

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
EKONOMSKI FAKULTET U OSIJEKU

DIPLOMSKI RAD

iz kolegija Menadžment financijskih institucija

Tema:

**ANALIZA RIZIČNE VRIJEDNOSTI ODABRANIH HRVATSKIH
DIONICA**

Mentor:

Doc.dr.sc. Domagoj Sajter

Studentica:

Marina Jelušić

U Osijeku, listopad 2012.

SADRŽAJ:

1. UVOD.....	1
2. POJAM RIZIČNE VRIJEDNOSTI	2
3. POVIJEST RAZVOJA METODE RIZIČNE VRIJEDNOSTI.....	5
4. METODE IZRAČUNA RIZIČNE VRIJEDNOSTI.....	7
4.1. Povijesna metoda.....	8
4.1.1. Prednosti povijesne metode.....	9
4.1.2. Kritike povijesne metode	10
4.2. Metoda varijance – kovarijance	11
4.2.1. Nedostaci metode varijance – kovarijance	15
4.3. Monte Carlo Simulacija	16
4.3.1. Prednosti i nedostaci Monte Carlo Simulacije	18
4.4. Usporedba metoda rizične vrijednosti.....	18
4.5. Testiranje točnosti dobivenih rezultata	19
4.6. Općenito o prednostima i nedostacima rizične vrijednosti	21
5. ANALIZA RIZIČNE VRIJEDNOSTI ODABRANIH DIONICA U HRVATSKOJ.....	24
5.1. Osnovne karakteristike odabranih dionica	24
5.2. Analiza rezultata rizične vrijednosti primjenom povijesne	27
5.3. Analiza rezultata rizične vrijednosti primjenom metode varijance – kovarijance	30
6. ZAKLJUČAK.....	33
7. LITERATURA.....	35

POPIS TABLICA:

- **Tablica 1.** Usporedba jednodnevnih rizičnih vrijednosti 15 odabranih hrvatskih dionica pri razini od 95% pouzdanosti prema povijesnoj metodi, str. 27
- **Tablica 2.** Usporedba jednodnevnih rizičnih vrijednosti 15 odabranih hrvatskih dionica pri razini od 99% pouzdanosti prema povijesnoj metodi, str. 28
- **Tablica 3.** Usporedba jednodnevne rizične vrijednosti po povijesnoj metodi odabranih dionica pri razinama od 95% i 99% pouzdanosti, str. 29
- **Tablica 4.** Usporedba jednodnevnih rizičnih vrijednosti 15 odabranih hrvatskih dionica prema metodi varijance – kovarijance, str. 30
- **Tablica 5.** Usporedba tjednih i mjesečnih rizičnih vrijednosti odabranih dionica računate po metodi varijance – kovarijance uz pouzdanost od 99%, str. 31

POPIS GRAFIKONA:

- **Grafikon 1.** Usporedba jednodnevne rizične vrijednosti po povijesnoj metodi odabranih dionica pri razinama od 95% i 99% pouzdanosti, str. 29
- **Grafikon 2.** Usporedba jednodnevnih rizičnih vrijednosti 15 odabranih hrvatskih dionica prema metodi varijance – kovarijance, str. 31

1. UVOD

Rizici su sveprisutni dio ljudskog života, pa tako i u poslovnoj, financijskoj sferi. Općenito, rizik je neizvjesnost u budućnosti, mogućnost nastanka nekog nepovoljnog događaja. S financijskog stajališta taj nepovoljni događaj je, u konačnici, gubitak financijskih sredstava.

Nedavna financijska kriza koja je poharala svjetsko gospodarstvo, kao i događaji koji su do nje doveli, ukazuju na još veću važnost usmjeravanja pozornosti na rizike financijskog sustava i na veliku potrebu svakodnevnog mjerenja i kvalitetnog upravljanja tim rizicima.

Upravljanje rizicima odnosi se na procese kojima menadžeri otkrivaju rizike koji utječu na njihove poslovne aktivnosti, utvrđuju njihove vrijednosti, nadziru ih, izbjegavaju, svladavaju ih ili ulaze u njih. To je proces usmjeren na sprečavanje i minimiziranje gubitaka i očuvanje imovine poduzeća. Kvalitetno upravljanje rizicima, omogućit će financijskim menadžerima lakše i kvalitetnije donošenje odluka o investiranju. Kako bi ono bilo što profitabilnije, potrebno je pronaći najbolje omjere između prinosa i rizika. Upravljanje rizicima omogućava jasniji pogled u budućnost, pa se na taj način smanjuje mogućnost nepovoljnih događaja i gubitaka financijskih sredstava.

Brojni su rizici s kojima se susreću sudionici na financijskim tržištima. U ovom diplomskom radu pozornost će biti usmjerena na tržišni rizik, upravljanje njime i njegovo mjerenje. Tržišni se rizik može promatrati u užem i širem smislu. Kao širi pojam obuhvaća kreditni, valutni, pozicijski i robni rizik, dok će ovdje biti više riječi o njegovom užem pojmu, riziku promjena cijena financijskih instrumenata. U užem smislu, tržišni rizik može se definirati kao mogućnost gubitaka koji bi nastali uslijed nepovoljnog kretanja cijena financijskih instrumenata, odnosno vrijednosnica.

Razvojem financijskog sustava, ali i tehnologije, posljednjih dvadesetak godina javljaju se i sve noviji i bolji modeli za upravljanje rizicima. Najznačajnije u tome su metode rizične vrijednosti i njihove nove inačice.

2. POJAM RIZIČNE VRIJEDNOSTI

Rizična vrijednost (eng. Value at Risk – VaR) je mjera koja služi za mjerenje i upravljanje rizicima u financijskim institucijama. Može iskazati izloženost različitim rizicima, kao što su to na primjer rizik promjene cijene, valutni riziku, rizik druge ugovorne strane, rizik promjene kamatne stope, rizik likvidnosti, operativni i drugi rizici koji se javljaju na tržištu kapitala.

„Rizična vrijednost formalno se može definirati kao alfa-kvantil distribucije dobiti i gubitka portfelja vrijednosti V u vremenu t , kroz period držanja ili horizont h .“¹

Ovaj model mjerenja rizika moguće je definirati i kao statističku metodu procjene maksimalnog potencijalnog gubitka nekog pojedinačnog financijskog instrumenta ili cjelokupnog portfelja za određeno razdoblje uz točno određenu razinu statističke pouzdanosti, a na osnovu podataka iz prošlosti. Kraće rečeno, rizična vrijednost iskazuje potencijalni maksimalni gubitak sredstava, uz neku od statističkih vjerojatnosti, u slučaju nepovoljnih događaja za određeno razdoblje.

„Rizična vrijednost je jedinstvena, sumarna, statistička mjera mogućih gubitaka portfelja uslijed uobičajenih tržišnih kretanja. Gubiteci veći od rizične vrijednosti događaju se uz točno određenu vjerojatnost. Rizična vrijednost agregira sve rizike portfelja u jedinstven broj prikladan za predstavljanje upravi tvrtke, regulatoru ili objavljivanju u godišnjem izvješću. To je jedinstven način kojim se opisuje veličina vjerojatnih gubitaka portfelja.“² Budući da iz definicija rizične vrijednosti nije vidljivo, važno je za naglasiti kako se u izračunima rizičnih vrijednosti portfelja u obzir uzima i diversifikacija portfelja.

Zbog svoje jednostavnosti u iskazivanju potencijalnog maksimalnog gubitka, ova metoda postaje vrlo popularna i sve češće korištena za prikaz rizične izloženosti u svijetu financija. Daje odgovore na pitanja kao što su: Koliko je rizično ulagati u neku dionicu? Koliki je maksimalni gubitak i koja je vjerojatnost da se on dogodi?

¹ Novak, B.; Sajter, D.; VaR dioničkih i mješovitih investicijskih fondova u Republici Hrvatskoj, Financiranje razvoja i restrukturiranja gospodarstva, Osijek, Ekonomski fakultet u Osijeku, 2007. str. 3.

² Živković, S., Parametarski pristupi izračunu rizične vrijednosti//Financije danas: dijagnoze i terapije/Vidučić LJ., Ivanov, M., Pečarić, M., Ekonomski fakultet Split i Ekonomski fakultet Zagreb, Split, 2012., str. 241.

Da bi se došlo do odgovora na postavljena pitanja, u primjeni metode rizične vrijednosti potrebno je uzeti u obzir promjenjivost cijena i koeficijente korelacije instrumenata promatranog portfelja, njihovu osjetljivost te otvorenost pozicije. Rizičnu vrijednost moguće je izračunavati kako za vlasničke i dužničke vrijednosne papire, tako i za derivate, različite valute i druge financijske instrumente.

Uzimajući u obzir definiciju rizične vrijednosti, može se zaključiti kako se rizična vrijednost sastoji od tri osnovne komponente:³

- vremenskog razdoblja,
- razine pouzdanosti i
- potencijalnog iznosa gubitka.

Vremensko razdoblje unutar kojega će se izračunati rizična vrijednost ovisi o vremenskom razdoblju investiranja. Za aktivno trgovanje portfeljem najbolje je uzeti za vremensko razdoblje 1 dan, dok kod pasivnog trgovanja razdoblje može biti dulje. Primjerice, ako neki financijski menadžer obavještava svoje nadređene na tromjesečnoj osnovi, razdoblje od 90 dana bilo bi najprikladnije za njega. Dakle, izbor vremenskog razdoblja subjektivnog je karaktera, ali najčešće se izračunava rizična vrijednost na dnevnoj, tjednoj ili mjesečnoj bazi.

Odabrano vremensko razdoblje bitno utječe na veličinu izračunate rizične vrijednosti. Ove dvije varijable su u proporcionalnom odnosu. Duže vremensko razdoblje znači i veću rizičnu vrijednost zbog toga što je mogućnost promjene cijene vrijednosnica veća unutar razdoblja od primjerice 10 dana nego u slijedeća 24 sata.

Kako bi se procijenila rizična vrijednost nekog financijskog instrumenta ili portfelja, potrebno je odrediti i stupanj pouzdanosti odnosno razinu vjerojatnosti. Ona ovisi o subjektivnoj procjeni onih koji izračunavaju rizičnu vrijednost. Najčešće se koriste razine statističke vjerojatnosti od 95 i 99 % pouzdanosti. I ova je komponenta u proporcionalnoj vezi s iznosom rizične vrijednosti, veći nivo pouzdanosti znači i veću izračunatu rizičnu vrijednost.

