

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Provozně ekonomická fakulta**

**Katedra informačních technologií**



**Bakalářská práce**

**NFT (Non-Fungible Token)**

**Daniel Svátek**

© 2022 ČZU v Praze



# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Provozně ekonomická fakulta

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Daniel Svátek

Informatika

Název práce

**NFT (Non-Fungible Token)**

Název anglicky

**NFT (Non-Fungible Token)**

---

### Cíle práce

Bakalářská práce je zaměřena na problematiku NFT a zkoumá jejich současné, ale i možné budoucí využití. Hlavním cílem práce je predikovat využitelnost a vyhodnotit potenciál NFT.

Dílním cílem práce je přiblížit problematiku kryptoměn, různé platformy pro nft, ekologický dopad a dopad ve světě umění.

### Metodika

Hlavním zdrojem informací pro bakalářskou práci bude studium odborné literatury a internetových zdrojů. Větší část bude tvořit internetové zdroje, jelikož NFT je poměrně mladý a odvětví kryptoměn se neustále mění.

V teoretické části bakalářské práce bude stručný vývoj a historie kryptoměn. Dále zde bude charakterizovány a z technologického hlediska popsány kryptoměny a NFT. Nakonec budou představeny platformy pro použití NFT.

Praktická část si klade za cíl zjištění současného i budoucího využití NFT. Dále zde bude vyhodnocení reálného ekologického dopadu, porovnání s dalšími odvětvími a možné způsoby ekologického zlepšení. Dalším cílem bude určení následku hlavně pro tvůrce digitálního umění.

## Doporučený rozsah práce

35-45s.

## Klíčová slova

Kryptoměny, Non-fungible token, blockchain, virtuální měna, digitální umění

---

## Doporučené zdroje informací

- Ferdinand Regner, André Schweizer, Nils Urbach: NFTs in Practice – Non-Fungible Tokens as Core Component of a Blockchain-based Event Ticketing Application, [online]  
[https://www.researchgate.net/publication/336057493\\_NFTs\\_in\\_Practice\\_-\\_Non-Fungible\\_Tokens\\_as\\_Core\\_Component\\_of\\_a\\_Blockchain-based\\_Event\\_Ticketing\\_Application](https://www.researchgate.net/publication/336057493_NFTs_in_Practice_-_Non-Fungible_Tokens_as_Core_Component_of_a_Blockchain-based_Event_Ticketing_Application)
- LÁNSKÝ, J. *Kryptoměny*. V Praze: C.H. Beck, 2018. ISBN 978-80-7400-722-4.
- Liana Badea, Mungiu-Pupăzan Mariana Claudia: The Economic and Environmental Impact of Bitcoin , [online] [https://www.researchgate.net/publication/350361329\\_The\\_Economic\\_and\\_Environmental\\_Impact\\_of\\_Bitcoin](https://www.researchgate.net/publication/350361329_The_Economic_and_Environmental_Impact_of_Bitcoin)
- Narayanan A. et. al.: Bitcoin and Cryptocurrency Technologies: A Comprehensive Introduction. Princeton University Press 2016. ISBN-13: 978-0691171692
- STROUKAL, D. – SKALICKÝ, J. *Bitcoin a jiné kryptoměny budoucnosti : historie, ekonomie a technologie kryptoměn, stručná příručka pro úplné začátečníky*. Praha: Grada Publishing, 2018. ISBN 978-80-271-0742-1.

---

## Předběžný termín obhajoby

2021/22 LS – PEF

## Vedoucí práce

Ing. Martin Havránek, Ph.D.

## Garantující pracoviště

Katedra informačních technologií

Elektronicky schváleno dne 17. 8. 2021

**doc. Ing. Jiří Vaněk, Ph.D.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 5. 10. 2021

**Ing. Martin Pelikán, Ph.D.**

Děkan

V Praze dne 28. 11. 2021

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "NFT (Non-Fungible Token)" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 12.3.2022

---

## **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Martinu Havránkovi, Ph.D. za odborné vedení, vstřícný přístup a za možnost pracovat na vlastním tématu, o které se zajímám.

# NFT (Non-Fungible Token)

## Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá technologií NFT, jejím současným i budoucím využitím, ekologickým dopadem, dopadu pro digitální tvůrce a predikcí nárůstu v různých odvětvích. Predikce je řešena pomocí vícekriteriální analýzy variant, jejímž cílem je seřazení budoucích způsobů využití podle jejich celkového užitku.

Práce je rozdělena do dvou částí. V teoretické části je popsána historie kryptoměn a NFT. Následně jsou vysvětleny důležité pojmy a princip jejich fungování.

Praktická část se věnuje současnému a možnému budoucímu využití NFT. Dále je tato část zaměřena na predikci nárůstu využití, ke kterému je použita metoda analytického hierarchického procesu. Váhy jednotlivých kritérií a variant jsou vypočteny pomocí Saatyho metody.

Následně je v praktické části objasněna tvorba, koupě a prodej NFT. Na základě dostupně veřejných dat jsou zde porovnávána nejpůvodnější tržiště a zjištěn ekologický dopad NFT. Poslední část se věnuje významu technologie pro digitální tvůrce.

**Klíčová slova:** Kryptoměny, Non-fungible token, blockchain, virtuální měna, digitální umění, vícekriteriální analýza variant, kritérium

# **NFT (Non-Fungible Token)**

## **Abstract**

The bachelor thesis deals with NFT technologies, their current and future use, their ecological, impact on digital creators and the prediction of growth in different sectors. Prediction is addressed by a multiple-criteria decision analysis that aims to rank future uses according to their overall utility.

The thesis is divided into two parts. The theoretical part describes the history of cryptocurrencies and NFTs. Subsequently, important concepts and the principle of their operation are explained.

The practical part deals with the current and possible future uses of NFTs. Furthermore, this part focuses on the prediction of usage growth, for which the analytical hierarchy process is used. The weights of each criterion and variant are calculated using Saaty's method.

Then the practical part explains the creation, purchase, and sale of NFTs. Based on available public data, the most popular marketplaces are compared and the ecological impact of NFTs is identified. The last section looks at what relevance technology has for digital creators.

**Keywords:** Cryptocurrency, Non-fungible token, blockchain, virtual currency, digital art, multiple-criteria decision analysis, criterion



# Obsah

<b>1 Úvod.....</b>	<b>12</b>
<b>2 Cíl práce a metodika .....</b>	<b>13</b>
2.1 Cíl práce .....	13
2.2 Metodika .....	13
2.2.1 Vícekriteriální analýza variant.....	13
<b>3 Teoretická východiska .....</b>	<b>21</b>
3.1 Kryptoměny.....	21
3.1.1 Historie.....	21
3.1.2 Charakteristika technologie .....	22
3.2 Non-fungible token .....	27
3.2.1 Historie.....	28
3.2.2 Princip fungování NFT .....	29
3.2.3 Fractionalized Non-fungible token .....	32
<b>4 Vlastní práce .....</b>	<b>33</b>
4.1 Současné využití NFT .....	33
4.1.1 Sběratelské předměty .....	33
4.1.2 Digitální umění .....	33
4.1.3 Herní průmysl .....	34
4.1.4 Domény.....	34
4.1.5 NFT v České republice .....	35
4.2 Možné budoucí využití.....	36
4.2.1 Herní průmysl .....	37
4.2.2 Hudební průmysl.....	37
4.2.3 Módní průmysl.....	38
4.2.4 Finance.....	38
4.2.5 Realitní průmysl.....	38
4.2.6 Sběratelské předměty .....	38
4.2.7 Patenty .....	39
4.2.8 Domény.....	39
4.2.9 Společenské akce .....	39
4.2.10 Digitální identita .....	40
4.2.11 Certifikáty, diplomy a průkazy .....	40
4.2.12 Odměny a trofeje .....	41
4.3 Predikce nárůstu využití .....	41
4.3.1 Stanovení kritérií.....	41
4.3.2 Seřazení variant.....	44

4.4	Tvorba, koupě a prodej.....	53
4.4.1	Manuálně.....	53
4.4.2	Přes NFT tržiště .....	54
4.5	Ekologický dopad.....	55
4.5.1	Řešení ekologického zlepšení .....	56
4.6	Význam pro digitální tvůrce.....	57
<b>5</b>	<b>Závěr.....</b>	<b>59</b>

## Seznam obrázků

Obrázek 1 AHP - hierarchická struktura [3] .....	20
Obrázek 2 - Struktura blockchainu [14] .....	23
Obrázek 3 - The right direction [35] .....	35
Obrázek 4 - Maestropiece by TMBK [38] .....	36

## Seznam tabulek

Tabulka č. 1 - Výpočet vah kritérií .....	43
Tabulka č. 2 – Seznam variant a jejich zkratky .....	44
Tabulka č. 3 - Ohodnocení variant podle využití.....	45
Tabulka č. 4 - Výpočet vah variant podle využití.....	46
Tabulka č. 5 - Ohodnocení variant podle jednoduchosti technické implementace .....	47
Tabulka č. 6 – Výpočet vah podle jednoduchosti technické implementace .....	47
Tabulka č. 7 - Ohodnocení variant podle nezávislosti na vnějších jevech .....	48
Tabulka č. 8 - Výpočet vah podle nezávislosti na vnějších jevech.....	49
Tabulka č. 9 - Ohodnocení variant podle experimentace v oboru .....	50
Tabulka č. 10 - Výpočet vah podle experimentace v oboru .....	50
Tabulka č. 11 – Váhy všech variant pro všechna kritéria .....	52
Tabulka č. 12 – Konečný užitek variant .....	52
Tabulka č. 13 – Srovnání tržišť .....	54

## Seznam použitých zkratk

DApps	Decentralized applications
NFT	Non-fungible token
AHP	Analytický hierarchický proces
PoW	Proof of Work
PoS	Proof of Stake
DPoS	Delegated Proof of Stake
Wh	Watthodina
CO <sub>2</sub>	Oxid uhličitý

# 1 Úvod

O Bitcoinu už dnes slyšel alespoň skrze média téměř každý. Média se z velké části zaměřují na cenový vývoj a příběhy šťastných jedinců, kteří si vydělali i několik milionů amerických dolarů. Bitcoin existuje již přes 12 let. Jeho popularita, a zájem o kryptoměny celkově, narůstá při prudkých vzrůstech cen v krátkém časovém období. Zásadní moment nastal v roce 2017, kdy cena Bitcoinu stoupla z několika stovek dolarů na téměř 20 tisíc. Díky této bublině se slova Bitcoin a kryptoměny dostala k širší veřejnosti. Spousta těchto lidí neví, co přesně kryptoměny jsou a jak fungují. Proto je důležité si tyto pojmy vysvětlit a rozšířit mezi širokou veřejnost.

Kryptoměny jsou mnohem víc než jen Bitcoin, jež je používán převážně jako nástroj spekulace pro rychlé zbohatnutí. Ostatní kryptoměny jsou nazývány „altcoiny“. Tyto kryptoměny navazují na stejný koncept jako Bitcoin, ale přidávají další funkce nebo mění validaci transakcí (konsenzus). Největším tímto altcoinem je kryptoměna druhé generace Ethereum, která již není jen digitální měnou ale technologií, na které lze vytvářet decentralizované aplikace (DApps) pomocí chytrých kontraktů.

Pomocí těchto kontraktů bylo možné vytvořit Non-fungible token, o který je za poslední rok (2020/21) velký zájem. Mezi hlavní osoby okolo NFT patří Mike „Beeple“ Winkelmann. Během několika měsíců se Winkelmannovi povedlo prodat stovky kusů jeho 3D digitální tvorby, jenž je často kontroverzní, za necelý milion dolarů. To vyústilo v aukci u celosvětově známého aukčního domu Christie's, kde se jeho dílo vydražilo za 69 milionů dolarů. [1] A právě NFT a jeho potencialu se věnuje tato bakalářská práce.

## **2 Cíl práce a metodika**

### **2.1 Cíl práce**

Bakalářská práce je zaměřena na problematiku NFT a zkoumá jejich současné, ale i možné budoucí využití. Hlavním cílem práce je predikovat využitelnost a vyhodnotit potenciál NFT.

Dílčím cílem práce je přiblížit problematiku kryptoměn, různé platformy pro NFT, ekologický dopad a dopad ve světě umění.

### **2.2 Metodika**

Hlavním zdrojem informací pro bakalářskou práci bude studium odborné literatury a internetových zdrojů. Větší část budou tvořit internetové zdroje, jelikož NFT jsou poměrně mladé a odvětví kryptoměn se neustále mění.

Obsahem teoretické části bakalářské práce bude uveden stručný vývoj a historie kryptoměn. Dále zde budou charakterizovány a z technologického hlediska popsány kryptoměny a NFT.

Praktická část si klade za cíl zjištění současného i budoucího využití NFT. Jednotlivé kategorie budoucího využití budou seřazeny podle pravděpodobnosti reálné adaptace ve světě prostřednictvím vícekriteriální analýzy variant. Stručně bude vysvětlena tvorba, prodej a nákup NFT. Také budou představena a porovnána největší tržiště. Dále zde bude vyhodnocení reálného ekologického dopadu a možné způsoby ekologického zlepšení. Dalším cílem bude určení následku hlavně pro tvůrce digitálního umění.

#### **2.2.1 Vícekriteriální analýza variant**

Rozhodování je proces, při kterém se vybírá optimální řešení pomocí porovnání alespoň dvou variant na základě hodnotících kritérií. [2]

Rozhodovací úlohy, při kterých je vyžadováno zohlednění více kritérií, se nazývají modely vícekriteriálního rozhodování. Jejich cílem je pomocí všech kritérií nalézt buď nejvýhodnější variantu, vyloučení neefektivních variant, nebo uspořádání množiny variant. [3]

„Více kritériální modely se dělí na dvě skupiny:

- **Modely vícekritériální optimalizace** – mají množinu variant s nekonečně mnoha prvky, která je vyjádřena pomocí omezujících podmínek a ohodnocení jednotlivých variant je dáno jednotlivými kritériálními funkcemi.
- **Modely vícekritériálního hodnocení variant** – jsou zadány pomocí konečného seznamu variant a jejich ohodnocení podle jednotlivých kritérií.“ [3]

Základem při postupu výběru variant je co největší objektivita rozhodovatele, k čemuž mu slouží řada určených postupů a metod. [3]

#### 2.2.1.1 Varianty

„Varianty jsou konkrétní rozhodovací možnosti, předmět vlastního rozhodování, jsou realizovatelné a nejsou logickým nesmyslem“ [3]

#### 2.2.1.2 Kritéria

„Kritérium je hledisko hodnocení variant, může být kvalitativní nebo kvantitativní. Kritéria musí být nezávislá a měla by pokrývat všechna hlediska výběru a přitom jich nesmí být zbytečně velký počet, aby nebyl problém nepřehledný.“ [3]

Kritéria lze rozlišovat podle různých hledisek.

- Podle kvantifikovatelnosti:
  - **Kvantitativní** – Jsou objektivně měřitelné údaje.
  - **Kvalitativní** – Nelze je objektivně měřit. Často představují hodnoty, které byly odhadnuty subjektivně rozhodovatelem.
- Podle povahy:
  - **Maximalizační** – Nejlepším variantám jsou přiřazeny nejvyšší hodnoty.
  - **Minimalizační** – Nejlepším variantám jsou přiřazeny nejnižší hodnoty.

Rozdělení podle [3].

