



УНИВЕРЗИТЕТ „ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ“ – ШТИП

ФАКУЛТЕТ ЗА ИНФОРМАТИКА

Студиска програма: Финансиска и актуарска математика

МАГИСТЕРСКИ ТРУД

**АНАЛИЗА, МОДЕЛИРАЊЕ И ПРЕДВИДУВАЊЕ НА РИЗИЦИ ВО БАНКАРСКИ
СЕКТОР СО ПРИМЕНА НА ЕКОНОМЕТРИСКИ МЕТОДИ И ВРЕМЕНСКИ
СЕРИИ**

Ментор:

Проф. д-р Лимонка Коцева Лазарова

Кандидат:

Ана Атанасова

Бр. на индекс 210205

Штип, 2023

Комисија за оценка и одбрана

Ментор: проф. д-р Лимонка Коцева Лазарова

Вонреден професор, Факултет за информатика, Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип

Претседател: проф. д-р Петре Ламески

Вонреден професор, Факултет за информатички науки и компјутерско инженерство,
Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ - Скопје

Член: проф. д-р Наташа Стојковиќ

Вонреден професор, Факултет за информатика, Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип

Датум на одбрана: 21.12. 2023 година

Листа на објавени трудови

Ана Atanasova, Limonka Koceva Lazarova, Newest Trends and Technologies Related to Actuarial Mathematics - Review Paper, BJAMI, Vol. 6 No. 1 (2023).

Анализа, моделирање и предвидување на ризици во банкарски сектор со примена на економетриски методи и временски серии

Краток извадок:

Банкарскиот сектор се соочува со различни ризици кои можат да влијаат на финансиската стабилност и перформансите на банките. Овие ризици произлегуваат и од внатрешни и од надворешни извори и бараат ефективни практики за управување со ризици за да се обезбеди стабилна состојба на банкарскиот систем. Во овој магистерски труд е направена анализа на различните видови ризици кои се појавуваат во банкарскиот сектор и со користење на економетриски методи и анализа на временски серии направено е моделирање со цел предвидување на ризикот. Овие методи се применети на реални податоци од банкарскиот сектор во Република С. Македонија.

Во воведниот дел на магистерскиот труд се опишани различните видови ризици во банкарскиот сектор. Претставени се основните случаи на ризични настани кои претставуваат значајна точка за процена на ризик во банкарското работење.

Во втората глава на магистерскиот труд се опишани математичките модели кои се користат за анализа на ризиците. Опишани се модели кои користат статистичка анализа, анализа на временски серии со Box-Jenkins методологијата и SARIMA моделот и други економетриски модели.

Во третата глава е направена анализа на реални податоци од банкарскиот сектор во Република С. Македонија со користење на економетриски модели.

Во четвртата глава е направена анализа на реални податоци од банкарскиот сектор во Република С. Македонија преку анализа на временски серии, со цел прогноза на ризиците. Во петтата глава е опишано управувањето со ризици.

Клучни зборови: банкарски ризик, временски серии, економетриски методи, анализа, модели, процена, предвидување.

Analysis, modeling, and prediction of risks in the banking sector using econometric methods and time series

Abstract:

The banking sector faces various risks that can impact on financial stability and the performance of banks. These risks stem from both internal and external sources, requiring effective risk management practices to ensure a stable state of the banking system. This master's thesis conducts an analysis of different types of risks in the banking sector, utilizing econometric methods and time series analysis to model and predict risk. These methods are applied to real data from the banking sector in the Republic of North Macedonia.

The introductory part of the master's thesis describes various types of risks in the banking sector, presenting fundamental cases of risk events that are significant for risk assessment in banking operations. The second chapter of the master's thesis describes the mathematical models used for risk analysis. Models employing statistical analysis, time series analysis using the Box-Jenkins methodology and SARIMA model, and other econometric models are explained.

The third chapter analyzes real data from the banking sector in the Republic of North Macedonia using econometric models.

The fourth chapter analyzes real data from the banking sector in the Republic of North Macedonia through time series analysis, aiming to forecast risks.

The fifth chapter describes risk management and governance.

Key words: banking risk, time series, econometric methods, analysis, models, assessment, prediction.

СОДРЖИНА

| | |
|---|----|
| 1. ВОВЕД | 8 |
| 1.1. Менаџмент на ризик | 8 |
| 1.2. Видови на банкарски ризици | 10 |
| 1.2.1. Кредитен ризик | 13 |
| 1.2.2. Ликвидносен ризик | 16 |
| 1.2.3. Ризик од промена на каматни стапки | 19 |
| 1.2.4. Пазарен ризик | 21 |
| 1.2.5. Валутен ризик | 23 |
| 1.2.6. Оперативен ризик | 24 |
| 1.2.7. Ризик на земјата | 26 |
| 2. МАТЕМАТИЧКИ МОДЕЛИ ЗА АНАЛИЗА НА РИЗИЦИ | 28 |
| 2.1. Временски серии | 29 |
| 2.1.1. Историски развој на временските серии | 29 |
| 2.1.2 Exploratory analysis на временски серии (ETSA) | 33 |
| 2.1.2.1 Декомпозиција на тренд и сезоналност | 34 |
| 2.1.3 Униваријантни стационарни процеси | 36 |
| 2.2. Економетриски модели | 44 |
| 2.2.1. Линеарно регресиони модели | 47 |
| 2.3. Валидност на повеќекратниот модел | 56 |
| 3. АНАЛИЗА НА РИЗИК СО ПРИМЕНА НА ЕКОНОМЕТРИСКИ МОДЕЛИ | 59 |
| 3.1 Истражувачка методологија | 61 |
| 3.1.1 Повеќекратна линеарна регресија | 61 |
| 4. АНАЛИЗА НА РИЗИК СО ПРИМЕНА НА ВРЕМЕНСКИ СЕРИИ | 70 |

| | | |
|--------|--|------------|
| 4.1. | Обработка и анализа на податоци..... | 71 |
| 4.2. | Предлог модели | 80 |
| 4.3. | Предвидување на иден развој на кредитниот ризик..... | 87 |
| 5. | УПРАВУВАЊЕ И МЕНАЏИРАЊЕ НА РИЗИК | 89 |
| 5.1 | Управување со кредитен ризик..... | 90 |
| 5.1.1. | Квалитет на кредитно портфолио..... | 92 |
| 5.1.2. | Изложеност на кредитен ризик | 95 |
| 5.1.3. | Видови кредитни заеми..... | 97 |
| 5.1.4. | Повторни договори за заеми на клиенти | 100 |
| 5.2. | Управување со ликвидносниот ризик..... | 101 |
| 5.3. | Управување со каматниот ризик..... | 104 |
| 5.4. | Управување со валутниот ризик..... | 107 |
| | ЗАКЛУЧОК..... | 110 |
| | Користена литература | 111 |

1. ВОВЕД

1.1. Менаџмент на ризик

Менаџирање на ризик е процес кој содржи идентификација, анализа и контрола на потенцијалните закани кои може да влијаат негативно на организациите и нивните заработувачки. Игра голема улога во операциите кои се важни за финансиските институции, особено за банките каде вршењето на ефективна анализа на ризик е еден од најважните процеси за одржување на стабилноста на банките и нивните средства (Michel Crouhy, January 2000).

Во изминатите пет децении, светската економија беше многу нестабилна, што резултираше со финансиска криза во повеќето развиени земји во светот. Банките се соочија со ризици кои беа тешки за справување што доведе до губење на дел од нивните средства (Vimmy Bajaj, January 2022). По глобалната светска криза, банките започнаа да водат политика на објавување на ризиците, што се покажа како ефективна алатка за избегнување на нови банкарски кризи (Ahmed Barakat, December 2013). Секоја банка има свој годишен извештај каде што се наведени резултатите добиени од анализа на активностите. Овој извештај вклучува различни анализи на финансиски показатели, макроекономски показатели, корпоративно банкарство, управување со ризик, профитабилност и адекватност на капиталот за квалитетот на известувањето на ризик (J. Bischof, 2009) (J. Oliveira, 2011) (G. Helbok, 2006). Обелоденувањето на ризикот во овие извештаи обезбедува подобро разбирање за тоа како банките или другите компании се справуваат со ризиците и кои практики се користат во самиот процес и придонесува за нивната финансиска стабилност. Тоа им помага на корисниците на банкарски услуги „целосно да ги проценат банките и нивните поврзани ризици“ (S. Buckby, 2015). Претходните истражувања го поврзуваат обелоденувањето на ризикот со високите оперативни перформанси и пазарната вредност за различни банки ширум светот (M.A. Elbannan, 2015) (R. Grassa, June 2020) .

Последиците од финансиската криза во 2008 година поттикна зголемување на вниманието насочено кон корпоративно управување на банките, бидејќи како основа и предизвикувач на кризата се сметаше лошото управување и менаџирање со ризик (Nurlan Orazalin, 2018). Истражувачите дојдоа до заклучоци како практиките на коорпоративното управување влијаеле на работата на банките особено по кризата (Nguyen, 2022). Превземените промени играат голема улога во подобрување на работењето на банките. Креаторите на финансиската политика ширум светот издадоа упатства како банките да го подобрат своето менаџирање на ризик и коорпоративно управување. Заедничка препорака беше да се формираат комитети за ризик со независни членови и финансиски експерти. Сепак регулаторите од различни региони, различно ги применуваа препораките. Овој недостаток на конзистентност доведе до студии кои се трудеја да го подобрат ефективното управување со ризици.

Студиите покажаа дека коорпоративното управување влијае на банкарскиот сектор, па затоа истражувачите често се фокусираа на одборот на директори кои играат клучна улога во менаџирањето на ризик (B.A. Minton, 2011). Соодветната структура на одборот за ревизија и квалитетот на надворешната ревизија, успеа да го ограничи ширењето на ризик, но фокусирањето само на спречување на ризиците не е доволно за успешно работење на една банка, туку потребно е да се посвети и внимание на перформансите на банката, бидејќи тие се тесно испреплетени со менаџирањето на ризик (Nguyen, Audit committee structure and bank stability in Vietnam, 2019).

Менаџирањето на банкарските ризици претставува широка сфера на можни закани кои би имале огромно штетно влијание врз финансиските институции, нивната стабилност и репутација. Овие ризици се својствени за природата на банкарските активности и произлегуваат од различни надворешни и внатрешни фактори. За успешно да се справат со овие ризици, банките превземаат најразлични мерки, стратегии и алатки кои им овозможуваат да ги идентификуваат, проценат, ублажат и следат потенцијалните ранливости. Ефективното управување со нив е од клучно значење за банкарската индустрија како и за целокупниот глобален финансиски

систем (Abdullah A. Aljughaiman, 2019). Лошите практики за управување со ризик се препишуваат на кризата од 2008, со што се поттикна менаџирањето на ризик да претставува една од најосновните цели на банките, а регулаторите беа поттикнати да вршат притисок на финансиските институции да го подобрат управувањето со ризик.

Во нашето истражување се фокусираме на тоа како најголемите банки во Македонија управуваат со ризиците. Анализата е направена врз основа на записите од последните години со цел да се обезбеди разбирање за тоа како ризиците кои постојано се јавуваат се менаџираат/управуваат и кои методи се користат. Опфатени се различни аспекти од областа на ризиците, со специјален фокус на кредитниот ризик, ризикот на валути, оперативниот ризик, ликвидносниот ризик и ризикот од промена на каматните стапки. Со анализа на овој вид на ризици, можеме да ги оцениме перформансите на банките и да видиме како се соочуваат со ризиците, како ја одржуваат својата финансиска сила, ги мерат и ублажуваат потенцијалните загуби во секоја област, давајќи разбирање за целокупниот профил на ризик. Бидејќи анализата е спроведена на последните неколку години, обезбеден е ретроспективен приказ на сите предизвици со кои банките се имаат соочено во минатото или може да се соочат во иднина, научените лекции, подобрувањата направени со текот на времето и целокупното разбирање на практиките за управување со ризик.

1.2. Видови на банкарски ризици

Овде се опишани најважните ризици кои се јавуваат во банкарскиот сектор како и нивното влијание на целокупната работа на банката.

Ризик претставува секоја ненадејна состојба во работењето на банките, т.е. веројатноста за загуба односно намалена добивка, која произлегува како резултат на ефектот на неизвесни настани во банкарското работење. Секоја банка има свои политики за тоа како ќе го менаџира ризикот, и во зависност од нив, некои банки

може да прифатат повеќе ризик, некои помалку, движејќи се помеѓу две крајности: апсолутна аверзија кон ризик и апсолутно прифаќање на ризик.

Апсолутна аверзија кон ризик е концепт во економијата и финансиите која се однесува на мерењето на неподготвеноста на банките да превземат било какво ниво на ризик, без разлика на потенцијалниот принос. Во математичка смисла, аверзијата се дефинира како негатива од втор извод на функцијата на корисност во однос на приходот. Колку е поголема апсолутната аверзија кон ризик, толку е и поостар падот на средствата за секоја изгубена единица во однос на финансиите. За банките кои имаат висока апсолутна аверзија кон ризик, дури и најмалите појави на ризик може да предизвикаат големи проблеми и загуби и да бидат целосно неприфатени. Тие обично преферираат инвестиции кои имаат низок ризик, донесувајќи мал поврат на финансии, дури и доколку инвестициите од повисок поврат би донеле висока добивка. Апсолутната аверзија на ризик помага да се објаснат различни економски однесувања, инвестициски одлуки и ставови за превземање на ризик помеѓу банките и инвесторите.

За разлика од апсолутната аверзија на ризик, другата крајност се однесува на апсолутно прифаќање на ризик. Тоа е концепт во кој банките прифаќаат било какво ниво на ризик наместо да го елиминираат и избегнуваат, и се свесни за настаните и загубите кои може да ги претрпат.

Секоја банка е потребно да ги планира своите активности за прифаќање на ризик некаде помеѓу овие две крајности, имајќи во предвид дека нивото на прифатен ризик мора да биде пропорционален на способноста на банката да ги совлада загубите кои може да настанат од евентуалните ризици и да постигне прифатлива стапка на поврат.

Ризиците во работењето на банките се карактеристика на секој банка и се превземаат соодветни методи и активности за пресметка на ризиците и како да се дојде до нивно менаџирање и справување. Справувањето со ризик може да се дефинира како функција за осигурување на ризик на банката, односно да опфаќа

различни активности кои би резултирале со добро менаџирање на ризикот. Овие активности вклучуваат:

- Идентификација на изложеноста на ризик - процес во кој се врши документирање на сите ризици кои би можеле да се јават во некоја организација како што се на пример банките, спречувајќи ги во достигнување на своите цели. Цел на овој процес е да им се помогне на банките да ги разберат потенцијалните ризици и да направат соодветен план како да се справат со нив.
- Проценка на ризик – опфаќа мерење и анализа на загубите кои настанале во минатото, со цел да се утврдат променливите кои ќе влијаат во иднина. Тоа се врши преку евалуација на потенцијалното влијание и веројатноста за појава на ризик. Оваа идентификација опфаќа класифицирање и квантификување на можните финансиски загуби.
- Контрола на ризикот – креирање на стратегии кои ќе служат за менаџирање и намалување на влијанието на ризиците.
- Финансирање на ризик преку резерви и осигурување.
- Развој на административни техники и користење на стручно знаење.

Следејќи ги овие активности за справување со ризиците, банките можат на полесен начин да дојдат до своите цели. Целите на банките во однос на справувањето со ризици се однесуваат во главно на избегнување на загубите и на максимизирање на стапката на поврат на капиталот со успешно прилагодување на ризиците, како и заштита на интересите на клиентите и акционерите. Банката е должна да ги идентификува, мери и оцени ризиците на кои е изложена, и во зависност од своите политики да може успешно да се справи со ризиците кои може да настанат ненадејно.

Постојат повеќе различни типови на банкарски ризици, и тоа:

1. Кредитен ризик
2. Ликвидносен ризик
3. Ризик од промена на каматни стапки

4. Пазарен ризик
5. Валутен ризик
6. Оперативен ризик
7. Ризик на земјата

Сите овие ризици влијаат на работењето на банките и имаат свои соодветни методи со кои може успешно да се менаџираат. Во принцип погоренаведените ризици може да се класифицираат во четири категории и тоа:

- Финансиски ризици – можност за губење на дел од финансиите при инвестирање или пак губење на дел на капиталот на вклучените страни. Се делат на два подвидови на ризик: основни ризици и шпекулативни ризици. Во основни ризици се вклучени основните типови на ризик кои се јавуваат во секоја банка или друга финансиска институција како што се кредитниот ризик и ликвидносниот ризик, додека пак во шпекулативни ризици се каматниот и валутниот ризик.
- Оперативни ризици – овде се вклучени сите внатрешни и надворешни настани кои може да се случат во финансиските институции, а би имале негативно влијание на работата на самата институција. Ги опфаќа информатичките технологии и сите политики и процедури во банката.
- Случајни ризици – видови на надворешни ризици кои би ја нарушиле финансиската стабилност и способност на банките
- Деловни ризици – сите макроекономски и политички фактори кои влијаат на прометот и инфраструктурата на банките.

1.2.1. Кредитен ризик

Еден од најважните ризици кој се јавува во банката е кредитниот ризик. Разбирањето и правилното управување со него е важна тема во финансиската индустрија (Giorgi Pertaia, July 2022) (Najah Attig, November 2021). Кредитниот ризик е ризик банката да претрпи економски загуби доколку другата страна не може да ги

исполни финансиските обврски и другите обврски дефинирани во договорот за заем помеѓу банката и заемопримачот(клиентот кој побарува кредит). Затоа е од суштинско значење банката да се потпре на сеопфатно знаење и разбирање на бизнисот, секторот, менаџментот, целите, финансиските показатели, можностите и предизвиците на клиентот со цел да донесе соодветна одлука.

Кредитниот ризик може да се дефинира и како ризик од неисполнување на обврските настанати врз основа на настанатиот долг, односно неисплатата на каматата и позајмената сума од страна на корисниците на заем. Неисполнувањето на обврските од страна на клиентите, резултира со губење на побарувањата на банката, што влијае и на сите други корисници, односно банката не може да ги исполни обврските кои ги има кон сите свои клиенти.

Сите видови на финансиски институции се соочуваат со овој ризик. Меѓутоа, генерално, финансиските институции кои даваат заеми или купуваат обврзници со долг рок на доспевање се поизложени отколку оние кои даваат заеми или купуваат обврзници со краток рок на доспевање. Ова значи, на пример, дека банките, финансиските компании и компаниите за осигурување на живот се повеќе изложени на кредитен ризик отколку што се заедничките фондови на пазарот на пари и осигурителните компании за недвижности. Доколку главнината за сите финансиски побарувања што ги чуваат финансиските институции е целосно платена на доспевање и исплатата на каматата се врши на ветените датуми, финансиската институција секогаш ќе ја добива оригиналната сума која е позајмена плус камата. Односно, тие не би се соочиле со кредитен ризик. Ако заемопримачот не ги исполни обврските и не успее да ги плати навремено своите рати, главнината и очекуваните каматни плаќања ќе бидат изложени на ризик. Како резултат на тоа, многу финансиски побарувања издадени од корпорации и чувани од финансиските институции ветуваат ограничен или фиксен нагорен принос (плаќања на главината и камата на заемодавачот) со голема веројатност и голем надолен ризик (загуба на главнината на кредитот и ветената камата) со многу помала веројатност. Дobar пример за финансиски побарувања издадени со овие компромиси со повратен ризик се купонските обврзници со фиксен приход издадени од корпорации и

банкарските заеми. Во двата случаи, финансиската институција што ги има овие побарувања како средства го заработува купонот на обврзницата или каматата ветоена на заемот ако не се случи неисполнување на договорот од страна на заемопримачот. Меѓутоа, во случај на неисполнување на обврските, финансиската институција заработува нула камата на средството и може да го изгуби целиот или дел од главницата што ја позајмила, во зависност од неговата способност да поднесе барање за некои од средствата на заемопримачот преку правни стечајни постапки. Според тоа, клучната улога на финансиските институции вклучува проверка и следење на барателите на заем за да се осигура дека менаџерите на финансиските институции го финансираат повеќето кредитоспособни заеми (Anthony Saunders, 2007).

За банката да може да превземе кредитен ризик, потребно е таа да го дизајнира својот внатрешен коефициент за управување со кредитен ризик, што опфаќа: процес на одобрување на кредитот и процес на менаџирање на ризикот прозилезен од него.

Како дел од процесот на кредитирање, банката е должна да утврди:

- Критериуми и принципи според кои кредитите (заемите) се одобруваат, репрограмирање на претходно издадените кредити и принципи според кои ќе се пласираат нови кредити во иднина, принципи за одлучување за одобрувањето на пласманите кои би ја изложиле банката на зголемување на ризикот
- Норми за одобрување и следење на пласманите на ниво на поединечни задолженици, на ниво на групи, и на ниво на лица поврзани со банката, во склад со износот и разликноста на пласманите.

Почетната точка во анализата на кредитната способност на клиентот е да се земе во предвид типот на кредитирање што се предлага (Fight, 2004). Ова треба да се направи пред да се анализираат финансиските услови на заемопримачот бидејќи различни ризици може да бидат вклучени во различни типови на заеми. Потребната документација и договорот за заем треба да бидат направени на начин на кој

банката може секогаш да ја следи и мониторира состојбата на заемопримачот во тековно време и да ја задржи контролата врз средствата за заеми. Мерењето на кредитниот ризик може да се врши само од кредитен аналитичар или со имплементација на критериуми кои ќе ја анализираат минатата и моменталната финансиска состојба на клиентот (Crook, 1996). Банката постигнува профит преку наплата на камати и надоместоци од секој заемопримач.

Проценката на кредитниот ризик се заоснова на квантитативни и квалитативни критериуми кои ги земаат во предвид карактеристиките на одреден должник и овозможуваат јасна категоризација на кредитите според степенот на нивната различност и обврските кои задолжениците ги имаат кон банката. Преку соодветно дизајнирани системи, следењето на кредитната состојба на клиентите се овозможува, со што на полесен начин може да дојде до идентификација на должниците кои влегле во некој проблем и нема да можат да ги остварат обврските ветени кон банките. Овие проблеми би довеле до зголемување на кредитниот ризик, па поради тоа континуирано следење на квантитативните и квалитативните критериуми е од клучно значење за рана идентификација на можното зголемување на нивото на предвиден ризик.

1.2.2. Ликвидносен ризик

Ликвидносен ризик е ризик банката да не може да обезбеди доволно средства за плаќање на својата краткорочна обврска во моментот на нивното доспевање или ризик дека потребните ликвидни средства ќе се обезбедат по многу повисоки трошоци. Тоа го одразува потенцијалот на банките да станат неспособни да ги подмират обврските веднаш во одреден хоризонт со користење на расположливите ликвидни средства и готовина или со преземање нов долг по разумна цена (M. Drehmann, 2013). Во денешно време банките се повеќе се потпираат на финансии на големо, односно финансии што може да се повлечат за кратко време, со што ризикот од ликвидност на финансирањето станува се поголема закана што ќе

доведе до пропаѓање на банките (Huang R., 2011). За да не мора да се справуваат со овој тип на ризици, регулаторите одлучија, банките да чуваат ликвидносни бафери (амортизери) кои ќе покриваат 30 дена од проценетите парични одливи (Daniel Roberts, 2018). Литературата проучува дека потенцијалната изложеност на банката на ликвидносен ризик се заснова на три карактеристики: стабилност на финансирањето, ликвидност на средствата и финансиски јаз помеѓу средствата и обврските (Jean-Loup, November 2017). За да се управува со ликвидносниот ризик, секој процес на управување со ризик мора да вклучува:

- Примена и оперативни стандарди поврзани со ликвидносниот ризик на банките, вклучувајќи соодветни политики, процедури и средства за контрола и ограничување на ликвидносниот ризик.
- Поседување на соодветни ликвидни средства кои одговараат на профилот на паричните текови на банките и кои веднаш би можеле да се прикријат во готовина без да предизвикаат капитални загуби.
- Мерење, контрола и тестирање на сценарија за потребите за финансирање, како и пристап до извори на финансирање.
- Подготовка на планови за вонредни состојби за банката да се справи со нарушувања на ликвидноста кои обезбедуваат финансиска поддршка на сите или некои активности за разумни трошоци.
- Следење на ограничувањата и стапките на ликвидносниот ризик имајќи ја во предвид толеранцијата и профилот на ризикот на банката, како и регулаторните барања за пропишаното минимално ниво на стапки на ликвидност.

Процесот на управување со ликвидноста и ликвидносниот ризик се спроведува преку воспоставување на соодветно дневно управување со изготвување на планови за ликвидност. Овие планови ја одразуваат ликвидноста обезбедена преку паричните текови и ликвидноста потребна за финансирање на готовинските текови. При изготвувањето на плановите за ликвидност потребно е одржување на валутната структура, рочно составување на средства и извори на средства.

Барањата на финансиските институции за ликвидност може да се поделат на три дела и тоа:

- Сезонални потреби за ликвидност
- Циклични потреби за ликвидност
- Долгорочни потреби за ликвидност

Сезоналните потреби за ликвидност вообичаено се повторуваат во рамките на одреден период, траат точно определено време и се секогаш исти по обем. Бидејќи се базираат на настани од минатото, нивното предвидување може да се изврши лесно. Поради предвидливоста, ризикот за користење на купените ликвидности за да се покријат овие потреби е релативно мала.

За разлика од сезоналните потреби, цикличните потреби обично настануваат кога се случува некоја економска криза или ненадејност, па тие не се предвидливи и справувањето со нив може да биде скапо. Доколку настане некоја економска криза, се повеќе кредитни барања се побаруваат, па поради тоа и ликвидносните извори стануваат скапи. Тие може да се однесуваат на пазарите за пари кои имаат недоверба во банките дека тие ќе успеат да ги исплатат своите обврски. Во овој случај пазарот се фокусира на поголемите оператори односно финансиски институции, бидејќи тие имаат широка достапност до изворите на пари на пазарот и се соочуваат со помали проблеми во овој период, за разлика од малите финансиски институции кои мора да се потпираат на своите некупени ликвидносни средства.

Менаџирањето на долгорочни потреби за ликвидност во банките е покомплексна работа споредено со претходно споменатите сезионални и циклични потреби. Кога банката ќе доживее раст на заемите кој го надминува растот на депозитите, тоа бара планирање за долгорочна ликвидност. Таквиот нето раст може да се финансира преку опции како што се продажба на ликвидни средства или стекнување дополнителни средства. Сепак, се јавува значителен предизвик при задоволувањето на овие долгорочни потреби за ликвидност поради ограничувањата во достапноста на продажните средства и капацитетот за

позајмување. Императив е банката да покаже претпазливост со ограничување на нејзиното потпирање на купената ликвидност за да одржи доволен „капацитет за позајмување“ за да одговори на непредвидливите идни ликвидносни потреби.

Ризикот за ликвидност често е неизбежен дел од банкарското работење. Бидејќи банката вообичаено собира депозити кои се краткорочни по природа, а дава долгорочни заеми, јазот помеѓу роковите на дотасување доведува до ликвидносен ризик и трошоци за него. Ликвидносната состојба на банката може да се опфати со временските профили на проектираните извори и користење на средства, а банките треба да управуваат со ликвидносните празнини во прифатливите граници.

1.2.3. Ризик од промена на каматни стапки

Ризикот од промени во каматните стапки ја претставува веројатноста дека промените во каматните стапки може негативно да влијаат на вредноста на финансискиот инструмент, портфолиото или банката. Секоја банка е изложена на ефектите од движењето на нивоата на каматните стапки кои имаат влијание врз финансиската состојба на банката. Каматниот ризик е резултат на негативните ефекти на одредени настани врз финансискиот резултат и капиталот банките поради промените на каматните стапки.

Постојат повеќе различни облици на каматен ризик и тоа:

- Ризик на цени
- Ризик од реинвестирање
- Ризик од парични текови

Ризикот на цени се однесува на промената на цените на обврзниците. Кога каматните стапки растат, вредноста на постоечките хартии од вредност со фиксна стапка, како што се обврзниците, има тенденција да опаѓа. Тоа е затоа што новите обврзници со повисоки каматни стапки стануваат поатрактивни за инвеститорите, намалувајќи ја побарувачката за постари обврзници со помал принос. Спротивно на

тоа, кога каматните стапки паѓаат, вредноста на постоечките обврзници може да се зголеми бидејќи нивните приноси стануваат релативно поатрактивни.

