

---

## СТРУЧНИ РАДОВИ

### **ЕКОНОМЕТРИЈСКА АНАЛИЗА ДЕТЕРМИНАНТИ ДЕВИЗНИХ РЕЗЕРВИ НАРОДНЕ БАНКЕ СРБИЈЕ: ИМПЛИКАЦИЈЕ ЗА ОЧУВАЊЕ ФИНАНСИЈСКЕ СТАБИЛНОСТИ И ОТПОРНОСТ НА ЕКСТРЕМНЕ МАКРОЕКОНОМСКЕ ШОКОВЕ**

Ђорђе Поломчић, Дарко Ковачевић

© Народна банка Србије, септембар 2026.

Доступно на [www.nbs.rs](http://www.nbs.rs)

---

За ставове изнете у радовима у оквиру ове серије одговоран је аутор и ставови не представљају нужно званичан став Народне банке Србије.

Сектор за финансијску стабилност

НАРОДНА БАНКА СРБИЈЕ

Београд, Краља Петра 12

Тел.: (+381 11) 3027 100

Београд, Немањина 17

Тел.: (+381 11) 333 8000

[www.nbs.rs](http://www.nbs.rs)

---

## Економетријска анализа детерминанти девизних резерви Народне банке Србије: импликације за очување финансијске стабилности и отпорност на екстремне макроекономске шокове

Ђорђе Поломчић, Дарко Ковачевић

**Апстракт:** Циљ овог рада је анализа детерминанти и динамике условне волатилности бруто девизних резерви Народне банке Србије, са освртом на институционалну отпорност на системске ризике. Примењени методолошки оквир обухвата линеарне и нелинеарне ауторегресионе моделе распоређених доцњи. Ови модели омогућавају истовремену оцену дугорочних и краткорочних ефеката кључних макроекономских детерминанти, монетарног агрегата М3, страних директних инвестиција и степена динаријације пласмана. Профил ризика испитан је применом *GARCH*(1,1) спецификације, укључујући претпоставку о Студентовој *t*-расподели, док је институционална отпорност оцењена условним макроекономским стрес-тестом заснованим на теорији екстремних вредности и Монте Карло симулацијама кроз 15.000 итерација. Резултати граничног теста потврђују стабилан коинтеграциони однос. Канал монетарног агрегата М3 има најизраженији позитиван утицај на акумулацију девизних резерви. Анализа динамике динаријације потврђује ефикасност усвојене Стратегије динаријације, будући да раст удела динарских пласмана ублажава изложеност девизном ризику и оптимизује потребу за држањем превентивних девизних резерви. Испитивање условне волатилности указује на одсуство феномена груписања волатилности, што потврђује ефикасност стерилизације ликвидности од стране централне банке. Истовремено, статистички значајна примена Студентове *t*-расподеле потврђује присуство „тежких репова” у расподели резидуала, што указује на изложеност система ретким, али снажним екстремним шоковима. Симулације екстремних догађаја показују да би при нивоу поверења од 99% максимални кумулативни одлив износио 5,27 милијарди евра, при чему би систем задржао више него довољан ниво нето ликвидности. Ови налази недвосмислено потврђују високу отпорност домаће монетарне политике и очување дугорочне стабилности девизног курса.

**Кључне речи:** девизне резерве, финансијска стабилност, *ARDL/NARDL* модели, *Student-t GARCH*, макроекономско стрес-тестирање.

**[JEL Code]:** C22, E58, F21, F31

---

## Нетехнички резиме

Овај рад пружа систематичан увид у детерминанте и адекватност бруто девизних резерви Народне банке Србије, које су се током посматраног периода потврдиле као главни стуб и заштитни механизам макроекономске стабилности земље. Анализа потврђује да је континуирани раст девизних резерви директно повезан с кретањем монетарног агрегата М3, чију је експанзију централна банка неутралисала правовременим и проактивним интервенцијама на девизном тржишту. Овакав стратешки приступ омогућио је успешно сузбијање спекулативних притисака и очување стабилности курса динара, трансформишући монетарни раст у ојачане одбрамбене капацитете целокупног финансијског система.

Поред монетарних чинилаца, динамику девизних резерви значајно обликују токови страних директних инвестиција, чији циклуси, од увозних потреба у почетним фазама до репатријације профита у зрелој фази, намећу потребу за одржавањем виших нивоа девизне ликвидности. С друге стране, емпиријски налази пружају снажну потврду оправданости Стратегије динаријације. Повећано учешће динарских пласмана суштински ограничава ризике по сектор привреде и становништва и смањује потребу за акумулацијом прекомерних превентивних средстава, чиме се директно минимизирају опортунитетни трошкови њиховог држања.

Коначно, квантитативна евалуација отпорности система, заснована на нивоу девизних резерви од 29,0 милијарди евра на крају 2025. године и резервама злата од рекордних 52,5 тона, демонстрира способност девизних резерви да апсорбују екстремне спољне шокове. Сprovedено стрес-тестирање, које симулира хипотетичке кризне сценарије, показује да би чак и у случају екстремних, синхронизованих и истовремених шокова, максимални кумулативни одлив износио 5,2 милијарде евра. Чињеница да Народна банка Србије, након тако снажног ударног таласа, суверено задржава више од 23,8 милијарди евра расположиве ликвидности, представља емпиријску потврду да су девизне резерве и стабилност девизног курса дугорочно и економски одрживи.

---

## Садржај:

|                                                                                                           |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. Увод.....</b>                                                                                       | <b>36</b> |
| <b>2. Методолошки оквир економетријског моделирања и полазна спецификација <i>ARDL</i> модела.....</b>    | <b>38</b> |
| 2.1. Испитивање својстава временских серија .....                                                         | 38        |
| 2.2. Спецификација полазног <i>ARDL</i> модела и емпиријски резултати примарне регресије .....            | 39        |
| <b>3. Коинтеграциона анализа и тест граничних вредности.....</b>                                          | <b>42</b> |
| 3.1. Тест граничних вредности .....                                                                       | 42        |
| 3.2. Дугорочна динамика и мултипликатори.....                                                             | 43        |
| 3.3. Краткорочна динамика и модел с корекцијом равнотежне грешке .....                                    | 45        |
| <b>4. Испитивање структуралне стабилности параметара.....</b>                                             | <b>47</b> |
| <b>5. Нелинеарни <i>ARDL</i> (<i>NARDL</i>) модел и асиметрични ефекти с стратегије динаризации .....</b> | <b>50</b> |
| <b>6. Моделирање условне волатилности .....</b>                                                           | <b>53</b> |
| <b>7. Макроекономско стрес-тестирање и квантификација ризика од екстремних догађаја .....</b>             | <b>55</b> |
| 7.1. Конструкција стрес-сценарија и методолошки оквир Монте Карло симулација.....                         | 55        |
| 7.2. Емпиријски резултати стохастичких симулација и валоризација отпорности девизних резерви .....        | 59        |
| <b>8. Закључак.....</b>                                                                                   | <b>61</b> |
| <b>Литература .....</b>                                                                                   | <b>63</b> |

## 1. Увод

Анализа детерминанти и динамике девизних резерви представља једно од фундаменталних питања макроекономске стабилности мале, отворене економије, посебно у условима изражене увозне зависности и високог степена евроизације. Савремени макроекономски амбијент Републике Србије карактерише динамично окружење, обележено глобалним геополитичким тензијама, фрагментацијом ланаца снабдевања и рестриктивним прилагођавањима монетарних политика водећих централних банака. У таквим околностима, повећана аверзија инвеститора према ризику и волатилност цена примарних производа тестирају флексибилност домаћег економског система (Calvo, 1998). У условима повишене глобалне неизвесности, девизне резерве не представљају само класичан показатељ екстерне ликвидности већ и примарни макроекономски штит од спољних шокова, гарант финансијске стабилности и кључни инструмент за очување поверења у националну валуту. Руководећи се начелима ликвидности и сигурности, Народна банка Србије користи девизне резерве као један од кључних механизма за очување релативне стабилности курса динара, измирење иностраних обавеза, као и за амортизовање системских платнобилансних неравнотежа у случају потенцијалних криза. **На крају 2025. године, бруто девизне резерве Народне банке Србије биле су на изразито високом нивоу од 29,0 милијарди евра (односно 24,6 милијарди евра у нето износу), подржане историјским максимумом резерви злата од 52,5 тона (што у противвредности износи 6,2 милијарде евра и чини 21,4% укупне бруто активе).**

Свеобухватна оцена адекватности девизних резерви, заснована на традиционалним и композитним показатељима, потврђује да бруто девизне резерве Народне банке Србије у потпуности подржавају макроекономски амбијент и стабилност домаћег финансијског система, будући да вредност сваког појединачног показатеља превазилази све утврђене међународне референтне минимуме и оптималне прагове адекватности. Специфично конструисани интерни показатељ „права мера за Србију” додатно потврђује високу сигурност система на шокове који директно рефлектују унутрашњу структуру дуга и потенцијалне одливе девизних и динарских депозита привреде и становништва. Истовремено, стрес-тест модел Жан-Рансијер (Jeanne & Rancière, 2006) емпиријски доказује да екстерна позиција земље поседује снажну отпорност на истовремено деловање вишеструких фактора и нагли прекид прилива капитала, обезбеђујући очување финансијске стабилности, чак и под претпоставкама најконзервативнијих стрес-сценарија и ризика од екстремних догађаја минималне вероватноће у смислу концепта „црног лабуда” (Taleb, 2007; Народна банка Србије, 2025).

Међутим, иако ови традиционални модели пружају квантитативну потврду адекватности, они по својој природи нуде претежно статичку слику услед ослањања на унапред калибрисане параметре и не обухватају динамичка, нелинеарна прилагођавања у реалном времену, што у потпуности оправдава примену напреднијих динамичких економетријских модела. Намера истраживања проистиче из потребе да се на основу

емпиријских месечних података у узорку од јануара 2008. до децембра 2025. године прецизно квантификује природа дугорочних и краткорочних односа између бруто девизних резерви и њихових главних макроекономских детерминанти. Емпиријски фокус је усмерен на динамички утицај три кључна канала трансмисије: монетарног агрегата М3, страних директних инвестиција (СДИ) изражених као учешће у бруто домаћем производу (БДП) и степена динаризације пласмана одобрених сектору становништва и привреди – **чија евалуација уједно представља директну емпиријску потврду дугорочне успешности Стратегије динаризације Народне банке Србије** (Народна банка Србије, 2025), **с обзиром на то да раст учешћа динарских депозита и пласмана системски ублажава изложеност сектора привреде и становништва девизном ризику.**

Да би се превазишао изазов нестационарности серија (*Dickey & Fuller, 1979; Zivot & Andrews, 1992*) и избегао феномен лажне регресије, а да се притом не изгубе дугорочне информације о равнотежним нивоима, у раду се примењује савремени економетријски приступ линеарног (*Pesaran et al., 2001*) и нелинеарног ауторегресионог модела распоређених доцњи (*Shin et al., 2014*). Поред испитивања дугорочног коинтеграционог односа, који је додатно валидиран применом коинтеграционих тестова за једначине (*Banerjee, Dolado & Mestre, 1998*), профил условне волатилности и ризика девизних резерви анализиран је помоћу *Student-t GARCH* (1,1) спецификације (*Danielsson, 2011*). Поред наведеног, ради макроекономског стрес-тестирања отпорности на системске ризике од екстремних догађаја, у раду је спроведен условни макроекономски стрес-тест заснован на расподели екстремних вредности (*EVT-GEV*) кроз 15.000 стохастичких Монте Карло симулација (*McNeil and Frey, 2000; Coles, 2001*) на дванаестомесечном хоризонту пројекције. Тиме истраживање пружа заокружену емпиријску анализу успешности монетарне политике и Стратегије динаризације Народне банке Србије.

