πλατφόρμα που υποστηρίζει πιο σύνθετες λειτουργίες. Αυτή η δυνατότητα καθιστά το Ethereum εξαιρετικά ευέλικτο για εφαρμογές που υπερβαίνουν τη βασική εγγραφή συναλλαγών, καλύπτοντας περίπλοκους τομείς όπως τα αποκεντρωμένα οικονομικά, τα συστήματα ψηφιακής ταυτοποίησης, και οι πλατφόρμες επιβεβαίωσης ακαδημαϊκών πιστοποιητικών.

Συνοψίζοντας, η εμφάνιση και η εξέλιξη του Ethereum έχει ανοίξει νέους δρόμους για καινοτόμες λύσεις σε διαφορετικούς τομείς. Οι δυνατότητές του στην υποστήριξη έξυπνων συμβολαίων και DApps έχουν επεκτείνει το πεδίο του blockchain, δημιουργώντας πολλαπλές δυνατότητες για ασφαλή, διαφανή και αποδοτικά ψηφιακά συστήματα.

2.2 NFTs και Ακαδημαϊκή Πιστοποίηση

2.2.1 Εισαγωγή στα NFTs

Τα Non-Fungible Tokens (NFTs) έχουν κερδίσει σημαντική προσοχή στον ψηφιακό κόσμο για τη μοναδική τους προσέγγιση στην αναπαράσταση της κατοχής και της αυθεντικότητας ψηφιακών περιουσιακών στοιχείων. Σε αντίθεση με τα παραδοσιακά κρυπτονομίσματα όπως το Bitcoin ή το Ether του Ethereum, τα οποία είναι ανταλλάξιμα και μπορούν να ανταλλαχθούν σε βάση ένα προς ένα, τα NFTs είναι μοναδικά και δεν μπορούν να ανταλλαχθούν με βάση την ομοιότητα. Τα κύρια χαρακτηριστικά των NFTs είναι τα εξής. Πρώτον η μοναδικότητα και αδιαιρετότητα τους. Πιο συγκεκριμένα, κάθε NFT αντιπροσωπεύει ένα συγκεκριμένο, μοναδικό αντικείμενο, είτε πρόκειται για ψηφιακή τέχνη, συλλεκτικό αντικείμενο, είτε ένα κομμάτι ψηφιακού περιεχομένου. Αυτή η μοναδικότητα είναι επαληθεύσιμη στο blockchain, παρέχοντας σαφή απόδειξη κατοχής και προέλευσης.

Δεύτερον, τα NFTs συχνά αναπτύσσονται σε blockchain όπως το Ethereum, το οποίο υποστηρίζει έξυπνα συμβόλαια, επιτρέποντας τη δημιουργία μοναδικών tokens. Χάρη σε πρότυπα όπως το ERC-721 και το ERC-1155, τα NFTs προσφέρουν μοναδικά χαρακτηριστικά και διασφαλίζουν ότι κάθε token είναι μοναδικό και δεν μπορεί να ανταλλαχθεί σαν ένα κοινό νόμισμα.

Τρίτο χαρακτηριστικό είναι η ψηφιακή κατοχή και τα δικαιώματα. Αυτό σημαίνει πως κατέχοντας ένα NFT, παρέχεται στον κάτοχο του ένα είδος ψηφιακού τίτλου ιδιοκτησίας. Αυτό δεν συνεπάγεται αυτομάτως ότι ο κάτοχος έχει και τα πνευματικά δικαιώματα του ψηφιακού αντικειμένου, αλλά επιβεβαιώνεται ότι κατέχει έναν συγκεκριμένο και μοναδικό token που σχετίζεται με αυτό το αντικείμενο.

Με βάση τα παραπάνω προκύπτει πως τα NFTs έχουν αλλάξει ριζικά τον τρόπο αντίληψης, κατοχής και εμπορίας ψηφιακού περιεχομένου, φέρνοντας ένα νέο επίπεδο ασφάλειας και αυθεντικότητας στη ψηφιακή εποχή. Οι εφαρμογές τους είναι πολυάριθμες και διευρύνονται συνεχώς, ανοίγοντας δρόμους για καινοτομία σε τομείς όπως η ακαδημαϊκή τεκμηρίωση και πολλά άλλα.

2.2.2 Ο Ρόλος των NFTs στην Ακαδημαϊκή Πιστοποίηση

Η εφαρμογή των NFTs στην ακαδημαϊκή πιστοποίηση παρουσιάζει μια καινοτόμο προσέγγιση για την αντιμετώπιση προκλήσεων όπως η πλαστογραφία και η επαλήθευση των εκπαιδευτικών πιστοποιητικών. Χρησιμοποιώντας τα NFTs, τα ακαδημαϊκά ιδρύματα μπορούν να εκδίδουν, να διαχειρίζονται και να επαληθεύουν με ασφάλεια και αποδοτικότητα τα ακαδημαϊκά πιστοποιητικά. Πιο συγκεκριμένα, ο ρόλος των NFTs στην ακαδημαϊκή πιστοποίηση περιλαμβάνει ορισμένα πλεονεκτήματα που αφορούν αφενός στην ασφάλεια, προσφέροντας μια αξιόπιστη και μη παραποιήσιμη εκδοχή των ακαδημαϊκών πτυχίων και πιστοποιητικών που εκδίδονται στο blockchain. Αυτό εξασφαλίζει την αδυναμία πλαστογραφίας και την ευκολία επαλήθευσης της αυθεντικότητας κάθε πιστοποιητικού. Οι ενδιαφερόμενοι μπορούν να επιβεβαιώσουν την αυθεντικότητα ενός πιστοποιητικού μέσω του blockchain γρήγορα και με ακρίβεια. Αφετέρου, ιδιαίτερα σημαντική είναι η συμβολή των NFTs στην προστασία από την πλαστογραφία. Η διαφάνεια και η αμεταβλητότητα των NFTs καθιστούν τη δημιουργία και την αναπαράσταση πλαστών πιστοποιητικών σχεδόν αδύνατη. Αυτό συμβάλλει στην εξάλειψη της απάτης και ενισχύει την εμπιστοσύνη στα εκπαιδευτικά προσόντα. Τέλος, τα πιστοποιητικά βασισμένα σε NFTs μπορούν να προσπελαστούν και να μοιραστούν εύκολα από τους κατόχους τους, διευκολύνοντας την ομαλή μεταφορά και κοινοποίηση επαληθευμένων ακαδημαϊκών εγγράφων. Αυτό προσφέρει μεγαλύτερη ευελιξία για τους κατόχους και επαγγελματίες στην παρουσίαση των ακαδημαϊκών τους επιτευγμάτων.

Συνοπτικά, η ενσωμάτωση των NFTs στον τομέα της ακαδημαϊκής πιστοποίησης προσφέρει μια πρωτοποριακή λύση σε μακροχρόνιες προκλήσεις του κλάδου. Παρέχει ένα μέσο για να χειριστούμε με ασφάλεια και αποδοτικότητα τα ακαδημαϊκά πιστοποιητικά, διασφαλίζοντας την αυθεντικότητά τους και διευκολύνοντας την επαλήθευσή τους, ενισχύοντας έτσι την συνολική ακεραιότητα του εκπαιδευτικού συστήματος.

2.3 Σχετικές Εργασίες

2.3.1 Υπάρχοντα Συστήματα Ψηφιακής Πιστοποίησης

Η εμφάνιση των συστημάτων ψηφιακής πιστοποίησης σηματοδότησε μια σημαντική μετάβαση από τις χειρόγραφες μεθόδους σε μια εποχή ψηφιακής αποδοτικότητας, προσβασιμότητας και αυξημένης ασφάλειας. Παρόλα αυτά, αυτά τα συστήματα συνοδεύονται από δικές τους προκλήσεις και περιορισμούς. Ξεκινώντας, είναι σημαντικό να αναφερθεί πως πολλά σύγχρονα συστήματα βασίζονται σε κεντρικές βάσεις δεδομένων για την αποθήκευση και διαχείριση των πιστοποιητικών, προσφέροντας μεν αποτελεσματικότητα αλλά εισάγοντας ταυτόχρονα κινδύνους όπως διαρροές δεδομένων και πιθανά σημεία αδυναμίας.

Ταυτόχρονα οι παραδοσιακές μέθοδοι επαλήθευσης συχνά απαιτούν χρονοβόρες διαδικασίες που μπορεί να είναι ευάλωτες σε λάθη. Παρόλο που ψηφιακές λύσεις έχουν βελτιώσει αυτές τις διαδικασίες, η ανάγκη για έγκυρη επαλήθευση παραμένει, ιδίως απέναντι σε περίπλοκες μεθόδους πλαστογραφίας.

Από την άλλη η έλλειψη ευελιξίας στη μεταφορά και αναγνώριση πιστοποιητικών μεταξύ διαφορετικών συστημάτων δημιουργεί προβλήματα για όσους προσπαθούν να μετακινηθούν μεταξύ ιδρυμάτων ή χωρών, γεγονός που αναδεικνύει την δυσλειτουργικότητα και την ποικιλομορφία των δεδομένων.

Σε αντίθεση με τις παραδοσιακές μεθόδους, οι λύσεις με βάση το blockchain και τα NFT προσφέρουν ανώτερη ασφάλεια, διαφάνεια και αμεταβλητότητα. Οι αποκεντρωμένες μέθοδοι αυτές προσφέρουν πιο ισχυρή προστασία δεδομένων, δημιουργώντας αρχεία που δεν υπόκεινται σε διαγραφή ή τροποποίηση και διευκολύνουν τις διαδικασίες επαλήθευσης, αντιμετωπίζοντας πολλά από τα προβλήματα των κεντροποιημένων συστημάτων.

2.3.2 Πρόοδοι και Καινοτομίες στην Πιστοποίηση Βασισμένη στο Blockchain

Η ενσωμάτωση του blockchain στην ακαδημαϊκή πιστοποίηση έχει ανοίξει νέους δρόμους για πρόοδο και καινοτόμες λύσεις. Ας εξετάσουμε μερικά παραδείγματα για το πώς διάφορα εκπαιδευτικά ιδρύματα και οργανισμοί εφαρμόζουν το blockchain για να ενισχύσουν την αξιοπιστία των πιστοποιητικών τους.

Συγκεκριμένα, το έργο Blockcerts αναπτύσσει έναν τρόπο για την ασφαλή αποθήκευση ακαδημαϊκών πιστοποιητικών στο blockchain, με θετικά αποτελέσματα από ιδρύματα όπως το Πανεπιστήμιο του Τέξας στο Όστιν. Το έργο NFTCert επίσης προτείνει μια λύση για τη δημιουργία και την ανταλλαγή NFTs ακαδημαϊκών πιστοποιητικών, επιτρέποντας στους φοιτητές να έχουν ψηφιακά πιστοποιητικά ασφαλή και εύκολα επαληθεύσιμα.

Αυτή η καινοτόμα προσέγγιση έχει τη δυνατότητα να μεταμορφώσει τον τρόπο που αντιλαμβανόμαστε την ακαδημαϊκή πιστοποίηση, παρέχοντας έναν πιο ασφαλή και αποτελεσματικό τρόπο για την επαλήθευση των πτυχίων και των επιτευγμάτων. Πέρα από την απλή αποθήκευση και επαλήθευση, το blockchain επιτρέπει τη δημιουργία νέων μορφών πιστοποιητικών, προσφέροντας μια πλατφόρμα για την καινοτομία στην εκπαίδευση και την επαγγελματική κατάρτιση. Επιπλέον, μέσω της αυξημένης διαφάνειας και της ικανότητας να παρακολουθούνται οι συναλλαγές σε πραγματικό χρόνο, το blockchain συμβάλλει στην αύξηση της αποδοτικότητας των διαδικασιών πιστοποίησης, μειώνοντας τον χρόνο και το κόστος που απαιτείται για την επαλήθευση και την έκδοση πιστοποιητικών.

Συνολικά, το blockchain προσφέρει μια σειρά από δυνατότητες που μπορούν να επιδράσουν θετικά στον τομέα της ακαδημαϊκής πιστοποίησης, όπως η αυξημένη ασφάλεια, η βελτιωμένη διαφάνεια, και η ενίσχυση της εμπιστοσύνης στις ακαδημαϊκές διαδικασίες, ανοίγοντας νέους δρόμους για την εκπαίδευση και την ανάπτυξη στον 21ο αιώνα.

Κεφάλαιο 3: Μπλοκ, Συμβόλαια και Tokens: Εισαγωγή στις Τεχνολογίες Blockchain και NFT

3.1 Βασικές Έννοιες

Η ανάπτυξη της αποκεντρωμένης εφαρμογής (DApp) που περιγράφεται σε αυτή τη διατριβή στηρίζεται στις θεμελιώδεις αρχές της τεχνολογίας blockchain. Το blockchain αποτελεί μια ειδικού τύπου διανεμημένη βάση δεδομένων, η οποία διακρίνεται για την αποκεντρωμένη φύση της, την αμεταβλητότητα των δεδομένων και τη διαφάνεια της λειτουργίας της. Είναι μια τεχνολογία που καταγράφει πληροφορίες με έναν τρόπο ιδιαίτερα ασφαλή, αξιόπιστο και ελεγχόμενο από όλους τους συμμετέχοντες. Αυτή η τεχνολογία αποτελείται από μπλοκ και αλυσίδες, όπου το κάθε μπλοκ περιέχει στοιχεία συναλλαγών και συνδέεται χρονολογικά με το επόμενο, σχηματίζοντας έτσι μια αλυσίδα. Κάθε νέο μπλοκ περιλαμβάνει τον κρυπτογραφικό κατακερματισμό του προηγούμενου, δημιουργώντας μια σύνδεση που εγγυάται την ακεραιότητα της αλυσίδας και ενισχύει την ασφάλεια, καθώς η τροποποίηση οποιουδήποτε μέρους της αλυσίδας θα απαιτούσε την επανακρυπτογράφηση όλων των επακόλουθων μπλοκ.

Στον τομέα της εξόρυξης και των μηχανισμών συναίνεσης, το blockchain υιοθετεί μεθόδους όπως τους αλγόριθμους συναίνεσης Proof of Work (PoW) και Proof of Stake (PoS). Με τον PoW, οι εξορυκτές (miners) αναλαμβάνουν το έργο της επικύρωσης συναλλαγών μέσω της επίλυσης απαιτητικών κρυπτογραφικών προκλήσεων, εξασφαλίζοντας την εγκυρότητα κάθε μπλοκ και επιβραβεύοντας τους για τη συνεισφορά τους. Από την άλλη πλευρά, το PoS επιλέγει επικυρωτές (validators) με βάση την ποσότητα των tokens που κατέχουν και τη δέσμευσή τους στο δίκτυο, προωθώντας έτσι μια πιο ισότιμη και περιβαλλοντικά φιλική συμμετοχή.

Παράλληλα, η αποκέντρωση και η ασφάλεια είναι κεντρικά στοιχεία του blockchain. Η απουσία κεντρικών σημείων αποτυχίας καθιστά το σύστημα ανθεκτικό σε επιθέσεις και απόπειρες παραβίασης. Η διανεμημένη φύση του δικτύου σημαίνει ότι κάθε συμμετέχων διατηρεί ένα αντίγραφο του μητρώου, ενισχύοντας την ασφάλεια και την ακεραιότητα των δεδομένων. Αυτό το μοντέλο διασφαλίζει ότι καμία κεντρική αρχή δεν μπορεί να αλλοιώσει τα δεδομένα αυθαίρετα, προσφέροντας ένα σύστημα διαφανές και αξιόπιστο για όλους τους συμμετέχοντες. Η αποκέντρωση του blockchain επιτρέπει τη διατήρηση μιας ανθεκτικής και ασφαλούς δομής, κρίσιμης για την προστασία των δεδομένων και την εξασφάλιση μιας αδιάβλητης λειτουργίας του δικτύου.

3.2 Ethereum και Έξυπνα Συμβόλαια

3.2.1 Έξυπνα Συμβόλαια και η Εξέλιξη του Blockchain

Το Ethereum εισάγει μια σημαντική αναβάθμιση στις δυνατότητες του blockchain μέσω της προσθήκης των έξυπνων συμβολαίων. Αυτά τα προγράμματα λειτουργούν εντός της

αλυσίδας του Ethereum και επιτρέπουν τη διεξαγωγή συναλλαγών πολύ πιο προχωρημένων από τις απλές διαδικασίες που προσφέρει το βασικό scripting language του Bitcoin.

Ένα βασικό χαρακτηριστικό των έξυπνων συμβολαίων είναι η ικανότητα αυτόνομης εκτέλεσης. Με απλά λόγια, όταν ορισμένες συνθήκες ικανοποιηθούν, τα συμβόλαια αυτά εκτελούνται αυτομάτως χωρίς την ανάγκη επέμβασης από τρίτους. Αυτό σημαίνει ότι οι συμμετέχοντες μπορούν να έχουν πλήρη εμπιστοσύνη στον κώδικα, καθώς εγγυάται την ακρίβεια και την τήρηση των όρων που έχουν οριστεί.

Πέρα από την αυτόνομη εκτέλεση, τα έξυπνα συμβόλαια διακρίνονται για την πολυμορφικότητα και την ευελιξία τους. Μπορούν να υποστηρίξουν μια ευρεία ποικιλία εφαρμογών και να διαχειριστούν περίπλοκες συναλλαγές, να αυτοματοποιήσουν διαδικασίες, να οργανώσουν διαδικασίες ψηφοφορίας ή ακόμα και να ιδρύσουν αποκεντρωμένους αυτόνομους οργανισμούς (DAOs). Η πληθώρα των δυνατοτήτων που προσφέρουν είναι τεράστια, επιτρέποντας την υλοποίηση σχεδόν οποιασδήποτε εφαρμογής μπορεί να φανταστεί κανείς.

Έτσι, το Ethereum φέρνει μια μεγάλη αλλαγή στον τομέα του blockchain. Με τις καινοτομίες του, ανοίγει δρόμους για πιο σύνθετες και ασφαλείς ψηφιακές συναλλαγές. Κάνει το Ethereum ένα ισχυρό εργαλείο που βοηθάει στην ανάπτυξη της ψηφιακής οικονομίας, προσφέροντας μια λύση που είναι δυνατή, ευέλικτη και προσαρμόσιμη. Με τις δυνατότητες που δίνει, το Ethereum μπορεί να αλλάξει τον τρόπο που κάνουμε τις ψηφιακές μας δουλειές, φέρνοντας νέες προοπτικές στον κόσμο της τεχνολογίας.

3.2.2 Οικοσύστημα του Ethereum και Ανάπτυξη DApp

Το οικοσύστημα του Ethereum αποτελείται από ένα σύνολο εργαλείων, βιβλιοθηκών και υπηρεσιών που υποστηρίζουν την ανάπτυξη και τη λειτουργία αποκεντρωμένων εφαρμογών (DApp). Οι DApp είναι εφαρμογές που εκτελούνται στο blockchain του Ethereum και δεν υπόκεινται στον έλεγχο καμίας κεντρικής αρχής. Αυτό σημαίνει ότι δεν μπορούν να λογοκριθούν ή να παραποιηθούν από κανέναν. Οι DApp βασίζονται σε έξυπνα συμβόλαια, τα οποία είναι προγράμματα που εκτελούνται αυτόματα όταν πληρούνται ορισμένες προϋποθέσεις.

Στο πεδίο της πολυμορφίας των εφαρμογών, το Ethereum υπερτερεί, καθώς διευκολύνει τη δημιουργία εφαρμογών για τη διαχείριση αλυσίδων εφοδιασμού, την επαλήθευση ψηφιακών ταυτοτήτων, και πολλά άλλα, καθιστώντας το ένα δυναμικό περιβάλλον για την ανάπτυξη DApps.

Ειδικά στον τομέα της ακαδημαϊκής πιστοποίησης, το Ethereum προσφέρει ένα ιδανικό πλαίσιο για την κατασκευή εφαρμογών που σχετίζονται με την ασφαλή και διάφανη καταγραφή και επαλήθευση ακαδημαϊκών πιστοποιητικών. Μέσω αυτών των εφαρμογών, το Ethereum βοηθά στη βελτίωση της ακεραιότητας και της αξιοπιστίας του εκπαιδευτικού συστήματος, καθιστώντας την επαλήθευση των προσόντων πιο απλή και ασφαλή.

Παράλληλα, Το Ethereum διαθέτει ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο για την ανάπτυξη και τη δοκιμή DApps, προσφέροντας εργαλεία και βιβλιοθήκες που διευκολύνουν τους προγραμματιστές. Αυτό καθιστά την ανάπτυξη πιο αποδοτική και προσβάσιμη, ανοίγοντας τον δρόμο για καινοτόμες ιδέες και λύσεις. Ιδίως με την προσθήκη των έξυπνων συμβολαίων και των NFTs τα οποία θα εξετάσουμε αμέσως μετά, το Ethereum ενθαρρύνει την

καινοτομία, επιτρέποντας τη δημιουργία εξατομικευμένων και ασφαλών εφαρμογών. Το αποτέλεσμα είναι ένα πλούσιο οικοσύστημα εφαρμογών που συνεχώς εξελίσσεται και προσαρμόζεται στις ανάγκες των χρηστών.

Η αλληλεπίδραση με τις αποκεντρωμένες εφαρμογές (DApps) στο Ethereum απαιτεί τη χρήση διάφορων εργαλείων και υπηρεσιών, οι οποίες συνδυάζονται για να δημιουργήσουν μια ομαλή και αποτελεσματική διαδικασία. Για την αλληλεπίδραση με το δίκτυο των κρυπτονομισμάτων, είναι απαραίτητο ένα ψηφιακό πορτοφόλι, όπως το MetaMask. Τα πορτοφόλια αυτά αποθηκεύουν τα κρυπτονομίσματά και τις ψηφιακές ταυτότητές, οι οποίες είναι απαραίτητες για να συνδεθούμε με τις DApps.

