

# Korelacije vrednosti najpomembnejših kripto valut

Prejeto 4. 2. 2020 / Sprejeto 12. 2. 2020

Znanstveni prispevek

UDK 336.74:004

**KLJUČNE BESEDE:** kripto valute, korelacija vrednosti, bitcoin, ethereum, ripple, litecoin, tehnologija veriženja blokov, korelacijski koeficient

**POVZETEK** - V članku raziskujemo stopnjo korelacije med desetimi najpomembnejšimi kripto valutami po tržni kapitalizaciji v začetku leta 2020. V raziskavo so vključeni podatki zadnjih treh let (od začetka leta 2017 pa skoraj do konca leta 2019). Zanimajo nas stopnje korelacij parov kripto valut za celotno obdobje njihovega obstoja, pri čemer so se nekatere kripto valute, vključene v raziskavo, pojavile šele v drugi polovici leta 2017. Nadalje v članku raziskujemo razlike v stopnjah korelacij med najpomembnejšimi kripto valutami v obdobjih rasti cen (bikovski trend) in padanja cen (medvedji trend). V tem okviru nas zanima, ali odstopanja obstajajo, in če, kako velika so. Za analizo korelacij uporabljamo statistično metodo Pearsonov koeficient korelacije, ki ga v izbranih obdobjih izračunavamo na podlagi zaključnih, dnevnih cen trgovanja. Rezultati raziskave potrjujejo predhodne raziskave drugih avtorjev in splošno prepričanje v javnosti, da je večina kripto valut med seboj močno ali vsaj zmerno povezanih. Ugotavljamo, da so v splošnem alternativne kripto valute v močnejši korelaciji med seboj kot pa z bitcoinom, z izjemami. Za obdobje rasti cen je značilna višja stopnja povezanosti bitcoina z ostalimi kripto valutami glede na povprečje, za obdobje padca cen pa nižja. Vsa v raziskavi navedena spoznanja lahko uporabimo tako pri načrtovanju portfelja kripto valut kot pri dolgoročnem trgovanju z njimi.

Received 4. 2. 2020 / Accepted 12. 2. 2020

Scientific article

UDC 336.74:004

**KEY WORDS:** cryptocurrency, value correlation, Bitcoin, Ethereum, Ripple, Litecoin, Blockchain, correlation coefficient

**ABSTRACT** - The article explores the degree of correlation between the ten most important cryptocurrencies after market capitalization in early 2020. The research focuses on a period of almost three years (from the beginning of 2017 to almost the end of 2019). We are interested in the correlation rates of cryptocurrency pairs for the entire period of their existence, with some of the cryptocurrencies, included in the survey, only appearing in the second half of 2017. Further, the article explores the differences in the correlation rates between the most important cryptocurrencies during periods of rising prices (bullish trend) and falling prices (bearish trend). In this context, we are interested in whether deviations exist, and if so, how big they are. For the analysis of correlations, we use the statistical method of Pearson's correlation coefficient, which is, in selected periods, calculated on the daily closing trading prices. The research results confirm previous researches by other authors and the general public belief that most cryptocurrencies are strongly or at least moderately correlated. In general, alternative cryptocurrencies are more strongly correlated with each other than with Bitcoin, with some exceptions. The period of rising prices is characterized by a higher degree of correlation between Bitcoin and other cryptocurrencies relative to the average, while in the period of falling prices, the correlation is lower. All the lessons learned in the research can be used both in the planning of the cryptocurrency portfolio and in the long-term trading.

## 1 Uvod

Trg kripto valut se je v letu 2019 po velikem padcu, ki smo mu bili priča leto prej, potem ko je konec leta 2017 dosegel svoj vrh, počasi pobral. Čeprav je v prvi polovici leta 2019 kazalo, da je medvedji trend samo še bled spomin, nas je druga polovica leta

opomnila, da je stanje na trgu vse prej kot stabilno. V prihodnosti tako ne gre pričakovati, da se bo nadaljevala neprestana rast kripto valut, na katero smo se nehote navadili v letih 2016 in 2017, ko je mejo predstavljalo samo »nebo«. Boleča streznitev, ki jo je prinesel več kot 80-odstotni padec vrednosti najpomembnejših kripto valut v letu 2018, je pregnala marsikaterega vlagatelja, vse bolj pa se je razširilo tudi prepričanje, da ne gre za nič drugega kot še za eno, doslej največjo Ponzijevo shemo. Mnenja o tem so deljena, v strokovnih krogih se odvija burna razprava, šele čas pa bo pokazal, kdo ima prav glede prihodnosti kripto valut. Dejstvo pa je, da je tehnologija veriženja blokov tukaj, med nami, tudi bo ostala, na nas pa je, da jo učinkovito izkoristimo za nove projekte. Prva evforija je torej za nami, po obdobju streznitve smo danes priča iskanju novih idej in priložnosti.

Dandanes kripto valuta bitcoin močno diktira splošno razpoloženje na trgu kripto valut, saj predstavlja več kot 70 odstotkov celotne tržne kapitalizacije (TradingView, 2020). To mu daje nesporno vodilno vlogo in zdi se, da mu ostale kripto valute zgolj sledijo, pri čemer pa same od sebe niso sposobne ubrati svoje lastne, neodvisne poti. Namen članka je raziskati korelacije med kripto valutami z največjo tržno kapitalizacijo v začetku leta 2020: bitcoin, ethereum, ripple, bitcoin cash, litecoin, eos, binance coin, stellar, cardano in tron. V raziskavo smo vključili podatke zadnjih treh let (od začetka leta 2017 pa skoraj do konca leta 2019), pri čemer so se nekatere kripto valute, vključene v raziskavo, pojavile šele v drugi polovici leta 2017.

Zanimajo nas stopnje korelacij parov kripto valut za celotno obdobje njihovega obstoja in razlike v stopnjah korelacij v obdobjih rasti cen (bikovski trend) in padanja cen (medvedji trend). Iz raziskave smo izključili valuti tether in bitcoin sv, ki sicer zavzemata četrto in šesto mesto, namesto njiju smo vključili kripto valuti cardano in tron, ki zasedata enajsto in dvanajsto mesto. Tether (Investopedia, 2019b) je namreč poseben tip kripto valute, imenovan stabilni kovanec. Njegov osnovni namen je ohranjanje stabilnosti cen kripto valut, kar je povsem v nasprotju z lastnostmi klasičnih kripto valut, za katere je značilna visoka volatilitnost. S tega vidika ne moremo pričakovati kakršne koli korelacije med kripto valuto tether in ostalimi, saj se njegova vrednost skoraj ne spreminja. Razlog za izločitev kripto valute bitcoin sv pa je kratek čas njenega obstoja, saj je nastala kot trda delitev valute bitcoin cash šele novembra leta 2018 (Investopedia, 2020), tako da s tega vidika bistveno odstopa od ostalih v raziskavo vključenih kripto valut. Prekratko obdobje preprečuje izvedbo ustrezne statistične analize za namen članka, saj je njegov primarni cilj obravnava stopnje korelacij za daljše časovno obdobje.

Na svetovnem spletu lahko najdemo več analiz, ki se ukvarjajo z ocenjevanjem stopnje korelacij med posameznimi pari kripto valut, pri čemer le-te vključujejo različna časovna obdobja (večinoma od enega meseca do enega leta). Splošna ugotovitev je, da obstaja razmeroma visoka stopnja korelacije med njimi, kar seveda ni presenetljivo. Za razliko od omenjenih analiz, ki so bolj kratkoročne narave, se naša raziskava osredotoča na daljše časovno obdobje (skoraj treh let), ob tem pa podrobneje proučimo še stopnje korelacij med najpomembnejšimi kripto valutami v času rasti in v času padanja cen.

## 2 Kripto valute

Kripto valuta je definirana kot digitalna oziroma virtualna valuta, ki uporablja kriptografske algoritme za zagotavljanje varnosti. Večina kripto valut temelji na tehnologiji veriženja blokov. Le-ta omogoča izgradnjo razpršenih sistemov za izvajanje valutnih transakcij in vzdrževanje knjige stanj. Kripto valute niso izdane s strani klasičnih finančnih institucij, kot so npr. banke (čeprav se danes vse več bank spogleduje z njimi), kar naj bi jih delalo imune na vmešavanje in manipulacijo s strani vladnih organov posameznih držav (Investopedia, 2019). Nastanek prve kripto valute, bitcoina, sega v začetek leta 2009. Velik uspeh bitcoina je kmalu spodbudil nastanek številnih novih kripto valut, tako da imamo danes, januarja leta 2020, možnost trgovati z več tisoč kripto valutami s skupno kapitalizacijo več kot 240 milijard dolarjev (Coinmarketcap, 2020).

