

Platforma za trgovinu kriptovaluta u programskom jeziku Python

Ronta, Željko

Master's thesis / Diplomski rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Economics in Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Ekonomski fakultet u Osijeku**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:145:214127>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-23**



Repository / Repozitorij:

[EFOS REPOSITORY - Repository of the Faculty of Economics in Osijek](#)



Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Ekonomski fakultet u Osijeku

Diplomski studij (Poslovna informatika)

Željko Ronta

Platforma za trgovinu kriptovaluta u programskom jeziku Python

Diplomski rad

Osijek, 2021.

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Ekonomski fakultet u Osijeku
Diplomski studij (Poslovna informatika)

Željko Ronta

Platforma za trgovinu kriptovaluta u programskom jeziku Python

Diplomski rad

Kolegij: Sustavi poslovne inteligencije

JMBAG: 0236218230

email: zronta@efos.hr

Mentor: doc.dr.sc. Slobodan Jelić

Osijek, 2021.

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Faculty of Economics in Osijek
Graduate Study (Business informatics)

Željko Ronta

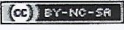
Cryptocurrency trading bot in Python

Graduate paper

Osijek, 2021.

IZJAVA

O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI, PRAVU PRIJENOSA INTELKTUALNOG VLASNIŠTVA, SUGLASNOSTI ZA OBJAVU U INSTITUCIJSKIM REPOZITORIJIMA I ISTOVJETNOSTI DIGITALNE I TISKANE VERZIJE RADA

1. Kojom izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je diplomski rad isključivo rezultat osobnoga rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu. Potvrđujem poštivanje nepovredivosti autorstva te točno citiranje radova drugih autora i referiranje na njih.
2. Kojom izjavljujem da je Ekonomski fakultet u Osijeku, bez naknade u vremenski i teritorijalno neograničenom opsegu, nositelj svih prava intelektualnoga vlasništva u odnosu na navedeni rad pod licencom *Creative Commons Imenovanje – Nekomercijalno – Dijeli pod istim uvjetima 3.0 Hrvatska*. 
3. Kojom izjavljujem da sam suglasan/suglasna da se trajno pohrani i objavi moj rad u institucijskom digitalnom repozitoriju Ekonomskoga fakulteta u Osijeku, repozitoriju Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku te javno dostupnom repozitoriju Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu (u skladu s odredbama Zakona o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju, NN br. 123/03, 198/03, 105/04, 174/04, 02/07, 46/07, 45/09, 63/11, 94/13, 139/13, 101/14, 60/15).
4. izjavljujem da sam autor/autorica predanog rada i da je sadržaj predane elektroničke datoteke u potpunosti istovjetan sa dovršenom tiskanom verzijom rada predanom u svrhu obrane istog.

Ime i prezime studenta/studentice: Željko Ronta

JMBAG: 0236218230

OIB: 76011078729

e-mail za kontakt: zronta777@gmail.com

Naziv studija: Diplomski sveučilišni

Naslov rada: Platforma za trgovinu kriptovaluta u programskom jeziku Python

Mentor/mentorica diplomskog rada: doc.dr.sc. Slobodan Jelić

U Osijeku, 12.07.2021. godine

Potpis _____



SAŽETAK

U samome početku generiranja digitalnog novca, kriptovaluta, postojale su brojne teorije koje su oslikavale kako kriptovaluta ne može opstati pored svakodnevnog, fizičkog novca. No pored svih negativnih teorija koje su govorile o kriptovalutama, one i dan danas postoje i služe kao sredstvo plaćanja između dvaju osoba. Ključna karakteristika kriptovaluta je decentraliziranost, odnosno nepostojanost trećeg subjekta unutar obračunske transakcije. Upravo ta karakteristika omogućila je svim ljudima da obavljaju transakcije slobodnije i bez praćenja institucija poput banki i države. Danas postoje brojni programi i algoritmi napisani u različitim programskim jezicima koji automatski obavljaju kupovinu i prodaju kriptovaluta. Kombinacijom određenih indikatora moguće je predvidjeti daljnje kretanje cijena kriptovaluta te na taj način omogućiti dnevni, mjesečni i godišnji profit za korisnika. U ovom diplomskom radu implementiran je algoritam u programskom jeziku Python koji, obzirom na indeks relativne snage, automatski obavlja kupovinu i prodaju kriptovalute ADA.

Ključne riječi: kriptovaluta, tržište novca, model za predviđanje cijena kriptovaluta

ABSTRACT

In the very beginning of minting digital money or cryptocurrencies, there were many theories that said cryptocurrencies can't exist alongside our everyday paper money. Regardless of all the negative theories about cryptocurrencies, today they exist and represent a mean of payment between two persons. The key characteristic of cryptocurrencies is decentralisation which means there is no third party involved in a transaction. It was decentralisation that enabled everyone to make their transactions more freely and without any supervision from institutions like banks or governments. Today there are many programs and algorithms written in various programming languages which automatically purchase and sell cryptocurrency. By combining some indicators it is possible to forecast the future price and make a daily, monthly and yearly profit for the user. This graduate thesis implements a Python algorithm that takes the relative strength index into consideration and automatically buys and sells ADA cryptocurrency.

Key words: cryptocurrency, money market, price forecast model

SADRŽAJ

1. Uvod.....	8
2. Teorijska podloga i prethodna istraživanja	10
2.1. Kriptovalute	10
2.2. Platforma za trgovinu kriptovaluta – algoritamsko trgovanje	12
3. Metodologija rada	14
3.1. Metode korištene u radu	14
3.2. Alati za izradu platforme za trgovanje kriptovalutama	14
3.2.1. Visual Studio Code.....	14
3.2.2. Python.....	15
3.2.3. Biblioteke	15
3.2.4. API ključ	17
3.2.5. Indeks relativne snage (RSI).....	17
4. Opis istraživanja i rezultati istraživanja.....	21
4.1. Koraci u izradi platforme za trgovinu kriptovaluta	21
4.1.1. Uvoz paketa	21
4.1.2. Postavke API ključa	22
4.1.3. Definiranje ključnih varijabli i uvjeta	23
4.1.4. Kreiranje ključnih funkcija	27
4.2. Funkcionalnost izrađene platforme	30
4.3. Rezultati algoritamskog trgovanja.....	31
5. Rasprava	35
5.1. Prednosti i nedostaci platforme za trgovinu kriptovaluta.....	35
5.2. Prilike za poboljšanje modela	36
6. Zaključak.....	37

1. Uvod

Svrha diplomskog rada je objasniti što su kriptovalute, važnost i svrhu pojavljivanja kriptovaluta unutar tržišta novca te prikazati prednosti i nedostatke ovog, prilično mladog, virtualnog novca. Također svrha je prikazati mogućnost automatske kupovine i prodaje kriptovaluta te objasniti prema kojem se indikatoru računa pozicija ulaza (kupovina) i izlaza (prodaja) kriptovaluta.

Cilj rada je temeljito objasniti alate koji su potrebni kako bi se izradila platforma za trgovinu kriptovaluta, ali i pobuditi svijest o važnosti kriptovaluta kada se govori o tržištu novca te razjasniti pitanje mogućnosti kako će kriptovalute zamijeniti fizički novac u bliskoj budućnosti. Platforma koja se opisuje u radu služi za automatsko trgovanje kriptovalutama, izrađena je u programskom jeziku Python i bazirana je na RSI pokazatelju koji mjeri kupovnu i prodajnu snagu u određenom vremenskom intervalu i na taj način predaje signale za kupovinu, odnosno za prodaju kriptovaluta. RSI ili indeks relativne snage je pokazatelj momentuma, a uspoređuje veličine nedavnih gubitaka i dobitaka tijekom određenog vremenskog razdoblja kako bi se mjerila brzina i promjena kretanja cijene određene vrijednosnice (Knežević, 2017). Također korištene su biblioteke (paketi) koji između ostalog uključuju povezivanje s trenutnim podacima određene kriptovalute, ali i biblioteke koje omogućuju rad nad podacima, poput numpy, talib itd.

Krajem 2010. godine, vrijednost najpopularnije i najkorištenije kriptovalute Bitcoina iznosila je 0.1\$ (Peterson, 2021). Tada je bilo gotovo nemoguće pretpostaviti kako će važnost i kvaliteta tehnologije na kojoj se kriptovalute baziraju biti svakim danom sve veća i veća. Jedanaest godina kasnije, kriptovalute su prepoznate od strane velikih korporacija svijeta (Overstock, Shopify, Subway...), posebice Bitcoin, Ethereum i Tether. Zbog sve veće popularnosti kriptovaluta, sve je više onih koji temeljito, uz pomoć najinovativnijih indikatora, pokušavaju stvoriti platformu za automatsku kupovinu i prodaju kriptovaluta. Cilj platforme je da uz minimalan trošak stvori maksimalan učinak, a da se, osim pri samoj izradi platforme, ne koriste ljudski resursi. Kvalitetno izrađena platforma tako omogućava provedbu svega napisanoga u kodu, a da čovjek pri tome ne mora nadzirati ili kontrolirati zbivanja prilikom pokretanja rada platforme.

Uz trgovanje kriptovaluta, svakodnevnu kupnju i prodaju trpi i fizički novac. U takvoj transakciji ne sudjeluju isključivo dva subjekta, već i treći – tzv. vanjski subjekt (npr. banka, državna tijela itd.). Poslovno okruženje također je omeđeno trećim stranama te se izuzetna pozornost treba pridavati općim uvjetima poslovanja s trećom stranom. Kriptovalute upravo ovakva činjenica čini sve popularnijima u financijskom i poslovnom svijetu te je postojanost tvrtki koje se bave izradom rješenja za automatsku kupovinu i prodaju kriptovaluta zbog te činjenice sve više i više.

Ovaj diplomski rad namijenjen je svima onima koji su zainteresirani za tehnologiju koja se krije iza kriptovaluta te za one koji žele dodatno proširiti svoje znanje o važnim indikatorima koji sugeriraju buduće kretanje određene kriptovalute, ali i znanje o izradi platforme za automatsku kupnju i prodaju kriptovaluta

2. Teorijska podloga i prethodna istraživanja

2.1. Kriptovalute

Bitcoin je prva kreirana kriptovaluta koja od svoga nastanka ima vodeću tržišnu kapitalizaciju na tržištu kriptovaluta. Bitcoin je nastao kao reakcija na svjetsku financijsku krizu 2008. godine s idejom da se „izbaci“ korumpirani ljudski faktor i zamijeni automatiziranim upravljanjem i reguliranjem koristeći se matematičkim operacijama te da se izgradi sustav temeljen na kriptografiji i peer-to-peer tehnologiji (Arnerić & Mateljan, 2019). Za razliku od mrežnog modela klijent-poslužitelj u kojemu se autorizacija prijenosa informacije ili transakcije obavlja na centralnom poslužitelju (serveru), peer-to-peer tehnologija omogućava umrežavanje računala bez poslužitelja, a svako je računalo unutar takve mreže klijent ili poslužitelj. Svaki korisnik peer-to-peer mrežnog modela ima svoje podatke i aplikacije, što omogućava decentraliziranost modela – temelj na kojem se baziraju kriptovalute.

