

UNIVERZITA PARDUBICE

FAKULTA EKONOMICKO-SPRÁVNÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2024

Rostislav Částek

Univerzita Pardubice

Fakulta ekonomicko-správní

Analýza časových řad indexů nových průmyslových zakázek ve vybraných  
odvětvích

Bakalářská práce

2024

Rostislav Částek

Univerzita Pardubice  
Fakulta ekonomicko-správní  
Akademický rok: 2023/2024

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Rostislav Částek**  
Osobní číslo: **E21347**  
Studijní program: **B0413A050008 Ekonomika a management**  
Specializace: **Management podniku**  
Téma práce: **Analýza časových řad indexů nových průmyslových zakázek ve vybraných odvětvích**  
Zadávající katedra: **Ústav matematiky a kvantitativních metod**

## Zásady pro vypracování

V práci budou statistickými metodami analyzované časové řady indexů nových průmyslových zakázek ve vybraných odvětvích a následně pomocí získaných modelů bude predikován jejich další vývoj. Práce vhodná pro studenty se znalostmi statistické indukce.

Osnova:

- Problematika časových řad.
- Charakteristika vybraných odvětví.
- Analýza časových řad indexů nových průmyslových zakázek.
- Vyhodnocení analýzy a predikce budoucího vývoje.

Rozsah pracovní zprávy: **35**  
Rozsah grafických prací:  
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

ARLT, Josef a Markéta ARLTOVÁ. Ekonomické časové řady: [vlastnosti, metody modelování, příklady a aplikace]. Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-1319-9.  
HINDLS, Richard. *Statistika pro ekonomy*. 7. vyd. Praha: Professional Publishing, 2006. ISBN 80-86946-16-9.  
MADSEN, Henrik. *Time Series Analysis*. Boca Raton: Chapman & Hall/CRC, Taylor & Francis Group, LLC, 2008. ISBN 978-1-4200-5967-0.  
MILLS, Terence C. *Applied Time Series Analysis: A Practical Guide to Modeling and Forecasting*. London: Academic Press, Elsevier Inc., 2019. ISBN 978-0-12-813117-6

Vedoucí bakalářské práce: **Mgr. David Zapletal, Ph.D.**  
Ústav matematiky a kvantitativních metod

Datum zadání bakalářské práce: **1. září 2023**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **30. dubna 2024**

**prof. Ing. Jan Stejskal, Ph.D.** v.r.  
děkan

L.S.

**doc. Ing. Michaela Kotková Strítěská, Ph.D.** v.r.  
garant studijního programu

V Pardubicích dne 1. září 2023

## **Prohlášení autora**

Prohlašuji:

Práci s názvem Analýza časových řad indexů nových průmyslových zakázek ve vybraných odvětvích jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Hradci Králové dne 24. 7. 2024

Rostislav Částek v. r.

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval Mgr. Davidu Zapletalovi, Ph.D. za vedení mé bakalářské práce a cenné rady při jejím zpracování. Dále děkuji také své rodině za podporu v průběhu studia.

## **ANOTACE**

Tato bakalářská práce je zaměřena na analýzu časových řad indexů nových průmyslových zakázek ve vybraných odvětvích, kterými jsou výroba motorových vozidel, výroba papíru, výroba textilií a výroba farmaceutických výrobků. V práci jsou využita data Českého statistického úřadu. Teoretická část práce obsahuje charakteristiku daných odvětví a teorii zaměřenou na problematiku časových řad. V následujících částech je již provedena samotná analýza a její vyhodnocení a predikce hodnot indexů nových průmyslových zakázek ve vybraných odvětvích.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Analýza časových řad, průmyslové zakázky, indexy nových průmyslových zakázek

## **TITLE**

Time series analysis of indices of new industrial orders in selected sectors

## **ANNOTATION**

This bachelor thesis focuses on the analysis of time series indices of new industrial orders in selected sectors, namely motor vehicle manufacturing, paper manufacturing, textile manufacturing and pharmaceutical manufacturing. The thesis uses data from the Czech Statistical Office. The theoretical part of the thesis contains the characteristics of the industries and the theory focused on time series issues. In the following parts, the analysis and its evaluation are carried out and the prediction of new industrial orders indices in the selected sectors is made.

## **KEYWORDS**

Time series analysis, industrial orders, indices of new industrial orders

# OBSAH

|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| ÚVOD .....                                                                      | 10 |
| 1 Charakteristika vybraných odvětví .....                                       | 11 |
| 1.1 Výroba motorových vozidel (kromě motocyklů), přívěsů a návěsů.....          | 11 |
| 1.2 Výroba textilií .....                                                       | 12 |
| 1.3 Výroba papíru a výrobků z papíru .....                                      | 13 |
| 1.4 Výroba základních farmaceutických výrobků a farmaceutických přípravků ..... | 15 |
| 2 Problematika časových řad .....                                               | 17 |
| 2.1 Rozdělení časových řad .....                                                | 17 |
| 2.1.1 Intervalové a okamžikové časové řady .....                                | 17 |
| 2.2 Charakteristiky a vlastnosti časových řad.....                              | 18 |
| 2.2.1 Diference.....                                                            | 19 |
| 2.2.2 Tempo růstu .....                                                         | 19 |
| 2.3 Modely a analýza časových řad .....                                         | 20 |
| 2.3.1 Dekompozice časové řady .....                                             | 20 |
| 2.3.2 Analýza trendu.....                                                       | 21 |
| 2.3.3 Sezónnost.....                                                            | 23 |
| 2.3.4 Popis náhodné složky.....                                                 | 23 |
| 2.3.5 Regresní modely .....                                                     | 23 |
| 2.3.6 Boxova-Jenkinsonova metodologie.....                                      | 23 |
| 2.3.7 Lineární stacionární procesy.....                                         | 24 |
| 2.3.8 Testování stacionarity a stacionarizace.....                              | 25 |
| 2.3.9 Nestacionární modely časových řad .....                                   | 26 |
| 2.3.10 Volba a diagnostika modelu časové řady .....                             | 27 |
| 3 Analýza časových řad indexů nových průmyslových zakázek.....                  | 28 |
| 3.1 Výroba motorových vozidel (kromě motocyklů), přívěsů a návěsů.....          | 28 |

|       |                                                                             |    |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.1.1 | Spojnice trendu časové řady a dekompoziční metoda .....                     | 29 |
| 3.1.2 | Boxova-Jenkinsonova metodologie .....                                       | 30 |
| 3.2   | Výroba textilií .....                                                       | 36 |
| 3.2.1 | Spojnice trendu časové řady a dekompoziční metoda .....                     | 36 |
| 3.2.2 | Boxova-Jenkinsonova metodologie .....                                       | 37 |
| 3.3   | Výroba papíru a výrobků z papíru .....                                      | 39 |
| 3.3.1 | Spojnice trendu časové řady a dekompozice .....                             | 39 |
| 3.3.2 | Boxova-Jenkinsonova metodologie .....                                       | 40 |
| 3.4   | Výroba základních farmaceutických výrobků a farmaceutických přípravků ..... | 43 |
| 3.4.1 | Spojnice trendu časové řady a dekompozice .....                             | 43 |
| 3.4.2 | Boxova-Jenkinsonova metodologie .....                                       | 44 |
| 4     | Vyhodnocení analýzy a predikce budoucího vývoje.....                        | 47 |
| 4.1   | Výroba motorových vozidel (kromě motocyklů), přívěsů a návěsů.....          | 47 |
| 4.2   | Výroba textilií .....                                                       | 49 |
| 4.3   | Výroba papíru a výrobků z papíru .....                                      | 51 |
| 4.4   | Výroba základních farmaceutických výrobků a farmaceutických přípravků ..... | 53 |
|       | ZÁVĚR .....                                                                 | 55 |
|       | BIBLIOGRAFIE.....                                                           | 57 |
|       | PŘÍLOHY .....                                                               | 61 |
|       | Příloha 1 – Indexy nových průmyslových zakázek .....                        | 61 |
|       | Příloha 2 – Skripty v Pythonu.....                                          | 70 |
|       | Python skript pro ADF test .....                                            | 71 |
|       | Python skript pro KPSS test.....                                            | 71 |
|       | Python skript pro dekompozici časové řady .....                             | 72 |

# SEZNAM ILUSTRACÍ A TABULEK

## Seznam ilustrací

|                                                                                                                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Obrázek 1</b> - Časová řada indexů nových průmyslových zakázek v odvětví výroby motorových vozidel (vlastní zpracování).....                                                                | 28 |
| <b>Obrázek 2</b> - Popisná statistika v programu Gretl pro vybranou časovou řadu – výroba motorových vozidel (vlastní zpracování) .....                                                        | 29 |
| <b>Obrázek 3</b> - Spojnice trendu, odvětví výroby motorových vozidel (kromě motocyklů), přívěsů a návěsů (vlastní zpracování).....                                                            | 29 |
| <b>Obrázek 4</b> – Dekompozice časové řady indexů nových průmyslových zakázek v odvětví výroby motorových vozidel (vlastní zpracování) .....                                                   | 30 |
| <b>Obrázek 5</b> - Korelogram časové řady indexů nových průmyslových zakázek v odvětví výroby motorových vozidel (kromě motocyklů), přívěsů a návěsů (vlastní zpracování).....                 | 30 |
| <b>Obrázek 6</b> - První diference časové řady indexů nových průmyslových zakázek v odvětví výroby motorových vozidel (kromě motocyklů), přívěsů a návěsů (vlastní zpracování) .....           | 32 |
| <b>Obrázek 7</b> - Porovnání korelogramů diferencované (vpravo) a původní (vlevo) časové řady indexů nových průmyslových zakázek v odvětví výroby motorových vozidel (vlastní zpracování)..... | 32 |
| <b>Obrázek 8</b> - Model ARIMA(2, 1, 1) bez konstanty, odvětví výroby motorových vozidel (kromě motocyklů), přívěsů a návěsů (vlastní zpracování) .....                                        | 33 |
| <b>Obrázek 9</b> - Korelogram reziduí, odvětví výroby motorových vozidel (kromě motocyklů), přívěsů a návěsů (vlastní zpracování) .....                                                        | 34 |
| <b>Obrázek 10</b> - Histogram reziduí, odvětví výroby motorových vozidel (kromě motocyklů), přívěsů a návěsů (vlastní zpracování) .....                                                        | 34 |
| <b>Obrázek 11</b> - Q-Q graf reziduí, odvětví výroby motorových vozidel (kromě motocyklů), přívěsů a návěsů (vlastní zpracování) .....                                                         | 35 |
| <b>Obrázek 12</b> - Časová řada indexů nových průmyslových zakázek v odvětví výroby textilií (vlastní zpracování).....                                                                         | 36 |
| <b>Obrázek 13</b> - Spojnice trendu, odvětví výroby textilií (vlastní zpracování) .....                                                                                                        | 36 |
| <b>Obrázek 14</b> - Dekompozice časové řady indexů nových průmyslových zakázek v odvětví výroby textilií (vlastní zpracování).....                                                             | 37 |
| <b>Obrázek 15</b> - Korelogram časové řady indexů nových průmyslových zakázek v odvětví výroby textilií (vlastní zpracování) .....                                                             | 37 |

|                                                                                                                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Obrázek 16</b> - První diference časové řady indexů nových průmyslových zakázek v odvětví výroby textilií (vlastní zpracování).....                                                        | 38 |
| <b>Obrázek 17</b> - Model ARIMA(1, 1, 0) bez konstanty, odvětví výroby textilií (vlastní zpracování) .....                                                                                    | 38 |
| <b>Obrázek 18</b> - Graf časové řady indexů nových průmyslových zakázek v odvětví výroby papíru .....                                                                                         | 39 |
| <b>Obrázek 19</b> - Spojnice trendu, odvětví výroby papíru a výrobků z papíru (vlastní zpracování) .....                                                                                      | 40 |
| <b>Obrázek 20</b> - Dekompozice časové řady indexů nových průmyslových zakázek v odvětví výroby papíru a výrobků z papíru (vlastní zpracování).....                                           | 40 |
| <b>Obrázek 21</b> - Korelogram časové řady indexů nových průmyslových zakázek v odvětví výroby papíru a výrobků z papíru (vlastní zpracování) .....                                           | 41 |
| <b>Obrázek 22</b> - První diference časové řady indexů nových průmyslových zakázek v odvětví výroby papíru a výrobků z papíru (vlastní zpracování) .....                                      | 41 |
| <b>Obrázek 23</b> - Model ARIMA(1, 1, 0) bez konstanty, odvětví výroby papíru a výrobků z papíru (vlastní zpracování).....                                                                    | 42 |
| <b>Obrázek 24</b> - Časová řada indexů nových průmyslových zakázek v odvětví výroby základních farmaceutických výrobků a farmaceutických přípravků (vlastní zpracování).....                  | 43 |
| <b>Obrázek 25</b> - Spojnice trendu, odvětví výroby základních farmaceutických výrobků a farmaceutických přípravků (vlastní zpracování) .....                                                 | 43 |
| <b>Obrázek 26</b> – Dekompozice časové řady v odvětví výroby základních farmaceutických výrobků a farmaceutických přípravků .....                                                             | 44 |
| <b>Obrázek 27</b> - Korelogram časové řady indexů nových průmyslových zakázek v odvětví výroby základních farmaceutických výrobků a farmaceutických přípravků (vlastní zpracování) .....      | 44 |
| <b>Obrázek 28</b> - První diference časové řady indexů nových průmyslových zakázek v odvětví výroby základních farmaceutických výrobků a farmaceutických přípravků (vlastní zpracování) ..... | 45 |
| <b>Obrázek 29</b> - Model ARIMA(1, 0, 1) s konstantou, odvětví výroby základních farmaceutických výrobků a farmaceutických přípravků (vlastní zpracování) .....                               | 45 |
| <b>Obrázek 30</b> - Předpověď vývoje indexů nových průmyslových zakázek v odvětví výroby motorových vozidel (kromě motocyklů), přívěsů a návěsů (vlastní zpracování).....                     | 47 |
| <b>Obrázek 31</b> - Předpověď vývoje indexů nových průmyslových zakázek v odvětví výroby textilií (vlastní zpracování) .....                                                                  | 49 |

|                                                                                                                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Obrázek 32</b> - Předpověď vývoje indexů nových průmyslových zakázek v odvětví výroby papíru a výrobků z papíru (vlastní zpracování) .....                                      | 51 |
| <b>Obrázek 33</b> - Předpověď vývoje indexů nových průmyslových zakázek v odvětví výroby základních farmaceutických výrobků a farmaceutických přípravků (vlastní zpracování) ..... | 53 |

## Seznam tabulek

|                                                                                                                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabulka 1</b> - ADF test pro časovou řadu indexů nových průmyslových zakázek v odvětví výroby motorových vozidel (kromě motocyklů), přívěsů a návěsů.....        | 31 |
| <b>Tabulka 2</b> - KPSS test pro časovou řadu indexů nových průmyslových zakázek v odvětví výroby motorových vozidel (kromě motocyklů), přívěsů a návěsů .....      | 31 |
| <b>Tabulka 3</b> - Srovnání skutečných hodnot a předpovědi, odvětví výroby motorových vozidel (vlastní zpracování).....                                             | 48 |
| <b>Tabulka 4</b> - Srovnání skutečných hodnot a předpovědi, odvětví výroby textilií (vlastní zpracování).....                                                       | 50 |
| <b>Tabulka 5</b> - Srovnání skutečných hodnot a předpovědi, odvětví výroby papíru a výrobků z papíru (vlastní zpracování) .....                                     | 52 |
| <b>Tabulka 6</b> - Srovnání skutečných hodnot a předpovědi, odvětví výroby základních farmaceutických výrobků a farmaceutických přípravků (vlastní zpracování)..... | 54 |

## ÚVOD

Tato bakalářská práce se zabývá analýzou časových řad indexů nových průmyslových zakázek ve vybraných odvětvích, kterými jsou výroba motorových vozidel (kromě motocyklů), přívěsů a návěsů, výroba textilií, výroba papíru a výrobků z papíru, výroba základních farmaceutických výrobků a farmaceutických přípravků. Odvětví výroby motorových vozidel (kromě motocyklů), přívěsů a návěsů bylo vybráno z důvodu velkého významu tohoto odvětví pro hospodářství a zaměstnanost v České republice, výroba textilií a papíru a výrobků z papíru jako odvětví, která byla přinejmenším historicky a regionálně významná. Odvětví výroby základních farmaceutických výrobků a farmaceutických přípravků je pak zástupcem dynamicky se rozvíjející oblasti s vyšší přidanou hodnotou, která je v České republice v tomto odvětví jedna z nejvyšších.

Cílem práce je provedení analýzy daných časových řad pomocí vybraných statistických metod, v tomto případě dekompozicí časové řady na trendovou, sezónní a náhodnou složku a pomocí Boxovy-Jenkinsonovy metodologie, kdy bude určen vhodný model ARIMA na základě patričních kritérií a rovnice, která popisuje daný model. Analýza umožní sledovat a porozumět chování časových řad indexů nových průmyslových zakázek ve vybraných odvětvích, následně bude možné pomocí nalezených modelů predikovat budoucí hodnoty indexů v těchto časových řadách, zvoleny jsou čtyři hodnoty, pro něž již byly známy hodnoty skutečné, tedy je možné provést porovnání predikovaných hodnot s těmito skutečnými hodnotami a určit úspěšnost predikce pomocí zvoleného modelu.

Teoretická část této práce je rozdělena na dvě části, v první části jsou popisována jednotlivá vybraná odvětví, jejich dlouhodobý vývoj a současná situace, dále informace o exportu a importu a specifika daného odvětví. Druhá část je zaměřena na samotnou problematiku časových řad, jejich rozdělení, jednotlivé dekompoziční složky, přístupy k analýze těchto řad, informace k dekompozici časové řady a dále k Boxově-Jenkinsonově metodologii včetně výběru a diagnostiky modelu.