Κάθε χρήστης στο δίκτυο Ethereum διαθέτει μια μοναδική διεύθυνση, η οποία λειτουργεί ως η ψηφιακή του ταυτότητα. Αυτή η ταυτότητα συνδυάζεται με ένα σετ από κλειδιά, τα δημόσια (public) και τα ιδιωτικά (private) κλειδιά. Το δημόσιο κλειδί είναι ένας μοναδικός αλφαριθμητικός κωδικός που προκύπτει από το ιδιωτικό κλειδί μέσω ενός κρυπτογραφικού αλγορίθμου. Λειτουργεί σαν ένα είδος διεύθυνσης στο blockchain, που επιτρέπει σε άλλους χρήστες να στέλνουν πληροφορίες ή κρυπτονομίσματα στον κάτοχο του κλειδιού, χωρίς να αποκαλύπτεται η πραγματική του ταυτότητα ή η θέση του. Μπορεί να δοθεί ανοικτά και είναι απαραίτητο για τις διάφορες διαδικασίες αλληλεπίδρασης στο δίκτυο, όπως η λήψη συναλλαγών ή η επικοινωνία με άλλα άτομα και συστήματα στο blockchain. Από την άλλη πλευρά, το ιδιωτικό κλειδί λειτουργεί σαν ένας προσωπικός κωδικός πρόσβασης που ο χρήστης πρέπει να κρατά μυστικό. Αυτό το κλειδί χρησιμοποιείται για να επιβεβαιώσει συναλλαγές, εξασφαλίζοντας ότι μόνο ο κάτοχός του μπορεί να ελέγχει τις δραστηριότητές του στο δίκτυο.

Για τη διευκόλυνση της αλληλεπίδρασης με τα DApps, εφαρμογές όπως το MetaMask λειτουργούν ως διαπαφή μεταξύ του χρήστη και του blockchain του Ethereum. επιτρέποντας στους χρήστες να διαχειρίζονται τα κλειδιά και τις διευθύνσεις τους και να αλληλεπιδρούν με DApps με ασφάλεια. Η διαδικασία αυτή καθιστά δυνατή την ασφαλή και ομαλή λειτουργία στο περίπλοκο σύστημα του Ethereum, εκμεταλλευόμενη τις πλούσιες δυνατότητες του blockchain

3.3 Non-Fungible Tokens (NFTs) και τα Χαρακτηριστικά τους

3.3.1 Μοναδικότητα και Αδιαιρετότητα των NFTs

Τα Non-Fungible Tokens (NFTs) αποτελούν το θεμέλιο της ψηφιακής κατοχής και αυθεντικότητας και εισάγουν μια καινοτόμο προοπτική στον τρόπο που αντιλαμβανόμαστε τα ψηφιακά αγαθά. Τα NFTs, με τη μοναδική τους ψηφιακή αναπαράσταση, ορίζουν κάθε αντικείμενο ως μια μοναδική οντότητα στον ψηφιακό κόσμο. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της καταγραφής στο blockchain, παρέχοντας έτσι ακριβείς και αδιαμφισβήτητες αποδείξεις για την κατοχή και την προέλευση του κάθε αντικειμένου. Είτε πρόκειται για μια ψηφιακή

δημιουργία τέχνης είτε για ένα ακαδημαϊκό πιστοποιητικό, η μοναδικότητα κάθε NFT είναι αυτή που το κάνει πολύτιμο και αναντικατάστατο.

Παράλληλα, η αδιαιρετότητα των NFTs είναι ένας επιπλέον παράγοντας που ενισχύει την αξία τους. Αντίθετα με άλλα ψηφιακά αγαθά, τα NFTs δεν διαιρούνται σε μικρότερες μονάδες, καθιστώντας τα ιδανικά για την εκπροσώπηση αντικειμένων με σημαντική αξία, όπως είναι ένα έργο τέχνης ή ένα πιστοποιητικό. Η αδιαίρετη φύση των NFTs τονίζει την αξία και την μοναδικότητα κάθε στοιχείου. Αυτά τα βασικά χαρακτηριστικά συμβάλλουν στη διαμόρφωση ενός νέου τρόπου αλληλεπίδρασης, διαπραγμάτευσης και αναγνώρισης της αξίας σε έναν κόσμο όπου η ψηφιακή αυθεντικότητα και η μοναδικότητα είναι ουσιαστικές.

3.3.2 ERC Πρότυπα και NFTs στο Ethereum

Τα NFTs στο blockchain του Ethereum είναι συμβατά με συγκεκριμένα πρότυπα που καθορίζουν τις δυνατότητές τους και τη συμπεριφορά τους. Αυτά τα πρότυπα είναι απαραίτητα για να διασφαλιστεί η αλληλεπιδραστικότητα των NFTs με άλλες εφαρμογές και υπηρεσίες του Ethereum.

Τα δύο πιο σημαντικά πρότυπα για τα NFTs στο Ethereum είναι τα εξής:

1. ERC-721: Αυτό το πρότυπο καθορίζει το βασικό πλαίσιο για τα NFTs στο Ethereum. Ορίζει τα χαρακτηριστικά που πρέπει να έχουν όλα τα NFTs, όπως το όνομα, η περιγραφή και η τιμή τους.
2. ERC-1155: Αυτό το πρότυπο επεκτείνει το ERC-721 επιτρέποντας στα NFTs να έχουν πολλαπλά χαρακτηριστικά. Αυτό καθιστά τα NFTs πιο ευέλικτα και επιτρέπει τη δημιουργία πιο σύνθετων εφαρμογών.

Εκτός από αυτά τα δύο πρότυπα, υπάρχουν και άλλα που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία συγκεκριμένων τύπων NFTs. Για παράδειγμα, το πρότυπο ERC-1155 χρησιμοποιείται συχνά για τη δημιουργία NFTs που αντιπροσωπεύουν ψηφιακά περιουσιακά στοιχεία, όπως έργα τέχνης ή μουσική.

Τα πρότυπα διακυβέρνησης έχουν μεγάλη σημασία για την ανάπτυξη των NFTs. Αυτά τα πρότυπα προσφέρουν ένα κοινό πλαίσιο, το οποίο υποστηρίζει την ανάπτυξη εφαρμογών και υπηρεσιών συμβατών με τα NFTs διευκολύνοντας έτσι σημαντικά τη δημιουργία και την αλληλεπίδραση μεταξύ τους. Καθώς η τεχνολογία των NFTs συνεχίζει να εξελίσσεται, αναμένεται μια συνεχής και αυξανόμενη υιοθέτηση αυτών των προτύπων, τα οποία θα συμβάλουν ακόμη περισσότερο στην ασφάλεια, διαλειτουργικότητα και την καινοτομία εντός αυτού του πεδίου.

Κεφάλαιο 4: Μεθοδολογία

4.1 Φιλοσοφία Σχεδίασης

4.1.1 Προσέγγιση στον Σχεδιασμό Αποκεντρωμένων Εφαρμογών

Τα όσα αναφέρθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια είναι ιδιαίτερα σημαντικά στην ανάπτυξη της φιλοσοφίας σχεδίασης της εφαρμογής που αναπτύξαμε. Η φιλοσοφία σχεδίασης της παρούσας εφαρμογής βασίζεται στην ενσωμάτωση των δυνατοτήτων ενός αποκεντρωμένου συστήματος. Στόχος είναι να υιοθετηθούν οι δυνατότητες που προσφέρει ένα αποκεντρωμένο σύστημα, όπως είναι το blockchain, και να αντιμετωπιστούν ταυτόχρονα οι περιορισμοί που επιβάλλουν τα κεντροποιημένα μοντέλα, ανταποκρινόμενοι στις σύγχρονες και μελλοντικές ανάγκες.

Κεντρικό στοιχείο στη σχεδίαση του DApp είναι η διαφάνεια και η ενίσχυση της εμπιστοσύνης. Η εκμετάλλευση της διαφάνειας που προσφέρει το blockchain επιτρέπει στο σύστημα να είναι ανοιχτό και επαληθεύσιμο, εξασφαλίζοντας ότι κάθε διαδικασία και συναλλαγή είναι διαφανής και ακριβής. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό σε περιβάλλοντα όπου η ακρίβεια και η επαλήθευση, όπως στα ακαδημαϊκά πιστοποιητικά, είναι κρίσιμης σημασίας.

Σε ό,τι αφορά την ασφάλεια, τα αποκεντρωμένα συστήματα όπως το DApp προσφέρουν προηγμένες λύσεις. Μειώνοντας τον κίνδυνο διαρροής δεδομένων και παραβιάσεων, το DApp παρέχει μια ασφαλέστερη εναλλακτική σε σύγκριση με τα κεντροποιημένα μοντέλα. Η κρυπτογραφική προστασία εγγυάται την ακεραιότητα και την ασφάλεια των δεδομένων, προσφέροντας μια εμπειρία πιο ασφαλή για κάθε χρήστη.

Συμπληρωματικά, η αποκέντρωση ενισχύει την αυτονομία των χρηστών, δίνοντας τους περισσότερη εξουσία και ελευθερία επάνω στα δεδομένα και τις πληροφορίες τους. Αυτό επιτρέπει στους χρήστες να διαχειριστούν με ασφάλεια και διαφάνεια τα δικά τους ακαδημαϊκά επιτεύγματα. Η δυνατότητα αυτή προστατεύει τα δικαιώματα του κάθε χρήστη και ενθαρρύνει μια αίσθηση εμπιστοσύνης και αξιοπιστίας στο σύστημα, δημιουργώντας ένα περιβάλλον όπου η ασφάλεια και η διαφάνεια είναι πρωταρχικής σημασίας.

Μέσω αυτής της φιλοσοφίας, το DApp δεν αποσκοπεί μόνο στην εξυπηρέτηση των τρεχουσών αναγκών αλλά και στην προετοιμασία για τις μελλοντικές τεχνολογικές εξελίξεις. Αποτελεί μια επαναστατική λύση που προσφέρει ένα ασφαλές, διαφανές και αποκεντρωμένο περιβάλλον για την ακαδημαϊκή πιστοποίηση και άλλες σχετικές εφαρμογές. Είναι ένα σύστημα σχεδιασμένο με την βλέψη όχι μόνο να πληροί τις σημερινές ανάγκες αλλά και να είναι ικανό να εξελίσσεται και να προσαρμόζεται στις διαρκώς μεταβαλλόμενες τεχνολογικές προκλήσεις, διασφαλίζοντας έτσι τη διαρκή συμβολή του στην πρόοδο και την καινοτομία.

4.1.2 Ενσωμάτωση Σχεδίασης Προσανατολισμένης στον Χρήστη

Η ενσωμάτωση της σχεδίασης προσανατολισμένης στον χρήστη είναι μια στρατηγική που ακολουθήθηκε στην ανάπτυξη του DApp. Στην παρούσα φάση, η προτεραιότητα ήταν η

εξασφάλιση μιας ολοκληρωμένης εμπειρίας που θα ικανοποιεί τις απαιτήσεις και τις προσδοκίες των ενδιαφερόμενων.

Από το πρώτο στάδιο σχεδιασμού, η ανάπτυξη του DApp έθεσε ως πρωταρχικό στόχο την ανταπόκριση στις απαιτήσεις και προτιμήσεις των χρηστών. Αυτό περιλάμβανε την κατανόηση των αναγκών των πτυχιούχων, των εκδοτών και των συνεργαζόμενων οργανισμών και τον σχεδιασμό λύσεων που να ανταποκρίνονται σε αυτές με τον πλέον αποτελεσματικό τρόπο.

Η διεπαφή του DApp σχεδιάστηκε με κύριο γνώμονα την ευκολία χρήσης και την απλότητα, κάνοντάς την προσιτή ακόμα και σε χρήστες που δεν διαθέτουν εκτεταμένες τεχνικές γνώσεις. Η επιλογή της Angular ως πλατφόρμας για το frontend βοήθησε στη δημιουργία μιας δυναμικής και ελκυστικής διεπαφής, η οποία επιτρέπει στους χρήστες να πλοηγούνται με άνεση και ασφάλεια.

Επιπλέον, η διαδικασία ανάπτυξης του DApp δεν ήταν στατική αλλά διαρκώς εξελισσόμενη. Μέσω αρκετών γύρων δοκιμών και αξιολογήσεων, η εφαρμογή συνεχώς βελτιώθηκε και προσαρμόστηκε, ενσωματώνοντας ταυτόχρονα νέες πρακτικές και τεχνολογίες. Αυτή η διαρκής διαδικασία εξασφάλισε ότι το τελικό προϊόν θα παρέχει μια άριστη εμπειρία χρήστη.

Με έναν φιλικό προς τον χρήστη σχεδιασμό, το DApp προσφέρει μια ισχυρή, αλλά φιλική προς τον χρήστη λύση. Αυτή η προσέγγιση συνδυάζει τεχνική επάρκεια και ευκολία χρήσης, κάνοντας το DApp όχι μόνο ένα εργαλείο υψηλής τεχνολογίας αλλά και ένα φιλικό προς τον χρήστη σύστημα που είναι προσβάσιμο και αποτελεσματικό για όλους.

4.2 Τεχνολογική Αρχιτεκτονική και Εργαλεία Ανάπτυξης του DApp

Στην πορεία ανάπτυξης του DApp, υιοθετήθηκε μια στοχευμένη και καινοτόμα προσέγγιση, η οποία συνδυάζει διάφορα τεχνολογικά εργαλεία και πλατφόρμες, αποσκοπώντας στην ολοκληρωμένη κάλυψη λειτουργικών αναγκών και στην εξασφάλιση υψηλής απόδοσης, αξιοπιστίας και επεκτασιμότητας. Κάθε επιλογή τεχνολογίας έγινε μετά από λεπτομερή έρευνα και αξιολόγηση, ώστε να ενισχύσει συνολικά την λειτουργία και απόδοση του τελικού προϊόντος.

4.2.1 Solidity για Έξυπνα Συμβόλαια

Η επιλογή της Solidity για την ανάπτυξη στο πλαίσιο του Ethereum δεν ήταν τυχαία. Η γλώσσα προγραμματισμού Solidity αποτέλεσε τη βάση για τη δημιουργία σύνθετων και ασφαλών έξυπνων συμβολαίων, αποτελώντας ένα κομβικό στοιχείο της αρχιτεκτονικής του DApp. Η ευελιξία και οι ισχυρές δυνατότητες που προσφέρει η Solidity, επέτρεψαν την ακριβή και αποδοτική διαχείριση των συμβολαίων, ενισχύοντας την αξιοπιστία και την ασφάλεια του τελικού προϊόντος.

Αυτή η γλώσσα προγραμματισμού ξεχωρίζει για την άμεση συμβατότητά της με το Ethereum, καθώς και για την ικανότητά της να χειρίζεται περίπλοκες λειτουργίες με εξαιρετική ακρίβεια. Η Solidity, αναπτυχθείσα με τεχνογνωσία και ευελιξία, έχει κερδίσει την προτίμηση των προγραμματιστών παγκοσμίως, υιοθετώντας μια δυναμική θέση στην κοινότητα του blockchain.

Μέσα από την ιστορική της εξέλιξη, η Solidity αποκάλυψε τη δυνατότητά της να προσαρμόζεται στις συνεχώς αλλαγμένες ανάγκες της αγοράς, συγκρίνοντας ευνοϊκά με άλλες γλώσσες προγραμματισμού για έξυπνα συμβόλαια όπως Vyper ή Chaincode. Η δυνατότητά της να ενσωματώνει νέες καινοτομίες και να προσφέρει στους προγραμματιστές ένα σταθερό, αλλά ευέλικτο πλαίσιο για την ανάπτυξη, αναδεικνύει την προσαρμοστική της φύση.

Καθώς ο κόσμος του blockchain εξελίσσεται, έτσι και η Solidity παραμένει στο προσκήνιο των έξυπνων συμβολαίων και του Ethereum. Η Solidity συνεχώς εξελίσσεται για να ανταποκριθεί στις προκλήσεις και τις ευκαιρίες του τομέα. Αυτό καθιστά τη Solidity ένα ισχυρό εργαλείο για την ανάπτυξη ασφαλών, αποδοτικών και κλιμακωτών εφαρμογών blockchain.

4.2.2 Node.js και Angular για την Εφαρμογή Ιστού

Για το backend, χρησιμοποιήθηκε η τεχνολογία Node.js, η οποία είναι εξαιρετικά αποδοτική στη διαχείριση αιτημάτων και σε περιβάλλοντα υψηλής κίνησης. Με την event-driven αρχιτεκτονική της, η Node.js ενισχύει το Decentralized Application (DApp) μας, καθιστώντας το ιδιαίτερα αποδοτικό και υψηλά ανταποκρίσιμο. Σε συνδυασμό με το Express framework, ένα ισχυρό και ευέλικτο εργαλείο για τη δημιουργία HTTP API, η ανάπτυξη του backend έγινε με τρόπο που επιτρέπει την αποδοτική διαχείριση και επεξεργασία των δεδομένων. Η χρήση TypeScript εισήγαγε αυστηρούς τύπους στον κώδικα, προσφέροντας βελτιωμένη σαφήνεια, κατανοησιμότητα και ασφάλεια. Επιπροσθέτως, η ευρεία κοινότητα και το οικοσύστημα των πακέτων Node.js παρέχουν σημαντική υποστήριξη και ευελιξία, επιτρέποντας την εύκολη επέκταση και προσαρμογή της εφαρμογής.

Στην πλευρά που είναι ορατή στον χρήστη, χρησιμοποιούμε το Angular, ένα ισχυρό framework που εξασφαλίζει μια ομαλή και διαισθητική εμπειρία χρήστη. Το Angular προσφέρει διεπαφές που είναι ευέλικτες, ανταποκρίνονται στις ανάγκες των χρηστών και αλληλεπιδρούν άψογα με το DApp, ενισχύοντας την εμπειρία του χρήστη με προηγμένες λειτουργίες και διαδραστικότητα. Με τον καθαρό, δομημένο του κώδικα και την ισχυρή διαχείριση καταστάσεων, το Angular διευκολύνει την εύκολη ενσωμάτωση και διαχείριση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο. Η αρχιτεκτονική του MVC (Model-View-Controller) και η υποστήριξη για διαφορετικά πρότυπα σχεδίασης επιτρέπουν την κατασκευή καλά οργανωμένων και ευανάγνωστων εφαρμογών.

Μαζί, οι τεχνολογίες Node.js και Angular συνθέτουν έναν δυνατό συνδυασμό, παρέχοντας ένα ισχυρό, αποτελεσματικό και εύκολο στη χρήση πλαίσιο για την εφαρμογή μας. Αυτός ο συνδυασμός εξασφαλίζει ότι το DApp είναι τεχνικά αρτιμέλεις και ελκυστικό για τον τελικό χρήστη. Η Node.js διασφαλίζει αποδοτική διαχείριση πόρων και ικανότητα υψηλής απόδοσης στον server-side, ενώ η Angular προσφέρει ένα front-end που είναι πλούσιο σε χαρακτηριστικά και εύκολο στη χρήση, επιτρέποντας την ομαλή και συνεχή αλληλεπίδραση με τον χρήστη. Αυτό ενισχύει τη συνολική αρχιτεκτονική και τη λειτουργικότητα της εφαρμογής, δημιουργώντας μια αρμονική και αποδοτική λύση για τις ανάγκες του σύγχρονου διαδικτύου. Η έμφαση στην απόδοση, την κλιμακωσιμότητα, και

την ευχρηστία κάνει τον συνδυασμό Node.js και Angular μια προτιμητέα επιλογή για την ανάπτυξη του DApp μας.

4.2.3 Ενσωμάτωση του Metamask για Αλληλεπιδράσεις με το Ethereum

Η χρήση του Metamask συμβάλλει σημαντικά στην απλοποίηση και την ενίσχυση της προσβασιμότητας στο DApp μας. Το Metamask λειτουργεί ως ένας απλός και αποτελεσματικός διαμεσολαβητής που συνδέει τους χρήστες μας με το Ethereum blockchain.

Αναφορικά με την τεχνική λειτουργία του MetaMask είναι σημαντικό να αναφερθεί πως ως plugin στον browser, το Metamask παρέχει ένα ασφαλές περιβάλλον για τη διαχείριση λογαριασμών στο Ethereum. Επιτρέπει στους χρήστες να εκτελούν συναλλαγές, όπως την αποστολή και την παραλαβή Ether, καθώς και την αλληλεπίδραση με έξυπνα συμβόλαια, μέσω ενός φιλικού προς τον χρήστη περιβάλλοντος. Η υποστήριξη για τον κρυπτογραφικό έλεγχο ταυτότητας και η ασφαλής διαχείριση κλειδιών παρέχουν μια ισχυρή βάση για την ασφάλεια των διαδικτυακών συναλλαγών.

Όσον αφορά στην επίδραση που έχει στη εμπειρία του χρήστη, με την ενσωμάτωση του Metamask, διευκολύνουμε σημαντικά τη διαδικασία πιστοποίησης και διαχείρισης συναλλαγών για τον χρήστη. Αυτό καθιστά την πλατφόρμα μας όχι μόνο λειτουργική αλλά και προσβάσιμη σε ένα ευρύτερο κοινό, μειώνοντας το επίπεδο τεχνικής εμπειρίας που είναι απαιτούμενο για την αλληλεπίδραση με το blockchain. Οι χρήστες επωφελούνται από μια πιο άμεση και ευχάριστη εμπειρία, ενώ ταυτόχρονα διατηρείται ένα υψηλό επίπεδο ασφάλειας και διαφάνειας.

Συνολικά, η ενσωμάτωση του Metamask στην εφαρμογή μας αντικατοπτρίζει μια βαθύτερη στρατηγική προσέγγιση στην υιοθέτηση και την προώθηση των τεχνολογιών blockchain. Ενισχύοντας την προσβασιμότητα και την ευκολία χρήσης, συμβάλλουμε στη δημιουργία ενός πιο προσιτού και κατανοητού ψηφιακού περιβάλλοντος. Αυτό συμβάλλει όχι μόνο στην αύξηση της εμπιστοσύνης και της απήχησης της εφαρμογής μας αλλά και στην ενθάρρυνση της ευρύτερης αποδοχής της τεχνολογίας blockchain σε διάφορους τομείς.

4.2.4 Ενσωμάτωση της MongoDB στη Διαχείριση Δεδομένων του DApp: Μια Υβριδική Προσέγγιση

Παράλληλα με τις κορυφαίες τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στην αρχιτεκτονική του DApp, η ενσωμάτωση της MongoDB είναι θεμελιώδης για την επιτυχία της λύσης διαχείρισης δεδομένων. Μέσω της MongoDB, παρέχεται μια υβριδική λύση διαχείρισης δεδομένων, η οποία συνδυάζει την ασφάλεια και την αμεταβλητότητα του blockchain με την ευελιξία και κλιμακωσιμότητα της παραδοσιακής αποθήκευσης δεδομένων.

