



Hodnota digitálních aktiv v podnikovém prostředí

Autoreferát disertační práce

Studijní program: P0413D050019 – Podniková ekonomika a management

Studijní obor: Podniková ekonomika a management

Autor práce: Ing. Kryštof Tichý

Školitel: doc. JUDr. Ing. Bohumil Poláček, Ph.D., MBA, LL.M.



Disertační práce byla vypracována v prezenční formě doktorského studia na Katedře financí a účetnictví Ekonomické fakulty Technické univerzity v Liberci.

Uchazeč: Ing. Kryštof Tichý
Ekonomická fakulta Technické univerzity v Liberci
Katedra financí a účetnictví
Voroněžská 1329/13
461 17 Liberec 1

Školitel: doc. JUDr. Ing. Bohumil Poláček, Ph.D., MBA, LL.M.
Ekonomická fakulta Technické univerzity v Liberci
Katedra marketingu a obchodu
Voroněžská 1329/13
461 17 Liberec 1

Autoreferát byl rozeslán dne:

Obhajoba disertační práce se koná dne 27. 11. – 28. 11. 2025 před komisí na Ekonomické fakultě Technické univerzity v Liberci, v zasedací místnosti děkanátu Ekonomické fakulty, 7. patro budovy H Technické univerzity v Liberci, Voroněžská 1329/13, Liberec 1.

S disertační prací je možno se seznámit na Katedře marketingu a obchodu Ekonomické fakulty Technické univerzity v Liberci, Voroněžská 1329/13, Liberec 1.

prof. Ing. Miroslav Žížka, Ph.D.
předseda oborové rady
DSP Podniková ekonomika a
management



Prohlášení

Prohlašuji, že svou disertační práci jsem vypracoval samostatně jako původní dílo s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé disertační práce a konzultantem.

Jsem si vědom toho, že na mou disertační práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci nezasahuje do mých autorských práv užitím mé disertační práce pro vnitřní potřebu Technické univerzity v Liberci.

Užiji-li disertační práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti Technickou univerzitu v Liberci; v tomto případě má Technická univerzita v Liberci právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Současně čestně prohlašuji, že text elektronické podoby práce vložený do IS/STAG se shoduje s textem tištěné podoby práce. Beru na vědomí, že má disertační práce bude zveřejněna Technickou univerzitou v Liberci v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů.

Jsem si vědom následků, které podle zákona o vysokých školách mohou vyplývat z porušení tohoto prohlášení.

20. července 2026

Ing. Kryštof Tichý



Hodnota digitálních aktiv v podnikovém prostředí

Anotace

Disertační práce se zabývá problematikou predikce hodnoty nezeměnitelných tokenů (non-fungible token – NFT) v podmínkách tržní volatility a změny makroekonomického paradigmatu v letech 2023–2024. Cílem práce je vytvořit robustní predikční model pro stanovení reálné hodnoty (Fair Value) těchto digitálních aktiv, který překonává limity tradičních oceňovacích metod (nákladová, výnosová) i lineárních ekonometrických modelů. Výzkum identifikuje zásadní výzkumnou mezeru v absenci modelů schopných reflektovat vliv restriktivní monetární politiky na cenu digitálních aktiv. Metodika práce kombinuje kvantitativní analýzu sentimentu na českém trhu, forenzní detekci tržních manipulací (wash trading) a aplikaci nelineárních algoritmů strojového učení (Gradient Boosting). Výsledky prokazují, že v analyzovaném období došlo ke strukturálnímu zlomu, kdy se NFT stala statisticky významně závislá na výnosu bezrizikových aktiv (výnosy desetiletých státních dluhopisů USA), což vyvrací hypotézu o jejich izolovanosti od globálního finančního trhu. Vytvořený model Gradient Boosting dosahuje výrazně vyšší přesnosti predikce než referenční model OLS, a to díky schopnosti efektivně pracovat s očištěnými daty a nelineárními vztahy. Práce přináší metodický nástroj pro finanční řízení podniků a investičních fondů, umožňující objektivizaci hodnoty NFT v účetnictví a efektivnější řízení rizika likvidity.

Klíčová slova

Non-fungible tokeny (NFT), oceňování majetku, reálná hodnota, strojové učení, Gradient Boosting, wash trading, likvidita trhu, behaviorální finance.



The value of digital assets in the corporate environment

Abstract

The dissertation deals with the issue of value prediction of non-fungible tokens (NFTs) in conditions of market volatility and changes in the macroeconomic paradigm in 2023–2024. The aim of the work is to create a robust prediction model for determining the fair value of these digital assets, which overcomes the limits of traditional valuation methods (cost, income) and linear econometric models. The research identifies a fundamental research gap in the absence of models capable of reflecting the impact of restrictive monetary policy on the price of digital assets. The methodology of the work combines quantitative sentiment analysis on the Czech market, forensic detection of market manipulations (wash trading) and the application of nonlinear machine learning algorithms (Gradient Boosting). The results show that in the analyzed period a structural break occurred, when NFTs became statistically significantly dependent on the yield of risk-free assets (US 10Y Treasury Yield), which refutes the hypothesis of their isolation from the global financial market. The created Gradient Boosting model achieves significantly higher prediction accuracy than the reference OLS model, thanks to its ability to work effectively with cleaned data and nonlinear relationships. The work brings a methodological tool for the financial management of companies and investment funds, enabling the objectification of the value of NFT in accounting and more effective liquidity risk management.

Key Words

Non-fungible tokens (NFT), asset valuation, fair value, machine learning, Gradient Boosting, wash trading, market liquidity, behavioral finance



Obsah

Seznam použitých zkratek	7
Seznam tabulek	8
Seznam obrázků	8
Úvod	9
1. Současný stav problematiky	12
2. Cíle práce	14
3. Koncepční a metodický rámec práce.....	17
4. Hlavní výsledky a přínosy disertační práce.....	21
Závěr	34
Seznam citované literatury.....	37
Seznam publikací autora	39
Strukturovaný profesní životopis	41



Seznam použitých zkratk

BAYC	Bored Ape Yacht Club NFT aktivum
BTC	Bitcoin
CAPM	Capital Asset Pricing Model – Model oceňování kapitálových aktiv
CZK	Česká koruna
ČR	Česká republika
DAO	Decentralizované autonomní organizace
DCF	Metoda diskontovaných peněžních toků
DeFi	Decentralizované finance
ETH	Ethereum
EUR	Měnová jednotka euro
GB/GBR	Gradient Boosting Regressor – Metoda strojového učení
IFRS	International Financial Reporting Standards – Mezinárodní standardy účetního výkaznictví
Kč	Koruna česká
ML	Machine Learning – Strojové učení
MiCA	Markets in Crypto-Assets – Evropské nařízení o kryptoaktivech
NASDAQ	National Association of Securities Dealers Automated Quotations – Americký akciový trh
NFT	Non-fungible token – Nezaměnitelný token
NOZ	Nový občanský zákoník
OLS	Ordinary Least Squares – Metoda nejmenších čtverců
SP500	Standard and Poor's 500 – Americký akciový index
US 10Y	US 10-Year Treasury Yield – Výnosy 10letých státních dluhopisů USA
USD	Americký dolar



Seznam tabulek

Tabulka 1: Přehled cílů, hypotéz a výzkumných otázek disertační práce	15
Tabulka 2: Porovnání výkonu na testovacích datech	22
Tabulka 3: Významnost proměnných v predikčním modelu	27

Seznam obrázků

Obrázek 1: Přehled jednotlivých fází výzkumu	17
Obrázek 2: Konceptní rámec práce	20
Obrázek 3: Korelační matice vstupních dat	22
Obrázek 4: Výkon modelu – predikce vs. Realita	23
Obrázek 5: Analýza reziduí	24



Úvod

Nezaměnitelné tokeny (Non fungible token – NFT) představují revoluci v paradigmatu digitálního vlastnictví. Nezaměnitelné tokeny (dále jako „NFT“) jsou druhem digitálního aktiva postaveného na technologii blockchain, nejčastěji blockchainu Ethereum, které ověřuje jedinečnost a vlastnictví dotyčného jedinečného digitálního předmětu. Každý NFT nese specifické informace nebo atributy, díky kterým je originální a nezaměnitelný. Na rozdíl od kryptoměn, jako je Bitcoin nebo Ethereum, které jsou navzájem identické, nelze nezaměnitelné tokeny vyměňovat za stejné, což je činí nezaměnitelnými (Almeida a Gonçalves, 2024). NFT se obchodují za kryptoměny prostřednictvím online obchodních platform. Investice do NFT může představovat rizikovou situaci kvůli vysoké volatilitě hodnoty aktiv v poměrně krátké době (Dong, Jiang, Liu a Zhu, 2022).

Základním problémem, který tato disertační práce řeší, je fundamentální dichotomie v klasifikaci těchto atypických digitálních aktiv. Jak uvádí Griffin (2022) NFT se pohybují na pomezí dvou odlišných ekonomických kategorií. Na jedné straně vykazují znaky hmotného majetku jako sběratelského předmětu či uměleckého díla, tedy majetku, jehož hodnota je subjektivní, estetická a tažená komunitním sentimentem, avšak v digitální nehmotné podobě. Na straně druhé se s nimi obchoduje na globálních trzích s vysokou frekvencí a likviditou, čímž nabývají charakteru vysoce spekulativního finančního nástroje citlivého na globální makroekonomické podmínky. Tato dualita (hybridní povaha) způsobuje selhání tradičních oceňovacích metod. Nákladové modely jsou irelevantní kvůli nulovým mezním nákladům na reprodukci, zatímco výnosové metody narážejí na absenci generování průběžného cash-flow (dividendy), jak potvrzují například výzkumy Alon et al. (2023).

Predikce hodnoty NFT není jednoduchý proces, protože na rozdíl od tradičních investic nemají jasná hodnotící kritéria. Jejich cenu určuje několik faktorů, včetně vzácnosti, užitečnosti, poptávky na trhu a pověsti tvůrce. Zatímco hodnotu akcií lze například určit na základě finanční výkonnosti společnosti a analýzy trhu, aktiva NFT se často oceňují subjektivně na základě faktorů, jako je originalita, vzácnost, popularita nebo použitelnost v digitálním prostoru. Každý NFT je jedinečný, což znamená, že neexistuje žádný univerzální vzorec pro jeho ocenění a jeho tržní cena může výrazně kolísat v závislosti na poptávce a aktuálních trendech trhu (Almeida a Gonçalves, 2023).

Situace je dále komplikována vývojem tržního prostředí. Zatímco v letech 2020–2021 byl trh NFT tažen levným kapitálem a spekulativní mánií, období let 2023–2024 přineslo změnu makroekonomického paradigmatu. Jak uvádí Fridgen et al. (2023) růst úrokových sazeb centrálních bank a globální tržní recese odhalily, že NFT nejsou pouze komplexní propojenou sítí digitálních aktiv, technologií, aplikací



a účastníků, ale aktivem citlivým na cenu peněz. Dosavadní vědecká literatura a ekonometrické modely, trénované na datech z období růstu, se ukázaly jako nedostatečné pro predikci cen v období "kryptozimy". Tradiční lineární regrese (Ordinary Least Squares – OLS) v těchto fázích strukturálního zlomu selhávají, protože nedokážou zachytit nelineární vztah mezi bezrizikovou úrokovou sazbou (výnosy desetiletých státních dluhopisů USA – US 10Y Treasury Yield) a cenou rizikového digitálního aktiva.

Další významnou bariérou pro stanovení objektivní hodnoty je kvalita tržních dat. Neregulovaná povaha krypto-trhů umožňuje dle studií Bonifazi et al. (2023) a Tariq a Sifat (2022) masivní výskyt tržní manipulace, tzv. „wash trading“, který uměle nafukuje objemy obchodů a vytváří iluzi likvidity. Podnik, který by při ocenění vycházel ze surových tržních dat bez forenzního očištění, by se vystavoval riziku nadhodnocení aktiv v rozvaze a chybného manažerského rozhodování. Současná vědecká literatura se primárně zaměřuje na korelaci NFT s kryptoměnami v období ekonomického růstu v období 2020–2021. Zásadní výzkumnou mezerou je však absence modelů, které by spolehlivě oceňovaly NFT v období vysokých úrokových sazeb a tržní recese v období 2023–2024 (Ghosh et al., 2023) (Seol et al., 2024). Práce tuto mezeru zaplňuje aplikací nelineárního modelu Gradient Boosting (XGBoost), který prokazuje, že NFT se v tomto období chovají jako aktiva citlivá na cenu kapitálu, nikoliv jako izolovaná spekulativní bublina.