Структура рада је организована на следећи начин. Након уводног излагања о значају девизних резерви, у другом одељку је детаљно приказан методолошки оквир економетријског моделирања, који обухвата испитивање својстава временских серија и спецификацију полазног *ARDL* модела. Трећи одељак је посвећен коинтеграционој анализи и тесту граничних вредности, уз фокус на процену дугорочних мултипликатора и краткорочне динамике путем модела с корекцијом равнотежне грешке. У четвртом одељку се испитује структурна стабилност параметара. Пети одељак анализира нелинеарне (асиметричне) ефекте стратегије динаризације и монетарних шокова кроз *NARDL* модел. У шестом одељку моделира се условна волатилност девизне aktive коришћењем *GARCH*(1,1) спецификације, укључујући претпоставку о Студентовој *t*-расподели, уз пратећу дијагностику нормалности резидуала (*Jarque & Bera, 1987*). Седми одељак приказује резултате макроекономског стрес-тестирања, заснованог на *GEV* дистрибуцији и стохастичким Монте Карло симулацијама екстремних ризика. Рад се завршава сумираним закључцима и прегледом коришћене литературе.

## 2. Методолошки оквир економетријског моделирања и полазна спецификација *ARDL* модела

### 2.1. Испитивање својстава временских серија

Пре саме спецификације динамичког *ARDL* модела, методолошки је императив извршити формалну проверу реда стационарности сваке појединачне серије како би се искључила могућност присуства  $I(2)$  процеса. За прецизно утврђивање реда интеграције варијабли примењен је проширени Дики–Фулеров тест јединичног корена (*Augmented Dickey-Fuller – ADF*) (Dickey & Fuller, 1979). За варијабле у нивоима које испољавају изражен временски тренд (брuto девизне резерве и монетарни агрегат М3) тест је спроведен уз укључену константу и детерминистички тренд, док је за остале серије у нивоима (СДИ као учешће у БДП-у и динаризација пласмана), као и све варијабле у првим диференцијама, коришћена спецификација са укљученом константом. Оптимални број временских помака одређен је аутоматски на основу Бајесовог информационог критеријума (*Bayesian Information Criterion – BIC*).

Табела 1. Резултати проширеног Дики–Фулеровог теста јединично корена

| Варијабла                   | Облик серије   | Спецификација модела              | <i>ADF</i> статистика | <i>p</i> -вредност |
|-----------------------------|----------------|-----------------------------------|-----------------------|--------------------|
| Бруто девизне резерве       | Ниво           | Константа + детерминистички тренд | –1,7237               | 0,7375             |
|                             | Прва диференца | Константа                         | –11,6504              | 0,0000***          |
| Монетарни агрегат М3        | Ниво           | Константа + детерминистички тренд | –1,5535               | 0,8079             |
|                             | Прва диференца | Константа                         | –15,6178              | 0,0000***          |
| Стране директне инвестиције | Ниво           | Константа                         | –6,0808               | 0,0000***          |
| Динаризација пласмана       | Ниво           | Константа                         | –0,9038               | 0,7857             |
|                             | Прва диференца | Константа                         | –6,5889               | 0,0000***          |

Напомена: \*\*\* означава одбацивање нулте хипотезе о постојању јединичног корена и присуство стационарности на нивоу значајности од 1%.

Извор: прорачун аутора на основу података Народне банке Србије.

Емпиријски резултати спроведеног *ADF* теста, који су приказани у Табели 1, откривају различита стохастичка својства анализираних макроекономских серија. **СДИ представљају једину променљиву која постиже пуну стационарност већ на својим изворним нивоима**, што потврђује изразито ниска *p*-вредност. Овај исход указује на то да серија СДИ прати процес реда интеграције  $I(0)$ , што рефлектује сразмерно брзо враћање ове серије на свој дугорочни просек након привремених шокова.

Насупрот томе, бруто девизне резерве, монетарни агрегат М3 и степен динаризације пласмана показују изражену нестационарност у нивоима, што имплицира снажну компоненту перзистентности и дугорочни тренд кретања. Међутим, након примене

оператора прве диференце, све три варијабле успешно прелазе у стационарно стање, чиме је верификовано да је реч о процесима првог реда интеграције, односно  $I(1)$  серијама.

Ови конзистентни дијагностички резултати потврђују да су кључне варијабле интегрисане реда нула или један, чиме је искључено присуство процеса који су интегрисани другог реда у систему, што потврђује методолошку оправданост коришћења *ARDL/NARDL* методологије и теста граничних вредности (*Bounds testing*).

## 2.2. Спецификација полазног *ARDL* модела и емпиријски резултати примарне регресије

Након што је претходним дијагностичким тестовима потврђен адекватан ред интеграције временских серија, поставља се општи линеарни *ARDL* модел у нивоима. Овај полазни динамички модел поставља се у следећем облику:

$$\ln(FXR_t) = c + \sum_{i=1}^p \phi_i \ln(FXR_{t-i}) + \sum_{j=0}^{q_1} \beta_{1,j} \ln(M3_{t-j}) + \sum_{k=0}^{q_2} \beta_{2,k} FDI_{t-k} + \sum_{m=0}^{q_3} \beta_{3,m} DIN_{t-m} + \varepsilon_t$$

где дефинисани симболи означавају:

- $\ln(FXR_t)$  – природни логаритам месечног нивоа бруто девизних резерви Народне банке Србије у тренутку  $t$  (зависна варијабла);
- $c$  – константа модела;
- $\ln(M3_t)$  – природни логаритам месечног нивоа монетарног агрегата МЗ;
- $FDI_t$  – учешће месечног нето прилива СДИ у месечном БДП-у;
- $DIN_t$  – учешће пласмана одобрених сектору становништва и привреди деноминованих у динарима у укупним пласманима одобрених сектору становништва и привреди на месечном нивоу;
- $i, j, k, m$  – оптимални временски помаци за зависну и независне варијабле, респективно;
- $\phi_i, \beta_{1,j}, \beta_{2,k}, \beta_{3,m}$  – краткорочни динамички коефицијенти који прате утицај временских помака;
- $\varepsilon_t$  – бели шум.

Будући да се званични подаци о БДП-у објављују на тромесечном нивоу, а да економетријски модел захтева месечну фреквенцију свих анализираних варијабли, извршена је дезагрегација тромесечног БДП-а на месечни ниво применом стандардне Чов–Линове методе (*Chow & Lin, 1971*). Као високофреквентни индикатор (помоћна серија) у процедури интерполације коришћена је месечна серија индекса индустријске

производње, с обзиром на то да представља најпоузданији месечни индикатор привредне активности у Републици Србији. Оваквим приступом обезбеђена је пуна рачуноводствена конзистентност, при чему је збир три дезагрегиране месечне вредности једнак званичном тромесечном БДП-у, уз очување реалне месечне динамике привредног циклуса. Коначно, варијабла је дефинисана као учешће месечних нето прилива СДИ у тако добијеном месечном БДП-у, чиме је извршена релативизација прилива у односу на величину привреде и елиминисан ефекат обима.

Кључни корак у конструкцији овог модела јесте прецизна детерминација оптималног броја временских помака за сваку варијаблу појединачно. У ту сврху спроведен је алгоритам систематске претраге кроз простор комбинација (*grid search*), вођен ригорозном минимизацијом Бајесовог информационог критеријума (*Wooldridge*, 2021). Овај критеријум је одабран због своје особине да оштрије кажњава велики број параметара модела у односу на друге информационе критеријуме, чиме се обезбеђује принцип парсимоније и елиминише ризик од претераног прилагођавања модела узорку (*overfitting*).

Поменути *BIC* критеријум је издвојио *ARDL(1, 1, 1, 0)* као најоптималнију спецификацију. Добијени резултат указује на то да текући ниво бруто девизних резерви садржи изражену компоненту инерције (зависност од првог претходног месеца), али и да правовремено реагује на једномесечне помаке у новчаној маси и СДИ, као и на текуће промене у степену динаризации пласмана. Спецификација модела представљена је на следећи начин:

$$\ln(FXR_t) = \beta_0 + \beta_1 \ln(FXR_{t-1}) + \beta_2 FDI_{t-1} + \beta_3 \ln(M3_t) + \beta_4 \ln(M3_{t-1}) + \beta_5 DIN_t + \varepsilon_t$$

Емпиријски резултати оцењивања полазне *ARDL(1, 1, 1, 0)* регресије методом обичних најмањих квадрата систематски су приказани у Табели 2. Висок кориговани коефицијент детерминације, што је уобичајено за динамичке *ARDL* моделе у нивоима с присутном помакнутом зависном променљивом, потврђује да изабрани систем варијабли објашњава **чак 99,3% варијабилитета бруто девизних резерви Народне банке Србије**, док је укупна статистичка значајност регресије потврђена *F*-статистиком на нивоу од 1%.

Табела 2. Резултати *ARDL(1, 1, 1, 0)* модела

| Независна варијабла                           | Коефицијент | <i>p</i> -вредност |
|-----------------------------------------------|-------------|--------------------|
| Константа                                     | -0,1387     | 0,0424**           |
| $\ln(FXR_{t-1})$                              | 0,9703      | 0,0000***          |
| $\ln(M3_t)$                                   | 0,6545      | 0,0000***          |
| $\ln(M3_{t-1})$                               | -0,6040     | 0,0000***          |
| $FDI_{t-1}$                                   | -0,0017     | 0,0017***          |
| $DIN_t$                                       | -0,0028     | 0,0205**           |
| Статистички и дијагностички показатељи модела |             |                    |

| Независна варијабла                  | Коефицијент          | p-вредност |
|--------------------------------------|----------------------|------------|
| Коефицијент детерминације            | 0,9934               |            |
| Кориговани коефицијент детерминације | 0,9932               |            |
| F-статистика (p-вредност)            | 6.252,439 (0,000***) |            |
| Durbin-Watson статистика             | 1,7711               |            |

Напомена: \*\* и \*\*\* означавају статистичку значајност на нивоима од 5% и 1%, респективно.

Извор: прорачун аутора на основу података Народне банке Србије.

Висок коефицијент уз прву доцњу девизних резерви указује на изражену ауторегресиону компоненту и снажну инерцију у кретању девизне aktive. Ово је у потпуности конзистентно с макроекономском природом девизних резерви као системског заштитног механизма, чији се ниво карактерише високим степеном кумулативности и постепеним прилагођавањем кроз време.

Текући ниво монетарног агрегата МЗ показује позитиван и статистички значајан коефицијент, док његова прва доцња бележи негативан предзнак. Комбиновано деловање ових коефицијената одсликава динамичку реакцију девизних резерви на нето промену новчане масе, што потврђује да монетарна експанзија у кратком року директно прати раст девизних резерви Народне банке Србије услед откупа девиза на међубанкарском тржишту ради одржавања релативне стабилности курса динара.