Korištenjem metode rizične vrijednosti, cjelokupni rizik nastoji se iskazati jednim brojem. Rizična vrijednost se može izraziti kao postotak tržišne vrijednosti ili u apsolutnom

³ [https://moodle.carnet.hr/mod/resource/view.php?id=29911\(06.08.2012.\)](https://moodle.carnet.hr/mod/resource/view.php?id=29911(06.08.2012.))

iznosu novčane jedinice. Dakle, kao odgovor na postavljena pitanja, rizična vrijednost uzimajući u obzir vremensko razdoblje i statističku pouzdanost, odgovara jednim jedinim brojem. Ovo je ujedno i prednost i nedostatak ove metode: daje lako razumljiv odgovor, ali značajno simplificira realnost.

3. POVIJEST RAZVOJA METODE RIZIČNE VRIJEDNOSTI

Rizična vrijednost je relativno nova metoda mjerenja rizika u financijskom svijetu. Njen razvoj započeo je ranih devedesetih godina u američkim financijskim institucijama kada su pokušavale razviti interne modele za mjerenje tržišnog rizika. Značajnu ulogu u razvoju ove metode za procjenu rizika imala je investicijska banka J.P. Morgan. Njezin tadašnji izvršni predsjednik Dennis Weatherstone zatražio je od analitičara da mu svaki dan podnose jednostavan izvještaj o izloženosti. Budući da je njegova banka posjedovala portfelj s ogromnim brojem vrijednosnica, taj se zadatak činio nemoguć. No, analitičari Till Guldemann i Jacques Longestaey uspjeli su pronaći rješenje tako što su osmislili model procjene rizika potencijalnog gubitka u sljedeća 24 sata. Model su nazvali RiskMetrics te ga 1994. godine javno objavili na internetskoj stranici, a u njemu su bile iznesene teoretske postavke rizične vrijednosti. U svom osnovnom obliku objavljeni RiskMetrics podaci su obuhvaćali:⁴

- “jednostavnu” metodologiju za izračun rizične vrijednosti,
- podatke o financijskim instrumentima (standardne devijacije i koeficijente korelacije),
- tehnički instrument koji objašnjava ukupnu metodologiju i
- on-line kalkulator (kojim se može koristiti za izračun rizične vrijednosti nekih portfelja).

Budući da se model temeljio na pretpostavkama moderne teorije portfelja, objavili su i koeficijente korelacije između najvažnijih financijskih instrumenata, što je povećalo interes za metodom rizične vrijednosti, a time i njezinu upotrebu.

Bitno je napomenuti kako „rizična vrijednost nije RiskMetrics, nego je mjera rizika koja može biti rezultat modela koji je u suprotnosti s pretpostavkama koje traži RiskMetrics. Na isti način, RiskMetrics nije rizična vrijednost, nego model koji se može koristiti za izračun niza različitih mjera rizika.“⁵

⁴Šverko, I., Rizična vrijednost (value at risk) kao metoda upravljanja rizicima u financijskim institucijama, *Ekonomski pregled*, (53), 7-8, str. 640-657., 2002., str. 645.

⁵ Novak, B.; Sajter, D.; VaR dioničkih i mješovitih investicijskih fondova u Republici Hrvatskoj, *Financiranje razvoja i restrukturiranja gospodarstva*, Osijek, Ekonomski fakultet u Osijeku, 2007. str. 4.

Važnu ulogu u današnjoj širokoj primjeni metoda rizične vrijednosti imao je i Bazelski odbor kada je 1996. godine Direktivom o adekvatnosti kapitala odredio bankama kako moraju biti sposobne podnijeti gubitke na vlastitim tržišnim portfeljima u 10-dnevnom vremenskom horizontu, i to u 99% slučajeva.

Popularnosti metode rizične vrijednosti doprinijela je i američka Komisija za vrijednosne papire svojim zahtjevom da kompanije u financijskim izvještajima navode podatke o svom tržišnom riziku i rizičnoj vrijednosti, pa se sredinom devedesetih godina prošlog stoljeća javljaju prvi takvi izvještaji američkih kompanija.

4. METODE IZRAČUNA RIZIČNE VRIJEDNOSTI

Od pojave prvog modela za izračun rizične vrijednosti, pa do danas, razvilo se mnoštvo različitih metoda za procjenu rizične vrijednosti. Tri su najčešće korištena pristupa procjeni rizične vrijednosti, a to su:⁶

1. povijesna metoda,
2. metoda varijance-kovarijance i
3. Monte Carlo simulacija.

Navedene metode izračuna rizične vrijednosti međusobno se razlikuju i stoga daju najčešće različite rezultate, a glavna razlika među njima očituje se u procjeni distribucije promatrane varijable. Sva tri modela temelje se na povijesnim podacima o promjena tržišnih cijena vrijednosnica kako bi odredili odgovarajuću distribuciju za dobivene podatke. Ovdje se postavlja pitanje izbora vremenskog razdoblja iz kojeg će se koristiti povijesni podaci. S jedne strane nastoji se u izračun rizične vrijednosti uzeti što dulje povijesno vremensko razdoblje, tako da dobiveni rezultat u sebi sadrži i one rijetke, ekstremne događaje koji najčešće i jesu glavni uzročnici velikih gubitaka. S druge pak strane, kako rizična vrijednost koristeći povijesne podatke implicira buduće distribucije prinosa, katkad se smatra primjerenijim računati ju na temelju novijih podataka o promjenama cijena, jer oni najbolje prikazuju posljednje trendove na tržištu.

Svim metodama izračuna rizične vrijednosti zajednički je postupak: ⁷

1. prognoza tržišta u budućnosti,
2. utvrđivanje utjecaja tržišta u budućnosti na sadašnji portfelj,
3. sumiranje rizika pojedinačne imovine u portfelju i
4. izračun rizične vrijednosti.

Također, navedene metode koriste se podacima o čimbenicima rizika. Promatrajući vrijednosti i promjene čimbenika rizika kao što su kamatna stopa, volatilnost, valutni tečajevi i slično, mogu se izračunati rizične vrijednosti na tisuće vrijednosnica koje se nalaze na tržištu

⁶ Novak, B.; Sajter, D.; VaR dioničkih i mješovitih investicijskih fondova u Republici Hrvatskoj, Financiranje razvoja i restrukturiranja gospodarstva, Osijek, Ekonomski fakultet u Osijeku, 2007. str.4.

⁷ Šantak, Z., Value at Risk, Hrvatsko mirovinsko investicijsko društvo, Pregled tržišta, Godina 2, Br. 2, prosinac 2000., str. 2

kapitala. Svaka od metoda ima svoje prednosti i nedostatke, a zajedno daju bolju percepciju rizika.

4.1. Povijesna metoda

Najjednostavnija i stoga vrlo rasprostranjena metoda izračuna rizične vrijednosti je povijesna metoda. Poznata je i pod nazivima neparametarska metoda ili povijesna simulacija. Temelji se na pretpostavci kako će kretanje prinosa u budućnosti biti slično kretanju prinosa iz prošlosti, pa se na osnovu toga može procijeniti rizik u budućnosti.

„Povijesna simulacija je jednostavan, neteoretski pristup koji zahtijeva relativno malen broj pretpostavki o statističkim distribucijama temeljnih tržišnih faktora. Ustvari, taj se pristup sastoji od uporabe povijesnih promjena tržišnih stopa i cijena za izračunavanje distribucije potencijalnih dobiti i gubitaka portfelja, te od definiranja rizičnosti vrijednosti kao gubitka koji se premašuje samo x posto vremena.“⁸

Za razliku od ostale dvije metode, koje se zasnivaju na pretpostavci normalne distribucije kretanja prinosa, prema ovoj metodi potencijalni gubitci se procjenjuju na osnovu stvarnih podataka iz prošlosti i na taj se način formira empirijska distribucija vjerojatnosti mogućih prinosa portfelja.

U praksi se pokazalo kako je povijesna metoda prikladnija za izračun rizične vrijednosti zemalja u tranziciji nego što su to metoda varijance-kovarijance. To je zato što dionice zemalja u tranziciji imaju veliku volatilnost, promjenjive korelacije među dionicama, a tržišni indeksi nisu normalno distribuirani.

Za provedbu povijesne metode, prvo je potrebno odrediti vremensko razdoblje iz kojeg će se uzeti stvarni podaci. Potom se na osnovi trenutanih udjela u portfelju i na osnovi cijena iz prošlosti računa pretpostavljena trenutna tržišna vrijednost promatranog portfelja za svaki period odabranog vremenskog razdoblja (dan, tjedan, mjesec,...). Nakon toga, dobiveni se rezultati rangiraju prema vrijednosti, od najmanje do najveće. Potom, na osnovi

⁸ Mikulčić, D., Value at Risk (Rizičnost vrijednosti): teorija i primjena na međunarodni portfelj instrumenata s fiksnim prihodom, Hrvatska narodna banka - Pregledi, 7, str. 1-17., 2001., str 3.

određenog stupnja pouzdanosti, dolazi se do rizične vrijednosti, odnosno najvećeg potencijalnog gubitka tog portfelja.

Postupak izračuna rizične vrijednosti po povijesnoj metodi može se sažeti u 10 osnovnih koraka:⁹

1. utvrđivanje tržišnih faktora uz ograničavanje broja faktora na što je moguće manji broj,
2. definiranje formule koja će izražavati vrijednost portfelja u obliku jednostavnih pozicija, koje ovise o tržišnim faktorima,
3. izračunavanje povijesne vrijednosti tržišnih faktora za posljednjih N razdoblja. Za to je obično potreban pristup bazama podataka (Datastream, Bloomberg, Reuters, i sl.),
4. procjenjivanje vrijednosti aktualnog portfelja,
5. izračunavanje prinosa ostvarenih u tržišnim faktorima,
6. izračunavanje hipotetičnih tržišnih faktora pomoću njihove aktualne vrijednosti i ostvarenih povrata,
7. podvrgavanje aktualnog portfelja navedenim hipotetičnim tržišnim faktorima, čime se dobivaju N hipotetične vrijednosti portfelja,
8. oduzimanje vrijednosti aktualnog portfelja od hipotetičnih vrijednosti portfelja kako bi se dobilo N hipotetičnih dobiti i gubitaka,
9. svrstavanje tih vrijednosti redom od najvećega gubitka do najveće dobiti, i
10. odabiranje gubitka koji je jednak ili premašen za x posto vremena, pri čemu je x predeterminirana, prije spomenuta, razina vjerojatnosti.