Raziskave kažejo, do se bo vpliv kripto valut na globalno ekonomijo v prihodnosti večal. Napoved je pogojena z več dejavniki, pri čemer so najpomembnejši obseg uporabe kripto valut kot nadomestka klasičnih, vzpostavitev ustrezne zakonodaje in nadaljnji razvoj tehnologije veriženja blokov (Seetharaman in sod., 2017). Na priljubljenost kripto valut, predvsem bitcoina, v največji meri vpliva rast njegove vrednosti v preteklem desetletju, ki je bila posledica vse večjega povpraševanja (Ciaian, Rajcaniova in Kancs, 2015). Pri tem ne gre zanemariti tudi vloge družbenih medijev (spletni forumi, portali, družbena omrežja itd.), katerih klima je pomemben napovedovalec pri določanju vrednosti bitcoina in drugih kripto valut (Mai in ostali, 2018).

Osnovna ideja kripto valut je poenostavitev prenosa sredstev med strankami, ob tem pa za potrjevanje transakcij ni potrebe po neki centralni instituciji (npr. banki ali podjetju za plačevanje s kreditnimi karticami). Varnost transakcij je zagotovljena z uporabo algoritmov asimetričnega kriptiranja. Sodobne kripto valute za svoje delovanje uporabljajo tehnologijo javnega in privatnega ključa, tako je posamezna denarnica stranke identificirana z naslovom javnega ključa, zasebni ključ pa je namenjen podpisovanju transakcij in dostopu do denarnice same. Transakcije se izvajajo z minimalnimi stroški obdelave in potrjevanja, kar strankam omogoča, da se izognejo visokim provizijam, ki jih večina bančnih in finančnih institucij zaračuna za nakazila. Pomembna prednost je tudi hitrosti izvajanja samih transakcij, saj se le-te zaključijo neprimerno hitreje kot v primeru klasičnih, bančnih prenosov sredstev, predvsem na mednarodni ravni, ko transakcije med bankami običajno trajajo več delovnih dni.

Danes so najpomembnejše kripto valute glede na tržno kapitalizacijo sledeče (Coinmarketcap, 2020):

- Bitcoin (BTC): prva kripto valuta, ki je nastala leta 2009 kot pilotni projekt, ki je sledil idejam, zapisanim v članku z naslovom »Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System« (Nakamoto, 2008), ki ga je napisal še do danes neznani avtor pod psevdonimom Satoshi Nakamoto. Tako kot za vse ostale kripto valute velja, da bitcoin ne obstaja v fizični obliki, gre zgolj za zapis stanja oziroma zaporedja transakcij (knjiga transakcij), ki se hranijo v porazdeljenem sistemu bitcoin omrežja. To isto omrežje skrbi tudi za potrjevanje transakcij (v povprečju na vsakih 10 mi-

nut), za kar se uporabljajo zgoščevalne (hash) funkcije (algoritem SHA-2). Postopek potrjevanja transakcij imenujemo rudarjenje (vsak potrjen blok rudarju, ki ga je potrdil, prinese določeno število novih bitcoinov, trenutno 12,5 BTC, nagrada se bo predvidoma v maju leta 2020 razpolovila).

- Ethereum (ETH): odprtokodna, javna, na tehnologiji veriženja blokov zasnovana platforma, ki omogoča sklepanje in izvajanje pametnih pogodb, nastala je julija leta 2015 (Buterin, 2014). Ether (ETH) je kripto valuta, katere verigo blokov generira platforma ethereum, uporablja pa se za plačevanje storitev znotraj nje. Za razliko od bitcoin sistema, ki je v prvi vrsti namenjen zgolj podpori kripto valuti bitcoin in nima zmožnosti izvajanja drugih aplikacij, ima ethereum vgrajen zmogljiv ethereum navidezni stroj (EVM), ki programerjem omogoča izvajanje aplikacij (pametnih pogodb) v različnih programskih jezikih na platformi. Pametne pogodbe, kot jih definira ethereum, so pogodbe, zapisane v obliki računalniške kode in shranjene v verigi blokov razpršene evidence. Programska koda se izvrši, ko nastopijo vnaprej predvideni dogodki, kar pomeni, da se tudi same pogodbe (med dvema ali več stranmi) izvršijo samodejno.
- Ripple (XRP): digitalni plačilni protokol, ki deluje na odprtokodni in decentralizirani platformi, ki omogoča neoviran prenos denarnih sredstev v kakršni koli obliki (klasične ali kripto valute). Za razliko od bitcoina, ripple ne uporablja koncepta rudarjenja za potrjevanje transakcij, temveč porazdeljeni mehanizem soglasja, v katerega je vključeno omrežje strežnikov. Z izvedbo ankete se strežniki ali vozlišča v omrežju soglasno odločajo o veljavnosti in verodostojnosti vsake posamezne transakcije. Mehanizem omogoča karseda hitro potrditev (v nekaj sekundah) transakcij brez kakršnega koli osrednjega organa. Transakcije v sistemu ripple se zaračunavajo z uporabo kripto valute XRP, kar je tudi njen osnovni namen, v manjši meri pa se je uveljavila tudi kot plačilno sredstvo za druge storitve. Uporaba plačilnega sistema ripple je tako v prvi vrsti v domeni bank (Investopedia, 2019a).
- Bitcoin cash (BCH): kripto valuta, izdana v avgustu leta 2017, je nastala kot trda delitev omrežja bitcoin, pri čemer je največja novost v povečanju velikosti bloka transakcij (bitcoin je omejen na 1 MB, bitcoin cash pa omogoča do 8 MB velike bloke). Bitcoin cash prinaša nižje provizije in hitrejše transakcije, kar naj bi sledilo prvotni viziji kripto valute bitcoin, torej je alternativno plačilno sredstvo in ne naložbeno sredstvo, za kar se bitcoin večinoma uporablja danes.
- Litecoin (LTC): ena prvih tako imenovanih alternativnih kripto valut (altcoin). Nastal je leta 2011 (njegov avtor je Charles Lee, bivši programer podjetja Google) kot delitev osnovnega bitcoin odjemalca z namenom izboljšati karakteristike delovanja bitcoina. V svojih temeljih je tako nadvse podoben bitcoinu, pri čemer se za potrjevanje posameznega bloka v povprečju potrebuje 2,5 minute (prednost hitrejšega izvajanja transakcij), za razliko od bitcoina uporablja zgoščevalno funkcijo Script, število vseh kovancev pa je omejeno na 84 milijonov (Coindesk, 2019).
- Eos (EOS): EOS.IO je decentraliziran operacijski sistem, ki temelji na tehnologiji veriženja bokov in je zasnovan za ustvarjanje, gostovanje in podporo decentraliziranim avtonomnim aplikacijam. Njegova lastna kripto valuta EOS je namenjena

plačevanju storitev, ki jih platforma ponuja. Decentralizirane avtonomne aplikacije se lahko uporabljajo za komercialni ali individualni namen, njihovo delovanje je podobno delovanju spletnih aplikacij. Platforma EOS podpira vse potrebne funkcije za razvoj, gostovanje in uporabo aplikacij, kot so zagotavljanje varnega dostopa in overjanja, dodeljevanje dovoljenj, shranjevanje podatkov, upravljanje uporabe in komunikacija med aplikacijami in internetom (Investopedia, 2018a).

- **Binance coin (BNB):** kripto valuta, izdana s strani danes najpopularnejše kripto menjalnice Binance v okviru projekta ICO za zagonsko zbiranje sredstev julija leta 2017. Izvaja se na platformi Ethereum, narejena je po standardu ERC 20, omejena pa na 200 milijonov žetonov. Je osnova za plačevanje različnih storitev, ki jih omogoča menjalnica Binance, predvsem trgovalnih in menjalniških provizij, pa tudi provizij za kotizacijo in ostalih pristojbin (Investopedia, 2018).
- **Stellar (XML):** je odprtokodna platforma za izvajanje plačil, podobna platformi ripple, saj sta obe na začetku uporabljali enak plačilni protokol. Do trde delitve je prišlo že leta 2014, pri čemer je platforma stellar odprtokodni projekt, medtem ko je ripple zaprt sistem. Platformi tudi naslavljata različne uporabnike. Ripple tako sodeluje predvsem z uveljavljenimi bančnimi institucijami in konzorciji, da bi racionalizirali njihovo tehnologijo mednarodnih prenosov. V nasprotju s tem je stellar osredotočen na trge v razvoju in ima več primerov uporabe svoje tehnologije, vključno z denarnimi nakazili in razdelitvijo bančnih posojil med nebančne stranke. Platformo stellar tvori mreža decentraliziranih strežnikov s porazdeljeno knjigo računov, ki se posodablja v povprečju na 2–5 sekund. Stellar, za razliko od bitcoin omrežja, uporablja drugačen mehanizem konsenza, saj se pri odobritvi transakcij ne zanaša na celotno omrežje. Namesto tega uporablja algoritem, imenovan Federativni bizantinski sporazum, ki omogoča hitrejšo obdelavo transakcij, saj uporablja le del omrežja za odobritev in potrditev transakcij (Investopedia, 2019c).
- **Cardano (ADA):** je prvi na svetovni ravni recenziran projekt, temelječ na tehnologiji veriženja blokov. Projekt združuje mrežo akademikov in znanstvenikov z različnih univerz (Edinburg, Tokio itd.), ki vse protokole pred izdajo natančno pregledajo. Cardano je platforma tretje generacije, ki omogoča vzpostavljanje pametnih pogodb (analogno platformi ethereum), storitve pa se plačujejo z istoimensko kripto valuto. Ključna komponenta platforme je algoritem za potrjevanje transakcij Ouroboros, ki uporablja mehanizem konsenza, imenovan Proof of stake (dokazilo o vložku), za razliko od npr. omrežij bitcoin in ethereum, ki uporabljata mehanizem Proof of work (dokazilo o delu). Prednost algoritma Ouroboros je manjša poraba energije in hitrejša izvedba transakcij, če ga primerjamo s primerljivimi platformami (predvsem ethereum), pri čemer pa nanj leti tudi kar nekaj kritik, povezanih s predpostavkami, na katerih je osnovan (Investopedia, 2019d).
- **Tron (TRX):** je decentralizirana platforma, utemeljena na tehnologiji veriženja blokov, katere cilj je zgraditi odprt, globalni sistem za zabavo z digitalnimi vsebinami. Tehnologija porazdeljenega shranjevanja vsebin omogoča enostavno in stroškovno učinkovito delitev in izmenjavo kakršnih koli digitalnih vsebin. Tron poskuša premostiti vrzel med ustvarjalci vsebin in potrošniki z odpravo posredni-

