

## ПРЕДАВАЊЕ 10 – ОСНОВИ ПРИМЕНЕ VaP МЕТОДОЛОГИЈЕ У БАНКАРСТВУ

VaP 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 премаша израчунату вредност VaP-а. На пример, ако дневни VaP 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 VaP говори о потенцијално максималном губитку на портфолиу услед промена на тржишту, као и о вероватноћи да тај губитак буде премашен. На нивоу укупне активе, VaP представља **економски капитал** који институција треба да поседује како би успешно пребродила и најнеповољнији сценарио.

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

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

### **АНАЛИТИЧКИ МЕТОД РАЧУНАЊА VaP**

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 ( $\delta$ ). На основу правила 3 $\delta$  следи да позитивне или негативне промене цена инструмената портфолиа неће премашити волатилност за изабрани ниво поверења.

VaP 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 VaP за једнодневни период, док се VaP за дуже периоде одређују множењем једнодневног VaP-а са квадратним кореном од броја дана које изабрани период држања садржи.**

2. **Бира се ниво поверења који се примењује у процени VaP-а** - углавном се ради о нивоу поверења 95% или 99%. Регулатори претежно траже износ VaP 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 VaP израчунава

применом непараметарских метода, као што је метод историјске симулације (или Монте Карло симулација).

#### 4. Рачунање процене ВаР-а на бази изабраног 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 мерилом сматра стандардна девијација.<sup>1</sup> 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:

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

- **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.

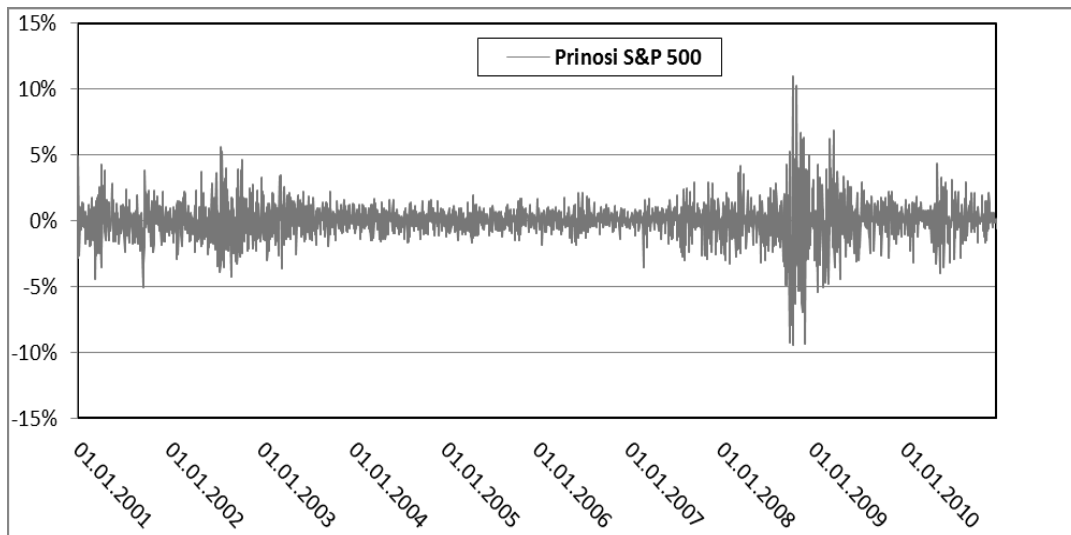
Основне карактеристике волатилности су:

- 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.

---

<sup>1</sup>М. Цветиновић (2008)

- 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           | 144.8011111 |  |  |  |  |  |  |
| 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 326

*Excel* формула за израчунавање стандардне девијације је **STDEV**.

