

# Upravljanje rizikom portfelja dionica

---

**Alić, Amela**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2022**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Pula / Sveučilište Jurja Dobrile u Puli**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:137:338395>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-15**



*Repository / Repozitorij:*

[Digital Repository Juraj Dobrila University of Pula](#)



Sveučilište Jurja Dobrile u Puli  
Fakultet ekonomije i turizma  
«Dr. Mijo Mirković»

**AMELA ALIĆ**

**UPRAVLJANJE RIZIKOM PORTFELJA DIONICA**

Diplomski rad

Pula, 2022.

Sveučilište Jurja Dobrile u Puli  
Fakultet ekonomije i turizma  
«Dr. Mijo Mirković»

**AMELA ALIĆ**

**UPRAVLJANJE RIZIKOM PORTFELJA DIONICA**

Diplomski rad

**JMBAG: 0303064668, redovita studentica**

**Studijskismjer: Financijski management**

**Predmet: Upravljanje rizicima**

**Znanstveno područje: Društvene znanosti**

**Znanstveno polje: Ekonomija**

**Znanstvena grana: Financije**

**Mentor: prof. dr. sc. Manuel Benazić**

Pula, veljača 2022.



## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, dolje potpisani Amela Alić, kandidat za magistra ekonomije/poslovne ekonomije ovime izjavljujem da je ovaj Diplomski rad rezultat isključivo mogega vlastitog rada, da se temelji na mojim istraživanjima te da se oslanja na objavljenu literaturu kao što to pokazuju korištene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da niti jedan dio Diplomskog rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz kojega necitiranog rada, te da ikoji dio rada krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za koji drugi rad pri bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili radnoj ustanovi.

Student

Amela Alić

U Puli, 03. ožujka, 2022 godine



## IZJAVA

o korištenju autorskog djela

Ja, Amela Alić dajem odobrenje Sveučilištu Jurja Dobrile u Puli, kao nositelju prava iskorištavanja, da moj diplomski rad pod nazivom

Upravljanje rizikom portfelja dionica koristi na način da gore navedeno autorsko djelo, kao cjeloviti tekst trajno objavi u javnoj internetskoj bazi Sveučilišne knjižnice Sveučilišta Jurja Dobrile u Puli te kopira u javnu internetsku bazu završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice (stavljanje na raspolaganje javnosti), sve u skladu s Zakonom o autorskom pravu i drugim srodnim pravima i dobrom akademskom praksom, a radi promicanja otvorenoga, slobodnoga pristupa znanstvenim informacijama.

Za korištenje autorskog djela na gore navedeni način ne potražujem naknadu.

U Puli, 03. ožujka 2022

Potpis  
Amela Alić

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>2. UPRAVLJANJE RIZICIMA</b> .....	<b>3</b>
2.1. Pojmovno određenje rizika .....	3
2.2. Klasifikacija rizika .....	6
2.3. Identificiranje, mjerenje i upravljanje rizicima .....	9
<b>3. FINANCIJSKI I TRŽIŠNI RIZICI</b> .....	<b>15</b>
3.1. Pojmovno određenje financijskih rizika .....	15
3.2. Mjerenje financijskih rizika standardnim statističkim mjerama .....	16
3.2.1. Prosječna stopa .....	16
3.2.2. Varijanca i standardna devijacija.....	17
3.2.3. Kovarijanca i korelacija .....	17
3.3. Pojmovno određenje tržišnih rizika .....	18
3.4. Mjerenje tržišnih rizika Value at Risk (VaR) metodom.....	19
3.4.1 Parametarski model.....	21
3.4.2. Povijesna simulacija .....	26
3.4.3. Monte Carlo simulacija .....	27
3.4.4. Metoda testiranja stresnih situacija.....	30
<b>4. MODERNA TEORIJA PORTFELJA</b> .....	<b>32</b>
4.1. Markowitzev model optimizacije portfelja .....	32
4.2. Pretpostavke .....	36
4.3. Prednosti i nedostaci .....	37
<b>5. ANALIZA UPRAVLJANJA RIZIKOM PORTFELJA ODABRANIH DIONICA</b> ..	<b>39</b>
5.1. Kretanje cijena dionica .....	40
5.2. Izračun dnevnih prinosa pojedinih dionica .....	42
5.3. Izračun frekvencije raspodjele prinosa dionica.....	44
5.4. Izračun standardnih mjera rizika pojedinih dionica.....	49
5.5. Odnos prosječnih prinosa i standardnih devijacija prinosa dionica .....	50
5.6. Izračun godišnjeg prinosa uključujući dividendu .....	51
5.7. Izračun povrata portfelja dionica .....	53
5.8. Izračun VaR portfelja.....	57
<b>6. ZAKLJUČAK</b> .....	<b>61</b>
<b>LITERATURA</b> .....	<b>63</b>
<b>SAŽETAK</b> .....	<b>67</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>68</b>

# 1. UVOD

Tema ovog diplomskog rada je upravljanje rizikom portfelja dionica. Rizik je svuda oko nas i ne moramo jako daleko gledati kako bismo pronašli čimbenike rizika. Kao primjer može se navesti svakodnevna briga o našem zdravlju i faktorima rizika koji na njega mogu loše utjecati – od vode koju pijemo, hrane koju jedemo i zraka kojeg udišemo. Rizici na koji se najčešće fokusiramo jesu oni kojima je izloženo naše financijsko blagostanje pa tako nas može brinuti hoćemo li zadržati posao, hoće li vrijednost dionica koje posjedujemo pasti, ako imamo stambeni kredit hoće li rast tržišnih kamata značajno povećati anuitete tog kredita i slično. U našem jeziku često se koristi izreka „Tko ne riskira, ne profitira“. U ovoj rečenici sadržan je smisao rasprave o riziku, jer ako ne postoji odvažnost da se donesu odluke koje sa sobom mogu donijeti rizik teško će doći do ikakvog razvoja. Izolaciju od rizika teško je postići iz razloga što je nemoguće izbjeći sve rizike s kojima se svakodnevno svatko od nas susreće. Naravno, averzija prema riziku je različita kod svake osobe i koliko je netko sklon riziku ovisi o raznim čimbenicima.

Svrha ovog rada je pokazati važnost dobrog razumijevanja potencijalnih rizika prije odabira investicije, točnije pri ulaganju u portfelj dionica kroz teorijski i praktični dio. Cilj ovog rada je prikazati analizu portfelja tri odabrane dionice kako bi se utvrdila opravdanost takvog ulaganja u odnosu na rizik.

U drugom poglavlju definiran je pojam rizika, njegovo moderno shvaćanje, kako se rizik klasificira i njegove vrste. Najšira podjela rizika jest na financijske i poslovne. Također važno je znati kako te rizike identificirati kako bi mogli što bolje i efikasnije njima upravljati. Identifikacijom rizika dolazimo do kategorizacije rizika koja je napravljena prema izvještaju The Group of Thirty ili The Global Derivatives Study Group koji među glavne rizike s kojima se poduzeća mogu susresti ubraja tržišne rizike, likvidni, kreditni, operativni te ostale rizike koji mogu uključivati politički, zakonski, intelektualni rizik i rizik gubitka kupaca.<sup>1</sup> Različiti rizici znače i različite načine njihovog upravljanja i zato

---

<sup>1</sup>D. Miloš Sprčić, *Upravljanje rizicima: temeljni koncepti, strategije i instrumenti*, Zagreb, Sinergija d.o.o., 2013, str. 27.

je važno da menadžeri rizika posjeduju to znanje kako bi za određeni rizik mogli naći najbolje rješenje. Također, važno je i znati razlikovati pojmove neizvjesnosti i rizika, o čemu će također bit riječ u ovom radu.

Nakon definiranja pojma rizika, slijedi поблише objašnjenje financijskih i tržišnih rizika u trećem poglavlju ovog rada. Navedene su i objašnjene standardne statističke mjere kojima se mjeri financijski rizik, a to su prosječna stopa, varijanca i standardna devijacija te kovarijanca i korelacija. Pojmovno je određen tržišni rizik, a nakon toga pokazano je kako se tržišni rizik može mjeriti Value at Risk (VaR) metodom te koji su najčešći načini računanja ove metode, a to su: parametarski model, povijesna simulacija, Monte Carlo simulacija te metoda testiranja stresnih situacija. Još kao jedan bitan način mjerenja rizika navodi se model odabira optimalnog portfelja koji je razvio Harry Markowitz, koji još nosi naziv Moderna teorija portfelja te je поблише opisan u četvrtom poglavlju. Nabrojane su pretpostavke koje Markowitzev model zahtijeva. Doprinos Markowitzevog modela je velik jer pomoću njega dolazimo do važnog pojma koji se danas naziva diversifikacija rizika. Peto poglavlje predstavlja praktični dio ovog diplomskog rada gdje je napravljena analiza upravljanja rizikom portfelja odabranih dionica kako bi utvrdili isplati li se u njih ulagati i koji rizik one nose.

U radu su korištene deskriptivna metode, statistička metoda, induktivna metoda te metoda analize.



## 2. UPRAVLJANJE RIZICIMA

U ovom poglavlju analizirat će se definicija rizika kako bi se što bolje upoznali s temom te klasifikacije rizika koje su važne za menadžere, ali i načinom upravljanja i mjerenja rizika.

### 2.1. Pojmovno određenje rizika

Definirati rizik nije jednostavno, a stručnjaci se ne mogu složiti oko univerzalnog objašnjenja rizika. No, da bi rizik postojao, mora postojati i vjerojatnost da će nastati neki događaj koji će kao posljedicu imati negativne učinke, pa se rizik tako i definira. Vjerojatnost da nastane određeni događaj koji ima negativne učinke na poslovanje poduzeća naziva se poslovni rizik.<sup>2</sup> U prethodnim definicijama naglašene su negativne strane rizike. Ako rizik sagledamo s druge perspektive, onda se može reći da jednostavno ne možemo predvidjeti sve što će se dogoditi u budućnosti. S ovim pristupom, rizik je moguće definirati kao element iznenađenja i postojanja očekivanih rezultata.<sup>3</sup> Karakteristike rizika se razlikuju po elementu slučajnosti. Ako postoji nesigurnost hoće li izvođenje određene radnje proizazvati štetu, izvršenje te radnje je pretpostavka rizika. Rizici mogu varirati u stupnju opasnosti između apsolutne sigurnosti da će se nastati šteta kao jedna granica i gotovo apsolutne sigurnosti kao druga granica. Kad bi netko skočio s provalije na velikoj visini, ne može se reći da riskira jer bi neželjene posljedice bile sigurne.<sup>4</sup>

Neželjeni utjecaj rizika moguće je smanjiti upravljanjem. To upravljanje prethodno je obavljao menadžment rizika, a uključivao je samo čiste rizike. Modernim shvaćanjem procesa menadžmenta rizika počinju se obuhvaćati svi rizici kojima bi poduzeće moglo biti izloženo, odnosno upravljanje rizicima uvodi novosti u smislu da se osim čistih, razmatraju kontrolni i špekulativni rizici. Mjerenje i nadzor mogućih rizika te analiza potencijalnih gubitaka postali su funkcionalniji. Posljedica toga bila je da se posao menadžera rizika proširio se s aktuarske djelatnosti i na financijsku. Menadžeri koji su

---

<sup>2</sup>D. Miloš Sprčić, *Upravljanje rizicima: temeljni koncepti, strategije i instrumenti*, Zagreb, Sinergija d.o.o., 2013, str. 17.

<sup>3</sup>J. Van Horne, *Financijsko upravljanje i politika (financijski menadžment)*, Zagreb, MATE d.o.o., 1993, str. 173.

<sup>4</sup>J. Haynes, *Risk as an Economic Factor*, The Quarterly Journal of Economics, Oxford University Press, vol. 9, br. 4, 1895, str. 409.

zaduženi za rizik dodatno se obrazuju po potrebi i prilagođavaju novim uvjetima jer se rizici počinju prepoznavati u svim sektorima organizacije. Iako su se u prošlosti često događali zastoji unutar poduzeća, za razliku od danas popravci su se obavljali u kraćem roku bez inženjera, odvjetnika, računovođa i ostalih. Neuspjeh u jednom području rijetko je direktno utjecao na druga područja, a u današnje vrijeme vidimo da su primjerice poslovne jedinice nekog poduzeća usko povezane i greške jedne jedinice mogu utjecati na sve druge te dovesti do posljedica koje je teško popraviti. Opasnosti koje mogu rezultirati gubitcima u prošlosti su se lakše mogle riješiti dok u današnje vrijeme sustavi, potrebe i alati mnogo su kompleksniji, a propusti lako mogu dovesti do domino-efekta. Zbog toga se sve više stavlja naglasak na pravilno upravljanje rizikom kako bi smanjili njegov loš utjecaj koji može doći sa raznih strana. Rizik se sastoji od mogućnosti nastanka događaja, vjerojatnosti događaja te posljedice događaja. Kod rizika postoje dva moguća ishoda. Kada je poznato hoće li se gubitak ostvariti ili pak neće ostvariti, onda rizik ne postoji, a vjerojatnost da se događaj ostvari iznosi jedan, dok vjerojatnost događaja koji su neostvarivi iznosi nula.<sup>5</sup>

No, moderno shvaćanje rizika također pretpostavlja da pojedinci žele riskirati, a to govori da što je rizik veći to bi i prinos od ulaganja trebao biti veći. Kada se odredi cijena rizika, može se odabrati ulaganje koje nosi najviše dobiti uz rizik koji je prihvatljiv ulagatelju. Kada ulažemo u skup različite imovine, to se naziva portfelj. Kada se govori o portfelju u smislu mjerenja rizika, onda ga možemo definirati kao pojedinačna ulaganja s vjerojatnostima postizanja odgovarajućeg rezultata. Za utvrđivanje se koriste različite metode analize očekivanih prinosa te rizika i neizvjesnosti, kao i diversifikacija portfelja.<sup>6</sup>

Kada se govori o pojmovnom određenju rizika, uvodi se i vrijeme u kojem se odvijaju rizični događaji. U kraćim vremenskim razdobljima rizik je manji, dok je rizik veći kada se radi o dužim vremenskim razdobljima. Definicija rizika treba obuhvatiti i posljedice i vjerojatnost događaja. Promatrajući tu štetnu aktivnost, odnosno rizik, možemo uvidjeti da je rizik zapravo kombinacija prijetnje i prilike. Ako svoj pristup temeljimo samo na minimiziranju podložnosti riziku, potencijal za neku dobit odnosno, priliku će se

---

<sup>5</sup>I. Andrijanić, M. Gregurek, i Z. Merkaš, *Upravljanje poslovnim rizicima*, Zagreb, Libertas Međunarodno sveučilište – Plejada d.o.o., 2016, str. 11-19.

<sup>6</sup>M. Vukičević i S. Odošević, *Upravljanje rizicima*, Zaprešić, Visoka škola za poslovanje i upravljanje „Baltazar Adam Krčelić“, 2012, str. 23.

smanjiti. Stoga, kada je riječ o upravljanju rizicima poduzeća treba ga gledati kao sredstvo koje omogućava poduzećima da iskoriste priliku kako bi povećala svoju vrijednost. Negativne promjene cijena mogu izazvati manji gubitak vrijednosti nego što to može propuštanje određenih tržišnih oportuniteta. Većina programa fokusira se na kontrolu i mjerenje rizika, a sve s razlogom kako bi bili zadovoljeni određeni zakoni i propisi. Temeljni zadatak poslovanja postiže se upravljanjem rizika tako da se prepoznaju i loše i dobre strane rizika. Najuspješnija poduzeća su ona koja rizik uspješno iskoriste u svoju korist.<sup>7</sup>

Kako bi mogli predvidjeti tu korist, očekivanja poduzeća o budućim dobitima od ulaganja moraju biti temeljena na povijesnim podacima prošlih performansi te dijelom predviđanja budućih događaja. Kao rezultat, menadžment rijetko ima precizna očekivanja budućih zarada. Najbolje što se od tvrtke može očekivati je da napravi neku procjenu raspona mogućih budućih troškova i koristi te šanse za ostvarivanje visoke ili niske dobiti na ulaganju. Razlikuju se dva stanja očekivanja: izvjesnost i rizik (neizvjesnost). Izvjesnost se odnosi na slučajeve u kojima su očekivanja jednoznačna; to jest da tvrtka perspektivnu dobit promatra u smislu konkretnog ishoda, a ne u smislu niza alternativnih mogućih prinosa. Također se ovaj pojam upotrebljava za opisivanje onih situacija u kojima su očekivanja ulagača u pogledu buduće dobiti ograničena u vrlo uskom rasponu i ne uzima se u obzir moguća inflacija ili bankrot.<sup>8</sup>

Rizik se pak definira kao rezultat budućeg događaja iz kojeg se mogu očekivati rezultati čija je vjerojatnost poznata. Neizvjesnost je rezultat nekog budućeg događaja kod kojeg je takva pretpostavka jednostavno nepoznata, odnosno ne može se odrediti. Rizik možemo mjeriti, a kod neizvjesnosti to nije moguće i po tome se razlikuju. Vjerojatnost se simbolički prikazuje s malim slovom  $p$  koje potječe od engleske riječi *probability* što znači vjerojatnost. Svaki budući događaj može biti:<sup>9</sup>

---

<sup>7</sup>D. Miloš Sprčić, op.cit., str. 18-19.

<sup>8</sup>H. Levy, i M Sarnat, *Capital investment and financial decisions*, USA, Prentice/Hall International, 1982, str.197– 198.

<sup>9</sup>M. Vukičević i S. Odošević, op. cit., str. 29.

- siguran ( $p=1$ )
- rizičan ( $0 < p < 1$ )
- nemoguć ( $p=0$ ) i
- neizvjestan ( $p$  je nepoznat).

Potrebno je utvrditi  $p$ , odnosno izmjeriti i kvantificirati rizičan događaj.

## 2.2. Klasifikacija rizika

Nude se različite klasifikacije, odnosno razvrstavanje rizika u različite skupine jer je nemoguće to učiniti na jedinstven način. Postoje specifični rizici koji su samo u određenim institucijama (npr. rizik polica osiguranja specifičan je za osiguravajuća društva), a također postoje zajednički rizici koji se pojavljuju u različitim organizacijama. Ne postoji pogrešna ili ispravna podjela rizika. Različite vrste analiza su potrebne za različite karakteristike rizika. Neki od načina klasificiranja rizika jesu: hazardni i čisti rizici, s obzirom na nastup (direktni i indirektni), opći i specifični, poslovni i neposlovni, tipični i atipični te unutarnji i vanjski.<sup>10</sup>

No, glavne vrste rizika s kojima se poduzeća najčešće suočavaju jesu: tržišni rizici, likvidni, kreditni, operativni te ostali rizici koji mogu uključivati politički, zakonski, intelektualni rizik i rizik gubitka kupaca). Ono što može proizvesti tržišne rizike jest promjena financijskih cijena poput tržišta kamatnih stopa, deviznih tečajeva i slično. Opširnije o tržišnom riziku nalazi se u poglavlju 3.3.<sup>11</sup> U nastavku slijedi поближе objašnjenje ostalih najčešćih vrsta rizika.

- Rizik likvidnosti je nesigurnost koju uvodi sekundarno tržište za ulaganje. Kada ulagač stekne imovinu, očekuje da će ulaganje dospjeti ili da će se prodati nekom drugom. U oba slučaja ulagač očekuje da će moći pretvoriti vrijednosni papir u gotovinu i koristiti prihod za tekuću potrošnju ili druga ulaganja. Što je teže pretvoriti u novac, to je veći rizik likvidnosti. Prilikom procjene rizika likvidnosti investitor mora razmotriti dva pitanja ulaganja: Koliko će vremena trebati za pretvaranje ulaganja u novac? Koliko je sigurna cijena? Sa sličnom neizvjesnošću se suočava i ulagač koji želi steći imovinu: koliko dugo će biti

<sup>10</sup>I. Andrijanić, M. Gregureki Z. Merkaš, op. cit, str. 43.

