

# Izračun rizične vrijednosti na primjeru odabranih otvorenih investicijskih fondova u Europskoj uniji

---

**Kučera, Ernest**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2023**

*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:145:099523>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-14**



*Repository / Repozitorij:*

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



Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Ekonomski fakultet u Osijeku

Diplomski studij Financijski menadžment

Ernest Kučera

**Izračun rizične vrijednosti na primjeru odabranih otvorenih  
investicijskih fondova u Europskoj uniji**

Diplomski rad

Osijek, 2023

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Ekonomski fakultet u Osijeku

Diplomski studij Financijski menadžment

Ernest Kučera

**Izračun rizične vrijednosti na primjeru odabranih otvorenih  
investicijskih fondova u Europskoj uniji**

Diplomski rad

**Kolegij: Menadžment financijskih institucija**

JMBAG: 0010225487

e-mail: ekucera@efos.hr

Mentor: prof.dr.sc. Domagoj Sajter

Osijek, 2023

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek  
Faculty of Economics and Business in Osijek  
Graduate Study Financial Management

Ernest Kučera


**Calculation of Value-at-Risk on the example of selected open ones  
investment funds in the European Union**

Graduate paper

Osijek, 2023

## 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  
(navesti vrstu rada: završni / diplomski / specijalistički / doktorski) 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 visokom obrazovanju i znanstvenoj djelatnosti, NN 119/2022).
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:** Ernest Kučera

**JMBAG:** 0010225487

**OIB:** 78287533278

**e-mail za kontakt:** kuceraernest@gmail.com

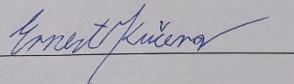
**Naziv studija:** Diplomski sveučilišni studij Financijski menadžment

**Naslov rada:** Izračun rizične vrijednosti na primjeru odabranih otvorenih investicijskih fondova u Europskoj uniji

**Mentor/mentorica rada:** prof.dr.sc. Domagoj Sajter

U Osijeku, 26.06.2023. godine

Potpis



## SAŽETAK

Upravljanje rizicima predstavlja ključnu komponentu uspješnog poslovanja financijskih institucija i održavanja stabilnosti cjelokupnog financijskog sustava. U navedenoj činjenici leži važnost jasno definirane metodologije klasifikacije rizika i komplementarnih mjera izračuna putem kojih se rizici mogu kvantificirati i uračunati u troškove poslovanja. Veći broj država diljem svijeta svoju regulativu financijskih institucija, ponajprije banaka, uspostavlja na osnovu regulatornog okvira pod nazivom Basel III predstavljenog od strane Bazelskog odbora za nadzor banaka. Temeljni cilj spomenutog okvira je učiniti financijski sustav stabilnim kroz definiranje smjernica za utvrđivanje kapitalnih zahtjeva kojima se omogućava pokriće potencijalnih gubitaka. Sukladno klasifikaciji Bazelskog odbora rizike je moguće podijeliti na tri temeljne kategorije. Podjela obuhvaća tržišni rizik, kreditni rizik i operativni rizik.

Kroz diplomski rad je predstavljena i opisana mjera tržišnog rizika pod nazivom rizična vrijednost ili vrijednost adherentna riziku (engl. Value-at-Risk - VaR) skupa s glavnim metodama utvrđivanja navedene mjere. Dodatno je prikazan i pojam uvjetne rizične vrijednosti (engl. Conditional Value-at-Risk – CVaR). Korištenjem mjere rizične vrijednosti i pripadajućih metoda izračuna utvrđena je rizična vrijednost za odabrane otvorene investicijske fondove kojima je moguće trgovati na burzi (engl. Exchange-Traded Funds - ETFs). Za provedbu izračuna je izabrana metoda varijance-kovarijance, povijesna metoda i Monte Carlo metoda. Analizirani su fondovi koji pojedinačno prate glavne indekse dioničkih tržišta država članica Europske unije. Pokriveni su otvoreni investicijski fondovi iz devetnaest država članica iz razloga što za osam država članica u trenutku pisanja diplomskog rada ne postoje relevantni fondovi koji direktno prate kretanja njihovih financijskih tržišta. Uz prikaz izračuna rizične vrijednosti predstavljene su i ključne karakteristike odabranih investicijskih fondova kojima se trguje na burzi. Također je dodatno pojašnjen pojam i uloga ETF-ova na suvremenim financijskim tržištima.

**Ključne riječi:** rizična vrijednost, tržišni rizik, otvoreni investicijski fond, upravljanje rizicima

## ABSTRACT

Risk management represents a key component of a successfully working financial institutions as well as of maintaining a stable financial system. In the aforementioned fact lies the importance of a clearly defined methodology of risk category classification and complementary measures so that risks can be quantified and calculated into business expenses. Most of the countries around the world form their banking and financial institutions regulation on the basis of Basel III regulatory framework that is formed by Basel Committee on Banking Supervision. The main goal of the aforementioned framework is to make a financial system more stable through defining guidelines in determining capital requirements that are used to cover potential losses. In line with Basel Committee risk classification there are three main risk categories. The classification includes market risk, credit risk and operational risk.

Through the graduate paper the market risk measure called Value-at-Risk is presented along with the main methods of calculation. Additionally, the term of Conditional Value-at-Risk is mentioned. Through the use of Value-at-Risk measure and belonging methods the Value-at-Risk is determined for selected exchange-traded funds (ETFs). To make the calculations the variance-covariance, historical and Monte Carlo methods are selected. ETFs that track the main indexes of European union member countries capital markets are analysed. ETFs from nineteen European union member countries are selected because for the other eight countries there are no relevant ETFs that track their respective capital markets directly at the moment of writing. Along with the presentation of Value-at-Risk calculations the main characteristics of the selected ETFs are also presented. Additionally, the definition and the role of ETFs in modern financial markets is showcased.

**Key words:** Value-at-Risk, market risk, exchange traded fund, risk management

# Sadržaj

<b>1. Uvod</b> .....	1
<b>2. Metodologija rada</b> .....	3
<b>3. Rizici u okviru financijskih institucija</b> .....	5
<b>4. Rizična vrijednost - VaR</b> .....	8
<b>4.1. Pojam rizične vrijednosti</b> .....	8
<b>4.2. Povijesni pregled</b> .....	9
<b>4.3. Uvjetna rizična vrijednost - CVaR</b> .....	11
<b>5. Metode izračuna rizične vrijednosti</b> .....	12
<b>5.1. Metoda varijance-kovarijance</b> .....	12
<b>5.2. Povijesna metoda</b> .....	15
<b>5.3. Monte Carlo metoda</b> .....	15
<b>6. Pojam i uloga otvorenih investicijskih fondova</b> .....	18
<b>7. Prikaz odabranih otvorenih investicijskih fondova</b> .....	21
<b>8. Izračun rizične vrijednosti odabranih otvorenih investicijskih fondova</b> .....	26
<b>9. Zaključak</b> .....	35
<b>Literatura</b> .....	37
<b>Popis tablica</b> .....	39
<b>Popis grafikona</b> .....	40



# 1. Uvod

Izloženost različitim vrstama rizika je neizbježan dio svakodnevnog poslovanja financijskih institucija i ekonomske aktivnosti općenito. Jedinstvena definicija rizika ne postoji te se rizik može definirati na brojne načine u ovisnosti o kontekstu područja unutar kojeg se utvrđuje. Generalno gledajući, najčešće se u svakodnevnom životu definira kao vjerojatnost izostanka očekivanog ishoda ili kao vjerojatnost nastanka gubitka. Također, nužno je razlikovati koncept rizika od koncepta neizvjesnosti. Rizik podrazumijeva stanje u kojem su poznate vjerojatnosti nastanka potencijalnih ishoda, dok neizvjesnost s druge strane podrazumijeva situaciju u kojoj vjerojatnosti potencijalnih ishoda nisu poznate i nije moguće provesti njihovu aproksimaciju. Glavna razlika je u mogućnosti kvantifikacije.

Za razumijevanje rizika u okviru ekonomskog okruženja bitno je naglasiti da svako vođenje poslovanja, neovisno da li je riječ o financijskom ili nefinancijskom poslovnom subjektu, uključuje preuzimanje rizika s ciljem ostvarivanja dobiti ili određenog prinosa na uložena sredstva. Shodno tome, rizik u ekonomskom smislu ne mora imati isključivo negativan aspekt zato što preuzimanje rizika kroz provođenje ekonomske aktivnosti može u konačnici rezultirati ne samo gubitkom već i dobiti.

Financijske institucije su danas zajedno s tokovima novca integrirane u globalni sustav gdje postoji mnoštvo različitih elemenata koji utječu na redovan tijek poslovanja i povećavaju izloženost rizicima kao i složenost upravljanja njima. Većina država putem regulatornih tijela postavlja pravila upravljanja rizicima u financijskim institucijama kako bi se održala visoka razina stabilnosti financijskog sustava kao i povjerenje u njega. Mjere rizika omogućavaju kvantifikaciju rizika čime se značajno poboljšava proces upravljanja financijskim institucijama uz efikasnije donošenje odluka o investiranju nasuprot odlučivanju koje je temeljeno isključivo na kvalitativnim informacijama.

U financijskim institucijama postoje različiti pojavni oblici rizika. Najčešći oblici su tržišni rizik, kreditni rizik, operativni rizik, rizik likvidnosti te kamatni rizik. Naravno, moguće je definirati još popriličan broj dodatnih rizika kojima su svakodnevno izložene financijske institucije, no na navedene rizike je usmjerena većina resursa u smislu uspostavljanja sustava za prepoznavanje, procjenu i kontrolu rizika. Efikasno upravljanje rizicima je nužno kako bi se omogućilo utvrđivanje adekvatne razina zahtijevanog kapitala za pokriće gubitaka u slučaju realizacije negativnog ishoda i osiguralo uspješno poslovanje financijskih institucija.

U diplomskom radu je naglasak stavljen na primjenu mjere rizične vrijednosti ili VaR-a u kontekstu izračuna tržišnog rizika za otvorene investicijske fondove odnosno ETF-ove koji prate kretanja pojedinačnih tržišta kapitala odabranih država članica Europske unije na osnovu specijaliziranih indeksa. Otvoreni investicijski fondovi su tijekom prošla tri desetljeća značajno dobili na popularnosti, pogotovo među ulagačima koji imaju visoku razinu averzije prema riziku.

Rizična vrijednost kao mjera tržišnog rizika dobiva na važnosti objavom RiskMetrics metodologije za izračun navedene mjere 1994. godine nakon čega postaje integralni dio Bazelskog okvira za regulaciju bankarskog sektora. Bazu za razvoj okvira suvremene metode rizične vrijednosti je 1950-ih godina postavio Harry Markowitz, dobitnik Nobelove nagrade za ekonomiju i začetnik moderne teorije portfelja. Ključni značaj mjere rizične vrijednosti leži u činjenici kako ju je moguće primijeniti na širok spektar financijskih instrumenata i pri tome formirati sumarni prikaz izloženosti riziku na razini portfelja, poslovnih odjela ili cijele financijske institucije. Kroz rad je proveden izračun rizične vrijednosti za svaki otvoreni investicijski fond pojedinačno, a ne na razini portfelja, s ciljem formiranja uvida u rizičnost ulaganja u svaki pojedini dostupan fond koji prati kretanje dioničkog indeksa određene države članice Europske unije.

## 2. Metodologija rada

U okviru diplomskog rada je predstavljen pojam rizika u financijskim institucijama s fokusom na mjeru tržišnog rizika pod nazivom rizična vrijednost (engl. Value-at-Risk - VaR) i pripadajuće metode izračuna. Primjenom navedene mjere je provedena analiza odabranih otvorenih investicijskih fondova koji prate kretanja pojedinačnih financijskih tržišta država članica Europske unije. Kroz rad je također predstavljen okvirni pregled pojma otvorenih investicijskih fondova i ključnih karakteristika onih koji su odabrani za provedbu analize.

Znanstvene metode klasifikacije i deskripcije su korištene za formiranje teorijskog dijela rada koji obuhvaća pregled kategorija rizika kojima su izložene financijske institucije u svom svakodnevnom poslovanju te definiranje pojma i temeljnih karakteristika rizične vrijednosti odnosno VaR-a zajedno s pregledom pripadajućih metoda izračuna i uvjetne rizične vrijednosti (engl. Conditional Value-at-Risk – CVaR). Znanstvene metode klasifikacije i deskripcije su dodatno primijenjene za definiranje pojma otvorenih investicijskih fondova s javnom ponudom. Statistička metoda je korištena za prikaz najvećih ponuditelja otvorenih investicijskih fondova na europskom tržištu i ključnih karakteristika odabranih otvorenih investicijskih fondova koji su predmet analize diplomskog rada.

Za prikupljanje podataka o karakteristikama odabranih fondova korištene su službene stranice njihovih izdavatelja u koje se uključuje BlackRock, InterCapital, Amundi, Lyxor i Alpha društvo za upravljanje imovinom. Na osnovu prikupljenih podataka primjenom statističke metode je provedena analiza odabranih otvorenih investicijskih fondova u kontekstu ukupne imovine pod upravljanjem, postotne promjene tržišne cijene od osnutka i unutar promatranog razdoblja, prosječnog dnevnog prinosa, dnevne volatilnosti te broja dionica u portfelju.

