

Automatizirano trgovanje financijskom imovinom temeljem moving average convergence divergence (MACD) metode

Žunić, Luka

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of Mathematics / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za matematiku**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:126:792429>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-31**



mathos

Repository / Repozitorij:

[Repository of School of Applied Mathematics and Informatics](#)



Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku
Odjel za matematiku
Sveučilišni preddiplomski studij matematike i računarstva

Luka Žunić

**Automatizirano trgovanje financijskim
instrumentima temeljeno na Moving Average
Convergence Divergence (MACD) metodi**

Završni rad

Osijek, 2021.

Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku
Odjel za matematiku
Sveučilišni preddiplomski studij matematike i računarstva

Luka Žunić

**Automatizirano trgovanje financijskim
instrumentima temeljeno na Moving Average
Convergence Divergence (MACD) metodi**

Završni rad

Mentor: izv. prof. dr. sc. Nenad Šuvak

Osijek, 2021.

Algorithmic trading based on the Moving Average Converge Divergence (MACD) method

Sažetak

Kada promatramo tržište kriptovaluta, ponuđeni su nam mnogi indikatori kojima se možemo služiti u kombinaciji s različitim strategijama da tako pokušamo poboljšati uspješnost trgovanja. U ovom radu će detaljnije biti opisan MACD indikator i načini na koje se može koristiti. Rad se sastoji od 6 poglavlja u kojima se govori o strukturi grafova koji prate vrijednosti kriptovaluta, izračunavanju jednostavnih i eksponencijalnih pomičnih prosjeka te samoj implementaciji i načinima na koje se može koristiti MACD.

Ključne riječi

kriptovaluta, algoritam, trgovanje, indikator, pomični prosjek

Abstract

When evaluating the cryptocurrency market, we have a lot of indicators which we can use in combination with different strategies as to improve the trading result. In this thesis the emphasis is on the MACD indicator and the ways it can be used. The thesis consists of 6 chapters in which we introduce the structure of candlestick graphs, the calculation of simple and exponential moving averages and the implementation of and the ways in which MACD can be used.

Key words

cryptocurrency, algorithm, trading, indicator, moving average

Sadržaj

Uvod	1
1 Graf vrijednosti kriptovaluta	2
2 Pomični prosjek	3
3 MACD formula	5
4 MACD algoritam	7
4.1 Trendovi rasta i pada	7
4.2 Praćenje prekupljenosti i potkupljenosti	9
4.3 Mane MACD algoritma	10
4.4 Primjer	11
4.4.1 Primjer na kraćem vremenskom razdoblju	11
4.4.2 Primjer na dužem vremenskom razdoblju	12
5 Python implementacija MACD algoritma	13
5.1 Programski kod	13
6 Kombinacija MACD i RSI	15
Literatura	16

Uvod

U dobu digitalizacije novca, pojam kriptovaluta je u kratkom razdoblju prešao iz nečega što je sumnjivo i dosta skriveno do pojma koji je nezaobilazan kada se spominje budućnost novca. Kako je kroz godine rasla popularnost trgovanja kriptovalutama, tako je raslo i zanimanje za načinom da trgovanje bude što uspješnije. Danas je, uz algoritme, moguće pokrenuti program koji sam trguje kriptovalutama, no naravno, kao i u trgovanju "ručno" postoji rizik i u trgovanju s algoritmima.

Postoje razni algoritmi za trgovanje, na primjer RSI, Bollinger Bands, Ichimoku Cloud, no oni na koje se fokusira ovaj rad su algoritmi koji iskorištavaju tzv. MACD indikator. Tržište kriptovaluta nije jedino takvo tržište, pa je tako MACD indikator za tržište dionica osmislio Gerald Appel kasnih sedamdesetih.

Prije svega, potrebno je uvesti način prikaza vrijednosti kriptovaluta, nadalje, za razumjeti MACD indikator bitno je rastaviti dijelove od kojih se sastoji i sagledati ih kao zasebne cjeeline. Bitno je onda, za uvesti Moving Average Convergence Divergence (MACD) indikator, prvo uvesti pojam pomičnog prosjeka (eng. moving average).

Napomena: sve cijene u seminaru su predstavljene u američkom dolaru(USD \$).

1 Graf vrijednosti kriptovaluta

Vrijednost kriptovaluta najčešće se gleda u tzv. candlestick grafovima koji u sebi sadrže informacije o trenutnoj, ali i o prijašnjim vrijednostima neke valute.



Slika 1: 1d candlestick graf za Bitcoin (BTC)

Ono što dosta utječe na izgled grafa je trajanje vremenskog razdoblja koje odaberemo za pregled vrijednosti valute. Svaki pravokutnik na ovom grafu predstavlja raspon vrijednosti od najviše do najniže u jednom danu. Zeleni pravokutnici označavaju da je vrijednost valute na kraju tog dana veća nego na početku dok crveno predstavlja da je vrijednost valute pala. Svaki pravokutnik može se interpretirati zasebno:



Slika 2: Objašnjenje candlestick grafa

2 Pomični prosjek

Pomični prosjek (eng. moving average) koristi se kao alat za analizu nekog trenda u tržištu dionica ili kriptovaluta i daje podatak o prosječnoj vrijednosti određenih podataka u nekom vremenskom razdoblju ¹, time stvarajući "gladu" reprezentaciju trenda.

Postoji više varijacija pomičnog prosjeka.



Slika 3: SMA na vremenskom periodu od 1h (BTC)

Jednostavni pomični prosjek (eng. Simple Moving Average) uzima aritmetičku sredinu prosjeka cijena na kraju razdoblja odnosno vrijednosti u nekom broju vremenskih razdoblja

$$SMA = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n}$$

gdje su $X_i, i = 1, \dots, n$ prosjeci vrijednosti u vremenskom razdoblju i , a n ukupan broj promatranih vremenskih razdoblja.

Eksponecijalni pomični prosjek (eng. Exponential Moving Average) pripisuje veću važnost vrijednostima koje su najbliže trenutnom vremenu i tako pokušava bolje pratiti trenutni trend vrijednosti.

Za izračunati EMA u nekom razdoblju, prvo je za to razdoblje potrebno izračunati SMA po formuli danoj gore.

Nakon toga se uračunava faktor koji daje spomenutu važnost kasnijim vrijednostima, često se računa po formuli $F = \frac{2}{ukupanbrojdana+1}$, često se za F koristi 2.

$$EMA_i = X_i * \frac{F}{d+1} + EMA_{i-1} * \left(1 - \frac{F}{d+1}\right)$$

Važno je napomenuti da se kao prvi EMA uzima SMA za to razdoblje.

¹vremenska razdoblja mogu biti raznih trajanja, često se gledaju razdoblja od 1 minute, 15 minuta, 1 sata i 4 sata



Slika 4: EMA na vremenskom periodu od 1h (BTC)

S ovako definiranim pomičnim prosjecima, već su uvedena dva indikatora koja se mogu koristiti za pokušaj predviđanja vrijednosti neke dionice ili kriptovalute, praćenjem linije koja se iscrtava u svakom novom vremenskom periodu, po rastu ili padu te crte možemo predviđati trend.

Razlika između jednostavnog pomičnog prosjeka i eksponencijalnog pomičnog prosjeka je u tome što će eksponencijalni pomični prosjek brže reagirati na promjenu trenda u vrijednosti valute s obzirom na veću važnost kasnijih vrijednosti.

U razdoblju preokreta vrijednosti odnosno naglog pada ili rasta, EMA indikator će imati veću promjenu u odnosu na SMA.

3 MACD formula

Umjesto da za predviđanje vrijednosti valute koristimo samo EMA, možemo dalje nadograditi strategiju.

S obzirom da u računanju SMA i EMA možemo koristiti različite vremenske periode, možemo koristiti i različiti broj vremenski perioda.

Za MACD indikator koristi se EMA izračunat na zadnjih 12 vremenskih perioda i na zadnjih 26 vremenskih perioda. Važno je napomenuti da ovo mogu biti periodi različitih trajanja.

$$MACD = (EMA\ zadnjih\ 12\ perioda) - (EMA\ zadnjih\ 26\ perioda)$$

Na taj način dobijemo MACD liniju (dolje prikazana plavom bojom), često se MACD indikator prikazuje kao stupčasti dijagram ispod samog prikaza vrijednosti valute, histogram predstavlja razliku između MACD linije i signalne linije.