<sup>11</sup>D. Miloš Sprčić, op. cit, str. 27.

potrebno za stjecanje imovine? Koliko je neizvjesna cijena koju treba platiti?<sup>12</sup>

- Kreditni rizik potječe iz moguće nesposobnosti određenog poslovnog partnera da izvrši dogovorenu transakciju ili podmiri svoje obveze. Pogrešno je misliti da poduzeća koja se nalaze u realnom sektoru ne mogu biti izložena ovom riziku te da njime trebaju upravljati samo financijske institucije. Zbog ovakve percepcije, brojna poduzeća ostvaruju gubitke jer nisu adekvatno upravljala ovim rizikom. Poznate su dvije vrste ovog rizika, a to su: rizik koji se događa pri izvršenju transakcije te rizik koji se događa prije izvršenja. Osnovne metode upravljanja jesu: analiza partnera i njegovog poslovanja i to pomoću modela koji predviđaju financijske poteškoće, diversifikacija poslovnih partnera te instrumenti osiguranja plaćanja.<sup>13</sup>
- Operativni rizik se može promatrati kao mjera veze između poslovne aktivnosti poduzeća i varijacije u njegovom poslovnom rezultatu. Iz ovoga se može zaključiti da je operativni rizik ugrađen u svakodnevno poslovanje poduzeća. Detaljnija definicija govori nam da ovaj rizik nastaje zbog pogrešaka poput neispunjavanja regulatornih zahtjeva, nepravodobne naplate, pogrešnog vođenja transakcija i slično. Dakle, primarni fokus je na internim procesima, a ne na eksternim silama. Interni procesi uključuju zaposlenike, ali i tehnički sustav čiji se kvar također smatra operativnim rizikom. Sažeta definicija operativnog rizika bila bi da je to rizik koji nastaje zbog neprikladnih internih procesa, ljudi i sustava ili od vanjskih događaja. Neki od vanjskih događaja koji mogu utjecati na poslovni proces poduzeća jesu prirodne katastrofe, pravni rizik i slično.<sup>14</sup>
- Ostali rizici uključuju politički, intelektualni, zakonski rizik te rizik gubitka kupca. Politički rizik je selektivna kategorija rizika; odnosi se na tvrtke koje posluju u inozemstvu. Ova vrsta rizika je zapravo funkcija stabilnosti vlada i rukovodstva. Iako možda država ima sredstva za otplatiti dug, promjena rukovodstva možda dovede da se te obveze plate na vrijeme.<sup>15</sup> Zakonski rizik nastaje zbog

---

<sup>12</sup>F. Reilly, i F. Brown, *Investment Analysis and Portfolio Management*, USA, Cengage Learning, 2011, str. 18.

<sup>13</sup>D. Miloš Sprčić, op. cit., str. 29.

<sup>14</sup>Y. Li, *A Non-linear Analysis of Operational Risk and Operational Risk Management in Banking Industry*, The University of Wollongong, School of Accounting, Economics and Finance, doktorski rad, 2017, str. 6.

<sup>15</sup>A. Strong, *Portfolio construction, management and protection*, USA, South-Western Pub, 2002, str. 217-218.

nemogućnosti izvršenja poslovnog ugovora zato što nije izrađen u skladu sa važećim zakonima. U ovaj rizik mogu se uključiti i promjene propisa i zakona koji uzrokuju nepovoljne poslovne promjene. Intelektualni rizik podrazumijeva gubitak određenog visokokvalificiranog zaposlenika koji može proizvesti gubitke sve do trenutka dok novi zaposlenik ne postane educiran. Rizik gubitka kupca nastaje jer proizvodi koje proizvodi poduzeće gube vrijednost za kupce ili su ih konkurenti privukli nižom cijenom i kvalitetnijim proizvodima. Njime treba svakodnevno upravljati jer je jedan od temeljnih rizika koji može proizaći iz bilo koje djelatnosti.<sup>16</sup>

Za menadžere je izrazito važno znati raspoznati s kojim se rizikom poduzeće bori kako bi se što efikasnije mogli obraniti od tog rizika. Kao što je prije spomenuto, jedan od načina klasifikacije rizika jest s obzirom na nastup, odnosno na način na koji nastupaju kada nanose štetu, a dijele se na direktne i indirektno. Direktni rizici su oni kod kojih šteta nastaje odmah i direktno su vezani za neki određeni događaj i njegov nastup. Uglavnom je moguće odmah uočiti nastalu štetu jer postoji čvrsta direktna veza između tih dvaju elemenata. S druge strane, indirektni rizici su kompleksni i postoje razni način pomoću kojih se određeni rizik može pretvoriti u štetu unutar organizacije. Indirektno rizike puno je teže identificirati jer djeluju posredno. Rizici s negativnim ishodom nazivaju se hazardni rizici, a primjer ovakvog rizika jest požar ili krađa s kojim se suočava velik broj organizacija. Kontrolni rizici često su povezani s neočekivanim događajima i ponekad ih je nemoguće predvidjeti. Špekulativni rizici pružaju mogućnost ostvarenja prinosa. Postoje dva aspekta povezana s ovim rizicima, a to je da se može se ostvariti dobit, a s druge strane ostvariti gubitak.<sup>17</sup>

Kod upravljanja rizika moguća je moguća je podjela na opće i specifične rizike. Specifični rizici u odnosu na organizacije koje ih najčešće identificiraju jesu rizici osiguravajućih društava, rizici poslovnih organizacija, rizici investicijskih fondova, bankarski rizici. Rizici se mogu također mogu klasificirati s obzirom na to uz što su vezani na poslovne i neposlovne rizike. Poslovni rizik je rizik da rezultat obavljanja poslovnih aktivnosti ne bude onaj koji se očekivao. Neposlovni rizik se ne veže uz rezultat poslovanja i s njima se susrećemo u našim životnim situacijama gdje nismo

---

<sup>16</sup>D. Miloš Sprčić, op. cit., str. 30.

<sup>17</sup>I. Andrijanić, M. Gregurek, i Z. Merkaš, op. cit., str. 51-54.

uključeni u poslovne procese. Rizik poslovanja u svim poslovnim sektorima može se podijeliti na unutarnji i vanjski. Unutarnji se mogu podijeliti na: operativne, strategijske, financijske i rizike upravljanja. Vanjski se dalje dijele na tržišne, društvene, političke i rizike elementarnih nepogoda. Unutarnji poslovni rizici nastaju kod samog procesa rada i poslovanja, odnosno izvorište im je unutar poduzeća. S druge strane, vanjskim rizicima izvorište je izvan poduzeća, odnosno u njegovom okruženju, a mogu imati značajan utjecaj na razvitak poduzeća. Ishodišta iz kojih potječu vanjski rizici mogu biti neki makroekonomski elementi poput: ekonomsko okruženje ili fiskalna politika. Također, to mogu biti promjene u potrošačkim navikama, promjene vezane uz raspoloživi dohodak, nastup na tržištu i slično.<sup>18</sup>

### **2.3. Identificiranje, mjerenje i upravljanje rizicima**

Detaljnijom analizom i identifikacijom rizika specifičnih za poslovanje nekog poduzeća, uvidjet će se da broj rizika kojim moramo upravljati može biti velik. Mnogi rizici međusobno su povezani i zato je vrlo bitno proučavati oblike i uzroke pojava rizika kako bi se obranili od neželjenih događaja. Imati proces za identifikaciju značajnih poslovnih rizika jedan je od ključnih temelja za vođenje efikasnog sustava upravljanja u poduzećima. Identifikacija i upravljanje rizicima širi svoj fokus na svaku operativnu i stratešku razinu u organizaciji jer je pravovremeno uočavanje poslovnih rizika s obzirom na njihovu vjerojatnost i utjecaj na poslovne rezultate ključno za ostvarivanje ciljeva kontrole, a samim time i poslovnih ciljeva. Alati i tehnike koji se koriste pri identificiranju i upravljanju rizika odabrani su od strane organizacije, a ovise o vrsti poslovanja.<sup>19</sup> Osim identificiranja rizika, vrlo je važno taj rizik i izmjeriti. Mjerenje rizika je metodologija, način izračuna rizika ili postupak. Varijansom, odnosno standardnom devijacijom računa se odstupanje od očekivanih prinosa. Što je razlika između očekivanog i ostvarenog prinosa veća i što je veća vjerojatnost tog odstupanja, to je rizik veći. Očekivana stopa prinosa investicije iskazuje se postotkom, a određuje se internom stopom rentabilnosti (IRR). Rizik je zapravo odstupanje od tog postotka. Očekivana vrijednost predstavlja rezultat koji će se najvjerojatnije ostvariti, dok standardna devijacija predstavlja disperziju rezultata oko očekivane vrijednosti. Ta

---

<sup>18</sup>ibidem, str. 46-47.

<sup>19</sup> F. Zoghi, *Risk Management Practices and SMEs: An empirical study on Turkish SMEs*, International Journal of Trade, Economics and Finance, vol. 8, br. 2, 2017, str. 123.

disperzija može se mjeriti standardnom devijacijom i varijancom. Apsolutno izraženi očekivani prinos je zbroj produkta povrata ili prinosa i vjerojatnosti ostvarivanja tog rezultata koji se može izraziti formulom:<sup>20</sup>

$$E(r_A) = \sum_{i=1}^N (r_i \times p_i)$$

pri čemu je:

$E(r_A)$  = očekivani prinos od ulaganja A,

r = povrat ili prinos,

A = ulaganje,

$p_i$  = vjerojatnost ostvarivanja i-tog rezultata od ulaganja.

Način na koji će se dobit ukupan rizik vrijednosti i prinosa financijske imovine jest zbrajanje dvaju osnovna rizika: sistematski (neizbježni) i nesistematski (diversificirani ili koji se može izbjeći). Dakle, ukupni rizik se sastoji od dviju komponenata:<sup>21</sup>

	sistematski rizik	+	nesistematski rizik
Ukupni rizik =	(nediversificirani ili neizbježni)		(diversificirani ili koji se može izbjeći)

Sistematski rizik nastaje zbog rizičnih faktora koji utječu na cjelokupno tržište, drugim riječima to su promjene u nacionalnom gospodarstvu, porezna reforma usvojena u parlamentu ili promjene u svjetskoj energetskej situaciji. Ovi rizici utječu na sve vrijednosnice i zbog toga se ne mogu potpuno diverzificirati, što znači da će ovom riziku biti izložen čak i onaj investitor koji ima dobro diverzificiran portfelj.<sup>22</sup>

S druge strane, nesistematski rizik jedinstven je za određeno poduzeće ili industriju i ne ovisi o političkim, ekonomskim i drugim čimbenicima koji utječu na sve vrijednosnice u smislu sustava. Na primjer, nagli štrajk može utjecati samo na jedno poduzeće; novi

---

<sup>20</sup>M. Vukičević i S. Odošić, op. cit., str. 44.

<sup>21</sup>J. Van Horne i J. Wachowicz, *Osnove financijskog menadžmenta*, Zagreb, Mate d.o.o, 2014, str. 105.

<sup>22</sup>loc. cit.



konkurent može početi proizvoditi gotovo identičan proizvod; tehničko otkriće može učiniti postojeći proizvod zastarjelim. Investitori mogu očekivati naknadu za snošenje nesistematskog rizika, ali tržište neće osigurati neku dodatnu naknadu za snošenje rizika koji su mogli izbjeći.<sup>23</sup>

No, također treba napraviti razliku između mjerenja i mjera rizika. Mjere rizika su: aritmetička sredina, varijanca, standardna devijacija, koeficijent varijacije, normalna distribucija, standardizirano obilježje te koeficijent korelacije. Aritmetička sredina izračunava se zbrajanjem svih brojeva u danom skupu podataka, a zatim se dijeli s ukupnim brojem stavki unutar tog skupa. Računa se pomoću formule:<sup>24</sup>

$$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

Standardna devijacija je prosječno odstupanje od aritmetičke sredine. Standardna devijacija je najbolja u praksi i zbog toga je najčešće upotrebljavana mjera disperzije. Iz nje se jasno vidi da je povezana sa aritmetičkom sredinom. U slučaju prisustva ekstremnih rezultata i otvorenih razreda kod grupiranih podataka njena reprezentativnost je smanjena. Označava se sa  $\sigma$  i izračunava se:<sup>25</sup>

- za negrupirane podatke

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{X})^2}{n}}$$

---

<sup>23</sup>loc. cit.

<sup>24</sup>M. Vukičević i S. Odošić, op. cit., str. 30.

<sup>25</sup>ibidem, str. 33.

- za grupirane podatke

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum f_i (X_i - \bar{X})^2}{\sum f_i}}$$

Koeficijent varijacije je mjera raspršenja ili disperzije zadanih točaka podataka oko aritmetičke sredine. Također je poznat kao relativna standardna devijacija. Ponekad se izražava u postocima. Formula koeficijenta varijacije korisna je osobito u onim slučajevima kada trebamo usporediti rezultate iz dva različita istraživanja koja imaju različite vrijednosti. Označava se a  $V$  i izračunava se iz relacije:<sup>26</sup>

$$V = \frac{\sigma}{\bar{X}} \times 100$$

Standardizirano obilježje je mjera površine ispod normalne krivulje, odnosno sredstvo za procjenu vjerojatnosti ostvarivanja minimalno prihvatljivog iznosa. Izračunava se iz relacije:<sup>27</sup>

$$Z = \frac{k_i - E_{(k)}}{\sigma}$$

pri čemu je:

$Z$  = standardizirano obilježje,

$k_i$  = ciljani prinos,

$E_{(k)}$  = očekivani prinos,

$\sigma$  = standardna devijacija.

---

<sup>26</sup>ibidem, str. 34.

<sup>27</sup>ibidem, str. 37.

Postoje razni načini kako možemo rizicima upravljati. Cilj upravljanja rizika jest umanjiti negativan utjecaj svih rizika kojima poduzeće može biti izloženo na poslovni rezultat. Upravljanje rizicima možemo gledati kao umjetnost jer je potrebno umijeće zaposlenika u različitim područjima poput financija, menadžmenta, ekonomije, matematike, statistike, prava i računarstva. Mnoga poduzeća tretiraju upravljanje rizicima kao jedan od najbitnijih poslovnih ciljeva i dio je njihove moderne poslovne strategije. Efikasno upravljanje rizicima predstavlja prednost gotovo u svakoj djelatnosti. Kada se raspravlja o upravljanju rizicima, gotovo se uvijek naglašava sam rizik i njegovo mjerenje, a ne njegovo upravljanje. Odjel menadžera rizika, a i sami menadžeri rizika često su doživljeni kao „nužno zlo“, a aktivnosti upravljanja smatraju se nerazumljivima i zbog toga su rijetki oni koji uistinu razumiju ciljeve upravljanja rizicima u poduzeću. Uzimajući u obzir sve navedeno, može se zaključiti da znanstvenici i stručnjaci koji se bave ovim područjem imaju još puno prostora za poboljšanje pristupa, strategija i instrumenata upravljanja rizicima. Ipak, velik je broj kvalitetnih istraživanja koja su dovela do razvoja ovog područja tijekom zadnjih desetljeća. Nakon 1984. broj istraživanja i objavljenih radova na temu upravljanja rizicima se povećava. No, unatoč tome i dalje ne postoji jasno definiran okvir za pomoć menadžerima prilikom kreiranja strategija upravljanja rizicima.<sup>28</sup>

Četiri glavna koraka upravljanja rizikom jesu:<sup>29</sup>

- „identificiranje potencijalno rizičnih događaja,
- predviđanje vjerojatnosti mogućih ishoda i njihovih posljedica,
- poduzimanje akcija s ciljem osiguranja najpovoljnije kombinacije rizika i očekivanog profita,
- obnavljanje (prema potrebi) sposobnosti gospodarstva, investiranjem u buduće strategije upravljanja rizikom nakon prolaska nepovoljnih uvjeta.“

Neke koristi koje tvrtke imaju od učinkovitog okvira upravljanja rizicima jesu: omogućuje menadžerima da donose informirane odluke o kompromisu između rizika i nagrade, te da donose poslovne odluke u smislu averzije tvrtke prema riziku i onoga što je za tu tvrtku najbolje. To će povećati šanse za postizanje svih ciljeva poduzeća i poboljšane vrijednosti za dioničare. Procesi upravljanja rizicima će biti sve bitniji

---

<sup>28</sup>D. Miloš Sprčić, op. cit., str. 20-22.

<sup>29</sup> M. Njavro i T. Čop, *Upravljanje rizikom u poljoprivredi*, Zagreb, MATE d.o.o., 2021, str. 4.

tvrtkama kako bi smanjile svoje kapitalne troškove pokazujući ulagačima da je menadžment u potpunosti svjestan svih prilika i rizika s kojima se tvrtka susreće u poslovanju te da odgovara na njih brzo i učinkovito. Učinkovito upravljanje rizikom može poboljšati ugled tvrtke kod njenih kupaca, dobavljača i partnera.<sup>30</sup>

---

<sup>30</sup> S. Henderson, *Managing business risk*, Nat Biotechnol, Nature Publishing Group, 2001, [https://www.nature.com/articles/nbt0601supp\\_be23#article-info](https://www.nature.com/articles/nbt0601supp_be23#article-info) (pristupljeno 10.01.2022).

### 3. FINANCIJSKI I TRŽIŠNI RIZICI

U ovom poglavlju analizirat će se financijski i tržišni rizici te načini njihova mjerenja, odnosno mjerenje financijskih rizika standardnim statističkim mjerama te mjerenje tržišnih rizika VaR metodom.

#### 3.1. Pojmovno određenje financijskih rizika

Pojam financijski rizik može se koristiti kao pojam za više vrsta rizika povezanih s financiranjem, pa tako i financijske transakcije koje uključuju kredite poduzeća. Financijski rizik proizlazi iz mogućih gubitaka na financijskim tržištima zbog kretanja financijskih varijabli te se obično povezuje s rizikom da se obveze ne mogu podmiriti kratkotrajnom imovinom.<sup>31</sup> Uzroci i pojavni oblici financijskih rizika su najistraženiji upravo iz razloga što se financijski rizici manifestiraju kao neposredan gubitak novca. Prostiru se na sva područja financijskog poslovanja poduzeća, financijskih institucija i tržišta te pojedina te najčešće se sreću kod kupnje i prodaje financijske imovine, upravljanja rizicima investicijskih projekata, komponiranja investicijskog projekta financijske imovine i posebice u djelatnosti osiguranja. Neki od rizika koje obuhvaćaju financijski rizici jesu tržišni rizici, kreditni rizici, kamatni rizici, rizici likvidnosti, valutni rizici i rizici novčanog toka. Porast financijskih rizika može se prepoznati na temelju financijskih izvještaja. U bilanci poduzeća uočit će se visoka koncentracija nematerijalne imovine, promijenjena struktura povećanih kratkoročnih obveza, dugoročne obveze se povećavaju, velike promjene u strukturi bilance, povećanje dugovanja odgovornih osoba i slično. U računu dobiti i gubitka uočit će se opadanje prodaje, porast gubitaka od nenaplaćenih potraživanja, povećanje ukupne imovine u odnosu na prodaju, porast troškova i slično. U dodatnim analizama moći će se pronaći povećanje starosti potraživanja, produljenje rokova naplate od kupaca i slično. Upravljanje financijama svodi se na pronalaženje mogućnosti ulaganja s najmanjim rizicima i najvećim mogućim zaradama.<sup>32</sup>

---

<sup>31</sup> S. M. Wanjohi, J. G. Wanjohi. i J. M. Ndambiri, *The Effect of Financial Risk Management on the Financial Performance of Commercial Banks in Kenya*, International Journal of Finance and Banking Research, vol. 3, br. 5, 2017, str. 70.

<sup>32</sup>M. Vukičević i S. Odošić, op. cit., str. 79.

Pošto je financijski rizik vezan za način financiranja tvrtke; on se javlja kod korištenja dugoročnog financiranja, odnosno financiranja zaduživanjem što dovodi do dodatnog rizika za dioničare tvrtke, drugim riječima rizik bankrotstva. Određen je strukturom kapitala (odnosnom duga prema dioničkoj glavnici) te dospeljošću obveza prema vjerovnicima. Financijski menadžer treba definirati rizik, izmjeriti ga te donijeti odluku na temelju pravila (metoda) kako bi što ispravnije pristupili financijskim odlukama, a u to se uključuje i mjera rizika.<sup>33</sup>

### 3.2. Mjerenje financijskih rizika standardnim statističkim mjerama

U ovom potpoglavlju biti će riječ o standardnim statističkim mjerama i njihovo korištenje za mjerenje financijskih rizika, a te statističke mjere su: prosječna stopa, varijanca i standardna devijacija te kovarijanca i korelacija.

#### 3.2.1. Prosječna stopa

Prosječni prinos je jednostavan matematički prosjek niza prinosa generiranih tijekom određenog vremenskog razdoblja. Prosječni prinos izračunava se isto kao što se izračunava jednostavan prosjek za bilo koji skup brojeva. Prinosi se zbrajaju u jedan zbroj, a zatim se zbroj dijeli s brojem razdoblja u skupu. Formula glasi:<sup>34</sup>

$$\bar{r} = \frac{r_1 + r_2 + \dots + r_n}{n}$$

pri čemu je:

$r_i$  = prinos u razdoblju,

n = broj razdoblja.

---

<sup>33</sup>LJ. Vidučić, *Financijski menadžment*, 8. izdanje, Zagreb, RRiF – plus. d.o.o., 2012, str. 65.

<sup>34</sup>Corporate finance institute, *Average Return*,

<https://corporatefinanceinstitute.com/resources/knowledge/trading-investing/average-return/>  
(pristupljeno 04.02.2022) .