Cílem disertační práce je za pomoci strojového učení (Machine Learning – ML) metody Gradient Boosting vytvořit predikční model pro potřeby stanovení Fair Value NFT coby atypického aktiva, které mohou podniky v současné době vlastnit, nakupovat i vytvářet. Za tímto účelem je v práci aplikována metoda strojového učení (Machine Learning – ML) Gradient Boosting, která umožňuje zachytit komplexní nelineární vztahy mezi proměnnými a efektivně pracovat s daty očištěnými o wash trading. Model je koncipován jako nástroj pro podnikovou sféru, konkrétně pro potřeby finančního řízení, manažerského rozhodování, oceňování investičních portfolií a reportingu dle mezinárodních standardů IFRS 13. V kontextu této práce je termín „oceňování“ chápán ve smyslu stanovení výstupní ceny, tedy nejpravděpodobnější ceny, za kterou by bylo možné aktivum v daném makroekonomickém kontextu realizovat na trhu. Dílčími cíli práce jsou zhodnocení rizik spojených s investicemi a držením NFT, zhodnocení likvidity a sentimentu na trhu NFT (nálady a postoje investorů), výzkum závislosti tokenů na vývoji cen kryptoměnových trhů a stanovení statisticky významných proměnných majících vliv na predikci cen NFT. Účel predikce hodnoty modelu spočívá ve třech klíčových oblastech moderních podnikových financí, kterými jsou manažerské účetnictví a řízení rizik, oceňování pro účely fúzí a akvizic a mezinárodní výkaznictví. Vzhledem k faktu, že tradiční výrobní či obchodní podniky v České republice NFT ve svých rozvahách zpravidla nevykazují, stávají se cílovým subjektem tohoto modelu



specializované subjekty digitální ekonomiky, jako jsou investiční fondy, fondy rizikového kapitálu, či technologické a herní společnosti.

Struktura práce sleduje logický postup od teoretického ukotvení k praktické aplikaci. Úvodní část vymezuje legislativní rámec nehmotného majetku v ČR a specifika oceňování digitálních aktiv. Navazující analytická část identifikuje klíčové determinanty ceny prostřednictvím analýzy tržního sentimentu, rizik a vazby na podkladová aktiva (Ethereum a výnosy desetiletých státních dluhopisů USA). Syntézou těchto poznatků je následně konstruován a validován finální model Gradient Boosting, jehož přesnost je konfrontována s tradičními metodami. Výsledky práce tak poskytují metodický aparát pro finanční ředitele, auditory a investory, kteří potřebují objektivizovat hodnotu digitálního majetku v prostředí nejistoty.

Výběr tohoto tématu byl motivován naléhavou potřebou překlenout propast mezi dynamickým technologickým vývojem a rigidní praxí podnikového finančního řízení. Aktuálnost práce vychází z probíhající fáze racionalizace trhu v období 2023–2025, kdy po opadnutí spekulativní mánie čelí podniky i investoři nutnosti spravovat, oceňovat a vykazovat digitální aktiva v reálných ekonomických podmínkách, nikoliv jen na základě nereálných očekávání. Potřebnost výzkumu je umocněna legislativním tlakem (Evropské nařízení o kryptoaktivech – MiCA, auditní požadavky Mezinárodních standardů účetního výkaznictví – IFRS), který již netoleruje intuitivní odhady hodnoty. Zatímco v období růstu byla přesnost ocenění sekundární, v současném období vysokých nákladů kapitálu se schopnost objektivně stanovit Reálnou hodnotu (dále jen „*Fair Value*“) stává pro podniky otázkou fiskální odpovědnosti a dodržování předpisů. Tato práce reaguje na poptávku po sofistikovaném nástroji, který by do chaotického prostředí digitálních aktiv vnesl řád a metodu odpovídající standardům 21. století. Pro podniky obchodující s digitálními aktivy je zásadní, že IFRS umožňuje za určitých podmínek (model přecenění) vykazovat nehmotná aktiva v reálné hodnotě. Právě tento rozdíl mezi „*účetní nulou*“ v českém pojetí a „*milionovou tržní hodnotou*“ v IFRS je důvodem, proč je nutné mít robustní oceňovací model, aby podnik mohl tuto hodnotu spolehlivě doložit.

Je nutné reflektovat terminologickou diskusi ohledně rozdílu mezi „*oceňováním*“ a „*predikcí ceny*“. Vzhledem k tomu, že NFT negenerují vnitřní peněžní toky, nelze aplikovat fundamentální výnosové metody. V kontextu této práce je termín „*oceňování*“ chápán ve smyslu stanovení Fair Value dle IFRS 13, která je u nehmotných aktiv přímo odvozena od predikce tržní rovnovážné ceny. Model Gradient Boosting tedy slouží k ocenění prostřednictvím nejpravděpodobnějšího odhadu tržní realizace.



1. Současný stav problematiky

Teoretická část disertační práce předkládá komplexní analýzu problematiky oceňování digitálních aktiv, přičemž systematicky postupuje od vymezení legislativního rámce přes kritiku konvenčních metod až po teoretické ukotvení moderních přístupů založených na umělé inteligenci. Z rešerše odborné literatury vyplývá, že nástup technologie blockchain a vznik unikátních digitálních aktiv (NFT) představuje pro podnikovou ekonomiku a účetnictví strukturální zlom, na který dosavadní oceňovací standardy reagují s výrazným zpožděním.

Východiskem práce je redefinice dlouhodobého nehmotného majetku v podmínkách digitální ekonomiky. Práce vychází z definice mezinárodního standardu IAS 38 – Nehmotná aktiva, který vyžaduje splnění kritérií identifikovatelnosti, kontroly a budoucího ekonomického užitku. Analýza identifikuje zásadní rozpor mezi českou účetní legislativou (princip opatrnosti, historické ceny) a mezinárodními standardy IFRS (princip věrného obrazu). Zatímco česká úprava vede k tvorbě tichých rezerv, standard IFRS 13 vyžaduje ocenění Reálnou hodnotou (Fair Value). Dále je reflektováno nařízení EU MiCA (Markets in Crypto-Assets), které sice reguluje zastupitelné tokeny, avšak unikátní NFT z působnosti explicitně vyjímá. Tato legislativní výjimka vytváří na trhu prostředí s vyšší mírou informační asymetrie, což klade zvýšené nároky na robustnost interních oceňovacích modelů podniků. Digitální aktiva jsou v práci nově konceptualizována jako hybridní aktiva s vysokou citlivostí na makroekonomické faktory (zejména bezrizikovou úrokovou míru). Ústředním teoretickým problémem práce je aplikace standardu IFRS 13 – Ocenění reálnou hodnotou na trh s digitálními aktivy. Reálná hodnota je definována jako cena, kterou by bylo možné získat prodejem aktiva v běžné transakci mezi účastníky trhu k datu ocenění (Evropská Unie, 2023; IASB, 2011). Cílem teoretického rozboru je prokázat, že využitím pokročilých statistických metod lze ocenění posunout směrem k objektivizovanému odhadu na základě tržních dat podobných aktiv.

Jádrem teoretické části je evaluace použitelnosti tradičních oceňovacích metod pro NFT. Závěry prokazují, že mechanická aplikace konvenčních postupů vede k chybným výsledkům. Nákladová metoda selhává z důvodu extrémní disproporce mezi náklady na vytvoření aktiva a jeho tržní hodnotou. Metoda ignoruje nehmotné složky hodnoty, jako je brand a sociální status. Výnosová metoda naráží na absenci fundamentálních peněžních toků. Většina NFT negeneruje dividendy ani licenční poplatky. Jediným výnosem je spekulativní kapitálový zisk, jehož predikce je bez stochastických modelů nespolehlivá. Stanovení diskontní sazby je navíc zatíženo extrémní volatilitou trhu. Srovnávací metoda je teoreticky nejvhodnější, avšak v praxi naráží na problém heterogenity aktiv (každé NFT má jiné atributy) a zejména na nízkou kvalitu tržních dat. Agregovaná data o cenách jsou zkreslena



manipulativními obchody (wash trading), které vytvářejí iluzi likvidity a cenové stability (Tariq a Sifat, 2022; Bonifazi et al., 2023).

V reakci na selhání tradičních metod a prokázanou neefektivitu trhu, jako jsou behaviorální anomálie, wash trading, práce teoreticky ukotvuje využití metod strojového učení (ML). Soudobé výzkumy (Branny et al., 2022; Alon et al., 2023; Ghosh et al., 2023; Fridgen et al., 2024) potvrzují, že v prostředí „Big Data“ a nelineárních vztahů ML modely signifikantně překonávají tradiční ekonometrii. Pro oceňování NFT jsou v práci komparovány dva hlavní přístupy – lineární regresní modely a Gradient Boosting metoda. Lineární regresní modely představují základní benchmark. Teorie však ukazuje, že OLS selhává při zachycení komplexních interakcí a strukturálních zlomů (např. prudká změna tržního režimu při zvýšení úrokových sazeb), neboť předpokládá linearitu a normalitu reziduí, což data z krypto-trhů nesplňují. Naproti tomu Gradient Boosting model v práci identifikuje algoritmy založené na rozhodovacích stromech jako teoreticky nejvhodnější nástroj. Tyto modely dokáží efektivně pracovat s heterogenními daty (kombinace numerických a kategorických atributů NFT), zachytit nelineární závislosti bez nutnosti jejich explicitní definice a minimalizovat chybu (Bias i Variance) postupným učením z chyb předchozích iterací (Ghosh et al., 2023; Seol et al., 2024). Vzhledem k selhání tradičních metod se práce opírá o teorii behaviorálních financí. Trh NFT je identifikován jako neefektivní, vyznačující se stádním chováním investorů (Herding Behavior), efektem ukotvení a vysokou citlivostí na náladu trhu (sentiment). Výzkum dále identifikuje strukturální zlom v chování aktiva v letech 2023–2024. Zatímco v rané fázi byla NFT považována za izolovaný ekosystém, v období restriktivní monetární politiky se stala aktivy citlivými na cenu kapitálu (negativní korelace s výnosem bezrizikových dluhopisů US 10Y Treasury). Tato komplexita – kombinace makroekonomických vlivů, mikrostruktury trhu (atributy vzácnosti) a behaviorálních anomálií – nemůže být zachycena lineárními modely (Alon et al., 2023; Fridgen et al., 2024).

Syntéza teoretických poznatků odhaluje, že dosavadní literatura postrádá komplexní model, který by propojoval makroekonomickou analýzu v období recese, forenzní čištění dat (wash trading) a aplikaci nelineárních ML metod pro stanovení Fair Value. Tato disertační práce identifikovanou mezeru zaplňuje návrhem modelu Gradient Boosting, který nahrazuje intuici znalce algoritmickým zpracováním tržních dat.



2. Cíle práce

Cílem disertační práce je za pomoci strojového učení (Machine Learning – ML) metody Gradient Boosting vytvořit predikční model pro potřeby stanovení Fair Value NFT coby atypického aktiva, které mohou podniky v současné době vlastnit, nakupovat i vytvářet. Jak uvádí studie od Šuleř a Krulický (2022) či Henriques a Sadorsky (2023) Gradient Boosting je ideální pro tabulková data středního rozsahu. Je interpretovatelnější než hluboké neuronové sítě (díky feature importance) a méně náchylný k přeučení na malém datasetu než ostatní deep learning modely. Predikční model by měl sloužit pro přecenění položek NFT v majetkové struktuře podniku, pokud je podnik oceňován například v rámci jeho prodeje, sloučení, změně právní formy, restrukturalizace, či je ocenění provedeno z důvodu získání vstupních dat a informací pro určitá strategická rozhodnutí finančního managementu. Vytvořený predikční model může být plnohodnotnou náhradou nebo doplňkem tradičních oceňovacích metod, neboť zahrnuje konkrétní relevantní faktory ovlivňující finální cenu NFT aktiv, jako jsou směnné kurzy, objemy prodeje, počty transakcí, vývoj cen NFT ku EUR, volatilita trhu, tržní sentiment a další. Navíc se jedná o atypické digitální aktivum v prostředí vysokých úrokových sazeb. Výsledný model může sloužit i jako komplementární nástroj tradičních oceňovacích metod, který umožní podat komplexnější obraz o hodnotě NFT aktiva, a především pochopit primární faktory mající významný na finální cenu NFT.

Je nezbytné jasně vymezit účel navrženého oceňovacího modelu. Primárním účelem stanovení Fair Value v této práci není plnění statutárních požadavků české účetní legislativy, která je v oblasti kryptoaktiv poměrně rigidní a často neumožňuje přeceňování nehmotného majetku na reálnou hodnotu. Účel modelu spočívá ve třech klíčových oblastech moderních podnikových financí, kterými jsou manažerské účetnictví a řízení rizik, oceňování pro účely fúzí a akvizic a mezinárodní výkaznictví.