4.1.1. Prednosti povijesne metode

Neke od karakteristika povijesne metode koje joj mogu ići u korist prema ostalim metodama jesu:¹⁰

- metoda je teorijski jednostavna,
- jednostavno ju je provesti u praksi,

⁹ Mikulčić, D., Value at Risk (Rizičnost vrijednosti): teorija i primjena na međunarodni portfelj instrumenata s fiksnim prihodom, Hrvatska narodna banka - Pregledi, 7, str. 1-17., 2001., str. 3.

¹⁰ Živković, S., Formiranje optimalnog portfelja hrvatskih dionica i mjerenje tržišnog rizika primjenom VaR metode, Magistarski rad, Sveučilište u Ljubljani, Ekonomski fakultet, Ljubljana, 2005. str. 83

- pri izračunu rizične vrijednosti koriste se podaci koji se mogu jednostavno dobiti na burzi ili od specijaliziranih organizacija kao što su Bloomberg, Datastream i Reuters ili iz internih skladišta podataka,
- izračun rizične vrijednosti daje podatke koji su jednostavni za prezentirati višem menadžmentu ili regulatoru,
- budući da ne ovisi o parametarskim pretpostavkama o distribuciji povrata, lako se u izračun rizične vrijednosti uključuje zadebljane repove distribucije, asimetričnost i ostale karakteristike distribucija koje ne odgovaraju normalnoj distribuciji, a izazivaju probleme pri parametarskom pristupu izračuna rizične vrijednosti,
- nema potrebe za računanje matrica varijanci i kovarijanci, što uklanja teškoće vezane uz njihovo sastavljanje,
- pogodna je za izračun rizične vrijednosti različitih vrijednosnica, uključujući i financijske derivate,
- jednostavno je izračunati rizičnu vrijednost pri različitim razinama vjerojatnosti,
- metoda je pogodna za daljnja modificiranja i usavršavanja.

4.1.2. Kritike povijesne metode

Polazna pretpostavka povijesne metode, ujedno je i jedna od njezinih kritiziranih stavki. Naime, ona predviđa da će se budući događaji odvijati po istom obrascu kao u prošlosti, dok u stvarnosti to ne mora biti tako. Neki teoretičari smatraju kako rizična vrijednost računata na temelju podataka iz kriznih razdoblja, ukoliko je računata na dosta dugom vremenskom razdoblju koje obuhvaća više ekstremnih događaja, može stvoriti novo krizno razdoblje. Ukoliko financijski menadžeri izračunaju rizičnu vrijednost na temelju kriznih vremena, svi će dobiti rezultate s visokom rizičnom vrijednošću, što će utjecati na njihove investicijske odluke. Menadžeri će nastojati smanjiti svoju izloženost riziku prodajom vrijednosnica, a kada se poveća ponuda vrijednosnica, smanjit će se njihova cijena. Ako takva situacija potraje, moguća je i kriza.

„Pretpostavka je da svaki promatrani dan jednakim intenzitetom utječe na promatranu rizičnu vrijednost tako da pretpostavljamo identičan utjecaj svih dnevnih promjena cijena.

Međutim, baš su zbog problematičnosti te pretpostavke razvijeni i neki drugi oblici povijesnog modela, npr. Boudaukh-Richardson-Whitelawov (BRW) ili filtrirani model povijesne simulacije (FPM). BRW model uveo je različite dnevne intenzitete, tako da je događajima iz bliže prošlosti dodjeljivao veći koeficijent. Takva pretpostavka o većem utjecaju promjena iz bliže prošlosti pridonijela je tome da povijesni model donese primjerenije i svakako točnije rezultate. S druge pak strane, FPM model se bazira na filtriranju podataka o cijenama iz povijesti, da bi se mogle prilagoditi trenutačnim informacijama o riziku svakog instrumenta pojedinačno.“¹¹

Treći problem primjene povijesne metode tiče se vremenskog razdoblja iz kojeg se uzimaju podaci za računanje rizične vrijednosti. Odabirom dužeg vremenskog razdoblja vjerojatnije je da su u izračun rizične vrijednosti uključeni i ekstremni događaji, no ako je razdoblje predugačko, postoji mogućnost da u sebi sadrži više ekstremnih događaja za koje je manje vjerojatno da će se pojaviti u skorijoj budućnosti, a što će dati veću rizičnu vrijednost. Isto tako, nerealna slika o rizičnoj vrijednosti može se dobiti ukoliko je promatrano vremensko razdoblje prekratko budući da je mali broj podataka iz prošlosti uključen u izračun, što je često problem slabije razvijenih tržišta kapitala.

Problem izračuna rizične vrijednosti povijesnom metodom javlja se i u činjenici da je visina rizične vrijednosti određena najvećim gubitkom koji se dogodio u promatranom vremenskom periodu, ali u budućnosti on može biti veći, što povijesna metoda ne uzima u obzir. Zbog toga je i teže primjenjiva za izračun rizične vrijednosti u daljoj budućnosti.

4.2. Metoda varijance – kovarijance

Ovu metodu u literaturi je moguće naći i pod nazivima analitička metoda, parametarska metoda, kao delta-normalan VaR, linearan VaR, delta-gama normalan VaR ili kao metoda korelacije.

Metoda varijance – kovarijance vrsta je parametarskog modela izračuna rizične vrijednosti i temelji se na pretpostavkama da su prinosi vrijednosnica normalne distribucije,

¹¹ Šverko, I.: Moguća primjena povijesne metode rizične vrijednosti (value at risk) pri upravljanju rizicima financijskih institucija u Republici Hrvatskoj; Financijska teorija i praksa 25 (4), 2001., str. 609.

da su korelacije među vrijednosnicama konstantne i da je delta svakog portfelja konstantna. Temelji se na a priori vjerojatnosti, pa se za procjenu potencijalnog maksimalnog gubitka ne moraju koristiti stvarni podaci, već to mogu biti hipotetske vrijednosti.

Zbog pretpostavke normalne distribucije izračun rizične vrijednosti ovom metodom vrlo je jednostavan, a potrebno je poznavati vrijednosti samo dva parametra – standardne devijacije i srednje vrijednost stopa povrata da bi se došlo do rizične vrijednosti. Osnovne karakteristike normalne distribucije su:¹²

- simetrična je s obzirom na srednju vrijednost ($\bar{x}$). Krivulja s desne strane od $\bar{x}$ je zrcalna slika krivulje s lijeve strane od $\bar{x}$ (“zvonolik oblik”),
- određena je s dva pokazatelja: srednja vrijednost i standardna devijacija,
- vrijednosti aritmetičke sredine, medijana i moda su iste,
- unimodalna je.

Kako je određena vrijednostima samo dva parametra, zvonolik oblik normalne distribucije mijenja se mijenjanjem vrijednosti standardne devijacije ili aritmetičke sredine. Promjena vrijednosti aritmetičke sredine utjecat će na horizontalno pomicanje krivulje distribucije ulijevo ukoliko se srednja vrijednost smanjila, ili udesno ukoliko je došlo do povećanja srednje vrijednosti, naravno uz uvjet da standardna devijacija ostane nepromijenjena. S druge pak strane, povećanje vrijednosti standardne devijacije utječe na krivulju normalne distribucije tako što smanjuje njen vrh i proširuje repove, dok smanjenje standardne devijacije sužava krivulju i povisuje njen vrh, ali uz uvjet da srednja vrijednost ostane konstantna.

„Poznajući karakteristike normalne distribucije vjerojatnosti, u zavisnosti od danog nivoa povjerenja, analitičkim modelom određuje se rizična vrijednost množenjem vrijednost standardne devijacije promjena stope prinosa portfelja sa odgovarajućom standardiziranom vrijednošću normalnog rasporeda z. Kod ove metode rizične vrijednosti u obzir se uzimaju i efekti diversifikacije portfelja putem uvođenja korelacija između promjena stope prinosa portfelja. Stoga, opća formula za izračunavanje rizične vrijednosti metodom varijance – kovarijance glasi:

¹²http://www.vef.unizg.hr/stocarstvo/prezentacije/Statistika_08_09/predavanja/5_pred_Procjena%20parametara%20populacije%20na%20temelju%20parametara%20.pdf (06.08.2012.)

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

gdje su:

w_i i w_j – vrijednost stavki pozicije portfelja

σ_i i σ_j – promjenjivost stavki pozicije portfelja

$\rho_{i,j}$ – koeficijent korelacije između stavki pozicije portfelja.¹³

Većina finansijskih institucija prilikom izračunavanja rizične vrijednosti metodom varijance – kovarijance koristi interval povjerenja od 95% ili 99%. Raspon od $\mu \pm 1,65\sigma$ obuhvaća novo povjerenja od 95 %, dok je nivo povjerenja od 99% dat sa rasponom od $\mu \pm 2,33\sigma$. Stoga se do rizične vrijednosti portfelja ili pojedinačne vrijednosnice dolazi jednostavnim matematičkim putem. Naime, pri razini povjerenja od 95% standardna devijacija portfelja ili promatrane vrijednosnice množi se s faktorom – 1,65. Negativan faktor uzima se iz razloga što se za izračun rizične vrijednosti u obzir uzimaju samo negativni prinosi, odnosno gubitci, a oni se nalaze na lijevoj, negativnoj strani normalne distribucije prinosa. Da bi se došlo do rizične vrijednosti pri razini od 99% povjerenja, standardna devijacija portfelja ili vrijednosnice množi se s faktorom – 2,33. Dobiveni iznosi rizične vrijednosti još se mogu korigirati za iznos očekivanog prinosa, odnosno aritmetičke sredine. Tada bi se rizična vrijednost za razinu povjerenja od 95% računala po formuli:

$$\text{Rizična vrijednost} = - 1,65 \times \sigma + \mu$$

ili za razinu povjerenja 99%:

$$\text{rizična vrijednost} = - 2,33 \times \sigma + \mu$$

Primjera radi, kada bi standardna devijacija (tj. dnevna volatilnost) vrijednosnice XY iznosila 2,21%, a aritmetička sredina (tj. prosječni dnevni prinos) 1,5%, tada bi pri razini od 95% pouzdanosti rizična vrijednost vrijednosnice XY iznosila:

$$-1,65 \times 2,21 + 1,5 = -2,147\%$$

¹³ Abdić, A., Primjena Value-at-Risk metode na tržištu kapitala Bosne i Hercegovine, str. 207.

