

# Automatizirano trgovanje financijskim instrumentima temeljeno na indeksu relativne snage

---

**Sirovec, Borna**

**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:126:218505>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-09-21**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of School of Applied Mathematics and Computer Science](#)



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

Borna Sirovec

**Automatizirano trgovanje financijskim  
instrumentima temeljeno na indeksu relativne  
snage**

Završni rad

Osijek, 2021.

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

Borna Sirovec

**Automatizirano trgovanje financijskim  
instrumentima temeljeno na indeksu relativne  
snage**

Završni rad

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

Osijek, 2021.

# English paper title

## Sažetak

U ovom ćemo se radu baviti indeksom relativne snage (dalje u tekstu: RSI ), te primjenog istog u trgovanju financijskim instrumentima s naglaskom na dionice. Rad je podijeljen na dva dijela. U prvom dijelu opisana je povijest metode za trgovanje temeljene na indeksu relativne snage, te je također objašnjen i način funkcioniranja same metode. Drugi dio sadrži implementaciju metode bazirane na indeksu relativne snage u programskom jeziku Python.

## Ključne riječi

indeks relativne snage, dionica, kupovina, prodaja

## Abstract

In this paper we will discuss relative strength index (hereinafter called RSI ) along with its use in stock trading. The paper is divided in two sections. In the first section, we will read about history and way of functioning of method based on RSI. The second section contains the implementation of method based on RSI in Python programming language.

## Key words

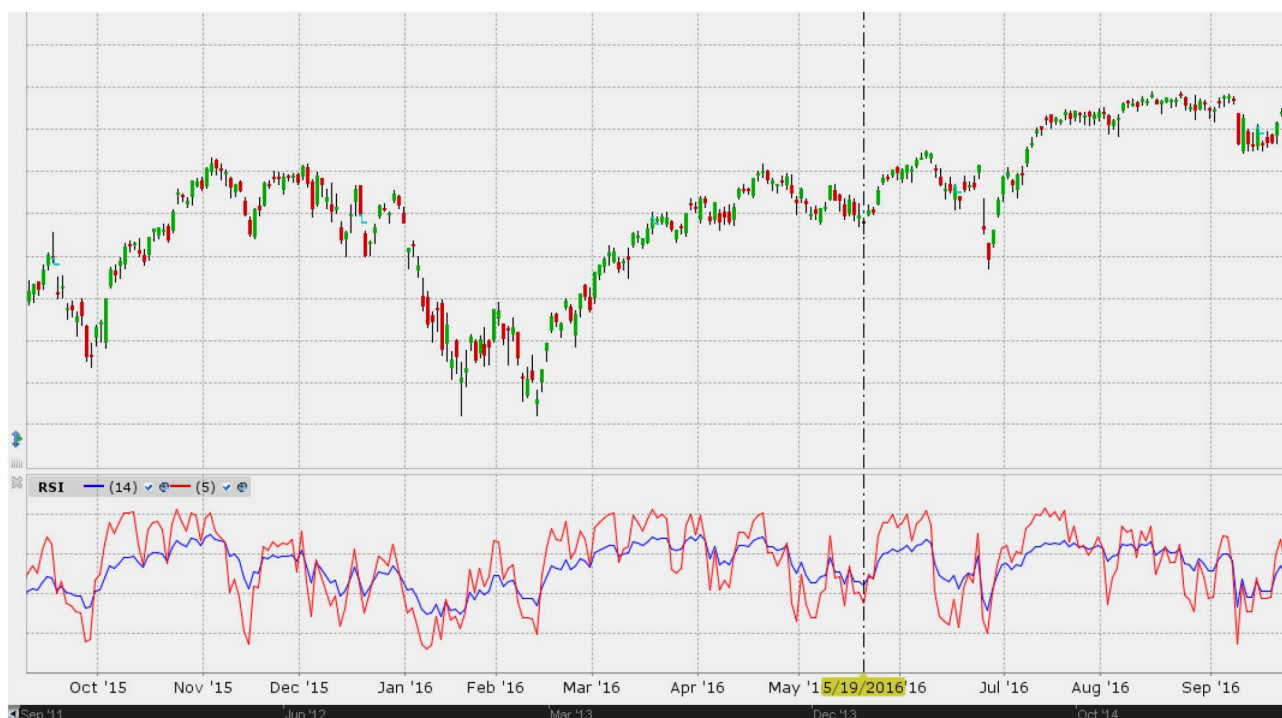
relative strength index, stock, purchase, sale