V praktické části jsou pak provedeny analýzy těchto časových řad, na jejichž základě budou vybrány vhodné modely a umožněna predikce hodnot těchto časových řad. V další části je pak vyhodnocení analýz a predikcí (včetně grafického znázornění) a jejich posouzení, případně srovnání a porovnání predikce se skutečnými hodnotami.

# 1 CHARAKTERISTIKA VYBRANÝCH ODVĚTVÍ

Tato kapitola se zaměřuje na charakteristiku odvětví, pro která byla provedena analýza časových řad indexů nových průmyslových zakázek (viz kapitola 3). Vybrána byla čtyři odvětví: výroba motorových vozidel (kromě motocyklů), přívěsů a návěsů, vzhledem k velkému významu tohoto odvětví pro hospodářství a zaměstnanost v České republice, výroba textilií a výroba papírů a výrobků z papíru jakožto odvětví významná spíše v minulosti a regionálně. Posledním vybraným odvětvím je výroba základních farmaceutických výrobků a farmaceutických přípravků, které je řazeno mezi dynamicky se rozvíjející odvětví s vysokou přidanou hodnotou.

## 1.1 Výroba motorových vozidel (kromě motocyklů), přívěsů a návěsů

Odvětví výroby motorových vozidel (kromě motocyklů), přívěsů a návěsů je rozděleno na tři podskupiny – výrobu motorových vozidel a jejich motorů, výrobu karoserií motorových vozidel, přívěsů a návěsů a výrobu dílů a příslušenství pro motorová vozidla a jejich motory. Z hlediska výrobní skladby zahrnuje toto odvětví osobní automobily, užitkové a nákladní automobily, přívěsy, návěsy, trolejbusy, autobusy, golfové vozíky, požární vozidla apod. Automobilový průmysl, jehož součástí je toto odvětví, tvoří významnou část českých hospodářských výsledků, má významné zastoupení na zaměstnanosti, tvorbě HDP i exportu. V roce 2017 připadalo na 1000 obyvatel 123 vyrobených osobních automobilů, v EU je to 31. Nejvýznamnějšími výrobci v odvětví jsou Škoda Auto, TPCA, Hyundai, Tatra, Avia, Iveco a SOR, dále PANA V a Schwarzmüller [1, 2].

Od roku 2008 do roku 2016 vzrostl obrat ve skupině výroby motorových vozidel a jejich motorů o 124 %, u skupiny výroby dílů a příslušenství o 78 %, na druhou stranu u skupiny výroby karoserií, přívěsů a návěsů došlo k poklesu o 18 %. Z hlediska podílu přidané hodnoty zpracovatelského průmyslu došlo k nárůstu ze 14,8 % na 21,2 %. Automobilový průmysl je dlouhodobě významným zaměstnavatelem – např. v roce 2015 zaměstnával přes 170 000 osob (v roce 2009 cca 130 000) a podílel se na zaměstnanosti v České republice cca 4 %, přičemž z cca 75 % se na zaměstnanosti podílí skupina výroby dílů a příslušenství pro motorová vozidla. Z dlouhodobého pohledu roste také výše mezd v daném odvětví a obvykle překonává svou výši průměr ve zpracovatelském průmyslu. Společnosti působící v odvětví se pravidelně umisťují v žebříčcích firem s nejvyššími tržbami [1, 2, 3].

Odvětví výroby motorových vozidel je významnou součástí dodavatelsko-odběratelských vztahů jak v rámci odvětví (skupina výrobců dílů je dodavatelem výrobců vozidel), tak i

v jiných odvětvích jako jsou výroba plastů a pryže, výroba elektrických zařízení, výroba základních kovů, výroba kovodělných výrobků a výroba textilu. Patrné je také soustředění odvětví do určitých regionů (primárně způsobeno umístěním velkých továren v daných regionech a provázaností dodavatelských řetězců) – dominuje Středočeský kraj s podílem na obratu ve výši přes 42 % (Škoda Auto, TPCA), významnější zastoupení má také Moravskoslezský kraj (Hyundai, Tatra), kde podíl na obratu dosahuje 22,9 % (údaje z roku 2016), zastoupení ostatních krajů je již menší (okolo 10 % nebo níže), přičemž nejmenší je zastoupení Karlovarského kraje [1].

V roce 2009 dosáhl export celkové výše 386,12 miliard Kč – největšího podílu dosahovala skupina výroby motorových vozidel (přes 219 miliard Kč), dovoz dosáhl výše 192 miliard Kč, přičemž největší podíl měla skupina výroby dílů a příslušenství pro motorová vozidla (105 miliard Kč). Největší podíl mělo na exportu i importu v daném roce Německo – v obou případech téměř 40 %. V roce 2015 dosáhl export tohoto odvětví 825 miliard Kč, v roce 2016 pak 942 miliard Kč – největší podíl exportu opět připadal na Německo (35,5 %), následovalo Spojené království, Slovensko, Francie a Španělsko. Dovoz v roce 2016 dosáhl 509 miliard Kč, přičemž největší podíl mělo Německo (34,5 %), dále Polsko, Slovensko, Jižní Korea a Francie [1, 2, 3].

Automobilový průmysl se v současné době potýká s několika náročnými výzvami, jednou z nich jsou normy Evropské unie, které znamenají zvyšování nároků na vývoj a s tím souvisejících nákladů, dalším přicházející levnější konkurence z Číny, která je přirovnávána k expanzi korejských a japonských automobilových výrobců do Evropy, z hlediska budoucnosti je tak možné očekávat zmenšení produkce a zaměstnanosti v odvětví. V roce 2023 došlo mezi lednem a říjnem k meziročnímu růstu tržeb odvětví o 22 %, současně vzrostla i výroba (18 %), což souvisí se zlepšením v oblasti dodavatelských řetězců ve srovnání s předcházejícími lety, které byly ovlivněny pandemií [4, 5].

## **1.2 Výroba textilií**

Textilní průmysl se na základě používaných technologií a druhů zpracovávaných surovin člení na několik kategorií – průmysl bavlnářský, průmysl vlnářský, průmysl lnářský a průmysl pletářský. Textilní výroba ve většině případů zahrnuje vícero technologických stupňů, zároveň se jedná o proexportně orientované odvětví [6].

Na textilní průmysl se v Evropské unii zaměřuje zhruba 180 000 společností, které poskytují zaměstnání cca 1,7 milionu lidí za tvorby obratu ve výši kolem 166 miliard EUR. Výkon

textilního průmyslu v České republice koresponduje s vývojem v EU, dominující oblastí je výroba netkaných, technických a průmyslových textilií, která tvoří cca 71 % tržeb textilního průmyslu v ČR. Oblast tkaní textilií se od roku 2015 prakticky nemění, nedochází zde k větším výkyvům. Od roku 2012 dochází k postupnému poklesu počtu výrobních jednotek v textilním průmyslu – vliv zde má snížení poptávky a zároveň levnější dovoz běžných textilních produktů ze zahraničí, přičemž je zde přítomen i vliv méně příznivého vývoje zahraniční poptávky. Nicméně výrobní jednotky produkující technický textil zaznamenávají růst [7].

Vývoz i dovoz produkce textilního průmyslu dlouhodobě roste, v roce 2018 dosáhla hodnota vyvezeného zboží vyrobeného textilním průmyslem v ČR 67 miliard Kč, saldo zahraničního obchodu pro toto odvětví bylo od roku 2009 do roku 2018 kladné, přičemž necelých 60 % exportu spadalo do kategorie výroby technického textilu. Největší zastoupení zemí, do kterých byla česká textilní produkce exportována, zahrnuje země EU a to sice Německo (téměř třetinový podíl), Itálii, Polsko a Slovensko. Importované výrobky textilního průmyslu pocházely nejčastěji z Německa (obdobně jako u exportu téměř jedna třetina), dále pak z Itálie, Číny a Turecka [7].

Od roku 2014 klesají výdaje na výzkum a vývoj v textilním průmyslu, některé inovace, ke kterým dochází, jsou ovlivněny legislativou EU. Orientace inovací směřuje například do biologicky odbouratelných látek nebo na smart textilie a e-textilie a experimentální vývoj v oblasti technických textilií [7, 8].

Obdobně jako jiné segmenty v České republice se i textilní průmysl potýká s nedostatkem zaměstnanců, dle informací ze serveru jhk.cz může právě malé množství absolventů a kvalifikovaných pracovníků do budoucna ohrozit výrobu natolik, že by mohla být v ČR kompletně ukončena. Další hrozbou pro textilní průmysl je nestabilní situace týkající se vstupních surovin a materiálů, některé oblasti (výroba vláken, povrchové úpravy a barvení) pak negativně ovlivnila energetická krize [9, 10]. V roce 2023 dosáhly v prvním pololetí tržby textilního průmyslu 26,3 miliardy Kč, došlo tak k poklesu o více než 4 %, vývoz textilu poklesl o 9 %. Průměrná mzda v odvětví dosáhla 32 600 Kč [10].

### **1.3 Výroba papíru a výrobků z papíru**

Papírenský průmysl je složen z vertikálního procesu začínajícího výrobou buničiny z dřevěné štěpky, pokračujícího výrobou samotného papíru a končícího produkcí papírenských výrobků (papírové obaly, grafický a novinový papír, hygienické papíry, lepenka,...) [11].

Historicky se papír vyráběl z celulózových vláken pocházejících z jednoletých rostlin (recyklace látek rostlinného původu), tento zdroj se využíval až do cca poloviny 19. století, teprve po vynálezu knihtisku a prudkém zvýšení poptávky po papíru se nakonec našlo jako nejvhodnější zdroj celulózových vláken dřevo – ke zpracování se používalo technologie mechanického rozvláknění dřeva na pískovcovém brusku. Ve druhé polovině 19. století docházelo k rozvoji chemických postupů zpracování dřeva za účelem získání papírenské buničiny (celulózy) [12].

Dodnes se využívají dva způsoby výroby buničiny – kyselý sulfitový proces a zásaditý sulfátový proces. V případě sulfitového procesu se využívá oxid siřičitý, oxid vápenatý a oxid hořečnatý při teplotách okolo 140 °C, vzniká tak buničina s vysokou bělostí, avšak nižší pevností. Sulfitový přístup je vhodný pro zpracování měkkého dřeva. Sulfátovým procesem je možné zpracovávat všechny druhy dřeva, přičemž se využívají chemické látky sulfid sodný a hydroxid sodný – tento proces je v současnosti nejběžnějším postupem k uvolnění celulózových vláken. Pomocí sulfátového procesu je získána nahnědlá buničina, je však pevnější a tak je využívána při výrobě balicích papírů, lepenky, krabic apod. [11, 12].

V papírenském průmyslu zpravidla jedna výrobní jednotka vykonává více než jeden výrobní proces z řady vertikálních procesů. Při výrobě je využíváno obnovitelných zdrojů – dřevní štěpky (převážně smrkové) – a druhotných surovin (recyklovaný papír). V současnosti toto odvětví nezatěžuje životní prostředí v takové míře, jako tomu bylo v minulosti. Produkce buničiny a následně papíru je charakteristická vysokou investiční náročností a velkou energetickou spotřebou, zároveň je při výrobě potřeba dostatečná dostupnost vody [11].

V České republice je významnější výroba balicích a obalových druhů papíru, oproti tomu grafické a hygienické druhy papíru se spíše dováží. Tento jev má pravděpodobně původ v minulém režimu, kdy se v rámci plánování výroby v tehdejší Československu soustředila výroba balicích papírů na českém území, zatímco produkce hygienických papírů se soustředila na Slovensko [11, 13]. V rámci Evropské unie je Česká republika 8. největším exportérem papírových obalů – většina exportu míří do zemí EU, mimo země EU se v roce 2022 vyvezlo jen 6 % produkce. Za rok 2022 vzrostly tržby papírenského průmyslu o 23 %, v průběhu prvních 7 měsíců roku 2023 naopak o 6 % poklesly. Ceny výrobků z papíru a lepenky se v roce 2023 nacházely na úrovni 123 % cen roku 2021 [14]. Dlouhodobě dochází k poklesu spotřeby a výroby grafického papíru vlivem digitalizace, spolu s nárůstem e-commerce sektoru roste poptávka po balicím papíru – v České republice se ročně spotřebuje cca 900 000 tun obalových

papírů, přičemž cca 800 000 tun se vyrobí, růstový trend je patrný také u hygienických papírů [15].

#### **1.4 Výroba základních farmaceutických výrobků a farmaceutických přípravků**

Výroba základních farmaceutických výrobků a farmaceutických přípravků je odvětví, kde jsou výrobky produkovány pomocí chemických a biotechnologických procesů, zároveň se jedná o odvětví s vysokou přidanou hodnotou, které vyžaduje technologie náročné na výzkum a vývoj a vysoce kvalifikovanou pracovní sílu. Produkce se člení na výrobky s patentovou ochranou a na výrobky, jimž patentová ochrana již vypršela (tzv. generika) [16].

Ve srovnání s ostatními státy EU je farmaceutický průmysl v České republice menším, okrajovějším odvětvím, avšak velice dynamicky se rozvíjejícím a rostoucím. Množství firem ve farmaceutickém průmyslu je v ČR dlouhodobě stabilní, jedná se o cca 120 podniků, které se většinou nacházejí v okolí Prahy, Brna a Ostravy. Tyto podniky zaměstnávají okolo 11 000 pracovníků (v EU je to celkem přes 600 000), z toho tři čtvrtiny jsou soustředěny do podniků se zahraničními vlastníky (farmaceutickému průmyslu globálně dominuje cca 25 významných hráčů) [16, 17].

Okolo 80 % tržeb je realizováno prostřednictvím exportu, v roce 2009 dosáhl vývoz hodnoty přes 26 miliard Kč, o deset let později již překonal 51 miliard Kč. Největší podíl na exportu mělo v minulosti Slovensko následované Německem, v současné době naopak největší podíl náleží Německu. Spolu s vývozem roste dlouhodobě také import, obchodní deficit u produktů farmaceutického průmyslu v minulosti osciloval mezi 40 a 50 miliardami Kč, v roce 2019 překonal 51 miliard Kč při hodnotě importu 105,4 miliardy Kč. Z hlediska importu jsou dlouhodobě největšími partnery ČR v tomto odvětví Německo a Francie [16, 17].

Farmaceutický průmysl patří mezi odvětví, kde je nejvyšší podíl zaměstnanců na výzkumu a vývoji, např. v roce 2018 působily ve výzkumu a vývoji cca 4 % zaměstnanců tohoto odvětví, také z hlediska výdajů na vědu a výzkum patří na přední místa. Výzkum v České republice v oblasti generických léčiv je orientován na inovace technologických výrobních procesů, které snižují výrobní náklady a ekologickou zátěž, dále na generika s přidanou hodnotou (vyšší účinnost, tolerabilita,...) [17, 18].

Farmaceutický průmysl je v současnosti považován za jeden z nejvhodnějších sektorů, které mohou pomoci k transformaci českého hospodářství k vyšší přidané hodnotě, zároveň se řadí

k nejrychleji rostoucím odvětvím průmyslu v ČR. V roce 2020 dosáhly tržby farmaceutické výroby cca 55 miliard Kč, v roce 2021 dosáhl vývoz farmaceutických výrobků hodnoty 85,6 miliard Kč a stále roste, přičemž je patrný i růstový trend u podílu vývozu léků na celkovém vývozu. Odvětví farmacie vlivem vysokých kvalifikačních požadavků na zaměstnance a vysokého podílu na výzkumu a vývoji dosahuje jedné z nejvyšších průměrných mezd v průmyslu – v roce 2021 dosahovala hodnoty téměř 46 000 Kč [19, 20].

## 2 PROBLEMATIKA ČASOVÝCH ŘAD

Časová řada je definována jako posloupnost dat uspořádaných dle časového hlediska směrem z minulosti do současnosti. Jedná-li se o data, která popisují některý ekonomický ukazatel, pak se časová řada těchto dat označuje jako ekonomická časová řada [21, 22].

Z důvodu snahy o nezkreslené výsledky je posuzována srovnatelnost údajů, které jsou v dané časové řadě použity. Srovnatelnost lze posuzovat z několika hledisek – věcného, prostorového, časového. Věcné srovnání souvisí s obsahovým vymezením ukazatelů. Prostorovým srovnáním sledujeme, zda se údaje vztahují ke stejnému území (nebo ekonomickému prostoru v podobě podniku). Časová srovnatelnost se řeší hlavně u intervalových časových řad (např. různé délky měsíců), kde existují způsoby, jak zkreslení dat kvůli odlišně dlouhým intervalům zamezovat. Máme-li údaje v peněžních jednotkách, objevuje se problém s růstem a poklesem cen [21].

### 2.1 Rozdělení časových řad

Na základě druhu ukazatele časové řady lze časové řady rozdělit na intervalové (řady ukazatelů, kde hodnoty jsou závislé na délce intervalu sledování ukazatele v čase, např. sledování spotřeby surovin) a okamžikové (ukazatele nezávislé na intervalu, jsou vztaženy ke konkrétnímu času, např. počet nezaměstnaných osob) [22].

Dle délky intervalu, po který jsou hodnoty ukazatele sledovány, se časové řady dělí na dlouhodobé (také roční), krátkodobé a vysokofrekvenční. V případě dlouhodobých časových řad jsou sledovány hodnoty v několika letech, hodnoty u krátkodobých časových řad jsou sledovány v úsecích, které jsou menší než jeden rok (čtvrtletí, měsíce, ...). Vysokofrekvenční časové řady obsahují hodnoty sledované v méně než týdenních úsecích [22].