Po ohodnocení variant podle kritérií lze tyto údaje zapsat do kritériální matice  $Y$ , ve které sloupce odpovídají kritériím a řádky jednotlivým variantám. Prvek  $y_{ij}$  kritériální matice znázorňuje hodnocení  $i$ -té varianty podle  $j$ -tého kritéria. [3]

### 2.2.1.3 Váhy

Váha kritéria vyjadřuje relativní důležitost kritéria v porovnání s ostatními kritérii. Nabývá hodnot 0 až 1, čím je tato hodnota větší, tím je důležitost kritéria vyšší. Součet všech vah se rovná jedné. [2]

### 2.2.1.4 Vyhodnocení variant

#### **Dominovaná varianta**

*„Varianta  $a_i$  dominuje variantu  $a_j$ , když platí že  $(y_{i1}, y_{i2}, \dots, y_{ik}) \geq (y_{j1}, y_{j2}, \dots, y_{jk})$  a existuje alespoň jedno kritérium  $f_l$ , kde  $y_{il} > y_{jl}$ .“ [3]*

#### **Vzájemně nedominované varianty**

*„Varianty  $a_i, a_j$  jsou vzájemně nedominované, jestliže existuje alespoň jedno kritérium  $f_l$ , kde  $y_{il} > y_{jl}$ , pak musí existovat jiné kritérium  $f_k$ , kde  $y_{ik} > y_{jk}$ .“ [3]*

#### **Paretovska varianta**

Varianta, která není dominovaná žádnou jinou variantou. [3]

#### **Ideální a bazální varianta**

Ideální varianta dosahuje ve všech kritériích nejlepších hodnot. Bazální varianta je jejím protějškem a ve všech kritériích dosahuje těch nejhorších hodnot. Tyto varianty bývají obvykle jen hypotetické. [3]

#### **Kompromisní varianta**

*„Kompromisní varianta je nedominovaná varianta doporučená jako řešení problému.“ [3]*

### 2.2.1.5 Metody stanovení vah

Získání hodnot vah od rozhodovatele je velmi obtížné, a proto existují spousty metod stanovení vah, jež bývají základním krokem analýzy modelu vícekritériální analýzy variant. [2][3]

Výběr metody stanovení vah závisí na druhu informací o preferencích mezi jednotlivými kritérii. [3]

#### 2.2.1.5.1 Žádná informace

Neexistuje informace o preferencích jednotlivých kritérií, lze všem kritériím nastavit stejnou váhu. [3]

#### 2.2.1.5.2 Nominální informace

Informace je vyjádřena pomocí aspiračních úrovní, jež určují minimální hranici hodnot, které varianta musí dosáhnout. Podle splnění této podmínky se varianty dělí na akceptovatelné a neakceptovatelné. [3]

#### 2.2.1.5.3 Ordinální informace

Pomocí této informace lze seřadit kritéria podle jejich důležitosti nebo varianty dle jednotlivých kritérií do řady. [3]

Mezi metody, které k rozhodování používají ordinální informace, patří:

#### **Metoda pořadí**

Kritéria jsou seřazena od nejvíce důležitého, jež má přiřazeno hodnocení  $n$  (počet kritérií), až po nejméně důležité, které dostane hodnocení 1. Váhy kritérií se vypočítají součtem přiřazených bodů, které se vydělí součtem všech bodů. [3]

#### **Metoda párového porovnání**

Tato metoda, někdy také označovaná jako Fullerův trojúhelník, porovnává, které ze dvou kritérií je důležitější. Takovému kritériu je připočten jeden bod. Váha se vypočítá sečtením všech bodů a následným vydělením celkovým počtem všech srovnání. Aby se zabránilo tomu, že nejméně preferované kritérium bude mít hodnotu 0, tak se před výpočtem vah všem kritériím přidá jeden bod a počet všech srovnání musí být také zvýšený o jeden. [2]



#### 2.2.1.5.4 Kardinální informace

Kardinální informace vyjadřuje, o kolik nebo jak moc je dané hodnocení důležitější než hodnocení druhé. Takto lze hodnotit kritéria i varianty. Informace může být jak kvantitativní, tak kvalitativní. [3]

Metody stanovení vah pracující s kardinální informací:

#### **Bodovací metoda**

Důležitost je vyjádřena pomocí bodové stupnice, například od 1 do 10. Jednotlivé varianty jsou ohodnoceny body, kde nejvíce bodů náleží nejdůležitějšímu kritériu. Pro výpočet vah se body sečtou u každé varianty a vydělí celkovým počtem rozdělených bodů. [3]

#### **Saatyho metoda**

Podobně jako metoda párového porovnání i Saatyho metoda je založena na srovnávání dvou kritérií. Saatyho metoda navíc dokáže určit velikost preference pomocí devíti bodové stupnice:

*1 – rovnocenná kritéria  $i$  a  $j$*

*3 – slabě preferované kritérium  $i$  před  $j$*

*5 – silně preferované kritérium  $i$  před  $j$*

*7 – velmi silně preferované kritérium  $i$  před  $j$*

*9 – absolutně preferované kritérium  $i$  před  $j$*

Pro ohodnocení lze použít i mezistupně 2, 4, 6, 8. Následující matice se nazývá Saatyho matice  $S = (s_{ij})$ , která znázorňuje porovnání  $i$ -tého kritéria k  $j$ -tému kritériu:

$$S = \begin{pmatrix} 1 & s_{12} & \cdots & s_{1n} \\ 1/s_{12} & 1 & \cdots & s_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1/s_{1n} & 1/s_{2n} & \cdots & 1 \end{pmatrix} \quad (1)$$

Jsou-li si dvě kritéria rovnocenná, pak je  $s_{ij} = 1$ . Jestliže rozhodovatel preferuje  $i$ -té kritérium před  $j$ -tým, tak je poté ohodnotí podle výše zmíněné devíti bodové stupnice. Je-li

$j$ -té kritérium preferované před  $i$ -tým, tak se do matice zapíše převráceným způsobem, například  $s_{ij} = \frac{1}{5}$ . Saatyho matice je reciproká, což znamená, že  $s_{ij} = \frac{1}{s_{ji}}$ .

Prvky matice nebývají dokonale konzistentní, takže pro ně neplatí  $s_{hj} = s_{hi} \times s_{ij}$ . Výpočet míry konzistence Saaty nadefinoval jako

$$I_S = \frac{I_{max} - n}{n - 1}, \quad (2)$$

kde  $I_{max}^2$  je největší vlastní číslo Saatyho matice a  $n$  je počet kritérií. Matice je dostatečně konzistentní, když je  $I_S < 0,1$ .

Váhy lze vypočítat několika způsoby, ale nejčastěji se používá postup normalizovaného geometrického průměru řádku Saatyho matice neboli metoda logaritmických nejmenších čtverců. Geometrický průměr řádku  $b_i$  se vypočte

$$b_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n s_{ij}} \quad (3)$$

Váhy se následně vypočítají normalizací hodnot  $b_i$

$$v_i = \frac{b_i}{\sum_{i=1}^n b_i} \quad (4)$$

Saatyho metodu lze použít i pro stanovení vah mezi variantami, kdy se původní úloha hierarchicky uspořádá (viz 2.2.1.6.1).

Celá Saatyho metoda podle [3].

#### 2.2.1.6 Metody výběru kompromisních variant

Metod výběru kompromisních variant je opravdu mnoho a následující výčet není úplný. Metody lze rozdělit podle vyžadované vstupní informace o preferenci kritérií:

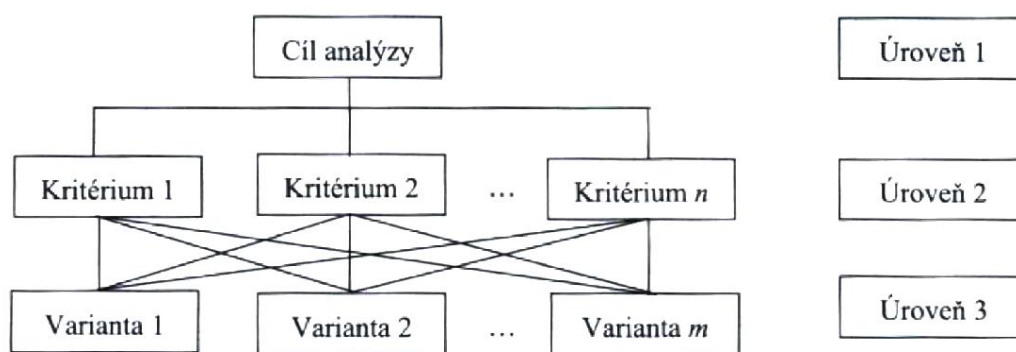
- **Metody nevyžadující informaci**
  - Bodovací metoda
  - Metoda pořadí
- **Metody vyžadující aspirační úroveň**
  - Konjunktivní a disjunktivní metoda
  - Metoda PRIAM
- **Metody vyžadující ordinální informace**
  - Lexikografická metoda
  - Metoda ORESTE
- **Metoda vyžadující kardinální informace**
  - Metody založené na výpočtu hodnot funkce užítku
  - Metoda váženého součtu
  - **Metoda AHP**
  - Metoda TOPSIS

Rozdělení podle [2], [3].

#### 2.2.1.6.1 Metoda AHP

AHP neboli analytický hierarchický proces byl vytvořen profesorem Saatyem. Metoda pomáhá zjednodušit a zrychlit proces rozhodování pomocí rozložení složitého problému na jednodušší komponenty a tím zároveň tvoří hierarchický systém problému. Pro každou úroveň systému se použije Saatyho metoda, která jednotlivým prvkům přiřazuje kvantitativní informace podle jejich důležitosti. Syntézou těchto hodnocení se stanoví komponenta s nejvyšší prioritou, na kterou se rozhodovatel zaměří s ohledem na cíl řešení rozhodovacího problému. [3]

Jednoduchá úloha vícekriteriální analýzy variant většinou obsahuje tři úrovně (viz Obrázek 1) : cíl, kritéria a varianty. Uspořádání jednotlivých úrovní odpovídá uspořádání od obecného ke konkrétnímu. Obecnější prvky ve struktuře zaujímají vyšší úrovně nežli prvky konkrétnější. Nejvyšší úroveň zaujímá cíl analýzy, který je vždy pouze jeden a lze mu přiřadit hodnotu jedna. Tato hodnota je poté rozdělena mezi prvky o úroveň níž, jejichž hodnota je poté také distribuována do nižších úrovní, dokud není ohodnocen nejnižší stupeň. [3]



Obrázek 1 AHP - hierarchická struktura [3]

Preference vzhledem k nadřazenému prvku se nazývá lokální. Pro získání hodnocení prvku z hlediska všech kritérií je potřeba vypočítat součet součinů navazujících preferencí v hierarchické úrovni. Prvek s nejvyšším tímto hodnocením lze považovat za kompromisní. [3]

## 3 Teoretická východiska

### 3.1 Kryptoměny

Kryptoměna je druh digitální měny využívající kryptografii k znemožnění padělání nebo dvojnásobného placení. Většina kryptoměn jsou decentralizované sítě založené na technologii blockchainu. [4]

Hlavním důvodem jejich vzniku bylo vytvoření systému, který umožní bezpečné transakce mezi uživateli bez prezence třetích stran. Od té doby se ambice, jak využít blockchain technologii, značně zvýšily. [4]

Kryptoměny čelí kritice z mnoha důvodů, včetně jejich použití pro nezákonné činnosti. Dalším bodem kritiky je jejich volatilita, kvůli které jsou kryptoměny využívány hlavně pro rychlé zbohatnutí, a proto je jejich široká adaptace složitá. Velkým tématem je také jejich enormní spotřeba energie, která je potřeba k jejich těžbě (validace transakce pomocí náročného matematického úkonu u Proof of Work protokolu, viz 3.1.2.2.1). [5]

Mezi nejznámější kryptoměny patří Bitcoin a Ethereum, ale v oběhu jich existuje přes 5000. [6] Některé z nich jsou klony Bitcoinu a Etherea, další vznikly tzv. hard forkem, což znamená, že se komunita mezi sebou nedomluvila na budoucím vývoji a celý blockchain se rozdělil na dva. Ostatní byly vybudovány částečně nebo úplně od začátku. [4]

#### 3.1.1 Historie

První myšlenky použít kryptografii na měnu pochází od amerického kryptografa Davida Chauma z roku 1983. Chaum dokázal vyřešit problémy se zabráněním dvojité útraty a se zachováním anonymity celého systému. Jeho inovace spočívala v podpisu transakce se sériovým číslem, kde zpráva i sériové číslo se příjemci zpřístupnily až po podepsání. [7]

Po šestileté práci na tomto konceptu Chaum založil v roce 1989 firmu DigiCash, ve které vytvořili první systém pro internetové platby se jménem Ecash. Systém fungoval tak, že klienti byli anonymní a banky nemohly vystopovat jejich aktivitu. Anonymní ale nebyli obchodníci, kteří museli vrátit peníze zpět bance, aby banka věděla, kolik obchodníci vydělávají a další jejich informace. Přestože několik bank ve Spojených státech amerických systém implementovalo, projekt skončil neúspěšně. [7]

Moderní kryptoměny poprvé popsal v roce 1998 počítačový vědec Wei Dai, které nazval b-money, jež byly zamýšleny jako anonymní distribuovaný systém pro elektronickou hotovost. Daiova koncepce b-money zahrnovala řadu specifických vlastností, které se dnes staly pro kryptoměny běžné, včetně požadavku na výpočetní práci (těžení) za účelem ověření transakcí. Dalšími vlastnostmi byly ustanovení, že tato práce musí být ověřena komunitou, a odměňování pracovníků za ověřování transakcí. Aby transakce zůstaly organizované, Dai navrhl nutnost kolektivního účetnictví. Tento návrh je velmi podobný současné blockchainové technologii. Dále navrhl použití digitálních podpisů nebo veřejných klíčů pro autentizaci transakcí a vymáhání smluv. B-money nebyly nikdy oficiálně spuštěny a zůstaly v existenci jen jako návrh. [8]

V roce 2008 byl poprvé představen Bitcoin ve vydaném článku s názvem „Bitcoin: Peer-to-Peer Electronic Cash System“ napsaného pod pseudonymem Satoshi Nakamoto. Nakamoto spojil několik dřívějších vynálezů za účelem vytvoření zcela decentralizovaného systému elektronických peněz, který se při vydávání měny nebo vypořádávání a ověřování transakcí nespolehá na ústřední orgán. Klíčovou inovací bylo použití distribuovaného výpočetního systému (nazývaného Proof of Work, více 3.1.2.2.1) k provádění výpočtu hashovacích funkcí jako důkaz vykonané práce, což decentralizované síti umožní dosáhnout shody ohledně stavu transakcí. Toto elegantně řeší problém dvojího utrácení, který byl slabostí digitálních měn. [9]

Bitcoinová síť byla zahájena v roce 2009 na základě referenční implementace publikované Nakamotem a poté revidované mnoha dalšími programátory. Satoshi Nakamoto se v dubnu 2011 stáhl z veřejnosti a odpovědnost za vývoj kódu a sítě přenechal prosperující skupině dobrovolníků. Totožnost Nakomota je neznámá a i po 13 letech není jisté, jestli se jedná o jednu osobu nebo skupinu lidí. [9][10]