# Sadržaj

|   |           |
|---|-----------|
| Uvod  | 1         |
| <b>1 Indeks relativne snage</b>                         | <b>2</b>  |
| 1.1 Povijesni pregled . . . . .                         | 2         |
| 1.2 Izračun indeksa relativne snage . . . . .           | 2         |
| 1.3 Obrazac neuspješnog zamaha . . . . .                | 4         |
| 1.3.1 Bearish divergence . . . . .                      | 4         |
| 1.3.2 Bullish divergence . . . . .                      | 5         |
| <b>2 Implementacija RSI u programskom jeziku Python</b> | <b>6</b>  |
| 2.1 Dohvaćanje i priprema podataka . . . . .            | 6         |
| 2.2 Obrada podataka i računanje RSI . . . . .           | 7         |
| 2.2.1 Funkcija fillMoves(data) . . . . .                | 7         |
| 2.2.2 Funkcija fillRsi(data) . . . . .                  | 8         |
| 2.3 Grafički prikaz podataka . . . . .                  | 10        |
| 2.4 Računanje signala za kupnju i prodaju . . . . .     | 11        |
| 2.5 Učinak Indeksa relativne snage . . . . .            | 13        |
| <b>Literatura</b>                                       | <b>15</b> |

## Uvod

RSI je momentni oscilator koji uspoređuje veličine nedavnih gubitaka i dobitaka tokom određenog vremenskog razdoblja, kako bi se mjerila brzina i promjena kretanja cijene određene vrijednosnice. Njegova primarna upotreba je identificiranje prekupljenosti ili preprodanosti vrijednosnice. Razdoblje određivanja indeksa jest 5,7,10,14 ili čak 28 dana. Što je razdoblje kraće, oscilator postaje osjetljiviji i amplitude su veće. Za kratkoročno trgovanje informativniji su RSI temeljeni na kraćim povijesnim periodima, dok su za dugoročnija ulaganja informativniji oni RSI temeljeni na dužim povijesnim periodima jer su amplitude ravnije.



Slika 1. Prikaz razlike u amplitudama vrijednosti indeksa petodnevnog RSI (crveno) i četrnaestodnevnog RSI (plavo)

# 1 Indeks relativne snage

## 1.1 Povijesni pregled

RSI je predstavio John Welles Wilder 1978. godine u knjizi "New Concepts in Technical Trading Systems". Nakon školovanja za inženjera mehanike, pokazao je zanimanje za ulaganja u mirovnske fondove i trgovanje srebrom, te se počinje baviti nekretninama. Kasnije, nakon 13 godina rada i učenja o tržištu kapitala, on postaje znalac u tom području, a njegovo ime postaje prepoznatljivo diljem svijeta. S godinama, konstruirao je nekoliko metoda i indeksa, a najpoznatiji su: prosjek pravih vrijednosti, indeks relativne snage, indikator direktnog pokreta.

## 1.2 Izračun indeksa relativne snage

Indeks relativne snage mjeri se kroz period od primjerice 10 ili 14 dana te formula za izračun glasi:

$$RSI = 100 - \frac{100}{1 + RS},$$

$$RS = \frac{\bar{d}_n}{\bar{g}_n},$$

gdje je s  $\bar{d}_n$  označen prosječni dobitak, a s  $\bar{g}_n$  prosječni gubitak za  $n$  prethodnih dana.

U Python RSI implementaciji, definirani period za izračun indeksa jest 10 dana. Tome slijede i formule za računanje prosječnog dobitka i gubitka. Naime, kako radimo izračun za 10 dana, potrebno je prvo 10 dana promatrati cijene te izračunati:

$$\bar{d}_{10} = \frac{\sum_{i=1}^{10} UpMove_i}{10},$$

$$\bar{g}_{10} = \frac{\sum_{i=1}^{10} DownMove_i}{10},$$

gdje *UpMove* i *DownMove* označavaju porast, odnosno smanjenje cijene (*eng. adj close*) u odnosu na prethodni dan.