Další rozdělení vychází z odlišení údajů vyjadřovaných v naturálních nebo peněžních jednotkách, časové řady lze také rozdělit na řady primárních a sekundárních ukazatelů. Primární ukazatele lze zjistit přímo, zatímco sekundární ukazatelé vznikají jakožto funkce (např. vztahy různých primárních ukazatelů). V případě ekonomických časových řad je obvyklejší a častější, že hodnoty ukazatelů jsou vyjádřeny v peněžní formě [21].

#### 2.1.1 Intervalové a okamžikové časové řady

Intervalová časová řada je chápána jako řada intervalového ukazatele (velikost ukazatele je závislá na délce intervalu, po který je ukazatel sledován. Intervalové ukazatele je třeba vztahovat ke stejně dlouhým intervalům, v opačném případě totiž dochází ke zkreslení údajů.

Příkladem časového intervalu, při jehož využití dochází ke zkreslení, je měsíc – měsíce nemají stejný počet dní, liší se i množstvím pracovních dnů (vliv svátků a víkendů), u některých ukazatelů by mohl mít vliv i odlišný počet pátků a pondělků.

K zajištění srovnatelnosti dochází k přepočítávání všech období na jednotkové časové intervaly, tedy k takzvanému kalendářnímu očišťování (obvykle na kalendářní dny nebo obchodní dny).

Pro výpočet údajů očištěných na kalendářní dny se využívá následující vzorec:

$$y_t^0 = y_t \cdot \frac{\bar{k}_t}{k_t}$$

V tomto vzorci  $y_t$  označuje hodnotu ukazatele, který je očišťován,  $k_t$  je počtem kalendářních dní určité části roku a  $\bar{k}_t$  je průměr počtu kalendářních dní v určitých částech roku.

Daný vzorec lze využít i k výpočtu údajů očištěných na pracovní dny, rozdílný bude zlomek  $\frac{\bar{k}_t}{k_t}$ , kde  $k$  již nebude označovat kalendářní dny, ale pracovní dny (pro lepší přehled lze použít namísto  $k$  označení  $p$ ) [21].

U ukazatelů intervalových časových řad lze tvořit součty [21].

Okamžikové časové řady zobrazují ukazatele, které jsou vztaženy ke konkrétnímu okamžiku. Součet hodnot těchto ukazatelů jdoucích za sebou nedává smysl, proto jsou tyto řady shrnovány pomocí tzv. chronologického průměru.

Chronologický průměr v případě, že délka mezi sledovanými časovými okamžiky je stejná, se vypočítá dle následujícího vzorce:

$$\bar{y} = \frac{\frac{y_1 + y_2}{2} + \frac{y_2 + y_3}{2} + \dots + \frac{y_{k-1} + y_k}{2}}{k - 1}$$

V případě, že délky mezi časovými okamžiky nejsou stejné, násobí se jednotlivé aritmetické průměry ve jmenovateli pomocí  $d_i$ , což je délka pro daný interval mezi dvěma vybranými okamžiky, a na místě jmenovatele se nachází namísto  $k - 1$  suma  $d_i$  (od 1 do  $k - 1$ ) [21].

## 2.2 Charakteristiky a vlastnosti časových řad

Časovou řasu lze vizualizovat pomocí grafu, který umožňuje poznat některé rysy časové řady (dlouhodobá tendence směřovat k určitým hodnotám nebo změny, které se periodicky opakují). Dle typu grafu pak lze znázornit i poznat různé vlastnosti časové řady, poměrně známým typem

grafu je graf spojnicový, kde je na horizontální ose časová proměnná a na vertikální ose jsou vyneseny hodnoty časové řady, kdyby šlo o graf, kde budou dvě časové řady, které se liší měřítkem, používá se i pravá vertikální osa pro hodnoty druhé časové řady. Dalšími možnými grafy, kterými lze vizualizovat časové řady, jsou graf krabičkový (tvořen krabičkami s dolní a horní hranou, kterou tvoří 25% a 75% kvartil a ve vnitřní části krabičky je vyznačený medián a pomocí symbolu „+“ je vyznačen aritmetický průměr, konce svislých čar, které z krabiček vedou, ukazují hodnoty minima a maxima), graf sezónních hodnot, který nachází využití v analýzách sezónních časových řad, nebo graf ročních hodnot sezónních časových řad [23].

### 2.2.1 Diference

Diference se řadí mezi tzv. míry dynamiky časových řad, charakterizují základy chování a umožňují tak formulace kritérií pro modelování časových řad (např. výběr trendové funkce). První diference – absolutní přírůstek – je nejjednodušší z mír dynamiky, zobrazuje změnu hodnoty v čase  $t$  ve srovnání s časem  $t-1$ , vypočítá se podle následujícího vzorce [21, 23]:

$$\Delta_t^1 = y_t - y_{t-1}, \text{ kde } t = 2, 3, \dots, n.$$

Průměrný absolutní přírůstek lze vypočítat pomocí vzorce [23]:

$$\bar{\Delta} = \frac{\sum_{t=2}^n \Delta y_t}{n-1} = \frac{y_n - y_1}{n-1}.$$

V případě diferencování první diference se získává druhá diference, jejím diferencováním pak třetí diference. Druhá diference se tedy počítá takto [21]:

$$\Delta_t^2 = \Delta_t^1 - \Delta_{t-1}^1, \text{ kde } t = 3, 4, \dots, n.$$

### 2.2.2 Tempo růstu

Tempo růstu, také nazývané koeficient růstu, je další mírou dynamiky časových řad. Tento koeficient je buď bezrozměrný nebo vyjádřen procentem v případě vynásobení 100. Tempo růstu vyjadřuje, na kolik procent hodnoty v  $t-1$  vzrostla hodnota v  $t$ , vypočítá se takto [21]:

$$k_t = \frac{y_t}{y_{t-1}}.$$

Pomocí geometrického průměru jednotlivých koeficientů růstu lze získat hodnotu průměrného tempa růstu [23]:

$$\bar{k} = \sqrt[n-1]{k_2 \cdot k_3 \cdot \dots \cdot k_n}.$$

Relativní přírůstek je také mírou dynamiky časové řady, je-li vynásoben 100, pak ukazuje, o jak velkou procentuální hodnotu se změnila hodnota časové řady v čase  $t$  oproti času  $t-1$ , vypočítá se pomocí vzorce [23]:

$$\bar{\delta} = \bar{k} - 1.$$

## 2.3 Modely a analýza časových řad

Následující část je zaměřena na popisy analýz a metodologií pro modelování časových řad, soustředí se na dekompoziční analýzu a Boxovu-Jenkinsonovu metodologii.

### 2.3.1 Dekompozice časové řady

Časovou řadu lze rozložit na čtyři složky, které vytvářejí systematickou část průběhu časové řady, přičemž časová řada nemusí nutně obsahovat všechny čtyři složky. Dané čtyři složky se označují jako trendová, sezónní, cyklická a náhodná [21]. Dekompozice časové řady umožňuje analyzovat jednotlivé složky a poznat určité zákonitosti ve vývoji dané časové řady, je možné porovnávat trendy více časových řad současně, lépe modelovat sezónnost díky výraznějšímu charakteru sezónnosti, lze přesněji predikovat vývoj jednotlivých složek a tak i celé časové řady [23].

Rozlišujeme 2 typy dekompozice časové řady na tyto složky:

- Aditivní typ dekompozice – všechny složky časové řady jsou ve stejných jednotkách jako časová řada

$$y_t = T_t + S_t + C_t + \varepsilon_t = Y_t + \varepsilon_t,$$

- Multiplikační typ dekompozice – trendová složka časové řady má stejnou jednotku jako časová řada, ostatní složky jsou vyjádřeny relativně

$$y_t = T_t \cdot S_t \cdot C_t \cdot \varepsilon_t,$$

kde  $t = 1, 2, 3, \dots, n$ ; T označuje trendovou složku, S sezónní složku, C cyklickou složku a  $\varepsilon$  náhodnou složku, přičemž se vychází z jednorozměrného modelu [21, 24]:

$$y_t = f(t, \varepsilon_t).$$

### Trendová složka

Trend ukazuje dlouhodobou tendenci směřování časové řady, bývá určen faktory dlouhodobého charakteru, které působí v určitém směru. Trendy mohou být rostoucí, klesající nebo konstantní

(hodnoty ukazatelů časových řad kolísají kolem určité úrovně, která se v podstatě nemění), dále pak bývají trendy strmé nebo mírné [21, 25].

### **Cyklická složka**

Cyklická složka je vyjádřením kolísání okolo trendu, kdy se střídají růstové a klesající fáze, cykly vznikají za dobu delší než jeden rok a nejsou pravidelné – jejich délky a amplitudy se liší. Ovlivňují je ekonomické a neekonomické faktory a jejich dlouhodobý cyklický vývoj. Cyklická složka může být považována za střednědobý trend časové řady [21, 23].

### **Sezónní složka**

Sezónní složka zobrazuje pravidelně se opakující kolísání okolo trendu kratší než je jeden rok (případně právě jeden rok dlouhé), tato kolísání se pravidelně každý rok opakují v důsledku různých faktorů, mezi něž patří například různé množství svátků v různých obdobích roku, charakter období roku. V případě některých časových řad může být sezónnost patrná již z prvního pohledu na graf [21, 22, 23].

### **Náhodná složka**

Náhodná složka představuje složku, která zbyde, když je vyloučena trendová, cyklická a sezónní složka, není možné ji popsat žádnou funkcí času. Zdrojem této složky v časové řadě jsou jednotlivé a drobné příčiny, které na sobě bývají nezávislé. Chování této složky lze popsat pravděpodobnostně a jde o citlivou oblast analýzy časové řady [21].

## **2.3.2 Analýza trendu**

Trend v časové řadě lze popsat za pomoci trendových funkcí a klouzavých průměrů a mediánů. Odpovídá-li vývoj časové řady funkci času (např. lineární nebo kvadratické), je trend modelován pomocí trendových funkcí. V případě, kdy má časová řada extrémní hodnoty nebo je-li vývoj časové řady silně ovlivněn nesystematickou složkou a tedy nerovnoměrný [23].

Časovou řadu je možné popsat pomocí následující rovnice:

$$y_t = Y_t + a_t.$$

V tomto tvaru zápisu časové řady je  $Y_t$  teoretickým modelem systematické složky (ukazuje vývoj určitého ukazatele v čase  $t$ ), zatímco  $a_t$  symbolizuje nesystematickou složku vývoje časové řady.  $Y_t$  je funkcí času a má-li časová řada pouze trendovou složku systematické části,

pak model  $Y_t$  odpovídá modelu trendu  $T_t$ , v opačném případě, tedy je obsažena i sezónní nebo cyklická složka, je  $Y_t$  kompozice modelů jednotlivých složek [23].

Nejčastěji užívaným typem trendové funkce je lineární trend, tuto funkci je možné použít vždy pro alespoň orientační určení základního směru vývoje určité časové řady. Lineární trendová funkce je vyjádřena v následujícím tvaru [21]:

$$T_t = \beta_0 + \beta_1 t.$$

V lineární trendové funkci jsou parametry  $\beta_0$  a  $\beta_1$  neznámé, k jejich odhadu se v případě lineární trendové funkce využívá metody nejmenších čtverců dle následujících vztahů:

$$\widehat{\beta}_0 = \bar{y} - \widehat{\beta}_1 \bar{t},$$

$$\widehat{\beta}_1 = \frac{\sum_{t=1}^T t y_t - \bar{t} \sum_{t=1}^T y_t}{\sum_{t=1}^T t^2 - T(\bar{t})^2},$$

přičemž

$$\bar{t} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T t = \frac{T+1}{2}$$

a  $t$  je časová proměnná [23].

U kvadratické trendové funkce (parabolický trend) je vedle parametrů  $\beta_0$  a  $\beta_1$  ještě parametr  $\beta_2$  násobený časovou proměnnou na druhou ( $t^2$ ), parametry jsou odhadovány pomocí metody nejmenších čtverců [23].

Další variantou trendové funkce je exponenciální trend, který je možné zapsat ve dvou tvarech:

$$T_t = \beta_0 \cdot \beta_1^t,$$

$$T_t = e^{\gamma + \delta t}.$$

K odhadu parametrů exponenciálního trendu není možné použít metodu nejmenších čtverců, jelikož funkce není z hlediska parametrů lineární, používají se tedy jiné metody, například metoda linearizující transformace a metoda vybraných bodů. V případě metody linearizující transformace je nejprve provedena logaritmická transformace funkce, následně již lze použít metodu nejmenších čtverců k odhadu parametrů, vzhledem k tomu, že získané odhady mohou být zkreslené a nekonzistentní, využívá se vážená metoda nejmenších čtverců, kdy jsou získány odhady se statisticky lepšími vlastnostmi [21].

Mezi další známé trendové funkce jsou řazeny logistický trend, S-křivka, Gompertzova křivka nebo modifikovaný exponenciální trend.

### 2.3.3 Sezónnost

Sezónní výkyvy, tedy pravidelné výkyvy růstu a poklesu v časové řadě vůči nesezónní složce časové řady, jsou způsobeny různými sezónními vlivy (klimatické změny v průběhu roku, vliv kulturních akcí a zvyklostí v daném období, ...). V určitých případech je možné sezónní výkyvy dobře pozorovat v grafickém znázornění časové řady, jindy je sezónnost viditelná hůře, při analýze časové řady je tedy nutné identifikovat, nakolik jsou sezónní výkyvy statisticky významné pro průběh časové řady – tato identifikace může být i intuitivní, ale minimálně v případech složitějších jsou nutné exaktní statistické verifikační metody, které pomohou existenci sezónnosti odhalit [21].

### 2.3.4 Popis náhodné složky

Náhodná složka časové řady je chápána jako důsledek vlivu nespécifikované množiny náhodných vlivů, jedná se o nepodchycené náhodné vlivy (někdy nepodchytitelné), které jsou drobné a vzájemně nezávislé. U těchto vlivů platí předpoklad, že jejich střední hodnoty jsou nulové. Platí-li předpoklad nulové střední hodnoty a zároveň je splněna podmínka konstantního rozptylu a vzájemné lineární nezávislosti (hypotéza o homoskedasticitě náhodných vlivů), pak náhodná složka tvoří bílý šum [21].

### 2.3.5 Regresní modely

Regresní modely jsou používány k popisu statistického vztahu mezi závislou a nezávislou proměnnou (v případě časových řad jde o čas  $t$ ). V obecné podobě je regresní model popsán následovně:

$$Y_t = f(X_t, t, \theta) + \varepsilon_t.$$

Důležitým speciálním případem regresního modelu je obecný lineární model, kde funkce  $f$  je lineární v parametru  $\theta$  [26].

### 2.3.6 Boxova-Jenkinsonova metodologie

Box-Jenkinsonův model je model časových řad určený k předpovídání datových rozsahů na základě vstupů ze specifikovaných časových řad. Metodologie využívá difference mezi datovými body, identifikuje trendy pomocí autoregrese, klouzavých průměrů a sezónní diferenciaci k vytváření prognóz. Jako zaměnitelný pojem se využívají autoregresní integrované klouzavé průměry (ARIMA) [27].

V Box-Jenkinsonově metodologii je možné modelovat pouze takové časové řady, které jsou stacionární nebo je možné je převést na stacionární. Časová řada je chápána jako realizace

stochastického procesu, tento proces pak lze označit jako stacionární, platí-li, že charakteristiky náhodných veličin tohoto procesu jsou v čase neměnné [22].

Pro stochastický proces  $\{X_t, t = 0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$  jsou definovány následující funkce [22]:

- střední hodnota

$$\mu_t = E(X_t),$$

- variační funkce

$$\sigma_t^2 = D(X_t) = E(X_t - \mu_t)^2,$$

- kovariační funkce

$$\gamma(t, t - k) = E(X_t - \mu_t)(X_{t-k} - \mu_{t-k}), \text{ kde } k = \dots -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, \dots,$$

- korelační funkce

$$\rho(t, t - k) = \frac{\gamma(t, t - k)}{\sigma_t \sigma_{t-k}}, \text{ kde } k = \dots -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, \dots$$

### 2.3.7 Lineární stacionární procesy

Lineární proces je nekonečnou řadou s určitými parametry a nekorelovanými složkami bílého šumu, přičemž tento proces může existovat právě tehdy, když daná řada konverguje. Boxova-Jenkinsonova metodologie využívá tři lineárních procesů – autoregresní procesy, procesy klouzavých součtů a smíšené procesy.

**Autoregresní proces prvního řádu**, tedy AR(1) lze zapsat následujícím vzorcem:

$$(1 - \varphi B)y_t = a_t, \text{ kde } B \text{ je operátorem zpětného posunutí.}$$

Tento proces je stacionární, platí-li, že  $|\varphi_1| < 1$ , přičemž je-li hodnota  $\varphi_1 = 0$ , pak je autokorelační funkce nulová, tedy jde o proces bílého šumu [23, 25].

Autoregresní proces řádu  $p$  popisuje následující vztah [23]:

$$y_t = \varphi_1 y_{t-1} + \dots + \varphi_p y_{t-p} + a_t.$$

**Procesy klouzavých průměrů prvního řádu**, označované jako MA(1), jsou dány následujícími vztahy:

$$y_t = a_t - \varphi_1 a_{t-1},$$

$$y_t = (1 - \varphi_1 B)a_t, \text{ kde } B \text{ je operátorem zpětného posunutí.}$$

Pro všechny modely MA platí, že jsou stacionární, vycházejí totiž přímo z lineárního procesu, odlišují se pouze konečným počtem vah. V případě, že se jedná o procesy klouzavých průměrů řádu  $q$ , tzn. MA( $q$ ), pak jsou popsány pomocí následujícího vzorce [22]:

$$y_t = a_t - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q}.$$

Dále existují **smíšené procesy**, označované jako ARMA( $p, q$ ), tyto procesy jsou popsány následovně [23]:

$$y_t = \varphi_1 y_{t-1} + \dots + \varphi_p y_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q}.$$

### 2.3.8 Testování stacionarity a stacionarizace

Stacionarita časové řady je určena nezávislostí statistických vlastností časové řady na čase. Je-li časová řada stacionární, pak se její chování nemění v čase a tedy lze provést důvěryhodnější analýzu této časové řady. Zda je časová řada stacionární lze ověřit pomocí rozšířeného Dickey-Fullerova (ADF) testu a pomocí Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shinova (KPSS) testu [28].