### 3.2.2 Varijanca i standardna devijacija

Varijanca i standardna devijacija prinosa iz podataka očekivanja za individualne investicije računaju se iz relacija:<sup>35</sup>

$$\text{Varijanca} = \sigma^2 = [r_1 - E(r)]^2 \times p_1 + [r_2 - E(r)]^2 \times p_2 + \dots + [r_n - E(r)]^2 \times p_t$$

pri čemu je:

$p_i$  = vjerojatnost,

$r$  = povrat,

$E(r)$  = očekivani povrat.

$$\text{Standardna devijacija} = \sigma = \sqrt{\sigma^2}$$

$$\text{Varijanca iz povijesnih podataka} = \sigma^2 = \frac{(r_1 - \bar{r})^2 + (r_2 - \bar{r})^2 + \dots + (r_n - \bar{r})^2}{n}$$

pri čemu je:

$r$  = prinos,

$(r_i - \bar{r})$  = odstupanje.

$$\text{Standardna devijacija iz povijesnih podataka} = \sigma = \sqrt{\sigma^2}$$

### 3.2.3. Kovarijanca i korelacija

Kovarijanca je mjera stupnja kretanja koja pokazuje koliko se dvije varijable približavaju jedna drugoj tijekom vremena. Može biti pozitivna, negativna i nulta. Pozitivna kovarijanca nam govori da varijable imaju tendenciju približavanja jedna drugoj. Negativna kovarijanca znači da se varijable udaljuju jedna od druge, dok kovarijanca nula znači da se nema odnosa između dvije varijable. Pošto je kovarijanca apsolutna mjera kretanja prinosa dviju dionica i prikazana je u kvadratnim jedinicama teško se interpretira. Kovarijanca može biti standardizirana dijeljenjem s rezultatom standardnih devijacija dvaju prinosa koji se uspoređuju. Ta standardizirana mjera zove **korelacija**. Izražava se koeficijentom korelacije, označava grčkim slovom  $\rho_i$ . Kovarijanca i korelacija računaju se na sljedeći način:<sup>36</sup>

---

<sup>35</sup>M. Vukičević i S. Odošić, op. cit., str. 83.

<sup>36</sup>ibidem, str. 85 – 89.

Formula za kovarijancu glasi:

$$cov_{a,b} = \{p_1 \times [r_{1,a} - E(r_a)] \times [r_{1,b} - E(r_b)]\} + \{p_2 \times [r_{2,a} - E(r_a)] \times [r_{2,b} - E(r_b)]\} + \dots + \{p_t \times [r_{t,a} - E(r_a)] \times [r_{t,b} - E(r_b)]\}$$

pri čemu je:

$r_{i,a}$  = prinos dionice **a** u stanju **i**,

$r_{i,b}$  = prinos dionice **b** u stanju **i**,

$p_i$  = vjerojatnost stanja **i** njegova pojavljivanja,

$E(r_a)$  očekivanu prinos na dionicu **a**,

$E(r_b)$  = očekivani prinos na dionicu **b**.

Formula za korelaciju glasi:

$$\rho_{1,2} = \frac{COV_{1,2}}{\sigma_1 \times \sigma_2}$$

pri čemu je:

$cov$  = korelacija između tržišnih faktora,

$\sigma$  = standardna devijacija.

### 3.3. Pojmovno određenje tržišnih rizika

Tržišni rizici povezani su s promjenama cijena proizvoda, a to uključuje kamatne stope i devizne tečajevе. Globalizacijom se povećao utjecaj tržišnih rizika te ovisno o tome koliko je tržište otvoreno, događaji na tržištima u drugim državama mogu imati štetan ili pozitivan učinak na proizvođače.<sup>37</sup> Tržišni rizici razlikuju se od nesistematskih rizika jer su oni specifični za određenu industriju, dok tržišni rizici nisu te ih zbog toga ne možemo diverzificirati, no postoje drugi načini za zaštitu od takvih rizika.<sup>38</sup> Na sljedeće načine moguće je otkloniti uzroke pojave tržišnih rizika: eliminiranjem subjektivnih slabosti u poduzeću te na temelju praćenja posljedica objektivnih razloga nastanka tržišnog rizika primijeniti samoosiguranje. Na objektivne uzroke pojave tržišnog rizika

---

<sup>37</sup>M. Njavro i T. Čop, op. cit., str. 16.

<sup>38</sup>Van Horne i J. Wachowicz, op. cit., str. 105.



teško se utječe i ne mogu se izbjeći, ali je njihov negativni učinak moguće smanjiti praćenjem događaja koji ih izazivaju.<sup>39</sup>

Poznata su tri načina na koja se može mjeriti tržišni rizik. Prvi način je simulacija potencijalnih gubitaka i dnevno praćenje tržišne vrijednosti svake vrijednosnice. Ovaj način je teško primjenjiv u praksi zbog potrebe da se prate vrijednosti baš svakog elementa, posebno je to problem kod slabije razvijenih tržišta. Drugi način mjeri elastičnost vrijednosti portfelja kada se promijene kamatne stope. Poduzeće pokušava predvidjeti utjecaj tržišnih promjena na portfolio. Treći način je model tržišne vrijednosti, koji je ujedno i najkompleksniji.<sup>40</sup>

### **3.4. Mjerenje tržišnih rizika Value at Risk (VaR) metodom**

Value-at-Risk (VaR) je široko korištena mjera financijskog rizika koja pruža način kvantifikacije i upravljanje rizikom portfelja. VaR je osmišljen 1993. djelomično kao odgovor na razne financijske katastrofe. Rad na njegovom razvoju započeo je 1988. godine nakon što su središnje banke željele metodologiju za određivanje minimalnog kapitala banaka za zaštitu od kreditnog rizika u trgovanju. Banke su ga počele usvajati oko 1993.-1995. kao ključnu komponentu upravljanja tržišnim rizikom za mnoge financijske institucije.<sup>41</sup>

Brojne su financijske institucije i početkom osamdesetih godina prošlog stoljeća razvijale interne modele za mjerenje izloženosti tržišnim rizicima. J. P. Morgan koji je bio predsjednik uprave uspješne američke investicijske banke tražio je svakodnevno izvješće samo sa jednim brojem. Taj broj zapravo predstavlja izloženost portfelja banke raznim tržišnim kretanjima i procjenu mogućih gubitaka. Ova „rizična vrijednost“ najveći je očekivani gubitak u određenom vremenskom razdoblju uz normalne tržišne uvjete. Stoga je to statistička mjera maksimalno moguće promjene vrijednosti portfelja s vjerojatnošću  $x\%$  tijekom određenog razdoblja procjene. VaR na rizik gleda kao

---

<sup>39</sup>M. Vukičević i S. Odošić, op. cit., str. 51.

<sup>40</sup>I. Šverko, *Rizična vrijednost (value at risk) kao metoda upravljanja rizicima u financijskim institucijama*, Ekonomski pregled, (53), 7-8, 2002, str. 643.

<sup>41</sup>M. Bohdalová, *A comparison of Value-at-Risk methods for measurement of the financial risk*, Bratislava, Faculty of Management, Comenius University, 2007, str. 1.

prijetnju, a ne kao priliku jer fokus je na računanju najvećih potencijalnih gubitaka, a ne dobitaka. Globalizacija financijskih tržišta, a samim time i veća izloženost riziku, tehnološki napredak te pritisak za što bolju kontrolu financijskih rizika imali su utjecaj na povećanje primjene VaR metodologije.<sup>42</sup>

Mjera je našla svoje mjesto i kod komercijalnih i investicijskih banaka te regulatornih tijela. U posljednjem desetljeću VaR je postao uspostavljena mjera izloženosti riziku u tvrtkama za financijske usluge i čak je počela nailaziti na prihvaćanje u poduzećima koja se bave nefinancijskim uslugama. Iako postoje i neke drugi, VaR jedan je od najboljih alata za mjerenje rizika.<sup>43</sup>

VaR odgovora na pitanja tipa „Koliko bih mogao izgubiti u vrlo lošem mjesecu?“, ili „Što ako stvari krenu po zlu, koliko bih mogao izgubiti?“ Pri tom sadrži tri ključne komponente:<sup>44</sup>

- vremensko razdoblje ( $t$ ),
- razinu signifikantnosti ( $\alpha$  – kvantil) i
- mogući iznos gubitka.

VaR se temelji na promjenjivosti prinosa financijskih instrumenata na financijskim tržištima. Financijska tržišta reflektiraju prognoziranja budućnosti, dok se cijene financijskih na tržištu razvijaju kao dogovor koji je postignut na tim predviđanjima. Svim metodama izračuna VaR-a zajednički je postupak: prognoza tržišta budućnosti, utvrđivanje kakav će utjecaj imati tržišta u budućnosti na sadašnji portfelj te sažetak rizika svake pojedinačne imovine.<sup>45</sup>

---

<sup>42</sup>D. Miloš Sprčić, op. cit. , str. 109 -110.

<sup>43</sup> S. Mehmood, i M. Zhang, *Financial Risk Management: In An Integrated Framework*, Blekinge Institute of Technology, School of Management, diplomski rad, 2010, str. 21.

<sup>44</sup>D. Sajter, *Osnove upravljanja rizicima u financijskim institucijama*, Ekonomski fakultet u Osijeku, Sveučilište Jurja Strossmayera u Osijeku, 2017, str. 177.

<sup>45</sup>M. Vukičević, i S. Odošić, op. cit., str. 216.

Postoje 4 osnovna modela izračuna VaR-a:<sup>46</sup>

1. parametarski model
2. povijesna simulacija
3. Monte Carlo simulacija
4. metoda testiranja stresnih situacija.

U nastavku su pobliže opisani spomenuti načini računanja.

### 3.4.1 Parametarski model

Za parametarski model koriste se još i nazivi analitički model, delta *normal model* ili *metoda varijance-kovarijance*. Kako Value at Risk mjeri vjerojatnost da će vrijednost imovine ili portfelja pasti ispod određene vrijednosti u određenom vremenskom razdoblju, u slučaju da možemo izvesti distribuciju vjerojatnosti potencijalnih vrijednosti izračun bi trebao biti relativno jednostavan. U osnovi je to ovo ono što se radi u metodi varijance-kovarijance. Ona daje prednost jednostavnosti, ali je ograničena teškoćama koje su povezane s izvođenjem distribucija vjerojatnosti.<sup>47</sup> Početkom devedesetih godina prošlog stoljeća razvila ga je poznata američka investicijska banka JP Morgan. Kao što je spomenuto ranije, ona je među prvima počela razvijati modele izračuna rizične vrijednosti. To je najčešće korištena metodologija.<sup>48</sup>

Ovaj analitički model temelji se na hipotezi da tržišni faktori imaju normalnu distribuciju. Uz ovu hipotezu, može se odrediti normalna distribucija očekivane vrijednosti portfelja. Kada se dobije distribucija mogućih gubitaka i dobitaka portfelja, za određivanje gubitaka koji će biti premašen x% vremena ili jednak, odnosno za određivanje Rizične vrijednosti koriste se standardna matematička svojstva normalne distribucije. Važno svojstvo normalne distribucije je da se rezultati koji su veći od ili jednaki (+,-) 1,96 standardne devijacije pojavljuju samo 5% vremena (razina pouzdanosti 95%), dok se rezultati koji su veći od ili jednaki (+,-) 2,33 standardne devijacije pojavljuju samo 1% vremena (razina pouzdanosti 99%).<sup>49</sup>

---

<sup>46</sup>D. Sajter, op. cit., str. 177.

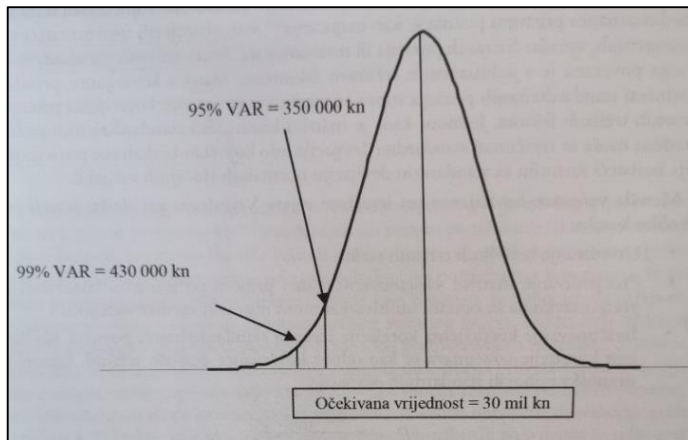
<sup>47</sup>S. Mehmood, i M. Zhang, op. cit., str. 22.

<sup>48</sup>M. Vukičević i S. Odošić, op. cit., str. 216.

<sup>49</sup>D. Miloš Sprčić, op. cit., str. 112.

U nastavku se nalazi prikaz rizične vrijednosti korištenjem parametarske metode.

**Slika 1.** Rizična vrijednost korištenjem parametarske metode



Izvor: D. Miloš Sprčić, *Upravljanje rizicima: temeljni koncepti, strategije i instrumenti*, Zagreb, Sinergija d.o.o., 2013, str. 113.

Ova se metodologija oslanja na procjenu matrice varijance-kovarijance. VaR se izračunava uz pretpostavku multivarijatne normalnosti. Korištenjem matrice varijance – kovarijancije, možemo proizvesti profit i gubitke portfelja *mark-to-market* i stoga procijeniti VaR. Postupak je prilično jednostavan. Matrica varijance–kovarijanca određuje se na temelju tzv „mapiranje rizika“, odnosno financijski instrumenti u portfelju se mogu dekomponirati u set pozicija jednostavnijih, standardiziranih pozicija ili instrumenata. Stoga je prvi korak identificirati tržišne čimbenike i mapirati imovinu na standardizirane pozicije. Drugi korak se oslanja na pretpostavku da će promjene u tržišnim čimbenicima slijediti multivarijatnu normalnu distribuciju. Dakle, matrica varijance-kovarijanca mjeri varijabilnost i zajedničko kretanje tržišnih čimbenika. U sljedećem koraku za određivanje se koriste standardna devijacija i korelacija odstupanja i korelacije promjena standardiziranih pozicija. Konačno, može se izračunati varijancu portfelja (za dvije imovine):<sup>50</sup>

$$\sigma_P^2 = w_x^2 \sigma_x^2 + w_y^2 \sigma_y^2 + 2w_x w_y \rho_{xy} \sigma_x \sigma_y$$

<sup>50</sup>M. Cerrato, *The Mathematics of Derivatives Securities with Applications in MATLAB*, USA, John Wiley&Sons, Ltd., 2012, str. 220.

pri čemu je:

$\sigma_p^2$  = varijanca portfelja,

$w_x, w_y$  = ponderi portfelja,

$\rho$  = koeficijent korelacije između tržišnih čimbenika.

Prema Henny i Keers, standardna provedba ove metode uključuje sljedeće pretpostavke:<sup>51</sup>

- „tržišne cijene imaju normalnu ili log-normalnu distribuciju (npr. tijekom vremena cijene slijede neprekidnu slučajnu šetnju (engl. *randomwalk*) bez skokova,
- količine su neovisne o tržišnim cijenama,
- prinos portfelja je normalno ili log-normalno distribuiran,
- svi elementi portfelja trebaju biti precizno prikazani kao linearna kombinacija grupe standardiziranih proizvoda,
- postoji likvidno tržište za standardne proizvode za koje je potrebno procijeniti kolebljivost i kovarijancu. Ovo su prikladne pretpostavke s obzirom da dopuštaju lako opisivanje i upravljanje portfeljom.“

Koristeći svojstva normalne distribucije koja ima ishode manje od ili jednake 1,65, standardne devijacije ispod srednje vrijednosti javljaju se samo 5% vremena. VaR možemo zapisati kao:<sup>52</sup>

$$VaR = 1.65\sigma_p\sqrt{\Delta t}$$

pri čemu je:

$\sigma$  = standardna devijacija,

$\rho$  = korelacija,

$\Delta t$  = vremenski interval.

---

<sup>51</sup>D. Miloš Sprčić, op. cit. , str. 113.

<sup>52</sup>M. Cerrato, op. cit., str. 220.

Po Šverku, model za računanje VaR-a koristi sljedeći matematički izraz:<sup>53</sup>

$$VaR_p = \sqrt{\sum_{i=1}^n w_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \sigma_i \sigma_j \rho_{i,j}}$$

pri čemu je:

$w$  = vrijednost stavke pozicije,

$\sigma$  = promjenjivost pozicije,

$\rho$  = korelacijski efekt.

Metoda varijance-kovarijance izvodi se u nekoliko koraka:<sup>54</sup>

- Utvrđivanje temeljnih tržišnih rizika.
- Procjenjivanje matrice kovarijanci ili varijanci prinosa po tržišnim faktorima, s pretpostavkom da budu opisani normalnom distribucijom.
- Izračun koeficijenta korelacije. Izračunava se kao umnožak njihovih standardnih devijacija te odnos kovarijance između tržišnih faktora.

$$\rho_{(i;j)} = \frac{\text{COV}(i;j)}{\sigma_{(i)}\sigma_{(j)}}$$

pri čemu je:

$\text{cov}$  = korelacija između tržišnih faktora,

$\sigma$  = standardna devijacija.

- U slučaju da se znaju udjeli samo pojedinih dijelova pozicije u cjelokupnom portfelju, tada se standardna devijacija računa se pomoću sljedeće formule:

$$\sigma_p = \sqrt{\sum_{i=1}^n w_i^2 \times \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^n \sum_{j<i}^n \rho_{i,j} w_i w_j \sigma_i \sigma_j}$$

<sup>53</sup>I. Šverko, *Upravljanje nekreditnim rizicima u hrvatskim financijskim institucijama*, Zagreb, HIBO, 2017, str. 120.

<sup>54</sup>D. Miloš Sprčić, op. cit., str. 114.

pri čemu je:

$w$  – vrijednost stavke pozicije,

$\sigma$  – promjenjivost pozicije,

$p$  – korelacija.

- Mjera rizika u tom slučaju računati će se putem sljedećeg modela:

$$\text{VAR} = \sigma_p * P * \alpha$$

pri čemu je:

$P$  = inicijalna tržišna vrijednost portfelja,

$\sigma_p$  = standardna devijacija portfelja,

$\alpha$  = vrijednost standardizirane normalne distribucije određene razine pouzdanosti.

Prethodno prikazani način izračuna VaR-a parametarskom metodom temelji se na pretpostavkama: prinosi su normalno distribuirani, korelacije između faktora i osjetljivost cijena na tržišne promjene su konstantne. Iz ovih pretpostavki proizlaze i kritike ovog modela koje proizlaze iz tvrdnje da zapravo pretpostavke uzete u obzir ne pokazuju uvijete stvarnog svijeta. Stvarna distribucija prinosa veće financijske imovine ima zaobljenost distribucije rezultata veću od normalne, te je za očekivati da će se podcijeniti rizik ako se VaR računa pomoću normalne distribucije. Ipak, pretpostavka normalne distribucije čini se kao racionalna jednadžba za izračun Rizične vrijednosti, posebno ako se pretpostavi da se pretpostavka normalne distribucije odnosi na standardizirane prinose koji se računaju kao očekivani prinosi podijeljeni sa očekivanim standardnim devijacijama. S druge strane, nedostaci ove metode vezani su uz pogreške u procjeni varijanci i kovarijanci među velikim brojem varijabli kada koristi povijesnu distribuciju te nestabilnost kroz vrijeme.<sup>55</sup>

---

<sup>55</sup>ibidem, str. 115.

### 3.4.2. Povijesna simulacija

Povijesna metoda strukturno je najjednostavnija i vrlo ju je lako koristiti. Ključna pretpostavka u povijesnoj simulaciji je da je skup mogućih budućih scenarija u potpunosti predstavljen onim što se dogodilo u prošlosti. Ova metodologija uključuje prikupljanje skupa faktora rizika promjene tijekom povijesnog razdoblja. Na primjer, dnevne promjene tijekom posljednjih pet godina. Skup scenarija dakle pretpostavlja da je dobar prikaz svih mogućnosti koje bi se mogle dogoditi između danas i sutra. Instrumenti u portfelju se zatim više puta ponovno procjenjuju u odnosu na svaki od scenarija. To proizvodi distribuciju vrijednosti portfelja, ili ekvivalentno, distribuciju promjena vrijednosti portfelja od današnje vrijednosti. Obično će neke od ovih promjena uključivati dobit, a neke gubitke. Naručivanje promjene vrijednosti portfelja od najgore do najbolje, 99% VaR, na primjer, izračunava se kao gubitak tako da 1% profita ili gubitka je ispod njega, a 99% je iznad njega.<sup>56</sup>

Kako bismo mogli generirati scenarije za buduće dobitke i gubitke prvi korak zahtijeva identifikaciju tržišnih čimbenika koji su povezani sa portfeljem. Ovo je najizazovniji dio. Na primjer, u slučaju portfelja opcija, volatilnost može biti važan tržišni čimbenik koji se uzima u obzir. Drugi korak je dobivanje vremenskog niza povijesnih vrijednosti za tržišne faktore. Izračun VaR-a dobiva se izračunom uočene promjene tržišnih čimbenika tijekom razdoblja držanja. Vrijednost portfelja se dobiva pomoću trenutne i hipotetske vrijednosti za tržišni faktor. Nakon korištenja ovog postupka dobivamo mnoge hipotetske tržišne dobiti i gubitke na portfelju, koji se zatim mogu usporediti sa trenutnom tržišnom vrijednosti portfelja. Može se vidjeti da je povijesna simulacija vrlo jednostavna za korištenje i implementaciju, osobito kada su povijesni podaci o tržišnim čimbenicima široko dostupni.<sup>57</sup>

Povijesnu metodu možemo koristiti kada imamo povijesne podatke i nismo sigurni u prihvatljivost normalne distribucije, a ona će na temelju realnih podataka za prošlo razdoblje pokazati razine važnosti i očekivane gubitke na tim razinama. Povijesna metoda razvrstava podatke o prošlim prinosima od najviših (zarada) do najnižih prinosa (gubitak). Na primjer, ako se s burze uzmu podaci o dnevnoj cijeni vrijednosnice X u proteklih 301 radnih dana te se nakon toga izračuna dnevni rast/pad

---

<sup>56</sup>M. Bohdalová, op. cit., str. 3.