Signalna linija (eng. Signal Line) je indikator koji se koristi kao linija koja okida kupnju ili prodaju neke valute kada ju neka druga linija indikatora prijeđe, u slučaju MACD indikatora, signalna linija računa se kao EMA vrijednosti MACD indikatora zadnjih 9 perioda.

Važno je napomenuti i *nultu liniju* (eng. zero line), odnosno liniju koja odvaja gornji i donji dio stupčastog dijagrama.

Način na koji možemo zapisati MACD indikator je kao uređenu trojku vremenskih perioda koji se koriste za izračune MACD linije i signalne linije, npr. MACD(12, 26, 9). Uz MACD(12, 26, 9), često se koristi i MACD(5, 35, 5) u kombinaciji sa pogledom na duže vremenske periode u grafu, kao npr. tjedni i mjeseci.



Slika 5: MACD na vremenskom periodu od 1h (BTC)

Date	Open	Close	12 Day EMA	26 Day EMA	MACD	Signal Line
10.1.2020	7,87831E+13	8,16655E+14				
11.1.2020	8,16219E+14	8,03754E+14				
12.1.2020	8,03326E+11	8,19249E+12	5,28514E+14			
13.1.2020	8,18977E+14	8,14419E+13	6,92992E+12			
14.1.2020	8,14093E+14	8,82776E+13	1,01836E+14			
15.1.2020	882534375	8,80701E+13	8,57759E+13			
16.1.2020	8,81248E+13	8,72379E+13	8,74815E+13			
17.1.2020	8,72521E+13	8,92904E+13	8,95919E+13			
18.1.2020	8,92721E+13	8,94281E+11	-1,38886E+13			
19.1.2020	89414453125	8,70625E+13	1,03888E+14			
20.1.2020	8,70463E+13	8,65764E+12	-7,21402E+12			
21.1.2020	8,65899E+13	8,74589E+11	2,22269E+12			
22.1.2020	87442109375	8,68088E+13	1,00906E+14			
23.1.2020	8,68065E+12	8406515625	-1,68079E+13			
24.1.2020	8,40557E+13	8,44543E+13	1,01331E+14			
25.1.2020	8,44012E+12	8,36785E+11	-1,59123E+13			
26.1.2020	8,36441E+11	8,59683E+12	1,26817E+13	2,71334E+14	2,58652E+14	
27.1.2020	8,59731E+11	8,90982E+13	1,01834E+14	3,47187E+14	2,45353E+14	
28.1.2020	8,91252E+13	9,35859E+11	-1,58805E+13	3,22477E+14	3,38358E+14	
29.1.2020	9,35747E+12	9,31663E+13	1,11341E+14	3,98923E+14	2,87582E+14	
30.1.2020	9,31602E+13	9,50899E+13	9,23815E+13	4,71778E+14	3,79396E+14	
31.1.2020	9,50831E+13	9,35053E+12	-4,48796E+12	4,46901E+14	4,51389E+14	
1.2.2020	9,34636E+12	9392875	7,48004E+11	4,13797E+14	4,13049E+14	
2.2.2020	93898203125	9,34437E+12	1,07771E+13	3,93209E+14	3,82432E+14	
3.2.2020	9,34468E+11	9,29352E+12	9,04626E+12	3,74091E+14	3,65044E+14	3,46806E+14
4.2.2020	9,29284E+12	9,18096E+12	9,20341E+12	3,56267E+14	3,47064E+14	3,46832E+14
5.2.2020	9,18342E+12	9,61342E+12	9,68176E+12	3,4023E+14	3,30548E+14	3,54022E+14
6.2.2020	9,61782E+13	9,7298E+13	1,11901E+14	4,1981E+14	3,0791E+14	3,60277E+14
7.2.2020	9,726E+13	9,79594E+12	-7,22152E+12	3,99263E+14	4,06484E+14	3,6709E+14
8.2.2020	97930703125	9,86512E+12	1,27129E+13	3,80312E+14	3,67599E+14	3,75092E+14
9.2.2020	9,86389E+11	1,01167E+13	9,68397E+12	3,63035E+14	3,53351E+14	3,72487E+14
10.2.2020	1,01156E+14	9,85661E+12	9,88538E+12	3,46759E+14	3,36873E+14	3,61035E+14
11.2.2020	9,85589E+13	1,02082E+13	1,0262E+13	3,32066E+14	3,21804E+14	3,51911E+14
12.2.2020	1,02024E+14	1,03261E+11	-1,58987E+12	3,0758E+14	3,0917E+14	3,44585E+14
13.2.2020	1,0324E+11	1,02144E+14	1,19433E+14	3,94797E+14	2,75365E+14	3,35617E+14

