



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ  
ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

# Έξυπνο συμβόλαιο για διαχείριση πνευματικών δικαιωμάτων και πληρωμών

Royalty & Payment distribution management system

*Automatic payments based on contribution metrics publicly available on a distributed ledger*

## ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Σωτηρίου Γεώργιος

**Επιβλέπων:** Μέντζας Γρηγόρης

Καθηγητής Ε.Μ.Π

Αθήνα, Σεπτέμβριος 2023





ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ  
ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

# Έξυπνο συμβόλαιο για διαχείριση πνευματικών δικαιωμάτων και πληρωμών

Royalty & Payment distribution management system

*Automatic payments based on contribution metrics publicly available on a distributed ledger*

## ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Σωτηρίου Γεώργιος

**Επιβλέπων:** Μέντζας Γρηγόρης

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 10<sup>η</sup> Μαρτίου 2022.

.....  
Γρηγόρης Μέντζας  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....  
Ιωάννης Ψαρράς  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....  
Δημήτριος Ασκούνης  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Σεπτέμβριος 2023



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ  
ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

Copyright © Σωτηρίου Γεώργιος, 2023

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

(Υπογραφή)

.....  
Σωτηρίου Γεώργιος

Σεπτέμβριος 2023



## Περίληψη

Στην ψηφιακή εποχή, οι καλλιτέχνες, οι μουσικοί, οι συγγραφείς, οι προγραμματιστές και κάθε λογής δημιουργοί ψηφιακών έργων, αντιμετωπίζουν μια διαρκή πρόκληση, την αδυναμία για πλήρη απολαβή και δίκαιη κατανομή των πνευματικών τους δικαιωμάτων. Η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία, εμβαθύνει στα ζητήματα που αφορούν στη διαμοίραση των πνευματικών δικαιωμάτων, υπογραμμίζοντας την έλλειψη διαφάνειας, λογοδοσίας και αποτελεσματικότητας που επικρατεί σήμερα και προτείνει μία νέα λύση αξιοποιώντας την τεχνολογία του blockchain και των έξυπνων συμβολαίων.

Τα παραδοσιακά μοντέλα διανομής πνευματικών δικαιωμάτων μαστίζονται από αδιαφάνεια και αναποτελεσματικότητα. Οι δημιουργοί βρίσκονται συχνά στο έλεος μεσαζόντων, οι οποίοι αποσπούν τεράστιες προμήθειες και εισάγουν καθυστερήσεις. Από τη φύση του προβλήματος, πολύ εύκολα προκύπτει το συμπέρασμα ότι το blockchain, με τις εγγενείς ιδιότητες της διαφάνειας, της αμετάβλητης λειτουργίας και της αποκέντρωσης, αποτελεί μία εξαιρετική και απολύτως ταιριαστή λύση. Συγκεκριμένα, προτείνεται ένα έξυπνο συμβόλαιο που κατανέμει με διαφάνεια και αυτόματα τα royalties στους δημιουργούς με βάση προκαθορισμένα κριτήρια γνωστά και διαθέσιμα σε όλους τους ενδιαφερόμενους.

Στόχος, λοιπόν, της παρούσης διπλωματικής εργασίας είναι η ανάπτυξη ενός έξυπνου συμβολαίου για τη διαχείριση πνευματικών δικαιωμάτων και πληρωμών, το οποίο δίνει απάντηση στα προβλήματα που αντιμετωπίζουν σήμερα οι ψηφιακοί δημιουργοί. Μετά από λεπτομερή ανάλυση της αρχιτεκτονικής και των λειτουργιών του έξυπνου συμβολαίου, αναδεικνύονται τα οφέλη του και καθίσταται σαφές πως σκοπεύει να αναδιαμορφώσει το τοπίο της διαχείρισης πνευματικής ιδιοκτησίας. Επιπρόσθετα, παρουσιάζονται εφαρμογές του συστήματος σε ρεαλιστικά σενάρια και τρόποι επέκτασης του συστήματος φανερώνοντας έτσι πως το blockchain έχει την προοπτική να μεταμορφώσει πλήρως την βιομηχανία ψηφιακών δημιουργών.

Το εν λόγω σύστημα δύναται να αξιοποιηθεί από οποιοδήποτε άτομο, ομάδα ή οργανισμό που επιθυμεί να διαθέσει κάθε είδους ψηφιακό αγαθό από το οποίο θα απορρέουν έσοδα υπό τη μορφή πνευματικών δικαιωμάτων, πληρωμών ή δωρεών.

## Λέξεις κλειδιά

Πνευματικά Δικαιώματα, Blockchain, Έξυπνο Συμβόλαιο, Διαφάνεια, Αποκέντρωση, Αμεταβλητότητα, Ψηφιακή Οικονομία, Διαδίκτυο 3.0



## Abstract

In the digital age, artists, musicians, writers, developers and all kinds of creators of digital intellectual work, face a pervasive and continuous challenge – the equitable distribution of royalties. This diploma thesis, delves into the issues surrounding the distribution of royalties, highlighting the lack of transparency, accountability and efficiency that prevails today. It also presents a novel solution, leveraging blockchain technology and a smart contract framework.

Traditional royalty distribution models are plagued by opacity and inefficiency. Creators often find themselves at the mercy of intermediaries, who extract hefty commissions and introduce delays. By the nature of the problem, it's easy to deduce that blockchain, with its inherent qualities of transparency, immutability, and decentralization, offers a compelling remedy. In particular, we introduce a smart contract that transparently and automatically allocates royalties to creators based on predefined criteria publicly available to all concerned parties.

So, the goal of this diploma thesis is the development of a smart contract for royalty and payment distribution, which gives an answer to the critical issues digital creators face today. After a detailed examination of the architecture and the functionalities of the smart contract, its benefits become clear and it becomes evident that it aims to reshape the landscape of intellectual property management. Real-world use cases and future work to expand the system are also discussed, illustrating the transformative potential of blockchain in the creative industry.

The system presented in this paper can be used by any person, team or organization that wishes to make available to the public any kind of digital work, from which income will be produced in the form of royalties, sales or donations.

## Keywords

Royalties, Blockchain, Smart Contracts, Transparency, Immutability, Decentralization, Digital Economy, Web 3.0





## Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της διπλωματικής εργασίας και των προπτυχιακών μου σπουδών αισθάνομαι ενθουσιασμό για τα νέα κεφάλαια που ακολουθούν στη ζωή μου και βαθύτατη ευγνωμοσύνη στους ανθρώπους που ήταν δίπλα μου σε αυτήν την προσπάθεια.

Αρχικά θα ήθελα να εκφράσω θερμές ευχαριστίες στον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Γρηγόρη Μέντζα που μου έδωσε την ευκαιρία να ασχοληθώ με το αντικείμενο που με ενδιέφερε ακόμα όταν λόγω υποχρεώσεων χρειάστηκε να αφήσω την αρχική εργασία και μετά από ένα διάλειμμα μερικών μηνών να ξεκινήσω με νέο θέμα.

Επιπλέον, θα επιθυμούσα να ευχαριστήσω τον διδακτορικό ερευνητή κ. Φώτη Παρασκευόπουλο για την καθοδήγηση και την ενθάρρυνση που μου παρείχε καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας. Με βοήθησε να αναπτύξω την ιδέα και το θέμα, καθώς και να ξεπεράσω τα αναπόφευκτα εμπόδια και αδιέξοδα που εμφανίζονταν.

Η επικοινωνία με τους κυρίους Μέντζα και Παρασκευόπουλο ήταν εξαιρετική και η συνεργασία πολύ καλύτερη απ' όσο θα μπορούσα να φανταστώ.

Ακόμα θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές και τους συντελεστές χάρη στους οποίους λειτουργεί η σχολή ΗΜΜΥ. Σε αυτή πέρασα πολύ όμορφα χρόνια της ζωής μου και αποκόμισα ανεκτίμητα εφόδια.

Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ στους φίλους που έκανα στη σχολή, σε όσους γνωριζόμασταν από πριν και στην οικογένεια μου. Σας είμαι ευγνώμων και θα προσπαθήσω να είμαι άξιος της φιλίας και της αγάπης σας.

Αθήνα, Σεπτέμβριος 2023

Σωτηρίου Γεώργιος



## Περιεχόμενα

Περίληψη .....	6
Λέξεις κλειδιά.....	6
Abstract .....	8
Keywords .....	8
Ευχαριστίες .....	10
Κεφάλαιο 1:  Εισαγωγή .....	15
Οι βασικές προκλήσεις στην απόδοση πνευματικών δικαιωμάτων .....	15
1.  Έλλειψη διαφάνειας .....	15
2.  Καθυστερήσεις και αναποτελεσματικότητα.....	15
3.  Μεσάζοντες και προμήθειες.....	15
Σημερινό παράδειγμα .....	16
Στόχος.....	16
Δομή της εργασίας.....	17
Κεφάλαιο 2:  Θεωρητικό υπόβαθρο .....	20
Δικαιώματα πνευματικής ιδιοκτησίας.....	20
Προβλήματα στην απόδοση πνευματικών δικαιωμάτων.....	21
1.  Έλλειψη διαφάνειας .....	21
2.  Καθυστερήσεις και αναποτελεσματικότητα.....	22
3.  Μεσάζοντες και προμήθειες.....	23
Blockchain .....	23
Bitcoin.....	24
Ιστορικό Υπόβαθρο.....	24
Πως λειτουργεί το Bitcoin – Proof of work.....	25
Proof of Stake .....	26
Πορτοφόλια κρυπτονομισμάτων .....	26
Ethereum και Smart Contracts .....	27
Ethereum Virtual Machine (EVM) .....	27
Layer 2 blockchains .....	27
Αποκεντρωμένες εφαρμογές (DApps) .....	28

Solidity – Η πιο διαδεδομένη γλώσσα προγραμματισμού έξυπνων συμβολαίων.....	28
Έξυπνα Συμβόλαια .....	29
Η αξία της αποκέντρωσης.....	29
Κεφάλαιο 3: Λειτουργικός Σχεδιασμός RPMS.....	32
Γιατί Blockchain και Smart Contracts;.....	32
Λειτουργίες του συστήματος και βασικές έννοιες .....	33
Contribution.....	33
Συλλογή χρημάτων προς διαμοιρασμό, Δωρεές/Πωλήσεις .....	34
Πληρωμές δικαιωμάτων εκμετάλλευσης.....	34
Κεφάλαιο 4: Υλοποίηση του Royalty & Payment distribution management system .....	36
Λειτουργία του συστήματος .....	36
Sequence Diagram.....	36
Εργαλεία ανάπτυξης του έξυπνου συμβολαίου .....	37
Γλώσσα προγραμματισμού Solidity .....	37
Remix IDE.....	37
Metamask .....	38
Github .....	40
Etherscan .....	41
Διαδικασίας ανάπτυξης συμβολαίου και χρήση των εργαλείων .....	42
Κώδικας του smart contract και επεξήγηση .....	46
Κεφάλαιο 5: Σενάριο χρήσης .....	52
Το πρόβλημα που λύνουμε – εφαρμογή του σεναρίου .....	52
Συμπεράσματα .....	56
Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα, τρόποι επέκτασης και εφαρμογές.....	58
Ανακεφαλαίωση.....	58
Εφαρμογή του συστήματος σε ρεαλιστικά σενάρια .....	58
Τρόποι επέκτασης του συστήματος.....	59
Συσχέτιση contribution με έσοδα .....	59
Υπολογισμός Contribution.....	59
Συμπεράσματα σχετικά με το blockchain, τα κρυπτονομίσματα, τα smart contracts και τους επικριτές τους .....	60

Δικαιολογημένη κριτική.....	60
Απαντήσεις .....	60
Οφέλη για την Κοινωνία .....	61
Κλείσιμο.....	62
Βιβλιογραφία .....	64

## Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

Η σημερινή εποχή, που χαρακτηρίζεται από άφθονη δημιουργία ψηφιακού περιεχομένου, βρίσκει τους επαγγελματίες (και ερασιτέχνες) από διάφορους κλάδους αντιμέτωπους με μία μεγάλη πρόκληση, την αδυναμία για δίκαιη κατανομή και πλήρη απολαβή των πνευματικών τους δικαιωμάτων από την αξιοποίηση της δουλειάς τους. Είτε πρόκειται για μουσικούς, συγγραφείς, εικαστικούς καλλιτέχνες ή προγραμματιστές λογισμικού, ο αγώνας για να λάβουν δίκαιη αποζημίωση για την πνευματική τους ιδιοκτησία παρουσιάζεται ως ένα διάχυτο και πολύπλευρο ζήτημα.

### Οι βασικές προκλήσεις στην απόδοση πνευματικών δικαιωμάτων

Η ψηφιακή εποχή έχει εισάγει νέες δυνατότητες και ευκαιρίες για τα δημιουργικά μυαλά να μοιραστούν τη δουλειά τους με ολόκληρο τον κόσμο, μόνο με το πάτημα ενός κουμπιού. Οι μουσικοί, για παράδειγμα, μπορούν να μεταδίδουν τη μουσική τους εύκολα και στιγμιαία σε όλο τον πλανήτη, οι συγγραφείς μπορούν να δημοσιεύουν ηλεκτρονικά βιβλία και οι καλλιτέχνες μπορούν να επιδείξουν τις δημιουργίες τους σε μια κοινότητα τέχνης χωρίς σύνορα. Ωστόσο, μέσα σε αυτήν την ψηφιακή ουτοπία, οι δημιουργοί βρίσκονται αντιμέτωποι με μια σκληρή πραγματικότητα. Πολύ συχνά, βρίσκουν τους εαυτούς τους να περιηγούνται σε έναν πολύπλοκο λαβύρινθο από μεσάζοντες, συμβόλαια και ακατανόητα νομικά πλαίσια, τα οποία τους στερούν την ανταμοιβή που δικαιούνται για τον κόπο τους.

#### 1. Έλλειψη διαφάνειας

Τα παραδοσιακά μοντέλα διανομής πνευματικών δικαιωμάτων χαρακτηρίζονται από αδιαφάνεια. Πολύ συχνά, οι δημιουργοί δεν γνωρίζουν ακριβώς με ποιον τρόπο υπολογίζονται τα κέρδη τους, ποιος τα εισπράττει και πώς τελικά φτάνουν στο πορτοφόλι τους. Η κατάσταση αυτή λειτουργεί ως ανασταλτικός παράγοντας για τους δημιουργούς και εν τέλει στερεί από την κοινωνία τις δυνατότητες και τα ταλέντα των συγκεκριμένων ανθρώπων.

#### 2. Καθυστερήσεις και αναποτελεσματικότητα

Οι καθυστερήσεις στις πληρωμές από πνευματικά δικαιώματα δεν είναι καθόλου ασυνήθιστες καθώς τα χρήματα πρέπει να περάσουν από πολλούς μεσάζοντες πριν φτάσουν στους δημιουργούς. Αυτοί μπορεί να είναι οι τράπεζες, οι εταιρίες διαχείρισης, δισκογραφικές εταιρίες κλπ. Αυτές οι καθυστερήσεις, με τη σειρά τους, είναι ένα επιπλέον εμπόδιο και μπορούν να υπονομεύσουν τη δημιουργική διαδικασία, αφού στερούν από τους δημιουργούς την οικονομική υποστήριξη που χρειάζονται.

#### 3. Μεσάζοντες και προμήθειες

Οι δημιουργοί βρίσκονται συχνά στο έλεος μεσαζόντων, όπως εκδοτικοί οίκοι, δισκογραφικές, πλατφόρμες ροής και εταιρείες συλλογικής διαχείρισης. Οι μεσάζοντες

διαδραματίζουν κεντρικό ρόλο στη διαδικασία διανομής των δικαιωμάτων και οι συχνά παχυλές προμήθειες τους έχουν ως αποτέλεσμα οι δημιουργοί να λαμβάνουν μικρότερο μερίδιο από αυτό που δικαιωματικά τους αξίζει. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα πολλοί να αποσύρονται από την δημιουργική διαδικασία επειδή δεν μπορούν να καλύψουν τις βασικές τους ανάγκες.

### Σημερινό παράδειγμα

Για να συγκεκριμενοποιήσουμε και να κατανοήσουμε τα υπό εξέταση ζητήματα, θα εξετάσουμε ένα πραγματικό παράδειγμα που προέρχεται από τον χώρο της ανάπτυξης λογισμικού. Στον ολοένα και πιο διασυνδεδεμένο ψηφιακό κόσμο, οι προγραμματιστές δημιουργούν συχνά βιβλιοθήκες, δομές και πακέτα που αποτελούν απαραίτητα και κρίσιμα στοιχεία για τη λειτουργία μυριάδων εφαρμογών και συστημάτων λογισμικού. Η συνεισφορά τους αυτή, συχνά δεν εκτιμάται και κυρίως δεν ανταμείβεται επαξίως.

Ας αναλογιστούμε την περίπτωση ενός ταλαντούχου προγραμματιστή, που αφιερώνει μήνες, ίσως και χρόνια, για τη δημιουργία μιας βιβλιοθήκης ανοιχτού κώδικα που γίνεται βασικό κομμάτι της λειτουργίας αμέτρητων εφαρμογών και συστημάτων. Άλλοι προγραμματιστές ενσωματώνουν απρόσκοπτα την βιβλιοθήκη στις δουλειές τους, τους γίνεται απαραίτητη και ωστόσο, παρά την απανταχού χρήση της βιβλιοθήκης, ο δημιουργός καταλήγει χωρίς επαρκή αποζημίωση.

Τα υπάρχοντα συστήματα διανομής δικαιωμάτων εκμετάλλευσης στον χώρο ανάπτυξης λογισμικού είναι κατακερματισμένα και αναποτελεσματικά. Δεν διαθέτουν μηχανισμό που να διασφαλίζει δίκαιη αποζημίωση για τους προγραμματιστές. Έτσι, οι συνεισφορές που τροφοδοτούν το ψηφιακό τοπίο και χάρη σε αυτές έχει εξελιχθεί ο κλάδος, η ποιότητα του λογισμικού αλλά και οι συνθήκες εργασίας των προγραμματιστών, περνούν απαρατήρητες και χωρίς ανταμοιβή, αφήνοντας τους δημιουργούς αποθαρρημένους και σε οικονομικά μειονεκτική θέση.

### Στόχος

Οι ανεπάρκειες των παραδοσιακών μοντέλων διανομής δικαιωμάτων εκμετάλλευσης υπογραμμίζουν ένα κρίσιμο κενό στην αγορά. Είναι πλέον σαφές πως οι δημιουργοί έχουν ανάγκη από ένα σύστημα διαφανές, αποτελεσματικό και δίκαιο, ένα σύστημα που τους δίνει τη δυνατότητα να διεκδικούν τον έλεγχο της πνευματικής ιδιοκτησίας και των κερδών τους. Μέσα σε αυτό το κενό η τεχνολογία blockchain αναδύεται ως η πλέον κατάλληλη λύση.

Η τεχνολογία blockchain, με τις εγγενείς ιδιότητες της διαφάνειας, της αμετάβλητης λειτουργίας και της αποκέντρωσης, αποτελεί μία εξαιρετική και απολύτως ταιριαστή λύση που μπορεί να φέρει την επανάσταση στον τρόπο διαχείρισης και διανομής των πνευματικών δικαιωμάτων. Καθιστά δυνατή μία νέα πραγματικότητα όπου οι δημιουργοί/επαγγελματίες μπορούν να αλληλεπιδρούν άμεσα με το κοινό ή τους πελάτες τους, παρακάμπτοντας τους μεσάζοντες που μέχρι τώρα τους στερούσαν σημαντικό τμήμα των κερδών τους.



Στόχος, λοιπόν, της παρούσης διπλωματικής εργασίας, είναι η δημιουργία ενός έξυπνου συμβολαίου που θα αξιοποιεί την τεχνολογία του blockchain για τη δημιουργία ενός συστήματος που θα διαχειρίζεται αυτόματα τη διαμοίραση πνευματικών δικαιωμάτων και πληρωμών. Το συμβόλαιο αυτό θα προσφέρει διαφάνεια στην διαδικασία, ταχύτητα, ευκολία και εξάλειψη των προμηθειών, με απώτερο σκοπό την λύση όλων των προβλημάτων που προαναφέρθηκαν και την δημιουργία ευνοϊκών συνθηκών για τους ψηφιακούς δημιουργούς.

Στη συνέχεια της εργασίας, θα εμβαθύνουμε στην αρχιτεκτονική, τις λειτουργίες και τις πραγματικές εφαρμογές του έξυπνου συμβολαίου για τη διαχείριση πνευματικών δικαιωμάτων και πληρωμών. Θα διερευνήσουμε επίσης τα θεωρητικά θεμέλια που στηρίζουν αυτή την καινοτόμο λύση και δικαιολογούν την προσέγγισή μας, παρέχοντας μια πλήρη κατανόηση των πλεονεκτημάτων που προσφέρει. Μέσω αυτής της προσπάθειας, ελπίζουμε να εμπνεύσουμε την αλλαγή και να ενθαρρύνουμε την ευρεία υιοθέτηση της τεχνολογίας blockchain στον τομέα της διανομής ψηφιακού περιεχομένου και της διανομής πνευματικών δικαιωμάτων.