Rizična vrijednost je utvrđena na dnevnoj razini za promatrane otvorene investicijske fondove uz primjenu statističke pouzdanosti od 95% i 99%. Prilikom utvrđivanja rizične vrijednosti korištena je metoda varijance-kovarijance, povijesna metoda i Monte Carlo metoda. Izračuni su provedeni primjenom navedenih mjera za svaki fond pojedinačno a ne na razni portfelja.

Za izračun rizične vrijednosti su prikupljeni podaci o dnevnim tržišnim cijenama odabranih otvorenih investicijskih fondova za razdoblje od 17.11.2020. do 28.04.2023. godine. Analizom je obuhvaćeno devetnaest otvorenih investicijskih fondova s obzirom da za preostalih osam država članica Europske unije u trenutku pisanja na tržištu nisu prisutni fondovi koji direktno prate njihove ključne dioničke indekse. Podaci o kretanju tržišnih cijena odabranih otvorenih

investicijskih fondova preuzeti su sa službenih stranica Yahoo Finance portala i Zagrebačke burze. Za predstavljanje dobivenih rezultata korištena je statistička metoda kako bi se sumarno i jasno predstavili utvrđeni izračuni i formirao zaključak o rizičnosti predmeta analize. Cjelokupni proces izračuna rizične vrijednosti i primjene pripadajućih metoda je proveden primjenom Microsoft Excel računalnog programa.

Cilj rada je primjenom navedene mjere tržišnog rizika utvrditi rizičnost ulaganja u pojedine otvorene investicijske fondove u kontekstu Europske unije kroz izračun rizične vrijednosti na dnevnoj bazi uz razinu pouzdanosti od 95% i 99% te dodatno prikazati ključne karakteristike odabranih fondova koje su potrebne za donošenje objektivne investicijske odluke.

### 3. Rizici u okviru financijskih institucija

Kroz ovo poglavlje su okvirno predstavljene ključne vrste rizika u kontekstu upravljanja financijskim institucijama kao i njihove karakteristike. Dodatno su navedene institucije koje su zadužene za definiranje regulative i provođenje nadzora banaka i financijskih institucija u Republici Hrvatskoj i na razini Europske unije. Države koje su uključene u međunarodne financijske tokove nastoje svoje regulative vezane uz poslovanje financijskih institucija i to prvenstveno banaka uskladiti s preporukama sadržanim u okviru Bazelskog sporazuma.

Basel III<sup>1</sup> ili treći Bazelski sporazum predstavlja međunarodno priznati skup dobrovoljnih smjernica za formiranje regulatornog okvira koji stavlja imperativ na efikasnu kontrolu, prepoznavanje i upravljanje rizicima koji su prisutni u bankarskom sektoru. Navedeni sporazum je široko prihvaćen diljem svijeta i potvrđen od strane G20<sup>2</sup> skupine država. Bazelski odbor za nadzor banaka utvrđuje smjernice Bazelskih sporazuma te djeluje u okviru Banke za međunarodna poravnanja<sup>3</sup>. Putem sporazuma su definirane tri ključne kategorije rizika koje obuhvaćaju tržišni rizik, kreditni rizik i operativni rizik. Spomenute kategorije su definirane u nastavku.

Tržišni rizik je moguće definirati kao rizik nastanka financijskog gubitka uslijed nepoželjne promjene cijene određenog instrumenta kojim se trguje na financijskim tržištima. Odlukom Hrvatske narodne banke o upravljanju rizicima (Narodne novine 1/15) tržišni rizik se dijeli na robni, valutni i pozicijski rizik. Robni rizik se odnosi na rizik oscilacije cijene robe, valutni rizik podrazumijeva gubitak uslijed fluktuacije tečaja valute ili fluktuacije vrijednosti zlata dok se pozicijski rizik odnosi na rizik gubitka zbog nepovoljnog kretanja cijene financijskog instrumenta ili vezane imovine u slučaju primjene financijskih izvedenica. Apostolik i Donohue (2015) navode kako se tržišni rizik može podijeliti na dvije komponente gdje jedna predstavlja rizik specifičan za određeni financijski instrument ili nesustavni rizik dok se druga odnosi na sustavni rizik ili opći tržišni rizik koji utječe na sve financijske instrumente odnosno sva financijska tržišta te se on kao takav ne može diversificirati. Upravljanje tržišnim rizicima

---

<sup>1</sup> Formiran je kao odgovor na financijsku krizu 2008. godine te su putem njega, u odnosu na Basel II koji je implementiran 2004. godine, dodatno postroženi minimalni kapitalni zahtjevi banaka.

<sup>2</sup> G20 je međunarodni forum za ekonomsku suradnju osnovan 1999. godine na kojem sudjeluju ministri financija i guverneri središnjih banaka država pripadnica organizacije. Prema službenoj stranici organizacije članovi G20 čine oko 85% svjetskog BDP-a i 75% međunarodne trgovinske razmjene. Detaljan pregled članica je moguć putem sljedeće poveznice: <https://www.g20.org/en/about-g20/#overview>.

<sup>3</sup> Banka za međunarodna poravnanja (engl. Bank for International Settlements - BIS) je banka koja služi kao potpora središnjim bankama koje su ujedno i njezini dioničari. U trenutku pisanja rada sastoji se od 63 članice.

podrazumijeva prvenstveno određivanje razine averzije ulagača ili cjelokupne financijske institucije prema riziku na osnovu čega je moguće definirati strategiju i ključne smjernice njihovog upravljanja. Kvantifikacija tržišnog rizika podrazumijeva razvoj i primjenu internih modela kojima se na osnovu povijesnih podataka i statističkog modeliranja potencijalnih ishoda nastoji ustanoviti razina izloženosti tržišnim rizicima. Osim VaR-a odnosno mjere rizične vrijednosti koja je glavni predmet ovog rada, moguće je izdvojiti široko rasprostranjene mjere tržišnog rizika kao što su beta, alfa, standardna devijacija,  $R^2$ , Sharpeov omjer, Treynorov omjer, informacijski omjer i Sortinov omjer.

Kreditni rizik se odnosi na vjerojatnost gubitka uslijed djelomičnog ili potpunog nepodmirenja obveze od strane dužnika. U slučaju ogluhe vjerovnik, u ovom slučaju kreditna institucija, će ostati bez dijela ili cijelog ugovorenog iznosa kamate i/ili glavnice. S obzirom da je jedna od primarnih djelatnosti kreditnih institucija plasman kreditnih sredstava potrebno je posvetiti značajnu pažnju uspostavljanu adekvatnog sustava upravljanja opisanom vrstom rizika. Navedenim rizikom se upravlja kroz definiranje modela i sustava kreditnog rejtinga pravnih i fizičkih osoba kojima se nastoji ustanoviti vjerojatnost povrata plasiranih sredstava. Za utvrđivanje kreditnog rejtinga su potrebni podaci kao što su financijski pokazatelji, podaci o prethodnom podmirenju obveza, vrijednost kolaterala, priroda posla poduzeća u smislu dugoročne perspektive i intenziteta konkurencije, tržišni udio i slično.

Operativni rizik je prema Baselu III definiran kao mogućnost gubitka zbog internih grešaka i neadekvatnih internih procesa, sustava i ljudi te dodatno zbog eksternih događaja. Definirana kategorija rizika također uključuje i aspekt pravnog rizika. Operativni rizik postaje sve značajniji oblik rizika uzimajući u obzir rastuću složenost bankarskog sustava uslijed globalizacijskih procesa na području pružanja financijskih usluga i sve širu primjenu naprednih tehnoloških rješenja. Pojam operativnog rizika je prvi put implementiran u Basel II verziju bazelskog sporazuma gdje su određene metode njegovog mjerenja i kapitalni zahtjevi za zaštitu od potencijalnih gubitaka. Operativni rizik je u odnosu na tržišni i kreditni rizik teže prepoznati i mjeriti s obzirom da ovisi o internim funkcijama koje su jedinstvene za svaku kreditnu i financijsku instituciju. Operativni rizik vezan uz interne procese, sustave i ljude obuhvaća gubitak uslijed neprimjerenih internih sustava kontrole, nejasno ili nedovoljno definiranih internih procedura, neadekvatnog treninga djelatnika, pogreške menadžmenta i članova uprave, loših računalnih sustava i programa te nedovoljne razine zaštite od kibernetičkih napada, neadekvatnog skladištenja podataka i slično. Pravni rizik podrazumijeva nesigurnost budućeg poslovanja zbog potencijalnih ishoda određenih sudskih presuda ili promjena u regulativi koje

značajno utječu na normalan tijek poslovanja kreditne ili financijske institucije. Među operativne rizike se također ubrajaju eksterni rizici koje je teško predvidjeti i odnose se na prirodne katastrofe te socijalne i političke nemire. Nužno je prepoznati, koliko je to moguće, sve potencijalne izvore operativnog rizika kroz detaljan pregled strukture cjelokupne institucije s ciljem njegove kontrole kako bi se u konačnici spriječili mogući gubici za kreditnu ili financijsku instituciju.

Hrvatska narodna banka Odlukom o upravljanju rizicima (Narodne novine 1/15) dodatno definira sljedeće vrste rizika koje kreditna institucija mora ukomponirati u cjelokupni sustav upravljanja rizicima: rizik likvidnosti, koncentracijski rizik, rezidualni rizik, sekuritizacijski rizik, reputacijski rizik, rizik usklađenosti, rizik namire, rizik upravljanja, rizik eksternalizacije, rizik investiranja u nekretnine itd.

U Republici Hrvatskoj regulativa i nadzor banaka se provodi putem Hrvatske narodne banke (HNB) dok regulativu poslovanja na financijskim tržištima i pružanja financijskih usluga od strane financijskih i investicijskih društava provodi Hrvatska agencija za nadzor financijskih usluga (HANFA). Na službenim internetskim stranicama Europske komisije je navedeno kako je dodatno na razini Europske unije formiran i 2010. godine uveden Europski sustav za financijski nadzor koji se dijeli na Europski odbor za sistemske rizike i tri nadzorna tijela. Nadzorna tijela obuhvaćaju Europsko nadzorno tijelo za bankarstvo, Europsko nadzorno tijelo za vrijednosne papire i tržište kapitala te Europsko nadzorno tijelo za osiguranje i strukovno mirovinsko osiguranje.

## 4. Rizična vrijednost - VaR

Putem ovog poglavlja je definiran sam pojam rizične vrijednosti (engl. Value-at-Risk - VaR) kao i povijest nastanka i razvoja navedene mjere tržišnog rizika kako bi se ustanovila razina njezine važnosti u okviru suvremenog upravljanja rizicima u financijskim institucijama. Rizična vrijednost, kao i svaka druga mjera usmjerena na kvantifikaciju rizika, nosi određene prednosti i ograničenja u primjeni koja su također objašnjena kroz ovo poglavlje. Dodatno je predstavljen i pojam uvjetne rizične vrijednosti (engl. Conditional Value-at-Risk – CVaR).

### 4.1. Pojam rizične vrijednosti

Prema regulatornom okviru pod nazivom Basel III, mjera rizične vrijednosti se definira kao mjera najvećeg očekivanog gubitka vrijednosti portfelja financijskih instrumenata tijekom definiranog vremenskog razdoblja uz unaprijed određenu razinu pouzdanosti. Sajter (2017) navodi tri temeljne sastavnice rizične vrijednosti:

1. vremenski period ( $t$ ),
2. unaprijed definiranu razinu pouzdanosti ( $\alpha$  kvantil<sup>4</sup>) i
3. iznos mogućeg gubitka ( $V$ ).

Najčešće korištene razine pouzdanosti kod određivanja rizične vrijednosti su 95% i 99%. Razina pouzdanosti od 95% znači da će jedan od dvadeset događaja imati negativan ishod dok razina pouzdanosti od 99% ukazuje kako će jedan od sto događaja rezultirati negativnim ishodom. Prema Basel III regulatornom okviru banke bi trebale posjedovati dovoljno kapitala za pokriće gubitaka uzrokovanih trgovanjem financijskim instrumentima uzimajući u obzir vremenski raspon od 10 dana i uz korištenje razine pouzdanosti od 99%.

Interpretacija izračuna rizične vrijednosti je pojašnjena u nastavku. Ukoliko nam primjerice dnevni VaR uz razinu pouzdanosti od 99% iznosi -7% tada rezultat interpretiramo na način da postoji vjerojatnost od 99% da gubitak investiranih sredstava u jednom danu na promatranom financijskom instrumentu neće biti veći od 7% vrijednosti uloga. Odnosno, postoji vjerojatnost od 1% da će gubitak u jednom danu biti veći od 7% vrijednosti uloga.

---

<sup>4</sup> Kvantile u statistici je moguće definirati kao vrijednosti koji dijele skup podataka na  $n$  jednakih dijelova.