ADF test je rozšířenou formou původního Dickey-Fullerova testu, který lze použít i v případech, kdy není náhodná složka časové řady bílý šum, případně není časová řada generována AR(1) procesem, ale např. ARMA procesem. Jedná se o test na jednotkový kořen s nulovou hypotézou říkající, že časová řada obsahuje jednotkový kořen a není stacionární [28, 29].

Oproti ADF testu nulová hypotéza KPSS testu říká, že je časová řada stacionární, zatímco dle alternativní hypotézy tato řada obsahuje jednotkový kořen. KPSS test je založený na lineární regresi rozdělující časovou řadu na trend, náhodnou složku a stacionární chybu – je-li přítomna složka náhodné procházky, pak se jedná o nestacionární časovou řadu [28, 29].

Při využití obou testů jsou možné čtyři výsledky, v prvním případě je dle obou testů časová řada nestacionární – pak lze tvrdit (s určitou pravděpodobností), že je skutečně nestacionární a je potřeba ji stacionarizovat. Je-li časová řada dle KPSS i ADF testu stacionární, pak ji lze považovat za stacionární a tedy přistoupit k analýze. Třetí možností je, že dle ADF testu jde o řadu stacionární (nenalezen jednotkový kořen), avšak dle KPSS testu stacionární není, pak jde o řadu diferenciálně stacionární a je vhodné ji diferencovat. Poslední možností je potvrzení stacionarity KPSS testem a nalezení jednotkového kořene ADF testem – časová řada je trendově stacionární a je nutné ji zbavit trendu a diferencovat [28, 29].

Pro stacionarizaci časové řady je možné využít několika přístupů, mezi něž patří transformace dat, odstranění klouzavé statistiky a diferenciacce. Při transformaci je využita funkce transformující data (např. logaritmizace), přičemž výsledná data je nutné opět otestovat a transformovat dále, dokud není dosaženo stacionarity. Další možností je odečítání klouzavých průměrů od časové řady. Jednou z možných metod je také diferenciacce, kdy dochází k odečítání hodnoty od hodnoty jiného pozorování s určitým časovým zpožděním [30].

### 2.3.9 Nestacionární modely časových řad

V ekonomické praxi se často vyskytují časové řady, které jsou tvořeny nestacionárními stochastickými procesy, u těchto časových řad je charakteristická přítomnost (výrazného) trendu. Jedním z nestacionárních procesů je proces náhodné procházky, který je vyjádřen následující rovnicí:

$$y_t = y_{t-1} + a_t.$$

Proces náhodné procházky (tzv. Random Walk Process) je zvláštním případem procesu AR(1), pro který platí, že  $\varphi_1 = 1$ . Je možné ho vyjádřit také pomocí operátoru zpoždění:

$$(1 - B)y_t = a_t.$$

Procesy náhodné procházky jsou tvořeny kumulací náhodných veličin, které tvoří proces bílého šumu, první diference procesu náhodné procházky odpovídá procesu bílého šumu, jedná se tedy o integrovaný proces prvního řádu s označením I(1) [22].

Vedle procesů náhodné procházky existuje mezi nestacionárními časovými řadami dále proces ARIMA, tento proces nalézá využití v časových řadách se stochastickým trendem, pro které platí, že je lze vyjádřit jako stacionární a invertibilní model ARMA pomocí diference d-tého řádu. Původní integrovaný proces se pak označuje jako ARIMA(p,d,q) a je vyjádřen následujícím způsobem:

$$\varphi_p(B)(1 - B)^d y_t = \theta_q(B)a_t.$$

Vlastnosti procesů typu ARIMA jsou podobné vlastnostem procesů náhodné procházky, někdy bývají tyto procesy označovány pouze integrovanými procesy řádu d a označují se jako I(d), mimo sezónní integrované procesy jsou v ekonomické praxi běžné jen procesy I(1) a I(2), tedy s řadami, které mají jeden nebo dva jednotkové kořeny [22].

### 2.3.10 Volba a diagnostika modelu časové řady

K volbě nejvhodnějšího modelu časové řady jsou využívána různá kritéria, jako například Akaikovo kritérium, Schwarzovo kritérium, autokorelační funkce a parciální autokorelační funkce. Akaikovo kritérium měří shodnost modelu, přičemž penalizuje modely za množství parametrů (tedy za vhodnější model považuje ten, který je méně složitý), jedná se o minimalizační kritérium (nižší hodnota znamená lepší model). Schwarzovo kritérium je podobné Akaikovu kritériu, avšak oproti němu je přísnější z hlediska penalizace složitosti, taktéž jde o minimalizační kritérium. Autokorelační funkce graficky zobrazuje korelaci časové řady se sebou samou s určitým zpožděním, pomocí nalezení prudkých zlomů je možné identifikovat člen MA. Parciální autokorelační funkce se od autokorelační funkce liší v odstranění vlivu předchozích zpoždění – prudké zlomy v této funkci poukazují na přítomnost členu AR [31].

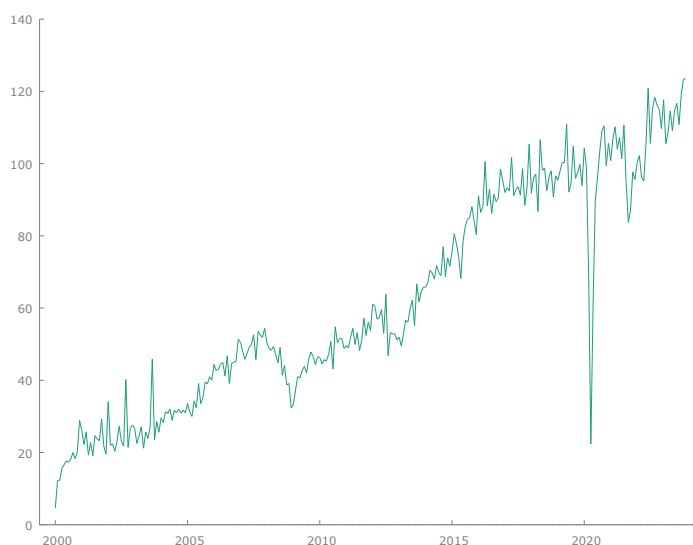
Vybraný model je možné diagnostikovat pomocí analýzy reziduí, ta by v ideálním případě měla odpovídat bílému šumu, v opačném případě může být model v různé míře nepřesný. K analýze reziduí je možné využít autokorelační a parciální autokorelační funkce, dále testování normality rozdělení (znázorněných pomocí Q-Q grafu nebo histogramem) nebo Ljung-Boxův test pro zjištění autokorelace reziduí s nulovou hypotézou neexistence autokorelace [32].

### 3 ANALÝZA ČASOVÝCH ŘAD INDEXŮ NOVÝCH PRŮMYSLOVÝCH ZAKÁZEK

Následující část je zaměřena na analýzu dat indexů nových průmyslových zakázek v následujících odvětvích: výroba motorových vozidel (kromě motocyklů), přívěsů a návěsů, výroba textilií, výroba papíru a výrobků z papíru, výroba základních farmaceutických výrobků a farmaceutických přípravků. Jedná se o měsíční časové řady, kde údaje začínají lednem roku 2000 a končí březnem roku 2023, měsíční indexy jsou bazické, kde průměr roku 2021 je roven hodnotě 100 (data jsou očištěna od sezónních i kalendářních vlivů). Zdrojem dat jsou webové stránky Českého statistického úřadu (viz PŘÍLOHY) [33]. Data jsou analyzována pomocí skriptů v Pythonu 3 s využitím knihoven pandas, statsmodels a matplotlib (viz Příloha 2 – Skripty v Pythonu) a pomocí programu Gretl. Vzhledem k tomu, že postup je ve všech případech stejný, je u prvního odvětví uveden podrobněji a u následujících tří ve zkrácené podobě. Využito je dekompoziční metody a Boxovy-Jenkinsonovy metodologie.

#### 3.1 Výroba motorových vozidel (kromě motocyklů), přívěsů a návěsů

Hodnoty indexů nových průmyslových zakázek v odvětví výroby motorových vozidel jsou znázorněny na následujícím grafu (Obrázek 1), popisná statistika pro tuto časovou řadu pak na Obrázku 2. Na první pohled je z grafu patrný dlouhodobý rostoucí trend s výraznějšími výkyvy v krizových letech (konec prvního desetiletí 21. století, období pandemie covidu) – právě tyto výraznější výkyvy mohou vést k nutnosti využití složitějších modelů a výskytu větších nepřesností v predikci.



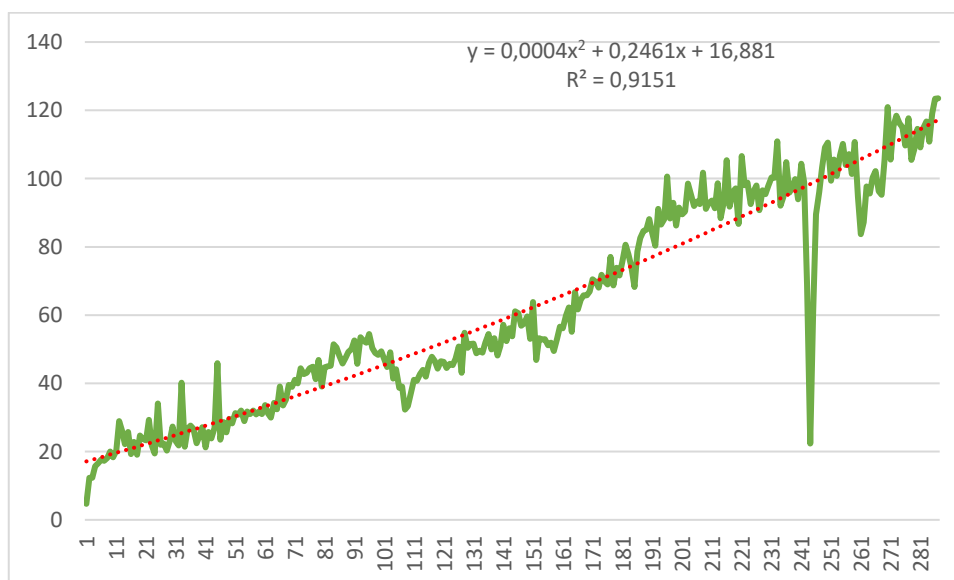
Obrázek 1 - Časová řada indexů nových průmyslových zakázek v odvětví výroby motorových vozidel (vlastní zpracování)

|                     |         |
|---------------------|---------|
| Střední hodnota     | 62,263  |
| Medián              | 53,000  |
| Minimum             | 4,7000  |
| Maximum             | 123,50  |
| Směrodatná odchylka | 30,441  |
| variační koeficient | 0,48890 |
| Šikmost             | 0,25935 |
| Stand. špičatost    | -1,2151 |
| 5% percentile       | 20,240  |
| 95% percentile      | 110,76  |
| Interquartile range | 53,400  |

Obrázek 2 - Popisná statistika v programu Gretl pro vybranou časovou řadu – výroba motorových vozidel (vlastní zpracování)

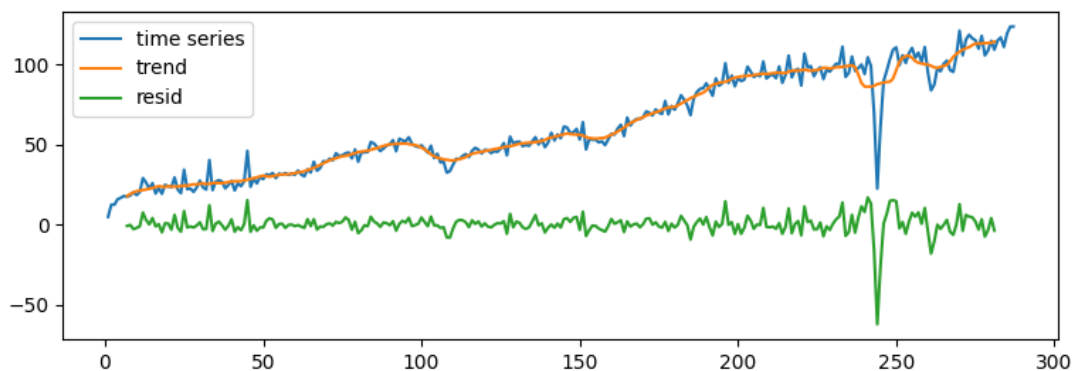
### 3.1.1 Spojnice trendu časové řady a dekompoziční metoda

S pomocí softwaru MS Excel byla vytvořena spojnice trendu (viz Obrázek 3) pro časovou řadu indexů nových průmyslových zakázek v odvětví výroby motorových vozidel. Zvolena byla polynomiická spojnice trendu stupně 2 (tedy kvadratický trend) vzhledem k nejvyššímu koeficientu determinace (0,9151) z dostupných možností. Alternativou byla možnost lineární spojnice trendu nebo polynomiální spojnice trendu vyšších stupňů – v případě lineární byl koeficient determinace o 0,0053 nižší, u polynomiálních spojnic vyšších stupňů pak jen mírně vyšší, přičemž by se model stal složitějším.



Obrázek 3 - Spojnice trendu, odvětví výroby motorových vozidel (kromě motocyklů), přívěsů a návěsů (vlastní zpracování)

Pomocí skriptu k aditivní dekompozici časové řady (viz Příloha 2 – Skripty v Pythonu) byl získán následující graf (Obrázek 4):

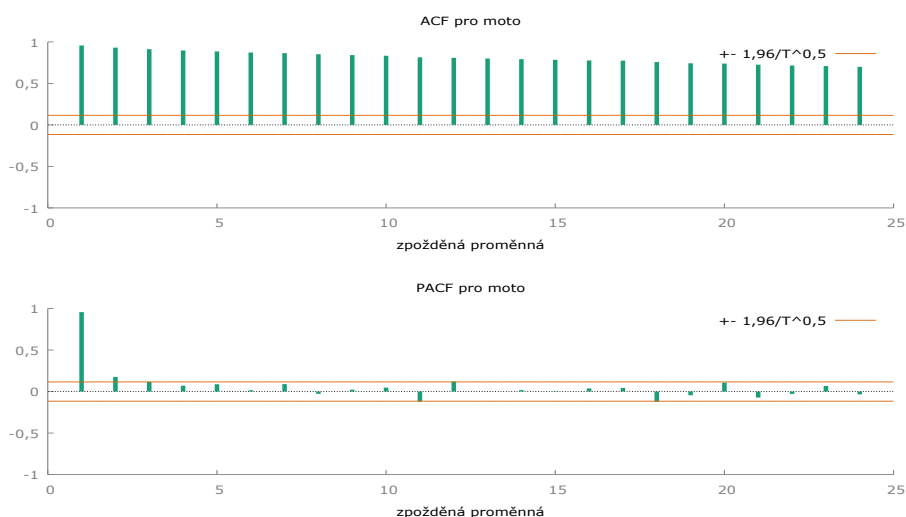


Obrázek 4 – Dekompozice časové řady indexů nových průmyslových zakázek v odvětví výroby motorových vozidel (vlastní zpracování)

Z dekompozice je patrný rostoucí a reziduální hodnoty, které odpovídají výkyvům hodnot indexů časové řady – ve většině případů nedosahují větších hodnot, výjimku tvoří právě období krizí, kdy se dané hodnoty propadly i k - 50 a období mezi lety 2000 a 2005, kdy výraznější výkyvy (tentokrát nahoru) indexů jsou patrné i na grafu časové řady (Obrázek 1).

### 3.1.2 Boxova-Jenkinsonova metodologie

Před volbou modelu je zjišťováno, zda je časová řada stacionární. Pro časovou řadu indexů nových průmyslových zakázek v odvětví výroby motorových vozidel (kromě motocyklů), přívěsů a návěsů s měsíčními hodnotami byl v programu Gretl vytvořen následující korelogram (Obrázek 5) s hodnotou zpoždění 24:



Obrázek 5 - Korelogram časové řady indexů nových průmyslových zakázek v odvětví výroby motorových vozidel (kromě motocyklů), přívěsů a návěsů (vlastní zpracování)

V korelogramu této časové řady (Obrázek 5) lze pozorovat velice pomalý pokles u autokorelační funkce, v případě parciální autokorelační funkce je viditelné, že první hodnota

této funkce se přibližuje 1. Na základě tohoto korelogramu lze tvrdit, že časová řada je nestacionární. Pro určení, zda je časová řada stacionární, jsou dále využity ADF a KPSS test.

Následující tabulky (Tabulka 1, Tabulka 2) zobrazují výsledky ADF testu a KPSS testu provedených pomocí skriptů v Pythonu (viz Python skript pro ADF test, Python skript pro KPSS test).