Aritmetička sredina od 1,5% znači da se u najvećem broju slučajeva očekuje prinos od 1,5%, pa se procijenjeni maksimalni gubitak u ovom slučaju smanjuje za 1,5%. Kada bi aritmetička sredina bila negativna, znači da bi se u najvećem broju slučajeva očekivao gubitak pa bi se korekcijom rizična vrijednost povećala za iznos negativne aritmetičke sredine. Ukoliko se rizična vrijednost korigira za vrijednost aritmetičke sredine tada tumačenje dobivene vrijednosti u navedenom primjeru glasi: uzevši u obzir aritmetičku sredinu, postoji 95% vjerojatnosti da se na vrijednosnici XY u jednom danu ne može izgubiti više od 2,147% uložених sredstava. Ili drugačije rečeno, uzevši u obzir aritmetičku sredinu, postoji 5% vjerojatnosti da se na vrijednosnici XY u jednom danu izgubi više od 2,147% uložених sredstava.

Ranije spomenuti model izračuna rizične vrijednosti, J.P.Morgan-ov RiskMetrics uzima ništicu kao vrijednost aritmetičke sredine (drugim riječima, ne uzima u obzir stvarnu aritmetičku sredinu), što je u skladu sa aritmetičkom sredinom standardiziranog obilježja i teoremom centralne tendencije. Kada se odabire vrijednost aritmetičke sredine veća od nule, to znači da se pretpostavlja da će povrati portfelja ili promatrane vrijednosnice u prosjeku najčešće biti pozitivni. Rizična vrijednost portfelja koji ima pozitivnu aritmetičku sredinu bez obzira na relativni iznos standardne devijacije u dužim razdobljima držanja biti će manja od rizične vrijednosti portfelja koji ima aritmetičku sredinu nula i manju standardnu devijaciju.

„Ključni korak u pristupu varijance/kovarijance poznat je kao *risk mapping*. On uključuje uzimanje postojećih instrumenata i njihovog mapiranja u set jednostavnijih, standardiziranih pozicija ili instrumenata. Svaka od tih standardiziranih pozicija povezana je s jedinstvenim tržišnim faktorom. Na primjer, za petogodišnju državnu obveznicu temeljni su tržišni faktori šestomjesečne, jednogodišnje, dvogodišnje, ..., petogodišnje kamatne stope. Povezane su standardizirane pozicije šestomjesečne diskontne obveznice, jednogodišnje diskontne obveznice itd.“¹⁴

Pretpostavka normalne distribucije faktora rizika i mogućnost korištenja samo dva parametra uvelike olakšava i ubrzava izračun rizične vrijednosti metodom varijance-kovarijance. „Jedna od prednosti parametarskog pristupa jest u činjenici da formule za dobivanje rizične vrijednosti omogućuju procjenu rizika pri bilo kojoj razini vjerojatnosti i za

¹⁴ Mikulčić, D., Value at Risk (Rizičnost vrijednosti): teorija i primjena na međunarodni portfelj instrumenata s fiksnim prihodom, Hrvatska narodna banka - Pregledi, 7, str. 1-17., 2001., str. 4.

bilo koje razdoblje držanja.”¹⁵ Uporabom ove metode olakšano je i preračunavanje rizične vrijednosti za kraće razdoblje u rizičnu vrijednost za duže razdoblje na način da se iznos izračunate dnevne rizične vrijednosti pomnoži s korijenom iz broja radnih dana za razdoblje u koje se želi preračunati rizična vrijednost. Formula za preračunavanje izgleda ovako:

Dnevna rizična vrijednost $\times \sqrt{\text{broj radnih dana u željenom razdoblju}}$ = rizična vrijednost u željenom razdoblju

Primjerice, ako izračunata dnevna rizična vrijednost pri razini pouzdanosti od 95% iznosi -3,25 njezino preračunavanje u tjednu rizičnu vrijednost bi bilo po formuli: $-3,25 \times \sqrt{5}$ (ukoliko tjedan ima 5 radnih dana) ili $-3,25 \times \sqrt{20}$ ukoliko se iz dnevne preračunava u mjesečnu rizičnu vrijednost, a mjesec ima 20 radnih dana.

Isto tako, lako se može preračunati rizična vrijednost s jedne razine pouzdanosti u rizičnu vrijednost druge razine pouzdanosti na način da se dijele faktori stupnja pouzdanosti i potom množe s rizičnom vrijednošću. Na primjer, ukoliko se želi rizična vrijednost na razini vjerojatnosti od 95% pretvoriti u rizičnu vrijednost od 99% pouzdanosti, prvo se treba podijeliti faktor od 99% pouzdanosti (2,33) sa faktorom vjerojatnosti od 95% (1,65) i potom se dobiveni kvocijent množi sa iznosom rizične vrijednosti.

4.2.1. Nedostaci metode varijance-kovarijance

Nedostaci izračuna rizične vrijednosti prema modelu metode varijance – kovarijance očituju se kroz pretpostavku kako faktori rizika imaju normalnu distribuciju i kroz ograničenja normalne distribucije.

Najveći problem pretpostavke normalne distribucije ujedno je i njena glavna prednost, a to je da su za izračun rizične vrijednosti potrebna samo dva parametra – aritmetička sredina i standardna devijacija što često može podcijeniti rizik kojem je izložen portfelj u rubnim dijelovima distribucije (pri visokim razinama vjerojatnosti). Zbog toga je u procjenu rizika

¹⁵ Živković, S., Parametarski pristupi izračunu rizične vrijednosti//Financije danas: dijagnoze i terapije/Vidučić LJ., Ivanov, M., Pečarić, M., Ekonomski fakultet Split i Ekonomski fakultet Zagreb, Split, 2012., str. 245.

potrebno uključiti i više momente oko sredine tj. mjeru asimetrije i šiljatost (kurtosis) distribucije.

„Druga problematična pretpostavka obuhvaća linearnost portfelja, koja pretpostavlja linearnu povezanost stopa instrumenata i promjene vrijednosti portfelja. Ta pretpostavka vrijedi u slučaju portfelja s jednostavnijim instrumentima ulaganja, a gubi vrijednost za portfelj koji uključuje opcije i druge derivativne instrumente, jer cijene derivata linearno ne prate promjene kamatnih stopa ili deviznih tečajeva. Ovaj je problem bio osnovni razlog uvođenja i razrade Monte Carlo simulacije.“¹⁶

Sljedeći nedostatak pretpostavke normalne distribucije je to što po njoj stope povrata portfelja koji se sastoji od dionica i obveznica ili stope povrata tih pojedinačnih vrijednosnica mogu imati raspon kretanja od $-\infty$ do $+\infty$, pa bi na temelju toga investitor mogao izgubiti i više nego što je uložio, a u stvarnosti to nije moguće budući da investitori u dionice i obveznice imaju ograničenu odgovornost.

Problem primjene metode varijance – kovarijance javlja se i zbog pretpostavke o konstantnosti koeficijenata korelacije zbog toga što se u kriznim situacijama oni mijenjaju, pa rizična vrijednost ne daje točnu vrijednost procijenjenog maksimalnog gubitka, pored toga, promjenjivost koeficijenata korelacije moguća je i u normalnim ekonomskim razdobljima.

4.3. Monte Carlo simulacija

Najkompleksnija, ali ujedno i najpreciznija metoda procjene maksimalno mogućeg gubitka je Monte Carlo simulacija. Slična je povijesnoj metodi jer i Monte Carlo simulacija prilikom izračuna rizične vrijednosti stvara hipotetičke pretpostavke o budućem riziku, ali za razliku od povijesne ne temelji se na pretpostavci kako će faktori rizika u budućnosti imati isto kretanje kao što su ga imali i u prošlosti, već na temelju trenutnih, sadašnjih podataka simulira njihovu distribuciju vjerojatnosti u budućnosti. Isto tako, nakon dobivene simulacije, rizična vrijednost određuje se, uz određenu razinu pouzdanosti, najvećim gubitkom. Primjerice, ako se generiralo 10.000 mogućih scenarija, a potrebno je odrediti rizičnu

¹⁶ Šverko, I., Rizična vrijednost (value at risk) kao metoda upravljanja rizicima u financijskim institucijama, Ekonomski pregled, (53), 7-8, str. 640-657., 2002., str. 652.

vrijednost pri razini od 99% pouzdanosti, njezina vrijednost je jednaka vrijednosti stotog najvećeg gubitka u simuliranom scenariju. Prednost Monte Carla simulacije u odnosu na povijesnu simulaciju, je što on može generirati teoretski beskonačno mnogo scenarija i testirati mnogobrojne moguće događaje.

„Primjenom ove metode rizična vrijednost se računa na način da se simuliraju promjene vrijednosti imovine (ili promjene vrijednosti prinosa) pojedinih financijskih instrumenata u portfelju. Zatim se na temelju njih računaju promjene vrijednosti portfelja kao linearne kombinacije simuliranih prinosa financijskih instrumenata i udjela financijskih instrumenata u portfelju. Proces se ponavlja velik broj puta kako bi se generirala reprezentativna distribucija. Nakon što se dobije veliki broj simuliranih vrijednosti promjene vrijednosti portfelja, rizična vrijednost se dobiva na isti način kao i kod povijesne metode, odnosno mjera rizične vrijednosti jednaka je određenom postotku distribucije (odnosno određenom percentilu distribucije) promjene vrijednosti portfelja.“¹⁷ Svaka dobivena simulacija različita je od drugih, a nelinearnim vrednovanjem se za svaki scenarij izračunavaju vrijednosti promjena. Simulacija zahtjeva unos očekivanih prinosa, standardnih devijacija i korelacija za svaki element portfelja.