Management podniku potřebuje znát skutečnou ekonomickou hodnotu svých aktiv, aby mohl tvořit interní opravné položky, řídit riziko likvidity nebo portfolio zajišťovat proti úrokovým šokům. Historická účetní cena je pro tato rozhodnutí bezcenná. Při oceňování pro účely fúzí a akvizic, když dochází ke vstupu investora do technologického (Web3) startupu, se hodnota podniku neodvozuje ze statutární rozvahy, ale z reálné tržní hodnoty (Fair Value) jeho digitálního majetku. Z hlediska mezinárodní výkaznictví (IFRS) je na rozdíl od českých předpisů pro nadnárodní korporace a velké fondy závazný standard IFRS 13, který aplikaci reálné hodnoty naopak vyžaduje. Model slouží k objektivizaci této hodnoty (posun z Úrovně 3 do Úrovně 2). Cílovým subjektem tohoto modelu jsou specializované subjekty digitální ekonomiky, jako jsou investiční fondy, fondy rizikového kapitálu, či technologické a herní společnosti.



Přehled hlavního cíle, hypotéz, dílčích cílů (D) a propojení s výzkumnými otázkami (VO) zobrazuje Tabulka 1.

Tabulka 1: Přehled cílů, hypotéz a výzkumných otázek disertační práce

Hlavní cíl	Vytvořit predikční model pro stanovení Fair Value NFT aktiv v majetkové struktuře podniku za pomoci Gradient Boosting metody.	
Hypotéza	Dílčí cíle	VO
Tržní sentiment NFT vykazuje v ČR nízkou míru povědomí.	D1: Zhodnocení tržního sentimentu a rizika likvidity	VO1
Trh NFT podléhá statisticky významnému riziku wash trade.	D2: Vymezení hlavních rizik při ocenění NFT.	VO2, VO3
Vývoj trhů NFT a kryptoměn vykazuje statisticky významnou závislost.	D3: Zhodnocení závislosti mezi vývojem hodnot NFT a vývojem kryptoměny ETH.	VO4
Nelineární algoritmy ML, konkrétně Gradient Boosting, vykazuje statisticky lepší prediktivní výkon ve srovnání s OLS při modelování cenové dynamiky NFT.	D4: Stanovení cenových determinantů NFT aktiva	VO5

Zdroj: vlastní

Stanovené výzkumné otázky byly následující.

- **VO1:** Jaká je míra investic dotazovaných respondentů do NFT? Jak byly hodnoceny jednotlivé aspekty NFT v ČR z hlediska postoje k těmto aktivům?
- **VO2:** Jaká jsou hlavní rizika spojená s investicí do NFT a jaký byl trend podvodných transakcí, zejména wash trade?
- **VO3:** Do jaké míry byly portály OpenSea a LooksRare ovlivněny wash trade v letech 2022 až 2024?
- **VO4:** Existuje vzájemná souvislost mezi vývojem trhu NFT, reprezentativního NFT aktiva a ETH kryptoměny? Pokud ano, jak silná je tato souvislost?
- **VO5:** Na jakých prediktorech lze využít Gradient Boosting metodu pro predikci ceny NFT aktiva? Jaké jsou výhody a nevýhody oproti vícenásobné lineární regresi?

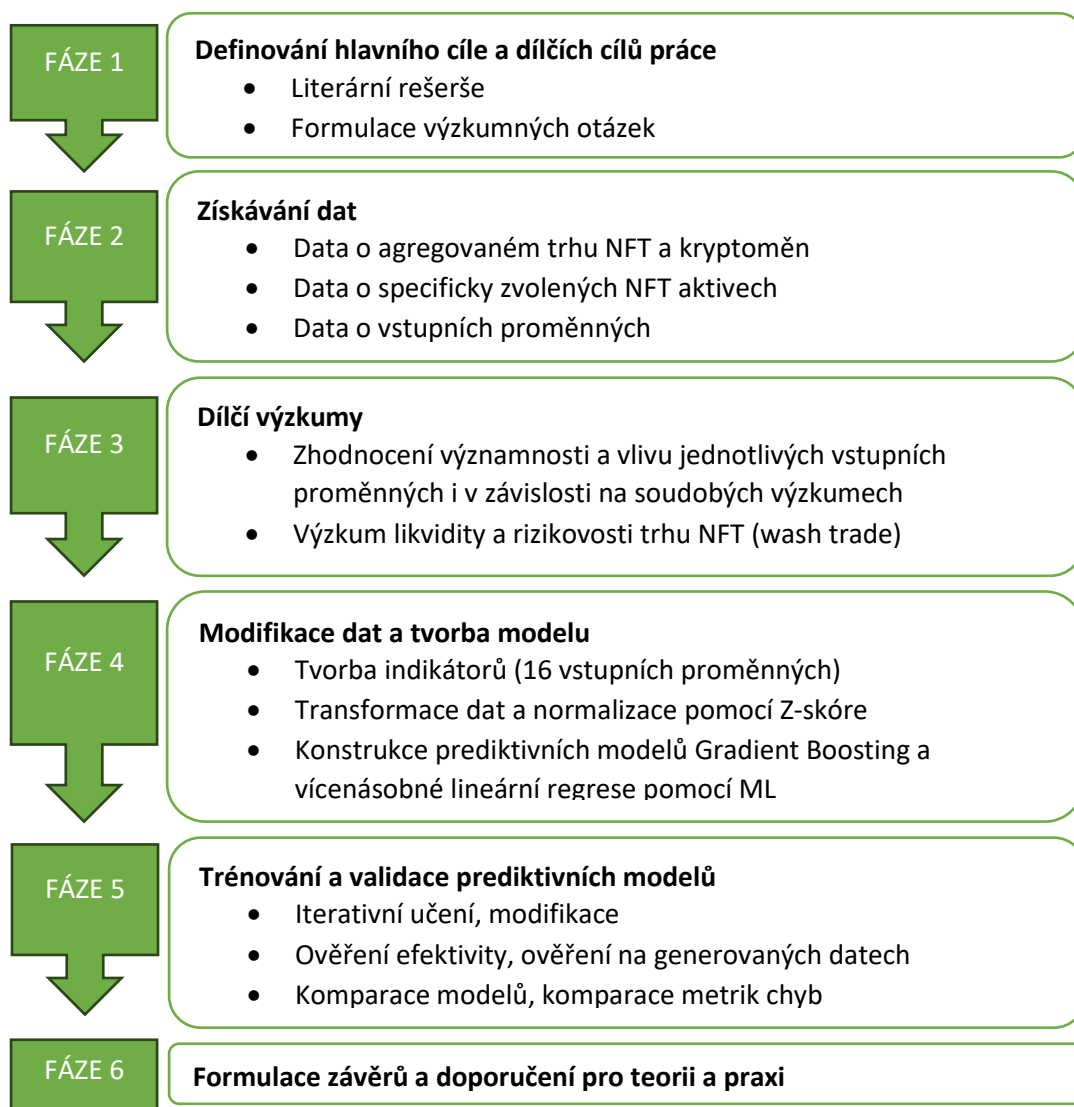


Výsledkem práce je predikční model ceny NFT založený na Gradient Boosting metodě (strojovém učení) sloužící jako doplněk tradičním oceňovacím metodám se zohledněním jejich specifického charakteru pro prostředí ČR.



3. Koncepční a metodický rámec práce

Pro dosažení cíle práce bylo vycházeno z teoretických východisek a analytické části práce. Jednalo se o výzkumy o míře povědomí NFT v České republice, analýze rizik spojených s investicí do NFT, analýza vývoje NFT aktiv v závislosti na vývoji kryptoměny ETH, stanovení cenových determinantů a nakonec tvorba predikčního modelu reálné hodnoty NFT. Za pomoci jednotlivých výzkumů byly zodpovězeny stanovené výzkumné otázky a byl vytvořen vhodný model pro stanovení reálné hodnoty NFT aktiv, který se zakládá na metodách strojového učení s modelem Gradient Boosting. Dílčí cíle sloužily k identifikaci specifických rizik (riziko likvidity, riziko manipulace trhu), která musel finální predikční model brát v úvahu nebo která limitují použití tradičních metod. Práce byla rozvržena do šesti navazujících fází, které shrnuje Obrázek 1.



Obrázek 1: Přehled jednotlivých fází výzkumu

Zdroj: vlastní



Metodický postup disertační práce je koncipován jako kvantitativní výzkum založený na deduktivním přístupu, jehož hlavním cílem je konstrukce automatizovaného modelu pro stanovení reálné hodnoty) digitálních aktiv NFT v souladu se standardem IFRS 13. **V první fázi** byl vytyčen hlavní a dílčí cíle práce, byly formulovány výzkumné otázky a byla vytvořena literární rešerše, které pokryla oblasti dlouhodobého nehmotného majetku a nové třídy digitálních aktiv, charakteristiku dle mezinárodních i českých standardů, legislativní rámec digitálních aktiv v EU. Dále NFT a jejich charakteristiku, ekonomickou podstatu, likviditu, fungování a rizika. Poslední částí rešerše byly právní východiska oceňování dlouhodobého nehmotného majetku, báze hodnot s důrazem na reálnou hodnotu (Fair Value), přehled a kritická analýza tradičních metod oceňování, teorie behaviorálních financí a metody oceňování digitálních aktiv se zaměřením na ML. Závěrem rešerše byla identifikována výzkumná mezera (Research Gap).

Druhou fází bylo získávání dat. Vzhledem k neregulované povaze trhu kryptoaktiv neexistuje centralizovaná databáze, která by poskytovala garantovaná data. Proto byl pro účely této práce vytvořen vlastní, multi-zdrojový datový sklad, který integruje tři odlišné typy dat – transakční data, makroekonomická data a data o tržním sentimentu. Primárním zdrojem transakčních dat (cena, objem, identifikace peněženek, ...) je veřejný blockchain Ethereum. Pro extrakci surových dat z distribuované knihy byla využita analytická platforma Dune Analytics, která indexuje blockchainová data do strukturovaných SQL tabulek. Pro ověření vlivu monetární politiky na ocenění digitálních aktiv byla datová matice obohacena o makroekonomické proměnné z tradičních finančních trhů. Data byla získána z portálu Yahoo Finance, kde byly sledovány proměnné, jako jsou výnosová míra desetiletých státních dluhopisů USA, která slouží jako proxy pro bezrizikovou úrokovou míru a náklady obětované příležitosti. Dále indexy NASDAQ a S&P 500 pro měření korelace s akciovým trhem, index volatility VIX pro měření averze k riziku, cena ETH-USD pro přepočet hodnoty a sledování beta koeficientu k podkladové měně. V souladu s teorií behaviorálních financí je cena NFT silně ovlivněna pozorností investorů, proto byla zahrnuta i data o tržním sentimentu získaná z Google Trends (export časových řad indexu vyhledávání pro klíčová slova) a primárního dotazníkového šetření. Veškerá data byla získána za ucelená období 2021-2024.

Ve třetí fázi proběhly jednotlivé dílčí výzkumy, které zjišťovaly významnost vstupních proměnných na finální hodnotu NFT. Významnou částí byl primárně průzkum rizik spojených s NFT, kde byla specifikována problematika wash tradingu, které má významný vliv na finální cenu NFT na online tržištích a dále průzkum likvidity NFT.

Čtvrtou fází byla modifikace dat a tvorba modelu. Získaná data měla odlišnou strukturu a frekvenci. Proces integrace probíhal v prostředí Python (knihovna Pandas) a zahrnoval harmonizaci časových



pásem, kdy všechna data byla převedena na UTC (Coordinated Universal Time). Makroekonomická data byla metodou forward-fill přiřazena ke každé jednotlivé transakci NFT. Tím vznikl finální dataset, kde každý řádek reprezentuje jeden prodej NFT obohacený o stav globální ekonomiky v danou minutu. Z finálního datasetu byly v tomto kroku odstraněny transakce identifikované algoritmem jako wash trading, aby model nebyl trénován na manipulovaných datech. Transakce byly klasifikovány jako fiktivní, pokud splňovaly heuristická kritéria, a to zpětný odkup aktiva původním vlastníkem v krátkém časovém intervalu a obchody mezi peněženkami financovanými ze stejného zdroje. Pouze data očištěná o tyto manipulace vstoupila do trénovací množiny, čímž bylo zabráněno zkreslení modelu na falešných objemech. Dále byly stanoveny jednotlivé indikátory ceny a byl zkonstruován predikční model. Jako hlavní modelovací technika byl zvolen algoritmus Gradient Boosting Regressor. Jedná se o metodu strojového učení typu ensemble learning, která konstruuje predikci jako součet 500 rozhodovacích stromů, z nichž každý opravuje chybu předchozího. Na rozdíl od lineární regrese dokáže GBR zachytit nelineární vztahy a interakce mezi proměnnými (např. nelineární dopad růstu úrokových sazeb na cenu rizikových aktiv). Model pracoval se 16 vysvětlujícími proměnnými. Klíčovou roli hrají zpožděné proměnné, které reflektují paměť trhu a setrvačnost cenových trendů.