Tabulka 1 - ADF test pro časovou řadu indexů nových průmyslových zakázek v odvětví výroby motorových vozidel (kromě motocyklů), přívěsů a návěsů

|                 |          |        |
|-----------------|----------|--------|
| ADF Statistic   | 0.436847 |        |
| p-value         | 0.982822 |        |
| Critical values | 1 %      | -3.455 |
|                 | 5 %      | -2.872 |
|                 | 10 %     | -2.573 |

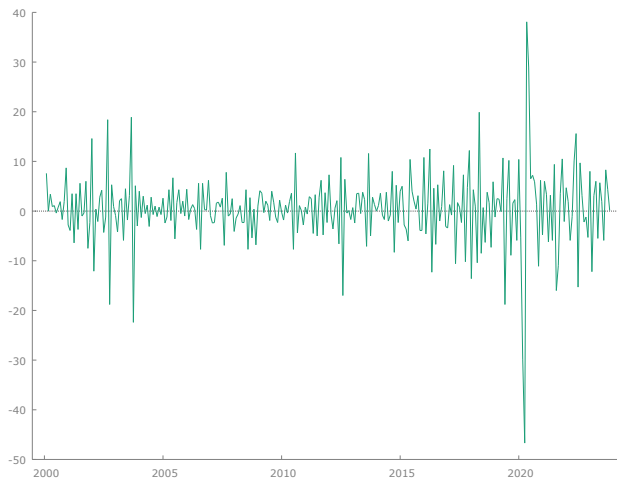
Tabulka 2 - KPSS test pro časovou řadu indexů nových průmyslových zakázek v odvětví výroby motorových vozidel (kromě motocyklů), přívěsů a návěsů

|                 |                  |       |
|-----------------|------------------|-------|
| KPSS Statistic  | 2.62823714757043 |       |
| p-value         | <0.01            |       |
| Num lags        | 10               |       |
| Critical values | 10 %             | 0.347 |
|                 | 5 %              | 0.463 |
|                 | 2,5 %            | 0.574 |
|                 | 1 %              | 0.739 |

Za využití programu Gretl byly získány podobné výsledky, tedy ADF test s konstantou má p-hodnotu 0,9773, v případě testu bez konstanty odpovídala p-hodnota 0,9996. Na základě informace, že p-hodnota ADF testu je větší než 0,05, není zamítnuta nulová hypotéza říkající, že se jedná o nestacionární časovou řadu.

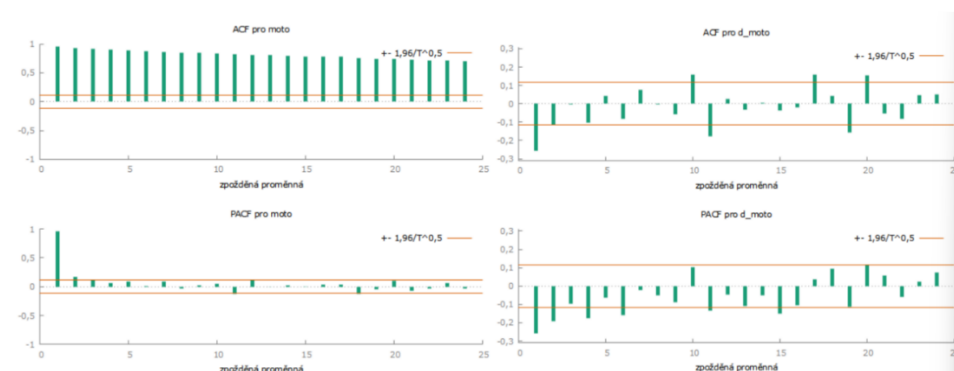
Pro KPSS test byla p hodnota v případě testu v Gretlu i pomocí příslušných skriptů v pythonu vyhodnocena jako menší než 0,01, tedy je menší než hladina významnosti odpovídající 0,05, v tomto případě je zamítnuta nulová hypotéza pro KPSS test říkající, že je příslušná časová řada stacionární.

Vzhledem k zamítnuté nulové hypotéze KPSS testu a nezamítnuté nulové hypotéze ADF testu lze konstatovat, že se jedná o nestacionární časovou řadu a je tedy nutné ji stacionarizovat. Pro stacionarizaci časové řady byla využita první diference této časové řady.



Obrázek 6 - První diference časové řady indexů nových průmyslových zakázek v odvětví výroby motorových vozidel (kromě motocyklů), přívěsů a návěsů (vlastní zpracování)

Z grafického zobrazení první diference časové řady indexů nových průmyslových zakázek v odvětví výroby motorových vozidel (kromě motocyklů), přívěsů a návěsů (Obrázek 6) vyplívá, že se jedná o stacionární časovou řadu. Toto tvrzení je podpořeno výsledkem ADF testu, kdy p-hodnota v případě testu bez konstanty je prakticky nulová ( $p\text{-hodnota} = 1,332 \cdot 10^{-19}$ ), tedy menší než 0,05 – nulovou hypotézu je možné zamítnout. Pro KPSS test je p-hodnota vyšší než 0,1, tedy p-hodnota je vyšší než hladina významnosti 0,05, zároveň je testovací statistika 0,02074 menší než kritické hodnoty pro běžné hladiny významnosti – není tak možné zamítnout nulovou hypotézu, že je časová řada stacionární. Vzhledem k výsledkům ADF testu a KPSS testu tak lze tvrdit, že diferencovaná časová řada je stacionární. Odlišnost korelogramů původní a diferencované časové řady je viditelná na Obrázku 7.



Obrázek 7 - Porovnání korelogramů diferencované (vpravo) a původní (vlevo) časové řady indexů nových průmyslových zakázek v odvětví výroby motorových vozidel (vlastní zpracování)

## Volba modelu

Volba nejvhodnějšího modelu byla posuzována dle Akaikova a Schwarzova kritéria a dle korelogramu reziduí. V případě časové řady indexů nových průmyslových zakázek v odvětví výroby motorových vozidel (kromě motocyklů), přívěsů a návěsů se jeví jako nejvhodnější model ARIMA(2, 1, 1) s konstantou. Pro tento model je Akaikovo kritérium rovno hodnotě 1910,024, Schwarzovo kritérium rovno hodnotě 1928,304 – vzhledem k faktu, že tato kritéria vycházela lépe u modelu s konstantou, byl zvolen tento model. Podrobné informace k modelu obsahuje Obrázek 8:

```
Vyhodnocování funkce: 72
Vyhodnocování gradientu: 21

Model 59: ARIMA, za použití pozorování 2000:02-2023:11 (T = 286)
Estimated using AS 197 (přesné ML)
Závisle proměnná: (1-L) moto
Směrodatné chyby založené na Hessiánu
```

|         | koeficient | směr. chyba | z      | p-hodnota     |
|---------|------------|-------------|--------|---------------|
| const   | 0,363368   | 0,0818016   | 4,442  | 8,91e-06 ***  |
| phi_1   | 0,494630   | 0,0725590   | 6,817  | 9,30e-012 *** |
| phi_2   | 0,0258370  | 0,0665382   | 0,3883 | 0,6978        |
| theta_1 | -0,904296  | 0,0418423   | -21,61 | 1,38e-103 *** |

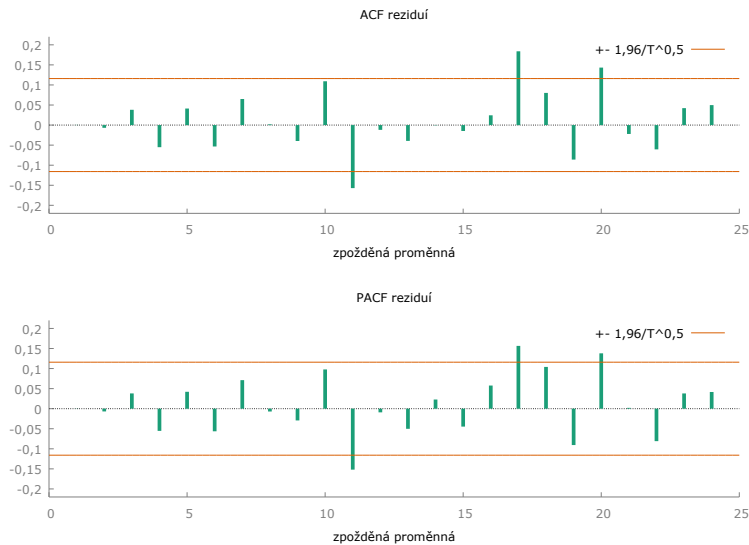
|                                    |           |
|------------------------------------|-----------|
| Střední hodnota závisle proměnné   | 0,415385  |
| Sm. odchylka závisle proměnné      | 7,383660  |
| Střední hodnota inovací            | 0,067290  |
| Sm. odchylka inovací               | 6,695870  |
| Koeficient determinace             | 0,951014  |
| Adjustovaný koeficient determinace | 0,950668  |
| Logaritmus věrohodnosti            | -950,0118 |
| Akaikovo kritérium                 | 1910,024  |
| Schwarzovo kritérium               | 1928,304  |
| Hannan-Quinnovo kritérium          | 1917,351  |

zde je poznámka o zkratkách statistik modelu

|         | Reálná   | Imaginární | Abs. hodnota | Frekvence |
|---------|----------|------------|--------------|-----------|
| AR      |          |            |              |           |
| Kořen 1 | 1,8441   | 0,0000     | 1,8441       | 0,0000    |
| Kořen 2 | -20,9883 | 0,0000     | 20,9883      | 0,5000    |
| MA      |          |            |              |           |
| Kořen 1 | 1,1058   | 0,0000     | 1,1058       | 0,0000    |

Obrázek 8 - Model ARIMA(2, 1, 1) bez konstanty, odvětví výroby motorových vozidel (kromě motocyklů), přívěsů a návěsů (vlastní zpracování)

Pro korelogram reziduí byla zvolena hodnota zpoždění 24. V korelogramu (Obrázek 9) je možné vidět, že daný model není zcela nejvhodnější, avšak i se zvyšováním složitosti se nepodařilo dosáhnout lepších výsledků (současně docházelo ke zhoršení některých jiných kritérií), tedy model ARIMA(2, 1, 1) byl zvolen i vzhledem k jednoduchosti oproti jiným modelům, které by nepřinesly lepší výsledky. Důvodem problematičnosti volby modelu je pravděpodobně výrazný výkyv hodnot indexů v roce 2020 (lokální minimum v dubnu 2020 na hodnotě indexu 22,4).

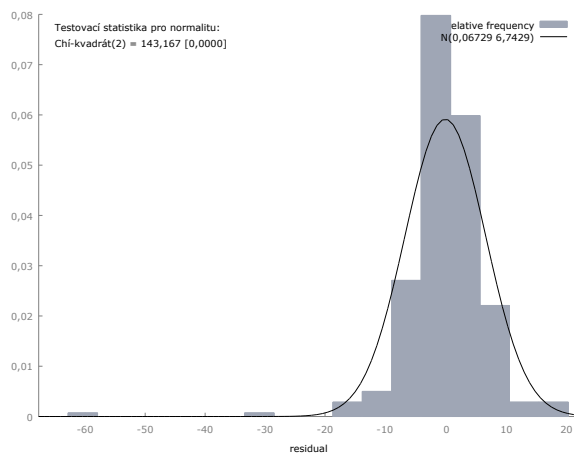


Obrázek 9 - Korelogram reziduí, odvětví výroby motorových vozidel (kromě motocyklů), přívěsů a návěsů (vlastní zpracování)

Na základě Ljung-Boxova testu s řádem zpoždění 24 Ljung-Box  $Q' = 39,653$ , s p-hodnotou =  $P(\text{Chí-kvadrát}(21) > 39,653) = 0,008193$  nelze vyvrátit autokorelační závislost reziduí (s pravděpodobností 95 % nelze zamítnout nulovou hypotézu říkající, že hodnoty vykazují autokorelační závislost). Dle Ljung-Boxova testu s řádem zpoždění 12 (Ljung-Box  $Q' = 15,3576$ , s p-hodnotou =  $P(\text{Chí-kvadrát}(9) > 15,3576) = 0,08157$ ) nelze potvrdit autokorelační závislost reziduí.

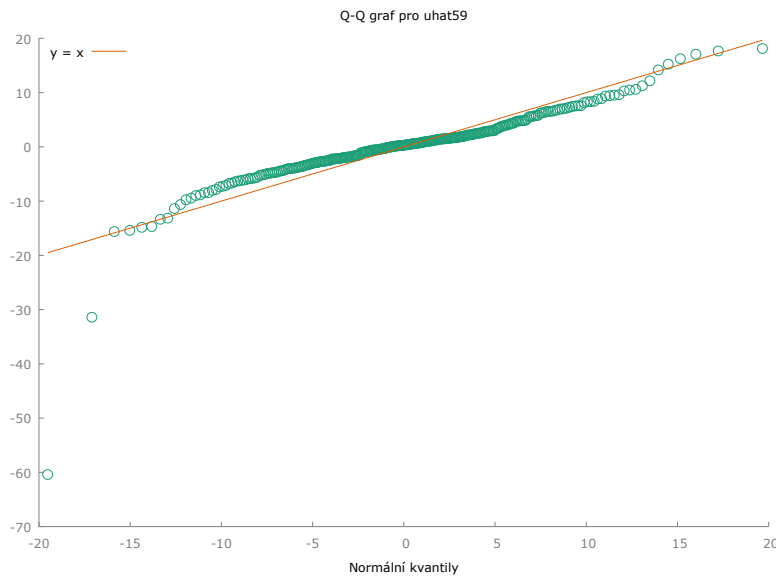
Na histogramu (

Obrázek 10) je možné vidět hypotetickou možnost normálního rozdělení reziduí (černá křivka) ve srovnání se skutečným rozdělením – z grafu je patrné, že rozdělení reziduí tohoto modelu nespadá do definice normálního rozdělení, což potvrzuje p-hodnota menší než 0,05 (je zamítnuta hypotéza o normálním rozdělení).



Obrázek 10 - Histogram reziduí, odvětví výroby motorových vozidel (kromě motocyklů), přívěsů a návěsů (vlastní zpracování)

Toto tvrzení je podpořeno Q-Q grafem (Obrázek 11), kdy skutečné hodnoty jsou rozptýleny mimo linii znázorňující hodnoty při normálním rozdělení – blíží se spíše obrácené S-křivce. Fakt, že rezidua nemají normální rozdělení je možné považovat za nedostatek modelu, který však nelze v tomto případě dále ovlivnit.



Obrázek 11 - Q-Q graf reziduí, odvětví výroby motorových vozidel (kromě motocyklů), přívěsů a návěsů (vlastní zpracování)

Vybraný model ARIMA(2,1,1) je možné popsat následující rovnicí:

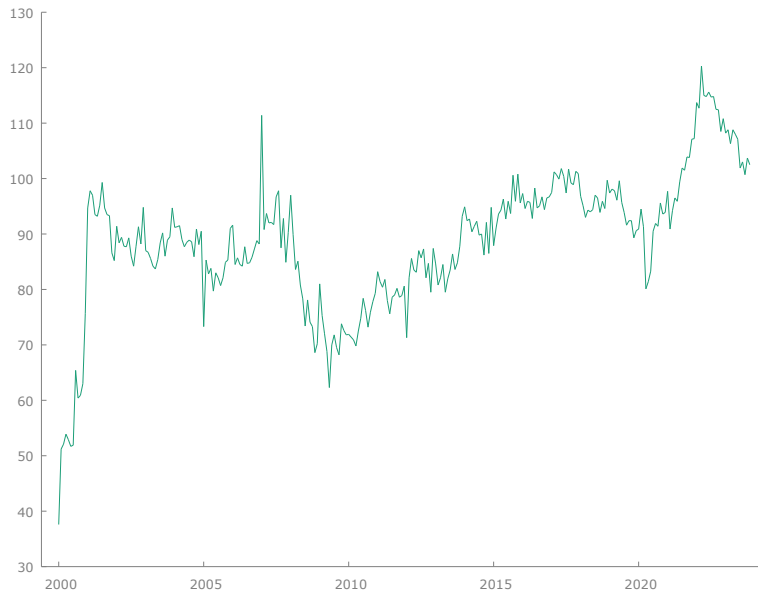
$$y_t = \mu + \varphi_1 y_{t-1} + \varphi_2 y_{t-2} + \alpha_t + \theta \alpha_{t-1}$$

Po dosazení dostaneme následující rovnici:

$$y_t = 0,363368 + 0,494630 \cdot y_{t-1} + 0,0258370 \cdot y_{t-2} + \alpha_t - 0,904296 \cdot \alpha_{t-1}$$

## 3.2 Výroba textilií

Hodnoty indexů nových průmyslových zakázek v odvětví výroby textilií je znázorněn na následujícím grafu (Obrázek 12):

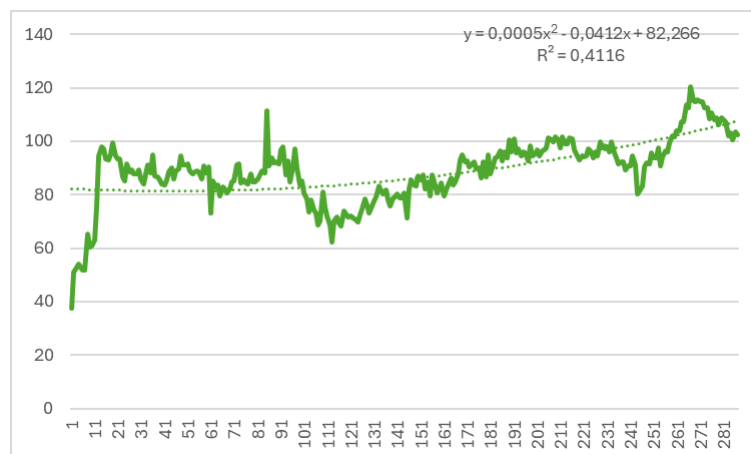


Obrázek 12 - Časová řada indexů nových průmyslových zakázek v odvětví výroby textilií (vlastní zpracování)

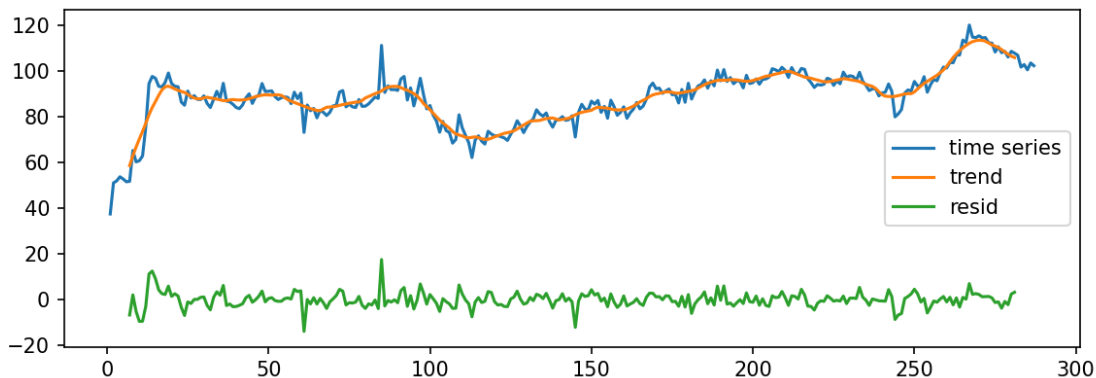
Z grafu je patrné, že vyjma určitých výraznějších výkyvů a prvotního nárůstu oscilovaly indexy kolem konstantní hodnoty téměř celé první desetiletí, kdy k jeho konci došlo ke klesajícímu trendu, následně od roku 2010 je trend rostoucí, maxima nabývá v březnu roku 2022, od tohoto data je trend spíše klesající.