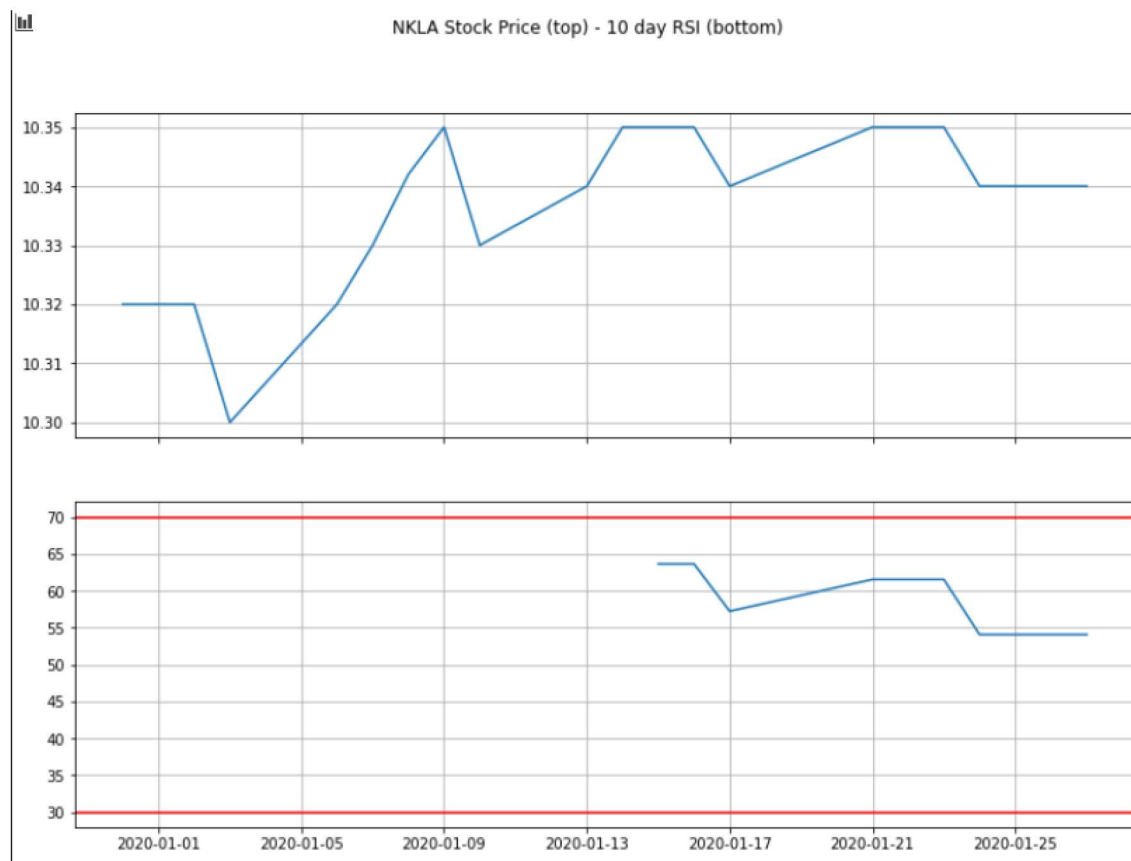
Nakon toga slijede izračuni za prosječni dobitak (*eng. average up*) i prosječni gubitak (*eng. average down*):

$$\bar{d}_n = \frac{\bar{d}_{n-1} \cdot 9 + UpMove_n}{10}$$

$$\bar{g}_n = \frac{\bar{g}_{n-1} \cdot 9 + DownMove_n}{10}.$$

| 1  | Date                | Adj Close  | Down Move   | Average Up | Average Down | RS        | RSI         |
|----|---------------------|------------|-------------|------------|--------------|-----------|-------------|
| 2  | 2019-12-31 00:00:00 | 10,3199997 |             |            |              |           |             |
| 3  | 2020-01-02 00:00:00 | 10,3199997 | 0           |            |              |           |             |
| 4  | 2020-01-03 00:00:00 | 10,3000002 | 0,019999504 |            |              |           |             |
| 5  | 2020-01-06 00:00:00 | 10,3199997 | 0           |            |              |           |             |
| 6  | 2020-01-07 00:00:00 | 10,3299999 | 0           |            |              |           |             |
| 7  | 2020-01-08 00:00:00 | 10,342     | 0           |            |              |           |             |
| 8  | 2020-01-09 00:00:00 | 10,3500004 | 0           |            |              |           |             |
| 9  | 2020-01-10 00:00:00 | 10,3299999 | 0,020000458 |            |              |           |             |
| 10 | 2020-01-13 00:00:00 | 10,3400002 | 0           |            |              |           |             |
| 11 | 2020-01-14 00:00:00 | 10,3500004 | 0           |            |              |           |             |
| 12 | 2020-01-15 00:00:00 | 10,3500004 | 0           | 0,00700006 | 0,003999996  | 1,7500179 | 63,63660008 |
| 13 | 2020-01-16 00:00:00 | 10,3500004 | 0           | 0,00630006 | 0,003599997  | 1,7500179 | 63,63660008 |
| 14 | 2020-01-17 00:00:00 | 10,3400002 | 0,010000229 | 0,00567005 | 0,00424002   | 1,3372703 | 57,21504689 |
| 15 | 2020-01-21 00:00:00 | 10,3500004 | 0           | 0,00610307 | 0,003816018  | 1,5993296 | 61,52854148 |
| 16 | 2020-01-22 00:00:00 | 10,3500004 | 0           | 0,00549276 | 0,003434416  | 1,5993296 | 61,52854148 |
| 17 | 2020-01-23 00:00:00 | 10,3500004 | 0           | 0,00494349 | 0,003090974  | 1,5993296 | 61,52854148 |
| 18 | 2020-01-24 00:00:00 | 10,3400002 | 0,010000229 | 0,00444914 | 0,0037819    | 1,1764294 | 54,05318424 |
| 19 | 2020-01-27 00:00:00 | 10,3400002 | 0           | 0,00400422 | 0,00340371   | 1,1764294 | 54,05318424 |
| 20 | 2020-01-28 00:00:00 | 10,3450003 | 0           | 0,00410381 | 0,003063339  | 1,3396537 | 57,25863222 |

Slika 2. Prikaz Excel tablice sa izračunatim indeksima za 20 dana



Slika 3. Grafički prikaz vrijednosti RSI za prvih 20 dana



### 1.3 Obrazac neuspješnog zamaha

RSI postiže vrijednosti od 0 do 100. Tržište s pretjeranim kupovinama označava indeks veći od 70 (*eng. overbought*), dok ono s pretjeranim prodajama označava indeks manji od 30 (*eng. oversold*). Obrazac "neuspješnog zamaha" događa se kada je RSI iznad 70, odnosno ispod 30.

