

EKONOMICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE

FAKULTA HOSPODÁRSKEJ INFORMATIKY

Evidenčné číslo: 103005/B/2020/421000162327

KRYPTOMENY A ICH CENOVÁ STABILITA

Bakalárska práca

2020

Michal Michál'

EKONOMICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE
FAKULTA HOSPODÁRSKEJ INFORMATIKY

KRYPTOMENY A ICH CENOVÁ STABILITA

Bakalárska práca

Študijný program:	Manažérske rozhodovanie
Študijný odbor:	Ekonómia a manažment
Školiace pracovisko:	Katedra štatistiky
Vedúci záverečnej práce:	Ing. Ľubica Hurbánková, PhD.

Bratislava 2020

Michal Michál'

Zadanie záverečnej práce

Čestné vyhlásenie

Čestne vyhlasujem, že záverečnú prácu som vypracoval samostatne a že som uviedol všetku použitú literatúru.

Dátum: 21. 05. 2020

.....

Pod'akovanie

Touto formou by som chcel pod'akovať svojej vedúcej bakalárskej práce, Ing. Ľubici Hurbánkovej, PhD., za jej odborný prístup, rady, pripomienky a hlavne za čas strávený konzultovaním tejto práce.

ABSTRAKT

MICHÁĽ, Michal: *Kryptomeny a ich cenová stabilita*. – Ekonomická univerzita v Bratislave. Fakulta hospodárskej informatiky; Katedra štatistiky. – Ing. Ľubica Hurbánková, PhD. – Bratislava: FHI EU, 2020, 41 str.

Cieľom bakalárskej práce je poukázať na vývoj ceny kryptomeny Monero od jej vzniku, na cenovú problematiku spojenú s touto kryptomenou a jej následná analýza. Práca je rozdelená na 3 kapitoly a obsahuje 4 obrázky, 7 grafov a 3 tabuľky. Prvá kapitola práce sa venuje charakteristike a vysvetleniu pojmov spojených s kryptomenami a iným makroekonomickým faktorom. Druhá kapitola obsahuje cieľ a metodiku práce. V poslednej kapitole sú vypočítané elementárne charakteristiky časových radov a skúmanie existencie závislosti medzi výmenným kurzom XMR/USD a EUR/USD.

Kľúčové slová:

kryptomena, Monero, regresná analýza

ABSTRACT

MICHÁĽ, Michal: *Crypto currencies and their price stability*. – University of Economics in Bratislava. Faculty of Economic Informatics; Department of Statistics. – Ing. Ľubica Hurbánková, PhD. – Bratislava: FHI EU, 2020, 41 p.

The aim of the bachelor thesis is to point out the development of the price of the crypto currency Monero since its inception, the price issues associated with this crypto currency and its subsequent analysis. The work is divided into 3 chapters and contains 4 pictures, 7 graphs and 3 tables. The first chapter deals with the characteristics and explanation of concepts associated with crypto currencies and other macroeconomic factors. The second chapter contains the goal and methodology of the work. In the last chapter are calculated elementary characteristics of time series and examining the existence of the dependence among the exchange rate XMR/USD and EUR/USD.

Keywords:

Crypto currency, Monero, regression analysis

Obsah

Úvod	8
1 Súčasný stav riešenej problematiky doma a v zahraničí.....	9
1.1 Charakteristika základných pojmov.....	9
1.1.1 Historický vývoj kryptomien	10
1.1.2 Používatelia kryptomien	10
1.1.3 Ťaženie kryptomien	11
1.1.4 Systém fungovania kryptomien	11
1.1.5 Kryptomeny a centrálna banka	12
1.2 Mechanizmus kryptomeny Monero	14
1.3 Alternatívne kryptomeny	14
2 Cieľ práce, metodika práce a metódy skúmania	16
2.1 Cieľ práce	16
2.2 Metodika práce a metódy skúmania	16
2.2.1 Časové rady	16
2.2.1.2 Charakteristiky – miery dynamiky	17
2.2.2 Regresná analýza.....	19
2.2.2.1 Analýza rozptylu	20
2.2.2.2 Korelačná analýza	21
2.2.2.3 Regresná analýza v programe MS Excel	23
2.2.3 Volatilita	26
2.2.3.1 Historická volatilita	26
3 Výsledky práce a diskusia	27
3.1 Monero a jeho cenová stabilita	27
3.1.1 Stabilita Monera	27
3.1.2 Stabilita EUR/USD	29
3.2 Analýza kryptomeny Monero.....	29
3.2.1 Regresná analýza závislosti výmenného kurzu XMR/USD od výmenného kurzu	33
Záver.....	39
Zoznam použitej literatúry.....	41

Úvod

Svet, v ktorom žijeme, sa stal digitálnym a každodennou súčasťou nášho života sa tak stal aj internet. Cez internet komunikujeme, vymieňame a zisťujeme si prakticky všetky informácie, ktoré k životu potrebujeme, dokonca nakupujeme a predávame statky a služby. Medzi takto obchodovateľné statky sa zaradili aj kryptomeny. Kryptomeny predstavujú istú zmenu alebo pokrok oproti rokmi používaným klasickým menám, ktoré sú súčasťou finančného systému. Hlavný rozdiel medzi kryptomenou a klasickou menou (napr. Euro) je v tom, že kryptomeny sú založené na kryptografii s cieľom zabezpečiť v čo najväčšej miere každú jednu transakciu a sú decentralizované, čo znamená, že sú nezávislé od sprostredkovateľa, ktorého v našom prípade predstavujú banky. Kryptomeny sú digitálne meny a kontrola každej kryptomeny funguje prostredníctvom technológie blockchain-u, ktorá slúži ako databáza verejných finančných transakcií. Kryptomeny si získali svoju popularitu nie len vďaka ich systému fungovania, ale aj vďaka vysokej nestabilite ich cien. Bakalárska práca sa zaoberá analýzou kryptomeny Monero, čo je kryptomena s otvoreným zdrojovým kódom vytvorená v roku 2014, ktorá používa zahmlenú verejnú knihu, to znamená, že ktokoľvek môže vysielat' alebo odosielať transakcie, ale žiadny vonkajší pozorovateľ nevie povedať zdroj, sumu alebo cieľ. Monero je pre tých, ktorí hľadajú finančné súkromie, pretože platby a zostatky na účtoch zostávajú úplne skryté, čo nie je štandardom pre väčšinu kryptomien.

Bakalárska práca okrem úvodu a záveru obsahuje 3 kapitoly. V prvej kapitole sú uvedené základné pojmy zo sveta kryptomien a ich historický vývoj, rozdiel medzi decentralizovaným systémom kryptomien a centrálne riadeným systémom klasických mien. V druhej kapitole je spracovaný cieľ bakalárskej práce a metodika, ktorá je použitá v praktickej časti práce. V tretej kapitole sú použité dáta a na ich spracovanie sú použité elementárne charakteristiky časových radov. Na skúmanie existencie závislosti medzi hodnotou kurzu EUR/USD a XMR/USD je použitá regresná analýza. Táto kapitola je venovaná aj porovnaniu cenovej stability/nestability kryptomeny Monero s klasickou menou Euro.

1 Súčasný stav riešenej problematiky doma a v zahraničí

Obsahom prvej kapitoly je objasnenie pojmov súvisiacich s kryptomenami, vysvetlenie princípu fungovania kryptomeny Monero, jej vznik a historický vývoj. V závere kapitoly je predstavený vzťah ku kryptomene Bitcoin ako alternatívnej kryptomene.

1.1 Charakteristika základných pojmov

Stanovenie univerzálnej definície kryptomeny nie je ľahká úloha, preto ako prvý pojem je potrebné si objasniť, čo je to kryptografia. **Kryptografia** je *technika ochrany informácií tým, že sa transformuje (šifruje) do nečitateľného formátu, ktorý môže dešifrovať iba niekto, kto má tajný kľúč* (Faulkner, 2016).

Podľa Európskej centrálnej banky **kryptomeny predstavujú podskupinu virtuálnych mien vo forme neregulovaných digitálnych peňazí, ktoré obvykle vydávajú a kontrolujú jej vývojári a je akceptovaná medzi členmi virtuálnej komunity. Kryptomeny sú bilaterálne spojené s reálnou ekonomikou: existujú prevodné kurzy pre nákup virtuálnej meny aj pre predaj takejto meny, zakúpená mena sa dá použiť na nákup virtuálneho ako aj skutočného tovaru a služieb (European Central Bank, 2012).**

Z makroekonomického hľadiska predstavujú kryptomeny systém decentralizácie, ktorý je v nasledujúcej kapitole porovnaný s centrálnou riadeným systémom bežných mien. Európska centrálna banka (ďalej ECB) definovala, že peniaze vo forme klasických mien slúžia ako prostriedok výmeny, zúčtovacia jednotka a uchovávateľ hodnoty (European Central Bank, 2017). Kryptomeny nie vždy spĺňajú tieto funkcie, a preto je ich použitie ako alternatívneho platidla neisté.

Kryptomeny neexistujú vo fyzickej podobe, ale len vo virtuálnej (najbližšie sa dajú prirovnávať k účtom v bankách ovládaných cez internetbanking).

Ďalšou spoločnou a veľmi zaujímavou vlastnosťou kryptomien je to, že sú decentralizované, čo znamená, že neexistuje sprostredkovateľ, ktorý predstavuje úlohu centrálnej autority (banky), tým pádom platby nepodliehajú kontrole a celý platobný systém funguje v digitálnom svete. Jednotlivé transakcie prebiehajú priamo medzi subjektmi, čo znamená výhodu nízkych transakčných poplatkov a vďaka internetu sú tieto transakcie možné na celom svete.

Pri transakciách realizovaných pomocou kryptomien, nie je zastúpená úloha finančnej organizácie (napr. banky), ale samotná transakcia prebieha na kryptografickom dôkaze, ktorý umožní priame transakcie medzi dvoma subjektmi bez potreby dôvery a prítomnosti tretej strany, čiže sprostredkovateľa.

1.1.1 Historický vývoj kryptomien

História kryptomien siaha až do roku 1983, kedy americký kryptograf David Chaum vytvoril anonymné elektronické kryptografické peniaze zvané eCash. V roku 1995 sa mu pomocou jeho spoločnosti DigiCash podarilo zaradiť eCash do používania, čím vytvoril prvú formu kryptografických elektronických platieb. Prvá decentralizovaná kryptomena Bitcoin bola predstavená v roku 2009 anonymnou osobou/skupinou s menom Satoshi Nakamoto. Následne vznikli ďalšie a do dnešného dňa existuje približne 1600 mien a stále pribúdajú.