Изостављање текућег члана СДИ и задржавање искључиво његове прве помакнуте вредности има јасно економско и оперативно објашњење. Прилив СДИ се не прелива моментално у девизне резерве централне банке, јер је потребно одређено време да средства прођу кроз међубанкарско тржиште и платни промет. Поред тога, иницијални прилив капитала у истом месецу често прати тренутни увоз опреме или сировина за потребе инвестиције, чиме се почетни позитиван ефекат на девизне резерве привремено неутралише. Због тога се стварни нето утицај СДИ на јачање девизних резерви региструје тек с временским помаком од једног месеца, што је и емпиријски потврђено информационом критеријумима при избору модела.

Статистички значајан негативан предзнак коефицијента уз степен динаризации пласмана указује на ефекте спровођења Стратегије динаризации, чији је кључни циљ смањење утицаја евроизације на домаће економске токове. Смањењем ослоњености на девизна средства економија постаје мање зависна од девизних интервенција, чиме се смањује потреба за одржавањем високих девизних резерви код централне банке. На тај начин се ефикасно ублажава притисак на девизни биланс, потврђујући позитиван ефекат динарских токова на макроекономску стабилност.

Стандардни дијагностички тестови указују на то да резидуали модела не садрже обележја серијске корелације нити условне хетероскедастичности. Бокс–Љунгов тест потврђује одсуство аутокорелације и парцијалне аутокорелације, што указује на робусност и ефикасност процењеног модела. Сходно наведеном, оцењени параметри су статистички валидни за наредне кораке у истраживању, укључујући спровођење коинтеграционе анализе и теста граничних вредности.

### 3. Коинтеграциона анализа и тест граничних вредности

#### 3.1. Тест граничних вредности

Након што је потврђен висок квалитет полазне регресије, следећи методолошки корак јесте испитивање постојања дугорочног коинтеграционог односа између посматраних економских варијабли. За формалну верификацију коинтеграције спроводи се тест граничних вредности (*Bounds test*) у оквиру спецификације неограниченог модела с корекцијом равнотежне грешке (*Unrestricted Error Correction Model – UECM*). Овај модел представља динамичку репараметризацију полазне *ARDL* једначине (Pesaran et al., 2001) и поставља се у следећем облику:

$$\begin{aligned} \Delta \ln(FXR_t) = & c + \rho \ln(FXR_{t-1}) + \lambda_1 \ln(M3_{t-1}) + \lambda_2 FDI_{t-1} + \lambda_3 DIN_{t-1} \\ & + \sum_{i=1}^{p-1} \gamma_i \Delta \ln(FXR_{t-i}) \\ & + \sum_{j=0}^{q_1} \alpha_j \Delta \ln(M3_{t-j}) + \sum_{k=0}^{q_2} \psi_k \Delta FDI_{t-k} + \sum_{m=0}^{q_3} \phi_m \Delta DIN_{t-m} + \varepsilon_t \end{aligned}$$

где оператор делта означава прву диференцу варијабли, пратећи њихову краткорочну динамику. Унутар овог оквира, тестирање дугорочне коинтеграције своди се на испитивање заједничке статистичке значајности коефицијената који стоје уз варијабле на нивоима с помаком из претходног периода. Сходно томе, поставља се нулта хипотеза која негира постојање дугорочног коинтеграционог односа између посматраних варијабли, док алтернативна хипотеза претпоставља да је барем један од коефицијената различит од нуле, односно да постоји дугорочни коинтеграциони однос:

$$H_0 : \rho = \lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3 = 0$$

$H_1$  : барем један коефицијент различит је од нуле.

Тестирање се изводи рачунањем заједничке  $F$ -статистике, чија се емпиријска вредност упоређује с нестандартним критичним вредностима (Pesaran et al., 2001). Ове табличне вредности дефинисане су кроз доњу границу  $I(0)$  (која претпоставља да су све варијабле стационарне у нивоима) и горњу границу  $I(1)$  (која претпоставља да су све варијабле стационарне у првим диференцама). Уколико израчуната  $F$ -статистика премашује горњу критичну границу  $I(1)$ , нулта хипотеза се одбацује у корист постојања коинтеграције. Уколико се израчуната  $F$ -статистика налази испод доње критичне границе  $I(0)$ , нулта хипотеза се не одбацује и закључује се непостојање коинтеграционог односа, док вредност  $F$ -статистике између две критичне границе налаже да је тест неодређен. Емпиријски резултати граничног теста спроведеног у овом раду систематизовани су у оквиру Табеле 3.

Табела 3. Резултати Песарановог теста граничних вредности

|                                                                       |                                               |                      |                       |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------|-----------------------|
|                                                                       | Вредност                                      |                      |                       |
| Израчуната $F$ -статистика                                            | 4,6572                                        |                      |                       |
| $p$ -вредност линеарне рестрикције                                    | 0,0013***                                     |                      |                       |
| Број независних варијабли ( $k$ )                                     | 3                                             |                      |                       |
| Спецификација модела                                                  | Case III (неограничена константа, без тренда) |                      |                       |
| Критичне вредности ( $Pesaran, Shin \& Smith, 2001 - Case III, k=3$ ) |                                               |                      |                       |
| Ниво значајности ( $\alpha$ )                                         | Доња граница $I(0)$                           | Горња граница $I(1)$ | Исход теста           |
| 0,10                                                                  | 2,72                                          | 3,77                 | Постоји коинтеграција |
| 0,05                                                                  | 3,23                                          | 4,35                 | Постоји коинтеграција |
| 0,01                                                                  | 4,29                                          | 5,61                 | Тест је неодређен     |

Напомена: \*\*\* означава статистичку значајност на нивоу од 1%.

Извор: прорачун аутора на основу података Народне банке Србије и критичних вредности (Pesaran et al., 2001).

Резултати модела показују да израчуната  $F$ -статистика (4,6572) премашује критичну вредност прага  $I(1)$  на стандардном нивоу значајности од 5%, као и на нивоу од 10%. На основу тога, нулта хипотеза се с високим степеном статистичке сигурности одбацује, чиме је доказано да између девизних резерви, монетарног агрегата МЗ, учешћа СДИ у БДП-у и степена динаризиције пласмана постоји снажан, стабилан и економски оправдан дугорочни однос. Изразито ниска  $p$ -вредност линеарне рестрикције додатно математички потврђује стабилност и високу статистичку значајност постављених дугорочних ограничења.

### 3.2. Дугорочна динамика и мултипликатори

Након што је коинтеграција потврђена, следећи корак представља репараметризација модела у форму с корекцијом равнотежне грешке ради анализе краткорочне динамике:

$$\ln(FXR_t) = \beta_0 + \beta_1 \ln(M3_t) + \beta_2 FDI_t + \beta_3 DIN_t + \varepsilon_t$$

где коефицијенти  $\beta_1, \beta_2, \beta_3$  представљају дугорочне еластичности, односно полуеластичности променљивих. Процењени дугорочни коефицијенти, који квантификују утицај независних варијабли на бруто девизне резерве, приказани су у Табели 4.

При анализи процењених дугорочних коефицијената економске равнотеже, кључни стуб детерминације бруто девизних резерви препознаје се кроз монетарни агрегат МЗ. С позитивним коефицијентом од 1,7027, који је статистички високо значајан на највишем нивоу од 1%, овај монетарни агрегат имплицира да је повећање новчане масе за 1% у дугом року праћено растом бруто девизних резерви за приближно 1,70%. Овај налаз је конзистентан са економском логиком режима релативно стабилног

девизног курса динара према еврџ. У условима притисака ка јачању домаће валуте услед прилива капитала, централна банка спроводи нето куповину девиза на међубанкарском девизном тржишту. Овим интервенцијама Народна банка Србије паралелно акумулира девизну активу и генерише динарску ликвидност. На тај начин раст монетарног агрегата М3 праћен је одговарајућим нивоом девизних резерви, што доприноси ублажавању притисака на курс динара.

Табела 4. Преглед дугорочних коинтеграционих коефицијента

|                                                         | Коефицијент | p-вредност |
|---------------------------------------------------------|-------------|------------|
| Дугорочни утицај монетарног агрегата М3 (у %)           | 1,7027      | 0,1294     |
| Дугорочни утицај СДИ (у п.п.)                           | -0,0589     | 0,0010***  |
| Дугорочни утицај степена динаризације пласмана (у п.п.) | -0,0938     | 0,0670*    |

Напомена: \* и \*\*\* означавају статистичку значајност на нивоима од 10% и 1%, респективно.  
Извор: Прорачун аутора на основу података Народне банке Србије.

У непосредној структурној вези с динамиком домаћих монетарних потенцијала налази се процес динаризације, који је у моделу квантификован кроз степен динаризације пласмана одобрених становништву и сектору привреде. Процењени негативни дугорочни коефицијент износи -0,09 и статистички је значајан на нивоу од 10%, што пружа емпиријску потврду оправданости циљева утврђених Стратегијом динаризације, коју Народна банка Србије доследно спроводи. Будући да је променљива динаризације изражена у нивоу као процентуални удео, овај коефицијент репрезентује полуеластичност модела, што јасно имплицира да **свако повећање степена динаризације финансијског система за 1 процентни поен води ка структурном смањењу базне потребе за девизним резервама за приближно 0,09%**. Из угла макроруденцијалне политике, стабилан раст удела динарских кредита у укупним пласманима редукује системску изложеност банкарског сектора валутно индексираним кредитном ризику, односно ризику погоршања солвентности незаштитених дужника услед осцилација девизног курса. Са ублажавањем овог системског ризика, релаксира се и потреба централне банке за акумулацијом високих, превентивних девизних средстава (*Jeanne & Rancière, 2006*) која се издвајају путем инструмента обавезне резерве пословних банака. На тај начин, виши степен дугорочне динаризације олакшава Народној банци Србије оптимизацију билансне активе и смањује опортунитетне трошкове држања прекомерних девизних резерви.

Насупрот монетарним каналима, дугорочни утицај СДИ испољава се кроз специфичне и умерене структурне притиске, чији коинтеграциони коефицијент износи -0,06, али није статистички значајан на конвенционалним нивоима значајности. Будући да се на основу одсуства статистичке значајности оцењени коефицијент не може поуздано разликовати од нуле, из ових резултата не могу се изводити потврђени закључци о дугорочном утицају СДИ на ниво девизних резерви. У економетријској пракси, тумачење економског значаја предзнака и коефицијента параметра који није статистички значајан нема емпиријско упориште, те се овај фактор у оквиру дате спецификације не може третираати као статистички релевантна дугорочна детерминанта девизних резерви.

### 3.3. Краткорочна динамика и модел с корекцијом равнотежне грешке

Да би се испитала краткорочна прилагођавања и оперативне реакције монетарног система на месечном нивоу, модел се трансформише у свој финални рестриктивни облик с корекцијом равнотежне грешке увођењем помакнутог члана за исправку грешке ( $ECT_{t-1}$ ).

$$\Delta \ln(FXR_t) = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \gamma_i \Delta \ln(FXR_{t-i}) + \sum_{j=0}^{q_1} \delta_j \Delta \ln(M3_{t-j}) + \sum_{k=0}^{q_2} \phi_k \Delta FDI_{t-k} + \sum_{m=0}^{q_3} \psi_m \Delta DIN_{t-m} + \theta ECT_{t-1} + \varepsilon_t$$

где делта представља оператор прве диференце, а  $ECT_{t-1}$  означава члан за исправку грешке, дефинисан као (Pesaran, Shin & Smith, 2001):

$$ECT_{t-1} = \ln(FXR_{t-1}) - (\beta_0 + \beta_1 \ln(M3_{t-1}) + \beta_2 FDI_{t-1} + \beta_3 DIN_{t-1})$$

Овај члан квантификује одступање зависне променљиве од дугорочне равнотежне путање утврђене у претходном периоду. Оцењивањем модела краткорочне динамике методом обичних најмањих квадрата, добијени резултати краткорочне динамике систематизовани су у Табели 5.

Табела 5. Преглед краткорочних коинтеграционих коефицијента

|                                               | Коефицијент | p-вредност |
|-----------------------------------------------|-------------|------------|
| Члан за исправку грешке                       | -0,033      | 0,0000***  |
| Месечна промена монетарног агрегата М3        | 0,681       | 0,0000***  |
| Месечна промена страних директних инвестиција | -0,001      | 0,312      |
| Месечна промена степена динаризације пласмана | -0,014      | 0,002***   |

Напомена: \*\*\* означава статистичку значајност на нивоу од 1%.

Извор: прорачун аутора на основу података Народне банке Србије.

Преласком на анализу текуће краткорочне динамике у оквиру модела с корекцијом равнотежне грешке, кључни емпиријски показатељ динамичке стабилности финансијског система проналази се у члану за корекцију грешке. Оцењени коефицијент уз  $ECT_{t-1}$  износи -0,0331, поседује теоријски конзистентан, строго негативан предзнак и статистички је високо значајан на нивоу од 1%. Овај резултат пружа недвосмислен емпиријски доказ о постојању функционалног самокоригујућег механизма у финансијском систему Републике Србије (Banerjee et al., 1998). У месечном интервалу 3,31% одступања бруто девизних резерви од њихове дугорочне равнотежне путање (изазваних изненадним спољним шокovima, геополитичким тензијама или спекулативним притисцима) системски се неутралише у дугом року. Овако умерена брзина прилагођавања упућује на то да систем поседује капацитет постепеног апсорбовања шокова, што је у економској литератури често повезано с концептима превентивног држања девизних резерви ради заштите од дугорочних макроекономских поремећаја (Jeanne & Rancière, 2006). Иако се искључиво на основу статистичких

својстава члана за корекцију грешке не могу доносити дефинитивни закључци о монетарним интервенцијама на девизном тржишту, овакав параметар конвергенције указује на одсуство наглих, процикличних пражњења девизних резерви, те пре свега одсликава стабилну и контролисану динамику повратка у дугорочну равнотежу.

У контексту текућих месечних промена, краткорочни утицај монетарног агрегата МЗ износи 0,6811 и одликује се високом статистичком значајности. На месечном нивоу, овај коефицијент директно рефлектује специфичан канал креирања домаће ликвидности у оквиру режима релативно стабилног девизног курса. На месечном нивоу, овај коефицијент директно рефлектује примарни канал емисије домаће ликвидности у оквиру руковођено пливајућег режима девизног курса. Када на међубанкарском девизном тржишту дође до нето прилива девиза (по основу извоза, дознака или иностраног капитала), настају притисци ка краткорочној апresiasi домаће валуте. Ради очувања стабилности курса и ценовне конкурентности, Народна банка Србије ступа на девизно тржиште као нето купац девиза. Путем ових оперативних интервенција централна банка преузима девизна средства и директно увећава бруто девизне резерве, уз истовремено емитовање примарне динарске ликвидности у банкарски систем, што условљава паралелни раст монетарног агрегата МЗ. Сходно томе, **за сваки проценат раста монетарног агрегата МЗ, бруто девизне резерве у истом месецу бележе просечан раст од 0,68%**, што пружа емпиријски доказ да је краткорочно креирање новчане масе у потпуности покривено акумулацијом девизне активе.

Насупрот монетарним кретањима, краткорочна динамика степена динаризације пласмана остварује статистички значајан негативан утицај на месечне промене бруто девизних резерви, са оцењеним коефицијентом од  $-0,0142$ . Будући да је варијабла динаризације дефинисана у процентима, овај коефицијент репрезентује полуеластичност модела, што значи да **повећање степена динаризације пласмана за 1 процентни поен у текућем месецу доводи до просечног краткорочног смањења бруто девизних резерви за 1,42%**. Наведени налаз прецизно квантификује оперативне ефекте тактичког реструктурирања биланса пословних банака и њихове краткорочне интеракције с централном банком. У условима интензивирања тражње за динарским кредитима, пословне банке прилагођавају своју ликвидну позицију ослобађањем девизне обавезне резерве код Народне банке Србије (која се депонује на девизне изворе финансирања), како би ослободиле активни кредитни потенцијал у домаћој валути. Посматрано из угла системске стабилности, овај краткорочни пад бруто девизних резерви не представља дестабилизујући фактор, већ очекивани секундарни ефекат унутар оперативног оквира који је подређен остварењу вишег стратешког циља, односно стабилне динаризације домаћег финансијског система.

Коначно, краткорочне промене СДИ, с процењеним коефицијентом од  $-0,001$ , статистички нису значајне на свим конвенционалним нивоима значајности. Овај резултат имплицира важну макроекономску поруку да текуће месечне осцилације и краткорочни информациони шумови у почетним фазама прилива СДИ не захтевају оперативне интервенције на девизном тржишту. Процес имплементације страног капитала одликује се израженим временским помаком и фазном реализацијом, будући

да унета девизна средства у почетку остају депонована на девизним рачунима предузећа код пословних банака, те се тек постепено, кроз касније увозне трансакције, набавку капиталне опреме и међународни платни промет, одражавају на званичне девизне резерве. Одсуство краткорочне статистичке значајности потврђује да СДИ делују преко одложеног трансмисионог канала и пружа значајан маневарски простор Народној банци Србије да своје оперативне акције планира стратешки и дугорочно, без потребе за *ad hoc* реакцијама на бази месечних волатилности.

#### 4. Испитивање структуралне стабилности параметара

Један од најчешћих методолошких изазова при економетријском моделирању макроекономских временских серија у дугом временском периоду јесте потенцијално присуство структурних ломова (*Zivot & Andrews, 1992*). С обзиром на то да посматрани узорак обухвата период дужи од 17 година, историјски хоризонт је обележен изразитим глобалним и домаћим економским шоковима. Овај период карактеришу светска финансијска криза, снажне унутрашње фискалне реформе и консолидација, пандемија изазвана вирусом корона, као и енергетски шокови праћени инфлаторним притисцима (*Krugman, Obstfeld & Melitz, 2012*). Уколико би се показало да су оцењени коефицијенти динамичког *ARDL* модела нестабилни и да значајно варирају кроз време, сви изведени закључци и препоруке изгубили би научни кредибилитет и практичну примену у процесу формулисања економске политике.

Како би се ова сумња отклонила и испитала робусност резултата, спроведена су два комплементарна теста структурне стабилности заснована на рекурзивним резидуалима регресије: *CUSUM* (*Cumulative Sum*) тест и *CUSUM Squares* (*Cumulative Sum of Squares*) тест (*Brown, Durbin & Evans, 1975*). *CUSUM* тест се примарно фокусира на детекцију постепених, систематских промена у параметрима (нарочито у константи модела), док је *CUSUM Squares* тест изразито осетљив на изненадне, оштре структурне ломове који погађају условну варијансу случајне грешке.

Математички, *CUSUM* статистика се конструише као кумулативна сума рекурзивних резидуала стандардизованих у односу на процењену стандардну девијацију модела:

$$W_t = \frac{1}{\hat{\sigma}_w} \sum_{r=k+1}^t \omega_r, \quad t = k + 1, \dots, T$$

где  $\omega_r$  представља рекурзивни резидуал у тренутку  $r$  (заснован на оцени модела до тренутка  $r - 1$ ), док је  $\hat{\sigma}_w$  процењена стандардна девијација резидуала на целом узорку, израчуната као:

$$\hat{\sigma} = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^T (\omega_t - \bar{\omega})^2}{T - k - 1}}$$

Стабилност параметара модела статистички се и визуелно потврђује уколико се емпиријска линија кумулативне суме  $W_t$  у целокупном посматраном временском

хоризонту креће унутар строго дефинисаног критичног коридора на нивоу статистичке значајности од 5%. Критичне границе се линеарно развијају кроз време према методологији *Brown, Durbin и Evans* (1975) и симетрично су дефинисане као:

$$\pm \left[ a \cdot \sqrt{T-k} + \frac{2 \cdot a \cdot (t-k)}{\sqrt{T-k}} \right]$$

где параметар  $a = 0,948$  представља критичну вредност која одговара нивоу значајности од 5%.

У случају *CUSUM Squares* теста, тест-статистика  $S_t$  заснива се на кумулативним квадратима рекурзивних резидуала и математички се дефинише као:

$$S_t = \frac{\sum_{j=k+1}^t \omega_j^2}{\sum_{j=k+1}^T \omega_j^2}, \quad t = k+1, \dots, T$$

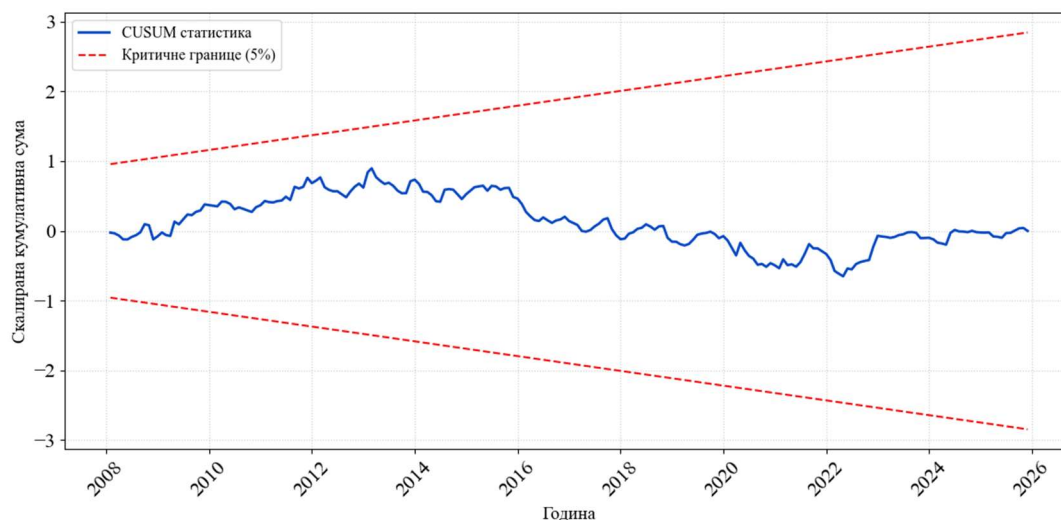
Критичне границе за  $S_t$  статистику дефинисане су као паралелни коридор око очекиване средње вредности:  $E(S_t) = \frac{t-k}{T-k}$  у форми  $E(S_t) \pm c_{0,05}$ , где критична вредност  $c_{0,05}$  за ниво значајности од 5% износи:  $c_{0,05} = \frac{1,358}{\sqrt{T-k}}$ .

**Емпиријски резултати *CUSUM* теста недвосмислено потврђују високу методолошку стабилност оцењеног модела.** Тест је генерисао високу емпиријску  $p$ -вредност од 0,4025, чиме се нулта хипотеза  $H_0$  о структурној стабилности параметара не може одбацити ни на једном стандардном нивоу значајности.

Максимална амплитуда динамичког одступања евидентирана је у марту 2013. године. У овој тачки, скалирана максимална *CUSUM* вредност износи 0,8405, што је знатно испод тадашње дозвољене критичне границе, која је износила  $\pm 1,4948$ . Овај резултат указује на то да регистровано одступање не представља структурни лом параметара модела. Забележена максимална амплитуда економетријски је потпуно валидна и рефлектује кратак транзициони период консолидације домаћег девизног тржишта након имплементације новог оквира за вођење монетарне политике и стабилизације девизног курса у другој половини 2012. године. Управо у том периоду постављени су темељи новог, проактивног режима девизних интервенција, који су омогућили амортизовање екстерних потреса и смирили волатилност домаћег финансијског тржишта. Као што се види на Графикону 1, линија кумулативне суме ни у једној тачки посматраног узорка не напушта симетрични интервал поверења.

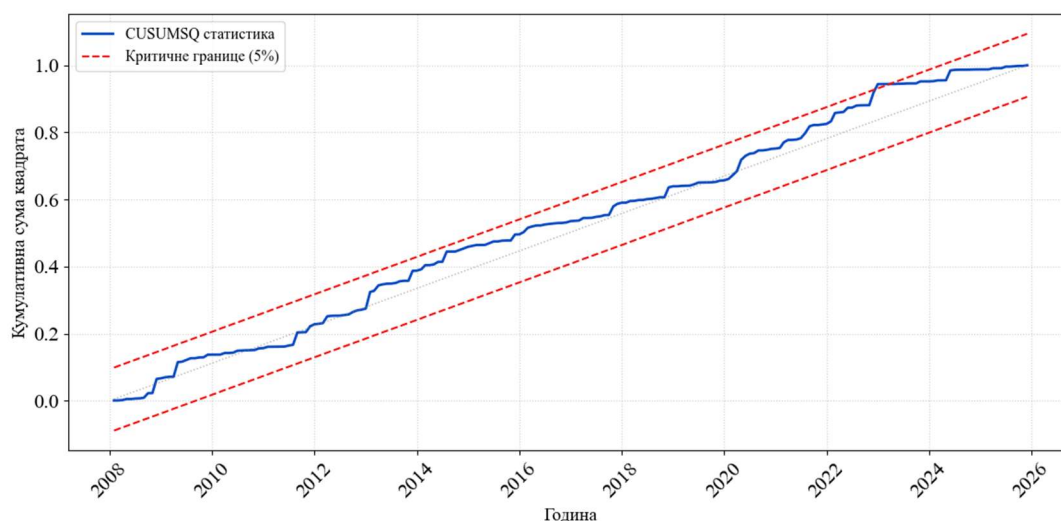
С друге стране, резултати *CUSUM Squares* теста (Графикон 2) пружају детаљнији увид у динамику условне варијансе резидуала. Израчунато максимално одступање кумулативне суме квадрата резидуала од теоријске путање износи 0,1066, што благо премашује критични праг од  $\pm 0,0939$  на нивоу значајности од 5%. Овај скок евидентиран је у јануару 2023. године, када је емпиријска линија  $S_t$  статистике накратко искорачила изнад горње критичне границе.

Графикон 1. Кумулативна сума рекурзивних резидуала



Извор: прорачун аутора на основу података Народне банке Србије.

Графикон 2. Кумулативна сума квадрата рекурзивних резидуала



Извор: прорачун аутора на основу података Народне банке Србије.

Поменуто привремено повећање варијабилности резидуала економетријски је потпуно оправдано и директно рефлектује кумулативни ефекат снажних егзогених шокова с почетка 2023. године. У том периоду забележен је врхунац преливања светске енергетске кризе, рекордне увезене инфлације у Европи и интензивног деловања Народне банке Србије на девизном тржишту ради очувања релативне стабилности домаће валуте. Важно је истаћи да се након краткотрајног пика *CUSUM Squares* статистика већ током 2024. године у потпуности вратила унутар дозвољеног интервала поверења, што потврђује да није дошло до трајног погоршања системских ризика.

Синтезом резултата оба спроведена теста долази се до кључног методолошког закључка. Пошто *CUSUM* тест потврђује да су сви коефицијенти модела структурно стабилни кроз време, а *CUSUM Squares* тест показује брзу амортизацију и повратак

варијансе у контролни коридор након краткотрајног екстерног шока, оцењени *ARDL* модел поседује високу аналитичку робусност. Резултати пружају снажан емпиријски доказ да су монетарна политика Народне банке Србије и Стратегија динаризации финансијског система биле конзистентне, а дугорочни односи између бруто девизних резерви, монетарног агрегата  $M3$ , СДИ и степена динаризации пласмана изразито отпорни на геополитичке и макроекономске шокове.

## 5. Нелинеарни *ARDL* (*NARDL*) модел и асиметрични ефекти стратегије динаризации

Традиционални линеарни економетријски модели почивају на ригидној и често нереалној претпоставци да економске варијабле реагују симетрично. То би значило да ће шокови истог интензитета, а супротног предзнака (позитивни и негативни) произвести ефекте идентичне јачине. Међутим, у реалном свету финансијских тржишта, понашање економских агената је под снажним утицајем психолошких фактора, аверзије према ризику и институционалних асиметрија. Како би се ова ограничења линеарних модела превазишла и реалније моделирала динамика српског финансијског система, у истраживање се уводи **нелинеарни *ARDL* (*NARDL*) модел**, који су развили аутори *Shin, Yu & Greenwood-Nimmo* (2014). Примарни фокус овог модела усмерен је на испитивање потенцијалног присуства асиметричног одговора бруто девизних резерви на позитивне и негативне промене у степену динаризации пласмана, као и у монетарном агрегату  $M3$ .

У ту сврху, укупан степен динаризации пласмана ( $DIN_t$ ) и новчана маса најширег обухвата ( $M3_t$ ) декомпоновани су на две одвојене кумулативне парцијалне суме које изоловано прате позитивне и негативне шокове. За варијаблу динаризации, декомпозиција се формално записује као:

$$DIN_t = DIN_0 + DIN_t^+ + DIN_t^-$$

где  $DIN_0$  означава полазну вредност серије на почетку посматраног периода која се у економетријској процени апсорбује у оквиру константног члана модела, док су  $DIN_t^+$  и  $DIN_t^-$  кумулативне суме позитивних (раст динаризации и јачање поверења у домаћу валуту) и негативних промена (пад динаризации, односно повратак евроизацији услед раста перцепције ризика):

$$DIN_t^+ = \sum_{i=1}^t \Delta DIN_i^+ = \sum_{i=1}^t \max(\Delta DIN_i, 0)$$

$$DIN_t^- = \sum_{i=1}^t \Delta DIN_i^- = \sum_{i=1}^t \min(\Delta DIN_i, 0)$$

На исти начин, укупна новчана маса најширег обухвата ( $M3_t$ ) се у оквиру нелинеарне спецификације декомпонује преко следеће једначине:

$$\ln(M3_t) = \ln(M3_0) + \ln(M3_t^+) + \ln(M3_t^-)$$

где  $\ln(M3_0)$  представља полазну логаритамску вредност серије на почетку посматраног периода која се у економетријској процени апсорбује у оквиру константног члана модела, док су  $\ln(M3_t^+)$  и  $\ln(M3_t^-)$  кумулативне суме позитивних (монетарна експанзија и раст ликвидности у систему) и негативних промена (монетарна рестрикција и повлачење динарске ликвидности):

$$\ln(M3_t^+) = \sum_{i=1}^t \Delta \ln M3_i^+ = \sum_{i=1}^t \max(\Delta \ln(M3_i), 0)$$

$$\ln(M3_t^-) = \sum_{i=1}^t \Delta \ln M3_i^- = \sum_{i=1}^t \min(\Delta \ln(M3_i), 0)$$

Укључивањем ових декомпонованих низова, коначна регресиона спецификација асиметричног *NARDL* модела добија следећи структурни облик:

$$\Delta \ln(FXR_t) = c + \gamma \ln(FXR_{t-1}) + \beta_{FDI} FDI_{t-1} + \alpha^+ \ln(M3_{t-1}^+) + \alpha^- \ln(M3_{t-1}^-) + \beta^+ DIN_{t-1}^+ + \beta^- DIN_{t-1}^- + \sum_{i=1}^p \phi_i \Delta \ln(FXR_{t-i}) + \varepsilon_t$$

Табела 6. Емпиријски резултати процене асиметричног *NARDL* модела

|                                                                               | Коефицијент | <i>p</i> -вредност |
|-------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------|
| Константа                                                                     | 0,523       | 0,027**            |
| Бруто девизне резерве помакнуте један период уназад                           | 0,941       | 0,000***           |
| СДИ као учешће у БДП-у помакнуте један период уназад                          | -0,001      | 0,024**            |
| Кумулативни позитивни шок монетарног агрегата М3 помакнут један период уназад | 0,106       | 0,017**            |
| Кумулативни негативни шок монетарног агрегата М3 помакнут један период уназад | 0,098       | 0,458              |
| Кумулативни позитивни шок динаризације пласмана помакнут један период уназад  | -0,004      | 0,047**            |
| Кумулативни негативни шок динаризације пласмана помакнут један период уназад  | -0,002      | 0,462              |

Напомена: \*\* и \*\*\* означавају статистичку значајност на нивоима од 5% и 1%, респективно.

Извор: прорачун аутора на основу података Народне банке Србије.

Модел је оптимизован према *BIC* критеријуму и оцењен методом обичних најмањих квадрата. Његови емпиријски параметри и пратеће статистике значајности детаљно су представљени у Табели 6.

Како би се израчунале стварне дугорочне еластичности позитивних и негативних шокова на бруто девизне резерве, извршена је нормализација оцењених коефицијената помакнутих нивоа с паром помакнуте зависне варијабле. Најпре се дефинише брзина прилагођавања модела ка равнотежи ( $\theta = \gamma_1 - 1 = -0,0591$ ). Формула за израчунавање дугорочних асиметричних мултипликатора гласи:

$$\delta^+ = -\frac{\beta^+}{\theta}, \quad \delta^- = -\frac{\beta^-}{\theta}$$

Применом ове математичке формуле на оцењене вредности из Табеле 6 добијају се следећи дугорочни ефекти:

- Дугорочни ефекат раста МЗ ( $\delta_{M3}^+$ ):  $0,1063/0,0591 = 1,799$
- Дугорочни ефекат пада МЗ ( $\delta_{M3}^-$ ):  $0,0978/0,0591 = 1,655$
- Дугорочни ефекат раста динаризации ( $\delta_{DIN}^+$ ):  $-0,0036/0,0591 = -0,061$
- Дугорочни ефекат пада динаризации ( $\delta_{DIN}^-$ ):  $-0,0020/0,0591 = -0,034$

Како би се утврдило да ли су уочене разлике између позитивних и негативних мултипликатора статистички значајне (односно да ли постоји формална дугорочна асиметрија), спроведен је **Валдов (Wald) тест линеарних рестрикција**. Тестиране су две одвојене нулте хипотезе о потпуној једнакости дугорочних ефеката:

1. **За монетарни агрегат МЗ ( $H_0: \alpha^+ = \alpha^-$ ):**

- Емпиријска вредност Валдове  $F$ -статистике: **0,0042**
- Припадајућа вредност значајности ( $p$ -вредност  $> F$ -статистике): **0,9486**
- С обзиром на високу  $p$ -вредност, нулта хипотеза о једнакости коефицијената се не одбацује. Дугорочни утицај монетарног агрегата МЗ на бруто девизне резерве посматрано кроз формални Валдов тест јесте симетричан.

2. **За степен динаризации пласмана ( $H_0: \beta^+ = \beta^-$ ):**

- Емпиријска вредност Валдове  $F$ -статистике: **0,2648**
- Припадајућа вредност значајности ( $p$ -вредност  $> F$ -статистике): **0,6074**
- Нулта хипотеза о једнакости коефицијената не може се одбацити на стандардним нивоима значајности. Посматрано кроз строги статистички тест, ефекти промене степена динаризации понашају се симетрично на дуги рок.

Међутим, иако Валдов тест у чисто математичком смислу једнакости оцена не одбацује нулту хипотезу о симетрији мултипликатора, економска логика и статистичка значајност оцењених параметара из Табеле 6 откривају суштинску асиметрију у значајности трансмисије:

- **Канал монетарног агрегата МЗ:** Раст новчане масе генерише дугорочни мултипликатор од **1,799** који је статистички значајан на нивоу од 5% ( $p = 0,017$ ). Овај резултат потврђује да системска експанзија ликвидности и економске активности природно води ка кумулативном растеређењу и јачању девизне активне централне банке нето куповином девиза. Насупрот томе, пад монетарног агрегата МЗ има дугорочни коефицијент од **1,659**, али он није статистички значајан ( $p = 0,456$ ). **Оваква диспропорција у статистичкој значајности јасно указује на то да су бруто девизне резерве Народне банке Србије у условима**

**успешног спровођења монетарне политике у већој мери изоловане од негативних шокова домаће монетарне ликвидности.**

- **Канал динаризации пласмана одобрених сектору становништва и привреди:** Повећање степена динаризации остварује статистички значајан дугорочни ефекат од  $-0,061$  ( $p = 0,047$ ), што потврђује структурно ослобађање девизне aktive. Системски раст учешћа динарских кредита смањује девизну изложеност и структурни ризик банака, чиме се смањује и потреба за превентивним издвајањем високог нивоа обавезне девизне резерве. Насупрот томе, смањење степена динаризации с коефицијентом од  $-0,034$  није статистички значајан ( $p = 0,462$ ), што доказује да **епизоде краткорочног пада динаризации не изазивају трајне нити значајне последице по ниво девизних резерви Народне банке Србије.**

## 6. Моделирање условне волатилности

Свеобухватна оцена стабилности и отпорности домаћег финансијског система захтева, поред анализе нивоа, и прецизно моделовање профила ризика, односно динамике условне волатилности девизних резерви (Danielsson, 2011). Пре спецификације нелинеарних модела условне волатилности, извршена је дијагностичка провера резидуала базне регресије. Тестирање нормалности расподеле случајне грешке изведено је применом Жарк–Бераровог (*Jarque-Bera* – *JB*) теста (Jarque & Bera, 1987), који истовремено користи информације о асиметрији и спљоштености расподеле како би испитао нулту хипотезу да резидуали имају нормалну расподелу, а чији су резултати:

- **Жарк–Берарова статистика (*JB*):** 24,4445 (уз пратећу  $p$ -вредност од 0,000)
- **Коефицијент асиметрије (*Skewness*):** 0,4813 (позитивна асиметрија)
- **Коефицијент спљоштености (*Kurtosis*):** 4,3425

Екстремно ниска  $p$ -вредност Жарк–Бераровог теста (0,000) имплицира да се нулта хипотеза о нормалној расподели резидуала изричито одбацује на свим нивоима статистичке значајности. Добијена вредност коефицијента асиметрије од 0,4813 указује на десну асиметрију (*right-skewness*) дистрибуције, док вредност коефицијента спљоштености од 4,3425 ( $>3$ ) јасно сигнализира издужену расподелу, односно изражено присуство „тежих репова” (*fat-tailed distribution*), односно увећану вероватноћу појаве екстремних одступања у односу на стандардну Гаусову дистрибуцију (Coles, 2001; McNeil & Frey, 2000).

Ипак, са становишта статистичког закључивања, важно је нагласити да, с обзиром на релативно велики узорак ( $N = 216$ ), централна гранична теорема гарантује непристрасност и асимптотску валидност оцењивања методом најмањих квадрата. Према томе, одсуство стриктне нормалности не нарушава статистичко извођење закључака, нити угрожава поузданост процењених дугорочних и краткорочних *ARDL* коефицијената. Резидуали и даље показују снажну акумулацију око нулте вредности и добро су дисперзовани дуж репова дистрибуције (Verbeek, 2017). Међутим, иако одсуство нормалне расподеле не поништава валидност оцена нивоа у *ARDL* моделу,

присутна издуженост расподеле и временски променљива дисперзија унутар репова отварају дијагностичку сумњу да резидуали потенцијално могу испољавати карактеристике условне хетероскедастичности уз груписање волатилности (*volatility clustering*).

Као адекватан методолошки оквир за моделовање условне варијансе, у раду се прелази на напредно **нелинеарно моделовање условне волатилности кроз спецификацију *GARCH(1,1)* модела с претпоставком о Студентовој *t*-дистрибуцији** (Danielsson, 2011). Овакав приступ истовремено оптимизује једначину средње вредности и једначину условне варијансе, користећи стандардизовану Студентову *t*-распodelу случајних грешака управо с циљем да се карактеристични „тежи репови” макроекономских серија математички апсорбују и прецизно квантификују.

**Једначина средње вредности (*Mean Equation*):**

$$\ln(FXR_t) = \mu_t + \varepsilon_t$$

где стохастички поремећај  $\varepsilon_t$  прати стандардизовану Студентову расподелу са  $\nu$  степени слобode:  $\varepsilon_t = \sigma_t \cdot z_t$ ,  $z_t \sim t_\nu(0,1,\nu)$

**Једначина условне варијансе (*Conditional Variance Equation*):**  $\sigma_t^2 = \omega + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2$

где параметар  $\omega$  дефинише константну компоненту варијансе, *ARCH* параметар ( $\alpha_1$ ) мери реакцију волатилности на текуће краткорочне шокове, док *GARCH* параметар ( $\beta_1$ ) квантификује степен перзистентности условне волатилности из претходних периода. Параметри су процењени методом максималне веродостојности (*Maximum Likelihood Estimation – MLE*), а резултати су систематизовани у Табели 7.

Табела 7. Оцене параметара *Student-t GARCH(1,1)* модела

|                            | Коефицијент | <i>p</i> -вредност |
|----------------------------|-------------|--------------------|
| Константа                  | 0,000       | 0,440              |
| <i>ARCH</i> утицај         | 0,0603      | 0,491              |
| <i>GARCH</i> утицај        | 0,4264      | 0,570              |
| Студентов параметар облика | 3,8627      | 0,000***           |

\* Напомена: \*\*\* означава статистичку значајност на нивоу од 1%.

Извор: прорачун аутора на основу података Народне банке Србије.

Процењени *ARCH* параметар ( $\alpha_1 = 0,0603$ ) и *GARCH* параметар ( $\beta_1 = 0,4264$ ) нису статистички значајни на свим конвенционалним нивоима значајности. Овакав емпиријски исход показује да се потенцијална дијагностичка сумња на груписање волатилности није потврдила у финалном моделу, односно да у резидуалима не постоји значајно временско нагомилавање ризика, нити ауторегресионо преливање волатилности кроз време. С макроекономског аспекта, ово потврђује да проактивне интервенције Народне банке Србије успешно неутралишу преношење краткорочних шокова волатилности кроз време.

За разлику од коефицијената варијансе, Студентов параметар облика ( $\nu = 3,8627$ ) показује изузетно високу статистичку значајност. Овако ниска вредност броја степени

слободе ( $\nu < 5$ ) формално верификује да су резидуали оптерећени израженим тежим реповима, чиме се у потпуности оправдава спецификација Студентове  $t$ -расподеле. Овај налаз пружа кључан методолошки увид да одступање од нормалне расподеле идентификовано Жарк–Бераровим тестом није последица временски променљиве условне волатилности, већ присуства ретких, али снажних економских шокова у реповима дистрибуције, које је специфицирани модел у потпуности обухватио кроз Студентову  $t$ -расподелу.

Иако збир тачкастих оцена  $ARCH$  и  $GARCH$  коефицијената износи 0,4867, што математички задовољава услов коваријационе стационарности ( $\alpha_1 + \beta_1 < 1$ ), одсуство статистичке значајности појединачних параметара онемогућава да условна варијанса поседује особину снажног повратка ка сопственој дугорочној средњој вредности (*mean-reverting property*). Прецизније речено, условна варијанса девизних резерви понаша се као стабилна, суштински константна безусловна варијанса са израженим Студентовим реповима, без ауторегресионог нагомилавања шокова волатилности кроз време. С макроекономског аспекта и из угла носилаца монетарне политике, добијени резултати пружају снажну потврду структурне стабилности домаћег финансијског система.

**Одсуство статистички значајних  $ARCH$  и  $GARCH$  ефеката доказује да кретање бруто девизних резерви Народне банке Србије није изложено дуготрајној волатилности, нити системском нагомилавању ризика.** Благовременим и одмереним интервенцијама на међубанкарском девизном тржишту, централна банка ефикасно стерилише екстерне поремећаје, омогућавајући да се сви иницијални шокови брзо апсорбују, чиме се дугорочно чува стабилност девизног курса и укупна макрофинансијска стабилност.

## **7. Макроекономско стрес-тестирање и квантификација ризика од екстремних догађаја**

### **7.1. Конструкција стрес-сценарија и методолошки оквир Монте Карло симулација**

Иако претходно специфицирани и оцењени линеарни и нелинеарни  $ARDL$  модели пружају емпиријски конзистентан увид у дугорочне коинтеграционе односе и краткорочну динамику детерминанти девизних резерви, њихов пројекциони капацитет је структурно ограничен у условима екстремних макроекономских поремећаја. Класични линеарни модели постављени су на претпоставци о симетричности шокова и нормалној расподели случајних грешака, што их *a priori* чини неадекватним за моделовање нелинеарних системских кризних периода. У реалном економском окружењу, расподела екстремних одлива девизних резерви показује изражену асиметрију и издуженост расподеле. С обзиром на то да је претходна емпиријска анализа резидуала примарне  $ARDL$  спецификације потврдила снажно присуство „тежих репова” (*fat tails*) и високу вредност Жарк-Берарове (*Jarque-Bera*) статистике, институционални стандард у анализи системских ризика захтева напуштање

претпоставке о нормалности и имплементацију концептуалног оквира Теорије екстремних вредности (*Extreme Value Theory – EVT*) (Coles, 2001).

У том контексту, у овом раду се развија условни систем предвиђања који методолошки интегрише три комплементарна економетријска сегмента у оквиру тзв. *Conditional EVT* приступа (McNeil and Frey, 2000):

1. **ARDL(1,1,1,0) модел условног просека**, који филтрира детерминистичке трендове, временску међузависност и дугорочне структурне утицаје макроекономских варијабли на ниво бруто девизних резерви;
2. **GARCH(1,1) модел условне волатилности са Студентовом  $t$ -располом**, који динамички филтрира временски променљиву волатилност и обезбеђује стандардизацију резидуала;
3. **Генерализовану дистрибуцију екстремних вредности (*Generalized Extreme Value – GEV*) Фрешеовог (*Fréchet*) типа**, која се примењује на стандардизоване резидуале како би се извршила асимптотска апроксимација понашања левог репа расподеле, односно квантификација најтежих системских ризика.