<sup>57</sup>M. Cerrato, op. cit., str. 220.



cijene, dobije se 300 dnevnih prinosa vrijednosnice X. Tih 300 podataka kategorizira se od najvećih iznosa do najvećih gubitaka. Ako se iz uzorka izdvoji od 300 prinosa najvećih 5% gubitka, to je 15 podataka, odnosno 5% od 300, povijesni VaR na razini 95% predstavlja granica između navedenih 5% gubitaka (15 podataka) i ostatka od 95% (285 podataka). Na isti način može se izdvojiti i VaR na razini 99%. Kad se izdvoji VaR po povijesnoj metodi, postoje dvije moguće opcije: može se dodati aritmetička sredina, odnosno modificirati VaR za „najočekivaniju vrijednost“ kako bismo dobili što realniji pokazatelj gubitka ili samo prikazati pokazatelj VaR kao konačna vrijednost i ne dodati aritmetičku sredinu.<sup>58</sup>

Ono što daje prednost povijesnoj simulaciji je to što ne daje pretpostavke o promjenama čimbenika rizika iz određene distribucije. Stoga je ova metodologija u skladu s promjenama čimbenika rizika od bilo kakve distribucije. Druga važna prednost je ta što povijesna simulacija ne uključuje procjenu ikakvih statističkih parametara, kao što su varijance ili kovarijance, te je stoga izuzeta od neizbježne procjene pogreške. To je također metodologija koju je lako objasniti važnoj publici, kao što je korporativni odbor direktora te menadžeri. Međutim, kao što to obično biva, ova metodologija ima i neke nedostatke. Najočitiiji nedostatak je taj što povijesnu simulaciju, u svom najčešćem obliku, može biti vrlo teško izvesti jer zahtijeva da podaci o svim čimbenicima rizika budu dostupni tijekom dužeg povijesnog razdoblja s razlogom da se dobije dobro predstavljanje onoga što bi se u budućnosti moglo dogoditi. Kao drugi nedostatak može se navesti to što povijesna simulacija ne uključuje kompletne pretpostavke, odnosno scenariji kod izračuna VaR-a su ograničeni u povijesnom uzorku.<sup>59</sup>

### 3.4.3. Monte Carlo simulacija

Budući da upravljanje rizicima svoj razvoj dobrim dijelom duguje čovjekovoj potrebi za zaradom pri kockanju, a kockarske igre obilježavaju neizvjesnost i nasumičnost ishoda te repetitivnost, ne iznenađuje što su simulatori neizvjesnosti temeljeni na nasumičnosti dobili ime po Monte Carlu, znanom prije svega po kockarnicama. Monte

---

<sup>58</sup>D. Sajter, op. cit., str. 181.

<sup>59</sup>M. Bohdalová, op. cit., str. 4.

Carlo simulacija se pokazala kao najtočniji i najkompleksniji model izračuna rizične vrijednosti te kod nje se simulacija opisuje kao svaka metoda koja koristi slučajne brojeve kako bi izvela simulaciju. Glavna razlika između povijesne i Monte Carlo simulacije je ta što se simulacija Monte Carlo ne temelji na promjenama faktora tijekom prošlog razdoblja, već se nasumice uzimaju distribucije za koje se vjeruje da mogu prikazati potencijalne promjene tržišnih faktora. Pristup Monte Carlo traži izradu pretpostavki o strukturi tržišta, procese kretanja cijena, korelaciju između faktora rizika i volatilnosti tih faktora. Također, ova metoda dopušta korištenje povijesnih podataka i očekivanja tržišta i samim time ona je računalno zahtjevnija. Pri izračunu ove metode za svaki se scenarij izračunava promjena vrijednosti portfelja te se nasumice stvara velik broj scenarija za buduća kretanja. Ova metoda može sadržavati ekstremne scenarije jer se ne temelji na pretpostavci normalne razdiobe te zahtijeva značajne ljudske i informatičke resurse, no ipak je uspjela ispraviti temeljne nedostatke prijašnjih metoda.<sup>60</sup>

Monte Carlo simulacijske tehnike daleko su najfleksibilnije i najmoćnije, budući da se mogu u njih uključiti i uzeti u obzir sve vrijednosti portfelja s obzirom na njegov temeljni faktor rizika i uključiti sva poželjna svojstva distribucije, kao što su vremenski promjenjive volatilnosti. Također, simulacija Monte Carlo može se proširiti na dulja razdoblja držanja, što omogućuje korištenje ovih tehnika za mjerenje kreditnog rizika. Međutim, ove tehnike su također daleko najskuplje.<sup>61</sup> Iako je Monte Carlo simulacija na temelju ponovljenog izvođenja slučajnih eksperimenata zakon velikih brojeva osigurava snažnu konvergenciju Monte Carlo procjene očekivanja. The Glivenko-Cantellijev teorem osigurava jednoliku konvergenciju ako se funkcija distribucije slučajnog događaja mora aproksimirati Monte Carlo simulacijom. Često dodaje informacije o točnosti procjena temeljenih na simulaciji koje druge metode ne mogu dati.<sup>62</sup>

---

<sup>60</sup>D. Miloš Sprčić, op. cit., str. 116.

<sup>61</sup>M. Bohdalová, op. cit., str. 4.

<sup>62</sup>S. Graf, , R. Korn, *A guide to Monte Carlo simulation concepts for assessment of risk-return profiles for regulatory purposes*, European Actuarial Journal, Springer, 2020, str. 275.

Metodologija simulacije Monte Carlo može se prikazati kroz sljedeće korake:<sup>63</sup>

- „Utvrđivanje tržišnih faktora i iznalaženje formule koja će izraziti vrijednost portfelja u obliku jednostavnih pozicija koje ovise o tržišnim faktorima.
- Odabir odgovarajuće statističke distribucije promjena tržišnih faktora, kao i procjene parametara te distribucije.
- Uz pomoć generatora slučajnih brojeva generira se N hipotetskih tržišnih faktora. Ovi hipotetski tržišni faktori koriste se za izračunavanje N hipotetskih vrijednosti po tržišnim faktorima koji čine vrijednost portfelja.
- Iskazivanje tih vrijednosti redom od najvećeg gubitka do najveće dobiti.
- Izračun gubitka koji je jednak ili premašen x% vremena kako bi se procijenila mjera Vrijednosti pri riziku. Primjerice, ukoliko je izračunato 10 000 simuliranih hipotetskih vrijednosti portfelja, dobivene vrijednosti mogu se rangirati od najveće prema najmanjoj pa će 95% VaR odgovarati petstotoj najmanjoj vrijednosti, a 99% VaR stotoj najmanjoj vrijednosti.“

Prema Šverku osnovni koraci Monte Carlo metode jesu:<sup>64</sup>

- „generiranje mnogih scenarija potencijalnih promjena tržišnih cijena,
- za svaki scenarij, nakon toga, obavlja procjena korespondirajuće promjene vrijednosti portfelja,
- iz svih tih stimuliranih promjena vrijednosti portfelja, mjeri se potencijalni gubitak s određenim koeficijentom sigurnosti.“

Jedna simulacija je beznačajna jer tek umnažanjem simulacija moguće je dobiti cijeli prikaz svega onoga što bi se moglo dogoditi. Ovdje se dolazi do one razine Monte Carlo simulacije koja je moguća zbog razvoja tehnologije: u vrlo kratkom vremenu može se umnožiti jedan simulirani mjesec deset, dvadeset ili sto tisuća puta. Podaci u prošlosti u najboljem scenariju sežu nekoliko desetljeća unazad, ovom metodom koja sadrži sto tisuća simulacija mogu se stvoriti cijene za sto tisuća mjeseci unaprijed, a to je 8.333,33 godina. Razlika između povijesne i Monte Carlo simulacije je u tome što jedna povlači podatke iz prošlosti, a druga uzima simulacije budućnosti.<sup>65</sup>

---

<sup>63</sup> D. Miloš Sprčić, op. cit., str. 116.

<sup>64</sup> I. Šverko, op. cit., str. 127.

<sup>65</sup> D. Sajter, op. cit., str. 189.

Monte Carlo simulacija za izračun VaR-a ima određene prednosti pred ostalim pristupima kao što su: u stanju je generirati beskonačan broj slučajnih vrijednosti izvan raspona dostupnih povijesnih podataka te lako može simulirati korelirane portfelje. Naravno, osim prednosti postoje i određeni nedostaci: najčešće spomenut nedostatak je njegov računski trošak te dugo vrijeme koje je neophodno za izračun. Nadalje, ovaj model zahtijeva vrlo intenzivne simulacije za postizanje predviđanja mjera rizika s prihvatljivim numeričkim pogreškama. Konačno, Monte Carlo simulacija ovisi o dostupnosti podataka i izgrađenom temeljnom modelu. Ako projektni model ili potrebni podaci nedostaju, simulacija neće točno odražavati stvarni svijet.<sup>66</sup>

#### *3.4.4. Metoda testiranja stresnih situacija*

U ovoj metodi ne primjenjuje se klasičan izračun vrijednosti VaR-a nego on služi kao nadopuna svih triju metoda. Provode se analize scenarija i osjetljivosti u kriznim situacijama i daje odgovor na pitanje „što bi bilo kad bi bilo“. Za kvalitetno upravljanje rizikom potrebno je provoditi česte testove otpornosti na stres portfelja, osobito u slučajevima kada su promjena faktora rizika ekstremne ili kada su potpuno korelirane (kad diversifikacije više ne dolazi do izražaja). Pomoću metode testiranja može se odrediti što će se dogoditi s valutnim dobitcima, odnosno gubitcima u situacijama krize. Temelj za donošenje određenih mjera i aktivnosti koje služe za smirivanje izloženosti banke i osiguranje likvidnost su rezultati te metode. U slučaju da su rezultati testiranja nepovoljni, institucija mora odrediti što će poduzeti kako bi se negativni učinci krizne situacije mogli ublažiti.<sup>67</sup>

Kada se testiraju ekstremni događaji imitiraju se promjene faktora rizika te se kod svake promjene vrši procjena mogućih gubitaka i procjena vrijednosti portfelja. Osnovna ideja testiranja testa je određivanje mjere rizika koja nije komplicirana, već se jednostavno može razumjeti. Testiranje stresa bitan je dio sustava upravljanja rizicima iz razloga što može pomoći da se osiguraju poduzeća u vremenima kada dođe do velikih tržišnih previranja. Pri testiranju testa trebale bi se razmotriti pojave nelikvidnosti tržišta jer je velika vjerojatnost da poduzeća neće biti u mogućnosti izvršiti

---

<sup>66</sup> N. C. J. Langenhoff, *Project risk budgeting using a VaR approach*, Eindhoven University of Technology, diplomski rad, 2017, str. 14.

<sup>67</sup>M. Vukičević i S. Odošić, op. cit., str. 237.

transakciju po razumnim cijenama ili uopće neće biti u mogućnosti zatvoriti svoju otvorenu poziciju zbog tržišne nelikvidnosti. Standardni način provođenja testiranja stresa ne postoji, niti standardni skup ekstremnih tržišnih scenarija koji se promatraju. Postupak testiranja ovisi o procjeni menadžera rizika. VaR i metoda testiranja stresa zajedno su vrlo dobre mjere za procjenu rizične situacije.<sup>68</sup>

---

<sup>68</sup>D. Miloš Sprčić, op. cit., str. 117.

## 4. MODERNA TEORIJA PORTFELJA

U ovom poglavlju analizirati će se Moderna teorija portfelja koju je osmislio Harry Markowitz, njezine pretpostavke, prednosti i nedostatci.

### 4.1. Markowitzev model optimizacije portfelja

Harry Markowitz je još kao student tijekom 40-tih godina prošlog stoljeća bio zaintrigiran radom Von Neumanna, Friedmana i Savagea o riziku i neizvjesnosti. Godine 1952 razvija teoriju o tome kako ulagači neskloni riziku mogu stvoriti portfelje kako bi maksimizirali očekivane prinose na temelju određene razine tržišnog rizika. Teorija pretpostavlja da će portfelj s nižom razinom rizika biti traženiji. Ključni element je kako individualno povjerenje utječe na profil rizika i povrata portfelja.<sup>69</sup>

Dakle, Markowitzev model kaže da čimbenike koje određuju rizik i povrat ulaganja ne smiju biti promatrani individualno. Umjesto toga, trebalo bi procijeniti i analizirati utjecaj na ukupni rizik i povrat portfelja. Ilustrira da je moguće stvoriti portfelj više imovina kako bi se povećali prinosi za datu razinu rizika. Slično, ako postoji ideja o željenoj razini očekivanog prinosa, može se izgraditi portfelj s najmanjim mogućim rizikom. Ovisno o statističkim mjerama, poput varijance i korelacije, uspješnost pojedinog ulaganja bila bi manje važna u usporedbi s njezinim utjecajem na cijeli portfelj.<sup>70</sup> Također, ovaj model pokazuje kako dolazi do smanjenja rizika kombiniranjem vrijednosnih papira. Opisuje i kako kombinirati dionice kako bi se postigao najmanji mogući rizik za dati očekivani prinos ili, drugačije rečeno, opisuje kako postići najveći očekivani povrat za željenu razinu rizika. Kombinacija vrijednosnih papira koja postiže najveći očekivani prinos za datu razinu rizika naziva se optimalni portfelj ulagača.<sup>71</sup>

---

<sup>69</sup>Trading education, *What is Modern Portfolio Theory? – Advantages and Disadvantages*, <https://trading-education.com/what-is-modern-portfolio-theory-advantages-and-disadvantages> (pristupljeno 15.10.2021).

<sup>70</sup>loc. cit.

<sup>71</sup>M. Cornett, T. Adair i J. Nofsinger, *finance; applications and theory*, USA, McGraw-Hill/Irwin, 2009, str. 306.

Spomenuti koeficijent korelacije između dvije imovine mjeri njihov stupanj su-kretanja. Raspon je od -1 (kretanje točno u suprotnim smjerovima) do 1 (kretanje točno u istom smjeru). Ako je koeficijent korelacije nula, to znači da se dvije imovine kreću neovisno jedna od druge. Što je niži koeficijent korelacije, to je veće smanjenje volatilnosti portfelja kombiniranjem dviju imovina. Uz niske korelacije, volatilnost portfelja može biti manja od volatilnosti bilo koje od njegovih sastavnih klasa imovine.<sup>72</sup>

Markowitzev model je doprinio tome da varijanca portfelja nije funkcija samo varijanci individualnih investicija i njihovih vrijednosnih učešća u portfelju, već i korelacija među prinosa odabranih investicija. U slučaju da investitor može odrediti maksimalni stupanj rizika koji je voljan preuzeti, zadatak optimizacije jest pronaći one kombinacije imovine koje daju najviši prinos generiran uz definirani stupanj rizika. U drugom slučaju, ako investitor može definirati željenu razinu prinosa, a optimizacija će pronaći kombinacije imovine koje imaju najmanji rizik uz ostvarenje željenog prinosa. Algoritmi optimizacije mogu se zapisati kroz sljedeće matematičke formulacije:<sup>73</sup>

Formula za maksimizacija prinosa glasi:

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^N w_i E(R_i)$$

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_i w_j \sigma_i^2 \sigma_j^2 \rho_{ij} \leq \hat{\sigma}^2$$

---

<sup>72</sup>Forbes, *Modern Portfolio Theory*, <https://www.forbes.com/sites/wadepfau/2020/02/20/modern-portfolio-theory/?sh=3da2f29152d3> (pristupljeno 20.10.2021).

<sup>73</sup>D. Miloš Sprčić, op. cit., str. 47.

Formula za minimizacija rizika glasi:

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_i w_j \sigma_i \sigma_j \rho$$

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^N w_i E(R_i) = E(\hat{R})$$

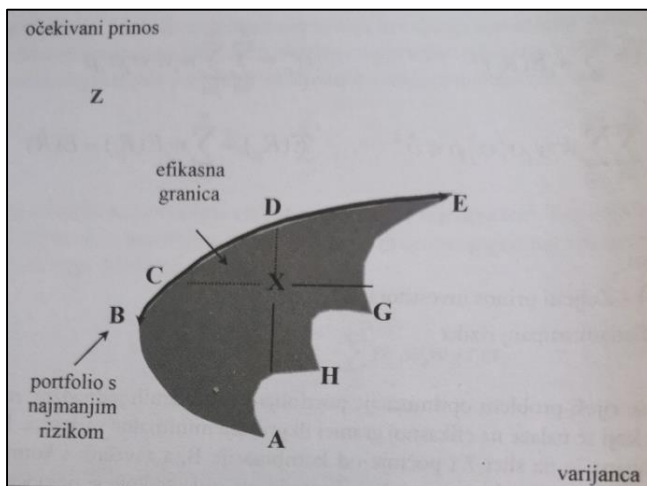
pri čemu je:

$E(\hat{R})$  – željeni prinos investitora

$\hat{\sigma}^2$  – zadani stupanj rizika

U nastavku je prikazana efikasna granice portfelja, odnosno kombinacije imovine koje imaju najveći prinos i najmanji rizik.

**Slika 2.** Efikasna granica



Izvor: D. Miloš Sprčić, *Upravljanje rizicima: temeljni koncepti, strategije i instrumenti*, Zagreb, Sinergija d.o.o., 2013, str. 48.

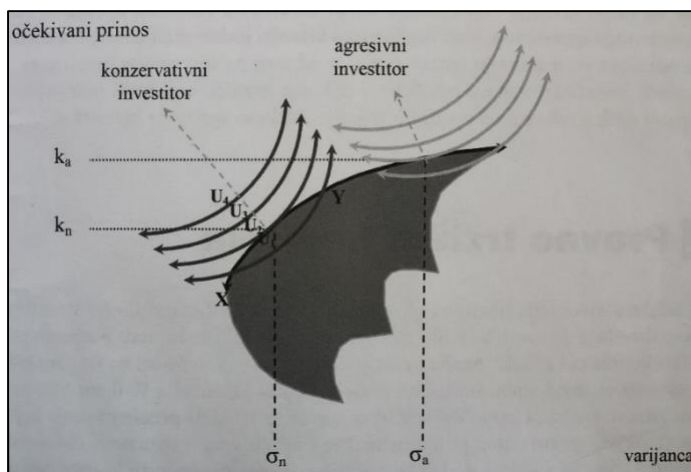
Efikasna granica prikazana je na Slici 2 i počinje od kombinacije *B* i završava s kombinacijom *E*. Na efikasnoj granici se nalaze sve one kombinacije ulaganja koje imaju najmanji rizik između skupa portfelja istih očekivanih prinosa odnosno kombinacije ulaganja koje imaju najviši očekivani prinos u istoj rizičnoj skupini portfelja. Na slici se vidi drugi dio granice od točke *A* do točke *B* na kojoj se nalaze



kombinacije ulaganja koje nisu poželjne. Kombinacije koje se nalaze na tom dijelu granice minimalne varijance nisu zanimljive investitorima. Investitori će birati kombinacije s efikasne granice *BE*, s razlog tome je što im one daju najbolju kombinaciju rizika i nagrade. Kombinacije koje se nalaze ispod efikasne granice također investitor neće birati jer se na efikasnoj granici *BE* nalaze bolje kombinacije ili sa stajališta prinosa ili rizika. Kombinacije koje se nalaze iznad efikasne granice nisu ostvarive za zadanu kombinaciju investicija – slučaj kombinacije Z na Slici 2. Ukupan broj dominantnih kombinacija ulaganja s obzirom na rizik i prinos je velik. Odabir konkretnog portfelja s efikasne granice *BE* ovisi o investitorovoj funkciji korisnosti.<sup>74</sup> Dakle, promatrajući sve potencijalne portfelje, investitora će najviše zanimati oni portfelji koji imaju najmanju varijancu za dani prinos, odnosno oni koji se nalaze na krivulji minimalne varijance, a ako se uz to nalaze i na efikasnoj granici onda se nazivaju efikasni portfelji.<sup>75</sup>

U nastavku su prikazani optimalni portfelji koji se nalaze na efikasnoj granici.