Η τεχνική λειτουργία και η ευελιξία της MongoDB την καθιστούν ιδιαίτερα ευέλικτη. Ως ένα NoSQL σύστημα βάσης δεδομένων, η MongoDB προσφέρει μια δομή αποθήκευσης η οποία είναι ιδανική για την αποθήκευση και επεξεργασία μη δομημένων δεδομένων. Αυτή η δυνατότητα επιτρέπει την ταχύτερη ανάπτυξη και ευκολότερη κλιμάκωση των εφαρμογών, καθώς δεν υπόκειται στους περιορισμούς των παραδοσιακών σχεσιακών βάσεων δεδομένων.

Ως σημαντικό χαρακτηριστικό αξίζει να αναφερθεί επίσης η συμπληρωματικότητα που έχει με το Blockchain. Ενώ το blockchain παρέχει μια ασφαλή και αμετάβλητη πλατφόρμα για την εγγραφή συναλλαγών και άλλων κρίσιμων δεδομένων, η MongoDB συμπληρώνει αυτήν τη στατική φύση με μια πιο ευέλικτη και δυναμική δομή. Η ικανότητα της MongoDB να διαχειρίζεται μεγάλες ποσότητες δεδομένων και να εκτελεί σύνθετες επεξεργασίες παρέχει μια ισχυρή λύση για την αποθήκευση και ανάλυση δεδομένων που προκύπτουν από την αλληλεπίδραση με το DApp.

Αναφορικά με την ασφάλεια και την κλιμακωσιμότητα, η MongoDB ενσωματώνει ισχυρά μέτρα ασφάλειας, προστατεύοντας τα δεδομένα από μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση και επιθέσεις. Παράλληλα, η κλιμακωσιμότητα της εγγύεται ότι η εφαρμογή μπορεί να προσαρμοστεί και να αναπτυχθεί ανάλογα με τις αυξανόμενες απαιτήσεις, χωρίς να μειώνεται η απόδοση ή η αξιοπιστία.

Συνοψίζοντας, η MongoDB αποτελεί μια θεμελιώδη συνιστώσα στην αρχιτεκτονική του DApp, προσφέροντας μια υβριδική λύση που συνδυάζει την ευελιξία της παραδοσιακής διαχείρισης δεδομένων με την ασφάλεια και την αξιοπιστία του blockchain. Η προσθήκη της MongoDB ενισχύει την ολοκληρωμένη δομή και λειτουργικότητα της εφαρμογής, αναδεικνύοντας την ως μια πρωτοποριακή και πολυδιάστατη λύση για την ψηφιακή εποχή.

4.2.5 Χρήση του Ganache για την Ανάπτυξη και Εξέταση Έξυπνων Συμβολαίων: Μια Στρατηγική Προσομοίωσης Blockchain

Κατά τη φάση της ανάπτυξης και εξέτασης του DApp, χρησιμοποιήθηκε το Ganache, ένα εργαλείο που προσφέρει μια προσομοίωση του Ethereum blockchain. Η χρήση του Ganache έχει αποδειχθεί καθοριστική στη διαδικασία ανάπτυξης, προσφέροντας ένα περιβάλλον που είναι ταυτόχρονα ελεγχόμενο, ασφαλές και οικονομικά αποδοτικό.

Όσον αφορά στην τεχνική λειτουργία και τα χαρακτηριστικά του Ganache ως εργαλείο προσομοίωσης, δημιουργεί έναν προσωπικό Ethereum blockchain που επιτρέπει στους προγραμματιστές να εκτελούν κλήσεις, να εκτελούν συναλλαγές και να αλληλεπιδρούν με έξυπνα συμβόλαια χωρίς την ανάγκη για πραγματικά κρυπτονομίσματα. Αυτό επιτρέπει τη γρήγορη και αποδοτική επεξεργασία και δοκιμή κώδικα σε ένα απομονωμένο περιβάλλον.

Η ευελιξία που παρέχει το Ganache στην ανάπτυξη DApp είναι αξιοσημείωτη. Προσφέρει στους προγραμματιστές τη δυνατότητα να δημιουργούν, να επεξεργάζονται και να δοκιμάζουν έξυπνα συμβόλαια και DApps υπό συνθήκες που προσομοιάζουν στενά εκείνες του πραγματικού Ethereum blockchain, χωρίς τους κινδύνους και το κόστος που συνεπάγεται η αλληλεπίδραση με το κύριο δίκτυο. Αυτό καθιστά το Ganache ένα ιδανικό εργαλείο για πειραματισμό, εξέταση και βελτίωση των εφαρμογών πριν την τελική τους υλοποίηση.

Το Ganache, τέλος, συμβάλλει στην αυξημένη ποιότητα και αξιοπιστία των DApps. Μέσω της ακριβούς προσομοίωσης και των εκτενών δυνατοτήτων δοκιμών, οι προγραμματιστές μπορούν να εντοπίζουν και να διορθώνουν σφάλματα, να βελτιώνουν την απόδοση και να εξασφαλίζουν τη συμμόρφωση με τα πρότυπα ασφάλειας πριν από την πραγματική εφαρμογή. Η δυνατότητα αυτή εξασφαλίζει ότι το τελικό προϊόν είναι όχι μόνο λειτουργικό αλλά και ασφαλές και αξιόπιστο.

4.3 Προκλήσεις και Προσεγγίσεις Επίλυσης Προβλημάτων

Κατά την ανάπτυξη του DApp, εντοπίστηκαν και αντιμετωπίστηκαν πολλαπλές προκλήσεις, κάθε μία απαιτώντας μια ειδικευμένη και στοχευμένη προσέγγιση.

Εστίαση στην Βελτίωση του Κώδικα Έξυπνων Συμβολαίων:

Η πρωταρχική πρόκληση που αντιμετωπίστηκε ήταν οι περιορισμοί κλιμακωσιμότητας της πλατφόρμας Ethereum. Η βελτιστοποίηση επικεντρώθηκε στον κώδικα των έξυπνων συμβολαίων. Αυτό σήμαινε την προσεκτική ανάλυση και την αναδιαμόρφωση του κώδικα για να ελαχιστοποιηθούν οι υπολογιστικές απαιτήσεις και το κόστος gas. Παράδειγμα περιλαμβάνει την αποφυγή περιττών κλήσεων και τη βελτιστοποίηση των loops και των δομών αποθήκευσης δεδομένων.

Προσαρμογή σε Εναλλακτικές Πλατφόρμες:

Εξετάστηκε επίσης η δυνατότητα μετάβασης σε πιο κλιμακούμενες πλατφόρμες ή sidechains όπως το Polygon ή xDai, που προσφέρουν ταχύτερες και φθηνότερες συναλλαγές. Αυτό θα απαιτούσε πρόσθετη έρευνα και ανάπτυξη αλλά παρέχει μια δυνατή λύση για μελλοντική κλιμάκωση.

Βελτίωση του Σχεδιασμού της Διεπαφής Χρήστη:

Η διεπαφή χρήστη ήταν ένα κρίσιμο στοιχείο που απαιτούσε λεπτομερή προσοχή και μεθοδική βελτίωση για να καταστεί εύχρηστη και αποτελεσματική. Αυτό περιλάμβανε την ανάλυση των τρεχουσών τάσεων στην UX/UI, την αξιοποίηση διαδικτυακών πόρων και την προσομοίωση των αντιδράσεων των χρηστών για να εξακριβωθεί πού χρειάζονται βελτιώσεις πάντα με γνώμονα την ανάγκη για μια διεπαφή που θα είναι ταυτόχρονα λειτουργική, αισθητικά ελκυστική και προσβάσιμη σε όλους τους χρήστες.

Απρόσκοπτη Ενσωμάτωση Διαφορετικών Τεχνολογιών:

Η ενσωμάτωση διαφόρων τεχνολογιών επιτεύχθηκε μέσω μιας ενιαίας αρχιτεκτονικής που επέτρεψε την ομαλή λειτουργία και συνέργεια μεταξύ τους. Η συνέπεια στον σχεδιασμό και η εφαρμογή στάνταρ αρχών και πρωτοκόλλων εξασφάλισαν την απρόσκοπτη ενσωμάτωση του Solidity, Node.js, Angular, και Metamask. Η προσέγγιση για την εξασφάλιση της ομαλής λειτουργίας των διαφορετικών τεχνολογιών περιελάμβανε εκτενείς δοκιμές και διαδικασίες ενσωμάτωσης. Κάθε συστατικό και κάθε αλλαγή αξιολογήθηκε και δοκιμάστηκε σε πραγματικό χρόνο, ενώ η ανάπτυξη έγινε σε στάδια για να ελαχιστοποιηθούν οι διαταραχές και να επιτευχθεί η μέγιστη συμβατότητα και απόδοση.

Κεφάλαιο 5: Ολοκληρωμένη Παρουσίαση και Διαδικασίες Διαχείρισης Πτυχίων στο DApp

5.1 Λογική Διαχείρισης Πτυχίων

Η σχεδίαση και η λειτουργικότητα του DApp έχουν υλοποιηθεί με επιμέλεια για να εξασφαλίζουν την αποτελεσματική διαχείριση ολόκληρης της διαδικασίας ενός ακαδημαϊκού πτυχίου. Η πλατφόρμα περιλαμβάνει μια ευρεία γκάμα από λειτουργίες, καθιστώντας την ικανή να διευκολύνει την αίτηση για ένα πτυχίο, την έκδοσή του, την επαλήθευση της αυθεντικότητάς του και την διαχείρισή του. Κάθε διαδικασία είναι ενσωματωμένη με την μέγιστη προσοχή στην ακρίβεια και την ασφάλεια, ενώ παράλληλα διασφαλίζεται η ευελιξία και η προσβασιμότητα για τους χρήστες.

Αίτηση και Έκδοση Πτυχίων:

- Ρόλος του υποψηφίου: Οι κάτοχοι πτυχίων ξεκινούν τη διαδικασία υποβάλλοντας μια αίτηση για την έκδοση του πτυχίου τους. Αυτή η διαδικασία περιλαμβάνει την καταχώρηση των προσωπικών τους πληροφοριών, οι οποίες στη συνέχεια αποθηκεύονται και περιμένουν την επεξεργασία και έγκριση από έναν επίσημο εκδότη με την απαραίτητη εξουσιοδότηση.
- Ρόλος του Εκδότη: Στο πλαίσιο της λειτουργίας του DApp, ο ρόλος του Εκδότη είναι καθοριστικός. Οι εκδότες έχουν την ευθύνη και τη δυνατότητα να ελέγχουν και να επιβεβαιώνουν την αυθεντικότητα των πτυχίων. Αυτή η διαδικασία καταγράφεται στο blockchain, παρέχοντας έτσι διαφάνεια και εξασφαλίζοντας την αδυναμία αλλοίωσης των στοιχείων.
- Ρόλος τρίτου μέρους: Ενισχύοντας τη διαδικασία επαλήθευσης, το DApp επιτρέπει σε τρίτα μέρη όπως εταιρείες HR, ακαδημαϊκά ιδρύματα και άλλους ενδιαφερόμενους να πλοηγηθούν στην εφαρμογή και να αναζητήσουν πληροφορίες για άτομα που κατέχουν πτυχία.

Επαλήθευση Πτυχίων:

Το blockchain είναι ένα αδιαίρετο και κρυπτογραφημένο μητρώο που αποθηκεύει πληροφορίες σε μια σειρά από διασυνδεδεμένους κόμβους. Οι πληροφορίες στο blockchain είναι μόνιμες και επαληθεύσιμες, καθώς η προσθήκη νέων δεδομένων απαιτεί τη συναίνεση του συνόλου του δικτύου. Αυτό καθιστά πρακτικά αδύνατη την αλλοίωση των πληροφοριών στο blockchain χωρίς τη συναίνεση του συνόλου των χρηστών του δικτύου. Στην περίπτωση της επαλήθευσης πτυχίων, το blockchain χρησιμοποιείται για την αποθήκευση των δεδομένων των πτυχίων, όπως το όνομα του πτυχιούχου, το ίδρυμα που το χορήγησε, η ημερομηνία έκδοσης και οι βαθμοί που ο απόφοιτος έλαβε. Η αποθήκευση αυτών των δεδομένων στο blockchain εξασφαλίζει ότι είναι μόνιμα και επαληθεύσιμα, γεγονός που καθιστά πολύ πιο δύσκολη την απάτη ή την παραποίηση των πτυχίων.

Τα Smart Contracts είναι αυτοματοποιημένες συμβάσεις που εκτελούνται αυτόματα όταν πληρούνται ορισμένες προϋποθέσεις. Στην περίπτωση της επαλήθευσης πτυχίων, τα Smart Contracts χρησιμοποιούνται για την αυτόματη έκδοση πτυχίων κατόπιν της ικανοποίησης συγκεκριμένων κριτηρίων.

Τα Non-Fungible Tokens (NFTs) είναι μοναδικά ψηφιακά tokens που αντιπροσωπεύουν την κατοχή ενός συγκεκριμένου αντικειμένου ή εγγραφής. Τα NFTs χρησιμοποιούνται για την ταυτοποίηση και την ασφάλεια των πτυχίων, δίνοντας σε κάθε πτυχίο ένα μοναδικό αναγνωριστικό και metadata που το συνδέουν με τον απόφοιτο και το ίδρυμα.

Πώς Λειτουργεί:

1. Ανάπτυξη Smart Contract: Ένα εκπαιδευτικό ίδρυμα αναπτύσσει ένα smart contract στο blockchain που έχει την ικανότητα να εκδίδει πτυχία ως NFTs.
2. Διαδικασία Αίτησης: Όταν ένας πτυχιούχος κάνει αίτηση για ένα πτυχίο, το ίδρυμα καλεί το smart contract, το οποίο επαληθεύει ότι ο φοιτητής έχει ικανοποιήσει όλα τα κριτήρια για την αποφοίτηση.
3. Δημιουργία και Απόδοση NFT: Το smart contract στη συνέχεια δημιουργεί ένα NFT που αντιπροσωπεύει το πτυχίο και το αποδίδει στη διεύθυνση blockchain του φοιτητή. Αυτό το NFT περιέχει πληροφορίες όπως το όνομα του φοιτητή, το πτυχίο που αποκτήθηκε, η ημερομηνία έκδοσης και οποιαδήποτε άλλα σχετικά δεδομένα.
4. Καταγραφή και Επαλήθευση: Η συναλλαγή και το NFT καταγράφονται στο blockchain, δημιουργώντας ένα επαληθεύσιμο και αμετάκλητο αρχείο της επίτευξης του φοιτητή.
5. Ανεξάρτητη Επαλήθευση: Οι εργοδότες ή άλλα ιδρύματα μπορούν να επιβεβαιώσουν την αυθεντικότητα του πτυχίου ελέγχοντας το αντίστοιχο NFT στο blockchain.

Πλεονεκτήματα:

Η τεχνολογία blockchain, με τα smart contracts και τα NFTs, ανοίγει ένα νέο κεφάλαιο στην επαλήθευση πτυχίων, παρέχοντας μια ασφαλή, αξιόπιστη και αποτελεσματική μέθοδο για την επαλήθευση της αυθεντικότητας των ακαδημαϊκών εγγράφων.

- Ασφάλεια και αξιοπιστία: Η τεχνολογία blockchain προσφέρει ένα αδιάσειστο μητρώο για την αποθήκευση των πληροφοριών σχετικά με τα πτυχία. Αυτές οι πληροφορίες είναι μόνιμα καταγεγραμμένες και μη αλλοιώσιμες, καθιστώντας πολύ δύσκολο να παραποιηθεί ή να αντιγραφεί ένα πτυχίο. Αυτό αυξάνει σημαντικά την ασφάλεια και την αξιοπιστία της διαδικασίας επαλήθευσης πτυχίων.
- Αυτόματη έκδοση πτυχίων: Τα smart contracts μπορούν να αυτοματοποιήσουν τη διαδικασία έκδοσης πτυχίων, διασφαλίζοντας την εγκυρότητα και την ακρίβεια των πτυχίων. Τα smart contracts μπορούν να οριστούν ώστε να εκτελούνται αυτόματα όταν πληρούνται συγκεκριμένες προϋποθέσεις, όπως η ολοκλήρωση των απαιτήσεων φοίτησης από έναν φοιτητή. Αυτό μειώνει την ανάγκη για ανθρώπινη παρέμβαση και βοηθά στη μείωση του κινδύνου ανθρώπινου λάθους.
- Μοναδικό αναγνωριστικό με NFTs: Η χρήση των NFTs αποτελεί μια μέθοδο για την παροχή ενός μοναδικού και αδιάσειστου αναγνωριστικού για κάθε εκδιδόμενο πτυχίο. Με αυτό τον τρόπο, διασφαλίζεται ότι η παραχάραξη και η αντιγραφή των πτυχίων γίνονται ουσιαστικά ανέφικτες. Τα NFTs, πέρα από το να προσδίδουν μια μοναδική ταυτότητα σε κάθε πτυχίο, έχουν επίσης τη δυνατότητα να ενσωματώσουν και πρόσθετα στοιχεία και δεδομένα. Για παράδειγμα, μπορούν να περιλαμβάνουν πληροφορίες σχετικά με το ίδρυμα που χορήγησε το πτυχίο, την χρονολογία αποφοίτησης και άλλες σημαντικές λεπτομέρειες που συμβάλλουν στην πληρότητα

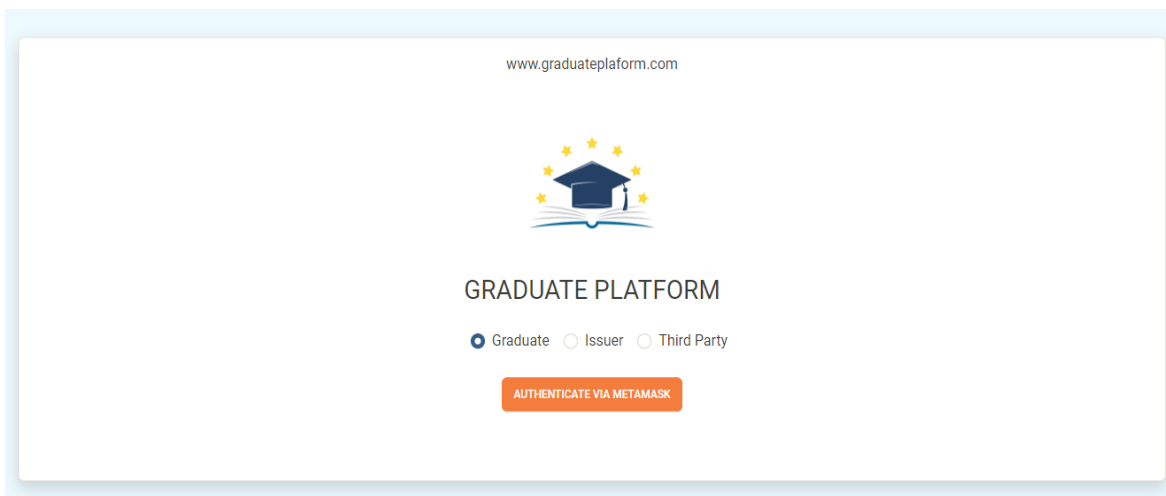
και την αξιοπιστία της ακαδημαϊκής πιστοποίησης. Η χρήση των NFTs ως μέσο επαλήθευσης και αναγνώρισης των πτυχίων ανοίγει νέους ορίζοντες στην ασφάλεια και την διαφάνεια στον τομέα της ακαδημαϊκής πιστοποίησης.

- Εύκολη επαλήθευση: Τα πτυχία που εκδίδονται με τη χρήση τεχνολογίας blockchain και NFTs μπορούν να επαληθευτούν εύκολα και γρήγορα από τρίτους. Οι ενδιαφερόμενοι μπορούν να ελέγξουν το NFT στο blockchain για να επιβεβαιώσουν την αυθεντικότητα του πτυχίου. Αυτό διευκολύνει τους εργοδότες και άλλα ιδρύματα να επαληθεύσουν τα πτυχία των υποψηφίων.

5.2 Παρουσίαση της εφαρμογής

Σε αυτό το κεφάλαιο, θα πραγματοποιηθεί μια λεπτομερή εξέταση της εφαρμογής, παρουσιάζοντας τις βασικές δυνατότητες και την διαδραστικότητα που προσφέρει στους χρήστες. Μέσα από μια σειρά από εικόνες και περιγραφές, θα αναδειχτούν τα κύρια στοιχεία της πλατφόρμας και θα παρουσιαστεί ένα παράδειγμα της πρακτικής εμπειρίας χρήσης.