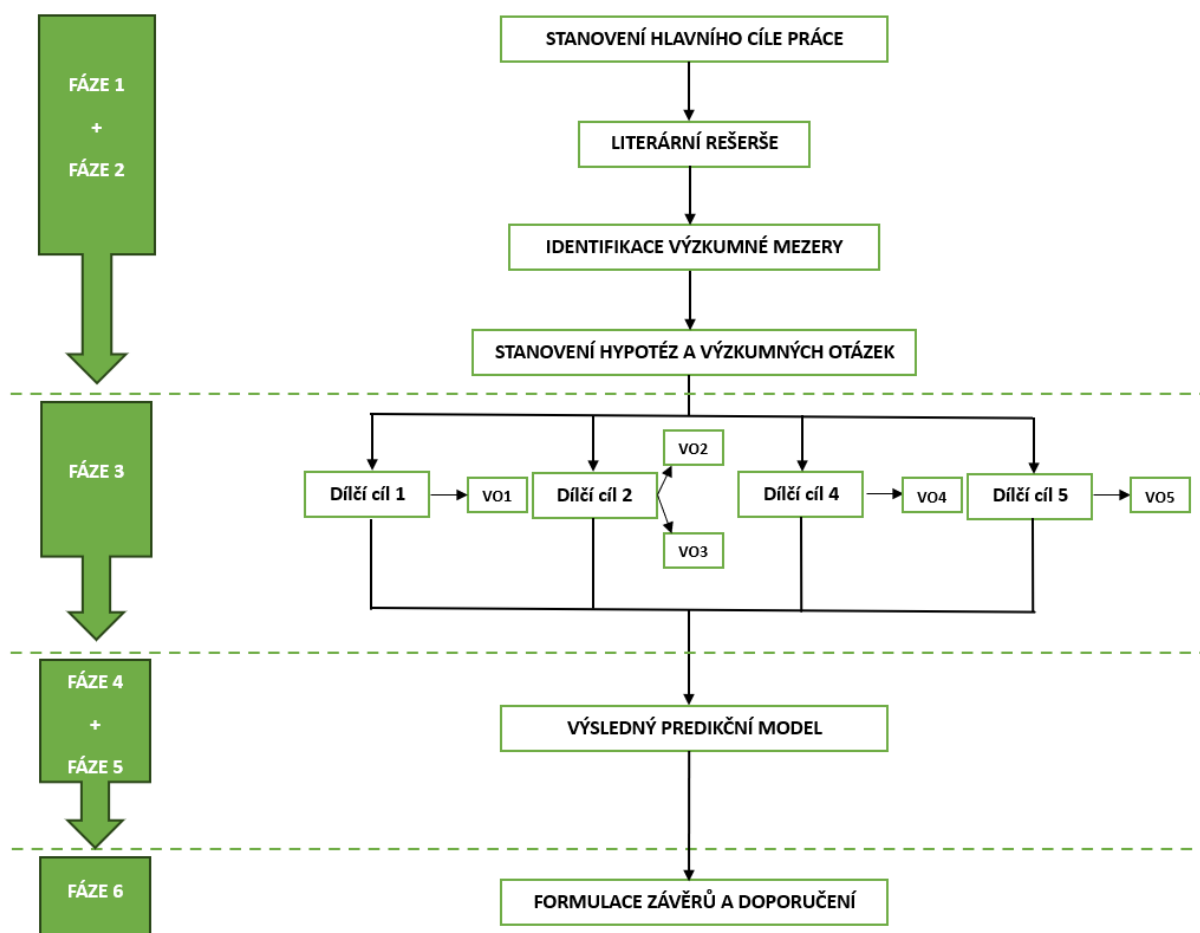
Pátou fází bylo trénování a validace modelu. Vzhledem k charakteru dat (časová řada) nebylo použito náhodné rozdělení, ale metoda Time Series Split, která respektuje časovou kauzalitu. Trénovací množina byla data z let 2021–2023 (80 % vzorku), která sloužila k učení modelu. Testovací množinou byla data z roku 2024 (20 % vzorku), která byla využita pro out-of-sample testování. Model predikoval cenu pro toto období, aniž by tato data předem „viděl“. Přesnost modelů byla hodnocena pomocí střední absolutní chyby (MAE) a odmocniny střední čtvercové chyby (RMSE). Do hodnocení byl zahrnut i koeficient determinace (R^2). Pro ověření přidané hodnoty modelu byly výsledky konfrontovány s referenčním modelem vícenásobné lineární regrese (OLS). Výsledky potvrdily, že zatímco lineární model v období strukturálního zlomu (2024) selhal, Gradient Boosting poskytl robustní odhady s akceptovatelnou mírou chyby pro účely stanovení reálné hodnoty (Fair Value). Empirická analýza je provedena na unikátním datovém souboru od 3. ledna 2022 do 30. prosince 2024. Toto období zahrnuje 157týdenních pozorování (3 140 datových informací), záměrně vybraných tak, aby zachytily kompletní tržní cyklus: fázi počáteční adopce a hyperrůstu (1. pololetí 2022), období korekce trhu (2. pololetí 2022) a následnou fázi stabilizace charakterizovanou prostředím vysokých úrokových sazeb (2023–2024). Cílová proměnná (Y_t) je definována jako průměrná prodejní cena aktiv v rámci kolekce Bored Ape Yacht Club (BAYC). Cena je striktně denominována v Ethereum (ETH), nikoli v fiat měně (USD). Tento přístup izoluje fluktuace vnitřní hodnoty digitálního aktiva od volatility směnného kurzu ETH/USD. Modelování v USD by zavedlo exogenní šum (měnové riziko), což by potenciálně zakrylo



skutečnou dynamiku poptávky po samotné kolekci NFT. Vytvořená databáze je součástí Přílohy A této práce.

Model využívá kompletní výčet 16rozměrného vstupního vektoru (X_t) použitého v prediktivním modelu. Proměnné jsou rozděleny do kategorií primárních (surových) dat a odvozených charakteristik.

Poslední **šestou fází** bylo formulování závěrů a doporučení pro vědeckou sféru a podnikovou praxi.



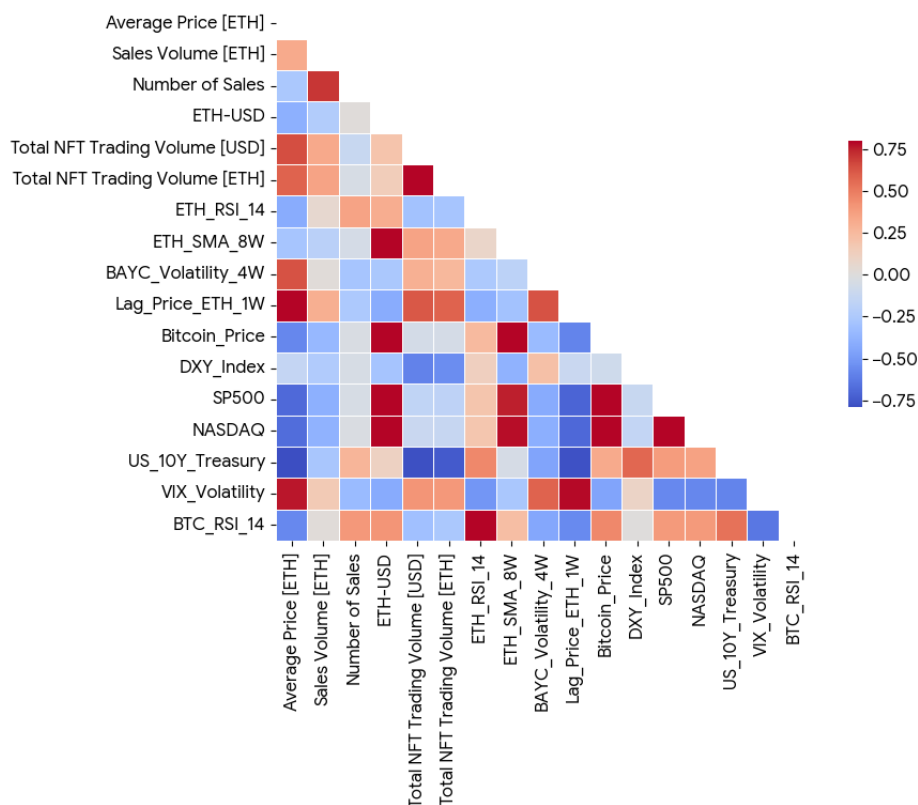
Obrázek 2: Konceptní rámec práce

Zdroj: vlastní



4. Hlavní výsledky a přínosy disertační práce

Hlavní výsledek disertační práce spočívá ve vytvořeném predikčním modelu pro stanovení Fair Value hodnoty NFT za pomoci algoritmu Gradient Boosting. Výsledky jsou strukturovány do tří částí: statistická analýza determinant, vyhodnocení výkonnosti prediktivního modelu a interpretace interního rozhodovacího procesu modelu. Počáteční korelační analýza vstupního vektoru X oproti cílové proměnné Y (průměrná cena ETH) odhalila významné závislosti mezi trhem digitálních aktiv a tradičními finančními ukazateli (viz Obrázek 3). Korelační matice identifikuje tři dominantní shluky vlivu. Síla korelace je dána barevnou škálou, viz pravý sloupec Obrázku 3. Čím červenější zabarvení, tím silnější míra pozitivní korelace. Naopak čím modřejší zbarvení, tím silnější míra negativní korelace. Nejsilnější pozitivní korelace ($r = 0,94$) byla pozorována u odvozené autoregresní proměnné X_{12} (zpožděná cena). To potvrzuje hypotézu, že trh NFT je vysoce závislý na vývoji a řízení setrvačností. Silná negativní korelace ($r = -0,79$) byla identifikována u X_5 (výnos 10letých amerických státních dluhopisů). To empiricky ukazuje, že s rostoucí bezrizikovou sazbou klesá ocenění spekulativních digitálních aktiv oceněných v ETH. Dále byla pozorována silná negativní korelace ($r = -0,69$) s indexem SP500 (X_8), což odráží oddělení kryptoaktiv od akcií během medvědího trhu v letech 2022–2023. Paradoxně cílová proměnná vykazovala pozitivní korelaci s X_6 (VIX) ($r = 0,77$). To naznačuje, že během období extrémního strachu na trhu zůstala denominace NFT aktiv v ETH robustní v porovnání s rychlým znehodnocováním aktiv denominovaných ve fiat měnách, nebo odráží prémii za nelikviditu během krizí.



Obrázek 3: Korelační matice vstupních dat

Zdroj: vlastní

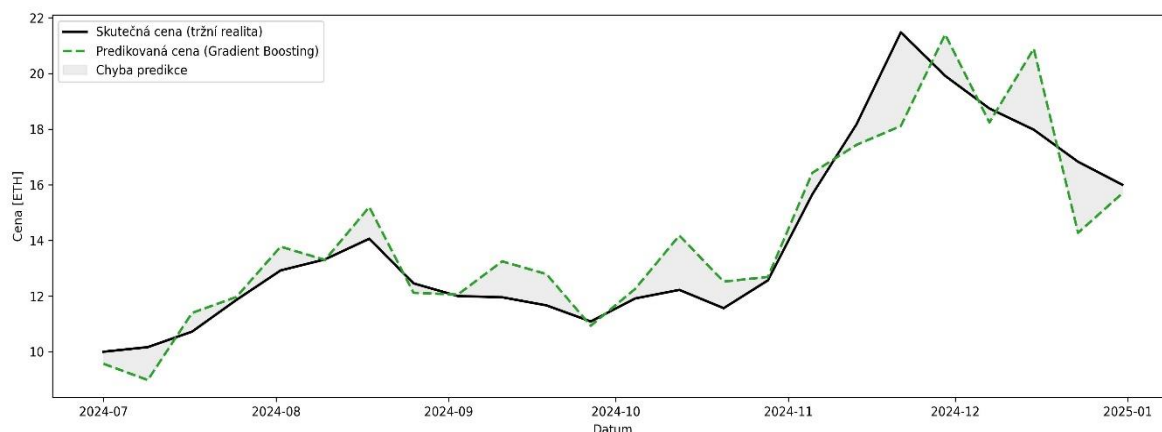
Srovnávací analýza základního modelu (OLS) a gradientního regresoru (GBR) byla provedena na testovací sadě mimo vzorek, která reprezentuje tržní režim roku 2024. Tabulka 2 shrnuje metriky výkonnosti.