#### 1.3.1 Bearish divergence

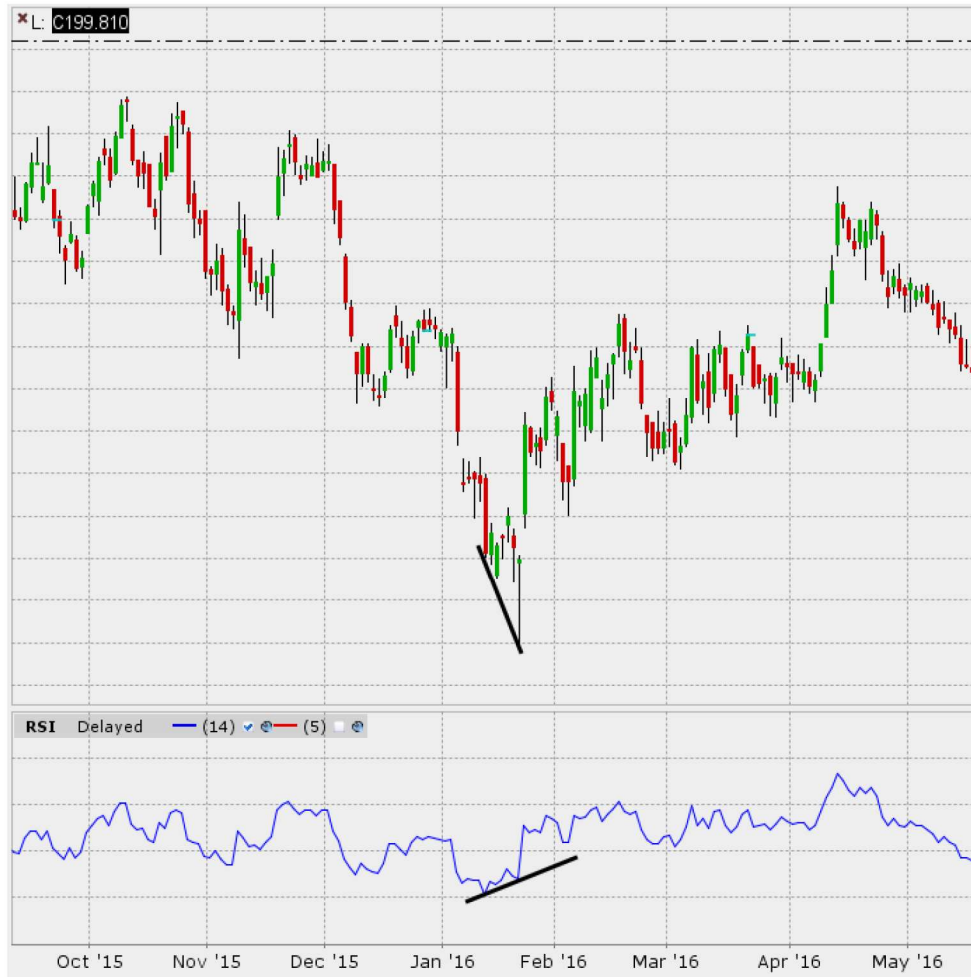
Bearish divergence postiže se kada u porastu cijene, lokalni maksimum RSI-a (preko 70 bodova) ne uspije premašiti prethodni maksimum, pa kasnije slijedi pad vrijednosti RSI. Sljedeća slika prikazuje neuspješan zamah na vrhu te linije koje upućuju na divergenciju cijene i RSI:



Slika 4. Divergencija cijene(gore) i RSI(dolje) pri neuspješnom zamahu na vrhu

### 1.3.2 Bullish divergence

Bullish divergence postiže se kada u padu cijene, lokalni minimum RSI-a (ispod 30 bodova) ne uspije pasti ispod prethodnog minimuma, pa slijedi porast vrijednosti RSI. Sljedeća slika prikazuje neuspješan zamah na dnu te linije koje upućuju na divergenciju cijene i indeksa relativne snage:



Slika 5. Divergencija cijene(gore) i RSI(dolje) pri neuspješnom zamahu na dnu

## 2 Implementacija RSI u programskom jeziku Python

Programski kod sačinjen je od dvije datoteke. Glavna datoteka jest Python bilježnica imena "rsi.ipynb", a druga, ona pomoćna, jest "rsi\_help.py". U njoj se nalaze funkcije za izračun vrijednosti prosječnih dobitaka i gubitaka, izračun relativnih snaga i samog RSI. Također, nalaze se i funkcije za popunjavanje stupaca izračunatim podacima, te funkcije za crtanje grafova.

### 2.1 Dohvaćanje i priprema podataka

Podaci koji se obrađuju i na kojima se izvodi računanje indeksa relativne snage dohvaćaju se funkcijom `yf.download()` koja je dio "yfinance" API-ja tvrtke Yahoo!. Uz yfinance, korištene biblioteke su NumPy te Pandas. Konkretno, gledati ćemo cijene dionica tvrtke Nikola Corporation čija je skraćenica "NKLA", u razdoblju od 01.01.2020. do 20.08.2021.

```

1 import numpy as np
2 import pandas as pd
3 import numpy as np
4 import yfinance as yf
5 import datetime as dt
6 import rsi_help as rh
7
8 name = "NKLA"
9 start = "2020-01-01"
10 end = "2021-08-20"
11
12 data = yf.download(name, start, end)

```

Primijetimo, tip podatka `data` jest `pd.dataframe`. Sada nad dohvaćenim podacima vršimo obradu te postojećim stupcima `Date`, `Open`, `High`, `Low`, `Close`, `Adj Close` te `Volume`, dodajemo stupce nama potrebne za izračun indeksa relativne snage: `Up Move`, `Down Move`, `Average Up`, `Average Down`, `RS`, `RSI`. Također, prethodno navedene stupce inicijalno postavljamo na tip podatka `np.nan` budući da predstavljaju podatke koje tek trebamo izračunati.

```

1 data['Up Move'] = np.nan
2 data['Down Move'] = np.nan
3 data['Average Up'] = np.nan
4 data['Average Down'] = np.nan
5
6     # Relative Strength
7 data['RS'] = np.nan
8
9     # Relative Strength Index
10 data['RSI'] = np.nan

```

## 2.2 Obrada podataka i računanje RSI

Nakon što su svi stupci inicijalizirani i imamo sve potrebno za izračun Indeksa relativne snage, u glavnoj datoteci definiramo i na skup podataka pozivamo funkciju `calculateRsi(data)` koja računa gore navedene vrijednosti te ih upisuje u odgovarajuće stupce.

```

1 def calculateRsi(data):
2     data = rh.fillMoves(data)
3     for _day in range(1, len(data)):
4         if ~(data['Down Move'][_day] > 0):
5             data['Down Move'][_day] = 0
6     data = rh.fillRsi(data)
7     return data
8
9 data = calculateRsi(data)

```

### 2.2.1 Funkcija `fillMoves(data)`

Funkcija `fillMoves(data)` za svaki redak tablice, tj. jedan dan računa vrijednost stupaca `Up Move` i `Down Move`. Primijetimo da nakon poziva funkcije, `rh.fillMoves(data)` na našim podacima, naknadno iteriramo stupcem `Down Move` kako bi osigurali da nam tip podatka ne ostane `np.nan` jer takav tip podatka kasnije ne možemo upotrijebiti u računanju.

```

1 def fillMoves(data):
2     for _day in range(1, len(data)):
3         _previousDay = _day - 1
4         data['Down Move'][_day] = 0
5         data['Up Move'][_day] = 0
6
7         if data['Adj Close'][_day] > data['Adj Close'][_previousDay]:
8             data['Up Move'][_day] = data['Adj Close'][_day] - data['Adj
9             Close'][_previousDay]
10
11        if data['Adj Close'][_day] < data['Adj Close'][_previousDay]:
12            data['Down Move'][_day] = abs(data['Adj Close'][_day] - data['
13            Adj Close'][_previousDay])
14
15    return data

```

## 2.2.2 Funkcija fillRsi(data)

Ova je funkcija skup ugnježenih funkcija fillAverages(data) i fillRelativeStrength(data). Po formulama navedenim u poglavlju 1.2 one računaju prosječne dobitke i gubitke, relativnu snagu za pojedine dane, te na koncu izračunavaju i indeks relativne snage za odgovarajući dan.

```

1 def fillAverages(data):
2
3     _data = data
4     ## First 10days Avg
5     _data['Average Up'][10] = _data['Up Move'][1:11].mean()
6     _data['Average Down'][10] = _data['Down Move'][1:11].mean()
7
8     ## Rest Avgs
9     for _day in range(11, len(_data)):
10        _previousDay = _day-1
11
12        _data['Average Up'][_day] = (_data['Average Up'][_previousDay]*9 +
13        _data['Up Move'][_day])/10
14        _data['Average Down'][_day] = (_data['Average Down'][_previousDay
15        ]*9 + _data['Down Move'][_day])/10
16
17        return _data
18
19 def fillRelativeStrength(data):
20     _data = fillAverages(data)
21
22     ## First 10days RS
23     _data['RS'][10] = _data['Average Up'][10] / _data['Average Down'][10]
24
25     ## Rest RelativeStrengths
26     for _day in range(11, len(_data)):
27         _data['RS'][_day] = _data['Average Up'][_day] / _data['Average
28         Down'][_day]
29
30     return _data
31
32 def fillRsi(data):
33     _data = fillRelativeStrength(data)
34
35     # First 10Days RSI
36     _data['RSI'][10] = 100 - (100 / (1 + _data['RS'][10]))
37
38     # Rest RSIs
39     for _day in range(11, len(_data)):
40         _data['RSI'][_day] = 100 - (100/ (1+_data['RS'][_day]))
41
42     return _data

```

U ovome trenutku, naši su podaci obrađeni. Za zadano vremensko razdoblje izračunat je desetodnevni RSI, te su naši podaci spremni za grafički prikaz.

Primijetimo da se vrijednosti RSI računaju tek 11. dana, jer koristimo desetodnevni RSI.

| Date       | Open   | High   | Low    | Close  | Adj Close | Volume  | Up Move | Down Move | Average Up | Average Down | RS       | RSI       |
|------------|--------|--------|--------|--------|-----------|---------|---------|-----------|------------|--------------|----------|-----------|
| 2019-12-31 | 10.317 | 10.320 | 10.315 | 10.320 | 10.320    | 6500    | NaN     | NaN       | NaN        | NaN          | NaN      | NaN       |
| 2020-01-02 | 10.310 | 10.320 | 10.310 | 10.320 | 10.320    | 60300   | 0.000   | 0.00      | NaN        | NaN          | NaN      | NaN       |
| 2020-01-03 | 10.300 | 10.300 | 10.300 | 10.300 | 10.300    | 15000   | 0.000   | 0.02      | NaN        | NaN          | NaN      | NaN       |
| 2020-01-06 | 10.325 | 10.350 | 10.320 | 10.320 | 10.320    | 68700   | 0.020   | 0.00      | NaN        | NaN          | NaN      | NaN       |
| 2020-01-07 | 10.440 | 10.440 | 10.330 | 10.330 | 10.330    | 42900   | 0.010   | 0.00      | NaN        | NaN          | NaN      | NaN       |
| 2020-01-08 | 10.330 | 10.350 | 10.300 | 10.342 | 10.342    | 1247500 | 0.012   | 0.00      | NaN        | NaN          | NaN      | NaN       |
| 2020-01-09 | 10.350 | 10.350 | 10.350 | 10.350 | 10.350    | 168700  | 0.008   | 0.00      | NaN        | NaN          | NaN      | NaN       |
| 2020-01-10 | 10.350 | 10.350 | 10.330 | 10.330 | 10.330    | 370000  | 0.000   | 0.02      | NaN        | NaN          | NaN      | NaN       |
| 2020-01-13 | 10.350 | 10.350 | 10.340 | 10.340 | 10.340    | 25600   | 0.010   | 0.00      | NaN        | NaN          | NaN      | NaN       |
| 2020-01-14 | 10.350 | 10.350 | 10.350 | 10.350 | 10.350    | 10000   | 0.010   | 0.00      | NaN        | NaN          | NaN      | NaN       |
| 2020-01-15 | 10.350 | 10.350 | 10.350 | 10.350 | 10.350    | 0       | 0.000   | 0.00      | 0.007000   | 0.004000     | 1.750018 | 63.636600 |
| 2020-01-16 | 10.348 | 10.360 | 10.345 | 10.350 | 10.350    | 672400  | 0.000   | 0.00      | 0.006300   | 0.003600     | 1.750018 | 63.636600 |
| 2020-01-17 | 10.350 | 10.360 | 10.340 | 10.340 | 10.340    | 667000  | 0.000   | 0.01      | 0.005670   | 0.004240     | 1.337270 | 57.215047 |
| 2020-01-21 | 10.340 | 10.360 | 10.340 | 10.350 | 10.350    | 356700  | 0.010   | 0.00      | 0.006103   | 0.003816     | 1.599330 | 61.528541 |
| 2020-01-22 | 10.350 | 10.350 | 10.350 | 10.350 | 10.350    | 33400   | 0.000   | 0.00      | 0.005493   | 0.003434     | 1.599330 | 61.528541 |
| 2020-01-23 | 10.360 | 10.360 | 10.350 | 10.350 | 10.350    | 180000  | 0.000   | 0.00      | 0.004943   | 0.003091     | 1.599330 | 61.528541 |
| 2020-01-24 | 10.350 | 10.350 | 10.340 | 10.340 | 10.340    | 350000  | 0.000   | 0.01      | 0.004449   | 0.003782     | 1.176429 | 54.053184 |
| 2020-01-27 | 10.340 | 10.340 | 10.340 | 10.340 | 10.340    | 100000  | 0.000   | 0.00      | 0.004004   | 0.003404     | 1.176429 | 54.053184 |
| 2020-01-28 | 10.345 | 10.345 | 10.345 | 10.345 | 10.345    | 100000  | 0.005   | 0.00      | 0.004104   | 0.003063     | 1.339654 | 57.258632 |
| 2020-01-29 | 10.340 | 10.350 | 10.340 | 10.350 | 10.350    | 118000  | 0.005   | 0.00      | 0.004193   | 0.002757     | 1.521014 | 60.333423 |