**Slika 3.** Odabir optimalnog portfelja s efikasne granice



Izvor: D. Miloš Sprčić, *Upravljanje rizicima: temeljni koncepti, strategije i instrumenti*, Zagreb, Sinergija d.o.o., 2013, str. 48.

<sup>74</sup> ibidem, str. 47.

<sup>75</sup> Z. Aljinović, B. Marasović i B. Šego, *Financijsko modeliranje*, Zagreb, Zgombić & Partneri, 2008, str. 136.

Potrebno je objasniti odabir optimalnog portfelja s efikasne granice koji će maksimalizirati korisnost investitora. Međuovisnost nagrade i rizika pojedinog investitora grafički se prikazuje mapama krivulje indiferencije pri čemu svaka krivulja indiferencije koja se nalazi u mapi predstavlja određenu razinu očekivane korisnosti (prikazano na slici 3 krivuljama  $U_1, U_2, U_3$  i  $U_4$ ). Stoga različiti investitori traže i različite premije kojima će zamijeniti smanjenu korist prinosa neke investicije zbog djelovanja rizika. Kombinacija  $Y$  je rizičnija, ali nudi veći prinos, dok je kombinacija  $X$  manje profitabilna od  $Y$ , no ona sadrži manji rizik za investitora. Krivulje indiferencije  $U_2$  i  $U_3$  odražavaju istu međuovisnost prinosa i rizika, no za druge razine korisnosti u odnosu na krivulju  $U_1$ . Zbog toga investitor želi biti bilo gdje na krivulji  $U_2$  nego bilo gdje na krivulji  $U_1$ . Krivulje  $U_3$  i  $U_4$  sadrže kombinacije ulaganja koje nije moguće ostvariti za analiziranu kombinaciju investicija s efikasne granice. Također krivulja  $U_1$  uključuje one kombinacije ulaganja koje nisu prihvatljive investitoru jer nekim drugim kombinacijama investitor može ostvariti ili manji rizik isti prinos (primjer kombinacija ulaganja  $X$  i  $Y$ ) ili veći prinos za istu razinu rizika. Investitorov optimalni portfolio koji maksimizira njegovu korisnost nalazi se tamo gdje krivulja indiferencije  $U_2$  tangira efikasnu granicu. Na slici 3 prikazane su mape krivulja indiferencija dvaju investitora različitih averzija prema riziku – konzervativnog i agresivnog. Konzervativni investitor odabire portfolio s efikasne granice koji nudi niži prinos, ali i daleko manji rizik u odnosu na portfolio kojeg je odabrao drugi, agresivni investitor.<sup>76</sup>

## 4.2. Pretpostavke

Sljedeće su pretpostavke potrebne da bi se razumjela teorija glavnog tržišta. Svi investitori koriste Markowitzev model za odabir pokrića. To zahtijeva nekoliko pretpostavki:<sup>77</sup>

1. investitori imaju kvadratne funkcije korisnosti,
2. pokriće se normalno distribuira,
3. investitori mogu pozajmiti bilo koju količinu novca po bezrizičnoj stopi,
4. svi investitori imaju homogena očekivanja, što znači da novi investitori, planiraju kupiti dionice jer svi vide određenu veličinu rizika/prinosa,
5. svi investitori imaju jednaku vremensku granicu,

---

<sup>76</sup>D. Miloš Sprčić, op. cit., str. 50.

<sup>77</sup>M. Vukičević i S. Odošević, op. cit., str. 106.

6. sve investicije su beskonačno djeljive: investitori mogu kupiti i prodati dijelove dionica ili čitave portfelje,
7. nema poreza ili transakcijskih troškova,
8. nema inflacije i kamatne stope se ne mijenjaju,
9. glavna tržišta su u ravnoteži.

### 4.3. Prednosti i nedostaci

Jedna od najčešćih kritika ovog modela vezana je uz pretpostavku da se pokriće normalno distribuira. Naime, normalna distribucija se ne može dokazati, a većina empirijskih testova na tržištima kapitala imala je za rezultat asimetričnu funkciju. Druga kritika moderne teorije portfelja jest da procjenjuje portfelje na temelju varijance, a ne negativnih rizika. Zbog toga se dva portfelja s istom razinom varijance i prinosom obično smatraju jednako poželjnima prema ovom modelu. Česti mali gubici mogli bi biti razlog odstupanja za jedan portfelj, dok bi drugi mogao pokazati sličnu varijaciju zbog dva ili tri izvanredna pada. Većina ulagača vjerojatno će preferirati česte male gubitke jer ih je lakše podnijeti. Kako bi prevladali ovaj manjak, ulagači radije koriste postmodernu teoriju portfelja, koja pokušava poboljšati suvremenu teoriju portfelja minimiziranjem negativnog rizika. Iako postoje kritike, doprinos Markowitzevog modela je velik. Moderna teorija portfelja je iznimno korisna ako želimo izgraditi diversificirane portfelje. Rast fondova kojima se trguje na burzi učinio je Markowitzev model relevantnijim jer je investitorima omogućio lakši pristup različitim klasama imovine. Ovaj model može biti korišten da bi se smanjio rizik tako da se mali dio portfelja stavlja u državne obveznice. Državne obveznice imaju negativnu korelaciju s dionicama pa će varijanca portfelja biti niža. Također, ovaj model vam omogućuje stvaranje učinkovitijih portfelja. Možete iscrtati svaku moguću kombinaciju imovine koja se može iscrtati na grafikonu, pri čemu os X prikazuje rizik portfelja, a os Y prikazuje očekivani prinos. Ovo crtanje pomoći će vam da pronađete najpoželjnije portfelje.<sup>78</sup>

---

<sup>78</sup>„Trading education, *What is Modern Portfolio Theory? – Advantages and Disadvantages*, <https://trading-education.com/what-is-modern-portfolio-theory-advantages-and-disadvantages> (pristupljeno 15.10.2021).

Možemo zaključiti iz spomenutih prednosti da je Moderna teorija portfelja iznimno koristan alat za smanjenje rizika i ostvarivanje najboljih mogućih prinosa. Posebno je korisno za one koji nisu skloni riziku. Također je izvrsna opcija ako se želi diverzificirati svoj portfelj bez povećanja rizika. Međutim, nije bez grešaka te ovisi o cilju i toleranciji na rizik pojedinca koji koristi ovaj model. Kada se pametno koristi uz pomoć efikasne granice, Markowitzev model bi mogao biti najbolji izbor u mnogim situacijama.<sup>79</sup>

---

<sup>79</sup>loc. cit.

## 5. ANALIZA UPRAVLJANJA RIZIKOM PORTFELJA ODABRANIH DIONICA

Praktični dio ovog diplomskog rada, analizu upravljanja rizikom portfelja odabranih dionica izvršiti će se prikazom kretanja dionica, izračunom dnevnih prinosa i standardnih mjera rizika za pojedine dionice, godišnjeg povrata sa uključenom dividendom, povrata ukupnog portfelja te naposljetku izračunom VaR-a portfelja kako bi mogli utvrditi koja je opcija najefikasnija. Analizirati će se tri dionice koje su uvrštene na Zagrebačku burzu. Računanje će se vršiti primjenom tabličnog kalkulatora Microsoft Excel.

Baza za analizu biti će cijene odabranih dionica u posljednjih 5 godina, odnosno u razdoblju od 10.11.2016. do 10.11.2021. godine.

Dionice koje će se analizirati jesu:

- Hrvatski telekom d.d. (HT)
- Adris grupa d.d. (ADRS2)
- Atlantic grupa d.d. (ATGR)

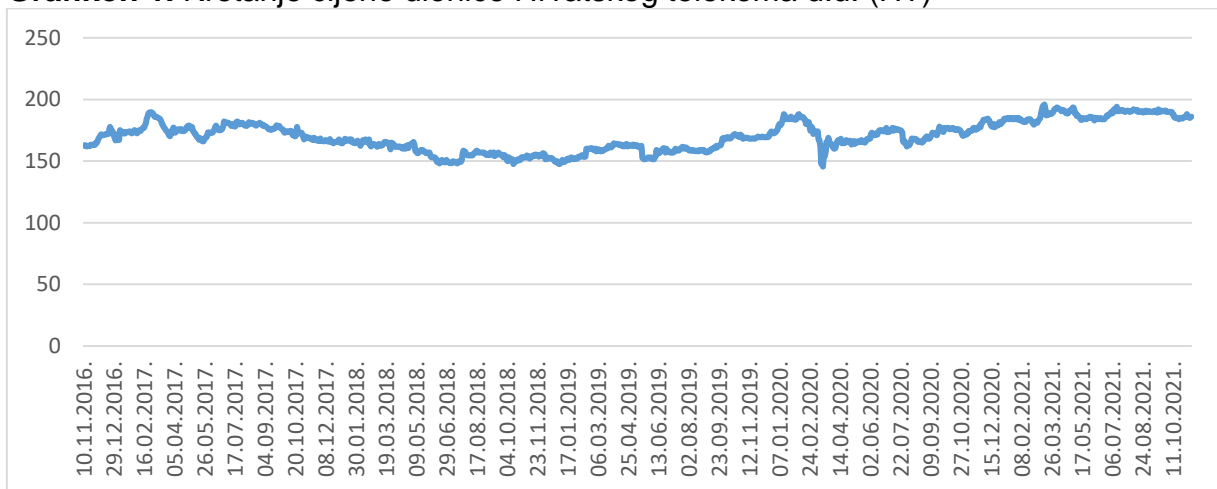
Ove tri dionice su jedne od najprometnijih dionica na Zagrebačkoj burzi.

## 5.1. Kretanje cijena dionica

U nastavku se nalaze grafikoni koji prikazuju promjene cijena odabranih dionica u promatranom razdoblju.

Na Grafikonu 1. moguće je vidjeti kretanje cijene dionice HT-a u promatranom razdoblju.

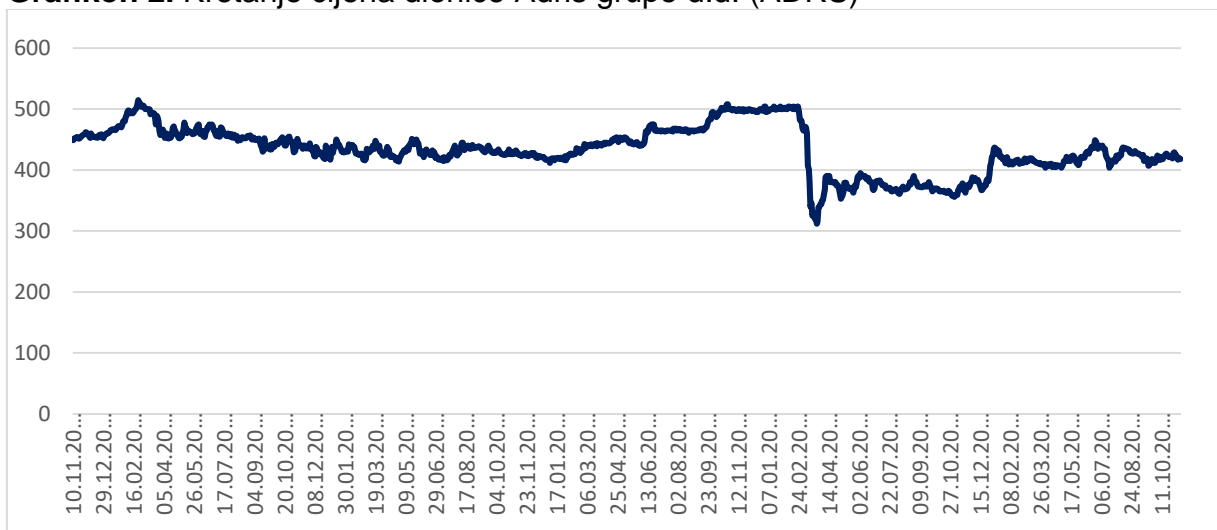
**Grafikon 1.** Kretanje cijene dionice Hrvatskog telekoma d.d. (HT)



Izvor: izrada autorice prema podacima sa web stranice Zagrebačke burze (<https://zse.hr/>).

Na Grafikonu 2. moguće je vidjeti kretanje cijene dionice ADRS-a u promatranom razdoblju.

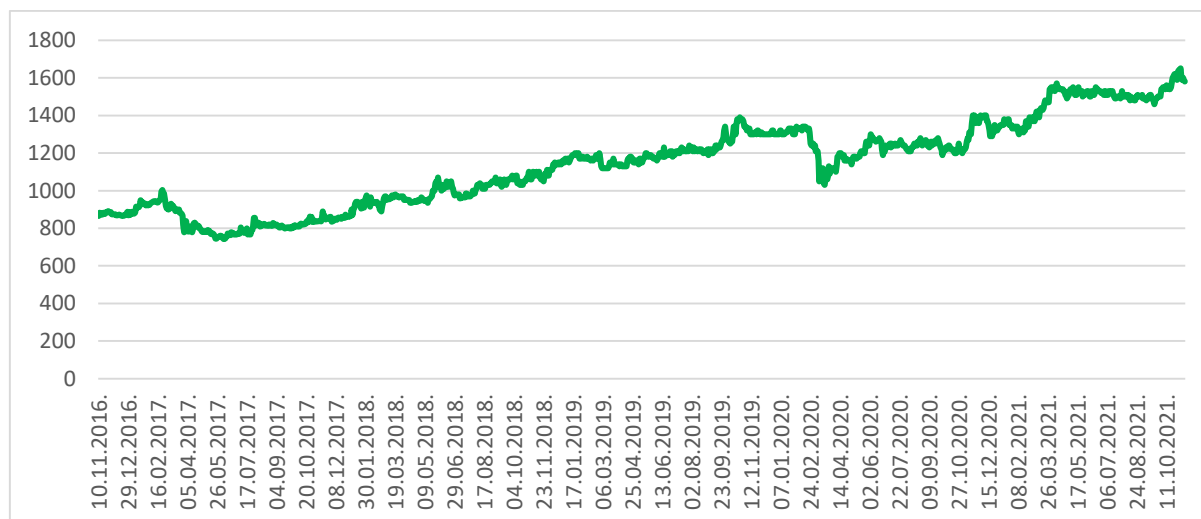
**Grafikon 2.** Kretanje cijena dionice Adris grupe d.d. (ADRS)



Izvor: izrada autorice prema podacima sa web stranice Zagrebačke burze (<https://zse.hr/>).

Na Grafikonu 3. moguće je vidjeti kretanje cijene dionice ATGR-a u promatranom razdoblju.

**Grafikon 3.** Kretanje cijena dionice Atlantic grupe d.d.(ATGR)



Izvor: izrada autorice prema podacima sa web stranice Zagrebačke burze (<https://zse.hr/>).

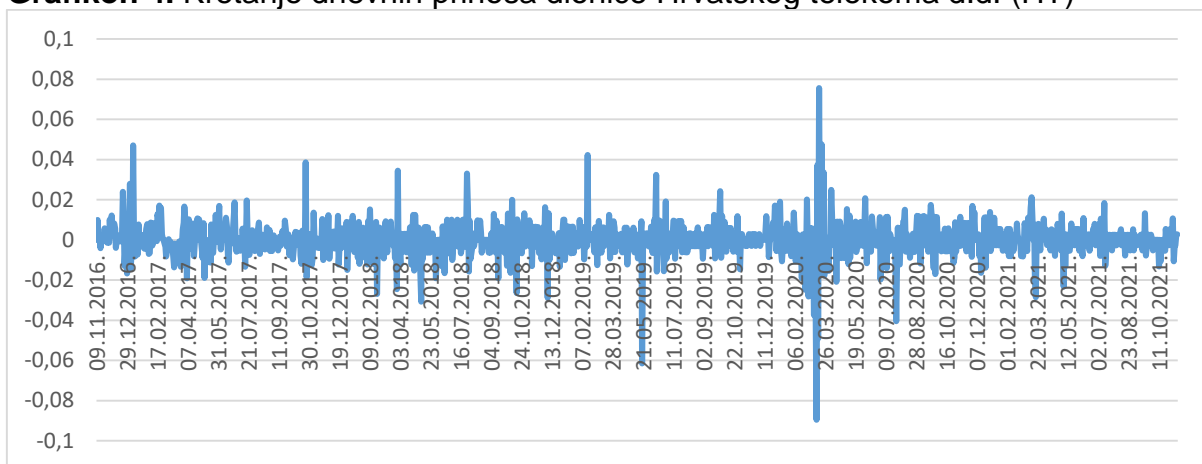
Promatrajući Grafikone 1, 2 i 3 može se primijetiti da dionica ATGR ima najveću cijenu, dok dionica HT ima najmanju. Uspoređujući 2016. i 2021. godinu vidljivo je da samo kod dionice ADRS2 cijena nije porasla. Kod dionice ATGR to je povećanje najznačajnije. Iako je cijena dionice ATGR najviša, također na grafu 3 možemo primijetiti da kod dionice ATGR postoji značajno variranje cijene što može ukazivati na rizik. No, kod dionice HT koja ima najmanju cijenu vidimo stabilnije kretanje što može privući ulagače koji imaju malu averziju na rizik i traže tu stabilnost. Daljnjim računanjem vidjet će se da li je to slučaj. Kod dionice ADRS2 na Grafikonu 2 vidi se negativan trend kretanja cijene koji započinje u veljači 2020. godine pri čemu se ista nije uspjela vratiti na cijenu koju ju imala na početku promatranog razdoblja.

## 5.2. Izračun dnevnih prinosa pojedinih dionica

Dnevni prinos dionica izračunat je pomoću cijena dionica, a formula koja je korištena jest  $P_{t+1}/P_t - 1$ . Dnevni prinos dionica također je izračunan za razdoblje od 5 godina. U nastavku se nalaze grafikoni koji prikazuju kretanje dnevnih prinosa dionica kroz promatrano razdoblje, odnosno od 10.11.2016. do 10.11.2021. godine.

Na Grafikonu 4. moguće je vidjeti kretanje dnevnih prinosa dionice HT-a u promatranom razdoblju.

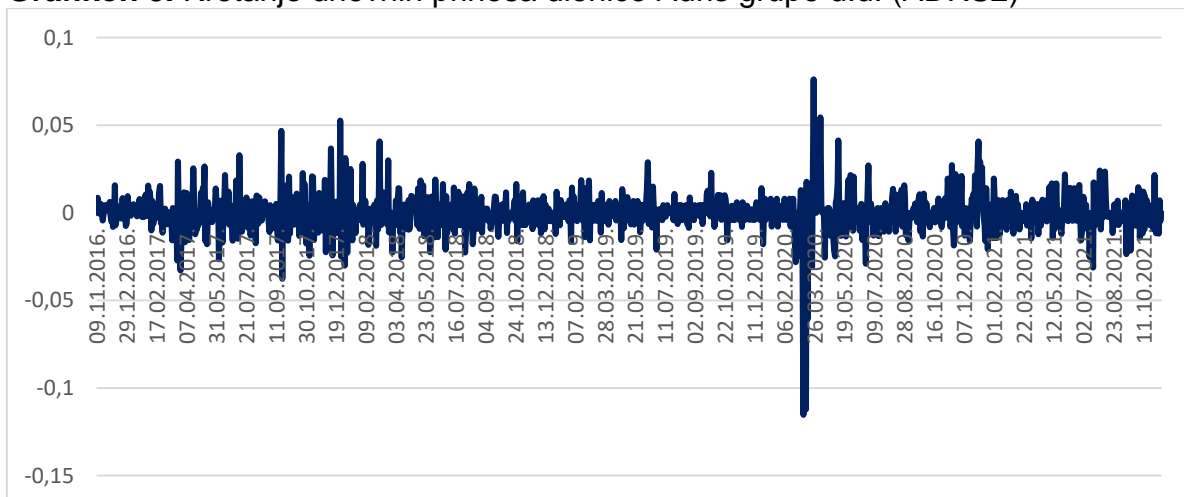
**Grafikon 4.** Kretanje dnevnih prinosa dionice Hrvatskog telekoma d.d. (HT)



Izvor: izračun autorice.

Na Grafikonu 5. moguće je vidjeti kretanje dnevnih prinosa dionice ADRS-a u promatranom razdoblju.

