

ТРЖИШНИ РИЗИК - ВАР МЕТОДОЛОГИЈА

У оквиру савремених финансијских тржишта финансијске институције су изложене бројним ризицима, од којих је тржишни ризик један од значајнијих. Према дефиницији Банке за међународна поравнања (БИС) тржишни ризик представља „ризик од губитка по билансним и ванбилансним позицијама који настаје као последица флукуација тржишних цена“. Постоје четири основна типа тржишног ризика:

- ризик промена цена ХоВ,
- каматни ризик,
- валутни ризик, и
- ризик промена цена робе.

ВАР МЕТОДОЛОГИЈА НА ПРИМЕРУ УПРАВЉАЊА РИЗИКОМ ПРОМЕНА ЦЕНА

ХоВ

ВаР методологија се користи за израчунавање новчаног износа који представља процену највећег губитка по основу држања неког средства (или портфолиа средстава) у оквиру одређеног временског периода и са унапред изабраним нивоом поверења. Ниво поверења представља вероватноћу да губитак премаше израчунату вредност ВаР-а. На пример, ако дневни ВаР износи 4 милиона евра са нивоом поверења од 1%, то значи постоји 1% шанси да у току дана губитак буде већи од 4 милиона евра. Дакле ВаР говори о потенцијално максималном губитку на портфолиу услед промена на тржишту, као и о вероватноћи да тај губитак буде премашен. На нивоу укупне активе, ВаР представља **економски капитал** који институција треба да поседује како би успешно пребродила и најнеповољнији сценарио.

Основне методе које се користе при рачунању ВаР-а су:

1. Аналитички метод
2. Историјска симулација
3. Монте Карло симулација

АНАЛИТИЧКИ МЕТОД РАЧУНАЊА ВАР

Аналитички метод се у литератури може наћи под различитим називима, као што су параметарски, линеарни, корелациони и други. Овај метод полази од претпоставке да расподела приноса одговара нормалној расподели (или некој другој теоријској расподели). У оквиру аналитичког метода волатилност се описује стандардном девијацијом (δ). На основу правила 3δ следи да позитивне или негативне промене цена инструмената портфолиа неће премашити волатилност за изабрани ниво поверења.

ВаР се рачуна у четири корака:

1. **Одређивање периода држања**, то јест временског периода за који организација жели да процени могући губитак. То може да буде период од 1 дан, 10 дана, месец дана и најдуже годину дана.

Најчешће се израчунава ВаР за једнодневни период, док се ВаР за дуже периоде одређују множењем једнодневног ВаР-а са квадратним кореном од броја дана које избрани период држања садржи.

2. **Бира се ниво поверења који се примењује у процени ВаР-а** - углавном се ради о нивоу поверења 95% или 99%. Регулатори претежно траже износ ВаР за ниво поверења 99% јер их занима износ потенцијалног губитка у случају катастрофалног догађаја.
3. **Одређивање расподеле вероватноће исхода које посматрамо** - у случају нормалне расподеле, примењује се аналитички метод, док се у супротном ВаР израчунава применом непараметарских метода, као што је метод историјске симулације (или Монте Карко симулација).
4. **Рачунање процене ВаР-а на бази избраног периода држања и нивоа поверења.**

Вредност под ризиком, односно потенцијални губитак (ВаР) на одређеној позицији израчунава се на следећи начин:

$$VaR = \sqrt{\text{ПЕРИОД ДРЖАЊА} * \text{ВРЕДНОСТ ПОЗИЦИЈЕ} * (\text{ВОЛАТИЛНОСТ} * \text{НИВО ПОВЕРЕЊА})}$$

Волатилност

Волатилност се дефинише као флукуација основних цена средстава (ХоВ, роба или тржишта), током одређеног временског периода. Обично се описује процентуалним променама приноса, при чему се стандардним мерилем сматра стандардна девијација.¹ Када су цене средства стабилне, волатилност је мала, што такође значи да је и шанса за остваривање добитка/губитка мала. Важи и обрнуто.

Уобичајна је претпоставка да приноси по основу држања средстава имају нормалну расподелу. У циљу рачунања приноса у оквиру посматране временске серије и њиховог свођења на нормалну расподелу (транспоноване варијабле), приноси се најчешће израчунавају као:

- **Проста стопа приноса** - количник промене цене у наредној јединици времена у односу на базну временску јединицу:

$$R_t = (P_t - P_{t-1}) / P_{t-1}$$

¹М. Цветиновић (2008)

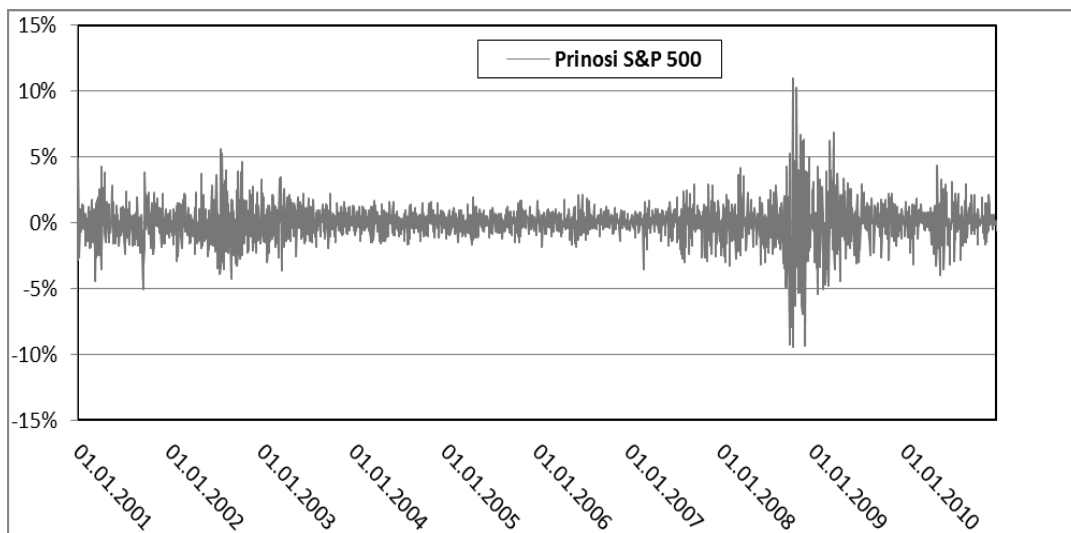
- **Континуелна стопа приноса** – природни логаритам количника текуће и претходне вредности цене средства:

$$\ln (P_t/P_{t-1})= \ln (P_t)-\ln(P_{t-1}),$$

У случају малих промена цена, вредности наведених стопа приноса је скоро једнака. Међутим континуелна стопа приноса има предност из разлога што се простим сабирањем стопа узастопних временских јединица добија континуелна стопа приноса за укупан временски период.

Основне карактеристике волатилности су:

- Волатилност на дужи рок показује својство „враћања средини“,
- Волатилност не показује дугорочне трендове раста као што је то случај са ценама акција, већ показује периоде високе волатилности у кратком временском периоду, након чега следи тренд повратка на дугорочни средњи ниво.
- Волатилност је најчешће висока када је тржиште капитала у паду. Важи и обрнуто.



Графикон 1 .Пример карактеристика волатилности-дневни приноси индекса S&P 500 од 2001. до 2011. године

Када је реч о волатилности, разликујемо:

- историјску (статистичку) волатилност, и
- примењену волатилност.

Историјска волатилност представља флукуацију стварних цена у одређеном прошлом временском периоду. На основу историјске волатилности и се може само претпоставити будуће кретање цена. Примењена волатилност даје процену волатилности цена на основу примене адекватних метода и анализом релевантних фактора као што су понуда и тражња, тржишна кретања и друго.

За мерење волатилности најчешће се користе следећи методи:

1. **Метод стандардне девијације**- користи се при нормалној расподели приноса.
2. **Метод покретног просека** – идентичан методу стандардне девијације с тим да се средњом вредношћу низа сматра 0.
3. **Историјска симулација или процентуални метод** – непараметарска метода, опсервације се сортирају, затим се поделе у процентима. За волатилност се бира она промена цена која одговара изабраном нивоу поверења.
4. **BRW метод**– представља метод историјске симулације у ком се сматра да подаци из блиске прошлости боље представљају будући ризик него старији подаци из прошлости. Подацима из блиске прошлости се додељују већи пондери, док се удаљавањем ка старијим подацима пондери експоненцијално смањују. Овај метод боље реагује на нагле промене тржишта у односу на историјску симулацију која све податке третира једнако.
5. **EWMA, GARCH методи** – за процену будућих вредности волатилности.

Израчунавање стандардне девијације (као метод мерења волатилности)

Стандардна девијација представља просечно одступање од средње вредности посматраног низа приноса. Њено израчунавање подразумева примену следећих корака (слика 1):

1. Израчунавање средње (просечне) вредности низа приноса.
2. Израчунавање појединачних одступања свих вредности низа од средње вредности низа.
3. Квадрирање свих износа добијених појединачних одступања.
4. Израчунавање варијансе - сабирање квадрата појединачних одступања од средње вредности низа и дељење добијеног збира са бројем опсервација (дескрипција података), односно са $n-1$ (статистичко закључивање).
5. Израчунавање стандардне девијације – квадратни корен варијансе.