### 3.1.2 Charakteristika technologie

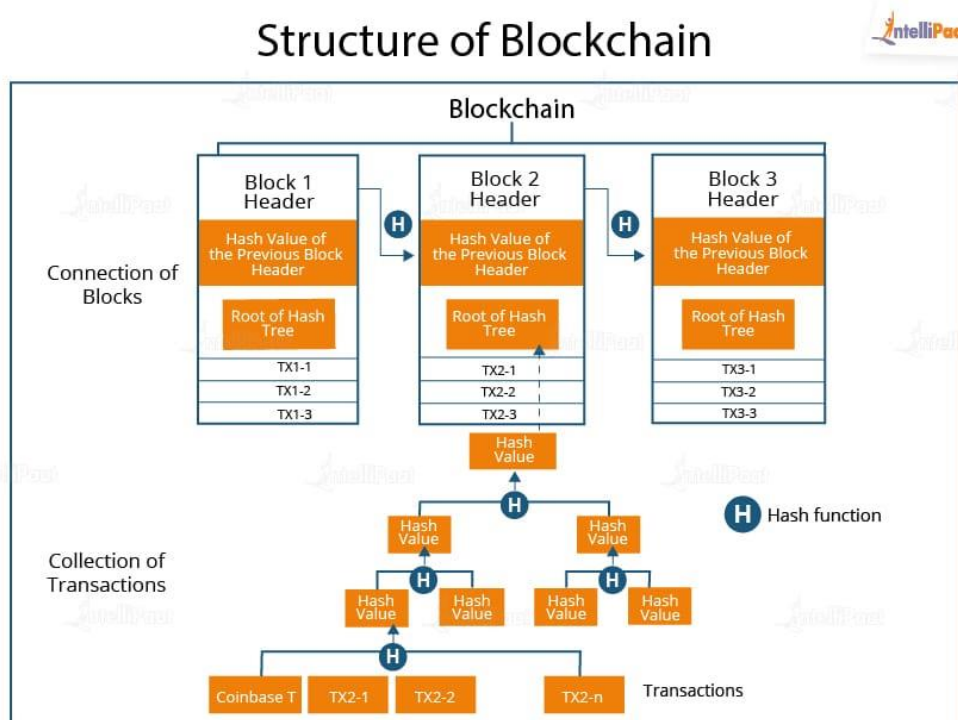
Jak již několikrát zaznělo, kryptoměny používají decentralizovanou síť. Decentralizace znamená, že všichni v síti jsou si rovni (mají stejná práva) a neexistuje entita, která by mohla tento systém lehce ovlivnit. To jim umožňuje existovat mimo kontrolu vlád a ústředních orgánů. [4]

### 3.1.2.1 Blockchain

Dalším pojmem, který doprovází popis kryptoměny, je blockchain, jehož lze definovat jako distribuovanou účetní knihu, která k ukládání dat v síti využívá šifrované chronologické zřetěžené bloky. Jeho klíčové vlastnosti jsou důvěra, neměnnost, decentralizace, zabezpečení, chronologická data, kolektivní údržba a programovatelnost. [11]

Blok je struktura několika transakcí s hlavičkou (viz Obrázek 2). Údaje v hlavičce může mít každý blockchain (měna od měny) lehce pozměněný, ale většina informací se shoduje. Hlavička zahrnuje odkaz na předchozí blok, který je reprezentován jeho hashem. Hash je matematická funkce, která převádí vstup libovolné délky na šifrovaný výstup pevné délky. Bez ohledu na původní množství dat je jeho jedinečný hash vždy stejné velikosti. Kromě toho nelze hash použít k zpětnému nalezení vstupů. Pokud se na vstupu použijí stejná data, hash bude vždy identický. [12][13]

Další údaje v hlavičce jsou číslo verze, čas vytvoření, obtížnost těžení, cílový hash, nonce (jen u Proof of Work konsenzu, viz 3.1.2.2.1) a Merkle Root. Transakce v bloku jsou uspořádány do Merkleova stromu. Hashe transakcí jsou postupně spojovány, než se postupně zkombinují do jednoho hashe => Merkle root. Hash samotného bloku se poté vypočítá dvojitým zahashováním hlavičky bloku. [9]



Obrázek 2 - Struktura blockchainu [14]

Blockchain nabízí důvěru tak, že umožňuje lidem navzájem spolupracovat, aniž by si museli důvěřovat mezi sebou. Místo toho stačí důvěřovat pouze samotnému blockchainu, který zajistí integritu vyměňovaných dat bez přítomnosti třetí strany. [11]

Neměnnost blockchainu znemožňuje komukoli manipulovat, nahrazovat nebo falšovat data uložená v síti. Je zaručena pomocí kryptografie, zřetězením bloků a tím, že je blockchain distribuovaný. Kdyby se někdo pokusil změnit data v nějakém bloku  $X$ , tak je třeba přepočítat jeho hash. V následujícím bloku  $X+1$  by se musel změnit odkaz na blok předcházející, tedy blok  $X$ . Což znamená, že výsledný hash  $X+1$  by byl jiný než se starým odkazem na blok  $X$ . A tím pádem by i bloky  $X+2$ ,  $X+3$  atd. měly jiný výsledný hash. Na toto přepočítávání by bylo potřeba vynaložit enormní výpočetní výkon (u Proof of Work konsenzu). Ale jelikož je celý blockchain distribuovaný, tedy historie celého blockchainu je uložena na zařízeních připojených k síti, tak by tato zařízení zjistila nepravost zfalšovaných dat.

### 3.1.2.2 Konsenzu

Konsenzus neboli shoda blockchainu spočívá v tom, že všechny uzly udržují stejnou distribuovanou účetní knihu, což jednoduše znamená shodu uzlů na jednom stavu celé sítě. V tradiční softwarové architektuře není konsenzus problémem kvůli existenci centrálního serveru, a proto ostatní uzly stačí sladit se serverem. V distribuované síti, jako je blockchain, je však každý uzel hostitelem i serverem a k dosažení shody potřebuje výměnu informací s jinými uzly. Zároveň také musí tolerovat výskyt nefunkčních nebo offline uzlů a existenci škodlivých uzlů, které se snaží ovlivnit nebo zničit proces konsenzu. [15]

#### 3.1.2.2.1 Proof of Work

Proof of Work (dále jen PoW) funguje na základě výpočetní soutěže, kde se jednotlivé uzly snaží najít nonce daného bloku. Nonce je číslo, které musí splnit požadavek, že hash daného bloku je menší nebo roven cílovému hashi. Kdo takový nonce najde a zapíše celý blok do blockchainu, získá odměnu v podobě měny blockchainu. Celý tento mechanismus těžby vyžaduje vysokou spotřebu energie. [9][15]



PoW protokol je využíván například v Bitcoinu, Ethereum, Dogecoinu a mnoha dalších.

#### 3.1.2.2.2 Proof of Stake

U Proof of Stake (dále jen PoS) protokolu je výběr uzlu, který vytvoří nový blok, závislý na uzamknutém množství kryptoměny. Tu může uzel ztratit, pokud bude vytvářet nebo dosvědčovat validitu neplatných bloků. Čím více a čím déle uzamknutou měnu vlastní, tím má větší šanci být vybrán pro tvorbu bloku. Uzly stále potřebují vyřešit hash daného bloku, ale od PoW se liší v tom, že uzly nemusí mnohokrát upravovat nonce. PoS je energeticky úspornější než PoW. [15]

Mezi nejznámější kryptoměny používající PoS jsou Cardano, Solana, Tezos. Ethereum plánuje přesun z PoW na PoS. Jeho nová verze se bude jmenovat Ethereum 2.0.

#### 3.1.2.2.3 Delegated Proof of Stake

DPoS se od PoS liší v tom, že držitelé měny nepracují na platnosti bloků sami, ale vybírají delegáty, kteří ověření provedou za ně. Jejich volební síla hlasu závisí na množství uzamčené měny. V systému DPoS je obvykle 21 až 100 vybraných delegátů. Vybraní delegáti se pravidelně obměňují. Pokud delegáti pravidelně vynechávají své bloky nebo publikují neplatné transakce, držitelé tokenů je vyloučí a nahradí je některým jiným vybraným delegátem. Za každý úspěšně přidaný blok delegát i ti, co pro něj hlasovali, získají odměnu. Díky spolupráci a částečně centralizovanému procesu je DPoS velice rychlý. [16]

DPoS je použit například v kryptoměnách Steemit, EOS a BitShares.

#### 3.1.2.2.4 Další konsenzy

Existuje nepřeberné množství konsenzů, které jsou méně rozšířené. U spousty těchto konsenzů lze částečně odvodit, na jakém principu fungují, podle jejich názvu, a proto jsou zde jen vypsány: Proof of History, Proof of Space, Proof of Burn, Proof of Authority, Proof of Weight, Byzantine Fault Tolerance, Proof of Reputation, Proof of Elapsed Time a další.

### 3.1.2.3 Chytré kontrakty

Chytré kontrakty jsou druhy automatizovaných účtů uložené v blockchainu, jenž mají vlastní adresu a zůstatek. Chytré kontrakty se samy spouští při splnění předem stanovených podmínek. Fungují na základě jednoduchých příkazů "pokud nastane x, tak se provede y". Podmínek může být stanoveno tolik, kolik jich je potřeba. Tyto akce mohou zahrnovat uvolnění finančních prostředků příslušným stranám, registraci vozidla, zaslání oznámení nebo vydání jízdenky. Po dokončení transakce je blockchain aktualizován. To znamená, že transakci poté nelze změnit. [18]

### 3.1.2.4 (Fungible) Token

Tokeny jsou druh kryptoměn, které nemají vlastní blockchainovou síť. Místo toho jsou tyto kryptoměny postaveny na jiném blockchainu. Většina tokenů existuje pro použití s decentralizovanými aplikacemi (DApps). Užití tokenů vývojářům šetří čas i finance, jelikož nemusí vytvářet vlastní blockchain a mohou tak ve svých aplikacích využívat funkce kryptoměn a přitom čerpat ze zabezpečení nativního blockchainu. Pokud by si vytvořili vlastní blockchain a měnu, museli by také najít zájemce, kteří by ověřovali jejich transakce. Vytvoření silného blockchainu, na který nelze útočit, vyžaduje hodně uzlů. Mnohem smysluplnější je, když mnoho počítačů spolupracuje na jednom sdíleném blockchainu, na kterém může běžet několik aplikací, než aby existovaly tisíce slabých, převážně centralizovaných blockchainů. [19]

Ethereum je jednou z nejoblíbenějších možností pro vytváření tokenů díky podpoře chytrých kontraktů. Většina dnes nalezených digitálních tokenů jsou ERC-20, což je technický standard, jež obsahuje několik funkcí, které kompatibilní token musí být schopen implementovat. [20]

Funkce:

- totalSupply: poskytuje informace o celkové zásobě tokenů.
- balanceOf: zobrazí zůstatek na účtu vlastníka.
- allowance: zobrazí zbývající počet tokenů, které má adresa povolena utratit z jiné adresy.
- transfer: provádí převody určeného počtu tokenů na určenou adresu.

- `transferFrom`: provádí převody povoleného počtu tokenů (`allowance`) z jedné adresy na druhou.
- `approve`: nastaví množství tokenů (`allowance`), které může jiná adresa odeslat pomocí `transferFrom` funkce.

Kromě toho ještě zahrnuje dvě události: událost `Transfer` (která nastane vždy, když jsou tokeny převedeny) a událost `Approval` (která se aktivuje vždy, když je vyžadováno schválení). Díky tomuto standardu jsou funkce jednotlivých tokenů předvídatelné. [21]

### 3.2 Non-fungible token

Non-fungible token (dále jen NFT), přeloženo jako nezastupitelný token, reprezentuje důkaz vlastnictví unikátních předmětů umožňující jasné a rychlé určení majitele. Předměty, které mohou být takto reprezentovány, jsou například digitální umění, videa, písničky, předměty ve hrách, speciální sběratelské předměty, slavné sportovní okamžiky, speciální edice oblečení a mnoho dalších. [22] NFT mohou být vázány na reálné předměty a při koupi takových tokenů autor kupci může tyto předměty zaslat, např.: zarámovaný výtisk digitálního umění, oblečení, vinylovou desku atd. U ostatních NFT kupec získá „jen“ samotný token.

V digitálním světě neexistuje omezené množství, unikátnost a důkaz vlastnictví tak jak ve fyzickém světě. NFT tyto vlastnosti má.

- **Omezené množství** – Lze omezit množství prodávaných tokenů. Autoři často prodávají svá díla jako edice, kde je dostupných např. 100 kusů.
- **Unikátnost** – Žádné dvě NFT nejsou stejné, ale mohou obsahovat stejné aktivum. To znamená, že když si dva kupci toto NFT zakoupí, tak jeden bude vlastnit edici 1/100 a druhý 2/100 dostupných kusů.
- **Důkaz vlastnictví** – Každé NFT musí mít vlastníka. Tento údaj je veřejný a lehce ověřitelný.

Odstavec podle [22][23].

Do jisté míry lze tyto vlastnosti imitovat. Bylo by možné vytvořit platformu, která by tyto vlastnosti obsahovala. Problémem je vlastnictví platformy třetí stranou (centralizace) a nutnost důvěry v ní.

To se NFT netýká, jelikož jsou vytvořeny pomocí chytrých kontraktů, a tedy součástí blockchainu. Právě blockchain zajišťuje decentralizaci a bezpečnost. Dále také umožňuje bezpečné obchodování mezi dvěma uživateli. [22]

NFT navíc umělcům nabízí možnost autorských honorářů z dalších prodejů na sekundárním trhu. [23]

### 3.2.1 Historie

Koncept NFT se objevil již v prosinci 2012, kdy vznikl projekt „Colored Coins“ vybudovaný na blockchainu Bitcoinu. Barevné mince jsou tokeny, které v blockchainu představují reálná aktiva a lze je použít k prokázání vlastnictví, od drahých kovů přes auta až po nemovitosti, dokonce i akcie a dluhopisy. Nakonec se ukázalo, že omezení skriptovacího jazyka Bitcoinu nestačí k udržení aplikace. Vytvoření barevných mincí vedlo mnoho lidí k uvědomění si obrovského potenciálu vydávání aktiv na blockchainech. Ti také pochopili, že samotný Bitcoin ve své současné iteraci není určen k tomu, aby tyto přidané funkce podporoval. [24][25]

V roce 2014 Robert Dermody, Adam Krollenstein a Evan Wagner založili Counterparty: peer-to-peer finanční platformu a distribuovaný internetový protokol s otevřeným zdrojovým kódem postavený na blockchainu Bitcoinu. Counterparty umožňovala vytváření aktiv a měla decentralizovanou burzu. Zahrnovala několik projektů s vlastními aktivy, včetně obchodování s kartičkami. [24]

V dubnu 2015 se Counterparty spojila s týmem tvůrců hry Spells of Genesis. Ti se stali průkopníky vydávání herních aktiv do blockchainu. Vývoj hry Spells of Genesis byl financován vydáním tokenu BitCrystals, který sloužil jako herní měna. [25]

V srpnu 2016 se společnost Counterparty spojila s populární karetní hrou Force of Will, která uvedla její karty na platformu Counterparty. Tato událost byla důležitá, protože Force of Will byla velká mainstreamová společnost, která neměla žádné předchozí zkušenosti s blockchainem nebo kryptoměnami. Jejich vstup do ekosystému signalizoval hodnotu umístění takových aktiv na blockchain. [24]