VaR se razvio iz potrebe za rješavanjem problema sumarnog prikazivanja izloženosti tržišnom riziku zbog velikog broja financijskih instrumenata koje financijske institucije drže na svojoj bilanci i kojima svakodnevno trguju. Njegovom primjenom financijske institucije mogu na relativno lagan način agregirati sve pozicije koje imaju na financijskom tržištu u različitim kategorijama imovine i različitim segmentima poslovanja. Na osnovu navedenog moguće je ustanoviti kako je jedna od ključnih prednosti VaR-a mogućnost prikazivanja izloženosti riziku putem jednostavnog i sumarnog poslovnog izvještaja koji se koristi za donošenje odluka na razini cijele financijske institucije. Informacije koje nam pruža izračun VaR-a se koriste za definiranje kapitalnih zahtjeva za pokriće potencijalnih gubitaka i definiranje maksimalnog prihvatljivog rizika za financijsku instituciju sumarno te pojedinačno za određene organizacijske segmente unutar institucije. Dodatno se koristi za informiranje zainteresirane javnosti, potencijalnih investitora i kreditora te regulatornih tijela kroz uključivanje u godišnje financijske izvještaje.

U nastavku su izdvojena ograničenja i nedostaci VaR-a kao mjere za kvantifikaciju tržišnog rizika. Prilikom upravljanja rizicima u financijskim institucijama nije dovoljno osloniti se isključivo samo na VaR metodologiju već ju je potrebno promatrati u kombinaciji s drugim mjerama tržišnog rizika kao i s mjerama usmjerenim na kontrolu operativnog i kreditnog rizika. Ukoliko se ne formira sveobuhvatan sustav upravljanja rizicima VaR može pružiti lažan osjećaj sigurnosti što u konačnici može rezultirati značajnim propustima u sustavu upravljanja rizicima i značajnim gubicima uloženi sredstava. Primjerice, VaR uz primjenu razine pouzdanosti od 99% nam ukazuje kako će gubitak u jednom od sto dana biti veći od vrijednosti utvrđene VaR-om no ne govori nam koliki će taj gubitak, ukoliko do toga dođe, u stvarnosti biti. Iz tog razloga je poželjno izračun VaR-a nadopuniti s izračunom uvjetne rizične vrijednosti koja je detaljnije objašnjena u poglavlju 4.3.

## **4.2. Povijesni pregled**

Pojam rizične vrijednosti ili vrijednosti adherentne riziku postaje široko rasprostranjen u okviru upravljanja rizicima u financijskim institucijama tijekom 1990-ih godina. Bazelski odbor za nadzor banaka je 1996. godine implementirao promatranu mjeru kao jednu od temeljnih mjera tržišnog rizika za određivanje kapitalnih zahtjeva u svoje smjernice za regulaciju bankarskog sektora. Od tada postaje jedna od standardnih mjera za utvrđivanje kapitalnih zahtjeva vezanih

uz tržišne rizike i sumarni prikaz tržišnih rizika kojima je izložena pojedina financijska institucija.

Investicijske banke u Sjedinjenim Američkim Državama su počele primjenjivati Value-at-Risk za mjerenje tržišnih rizika još tijekom 1980-ih godina. Najznačajniji utjecaj na razvoj VaR-a te ključnih praksi u upravljanju rizicima općenito je imala objava RiskMetrics metodologije 1994. godine i dodatno CreditMetrics<sup>5</sup> metodologije 1997. godine od strane JP Morgan banke<sup>6</sup>. Od dvije navedene metodologije RiskMetrics je primarno fokusiran na procjenu i kontrolu tržišnog rizika prilikom trgovanja valutama, dužničkim i vlasničkim vrijednosnim papirima te robom.

Temelji VaR-a kao suvremene metode mjerenja tržišnog rizika mogu se pronaći još u 1920-im i 1930-im godinama u kontekstu kapitalnih zahtjeva koje je njujorška burza (engl. New York Stock Exchange - NYSE) odredila poslovnim subjektima koji su kotirali na njoj. Holton (2002) navodi kako su još 1922. godine bili postavljeni kapitalni zahtjevi za poduzeća koji su morali biti jednaki 10% vrijednosti pozicija na tržištu i potraživanja od kupaca. Navedeni kapitalni zahtjevi su se tijekom vremena u konačnici razvili u današnji sustav određivanja potrebnog kapitala za pokriće potencijalnih gubitaka kod financijskih institucija.<sup>7</sup>

Matematički koncepti na kojima se temelji izračun rizične vrijednosti, ali i metodologija upravljanja rizicima općenito, su prvenstveno razvijeni u okviru moderne teorije portfelja Harrya Markowitza. U Markowitzovoj knjizi izdanoj 1959. godine pod nazivom „Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments“ spominje se kako metode mjerenja rizika predstavljene kroz knjigu u to vrijeme još uvijek nisu moguće zbog ograničene snage računala prilikom procesiranja velike količine podataka. Harry Markowitz je uz Williama Sharpea i Merton Millera osvojio 1990. godine Nobelovu nagradu iz ekonomije za razvoj teorije izbora optimalnog portfelja vrijednosnih papira.

Povećana volatilitnost na financijskim tržištima tijekom 1970-ih i 1980-ih godina zajedno s tehnološkim napretkom na području računalne snage je dala zamah razvoju metoda mjerenja rizika uključujući i VaR. Do 1990-ih godina formirane metode kvantifikacije rizika kojima su izložene financijske institucije nisu bile poznate široj javnosti, već samo djelatnicima tih

---

<sup>5</sup> CreditMetrics predstavlja metodu utvrđivanja rizičnosti portfelja financijskih instrumenta uslijed promjene vrijednosti duga zbog oscilacije kreditnog rejtinga dužnika.

<sup>6</sup> JP Morgan banka je sastavni dio bankovne grupacije pod nazivom JP Morgan Chase koja predstavlja, prema rangiranju Odbora za financijsku stabilnost (engl. Financial Stability Board) za 2022. godinu, globalno sistemski najvažniju banku s imovinom od 3,7 bilijuna američkih dolara i 303 milijardi američkih dolara tržišne kapitalizacije na da 31. ožujka 2023. godine.

<sup>7</sup> Opširnije u Holton, A.,G. (2002). *History of Value-at-Risk: 1922 – 1998*. Boston: Contingency Analysis.

institucija. VaR mjera je prvi put privukla značajnu pažnju objavom već prije spomenute RiskMetrics dokumentacije.

### 4.3. Uvjetna rizična vrijednost - CVaR

Metoda rizične vrijednosti ili VaR prikazuje samo kako će, u ovisnosti o odabranoj razini pouzdanosti, gubitak u određenom broju slučajeva biti veći od utvrđene vrijednosti ali ne i koliko će iznositi taj gubitak. Kako bi se pokušao procijeniti navedeni iznos gubitka potrebno je primijeniti metodu uvjetne rizične vrijednosti odnosno CVaR. Stoga, uz prikaz i definiciju pojma rizične vrijednosti odnosno VaR-a potrebno je dodatno predstaviti i koncept CVaR-a.

CVaR predstavlja procijenjeni mogući gubitak u slučaju da stvarni gubitak prijeđe granicu utvrđenu primjenom VaR-a. On daje odgovor na pitanje koliki je gubitak moguće očekivati ukoliko realizirani gubici budu veći od razine utvrđene VaR-om. CVaR se računa kao prosjek vrijednosti koje se nalaze u repu distribucije prinosa. Potrebno je promatrati dio distribucije prinosa koji grafički prikazano predstavlja lijevi rep distribucije. Ukoliko se primjenjuje razina pouzdanosti od 99%, tada je CVaR moguće izračunati kao prosjek preostalih 1% gubitaka. Kada je riječ o pouzdanosti od 95% tada se računa kao prosjek preostalih 5% gubitaka. Ukoliko su kretanja na tržištu stabilna tada bi primjena samo VaR-a za kvantifikaciju tržišnog rizika mogla biti dostatna, no u situacijama značajnih oscilacija na tržištu potrebno je dodatno implementirati izračun CVaR-a kako bi se dobio cjelokupan uvid u izloženost riziku.

Poznati primjer ignoriranja uvjetne rizične vrijednosti odnosno CVaR-a i primjene modela VaR-a koji je imao u sebi određene mane je Long Term Capital Management investicijsko društvo. Yalinack, Li i Tong (2005) navode kako su unutar fonda računali VaR povijesnom metodom koristeći podatke iz kojih su bili izuzeti podaci vezani uz kretanja vrijednosti na financijskim tržištima za vrijeme financijskih kriza te kako su propustili ustanoviti CVaR. Uz druge probleme fond je 1998. godine u konačnici izgubio oko 4,6 milijardi američkih dolara te se ugasio 2000. godine.

„Alternativni nazivi za CVaR su:

- očekivani deficit (engl. expected shortfall – ES),
- prosječni VaR (engl. average VaR),
- repni VaR (engl. tail VaR) i
- prosječni dodatni gubitak (engl. mean excess loss – MEL).“

(Sajter, 2017.:191)

## 5. Metode izračuna rizične vrijednosti

Prije predstavljanja provedene analize i izračuna potrebno je definirati osnovne karakteristike svake primijenjene metode izračuna rizične vrijednosti uz objektivan prikaz njihovih prednosti i nedostataka. U sklopu ovog poglavlja su obrađene tri metode izračune rizične vrijednosti pod nazivom povijesna metoda, metoda varijance-kovarijance i Monte Carlo metoda. Svaka metoda ima svoje specifičnosti koje su objašnjene u nastavku.

### 5.1. Metoda varijance-kovarijance

Primjena metode varijance-kovarijance koja se također naziva i parametarska metoda za izračun rizične vrijednosti pretpostavlja normalnu distribuciju prinosa na ulaganje u financijske instrumente oko srednje vrijednosti za čije formiranje su potrebna samo dva parametra, a to su standardna devijacija i aritmetička sredina prinosa. Promatrana metoda se smatra jednostavnom iz razloga što je normalnu distribuciju moguće opisati koristeći samo već spomenuta dva parametra. Sukladno navedenom, moguće je ustanoviti kako se metoda varijance-kovarijance za izračun rizične vrijednosti zasniva na klasičnoj vjerojatnosti<sup>8</sup>. Metoda varijance-kovarijance najčešće je korištena metoda utvrđivanja rizične vrijednosti te je detaljno objašnjena u izvornom RiskMetrics dokumentu.

Prije daljnjeg opisa promatrane metode bitno je pojasniti pojam distribucije vjerojatnosti i normalne distribucije. Siegel (2012) definira distribuciju vjerojatnosti kao uzorak vjerojatnosti mogućih ishoda promatrane varijable odnosno prikaz frekventnosti mogućih ishoda. Najčešće se grafički prikazuje primjenom histograma koji se sastoji od pravokutnika čija visina odgovara učestalosti ishoda ili dobivenih vrijednosti promatrane varijable. Među najčešće distribucije vjerojatnosti se ubraja normalna distribucija koja podrazumijeva simetričan raspored podataka oko srednje vrijednosti te je grafički prikazana u obliku zvona. Simetričan raspored podataka oko aritmetičke sredine kod normalne distribucije znači da su aritmetička sredina, mod<sup>9</sup> i medijan<sup>10</sup> međusobno jednaki.

---

<sup>8</sup> Klasična vjerojatnost podrazumijeva točno znanje o distribucijama vjerojatnosti i vjerojatnostima ishoda što uglavnom nije slučaj u svakodnevnom okviru ekonomskih događanja.

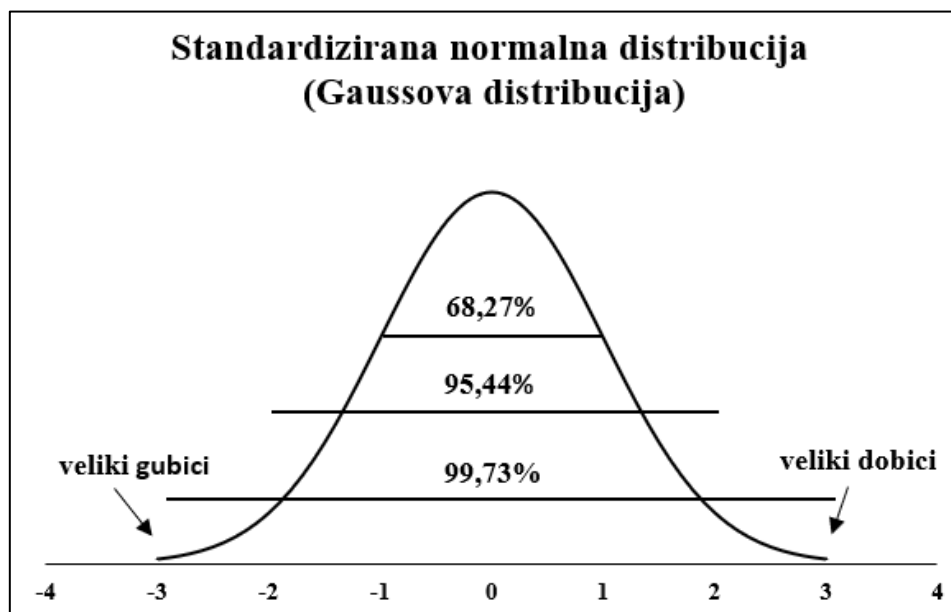
<sup>9</sup> Mod je statistička mjera kojom se izdvaja vrijednost koja se najčešće pojavljuje u promatranom skupu.

<sup>10</sup> Medijan je statistička mjera koja dijeli niz podataka na dva jednaka dijela pri čemu je bitno da su vrijednosti poredane pravilnim redoslijedom.

Standardizirana normalna distribucija ili Gaussova distribucija je normalna distribucija koja ima aritmetičku sredinu jednaku nula dok je standardna devijacija na razini od jedan, no to ne znači da sve normalne distribucije imaju navedene vrijednosti parametara već postoji beskonačno različitih krivulja koje reprezentiraju normalnu distribuciju.