1.1.2 Používatelia kryptomien

Používateľom kryptomeny je fyzická alebo právnická osoba, ktorá získa mince a použije ich na nákup skutočného alebo virtuálneho tovaru alebo služieb, na uskutočňovanie platieb alebo na investičné účely.

Existujú viaceré spôsoby nadobudnutia kryptomeny (Houben a Snyers, 2018):

1. možno jednoducho kúpiť mince na burze s kryptomenami využitím peňazí alebo inej kryptomeny,
2. možno si kúpiť mince priamo od iného používateľa kryptomeny (prostredníctvom obchodnej platformy, táto forma výmeny sa často označuje ako „P2P burza“),

3. ak je kryptomena založená na mechanizme konsenzu PoW, možno ťažiť novú mincu (zúčastňovať sa na validácii transakcií vyriešením „kryptografickej hádanky“ a byť odmenený novou mincou),
4. v niektorých prípadoch možno získať svoje mince priamo od predajcu mincí, buď ako súčasť bezplatnej počiatkovej ponuky mincí (Lumeny sa rozdávali zadarmo) alebo v rámci predaja ponúkajú väčšie množstvo mincí skupine výhodnejším kurzom (veľká časť kryptomeny Ethereum sa predala na pokrytie určitých nákladov na vývoj),
5. ak predáva tovar alebo služby výmenou za kryptomenu, môže za tieto výrobky alebo služby dostať aj mince.

1.1.3 Ťaženie kryptomien

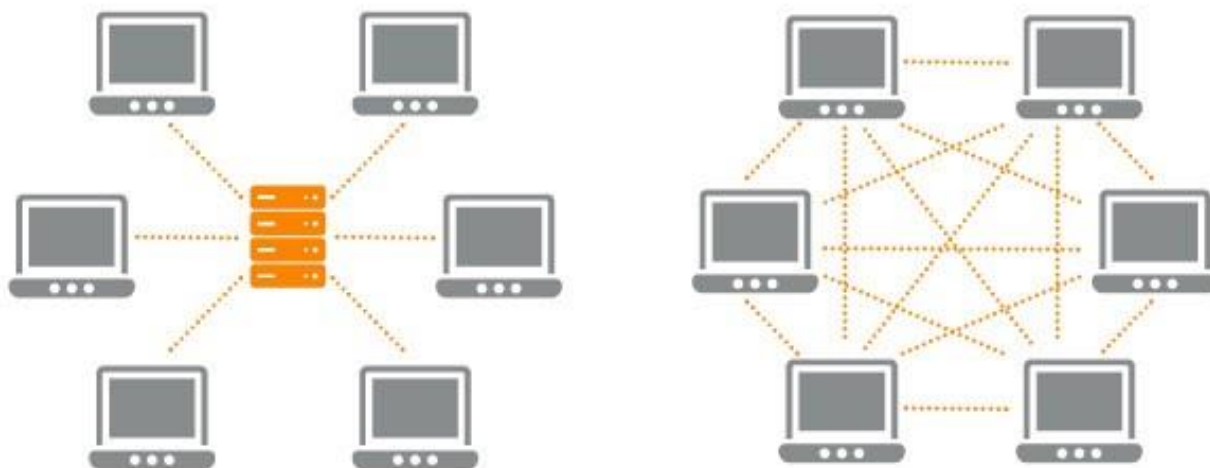
Ťaženie (mining) prebieha prostredníctvom miner-a (ten, čo ťaží mince) a to spôsobom založeným na overovaní transakcií blockchain-e riešením „kryptografických hádaniek“. Proces ťažby sa týka kryptomien, ktoré sú založené na PoW mechanizme. Miner podporuje sieť tým, že využíva výpočtovú silu techniky na overenie transakcií a je odmenený novo vytáženými mincami (prostredníctvom automatického decentralizovaného vydávania). Baníci môžu byť používateľmi kryptomeny alebo stranami, ktoré po získaní vytážených mincí predávajú tieto mince za klasické meny (Euro).

1.1.4 Systém fungovania kryptomien

V prípade kryptomien systém funguje na princípe priamych platieb medzi odosielateľom a prijímateľom a volá sa **P2P** (peer to peer). Všetky transakcie prebiehajú pomocou siete veľkého množstva počítačov po celom svete, medzi ktorými neexistuje sprostredkovateľ v podobe centrálnej authority.

Celý systém fungovania a rozdiely možno dobre vysvetliť na obrázku 1. Na ľavej strane je zobrazený centrálne riadený systém, v ktorom je centrálna banka vždy medzi dvomi počítačmi a každá komunikácia/transakcia prebieha cez ňu. Na pravej strane máme zobrazený systém P2P, v ktorom používatelia komunikujú priamo.

Obrázok. 1: Centrálny systém a P2P systém



Zdroj: <https://www.wowza.com/resources/guides/p2p-unicast-streaming>

Pre používateľa kryptomien to znamená, že platby prebiehajú rýchlejšie, transakčné poplatky sú výrazne nižšie v porovnaní s platbou kreditnou alebo debetnou kartou a tým, že celý systém neovláda nikto konkrétny, ale všetci používatelia, nehrozí zneužitie centrálnou autoritou. Nevýhodu predstavuje potreba komunikácie medzi jednotlivými účastníkmi a riziko jednoduchého zneužitia slabo zabezpečených účastníkov je relatívne vysoké.

1.1.5 Kryptomeny a centrálna banka

Táto časť bakalárskej práce sa zameriava na možný vplyv, ktorý môžu mať virtuálne meny vo vzťahu k úlohám centrálnej banky, ktorá zabezpečuje (European Central Bank, 2015)

- a) **Cenová stabilitu** – inovácie v platobných systémoch môžu mať vplyv na cenovú stabilitu a menovú politiku, preto je potrebné zabezpečiť ochranu účtovnej jednotky, definovať riziká pre efektívnosť menovej politiky a jej vykonávanie a zistiť možné narušenie informačného obsahu. Z koncepčného hľadiska by systémy virtuálnej meny mohli mať vplyv na cenovú stabilitu a menovú politiku, pretože zasahujú do ponuky peňazí prostredníctvom operácií na voľnom trhu. Virtuálne meny však nepredstavujú riziko pre cenovú stabilitu za predpokladu, že vydávanie peňazí bude pokračovať rovnako ako v súčasnosti.

- b) **Finančnú stabilitu** – ECB definuje finančnú stabilitu ako stav, v ktorom finančný systém zahŕňa finančných sprostredkovateľov, trhy a trhové infraštruktúry, ktoré sú schopné odolávať šokom, a tým sa zmiernuje pravdepodobnosť prerušenia procesu finančného sprostredkovania. Zabezpečenie finančnej stability si vyžaduje identifikáciu hlavných zdrojov rizika ako napríklad neefektívnosť pri prideľovaní finančných zdrojov investorom, nesprávne ocenenie alebo nesprávne riadenie finančných rizík. Keďže kryptomeny fungujú mimo bankového systému, je hlavným zdrojom potenciálnej finančnej nestability spojenie medzi virtuálnou menou a reálnou ekonomikou, to znamená spojenie výmenných kurzov a devízových trhov.

Veľký rozdiel medzi kryptomenami a klasickými menami spočíva v tom, že za virtuálnou menou nie je žiadna krajina alebo oblasť a preto výmenný kurz nie je ovplyvnený silou hospodárstva. Cena virtuálnej meny a jej volatilita závisia od troch hlavných faktorov:

- 1) Hodnota meny závisí od toho, koľko používateľov a obchodníkov ju používa a akceptuje. V budúcnosti možno očakávať, že s rastúcim počtom spotrebiteľov a obchodníkov sa hodnota meny zvýši.
- 2) Platby vo virtuálnej mene nie sú zúčtované v peniazoch centrálnej banky, preto prvkom ovplyvňujúcim virtuálny výmenný kurz je dôvera, ktorú získal emitent virtuálnej meny.
- 3) Špekulácie súvisiace s budúcou hodnotou meny vzhľadom na možné útoky hackerov.

Virtuálne meny môžu byť vo svojej podstate nestabilné. Napriek tomu zatiaľ neohrozujú finančnú stabilitu vzhľadom na ich obmedzené spojenie s reálnou ekonomikou, nízky objem obchodov a nedostatok širokej akceptácie zo strany používateľov.

- c) **Stabilitu platobného systému** – spôsoby platby vo virtuálnej mene sa vyvinuli v „reálne“ platobné systémy. V dôsledku toho čelia typickým rizikám spojeným s platobnými systémami:

- 1) Úverové riziko – používatelia sú vystavení úverovému riziku v súvislosti s akýmikoľvek prostriedkami držanými na virtuálnych účtoch, keďže nie je možné zaručiť, že zúčtovacia inštitúcia je schopná úplne pokryť finančné povinnosti, ak sú splatné teraz alebo kedykoľvek v budúcnosti.
- 2) Riziko likvidity – v prípade bezpečnostných incidentov by pravdepodobne došlo k premene finančných prostriedkov používateľov na skutočné peniaze, no nenastane to rýchlo a bez výraznej straty hodnoty.

- 3) Prevádzkové riziko – platiteľ aj príjemca musia mať účty v zúčtovacej inštitúcii, a preto sa spoliehajú na spoľahlivosť jej prevádzkovej schopnosti.
- 4) Právne riziko – pokiaľ ide o systémy virtuálnej meny, existuje veľa právnych neistôt, nedostatok riadneho právneho systému podstatne zvyšuje riziko.

Povaha a veľkosť týchto rizík do značnej miery závisia od dizajnu systému alebo jeho stupňa zabezpečenia. Spravidla sa však dá predpokladať, že týmito rizikám je ťažké sa vyhnúť alebo ich ovládať v rámci schémy virtuálnych mien.

1.2 Mechanizmus kryptomeny Monero

Monero (ďalej XMR) bolo vyvinuté špeciálne tak, aby umožnilo svojim užívateľom vykonávať transakcie v úplnej anonymite. Vyznačuje sa tým, že je úplne zameniteľné. To znamená, že dve jednotky XMR sa môžu vždy vzájomne nahradiť a predajcovia alebo burzy sa nemôžu dostať na čiernu listinu kvôli ich pridruženiu k predchádzajúcim transakciám. Jednotky kryptomeny ako Bitcoin nie sú medzi sebou zameniteľné a teda ak boli v minulosti použité na nezákonné účely, takáto história bude navždy obsiahnutá v blockchain-e a tieto jednotky nemusia byť akceptovateľné ako platidlo.