**Grafikon 5.** Kretanje dnevnih prinosa dionice Adris grupe d.d. (ADRS2)

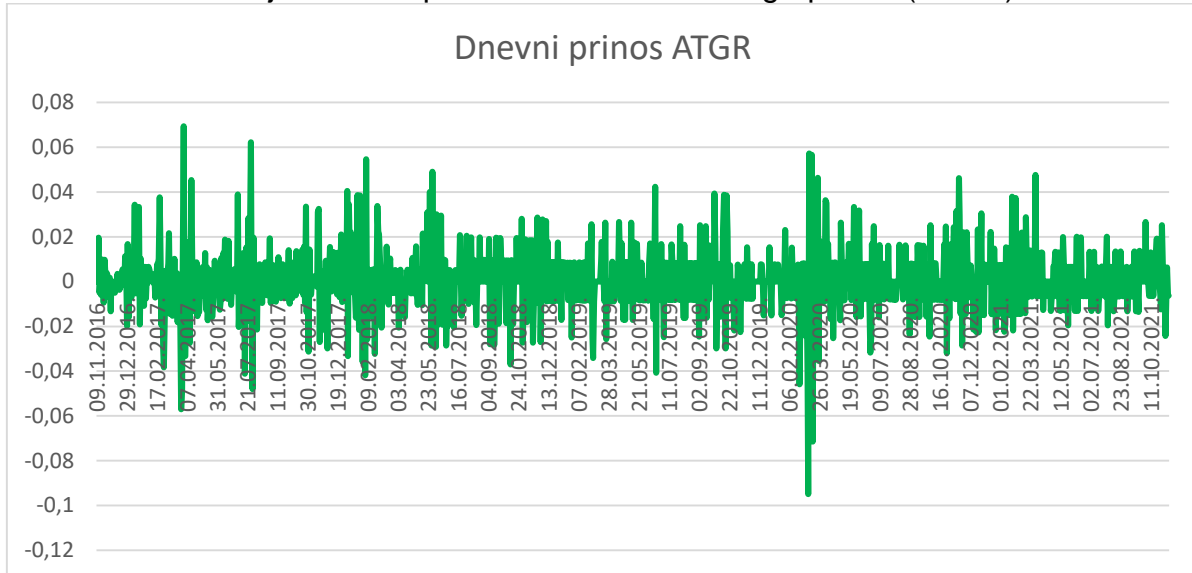


Izvor: izračun autorice.



Na Grafikonu 6. moguće je vidjeti kretanje dnevnih prinosa dionice ATGR-a u promatranom razdoblju.

**Grafikon 6** Kretanje dnevnih prinosa dionice Atlantic grupe d.d.(ATGR)



Izvor: izračun autorice.

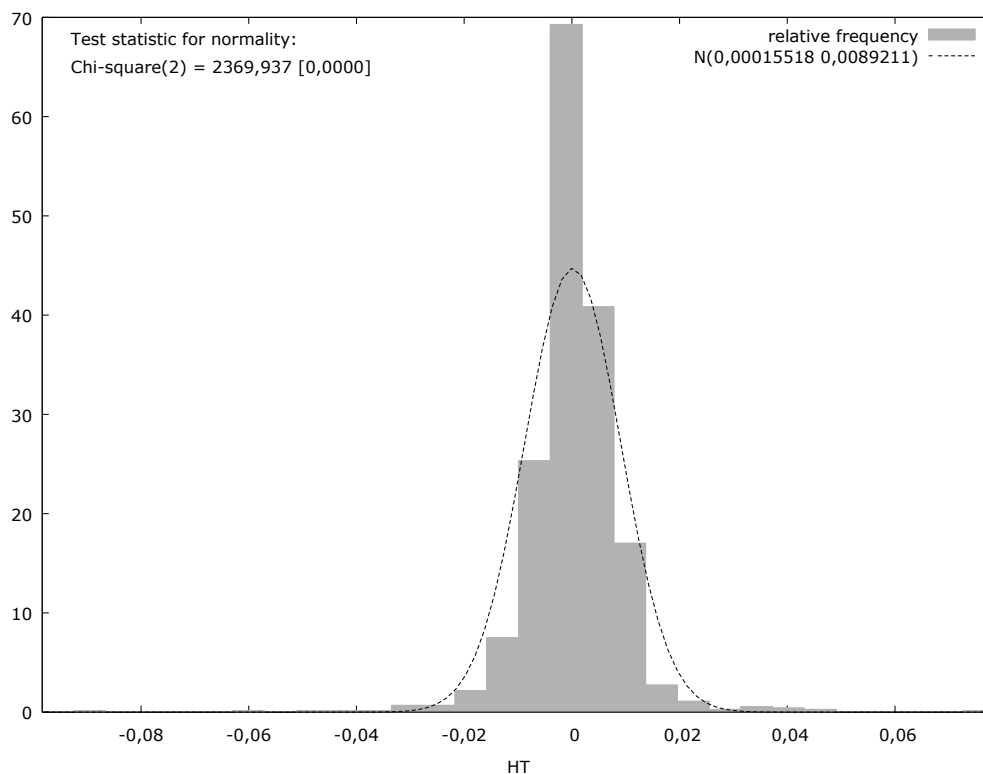
Na Grafikonima 4,5 i 6 možemo vidjeti da dnevni prinosi izrazito variraju kroz promatrano razdoblje. Promatranjem Grafikona 4, 5 i 6 čini se kao da dnevni prinosi dionice ATGR najviše variraju i imaju češće ekstremnije promjene od ostale dvije dionice. Početkom 2020. godine, točnije u trećem mjesecu 2020. godine vidimo najekstremnije odstupanje dnevnih prinosa kod sve tri dionice gdje dionica ADRS2 ima najveći dnevni prinos od svih izračunatih prinosa od 7,619%, a ujedno i najmanji dnevni prinos od -11,521. Razlog zbog kojeg je baš u ovom razdoblju volatilnost najveća jest početak korona krize.

### 5.3. Izračun frekvencije raspodjele prinosa dionica

Distribucija frekvencija prinosa izračunata je u statističkom programu Gretl (<http://gretl.sourceforge.net/>), a služi kako bi se izračunala cjelokupna raspodjela prinosa.

U nastavku slijedi prikaz distribucije frekvencije prinosa dionice HT-a u promatranom razdoblju.

**Grafikon 7.** Grafički prikaz distribucije frekvencije prinosa dionice Hrvatskog telekoma d.d. (HT)



Izvor: izrada autorice.

Grafički prikazi prinosa imaju oblik sličan normalnoj distribuciji (Gaussovoj krivulji). Stvari kad se mijenjaju raspoređuju se oko prosjeka po zvonolikoj krivulji jer nastoje ostati u blizini točke prosjeka i u tome je smisao. Iz Grafikona 7 možemo vidjeti da je prikazana distribucija ponešto izduženija u odnosu na normalnu Gaussovu distribuciju i da se najveći broj frekvencija nalazi oko nule. Gaussova ili normalna krivulja ovisi o standardnoj devijaciji i aritmetičkoj sredini. Standardna devijacija određuje širinu grafa pa mala standardna devijacija stvara vrlo usku i visoku krivulju, što je slučaj kod Grafikona 7 koji prikazuje dionicu HT.

U nastavku slijedi tablični prikaz distribucije prinosa dionice HT-a.

**Tablica 1.** Tablični prikaz distribucije prinosa dionice Hrvatskog telekoma d.d. (HT)

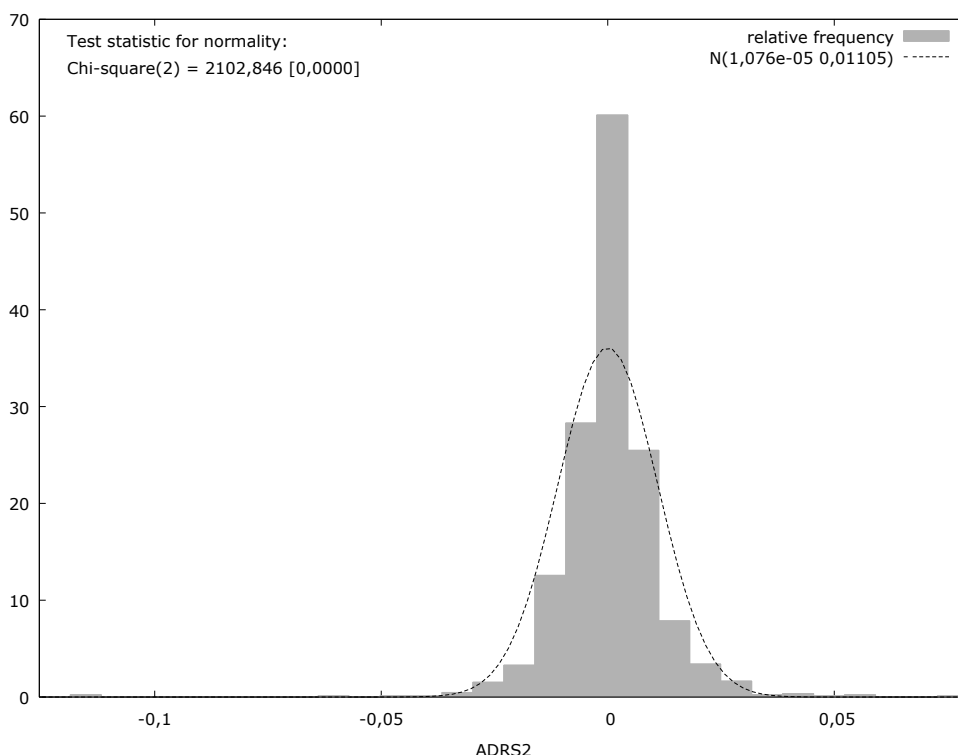
interval	midpt	frequency	rel.	cum.
< -0,086558	-0,089506	1	0,08%	0,08%
-0,086558 - -0,080661	-0,083609	0	0,00%	0,08%
-0,080661 - -0,074764	-0,077713	0	0,00%	0,08%
-0,074764 - -0,068868	-0,071816	0	0,00%	0,08%
-0,068868 - -0,062971	-0,065919	0	0,00%	0,08%
-0,062971 - -0,057074	-0,060023	1	0,08%	0,16%
-0,057074 - -0,051178	-0,054126	0	0,00%	0,16%
-0,051178 - -0,045281	-0,048229	1	0,08%	0,24%
-0,045281 - -0,039384	-0,042333	1	0,08%	0,32%
-0,039384 - -0,033488	-0,036436	1	0,08%	0,40%
-0,033488 - -0,027591	-0,030539	5	0,40%	0,80%
-0,027591 - -0,021694	-0,024642	5	0,40%	1,20%
-0,021694 - -0,015797	-0,018746	16	1,28%	2,49%
-0,015797 - -0,0099007	-0,012849	55	4,41%	6,90%
-0,0099007 - -0,0040041	-0,0069524	186	14,93%	21,83%
-0,0040041 - 0,0018926	0,0010557	509	40,85%	62,68%
0,0018926 - 0,0077893	0,0048410	300	24,08%	86,76%
0,0077893 - 0,013686	0,010738	125	10,03%	96,79%
0,013686 - 0,019583	0,016634	20	1,61%	98,39%
0,019583 - 0,025479	0,022531	8	0,64%	99,04%
0,025479 - 0,031376	0,028428	2	0,16%	99,20%
0,031376 - 0,037273	0,034324	4	0,32%	99,52%
0,037273 - 0,043170	0,040221	3	0,24%	99,76%
0,043170 - 0,049066	0,046118	2	0,16%	99,92%
0,049066 - 0,054963	0,052015	0	0,00%	99,92%
0,054963 - 0,060860	0,057911	0	0,00%	99,92%
0,060860 - 0,066756	0,063808	0	0,00%	99,92%
0,066756 - 0,072653	0,069705	0	0,00%	99,92%
>= 0,072653	0,075601	1	0,08%	100,00%

Izvor: izrada autorice.

Iz tablice možemo vidjeti da se 509, odnosno 40,85% od ukupnog broja prinosa nalazilo u intervalu od -0,0040041% do 0,0018926% te da je to ujedno i najveća frekvencija. Dakle, poprilično je velika mogućnost da bi se prinosi u budućnosti mogli nalaziti upravo u ovom intervalu.

U nastavku slijedi prikaz distribucije frekvencije prinosa dionice ADRS2-a u promatranom razdoblju.

**Grafikon 8.** Grafički prikaz distribucije frekvencije prinosa dionice Adris grupe d.d. (ADRS2)



Izvor: izrada autorice.

Grafički prikazi prinosa imaju oblik sličan normalnoj distribuciji (Gaussovoj krivulji). Stvari kad se mijenjaju raspoređuju se oko prosjeka po zvonolikoj krivulji jer nastoje ostati u blizini točke prosjeka i u tome je smisao. Iz Grafikona 8 se vidi da je prikazana distribucija ponešto izduženija u odnosu na normalnu Gaussovu distribuciju i da se najveći broj frekvencija ponovno nalazi oko nule. Gaussova ili normalna krivulja ovisi o standardnoj devijaciji i aritmetičkoj sredini. Standardna devijacija određuje širinu grafa.

U nastavku slijedi tablični prikaz distribucije prinosa dionice ADRS2-a.

**Tablica 2.** Tablični prikaz distribucije prinosa dionice Adris grupe d.d. (ADRS2)

interval	midpt	frequency	rel.	cum.
< -0,11180	-0,11522	2	0,16%	0,16%
-0,11180 - -0,10496	-0,10838	0	0,00%	0,16%
-0,10496 - -0,098127	-0,10155	0	0,00%	0,16%
-0,098127 - -0,091291	-0,094709	0	0,00%	0,16%
-0,091291 - -0,084455	-0,087873	0	0,00%	0,16%
-0,084455 - -0,077619	-0,081037	0	0,00%	0,16%
-0,077619 - -0,070783	-0,074201	0	0,00%	0,16%
-0,070783 - -0,063947	-0,067365	0	0,00%	0,16%
-0,063947 - -0,057111	-0,060529	1	0,08%	0,24%

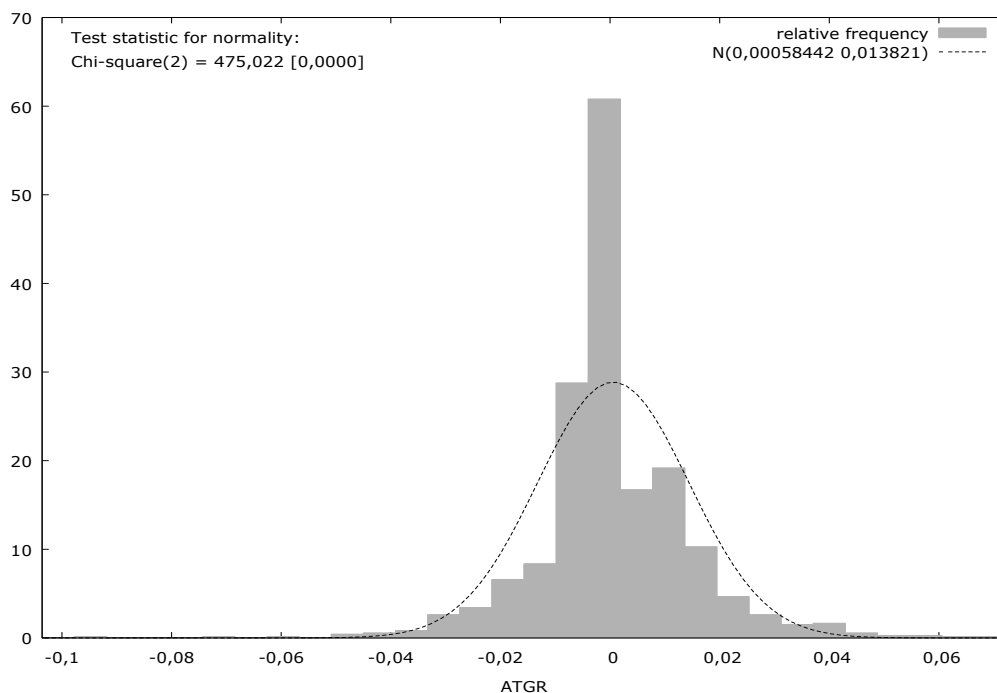
-0,057111 - -0,050275	-0,053693	0	0,00%	0,24%
-0,050275 - -0,043439	-0,046857	1	0,08%	0,32%
-0,043439 - -0,036603	-0,040021	1	0,08%	0,40%
-0,036603 - -0,029767	-0,033185	4	0,32%	0,72%
-0,029767 - -0,022931	-0,026349	13	1,04%	1,77%
-0,022931 - -0,016095	-0,019513	28	2,25%	4,01%
-0,016095 - -0,0092595	-0,012677	107	8,59%	12,60%
-0,0092595 - -0,0024235	-0,0058415	241	19,34%	31,94%
-0,0024235 - 0,0044125	0,00099453	512	41,09%	73,03%
0,0044125 - 0,011249	0,0078305	217	17,42%	90,45%
0,011249 - 0,018085	0,014667	67	5,38%	95,83%
0,018085 - 0,024921	0,021503	29	2,33%	98,15%
0,024921 - 0,031757	0,028339	14	1,12%	99,28%
0,031757 - 0,038593	0,035175	2	0,16%	99,44%
0,038593 - 0,045428	0,042010	3	0,24%	99,68%
0,045428 - 0,052264	0,048846	1	0,08%	99,76%
0,052264 - 0,059100	0,055682	2	0,16%	99,92%
0,059100 - 0,065936	0,062518	0	0,00%	99,92%
0,065936 - 0,072772	0,069354	0	0,00%	99,92%
>= 0,072772	0,076190	1	0,08%	100,00%

Izvor: izrada autorice.

Iz tablice možemo vidjeti da se 512, odnosno 41,09% od ukupnog broja prinosa nalazilo u intervalu od -0,0024235% do 0,0044125% te da je to ujedno i najveća frekvencija. Dakle, poprilično je velika mogućnost da bi se prinosi u budućnosti mogli nalaziti upravo u ovom intervalu.

U nastavku slijedi prikaz distribucije frekvencije prinosa dionice ATGR-a u promatranom razdoblju.

**Grafikon 9.** Grafički prikaz distribucije frekvencije prinosa dionice Atlantic grupe d.d. (ATGR)



Izvor: izrada autorice.

Grafički prikazi prinosa imaju oblik sličan normalnoj distribuciji (Gaussovoj krivulji). Stvari kad se mijenjaju raspoređuju se oko prosjeka po zvonolikoj krivulji jer nastoje ostati u blizini točke prosjeka i u tome je smisao. Iz Grafikona 9 možemo vidjeti da je prikazana distribucija ponešto izduženija i nagnuta na lijevu stranu u odnosu na normalnu Gaussovu distribuciju i da se najveći broj frekvencija nalazi lijevo od nule. Gaussova ili normalna krivulja ovisi o standardnoj devijaciji i aritmetičkoj sredini. Standardna devijacija određuje širinu grafa pa se iz Grafikona 9 vidi da dionica ATGR ima najveću standardnu devijaciju i zbog toga je njena krivulja kratka i široka.

U nastavku slijedi tablični prikaz distribucije prinosa dionice ATGR-a.

**Tablica 3.** Tablični prikaz distribucije prinosa dionice Atlantic grupe d.d. (ATGR)

interval	midpt	frequency	rel.	cum.
< -0,091896	-0,094828	1	0,08%	0,08%
-0,091896 - -0,086034	-0,088965	0	0,00%	0,08%
-0,086034 - -0,080172	-0,083103	0	0,00%	0,08%
-0,080172 - -0,074310	-0,077241	0	0,00%	0,08%
-0,074310 - -0,068448	-0,071379	1	0,08%	0,16%
-0,068448 - -0,062586	-0,065517	0	0,00%	0,16%
-0,062586 - -0,056723	-0,059655	1	0,08%	0,24%

-0,056723 - -0,050861	-0,053792	0	0,00%	0,24%
-0,050861 - -0,044999	-0,047930	3	0,24%	0,48%
-0,044999 - -0,039137	-0,042068	4	0,32%	0,80%
-0,039137 - -0,033275	-0,036206	6	0,48%	1,28%
-0,033275 - -0,027413	-0,030344	19	1,52%	2,81%
-0,027413 - -0,021550	-0,024481	25	2,01%	4,82%
-0,021550 - -0,015688	-0,018619	48	3,85%	8,67%
-0,015688 - -0,0098260	-0,012757	61	4,90%	13,56%
-0,0098260 - -0,0039638	-0,0068949	210	16,85%	30,42%
-0,0039638 - 0,0018983	-0,0010328	444	35,63%	66,05%
0,0018983 - 0,0077605	0,0048294	122	9,79%	75,84%
0,0077605 - 0,013623	0,010692	140	11,24%	87,08%
0,013623 - 0,019485	0,016554	75	6,02%	93,10%
0,019485 - 0,025347	0,022416	34	2,73%	95,83%
0,025347 - 0,031209	0,028278	19	1,52%	97,35%
0,031209 - 0,037071	0,034140	11	0,88%	98,23%
0,037071 - 0,042934	0,040002	12	0,96%	99,20%
0,042934 - 0,048796	0,045865	4	0,32%	99,52%
0,048796 - 0,054658	0,051727	2	0,16%	99,68%
0,054658 - 0,060520	0,057589	2	0,16%	99,84%
0,060520 - 0,066382	0,063451	1	0,08%	99,92%
>= 0,066382	0,069313	1	0,08%	100,00%

Izvor: izrada autorice.