U nastavku je radi dodatnog pojašnjenja grafički prikazana standardizirana normalna distribucija ili Gaussova distribucija.

**Grafikon 1.** Standardizirana normalna distribucija (Gaussova distribucija)



Izvor: Samostalna izrada autora

Zajednička karakteristika svim normalnim distribucijama, prema definiranom empirijskom pravilu, je da se unutar  $\pm 1$  standardne devijacije nalazi 68,27% podataka, unutar  $\pm 2$  standardne devijacije 95,44% podataka dok se unutar  $\pm 3$  standardne devijacije nalazi 99,73% podataka. Promatrajući predstavljeni grafikon standardizirane normalne distribucije moguće je uočiti na kraju desne i lijeve strane krivulje repove distribucije koji predstavljaju podatke izvan tri standardne devijacije. Repovima distribucije, ponajprije lijevom repu u kojem se nalaze veliki gubici, je bitno posvetiti posebnu pažnju iz razloga što se u tom području nalaze ishodi s niskom vjerojatnošću nastanaka te su upravo iz tog razloga izuzetno bitni u kontekstu upravljanja rizicima.

Izračun rizične vrijednosti primjenom metode varijance-kovarijance za svaki financijski instrument pojedinačno, a ne na razini portfelja je opisan u nastavku. Prvenstveno je potrebno učitati podatke o kretanju cijene promatranog financijskog instrumenta za definirano razdoblje u odabrani računalni program i izračunati logaritamski prinos za promatrani vremenski

interval. Logaritamski umjesto običnog prinosa se često koristi u financijskom sektoru ponajviše iz razloga što omogućava aditivnost svih izračunatih povrata tijekom vremena kako bi se dobio ukupni povrat za cijelo promatrano razdoblje.<sup>11</sup> Navedena aditivnost nije moguća primjenom obične stope prinosa. Nakon što su utvrđeni logaritamski prinosi potrebno je izračunati aritmetičku sredinu i standardnu devijaciju. Nadalje, u ovisnosti o razini pretpostavljene statističke pouzdanosti od 95% ili 99%, definiraju se točke koje razdvajaju distribuciju na dva dijela. U slučaju kada se primjenjuje razina pouzdanosti od 95% točka -1,65 razdvaja izračunate prinose tako da se s lijeve strane nalazi 5% podataka a s desne strane 95% podataka. Kada je riječ o razini pouzdanosti od 99% točka -2,33 razdvaja prinose na dio od 1% s lijeve i 99% s desne strane. Predstavljene koeficijenti se množe s već izračunatom standardnom devijacijom, koja ujedno predstavlja i volatilnost prinosa, kako bi se dobio iznos rizične vrijednosti. Dobiveni iznos je moguće uvećati za aritmetičku sredinu kako bi se ustanovio konzervativniji prikaz rizične vrijednosti. Interpretaciju dobivene vrijednosti je moguće provesti kako je objašnjeno u četvrtom poglavlju.

Na temelju predstavljenih koraka u primjeni metode varijance-kovarijance za izračun rizične vrijednosti moguće je ustanoviti kako je njezina glavna prednost jednostavnost korištenja. Uzimajući u obzir jednostavnost izračuna rizične vrijednosti primjenom promatrane metode uslijed pretpostavke o normalnoj distribuciji prinosa bitno je dodati kako se na financijskim tržištima često ostvaruju ishodi koji su izvan tri standardne devijacije čime se dovodi u pitanje primjenjivost normalne distribucije prinosa za izračun rizične vrijednosti. Navedeno potvrđuju brojne financijske krize i šokovi te su u nastavku nabrojani neki od značajnijih događaja te prirode u 21. stoljeću:

- pad vrijednosti tehnoloških dionica 2000. – 2002. godine,
- globalna financijska kriza 2007. – 2008. godine,
- europska dužnička kriza 2009. – 2011. godine i
- pad burzi u ožujku 2020. godine uslijed Covid-19 pandemije.

---

<sup>11</sup> U računalnom programu Microsoft Excel računa se primjenom LN funkcije na sljedeći način:  $LN(\text{cijena } t / \text{cijena } t-1)$  te se zbrojem dobivenih vrijednosti može dobiti prinos za cijelo promatrano razdoblje.

## 5.2. Povijesna metoda

Povijesna metoda za utvrđivanje rizične vrijednosti zasniva se stvarnom kretanju prinosa promatranog financijskog instrumenta tijekom definiranog razdoblja u prošlosti. Ne može se utvrditi primjenom hipotetskih pretpostavki već se isključivo bazira na stvarnim podacima što podrazumijeva primjenu statističke (empirijske) vjerojatnosti<sup>12</sup>. Rizična vrijednost se prema povijesnoj metodi utvrđuje na način da se podaci o povijesnim prinosima rangiraju te, u ovisnosti o definiranoj razini vjerojatnosti, izdvoje iz skupa. Koraci utvrđivanja primjenom Microsoft Excel računalnog programa su pojašnjeni u nastavku. Za početak je potrebno samo izračunati logaritamske prinose promatranog financijskog instrumenta. Zatim se putem funkcije Rank and Percentile, koja se nalazi u sklopu Excel dodatka za analizu podataka, rangiraju od najveće prema najmanjoj vrijednosti. U ovisnosti o traženoj razini pouzdanosti se u konačnici unutar skupa podataka pronalazi tražena vrijednost VaR-a.

Navedeni opis znači da povijesna metoda ne uključuje izračune već podrazumijeva samo pronalazak tražene vrijednosti u skupu pod uvjetom da su podaci pravilno rangirani, najčešće od najveće prema najmanjoj vrijednosti. Kroz opis predstavljene metode moguće je zaključiti kako se ona bazira na pretpostavci da se će se kretanja prinosa u povijesti ostvarivati istom dinamikom i u bliskoj budućnosti. Navedena pretpostavka je malo vjerojatna u realnom financijskom sektoru na što ukazuju brojne financijske krize i šokovi. No s druge strane prednost povijesne metode leži u činjenici kako ona ne ovisi o pretpostavci normalne distribucije te na nju ne utječu postavljeni parametri.

## 5.3. Monte Carlo metoda

Generalno gledajući, Monte Carlo metoda je zbirni naziv za različite matematičke izračune koji se koriste za utvrđivanje raspona mogućih ishoda određenog događaja koristeći pri tome veliki broj nasumičnih simulacija baziranih na definiranoj distribuciji vjerojatnosti. Primjenom Monte Carlo metode se formiraju rješenja postavljenih problema simulacijom velikog broja nasumičnih vrijednosti. Svaka nova generirana vrijednost će biti drugačija od prethodnih. Monte Carlo metoda za simulaciju se koristi u brojnim područjima za procjenu rizika kao što

---

<sup>12</sup>Statistička ili empirijska vjerojatnost se temelji na analizi provedenoj u okviru stvarnih odnosno povijesnih podataka sadržanih unutar uzorka određene populacije.

je utvrđivanje potencijalnih problema s proizvodima ili sustavima u inženjerstvu, procjena utjecaja poslovnih odluka na profitabilnost poduzeća, strukturiranje opskrbnih lanaca, računovodstveni kontroling, investicije, upravljanje financijskim institucijama i slično.

U kontekstu metoda za izračun rizične vrijednosti smatra se najpouzdanijom metodom pod uvjetom da je proveden dovoljan broj simulacija potencijalnih ishoda za formiranje relevantnog rezultata. Sajter (2017) navodi kako su temeljne pretpostavke za generiranje Monte Carlo simulacije efikasnost tržišta<sup>13</sup>, kojom se podrazumijeva da su kretanja na tržištu u kratkoročnom razdoblju nasumična, te stabilnost stanja na tržištu u istom vremenskom razdoblju kao i normalna distribucija promatranih prinosa. S obzirom na navedene pretpostavke postoji mogućnost simulacije kretanja na tržištu u kratkom roku na osnovu zadane distribucije vjerojatnosti.

Primjena Monte Carlo metode putem Microsoft Excel računalnog programa podrazumijeva primjenu koraka koji su opisani u nastavku. Nakon što su učitani podaci o kretanju vrijednosti promatranog financijskog instrumenta potrebno je izračunati već spomenute logaritamske prinose za željeni vremenski interval i na osnovu utvrđenih vrijednosti izračunati aritmetičku sredinu i standardnu devijaciju. Simulacija se u Microsoft Excelu zatim provodi primjenom NORMINV i RAND funkcije. RAND funkcija se koristi za ispisivanje nasumičnog broja u rasponu od 0 do 1 koji nam je potreban za uvrštavanje u NORMINV formulu kao vjerojatnost. NORMINV funkcija, na osnovu generirane vjerojatnosti putem funkcije RAND te zadane aritmetičke sredine i standardne devijacije, formira izračun inverzne vrijednosti kumulativne normalne distribucije. Izraz NORMINV funkcije je moguće prikazati na sljedeći način:

$$F = \text{NORMINV}(\text{RAND}(), A, S)$$

gdje je A oznaka za aritmetičku sredinu izračunatih logaritamskih prinosa te S za standardnu devijaciju odnosno volatilitet. U konačnici se generiraju simulacije potencijalnih prinosa u ovisnosti o zadanom broju dana, tjedana, mjeseci ili godina te se zatim VaR utvrđuje na isti način kao kod povijesne metode primjenom Rank and Percentile funkcije u Excelu. Rangiranjem podataka se pronalazi željena vrijednost u ovisnosti o zadanoj razini pouzdanosti.

Prednost Monte Carlo metode leži u tome da je primjenom simulacije nasumičnih ishoda moguće obuhvatiti širok spektar potencijalnih scenarija i ponuditi najprecizniji uvid u odnosu

---

<sup>13</sup>Hipoteza efikasnog tržišta pretpostavlja kako svi oblici imovine koji kotiraju na financijskim tržištima imaju već sadržane sve informacije u svojoj cijeni čime se implicira da je gotovo nemoguće ostvariti prinos veći od tržišnog prinosa.



na ostale predstavljene metode. Monte Carlo metoda se smatra najzahtjevnijom od predstavljene tri metode te u svojoj primjeni nosi određene nedostatke i izazove koji su predstavljeni u nastavku. Prvenstveno, za provedbu velikog broja simulacija kako bi se dobila što pouzdanija procjena potrebna je velika računalna snaga za obradu podataka koju brojna računala ne posjeduju. Pokušaj velikog broja simulacija na računalu sa slabijim karakteristikama mogao bi trajati nekoliko sati ili čak dana te u najgorem slučaju dovesti do zastoja računala. Dodatno, zasniva se na primjeni normalne distribucije za razliku od povijesne metode koja u obzir uzima samo stvarne podatke iz povijesti a već je prije navedeno kako događaji u stvarnom financijskom sektoru ne prate uvijek raspored normalne distribucije.

## 6. Pojam i uloga otvorenih investicijskih fondova

Kroz ovo poglavlje je definiran pojam otvorenih investicijskih fondova kojima se trguje na burzi (engl. Exchange-Traded Funds – ETFs) odnosno UCITS fondova uz prikaz njihovih temeljnih karakteristika.

Prvenstveno, UCITS je skraćenica od Undertakings for Collective Investment in Transferable Securities što na hrvatskom prijevodu znači društvo za zajednička ulaganja u prenosive vrijednosne papire. Direktivom 85/611/EEC je 1985. godine UCITS uveden kao pojam. Cilj navedene direktive je regulirati i uspostaviti kontrolu nad poslovima izdavanja i posredovanja pri prodaji udjela u otvorenim investicijskim fondovima na području Europske unije. UCITS fondovima se označavaju otvoreni investicijski fondovi s javnom ponudom. Javna ponuda znači da sve zainteresirane strane mogu biti ulagači u navedenu vrstu fonda, dok s druge strane fond s privatnom ponudom znači da u njega može ulagati samo unaprijed definirana skupina ovlaštenih investitora. Udjelima UCITS otvorenog investicijskog fonda ili ETF-a se svakodnevno trguje na uređenom financijskom tržištu.

Opisana vrsta fonda je popularna među ulagačima koji se ne žele izlagati povišenom riziku prilikom ulaganja u pojedinačne vrijednosne papire već nastoje smanjiti svoju izloženost riziku kroz kupovinu udjela u otvorenim investicijskim fondovima čime dobivaju pristup diversificiranom portfelju vrijednosnica.

