

# Automatizacija korištenja opcija u strategijama trgovanja - Naked Call strategija trgovanja

---

Podunavac, Stevan

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, School of Applied Mathematics and Informatics / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet primijenjene matematike i informatike**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:126:957691>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-23**



**mathos**

*Repository / Repozitorij:*

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





SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

FAKULTET PRIMIJENJENE MATEMATIKE I INFORMATIKE

Studij

Sveučilišni prijediplomski studij Matematika i računarstvo

# **Automatizacija korištenja opcija u strategijama trgovanja - Naked call strategija trgovanja**

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

**izv.prof.dr.sc. Nenad Šuvak**

Student:

**Stevan Podunavac**

Osijek, 2024



# Sadržaj

<b>1</b>	<b>Uvod</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Općenito o financijskom tržištu i opcijama</b>	<b>3</b>
2.1	Pregled financijskih tržišta i opcija . . . . .	3
2.2	Ciljevi rada . . . . .	4
<b>3</b>	<b>Osnovni pojmovi i teorijski okvir</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Black-Scholes-Mertonov model</b>	<b>9</b>
4.1	Osnovne postavke modela . . . . .	9
4.2	Matematička formulacija . . . . .	9
<b>5</b>	<b>Naked call strategija</b>	<b>11</b>
5.1	Što je Naked call strategija? . . . . .	11
5.2	Primjena Naked Call strategije . . . . .	12
5.2.1	Simple Moving Average (SMA) . . . . .	12
5.2.2	Relative Strength Index (RSI) . . . . .	12
5.3	Primjer primjene naked call strategije . . . . .	12
<b>6</b>	<b>Implementacija naked call strategije u programskom jeziku Python</b>	<b>15</b>
6.1	Dohvaćanje i priprema podataka . . . . .	15
6.2	Automatizacija Naked call strategije . . . . .	16
	<b>Literatura</b>	<b>21</b>
	<b>Sažetak</b>	<b>23</b>
	<b>Summary</b>	<b>25</b>
	<b>Životopis</b>	<b>27</b>





# 1 | Uvod

U današnjem financijskom svijetu trgovanje dionicama i drugim financijskim instrumentima doživljava značajne promjene zbog brzog tehnološkog napretka i sveprisutne digitalizacije. Nekada ograničeno na fizičke burze i brokerske kuće, trgovanje je sada postalo globalno i gotovo neprekidno zahvaljujući online platformama i sofisticiranim trgovinskim alatima. Ove platforme omogućuju investitorima pristup širokom spektru tržišta i financijskih proizvoda, kao i mogućnost provođenja transakcija u stvarnom vremenu. Suvremeni trgovci i investitori koriste napredne tehnike i algoritme kako bi analizirali tržišne podatke, identificirali prilike za trgovanje i optimizirali svoje investicijske odluke.

Opcije, kao financijski instrumenti, predstavljaju ključnu komponentu modernog tržišta. One nude investitorima različite mogućnosti za upravljanje rizikom, ostvarivanje profita i prilagodbu investicijskih strategija prema promjenjivim tržišnim uvjetima. Opcije omogućuju trgovcima da spekuliraju o budućim cijenama dionica i drugih osnovnih instrumenata bez potrebe za njihovom kupnjom ili prodajom direktno. Među različitim strategijama trgovanja opcijama, Naked Call strategija je jedna od najsloženijih i potencijalno najprofitabilnijih, ali istovremeno i najrizičnijih.

Naked Call strategija uključuje prodaju call opcije bez odgovarajućeg pokrića, što znači da prodavatelj ne posjeduje osnovnu dionicu na koju se opcija odnosi. Ova strategija omogućuje prodavatelju da zaradi na premiji koju prima za prodaju opcije. Međutim, ako cijena osnovne dionice poraste iznad izvršne cijene call opcije, prodavatelj može pretrpjeti gubitke, što čini ovu strategiju izuzetno rizičnom. Upravljanje rizikom postaje ključno za uspješno korištenje Naked Call strategije, što uključuje praćenje tržišnih uvjeta i stalnu prilagodbu strategije u skladu s promjenama na tržištu.

S obzirom na složenost i rizike povezane s Naked Call strategijom, postoji potreba za naprednim alatima koji mogu automatski analizirati tržišne uvjete i primijeniti odgovarajuće strategije trgovanja. Automatizacija u trgovini opcijama nudi mogućnost za preciznije i brže donošenje odluka. Razvijanjem sustava za automatsku implementaciju Naked Call strategije, moguće je značajno unaprijediti efikasnost trgovanja, smanjiti ljudske greške i optimizirati portfelje investitora.

Ovaj završni rad ima za cilj istražiti i razviti sustav za automatsku implementaciju Naked Call strategije. Sustav će se temeljiti na analizi stvarnih tržišnih podataka i signala u stvarnom vremenu, omogućujući automatsko izvršenje transakcija u skladu s unaprijed definiranim kriterijima. Osim što će rad obuhvatiti tehničke aspekte razvoja sustava, detaljno će analizirati primjenu Naked Call strategije, njene prednosti i rizike, te utjecaj automatizacije na učinkovitost trgovanja. Kroz ovaj

rad, istražit će se kako tehnologija može unaprijediti upravljanje opcijama i do-  
prinijeti boljem razumijevanju i optimizaciji investicijskih strategija u modernom  
financijskom okruženju.

## 2 | Općenito o financijskom tržištu i opcijama

### 2.1 Pregled financijskih tržišta i opcija

#### Financijska tržišta

Financijska tržišta su platforme na kojima se trguje financijskim instrumentima kao što su dionice, obveznice, valute i derivati. Ova tržišta omogućavaju kupovinu i prodaju financijskih sredstava te omogućavaju transfer kapitala između investitora i emitentata. Glavne vrste financijskih tržišta uključuju:

**1. Burze dionica:** Mjesta gdje se trguje dionicama tvrtki. Primjeri uključuju New York Stock Exchange (NYSE) i Nasdaq. Dionice predstavljaju vlasničke udjele u kompanijama i pružaju investitorima mogućnost sudjelovanja u financijskom uspjehu kompanija.