Ризикот од реинвестиција се јавува кога паричните текови од инвестицијата, како што се купонските плаќања од обврзници или приходите од камати од заеми, мора да се реинвестираат по преовладувачките каматни стапки кои се пониски од приносот на оригиналната инвестиција. Ова може да резултира со пониски вкупни приноси од првично очекуваните.

Ризикот од парични текови се однесува на ситуации кога промените во каматните стапки влијаат на паричните текови на финансиските инструменти. На пример, заемите со прилагодлива стапка може да имаат променливи плаќања што може да се зголемат кога каматните стапки се зголемуваат, што влијае на способноста на заемопримачите да вршат плаќања.

Банката е изложена на ризик од каматни стапки во случаи кога основата на пасивната каматна стапка се разликува од основата на активната каматна стапка или рокот на достасување на депозитите на клиентите, од рочноста на одобрените кредити. Примена на активни, променливи и на пасивни каматни стапки им овозможува на банките да ја менуваат стапката во согласност со движењето на каматните стапки на пазарот. Меѓутоа, ако банката, на пример, одобри заеми со фиксна стапка, таа е изложена на каматен ризик и евентуална загуба доколку во истиот период не располага со депозити со исти роковите на доспевање, а исто така и ако каматните стапки на пазарот се движат на начин што не и одговара на банката. Во секој банкарски бизнис намалувањето на профитот, поради промени во нивото на каматните стапки, или провизија, претставува ризик за банката. Изложеност на банките на промена на каматните стапки претставува најголемиот ризик. Договор за заем со клиент со променлива каматна стапка, ја изложува банката на ризик од пад на приходите доколку дојде до пад на пазарните каматни стапки. Спротивно на тоа, корисникот на кредитот доаѓа во неповолна положба, односно има поголеми трошоци доколку има скок на каматните стапки на пазарот.

Каматниот ризик е коефициент помеѓу состојбата на средствата чувствителни на промените на каматните стапки и обврски чувствителни на промени на каматните стапки. Коефициентот ја одразува подготвеноста на банките на ризикот од движењето на каматните стапки на пазарот. Кога каматите паѓаат, ако банката има одреден коефициент поголем од еден, неговите приноси ќе се намалат. Во спротивен случај, доколку каматните стапки се зголемат, приходите на банката исто така ќе се зголемат. Од овде може да кажеме дека движењето на каматните стапки и движењето на приходите на банките се во пропорционален однос, односно со зголемување на стапките се зголемуваат и приходите и обратно, намалувањето на стапките води до намалување на приходите на банката.

1.2.4. Пазарен ризик

Пазарениот ризик се јавува кога банката или било која финансиска институција активно тргува со своите средства и обврски наместо да ги чува за долгорочни цели за инвестирање, финансирање или хеџинг (Anthony Saunders, 2007).

Овој вид на ризик е тесно поврзан со каматните стапки, поврат на капиталот и девизниот ризик. Претставува еден од најважните ризици за кои една банка треба да води сметка, но и да превземе соодветни активности за да се справи со него. Пазарниот ризик воведува нова димензија во банкарското работење, особено кога се комбинира со активни стратегии за тргување, особено оние со кратки хоризонти на тргување како што е на пример дневното тргување.

Секоја банка има свое трговско и инвестициско портфолио. Обично банките прават разлика помеѓу овие два типа на портфолиа врз основа на ликвидноста и на временскиот период. Во однос на пазарниот ризик, битно за разгледување е трговското портфолио. Тоа вклучува средства, обврски и деривати кои може да се купат или продаваат на финансиските пазари. Спротивно на трговското портфолио, инвестициското портфолио (уште познато и под името портфолио на банките), опфаќа неликвидни средства и обврски кои се чуваат на подолгорочни периоди.

| | Assets | Liabilities |
|--------------|---|--|
| Banking book | Cash Loans Premises and equipment Other illiquid assets | Deposits Other illiquid borrowed funds Capital |
| Trading book | Bonds (long) Commodities (long) FX (long) Equities (long) Derivatives* (long) | Bonds (short) Commodities (short) FX (short) Equities (short) Derivatives* (short) |

Слика 1: Трговско и банкарско (инвестициско) портфолио (Anthony Saunders, 2007)

На слика 1, можеме да ја видиме споредбата помеѓу двата вида на портфолија и јасно да ја воочиме разликата. Во банкарското портфолио се сместени најголем дел од заемите, паричните средства, депозитите и други неликвидни средства, додека пак во трговското портфолио се сместени долго и кратки вредности на обврзници, стоки, девизи, акции и деривати. Оваа разлика е клучна за разбирање и управување со пазарниот ризик, бидејќи им помага на банките да ја проценат ликвидноста и временскиот хоризонт на своите средства и обврски, што на крај влијае на нивните стратегии за управување со ризик.

Банките многу често се занимаваат со проценка на потенцијалот за промени во вредностите на средствата и обврските на нивните трговски сметки во многу кратки временски периоди како што е на пример дневен период. Оваа мерка е позната како дневна заработка под ризик (Daily earning at risk – DEAR). DEAR им помага на банките да разберат до кое ниво може вредноста на нивното трговско портфолио да се промени во рок од еден ден и дали таквите промени би резултирале со загуби и загрозување на банките.

Пазарниот ризик е присутен секогаш кога банката превзема активности поврзани со купување и продавање на обврзници, акции и девизи, а цените на нив се менуваат во обратен правец од оној кој е очекуван и и одговара на банката. Како резултат на тоа, колку се понестабилни цените на пазарите на кои се тргува со овие инструменти, толку поголеми се можностите за соочување со пазарен ризик.

1.2.5. Валутен ризик

Валутен ризик е ризик банката да има загуби доколку вредноста на валутите се менуваат со текот на времето, поточно ако вложувањата се направени во друга валута и таа валута ја намали својата вредност, тогаш банката ќе претрпи одредени загуби. Но, ако вредноста се зголеми, тогаш банката ќе добие зголемување на нејзината вкупна вредност. За управување со валутниот ризик, банките користат различни стратегии. Тие може да се обидат да ја балансираат нивната изложеност на различни валути, да користат финансиски инструменти за заштита од негативните движења на девизниот курс или внимателно да ги следат и анализираат потенцијалните влијанија на валутните флукуации врз нивните финансиски позиции.

Девизниот ризик (валутен ризик) е вид на пазарен ризик кој настанува поради негативните промени на девизните курсеви кои влијаат на отворените позиции на банката, и оние кои се однесуваат на сметките на клиентите. Овој ризик се однесува на инвестициите кои ги прават клиентите надвор од државата во други валути различни од валутата кој се користи во државата. Банките мора да знаат кога нивните клиенти кои се корисници на кредити се изложени на валутен ризик. Девизниот ризик се јавува и кога банката има кратка девизна позиција, односно кога нејзините девизни обврски се поголеми.

Познавањето на управувањето со девизниот ризик не е неопходно за успешно управување со тимот банките. Тоа се главно мали и нови банки кои работат во земји со нестабилна валута. Банките кои решиле да продаваат или купуваат девизи во име на клиенти, се изложени на девизен ризик во многу краток временски интервал и во ограничен обем. Девизниот ризик е повеќе изложен кај банки кои имаат коресподентски односи со странски банки или оние банки кои вршат поддршка на трансакции со клиенти во странска валута. Кај банките кои одобруваат и користат девизни кредити, девизниот ризик е уште поголем, бидејќи споменатите трансакции може да резултираат со отворени или неусогласени девизни обврски по рочност, па мора да се воспостави и спроведе политика за заштита на девизниот ризик. Важно

е да се истакне дека неусогласеноста по валута и рок на достасување е нивната клучна карактеристика бизнис кој може да го одрази управувањето со девизниот ризик, а за тоа е важно:

- Политика за управување со девизниот ризик
- Ефикасна организација
- Технички компетентен тим и софистицирана технологија и ефикасен информациски систем кој дава брзи информации.

Сите овие услови генерално може да ги обезбедат големите банки, а таквите банки се справуваат со операциите на девизните пазари како можен извор на профит.

1.2.6. Оперативен ризик

Оперативниот ризик претставува ризикот кој произлегува од најразлични фактори во дневните активности на финансиските институции. Овие активности придонесуваат кон загуби во финансиски аспект, односно се јавуваат како последица од слаби или несоодветни внатрешни процеси, слаби системи и технолошки поддршки во институцијата, несоодветно вработени лица, или пак надворешни настани кои банката не може да ги контролира. Претставува широк концепт кој може да влијае на секој бизнис без разлика на индустријата и големината.

Како најважни фактори кои имаат најголемо влијание во појавувањето на оперативниот ризик се внатрешните и надворешните фактори. Внатрешните фактори вклучуваат измами од страна на вработените, грешки при менаџирањето на ресурсите или внатрешните процеси во институцијата, додека пак надворешните фактори вклучуваат политичка нестабилност, економски кризи, промени во законите и регулатите за работење на банките, природни катастрофи и така натаму.

Со цел овие фактори да се ублажат, потребно е финансиската институција односно банката да превземе соодветни мерки при планирање како би се менаџирал

оперативниот ризик во случај на негова појава. Дел од мерките кои се превземаат се:

- Создавање на адекватни процедури за справување со оперативниот ризик
- Определување лица задолжени за анализа на околностите кои би предизвикале појава на ризикот.
- Анализа на претходни причини за појава на ризикот и преземање на соодветни мерки за спречување на појавата во иднина.
- Креирање на нови системи, активности кои би помогнале при мерење на ризикот, навремено откривање и негова точна проценка.
- Следење на оперативниот ризик и состојбата на промена на трендови во однос на него.
- Контрола на ризикот, одржување и негово целосно елиминирање.

За добро справување и менаџирање со оперативниот ризик потребно е да се идентификуваат изворите кои би помогнале при негово креирање. Кога овие извори се откријат, банката може да превземе соодветни мерки, пресметки и потенцијални загуби кои би се случиле. Секоја банка има своја посебна единица задолжена за контрола на ризиците па така сите извештаи поврзани со нив се испраќаат до оваа единица која подоцна ги сумира извештаите и ги подготвува за соодветне ревизија или анализа.

Во оперативниот ризик спаѓаат и:

- Правниот ризик
- Техничкиот ризик
- Ризикот за перење на пари

Правниот ризик се однесува на ризикот кој ќе се јави доколку се прекрши некој договор кој банката го склучила со своите клиенти или пак со некои други институции, легални акции, санкции. Најчесто се јавува како последица од недобро разбрани прописи, правила и договори, како и други правни документи.

Технологијата игра клучна улога во сите модерни операции, па така доколку дојде до паѓање на технолошката поддршка, проблеми со безбедноста, или било какви проблеми кои може да се јават при работењето со податоци се дел од работите кои влијаат на појава на прекин на операциите во една банка, што ќе доведе до појава на оперативен ризик.

Ризикот за перење на пари се јавува како дел од внатрешните фактори односно вработените може да направат најразлични шеми кои може да и наштетат на банката во губење на своите финансии, довербата на клиентите или пак продажба на важни информации за самата структура и работење на банката.

Оперативниот ризик е еден клучен аспект од менаџирањето на ризиците во една организација. Со препознавање на изворите и имплементирање на соодветни мерки, финансиските институции може да се заштитат на краток или подолг временски рок. Менаџирањето со овој ризик е од важно бидејќи ги минимизира прекините во дневните операции на банките, ја контролира нивната стабилност и ја одржува репутацијата.

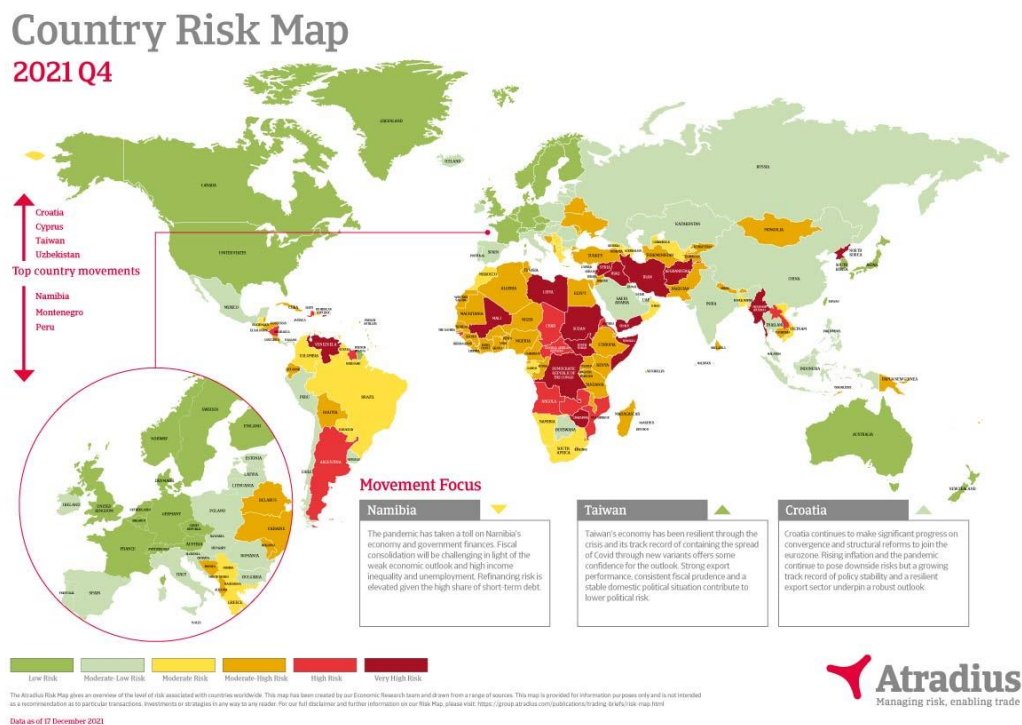
1.2.7. Ризик на земјата

Ризикот на земјата е ризикот на извршување на трансакцијата со една одредена земја или поседување на имот во неа. Ја прикажува неможноста на должникот да ги подмири своите обврски кои ги има кон некои надворешни институции, поради политички, економски, социјални или правни нарушување во државата.

Како ризик, најчесто се јавува кога финансиските институции земаат кредити или купуваат обврзници од финансиски институции надвор од државата. Кога домашната банка не е во состојба да го подмири својот долг или пак не сака да го отплати заемот, институцијата која ја игра улогата на кредитор може да надомести дел од својата првична инвестиција со обраќање кон судовите за домашен стечај.

Постојат три различни подтипови на ризикот на земјата и тоа:

1. Економски ризик - се однесува најчесто на стабилност или нестабилност во однос на економијата во една држава. Ризикот се однесува на можноста земјата да не ги исполни своите должнички обврски во поширока смисла.
2. Политички ризик – главно произлегува од загубите поврзани со политички ситуации во една држава.
3. Суверен ризик - се однесува на веројатноста централната банка да донесе правила кои би влијаеле негативно на вредноста на имотот на инвеститорот. Исто така ја опфаќа можноста, државата да не може да го исполни својот државен долг.



Слика 2: Ризик на земјите низ светот (Atradius, 2018)

На слика 2 можеме да видиме колкава е можноста за појава на ризик на земја низ државите во светот. Можеме да забележиме дека Македонија има средно ниво на изразеност на овој тип на ризик. Податоците се анализирани од страна на Atradius со примена на STAR систем за рангирање. Вклучени се најразлични податоци од политички, економски и човечки фактори.

2. МАТЕМАТИЧКИ МОДЕЛИ ЗА АНАЛИЗА НА РИЗИЦИ

Како што веќе споменавме претходно, секоја финансиска институција вклучувајќи ги и банките користат најразлични модели кои им помагаат на ефикасен начин да ја менаџираат можноста за појава на ризик, како и да направат соодветни анализи за да го минимизираат ризикот или пак однапред да се подготвени за негова анализа. Најчесто, анализата на ризик се заоснова на математички модели кои може да ги квантифицираат ризиците, да направат соодветни одлуки за справување со нив и да развијат најразлични математички стратегии за менаџирање на ризиците. Најкористени математички модели се (Rüschendorf, 2013):

- Распределба на веројатностите – овде се вклучени нормална распределба, биномна и Поасонова распределба.
- Монте Карло симулација
- Вредност на ризик (VaR – Value at Risk)
- Маркови модели
- Дрва за одлучување
- Економетриска анализа
- Анализа на регресија
- Анализа на временски серии

Изборот на математички модели зависи од специфичноста на проблемот кој се анализира од областа на ризиците и каков тип на податоци се обработуваат. Анализата на ризик најчесто опфаќа повеќе модели комбинирани заедно со цел да се добијат поточни податоци.

Во нашата работа, фокус е даден на анализа на ризиците во банките со помош на економетриски модели и анализа на временски серии. Понатаму во главата, детално ќе биде опишано што се временски серии, кои карактеристики тие ги имаат, какови видови постојат, моделите кои ќе се користат во нашата анализа како што се ARIMA моделот, како и што претставуваат економетриските методи, како тие се од

важно значење за анализата на ризици и кои се едни од најважните модели од економетријата.

Целта на оваа глава е да се даде основни познавања од областа на економетријата и временските серии, кои се клучни моменти во подоцнежните фази на нашето истражување.

2.1. Временски серии

Анализата на временските серии претставува множество од методи, математички и статистички техники кои овозможуваат адекватно објаснување на временските серии кои се набљудуваат. Овие методи најчесто се користат за симулирање и објаснување на некој феномен, предвидување на еволуцијата на сериите во иднина и донесување на соодветни одлуки врз база на добиените резултати.

Временските серии претставуваат множество од набљудувања $\{X_t\}$ кои варираат во зависност од времето t и се по хронолошки редослед. Се запишува како $\{X(t), t \in T\}$. Помеѓу овие записи потребно е да постои корелација, а времето се смета за дискретна променлива. Се користат во најразлични области, но како најзастапени се јавуваат во економетријата, метеорологијата, аеродинамиката и така натаму (Parzen, 1961).

2.1.1. Историски развој на временските серии

Временските серии играат една од најважните улоги во природните науки уште во најрани времиња. Во цивилизацијата на Вавилон, големо значење се посветувало на астрономијата и предвидување на астрономски настани. Предвидувањето се вршело со помош на временски серии каде што во зависност од претходните позиции на ѕвездите и на планетите се правеле заклучоци што ќе се случи во иднина. Заклучоците донесени врз основа на набљудувањето на планетите,

служеле како основа за трите закони на Кеплер кои се однесуваат на движењето на планетите околу своите орбити (Voelkel, 1999). Преку внимателно документирање на промените на движењето на планетите во однос на времето, се овозможilo да се произведе голема колекција од податоци за временски серии како и анализа на самите настани. Како фундаментална методологија произлезена од Кеплер и Вавилонската цивилизација се јавува делењето на временските серии на конечен број компоненти од податоците кои се анализираат. Овие компоненти се независни едни од други, но покажуваат одредени настани кои се појавуваат на точно определени временски периоди, што придонесува кон лесно предвидување на настани од иднината. Методологијата се потпира на постоењето на променливата која се анализира и на различните фактори кои влијаат на неа.

Со веќе поставени основи од областа на временските серии, во 19-тиот век доаѓа до примена на временските серии во економијата. Научниците Charles Babbage и William Stanley Jevons прават индиректен придонес кон развивањето на квантитивните методи и техники за анализа на податоците кои имаат придонес кон развојот на временските серии (Marc Nerlove, 1979). Денес економијата претставува една од гранките каде што временските серии се најзастапени при анализа на настани, особено при предвидување.

Во 1923 година Warren M. Persons го публикува својот труд “Correlation of Time Series” (Persons, 1923), каде што главно се фокусира на објаснување дека временските серии мора да бидат дефинирани во одредени временски единици, што прави да се разликуваат од останатите серии во областа на статистиката. Тој врши поделба на 4 главни компоненти во анализата на временските серии и тоа:

- Trend – функција која се менува постепено и се појавува секогаш кога вредностите на променливата која се разгледува се зголемуваат или намалуваат на подолг временски период.
- Seasonal – се јавува секогаш кога временската серија е зависна од некој сезонски фактор како што е на пример ден, месец, година, квартал итн.

- Cycle – долгорочни флуктрации, вообичаено во неколку години, во кои доаѓа до трајно губење или добивање на вредности.
- Residuals – уште позната како компонента на грешка или ирегуларна компонента која се однесува на флуктуации во временските серии кои се непредвидливи и случајни и не може да се вклучат во ниту една од претходно наведените компоненти.

Овие компоненти и денес се основа за анализата на временските серии. Сите тие се разгледуваат како една целина и придонесуваат во донесување на заклучоци дали временските серии се стационарни или не. Првите три компоненти, трендот, сезоналноста и циклусот, не се под влијание на стохастичките нарушувања и поради тоа може да се претстават како детерминистички функции од времето. За разлика од нив, остатоците (residuals) имаат стохастичко влијание и немаат системски движења, па поради тоа се врши моделирање на временските серии како независни или неповрзани случајни променливи со математичко очекување 0 и константна варијанса (Gebhard Kirchgässner, 2013).

Во 1939 Jan Tinberger ја започнува програмата за научно истражувачка емпириска економетрија и го конструира првиот економетриски модел. И покрај развојот на науката за економетријата и временските серии, сеуште не беше докажано односно земано во предвид дека настаните кои се случуваат хронолошки зависат едни од други. Претпоставката дека остатоците од линеарната регресија се стохастички независни се употребуваше се до 1949-та година кога од страна на Donald Cochrane и Guy H. Orcutt се докажа дека оваа претпоставка може да предизвика одредени проблеми. Доказот се однесуваше на остатоците, односно дека тие се автокорелациони, регресивните параметри се потценети додека пак F и t статистиките се преценети (Guy H. Orcutt, 1949). Во 1950-тата година James Durbin и Geoffrey S. Watson го креираат Durbin-Watson-овиот тест кој денес е еден од најпотребуваниите тестови за идентификација на автокорелацијата од прв ред (Tillman, 1975), (Wallis, 1966) (Models, 1992).

Во 1970 година се објавува книга за анализа на временските серии од страна на George E.P. Box и Gwilym M. Jenkins. Оваа книга добива огромен публицитет и станува една од најзначајните книги некогаш напишани за временските серии. Методологијата креирана од авторите е една од највлијателните методологии кои се користат и денес при анализа на временските серии. Клучен момент овде е воведувањето на униваријантни модели кои направиле систематско користење на информациите вклучени во вредностите добиени при анализа на временските серии кое што понатаму овозможува лесен начин на предвидување како разгледуваната променлива ќе се однесува во иднина. Тие целосно ја напуштаат идејата за различни компоненти и воведуваат нов стохастички модел кој се однесува на целиот процес на анализа на временските серии. Униваријантниот модел е базиран на одредени статистички фигури, параметрите во него се проценети и спецификацијата на моделот е поддржана од статистички тестови. Доколку се појават очигледни грешки при вршењето на тестовите, спецификацијата, односно параметрите мора да се променат и да се преанализираат се додека не се генерира модел кој ќе ги задоволува дадените критериуми. По формирање на моделот кој ги задоволува сите критериуми, може да се премине на предвидување (Keith William Hipel, 1977), (Pankratz, 1983), (Spyros Makridakis, 1998).

Во 1980-тите години, во предвид се повеќе се земаат и нестационарните временски серии. Нестационарноста на временските серии, според истражувачите се предизвикува од детерминистички, но и од стохастички трендови. Дотогаш, елиминацијата на стационарноста се вршела со апликација на најразлични филтри, но сега се воведуваат специфични модели кои би ја менаџираше нестационарноста. По воведувањето на основните принципи, моделирањето на временските серии најчесто се води според стационарни временски серии, а потоа се дава приоритет на нестационарните. Нестационарноста се елиминира со помош на различна декомпозиција на трендот и сезоналноста, но за тоа ќе зборуваме понатаму во истражувањето.

2.1.2 Exploratory analysis на временски серии (ETSA)

Секоја анализа на временските серии најпрво мора да започне со истражување кое вклучува следење на трендот, сезоналноста, циклусите, промена во варијансата, точки на инфлуенција и нетипични вредности (аномалии-outliers). Моделите кои ги користиме во нашето истражување бараат временските серии да бидат стационарни, што наведува дека доколку постои тренд или некои од другите наведени елементи, тие мора да бидат елиминирани или намалени со цел да се постигне стационарност.

Анализата за истражување (exploratory analysis) е еден од најважните елементи во секое моделирање на временските серии. Претставува иницијална фаза, каде што се идентификуваат најразлични повторувања, да се запознаат податоците и да се разбере нивната структура пред да дојде до формално моделирање и прогнозирање. Помага во процесот на одлучување кои од моделите и техниките за моделирање би биле најсоодветни за типот на податоци кои се користат.

Вклучува визуелизација на временските серии преку претставување на најразлични графици како што се хистограмите и box-plots преку кои можеме да забележиме доколку серијата има одредени аномалии како што се тренд, сезоналност итн. (Yukio Sadahiro, 2014). Со анализа на графици произлезени од функцијата за автокорелантност, може да заклучиме дали податоците се зависни едни од други преку анализа на зависноста на секој податок со својата задоцнета (lagged) вредност. Овде се врши и дескриптивна статистика, каде што се пресметуваат основните статистички елементи како што се варијанса, средна вредност и стандардна девијација. Ова помага при сумирање на тенденцијата и варијабилноста на временските серии и донесување на соодветни заклучоци во врска со намалување на варијансата, дали добиените вредности се во рамките на нормалите или е потребно да се врши некои дополнителни проценики и промени (Zhao, 2011) (Shumway, 2006).

Со добиените вредности од дескриптивната статистика, се проверува дали временската серија е стационарна или пак не. Стационарна временска серија е онаа која има константни статистички вредности во зависност од времето односно:

- Константна средна вредност во однос на времето

$$E(\varepsilon_t) = 0.$$

- Константна варијанса во однос на времето

$$v(\varepsilon_t) = \sigma^2.$$

- Константна автокорелација во однос на времето

$$\text{cov}(\varepsilon_t, \varepsilon_{t+h}) = 0 \text{ за } h \neq 0 \text{ некорелирани.}$$

Доколку овие услови не се исполнети, може да се заклучи дека станува збор за нестационарна временска серија, што значи дека ќе биде потребно да се извршат дополнителни трансформации и диференцирање.