Пример:

2	datum	Prihod u evrima	odstupanje od proseka	varijansa
3	26.8.2017.	15	12.03333333	144.801111
4	25.8.2017.	12	9.03333333	81.60111105
5	24.8.2017.	8	5.03333333	25.33444441
6	23.8.2017.	7	4.03333333	16.26777775
7	22.8.2017.	2	-0.96666667	0.934444451
8	21.8.2017.	-3	-5.96666667	35.60111115
9	20.8.2017.	-7	-9.96666667	99.33444451
10	19.8.2017.	-10	-12.96666667	168.1344445
11	18.8.2017.	-5	-7.96666667	63.46777783
12	17.8.2017.	0	-2.96666667	8.801111131
13	16.8.2017	5	2.03333333	4.134444431
14	15.8.2017.	11	8.03333333	64.53444439
15				712.9466667
16	srednja vr	2.91666667		59.41222222 varijansa
17				7.707932422 standardna devijacija za deskripciju podataka
18				8.050503466 standardna devijacija za statističko zaključivanje
19				

Слика 1. Пример израчунавања стандардне девијације (дескрипција података)

Извор: Адаптирано према: Ћировић, М. (2006). *Банкарство*. Београд: Европски центар за мир и развој, страна

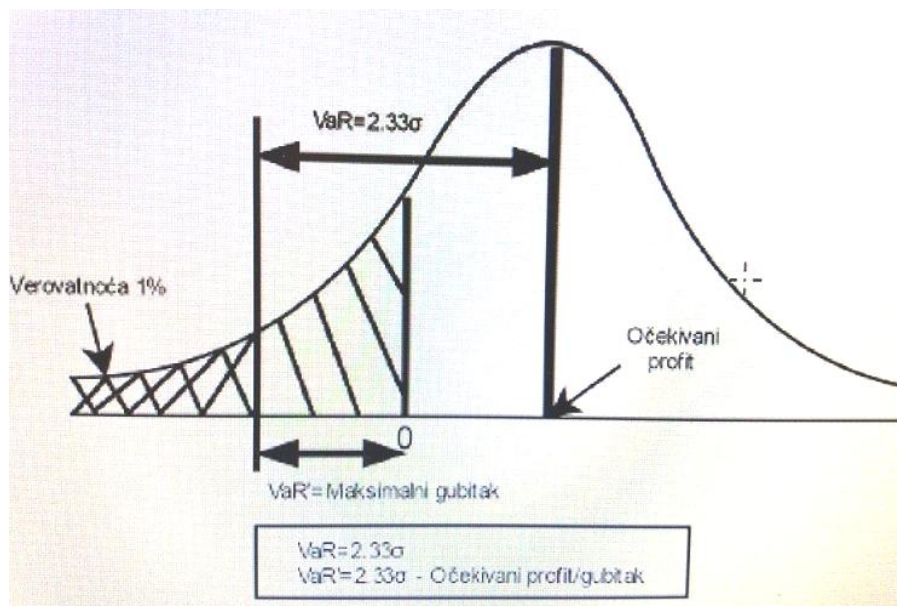
Excel формула за израчунавање стандардне девијације је *STDEV*.

Ниво поверења

Ниво поверења представља вероватноћу да губитак премаши израчунату вредност VaP-а. VaP се најчешће рачуна за ниво поверења од 95% и 99%. На основу правила 3 δ важи:

- једнострука стандардна девијација (δ) – ниво поверења 68%,
- 1,65-острука стандардна девијација (1.65δ) – ниво поверења 95%,
- 2.33-острука стандардна девијација (2.33δ) – ниво поверења 99%.

1,65-струка стандардна девијација даје интервал поверења од 90% . То значи да ће 5% промена приноса бити изван $1,65\delta$ (на ниже), док ће 5% промена приноса бити изван интервала $1,65 \delta$ (на више). Пошто VaP методологија разматра само губитке, промене приноса на више се не разматрају, што значи да интервал поверења од 90% представља ниво поверења VaP-а од 95%. Исти принцип важи и у случају усвајања нивоа поверења од 99%.



Графикон 1. Графички приказ прорачуна VaP аналитичком методом

Важно је запазити следеће (види криву):

- Просечна вредност приноса представља очекивани принос, јер је највише промена груписано око те вредности.
- VaP је рачунат за ниво поверења од 99% ($2,33\delta$).
- Апсолутни VaP (VaP^*) представљаје разлику између $2,33\delta$ и очекиваног приноса.

Пример:

Инвеститор жели да сазна колико новца може да узгуби у току једног дана (VaP) уколико купи акције компаније X у вредности од 1000€. Израчунати днавни ВаР применом аналитичког метода, а на основу дневних промена цена које су дате у табели.

Време	8:00	9:15	10:23	10:31	12:08	14:55	15:32	16:01	18:12	18:45	19:05	19:15	20:48
Цена	35	38	33	31	30	27	27.9	36.1	34.6	38	33	30.6	32

Прорачун вршити на бази нивоа поверења од 95% и 99%.

Решење:

A	B	C	D	E	F	G	H
РАЧУНАЊЕ ДНЕВНОГ ВАР-а							
дневна промена цене	цена (€)	принос	принос (%)		стандардна девијација приноса (δ)	0.1217036	12.17%
	20:48	32	0.045752	4.58%	ниво поверења 95%	1.656	
	19:15	30.6	-0.07273	-7.27%	ниво поверења 99%	2.336	
	19:05	33	-0.13158	-13.16%	улагање - изложеност	1000(€)	
	18:45	38	0.098266	9.83%	ВаР (ниво поверења 95%)	200.81088	
	18:12	34.6	-0.04155	-4.16%	ВаР (ниво поверења 99%)	283.56931	
	16:01	36.1	0.293907	29.39%			
	15:32	27.9	0.033333	3.33%	ВаР (99%) за десетодневни период држања	896.72488	
	14:55	27	-0.1	-10.00%			
	12:08	30	-0.03226	-3.23%			
	10:31	31	-0.06061	-6.06%			
	10:23	33	-0.13158	-13.16%			
	9:15	38	0.085714	8.57%			
	8:00	35					
ПРИНОС (τ) = (ЦЕНА (τ) - ЦЕНА (τ-1)) / ЦЕНА (τ-1)							

Слика 2. Пример израчунавања ВаР-а аналитичком методом
Извор: аутор

Рачунање ВаР-а портфолиа

Улагањем у више различитих средстава (диверзификацијом) се утиче на смањење ризика портфолиа. Међусобна повезаност приноса средстава у портфолиу представља корелацију, која се мери израчунавањем коефицијената корелације. Уколико је коефицијент корелације нагативан и ако је његова апсолутна вредност висока, ефекат диверзификације је већи, и обрнуто. У случају да у портфолиу имамо две хартије А и Б, волатилност (стандардна девијација) се рачуна применом следеће формуле:

$$\delta = \sqrt{\alpha^2 \delta_\alpha^2 + \beta^2 \delta_\beta^2 + 2\alpha\beta \delta_\alpha \delta_\beta \rho_{\alpha\beta}}$$

где су,

$\delta_\alpha, \delta_\beta$ - волатилности средстава А и Б,

α, β - удели средстава А и Б у портфолиу,

$\rho_{\alpha\beta}$ – коефицијент корелације између средстава А и Б.

ВаР се израчунава као производ укупне вредности портфолиа, израчунате волатилности портфолиа и изабраног нивоа поверења. Уколико портфолио садржи више од два средства, користи се матрични метод.

Израчунавање коефицијента корелације

Корелација даје приказ колико се цена једног средства мења у односу на цену другог средства. Предствља веома важну меру ризика, јер означава степен диверзификације портфолиа. Негативна и слаба позитивна корелација (до 0.3) имплицирају ниске вредности ВаР-а, док јака позитивна корелација (изнад 0.7) указује на слабе ефекте диверзификације и веће вредности ВаР-а.

Коефицијент корелације два средства А и Б, рачуна се применом следеће формуле:

$$\rho_{i,j} = \frac{cov_{i,j}}{\delta_i \delta_j}$$

где је:

$cov_{i,j}$ – коваријанса ($cov_{i,j} = 1/n (\sum((X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y}))$), где су X_i, Y_i промене цена средстава, а \bar{X}, \bar{Y} њихове очекиване (средње) вредности),

δ_i, δ_j - волатилности средстава А и Б.

За коефицијент корелације важи $-1 \leq \rho \leq 1$, што предпоставља линеарну зависност средстава. Уколико је коефицијент корелације једнак нули, значи да линеарна зависност средстава не постоји.

Пример:

Израчунајте коефицијент корелације средстава А и Б на основу кретања њихових цена, које су дате у следећој табели:

Средство А (€)	3	2	4	5	6
Средство Б (€)	9	7	12	15	17

Решење:

РБР	средство А	средство Б
1	3	9
2	2	7
3	4	12
4	5	15
5	6	17
просек	4	12

Одступање од просека средстава			квадрат одступања	
А	Б	А*Б	А	Б
-1	-3	3	1	9
-2	-5	10	4	25
0	0	0	0	0
1	3	3	1	9
2	5	10	4	25

коваријанса: 5.2 68 збир квадрата одст. 13.6 варијанса
1.41421356 3.687817783 стд. девијација (дескрипција)
5.215361924 производ стд. дев. А и Б
5.2 коваријанса
0.997054486 коефицијент корелације

наредба за коваријансу: COVAR(B5:B9;C5:C9)
наредба за корелацију: CORREL(B5:B9;C5:C9)

Слика 3. Пример израчунавања коефицијента корелације
Извор: аутор

Excel наредба која се користи за рачунање коваријансе је **COVAR**, док се за израчунавање коефицијента корелације користи наредба **CORREL**.

Предности и недостаци аналитичке методе

Предност аналитичке методе је што се брзо израчунава (базирана је на два параметра). Подаци су лако доступни, што значи да је могуће користити у реалном времену. Међути, емпиријски подаци показују да расподела приноса финансијских средстава одговара нормалној расподели са „дебелим“ реповима, код које постоји већа могућност екстремних губитака/добитака него код стандардне нормалне расподеле. Неопходно је тестирање екстремних догађаја, јер аналитички метод даје поуздане оцене ВаР-а само у случају нормалне расподеле. Што се тиче портфолиа, због централнограничне теореме принос портфолиа конвергира ка нормалној расподели, без обзира на расподелу приноса чинилаца портфолиа. Такође, овај метод предпоставља стабилну корелацију (није прикладан за нелинеарне инструменте) и његова примена није препоручљива у кризним ситуацијама на тржишту.

Основе модерне портфолио теорије

Основе савремене портфолио теорије је 50-тих година двадесетог века поставио нобеловац *Harry M. Markowitz*. Он је 1952. године објавио чланак „Портфолио селекција“ и на тај начин поставио темеље инвестирања у хартије од вредности као научне дисциплине. Портфолио теорија се развија у два правца: нормативном и позитивном. Нормативна портфолио теорија тежи да одговори на питање како би требало да се понаша рационални инвеститор, док позитивна теорија



проучава економску равнотежу у условима када се инвеститори понашају у складу са нормативном теоријом. Модерна портфолио теорија је комплексна и њена детаљна анализа је предмет изучавања посебних курсева. Из тог разлога је у оквиру овог поглавља дат приказ само њених основних постулата.²

Harry Markowitz је развио математички модел помоћу ког инвеститори могу да изврше диверзификацију портфолиа у циљу смањења изложености ризику. Данас он представља основу за израчунавање очекиване стопе приноса на инвестиције у више различитих хартија од вредности. Модел креће од извођења алгебарског израза за принос на портфолио, који представља пондерисани просек приноса хартија које улазе у његов састав. Свакој хартији се придружује пондер, који одражава пропорцију њеног учешћа у портфолиу. Ако портфолио садржи N хартија од вредности, једначина за израчунавање стопе приноса на портфолио има следећи облик.³

$$R_p = X_1R_1 + X_2R_2 + X_3R_3 + \dots + X_NR_N, \text{ односно}$$

$$R_p = \sum_{i=1}^N X_i R_i, \quad (26)$$

при чему је:

R_p – стопа приноса на портфолио,

X_i – процентни удео хартије (i) у портфолиу,

R_i – стопа приноса хартије од вредности (i).

Израчунавање стопе приноса на портфолио представља полазну основу за израчунавање очекиване стопе приноса на портфолио. Очекивана стопа приноса на портфолио се израчунава на идентичан начин, с тим што се уместо података за остварене стопе приноса, разматрају стопе приноса које се очекују у пројектованом будућем периоду.

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^N X_i E(R_i) \quad (27)$$

Следећи корак примене модела се бави проценом изложености портфолиа ризику. Ако је укупан ризик портфолиа мањи од ризика сваке хартије која улази у његов састав, диверзификација је добро извршена. Добра диверзификација подразумева комбиновање две или више хартија, чији се приноси крећу у различитим смеровима. Ризик портфолиа се мери варијансом или стандардном девијацијом (која представља квадратни корен варијансе).

Варијанса портфолиа се израчунава применом следеће формуле:

$$\delta^2 = \sum_{i=1}^N X_i^2 \delta_i^2 + \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N X_i X_j \delta_i \delta_j \rho_{ij},$$

²Bodie, Z., Kane, A., & Marcus, A. (2009). *Osnovi investicija, šesto izdanje*. Beograd: Datastatus, strana 125.

³Алихоџић, А. (2010). Модерна портфолио теорија и диверсификација. *Банкарство*, 11-12, 62-77.

где је:

δ^2 – варијанса портфолиа,

δ_i^2 – варијанса i -те хартије од вредности,

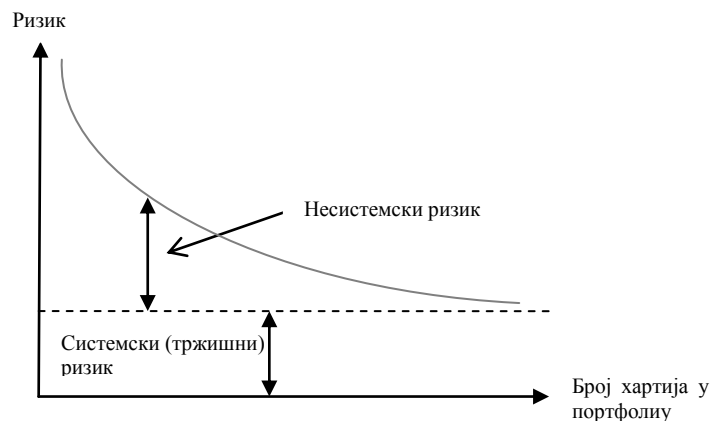
δ_i – стандардна девијација i -те хартије од вредности,

ρ_{ij} – коефицијент корелације између приноса хартија од вредности (i) и (j),

$\delta_i \delta_j \rho_{ij}$ – Cov_{ij} (коваријанса).

Као што се може видети из претходне формуле, да би се израчунала варијанса портфолиа неопходно је познавати не само варијансе очекиваних приноса сваке од хартија, већ и коваријансу, односно коефицијент корелације између свих парова хартија које улазе у састав портфолиа. Уколико коефицијент корелације има позитивну вредност, приноси хартија од вредности се крећу у истом смеру, што смањује квалитет диверзификације. Са друге стране, негативна вредност овог коефицијента сведочи о томе да се приноси хартија крећу у супротним смеровима, што је пожељно. Позитиван ефекат диверзификације пласмана је јачи, уколико је коефицијент корелације ближи вредности -1.

Диверзификацијом пласмана се може елиминисати само део укупног ризика којем је портфолио изложен. Реч је о специфичном или несистемском ризику, чији ниво зависи карактеристика хартија које се налазе у портфолиу. Несистемски ризик се може смањити повећањем броја хартија у портфолиу (графикон 2). Хипотетички, уколико би се у портфолиу нашле све акције и обвезнице које постоје на неком тржишту, могло би се рећи да је несистемски ризик у потпуности елиминисан.



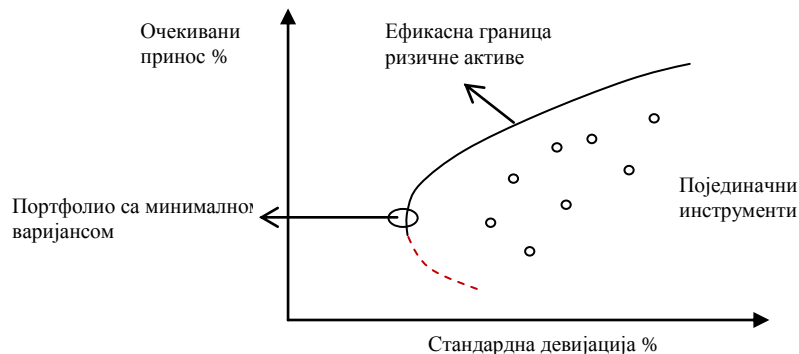
Графикон 2. Диверзификација портфолија- несистемски и системски ризик

Извор: приказ аутора

Поред несистемског ризика, постоји и део укупног ризика на који инвеститори не могу да утичу. Реч је о системском ризику који проситиче из тржишне неизвесности и општих економских кретања. Овај део ризика се не може умањити диверзификацијом пласмана. Дакле, системски ризик представља доњу границу до које се ризик портфолиа може умањити диверзификацијом у оквиру домицилног финансијског тржишта. Додатна диверзификација може имати ефекте на смањење изложености ризику испод нивоа тржишног ризика, ако је усмерена на инострана финансијска тржишта. Искуства показују да међународна диверзификација портфолиа утиче на додатно смањење ризика, из разлога

што национална финансијска тржишта упркос процесима глобализације нису међусобно перфектно корелисана. Међународном диверзификацијом пласмана је могуће смањити ниво ризика до нивоа глобалног тржишног ризика.

На основу досадашњег излагања се може закључити да промена међусобног удела хартија у портфолиу утиче на промену односа ризик/принос. На пример, портфолио две ризичне хартије чији је процентуални удео 60% : 40% неће имати исти однос ризик/принос као портфолио у ком је удео истих хартија, 50% : 50% (или неки други). Израчунавањем односа ризик/принос за различите процентуалне уделе хартија које улазе у састав портфолиа, добија се крива која има облик приказан на графикону 3.



Графикон 3 . Минимум варијансни сет

Извор: Целетовић, М. (2007). *Финансијска тржишта*. Београд: аутор, страна 70.

На основу графичког приказа се може констатовати да део криве који се налази испод тачке са минималном варијансом портфолиа (која представља меру ризика) не треба узимати у разматрање, јер постоје тачке на истој кривој (изнад) које носе већи очекивани принос за исту изложеност ризику. Део криве изнад тачке портфолиа са минималном варијансом, представља **ефикасну границу ризичне активе**. Инвеститори се на основу планираних приноса и склоности према ризику опредељују за структуру портфолиа чији би однос ризик/принос требало да се налази на ефикасној граници ризичне активе.

Пример:

У циљу презентовања користи од диверзификације портфолиа, анализирали смо једноставан хипотетички пример портфолиа, који садржи две хартије: једну врсту акција и једну врсту обвезница. Пример полази од одлуке инвеститора да своја постојећа улагања у обвезнице прошири на начин што ће додатним улагањем у акције извршити диверзификацију портфолиа.

Након урађене сценарио анализе, инвеститор је дошао до процене да је очекивана стопа приноса на обвезнице 6%, док за акције она износи 10%. Такође, дошао је и до закључка да акције носе већи ризик улагања, јер стандардна девијација стопе приноса обвезница износи 12%, док за акције она износи 25%.

Пример креће од претпоставке да је коефицијент корелације очекиваних приноса акција и обвезница једнак 0, што представља неутралну позицију. Важно је напоменути да

претпоставка о постојању негативне корелације појачава позитивне ефекте диверзификације, док их позитивна корелација смањује. Подсећамо да би ефекат диверзификације био највећи у случају да коефицијент корелације очекиваних приноса акција и обвезница износи -1, док тај ефекат не би ни постојао у случају да коефицијент корелације има вредност +1.

А) У првој варијанти инвеститор је размотрио опцију улагања у портфолио са једнаким уделом акција и обвезница (50% : 50%).

Улазни подаци:

- Очекивана стопа приноса на обвезнице (на основу сценарио анализе) - $E(r_b) = 6\%$
- Очекивана стопа приноса на акције (на основу сценарио анализе) - $E(r_s) = 10\%$
- Стандардна девијација стопе приноса обвезница - $\delta_b = 12\%$
- Стандардна девијација стопе приноса акција - $\delta_s = 25\%$
- Коефицијент корелације очекиваних приноса акција и обвезница - $\rho_{BS} = 0$
- Удео акција у портфолиу - $w_s = 0.5$
- Удео обвезница у портфолиу - $w_b = 0.5$

Применом формуле (27) може да се израчуна очекивани принос портфолиа две хартије:

$$E(r_p) = (0.5 * 6\%) + (0.5 * 10\%) = 8\%$$

Применом формуле (28) може да се израчуна варијанса и стандардна девијација портфолиа две хартије:

$$\delta_p^2 = (0.5 * 12\%)^2 + (0.5 * 25\%)^2 + 2(0.5 * 12\%)(0.5 * 25\%) * 0 = 192.25 \%^2,$$

$$\delta_p = 13.87\%$$

Закључак: На основу добијених резултата се може констатовати да се ефекат диверзификације огледа у смањењу односа ризик/принос. Количник ризик/принос за улагања у обвезнице износи $12\% / 6\% = 2$, док је за портфолио мањи и износи $13,87\% / 8\% = 1,73$. Ипак, чињеница да је укупан ризик портфолиа (13,87%) већи од ризика улагања у обвезнице (12%) указује да је са аспекта изложености ризику могуће додатно побољшати диверзификацију.

Б) У следећој варијанти инвеститор је размотрио опцију да портфолио садржи 75% обвезница и 25% акција.

Улазни подаци:

- Очекивана стопа приноса на обвезнице (на основу сценарио анализе) - $E(r_b) = 6\%$
- Очекивана стопа приноса на акције (на основу сценарио анализе) - $E(r_s) = 10\%$
- Стандардна девијација стопе приноса обвезница - $\delta_b = 12\%$
- Стандардна девијација стопе приноса акција - $\delta_s = 25\%$
- Коефицијент корелације очекиваних приноса акција и обвезница - $\rho_{BS} = 0$
- Удео акција у портфолиу - $w_s = 0.25$

- Удео обвезница у портфолиу - $w_b = 0.75$

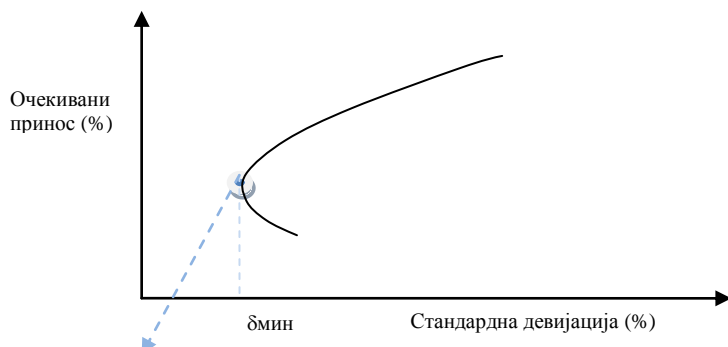
Применом формула (27) и (28) могу се израчунати очекивани принос, варијанса и стандардна девијација портфолиа две хартије:

$$E(r_p) = (0.75 * 6\%) + (0.25 * 10\%) = 7\%$$

$$\delta_p^2 = (0.75 * 12)^2 + (0.25 * 25)^2 + 2(0.75 * 12)(0.25 * 25) * 0 = 120 \%^2,$$

$$\delta_p = 10.95\%$$

Закључак: На основу добијених резултата се може констатовати да је диверзификацијом у којој обвезнице учествују са 75% а акције са 25% постигнут бољи ефекат, јер је однос ризик/принос додатно смањен у односу на претходна два случаја. Количник ризик/принос за улагања у обвезнице износи $12\% / 6\% = 2$, за портфолио (50:50) износи $13,87\% / 8\% = 1,73$, док за пртфолио (75:25) износи $10,95\% / 7\% = 1,56\%$. Поред тога, укупан ризик портфолиа (10,95%) је мањи од ризика појединачних хартија (за акције стандардна девијација износи 25%, док за обвезнице износи 12%).



Најмање ризичан портфолио (са најмањом стандардном девијацијом). Удео акција у таквом пртфолиу, може да се израчуна применом формуле:

$$w_s = \frac{(\delta_b^2 - \delta_b \delta_s \rho_{BS})}{(\delta_s^2 + \delta_b^2 - 2\delta_b \delta_s \rho_{BS})}$$

Наш пример: Најмање ризичан портфолио ће имати 81,27% обвезница и 18,73% акција. Стандардна девијација портфолиаса таквом структуром је 10,82%, док је очекивани принос 6,75%

Графикон 4 . Графички приказ свих комбинација ризик/принос портфолиа две хартије
Извор: Приказ аутора

Као што се може видети, комбиновањем различитих удела акција и обвезница у портфолиу, добијају се различити количници ризика и очекиваног приноса портфолиа. Када се све могуће комбинације прикажу графички, добија се крива чији се облик може видети на графикону (18). На графикону је приказана и структура најмање ризичног портфолиа, који садржи 81,27% и 18,73% акција. Стандардна девијација минимално ризичног портфолиа је 10,82%, док је очекивани принос 6,75%.

МЕТОД ИСТОРИЈСКЕ СИМУЛАЦИЈЕ

Историјска симулација представља непараметарски метод израчунавања VaP-a, што значи да овај метод не поставља никакву претпоставку о расподели приноса. Базира се на коришћењу историјских података, једноставна је за израчунавање, обухвата нелинеарну природу приноса и не захтева дефинисање расподеле, услед чега је $\frac{3}{4}$ банака у свету чешће користе него аналитички метод. Ипак, предуслов за добијање поузданих процена VaP-a је анализирање довољно дугог историјског периода, који би по могућству требало да обухвати и кризна раздобља.

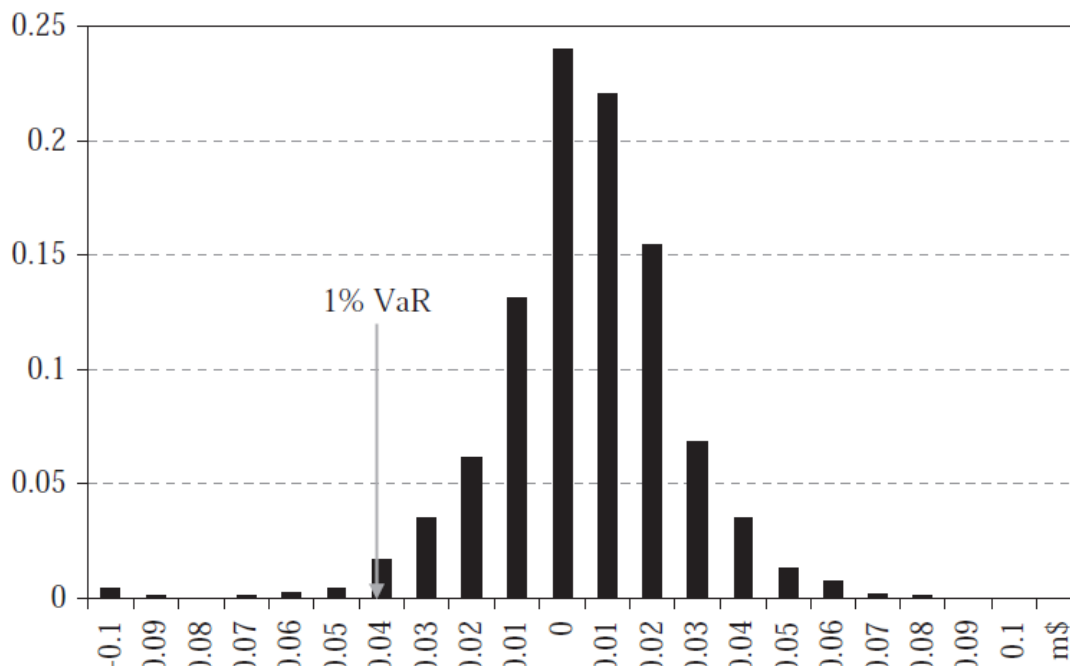
Основни кораци за имплементацију метода историске симулације су:

1. Прикупљање довољно дугог периода историјских података,
2. Подешавање симулираних приноса портфолиа тако да одражавају тренутне услове на тржишту,
3. Подешавање емпиријске расподеле прилагођених приноса,
4. Израчунавање VaP-a за изабрани ниво поверења и изабрани временски хоризонт.

Први корак модела подразумева идентификовање инструмената портфолиа и прикупљање серија цена тих инструмената током из одређеног (довољно дугог) прошлог периода. Затим се коришћењем пондера у актуелном портфолиу симулирају хипотетички приноси који би се остварили под претпоставком да је садашњи портфолио држан током периода посматрања. Затим се конструише хистограм приноса портфолиа из ког се може прочитати процена VaP (слика 4). Претпоставка на којој се базира историјска симулација је да расподела историјских приноса представља добру апроксимацију приноса у будућем периоду држања.⁴

Избор временског периода за историјске тржишне податке је веома важно питање. Временски период треба да буде довољно дуг, као би се добиле поуздане процене о реповима расподеле, што је нарочито важно уколико се користе високи интервали поверења. Ипак, уколико се разматра предуг временски период, старији тржишни подаци реалтивизују значај новијих података, што успорава и смањује реакцију (промену) VaP-a на тренутне тржишне промене тема. Давање свим подацима из серије исту важност (пондер $1/T$) иде у прилог претпоставци да су фактори ризика, као и историјски и симулирани приноси независно и идентично дистрибуирани кроз време, што је у супротности са реалношћу, нарочито ако је реч о нестабилним тржиштима. Из тог разлога су у последњих десетак година развијени нови модели који различитим пондерисањем историјских података актуелизују значај новијих података. Неки од тих модела су: хибридна историјска симулација, филтрирана историјска симулација, волатилношћу пондерисана историјска симулација, ...

⁴Kevin Dowd: "Backtesting Market Risk Models", The Handbook of finance, New York, 2008.



Слика 4. Процена 1% VaR на основу емпиријске расподеле приноса
 Извор: Carol Alexander: „Value at Risk models“, John Wiley&Sons, Chichester, 2008, страна 88.

На слици 4 се може видети да се израчунавањ ВаР путем историјске симулације ослања на емпиријску расподелу приноса, што је у маногим случајевима боље решење од примене параметарског метода из разлога што већина хартија од вредности има расподелу са задебљалим реповима.⁵ Поред тога, претпоставка о нормалности расподеле значајно подцењује могућност настанка екстремних догађаја, што значи да параметарски ВаР често има нижу вредност у односу на реалну изложеност ризику.⁶

Пример:

Претпоставимо да се анализирани портфолио састоји од три хартије: *General Electric (GE)*, *Smith & Wesson (SWHC)* и грађевинска организација *NCI (NCS)*⁷. Претпоставимо да је у компаније *GE* и *SWHC* је уложено по 1000€, док је у *NCS* уложено 2000€. Израчунати дневни ВаР датог портфолиа методом историјске симулације, за ниво поверења од 95% и 99%.

⁵Hendricks D.: “Evaluation Value-at-Risk Models Using Historical Data,” Economic Policy Review, Federal Reserve Bank of New York, Vol. 2, 1996., str. 39-70.

⁶Терзић, И. (2013). Савремене методе мерења ризика на тржишту капитала у Србији. *Докторска дисертација*. Београд: Универзитет Сингидунум.

⁷Подаци су преузети са сајта *yahoo finance*, за временски период од 01.09.2015. до 01.09.2016. године.

Решење:

Q4 =ABS(PERCENTILE(O4:O257;5%))

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1																		
2	GE		SWCH		NCS				GE	SWCH	NCS							Istorijska metoda
3	дневна цена	принос	дневна цена	принос	дневна цена	принос			1000 (dolara)	1000 (dolara)	2000 (dolara)			portfollo				VAR 95% VAR 99%
4	31.2	-0.1280%	29.58	5.0799%	15.18	0.2642%			-1.280409731	50.7992895	5.2840159			54.80289564				105.84 186.05
5	31.24	-0.4144%	28.15	-4.8343%	15.14	-14.9916%			-4.144086707	-48.343475	-299.83156			-357.3191173				
6	31.37	0.0319%	29.58	0.5097%	17.81	1.7714%			0.318877551	5.09683996	35.428571			40.84428894				
7	31.26	0.4163%	29.43	2.0458%	17.5	1.8626%			4.162664105	20.4576976	37.252619			61.87298107				
8	31.23	0.0641%	28.84	-3.3188%	17.18	-0.1743%			0.64082025	-33.188066	-3.4863451			-36.0335906				
9	31.21	-0.0320%	29.83	1.9829%	17.21	0.2330%			-0.320307495	19.8290598	4.6592895			24.16804179				
10	31.22	-0.0320%	29.25	1.4920%	17.17	-1.6046%			-0.320204931	14.9201943	-32.091691			-17.49170117				
11	31.23	-0.2874%	28.82	0.7692%	17.45	0.5764%			-2.873563218	7.89230769	11.527378			16.346122				
12	31.32	0.2240%	28.6	0.2454%	17.35	1.9988%			2.24	2.45555766	39.976484			44.67004208				
13	31.25	-0.5727%	28.53	-0.9719%	17.01	0.0588%			-5.727012409	-9.7188476	1.1764706			-14.26938944				
14	31.43	0.4474%	28.81	0.9814%	17	0.7109%			4.474272931	9.81423063	14.218009			28.50651304				
15	31.29	0.3206%	28.53	-1.0406%	16.88	-0.6474%			3.206155819	-10.405827	-12.948793			-20.14846485				
16	31.19	-0.1601%	28.83	-2.0387%	16.99	-1.9619%			-1.600512164	-20.38736	-39.238315			-61.22618706				
17	31.24	0.0000%	29.43	-0.8423%	17.33	0.7558%			0	-8.4231806	15.116279			6.693098477				
18	31.24	-0.1598%	29.68	-0.6693%	17.2	-1.2062%			-1.597954618	-6.6934404	-24.124067			-32.41546167				
19	31.29	0.0640%	29.88	0.0000%	17.41	1.2798%			0.639590662	0	25.596277			26.25586757				
20	31.27	-0.0958%	29.88	0.5384%	17.19	-2.7715%			-0.958466454	5.38358008	-55.429864			-51.00475065				Parametarska metoda
21	31.3	0.0959%	29.72	0.6093%	17.68	1.1442%			0.959385993	6.09343263	22.883295			29.93611382				172.5 VAR 99%
22	31.27	-0.0320%	29.54	-0.8057%	17.48	2.0432%			-0.319693095	-6.0565276	40.863981			34.48776063				122.16 VAR95%
23	31.28	0.3529%	29.72	0.4733%	17.13	2.6978%			3.528034328	4.73292765	53.956835			62.21879651				
24	31.17	0.1285%	29.58	-0.5045%	16.68	-0.1198%			1.284934147	-5.0454087	-2.3952096			-6.155684112				
25	31.13	0.2576%	29.73	-0.2349%	16.7	1.7052%			2.576489533	-2.3489933	34.10475			34.33224655				
26	31.06	-0.3210%	29.8	-1.8445%	16.42	1.6718%			-3.210272875	-18.445323	33.436533			11.78095684				
27	31.15	0.0321%	30.36	3.0900%	16.15	-0.4316%			0.321130379	30.8998302	-8.6313194			22.58964124				
28	31.14	-0.3520%	29.45	-1.018%	16.22	-5.9165%			-3.52	-1.0176391	-118.32947			-122.38471054				
29	31.25	-0.0959%	29.48	-1.1733%	17.24	0.8187%			-0.959079284	-11.733155	16.374269			5.86205518				
30	31.28	-0.6037%	29.83	0.1343%	17.1	-0.2334%			-6.037496028	1.34273246	-4.6674446			-9.362208142				
31	31.47	-0.3373%	29.79	1.4300%	17.14	1.0813%			-5.372845638	14.3003064	21.226415			30.15377589				
32	31.64	-1.3100%	29.37	2.5131%	16.96	3.1630%			-15.10043668	25.1308901	63.260341			75.290794				
33	32.06	-1.6263%	28.65	0.8222%	16.44	1.0449%			-16.26265726	6.32244468	20.897357			10.95714452				
34	32.59	-0.5795%	28.47	-0.9050%	16.27	0.1231%			-5.796217206	-9.0497738	2.4615385			-12.3844525				
35	32.78	-0.4555%	28.73	-1.043%	16.25	-3.3888%			-4.555116915	-1.0431154	-67.776457			-73.37468895				
36	32.83	0.0608%	28.76	-0.0695%	16.82	-1.6949%			0.607718019	-0.694927	-35.898305			-33.9855141				
37	32.91	0.0912%	28.78	1.5168%	17.11	-0.5494%			0.912408759	15.1673485	-6.9889542			9.091025072				
38	32.80	0.7662%	28.35	-0.5165%	17.17	1.1786%			7.661661048	-3.164557	23.571008			28.06811175				
39	32.63	0.8244%	28.44	0.0704%	16.97	-0.9918%			8.345834116	0.70372977	-19.836659			-10.78927556				
40	32.36	0.5100%	28.42	-0.5598%	17.14	0.6459%			3.099814011	-5.5983205	12.918579			10.41987184				
41	32.26	0.1552%	28.58	-2.6235%	17.03	0.2945%			1.352312946	-16.235094	5.8892815			-18.79349924				
42	32.21	0.0311%	29.35	0.9632%	16.88	3.5998%			0.310559006	9.65192294	71.995119			81.93760093				
43	32.2	1.1942%	29.07	2.7572%	16.39	1.8012%			11.94217473	27.5715801	36.024845			75.83859932				

Слика 5. Пример израчунавања ВаР-а методом историјске симулације
Извор: аутор

Напомена:

У оквиру метода историјске симулације вредност ВаР представља први (за ниво поверења 99%) односно пети перцентил (за ниво поверења од 95%) емпиријске дистрибуције приноса. Перцентили деле дистрибуцију резултата на 100 делова. Одређени перцентил одговара тачки на дистрибуцији која даје одговарајући проценат резултата до те тачке, укључујући и тај резултат. На пример, ако неко има 100IQ и налази се на 50-том перцентилу, то значи да 50% популација има исти или мањи коефицијент интелигенције.

Пример:

Израчунати 33 перцентил на примеру висине девојчица из неког разреда у петом разреду, уколико су девојчице високе: 140 цм, 141 цм, 138цм, 140 цм, 122 цм, 160 цм, 154 цм, 132 цм, 148 цм, 135 цм, 140 цм. Укупно има 11 девојчица у разреду.

Први корак – поређати бројеве од најмањег до највећег: 122, 132, 135, 138, 140, 140, 140, 141, 148, 154, 160.

Други корак – податке убацили у формулу: $P_{33} = 33 / (100 * 11) = 3.63$

Трећи корак – заокружимо добијени резултат на први већи цео број (у нашем случају је то број 4) и добијамо резултат да четврти број у уређеном низу представља 33 перцентил. Реч је о висини од 138 цм.

Закључак: У петом разреду, 33% девојчица има висину 138цм и мање, док 67% девојчица има већу висину од 138цм.

- **EXCEL** наредба за прорачун перцентила је **PERCENTILE**

Предности и недостаци метода историјске симулације

На основу многобројних емпиријских искустава везаних за примену метода историјске симулације, може се закључити да су његове основне предности следеће:

- Не полази од претпоставке о нормалној дистрибуцији приноса.
- Не захтева процену матрице варијансе и коваријансе, што је чини нумерички мање захтевном у односу на параметарски метод. То је веома значајно из разлога што се савремени портфолио претежно састоји од великог броја инструмената.
- У реалности већина ХоВ има расподелу приноса са задебљаним реповима, због чега историјски метод често представља боље решење од параметарског.

Основни недостаци метода историјске симулације су:

- Додељује сваком опажању исти пондер приликом израчунавања емпиријске расподеле приноса ($1/T$).
- Често нису доступни подаци за довољно дуг временски период. То је значајан недостатак из разлога што се метод у потуности ослања на емпиријске податке о ценама инструмената.
- Заснива се на претпоставци да ће блиска будућност бити идентична блиској прошлости, што у пракси често није случај.

МОНТЕ КАРЛО СИМУЛАЦИЈА

Монте Карло симулација у основи има сличан приступ као и историјски метод, с тим да се претпоставке о променама приноса не ослањају на опажене приносе из прошлости, већ се насумице узимају из статистичке расподеле приноса. Монте Карло симулација генерише велики број сценарија будућних кретања приноса, након чега се израчунавају вредности промена за сваки од њих. Вредност ВаР представља највеће губитке уз одређени степен вероватноће, као код модела историјске симулације.

Монте Карло симулација захтева коришћење рачунара. За разлику од обичне рачунарске симулације, која разматра један псеудослучај из расподеле са интервала (0,1), Монте Карло симулација узима велики број псеудослучајних бројева из униформне расподеле са интервала (0,1). Појашњења ради, обичну симулацију би представљало бацање једног новчића (ако је број мањи од 0,5 онда је глава, а ако је већи од 0,5 онда је писмо), док

Монте Карло симулација представља изручивање велике количине новчића и пребројавање колико има писама а колико глава.

Основна замерка Монте Карло симулације јесте коришћење унапред одређене дистрибуције вероватноће (најчешће је у питању нормална дистрибуција), која описује факторе ризика портфолиа. Израчуната матрица варијанси и коваријанси за факторе ризика се декомпоује помоћу *Sholesky* декомпозиције. Циљ декомпоновања матрице је обезбеђивање услова да фактори ризика буду међусобно корелисани у сваком генерисаном сценарију.⁸ Поступак процене ВаР-а помоћу Монте Карло симулације се састоји из следећих корака:⁹

1. Израчунавање матрице варијанси и коваријанси,
2. Декомпоновање матрице варијанси и коваријанси,
3. Креирање сценарија,
4. Евалуација портфолиа за сваки сценарио,
5. Припрема резултата,
6. Износ n -тог највећег губитка.

На бази актуелног стања на тржишту генеришу се сценарији на дневном нивоу, након чега се њиховим нелинерним вредновањем добијају могуће вредности портфолиа за сваки дан. Из добијених сценарија, ВаР се израчунава тако што се изабере n -ти највећи губитак. На пример, ако је генерисано 1000 сценарија, а тражи се ВаР са нивоом поверења од 99%, вредност ВаР-а би била једнака 10-том највећем губитку у генерисаним сценаријима.¹⁰

Предности и недостаци Монте Карло симулације

Предности коришћења Монте Карло симулације су следеће:

- Користи нелинеарне моделе вредновања портфолиа за израчунавање ВаР-а, чиме узима у обзир нелинеарност промена вредности.
- Може да генерише бесконачан број сценарија и да тестира многобројне могуће догађаје.

Недостаци Монте Карло симулације су:

- Овај метод креће од претпоставке да су стопе приноса нормално дистрибуиране.
- Време израчунавања ВаР-а је неупоредиво дуже у односу на остале методе.

⁸ Carol Alexander: „Value at Risk Models“, John Wiley & Sons Ltd, Chichester, 2008. , str. 43

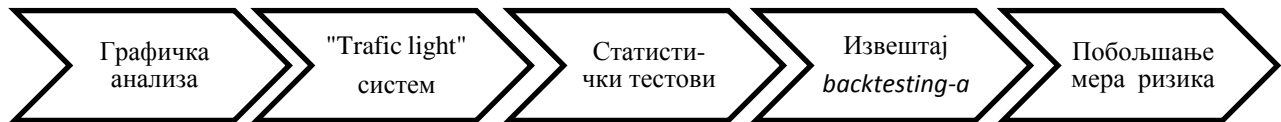
⁹ Терзић, И. (2013). Савремене методе мерења ризика на тржишту капитала у Србији. *Докторска дисертација*. Београд: Универзитет Сингидунум, страна 134.

¹⁰ Fabozzi J. Frank, Rachev T. Svetolzar, Stoyanov V. Stoyan: “Advanced stochastic models, risk assessment, and portfolio optimization - The ideal risk, uncertainty and performance measures”, John Wiley & Sons, New Jersey, 2008., str. 190.

BACKTESTING

ВаР можа да се сматра поузданим једино уколико се спроведе *backtest* и на тај начин провери да коришћен модел разумно предвиђа ризик. Спровођење провере валидности ВаР захтева податке који се односе на процењене вредности ВаР и дневне добитке и губитке на портфолиу.

Примена *backtesting* процеса се заснива на пет корака, као би се испитали безусловна покривеност и независност модела, и како би се развила одговарајућа решења за детектоване слабости модела.



Слика. Кораци имплементације процеса *backtesting-a*
Извор: KPMG ADVISORY FINANCIAL RISK MANAGEMENT

Први корак *backtesting-a* је графичка анализа података, која подразумева састављање графика од реализованих стопа приноса током одређеног временског хоризонта и процењеног ВаР-а. Затим се траже прекорачења, односно случајеви који превазилазе ВаР-ом предвиђене максималне губитке. Када је модел валидан, број стварних губитака одговара нивоу поверења. На пример, уколико је дневни ВаР 100€ и ниво поверења 99%, очекујемо да се у току године (250 радних дана) губитак који превазилази вредност ВаР догоди у 1% случајева, односно у току 2.5 дана. Уколико је број дана у којима је губитак једнак или већи од 100€ једнак или мало већи од 2.5 дана, модел је валидан. Графичка анализа визуелно помаже у откривању проблема валидности модела.

Други корак се односи на примену "traffic light" приступа који је уведен од стране БИС 1996 године. „Traffic light“ је базиран на биномном приступу. Овај систем групише резултате у различите категорије, од зелене (модел исправан) до црвене (модел се одбацује) категорије.

Мере за оцену валидности ВаР треба да буду подржане статистичким тестовима, који представљају моћно оружје у откривању слабости примењеног ВаР модела. Статистички тестови који се најчешће примењују су:¹¹

- *Kupiec POF test*,
- Миксовани *Kupiec test*,
- Тест прогнозе интервала,
- *Pearsonov Q test*,
- *Markov test*.

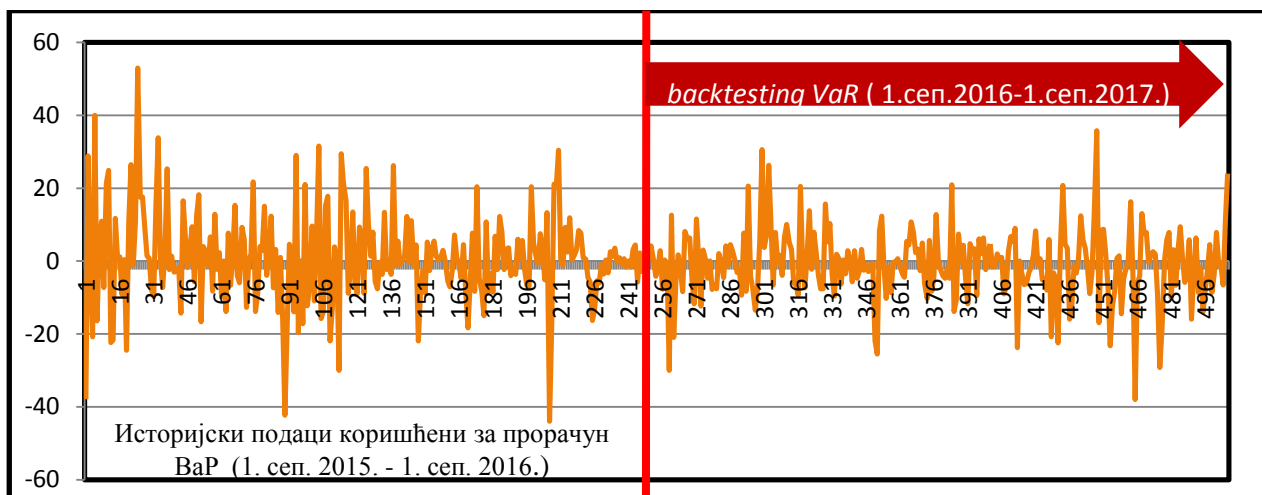
¹¹ Описе наведених тестова и примере њихове примене можете да пронађете у: Терзић, И. (2013). Савремене методе мерења ризика на тржишту капитала у Србији. *Докторска дисертација*. Београд: Универзитет Сингидунум.

Израда *backtesting* извештаја који садржи резултате примењених тестова и указује на слабе тачке примењене методологије, представља четврти корак анализе валидности модела.

На крају, последњи корак *KPMG* процеса *backtesting-a* развија предлоге за решавање детектованих проблема, а све у циљу побољшавања VaP модела.

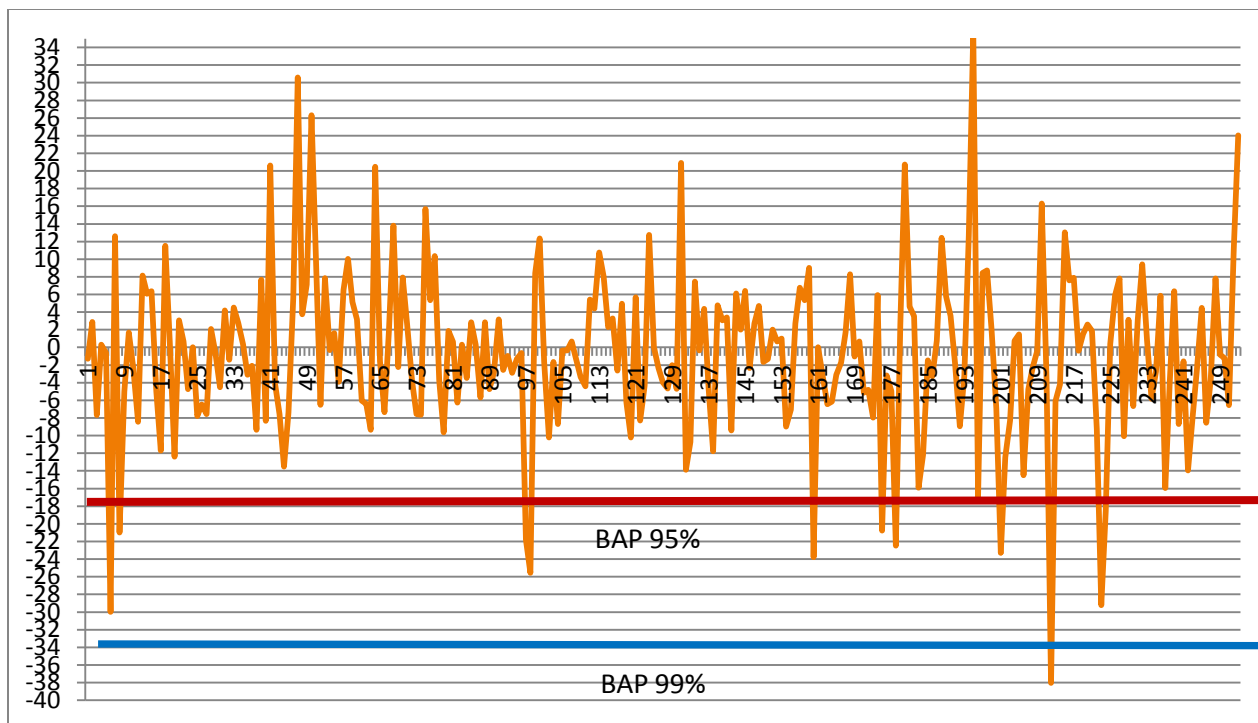
Пример графичке анализе података:

Инвеститор је 1. септембра 2016. године уложио 1000€ у акције компаније *General Electric*. На основу кретања цена акција *General Electric* из периода од 1. септембра 2015. до 1. септембра 2016. године, методом историјске симулације су израчунате вредности дневног VaP (95%) = 17.46172€ и дневног VaP (99%) = 33.71889€. Познато је да *за ниво поверења од 95%, у току године (250 радних дана) губитак превазилази вредност VaP у 5% случајева, што је 12.5 дана. По истом принципу, за ниво поверења од 99%, у току године (250 радних дана) губитак који превазилази вредност VaP може да се догоди у 1% случајева, што је 2.5 дана.*



Графикон 5. *Backtesting - графичка анализа (95% VaP), Период прорачуна VaP-а и период валидације модела*
Извор: Приказ аутора

На графикону 6 је приказано кретање приноса на акције по основу улагања од 1000€, као и израчуната вредност VaP. Анализом приноса на акције *General Electric* у периоду од од 01.09.2016. до 01.09.2017. године, може се закључити да је губитак који превазилази VaP (95%) остварен десет пута, док је губитак који превазилази VaP (99%) остварен само једном. Та чињеница иде у прилог закључку да је примењени метод историјске симулације у овом случају валидан, јер се на основу нивоа поверења од 95% очекује да се такав губитак догоди максимално 12-13 пута. На основу нивоа поверења од 99% се очекује да се губитак већи од израчунате дневне вредности VaP догоди максимално 2-3 пута.



Графикон 6. *Backtesting - графичка анализа, Компанија General Electric за период 1.09.2016.-01.09.2017.*
 Извор: Прорачун аутора

Међутим упркос чињеници да графичка анализа података иде у прилог закључку да је метод историјске симулације у овом случају даје задовољавајуће процене ВаР, треба истаћи да је реч само о првој фази процеса *backtesting*-а. То значи да је неопходно спровести и остале четири фазе како би се са сигурношћу могло констатовати да је коришћени модел валидан.

ВАР МЕТОДОЛОГИЈА НА ПРИМЕРУ УПРАВЉАЊА ВАЛУТНИМ РИЗИКОМ **ПРОМЕНА ЦЕНА X_0V**

Валутни ризик представља могућност настанка негативних ефеката на финансијски резултат и/или капитал финансијске институције услед промене девизног курса.

Девизни курс се може дефинисати као цена стране валуте изражена у домаћој валути. Његова основна функција је упоређивање цена у земљи и иностранству. Користи се за прерачунавање цена из једне у другу валуту, што значи да у високом проценту детерминише међународне токове роба, капитала и свеукупних економских дешавања у некој земљи. Ефекти промена девизног курса стране валуте која се налази у билансној структури банке зависе од тога да ли је и колико та валута апресирала или депресирала и да ли је биланс активе и пасиве у тој валути позитиван или негативан. Ап्रेसијација стране валуте остварује позитиван финансијски ефекат уколико банка држи дугу нето отворену позицију (већу активу у односу на обавезе), док деп्रेसијација остварује исти ефекат уколико банка држи кратку нето отворену позицију (веће обавезе у односу на активу).

Карактер билансне изложености	Промене курса	Вредност активе		Вредност пасиве	Вредност капитала
Fx актива > Fx обавеза	ап्रेसијација	раст	>	раст	раст
Fx актива > Fx обавеза	депресијација	пад	>	пад	пад
Fx актива < Fx обавеза	ап्रेसијација	раст	<	раст	пад
Fx актива < Fx обавеза	депресијација	пад	<	пад	раст
Fx актива = Fx обавеза	ап्रेसијација	раст	=	раст	без промена
Fx актива = Fx обавеза	депресијација	пад	=	пад	без промена

Табела 1. Билансна изложеност валутном ризику и вредност капитала

Извор: Живковић, А., Станкић, Р., & Маринковић, С. (2012). *Банкарско пословање и платни промет*. Београд: Центар за издавачку делатност Економског факултета у Београду, страна 121.

Поред тога, степен изложености валутном ризику зависи и од волатилности девизног курса. Уколико је волатилност курса висока, изложеност валутном ризику је већа, и обрнуто. Стога банке у циљу процене дневне волатилности често користе ВаР методологију, помоћу које израчунавају потенцијалне флукуације девизног курса.

Примена ВаР методологије на примеру кретања курса ЕУР/ДИН

Примена ВаР методологије на примеру кретања курса ЕУР/РСД, може се представити следећим примером.

Позиција:

Средњи девизни курс на дан 09.11.2017 = 118,8719 РСД

Изложеност (дуга нето отворена позиција) = 100.000 € = 11.887.190 РСД

У првом кораку поступка израчунавања ВаР, утврђене су историјске дневне вредности курса ЕУР/РСД у периоду од 09.11.2016. до 09.11.2017. Након тога су на бази тих промена, применом формуле $P_t = (P_t - P_{t-1}) / P_{t-1}$, израчунате дневне промене приноса у оквиру датог временског периода.

У претходном делу рада је утврђено да избор адекватне методе прорачуна ВаР зависи од тога да ли дистрибуција приноса одговара нормалној расподели или не. У циљу провере, спроведен је Шапиро Вилк W тест. На основу резултата теста, одбачена је нулта хипотеза која претпоставља да дневни приноси по основу промена курса ЕУР/РСД имају нормалну расподелу ($P=0,00187$).

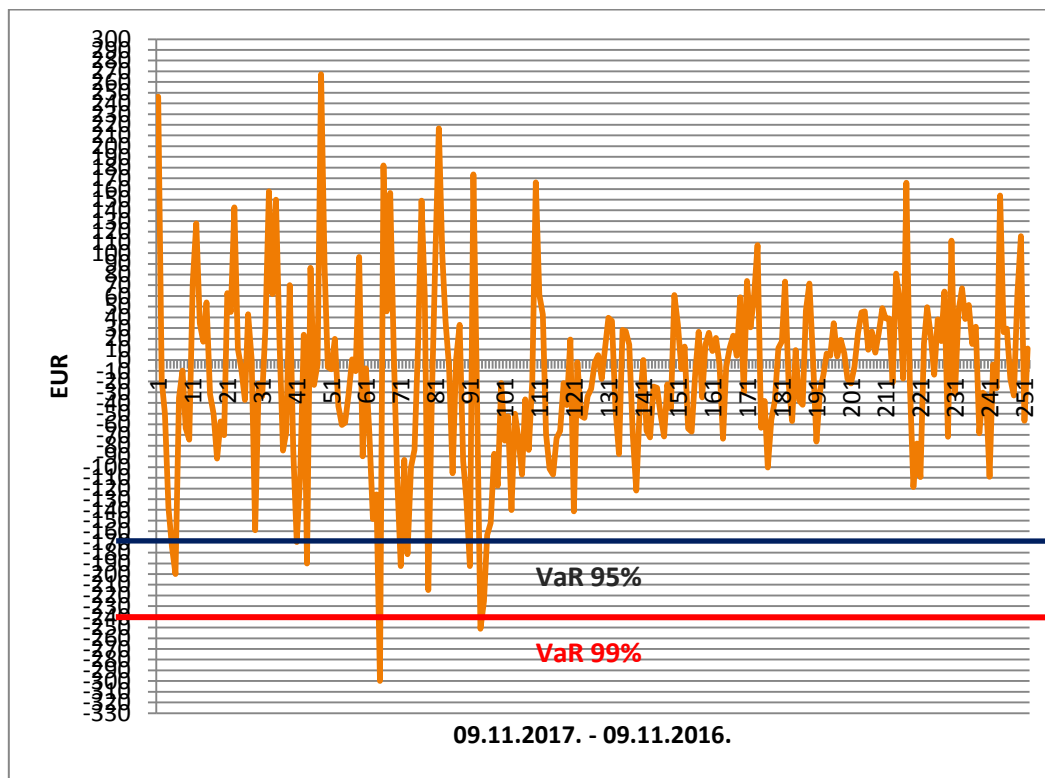
Shapiro-wilk w test for normal data					
variable	obs	w	v	z	Prob>z
kurs	252	0.98098	3.475	2.899	0.00187

Резултати теста наводе на закључак да дистрибуција дневних приноса по основу промена курса ЕУР/РСД значајно одступа о нормалне расподеле, што значи да је за израчунавање ВаР вредности примена методе историјске симулације адекватнија од примене аналитичке методе.

Метода историјске симулације полази од претпоставке да ће кретање будућих дневних приноса бити идентично њиховом историјском кретању. На основу те претпоставке, наша позиција од 100.000 € се излаже променама девизног курса из прошлог периода, чиме се добија симулација серије приноса која је идентична приказу на графикону X. На основу добијених вредности се утврђује износ губитка који је остварен или премашен у свега 1% или 5% случајева, у зависности од изабраног нивоа поверења. С обзиром да је метода историјске симулације непараметарска метода, реч је о израчунавању првог, односно петог перцентила датог низа дневних приноса.

Израчуната вредност губитка који је остварен или премашен у 1% представља VaP вредност за ниво поверења од 99%. У овом случају она износи 220,21€, односно 26.176,51 РСД. VaP вредност за ниво поверења од 95% износи 155,24€, односно 18.453,86 РСД.

На основу вредности VaP за ниво поверења од 99%, очекује се да ће дневни губитак бити једнак или већи од 220,21€ у свега 1% случајева, што је 2 до 3 пута у наредна 252 дана (1% од 252 дана је 2,52 дана). Идентичан закључак се може извести анализом графикона 7 на ком се види да вредност губитка превазилази вредност VaP (220,21€) у свега два случаја. По истом принципу се може прогноzirати да ће на основу вредности VaP за ниво поверења од 95% дневни губитак бити једнак или већи од 155,24€, у 5% случајева, односно 12 до 13 пута у току будућег периода од 252 дана (5% од 252 дана је 12.6 дана), што потврђује и приказ на графикону 7.



Графикон 7. Вар вредности за кретање курса ЕУР/РСД

Применом следећих формула се могу израчунати потенцијалне флукуације курса ЕУР/РСД на бази његовог кретања у посматраном прошлом периоду:

$$Gornji\ kurs = devizni\ kurs * (1 + \frac{VaR}{izlozenost})$$

$$Donji\ kurs = devizni\ kurs * (1 - \frac{VaR}{izlozenost})$$

За ниво поверења од 99% курс ЕУР/РСД ће се кретати у интервалу:

- Горњи курс = 118,8719 РСД * (1 + 26.176,51 РСД/11.887.190 РСД) = 119,1337 РСД
- Доњи курс = 118,8719 РСД * (1 - 26.176,51 РСД/11.887.190 РСД) = 118,6101 РСД

За ниво поверења од 95% курс ЕУР/РСД ће се кретати у интервалу:

- Горњи курс = 118,8719 РСД * (1 + 18.453,86 РСД /11.887.190 РСД) = 119,0564 РСД
- Доњи курс = 118,8719 РСД * (1 - 18.453,86 РСД /11.887.190 РСД) = 118,6874 РСД

На основу прорачуна се са поузданошћу од 99% може извести закључак да ће се у току једног дана курс кретати у интервалу између 118,6101 РСД и 119,1337 РСД за 1€, док је за ниво поузданости од 95% у питању интервал између 118,6874 РСД и 119,0564 РСД.