**2. Obvezničke burze:** Tržišta na kojima se trguje obveznicama, koje su dugoročni dugovi koje tvrtke ili vlade izdaju kako bi prikupile sredstva. Obveznice obično nude fiksne kamate i vraćaju glavnici na kraju razdoblja dospjeća.

**3. Valutna tržišta (Forex):** Globalna tržišta gdje se trguje valutama. Forex tržište je najveće i najlikvidnije tržište na svijetu, omogućavajući trgovinu između različitih valuta.

**4. Tržišta derivata:** Tržišta na kojima se trguje derivatima poput opcija i futures ugovora. Derivati su financijski instrumenti čija vrijednost ovisi o vrijednosti osnovnog instrumenta, kao što su dionice, indeksi, ili roba.

#### Opcije

Opcije su složeni financijski instrumenti koji omogućuju investitorima da upravljaju rizikom i spekuliraju o kretanju cijena osnovnih instrumenta.

Postoje dvije glavne vrste opcija:

**1. Call opcije:** Daju vlasniku pravo da kupi osnovni instrument po unaprijed dogovorenoj cijeni (izvršna cijena) unutar određenog vremenskog razdoblja. Investitori kupuju call opcije kada očekuju da će cijena osnovnog instrumenta rasti. Call opcije omogućuju potencijalno visoke povrate s ograničenim rizikom, koji je ograničen na premiju plaćenu za opciju.

**2. Put opcije:** Daju vlasniku pravo da proda osnovni instrument po izvršnoj cijeni unutar određenog vremenskog razdoblja. Put opcije su korisne kada investitori očekuju pad cijene osnovnog instrumenta. Kao i kod call opcija, put opcije



omogućuju visoke povrate uz ograničen rizik, koji je ograničen na premiju plaćenu za opciju.

### Funkcija i uporaba opcija

Opcije se koriste iz raznih razloga, uključujući:

- Zaštitu portfelja (hedging): Investitori koriste opcije kako bi se zaštitili od potencijalnih gubitaka u svojim portfeljima. Na primjer, kupnjom put opcija investitori mogu osigurati svoje dionice od pada cijene.
- Spekulaciju: Trgovci koriste opcije kako bi profitirali od očekivanih promjena u cijenama osnovnih instrumenata. Korištenje opcija omogućava trgovcima da postignu visoke povrate s relativno malim ulaganjima.
- Arbitražu: Arbitražeri koriste opcije za iskorištavanje razlika u cijenama između različitih tržišta ili instrumenata kako bi ostvarili profit.

### Volatilnost i utjecaj na cijene opcija

Volatilnost je ključni faktor u određivanju cijene opcija. Visoka volatilnost obično povećava cijenu opcija jer povećava vjerojatnost da će cijena osnovnog instrumenta premašiti izvršnu cijenu.

Postoje dvije vrste volatilnosti:

- Povijesna volatilnost: mjeri varijacije cijene osnovnog instrumenta u prošlosti.
- Implicirana volatilnost: procjenjuje buduće promjene cijena temeljem trenutnih cijena opcija i tržišnih očekivanja.

Opcije su složeni instrumenti koji omogućuju sofisticirane strategije trgovanja i upravljanja rizikom. Razumijevanje tržišta opcija i njihovih karakteristika ključno je za uspješno trgovanje i investiranje.

## 2.2 Ciljevi rada

Cilj ovog završnog rada je razviti i implementirati sustav automatske primjene strategija trgovanja opcijama, s posebnim fokusom na Naked Call strategiju. Ovaj sustav ima za cilj:

**1. Razviti automatski sustav trgovanja:** Stvoriti računalni sustav koji će automatski primjenjivati različite sustave trgovanja opcijama temeljem tržišnih signala i indikatora. Sustav će omogućiti investitorima da upravljaju svojim portfeljima opcija s minimalnim ljudskim angažmanom.

**2. Implementirati strategiju naked call:** Detaljno analizirati i implementirati Naked Call strategiju u sustav. Ova strategija uključuje prodaju call opcije bez posjedovanja osnovnih dionica, što može dovesti do visokog rizika, ali i potencijalnih dobitaka.

**3. Analizirati tržišne signale:** Razviti algoritme koji će analizirati relevantne tržišne podatke, uključujući cijene dionica, volatilnost i druge ključne indikatore. Sustav će koristiti ove informacije za donošenje odluka o aktivaciji strategija trgovanja.

**4. Optimizirati performanse portfelja:** Razviti metode za praćenje i evaluaciju performansi portfelja opcija. Sustav će omogućiti investitorima da optimiziraju svoje strategije trgovanja u skladu s promjenama na tržištu, s ciljem maksimiziranja povrata i minimiziranja rizika.

**5. Pružiti izvještaje o performansama:** Implementirati funkcionalnosti za generiranje izvještaja o performansama portfelja, uključujući analize uspješnosti strategija trgovanja, identifikaciju područja za poboljšanje i preporuke za buduće trgovinske odluke.

Razvoj sustava automatske primjene strategija trgovanja opcijama ima značajan utjecaj na financijsko tržište i investitore iz nekoliko razloga:

**1. Unaprjeđenje trgovinskih procesa:** Automatizacija trgovinskih procesa omogućuje brže i preciznije donošenje odluka, smanjujući potrebu za ručnim upravljanjem i mogućnost ljudskih grešaka. To poboljšava učinkovitost trgovanja i omogućuje bržu reakciju na promjene na tržištu.

**2. Smanjenje rizika:** Implementacija strategija poput Naked Call može biti vrlo rizična. Razvijeni sustav omogućuje bolje upravljanje tim rizicima kroz analizu tržišnih uvjeta i automatsko prilagođavanje strategija u stvarnom vremenu.