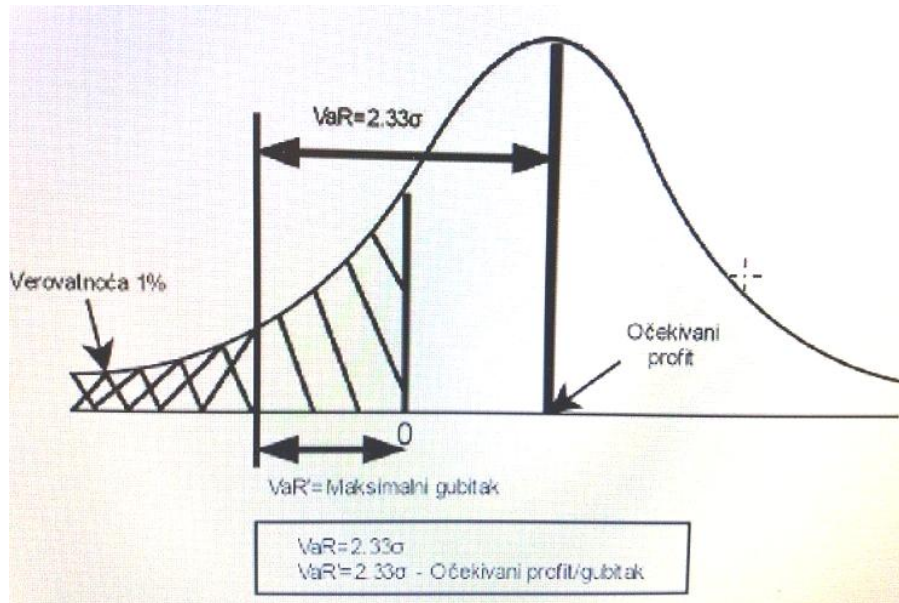
### Ниво поверења

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

- једнострука стандардна девијација ( $\delta$ ) – ниво поверења 68%,
- 1,65-острука стандардна девијација (1.65 $\delta$ ) – ниво поверења 95%,
- 2.33-острука стандардна девијација (2.33 $\delta$ ) – 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 ВаР 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% (2,33δ).
- Апсолутни VaP (VaP<sup>\*</sup>) представљаје разлику између 2,33δ и очекиваног приноса.

### Рачунање VaP-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 негативан 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,
- $\alpha, \beta$  - 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),

$\delta_i, \delta_j$  - 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.

### 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.

## 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:

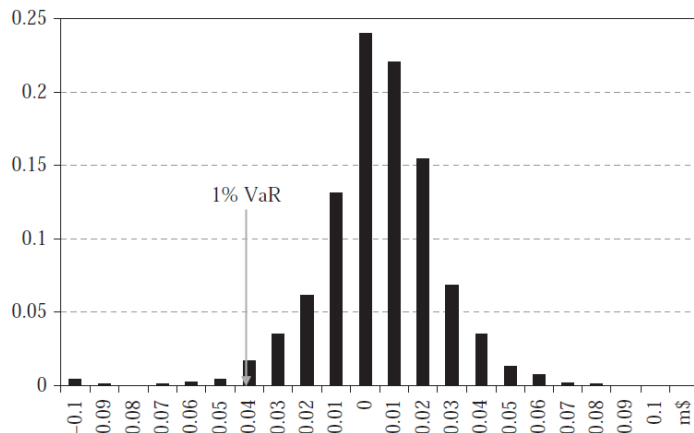
1. Прикупљање довољно дугог периода историјских података,
2. Подешавање симулираних приноса портфолиа тако да одражавају тренутне услове на тржишту,
3. Подешавање емпиријске расподеле прилагођених приноса,
4. Израчунавање VaP-a за изабрани ниво поверења и изабрани временски хоризонт.

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.<sup>2</sup>

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, ...

---

<sup>2</sup>Kevin Dowd: "Backtesting Market Risk Models", The Handbook of finance, New York, 2008.



Слика 4. Процена 15 ВаР 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.<sup>3</sup> 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.<sup>4</sup>

### 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).

<sup>3</sup>Hendricks D.: “Evaluation Value-at-Risk Models Using Historical Data,” Economic Policy Review, Federal Reserve Bank of New York, Vol. 2, 1996., str. 39-70.

<sup>4</sup>Терзић, И. (2013). Савремене методе мерења ризика на тржишту капитала у Србији. *Докторска дисертација*. Београд: Универзитет Сингидунум.



- 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.<sup>5</sup> Поступак процене ВаР-а помоћу Монте Карло симулације се састоји из следећих корака:<sup>6</sup>

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

<sup>5</sup> Carol Alexander: „Value at Risk Models“, John Wiley & Sons Ltd, Chichester, 2008. , str. 43

<sup>6</sup> Терзић, И. (2013). Савремене методе мерења ризика на тржишту капитала у Србији. *Докторска дисертација*. Београд: Универзитет Сингидунум, страна 134.

пример, ако је генерисано 1000 сценарија, а тражи се VaP са нивоом поверења од 99%, вредност VaP-а би била једнака 10-том највећем губитку у генерисаним сценаријима.<sup>7</sup>

## Предности и недостаци Монте Карло симулације

Предности коришћења Монте Карло симулације су следеће:

- Користи нелинеарне моделе вредновања портфолиа за израчунавање VaP-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 VaP-а је неупоредиво дуже у односу на остале методе.

## BACKTESTING

VaP можа да се сматра поузданим једино уколико се спроведе *backtest* и на тај начин провери да коришћен модел разумно предвиђа ризик. Спровођење провере валидности VaP захтева податке који се односе на процењене вредности VaP 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 графикана од реализованих стопа приноса током одређеног временског хоризонта и процењеног VaP-а. Затим се траже прекорачења, односно случајеви који превазилазе VaP-ом предвиђене максималне губитке. Када је модел валидан, број стварних губитака

<sup>7</sup> 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.

одговара нивоу поверења. На пример, уколико је дневни VaP 100€ и ниво поверења 99%, очекујемо да се у току године (250 радних дана) губитак који превазилази вредност VaP 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 VaP треба да буду подржане статистичким тестовима, који представљају моћно оружје у откривању слабости примењеног VaP модела. Статистички тестови који се најчешће примењују су:<sup>8</sup>

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

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.

## **ВАР МЕТОДОЛОГИЈА НА ПРИМЕРУ УПРАВЉАЊА ВАЛУТНИМ РИЗИКОМ** **ПРОМЕНА ЦЕНА ХОВ**

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).

<sup>8</sup> 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.

| 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 флукутације 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.

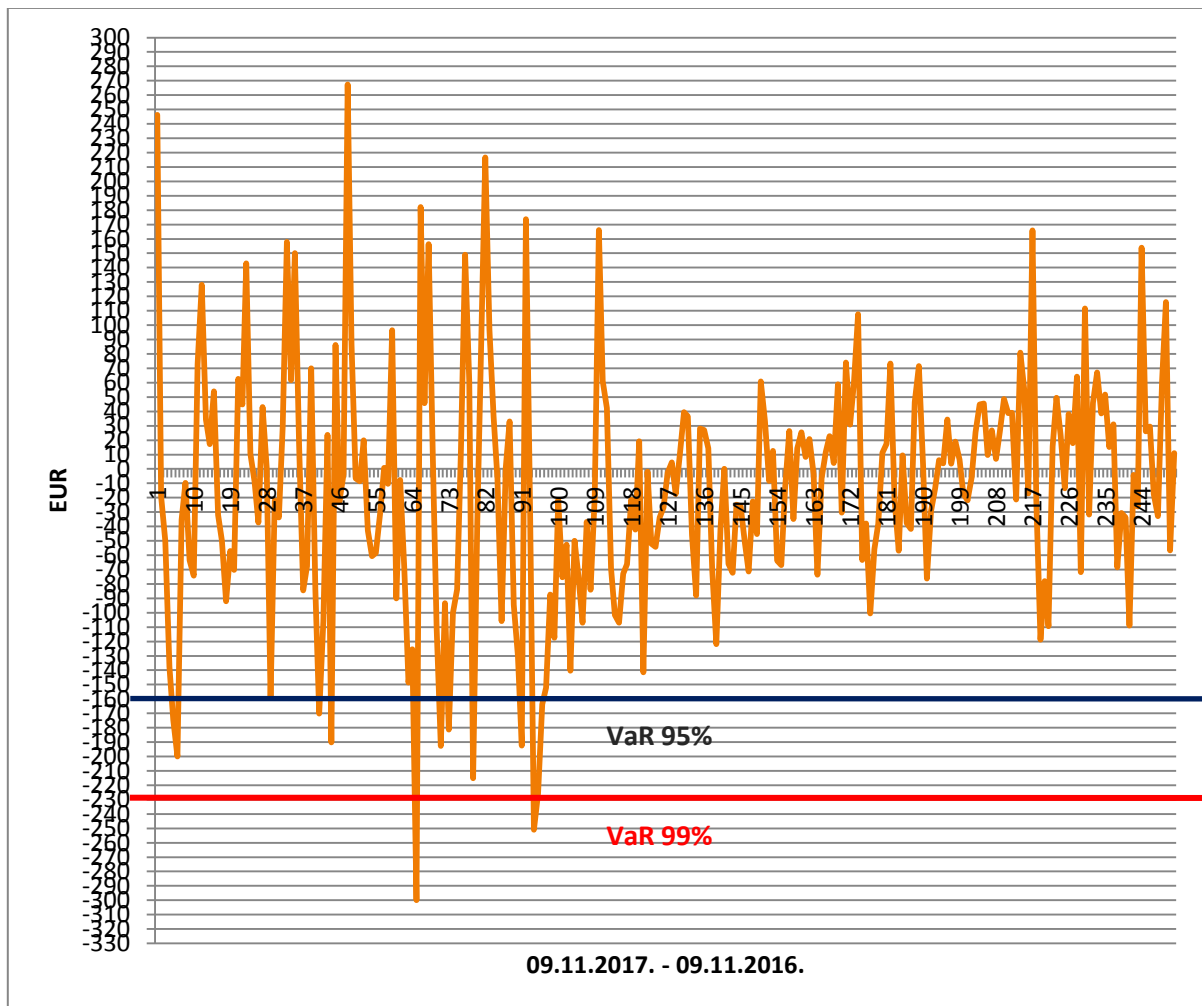
У претходном делу рада је утврђено да избор адекватне методе прорачуна ВаР зависи од тога да ли дистрибуција приноса одговара нормалној расподели или не. У циљу провере, спроведен је Шапиро Вилк  $W$  тест. На основу резултата теста, одбачена је нулта хипотеза која претпоставља да дневни приноси по основу 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.



Графикон 7. Вар вредности за кретање курса ЕУР/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 графикана 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.

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

$$\text{Gornji kurs} = \text{devizni kurs} * \left(1 + \frac{\text{VaR}}{\text{izloženost}}\right)$$

$$\text{Donji kurs} = \text{devizni kurs} * \left(1 - \frac{\text{VaR}}{\text{izloženost}}\right)$$

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 измађу 118,6874 РСД и 119,0564 РСД.