### 3.2.1 Spojnice trendu časové řady a dekompoziční metoda

Pro časovou řadu indexů nových průmyslových zakázek v odvětví výroby textilií byla zvolen polynomičká spojnice trendu stupně 2 vzhledem k nejvyššímu koeficientu determinace z dostupných možností (viz Obrázek 13):



Obrázek 13 - Spojnice trendu, odvětví výroby textilií (vlastní zpracování)

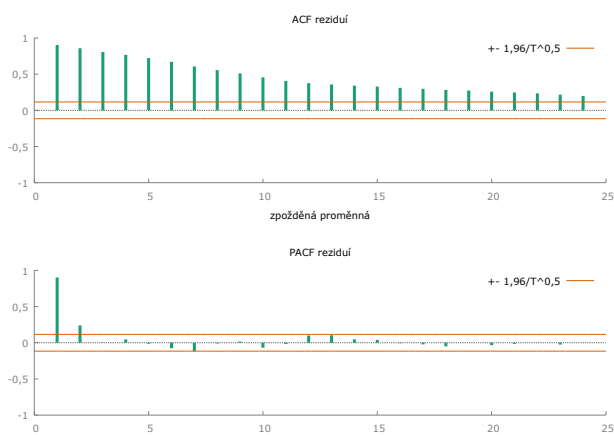


Obrázek 14 - Dekompozice časové řady indexů nových průmyslových zakázek v odvětví výroby textilií (vlastní zpracování)

Z dekompozice (Obrázek 14) je patrné, že trend není dobře zachycen, výrazné odchylky hodnot indexů nebyly zaznamenány, čemuž odpovídají i malé hodnoty reziduí.

### 3.2.2 Boxova-Jenkinsonova metodologie

V korelogramu této časové řady (Obrázek 15) lze pozorovat pomalý pokles u autokorelační funkce, v případě parciální autokorelační funkce je viditelné, že první hodnota této funkce se blíží 1. Na základě tohoto korelogramu lze tvrdit, že časová řada je nestacionární.



Obrázek 15 - Korelogram časové řady indexů nových průmyslových zakázek v odvětví výroby textilií (vlastní zpracování)

Pomocí programu Gretl a skriptů v Pythonu byly získány výsledky ADF a KPSS testů, na základě informace, že p-hodnota v ADFtestu bez konstanty (0,848) je větší než 0,05, není zamítnuta nulová hypotéza říkající, že se jedná o nestacionární časovou řadu. Pro KPSS test byla p hodnota vyhodnocena jako menší než 0,01, tedy je menší než hladina významnosti odpovídající 0,05, v tomto případě je zamítnuta nulová hypotéza pro KPSS test říkající, že je příslušná časová řada stacionární. Vzhledem k zamítnuté nulové hypotéze KPSS testu a nezamítnuté nulové hypotéze ADF testu lze konstatovat, že se jedná o nestacionární časovou řadu.

Pro stacionarizaci časové řady byla využita první diference této časové řady.



Obrázek 16 - První diference časové řady indexů nových průmyslových zakázek v odvětví výroby textilií (vlastní zpracování)

Z grafického zobrazení první diference časové řady indexů nových průmyslových zakázek v odvětví výroby textilií (Obrázek 16) vyplývá, že se jedná o stacionární časovou řadu, čemuž odpovídají i výsledky ADF a KPSS testu.

V případě časové řady indexů nových průmyslových zakázek v odvětví výroby textilií se jeví jako nejvhodnější model ARIMA(1, 1, 0) bez konstanty. Podrobné informace k modelu obsahuje Obrázek 17:

```

Vyhodnocování funkce: 14
Vyhodnocování gradientu: 3

Model 18: ARIMA, za použití pozorování 2000:02-2023:11 (T = 286)
Estimated using AS 197 (přesné ML)
Závisle proměnná: (1-L) vArobatextiliA
Směrodatné chyby založené na Hessiánu

```

|       | koeficient | směr. chyba | z      | p-hodnota    |
|-------|------------|-------------|--------|--------------|
| phi_1 | -0,302322  | 0,0572799   | -5,278 | 1,31e-07 *** |

```

Střední hodnota závisle proměnné      0,226923
Sm. odchylka závisle proměnné         4,422122
Střední hodnota inovací                0,294570
Sm. odchylka inovací                  4,218953
Koeficient determinace                 0,881392
Adjustovaný koeficient determinace    0,881392
Logaritmus věrohodnosti               -817,5862
Akaikovo kritérium                    1639,172
Schwarzovo kritérium                  1646,484
Hannan-Quinnovo kritérium             1642,103
zde je poznámka o zkratkách statistik modelu

```

|         | Reálná  | Imaginární | Abs. hodnota | Frekvence |
|---------|---------|------------|--------------|-----------|
| AR      |         |            |              |           |
| Kořen 1 | -3,3077 | 0,0000     | 3,3077       | 0,5000    |

Obrázek 17 - Model ARIMA(1, 1, 0) bez konstanty, odvětví výroby textilií (vlastní zpracování)

Rozdělení reziduí tohoto modelu neodpovídá normálnímu rozdělení, fakt, že rezidua nemají normální rozdělení je možné považovat za nedostatek modelu, který však nelze v tomto případě dále ovlivnit.

Vybraný model ARIMA(1,1,0) je možné popsat následující rovnicí:

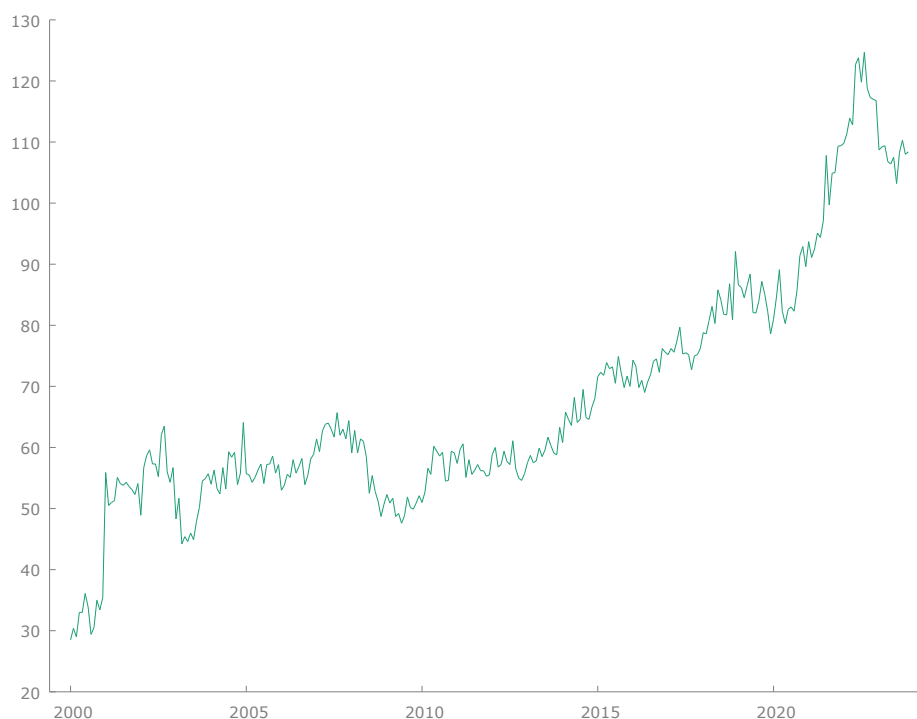
$$\Delta Y_t = \varphi_1 \Delta Y_{t-1} + \alpha_t$$

Po dosazení dostaneme následující rovnici:

$$\Delta Y_t = -0,3023 \cdot \Delta Y_{t-1} + \alpha_t$$

### 3.3 Výroba papíru a výrobků z papíru

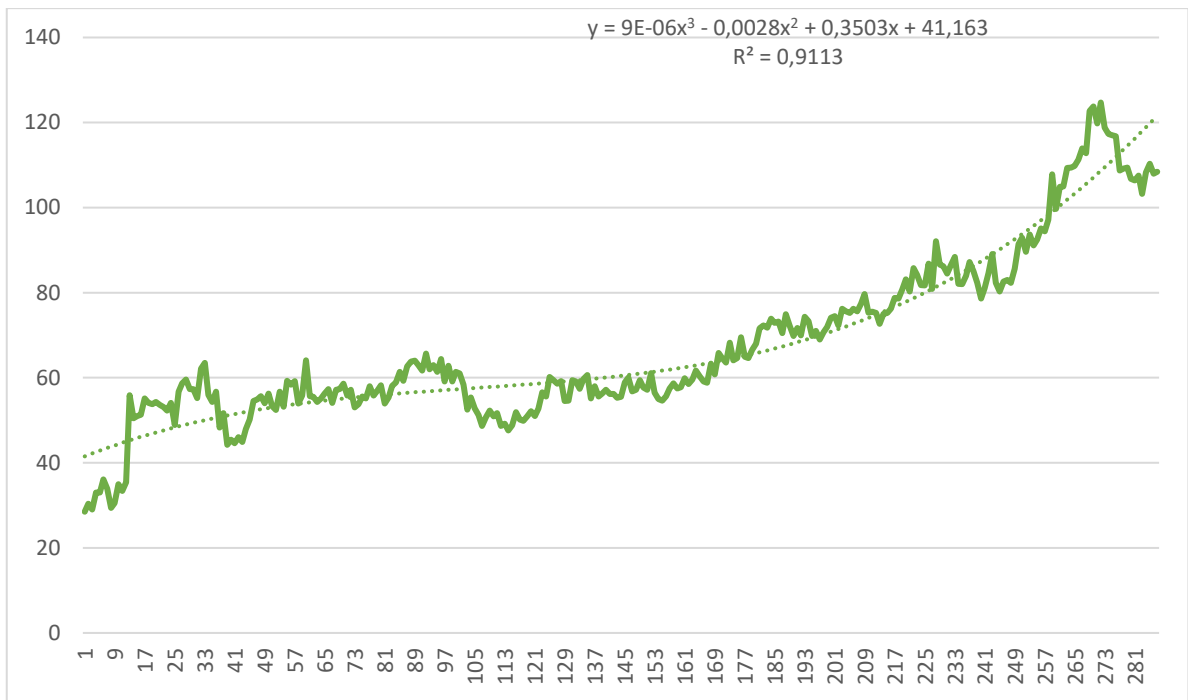
Hodnoty indexů nových průmyslových zakázek v odvětví výroby papíru a výrobků z papíru je znázorněn na následujícím grafu (Obrázek 18 - Graf časové řady indexů nových průmyslových zakázek v odvětví výroby papíru 18):



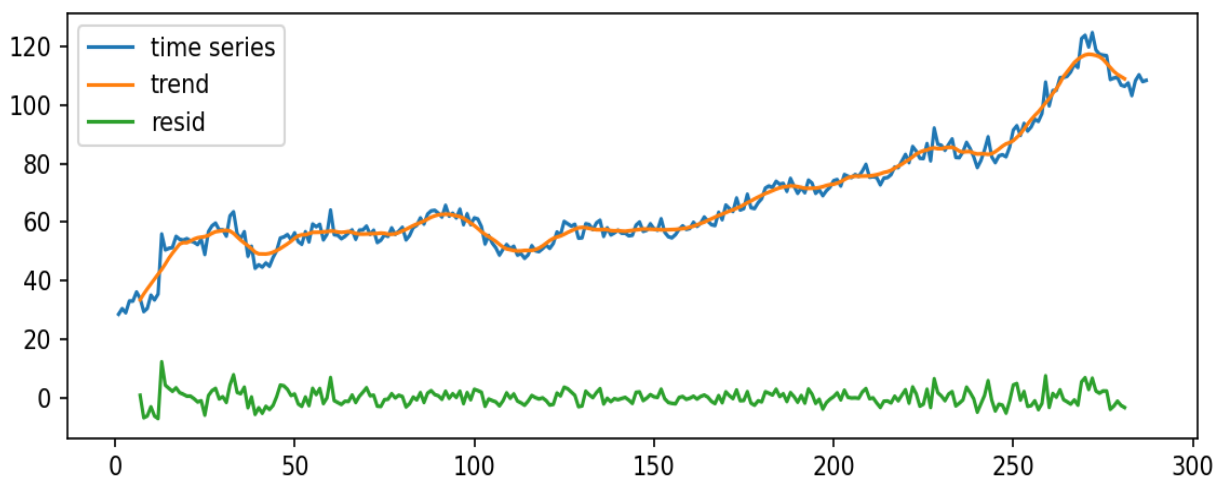
Obrázek 18 - Graf časové řady indexů nových průmyslových zakázek v odvětví výroby papíru

#### 3.3.1 Spojnice trendu časové řady a dekompozice

Pro časovou řadu indexů nových průmyslových zakázek v odvětví výroby papíru a výrobků z papíru byla zvolena polynomická spojnice trendu stupně 3 vzhledem k nejvyššímu koeficientu determinace odpovídajícímu hodnotě 0,9133 (viz Obrázek 19).



Obrázek 19 - Spojnice trendu, odvětví výroby papíru a výrobků z papíru (vlastní zpracování)

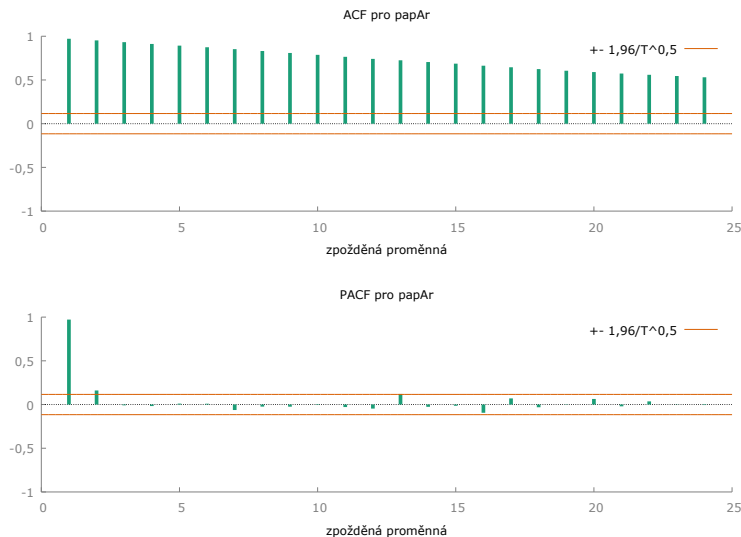


Obrázek 20 - Dekompozice časové řady indexů nových průmyslových zakázek v odvětví výroby papíru a výrobků z papíru (vlastní zpracování)

Z dekompozice časové řady (Obrázek 20) plyne z dlouhodobého hlediska rostoucí trend s výraznější změnou v pokles od srpna roku 2022, výrazné výkyvy v hodnotách oproti trendu nejsou přítomny.

### 3.3.2 Boxova-Jenkinsonova metodologie

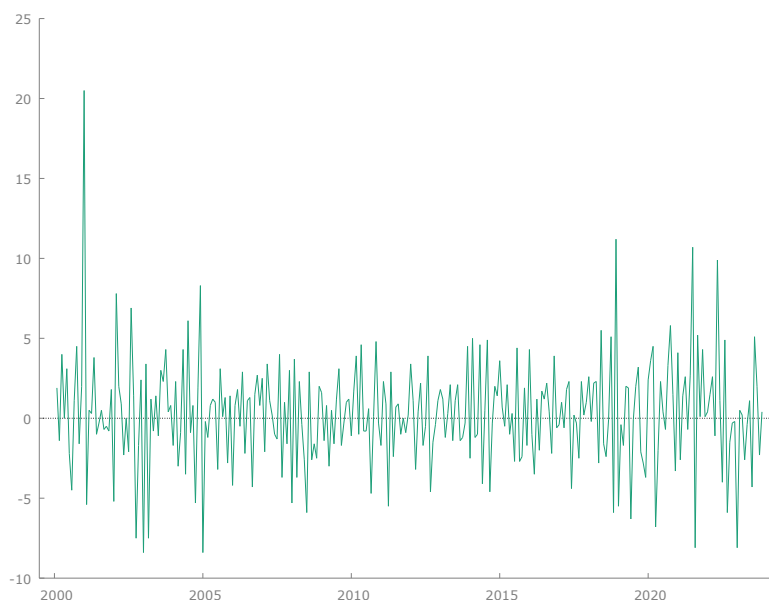
Z korelogramu této časové řady (Obrázek 21) je možné vyvozovat, že časová řada je nestacionární.