V říjnu 2016 se „memy“ (vtipné internetové obrázky) začaly dostávat na platformu Counterparty. Lidé začali přidávat aktiva ke konkrétnímu „memu“ s názvem Rare Pepes, což jsou obrázky se zajímavou žabí postavou, která si v průběhu let získala intenzivní

fanouškovskou základnu. Počátkem roku 2017, kdy se Ethereum dostalo do popředí, se s nimi začalo obchodovat i tam. [25]

Po úspěchu Rare Pepes na blockchainu Etherea John Watkinson a Matt Hall vytvořili sadu unikátních charakterů. Ty byly omezeny na deset tisíc a žádné dva charaktery nebyly stejné. Svůj projekt nazvali CryptoPunks jako odkaz na Cypherpunks, kteří v 90. letech experimentovali s předchůdci Bitcoinu. CryptoPunks se neřídí standardem ERC721 (standard pro NFT na Ethereum, viz 3.2.2.1), protože v tu dobu ještě neexistoval a ani zcela nesplňoval ERC20 standard kvůli jeho omezením. [24]

Společnost Axiom Zen koncem roku 2017 vydala hru CryptoKitties, což byl první projekt využívající ERC721. Jedná se o virtuální hru založenou na blockchainu, která umožňuje hráčům adoptovat, chovat a obchodovat s virtuálními kočkami pomocí Etherea. Jejich popularita v jednu dobu zahlcovala a zpomalovala celý blockchain Etherea. [25]

Jedním ze zjištění tvůrců CryptoKitties bylo, že Ethereum není schopno podporovat populární hry, jelikož cena za poplatky při velkém provozu sítě výrazně roste. Proto se tito zakladatelé rozhodli vytvořit se svou společností DapperLabs vlastní blockchain Flow. Ti v roce 2020 na tomto novém blockchainu vydali NFT platformu NBA Top Shot, což je systém pro obchodování kartiček unikátních basketbalových momentů z NBA a WNBA. [26]

V březnu 2021 zažilo NFT největší dosavadní nárůst popularity díky Miku „Beeple“ Winkelmannovi, který se stal populárním díky svým digitálním obrázkům, které tvoří jeden denně po dobu již více než 13-ti let. Winkelmannovi se podařilo prodat koláž „Everydays: the First 5000 Days“ za 69 milionů amerických dolarů skrze obchodní dům Christie’s. To vedlo k tomu, že celý svět objevil toto odvětví a zmínky o fenoménu NFT se objevily v novinách a televizích po celém světě. [1][26]

### 3.2.2 Princip fungování NFT

Převážná většina NFT byla vytvořena pomocí jednoho ze dvou standardů tokenů Ethereum (ERC-721 a ERC-1155). Stejně jako u výše zmíněného ERC-20 se jedná o standardy zajišťující jejich konsistentní chování. To umožňuje vývojářům softwaru snadno tokeny NFT nasadit a zajistit jejich kompatibilitu s širším ekosystémem, včetně burz a kryptoměnových peněženek. [22]

Kromě Etherea existují další blockchainya, které umožňují tvorbu NFT, například: Solana, Tezos či Flow. Ty ale zdaleka nedosahují takové popularity jako NFT vytvořené na Ethereu.

### 3.2.2.1 ERC-721

ERC-721 je nejpoužívanějším standardem pro tvorbu NFT. Definiuje minimální rozhraní, které musí chytrý kontrakt implementovat, aby bylo možné spravovat, vlastnit a obchodovat NFT.

Funkce, které musí chytrý kontrakt obsahovat:

- `balanceOf`: poskytuje informace o počtu vlastněných tokenů určité adresy.
- `ownerOf`: zjistí adresu daného tokenu podle jeho identifikačního čísla.
- `safeTransferFrom`: zkontroluje, jestli cílová adresa podporuje tokeny ERC-721, pokud ano, tak přenesení konkrétní NFT z jednoho účtu na jiný.
- `transferFrom`: přenesení konkrétní NFT z jednoho účtu na jiný.
- `approve`: povolí jiné adrese přenos daného tokenu.
- `setApprovalForAll`: nastaví nebo zruší povolení jiné adrese manipulovat se všemi tokeny. Adresa je oprávněna převést všechny tokeny vlastníka jeho jménem.
- `getApproved`: zobrazí adresu, která má povolení (funkce `approve`) manipulovat s daným tokenem.
- `isApprovedForAll`: zobrazí, jestli je adresa schválena pro manipulaci tokenů.

Události:

- `Transfer`: je vyvolána při změně vlastnictví tokenu z jedné adresy na druhou.
- `Approval`: se spustí vždy, když je schválena (funkce `approve`) adresa pro daný NFT změněna nebo potvrzena.
- `ApprovalForAll`: je vyvolána, když je právo manipulovat se všemi tokeny vlastníka schváleno jiné adrese.

Podkapitola podle [22][27].

Při tvorbě NFT pomocí výše zmíněného chytrého kontraktu musí být kombinace adresy kontraktu a identifikačního čísla tokenu unikátní. Těmto tokenům lze přidat dodatečná data, jako jsou jméno, popis, video, obrázek atd. [28]

### 3.2.2.2 ERC-1155

Cílem ERC-1155 je vytvořit rozhraní pro chytré smlouvy, které může reprezentovat a ovládat libovolný počet zaměnitelných i nezaměnitelných tokenů. Token ERC-1155 tak může plnit stejné funkce jako tokeny ERC-20 a ERC-721. [29]

Jedním důvodem je větší efektivita při převádění více unikátních tokenů najednou. U ERC-721 se musí tokeny posílat jednotlivě, což zvyšuje zátěž sítě a za každou jednotlivou transakci se platí poplatek. ERC-1155 může převést několik těchto tokenů v rámci jedné operace, tudíž je mnohem efektivnější. [29]

Dalším z problémů, které ERC-1155 řeší, je nekompatibilita mezi ERC-20 a ERC-721, respektive mezi zaměnitelnými a nezaměnitelnými tokeny. To je důležité zejména proto, že mnoho decentralizovaných aplikací využívá oba typy tokenů a kvůli tomuto omezení je logika jejich fungování složitější. ERC-20 a ERC-721 jsou ve skutečnosti natolik odlišné, že vytvoření dodatečné funkce, která by je propojila, by mělo velký dopad na síť, došlo by k potenciálnímu selhání a zvýšily by se vysoké náklady za poplatky. [29]

Funkce, které musí chytrý kontrakt obsahovat [30]:

- `balanceOf`: vrací množství tokenů podle token id vlastněných účtem.
- `balanceOfBatch`: hromadná verze `balanceOf`.
- `setApprovalForAll`: nastaví nebo zruší povolení jiné adrese manipulovat se všemi tokeny. Adresa je oprávněna převést všechny tokeny vlastníka jeho jménem.
- `isApprovedForAll`: zobrazí, jestli je adresa schválena pro manipulaci tokenů.
- `safeTransferFrom`: zkontroluje, jestli cílová adresa podporuje tokeny ERC-1155, pokud ano, tak přenesení token z jednoho účtu na jiný.
- `safeBatchTransferFrom`: hromadná verze `safeTransferFrom`.

Události [30]:

- `TransferSingle`: spustí se, pokud je převeden 1 token.
- `TransferBatch`: je vyvolán při převodu více tokenů.
- `ApprovalForAll`: je spuštěn, když je právo manipulovat se všemi tokeny vlastníka schváleno jiné adrese.
- `URI`: se spustí, pokud je přidán URI specifického tokenu.

URI (Uniform Resource Identifier) je odkaz na JSON soubor s dodatečnými daty o tokenu.

### 3.2.3 Fractionalized Non-fungible token

Vlastníci NFT mohou rozdělit své tokeny na takzvané Fractionalized Non-fungible tokens neboli frakční (zlomkové) NFT a sdílet vlastnictví aktiva s ostatními. Na aktiva vysoké hodnoty, jako jsou nemovitosti nebo luxusní jachty, je potřeba velké množství financí, proto je nemůže vlastnit každý. Právě zde hrají frakční NFT obrovskou roli, jelikož umožňují lidem investovat menší část peněz, aby získali zlomkové vlastnictví vysoce ceněného aktiva. [31]

Například na platformě Ethereum majitel NFT rozdělí token ERC-721 na více tokenů ERC-20. Každý token ERC-20 se tedy stává frakčním tokenem NFT aktiva a díky tomu může více lidí vlastnit jedno NFT. [31]

I když existují způsoby rozdělení NFT, tak zatím tento koncept není rozšířený. V době psaní práce žádné z velkých NFT tržišť tuto možnost nepodporuje.



## 4 Vlastní práce

### 4.1 Současné využití NFT

NFT mají v současnosti negativní reputaci. Jedním z důvodů je jejich ekologický dopad (viz 4.5). Tento argument je ale často používán i proti NFT, které nemají tak velký ekologický dopad [32], jelikož nepůsobí na PoW blockchainech (viz 4.5). Druhým z důvodů je, že si spousta lidí myslí, že je to podvod či dokonce pyramidové schéma [33][34]. Dalším argumentem je, že NFT nemají reálnou hodnotu, jelikož nejsou ničím podloženy [32].

V době psaní práce jsou NFT převážně využívány pro sběratelské předměty, digitální umění, předměty do her, tzv. Metaverse hry a domény. Tyto kategorie se mezi sebou prolínají, například co je sběratelským předmětem může zároveň být digitálním uměním.

#### 4.1.1 Sběratelské předměty

Sběratelské předměty mohou nabýt různých forem od krátkých videí sportovních okamžiků až po příspěvky na Twitteru. K nejznámějším projektům z této kategorie patří NBA Top Shot, CryptoPunks, první „tweet“ na Twitteru nebo také originální „Doge“ „meme“, což je populární fotka psa Kabosu rasy shiba-inu. Fotka Kabosu je i hlavním logem populární kryptoměny Dogecoin.

#### 4.1.2 Digitální umění

Stejně tak digitální umění má mnoho podob, například 2D nebo 3D obrázek, animace, písničky atp. Jedním z těchto děl je již výše (3.2.1) zmíněné „Everydays: the First 5000 Days“ od Mika Winkelmana. Dalším příkladem je dílo „Death of the Old“ od Claire Elise Boucher známé pod aliasem „Grimes“, které kombinuje 3D animaci s hudbou. Dalším ze zajímavých projektů je „Replicator“ od Michah „Mad Dog Jones“ Dowbak, jež vytvořil NFT, které každých 28 dní vytvoří novou kopii NFT. Dowbak prodal první generaci tohoto NFT obsahující 3D animaci s kopírkou. První generace poté vygeneruje 6 dalších NFT, které mají unikátní vzhled a každá následující generace vygeneruje o 1 méně než generace předcházející. Zajímavostí je, že každé nově vygenerované NFT má šanci být zaseknuté, což znamená, že nebude moci vygenerovat další NFT.

### 4.1.3 Herní průmysl

Velice populární jsou také předměty do her. Prvním z těchto projektů je hra CryptoKitties (viz 3.2.1). Podobným projektem je pak karetní hra Axie Infinity, kde hráči sbírají postavičky, které lze mezi sebou množit a prodávat skrze blockchain. Hráči si zvolí tým složený ze 3 postaviček, se kterými poté může plnit úkoly a bojovat proti počítači nebo hrát proti ostatním hráčům a stoupat po žebříčku. Projekty v této kategorii jsou si velice podobné, jak po stránce herní tak i tím, jak využívají technologii NFT. Jsou to jednoduché hry, často karetní, které lze hrát i na mobilech.

Metaverse hry se dají popsat jako online virtuální světy nebo pískoviště zaměřené na sociální aspekt. V těchto světech si hráč vytvoří svého avatara, se kterým může tyto světy procházet. Hráči mohou vlastnit své pozemky, vytvářet a hrát různé hry, nakupovat oblečení a nábytek, seznamovat se s ostatními hráči, navštěvovat pozemky ostatních hráčů atd. NFT nejčastěji reprezentují pozemky, oblečení a ozdobné předměty. Metaverse hry umožňují hráčům vystavit si jakákoliv vlastněná NFT (např. postavička z Axie Infinity nebo dílo „Everydays: the First 5000 Days“). Mezi nejznámější projekty patří Decentraland a Sandbox.

### 4.1.4 Domény

Blockchainové NFT domény fungují obdobně jako klasické .cz, .com, .org atp. domény. Jednotlivé domény si lze zakoupit přes službu Ethereum name service, nabízející .eth nebo Unstoppable Domains, poskytující domény .crypto, .coin, .wallet, .nft, .bitcoin a další. U Unstoppable Domains zákazník zaplatí jednorázovou částku, čímž bude vlastnit NFT doménu a nebude muset obnovovat licenci. Naproti tomu Ethereum name service umožňuje NFT domény pouze předplatit (stále je možné s nimi obchodovat) stejně jako u klasických domén.

Ty lze použít primárně jako adresu pro webovou stránku nebo adresu pro kryptoměnovou peněženku. Domény jsou uloženy na blockchainu, což znamená, že není žádná autorita, která by mohla webové stránky smazat nebo cenzurovat. Tento způsob aplikace domén je myšlenkou pro novou iteraci World Wide Webu s názvem Web3.

Důvodem implementace adresy pro kryptoměnovou peněženku je fakt, že standardní adresa peněženek se skládá z napohled náhodných 26 a více (peněženky na různých blockchainech mají různou délku) písmenek a čísel.

V současné době většina prohlížečů (Chrome, Firefox, Safari, Edge) nativně nepodporuje zobrazení webových stránek na blockchainu. Jednoduchým řešením jak tuto funkcionalitu zprovoznit v prohlížeči, je nainstalovat si rozšíření z oficiálních obchodů (Chrome web store, Firefox browser add-ons). Mezi prohlížeče, které prohlížení blockchainových stránek umožňují, jsou Opera a Brave.

#### 4.1.5 NFT v České republice

Ani Česká republika nezaostává a lze zde najít zajímavé projekty. Jedním z takových projektů je obraz „The Right Direction“ (Obrázek 3) zobrazující letícího kolibříka od Joea Muczky juniora. NFT obraz Muczka vydražil za rekordních 45 400 dolarů [35] (zhruba 1 milion Kč). Kupec tak získal samotné NFT i originální fyzickou malbu.



Obrázek 3 - The right direction [35]

Dalším, kdo našel úspěch v NFT, je digitální umělec zabývající se 3D animacemi Jan Sládečko, který pracoval pro klienty po celém světě jako Nike, Youtube, Google, Samsung, EA Sports, Peugeot, Chrysler a spoustu dalších. [36] Sládečkovy NFT lze popsat jako graficky impozantní krátké 3D animace s příběhem. Sládečkovi se již podařilo vydražit

přes 10 děl s nejvyšší cenou 14 Ethereum [37] (v době prodeje 21 tisíc dolarů, v době psaní 65,5 tisíc dolarů).

Ani tuzemská pobočka McDonald's si tento trend nenechala ujít. A proto spojila síly s Tomášem „TMBK“ Břínkou, aby vytvořili NFT (Obrázek 4) a vydražili jej na dobrou věc. Výtěžek z aukce putoval na účet Nadačního fondu Dům Ronalda McDonalda a Ronald McDonald House Charities, jež činil 280 tisíc korun.



**TMBK**

Obrázek 4 - Maestropiece by TMBK [38]

Asi nejzajímavějším projektem je otevření galerie Crypto Portal, což je první NFT galerie v České republice. Galerie se nachází v Praze naproti Pražskému orloji na Staroměstském náměstí. Uvnitř lze nalézt 40 digitálních pláten (obrazovek), skrze která se zobrazují různá NFT díla.