5.2.1 Επισκόπηση Διεπαφής Χρήστη

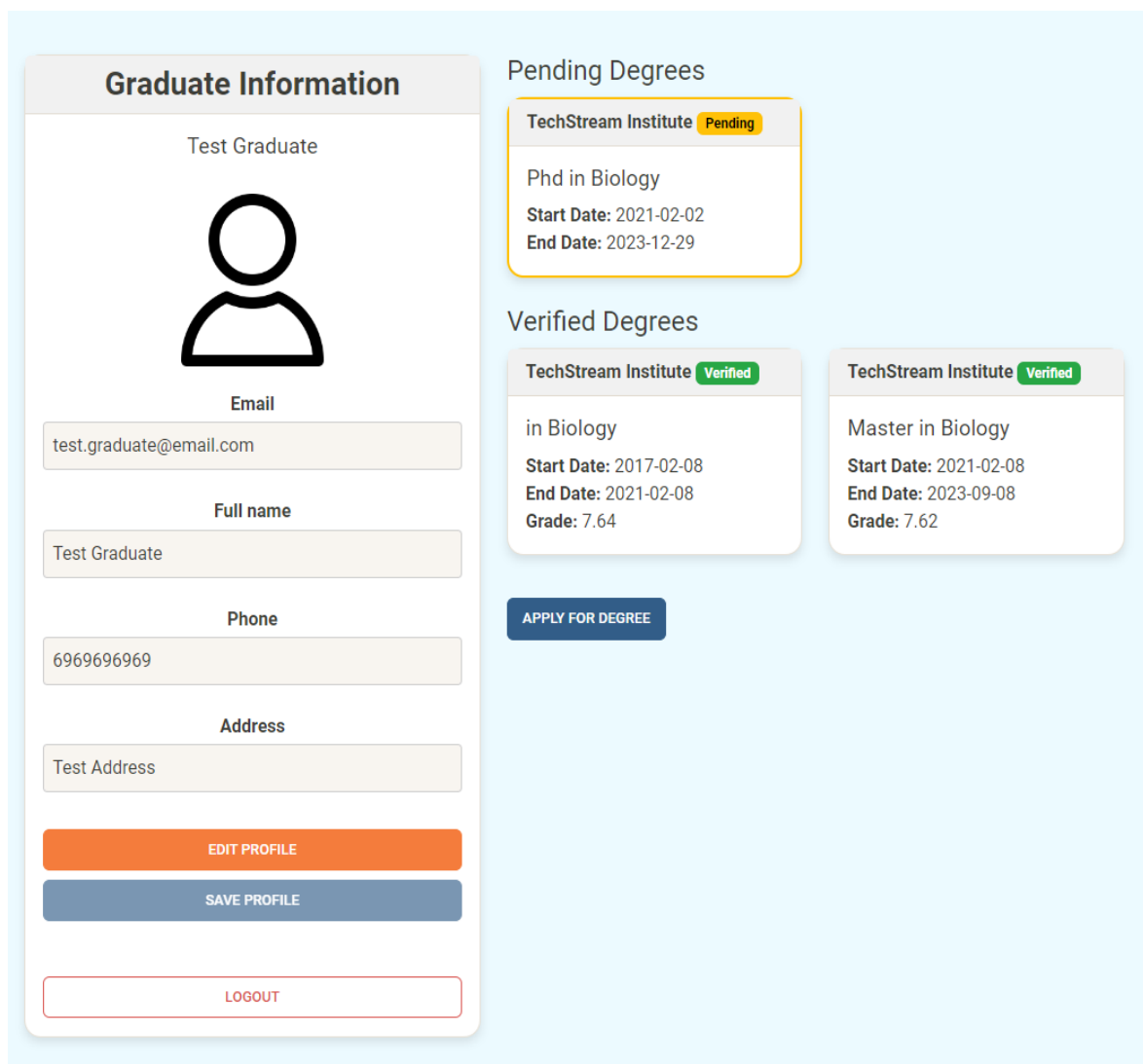


Εικόνα 1: Σελίδα Σύνδεσης

Στην εικόνα 1, παρουσιάζεται η σελίδα σύνδεσης της αποκεντρωμένης μας εφαρμογής (DApp). Η σελίδα προσφέρει στους χρήστες τη δυνατότητα να επιλέξουν τον ρόλο τους εντός του συστήματος, με τις επιλογές να περιλαμβάνουν τρεις ρόλους: "Third Party," "Issuer," or "Graduate."

Επιπλέον, η εικόνα τονίζει ένα κρίσιμο στοιχείο της διαδικασίας πιστοποίησης - το MetaMask. Το MetaMask διευκολύνει την ασφαλή αλληλεπίδραση με το blockchain. Οι χρήστες που επιθυμούν να έχουν πρόσβαση στους λογαριασμούς τους και να εκτελέσουν ενέργειες σχετικές με τον επιλεγμένο τους ρόλο πρέπει να πιστοποιηθούν μέσω του MetaMask. Αυτή η ενσωμάτωση εξασφαλίζει ότι μόνο εξουσιοδοτημένοι χρήστες με τους

σωστούς ρόλους μπορούν να έχουν πρόσβαση και να αλληλεπιδρούν με τη λειτουργικότητα της DApp, προσθέτοντας ένα στρώμα ασφάλειας και εμπιστοσύνης στην εφαρμογή.



Εικόνα 2: Κεντρική σελίδα αποφοίτου

Η εικόνα 2 απεικονίζει το χρηστικό περιβάλλον για έναν απόφοιτο που έχει ήδη συνδεθεί στην εφαρμογή. Το περιβάλλον είναι χωρισμένο σε δύο κύριους τομείς:

Πληροφορίες Αποφοίτου: Στα αριστερά, το πλαίσιο 'Πληροφορίες Αποφοίτου' παρουσιάζει τα προσωπικά στοιχεία του χρήστη, όπως μια θέση για τη φωτογραφία προφίλ του χρήστη, διεύθυνση email, πλήρες όνομα, αριθμός τηλεφώνου και φυσική διεύθυνση. Κάτω από αυτά τα στοιχεία, υπάρχουν επιλογές για 'Επεξεργασία Προφίλ', 'Αποθήκευση Προφίλ' και 'Αποσύνδεση', που επιτρέπουν στον απόφοιτο να διαχειριστεί τις προσωπικές του πληροφορίες και τις ρυθμίσεις του λογαριασμού του.

Πληροφορίες Πτυχίων: Στη δεξιά πλευρά, δύο ξεχωριστές περιοχές εμφανίζουν τα ακαδημαϊκά πιστοποιητικά του αποφοίτου:

1. Εκκρεμή Πτυχία: Εδώ, εμφανίζονται τα πτυχία που έχουν επισημανθεί ως Pending. Αυτό σημαίνει πως ο χρήστης έχει κάνει αίτηση για πιστοποίηση του πτυχίου του και αναμένει την αποδοχή.
2. Επιβεβαιωμένα Πτυχία: Κάτω από τα πτυχία που εκρεμμούν, εμφανίζονται τα ολοκληρωμένα προγράμματα του αποφοίτου, δηλαδή πτυχία για τα οποία έχει κάνει αίτηση στο παρελθόν και έχουν επιβεβαιωθεί.

Στο κάτω μέρος της ενότητας πτυχίων, υπάρχει ένα κουμπί με την ένδειξη 'APPLY FOR DEGREE', υποδεικνύοντας ότι ο απόφοιτος μπορεί να ξεκινήσει τη διαδικασία αίτησης για ένα νέο πτυχίο απευθείας από αυτό το περιβάλλον.

The screenshot shows a web form titled "Degree Form". It contains several sections:

- Universities:** A dropdown menu with "TechStream Institute" selected.
- Departments:** Radio buttons for "Biology" (selected) and "History".
- Degree level:** A dropdown menu with "Phd" selected.
- Degree details:** A section with three input fields:
 - Start Date:** 02/02/2021
 - End Date:** 12/29/2023
 - Grade:** 8.3

At the bottom of the form is a button labeled "APPLY FOR DEGREE".

Εικόνα 3: Φόρμα αίτησης Πτυχίου

Η εικόνα 3 απεικονίζει τη φόρμα αίτησης για την πιστοποίηση πτυχίου. Στην επάνω ενότητα, υπάρχει ένα αναδυόμενο μενού που επιτρέπει στον χρήστη να επιλέξει από μια λίστα πανεπιστημίων, με παράδειγμα το 'TechStream Institute'. Στη συνέχεια, υπάρχουν επιλογές για τον καθορισμό του τμήματος, με διαθέσιμες επιλογές όπως 'Βιολογία' και 'Ιστορία' κλπ.

Κάτω από τις επιλογές τμημάτων, υπάρχει ένα ακόμη αναδυόμενο μενού για την επιλογή του επιπέδου του πτυχίου, με διαθέσιμες επιλογές όπως 'Phd', 'Master', 'Bachelor'. Επιπλέον, η φόρμα περιλαμβάνει πεδία για την καταχώρηση λεπτομερειών του πτυχίου, όπως 'Ημερομηνία Έναρξης', 'Ημερομηνία Λήξης' και 'Βαθμός'.

Στο κάτω μέρος της φόρμας υπάρχει ένα κουμπί με την ένδειξη 'APPLY FOR DEGREE', το οποίο δίνει τη δυνατότητα στον χρήστη να υποβάλει την αίτησή του για την απόκτηση του επιθυμητού πτυχίου. Η διαδικασία αυτή είναι απλοποιημένη, με στόχο την ευκολία και την αποτελεσματικότητα.

The screenshot shows the 'Issuer Dashboard' interface. On the left, there is a sidebar with 'Issuer Information' including a logo and contact details for 'Issuer2'. The main content area is divided into two sections: 'Unverified Degrees' (highlighted in red) and 'Verified Degrees' (highlighted in green).

Unverified Degrees Section:

- Student: John Doe** (Ethereum Address: 0xDcE586Bd73b91Be1d5b6e8ab0E576835531F398, Email: john.doe@example.com)

University	Department	Degree Level	Start Date	End Date	Grade	Action	
<input checked="" type="checkbox"/>	TechStream Institute	Biology	Phd	2021-02-02	2023-12-29	8.3	Verify
- Student: Sotiria Stefa** (Ethereum Address: 0x574ac281C0F11c855677F66009628E507829780, Email: sotiria.stefa@gmail.com)

University	Department	Degree Level	Start Date	End Date	Grade	Action	
<input type="checkbox"/>	Skyline International College	Political Science	Phd	2012-09-10	2020-09-10	8.74	Verify

Verified Degrees Section:

- Student: Sotiria Stefa** (Ethereum Address: 0x574ac281C0F11c855677F66009628E507829780, Email: sotiria.stefa@gmail.com)

University	Department	Degree Level	Start Date	End Date	Grade
TechStream Institute	Biology	Bachelor	2012-09-10	2020-09-10	6.74
TechStream Institute	Biology	Master	2012-09-10	2020-09-10	7.74
Skyline International College	Political Science	Phd	2012-09-10	2020-09-10	8.74

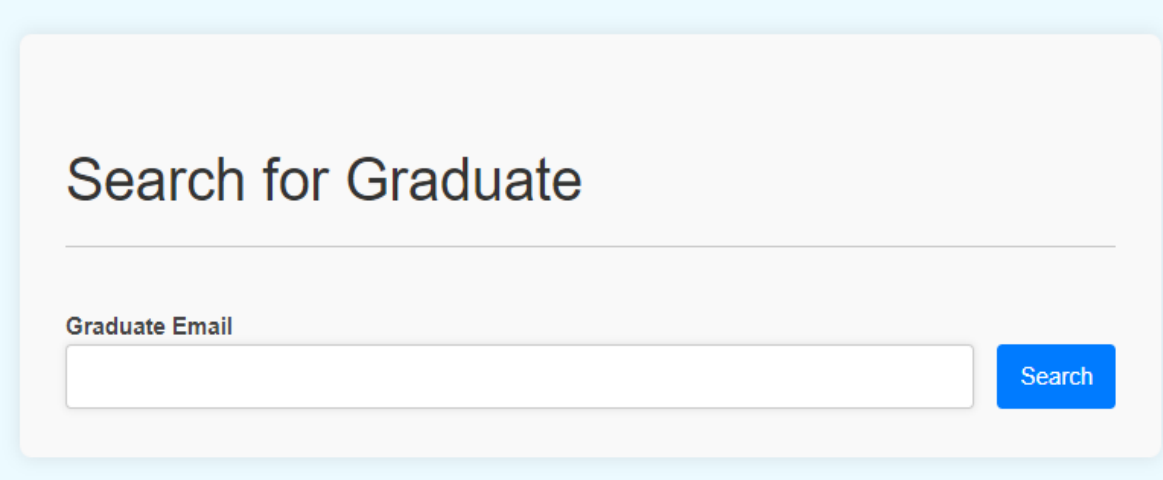
Εικόνα 4: Issuer Dashboard

Η εικόνα 4 απεικονίζει τον πίνακα ελέγχου ενός issuer ο οποίος είναι υπεύθυνος για την επιβεβαίωση των πτυχίων. Στην αριστερή πλευρά της οθόνης, βρίσκεται η ενότητα 'Πληροφορίες', όπου εμφανίζονται το όνομα και το email του εκδότη, καθώς και η διεύθυνση Ethereum, που είναι η μοναδική ταυτότητα στο blockchain.

Στο κεντρικό μέρος της οθόνης, υπάρχουν δύο ενότητες: «Μη Επιβεβαιωμένα Πτυχία» (Unverified Degrees) και «Επιβεβαιωμένα Πτυχία» (Verified Degrees). Στην ενότητα «Unverified Degrees», παρουσιάζονται αιτήσεις πτυχίων από φοιτητές με τα στοιχεία τους όπως το όνομα, η διεύθυνση Ethereum, το email, το πανεπιστήμιο, το τμήμα, το επίπεδο του πτυχίου, οι ημερομηνίες έναρξης και λήξης, καθώς και ο βαθμός. Κάθε εγγραφή

περιλαμβάνει επίσης ένα κουμπί 'Επιβεβαίωση' (Verify) για να ενεργοποιήσει ο εκδότης τη διαδικασία επικύρωσης του πτυχίου.

Στην ενότητα 'Επιβεβαιωμένα Πτυχία' (Verified Degrees), εμφανίζονται τα πτυχία που έχουν ήδη επιβεβαιωθεί, με παρόμοια στοιχεία και διάταξη. Η χρήση του blockchain εγγυάται την ασφάλεια και την ακεραιότητα της διαδικασίας επιβεβαίωσης, καθώς και την αξιόπιστη ταυτοποίηση των ακαδημαϊκών εγγράφων.



The image shows a search interface with the following elements:

- Header: "Search for Graduate"
- Input field: "Graduate Email" with a text box below it.
- Button: A blue button labeled "Search".

Εικόνα 5: Μπάρα αναζήτησης πτυχιούχου

Η εικόνα 5 παρουσιάζει την μπάρα αναζήτησης στην οποία ανακατευθύνεται ο χρήστης Third Party αφού έχει συνδεθεί επιτυχώς στην εφαρμογή. Αφού εισάγει το email ενός αποφοίτου στο παρεχόμενο πεδίο, στη συνέχεια μπορεί να πατήσει το κουμπί "Search" («Αναζήτηση») για να βρει και να προβάλει λεπτομέρειες σχετικά με τα στοιχεία του αποφοίτου. Αυτή η λειτουργία είναι προφανώς σχεδιασμένη για τη χρήση από τρίτους που έχουν την ανάγκη να επαληθεύσουν τα στοιχεία ενός αποφοίτου, πιθανώς για σκοπούς εργασιακής πρόσληψης ή άλλες επαγγελματικές επικοινωνίες. Η διαδικασία αυτή ενισχύει τη διαφάνεια και την αξιοπιστία του δικτύου της εφαρμογής.

Search for Graduate

Graduate Email

Graduate Information

Name: Sotiria Stefa **Email:** swtiria.stefa@gmail.com **Address:** Pelopida 59

Phone: 6978082477

Ethereum Address: 0x574ac8281C0F11c8556f7F66009628E507829780

[Download Degree Details \(PDF\)](#)

Degrees

University: TechStream Institute

Department: Biology

Level: Bachelor

Start Date: 2012-09-10

End Date: 2020-09-10

Grade: 6,74

Verified: Yes

University: TechStream Institute

Department: Biology

Level: Master

Start Date: 2012-09-10

End Date: 2020-09-10

Grade: 7,74

Verified: Yes

Εικόνα 6: Σελίδα με τα στοιχεία του κατόχου πτυχίου

Όταν ένας τρίτος χρήστης πραγματοποιεί αναζήτηση με βάση το email στην εν λόγω πλατφόρμα, η οθόνη εμφανίζει τα αποτελέσματα με τις πληροφορίες του αποφοίτου, όπως αυτο προκύπτει από την παραπάνω εικόνα. Αυτή η ενότητα παρέχει τα στοιχεία του αποφοίτου, όπως το όνομα, το email, τη διεύθυνση κατοικίας, τον αριθμό τηλεφώνου και τη διεύθυνση Ethereum. Επίσης, περιλαμβάνει μια επιλογή για να κατεβάσει κάποιος τις λεπτομέρειες των πτυχίων του αποφοίτου σε μορφή PDF.

Κάτω από τις πληροφορίες του αποφοίτου, η πλατφόρμα εμφανίζει την ενότητα 'Πτυχία' (Degrees), όπου παρουσιάζονται τα πτυχία που έχει καταχωρηθεί ότι κατέχει ο απόφοιτος. Για κάθε πτυχίο, αναγράφονται τα στοιχεία του πανεπιστημίου, του τμήματος, του επιπέδου σπουδών, της ημερομηνίας έναρξης και λήξης των σπουδών, καθώς και ο τελικός βαθμός.

The screenshot displays the Admin panel interface. At the top, there is a navigation bar with links for HOME, FEATURES, PRICING, ABOUT, and a dropdown menu. A search bar is located on the right. Below the navigation bar, there are four summary cards: 'Total Users' (5), 'Total Graduates' (2), 'Total Issuers' (1), and 'Total Third-Party Users' (1). The main content area is divided into two sections: 'Users' and 'Create User'. The 'Users' section contains a table with columns for Role, Name, Email, Address, and Actions. The 'Create User' section contains a form with fields for Name, Email, Address, Phone (Optional), Password, Ethereum Address (Optional), Role, and an 'Is Enabled?' checkbox, along with a 'CREATE USER' button.

Role	Name	Email	Address	Actions
student	Sotiria Stefa	swtiria.stefa@gmail.com	Pelopida 59	DISABLE DELETE
admin	admin	admin@mail.com	admin address	DISABLE DELETE
issuer	John Doe	john.doe@example.com	123 Main St	ENABLE DELETE
thirdParty	third party	thirdparty@mail.com	third party road 113	DISABLE DELETE
student	Test Graduate	test_graduate@email.com	Test Address	ENABLE DELETE

Εικόνα 7: Admin panel

Η εικόνα 7 παρουσιάζει τον πίνακα διαχείρισης (admin panel) της εφαρμογής, ο οποίος είναι αποκλειστικά προσβάσιμος από χρήστες με δικαιώματα διαχειριστή. Ο διαχειριστής διαφέρει από τους ρόλους του αποφοίτου, του εκδότη και του τρίτου μέρους και έχει τη δυνατότητα να εποπτεύει και να διαχειρίζεται τα στοιχεία όλων των χρηστών της πλατφόρμας.

Στο κέντρο της οθόνης, υπάρχει μια λίστα με τους χρήστες που είναι εγγεγραμμένοι στην εφαρμογή, με στήλες που αναγράφουν τον ρόλο, το όνομα, το email, τη διεύθυνση και τις διαθέσιμες ενέργειες, όπως η απενεργοποίηση ή διαγραφή ενός χρήστη. Στην επάνω δεξιά γωνία, εμφανίζονται στατιστικά στοιχεία για τον συνολικό αριθμό των χρηστών, των αποφοίτων, των εκδοτών και των τρίτων μερών.

Στη δεξιά πλευρά της οθόνης, υπάρχει μια φόρμα δημιουργίας νέου χρήστη, που επιτρέπει στον διαχειριστή να προσθέσει νέους χρήστες στην εφαρμογή, συμπληρώνοντας στοιχεία όπως το όνομα, το email, τη διεύθυνση, το τηλέφωνο, τον κωδικό πρόσβασης, τη

διεύθυνση Ethereum και τον ρόλο τους εντός της πλατφόρμας. Επίσης, υπάρχει επιλογή για το αν ο χρήστης θα είναι ενεργοποιημένος από την αρχή. Το κουμπί 'CREATE USER' ('ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΧΡΗΣΤΗ') καταλήγει τη διαδικασία προσθήκης του νέου χρήστη.

5.2.2 Επισκόπηση του Ganache

ADDRESS	BALANCE	TX COUNT	INDEX
0x42f6361c1e07449cC68bFce2c9C8CF1240f3F23C	98.64 ETH	68	0
0xDeE586Bd73b91Be1d5b6e8ab0E5576835531F398	100.00 ETH	10	1
0xD4Cf1aFbC70ffa453a2a42e4241095Ec827b0D4B	100.00 ETH	0	2
0x438f5C3Aad908437152203D074D8CC3c90E6Bd85	100.00 ETH	0	3
0xA01597a3573428Ba9AA8faF0F2438cE5101f1010	100.00 ETH	3	4
0x75A38aC6b6cfdeB41FB3c247131BF7dfd223aF54	100.00 ETH	0	5
0x565D7Df9C0480cE1E5a3aFDC40113095fF9F88e1	100.00 ETH	0	6
0x75aDC6cBA33fa57076b9d10Ab228E6476B03C1dF	100.00 ETH	0	7

Εικόνα 8: Λίστα λογαριασμών Ethereum στο Ganache

Η εικόνα 8 απεικονίζει το περιβάλλον του Ganache, ένα εργαλείο που χρησιμοποιείται για την εξομίωση της εκτέλεσης των smart contracts σε προσωπικό blockchain, το οποίο επιτρέπει τη δοκιμή και την ανάπτυξη προγραμμάτων σε προσωρινή βάση.

Στην εικόνα βλέπουμε μια λίστα με λογαριασμούς Ethereum που έχουν δημιουργηθεί μέσα στο Ganache. Για κάθε λογαριασμό, εμφανίζεται η διεύθυνση (Address), ο ισολογισμός σε Ether (ETH), ο αριθμός των συναλλαγών που έχουν πραγματοποιηθεί (TX Count) και ένας δείκτης (Index) που υποδεικνύει τη θέση του λογαριασμού στη λίστα. Στην κορυφή της εικόνας, εμφανίζεται μια μνημονική φράση (Mnemonic), η οποία χρησιμοποιείται για την ανάκτηση ή τη μεταφορά των λογαριασμών σε διαφορετικό περιβάλλον.

Το Ganache είναι ένα ζωτικό εργαλείο στην ανάπτυξη Dapps που σχετίζονται με blockchain, όπως αυτή για την επαλήθευση πτυχίων. Μέσω αυτού, οι προγραμματιστές μπορούν να δοκιμάσουν τις λειτουργίες τους πριν τις ανεβάσουν στο κύριο δίκτυο Ethereum, εξασφαλίζοντας την ορθή λειτουργία και την ασφάλεια της εφαρμογής.

BLOCK	MINED ON	GAS USED
94	2023-12-29 20:19:51	176799
93	2023-12-29 20:19:50	176799
92	2023-12-29 20:17:43	51927
91	2023-12-29 20:15:53	51927
90	2023-12-29 20:08:59	219789
89	2023-09-08 19:22:40	176799
88	2023-09-08 19:21:22	219837
87	2023-09-08 19:15:56	173999
86	2023-09-08 19:14:32	216772
85	2023-09-03 19:13:19	239713
84	2023-09-03 16:51:12	176799

Εικόνα 9: Λίστα Blocks στο Ganache

Η εικόνα 9 δείχνει την ενότητα 'Blocks' στο Ganache, η οποία παρουσιάζει μια σειρά από μπλοκ που έχουν 'εξορυχθεί' (δηλαδή, έχουν δημιουργηθεί μέσω μιας διαδικασίας επαλήθευσης συναλλαγών) στο blockchain. Κάθε μπλοκ στη λίστα έχει μια συγκεκριμένη σειρά και περιλαμβάνει πληροφορίες όπως τον αριθμό του μπλοκ (π.χ., 94, 93, 92, κ.λπ.), την ημερομηνία και ώρα 'εξόρυξης' (Mined on), καθώς και το ποσό του αερίου (Gas Used) που καταναλώθηκε για τις συναλλαγές που περιέχονται σε αυτό. Στη δεξιά πλευρά κάθε μπλοκ, υπάρχει η ένδειξη του αριθμού των συναλλαγών που έχουν ενσωματωθεί σε αυτό.