Monero sa ťaží ako väčšina kryptomien, oproti Bitcoin-u ale ešte neexistuje špecializovaný hardvér (ASIC). Na ťažbu sa využívajú grafické karty a procesori. Ťaženie (mining) predstavuje proces riešenia komplexných šifrovacích úloh (hashing) pomocou počítačov. Po vyriešení úlohy dostane subjekt, ktorého počítaču sa úlohu podarilo vyriešiť, odmenu v podobe kryptomeny. Najčastejšia forma získavania XMR však predstavuje nákup cez burzy obchodujúce s kryptomenami, pričom sú možné rôzne typy platobných metód. Získaná kryptomena je uchovávaná pomocou software-u v tzv. peňaženke (tieto peňaženky sú veľmi podobné ako USB kľúče).

1.3 Alternatívne kryptomeny

Za originálnu a prvú kryptomenu sa považuje **Bitcoin**. Pojem **Altcoin** predstavuje alternatívne digitálne meny, vo všeobecnosti všetky kryptomeny okrem BTC (medzi ne patrí aj Monero). Ako alternatívy k Bitcoinu sú uvádzané hlavne preto, lebo sú si veľmi podobné. Pri

tvorbe Altcoins sú zmenené len niektoré vlastnosti ako rýchlosť transakcií, metóda distribúcie alebo tzv. hashovací algoritmus. No Monero je iné na rozdiel napríklad od iných Altcoins, nemá žiadneho vedúceho predstaviťa alebo zakladajúcu spoločnosť. Samotný kód nie je založený na kóde Bitcoinu, ktorý by bol čiastočne upravený ako v prípade Litecoinu či Vertcoinu, ale je úplne unikátny.

2 CIEĽ PRÁCE, METODIKA PRÁCE A METÓDY SKÚMANIA

Druhá kapitola obsahuje cieľ práce a metódy, ktoré sú použité v aplikačnej časti na analýzu kryptomeny Monero. Sú tu vysvetlené pojmy časové rady, ich charakteristiky (miery dynamiky), jednoduchá regresná analýza a volatilita.

2.1 Cieľ práce

Hlavným cieľom práce je zistiť, či zmena kurzu Euro/Dolár vplýva na vývoj cien kryptomeny Monero. Na splnenie tohto hlavného cieľa je potrebné si zadať čiastkové ciele:

- naštudovať literatúru zaoberajúcu sa problematikou kryptomien, konkrétne kryptomeny Monero,
- vybrať vhodné metodické nástroje na analýzu skúmanej problematiky,
- analyzovať údaje o vývoji cien kryptomeny Monero,
- skúmať vplyv výmenného kurzu Euro/Dolár na vývoj ceny kryptomeny Monero.

2.2 Metodika práce a metódy skúmania

Z metodických nástrojov využijeme časové rady, jednoduchú lineárnu regresnú analýzu a historickú volatilitu.

2.2.1 Časové rady

Na vytvorenie časového radu je potrebná postupnosť priestorovo a vecne porovnateľných údajov, pričom tieto údaje sú usporiadané z pohľadu času. Jednotlivé hodnoty časového radu označujeme y_t , index t vyjadruje časové obdobie, v ktorom sme namerali príslušnú hodnotu premennej y , pričom platí, že $t = 1, 2, \dots, n$. Písmeno n vyjadruje dĺžku časového radu počtu hodnôt $y_1, y_2, \dots, y_n$ v skúmanom časovom rade (Hančlová a Tvrдый, 2003).

Časové rady podľa pravidelnosti, s akou evidujeme údaje pozorovanej premennej, delíme na (Hančlová a Tvrдый, 2003):

krátkodobé – pravidelnosť je kratšia ako jeden rok. Môže ísť o denné, týždňové, mesačné alebo štvrťročné údaje, napríklad údaje o dennom vývoji menového kurzu Dolár/Euro,
dlhodobé – pravidelnosť je dlhšia ako jeden rok.

Časové rady podľa rozhodujúceho časového hľadiska na (Hančlová a Tvrдый, 2003):

okamihové – vyjadrujú stav skúmaného javu k danému časovému okamihu,

intervalové – pozorovania sú priebežne zaznamenávané počas určitého intervalu (ich hodnota závisí od dĺžky časového intervalu).

Okamihové časové rady charakterizujeme ich priemerom a celkový priemer z okamihových hodnôt časového radu, ak vzdialenosť medzi n pozorovaniami radu nie je rovnaká, vypočítame pomocou váženého chronologického priemeru, kde d_t predstavuje dĺžku medzi dvomi pozorovaniami okamihovej premennej (Hančlová a Tvrдый, 2003):

$$\bar{y}_{ch} = \frac{1}{\sum_{t=1}^{n-1} d_t} \left[\frac{y_1 + y_2}{2} d_1 + \frac{y_2 + y_3}{2} d_2 + \dots + \frac{y_{n-1} + y_n}{2} d_{n-1} \right] \quad (2.1)$$

2.2.1.2 Charakteristiky – miery dynamiky

K posúdeniu vývoja časových radov nám pomôžu charakteristiky – miery dynamiky, ktoré charakterizujú vývoj časového radu. Medzi tieto miery patria: absolútny prírastok, priemerný absolútny prírastok, koeficient rastu, priemerný koeficient rastu, relatívny prírastok, priemerný relatívny prírastok (Hančlová a Tvrдый, 2003).

Absolútny prírastok je tiež nazývaný aj ako prvá diferencia, určuje ako sa zmenila (o koľko narástla alebo klesla) hodnota analyzovaného ukazovateľa medzi jednotlivými časovými obdobiami, kde $t = 2, \dots, n$:

$$d_t = y_t - y_{t-1} \quad (2.2)$$

Priemerný absolútny prírastok určuje, ako sa priemerne zmenila (o koľko vzrástla alebo poklesla) hodnota analyzovaného ukazovateľa za sledované obdobie:

$$\bar{d}_t = \frac{y_t - y_1}{t-1} \quad (2.3)$$

Koeficient rastu určuje, ako sa zmenila (koľko násobne narástla alebo klesla) hodnota ukazovateľa medzi jednotlivými časovými obdobiami, kde $t = 2, \dots, n$:

$$k_t = \frac{y_t}{y_{t-1}} \quad (2.4)$$

Tempo rastu určuje, ako sa zmenila (o koľko percent narástla alebo klesla) hodnota ukazovateľa medzi jednotlivými časovými obdobiami, kde $t = 2, \dots, n$:

$$Tm_t = k_t * 100\% \quad (2.5)$$

Priemerný koeficient rastu určuje, ako sa priemerne zmenila (koľko násobne narástla alebo klesla) hodnota analyzovaného ukazovateľa za sledované obdobie:

$$\bar{k}_t = \sqrt[t-1]{\frac{y_t}{y_1}} \quad (2.6)$$

Koeficient prírastku (relatívny prírastok) určuje, ako sa zmenila (o koľko narástla alebo klesla) hodnota ukazovateľa v období medzi jednotlivými okamihmi, kde $t = 2, \dots, n$:

$$k_{d_t} = \frac{y_t - y_{t-1}}{y_{t-1}} = k_t - 1 \quad (2.7)$$

Tempo prírastku (relatívny prírastok v %) určuje, ako sa zmenila (o koľko percent narástla alebo klesla) hodnota ukazovateľa za sledované obdobie:

$$Tm_{dt} = k_{dt} * 100\% \quad (2.8)$$

2.2.2 Regresná analýza

Jednoduchá regresná analýza skúma závislosť vysvetľovanej (závislej) premennej Y a vysvetľujúcej (nezávislej) premennej X . Ide o vyjadrenie závislosti jednej premennej od inej premennej alebo od viacerých premenných veličín, pričom do modelu vstupuje tiež náhodná premenná. Ak ide o vyjadrenie premennej Y pomocou lineárneho vzťahu, takúto regresiu nazývame lineárnou regresiou. Regresnú priamku premennej Y vzhľadom na premennú X zapíšeme v tvare (Litschmannová, 2011):

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \varepsilon_i \quad (2.11)$$

kde: ε_i predstavuje náhodná chybu i -teho pozorovania,

β_0 je parameter (lokujúca konštanta), ktorý predstavuje začiatočnú polohu priamky voči premennej Y (podmienená stredná hodnota závislej premennej Y za predpokladu, že hodnota vysvetľujúcej premennej X je 0),

β_1 je parameter (regresný koeficient), ktorý vyjadruje smernicu tejto priamky (určuje, aký prírastok ($\beta_1 > 0$) alebo úbytok ($\beta_1 < 0$) strednej hodnoty závislej premennej Y zodpovedá jednotkovému prírastku nezávislej premennej X).

Odhad parametrov $\widehat{\beta}_0$, $\widehat{\beta}_1$ priamky $\widehat{y}_i$ vypočítame z hodnôt základného súboru, kde $\widehat{\beta}_0$ a $\widehat{\beta}_1$ reprezentujú odhadované hodnoty parametrov. Hodnota $\widehat{y}_i$ sa nazýva vyrovnanou hodnotou premennej Y základného súboru pre i -te pozorovanie a x_i je hodnotou X základného súboru taktiež pre i -te pozorovanie z n pozorovaní:

$$\widehat{y}_i = \widehat{\beta}_0 + \widehat{\beta}_1 x_i \quad (2.12)$$

kde: $\widehat{y}_i$ je i -ta vyrovnaná (teoretická, očakávaná) hodnota Y ,

$\hat{b}_0$ je bodový odhad parametra β_0 ,

$\hat{b}_1$ je odhad parametra β_1 .

Vzdialenosť bodov skutočnej hodnoty výberového súboru od vytvorenej vyrovnávajúcej priamky predstavuje odchýlku. Odchýlky sa nazývajú rezíduami lineárnej regresnej priamky:

$$e_i = y_i - \hat{y}_i \quad (2.13)$$

Na odhadnutie regresných koeficientov využijeme metódu najmenších štvorcov (súčet druhých mocnín chýb by mal byť čo najmenší). Chybu riešenia vyjadríme ako $y_i - \hat{y}_i$ a súčet štvorcov chýb riešenia, ktorý chceme minimalizovať, vyjadríme ako:

$$S = S(b_0, b_1) = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - b_0 - b_1 x_i)^2 \quad (2.14)$$

Štatistický model lineárnej regresie musí spĺňať tieto požiadavky, ak chceme použiť metódu najmenších štvorcov (Litschmannová, 2011):

- 1) pre hodnotu premennej X majú hodnoty závislej premennej Y normálne rozdelenie,
- 2) rozptyl hodnôt okolo regresnej priamky zostáva konštantný (s nárastom hodnôt nezávislej premennej X sa nezväčšuje a ani nezmenšuje),
- 3) náhodné zložky musia byť vzájomne nezávislé,
- 4) v základnom súbore existuje lineárny vzťah medzi premennými X a Y .