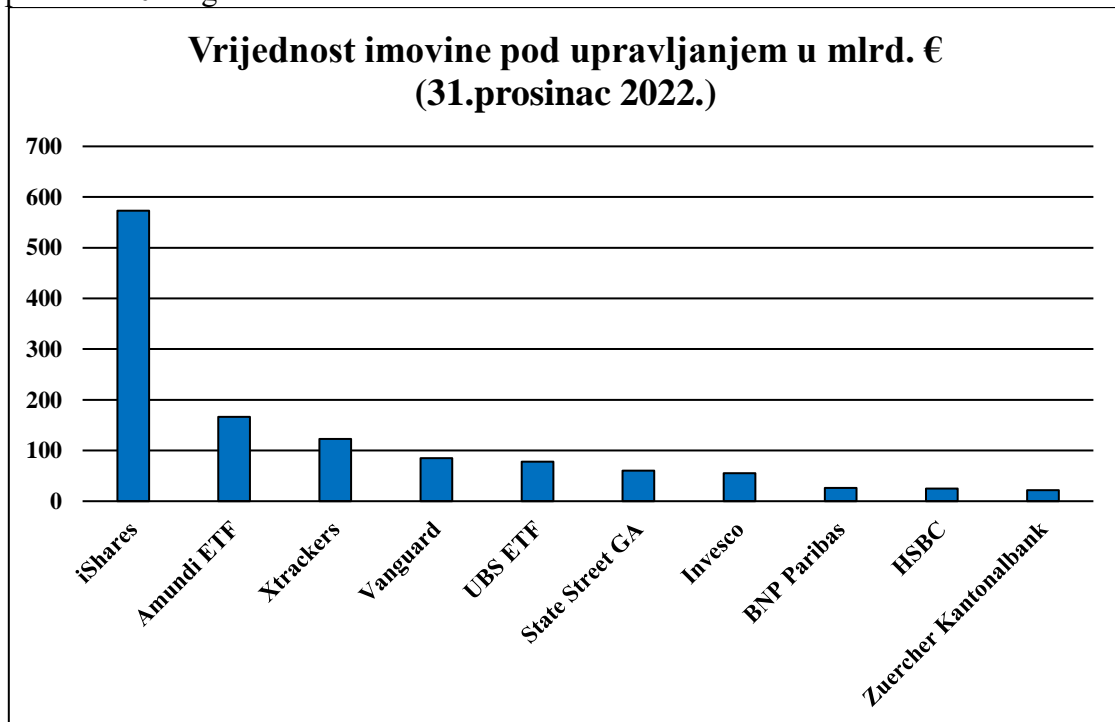
ETF-ovi su se kao investicijska kategorija razvili početkom 1990-ih godina te od tada svake godine postaju sve poželjniji oblik alokacije novčanih sredstava. Istraživačka kompanija Morningstar navodi kako je trenutno najveći ETF na svijetu SPY s iznosom neto imovine od 375 milijardi američkih dolara. SPY prati kretanja S&P500 indeksa koji je većinski sastavljen od dionica najvećih kompanija sa sjedištem u SAD-u. Prema analizi Nasdaq-a<sup>14</sup> kumulativni volumen trgovanja ETF-ovima uzimajući u obzir cijeli svijet je bio na najvišoj razini 2022. godine kada je iznosio 53 bilijuna američkih dolara. Navedeni iznosi predstavlja porast od 29,27% u odnosu na 2021. godinu kad je ukupni volumen na svjetskoj razini iznosio 41 bilijun američkih dolara.

---

<sup>14</sup> Nasdaq Inc. je naziv za financijsku instituciju koja pod svojim vlasništvom ima tri američke burze (Nasdaq, Philadelphia Stock Exchange i Boston Stock Exchange) te sedam europskih burzi (Nasdaq Copenhagen, Iceland, Stockholm, Tallin, Riga, Vilnius i Helsinki).

S obzirom da je fokus rada postavljen na analizu ETF-ova koji prate pojedinačna financijska tržišta država članica Europske unije u nastavku je grafikonom predstavljen pregled najvećih ponuditelja ETF-ova u okviru Europe na dan 31. prosinca. 2022. godine prema ukupnoj vrijednosti imovine pod upravljanjem. Podaci su prikupljeni putem izvješća o stanju ETF tržišta na području Europe od strane pružatelja podatkovnih usluga pod nazivom Refinitiv.

**Grafikon 2.** Vrijednost imovine pod upravljanjem ponuditelja ETF-ova u Europi na dan 31. prosinca 2022. godine



Izvor: Refinitiv, European ETF Market Report: December 2022

Najveći ponuditelj ETF-ova na području Europe je iShares čija imovina pod upravljanjem na europskom području iznosi 572,9 milijardi eura. iShares je naziv za grupu fondova kojima upravlja BlackRock, inače najveći svjetski pružatelj ETF-ova i investicijskih usluga s ukupnim iznosom imovine pod upravljanjem na svjetskoj razini od 9,74 bilijuna američkih dolara na dan 31. prosinca 2022. godine. Na drugome mjestu je Amundi (francuska institucija za investicijske usluge) s imovinom od 166,3 milijardi eura dok je na trećem mjestu Xtrackers (podružnica njemačke investicijske grupacija DWS) s imovinom od 122,7 milijardi eura. Moguće je ustanoviti kako daleko najveći tržišni udio na području Europe u okviru ponude ETF-ova ima iShares odnosno BlackRock s ukupno 46,11% tržišnog udjela.

Otvoreni investicijski fondovi s javnom ponudom imaju važnu ulogu u globalnom financijskom sustavu iz razloga što omogućavaju investitorima ulaganje uz relativno niske

troškove u širok spektar vrijednosnica. Prednosti ulaganju u ETF-ove se ogledaju u mogućnosti diversifikacije rizika ukoliko fond sadrži raspon različitih vrijednosnih papira i niskim naknadama s obzirom da ETF-ovi podrazumijevaju pasivno upravljanje. Nedostaci se mogu pojaviti ukoliko je ETF fokusiran isključivo na određeni poslovni sektor čime se gube prednosti učinkovite diversifikacije i smanjivanja rizika. Dodatno, postoje određeni ETF-ovi koji nisu dovoljno široko prihvaćeni na tržištu pa se ulaganjem u njih investitori izlažu riziku nemogućnosti prodaje udjela u fondu po željenoj cijeni.

## 7. Prikaz odabranih otvorenih investicijskih fondova

U okviru ovog poglavlja su prikazane osnovne značajke odabranih dioničkih otvorenih investicijskih fondova koji su predmet analize i izračuna VaR-a i CVaR-a. Za analizu su odabrani dionički otvoreni investicijski fondovi koji vjerodostojno prate kretanja na financijskim tržištima svake pojedine države članice Europske unije. Riječ je o dioničkim otvorenim investicijskim fondovima koji nastoje replicirati kretanja i strukturu glavnih dioničkih indeksa država članica. U analizu je uključeno devetnaest otvorenih investicijskih fondova iz razloga što za osam država članica Europske unije u trenutku pisanja diplomskog rada ne postoje relevantni fondovi koji direktno prate kretanja njihovih financijskih tržišta.

Investicijski fondovi predstavljaju sve poželjniji oblik alokacije novčanih sredstava za investitore koji imaju visoku razinu averzije prema riziku. Pogotovo ako je riječ o investicijskim fondovima koji prate tržišne indekse visoko razvijenih gospodarstava.

Financijska institucija koja nudi ETF-ove koji prate dionička tržišta Austrije, Danske, Finske, Francuske, Irske, Italije, Nizozemske, Njemačke, Norveške, Poljske, Španjolske i Švedske je BlackRock kroz svoju grupaciju fondova pod nazivom iShares te su podaci za navedene države preuzeti sa službenih BlackRock web stranica. Pri tome su u okviru BlackRock ETF-ova korišteni MSCI indeksi za praćenje kretanja na pojedinim tržištima. MSCI je jedan od najvećih svjetskih pružatelja usluga formiranja tržišnih indeksa. Za Belgiju ETF nudi Lyxor društvo za upravljanje imovinom koje posluje u sklopu Societe Generale grupacije. ETF za hrvatsko i slovensko tržište nudi InterCapital društvo za upravljanje imovinom koje predstavlja jedno od vodećih društava za pružanje investicijskih usluga na području jugoistočne Europe dok za Bugarsku, Češku i Rumunjsku rješenja ulaganja u ETF-ove nudi Expat društvo za upravljanje imovinom sa sjedištem u Bugarskoj. Kada je riječ o grčkom dioničkom tržištu ETF nudi Alpha društvo za upravljanje imovinom sa sjedištem u Grčkoj.

U nastavku slijedi tablica koja prikazuje odabrane dioničke otvorene investicijske fondove za svaku pojedinu državu članicu uz prikaz broja dionica od kojih je sastavljen svaki pojedini fond, godine osnivanja te dioničkog indeksa koji prate. Tablica je poredana abecedno prema nazivima država članica Europske unije.

**Tablica 1.** Prikaz odabranih UCITS fondova prema državama članicama Europske unije

<b>Država</b>	<b>ETF</b>	<b>Broj dionica</b>	<b>Godina osnutka</b>	<b>Indeks</b>
Austrija	iShares ATX UCITS ETF	21	2005.	ATX
Belgija	Lyxor UCITS BEL 20 TR	20	2002.	BEL 20
Bugarska	Expat Bulgaria SOFIX UCITS ETF	10	2017.	SOFIX
Češka	Expat Czech PX UCITS ETF	7	2017.	PX Index
Danska	iShares MSCI Denmark ETF	48	2012.	MSCI Denmark IMI 25/50
Finska	iShares MSCI Finland ETF	42	2012.	MSCI Finland IMI 25/50
Francuska	iShares MSCI France ETF	64	1996.	MSCI France Index
Grčka	ALPHA ETF FTSE Athex Large Cap Equity UCITS	20	2008.	FTSE Athex 20 index
Hrvatska	InterCapital CROBEX10tr UCITS ETF	10	2020.	CROBEX10
Irska	iShares MSCI Ireland ETF	25	2010.	MSCI All Ireland Capped Index
Italija	iShares MSCI Italy ETF	23	1996.	MSCI Italy 25/50 Index
Nizozemska	iShares MSCI Netherlands ETF	57	1996.	MSCI Netherlands IMI 25/50 Index
Njemačka	iShares MSCI Germany ETF	60	1996.	MSCI Germany Index
Norveška	iShares MSCI Norway ETF	70	2012.	MSCI Norway IMI 25/50 Index
Poljska	iShares MSCI Poland ETF	34	2010.	MSCI Poland IMI 25/50 Index
Rumunjska	Expat Romania BET UCITS ETF	19	2017.	BET Index
Slovenija	InterCapital SBITOP TR UCITS ETF	11	2020.	SBITOP TR
Španjolska	iShares MSCI Spain ETF	22	1996.	MSCI Spain 25/50 Index
Švedska	iShares MSCI Sweden ETF	45	1996.	MSCI Sweden 25/50 Index

Izvor: Samostalna izrada autora

Pregledom predstavljene tablice moguće je uočiti kako su od odabranih ETF-ova najduže na tržištu iShares MSCI France ETF, iShares MSCI Italy ETF, iShares MSCI Netherlands ETF, iShares MSCI Spain ETF i iShares MSCI Sweden ETF koji su osnovani 1996. godine. Među promatranom skupinom InterCapital CROBEX10tr UCITS ETF i InterCapital SBITOP TR UCITS ETF su osnovani zadnji i to 2020. godine. Najveći broj dionica u sastavu fonda ima

iShares MSCI Norway ETF koji se sastoji od 70 najvećih norveških kompanija koje kotiraju na burzi u Oslu. Najmanji broj dionica drži češki Expat Czech PX UCITS ETF.

U nastavku je tablicom prikazana usporedba odabranih dioničkih otvorenih investicijskih fondova prema ukupnom iznosu neto vrijednosti imovine fonda na dan 26.05.2023. godine. Neto vrijednost imovine fonda predstavlja vrijednost svih vrijednosnica koje su sastavni dio fonda umanjenu za obveze. Tablica je poredana od najveće prema najmanjoj neto vrijednosti.

**Tablica 2.** Odabrani otvoreni investicijski fondovi prema iznosu neto vrijednosti imovine pod upravljanjem na dan 26.05.2023. godine

<b>Država</b>	<b>ETF</b>	<b>Neto vrijednost na dan 26.05.2023. (u milijunima €)</b>
Njemačka	iShares MSCI Germany ETF	1601,21
Francuska	iShares MSCI France ETF	934,75
Španjolska	iShares MSCI Spain ETF	546,57
Italija	iShares MSCI Italy ETF	294,34
Švedska	iShares MSCI Sweden ETF	275,89
Nizozemska	iShares MSCI Netherlands ETF	268,51
Danska	iShares MSCI Denmark ETF	240,65
Poljska	iShares MSCI Poland ETF	191,36
Irska	iShares MSCI Ireland ETF	85,58
Austrija	iShares ATX UCITS ETF	81,96
Belgija	Lyxor UCITS BEL 20 TR	43,96
Norveška	iShares MSCI Norway ETF	24,88
Grčka	ALPHA ETF FTSE Athex Large Cap Equity UCITS (AETF)	22,38
Finska	iShares MSCI Finland ETF	16,98
Hrvatska	InterCapital CROBEX10tr UCITS ETF	3,47
Bugarska	Expat Bulgaria SOFIX UCITS ETF	2,95
Rumunjska	Expat Romania BET UCITS ETF	2,00
Slovenija	Expat Slovenia SBI TOP UCITS ETF	1,25
Češka	Expat Czech PX UCITS ETF	0,20

Izvor: Samostalna izrada autora

Uvidom u predstavljenu tablicu je moguće uočiti kako od promatranih fondova najveću neto vrijednost imovine koja na dan 26. svibnja 2023. godine iznosi 1.601.207.748,11 € ima otvoreni investicijski fond koji prati njemačko dioničko tržište pod nazivom iShares MSCI Germany ETF. On je ujedno i jedini fond koji prelazi milijardu eura neto vrijednosti imovine od odabranog skupa. Na drugom mjestu je iShares MSCI France ETF koji prati francusko dioničko tržište s imovinom od 934.749.074,75 € na dan 26. svibnja 2023. godine dok je na trećem mjestu iShares MSCI Spain ETF koji prati španjolsko tržište i ima neto vrijednost imovine u iznosu od 546.572.511,93 €. Kada je riječ o otvorenom investicijskom fondu koji prati hrvatsko dioničko tržište investirajući u sastavnice CROBEX10tr indeksa moguće je uočiti kako njegova neto vrijednost imovine iznosi 3.470.000,00 €. Njegov službeni naziv je InterCapital CROBEX10tr UCITS ETF te se u promatranoj tablici nalazi na 15. mjestu prema neto vrijednosti imovine pod upravljanjem. Od promatranih otvorenih investicijskih fondova najmanji iznos neto vrijednosti ima češki fond pod nazivom Expat Czech PX UCITS ETF gdje ona iznosi 200.000,00 €.