Obrázek 21 - Korelogram časové řady indexů nových průmyslových zakázek v odvětví výroby papíru a výrobků z papíru (vlastní zpracování)

Nestacionaritu potvrzují i výsledky testů - ADF test bez konstanty nabývá p-hodnoty 0,9856, je větší než 0,05, není zamítnuta nulová hypotéza o nestacionaritě, pro KPSS test byla p-hodnota vyhodnocena jako menší než 0,01, je zamítnuta nulová hypotéza pro KPSS test říkající, že je příslušná časová řada stacionární.

Pro stacionarizaci časové řady byla využita první diference této časové řady.



Obrázek 22 - První diference časové řady indexů nových průmyslových zakázek v odvětví výroby papíru a výrobků z papíru (vlastní zpracování)

Z Obrázek 22 vyplívá, že se jedná o stacionární časovou řadu. Toto tvrzení je podpořeno výsledkem ADF testu a KPSS testu.

Pro časovou řadu indexů nových průmyslových zakázek v odvětví výroby papíru a výrobků z papíru se jeví jako nejvhodnější model ARIMA(1, 1, 0) s konstantou. Podrobné informace k modelu obsahuje Obrázek 23:

Vyhodnocování gradientu: 5

Model 9: ARIMA, za použití pozorování 2000:02-2023:11 (T = 286)  
 Estimated using AS 197 (přesné ML)  
 Závisle proměnná: (1-L) papAr  
 Směrodatné chyby založené na Hessiánu

|                                              | koeficient | směr. chyba | z            | p-hodnota |     |
|----------------------------------------------|------------|-------------|--------------|-----------|-----|
| const                                        | 0,277876   | 0,140825    | 1,973        | 0,0485    | **  |
| phi_1                                        | -0,324682  | 0,0558104   | -5,818       | 5,97e-09  | *** |
| Střední hodnota závisle proměnné             |            |             | 0,279371     |           |     |
| Sm. odchylka závisle proměnné                |            |             | 3,339718     |           |     |
| Střední hodnota inovací                      |            |             | 0,001534     |           |     |
| Sm. odchylka inovací                         |            |             | 3,152112     |           |     |
| Koeficient determinace                       |            |             | 0,974355     |           |     |
| Adjustovaný koeficient determinace           |            |             | 0,974355     |           |     |
| Logaritmus věrohodnosti                      |            |             | -734,2209    |           |     |
| Akaikovo kritérium                           |            |             | 1474,442     |           |     |
| Schwarzovo kritérium                         |            |             | 1485,410     |           |     |
| Hannan-Quinnovo kritérium                    |            |             | 1478,838     |           |     |
| zde je poznámka o zkratkách statistik modelu |            |             |              |           |     |
|                                              | Reálná     | Imaginární  | Abs. hodnota | Frekvence |     |
| AR                                           |            |             |              |           |     |
| Kořen 1                                      | -3,0799    | 0,0000      | 3,0799       | 0,5000    |     |

Obrázek 23 - Model ARIMA(1, 1, 0) bez konstanty, odvětví výroby papíru a výrobků z papíru (vlastní zpracování)

Rezidua v případě tohoto modelu nemají normální rozdělení, to je možné považovat za nedostatek modelu, který však nelze v tomto případě dále ovlivnit.

Vybraný model ARIMA(1,1,0) je možné popsat následující rovnicí:

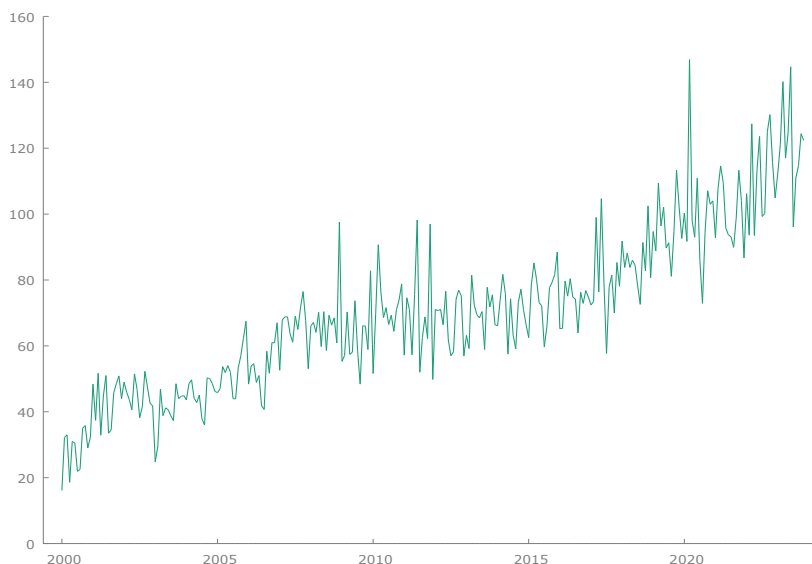
$$\Delta Y_t = \mu + \varphi_1 \Delta Y_{t-1} + \alpha_t$$

Po dosazení dostaneme následující rovnici:

$$\Delta Y_t = 0,277876 - 0,324682 \cdot \Delta Y_{t-1} + \alpha_t$$

### 3.4 Výroba základních farmaceutických výrobků a farmaceutických přípravků

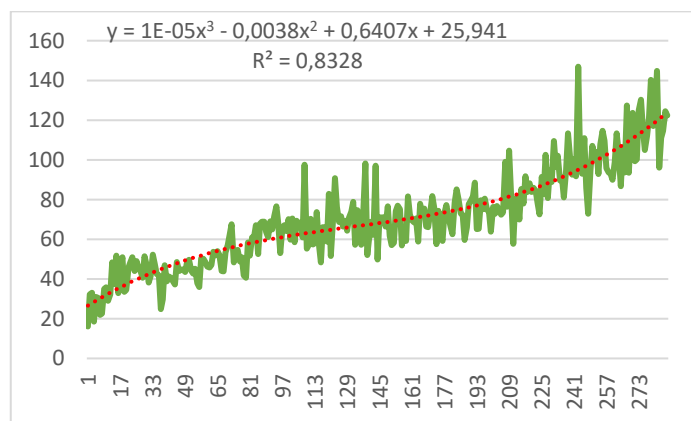
Hodnoty indexů nových průmyslových zakázek v odvětví výroby základních farmaceutických výrobků a farmaceutických přípravků je znázorněn na Obrázku 24:



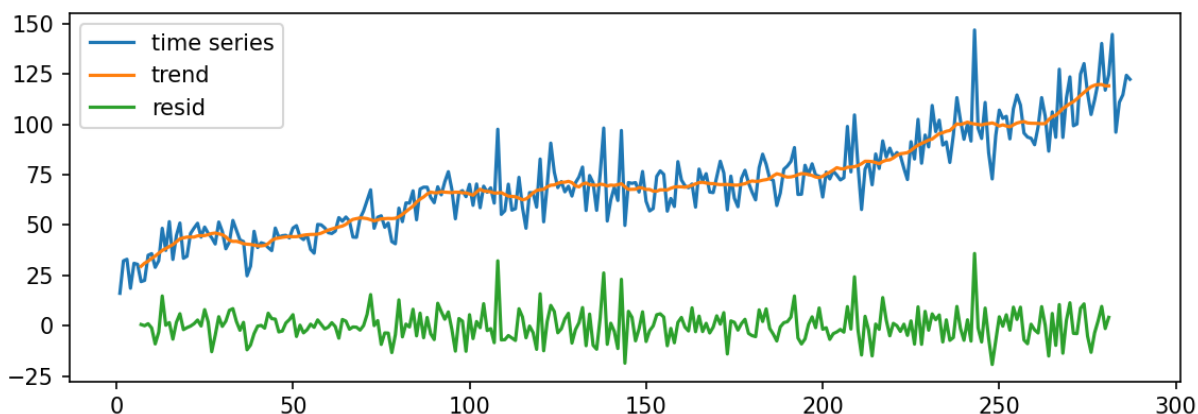
Obrázek 24 - Časová řada indexů nových průmyslových zakázek v odvětví výroby základních farmaceutických výrobků a farmaceutických přípravků (vlastní zpracování)

#### 3.4.1 Spojnice trendu časové řady a dekompozice

Pro spojnici trendu pro časovou řadu indexů nových průmyslových zakázek v odvětví výroby základních farmaceutických výrobků a farmaceutických přípravků (Obrázek 25) byla zvolena polynomičká spojnice trendu stupně 3 vzhledem k nejvyššímu koeficientu determinace (0,8328).



Obrázek 25 - Spojnice trendu, odvětví výroby základních farmaceutických výrobků a farmaceutických přípravků (vlastní zpracování)

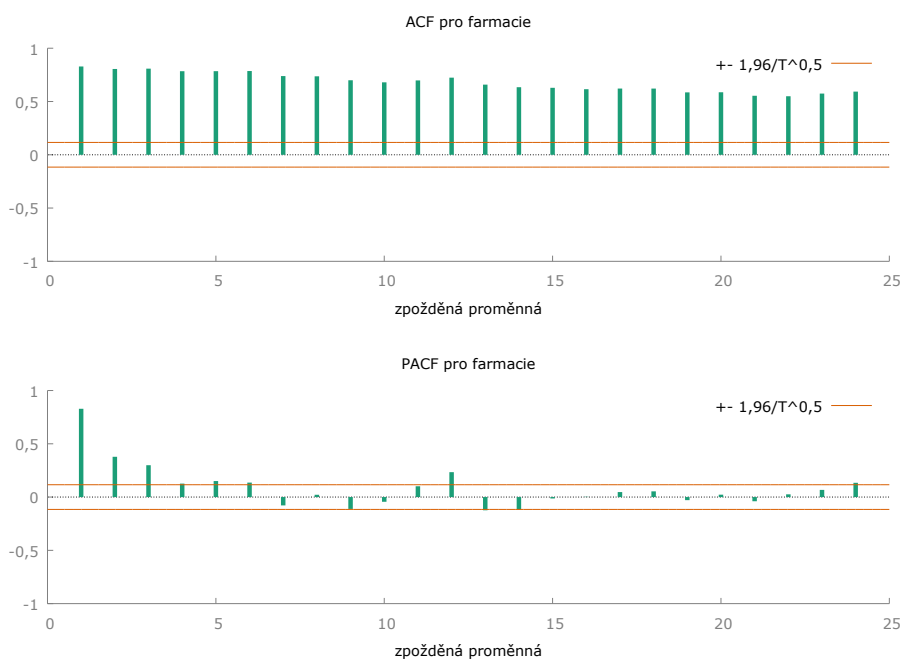


Obrázek 26 – Dekompozice časové řady v odvětví výroby základních farmaceutických výrobků a farmaceutických přípravků

V dekompozici (Obrázek 26) je viditelná dlouhodobě rostoucí trendová funkce, poměrně výrazná jsou častá rezidua (kladná i záporná).

### 3.4.2 Boxova-Jenkinsonova metodologie

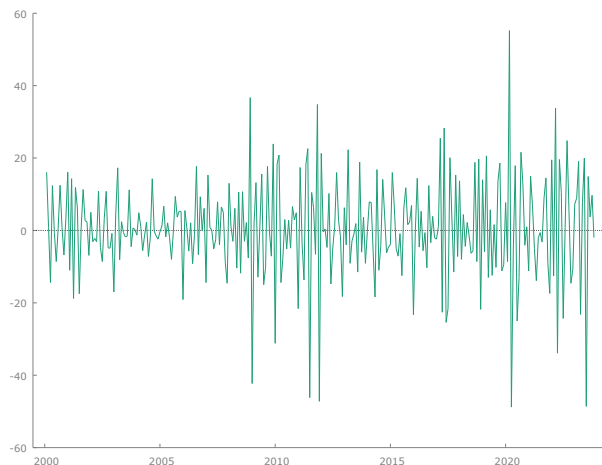
Z korelogramu této časové řady (Obrázek 27) lze vyvozovat, že časová řada je nestacionární.



Obrázek 27 - Korelogram časové řady indexů nových průmyslových zakázek v odvětví výroby základních farmaceutických výrobků a farmaceutických přípravků (vlastní zpracování)

Že je časová řada nestacionární odpovídá i výsledkům ADF a KPSS testu. v případě ADF testu bez konstanty odpovídala p-hodnota 0,9999, není tedy zamítnuta nulová hypotéza říkající, že se jedná o nestacionární časovou řadu. Pro KPSS test byla p hodnota vyhodnocena jako menší než 0,01, je tedy zamítnuta nulová hypotéza, že je časová řada stacionární.

Pro stacionarizaci časové řady byla využita první diference této časové řady.



Obrázek 28 - První diference časové řady indexů nových průmyslových zakázek v odvětví výroby základních farmaceutických výrobků a farmaceutických přípravků (vlastní zpracování)

Z Obrázku 28 vyplívá, že se jedná o stacionární časovou řadu. Toto tvrzení bylo podpořeno výsledkem ADF testu, KPSS testu, i korelogramem.

Pro časovou řadu indexů nových průmyslových zakázek v odvětví výroby základních farmaceutických výrobků a farmaceutických přípravků se jeví jako nejvhodnější model ARIMA(1, 0, 1) bez konstanty. Podrobné informace k modelu obsahuje Obrázek 29:

```

Vyhodnocování funkce: 111
Vyhodnocování gradientu: 22

Model 7: ARMA, za použití pozorování 2000:01-2023:11 (T = 287)
Estimated using AS 197 (přesné ML)
Závisle proměnná: index
Směrodatné chyby založené na Hessiánu

```

|         | koeficient | směr. chyba | z      | p-hodnota |     |
|---------|------------|-------------|--------|-----------|-----|
| phi_1   | 0,999776   | 0,000318289 | 3141   | 0,0000    | *** |
| theta_1 | -0,825197  | 0,0284255   | -29,03 | 2,74e-185 | *** |

|                                    |           |
|------------------------------------|-----------|
| Střední hodnota závisle proměnné   | 70,43554  |
| Sm. odchylka závisle proměnné      | 24,41255  |
| Střední hodnota inovací            | 1,997729  |
| Sm. odchylka inovací               | 10,36906  |
| Koeficient determinace             | 0,825742  |
| Adjustovaný koeficient determinace | 0,825131  |
| Logaritmus věrohodnosti            | -1081,163 |
| Akaikovo kritérium                 | 2168,326  |
| Schwarzovo kritérium               | 2179,305  |
| Hannan-Quinnovo kritérium          | 2172,726  |

zde je poznámka o zkratkách statistik modelu

|         | Reálná | Imaginární | Abs. hodnota | Frekvence |
|---------|--------|------------|--------------|-----------|
| AR      |        |            |              |           |
| Kořen 1 | 1,0002 | 0,0000     | 1,0002       | 0,0000    |
| MA      |        |            |              |           |
| Kořen 1 | 1,2118 | 0,0000     | 1,2118       | 0,0000    |

Obrázek 29 - Model ARIMA(1, 0, 1) s konstantou, odvětví výroby základních farmaceutických výrobků a farmaceutických přípravků (vlastní zpracování)

Vybraný model ARIMA(1, 0, 1) je možné popsat následující rovnicí:

$$y_t = \varphi_1 y_{t-1} + \alpha_t + \theta_1 \alpha_{t-1}$$

Po dosazení je rovnice následující:

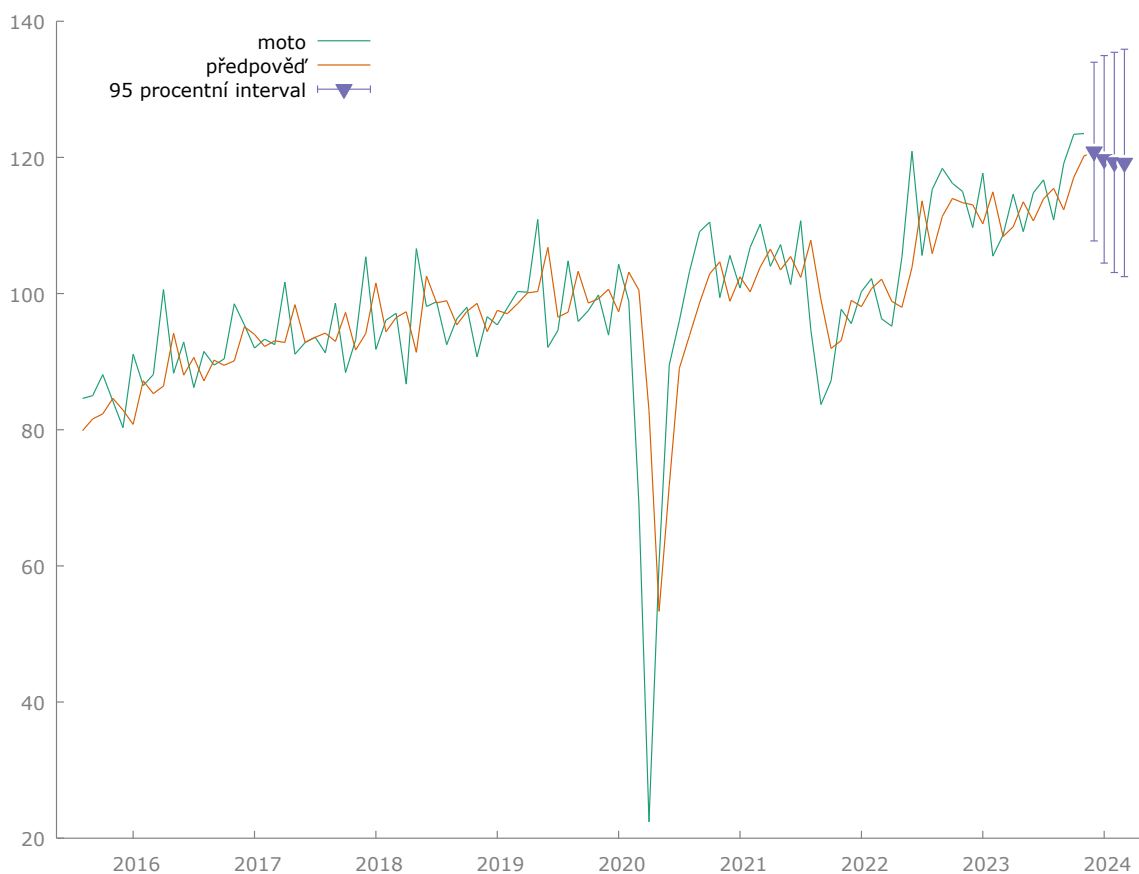
$$y_t = 0,999776 \cdot y_{t-1} + \alpha_t - 0,825197 \cdot \alpha_{t-1}$$

## 4 VYHODNOCENÍ ANALÝZY A PREDIKCE BUDOUCÍHO VÝVOJE

Následující část obsahuje výsledky analýzy (časové řady od ledna roku 2000 do listopadu roku 2023) a predikci vývoje na následující 4 měsíce (prosinec 2023, první kvartál roku 2024). Pomocí Box-Jenkinsonovi metodologie a odhadem hodnoty trendu jsou predikovány hodnoty, které jsou srovnány se skutečnými daty.