## 4.2 Možné budoucí využití

Potenciál NFT technologie leží mnohem dál než ve výše zmíněném současném využití. NFT mohou způsobit revoluci v mnoha odvětvích, počínaje herním průmyslem a konče organizací různých společenských akcí.

Některé příklady z budoucího využití nebo částečná řešení lze najít již dnes, ale jsou to jen ojedinělé případy.

#### 4.2.1 Herní průmysl

Sice již existují herní projekty s NFT, ale jsou to relativně malé a širší veřejnosti neznámé hry. Dalším krokem je jejich implementace do velkých AAA her. Hráči by si je mezi sebou mohli obchodovat a vydavatel by z každé transakce mohl získat část peněz. Vydavatelé by mohli implementovat využití jednoho tokenu ve více hrách jako například zbraně, oblečení, ozdoby, mazlíčci atp.

Další možností je propojit reálné předměty s těmi virtuálními, kde by si hráč pořídil předmět z reálného světa jako jsou boty, auto, hodinky, hudbu atd. a tyto předměty by vystavil v metaverse světech nebo by je šlo i užívat.

Realizace těchto implementací nemusí trvat dlouho, jelikož společnosti Electronic Arts (EA), Ubisoft i Meta (Facebook) se o NFT zajímají. Sám ředitel společnosti EA sdělil svým investorům, že NFT jsou budoucností herního průmyslu a budou hrát významnou roli v jejich plánech. Ředitel Ubisoftu si myslí to samé a považuje blockchain technologie za revoluční. To dokazuje fakt, že Ubisoft již několik let investuje do blockchain technologií. [39] Facebook při příležitosti změny jména mateřské společnosti na Meta oznámil, že plánuje vytvoření metaverse světa, který bude podporovat NFT. [40]

Na druhou stranu Valve zakázala jakékoliv blockchain hry, tedy i NFT ze své platformy Steam, což je největší digitální obchod s hrami. Společnost Valve se nevyjádřila, proč tak učinila. Toho využil ředitel firmy Epic, který prohlásil, že jejich platforma Epic Games Store tyto hry vítá, pokud budou dodržovat zákony a podmínky platformy. [41]

#### 4.2.2 Hudební průmysl

Prodávání jednotlivých skladeb nebo celých alb se pravděpodobně rozroste, což znamená, že i menší hudební tělesa a méně známí muzikanti by se mohli jejich prodejem uživit, aniž by se museli upsat hudebnímu vydavatelství.

Také koncerty a festivaly by mohly projít značnou změnou a prodávat lístky jako NFT (více 4.2.9).

### 4.2.3 Módní průmysl

NFT by v módním průmyslu, obzvláště v luxusní sféře, potlačil jeden z velkých problémů tohoto odvětví. Tím jsou padělaná zboží. Díky NFT by bylo těžší někomu prodat falešný předmět, jelikož by s tímto předmětem kupcovi předal i NFT. Jediná možnost, jak by to šlo obejít, je, že by si prodejce koupil originál a tím získal NFT originálu. Pak by prodal padělek a poslal NFT originálního zboží.

Dalším krokem, kam by se NFT v tomto odvětví mohlo posunout, je spojení s hrami a virtuálními světy pro které by tvořili 3D kusy oblečení (viz 4.2.1).

### 4.2.4 Finance

Vlastněná NFT by při vytváření chytrého kontraktu mohla sloužit jako zástava k zajištění dluhu pro případ, že dlužník nesplatí částku řádně.

### 4.2.5 Realitní průmysl

Jednotlivé nemovitosti by byly zaznamenány jako NFT, díky tomu by bylo snadné si ověřit jeho historii.

Kvůli fractionalized NFT (3.2.3) by bylo jednoduché rozdělit vlastnictví nemovitosti a automaticky získávat peníze za nájemné úměrné vlastněnému podílu.

### 4.2.6 Sběratelské předměty

NFT by zde fungovala jako certifikát vlastnictví speciálních, drahých nebo jinak zajímavých předmětů jako jsou auta, vína, mince, hodinky, jachty, filmové rekvizity atp. V těchto případech by NFT musely vydávat jednotlivé firmy a instituce udělující certifikáty.

Další možností by bylo tyto speciální předměty využít k vystavení či použití ve virtuálních světech.

#### 4.2.7 **Patenty**

Dalším uplatněním mohou být patenty. Jednotlivé patenty by byly vytvořené jako NFT. Jejich vlastníci by měli možnost tyto patenty prodávat, licencovat nebo ho sami užívat. Tyto NFT by měly časový limit, po který by byly aktivní (standardně 20 let).

Aplikace blockchainové technologie by patentovému sektoru zvýšila transparentnost, jelikož by bylo snáze dohledatelné, kdo vlastní nebo vlastnil patent, a také by zjednodušila jejich transakce.

Potencionálním problémem by mohlo být ověřování, jestli člověk či společnost daný patent opravdu vlastní. V ideálním případě by tyto NFT vydávaly samotné patentové úřady a organizace. Poté by bylo jednoduché si ověřit, že je patent pravý, jelikož by si stačilo ověřit historii tohoto tokenu.

Na realizaci patentů jako NFT již pracují společnosti IPwe, transakční platforma duševního vlastnictví, a IBM, technologická korporace, která každoročně patří ke společností s nejvíce získanými patenty. [42][43]

#### 4.2.8 **Domény**

Stejně jako současné blockchainové NFT domény (viz 4.1.4) by i ty klasické mohly být distribuovány skrze blockchain. Jednotlivé organizace by implementovaly stejný nebo podobný systém předplácení domén. Vlastníci by je mohli snáz prodávat na tržištích s NFT.

#### 4.2.9 **Společenské akce**

Všechny akce vyžadující vstupenky by implementací NFT mohly benefitovat. Jednotlivé lístky by byly vydávány jako NFT, což by umožnilo organizátorům mít nad nimi větší kontrolu.

Hlavním pozitivem této implementace je eliminace přeprdeje lístků, jelikož u populárních událostí není neobvyklý výprodej lístků během prvních pár minut. A často jediná možnost, jak si lístky na akci zakoupit, je na černém trhu za násobněji větší cenu od té původní.

Organizátoři by tak mohli zakázat obchod těchto lístků a povolili by ji případně až po skončení akce. Nebo by mohli nastavit fixní cenu, za kterou se mohou prodávat.

Po skončení akce by mohly mít lístky i hodnotu pro sběratele nebo by také šlo si vystavit lístek ve virtuálním světě jako důkaz účasti na akci.

#### 4.2.10 **Digitální identita**

Vlastnění své identity jako NFT působí jako polarizující téma, ale s promyšlenou implementací by mohlo být prospěšné. Vlastní identitu by mohli mít jedinci i společnosti a nebyla by obchodovatelná.

Digitální identita by se využívala v situacích, kde je žádoucí znát totožnost druhé strany. Jedna z takových situací je při obchodu dvou společností. Dalším příkladem je koupě digitálního umění a sběratelských předmětů, kde by bylo snazší si ověřit, kdo to NFT opravdu vytvořil a jestli se nejedná o podvrh. Nebo také při návštěvě doktora, kdy by NFT obsahovalo zdravotní historii. A v neposlední řadě také třeba při tvorbě bankovního účtu, kde by registrace trvala pár vteřin.

Jelikož jsou tato data citlivá, bylo by nutné zavést systém, který by umožnil jen držitelem oprávněným entitám zobrazit pouze nezbytné informace.

Potencionální hrozbou pro tento systém je, že by značně ulehčil zavedení cenzury a dalších omezení na internetu. Tím je myšleno, že pro přístup na internet by se osoba musela prokázat tímto NFT, což by znamenalo ztrátu anonymity na internetu a také zákaz některým uživatelům přistupovat na specifické stránky. Nebo zavedení systému sociálního kreditu, kde by každý člověk byl hodnocen podle toho, jak se chová a co přináší pro společnost. Tyto příklady se mohou zdát velice pesimistické, ale existuje země, která všechny výše zmíněné příklady praktikuje pouze bez použití NFT technologie.

#### 4.2.11 **Certifikáty, diplomy a průkazy**

Instituce by měly možnost vydávat certifikáty, diplomy a průkazy jako NFT. Tyto NFT by plnily funkci řidičského průkazu, maturitního vysvědčení, vysokoškolského diplomu, splnění kurzu atd. Tyto NFT by nešlo obchodovat.



#### 4.2.12 Odměny a trofeje

Pro zvýšení motivace a zpětné vazby by NFT mohly reprezentovat odměnu a tím gamifikovat (začlenění herních mechanik do neherního prostředí) reálný život. Ty by byly neobchodovatelné a sloužily by jako odznak nějakého úspěchu, například za: výhru soutěže nebo turnaje (sport, hudba, kreslení, počítačové hry atp.), přečtení článku, vyplnění formuláře, aktivitu v komunitě (internetová fóra, dobrovolné práce atp.) nebo i věrnost k službě či obchodu a tím získat slevu na budoucí nákupy.

Výše zmíněné příklady budoucího užití nejsou definitivní a určitě se v budoucnu objeví i další způsoby, jak tuto technologii využít.

### 4.3 Predikce nárůstu využití

Předpověď vývoje využití NFT je obtížné, jelikož kryptoměnový trh je velice nejistý, nestabilní a rychle se vyvíjející. I když NFT mají vlastní ekosystém, tak do jisté míry jsou kryptoměny ovlivňovány. S velkou pravděpodobností lze říci, že kryptoměny tu v jedné či oné podobě zůstanou. Jediné, co by kryptoměny mohlo zarazit, jsou koordinované regulace několika států, které by zasáhly i samotné NFT.

Důležitou součástí pro naplnění potenciálu NFT je zlepšení jejich reputace. Kryptoměny měly zpočátku stejně špatnou pověst se stejnými argumenty, že nemají reálnou hodnotu a že jsou podvod, jako NFT nyní. Od té doby se reputace kryptoměn do jisté míry zlepšila. Problém s ekologickým dopadem se časem vyřeší. To, že NFT nemají pro některé lidi žádnou hodnotu, asi úplně nikdy nevymizí, ale možná implementace výše zmíněných příkladů budoucího využití tento názor zredukuje.

Pro srovnání vah kritérií a následně i jednotlivých variant je použita Saatyho metoda, kde jednotlivá ohodnocení jsou subjektivní. Při těchto párových porovnání se autor snažil o co největší objektivitu a nahlížel na srovnání z mnoha pohledů.

#### 4.3.1 Stanovení kritérií

Kritéria jsou formulovaná tak, aby jejich povaha byla maximalizační. Seznam kritérií byl vybrán se snahou pokrýt všechny důležité aspekty pro vyhodnocení budoucího růstu.

Seznam kritérií:

- Využití
- Jednoduchost technické implementace
- Nezávislost na vnějších jevech
- Experimentace v oboru

#### 4.3.1.1 Využití

Využitím je myšlena výše užitku pro daný obor. Na to je nahlíženo ze dvou perspektiv. První úhel pohledu je zaměřený na samotný problém, který by implementace NFT řešila, jeho vážnost a jestli již existuje alternativní způsob, jež tento problém zcela nebo částečně řeší. Druhý pohled je, kolik lidí by tím bylo pozitivně ovlivněno.

#### 4.3.1.2 Jednoduchost technické implementace

Jednoduchost technické implementace znamená, jak lehké je NFT pro daný způsob vytvořit a zároveň jestli je k tomuto způsobu potřeba propojení s nějakým systémem či je třeba vytvořit specifické řešení.

#### 4.3.1.3 Nezávislost na vnějších jevech

Pojem nezávislost na vnějších jevech zahrnuje spousty pohledů jak na toto porovnání nahlížet. V čem se tyto pohledy shodují je, že problémy, na které nahlíží, nelze lehce ovlivnit.

Jedním z takových problémů je negativní reakce veřejnosti na NFT v jednotlivých oborech. Zde je brán na vědomí názor veřejnosti v daném oboru a síla negativní zpětné vazby, jelikož není neobvyklé, že spousty projektů jsou po značném nesouhlasu komunity raději zrušeny.

Druhým pohledem je, jaké entity by toto řešení zaváděly a jestli je potřeba spolupráce více entit.

Dalšími vnějšími vlivy jsou zákon, regulace a cílová skupina, která by měla NFT užívat.

#### 4.3.1.4 Experimentace v oboru

Na tento pojem je možné nahlížet tak, že se daný obor nebojí experimentovat a jak moc je otevřený novým technologiím a postupům.

#### 4.3.1.5 Výpočet vah kritérií

Jak již bylo zmíněno výše, k výpočtu vah kritérií je použita Saatyho metoda, která pro srovnání dvou kritérií používá devítibodovou stupnici.

Tabulka č. 1 - Výpočet vah kritérií

Výpočet vah kritérií	Využití	Jti	Nez.	Exp.	geometrický průměr	váha (preference)
Využití	1	6	2	4	2,289	0,498
Jti	1/6	1	1/5	1/3	0,322	0,070
Nez.	1/2	5	1	3	1,357	0,295
Exp.	1/4	3	1/3	1	0,630	0,137
				Součet	4,598	1,000

Jti = Jednoduchost technické implementace

Nez. = Nezávislost na vnějších jevech

Exp. = Experimentace v oboru

Zdroj: vlastní tvorba

Jak z tabulky č. 1 vyplývá, nejdůležitějším kritériem je využití, jelikož kdyby užitek z implementace NFT technologie byl nízký, tak není důvod, proč ji zavádět. Pokud by byl užitek vysoký, tak by se i přes překážky vyplatilo tuto technologii využít.

Druhým nejdůležitějším kritériem je nezávislost na vnějších jevech. Pokud míra užitku není dostatečně vysoká, tak je těžké přes vnější jevy NFT aplikovat.

Třetím je experimentace v oboru. Experimentace a otevřenost k novým technologiím je výhoda, ale vůči využití a nezávislosti nejsou tak důležité.

A posledním kritériem je jednoduchost technické implementace. Důvodem je, že i když z počátku může být těžké zavést NFT technologii pro specifický způsob užití, tak postupem času přibude nástrojů, které tuto implementaci značně ulehčí.

### 4.3.2 Seřazení variant

Pro seřazení variant, které byly představeny v kapitole Současné využití NFT a v kapitole Možné budoucí využití, je aplikována tříúrovňová AHP metoda. První úroveň je tvořena cílem, jejímž je seřazení variant podle očekávaného nárůstu využití. Druhou úrovní jsou samotná kritéria a na třetí jsou jednotlivé varianty. Pro jednotlivá porovnání variant je použita Saatyho metoda, kde je bráno v potaz jak současné využití, pokud již existuje, tak i využití budoucí.

Před začátkem je potřeba zmínit, že posuzování varianty hudební průmysl v sobě nezahrnuje koncerty a festivaly, jelikož ty jsou obsaženy ve společenských akcích.

Názvy variant byly ve velkých tabulkách zkráceny následujícím způsobem:

Tabulka č. 2 – Seznam variant a jejich zkratky

Celý název	Zkratka
Digitální umění	D.u.
Herní průmysl	He.p.
Hudební průmysl	Hu.p.
Módní průmysl	M.p.
Finance	F.
Realitní průmysl	R.p.
Sběratelské předměty	S.p.
Patenty	P.
Domény	D.
Společenské akce	S.a.
Digitální identita	D.i.
Certifikáty, diplomy a průkazy	C.d.p
Odměny a trofeje	O.t.

Zdroj: vlastní tvorba

#### 4.3.2.1 Využití

V následující tabulce č. 3 jsou porovnány jednotlivé varianty podle kritéria využití. V tabulce č. 4 je následně vypočítána jejich váha. Z výpočtu lze vidět, že módní průmysl a společenské akce mají největší váhu, jelikož v obou případech by NFT přinejmenším ztížily fungování černých trhů.

Třetí největší váhu má herní průmysl, ve kterém NFT najde velké uplatnění, obzvláště pokud se virtuální světy stanou populárními.

Dalšími v pořadí jsou sběratelské předměty, domény a odměny a trofeje. Sběratelské předměty jsou sice svým způsobem využití podobné módnímu průmyslu, ale v menším měřítku.

Váha domén je relativně vysoká, protože jestli se Web3 rozroste, tak domény ve formě NFT zde budou hrát velkou roli.

NFT v podobě odměn a trofejí může lidi pozitivně motivovat k učení či ke splnění nudných činností, po kterých by za odměnu dostali odznak za splnění. Nebo také při výhře v nějaké soutěži by pak takový odznak sloužil jako důkaz a zároveň jako vzpomínka.

Varianty jako jsou realitní průmysl, patenty, finance, digitální identita, certifikáty, diplomy a průkazy neřeší žádný zásadní problém nebo na ně není potřeba NFT technologie.

Tabulka č. 3 - Ohodnocení variant podle využití

	D.u.	He.p.	Hu.p.	M.p.	F.	R.p.	S.p.	P.	D.	S.a.	D.i.	C.d.p	O.t.
D.u.	1	1/4	1	1/6	7	6	1/3	7	1/3	1/6	4	4	1/3
He.p.	4	1	4	1/3	9	9	2	9	2	1/3	7	7	2
Hu.p.	1	1/4	1	1/6	7	6	1/3	7	1/3	1/6	4	4	1/3
M.p.	6	3	6	1	9	9	4	9	4	1	9	9	4
F.	1/7	1/9	1/7	1/9	1	1/2	1/9	1	1/9	1/9	1/4	1/4	1/9
R.p.	1/6	1/9	1/6	1/9	2	1	1/8	2	1/8	1/9	1/3	1/3	1/8
S.p.	3	1/2	3	1/4	9	8	1	9	1	1/4	6	6	1
P.	1/7	1/9	1/7	1/9	1	1/2	1/9	1	1/9	1/9	1/4	1/4	1/9
D.	3	1/2	3	1/4	9	8	1	9	1	1/4	6	6	1
S.a.	6	3	6	1	9	9	4	9	4	1	9	9	4
D.i.	1/4	1/7	1/4	1/9	4	3	1/6	4	1/6	1/9	1	1	1/6
C.d.p	1/4	1/7	1/4	1/9	4	3	1/6	4	1/6	1/9	1	1	1/6
O.t.	3	1/2	3	1/4	9	8	1	9	1	1/4	6	6	1

Zdroj: vlastní tvorba

Tabulka č. 4 - Výpočet vah variant podle využití

Názvy oborů	$b_i$	$v_i$
Digitální umění	1,015	0,047
Herní průmysl	2,747	0,128
Hudební průmysl	1,015	0,047
Módní průmysl	4,596	0,214
Finance	0,206	0,010
Realitní průmysl	0,266	0,012
Sběratelské předměty	1,966	0,092
Patenty	0,206	0,010
Domény	1,966	0,092
Společenské akce	4,596	0,214
Digitální identita	0,442	0,021
Certifikáty, diplomy a průkazy	0,442	0,021
Odměny a trofeje	1,966	0,092
Součet	21,429	1,000

Zdroj: vlastní tvorba

#### 4.3.2.2 Jednoduchost technické implementace

V tabulce č. 5 jsou ohodnoceny varianty podle jejich jednoduchosti technické implementace a poté jsou vypočítány jejich váhy v tabulce č. 6. Nejvyšší váha patří digitálnímu umění, jelikož je tato forma NFT nejpůvodnější, tak existují návody jak implementaci jednoduše realizovat.

Implementace většiny variant je si podobná a liší se v přidání pár specifických detailů pro daný způsob. Varianty, které se hůře implementují, jsou herní průmysl, domény a digitální identita. Důvodem je potřeba zajištění komunikace a propojení s více systémy.

Tabulka č. 5 - Ohodnocení variant podle jednoduchosti technické implementace

	D.u.	He.p.	Hu.p.	M.p.	F.	R.p.	S.p.	P.	D.	S.a.	D.i.	C.d.p	O.t.
D.u.	1	5	1	2	3	2	1	2	6	4	6	2	3
He.p.	1/5	1	1/5	1/4	1/3	1/4	1/5	1/4	2	1/2	2	1/4	1/3
Hu.p.	1	5	1	2	3	2	1	2	6	4	6	2	3
M.p.	1/2	4	1/2	1	2	1	1/2	1	5	3	5	1	2
F.	1/3	3	1/3	1/2	1	1/2	1/3	1/2	4	2	4	1/2	1
R.p.	1/2	4	1/2	1	2	1	1/2	1	5	3	5	1	2
S.p.	1	5	1	2	3	2	1	2	6	4	6	2	3
P.	1/2	4	1/2	1	2	1	1/2	1	5	3	5	1	2
D.	1/6	1/2	1/6	1/5	1/4	1/5	1/6	1/5	1	1/3	1	1/5	1/4
S.a.	1/4	2	1/4	1/3	1/2	1/3	1/4	1/3	3	1	3	1/3	1/2
D.i.	1/6	1/2	1/6	1/5	1/4	1/5	1/6	1/5	1	1/3	1	1/5	1/4
C.d.p	1/2	4	1/2	1	2	1	1/2	1	5	3	5	1	2
O.t.	1/3	3	1/3	1/2	1	1/2	1/3	1/2	4	2	4	1/2	1

Zdroj: vlastní tvorba

Tabulka č. 6 – Výpočet vah podle jednoduchosti technické implementace

Názvy oborů	$b_i$	$v_i$
Digitální umění	2,431	0,147
Herní průmysl	0,401	0,024
Hudební průmysl	2,431	0,147
Módní průmysl	1,470	0,089
Finance	0,891	0,054
Realitní průmysl	1,470	0,089
Sběratelské předměty	2,431	0,147
Patenty	1,470	0,089
Domény	0,284	0,017
Společenské akce	0,581	0,035
Digitální identita	0,284	0,017
Certifikáty, diplomy a průkazy	1,470	0,089
Odměny a trofeje	0,891	0,054
Součet	16,506	1,000

Zdroj: vlastní tvorba

#### 4.3.2.3 Nezávislost na vnějších jevech

V tabulce č. 7 jsou varianty ohodnoceny podle nezávislosti na vnějších jevech a v tabulce č. 8 je následně vypočítána váha variant. Největší váhu mají módní průmysl a sběratelské předměty, poté mají nejvyšší váhu společenské akce a odměny a trofeje. Důvodem je, že daným variantám nebrání nic k implementaci NFT kromě negativní zpětné vazby, která ale v těchto odvětvích často nic nemění.

Na druhou stranu v herním průmyslu, digitální identitě, realitním průmyslu a patentech se objevují ty překážky podstatně větší. V herním průmyslu a pro digitální identitu je to negativní reakce veřejnosti. V obou případech má tato reakce sílu něco měnit. Navíc pro digitální identitu, spolu s realitním průmyslem a patenty, zde existují problémy se zákon, regulací, spoluprací více institucí a se státem, který z pravidla bývá konzervativní při použití nových technologií.

Tabulka č. 7 - Ohodnocení variant podle nezávislosti na vnějších jevech

	D.u.	He.p.	Hu.p.	M.p.	F.	R.p.	S.p.	P.	D.	S.a.	D.i.	C.d.p	O.t.
D.u.	1	5	3	1/4	1/2	7	1/4	7	3	1/3	8	4	1/3
He.p.	1/5	1	1/3	1/8	1/6	3	1/8	3	1/3	1/7	4	1/2	1/7
Hu.p.	1/3	3	1	1/6	1/4	5	1/6	5	1	1/5	6	2	1/5
M.p.	4	8	6	1	3	9	1	9	6	2	9	7	2
F.	2	6	4	1/3	1	8	1/3	8	4	1/2	9	5	1/2
R.p.	1/7	1/3	1/5	1/9	1/8	1	1/9	1	1/5	1/9	2	1/4	1/9
S.p.	4	8	6	1	3	9	1	9	6	2	9	7	2
P.	1/7	1/3	1/5	1/9	1/8	1	1/9	1	1/5	1/9	2	1/4	1/9
D.	1/3	3	1	1/6	1/4	5	1/6	5	1	1/5	6	2	1/5
S.a.	3	7	5	1/2	2	9	1/2	9	5	1	9	6	1
D.i.	1/8	1/4	1/6	1/9	1/9	1/2	1/9	1/2	1/6	1/9	1	1/5	1/9
C.d.p	1/4	2	1/2	1/7	1/5	4	1/7	4	1/2	1/6	5	1	1/6
O.t.	3	7	5	1/2	2	9	1/2	9	5	1	9	6	1

Zdroj: vlastní tvorba



Tabulka č. 8 - Výpočet vah podle nezávislosti na vnějších jevech

Názvy oborů	$b_i$	$v_i$
Digitální umění	1,527	0,073
Herní průmysl	0,437	0,021
Hudební průmysl	0,826	0,040
Módní průmysl	4,015	0,192
Finance	2,099	0,100
Realitní průmysl	0,254	0,012
Sběratelské předměty	4,015	0,192
Patenty	0,254	0,012
Domény	0,826	0,040
Společenské akce	2,925	0,140
Digitální identita	0,198	0,009
Certifikáty, diplomy a průkazy	0,594	0,028
Odměny a trofeje	2,925	0,140
Součet	20,896	1,000

Zdroj: vlastní tvorba

#### 4.3.2.4 Experimentace v oboru

V tabulce č. 9 jsou porovnávány varianty podle kritéria experimentace v oboru. Tabulka č. 10 znázorňuje výpočet jednotlivých vah variant. Hernímu průmyslu a poté digitálnímu umění patří nejvyšší váhy, jelikož neustále zkoušejí nové technologie, nástroje nebo AI.

Ve středu se nacházejí hudební průmysl, finance a módní průmysl. Hudební průmysl si za posledních 20 let prošel mnoha etapami od Walkmana přes iPod až po streaming.

Módní průmysl se nebojí experimentovat, jelikož je zde vítané zkoušení nových věcí, dívání se na problémy z jiných úhlů. Mezi takové příklady lze uvést tištěné návrhy pomocí 3D tiskáren, digitální přehlídková mola či AI návrháři.

Za největší inovaci ve finančním odvětví za posledních pár let je možné považovat kryptoměny, bez kterých by neexistovaly ani NFT.

Realitnímu průmyslu, patentům, certifikátům náleží nejnižší váha, protože zde není taková experimentace a inovace po technologické stránce.

Tabulka č. 9 - Ohodnocení variant podle experimentace v oboru

	D.u.	He.p.	Hu.p.	M.p.	F.	R.p.	S.p.	P.	D.	S.a.	D.i.	C.d.p	O.t.
D.u.	1	1/4	4	3	3	9	5	9	6	5	7	8	5
He.p.	4	1	7	6	6	9	8	9	9	8	9	9	8
Hu.p.	1/4	1/7	1	1/2	1/2	6	2	6	3	2	4	5	2
M.p.	1/3	1/6	2	1	1	7	3	7	4	3	5	6	3
F.	1/3	1/6	2	1	1	7	3	7	4	3	5	6	3
R.p.	1/9	1/9	1/6	1/7	1/7	1	1/5	1	1/4	1/5	1/3	1/2	1/5
S.p.	1/5	1/8	1/2	1/3	1/3	5	1	5	2	1	3	4	1
P.	1/9	1/9	1/6	1/7	1/7	1	1/5	1	1/4	1/5	1/3	1/2	1/5
D.	1/6	1/9	1/3	1/4	1/4	4	1/2	4	1	1/2	2	3	1/2
S.a.	1/5	1/8	1/2	1/3	1/3	5	1	5	2	1	3	4	1
D.i.	1/7	1/9	1/4	1/5	1/5	3	1/3	3	1/2	1/3	1	2	1/3
C.d.p	1/8	1/9	1/5	1/6	1/6	2	1/4	2	1/3	1/4	1/2	1	1/4
O.t.	1/5	1/8	1/2	1/3	1/3	5	1	5	2	1	3	4	1

Zdroj: vlastní tvorba

Tabulka č. 10 - Výpočet vah podle experimentace v oboru

Názvy oborů	$b_i$	$v_i$
Digitální umění	3,766	0,181
Herní průmysl	6,404	0,308
Hudební průmysl	1,473	0,071
Módní průmysl	2,122	0,102
Finance	2,122	0,102
Realitní průmysl	0,249	0,012
Sběratelské předměty	0,986	0,047
Patenty	0,249	0,012
Domény	0,661	0,032
Společenské akce	0,986	0,047
Digitální identita	0,469	0,023
Certifikáty, diplomy a průkazy	0,340	0,016
Odměny a trofeje	0,986	0,047
Součet	20,812	1,000

Zdroj: vlastní tvorba

#### 4.3.2.5 Výsledné seřazení

Přehled jednotlivých vah variant k daným kritériím lze nalézt v tabulce č. 11. Následný výpočet celkového užítu se nachází v tabulce č. 12, podle kterého je stanoveno pořadí jednotlivých variant.

Nejlepší variantou, u které se očekává největší nárůst, je módní průmysl, jež v nejdůležitějších kritériích využití a nezávislosti na vnějších vlivech dosáhl nejlepšího hodnocení. V ostatních kritériích jeho hodnoty byly nadprůměrné.

Druhou příčku obsadila varianta společenské akce, která u všech kritériích dosahovala stejných nebo lehce horších výsledků než módní průmysl. S větším odstupem jsou na třetím místě sběratelské předměty, které jsou následovány herním průmyslem. Na pátém místě se nacházejí odměny a trofeje.

Šesté místo patří digitálnímu umění i přesto, že tato forma NFT je v současné době nejvíce populární. Díky tomu lze tuto variantu považovat za referenční hodnotu, kterou ostatní varianty musí překonat, aby bylo pravděpodobné, že jejich realizace se v budoucnu dočká širšího využití.

Varianty patenty, digitální identita, realitní průmysl, certifikáty, diplomy a průkazy se pravděpodobně velkého nárůstu použití, alespoň v blízké době, nedočkají.