Metodologija primjene Monte Carlo simulacije može se sažeto prikazati u sljedećim koracima:¹⁸

1. utvrđivanje tržišnih faktora,
2. definiranje formule koja će izraziti vrijednost portfelja u obliku jednostavnih pozicija, koje ovise o tržišnim faktorima,
3. odabiranje odgovarajuće distribucije za povrate po tržišnim faktorima,
4. procjenjivanje parametara (promjenjivosti i korelacija) navedene distribucije,
5. uz pomoć generatora nasumičnog broja simuliranje velikog broja (više od 1.000) hipotetičnih povrata po tržišnim faktorima,
6. izračunavanje hipotetičnih tržišnih faktora pomoću njihovih aktualnih vrijednosti i simuliranih povrata,
7. podvrgavanje aktualnog portfelja tim hipotetičnim tržišnim faktorima,

¹⁷ Plenković Pastuović, J., Primjena internih modela za izračun kapitalnih zahtjeva za pozicijski rizik, valutni rizik i/ili robni rizik investicijskih društava// Kvartalni bilten I/2012, 16, 19-34, str 25

¹⁸ Mikulčić, D., Value at Risk (Rizičnost vrijednosti): teorija i primjena na međunarodni portfelj instrumenata s fiksnim prihodom, Hrvatska narodna banka - Pregledi, 7, str. 1-17., 2001., str. 4.

8. oduzimanje vrijednosti aktualnog portfelja od hipotetičnih tržišnih faktora da bismo dobili hipotetične dobiti i gubitke,
9. iskazivanje tih vrijednosti redom od najvećega gubitka do najveće dobiti,
10. odabiranje gubitka koji je jednak ili premašen x posto vremena kako bi se dobila procjena rizične vrijednosti.

4.3.1. Prednosti i nedostaci Monte Carlo simulacije

Već je spomenuto kako Monte Carlo simulacija ima prednost nad povijesnom jer može generirati beskonačan broj simulacija, uz to, za njegovo korištenje nije potreban velik broj podataka iz prošlosti.

Monte Carlo simulacija omogućava dobivanje potpune distribucije vrijednosti portfelja i može koristiti razne pretpostavke o obliku distribucije, a ne samo normalan oblik. Prednost Monte Carlo simulacije očituje se i u tome što može sadržavati vremensku varijaciju promjenjivosti, uzima u obzir debele repove distribucije (eng. fat tails) i ekstremne scenarije.

Za razliku od parametarskog pristupa, pogodan je za računanje rizične vrijednosti svih financijskih instrumenata što ga čini široko primjenjivog, a uzima u obzir nelinearnost promjena vrijednosti i koristi nelinearne modele vrednovanja portfelja.

Monte Carlo simulacija složena je za izračunavanje i vremenski zahtjevna budući da se portfelj mora podvrgnuti analizi svakog scenarija na tisuće puta.

4.4. Usporedba metoda rizične vrijednosti

Nakon upoznavanja metodologija rizične vrijednosti i predstavljanja njihovih prednosti i nedostataka može se doći do zaključka kako je vrlo zahtjevno odabrati najbolju metodu procjene najvećeg očekivanog gubitka. Ono što je prednost jedne metode, nedostatak je u drugoj i obrnuto.

Osnovne razlike prethodno navedenih metoda mogu se sažeti u nekoliko osnovnih kategorija. Prva od njih je zahtjevnost provedbe metoda gdje najveću prednost ima povijesna simulacija zbog svoje jednostavnosti, slijedi ju metoda varijance – kovarijance, dok je najzahtjevnija Monte Carlo simulacija. Iz toga proizlazi da je povijesna metoda i intuitivno najrazumljivija, dok se nasuprot njoj nalazi Monte Carlo simulacija. Isto tako, kompleksnost u primjeni Monte Carlo simulacije zahtijeva i više vremena za izračun rizične vrijednosti, za razliku od povijesne metode i metode varijance – kovarijance čija je provedba brza.

Što se tiče količine podataka koji su potrebni za procjenu najvećeg mogućeg gubitka, prednost ima metoda varijance – kovarijance jer zahtijeva poznavanje vrijednosti samo dva parametra, standardnu devijaciju i aritmetičku sredinu prinosa.

Razlike između metoda očituju se i u kategoriji obuhvata financijskih instrumenata. Naime, metoda varijance – kovarijance nije prikladna za portfelje u čijem su sastavu opcije i drugi slični financijski derivati i to zbog njezine pretpostavke o linearnosti stopa povrata portfelja i faktora rizika, a u slučaju opcija ta veza je nelinearna. Stoga je za portfelja sa opcijama prilikom procijene maksimalno mogućeg gubitka bolje koristiti povijesnu ili Monte Carlo simulaciju.

Sve se metode baziraju na povijesnim podacima, ali ih metoda varijance – kovarijance i Monte Carlo simulacija koriste samo za procjenu parametara njihove distribucije, a povijesna se u potpunosti bazira na njima jer uzima stvarna prošla kretanja kao mogući scenarij u budućnosti, pa ukoliko povijesni podaci ne odražavaju točne statističke karakteristike faktora rizika, dobiveni rezultati će biti nepouzdana.

Zbog svega navedenog, osobe zadužene za upravljanje rizicima moraju dobro poznavati specifičnosti svojih portfelja i vrijednosnica, te potrebe i profile svojih kompanija kako bi mogle odabrati onu metodu koja će najbolje doprinijeti ostvarenju njihovih potreba.

4.5. Testiranje točnosti dobivenih rezultata

Metode rizične vrijednosti su korisne samo ako su predviđanja mogućeg rizika točna. Zato je potrebno testirati kvalitetu dobivene procjene. U tu svrhu koristi se metoda naknadnog

testiranja (*eng. backtesting*). To je statistički postupak koji se utvrđuje da li su stvarni gubitci/dobitci u skladu s procjenama metoda rizične vrijednosti.

Prema naknadnom testiranju, može se statistički ispitati da li je učestalost izuzetaka u nekom određenom vremenskom razdoblju u skladu s odabranom razinom pouzdanosti. Na primjer, ukoliko je izračunata dnevna rizična vrijednost -3,7% na razini od 99% pouzdanosti, to znači da se u prosjeku gubitak veći od 3,7% uložених sredstava može dogoditi jednom u 100 dana, ili na razini povjerenja od 95% veći gubitak od 3,7% uložених sredstava može se dogoditi u pet dana od njih 100. Ako je broj dana u kojima je, u prvom slučaju, gubitak veći od 3,7% uložених sredstava ostvaren u više od jednog dana, metoda je neprimjerena. U drugom slučaju, dakle pri razini povjerenja od 95%, metoda je neprimjerena ako je gubitak veći od 3,7% zabilježen u više od 5 dana.

„Broj dana kada je gubitak na portfelju bio veći od procijenjene rizične vrijednosti predstavlja broj izuzetaka koji bi trebao biti blizu očekivanog broja prema zadanom nivou povjerenja.“¹⁹ Ako se broj koji premašuje rizičnu vrijednost pojavljuje u manje dana nego što ukazuje odabrana razina povjerenja, model precjenjuje rizik. I obrnuto, više zabilježenih dana u kojima se dogodio gubitak veći od procijenjenoga, nego što to pokazuje razina pouzdanosti, znači da je model podcijenio rizik. Nažalost, rijedak je slučaj u kojem je broj izuzetaka u potpunosti odgovara razini pouzdanosti. Zato se statističkom analizom provjerava da li je broj izuzetaka točan ili ne, odnosno hoće li model rizične vrijednosti biti prihvaćen ili odbačen.

Model rizične vrijednosti dakle može biti prihvaćen ili odbačen. Kao i inače u statističkoj analizi, ako je odbačen točan model učinjena je pogreška tipa I, a ako je prihvaćen netočan model učinjena je pogreška tipa II.²⁰

Za donošenje ispravne odluke, potrebno je napraviti ravnotežu između ove dvije vrste grešaka, odnosno između ispravnog i neispravnog modela.

¹⁹ Cvetinović, M., Upravljanje rizicima u finansijskom poslovanju, Univerzitet Singidunum, Beograd, 2008., str.93.

²⁰ Ibid. str. 94.

4.6. Općenito o prednostima i nedostacima rizične vrijednosti

Rizična vrijednost svakodnevno postaje sve značajnija mjera u upravljanju rizicima i njihovoj kontroli, ali i dalje postoje neke prepreke za njezinu upotrebu. U prethodnim poglavljima navedeni su neki osnovni nedostaci i prednosti pojedinačnih metoda rizične vrijednosti, no u ovom dijelu naglasak će se staviti na opće kritike rizične vrijednosti kao metode za upravljanje rizicima, kao i na njezine prednosti.

Koncept rizične vrijednosti je vrlo jednostavan, ali iz njezine jednostavnosti proizlaze i kritike ovog modela.

„Među najpoznatijim kritičarima mjerenja rizika pomoću metoda rizične vrijednosti ističe se Nassim Taleb – poznati trgovac derivatima, koji upozorava na opasnosti doslovne primjene zakonitosti iz svijeta fizike na društvene sustave u kojima su one često nevažne. Teoremi iz fizike ne uzimaju u obzir važne osobine društvenih sustava, kao što sposobnost učenja i prilagođavanja sudionika na financijskim tržištima, nestacionarna i dinamička ovisnost mnogih tržišnih procesa.“²¹ Ovakav način razmišljanja dovodi u pitanje točnosti osnovnih pretpostavki modela rizične vrijednosti, a time i ispravnost same rizične vrijednosti.

Zamjerka mjeri rizične vrijednosti stavlja se i na račun toga što sve informacije svodi na jedan jedini broj, potencijalno mogući gubitak, ali ne daje informacije o tome koliki bi bio gubitak koji bi mogao nastati izvan granica rizične vrijednosti.

U nedostatke se mogu dodati i činjenice da metode rizične vrijednosti slabije funkcioniraju na nelikvidnim tržištima, jer ti modeli slabije djeluju u trenucima financijskih kriza. Uz to, sve se metode baziraju na povijesnim podacima, a dokazano je kako oni nisu uvijek isti i u budućnosti. Nadalje, implementacija rizične vrijednosti u sustav upravljanja rizikom može biti prilično zahtjevna i skupa.