Slika 6. Prikaz podataka nakon poziva funkcije calculateRsi(data)

## 2.3 Grafički prikaz podataka

Kako smo izračunali sve potrebne podatke, slijedi grafički prikaz cijena NKLA dionica i vrijednosti RSI za prethodno navedeno razdoblje. Grafički prikaz napravljen je pomoću `pltRsi(data)`, a na slici 7. imamo njen ishod.

```

1 def pltRsi(data):
2     fig,axs = plt.subplots(2, sharex=True, figsize=(13,9))
3     fig.suptitle('NKLA Stock Price (top) - 10 day RSI (bottom)')
4     axs[0].plot(data['Adj Close'])
5     axs[1].plot(data['RSI'])
6     axs[1].axhline(y=70,color='r',linestyle='-')
7     axs[1].axhline(y=30,color='r',linestyle='-')
8
9     axs[0].grid()
10    axs[1].grid()

```



Slika 7. Cijena dionica (gore) i desetodnevni RSI (dolje)

## 2.4 Računanje signala za kupnju i prodaju

Prije nego krenemo sa izračunom signala za kupnju i prodaju, potrebno je podacima dodati sljedeće stupce: Long Tomorrow, Buy Signal, Sell Signal, Buy RSI, Sell RSI te im vrijednost postaviti na np.nan. Stupac Long Tomorrow sadrži boolean vrijednosti koje govore hoće li na određeni dan postojati kupnja ili prodaja, dok stupci Buy Signal, Sell Signal te Buy RSI, Sell RSI imaju vrijednost različitu od nule u danima kada se dogodila kupovina odnosno prodaja. Vrijednosti prethodno nabrojanih stupaca koristimo za grafički prikaz signala za kupnju i prodaju na grafovima cijene dionica i vrijednosti RSI.

```

1 # Calculate the buy & sell signals
2 ## Initialize the columns that we need
3 data['Long Tomorrow'] = np.nan
4 data['Buy Signal'] = np.nan
5 data['Sell Signal'] = np.nan
6 data['Buy RSI'] = np.nan
7 data['Sell RSI'] = np.nan
8 data['Strategy'] = np.nan

```

Nakon ovog neophodnog koraka, na podatke pozivamo funkciju calculateSignals(data) koja sadrži potrebnu logiku za izračun i kreiranje signala za kupovinu, odnosno prodaju. Kada imamo izračunate sve signale, na podatke pozivamo funkciju pltSignals(data) koja navedene signale ucrtava na prikaz sa Slike 7.

```

1 def calculateSignals(data):
2     _data = data
3     for _day in range(11, len(_data)):
4         _previousDay = _day - 1
5         # Calculate "Long Tomorrow" column
6         if ((_data['RSI'][_day] <= 30) & (_data['RSI'][_previousDay] > 30)):
7             _data['Long Tomorrow'][_day] = True
8         elif ((_data['Long Tomorrow'][_previousDay] == True) & (_data['RSI']
9             ][_day] <= 70)):
10            _data['Long Tomorrow'][_day] = True
11        else:
12            _data['Long Tomorrow'][_day] = False
13
14        # Calculate "Buy Signal" column
15        if ((_data['Long Tomorrow'][_day] == True) & (_data['Long Tomorrow']
16            ][_previousDay] == False)):
17            _data['Buy Signal'][_day] = _data['Adj Close'][_day]
18            _data['Buy RSI'][_day] = _data['RSI'][_day]
19
20        # Calculate "Sell Signal" column
21        if ((_data['Long Tomorrow'][_day] == False) & (_data['Long Tomorrow']
22            ][_previousDay] == True)):
23            _data['Sell Signal'][_day] = _data['Adj Close'][_day]
24            _data['Sell RSI'][_day] = _data['RSI'][_day]
25
26    return _data