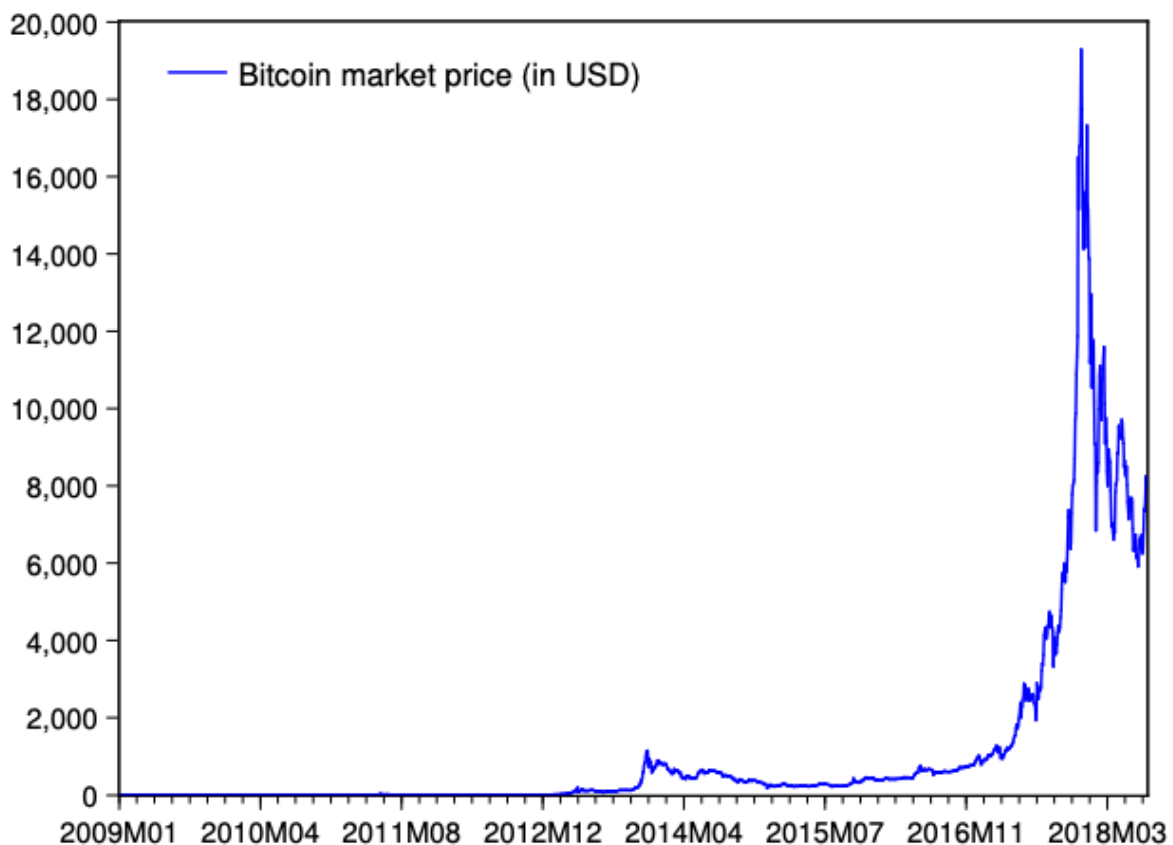
Moderne valute su u obliku papira i kovanica, kreditnih kartica i digitalnih novčanika, a gotovo sve transakcije koje se njima provode kontrolirane su od strane banaka i vlade. Najčešći problemi modernih valuta su: mogućnost provala u korisnički bankovni račun, tehnički bankovni problemi te limiti prilikom transfera na drugi korisnički račun. Osim navedenog, vrijeme prilikom transfera novca iz jedne banke u drugu može biti više od jednog radnog dana, stoga potreba za bržim i jednostavnijim transakcijama postaje sve veća i veća.

Sustav temeljen na kriptografiji i peer-to-peer tehnologiji korisnicima tog sustava omogućavaju besprijekornu transakciju i sigurnost, jer su poruke ili financijska sredstva koja prenose na drugu adresu vidljiva i poznata isključivo njima - prijenosnicima određenih sredstava. Upravo su to ključne tehnologije koje se kriju iza naziva kriptovaluta. Osim navedenog, postoje i negativni učinci ovakve vrste tehnologije, a striktno su usmjereni na još uvijek sporu vrstu transakcije kod nekih kriptovaluta.

Iako je brzina da se obavi transakcija modernih valuta još uvijek poprilično spora, transakcije kriptovaluta također mogu potrajati duži vremenski period. Kriptovalute sadrže liste blokova unutar kojih je moguće pohraniti ograničeni broj transakcija te takve transakcije mogu potrajati i nekoliko sati (Perkins, 2018). Navedena lista blokova naziva se blockchain, a ponajviše ju karakteriziraju decentraliziranost podataka te visoka razina sigurnosti jer svaka transakcija koja

se provede mora biti kriptografski obrađena. Tako se svaki blok sastoji od niza kriptiranih transakcija, a povezan je s prethodnim (starijim) blokovima radi verifikacije istih.

Vrlo važna karakteristika kriptovaluta je njihova volatilnost, odnosno velika promjenjivost cijene u izuzetno kratkom vremenskom razdoblju. Dok je tržište klasičnog novca poprilično stabilno ili tzv. niskorizično za poslovanje, kriptovalute se ubraja u srednje do visokorizičnima za ulaganje i poslovanje. Bez obzira na tu činjenicu, postoje brojne kompanije diljem svijeta koje odabiru baš kriptovalute kao način plaćanja i trgovanja, ali i sklapanja različitih ugovora. Razlog tome je dugoročna tendencija rasta određenih kriptovaluta koje, bez obzira na povremene padove koji mogu trajati i više desetaka mjeseci, na opravdani način prate trend rasta. No zbog činjenice kako kriptovalute nisu prisutne na tržištu novca duži vremenski period, još uvijek se ubrajaju u nedovoljno istražene, a samim time i riskantnim načinom prijenosa poruke i/ili financijskih sredstava.



Grafikon 1 Prikaz cijene Bitcoina za razdoblje od 2009.-2018. godine (Hossein, et al., 2018)

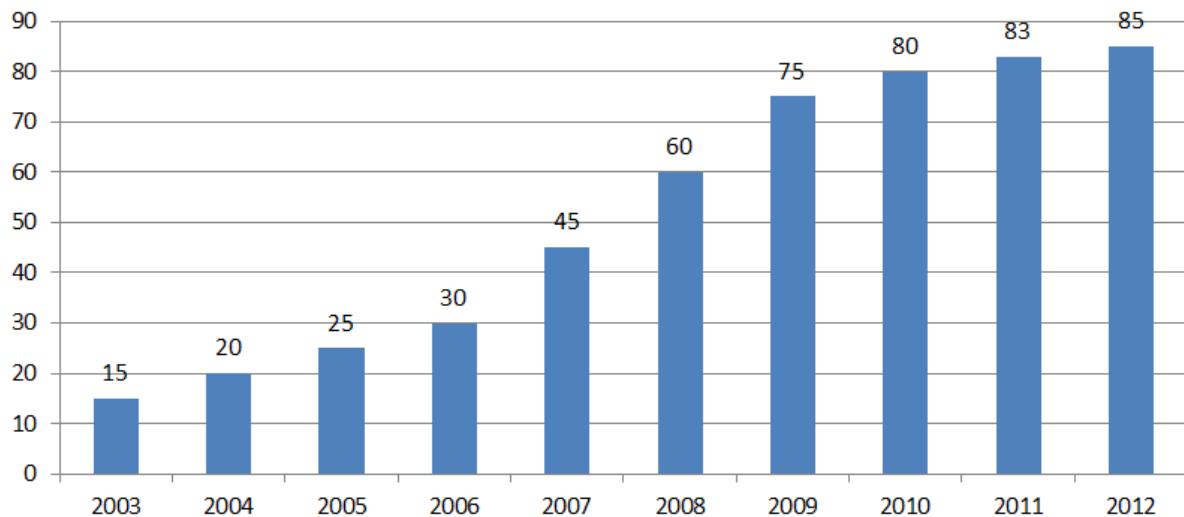
Grafikon 1 prikazuje vrijednost kriptovalute Bitcoin u periodu od 2009. do 2018. godine. Važno je napomenuti kako tržište kriptovaluta prati cijenu prve decentralizirane kriptovalute – Bitcoina. Trend rasta kriptovalute Bitcoin dešavao se gotovo 10 godina, nakon čega je došlo do korekcije, odnosno ispravka cijene.

2.2. Platforma za trgovinu kriptovaluta – algoritamsko trgovanje

Platforme za trgovanje kriptovaluta, odnosno implementirani algoritmi, obično imaju svrhu automatski obaviti kupovinu i prodaju određene kriptovalute ovisno o postavljenom pokazatelju. Mogu se razlikovati po osnovnom mjerilu, stupnju agresivnosti i stilu trgovanja (Kissell, 2005).

Algoritamsko trgovanje odnosi se na način trgovanja koristeći pripadajući algoritam (program) za automatizaciju svih ili samo nekih dijelova kupovine i prodaje. Algoritamsko trgovanje temelji se na prikupljenim podacima i najčešće uključuje: učenje nad podacima, dinamičko planiranje, donošenje odluka te davanje smisla podacima. Ključne faze u algoritamskom trgovanju su: analiza prije trgovanja, generiranje signala, izvršenje trgovanja, analiza nakon trgovanja, upravljanje rizikom i raspodjela imovine (Treleaven, et al., 2013). Strojno učenje (eng. machine learning) i model neuralne mreže (eng. neural network) pomažu pri točnijoj procjeni daljnjeg kretanja vrijednosti koja se promatra. Upravo se takve metode nerijetko koriste u izradi platforme za trgovanje kriptovalutama te na posljetku generiraju grafičke prikaze prema kojima se jednostavnije dolazi do konačnog zaključka. Ključne faze u algoritamskom trgovanju trebaju postojati u izradi svake platforme za trgovanje, kako bi posljedično algoritam mogao bolje predvidjeti daljnja kretanja vrijednosti. U fazu analize prije trgovanja ubraja se odabir relevantnog objekta – kriptovaluta, novac, dionica. Navedena faza omogućava lakšu provedbu cilja. Odabir relevantnog objekta će se razlikovati ovisno o postavljenom cilju. U drugoj fazi, generiranje signala, ključno je proučiti i odabrati valjani indikator koji će kasnije generirati signal. Indikatori funkcioniraju prema zadanoj matematičkoj formuli koja prati prikupljene podatke i računa određenu pojavu. Kada rezultat zadovoljava određeni uvjet, algoritam kupuje ili prodaje kriptovalutu. Faza izvršenja trgovanja automatska je faza koja se obavlja nakon što indikator pošalje signal za izvršenje. Faze analize nakon trgovanja i faze upravljanja rizikom predstavljaju aktivnosti proučavanja, izučavanja te obradu nad podacima, odnosno stvaranje informacija kojima se pridaje određeno značenje – u ovom

slučaju profit ili gubitak. Posljednja faza, faza raspodjele imovine, obuhvaća aktivnosti podjele kapitala.



Grafikon 2 Udio algoritamskog trgovanja u ukupnom obujmu trgovanja (Glantz, Kissell, 2013.)

Grafikon 2 sugerira na pozitivan trend rasta kojeg algoritamsko trgovanje posjeduje prilikom gledanja na ukupni obujam trgovanja. Zbog činjenice kako je trend algoritamskog trgovanja pozitivan, sve je više tvrtki koje se bave izradom navedenih platformi za trgovanje.

Algoritamsko trgovanje jednako funkcionira govori li se o trgovanju dionica, prirodnih resursa, novca ili kriptovaluta. Izuzetnu razliku predstavlja faktor volatilnosti koji bitno utječe na visinu investicijskog rizika. Vrijednosti prirodnih resursa poput zlata, srebra i nafte ne mijenjaju se u jednakom omjeru kao i vrijednosti kriptovaluta. Primjerice, mnoge države zadržavaju svoje rezerve u obliku zlata, najviše iz razloga što takve aktivnosti dovode do jačanja domaće valute. Takav oblik onemogućuje slobodno tržište koje je prisutno na tržištu kriptovaluta od samoga početka. Također, kriptovalute su relativno „mlade“ valute te se njihova stabilna vrijednost još uvijek nalazi u fazi pronalaska, za razliku od plemenitih metala koji su kao predmet razmjene prisutni više stotina godina. Algoritamsko trgovanje, koje je bazirano na pokazateljima koji kvalitetno odgovaraju na volatilan faktor tržišta, može kao rezultat dati povjerljiv signal pomoću kojeg je moguće očekivati pozitivan ishod ukupnog trgovanja.

3. Metodologija rada

3.1. Metode korištene u radu

U diplomskom radu korištene su metode analize i sinteze informacija o kriptovalutama te izrada platforme za trgovanje kriptovaluta. Osim metode analize i sinteze informacija, korištena je i metoda izrade platforme za trgovanje kriptovaluta u programskom jeziku Python, a sastoji se od nekoliko koraka. Prvi korak je uvoz biblioteka nužnih za: rad na numeričkim tipovima podataka, preuzimanje trenutnih vrijednosti kriptovaluta, prikazivanje poruka u čitljivom obliku te povezivanje s API ključem. Drugi korak je definiranje postavki API ključa. U trećem koraku definiraju se ključne varijable i uvjeti nužni za ispravnu provedbu samog programa – platforme. Posljednji korak je kreiranje ključnih funkcija kojima se obavlja komunikacija s pružateljem informacija te kupovine, odnosno prodaje kriptovaluta. Uz navedene korake koji su nužni kako bi se izradila navedena platforma, proces izrade platforme također sadrži i analizu prije početka trgovanja te analizu nakon trgovanja. Rezultati navedenih aktivnosti usko su vezani uz točniju predikciju trenutne platforme te kvalitetniju izradu buduće platforme.

3.2. Alati za izradu platforme za trgovanje kriptovalutama

Postoji nekoliko alata koji omogućuju ispravnu i funkcionalnu izradu platforme za trgovanje kriptovaluta. Iako sljedeći alati nisu jedini uz pomoć kojih se može izraditi navedena platforma, odabrani su zbog njihove jednostavnosti i brzine izvođenja.

3.2.1. Visual Studio Code

Visual Studio Code pripada kategoriji integriranih razvojnih okruženja (IDE). Integrirana razvojna okruženja pružaju alate koji automatiziraju uobičajene zadatke poput automatskog ispunjavanja određenih metoda i ispravljanja pogrešaka. Najbitnije zadaće integriranih razvojnih okruženja su olakšati programiranje povećanjem brzine programiranja i smanjenjem pogrešaka programera (Muşlu, et al., 2012). Visual Studio Code je poznato integrirano razvojno okruženje koje je kreirano od strane Microsoft tvrtke. Osim što je namijenjeno Windows operacijskom sustavu, namijenjeno je i Linux-u te macOS-u. Visual Studio Code koristi se za prikaz, pregled, uređivanje i pokretanje koda te otklanjanje mogućih grešaka u kodu aplikacije.

3.2.2. Python

Python je interpreterski jezik koji može uštedjeti pozamašno vrijeme tijekom razvoja aplikacije jer nije potrebna kompilacija i povezivanje. Omogućuje kompaktno i čitljivo pisanje programa. Programi napisani u Pythonu obično su puno kraći nego programi napisani u jezicima poput C, C++ ili Java (Van Rossum, et al., 1995).

Python se može koristiti za veliki raspon aplikacija, a usmjeren je za njihov razvoj i testiranje. Python programski jezik u posljednjim godinama pamt i pozitivan trend u razvoju aplikacija baziranih na strojnom učenju koje predstavlja izuzetno moćnu tehnologiju te omogućava rad i učenje nad velikim brojem podataka, a posljedično tome omogućava predikciju daljnjeg kretanja promatranih vrijednost.

3.2.3. Biblioteke

Biblioteke i paketi potrebni za izradu platforme za trgovanje kriptovaluta u programskom jeziku Python od izuzetne su važnosti za provedbu i funkcionalnost same aplikacije. Python paketi koji su potrebni za izradu platforme su: websocket, pprint, talib, numpy te json.

Websocket biblioteka korisnicima omogućuje: jednostavnost korištenja, kvalitetu izvedbe te bolju izvedbu programa. Koristeći websocket biblioteku, korisnici mogu biti usredotočeni i fokusirani na svoju aplikaciju, dok je websocketu glavna zadaća upravljanje vezama. Websocket omogućuje obostranu razmjenu podataka između klijenta i poslužitelja. Rezultat korištenja websocket biblioteke je smanjenje vremena pisanja programa te prijenos podataka u realnom vremenu s poslužitelja i na njega. Websocket u izradi platforme za trgovanje kriptovaluta omogućava komunikaciju s poslužiteljem po pitanju podataka vezanih za uspostavu veze s poslužiteljem.

NumPy je popularna Python biblioteka koja se koristi za izvođenje numeričkih izračuna na bazi nizova numeričkih podataka. NumPy je standardna biblioteka namijenjena za računanje temeljeno na nizovima podataka, pružajući jednostavno i lako korištenje programskog modela čije sučelje u potpunosti odgovara matematičkim potrebama aplikacije (Bauer & Garland, 2019). Navedena biblioteka izuzetno je popularna u metodama strojnog učenja, ali i izradi programa za automatsku kupovinu i prodaju kriptovaluta jer omogućava jednostavnost

obavljanja matematičkih operacija nad velikim brojem podataka koji su prikupljeni. NumPy osigurava izvođenje operacija u najbržem mogućem vremenu uspoređujući ga s drugim Python paketima, što ga čini jednim od najpopularnijih biblioteka Pythona. Uz navedeno, NumPy unutar sebe sadržava veliki broj funkcija koje omogućavaju korisnicima manji broj programskih linija i veću usredotočenost na funkcionalnost programa.

Talib je Python biblioteka koja služi za tehničku analizu podataka, a koristi se za izračunavanje široke lepeze indikatora čije konačne vrijednosti pripomažu u prognozama za daljnje kretanje vrijednosti. Uključuje više od 140 indikatora, a podijeljeni su prema funkcijskim grupama, primjerice: indikatori momentuma, indikatori volumena, indikatori volatilnosti i drugi. Indikator koji se koristi u diplomskom radu, RSI – Relative Strength Indeks (eng. indeks relativne snage), implementiran je unutar funkcijske grupe indikator momentuma te je jedan od najpopularnijih indikatora zbog pružanja jednostavnih signala koji su potrebni korisniku kako bi mogao odlučiti treba li kupiti ili prodati određenu dionicu, kriptovalutu i slično. Talib biblioteka prihvaćena je od strane raznih programera koji se bave trgovanjem kriptovaluta i tehničkom analizom podataka financijskog tržišta. Osim RSI pokazatelja, neki od često korištenih indikatora koji su implementirani unutar Talib biblioteke također su: indeks novčanog toka, momentum, postotna promjena, stohastički indikator, prosječna cijena, medijan i drugi. Stoga je važno napomenuti kako je Talib izuzetno bogata biblioteka koja svojim korisnicima omogućava kvalitetnu provedbu određenih indikatora u minimalnom vremenskom roku.

JSON (eng. Java Script Object Notation) predstavlja format za razmjenu podataka koji su čovjeku lako razumljivi za čitati i pisati. JSON je koristan i za strojeve koji na lakši način mogu raščlaniti skupine podataka, obrađivati ih i generirati u novi oblik (JSON, 2017). Format teksta koji se prikazuje unutar terminala u Visual Studio Code-u dolazi u nečitljivom i teško razumljivom obliku, stoga biblioteka pprint preuzima JSON poruku i transferira ju u oblik koji je jasan i razumljiv čovjeku te iz koje je u kratkom vremenskom periodu moguće donijeti određene zaključke i odluke za buduće preoblikovanje kreiranog modela trgovanja.

Binance.client vrsta je Binance javnog API ključa, a služi za povezivanje s Binance platformom, odnosno s korisničkim računom, a sve u cilju automatskog algoritamskog trgovanja kriptovalutama koje je prethodno definirano u Python skripti. Povezivanje se vrši

pomoću API ključa i tajnog API ključa koji su dostupni u korisničkim opcijama unutar Binance platforme.

3.2.4. API ključ

API (eng. Application Programming interface) ili aplikacijsko programsko sučelje predstavlja ključnu komponentu u primanju podataka na osnovu kojih se donose investicijske odluke. API predstavlja mehanizam koji služi za ponovnu upotrebu koda kako bi se programi mogli nadograđivati te se time omogućava bolja vremenska učinkovitost (Myers & Jeffrey, 2016) Prije pojave API-ja, programeri nisu imali drugih mogućnosti nego započeti pisati svoj kod od početka te je vrijeme stvaranja aplikacija i programa samim time bilo znatno duže nego što je to danas slučaj. Pojavom API-ja, olakšan je pristup već stvorenim i implementiranim kodovima koje je moguće dodatno uređivati, spremati i koristiti u različite svrhe.

API je popularan i u stvaranju platformi za trgovanje kriptovalutama, odnosno koristi se prilikom preuzimanja podataka u realnom vremenu te korištenja istih kako bi se obavila aktivnost kupnje, odnosno prodaje kriptovalute.

Prilikom povezivanja s podacima u realnom vremenu, u programski kod potrebno je unijeti vrijednost jedinstvenog API ključa te vrijednost tajnog API ključa. Vrijednost tajnog API ključa poznata je samo korisniku kojemu je odobren pristup API sredstvima, stoga istovremeno korištenje API ključa i tajnog API ključa korisniku omogućuje najviši nivo sigurnosti u području algoritamskog trgovanja.

3.2.5. Indeks relativne snage (RSI)

Indeks relativne snage ili RSI pokazatelj jedan od najpoznatijih i najčešće korištenih pokazatelja za tehničku analizu (Tjāran-Morořan, 2011). Razvio ga je Welles Wilder Jr. 1978. godine.

Kao što je prethodno navedeno, RSI je pokazatelj momentuma. Momentum mjeri brzinu cjenovnih promjena tako da se cijene za određeno fiksno razdoblje neprekidno oduzimaju. Primarna upotreba navedenog pokazatelja je identificiranje preokupljenosti (trgovci u znatnijoj

mjeri kupuju vrijednosnicu) ili preprodanosti (trgovci u znatnijoj mjeri prodaju vrijednosnicu) određene valute ili vrijednosnice (Knežević, 2017).

Pokazatelj se računa na način:

$$IRS = 100 - \frac{100}{1 + RS}$$

Jednadžba 1 Izračun indeksa relativne snage

, gdje RS predstavlja prosjek x dana s porastom ili padom zaključne cijene (Šarlija, et al., 2020).

Prosjek x dana s porastom zaključne cijene računa se obzirom na zadani broj perioda u minutama, satima, danima i slično. Uobičajena praksa dodjeljivanja 14 vremenskih perioda odnosi se na činjenicu kako će se u računanju porasta zaključne cijene uzimati svih 14 vremenskih perioda koji su završili s pozitivnim rezultatom i podijeliti ih s 14, dok se prosjek x dana s padom zaključne cijene računa uzimajući sve vremenske periode u kojima su vrijednosti bile negativne, također podijeljene s 14. Dobivene vrijednosti potrebno je podijeliti jednu s drugom kako bi se dobila konačna vrijednost RS faktora. Uvrštavanjem preostalih komponenti formule za izračunavanje RSI dobiva se konačna vrijednost indeksa relativne snage.



Slika 1 Primjer profitabilnog trgovanja prema indeksu relativne snage unutar Binance platforme (izrada autora)

Slika 1 prikazuje moguće profitabilno trgovanje obzirom na indeks relativne snage. U ovom slučaju, gledajući na indeks relativne snage, potrebno je kupiti kriptovalutu ADA po vrijednosti od 1.53 dolara, a prodati kada vrijednost kriptovalute ADA iznosi 1.59 dolara. Razlog tome je vrijednost indeksa relativne snage, odnosno kada vrijednost indeksa iznosi manje od 30 potrebno je kupiti kriptovalutu, a kada vrijednost indeksa iznosi više od 70 tada je kriptovalutu potrebno prodati.

Sve vrijednosti RSI indeksa nalaze se na skali između 0 i 100. Signal za kupnju događa se kada RSI indeks poprimi vrijednost 30 i manje, dok se signal za prodaju događa kada RSI indeks poprimi vrijednost 70 i više. Navedene vrijednosti su najčešća i zadana praksa brojnim trgovcima, iako je važno napomenuti kako se takve vrijednosti mogu promijeniti prema željama i strategijama trgovaca. Ukoliko postavljena donja granica (granica kupnje ili granica preprodaje) iznosi 20, govori se o sigurnijem kupovnom signalu, ali za očekivati je nešto rjeđe primanje signala, jer se vrijednosti RSI pokazatelja češće nalaze na srednjim dijelovima skale,

nego na rubnim dijelovima. Isto vrijedi i za gornju granicu (granica prodaje ili granica prekupljenosti) koja može biti postavljena na vrijednost 80.

Šarlija (2020) smatra da je za svako kraće razdoblje ovaj oscilator osjetljiviji. Prilikom interpretacije ovog oscilatora postoji pojam neuspješan zamah koji se događa kada je indeks ispod 30 ili 70 bodova. To se odnosi na slučajeve kada u rastućem trendu vrh indeksa relativne snage ne uspije premašiti prethodni vrh pa time doseže i niže dno od prethodnog. U padajućem trendu je obratno. Spomenuti problemi indeksa oslikavaju se u blagim volatilnim razdobljima, gdje se vrijednosti u dužem vremenskom periodu nalaze između 30 i 70 bodova, što posljedično i najčešće izaziva nepovoljan konačni ishod prodaje kriptovaluta.



Slika 2 Primjer neprofitabilnog trgovanja prema indeksu relativne snage unutar Binance platforme (izrada autora)

Slika 2 prikazuje moguće neprofitabilno trgovanje obzirom na indeks relativne snage. U ovom slučaju, gledajući na indeks relativne snage, potrebno je kupiti kriptovalutu ADA po vrijednosti od 1.53 dolara, a prodati kada vrijednost kriptovalute ADA iznosi 1.51 dolara.

4. Opis istraživanja i rezultati istraživanja

4.1. Koraci u izradi platforme za trgovinu kriptovaluta

4.1.1. Uvoz paketa

Prvi korak u izradi platforme za trgovinu kriptovaluta je uvoz paketa potrebnih za: manipulaciju nad dobivenim podacima, uređenje prikaza poruka koje sadrže vrijednosti kriptovalute u određenom trenutku, povezivanje s klijentom radi obavljanja kupovine i prodaje kriptovalute i primjenu odabranog pokazatelja.

```
1  import websocket
2  import json
3  import pprint
4  import talib
5  import numpy
6  import config
7  from binance.client import Client
8  from binance.enums import *
```

Slika 3 Uvoz paketa (izrada autora)

Slika 3 prikazuje uvoz paketa potrebnih za ispravnu funkcionalnost algoritma.

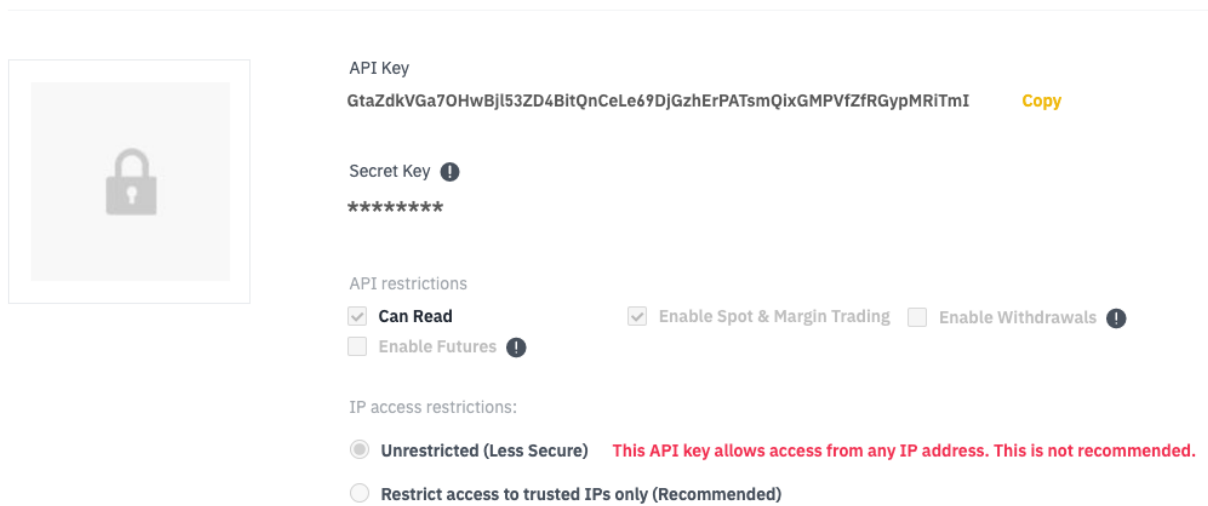
Websocket, json, pprint, talib i numpy biblioteke omogućavaju povezivanje s klijentom, ispisivanje poruka u čitljivom obliku, primjenu RSI pokazatelja na podacima koji se preuzimaju u realnom vremenu te transferiranje podataka u liste, respektivno. Uz navedene biblioteke, važno je uvesti config.py skriptu unutar koje se nalaze API ključ i tajni API. Config skripta poziva se u algoritmu za trgovanje kriptovalutama, a igra ključnu ulogu u verifikaciji osobnih podataka koje Binance (platforma za trgovanje kriptovaluta) potražuje od svakog korisnika kada se govori o računu sa stvarnim novcem.

Binance.client i binance.enums služe povezivanju i upravljanju računom na platformi za trgovanje kriptovaluta – Binance. Binance je trenutno jedna od najvećih platformi za trgovanje kriptovalutama. Osim što predvodi u obujmu trgovanja koje se zbiva na platformi, Binance je

također najposjećenija platforma od strane korisnika. Binance je također razvio čitav niz biblioteka namijenjenih programerima kako bi mogli razvijati algoritme koji omogućavaju automatsku kupovinu i prodaju kriptovaluta, što uvelike olakšava proces izrade takve platforme.

4.1.2. Postavke API ključa

Prije implementacije API ključa u algoritam za trgovanje kriptovalutama potrebno je stvoriti API ključ te vrijednost tajnog ključa. API ključ i tajni ključ moguće je stvoriti unutar sučelja platforme koja se koristi za kupnju i prodaju kriptovaluta (vidljivo na Slika 4). U ovome slučaju koristi se Binance platforma, a nakon registracije računa potrebno je stvoriti novi API ključ koji će se pozivati u kasnijem dijelu rada.



Slika 4 Prikaz postavki API ključa i tajnog API ključa (izrada autora)

Vrijednost tajnog ključa od izuzetne je važnosti u procesu identifikacije, ali istovremeno predstavlja i obvezu strogog čuvanja vrijednosti iz sigurnosnih razloga. Binance platforma zbog navedenog razloga pruža vidljivost vrijednosti tajnog ključa samo jednom te predlaže zapisivanje vrijednosti izvan zone elektroničkih uređaja.

Nakon generiranja vrijednosti API ključa i tajnog ključa potrebno je implementirati iste u novokreiranu config.py skriptu.

```
23  klijent = Client(config.API_KEY, config.API_SECRET, tld='com')
```

Slika 5 Definiranje varijable klijent (izrada autora)

Posljednji korak u procesu implementacije API ključa i tajnog ključa je definiranje varijable klijent kojoj se prosljeđuju vrijednosti API ključa i tajnog ključa iz config.py skripte. Spomenuto je vidljivo na Slika 5.

4.1.3. Definiranje ključnih varijabli i uvjeta

Varijable koje su potrebne za buduće stvaranje uvjeta po kojima će platforma za trgovanje kriptovaluta funkcionirati je potrebno prvotno definirati (vidljivo na Slika 6). Prvotno je potrebno odlučiti nad kojom kriptovalutom će algoritam obavljati kupovinu i prodaju, zatim po kojoj količini će algoritam kupovati i prodavati izabranu kriptovalutu, postaviti vrijednosti za promatrani period indeksa relativne snage te definirati na kojoj razini će algoritam prepoznati prekupljenost, a na kojoj preprodanost odabrane kriptovalute.

```
12  SIMBOL_TRGOVANJA = 'ADAUSD'T'  
13  KOLICINA_KUPNJA = 13  
14  KOLICINA_PRODAJA = 13  
15  RSI_VRIJEME = 14  
16  RSI_PREKUPLJENO = 70  
17  RSI_PREPRODANO = 30
```

Slika 6 Definiranje ključnih varijabli (izrada autora)

Nakon definiranja ključnih varijabli, potrebno je stvoriti praznu listu gotovih cijena, odnosno listu u kojoj će se nalaziti vrijednosti koje algoritam preko websocket biblioteke povlači u realnom vremenu. Gotove cijene predstavljaju one vrijednosti koje se nalaze u momentu završetka zadanog perioda. Period se može postaviti na određeni broj minuta, sati, dana, pa čak i mjeseci te godina. U ovome slučaju gledaju se gotove cijene nakon jedne minute. Nakon što algoritam preuzme 14 vrijednosti gotovih cijena (*rsi_vrijeme*), moguće je izračunati prvu vrijednost indeksa relativne snage.


```

API poruka
{'E': 1624432190459,
 'e': 'kline',
 'k': {'B': '0',
       'L': 210786271,
       'Q': '77007.53855800',
       'T': 1624432199999,
       'V': '60536.42000000',
       'c': '1.27140000',
       'f': 210786103,
       'h': '1.27270000',
       'i': '1m',
       'l': '1.27080000',
       'n': 169,
       'o': '1.27170000',
       'q': '172045.90573000',
       's': 'ADAUSD',
       't': 1624432140000,
       'v': '135268.79000000',
       'x': False},
 's': 'ADAUSD'}

```

Slika 7 API poruka unutar terminala u programu Visual Studio Code (izrada autora)

Poruka prikazana preko Slika 7 pokazuje čitavi niz vrijednosti prema kojima je moguće analizirati promatranu kriptovalutu. Algoritmu za trgovanje kriptovaluta prema pokazatelju relativne snage potrebne su neke od vrijednosti iz liste 'k', a to su:

- 'x' – parametar koji prima samo dvije vrijednosti (istina i laž), a promatra je li odabrani period od jedne minute završio ili ne,
- 'c' – parametar koji pruža vrijednost odabrane kriptovalute.

Zbog činjenice kako indeks relativne snage promatra isključivo zadnju vrijednost u odabranom periodu, potrebno je postaviti uvjet koji će izvršavati radnju onda i samo onda kada je vrijednost parametra 'x' istinita, odnosno kada je odabrani period od jedne minute završio.

```

54 | if candle_zatvoren_provjera:
55 |     print("candle je zatvoren u vrijednosti {}".format(vrijednost_zatvorenog_candle))
56 |     lista_gotove_cijene.append(float(vrijednost_zatvorenog_candle))
57 |     print("lista_gotove_cijene")
58 |     print(lista_gotove_cijene)

```

Slika 8 Popunjavanje liste gotovih cijena (izrada autora)

Slika 8 prikazuje prethodno opisani uvjet. Ukoliko je vrijednost parametra 'x' istinita, pokrenut će se navedeni kod, odnosno ispisat će se zadnja vrijednost u periodu od jedne minute te će se lista gotovih cijena popuniti navedenom vrijednošću. Nakon toga ispisuje se lista gotovih cijena kao provjera ispravnog popunjavanja.

Nakon postavljanja uvjeta u kojemu se popunjava lista gotovih cijena, potrebno je izračunati trenutne vrijednosti indeksa relativne snage i usporediti ih sa zadanim vrijednostima prekupljenosti i preprodanosti kriptovalute.

```
60 |         if len(lista_gotove_cijene) > RSI_VRIJEME:
61 |             np_lista_gotove_cijene = numpy.array(lista_gotove_cijene)
62 |             rsi = talib.RSI(np_lista_gotove_cijene, RSI_VRIJEME)
63 |             print("RSI VRIJEDNOSTI: ")
64 |             print(rsi)
65 |             zadnji_rsi = rsi[-1]
66 |             print("TRENUTNI RSI IZNOSI {}".format(zadnji_rsi))
```

Slika 9 Prikaz provjere zadanog vremenskog perioda indeksa relativne snage (izrada autora)

Za početak važno je provjeriti je li duljina liste gotovih cijena veća od zadanog perioda indeksa relativne snage (vidljivo na Slika 9). RSI vrijednosti izračunavaju se temeljem vrijednosti prosječnog dobitka ili gubitka tijekom promatranog razdoblja, stoga je moguće započeti izračunavanje RSI vrijednosti samo kada je navedena tvrdnja istinita. Nakon toga stvara se numpy varijabla u kojoj se nalazi numpy lista gotovih cijena, a sve zbog ispravnog provođenja računanja vrijednosti za indeks relativne snage. Naposljetku, RSI vrijednost dobiva se na jednostavan način putem talib biblioteke koja je prethodno uvežena u algoritam. Talib računa vrijednost indeksa relativne snage pomoću dva proslijeđena parametra – numpy lista gotovih cijena te RSI vremena, odnosno perioda. Osim što algoritam računa vrijednost indeksa relativne snage, potrebno je i stvoriti varijablu u kojoj će se nalaziti trenutna vrijednost indeksa, zbog činjenice kako algoritam mora provjeravati je li trenutna vrijednost indeksa relativne snage veća ili manja od vrijednosti za prekupljenost kriptovalute, odnosno je li trenutna vrijednost indeksa relativne snage veća ili manja od vrijednosti za preprodanost kriptovalute.

```

69 |         |         | if zadnji_rsi < RSI_PREPRODANO:
70 |         |         |     if u_poziciji:
71 |         |         |         print("Preprodana pozicija, ali već postoji posjedovanje kriptovalute")
72 |         |         |     else:
73 |         |         |         print("Preprodano! Kupi kriptovalutu!")
74 |         |         |         uspjesna_trgovina = trgovina(SIDE_BUY, KOLICINA_KUPNJA, SIMBOL_TRGOVANJA)
75 |         |         |         if order_succeeded:
76 |         |         |             u_poziciji = True
77 |         |         |

```

Slika 10 Provjera preprodanosti kriptovalute (izrada autora)

Slika 10 prikazuje uvjet po kojemu se provjerava je li trenutna (zadnja) vrijednost indeksa relativne snage manja od varijable *rsi_preprodano*, odnosno je li vrijednost indeksa relativne snage manja od 30.

Ukoliko je navedena tvrdnja točna, važno je provjeriti nalazi li se platforma za trgovanje kriptovalutama već u poziciji kupljene kriptovalute ili još uvijek ne postoji takav slučaj. U slučaju da se platforma već nalazi u poziciji kupljene kriptovalute, u terminalu se ispisuje sljedeća poruka: „Preprodana pozicija, ali već postoji posjedovanje kriptovalute“. U navedenom slučaju neće doći do ponovne kupnje kriptovalute, premda pozicija i vrijednost indeksa relativne snage govore kako je potrebno kupiti kriptovalutu. Navedeni slučaj se odvija na takav način iz razloga što nije potrebno kupovati kriptovalutu svaki puta kada indeks relativne snage iznosi manje od 30 jer bi se u tom slučaju dogodila mnogobrojna kupovina, što je uvijek dobro izbjeći. Ukoliko je drugi slučaj istinit, odnosno varijabla *u_poziciji* nije istinita te Binance račun ne posjeduje zadanu količinu kriptovalute (varijabla *kolicina_kupnje*), pokreće se algoritam za kupovinu kriptovalute. Varijabli *uspjesna_trgovina* proslijeđena je prethodno definirana funkcija trgovina kojoj se naknadno prosljeđuju parametri za kupovinu kriptovalute, količinu kupovine te simbol kriptovalute. Ukoliko trgovina prođe uspješno, odnosno algoritam uspješno obavi kupnju kriptovalute, varijabla *u_poziciji* postaje istinita te dolazi do faze čekanja vrijednosti indeksa relativne snage da postane veća od zadane vrijednosti za prekupljenost kriptovalute. U navedenoj fazi obavlja se proces prodaje kriptovalute.

```

78         if zadnji_rsi > RSI_PREKUPLJENO:
79             if u_poziciji:
80                 print("Prekupljeno! Prodaj kriptovalutu!")
81
82                 uspjesna_trgovina = trgovina(SIDE_SELL, KOLICINA_PRODAJA, SIMBOL_TRGOVANJA)
83                 if order_succeeded:
84                     u_poziciji = False
85             else:
86                 print("Prekupljena pozicija, ali nema posjedovanja kriptovaluta.")
87

```

Slika 11 Provjera prekupljenosti kriptovalute (izrada autora)

Faza prodaje kriptovalute prikazana je preko Slika 11. Prema prikazanom uvjetu provjerava se je li trenutna (zadnja) vrijednost indeksa relativne snage veća od varijable *rsi_prekupljeno*, odnosno je li vrijednost indeksa relativne snage veća od 70. Ukoliko je navedena tvrdnja točna, važno je provjeriti nalazi li se platforma za trgovanje kriptovalutama već u poziciji kupljene kriptovalute ili još uvijek ne postoji takav slučaj. U slučaju da se platforma već nalazi u poziciji kupljene kriptovalute, u terminalu se ispisuje sljedeća poruka: „Prekupljeno! Prodaj kriptovalutu“ te se pokreće algoritam za prodaju kriptovalute. Varijabli *uspjesna_trgovina* prosljeđena je prethodno definirana funkcija *trgovina* kojoj se naknadno ovoga puta prosljeđuju parametri za prodaju kriptovalute, količinu prodaje te simbol kriptovalute. Ukoliko *trgovina* prođe uspješno, odnosno algoritam uspješno obavi prodaju kriptovalute, varijabla *u_poziciji* postaje neistinita te dolazi do faze čekanja vrijednosti indeksa relativne snage da postane manja od zadane vrijednosti za preprodanost kriptovalute, odnosno manja od 30. Ukoliko vrijednost indeksa relativne snage nastavi rasti iznad granice *rsi_prekupljeno*, algoritam neće ponovno prodavati kriptovalutu jer je dovoljno da taj postupak napravi samo jedanput. Navedeni slučaj ispisuje sljedeću poruku: „Prekupljena pozicija, ali nema posjedovanja kriptovaluta.“

4.1.4. Kreiranje ključnih funkcija

Četiri su glavne funkcije koje su potrebne za ispravnu provedbu algoritma za kupovinu i prodaju kriptovaluta.

```

25 def trgovina(side, quantity, symbol, order_type=ORDER_TYPE_MARKET):
26     try:
27         print("šaljemo kupnju...")
28         trgovina = klijent.create_order(symbol=symbol, side=side, type=order_type, quantity=quantity)
29         print(trgovina)
30     except Exception as e:
31         print("dogodila se greška - {}".format(e))
32         return False
33
34     return True
35

```

Slika 12 Funkcija za obavljanje trgovine kriptovalute (izrada autora)

Funkcija prikazana preko Slika 12 obavlja glavnu ulogu za trgovinu kriptovaluta, odnosno za njezinu kupovinu i prodaju, ovisno o poziciji u kojoj se algoritam nalazi i ovisno o vrijednostima indeksa relativne snage. Funkciji trgovina prosljeđena su četiri parametra, a svaki od parametara obavlja određeni dio konačne funkcije:

- parametar koji je definiran kupnjom ili prodajom kriptovalute
- količina kriptovalute koja se kupuje
- simbol kriptovalute – predmet trgovanja
- vrsta trgovine

Prilikom pozivanja funkcije trgovina nije potrebno definirati sva četiri argumenta, već isključivo simbol, stranu (kupnja ili prodaja) te količinu. Vrsta trgovine definirana je najčešćim načinom trgovanja – *order_type_market* te nije potrebno dodatno definirati navedeni argument. *Order_type_market* vrsta je trgovine u kojoj je omogućena kupovina kriptovaluta prema trenutnoj vrijednosti na tržištu. Dakle, ukoliko je odabrana navedena vrsta trgovine, kupovina i prodaja obaviti će se u najkraćem vremenskom roku pri čemu postoji mala mogućnost za određenom vrijednosnom razlikom. Vrijednosna razlika rezultat je velikog broja trgovina nad određenom kriptovalutom. Stoga, iako je cilj kupiti i prodati kriptovalutu po određenoj cijeni, trgovanje se ipak ne odvija momentalno pa određene greške u vrijednosti mogu biti moguće. Ipak, ovo je najbolji mogući način kupovine i prodaje kriptovaluta jer je najbrži način po kojem je moguće obaviti trgovinu.

Jednom kada se navedena funkcija pozove unutar algoritma za kupovinu i prodaju kriptovalute, obaviti će se kupovina ili prodaja kriptovalute. Proces pokretanja navedene funkcije sadrži nekoliko segmenata:

- ispisivanje poruke „šaljemo kupnju...“,

- definiranje varijable trgovina,
- ispisivanje elemenata varijable trgovina,
- prikazivanje greške ukoliko postoji.

Preostale tri bitne funkcije koje su potrebne za konačno obavljanje kupovine i prodaje kriptovaluta vezane su uz websocket biblioteku kojoj je primarna uloga omogućiti obostranu razmjenu podataka između klijenta i poslužitelja. U navedenoj razmjeni radi se o klijentu koji traži određene podatke od strane poslužitelja te šalje zahtjeve, naredbe i uvjete po kojima se razmjena podataka treba odvijati. Tako postoje tri funkcije:

- *on_open* – razmjena podataka otvorena,
- *on_close* – razmjena podataka zatvorena,
- *on_message* – preuzimanje poruke u kojima se nalaze vrijednosti u određenom vremenskom intervalu.

```

37 def on_open(websocket):
38     print('veza otvorena')
39
40 def on_close(websocket):
41     print('veza zatvorena')
42
43 def on_message (websocket, poruka):
44     global lista_gotove_cijene, u_poziciji
45     print('API poruka')
46
47     json_poruka = json.loads(poruka)
48     pprint.pprint(json_poruka)
49

```

Slika 13 Funkcije *on_open*, *on_close* i *on_message* (izrada autora)

Slika 13 prikazuje definirane funkcije *on_open*, *on_close* i *on_message*. *On_message* funkcija najbitnija je funkcija od triju definiranih. Navedena funkcija ima ulogu prikaza preuzete API poruke koja se kasnije prikazuje na čitljiviji način pomoću `json.loads()` i `pprint` naredbe. Prikazivanje vrijednosti nakon primjene navedenih naredbi izgledaju čitko i moguće je provjeriti i kontrolirati ispravnost prihvaćanja poruka u terminalu Visual Studio Code-a.

4.2. Funkcionalnost izrađene platforme

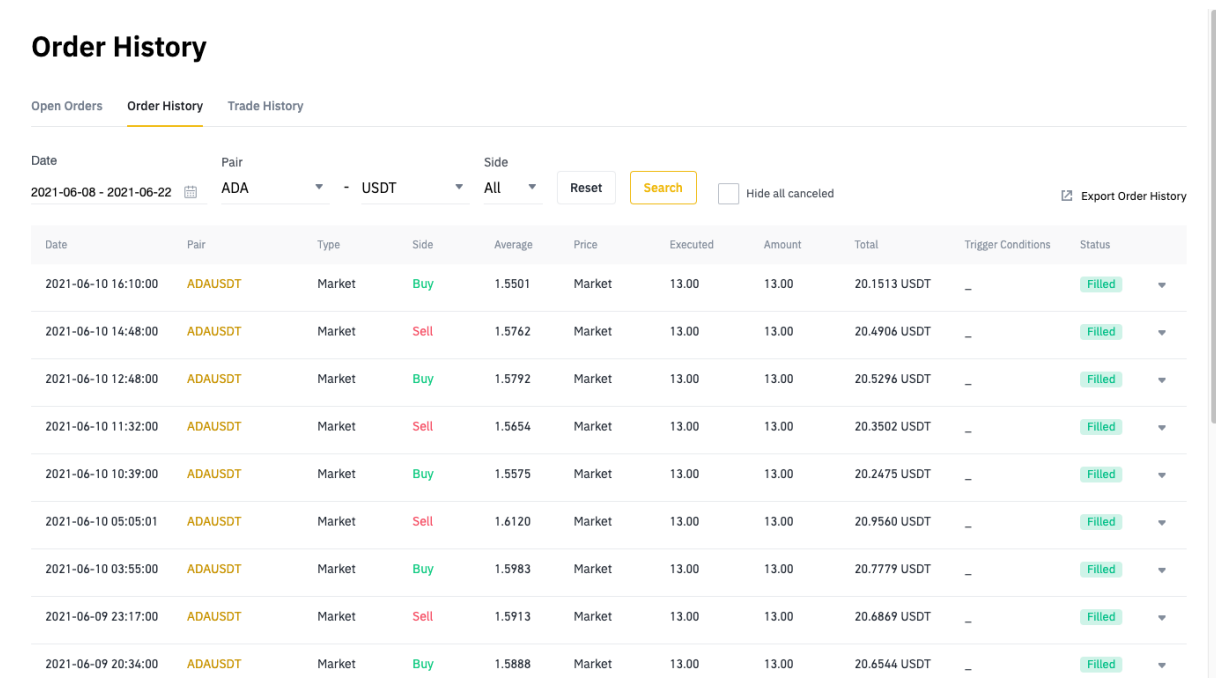
Izrađena platforma za trgovanje kriptovaluta pokreće se unutar programa Visual Studio Code pritiskom na gumb „Run“. Nakon pokretanja algoritma za trgovanje kriptovaluta, otvara se terminal u kojemu se izlistavaju podaci u realnom vremenu, a koji su ključni prilikom pregleda ispravnosti same funkcionalnosti programa.

Bitna značajka funkcionalnosti izrađene platforme za trgovanje kriptovaluta je neprestana kupovina i prodaja zadane kriptovalute prema već određenom parametru koji se nalazi u algoritmu (RSI pokazatelj). Nakon pokretanja algoritma, korisnici navedene platforme nesmetano mogu prepustiti algoritam da kupuje i prodaje zadanu kriptovalutu, a trenutak prestanka trgovanja biraju sami. Zaustavljanje trgovanja može se obaviti pritiskom na gumb „Stop“. Na taj način sve se vrijednosti unutar terminala brišu te ne postoji pamćenje povijesnih podataka. Svi podaci koji su potrebni za pregled povijesti trgovanja nalaze se unutar Binance aplikacije, gdje se i obavlja sama trgovina kriptovaluta.

Najvažnija značajka izrađene platforme za trgovinu kriptovalutama je jednostavna promjena simbola kriptovalute (ADA, Ethereum, Bitcoin itd.), a obavlja se izmjenom simbola unutar algoritma za trgovanje kriptovaluta. Također, na jednaki način moguća je jednostavna promjena količine kupovine i prodaje (varijable *kolicina_kupnja* i *kolicina_prodaja*) te granice na kojoj se određena kriptovaluta kupuje i prodaje (varijable *rsi_prekupljeno* i *rsi_preprodano*). Osim navedenog, bitan faktor na osnovu kojeg se određena kriptovaluta kupuje i prodaje je varijabla *rsi_vrijeme*, a predstavlja određeno povijesno vrijeme po kojem se vrijednost RSI pokazatelja formira. Navedenu varijablu također je moguće promijeniti te će algoritam nakon pokretanja koristiti promijenjenu vrijednost. Navedene preinake moguće je primijeniti iz raznih razloga, a neki su: veći ulog, izlazak novih kriptovaluta koje poprimaju pozitivan trend rasta, sigurnija granica kupnje i prodaje kriptovalute.

4.3. Rezultati algoritamskog trgovanja

Rezultati algoritamskog trgovanja dostupni su unutar platforme za trgovanje kriptovalutama – Binance. Specifičnije, rezultati algoritamskog trgovanja dostupni su unutar opcije „Order History“ (vidljivo na Slika 14). Nakon otvaranja obavljenih trgovina, moguće je implicirati različite filtere poput datuma, simbola i smjera trgovine (kupovina ili prodaja).



The screenshot displays the 'Order History' section of the Binance trading platform. It features a navigation bar with 'Open Orders', 'Order History' (selected), and 'Trade History'. Below the navigation bar, there are filter options for 'Date' (2021-06-08 - 2021-06-22), 'Pair' (ADA), 'Side' (All), and 'Type' (Market). There are also buttons for 'Reset', 'Search', and 'Hide all canceled', along with an 'Export Order History' link. The main content is a table with the following columns: Date, Pair, Type, Side, Average, Price, Executed, Amount, Total, Trigger Conditions, and Status. The table lists ten trade orders, all of which are 'Filled'.

Date	Pair	Type	Side	Average	Price	Executed	Amount	Total	Trigger Conditions	Status
2021-06-10 16:10:00	ADAUSDT	Market	Buy	1.5501	Market	13.00	13.00	20.1513 USDT	–	Filled
2021-06-10 14:48:00	ADAUSDT	Market	Sell	1.5762	Market	13.00	13.00	20.4906 USDT	–	Filled
2021-06-10 12:48:00	ADAUSDT	Market	Buy	1.5792	Market	13.00	13.00	20.5296 USDT	–	Filled
2021-06-10 11:32:00	ADAUSDT	Market	Sell	1.5654	Market	13.00	13.00	20.3502 USDT	–	Filled
2021-06-10 10:39:00	ADAUSDT	Market	Buy	1.5575	Market	13.00	13.00	20.2475 USDT	–	Filled
2021-06-10 05:05:01	ADAUSDT	Market	Sell	1.6120	Market	13.00	13.00	20.9560 USDT	–	Filled
2021-06-10 03:55:00	ADAUSDT	Market	Buy	1.5983	Market	13.00	13.00	20.7779 USDT	–	Filled
2021-06-09 23:17:00	ADAUSDT	Market	Sell	1.5913	Market	13.00	13.00	20.6869 USDT	–	Filled
2021-06-09 20:34:00	ADAUSDT	Market	Buy	1.5888	Market	13.00	13.00	20.6544 USDT	–	Filled

Slika 14 Rezultati trgovanja unutar Binance platforme (izrada autora)

Osim navedenog načina za pregled povijesti trgovanja, moguće je obaviti i kompleksnije analize rezultata trgovanja na način da se sve tražene trgovine preuzmu u Excel format pritiskom na gumb „Export Order History“. Neposredno prije pritiska na navedeni gumb, ponovno je moguće primijeniti filtere koji će se implicirati u spomenutom Excel dokumentu.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Date(UTC)	Pair	Type	Order Price	Order Amount	AvgTrading Price	Filled	Total	status
2	2021-06-15 08:12:17	ADAUSD	SELL	0.0	13.00	1.6035	13.00	20,84	Filled
3		Date(UTC)	Trading Price	Filled	Total	Fee			
4		2021-06-15 08:12:17	1.6035	13.00	20.84550000	0.02084550USD			
5	2021-06-15 08:11:58	ADAUSD	SELL	0.0	13.00	1.6029	13.00	20,83	Filled
6		Date(UTC)	Trading Price	Filled	Total	Fee			
7		2021-06-15 08:11:58	1.6029	13.00	20.83770000	0.00004146BNB			
8	2021-06-11 14:09:01	ADAUSD	BUY	0.0	13.00	1.5171	13.00	19,72	Filled
9		Date(UTC)	Trading Price	Filled	Total	Fee			
10		2021-06-11 14:09:01	1.5171	13.00	19.72230000	0.00004085BNB			
11	2021-06-11 12:28:08	ADAUSD	SELL	0.0	13.00	1.5117	13.00	19,65	Filled
12		Date(UTC)	Trading Price	Filled	Total	Fee			
13		2021-06-11 12:28:08	1.5117	13.00	19.65210000	0.00004105BNB			
14	2021-06-10 23:20:00	ADAUSD	BUY	0.0	13.00	1.5411	13.00	20,03	Filled
15		Date(UTC)	Trading Price	Filled	Total	Fee			
16		2021-06-10 23:20:00	1.5411	13.00	20.03430000	0.00004253BNB			
17	2021-06-10 20:48:00	ADAUSD	SELL	0.0	13.00	1.5299	13.00	19,89	Filled
18		Date(UTC)	Trading Price	Filled	Total	Fee			
19		2021-06-10 20:48:00	1.5299	13.00	19.88870000	0.00004257BNB			
20	2021-06-10 20:11:00	ADAUSD	BUY	0.0	13.00	1.5163	13.00	19,71	Filled
21		Date(UTC)	Trading Price	Filled	Total	Fee			
22		2021-06-10 20:11:00	1.5163	13.00	19.71190000	0.00004269BNB			
23	2021-06-10 19:41:01	ADAUSD	SELL	0.0	13.00	1.5377	13.00	19,99	Filled
24		Date(UTC)	Trading Price	Filled	Total	Fee			
25		2021-06-10 19:41:01	1.5377	13.00	19.99010000	0.00004253BNB			
26	2021-06-10 14:10:00	ADAUSD	BUY	0.0	13.00	1.5501	13.00	20,15	Filled
27		Date(UTC)	Trading Price	Filled	Total	Fee			
28		2021-06-10 14:10:00	1.5501	13.00	20.15130000	0.00004206BNB			
29	2021-06-10 12:48:00	ADAUSD	SELL	0.0	13.00	1.5762	13.00	20,49	Filled
30		Date(UTC)	Trading Price	Filled	Total	Fee			
31		2021-06-10 12:48:00	1.5762	13.00	20.49060000	0.00004224BNB			
32	2021-06-10 10:48:00	ADAUSD	BUY	0.0	13.00	1.5792	13.00	20,53	Filled
33		Date(UTC)	Trading Price	Filled	Total	Fee			
34		2021-06-10 10:48:00	1.5792	13.00	20.52960000	0.00004197BNB			
35	2021-06-10 09:32:00	ADAUSD	SELL	0.0	13.00	1.5654	13.00	20,35	Filled
36		Date(UTC)	Trading Price	Filled	Total	Fee			

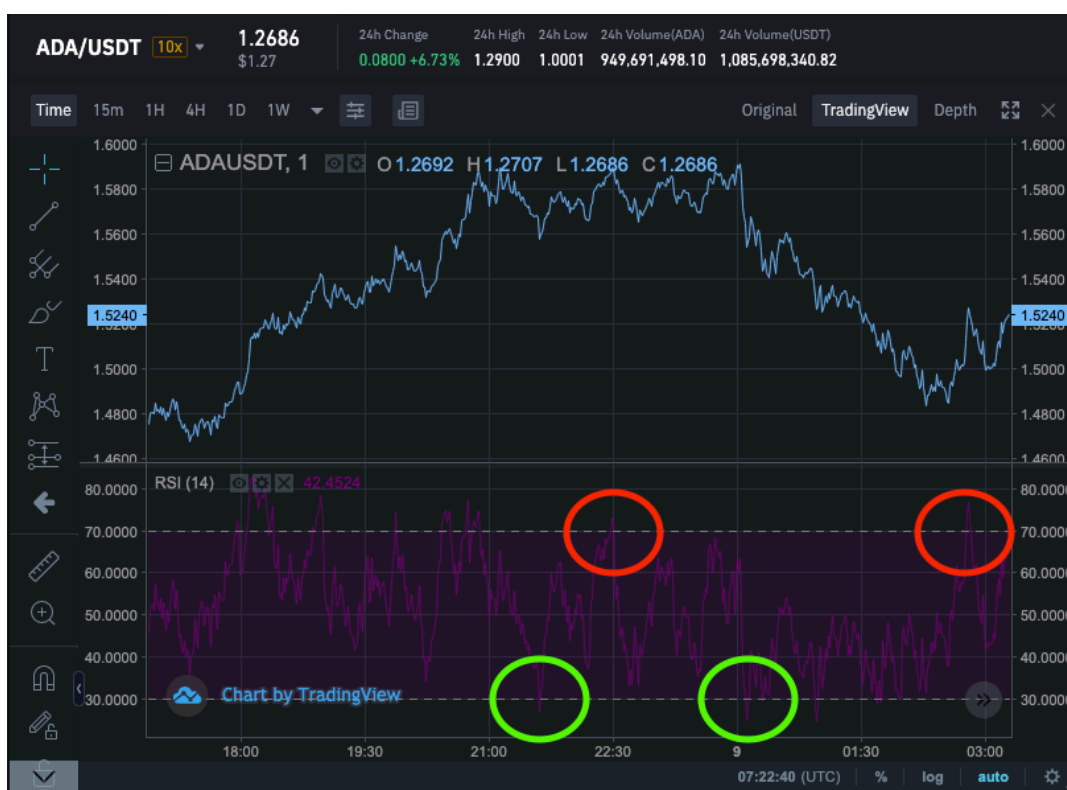
Slika 15 Rezultati trgovanja unutar Excel datoteke 1. dio (izrada autora)

37		2021-06-10 09:32:00	1.5654	13.00	20.35020000	0.00004261BNB			
38	2021-06-10 08:39:00	ADAUSD	BUY	0.0	13.00	1.5575	13.00	20,24	Filled
39		Date(UTC)	Trading Price	Filled	Total	Fee			
40		2021-06-10 08:39:00	1.5575	13.00	20.24750000	0.00004218BNB			
41	2021-06-10 03:05:01	ADAUSD	SELL	0.0	13.00	1.6120	13.00	20,96	Filled
42		Date(UTC)	Trading Price	Filled	Total	Fee			
43		2021-06-10 03:05:01	1.6120	13.00	20.95600000	0.00004221BNB			
44	2021-06-10 01:55:00	ADAUSD	BUY	0.0	13.00	1.5983	13.00	20,77	Filled
45		Date(UTC)	Trading Price	Filled	Total	Fee			
46		2021-06-10 01:55:00	1.5983	13.00	20.77790000	0.00004233BNB			
47	2021-06-09 21:17:00	ADAUSD	SELL	0.0	13.00	1.5913	13.00	20,69	Filled
48		Date(UTC)	Trading Price	Filled	Total	Fee			
49		2021-06-09 21:17:00	1.5913	13.00	20.68890000	0.00004212BNB			
50	2021-06-09 18:34:00	ADAUSD	BUY	0.0	13.00	1.5888	13.00	20,65	Filled
51		Date(UTC)	Trading Price	Filled	Total	Fee			
52		2021-06-09 18:34:00	1.5888	13.00	20.65440000	0.00004225BNB			
53	2021-06-09 15:22:00	ADAUSD	SELL	0.0	13.00	1.5929	13.00	20,71	Filled
54		Date(UTC)	Trading Price	Filled	Total	Fee			
55		2021-06-09 15:22:00	1.5929	13.00	20.70770000	0.00004278BNB			
56	2021-06-09 14:54:00	ADAUSD	BUY	0.0	13.00	1.5459	13.00	20,09	Filled
57		Date(UTC)	Trading Price	Filled	Total	Fee			
58		2021-06-09 14:54:00	1.5459	13.00	20.09670000	0.00004268BNB			
59	2021-06-09 14:08:00	ADAUSD	SELL	0.0	13.00	1.5700	13.00	20,41	Filled
60		Date(UTC)	Trading Price	Filled	Total	Fee			
61		2021-06-09 14:08:00	1.5700	13.00	20.41000000	0.00004255BNB			
62	2021-06-09 12:41:01	ADAUSD	BUY	0.0	13.00	1.5639	13.00	20,33	Filled
63		Date(UTC)	Trading Price	Filled	Total	Fee			
64		2021-06-09 12:41:01	1.5639	13.00	20.33070000	0.00004263BNB			
65	2021-06-08 14:53:53	ADAUSD	SELL	0.0	13.00	1.4445	13.00	18,78	Filled
66		Date(UTC)	Trading Price	Filled	Total	Fee			
67		2021-06-08 14:53:53	1.4445	13.00	18.77850000	0.00004270BNB			
68	2021-06-08 12:40:00	ADAUSD	BUY	0.0	13.00	1.5236	13.00	19,81	Filled
69		Date(UTC)	Trading Price	Filled	Total	Fee			
70		2021-06-08 12:40:00	1.5235	6.64	10.11604000	0.00002155BNB			
71		2021-06-08 12:40:00	1.5236	6.36	9.69009600	0.00002064BNB			
72							SUM OF BUY	222,03	
73							SUM OF SELL	222,75	
74							%	0,003239642	
75									
76									

Slika 16 Rezultati trgovanja unutar Excel datoteke 2. dio (izrada autora)

Slika 16 i Slika 16 prikazuju rezultate trgovanja, sumu uloga i prodaje te postotak profita. Nakon jednotjedne kupovine i prodaje kriptovalute ADA, moguće je primijetiti minorni rast od 0.03% na temelju. Algoritam je automatski napravio 11 kupovina i prodaja kriptovalute ADA, od čega su 7 bile profitabilne, a 4 neprofitabilne. Rast je izračunat obzirom na sumu uloga i sumu dobitka, odnosno - dijeljenjem sume dobitka i uloga te oduzimanjem s brojem 1 moguće je dobiti postotni rezultat rasta ili pada. U ovome slučaju radi se o minornom rastu, najviše zbog činjenice kako je tržište kriptovaluta u sveopćem negativnom trendu.

Iako se radi o minornom profitu, važno je napomenuti kako gotovo nikakav ljudski napor nije potreban da bi se navedene trgovine ostvarile, što je i osnovna svrha svakog algoritma za trgovanje.



Slika 17 Primjer kupovine i prodaje kriptovalute ADA unutar platforme Binance (izrada autora)

Slika 17 prikazuje primjer kupovine i prodaje kriptovalute ADA. U navedenom slučaju algoritamska kupovina obavljena je automatski u 21:36h kada je vrijednost indeksa relativne snage iznosila 27.1, a vrijednost kriptovalute ADA 1.56. Prodaja je obavljena sat vremena

kasnije, u 22:30, kada je vrijednost indeksa relativne snage dosegla vrijednost od 72.71, a vrijednost kriptovalute ADA 1.58. Također, na slici je prikazano i drugo trgovanje s nešto većim vremenskim razmakom. Točnije, algoritamska kupovina obavljena je automatski u 00:08h kada je vrijednost indeksa relativne snage iznosila 25.85, a vrijednost kriptovalute ADA 1.55. Prodaja je obavljena u 02:48h, kada je vrijednost indeksa relativne snage dosegla vrijednost od 75.99, a vrijednost kriptovalute ADA 1.53

5. Rasprava

5.1. Prednosti i nedostaci platforme za trgovinu kriptovaluta

Platforma za trgovinu kriptovaluta sadrži niz prednosti koje pomažu korisnicima u svakodnevnom obavljanju kupovine i prodaje kriptovaluta. Najznačajnija prednost navedene platforme je činjenica kako ljudski napor nije potreban da bi se navedene trgovine ostvarile. Primjerice, ukoliko korisnik želi trgovati kriptovalutom Bitcoin, jedino što je potrebno učiniti je promijeniti simbol trgovanja unutar algoritma za trgovinu kriptovaluta. Na taj način korisniku je omogućena brza promjena kriptovalute za koju žele obavljati automatsku trgovinu. Osim navedenog, moguće je na vrlo jednostavan način promijeniti vrijednosti varijable indeksa relativne snage koji nosi najveću važnost u cijelom algoritmu. Ovisno o tome koja se granica indeksa relativne snage postavi, na taj način će i algoritam obavljati kupovinu i prodaju kriptovaluta što će utjecati na same rezultate trgovine, odnosno na profitabilnost algoritma.

Izuzetno važna činjenica koja pridonosi prednosti navedenom načinu trgovanja kriptovalutama je sigurnost. Kreiranjem config.py skripte u kojoj se nalaze API ključ i tajni API, korisniku je omogućena najviša razina sigurnosti podataka, posebice zbog činjenice kako je tajni API vidljiv unutar Binance sučelja samo jednom, u trenutku njegovog kreiranja. Nakon kreiranja, niti vlasnik profila nije u mogućnosti ponovno vidjeti tajni API unutar Binance aplikacije, što čini ovaj način obavljanja trgovinom kriptovalutama jednim od najsigurnijih.

Osim što je moguće mijenjati simbol trgovanja, količinu kupnje i prodaje određene kriptovalute te vrijednosti indeksa relativne snage, moguće je mijenjati i vremenski raspon unutar kojeg se promatraju vrijednosti određene kriptovalute. Na taj način moguće je odabrati vremenski razmak od 1 minute, 5 minuta, 1 sata, 1 dana i slično. Navedene promjene rade se unutar URL varijable, koja zapravo sadrži link unutar kojeg se nalazi promatrani vremenski razmak. Tako je moguće testirati određeni simbol kriptovalute unutar više vremenskih razmaka te primijetiti onaj razmak u kojemu su rezultati najbolji, odnosno najprofitabilniji.

Nedostaci navedenog algoritma očituju se u činjenici kako nisu svi korisnici informatički pismeni, odnosno nemaju znanja o tome kako promijeniti vrijednosti određene varijable. Također, činjenica kako je potrebno registrirati se na platformu Binance i kako se korisnici na taj način ograničavaju samo na jednu platformu nije najobuhvatnija metoda primjene algoritma za trgovanje kriptovalutama. Osim navedenog, za primjenu algoritma za trgovanje kriptovaluta

potrebna je stabilna internetska veza. Ukoliko se u određenom trenutku internetska veza prekine na bilo koji način, algoritam za trgovinu kriptovalutama automatski će se zaustaviti, a kriptovaluta neće biti prodana jer algoritam isključivo čeka da vrijednost indeksa relativne snage prilikom prodaje dosegne vrijednost od 70 ili više.

5.2. Prilike za poboljšanje modela

Izrađena platforma za trgovanje kriptovaluta u programskom jeziku Python omogućava automatsko trgovanje kriptovalutama obzirom na samo jedan pokazatelj – indeks relativne snage. Indeks obavlja kupnju kriptovaluta kada njegova vrijednost iznosi 30 i manje, a prodaju kada njegova vrijednost iznosi 70 i više. Premda je navedeni pokazatelj primjeren za racionalno trgovanje kriptovalutama, postoji čitavi niz drugih pokazatelja koji, u kombinaciji sa spomenutim pokazateljem, mogu doprinijeti profitabilnijem trgovanju. Primjerice, pomični prosjek obzirom na određeni vremenski period jedan je od najčešće korištenih pokazatelja budućih kretanja cijena kriptovaluta. Također, moguća je implementacija drugih pokazatelja poput: stohastički oscilator koji uspoređuje cijenu zatvaranja s nizom cijena u određenom vremenskom razdoblju, Bollinger bend koji uspoređuje trenutnu cijenu s pomičnom sredinom i promjenjivošću), MACD koji uspoređuje dva eksponencijalna pomična prosjeka i drugi (Zhao, et al., 2019). Implementacijom svih navedenih i drugih pokazatelja moguće je očekivati točniju predikciju budućih kretanja kriptovaluta te konačno veću profitabilnost algoritamskog trgovanja.

Uz navedeno, korisničko iskustvo u primjeni izrađene platforme za trgovanje kriptovalutama može biti poboljšano izradom korisničkog sučelja pomoću kojeg korisnici mogu odabrati kojom kriptovalutom žele trgovati, promijeniti količinu za kupnju i prodaju kriptovalute te promijeniti vremenski period prema kojem se baziraju pokazatelji. Na taj način korisnicima platforme bile bi omogućene jednostavnije promjene temeljnih karakteristika algoritamskog trgovanja, a istovremeno bi bio namijenjen široj populaciji zbog nepotrebnosti za uređivanjem .py skripte.

6. Zaključak

Kako se broj aktivnih trgovaca u svijetu kriptovaluta povećava tako popularnost kriptovaluta raste iz dana u dan. Iako su kriptovalute izuzetno volatilnog karaktera, što znači da se vrijednosti pojedinačnih kriptovaluta drastično mijenjaju u određenom vremenskom periodu, trend rasta zainteresirao je mnoge trgovce te se kratkoročna i dugoročna ulaganja sve više usmjeravaju u vrijednosti pojedinačnih kriptovaluta.

Iako za dugoročna ulaganja nisu potrebna egzaktna znanja o tehničkim analizama i pokazateljima, ulagači koji se bave kratkoročnim ulaganjima takva znanja moraju imati žele li biti profitabilni.

Postoji veliki broj pokazatelja koji pripomažu u odlukama o kupnji određene kriptovalute, ali i prognozama o tome kako će se kretati određena kriptovaluta u skorijoj budućnosti. Upravo zbog navedenih razloga, sve je veći rast popularnosti algoritamskog trgovanja i platformi za trgovanje kriptovalutama. Korisnici su primorani pratiti kretanja ključnih pokazatelja kako bi u krucijalnim trenucima mogli kupiti određenu kriptovalutu. Rješenje se ogleda u algoritamskom trgovanju u kojemu korisnici ne moraju nadgledati kretanja kriptovalute, već program radi automatski navedeni posao za njih.

Platforma za trgovanje kriptovalutama u programskom jeziku Python dizajnirana je prema jednom od najpopularnijih pokazatelja – indeksu relativne snage. Indeks relativne snage pokazuje trenutak prekupljenosti, odnosno preprodanosti zadane kriptovalute te na taj način daje signal o tome kada treba određenu kriptovalutu kupiti, a kada prodati. Vrijednost navedenog indeksa služi kao signal za kupnju, odnosno prodaju kriptovalute te pruža algoritmu egzaktnu brojku od 1-100 prema kojoj se obavlja kupovina i prodaja.

Prema rezultatima istraživanja u ovom diplomskom radu, navedeni pokazatelj u većem broju slučajeva ispravno daje signal kupnje i prodaje kriptovalute ADA, a poboljšanje navedenog modela trgovanja očituje se u činjenici kako je poželjna istovremena kombinacija većeg broja pokazatelja kako bi model u konačnici pružio bolje signale za kupovinu i prodaju određene kriptovalute. Iako je platformom jednostavno upravljati te uređivati kreirane varijable, sugerira se unaprjeđenje korisničkog iskustva implementiranjem grafičkog sučelja. Time korisnici ne bi morali uređivati izvornu skriptu, već bi jednostavnim načinom mijenjali varijable.

Najpopularnije kriptovalute poput Bitcoina i Etheruma dugi niz godina prate pozitivan trend, što algoritamskom trgovanju svakako ide u korist govori li se o dugoročnom periodu obavljanja automatske kupovine i prodaje.

Izuzetno visoka volatilnost koja prevladava u rastućem trendu upitnik je za budućnost kriptovaluta te opću prihvaćenost istih kao valutom svakodnevnih transakcija. Visoke volatilnosti predstavljaju barijere ulaska velikim kompanijama koje nisu spremne na srednje do visoko rizična poslovanja, čime se automatski onemogućava njihova prisutnost. Ipak, kriptovalute su relativno „mlada“ valuta te se njihova stabilizacija u svakome slučaju očekuje kroz određeni broj godina.

LITERATURA

1. Knežević, A., 2017. Relative Strength Index (RSI). [Mrežno]
Raspoloživo na: <https://hrportfolio.hr/analyze/view-vijest-relative-strength-index-rsi-46581>
2. Arnerić, J. & Mateljan, M., 2019. Analiza međuovisnosti tržišta kapitala i tržišta kriptovaluta. U: Ekonomska misao i praksa. Dubrovnik: Sveučilište u Dubrovniku, pp. 449-465.
3. Perkins, D. W., 2018. Cryptocurrency: The Economics of Money and Selected Policy Issues, Washington DC: US Congressional Research Service.
4. Kissell, R., 2005. Algorithmic decision-making framework. The Journal of Trading, 1(1), pp. 12-21.
5. Treleaven, P., Galas, M. & Lalchand, V., 2013. Algorithmic trading review. Communications of the ACM, 56(11), pp. 76-85.
6. Muşlu, K. i dr., 2012. Speculative analysis of integrated development environment recommendations. ACM SIGPLAN Notices, 47(10), pp. 669-682.
7. Bauer, M. & Garland, M., 2019. Legate NumPy: Accelerated and distributed array computing. New York, Association for Computing Machinery.
8. Van Rossum, G., L., F. & Jr., D., 1995. Python tutorial. 620 ur. Amsterdam: Centrum voor Wiskunde en Informatica.
9. JSON, 2017. Introducing JSON. [Mrežno]
Raspoloživo na: <https://www.json.org/>
[pristupljeno 18 6 2021].
10. Myers, B. & Jeffrey, S., 2016. Improving API usability. Communications of the ACM, 59(6), pp. 62-69.
11. Țăran-Moroşan, A., 2011. The relative strength index revisited. African Journal of Business Management, 5(14), pp. 5855-5862.
12. Šarlija, V., Buterin, V. & Buterin, D., 2020. Utjecaj sezonskih oscilacija na kretanja cijene dionica u sektoru turizma. Journal of the Polytechnic of Rijeka, 8(1), pp. 283-293.
13. Zhao, D., Rinaldo, A. & Brookins, C., 2019. Cryptocurrency Price Prediction and Trading Strategies Using Support Vector Machines. 2 ur. Cornell: Cornell University.
14. Peterson, T., 2021. To the Moon: A History of Bitcoin Price Manipulation. Journal of Forensic and Investigative Accounting, 13(2).

15. Hossein, H., Huang, X. & Silva, E., 2018. Big-crypto: Big data, blockchain and cryptocurrency. Big Data and Cognitive Computing, 2(4), p. 34.

POPIS SLIKA

Slika 1 Primjer profitabilnog trgovanja prema indeksu relativne snage unutar Binance platforme (izrada autora).....	19
Slika 2 Primjer neprofitabilnog trgovanja prema indeksu relativne snage unutar Binance platforme (izrada autora).....	20
Slika 3 Uvoz paketa (izrada autora)	21
Slika 4 Prikaz postavki API ključa i tajnog API ključa (izrada autora).....	22
Slika 5 Definiranje varijable klijent (izrada autora).....	23
Slika 6 Definiranje ključnih varijabli (izrada autora)	23
Slika 7 API poruka unutar terminala u programu Visual Studio Code (izrada autora)	24
Slika 8 Popunjavanje liste gotovih cijena (izrada autora).....	24
Slika 9 Prikaz provjere zadanog vremenskog perioda indeksa relativne snage (izrada autora)	25
Slika 10 Provjera preprodanosti kriptovalute (izrada autora).....	26
Slika 11 Provjera prekupljenosti kriptovalute (izrada autora).....	27
Slika 12 Funkcija za obavljanje trgovine kriptovalute (izrada autora)	28
Slika 13 Funkcije on_open, on_close i on_message (izrada autora).....	29
Slika 14 Rezultati trgovanja unutar Binance platforme (izrada autora).....	31
Slika 15 Rezultati trgovanja unutar Excel datoteke 1. dio (izrada autora)	32
Slika 16 Rezultati trgovanja unutar Excel datoteke 2. dio (izrada autora)	32
Slika 17 Primjer kupovine i prodaje kriptovalute ADA unutar platforme Binance (izrada autora)	33

POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1 Prikaz cijene Bitcoina za razdoblje od 2009.-2018. godine (Hossein, et al., 2018)	11
Grafikon 2 Udio algoritamskog trgovanja u ukupnom obujmu trgovanja (Glantz, Kissell, 2013.).....	13

POPIS JEDNADŽBI

Jednadžba 1 Izračun indeksa relativne snage	18
---	----