2.1.2.1 Декомпозиција на тренд и сезоналност

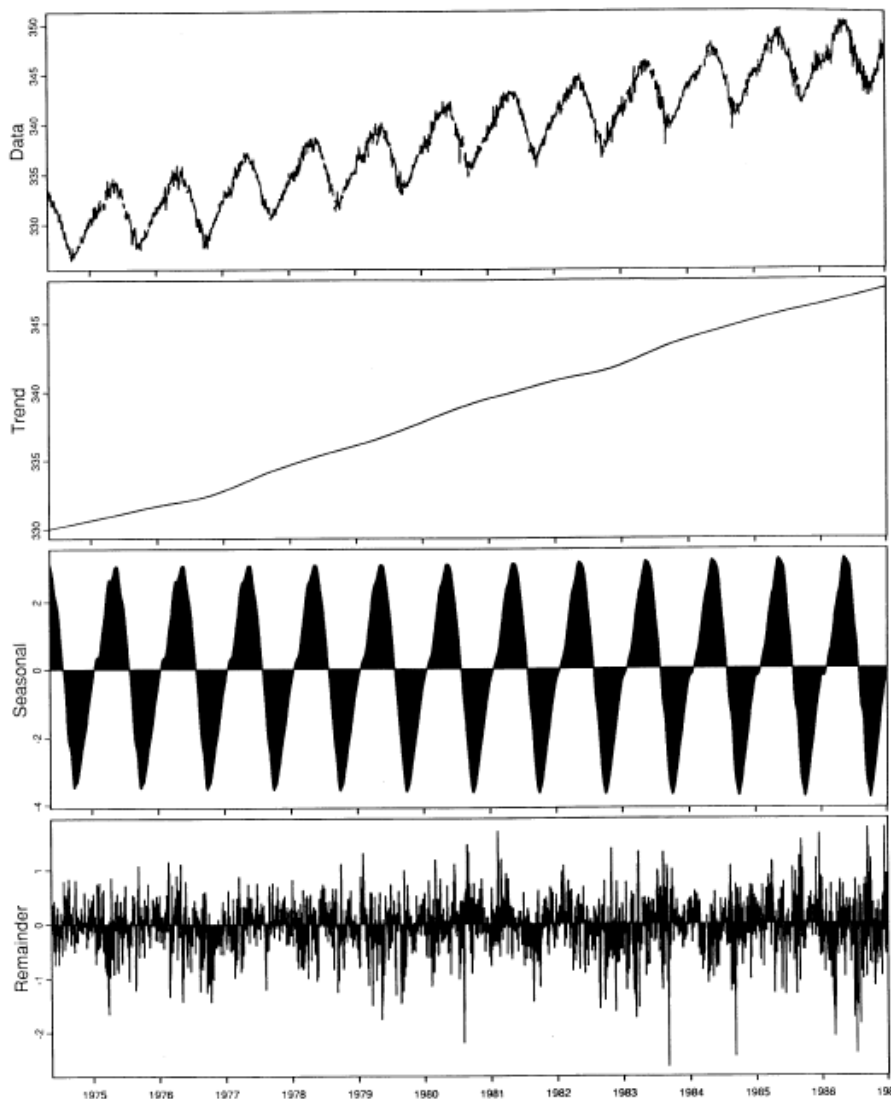
Традиционалните модели ја прикажуваат набљудуваната временска серија како реализација од процесот:

$$X_t = \mathcal{F}(m_t, s_t, Y_t),$$

каде:

- m_t – претставува тренд компонентата
- s_t – претставува сезоналната компонента
- Y_t – рандом (случајна) компонентата – стационарен шум.

Од овде можеме да продолжиме кон анализата на трендот и на сезоналноста. Тоа се прави со користење на STL (Seasonal -Trend procedure based on Loess) алгоритмот. Овој алгоритам се користи кога сакаме да ја поделиме временската серија на нејзините компоненти.



Слика 3: ETL график со поделба на тренд, сезоналност и остаток
(Robert B. Cleveland, 1990)

На слика 3 може да ја видиме поделбата со користење на декомпозиција на Loess. Има 4 различни компоненти. Првата компонента се однесува на оригиналните податоци на кои се врши анализата, втората компонента е трендот, третата е сезоналноста и последната е остатокот. Со оваа техника може јасно да се забележат аномалиите кои се јавуваат во податоците.

Во однос на трендот може да се изврши анализа на насоката на трендот, односно дали оди нагоре (има зголемување на вредностите во однос на времето), надолу (има намалување на вредностите во однос на времето) или пак е рамно (без забележителни намалувања и зголемувања на вредностите, што покажува стабилност). Освен анализа за насоката може да се анализира и времетраењето, дали е краткорочно, долгорочно или пак зависи од одреден период каде што трендот се појавува, да се анализира линеарноста (на првиот дел од слика 3, може да забележиме линеарен тренд). Со идентификација на сите овие вредности и нивна соодветна анализа, понатаму можеме да пристапиме кон елиминирање на трендот со помош на диференцирање.

Сезоналната компонента се однесува на регуларни, периодични флукутации кои се јавуваат во фиксни временски интервали во податоците кои се анализираат со временските серии. Игра голема улога во предвидувањето односно доколку разбереме како сезоналноста влијае на серијата, тогаш би можеле да правиме подобри предвидувања во иднина (A.M. Davey, 1993).

2.1.3 Униваријантни стационарни процеси

Временските серии најчесто се делат на два дела и тоа:

- Униваријантни временски серии
- Мултиваријантни временски серии.

Униваријантните временски серии се однесуваат на единечни набљудувања собрани во одреден период, односно се разгледува само една единствена променлива чие менување се анализира во текот на времето. Кај мултиваријантните временски серии, се разгледуваат повеќе варијабли, односно повеќе од една опсервација собрана во одреден временски период.

Со развојот на Воx-Jenkins методологијата, униваријантните временски серии може да се анализираат на едноставни начини, да се врши препознавање на одредени

повторувања, да се врши предвидување и да се разберат детално сите нивоа и динамики кои ги содржат податоците кои ги анализираме. Највлијателни пристапи од оваа методологија за статистичко моделирање на временските серии се:

- AR (Autoregressive process) – идејата зад овој процес е одредена податочна точка во временската серија е линеарно зависна од нејзините претходни вредности, при што степенот на зависност се одредува според параметарот на задоцнување (lag parameter) на моделот.
- MA (Moving average process) – врши карактеризација на податочните точки како линеарни комбинации на минатите вредности на белиот шум (white noise term) односно на грешките.
- ARMA (Autoregressive-Moving average process) – комбинација на AR и MA процесите со цел да се изврши пооптимална прогноза на идни резултати.
- ARIMA (Autoregressive integrated moving average process) – форма на регресивна анализа која ги истакнува јаките страни на зависната променлива во однос на промената на останатите променливи. Претставува комбинација од AR и MA процесите, но вклучува и интегриран дел кој се однесува на диференцијацијата на необработените набљудувања кои би влијаеле на стационарноста на временските серии (вредностите на податоците се заменуваат со разликата помеѓу моменталната и минатата вредност на податоците).
- SARIMA (Seasonal autoregressive integrated moving average process) – надоградба на ARIMA моделот што специфично ја моделира сезоналната компонента во временската серија.

Бок-Јенкинс методологијата и методите претставени со неа, претставуваат важна алатка во разбирањето и анализата на временските серии, особено од областа на економијата. Не само што го збогатиле полето на економетријата, туку се покажале и како неопходни за правење точни краткорочни прогнози, идентификување трендови и извлекување значајни сознанија од временски подредени податоци. Нивното влијание врз анализата на економските временски серии е немерливо и

тие продолжуваат да бидат основен елемент на анализата и предвидувањето на временските серии во различни области.

2.1.3.1 AR процес

AR процесот е фундаментален метод од областа на временските серии. Се користи за опишување и анализа на една променлива во однос на нејзините претходни вредности. Се карактеризира со користење на задоцнетите вредности на променливата со цел да се објаснат моменталните или пак идните вредности.

Процесот ја моделира X_t променливата, како комбинација од нејзините претходни вредности, каде што степенот на зависност се одредува врз основа на параметарот p , и се запишува како $AR(p)$. Па затоа велиме дека $AR(p)$ процесот е стохастички процес од степен p доколку ја задоволува формулата:

$$AR(p): \quad X_t = a_1 X_{t-1} + \dots + a_p X_{t-p} + e_t,$$

каде што e_t е бел шум со варијанса σ_e^2 , a_p се авторегресивните коефициенти кои го претставуваат влијанието на минатите вредности, и X_{t-p} се задоцнетите вредности на променливата во претходните временски периоди.

Едно од најважните својства на процесот е стационарноста која зависи од авторегресивните коефициенти. За процесот да биде стационарен потребно е, корените на карактеристичниот полином да лежат надвор од единичната кружница во комплексната рамнина. Односно полиномот:

$$\phi(z) = 1 - a_1 z - \dots - a_p z^p$$

има корени z_1, \dots, z_p каде што е потребно да е исполнет условот $|z_i| > 1$.

Степенот p на $AR(p)$ процесот го претставува бројот на минати вредности кои се земаат при анализа на временската серија. Колку е поголем степенот, толку поголема е зависноста на вредностите.

Како најважни алатки при анализа на $AR(p)$ процесите се користат:

- ACF (автокорелациона функција)
- PACF (парцијална автокорелациона функција) – парцијална корелација помеѓу две случајни варијабли е корелацијата која останува доколку сите можни влијанија на другите случајни променливи се елиминирани.

Овие функции се од големо значење бидејќи помагаат при идентификација на соодветниот модел, проценка, спецификација, валидација итн. Во однос на идентификацијата на соодветниот модел, графичкиот приказ на овие две функции може да ни помогне да ја одредиме вредноста на степенот, преку анализа на бројот на значајни задоцнувања што влијаат на моменталната вредност. Кај $AR(p)$ процесот, ACF функцијата секогаш постепено конвергира кон нула, што резултира со потешкотии во пронаоѓање на соодветниот степен само со користење на оваа функција. Затоа е креиран концептот на PACF. $AR(p)$ процесот има PACF која е различна од нула се до одредено задоцнување p и нула потоа.

Како најразгледувани модели се $AR(1)$ и $AR(2)$ процесите.

$$AR(1): \quad X_t = a_0 + aX_{t-1} + e_t$$

$$AR(2): \quad X_t = a_1X_{t-1} + a_2X_{t-2} + e_t$$

Одредени функции поврзани со $AR(1)$ процесот (средна вредност, варијанса, автоковаријанса и автокорелациона функција):

$$E(X_t) = \sum_{j=0}^{\infty} a^j E(e_j) = 0$$

$$\gamma(h) = \text{cov}(X_{t+h}, X_t) = \frac{\sigma_\epsilon^2 a^{|h|}}{1 - a^2}, h = \dots, -2, -1, 0, 1, 2, \dots$$

$$\text{Var}(X_t) = \gamma(0) = \frac{\sigma_\epsilon^2}{1 - a^2}$$

$$\rho(h) = \frac{\gamma(h)}{\gamma(0)} = a^{|h|}, h = \dots, -2, -1, 0, 1, 2, \dots$$

каде $\rho(h) = |a|\rho(h - 1)$.

$AR(1)$ е од големо значење бидејќи во случај:

- Кога $|a| > 1$ моделот не е каузален, туку зависи на иднината.
- Кога $a_1 = 0$ тогаш X_t е бел шум.
- Кога $a_1 = 0, a_0 = 0$, тогаш X_t е случајна прошетка.
- Кога $a_1 = 1, a_0 \neq 0$, тогаш X_t е случајна прошетка со лебдење (drift).
- Кога $a_1 < 0$, тогаш X_t осцилира помеѓу позитивни и негативни вредности.

Накратко, процесот на AR е вредна алатка за моделирање и разбирање на временската зависност на податоците од временските серии. Неговите својства, вклучувајќи ја стационарноста, степенот, ACF, PACF и способностите за предвидување, го прават разновиден избор за добивање на модели на автокорелација во различни апликации, од финансии до економија и пошироко.

2.1.3.2 MA процес

Процесот MA е модел на временска серија каде што секоја податочна точка е пондерирана сума на бел шум или случајни шумови од претходните временски чекори. Со други зборови, таа ја претставува тековната вредност како линеарна комбинација на грешки во минатото (сума од бели шумови). Процесот MA често се означува како $MA(q)$, каде што „ q “ го претставува степенот на процесот.

За стохастичкиот процес X_t велиме дека е Moving Average, MA процес од ред q , $MA(q)$, доколку ја задоволува следнава равенка:

$$MA(q): \quad X_t = e_t + b_1 e_{t-1} + \dots + b_q e_{t-q},$$

каде што e_t е бел шум со варијанса σ_e^2 , b_q се MA коефициенти.

Процесот се смета за инвертибилен кога може да се претстави како бесконечен AR процес:

$$e_t = \sum_{j=0}^{\infty} \pi_j X_{t-j}.$$

Со други зборови инвертибилен е тогаш кога има добро дефинирана репрезентација како авторегресивен процес од бесконечен ред. За да ја провериме инвертибилноста потребно е да ги најдеме корењата на MA полиномот.

$$\theta(z) = 1 + b_1 z + \dots + b_q z^q.$$

Полиномот има корени z_1, \dots, z_q за кои е потребно да е исполнет условот $|z_i| > 1$ за $i = 1, \dots, q$. Доколку условот е исполнет можеме да заклучиме дека станува збор за MA процес.

Карактеристични својства за MA процесот се:

- Средната вредност на процесот е константа и еднаква на 0, т.е.

$$E(X_t) = 0.$$

- Варијансата на процесот е константа

$$Var(X_t) = \gamma(0) = \sigma^2 \sum_{i=0}^q \theta_i^2.$$

- Автокорелационата функција не е нула во првите неколку задоцнувања, а е нула за сите останати

$$\rho_\tau = \begin{cases} \sum_{i=0}^{q-\tau} \theta_i \theta_{i+\tau} / \sum_{i=0}^q \theta_i^2, & 0 \leq \tau \leq q \\ 0, & \tau > q \end{cases}.$$

- PACF експоненцијално се стреми кон нула.
- MA процесот секогаш е стационарен процес.

| | $AR(p)$ | $MA(q)$ |
|--------|---|---|
| ACF | Бавно опаѓање кон 0 | 0 до $q+1$ задоцнување (null from $q+1$ lag) |
| $PACF$ | 0 до $p + 1$ задоцнување (null from $p + 1$ lag) | Бавно опаѓање кон 0 |

Слика 4: ACF/PACF препознавање

2.1.3.3 ARMA процес

ARMA (p, q) е стохастички процес кој претставува комбинација од двата претходно споменати процеса $AR(p)$ и $MA(q)$ и дава објаснување за процесите кај кои ниту автокорелационата функција ниту пак парцијалната автокорелациона функција прекинува после копнечен број на задоцнувања.

За стохастичкиот процес X_t велите дека е ARMA процес од ред (p, q) доколку ја задоволува следнава равенка:

$$ARMA(p, q):$$

$$X_t = a_1 X_{t-1} + \dots + a_p X_{t-p} + b_1 e_{t-1} + \dots + b_q e_{t-q} + e_t,$$

каде што e_t е бел шум со варијанса σ_e^2 .

Ако процесот што се анализира ги исполнува условите за авторегресивниот полином, тогаш велите дека ARMA е асимптоматски стационарен процес. Доколку дополнително ги исполнува и условите за MA полиномот тогаш велите дека е инвертибилен. Кај ARMA процесот, ACF и PACF функциите се стремат кон нула. Доколку има појава на специфични намалувања или зголемувања за некоја

конкретна вредност во овие функции, тогаш во однос на нив можеме да заклучиме за кој ред на ARMA процесот станува збор.

За моделирање на ARMA процесот се користи најчесто AIC (Akaike Information Criterion) и BIC (Bayesian Information Criterion) критериумите. Овие критериуми помагаат при евалуација на можниот ред на моделот и негова конечна селекција. Во однос на одбирање на соодветниот ред на моделот, односно вредностите за $AR(p)$ и $MA(q)$, критериумите служат за квантификација на комплексноста на предложениот модел и неговата прилагодливост. AIC помага при пенализирање на премногу комплексни модели со цел да се спречи преспецифицирање што би резултирало со незадоволително идно предвидување. При анализа на добиените вредности за AIC и BIC, колку се пониски вредностите толку моделот има подобар сооднос помеѓу комплексноста и прилагодливоста. Моделите кои се избрани врз основа на резултатите од погоренаведените критериуми, имаат тенденција да имаат подобри резултати при прогнозирањето, поради тоа што не се склони кон препараметризација и преспецифицирање.

2.1.3.4 ARIMA процес

Box and Jenkins имаат објавено истржувања на најразлични теми од временските серии, како што веќе видовме претходно. Еден од најважните модели за анализа на временските серии и предвидување, предложен од нивна страна е ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) моделот. Овој модел претставува комбинација од AR и MA моделите, и дополнително ја содржи интеграционата компонента.

Интеграционата компонента претставува главна разлика помеѓу претходно споменатиот ARMA модел и ARIMA моделот. ARMA моделот не ја содржи оваа компонента и е фокусиран на стационарни временски серии кои не вклучуваат диференцирање за постигнување на стационарноста, односно уште на почеток се смета дека средната вредност, варијансата и автокорелационата функција

остануваат непроменети со текот на времето. Кај ARIMA моделот, интеграционата компонента кажува дека овој модел може да биде користен и за анализа на нестационарни временски податоци преку вклучување на поимот диференцирање со цел да се трансформираат оригиналните податоци во стационарни пред да се вметнат AR и MA компонентите.

За временската серија процес X_t велиме дека следи интегриран авторегресивен moving average процес од ред (p, d, q) , ARIMA(p, d, q) доколку d th разликата

$\nabla^d(B)X_t = (1 - B)^d X_t$ е стационарен и инвертибилен ARMA(p, q) процес кој задоволува:

$$\phi(B)\nabla^d X_t = \theta(B)e_t,$$

каде $\phi(B)$ и $\theta(B)$ се AR и MA полиноми (соодветно), со корени $|z_i| > 1$, каде што e_t е бел шум со варијанса σ_e^2 .

2.2. Економетриски модели

Економетријата претставува гранка која ги поврзува економската теорија и емпириската анализа. Служи за опишување на промената на статистичките методи за квантификација и критичка процена на хипотетичките врски со користење на податоци (Dougherty, 2011). Терминот економетрија сугерира дека методите кои се користат се однесуваат на економетриска анализа односно податоците се превземени од различни делови од економијата (пр. податоци од берзата, акции, различни податоци од банкарството итн.). Економијата даде најголем поттик за развој на економетријата, но и други дисциплини имаат огромно значење.

Постојат повеќе најразлични дефиниции за тоа што всушност претставува економетријата (Tintner, 1953). Според Maddala економетријата содржи примена на математички и статистички методологии врз економски податоци, со цел да се

докажат одредени економски теории базирани на емпириски набљудувања (Maddala, New York). Wooldridge следи слична идеја “Економетријата се базира на развојот на статистички методи за проценување на економски врски, теории, тестирања, евалуација и имплементирање на владини и бизнисни политики” (Wooldridge, 1996).

Една од најчестите примени на економетријата е во предвидувањето на вредности од макроекономски променливи (БДП, стапка на инфлација, каматни стапки, итн.). Макроекономските променливи се предмет на разгледување и на економијата. Главна разлика на економијата со економетријата е тоа што, кај економетрискиот модел постои дополнителен термин μ во кој се сместени сите останати помалку важни променливи кои не се идентифицирани, а не се од големо значење за променливата која се анализира. Всушност, економетрискиот модел ги разгледува само оние променливи кои се важни при објаснувањето на анализираната променлива, а сите останати променливи се сместуваат во дополнителниот термин. Моделот ни помага да разбереме дали стохастичкиот дополнителен термин е навистина произлезен само од одредена веројатност, или пак содржи одредени променливи кои би биле значајни за разгледуваниот модел, но не се вклучени како релевантни во равенката.

Кај економетрискиот модел, постои веројатносна врска што значи дека моделот би бил прогласен за неважечки односно контрадикторен, само доколку разгледуваните набљудувања кои се контрадикторни се многу добро анализирани и опсервирани на високо ниво. Моделот е исто така робустен, што значи дека неговата јачина се мери во соодветност на специфични услови од статистичката анализа кои е потребно да бидат исполнети.

Една од карактеристиките на економетриските модели е анализа на каузалните врски. Каузална врска претставува врска помеѓу две променливи доколку може да се идентификува ефектот кој едната променлива го има врз другата. Со други зборови како промената која би се случила на една од променливите би влијаела на крајниот резултат на моделот. Анализата и разбирањето на каузалните врски

претставува еден од клучните елементи при емпириското истражување и им помага на научниците и економистите да го идентификуваат влијанието на полисите, економските фактори и така натаму.

Во економетриската анализа, неопходно е да се идентификуваат факторите чиј ефект ќе биде предмет на анализа. *Ceteris paribus* ефектот е еден од клучните при економетриска анализа. Ја објаснува промената која би се случила во одредена променлива Y доколку единствена променлива која се менува е променливата X , а сите останати варијабли остануваат непроменети (Boumans, 2001) (Bierens, 2000).

Како основна техника на економетријата се јавува регресионата анализа која беше иницијално развиена во апликациите од областа на астрономијата од страна на Legendre и Gauss во првите години на деветнаесетиот век (Read, 2016). Со нејзина помош е креиран линеарно регресивниот модел кој ја објаснува врската помеѓу зависна променлива и една или повеќе независни променливи, преку анализа на промените кои би настанале врз зависната променлива доколку има промени кај независните променливи.

Друга клучна техника во економетријата е анализата на временските серии. Економските податоци најчесто се менуваат во текот на одреден временски период, па со помош на моделите на временските серии, може да се следат одредени повторувања, појава на тренд, сезиналност како и да се изврши соодветно идно предвидување.

Во реалниот свет, податоците многу ретко се едnodимензионални. Кога сакаме да работиме со повеќедимензионални податоци користиме панел дата. Моделите на панел дата, уште познати и како непречени временски серии, ни овозможуваат да споиме податоци кои се набљудувани во одреден момент во времето со податоци од временски серии односно набљудувани во различни временски периоди. Вака се врши анализа на ентитетите и нивното менување во текот на времето, додека во предвид се земаат индивидуалните и временските специфични ефекти.

Постојат и други најразлични модели со кои може да се изврши економетриска анализа, но во нашето истражување ние ќе се фокусираме само на погоре споменатите модели како клучен дел од анализата на ризик. Во следните делови ќе биде дадено подетално објаснување за секој од моделите поединечно и како би се применило на анализата на ризик.

2.2.1. Линеарно регресиони модели

Доколку сакаме да го видиме ефектот кој разгледуваната променлива би го имала на варијациите на непрекинатата променлива, можеме да ги користиме регресионите модели.

Постојат два типа на линеарно регресиони модели и тоа:

- Едноставни линеарно регресиони модели
- Повеќекратни линеарно регресиони модели

2.2.1.1 Едноставни линеарно регресиони модели

Кога имаме две варијабли за кои сакаме да разбереме како се поврзани, користиме математички модел – едноставен линеарно регресионен модел. Линеарно регресиониот модел дава одговор на прашањата какви врски постојат помеѓу постоечките варијабли, како да се земат во обзир и останатите варијабли кои би влијаеле на разгледуваните и како да се осигураме дека *Ceteris Paribus* ефектот ќе биде успешно постигнат при анализата.

Математички моделот се претставува како:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + U$$

каде што:

- Y – е зависната променлива која ја разгледуваме, објаснуваме (одговорот на равенството),
- β_0 – е вредност на Y кога е $X = 0$,
- β_1 – наклон (slope) ни ја објаснува силината на врската. За $\beta_1 > 0$ со зголемувањето на X , се зголемува и Y (правопропорционален однос). За $\beta_1 < 0$ со зголемувањето на X доаѓа до намалување на Y (обратнопропорционален однос).
- X – независна променлива, која помага при објаснување на зависната променлива.
- U – грешка, содржи фактори кој не се сметаат за важни и не се разгледуваат во дадената врска. Се јавува како резултат на случајноста на однесувањата и го прикажува ефектот на останатите варијабли.

Доколку сакаме да ги одредиме последиците на зависната променлива, од некои промени кои настануваат на независната променлива, можеме да го користиме Ceteris Paribus ефектот само доколку варијациите кои настануваат во терминот грешка и ги репрезентираат сите останати фактори е 0. Односно доколку U е константа:

$$Y_1 = \beta_0 + \beta_1 X_1 + U \quad , \quad Y_2 = \beta_0 + \beta_1 X_2 + U$$

тогаш имаме:

$$\begin{aligned} \Delta Y &= Y_2 - Y_1 = \beta_0 + \beta_1 X_1 + U - (\beta_0 + \beta_1 X_2 + U) \\ &= \beta_1 X_1 - \beta_1 X_2 = \beta_1 \Delta X. \end{aligned}$$

Конечниот резултат на равенството значи дека X има линеарен ефект врз променливата Y .

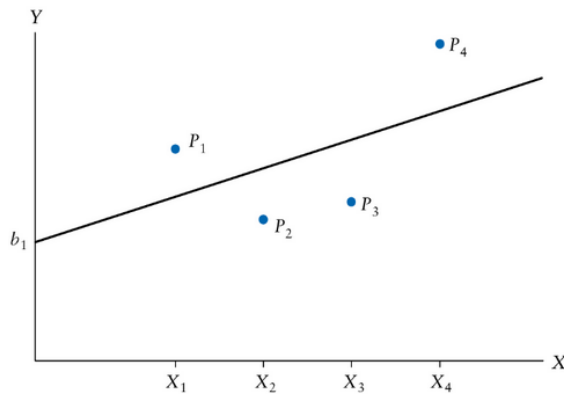
За да се одреди соодветен линеарно регресионен модел потребно е да биде исполнет условот за нулта условна средна вредност. Со овој услов се тврди дека

очекуваната вредност на грешка во моделот е 0 за која било вредност на независната променлива, т.е.

$$E[U/X] = E[U] = 0.$$

Равенството не би било 0 само доколку постојат некои променливи кои не се разгледувани во моделот, но би имале големо влијание на однесувањето на зависната променлива. Доколку ова се случи тогаш имаме погрешни резултати и не неточно предвидување. Важно е да се напомене дека моделот е непристрасен што значи дека очекуваната вредност на предвидувањето направено од моделот е еднаква на вистинската вредност на зависната променлива.

Кога имаме линеарно регресионен модел, потребно е да ги процениме и вредностите на параметрите. Тоа можеме да го направиме со OLS (Ordinary Least Squares) метод. Цел на овој метод е да ја намали сумата од квадратните остатоци помеѓу предвидените вредности и вистинските вредности на зависната променлива. Вклучува пронаоѓање на линијата во која може да се сместат соодветните податоци.



Слика 5: Линија за препознавање на вредности

Колку и да се трудиме, вистинските вредности на параметрите не можеме никогаш да ги пронајдеме до максимална точност. Вредностите кои ги пронаоѓаме со цртање на линијата се приближни вредности на вистинските. Со методот можеме да ги пресметаме остатоците од секоја опсервација. Овие остатоци ги претставуваат

разликите помеѓу вистинските вредности во секоја опсервација со добиените вредности во однос на регресионата линија,

$$\hat{u} = y_i - \hat{y}_i.$$

Следно, потребно е да ги одбереме параметрите кои прават минимална сума од квадратите на остатоците.

$$\sum_{i=1}^n \hat{u}_i^2 = f(\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1)$$

$$\begin{cases} \hat{\beta}_1 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \\ \hat{\beta}_0 = \bar{y} - \hat{\beta}_1 \bar{x} \end{cases}.$$

Приближната вредност на равенката која ја објаснува средната варијација на зависната променлива како функција од независната гласи:

$$\hat{y} = \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_1 X,$$

каде $\hat{\beta}_0$ се интерпретира како средна вредност на Y кога $X = 0$, додека пак $\hat{\beta}_1$ го претставува наклонот на проценетата линија која ни помага да ја идентификуваме средната варијација на Y кога постои зголемување од една единица кај X .

По изборот на моделот и одредување на коефициентите, потребно е да се направи анализа дали моделот е соодветен за дадените податоци. Тоа можеме да го направиме со помош на коефициентот за детерминација R^2 .

$$R^2 = 1 - \frac{SQR}{SQT}.$$

Овој коефициент ни помага да најдеме мерка за квалитетот на моделот, односно да направиме квантификација на пропорцијата од варијација на зависната променлива која е објаснета во моделот од страна на варијацијата кај независната променлива.

Всушност овој коефициент го објаснува процентот со кој моделот е објаснет. Доколку моделот е добар, тогаш варијацијата на Y ќе биде целосно објаснета преку X . За ова да се случи потребно е оценувачите на параметрите да бидат центрирани и ефикасни.

Центрираниот оценувач може да ни помогне да ги оцениме параметрите без пристрасност односно:

$$E[T] = \theta,$$

т.е. разликата помеѓу очекуваната вредност на оценувачот и вистинската вредност на параметарот е оценета како θ .

Ефикасниот оценувач кажува дека помеѓу два оценувачи T_1 и T_2 за параметарот θ , поефикасен е оној кој има помала варијанса, односно T_1 .

$$Var[T_1] < Var[T_2].$$

Потребно е да се донесе и статистички заклучок за линеарниот регресионен модел. Докажано е дека OLS оценувачите се центрирани минимални оценувачи на варијанса доколку важат следниве услови:

- Хипотеза 1: Линеарност на параметрите – зависната променлива е поврзана со независната променлива и со терминот грешка преку линеарна функција на параметрите β_0, β_1 , т.е $Y = \beta_0 + \beta_1 X + U$.
- Хипотеза 2: Случајно земање на примероци – се зема случаен примерок со димензија n од популацијата што лежи во основата на моделот $(X_i, Y_i), i = 1, 2, \dots, n$
- Хипотеза 3: Примерок од варијанса на променливата за $X \neq 0$ – ако набљудуваните вредности на X се еднакви, не е возможно да се направи проценка на вредностите на MMQ.