2.2.2.1 Analýza rozptylu

Analýza rozptylu nám umožňuje zistiť, či vybraný faktor má vplyv na strednú hodnotu premennej. Hodnoty premennej sa rozdelia do k podmnožín a to podľa úrovni daného faktora. V každej podmnožine sa vypočíta stredná hodnota danej premennej μ_i $i = 1, 2, \dots = k$.

tvár nulovej a alternatívnej hypotézy:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k \text{ pre } k > 2$$

voči alternatívnej hypotéze:

H_0 : aspoň dve stredné hodnoty sa nerovnajú

Testovacia charakteristika F je vyjadrená nasledujúcim vzťahom, má Fisherovo F rozdelenie s počtom stupňov voľnosti $v_1 = k - 1$ a $v_2 = n - k$ kde n predstavuje rozsah výberového súboru a k je počet úrovní faktora A.

$$F = \frac{MSA}{MSE} = \frac{\frac{SSA}{k-1}}{\frac{SSE}{n-k}} = \frac{\frac{\sum_{i=1}^k (\bar{y}_i - \bar{y})^2 n_i}{k-1}}{\frac{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (y_{ij} - \bar{y}_i)^2}{n-k}} \quad (2.15)$$

Nulovú hypotézu na hladine významnosti α nezamietame pre hodnoty F , ktoré sú blízke hodnote nula a zamietame ju vtedy, ak hodnota F testovacieho kritéria prekročí kritickú hodnotu, ktorou je kvantil $F_{1-\alpha}$ Fisherovho rozdelenia s $v_1 = k - 1$ a $v_2 = n - k$ stupňami voľnosti.

Obrázok. 2: Tabuľka analýzy rozptylu

Zdroj variability	Súčet štvorcov odchýlok	Počet stupňov voľnosti	Priemer štvorcov odchýlok	F hodnota
Faktor A	SSA	$k - 1$	$MSA = \frac{SSA}{k - 1}$	$F = \frac{MSA}{MSE}$
Faktor B	SSE	$n - k$	$MSE = \frac{SSE}{n - k}$	
Spolu	SST	$n - 1$		

Zdroj: Pacáková, 2003, s. 184

2.2.2.2 Korelačná analýza

Korelačná analýza uplatňuje štatistické metódy a postupy na posúdenie intenzity voľnej závislosti medzi kvantitatívnymi premennými a na hodnotenie kvality vyrovnaní regresnými funkciami. Intenzitu a tesnosť korelačnej závislosti meriame pomocou korelačných charakteristík.

Vlastnosti korelačných charakteristík:

1. nadobúdajú hodnoty z pevne ohraničeného intervalu najčastejšie $\langle -1; 1 \rangle$ alebo $\langle 0; 1 \rangle$
2. so zvyšovaním stupňa závislosti rastú aj ich absolútne hodnoty
3. sú nezávislé od merných jednotiek premenných

Jednoduché korelačné charakteristiky

Párový koeficient korelácie ρ_{xy} meria obojstrannú lineárnu závislosť dvoch premenných a nadobúda hodnoty z intervalu $\langle -1; 1 \rangle$. Znamienko párového koeficientu určuje smer lineárnej závislosti.

$\rho = 0$ ak X a Y nie sú lineárne závislé

$\rho > 0$ ak medzi premennými X a Y je priamy lineárny vzťah

$\rho < 0$ ak medzi premennými X a Y je nepriamy lineárny vzťah

Čím viac sa blíži absolútna hodnota ρ_{xy} k hodnote 1, tým je intenzita lineárnej závislosti väčšia, čím viac sa hodnota blíži k 0, tým je intenzita lineárnej závislosti menšia

$\rho_{xy} = 1$ – úplná lineárna závislosť

$\rho_{xy} = -1$ – úplná nepriama lineárna závislosť

$\rho_{xy} = 0$ – lineárna nezávislosť premenných X a Y

Párový koeficient korelácie nás informuje o smere a tesnosti lineárnej závislosti 2 premenných no neinformuje nás o sklone regresnej priamky. (Pacáková, 2003)

Koeficient korelácie est $\rho_{xg} = r_{xy} = R$

Korelácia je miera závislosti vzťahu a je vyjadrená koeficientom korelácie, ktorý meria tesnosť závislosti popísanej lineárnou regresnou funkciou. Označujeme ho najčastejšie R. Korelačný koeficient R môže nadobudnúť hodnoty $\langle -1; 1 \rangle$.

$R = 0$ – lineárna nezávislosť, to znamená, že nie je vzťah medzi premennými a ak sa navzájom vyskytujú ide o náhodný jav

$R = 1$ úplná pozitívna lineárna závislosť, to znamená, že pri výskyte premennej A sa určite vyskytne premenná B (pozitívna znamená, že stúpajúca hodnota A vyvolá nárast hodnoty B)

$R = -1$ úplná negatívna lineárna závislosť, to znamená, že pri výskyte premennej A sa určite vyskytne premenná B (negatívna znamená, že stúpajúca hodnota A vyvolá pokles hodnoty B)

Čím viac sa hodnota korelačného koeficientu blíži k hodnote 1 alebo -1, tým považujeme závislosť za silnejšiu. Čím viac sa hodnota korelačného koeficientu blíži k hodnote 0, tým považujeme závislosť za slabšiu. (Pacáková, 2003)

Obrázok. 3: Interpretácia korelačného koeficientu podľa Cohena

$\rho_{xy} = R$	interpretácia
0,0-0,01	triviálna korelácia
0,1-0,3	malá
0,3-0,5	stredná
0,5-0,7	veľká
0,7-0,9	veľmi veľká
0,9-1,0	takmer dokonalá

Zdroj: Excel, vlastné spracovanie

2.2.2.3 Regresná analýza v programe MS Excel

Program MS Excel je tabuľkový procesor od firmy Microsoft pre operačný systém Microsoft Windows. Obsahuje 327 funkcií, ktoré sú rozdelené do 11 kategórií. Každá funkcia zahŕňa matematické operácie vo forme vopred predefinovaných vzorcov a vďaka tomu spracováva zadané údaje. Funkcie sú rozdelené na:

- Databázové
- Dátumové a časové
- Externé
- Technické
- Finančné
- Informačné
- Logické

- Vyhľadávacie a referenčné
- Matematické a trigonometrické
- Štatistické
- Textové a údajové

Na spracovanie údajov sa najviac využívajú štatistické a matematické funkcie. Z celkového počtu 327 funkcií je 80 štatistických a medzi tieto patrí aj funkcia Regression, ktorú sme využili v našej práci.

Funkcia Regression vykonáva lineárnu regresiu pomocou metódy najmenších štvorcov (preložením priamky cez množinu pozorovaní). Takto analyzuje ako hodnoty jednej alebo viacerých nezávislých premenných ovplyvňujú závislú premennú. My sme sa rozhodli analyzovať ako vplýva výmenný kurz EUR/USD na kurz XMR/USD.

Obrázok. 4: Funkcia Regression

Zdroj: Excel, vlastné spracovanie

Input Y Range (vstupný rozsah Y) – do tohto poľa zadáme údaje závislej premennej vo forme jedného stĺpca.

Input X Range (vstupný rozsah X) – do tohto poľa zadáme údaje nezávislej vo forme jedného stĺpca.

Labels (označenie) – ak prvý riadok v stĺpcoch našich hodnôt obsahuje jeho pomenovanie, tak začiar kneme toto pole. Označenie údajov si vo výstupnej tabuľke generuje program Excel sám.

Confidence Level (hladina spoľahlivosti) – toto pole začiar kneme vtedy, ak chceme vo výstupnej tabuľke inú ako predvolenú hladinu (95 %). Po začiar knutí poľa požadovanú hodnotu zadáme do poľa, ktoré sa nám sprístupní.

Constant is Zero (konštanta je nula) – toto pole začiar kneme, ak má regresná priamka prechádzať začiatkom.

Output Range (výstupný rozsah) – zadáme odkaz na bunku, od ktorej sa vytvorí výstupná tabuľka. Tvorí ju aspoň 7 stĺpcov, ktoré obsahujú vypočítané hodnoty pre analýzu rozptylu, koeficienty, štandardnú chybu odhadu y , hodnoty R^2 , počet pozorovaní a štandardnú chybu koeficientov.

New Worksheet Ply (nový hárok) – toto pole začiar kneme vtedy, ak chceme, aby sa výstupná tabuľka zobrazila v novom hárku nášho zošitu. Ak chceme nový hárok pomenovať, tak po začiar knutí poľa požadovaný názov zadáme do poľa, ktoré sa nám sprístupní.

New Workbook (nový zošit) – toto pole začiar kneme vtedy, ak chceme, aby sa výstupná tabuľka zobrazila v novom zošite. Ak chceme nový zošit pomenovať, tak po začiar knutí poľa požadovaný názov zadáme do poľa, ktoré sa nám sprístupní.

Residuals (rezíduá) – toto pole začiar kneme, ak chceme, aby boli vo výstupnej tabuľke zahrnuté rezíduá.

Standardized Residuals (štandardné rezíduá) – toto pole začiar kneme, ak chceme, aby boli vo výstupnej tabuľke zahrnuté štandardizované rezíduá.

Residual Plots (graf s rezíduami) – toto pole začiar kneme, ak chceme vytvoriť graf vzťahu medzi nezávislou premennou a rezíduami.

Line Fit Plots (graf regresnej priamky) – toto pole začiar kneme, ak chceme vytvoriť graf vzťahu medzi vyrovnanými hodnotami a pozorovanými hodnotami.

Normal Probability Plots (graf pravdepodobnosti) – toto pole začiar kneme, ak chceme vytvoriť graf znázorňujúci normálne rozdelenie pravdepodobnosti

2.2.3 Volatilita

Volatilita predstavuje parameter, ktorý meria kolísanie ceny určitého statku za určité časové obdobie. Čím je volatilita väčšia, tým viac cena osciluje a tým pádom vytvára väčšie cenové rozpätie (Hartman, 2018).

2.2.3.1 Historická volatilita

Historická volatilita zachytáva kolísanie ceny určitého statku počas vopred vybraného časového obdobia. Dennú historickú volatilitu v % vypočítame ako smerodajnú odchýlku výnosov počas určitého počtu dní (1 deň je základná časová jednotka):

$$\sigma = HV_d = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (2.16)$$

kde: n označuje počet dní,

x_i označuje denný výnos, ktorý vypočítame ako prirodzený logaritmus podielu uzatváracej ceny dňa n (P_n) a uzatváracej ceny dňa $n-1$ (P_{n-1}) a teda vzorcom $x_i = \log \frac{P_n}{P_{n-1}}$,

$\bar{x}$ označuje priemerný výnos a vypočítame ho vzorcom $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$.