Tabulka č. 11 – Váhy všech variant pro všechna kritéria

Průmysl / odvětví	Využití	Jednoduchost technické impl.	Nezávislost na vnější vlivy	Experimentace v oboru
Digitální umění	0,047	0,147	0,073	0,181
Herní průmysl	0,128	0,024	0,021	0,308
Hudební průmysl	0,047	0,147	0,040	0,071
Módní průmysl	0,214	0,089	0,192	0,102
Finance	0,010	0,054	0,100	0,102
Realitní průmysl	0,012	0,089	0,012	0,012
Sběratelské předměty	0,092	0,147	0,192	0,047
Patenty	0,010	0,089	0,012	0,012
Domény	0,092	0,017	0,040	0,032
Společenské akce	0,214	0,035	0,140	0,047
Digitální identita	0,021	0,017	0,009	0,023
C.d.p	0,021	0,089	0,028	0,016
Odměny a trofeje	0,092	0,054	0,140	0,047
<b>Váhy</b>	<b>0,498</b>	<b>0,070</b>	<b>0,295</b>	<b>0,137</b>

Zdroj: vlastní tvorba

Tabulka č. 12 – Konečný užitek variant

Průmysl / odvětví	Užitek	Pořadí	Relativní užitek vůči prvnímu
Digitální umění	0,080	6	44%
Herní průmysl	0,114	4	62%
Hudební průmysl	0,055	8	30%
Módní průmysl	0,184	1	100%
Finance	0,052	9	28%
Realitní průmysl	0,018	11	10%
Sběratelské předměty	0,119	3	65%
Patenty	0,016	13	9%
Domény	0,063	7	34%
Společenské akce	0,157	2	85%
Digitální identita	0,017	12	9%
C.d.p	0,027	10	15%
Odměny a trofeje	0,097	5	53%
<b>Součet</b>	<b>1,000</b>		

Zdroj: vlastní tvorba

## 4.4 Tvorba, koupě a prodej

Existují 2 způsoby, jak manipulovat s NFT. Náročnějším z nich je ruční psaní kódů a provádění příkazů, které vyžadují technickou znalost, ale umožňují větší kontrolu a přizpůsobitelnost. Jednodušším a uživatelsky přívětivějším způsobem je použití webových platforem k tomu určených (převážně NFT tržiště).

Oba postupy vyžadují zřízení kryptoměnové peněženky. Nejčastějším způsobem je tvorba tzv. „horké“ (hot) peněženky. Ta je trvale připojena k internetu a tím méně bezpečná. Její vytvoření a manipulace s ní jsou velice snadné a rychlé. Mezi takové peněženky patří například MetaMask, Coinbase Wallet, Exodus, Trust Wallet, Atomic Wallet a spousta dalších.

Na druhou stranu existují „studené“ (cold) peněženky, které připojeny k internetu nejsou. Práce s nimi je náročnější, ale kvůli velkému zabezpečení jsou doporučovány. Fungují na principu uložení si privátního klíče („heslo“ pro exekuci transakcí) na zařízení, které není připojené k internetu. Za takové zařízení je možné považovat i papír s vytisknutým QR kódem, avšak obvykle se pro ni používá hardwarová peněženka, která připomíná USB disk. Jenže na rozdíl od USB disku jsou hardware peněženky speciálně navrženy pro zacházení s privátními klíči s ohledem na maximální bezpečnost.

### 4.4.1 Manuálně

Tato část slouží k získání základní představy obecného postupu, jelikož detailní obsah je nad rámec této práce.

První, co programátor musí vytvořit, je chytrý kontrakt NFT na základě standardu pro daný blockchain (pro Ethereum ERC-721 a ERC-1155, viz 3.2.2). Zde může přidat nebo upravit funkce kontraktu podle svých potřeb.

Poté by měl externím odkazem na JSON soubor připojit metadata. Data v JSON souboru musí být v souladu s použitým standardem.

Dalším krokem je otestování kontraktu na tzv. testnetu, což je alternativní blockchain určený k testování. Po úspěšném testování přichází jeho vydání na mainnet, tedy hlavní blockchain.

Vytvořené NFT lze prodávat na tržištích nebo manuálně skrze kód.

K jejich vytvoření pomocí programování jsou na internetu k dispozici spousty návodů a šablon, které ulehčí jejich tvorbu.

#### 4.4.2 Přes NFT tržiště

Prodej výtvořů srze blockchain může být technicky náročný úkol. Z tohoto důvodu vzniklo mnoho platform, jejichž cílem je tento proces pro umělce co nejvíce usnadnit a zjednodušit.

##### 4.4.2.1 Srovnání tržišť

Pro srovnání (tabulka č. 13) bylo vybráno 6 tržišť s největším objemem obchodů za uplynulých 30 dní (18.11-18.12.2021). Na platformách jako jsou Axie Infinity či NBA Top Shot nelze vytvářet ani prodávat vlastní NFT, proto tyto platformy nebyly zahrnuty. Také AtomicMarket nebyl zahrnut z důvodu, že se jedná o chytrý kontrakt, pod který spadá více tržišť. Perioda 30 dní byla zvolena kvůli tomu, že dappradar.com umožňuje sledovat data za poslední hodinu, den, 7 dní, 30 dní a za celkovou dobu. Celková doba by nebyla vhodná, jelikož některá tržiště existují mnohem déle než ostatní, a tak by hodnoty byly zavádějící.

Tabulka č. 13 – Srovnání tržišť

Tržiště	Blockchain	Kdo může vytvářet	Provize	Aktivní uživatelé*	Průměr z prodaných*	Objem obchodů*
OpenSea	Ethereum, Polygon, Klaytn	kdokoliv	2,50%	399 962	\$1 230	\$2,49B
Solanart	Solana	kdokoliv**	3%	37 185	\$780	\$41,93M
Magic Eden	Solana	kdokoliv**	2%	106 453	\$322	\$139,85M
Rarible	Ethereum, Flow, Tezos	kdokoliv	2,50%	6 482	\$2 510	\$19,65M
SuperRare	Ethereum	pouze vybraní	15%	561	\$58 030	\$26,51M
Foundation	Ethereum	pouze pozvaní komunitou	15%	3 251	\$2 940	\$9,97M

\* Data za posledních 30 dní (18.11-18.12.2021).

\*\* Je třeba projít schvalovacím řízením.

Zdroj: [44], vlastní tvorba

Z tabulky lze vyčíst, že nejpoužívanějším blockchainem je Ethereum, což bude zapříčiněné jeho brzkou podporou konceptu NFT a také proto, že je tento blockchain jeden z nejstarších. Druhým blockchainem je Solana, která používá PoS konsenzus.

Nejvíce populární je platforma OpenSea, která má téměř 4 krát více uživatelů a koluje zde skoro 18 krát více peněz než ve druhém Magic Eden.

Tržiště, která nepovolují vytvářet a prodávat svá NFT všem, vydělají průměrně více než otevřené platformy. I přes větší provizi se na uzavřených tržištích tvůrcům vyplatí svá NFT prodávat, jelikož zaručují významnější odměnu. Obzvláště cena NFT na SuperRare, jenž si zakládá na důkladném a kvalitním výběru umělců, je mnohonásobně vyšší.

Dále je možné z tabulky zjistit, že platformy implementující blockchain Ethereum vydělávají průměrně na jednom NFT více než ty, které ho nevyužívají.

#### 4.4.2.2 Postup koupě a prodeje

V této části je popsán postup na platformě OpenSea, která je ze všech nejpopulárnější.

Pro přihlášení do OpenSea stránka nabídne několik možností, jak propojit svoji kryptoměnovou peněženku, která poté funguje jako přihlašovací údaje k účtu.

Po přihlášení je možné začít s tvorbou NFT. Na této stránce je třeba vyplnit potřebné údaje o NFT (obrázek, jméno, popis atd.). Následně je možné prodávat za jednorázový poplatek. OpenSea pro tvorbu tokenů používá tzv. „lazy minting“, což znamená, že NFT je uvedeno na blockchain až při jeho koupi.

Pro nákup si stačí vyhledat NFT a poslat nabídku nebo koupit ihned za předpokladu, že v peněžence je dostatek financí.

### 4.5 Ekologický dopad

Udržitelný rozvoj a změna klimatu patří v současné době k hlavním výzvám, kterým lidstvo čelí. Proto je důležité informovat, jaký ekologický dopad mají NFT a blockchainové technologie. Číselné údaje v následujících sekcích jsou odhady z veřejně dostupných zdrojů a i když by reálná čísla byla desetkrát menší, tak jsou tato čísla pořád obrovská.

V prosinci minulého roku (2020) jedna transakce NFT (registrace na blockchainu, příhozy v aukci, zrušení příhozu, prodej a převod vlastnictví) na Ethereum průměrně vyprodukovala 82 kilowatthodin (kWh) a 48 kilogramů oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>). Průměrné NFT je obchodováno 4,5 krát, což znamená stopu 369 kWh a 216 kg CO<sub>2</sub>. To odpovídá celkové spotřebě elektrické energie obyvatele EU za více než měsíc a s emisemi ekvivalentními jízdě na vzdálenost 1000 km nebo dvouhodinovému letu letadlem. Pro srovnání průměrná transakce na Ethereum spotřebovala 35 kWh energie. O rok později je tato spotřeba 214 kWh [46], tedy více než šestinásobná. Z toho vyplývá, že s největší pravděpodobností spotřeba elektřiny a vyprodukované CO<sub>2</sub> je i u NFT transakcí šestinásobně větší. Zdroj dat z odstavce [45].

Kvůli takové spotřebě těžaři hledají co nejlevnější elektřinu bez ohledu na to, z jakého zdroje pochází. Přestěhování těžařů do míst s levnou elektřinou může znamenat problém pro lidi, kteří zde žijí. Spotřeba takového množství elektřiny způsobí nárůst její ceny v dané lokalitě a obzvláště chudším vrstvám to může zkomplikovat hospodaření s financemi. Dalším problémem je, že elektrické sítě na to nemusí být připraveny, stejně jak se již stalo například v Kazachstánu [47] a Íránu [48].

#### 4.5.1 Řešení ekologického zlepšení

##### 4.5.1.1 Uhlíková kompenzace

Nejjednodušší cestou, jak snížit svoji uhlíkovou stopu, je finanční podpoření offsetových projektů, které za určitou částku slibují jisté snížení nebo zamezení tvorby emisí. Placení uhlíkové stopy může být zahrnuto v chytrém kontraktu NFT tak, že se spustí po každé způsobené transakci.

##### 4.5.1.2 Obnovitelné zdroje

Průměrně 39% všech PoW těžeb je poháněno obnovitelnými zdroji primárně z vodních elektráren. [49] Přejít na použití 100% obnovitelných zdrojů je téměř nemožné, jelikož těžaři nemají důvod. Musely by být zavedeny buď regulace nebo by cena z těchto zdrojů musela být minimální. Ale i kdyby všechna těžba byla na obnovitelných zdrojích, tak i přesto to není ideální, jelikož je spotřeba energie zbytečně velká a mohla by být využita efektivněji.



#### 4.5.1.3 Změna konsenzu

Na vině vysoké spotřeby nejsou samotná NFT ani blockchain, ale užívaný konsenzus PoW (viz 3.1.2.2.1). Naproti tomu konsenzus PoS spotřebuje mnohem méně energie a tím vyprodukuje méně emisí. Například blockchain Tezos, který používá PoS konsenzus a také podporuje NFT, pro jednu transakci spotřebuje 30mWh [50] a vyprodukuje 2,5g CO<sub>2</sub> [51], což je více než milionkrát menší spotřeba a více než 85 tisíckrát menší produkce emisí oproti spotřebě a produkci emisí Etherea v době psaní.

Většina tvůrců spoléhá na to, že Ethereum v roce 2022 implementuje PoS konsenzus, jelikož platformy postavené na ostatních blockchainech nejsou tak populární jako ty na Ethereu, což by pro tvůrce znamenalo, že méně lidí uvidí jejich práci a tím potenciálně menší příjem.

## 4.6 Význam pro digitální tvůrce

NFT by pro některé umělce mohla být technologie, která jim změní život. Místo tvoření děl na zakázku mohou tvůrci mít větší svobodu při kreativním procesu. Také je zde šance pro větší diverzifikaci v uměleckém odvětví. Navíc umělci mají možnost získat část peněz z následného přeprdeje.

Jako ve většině kompetitivních odvětvích se jen pro ty nejúspěšnější může tato činnost stát primárním zdrojem příjmů. Je potřeba počítat s tím, že necelých 40% [45] NFT se zatím neprodalo a medián z cen prodaných tokenů je 225\$ [45] (~5000 Kč), což se tvůrcům na Ethereu nemusí vyplatit kvůli vysokým poplatkům za transakce.

Jedním faktorem k dosažení úspěchu v prodeji NFT je tvůrcova fanouškovská základna na sociálních mediích. Čím více lidí daného tvůrce sleduje, tím je větší šance vysokých prodejů. Umělci jako Mike „Beeple“ Winkelmann, „Pak“, Michah „Mad Dog Jones“ Dowbak či Claire „Grimes“ Boucher byli známí mezi digitální uměleckou komunitou před rozmachem NFT.

Důležitou součástí úspěchu je také příběh ať už jen samotného NFT nebo umělce. Například „Pak“ se proslavil vytvořením umělé inteligence Archillect, která na sociálních

sítích sdílí obrázky za účelem získání co největší pozornosti. Nebo prodej prvního příspěvku na Twitteru či příběh Winkelmana je rovněž zajímavý a unikátní (viz 3.2.1).

Dalším způsobem, jak se vyčlenit mezi ostatními, je mít dobrý nápad. Mezi ty se řadí „Replicator“ od Michah „Mad Dog Jones“ Dowbak (viz. 4.1.2), Bored Ape Yacht Club, což je kolekce 10000 unikátních opiček, které se liší v oblečení a doplňcích. Nebo také zajímavé nápady „Paka“, který vytvořil NFT se stejným umění, u kterého se liší jen jméno a cenovka. Jeden token se jmenoval „levné“, druhé „drahé“ a třetí „neprodané“. Jejich názvům odpovídala i cenovka.

Z pozorování různých NFT lze dojít k závěru, že na technické či umělecké kvalitě příliš nezáleží. Výše zmíněné aspekty jsou pro úspěch podstatnější.

## 5 Závěr

Práce byla zaměřena na problematiku NFT. Zabývala se jejich současným i budoucím využitím, predikcí nárůstu v různých odvětvích, ekologickému dopadu a dopadu pro digitální tvůrce.

Teoretická část se zaměřila na představení kryptoměn a NFT. Tato část popisovala historii kryptoměn. Poté zde byl vysvětlen důležitý pojem blockchain, jež je základem kryptoměn. Dále se tato část věnovala konsenzu, chytrým kontraktům a dalším pojmům, které jsou s touto problematikou spojené.

Poslední část teoretických východisek se zabývala samotnými NFT, ve které byla popsána jeho stručná historie. Také byl vysvětlen jeho princip fungování a návaznost na kryptoměny.

V praktické části bylo nejdříve představeno současné využití NFT. V současnosti se NFT primárně využívají pro digitální umění a poté pro sběratelské předměty či pro herní předměty. V malé míře jsou NFT používány i pro domény. Tento způsob není zatím tak rozšířený, ale pokud se Web3 stane skutečností, tak tento způsob v něm bude hrát velkou roli.

Další kapitola se věnovala možnému budoucímu využití a případným problémům, které by NFT řešily. Bylo zde představeno několik případů použití pro různá odvětví jako jsou společenské akce, herní průmysl, patenty či digitální identita.

Následující kapitola se zaměřila na predikci nárůstu využití. Předpovědět celkový vývoj NFT je obtížné, jelikož tato technologie je stále mladá a nachází se v odvětví, které je nejisté a nestabilní. NFT v současné době čelí kritice kvůli ekologickému dopadu a kvůli tomu, že nemají pro lidi hodnotu, jelikož nejsou ničím podloženy. A proto je důležitou součástí pro naplnění potenciálu NFT zlepšení jejich reputace.

Další podstatnou částí pro naplnění jejich potenciálu je, aby na obyčejného člověka kryptoměny i NFT nepůsobily děsivě, informace mu byly srozumitelně a jednoduše vysvětleny, přičemž aby ho nezahltily. A především, aby manipulace s nimi byla co nejjednodušší.