**3. Optimizacija investicijskih portfelja:** Sustav omogućava investitorima da optimiziraju svoje portfelje opcija, prilagođavajući strategije prema trenutnim tržišnim uvjetima. To može rezultirati većim povratima i smanjenjem mogućih gubitaka.

**4. Povećanje transparentnosti:** Automatizirani sustav pruža detaljne izvještaje i analize performansi, što povećava transparentnost i omogućuje investitorima da bolje razumiju rezultate svojih trgovinskih odluka.

**5. Poticanje inovacija:** Razvoj i primjena sofisticiranih tehnologija u trgovanju opcijama potiče inovacije u financijskoj industriji. Implementacija naprednih algoritama i sustava može postaviti nove standarde u upravljanju investicijama i trgovinskim strategijama.

Ovaj rad doprinosi razumijevanju i primjeni strategija trgovanja opcijama, posebno u kontekstu automatizacije i optimizacije trgovinskih aktivnosti. Razvijeni sustav ima potencijal značajno poboljšati način na koji investitori pristupaju trgovanju opcijama, s ciljem postizanja boljih rezultata i efikasnijeg upravljanja portfeljima





## 3 | Osnovni pojmovi i teorijski okvir

### Financijski instrumenti

Financijski instrumenti su ključni alati na financijskim tržištima, omogućujući investitorima, kompanijama i institucijama da ostvaruju kapitalne transakcije, upravljaju rizikom i spekuliraju o budućim financijskim kretanjima. Financijski instrumenti se mogu kategorizirati u nekoliko glavnih grupa, uključujući dionice, obveznice, izvedenice (derivative) i novčane instrumente.

**Definicija 1.** *Dionice predstavljaju vlasničke udjele u kompanijama. Investitori koji posjeduju dionice postaju dioničari i imaju pravo na dividende, kao i pravo glasa na skupštinama dioničara. Dionice se trguju na burzama i njihova cijena ovisi o performansama kompanije i tržišnim uvjetima.*

**Definicija 2.** *Obveznice su dugoročni dugovni instrumenti koje izdaju vlade ili kompanije kako bi prikupile sredstva. Obveznice nude fiksne kamate (kuponske isplate) i vraćaju glavicu na kraju roka dospijeca. Njihova cijena može varirati ovisno o kamatnim stopama i kreditnom riziku izdavatelja.*

**Definicija 3.** *Izvedenice (derivativi) su financijski instrumenti čija vrijednost ovisi o cijeni osnovnog instrumenta, kao što su dionice, indeksi, robne sirovine ili kamatne stope. Izvedenice uključuju opcije, futures ugovore, swapove i slične proizvode. Oni se koriste za upravljanje rizikom ili spekulaciju o kretanjima cijena.*

### Opcije

**Definicija 4.** *Opcije su specifični vrsta izvedenica koji daju vlasniku pravo, ali ne i obvezu, kupnje ili prodaje osnovnog instrumenta po unaprijed utvrđenoj cijeni (izvršna cijena ili strike price) u određenom vremenskom razdoblju.*

Postoje dvije vrste opcija: call opcije i put opcije.

Call opcije daju vlasniku pravo da kupi osnovni instrument po izvršnoj cijeni do određenog datuma. Call opcije su korisne kada investitori očekuju da će cijena osnovnog instrumenta rasti. Korištenje call opcija omogućuje investitorima da postignu potencijalne dobitke s relativno malim početnim ulaganjima.



**Primjer 1.** *Ako investitor kupi call opciju za dionice ABC s izvršnom cijenom od 50 USD i premijom od 5 USD, a tržišna cijena dionica poraste na 60 USD prije isteka opcije, investitor može ostvariti profit. Razlika između tržišne cijene i izvršne cijene minus plaćena premija predstavlja profit ( $60 - 50 - 5 = 5$  USD po dionici).*

Put opcije daju vlasniku pravo da proda osnovni instrument po izvršnoj cijeni do određenog datuma. Put opcije su korisne kada investitori očekuju pad cijene osnovnog instrumenta. Kao i kod call opcija, put opcije omogućuju investitorima da ostvaruju potencijalne povrate uz ograničen rizik.

**Primjer 2.** *Ako investitor kupi put opciju za dionice XYZ s izvršnom cijenom od 40 USD i premijom od 4 USD, a tržišna cijena dionica padne na 30 USD prije isteka opcije, investitor može ostvariti profit. Razlika između izvršne cijene i tržišne cijene minus plaćena premija predstavlja profit ( $40 - 30 - 4 = 6$  USD po dionici).*

**Premija opcije** je cijena koju kupac opcije plaća prodavaču za stjecanje prava koje opcija nudi. Premija se određuje na temelju nekoliko faktora uključujući cijenu osnovnog instrumenta, izvršnu cijenu, vrijeme do isteka opcije, volatilitnost i kamatne stope. Premija je ključni faktor u određivanju profitabilnosti trgovanja opcijama.

**Izvršna cijena**, ili **strike price**, je cijena po kojoj vlasnik opcije može kupiti ili prodati osnovni instrument. Ova cijena je unaprijed dogovorena i ima ključnu ulogu u određivanju vrijednosti opcije. Razlika između tržišne cijene osnovnog instrumenta i izvršne cijene utječe na profitabilnost opcije i potencijalne dobitke ili gubitke.

**Datum dospijeca** je posljednji dan kada opcija može biti izvršena. Nakon tog datuma, opcija ističe i postaje bezvrijedna ako nije bila izvršena ili prodana. Datum dospijeca utječe na cijenu opcije, budući da opcije s dužim rokom dospijeca obično imaju veću premiju zbog veće fleksibilnosti i mogućnosti promjena u cijeni osnovnog instrumenta.