U samom početku pojave rizične vrijednosti, bila je kritizirana i zbog uskog fokusa na samo tržišne rizike. Zato su s vremenom nastale nove, poboljšane metode rizične vrijednosti. Primjerice, Monte Carlo simulacija može se primijeniti i na kreditni rizik.

²¹ Živković, S., Formiranje optimalnog portfelja hrvatskih dionica i mjerenje tržišnog rizika primjenom VaR metode, Magistarski rad, Sveučilište u Ljubljani, Ekonomski fakultet, Ljubljana, 2005., str. 73

Nedostatak rizične vrijednosti je i to što procjenjuje mogući gubitak na kraju nekog razdoblja, a investitori su izloženi riziku tokom cijelog razdoblja držanja vrijednosnica, što rizična vrijednost ne pokazuje. Isto tako, različite mode daju različite procjene gubitaka, pa ako se odluke o tome koju metodu odabrati ne shvati ozbiljno i ako se rizična vrijednost uzima kao glavno i osnovno mjerilo za upravljanje rizicima, mogući su veliki gubici za investitore.

Nadalje, investitori, finansijski menadžeri ili druge osobe koje su u vezi s odlukama o rizicima, mogu rizičnu vrijednost na razini od 99% pouzdanosti shvatiti kao potpunu zaštitu od većeg rizika, a prema zakonu vjerojatnosti, ako bi izračunata dnevna rizična vrijednost bila npr. 8,17%, tada bi se pri razini vjerojatnosti od 99% gubitak veći od 8,17% morao dogoditi jednom u 100 dana. Uz to, rizična vrijednost ne pokazuje koliki bi taj gubitak bio.

Nakon svega, može se zaključiti kako rizična vrijednost nije u potpunosti sigurna metoda za upravljanje rizicima. Stoga, kako bi se poboljšala njezina procjena, potrebno je provoditi i neke druge mjere upravljanja rizicima, i na taj način dobiti bolju sliku o izloženostima rizicima.

I pored svih nedostataka, rizična vrijednost je svejedno postala široko rasprostranjen model za mjerenje i upravljanje rizicima u finansijskom svijetu.

Jedna od glavnih prednosti rizične vrijednosti je to što brzo i jednostavno daje procjenu tržišnog rizika. Kako uzima u obzir volatilnost i korelacije različitih faktora rizika, omogućava usporedbe između različitih vrsta imovine. Na taj način moguće je uspoređivati rizike investiranja vezane uz obveznice, dionice, opcije i druge finansijske instrumente.

Informacije koje pruža rizična vrijednost mogu se koristiti na više načina:²²

1. viši management može se koristiti tim informacijama kako bi postavio sveukupni profil rizika svoje institucije, te postavljao limite za maksimalni rizik i izloženost po organizacijskoj jedinici svoje organizacije,

²² Živković, S., Formiranje optimalnog portfelja hrvatskih dionica i mjerenje tržišnog rizika primjenom VaR metode, Magistarski rad, Sveučilište u Ljubljani, Ekonomski fakultet, Ljubljana, 2005., str. 72.

2. budući da rizična vrijednost pruža informaciju o maksimalnom iznosu koji se može izgubiti tijekom određenog narednog razdoblja, uz određenu razinu vjerojatnosti, banke ga mogu koristiti kao mjeru za izdvajanje rezervi za tržišne rizike,
3. osim na razini banke, rizična vrijednost na razini pojedinih investicijskih bankara i brokera može poslužiti umjesto klasičnih mjera efikasnosti investiranja, kao što su Sharpov, Treynor i Jensenov omjer,
4. rizična vrijednost se sve više prikazuje u godišnjim izvješćima velikih tvrtki, kako bi se investitorima predočio rizični profil tvrtke,
5. rizična vrijednost može se koristiti kako bi se unaprijed ocijenile pojedine investicijske prilike,
6. informacije dobivene iz rizične vrijednosti mogu se koristiti u implementaciji hedging strategija koje obuhvaćaju cjelokupni portfelj institucije.

I regulatori financijskih institucija služe se metodama rizične vrijednosti jer pomoću njih mogu lakše pratiti i izračunavati rizičnosti u poslovanjima njima podložnim institucijama.

Kako su u prethodnom poglavlju navedeni nedostaci rizične vrijednosti, ovdje se može reći kako se metode rizične vrijednosti postepeno nadograđuju i poboljšavaju, a sve s ciljem uklanjanja tih nedostataka i njihovih posljedica

Rizična vrijednost neće u potpunosti riješiti sva pitanja i probleme vezane uz rizike, ali će svakako olakšati i omogućiti kvalitetnije upravljanje portfeljima financijskih institucija.

5. ANALIZA RIZIČNE VRIJEDNOSTI ODABRANIH DIONICA U HRVATSKOJ

Nakon što je definiran pojam rizične vrijednosti, objašnjene njezine osnovne karakteristike i navedene prednosti i nedostaci, u ovom dijelu rada prikazat će se primjena metoda rizične vrijednosti na 15 odabranih hrvatskih dionica. Rizična vrijednost dionica računata je prema metodi varijance – kovarijance i povijesnoj metodi, na dnevnoj osnovi uz razine pouzdanosti od 95% i 99%, na temelju razdoblja od 15.06.2007. do 15.06.2012.

5.1. Osnovne karakteristike odabranih dionica

Dionice čija je rizična vrijednost mjerena u daljnjem dijelu ovog rada odabrane su nasumičnim izborom, a jedini kriterij odabira bio je da kotiraju na Zagrebačkoj burzi duže od 5 godina.

Odabrane dionice su sljedeće:

1. ACI-R-A: Adriatic Croatia International club d. d.,
2. ADPL-R-A: AD Plastik d.d.,
3. ADRS-R-A: Adris grupa d.d.,
4. BD62-R-A: Badel 1862 d.d.,
5. BLJE-R-A: Belje d.d.,
6. CKML-R-A: Čakovečki mlinovi d.d.,
7. DDJH-R-A: Đuro Đaković Holding d.d.,
8. ERNT-R-A: Ericsson Nikola Tesla d.d.,
9. FRNK-R-A: Franck d.d.,
10. INA-R-A: Ina d.d.,
11. JMNC-R-A: Jamnica d.d.,
12. KNZM-R-A: Konzum d.d.,
13. KOEI-R-A: KONČAR - Elektroindustrija d.d.,
14. PBZ-R-A: Privredna banka Zagreb d.d. i
15. ZVCV-R-A: Zvečevo d.d.

ACI-R-A je dionica Adriatic Croatia International club d. d. koja je čelna organizacija nautičkoga turizma u Hrvatskoj sa sjedištem u Opatiji. Ima nešto manje od polovice svih 48 luka nautičkoga turizma na hrvatskom dijelu Jadrana.

ADPL-R-A je dionica AD Plastik dioničkog društva za proizvodnju dijelova i pribora za motorna vozila i proizvoda iz plastičnih masa sa sjedištem u Solinu. Poduzeće je dobavljač za poznate svjetske proizvođače automobila. Izrađuje široku lepezu proizvoda za uređenje interijera i eksterijera automobila.

ADRS-R-A dionicu emitira Adris grupa koju sačinjavaju Tvornica duhana Rovinj, Jadran-turist i Anita Vrsar. Tvornica duhana Rovinj najveći je proizvođač duhanskih proizvoda u široj regiji, gotovo polovica prodaje odlazi u izvoz.

BD62-R-A je dionica koju izdaje Badel 1862 dioničko društvo za proizvodnju vina, alkoholnih i bezalkoholnih pića, najstariji te najveći proizvođač ovih proizvoda u Hrvatskoj.

BLJE-R-A dionicu izdaje Belje dioničko društvo za privređivanje u poljodjelstvu, prerađivačkoj industriji i prometu roba iz Darde. Proizvodnjom hrane bavi se već više od tri stoljeća, a od početka 2005. godine u sastavu je Agrokor koncerna, najvećeg proizvođača hrane u ovom dijelu Europe.

CKML-R-A, Čakovečki mlinovi, dioničko društvo za proizvodnju i promet prehrambenih proizvoda, Čakovec. Najznačajnija im je djelatnost meljava pšenice, gdje s oko 50.000 t prerađene pšenice godišnje društvo zauzima prvo mjesto u Hrvatskoj.

DDJH-R-A je dionica koju izdaje dioničko društvo Đuro Đaković Holding. Grupaciju Đuro Đaković čine Đuro Đaković Holding d.d. kao matica i sedam društava, u kojima je Đuro Đaković Holding d.d. većinski vlasnik, a to su: Đuro Đaković Specijalna vozila d.d., Đuro Đaković Elektromont d.d., Đuro Đaković Inženjering d.d., Đuro Đaković Proizvodnja opreme d.o.o., Đuro Đaković Strojna obrada d.o.o., Đuro Đaković Energetika i infrastruktura d.o.o. i Slobodna zona Đuro Đaković Slavonski Brod d.o.o.

ERNT-R-A je dionica Ericsson Nikola Tesla d.d. je najvećeg specijaliziranog proizvođača i izvoznika telekomunikacijske opreme, softvera i usluga u srednjoj i istočnoj

Europi. Društvo je nastalo kao rezultat pretvorbe društvenog poduzeća «Nikola Tesla» - poduzeća za proizvodnju telekomunikacijskih sustava i uređaja.

FRNK-R-A dionicu izdaje Franck d.d. prehrambena industrija. Franck je jedan od najuspješnijih hrvatskih proizvođača i izvoznika prehrambenih proizvoda s vodećom pozicijom u kategorijama kava, čajeva i grickalica.

INA-R-A je dionica čiji je izdavatelj Ina d.d. industrija nafte, dioničko društvo kojemu je osnovna djelatnost istraživanje i proizvodnja nafte i plina, prerada nafte, distribucija nafte i naftnih derivata te maloprodaja derivata i drugih roba putem maloprodajne mreže.

JMNC-R-A izdaje ju Jamnica d.d. društvo za proizvodnju mineralnih voda. Najveći je hrvatski proizvođač mineralnih i izvorskih voda te bezalkoholnih pića s tradicijom duljom od 180 godina.