3 Výsledky práce a diskusia

Praktická časť bakalárskej práce sa zaoberá analýzou vývoja ceny kryptomeny Monero od jej vzniku a aplikáciou regresnej analýzy na zistenie závislosti medzi výmenným kurzom EUR/USD a XMR/USD.

3.1 Monero a jeho cenová stabilita

Cieľom bakalárskej práce je analyzovať faktory stability kryptomeny Monero. Najväčšou nevýhodou kryptomien je ich vysoká nestabilita, ktorou sa budeme zaoberať v nasledujúcej kapitole. Okrem toho budeme pozornosť venovať historickému vývoju ceny XMR a porovnaniu miery volatility XMR s mierou volatility menového kurzu EUR/USD. Táto nadmerne vysoká volatilita je jasným dôkazom, prečo je použitie kryptomien ako alternatívneho platidla spochybňované .

3.1.1 Stabilita Monera

Prvé „mince“ XMR boli vydané do obehu v máji 2014 a boli aj hneď obchodovateľné. Ich hodnota bola v priemerne 1,77 USD. Postupne začala hodnota Monera stúpať, až sa v júli 2014 dostala na hodnotu 5,30 USD. Potom prišiel prepad k pôvodným cenám až do júla 2016, kedy sa dostala táto kryptomena na hodnotu 13,39 USD a následne rástla až do výšky 403,36 USD v januári 2018. Nasledovalo klesanie jej hodnoty, kedy sa cena pohybovala od 60 po 90 USD a tak je tomu aj v súčasnosti v roku 2020 (viď graf 1).

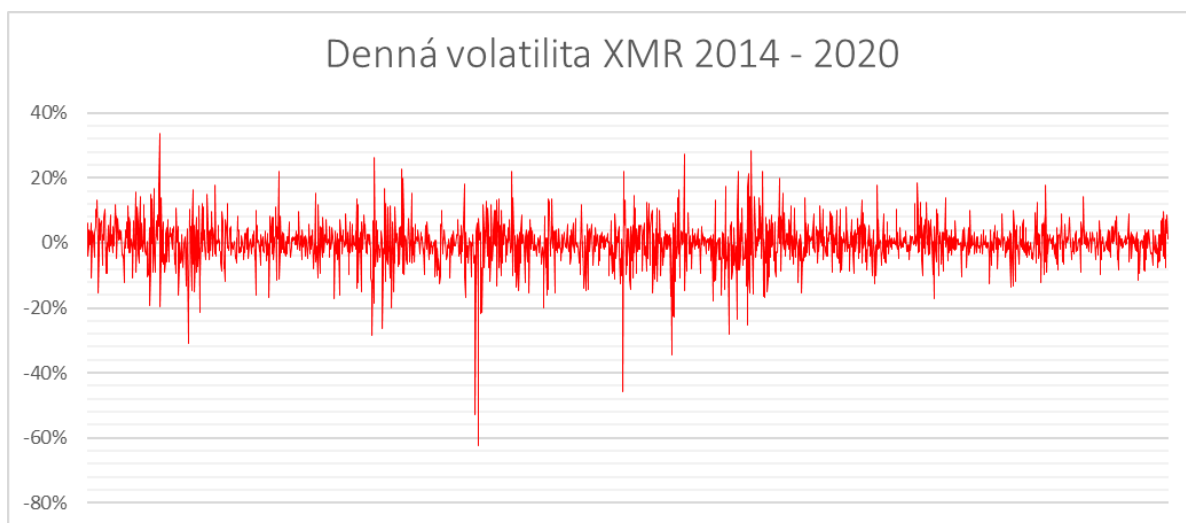
Graf 1: Vývoj ceny jednej mince XMR za USD



Zdroj: <https://coinmarketcap.com/currencies/monero/>

V grafe 2 môžeme pozorovať dennú mieru volatility XMR. Vidíme hodnoty, ktoré dosahovali až viac ako 60 %. Takto vysoké hodnoty miery volatility vyjadrujú veľmi viditeľné klesanie či stúpanie hodnoty zo dňa na deň. V súčasnosti je priemerná denná volatilita 6,63 %. Táto vysoká volatilita naznačuje, že XMR je riskantné držať, keďže sa jeho cena výrazne mení zo dňa na deň. Čím je teda akékoľvek aktívum viac volatilné, tým menej subjektov láka jeho použitie ako alternatívneho platidla a jeho držbe sa stráňa. V takom prípade je viac diskutovaná funkcia špekulatívneho aktíva, ktoré držia jeho používatelia predovšetkým za účelom akumulácie výnosov pri stúpaní jeho hodnoty.

Graf 2: Denná volatilita XMR 2014 - 2020

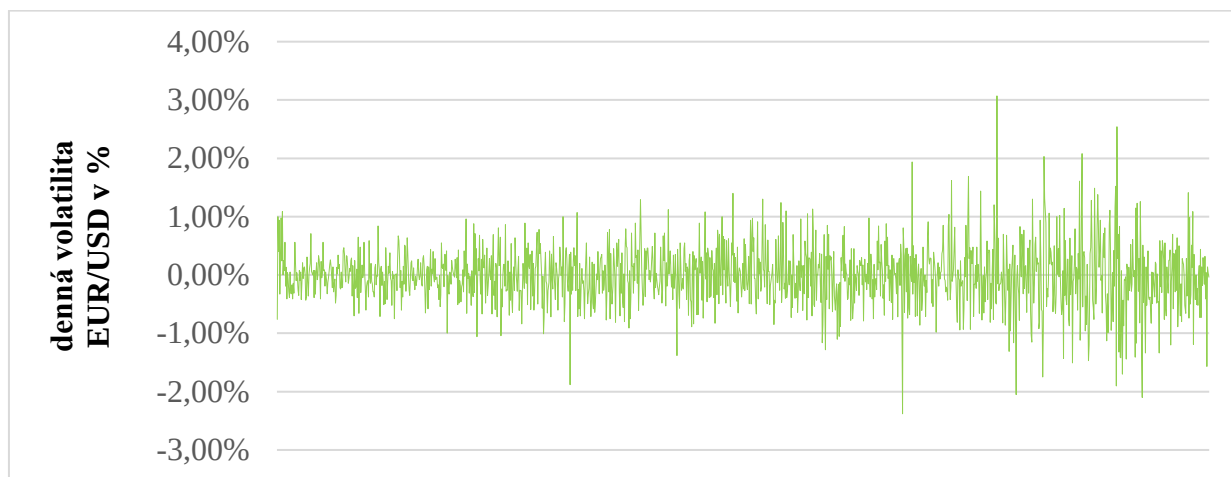


Zdroj: Excel, vlastné spracovanie

3.1.2 Stabilita EUR/USD

V prvej kapitole je uvedených niekoľko dôvodov, prečo XMR nemá ako mena dostatočné funkcie prostriedku výmeny, uchovávateľa hodnoty a zúčtovacej jednotky. Za hlavný dôvod sa považuje nadmerne vysoká nestabilita, a teda vysoká miera volatility. Porovnáme túto volatilitu s volatilitou bežných mien, a to s výmenným kurzom EUR/USD.

Graf 3: Denná volatilita EUR/USD 2014 - 2020



Zdroj: Excel, vlastné spracovanie

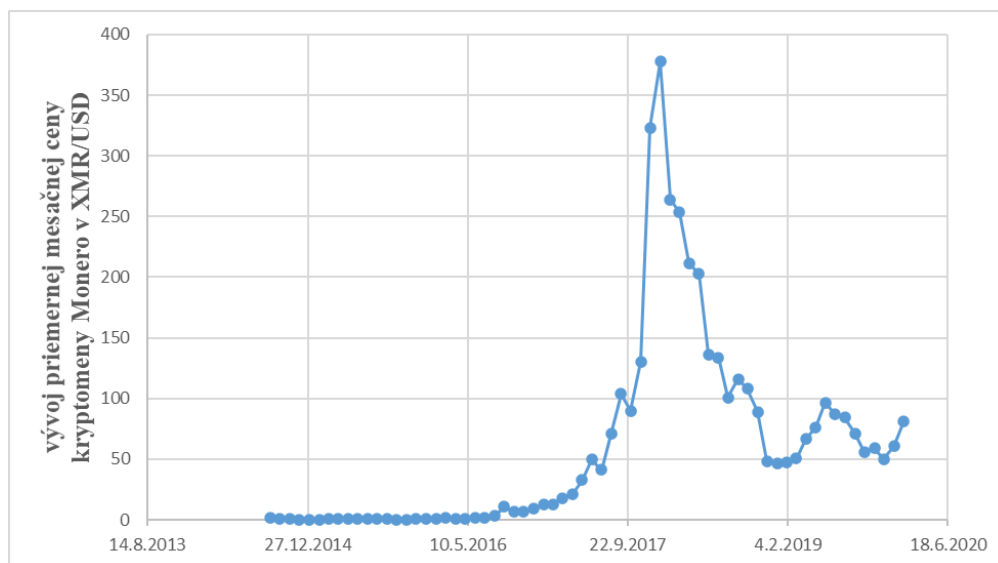
V grafe 3 je viditeľné, že volatilita EUR/USD je neporovnateľne nižšia ako volatilita XMR. Jedným z dôvodov, prečo sú bežné meny podstatne stabilnejšie, je fakt, že centrálné banky zabezpečujú stabilitu meny reguláciou ponuky peňazí a celkového bankového systému pre zabezpečenie „zdravia ekonomiky“. V už spomínanom P2P systéme, na ktorom kryptomeny fungujú, neexistuje prítomnosť žiadnej centrálnej authority, ktorá by ho regulovala.

3.2 Analýza kryptomeny Monero

Dáta potrebné na spracovanie pre analýzu a prognózu ceny kryptomeny Monero sme čerpali z voľnej internetovej databázy dostupnej na <https://www.investing.com/crypto/monero/historical-data>. Historické dáta, ktoré sme čerpali z databázy, predstavujú denné hodnoty, pričom ich cena, s ktorou my pracujeme, bola uzatvorená na konci dňa. Z týchto denných hodnôt sme váženým chronologickým priemerom vypočítali mesačné údaje ceny kryptomeny Monero v menových

jednotkách XMR/USD. Pri výpočte priemernej mesačnej ceny sme museli zohľadniť rozdielny počet dní v mesiaci a preto sme sa rozhodli použiť vážený chronologický priemer. Naše váhy sú $v_1=31$, $v_2=28$, $v_3=31$, $v_4=30$, $v_5=31$, $v_6=30$, $v_7=31$, $v_8=31$, $v_9=30$, $v_{10}=31$, $v_{11}=30$, $v_{12}=31$ dní, kde v_i predstavuje počet dní v mesiaci od prvého dňa až po posledný deň v mesiaci. Za sledované obdobie sme si zvolili interval od 1.9.2014 do 29.2.2020 a tým pádom sme vypočítali 66 údajov. Odhadovanú cenu kryptomeny Monero sme prognózovali na časový horizont 3 mesiacov a to apríl, máj a jún 2020. Na spracovanie údajov a aplikáciu štatistických metód sme použili softvér MS office Excel 2016.