Tabulka 2: Porovnání výkonu na testovacích datech

Model	MAE (ETH)	RMSE (ETH)	R ²
Linear Regression	20,56	21,83	-47,37
Gradient Boosting	4,17	4,85	-1,39

Zdroj: vlastní

Výsledky jednoznačně demonstrují nadřazenost nelineárního přístupu strojového učení. Model Gradient Boosting snížil průměrnou absolutní chybu (Mean Absolute Error) přibližně o 80 % ve srovnání s lineární základní linií (z 20,56 ETH na 4,17 ETH). Tento ostrý kontrast naznačuje, že vztah mezi vstupními proměnnými (X) a cenou aktiva (Y) je ze své podstaty nelineární a nelze jej zachytit jednoduchými aditivními koeficienty. Vizuální kontrola časové řady (Obrázek 4) potvrzuje, že model GBR úspěšně sledoval strukturální pokles cen aktiv a věrně odrazil skutečnou trajektorii trhu.



Obrázek 4: Výkon modelu – predikce vs. Realita

Zdroj: vlastní

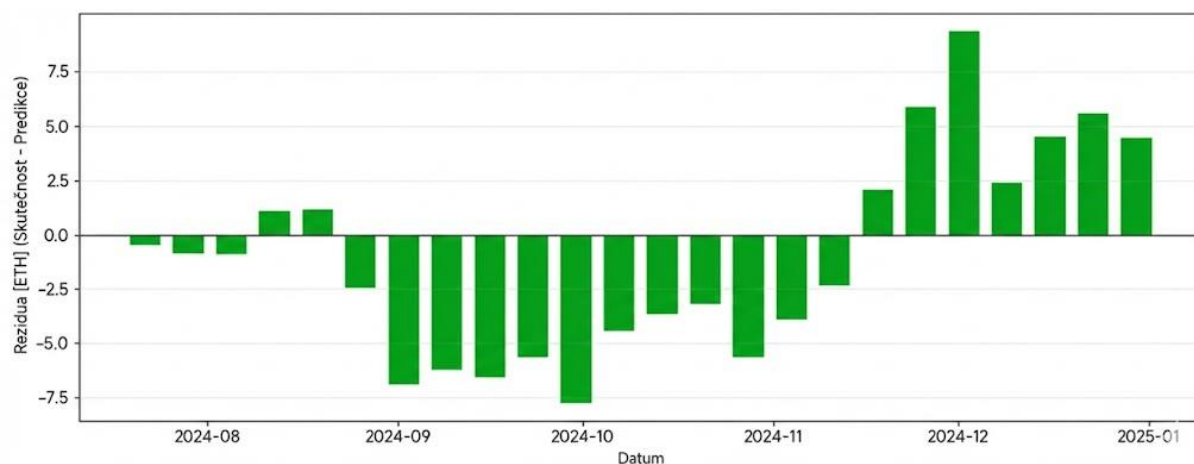
Jak ukazuje Obrázek 4, model Gradient Boosting (zelená křivka) vykazuje vysokou věrnost skutečné cenové křivce (černá křivka). Model GBR efektivně zachytil lokální extrémy (krátkodobé vrcholy a minima). To se připisuje jeho struktuře rozhodovacího stromu, která mu umožňuje přepínat mezi různými „pravidly“ na základě kontextu (např. pokud úrokové sazby $> 4\%$ a hybnost je záporná, pak se predikuje nižší cena). Bližší zkoumání, viz Obrázek 4, odhaluje mírné zpoždění (jednokrokové zpoždění) v predikci Gradient Boosting během náhlých šokových událostí. To potvrzuje zjištění z analýzy důležitosti rysů, kde dominantním prediktorem byla zpožděná cena (X_{12}). Model v podstatě funguje jako vysoce sofistikovaný adaptivní klouzavý průměr, který týdně koriguje svou trajektorii na základě nových dat. Vizuální důkazy, viz Obrázek 4, dokazují, že zatímco trh NFT se v roce 2024 stal neefektivním a nelikvidním (u lineárních modelů obtížné předvídat), u nelineárních algoritmů zůstal deterministický. Model GBR prokázal, že pokles cen nebyl náhodným šumem, ale logickou reakcí na zhoršení vstupních faktorů (X_1 , X_3 , X_5).

Lineární model trpí zkreslením návratu k průměru. Na základě trénovacích dat (2021–2023), kde byly ceny historicky vyšší, model „očekával“, že se cena vrátí na vyšší úroveň, a zcela ignoroval strukturální zlom způsobený prostředím vysokých úrokových sazeb. V dynamickém prostředí fungoval jako statický prediktor, což vedlo k masivnímu nadhodnocení hodnoty aktiva.

Analýza reziduí prezentovaná, která zobrazuje Obrázek 5, ukazuje, že chyby modelu Gradient Boosting jsou během stabilních období relativně homoskedastické. Na začátku roku 2024 je však pozorovatelná divergence. Záporná hodnota R^2 (-1,39) pro model GBR, navzdory jeho nízké MAE, naznačuje strukturální zlom v časové řadě. Rozptyl dat v testovací sadě (2024) byl výrazně nižší než v trénovací sadě (2021–2023) a ačkoli model sledoval trend, čtvercové chyby vzhledem k historickému průměru



vedly k zápornému koeficientu determinace. Toto je běžný jev ve finančním prognózování během změn režimů.



Obrázek 5: Analýza reziduí

Zdroj: vlastní

Zvláštní pozornost si zaslouží záporný koeficient determinace ($R^2 = -1,39$) pozorovaný v modelu Gradient Boosting. V kontextu časových řad zahrnujících posun režimu tato hodnota neznamená špatný prediktivní výkon, o čemž svědčí nízká průměrná absolutní chyba (MAE = 4,17 ETH). Záporný R^2 naopak slouží jako kvantitativní důkaz strukturálního zlomu na trhu. Statistické vlastnosti (průměr a rozptyl) testovacího období (2024) se od trénovacího období (2021–2023) tak radikálně liší, že historické benchmarky ztrácejí svou platnost. Nízký rozptyl cen v kapitulační fázi roku 2024 vytváří matematickou anomálii ve výpočtu R^2 . Toto zjištění podporuje hypotézu, že trh NFT prošel zásadním přeceněním řízeným makroekonomickými faktory, což činí historické cenové hladiny irelevantní pro aktuální ocenění.

Aby došlo k pochopení hnacích sil stojících za oceněním BAYC ve sledovaném období, byla analyzována relativní váha vstupních proměnných k rozhodovacímu procesu modelu. Výsledky neukazují na jedinou příčinu, ale spíše na hierarchickou strukturu tří odlišných tržních sil. Jako primární prediktor byla identifikována autoregresní proměnná X_{12} (zpožděná cena). To potvrzuje, že trh NFT je silně závislý na vývoji trhu. Aktuální ceny jsou silně ukotveny v nedávné historii transakcí, což naznačuje, že tržní hybnost výrazně převažuje nad okamžitým fundamentálním přeceňováním v krátkodobém horizontu. Mezi exogenními faktory se jako nejvýznamnější determinant ukázal výnos 10letých amerických státních dluhopisů (X_5). Toto zjištění je klíčové. Znamená to, že model upřednostňoval úrokové sazby před jinými korelovanými rizikovými aktivy (jako je Bitcoin nebo NASDAQ). Matematicky to naznačuje,



že cena peněz funguje jako nejčistší signál pro omezení likvidity v sektoru NFT a převyšuje šum zjištěný v širších fluktuacích kryptotruhu.

Proměnné související s obchodní aktivitou, konkrétně objem prodeje (X_1) a celkový objem trhu (X_3), hrály podpůrnou roli. I když jejich individuální váhy byly ve srovnání s autoregresním členem nižší, sloužily jako kritické indikátory pro detekci lokálních výkyvů volatility a likvidity, které samotné makrofaktory nemohly vysvětlit. Je důležité poznamenat, že faktory s nižším individuálním skóre důležitosti (např. cena Bitcoinu nebo DXY) nejsou irelevantní. Vzhledem k vysokému stupni multikolinearity na finančních trzích má algoritmus Gradient Boosting tendenci vybírat nejsilnější zástupce daného trendu (v tomto případě americké státní dluhopisy pro sentiment „risk-off“) a potlačuje redundantní proměnné, aby maximalizoval efektivitu.

Celkově rozklad modelu Gradient Boosting odhaluje zřetelnou hierarchii ve faktorech tvorby cen. Analýza potvrzuje, že primárním faktorem ovlivňujícím ceny BAYC je tržní setrvačnost (autoregrese), která odpovídá za většinu prediktivní síly modelu. To naznačuje trh vysoce závislý na vývoji trendu, kde hybnost diktuje krátkodobé ocenění. Mezi exogenními makroekonomickými proměnnými však model identifikoval jasnou dominanci výnosu 10letých amerických státních dluhopisů (X_5). Náklady na kapitál konzistentně překonávaly co do důležitosti ukazatele specifické pro kryptoměny (jako je cena Bitcoinu nebo DXY). To vede ke klíčovému empirickému zjištění, že v období po skončení bubliny v roce 2024 se oceňování blue-chip NFT oddělilo od obecného sentimentu na krypto trhu a stalo se výrazně citlivějším na tradiční měnovou politiku a kolísání úrokových sazeb.

Dramatický rozdíl ve výkonnosti mezi základní linií OLS (MAE 20,56 ETH) a modelem GBR (MAE 4,17 ETH) zdůrazňuje omezení tradiční ekonometrie v této oblasti. Vztah mezi makrofaktory a cenami NFT je ze své podstaty nelineární. Například malé zvýšení úrokových sazeb může mít zanedbatelný vliv, ale překročení určitého prahu (např. 4 % u výnosů 10letých amerických státních dluhopisů) spustí nelineární odliv likvidity. Algoritmus Gradient Boosting tyto prahové efekty úspěšně zachytil, zatímco lineární regrese selhala. Neschopnost OLS modelu předpovědět pokles v roce 2024 odráží omezení popsaná Aharonem a Demirem (2022), kteří poznamenali, že lineární korelace na kryptotruzích se během extrémních událostí narušují. Úspěšným modelováním „kryptozimy“ v roce 2024 pomocí Gradient Boostingu je demonstrováno, že algoritmické modely jsou vynikajícími nástroji pro řízení rizik v podmínkách napjatého trhu.

Záporný R^2 pozorovaný v testovací sadě je kritickým zjištěním, nikoli selháním modelu. Znamená to posun režimu. Srovnání se studiemi „detekce bublin“ od Fridgena et al. (2024) naznačuje, že období 2021–2022 bylo charakterizováno explozivní, spekulativní dynamikou, zatímco rok 2024 představuje



fázi „návratu k průměru“ neboli korekce. Schopnost modelu udržet si nízkou absolutní chybu navzdory statistickým anomáliím v R^2 naznačuje, že základní faktory (úrokové sazby, objem) zůstávají platné, ale elasticita trhu se změnila. To slouží jako varování před používáním modelů trénovaných výhradně na datech „býčího trhu“ pro dlouhodobé prognózy, což je metodologická chyba přítomná v mnoha dřívějších komerčních prognostických nástrojích.

Jedno důležité upřesnění výsledků. Prozkoumání důležitosti charakteristik by mohlo zpočátku naznačovat, že široké tržní ukazatele, jako je cena Bitcoinu (X_{10}), NASDAQ (X_9) nebo DXY (X_7), mají zanedbatelný vliv na ocenění BAYC. Nízké skóre přímé důležitosti je primárně výsledkem dvou ekonometrických jevů – dominance setrvačnosti a multikolinearity substituce. Drtivá prediktivní síla zpožděné proměnné (X_{12}) potvrzuje, že trh NFT je závislý na vývoji. Nejlepším prediktorem dnešní ceny je včerejší cena. Tato „setrvačnost“ absorbuje většinu rozptylu a makrofaktory ponechává pouze složkou k vysvětlení. Algoritmus Gradient Boosting je vysoce efektivní při výběru jediné nejsilnější zástupné hodnoty pro korelovanou skupinu. Vzhledem k tomu, že Bitcoin, Ethereum a NASDAQ jsou vysoce korelované (všechny představují „riziková“ aktiva), model vybral jako reprezentativní proměnnou pro celé makroekonomické prostředí – vývoj úrokové míry 10letých amerických státních dluhopisů (X_5). Nízké skóre pro Bitcoin neznamena, že Bitcoin je irelevantní. Znamená to, že úrokové sazby (X_5) jsou v analyzovaném období čistším signálem rizika než samotný Bitcoin. Skutečnost, že model upřednostnil úrokové sazby před cenami kryptoměn, je významným zjištěním. Naznačuje to, že v roce 2024 bylo oceňování NFT ovlivněno spíše náklady na kapitál (makroekonomikou) než vnitřním sentimentem kryptotrhu.