Iz tablice možemo vidjeti da se 444, odnosno 35,63% od ukupnog broja prinosa nalazilo u intervalu od -0,0039638% do 0,0018983% te da je to ujedno i najveća frekvencija. Dakle, poprilično je velika mogućnost da bi se prinosi u budućnosti mogli nalaziti upravo u ovom intervalu.

#### 5.4. Izračun standardnih mjera rizika pojedinih dionica

Standardne mjere se računaju temeljem već izračunatih dnevnih prinosa. Standardne mjere koje su računane jesu: prosječni prinos, varijanca prinosa te standardna devijacija prinosa. Izračunate su pomoću Excelovih funkcija AVERAGE() za prosječni prinos, VARP() za varijancu prinosa te STDEVP() za standardnu devijaciju prinosa. Također su korištene funkcije MAX() i MIN() kako bi dobili najveći i najmanji prinos.

U nastavku se nalazi prikaz izračuna standardnih mjera odabranih dionica.

**Tablica 4.** Izračun standardnih mjera pojedinih dionica (HT, ADRS2 i ATGR)

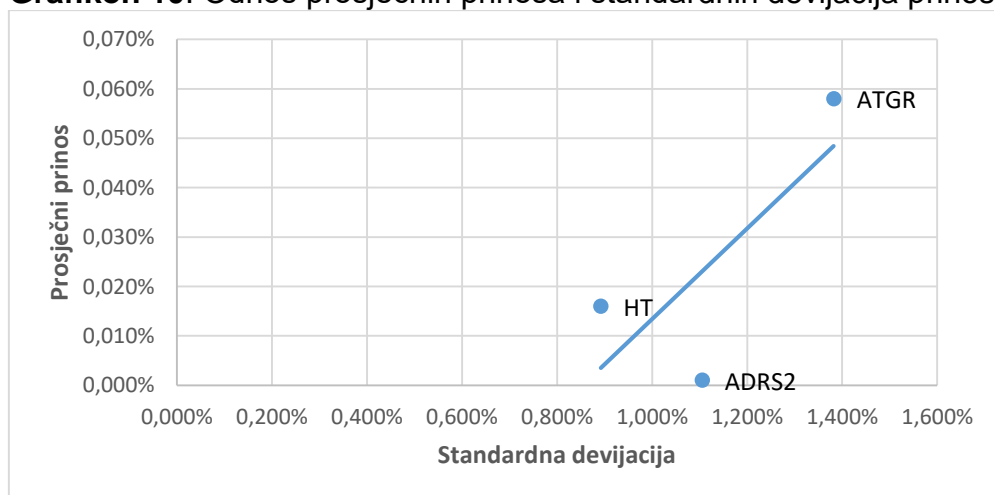
	HT	ADRS2	ATGR
Najveći dnevni prinos	7,560%	7,619%	6,931%
Najmanji dnevni prinos	-8,951%	-11,522%	-9,483%
Prosječni prinos	0,016%	0,001%	0,058%
Varijanca prinosa	0,008%	0,012%	0,019%
Standardna devijacija prinosa	0,892%	1,105%	1,382%

Izvor: izračun autorice.

Iz ovih rezultata možemo zaključiti da najveći prosječni prinos ima dionica ATGR koji iznosi 0,058%, dok ADRS2 ima najmanji prosječni prinos koji iznosi 0,001%. Dionica ATGR također ima i najveću standardnu devijaciju prinosa koja iznosi 1,382% te najveću varijancu prinosa koja iznosi 0,019%. Najmanju varijancu prinosa koja iznosi 0,008% i standardnu devijaciju koja iznosi 0,892% ima dionica HT. Ovi rezultati nam govore da postoji veza između prinosa i rizika, odnosno primjećuje se da što se prosječni prinos povećava, povećava se i potencijalni rizik.

### 5.5. Odnos prosječnih prinosa i standardnih devijacija prinosa dionica

U nastavku se nalazi prikaz odnosa prosječnih prinosa i standardnih devijacija prinosa dionica HT, ADRS2 i ATGR.

**Grafikon 10.** Odnos prosječnih prinosa i standardnih devijacija prinosa dionica

Izvor: izrada autorice.



Promatranjem Grafikona 10 primjećuje se pozitivan odnos između standardnih devijacija i dnevnih prinosa. Također, pomoću ovog grafikona možemo doći i do zaključka da što je veći prosječni prinos, to je veća i standardna devijacija prinosa. Naravno, to nije uvijek slučaj, kao što je to kod dionice ADRS2 koja ima manji prosječni prinos od dionice HT, a veću standardnu devijaciju. Kao što je već spomenuto, dionica ATGR ima najveći prosječni prinos i najveću standardnu devijaciju prinosa.

## 5.6. Izračun godišnjeg prinosa uključujući dividendu

Godišnji prinos uključujući dividendu računat je za razdoblje od 10 godina. Ovaj godišnji prinos dobije se tako što se zbroje cijena dionice i dividenda te se taj zbroj podijeli sa cijenom prijašnje godine. Računa se slično kao i dnevni prinos, a formula glasi:  $P_{t+1} + \text{dividenda} / P_t - 1$ . Recimo za 2019. godinu prinos se računa kao: zadnja cijena 2019. godine + dividenda 2019. godine / zadnja cijena 2018. godine. Za izračun prosječnog prinosa, varijance i standardne devijacije korištene su već spomenute Excelove funkcije AVERAGE(), VARP() te STDEVP().

U nastavku slijedi prikaz izračuna godišnjeg prinosa uključujući dividendu za dionicu HT-a.

**Tablica 5.** Izračun godišnjeg prinosa uključujući dividendu za dionicu Hrvatskog telekoma d.d. (HT) u kn

DATUM	ZADNJA CIJENA	DIVIDENDA po dionici	GODIŠNJI PRINOS
30.12.2011	241,56	0	
31.12.2012	198,53	20,51	-9,323%
31.12.2013	176,96	9	-6,332%
31.12.2014	150,52	7	-10,986%
30.12.2015	143,68	6	-0,558%
30.12.2016	169,03	6	21,819%
29.12.2017	165,4	6	1,402%
28.12.2018	150	7	-5,079%
30.12.2019	175	8	22,000%
30.12.2020	181,5	8	8,286%
29.10.2021	186	8	6,887%
Prosječni prinos	2,812%		
Varijanca prinosa	1,273%		
Standardna devijacija prinosa	11,282%		

Izvor: izračun autorice.

Promatranjem rezultata izračuna godišnjeg prinosa dionice HT-a može se primijetiti da

je 2019. godine ostvaren najveći godišnji prinos od 22%, dok je najmanji godišnji prinos ostvaren 2014. godine od -10,986%. Najveća dividenda bila je 2012. godine, a iznosila je 20,52 kuna po dionici. Na temelju izračunatih godišnjih prinosa dobiveni su prosječni prinos, varijanca te standardna devijacija. Prosječni prinos dionice HT iznosi 2,812%, varijanca iznosi 1,273%, a standardna devijacija iznosi 11,282%.

U nastavku slijedi prikazu izračuna godišnjeg prinosa uključujući dividendu za dionicu ADRS2-a.

**Tablica 6.** Izračun godišnjeg prinosa uključujući dividendu za dionicu Adris grupe d.d. (ADRS2) u kn

DATUM	ZADNJA CIJENA	DIVIDENDA po dionici	GODIŠNJI PRINOS
30.12.2011	218,69	0	
31.12.2012	248,13	7	16,663%
31.12.2013	277,01	7	14,460%
31.12.2014	339,86	7	25,216%
30.12.2015	364,73	10	10,260%
30.12.2016	456,3	15	29,219%
29.12.2017	429	17	-2,257%
28.12.2018	417	17,5	1,282%
30.12.2019	495	18,2	23,070%
30.12.2020	382	0	-22,828%
29.10.2021	429	12,5	2,914%
Prosječni prinos		9,800%	
Varijanca prinosa		2,190%	
Standardna devijacija prinosa		14,798%	

Izvor: izračun autorice.

Dionica ADRS2 najveći godišnji prinos imala je 2016. godine od 29,219%, dok je najmanji godišnji prinos bio 2020. godine od -22,828%. Razlog tome je odluka o neisplaćivanju dividende. Najveća dividenda bila je godinu prije, odnosno 2019. godine, a iznosila je 18,2 kuna po dionici. Prosječni prinos iznosi 9,8%, varijanca iznosi 2,190%, a standardna devijacija iznosi 14,798%.

U nastavku slijedi prikazu izračuna godišnjeg prinosa uključujući dividendu za dionicu ATGR-a.

**Tablica 7.** Izračun godišnjeg prinosa uključujući dividendu za dionicu Atlantic grupe d.d. (ATGR) u kn

DATUM	ZADNJA CIJENA	DIVIDENDA po dionici	GODIŠNJI PRINOS
29.12.2011	500,01	0	
31.12.2012	536	3	7,798%
31.12.2013	716,13	9	35,285%
31.12.2014	942,72	10,5	33,107%
30.12.2015	828,02	12	-10,894%
30.12.2016	884,12	13,5	8,406%
29.12.2017	862	17	-0,579%
28.12.2018	1.160	17,5	36,601%
30.12.2019	1.300	32	14,828%
30.12.2020	1.340	25	5,000%
29.10.2021	1.640	40	25,373%
Prosječni prinos	15,492%		
Varijanca prinosa	2,420%		
Standardna devijacija prinosa	15,556%		

Izvor: izračun autorice.

Računanjem godišnjih prinosa dolazi se do zaključka da najveći prosječni prinos u iznosu od 15,492% ima dionica ATGR što je u skladu s dosadašnjim izračunima, a s time i dolazi i najveća standardna devijacija u iznosu od 15,556%. Najmanji prosječni prinos i standardnu devijaciju ima dionica HT i oni iznose 2,812% te 11,282%. Dionica ATGR također ima i najveće dividende u zadnjih nekoliko godina.

## 5.7. Izračun povrata portfelja dionica

Nakon izračuna za svaku pojedinu dionicu, mogu se računati podaci za portfelj dionica. U ovom potpoglavlju biti će riječ o izračunu povrata portfelja odabranih dionica jer je očekivani povrat značajna komponenta svakog portfelja te služi kao pokazatelj uspješnosti. Računa se kao suma umnoška očekivanog prinosa dionice i udjela dionice u portfelju. Na primjer, dnevni prinos portfelja za dan 10.11.2019. godine računa se kao: dnevni prinos dionice HT na zadani dan \* udio dionice HT + dnevni prinos dionice ADRS2 na zadani dan \* udio dionice ADRS2 + dnevni prinos dionice ATGR na zadani dan \* udio dionice ATGR. Kada se izračunaju podaci za svo razdoblje koristi se Excelova funkcije AVERAGE() kako bi se izračunao prosječni povrat portfelja, a za standardu devijaciju i varijancu portfelja koriste se funkcije VARP() te STDEVP(). Za izračun su pretpostavljena tri slučaja. U prvom slučaju pretpostavljeno je da će se u

svaku dionicu uložiti jednaki udio, odnosno 33,33%. U drugom slučaju pretpostavljeno je da će se u dionicu ATGR koja ima najveći prinos uložiti 50%, u dionicu HT 20%, dok će se u dionicu ADRS2 uložiti 30%. U trećem slučaju je pretpostavljeno da će se u dionicu HT uložiti 30%, u dionicu ADRS2 20%, a u dionicu ATGR 50%.

U nastavku slijedi prikaz izračuna povrata portfelja dionica za prvi slučaj gdje je pretpostavljen jednaki udio za svaku dionicu.

**Tablica 8.** Izračun povrata portfelja dionica (slučaj 1)

	<b>HT (33,33%)</b>	<b>ADRS2(33,33%)</b>	<b>ATGR (33,33%)</b>	<b>Portfelj</b>
Prosječni povrat	0,016%	0,001%	0,058%	0,025%
Varijanca povrata	0,008%	0,012%	0,019%	0,006%
Sigma	0,892%	1,105%	1,382%	0,798%

Izvor: izračun autorice.

Izračunati su prosječni povrat, varijanca povrata te standardna devijacija. Rezultati pokazuju da kada pretpostavimo jednak ulog u portfelj dionica HT, ADRS2 te ATGR prosječni povrat portfelja iznosi 0,025%, varijanca portfelja iznosi 0,006%, a standardna devijacija portfelja iznosi 0,798%.

U nastavku slijedi prikaz izračuna povrata portfelja dionica za drugi slučaj gdje je pretpostavljen ulog od 50% za dionicu ATGR, ulog od 20% za dionicu HT te ulog od 30% za dionicu ADRS2.

**Tablica 9.** Izračun povrata portfelja dionica (slučaj 2)

	<b>HT (20%)</b>	<b>ADRS2 (30%)</b>	<b>ATGR (50%)</b>	<b>Portfelj</b>
Prosječni povrat	0,016%	0,001%	0,058%	0,033%
Varijanca povrata	0,008%	0,012%	0,019%	0,0081%
Sigma	0,892%	1,105%	1,382%	0,900%

Izvor: izračun autorice.

Prosječni povrat portfelja u drugom slučaju iznosi 0,033%, varijanca iznosi 0,0091%, a standardna devijacija iznosi 0,900%.

U nastavku slijedi prikaz izračuna povrata portfelja dionica za treći slučaj gdje je pretpostavljen ulog od 50% za dionicu ATGR, ulog od 30% za dionicu HT te ulog od 20% za dionicu ADRS2.

**Tablica 10.** Izračun povrata portfelja dionica (slučaj 3)

	<b>HT (30%)</b>	<b>ADRS2(20%)</b>	<b>ATGR(50%)</b>	<b>Portfelj</b>
Prosječni povrat	0,016%	0,001%	0,058%	0,034%
Varijanca povrata	0,008%	0,012%	0,019%	0,0078%
Sigma	0,892%	1,105%	1,382%	0,886%

Izvor: izračun autorice.

Kada se izračunaju sva tri slučaja vidi se da je najveći prosječni povrat portfelja koji iznosi 0,034% u trećem slučaju gdje je pretpostavljeno da će se u dionicu HT uložiti 30%, u dionicu ADRS2 20%, a u dionicu ATGR 50%. Najmanji prosječni povrat portfelja koji iznosi 0,025% izračunat je u prvom slučaju gdje je pretpostavljeno je da će se u svaku dionicu uložiti jednaki udio, odnosno 33,33%, a isto vrijedi i za varijancu i standardnu devijaciju i varijancu prinosa portfelja. Najveća standardna devijacija prinosa portfelja koja iznosi 0,9% je kod drugog slučaja gdje je pretpostavljeno je da će se u dionicu ATGR 50%, u dionicu HT 20%, dok će se u dionicu ADRS2 uložiti 30%. U drugom slučaju izračunata je i najveća varijanca prinosa portfelja. Kada se sagledaju ovi rezultati može se zaključiti da je treći slučaj najefikasniji jer osim što ima najveći prinos, ima manju standardnu devijaciju i varijancu od drugog slučaja.

Za daljnji izračun biti će potrebno odrediti kovarijancu i korelaciju između odabranih dionica. Kovarijanca i korelacija na sličan način opisuju stupanj do kojeg dvije slučajne varijable ili skupovi slučajnih varijabli imaju tendenciju odstupanja od svojih očekivanih vrijednosti. Za izračun su korištene Excelove funkcije COVARIANCE() i PEARSON().

U nastavku slijedi prikaz izračuna kovarijance.

**Tablica 11.** Izračun kovarijance

Kovarijanca	
Cov (HT, ADRS2)	0,000028
Cov (HT, ATGR)	0,000029
Cov (ADRS2, ATGR)	0,000033

Izvor: izračun autorice.

Kovarijanca pokazuje vezu između dionica u portfelju. Pozitivna vrijednost kovarijance predstavlja pozitivnu vezu između dvije serije povrata, odnosno govori nam da varijable imaju tendenciju približavanja jedna drugoj i da se kreću u istom smjeru što je u ovom primjeru slučaj kod svih dionica. No, s aspekta investitora poželjne su one dionice koje imaju negativnu vrijednost kovarijance, odnosno one koje se kreću suprotnim smjerovima jer u slučaju da jedna dionica padne, ostale će se zadržati.

U nastavku slijedi prikaz izračuna korelacije.

**Tablica 12.** Izračun korelacije

Korelacija	
Corr (HT, ADRS2)	0,286156255
Corr (HT, ATGR)	0,235394976
Corr (ADRS2, ATGR)	0,217741982

Izvor: izračun autorice.

Korelacija zapravo mjeri koliki je stupanj veze između dionica. Koeficijent korelacije je uvijek između -1 i 1. Što je veći koeficijent korelacije veći, dvije serije se više zajedno kreću. U ovom primjeru to bi bila korelacija dionica HT i ADRS2 jer je njihov koeficijent najveći. No, investitora zanima da li će mu ovaj portfelj smanjiti rizik. Jedan od ciljeva diversifikacije je upravo minimalizirati rizik. Što je korelacija između dvije imovine veća, dobit od diversifikacije je manja. Korelacija ovih dionica relativno je slaba, što bi značilo da ne bi bile loš izbor za investiciju.

U nastavku će se izračunati varijanca povrata te standardna devijacija portfelja s uključenim izračunatim koeficijentima korelacije.

**Tablica 13.** Varijanca i standardna devijacija (sigma) povrata s uključenim koeficijentima korelacije (za sva tri slučaja)

	<b>Slučaj 1</b>	<b>Slučaj 2</b>	<b>Slučaj 3</b>
Varijanca povrata	0,005%	0,007%	0,006%
Sigma	0,697%	0,815%	0,801%

Izvor: izračun autorice.

Uvođenjem korelacijskih koeficijenata zaključci vezani uz varijance i standardne devijacije portfelja su isti što znači da korelacijski koeficijenti između prinosa dionica ne utječu značajno na donošenje odluka. Naime, korelacijski koeficijenti su poprilično slični.

### 5.8. Izračun VaR portfelja

Za zadnji izračun ostao je i izračun VaR-a koji u sebi sadrži brojne informacije. VaR pokušava cjelokupni rizik portfelja svesti na jednu brojku, a uz to pretpostavlja budući rizik određene imovine ili pak cjelokupnog portfelja. To je zapravo najgore predviđeni gubitak u određenom vremenskom razdoblju uz određenu razinu pouzdanosti.

VaR je izračunat prema formuli:  $VAR = \sqrt{\sum w_i^2 \sigma_i^2 + \sum \sum w_i w_j \sigma_i \sigma_j \rho_{i,j}}$

pri čemu je:

$w$  – vrijednost stavke pozicije,

$\sigma$  – promjenjivost pozicije,

$\rho$  – korelacija.

Za izračun VaR-a pretpostavljeno je da za je za ulaganje dostupno 300.000,00 kuna te tri slučaja. U prvom slučaju pretpostavljeno je da će se u svaku dionicu uložiti 100.000,00 kuna. Drugi slučaj pretpostavlja da će se u dionicu ATGR uložiti 150.000,00 kuna, u dionicu ADRS2 90.000,00 kuna, a u dionicu HT 60.000,00 kuna. U trećem slučaju pretpostavljeno je da će se u dionicu HT uložiti 90.000,00 kuna, u dionicu ADRS2 60.000,00 kuna, a u dionicu ATGR 50.000,00

Z-score je također potreban kako bi se mogao izračunati VaR. Z-score pokazuje koliko se određena vrijednost razlikuje od standardne devijacije te omogućuje istraživačima da izračunaju vjerojatnost da se rezultat pojavi unutar standardne normalne distribucije.

U nastavku slijedi prikaz izračuna VaR-a portfelja za prvi slučaj gdje se pretpostavlja ulog od 100.000,00 kuna za svaku dionicu.

**Slika 4.** Izračun VaR portfelja u kn (slučaj 1)

Ulaganje u HT		Ulaganje u ADRS2		Ulaganje u ATGR	
Ulaganje u kn	100.000,00	Ulaganje u kn	100.000,00	Ulaganje u kn	100.000,00
Z-score (95%)	1,65	Z-score (95%)	1,65	Z-score (95%)	1,65
Standardna devijacija	0,008921075	Standardna devijacija	0,01105003	Standardna devijacija	0,013820919
VaR_HT	1.471,98	VaR_ADRS2	1.823,26	VaR_ATGR	2.280,45
Correl HT_ADRS2	0,286156255				
Correl HT_ATGR	0,235394976				
Correl ADRS2_ATGR	0,217741982				
VaR portfelja HT_ADRS2	2.650,84				
VaR portfelja HT_ATGR	2.991,24				
VaR portfelja ADRS2_ATGR	3.214,87				
VaR portfelja HT_ADRS2_ATGR	3.952,01				

Izvor: izračun autorice. Napomena: Z-score =

([https://www.pindling.org/Math/Learning/Basic\\_Math/Examples/supplimentary/Appendix\\_G\\_z\\_score/z\\_scores.htm](https://www.pindling.org/Math/Learning/Basic_Math/Examples/supplimentary/Appendix_G_z_score/z_scores.htm)).