KNZM-R-A Izdavatelj ove dionice je Konzum, trgovina na veliko i malo d.d. koji predstavlja jedan od najvećih maloprodajnih lanaca u Hrvatskoj. Osim maloprodajnog poslovanja Konzum ima i veleprodaju koju čine Velpro veleprodajni centri.

KOEI-R-A dionicu izdaje Končar - elektroindustrija d.d. Koncern Končar čini ukupno 25 društava u kojima tvrtka ima upravljački utjecaj. Djelatnost koncerna Končar je proizvodnja električnih uređaja, opreme, postrojenja i usluga primijenjenih u proizvodnji, prijenosu i distribuciji električne energije, industriji i prometu.

PBZ-R-A je dionica koju izdaje Privredna banka Zagreb d.d. Jedna je od vodećih banaka u Hrvatskoj, a svojim klijentima pruža razne usluge kao što su bankarske, usluge kartičnog poslovanja, lizinga, osnivanje i upravljanje investicijskim fondovima, usluge stambene štednje te usluge vezane uz nekretnine.

ZVCV-R-A dionicu izdaje Zvečevo d.d., društvo iz sektora prehrambenih djelatnosti čija je osnovna djelatnost proizvodnja čokolada i alkoholnih pića. Zvečevo se ubraja u „čiste tehnologije“ jer postiže značajne rezultate u području zaštite okoliša, a 2001. godine dobili su nagradu „Hrvatski Oskar“ u kategoriji „Industrija i energetika“.

5.2. Analiza rezultata rizične vrijednosti primjenom povijesne metode

Izračun rizične vrijednosti na prethodno navedenim dionicama temeljen je na povijesnim podacima o dnevnim promjenama cijena tih dionica i to u razdoblju od 15.06.2007. do 15.06.2012. Dobiveni rezultati provedenog istraživanja dati su u tablici 1. i tablici 2.

Tablica 1. Usporedba jednodnevnih rizičnih vrijednosti 15 odabranih hrvatskih dionica pri razini od 95% pouzdanosti prema povijesnoj metodi

Redni br.	OZNAKA DIONICE	RIZIČNA VRIJEDNOST (95% pouzdanosti)
1.	JMNC-R-A	-20,94%
2.	ACI-R-A	-14,14%
3.	ZVCV-R-A	-12,62%
4.	BD62-R-A	-11,24%
5.	ADRS-R-A	-9,83%
6.	CKML-R-A	-8,95%
7.	FRNK-R-A	-8,24%
8.	KNZM-R-A	-7,52%
9.	DDJH-R-A	-6,83%
10.	BLJE-R-A	-6,71%
11.	ADPL-R-A	-6,67%
12.	PBZ-R-A	-6,12%
13.	KOEI-R-A	-5,34%
14.	INA-R-A	-4,55%
15.	ERNT-R-A	-4,19%

Kako rizična vrijednost odgovara na pitanje koliki je maksimalni mogući gubitak na nekoj dionici uz određenu razinu pouzdanosti, prema podacima iz tablice 1 za najrizičniju dionicu, a to je JMNC-R-A može se dati ovakav odgovor: postoji 95% vjerojatnosti kako se na dionici Jamnice d.d. u jednom danu ne može izgubiti više od 20,94% uložених sredstava. Ili drugačije rečeno, postoji 5% vjerojatnosti da se na dionici Jamnice d.d. u jednom danu izgubi više od 20,94% uložених sredstava.

Primjera radi, kada bi neki investitor želio uložiti 10.000,00 kuna u dionice Jamnice, prema izračunatoj rizičnoj vrijednosti, može se izračunati kako on, u jednom danu, uz 95% vjerojatnosti na dionici Jamnice d.d. ne može izgubiti više od 2.094,00 kuna.

S druge pak strane, pri razini od 95% vjerojatnosti, najmanja je rizičnost ulaganja u dionice Ericsson NT, Ine i Koncerna Končar.

Tablica 2. Usporedba jednodnevnih rizičnih vrijednosti 15 odabranih hrvatskih dionica pri razini od 99% pouzdanosti prema povijesnoj metodi

Redni br.	OZNAKA DIONICE	RIZIČNA VRIJEDNOST (99% pouzdanosti)
1.	ACI-R-A	-26,29%
2.	JMNC-R-A	-25,09%
3.	ZVCV-R-A	-18,50%
4.	BD62-R-A	-17,18%
5.	ADRS-R-A	-14,88%
6.	FRNK-R-A	-14,51%
7.	KNZM-R-A	-12,77%
8.	CKML-R-A	-11,77%
9.	BLJE-R-A	-11,56%
10.	ADPL-R-A	-10,95%
11.	PBZ-R-A	-9,55%
12.	DDJH-R-A	-9,40%
13.	KOEI-R-A	-9,14%
14.	ERNT-R-A	-8,02%
15.	INA-R-A	-7,96%

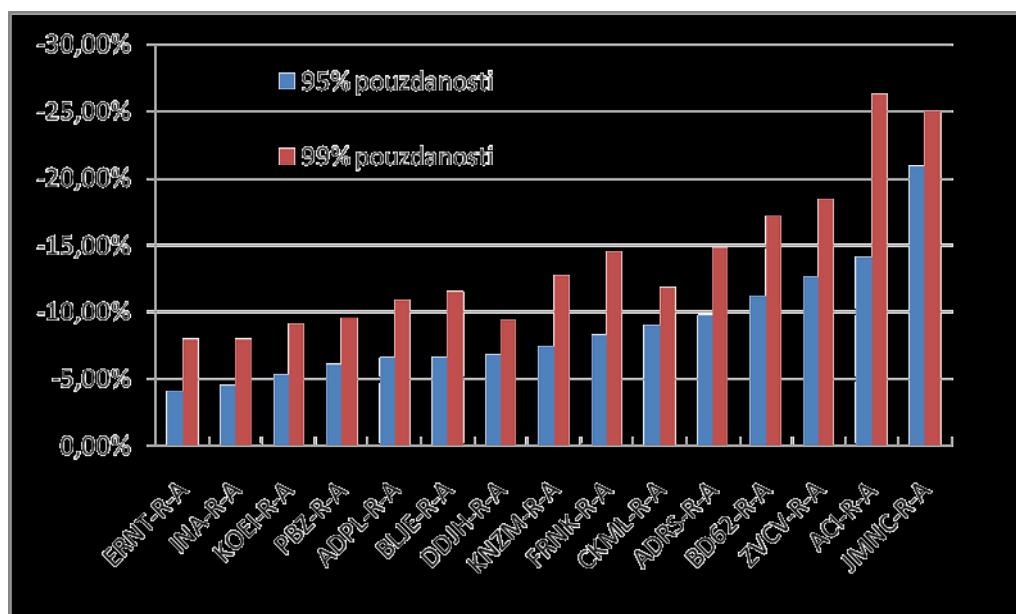
Nakon primjene povijesne metode na odabrane hrvatske dionice i izračuna njihove jednodnevne rizične vrijednosti pri razini povjerenja od 99%, te prikazanih dobivenih rezultata u tablici 2 može se uočiti kako su i u ovom slučaju najrizičnije dionice ACI cluba d.d., Jamnice d.d. i Zvečeva, doduše u nešto drugačijem poretku nego kod razine signifikantnosti od 95%.

Kada se usporede dobiveni rezultati rizične vrijednosti računate prema povijesnoj metodi na odabranim dionicama uz razine pouzdanosti od 95% i 99%, može se zaključiti kako rezultati ukazuju na već spomenutu karakteristiku rizične vrijednosti, a to je da se ona povećava s povećanjem razine pouzdanosti. Naime, svih 15 odabranih hrvatskih dionica imaju veću rizičnu vrijednost računatu uz razinu pouzdanosti od 99% nego što je imaju uz razinu pouzdanosti od 95%, što je logično. Usporedba ovih rezultata prikazana je u tablici 3 i na grafikonu 1.

Tablica 3. Usporedba jednodnevne rizične vrijednosti po povijesnoj metodi odabranih dionica pri razinama od 95% i 99% pouzdanosti

OZNAKA DIONICE	RIZIČNA VRIJEDNOST (95% pouzdanosti)	RIZIČNA VRIJEDNOST (99% pouzdanosti)
ACI-R-A	-14,14%	-26,29%
ADPL-R-A	-6,67%	-10,95%
ADRS-R-A	-9,83%	-14,88%
BD62-R-A	-11,24%	-17,18%
BLJE-R-A	-6,71%	-11,56%
CKML-R-A	-8,95%	-11,77%
DDJH-R-A	-6,83%	-9,40%
ERNT-R-A	-4,19%	-8,02%
FRNK-R-A	-8,24%	-14,51%
INA-R-A	-4,55%	-7,96%
JMNC-R-A	-20,94%	-25,09%
KNZM-R-A	-7,52%	-12,77%
KOEI-R-A	-5,34%	-9,14%
PBZ-R-A	-6,12%	-9,55%
ZVCV-R-A	-12,62%	-18,50%

Grafikon 1. Usporedba jednodnevne rizične vrijednosti po povijesnoj metodi odabranih dionica pri razinama od 95% i 99% pouzdanosti



5.3. Analiza rezultata rizične vrijednosti primjenom metode varijance – kovarijance

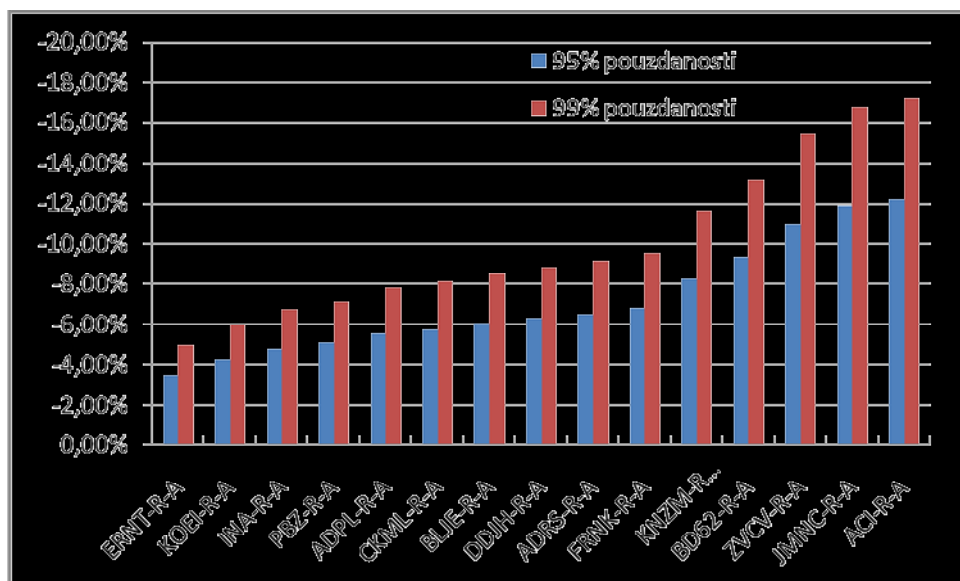
Iznosi rizične vrijednosti za 15 odabranih dionica pri razinama 95% i 99% pouzdanosti metodom varijance – kovarijance izračunati su na temelju povijesnih podataka iz razdoblja od 15.06.2007. do 15.06.2012. Dobiveni rezultati prikazani su u tablici 4. i na grafikonu 2.

Tablica 4. Usporedba jednodnevnih rizičnih vrijednosti 15 odabranih hrvatskih dionica prema metodi varijance - kovarijance

Redni br.	OZNAKA DIONICE	RIZIČNA VRIJEDNOST (95% pouzdanosti)	RIZIČNA VRIJEDNOST (99% pouzdanosti)
1.	ACI-R-A	-12,21%	-17,22%
2.	JMNC-R-A	-11,90%	-16,77%
3.	ZVCV-R-A	-10,95%	-15,45%
4.	BD62-R-A	-9,36%	-13,13%
5.	KNZM-R-A	-8,27%	-11,63%
6.	FRNK-R-A	-6,80%	-9,55%
7.	ADRS-R-A	-6,48%	-9,12%
8.	DDJH-R-A	-6,27%	-8,84%
9.	BLJE-R-A	-6,05%	-8,52%
10.	CKML-R-A	-5,74%	-8,10%
11.	ADPL-R-A	-5,51%	-7,78%
12.	PBZ-R-A	-5,05%	-7,11%
13.	INA-R-A	-4,74%	-6,72%
14.	KOEI-R-A	-4,24%	-5,97%
15.	ERNT-R-A	-3,52%	-4,94%

Usporedbom tablice 3 i tablice 4 uočljivo je kako su rizične vrijednosti po povijesnoj metodi veće od rizičnih vrijednosti računatih po metodi varijance – kovarijance i to u slučaju svih 15 odabranih dionica. Ova činjenica ukazuje na već spomenuti problem odabira metoda za izračun rizične vrijednosti i potrebe da svaka pojedina institucija koja nastoji upravljati svojim rizicima pomoću metoda rizične vrijednosti mora utvrditi svoje specifičnosti i pronaći one mjere koje će joj najbolje odgovarati.

Grafikon 2. Usporedba jednodnevnih rizičnih vrijednosti 15 odabranih hrvatskih dionica prema metodi varijance - kovarijance



Kako bi se potvrdilo svojstvo rizične vrijednosti da ona raste s porastom odabranog vremenskog razdoblja, u tablici 5 prikazana je usporedba tjednih i mjesečnih rizičnih vrijednosti računatih po metodi varijance - kovarijance za odabrane dionice uz razinu povjerenja od 99%.

Tablica 5. Usporedba tjednih i mjesečnih rizičnih vrijednosti odabranih dionica računate po metodi varijance – kovarijance uz pouzdanost od 99%

OZNAKA DIONICE	TJEDNA RIZIČNA VRIJEDNOST	MJESEČNA RIZIČNA VRIJEDNOST
ACI-R-A	-38,35%	-76,69%
ADPL-R-A	-17,36%	-34,72%
ADRS-R-A	-20,24%	-40,47%
BD62-R-A	-28,86%	-57,73%
BLJE-R-A	-18,91%	-37,82%
CKML-R-A	-18,08%	-36,16%
DDJH-R-A	-19,69%	-39,39%
ERNT-R-A	-10,84%	-21,67%
FRNK-R-A	-21,05%	-42,10%
INA-R-A	-15,16%	-30,32%
JMNC-R-A	-37,32%	-74,63%
KNZM-R-A	-25,73%	-51,46%
KOEI-R-A	-13,26%	-26,52%

PBZ-R-A	-15,73%	-31,46%
ZVCV-R-A	-34,44%	-68,89%

Rezultati prikazani u tablici 5 jasno pokazuju kako su kod svih 15 dionica mjesečne rizične vrijednosti gotovo dvostruko veće od tjednih. Naravno, i prema njima najveće rizične vrijednosti imaju dionice Adriatic Croatia International cluba, Jamnice i Zvečeva, a najmanje dionice koje izdaju dionička društva Ericsson Nikola Tesla, Končar i Ina.

6. ZAKLJUČAK

Krize koje proteklih dvadesetak godina potresaju financijska tržišta, uzrokovali su buđenje svijesti o rizicima, potrebi za njihovim konstantnim mjerenjem i upravljanjem. Kako je ostvarivanje profita osnovni cilj velike većine svih svjetskih kompanija i organizacija, a rizik je, financijski gledano, neizvjestan budući događaj koji može uzrokovati gubitak financijskih sredstava, očigledno je da oni koji žele ostvariti svoje ciljeve moraju veliku pažnju posvetiti upravljanju rizika koji utječu na njihovo poslovanje.

Jedna od značajnijih mjera u procesu upravljanja rizicima je model rizične vrijednosti. Nastala je početkom devedesetih godina prošlog stoljeća u američkoj investicijskoj banci J.P. Morgan i od tada je nezamjenjiva u procesima mjerenja rizika. Može se primjenjivati za različite vrste rizika, ali se najviše koristi za mjerenje i upravljanje tržišnim rizicima.

Rizična vrijednost prikazuje najveći mogući gubitak uložених sredstava u pojedinačnu vrijednosnicu ili pak cjelokupni portfelj. Zbog svoje široke primjenjivosti i jednostavnosti u provedbi metoda, vrlo je popularna i sve češće korištena.

Postoje tri osnovne metode rizične vrijednosti, a to su povijesna, Monte Carlo simulacija i metoda varijance – kovarijance. Svaka od njih pružaju neke prednosti, ali imaju i određene nedostatke, uzevši to u obzir, niti jedna nije idealna za sve tipove tržišta niti sve situacije. Zbog toga osobe zadužene za upravljanje rizicima moraju svakodnevno voditi brigu o njima, provoditi procese njihova mjerenja, uspoređivati ih i odvagivati među njima, odlučivati koje prihvatiti, a koje ne. Budući da je svaka kompanija jedinstvena, i potrebe za upravljanjem rizika se razlikuju od kompanije do kompanije. Zbog toga je potrebno razvijati interne modele mjerenja i upravljanja rizicima kako bi se na što bolji mogući način došlo do ostvarenja željenih ciljeva.

Metoda rizične vrijednosti je koristan alat u procesima upravljanja rizicima, ali ne daje odgovore na sva pitanja, no njezina uporaba svakako će olakšati donošenje odluka o financijskim ulaganjima.

U ovom radu, na temelju povijesne metode i metode varijance – kovarijance, izračunate su rizične vrijednosti nekih hrvatskih dionica.

Prema dobivenim rezultatima najveće jednodnevne rizične vrijednosti po obje korištene metode imaju dionice dioničkih društava Adriatic Croatia International cluba, Jamnice i Zvečeva, dok najniže rizične vrijednosti imaju dionice Ine, Ericsson NT i Končara, što može biti od značaja potencijalnim investitorima.

7. LITERATURA:

- Abdić, A., Primjena Value-at-Risk metode na tržištu kapitala Bosne i Hercegovine
- Cvetinović, M., Upravljanje rizicima u finansijskom poslovanju, Univerzitet Singidunum, Beograd, 2008.
- Latković, M., Upravljanje rizicima: identifikacija, mjerenje i kontrola, Ekonomski pregled, (26), 2, str. 463-477., 2001.
- Mikulčić, D., Value at Risk (Rizičnost vrijednosti): teorija i primjena na međunarodni portfelj instrumenata s fiksnim prihodom, Hrvatska narodna banka - Pregledi, 7, str. 1-17., 2001.
- Novak, B., Sajter, D., VaR dioničkih i mješovitih investicijskih fondova u Republici Hrvatskoj, Financiranje razvoja i restrukturiranja gospodarstva, Osijek, Ekonomski fakultet u Osijeku, 2007
- Plenković Pastuović, J., Primjena internih modela za izračun kapitalnih zahtjeva za pozicijski rizik, valutni rizik i/ili robni rizik investicijskih društava// Kvartalni bilten I/2012, 16, 19-34
- Šantak, Z., Value at Risk, Hrvatsko mirovinsko investicijsko društvo, Pregled tržišta, Godina 2, Br. 2, prosinac 2000.
- Šverko, I., Moguća primjena povijesne metode rizične vrijednosti pri upravljanju rizicima financijskih institucija u Republici Hrvatskoj, Ekonomski pregled, (25), 4, str. 605-618., 2001.
- Šverko, I., Rizična vrijednost (value at risk) kao metoda upravljanja rizicima u financijskim institucijama, Ekonomski pregled, (53), 7-8, str. 640-657., 2002.
- Živković, S., Formiranje optimalnog portfelja hrvatskih dionica i mjerenje tržišnog rizika primjenom VaR metode, Magistarski rad, Sveučilište u Ljubljani, Ekonomski fakultet, Ljubljana, 2005.
- Živković, S., Parametarski pristupi izračunu rizične vrijednosti//Financije danas: dijagnoze i terapije/Vidučić LJ., Ivanov, M., Pečarić, M., Ekonomski fakultet Split i Ekonomski fakultet Zagreb, Split, 2012.
- <https://moodle.carnet.hr/mod/resource/view.php?id=29911> (06.08.2012.)
- http://www.vef.unizg.hr/stocarstvo/prezentacije/Statistika_08_09/predavanja/5_pred_Procjena%20parametara%20populacije%20na%20temelju%20parametara%20.pdf (06.08.2012.)

- Zagrebačka burza, www.zse.hr (18.09.2012.)