Pregled postotne promjene tržišne cijene udjela promatranih otvorenih investicijskih fondova za razdoblje od osnutka svakog pojedinog fonda do 26.05.2023. godine odnosno do trenutka pisanja rada je prikazan tablicom u nastavku. Također je dodatno prikazana i promjena tržišne cijene udjela za razdoblje od 17.11.2020. do 28.04.2023. godine unutar kojeg su prikupljeni podaci o dnevnim promjenama cijena i provedeni izračuni VaR-a i CVaR-a u sljedećem poglavlju. Datum 17.11.2020. godine je odabran kao početni iz razloga što su InterCapital CROBEX10tr UCITS ETF i InterCapital SBITOP TR UCITS ETF počeli kotirati tek navedenog datuma na burzi.

**Tablica 3.** Promjene tržišne cijene udjela odabranih otvorenih investicijskih fondova od osnutka i za promatrano razdoblje

<b>Država</b>	<b>ETF</b>	<b>Promjena cijene na tržištu od osnutka do 26.05.2023. (%)</b>	<b>Promjena cijene na tržištu od 17.11.2020. do 28.04.2023. (%)</b>
Austrija	iShares ATX UCITS ETF	90,98%	31,93%
Belgija	Lyxor UCITS BEL 20 TR	122,46%	4,36%
Bugarska	Expat Bulgaria SOFIX UCITS ETF	-3,70%	26,02%
Češka	Expat Czech PX UCITS ETF	25,57%	47,45%
Danska	iShares MSCI Denmark ETF	236,90%	25,90%



Finska	iShares MSCI Finland ETF	38,66%	-0,01%
Francuska	iShares MSCI France ETF	155,19%	32,00%
Grčka	ALPHA ETF FTSE Athex Large Cap Equity UCITS (AETF)	-72,73%	60,79%
Hrvatska	InterCapital CROBEX10tr UCITS ETF	29,14%	25,20%
Irska	iShares MSCI Ireland ETF	137,03%	23,14%
Italija	iShares MSCI Italy ETF	1,99%	22,85%
Nizozemska	iShares MSCI Netherlands ETF	111,09%	13,47%
Njemačka	iShares MSCI Germany ETF	92,13%	4,68%
Norveška	iShares MSCI Norway ETF	-23,64%	11,18%
Poljska	iShares MSCI Poland ETF	-54,97%	6,66%
Rumunjska	Expat Romania BET UCITS ETF	55,36%	45,89%
Slovenija	InterCapital SBITOP TR UCITS ETF	58,55%	60,71%
Španjolska	iShares MSCI Spain ETF	64,36%	17,48%
Švedska	iShares MSCI Sweden ETF	101,94%	4,91%

Izvor: Samostalna izrada autora

Uvidom u predstavljenu tablicu je moguće ustanoviti kako najveći prinos u smislu porasta vrijednosti tržišne cijene udjela u fondu od osnutka do dana 26. svibnja 2023. godine je ostvario danski iShares MSCI Denmark ETF gdje on iznosi 236,90%. Cijena udjela je na dan osnivanja 22. siječnja 2012 godine iznosila 31,98 € dok je 26. svibnja bila na razini od 107,74 €. Najveći gubitak od osnutka je imao grčki ALPHA FTSE Athex Large Cap Equity UCITS ETF koji je pri osnutku 28. prosinca 2008. godine kotirao s cijenom udjela od 112,7 €, a na dan 26. svibnja 2023. godine cijena udjela je iznosila 30,5 € što predstavlja promjenu od -72,73%.

Kada je riječ o razdoblju za koje su preuzeti podaci na osnovu kojih je utvrđen VaR i CVaR najveći prinos je ostvario grčki ALPHA FTSE Athex Large Cap Equity UCITS ETF koji iznosi 60,79%. Cijena udjela je porasla s 16,45 € od 17. studenog 2020. godine na 26,45 € 28. travnja 2023. godine. Pri tome je jedini gubitak vrijednosti tržišne cijene udjela unutar promatranog razdoblja ostvario finski iShares MSCI Finland ETF koji iznosi tek -0,01%.

## 8. Izračun rizične vrijednosti odabranih otvorenih investicijskih fondova

Putem ovog poglavlja su predstavljani izračuni rizične vrijednosti odnosno VaR-a uz razinu pouzdanosti od 95% i 99% za odabrane dioničke otvorene investicijske fondove s javnom ponudom država članica Europske unije. Podaci su prikupljeni u obliku dnevnih tržišnih cijena promatranih fondova za razdoblje od 17.11.2020. do 28.04.2023. godine. Putem prikupljenih podataka o cijenama formirani su dnevni logaritamski prinosi na temelju kojih su provedeni izračuni VaR-a primjenom metode varijance-kovarijance, povijesne metode i Monte Carlo metode. Dodatno su i utvrđene vrijednosti CVaR-a na osnovu povijesne metode. Podaci o kretanjima cijena svih ETF-ova su prikupljeni s Yahoo Finance web stranice osim za hrvatski i slovenski gdje su korišteni podaci sa Zagrebačke burze.

Cilj analize je utvrditi razinu rizičnosti ulaganja u odabrane dioničke otvorene investicijske fondove s javnom ponudom u kontekstu dioničkog tržišta Europske unije. Promatrane vrijednosti su tvrdene primjenom Microsoft Excel računalnog programa. U nastavku su prikazani prosječni dnevni prinosi i standardna devijacija odabranih otvorenih investicijskih fondova odnosno ETF-ova. Podaci su u tablici predstavljeni od većeg prema manjem prosječnom dnevnom prinosu.

**Tablica 4.** Prosječni dnevni prinosi i standardna devijacija odabranih ETF-ova

<b>Država</b>	<b>ETF</b>	<b>Prosječni dnevni prinos</b>	<b>Dnevna standardna devijacija</b>
Slovenija	InterCapital SBITOP TR UCITS ETF	0,093%	0,990%
Grčka	ALPHA ETF FTSE Athex Large Cap Equity UCITS (AETF)	0,078%	1,493%
Češka	Expat Czech PX UCITS ETF	0,062%	1,324%
Rumunjska	Expat Romania BET UCITS ETF	0,061%	1,642%
Hrvatska	InterCapital CROBEX10tr UCITS ETF	0,060%	0,859%
Francuska	iShares MSCI France ETF	0,045%	1,367%
Austrija	iShares ATX UCITS ETF	0,044%	1,394%
Danska	iShares MSCI Denmark ETF	0,038%	1,354%
Bugarska	Expat Bulgaria SOFIX UCITS ETF	0,037%	1,408%
Irska	iShares MSCI Ireland ETF	0,034%	1,513%

Italija	iShares MSCI Italy ETF	0,034%	1,476%
Španjolska	iShares MSCI Spain ETF	0,026%	1,343%
Nizozemska	iShares MSCI Netherlands ETF	0,021%	1,604%
Norveška	iShares MSCI Norway ETF	0,017%	1,559%
Poljska	iShares MSCI Poland ETF	0,010%	1,976%
Švedska	iShares MSCI Sweden ETF	0,008%	1,685%
Njemačka	iShares MSCI Germany ETF	0,007%	1,436%
Belgija	Lyxor UCITS BEL 20 TR	0,007%	0,992%
Finska	iShares MSCI Finland ETF	-0,000016%	1,373%

Izvor: Samostalna izrada autora

Predstavljena tablica s izračunom je potrebna za utvrđivanje dnevnog VaR-a primjenom metode varijance-kovarijance i Monte Carlo metode. Uvidom u prikazane podatke moguće je ustanoviti kako najveću dnevnu volatilnost ima iShares MSCI Poland ETF koja iznosi 1,976% dok najmanju dnevnu volatilnost bilježi InterCapital CROBEX10tr UCITS ETF od 0,859%. Pri tome najveći prosječni dnevni prinos ostvaruje InterCapital SBITOP TR UCITS ETF od 0,093% dok je najmanja prosječna dnevna promjena cijene udjela vezana uz iShares MSCI Finland ETF gdje ona iznosi -0,000016%.

Postupak utvrđivanja VaR-a primjenom metode varijance-kovarijance je objašnjen u petom poglavlju. Dnevni VaR utvrđen primjenom navedene metode uz razinu pouzdanosti od 95% i 99% je predstavljen tablicom u nastavku. Podaci u tablici su poredani prema razini pouzdanosti od 95% od najmanjeg prema najvećem potencijalnom dnevnom gubitku.

**Tablica 5.** Dnevni VaR utvrđen primjenom metode varijance-kovarijance

<b>Metoda varijance-kovarijance</b>			
<b>Država</b>	<b>ETF</b>	<b>95%</b>	<b>99%</b>
Hrvatska	InterCapital CROBEX10tr UCITS ETF	-1,36%	-1,94%
Slovenija	InterCapital SBITOP TR UCITS ETF	-1,54%	-2,21%
Belgija	Lyxor UCITS BEL 20 TR	-1,63%	-2,30%
Češka	Expat Czech PX UCITS ETF	-2,12%	-3,02%
Španjolska	iShares MSCI Spain ETF	-2,19%	-3,10%
Danska	iShares MSCI Denmark ETF	-2,20%	-3,12%
Francuska	iShares MSCI France ETF	-2,21%	-3,14%
Austrija	iShares ATX UCITS ETF	-2,26%	-3,20%

Finska	iShares MSCI Finland ETF	-2,26%	-3,20%
Bugarska	Expat Bulgaria SOFIX UCITS ETF	-2,29%	-3,24%
Njemačka	iShares MSCI Germany ETF	-2,36%	-3,34%
Grčka	ALPHA ETF FTSE Athex Large Cap Equity UCITS (AETF)	-2,38%	-3,40%
Italija	iShares MSCI Italy ETF	-2,40%	-3,41%
Irska	iShares MSCI Ireland ETF	-2,46%	-3,49%
Norveška	iShares MSCI Norway ETF	-2,56%	-3,62%
Nizozemska	iShares MSCI Netherlands ETF	-2,63%	-3,72%
Rumunjska	Expat Romania BET UCITS ETF	-2,65%	-3,77%
Švedska	iShares MSCI Sweden ETF	-2,77%	-3,92%
Poljska	iShares MSCI Poland ETF	-3,25%	-4,59%

Izvor: Samostalna izrada autora

U kontekstu utvrđivanja VaR-a metodom varijance-kovarijance moguće je ustanoviti kako je najveći dnevni mogući gubitak uz razine pouzdanosti od 95% i 99% vezan uz poljski iShares MSCI Poland ETF. Na razini od 95% iznosi -3,25% dok na razini od 99% iznosi -4,59%. Navedeno znači da postoji vjerojatnost od 95% da se u jednom danu na iShares MSCI Poland ETF-u neće izgubiti više od 3,25% uloga, odnosno postoji vjerojatnost od 5% da će gubitak biti veći od 3,25% uložениh sredstava u jednom danu. Razina pouzdanosti od 99% ukazuje kako postoji vjerojatnost od 99% da dnevni gubitak na iShares MSCI Poland ETF-u neće biti veći od 4,59% vrijednosti uloga, odnosno da postoji vjerojatnost od 1% kako će gubitak tijekom jednog dana biti veći od 4,59% uložениh sredstava. Drugi najveći mogući gubitak uz obje razine pouzdanosti se odnosi na švedski iShares MSCI Sweden ETF dok je treći najveći gubitak vezan uz rumunjski Expat Romania BET UCITS ETF.

U okviru odabranih ETF-ova koji prate dionička tržišta država članica Europske unije najmanji mogući dnevni gubitak za razine pouzdanosti od 95% i 99% nudi InterCapital CROBEX10tr UCITS ETF od -1,36% i -1,94% respektivno. Interpretacija za razinu pouzdanosti od 95% glasi kako postoji vjerojatnost od 95% da se u jednom danu na InterCapital CROBEX10tr UCITS ETF-u neće izgubiti više od 1,36% investiranih sredstava te kako postoji vjerojatnost od 5% da će dnevni gubitak biti veći od 1,36% investiranih sredstava. Naravno, moguće je uočiti kako korištenjem veće razine pouzdanost za utvrđivanje VaR-a raste i iznos potencijalnog gubitka. Na drugom mjestu prema najmanjem mogućem gubitku uložениh sredstava uz obje razine

pouzdanosti je slovenski InterCapital SBITOP TR UCITS ETF a na trećem mjestu je belgijski Lyxor UCITS BEL 20 TR ETF.