U prvom slučaju gdje je pretpostavljeno da će se u svaku dionicu uložiti jednako, VaR iznosi 3.952,01 kuna. To zapravo znači da s pretpostavkom da se u svaku dionicu ulaže 100.000,00 kuna, ovaj portfelj u 95% slučajeva ne bi trebao izgubiti više od 3.952,01 kuna.

U nastavku slijedi prikaz izračuna VaR-a portfelja za drugi slučaj gdje se pretpostavlja ulog od 60.000,00 kuna za dionicu HT, ulog od 90.000,00 kuna za dionicu ADRS2 te ulog od 150.000,00 kuna za dionicu ATGR.

**Slika 5.** Izračun VaR portfelja u kn (slučaj 2)

Ulaganje u HT		Ulaganje u ADRS2		Ulaganje u ATGR	
Ulaganje u kn	60.000,00	Ulaganje u kn	90.000,00	Ulaganje u kn	150.000,00
Z-score (95%)	1,65	Z-score (95%)	1,65	Z-score (95%)	1,65
Standardna devijacija	0,008921075	Standardna devijacija	0,01105003	Standardna devijacija	0,013820919
VaR_HT	883,19	VaR_ADRS2	1.640,93	VaR_ATGR	3.420,68
Correl HT_ADRS2	0,286156255				
Correl HT_ATGR	0,235394976				
Correl ADRS2_ATGR	0,217741982				
VaR portfelja HT_ADRS2	2.074,15				
VaR portfelja HT_ATGR	3.728,72				
VaR portfelja ADRS2_ATGR	4.103,42				
VaR portfelja HT_ADRS2_ATGR	4.457,56				

Izvor: izračun autorice. Napomena: Z-score =

([https://www.pindling.org/Math/Learning/Basic\\_Math/Examples/supplimentary/Appendix\\_G\\_z\\_score/z\\_scores.htm](https://www.pindling.org/Math/Learning/Basic_Math/Examples/supplimentary/Appendix_G_z_score/z_scores.htm)).



U drugom slučaju VaR iznosi 4.457,56 kuna. To zapravo znači da s pretpostavkom uloga od 60.000,00 kuna za dionicu HT, 90.000,00 kuna za dionicu ADRS2 te 150.000,00 kuna za dionicu ATGR ovaj portfelj u 95% slučajeva ne bi trebao izgubiti više od 4.457,56 kuna.

U nastavku slijedi prikaz izračuna VaR-a portfelja za treći slučaj gdje se pretpostavlja ulog od 90.000,00 kuna za dionicu HT, ulog od 60.000,00 kuna za dionicu ADRS2 te ulog od 150.000,00 kuna za dionicu ATGR.

**Slika 6.** Izračun VaR portfelja u kn (slučaj 3)

Ulaganje u HT		Ulaganje u ADRS2		Ulaganje u ATGR	
Ulaganje u kn	90.000,00	Ulaganje u kn	60.000,00	Ulaganje u kn	150.000,00
Z-score (95%)	1,65	Z-score (95%)	1,65	Z-score (95%)	1,65
Standardna devijacija	0,008921075	Standardna devijacija	0,01105003	Standardna devijacija	0,013820919
VaR_HT	1.324,78	VaR_ADRS2	1.093,95	VaR_ATGR	3.420,68
Correl HT_ADRS2	0,286156255				
Correl HT_ATGR	0,235394976				
Correl ADRS2_ATGR	0,217741982				
VaR portfelja HT_ADRS2	1.944,53				
VaR portfelja HT_ATGR	3.948,36				
VaR portfelja ADRS2_ATGR	3.811,48				
VaR portfelja HT_ADRS2_ATGR	4.386,95				

Izvor: izračun autorice. Napomena: Z-score =

([https://www.pindling.org/Math/Learning/Basic\\_Math/Examples/supplimentary/Appendix\\_G\\_z\\_score/z\\_scores.htm](https://www.pindling.org/Math/Learning/Basic_Math/Examples/supplimentary/Appendix_G_z_score/z_scores.htm)).

U trećem slučaju VaR iznosi 4.386,95 kuna. To zapravo znači da s pretpostavkom uloga od 90.000,00 kuna za dionicu HT, 60.000,00 kuna za dionicu ADRS2 te 150.000,00 kuna za dionicu ATGR ovaj portfelj u 95% slučajeva ne bi trebao izgubiti više od 4.386,95 kuna.

U ovom primjeru su tri slučaja za koja je cjelokupni rizik portfelja sveden na jednu brojku. Za prvi slučaj gdje se u sve tri dionice ulaže jednako, odnosno 100.000,00 kuna u svaku dionicu, VaR iznosi 3.952,01 kuna. Kod drugog slučaja gdje se pretpostavlja da će se u dionicu ATGR uložiti 150.000,00 kuna, u dionicu ADRS2 90.000,00 kuna, a u dionicu HT 60.000,00 kuna, VaR iznosi 4.447,56 kuna. U trećem slučaju gdje je pretpostavljeno da će se u dionicu HT uložiti 90.000,00 kuna, u dionicu ADRS2 60.000,00 kuna, a u dionicu ATGR 50.000,00, VaR iznosi 4.386,95 kuna. Rezultati dovode do zaključka da drugi slučaj nosi najveći rizik gubitka, a prvi slučaj gdje se

ulaže podjednako u svaku dionicu nosi najmanji rizik gubitka. Kao što je već spomenuto, to znači da s pretpostavkom da se u svaku dionicu ulaže 100.000,00 kuna, ovaj portfelj u 95% slučajeva ne bi trebao izgubiti više od 3.952,01 kuna. Kod drugog i trećeg slučaja taj gubitak je veći. Ovaj rezultat može se povezati i sa izračunom povrata portfelja gdje je izračunato da opcija gdje se ulaže podjednako u svaku dionicu nosi najmanji rizik, ali i najmanji prinos. Kao i u slučaju VaR-a, i kod povrata portfelja drugi slučaj gdje se 50% ulaže u dionicu ATGR, 20% u dionicu HT, a 30% u dionicu ADRS2 je najnepovoljniji jer ima najveću varijancu i standardnu devijaciju, a manji prinos nego treći slučaj.

## 6. ZAKLJUČAK

Postoji mnogo načina na koji se rizik klasificira, a svaki rizik ima svoje karakteristike koje traže određenu vrstu upravljanja ili analiza i zbog toga je važno identificirati kojim smo rizicima konkretno izloženi kako bi prošli sa što manje posljedica. U ovom radu analiziran je rizik i njegovo pojmovno određenje, kao i mjere koje se najčešće koriste kako bi te rizicima bolje upravljali i smanjili njihov štetan utjecaj. Utvrđeno je da rizik nije lako definirati jer se čak ni stručnjaci ne mogu složiti oko univerzalne definicije. Ono u čemu se svi slažu jest da bi svaki pojedinac i svako poduzeće trebalo dati posebnu pažnju upravljanju rizicima. U radu smo se usmjerili na upravljanje rizikom portfelja dionica što je dio tržišnih rizika.

Tržišne rizike moguće je mjeriti Value at Risk (VaR) metodom. Kod ove metode postoje četiri osnovna modela izračuna VaR-a: parametarski model, povijesna simulacija, Monte Carlo simulacija, metoda testiranja stresnih situacija. Parametarski model temelji se na pretpostavci da tržišni faktori imaju multivarijatnu normalnu distribuciju, a možemo zaključiti da s time dolazi i nedostatak jer model temeljen na normalnoj distribuciji podcjenjuje udio grube pogreške pa samim time i Rizičnu vrijednost. Povijesna simulacija strukturno je najjednostavnija i vrlo ju je lako koristiti. Temelji se na statističkoj vjerojatnosti i pretpostavlja da je u prošlosti sadržan uzorak „ponašanja“ za koji je moguće da se ponovi. Monte Carlo simulacija se pokazala kao najtočniji i najkompleksniji model izračuna rizične vrijednosti te kod nje se simulacija opisuje kao svaka metoda koja koristi slučajne brojeve kako bi izvela simulaciju. Metoda testiranja stresnih situacija koristi se kao proces za identifikaciju i upravljanje okolnostima koji uzrokuju izvanredne gubitke.

Sljedeći način mjerenja rizika jest Markowitzev model koji je doprinio tome da varijanca portfelja nije funkcija samo varijanci individualnih investicija i njihovih vrijednosnih učešća u portfelju, već i korelacija među prinosima odabranih investicija te pomaže investitorima odabrati najefikasniji portfolio.

Za praktični dio ovog rada u portfelj su uzete sljedeće dionice: Hrvatski telekom d.d. (HT), Adris grupa d.d. (ADRS2) te Atlantic grupa d.d. (ATGR). Izračunat je prinos pojedine dionice i portfelja, frekvencije raspodjele prinosa pojedinih dionica,

standardna devijacija pojedine dionice i portfelja, varijanca pojedine dionice i portfelja, koeficijent korelacije te VaR portfelja. Analizom se došlo do zaključka da dionica ATRG donosi najveći prinos, ali i standardnu devijaciju i varijancu, odnosno veći rizik. Za izračun prinosa i VaR-a portfelja pretpostavljena su tri slučaja. U slučaju da se želi uložiti u portfelj ove tri dionice, izračunato je da ulaganje jednakog dijela iznosa nosi najmanji rizik, ali i najmanji prinos. Slučaj gdje se 50% od ukupnog iznosa koji je na raspolaganju uloži u dionicu ATGR, 20% u dionicu HT te 30% u dionicu ADRS2 nikako nije preporučljiv jer sa sobom nosi najveći rizik, a manji prinos nego u slučaju da se 50% uloži u dionicu ATGR, 30% u dionicu HT te 20% u dionicu ADRS2.

# LITERATURA

## Knjige

1. Aljinović Z., Marasović B. i Šego B., *Financijsko modeliranje*, Zagreb, Zgombić & Partneri, 2008
2. Andrijanić I., Gregurek M., i Merkaš Z., *Upravljanje poslovnim rizicima*, Zagreb, Libertas Međunarodno sveučilište – Plejada d.o.o., 2016
3. Cerrato M., *The Mathematics of Derivatives Securities with Applications in MATLAB*, USA, John Wiley&Sons, Ltd., 2012
4. Cornett M., Adair T i Nofsinger J., *finance; applications and theory*, USA, McGraw-Hill/Irwin, 2009
5. Levy H, i Sarnat M, *Capital investment and financial decisions*, USA, Prentice/Hall International, 1982
6. Miloš Sprčić D., *Upravljanje rizicima: temeljni koncepti, strategije i instrumenti*, Zagreb, Sinergija d.o.o., 2013
7. Njavro M i Čop T., *Upravljanje rizikom u poljoprivredi*, Zagreb, MATE d.o.o., 2021
8. Reilly F. i Brown F., *Investment Analysis and Portfolio Management*, USA, Cengage Learning, 2011
9. Sajter D., *Osnove upravljanja rizicima u financijskim institucijama*, Ekonomski fakultet u Osijeku, Sveučilište Jurja Strossmayera u Osijeku, 2017
10. Strong A., *Portfolio construction, management and protection*, USA, South-Western Pub, 2002
11. Šverko I., *Upravljanje nekreditnim rizicima u hrvatskim financijskim institucijama*, Zagreb, HIBO, 2017
12. Van Horne J., *Financijsko upravljanje i politika (financijski menadžment)*, Zagreb, MATE d.o.o., 1993
13. Van Horne J. i Wachowicz J., *Osnove financijskog menadžmenta*, Zagreb, Mate d.o.o, 2014
14. Vukičević M. i Odošević S., *Upravljanje rizicima*, Zaprešić, Visoka škola za poslovanje i upravljanje „Baltazar Adam Krčelić“, 2012
15. Vidučić Lj., *Financijski menadžment*, 8. izdanje, Zagreb, RRI F – plus. d.o.o., 2012

## Popis članaka

1. Bohdalová M., *A comparison of Value-at-Risk methods for measurement of the financial risk*, Bratislava, Faculty of Management, Comenius University, 2007
2. Graf S. i Korn R., *A guide to Monte Carlo simulation concepts for assessment of risk-return profiles for regulatory purposes*, European Actuarial Journal, Springer, 2020
3. Haynes J., *Risk as an Economic Factor*, The Quarterly Journal of Economics, Oxford University Press, vol. 9, br. 4, 1895
4. Langenhoff N. C. J., *Project risk budgeting using a VaR approach*, Eindhoven University of Technology, diplomski rad, 2017
5. Li Y., *A Non-linear Analysis of Operational Risk and Operational Risk Management in Banking Industry*, The University of Wollongong, School of Accounting, Economics and Finance, doktorski rad, 2017
6. Mehmood S. i Zhang M., *Financial Risk Management: In An Integrated Framework*, Blekinge Institute of Technology, School of Management, diplomski rad, 2010
7. Šverko I., *Rizična vrijednost (value at risk) kao metoda upravljanja rizicima u financijskim institucijama*, Ekonomski pregled, (53), 7-8, 2002
8. Wanjohi S. M., Wanjohi J. G. i Ndambiri J.M., *The Effect of Financial Risk Management on the Financial Performance of Commercial Banks in Kenya*, International Journal of Finance and Banking Research, vol. 3, br. 5, 2017
9. Zoghi F., *Risk Management Practices and SMEs: An empirical study on Turkish SMEs*, International Journal of Trade, Economics and Finance, vol. 8, br. 2, 2017

## Internetske stranice

- Corporate finance institute, *Average Return*, <https://corporatefinanceinstitute.com/resources/knowledge/trading-investing/average-return/> (pristupljeno 04.02.2022)
- Henderson S., Nat Biotechnol, *Managing business risk*, 2001, [https://www.nature.com/articles/nbt0601supp\\_be23#citeas](https://www.nature.com/articles/nbt0601supp_be23#citeas) (pristupljeno 10.01.2022)
- Trading education, *What is Modern Portfolio Theory? – Advantages and Disadvantages*, <https://trading-education.com/what-is-modern-portfolio-theory-advantages-and-disadvantages> (pristupljeno 15.10.2021)
- Zagrebačka burza, <https://zse.hr> (pristupljeno 20.11.2021)

## Popis slika

<b>Slika 1.</b> Rizična vrijednost korištenjem parametarske metode.....	22
<b>Slika 2.</b> Efikasna granica.....	34
<b>Slika 3.</b> Odabir optimalnog portfelja s efikasne granice.....	35
<b>Slika 4.</b> Izračun VaR portfelja u kn (slučaj 1) .....	58
<b>Slika 5.</b> Izračun VaR portfelja u kn (slučaj 2).....	58
<b>Slika 5.</b> Izračun VaR portfelja u kn (slučaj 3).....	59

## Popis tablica

<b>Tablica 1.</b> Tablični prikaz distribucije prinosa dionice Hrvatskog telekoma d.d. (HT).....	45
<b>Tablica 2.</b> Tablični prikaz distribucije prinosa dionice Adris grupe d.d. (ADRS2).....	46
<b>Tablica 3.</b> Tablični prikaz distribucije prinosa dionice Atlantic grupe d.d. (ATGR).....	48
<b>Tablica 4.</b> Izračun standardnih mjera pojedinih dionica (HT, ADRS2 ATGR).....	50
<b>Tablica 5.</b> Izračun godišnjeg prinosa uključujući dividendu za dionicu Hrvatskog telekoma d.d. (HT) u kn.....	51
<b>Tablica 6.</b> Izračun godišnjeg prinosa uključujući dividendu za dionicu Adris grupe d.d. (ADRS2) u kn.....	52
<b>Tablica 7.</b> Izračun godišnjeg prinosa uključujući dividendu za dionicu Atlantic grupe d.d.(ATGR) u kn.....	53
<b>Tablica 8.</b> Izračun povrata portfelja dionica (slučaj 1).....	54
<b>Tablica 9.</b> Izračun povrata portfelja dionica (slučaj 2).....	54
<b>Tablica 10.</b> Izračun povrata portfelja dionica (slučaj 3).....	55
<b>Tablica 11.</b> Izračun kovarijance.....	56
<b>Tablica 12.</b> Izračun korelacije.....	56
<b>Tablica 13.</b> Varijanca i standardna devijacija (sigma) povrata s uključenim koeficijentima korelacije (za sva tri slučaja).....	57

## Popis grafikona

<b>Grafikon 1.</b> Kretanje cijene dionice Hrvatskog telekoma d.d. (HT).....	40
<b>Grafikon 2.</b> Kretanje cijena dionice Adris grupe d.d. (ADRS).....	40

<b>Grafikon 3.</b> Kretanje cijena dionice Atlantic grupe d.d. (ATGR).....	41
<b>Grafikon 4.</b> Kretanje dnevnih prinosa dionice Hrvatskog telekoma d.d.(HT).....	42
<b>Grafikon 5.</b> Kretanje dnevnih prinosa dionice Adris grupe d.d. (ADRS2).....	42
<b>Grafikon 6.</b> Kretanje dnevnih prinosa dionice Atlantic grupe d.d.(ATGR).....	43
<b>Grafikon 7.</b> Grafički prikaz distribucije frekvencije prinosa dionice Hrvatskog telekoma d.d. (HT).....	44
<b>Grafikon 8.</b> Grafički prikaz distribucije frekvencije prinosa dionice Adris grupe d.d. (ADRS).....	46
<b>Grafikon 9.</b> Grafički prikaz distribucije frekvencije prinosa dionice Atlantic grupe d.d. (ATGR).....	48
<b>Grafikon 10.</b> Odnos prosječnih prinosa i standardnih devijacija prinosa dionica.....	50



# SAŽETAK

## UPRAVLJANJE RIZIKOM PORTFELJA DIONICA

S obzirom na klasifikaciju rizika, postoje razni načini kako se njima može upravljati na najbolji način. Identifikacijom rizika može se smanjiti njegov negativan utjecaj i zato je važno da menadžeri točno znaju s čime se mogu susresti jer će se moći bolje obraniti. Iako ne postoji univerzalna definicija rizika jer ga nije lako definirati, svi stručnjaci se slažu da se treba dati posebna pozornost upravljanju rizicima. Ovaj rad usmjeren je na upravljanje rizikom portfelja dionica što je dio tržišnih rizika.

Tržišne rizike moguće je mjeriti Value at Risk (VaR) metodom. Postoje parametarska, povijesna, Monte Carlo simulacija te metoda testiranja stresnih situacija. Povijesna VaR metoda je najjednostavnija, dok je Monte Carlo metoda kompleksnija, ali i najtočnija. Parametarska metoda izračuna VaR-a temelji se na pretpostavci normalne distribucije, a metoda testiranja stresnih situacija koristi se za izvanredne gubitke. Markowitzev model također se koristi za mjerenje rizika te pomaže u odabiru najefikasnijeg portfelja. Ovaj model doprinio je da se varijanca portfelja gleda i kao korelacija među prinosima odabranih investicija.

U praktičnom dijelu ovog rada analizirale su se tri dionice, a to su: Hrvatski telekom d.d. (HT), Adris grupa d.d. (ADRS2) te Atlantic grupa d.d. (ATGR). Analiza pojedinih dionica je pokazala da dionica ATGR ima najveći prinos, a analiza povrata portfelja pokazala je da najmanji rizik nosi jednak ulog u sve tri dionice, a najveći rizik se očekuje ako se uloži 50% u dionicu ATGR, 30% u dionicu HT te 20% u dionicu ADRS2.

Ključne riječi: upravljanje rizikom, dionice, Moderna teorija portfelja, Value at Risk

# SUMMARY

## MANAGING RISK STOCKS IN PORTFOLIO

Given the classification of risks, there are various ways in which they can be managed in the best way. Identifying risk can reduce its negative impact and that is why it is important that managers know exactly what they may face because they will be able to defend themselves better. Although there is no universal definition of risk because it is not easy to define, all experts agree that special attention should be paid to risk management. This paper focuses on stock portfolio risk management as part of market risks.

Market risks can be measured by the Value at Risk (VaR) method. There are parametric, historical, Monte Carlo simulations and stress testing method. The historical VaR method is the simplest, while the Monte Carlo method is more complex, but also the most accurate. The parametric method of calculating VaR is based on the assumption of normal distribution, and the stress testing method is used for extraordinary losses. Markowitz's model is also used to measure risk and helps select the most efficient portfolio. This model has contributed to the portfolio variance being seen as a correlation between the returns of selected investments.

In the practical part of this paper, three shares were analyzed, namely: Hrvatski telekom d.d. (HT), Adris Group d.d. (ADRS2) and Atlantic grupa d.d. (ATGR). The analysis of individual stocks showed that the ATGR stock has the highest return and the portfolio return analysis showed that the lowest risk carries an equal stake in all three stocks, and the highest risk is expected if 50% is invested in the ATGR share, 30% in the HT share and 20% in the ADRS2 share.

Key word: risk management, stocks, Modern portfolio theory, Value at Risk