Slika 6: Primjer izračuna EMA i MACD (BTC)

4 MACD algoritam

4.1 Trendovi rasta i pada

Gledajući sliku 5 već je lako zaključiti na koji način se MACD indikator koristi za trgovanje. U trenutku kada se MACD linija nalazi ispod signalne linije, vrijednost valute je u trendu pada, dok je u suprotnom slučaju obrnuto.

Kada se signalna i MACD linija približavaju u vrijednosti to nazivamo konvergencija, u suprotnom divergencija, od tu potječe Moving Average **Convergence Divergence** dio naziva.



Slika 7: Primjer rastućeg trenda (BTC)



Slika 8: Primjer padajućeg trenda (BTC)

4.2 Praćenje prekupljenosti i potkupljenosti

Prekupljenost (eng. overbought) i potkupljenost (eng. underbought) su indikacije trenutnog trenda vrijednosti neke valute. Dugi trend rasta ili pada vrijednosti može signalizirati preokret trenda koji se može predvidjeti MACD indikatorima.

U trenutku kada MACD linija dostigne svoj maksimum ili minimum to je signal za mogući preokret trenda.



Slika 9: Primjer prekupljenosti (BTC)



Slika 10: Primjer potkupljenosti (BTC)

Kada gledamo algoritme za trgovanje dionicama ili kriptovalutama, postoji klasifikacija na tzv. **leading** i **lagging** indikatore.

Leading indikatori, kao što ime sugerira, pokušavaju dati indicaciju na to koja će biti buduća vrijednost neke valute, s druge strane *lagging* indikatori koriste prošle vrijednosti valute i kada pratimo neki leading indikator, njegova trenutna vrijednost je stvorena računicom starih podataka. MACD spada u *lagging* indikatore, koristeći povijesne podatke na temelju kojih možemo pokušati predvidjeti trenutni trend neke kriptovalute.

4.3 Mane MACD algoritma

Na koji god način koristili MACD indikatore, za prekupljenost i potkupljenost tržišta ili za određivanje trenda, postoje dvije mane koje se ističu:

1. U trenutku kada MACD linija prijeđe nultu liniju, vrijednost valute se već okrenula odnosno trend počinje preokret.
2. Kada MACD dosegne razinu koja prikazuje prekupljenost, vrijednost value može ostati u rastućem trendu još neko vrijeme, analogno i za potkupljenost.

Postoje načini za postići što bolji učinak usprkos ovim manama, kao čekanje da MACD pokaže prekupljenost ili potkupljenost po drugi put ili dugoročnim (eng. long-term) trgovanjem.

4.4 Primjer

4.4.1 Primjer na kraćem vremenskom razdoblju



Slika 11: Primjer kupnje i prodaje Bitcoin-a uz pomoć MACD

Na slici 11 prikazan je primjer kupnje i prodaje Bitcoin-a prateći MACD indikatore na periodima od 1h. U trenutku kad MACD linija (na slici ljubičasta) presječe signalnu liniju (na slici crvena) okida se kupnja i nadalje vrijednost valute raste. U trenutku kad MACD linija opet presječe signalnu liniju okida se prodaja no vidljivo je da je u tih 36 sati postignuta zarada od 68.05%.

4.4.2 Primjer na dužem vremenskom razdoblju



Slika 12: Primjer kupnje i prodaje Bitcoin-a uz pomoć MACD

Na slici 12 prikazan je primjer kupnje i prodaje Bitcoin-a na dužem vremenskom periodu (1d). U 27 dana držanja valute vrijednost je porasla za 99.18%.

5 Python implementacija MACD algoritma

5.1 Programski kod

Postoje razni načini za iskorištavanje MACD algoritma, ako "ručno" trgujemo kriptovalutama pomno prateći grafove i cijene te kupovanjem i prodavanjem u trenutku kada odlučimo da je to najbolje (eng. day trading), možemo uz graf pratiti i MACD signale i tako ulagati. Naravno, uz automatizaciju možemo mnogo lakše pokrenuti bota da prati signale.

U ovom završnom radu za implementaciju algoritma korišten je Python, naravno mogu se koristiti razni programski jezici no Python je izabran zbog svojih velikih mogućnosti i efikasnosti u matematičkim izračunima..

Još jedan od razloga zašto je korišten Python je veliki izbor kvalitetnih paketa koji se mogu koristiti, pa su tako i u ovom primjeru korišteni **Numpy** i **Pandas** za manipuliranje podataka dok je za same podatke o trenutnim i prošlim vrijednostima valuta korišten paket **yfinance**.

```

1 import numpy as np
2 import pandas as pd
3 import yfinance as yf
4
5 def get_data(name_, start_, end_):
6     data = yf.download(name_, start=start_, end=end_)
7     return data

```

Symbol	Name	Price (Intraday)	Change	% Change	Market Cap ▼	Volume in Currency (Since 0:00 UTC)	Volume in Currency (24Hr)	Total Volume All Currencies (24Hr)	Circulating Supply	52 Week Range	1 Day Chart
BTC-USD	Bitcoin USD	45,820.27	+268.82	+0.5901%	862.058B	27.933B	27.933B	27.933B	18.814M	10,185.77 - 64,883.10	
ETH-USD	Ethereum USD	3,390.80	+83.40	+2.5216%	398.407B	16.896B	16.896B	16.896B	117.497M	317.89 - 4,382.35	
ADA-USD	Cardano USD	2.7036	-0.0242	-0.8861%	86.585B	7.566B	7.566B	7.566B	32.026B	0.08 - 3.10	
HEX-USD	HEX USD	0.415631	-0.016204	-3.7524%	72.075B	104.864M	104.864M	104.864M	173.411B	0.00 - 0.49	
BNB-USD	BinanceCoin USD	414.97	+3.74	+0.9106%	69.772B	1.584B	1.584B	1.584B	168.137M	22.55 - 660.93	
TUSD-USD	Tether USD	1.0003	+0.0002	+0.0174%	68.362B	71.012B	71.012B	71.012B	68.341B	0.99 - 1.03	
SOL-USD	Solana USD	176.34	-8.22	-4.455%	51.732B	3.054B	3.054B	3.054B	293.375M	1.09 - 214.98	
XRP-USD	XRP USD	1.1071	+0.0155	+1.4156%	51.574B	3.283B	3.283B	3.283B	46.585B	0.17 - 1.98	
DOT-USD	Polkadot USD	34.14	+2.41	+7.607%	33.721B	3.517B	3.517B	3.517B	987.579M	3.83 - 49.69	
DOGE-USD	Dogecoin USD	0.244092	-0.000326	-0.1334%	32.038B	1.105B	1.105B	1.105B	131.255B	0.00 - 0.74	
USDC-USD	USDCoin USD	1.0002	+0.0001	+0.0103%	29.256B	2.245B	2.245B	2.245B	29.251B	0.99 - 1.03	
LUNA1-USD	Terra USD	39.11	-0.37	-0.9456%	15.759B	1.793B	1.793B	1.793B	402.911M	0.28 - 44.34	
UNI-USD	Uniswap USD	23.67	+0.21	+0.9068%	14.478B	432.085M	432.085M	432.085M	611.644M	2.48 - 44.97	
AVAX-USD	Avalanche USD	61.09	+3.99	+6.9796%	13.457B	2.798B	2.798B	2.798B	220.287M	2.79 - 64.67	
LINK-USD	Chainlink USD	28.78	+1.55	+5.7031%	13.008B	1.279B	1.279B	1.279B	452.01M	7.47 - 52.88	
ALGO-USD	Algorand USD	2.3388	+0.2773	+13.4518%	12.238B	1.86B	1.86B	1.86B	5.233B	0.22 - 2.48	
LTC-USD	Litecoin USD	183.94	-0.16	-0.0868%	12.278B	2.465B	2.465B	2.465B	66.753M	42.54 - 412.98	
BCH-USD	BitcoinCash USD	650.14	+8.58	+1.3381%	12.251B	5.45B	5.45B	5.45B	18.844M	205.88 - 1,838.15	
ICP1-USD	InternetComputer USD	59.58	+0.58	+0.9765%	9.69B	391.508M	391.508M	391.508M	162.642M	27.14 - 222.14	
MATIC-USD	MaticNetwork USD	1.3269	-0.0187	-1.3883%	8.827B	765.348M	765.348M	765.348M	6.652B	0.02 - 2.88	

Slika 13: Prikaz podataka sa yfinance API-a

```

1 def macd_buy_sell(end, data, hodling):
2     curr_macd_line = data.loc[last_date]['macd']
3     curr_signal_line = data.loc[last_date]['signal_line']
4     curr_close = data.loc[last_date]['Close']
5     prev_macd_line = data.loc[date_before_last]['macd']
6     prev_signal_line = data.loc[date_before_last]['signal_line']
7
8     if prev_macd_line == prev_signal_line or
9         abs(prev_macd_line - prev_signal_line) < 0.5:
10
11         if curr_macd_line < curr_signal_line:
12             if hodling==True:
13                 print('Start sell')
14                 print('Sold at the price of:',curr_close, '$')
15                 hodling=False
16             else:
17                 print('Start buy')
18                 print('Bought at the price of:',curr_close, '$')
19                 hodling=True
20
21         else:
22             print('Still watching the trend. Nothing to trade at the moment!')

```

Programski kod je napisan tako da prati signalnu liniju i MACD liniju za koje su podatci dobiveni direktno iz API-a. U linijama 2-6 se podatci za linije uzimaju dok se u linijama 8-22 događa provjera udaljenosti i međusobnog odnosa tih linija.

Kao što je navedeno dosad, kod prijelaza MACD linije ispod signalne linije okida se prodaja dok se u suprotnom okida kupnja.

Također se u kodu spominje izraz *hodling* koji označava da neku valutu trenutno posjedujemo.

6 Kombinacija MACD i RSI

Česta se u praksi koristi više algoritama za trgovanje, prateći više signala i tako, barem u teoriji, poboljšavajući rezultat i ishod trgovanja.

Jedan od algoritama s kojima se često kombinira MACD je RSI (eng. Relative Strength Index). RSI je indikator koji pokazuje koliko je neka valuta prekupljena (eng. overbought) ili preprodana (eng. oversold) i na temelju toga trgovac može predvidjeti hoće li vrijednost ili trend neke valute imati preokret. Odmah je vidljivo zašto je RSI dobar odabir za kombinaciju sa MACD i kako upotpunjava sam algoritam.

Teoretski je moguće predvidjeti preokret trenda neke valute ako se poklope MACD i RSI indikatori i oboje tvrde preokret.



Slika 14: RSI i MACD indikatori (BTC)

RSI indikatori u niskim vrijednostima (ispod 30) predviđaju skori rast vrijednosti valute dok visoke vrijednosti (iznad 70) previđaju skori pad. Sada možemo iskoristiti to tako da u trenutku kada MACD linija presijeca signalnu liniju i dolazi iznad, i RSI pokazuje da će vrijednost rasti, definitivno ulažemo u valutu.

Tako smanjujemo rizik koji nam daje korištenje samo MACD-a.

Literatura

- [1] Appel, Gerald *Technical Analysis Power Tools for Active Investors*.
Financial Times Prentice Hall, 2005.
- [2] *Moving Average Convergence Divergence*.
Investopedia. Investopedia LLC.
- [3] Lawler, Jasper *What is MACD? A MACD trading strategy example*.
www.flowbank.com
- [4] Python dokumentacija:
www.python.org/doc/