Хоризонт предвиђања је постављен на динамички период од дванаест месеци, закључно са децембром 2026. године. Као референтну полазну тачку модел користи крај анализираног узорка, односно децембар 2025. године, при чему је почетни ниво бруто девизних резерви дефинисан на нивоу од 29.008,30 милиона евра.

Како би се генерисала комплетна емпиријска густина расподеле будућих стања девизних резерви и елиминисала статистичка грешка карактеристична за мале узорке у граничним реповима, алгоритам је извршен кроз 15.000 независних стохастичких Монте Карло симулација. Увођење овако високог броја итерација представља кључну методолошку прекретницу у раду из два разлога:

- **Прво**, оно омогућава асимптотску конвергенцију параметара *GEV* дистрибуције у најкритичнијим доменима (изнад 95. и 99. перцентила), чиме се стандардна грешка процењених индикатора девизних резерви под ризиком (*FX Reserve-at-Risk – FX RaR*) своди на статистички занемарљив ниво.
- **Друго**, тиме се обезбеђује потпуна неосетљивост резултата на случајне флукуације стохастичког процеса, што пружа методолошки утемељену и поуздану основу за доношење одлука у домену очувања макрофинансијске стабилности.

Системски шок је конструисан као кохерентни сценарио истовременог испољавања три независна, али економски повезана канала трансмисије који заједнички врше системски шок на ликвидност централне банке:

- **Монетарни канал (експанзија домаће ликвидности)**: У оквиру овог канала моделује се континуирани и релативно агресиван раст монетарног агрегата М3 по фиксној стопи од 1,2% на месечном нивоу (што кумулативно представља годишњу монетарну експанзију од преко 15,3%). У складу с теоријом портфолио баланса и монетарним приступом девизном курсу (Krugman, Obstfeld & Melitz, 2012), континуирано генерисање вишка динарске ликвидности

превазилази реалну тражњу за новцем дефинисану привредном активношћу. У условима повећане макроекономске неизвесности, економски актери настоје да оптимизују структуру своје финансијске активе. Како би заштитили куповну моћ капитала од потенцијалних инфлаторних притисака, они започињу процес валутне супституције, преусмеравајући вишак динарских средстава у куповину стране валуте. Оваква реалокација портфолија ствара директан притисак на међубанкарско девизно тржиште кроз нагли пораст тражње за девизама. Да би спречила депрецијацију домаће валуте и очувала релативну стабилност девизног курса као сидра инфлационих очекивања, Народна банка Србије реактивно делује као нето продавац девиза. Девизним интервенцијама централна банка апсорбује вишак динарске ликвидности, али то директно узрокује одлив бруто девизних резерви.

- **Екстерни канал (шок платног биланса):** У оквиру овог канала моделује се екстремни негативни шок кроз феномен „изненадног прекида прилива капитала” (*Calvo*, 1998). Наведени сценарио подразумева изненадни и потпуни прекид нето прилива СДИ, при чему се њихова вредност током читавог пројекционог хоризонта од дванаест месеци поставља на нулу, уз могућност благо негативних нето вредности услед репатријације капитала. Са економског аспекта, СДИ представљају кључни прилив за покриће дефицита текућег рачуна платног биланса, при чему оне, поред власничких компоненти, у свом саставу делом обухватају и дужничке инструменте, попут међукомпанијских кредита. Њихов изненадни изостанак онемогућава конвенционално финансирање дефицита спољнотрговинске размене. Будући да тражња за девизама ради подмирења увоза робе и услуга и сервисирања иностраних обавеза остаје висока, а прилив девизног капитала по основу СДИ пресушује, на међубанкарском девизном тржишту долази до оштрог јаза финансирања и значајног сужавања понуде девизне ликвидности. Настали дефицит девизних средстава директно се прелива на централну банку, која је принуђена да компензује недостајући инострани капитал континуираном продајом девиза из девизних резерви како би одржала редовно подмирење међународних обавеза земље и спречила неконтролисане поремећаје на девизном тржишту.
- **Канал системске стабилности (валутна супституција у банкарском сектору):** У оквиру овог канала квантификује се утицај интензивног системског поремећаја кроз континуирани пад степена динаризације укупних пласмана по стопи од 0,50 процентних поена месечно (што кумулативно представља смањење од 6,0 процентних поена на годишњем нивоу). Овај тренд рефлектује нагли пораст перцепције системског ризика и нарушавање поверења тржишних учесника у домаћу валуту, што изазива процес поновне евроизације биланса банкарског сектора. Приликом масовног преливања динарских депозита у девизне, пословне банке су суочене са озбиљним неусклађеностима у валутној структури својих извора и пласмана. Да би одржале регулаторне минимуме нето отворене девизне позиције и задовољиле повећане захтеве за девизном ликвидношћу, пословне банке повлаче девизна средства са својих клириншких и издвојених рачуна код централне банке, односно конвертују вишак динарских

резерви у девизну активу. Овакав структурни заокрет целокупног банкарског сектора ка страниј валути ствара додатни притисак на примарну ликвидност Народне банке Србије, узрокујући директан и брз одлив средстава из девизних резерви.

Математичка реализација стохастичке симулације спроводи се рекурзивно кроз време за хоризонт од дванаест месеци унапред. У сваком појединачном кораку, унутар сваке од 15.000 итерација, генерише се стохастички прираст из претходно процењене *GEV* дистрибуције. Тај асиметрични шок се затим скалира тренутном вредношћу условне волатилности изведене из *GARCH* једначине и имплементира у *ARDL* структуру. Резултујући динамички модел не симулира пасиван пад девизне активе, већ активно квантификује реални обим нето одлива средстава којима Народна банка Србије, путем девизних интервенција на међубанкарском девизном тржишту, стерилише вишак динарске ликвидности и доприноси очувању релативне стабилности девизног курса у најтежим условима ризика од екстремних догађаја. Основна динамичка једначина којом се моделује кретање бруто девизних резерви у периоду пројекције гласи:

$$FXR_{t+h}^{(i)} = c + \sum_{j=1}^p \phi_j FXR_{t+h-j}^{(i)} + \sum_{m=0}^q \beta_m X_{t+h-m}^{(i)} + (\sigma_{t+h|t} \cdot \eta_{t+h}^{(i)})$$

При чему се условна волатилност унутар иновације ажурира кроз придружену *GARCH*(1,1) структуру:

$$\sigma_{t+h|t}^2 = \omega + \alpha \varepsilon_{t+h-1}^2 + \beta \sigma_{t+h-1|t}^2$$

а стохастички шок се генерише из дистрибуције екстремних вредности:

$$\eta_{t+h}^{(i)} \sim \text{GEV}(\mu, \psi, \xi)$$

- $FXR_{t+h}^{(i)}$  – симулирана вредност бруто девизних резерви за сваки појединачни месец хоризонта пројекције  $h$  ( $h = 1, 2, \dots, 12$ ), у оквиру сваке појединачне Монте Карло итерације  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, 15.000$ ),
- $c$  – константни члан процењен из дугорочне *ARDL* спецификације,
- $\phi_j$  – ауторегресиони коефицијенти предвиђања за доцње бруто девизних резерви ( $j = 1, \dots, p$ ),
- $\beta_m$  – коефицијенти дугорочних и краткорочних мултипликатора за пратеће макроекономске детерминанте,
- $X_{t+h-m}^{(i)}$  – вектор симулираних вредности изабраних макроекономских детерминанти (монетарни агрегат МЗ, СДИ и степен динаризации пласмана) у хоризонту пројекције,
- $\sigma_{t+h|t}$  – динамичка условна стандардна волатилност изведена из *GARCH*(1,1) спецификације укључујући претпоставку о Студентовој  $t$ -расподели, која квантификује тренутну тржишну неизвесност у времену  $t + h$  на основу информација доступних у тренутку  $t$ ,

- $\omega, \alpha, \beta$  – *GARCH* параметри: константни члан варијансе ( $\omega$ ), *ARCH* параметар краткорочних шокова ( $\alpha$ ) и *GARCH* параметар перзистентности волатилности ( $\beta$ ),
- $\varepsilon_{t+h-1}$  – резидуал или шок из претходног периода пројекције,
- $\eta_{t+h}^{(i)}$  – стохастички прираст (случајна варијаблиа) генерисан из емпиријски оцењене *GEV* дистрибуције,
- $\mu, \psi, \xi$  – параметри *GEV* дистрибуције: параметар локације ( $\mu$ ), параметар обима ( $\psi$ ) и параметар облика ( $\xi$ ) којим се директно мере „тежи репови“ и вероватноћа појаве екстремних шокова.

## 7.2. Емпиријски резултати стохастичких симулација и валоризација отпорности девизних резерви

Након извршених 15.000 стохастичких симулација на дванаестомесечном хоризонту под дејством конструисаног екстремног системског стрес-сценарија, генерисана је коначна емпиријска густина расподеле будућих стања девизних резерви. Свеобухватни нумерички резултати прорачуна индикатора девизних резерви под ризиком (*FX Reserve-at-Risk – FX RaR*) за различите нивое статистичког поверења систематизовани су у оквиру Табеле 8.

Индикатор девизних резерви под ризиком (*FX Reserve-at-Risk – FX RaR*) представља кључни методолошки оквир за квантитативну оцену системске рањивости девизног биланса у условима екстремних макроекономских поремећаја. Заснован на принципима *Value-at-Risk* концепта, овај показатељ омогућава процену максималног очекиваног пада нивоа девизних резерви са задатим нивоом статистичке поузданости (*Danielsson, 2011*).

Табела 8. Квантификација ризика од екстремних догађаја и пројектованог одлива девизних резерви у условном Монте Карло моделу (децембар 2026)

| Индикатор симулираног системског стреса | Вредност показатеља (у млн <i>EUR</i> ) | Квантификовани максимални пад девизних резерви |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------------|
| Полазни ниво (децембар 2025)            | 29.008,3                                | Полазна тачка економетријског модела           |
| Очекивана вредност након 12 месеци      | 28.218,21                               | 790,09                                         |
| Критична вредност на 90% нивоа поверења | 25.436,64                               | 3.571,66                                       |
| Критична вредност на 95% нивоа поверења | 24.846,47                               | 4.161,83                                       |
| Критична вредност на 99% нивоа поверења | 23.742,41                               | 5.265,89                                       |

Извор: прорачун аутора на основу условног *ARDL-GARCH-GEV* Монте Карло модела са 15.000 итерација.