- Хипотеза 4: Условна средна вредност на нул грешките $E[U/X = x] = 0$.
- Хипотеза 5: Хомоскедастичност – условната веројатност на грешките е константа, независно од вредноста на набљудуваната променлива X
 $Var[U/X = x] = \sigma^2$.
- Хипотеза 6: Нормална распределба на грешките - $U \sim N(0, \sigma^2)$

Покрај овие хипотези постои и нулта хипотеза H_0 која вели дека не постои врска помеѓу две варијабли и алтернативна хипотеза H_1 која го вели спротивното. Нултата хипотеза се смета за точна се додека не се докаже спротивното. Како мерка за нулта хипотеза се користи р-вредноста (го мери доказот за одбивање на нулта хипотеза). Вредноста на р-вредноста се движи во рамките од 0 до 1. Колку помала вредност, толку поголем доказ за одбивање на нулта хипотеза. Нивото на значајност за хипотезите најчесто е $\alpha = 0.05$ односно 95%. Доколку р-вредноста е помала 0.05 ја одбиваме нултата хипотеза односно заклучуваме дека постои значајна врска помеѓу двете разгледувани променливи. Доколку р-вредноста е поголема од 0.05, нултата хипотеза е точна односно постои значаен доказ дека нема врска помеѓу разгледуваните променливи.

2.2.1.2 Повеќекратни линеарно регресиони модели

За разлика од едноставните линеарно регресиони модели, повеќекратните модели се надградба на едноставниот и служат за покривање на случаите кога е потребно да има повеќе од една променлива со цел да може успешно да се објасни зависната променлива.

Математички моделот се претставува како:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k + U,$$

каде што:

- β_0 – е вредност на Y кога е $X = 0$,
- β_i – ја мери варијацијата на Y во однос на X_i кога $X_j, i \neq j$ и U се фиксни, во вкупно $k + 1$ непознати параметри во моделот.

Изборот дали една променлива ќе биде вклучена во моделот или пак не, може да се детерминира доколку се разгледа фактот дека постои корелација помеѓу таа променлива и некоја друга променлива веќе вклучена во моделот.

Кај повеќекратниот линеарен регресионен модел најчесто се користат хипотезите на Gauss-Markov. Овие хипотези се множество од клучни претпоставки кои се во основата на методот на OLS со цел тој да стане BLUE (Best Linear Unbiased Estimator) односно да обезбеди непристрасен и ефикасен начин на процена на параметрите.

1. Хипотеза 1: Линеарност на моделот – врската помеѓу зависната и независните променливи може да се утврди со помош на равенката за линеарна регресија. Ова значи дека било која промена кај независните променливи ќе резултира со пропорционална промена кај очекуваната вредност на зависната променлива.
2. Хипотеза 2: Случајни примероци – имаме случајни примероци со димензија n , земени од основата на моделот (грешките се независни и неповрзани).

$$\{(X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{ik}, Y), i = 1, \dots, n\}.$$

3. Хипотеза 3: Непостоење на колинеарност – независните променливи не се линеарно поврзани меѓу себе.

$$\forall i, j = 1, \dots, n, \nexists a, b : X_i = a + bX_j.$$

4. Хипотеза 4: Нула средна вредност на грешките – без разлика на вредностите земени за независните променливи, математичкото очекување од грешките е секогаш 0.

$$E[U/X_1 = x_1, X_2 = x_2, \dots, X_k = x_k,] = 0.$$

5. Хипотеза 5: Хомоскедастичност – без разлика на вредностите на независните варијабли, варијансата на грешката е константа $Var[U/X] = \sigma^2$.
6. Хипотеза 6: Нормална распределба на грешките - $U \sim N(0, \sigma^2)$.

Коефициентите кај повеќекратната линеарна регресија ја претставуваат промената кај зависната променлива, асоцирана со промена на една единица кај конкретна независна променлива, додека сите други независни променливи се константни. Доколку сите независни променливи имаат вредност 0, тогаш зависната променлива ќе ја има вредноста на b_0 .

Кај едноставниот линеарно регресионен модел, за проверка дали моделот е соодветен или не користевме коефициент за детерминација R^2 . Кај повеќекратниот модел, промената на вредноста на овој коефициент не мора да се должи исклучиво на вклучувањето на нова независна променлива во равенката. Може да постојат состојби кога високи вредности на овој коефициент ќе резултира со низок квалитет на прилагодување и обратно, ниски вредности може да резултираат со добро прилагодување на моделот во однос на податоците. Со секое вметнување на нова независна променлива, вредноста на коефициентот ќе се зголеми без притоа да дојде до промена во зголемувањето во квалитетот на моделот. Според ова можеме да заклучиме дека овој коефициент не е доволна робустна мерка за квалитетот на моделот кај повеќекратна регресија. Наместо него кај овој вид на регресија, се користи приспособениот коефициент R^2_{adj} . Овој коефициент е приспособен со бројот на независни варијабли и го решава проблемот на R^2 со пенализирање на неговата вредност за секоја дополнителна променлива во равенството. Секогаш е помало од R^2 и колку е поголема неговата вредност толку повеќе е објаснета варијацијата на зависната променлива од страна на независната променлива земајќи го во опсег и вкупниот број на независни променливи. Доколку вршиме споредба помеѓу два модела со различен број на променливи, од кои едниот има помала варијанса од другиот, но ист приспособен коефициент, тогаш го одбираме моделот кој има помал број на променливи.

Анализата на кој модел би бил подобар може да ја направиме и преку гледање на вредностите дадени во ANOVA табелата. Оваа табела се однесува на анализа на варијансите и служи за споредба дали постои значајна разлика помеѓу два или повеќе модели. Содржи неколку делови како што се:

- Df (степен на слобода) – разлика помеѓу големината на примерокот и бројот на параметри пресметувани во моделот.
- Sum sq (сума на квадрати) – мерка за големината на варијабилноста на податоците која е објаснета од секој извор на варијација.
- Mean sq (средно квадратно отстапување) – ја претставува варијансата на секој извор на варијација.
- F-вредност (F-статистички тест) – сооднос на варијабилноста помеѓу групите до варијабилност во рамките на групата. Поголема вредност на оваа статистика сугерира на поголеми разлики помеѓу моделите.
- Pr(>F) (p-вредност) – ја мери силината на доказот против нултата хипотеза.

Освен користење на ANOVA табелата, често се користи и коефициентот на корелација. Овој коефициент ја претставува врската помеѓу две променливи и го квантифицира степенот на промени на едната променлива поврзани со промените во другата променлива, односно ни помага да одредиме колку овие променливи се зависни и меѓусебно поврзани.

$$\rho_{x_1x_2} = \frac{\text{corr}(x_1x_2)}{\sqrt{\text{var}(x_1)\text{var}(x_2)}}$$

Коефициентот варира помеѓу -1 и 1. Доколку $\rho = -1$ тогаш имаме негативна корелација, што значи дека доколку една променлива ја зголеми својата вредност, другата променлива ќе ја намали вредноста. Доколку $\rho = 0$ тогаш можеме да заклучиме дека не постои линеарна корелација, односно не постои никаква врска помеѓу двете варијабли (тие се независни меѓусебно). Доколку $\rho = 1$ тогаш постои позитивна корелација што значи дека со зголемување на вредноста на едната променлива, ќе дојде до зголемување на вредноста и на другата променлива.

Читањето на вредностите на коефициентот за корелација може да ни помогне да разбереме кои променливи се најмногу поврзани со зависната променлива и дали постојат независни променливи кои се високо зависни меѓусебе.

За одбирање на моделот кој би го користиле, освен веќе споменатите коефициенти и критериуми, потребно е да направиме и анализа на критериумот базиран на функцијата на максимална веројатност Акаике. Акаике (AIC) критериумот е статистичка мерка која се користи за споредба на моделите и нивен избор. Се стреми кон баланс на приспособувањето на моделот и неговата комплексност, преку креирање на единствена нумеричка вредност која ќе направи сумирање на двата аспекта. Се дефинира како:

$$AIC = -2 \log(L) + 2k,$$

каде што L е веројатноста на моделот за дадените податоци, а k е бројот на параметри односно комплексноста на моделот. Колку е помала вредност на овој критериум, толку моделот е подобар.

2.3. Валидност на повеќекратниот модел

Оценетите параметри и статистички резултати се валидни доколку погоре наведените хипотези не се нарушени. Најчесто овие работи можеме да ги анализираме преку соодветни графици креирани од дадените податоци или преку примена на одредени тестови во зависност од тоа што сакаме да испитаме.

Доколку сакаме да ја провериме линеарноста на моделот, потребно е да ги прикажеме во график приспособените вредности во однос на остатоците. Доколку линијата во графикот е искривена, тогаш врската помеѓу променливите не е линеарна. Моделот би бил адекватен доколку остатоците не покажат никакви облици, ниту пак тренд, туку само случајна распределба на точките низ графикот.

Еден вид на график кој можеме да го користиме е QQ графикот. Овој график служи за споредба на емпириската квантитативност на распределбата на остатоците со теориската квантитативност на нормалната распределба. Помага при тестирање на хипотезата за нормалност. Доколку вредностите се однесуваат скоро како во права линија, тогаш моделот е соодветен. За дополнително да го докажеме ова може да го користиме и Shapiro-Wilk тестот кај кој нултата хипотеза вели дека податоците имаат нормална распределба. Алтернативната хипотеза кажува дека податоците не се нормално дистрибуирани. Доколку p -вредноста е помала или еднаква на нивото на значајност, тогаш нултата хипотеза е одбиена и можеме да заклучиме дека податоците не следат нормална распределба. Доколку p -вредноста е поголема од 0.05, нултата хипотеза не е одбиена, односно податоците следат нормална распределба. Shapiro-Wilk тестот е користен од страна на истражувачите кога е потребно да се одредат одредени статистики поврзани со нормалноста. Ако заклучиме дека податоците не следат нормална распределба, потребно е да се извршат соодветни трансформации кои би помогнале при понатамошна анализа.

Друг график кој се користи е Scale-Location графикот кој помага при идентификација на хетероскедастичноста. Доколку хипотезата е потврдена, тогаш се очекува вредностите да бидат распределени на сличен начин по должината на права хоризонтална линија паралелна со x -оската. За дополнително да ги потврдиме вредностите добиени во овој график, можеме да ја тестираме хетероскедастичноста со помош на Breuch-Pagan тестот. Овој тест проверува дали има променлива варијанса на грешките во моделот, односно тие не се константни во однос на сите нивоа на независност на променливите. Добиената вредност од тестот ја претставува мерката на разликата помеѓу варијансата на грешките и предвидената варијанса на грешките. Нултата хипотеза претпоставува дека варијансата на грешките е константна, додека пак алтернативната хипотеза го докажува спротивното. Доколку p -вредноста е помала од 0.05, тогаш ја одбиваме нултата хипотеза и заклучуваме дека постои хетероскедастичност во податоците. Во случај кога p -вредноста е поголема од 0.05, тогаш нултата хипотеза не е одбиена и можеме да заклучиме дека податоците се хомоскедастични. Овој тест е од големо

значење, бидејќи покажува дали главните претпоставки на линеарната регресија се нарушени или не.

Во однос на хипотезата за независност, го користиме Durbin-Watson тестот кај кој нултата хипотеза се однесува на независност на грешките. Kolmogorov-Smirnov тестот го користиме доколку сакаме да видиме дали податоците следат некоја специфична претходно одредена веројатносна распределба. Поосетливата верзија од истиот тест е тестот на Anderson-Darling.

Друга клучна карактеристика која е потребно да се анализира кај графициите е постоењето на точки на влијание и издвоени (изолирани) вредности (outliers). Точки на влијание се набљудувања кај податоците кои имаат значајно влијание на регресиониот модел. Тие имаат големо влијание на регресионата линија. Обично се наоѓаат далеку од центарот на податоците и може да го променат текот на регресионата линија. За разлика од нив, издвоените вредности се набљудувања кои се наоѓаат далеку од поголемиот дел од точките и имаат големо влијание врз процесот на одредување на регресионата линија. Мерка која се користи за одредување на овие точки е Cook растојание. Служи за мерење на ефектот кој една единствена опсервација на коефициентот за регресија е тргната од податочното множество. Доколку ова растојание е големо тогаш имаме точки на влијание. Во графициите обично овие точки се наоѓаат во горниот или долниот десен агол и тогаш Cook растојанието е многу високо.

И покрај сите овие тестови и анализи на графициите, постои еден конкретен проблем кој може да се појави кај повеќекратниот модел. Тоа е проблемот на мултиколинеарност. Се јавува кога повеќе променливи се високо корелирани меѓусебно. Обично кога еден модел има мултиколинеарност, варијансата на естиматорите (оценувачите) се зголемува. Ова можеме да го пресметаме со користење на VIF (Variance inflation factor) факторот. Овој фактор ни кажува колку варијансата на регресиониот коефициент се зголемила како последица на мултиколинеарноста. Потребно е да пронајдеме повеќе од две вредности на овој

фактор, за да можеме да извршиме соодветна анализа. Вредностите на VIF се движат:

- $VIF = 1$ – кога вредност на VIF е 1 можеме да заклучиме дека не постои мултиколинеарност.
- $VIF > 4$ – кога вредноста на VIF е поголема од 4, може да станува збор за проблематична мултиколинеарност.
- $VIF > 10$ – тогаш променливите се високо корелирани.

Со цел да се справиме со мултиколинеарноста, потребно е да отстраниме една или повеќе високо корелентни променливи од моделот, да комбинираме или трансформираме дел од променливите или пак да собереме поголемо множество податоци.

3. АНАЛИЗА НА РИЗИК СО ПРИМЕНА НА ЕКОНОМЕТРИСКИ МОДЕЛИ

Менаџирањето на кредитен ризик е една од најважните карактеристики на финансиските институции и еден од најважните индикатори за финансиските перформанси на институцијата (Poudel, 2012) (Psillaki, 2010). Како ќе се постигнат планираните перформанси на финансиските институции, зависи многу од тоа како ќе биде менаџиран ризикот, односно колку ќе биде ефективно управувањето со кредитниот ризик (Макоќа, 2016).

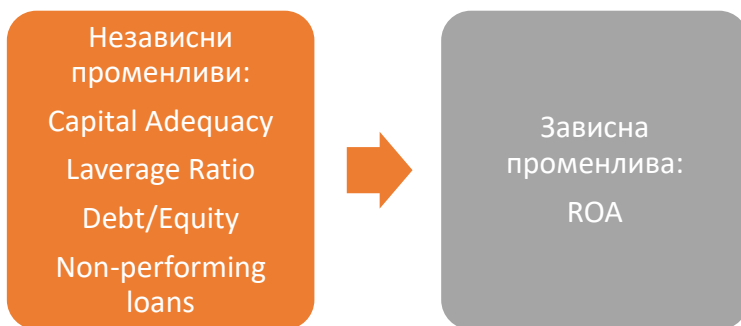
Со цел да се прави поуспешно менаџирање на кредитниот ризик, од клучно значење е да се пронајдат детерминантите односно вредностите кои би имале позитивно и негативно влијание на целокупниот процес на менаџирање. Студиите покажуваат дека соодносот на средствата со повисок ризик би довело до маргинален пад на профитабилноста каде што пак повисоки нефункционални кредити имаат позитивен и позначаен ефект (Muhamet, 2016). Други истражувачи покажаа дека компонентите: Адекватност на капиталот, Квалитет на активите, Менаџмент, Заработка, Ликвидност и Чувствителност т.е. CAMEL (Capital adequacy, Asset quality, Management, Earnings, Liquidity and Sensitivity) имаат негативна поврзаност со финансиските перформанси, додека пак заработката има позитивна поврзаност

(Rajkumar, 2015). Истражувањата спроведени на комерцијалните банки во Јордан покажале охрабрувачки исход од показателите на кредитниот ризик на нефункционални кредити и негативен ефект од провизијата за загуба на објекти и непостоечки ефект од адекватност на капиталот, соодност на кредитната камата на финансиските перформански мерено според ROA (Return of assets) (Alshatti, 2015). Слични резултати беа постигнати за Европските банки (Li, 2014), Банките во Малезија (Ishak, 2016), Сирија итн., според кои позитивна афилација има помеѓу менаџирањето на ризикот и финансиските перформанси, а негативна врска помеѓу кредитниот ризик, ризикот од неликвидност, каматна стапка, чувствителност и финансиските перформанси.

Во оваа глава, клучните променливи потребни за кредитниот ризик и финансиските перформанси се дадени во концептуален модел предложен подолу. По направеното истражување за слични студии, пронајдени се неколку варијабли и тоа:

- Неизведувачки кредити (Non-performing loans)
- Адекватност на капиталот (Capital Adequacy)
- Однос на заем кон капиталот (Debt/Equity)
- Добивка од средствата (ROA)
- Однос на потпора (Leverage ratio)

Овие променливи ќе бидат користени со цел да се направи регресионен модел кој би го прикажал ефектот што менаџирањето на ризикот го има врз ROA.



3.1 Методологија на истражување

Проблемот на истражувањето е проверка на кредитниот ризик на финансиска институција со помош на економетриски методи.

Како методологија која се користи е анализа на податоци со примена на повеќекратна линеарна регресија. Софтверот за анализа на податоци, пресметки и графичка репрезентација е RStudio и програмскиот јазик R.

Главната хипотеза за проверка на кредитен ризик е:

H₀: Не постои значајна врска помеѓу променливите за менаџирање на кредитниот ризик и добивка од средства ROA.

H₁: Постои значајна врска помеѓу променливите за менаџирање на кредитниот ризик и добивка од средства ROA.

Податоците се земени од годишните извештаи на финансиската институција.

3.1.1 Повеќекратна линеарна регресија

Во почетниот повеќекратен линеарен регресионен модел се вклучени 5 променливи, од кои 4 се независни и една е зависна. Целта на моделот е да ги исполни ефектите од влијанието кое менаџирањето на кредитниот ризик го има врз ROA.

Моделот кој е избран за нашите подтоци е претставен со формулата:

Модел 1: $lm(roa \sim capital + debt + leverage + nonloans)$

Добиените резултати се дадени подолу.

```
Call:
lm(formula = roa ~ capital + debt + leverage + nonloans)

Coefficients:
(Intercept)    capital      debt    leverage    nonloans
  862.40751    0.01538    22.19245   -1.20523    0.49670
```

Слика 6: Вредности добиени за модел 1

Со тоа е утврден моделот со вредности (слика 6) и заменети во формулата се:

$$roa=862.41+0.01538\times capital+22.19\times debt-1.21\times leverage+0.50\times nonloans$$

каде што:

- Intercept – 862.41 е вредноста на гоа кога сите останати варијабли се 0
- Capital – 0.01538 е промената која ќе настане кај гоа при промена за една единица во капиталот, поставувајќи ги сите останати предикторни променливи константни.
- Debt – 22.19245 е промената која ќе настане кај гоа при промена за една единица во debt, поставувајќи ги сите останати предикторни променливи константни.
- Leverage – (-1.20523) е промената која ќе настане кај гоа при промена за една единица во leverage (потпора), поставувајќи ги сите останати предвидувачки променливи константни.
- Non-loans – 0.49670 е промената која ќе настане кај гоа при промена за една единица во капиталот, поставувајќи ги сите останати предвидувачки променливи константни.

Од равенката можеме да заклучиме дека зголемувањето на капиталот се очекува да има позитивен ефект врз ROA. Истото можеме да го заклучиме и во однос на заеми(debt) и не-заеми(non-loans) бидејќи и двата добиени коефициенти се позитивни.

За разлика од нив, променливата потпора(leverage) има негативен коефициент што значи дека постои негативна врска помеѓу зависната променлива и независната променлива. Овие резултати предизвикуваат сомнеж во врска со соодветноста на моделот.

```

Residuals:
  Min       1Q   Median       3Q      Max
-1444.3  -473.1  -260.3   111.6 13534.9

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 862.407508 228.839977   3.769 0.000215 ***
capital      0.015378   0.008973   1.714 0.088064 .
debt         22.192451  11.543539   1.922 0.055936 .
leverage    -1.205227   1.466244  -0.822 0.412047
nonloans     0.496695   0.980772   0.506 0.613100
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1363 on 204 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.03313, Adjusted R-squared:  0.01417
F-statistic: 1.748 on 4 and 204 DF, p-value: 0.1409

```

Слика 7: Статистички резултати добиено со модел 1

Во табелата се дадени резултатите добиени од анализата на податоците со повеќекратна линеарна регресија. Делот Residuals ја дава распределбата на остатоците кои претставуваат разлики помеѓу разгледуваните и предвидените вредности. Делот со Coefficients има 4 делови и тоа:

- Estimate – добиените проценети вредности за секоја независна променлива;
- Std. Error – стандардните грешки за секој од коефициентите;
- T-вредноста – вредност за t-тестот што мери колку стандардната девијација на проценетите вредности е далеку од 0.
- Pr(>|t|) – ја дава веројатноста на набљудување на t-статистичкиот тест како екстремност како онаа што се пресметува доколку нултата хипотеза е вистинита.

Residual standard error ја дава процената на стандардната девијација на остатоците и претставува мерка за тоа како се распределени остатоците. Доколку остатоците не се нормално распределени, може да асоцира на некои проблеми при определување на моделот. Multiple R-squared ја дава пропорцијата на варијансата на зависната променлива објаснета од моделот. Во нашиот случај имаме 3.3% што значи дека моделот објаснува 3.3% од варијансата. Adj R-squared претставува модификувана верзија на R-squared што го покажува бројот на предвидувачи во моделот. F-статистичкиот тест ја дава значајноста на моделот, што во нашиот случај сугерира дека најмалку една независна променлива има ненулта ефект на

зависната променлива. P-вредноста асоцирана со f- статистичкиот тест дава доказ против нултата хипотеза дека сите коефициенти се еднакви на нула. Добиените вредности сугерираат дека избраниот модел потврдува статистичка значајност.

Со цел да се изнајде најадекватниот модел што соодвествува на нашите податоци, применуваме дополнителен линеарен регресионен модел, во кој за дел од променливите вршме логаритмирање (слика 8) со цел да го видиме однесувањето на променливите и дали некои од нив може да се отстранат.

$$\text{Модел 2: } \ln(\text{roa}) = 4.31 + 0.276 \times \ln(\text{capital}) + 0.017 \times \text{debt} + 0.00 \times \text{leverage} + 0.00 \times \text{nonloans}$$

```
Call:
lm(formula = log(roa) ~ log(capital) + debt + leverage + nonloans)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.96294 -0.26911 -0.03762  0.21864  2.81557

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  4.3437003  0.3149887  13.790 < 2e-16 ***
log(capital)  0.2762940  0.0352896   7.829 2.63e-13 ***
debt         0.0176129  0.0040799   4.317 2.47e-05 ***
leverage     0.0001140  0.0005460   0.209  0.835
nonloans     0.0005436  0.0003474   1.565  0.119
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.4815 on 204 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.2912,    Adjusted R-squared:  0.2773
F-statistic: 20.95 on 4 and 204 DF,  p-value: 1.742e-14
```

Слика 8: Добиени статистики за модел 2

Од овде можеме да забележиме дека капитал и заем променливите имаат значајно влијание на зависната променлива, додека пак leverage и nonloans имаат вредности приближно еднакви на 0 што значи дека тие не се статистички значајни односно немаат влијание на зависната променлива. Доколку ги исклучиме овие две променливи од моделот добиваме нов модел (слика 9):

$$\text{Модел 3: } \ln(\text{roa}) = 4.31 + 0.276 \times \ln(\text{capital}) + 0.017 \times \text{debt}$$


```

Call:
lm(formula = log(roa) ~ log(capital) + debt)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.9464 -0.2888 -0.0322  0.2261  2.7830

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  4.362168   0.293878  14.843 < 2e-16 ***
log(capital)  0.275087   0.033254   8.272 1.62e-14 ***
debt         0.017872   0.003955   4.519 1.05e-05 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.4822 on 206 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.282,    Adjusted R-squared:  0.275
F-statistic: 40.45 on 2 and 206 DF,  p-value: 1.519e-15

```

Слика 9: Добиени статистики за модел 3

Од статистиките погоре можеме да забележиме дека треба да направиме споредба на Adj R-squared во двата модели и да одредиме кој модел е подобар. Иако станува за мала разлика сепак вредноста на Adj R-squared е поголема кај вториот модел, што значи дека овој модел е подобар за понатамошна анализа.

Доколку направиме споредба и p-value помеѓу модел 1 и модел 3, можеме да забележиме дека постои разлика. P-value на модел 1 има вредност 0.14 што значи дека врската помеѓу променливите во равенката на регресија не е значајна. За разлика од модел 1, врската меѓу променливите во равенката на модел 3 е значајна со вредност помала од 1.519e-15 што значи дека независните променливи вклучени во моделот се сметаат за значајни во објаснувањето на медијалната варијација на ROA.

Понатаму го одредуваме интервалот на доверба (слика 10) за 95% за секој параметар во моделот.

```

                2.5 %    97.5 %
(Intercept)  3.78277411  4.94156095
log(capital)  0.20952572  0.34064915
debt         0.01007459  0.02566994

```

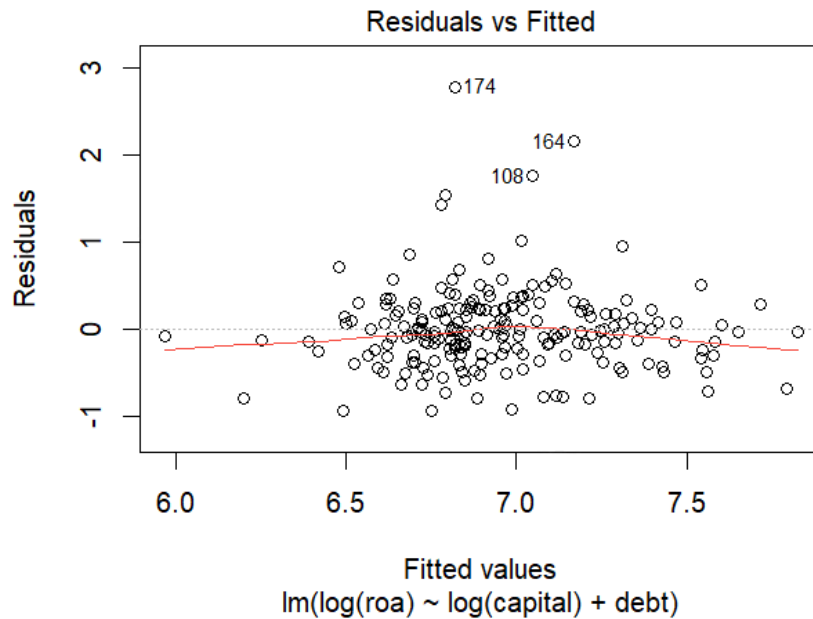
Слика 10: Интервал на доверба

Бидејќи ниту една од променливите во интервалот нема вредност 0, тоа значи дека двете променливи во модел 3 се од големо значење за зависната променлива.

Погоре видовме дека еден начин на утврдување кој модел е поадекватен за анализа и моделирање на податоците е споредбата на p -value. Постојат и други начини на утврдување на тоа кој модел би бил најсоодветен за моделирање на податоците. Еден начин е анализа на бројот на променливи вклучени во моделот. При вклучување на променливи во моделот, потребно е да се внимава, бидејќи доколку дојде до вклучување на непотребни променливи во моделот, ќе дојде до зголемување на варијансата, што ќе резултира со преквалификуван модел. Доколку пак има променливи кои не се вклучени во моделот, но би имале влијание на зависната променлива, би резултирало со пристрасни проценки односно недоволно специфициран модел.