Pro institucionální investory a platformy by zjištění výzkumu mohla naznačovat, že zajišťovací strategie pro portfolia NFT musí zahrnovat tradiční úrokové deriváty nebo krátké pozice v korelovaných technologických indexech, vzhledem k prokázané citlivosti na X_5 . Oceňovací modely, které ignorují aktuální náklady na peníze (výnosy státních dluhopisů), jsou zásadně chybné. A že krátkodobá predikce pomocí Gradient Boosting je proveditelná s vysokou přesností (cca +/- 4 ETH chybová marže), což poskytuje životaschopný základ pro algoritmické obchodování nebo automatizovanou tvorbu trhu. Nezbytnou součástí je i stanovení významnosti proměnných v predikčním modelu, kterou shrnuje Tabulka 3.



Tabulka 3: Významnost proměnných v predikčním modelu

Označení proměnné	Popis	Hodnota proměnné	
		Absolutní	Relativní [%]
X ₁₂	Lag_Price_ETH_1W	0,624	62,40
X ₁₅	ETH_SMA_8W	0,111	11,10
X ₅	US_10Y_Treasury	0,083	8,30
X ₁₆	BAYC_Volatility_4W	0,055	5,50
X ₁	Sales Volume [ETH]	0,028	2,80
X ₆	VIX_Volatility	0,021	2,10
X ₁₀	Bitcoin_Price	0,015	1,50
X ₄	Total NFT Vol [USD]	0,0119	1,19
X ₉	NASDAQ	0,012	1,20
X ₂	Number of Sales	0,008	0,80
X ₁₄	BTC_RSI_14	0,0082	0,82
X ₃	Total NFT Vol [ETH]	0,0064	0,64
X ₁₃	ETH_RSI_14	0,006	0,60
X ₇	DXY_Index	0,004	0,40
X ₈	SP500	0,004	0,40
X ₁₁	ETH-USD	0,0025	0,25

Zdroj: vlastní

Nejvýznamnějším faktorem modelu je proměnná X₁₂ (Lag_Price_ETH_1W) s váhou 62,4 %, následovaná X₁₅ (ETH_SMA_8W) s váhou 11,1 %. Tato masivní převaha (celkem 73,5 % vysvětlené variability) indikuje, že trh NFT vykazuje silnou setrvačnost (momentum). Cena v čase t je primárně funkcí ceny v čase t-1. Z ekonomického hlediska to potvrzuje, že trh není náhodný, ale podléhá silným trendovým cyklům. Pro investory to znamená, že historie ceny je nejlepším prediktorem krátkodobého vývoje, což je typické pro aktiva držena komunitou se silným sociálním sentimentem.

Zcela zásadním zjištěním disertační práce je postavení proměnné X₅ (US 10Y Treasury Yield). S váhou 8,3 % se jedná o nejsilnější exogenní faktor ovlivňující cenu. Data ukazují, že vliv výnosu amerických státních dluhopisů je více než 5krát silnější než vliv samotné ceny Bitcoinu (X₁₀, váha 1,5 %) a téměř 7krát silnější než vliv technologického indexu NASDAQ (X₉, váha 1,2 %). Tato disproporce empiricky dokazuje, že v období "kryptozimy" došlo k oddělení trhu NFT od vnitřní dynamiky kryptotrhu. Ceny NFT nebyly taženy cenou Bitcoinu, ale byly tlačeny dolů růstem úrokových sazeb. NFT se tak chovají jako aktiva s dlouhou durací citlivá na diskontní sazbu.



Významnou roli hraje faktor rizika reprezentovaný volatilitou samotné kolekce X_{16} (BAYC_Volatility_4W) s váhou 5,5 %. To převyšuje vliv globálního indexu strachu VIX (X_6 , 2,1 %). To naznačuje, že pro ocenění NFT je specifické riziko projektu důležitější než globální tržní sentiment. Investoři citlivě reagují na stabilitu konkrétní kolekce. Naopak objem obchodů (X_1 , 2,8 %) má nižší predikční sílu, což může být způsobeno tím, že objem je často zkreslený (i přes čištění dat) a reaguje na cenu se zpožděním, zatímco volatilita a úrokové sazby působí jako předstihové indikátory.

Výsledný model Gradient Boosting vyvrací hypotézu, že NFT jsou "izolovanou bublinou" řízenou pouze hype-cykly. Struktura vah (8,3 % US Treasury vs. 1,5 % Bitcoin) jasně řadí NFT do kontextu globálních finančních trhů. Pro podnikovou praxi z toho vyplývá imperativ sledovat při oceňování digitálních aktiv i měnovou politiku centrálních bank (FED), nikoliv jen vývoj kryptoměn.

Výsledný model je souborem vícero modelů. U Gradient Boosting metody se jedná o aditivní proces skládající se z mnoha rozhodovacích stromů. Matematická podoba finálního modelu je zachycena rovnicí 1.

$$Y_t = \sum_{k=1}^K \nu * h_k(X_t) \quad (1)$$

- Y_t – predikovaná cena NFT v čase t .
- K – celkový počet iterací (rozhodovacích stromů). Ve vytvořeném modelu $K = 500$.
- ν – rychlost učení. Ve vytvořeném modelu $\nu = 0,05$. Slouží jako brzda proti přeučení.
- h_k – Funkce k -tého rozhodovacího stromu. Každý strom se snaží opravit chybu toho předchozího.
- X_t - vstupní vektor 16 analyzovaných proměnných.

Model nehledá jednu globální přímku. Místo toho konstruuje finální cenu jako součet 500 malých rozhodnutí (stromů). První strom udělá hrubý odhad ceny. Druhý strom se podívá na chybu prvního stromu a snaží se ji opravit. Třetí strom opravuje chybu druhého atd. (aditivní proces). Tento proces se opakuje 500krát. Díky tomu model dokáže zachytit i nelineární vztahy, jako je například prudký pokles ceny NFT, když úrokové sazby překročí určitou hranici.

Výsledný model není statická rovnice, ale dynamický algoritmus Gradient Boosting. Pracuje se vstupem 16 proměnných, které jsou nejprve normalizovány pomocí Z-skóre. Následně model v 500 iteracích (K) skládá výslednou cenu. Tato matematická struktura mu umožňuje to, co lineární regrese nedokáže, a to reagovat na strukturální zlomy. Konkrétně dokáže identifikovat, že v momentě, kdy vzrostou



úrokové sazby, přestává platit historický růstový trend a model automaticky koriguje cenu směrem dolů. Vstupní faktory jsou makroekonomické faktory (exogenní), tržní (endogenní) a tzv. technické a paměťové faktory (odvozené). Zároveň bez očištění dat o wash trading by jakýkoliv oceňovací model selhal, protože by trénoval na falešných objemech.

Vyhodnocení stanovených výzkumných otázek

VO1: Jaká je míra investic dotazovaných respondentů do NFT? Jak byly hodnoceny jednotlivé aspekty NFT v ČR z hlediska postoje k těmto aktivům?

Z dotazníkového šetření vyplynulo, že míra adopce NFT mezi českými respondenty je stále v rané fázi. Většina respondentů dosud do NFT neinvestovala, nebo investovala pouze spekulativní kapitál v řádu nižších jednotek tisíc korun. Trh je vnímán jako vysoce rizikový a většina respondentů preferuje tradiční formy investování. Většina respondentů považuje za hlavní problém v oblasti NFT v ČR nízkou míru informovanosti o těchto aktivech (78,64 % respondentů) a nízkou důvěru v nehmotný majetek obecně (77,67 % respondentů). Pokud jde o aspekty, které by mohly pozitivně stimulovat nárůst objemu investic do NFT, respondenti nejvíce přisouvali zlepšení celkové úrovně povědomí o těchto aktivech (68,93 %) a zlepšení důvěry v nehmotná aktiva (67,96 %). Naopak za nejméně důležitý stimul považují respondenti zlepšení geopolitické situace v ČR, jak uvedlo 41,75 % respondentů.

VO2: Jaká jsou hlavní rizika spojená s investicí do NFT a jaký byl trend podvodných transakcí, zejména wash trade?

Jako primární riziko byla identifikována tržní manipulace wash trading a extrémní volatilita. Analýza prokázala, že wash trading není okrajovým jevem, ale systémovým problémem, který v určitých obdobích uměle navyšoval objemy obchodů o desítky procent, čímž vytvářel falešnou iluzi likvidity pro investory.

VO3: Do jaké míry byly portály OpenSea a LooksRare ovlivněny wash trade v letech 2022 až 2024?

Míra ovlivnění byla zásadní. Zatímco na OpenSea se jednalo o desítky procent, na platformě LooksRare tvořil wash trading v určitých fázích většinu vykázaného objemu. Bez forenzního očištění dat o tyto transakce by jakákoliv cenová analýza vedla k nadhodnoceným výsledkům.

VO4: Existuje vzájemná souvislost mezi vývojem trhu NFT, reprezentativního NFT aktiva a ETH kryptoměny? Pokud ano, jak silná je tato souvislost?



Z výsledků statistického šetření vyplynulo, že mezi vývojem hodnot ETH-EUR a vývojem reprezentativního NFT (BAYC) existuje statisticky významná souvislost, a to konkrétně záporná korelace. Tato záporná korelace nedokáže plně popsat vzájemný vztah obou proměnných, může být však považována za jistý signál, kterým se může obchodování tohoto významného digitálního aktiva vyvíjet. Protichůdné reakce mohou být zapříčiněny právě i relativně vysokou mírou spekulativnosti trhu a nejistotou z budoucích očekávaných příjmů potenciálních investorů.

Zároveň nebylo prokázáno, že by existovala statisticky významná souvislost mezi vývojem ETH-EUR a vývojem agregovaného trhu NFT. Tento jev může být způsoben teorií, kdy hodnoty NFT často reagují na vývoj hodnot ETH s určitým zpožděním pro optimalizaci aktuální ceny.

VO5: Na jakých prediktorech lze využít Gradient Boosting metodu pro predikci ceny NFT aktiva? Jaké jsou výhody a nevýhody oproti vícenásobné lineární regresi?

Model Gradient Boosting identifikoval jako klíčové prediktory kombinaci technických a fundamentálních faktorů. Nejvýznamnějším prediktorem je zpožděná cena (Lag Price), odrážející setrvačnost trhu. Z fundamentálních (exogenních) faktorů model určil jako dominantní výnos amerických státních dluhopisů (US 10Y Treasury Yield), který má několikanásobně vyšší predikční sílu než vývoj akciových indexů (S&P 500) nebo cena Bitcoinu.

Aplikace strojového učení je podmíněna dostatečnou likviditou dat a jejich forenzním očištěním o wash trading. Lineární regrese (OLS) se ukázala jako nedostatečná pro volatilní trh roku 2024, zatímco Gradient Boosting dokázal úspěšně zachytit změnu trendu. Výhodou GB je schopnost modelovat nelineární vztahy (např. reakci na úrokové sazby), vyšší přesnost predikce (nižší chyba MAE a RMSE) a odolnost vůči odlehlým hodnotám. Nevýhodou jsou vyšší nároky na výpočetní výkon a interpretovatelnost modelu (Black Box), což však bylo v práci řešeno analýzou Feature Importance.

Přínosy disertační práce

Vědecký přínos práce spočívá především v rozšíření teorie oceňování digitálních aktiv. Práce empiricky vyvrací „izolační hypotézu“ pro období recese a prokazuje, že valuace NFT je statisticky významně determinována makroekonomickými faktory, konkrétně bezrizikovou úrokovou sazbou. Tím propojuje teorii tradičních financí (vliv úrokových sazeb na technologická aktiva) s oblastí DeFi. Rovněž jde o metodologický posun, kdy práce demonstruje limity lineární ekonometrie v analýze digitálních aktiv. Záporný koeficient determinace (R^2) u modelu OLS během „kryptozimy“ 2024 slouží jako důkaz strukturálního zlomu, který lineární modely nedokáží absorbovat. Navržený model Gradient Boosting nabízí robustní alternativu schopnou adaptace na změny tržních režimů. Práce empiricky prokazuje, že



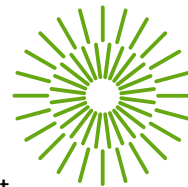
v období 2023–2024 přestal být trh NFT izolovaným ekosystémem a stal se statisticky významně závislým na makroekonomických faktorech (úrokové sazby US Treasury). Tím rozšiřuje teorii oceňování digitálních aktiv o faktor ceny peněz. Analýza rizik dále poskytuje podklad pro odlišení organických a manipulovaných objemů obchodů na platformách typu LooksRare vs. OpenSea díky detekci wash-tradingu.