Αυτές οι πληροφορίες είναι κρίσιμες για την ανάλυση και επαλήθευση των διαδικασιών που συμβαίνουν στο blockchain, και αποτελούν μια απτή απεικόνιση της δραστηριότητας που σχετίζεται με την εφαρμογή για την επαλήθευση πτυχίων.

FIELD	VALUE
GAS USED	176799
GAS LIMIT	6721975
MINED ON	2023-12-29 20:19:51
BLOCK HASH	0xf7037fe2c8371ade64d14205d0aac22ca449bc66c44bedea0ac8dbf3b7533201
TX HASH	0xa1310f122d3a8b8a1c43dfa4f095b81ed936ef3b201b0cbc68a51ec838c8cd0
FROM ADDRESS	0xA81597a35734288a9AA8Fa0F2438cE5101f1010
TO CONTRACT ADDRESS	Degree
GAS USED	176799
VALUE	0

Εικόνα 10: Λεπτομέρειες ενός Block εντός του Ganache

Η εικόνα 10 αποτελεί μια λεπτομερή προβολή ενός μπλοκ εντός του Ganache.. Συγκεκριμένα, βλέπουμε το μπλοκ με αριθμό 94, μαζί με τα εξής στοιχεία:

- Κόστος εκτέλεσης (Gas Used): Το ποσό του αερίου που καταναλώθηκε για τις συναλλαγές στο εν λόγω μπλοκ.
- Όριο Αερίου (Gas Limit): Το μέγιστο ποσό αερίου που είναι διαθέσιμο για το μπλοκ.
- Ημερομηνία Εξόρυξης (Mined on): Η στιγμή που το μπλοκ εξορύχθηκε και προστέθηκε στο blockchain.
- Block Hash: Ένας μοναδικός αλφαριθμητικός κωδικός που αντιπροσωπεύει την ψηφιακή υπογραφή του μπλοκ.

Κάτω από τα βασικά στοιχεία του μπλοκ, παρουσιάζεται μια συναλλαγή με τα εξής στοιχεία:

- Κωδικός Συναλλαγής (TX Hash): Η μοναδική ταυτότητα της συναλλαγής που έγινε εντός του μπλοκ.
- From Address: Η διεύθυνση από την οποία ξεκίνησε η συναλλαγή.
- Προς Διεύθυνση Συμβολαίου (To Contract Address): Η διεύθυνση του smart contract που κλήθηκε μέσω της συναλλαγής.
- Αξία (Value): Η αξία που μεταφέρθηκε μέσω της συναλλαγής, συνήθως σε Ether.

Αυτή η λεπτομέρεια του μπλοκ είναι κρίσιμη για την επαλήθευση και τον έλεγχο των συναλλαγών που γίνονται μέσω του blockchain και αποτελούν μέρος της διαδικασίας επιβεβαίωσης πτυχίων μέσω της χρήσης της τεχνολογίας blockchain και των NFTs.

TX HASH	FROM ADDRESS	TO CONTRACT ADDRESS	GAS USED	VALUE
0xa1310f122d3a8b8a1c43dfa4f095b81ed936ef3b8201b0cbc68a51ec838c8cd0	0xA1597a3573428Ba9AA8faF0F2438cE5101f1010	Degree	176799	0
0x9589536b5e3e0eed05739ab2abef180a8c791e5c5c97c46e58cf1e69d4a73871	0xA1597a3573428Ba9AA8faF0F2438cE5101f1010	Degree	176799	0
0xf2c242efafc2e3b93da548fd909bb7e3844701957536f2ff89376711875a86ff	0x42f6361c1e07449c68bFce2c9C8CF1240F3F23C	Degree	51927	0
0xa5009ab3600808c88fbb907782ae68876af74f081662c127655432efaa5e8f29	0x42f6361c1e07449c68bFce2c9C8CF1240F3F23C	Degree	51927	0
0xa7142fbc43b44d3f4c69bfd39acb7174f519fb04e9677321de56c8513e4c5f3c	0xDeE5868d73b91Be1d5b6e8ab0E5576835531F398	Degree	219789	0

Εικόνα 11: Transactions στο Ganache

Στην εικόνα 11 απεικονίζεται η ενότητα «Transactions» του Ganache, όπου παρουσιάζονται διάφορες συναλλαγές που έχουν εκτελεστεί στο εξομοιωμένο blockchain. Για κάθε συναλλαγή, παρέχονται τα εξής στοιχεία:

- Κωδικός Συναλλαγής (TX Hash): Το μοναδικό αναγνωριστικό της συναλλαγής.

- Διεύθυνση Αποστολέα (From Address): Η διεύθυνση του λογαριασμού που πραγματοποίησε τη συναλλαγή.
- Διεύθυνση Προορισμού Συμβολαίου (To Contract Address): Η διεύθυνση του συμβολαίου στο blockchain που κλήθηκε μέσω της συναλλαγής, στην περίπτωση αυτή υποδηλώνοντας την ενέργεια που σχετίζεται με την επαλήθευση πτυχίου.
- Κόστος εκτέλεσης (Gas Used): Η ποσότητα του αερίου που καταναλώθηκε για να εκτελεστεί η συναλλαγή.
- Αξία (Value): Η αξία της συναλλαγής, εκφρασμένη σε Ether (ETH), η οποία στις περισσότερες περιπτώσεις είναι μηδενική, καθώς οι συναλλαγές αφορούν κλήσεις συμβολαίων.

The screenshot displays the Ganache interface for a transaction. At the top, there are navigation tabs for ACCOUNTS, BLOCKS, TRANSACTIONS, CONTRACTS, EVENTS, and LOGS. Below these, a search bar and various network statistics are visible. The main section shows the transaction hash: TX 0xa7142fbc43b44d3f4c69bfd39acb7174f519fb04e9677321de56c8513e4c5f3c. Below this, the sender and contract addresses are listed, along with a 'CONTRACT CALL' button. A table provides transaction details: VALUE (0.00 ETH), GAS USED (219789), GAS PRICE (2500107011), GAS LIMIT (6721975), and MINED IN BLOCK (90). The TX DATA section shows a long hexadecimal string. Below the transaction details, the 'CONTRACT' section identifies the contract as 'Degree' and lists its function: applyForDegree with parameters: universityDepartment: uint256, degreeLevel: string, startDate: uint256, endDate: uint256, grade: string. The 'EVENTS' section shows the event 'DegreeApplied'.

Εικόνα 12: Λεπτομέρειες ενός transaction

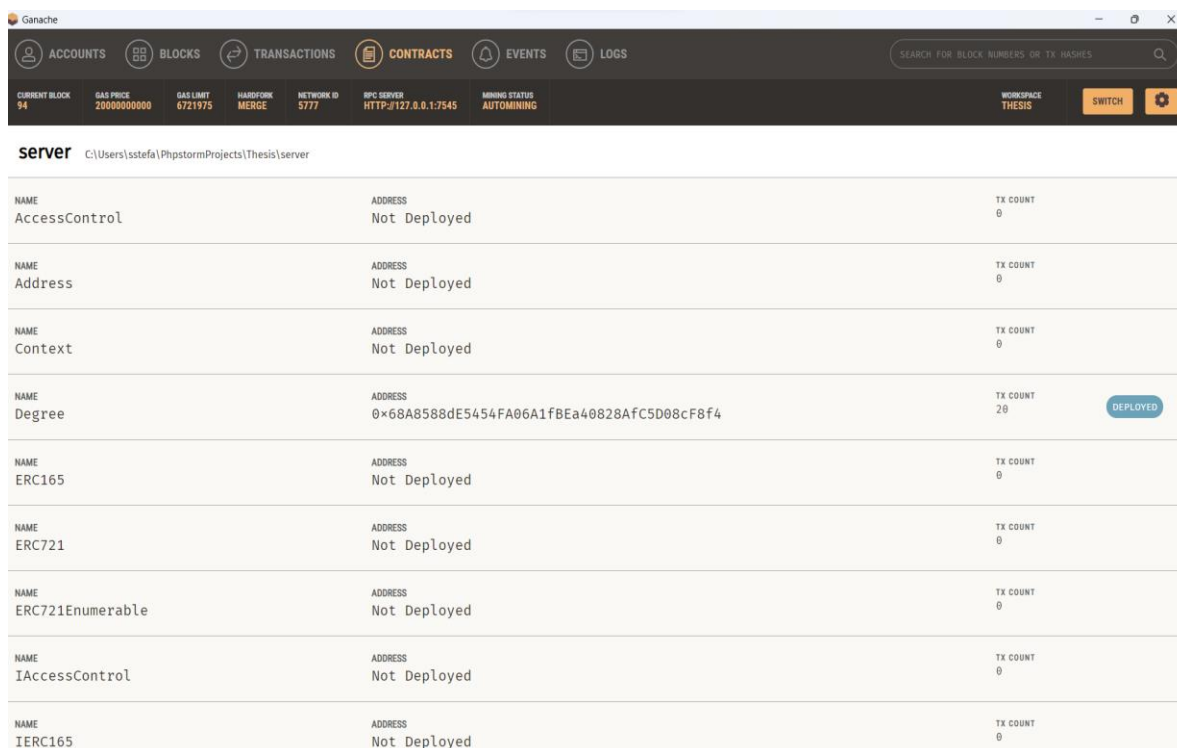
Στην εικόνα 12 παρατηρούμε μια λεπτομερή προβολή μιας συναλλαγής στο Ganache. Η συγκεκριμένη συναλλαγή περιλαμβάνει:

- Κωδικός Συναλλαγής (TX Hash): Το μοναδικό αναγνωριστικό της συναλλαγής.
- Διεύθυνση Αποστολέα (Sender Address): Η διεύθυνση του λογαριασμού που πραγματοποίησε τη συναλλαγή.
- Διεύθυνση Προορισμού Συμβολαίου (To Contract Address): Η διεύθυνση του smart contract στο blockchain που αλληλεπίδρασε με τη συναλλαγή.
- Αξία (Value) και κόστος εκτέλεσης (Gas Used): Η αξία της συναλλαγής σε ETH και το κόστος του αερίου που καταναλώθηκε για την εκτέλεσή της.
- Δεδομένα Συναλλαγής (TX Data): Τα δεδομένα που εισήχθησαν στη συναλλαγή κατά την κλήση του συμβολαίου.

Κάτω από τα βασικά στοιχεία της συναλλαγής, βλέπουμε πληροφορίες σχετικά με το συμβόλαιο και την αντίστοιχη συνάρτηση που κλήθηκε μέσω αυτής της συναλλαγής:

- Συμβόλαιο (Contract): Ο τίτλος του συμβολαίου, στην περίπτωση αυτή "Degree".
- Συνάρτηση (Function): Η συγκεκριμένη συνάρτηση του συμβολαίου που εκτελέστηκε, εδώ "applyForDegree", μαζί με τις παραμέτρους που δόθηκαν.
- Events: Το όνομα του event που ενεργοποιήθηκε λόγω της συναλλαγής, εδώ "DegreeApplied", δηλώνοντας ότι ένα αίτημα για πτυχίο έχει υποβληθεί.

Οι πληροφορίες αυτές είναι κρίσιμες για την κατανόηση του πώς λειτουργεί το Dapp και πώς οι συναλλαγές αλληλεπιδρούν με τα smart contracts στο blockchain, παρέχοντας διαφάνεια στη διαδικασία επαλήθευσης των πτυχίων.



NAME	ADDRESS	TX COUNT
AccessControl	Not Deployed	0
Address	Not Deployed	0
Context	Not Deployed	0
Degree	0x68A8588dE5454FA06A1fBEa40828AfC5D08cF8f4	20
ERC165	Not Deployed	0
ERC721	Not Deployed	0
ERC721Enumerable	Not Deployed	0
IAccessControl	Not Deployed	0
IERC165	Not Deployed	0

Εικόνα 13: Λίστα smart contracts στο Ganache

Η εικόνα 13 δείχνει την ενότητα 'Contracts' εντός του Ganache. Εδώ βλέπουμε μια λίστα των smart contracts που έχουν αναπτυχθεί ή είναι έτοιμα για ανάπτυξη.

Κάθε καταχώρηση στη λίστα περιλαμβάνει:

- Όνομα (Name): Το όνομα του smart contract.
- Διεύθυνση (Address): Η διεύθυνση του smart contract στο blockchain, ή η ένδειξη "Not Deployed" εάν δεν έχει ακόμη αναπτυχθεί.
- Αριθμός Συναλλαγών (TX Count): Ο αριθμός των συναλλαγών που έχουν σχετιστεί με το εκάστοτε smart contract.

Μέσα από αυτήν την ενότητα, ο διαχειριστής ή ο προγραμματιστής μπορεί να παρακολουθεί και να διαχειρίζεται τα smart contracts που έχουν σχέση με την εφαρμογή.

--- BACK Degree

ADDRESS: 0x68A8588Ed5454FA06A1FBeA40828AFC5D08C8cf4 BALANCE: 0.00 ETH

CREATION TX: 0x2C5F1E80F989EdC4A2453C6314296A32D3022FD551bbb1235978b9dbb19e03d

STORAGE

```
{
  "_roles": {} mapping <string> to uint256
  "DEFAULT_ADMIN_ROLE": "0x0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000"
  "_name": string "Degree"
  "_symbol": string "DEG"
  "_owners": {} mapping <string> to uint256
  "_balances": {} mapping <string> to uint256
  "_tokenApprovals": {} mapping <string> to uint256
  "_operatorApprovals": {} mapping <string> to uint256
  "_ownedTokens": {} mapping <string> to uint256
  "_ownedTokensIndex": {} mapping <string> to uint256
  "_allTokens": [...] 7 items
  "_allTokensIndex": {} mapping <string> to uint256
  "degrees": {} mapping <string> to uint256
  "studentDegrees": {} mapping <string> to uint256
  "pendingDegrees": {} mapping <string> to uint256
  "degreeCount": uint 7
}
```

TRANSACTIONS

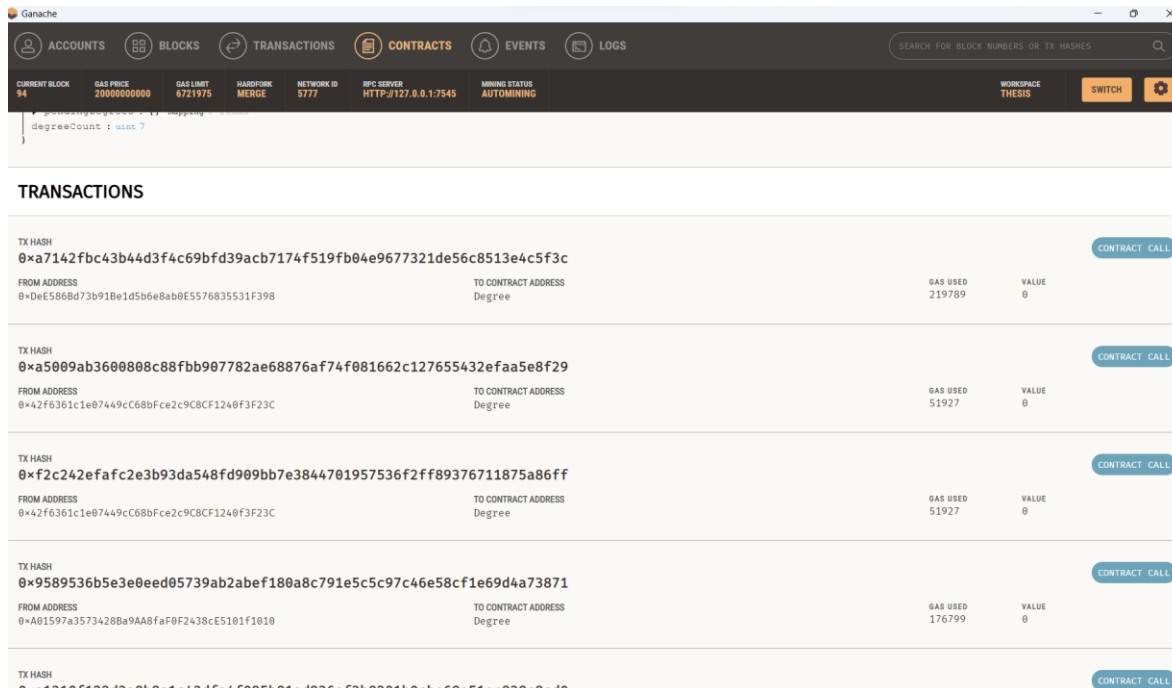
Εικόνα 14: Λεπτομέρειες smart contract

Η εικόνα 14 παρουσιάζει ένα κατανεμημένο έξυπνο συμβόλαιο με διάφορες λεπτομέρειες:

- Διεύθυνση (Address): Αυτή είναι η μοναδική διεύθυνση του έξυπνου συμβολαίου στο blockchain, η οποία για παράδειγμα εδώ είναι 0x68A8588Ed5454FA06A1FBeA40828AFC5D08C8cf4.
- Δημιουργία Συναλλαγής (Creation Tx): Αυτό δηλώνει το hash της συναλλαγής που δημιούργησε το έξυπνο συμβόλαιο, το οποίο στην παρούσα περίπτωση είναι 0x2C5F1E80F989EdC4A2453C6314296A32D3022FD551bbb1235978b9dbb19e03d.

Η ενότητα αποθήκευσης (Storage) σε ένα έξυπνο συμβόλαιο, είναι ένα κρίσιμο στοιχείο της αρχιτεκτονικής του blockchain. Σε αυτή την ενότητα, καταγράφονται όλες οι μεταβλητές που ορίζουν την κατάσταση του συμβολαίου και περιέχουν τις τρέχουσες τιμές τους. Περιλαμβάνει τα δεδομένα που αποθηκεύονται στο blockchain και είναι άμεσα προσβάσιμα κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης των λειτουργιών του συμβολαίου.

Οι μεταβλητές αυτές μπορεί να περιλαμβάνουν, για παράδειγμα, ρόλους χρηστών, πιστοποιητικά πτυχίων, καθώς και δείκτες και metadata σχετικά με τα tokens που έχουν εκδοθεί. Κάθε φορά που γίνεται μια συναλλαγή ή μια κλήση συνάρτησης στο έξυπνο συμβόλαιο, η κατάσταση των μεταβλητών μπορεί να αλλάξει, αντανακλώντας έτσι τις νέες συνθήκες ή τις ενέργειες που έχουν πραγματοποιηθεί.



Εικόνα 15: Τμήμα συναλλαγών του έξυπνου συμβολαίου

Η εικόνα 15 παρουσιάζει το τμήμα των συναλλαγών του έξυπνου συμβολαίου. Αυτό το τμήμα παρουσιάζει μια λίστα συναλλαγών που έχουν συνδεθεί με το συγκεκριμένο συμβόλαιο:

Για κάθε συναλλαγή, βλέπουμε τον μοναδικό Αναγνωριστικό Κωδικό Συναλλαγής (TX HASH), ο οποίος είναι μια μακριά ακολουθία χαρακτήρων και αριθμών.

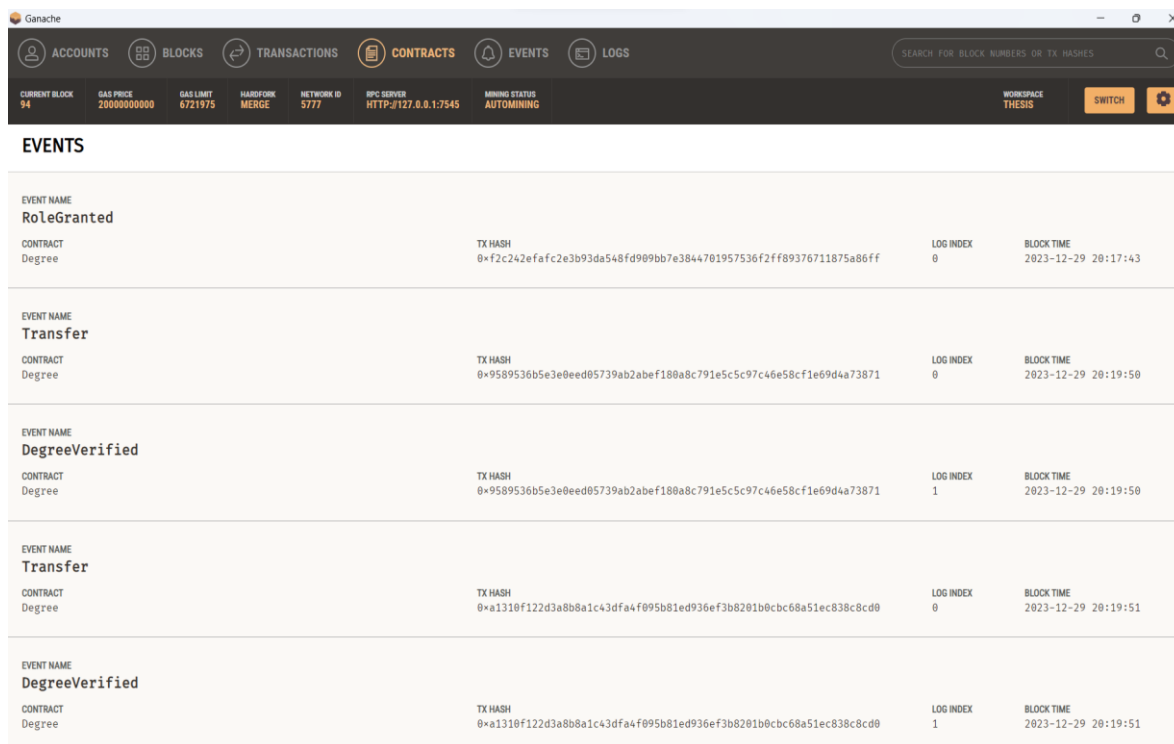
Η Διεύθυνση Αποστολέα (FROM ADDRESS) δείχνει ποιος έστειλε τη συναλλαγή.

Κάθε συναλλαγή περιέχει επίσης την Διεύθυνση Προορισμού (TO CONTRACT ADDRESS), η οποία είναι η διεύθυνση του έξυπνου συμβολαίου που εξετάζαμε, με την ονομασία "Degree".

Επίσης αναγράφεται το κόστος εκτέλεσης (GAS USED) για κάθε συναλλαγή, το οποίο δείχνει το κόστος της εκτέλεσης της συναλλαγής σε μονάδες αερίου.