Во голем дел од случаите, доколку моделот има помал број на променливи тогаш има поголема веројатност за подобар фит (одговор). Но сепак тоа не мора да биде секогаш точно. Со цел да се потврди кој модел би бил посоодветен, дали модел со поголем или со помал број на променливи, потребно е да се користи критериум кој во предвид го зема и бројот на независни променливи. Adj R-squared и AIC коефициентот се можни критериуми кои може да се користат за подетална проценка. Во нашиот случај доколку направиме споредба на модел 2 и модел 3, можеме да забележиме намалување на AIC вредноста во модел 3 (AIC = 293.2453), што значи дека овој модел е посоодветен одколку модел 2 (AIC = 294.5453).

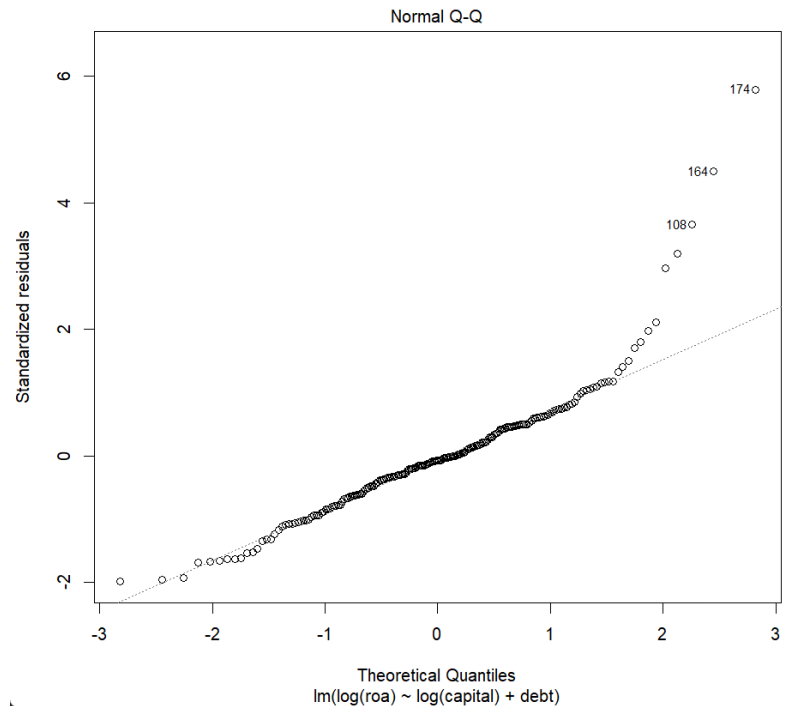
Можеме да направиме и анализа на графиците со цел да дојдеме до заклучоци за хомоскедастичност.



Слика 11: График Residuals vs Fitted

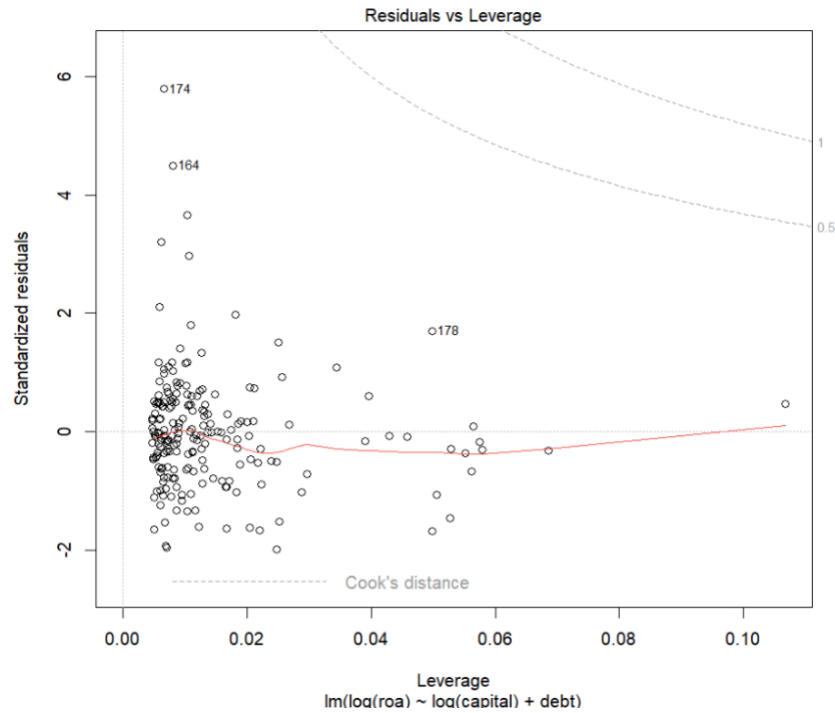
Графикот за анализа на Residuals vs Fitted (слика 11) индицира дека нема некое специфично повторување во податоците. Линеарноста изгледа добро, со оглед на тоа што црвената линија е многу близу до испрекинатата линија. Исто така можеме да забележиме дека постојат некои точки (108, 164, 174) што би можеле да бидат outliers.

Во QQ графикот (слика 12), најголем дел од точките ја следат линијата на нормалноста со исклучок на опашката која индицира дека постојат outliers.



Слика 12: QQ график

Следен график кој можеме да го разгледаме е Residuals vs Leverage графикот (слика 13). Овде анализираме како се распределени стандардните остатоци. Од овој график можеме да дадеме заклучок за хетероскедастичноста. Распространетоста на остатоците не треба да се менува како функција од leverage, во нашиот случај се намалува постепено, индицирајќи хетероскедастичност. Исто така може да се направи заклучок дали постојат точки со висок leverage(потпора) со анализа на Cook's distance (растојание), што претставува испрекинатата црвена линија на графикот. Доколку има точки надвор од линијата, тогаш тие имаат значително влијание. Во нашиот случај нема такви точки.



Слика 13: Анализа на распределба на стандардните остатоци

На крај, проверуваме дали постои мултиколинеарност во моделот. Тоа го правиме преку анализа на вредноста добиена со VIF. Вредноста за капиталот изнесува 1.02, додека пак вредноста за заемот е 1.01. Двете вредности се многу близу до 1, што индицира дека не постои мултиколинеарност помеѓу променливите во моделот. Ниската мултиколинеарност е посакувана кога станува збор за повеќекратен линеарно регресионен модел, бидејќи дава информација дека секоја од независните променливи поединечно придонесува кон уникатна информација во моделот, а добиените коефициенти се стабилни и лесни за интерпретација.

Спроведената анализа имаже за цел да се истражи поврзаноста на променливите од управувањето на кредитен ризик со ROA (профитабилноста на банките). Истражувањето покажа дека постои поврзаност помеѓу ROA и заем/капитал, но не постои директна поврзаност со non-loans и leverage, што значи дека го избравме финалниот модел (модел 3) и тој содржи две променливи помалку од почетно претпоставениот модел (модел 1).

4. АНАЛИЗА НА РИЗИК СО ПРИМЕНА НА ВРЕМЕНСКИ СЕРИИ

Во претходните поглавја, навлеговме во сложеноста на податоците за временските серии, разбирајќи ја нивната секвенцијална природа и нивното значење. Во оваа глава фокусот ќе биде ставен на практичната примена на анализата на временските серии во областа на управување на ризик.

Пред да навлеземе во интегрирањето на анализата на временските серии во управувањето со ризикот, од клучно значење е накратко да направиме повторување на основните концепти на временските серии. Податоците за временски серии се низа на набљудувања собрани со текот на времето, обично во редовни интервали. Овие точки на податоци формираат хронолошки редослед, овозможувајќи анализа на трендови, сезоналност, флукуации и така натаму, за специфични временски периоди.

Конкретно во управувањето со ризик, временските серии може да се користат во сите типови на ризик. Така на пример, анализата на временските серии е особено вредна во проценката на пазарниот ризик, каде разбирањето на историските движења на цените и моделите на нестабилност е најважно. Со анализа на минатите пазарни трендови, финансиските институции можат да ги идентификуваат потенцијалните ризици поврзани со класите на средства, да ја оптимизираат диверзификацијата на портфолиото и да ги предвидат флукуациите на пазарот, зголемувајќи ја нивната способност да донесуваат одлуки за инвестирање базирани на обработени информации.

Во областа на кредитниот ризик, може да се примени анализа на временски серии за да се процени кредитната способност на заемопримачите со текот на времето. Со испитување на историските финансиски податоци и обрасците на плаќање, институциите можат да ги идентификуваат сигналите за рано предупредување за потенцијално неисполнување на обврските или финансиски проблеми. Овој проактивен пристап им дава овластување на институциите да ги приспособат кредитните политики, да поставуваат соодветни премии за ризик и внимателно да ги распределуваат резервациите.

Имплементацијата на анализа на временски серии во управувањето со ризик често вклучува примена на софистицирани статистички модели. Може да се користат техники како што се ARIMA, методи на експоненцијално измазнување и алгоритми за машинско учење за да се предвидат идните трендови и да се процени веројатноста за несакани настани.

4.1 Обработка и анализа на податоци

Во овој дел ќе дадеме приказ на анализа на податоците собрани од финансиска институција во период од Јануари 2009 до Септември 2023 година. Податоците се однесуваат на потрошувачките кредити издадени од институцијата со цел да се направи анализа на кредитниот ризик.

Анализата започнува со проверка на тоа како се структурирани податоците, а потоа навлегува подлабоко во методите кои се користени за да се направи анализата со временските серии. Се проверува дали постојат некои повторувања во податоците, како што се трендот, сезоналноста, нерегуларни флукутации, стационарноста и така натаму. Разбирањето на овие карактеристики е од клучно значење за селектирање на соодветните методи за анализа.

Основни чекори (Yongjian Wang, 2023) при анализата со временски серии се техниките за процесирање на податоците, соодветно справување при појава на вредности кои недостасуваат, елиминирање на сезоналноста или шумот, со цел да бидеме сигурни дека ќе добиеме добри податоци кои ќе резултираат со добри резултати по нивното моделирање. По прочистените податоци, можеме да примениме аналитички модели како што се автокорелацијата и декомпозицијата, а на крај можеме да примениме и соодветни популарни техники како што е на пример ARIMA моделот (Stoffer, 2017) и ESM моделот (Exponential smoothing models) (Eva Ostertagova, 2011). Овие модели ги пронаоѓаат основните врски и обрасци во податоците, што резултира со точна прогноза и детекција на аномалии.

Exploatory Analysis (Elamir, 2012) на податоците е процес кој се фокусира на разбирањето на податоците, донесување на заклучоци со помош на статистички методи и визуелизација. Главната цел е да се детектираат некои обрасци, да се идентификуваат аномалии и да се добие подлабоко разбирање на карактеристиките на податоците пред да се применат посложени техники.

Следен чекор е да наравиме анализа на податоците за месечните податоци земени од финансиска институција за потрошувачки кредит. На почетокот, анализата што ја правиме е со цел да провериме дали податоците се добро избрани (Rice, 2007). Ова вклучува проверка на променливите, кои од нив се важни и кои променливи може да се сметаат за неважни и отстранети. Во нашиот случај, важните променливи се датумите и вредноста credit. После тоа проверуваме дали има некои податоци што недостасуваат за да нема проблеми подоцна во анализата. Овој дел го завршуваме со чистење на податоците и целосно подготвување за употреба.

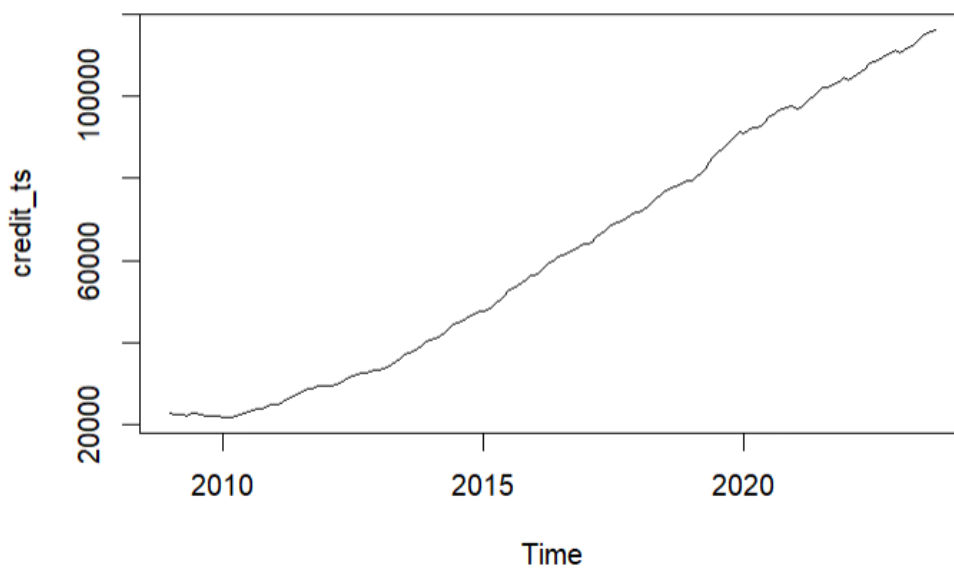
Во претходниот чекор, ги подготвивме податоците за анализа. Бидејќи тие сеуште не се во вид на временска серија која би можеле да ја анализираме, следно што е потребно да се направи е да се трансформираат податоците во податоци за временски серии. Резултатите од временската серија прикажани во софтверот R се дадени на слика 14.

| | Jan | Feb | Mar | Apr | May | Jun | Jul | Aug | Sep | Oct | Nov | Dec |
|------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 2009 | 22655.62 | 22519.18 | 22456.37 | 22344.02 | 22041.11 | 22911.93 | 22718.33 | 22401.42 | 22185.12 | 22015.68 | 22008.78 | 21947.71 |
| 2010 | 21635.29 | 21622.26 | 21785.88 | 22023.45 | 22255.87 | 22772.27 | 23097.70 | 23316.95 | 23674.03 | 23974.10 | 24268.31 | 24840.43 |
| 2011 | 24719.31 | 25039.95 | 25580.44 | 26124.09 | 26628.26 | 27212.69 | 27832.96 | 28225.41 | 28668.25 | 28855.60 | 29241.45 | 29486.10 |
| 2012 | 29345.44 | 29429.42 | 29797.04 | 30157.03 | 30755.30 | 31352.68 | 31903.42 | 32216.03 | 32493.83 | 32725.62 | 32967.11 | 33320.27 |
| 2013 | 33401.71 | 33658.54 | 34032.43 | 34733.55 | 35349.00 | 36135.15 | 36933.39 | 37343.32 | 37792.53 | 38598.26 | 39355.29 | 40346.07 |
| 2014 | 40623.53 | 41045.09 | 41630.21 | 42476.30 | 43384.55 | 44308.29 | 44860.69 | 45277.56 | 45801.85 | 46441.18 | 46930.74 | 47558.55 |
| 2015 | 47496.21 | 47935.34 | 48694.05 | 49657.18 | 50531.59 | 51575.34 | 52767.69 | 53189.41 | 54059.25 | 54720.62 | 55346.77 | 56442.86 |
| 2016 | 56269.55 | 56939.18 | 58120.64 | 59070.37 | 59766.92 | 60781.26 | 61405.63 | 61649.48 | 62243.42 | 62731.24 | 63388.30 | 64155.41 |
| 2017 | 63998.31 | 64503.59 | 65759.43 | 66343.93 | 67295.01 | 68130.59 | 68896.72 | 69319.69 | 69784.13 | 70246.61 | 70891.84 | 71621.43 |
| 2018 | 71656.67 | 72332.55 | 73229.34 | 74121.23 | 75097.94 | 76075.53 | 77052.09 | 77407.17 | 77937.00 | 78505.06 | 79021.09 | 79586.70 |
| 2019 | 79486.34 | 80306.24 | 81282.46 | 82253.04 | 84055.47 | 85307.20 | 86496.09 | 87135.55 | 88007.46 | 89170.34 | 90140.51 | 91288.29 |
| 2020 | 91063.21 | 91796.09 | 92249.83 | 92222.20 | 92760.68 | 93812.23 | 95069.09 | 95441.74 | 96668.06 | 97021.10 | 97101.66 | 97554.02 |
| 2021 | 96807.70 | 97374.65 | 98479.87 | 99376.26 | 99962.63 | 101252.55 | 102055.64 | 102050.03 | 102636.74 | 103108.61 | 103673.73 | 104582.49 |
| 2022 | 103872.98 | 104435.30 | 105460.75 | 105957.45 | 106861.79 | 108096.44 | 108576.86 | 108636.71 | 109541.80 | 110043.41 | 110559.40 | 111295.11 |
| 2023 | 110721.93 | 111138.95 | 112107.05 | 112597.81 | 113604.18 | 114885.10 | 115431.08 | 115737.89 | 116242.51 | | | |

Слика 14: Временска серија од податоците за кредит

Пресметките на збирната статистика на податоците покажуваат дека средната вредност е еднаква на 62023.58, што претставува просечна вредност на податоците, а варијансата е еднаква на 942920996 што покажува дека имаме големи отстапувања во нашите податоци. За да провериме кој дел од податоците има поголема варијабилност и дали има потреба од нивно стабилизирање, ги делиме

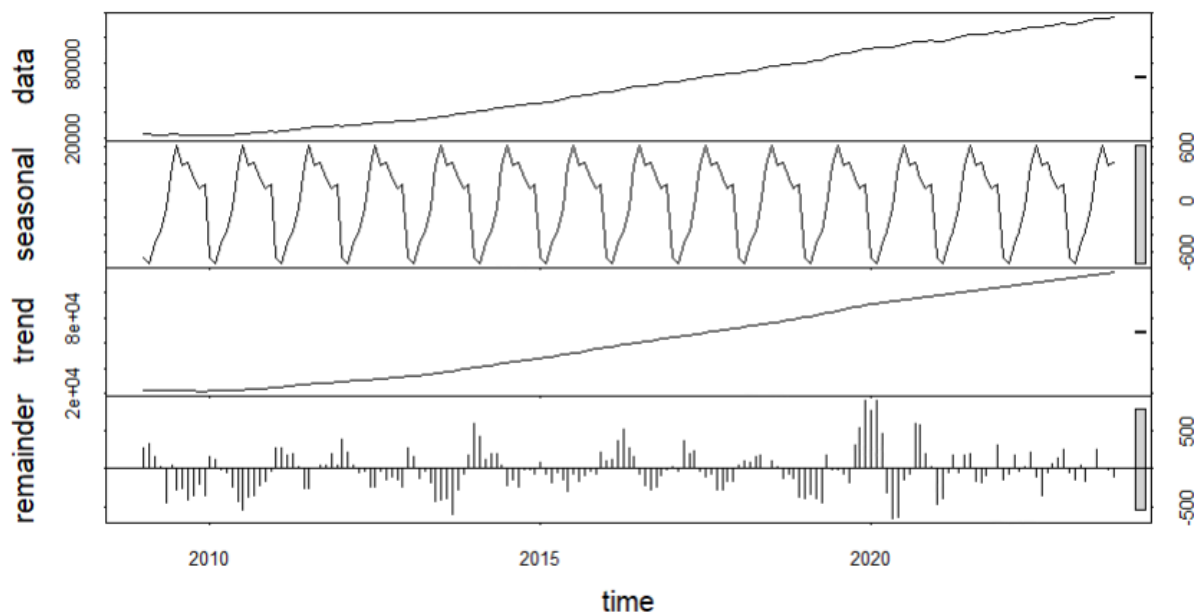
податоците на два дела: прв дел од 2009 до 2016 година и втор дел од 2016 до 2023 година. Со повторно пресметување на варијансата, можеме да заклучиме дека има помала варијанса во првиот дел (135633350) отколку во вториот дел (284100155). Сепак, гледајќи ја само средната вредност и варијансата, сè уште не можеме да донесеме конкретни заклучоци во врска со нашите податоци, па затоа е неопходно да се направи претставување на податоците на график (Gudmund R. Iversen, 1987). Со визуелизација на податоците, може да ги набљудуваме и да донесеме заклучоци, дали податоците имаат тренд, сезоналност или било какви други аномалии. Графикот од податоците во временската серија е прикажан на слика 15, и можеме јасно да забележиме дека податоците следат тренд, но не можеме директно да заклучиме дали станува збор за сезонални или несезонални податоци.



Слика 15: График од временската серија

За да утврдиме дека податоците имаат тренд и сезоналност, потребно е да се изврши декомпозиција (Heerde, 2004). Оваа декомпозиција, јасно ќе ни ја покаже поделбата на податоците на тренд, сезоналност и остаток, па со нивна анализа, може на лесен начин да се разберат варијациите во податоците. Сезоналната компонента ја прикажува периодичноста во податоците, трендот го прикажува

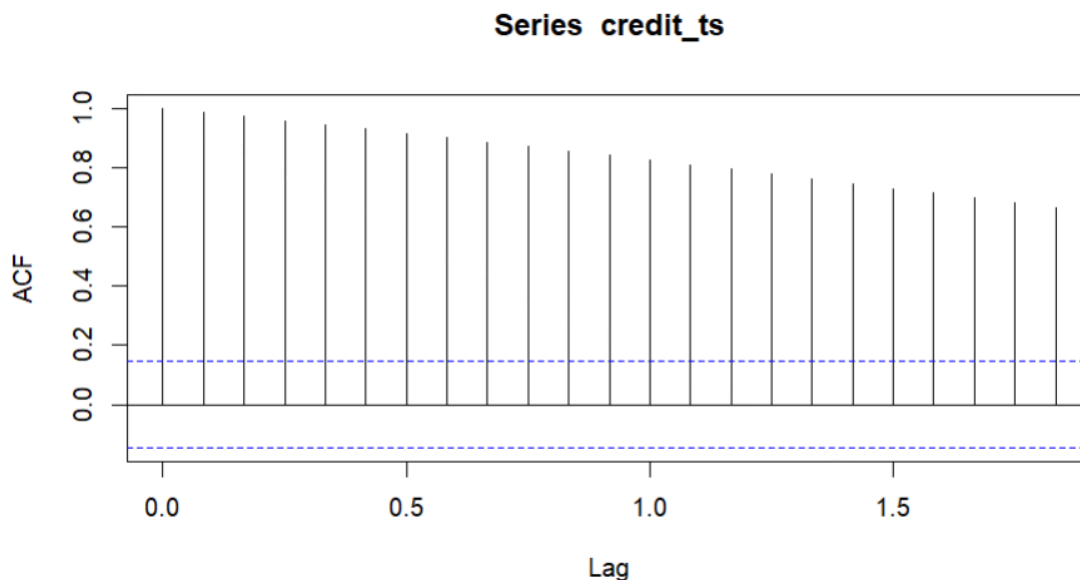
односот на нагорно/надолно зголемување/опаѓање, а остаток е делот кој останува како дополнителен од претходните два. Декомпозицијата може да биде извршена со користење на STL (Seasonal and Trend decomposition using Loess) (Oscar Trull, 2022). На слика 16 можеме да забележиме дека графициите прикажани со декомпозицијата, покажуваат големо присуство на тренд кој се зголемува со текот на времето. Распределбата на податоците е согласно нормалната распределба, што покажува дека трендот е голем во однос на варијацијата во податоците. Сезонската компонента не е толку зависна од рангот и варијацијата поврзана со сезонската компонента е помала од трендот. Според ова можеме да заклучиме дека нашите податоци се силно изложени на тренд, а појавата на сезоналност е многу мала скоро незабележителна.



Слика 16: STL декомпозиција

За да бидеме сигурни дека сезоналноста не е од големо значење во нашиот случај, можеме да направиме соодветни тестови за сезоналност. Користејќи ја командата `nsdiffs`, добиваме вредност 1, што значи дека потребно е да се изврши диференцирање од прв ред, со цел да се постигне стационарност на податоците. За да ја провериме сезоналноста, можеме да го провериме и ACF графикот. Од слика 17, можеме да забележиме дека графикот полака се намалува со текот на

времето без некои нагорни и надолни промени кои би индицирале присуство на сезоналност, па можеме да заклучиме дека иако има мало присуство тоа не е од големо значење и ќе биде целосно отстрането со помош на диференцирањето.



Слика 17: ACF график за сезоналност

По моделирањето на сезоналноста, потребно е да се направи анализа на трендот. Со таа цел иако е јасно од STL графикот, сепак за да се осигураме за присуството на трендот, потребно е да се извршат тестови како што се Cox Stuart test (Rutkowska, 2015) и Rank test (Lehmann, 2011).

Cox-Stuart тестот се користи за детектирање на присуство на монотон тренд во временска серија. Оценува дали има постојано зголемување или намалување на вредностите на временските серии со текот на времето. Тестот пресметува тест статистика и ја споредува со критичните вредности од распределбата Cox-Stuart за да ја одреди значајноста на трендот. Во овој случај, нултата хипотеза гласи дека временската серија е стационарна без присуство на тренд. Во нашиот случај, p-вредноста прикажана со тестот е помала од 0,05 ($p < 2,2e-16$), што покажува дека можеме да ја отфрлиме нултата хипотеза и да заклучиме дека има докази за значителен тренд во временската серија.

```
Cox Stuart test
data: credit_ts
statistic = 88, n = 88, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: non randomness
```

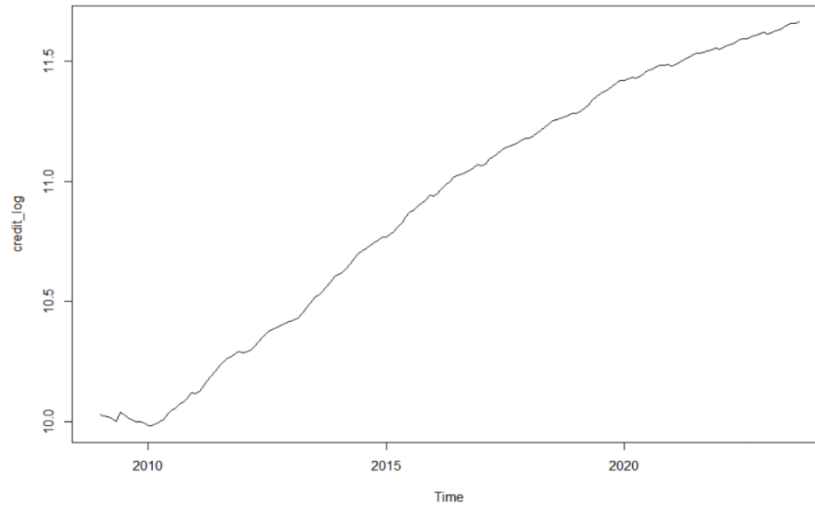
Слика 18: Cox-Stuart test за присуство на тренд

Тестот за рангирање (исто така познат како Mann-Kendal test) е уште еден тест кој може да ни помогне да донесеме заклучоци во врска со трендот. Тестот се заснова на рангирање на набљудувањата во временските серии и пресметување на статистиката на тестот користејќи ги разликите помеѓу паровите на рангирани вредности. Нултата хипотеза овде претпоставува дека нема тренд во временските серии. Вредноста што ја добивме е помала од $2.2e-16$ (помала од 0.05) што покажува дека ја отфрламе нултата хипотеза дека нема тренд и заклучуваме дека има значително присуство на тренд.

```
Mann-Kendall Rank Test
data: credit_ts
statistic = 19.444, n = 177, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: trend
```

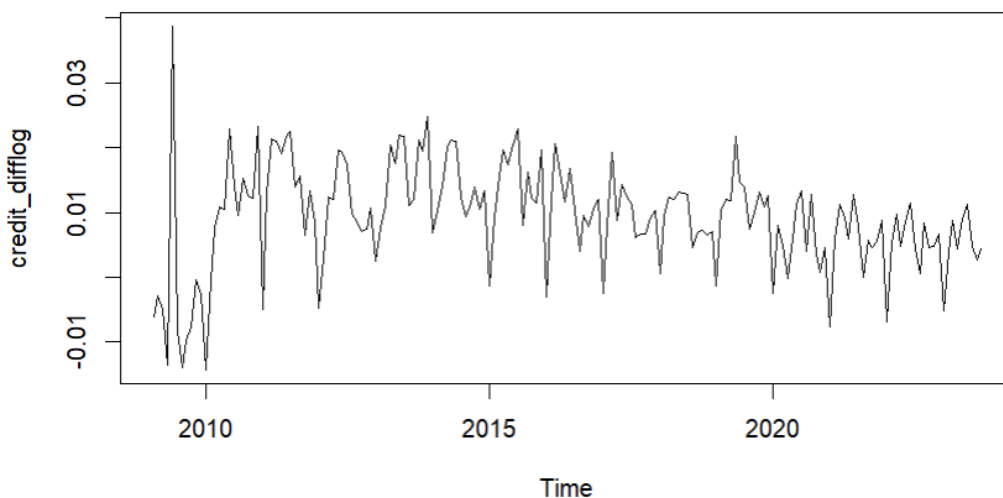
Слика 19: Mann-Kendall test за присуство на тренд

Бидејќи постои тренд, потребно е да го елиминираме. Можеме да го направиме тоа со тоа што ќе ја направиме првата разлика на податоците за временските серии, но пред да се направи логаритмирање на нашите податоци, ја проверуваме варијансата со цел да се осигураме дека е стабилизирана. За варијанса се добиваат големи вредности што значи дека е потребно дополнително стабилизирање. Тоа го правиме со логаритмирање на временската серија, при што добиваме значително помала вредност за варијансата од претходно 0.3058578. На слика 20 го имаме графичкиот приказ на временската серија со стабилизирана варијанса.