K samotné predikci nárůstu mezi jednotlivými obory byla využita metoda pro seřazení variant AHP, pro kterou byla stanovena čtyři kritéria: využití, jednoduchost technické implementace, nezávislost na vnějších jevech, experimentace v oboru. Výpočet jednotlivých vah kritérií a následně variant bylo provedeno pomocí Saatyho metody.

Na prvním místě se umístil módní průmysl a na druhém místě společenské akce. Oběma variantám by implementace NFT pomohla v boji proti černému trhu. Na třetím místě se umístily sběratelské předměty následované herním průmyslem. Obory na posledních příčkách se staly patenty, digitální identita či realitní průmysl, které měly výrazně menší užitek oproti ostatním variantám.

V další kapitole byla objasněna tvorba, koupě a prodej NFT. Vytvořit je lze dvěma způsoby: manuálně a přes tržiště. Pro manuální tvorbu jsou v práci popsány pouze obecné kroky. Poté byla vysvětlena tvorba NFT přes tržiště. Při této příležitosti zde byla mezi sebou porovnána nejpopulárnější tržiště.

Předposlední kapitola se zaměřila na ekologický dopad NFT, kde bylo zjištěno, že NFT mají obrovský dopad na životní prostředí. Na vině není samotné NFT, ale Proof of Work konsenzus blockchainu, na kterém je vytvořeno. Velká část NFT existuje na Ethereum, jež používá k ověření transakcí právě Proof of Work. Nejlepším zjištěným řešením je změna blockchainu, který nevyužívá Proof of Work. Takovými blockchainy jsou například Tezos nebo Solana, které oba podporují tvorbu NFT a oba využívají Proof of Stake konsenzus. Většina lidí ale spoléhá na to, že Ethereum v letošním roce změní používaný konsenzus na Proof of Stake.

Poslední kapitola se věnovala významu pro digitální tvůrce, kde bylo zjištěno, že se tvorbou užíví jen malá část tvůrců. Pro úspěch při tvorbě NFT je důležité mít fanouškovskou základnu, originální nápad a příběh, který stojí za samotným autorem. Naopak technická stránka díla není moc důležitá.

## Seznam použitých zdrojů

- [1] BBC News. What are NFTs and why are some worth millions? In: bbc.com [online]. 23.9.2021 [cit. 25.08.2021]. Dostupné z: <https://www.bbc.com/news/technology-56371912>
- [2] Petr Fiala. Modely a metody rozhodování. 2. přepracované vydání. Praha : Vysoká škola ekonomická v Praze, Nakladatelství Oeconomica, 2008. 292 stran. ISBN 978-80-245-1345-4.
- [3] Tomáš Šubrt, a další. Ekonomicko-matematické metody. 2. upravené vydání. Plzeň: Aleš Čepěk, 2015. 331 stran. ISBN 978-80-7380-563-0.
- [4] Jake Frankenfield. Cryptocurrency Definition: What Is Cryptocurrency? In: investopedia.com [online]. Michael Sonnenshein. 9.8.2021 [cit. 13.08.2021]. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/terms/c/cryptocurrency.asp>
- [5] CaseBitcoin.com. Bitcoin Critiques & Rebuttals | The Case for Bitcoin. The Case for Bitcoin. In: casebitcoin.com [online]. 29.5. 2021 [cit. 13.08.2021]. Dostupné z: <https://casebitcoin.com/critiques>
- [6] Kate Ashford. What Is Cryptocurrency? In: forbes.com [online]. John Schmidt. 13.8.2020 [cit. 13.08.2021]. Dostupné z: <https://www.forbes.com/advisor/investing/what-is-cryptocurrency/>
- [7] Arvind Narayanan, Joseph Bonneau, Edward Felten, et al. Bitcoin and Cryptocurrency Technologies: A Comprehensive Introduction. Princeton: Princeton University Press, 2016. 325 stran. ISBN 978-0691171692.
- [8] Nathan Reiff. B-Money Definition. In: investopedia.com [online]. 7.7.2021 [cit. 13.08.2021]. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/terms/b/bmoney.asp>
- [9] Andreas M. Antonopoulos. Mastering Bitcoin: Programming the Open Blockchain. O'Reilly Media, 2017. 405 stran. ISBN 978-1-491-95438-6.
- [10] Adam Hayes. Satoshi Nakamoto Definition. In: investopedia.com [online]. Erika Rasure. 12.8.2021 [cit. 19.08.2021]. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/terms/s/satoshi-nakamoto.asp>
- [11] Manuel Schlegel, Liudmila Zavolokina, Gerhard Schwabe. Blockchain Technologies from the Consumers' Perspective: What Is There and Why Should Who Care? Zurich: University of Zurich, 2018. ISBN 978-0-9981331-1-9.

- [12] Jake Frankenfield. Nonce Definition. In: investopedia.com [online]. Somer Anderson. 2.5.2021 [cit. 22.08.2021]. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/terms/n/nonce.asp>
- [13] Jake Frankenfield. Hash Definition. In: investopedia.com [online]. Julius Mansa. 9.8.2021 [cit. 22.08.2021]. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/terms/h/hash.asp>
- [14] Roshan Raj. How does Blockchain Work? - Blockchain Transaction. In intellipaat.com [online]. 2.8.2021 [cit. 24.08.2021]. Dostupné z: <https://intellipaat.com/blog/tutorial/blockchain-tutorial/how-does-blockchain-work/>
- [15] Shijie Zhang, Jong-Hyook Lee. Analysis of the main consensus protocols of blockchain. Vol. 6, iss. 2. Korejská republika: ICT Express, 2020. [cit. 24.08.2021]. ISSN 2405-9595. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.ict.2019.08.001>
- [16] BangBit Technologies. What is Consensus Algorithm In Blockchain & Different Types Of Consensus Models. In: medium.com [online]. 14.5.2018 [cit. 27.8.2021]. Dostupné z: <https://medium.com/@BangBitTech/what-is-consensus-algorithm-in-blockchain-different-types-of-consensus-models-12cce443fc77>
- [17] Vaibhav Saini. ConsensusPedia: An Encyclopedia of 30+ Consensus Algorithms. In: hackernoon.com [online]. 26.6.2018 [cit. 27.8.2021]. Dostupné z: <https://hackernoon.com/consensuspedia-an-encyclopedia-of-29-consensus-algorithms-e9c4b4b7d08f>
- [18] IBM.com. What are smart contracts on blockchain? In: imb.com [online]. 18.8.2021 [cit. 29.8.2021]. Dostupné z: <https://www.ibm.com/topics/smart-contracts>
- [19] Laura M. Token vs Coin: What's the Difference? In: bitdegree.org [online]. 16.10.2021 [cit. 30.10.2021]. Dostupné z: <https://www.bitdegree.org/crypto/tutorials/token-vs-coin>
- [20] Nathan Reiff. What Crypto Users Need to Know: The ERC20 Standard. In: investopedia.com [online]. Erika Rasure. Investopedia. 24.8.2021 [cit. 30.08.2021]. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/tech/why-crypto-users-need-know-about-erc20-token-standard/>
- [21] Jdoulrens. Understand the ERC-20 token smart contract. In: ethereum.org [online]. 5.4.2020 [cit. 30.08.2021]. Dostupné z: <https://ethereum.org/en/developers/tutorials/understand-the-erc-20-token-smart-contract/>

- [22] Ethereum.org. Non-fungible tokens (NFT). In: ethereum.org [online]. 6.8.2021 [cit. 11.8.2021]. Dostupné z: <https://ethereum.org/en/nft/>
- [23] Ghaith Mahmood. NFTs: What Are You Buying and What Do You Actually Own? In: thefashionlaw.com [online]. 18.3.2021 [cit. 24.08.2021]. Dostupné z: <https://www.thefashionlaw.com/nfts-what-are-you-buying-and-what-do-you-actually-own/>
- [24] Andrew Steinwold. The History of Non-Fungible Tokens (NFTs). In: medium.com [online]. 7.10.2019 [cit. 30.08.2021]. Dostupné z: <https://medium.com/@Andrew.Steinwold/the-history-of-non-fungible-tokens-nfts-f362ca57ae10>
- [25] Portion.io. The History of NFTs & How They Got Started. In: blog.portion.io [online]. 26.8.2021 [cit. 01.09.2021]. Dostupné z: <https://blog.portion.io/the-history-of-nfts-how-they-got-started/>
- [26] Quentin de Beauchesne. NFT Month - History of NFTs. In: ownest.io [online]. 4.5.2021 [cit. 01.09.2021]. Dostupné z: <https://ownest.io/en/news/history-of-nfts>
- [27] OpenZeppelin.com. ERC 721. In: docs.openzeppelin.com [online]. 25.7.2021 [cit. 06.09.2021]. Dostupné z: <https://docs.openzeppelin.com/contracts/2.x/api/token/erc721#ERC721>
- [28] Travis Reeder. How to Create and Deploy an NFT Smart Contract in 10 Minutes. In: medium.com [online]. 9.3.2021 [cit. 06.09.2021]. Dostupné z: <https://medium.com/gochain/how-to-create-and-deploy-an-nft-smart-contract-in-10-minutes-e0d7ef8e59fc>
- [29] Bit2me Academy. What is an ERC-1155 token on Ethereum?. In: academy.bit2me.com [online]. 6.5.2021 [cit. 06.09.2021]. Dostupné z: <https://academy.bit2me.com/en/what-is-token-erc-1155/>
- [30] OpenZeppelin.com. ERC 1155. In: docs.openzeppelin.com [online]. 6.5.2021 [cit. 07.09.2021]. Dostupné z: <https://docs.openzeppelin.com/contracts/3.x/api/token/erc1155#IERC1155>
- [31] Arben Kane. Fractionalized NFT (F-NFTs): All That You Need To Know. In: medium.com [online]. 9.9.2021 [cit. 16.11.2021]. Dostupné z: <https://medium.com/@arbenk/fractionalized-nft-f-nfts-all-that-you-need-to-know-46bc06ea486d>

- [32] Michal Burian. NFT od Ubisoftu jsou bezcenné? In: indian-tv.cz [online]. 17.12.2021 [cit. 20.12.2021]. Dostupné z: <https://indian-tv.cz/clanek/nft-od-ubisoftu-jsou-bezcenne-a-nova-hra-molyneuxe-fzzyfw>
- [33] Andy Day. NFTs Are a Pyramid Scheme and People Are Already Losing Money. In: fstoppers.com [online]. 18.3.2021 [cit. 15.12.2021]. Dostupné z: <https://fstoppers.com/opinion/nfts-are-pyramid-scheme-and-people-are-already-losing-money-554869>
- [34] Brian Quarmby. Gamer-hate: Ubisoft's new NFT project video gets 96% dislike ratio. In: cointelegraph.com [online]. 10.12.2021 [15.12.2021] Dostupné z: <https://cointelegraph.com/news/gamer-hate-ubisoft-s-new-nft-project-vid-gets-96-dislike-ratio>
- [35] Joe Muczka jr. The right direction. In: binance.com [online]. 2021 [cit. 15.12.2021]. Dostupné z: <https://www.binance.com/en/nft/goods/detail?productId=8247284&isProduct=1%22>
- [36] Jan Sládečko. Jan Sladecko › About Me. In: jansladecko.com [online]. 29.7.2020 [cit. 28.11.2021]. Dostupné z: <http://jansladecko.com/about-me/>
- [37] SuperRare.com. Artworks created by @jansladecko. In: superrare.com [online]. 2021 [cit. 28.11.2021]. Dostupné z: <https://superrare.com/jansladecko/creations?collection-options=%257B%2522hasSold%2522%3Atrue%257D>
- [38] McDonald's, Tomáš Břínka. Maestropiece by TMBK. In: opensea.io [online]. 2021 [cit. 15.12.2021]. Dostupné z: <https://opensea.io/assets/0x495f947276749ce646f68ac8c248420045cb7b5e/18986690744862962516042139818247549634259202744525379894426813743577276874753>
- [39] Tyler Colp. EA calls NFT and blockchain games 'the future of our industry'. In: pcgamer.com [online]. 3.11.2021 [cit. 28.11.2021]. Dostupné z: <https://www.pcgamer.com/ea-calls-nft-and-blockchain-games-the-future-of-our-industry/>
- [40] Eli Tan. Facebook's Metaverse Will Support NFTs. In: coindesk.com [online]. 28.10.2021 [cit. 29.11.2021]. Dostupné z:



- <https://www.coindesk.com/business/2021/10/28/facebooks-metaverse-will-support-nfts/>
- [41] Joseph Knoop. Steam bans all games with NFTs or cryptocurrency. In: pcgamer.com [online]. 15.10.2021 [cit. 29.11.2021]. Dostupné z: <https://www.pcgamer.com/steam-bans-nfts-cryptocurrencies-blockchain/>
- [42] IBM.com. IPwe and IBM Seek to Transform Corporate Patents With Next Generation NFTs Using IBM Blockchain. In: newsroom.ibm.com [online]. 20.4.2021 [cit. 30.11.2021]. Dostupné z: <https://newsroom.ibm.com/2021-04-20-IPwe-and-IBM-Seek-to-Transform-Corporate-Patents-With-Next-Generation-NFTs-Using-IBM-Blockchain>
- [43] Thomas Alsop. Most assigned patents by company 2020. In: statista.com [online]. 1.2.2021 [cit. 30.11.2021]. Dostupné z: <https://www.statista.com/statistics/274825/companies-with-the-most-assigned-patents/>
- [44] DappRadar.com. NFT (Non-Fungible Tokens) Marketplaces. In: dappradar.com [online]. 2021 [cit. 18.12.2021]. Dostupné z: <https://dappradar.com/nft/marketplaces>
- [45] Memo Akten. The Unreasonable Ecological Cost of #CryptoArt (Part 2). In: medium.com [online]. 31.12.2021 [cit. 13.12.2021]. Dostupné z: <https://memoakten.medium.com/analytics-the-unreasonable-ecological-cost-of-cryptoart-72f9066b90d>
- [46] Digiconomis.net. Ethereum Energy Consumption Index. In: digiconomist.net [online]. 2021 [cit. 13.12.2021]. Dostupné z: <https://digiconomist.net/ethereum-energy-consumption>
- [47] Emma Roth. Cryptocurrency miners grapple with major energy crunch in Kazakhstan. In: theverge.com [online]. 27.11.2021 [cit. 14.12.2021]. Dostupné z: <https://www.theverge.com/2021/11/27/22805033/kazakhstan-cryptocurrency-miners-suffer-energy-shortages>
- [48] Maryam Sinaiee. Cryptocurrency Mining Blamed For Electricity Outages in Iran. In: iranintl.com [online]. 12.1.2021 [cit. 14.12.2021]. Dostupné z: <https://old.iranintl.com/en/iran/cryptocurrency-mining-blamed-electricity-outages-iran>

- [49] A. Blandin, G. Pieters, Y. Wu, et al. 2020 CCAF 3rd Global Cryptoasset Benchmarking Study. University of Cambridge, 2020. [cit. 14.12.2021]. SSRN 3700822. Dostupné z <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3700822>
- [50] Tezosagora.org. Tezos Energy Consumption. In: wiki.tezosagora.org [online]. 30.8.2021 [cit. 14.12.2021]. Dostupné z: <https://wiki.tezosagora.org/learn/baking/tezos-energy-consumption>
- [51] PricewaterhouseCoopers Advisory. Study of the environmental impact of the Tezos blockchain. Life Cycle Assessment of the Tezos blockchain protocol. In: tezos.com [online]. 6.12.2021 [cit. 14.12.2021]. Dostupné z: <https://tezos.com/2021-12-06-Tezos-LCA-Final.pdf>