## Δομή της εργασίας

Στο 1<sup>ο</sup> κεφάλαιο γίνεται η εισαγωγή της διπλωματικής εργασίας. Παρουσιάζονται και αναλύονται τα προβλήματα που υπάρχουν σήμερα στην απόδοση πνευματικών δικαιωμάτων, δίνεται ένα χαρακτηριστικό πραγματικό παράδειγμα που συναντάται και αναδεικνύει τη μεγάλη σημασία του προβλήματος και την επιτακτική ανάγκη για λύση. Τέλος παρουσιάζεται ο στόχος της διπλωματικής εργασίας που είναι η δημιουργία ενός έξυπνου συμβολαίου που θα αποτελέσει την λύση στα παραπάνω προβλήματα.

Στο 2<sup>ο</sup> κεφάλαιο παρουσιάζεται το θεωρητικό υπόβαθρο που βρίσκεται πίσω από τις τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν που δικαιολογεί την προσέγγιση και τις τεχνολογικές επιλογές που έγιναν.

Στο 3<sup>ο</sup> κεφάλαιο παρουσιάζεται ο σχεδιασμός και αρχιτεκτονική του συστήματος, οι λειτουργίες του καθώς και ο λόγος που το blockchain είναι απαραίτητο και αποτελεί την ιδανική λύση του προβλήματος που αντιμετωπίζουμε.

Στο 4<sup>ο</sup> κεφάλαιο γίνεται ανάλυση της υλοποίησης, των τεχνολογικών επιλογών, των εργαλείων και του κώδικα του συμβολαίου.

Στο 5<sup>ο</sup> κεφάλαιο παρουσιάζεται η λειτουργία του συστήματος σε ένα σενάριο χρήσης. Επιδεικνύουμε πως μπορεί να χρησιμοποιηθεί το RPMS από μία ομάδα προγραμματιστών που επιθυμούν να λαμβάνουν δίκαιη αποζημίωση για την χρήση των βιβλιοθηκών που έχουν αναπτύξει.

Στο 6<sup>ο</sup> κεφάλαιο εξάγονται τα συμπεράσματα σχετικά με την εργασία και το έξυπνο συμβόλαιο αλλά και την τεχνολογία blockchain γενικότερα. Επιπλέον δίνονται ιδέες για τρόπους επέκτασης και εξέλιξης του συστήματος και εφαρμογές σε ρεαλιστικά σενάρια.

Τέλος, παρατίθεται η βιβλιογραφία που χρησιμοποιήθηκε για την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας.



## Κεφάλαιο 2: Θεωρητικό υπόβαθρο

### Δικαιώματα πνευματικής ιδιοκτησίας

Τα δικαιώματα, στον τομέα της πνευματικής ιδιοκτησίας και των δημιουργικών έργων, αντιπροσωπεύουν μια θεμελιώδη έννοια για τους δημιουργούς και τους κατόχους ψηφιακού (και μη) περιεχομένου. Αποτελούν πληρωμές που πραγματοποιούνται σε άτομα ή οντότητες ως αποζημίωση για τη χρήση ή την εκμετάλλευση της πνευματικής τους ιδιοκτησίας. Αντικατοπτρίζουν την αναγνώριση της δημιουργικής προσπάθειας και της καινοτομίας, υπογραμμίζοντας τη σημασία της δίκαιης αποζημίωσης σε διάφορους τομείς (1).

Η σημασία των πνευματικών δικαιωμάτων εκτείνεται πολύ πέρα από τη χρηματική αμοιβή αυτή καθαυτή. Αποτελούν κίνητρο για τη δημιουργικότητα, την προώθηση της καινοτομίας και τη διασφάλιση της συνεχούς παραγωγής τεχνολογικής, πνευματικής, πολιτιστικής και καλλιτεχνικής κληρονομιάς. Η δυνατότητα των δημιουργών να λάβουν ένα μέρος των εσόδων από τη χρήση της δουλειάς τους, τους ενθαρρύνει να επενδύσουν χρόνο, προσπάθεια και πόρους για να λύσουν προβλήματα και να αναπτύξουν νέα και πρωτότυπα έργα (2).

Η έννοια των πνευματικών δικαιωμάτων βρίσκει εφαρμογή σε διάφορους κλάδους. Ακολουθούν ορισμένοι βασικοί κλάδοι όπου χρησιμοποιούνται συνήθως:

Μουσική Βιομηχανία: Στη μουσική βιομηχανία, τα δικαιώματα καταβάλλονται σε τραγουδοποιούς, συνθέτες και ερμηνευτές όταν η μουσική τους παίζεται στο ραδιόφωνο, μεταδίδεται στο διαδίκτυο ή χρησιμοποιείται στην τηλεόραση, τον κινηματογράφο ή τις διαφημίσεις. Τα δικαιώματα εκτέλεσης εισπράττονται από οργανισμούς δικαιωμάτων εκτέλεσης και διανέμονται σε καλλιτέχνες και τραγουδοποιούς. Τέλος, μία υποκατηγορία είναι τα μηχανικά δικαιώματα που αφορούν στην πώληση φυσικών αντιγράφων μουσικής και ψηφιακών λήψεων (3) (4).

Εκδόσεις: Οι συγγραφείς και οι εκδότες λαμβάνουν δικαιώματα από την πώληση βιβλίων, ηλεκτρονικών βιβλίων και άλλων γραπτών έργων. Αυτά τα δικαιώματα υπολογίζονται συνήθως με βάση συμφωνίες πώλησης βιβλίων ή διανομής.

Κινηματογράφος και Τηλεόραση: Στη βιομηχανία του κινηματογράφου και της τηλεόρασης, καταβάλλονται έσοδα από πνευματικά δικαιώματα σε ηθοποιούς, σκηνοθέτες, συγγραφείς και άλλους δημιουργικούς συντελεστές. Αυτά τα δικαιώματα μπορεί να περιλαμβάνουν έσοδα από επαναλήψεις, εγχώρια και διεθνή διανομή (5).

Εικαστικές τέχνες: Οι εικαστικοί καλλιτέχνες λαμβάνουν πληρωμές από πνευματικά δικαιώματα όταν το έργο τους πωλείται ή αναπαράγεται. Τέτοια δικαιώματα ισχύουν επίσης και για την παραχώρηση άδειας χρήσης εικόνων σε διάφορα μέσα.

Λογισμικό και Τεχνολογία: Οι προγραμματιστές, οι κατασκευαστές και οι εφευρέτες, λαμβάνουν δικαιώματα για τη χρήση ή την αδειοδότηση του λογισμικού, των διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας και των τεχνολογικών καινοτομιών τους.

Διαδικτυακές ζωντανές ροές και βίντεο: Στην ψηφιακή εποχή, οι δημιουργοί σε πλατφόρμες όπως για παράδειγμα το YouTube και το Twitch, μπορούν να κερδίσουν αμοιβές ύπο τη μορφή δικαιωμάτων με βάση τα διαφημιστικά έσοδα, τις χορηγίες και την αλληλεπίδραση με θεατές και ακροατές.

## Προβλήματα στην απόδοση πνευματικών δικαιωμάτων

Παρόλο που τα πνευματικά δικαιώματα διαδραματίζουν σημαντικότατο ρόλο για την εξασφάλιση δίκαιης αποζημίωσης των δημιουργών, η διαδικασία διανομής είναι γεμάτη προκλήσεις. Αυτές οι προκλήσεις, οι οποίες σκιαγραφήθηκαν εν συντομία στην εισαγωγή, περιλαμβάνουν (6):

### 1. Έλλειψη διαφάνειας

Ένα βασικό πρόβλημα των παραδοσιακών συστημάτων διανομής δικαιωμάτων είναι η αδιαφάνεια, η οποία εκδηλώνεται με διάφορους τρόπους, αφήνοντας τελικά τους δημιουργούς και τους κατόχους πνευματικής ιδιοκτησίας αβέβαιους για τον τρόπο υπολογισμού και διανομής των κερδών τους. Από τους κυριότερους λόγους που συμβάλλουν στην έλλειψη διαφάνειας, είναι η χρήση περίπλοκων αλγορίθμων και τύπων για τον υπολογισμό των πληρωμών δικαιωμάτων εκμετάλλευσης που δεν είναι γνωστοί ή κατανοητοί από όλα τα εμπλεκόμενα μέρη.

Οι διανομές δικαιωμάτων επίσης, βασίζονται συχνά σε δεδομένα από διάφορες πηγές, συμπεριλαμβανομένων των πλατφορμών ροής, των ραδιοτηλεοπτικών φορέων, των εκδοτών και των λοιπών χώρων εκμετάλλευσης. Η συγκέντρωση δεδομένων από αυτές τις διαφορετικές πηγές μπορεί να εισάγει αποκλίσεις και ανακρίβειες στη διαδικασία. Οι δημιουργοί έτσι, μπορεί να δυσκολεύονται να επικυρώσουν την ακρίβεια των δεδομένων που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό των δικαιωμάτων τους, επιδεινώνοντας περαιτέρω την κατάσταση.

Σε πολλές περιπτώσεις επίσης, οι δημιουργοί έχουν περιορισμένη πρόσβαση στα δεδομένα που αποτελούν τη βάση των υπολογισμών δικαιωμάτων εκμετάλλευσης. Το γεγονός αυτό τους εμποδίζει να επαληθεύσουν την ακρίβεια των κερδών τους και τους αφήνει με αναπάντητα ερωτήματα σχετικά με τη δίκαιη διαδικασία διανομής.

Ακόμα ένα ζήτημα είναι ότι οι συμβάσεις που διέπουν τις συμφωνίες δικαιωμάτων εκμετάλλευσης μπορεί να ποικίλλουν σε μεγάλο βαθμό και μπορεί να περιέχουν περίπλοκες ρήτρες και όρους. Οι δημιουργοί, ειδικά όσοι είναι νέοι στον κλάδο, μπορεί να μην είναι σε θέση να ερμηνεύσουν αυτά τα συμβόλαια και να κατανοήσουν πλήρως τους μηχανισμούς διανομής. Η έλλειψη σαφήνειας επομένως, μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα οι δημιουργοί να υπογράφουν εν αγνοία τους δυσμενείς συμφωνίες.

Η αδιαφάνεια που επικρατεί στη διανομή δικαιωμάτων διαβρώνει την εμπιστοσύνη μεταξύ δημιουργών, διαμεσολαβητών και πλατφορμών. Πολλοί δημιουργοί πιστεύουν ότι οι μεσάζοντες αδικαιολόγητα μεγάλο μερίδιο των κερδών τους ή ότι οι αποκλίσεις στους υπολογισμούς είναι σκόπιμες. Αυτή η έλλειψη εμπιστοσύνης επομένως, εμποδίζει τη συνεργασία και οδηγεί σε διαφωνίες.

Η αντιμετώπιση της έλλειψης διαφάνειας στα παραδοσιακά συστήματα διανομής δικαιωμάτων είναι ζωτικής σημασίας για την οικοδόμηση εμπιστοσύνης και τη διασφάλιση ότι οι δημιουργοί λαμβάνουν δίκαιη αποζημίωση για το έργο τους. Όπως θα παρουσιάσουμε στην συνέχεια, η τεχνολογία blockchain και τα έξυπνα συμβόλαια προσφέρουν μια απολύτως ταιριαστή λύση στην περίπτωσή μας, παρέχοντας ένα διαφανές και αμετάβλητο αρχείο που καταγράφει κάθε συναλλαγή, καθιστώντας τη διαδικασία διανομής δικαιωμάτων φανερή σε όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη.

## 2. Καθυστερήσεις και αναποτελεσματικότητα

Η αναποτελεσματικότητα των σημερινών συστημάτων διανομής δικαιωμάτων εκμετάλλευσης αποτελεί σημαντική πρόκληση για τους δημιουργούς, αφού πολύ συχνά έχει ως αποτέλεσμα σημαντικές καθυστερήσεις στη λήψη των κερδών τους. Αυτό επηρεάζει την οικονομική σταθερότητα των δημιουργών και τη συνολική εμπιστοσύνη τους στο σύστημα, καθώς η ενασχόληση τους με το αντικείμενο δεν μπορεί να τους προσφέρει αξιόπιστο εισόδημα.

Μία από τις πρωταρχικές αιτίες καθυστερήσεων είναι η εξάρτηση από μη αυτόματες διαδικασίες για τους υπολογισμούς και τις διανομές δικαιωμάτων. Σε πολλά παραδοσιακά συστήματα, πρέπει ομάδες ανθρώπων να εξετάζουν και να επεξεργάζονται τα δεδομένα χρήσης, να υπολογίζουν δικαιώματα εκμετάλλευσης και να εκδίδουν πληρωμές. Αυτή η ανθρώπινη εργασία δεν είναι μόνο χρονοβόρα αλλά και επιρρεπής σε σφάλματα, που οδηγούν σε καθυστερήσεις.

Σε ορισμένες περιπτώσεις, η ενημέρωση, οι πληρωμές και οι εκδόσεις αναφορών διανομής δικαιωμάτων γίνονται σε τριμηνιαία ή εξαμηνιαία βάση. Πολλοί δημιουργοί μπορεί να μην έχουν τη δυνατότητα να περιμένουν όλο αυτό το διάστημα, αναγκάζονται λοιπόν έτσι να στραφούν σε εναλλακτικές πηγές εσόδων.

Πολλές φορές χρησιμοποιούνται περίπλοκες δομές που περιλαμβάνουν πολλά ενδιαφερόμενα μέλη και διάφορες ροές εσόδων. Για παράδειγμα, στη μουσική βιομηχανία, στους υπολογισμούς δικαιωμάτων εκμετάλλευσης μπορεί να συμμετέχουν τραγουδοποιοί, ερμηνευτές, παραγωγοί και διάφοροι μεσάζοντες. Η διαχείριση αυτών των πολύπλοκων δομών καταλήγει ένας λογιστικός εφιάλης που έχει ως αποτέλεσμα να καθυστερούν οι πληρωμές όσο τα ενδιαφερόμενα μέρη διαπραγματεύονται και διεκδικούν το μερίδιό τους.

Οι διαφωνίες σχετικά με τους υπολογισμούς των δικαιωμάτων δεν είναι ασυνήθιστες στις δημιουργικές βιομηχανίες. Όταν προκύπτουν διαφορές, ενδέχεται να απαιτούνται έλεγχοι για

την επαλήθευση των κερδών και την επίλυση διενέξεων εισάγοντας επομένως επιπλέον καθυστερήσεις.

Οι μεσάζοντες παίζουν σημαντικό ρόλο στη διανομή δικαιωμάτων. Ενώ εξυπηρετούν έναν σκοπό, η εμπλοκή τους μπορεί να προκαλέσει γραφειοκρατικές διαδικασίες και διοικητικές καθυστερήσεις. Πέρα από την αποτελεσματικότητα και τις καθυστερήσεις όμως, οι μεσάζοντες επιδεινώνουν ακόμα περισσότερο την κατάσταση και για ακόμα έναν λόγο, που δεν είναι άλλος από τις προμήθειες.

### 3. Μεσάζοντες και προμήθειες

Οι μεσάζοντες χρεώνουν προμήθειες για τις υπηρεσίες τους, οι οποίες αφαιρούνται από τα δικαιώματα προτού φτάσουν στους δημιουργούς. Συνήθως οι χρεώσεις περιλαμβάνουν διοικητικά έξοδα, κόστη διανομής και προμήθειες διαχείρισης. Ενώ οι μεσάζοντες παρέχουν πολύτιμες υπηρεσίες, το συνολικό αντίκτυπο αυτών των χρεώσεων μπορεί να μειώσει σημαντικά τα κέρδη των δημιουργών.

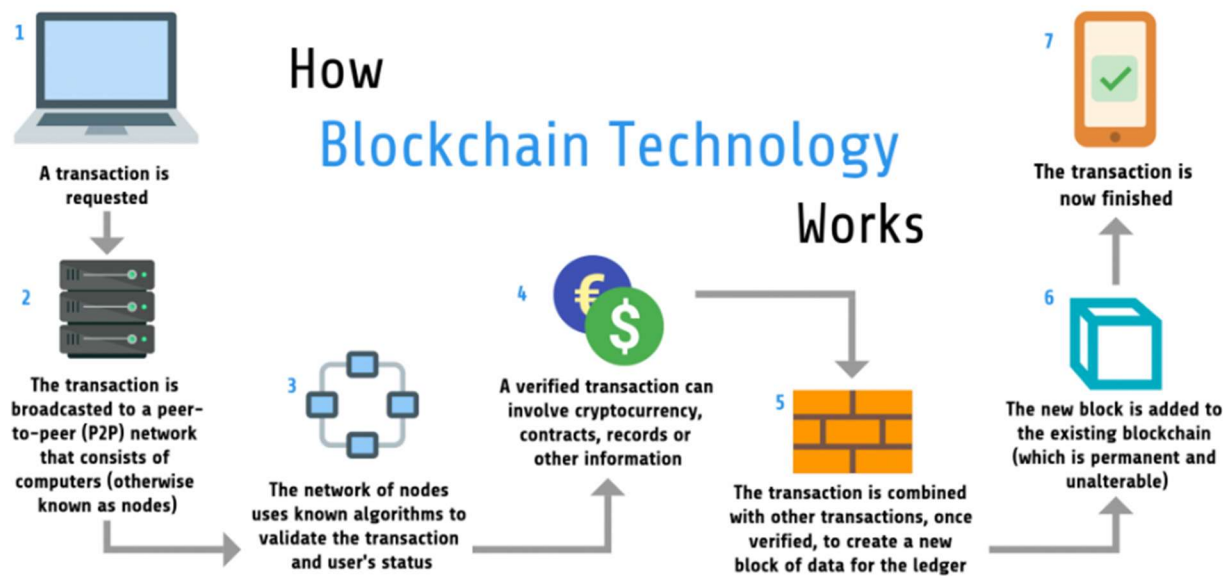
Επιπρόσθετα, οι δημιουργοί μπορεί να είναι αναγκαίο να συνάψουν συμφωνίες με πολλούς διαφορετικούς οργανισμούς, που ο καθένας από αυτούς να διαθέτει τη δική του δομή αμοιβών, μειώνοντας έτσι το τελικό τους μερίδιο.

Τέλος, οι δικαιούχοι αμοιβών έχουν συχνά περιορισμένο έλεγχο και μικρή διαπραγματευτική ισχύ ενάντια στις χρεώσεις που επιβάλλουν οι κολοσσοί και καταλήγουν σε μη συμφέρουσες συμφωνίες με τους μεσάζοντες. Όταν κίολας δεν υπάρχει καλή σχέση μεταξύ τους που να βασίζεται στην εμπιστοσύνη και στην αμοιβαία στήριξη, η συνεργασία γίνεται αδύνατη.

## Blockchain

Η τεχνολογία Blockchain, που αρχικά αναπτύχθηκε ως η βασική υποδομή για κρυπτονομίσματα όπως το Bitcoin, έχει αναδειχθεί πλέον ως μια επαναστατική ιδέα με εφαρμογές σε διάφορους τομείς. Είναι ένα αποκεντρωμένο και κατακεντρωμένο λογιστικό σύστημα που προσφέρει διαφάνεια, ασφάλεια και αμεταβλητότητα μέσω μιας αλυσίδας διασυνδεδεμένων μπλοκ, το καθένα από τα οποία περιέχει ένα σύνολο συναλλαγών (7).

Στην βάση του, ένα blockchain είναι ένα κατακεντρωμένο ledger, δηλαδή μία λίστα από συναλλαγές που τις καταγράφει με διαφανή και απαραβίαστο τρόπο. Σε αντίθεση με τις παραδοσιακές βάσεις δεδομένων, το blockchain λειτουργεί σε ένα αποκεντρωμένο δίκτυο κόμβων (υπολογιστών) που επικυρώνουν και καταγράφουν τις συναλλαγές. Αυτές ομαδοποιούνται σε πακέτα που ονομάζονται blocks, και όταν εκείνο φτάσει το προκαθορισμένο μέγεθος σφραγίζεται κρυπτογραφικά και συνδέεται με το προηγούμενο, σχηματίζοντας μια αλυσίδα. Αυτή η διαδοχική δομή και ο συγκεκριμένος τρόπος προσάρτησης, διασφαλίζει ότι τα δεδομένα, αφού καταγραφούν, δεν μπορούν να τροποποιηθούν ή να διαγραφούν χωρίς συναίνεση από την πλειονότητα των συμμετεχόντων στο δίκτυο.



Η τεχνολογία αυτή που πλέον έχει βρει πολλές εφαρμογές και έχει δώσει λύσεις σε πολλά συγχρόνα προβλήματα, αρχικά χρησιμοποιήθηκε για τα κρυπτονομίσματα με πρώτο και κυριότερο το Bitcoin.