Rezultati utvrđivanja dnevnog VaR-a primjenom povijesne metode za isto promatrano razdoblje i iste razine pouzdanosti su prikazani u nastavku. Podaci su poredani prema razini pouzdanosti od 95% od najmanjeg prema najvećem potencijalnom dnevnom gubitku.

**Tablica 6.** Dnevni VaR utvrđen primjenom povijesne metode

<b>Povijesna metoda</b>			
<b>Država</b>	<b>ETF</b>	<b>95%</b>	<b>99%</b>
Hrvatska	InterCapital CROBEX10tr UCITS ETF	-1,20%	-2,46%
Slovenija	InterCapital SBITOP TR UCITS ETF	-1,49%	-2,69%
Belgija	Lyxor UCITS BEL 20 TR	-1,62%	-2,50%
Bugarska	Expat Bulgaria SOFIX UCITS ETF	-1,92%	-3,73%
Rumunjska	Expat Romania BET UCITS ETF	-1,99%	-4,21%
Češka	Expat Czech PX UCITS ETF	-2,01%	-3,15%
Španjolska	iShares MSCI Spain ETF	-2,17%	-3,76%
Danska	iShares MSCI Denmark ETF	-2,22%	-3,25%
Francuska	iShares MSCI France ETF	-2,28%	-3,66%
Austrija	iShares ATX UCITS ETF	-2,28%	-4,37%
Njemačka	iShares MSCI Germany ETF	-2,32%	-3,94%
Finska	iShares MSCI Finland ETF	-2,35%	-3,68%
Italija	iShares MSCI Italy ETF	-2,44%	-4,12%
Irska	iShares MSCI Ireland ETF	-2,49%	-3,96%
Nizozemska	iShares MSCI Netherlands ETF	-2,52%	-4,10%
Grčka	ALPHA ETF FTSE Athex Large Cap Equity UCITS (AETF)	-2,62%	-4,19%
Norveška	iShares MSCI Norway ETF	-2,68%	-4,00%
Švedska	iShares MSCI Sweden ETF	-2,71%	-3,94%
Poljska	iShares MSCI Poland ETF	-3,18%	-5,35%

Izvor: Samostalna izrada autora

Primjena povijesne metode se zasniva na rangiranju stvarnih povijesnih podataka od najvišeg prema najnižem prinosu. Traženi iznos VaR-a se utvrđuje na granici od 5% za razinu pouzdanosti od 95% i na granici od 1% za razinu pouzdanosti od 99%. Povijesnom metodom je utvrđena ista situacija kao i kod izračuna primjenom metode varijance-kovarijance. Poljski

iShares MSCI Poland ETF bilježi najveći mogući gubitak koji uz razinu pouzdanosti od 95% iznosi -3,18% dok uz razinu od 99% iznosi -5,35%. Pri tome je mogući gubitak uz razinu pouzdanosti od 95% manji nego kod izračuna ustanovljenih metodom varijance-kovarijance dok je uz razinu pouzdanosti od 99% veći. Promatrajući tablicu je također moguće uočiti kako se drugi najveći potencijalni gubitak uložene vrijednosti uz razinu pouzdanosti od 95% veže uz švedski iShares MSCI Sweden ETF koji iznosi -2,71% dok uz razinu pouzdanosti od 99% drugi najveći gubitak nosi austrijski iShares ATX UCITS ETF koji iznosi -3,94%. Primjenom metode varijance-kovarijance treći najveći gubitak uz razinu pouzdanosti od 95% je utvrđen rumunjskom Expat Romania BET UCITS ETF-u, no primjenom povijesne metode taj gubitak se veže uz norveški iShares MSCI Norway ETF gdje iznosi -1,99%. Kada je riječ o razini pouzdanosti od 99% tada je ETF koji prati rumunjsko dioničko tržište ponovno na trećem mjestu prema najvećem mogućem gubitku od odabranog skupa.

Najmanji mogući gubitak uložениh sredstava se opet odnosi na InterCapital CROBEX10tr UCITS ETF koji prati hrvatsko dioničko tržište. Uz razinu pouzdanosti od 95% gubitak iznosi -1,20% te je pri tome manji nego prilikom izračuna primjenom metode varijance-kovarijance dok uz razinu od 99% iznosi -2,46% te je veći nego prilikom primjene prethodne metode. Također, drugi najmanji gubitak uz razinu pouzdanosti od 95% ponovno nosi slovenski InterCapital SBITOP TR UCITS ETF dok je na trećem mjestu opet belgijski Lyxor UCITS BEL 20 TR ETF. Uz primjenu razine pouzdanosti od 99% belgijski ETF zauzima drugo mjesto dok slovenski ETF zauzima treće mjesto u okviru najmanjeg mogućeg gubitka.

Vrijednosti VaR-a dobivene primjenom Monte Carlo metode kroz simulaciju 1000 mogućih dnevnih ishoda promjene tržišne cijene udjela u promatranim otvorenim investicijskim fondovima su prikazane tablicom u nastavku gdje su podaci poredani od najmanjeg prema najvećem potencijalnom dnevnom gubitku uz razinu pouzdanosti od 95%.

**Tablica 7.** Dnevni VaR utvrđen primjenom Monte Carlo metode

<b>Monte Carlo metoda</b>			
<b>Država</b>	<b>ETF</b>	<b>95%</b>	<b>99%</b>
Hrvatska	InterCapital CROBEX10tr UCITS ETF	-1,39%	-2,07%
Slovenija	InterCapital SBITOP TR UCITS ETF	-1,56%	-2,33%
Belgija	Lyxor UCITS BEL 20 TR	-1,76%	-2,41%

Češka	Expat Czech PX UCITS ETF	-2,06%	-2,81%
Finska	iShares MSCI Finland ETF	-2,19%	-3,36%
Španjolska	iShares MSCI Spain ETF	-2,22%	-3,31%
Bugarska	Expat Bulgaria SOFIX UCITS ETF	-2,25%	-3,30%
Francuska	iShares MSCI France ETF	-2,26%	-3,21%
Irska	iShares MSCI Ireland ETF	-2,26%	-3,41%
Austrija	iShares ATX UCITS ETF	-2,29%	-3,23%
Danska	iShares MSCI Denmark ETF	-2,31%	-3,39%
Italija	iShares MSCI Italy ETF	-2,32%	-3,41%
Njemačka	iShares MSCI Germany ETF	-2,32%	-2,97%
Norveška	iShares MSCI Norway ETF	-2,44%	-3,55%
Grčka	ALPHA ETF FTSE Athex Large Cap Equity UCITS (AETF)	-2,62%	-3,88%
Nizozemska	iShares MSCI Netherlands ETF	-2,68%	-3,87%
Rumunjska	Expat Romania BET UCITS ETF	-2,83%	-3,83%
Švedska	iShares MSCI Sweden ETF	-2,89%	-3,95%
Poljska	iShares MSCI Poland ETF	-3,65%	-5,15%

Izvor: Samostalna izrada autora

Korištenjem Monte Carlo metode za formiranje 1000 simulacija promjene cijene udjela u fondu za jedan dan nam daje jednak ishod u kontekstu najviše i najmanje rizičnog otvorenog investicijskog fonda kao i kod prethodne dvije metode. Ponovno je najrizičniji iShares MSCI Poland ETF dok je najmanje rizičan InterCapital CROBEX10tr UCITS ETF uz obje razine pouzdanosti.

iShares MSCI Poland ETF prema Monte Carlo metodi uz razinu pouzdanosti 95% ukazuje kako dnevni potencijalni gubitak neće biti veći od 3,65% uložениh sredstava odnosno da postoji vjerojatnost od 5% da gubitak u jednom danu bude veći od 3,65% vrijednosti uloga. Primjena razine pouzdanosti od 99% implicira mogući dnevni gubitak koji neće biti veći od 5,15% to jest vjerojatnost od 1% da će dnevni gubitak biti veći od 5,15% uložениh sredstava.

Monte Carlo metodom je utvrđeno kako kada je riječ o InterCapital Crobex10tr UCITS ETF-u postoji vjerojatnost od 95% da dnevni gubitak neće premašiti 1,39% uložениh sredstava odnosno da postoji vjerojatnost od 5% da dnevni gubitak bude veći od 1,39% uložениh sredstava. Također, postoji vjerojatnost od 99% kako dnevni gubitak neće biti iznad 2,07%

uloga dok postoji vjerojatnost od 1% da dnevni gubitak bude veći od 2,07% vrijednosti uložениh sredstava.

Rezultati dnevne uvjetne rizične vrijednosti ili CVaR-a utvrđene na osnovu povijesne metode su prikazani tablicom u nastavku. Uvjetna rizična vrijednost prikazuje potencijalni gubitak ukoliko postojeći gubici prijeđu razinu utvrđenu VaR-om. Potencijalni dnevni gubici su poredani od manjeg prema većem uzimajući u obzir razinu pouzdanosti od 95%.

**Tablica 8.** Dnevna uvjetna rizična vrijednost (CVaR) na osnovu povijesne metode

<b>CVaR - povijesna metoda</b>			
<b>Država</b>	<b>ETF</b>	<b>95%</b>	<b>99%</b>
Hrvatska	InterCapital CROBEX10tr UCITS ETF	-2,10%	-3,66%
Belgija	Lyxor UCITS BEL 20 TR	-2,15%	-3,01%
Slovenija	InterCapital SBITOP TR UCITS ETF	-2,45%	-4,01%
Danska	iShares MSCI Denmark ETF	-2,86%	-3,82%
Češka	Expat Czech PX UCITS ETF	-3,03%	-5,09%
Francuska	iShares MSCI France ETF	-3,04%	-4,02%
Španjolska	iShares MSCI Spain ETF	-3,04%	-3,99%
Finska	iShares MSCI Finland ETF	-3,09%	-4,07%
Bugarska	Expat Bulgaria SOFIX UCITS ETF	-3,28%	-5,99%
Njemačka	iShares MSCI Germany ETF	-3,31%	-4,30%
Irska	iShares MSCI Ireland ETF	-3,33%	-4,50%
Nizozemska	iShares MSCI Netherlands ETF	-3,45%	-4,60%
Italija	iShares MSCI Italy ETF	-3,53%	-4,89%
Švedska	iShares MSCI Sweden ETF	-3,55%	-4,43%
Norveška	iShares MSCI Norway ETF	-3,57%	-4,95%
Austrija	iShares ATX UCITS ETF	-3,58%	-5,49%
Rumunjska	Expat Romania BET UCITS ETF	-3,66%	-7,00%
Grčka	ALPHA ETF FTSE Athex Large Cap Equity UCITS (AETF)	-3,75%	-5,08%
Poljska	iShares MSCI Poland ETF	-4,37%	-6,19%

Izvor: Samostalna izrada autora

Sukladno rezultatima prethodno provedenih izračuna VaR-a na osnovu metode varijance-kovarijance, povijesne metode i Monte Carlo metode najveći prosječni dnevni gubitak iznad



razine utvrđene VaR-om je vezan uz iShares MSCI Poland ETF dok se najmanji odnosi na InterCapital CROBEX10tr UCITS ETF. Dnevni CVaR za ETF koji prati poljsko dioničko tržište iznosi -4,37% uz razinu pouzdanosti od 95% dok uz razinu pouzdanosti od 99% bilježi iznos od -6,19%. Kada je riječ o ETF-u koji prati hrvatsko dioničko tržište dnevni CVaR je uzimajući u obzir pouzdanost od 95% na razini od -2,10% dok je uz pouzdanost od 99% na razini od -3,66%.

U nastavku su sumarno prikazane vrijednosti dnevnog VaR-a utvrđen primjenom svih odabranih metoda za najviše i najmanje rizičan otvoreni investicijski fond u okviru odabranog skupa na osnovu podataka o dnevnim kretanjima tržišnih cijena udjela u fondovima za razdoblje od 17.11.2020. do 28.04.2023. godine. Također je prikazana i vrijednost dnevnog CVaR-a.

**Tablica 9.** Usporedni prikaz VaR-a i CVaR-a za najmanje i najviše rizičan ETF

	<b>InterCapital CROBEX10tr UCITS ETF</b>		<b>iShares MSCI Poland ETF</b>	
	<b>95%</b>	<b>99%</b>	<b>95%</b>	<b>99%</b>
<b>Metoda varijance- kovarijance</b>	-1,36%	-1,94%	-3,25%	-4,59%
<b>Povijesna metoda</b>	-1,20%	-2,46%	-3,18%	-5,35%
<b>Monte Carlo metoda</b>	-1,39%	-2,07%	-3,65%	-5,15%
<b>Uvjetna rizična vrijednost (CVaR)</b>	-2,10%	-3,66%	-4,37%	-6,19%

Izvor: Samostalna izrada autora

Analizom devetnaest otvorenih investicijskih fondova koji prate kretanja dioničkih indeksa pojedinih država članica Europske unije je izračunom VaR-a metodom varijance-kovarijance, povijesnom metodom te Monte Carlo metodom i CVaR-a utvrđeno kako je prema navedenoj mjeri na dnevnoj bazi i uz razine pouzdanosti od 95% i 99% za podatke koji se odnose na razdoblje od 17.11.2020. do 28.04.2023. godine najmanje rizičan InterCapital CROBEX10tr ETF dok je najviše rizičan iShares MSCI Poland ETF. Sukladno navedenom poljski ETF također ima najveću volatilitet dnevnih prinosa dok hrvatski ETF ima najmanju unutar promatranog razdoblja.