Очекивана вредност бруто девизних резерви након годину дана непрекидног деловања комбинованих системских притисака износи 28,22 милијарде евра. Поменути исход имплицира маргиналан, постепено дистрибуиран и потпуно контролисан просечни одлив од свега 0,8 милијарди евра (односно пад од тек 2,72% у односу на

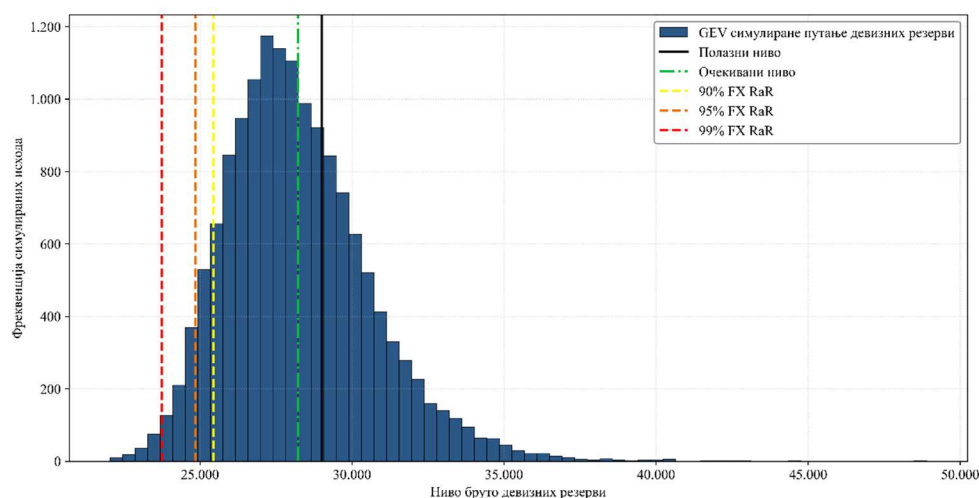
почетни ниво). Економетријски гледано, оваква стабилност централне тачке расподеле представља директну последицу изразито високе вредности ауторегресионог параметра полазне *ARDL* спецификације ( $\phi_1 = 0,9717$ ). Овај коефицијент квантификује високу временску перзистентност и инерцију девизних резерви Народне банке Србије, потврђујући да су расположиви одбрамбени механизми довољно снажни да апсорбују и неутралишу почетне ударне таласе кризе. Истовремено, својство постепеног смиривања условне волатилности током времена гарантује да су привремени скокови волатилности ограниченог карактера. Тиме се отклања могућност неконтролисаног одлива средстава и гарантује стабилност биланса централне банке.

Уколико се анализа помери с просечних вредности ка левом репу емпиријске расподеле, економетријски модел идентификацијом квантила на нивоима поверења од 90% и 95% оцртава оквире могућих, али екстремних макроекономских шокова. Како Графикон 2 илуструје, у овим сценаријима који обухватају епизоде попут одлива капитала, неповољних кретања услова размене или девизних спекулација, вредност девизних резерви спушта се на ниво од 25,44 милијарде евра (при 90% поверења), односно на ниво од 24,85 милијарди евра (при 95% поверења). То у пракси значи да би максимални кумулативни одлив средстава износио између 3,57 и 4,16 милијарди евра.

Са становишта процене спољноекономске стабилности, ови резултати потврђују да Народна банка Србије располаже значајним нивоом девизних резерви. Чак и при материјализацији озбиљних тржишних притисака, систем задржава снажне одбрамбене капацитете. Расположиви девизни механизам омогућава несметано неутралисање нежељених одлива без нарушавања темељне равнотеже на тржишту, што сведочи о дугорочној отпорности домаћег финансијског оквира на спољне шокове.

Позиција на крају левог репа емпиријске расподеле (99% ниво поверења) репрезентује сценарио изузетно мале вероватноће материјализације, али са озбиљним макроекономским последицама (*Black Swan scenario*) (Taleb, 2007). Захваљујући спроведеним 15.000 стохастичких итерација, процена овог квантила је потпуно стабилизована, чиме је отклоњен проблем високе варијансе карактеристичан за стандардне непараметарске методе. На овој критичној тачки јавља се симултана интеракција шокова: убрзани раст монетарног агрегата М3 ствара значајан вишак динарске ликвидности која врши притисак на девизно тржиште, док истовремено долази до пада поверења тржишних учесника (што се одражава кроз пад степена динаризације за 0,50 процентних поена месечно) и наглог успоравања прилива по СДИ.

Графикон 3. Емпиријска расподела девизних резерви Народне банке Србије



Извор: прорачун аутора на основу података Народне банке Србије.

У овим околностима, генерализована дистрибуција екстремних вредности прецизно оцењује асиметрију левог репа дистрибуције и пројектује пад девизних резерви на критични минимум од 23,74 милијарде евра на нивоу поверења од 99%. Нумерички прорачун показује да би централна банка, у случају изразито неповољних макроекономских кретања, за потпуну неутрализацију депрецијацијских притисака и очување стабилности девизног курса морала да утроши максимално 5,17 милијарди евра бруто девизних резерви. Иако поменути износ представља значајан расход (око 17,8% почетне активе), чињеница да систем чак и у овом сценарију задржава преко 23,8 милијарди евра ликвидности представља снажну потврду укупне стабилности. Модел емпиријски потврђује да су постојећи заштитни механизми довољно робусни да апсорбују и најтеже екстремне шокове, чиме су кредибилитет монетарне политике и стабилност домаћег курса дугорочно очувани.

## 8. Закључак

Емпиријска анализа спроведена у овом раду недвосмислено потврђује високу отпорност, структурну стабилност и методолошку робусност макроекономског оквира Народне банке Србије. Применом напредних линеарних и нелинеарних економетријских спецификација (*ARDL/NARDL*) на узорку од јануара 2008. до децембра 2025. године, доказано је да су бруто девизне резерве еволуирале из пасивног показатеља екстерне ликвидности у кључни инструмент макроекономске стабилности домаћег финансијског система.

Резултати граничног теста потврђују постојање стабилног дугорочног коинтеграционог односа у систему, унутар којег монетарни агрегат М3 има доминантну улогу. С дугорочним коефицијентом од 1,70, овај агрегат представља кључни стуб стабилности, што имплицира да је експанзија домаће ликвидности конзистентно подржана адекватном девизном активом **успешним интервенцијама на**

**међубанкарском тржишту, чиме су правовремено неутралисани спекулативни притисци на курс динара.**

Процена дугорочних мултипликатора пружа снажан емпиријски доказ о оправданости Стратегије динаризации. Статистички значајан негативан коефицијент уз степен динаризации пласмана ( $-0,09$ ) указује на то да раст учешћа динарских кредита суштински ограничава системски ризик изложености девизном курсу, чиме се смањује потреба за држањем прекомерних, превентивних девизних средстава. Налази *NARDL* модела додатно потврђују отпорност система: девизне резерве су успешно изоловане од негативних монетарних потреса, јер централна банка ефикасним интервенцијама брзо апсорбује краткорочне валутне шокове, спречавајући њихово преливање у дугорочне неравнотеже.

Управљање профилем ризика, тестирано *GARCH(1,1)* спецификацијом с претпоставком о Студентовој  $t$ -расподели, открива високу оперативну ефикасност домаћег монетарног система. Одсуство статистички значајних *ARCH* и *GARCH* параметара показује да шокови не изазивају дугорочно нагомилавање или перзистентност волатилности. Другим речима, екстерни притисци се ефикасно амортизују деловањем централне банке, чиме се спречава ширење нестабилности и одржава висока предвидљивост макроекономског амбијента. У методолошком смислу, централно место у раду заузима условни макроекономски стрес-тест са 15.000 стохастичких Монте Карло симулација, који пружа финалну институционалну потврду високе отпорности домаћег монетарног оквира. Анализа екстремног сценарија „црног лабуда”, који симултано активира нагли раст МЗ, потпуни прекид прилива СДИ и оштар пад степена динаризации, показује да би при нивоу поверења од 99% максимални кумулативни одлив износио 5.166,42 милиона евра. Чињеница да се бруто девизне резерве и након таквог шока задржавају преко 23,8 милијарди евра расположиве ликвидности представља кључни доказ да је кредибилитет домаћег монетарног сидра дугорочно осигуран и одржив.

У сврху даљег јачања макрофинансијске стабилности и оптимизације оквира монетарне политике, представљени резултати намећу две кључне препоруке за креаторе економске политике које се односе на наставак праксе правовремених и одмерених двосмерних интервенција на међубанкарском девизном тржишту ради ефикасног ублажавања краткорочних шокова ликвидности, затим на даље јачање и институционалну подршку процесу динаризации развојем динарских инструмената.

На крају, спроведени дијагностички тестови стабилности параметара потврђују одсуство структурних ломова и стабилност процењених параметара кроз седамнаестогодишњи узорак обележен бројним глобалним кризама. Ови налази указују на то да се политика Народне банке Србије темељи на конзистентном институционалном оквиру. Акумулиране девизне резерве и ефикасни трансмисиони механизми превазилазе традиционалну улогу пуког амортизера шокова и представљају кључни ослонац за очување финансијске стабилности и дугорочни економски раст Републике Србије у условима наглашене глобалне неизвесности.

## Литература

- Banerjee, A., Dolado, J., & Mestre, R. (1998). Error-correction mechanism tests for cointegration in a single-equation framework. *Journal of Time Series Analysis*, 19(3), 267–283.
- Brown, R. L., Durbin, J., & Evans, J. M. (1975). Techniques for Testing the Constancy of Regression Relationships over Time. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)*, 37(2), 149–163.
- Calvo, G. A. (1998). Capital flows and capital-market crises: The simple economics of sudden stops. *Journal of Applied Economics*, 1(1), 35–54.
- Coles, S. (2001). *An Introduction to Statistical Modeling of Extreme Values*. Springer.
- Danielsson, J. (2011). *Financial risk forecasting: The theory and practice of forecasting market risk with implementation in R and Matlab*. John Wiley and Sons.
- Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1979). Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root. *Journal of the American Statistical Association*, 74(366), 427–431.
- Jarque, C. M., & Bera, A. K. (1987). A test for normality of observations and regression residuals. *International Statistical Review / Revue Internationale de Statistique*, 55(2), 163–172.
- Jeanne, O., & Rancière, R. (2006). *The Optimal Level of International Reserves for Emerging Market Countries: Formulas and Applications*. IMF Working Paper No. 06/229. International Monetary Fund.
- Jeanne, O., & Rancière, R. (2011). The optimal level of international reserves. *The Economic Journal*, 121(555), 905–930.
- Krugman, P. R., Obstfeld, M., & Melitz, M. J. (2012). *International Economics: Theory & Policy* (9th ed., chapter 14). Addison-Wesley/Pearson.
- McNeil, A. J., & Frey, R. (2000). Estimation of tail-related risk measures for heteroscedastic financial time series: An extreme value approach. *Journal of Empirical Finance*, 7(3–4), 271–300.
- Народна банка Србије (2025). Годишњи извештај о стабилности финансијског система у 2025. години. Народна банка Србије.
- Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. J. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16(3), 289–326.
- Shin, Y., Yu, B., & Greenwood-Nimmo, M. (2014). Modelling asymmetric cointegration and dynamic multipliers in a nonlinear ARDL framework. In *Festschrift in honor of Peter Schmidt* (pp. 281–314). Springer, New York, NY.
- Taleb, N. N. (2007). *The Black Swan: The Impact of the Highly Improbable*. Random House.
- Wooldridge, J. M. (2021). *Introductory econometrics* (7th ed.). Cengage Learning.
- Zivot, E., & Andrews, D. W. K. (1992). Further evidence on the great crash, the oil-price shock, and the unit-root hypothesis. *Journal of Business & Economic Statistics*, 10(3), 251–270.

## Интернет линкови:

<https://nbs.rs>