**Volatilitnost** predstavlja mjeru varijacije cijene osnovnog instrumenta u određenom vremenskom razdoblju. Visoka volatilitnost obično povećava cijenu opcije jer povećava vjerojatnost da će cijena osnovnog instrumenta preći izvršnu cijenu. Postoje različite vrste volatilitnosti, uključujući povijesnu volatilitnost (temeljenu na prošlim cijenama) i impliciranu volatilitnost (koja se izračunava iz premije opcije i očekivanja tržišta).

## 4 | Black-Scholes-Mertonov model

Black-Scholesov model, poznat i kao Black-Scholes-Merton model, jedan je od najznačajnijih i najkorištenijih modela u financijskoj matematici, posebno u području opcija. Razvijen 1973. godine od strane ekonomista Fishera Blacka, Myrona Scholesa i kasnije razvijen od strane Roberta Mertona, ovaj model predstavlja temelj za cijenu europskih opcija i jedan je od prvih modela koji je omogućio relativno jednostavno i precizno određivanje cijena opcija.

### 4.1 Osnovne postavke modela

Black-Scholesov model temelji se na nekoliko ključnih pretpostavki koje su neophodne za pojednostavljivanje stvarnog financijskog tržišta:

**Efikasno tržište:** Tržište je savršeno likvidno i efikasno, što znači da nema arbitražnih prilika, i da su svi tržišni sudionici racionalni i imaju pristup istim informacijama.

**Geometrijsko Brownovo gibanje:** Cijena osnovnog sredstva (dionice) prati geometrijsko Brownovo kretanje s konstantnom volatilnošću i prosječnom stopom rasta.

**Neograničena prodaja i kupnja:** Investitori mogu kupovati i prodavati neograničene količine dionica i obveznica bez utjecaja na cijenu.

**Odsustvo dividendi:** Tijekom života opcije, osnovno sredstvo ne isplaćuje dividende.

**Neograničena pozajmica:** Investitori mogu neograničeno posuđivati i pozajmljivati novac po konstantnoj, bezrizičnoj kamatnoj stopi.

### 4.2 Matematička formulacija

Black-Scholesov model vodi do diferencijalne jednačbe poznate kao Black-Scholesova parcijalna diferencijalna jednačba, koja se može izraziti kao:

$$\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{2}\sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2} + rS \frac{\partial V}{\partial S} - rV = 0,$$

gdje su:

-  $V(S, t)$  - cijena opcije u trenutku  $t$  kada je cijena osnovnog instrumenta  $S$ ,

- $\sigma$  - volatilnost osnovnog instrumenta,
- $r$  - bezrizična kamatna stopa.

Za europsku call opciju, rješenje ove jednačbe može se izraziti kao:

$$C(S, t) = S_0\Phi(d_1) - Xe^{-r(T-t)}\Phi(d_2),$$

gdje su:

- $C(S, t)$  - cijena call opcije,
- $S_0$  - trenutna cijena osnovnog instrumenta,
- $X$  - izvršna cijena opcije (strike price),
- $T$  - vrijeme do isteka opcije,
- $\Phi$  - funkcija distribucije normalne distribucije,
- $d_1$  i  $d_2$  definirani kao:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{X}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}},$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T-t}.$$



## 5 | Naked call strategija

Naked call strategija, također poznata kao "nepokriveni call", je strategija trgovanja opcijama koja uključuje prodaju call opcije bez posjedovanja osnovnog instrumenta, kao što su dionice. Ova strategija omogućuje trgovcu da primi premiju za prodaju opcije, ali nosi značajan rizik. Naked call strategija se koristi kada trgovac vjeruje da cijena osnovnog instrumenta neće značajno rasti iznad izvršne cijene opcije prije isteka.

### 5.1 Što je Naked call strategija?

"Naked call" je strategija opcijskog trgovanja u kojoj investitor prodaje call opciju bez da posjeduje odgovarajuću količinu osnovne imovine koja bi pokrila potencijalne obveze. Drugim riječima, prodavatelj opcije nema u svom portfelju dionice ili drugu imovinu koja bi se mogla koristiti za ispunjavanje obveza ako kupac odluči iskoristiti svoju opciju.

Ova strategija smatra se vrlo rizičnom jer, u slučaju naglog rasta cijene osnovne imovine, prodavatelj opcije može pretrpjeti neograničene gubitke budući da će morati kupiti dionice po tržišnoj cijeni koja može biti znatno viša od cijene izvršenja opcije. Zbog tog visokog rizika, naked call strategija obično se koristi samo od strane iskusnih trgovaca koji imaju visoku toleranciju na rizik.

Ključne karakteristike naked call strategije uključuju:

- Neograničeni rizik gubitka: Ako cijena osnovne dionice poraste, prodavatelj će morati kupiti dionice po višoj tržišnoj cijeni, što može rezultirati značajnim gubicima.
- Ograničeni potencijalni dobitak: Dobitak je ograničen na premiju koju prodavatelj opcije primi prilikom prodaje opcije.
- Visoka volatilnost: Strategija je posebno rizična u uvjetima visoke tržišne volatilnosti, kada su nagli i neočekivani skokovi cijena češći.