Слика 20: Временската серија по стабилизирање на варијансата (значително намалување на вредностите)

Сега можеме да ја направиме првата разлика на временската серија. Средната вредност на временските серии по првата разлика е 0.009291311, а варијансата е $6.7138e-05$ што е многу мала вредност, која кажува дека нашата временска серија е стабилна и вредностите на набљудувањата се многу блиску едни до други. На слика 21, имаме приказ на графикот на временската серија по првата разлика. Можеме јасно да видиме дека трендот е елиминиран, но според графикот можеме да забележиме дека сеуште немаме целосна стационарност.



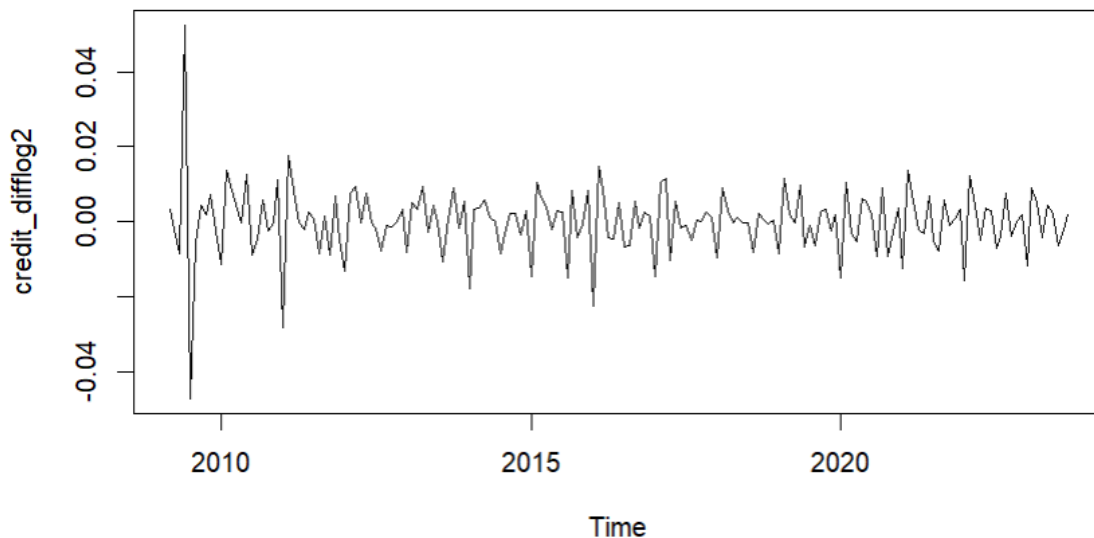
Слика 21: Временската серија по прво диференцирање

Дека стационарноста не е постигната можеме да заклучиме и преку KPSS (Kwiatkowski – Philips – Schmidt – Shin) тестот . Кај овој тест нулта хипотезата кажува дека временската серија е стационарна, а алтернативната хипотеза дека серијата не прикажува стационарност. Доколку р-вредноста која е добиена со тестот е помала од нивото на значајност, тогаш не можеме да ја одбиеме нултата хипотеза за стационарност. Во нашиот случај добиваме вредност 0.0429 што значи дека податоците се уште не се стационарни (слика 22).

```
KPSS Test for Level Stationarity
data: credit_difflog
KPSS Level = 0.4945, Truncation lag parameter = 4, p-value = 0.0429
```

Слика 22: Тест за проверка на стационарност

Со цел да ја направиме временската серија стационарна применуваме второ диференцирање. На слика 23 може да забележиме дека сега имаме стационарност.



Слика 23: Стационарна временска серија

Доколку повторно го примениме KPSS тестот, добиваме р-вредност помала од 0.1, што значи дека стационарноста е постигната (слика 24).

KPSS Test for Level Stationarity

```
data: credit_difflog2
KPSS Level = 0.051141, Truncation lag parameter = 4, p-value = 0.1
```

Слика 24: Постигната стациоарност со KPSS тестот

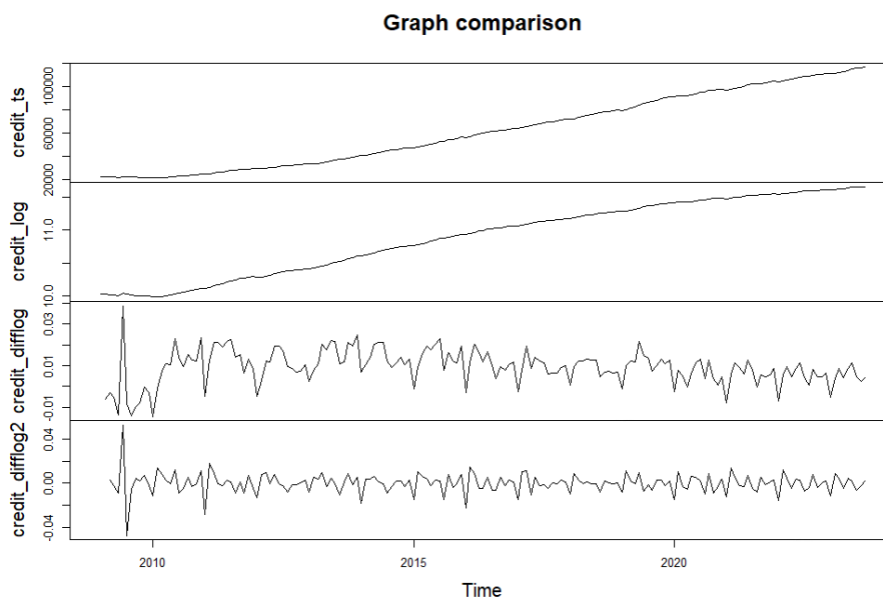
За да бидеме максимално сигурни дека стациоарноста е постигната, можеме да примениме уште еден тест. Тоа е ADF (Augmented Dickey -Fuller) тестот. Овој тест се однесува на проверка дали постои единечен корен во временската серија. Нулатата хипотеза овде гласи дека временската серија има единечен корен и не е стациоарна. Доколку р-вредноста е помала од 0.05 можеме да ја негираме нулатата хипотеза и да заклучиме дека временската серија е стациоарна. Во нашиот случај имаме р-вредност = 0.01 што значи дека ја негираме нулатата хипотеза и заклучуваме дека временската серија е стациоарна (слика 25).

Augmented Dickey-Fuller Test

```
data: credit_difflog2
Dickey-Fuller = -7.2863, Lag order = 5, p-value = 0.01
alternative hypothesis: stationary
```

Слика 25: Постигната стациоарност со ADF тестот

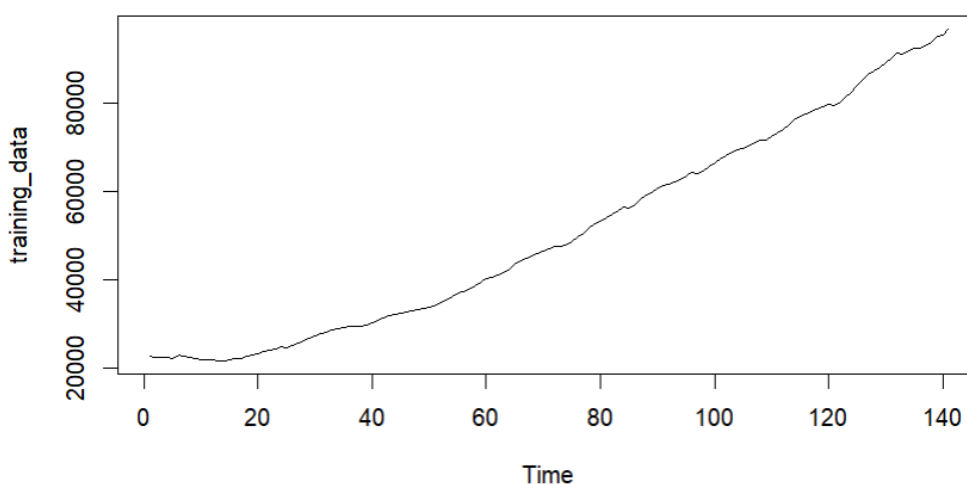
Тоа можеме да го видиме од споредбата на графикот на почетната временска серија, серијата со логаритам, со прво диференцирање и со второ диференцирање.



Слика 26: Споредба на чекорите со диференцирање

4.2 Предлог модели

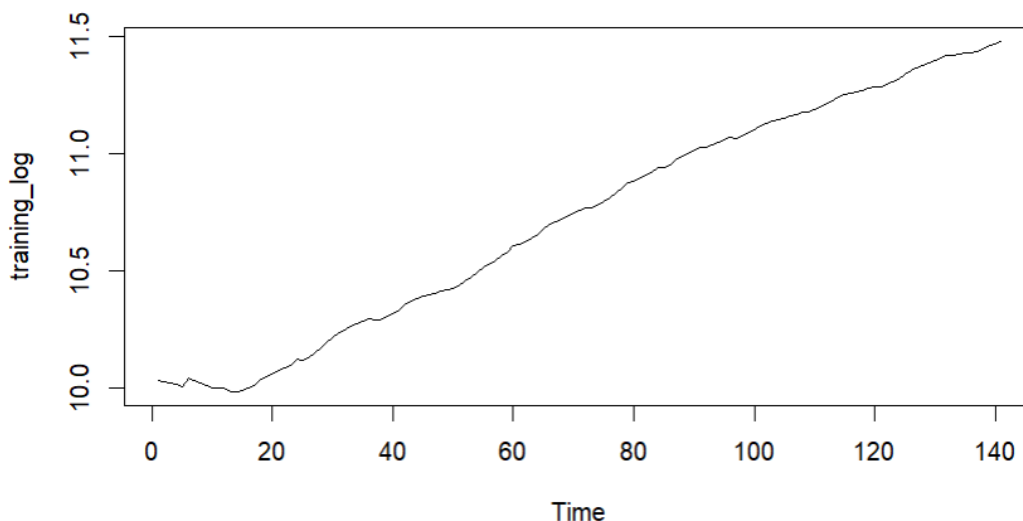
По деталната анализа на податоците, наша цел е да пронајдеме модел кој ќе биде најдобар фит за нашите податоци. За да најдеме соодветен модел, процесот на моделирање започнува со поделба на податоците на два дела: тренинг множество и тест множество. За тренинг множеството, за обработување ги земаме првите 80% од податоците, додека пак останатите 20% спаѓаат во тест множеството. Според ова 141 набљудувања се во тренинг множеството, а 36 набљудувања во тест множеството. На слика 27 можеме да го видиме приказот на тренинг множеството.



Слика 27: Приказ на податоците од тренинг тестот

Прво што направивме претходно за сите податоци, е трансформација на податоците стабилизирајќи ја варијансата. Корисно е да се провери адекватноста на вредноста на λ на трансформацијата Вох-Сох. Трансформацијата Вох-Сох е математичка трансформација применета на променлива за да се стабилизира нејзината варијанса или да се доближи до нормална распределба. Најчесто се користи во статистиката и анализата на временските серии за да се решат прашања како што се хетероскедастичност и ненормалност. Трансформацијата Вох-Сох вклучува примена на трансформација на силината на податоците, која се одредува со параметар λ . Бидејќи вредноста што ја најдовме одговара на 0.135, заклучивме да користиме вредност λ еднаква на нула и така, да го користиме логаритамот за

стабилизирање на варијансата. На сликата подолу е графикот на нашите податоци за `training_log` (слика 28).

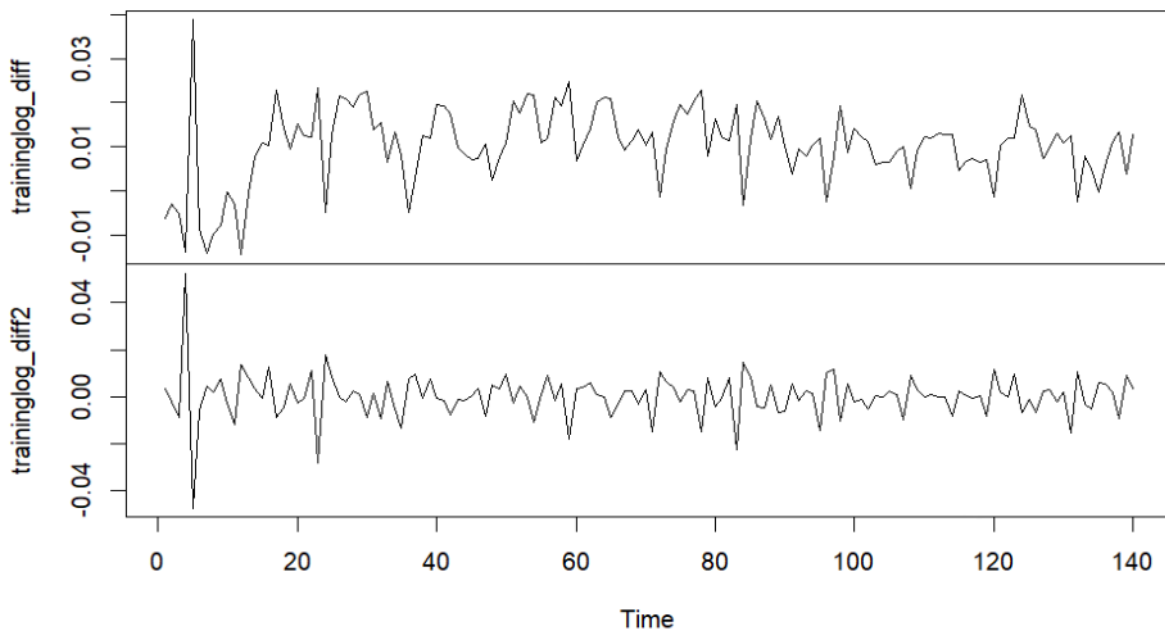


Слика 28: График од податоците од тренинг множеството

Како што е забележливо од графикот, можеме да видиме дека постои важно присуство на трендот, кој го отстрануваме правејќи ја првата разлика. По првата разлика ги проверуваме соодветните тестови за стационарност и според вредностите забележуваме дека е потребно да се направи второ диференцирање, за да се постигне стационарноста. По второто диференцирање ја постигнуваме стационарноста (слика 29) што можеме да го потврди и со средната вредност и варијансата на `traininglog_diff2` кои се соодветно 0.0001353064 и $9.073621e-05$. И двете се многу блиску до нула.

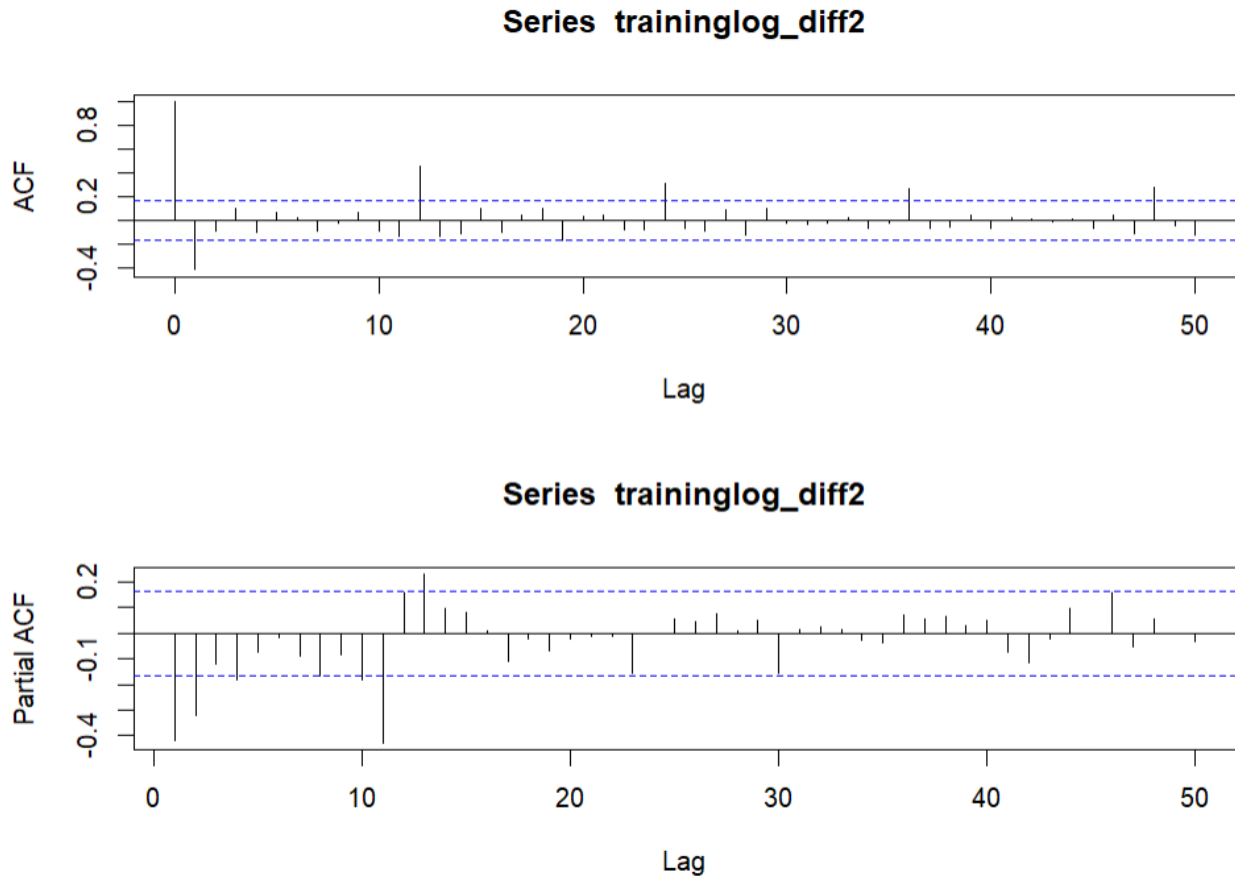
За да бидеме сигурни дека нашиот процес е стационарен, вршиме ADF тест и KPSS тест. Во првиот тест p -вредноста е еднаква на 0.01 . Бидејќи нивото е пониско од нивото на значајност од 5% , нултата хипотеза дека процесот е нестационарен може да се отфрли. Во вториот тест, p -вредноста има вредност 0.1 . Со оглед на тоа што вредноста е поголема од $0,05$, не можеме да ја отфрлиме нултата хипотеза која во овој случај претпоставува дека е стационарен процес.

`cbind(traininglog_diff, traininglog_diff2)`



Слика 29: Прво диференцирање (график горе), второ диференцирање и приказ на стационарност (график долу)

Откако ќе го направиме процесот стационарен, можеме да продолжиме со идентификација на моделот кој најдобро одговара на податоците. Како прво, за идентификација на моделот ја земаме во предвид функцијата на автокорелација и делумна автокорелација. Гледајќи го графикот, може да се види како функцијата за автокорелација има ненулта вредност за 1, 12, 24 . Парцијалната автокорелација има ненулта вредности за 1, 2, 4, 10, 11, 13, а потоа полека се движат кон нула што значи дека останатите вредности се занемарливи (слика 30)



Слика 30: ACF and PACF графици за идентификација на модел

Поради оваа причина, моделите што ги разгледуваме се:

- I. ARIMA (1, 1, 1), во која авторегресивниот дел е одреден според значајните вредности од PACF.
- II. ARIMA (1, 2, 1), каде што подвижниот просечен дел е даден со вредноста без нулта претпоставена на заостанување 1 во ACF.

И двата модели изгледаат погодни за нашите податоци. Одлуката за кој модел ќе биде користен можеме да ја направиме со споредба на AICс вредностите на двата предложени модела. Бидејќи ARIMA (1,1,1) има помал AICс, избравме да продолжиме со вториот модел. Нашиот избор е исто така потврден преку проверка со командата „auto.arima“ на Rstudio, дури и ако со различни AICс (слика 31).

```

Series: training_log
ARIMA(1,1,1) with drift

Coefficients:
      ar1      ma1      drift
    0.8392  -0.5697  0.0100
s.e.  0.1078   0.1616  0.0017

sigma^2 = 6.146e-05:  log likelihood = 482.35
AIC=-956.69  AICc=-956.4  BIC=-944.93

```

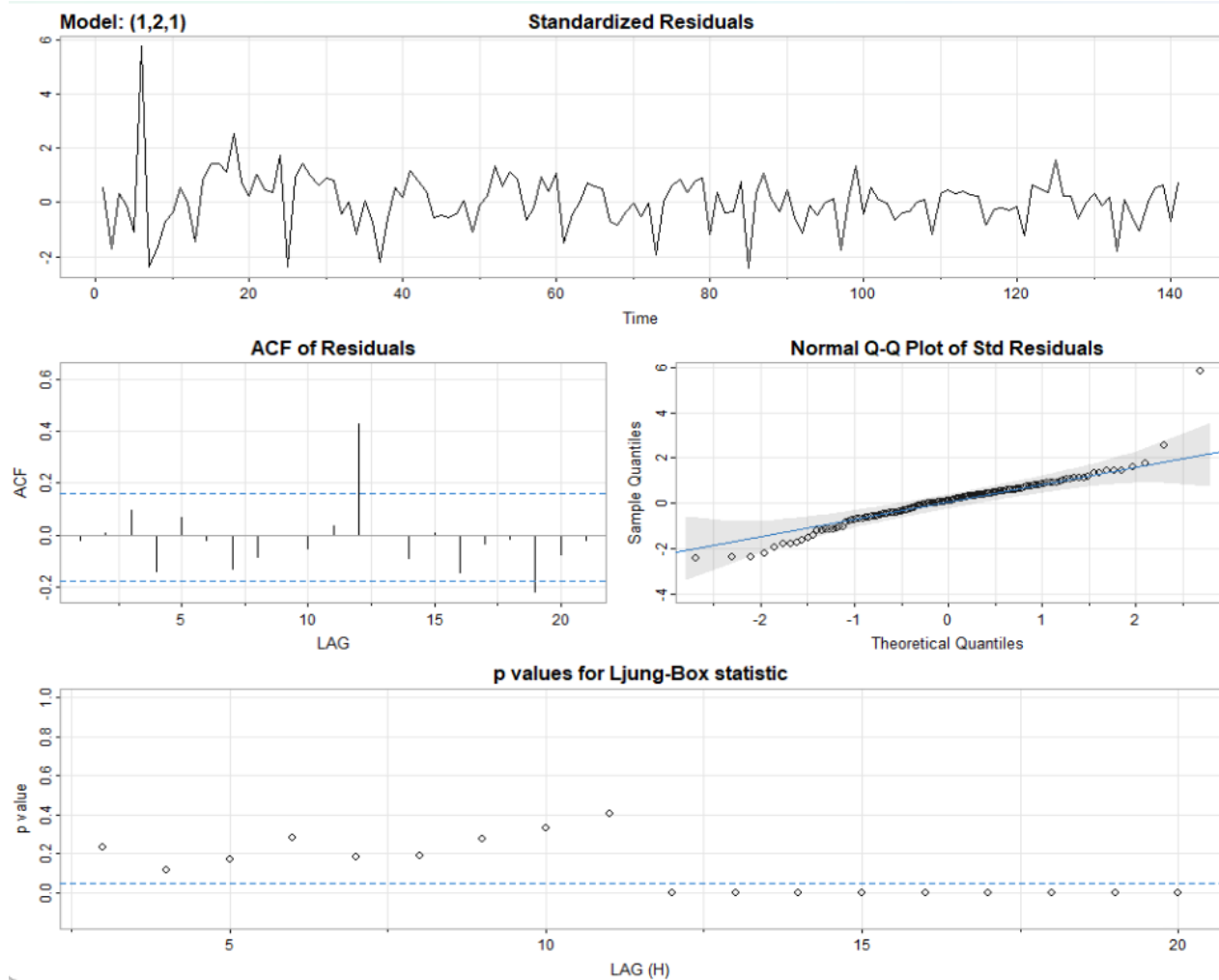
Слика 31: Одбирање на соодветен метод со *auto.arima*

На слика 32, претставени се 4 различни графици. На првиот график ги имаме стандардизираните остатоци и можеме да забележиме дека средната вредност се движи околу нула. Ова може да го потврдиме и со аналитичка пресметка на средната вредност, што изнесува 0.0004390491. Варијансата исто така е многу мала, близу до нулата 6.143809e-05.

Анализирајќи го вториот график на слика 32 (ACF plot), можеме да забележиме дека скоро сите вредности се внатре во интервалот на доверба, што значи дека се близу нулата, индицирајќи некорелација и однос сличен на бел шум.

Во однос на QQ графикот, сите вредности се на линијата, дури и опашките, со исклучок на една вредност која би можела да претставува издвоена вредност (outlier), но во нашиот случај не е релевантна. Ова значи дека теоретските вредности се многу близу со вредностите од примероците, што значи дека остатоците следат нормална распределба.

P-вредностите во Ljung-Box тестовите се над нивото на значајност на половина од податоците, а другата половина се под нивото на значајност, но сепак многу близу, што значи дека можно е да постои мала корелација помеѓу остатоците. Тоа може да го провериме дополнително со статистиката на Ljung-Box (слика 33). Вредноста добиена за p-value е поголема од нивото на значајност што значи дека нема значајна автокорелација, освен во заостанувањето (lag) 12. Според ова моделот изгледа соодветен.



Слика 32: Графици за анализа на остатоците

```

Box-Ljung test
data: residuals_model
X-squared = 0.051017, df = 1, p-value = 0.8213

```

Слика 33: Ljung Box тест за проверка на корелација

Понатаму можеме да примениме неколку тестови за да ја провериме нормалната распределба на остатоците:

- Shapiro test – кој ни ја дава p-вредност еднаква на 0.3691 што значи дека е поголема од нивото на значајност, значи не ја отфрламе хипотезата дека податоците следат нормална распределба (слика 34).
- KS тест – сличен на претходниот, каде за p-вредноста имаме дека е еднаква на 0.3927, што значи дека податоците следат нормална распределба (слика 35).

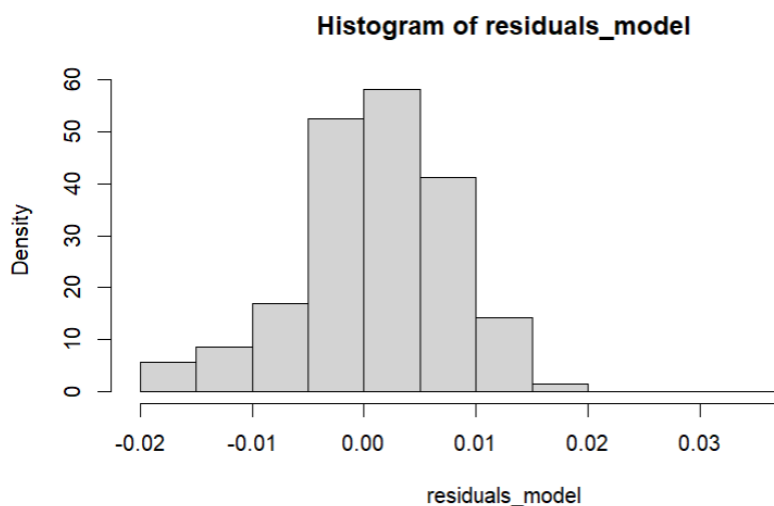
```
Shapiro-wilk normality test
data: residuals_model
W = 0.98749, p-value = 0.3691
```

Слика 34: Shapiro-Wilk тест за нормалност

```
Asymptotic one-sample Kolmogorov-Smirnov test
data: residuals_model
D = 0.075796, p-value = 0.3927
alternative hypothesis: two-sided
```

Слика 35: KS тест

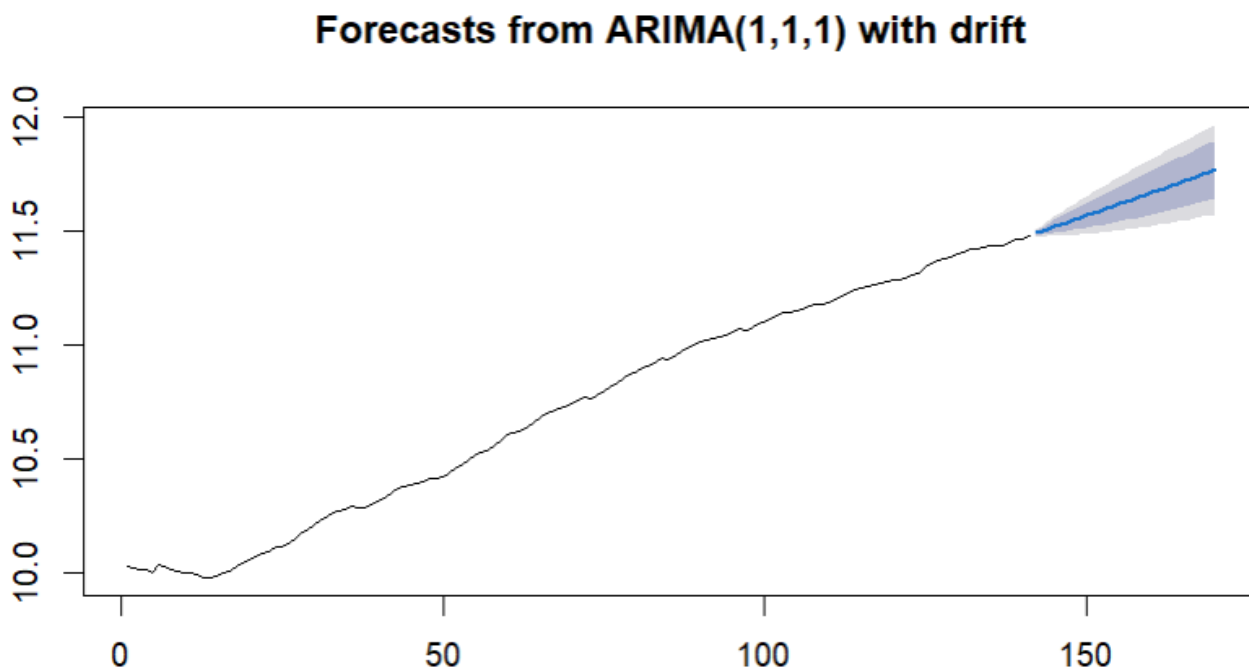
Нормалната распределба на остатоците, можеме да ја прикажеме и со хистограм, за да ја потврдиме нормалната распределба (слика 36).



Слика 36: Хистограм од нормалната распределба на остатоците

4.3 Предвидување на иден развој на кредитниот ризик

Во истражувањето, ARIMA (1,1,1) беше идентификуван како најсоодветен модел за идно предвидување на податоците. На графикот подолу можеме да ги забележиме набљудуваните вредности заедно со предвидените вредности. Како што можеме да видиме од графикот (слика 37), предвидувањето покажува покачување во вредностите на побарување на потрошувачкиот кредит. Ја проверуваме и точноста, и вредностите се добри, земајќи во предвид дека средната вредност на грешките е вредност близу до 0.

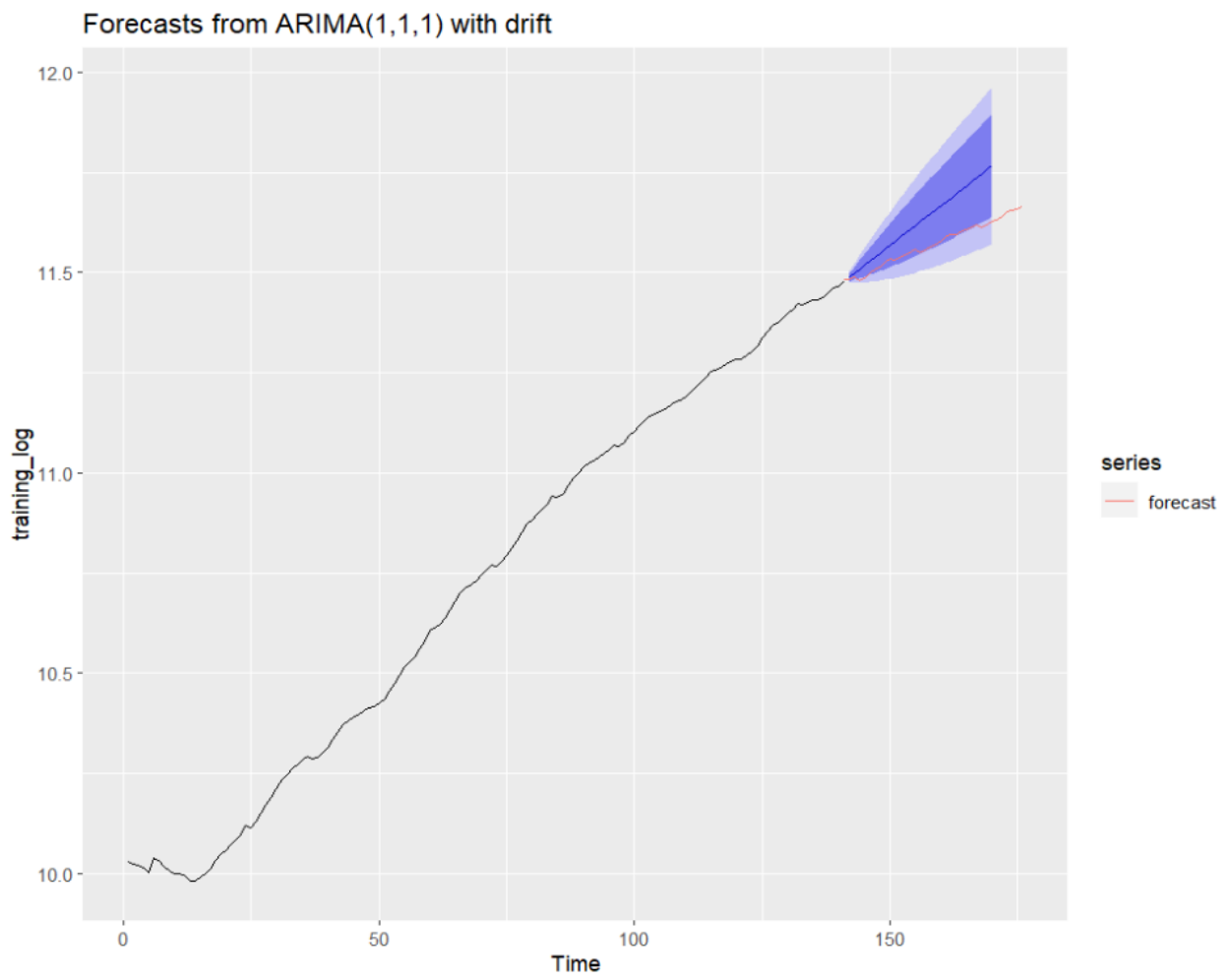


Слика 37: Сигнификантни нивоа на предвидување

Правиме споредба на нашето предвидување со тест податочното множество. На слика 38 можеме да забележиме дека предвидувањето е во ред, бидејќи податоците (црвена линија) е скоро целосно во рамките на интервалот на доверба.

Со ова можеме да заклучиме дека моделот кој го избравме претходно дава соодветни резултати при предвидувањето на кредитниот ризик. Според добиената временска серија, во следните години ќе дојде до зголемување на кредитниот ризик,

но во предвидените рамки. Ова ќе им помогне на финансиските институции, навремено да алоцираат финансии и разни процедури кои би соодвествувале на добро менаџирање на кредитниот ризик.



Слика 38: Проверка на точноста на предвидувањето на податоците за тест

5. УПРАВУВАЊЕ И МЕНАЦИРАЊЕ НА РИЗИК

Во финансискиот свет, управувањето со ризици претставува критична компонента за одговорноста со која се справуваат финансиските институции, при менаџирањето на ризиците. Способноста за навигација низ неизвесностите, флукуации кои се јавуваат на пазарот, можноста за настанување на непредвидени настани ја дефинираат издржливоста на финансиските институции. Во ова поглавје, ќе ги разгледаме стратегиите кои се користени од страна на различни финансиски институции при управувањето на ризици и анализа на емпириските податоци со правење на споредби помеѓу институции во Македонија и надвор од неа.

Пред да се навлезе во конкретни стратегии за управување на ризиците, потребно е прво да се разбере повеќеслојната природа на ризиците со кои се соочуваат финансиските институции. Во глава 1 и 2 беше објаснето што претставуваат ризиците и како се категоризираат. Секој тип на ризик бара посебен пристап, а ефективноста на управувањето со него е во способноста на институцијата да создаде сеопфатна стратегија која ги опфаќа сите овие димензии.

За дополнување на теоретската рамка, ова поглавје вклучува информации собрани од различни финансиски институции, а анализата ќе се фокусира на клучните индикатори за успешност, метрика на изложеност на ризик и ефективноста на стратегиите за ублажување на ризикот. Презентирани се компаративни податоци за да се истакнат варијациите во резултатите од управувањето со ризикот. Компаративната анализа има за цел да ја прикаже ефективноста на различните стратегии за ублажување на ризиците и прилагодување на финансискиот пазар и тренд. Со комбинирање на теоретски рамки со податоци од реалниот свет, ова поглавје придонесува за сеопфатно разбирање на практиките за управување со ризик во финансискиот сектор.

Во нашето истражување ќе се фокусираме на тоа како една од најголемите банки во Македонија управува со ризиците. Оваа банка ќе биде обележана како Финансиска институција 1. Ќе биде направена и споредба на Финансиска

институција 1 со други финансиски институции од Македонија. Анализата ќе биде направена врз основа на записите од последните 6 години (ги опфаќа годините од 2016 до 2021), со цел да се обезбеди разбирање за тоа како се управувани ризиците што настанале. Ќе се опфатат различни аспекти на ризиците, како што се кредитниот ризик, валутниот ризик, оперативниот ризик, ликвидносниот ризик и ризикот од промена на каматните стапки. Со испитување на овој вид на ризици, можеме да ги оцениме перформансите на Финансиска институција 1 и да видиме како се соочува со ризиците, се движи низ промената на пазарните услови, ја одржува својата финансиска сила, ги мери и ги ублажува потенцијалните загуби во секоја област, давајќи го целото разбирање на целокупниот профил на ризик. Бидејќи анализата ќе биде направена во последните 6 години, таа ќе обезбеди ретроспективен приказ на сите предизвици со кои се соочила, научените лекции, подобрувањата направени со текот на времето и целокупното разбирање на практиките за управување со ризик.

5.1 Управување со кредитен ризик

Финансиска институција 1 (ФИ1) има свои кредитни политики. Овие политики вклучуваат детална проценка на ризиците пред секоја кредитна одлука и општо множество на минимални стандарди за проценка на кредитниот лимит, обновување и следење на кредитната изложеност. Овие проценки се поддржани со систем за рангирање на ризик и статистички модел на бодување. Моделите за статистичко бодување обезбедуваат квантификација на нивоата на кредитен ризик, врз основа на различни квантитативни влезни податоци и квалитативни податоци.

При одобрување на заеми, овластените одбори за одобрување на кредити ја оценуваат кредитната способност на клиентите во зависност од видот и големината на изложеноста и врз основа на дефинирани критериуми. Институцијата има овластени органи кои се грижат за одобрувањето на кредитот. Овие тела вклучуваат експерти со искуство во одобрување и обновување на заемите, како што се Одборот за управување со ризици и Комитетот за класификација на средствата и резервации

за потенцијални загуби. Обврските и непредвидените работи главно се засноваат на извештаи и анализи подготвени од релевантните организациски единици на институцијата. Одборот за управување со ризици, Управниот одбор и Надзорниот одбор редовно се информирани за кредитниот ризик на кој е изложена институцијата .

Постои внатрешен систем на класификација на клиенти чија главна цел е да се утврди нивната кредитоспособност и оценка на прифатливото ниво на кредитен ризик при започнувањето на кредитирањето. Класификацијата на клиентите на кои е изложена ФИ1 се ревидира најмалку еднаш годишно. По склучувањето договор за заем, ФИ1 интензивно го следи профилот на ризик на клиентот и може да идентификува дали има некое влошување или подобрување. Овој процес се состои од редовна ревизија на заемот во текот на животниот циклус на производот, внатрешна класификација на ризиците, систем за рано предупредување, систем за идентификување сигнали доколку кредитниот ризик рапидно се зголемува (SICR – Значително зголемување на кредитниот ризик) и веројатноста дека клиентот нема да може да ја плати следната стапка (UTP – Малку е веројатно да плати). Доколку се утврди одредено влошување, тогаш институцијата навремено може да ги преземе неопходните активности за да ги минимизира загубите. По кредитната изложеност следат и лимитите на концентрација по сектор, вид на осигурување, географска локација и рангирање на должникот.

ФИ1 има различни практики кои се користат за минимизирање на кредитниот ризик како што е прифаќање соодветен колатерал за одобрени кредити. Ова вклучува:

- Хипотеки над станбени згради.
- Наплати за деловни средства како што се различни деловни објекти и залихи.
- Наплати за финансиски инструменти како што се должнички хартии од вредност.
- Залог на движен имот како што се автомобили и опрема.

ФИ1 ја следи усогласеноста со законски и интерно утврдените лимити и ги контролира концентрациите на кредитниот ризик. Ограничувањата на кредитниот

ризик кон различни типови заемопримачи, индустриски сектори, географска локација и вид на обезбедување, исто така лимит на изложеноста кон внатрешни лица на институцијата, како и големи изложености, изложеност по сектори на дејност се поставени во Стратегијата за ризик, дополнително се детализирани во Политики и процедури за управување со кредитниот ризик. ФИ1 ги структурира нивоата на кредитен ризик што ги презема кон домашните и странските банки со поставување на лимити на износот на прифатениот ризик што е предмет на годишен преглед на податоците. Дополнително, ризикот од концентрација на изложеност по сектори и активности редовно се следи врз основа на поставените лимити.

Кредитното портфолио на Банката останува широко распространето низ различни типови на кредитокорисници, категории на средства и број на индустрии, со што се спречуваат ризиците од прекумерна концентрација. За таа цел, институцијата вовеле множество на ограничувања кои ја контролираат изложеноста на различни видови кредитокорисници, индустриски сектори, географска локација и вид на обезбедување.

Следејќи ги најдобрите меѓународни практики, ФИ1 обезбедува соодветно ниво на резервации врз основа на посебни резерви за пари, за потенцијални загуби на кредит. Поради пандемијата COVID-19, во 2020 година, институцијата мораше да се соочи со предизвикот да направи добри предвидувања за тоа како пандемијата ќе влијае на работата на компаниите и на кредитната достапност на луѓето кои работат во нив, што резултирало со зголемување на адекватните нивоа на резервација.

5.1.1 Квалитет на кредитно портфолио

ФИ1 има силно имплементирани и интегрирани рамки за управување со кредитниот ризик, што резултирало со одржување на стабилно кредитно портфолио во годините од 2016 до 2021 година. Една од главните стратешки цели на ФИ1 е зголемувањето на кредитното портфолио и одржувањето на низок и контролиран

коэффициент на нефункционални кредити. Поради намалената економска активност во домашната економија предизвикана од пандемијата COVID-19, институцијата се соочи со предизвик во 2020-2021 година.

Според методологијата на НБРСМ (Народна банка на Република Северна Македонија) (НБРСМ, н.д.), секоја изложеност на кредитен ризик може да се класифицира во пет различни категории А, Б, В, Г, Д, почнувајќи со А како најниска категорија на изложеност на кредитен ризик (почнувајќи од 0,01% до 5%) и Е највисока категорија на изложеност на кредитен ризик (почнувајќи од 70% до 100%). Овие пет категории може дополнително да се класифицираат во три други категории:

- Категоријата 1 ги опфаќа кредитните изложености за кои кредитниот ризик не е утврдено дека е значително зголемен во однос на почетниот процес. Категоријата А може да се класифицира овде.
- Категоријата 2 ги вклучува кредитните изложености за кои се зголемува кредитниот ризик, вклучувајќи го и периодот на доцнење од 30 дена на плаќање на кредитот. Оваа категорија ги вклучува изложеностите на кредитен ризик од Б и дел од В.
- Категоријата 3 ги вклучува сите нефункционални изложености, вклучително и можноста клиентот да не може да плати и нефункционалните реструктурирани кредити. Категориите Д и Е се вклучени овде.

| Година/Категорија | Категорија А | Категорија Б | Категорија В | Категорија Д | Категорија Е |
|-------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 2021 година | 91,1% | 4,5% | 1,7% | 1,1% | 1,7% |
| 2020 година | 88,0% | 7,2% | 1,8% | 1,0% | 2,0% |
| 2019 година | 91,3% | 3,5% | 2,0% | 1,1% | 2,1% |
| 2018 година | 90,2% | 4,1% | 2,2% | 0,6% | 2,9% |

| | | | | | |
|-------------|-------|------|------|------|------|
| 2017 година | 89,6% | 3,8% | 1,3% | 1,7% | 3,6% |
| 2016 година | 89,5% | 4,5% | 1,8% | 0,6% | 3,6% |

Табела 1: Кредитно портфолио врз основа на категоријата на ризик за последните 6 години.

Дадена е табела 1 во која е извршена класификација на ризикот, односно на кредитното портфолио со кои анализираната институција се има соочено во последните 6 години соодветно за секоја категорија.

Од податоците можеме да видиме дека во 2019 година, кога беше пандемија COVID-19, институцијата има помал процент во категоријата А во однос на другите години и поголем процент во категоријата Б. Тоа е поради претпазливостта пристап што беше потребно да се имплементира кога ќе се појави пандемијата. Процентите во категоријата Д варираат со текот на годините, додека процентот во категоријата Е има значително намалување почнувајќи од 2016 година до 2021 година.

Доколку направиме споредба на ФИ1 со друга финансиска институција обележана како ФИ2, можеме да забележиме дали постојат различно имплементирани практики при справувањето со кредитниот ризик односно со кредитното портфолио. Така, учеството на А и Б категориите во ФИ2 изнесуваат 95,3% на крајот на 2021 година. Ако направиме сумација на категорија А и категорија Б во таблета погоре за ФИ1, би добиле 95,6%, што значи дека ФИ1 има применето подобро менаџирање на ризик за 0,3%. Ова може да се должи на различни варијации во моделите кои двете финансиски институции ги користат за менаџирање на ризик, различни критериуми за категоризација на заемите и инвестициите во А и Б и специфични индустрии или чекори на кои се фокусираат. Како и да е, и двете финансиски институции имаат голем процент што значи дека најголемиот дел од изложеност на ризик спаѓа во категории со низок ризик.

5.1.2 Изложеност на кредитен ризик

Концентрацискиот кредитен ризик е ризик од загуба поради недостаток на диверзификација на ризиците во кредитното портфолио, предизвикан од релативно голема концентрација на изложености кон позитивни и во голема мера поврзани договорни страни. За да избегне прекумерна концентрација на кредитен ризик, ФИ1 има за цел да го диверзифицира кредитниот ризик и да воспостави лимити кон поединечни клиенти или групи поврзани клиенти (концентрација на должници), изложеност во рамките на одреден индустриски сектор (концентрација на индустријата), тип на хартија од вредност и сл. Утврдените лимити се контролираат најмалку еднаш годишно како дел од политиките и процедурите за кредитен ризик, поткрепени со заклучоци и соодветни мерки за корекција.

Депозити, имот, автомобили, државни обврзници, залози врз машини и друго се прифаќаат како залози за обезбедување на кредитните изложености. Хипотеките се целосно обезбедени со имот (станбен и деловен простор) или депозити со сооднос на кредит спрема вредноста до 75% во годините 2016/2017, до 80% во 2018/2019 година и 85% во 2020/2021 година. Потрошувачките кредити во износ над 15.000 евра се целосно обезбедени со имот (само станбени простории) или депозити со коефициент на вредност на кредитот до 65% за 2016/2017 година, потоа над 20.000 евра за 2018/2019 година и 25.000 евра со заем или депозити со сооднос на вредност до 70% за 2020/2021 година. Авто-кредитите (вклучени во категоријата-потрошувачки кредити) се обезбедени со возила.

Корпоративните заеми и линиите на малите бизниси се обезбедени со различни видови на обезбедување: станбена хипотека, комерцијални простории, автомобили, залог на машини, L/G од првокласни банки, корпоративни L/G и лични меници земајќи ги во земајќи го предвид квалитетот на обезбедувањето и односот на заемот и вредноста.

Во табелите подолу (табела 2) може да се види изложеноста на кредитен ризик во ФИ1 поврзана со билансните средства и вонбилансните средства и обврски.

| Изложеност на кредитен ризик поврзана со средства на билансот на состојба/Година | 2021 година | 2020 година | 2019 година | 2018 година | 2017 година | 2016 година |
|---|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Готовина и салда кај централната банка | 20.867.795 | 17.377.563 | 21.847.735 | 19.296.827 | 17.901.761 | 17.569.468 |
| Финансиски средства преку добивка и загуба | 1.999 | 2.698 | 3.763 | 5.616 | 3.676 | 2.251 |
| Финансиски средства расположливи за продажба | 10.131.180 | 12.399.581 | 8.596.403 | 5.789.884 | 6.230.521 | 8.351.655 |
| Пласман кај, и заеми на банки | 278.118 | 224.193 | 243.367 | 197.089 | 159.539 | 178.315 |
| Кредити на клиенти | 79.096.640 | 72.581.502 | 68.078.217 | 65.145.885 | 62.340.975 | 60.047.332 |
| Други побарувања (помалку средства од преземени средства) | 1.560.413 | 1.480.798 | 1.348.563 | 449.513 | 181.143 | 118.364 |
| Изложеност на кредитен ризик поврзана со вонбилансни средства | | | | | | |
| Финансиски гаранции | 3.380.330 | 3.601.240 | 2.833.648 | 2.396.649 | 2.526.408 | 3.127.037 |
| Акредитиви во мирување | 820.176 | 384.742 | 134.773 | 84.989 | 29.840 | 74.105 |
| Обврски за продолжување на кредитите | 13.367.429 | 11.730.110 | 11.040.652 | 11.787.420 | 11.844.578 | 10.647.511 |
| Други вонбилансни обврски | 21.654 | 2.776 | 1.551 | 1.482 | 2.578 | 1.077 |
| Бруто изложеност | 17.589.589 | 15.718.868 | 14.010.324 | 14.249.961 | 14.403.404 | 13.849.730 |
| Помалку: резервации за вонбилансни ставки | 28.318 | 22.119 | 19.986 | 20.579 | (25.256) | (29.793) |

| | | | | | | |
|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Вкупна изложеност на кредитен ризик | 131.643.94 | 122.055.94 | 114.190.11 | 105.214.83 | 101.195.76 | 100.087.32 |
| | 5 | 3 | 1 | 4 | 3 | 2 |

Табела 2: Максимална изложеност на кредитен ризик пред чуваниот колатерал или други кредитни подобрувања.

Вкупната изложеност на кредитен ризик се пресметува врз основа на збирот на резултатите добиени од изложеноста на кредитен ризик во однос на билансните средства и резултатите од изложеноста на кредитен ризик поврзана со вонбилансните средства. Од податоците може да се види дека од 2016 година кога изложеноста на ризик изнесуваше 100.087.322 има пораст во следните пет години, со максимална изложеност на кредитен ризик во 2021 година со 131.643.945 денари.

5.1.3. Видови кредитни заеми

ФИ1 врши класификација на кредитите според видот на кредитот. Тука се вклучени потрошувачки кредити, кредитни картички, дозволени пречекорувања, корпоративни микро клиенти, корпоративни средни клиенти, корпоративни големи клиенти и станбени кредити.

Потрошувачките кредити се заеми кои поединците ги позајмуваат за лична употреба. Тие се користат за финансирање на трошоци како што се купување автомобил, купување покуќнина, плаќање за образование, покривање на неочекувани трошоци или плаќање за здравствени проблеми. Овој тип кредитен заем има фиксна месечна исплата која потрошувачот треба да ја плати договорената цена, и каматни стапки кои може да варираат доколку потрошувачот не ја платил стапката навреме или може да се пресмета врз основа на други фактори како што се кредитната способност и времетраењето на заемот. Клиентскиот заем може да се подели во неколку различни типови врз основа на датумот на доспевање, како што се:

- Кредитите на клиентите, ниту доспеани, ниту оштетени - позитивни показатели за банките бидејќи тие претставуваат стабилен и нискоризичен дел од нивното кредитно портфолио. Тоа покажува дека клиентите ги исполнуваат своите финансиски обврски и дека практиките за кредитирање на банката се добри.
- Достасано, но неоштетено - претставува повисоко ниво на ризик за заемодавачот во споредба со заемите кои не се ниту доспеани, ниту оштетени. Сепак, тоа не мора да значи дека заемот ќе резултира со загуба. Тие се обезбедуваат на институции или клиенти кои ги пропуштиле закажаните исплати на заемот, но сè уште не се смета дека имаат оштетување на кредитот.
- Индивидуално оштетени - претставуваат повисоко ниво на кредитен ризик за заемодавачите, бидејќи постои поголема веројатност за делумна или целосна загуба на овие заеми. Заемодавачите користат различни стратегии за управување со ризик за да го минимизираат влијанието на оштетените заеми врз нивното целокупно кредитно портфолио.

Кредитните картички се уште една популарна форма на кредит што ви овозможува да купувате и да позајмувате пари до одреден кредитен лимит. Со кредитна картичка можете да купувате, а да платите подоцна. Ако го исплатите салдото во целост до датумот на доспевање, избегнувате камати, но ако доцните од датумот на доспевање, вашата уплата ќе вклучува дополнителни трошоци од каматата. Кредитните картички нудат погодности, но бараат одговорна употреба за да се избегне акумулирање долг со висока камата.

Дозволено пречекорување е вид на заем кој овозможува поединец или компанија да подигне повеќе пари од она што го има на својата банкарска сметка, до однапред утврден лимит од банката. Доколку се користи ваков тип на заем, се наплаќа камата на износот што ќе биде пречекорен од сметката на корисникот. Вообичаено, каматната стапка овде е повисока отколку кај другите видови кредити, па затоа се предлага да се користи дозволено пречекорување само во итни случаи. Дозволените пречекорувања обезбедуваат привремено решение за краткорочни

празнини во готовинските текови или неочекувани трошоци. Тие можат да им помогнат на поединците и бизнисите да управуваат со нивните финансии и да избегнуваат одбиени чекови или одбиени трансакции. Сепак, од клучно значење е да се следи и управува со користењето на пречекорување за да се избегнат прекумерни такси или циклус на долгови.

Кредитите за корпоративни микро клиенти се заеми што ги нуди банката и се специјално дизајнирани да ги задоволат потребите за задолжување на малите бизниси кои обично имаат помалку вработени и помал годишен обрт во споредба со поголемите компании. Овие заеми обезбедуваат финансирање на микро претпријатија за поддршка на нивниот раст, работење и капитални потреби. Кредитите на микро клиенти може да имаат различни услови и каматни стапки, во зависност од давателот и специфичните потреби на заемопримачот. Заемодавците може да бараат одредена документација, како што се финансиски извештаи, деловни планови или колатерал, за да ја проценат кредитната способност на микропретпријатието и да ја одредат подобноста на заемот. Тука обично се вклучени почетни бизниси.

Кредитите за корпоративни средни клиенти се кредити дадени на бизниси кои спаѓаат во категоријата со средна големина. Овие бизниси обично имаат повисоко ниво на работење, повеќе вработени и генерираат поголем годишен обрт во споредба со микро или мали бизниси.