Η Αξία (VALUE) για κάθε συναλλαγή είναι μηδέν, σημαίνοντας ότι δεν μεταφέρθηκε ether ως μέρος της συναλλαγής.

Οι συναλλαγές που εμφανίζονται σε αυτό το τμήμα είναι κλήσεις συμβολαίων (CONTRACT CALL).



EVENT NAME	CONTRACT	TX HASH	LOG INDEX	BLOCK TIME
RoleGranted	Degree	0xf2c242efafc2e3b93da548fd989bb7e3844701957536f2ff89376711875a86ff	0	2023-12-29 20:17:43
Transfer	Degree	0x9589536b5e3e0eed05739ab2abef180a8c791e5c97c46e58cf1e69d4a73871	0	2023-12-29 20:19:50
DegreeVerified	Degree	0x9589536b5e3e0eed05739ab2abef180a8c791e5c97c46e58cf1e69d4a73871	1	2023-12-29 20:19:50
Transfer	Degree	0xa1318f122d3a8b8a1c43dfa4f095b81ed936ef3b8201b0cbc68a51ec838c8cd0	0	2023-12-29 20:19:51
DegreeVerified	Degree	0xa1318f122d3a8b8a1c43dfa4f095b81ed936ef3b8201b0cbc68a51ec838c8cd0	1	2023-12-29 20:19:51

Εικόνα 16: Λίστα events του smart contract

Στην εικόνα 16 απεικονίζεται η ενότητα των γεγονότων (events) στο έξυπνο συμβόλαιο με την ονομασία "Degree". Εδώ καταγράφονται διάφορες ενέργειες που εκτελέστηκαν μέσω του συμβολαίου, συγκεκριμένα κατά τη διάρκεια των συναλλαγών:

- Event Name: Παρατηρούμε ονόματα event όπως "RoleGranted", "Transfer" και "DegreeVerified", τα οποία ενδεικτικά περιγράφουν τις λειτουργίες που πραγματοποιήθηκαν.
- Συμβόλαιο (Contract): Δίνεται η διεύθυνση του συμβολαίου "Degree" από το οποίο προέρχονται αυτά τα γεγονότα.
- Αναγνωριστικό Κωδικό Συναλλαγής (TX HASH): Αναφέρεται το μοναδικό αναγνωριστικό για την κάθε συναλλαγή που έχει προκαλέσει τα εν λόγω γεγονότα.
- Δείκτης Καταγραφής (LOG INDEX): Ένας αριθμός δείχνει τη θέση κάθε γεγονότος στο ιστορικό της συναλλαγής.
- Χρονική Σήμανση Μπλοκ (BLOCK TIME): Καταγράφεται η ακριβής χρονική στιγμή που το κάθε γεγονός έχει εγγραφεί στο blockchain, εμφανιζόμενη σε μορφή ημερομηνίας και ώρας.

Τα γεγονότα "RoleGranted" και "DegreeVerified" αντικατοπτρίζουν την ανάθεση ενός ρόλου και την επιβεβαίωση ενός πτυχίου, αντίστοιχα, ενώ τα "Transfer" δείχνουν τη μεταφορά τοκενς ή άλλων στοιχείων εντός του συμβολαίου.

EVENT NAME	CONTRACT	TX HASH	LOG INDEX	BLOCK TIME
DegreeVerified	Degree	0xa1310f122d3a8b8a1c43dfa4f095b81ed936ef3b8201b0cbc68a51ec838c8cd0	1	2023-12-29 20:19:51
Transfer	Degree	0xa1310f122d3a8b8a1c43dfa4f095b81ed936ef3b8201b0cbc68a51ec838c8cd0	0	2023-12-29 20:19:51
DegreeVerified	Degree	0x9589536b5e3e0eed05739ab2abef180a8c791e5c97c46e58cf1e69d4a73871	1	2023-12-29 20:19:50
Transfer	Degree	0x9589536b5e3e0eed05739ab2abef180a8c791e5c97c46e58cf1e69d4a73871	0	2023-12-29 20:19:50
RoleGranted	Degree	0xf2c242efafc2e3b93da548fd989bb7e3844701957536f2ff89376711875a86ff	0	2023-12-29 20:17:43

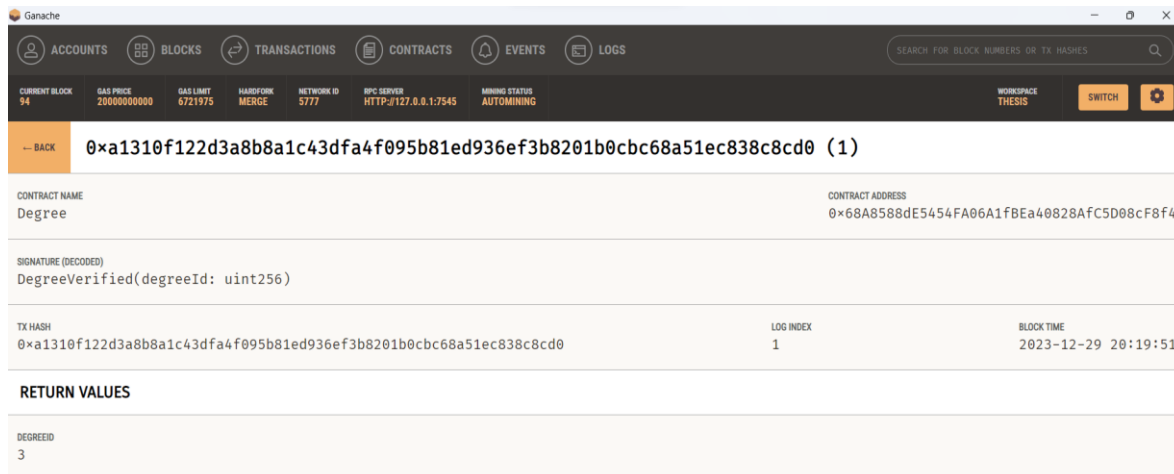
Εικόνα 17:Λίστα events στο Ganache

Στην εικόνα 17 βλέπουμε την ενότητα 'Εκδηλώσεις' (Events) του Ganache για το smart contract με τίτλο "Degree". Τα events αντιστοιχούν σε σημαντικές λειτουργίες που έχουν πραγματοποιηθεί στο blockchain και σχετίζονται με το συγκεκριμένο συμβόλαιο.

Η λίστα περιλαμβάνει:

- Το όνομα της εκδήλωσης (Event Name), όπως "DegreeVerified" και "Transfer", που δηλώνουν την επαλήθευση ενός πτυχίου και τη μεταφορά αντίστοιχα.
- Τη διεύθυνση του συμβολαίου (Contract Address) στο οποίο ανήκει η εκδήλωση.
- Τον κωδικό της συναλλαγής (TX Hash) που προκάλεσε την εκδήλωση.
- Τον δείκτη καταγραφής (Log Index) και την ώρα δημιουργίας του μπλοκ (Block Time) στο οποίο έγινε η συναλλαγή.

Αυτές οι πληροφορίες είναι χρήσιμες για την παρακολούθηση και την κατανόηση των διαδικασιών που συμβαίνουν στο blockchain και ειδικά για την ανάλυση των ενεργειών που σχετίζονται με το smart contract.

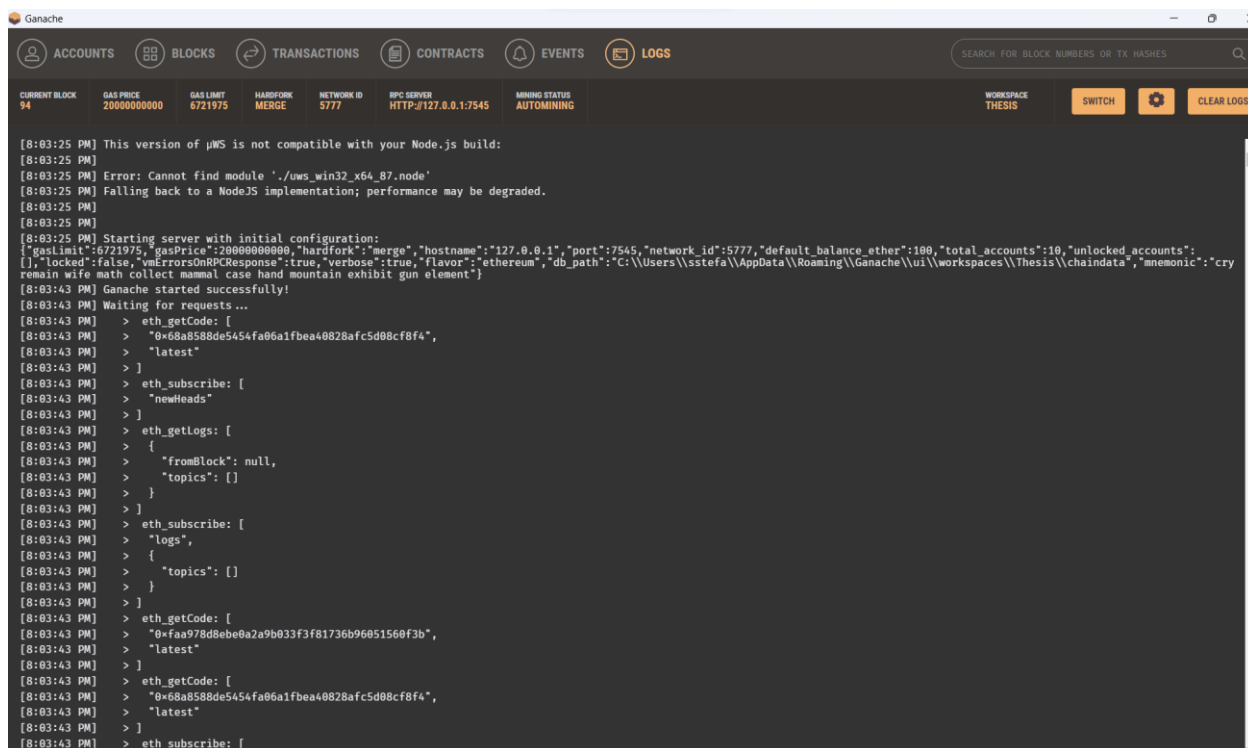


Εικόνα 18: Λεπτομέρειες ενός event

Στην εικόνα 18 παρατηρούμε τη λεπτομερή προβολή ενός event στο Ganache. Η συγκεκριμένη εκδήλωση είναι ονομασμένη ως "DegreeVerified" και περιλαμβάνει τα εξής στοιχεία:

- Όνομα Συμβολαίου (Contract Name): "Degree"
- Υπογραφή (Signature - Decoded): Αποκωδικοποιημένη υπογραφή του event που δείχνει το όνομα της συνάρτησης και τους τύπους των παραμέτρων της.
- Κωδικός Συναλλαγής (TX Hash): Ο μοναδικός αναγνωριστικός κωδικός της συναλλαγής που προκάλεσε την εκδήλωση.
- Επιστρεφόμενες Τιμές (Return Values): Οι τιμές που επέστρεψε η συνάρτηση, εδώ φαίνεται ότι το πεδίο "degreeId" έχει τιμή 3.

Το event "DegreeVerified" υποδηλώνει ότι ένα πτυχίο έχει επαληθευτεί επιτυχώς στο σύστημα. Αυτή η πληροφορία είναι σημαντική για την καταγραφή και την επιβεβαίωση των ενεργειών στο blockchain, καθώς παρέχει αποδείξεις της εγκυρότητας των πτυχίων στην εφαρμογή για την επαλήθευση πτυχίων.



```
[8:03:25 PM] This version of µWS is not compatible with your Node.js build:
[8:03:25 PM]
[8:03:25 PM] Error: Cannot find module './uws_win32_x64.87.node'
[8:03:25 PM] Falling back to a NodeJS implementation; performance may be degraded.
[8:03:25 PM]
[8:03:25 PM]
[8:03:25 PM] Starting server with initial configuration:
{"gasLimit":6721975,"gasPrice":2000000000,"hardfork":"merge","hostname":"127.0.0.1","port":7545,"network_id":5777,"default_balance_ether":100,"total_accounts":10,"unlocked_accounts":
[],"locked":false,"vmErrorsOnRPCResponse":true,"verbose":true,"flavor":"ethereum","db_path":"C:\\Users\\stefa\\AppData\\Roaming\\Ganache\\ui\\workspaces\\Thesis\\chaindata","mnemonic":"cry
remain wife math collect mammal case hand mountain exhibit gun element"}
[8:03:43 PM] Ganache started successfully!
[8:03:43 PM] Waiting for requests ...
[8:03:43 PM] > eth_getCode: [
[8:03:43 PM] > "0x68a8588de5454fa06a1fbee40828afc5d08cf8f4",
[8:03:43 PM] > "latest"
[8:03:43 PM] > ]
[8:03:43 PM] > eth_subscribe: [
[8:03:43 PM] > "newHeads"
[8:03:43 PM] > ]
[8:03:43 PM] > eth_getLogs: [
[8:03:43 PM] > {
[8:03:43 PM] > "fromBlock": null,
[8:03:43 PM] > "topics": []
[8:03:43 PM] > }
[8:03:43 PM] > ]
[8:03:43 PM] > eth_subscribe: [
[8:03:43 PM] > "logs",
[8:03:43 PM] > {
[8:03:43 PM] > "topics": []
[8:03:43 PM] > }
[8:03:43 PM] > ]
[8:03:43 PM] > eth_getCode: [
[8:03:43 PM] > "0xfaa978d8ebe0a2a9b033f3f81736b96051560f3b",
[8:03:43 PM] > "latest"
[8:03:43 PM] > ]
[8:03:43 PM] > eth_getCode: [
[8:03:43 PM] > "0x68a8588de5454fa06a1fbee40828afc5d08cf8f4",
[8:03:43 PM] > "latest"
[8:03:43 PM] > ]
[8:03:43 PM] > eth_subscribe: [
```

Εικόνα 19 - Logs στο Ganache

Η παρούσα εικόνα δείχνει την καρτέλα 'Logs' εντός του Ganache, που περιλαμβάνει τα log files του εξομοιωτή blockchain. Αυτά τα logs παρέχουν πληροφορίες σχετικά με την εκκίνηση και τη λειτουργία του Ganache, καθώς και για διάφορες ενέργειες που συμβαίνουν στο παρασκήνιο, όπως:

- Μηνύματα εκκίνησης του server και της αρχικής του διαμόρφωσης.
- Ενημερώσεις σχετικά με τη συμβατότητα και τυχόν σφάλματα.
- Εντολές και ερωτήματα προς το Ethereum Virtual Machine (EVM), όπως κλήσεις για τον κώδικα ενός smart contract (eth_getCode).
- Εγγραφές σχετικά με την εγγραφή και την ενημέρωση καινούριων μπλοκ (newHeads) και εγγραφές συναλλαγών.

Αυτές οι καταγραφές είναι σημαντικές για τους προγραμματιστές, καθώς παρέχουν λεπτομερή ενημέρωση για τις λειτουργίες και την κατάσταση του τοπικού blockchain, βοηθώντας στην εντοπισμό και διόρθωση σφαλμάτων κατά την ανάπτυξη και δοκιμή της εφαρμογής.

Κεφάλαιο 6: Ανάλυση και Συζήτηση

6.1 Αξιολόγηση Λειτουργικότητας (Θεωρητική Ανάλυση και Προσομοιωμένες Δοκιμές)

Σε αυτήν την ενότητα, πραγματοποιείται μια ενδελεχής ανάλυση της λειτουργικότητας του DApp, εξετάζοντας πόσο αποδοτικά και αποτελεσματικά πληροί τους στόχους που έχουν τεθεί. Η θεωρητική αξιολόγηση συνοδεύεται από μια σειρά δοκιμών που εξερευνούν τις διαστάσεις του συστήματος: από την ορθή και αποδοτική λειτουργία των βασικών του εντολών, μέχρι την αλληλεπίδραση με τη διεπαφή χρήστη και την αξιοπιστία των μηχανισμών επαλήθευσης πτυχίων. Μέσα από αυτή τη διαδικασία, επιδιώκεται να αποτυπωθούν οι δυνατότητες, οι περιορισμοί και το γενικότερο πλαίσιο λειτουργίας της εφαρμογής, παρέχοντας μια σφαιρική και ολοκληρωμένη εικόνα της απόδοσής της. Παρακάτω αναλύονται οι λειτουργίες του συστήματος.

Αίτηση και Επαλήθευση Πτυχίων

Η διαδικασία αίτησης και επαλήθευσης των πτυχίων αναλύεται κριτικά για να κατανοήσουμε το βαθμό αποδοτικότητας της. Στοχεύουμε στην εκτίμηση της διαδικασίας από την υποβολή της αίτησης από τους χρήστες μέχρι την τελική επαλήθευση από τους εκδότες, εξετάζοντας και τον τρόπο καταγραφής αυτών των δράσεων στο blockchain.

- **Υποβολή Αιτήσεων:** Η υποβολή αιτήσεων είναι μια απλή διαδικασία που μπορεί να ολοκληρωθεί σε λίγα λεπτά. Οι χρήστες μπορούν να υποβάλουν αιτήσεις μέσω της διεπαφής χρήστη του DApp.
- **Επαλήθευση Αιτήσεων:** Η επαλήθευση των αιτήσεων γίνεται από εκδότες που είναι εξουσιοδοτημένοι να εκδίδουν ψηφιακά πιστοποιητικά. Η διαδικασία επαλήθευσης περιλαμβάνει την επαλήθευση των στοιχείων του χρήστη, την επαλήθευση της εγκυρότητας του πτυχίου και την καταγραφή της επαλήθευσης στο blockchain.
- **Καταγραφή Συναλλαγών:** Οι συναλλαγές για την αίτηση και την επαλήθευση πτυχίων καταγράφονται στο Ethereum blockchain. Αυτό διασφαλίζει την ασφάλεια και την ακεραιότητά τους.

Αποδοτικότητα Έξυπνων Συμβολαίων

Η απόδοση των έξυπνων συμβολαίων αξιολογείται μέσω μιας συνδυασμένης προσέγγισης θεωρητικής ανάλυσης και προσομοιωμένων δοκιμών. Στοχεύουμε να κατανοήσουμε την αποδοτικότητα των συμβολαίων αναφορικά με παράγοντες όπως η ταχύτητα εκτέλεσης συναλλαγών, το κόστος εκτέλεσης (gas), και τα ποσοστά σφαλμάτων. Επιπλέον, συζητάμε τη δυνατότητα εξαγωγής και εφαρμογής αυτών των αποτελεσμάτων στο πραγματικό δίκτυο Ethereum.

Αναλογιζόμενοι τη μετάβαση στο πραγματικό δίκτυο Ethereum, εξετάζουμε τις προσαρμογές που μπορεί να απαιτηθούν για την αποδοτική λειτουργία των έξυπνων συμβολαίων σε ένα πιο δυναμικό και απαιτητικό περιβάλλον.

Στην αξιολόγηση της ταχύτητας συναλλαγών, παρατηρήθηκε ότι οι δοκιμές μέσω Ganache παρέχουν μια αξιόπιστη και γρήγορη εκτέλεση με ταχύτητες περίπου 1-2 δευτερόλεπτα ανά συναλλαγή, προσομοιώνοντας αποδοτικά την αλληλεπίδραση με πραγματικά δίκτυα όπως Ethereum όπου η μέση ταχύτητα συναλλαγής είναι περίπου 15 δευτερόλεπτα.

Ως προς το κόστος εκτέλεσης (Gas), επειδή χρησιμοποιείται το Ganache, το κόστος gas είναι ανύπαρκτο για τις συναλλαγές. Αυτό συμβαίνει επειδή το Ganache είναι ένα εικονικό δίκτυο που δεν χρησιμοποιεί το ίδιο κόστος gas με το πραγματικό δίκτυο Ethereum. Το μέσο κόστος gas στο πραγματικό δίκτυο Ethereum είναι περίπου 0,01 ETH.

Τέλος, το ποσοστό σφαλμάτων παραμένει χαμηλό λόγω του ελεγχόμενου περιβάλλοντος του Ganache. Στο πραγματικό δίκτυο Ethereum, το ποσοστό σφαλμάτων μπορεί να είναι υψηλότερο λόγω των δυναμικών συνθηκών του δικτύου. Ωστόσο, η χρήση έξυπνων συμβολαίων που έχουν σχεδιαστεί προσεκτικά μπορεί να βοηθήσει στη μείωση του ποσοστού σφαλμάτων.

Αξιόπιστες και Ασφαλείς Συναλλαγές Blockchain

Αν και η εκτέλεση συναλλαγών στο Ganache παρέχει έναν εξαιρετικό τρόπο για να προσομοιώσουμε τη λειτουργία του πραγματικού Ethereum blockchain, κρίνεται σκόπιμο να συζητήσουμε τη μετάβαση και τις προκλήσεις στο πραγματικό περιβάλλον.

Ο μηχανισμός στο Ganache είναι άμεσος και αποτελεσματικός, με τις συναλλαγές να επιβεβαιώνονται σχεδόν ακαριαία, σε αντίθεση με τη μέση διάρκεια 10 λεπτών στο πραγματικό δίκτυο. Παρότι ο μηχανισμός στο Ganache λειτουργεί άμεσα και αποτελεσματικά, η μετάβαση του μηχανισμού διαχείρισης συναλλαγών στο πραγματικό δίκτυο Ethereum είναι μια σημαντική πρόκληση, καθώς η άμεση και αποτελεσματική λειτουργία του στο προσωμοιωμένο δίκτυο δεν αντανακλά τα μεγαλύτερα χρονικά περιθώρια επιβεβαίωσης και το αυξημένο κόστος gas του πραγματικού Ethereum. Στο πλαίσιο αυτό, εστιάζουμε στην ανάπτυξη και εφαρμογή μιας σειράς προσαρμογών και στρατηγικών που θα διασφαλίσουν την ομαλή και αποδοτική λειτουργία των συναλλαγών στο πραγματικό δίκτυο. Αυτές οι στρατηγικές περιλαμβάνουν την βελτιστοποίηση του κώδικα για μείωση του κόστους gas, την ανάπτυξη ευέλικτων μηχανισμών για την επιβεβαίωση συναλλαγών που λαμβάνουν υπόψη τα μεγαλύτερα χρονικά περιθώρια, και την ενσωμάτωση προληπτικών μέτρων για τη μείωση του ποσοστού σφαλμάτων. Μέσω αυτών των προσεγγίσεων, ενισχύεται η αντοχή και αξιοπιστία του DApp, προετοιμάζοντας το για την απαιτητική και δυναμική φύση του πραγματικού Ethereum.

Η ταχύτητα δημιουργίας μπλοκ στο Ganache υποδεικνύει μια άμεση και ομαλή διαδικασία ανάπτυξης, με τα μπλοκ να δημιουργούνται σχεδόν ακαριαία, σε έντονη αντίθεση με τα 12 δευτερόλεπτα αναμονής του πραγματικού Ethereum. Αυτή η διαφορά επηρεάζει σημαντικά την εμπειρία ανάπτυξης και την ανταπόκριση του συστήματος. Για τη μετάβαση στο πραγματικό δίκτυο, αναγνωρίζουμε την ανάγκη για προσαρμογή και προετοιμασία. Στρατηγικές όπως η βελτιστοποίηση του κώδικα για ταχύτερη επεξεργασία, η ανάπτυξη αλγορίθμων που είναι ανθεκτικοί σε μεγαλύτερες καθυστερήσεις, και η δημιουργία συστημάτων που προβλέπουν και διαχειρίζονται τα προβλήματα πριν επηρεάσουν τη λειτουργία, μπορούν να ενισχύσουν σημαντικά την απόδοση και την αξιοπιστία του DApp

σε ένα πραγματικό περιβάλλον. Αυτές οι προσαρμογές και προετοιμασίες δεν αποσκοπούν μόνο στην εξασφάλιση της συνέπειας αλλά και στη διατήρηση της υψηλής απόδοσης και αξιοπιστίας που είναι κρίσιμες για την επιτυχία κάθε blockchain εφαρμογής.

Η ανοχή του Ganache ως εργαλείου ανάπτυξης έγκειται στην παροχή ενός ασφαλούς και ελεγχόμενου περιβάλλοντος, που προσομοιώνει το Ethereum χωρίς τους πραγματικούς κινδύνους. Αυτό επιτρέπει την ανάπτυξη και τον έλεγχο συναλλαγών με ασφάλεια και σιγουριά, αλλά είναι σημαντικό να συζητήσουμε και να προετοιμαστούμε για τη μετάβαση στο πραγματικό δίκτυο Ethereum. Αυτή η μετάβαση απαιτεί μια εμβάθυνση στην κατανόηση των προκλήσεων ασφαλείας και την εφαρμογή στρατηγικών που θα ενισχύσουν την ανθεκτικότητα και την ασφάλεια του DApp. Οι στρατηγικές αυτές μπορεί να περιλαμβάνουν την ενσωμάτωση προχωρημένων μηχανισμών ασφαλείας, την περαιτέρω εμβάθυνση σε θέματα ασφαλείας blockchain, και τη διεξαγωγή εκτενών δοκιμών και ελέγχων ασφαλείας πριν από την ανάπτυξη στο πραγματικό δίκτυο. Αυτή η προετοιμασία και ο σχεδιασμός είναι κρίσιμοι για τη διασφάλιση της αξιοπιστίας και της ασφαλείας του DApp σε ένα περιβάλλον όπου οι κίνδυνοι είναι πραγματικοί και οι επιπτώσεις σημαντικές.

Σχεδιαστικές Αρχές Διεπαφής Χρήστη

Η διεπαφή χρήστη του DApp, η οποία έχει αναπτυχθεί με χρήση του Angular, αποτελεί το ζωτικό σημείο αλληλεπίδρασης μεταξύ του συστήματος και των χρηστών. Έχει σχεδιαστεί με έμφαση στην προσβασιμότητα και τη διαισθητικότητα, εξασφαλίζοντας ότι οι χρήστες μπορούν εύκολα να κατανοήσουν και να πλοηγηθούν στο περιβάλλον της εφαρμογής. Η εμπειρία χρήσης έχει προσεκτικά βελτιστοποιηθεί για να καθιστά τις βασικές λειτουργίες όπως η αίτηση πτυχίου ή η προβολή των πιστοποιητικών γρήγορες και απλές. Αυτή η προσέγγιση αποσκοπεί όχι μόνο στην αποδοτικότητα αλλά και στη δημιουργία μιας θετικής και ευχάριστης εμπειρίας για τον χρήστη.

Επιπλέον, κατανοούμε πως η προσαρμοστικότητα στις διάφορες συσκευές και μεγέθη οθόνης είναι κρίσιμη στον σύγχρονο ψηφιακό κόσμο. Γι' αυτό ο σχεδιασμός της διεπαφής λαμβάνει υπόψη την ανάγκη για μια εμπειρία χρήσης που προσαρμόζεται ομαλά σε κάθε σύστημα, διασφαλίζοντας συνέπεια, λειτουργικότητα και ευκολία χρήσης, ανεξαρτήτως του μέσου πρόσβασης. Αυτή η προσέγγιση δεν απλοποιεί μόνο την αλληλεπίδραση αλλά συμβάλλει και στην ενθάρρυνση ευρύτερης χρήσης και αποδοχής του συστήματος.

Τέλος, αναγνωρίζουμε τη σημασία της παροχής εξατομικευμένων εμπειριών για τους διάφορους ρόλους των χρηστών, είτε πρόκειται για πτυχιούχους, εκδότες ή τρίτους ενδιαφερόμενους. Κάθε χρήστης φέρει μια διαφορετική προοπτική και σειρά από ανάγκες, και ο σχεδιασμός της διεπαφής ανταποκρίνεται σε αυτήν την πολυμορφία με εξατομικευμένες λειτουργίες και προβολές. Αυτή η τακτική εξασφαλίζει μια αποδοτική και ομαλή αλληλεπίδραση με το σύστημα, προωθώντας την ικανοποίηση και την εμπιστοσύνη όλων των χρηστών, καθώς και τη συνολική αποδοτικότητα του DApp.

Αξιοπιστία της Διαδικασίας Επαλήθευσης Πτυχίου

Η ασφάλεια και η αυθεντικότητα των πτυχίων είναι θεμελιώδης για την εμπιστοσύνη στο DApp. Η τεχνολογία blockchain και τα NFT προσφέρουν ακλόνητη ακεραιότητα,

καθιστώντας πολύ δύσκολη την παραποίηση ή την αντιγραφή πτυχίων. Ωστόσο, για να διασφαλιστεί η αξιοπιστία των ακαδημαϊκών εγγράφων, είναι απαραίτητη η διεξοδική ανάλυση και ο έλεγχος των μεθόδων. Αυτό περιλαμβάνει συνεχή εποπτεία και τήρηση αυστηρών προτύπων για να προφυλαχθεί το σύστημα από κάθε είδους απειλές και παραβιάσεις. Η χρήση του metamask για παράδειγμα, ενισχύει την ασφάλεια της εφαρμογής αφού μόνο εξουσιοδοτημένοι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να εκτελέσουν ενέργειες στο DApp. Με τον τρόπο αυτό ενισχύεται η αξιοπιστία και εμπιστοσύνη στο σύστημα.

Παράλληλα, εξίσου κρίσιμος είναι και ο ρόλος της διαδικασίας επαλήθευσης στην ενίσχυση της αξιοπιστίας του DApp. Τα έξυπνα συμβόλαια και το blockchain διαδραματίζουν καίριο ρόλο, διασφαλίζοντας την αυθεντικότητα των πτυχίων με την ακριβή και διαφανή καταγραφή και επιβεβαίωση των σχετικών δεδομένων. Συγκεκριμένα, τα έξυπνα συμβόλαια χρησιμοποιούνται για να αποθηκεύουν και να επεξεργάζονται τα δεδομένα επαλήθευσης. Μέσω αυτής της διαδικασίας, κάθε πτυχίο εκδίδεται ως ένα μοναδικό NFT συνδεδεμένο με τα δεδομένα τα οποία περιλαμβάνουν πληροφορίες όπως το όνομα του πτυχιούχου, το ίδρυμα που χορήγησε το πτυχίο, τη βαθμολογία και την ημερομηνία αποφοίτησης. Τα έξυπνα συμβόλαια είναι αδιαμφισβήτητα και ασφαλή, καθιστώντας τα ιδανική επιλογή για την αποθήκευση ευαίσθητων δεδομένων όπως τα πτυχία.

Η συνεχής εποπτεία και η εφαρμογή προληπτικών μέτρων είναι απαραίτητες για να ενισχυθεί η εμπιστοσύνη και η ασφάλεια των χρηστών. Αυτό συνεπάγεται την προσεκτική παρακολούθηση για ανίχνευση απειλών και παραβιάσεων, καθώς και τη διασφάλιση της ακρίβειας και της αξιοπιστίας των δεδομένων. Ειδικά, η συνεχής ανάλυση της χρήσης του συστήματος και η εφαρμογή τεχνολογικών μέσων και τεχνικών πρόληψης, όπως η κρυπτογράφηση και η αυθεντικοποίηση, αποτελούν ζωτικά εργαλεία για την προστασία των δεδομένων των χρηστών και την αποτροπή πιθανών απειλών. Με αυτή την ολοκληρωμένη προσέγγιση, το DApp δεν αποτελεί μόνο ένα εργαλείο για την επαλήθευση των πτυχίων αλλά και μια αξιόπιστη πλατφόρμα που εγγυάται την ασφάλεια και την ακεραιότητα της ακαδημαϊκής ταυτότητας.

6.2 Σύγκριση με Παραδοσιακά Συστήματα

6.2.1 Πλεονεκτήματα της Blockchain στην Επαλήθευση Πτυχίων

Αυτό το τμήμα της μελέτης επισημαίνει τα σαφή πλεονεκτήματα του DApp σε σύγκριση με τα παραδοσιακά συστήματα επαλήθευσης, επικεντρώνοντας σε ασφάλεια, αποδοτικότητα και προληπτική προστασία από απάτες.

Αναβαθμισμένη Ασφάλεια και Ακεραιότητα

- Προστασία: Η τεχνολογία blockchain παρέχει εξαιρετική ασφάλεια στην επαλήθευση πτυχίων, με την αμετάβλητη δομή της να εξασφαλίζει ότι οι εγγραφές δεν μπορούν να τροποποιηθούν ή να παραποιηθούν. Αυτό είναι ένα ξεκάθαρο προτέρημα έναντι παραδοσιακών συστημάτων όπου οι εγγραφές μπορεί να είναι πιο επιρρεπείς σε αλλοιώσεις.

- **Εμπιστοσύνη:** Οι κρυπτογραφικές τεχνικές και οι μηχανισμοί συναίνεσης του blockchain προστατεύουν την ακεραιότητα κάθε πιστοποιητικού, ενισχύοντας την εμπιστοσύνη και την αξιοπιστία των ακαδημαϊκών εγγράφων.
- **Διαφάνεια:** Το blockchain παρέχει ανοικτή πρόσβαση στις εγγραφές και τα πιστοποιητικά, δημιουργώντας μια διαφανή διαδικασία που μπορεί να επιβλέπεται από όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη.

Αποδοτικότητα στη Διαδικασία Επαλήθευσης

Το DApp ενισχύει την επαλήθευση πτυχίων με αυτοματοποιημένες και αποκεντρωμένες διαδικασίες. Εξαιλείφοντας την ανάγκη για διαμεσολαβητές, επιταχύνει την επαλήθευση και μειώνει την πιθανότητα λαθών.

- **Εξάλειψη Διαμεσολαβητών:** Η απουσία διαμεσολαβητή αφαιρεί ένα σημαντικό βήμα από τη διαδικασία επαλήθευσης, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική εξοικονόμηση χρόνου και πόρων.
- **Μειωμένη πιθανότητα σφαλμάτων:** Η χειρωνακτική διαχείριση μπορεί να οδηγήσει σε λάθη, τα οποία μπορούν να έχουν σημαντικές συνέπειες. Η αποκεντρωμένη προσέγγιση της blockchain μειώνει τον κίνδυνο τέτοιων σφαλμάτων.
- **Αντιμετώπιση της Ακαδημαϊκής Απάτης:** Η διαφανής και αμετάβλητη καταγραφή των ακαδημαϊκών πιστοποιητικών από το DApp μειώνει σημαντικά το δυναμικό για παραποιημένες δραστηριότητες. Γίνεται εξαιρετικά δύσκολο για τα άτομα να πλαστογραφήσουν τα πτυχία τους όταν τέτοια αρχεία αποθηκεύονται μόνιμα και δημόσια στο blockchain.
- **Αυξημένη Αποδοτικότητα:** Το DApp επιτρέπει την αυτοματοποίηση της διαδικασίας επαλήθευσης, μειώνοντας τον ανθρώπινο παράγοντα και τον χρόνο που απαιτείται για την ολοκλήρωση της διαδικασίας. Αυτό εξασφαλίζει γρηγορότερη και αποτελεσματικότερη επαλήθευση.

6.2.2 Ανάλυση Περιορισμών Σύγχρονων Ψηφιακών Λύσεων Πιστοποίησης

Παρόλο που αυτά τα συστήματα έχουν προσφέρει βελτιώσεις σε σχέση με τις παλαιότερες μεθόδους, φέρουν επίσης μια σειρά από σημαντικά προβλήματα που μπορούν να επηρεάσουν την ασφάλεια, τη διαφάνεια και την αποτελεσματικότητα της επαλήθευσης των πιστοποιητικών.

Επιπλέον, εξετάζουμε πώς το DApp, μέσω της χρήσης της τεχνολογίας blockchain, προσφέρει λύσεις σε αυτά τα ζητήματα, μεταμορφώνοντας την πιστοποίηση πτυχίων σε μια διαδικασία πιο ασφαλή, διαφανή και αποδοτική.

Προβλήματα Ασφαλείας και Διατήρησης Δεδομένων

- **Ευπάθεια σε Παραβιάσεις:** Οι κεντρικές βάσεις δεδομένων που χαρακτηρίζουν τα παραδοσιακά συστήματα είναι συχνά ευάλωτες σε επιθέσεις, καθιστώντας τα δεδομένα εκτεθειμένα σε κινδύνους ασφαλείας. Η επίθεση ενός μόνο σημείου μπορεί να οδηγήσει σε διαρροή ή απώλεια κρίσιμων πληροφοριών, καθιστώντας το σύστημα αναξιόπιστο και ευάλωτο.

- **Κίνδυνος Παραποίησης Δεδομένων:** Σε συμβατικά συστήματα, η δυνατότητα τροποποίησης των δεδομένων από μη εξουσιοδοτημένα άτομα ή λόγω σφαλμάτων συνιστά σοβαρό κίνδυνο. Αντίθετα, το DApp, με τη χρήση του blockchain, εξασφαλίζει την ακεραιότητα και την αμεταβλητότητα των δεδομένων, προσφέροντας μια αξιόπιστη και αδιάβλητη καταγραφή.
- **Περιορισμένη Διαφάνεια και Ελεγχιμότητα:** Πολλά ψηφιακά συστήματα δεν παρέχουν επαρκή διαφάνεια στη διαδικασία τους, αφήνοντας τους χρήστες στο σκοτάδι σχετικά με το πώς επεξεργάζονται και αποθηκεύουν τα δεδομένα τους. Το DApp, μέσω της δημόσιας φύσης του blockchain, επιτρέπει μεγαλύτερη διαφάνεια και επιτρέπει στους χρήστες να επιβλέπουν και να ελέγχουν τις διαδικασίες.

Προκλήσεις Προσβασιμότητας

- **Ζητήματα Διαλειτουργικότητας:** Παραδοσιακά συστήματα συχνά αντιμετωπίζουν δυσκολίες στη διαλειτουργικότητα, περιορίζοντας την πρόσβαση και επαλήθευση διεθνώς.
- **Αναποτελεσματικότητα Επαλήθευσης:** Η διαδικασία επαλήθευσης στα παραδοσιακά συστήματα μπορεί να είναι γραφειοκρατική και αργή, ενώ το DApp διευκολύνει την άμεση και αυτοματοποιημένη επαλήθευση.

Καθώς η ψηφιακή εποχή εξελίσσεται, είναι ζωτικής σημασίας να αναγνωρίζουμε και να αναλύουμε τους περιορισμούς των υπάρχοντων συστημάτων. Το DApp, με τη χρήση της τεχνολογίας blockchain, προσφέρει μια σημαντική βελτίωση σε αυτούς τους τομείς, επιδεικνύοντας το δυναμικό της τεχνολογίας blockchain σε αυτόν τον τομέα.

6.3 Προκλήσεις και Λύσεις

Η ανάπτυξη και η υλοποίηση του DApp περιελάμβανε την αντιμετώπιση μιας σειράς τεχνικών και πρακτικών προκλήσεων. Αυτή η ενότητα εξερευνά αυτές τις προκλήσεις αναλυτικά και τις στρατηγικές που εφαρμόστηκαν για να αντιμετωπιστούν.

6.3.1 Τεχνικά Εμπόδια

Στην ανάπτυξη του DApp, η δημιουργία αποδοτικών, ασφαλών και λειτουργικών έξυπνων συμβολαίων αποτέλεσε μια σημαντική πρόκληση. Οι πολυπλοκότητες που συνδέονται με τη συγγραφή κώδικα σε Solidity, ειδικά όταν έπρεπε να είναι ταυτόχρονα ανθεκτικός σε ευπάθειες ασφαλείας και αποδοτικός στη χρήση gas, απαιτούσαν εξαιρετική προσοχή και εξειδικευμένες γνώσεις. Αυτό αποτέλεσε μια θεμελιώδη πτυχή στην ανάπτυξη του συστήματος, καθώς η ασφάλεια και η αποδοτικότητα είναι κρίσιμα στοιχεία για την επιτυχία κάθε DApp.

Επιπλέον, η ενσωμάτωση διαφόρων τεχνολογιών, όπως το Ethereum blockchain, Solidity, Node.js, Angular, και Metamask, σε ένα συνεκτικό σύστημα, παρουσίασε μια σειρά από πολύπλοκες προκλήσεις. Η εξασφάλιση ότι όλες αυτές οι διαφορετικές τεχνολογίες επικοινωνούν απρόσκοπτα και λειτουργούν αρμονικά ήταν ένας κρίσιμος παράγοντας για την επιτυχία του έργου. Η δημιουργία ενός τέτοιου συνεκτικού συστήματος απαιτούσε μια

βαθιά κατανόηση κάθε τεχνολογίας και του πώς αυτές μπορούν να συνδυαστούν για να προσφέρουν μια ομαλή και αποδοτική χρήση στο τελικό προϊόν.

Στην ίδια λογική, ένα ακόμη σημαντικό ζήτημα στην ανάπτυξη του DApp ήταν η εξέταση των τεχνικών περιορισμών του περιβάλλοντος δοκιμών. Η χρήση του Ganache ως περιβάλλον δοκιμών προσέφερε βέβαια οφέλη, αλλά ταυτόχρονα υπήρχαν σημαντικές διαφορές στον τρόπο χειρισμού των συναλλαγών και της απόδοσης σε σύγκριση με το κύριο δίκτυο Ethereum. Αυτό έθετε προκλήσεις όσον αφορά τις προσδοκίες και την προετοιμασία για την πραγματική λειτουργία του DApp, απαιτώντας προσεκτική προσαρμογή και βελτιώσεις για να εξασφαλιστεί η ομαλή μετάβαση στο παραγωγικό περιβάλλον.

6.3.2 Στρατηγικές και Λύσεις που Εφαρμόστηκαν

Αυτή η τελευταία υποενότητα τονίζει τις συγκεκριμένες στρατηγικές και λύσεις που εφαρμόστηκαν για να αντιμετωπιστούν οι προκλήσεις που αντιμετωπίστηκαν κατά την ανάπτυξη και υλοποίηση του DApp. Αυτές οι λύσεις προσέφεραν όχι μόνο άμεσες βελτιώσεις αλλά και σημαντικές εμπειρίες και γνώσεις, προετοιμάζοντας το έδαφος για μελλοντικές αναπτύξεις στον τομέα των βασισμένων στο blockchain συστημάτων.

Βελτίωση Ασφάλειας και Απόδοσης Έξυπνων Συμβολαίων: Καταρχάς, για την αντιμετώπιση των προκλήσεων στην ανάπτυξη έξυπνων συμβολαίων, εφαρμόστηκαν εκτενείς δοκιμές και έλεγχοι ασφαλείας. Χρησιμοποιήθηκαν εργαλεία και πλατφόρμες για την ανάλυση και την επαλήθευση του κώδικα, ενώ η συνεχής αναθεώρηση και βελτίωση βοήθησε στην εξασφάλιση της ανθεκτικότητας και της αποδοτικότητας των συμβολαίων.

Αναπτυξιακή Οπτική στο Ganache: Ενώ εργαζόμαστε με το Ganache, ένα τοπικό περιβάλλον δοκιμών για Ethereum, εξετάζουμε στρατηγικές για βελτιωμένη απόδοση και διαχείριση. Αυτό περιλαμβάνει την εξερεύνηση εργαλείων και τεχνικών όπως οι συναλλαγές εκτός αλυσίδας, οι τοπικές μέθοδοι αποθήκευσης και οι εναλλακτικές μέθοδοι διαχείρισης κρατήσεων για να βελτιώσουμε την απόδοση και την εμπειρία χρήστη σε ένα τοπικό επίπεδο, προετοιμάζοντας το έδαφος για μελλοντικές επεκτάσεις σε πιο κλιμακωτά δίκτυα.

Κατάληξη: Η ανάπτυξη και η υλοποίηση του DApp αποτέλεσε μια εκπαιδευτική εμπειρία με πολλές προκλήσεις, αλλά και σημαντικές επιτυχίες. Οι στρατηγικές και οι λύσεις που εφαρμόστηκαν αποτελούν ένα στέρεο θεμέλιο για την μελλοντική εξέλιξη και βελτίωση των συστημάτων βασισμένων στο blockchain. Με τη συνεχή έρευνα και ανάπτυξη, οι δυνατότητες για καινοτομία και ανάπτυξη είναι αμέτρητες, ανοίγοντας νέους δρόμους για την τεχνολογία blockchain και τις εφαρμογές της στον πραγματικό κόσμο.

Κεφάλαιο 7: Συμπεράσματα και Μελλοντικές Κατευθύνσεις

7.1 Σύνοψη των Ευρημάτων

7.1.1 Αναδεικνύοντας τα σημαντικότερα αποτελέσματα της έρευνας

Η ολοκλήρωση αυτής της διατριβής επισφραγίζει ένα σημαντικό επίτευγμα στην κατανόηση της ενσωμάτωσης της τεχνολογίας blockchain και των Non Fungible Tokens (NFTs) στην επαλήθευση ακαδημαϊκών πιστοποιητικών. Η έρευνα αποκάλυψε βασικά ευρήματα που επιβεβαιώνουν την αξία και την αποδοτικότητα αυτής της πρωτοποριακής προσέγγισης.

Αποδοτική αξιοποίηση Blockchain και NFTs

- **Ενίσχυση Ασφάλειας και Αυθεντικότητας:** Η έρευνα επιβεβαιώνει ότι η χρήση του blockchain βελτιώνει σημαντικά την ασφάλεια και την αυθεντικότητα των ακαδημαϊκών πιστοποιητικών. Η αμετάβλητη φύση του blockchain εγγυάται ότι οποιαδήποτε καταχωρημένη πληροφορία παραμένει αναλλοίωτη, εξασφαλίζοντας έτσι την ακεραιότητα των εγγράφων.
- **Απλοποίηση Διαδικασίας Επαλήθευσης:** Μέσω των NFTs, η διαδικασία επαλήθευσης των πτυχίων έχει απλοποιηθεί σημαντικά. Τα NFTs προσφέρουν έναν μοναδικό και αναμφισβήτητο τρόπο αναπαράστασης των πτυχίων, κάνοντας την ταυτοποίηση και την αναγνώριση ακαδημαϊκών επιτυχιών πιο εύκολη και άμεση.
- **Καινοτόμος Προσέγγιση στη Διαχείριση Πιστοποιητικών:** Η εισαγωγή του blockchain και των NFTs αντικατοπτρίζει μια επαναστατική προσέγγιση στη διαχείριση και επαλήθευση ακαδημαϊκών πιστοποιητικών, απομακρύνοντας την ανάγκη για παραδοσιακά συστήματα και προσφέροντας μια ασφαλέστερη, διαφανέστερη λύση.

Επίτευξη στόχων του έργου

- **Δημιουργία Ασφαλούς και Διαφανούς Συστήματος:** Το βασικό αίτημα για ένα ασφαλές και διαφανές σύστημα επιτεύχθηκε με επιτυχία. Το blockchain προσφέρει ένα απόλυτα διαφανές ιστορικό όλων των συναλλαγών, ενισχύοντας έτσι την εμπιστοσύνη στο σύστημα.
- **Διαισθητική και Φιλική Διεπαφή Χρήστη:** Ο σχεδιασμός μιας διεπαφής που είναι και διαισθητική και φιλική προς τον χρήστη έχει επιτευχθεί, καθιστώντας το σύστημα προσβάσιμο σε ένα ευρύ κοινό. Η διεπαφή απλοποιεί τις διαδικασίες και καθιστά την εμπειρία χρήσης άνετη και ευχάριστη.
- **Κάλυψη των Αναγκών Πολλαπλών Ενδιαφερόντων:** Το DApp έχει αποδειχθεί ικανό να ικανοποιεί τις ανάγκες διαφόρων ενδιαφερομένων, όπως απόφοιτοι, εκπαιδευτικά ιδρύματα και εργοδότες, προσφέροντας μια απλοποιημένη και αξιόπιστη λύση για τη διαχείριση και επαλήθευση πτυχίων.

7.2 Συνεισφορές και Πιθανές Επιδράσεις

7.2.1 Θεωρητικές καινοτομίες και προοπτικές εφαρμογής

Η ανάπτυξη του DApp και η έρευνα που συνδέεται με αυτό αναδεικνύουν σημαντικές θεωρητικές καινοτομίες στο πεδίο της τεχνολογίας blockchain και της ψηφιακής πιστοποίησης. Αυτές οι συνεισφορές παρέχουν ένα πλαίσιο για μελλοντική εξέλιξη και ενδεχόμενη εφαρμογή σε ακαδημαϊκά και άλλα ιδρύματα.

Πρωτοποριακή χρήση NFTs

Η εξερεύνηση της χρήσης των NFTs για την αναπαράσταση ακαδημαϊκών τίτλων αποτελεί μια καινοτόμο ιδέα που προτείνει ένα νέο δρόμο για την ψηφιακή πιστοποίηση. Αν και δεν έχει ακόμα υιοθετηθεί, η προοπτική της χρήσης των NFTs παρέχει έναν ενδιαφέροντα τομέα για μελλοντική έρευνα και ανάπτυξη.

Δημιουργία προηγούμενου για μελλοντικές Έρευνες

Το έργο ανοίγει τον δρόμο για μελλοντικές ερευνητικές προσπάθειες στον τομέα, προτείνοντας τρόπους που τα NFTs και άλλες τεχνολογίες blockchain μπορούν να ενσωματωθούν στη διαχείριση και επαλήθευση πιστοποιητικών, παρέχοντας ένα στέρεο θεμέλιο για μελλοντικές εφαρμογές.

Πιθανές επιδράσεις στη ψηφιακή Πιστοποίηση

Προοπτικές για Ακαδημαϊκά Ιδρύματα: Αν και η τεχνολογία δεν έχει ακόμη υιοθετηθεί, η προτεινόμενη μεθοδολογία μπορεί να προσφέρει στο μέλλον έναν καινοτόμο και αποδοτικό τρόπο για τα ακαδημαϊκά ιδρύματα να εκδίδουν και να διαχειρίζονται πτυχία.

Δυνητικές Επιρροές σε Εργοδότες και Άλλους Φορείς: Η πρόταση της έρευνας μπορεί να απλοποιήσει στο μέλλον τη διαδικασία επαλήθευσης πιστοποιητικών, προσφέροντας έναν πιο άμεσο και αξιόπιστο τρόπο για την αναγνώριση της αυθεντικότητας ακαδημαϊκών επιτευγμάτων.

Συμπερασματικά, αν και η πρακτική εφαρμογή της έρευνας δεν έχει ακόμη υλοποιηθεί, η θεωρητική συνεισφορά και οι προτεινόμενες προοπτικές ανοίγουν νέους δρόμους για εξερεύνηση και ενδεχομένως προσφέρουν έναν πολύτιμο πόρο για μελλοντικές εφαρμογές και αναπτύξεις στον τομέα της ψηφιακής πιστοποίησης.

7.2.2 Ευρύτερη επίδραση σε διάφορους τομείς

Η έρευνα για την ανάπτυξη ενός DApp βάσει blockchain για την επαλήθευση ακαδημαϊκών πτυχίων έχει ευρύτερες επιπτώσεις που επηρεάζουν μια ποικιλία ενδιαφερομένων με διάφορους τρόπους. Πέρα από την άμεση επίδραση στην ακαδημαϊκή πιστοποίηση, η ενσωμάτωση του blockchain και των NFTs έχει το δυναμικό να επηρεάσει την κοινωνία, την οικονομία και την τεχνολογία σε ευρύτερο επίπεδο.

Κοινωνική Επίδραση:

Η χρήση του blockchain μπορεί να έχει θετικές επιπτώσεις στην κοινωνία, μειώνοντας τις ανισότητες στην πρόσβαση στην εκπαίδευση και τη γνώση. Η ψηφιακή πιστοποίηση βάσει blockchain μπορεί να είναι πιο προσβάσιμη και διαφανής από τις παραδοσιακές μεθόδους, επιτρέποντας σε ανθρώπους από όλο τον κόσμο να επιδείξουν τις ικανότητές τους και να αξιοποιήσουν ευκαιρίες για εκπαίδευση και επαγγελματική ανάπτυξη.

Επιπλέον, η ευρεία υιοθέτηση της ψηφιακής πιστοποίησης μπορεί να οδηγήσει σε αλλαγές στις κοινωνικές νόρμες σχετικά με την εκπαίδευση και τα πιστοποιητικά. Η ψηφιακή πιστοποίηση μπορεί να προωθήσει μια πιο ευέλικτη και διαρκή μάθηση, καθώς οι άνθρωποι θα μπορούν να κερδίζουν πιστοποιητικά για τις δεξιότητες και τις γνώσεις που αποκτούν σε διάφορα περιβάλλοντα, όπως online μαθήματα, επαγγελματική κατάρτιση ή αυτοδίδακτη μάθηση.

Οικονομική Επίδραση:

Η χρήση του blockchain μπορεί επίσης να έχει θετικές επιπτώσεις στην οικονομία, απλοποιώντας τις διαδικασίες πρόσληψης και προωθώντας την καινοτομία.

Η διαφάνεια και η επαληθευσσιμότητα των πιστοποιητικών μέσω blockchain μπορεί να απλοποιήσει τις διαδικασίες πρόσληψης, καθώς οι εργοδότες θα έχουν πρόσβαση σε αξιόπιστες πληροφορίες για τις δεξιότητες και τις γνώσεις των υποψηφίων. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε πιο δίκαιες και αποτελεσματικές διαδικασίες πρόσληψης και να βοηθήσει τους εργοδότες να βρουν τους πιο κατάλληλους υποψηφίους για τις θέσεις εργασίας τους.

Επιπλέον, η αυξημένη διαφάνεια και ασφάλεια που προσφέρει το blockchain μπορεί να ενθαρρύνει την καινοτομία και να δώσει ώθηση στην επιχειρηματικότητα, ανοίγοντας νέους δρόμους για την ανάπτυξη. Για παράδειγμα, οι επιχειρήσεις μπορούν να χρησιμοποιήσουν το blockchain για να δημιουργήσουν νέες μορφές πιστοποίησης για τις δεξιότητες και τις γνώσεις που απαιτούνται για συγκεκριμένες θέσεις εργασίας ή έργα.

Τεχνολογική Επίδραση:

Η υιοθέτηση του blockchain στην ακαδημαϊκή πιστοποίηση μπορεί επίσης να έχει θετικές επιπτώσεις στην τεχνολογία, οδηγώντας στην ανάπτυξη προτύπων και πρωτοκόλλων για τη διαλειτουργικότητα μεταξύ διαφόρων συστημάτων και ιδρυμάτων.

Η ανάπτυξη προτύπων και πρωτοκόλλων για τη διαλειτουργικότητα θα μπορούσε να διευκολύνει την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ διαφορετικών εκπαιδευτικών ιδρυμάτων και οργανισμών. Αυτό θα μπορούσε να βοηθήσει στην απλοποίηση των διαδικασιών επαλήθευσης και να βελτιώσει την αποτελεσματικότητα της ακαδημαϊκής πιστοποίησης.

Επιπλέον, η υιοθέτηση του blockchain στην ακαδημαϊκή πιστοποίηση θα μπορούσε να οδηγήσει στην ανάπτυξη νέων εφαρμογών και υπηρεσιών που βασίζονται στην συγκεκριμένη τεχνολογία. Για παράδειγμα, οι επιχειρήσεις θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν το blockchain για να δημιουργήσουν νέες πλατφόρμες για την προβολή και την επαλήθευση ακαδημαϊκών πιστοποιητικών.

Συνολικά, η εφαρμογή του blockchain και των NFTs στην ακαδημαϊκή πιστοποίηση ενδέχεται να έχει μακροπρόθεσμες επιπτώσεις που ξεπερνούν τα όρια της εκπαίδευσης και

επιηρεάζουν διάφορους τομείς της κοινωνίας. Η εκτίμηση και η ανάλυση αυτών των επιπτώσεων είναι κρίσιμη για την κατανόηση του πλήρους πεδίου επιρροής των νέων αυτών τεχνολογιών.

7.3 Μελλοντική Εργασία

7.3.1 Δυνατότητες για καινοτομία και έρευνα στα DApp

Η ανάπτυξη του DApp είναι μόνο η αρχή, καθώς η δυναμική του blockchain και η ψηφιακή πιστοποίηση προσφέρουν αμέτρητες δυνατότητες για μελλοντική καινοτομία και έρευνα. Αυτός ο τομέας διαρκούς εξέλιξης ανοίγει πολλούς δρόμους για εξερεύνηση, κάθε ένας με τη δυνατότητα να φέρει σημαντικές βελτιώσεις και να επεκτείνει τις υπάρχουσες λειτουργίες. Μελλοντικές έρευνες μπορεί να εστιάσουν στα εξής:

Βελτίωση Απόδοσης και Ασφάλειας των DApp: Είναι κρίσιμο τα DApp να είναι αποδοτικά και ασφαλή για να γίνουν ευρέως αποδεκτά. Η έρευνα μπορεί να περιλαμβάνει τη βελτίωση αλγορίθμων συναίνεσης, την ανάπτυξη νέων κρυπτογραφικών τεχνικών και την ενίσχυση της ασφάλειας δεδομένων.

Επέκταση Λειτουργικότητας των DApp: Οι DApp έχουν τη δυνατότητα για ευρεία εφαρμογή, από απλές συναλλαγές έως παροχή σύνθετων υπηρεσιών. Η εξερεύνηση αυτής της δυνατότητας μπορεί να οδηγήσει στην ανάπτυξη νέων και πιο πολύπλοκων DApp.

Ανάπτυξη Νέων Τεχνολογιών Blockchain: Υπάρχουν ακόμη πολλά να μάθουμε για τις δυνατότητες του blockchain. Η ανάπτυξη νέων τεχνολογιών όπως τα sidechains και το sharding θα μπορούσαν να βελτιώσουν σημαντικά την απόδοση, την ασφάλεια και την κλιμακωσιμότητα.

Εξέλιξη των έξυπνων συμβολαίων (smart contracts): Τα έξυπνα συμβόλαια είναι αυτοματοποιημένες συμφωνίες που μπορούν να εκτελεστούν χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση. Η έρευνα σε αυτόν τον τομέα θα μπορούσε να οδηγήσει στην ανάπτυξη νέων και αποτελεσματικών τρόπων για την εκτέλεση συμφωνιών.

Εξέλιξη της κρυπτογραφίας και της ασφάλειας δεδομένων: Η ασφάλεια είναι κρίσιμη για την επιτυχία των DApp. Η έρευνα σε αυτόν τον τομέα θα μπορούσε να οδηγήσει στην ανάπτυξη νέων και ισχυρών τεχνικών κρυπτογράφησης και ασφάλειας δεδομένων.

Εξέλιξη της εκπαίδευσης και της ευαισθητοποίησης: Η κατανόηση των DApp είναι κρίσιμη για την ευρύτερη υιοθέτησή τους. Η έρευνα σε αυτόν τον τομέα θα μπορούσε να οδηγήσει στην ανάπτυξη νέων εκπαιδευτικών προγραμμάτων και υλικών που θα μπορούσαν να βοηθήσουν τους ανθρώπους να μάθουν περισσότερο για τα DApp.

Η έρευνα σε αυτούς τους τομείς μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικές βελτιώσεις και νέες εφαρμογές, ανοίγοντας νέους δρόμους για το μέλλον της τεχνολογίας blockchain και των DApp.

7.4 Νομικές και Ηθικές Σκέψεις

Καθώς εξερευνήσαμε τα σημαντικά επιτεύγματα και τις δυνατότητες της τεχνολογίας blockchain και των NFTs στην πιστοποίηση ακαδημαϊκών πιστοποιητικών, είναι απαραίτητο

να λάβουμε υπόψη το νομοθετικό πλαίσιο καθώς και τις ηθικές επιπτώσεις. Η τεχνολογία blockchain και τα ψηφιακά στοιχεία αποτελούν νέο πεδίο οπότε οι νόμοι για αυτά συνεχώς εξελίσσονται. Είναι κρίσιμο, συνεπώς, να κατανοήσουμε και να συμμορφωθούμε με αυτούς τους κανονισμούς για να εξασφαλίσουμε τη νομιμότητα και την ευρεία αποδοχή τέτοιων συστημάτων.

Το blockchain είναι ένα σύστημα που δεν επιτρέπει την τροποποίηση ή τη διαγραφή δεδομένων. Αυτό μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα για την προστασία της ιδιωτικής ζωής και το δικαίωμα στη λήθη. Για παράδειγμα, αν κάποιος πτυχιούχος επιθυμεί να διαγράψει ή να τροποποιήσει πληροφορίες που έχουν καταχωρηθεί σε ένα ακαδημαϊκό μητρώο που βασίζεται σε blockchain, θα αντιμετωπίσει σημαντικές δυσκολίες καθώς το σύστημα δεν επιτρέπει τέτοιου είδους αλλαγές. Αυτό συνιστά πρόκληση όχι μόνο για τον ίδιο τον κάτοχο πτυχίου αλλά και για τα εκπαιδευτικά ιδρύματα που είναι υπεύθυνα για τη διασφάλιση της συμμόρφωσης με τους νόμους περί προστασίας δεδομένων. Επιπρόσθετα, αυτή η αδυναμία διαγραφής ή τροποποίησης δεδομένων μπορεί να κάνει το σύστημα πιο δύσκολο να ακολουθήσει τις αλλαγές στους νόμους και τις κοινωνικές απαιτήσεις. Ως εκ τούτου, είναι σημαντικό να βρούμε τρόπους να συνδυάσουμε τα πλεονεκτήματα του blockchain με την προστασία των δικαιωμάτων των ανθρώπων.

Είναι σημαντικό να εξετάσουμε πώς θα χειρίζονται τα προσωπικά δεδομένα τα DApp που χρησιμοποιούν blockchain. Οι οργανισμοί που χρησιμοποιούν DApp για την αποθήκευση δεδομένων πρέπει να συμμορφώνονται με τους παγκόσμιους κανονισμούς προστασίας δεδομένων, όπως το Γενικό Κανονισμό για την Προστασία Δεδομένων (GDPR). Ταυτόχρονα, πρέπει να εξασφαλίζεται η διαφάνεια και η λογοδοσία στη χρήση δεδομένων, δίνοντας στους χρήστες τη δυνατότητα να κατανοούν και να ελέγχουν πώς και πού χρησιμοποιούνται τα προσωπικά τους δεδομένα. Η εφαρμογή τέτοιων μέτρων θα ενισχύσει την εμπιστοσύνη των χρηστών και θα βοηθήσει στην πλήρη συμμόρφωση των DApp με τους παγκόσμιους κανονισμούς προστασίας δεδομένων.

Η χρήση των NFTs για ακαδημαϊκά πιστοποιητικά πρέπει να εξεταστεί και υπό ηθική οπτική γωνία. Ένας από τους βασικούς στόχους της εκπαίδευσης είναι να βοηθήσει τους ανθρώπους να αναπτυχθούν ως άτομα και να συνεισφέρουν στην κοινωνία. Η χρήση των NFTs για την πιστοποίηση της εκπαίδευσης μπορεί να οδηγήσει σε μια κοινωνία όπου η αξία ενός ατόμου καθορίζεται από τα ακαδημαϊκά του προσόντα.

Είναι σημαντικό να διασφαλίσουμε ότι το σύστημα των NFTs για ακαδημαϊκά πιστοποιητικά δεν θα επιδεινώσει τις ανισότητες ή την πρόσβαση σε ευκαιρίες. Για παράδειγμα, τα DApp που χρησιμοποιούν blockchain μπορεί να είναι ακριβά για την ανάπτυξη και τη λειτουργία, γεγονός που μπορεί να δυσκολέψει τους οργανισμούς χαμηλού εισοδήματος να τα χρησιμοποιήσουν.

Επιπλέον, πρέπει να αντιμετωπιστεί ο περιβαλλοντικός αντίκτυπος της τεχνολογίας blockchain. Τα συστήματα blockchain που απαιτούν σημαντική ενέργεια για το mining και τις συναλλαγές μπορούν να έχουν αρνητικό αντίκτυπο στο περιβάλλον.

Συμπερασματικά, τα DApp που χρησιμοποιούν blockchain προσφέρουν πολλά πλεονεκτήματα για την πιστοποίηση ακαδημαϊκών προσόντων. Ωστόσο, είναι σημαντικό να εξεταστούν οι ανησυχίες για την προστασία δεδομένων, τις ηθικές πτυχές και τον περιβαλλοντικό αντίκτυπο πριν από την ευρεία υιοθέτησή τους.

Βιβλιογραφία

1. Ethereum Foundation. (2023). *Intro to Ethereum*. From: <https://ethereum.org/en/developers/docs/intro-to-ethereum/>
2. Sharma, R. (2023). *Non-Fungible Token (NFT): What It Means and How It Works*. From: <https://www.investopedia.com/non-fungible-tokens-nft-5115211>
3. Chiradeep, B.M. (2022). *What Is an NFT (Non-Fungible Token)? Definition, Working, Uses, and Examples*. From: <https://www.spiceworks.com/tech/innovation/articles/what-is-nft-non-fungible-token/>
4. Solidity. (2023). *Solidity Programming Language*. From: <https://solidity.readthedocs.io/en/develop/>
5. Thalesgroup. *Digital Certificate Applications*. From: <https://cpl.thalesgroup.com/faq/signing-certificates-and-stamping/what-digital-certificate>
6. N. Gopal, Vani V Prakash. (2018). *Survey on Blockchain Based Digital Certificate System*. From: <https://www.semanticscholar.org/paper/Survey-on-Blockchain-Based-Digital-Certificate-Gopal-Prakash/ae3b17c3445aa1dc52a4cb2ab90ccbb5fd9ff576>
7. Medium. *Cryptocurrencies on Medium*. From: <https://help.medium.com/hc/en-us/articles/360000646167-Cryptocurrencies-on-Medium>
8. CoinDCX. (2023). *How to build a DApp on Ethereum*. From: https://coindcx.com/blog/cryptocurrency/how-to-build-ethereum-dapps/?fbclid=IwAR38uTV3yKcdhovMdw4kWFzN5Nxm0YBdnbsqMMoR0yRZ02x8dj7USX_yW-w
9. Du Toit, D. (2024). *NFT DApps: Decentralized Platforms Transforming Digital Ownership*. From: <https://coinpaper.com/3007/nft-d-apps-decentralized-platforms-transforming-digital-ownership>
10. Adrian, R. (2023). *Mastering Ethereum DApp Development: Step-by-Step Guide*. From: https://droomdroom.com/tutorial-to-building-ethereum-dapps/?fbclid=IwAR3UkLDVWhOk2FQ8RHvFghZsmf4pEc-rhDvUe1j_H8rgboV5h3q6mdKyT5c
11. Sherali, S. (2023). *Mastering Ganache: The Ultimate Tool for Safe and Efficient Blockchain Development*. From: <https://medium.com/@salim.sherali/mastering-ganache-the-ultimate-tool-for-safe-and-efficient-blockchain-development-b9d291a5760e>
12. Vestinda. *Decentralized Applications (Dapps): Meaning, Examples, Pros and Cons*. From: <https://www.vestinda.com/blog/decentralized-applications-dapps-meaning-examples-pros-and-cons?fbclid=IwAR3Ow7zK-iSPboc8mYtXKWNc5ERiY0TLIj-Gd4Bp-aqfJse0vi8OldT64m4>