**Primjer 3.** *Pretpostavimo da investitor vjeruje kako cijena dionica Applea neće znatno rasti u narednom razdoblju. Investitor se odlučuje na strategiju naked call, te prodaje call opcije na dionice Applea. Cijena izvršenja (strike price) call opcije iznosi 200 dolara po dionici, dok trenutna tržišna cijena dionice Applea iznosi 192 dolara po dionici. Premija za prodanu opciju iznosi 5,06 dolara po dionici. Ukupno, investitor je prodao naked call*

*opcije na 300 dionica Applea, što znači da je primio premiju od 1518 dolara. Ako se cijena dionice Applea u trenutku isteka opcije nalazi ispod 200 dolara, opcija će isteći bezvrijedna, a investitor zadržava cijeli iznos premije kao profit. Međutim, ako cijena dionice poraste iznad 200 dolara, investitor će morati kupiti dionice po tržišnoj cijeni kako bi ih prodao po cijeni izvršenja od 200 dolara, što može rezultirati značajnim gubicima.*

## 5.2 Primjena Naked Call strategije

Naked call strategija, također poznata kao „nezaštićeni call“ ili „naked call“, je opcijska strategija u kojoj trgovac prodaje call opcije bez posjedovanja osnovne dionice. Ova strategija može dovesti do neograničenih gubitaka ako cijena dionice poraste iznad izvršne cijene opcije. Kako bi se odlučilo kada aktivirati ovu strategiju, koristi se analiza tržišnih uvjeta pomoću tehničkih indikatora poput Simple Moving Average (SMA) i Relative Strength Index (RSI). U nastavku opisujemo kako smo implementirali i koristili ove indikatore za aktivaciju naked call strategije.

### 5.2.1 Simple Moving Average (SMA)

SMA je netežinski prosjek cijena dionica tijekom određenog vremenskog razdoblja. U našoj analizi koristimo 50-dnevni SMA. SMA pomaže u identificiranju dugoročnih trendova i može služiti kao referenca za procjenu trenutnog tržišnog trenda.

- **Primjena:** Ako je trenutna cijena dionice iznad 50-dnevnog SMA-a, to može ukazivati na uzlazni trend na tržištu. U kontekstu naked call strategije, ovo može značiti da je tržište u trenutnom uzlaznom trendu što bi moglo donijeti gubitke u određenom razdoblju, ovisno o strike cijeni.

### 5.2.2 Relative Strength Index (RSI)

RSI je momentum indikator koji mjeri brzinu i promjenu cijena kako bi identificirao uvjete prekupnje ili preprodaje na tržištu. RSI se obično računa za razdoblje od 14 dana. Empirijski, vrijednosti RSI-a iznad 70 ukazuju na uvjete prekupnje, dok vrijednosti ispod 30 ukazuju na uvjete preprodaje.

- **Primjena:** Ako je RSI iznad 70, to može ukazivati da je dionica prekupljena i da bi mogla uskoro doživjeti korekciju cijene. Ovo može biti trenutak kada se strategija naked call aktivira, jer očekujemo da će cijena dionice možda pasti ili se stabilizirati, čime će call opcija koju smo prodali biti manje vjerojatno profitabilna za kupca.

## 5.3 Primjer primjene naked call strategije

Naked call strategija je spekulativna strategija koja podrazumijeva visoku razinu rizika, a koristi se kada investitor očekuje da cijena osnovne imovine neće značajno



porasti ili da će ostati stabilna. Strategija uključuje prodaju call opcija bez posjedovanja osnovne imovine, što znači da prodavatelj nije zaštićen od potencijalnih gubitaka u slučaju naglog porasta cijene.

Ova se strategija obično koristi u uvjetima niske tržišne volatilnosti ili kada investitor ima snažan stav da će cijena dionica ostati ispod određene razine. Premija koja se dobije prodajom call opcije predstavlja maksimalni potencijalni profit, dok su potencijalni gubici teoretski neograničeni, ovisno o tome koliko cijena dionice može rasti iznad cijene izvršenja opcije.

Jednostavno rečeno, naked call strategija može donijeti prihod u obliku premije, ali nosi sa sobom visok rizik gubitka, posebno u situacijama kada tržište postane volatilno i cijene dionica počnu brzo rasti.

**Primjer 4.** *U ovom primjeru ilustrirat ćemo profitabilni i neprofitabilni scenarij vezan za Naked Call strategiju. Investitor prodaje naked call opciju na 100 dionica kompanije XYZ uz cijenu izvršenja od 50 dolara po dionici. Premija za prodanu opciju iznosi 2 dolara po dionici, što znači da investitor prima ukupno 200 dolara za cijelu opciju.*

*Ako cijena dionica XYZ u trenutku isteka opcije ostane ispod 50 dolara, opcija će isteći bezvrijedna, a investitor zadržava premiju od 200 dolara kao čisti profit. Međutim, ako cijena dionica poraste na 60 dolara, investitor će morati kupiti dionice po tržišnoj cijeni od 60 dolara kako bi ih prodao po štrajk cijeni od 50 dolara. U ovom slučaju, investitor bi pretrpio gubitak od 8 dolara po dionici (10 dolara razlike u cijeni minus 2 dolara premije), što ukupno iznosi gubitak od 800 dolara.*

*Naked call strategija, kao što je prikazano u primjeru, nosi sa sobom visok rizik, ali može biti profitabilna ako se tržišne prognoze pokažu točnima i cijena osnovne imovine ostane ispod cijene izvršenja opcije.*



# 6 | Implementacija naked call strategije u programskom jeziku Python

## 6.1 Dohvaćanje i priprema podataka

Kao prvi korak u implementaciji naked call strategije, potrebno je dohvatiti i pripremiti podatke o cijenama dionica. Za tu svrhu koristimo paket `yfinance`, koji omogućuje jednostavan pristup povijesnim podacima o cijenama dionica putem Yahoo! Finance API-ja. Uz `yfinance`, koristimo i biblioteke poput `Pandas` i `NumPy` za obradu i analizu podataka.

```
1 import pandas as pd
2 import numpy as np
3 import matplotlib.pyplot as plt
4 from scipy.stats import norm
5 import yfinance as yf
```

Koristit ćemo funkciju `history()` iz `yfinance` paketa kako bismo dohvatili podatke o cijenama dionica tvrtke Tesla<sup>1</sup> (TSLA) za proteklu godinu. Nakon dohvaćanja podataka, fokusiramo se na stupac 'Close', koji sadrži završne cijene dionica na kraju radnog dana. Ove cijene dalje koristimo u analizi i implementaciji naked call strategije.

```
1 pg = yf.Ticker("TSLA")
2 data = pg.history(period="1y")
3 close_prices = data['Close'].values
```