Praktický přínos práce je orientován na finanční management podniků a znaleckou praxi. Vytvořený model poskytuje podnikům vlastnicím digitální aktiva možný metodický nástroj pro objektivizaci hodnoty v účetní závěrce dle standardu IFRS 13, a to i v situaci, kdy je trh dočasně nelikvidní. Vytvořený model umožňuje podnikům a auditorům stanovit Fair Value NFT aktiv pro účely účetní závěrky, což je kritické vzhledem k absenci aktivního a likvidního trhu v ČR. Model umožňuje oddělit reálnou tržní hodnotu od spekulativních výkyvů či manipulovaných wash trade cen. Zjištění o citlivosti NFT na úrokové sazby (výnos 10letých amerických státních dluhopisů) implikuje, že podniky držící NFT by měly své portfolio zajišťovat (hedgovat) nejen vůči volatilitě kryptoměn, ale i vůči úrokovému riziku, například pomocí tradičních úrokových derivátů. Na základě analýzy povědomí v ČR práce doporučuje firmám vnímat NFT v českém prostředí stále jako vysoce rizikové aktivum s nízkou likviditou, což musí být reflektováno diskontem při oceňování. Ačkoliv byla práce původně cílena na podniky obecně, výsledky ukazují, že vzhledem k vysokému riziku a volatilitě je toto aktivum vhodné primárně pro specializované investiční fondy (Hedge Funds) nebo technologické firmy využívající NFT pro marketing. Na základě zjištěné negativní korelace s úrokovými sazbami by investoři neměli NFT držet jako izolované aktivum, ale jako součást širšího portfolia zajištěného (hedgovaného) proti růstu úrokových sazeb (např. pomocí úrokových swapů nebo short pozic na technologických indexech). Model Gradient Boosting pak umožňuje algoritmické obchodování, kdy fond nakupuje v momentě, kdy tržní cena klesne pod modelovou predikci (podhodnocení), a prodává při překročení horní meze predikce.

Limity disertační práce

Ačkoliv předložená disertační práce dosáhla stanovených cílů a vytvořený model Gradient Boosting vykazuje při srovnání s tradičními metodami (OLS) výrazně vyšší predikční přesnost, je nezbytné kriticky reflektovat omezení, která vyplývají ze zvolené metodiky, povahy dat a specifík zkoumaného trhu. Identifikace těchto limitů zároveň definuje prostor pro navazující vědeckou činnost.

Prvním významným limitem je specifičnost trénovacího souboru. Model byl kalibrován a validován primárně na datech kolekce Bored Ape Yacht Club (BAYC). Tato kolekce představuje tzv. „Blue-chip“ segment trhu, který se vyznačuje vysokou likviditou, silnou komunitou a historickou kontinuitou. Aplikovatelnost modelu na méně likvidní kolekce či unikátní digitální umění (segment 1/1 art) je omezena. U aktiv s nízkou frekvencí obchodů (např. jeden prodej ročně) chybí dostatečná hustota



datových bodů pro efektivní učení rozhodovacích stromů. Model by v takovém případě mohl trpět vysokým rozptylem (variance) predikcí. Práce analyzovala úspěšné projekty. Model nemusí být dostatečně robustní při oceňování projektů, které se nacházejí ve fázi "smrti" nebo úpadku, kde cena klesá k nule nelineárním způsobem, který historická data BAYC neobsahují. Ačkoliv práce pokrývá klíčové období změny monetární politiky (2022–2024), z pohledu makroekonomické historie jde o velmi krátký úsek. Modelu chybí data z celého hospodářského cyklu (např. dekáda), což je u nově vzniklých aktiv nevyhnutelné, ale ovlivňuje to dlouhodobou spolehlivost predikcí. Zároveň však NFT aktiva jsou relativně novým typem, který zažil hlavní rozmach v roce 2020 a 2021.

Dalším okruhem limitů je samotná podstata použitých algoritmů strojového učení. Gradient Boosting je ze své podstaty tzv. „Black Box“ modelem (Ghosh et al., 2023). Ačkoliv práce využívá analýzu významnosti proměnných (Feature Importance) k identifikaci klíčových faktorů (např. vliv US 10Y Treasury), přesná matematická rovnice vztahu mezi vstupy a výstupem je (na rozdíl od lineární regrese) pro člověka nečitelná. V kontextu soudního znaleství či obhajoby ocenění před daňovým úřadem může být tato neprůhlednost vnímána jako bariéra, přestože model dává přesnější výsledky. Dále použité heuristické algoritmy pro filtraci wash tradingu jsou založeny na známých vzorcích chování (např. zobchodování NFT tam a zpět mezi dvěma peněženkami v krátkém čase). Existuje riziko, že sofistikovanější formy tržní manipulace (využívající botnety s tisíci unikátních adres) zůstaly neodhaleny. To vnáší do modelu zbytkové riziko šumu ve vstupních datech, které nelze zcela eliminovat bez přístupu k neveřejným datům burz. Model pracuje s předpokladem, že tržní mechanismy fungují kontinuálně. Nezohledňuje však riziko binárních regulatorních událostí. Pokud by v budoucnu došlo k tvrdé regulaci (např. klasifikace všech NFT jako cenných papírů ze strany SEC nebo zákaz obchodování v určitých jurisdikcích), došlo by ke strukturálnímu zlomu, který model naučený na historických datech nedokáže předvídat. Toto je obecný limit všech ekonometrických modelů aplikovaných na vznikající trhy (Fridgen et al., 2024; Alon et al., 2023).

Nelze rovněž opomenout limitu v podobě dotazníkové šetření realizovaného Autorem práce. Dotazník byl elektronicky distribuován 300 potenciálním respondentům, přičemž návratnost činila 103 validních odpovědí. Autor si je plně vědom limitů tohoto výběrového souboru. Z hlediska statistické inference má tento průzkum charakter orientační ankety a jeho výsledky nelze bezvýhradně generalizovat na celou populaci ČR. Avšak vzhledem k absenci podobných studií na českém trhu však tato data poskytla cenný primární vhled do behaviorálních trendů v oblasti NFT v ČR, což tvořilo nezbytný kontext pro navazující konstrukci oceňovacího modelu.

Na základě výše uvedených limitů se otevírají možné směry pro budoucí bádání. Budoucí modely by měly integrovat pokročilou analýzu sentimentu (Natural Language Processing) ze sociálních sítí (X,



Discord, ...) a zpravodajství. Zatímco současný model pracuje s kvantitativními daty (Google Trends), jemné nuance v komunikaci komunity (např. sarkasmus, změna nálady před výprodejem) mohou zpřesnit zejména krátkodobé predikce volatility. Pro méně likvidní kolekce se nabízí testování hybridních modelů kombinujících Gradient Boosting (pro strukturální data) s rekurentními neuronovými sítěmi typu LSTM (Long Short-Term Memory), které jsou efektivnější v zachycení časových závislostí v řídkých datech.



Závěr

Disertační práce si kladla za cíl vytvořit robustní predikční model pro stanovení Fair Value non-fungible tokenů jakožto specifické kategorie nehmotného majetku podniku. Motivací pro tento výzkum byla absence spolehlivých metodik, které by dokázaly reflektovat dynamiku digitálních aktiv v období ekonomické recese a vysokých úrokových sazeb, kdy tradiční lineární oceňovací modely selhávají. Prostřednictvím kombinace kvantitativního dotazníkového šetření, forenzní analýzy blockchainových transakcí a aplikace strojového učení (Gradient Boosting) se podařilo tento cíl naplnit a formulovat nové poznatky o chování trhu digitálních aktiv. Primárním účelem stanovení Fair Value v této práci byla potřeba ocenění pro účely fúzí a akvizic, manažerské účetnictví a řízení rizik, a mezinárodní výkaznictví. Cílovými subjekty byly specializované subjekty digitální ekonomiky, jako jsou investiční fondy, fondy rizikového kapitálu či technologické a herní společnosti.

V první fázi výzkumu, zaměřené na analýzu sentimentu a investičního chování v České republice, bylo zjištěno, že tuzemský trh vykazuje značnou míru nedůvěry vůči NFT aktivům. Až 79 % respondentů identifikovalo jako hlavní bariéru nízkou míru informovanosti a 78 % nízkou důvěru v nehmotný majetek tohoto typu. Toto zjištění má zásadní implikaci pro oceňování, a tedy že český trh s NFT je mělký a nelikvidní. Při stanovení Fair Value pro účely účetnictví v podmínkách ČR je tedy nutné brát v úvahu riziko likvidity a nelze se spoléhat pouze na prosté porovnání s globálními transakcemi bez diskontu za neobchodovatelnost.

Druhá fáze výzkumu se věnovala kvalitě vstupních dat, konkrétně fenoménu wash trading. Analýza platform OpenSea a LooksRare prokázala, že objemy obchodů jsou masivně zkreslovány manipulativními praktikami. Zatímco OpenSea vykazovala nižší míru manipulace, platforma LooksRare byla v roce 2022 ovlivněna wash tradingem z 84 %. Tento výsledek potvrzuje, že jakýkoliv oceňovací model, který by pracoval s hrubými, neočištěnými daty o objemech obchodů, by vedl k nadhodnocení aktiv. Práce tak v souladu s metodikou detekce anomálií aplikovala filtraci dat, což je nezbytný krok pro zajištění integrity prediktivního modelu. V reakci na problematiku likvidity práce prokázala, že trh trpí tzv. „iluzí likvidity“. Zatímco agregovaná data ukazují miliardové objemy, analýza wash tradingu odhalila, že na platformách jako LooksRare bylo v roce 2022 až 84 % transakcí fiktivních. Skutečná likvidita je tedy zlomkem vykazovaných čísel. Pro investora to znamená, že při prodeji většího objemu NFT musí počítat s vysokým diskontem za nelikviditu, protože organická poptávka je výrazně nižší než nabídka indikovaná neupravenými tržními daty



Jádrem disertační práce byla konstrukce a validace prediktivního modelu ceny blue-chip NFT (kolekce BAYC). Srovnávací analýza potvrdila hypotézu H_2 , že nelineární algoritmy strojového učení (Gradient Boosting) signifikantně překonávají tradiční lineární modely. Zatímco lineární regrese (OLS) selhala při zachycení strukturálního zlomu trhu v roce 2024 (s chybovostí MAE 20,56 ETH a záporným koeficientem determinace R^2), model Gradient Boosting dosáhl vysoké přesnosti s MAE 4,17 ETH.

Nejvýznamnějším zjištěním této práce, které posouvá dosavadní stav poznání, je identifikace změny v determinantech ceny NFT. Rané studie, jako například Wang (2022) či Dowling (2022), charakterizovaly NFT jako izolovanou třídu aktiv s nízkou korelací s tradičními trhy, hnanou primárně vnitřními spekulacemi a cenou kryptoměn. Výsledky této práce však pro období let 2023–2024 ukazují odlišnou realitu. Analýza významnosti proměnných (Feature Importance) v modelu Gradient Boosting odhalila, že v období vysokých úrokových sazeb se NFT chovají jako aktiva citlivá na cenu kapitálu. Byla prokázána silná negativní korelace s výnosem 10letých amerických státních dluhopisů, která se ukázala jako silnější exogenní prediktor než cena samotného Bitcoinu. Toto zjištění naznačuje, že NFT se integrovaly do globálního finančního cyklu. Ocenění NFT již není čistě spekulativní funkcí sentimentu kryptokomunity, ale je diskontováno rostoucími náklady obětované příležitosti (bezrizikovou úrokovou sazbou). Dále byla potvrzena hypotéza o neefektivitě trhu NFT. Dominantním prediktorem v modelu byla zpožděná cena (autoregresní proměnná), což indikuje silnou setrvačnost trhu a paměťový efekt. To je v souladu se závěry autorů jako Alon et al. (2023) a potvrzuje, že cenotvorba na trhu NFT neprobíhá okamžitým promítnutím informací (jak předpokládá hypotéza efektivních trhů), ale procesem postupného přizpůsobování, který lze modelovat právě pomocí pokročilých algoritmů strojového učení.