kov. Rezultat je splošno znižanje stroškov za potrošnika in večja možnost izbire vsebin, obenem pa ustvarjalcem zagotavlja višje prihodke (Investopedia, 2019e).

### 3 Pregled obstoječih raziskav

Že hiter pregled osnovnih grafov cen kapitalsko najmočnejših kripto valut daje vtis, da so medsebojno soodvisne oziroma sledijo najpomembnejši kripto valuti – bitcoinu. Na spletu najdemo več analiz, ki z uporabo statistične metode korelacijskega koeficienta ta vtis v veliki meri tudi znanstveno potrjujejo. Tako npr. spletna stran Hackernoon (Hackernoon, 2018) izpostavlja, da je stopnja korelacije med bitcoinom in drugimi kripto valutami rastla vse od začetka leta 2017 in se stabilizirala sredi leta 2018, visoko rast korelacije potrjuje tudi raziskava, ki jo je opravil Cermak (Cermak, 2019) in izpostavlja manjšo povezanost med kripto valutami, ki za potrjevanje transakcij uporabljajo tako imenovan Proof of Work mehanizem, glede na kripto valute, ki uporabljajo druge mehanizme za doseganje konsenza. Do podobnih zaključkov pride raziskava, objavljena na [cryptodigestnews.com](http://cryptodigestnews.com) (Cryptodigestnews, 2018), ki kot osnovo vzame podatke o vrednostih desetih najpomembnejših kripto valut za vsako posamezno leto (od 2016 do 2018) in nazorno pokaže višanje stopnje medsebojne korelacije. Zadnja analiza, opravljena s strani Binace Research (Binance Research, 2020), pa navaja, da tudi v letu 2019 še vedno obstaja razmeroma visoka stopnja pozitivne korelacije med 20 najpomembnejšimi kripto valutami, večina razmerij presega koeficient 0,5. Raziskava se nadalje osredotoča na analizo razmerij med stopnjami korelacij v posameznih četrletjih preteklega leta. Največja sprememba korelacij se je zgodila v tretjem četrletju leta 2019, kar nakazuje, da bi bile lahko kripto valute med seboj močnejše korelirane ob neugodnem gibanju tržnih cen in manj korelirane ob premikih navzgor ali vstran.

Do zanimivih spoznanj lahko pridemo, brez lastne podrobne analize, tudi z uporabo grafov na spletni strani [coinmetrics.io](http://coinmetrics.io) (coinmetrics, 2020). Le-ta nam omogoča, da za izbrano časovno obdobje, koeficient korelacije (Spearman, Pearson) in obdobje, vključeno v izračun koeficienta (90, 180 ali 360 dni), dobimo grafično predstavitev moči korelacije med posameznimi pari kripto valut. Analiza grafov potrjuje predhodne ugotovitve, ob tem pa je moč zaznati rahel upad moči povezanosti v letu 2019. Zanimiva je tudi spletna stran [cryptowat.ch](http://cryptowat.ch) (cryptowat, 2020), ki prav tako omogoča interaktiven vpogled v korelacije med izbranimi kripto valutami, pri čemer so podatki podani v tabelarični obliki.

### 4 Metodologija

Izračun stopnje korelacije med posameznimi pari kripto valut temelji na statistični metodi Pearsonov koeficient korelacije. Je najpogosteje uporabljena mera linearne povezanosti dveh številskih spremenljivk, zahteva uporabo vsaj intervalnega tipa obeh

analiziranih spremenljivk in njihovo linearno povezanost. Koeficient zavzame vrednosti med  $-1$  in  $1$ , izračunamo ga s kovarianco in standardnimi odkloni obeh spremenljivk. Pearsonov koeficient korelacije podaja odgovor na vprašanje, ali linearna povezanost med spremenljivkama sploh obstaja, in če je odgovor pritrديلen, kako močna je ta povezanost. Opravka imamo z dvema vrstama povezanosti (Statistik, 2019):

Positivna povezanost obstaja takrat, kadar so vrednosti tako prve ( $x$ ) spremenljivke kot tudi druge ( $y$ ) spremenljivke visoke oz. nizke. Tedaj je koeficient pozitiven in blizu  $1$ .

Negativna povezanost obstaja takrat, kadar so vrednosti prve ( $x$ ) spremenljivke visoke in vrednosti druge ( $y$ ) spremenljivke nizke oz. obratno. Tedaj je koeficient negativen in blizu  $-1$ .

Za določanje moči povezanosti spremenljivk uporabljamo lestvico vrednosti Pearsonovega koeficienta korelacije (Statistik, 2019):

- $0,00$ : ni povezanosti,
- $0,01-0,19$ : neznatna povezanost,
- $0,20-0,39$ : nizka/šibka povezanost,
- $0,40-0,69$ : srednja/zmerna povezanost,
- $0,70-0,89$ : visoka/močna povezanost,
- $0,90-0,99$ : zelo visoka/zelo močna povezanost,
- $1,00$ : popolna (funkcijska) povezanost.

Podatke o vrednostih petih najpomembnejših kripto valut smo prevzeli s spletne strani CoinMarketCap (CoinMarketCap, 2020), ki podaja arhiv povprečja cen za vse kripto valute, s katerimi se trguje v kripto menjalnicah. Arhiv vključuje dnevne vrednosti/cene ob začetku in zaključku posameznega dne, najvišjo in najnižjo doseženo dnevno vrednost, volumen transakcij in tržno kapitalizacijo. S kripto valutami se trguje 24 ur na dan, skozi vse leto, kar pomeni, da nimamo neposredno opravka z začetno in končno vrednostjo trgovanja, kot je to v primeru trgovanja na klasičnih borzah, temveč ti dve vrednosti zgolj predstavljata podatek o ceni kripto valute na določeni časovni preseki (zaključna cena predhodnega dne in začetna cena naslednjega dne sta enaki). Za potrebe naše raziskave smo uporabili zaključne cene kripto valut s časovnim intervalom enega dne, glede na zastavljena raziskovalna vprašanja pa smo pri izračunu korelacij ustrezno spreminjali obdobje obravnave.

## 5 Rezultati in razprava

Tabele 1, 2 in 3 prikazujejo rezultate izračuna Pearsonovih koeficientov korelacij med najpomembnejšimi kripto valutami za izbrana obdobja:

- Tabela 1: obdobje od začetka leta 2017 do zadnjega lokalnega dne, torej od 1. 1. 2017 do 17. 12. 2019. Valute bitcoin cash, eos, binance coin, cardano in tron so se na kripto menjalnicah pojavile šele tekom leta 2017, zato so v izračunih upoštevane vrednosti od datuma začetka kotizacije.
- Tabela 2: dve obdobji rasti, in sicer od 1. 1. 2017 do 16. 12. 2017, ko je bitcoin

dosegel svojo najvišjo vrednost, ter od 16. 12. 2018 do 27. 6. 2019, ko je bitcoin dosegel zadnji lokalni vrh.

- Tabela 3: dve obdobji padca, in sicer od 17. 12. 2017 do 15. 12. 2018, ko je bitcoin dosegel lokalno dno v letu 2018, ter od 28. 6. 2019 do 17. 12. 2019, ko je bitcoin dosegel zadnje lokalno dno.