U dolje navedenom dijelu koda, procjenjujemo volatilnost financijskog instrumenta na temelju povrata, koristeći standardnu devijaciju logaritamskih povrata. Ova standardna devijacija koristi se za procjenu rizika prilikom implementacije naked call strategije.

```
1 log_returns = np.log(close_prices[1:] / close_prices[:-1])
```

---

<sup>1</sup>Tesla, Inc. je američka kompanija specijalizirana za proizvodnju električnih vozila i obnovljive energije. Više informacija dostupno je na njihovoj službenoj stranici: <https://www.tesla.com>.



```
2 volatility = np.std(log_returns)
```

Nakon što smo procijenili volatilnost, prelazimo na definiranje parametara naked call opcije, uključujući cijenu izvršenja, trajanje i premiju opcije. Nadalje, koristimo normalnu distribuciju za izračunavanje vjerojatnosti da će opcija isteći bezvrijedna, što predstavlja ključni dio u procjeni rizika i potencijalne dobiti strategije.

## 6.2 Automatizacija Naked call strategije

Simulacija Naked Call strategije za dionicu TSLA

### Izračun zarade/gubitka korištenjem Naked Call strategije

Za izračun zarade korištenjem Naked Call strategije, slijedi nekoliko koraka:

#### 1. Prikupljanje podataka:

- **Cijena dionice TSLA** (Tesla, Inc.) prikuplja se za razdoblje od 1. siječnja 2022. do 1. rujna 2022. godine.
- **Strike cijena** za opciju postavljena je na 420 USD.
- **Početni balans** koji koristimo za ulaganje iznosi 10.000 USD.

#### 2. Izračun opsijske premije (Call Premium):

Za određivanje premije opcije koristimo **Black-Scholes-Merton model**. Ovaj model uzima u obzir nekoliko parametara:

- **Cijena dionice** (koja se mijenja tijekom vremena),
- **Strike cijena** (420 USD),
- **Risk-free interest rate** (kamatna stopa bez rizika, ovdje postavljena na 1%),
- **Volatilnost** (mjerena kao standardna devijacija povrata dionice),
- **Vrijeme do isteka opcije** (30 dana).

Rezultat je izračun **call premije** (cijene opcije) po dionici u danom trenutku.

#### 3. Simulacija bez Naked Call strategije:

- Ulažemo početni balans od 10.000 USD direktno u dionicu TSLA.
- Vrijednost portfelja prati kretanje cijene dionice tijekom cijelog razdoblja.

#### 4. Simulacija s Naked Call strategijom:

- Uz uobičajeno ulaganje u dionicu, prodajemo **naked call opciju**.
- Naked Call strategija uključuje prodaju call opcije bez posjedovanja osnovne imovine (dionica).
- Za prodanu opciju dobivamo **premiju** u iznosu koji je izračunat pomoću Black-Scholes-Merton modela.
- Ukupni prihod s Naked Call strategijom predstavlja početni balans uvećan za premiju od prodaje opcije, a potom umanjen ili uvećan ovisno o kretanju cijene dionice.

#### 5. Izračun krajnjih balansa:

- **Krajnji balans bez Naked Call strategije** predstavlja vrijednost portfelja koji je jednostavno ulagao u dionicu TSLA, prateći cijenu dionice.
- **Krajnji balans s Naked Call strategijom** predstavlja vrijednost portfelja koji je kombinirao ulaganje u dionicu s prodajom naked call opcije.

#### 6. Izračun zarade/gubitka:

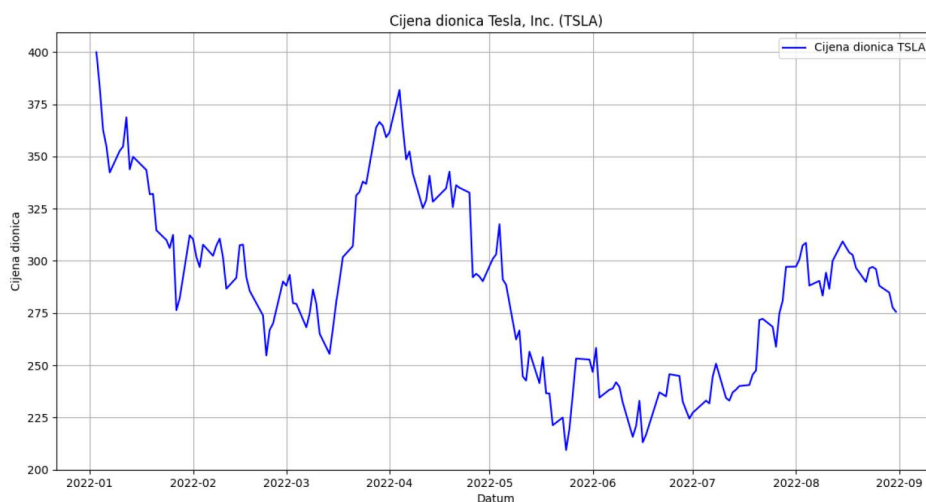
Zarada/gubitak se izračunava oduzimanjem:

1. **Krajnjeg balansa bez Naked Call strategije od krajnjeg balansa s Naked Call strategijom.**
2. **Ukupne premije opcije od prethodnog rezultata.**