Na základě výše uvedených limitů se otevírají možné směry pro budoucí bádání. Budoucí modely by měly integrovat pokročilou analýzu sentimentu (Natural Language Processing) ze sociálních sítí (X, Discord, ...) a zpravodajství. Zatímco současný model pracuje s kvantitativními daty (Google Trends), jemné nuance v komunikaci komunity (např. sarkasmus, změna nálady před výprodejem) mohou zpřesnit zejména krátkodobé predikce volatility. Pro méně likvidní kolekce se nabízí testování hybridních modelů kombinujících Gradient Boosting (pro strukturální data) s rekurentními neuronovými sítěmi typu LSTM (Long Short-Term Memory), které jsou efektivnější v zachycení časových závislostí v řídkých datech.

Závěry této disertační práce přesahují rovinu podnikového managementu a formulují doporučení pro budoucí vývoj regulačního rámce, například pro Národní účetní radu či tvůrce nového Zákona o účetnictví. Současná účetní praxe, která NFT klasifikuje jako abstraktní zásoby či nehmotný majetek v



historických cenách, hrubě zkresluje ekonomickou realitu. Vytvořený model Gradient Boosting slouží jako metodický důkaz, že pomocí algoritmů strojového učení lze objektivně oceňovat i extrémně volatilní digitální aktiva. Práce tak poskytuje regulatorním orgánům argument, že oceňování kryptoaktiv lze přesunout z rizikové „Úrovně 3“ (subjektivní odhady managementu) do auditovatelné „Úrovně 2“ (modelování založené na datech) dle IFRS 13. To otevírá cestu k budoucí modernizaci a uvolnění rigidních pravidel statutárního výkaznictví pro digitální aktiva.



Seznam citované literatury

- ALMEIDA, José a Tiago Cruz GONÇALVES, 2023. A systematic literature review of investor behavior in the cryptocurrency markets. *Journal of Behavioral and Experimental Finance*. Online. 37, 100785. ISSN 2214-6350. Dostupné z: doi:10.1016/j.jbef.2022.100785
- ALON, Ilan; Vanessa P. G. BRETAS a Villi KATRIH, 2023. Predictors of NFT Prices: An Automated Machine Learning Approach. *Journal of Global Information Management (JGIM)*. Online. 31(1), 1–18. ISSN 1062-7375. Dostupné z: doi:10.4018/JGIM.317097
- BONIFAZI, G.; F. CAUTERUCCIO; E. CORRADINI; M. MARCHETTI; D. MONTELLA; S. SCARPONI; D. URSINO a L. VIRGILI, 2023. Performing Wash Trading on NFTs: Is the Game Worth the Candle? *Big Data and Cognitive Computing*. Online. 7(1). ISSN 2504-2289. Dostupné z: doi:10.3390/bdcc7010038
- BRANNY, Jerome; Rolf DOMBERGER a Thomas HANNE, 2022. Non-fungible Token Price Prediction with Multivariate LSTM Neural Networks. In: 9th International Conference on Soft Computing and Machine Intelligence (ISCMI): 2022 9TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOFT COMPUTING & MACHINE INTELLIGENCE, ISCMI. Online. New York: IEEE, s. 56–61. International Conference on Soft Computing & Machine Intelligence ISCMI. ISBN 9798350320886. Dostupné z: doi:10.1109/ISCMI56532.2022.10068442
- DONG, Bingbing; Lei JIANG; Jinyu LIU a Yifeng ZHU, 2022. Liquidity in the cryptocurrency market and commonalities across anomalies. *International Review of Financial Analysis*. Online. 81, 102097. ISSN 1057-5219. Dostupné z: doi:10.1016/j.irfa.2022.102097
- EVROPSKÁ UNIE, 2023. Nařízení o evropských trzích s kryptoaktivy (MiCA) [online]. Úřad pro publikace Evropské unie, 08.06.2023 [cit. 2026-01-25]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/CS/legal-content/summary/european-crypto-assets-regulation-mica.html>
- FRIDGEN, Gilbert; Roman KRÄUSSL; Orestis PAPAGEORGIOU a Alessandro TUGNETTI, 2024. Pricing dynamics and herding behaviour of NFTs. *European Financial Management*. Online. 31(2) [vid. 2025-03-03]. ISSN 1468-036X. Dostupné z: doi:10.1111/eufm.12506
- GHOSH, Indranil; Esteban ALFARO-CORTES; Matias GAMEZ a Noelia GARCIA-RUBIO, 2023. Prediction and interpretation of daily NFT and DeFi prices dynamics: Inspection through ensemble machine learning & XAI. *INTERNATIONAL REVIEW OF FINANCIAL ANALYSIS*. Online. 87, 102558. ISSN 1057-5219, 1873-8079. Dostupné z: doi:10.1016/j.irfa.2023.102558
- GRIFFIN, Clark, 2022. Mastering NFT: Create, Sell and Invest in Non-Fungible Tokens and Digital Art. No publisher: Top Notch International. ISBN 978-1-915331-22-9.



- HENRIQUES, Irene a Perry SADORSKY, 2023. Forecasting NFT coin prices using machine learning: Insights into feature significance and portfolio strategies. GLOBAL FINANCE JOURNAL. Online. 58, 100904. ISSN 1044-0283, 1873-5665. Dostupné z: doi:10.1016/j.gfj.2023.100904
- IASB, 2011. Mezinárodní standard účetního výkaznictví 13: Ocenění reálnou hodnotou (IFRS 13) [online]. Londýn: IFRS Foundation, 2011 [cit. 2026-01-25]. Dostupné z: <https://www.ifrs.org/issued-standards/list-of-standards/ifrs-13-fair-value-measurement/>
- NADINI, M.; L. ALESSANDRETTI; F. DI GIACINTO; M. MARTINO; L.M. AIELLO a A. BARONCHELLI, 2021. Mapping the NFT revolution: market trends, trade networks, and visual features. Scientific Reports. Online. 11(1). ISSN 2045-2322. Dostupné z: doi:10.1038/s41598-021-00053-8
- SEOL, J.; Z. KE; A. KANCHARLA; S. JOSHI a N. PARK, 2024. A non-fungible token (NFT) chain model and performance study. Cluster Computing. Online. 27(4), 3927–3944. ISSN 1573-7543. Dostupné z: doi:10.1007/s10586-023-04188-3
- ŠULEŘ, Petr a Tomáš KRULICKÝ, 2022. Umělé neuronové sítě při oceňování podniku. Praha: Grada Publishing a.s. ISBN 978-80-271-3278-2.
- TARIQ, Syed Ahzam a Imtiaz SIFAT, 2022. Suspicious Trading in Nonfungible Tokens (Nfts): Evidence from Wash Trading. Online. SSRN Scholarly Paper. 30. duben 2022. [vid. 2023-05-02]. Dostupné z: doi:10.2139/ssrn.4097642
- WANG, Yizhi; Samuel VIGNE a B.M. LUCEY, 2022. Bubbles All the Way Down? Detecting and Date-Stamping Bubble Behaviour in Defi and Nft Markets | Request PDF. ResearchGate. Online. [vid. 2025-03-03]. Dostupné z: doi:10.2139/ssrn.4045855
- YUE, Y.; X. LI; D. ZHANG a S. WANG, 2021. How cryptocurrency affects economy? A network analysis using bibliometric methods. International Review of Financial Analysis. Online. 77. ISSN 1057-5219. Dostupné z: doi:10.1016/j.irfa.2021.101869



Seznam publikací autora

1*	Determinants of NFT Prices in High-Interest Rate Environment: A Gradient Boosting Approach		
(JI)	E+M Ekonomie a Management	AIS: 0,137 (Q3) IF: 1,200 (WOS)	2026 Podíl: 50 %
Přijato k publikování do čísla 4/2026 (prosinec)			
2	CENA NFT AKTIV V ZÁVISLOSTI NA VÝVOJI KRYPTOMĚNY ETHEREUM		
(JR)	Acta Aerarii Publici	2025	Podíl: 100 %
TICHÝ, Kryštof, 2025. CENA NFT AKTIV V ZÁVISLOSTI NA VÝVOJI KRYPTOMĚNY ETHEREUM, Acta Aerarii Publici, Banská Bystrica, Univerzita Mateja Bela, Banská Bystrica, p. 1-12, 12 pages, ISSN: 2989-3186, n. 1, [Online], 2025. Dostupné z doi:10.24040/aap.2025.22.1.1-12			
3	Different and Common Features of Czech and Portuguese Accounting Financial Statements: Comparative Study of the Selected Aspects		
(D)	ICAFI 2024 - International Conference in Accounting and Finance Innovation	2024	Podíl: 50 %
TICHÝ, K. a Graça AZEVEDO, Different and Common Features of Czech and Portuguese Accounting Financial Statements: Comparative Study of the Selected Aspects, ICAFI 2024 - International Conference in Accounting and Finance Innovation, Aveiro, Portugalsko, Springer, ISBN: 978-3-031-77531-4, p. 76-90, 15 pages, ISSN: 978-3-031, [Online], 2024			
4	INVESTMENT DECISION FACTORS OF NON-FUNGIBLE TOKENS IN THE CZECH REPUBLIC: SURVEY		
(JR)	ACC Journal	2024	Podíl: 100 %
TICHÝ, Kryštof, 2024. INVESTMENT DECISION FACTORS OF NON-FUNGIBLE TOKENS IN THE CZECH REPUBLIC: SURVEY, ACC Journal, Liberec, ACC Journal, p. 63-75, 13 pages, ISSN: 1803-9782, n. Issue B, [Online], 2024. Dostupné z doi:10.2478/acc-2024-0007			
5	SPONSORSHIP AS A KEY TOOL IN THE FINANCING OF ESPORTS ORGANIZATIONS IN THE CONDITIONS OF THE CZECH REPUBLIC AND SLOVAKIA		
(D)	Trendy v podnikání 2024	2024	Podíl: 100 %



TICHÝ, K. 2024. SPONSORSHIP AS A KEY TOOL IN THE FINANCING OF ESPORTS ORGANIZATIONS IN THE CONDITIONS OF THE CZECH REPUBLIC AND SLOVAKIA, Trendy v podnikání 2024, 11 pages, [Online], 2024. ISBN 978-80-261-1271-6.			
6	The Level of Awareness of Non-fungible Tokens as an Investment Tool in the Czech Republic		
(Jl) Prague Economic Papers		AIS: 0,250 (Q4) IF: 1,038 (WOS)	2024 Podíl: 80 %
TICHÝ, Kryštof a Pavlína PETROVÁ, 2024. The Level of Awareness of Non-fungible Tokens as an Investment Tool in the Czech Republic, Prague Economic Papers, Praha, Prague Economic Papers, p. 319-335, 17 pages, ISSN: 1210-0455, n. 3, [Online], 2024			
7	Non-Fungible Tokens and the Threat of Wash Trading		
(DI) Liberec Economic Forum 2023		2023	Podíl: 100 %
TICHÝ, Kryštof, 2023. Non-Fungible Tokens and the Threat of Wash Trading, Liberec Economic Forum 2023, Liberec, Technical University of Liberec, Studentská 1402/2, 461 17 Liberec 1, Czech Republic, Europe, ISBN: 978-80-7494-672-1, p. 179-186, 8 pages, [Online], 2023. Dostupné z doi: 10.15240/tul/009/lef-2023-20			



Strukturovaný profesní životopis

Pracovní zkušenosti

- Cost Estimator, Benteler Business Services CZ, s.r.o., 2026 až dosud.
- Lektor na Katedře financí a účetnictví při Ekonomické fakultě, Technické univerzitě v Liberci, 2022 až dosud.
- Pomocný účetní při Leoš Tichý, OSVČ, 2019 až dosud.
- Programový vedoucí, ARA TÁBORY s.r.o., 2017 až dosud.
- Junior Valuation Consultant, PKF APOGEO Esteem a.s., Praha, 2022 až 2024.
- English and Spanish language teacher, Infinity School, 2022 až 2024.
- Junior Audit Consultant, PKF APOGEO Audit, s.r.o., Praha, 2021 až 2022.
- Průvodce a dispečer SH Karlštejn, 2014 až 2022.

Vzdělání

- Doktorské studium – Technická univerzita v Liberci, Ekonomická fakulta, Podniková ekonomika a management 2022 až současnost
- Magisterské studium Technická univerzita v Liberci, Ekonomická fakulta, Marketing a mezinárodní obchod 2019-2021
- Bakalářské studium Technická univerzita v Liberci, Ekonomická fakulta, Mezinárodní obchod 2016-2019

Zahraniční stáže a studijní pobyty

- 01-02/2025 – Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici, Slovensko
- 03-06/2024 – Institute of Accounting and Administration of Aveiro University, Universidade de Aveiro, Portugalsko
- 01-06/2018 – Facultad de Economía y Empresa, Universidad de Murcia, Španělsko

Jazykové dovednosti

- Anglický jazyk C1
- Španělský jazyk B2
- Německý jazyk B2