Graf 4: Vývoj priemernej mesačnej ceny kryptomeny Monero



Zdroj: Excel, vlastné spracovanie

Z grafu 4 vieme povedať, že najvyššia priemerná cena kryptomeny Monero bola v decembri 2017 a januári 2018. Ostatné charakteristiky sme vypočítali a interpretujeme ich z tabuľky 1.

Na vypočítanie vybraných elementárnych charakteristík časových radov sme použili program Excel. Tieto údaje o kryptomene Monero sú zobrazené v tabuľke 1.

Tabuľka 1: Vývoj priemernej mesačnej ceny kryptomeny Monero

Časová premenná	Rok	y_t	d_t	k_t	k_{dt}	Tm_t	Tm_{dt}
1	1.9.2014	1,6576	x	x	x	x	x
2	1.10.2014	0,9333	-0,7243	0,5630	-0,4370	0,5630	-43,70%
3	1.11.2014	0,6018	-0,3315	0,6448	-0,3552	0,6448	-35,52%
4	1.12.2014	0,4174	-0,1843	0,6937	-0,3063	0,6937	-30,63%
5	1.1.2015	0,3273	-0,0901	0,7841	-0,2159	0,7841	-21,59%
6	1.2.2015	0,2892	-0,0381	0,8837	-0,1163	0,8837	-11,63%
7	1.3.2015	0,6621	0,3728	2,2889	1,2889	2,2889	128,89%
8	1.4.2015	0,7028	0,0408	1,0616	0,0616	1,0616	6,16%
9	1.5.2015	0,4896	-0,2132	0,6967	-0,3033	0,6967	-30,33%
10	1.6.2015	0,4978	0,0082	1,0167	0,0167	1,0167	1,67%
11	1.7.2015	0,5472	0,0494	1,0992	0,0992	1,0992	9,92%
12	1.8.2015	0,5786	0,0314	1,0573	0,0573	1,0573	5,73%
13	1.9.2015	0,4769	-0,1017	0,8242	-0,1758	0,8242	-17,58%
14	1.10.2015	0,4043	-0,0726	0,8478	-0,1522	0,8478	-15,22%
15	1.11.2015	0,4242	0,0199	1,0491	0,0491	1,0491	4,91%
16	1.12.2015	0,4604	0,0362	1,0854	0,0854	1,0854	8,54%
17	1.1.2016	0,5179	0,0574	1,1248	0,1248	1,1248	12,48%
18	1.2.2016	0,6855	0,1677	1,3237	0,3237	1,3237	32,37%
19	1.3.2016	1,2772	0,5917	1,8632	0,8632	1,8632	86,32%
20	1.4.2016	1,1359	-0,1413	0,8894	-0,1106	0,8894	-11,06%
21	1.5.2016	0,8813	-0,2546	0,7758	-0,2242	0,7758	-22,42%
22	1.6.2016	1,3690	0,4877	1,5533	0,5533	1,5533	55,33%
23	1.7.2016	1,8778	0,5089	1,3717	0,3717	1,3717	37,17%
24	1.8.2016	3,2777	1,3998	1,7455	0,7455	1,7455	74,55%
25	1.9.2016	10,5740	7,2963	3,2261	2,2261	3,2261	222,61%
26	1.10.2016	6,6888	-3,8851	0,6326	-0,3674	0,6326	-36,74%
27	1.11.2016	6,6876	-0,0012	0,9998	-0,0002	0,9998	-0,02%
28	1.12.2016	9,1197	2,4321	1,3637	0,3637	1,3637	36,37%
29	1.1.2017	12,7858	3,6662	1,4020	0,4020	1,4020	40,20%
30	1.2.2017	12,6472	-0,1386	0,9892	-0,0108	0,9892	-1,08%
31	1.3.2017	18,0535	5,4063	1,4275	0,4275	1,4275	42,75%
32	1.4.2017	20,8200	2,7665	1,1532	0,1532	1,1532	15,32%
33	1.5.2017	32,7327	11,9127	1,5722	0,5722	1,5722	57,22%
34	1.6.2017	49,6617	16,9291	1,5172	0,5172	1,5172	51,72%
35	1.7.2017	41,2667	-8,3951	0,8310	-0,1690	0,8310	-16,90%
36	1.8.2017	70,6820	29,4153	1,7128	0,7128	1,7128	71,28%
37	1.9.2017	103,9157	33,2337	1,4702	0,4702	1,4702	47,02%
38	1.10.2017	89,7470	-14,1687	0,8637	-0,1363	0,8637	-13,63%
39	1.11.2017	130,3095	40,5625	1,4520	0,4520	1,4520	45,20%
40	1.12.2017	322,9945	192,6850	2,4787	1,4787	2,4787	147,87%
41	1.1.2018	377,8475	54,8530	1,1698	0,1698	1,1698	16,98%
42	1.2.2018	263,8724	-113,9751	0,6984	-0,3016	0,6984	-30,16%
43	1.3.2018	253,5532	-10,3192	0,9609	-0,0391	0,9609	-3,91%
44	1.4.2018	211,3931	-42,1601	0,8337	-0,1663	0,8337	-16,63%
45	1.5.2018	202,6418	-8,7513	0,9586	-0,0414	0,9586	-4,14%
46	1.6.2018	136,4562	-66,1856	0,6734	-0,3266	0,6734	-32,66%
47	1.7.2018	133,7595	-2,6967	0,9802	-0,0198	0,9802	-1,98%
48	1.8.2018	100,7193	-33,0402	0,7530	-0,2470	0,7530	-24,70%
49	1.9.2018	116,0660	15,3467	1,1524	0,1524	1,1524	15,24%
50	1.10.2018	108,0468	-8,0192	0,9309	-0,0691	0,9309	-6,91%
51	1.11.2018	89,1174	-18,9294	0,8248	-0,1752	0,8248	-17,52%
52	1.12.2018	48,3130	-40,8044	0,5421	-0,4579	0,5421	-45,79%
53	1.1.2019	46,7425	-1,5705	0,9675	-0,0325	0,9675	-3,25%
54	1.2.2019	47,0031	0,2606	1,0056	0,0056	1,0056	0,56%
55	1.3.2019	50,6888	3,6857	1,0784	0,0784	1,0784	7,84%
56	1.4.2019	66,6822	15,9934	1,3155	0,3155	1,3155	31,55%
57	1.5.2019	76,1255	9,4433	1,1416	0,1416	1,1416	14,16%
58	1.6.2019	96,4614	20,3359	1,2671	0,2671	1,2671	26,71%
59	1.7.2019	87,0115	-9,4499	0,9020	-0,0980	0,9020	-9,80%
60	1.8.2019	84,5048	-2,5067	0,9712	-0,0288	0,9712	-2,88%
61	1.9.2019	71,4069	-13,0979	0,8450	-0,1550	0,8450	-15,50%
62	1.10.2019	55,9253	-15,4816	0,7832	-0,2168	0,7832	-21,68%
63	1.11.2019	59,0795	3,1541	1,0564	0,0564	1,0564	5,64%
64	1.12.2019	49,8845	-9,1950	0,8444	-0,1556	0,8444	-15,56%
65	1.1.2020	60,6862	10,8017	1,2165	0,2165	1,2165	21,65%
66	1.2.2020	81,1563	20,4701	1,3373	0,3373	1,3373	33,73%

Zdroj: Excel, vlastné spracovanie

Najväčšiu mesačnú absolútnu zmenu sme zaznamenali v decembri 2017 oproti novembru, kedy došlo k nárastu priemernej ceny až o 192,69 XMR/USD (v relatívnom vyjadrení išlo o 147,87 percentný nárast). Po tomto prudkom náraste došlo k presýteniu trhu – tento pokles sa pripisuje hlavne špekulatívnemu zámeru investorov, čím vo februári 2018 v porovnaní s januárom klesla priemerná mesačná cena kryptomeny Monero v absolútnom vyjadrení o 113,98 XMR/USD (v relatívnom vyjadrení išlo o 30,16 percentný pokles). Tento pokles bol zároveň aj najvyšším poklesom za celé sledované obdobie a teda za celú históriu kryptomeny.

Najväčší relatívny nárast priemernej mesačnej ceny kryptomeny Monero oproti predchádzajúcemu sledovanému obdobiu nastal v septembri 2016. Mesačný nárast predstavoval až 3,2261 násobok priemernej mesačnej ceny, a teda šlo o 222,61 percentný nárast oproti augustu 2016. V absolútnych číslach išlo o nárast z hodnoty 3,2777 na 10,5740, čo predstavuje nárast o 7,2963 XMR/USD.

Najväčší relatívny pokles priemernej mesačnej ceny kryptomeny Monero oproti predchádzajúcemu sledovanému obdobiu nastal v decembri 2018. Medzimesačne išlo o 45,79 percentný pokles oproti novembru 2018. V absolútnych číslach išlo o pokles z hodnoty 89,1174 na 48,313, čo predstavuje pokles o 40,8044 XMR/USD.

Takéto výrazné zmeny v elementárnych charakteristikách kryptomeny Monero, nachádzajú svoje vysvetlenie v poklese a náraste priemerných mesačných cien. Na začiatku vzniku kryptomeny Monero (rok 2014) sa jeho priemerná mesačná cena pohybovala v rozmedzí od 0,50 po 1 USD za 1 jednotku kryptomeny, no v januári 2018 dosiahla hodnotu až 377,8475 USD za 1 jednotku.

V rámci aplikačnej časti sme vypočítali aj priemerný absolútny prírastok a priemerný koeficient rastu. Vďaka nim vieme určiť, ako sa v priemere mesačne menili (rástli alebo klesali) priemerné mesačné ceny za celé sledované obdobie.

Priemerný absolútny prírastok:

$$\bar{d}_t = \frac{y_t - y_1}{t - 1} = \frac{y_{66} - y_1}{66 - 1} = \frac{81,1563 - 1,6576}{65} = 1,2231$$

Priemerný koeficient rastu:

$$\overline{k_t} = \sqrt[t-1]{\frac{y_t}{y_1}} = \sqrt[66-1]{\frac{y_{66}}{y_1}} = \sqrt[65]{\frac{81,1563}{1,6576}} = 1,0617$$

Od vzniku kryptomeny Monero jeho priemerná mesačná cena rástla v priemere o 6,17 percenta, čo v absolútnom vyjadrení predstavuje 1,2231 XMR/USD. Pri takejto interpretácii z pohľadu investora sa kryptomena Monero javí ako ideálna na investovanie. Pre porovnanie komerčné banky ponúkajú na termínovaných účtoch zhodnotenie približne 2 percentá ročne.