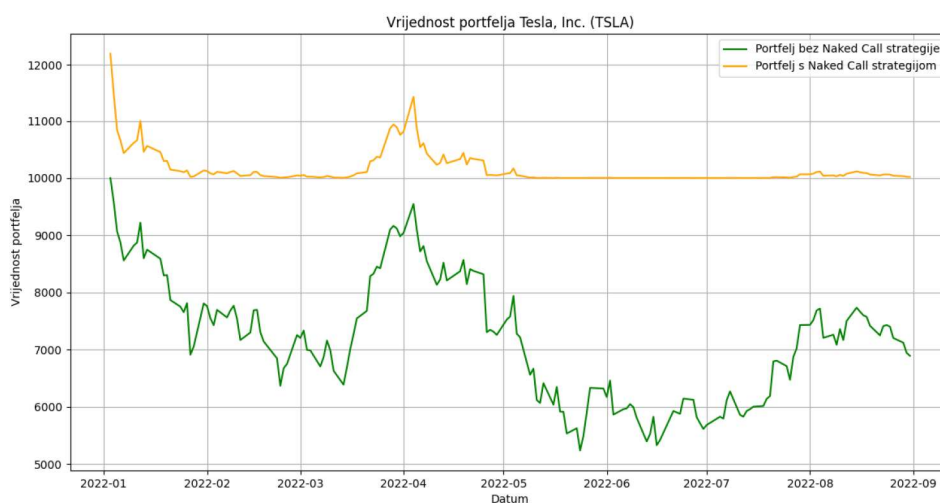
Ovaj rezultat pokazuje stvarni prinos koji je postignut kroz strategiju Naked Call, uzimajući u obzir trošak premije opcije.

#### Primjer:

- Strike cijena: \$420.00
- Početna premija opcije (po dionici): \$21.93
- Ukupna premija opcije (za 100 dionica): \$2,192.74
- Krajnji balans bez Naked Call strategije: \$6,891.51
- Krajnji balans s Naked Call strategijom: \$10,019.84
- Zarada/gubitak s Naked Call strategijom: \$2,192.74



Slika 6.1: Cijena dionica Tesla, Inc. (TSLA)



Slika 6.2: Vrijednost portfelja s i bez Naked Call strategije

## Grafovi

## Python kod

```
1 import yfinance as yf
2 import numpy as np
3 import matplotlib.pyplot as plt
4 from scipy import stats
5
6 # Funkcija za izračun Black-Scholes opcijске premije
7 def black_scholes_merton(stock_price, strike_price, rate, time,
```



```
    volatility, dividend=0.0):
8     d1 = (np.log(stock_price / strike_price) + (rate - dividend +
    0.5 * volatility**2) * time) / (volatility * np.sqrt(time))
9     d2 = d1 - volatility * np.sqrt(time)
10    call = stats.norm.cdf(d1) * stock_price * np.exp(-dividend *
    time) - stats.norm.cdf(d2) * strike_price * np.exp(-rate * time)
11    put = stats.norm.cdf(-d2) * strike_price * np.exp(-rate * time)
    - stats.norm.cdf(-d1) * stock_price * np.exp(-dividend * time)
12    return call, put
13
14 # Parametri simulacije
15 ticker = 'TSLA'
16 strategy = 'Naked Call'
17 start_date = '2022-01-01'
18 end_date = '2022-09-01'
19 initial_balance = 10000
20 strike_price = 420
21
22 # Preuzimanje podataka za odabranu dionicu
23 stock = yf.Ticker(ticker)
24 data = stock.history(start=start_date, end=end_date)
25
26 # Parametri za Black-Scholes model
27 rate = 0.01 # Risk-free interest rate
28 volatility = data['Close'].pct_change().std() * np.sqrt(252) #
    Volatilnost
29 time = 30 / 365 # Vrijeme do isteka u godinama (30 dana)
30
31 # Simulacija bez Naked Call strategije
32 data['Portfolio_Without_Naked_Call'] = initial_balance * data['
    Close'] / data['Close'].iloc[0]
33
34 # Simulacija s Naked Call strategijom
35 call_premium, _ = black_scholes_merton(data['Close'], strike_price,
    rate, time, volatility)
36 data['Call_Premium'] = call_premium
37 data['Portfolio_With_Naked_Call'] = initial_balance + (data['
    Call_Premium'] * 100) * (data['Close'] / data['Close'].iloc[0])
38
39 # Ispis rezultata simulacije
40 final_balance_without_naked_call = data['
    Portfolio_Without_Naked_Call'].iloc[-1]
41 final_balance_with_naked_call = data['Portfolio_With_Naked_Call'].
    iloc[-1]
42 total_premium_paid = data['Call_Premium'].iloc[0] * 100
43 profit = final_balance_with_naked_call -
    final_balance_without_naked_call - total_premium_paid
44
45 # Ispis u tra enom formatu
46 initial_premium_per_stock = data['Call_Premium'].iloc[0]
47 initial_premium = total_premium_paid
48 profit
49
50 {
51     'Po etni balans': initial_balance,
52     'Strike cijena': strike_price,
```

```
53     'Po etna premija opcije (po dionici)':  
    initial_premium_per_stock,  
54     'Ukupna premija opcije (za 100 dionica)': initial_premium,  
55     'Cijena opcije koju pla ate po dionici':  
    initial_premium_per_stock,  
56     'Krajnji balans bez Naked Call strategije':  
    final_balance_without_naked_call,  
57     'Krajnji balans s Naked Call strategijom':  
    final_balance_with_naked_call,  
58     'Zarada/gubitak s Naked Call strategijom': profit  
59 }  
60  
61 # Graf 1: Cijena dionica u vremenskom razdoblju  
62 plt.figure(figsize=(14, 7))  
63 plt.plot(data.index, data['Close'], label='Cijena dionica TSLA',  
    color='blue')  
64 plt.title('Cijena dionica Tesla, Inc. (TSLA)')  
65 plt.xlabel('Datum')  
66 plt.ylabel('Cijena dionica')  
67 plt.legend()  
68 plt.grid(True)  
69 plt.savefig('stock_price_plot.png')  
70 plt.show()  
71  
72 # Graf 2: Vrijednost portfelja s i bez Naked Call strategije  
73 plt.figure(figsize=(14, 7))  
74 plt.plot(data.index, data['Portfolio_Without_Naked_Call'], label='  
    Portfelj bez Naked Call strategije', color='green')  
75 plt.plot(data.index, data['Portfolio_With_Naked_Call'], label='  
    Portfelj s Naked Call strategijom', color='orange')  
76 plt.title('Vrijednost portfelja Tesla, Inc. (TSLA)')  
77 plt.xlabel('Datum')  
78 plt.ylabel('Vrijednost portfelja')  
79 plt.legend()  
80 plt.grid(True)  
81 plt.savefig('portfolio_value_plot.png')  
82 plt.show()
```