Če vzamemo za predpostavko, da ima bitcoin zaradi svoje tržne kapitalizacije največji vpliv na trg kripto valut, rezultate najprej analiziramo z vidika korelacije bitcoina z ostalimi kripto valutami. Rezultati analize celotnega obdobja nakazujejo močno povezanost bitcoina z valuto litecoin, medtem ko so se ostale izkazale kot zmerno povezane (pri čemer prednjačijo valute ethereum, ripple in bitcoin cash, medtem ko je valuta binance coin in sami meji med zmerno in šibko povezanostjo). Bitcoin je tako močnejše povezan s tistimi valutami, ki so na trgu že dlje časa in so v našo raziskavo vključene za celotno obdobje obravnave (od začetka leta 2017). Razloga za to sta lahko dva: navedene kripto valute imajo podoben nabor podpornikov in vlagateljev, ki vlagajo v manj tvegane naložbe (relativno glede na ostale), torej v uveljavljene kripto valute, obenem pa tudi reagirajo bolj premišljeno v obdobjih visoke volatiliti (so bolj izkušeni, poučeni), poleg tega je v izračun napram drugim valutam vključeno daljše časovno obdobje. Tukaj je predvsem pomembno leto 2017, ki ga je zaznamovala konstantna rast vseh kripto valut, kar posledično prinaša večjo stopnjo povezanosti. V letih 2018 in 2019 je bilo dogajanje na trgu bolj turbulentno, kripto valute so se različno odzivale na z njimi povezane dogodke (regulacija področja, prepoved trgovanja v več državah, kraja kovancev itd.).

Primerjava rezultatov naše raziskave s podatki, ki jih lahko najdemo npr. na spletnih straneh [cryptowat.ch](http://cryptowat.ch) in [coinmetrics.io](http://coinmetrics.io) (prikazujeta moč korelacij med pari kripto valut za obdobje od najmanj enega dneva do največ enega leta v tabelarni oziroma grafični obliki), pokaže, da je v naših rezultatih bitcoin šibkeje povezan z ostalimi kripto valutami, kot to navajajo omenjene spletne strani. Razlog za to tiči v dejstvu, da smo mi vključili v raziskavo časovno obdobje skoraj treh let (za nekatere valute je to celotno obdobje njihovega obstoja), medtem ko sta spletni strani [cryptowat.ch](http://cryptowat.ch) in [coinmetrics.io](http://coinmetrics.io) omejeni na najdaljše obdobje enega leta. Podroben pregled grafov korelacij na spletni strani [coinmetrics.io](http://coinmetrics.io) za večletno časovno obdobje nakazuje, da se sčasoma moč korelacij med posameznimi pari kripto valut močno spreminja (tako se je npr. v letu 2018 moč korelacij med valutama bitcoin in litecoin gibala med 0,8 in 0,48). Podobne izsledke za leto 2019 podaja tudi raziskava, opravljena s strani [Binance.com](https://www.binance.com) (Binance, 2020), ki proučuje spremembe korelacijskih koeficientov po posameznih četrtletjih. Daljši časovni okvir obravnave tako omehča ekstreme (nadvse visoka oziroma neznatna korelacija), ki smo jim lahko priča v krajših obdobjih (npr. 1 mesecu), kar v končni fazi privede do bolj uravnoteženih rezultatov (manjše razlike med pari kripto valut).

Če smo ugotovili, da je stopnja korelacije med bitcoinom in ostalimi (alternativnimi) kripto valutami večinoma zmerna, pa podatki v tabeli 1 nakazujejo večinoma močno povezanost med alternativnimi kripto valutami. Tako so kripto valute ethereum, stellar, cardano in tron močno povezane z vsemi ostalimi alternativnimi kripto



valutami (razen binance coin), pri kripto valutah ripple, litecoin, bitcoin cash lahko v nekaterih valutnih parih opazimo zmerno povezanost, medtem ko je povezanost kripto valute eos z ostalimi večinoma zmerna. Posebna zgodba je kripto valuta binance coin, katere rezultati drastično odstopajo od ostalih. Pri njej naletimo na primere šibke povezanosti (npr. s kripto valutama eos in tron) in negativne korelacije (npr. kripto valutama ethereum, bitcoin cash), v paru z nekaterimi kripto valutami (cardano, stelar) pa je stopnja značilnosti višja od 0,05, kar pomeni, da ne moremo trditi, da sta spremenljivki linearno povezani. Iz rezultatov raziskave je razvidno, da se binance coin na splošno obnaša drugače od ostalih kripto valut, kar je lahko pomembna informacija vlagateljem, predvsem z vidika diverzifikacije portfelja.

Tabela 1: Pearsonovi koeficienti korelacij med pari kripto valut za celotno obdobje obravnave

|              |                     | Correlations |          |        |              |          |        |              |         |         |        |
|--------------|---------------------|--------------|----------|--------|--------------|----------|--------|--------------|---------|---------|--------|
|              |                     | Bitcoin      | Ethereum | Ripple | Bitcoin Cash | Litecoin | Eos    | Binance Coin | Stellar | Cardano | Tron   |
| Bitcoin      | Pearson Correlation | 1            | ,661**   | ,634** | ,666**       | ,833**   | ,497** | ,396**       | ,590**  | ,583**  | ,412** |
|              | Sig. (2-tailed)     |              | ,000     | ,000   | ,000         | ,000     | ,000   | ,000         | ,000    | ,000    | ,000   |
|              | N                   | 1081         | 1081     | 1081   | 878          | 1081     | 900    | 876          | 1081    | 808     | 826    |
| Ethereum     | Pearson Correlation | ,661**       | 1        | ,827** | ,879**       | ,868**   | ,739** | -,089**      | ,835**  | ,898**  | ,715** |
|              | Sig. (2-tailed)     | ,000         |          | ,000   | ,000         | 0,000    | ,000   | ,008         | ,000    | ,000    | ,000   |
|              | N                   | 1081         | 1081     | 1081   | 878          | 1081     | 900    | 876          | 1081    | 808     | 826    |
| Ripple       | Pearson Correlation | ,634**       | ,827**   | 1      | ,779**       | ,801**   | ,662** | ,043         | ,875**  | ,954**  | ,829** |
|              | Sig. (2-tailed)     | ,000         | ,000     |        | ,000         | ,000     | ,000   | ,205         | 0,000   | 0,000   | ,000   |
|              | N                   | 1081         | 1081     | 1081   | 878          | 1081     | 900    | 876          | 1081    | 808     | 826    |
| Bitcoin Cash | Pearson Correlation | ,666**       | ,879**   | ,779** | 1            | ,853**   | ,651** | -,156**      | ,700**  | ,845**  | ,621** |
|              | Sig. (2-tailed)     | ,000         | ,000     | ,000   |              | ,000     | ,000   | ,000         | ,000    | ,000    | ,000   |
|              | N                   | 878          | 878      | 878    | 878          | 878      | 878    | 876          | 878     | 808     | 826    |
| Litecoin     | Pearson Correlation | ,833**       | ,868**   | ,801** | ,853**       | 1        | ,686** | ,158**       | ,740**  | ,814**  | ,645** |
|              | Sig. (2-tailed)     | ,000         | 0,000    | ,000   | ,000         |          | ,000   | ,000         | ,000    | ,000    | ,000   |
|              | N                   | 1081         | 1081     | 1081   | 878          | 1081     | 900    | 876          | 1081    | 808     | 826    |
| Eos          | Pearson Correlation | ,497**       | ,739**   | ,662** | ,651**       | ,686**   | 1      | ,271**       | ,837**  | ,720**  | ,820** |
|              | Sig. (2-tailed)     | ,000         | ,000     | ,000   | ,000         | ,000     |        | ,000         | ,000    | ,000    | ,000   |
|              | N                   | 900          | 900      | 900    | 878          | 900      | 900    | 876          | 900     | 808     | 826    |
| Binance Coin | Pearson Correlation | ,396**       | -,089**  | ,043   | -,156**      | ,158**   | ,271** | 1            | ,032    | -,049   | ,195** |
|              | Sig. (2-tailed)     | ,000         | ,008     | ,205   | ,000         | ,000     | ,000   |              | ,350    | ,167    | ,000   |
|              | N                   | 876          | 876      | 876    | 876          | 876      | 876    | 876          | 876     | 808     | 826    |
| Stellar      | Pearson Correlation | ,590**       | ,835**   | ,875** | ,700**       | ,740**   | ,837** | ,032         | 1       | ,886**  | ,823** |
|              | Sig. (2-tailed)     | ,000         | ,000     | 0,000  | ,000         | ,000     | ,000   | ,350         |         | ,000    | ,000   |
|              | N                   | 1081         | 1081     | 1081   | 878          | 1081     | 900    | 876          | 1081    | 808     | 826    |
| Cardano      | Pearson Correlation | ,583**       | ,898**   | ,954** | ,845**       | ,814**   | ,720** | -,049        | ,886**  | 1       | ,831** |
|              | Sig. (2-tailed)     | ,000         | ,000     | 0,000  | ,000         | ,000     | ,000   | ,167         | ,000    |         | ,000   |
|              | N                   | 808          | 808      | 808    | 808          | 808      | 808    | 808          | 808     | 808     | 808    |
| Tron         | Pearson Correlation | ,412**       | ,715**   | ,829** | ,621**       | ,645**   | ,820** | ,195**       | ,823**  | ,831**  | 1      |
|              | Sig. (2-tailed)     | ,000         | ,000     | ,000   | ,000         | ,000     | ,000   | ,000         | ,000    | ,000    |        |
|              | N                   | 826          | 826      | 826    | 826          | 826      | 826    | 826          | 826     | 808     | 826    |

\*\* .Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Vir: Lastni vir, 2020.