### Bitcoin

Το Bitcoin (8), είναι ένα αποκεντρωμένο ψηφιακό νόμισμα που λειτουργεί σε ένα peer-to-peer δίκτυο. Δεν γνωρίζουμε τον δημιουργό του. Ξέρουμε ότι δημιουργήθηκε από έναν άνθρωπο ή ομάδα με το ψευδώνυμο Satoshi Nakamoto που δημοσίευσε το whitepaper "Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System" το 2008 (9). Το Bitcoin από τη δημιουργία του προοριζόταν να είναι μία ψηφιακή εναλλακτική στα παραδοσιακά νομίσματα "fiat", επιτρέποντας ασφαλείς και άμεσες συναλλαγές μεταξύ των χρηστών χωρίς την ανάγκη διαμεσολαβητών όπως τράπεζες ή υπηρεσίες επεξεργασίας πληρωμών.

### Ιστορικό Υπόβαθρο

Η σύλληψη του Bitcoin εντοπίζεται στην παγκόσμια οικονομική κρίση του 2007-2008, η οποία κλόνισε την εμπιστοσύνη στα παραδοσιακά χρηματοπιστωτικά ιδρύματα και πυροδότησε την επιθυμία για ένα νέο, πιο αξιόπιστο χρηματοπιστωτικό σύστημα. Το whitepaper του Satoshi Nakamoto εισήγαγε την ιδέα ενός ψηφιακού νομίσματος που λειτουργεί σε blockchain και επέτρεπε άμεσες συναλλαγές, την ασφαλή και διαφανή τήρηση λογαριασμών και ιστορικών χωρίς την ανάγκη κεντρικής εξουσίας.

Τον Ιανουάριο του 2009, ο Nakamoto εξόρυξε το μπλοκ γένεσης του blockchain Bitcoin, γνωστό ως Block 0, σηματοδοτώντας τη γέννηση του Bitcoin. Το κρυπτονόμισμα κέρδισε το ενδιαφέρον των πρώτων χρηστών που ήταν λάτρεις της τεχνολογίας, αλλά έβλεπαν και τις δυνατότητές του να φέρει επανάσταση στην οικονομία. Η πρώτη καταγεγραμμένη συναλλαγή



Bitcoin συνέβη αργότερα το ίδιο έτος, όταν ο Nakamoto έστειλε 10 bitcoin σε έναν προγραμματιστή ονόματι Hal Finney.

Με τα χρόνια, η χρήση Bitcoin υιοθετήθηκε από άτομα, επιχειρήσεις, ακόμη και χρηματοπιστωτικά ιδρύματα που αναγνώρισαν την αξία του ως αποθήκη αξίας και μέσο συναλλαγών. Η ιστορική σημασία του Bitcoin εκτείνεται πέρα από το ρόλο του ως ψηφιακού νομίσματος. Έθεσε τα θεμέλια για την ανάπτυξη της τεχνολογία blockchain, εμπνέοντας τη δημιουργία χιλιάδων άλλων κρυπτονομισμάτων, συστημάτων και καινοτομιών. Η συνολική αξία όλων των κρυπτονομισμάτων ακούμπησε και τα 3 τρισεκατομμύρια δολάρια τον Νοέμβριο του 2021.

Πως λειτουργεί το Bitcoin – Proof of work

Στην καρδιά της λειτουργίας του Bitcoin (10) βρίσκεται ένας πρωτοποριακός για την εποχή μηχανισμός συναίνεσης και εγκυρότητας συναλλαγών, γνωστός ως Proof of Work (PoW). Αυτός ο μηχανισμός είναι ζωτικής σημασίας για τη διασφάλιση της ασφάλειας και του αμετάβλητου του blockchain του Bitcoin.

Στο σύστημα PoW, οι κόμβοι γνωστοί ως “miners” ανταγωνίζονται για να λύσουν πολύπλοκους μαθηματικούς γρίφους. Αυτοί οι γρίφοι, που ονομάζονται κρυπτογραφικοί κατακερματισμοί, απαιτούν σημαντική υπολογιστική ισχύ για να λυθούν. Ο πρώτος miner που έλυσε το παζλ μεταδίδει τη λύση του στο δίκτυο. Αυτή η λύση, γνωστή ως «μπλοκ», περιέχει μια παρτίδα νέων συναλλαγών που περιμένουν να προστεθούν στο blockchain.

Ωστόσο, η λύση του miner δεν γίνεται άμεσα αποδεκτή. Πρέπει να επικυρωθεί από τους κόμβους του δικτύου. Αυτή η επικύρωση περιλαμβάνει την επιβεβαίωση ότι οι συναλλαγές στο μπλοκ είναι νόμιμες και ότι η λύση στο κρυπτογραφικό παζλ είναι σωστή. Μετά την επιτυχή επικύρωση, το νέο μπλοκ προστίθεται στο blockchain και ο εξορύκτης ανταμείβεται με νέα bitcoins, καθώς και με χρεώσεις συναλλαγών από τις συναλλαγές που περιλαμβάνονται. Όλη αυτή η διαδικασία αναφέρεται συχνά ως «εξόρυξη» (mining).

Ο μηχανισμός συναίνεσης PoW εξυπηρετεί δύο κρίσιμους σκοπούς. Πρώτον, εισάγει ένα ανταγωνιστικό στοιχείο που εμποδίζει οποιαδήποτε μεμονωμένη οντότητα να αποκτήσει τον έλεγχο του δικτύου και δεύτερον, διασφαλίζει ότι οι συμμετέχοντες στο δίκτυο επενδύουν πραγματικούς πόρους (υπολογιστική ισχύ και ενέργεια) για την ασφάλεια και την επικύρωση των συναλλαγών, αποτρέποντας έτσι τους κακόβουλους παίκτες να προκαλέσουν ζημιά.

Αυτός ο μηχανισμός συναίνεσης, ενώ είναι εξαιρετικά ασφαλής, έχει μεγάλες απαιτήσεις σε ενέργεια και έχει προκαλέσει συζητήσεις σχετικά με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις του. Παραμένει ωστόσο, θεμελιώδες στοιχείο της επιτυχίας του Bitcoin και έχει εμπνεύσει την ανάπτυξη εναλλακτικών μηχανισμών συναίνεσης στο ευρύτερο οικοσύστημα.

## Proof of Stake

Το Proof of Stake (PoS) είναι ένας εναλλακτικός μηχανισμός συναίνεσης γνωστός για την ενεργειακή του απόδοση, ασφάλεια, επεκτασιμότητα και προσβασιμότητα. Σε αντίθεση με το Proof of Work (PoW), το PoS δεν απαιτεί από τους miners να συμμετέχουν σε διεργασίες μεγάλου υπολογιστικού κόστους, καθιστώντας το σημαντικά πιο φιλικό προς το περιβάλλον. Στο PoS, οι επικυρωτές, που ονομάζονται επίσης stakers, έχουν κίνητρο να ενεργούν με ειλικρίνεια λόγω του κεκτημένου ενδιαφέροντός τους στο δίκτυο, επειδή κινδυνεύουν να χάσουν το πονταρισμένο κρυπτονόμισμα εάν επικυρώσουν δόλιες συναλλαγές.

Επιπλέον, το PoS επαινείται συχνά για την επεκτασιμότητα του, καθώς μπορεί να επεξεργαστεί συναλλαγές πιο γρήγορα από το PoW. Ενώ ο βαθμός αποκέντρωσης στα δίκτυα PoS μπορεί να ποικίλλει και μερικές φορές να μην είναι ο επιθυμητός, απαιτούν γενικά λιγότερους πόρους, ανοίγοντας την πόρτα σε ευρύτερη συμμετοχή μεταξύ των συμμετεχόντων στο δίκτυο. Αυτά τα χαρακτηριστικά τοποθετούν το PoS ως μια πολλά υποσχόμενη εναλλακτική λύση στο PoW, ιδιαίτερα σε περιβάλλοντα όπου η ενεργειακή απόδοση και η επεκτασιμότητα είναι πρωταρχικής σημασίας.

## Πορτοφόλια κρυπτονομισμάτων

Τα πορτοφόλια κρυπτονομισμάτων είναι τα ψηφιακά ισοδύναμα των παραδοσιακών πορτοφολιών, επιτρέποντας στους χρήστες να αποθηκεύουν, να στέλνουν και να λαμβάνουν ψηφιακά νομίσματα με ασφάλεια. Κάθε πορτοφόλι κρυπτονομισμάτων συνοδεύεται από μια μοναδική διεύθυνση, η οποία λειτουργεί ως ο προορισμός για τη λήψη κεφαλαίων.

Τα πορτοφόλια μπορεί να είναι εφαρμογές λογισμικού ή και ειδικές φυσικές συσκευές υλικού (hardware wallets). Αυτά αποθηκεύουν τα κρυπτογραφικά κλειδιά που παρέχουν πρόσβαση στα ψηφιακά περιουσιακά στοιχεία του χρήστη. Η ασφάλεια είναι πρωταρχικής σημασίας στο σχεδιασμό του πορτοφολιού, καθώς οποιαδήποτε μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση θα μπορούσε να οδηγήσει σε απώλεια κεφαλαίων.

Ένα πορτοφόλι κρυπτονομισμάτων συσχετίζεται με μία ή περισσότερες διευθύνσεις, οι οποίες είναι αλφαριθμητικές συμβολοσειρές που αντιπροσωπεύουν τον προορισμό για συναλλαγές κρυπτονομισμάτων. Αυτές οι διευθύνσεις είναι δημόσιες και μπορούν να κοινοποιηθούν με άλλους για λήψη πληρωμών. Ωστόσο, τα ιδιωτικά κλειδιά που σχετίζονται με αυτές τις διευθύνσεις πρέπει να παραμένουν κρυφά για να διασφαλιστεί η ασφάλεια του πορτοφολιού.

Για να μην χαθεί η πρόσβαση σε ένα πορτοφόλι, παρέχεται στους χρήστες μια βασική φράση (seed phrase), γνωστή και ως φράση ανάκτησης ή μνημονική φράση (recovery or mnemonic phrase), κατά τη διαδικασία ρύθμισης του πορτοφολιού. Αυτή είναι μια ακολουθία λέξεων, που συνήθως αποτελείται από 12 έως 24 λέξεις και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάκτηση των ιδιωτικών κλειδιών του πορτοφολιού. Είναι πολύ κρίσιμο η φράση αυτή να αποθηκεύεται με

ασφάλεια, εκτός διαδικτύου και μακριά από αδιάκριτα βλέμματα, καθώς όποιος την κατέχει, έχει πρόσβαση στα περιεχόμενα του πορτοφολιού.

## Ethereum και Smart Contracts

Το Bitcoin, όπως αναφέρθηκε, έφερε μία επανάσταση στην οικονομία. Η τεχνολογία του blockchain, εισήγαγε ένα διαφανές και ανθεκτικό σε παραβιάσεις σύστημα συναλλαγών. Το Bitcoin βέβαια, επικεντρώθηκε κυρίως στις συναλλαγές ψηφιακών μετρητών peer-to-peer και στην έννοια ασφαλούς αποθήκευσης αξίας. Αυτό που πήγε την τεχνολογία blockchain ένα βήμα παρακάτω και τις έδωσε νέες πρωτοφανείς και συναρπαστικές ιδιότητες ήταν το Ethereum με την πρωτοποριακή ιδέα των έξυπνων συμβολαίων (11).

Το Ethereum (12), που ξεκίνησε το 2015 από τον Vitalik Buterin και μια ομάδα προγραμματιστών, επέκτεινε τις δυνατότητες του blockchain πέρα από τις απλές συναλλαγές. Το Ethereum (13) εισήγαγε την ιδέα μιας αποκεντρωμένης πλατφόρμας ανοιχτού κώδικα, όπου οι προγραμματιστές θα μπορούσαν να δημιουργήσουν και να αναπτύξουν εφαρμογές που θα τρέχουν στο καταμεμημένο δίκτυο αυτόματα χωρίς να χρειάζονται μεσάζοντες. Η πλατφόρμα αυτή, σχεδιάστηκε για να υποστηρίζει όχι μόνο ένα εγγενές κρυπτονόμισμα (Ether, ή ETH) αλλά και ένα νέο είδος αυτοεκτελούμενου προγράμματος γνωστό ως έξυπνο συμβόλαιο.

## Ethereum Virtual Machine (EVM)

Η καρδιά του οικοσυστήματος του Ethereum είναι η εικονική μηχανή Ethereum (Ethereum Virtual Machine - EVM) (14), που επιτρέπει την εκτέλεση έξυπνων συμβολαίων και αποκεντρωμένων εφαρμογών (DApps). Το EVM είναι μια αποκεντρωμένη Turing-complete εικονική μηχανή που τρέχει σε κάθε κόμβο Ethereum, διασφαλίζοντας τη συναίνεση σε όλο το δίκτυο σχετικά με την εκτέλεση του κώδικα.

Το EVM λειτουργεί εκτελώντας εντολές bytecode, οι οποίες παράγονται από γλώσσες προγραμματισμού υψηλού επιπέδου όπως η Solidity. Όταν ένα έξυπνο συμβόλαιο αναρτάται στο δίκτυο του Ethereum, ο κώδικάς του μεταγλωττίζεται σε bytecode, καθιστώντας το εκτελέσιμο από το EVM. Η αποκεντρωμένη φύση του EVM διασφαλίζει ότι όλοι οι συμμετέχοντες κόμβοι φτάνουν σε συμφωνία σχετικά με τα αποτελέσματα της εκτέλεσης του συμβολαίου.

Ένα από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του EVM είναι η ντετερμινιστική του φύση. Δεδομένων των ίδιων εισόδων και συνθηκών, το EVM θα παράγει τα ίδια αποτελέσματα σε όλους τους κόμβους του δικτύου, διασφαλίζοντας ότι η συμπεριφορά των έξυπνων συμβολαίων θα είναι προβλέψιμη και συνεπής.

## Layer 2 blockchains

Καθώς η υιοθέτηση της τεχνολογίας blockchain συνεχίζει να αυξάνεται, αυξάνονται και οι προκλήσεις της επεκτασιμότητας και της διατήρησης χαμηλού κόστους χρήσης του δικτύου. Το

Ethereum δυσκολεύεται να εξυπηρετήσει τους συνεχώς αυξανόμενους χρήστες και συναλλαγές ανά δευτερόλεπτο με αποτέλεσμα την αύξηση των χρεώσεων σε κάθε συναλλαγή (gas fees). Για την αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων, έχει προκύψει η έννοια των blockchain επιπέδου 2 (layer 2's) και άλλες λύσεις κλιμάκωσης.

Τα layer 2 blockchains, είναι νέα δίκτυα που χρησιμοποιούν τα layer 1 (π.χ. Ethereum) ως βάση για την ασφάλεια και την κατοχύρωση των συναλλαγών τους. Ένα block με πολλά transactions στο layer 2, περνάει ως ένα transaction στο layer 1. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα όλοι οι χρήστες που έκαναν συναλλαγές στο 2<sup>ο</sup> επίπεδο, να μοιράζονται τα έξοδα μίας συναλλαγής στο 1<sup>ο</sup> επίπεδο, πετυχαίνοντας έτσι χαμηλότερο κόστος.

### Αποκεντρωμένες εφαρμογές (DApps)

Οι Αποκεντρωμένες Εφαρμογές (Decentralized Applications - DApps) (15) αντιπροσωπεύουν μια θεμελιώδη αλλαγή στον τρόπο κατασκευής και λειτουργίας των εφαρμογών λογισμικού. Σε αντίθεση με τις παραδοσιακές εφαρμογές, οι οποίες βασίζονται σε κεντρικούς διακομιστές και βάσεις δεδομένων, τα DApps λειτουργούν σε αποκεντρωμένα δίκτυα, αξιοποιώντας κατά κύριο λόγο την τεχνολογία blockchain.

Τα DApps ενσωματώνουν τις αρχές της αποκέντρωσης, της διαφάνειας και της εξάλειψης της ανάγκης για εμπιστοσύνη σε τρίτους. Συνήθως αποτελούνται από δύο κύρια στοιχεία: έξυπνες συμβόλαια που εκτελούνται σε πλατφόρμες blockchain όπως το Ethereum και διεπαφές χρήστη που αλληλεπιδρούν με αυτά τα έξυπνα συμβόλαια. Τα DApps διευκολύνουν τις άμεσες αλληλεπιδράσεις peer-to-peer χωρίς την ανάγκη για μεσάζοντες και προσφέρουν στους χρήστες μεγαλύτερο έλεγχο στα δεδομένα τους.

Ένα ακόμα βασικό χαρακτηριστικό τους είναι πως σχεδόν πάντα, τα DApps είναι προγράμματα ανοιχτού κώδικα. Αυτό σημαίνει ότι ο κώδικας που καθορίζει τη συμπεριφορά ενός DApp είναι προσβάσιμος σε οποιονδήποτε, ενισχύοντας τη συνεργασία και την καινοτομία εντός της κοινότητας προγραμματιστών. Τα DApps είναι συχνά δημιουργήματα συλλογικής προσπάθειας μιας κοινότητας, με συντελεστές και χρήστες να συμμετέχουν ενεργά στην ανάπτυξη και την βελτίωση τους.

Αυτές οι εφαρμογές χρησιμοποιούνται ήδη σήμερα σε πολλούς τομείς. Αυτοί περιλαμβάνουν εφαρμογές στον τομέα των οικονομικών, των τυχερών παιχνιδιών, της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας κλπ.

### Solidity – Η πιο διαδεδομένη γλώσσα προγραμματισμού έξυπνων συμβολαίων

Η Solidity είναι μια γλώσσα προγραμματισμού ειδικά σχεδιασμένη για την ανάπτυξη έξυπνων συμβολαίων στην πλατφόρμα Ethereum και σε όλα τα υπόλοιπα blockchains που στηρίζονται σε EVM. Η σύνταξη της Solidity έχει επιρροές από πολλές γνωστές γλώσσες προγραμματισμού όπως η JavaScript, η Python και η C++. Το γεγονός αυτό την καθιστά πολύ φιλική και εύκολη για ένα ευρύ φάσμα προγραμματιστών.

Ένα από τα βασικά προτερήματα της Solidity είναι ότι εστιάζει στην ασφάλεια. Δεδομένης της αμετάβλητης φύσης του blockchain, τα σφάλματα ή τα τρωτά σημεία στα έξυπνα συμβόλαια μπορεί να είναι καταστροφικά. Γι'αυτό, η Solidity προσφέρει διάφορους μηχανισμούς ασφαλείας και βέλτιστες πρακτικές για να βοηθήσει τους προγραμματιστές να συντάξουν ασφαλή συμβόλαια, ελαχιστοποιώντας τον κίνδυνο τρωτών σημείων.

Η δημοτικότητα της Solidity έχει αυξηθεί σημαντικά και πλέον αποτελεί ένα ζωντανό οικοσύστημα προγραμματιστών, εργαλείων και πόρων. Αυτό το οικοσύστημα ολοκληρωμένα περιβάλλοντα ανάπτυξης (IDEs) και εργαλεία ελέγχου, όλα με στόχο την συστηματοποίηση της διαδικασίας ανάπτυξης έξυπνων συμβολαίων και την ενίσχυση της ασφάλειας του κώδικα.

## Έξυπνα Συμβόλαια

Τα έξυπνα συμβόλαια (smart contracts) (16) είναι αυτοεκτελούμενες συμφωνίες με τους όρους της σύμβασης απευθείας γραμμένους σε κώδικα. Εκτελούνται στο blockchain αυτόματα όταν πληρούνται προκαθορισμένες συνθήκες. Τα έξυπνα συμβόλαια εξαλείφουν την ανάγκη για μεσάζοντες στις συμβατικές συμφωνίες και συμβόλαια, όπως σε τράπεζες, δικηγόρους ή συμβολαιογράφους, καθώς έχουν σχεδιαστεί για να επιβάλλουν μόνα τους τους όρους της σύμβασης με βάση προκαθορισμένους κανόνες. Ο αυτοματισμός αυτός απλοποιεί τις διαδικασίες και μειώνει τα κόστη.

Τα χαρακτηριστικά τους αυτά είναι πολύ σημαντικά επειδή εξασφαλίζουν την διαφάνεια και εξαλείφουν την ανάγκη για εμπιστοσύνη σε τρίτους να τηρήσουν την συμφωνία. Οι εμπλεκόμενοι μπορούν να εμπιστευτούν ότι ο κώδικας θα τρέξει ακριβώς όπως είναι γραμμένος, μειώνοντας τον κίνδυνο απάτης και το ρίσκο μη τήρησης των όρων. Επίσης, εφόσον τρέχουν στο blockchain, εξασφαλίζουν πως άπαξ και καταγραφούν οι όροι, θα είναι αδύνατο να μεταβληθούν.

Ένα ακόμα πολύ σημαντικό πλεονέκτημα των έξυπνων συμβολαίων είναι η ασφάλεια. Χάρη στο blockchain, τα έξυπνα συμβόλαια χρησιμοποιούν κρυπτογραφικές τεχνικές για την ασφάλεια των συναλλαγών και την εκτέλεση τους. Τέλος, εφόσον είναι προγράμματα, οι δυνατότητες και οι εφαρμογές είναι αμέτρητες. Τα έξυπνα συμβόλαια μπορούν να εφαρμοστούν σε ένα ευρύ φάσμα περιπτώσεων χρήσης πέρα από τι χρηματοοικονομικές συναλλαγές. Σήμερα έχουν βρει ήδη εφαρμογή στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας, στα συστήματα ψηφοφορίας και σε πολλούς άλλους τομείς (17) (18).

## Η αξία της αποκέντρωσης

Η αποκέντρωση (19) βρίσκεται στον πυρήνα της τεχνολογίας blockchain, του Ethereum και των έξυπνων συμβολαίων και η σημασία της είναι πολύ μεγάλη. Αποκέντρωση σημαίνει ότι καμία μεμονωμένη οντότητα ή αρχή δεν έχει μονομερή έλεγχο σε ένα δίκτυο ή ένα σύστημα. Αντίθετα, η εξουσία για τη λήψη αποφάσεων κατανέμεται σε ένα δίκτυο συμμετεχόντων. Στο πλαίσιο του blockchain και των έξυπνων συμβολαίων, η αποκέντρωση έχει πολλά οφέλη.

Πρώτον, η αποκέντρωση ενισχύει την εμπιστοσύνη μειώνοντας την εξάρτηση από μεσάζοντες και κεντρικές αρχές. Μετριάζει τους κινδύνους που σχετίζονται με μεμονωμένα σημεία αποτυχίας (single point of failure) και πιθανές καταχρήσεις εξουσίας. Αυτή η εμπιστοσύνη είναι ιδιαίτερα κρίσιμη σε περιπτώσεις όπως η διανομή δικαιωμάτων εκμετάλλευσης, όπου οι δημιουργοί εξαρτώνται συχνά από μεσάζοντες και πλατφόρμες να τους αποζημιώσουν δίκαια και έγκαιρα για τη δουλειά τους.

Δεύτερον, η αποκέντρωση προσφέρει ασφάλεια. Τα παραδοσιακά κεντρικά συστήματα είναι ευάλωτα σε κυβερνοεπιθέσεις και παραβιάσεις δεδομένων, καθώς έχουν μεμονωμένα σημεία αποτυχίας και πολύ συχνά αποτελούν ελκυστικούς στόχους για κακόβουλους χάκερ. Αντίθετα, τα αποκεντρωμένα συστήματα είναι εγγενώς πιο ανθεκτικά σε επιθέσεις επειδή δεν διαθέτουν ένα ενιαίο, ευάλωτο σημείο εισόδου.

Η αποκέντρωση προωθεί επίσης τη συμπερίληψη. Ανοίγει τις πόρτες σε συμμετέχοντες από διαφορετικά υπόβαθρα και περιοχές, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που δεν έχουν πρόσβαση στην παραδοσιακή χρηματοοικονομική υποδομή. Αυτή η περιεκτικότητα ευθυγραμμίζεται και με τον στόχο μας, δηλαδή της παροχής δίκαιης κατανομής δικαιωμάτων σε δημιουργούς σε όλο τον κόσμο.

Τέλος, η αποκέντρωση ενδυναμώνει τα άτομα. Τους παρέχει μεγαλύτερο έλεγχο στα περιουσιακά στοιχεία, τα δεδομένα και τις αλληλεπιδράσεις τους. Στο πλαίσιο της διανομής δικαιωμάτων, οι δημιουργοί θα μπορούν μεγαλύτερη αυτονομία και διαφάνεια στη διαχείριση των κερδών τους, καθώς θα εξαιρεθεί η εξάρτησή τους από τρίτους.



## Κεφάλαιο 3: Λειτουργικός Σχεδιασμός RPMS

Πιστεύουμε ακράδαντα πως το blockchain και τα έξυπνα συμβόλαια αποτελούν μια ιδανική λύση για την αντιμετώπιση των ζητημάτων που παρατηρούνται στη διανομή των πνευματικών δικαιωμάτων σήμερα (20). Για το λόγο αυτό, στην παρούσα εργασία θα παρουσιάσουμε το Royalty & Payment distribution management system (RPMS), ένα έξυπνο συμβόλαιο σχεδιασμένο να δώσει την πολυπόθητη λύση που αναζητούν οι δημιουργοί.

### Γιατί Blockchain και Smart Contracts;

Η επιλογή να χρησιμοποιήσουμε την τεχνολογία του blockchain και των έξυπνων συμβολαίων προκύπτει από τη βαθιά κατανόηση των προκλήσεων που μαστίζουν τον παραδοσιακό κλάδο πληρωμών δικαιωμάτων εκμετάλλευσης. Η τεχνολογία Blockchain προσφέρει μια επαναστατική και απολύτως ταιριαστή προσέγγιση για την αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων, επειδή από τη φύση της, προσφέρει εμπιστοσύνη, διαφάνεια και αυτοματοποίηση, που είναι ακριβώς τα χαρακτηριστικά που λείπουν από τη διαδικασία διανομής δικαιωμάτων εκμετάλλευσης.

Το αμετάβλητο και διαφανές ledger του blockchain διασφαλίζει ότι όλες οι πληροφορίες για τον υπολογισμό των δικαιωμάτων, οι κινήσεις των κεφαλαίων και οι πληρωμές καταγράφονται με τρόπο που δεν παραβιάζεται και είναι διαθέσιμες σε όλους. Αυτή η διαφάνεια αλλάζει τα μέχρι τώρα δεδομένα, καθώς δίνει τη δυνατότητα στους δημιουργούς να παρακολουθούν εύκολα και επακριβώς όλη τη διαδικασία. Οι μέρες της αδιαφάνειας και της αβεβαιότητας μπορούν πλέον να γίνουν παρελθόν.

Η λογική με την οποία θα υπολογίζονται και θα γίνονται οι πληρωμές θα είναι συμφωνημένη από πριν και προγραμματισμένη στο έξυπνο συμβόλαιο. Εφόσον το έξυπνο συμβόλαιο είναι αυτοεκτελούμενος κώδικας στο blockchain, εισάγει πλέον την αυτοματοποίηση στη διανομή δικαιωμάτων και δεν χρειάζονται πλέον οι μεσάζοντες που εισήγαγαν και το θέμα της εμπιστοσύνης.

Η εξάλειψη των χειροκίνητων διεργασιών και όλων των μεσαζόντων μειώνει τον κίνδυνο σφαλμάτων, μειώνει το κόστος και ενισχύει την αποτελεσματικότητα. Τα χρήματα δεν είναι ανάγκη να περνούν μέσα από τράπεζες και άλλους οργανισμούς, αλλά βρίσκονται σε πορτοφόλια πάνω στο blockchain. Οι πληρωμές εκτελούνται άμεσα και αυτόματα από το συμβόλαιο, ελαχιστοποιώντας τις καθυστερήσεις και τις χρεώσεις, με αποτέλεσμα οι δημιουργοί να έχουν γρήγορη πρόσβαση σε μεγαλύτερο μέρος των κερδών.

Η αποκεντρωμένη φύση του blockchain επίσης, διασφαλίζει ότι η διανομή δικαιωμάτων δεν δεσμεύεται από γεωγραφικά όρια. Δημιουργοί από όλες τις γωνιές του πλανήτη μπορούν να συμμετέχουν στην ψηφιακή οικονομία με ευκολία. Αυτή η συμμετοχή ανοίγει πόρτες για



αναδυόμενα ταλέντα και προσφέρει ίσες ευκαιρίες για όλους τους δημιουργούς, ανεξάρτητα από την τοποθεσία ή τους πόρους τους.

Τέλος, οι ισχυροί μηχανισμοί ασφάλειας του blockchain προστατεύουν τις πληρωμές δικαιωμάτων από απειλές στον κυβερνοχώρο και μη εξουσιοδοτημένες κακόβουλες ενέργειες. Μόλις καταγραφούν στο blockchain, οι συναλλαγές είναι ανθεκτικές στην παραποίηση και την απάτη, ενισχύοντας τη συνολική ασφάλεια του οικοσυστήματος πληρωμών.

Εύκολα συμπεραίνουμε λοιπόν, ότι η τεχνολογία blockchain, και των έξυπνων συμβολαίων, προσφέρουν μια ταιριαστή και πλήρη λύση στις προκλήσεις που αντιμετωπίζει ο κλάδος πληρωμών δικαιωμάτων εκμετάλλευσης. Καθώς θα εξηγήσουμε παρακάτω την λειτουργία του RPMS, θα γίνει πλήρως σαφές το γιατί αυτή η τεχνολογία μπορεί φέρει επανάσταση στον κλάδο και να δημιουργήσει ένα πιο δίκαιο μέλλον για τους δημιουργούς.

### Λειτουργίες του συστήματος και βασικές έννοιες

Αρχικά θα εξηγήσουμε τις κυριότερες λειτουργίες του RPMS και θα εισάγουμε κάποιες βασικές έννοιες.

#### Contribution

Όπως αναφέραμε, ένα πολύ σημαντικό χαρακτηριστικό του RPMS είναι πως αποθηκεύει με ασφάλεια στο blockchain τα δεδομένα που θα χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό των δικαιωμάτων. Εισάγουμε την έννοια του contribution, που ουσιαστικά μεταφράζεται σε πνευματικά δικαιώματα. Είναι ένας τρόπος να μετρήσουμε τη συνεισφορά του κάθε δικαιούχου και επομένως το ποσό που του αναλογεί να λάβει ως πληρωμή.

Έχουμε λοιπόν ένα contribution map αποθηκευμένο “on chain” στο smart contract στο δίκτυο του Ethereum, το οποίο μπορεί να ανανεώνεται ανά πάσα χρονική στιγμή. Το κόστος (gas fees) μπορεί να είναι μεγάλο για την αποθήκευση πολλών δεδομένων ή τη συχνή ανανέωσή τους. Στην παρούσα φάση δεν μας απασχολεί αυτό καθώς ο βασικός στόχος μας, όπως προαναφέρθηκε, είναι τα δεδομένα αυτά να είναι public και immutable. Το κόστος θα μπορούσε να μειωθεί στη συνέχεια με πολλούς τρόπους. Είτε χρησιμοποιώντας διαφορετικούς τύπους δεδομένων, είτε φθηνότερα blockchains, είτε layer 2’s όπως το Polygon για το Ethereum.

Στην παρούσα εργασία δεν ασχολούμαστε με τον τρόπο υπολογισμού του contribution καθώς αυτό είναι ένα σύνθετο ζήτημα και θα μπορούσε να είναι αντικείμενο άλλων διπλωματικών, διδακτορικών ή ερευνητικών προγραμμάτων. Για παράδειγμα, σε μια ομάδα προγραμματιστών που δημιουργούν ένα σύστημα λογισμικού ποια θα μπορούσαν να είναι τα κριτήρια που θα καθορίσουν το πόση αξία έχει η συνεισφορά του καθενός; Οι γραμμές κώδικα; Τα commits; Οι ώρες εργασίας; Κανένα από αυτά δεν μπορεί από μόνο του να μας δώσει αντιπροσωπευτική εικόνα. Είναι φανερό πως χρειάζεται μια συνολική αξιολόγηση και σύνθετα κριτήρια.

Θεωρούμε επομένως πως με κάποιο τρόπο το contribution υπολογίζεται και εισέρχεται στο σύστημά μας όπου αποθηκεύεται. Στη συνέχεια θα αναφερόμαστε σε αυτόν ως “contribution map”. Ένα παράδειγμα ενός contribution map θα μπορούσε να είναι το παρακάτω:

Developer's name	Developer's address	Contribution points
George	0x9D7...6BE8	53
Greg	0x6F3...4MD5	28
Fotis	0xDD2...JD3J	114

#### Συλλογή χρημάτων προς διαμοιρασμό, Δωρεές/Πωλήσεις

Όπως προαναφέρθηκε, τα συνολικά «χρήματα» προς διαμοιρασμό στους δικαιούχους (που στην περίπτωσή μας είναι σε νόμισμα ETH) συλλέγονται στο RPMS. Αυτά μπορεί να προέρχονται είτε από δωρεές, είτε πωλήσεις, ανάλογα με την περίπτωση χρήσης. Το γεγονός πως βρίσκονται στο blockchain, προσφέρει τη δυνατότητα να είναι διαθέσιμο σε όλους ανά πάσα στιγμή το ποσό καθώς και το ιστορικό όλων των συναλλαγών. Επιτυγχάνουμε έτσι τη διαφάνεια, παρακάμπτουμε τους μεσάζοντες και την ανάγκη για έμπιστα τρίτα μέρη, μειώνουμε το κόστος και τις καθυστερήσεις.

#### Πληρωμές δικαιωμάτων εκμετάλλευσης

Όταν αυτό αποφασιστεί, το συμβόλαιο έχει τη δυνατότητα να υπολογίσει ακριβώς το ποσό που αναλογεί στον καθένα χρησιμοποιώντας τα δεδομένα του contribution map και στη συνέχεια να στείλει αυτόματα και ταυτόχρονα σε όλους τους contributors τα χρήματα. Αυτό συμβαίνει επειδή το συμβόλαιο έχει αποθηκευμένες τις διευθύνσεις των πορτοφολιών των δικαιούχων και αφού εφαρμόσει τη λογική υπολογισμού, εκτελεί απλές συναλλαγές μεταφοράς ETH στο δίκτυο του Ethereum.

Για άλλη μια φορά, το δημόσιο κατανεμημένο ledger του blockchain, προσφέρει τη δυνατότητα να είναι διαθέσιμο σε όλους ανά πάσα στιγμή το ιστορικό όλων των συναλλαγών. Επιτυγχάνουμε έτσι τη διαφάνεια, παρακάμπτουμε τους μεσάζοντες και την ανάγκη για έμπιστα τρίτα μέρη, μειώνουμε το κόστος και τις καθυστερήσεις.



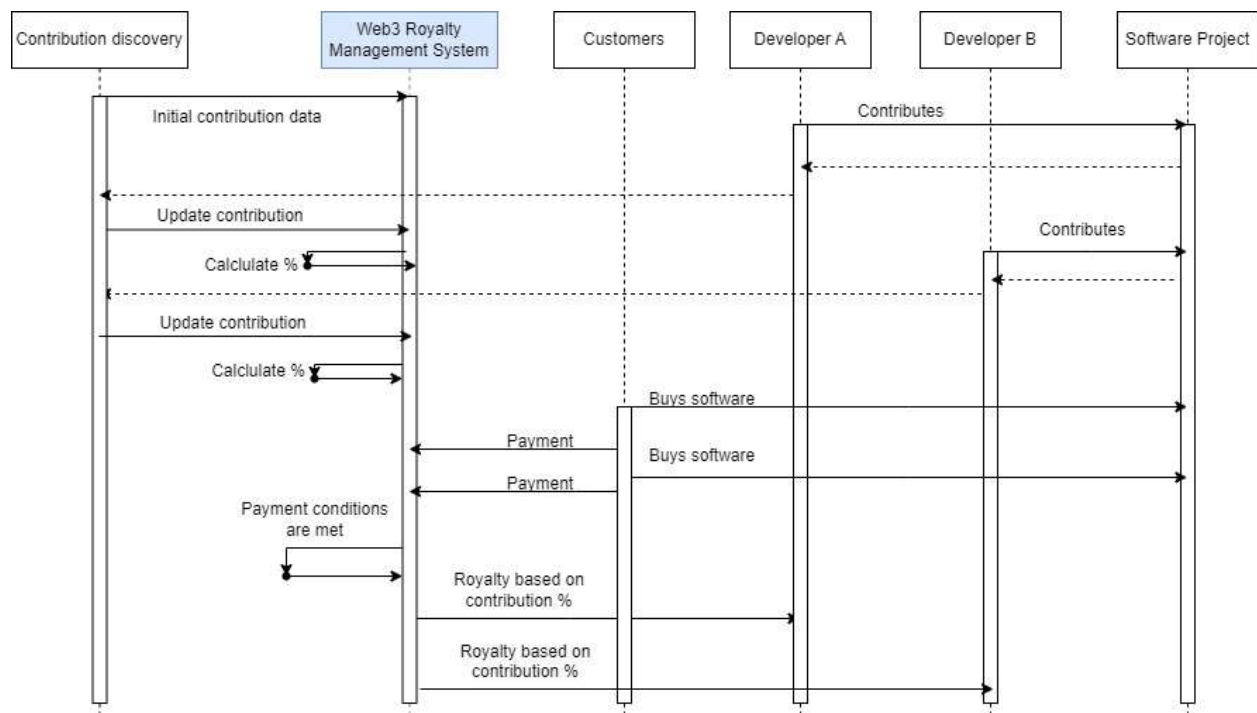
## Κεφάλαιο 4: Υλοποίηση του Royalty & Payment distribution management system

Το Royalty & Payment distribution management system, είναι ένα smart contract γραμμένο σε Solidity για τύπου Ethereum Virtual Machine (EVM) blockchains. Το smart contract αποθηκεύει έναν πίνακα με τους εμπλεκόμενους που έχουν προσφέρει και χρήζουν αμοιβής. Στη συνέχεια υπολογίζει το μερίδιο του καθενός και τα μοιράζει αυτόματα σε όλους.

Στα σχήματα και στα παραδείγματα στη συνέχεια του κεφαλαίου θεωρούμε πως το RPMS εφαρμόζεται σε μια ομάδα προγραμματιστών που δημιούργησαν και διατηρούν ένα σύστημα λογισμικού. Αυτό το σενάριο χρήσης θα αναλυθεί εκτενώς στο επόμενο κεφάλαιο.

### Λειτουργία του συστήματος

#### Sequence Diagram



## Εργαλεία ανάπτυξης του έξυπνου συμβολαίου

### Γλώσσα προγραμματισμού Solidity

Όπως αναφέρθηκε, η αποκεντρωμένη εφαρμογή θα λειτουργεί πάνω στο δίκτυο του Ethereum. Το έξυπνο συμβόλαιο γράφτηκε στη γλώσσα προγραμματισμού Solidity (21), η οποία είναι η δημοφιλέστερη και η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη γλώσσα για smart contracts. Είναι αντικειμενοστραφής, με τα συμβόλαια να ορίζονται ως αντικείμενα, και υψηλού επιπέδου γλώσσα. Τέλος, είναι πολύ σημαντικό η υλοποίηση να γίνει όσο πιο αποδοτικά και ποιοτικά γίνεται για να μειωθεί όσο περισσότερο γίνεται το κόστος. Σε αυτό βοήθησαν σημαντικά οι βιβλιοθήκες του οργανισμού OpenZeppelin (22) και του Ethers (23).

Κάθε “deployment” στο blockchain, καθώς και κάθε κλήση συνάρτησης κοστίζει “gas fees” στο δίκτυο του Ethereum. Για το λόγο αυτό, κρίνεται απαραίτητο η υλοποίηση να γίνει με τέτοιο τρόπο ώστε το κόστος να ελαχιστοποιείται.

Πέρα από το Ethereum, το σύστημά μας μπορεί να λειτουργήσει και πάνω σε οποιοδήποτε blockchain που στηρίζεται στο Ethereum Virtual Machine (EVM) όπως για παράδειγμα το Polygon, Avalanche, Binance chain κλπ.

### Remix IDE

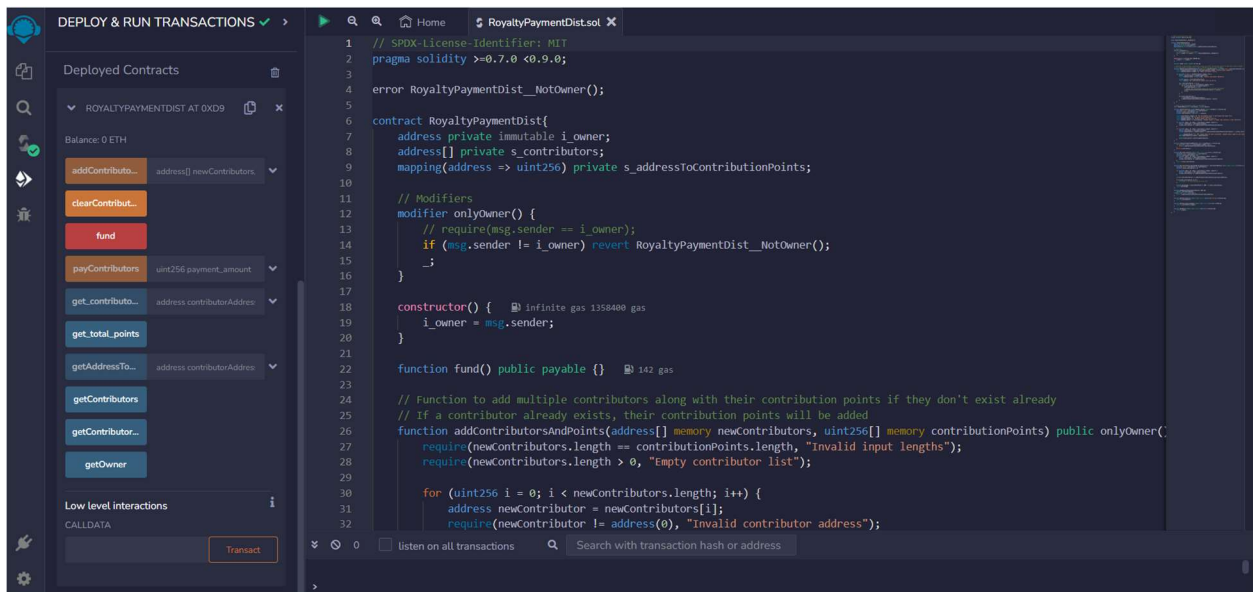
Το Remix IDE είναι ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης ανοιχτού κώδικα (IDE) ειδικά σχεδιασμένο για προγραμματισμό, δοκιμή και ανάπτυξη έξυπνων συμβολαίων στο blockchain Ethereum και στα διάφορα δοκιμαστικά δίκτυά του. Είναι ένα δημοφιλές εργαλείο μεταξύ των προγραμματιστών του web 3, ιδιαίτερα εκείνων που εργάζονται με το Ethereum, καθώς προσφέρει ένα φιλικό προς τον χρήστη και πλούσιο σε δυνατότητες περιβάλλον για τη σύνταξη και τη διαχείριση έξυπνων συμβολαίων.

Το Remix IDE προσφέρει ένα πρόγραμμα συγγραφής και επεξεργασίας κώδικα (code editor) με δυνατότητες επισήμανσης σύνταξης και αυτόματης συμπλήρωσης για τη σύνταξη έξυπνων συμβολαίων στο Ethereum. Συνοδεύεται επίσης, από έναν ενσωματωμένο μεταγλωττιστή Solidity που επιτρέπει στους προγραμματιστές να μεταγλωττίζουν τα έξυπνα συμβόλαιά τους απευθείας μέσα στο IDE. Επιπρόσθετα, παρέχει λεπτομερή μηνύματα σφάλματος και προειδοποιήσεις για να βοηθήσει τους προγραμματιστές να εντοπίσουν και να διορθώσουν προβλήματα στον κώδικά τους.

Ένα πολύ σημαντικό χαρακτηριστικό του είναι ότι προσφέρει ανάλυση στατικού κώδικα για τον εντοπισμό πιθανών τρωτών σημείων ή κινδύνων ασφαλείας. Το εργαλείο συνοδεύεται και από ένα ενσωματωμένο πρόγραμμα εντοπισμού σφαλμάτων (debugger) που επιτρέπει στους προγραμματιστές να επιθεωρήσουν τον κώδικα, τις μεταβλητές και να κατανοήσουν πώς συμπεριφέρεται το συμβόλαιο κατά την εκτέλεση.

Μία ακόμα εξαιρετική διευκόλυνση είναι ότι οι προγραμματιστές μπορούν να γράφουν και να εκτελούν τεστ για τα έξυπνα συμβόλαιά τους απευθείας μέσα στο Remix. Για την συγγραφή των τεστ υποστηρίζει JavaScript και Solidity.

Είναι κρίσιμο να επισημανθεί ότι το Remix προσφέρει και εργαλεία για την δημοσίευση (deployment) έξυπνων συμβολαίων στα διάφορα δίκτυα του Ethereum, συμπεριλαμβανομένων του mainnet και των δοκιμαστικών δικτύων. Υποστηρίζει επίσης ενσωμάτωση με δημοφιλείς εφαρμογές πορτοφολιού Ethereum όπως το MetaMask για τη διαχείριση λογαριασμών και συναλλαγών. Τέλος, για ακόμα μεγαλύτερη ευκολία, το IDE είναι διαθέσιμο από browser, οπότε δεν είναι αναγκαία η εγκατάσταση κάποιου λογισμικού.



The screenshot displays the Remix IDE interface. On the left, the 'DEPLOY & RUN TRANSACTIONS' panel is active, showing the 'Deployed Contracts' section for 'ROYALTYPAYMENTDIST AT 0XD9'. Below this, there are several interaction buttons: 'addContributors...', 'clearContributors...', 'fund', 'payContributors', 'get\_contributors...', 'get\_total\_points', 'getAddressTo...', 'getContributors', 'getContributor...', and 'getOwner'. The 'Low level interactions' section at the bottom left shows 'CALLDATA' and a 'Transact' button. The main editor area on the right contains Solidity code for the 'RoyaltyPaymentDist' contract. The code includes a pragma statement for Solidity version, an error function, a constructor, and a 'fund' function. A comment above the 'fund' function reads: '// Function to add multiple contributors along with their contribution points if they don't exist already // If a contributor already exists, their contribution points will be added'. The code also includes a loop to iterate through the 'newContributors' array and add them to the contract's state.

## Metamask

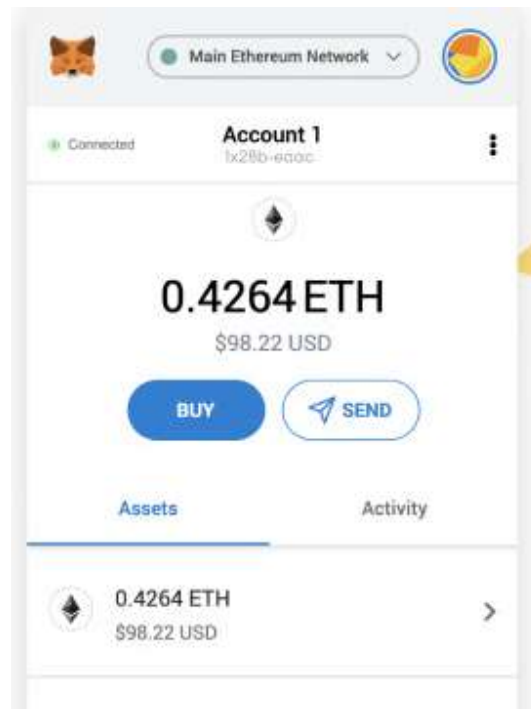
Για το deployment είναι απαραίτητη και η κατοχή μιας διεύθυνσης στο δίκτυο του Ethereum που θα είναι η διεύθυνση του ιδιοκτήτη, ο οποίος θα έχει αυξημένα δικαιώματα και θα μπορεί να καλεί όλες τις συναρτήσεις του συμβολαίου. Αυτό έγινε πολύ εύκολα με τη χρήση του πορτοφολιού κρυπτονομισμάτων Metamask (24). Είναι ένα browser extension διαθέσιμο σε όλους τους γνωστούς φυλλομετρητές και δίνει τη δυνατότητα αλληλεπίδρασης με Web 3 εφαρμογές. Στο πορτοφόλι του ιδιοκτήτη αλλά και σε οποιουδήποτε επιθυμεί να αλληλεπιδράσει με το έξυπνο συμβόλαιό μας, χρειάζεται να υπάρχουν αρκετά ETH για να καλύψουν τα κόστη των συναλλαγών.

Η βασικότερη λειτουργία του Metamask είναι ότι λειτουργεί ως πορτοφόλι κρυπτονομισμάτων για το δίκτυο του Ethereum. Παρέχει στους χρήστες τον έλεγχο των ιδιωτικών τους κλειδιών και των seed phrase τους. Οι χρήστες μπορούν να αλληλεπιδράσουν με ένα ευρύ φάσμα DApps που βασίζονται στο Ethereum χρησιμοποιώντας το MetaMask. Αυτό περιλαμβάνει αποκεντρωμένα χρηματιστήρια (DEX), πλατφόρμες δανεισμού, παιχνίδια, κοινωνικά δίκτυα και άλλα.

Το MetaMask επιτρέπει στους χρήστες να δημιουργούν πολλούς λογαριασμούς Ethereum σε ένα μόνο πορτοφόλι, διευκολύνοντας την οργάνωση και τη διαχείριση διαφορετικών περιουσιακών στοιχείων και δραστηριοτήτων. Οι χρήστες μπορούν επίσης να εισαγάγουν υπάρχοντες λογαριασμούς εάν έχουν τα ιδιωτικά κλειδιά ή τις seed phrases τους. Εκτός από το κεντρικό δίκτυο του Ethereum, το MetaMask υποστηρίζει διάφορα δοκιμαστικά δίκτυα Ethereum, καθώς και άλλα custom δίκτυα και όλα τα EVM chains όπως το Avalanche, το Binance Smart Chain κλπ.

Το MetaMask παρέχει μια λειτουργία ιστορικού συναλλαγών, επιτρέποντας στους χρήστες να ελέγχουν τις προηγούμενες συναλλαγές τους, συμπεριλαμβανομένων λεπτομερειών όπως χρονικές σημάνσεις, διευθύνσεις παραληπτών και ποσά συναλλαγών. Επίσης, ενσωματώνει ισχυρά μέτρα ασφαλείας για την προστασία των κεφαλαίων και των δεδομένων των χρηστών. Αυτό περιλαμβάνει τη χρήση ασφαλών θυρίδων, κρυπτογράφηση και τη δυνατότητα ρύθμισης προστασίας με κωδικό πρόσβασης.

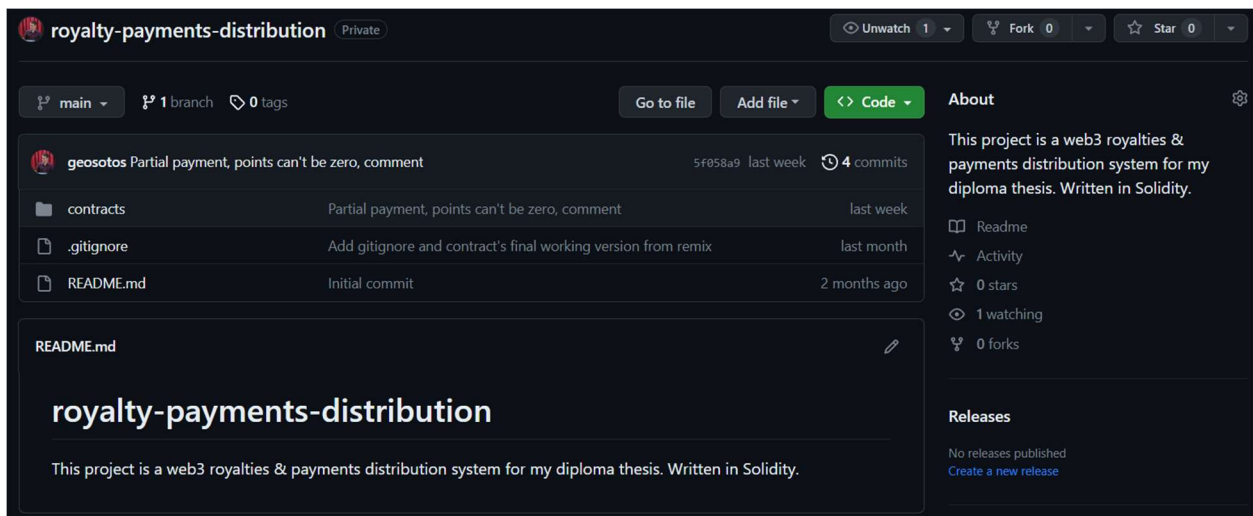
Τέλος, κατά την αρχική εγκατάσταση, το MetaMask δημιουργεί μια φράση ανάκτησης που μπορούν να χρησιμοποιήσουν οι χρήστες για να ανακτήσουν το πορτοφόλι τους εάν ξεχάσουν τον κωδικό πρόσβασής τους ή χάσουν την πρόσβαση στη συσκευή τους.



## Github

Το Github (25) αποτελεί ένα cloud-based λογισμικό. Είναι μια ευρέως χρησιμοποιούμενη πλατφόρμα που χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη λογισμικού, την αποθήκευση κώδικα, την αποθήκευση αλλαγών που πραγματοποιούνται και του ιστορικού τους, καθώς και την κοινοποίηση του εκάστοτε project σε άλλα άτομα.

Εκτός από υπηρεσία, το github συνιστά και μία κοινότητα, ένα social network προγραμματιστών, το οποίο τους δίνει την ευκαιρία να επικοινωνούν μεταξύ τους όπου κι αν βρίσκονται στον κόσμο. Το δίκτυο αυτό δίνει την δυνατότητα στους developers να προωθήσουν την δουλειά τους, δημιουργώντας την προσωπική τους σελίδα στην οποία αναδεικνύουν την δουλειά τους.



The screenshot shows a GitHub repository page for 'royalty-payments-distribution'. The repository is private and has 1 branch (main), 0 tags, 1 fork, and 0 stars. The repository description is: 'This project is a web3 royalties & payments distribution system for my diploma thesis. Written in Solidity.' The repository contains the following files and folders:

- contracts: Partial payment, points can't be zero, comment (last week)
- .gitignore: Add gitignore and contract's final working version from remix (last month)
- README.md: Initial commit (2 months ago)

The README.md file content is:

```
royalty-payments-distribution
```

This project is a web3 royalties & payments distribution system for my diploma thesis. Written in Solidity.

The right sidebar shows the 'About' section with the following information:

- Readme
- Activity
- 0 stars
- 1 watching
- 0 forks

The 'Releases' section shows: 'No releases published' and a link to 'Create a new release'.



## Etherscan

Το Etherscan είναι μια ευρέως χρησιμοποιούμενη πλατφόρμα εξερεύνησης και ανάλυσης για το blockchain Ethereum. Είναι ένας “block explorer” γιατί όπως λέει και το όνομά του μας φανερώνει τα δεδομένα που υπάρχουν στα blocks του Ethereum blockchain. Παρέχει στους χρήστες ένα ευρύ φάσμα εργαλείων και λειτουργιών για την εξερεύνηση, την παρακολούθηση και την ανάλυση συναλλαγών Ethereum, έξυπνων συμβολαίων, διευθύνσεων κλπ.

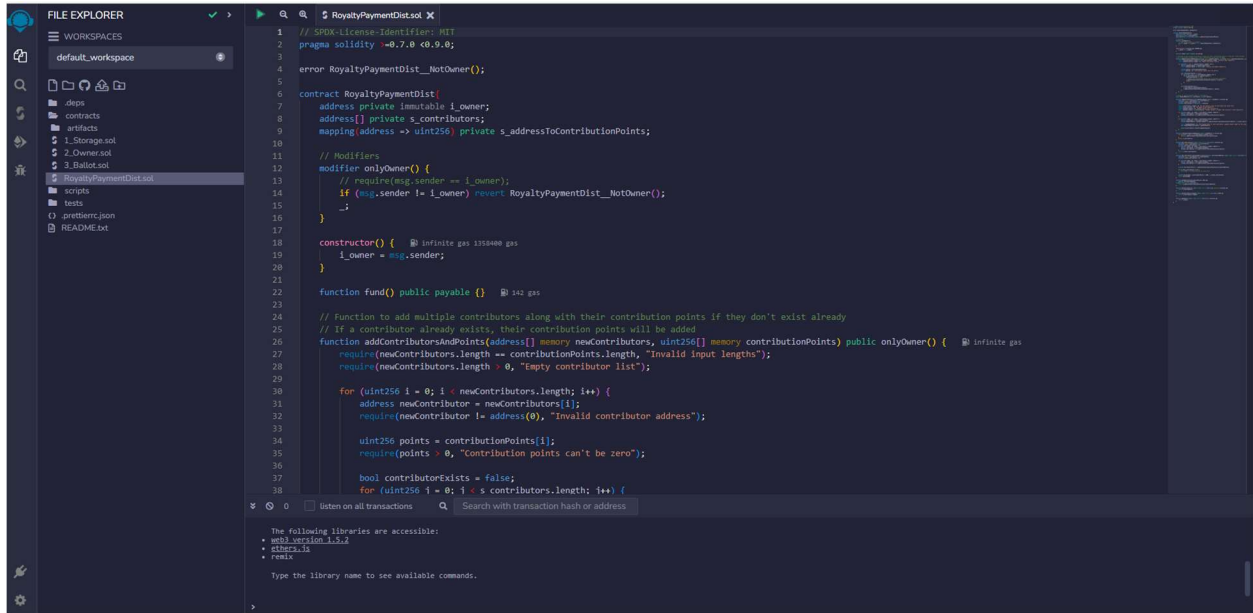
Το Etherscan χρησιμεύει για τους προγραμματιστές όσο και για τους λάτρεις του Ethereum και τους επενδυτές, προσφέροντας πληροφορίες για τις δραστηριότητες και τα δεδομένα του δικτύου.

The screenshot shows the Etherscan interface for a specific contract. The top navigation bar includes the Etherscan logo and menu items like Home, Blockchain, Tokens, NFTs, and Misc. The main header identifies the contract as `0x9ebB06a32239126cA3D9B284005c9f5b3F41B9eC`. Below this, there are three main sections: Overview, More Info, and Multi Chain. The Overview section shows an ETH balance of 0 and token holdings for AchillesNFT (ACH). The More Info section lists the contract creator and a token tracker. The Multi Chain section shows no addresses. The Transactions section is active, displaying a table of the latest 9 transactions, all of which are 'Mint New NFT' operations.

Transaction Hash	Method	Block	Age	From	To	Value	Txn Fee
<a href="#">0xb224eb05a5c72e82f...</a>	Mint New NFT	8079630	307 days 20 hrs ago	<a href="#">0x46e09B...CD9d97eC</a>	<a href="#">0x9ebB06...3F41B9eC</a>	0 ETH	0.00114157
<a href="#">0x4771d5fac1bf06b4d...</a>	Mint New NFT	8079413	307 days 21 hrs ago	<a href="#">0x46e09B...CD9d97eC</a>	<a href="#">0x9ebB06...3F41B9eC</a>	0 ETH	0.00114157
<a href="#">0x84407225afd13a19d...</a>	Mint New NFT	8079400	307 days 21 hrs ago	<a href="#">0x46e09B...CD9d97eC</a>	<a href="#">0x9ebB06...3F41B9eC</a>	0 ETH	0.00114157
<a href="#">0x8f37d079f0661c16c...</a>	Mint New NFT	8079370	307 days 22 hrs ago	<a href="#">0xFF148A...AFb31FC4</a>	<a href="#">0x9ebB06...3F41B9eC</a>	0 ETH	0.00116721
<a href="#">0x5d41e6b408ab17ffd...</a>	Mint New NFT	8079370	307 days 22 hrs ago	<a href="#">0x46e09B...CD9d97eC</a>	<a href="#">0x9ebB06...3F41B9eC</a>	0 ETH	0.00114156

## Διαδικασίας ανάπτυξης συμβολαίου και χρήση των εργαλείων

Μετά την οργάνωση και τον σχεδιασμό της αρχιτεκτονικής, ξεκίνησε η ανάπτυξη του έξυπνου συμβολαίου γράφοντας κώδικα σε Solidity στο ολοκληρωμένο περιβάλλον Remix.

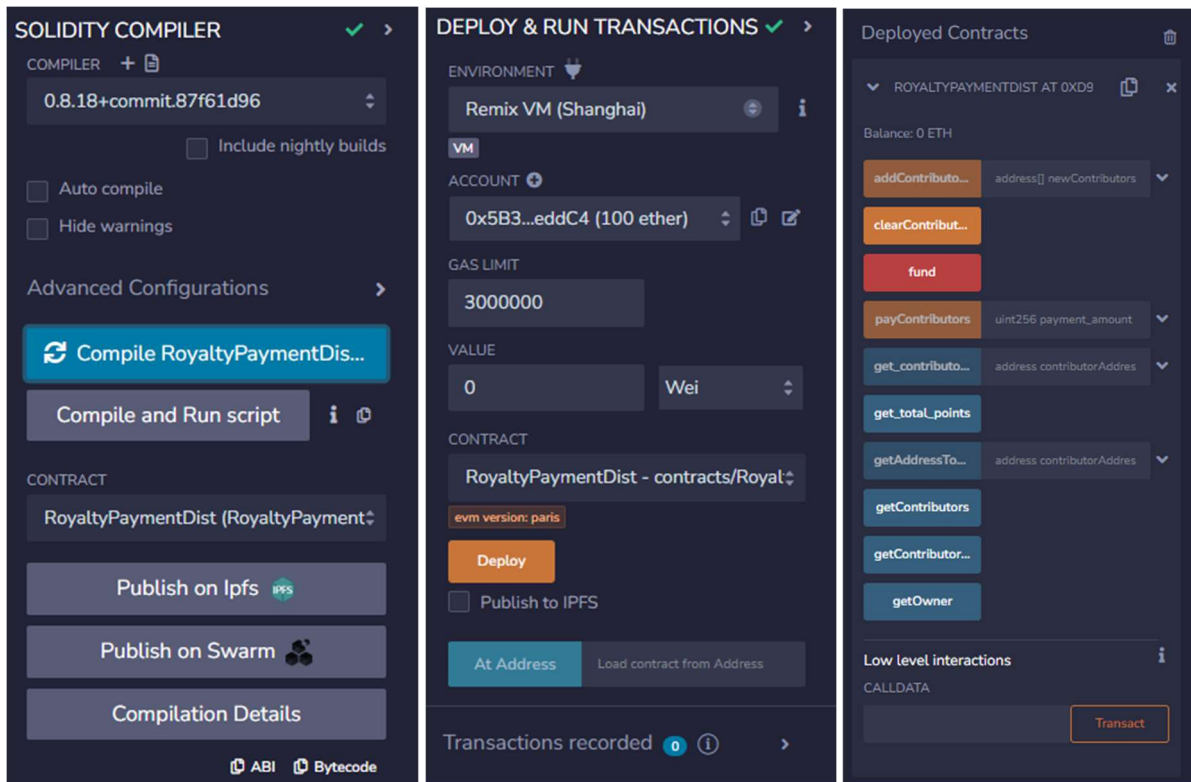


```
1 // SPDX-License-Identifier: MIT
2 pragma solidity ^0.7.0 <0.9.0;
3
4 error RoyaltyPaymentDist__NotOwner();
5
6 contract RoyaltyPaymentDist {
7     address private immutable i_owner;
8     address[] private s_contributors;
9     mapping(address -> uint256) private s_addressToContributionPoints;
10
11     // Modifiers
12     modifier onlyOwner() {
13         // require(msg.sender == i_owner);
14         if (msg.sender != i_owner) revert RoyaltyPaymentDist__NotOwner();
15     }
16
17     constructor() { @infinite gas 135000 gas
18         i_owner = msg.sender;
19     }
20
21     function fund() public payable { @ 342 gas
22
23
24     // Function to add multiple contributors along with their contribution points if they don't exist already
25     // If a contributor already exists, their contribution points will be added
26     function addContributorsAndPoints(address[] memory newContributors, uint256[] memory contributionPoints) public onlyOwner() { @infinite gas
27         require(newContributors.length == contributionPoints.length, "Invalid input lengths");
28         require(newContributors.length > 0, "Empty contributor list");
29
30         for (uint256 i = 0; i < newContributors.length; i++) {
31             address newContributor = newContributors[i];
32             require(newContributor != address(0), "Invalid contributor address");
33
34             uint256 points = contributionPoints[i];
35             require(points > 0, "Contribution points can't be zero");
36
37             bool contributorExists = false;
38             for (uint256 j = 0; j < s_contributors.length; j++) {
```

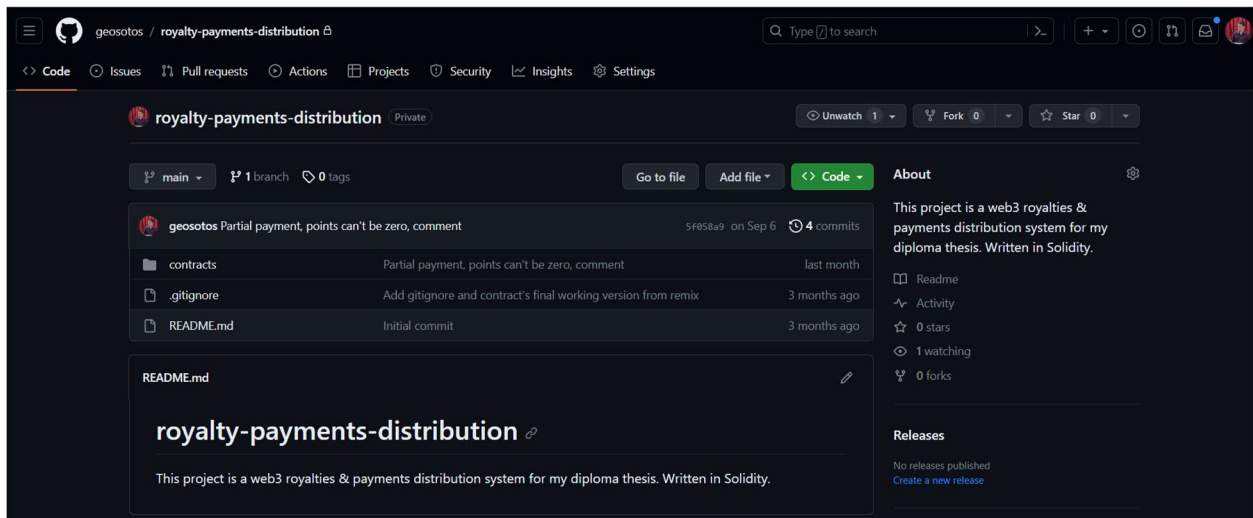
Ανά τακτά χρονικά διαστήματα, κάθε φορά που ολοκληρωνόταν μία συνάρτηση ή κάποια βασική λειτουργία του συμβολαίου, χρησιμοποιούσα τα εργαλεία του Remix για να τεστάρω τη λειτουργία του.

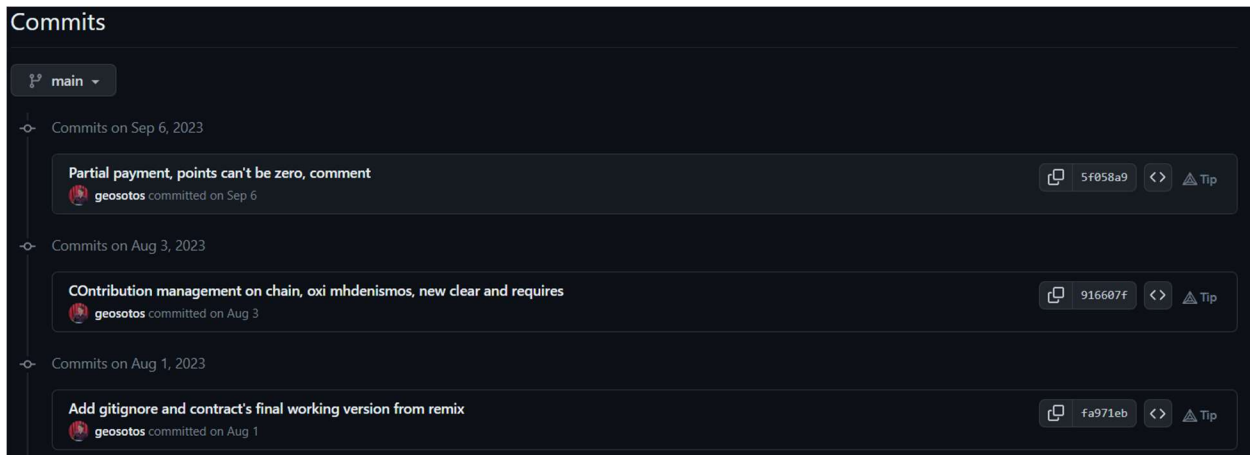
Με τον ενσωματωμένο μεταγλωττιστή έκανα compile τον κώδικα. Στη συνέχεια έκανα deploy το συμβόλαιο σε ένα ειδικό blockchain για τεστάρισμα που δημιουργεί τοπικά το remix και παρουσιάζει ίδια συμπεριφορά με τα αληθινά.

Τέλος, μπορούσα να τρέξω τις συναρτήσεις με διάφορα δεδομένα και να ελέγξω αν η συμπεριφορά τους ήταν η επιθυμητή.

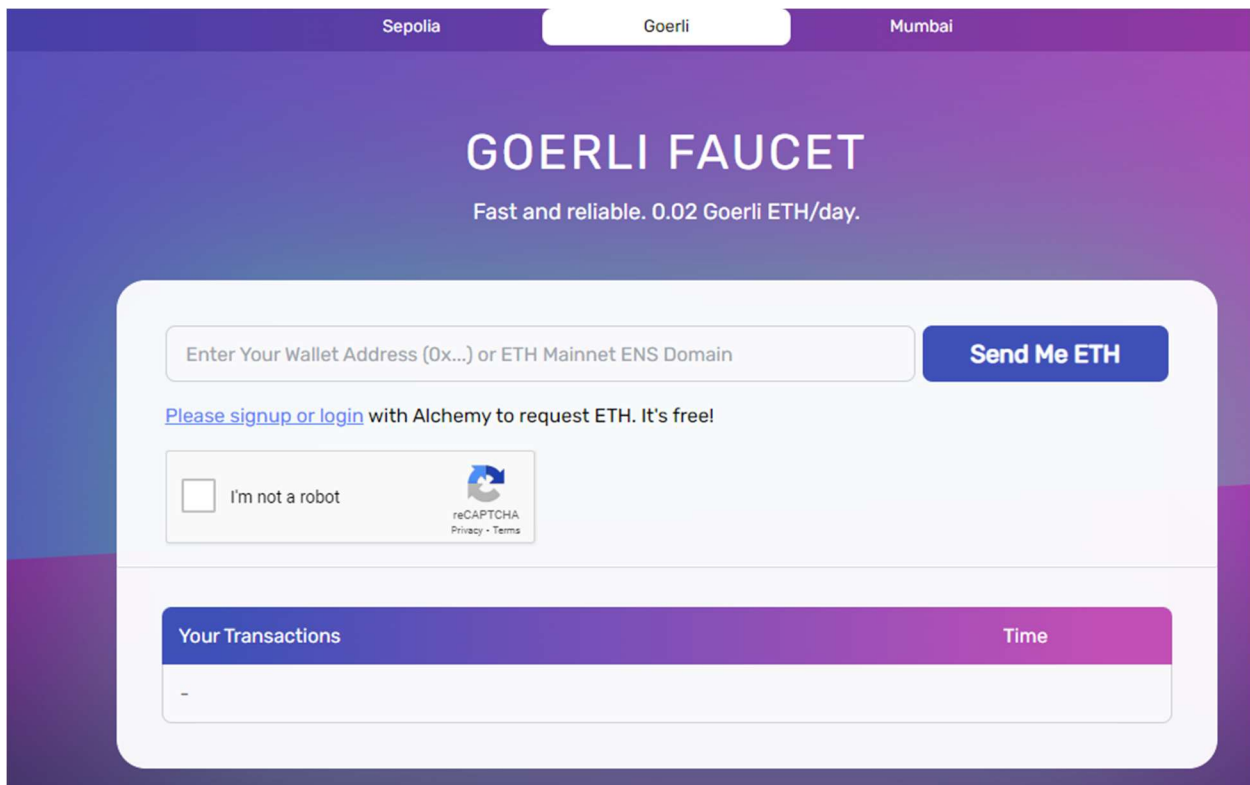


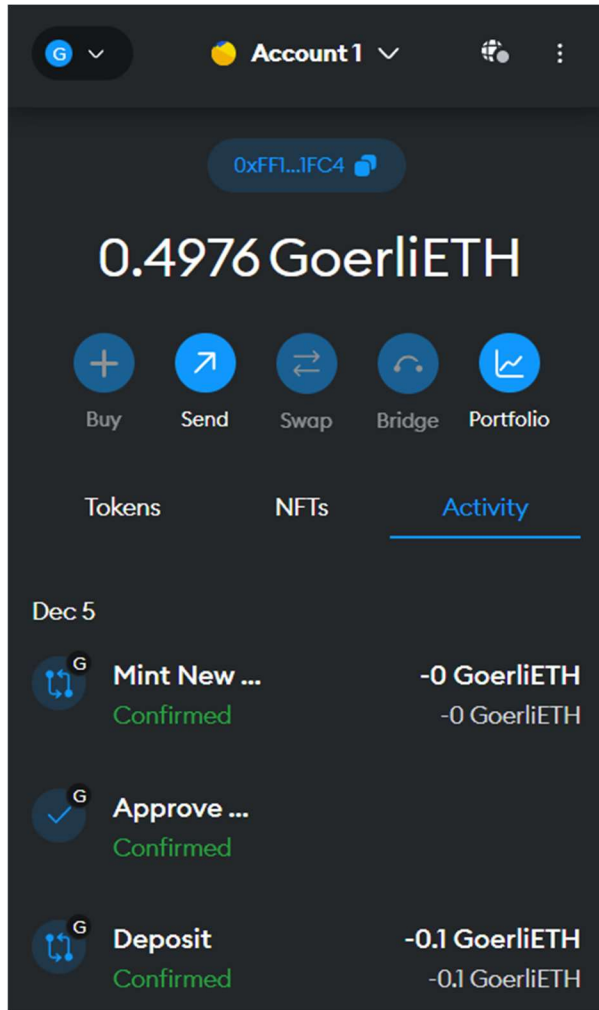
Καθ' όλη τη διάρκεια της ανάπτυξης του συμβολαίου, χρησιμοποιούσα το github για να αποθηκεύω τον κώδικα του συμβολαίου και να διατηρώ το ιστορικό των εκδόσεών του.





Τέλος, μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας ανάρτησα και το συμβόλαιο σε ένα κανονικό δίκτυο δοκιμών του Ethereum, το Goerli για δοκιμές σε πραγματικές συνθήκες. Χρειάστηκε το πορτοφόλι Metamask και Goerli ETH που εξασφάλισα από την υπηρεσία ETH Faucet (26), ένα εργαλείο που δίνει test ETH σε προγραμματιστές για την διαδικασία ανάπτυξης έξυπνων συμβολαίων. Αυτά χρειάστηκαν για την κάλυψη τους κόστους των συναλλαγών deployment και των κλήσεων των συναρτήσεων. Το Etherscan ήταν απαραίτητο για να παρακολουθώ τις συναλλαγές στο δίκτυο.





Etherscan

Home Blockchain Tokens NFTs Misc

Address [0x7A2bE34b731B0f2B3D73c0e256290f27281eDB1f](#)

More

**Overview**

ETH BALANCE  
1.527296546652400848 ETH

TOKEN HOLDINGS  
\$0.00 (8 Tokens)

**More Info**

LAST TXN SENT  
[0xb3de7d4471cd...](#) from 136 days 2 hrs ago

FIRST TXN SENT  
[0x5324288381f6c...](#) from 184 days 18 hrs ago

**Multi Chain**

MULTICHAIN ADDRESSES  
N/A

Transactions Internal Transactions Token Transfers (ERC-20) NFT Transfers

Latest 25 from a total of 46 transactions

Transaction Hash	Method	Block	Age	From	To	Value	Txn Fee
<a href="#">0xb3de7d4471cdc38b...</a>	<a href="#">0x69a06040</a>	3562306	136 days 2 hrs ago	<a href="#">0x7A2bE3...281eDB1f</a>	Contract Creation	0 ETH	0.00554085
<a href="#">0xbbe9774a56b77a55...</a>	Pay Contribu...	3562301	136 days 2 hrs ago	<a href="#">0x7A2bE3...281eDB1f</a>	<a href="#">0xa8e230...75763ebB</a>	0 ETH	0.00007802
<a href="#">0xde066b67f89da997f...</a>	Mint NFT	3562294	136 days 2 hrs ago	<a href="#">0x7A2bE3...281eDB1f</a>	<a href="#">0xa8e230...75763ebB</a>	0.0001 ETH	0.00019239

Κώδικας του smart contract και επεξήγηση

```
// SPDX-License-Identifier: MIT
pragma solidity >=0.7.0 <0.9.0;

error RoyaltyPaymentDist__NotOwner();

contract RoyaltyPaymentDist{
    address private immutable i_owner;
    address[] private s_contributors;
    mapping(address => uint256) private s_addressToContributionPoints;

    // Modifiers
    modifier onlyOwner() {
        // require(msg.sender == i_owner);
        if (msg.sender != i_owner) revert RoyaltyPaymentDist__NotOwner();
        _;
    }

    constructor() {
        i_owner = msg.sender;
    }
}
```

Στο smart contract, κατά τη δημιουργία του και το deployment στο blockchain του Ethereum, αποθηκεύεται ο δημιουργός-ιδιοκτήτης του στη μεταβλητή “i\_owner”, η οποία είναι immutable, δηλαδή δεν γίνεται να αλλάξει στο μέλλον σε καμία περίπτωση. Η πληροφορία αυτή είναι απαραίτητη επειδή οι περισσότερες συναρτήσεις του έξυπνου συμβολαίου μπορούν να κληθούν μόνο από τον ιδιοκτήτη.

Αυτό εξασφαλίζεται με το modifier “onlyOwner()” που δηλώνεται σε κάθε συνάρτηση που επιθυμούμε να μπορεί να κληθεί μόνο από τον ιδιοκτήτη. Αν κληθεί κάποια τέτοια συνάρτηση από άλλο χρήστη θα εμφανιστεί μήνυμα λάθους.

Υπάρχουν επίσης η λίστα s\_contributors και το mapping “s\_addressToContributionPoints”, τα οποία συνιστούν το contribution map που έχουμε αναφέρει προηγουμένως. Εκεί αποθηκεύονται οι διευθύνσεις στο blockchain όλων των contributors του project, καθώς και τα contribution points τους που φανερώνουν την προσφορά του καθενός και επομένως το μερίδιο που τους αναλογεί την ώρα του διαμοιρασμού των χρημάτων.

```

function addContributorsAndPoints(address[] memory newContributors, uint256[] memory contributionPoints) public onlyOwner() {
    require(newContributors.length == contributionPoints.length, "Invalid input lengths");
    require(newContributors.length > 0, "Empty contributor list");

    for (uint256 i = 0; i < newContributors.length; i++) {
        address newContributor = newContributors[i];
        require(newContributor != address(0), "Invalid contributor address");

        uint256 points = contributionPoints[i];
        require(points > 0, "Contribution points can't be zero");

        bool contributorExists = false;
        for (uint256 j = 0; j < s_contributors.length; j++) {
            if (s_contributors[j] == newContributor) {
                contributorExists = true;
                // Update the contribution points for an existing contributor
                s_addressToContributionPoints[newContributor] += points;
                break;
            }
        }

        if (!contributorExists) {
            s_contributors.push(newContributor);
            s_addressToContributionPoints[newContributor] = points;
        }
    }
}

```

Το contribution map αρχικοποιείται αλλά και ανανεώνεται με τη συνάρτηση “addContributorsAndPoints()”, η οποία όπως βλέπουμε μπορεί να κληθεί μόνο από τον ιδιοκτήτη και παίρνει ακριβώς 2 ορίσματα. Μία λίστα με τις διευθύνσεις των contributors και άλλη μία λίστα με τους contribution points του καθενός.

Αξίζει να σημειωθεί η συχνή χρήση της εντολής “require” τόσο στην συγκεκριμένη συνάρτηση όσο και σε σχεδόν κάθε συνάρτηση του συμβολαίου. Η εντολή αυτή κρίνεται απαραίτητη αφού ελέγχει αν ισχύει η εκάστοτε συνθήκη που της δίδεται ως όρισμα και μόνον τότε επιτρέπει στην συνέχεια την σειριακή εκτέλεση του κώδικα. Μάλιστα, σε περίπτωση που δεν τηρείται η συνθήκη θα επιστρέψει “error”, ο υπόλοιπος κώδικας δεν θα εκτελεστεί και η συναλλαγή θα γίνει “revert”. Αυτός είναι ένας κλασικός τρόπος εξασφάλισης ποιότητας, ορθής λειτουργίας και ασφάλειας του έξυπνου συμβολαίου. Στα επαγγελματικά smart contracts η χρήση της εντολής “require” είναι άφθονη.

Στη συγκεκριμένη συνάρτηση με τις εντολές “require” απαιτούμε οι λίστες με τους contributors και τους πόντους να έχουν ίσο μέγεθος, να μην είναι κενές και οι διευθύνσεις να έχουν τη σωστή μορφή. Στη συνέχεια γίνεται αντιστοίχιση του κάθε contributor με τους πόντους του και αποθηκεύονται στο smart contract. Αν ο contributor υπάρχει και έχει πόντους, τότε του προσθέτουμε και τους νέους πόντους στον πίνακα. Αν δεν υπάρχει καταγραφή για κάποιον, τον προσθέτουμε ως νέο και του αντιστοιχούμε τους πόντους.

```

function fund() public payable {}

```

Η πολύ απλή συνάρτηση “fund()” υπάρχει για να μαζεύει το smart contract τα χρήματα που εν συνεχεία θα μοιράσει στους contributors. Είναι public για να μπορεί να κληθεί από τον

οποιοδήποτε που μπορεί να θέλει να στείλει λεφτά (πχ. δωρεές, πληρωμές κλπ.) και payable που σημαίνει ότι αναμένει να λάβει ποσότητα Ether.

```
event PaymentMade(address contributor, uint256 amount);

function payContributors(uint256 payment_amount) public onlyOwner {
    address[] memory contributors = s_contributors;
    uint256 s_total_contribution = 0;
    uint256 total_balance = address(this).balance;

    require(contributors.length > 0, "No contributors exist to distribute the funds to");
    require(total_balance > 0, "No money to distribute!");
    require(payment_amount > 0, "Payment amount can't be zero!");
    require(payment_amount <= total_balance, "Payment amount is higher than contract's total balance");

    for (uint256 index = 0; index < contributors.length; index++) {
        address contributor = contributors[index];
        s_total_contribution += s_addressToContributionPoints[contributor];
    }

    for (uint256 index = 0; index < contributors.length; index++) {
        address contributor = contributors[index];
        uint256 paymentAmount = payment_amount * s_addressToContributionPoints[contributor] / s_total_contribution;

        require(paymentAmount > 0, "Not enough money for each contributor, payment amount might be very small!");
        emit PaymentMade(contributor, paymentAmount);

        payable(contributor).transfer(paymentAmount);
    }
}
```

Η συνάρτηση “payContributors()” μπορεί να κληθεί μόνο από τον ιδιοκτήτη και είναι εκείνη που διαμοιράζει τα χρήματα (royalties) σε εκείνους που έχουν συμβάλει στο project. Δέχεται μόνο μία παράμετρο η οποία είναι το πόσο που θέλουμε να μοιράσουμε. Προφανώς το πόσο αυτό πρέπει να είναι μεγαλύτερο του μηδενός και μικρότερο ή ίσο με το συνολικό ποσό που υπάρχει μέσα στο smart contract. Ελέγχουμε επίσης αν υπάρχουν χρήματα στο συμβόλαιο και αν υπάρχουν contributors.

Στη συνέχεια, η συνάρτηση στέλνει στη διεύθυνση του καθενός το ποσό που το αναλογεί. Αν κάποιος contributor έχει το 10% των συνολικών πόντων, θα λάβει το 10% της συνολικής πληρωμής κ.ο.κ. Πριν γίνει το transaction της αποστολής ελέγχουμε αν το ποσό που θα σταλεί είναι μεγαλύτερο του μηδενός για να έχει νόημα η συναλλαγή.

Το event “PaymentMade()” μας δίνει τη δυνατότητα να εμφανίζουμε σε μήνυμα πόσο πληρώθηκε ο κάθε contributor κάθε φορά που εκτελούμε την συνάρτηση.

Στο συμβόλαιο υπάρχουν και μερικές βοηθητικές συναρτήσεις που μας επιτρέπουν να πληροφορούμαστε για την κατάσταση του και να παρεμβαίνουμε στα δεδομένα του.



```
function clearContributorsAndPoints() public onlyOwner() {
    for (uint256 i = 0; i < s_contributors.length; i++) {
        delete s_addressToContributionPoints[s_contributors[i]];
    }
    delete s_contributors;
}
```

Με την συνάρτηση “clearContributionAndPoints()”, μόνο ο ιδιοκτήτης του συμβολαίου, μπορεί να διαγράψει εντελώς το contribution map και να φέρει το contract στην αρχική του κατάσταση. Αυτό μας δίνει τη δυνατότητα να μην χρειάζεται να κάνουμε ξανά deploy αν θέλουμε να ξεκινήσουμε από κενό (καθαρό) συμβόλαιο. Έτσι, στην περίπτωση που το project τελειώσει και τα royalties σταματήσουν, το έξυπνο συμβόλαιο που είναι ήδη πάνω στο blockchain του Ethereum μπορεί να χρησιμοποιηθεί για καινούργιο project από την αρχή.

Όλες οι παρακάτω συναρτήσεις είναι “view” που σημαίνει πως υπάρχουν για να μας επιστρέφουν τα δεδομένα και την κατάσταση του smart contract.

```
function get_total_points() public view returns (uint256) {
    address[] memory contributors = s_contributors;
    uint256 s_total_contribution = 0;
    for (uint256 index = 0; index < contributors.length; index++) {
        address contributor = contributors[index];
        s_total_contribution += s_addressToContributionPoints[contributor];
    }
    return s_total_contribution;
}
```

Με την συνάρτηση “getTotalPoints()” μπορούμε να δούμε το σύνολο των contribution points όλων όσων έχουν συμβάλει.

```
function get_contributors_percentage_of_points(address contributorAddress) public view returns (uint256) {
    address[] memory contributors = s_contributors;
    uint256 s_total_contribution = 0;

    for (uint256 index = 0; index < contributors.length; index++) {
        address contributor = contributors[index];
        s_total_contribution += s_addressToContributionPoints[contributor];
    }

    uint256 contributorPoints = s_addressToContributionPoints[contributorAddress];

    if (s_total_contribution == 0) {
        return 0; // To avoid division by zero error
    }

    uint256 percentage = (contributorPoints * 100) / s_total_contribution;
    return percentage;
}
```

Με τη συνάρτηση “get\_contributors\_percentage\_of\_points()” μπορούμε να δούμε το ποσοστό πόντων από τους συνολικούς που κατέχει ο συγκεκριμένος contributor. Ως παράμετρο η συνάρτηση παίρνει την διεύθυνση του contributor.

```
function getAddressToContributionPoints(  
    address contributorAddress  
) public view returns (uint256) {  
    return s_addressToContributionPoints[contributorAddress];  
}
```

Με τη συνάρτηση “getAddressToContributionPoints()” μπορούμε να δούμε τους πόντους που κατέχει ο συγκεκριμένος contributor. Ως παράμετρο η συνάρτηση παίρνει την διεύθυνση του contributor.

```
function getContributors() public view returns (address[] memory) {  
    return s_contributors;  
}
```

Με τη συνάρτηση “getContributors()” μπορούμε να δούμε τις διευθύνσεις όλων όσων έχουν συμβάλει.

```
function getContributorsLength() public view returns (uint256) {  
    return s_contributors.length;  
}
```

Με τη συνάρτηση “getContributorsLength()” μπορούμε να δούμε πόσοι έχουν συμβάλει.

```
function getOwner() public view returns (address) {  
    return i_owner;  
}
```

Τέλος, με την συνάρτηση “getOwner()” μπορούμε να δούμε τη διεύθυνση του ιδιοκτήτη του έξυπνου συμβολαίου, ο οποίος έχει τη δυνατότητα να καλέσει τις σημαντικές συναρτήσεις.



## Κεφάλαιο 5: Σενάριο χρήσης

### Το πρόβλημα που λύνουμε – εφαρμογή του σεναρίου

Σε αυτό το κεφάλαιο θα μελετήσουμε την εφαρμογή του RPMS στο εξής σενάριο:

Έχουμε μία κοινότητα προγραμματιστών που γράφουν σε μία κοινή γλώσσα προγραμματισμού, για παράδειγμα θα μπορούσαμε να δώσουμε την Python μιας και είναι από τις πιο διαδεδομένες σήμερα. Για την διευκόλυνση των προγραμματιστών είναι αναγκαίο να υπάρχουν αρκετοί οδηγοί (documentation) σχετικά με την σωστή χρήση και συγγραφή της γλώσσας, για βέλτιστες πρακτικές κλπ. Επίσης, οι χρησιμότερες γλώσσες προγραμματισμού διαθέτουν πολλές βιβλιοθήκες που καλύπτουν μεγάλο εύρος λειτουργιών και λύνουν τα χέρια στους προγραμματιστές καθώς τους γλυτώνουν χρόνο και δίνουν νέες δυνατότητες στις εφαρμογές που αναπτύσσουν.

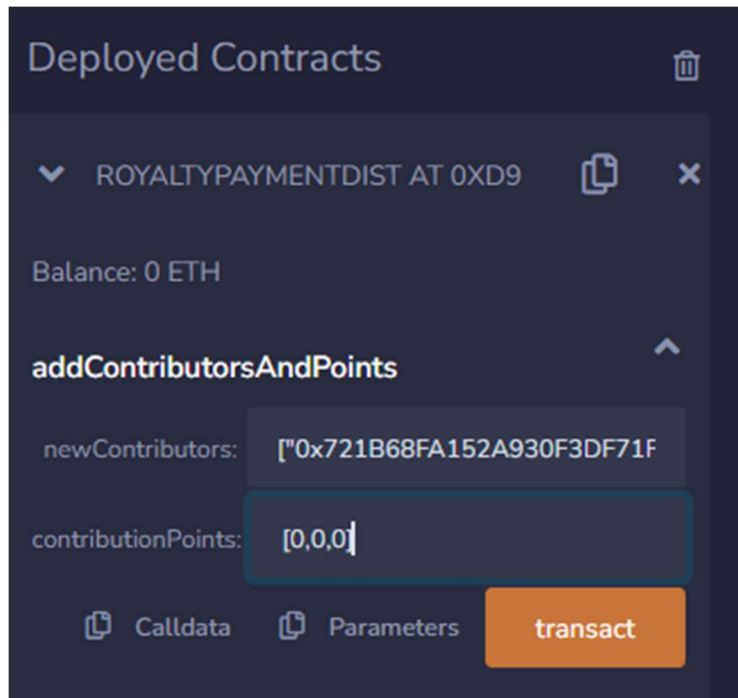
Πολλοί προγραμματιστές από την κοινότητα επιλέγουν στον ελεύθερο τους χρόνο να δημιουργήσουν τέτοιους οδηγούς και βιβλιοθήκες με σκοπό να εμπλουτίσουν το οικοσύστημα της γλώσσας που χρησιμοποιούν και να συνεισφέρουν στην παγκόσμια κοινότητα των συναδέλφων τους. Μέχρι τώρα, οι περισσότεροι από αυτούς που προσφέρουν τόσο πολύ, ούτε αναγνωρίζονται ούτε αμοιβονται για τον κόπο τους. Σε σπάνιες περιπτώσεις κάποιοι αναγνωρίζονται από την κοινότητα και δέχονται από αυτήν δωρεές ως δείγμα ευγνωμοσύνης και ως στήριξη για να μπορέσουν να συνεχίσουν την προσφορά τους.

Το RPMS είναι ιδανικό γι' αυτό το αληθινό σενάριο. Η χρήση του μπορεί να οδηγήσει στην δίκαιη αποζημίωση των μελών της προγραμματιστικής κοινότητας που συνεισφέρουν και να αποτελέσει τη βάση για ακόμα μεγαλύτερη πρόοδο και ανάπτυξη του οικοσυστήματος. Ας εξηγήσουμε λοιπόν πως θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί το έξυπνο συμβόλαιό μας στην συγκεκριμένη περίπτωση.

Στόχος μας είναι να μοιράσουμε δίκαια, εύκολα, διαφανώς και αυτόματα τα έσοδα από δωρεές σε μια ομάδα προγραμματιστών που έχουν φτιάξει βιβλιοθήκες που απλοποιούν και διαδικασία ανάπτυξης λογισμικού για άλλους. Κάθε μέλος αυτής της ταλαντούχας ομάδας με την τεχνογνωσία και την αφοσίωσή του συνέβαλλε στη δημιουργία βιβλιοθηκών που έχουν βρει κρίσιμη θέση στις εργαλειοθήκες συναδέλφων προγραμματιστών σε όλο τον κόσμο.

Για την επίτευξη αυτού του στόχου θα χρησιμοποιήσουμε το RPMS.

Αρχικά θα φορτώσουμε στο σύστημα τις διευθύνσεις και το αρχικό contribution των εμπλεκόμενων μελών. Έστω ότι αρχικά είναι 3 προγραμματιστές και ξεκινούν από ίσο contribution.



```

[vm] from: 0x5B3...eddC4 to: RoyaltyPaymentDist.addContributorsAndPoints(address[],uint256[]) 0xd91...
logs: 0 hash: 0xd1d...9572b
status true Transaction mined and execution succeed
transaction hash 0xd1dee151d7b241e0ca85a46dfb415feae1a03f7ddf63f76c0116e2bd0a39572b

```

Έχουμε λοιπόν ένα contribution map αποθηκευμένο “on chain” στο smart contract στο δίκτυο του Ethereum και επομένως διαθέσιμος σε όλους.

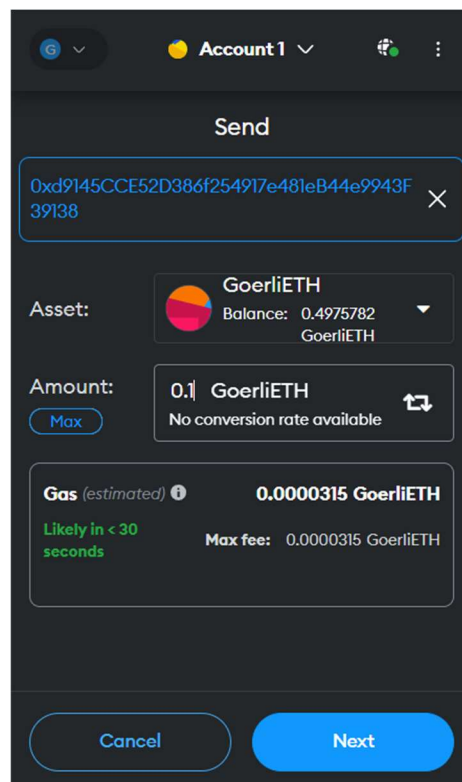
Developer's name	Developer's address	Contribution points
George	0x9D7...6BE8	53
Greg	0x6F3...4MD5	28
Fotis	0xDD2...JD3J	114

Κάθε φορά που κάποιος από τους προγραμματιστές συνεισφέρει, θα του προστίθενται contribution points. Επίσης, κάθε φορά που εισέρχεται νέος προγραμματιστής στην ομάδα και προσφέρει, θα προστίθεται στο συμβόλαιο και θα αποθηκεύονται οι πόντοι του.

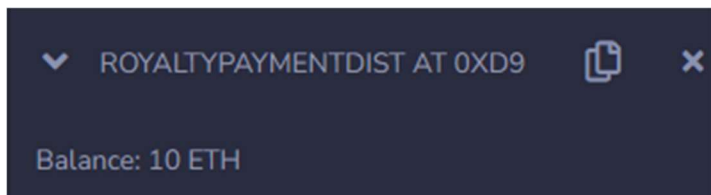
# To contribution map μέσα στον χρόνο

	Name	Address	Contribution points
t <sub>1</sub>	George	0x9D7...6BE8	53
	Greg	0x6F3...4MD5	28
↓ George commits and deploys to production			
t <sub>2</sub>	George	0x9D7...6BE8	58
	Greg	0x6F3...4MD5	28
↓ Greg adds a new feature			
t <sub>3</sub>	George	0x9D7...6BE8	58
	Greg	0x6F3...4MD5	37

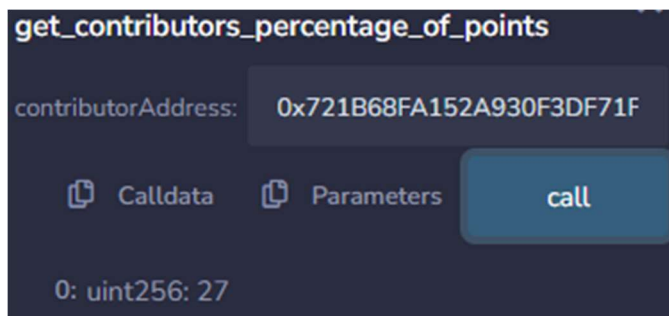
Ο διαμοιρασμός θα γίνει υπό τη μορφή (royalties) και όχι σταθερού μισθού. Τα χρήματα από τις δωρεές (ή πωλήσεις) μαζεύονται στο smart contract. Αυτό συμβαίνει όταν χρήστες στέλνουν ETH στην διεύθυνση του συμβολαίου.



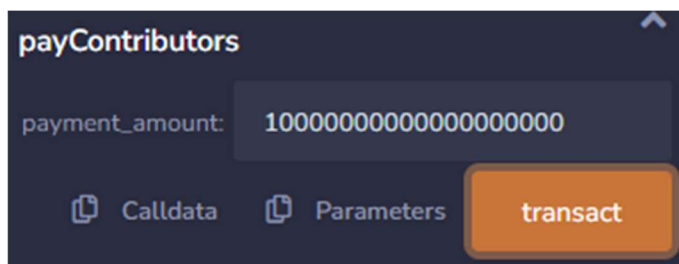
Όταν έχουν μαζευτεί αρκετά χρήματα, είτε ανά τακτά χρονικά διαστήματα, είτε ικανοποιηθούν οι συνθήκες που έχει συμφωνήσει η ομάδα, η πληρωμή θα γίνει αυτόματα σε όλους από το έξυπνο συμβόλαιο. Για παράδειγμα, στην περίπτωσή μας θα θεωρήσουμε πως η ομάδα έχει επιλέξει να μοιράζονται τα χρήματα κάθε φορά που το ποσό συνολικά φτάνει στα 10 ETH και πάνω.



Το RPMS, γνωρίζοντας τους πόντους του καθενός υπολογίζει το ποσοστό των συνολικών χρημάτων που αναλογούν στον καθένα. Για παράδειγμα, τη χρονική στιγμή πριν την πληρωμή, ο "George" έχει το 27% των συνολικών πόντων, οπότε του αναλογεί και το 27% των χρημάτων.



Έτσι, όταν έρθει η στιγμή, το συμβόλαιο θα στείλει αυτόματα σε όλους το μερίδιο τους στη διεύθυνση του πορτοφολιού που έχει αποθηκευμένη για τον κάθε ένα στο σύστημα.



(Το ποσό προς διαμοιρασμό είναι σε wei, όπου  $10^{18}$  wei = 1 ETH)

Μετά από κάθε πληρωμή ο πίνακας με το contribution παραμένει ανέπαφος έτσι ώστε να διασφαλιστεί πως σε κάθε διαμοιρασμό των royalties οι προγραμματιστές θα πληρώνονται για τη συνολική δουλειά που έχουν κάνει στο project και όχι για όση μεσολάβησε μεταξύ των πληρωμών.

## Συμπεράσματα

Αξίζει να τονίσουμε για ακόμη μία φορά πως οι προγραμματιστές μοιράζονται όλο το ποσό που έχει μαζευτεί από τις δωρεές ή τις πωλήσεις πέραν του ελάχιστου κόστους των συναλλαγών στο blockchain. Δεν χρειάζεται πλέον να δίνουν ένα ποσοστό των κερδών τους σε μεσάζοντες αμφίβολης, πολλές φορές, εμπιστοσύνης, ούτε να αναμένουν να ολοκληρωθούν οι χρονοβόρες και κοστοβόρες γραφειοκρατικές διαδικασίες.

Ένα από τα πιο σημαντικά πλεονεκτήματα αυτού του συστήματος που βασίζεται στο blockchain είναι η διαφάνειά του. Ανά πάσα στιγμή, τα μέλη της ομάδας μπορούν να έχουν πρόσβαση στο συμβόλαιο στο Etherscan ή σε παρόμοια πλατφόρμα για να δουν το τρέχον υπόλοιπο και την κατανομή των πόντων συνεισφοράς. Έχουν πρόσβαση στο ιστορικό όλων των συναλλαγών και στον κώδικα που υπολογίζει το μερίδιό τους και εκτελεί όλες τις διαδικασίες. Μπορούν πλέον με σιγουριά να πιστέψουν πως οι μέρες της ασάφειας και των διαφωνιών είναι πλέον παρελθόν. Με κάθε διανομή, τα μέλη της ομάδας παρακινούνται να συνεχίσουν το ταξίδι καινοτομίας τους, γνωρίζοντας ότι η δουλειά τους αναγνωρίζεται δεόντως και ανταμείβεται.

Από την εφαρμογή του RPMS στο παραπάνω σενάριο, είναι πλέον φανερό ότι λύνει τα περισσότερα προβλήματα που θα αντιμετώπιζε η ομάδα των προγραμματιστών αν χρησιμοποιούσε τα παραδοσιακά συστήματα διανομής δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας. Είναι αξιοσημείωτο ότι δεν χρειάζεται καμία ενασχόληση από την πλευρά τους, δεν χρειάζεται να καταφύγουν σε μεσάζοντες που θα τους χρεώσουν και η διαδικασία είναι φανερή, αυτόματη και κατανοητή από όλους.

Καθώς οι βιβλιοθήκες της ομάδας συνεχίζουν να ακμάζουν, το όραμα ενός πιο δίκαιου και ανταποδοτικού οικοσυστήματος για τους προγραμματιστές γίνεται πραγματικότητα. Η ομάδα μπορεί πλέον να συνεχίζει να δημιουργεί, να καινοτομεί και να εμπνέει, αφήνοντας ένα ανεξίτηλο σημάδι στον κόσμο της ανάπτυξης λογισμικού.

Σε αυτό το πραγματικό σενάριο, γινόμαστε μάρτυρες της μεταμορφωτικής δύναμης της τεχνολογίας blockchain και των έξυπνων συμβάσεων, φέρνοντας επανάσταση στον τρόπο με τον οποίο οι προγραμματιστές αποζημιώνονται για τη συνεισφορά τους. Το ταξίδι της ομάδας χρησιμεύει ως απόδειξη για τις δυνατότητες του συστήματός μας να προσφέρει διαφάνεια, δικαιοσύνη και ενδυνάμωση στην κοινότητα των προγραμματιστών, γεφυρώνοντας το χάσμα μεταξύ της δημιουργικότητας και της δίκαιης αποζημίωσης.





## Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα, τρόποι επέκτασης και εφαρμογές

### Ανακεφαλαίωση

Στην παρούσα διπλωματική εργασία παρουσιάστηκε το Royalty & Payments Distribution Management System (RPMS), ένα έξυπνο συμβόλαιο για τη διαχείριση πνευματικών δικαιωμάτων και πληρωμών. Την έμπνευση αποτέλεσε η μελέτη της κατάστασης που επικρατεί σήμερα στο χώρο διανομής πνευματικών δικαιωμάτων που μαστίζεται από αδιαφάνεια, καθυστερήσεις, μεσάζοντες με μεγάλες προμήθειες και πολυπλοκότητα.

Η κατάσταση αυτή δυσκολεύει πολύ τους δημιουργούς και έχει ως αποτέλεσμα πολλοί να εγκαταλείπουν την δημιουργική τους δραστηριότητα σε αναζήτηση ενός καλύτερου και σταθερότερου εισοδήματος. Με το RPMS σκοπός μας είναι να προσφέρουμε μία λύση που θα επιτρέψει στους δημιουργούς την ενασχόληση τους με την εκάστοτε καλλιτεχνική ή μη δραστηριότητα ώστε να επωφελείται η κοινωνία από την προσφορά τους.

Επιλέξαμε ως λύση το blockchain και τα έξυπνα συμβόλαια επειδή από τη φύση τους διαθέτουν χαρακτηριστικά που αποτελούσαν ακριβώς τη λύση των προβλημάτων που αντιμετωπίζαμε. Αυτή η τεχνολογία είναι συνώνυμη με τη διαφάνεια, την συμπερίληψη, την αυτοματοποίηση και την ταχύτητα.

Αναλύσαμε την διαδικασία ανάπτυξης του έξυπνου συμβολαίου, επιδείξαμε της βασικές του λειτουργίες και παρουσιάσαμε την εφαρμογή του σε ένα ρεαλιστικό σενάριο. Βασική έννοια είναι το contribution, το οποίο χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του ποσού που αναλογεί στον κάθε δικαιούχο. Το RPMS συλλέγει τα χρήματα που πρόκειται να μοιραστούν και μετά τους υπολογισμούς μοιράζει αυτόματα τα χρήματα σε όλους. Όλη η διαδικασία είναι προσυμφωνημένη, γνωστή σε όλα τα εμπλεκόμενα μέλη και αποτυπωμένη στον κώδικα. Όλες οι συναλλαγές επίσης είναι διαθέσιμες σε όλους καθώς γίνονται πάνω στο δίκτυο του Ethereum.

### Εφαρμογή του συστήματος σε ρεαλιστικά σενάρια

Πέρα από το σενάριο που αναλύσαμε στο κεφάλαιο 5, το RPMS μπορεί να βρει εφαρμογή σε πολλές περιπτώσεις και διάφορους κλάδους. Σε οποιαδήποτε περίπτωση που κάποιος δημιουργός αποσκοπεί να λάβει πληρωμές υπό τη μορφή πνευματικών δικαιωμάτων για την εργασία του ή την πνευματική ιδιοκτησία του, το RPMS είναι η λύση. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην μουσική βιομηχανία, στις εικαστικές τέχνες, στον κινηματογράφο, από συγγραφείς, από ομάδες προγραμματιστών κλπ.

Το RPMS, επίσης, θα μπορούσε κάλλιστα να χρησιμοποιηθεί και για την αυτοματοποίηση της μισθοδοσίας μιας εταιρείας. Αντί κάποιος υπάλληλος του οικονομικού τμήματος να αφιερώνει εργατώρες για την πραγματοποίηση των πληρωμών, η εταιρεία θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει το έξυπνο συμβόλαιό μας για να κερδίσει χρόνο, να μειώσει τα έξοδα των τραπεζών και να δημιουργήσει ένα κλίμα διαφάνειας και συνεργασίας μέσα στην επιχείρηση.

Για να γίνει αυτό, θα πρέπει να έχει έναν τρόπο ώστε να υπολογίζει το contribution των υπαλλήλων της. Αυτό θα μπορούσε να λαμβάνει υπόψη τις ώρες εργασίας, τη θέση, τα αποτελέσματα, την αξιολόγηση από άλλους συναδέλφους κλπ. Στο σύστημα θα μπορούν να είναι όλα τα μέλη της εταιρίας από όλα τα τμήματα με αποθηκευμένη τη διεύθυνση του πορτοφολιού τους. Έτσι, κάθε τέλος του μήνα, μέσα σε λίγα δευτερόλεπτα θα πραγματοποιούνται αυτόματα όλες οι πληρωμές μισθοδοσίας.

## Τρόποι επέκτασης του συστήματος

### Συσχέτιση contribution με έσοδα

Μια ενδιαφέρουσα συνέχιση της εργασίας και εξέλιξη του RPMS, θα μπορούσε να είναι η μελέτη της συσχέτισης των μεταβολών του contribution με τις μεταβολές των συνολικών χρημάτων προς διαμοιρασμό. Οι μεταβολές αυτές συμβαίνουν τυχαία μέσα στο χρόνο; Η συσχέτιση τους, σε όσες περιπτώσεις υπάρχει, θα ήταν ένα πολύ ενδιαφέρον αντικείμενο για έρευνα σε άλλη εργασία.

Για να συγκεκριμενοποιήσουμε την παραπάνω πρόταση, ας θεωρήσουμε πως το RPMS χρησιμοποιείται από μία ομάδα προγραμματιστών που έχουν δημιουργήσει μια εφαρμογή και την διαθέτουν προς πώληση, ενώ παράλληλα υποστηρίζουν νέες εκδόσεις και βελτιώνουν συνεχώς την εφαρμογή. Θα είχε πολύ ενδιαφέρον να προσπαθήσουμε να αναλύσουμε κάθε πότε εισέρχονται έσοδα από πωλήσεις στο συμβόλαιο, αν υπάρχουν περίοδοι ή περιστατικά που αυξάνουν την ροή των εσόδων και αν όλα αυτά έχουν κάποια συσχέτιση με το contribution των προγραμματιστών.

Σε μια τέτοια περίπτωση μπορούμε με περισσότερες πληροφορίες να απαντήσουμε ερωτήματα όπως το κάθε πότε θα γίνονται οι πληρωμές, αν το πιο πρόσφατο contribution έφερε αύξηση στις πωλήσεις και αν όσοι είναι υπεύθυνοι γι' αυτό θα δικαιούνται μεγαλύτερη αποζημίωση κλπ.

### Υπολογισμός Contribution

Ένα ακόμα πολύ ενδιαφέρον θέμα που ξέφευγε από τα πλαίσια της εργασίας είναι ο υπολογισμός του contribution. Η διαδικασία με την οποία μπορείς να αξιολογήσεις, να αριθμοποιήσεις και να συγκρίνεις την συνεισφορά κάποιου σε μια ομάδα ή είναι έργο είναι ένα πολύ σύνθετο ζήτημα και εντελώς -ίσως- διαφορετικό ανά περίπτωση μελέτης.

Για παράδειγμα πως μπορείς να δημιουργήσεις το contribution map στο σενάριο που αναλύσαμε στο κεφάλαιο 5; Πώς μετράς την συνεισφορά του κάθε προγραμματιστή και ποιος παίρνει περισσότερους πόντους; Εκείνος με τα περισσότερα commits; Με τις περισσότερες ώρες εργασίας; Με τις περισσότερες γραμμές κώδικα; Κανένα από τα παραπάνω κριτήρια δεν μπορεί να μας δώσει την απάντηση μόνο του. Χρειάζεται ένα μαθηματικό μοντέλο που θα τα λαμβάνει όλα αυτά και ακόμη περισσότερα υπόψη και με κάποια λογική θα υπολογίζει το contribution.

## Συμπεράσματα σχετικά με το blockchain, τα κρυπτονομίσματα, τα smart contracts και τους επικριτές τους

Στον τομέα της τεχνολογίας, η καινοτομία συχνά αντιμετωπίζεται με σκεπτικισμό και της ασκείται κριτική. Αυτό είναι υγιές και επιθυμητό και το blockchain, τα κρυπτονομίσματα και τα έξυπνα συμβόλαια δεν αποτελούν εξαίρεση. Αν και είναι σημαντικό να αναγνωρίσουμε τις έγκυρες ανησυχίες που εγείρονται από τους επικριτές, είναι εξίσου σημαντικό να δώσουμε απάντηση σε αυτές τις ανησυχίες και να αποδειχθεί -εφόσον αυτό είναι δυνατό- πως οι τεχνολογίες που προαναφέραμε προσφέρουν ουσιαστικά οφέλη στην κοινωνία. Στο κλείσιμο της εργασίας, θα διερευνήσουμε ορισμένες αρνητικές απόψεις για το blockchain και θα παρέχουμε αντεπιχειρήματα.

### Δικαιολογημένη κριτική

**Επεκτασιμότητα και ταχύτητα:** Οι επικριτές συχνά επισημαίνουν ότι τα δίκτυα blockchain, ειδικά τα δημόσια όπως το Ethereum, μπορούν να φανερώσουν προβλήματα επεκτασιμότητας και ταχύτητας. Ο αυξημένος χρόνος που απαιτείται για την επεξεργασία των συναλλαγών και η περιορισμένη απόδοση ορισμένων δικτύων έχουν εγείρει ανησυχίες σχετικά με την πρακτικότητά τους για ευρεία χρήση.

**Περιβαλλοντικό αντίκτυπο:** Η κατανάλωση ενέργειας που σχετίζεται με ορισμένα δίκτυα blockchain, ιδιαίτερα αυτά που χρησιμοποιούν συναίνεση απόδειξης εργασίας (PoW), έχει επικριθεί για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της. Η διαδικασία εξόρυξης καταναλώνει σημαντικές ποσότητες ηλεκτρικής ενέργειας και οι επικριτές υποστηρίζουν πως είναι σπατάλη, ιδιαιτέρως σήμερα με την ενεργειακή κρίση.

**Ασφάλεια και απόρρητο:** Το public ledger του Blockchain και η αμεταβλητότητα των δεδομένων του έχουν οδηγήσει σε ανησυχίες σχετικά με την ασφάλεια και την ιδιωτικότητα. Η ιδέα ότι τα δεδομένα σε μια αλυσίδα από μπλοκ είναι μόνιμα και φανερά σε όλους μπορεί να θεωρηθεί ως μειονέκτημα σε ορισμένα πλαίσια.

**Απάτη:** Κυρίως όσοι εναντιώνονται επικρίνουν τις φουσκωμένες κεφαλαιοποιήσεις, την άλογη ενασχόληση πολλών με μοναδικό σκοπό την κερδοσκοπία, τις πολλές οικονομικές απάτες και τα χακαρίσματα που έχουν γίνει τα τελευταία χρόνια στον χώρο.

### Απαντήσεις

**Επεκτασιμότητα και ταχύτητα:** Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι ο χώρος του blockchain εξελίσσεται συνεχώς. Λύσεις για επεκτασιμότητα και ταχύτητα, όπως οι τεχνολογίες Layer 2 και η μετάβαση στο Ethereum 2.0 (Eth2) με Proof of Stake (PoS), έχουν ήδη εφαρμοστεί και πολλές νέες αναπτύσσονται ενεργά για την αντιμετώπιση αυτών των ανησυχιών. Μέρα με τη μέρα καταφέρνουμε να αυξήσουμε την ταχύτητα και την συνολική δύναμη εξυπηρέτησης συναλλαγών του δικτύου.

Περιβάλλον: Τα περισσότερα δίκτυα blockchain μεταβαίνουν από το ενεργοβόρο PoW σε ενεργειακώς αποδοτικότερους συναινετικούς μηχανισμούς PoS. Αυτή η μετάβαση μειώνει σημαντικά την κατανάλωση ενέργειας, καθιστώντας το blockchain πιο φιλικό προς το περιβάλλον. Πέρα από αυτό, οι υποστηρικτές του PoW αντιπαραβάλλουν το επιχείρημα πως παρόλο που το Bitcoin καταναλώνει πολλή ενέργεια, το παγκόσμιο οικονομικό σύστημα ξοδεύει σημαντικά περισσότερη ενέργεια και η μετάβαση επομένως στο Bitcoin θα ήταν βελτίωση.

Βελτιώσεις απορρήτου: Διάφορα προτζεκτ και πρωτόκολλα blockchain, όπως οι αποδείξεις μηδενικής γνώσης και ιδιωτικές αλυσίδες, εστιάζουν στη βελτίωση του απορρήτου και της ασφάλειας των δεδομένων. Αυτές οι καινοτομίες δίνουν τη δυνατότητα στους χρήστες να έχουν περισσότερο έλεγχο στα δεδομένα τους, ενώ παράλληλα επωφελούνται από τη διαφάνεια του blockchain.

Απάτη: Ενώ είναι αλήθεια όσα αναφέρουν οι επικριτές, είναι αναγκαίο να αναλογιστούμε ότι ο κλάδος είναι ακόμα σε πρώιμο στάδιο. Δεν υπάρχει ακόμα νομοθεσία ούτε η απαραίτητες γνώσεις από τον κόσμο που την χρησιμοποιεί. Αυτό συμβαίνει με κάθε καινούργια τεχνολογία και ανακάλυψη. Οι απάτες θα μειωθούν και η ασφάλεια θα αυξηθεί όταν θεσπιστεί ένα επαρκές νομοθετικό πλαίσιο και όταν υπάρξει η απαραίτητη εκπαίδευση στην κοινωνία. Ούτε το ίντερνετ ξέραμε να χρησιμοποιούμε στην αρχή αλλά σήμερα είναι αναπόσπαστο κομμάτι της ζωής μας και η ωφέλειά του αναμφισβήτητη.

#### Οφέλη για την Κοινωνία

Το blockchain, τα κρυπτονομίσματα και τα έξυπνα συμβόλαια προσφέρουν μια πληθώρα πλεονεκτημάτων που υπερτερούν κατά πολύ των αρνητικών τους. Αρχικά, τα κρυπτονομίσματα έχουν τη δυνατότητα να παρέχουν χρηματοοικονομικές υπηρεσίες σε άτομα που δεν έχουν πρόσβαση στο τραπεζικό σύστημα, δημιουργώντας ευκαιρίες για χρηματοοικονομική ανάπτυξη σε παγκόσμια κλίμακα.

Η διαφάνεια του Blockchain μπορεί να βελτιώσει διαδικασίες σε πολλούς κλάδους (27) (28). Συγκεκριμένα είδαμε στην εργασία τα άπειρα οφέλη που έχει στο χώρο των πνευματικών δικαιωμάτων. Επιπρόσθετα, η εφοδιαστική αλυσίδα, τα συστήματα ψηφοφορίας και τα αρχεία υγειονομικής περίθαλψης μπορούν όλα να επωφεληθούν από την αμετάβλητη και διαφανή φύση του blockchain.

Ακόμα, η αποκέντρωση των δικτύων blockchain μειώνει την εξάρτηση από τις κεντρικές αρχές και τους μεσάζοντες, παρέχοντας μεγαλύτερη αυτονομία και ασφάλεια και εξαλείφει θέματα εμπιστοσύνης. Το σύνθημα των πρώτων δημιουργών έξυπνων συμβολαίων ήταν: “Code is law”, φράση που τονίζει ακριβώς ότι ο κώδικας θα τρέξει κάθε φορά όπως είναι γραμμένος να τρέξει και δεν υπάρχει λόγος ανησυχίας για αδικία ή διαφωνίες όπως με τους μεσάζοντες.

## Κλείσιμο

Με την εφαρμογή του RPMS στο πραγματικό σενάριο που αναλύσαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο, γίναμε μάρτυρες της μεταμορφωτικής δύναμης της τεχνολογίας blockchain και των έξυπνων συμβολαίων. Έγινε φανερό ότι μπορεί να φέρει επανάσταση στον τρόπο με τον οποίο οι προγραμματιστές αλλά και κάθε λογής δημιουργοί αποζημιώνονται για τη συνεισφορά τους. Το ταξίδι της ομάδας προγραμματιστών που ακολουθήσαμε χρησιμεύει ως απόδειξη για τις δυνατότητες του συστήματός μας να προσφέρει διαφάνεια, δικαιοσύνη και ενδυνάμωση στην κοινότητα των προγραμματιστών, γεφυρώνοντας το χάσμα μεταξύ της δημιουργικότητας και της δίκαιης αποζημίωσης.



## Βιβλιογραφία

1. **Justin O' Connor.** *The Cultural and Creative Industries: A Review of the Literature.* 2007.
2. **Parr, Russel L.** *Intellectual Property: Valuation, Exploitation, and Infringement Damages.* s.l. : Wiley, 2018.
3. *The Impact of the Music Industry in Europe and the Business Models Involved in Its Value Chain.* **Blanca de-Miguel-Molina, Rafael Boix-Doménech, Pau Rausell-Köster.** s.l. : Springer, 2021.
4. **Ron Sobel, Dick Weissman.** *Music Publishing: The Roadmap to Royalties.* 2008.
5. *“Fair Compensation” in the Digital Age: Realigning the Audio Home Recording Act.* **Zhang, Monica.** 2017.
6. **RUTH TOWSE, CHRISTIAN HANDKE AND PAUL STEPAN.** *THE ECONOMICS OF COPYRIGHT LAW: A STOCKTAKE OF.*
7. **Mougayar, William.** *The Business Blockchain: Promise, Practice, and Application of the Next Internet Technology.* 2016.
8. **Open source P2P money.** [Ηλεκτρονικό] <https://bitcoin.org/en/>.
9. **Satoshi, Nakamoto.** *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System.* 2008.
10. **Antonopoulos, Andreas M.** *Mastering bitcoin: Programming The open blockchain.* s.l. : Stanford Publishing, 2021.
11. *An Overview of Smart Contract and Use cases in Blockchain technology.* **Bhabendu Kumar Mohanta, Soumyashree S Panda, Debasish Jena.** 2021.
12. **Buterin, Vitalik.** *Ethereum: A Next-Generation Smart Contract and Decentralized Application Platform.* 2014.
13. **Foundation, Ethereum.** *Ethereum.* [Ηλεκτρονικό] <https://ethereum.org/en/>.
14. **Merchant, Murtuza.** *What is an Ethereum Virtual Machine (EVM) and how does it work?* [Ηλεκτρονικό] 2022. <https://cointelegraph.com/news/what-is-an-ethereum-virtual-machine-evm-and-how-does-it-work>.
15. **Frankenfield, Jake.** *Decentralized Applications.* [Ηλεκτρονικό] 2022. <https://www.investopedia.com/terms/d/decentralized-applications-dapps.asp>.
16. *Blockchain 2.0 - From Bitcoin Transactions .* **Kehrli, Jerome.** 2016.
17. *Smart contracts on the blockchain – A bibliometric analysis and review.* **Ante, Lennart.** 2021.



18. *Survey on blockchain based smart contracts: Applications, opportunities and challenges.* Tharaka Hewa. 2021.
19. S., Goyal. *Centralized vs. Decentralized? The New Decentralized Internet .* [Ηλεκτρονικό] 2018. <https://101blockchains.com/centralized-vs-decentralized-internet-networks/>.
20. *Blockchain-Based Framework for Protecting Author Royalty of Digital.* Nishara Nizamuddin, Haya Hasan, Khaled Salah, Razi Iqbal. 2019.
21. *Solidity. A statically-typed curly-braces programming language designed for developing smart contracts that run on Ethereum.* [Ηλεκτρονικό] <https://soliditylang.org/>.
22. *OpenZeppelin. Securely Code, Deploy and Operate your Smart Contracts.* [Ηλεκτρονικό] <https://www.openzeppelin.com/>.
23. *ethers.js library.* [Ηλεκτρονικό] <https://docs.ethers.org/v5/>.
24. *Metamask. A crypto wallet & gateway to blockchain apps.* [Ηλεκτρονικό] <https://metamask.io/>.
25. *Github. The AI-powered developer platform to build, scale, and deliver secure software.* [Ηλεκτρονικό] <https://github.com/>.
26. *Goerli Faucet.* [Ηλεκτρονικό] <https://goerlifaucet.com/>.
27. *Blockchain Based Model for Royalty Payments of Artists and Remix Makers.* Shreya Bilonikar, Carol Mendonca, Divita Phadakale, Prof. Monali Shetty. 2021.
28. *Blockchain-based royalty contract transactions scheme for Industry 4.0 supply-chain management.* Dhyye Mehta, Sudeep Tanwar, Umesh Bodkhe, Arpit Shukla. 2021.
29. *Remix. Remix IDE. Remix project.* [Ηλεκτρονικό] <https://remix-project.org/>.