## Zaključak

Strategija Naked Call donosi zaradu u iznosu od 2.192,74 USD, ali uz dodatni rizik. Ako cijena dionice značajno poraste iznad strike cijene, strategija bi mogla rezultirati gubitkom. U ovom slučaju, cijena dionice nije porasla iznad strike cijene već je pala u odnosu na početnu cijenu pa je strategija rezultirala profitom u iznosu pune premije.

# Literatura

- [1] Lawrence G. McMillan, *Options as a Strategic Investment*, New York Institute of Finance / Prentice Hall, 2001.
- [2] Guy Cohen, *The Bible of Options Strategies*, Financial Times Prentice Hall, 2005.
- [3] Tonći Lazibat, Božo Matić, *Strategije trgovanja opcijama na terminskom tržištu*, dostupno na <https://hrcak.srce.hr/file/45176>.
- [4] Vjekoslav Radan, *Primjena američkih opcija u strategijama trgovanja*, dostupno na <https://repositorij.mathos.hr/islandora/object/mathos%3A3696/datastream/PDF/view>.
- [5] Pandas dokumentacija, dostupno na <https://pandas.pydata.org/docs>.
- [6] Numpy dokumentacija, dostupno na <https://numpy.org/doc/stable>.
- [7] Web stranica Investopedia.com., dostupno na <https://www.investopedia.com/terms/c/coveredcall.asp>.
- [8] ChatGPT, *OpenAI Large Language Model*, dostupno na <https://openai.com/chatgpt>.





# Sažetak

Ovaj završni rad bavi se razvojem sustava za automatsku implementaciju Naked Call strategije trgovanja opcijama, s ciljem optimizacije portfelja investitora u dinamičnim uvjetima financijskog tržišta. Naked Call strategija uključuje prodaju call opcije bez pokrića, što nosi potencijal za ostvarivanje dobiti kroz premiju opcije, ali i značajan rizik zbog mogućih neograničenih gubitaka ako cijena osnovne dionice poraste iznad izvršne cijene.

U radu su detaljno objašnjeni ključni koncepti vezani uz opcije, s posebnim naglaskom na Naked Call strategiju, njene prednosti, nedostatke i primjenu u stvarnim tržišnim uvjetima. Razvijeni sustav koristi podatke o cijenama dionica u stvarnom vremenu, prikupljene s Yahoo Finance portala, te analizira tržišne signale i indikatore kako bi automatski identificirao prilike za primjenu Naked Call strategije.

Sustav je dizajniran da autonomno reagira na promjene na tržištu, izvršava transakcije u skladu s unaprijed definiranim pravilima, i kontinuirano prati performanse portfelja. Kroz analizu povijesnih podataka (backtesting) i simulacije, procijenjena je učinkovitost strategije u različitim tržišnim scenarijima, čime se pruža uvid u potencijalne rizike i koristi.

Zaključak rada ističe da, iako Naked Call strategija može pružiti značajan prihod kroz opcijske premije, njena primjena zahtijeva pažljivo upravljanje rizikom i stalno praćenje tržišnih uvjeta. Razvijeni sustav pruža investitorima moćan alat za automatizirano trgovanje opcijama, uz mogućnost prilagodbe strategije u skladu s promjenama na tržištu, čime se doprinosi optimizaciji njihovih portfelja.

## Ključne riječi

Naked call strategija, opcije, trgovanje opcijama, automatizirano trgovanje, upravljanje rizikom, algoritamsko trgovanje, financijska tržišta, tehnička analiza, real-time podaci, portfelj investitora.





# Automatization of Options Usage in Trading Strategies - Naked Call Trading Strategy

## Summary

This thesis focuses on the development of a system for the automated implementation of the Naked Call option trading strategy, aimed at optimizing investor portfolios in dynamic financial market conditions. The Naked Call strategy involves selling a call option without coverage, which offers the potential for profit through the option premium, but also carries significant risk due to the possibility of unlimited losses if the underlying stock price rises above the strike price.

The thesis provides a detailed explanation of key concepts related to options, with a special emphasis on the Naked Call strategy, its advantages, disadvantages, and real-world application. The developed system utilizes real-time stock price data retrieved from Yahoo Finance and analyzes market signals and indicators to automatically identify opportunities for applying the Naked Call strategy.

The system is designed to autonomously respond to market changes, execute trades according to predefined rules, and continuously monitor portfolio performance. Through backtesting and simulations, the effectiveness of the strategy under different market scenarios is evaluated, providing insight into potential risks and benefits.

The conclusion highlights that while the Naked Call strategy can generate significant income through option premiums, its application requires careful risk management and constant monitoring of market conditions. The developed system offers investors a powerful tool for automated option trading, with the ability to adapt the strategy according to market changes, thus contributing to the optimization of their portfolios.

## Keywords

naked call strategy, options, option trading, automated trading, risk management, algorithmic trading, financial markets, technical analysis, real-time data, investor portfolio



# Životopis

Zovem se Stevan Podunavac, rođen sam 21. kolovoza 2001. godine u Novom Sadu. Osnovnu sam školu pohađao u Osnovnoj školi Tenja u Tenji. Nakon završetka osnovne škole upisao sam III. gimnaziju u Osijeku. Po završetku srednjoškolskog obrazovanja upisujem Sveučilišni preddiplomski studij Matematike i računarstva na Fakultetu primijenjene matematike i informatike Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku.