

Doc. dr. sc. Danijela Miloš Sprčić
Dubravka Radić, MBA

KVANTIFIKACIJA IZLOŽENOSTI RIZICIMA – USPOREDBA I OCJENA METODA VaR I CFaR

QUANTIFICATION OF RISK EXPOSURE - COMPARISON AND EVALUATION OF VAR AND CFAR METHODS

SAŽETAK: U ovome radu pokazujemo komparativnu analizu metoda Vrijednost pri Riziku te Novčani tok pri Riziku, kao temeljnih mjera kvantifikacije izloženosti rizicima u financijskom i realnom sektoru. Objašnjene su temeljne značajke ovih metoda, postupci njihova izračuna kao i njihove prednosti i nedostaci. Cilj rada jest pružiti okvir analitičarima i menadžerima rizika, kako bi bolje razumijeli i ispravno primijenili ove metode pri analizi i kvantifikacijama rizika u hrvatskim poduzećima i financijskim institucijama. Koji od pristupa izračuna VaR-a i CFaR-a će menadžer rizika odabrati u velikoj mjeri ovisi o raspoloživosti podataka, te posebnim značajkama poduzeća čiju izloženost različitim poslovnim rizicima treba procijeniti. Za odgovarajuću kvantifikaciju rizika potrebna je iskusna i oštroumna osoba koja posjeduje tehnička i statistička znanja, no koja dobro poznaje poslovanje poduzeća i koristi zdrav razum i logiku pri predstavljanju dobivenih rezultata.

KLJUČNE RIJEČI: VaR, CFaR, kvantifikacija rizika, financijske institucije, poduzeća.

SUMMARY: This paper presents comparative analysis of Value-at-Risk and Cash-flow-at-Risk as fundamental measures of risk exposure among financial and non-financial companies. The paper explores basic characteristics of methods, calculation approaches as well as their advantages and disadvantages. Conducted analysis should provide a framework to risk analysts and managers, enabling them to implement correctly analysed methods while quantifying risk in Croatian companies and financial institutions. The paper concludes that VaR or CFaR calculation approach depends greatly on availability of data as well as on company's specific characteristics. Adequate risk quantification requires proficient and judicious person, who poses engineering and statistical knowledge, but who also is familiar with company's business and uses common sense as well as logic while interpreting the risk exposure results.

KEY WORDS: VaR, CFaR, risk quantification, financial institution, companies.

1. UVODNA RAZMATRANJA

Kvantitativna analiza rizika odnosi se na analizu utjecaja onih rizičnih događaja koji su prethodnom kvalitativnom analizom definirani kao potencijalno najutjecajni na ostvarenje ciljeva poduzeća.¹ Objektivna procjena rizika odnosi se na kvantitativno određenje njegova utjecaja na poslovanje poduzeća i njegovu vrijednost. Najčešće korištene mjere izloženosti rizicima su Vrijednost pri Riziku (engl. *Value at Risk ili VaR*), te Novčani tok pri Riziku (engl. *Cash flow at Risk ili CFaR*). Brojne financijske i nefinancijske institucije kvantificiraju vjerojatnost nastanka nepoželjnih rezultata koristeći populariziranu mjeru Vrijednost pri Riziku. Najveća prednost ove mjere jest njezina sposobnost da komprimira očekivanu distribuciju negativnih poslovnih rezultata u jedan jedini broj. Bez obzira na ovu prednost, treba napomenuti kako VaR nije adekvatna mjera u slučaju mjerenja izloženosti riziku kod poduzeća iz realnog sektora i ne može poslužiti kao prikladan instrument pri integriranom upravljanju poslovnim rizicima. Naime, VaR je mjera koja se izračunava za kratki vremenski period, prilagođena je mjerenju izloženosti financijskim rizicima i njome se izračunava maksimalni iznos gubitaka koje financijski portfelj može ostvariti u 95% ili 99% slučajeva u nekom određenom danu ili kroz nekoliko dana [4]. VaR ne daje adekvatne informacije kada se želi izračunati hoće li vrijednost poduzeća pasti ispod neke kritične vrijednosti kroz jedan duži vremenski period, kao što to ne mogu niti tradicionalne mjere rizika poput varijance odnosno standardne devijacije. Alternativa VaR-u je CFaR koji uključuje simulacije novčanih tokova poduzeća koje omogućavaju procjenu vjerojatnosti nastupanja financijskih poteškoća ili stečaja poduzeća u dužem vremenskom razdoblju. Kako bi se kvantificirala učinkovitost odabrane strategije upravljanja rizicima i njezin utjecaj na ostvarenje temeljnog cilja poslovanja poduzeća, potrebno ju je inkorporirati u model procjene vrijednosti poduzeća temeljem prognoze budućih novčanih tokova. Na taj način može se analizirati osjetljivost vrijednosti poduzeća na promjene određenih varijabli u modelu na koje utječe izloženost pojedinim rizicima. Ovakav pristup omogućuje menadžerima rizika kvantifikaciju utjecaja različitih vrsta poslovnih rizika na novčane tokove i vrijednost poduzeća, te donošenje odluke kojim rizicima treba upravljati, a kojima ne.

Cilj ovog rada jest prikazati komparativnu analizu metoda Vrijednost pri Riziku te Novčani tok pri Riziku, objasniti njihove temeljne karakteristike, načine izračuna kao i prednosti i nedostatke, te na taj način pružiti analitičarima i menadžerima rizika u hrvatskim poduzećima okvir kako bi ih savladali te ispravno primijenili u analizama i kvantifikacijama rizika. Obzirom da je VaR kao mjera posljednjih godina izrazito popularizirana, te je posljedično u širokoj primjeni od strane menadžera rizika, potrebno je naglasiti njezina ograničenja koja su ne samo metodološke prirode, već proizlaze iz neprimjerene upotrebe VaR-a pri mjerenju svih vrsta rizika, a ne samo financijskih. Iz navedenoga proizlazi istraživačka hipoteza koja će biti testirana u radu: *“Vrijednost pri Riziku je mjera kojom se kvantificira izloženost tržišnim rizicima nekog portfelja financijske imovine. Stoga je neprimjerena kao mjera izloženosti ostalim poslovnim rizicima,*

¹ Više o postupku provođenja integriranog upravljanja rizicima pogledati u: Miloš Sprčić, Danijela (2010.), Upravljanje poslovnim rizicima kao poluga upravljanja zasnovanog na vrijednosti, poglavlje u knjizi: Osmanagić, Bedenik Nidžara i suradnici (2010.) Kontroling između profita i održivog razvoja, M.E.P., Zagreb, str. 217. - 24

posebice onim kojima su izložena poduzeća iz realnog sektora.” Doprinis ovoga rada jest upravo u kritičkoj analizi VaR-a, te njegovoj usporedbi s CFaR-om kao mjerom koja je znatno manje zastupljena u praksi, a predstavlja vrlo vrijedan alat kvantifikacije rizika u nefinancijskim poduzećima.

2. VRIJEDNOST PRI RIZIKU

Početak osamdesetih godina prošlog stoljeća, brojne financijske institucije razvijale su interne modele za mjerenje izloženosti tržišnim rizicima. Predsjednik uprave poznate američke investicijske banke J. P. Morgan tražio je da mu se svakodnevno, nakon završetka radnog dana, podnosi izvješće u kojem će stajati samo jedan broj. Taj broj trebao je ukratko prikazati izloženost portfelja banke kretanjima na tržištu i pružiti solidnu procjenu potencijalnih gubitaka tijekom sljedeća 24 sata. Tako je nastala mjera Vrijednost pri Riziku (engl. *Value at Risk - VaR*). Mjera VaR [1], koju je razvio J. P. Morgan 1993. godine, treba zadovoljiti potrebe mjerenja izloženosti rizicima koji imaju nepovoljan utjecaj na portfelj financijske institucije. Ova mjera nastala je iz želje za poznavanjem agregiranog rizika portfelja financijske institucije. Vrijednost pri Riziku mjera je najvećeg očekivanog gubitka koji se može dogoditi tijekom određenog vremenskog razdoblja u normalnim tržišnim uvjetima uz određenu razinu pouzdanosti [9]. Dakle, VaR je jedinstvena, sumarna statistička mjera maksimalno moguće promjene vrijednosti portfelja financijskih instrumenata s vjerojatnošću $x\%$ tijekom određenog razdoblja procjene.

Najveći utjecaj na širenje primjene VaR metodologije imao je pritisak regulatora kako bi se postigla što bolja kontrola financijskih rizika, globalizacija financijskog tržišta koja je dovela do izloženosti većem broju rizika, ali i tehnološki napredak, koji je doveo do razvoja pristupa integriranog upravljanja rizicima. Primjena VaR mjere može se klasificirati kao [9]:

- Pasivna - najranija primjena VaR mjere bila je informativno izvještavanje. VaR se može koristiti u svrhu izvještavanja višeg menadžmenta o izloženosti rizicima na jednostavan i korisniku pristupačan način, kroz aktivnosti trgovanja i investiranja.
- Obrambena - kontroliranje rizika kroz postavljanje graničnih pozicija za trgovce i poslovne jedinice.
- Aktivna - upravljanje rizikom. Mjera VaR sve više se koristi za raspodjelu kapitala kroz trgovanje, poslovne jedinice, proizvode, čak i kroz cijelo poduzeće. VaR može pomoći menadžerima portfelja pri donošenju odluka nudeći sveobuhvatan pogled utjecaja trgovine na vrijednost portfelja.

Korisnici mjere Vrijednost pri Riziku svakako su financijske institucije, prije svega banke s velikim trgovinskim portfeljima koje su prve započele s aktivnostima upravljanja rizicima kako bi zadovoljile zahtjeve regulatora. Regulatori koriste ovu mjeru jer sektor bonitetne regulative financijskih institucija zahtijeva održavanje minimalne razine kapitala povezane s izloženošću financijskim rizicima. Poduzeća iz realnog sektora te institucionalni investitori poput investicijskih i mirovinskih fondova također koriste VaR prilikom mjerenja i upravljanja financijskim rizicima. Za izračun mjere VaR važne su tri komponente: razina pouzdanosti, vremensko razdoblje i vrijednost imovine. Izbor razine pouzdanosti

je proizvoljan i obično je 99% ili 95%. Veća razina pouzdanosti znači i veće potencijalne gubitke te izdvajanje većih rezervacija radi procijenjenih gubitaka. Izbor vremenskog razdoblja je subjektivan, s tim da se mjera Vrijednost pri Riziku obično izračunava za kratko vremensko razdoblje. Prema definiciji VaR-a, stupanj vjerojatnosti nastupa događaja obično se računa s 95% vjerojatnosti, što znači da će u 95% vremena gubici poduzeća biti manji od izračunatog VaR broja, dok će u 5% vremena portfelj poduzeća biti izložen većim gubicima. VaR mjera pokazuje koliko novca poduzeće može izgubiti ukoliko dođe do nagle promjene tržišnih cijena prije nego što zatvori svoju poziciju. Dakle, VaR omogućava menadžmentu prepoznavanje rizične situacije cijelog poduzeća iz jednog podatka, te njene aktivne kontrole.

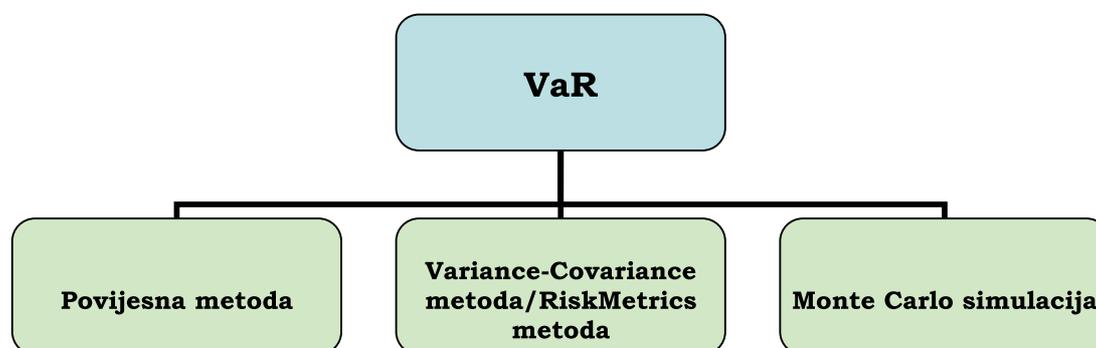
PRIMJER:

Uz razinu pouzdanosti od 95% izračunati VAR za neki portfelj iznosi 4.574.000 kn, što znači da u 95% slučajeva dnevni gubitak portfelja ne bi smio biti veći od 4.574.000 kn. Drugim riječima, tijekom jedne godine očekivani gubitak **bit** će veći od 4.574.000 kn samo u 12,6 dana (252 radna dana x 0,05).

Uz razinu pouzdanosti od 99% izračunati VAR za isti portfelj iznosi 5.962.000 kn. Dakle, u 99% slučajeva dnevni gubitak portfelja ne bi smio premašiti 5.962.000 kn, odnosno tijekom jedne godine gubitak će biti veći od tog iznosa u 2,52 dana (252 radna dana x 0,01).

Izvor: autori.

Postoje tri glavna pristupa izračunu VaR-a: povijesna simulacija, metoda varijance-kovarijance, te Monte Carlo simulacija. Sve tri metode su komplementarne, ali svaka nudi drugačiji pogled na rizik portfelja. Povijesna simulacija je izravno vezana za povijesne podatke, dok metoda varijance i kovarijance te simulacija Monte Carlo, koriste povijesne podatke za procjenu parametara statističke distribucije promjena tržišnih faktora.



Izvor: autori.

Slika 1. Pristupi izračunu Vrijednosti pri Riziku

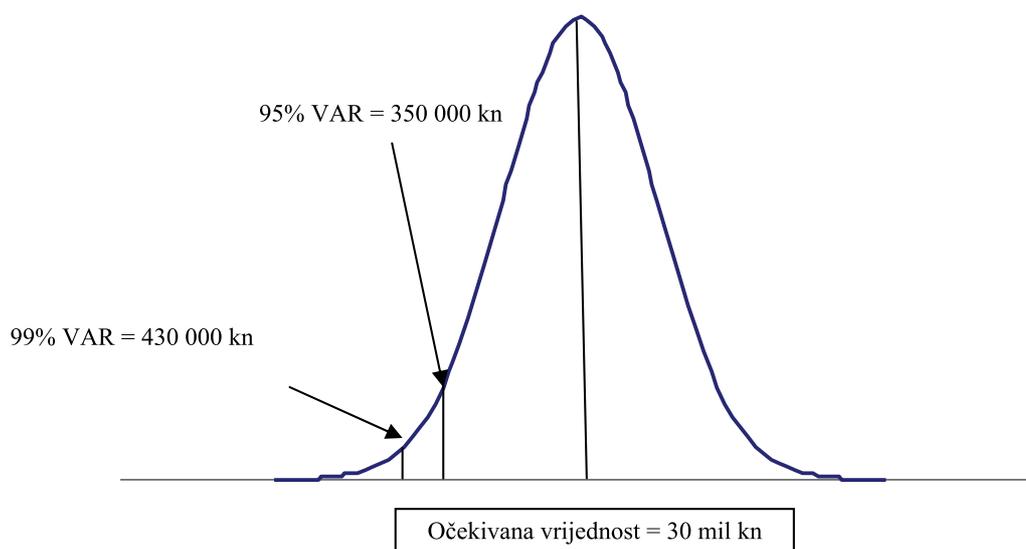
2.1. Povijesna simulacija

Metodologija povijesne simulacije temelji se na pristupu da će bliska budućnost biti vrlo slična nedavnoj prošlosti, te da se pomoću podataka iz nedavne prošlosti može prognozirati rizik u bliskoj budućnosti [14]. Osnovna karakteristika povijesne simulacije je izračun VaR-a bez postavljanja pretpostavki o statističkim distribucijama tržišnih faktora. Ovaj pristup temelji se na pretpostavci da je povijesna baza podataka dovoljno bogata i sadrži razumnu zastupljenost promjena vrijednosti rizičnih faktora. Pri korištenju povijesne simulacije za izračun VaR-a javlja se problem izbora optimalnog vremenskog razdoblja. Ako se vrijednosti određenog faktora promatraju daleko u prošlost, postavlja se pitanje kako vrlo staro zapažanje može biti relevantno za trenutno mjerenje izloženosti rizicima. Ako je izabrano povijesno razdoblje prekratko, postavlja se pitanje predstavlja li broj izmjerenih vrijednosti dovoljno reprezentativnu vremensku seriju podataka na osnovi koje se prognoziraju potencijalni gubitci zauzete pozicije.

Temeljna prednost povijesne metode je jednostavnost izračuna pa se rezultati mogu na lako shvatljiv način prezentirati menadžmentu i regulatoru, a pogodni su i za daljnja modificiranja i usavršavanja. Pomoću povijesnih podataka u ovoj metodi obuhvaćena je nenormalna distribucija prinosa faktora rizika, što znači da se rijetki događaji i slomovi tržišta mogu uključiti u rezultate. Važni nedostaci povijesne simulacije su nepostojanje dovoljno bogate baze podataka kao i činjenica da ova metoda daje podjednaku važnost povijesnim podacima od prošlog tjedna i prošle godine. Također, metoda pretpostavlja da se povijest ponavlja, odnosno da će budućnost biti podjednako volatilna. Na primjer, ukoliko u izabranom vremenskom razdoblju nije zabilježena povećana razina kolebljivosti, povijesna simulacija će izračunati VaR koji je prenizak u usporedbi sa stvarnim rizikom. Također, ukoliko su u izabranom vremenskom razdoblju ostvareni ekstremni gubici za koje je vjerojatno da se neće dogoditi u budućnosti, oni i dalje mogu dominirati i nepotrebno povećavati iznos VaR-a. Također, iznos VaR-a koji je izračunat metodom povijesne simulacije ograničen je na najveći gubitak koji se dogodio u izabranom povijesnom razdoblju. Pri standardnoj metodi povijesne simulacije ne postoji mogućnost da se ekstrapoliraju veći gubici od onih koji su se dogodili u prošlosti, a u sadašnjosti i budućnosti se mogu dogoditi [22].

2.2. Metoda varijance - kovarijance

Metoda varijance - kovarijance naziva se još i "delta-normal" metoda ili analitički VaR. To je parametarska metoda koja se temelji na pojednostavljenim pretpostavkama kretanja tržišnih cijena i karakteristika portfelja. Analitički VaR temelji se na pretpostavci da tržišni faktori imaju multivarijantnu normalnu distribuciju. Uz tu pretpostavku, moguće je odrediti distribuciju očekivane vrijednosti portfelja, koja je također normalna. Jednom kada je dobivena distribucija mogućih dobitaka i gubitaka portfelja, standardna matematička svojstva normalne distribucije koriste se za određivanje gubitka koji će biti jednak ili premašen $x\%$ vremena, odnosno za određivanje Vrijednosti pri Riziku. Važno svojstvo normalne distribucije je da se rezultati koji su veći od ili jednaki 2 (+, -) standardne devijacije pojavljuju samo 5 posto vremena, što je prikazano na slici 2.



Izvor: autori.

Slika 2. Vrijednost pri Riziku korištenjem metode varijance - kovarijance

Prema Henney i Keers [8], standardna provedba ove metode uključuje sljedeće pretpostavke:

- tržišne cijene imaju normalnu ili log-normalnu distribuciju (npr. tijekom vremena cijene slijede neprekidnu slučajnu šetnju (engl. *random walk*) 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 standardnih proizvoda,
- postoji likvidno tržište za standardne proizvode za koje je potrebno procijeniti kolebljivost i kovarijancu.

Ovo su prikladne pretpostavke budući da dopuštaju lako opisivanje i rukovanje portfeljom. VaR se može izračunati za pojedinačni ugovor ili portfelj iz cjelokupne pozicije svakog standardnog proizvoda, procjenjujući kolebljivost i varijancu svakog standardnog proizvoda temeljenu na povijesnoj bazi podataka, ili kroz matricu korelacija i kovarijanci svih standardnih proizvoda temeljenih na povijesnim podacima. Ključni korak u varijanca - kovarijanca pristupu poznat je kao "mapiranje rizika" [14]. To podrazumijeva "mapiranje" svih postojećih instrumenata u set jednostavnijih, standardiziranih pozicija ili instrumenata. Svaka od ovih standardiziranih pozicija povezana je s jedinstvenim tržišnim faktorom. Matrica kovarijance promjena vrijednosti standardiziranih pozicija može se izračunati iz matrice kovarijanci promjena osnovnih tržišnih faktora. Jednom kada je matrica kovarijanci standardiziranih pozicija određena može se izračunati standardna devijacija bilo koje standardizirane pozicije portfelja koristeći formulu za standardnu devijaciju normalnih slučajnih varijabli.

Metoda varijance - kovarijance pri izračunu mjere Vrijednost pri riziku izvodi se u nekoliko koraka:

- Utvrđivanje temeljnih tržišnih rizika.
- Procjenjivanje matrice varijanci/kovarijanci prinosa po tržišnim faktorima, uz pretpostavku da su opisani multivarijantnom normalnom distribucijom.
- Izračunavanje koeficijenta korelacije između standardiziranih pozicija. Koeficijent korelacije izračunava se kao odnos kovarijance između tržišnih faktora te umnoška njihovih standardnih devijacija.

$$\rho_{(i,j)} = \frac{\text{COV}_{(i,j)}}{\sigma_{(i)}\sigma_{(j)}} \quad (1)$$

- Ako su poznati udjeli pojedinih dijelova pozicije u ukupnoj poziciji portfelja w_i , standardne devijacije $\sigma_1, \dots, \sigma_n$ i korelacije ρ_{ij} ($i = j = 1, \dots, n$) standardiziranih pozicija, standardna devijacija portfelja izračunava se prema formuli teorije portfelja kao:

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

- Mjera Vrijednost pri Riziku tada se izračunava putem sljedećeg modela:

$$\text{VAR} = \sigma_p * P * \alpha \quad (3)$$

Pri čemu je P = inicijalna vrijednost portfelja, σ_p = standardna devijacija portfelja, a α = vrijednost standardizirane normalne distribucije određene razine pouzdanosti. Vrijednosti α koeficijenta očitavaju se iz dolje navedene tablice.

Tablica 1. Vrijednost standardizirane normalne distribucije određene razine pouzdanosti

$p = P(x < p)$	alpha
99,90%	3,09
99,50%	2,576
99%	2,326
97,50%	1,96
95%	1,645
90%	1,282

Prethodno objašnjeni način izračuna VaR-a metodom varijance - kovarijance temelji se na tri osnovne pretpostavke [2]: prinosi po tržišnim faktorima normalno su distribuirani, korelacije između faktora su konstantne, te osjetljivost cijena na promjene tržišnih faktora (delta) svakog od sastavnih dijelova portfelja jest konstantna. Iz svega ovoga proizlaze i kritike na račun ove metode koje proizlaze iz činjenice da pretpostavke koje se uzimaju u obzir ne prikazuju stvarne uvjete. Dakle, ovaj nedostatak metode varijanica - kovarijanca proizlazi iz toga što pretpostavljena normalna distribucija adekvatno ne opisuje stvarnu distribuciju. Stvarna distribucija prinosa većine financijske imovine ima "deblji rep" odnosno zaobljenost distribucije rezultata veću od normalne, te se može očekivati da će izračun analitičkog

VaR-a pomoću normalne distribucije potcijeniti rizik [17]. Dakle, model temeljen na normalnoj distribuciji potcijenit će udio grube pogreške, a time i Vrijednosti pri riziku. Ipak, pretpostavka normalne distribucije čini se kao razumna aproksimacija za izračun Vrijednosti pri riziku. Analitičari koji koriste ovu metodu trebaju biti svjesni njezinih ograničenja, te rezultate maksimalnih mogućih gubitaka tumačiti s oprezom. Jedan od načina povećanja pouzdanosti analitičkog VaR-a jest njegovo testiranje u stresnim situacijama, o čemu će biti govora kasnije u radu.

2.3. Simulacija Monte Carlo

Numerička metoda poznata kao Monte Carlo metoda, može se opisati kao metoda statističke simulacije, gdje se statistička simulacija definira kao svaka metoda koja koristi sekvence slučajnih brojeva za izvođenje simulacije [13]. Simulacija Monte Carlo vrlo je slična povijesnoj simulaciji. Glavna je razlika što se simulacija Monte Carlo za generiranje N hipotetskih prinosa portfelja ne temelji na opaženim promjenama tržišnih faktora tijekom prošlih N razdoblja, već se nasumice uzimaju statističke distribucije za koje se vjeruje da na adekvatan način mogu predstaviti ili aproksimirati moguće promjene tržišnih faktora. Pristup Monte Carlo zahtijeva izradu pretpostavki o strukturi tržišta, stohastičke procese kretanja cijena, korelaciju između faktora rizika i volatilitnost tih faktora [8]. Analiza Monte Carlo dopušta korištenje povijesnih podataka i očekivanja tržišta, što je čini računalno zahtjevnom.

Metodologija simulacije Monte Carlo može se prikazati kroz sljedeće korake [14]:

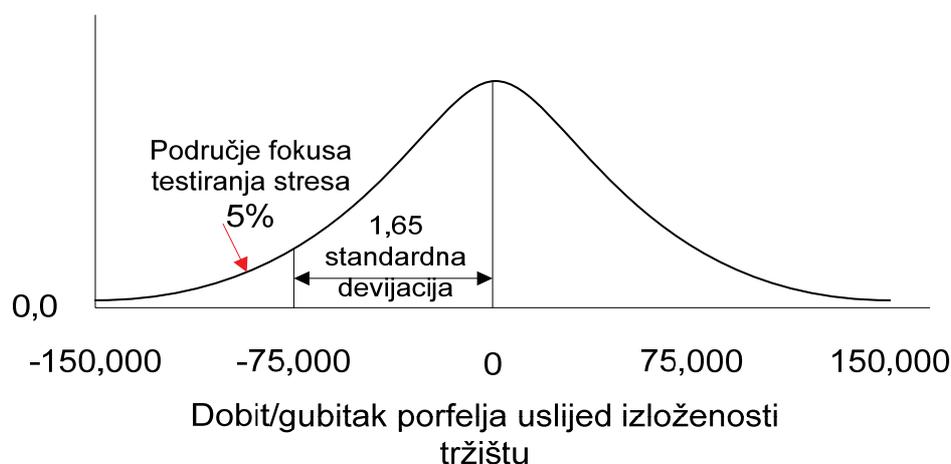
- Utvrđivanje tržišnih faktora i iznalaženje formule koja će izraziti vrijednost portfelja u obliku jednostavnih pozicija koje ovise o tržišnim faktorima.
- Odabir odgovarajuće distribucije promjena temeljnih tržišnih faktora, kao i procjene parametara te distribucije.
- Uz pomoć generatora slučajnih brojeva generira se N hipotetskih promjena tržišnih faktora (broj N je obično veći od 1.000, a često je veći i od 10.000). Ovi hipotetski tržišni faktori koriste se za izračunavanje N hipotetskih prinosa po tržišnim faktorima.
- Iskazivanje tih vrijednosti redom od najvećeg gubitka do najveće dobiti.
- Odabiranje gubitka koji je jednak ili premašen $x\%$ vremena kako bi se procijenila mjera Vrijednost pri riziku.

Simulacija Monte Carlo pokriva širok spektar mogućih vrijednosti financijskih varijabli i u potpunosti uzima u obzir njihove korelacije. Pri izračunu VaR-a korištenjem simulacije Monte Carlo nasumice se stvaraju mnogobrojni scenariji za buduća kretanja tržišnih varijabli, te se nelinearnim vrednovanjem za svaki scenarij izračunava promjena vrijednosti portfelja. S obzirom na brzi napredak računalne tehnologije simulacija Monte Carlo je moćni i obećavajući pristup modernom upravljanju rizicima. Ona objašnjava širok raspon rizika, uključujući nelinearni cjenovni rizik, rizik promjenjivosti te čak i rizik modela. Može sadržavati vremensku varijancu promjenjivosti, debele repove distribucije i ekstremne scenarije [9]. Ipak, treba voditi računa o temeljnom nedostatku ovog pristupa koji je podložan riziku modela, odnosno riziku da cijeli VaR izračun pati od krivih pretpostavki i parametara u modelu kretanja rizičnih varijabli. Naime, raspodjela vrijednosti portfelja generirana

simulacijom Monte Carlo ovisi o pretpostavljenoj statističkoj raspodjeli osnovnih tržišnih čimbenika i procjeni njihovih parametara, koji mogu biti pogrešni te dovesti do greške pri izračunu VaR-a. Dodatno, metodologija zahtijeva korištenje korelacije i matrica volatilnosti za generiranje slučajnih scenarija što ju čini računski vrlo zahtjevnom. Zaključno, Monte Carlo VaR je metoda koja zahtijeva značajne ljudske i informatičke resurse, no uspijeva ispraviti temeljne nedostatke povijesne metode i metode varijance - kovarijance.

2.4. Testiranje stresa

Mjera VaR daje procjenu potencijalnih gubitaka tijekom određenog razdoblja u normalnim tržišnim uvjetima, ali ne daje procjenu potencijalnih gubitaka poduzeća uslijed sloma tržišta. Za te izvanredne događaje koriste se druge metode mjerenja rizika kao što su testiranje ekstremnih događaja odnosno testiranje stresa te analiza scenarija. Testiranje stresa može se opisati kao proces za identifikaciju i upravljanje okolnostima koji uzrokuju izvanredne gubitke. Pri testiranju ekstremnih događaja simuliraju se velike promjene faktora rizika, te pri svakoj promjeni faktora rizika vrši se procjena vrijednosti portfelja i mogućih gubitaka. Svrha testiranja stresa je utvrđivanje jasne mjere rizika koja se jednostavno može razumjeti. Testiranje stresa bitna je komponenta sustava upravljanja rizicima jer može pomoći da se osigura opstanak poduzeća u vremenima velikih tržišnih previranja. Pri testiranju stresa trebale bi se uzeti u razmatranje pojave nelikvidnosti tržišta. Uslijed nelikvidnosti tržišta velika je vjerojatnost da poduzeća neće biti u mogućnosti izvršiti transakciju po razumnim cijenama ili uopće neće biti u mogućnosti zatvoriti svoju otvorenu poziciju. Ne postoji standardni način provođenja testiranja stresa, niti standardni skup ekstremnih tržišnih scenarija koji se promatraju. Postupak testiranja stresa isključivo ovisi o prosudbi i iskustvu menadžera rizika. Pod uvjetom da su izabrane pažljivo, prepoznavajući ekstremna kretanja na tržištu, VaR i metoda testiranja stresa zajedno su vrlo dobra mjera za procjenu rizične situacije [10]. Istraživači i praktičari često koriste Teoriju ekstremnih vrijednosti (EVT), usredotočujući se na repove distribucije VaR-a na osnovi koje mogu procijeniti gubitak uz pouzdanost veću od 95%.

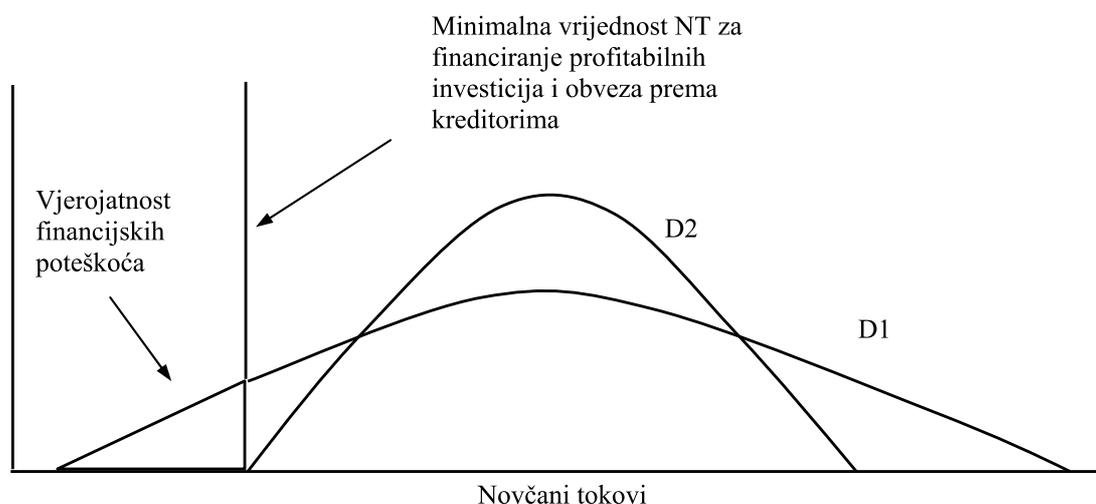


Izvor: [14].

Slika 3. Fokus testiranja stresa

3. NOVČANI TOK PRI RIZIKU

Početkom 1990-ih godina financijske institucije počele su primjenjivati mjeru Vrijednost pri riziku za mjerenje mogućeg utjecaja tržišnih rizika na vrijednost portfelja financijskih instrumenata. Poduzeća iz realnog sektora usredotočuju se na povećanje vrijednosti za dioničare, te su zarade i novčani tokovi ključni financijski rezultati poduzeća [18]. Poduzeća iz realnog sektora planiraju novčane tokove od operativnih, investicijskih i financijskih aktivnosti s ciljem osiguranja dovoljno likvidnosti za provedbu svakodnevnih poslovnih aktivnosti. Froot i koautori [6] smatraju da manjak interno generiranih sredstava, bez obzira na uzrok manjka, onemogućava poduzeću poduzimanje profitabilnih investicija. Oni smatraju da je glavni cilj programa upravljanja rizicima osigurati dovoljno raspoloživih sredstava koja će omogućiti financiranje planiranog investicijskog programa poduzeća. Dakle, ukoliko poduzeća ne generiraju dovoljne količine gotovine u određeno vrijeme, moraju odgoditi ili odustati od profitabilnih investicija. U najgorem slučaju, poduzeća se suočavaju s financijskim poteškoćama ili čak s bankrotom. Utjecaj upravljanja rizicima na vrijednost rizičnih novčanih tokova poduzeća prikazana je na slici 4, gdje se prikazuje vrijednost novčanih tokova poduzeća prije hedginga (D1), te njihova vrijednost nakon hedginga (D2), iz čega je vidljivo značajno smanjenje vjerojatnosti financijskih teškoća, odnosno potpuni izlazak iz zone bankrota.



Izvor: autori.

Slika 4. Hedging i vrijednost novčanih tokova pri riziku

Dok financijske institucije izrađuju kratkoročne analize financijskih portfelja, poduzeća iz realnog sektora analiziraju novčane tokove tijekom dužeg vremenskog razdoblja. Poduzećima iz realnog sektora potrebne su fleksibilne metode koje uzimaju u obzir operativno poslovanje, a njihov temeljni faktor rizika je neizvjesnost kretanja budućih novčanih tokova [21]. Dakle, mjerenje rizika poduzeća iz realnog sektora treba se temeljiti na novčanim tokovima. Postoji nekoliko pristupa izračunu CFaR-a, koji su objašnjeni u nastavku rada. Kao odgovor na potrebu kvantificiranja utjecaja tržišnih rizika na novčane tokove poduzeća, RiskMetrics Grupa izradila je mjeru volatilnosti novčanog toka [18] - Novčani

tok pri Riziku. CFaR predstavlja maksimalni gubitak neto generiranog novčanog toka, u odnosu na određenu ciljanu razinu, koji se može dogoditi uslijed izloženosti tržišnim rizicima u određenom razdoblju i uz određenu razinu pouzdanosti. Dakle, mjera Novčani tok pri Riziku predstavlja mjeru relativnog rizika, to je rizik koji se mjeri u odnosu na postavljenu ciljanu razinu novčanog toka. Pomoću mjere Novčani tok pri Riziku izrađuje se distribucija vjerojatnosti budućeg novčanog toka poduzeća, te se može procijeniti vjerojatnost nastanka rijetkih negativnih događaja koji mogu prouzročiti značajan pad zarada i novčanih tokova poduzeća [7]. Riznice poduzeća i menadžeri rizika koriste mjeru Novčani tok pri Riziku kao alat koji pomaže unapređenju financijske strategije poduzeća, pomaže kod dugoročnog planiranja investicija, planiranja strukture kapitala, pri procjeni gotovinskih rezervi za podmirivanje dugova u slučaju pada zarada, te pri informiranju donositelja odluka o strategijama upravljanja rizicima.

Stein, Usher, LaGattuta i Youngen [19], definiraju mjeru Novčani tok pri Riziku kao distribuciju vjerojatnosti operativnih novčanih tokova tijekom određenog razdoblja u budućnosti koja se temelji na informacijama dostupnim danas. Ova distribucija vjerojatnosti koristi se za procjenu 5% ili 1% ishoda "najgoreg slučaja". Mjera Novčani tok pri Riziku daje ekonomski razuman integrirani pogled na financijske i operativne rizike tijekom srednjoročnog razdoblja [21]. Linsmeier i Person [14], smatraju kako je za izračun mjere Novčani tok pri Riziku najbolje koristiti simulaciju Monte Carlo. Tako na primjer, koristeći Monte Carlo simulacije, analitičar može prognozirati novčane tokove poduzeća kroz duže vremensko razdoblje uključivanjem kombiniranih učinaka i međusobne interakcije svih rizika kojima je poduzeće izloženo [3]. Na taj se način može vidjeti koliko ukupna izloženost poduzeća svim rizicima ima utjecaj na vjerojatnost nastupanja financijskih poteškoća ili stečaja poduzeća, a onda i na njegovu vrijednost. Vjerojatnost nastupanja financijskih poteškoća kroz analizirano vremensko razdoblje mjeri se kao onaj dio simulirane distribucije novčanih tokova koji padne ispod zadanog praga kumulativne vrijednosti novčanih tokova. Tehnike simulacije imaju sposobnost da anticipiraju i ugrade u svoje izračune međuovisnost novčanih tokova kao i njihov utjecaj na vjerojatnosti nastupanja financijskih poteškoća u poduzeću [20].

Linsmeier i Person [14], naglasili su bitne razlike u korištenju simulacije Monte Carlo pri izračunu mjere Novčani tok pri Riziku i mjere Vrijednost pri Riziku.

- Vremensko razdoblje za koje se računa mjera Novčani tok pri Riziku znatno je dulje (tromjesečje, godina ili projekcija za veći broj godina) od vremenskog razdoblja za koje se računa mjera Vrijednost pri Riziku (dan, tjedan ili mjesec).
- Fokus je na novčanim tokovima, a ne na promjeni vrijednosti portfelja uslijed izloženosti tržišnim rizicima.
- U izračun mjere Novčani tok pri Riziku uključeni su operativni novčani tokovi. Dakle, čimbenici uključeni u simulaciju nisu samo temeljni financijski i tržišni čimbenici nego i svi drugi čimbenici koji imaju utjecaj na operativne novčane tokove.

Do sličnog zaključka došli su i LaGattuta, Stein, Tennican, Usher i Youngen [12], koji ukazuju na neke od različitosti mjera Novčani tok pri Riziku i Vrijednost pri Riziku:

- Mjera Novčani tok pri Riziku usredotočena je na izloženost operativnih novčanih tokova poduzeća različitim vrstama rizika, a ne samo na izloženosti vrijednosti financijske imovine. U analizi Novčanog toka pri Riziku predmet interesa je ukupni novčani tok poduzeća, a ne samo primici i izdaci proizašli iz ulaganja u financijsku imovinu.

- Novčani tok pri Riziku koristi se za duže vremensko razdoblje, a ne kratkoročno kao mjera Vrijednost pri Riziku.
- Novčani tok pri Riziku je mjera izloženosti rizicima koja koristi pristup "odozgo prema dolje" (engl. *top-down*). Mjera Vrijednost pri Riziku koristi pristup "odozdo prema gore" (engl. *bottom-up*) jer nastoji kvantificirati svaku od pojedinačnih izloženosti portfelja (kamatne stope, kreditni rizik, valute, cijene roba, i drugo). Ove pojedinačne izloženosti se kvantificiraju i zbrajaju. Metodologija Vrijednost pri Riziku daje razumne rezultate kada se koristi u financijskim institucijama, kada se mogu identificirati svi glavni izvori rizika kojima je izložena imovina kojom se trguje, a za koju postoji povijesna baza podataka kretanja cijena. Mjera Vrijednost pri Riziku ima najbolju primjenu pri procjeni rizika trgovanja relativno likvidnim instrumentima [19]. Međutim, malo je vjerojatno da pristup "odozdo prema gore" zadovoljava potrebe poduzeća iz realnog sektora, gdje mnogi rizici prvog reda (promjena u potražnji proizvoda, tehnološki šokovi, prijetnje konkurencije i drugi bitni rizici) nisu odgovorni za trgovinu roba i teško se mogu kvantificirati. Preniska procjena ukupnog rizika može nastati kao rezultat korištenja pristupa "odozdo prema gore", koji često može ignorirati neke od glavnih rizika.

Iz gore navedenoga može se zaključiti da Stein, Usher, LaGattuta i Youngen [19], smatraju kako mjera Novčani tok pri Riziku treba koristiti empirijski pristup "odozgo prema dolje", gledajući izravno na bazu podataka novčanih tokova cijelog poduzeća. Međutim, u većini slučajeva ne postoji dovoljno dobra baza podataka kretanja novčanih tokova koja je potrebna za procjenu vjerojatnosti pojave rijetkih događaja. Na primjer, čak i kada postoji baza desetogodišnjih kvartalnih podataka za pojedino poduzeće, 40 podataka nije dovoljno za procjenu vjerojatnosti pojave "repa". Kako bi riješili ovaj problem izbora metode za izračun mjere Novčani tok pri Riziku, Stein, Usher, LaGattuta i Youngen (2001.), koristili su sofisticiranu metodologiju usporedbe sličnih poduzeća. Pri tome su koristili podatke velikog broja sličnih poduzeća čiji se rezultati mogu usporediti i na taj način izbjeći potreba za starim nekorisnim podacima. Pomoću ovog modela izrađuju se distribucije budućih novčanih tokova za godinu ili kvartal unaprijed, temeljene na velikom uzorku novčanih tokova koji su rezultat nepovoljnih kretanja kojima su poduzeća bila izložena. Primjerice, metoda usporedbe može se primijeniti u industriji električne energije, gdje stalne promjene u regulatornoj okolini pretvaraju većinu povijesnih podataka u irelevantne podatke. Međutim, ova metoda usporedbe ima i svoje nedostatke. Jedan od najvažnijih nedostataka proizlazi iz različitosti poduzeća koja se uspoređuju te ju, kao i ostale metode temeljene na komparaciji, treba razmotriti kroz prizmu problema pronalaženja odgovarajućeg uzorka za usporedbu.

Stein, Usher, LaGattuta i Youngen [19], smatraju kako procjena mjere Novčanog toka pri riziku pomoću usporednog pristupa "odozgo prema dolje" nudi brojne praktične prednosti. Model procjenjuje kolebljivost novčanih tokova određene odabrane grupe poduzeća. Model je neparаметarski, čime je izbjegnuto postavljanje visoko nereálnih pretpostavki prema kojima nepovoljni utjecaji na novčani tok imaju normalnu razdiobu. Jednom kada je model izgrađen on se jednostavno i jeftino može implementirati u mnogim poduzećima iz realnog sektora. Međutim, ne može se sa sigurnošću tvrditi da ovaj pristup dominira nad alternativnim pristupom "odozdo prema gore". Možda bi najbolje rješenje bilo promatrati ova dva pristupa kao komplementarna. Metoda "odozgo prema dolje" može se koristiti kao

provjera dubinske metode “odozdo prema gore”. Metoda usporedbe ima široku primjenu među praktičarima pri procjeni vrijednosti poduzeća.

Andrén, Jankensgl i Oxelheim [1], tvrde kako je prvi bitan korak upravljanja rizicima poduzeća kvantificirati izloženost novčanog toka makroekonomskim i tržišnim rizicima. Ova informacija važna je pri odabiru strategije življenja poduzeća. Važna informacija pri donošenju odluka je ukupna razina novčanog toka prema kapitalnim potrebama poduzeća. Andrén, Jankensgl i Oxelheim [1], smatraju da se mjera Novčani tok pri Riziku treba računati na temelju procjene izloženosti svim poslovnim rizicima. Ta mjera iskazuje maksimalni mogući gubitak gotovine prema postavljenom cilju i s određenom razinom statističke pouzdanosti. Mjera Vrijednost pri Riziku dobila je značajnu pozornost u akademskim krugovima, kao i široku primjenu u financijskim institucijama. Međutim, Novčani tok pri Riziku dobio je popularnost iz istih razloga kao i Vrijednost pri Riziku - jer zbraja izloženosti poduzeća svim rizicima u jedan upravljivi broj koji ima svoju vjerojatnost. Jedinstveno obilježje ove dvije mjere je da predstavljaju broj koji pokazuje maksimalni gubitak s određenom razinom vjerojatnosti, te činjenica kako se može izravno usporediti s tolerancijom poduzeća na rizike.

RiskMetrics [18] Grupa razvila je originalnu mjeru Novčani tok pri Riziku koja se temelji na pristupu “odozdo prema gore” na način da identificira izloženost novčanih tokova tržišnim rizicima. RiskMetrics definira Novčani tok pri Riziku kao procjenu volatilnosti novčanih tokova koje su rezultat izloženosti tržišnim rizicima. Ovaj pristup je koristan kada se želi procijeniti Novčani tok pri Riziku uslijed izloženosti tržišnim rizicima, te kada je moguće identificirati međutjecaj tržišnih rizika i novčanih tokova poduzeća. Andrén, Jankensgl i Oxelheim [1], smatraju kako pristup RiskMetrics Grupe nije dovoljan kada se želi procijeniti cjelokupni Novčani tok pri Riziku poduzeća. Kako je već ranije navedeno, Stein, Usher, LaGattuta i Youngen [19], koriste pristup “odozgo prema dolje”, koji se usredotočuje na kolebljivost cjelokupnog novčanog toka. Njihov pristup ujedinjuje podatke novčanog toka velikog broja usporedivih poduzeća s ciljem procjene zajedničke distribucije novčanih tokova, te na taj način izbjegava korištenje vlastitih baza podataka novčanih tokova koje su možda nerelevantne ili ne postoje. Prednost ovog pristupa je korištenje velike ujedinjene baze podataka novčanih tokova pri izračunu mjere Novčani tok pri Riziku, pod uvjetom da je kriterij izbora usporedivih poduzeća točan. Međutim, pristup “odozgo prema dolje” ne osigurava procjenu mjere Novčani tok pri Riziku koja je uvjetovana tržišnim promjenama, niti se može koristiti za takve mjere. Andrén, Jankensgl i Oxelheim [1], predlažu korištenje mjere Novčani tok pri Riziku koja se temelji na izloženosti tržišnim i makroekonomskim rizicima. Dakle, mjera CFaR je metoda za cjelokupni CFaR poduzeća i CFaR uvjetovan makroekonomskim i tržišnim rizicima. Andrén, Jankensgl i Oxelheim [1], smatraju kako je njihov pristup više informativan nego pristup “odozgo prema dolje”. Poznavanje volatilnosti samo po sebi nije dovoljno, nego je potrebno razumjeti pokretače volatilnosti kao i njihov utjecaj na novčane tokove poduzeća.

4. RASPRAVA I ZAKLJUČAK

Ovaj rad prikazao je komparativnu analizu metoda Vrijednost pri Riziku te Novčani tok pri Riziku, kao temeljnih mjera kvantifikacije izloženosti rizicima u financijskom

i realnom sektoru. Imao je za cilj objasniti temeljne karakteristike ovih metoda, načine njihova izračuna kao i njihove prednosti i nedostatke, te na taj način pružiti analitičarima i menadžerima rizika okvir radi boljeg razumijevanja i ispravne primjene metoda pri analizama i kvantifikacijama rizika u hrvatskim poduzećima i financijskim institucijama. Zaključno, na temelju prethodno iznesenoga, može se reći da odabrana metoda izračuna VaR-a isključivo ovisi o sastavu portfelja. Za portfelje čija je distribucija približna normalnoj distribuciji, metoda varijance - kovarijance najbolji je izbor, budući da se na taj način mjera VaR može izračunati relativno brzo, lako i točno. Tako izračunati VaR jednostavan je za obrazloženje menadžerima, no ipak podrazumijeva određenu razinu tehničkog znanja jer uključuje različite statističke pojmove. Simulacija Monte Carlo može riješiti većinu nedostataka analitičkog VaR-a jer inkorporira nelinearne pozicije, nenormalne distribucije, pretpostavljene parametre, čak i korisnički definirane scenarije. Cijena za ovu fleksibilnost je visoka jer primjena ove metode zahtijeva značajne ljudske i informatičke resurse. Ipak, budući da računalna tehnologija stalno napreduje dok cijene korištenja ovih resursa padaju, primjena ove metode u praksi sve je značajnija. Treba naglasiti da je pristup Monte Carlo vrlo složen za objašnjavanje menadžerima kao krajnjim korisnicima procijenjenih gubitaka zbog upotrebe slučajnog broja generativnih mehanizama, te je potrebna viša razina tehničkog i statističkog znanja kako bi se rezultat razumio. Korištenje povijesne metode sve se više napušta zbog problema koji proizlaze iz nereprezentativnih vremenskih serija podataka, ali i činjenice da ova metoda ne postavlja pretpostavke oko distribucije varijabli niti uzima u obzir mjere disperzije među varijablama u modelu, što ne odgovara uvjetima u stvarnosti gdje su varijable često visoko korelirane.

Iako je mjera VaR ispunila zahtjeve za mjerenjem rizika portfelja financijskih institucija, ona nije prikladna za primjenu u poduzećima iz realnog sektora. Ukoliko se VaR koristi u poduzećima iz realnog sektora za portfelj financijskih instrumenata poduzeća, mjera može obuhvatiti samo mali dio izloženosti poduzeća jer ignorira temeljne rizike kojima su izloženi novčani tokovi poduzeća. *Na temelju provedene analize, može se zaključiti da se istraživačka hipoteza postavljena u ovom radu može prihvatiti.* Dakle, VaR je mjera kojom se kvantificira izloženost tržišnim rizicima nekog portfelja financijske imovine. Stoga je neprimjerena kao mjera izloženosti ostalim poslovnim rizicima, posebice onim kojima su izložena poduzeća iz realnog sektora. Dok mjera VaR ima ograničenu primjenu u poduzećima iz realnog sektora, mjera CFaR je korisna i relevantna. Mjera CFaR je modificirana mjera VaR s tim da su ciljane varijable distribucije očekivanih novčanih tokova te iz njih izvedena vrijednost poduzeća, a ne vrijednost portfelja kao u slučaju VaR-a.

Izvođenje mjere CFaR zahtijeva predviđanje distribucije vjerojatnosti novčanih tokova u nekom trenutku u budućnosti. Tada se postavlja pitanje kako na najbolji način generirati tu distribuciju. U ovom radu prikazano je nekoliko pristupa. Tako RiskMetrics Grupa [18] ne zauzima čvrsto stajalište po pitanju distribucije vjerojatnosti novčanih tokova smatrajući da je to osobni izbor svakog poduzeća. Ipak, dominantna metodologija koju oni koriste jest pristup "odozdo prema gore". Stein, Usher, LaGattuta, Youngen [19], zagovaraju pristup "odozgo prema dolje" pod pretpostavkom da je temeljna rizična varijabla ukupna varijabilnost novčanih tokova. Ovo je suprotno definiciji mjere Novčanog toka pri Riziku koju je razvila RiskMetrics Grupa, koja definira CFaR kao maksimalni iznos gubitaka zbog izloženosti tržišnim rizicima. Prema definiciji novčanog toka, RiskMetrics Grupa [18] izdvaja varijabilnost uvjetovanu tržišnim rizicima, dok Stein i koautori [19] postavljaju ukupni novčani tok kao ciljanu varijablu. Varijabilnost ukupnog novčanog toka može se pro-

cijeniti pomoću povijesne baze novčanih tokova poduzeća, pod uvjetom da ona postoji. Stein i koautori smatraju kako niti jedna baza podataka novčanih tokova poduzeća nije dovoljno dobra za statistički značajnu procjenu volatilnosti. Oni stoga pozivaju na udruživanje podataka novčanog toka velikog broja poduzeća iz jedne industrije kako bi se dobila statistički prihvatljiva procjena volatilnosti. Treba naglasiti kako pristup “odozgo prema dolje” ima važnih nedostataka jer ne osigurava procjenu mjere Novčani tok pri Riziku koja je uvjetovana tržišnim promjenama. Andrén, Jankensgl i Oxelheim [1], upozoravaju na ovaj nedostatak te predlažu korištenje mjere Novčani tok pri Riziku koja se temelji na izloženosti tržišnim i makroekonomskim rizicima. Dakle, mjera CFaR je metoda za cjelokupni CFaR poduzeća, odnosno CFaR uvjetovan makroekonomskim i tržišnim rizicima. Andrén, Jankensgl i Oxelheim [1], smatraju kako je njihov pristup informativniji nego pristup “odozgo prema dolje”. Poznavanje volatilnosti samo po sebi nije dovoljno, nego je potrebno razumjeti pokretače volatilnosti, kao i njihov utjecaj na novčane tokove poduzeća.

Zaključno, kao i kod odabira pristupa izračuna VaR-a, koji od navedenih pristupa izračuna CFaR-a će menadžer rizika odabrati u velikoj mjeri ovisi o raspoloživosti podataka te posebnim obilježjima poduzeća čiju izloženost različitim poslovnim rizicima treba procijeniti. Za primjerenu kvantifikaciju rizika potrebna je iskusna i oštroumna osoba koja posjeduje tehnička i statistička znanja, no koja dobro poznaje poslovanje poduzeća te koristi zdrav razum i logiku pri interpretaciji dobivenih rezultata. U tom kontekstu, treba napomenuti da su česte kritike na račun kompleksnosti sofisticiranih statističkih modela poput VaR-a ili CFaR-a, koji dovode do toga da njihovi korisnici slijepo vjeruju rezultatima modela, odnosno procijenjenim gubicima. Pri korištenju ovih metoda izloženosti rizicima, njihovi korisnici trebaju znati da, ukoliko su dobiveni rezultati temeljeni na pogrešnim pretpostavkama i procjenama rizičnih parametara, mogu dovesti do poduzimanja pogrešnih aktivnosti ako korisnik ne razumije i dobro ne prouči rezultate. Treba shvatiti da su statistički modeli pomoć pri odlučivanju, ali nikako ne mogu zamijeniti iskustvo i procjenu menadžera rizika pri donošenju odluka kako upravljati rizicima kojima je poslovanje poduzeća izloženo.

POPIS LITERATURE:

1. Andrén, N., Jankensgl, H., Oxelheim, L. (2005), Exposure-based Cash Flow-at-Risk under Macroeconomic Uncertainty. *Journal of Applied Corporate Finance*. Dostupno na: <http://www.ifn.se/Wfiles/wp/WP635.pdf>
2. Berry, R. (2008), Value-at-Risk: An Overview of Analytical VaR. J. P. Morgan Investment Analytics and Consulting.
3. Blair, N. (2008), Corporate risk management VaR or CFaR? Dostupno na: <http://www.beymarglobal.com/nazanblair/nazanblair-risk2.pdf>
4. Culp, L. C. (2002), The revolution in Corporate Risk Management, *Journal of Applied Corporate Finance*, 14(4), pp.8. - 26.
5. Culp, C. I., Mensink, R., Neves, A. M. P. (1998), Value at Risk for Asset Managers. Dostupno na: <http://www.rmcsinc.com/articles/DQ52.pdf>
6. Froot, K. A., Scharfstein, D. S., Stein, J. C. (1993), Risk Management: Coordinating Corporate Investment and Financing Policies, *Journal of Finance*, 48(5), 1629.- 1658.

7. Guth, L., Sepetys, K. (2001), Cash Flow at Risk for non-financial companies. Global Energy Business.
8. Henney, A., Keers, G. (1998), Managing Total Corporate Electricity/Energy Market Risks. Elsevier Science Inc.
9. Jorion, P. (2000), Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk. McGraw-Hill.
10. Kaminski, V. (2004), Managing Energy price risk. Barclays.
11. Khoja, M. (2005), Use of Cash Flow at Risk Reports in Making Intelligent Hedging Decision. Sungard Kiodex.
12. LaGattuta, D. A., Stein, J. C., Tennican, M. L., Usher, S. E., Youngen, J. (2000), Cash-flow-at-Risk and Financial Policy for Electricity Companies in the New World Order. Elsevier Science Inc. Dostupno na: <http://www.nera.com/extImage/3723.pdf>
13. Limić, N. (2002), Monte Carlo simulacije slučajnih veličina, nizova i procesa. Zagreb: Element.
14. Linsmeier, T. J., Person, N. D. (1999), Risk Measurement: An Introduction to Value at Risk. University of Illinois at Urbana-Champaign. Dostupno na: <http://www.casact.net/education/specsem/99frmgt/pearson2.pdf>
15. Mikuličić, D. (2001), Value at Risk (Rizična vrijednost): Teorija i primjena na međunarodni portfelj instrumenata s fiksnim prihodom. Zagreb: Hrvatska narodna banka.
16. Miloš Sprčić, Danijela (2010.), Upravljanje poslovnim rizicima kao poluga upravljanja zasnovanog na vrijednosti, poglavlje u knjizi: Osmanagić, Bedenik Nidžara i suradnici (2010.) Kontroling između profita i održivog razvoja, M.E.P., Zagreb, str. 217. - 241.
17. Pafka, S., Kondor, I. (2001), Evaluating the riskmetrics methodology in measuring volatility and value-at-risk in financial markets. Physica A, 299:305. - 310.
18. RiskMetrics Group (1999), CorporateMetrics™ Technical Document. RiskMetrics Group.
19. Stein, J., Usher, S., LaGattuta, D., Youngen, J. (2001), A Comparables Approach To Measuring Cash-Flow-At-Risk For Non-Financial Firms. Journal of Applied Corporate Finance, Vol. 13, str. 4. Dostupno na: <http://www.nera.com/extImage/3750.pdf>
20. Stulz, R. M. (1996), Rethinking Risk Management. Journal of Applied Corporate Finance, Vol. 9, No. 3., pp 8.- 24.
21. Wiedemann, A., Hager, P., Roehrl, A. (2005), Integrated Risk Management with Cash-Flow-at-Risk/Earnings-at-Risk methods. Dostupno na: https://www.risknet.de/uploads/tx_bxlibrary/Wiedemann-Cash-Flow-at-Risk.pdf
22. Žiković, S. (2005.), Formiranje optimalnog portfolia na hrvatskom tržištu dionica. Magistarski rad. Ljubljana: Ekonomski fakultet.