Predstavljeni rezultati so morda za marsikoga presenetljivi. Glede na prevladujoči tržni delež valute bitcoin bi lahko pričakovali, da so alternativne kripto valute močnejše

povezane z valuto bitcoin kot pa med seboj. Tako razmišljanje izvira iz uveljavljene prepričanja, da je bitcoin tista valuta, ki vpliva na vse ostale in jih potegne za seboj bodisi navzgor ali navzdol. Tovrstna mnenja temeljijo na spremljanju trendov na kripto borzah v daljšem časovnem obdobju, že omenjeni analizi tržnih deležev in dejstvu, da je le malo alternativnih kripto valut moč kupiti neposredno z uporabo klasičnih valut (dolar, evro itd.), temveč se nakupi izvedejo posredno preko nakupa valut bitcoin ali ethereum. Izkušnje vsekakor kažejo, da omenjena predpostavka drži, vprašanje pa je, kako hitro alternativne kripto valute sledijo valuti bitcoin in kakšen je zamik (večdnevni, morda tedenski). To potrjuje tudi dogajanje ob koncu leta 2017, ko so alternativne valute dosegle svoje maksimalne vrednosti čez deset dni in več za valuto bitcoin. Rezultati torej kažejo, da so alternativne kripto valute večinoma močnejše povezane med seboj kot pa z vodilno kripto valuto, kar pomeni, da so njihovi trendi rasti ali padanja bolj podobni.

Tabela 2: Pearsonovi koeficienti korelacij med pari kripto valut za obdobja rasti cen

|              |                     | Correlations |          |        |              |          |        |              |         |         |         |     |
|--------------|---------------------|--------------|----------|--------|--------------|----------|--------|--------------|---------|---------|---------|-----|
|              |                     | Bitcoin      | Ethereum | Ripple | Bitcoin Cash | Litecoin | Eos    | Binance Coin | Stellar | Cardano | Tron    |     |
| Bitcoin      | Pearson Correlation | 1            | ,760**   | ,661** | ,738**       | ,912**   | ,520** | ,263**       | ,667**  | ,705**  | -,070   |     |
|              | Sig. (2-tailed)     |              | ,000     | ,000   | ,000         | ,000     | ,000   | ,000         | ,000    | ,000    | ,235    |     |
|              | N                   | 544          | 544      | 544    | 341          | 544      | 544    | 363          | 339     | 544     | 271     | 289 |
| Ethereum     | Pearson Correlation | ,760**       | 1        | ,557** | ,872**       | ,745**   | -,038  | -,257**      | ,292**  | ,471**  | -,513** |     |
|              | Sig. (2-tailed)     | ,000         |          | ,000   | ,000         | ,000     | ,472   | ,000         | ,000    | ,000    | ,000    |     |
|              | N                   | 544          | 544      | 544    | 341          | 544      | 363    | 339          | 544     | 271     | 289     |     |
| Ripple       | Pearson Correlation | ,661**       | ,557**   | 1      | -,035        | ,732**   | ,816** | ,661**       | ,866**  | ,690**  | ,746**  |     |
|              | Sig. (2-tailed)     | ,000         | ,000     |        | ,515         | ,000     | ,000   | ,000         | ,000    | ,000    | ,000    |     |
|              | N                   | 544          | 544      | 544    | 341          | 544      | 363    | 339          | 544     | 271     | 289     |     |
| Bitcoin Cash | Pearson Correlation | ,738**       | ,872**   | -,035  | 1            | ,571**   | ,018   | -,247**      | -,074   | ,433**  | -,484** |     |
|              | Sig. (2-tailed)     | ,000         | ,000     | ,515   |              | ,000     | ,745   | ,000         | ,173    | ,000    | ,000    |     |
|              | N                   | 341          | 341      | 341    | 341          | 341      | 341    | 339          | 341     | 271     | 289     |     |
| Litecoin     | Pearson Correlation | ,912**       | ,745**   | ,732** | ,571**       | 1        | ,652** | ,407**       | ,682**  | ,809**  | ,171**  |     |
|              | Sig. (2-tailed)     | ,000         | ,000     | ,000   | ,000         |          | ,000   | ,000         | ,000    | ,000    | ,004    |     |
|              | N                   | 544          | 544      | 544    | 341          | 544      | 363    | 339          | 544     | 271     | 289     |     |
| Eos          | Pearson Correlation | ,520**       | -,038    | ,816** | ,018         | ,652**   | 1      | ,883**       | ,840**  | ,734**  | ,781**  |     |
|              | Sig. (2-tailed)     | ,000         | ,472     | ,000   | ,745         | ,000     |        | ,000         | ,000    | ,000    | ,000    |     |
|              | N                   | 363          | 363      | 363    | 341          | 363      | 363    | 339          | 363     | 271     | 289     |     |
| Binance Coin | Pearson Correlation | ,263**       | -,257**  | ,661** | -,247**      | ,407**   | ,883** | 1            | ,682**  | ,388**  | ,800**  |     |
|              | Sig. (2-tailed)     | ,000         | ,000     | ,000   | ,000         | ,000     | ,000   |              | ,000    | ,000    | ,000    |     |
|              | N                   | 339          | 339      | 339    | 339          | 339      | 339    | 339          | 339     | 271     | 289     |     |
| Stellar      | Pearson Correlation | ,667**       | ,292**   | ,866** | -,074        | ,682**   | ,840** | ,682**       | 1       | ,712**  | ,786**  |     |
|              | Sig. (2-tailed)     | ,000         | ,000     | ,000   | ,173         | ,000     | ,000   | ,000         |         | ,000    | ,000    |     |
|              | N                   | 544          | 544      | 544    | 341          | 544      | 363    | 339          | 544     | 271     | 289     |     |
| Cardano      | Pearson Correlation | ,705**       | ,471**   | ,690** | ,433**       | ,809**   | ,734** | ,388**       | ,712**  | 1       | ,347**  |     |
|              | Sig. (2-tailed)     | ,000         | ,000     | ,000   | ,000         | ,000     | ,000   | ,000         | ,000    |         | ,000    |     |
|              | N                   | 271          | 271      | 271    | 271          | 271      | 271    | 271          | 271     | 271     | 271     |     |
| Tron         | Pearson Correlation | -,070        | -,513**  | ,746** | -,484**      | ,171**   | ,781** | ,800**       | ,786**  | ,347**  | 1       |     |
|              | Sig. (2-tailed)     | ,235         | ,000     | ,000   | ,000         | ,004     | ,000   | ,000         | ,000    | ,000    |         |     |
|              | N                   | 289          | 289      | 289    | 289          | 289      | 289    | 289          | 289     | 271     | 289     |     |

\*\* Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Vir: Lastni vir, 2020.

Rezultati se v določeni meri spremenijo, če pogledamo samo obdobje rasti cen kripto valut (tabela 2). V splošnem velja, da je stopnja korelacije bitcoina z ostalimi kripto valutami narasla. Tako je bitcoin zelo močno povezan z valuto litecoin, opazno povečanje je tudi v korelaciji z valutami ethereum, bitcoin cash in cardano (močna povezanost), pa tudi ostali koeficienti so se povišali. Izjemi sta kripto valuti binance coin, pri kateri se je povezanost zmanjšala, in tron, kjer rezultatov ne moremo oceniti zaradi previsoke stopnje značilnosti. Rezultati torej nakazujejo, da se alternativne kripto valute v obdobju rasti cen tesneje povežejo z valuto bitcoin. Čeprav naša raziskava ne ugotavlja vzročno-posledičnih razmerij med kripto valutami, temveč zgolj korelacije, bi glede na tržni delež bitcoina lahko izpeljali, da ostale kripto valute sledijo rasti bitcoina, kar tudi sovпада s splošnim prepričanjem, da obnašanje bitcoina pogojuje obnašanje celotnega trga kripto valut.

Če smo pri valuti bitcoin zaznali občutno rast korelacij, pa se ostale kripto valute vedejo ravno nasprotno. Tako se npr. pri valutah ethereum, litecoin, ripple itd. stopnja povezanosti z drugimi alternativnimi kripto valutami v času rasti trga zmanjša glede na celotno obdobje obravnave, v kar nekaj primerih pa je izračun pokazal celo negativno linearno povezanost (predvsem v korelacijah z valutama binance coin in tron). Navedena spoznanja nas pripeljejo do zaključka, da alternativne kripto valute sicer sledijo splošnemu trendu rasti trga (korelacija z bitcoinom), pri čemer pa si v sledenju niso enotne. Rast posameznih kripto valut se dogaja z večjim ali manjšim zamikom za bitcoinom, nekatere se med seboj na dnevni ravni tudi izključujejo (negativna korelacija). Velikokrat se dogaja, da se v takšnih okoliščinah denar vlagateljev pretaka iz ene kripto valute v drugo, vse zaradi želje po čim višjih kratkoročnih dobičkih.

V obdobju padanja cen (tabela 3) je stopnja povezanosti bitcoina z ostalimi kripto valutami manjša, čeprav gre v večini primerov še vedno za zmerno povezanost, pri valuti litecoin za močno, medtem ko sta stellar in eos z njim zgolj šibko povezana. Torej tudi v obdobju medveda so kripto valute v splošnem med seboj pozitivno korelirane, kar je bilo tudi pričakovano na podlagi rezultatov celotnega obdobja, pri čemer ponovno velja, da je močnejša korelacija med pari alternativnih kripto valut. Izjema, ki potrjuje pravilo, je valuta binance coin, za katero izračuni podajajo negativno korelacijo z večino v raziskavo vključenih alternativnih kripto valut. Vsekakor zanimiva informacija za vsakogar, ki se aktivno ukvarja s trgovanjem na kripto borzah.

V zaključku smo izvedli še analizo razlik v vrednosti korelacijskih koeficientov med obdobji rasti in padca cen za posamezen valutni par (tabela 4). Modra polja prikazujejo pare, pri katerih je prišlo do znižanja indeksa (negativna vrednost), zelena pa pare, kjer se je indeks zvišal (pozitivna vrednost). Rdeče obarvana polja niso relevantna, saj rezultati ne ustrezajo intervalu zaupanja vsaj 0,05 oziroma prikazujejo korelacijo med istima valutama. Zmanjšanje stopnje korelacij med posameznimi valutnimi pari je najbolj značilno za bitcoin, pri katerem lahko ugotovimo padec v vseh valutnih parih razen z binance coin. Zmanjšanje indeksa je najbolj opazno v povezavi z valutama ethereum in stellar, medtem ko gre pri valutah ripple in cardano zgolj za manjša odstopanja. Tudi pri kripto valutah binance coin, eos in stellar se korelacijski koeficienti v večini izračunov znižajo, pri kripto valutah ethereum, tron, cardano, bi-

tcoin cash se večinoma zvišajo, litecoin in ripple pa sta v zlati sredini. Iz analize je razvidno, da nekega splošnega pravila, kaj se dogaja s korelacijami med kripto valutami v obdobju rasti oziroma zmanjšanja vrednosti, ne moremo izpeljati. Obnašanje posameznih kripto valut je povsem samosvoje, nepredvidljivo.

*Tabela 3: Pearsonovi koeficienti korelacij med pari kripto valut za obdobja padanja cen*

|              |                     | Correlations |          |         |              |          |         |              |         |         |        |
|--------------|---------------------|--------------|----------|---------|--------------|----------|---------|--------------|---------|---------|--------|
|              |                     | Bitcoin      | Ethereum | Ripple  | Bitcoin Cash | Litecoin | Eos     | Binance Coin | Stellar | Cardano | Tron   |
| Bitcoin      | Pearson Correlation | 1            | ,525**   | ,568**  | ,624**       | ,765**   | ,297**  | ,413**       | ,284**  | ,609**  | ,460** |
|              | Sig. (2-tailed)     |              | ,000     | ,000    | ,000         | ,000     | ,000    | ,000         | ,000    | ,000    | ,000   |
|              | N                   | 540          | 540      | 540     | 540          | 540      | 540     | 540          | 540     | 540     | 540    |
| Ethereum     | Pearson Correlation | ,525**       | 1        | ,821**  | ,881**       | ,875**   | ,805**  | -.211**      | ,876**  | ,914**  | ,796** |
|              | Sig. (2-tailed)     | ,000         |          | ,000    | ,000         | ,000     | ,000    | ,000         | ,000    | ,000    | ,000   |
|              | N                   | 540          | 540      | 540     | 540          | 540      | 540     | 540          | 540     | 540     | 540    |
| Ripple       | Pearson Correlation | ,568**       | ,821**   | 1       | ,857**       | ,789**   | ,600**  | -.212**      | ,843**  | ,954**  | ,825** |
|              | Sig. (2-tailed)     | ,000         | ,000     |         | ,000         | ,000     | ,000    | ,000         | ,000    | ,000    | ,000   |
|              | N                   | 540          | 540      | 540     | 540          | 540      | 540     | 540          | 540     | 540     | 540    |
| Bitcoin Cash | Pearson Correlation | ,624**       | ,881**   | ,857**  | 1            | ,908**   | ,745**  | -.274**      | ,787**  | ,904**  | ,761** |
|              | Sig. (2-tailed)     | ,000         | ,000     | ,000    |              | ,000     | ,000    | ,000         | ,000    | ,000    | ,000   |
|              | N                   | 540          | 540      | 540     | 540          | 540      | 540     | 540          | 540     | 540     | 540    |
| Litecoin     | Pearson Correlation | ,765**       | ,875**   | ,789**  | ,908**       | 1        | ,647**  | -.093        | ,679**  | ,846**  | ,692** |
|              | Sig. (2-tailed)     | ,000         | ,000     | ,000    | ,000         |          | ,000    | ,031         | ,000    | ,000    | ,000   |
|              | N                   | 540          | 540      | 540     | 540          | 540      | 540     | 540          | 540     | 540     | 540    |
| Eos          | Pearson Correlation | ,297**       | ,805**   | ,600**  | ,745**       | ,647**   | 1       | -.167**      | ,786**  | ,697**  | ,797** |
|              | Sig. (2-tailed)     | ,000         | ,000     | ,000    | ,000         | ,000     |         | ,000         | ,000    | ,000    | ,000   |
|              | N                   | 540          | 540      | 540     | 540          | 540      | 540     | 540          | 540     | 540     | 540    |
| Binance Coin | Pearson Correlation | ,413**       | -.211**  | -.212** | -.274**      | -.093    | -.167** | 1            | -.405** | -.204** | -.063  |
|              | Sig. (2-tailed)     | ,000         | ,000     | ,000    | ,000         | ,031     | ,000    |              | ,000    | ,000    | ,145   |
|              | N                   | 540          | 540      | 540     | 540          | 540      | 540     | 540          | 540     | 540     | 540    |
| Stellar      | Pearson Correlation | ,284**       | ,876**   | ,843**  | ,787**       | ,679**   | ,786**  | -.405**      | 1       | ,881**  | ,805** |
|              | Sig. (2-tailed)     | ,000         | ,000     | ,000    | ,000         | ,000     | ,000    | ,000         |         | ,000    | ,000   |
|              | N                   | 540          | 540      | 540     | 540          | 540      | 540     | 540          | 540     | 540     | 540    |
| Cardano      | Pearson Correlation | ,609**       | ,914**   | ,954**  | ,904**       | ,846**   | ,697**  | -.204**      | ,881**  | 1       | ,842** |
|              | Sig. (2-tailed)     | ,000         | ,000     | ,000    | ,000         | ,000     | ,000    | ,000         | ,000    |         | ,000   |
|              | N                   | 540          | 540      | 540     | 540          | 540      | 540     | 540          | 540     | 540     | 540    |
| Tron         | Pearson Correlation | ,460**       | ,796**   | ,825**  | ,761**       | ,692**   | ,797**  | -.063        | ,805**  | ,842**  | 1      |
|              | Sig. (2-tailed)     | ,000         | ,000     | ,000    | ,000         | ,000     | ,000    | ,145         | ,000    | ,000    |        |
|              | N                   | 540          | 540      | 540     | 540          | 540      | 540     | 540          | 540     | 540     | 540    |

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

\* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

*Vir: Lastni vir, 2020.*

V članku smo predstavili rezultate raziskave korelacij med desetimi najpomembnejšimi kripto valutami. Raziskava, ki je vključevala časovno obdobje skoraj treh let, je potrdila predhodne raziskave drugih avtorjev, da so kripto valute med seboj močno ali vsaj zmerno povezane, z nekaterimi izjemami. Tukaj velja omeniti kripto valuto binance coin, katere pozitivna povezanost z bitcoinom je sicer na meji med zmerno in šibko, z vsemi ostalimi pa je povezana šibko, neznatno oziroma celo negativno. Druga ugotovitev se nanaša na izsledke, da so v splošnem najpomembnejše alternativne kripto valute v močnejši korelaciji med seboj kot pa z bitcoinom, seveda z izjemami (binance coin, tron).

Tabela 4: Razlika vrednosti korelacijskih koeficientov med obdobji rasti in padca cen

|              | Bitcoin | Ethereum | Ripple | Bitcoin Cash | Litecoin | Eos    | Binance Coin | Stellar | Cardano | Tron   |
|--------------|---------|----------|--------|--------------|----------|--------|--------------|---------|---------|--------|
| Bitcoin      | 0,000   | -0,235   | -0,093 | -0,114       | -0,147   | -0,222 | 0,150        | -0,383  | -0,096  | 0,530  |
| Ethereum     | -0,235  | 0,000    | 0,264  | 0,009        | 0,130    | 0,843  | 0,046        | 0,584   | 0,442   | 1,309  |
| Ripple       | -0,093  | 0,264    | 0,000  | 0,892        | 0,056    | -0,216 | -0,873       | -0,023  | 0,264   | 0,079  |
| Bitcoin Cash | -0,114  | 0,009    | 0,892  | 0,000        | 0,337    | 0,728  | -0,027       | 0,861   | 0,471   | 1,244  |
| Litecoin     | -0,147  | 0,130    | 0,056  | 0,337        | 0,000    | -0,004 | -0,500       | -0,003  | 0,037   | 0,521  |
| Eos          | -0,222  | 0,843    | -0,216 | 0,728        | -0,004   | 0,000  | -1,051       | -0,054  | -0,037  | 0,016  |
| Binance Coin | 0,150   | 0,046    | -0,873 | -0,027       | -0,500   | -1,051 | 0,000        | -1,088  | -0,592  | -0,863 |
| Stellar      | -0,383  | 0,584    | -0,023 | 0,861        | -0,003   | -0,054 | -1,088       | 0,000   | 0,169   | 0,019  |
| Cardano      | -0,096  | 0,442    | 0,264  | 0,471        | 0,037    | -0,037 | -0,592       | 0,169   | 0,000   | 0,495  |
| Tron         | 0,530   | 1,309    | 0,079  | 1,244        | 0,521    | 0,016  | -0,863       | 0,019   | 0,495   | 0,000  |

Vir: Lastni vir, 2020.

## 6 Sklep

Omenjeno spoznanje lahko koristno uporabijo vlagatelji pri načrtovanju in diverzifikaciji portfelja kripto naložb. Iz raziskave namreč izhaja, da je smotno, z vidika uravnoveženosti in zmanjšanja tveganja, da sredstva, ki jih nameravamo vložiti, razdelimo med valuto bitcoin in alternativne kripto valute v razmerju 50 : 50, ne pa da v vsako od desetih najpomembnejših kripto valut vložimo enak delež (manjša korelacija predstavlja manjše tveganje v primeru nenadnega zdrs vrednosti kripto valut). Če povzamemo še primerjavo obdobja rasti cen (bikovski trend) z obdobjem padca cen (medvedji trend), lahko ugotovimo, da določena odstopanja obstajajo, pri čemer je za obdobje rasti cen značilna višja stopnja povezanosti bitcoina z ostalimi kripto valutami od povprečja, za obdobje padca cen pa nižja. Analiza korelacij vrednosti kripto valut v okviru bikovskega in medvedjega trenda tako potrjuje predhodno priporočilo glede diverzifikacije portfelja kripto naložb in predstavlja pomemben prispevek tega članka. Za dokončno potrditev navedenih spoznanj bo potrebno raziskavo v prihodnosti še ponoviti, zanimivo pa bi bilo tudi raziskati korelacije med kripto valutami v krajših časovnih intervalih (npr. ene ure ali deset minut). Na ta način bi lahko odkrili tudi zakonitosti delovanja kripto trga z vidika kratkoročnega trgovanja.

Sebastian Lahajnar, PhD, Alenka Rožanec, PhD

### Correlation Between the Values of the Most Important Cryptocurrencies

*The cryptocurrency market recovered steadily in 2019, after a large fall we witnessed a year earlier and after reaching its peak in late 2017. Although, in the first half of 2019, it seemed that the bearish trend was only a fading memory, the second half of the year reminded us that the market situation is anything but stable. In the future,*

*it is expected that the continued growth of cryptocurrencies which we have become accustomed to in 2016 and 2017, and when only the sky was the limit, will continue.*

*The purpose of the article is to explore the correlations between the cryptocurrencies with the largest market capitalization in the early 2020s: Bitcoin, Ethereum, Ripple, Bitcoin Cash, Litecoin, Eos, Binance Coin, Stellar, Cardano and Tron. We have included the data from the last three years (from the beginning of 2017 to almost the end of 2019), with some of the cryptocurrencies, included in the survey, only appearing in the second half of 2017. We are interested in the correlation degree of cryptocurrency pairs for the entire period of their existence and the differences in the level of correlation in periods of price growth (bullish trend) and decrease of prices (bearish trend). We excluded the Tether and Bitcoin SV currencies that occupy the fourth and sixth positions, respectively, and included the Cardano and Tron cryptocurrencies which occupy the eleventh and twelfth place. Tether (Investopedia, 2019b) is a special type of cryptocurrency called the stablecoin. Its primary purpose is to maintain price stability of cryptocurrencies, which would be in total opposition with the characteristics of classic cryptocurrencies characterized by high volatility. The reason for the exclusion of Bitcoin SV is its short existence as the result of a Bitcoin Cash "hard fork" on November 2018 (Investopedia, 2020), thus significantly deviating from the other cryptocurrencies included in the survey.*

*Cryptocurrency is defined as a digital or virtual currency that uses cryptographic algorithms to provide security. Most cryptocurrencies are based on blockchain technology. It enables the construction of diversified systems for conducting currency transactions and maintaining the ledgers. Cryptocurrencies are not issued by traditional financial institutions, such as banks (although more and more banks flirt with them), which is supposed to make them immune to interference and manipulation by government bodies of individual countries (Investopedia, 2019). Research shows that the importance of cryptocurrencies in the global economy will increase in the future. The forecast is conditional on several factors, the most important being the use of cryptocurrencies as a replacement for the classic ones, the establishment of appropriate legislation and the further development of blockchain technology (Seetharaman et al., 2017). The popularity of cryptocurrencies, especially Bitcoin, has been largely influenced by the growth in its value over the past decade, driven by increasing demand (Ciaian, Rajcaniova and Kancs, 2015). The role of social media (online forums, portals, social networks, etc.), whose climate is an important predictor in determining the value of Bitcoin and other cryptocurrencies (Mai et al., 2018), should not be neglected.*

*Several analyses can be found on the Internet, which, by using the statistical method of correlation coefficient, largely confirm this impression. So, for example, the Hackernoon website (Hackernoon, 2018) points out that the correlation degree between Bitcoin and other cryptocurrencies has been growing since the beginning of 2017 and has stabilized in mid-2018; the high correlation is also confirmed by a survey conducted by Cermak (Cermak, 2019), which highlights a smaller correlation between cryptocurrencies that use the so-called Proof of Work mechanism compared to cryptocurrencies that use other mechanisms to build consensus. A similar conclusi-*

on can be drawn from a study published on [cryptodigestnews.com](https://cryptodigestnews.com) (Cryptodigestnews, 2018), which takes as a basis the data on the values of the ten most important cryptocurrencies for each individual year (from 2016 to 2018) and clearly shows an increase in the degree of mutual correlation. A recent analysis by Binace Research (Binance Research, 2020) indicates that even in 2019, there is still a relatively high degree of positive correlation between the 20 most important cryptocurrencies, most ratios exceeding the coefficient of 0.5. The research further focuses on analysing the relationships between correlation degrees in the respective quarters of the previous year. The biggest change in correlations occurred in the third quarter of 2019, suggesting that cryptocurrencies could be more strongly correlated with adverse market price movements and less correlated with upward or sideways movements.

The calculation of the degree of correlation between individual pairs of cryptocurrencies is based on the statistical method Pearson's correlation coefficient. It is the most commonly used measure of the linear relationship of two numeric variables; it requires the use of at least the interval type of the two variables analysed and their linear relationship. The coefficient takes values between -1 and 1, calculated by the covariance and standard deviations of the two variables. Pearson's correlation coefficient answers the question of whether there is a linear relationship between the variables at all, and if so, how strong is this relationship. Data on the values of the five most important cryptocurrencies have been obtained from the CoinMarketCap website (CoinMarketCap, 2020), which provides an archive of price averages for all cryptocurrencies traded in crypto exchanges. For the purposes of our research, we used closing prices of cryptocurrencies with a time interval of one day, according to the set research goals.

If we assume that Bitcoin, due to its market capitalization, has the greatest impact on the cryptocurrency market, we first analyse the results in terms of the correlation of Bitcoin with other cryptocurrencies. The results of the total term analysis indicate a strong correlation between Bitcoin and Litecoin, while others have proven to be moderately correlated (with Ethereum, Ripple and Bitcoin Cash ahead, while Binance Coin is at the very border between moderate and weak correlation). Bitcoin is thus more strongly linked to those currencies that have been on the market for a long time and have been included in our survey for the entire period under consideration (since the beginning of 2017).

The comparison between the results of our research and the data that can be found, for example, on [cryptowat.ch](https://cryptowat.ch) and [coinmetrics.io](https://coinmetrics.io) (showing the strength of correlations between cryptocurrency pairs for a minimum of one day to a maximum of one year in tabular or graphical form) shows that, in our results, Bitcoin is more tenuously linked to other cryptocurrencies, as mentioned by the aforementioned websites. This is due to the fact that we have included in the survey a period of almost three years (for some currencies this is the entire period of their existence), while the [cryptowat.ch](https://cryptowat.ch) and [coinmetrics.io](https://coinmetrics.io) websites are limited to a maximum of one year.

If the correlation between Bitcoin and other (alternative) cryptocurrencies is found to be mostly moderate, the results of the study indicate a strong correlation between alterna-

tive cryptocurrencies. Thus, the cryptocurrencies of Ethereum, Stellar, Cardano and Tron are strongly related to all other alternative cryptocurrencies (except Binance coin), for Ripple, Litecoin and Bitcoin Cash, we can see a moderate correlation in some currency pairs, while the correlation of the Eos cryptocurrency with others is mostly moderate. A special story is the cryptocurrency Binance Coin, whose results differ drastically from the rest. With this currency, we encounter instances of weak connectivity (e.g. with Eos and Tron) and negative correlations (e.g. with Ethereum and Bitcoin Cash), and on a par with some cryptocurrencies (Cardano, Stellar) where the level of characteristics is higher than 0.05, which means that we cannot claim that the variables are linearly related.

The results change to a certain extent if we look only at the period of cryptocurrency price growth. In general, the degree of correlation of Bitcoin with other cryptocurrencies has increased. Thus, Bitcoin is very closely related to Litecoin, an increase is also observed in correlation with Ethereum, Bitcoin Cash and Cardano (strong correlation), as well as other increased coefficients. The results, therefore, suggest that alternative cryptocurrencies are more closely linked to Bitcoin during the period of rising prices. If we have seen a significant increase in the correlations with Bitcoin, the other cryptocurrencies behave in the exact opposite way. Thus, for example, for Ethereum, Litecoin, Ripple, etc., the degree of correlation with other alternative cryptocurrencies decreases during the time of market growth with respect to the entire period of consideration, and in some cases, the calculation even shows negative linear correlation (mainly in the correlations with Binance Coin and Tron). These findings lead to the conclusion that alternative cryptocurrencies do follow the general trend of market growth (correlation with Bitcoin), however, they are not consistent in tracking.

During the period of falling prices, the degree of correlation between Bitcoin and other cryptocurrencies is lower, although in most cases, it is still moderate, with Litecoin being strong, while Stellar and Eos are only weakly related. Therefore, even in the bear market, the cryptocurrencies are generally positively correlated with each other, which was also expected based on the results of the whole period, again with stronger correlation between alternative cryptocurrency pairs. The exception that proves the rule is Binance Coin, for which the calculations show a negative correlation with most of the alternative cryptocurrencies included in the study. Definitely an interesting piece of information for anyone actively involved in trading on crypto exchanges.

## LITERATURA

1. Binance Research. (2020). 2019 - Annual Crypto-Correlations Review. Pridobljeno dne 22. 1. 2020 s svetovnega spleta: <https://research.binance.com/analysis/annual-crypto-correlations-2019>.
2. Buterin, V. (2014). A Next Generation Smart Contract & Decentralized Application Platform. Pridobljeno dne 22. 7. 2019 s svetovnega spleta: [http://www.theblockchain.com/docs/Ethereum\\_white\\_paper-a\\_next\\_generation\\_smart\\_contract\\_and\\_decentralized\\_application\\_platform-vitalik-buterin.pdf](http://www.theblockchain.com/docs/Ethereum_white_paper-a_next_generation_smart_contract_and_decentralized_application_platform-vitalik-buterin.pdf).
3. Cermak, L. (2019). Report: Most Major Crypto Assets Show Close Price Correlation. Pridobljeno dne 22. 7. 2019 s svetovnega spleta: <https://news.bitcoin.com/report-most-major-crypto-assets-show-close-price-correlation/>.



4. Ciaian, P., Rajcaniova, M. and Kancs, A. (2015). The economics of BitCoin price formation. *Applied Economics*, 48 (19), 1799–1815.
5. Coindesk. (2014). What is the Difference Between Litecoin and Bitcoin? Pridobljeno dne 23. 7. 2019 s svetovnega spleta: <https://www.coindesk.com/information/comparing-litecoin-bitcoin/>.
6. Coinmarketcap. (2020). Top 100 Cryptocurrencies by Market Capitalization. Pridobljeno dne 22. 1. 2020 s svetovnega spleta: <https://coinmarketcap.com/>.
7. Coinmetrics.io. (2020). Correlactions. Pridobljeno dne 20. 1. 2020 s svetovnega spleta: <https://coinmetrics.io/correlations/>.
8. Cryptodigestnews. (2018). Cryptocurrency Relationships Revealed - (Correlation Heatmaps). Pridobljeno dne 25. 7. 2019 s svetovnega spleta: <https://cryptodigestnews.com/cryptocurrency-relationships-revealed-correlation-heatmaps-d797b7b1e65f>.
9. Cryptowat. (2019). Correlations. Pridobljeno dne 24. 7. 2019 s svetovnega spleta: <https://cryptowat.ch/correlations>.
10. Hackernoon. (2018) Cryptoasset Correlation Analysis: 2018 Data and Historical Trends. Pridobljeno dne 24. 7. 2019 s svetovnega spleta: <https://hackernoon.com/cryptoasset-correlation-analysis-2018-data-and-historical-trends-a9438ea45efe>.
11. Investopedia. (2018). Binance Coin – BNB. Pridobljeno dne 24. 1. 2020 s svetovnega spleta: <https://www.investopedia.com/terms/b/binance-coin-bnb.asp>.
12. Investopedia. (2018a). EOS. Pridobljeno dne 24. 1. 2020 s svetovnega spleta: <https://www.investopedia.com/terms/e/eos.asp>.
13. Investopedia. (2019). Cryptocurrency. Pridobljeno dne 22. 7. 2019 s svetovnega spleta: <https://www.investopedia.com/terms/c/cryptocurrency.asp>.
14. Investopedia. (2019a). Ripple (Cryptocurrency). Pridobljeno dne 24. 7. 2019 s svetovnega spleta <https://www.investopedia.com/terms/r/ripple-cryptocurrency.asp>.
15. Investopedia. (2019b). Tether (USDT) . Pridobljeno dne 24. 1. 2020 s svetovnega spleta: <https://www.investopedia.com/terms/t/tether-usdt.asp>.
16. Investopedia. (2019c). What Is Stellar Blockchain?. Pridobljeno dne 24. 1. 2020 s svetovnega spleta <https://www.investopedia.com/news/what-stellar/>.
17. Investopedia. (2019d). Cardano. Pridobljeno dne 24. 1. 2020 s svetovnega spleta <https://www.investopedia.com/cardano-definition-4683961>.
18. Investopedia. (2019e). What is Tron? Pridobljeno dne 24. 1. 2020 s svetovnega spleta <https://www.investopedia.com/tech/what-tron-trx/>.
19. Investopedia. (2020). The 10 Most Important Cryptocurrencies Other Than Bitcoin. Pridobljeno dne 24. 1. 2020 s svetovnega spleta: <https://www.investopedia.com/tech/most-important-cryptocurrencies-other-than-bitcoin/>.
20. Mai, F., Shan, Z., Bai, Q., Wang, X. and Roger H. L. Chiang (2018). How Does Social Media Impact Bitcoin Value? A Test of the Silent Majority Hypothesis. *Journal of Management Information Systems*, 35, št. 1, str. 19–20.
21. Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. Pridobljeno dne 20. 7. 2019 s svetovnega spleta <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>.
22. Seetharaman, A., Saravanan, A. S., Patwa, N. and Meht, J. (2017). Impact of Bitcoin as a World Currency. *Accounting and Finance Research*, 6, št. 2.
23. Statistik.si. (2019). Pearsonov koeficient. Pridobljeno dne 1. 7. 2019 s svetovnega spleta: <https://www.statistik.si/nasveti/pearsonov-koeficient/>.
24. TradingView. (2020). Total Market Capitalization Dominance. Pridobljeno dne 22. 1. 2020 s svetovnega spleta: <https://www.tradingview.com/markets/cryptocurrencies/global-charts/>.

---

*Dr. Sebastian Lahajnar, docent na Univerzi v Novem mestu, Fakulteti za ekonomijo in informatiko.  
E-naslov: sebastian.lahajnar@siol.net*

*Dr. Alenka Rožanec, docentka na Univerzi v Novem mestu, Fakulteti za ekonomijo in informatiko.  
E-naslov: alenka.rozanec@guest.arnes.si*