Uzimajući u obzir razinu pouzdanosti od 95% najveći potencijalni dnevni gubitak za InterCapital CROBEX10tr UCITS ETF je utvrđen primjenom Monte Carlo metode za 1000 simulacija gdje on iznosi -1,39% dok je najmanji prema povijesnoj metodi kada iznosi -1,20%.

Pri tome je CVaR na razini od -2,10%. Kada je riječ iShares MSCI Poland ETF-u najveći potencijalni dnevni gubitak je uz razinu pouzdanosti od 95% utvrđen također Monte Carlo metodom te iznosi -3,65% a najmanji od 3,18% opet također primjenom povijesne metode. Uz navedenu razinu pouzdanosti CVaR za poljski fond iznosi -4,37%.

Prema razini pouzdanosti od 99% dnevni mogući gubitak je za InterCapital CROBEX10tr UCITS ETF najveći primjenom povijesne metode kada iznosi -2,64% dok je najmanji na osnovu metode varijance-kovarijance kada iznosi -1,94%. iShares MSCI Poland ETF uz razinu pouzdanosti od 99% najveći dnevni mogući gubitak bilježi isto primjenom povijesne metode kada iznosi -5,35% dok je isto uz metodu varijance-kovarijance mogući gubitak najmanji i iznosi -4,59%. Pri tome uz navedenu razinu pouzdanosti od 99% CVaR hrvatskog fonda iznosi -3,66% dok kod poljskog fonda iznosi -6,19%.

## 9. Zaključak

Putem diplomskog rada je predstavljena analiza tržišnog rizika otvorenih investicijskih fondova koji prate dioničke indekse pojedinih država članica Europske unije primjenom mjere rizika pod nazivom rizična vrijednost odnosno VaR. Izračun je proveden u skladu s metodom varijance-kovarijance, povijesnom metodom i Monte Carlo metodom. Dodatno je utvrđena i uvjetna rizična vrijednost ili CVaR. Analiza je provedena na bazi dnevnih prinosa devetnaest otvorenih investicijskih fondova uzimajući u obzir podatke za razdoblje od 17.11.2020. do 28.04.2023. godine.

VaR je moguće definirati kao maksimalni potencijalni iznos gubitka u određenom vremenskom razdoblju uz definiranu razinu pouzdanosti. Kroz rad su korištene razine pouzdanosti od 95% i 99% uzimajući u obzir činjenicu kako se one najčešće primjenjuju u financijskom sektoru. Navedena mjera postaje široko rasprostranjena krajem 1990-ih godina iz razloga što pruža efikasan i relativno jednostavan način sumiranja izloženosti tržišnim rizicima za veliki broj financijskih instrumenata istovremeno. S obzirom da VaR prikazuje samo mogući gubitak do određene razine pouzdanosti preporučljivo je i formirati izračun CVaR-a koji pruža informaciju o prosjeku gubitaka iznad razine utvrđene VaR-om.

Otvoreni investicijski fondovi su od 1990-ih godina do danas značajno popularizirani među širom investicijskom publikom čemu u prilog ide i činjenica kako se samo u 2022. godini na globalnoj razini ukupni volumen trgovanja udjelima u ETF-ovima povećao na iznos od 53 bilijuna američkih dolara u odnosu na 2021. godinu kada je iznosio 41 bilijun američkih dolara. U kontekstu Europe najveći ponuditelj otvorenih investicijskih fondova, u smislu imovine pod upravljanjem i tržišnog udjela, je iShares odnosno BlackRock čija imovina pod upravljanjem iznosi 572,9 milijardi eura na dan 31. prosinca 2022. godine uz tržišni udio od 46,11%.

Analizom je utvrđeno kako između devetnaest odabranih otvorenih investicijskih fondova najmanji mogući dnevni gubitak, uzimajući u obzir sve metode izračuna i razine pouzdanosti od 95% i 99%, za promatrano razdoblje je vezan uz InterCapital CROBEX10tr UCITS ETF koji prati hrvatski CROBEX10tr indeks. Navedeni indeks se sastoji od 10 dionica koje kotiraju na Zagrebačkoj burzi. iShares MSCI Poland ETF je analizom utvrđen kao najviše rizičan iz razloga što ima najveću dnevnu volatilitnost kao i najveći mogući dnevni iznos gubitka uz obje razine pouzdanosti i kod svih metoda prikaza VaR-a. Izračunom CVaR-a se dodatno potvrđuju zaključci formirani na osnovu metoda utvrđivanja VaR-a.

Moguće je ustanoviti kako su rezultati konzistentni u kontekstu rangiranja najmanje i najviše rizičnog otvorenog investicijskog fonda za obje razine pouzdanosti i sve korištene metode izračuna. Pri tome naravno postoje blage oscilacije u okviru utvrđenih postotaka mogućih dnevnih gubitaka u ovisnosti o primijenjenoj metodi.

Bitno je napomenuti kako VaR ili rizična vrijednost predstavlja samo jedan od načina mjerenja tržišnog rizika. Donošenje investicijske odluke će rezultirati najoptimalnijim učinkom ukoliko se navedena mjera promatra zajedno s drugim mjerama tržišnog rizika kako bi se odabrala investicija čije su karakteristike u skladu s preferencijama ulagača. Dodatne češće korištene mjere tržišnog rizika obuhvaćaju među ostalima alfu, betu, Sharpeov omjer, informacijski omjer te Treynorov i Sortinov omjer.

Financijske institucije moraju razviti modele procjene rizika kojima provode mjerenje i kontrolu operativnih i kreditnih rizika uz tržišne rizike kako bi se adekvatno definirali kapitalni zahtjevi koji služe za pokriće nastanka eventualnih gubitaka. Pri tome postoje standardizirani modeli za čije izračunavanje smjernice pružaju regulatori u pojedinim državama ali i također Bazelski odbor za regulaciju bankarskog sektora kroz svoju metodologiju upravljanja rizicima kao i modeli koje financijske institucije i banke samostalno formiraju radi boljeg obuhvaćanja specifičnih rizika kojima je svaka pojedina institucija izložena. Krajem prošlog i pogotovo tijekom sadašnjeg stoljeća je zbog rasta računalne snage i tehnoloških mogućnosti došlo do značajnog napretka na području kvantifikacije različitih oblika rizika a ne samo financijskih rizika. Važnost ispravnog upravljanja rizicima u okviru financijskih institucija leži u činjenici kako zanemarivanje određenih negativnih ishoda neovisno o njihovoj vjerojatnosti nastanka u današnjem visoko globaliziranom svijetu može dovesti do značajnih poremećaja u financijskom sustavu pa čak i do financijske krize na globalnoj razini što u konačnici negativno utječe na ekonomsku stabilnost, kvalitetu života stanovnika i smanjuje povjerenje u financijske i regulatorne institucije. Stoga je moguće ustanoviti kako efikasan, sveobuhvatan i pomno osmišljen sustav upravljanja rizicima predstavlja osnovu informiranog i racionalnog pristupa svakodnevnim poslovnim izazovima.

## Literatura

1. Apostolik, R. i Donohue, C. (2015). *Foundations of Financial Risk*. Hoboken, New Jersey. John Wiley & Sons, Inc.
2. Bank for International Settlements. *Market Risk Terminology*. (Online) Dostupno na: [https://www.bis.org/basel\\_framework/chapter/MAR/10.htm](https://www.bis.org/basel_framework/chapter/MAR/10.htm) (Datum pristupa 25. svibnja 2023. godine)
3. BlackRock iShares Database (Online) Dostupno na: <https://www.ishares.com/us/products/etf-investments#/?productView=etf&pageNumber=1&sortColumn=totalNetAssets&sortDirection=desc&dataView=keyFacts>
4. Financial Stability Board (2022). *List of Global Systemically Important Banks (G-SIBs)*. (Online) Dostupno na: <https://www.fsb.org/wp-content/uploads/P211122.pdf> . (Datum pristupa: 20. svibnja 2023. godine).
5. Holton, A., G. (2002). *History of Value-at-Risk: 1922-1998*. Boston: Contingency Analysis.
6. Horvat, J. i Mijoč, J. (2018). *Osnove statistike, treće izdanje*. Zagreb. Naklada Ljevak.
7. Hrvatska narodna banka (2016). *Odluka o upravljanju rizicima. ("Narodne novine", br. 1/2015. i 94/2016. – neslužbeni pročišćeni tekst)*. (Online) Dostupno na: [https://www.hnb.hr/documents/20182/525873/h-odluka-o-upravljanju-rizicima\\_npt.pdf/381be9bf-4fff-4eba-b1d3-157b776ca203](https://www.hnb.hr/documents/20182/525873/h-odluka-o-upravljanju-rizicima_npt.pdf/381be9bf-4fff-4eba-b1d3-157b776ca203) (Datum pristupa 14. svibnja 2023. godine)
8. Megla, I., Kurnoga, N. & Dolinar, D. (2017) Primjena Value-at-Risk metode u analizi sastavnica indeksa CROBEX10. *Zbornik Ekonomskog fakulteta u Zagrebu*, 15 (2), 15-27 doi:10.22598/zefzg.2017.2.15.
9. Morningstar. *How the World's Largest ETF Changed Financial Markets*. (Online) Dostupno na: <https://www.morningstar.com/etfs/how-worlds-largest-etf-changed-financial-markets> (Datum pristupa: 29.05.2023. godine)
10. MSCI. (1996). *RiskMetrics-Technical Document* (Online) Dostupno na: <https://www.msci.com/documents/10199/5915b101-4206-4ba0-ae2-3449d5c7e95a>

11. Mundar, D. & Zemljak, A. (2016) Izračun rizične vrijednosti - VaR. *Poučak*, 17 (68), 71-79.
12. Murphy, D. (2008). *Understanding Risk: The Theory and Practice of Financial Risk Management*. Chapman & Hall/CRC.
13. NASDAQ. *Global ETF Market Facts: Three Things to Know From Q4 2022*. (Online) Dostupno na: <https://www.nasdaq.com/articles/global-etf-market-facts%3A-three-things-to-know-from-q4-2022> (Datum pristupa: 29. svibnja 2023. godine)
14. Novak, B. i Sajter D. (2007). *VaR dioničkih i mješovitih investicijskih fondova u Republici Hrvatskoj*. Financiranje razvoja i restrukturiranje gospodarstva. Marković, B., Matić, B. i Novak, B. (ur.). Osijek, 2007. Osijek: Ekonomski fakultet u Osijeku.
15. Refinitiv. *Review of the European ETF Market, December 2022*. (Online) Dostupno na: <https://lipperalpha.refinitiv.com/reports/2023/01/review-of-the-european-etf-market-december-2022/> (Datum pristupa: 29.05.2023. godine)
16. Saita, F. (2007). *Value at Risk and Bank Capital Management*. Academic Press: Elsevier.
17. Sajter D. (2017). *Osnove upravljanja rizicima u financijskim institucijama*. Ekonomski fakultet u Osijeku.
18. Siegel, F., A. (2012). *Practical Business Statistics, Sixth Edition*. Elsevier Inc.
19. Šverko, I. (2002). Rizična vrijednost (Value at Risk) kao metoda upravljanja rizicima u financijskim institucijama. *Ekonomski pregled : mjesečnik Hrvatskog društva ekonomista Zagreb*, 53, 640-657.
20. Yahoo Finance Database (Online) Dostupno na: <https://finance.yahoo.com/etfs>
21. Yalinack, H., Hakan, L. i Tong, M. (2005). *Examination of VaR after long term capital management*. New York University.
22. Zagrebačka burza. Podaci o trgovanju. (Online) Dostupno na: <https://zse.hr/hr/papir/310?isin=HRICAMFCR10213>.

## Popis tablica

<b>Tablica 1.</b> Prikaz odabranih UCITS fondova prema državama članicama Europske unije ....	22
<b>Tablica 2.</b> Odabrani otvoreni investicijski fondovi prema iznosu neto vrijednosti imovine pod upravljanjem na dan 26.05.2023. godine .....	23
<b>Tablica 3.</b> Promjene tržišne cijene udjela odabranih otvorenih investicijskih fondova od osnutka i za promatrano razdoblje .....	24
<b>Tablica 4.</b> Prosječni dnevni prinosi i standardna devijacija odabranih ETF-ova.....	26
<b>Tablica 5.</b> Dnevni VaR utvrđen primjenom metode varijance-kovarijance .....	27
<b>Tablica 6.</b> Dnevni VaR utvrđen primjenom povijesne metode.....	29
<b>Tablica 7.</b> Dnevni VaR utvrđen primjenom Monte Carlo metode.....	30
<b>Tablica 8.</b> Dnevna uvjetna rizična vrijednost (CVaR) na osnovu povijesne metode .....	32
<b>Tablica 9.</b> Usporedni prikaz VaR-a i CVaR-a za najmanje i najviše rizičan ETF .....	33

## **Popis grafikona**

<b>Grafikon 1.</b> Standardizirana normalna distribucija (Gaussova distribucija) .....	13
<b>Grafikon 2.</b> Vrijednost imovine pod upravljanjem ponuditelja ETF-ova u Europi na dan 31.prosinca 2022. godine .....	19