```



```

1 def pltSignals(data):
2     _data = data
3     fig, axs = plt.subplots(2, sharex=True, figsize=(13,9))
4     fig.suptitle('Stock price(top) & 10day RSI(bottom)')
5
6     ## Chart the stock close price & buy/sell signals:
7     axs[0].scatter(_data.index, _data['Buy Signal'], color='green', marker
8     ='^', alpha=1)
9     axs[0].scatter(_data.index, _data['Sell Signal'], color='red', marker=
10    'v', alpha=1)
11
12    axs[0].plot(_data['Adj Close'], alpha = 0.8)
13    axs[0].grid()
14
15    ## Chart RSI & buy/sell signals:
16    axs[1].scatter(_data.index, _data['Buy RSI'], color='green', marker='^
17    ', alpha=1)
18    axs[1].scatter(_data.index, _data['Sell RSI'], color='red', marker='v
19    ', alpha=1)
20    axs[1].axhline(y=70,color='r',linestyle='-')
21    axs[1].axhline(y=30,color='r',linestyle='-')
22
23    axs[1].plot(_data['RSI'], alpha = 0.8)
24    axs[1].grid()
25    return _data

```



Slika 8. Prikaz signala za kupnju (zeleno) i prodaju (crveno) na grafovima cijene dionice (gore) i vrijednosti RSI (dolje)

## 2.5 Učinek Indeksa relativne snage

Za kraj, analizirajmo RSI. Funkcija `analyseRSI(data)` računa stanje nakon provedenih kupnji i prodaja.

```

1 def analyseRSI(data):
2     _data = data
3     initial_balance = 1000
4     balance = initial_balance
5     print('Initial budget is', balance, '$ \n' )
6     trade_count = _data['Sell Signal'].count()
7     print(trade_count, 'trades have been made \n')
8
9     buy_prices = []
10    sell_prices = []
11    for day in range(11, len(_data)):
12        if (_data['Buy Signal'][day] > 0):
13            buy_prices.append(_data['Buy Signal'][day])
14
15        if (_data['Sell Signal'][day] > 0):
16            sell_prices.append(_data['Sell Signal'][day])
17
18    for i in range(0, trade_count):
19        print('*****')
20        print('-----BUY-----')
21        print('BUY PRICE: ', buy_prices[i])
22        amount = balance/buy_prices[i]
23        balance = 0
24        print('STOCKS BOUGHT: ', amount, 'CURRENT BALANCE: ', balance)
25
26
27        print("-----SELL-----")
28        print('SELL PRICE: ', sell_prices[i])
29        balance = amount*sell_prices[i]
30        print('STOCKS SOLD: ', amount, 'CURRENT BALANCE', balance)
31        amount = 0
32        print('*****')
33
34
35    print("Balance after trades were made: ", balance)
36    print("RSI lost: ", initial_balance-balance, '$')
37
38    return

```

Nakon poziva `analyseRSI(data)` na naše podatke, saznajemo kako je RSI zapravo izgubio otprilike 0.6% inicijalnog stanja:

```

1 Initial budget is 1000 $
2
3 3 trades have been made
4
5 *****
6 -----BUY-----
7 BUY PRICE: 33.939998626708984
8 STOCKS BOUGHT: 29.46376076789387 CURRENT BALANCE: 0
9 -----SELL-----
10 SELL PRICE: 25.420000076293945
11 STOCKS SOLD: 29.46376076789387 CURRENT BALANCE 748.9688009677687
12 *****
13 *****
14 -----BUY-----
15 BUY PRICE: 15.029999732971191
16 STOCKS BOUGHT: 49.831591102743786 CURRENT BALANCE: 0
17 -----SELL-----
18 SELL PRICE: 21.309999465942383
19 STOCKS SOLD: 49.831591102743786 CURRENT BALANCE 1061.9111797865294
20 *****
21 *****
22 -----BUY-----
23 BUY PRICE: 16.540000915527344
24 STOCKS BOUGHT: 64.20260707420115 CURRENT BALANCE: 0
25 -----SELL-----
26 SELL PRICE: 15.489999771118164
27 STOCKS SOLD: 64.20260707420115 CURRENT BALANCE 994.4983688845653
28 *****
29 Balance after trades were made: 994.4983688845653
30 RSI lost: 5.501631115434748 $

```

## Literatura

- [1] Aleksandra Knežević, Članak *Relative Strength Index*. 2017.  
<https://hrportfolio.hr/analyze/view-vijest-relative-strength-index-rsi-46581>
- [2] Web stranica Investopedia.com:  
<https://www.investopedia.com/terms/r/rsi.asp>
- [3] Pandas dokumentacija:  
<https://pandas.pydata.org/docs/>
- [4] J.Wilder:  
[https://en.wikipedia.org/wiki/J.\\_Welles\\_Wilder\\_Jr.](https://en.wikipedia.org/wiki/J._Welles_Wilder_Jr.)
- [5] Web stranica Stockcharts.com:  
[https://school.stockcharts.com/doku.php?id=technical\\_indicators:relative\\_strength\\_index\\_rsi](https://school.stockcharts.com/doku.php?id=technical_indicators:relative_strength_index_rsi)
- [6] Web stranica Medium.com:  
<https://medium.com/analytics-vidhya/momentum-trading-with-macd-and-rsi-yfinance-python-e5203d2e1a8a>