3.2.1 Regresná analýza závislosti výmenného kurzu XMR/USD od výmenného kurzu EUR/USD

V tejto časti bakalárskej práce budeme skúmať závislosť výmenného kurzu XMR/USD od výmenného kurzu EUR/USD v období od 1.9.2014 do 1.2.2020. Predpokladáme, že vývoj kurzu EUR/USD ovplyvňuje priamo úmerne vývoj kurzu XMR/USD. V tabuľke 2 sú zobrazené hodnoty výmenných kurzov, ktoré budeme analyzovať. Nezávisle premenná X (vysvetľujúca) predstavuje hodnotu výmenného kurzu EUR/USD a závisle premenná Y (vysvetľovaná) predstavuje hodnotu výmenného kurzu XMR/USD.

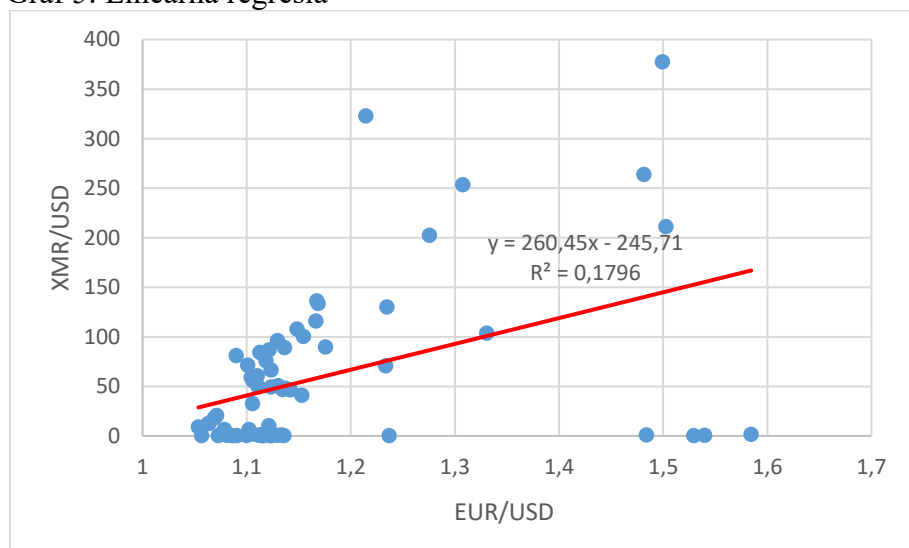
Tabuľka 2: Hodnoty výmenného kurzu EUR/USD a XMR/USD za sledované obdobie

Časová premenná	Rok	EUR/USD	XMR/USD
1	1.9.2014	1,5845	1,6576
2	1.10.2014	1,4839	0,9333
3	1.11.2014	1,5397	0,6018
4	1.12.2014	1,5295	0,4174
5	1.1.2015	1,0568	0,3273
6	1.2.2015	1,1358	0,2892
7	1.3.2015	1,0823	0,6621
8	1.4.2015	1,0810	0,7028
9	1.5.2015	1,1162	0,4896
10	1.6.2015	1,2370	0,4978
11	1.7.2015	1,0999	0,5472
12	1.8.2015	1,1148	0,5786
13	1.9.2015	1,1237	0,4769
14	1.10.2015	1,1224	0,4043
15	1.11.2015	1,0727	0,4242
16	1.12.2015	1,0907	0,4604
17	1.1.2016	1,0868	0,5179
18	1.2.2016	1,1116	0,6855
19	1.3.2016	1,1143	1,2772
20	1.4.2016	1,1336	1,1359
21	1.5.2016	1,1297	0,8813
22	1.6.2016	1,1247	1,3690
23	1.7.2016	1,1060	1,8778
24	1.8.2016	1,1208	3,2777
25	1.9.2016	1,1213	10,5740
26	1.10.2016	1,1021	6,6888
27	1.11.2016	1,0784	6,6876
28	1.12.2016	1,0536	9,1197
29	1.1.2017	1,0632	12,7858
30	1.2.2017	1,0639	12,6472
31	1.3.2017	1,0691	18,0535
32	1.4.2017	1,0713	20,8200
33	1.5.2017	1,1056	32,7327
34	1.6.2017	1,1234	49,6617
35	1.7.2017	1,1529	41,2667
36	1.8.2017	1,2333	70,6820
37	1.9.2017	1,3304	103,9157
38	1.10.2017	1,1758	89,7470
39	1.11.2017	1,2346	130,3095
40	1.12.2017	1,2144	322,9945
41	1.1.2018	1,4993	377,8475
42	1.2.2018	1,4816	263,8724
43	1.3.2018	1,3074	253,5532
44	1.4.2018	1,5028	211,3931
45	1.5.2018	1,2754	202,6418
46	1.6.2018	1,1672	136,4562
47	1.7.2018	1,1687	133,7595
48	1.8.2018	1,1544	100,7193
49	1.9.2018	1,1663	116,0660
50	1.10.2018	1,1483	108,0468
51	1.11.2018	1,1362	89,1174
52	1.12.2018	1,1373	48,3130
53	1.1.2019	1,1420	46,7425
54	1.2.2019	1,1345	47,0031
55	1.3.2019	1,1301	50,6888
56	1.4.2019	1,1234	66,6822
57	1.5.2019	1,1184	76,1255
58	1.6.2019	1,1295	96,4614
59	1.7.2019	1,1215	87,0115
60	1.8.2019	1,1127	84,5048
61	1.9.2019	1,1011	71,4069
62	1.10.2019	1,1058	55,9253
63	1.11.2019	1,1045	59,0795
64	1.12.2019	1,1112	49,8845
65	1.1.2020	1,1102	60,6862
66	1.2.2020	1,0898	81,1563

Zdroj: Excel, vlastné spracovanie

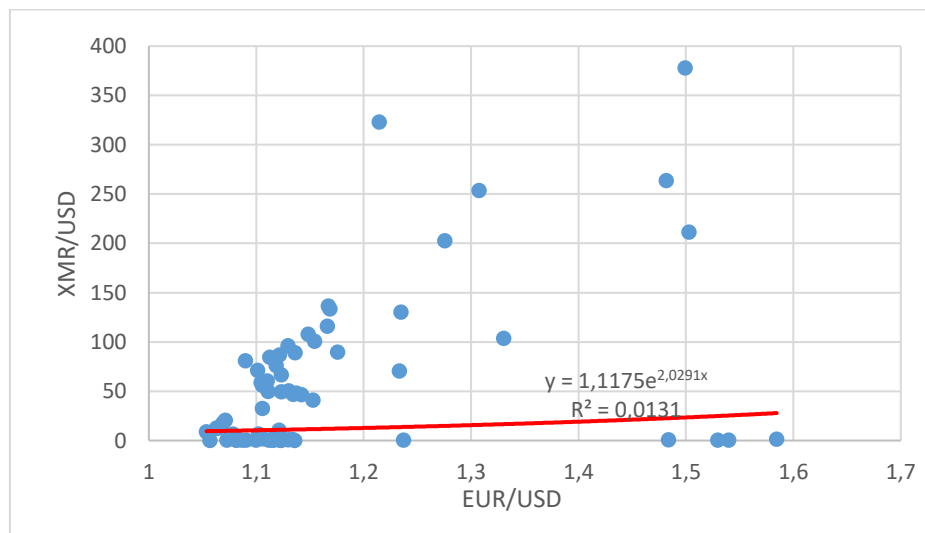
Na skúmanie závislosti výmenného kurzu XMR/USD od výmenného kurzu EUR/USD použijeme lineárnu (graf 5), exponenciálnu (graf 6) a logaritmickú (graf 7) regresnú funkciu. Na jednotlivých grafoch sú zobrazené aj odhadnuté regresné priamky s parametrami a koeficienty determinácie.

Graf 5: Lineárna regresia



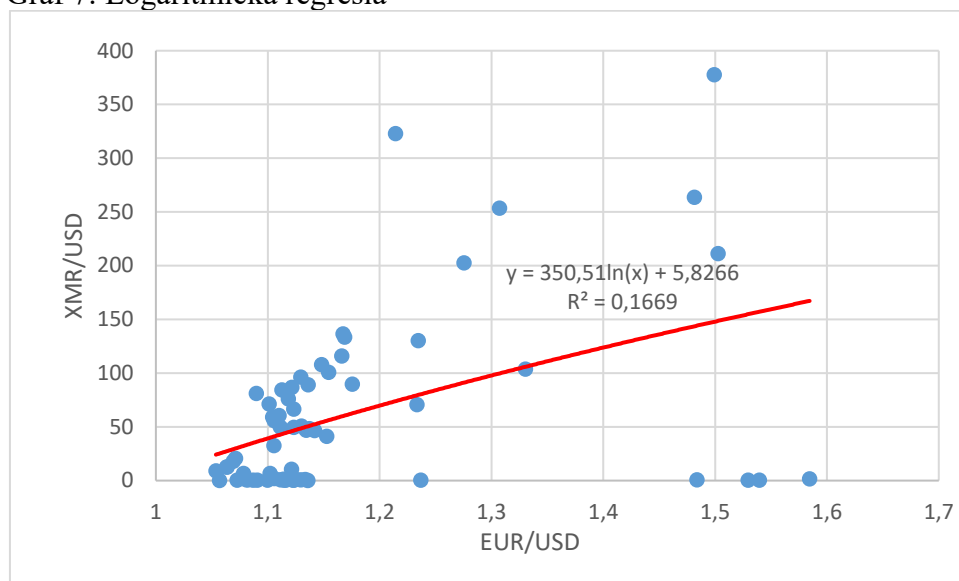
Zdroj: Excel, vlastné spracovanie

Graf 6: Exponenciálna regresia



Zdroj: Excel, vlastné spracovanie

Graf 7: Logaritmická regresia



Zdroj: Excel, vlastné spracovanie

Po vyhodnotení našich 3 grafov a na základe porovnania koeficienta determinácie vieme povedať, že najvhodnejší regresný model na analýzu závislosti medzi výmenným kurzom XMR/USD a EUR/USD je lineárny regresný model, ktorý má najvyššiu hodnotu koeficienta determinácie, ktorý vyjadruje percento variability vysvetlenej daným regresným modelom. Lineárny regresný model použijeme na analýzu skúmanej závislosti výmenných kurzov.

Tabuľka 3: Výstup regresnej analýzy pre lineárnu funkciu

SUMMARY OUTPUT						
Regression Statistics						
Multiple R	0,423753141					
R Square	0,179566724					
Adjusted R Square	0,166747454					
Standard Error	74,02633302					
Observations	66					
ANOVA						
	df	SS	MS	F	Significance F	
Regression	1	76760,01314	76760,01314	14,00756244	0,000391965	
Residual	64	350713,4708	5479,897981			
Total	65	427473,4839				
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%
Intercept	-245,7103102	82,08582507	-2,993334233	0,003918263	-409,6955971	-81,72502325
X Variable 1	260,4479293	69,58884452	3,742667824	0,000391965	121,428231	399,4676276

Zdroj: Excel, vlastné spracovanie

V tabuľke 3 je výstup lineárnej regresnej analýzy, ktorý je zložený z troch častí. Prvou časťou je výstup korelačnej analýzy, v druhej časti je výstup ANOVA (analýza rozptylu) a tretia časť je výstup regresnej analýzy. Touto časťou začneme interpretácie výsledkov.

Odhadnutá lineárna regresná funkcia má tvar:

$$\hat{y} = - 245,71 + 260,45 x$$

Hodnota Intercept (b_0) - 245,71 hovorí o tom, že keby bola nulová hodnota kurzu EUR/USD, tak hodnota kurzu XMR/USD by bola - 245,71 XMR/USD, čiže to nemá logickú interpretáciu. X Variable 1 (b_1) 260,45 znamená, že ak sa hodnota výmenného kurzu EUR/USD zvýši o jednu mernú jednotku, čiže o jedno EUR/USD, tak hodnota kurzu XMR/USD vzrastie o 260,45 XMR/USD. V tejto časti výstupu sú testované nulové hypotézy o významnosti lokujúcej konštanty a regresného koeficienta. Nulová hypotéza tvrdí, že príslušný parameter je štatisticky nevýznamný a alternatívna, že je štatisticky významný. P-value je p-hodnota. Ak je táto hodnota menšia ako hladina významnosti 0,05, zamietame nulovú hypotézu. V našom prípade je táto hodnota pri lokujúcej konštante 0,0039 a pri regresnom koeficiente 0,0004, čiže v oboch prípadoch je menšia ako 0,05, čiže obidva parametre sú štatisticky významné. Posledné dva stĺpce zobrazujú hranicu 95 % intervalu spoľahlivosti pre jednotlivé parametre. Regresný koeficient sa s 95 % pravdepodobnosťou nachádza v intervale od 121,43 do 399,47 XMR/USD.

Prvá časť výstupu obsahuje výsledky korelačnej analýzy. Multiple R je koeficient korelácie **R**, jeho hodnota 0,42 znamená, že medzi výmenným kurzom EUR/USD a XMR/USD je priama stredne silná lineárna závislosť. R Square je koeficient determinácie **R²**, jeho hodnota 0,1796 vyjadruje, že daným lineárnym regresným modelom vieme vysvetliť 17,96 % variability závislej premennej Y (výmenného kurzu XMR/USD), zvyšných 82,04 % pripíšeme pôsobeniu náhodných vplyvov a iných faktorov nezarađených modelu. Adjusted R Square je upravený koeficient determinácie, ktorý zohľadňuje počet odhadovaných parametrov a rozsah výberového súboru. Standard Error je štandardná chyba odhadu regresnej priamky. Observations je rozsah výberového súboru, čiže v našom prípade 66 pozorovaní.

Druhá časť je ANOVA (analýza rozptylu), ktorá testuje nulovú hypotézu (regresný model nie je štatisticky významný) oproti alternatívnej hypotéze (regresný model je štatisticky významný). Ako testovacia štatistika sa používa F test. O zamietnutí nulovej hypotézy sa rozhodujeme na základe Significance F (významnosť F). Ak je hodnota menšia ako testovaná hladina významnosti 0,05 ($0,0004 < 0,05$), zamietame nulovú hypotézu, z čoho vyplýva, že regresný model je štatisticky významný.

Výber najvhodnejšieho modelu sme urobili porovnaním hodnôt koeficienta determinácie R^2 . Hodnota je najvyššia pri lineárnej regresnej funkcii, na základe testu ANOVA nám vyšiel regresný model ako celok štatistiky významný aj obidva parametre sú štatisticky významné, takže môžeme túto funkciu považovať za najvhodnejšiu na vysvetlenie závislosti výmenného kurzu XMR/USD od výmenného kurzu EUR/USD.

Záver

Monero patrí medzi najpoužívanejšie kryptomeny. Nebola to síce prvá kryptomena na svete (za originálnu a prvú kryptomenu sa považuje Bitcoin), no podľa mňa je Monero zaujímavejšie pre svojich používateľov ako iné kryptomeny, a to vďaka tomu, že svojim používateľom zabezpečuje anonymitu pri platbách. Neodmysliteľnou súčasťou kryptomien sa stalo aj obchodovanie s nimi s cieľom dosiahnutia zisku, nielen ich existencia ako alternatívneho platidla.

V prvej kapitole bakalárskej práce sme definovali pojmy zo sveta kryptomien, ich historický vývoj, používateľov a aj ich ťaženie. Ďalej sme sa zaoberali systémom fungovania kryptomien a porovnaním tohto systému s centrálnym riadeným systémom.

V druhej kapitole sme stanovili hlavný cieľ a metodiku práce. Hlavným cieľom bolo zistiť, či zmena kurzu Euro/Dolár vplyva na vývoj cien kryptomeny Monero. Na analýzu kryptomeny Monero sme využili absolútny prírastok, priemerný absolútny prírastok, koeficient rastu, priemerný koeficient rastu, relatívny prírastok, priemerný relatívny prírastok a na zistenie závislosti sme využili regresnú a korelačnú analýzu.

V tretej kapitole sme pomocou elementárnych charakteristík časových radov zisťovali, ako sa vyvíjala kryptomena Monero. Najväčšiu mesačnú absolútnu zmenu sme zaznamenali v decembri 2017 kedy došlo k nárastu priemernej ceny až o 192,69 XMR/USD (v relatívnom vyjadrení išlo o 147,87 percentný nárast), vo februári 2018 klesla priemerná mesačná cena kryptomeny Monero v absolútnom vyjadrení o 113,98 XMR/USD (v relatívnom vyjadrení išlo o 30,16 percentný pokles). Najväčší relatívny nárast priemernej mesačnej ceny kryptomeny Monero nastal v septembri 2016. Mesačný nárast predstavoval až 3,2261 násobok priemernej mesačnej ceny, a teda šlo o 222,61 percentný nárast oproti augustu 2016. V absolútnych číslach išlo o nárast z hodnoty 3,2777 na 10,5740, čo predstavuje nárast o 7,2963 XMR/USD. Najväčší relatívny pokles priemernej mesačnej ceny kryptomeny Monero nastal v decembri 2018. Medzimesačne išlo o 45,79 percentný pokles oproti novembru 2018. V absolútnych číslach išlo o pokles z hodnoty 89,1174 na 48,313, čo predstavuje pokles o 40,8044

XMR/USD. Taktiež sme aplikovali regresnú analýzu. Počítali sme ju pomocou programu MS Excel funkcie Regression. Na výpočet sme použili tabuľku so vstupnými údajmi výmenného kurzu EUR/USD a XMR/USD v období od 1.9.2014 do 1.2.2020. Kde nezávislá premenná X (vysvetľujúca) predstavuje hodnotu výmenného kurzu EUR/USD a závislá premenná Y (vysvetľovaná) predstavuje hodnotu výmenného kurzu XMR/USD. Po zobrazení jednotlivých grafov a porovnaní koeficientu determinácie sme dospeli k názoru, že lineárna regresná funkcia najlepšie vyjadruje skúmanú závislosť. Odhadnutá lineárna regresná funkcia má tvar: $\hat{y} = -245,71 + 260,45 x$. Ak sa hodnota výmenného kurzu EUR/USD zvýši o jednu mernú jednotku, čiže o jedno EUR/USD, tak hodnota kurzu XMR/USD vzrastie o 260,45 XMR/USD. Na základe analýzy rozptylu sme zistili, že daný regresný model je štatisticky významný a aj jeho obidva parametre sú štatisticky významné, čiže môžeme pomocou neho skúmať závislosť medzi výmenným kurzom XMR/USD a EUR/USD. Pomocou koeficienta korelácie sme zistili, že medzi skúmanými premennými je stredne silná lineárna závislosť. Pomocou lineárneho regresného modelu vieme však vysvetliť iba 17,96 % variability závislej premennej Y (výmenného kurzu XMR/USD), zvyšných 82,04 % pripíšeme pôsobeniu náhodných vplyvov a iných faktorov nezarađených modelu. Takže by bolo vhodné ďalej skúmať, ktoré faktory ešte vplývajú na výmenný kurz XMR/USD.

Zoznam použitej literatúry

- [1] EUROPEAN CENTRAL BANK (2017). *Čo sú to peniaze?* [online]. ECB. Dostupné na: https://www.ecb.europa.eu/explainers/tell-me-more/html/what_is_money.sk.html.
- [2] EUROPEAN CENTRAL BANK (2015). *Virtual currency schemes – a further analysis*. ECB. ISBN 978-92-899-1560-1.
- [3] FAULKNER, J. (2016). *Getting started with Cryptography in NET*. BookRix. ISBN 9783739635071.
- [4] FINANCIAL ACTION TASK FORCE (2014). *Virtual Currencies*. [online]. FATF. Dostupné na: <http://www.fatf-gafi.org/media/fatf/documents/reports/Virtual-currency-key-definitions-and-potential-aml-cft-risks.pdf>.
- [5] HANČLOVÁ, J. – TVRDÝ, L. (2003). *Úvod do analýzy časových radov*. [online]. Ostrava. Dostupné na: https://www.fd.cvut.cz/departament/k611/PEDAGOG/VSM/7_AnalyzaCasRad.pdf.
- [6] HARTMAN, O. (2018). *Začíname na burze*. BIZBOOKS. ISBN 9788026507802.
- [7] HOUBEN, R. – SNYERS, A. (2018). *Crypto currencies and block chain*. European Parliament. ISBN 978-92-846-3200-8.
- [8] LITSCHMANNOVÁ, M. (2011). *Úvod do štatistiky*. [online]. Ostrava. Dostupné na: <http://mi21.vsb.cz/modul/uvod-do-statistiky>.
- [9] WOWZA (2018). *The Peer-to-Peer (P2P) Solution*. [online]. Colorado. Dostupné na: <https://www.wowza.com/resources/guides/p2p-unicast-streaming>
- [10] PACÁKOVÁ, V. a kol. (2003). *Štatistika pre ekonómov*. Bratislava: JURA EDITION, 2003. 358 s. ISBN 80-89047-74-2.