Станбените кредити или познати и како хипотеки, се финансиски производи што ги нудат банките за институции или поединци кои сакаат да купат станбен имот. Вообичаено, периодот на плаќање на овие заеми е помеѓу 15 и 30 години. Имотот што се купува служи како колатерал, што значи дека заемодавачот има побарување на него додека хипотеката не биде целосно отплатена. Овој тип на заем има фиксни или прилагодливи каматни стапки и заемопримачот врши месечни плаќања, вклучувајќи и главнина и камата.

Во табелата подолу (табела 3) може да се видат процентите на овој тип на кредити во годините од 2016 до 2021 година. Можеме да кажеме дека најмногу се земаат

потрошувачките кредити со многу поголема разлика во однос на останатите кредити, а најголем процент во 2019. Најмали проценти имаат дозволените пречекорувања и корпоративните микро клиенти, додека станбените кредити се зголемуваат или намалуваат за околу 1 до 2%.

| Година/в ид на заеми | Потрошувачки заеми | Кредитни и картички | Дозволените пречекорувања | Корпоративни микро клиенти | Корпоративни средни клиенти | Корпоративни големи клиенти | Станбени кредити |
|----------------------|--------------------|---------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------|
| 2021 година | 39% | 7% | 3% | 6% | 12% | 18% | 15% |
| 2020 година | 40% | 9% | 4% | 5% | 16% | 12% | 14% |
| 2019 година | 41% | 10% | 4% | 5% | 14% | 12% | 14% |
| 2018 година | 40% | 10% | 5% | 5% | 13% | 14% | 13% |
| 2017 година | 38% | 11% | 4% | 4% | 16% | 14% | 13% |
| 2016 година | 39% | 6% | 3% | 4% | 17% | 16% | 15% |

Табела 3: Распределба врз основа на типот на кредит.

5.1.4. Повторни договори за заеми на клиенти

ФИ1 повторно преговара за заемот на заемопримачот поради намалување на кредитната способност на заемопримачот, доколку има:

- Продолжување на рокот на достасување.
- Измени на износот на ратата и зачестеноста на отплатите, вклучително и доделување нов или продолжување на постоечкиот грејс период
- Намалување на каматната стапка

- Консолидирање на повеќе заеми во еден со промена на договорните услови, вклучително и каматна капитализација.
- Намален износот на долгот, главнината или каматата.
- Намалување на кредитната изложеност преку извршување на обезбедувањето.
- Други отстапки, кои го ставаат заемопримачот во подобра финансиска состојба.

По повторното преговарање за заемот, Банката врши финансиска анализа на заемопримачот за да идентификува појава на финансиски потешкотии и ги оценува неговите капацитети за остварување парични текови неопходни за отплата на главницата на заемот, како и соодветната камата откако заемот повторно ќе се преговара.

| | 2021 година | 2020 година | 2019 година | 2018 година | 2017 година | 2016 година |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Повторно договорени заеми на клиенти (вкупен износ во денари) | 1.795.307 | 1.010.340 | 439.524 | 596.750 | 594.404 | 923.655 |

Табела 4: Вкупен износ на повторно договорени заеми во последните 6 години

5.2. Управување со ликвидносниот ризик

ФИ1 ја одржува ликвидносната позиција на високо ниво и на тој начин овозможува непречено извршување на сите банкарски активности и регулаторни барања. Ликвидноста на институцијата најмногу произлегува од депозитите на населението и компаниите, од кои трансакциските сметки се над 60% од депозитната база и се карактеризираат со големи дневни флукуации. Управувањето со ликвидноста има потреба од соодветно одржување на инструментите, распределени по рочност и валутна структура според потребите за ликвидност. Врз основа на ова, ликвидносната позиција се состои од готовина во трезорот (околу 6%), средства на

сметки во домашни и странски банки, вклучително и задолжителни резерви во Народната банка на Северна Македонија (околу 51,5%) и позиции во вредносни трудови (околу 42,5%).

| СРЕДСТВА | | | | | | |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Финансиски средства/Година | 2021 година | 2020 година | 2019 година | 2018 година | 2017 година | 2016 година |
| Готовина и салда кај централната банка | 20.867.797 | 17.377.563 | 21.847.735 | 19.296.827 | 17.901.761 | 17.569.468 |
| Финансиски средства преку добивка и загуба | 1.999 | 2.698 | 3.763 | 5.616 | 3.676 | 2.251 |
| Хартии од вредност измерени на FVTOCI | 2.146.529 | 2.292.859 | 81.425 | 80.059 | 6.230.521 | 8.351.655 |
| Хартии од вредност се мерат по амортизирана набавна вредност | 10.131.180 | 12.399.581 | 8.596.403 | 5.789.884 | - | - |
| Пласман кај, и заеми на банки | 278.118 | 224.193 | 243.367 | 197.089 | 159.539 | 178.315 |
| Кредити на клиенти | 79.096.640 | 72.581.502 | 68.078.217 | 65.145.885 | 62.340.975 | 60.047.332 |
| Други побарувања | 1.560.431 | 1.480.798 | 1.348.563 | 449.513 | 181.143 | 118.364 |

| | | | | | | |
|---------------------------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|
| Вкупни средства | 114.082.674 | 106.359.194 | 100.199.473 | 90.964.873 | 86.817.615 | 86.267.385 |
| ОБВРСКИ И КАПИТАЛ | | | | | | |
| Депозити од банки | 1.425.336 | 237.804 | 258.236 | 159.504 | 82.470 | 1.742.752 |
| Депозити од клиенти | 89.673.431 | 86.622.677 | 82.857.540 | 76.002.374 | 70.880.438 | 68.291.877 |
| Заеми кои се плаќаат | 1.686.298 | 529.540 | 214.344 | 296.455 | 409.410 | 557.727 |
| Други обврски | 1.345.280 | 1.139.745 | 1.019.219 | 930.122 | 1.213.031 | 1.650.802 |
| Вкупни обврски и капитал | 94.242.961 | 88.627.962 | 84.349.339 | 77.388.455 | 72.585.349 | 72.243.158 |
| Нето ликвидносни от јаз | 19.839.713 | 17.731.232 | 15.850.134 | 13.576.418 | 14.232.266 | 14.024.227 |

Табела 5: Анализа на процесот на управување со ликвидносниот ризик (во илјади денари)

Во табелата погоре (табела 5) можеме да го видиме вкупното резиме на средствата, обврските и капиталот. Тие се класифицирани според нивните соодветни рочности на 31 декември секоја година во последните 6 години. Вкупните износи се пресметуваат врз основа на управување со ликвидносниот ризик до 1 месец, 1 до 3 месеци, 3 до 12 месеци, 1 до 2 години, 2 до 5 години и над 5 години. Нето ликвидносниот јаз во табелата ја покажува вкупната изложеност на ликвидносен ризик. Бидејќи имаме позитивни резултати, тоа значи дека обврските не ја надминуваат активата, што резултира со заклучок дека банката ќе има доволно средства за покривање на обврските и добро го менаџирала ликвидносниот ризик во претходните 6 години.

5.3. Управување со каматниот ризик

ФИ1 е изложена на ефектите од движењата на нивото на каматните стапки на пазарот кои имаат влијание врз финансиската состојба и паричните текови на банките. Изложеноста на каматен ризик се оценува врз основа на портфолиото на банкарски активности. Каматниот ризик во портфолиото на банкарски активности е тековниот или потенцијалниот ризик за добивката (нето приходите од камати) и/или капиталот што произлегува од негативните каматни стапки кои влијаат на позициите на банкарското портфолио. Преземањето на овој ризик е дел од банкарството и може да биде значаен извор на профитабилност и вредност на акционерите. Сепак, прекумерниот ризик од промена на каматните стапки може да претставува значајна закана за добивката и капиталната база на Банката.

Процесот на управување со каматниот ризик ја одразува стратегијата на ризик, толеранцијата на ризик, деловните активности на банката и целокупното оперативно опкружување и пазарни услови, со оглед на можната промена на каматните стапки и влијанието што тие промени би можеле да го имаат врз приходот на банката.

Институцијата има своја рамка за управување со овој ризик, за да ги минимизира ефектите од негативните промени во идните каматни стапки. Ова се прави со воспоставување и следење соодветни лимити и користење на техники за мерење на изложеноста на ризикот од промена на каматните стапки во банкарското портфолио како што се стрес тестовите. Исто така, има воспоставено соодветни лимити и користи техники за мерење на изложеноста, поради негативните промени на каматните стапки во портфолиото на банкарски активности. Институцијата е изложена на ефектите од флукуациите на пазарните каматни стапки релевантни за нејзините финансиски позиции и парични текови бидејќи каматноносните средства и обврски имаат различни датуми на достасување (за фиксната стапка) и различни периоди на промени на каматните стапки (повторно утврдување на износот за променливата стапка). Со оглед на релативно малиот дел од каматноносните

средства на институцијата кои се распределени на портфолиото за тргување, кое се состои од државни хартии од вредност, проценката на ризикот од промена на каматните стапки се врши преку следење на изложеностите кои произлегуваат од портфолиото на банкарски активности . За адекватно управување со ризикот од промени на каматните стапки, институцијата спроведува процес на идентификување, проценка, ублажување и следење на ризикот од промени на каматните стапки на редовна основа, поединечно за сите значајни валути со кои работи.

| | 2021 година | 2020 година | 2019 година | 2018 година | 2017 година | 2016 година |
|---|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Коефициент на вкупната нето пондерирана позиција во регулаторниот капитал | Под регулаторниот максимум кој е 20% | Под регулаторниот максимум кој е 20% | Под регулаторниот максимум кој е 20% | Под регулаторниот максимум кој е 20% | Под регулаторниот максимум кој е 20% | Под регулаторниот максимум кој е 20% |

Табела 6: Ризик од каматни стапки во банкарската книга IRRBB

Од табела 6 можеме да видиме дека во последните 6 години ФИ1 успеа да го задржи коефициентот на вкупната нето пондерирана позиција во регулаторниот капитал под регулаторниот максимум што резултираше со многу мала, речиси ирелевантна, изложеност на каматата стапка на ризик во портфолиото на банкарски активности со активности.

| | 2021 година | 2020 година | 2019 година | 2018 година | 2017 година | 2016 година |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Нето пондерирана позиција за валута ЕУР | 5.608 | 94.701 | 40.121 | 137.128 | 69.525 | 36.762 |
| Нето пондерирана позиција за валута МКД денари | 741.831 | 375,969 | 457.675 | 211.819 | 118.695 | 300.574 |

| | | | | | | |
|---|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Нето пондерирана позиција за валута МКД денари - ЕУР | 559.990 | 322.337 | 292.027 | 374.532 | 655.762 | 826.959 |
| Нето пондерирана позиција за валута - друго | 15.898 | 15.621 | 11.822 | 11.043 | 11.361 | 4.740 |
| Вкупна вредност – Промена на економичната вредност на банкарското портфолио со активности | 1.280.315 | 777.386 | 697.759 | 438.180 | 693.571 | 1.159.554 |
| Сопствени средства на банката | 14.900.216 | 13.907.739 | 12.843.556 | 11.981.568 | 10.559.571 | 10.432.859 |

Табела 7: Анализа на чувствителноста на промените на каматните стапки (во илјади денари)

Од табела 7 можеме да ја видиме нето пондерираната позиција за валутата ЕУР, МКД, МКД-ЕУР и другите валути. Нето пондерираната позиција за валутата ЕУР се однесува на вкупната изложеност или салдо на банка или финансиска институција во однос на нејзините средства и обврски деноминирани во евра (ЕУР). Кога банката ја пресметува нето пондерираната позиција за валути, таа се однесува на вкупната изложеност или салдо на банка или финансиска институција во однос на нејзините средства и обврски деноминирани во таа валута. Бидејќи нето пондерираните позиции се сите позитивни вредности, тоа значи дека ФИ1 има повеќе доминантни средства во други валути (како што се заеми, инвестиции или депозити) отколку со доминантни обврски (како што се задолжувања или обврски). Со оглед на тоа што повеќе средства деноминирани во евра од обврски деноминирани во евра и повеќе обврски деноминирани во македонски денари од средства деноминирани во македонски денари, нето пондерираната позиција на валутата МКД денари - евра е позитивна. Ова укажува на нето-суфицит позиција во евра во однос на македонскиот денар.

5.4. Управување со валутниот ризик

ФИ1 секојдневно се грижи за управувањето со ликвидноста на банката, вклучувајќи го и управувањето со валутниот ризик, поточно отворените девизни позиции во странска валута. Валутниот ризик се однесува на девизните курсеви или промените на вредноста на македонскиот денар во однос на вредноста на другите странски валути (EUR, USD...). Примарната цел на управувањето со структурата на валутната изложеност на институцијата е да се намали влијанието на флукуациите на девизните курсеви.

Банката има свој систем за идентификација, мерење, следење и контролирање на валутниот ризик. Овој систем врши дејствија на сите активности и банкарски трансакции кои вклучуваат избалансирани и небалансирани позиции кои се управуваат во девизни и денарски позиции со девизи. Билансната структура на ФИ1 се состои од средства и обврски во различни валути, но главно во МКД и ЕУР. ФИ1 управува со валутниот ризик преку пресметки, хеџирање и следење на отворените девизни позиции на дневна основа, обезбедувајќи усогласеност со прописите и внатрешните лимити на изложеност во основните валути, посебно или на збирно ниво. Изложеноста на валутен ризик институцијата ја одржува во законски лимит кој изнесува 30% од сопствените средства на банката.

| | | Вкупни средства | Вкупни обврски | Нето валутен јаз |
|----------------|--------------------------------|-----------------|----------------|------------------|
| 2021 година | Вкупни девизи | 41.799.126 | 41.438.587 | 360.539 |
| | Во валута за известување (МКД) | 72.283.548 | 52.804.374 | 19.479.174 |
| 2020 година | Вкупни девизи | 39.943.098 | 35.862.208 | 1.082.890 |
| | Во валута за известување (МКД) | 69.416.096 | 52.767.754 | 16.648.342 |
| | Вкупни девизи | 32.257.247 | 32.338.626 | 81.379 |

| | | | | |
|----------------|--------------------------------|------------|------------|------------|
| 2019 година | Во валута за известување (МКД) | 67.942.226 | 52.010.713 | 15.931.513 |
| 2018 година | Вкупни девизи | 30.877.425 | 30.697.709 | 179.716 |
| | Во валута за известување (МКД) | 60.0870448 | 46.690.746 | 13.396.702 |
| 2017 година | Вкупни девизи | 31.308.394 | 29.289.360 | 2.019.034 |
| | Во валута за известување (МКД) | 55.509.221 | 43.295.989 | 12.213.232 |
| 2016 година | Вкупни девизи | 31.233.143 | 29.288.193 | 1.944.950 |
| | Во валута за известување (МКД) | 55.034.242 | 42.954.965 | 12.079.277 |

Табела 8: Валутен ризик (во илјади денари)

Од табела 8 можеме да видиме како банката се справува со валутниот ризик. Вкупните девизи вклучуваат EUR, USD и други валути. Процентуално, EUR зема приближно 88% од вкупните средства и вкупните обврски секоја година, USD околу 7,5%, а другите валути околу 4,5%. Нето валутен јаз ја мери вкупната изложеност на странски валути, преку квантифицирање на разликата помеѓу девизните средства и обврски на банката. Бидејќи имаме резиме на сите валути и имаме позитивен нето валутен јаз, можеме да заклучиме дека банката има повеќе девизни средства отколку обврски. Преку идентификување на нето валутните празнини, институцијата може да ја мери изложеноста на валутен ризик и да донесе правилни одлуки како да управува со неа. Со негова анализа, банката може да ги идентификува потенцијалните ранливости на неповолните движења на девизниот курс и да преземе соодветни мерки за ублажување на ризикот, како што се спроведување на стратегии за заштита од ризик или прилагодување на нивните валутни позиции. Во последните 6 години можеме да видиме дека институцијата успеала да го задржи валутниот ризик во рамките на законскиот лимит.

Исто како ФИ1, ФИЗ има применето соодветни методи за мерење на валутниот ризик кои вклучуваат следење и анализа на ризикот, структура на балансната состојба на валути, структурата на девизните позиции на валутите, стрес тестови и

обратни стрес тестови итн. Во текот на 6 годишниот период институцијата има стабилно ниво на валутен ризик кој се движи во дозволениот лимит од $\leq +30\%$ / $\geq -30\%$.

ЗАКЛУЧОК

Во овој магистерски труд истражувани се различни ризици во банкарскиот сектор, со фокус на влијанието на тие ризици врз финансиската стабилност и перформансите на банките. Идентификувани се внатрешни и надворешни извори на ризик, а во текот на истражувањето се применија економетриски методи и анализа на временски серии за моделирање и предвидување на ризикот.

Во воведниот дел претставени се различните видови ризици во банкарскиот сектор и опишани се основните случаи на ризични настани. Математичките модели, вклучувајќи статистички анализи, Воx-Jenkins методологија и SARIMA моделот, беа обработени во втората глава како алатки за анализа на ризици.

Анализата на реални податоци од банкарскиот сектор во Република С. Македонија преку економетриски модели во третата глава допринесе кон конкретна апликација на истражувачките методи. Четвртата глава се фокусираше на анализата на временски серии и прогнозирањето на ризици.

Конечно, во петтата глава беа обработени аспекти на управувањето и менаџментот со ризици. Овој магистерски труд не само што допринесува кон поголемо разбирање на ризиците во банкарскиот сектор туку нуди и практични пристапи за управување со нив. Резултатите на ова истражување можат да бидат од корист за финансиски институции и регулаторни органи во создавањето на стратегии за управување со ризици и обезбедување на стабилност во банкарскиот систем

Користена литература

- A.M. Davey, B. F. (1993). Identification of seasonality in time series: A note. *Mathematical and Computer Modelling*, 73-81.
- Abdullah A. Aljughaiman, A. S. (2019). Do banks effectively manage their risks? The role of risk governance in the MENA region. *Journal of Accounting and Public Policy*, Volume 38, Issue 5.
- Ahmed Barakat, K. H. (December 2013). Bank governance, regulation, supervision and risk reporting: Evidence from operational risk disclosures in European banks. *International Review of Financial Analysis*, 254-273.
- Alshatti, A. (2015). The effect of credit risk management on financial performance of the Jordanian commercial banks. *Investment Management and Financial Innovations*, 338-345.
- Andrew Shi, C. B. (н.д.). SEASONAL REVENUE FORECASTING AND RISK MANAGEMENT.
- Anthony Saunders, M. M. (2007). Risk of Financial Intermediation. Bo M. M. Anthony Saunders, *Financial Institutions Management - A Risk Management Approach* (стр. 173 - 175).
- B.A. Minton, J. T. (2011). Do Independence and Financial Expertise of the Board Matter for Risk Taking and Performance? Fisher College of Business.
- Bierens, H. J. (2000). The econometric consequences of the ceteris paribus condition in economic theory. *Journal of Econometrics*, 223-253. doi:[https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(99\)00038-X](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(99)00038-X)
- Boumans, M. a. (2001). Ceteris paribus conditions: materiality and the application of economic theories. *Journal of Economic Methodology*, 11-26. doi:<https://doi.org/10.1080/13501780010022794>
- Crook, J. N. (1996). Credit scoring: An overview. British Association, Festival of Science, University of Birmingham and the University of Edinburgh.
- Daniel Roberts, A. S. (2018). Liquidity Regulations, Bank Lending, and Fire-Sale Risk. FRB of New York Staff Report No. 852, Rev. January 2023.
- Dougherty, C. (2011). *Introduction to Econometrics*. OUP Oxford.
- Elamir, E. A. (2012). Mean Absolute Deviation about Median as a Tool of Explanatory Data Analysis. *Proceedings of the World Congress on Engineering*, Vol 1.
- Eva Ostertagova, O. O. (2011). THE SIMPLE EXPONENTIAL SMOOTHING MODEL. MODELLING OF MECHANICAL AND MECHATRONIC SYSTEMS .
- Fight, A. (2004). Chapter 1: Introduction to credit risk management. Bo *Credit Risk Management* (стр. 1-66). Essential Capital Markets.
- G. Helbok, C. (2006). Determinants of operational risk reporting in the banking industry. *The Journal of Risk*, 49-74.

- Gebhard Kirchgässner, J. W. (2013). Introduction to Modern Time Series. Verlag Berlin Heidelberg : Springer.
- Giorgi Pertaia, A. P. (July 2022). A new approach to credit ratings. Journal of Banking and Finance.
- Gudmund R. Iversen, H. N. (1987). Analysis of Variance, Issue 1. Sage Publications.
- Guy H. Orcutt, D. C. (1949). A Sampling Study of the Merits of Auto-Regressive and Reduced form Transformations in Regression Analysis. Journal of the American Statistical Association , Volume 44, Issue 247.
- Heerde, H. J. (2004). Decomposing the Sales Promotion Bump with Store Data. Marketing Science.
- Huang R., R. L. (2011). The dark side of bank wholesale funding. Jurnal for Financial Intermediation, 248'263.
- Ishak, I. I. (2016). Credit risk management and profitability of bank listed on bursa Malaysia.
- J. Oliveira, L. R. (2011). Voluntary risk reporting to enhance institutional and organizational legitimacy: Evidence from Portuguese banks. Journal of Financial Regulation and Compliance, 271-289.
- J.Bischof. (2009). The effects of IFRS 7 adoption on bank disclosure in Europe. Accounting in Europe, 167-194.
- Jean-Loup, S. (November 2017). Measuring heterogeneity in bank liquidity risk: Who are the winners and losers? The Quarterly Review of Economics and Finance, 302-313.
- Keith William Hipel, A. I. (1977). Advances in Box-Jenkins modeling: 1. Model construction. Water Resources Research, 567-575.
- Lehmann, E. L. (2011). The Power of Rank Tests. Bo E. L. Lehmann, Selected Works of E. L. Lehmann (стр. 373-390). Springer.
- Li, F. a. (2014). The Impact of Credit Risk Management on Profitability of Commercial Banks: a Study of Europe. Umeå School of Business and Economics.
- M. Drehmann, K. N. (2013). Funding liquidity risk: Definition and measurement. Journal of Banking & Finance, 2173-2182.
- M.A. Elbannan, M. E. (2015). Economic consequences of bank disclosure in the financial statements before and during the financial crisis: Evidence from Egypt. Jurnal od Accounting, Auditing and FInance, 181-217.
- Maddala, G. S. (New York). Introduction to econometrics. 1992: Macmillan.
- Makokha, A. N. (2016). Effect of operational risk management practices on the financial performance in commercial banks in Tanzania. American Journal of FInance, 29-39.
- Marc Nerlove, D. M. (1979). Analysis of Economic Time Series. New York, San Francisco, London: Academic Press.

- Michel Crouhy, D. G. (January 2000). A comparative analysis of current credit risk models. *Journal of Banking and Finance*, 59-117.
- Models, T. D.-W. (1992). Kenneth J. White. *The Review of Economics and Statistics*, 370-373.
- Muhamet, A. a. (2016). The effect of credit risk management on banks' profitability in Kosovo. *European Journal of Economic Studies*, 492-515.
- Najah Attig, H. D. (November 2021). Credit ratings quality in uncertain times. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*.
- Nguyen, Q. K. (2019). Audit committee structure and bank stability in Vietnam. *ACRN Journal of Finance and Risk Perspectives*, Vol. 8 240-259.
- Nguyen, Q. K. (2022). Determinants of bank risk governance structure: A cross-country analysis. *Research in International Business and Finance*, Volume 60.
- Nurlan Orazalin, M. M. (2018). The financial crisis as a wake-up call: corporate governance and bank performance in an emerging economy. *Corporate Governance*, Volume 19 Issue 1.
- Oscar Trull, J. G.-D.-S. (2022). Multiple seasonal STL decomposition with discrete-interval moving seasonalities. *Applied Mathematics and Computation*, Volume 433.
- Pankratz, A. (1983). *Forecasting with Univariate Box - Jenkins Models: Concepts and Cases*. John Wiley & Sons.
- Parzen, E. (1961). An Approach to Time Series Analysis. *The Annals of Mathematical Statistics*, 951-989.
- Persons, W. M. (1923). Correlation of Time Series. *Journal of the American Statistical Association*, Volume 18, Issue 142.
- Poudel, R. (2012). The impact of credit risk management on financial performance of commercial banks in Nepal. *International Journal of Arts and Commerce*, 9-14.
- Psillaki, M. T. (2010). Evaluation of credit risk based on firm. *European Journal of Operational Research*, 873-888.
- R. Grassa, N. M. (June 2020). Is bank creditworthiness associated with risk disclosure behavior? Evidence from Islamic and conventional banks in emerging countries. *Pacific-Basin Finance Journal*, 101327.
- Rajkumar, P. a. (2015). The impact of credit risk management on financial performance: a study of state commercial banks in Sri Lanka. *Proceedings of International Conference on Contemporary Management*, 206-212.
- Read, C. (2016). *The Econometricians*. London: Palgrave Macmillan London.
doi:<https://doi.org/10.1057/978-1-137-34137-2>
- Rice, J. A. (2007). *Mathematical Statistics and Data Analysis*. Thomson Books/Cole.
- Robert B. Cleveland, W. S. (1990). STL: A Seasonal -Trend Decomposition Procedure Based on Loess. *Journal of Official Statistics*, 3-73.

- Rüschendorf, L. (2013). *Mathematical Risk Analysis*. Springer.
- Rutkowska, A. (2015). Properties of the Cox–Stuart Test for Trend in Application to Hydrological Series: The Simulation Study. *Communications in Statistics - Simulation and Computation*, Volume 44, Issue 3.
- S. Buckby, G. G. (2015). An analysis of risk management disclosures. *Managerial Auditing Journal*, 812-869.
- Shumway, R. H. (2006). *Time series regression and exploratory data analysis*. Bo R. H. Shumway, *Time series analysis and its applications: With R examples* (стр. 48-83). Chicago.
- Spyros Makridakis, M. H. (1998). ARMA Models and the Box–Jenkins Methodology. *Journal of Forecasting*, 147-163.
- Stoffer, R. H. (2017). Arima Models. Bo R. H. Stoffer, *Time Series Analysis and Its Applications* (стр. 75-163). Springer.
- Stopanska Banka AD. Skopje. (1944, 05 18). Повратено од https://www.stb.com.mk/za-bankata/podatoci-i-izveshtai/#Godisni_Izvestai
- Tillman, J. A. (1975). The Power of the Durbin-Watson Test. *Econometrica*, 959-974.
- Tintner, G. (1953). The Definition of Econometrics. *Econometrica*, 31-40.
doi:<https://doi.org/10.2307/1906941>
- Vimmy Bajaj, P. K. (January 2022). Linkage dynamics of sovereign credit risk and financial markets: A bibliometric analysis. *Research in International Business and Finance*.
- Voelkel, J. R. (1999). *Johannes Kepler and the New Astronomy*. New Yoirk: Oxford University Press.
- Wallis, M. N. (1966). Use of the Durbin-Watson Statistic in Inappropriate Situations. *Econometrica*, 235-238.
- Wooldridge, J. M. (1996). *Introductory Econometrics: A Modern Approach* 3rd ed.
- Xieling Chen, H. X.-J. (2020). Application and theory gaps during the rise of Artificial Intelligence in Education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*.
- Xu, D. (2023). Time series analysis as an emerging method for researching L2 affective variables. *Heliyon*, CellPress, Volume 9, Issue 6.
- Yongjian Wang, C. Q. (2023). Attention-mechanism based DiPLS-LSTM and its application in industrial process time series big data prediction. *Computers & Chemical Engineering*, Volume 176.
- Yukio Sadahiro, T. K. (2014). Exploratory analysis of time series data: Detection of partial similarities, clustering, and visualization. *Computers, Environment and Urban Systems*, 24-33.

Zhao, J. F. (2011). Exploratory analysis of time-series with chronolenses. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 2422-2431.

НРБСМ. (н.д.). Повратено од <https://www.nbrm.mk/ns-newsarticle-izvestai-za-bankarskiot-sistem-na-republika-severna-makedonija-vo-2022-godina.nspix>