### 4.1 Výroba motorových vozidel (kromě motocyklů), přívěsů a návěsů

Následující graf (Obrázek 30) zobrazuje skutečné a odhadované (Boxova-Jenkinsonova) hodnoty. Dále jsou zde zobrazeny bodové předpovědi pro následující 4 měsíce a 95% intervaly spolehlivosti.



Obrázek 30 - Předpověď vývoje indexů nových průmyslových zakázek v odvětví výroby motorových vozidel (kromě motocyklů), přívěsů a návěsů (vlastní zpracování)

Predikované hodnoty (viz Tabulka 3) pro prosinec 2023 a leden 2024 jsou velice blízko skutečným hodnotám, tedy spadají i do intervalu spolehlivosti. V únoru a březnu je dle predikce pomocí Box-Jenkinsonovi metodologie předpokládán pokles hodnot indexů (přičemž hodnota

zakázek je stále rostoucí), realita vykazuje růst hodnoty indexů, skutečné hodnoty však stále spadají do předpovídaných intervalů. Dle predikce je možné očekávat mírný pokles hodnot indexů nových průmyslových zakázek v odvětví výroby motorových vozidel (kromě motocyklů), přívěsů a návěsů, avšak stále růst hodnoty zakázek. Odhad pomocí spojnice trendu predikuje postupný růst hodnot indexů, což odpovídá skutečnosti, konkrétní hodnoty jsou však poměrně odlišné, blíží se však skutečnosti více než předpověď pomocí Box-Jenkinsonovi metodologie, nezapočítáme-li předpovídaný interval.

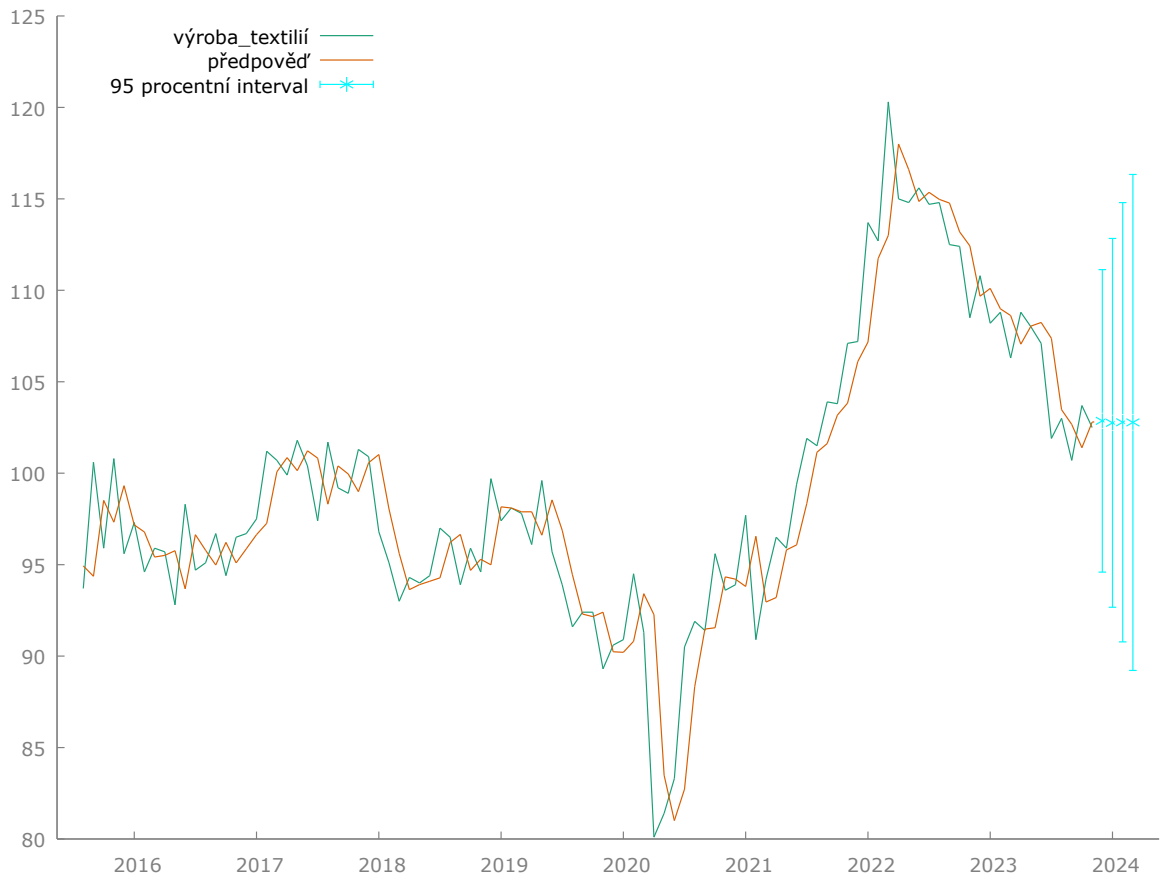
Tabulka 3 - Srovnání skutečných hodnot a předpovědi, odvětví výroby motorových vozidel (vlastní zpracování)

| Měsíc    | Boxova-Jenkinsonova metodologie |                                   |                                   | Odhad pomocí spojnice trendu | Reálná hodnota |
|----------|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|----------------|
|          | Predikce                        | Dolní mez intervalu spolehlivosti | Horní mez intervalu spolehlivosti |                              |                |
| Prosinec | 120,9                           | 107,7                             | 134,0                             | 121,41                       | 124,8          |
| Leden    | 119,7                           | 104,5                             | 135,0                             | 121,89                       | 116,0          |
| Únor     | 119,3                           | 103,1                             | 135,4                             | 122,37                       | 129,2          |
| Březen   | 119,2                           | 102,5                             | 135,9                             | 122,85                       | 128,3          |

Na základě analýzy a dostupných informací lze konstatovat, že hodnota nových zakázek v odvětví výroby automobilů bude nadále růst, přestože může docházet k poklesům výše růstu. Vzhledem ke srovnání predikcí a reálných hodnot je možné usuzovat, že jde spíše o mírně pesimistickou variantu krátkodobého vývoje v daném odvětví. Z dlouhodobého hlediska bude odvětví ovlivněno dalším vývojem hospodářství EU, cenami energií a konkurenceschopností tuzemské produkce ve srovnání s jinými zeměmi především v oblasti elektromobilů.

## 4.2 Výroba textilií

Následující graf (Obrázek 31) zobrazuje skutečné a odhadované (Boxova-Jenkinsonova) hodnoty. Dále ukazuje bodové předpovědi pro následující 4 měsíce a 95% intervaly spolehlivosti.



Obrázek 31 - Předpověď vývoje indexů nových průmyslových zakázek v odvětví výroby textilií (vlastní zpracování)

Predikovaná hodnota (viz Tabulka 4) pro prosinec 2023 odpovídala 102,9, při porovnání se skutečnou hodnotou (112,4) je možné zjistit, že tato skutečná hodnota se nachází mimo 95% interval spolehlivosti. Hodnota pro leden, únor i březen 2024 již do intervalu spolehlivosti spadá. V případě této časové řady odhad pomocí spojnice trendu výrazně neodpovídá realitě.

Dle predikce pomocí Box-Jenkinsonovi metodologie je možné očekávat stagnaci hodnot indexů nových průmyslových zakázek v odvětví výroby textilií, avšak růst hodnoty zakázek. Na základě predikce pomocí spojnice trendu by bylo možné předpokládat, že hodnoty indexů porostou.

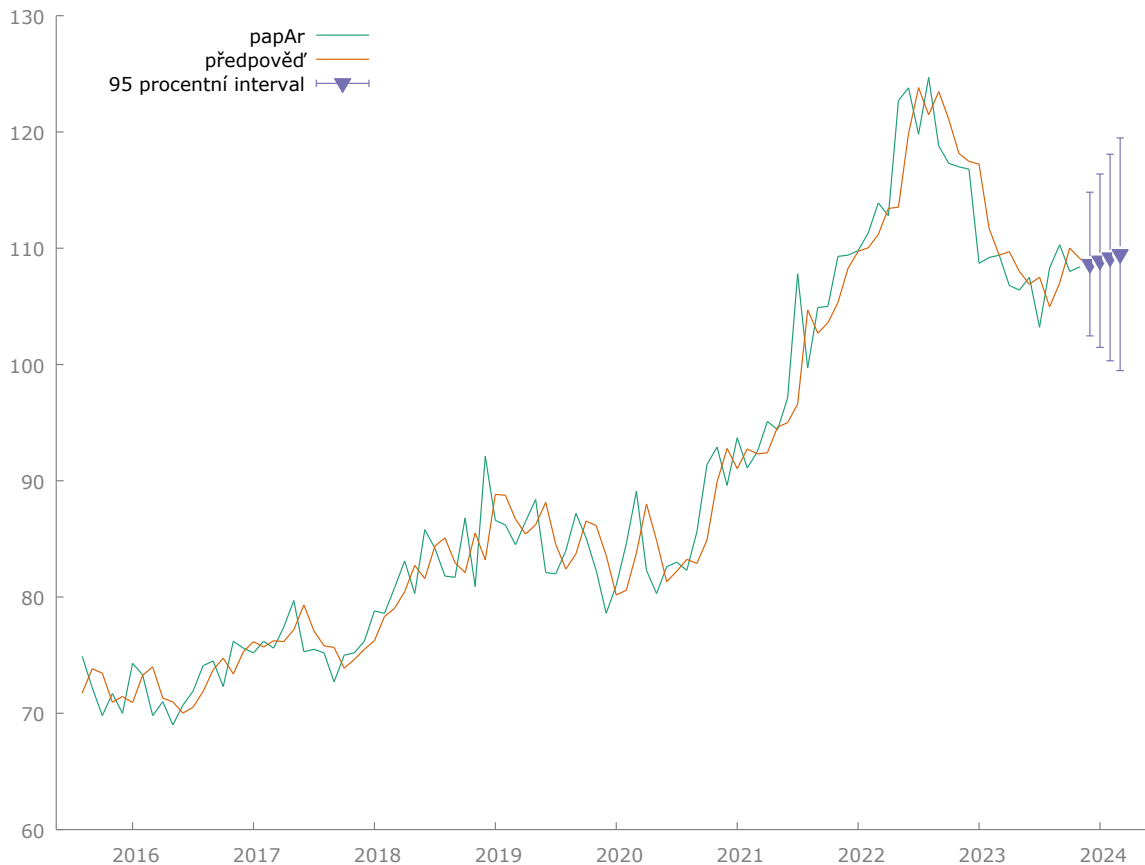
Tabulka 4 - Srovnání skutečných hodnot a předpovědi, odvětví výroby textilií (vlastní zpracování)

| Měsíc    | Boxova-Jenkinsonova metodologie |                                   |                                   | Odhad pomocí spojnice trendu | Reálná hodnota |
|----------|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|----------------|
|          | Predikce                        | Dolní mez intervalu spolehlivosti | Horní mez intervalu spolehlivosti |                              |                |
| Prosinec | 102,9                           | 94,6                              | 111,1                             | 135,93                       | 112,4          |
| Leden    | 102,8                           | 92,7                              | 112,8                             | 136,26                       | 109,5          |
| Únor     | 102,8                           | 90,8                              | 114,8                             | 136,60                       | 105,2          |
| Březen   | 102,8                           | 89,2                              | 116,3                             | 136,93                       | 106,9          |

Od roku 2022 je trend v odvětví výroby textilií klesající, vzhledem k růstu nákladů (energie, mzdy) a silné konkurenci asijských zemí (Čína, Bangladéš) lze předpokládat pokračující pokles růstu hodnot zakázek, z dlouhodobého hlediska nelze vyloučit ani pokles hodnot (tedy indexy pod hodnotou 100), pravděpodobný je tedy i pokles zaměstnanosti v odvětví. Určitou nadějí pro odvětví by mohla být automatizace výrobních procesů, posílení výzkumu, z hlediska produkce pak pokračující zaměření na technické textilie nebo tzv. smart textilie (např. se zabudovanými senzory).

### 4.3 Výroba papíru a výrobků z papíru

Následující graf (Obrázek 32) zobrazuje skutečné a odhadované (Boxova-Jenkinsonova) hodnoty. Dále jsou zde zobrazeny bodové předpovědi pro následující 4 měsíce a 95% intervaly spolehlivosti.



Obrázek 32 - Předpověď vývoje indexů nových průmyslových zakázek v odvětví výroby papíru a výrobků z papíru (vlastní zpracování)

Hodnoty (viz Tabulka 5) predikované pomocí Box-Jenkinsonovi metodologie jsou nižší než skutečné hodnoty, avšak až na únor 2024 nepřekonal horní mez předpovídaného intervalu. Dále je na základě této metody předpokládán pozvolný růst hodnot indexů. Odhad pomocí spojnice trendu je naopak většinou příliš vysoký a nejvíce se skutečnosti blížil v únoru 2024, kdy došlo k výraznějšímu kladnému výkyvu. I na základě této predikce lze očekávat růst hodnot indexů.

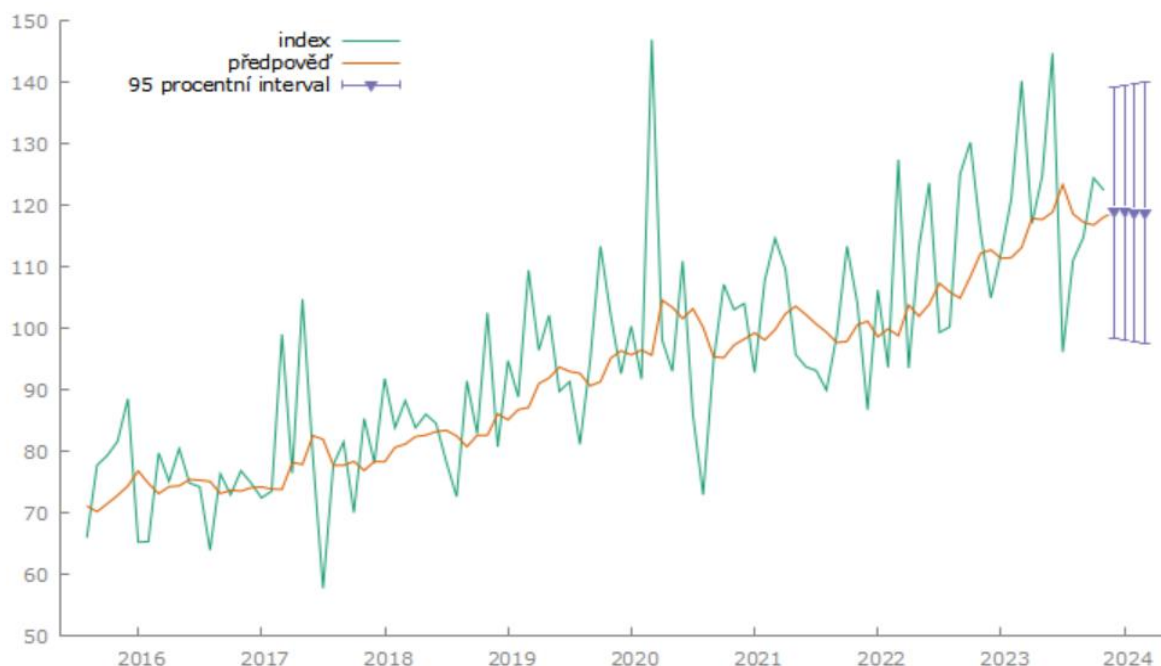
Tabulka 5 - Srovnání skutečných hodnot a předpovědi, odvětví výroby papíru a výrobků z papíru (vlastní zpracování)

| Měsíc    | Boxova-Jenkinsonova metodologie |                                   |                                   | Odhad pomocí spojnice trendu | Reálná hodnota |
|----------|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|----------------|
|          | Predikce                        | Dolní mez intervalu spolehlivosti | Horní mez intervalu spolehlivosti |                              |                |
| Prosinec | 108,6                           | 102,5                             | 114,8                             | 125,78                       | 109,1          |
| Leden    | 108,9                           | 101,5                             | 116,4                             | 126,77                       | 110,0          |
| Únor     | 109,2                           | 100,3                             | 118,1                             | 127,77                       | 124,4          |
| Březen   | 109,5                           | 99,5                              | 119,5                             | 128,79                       | 118,1          |

V odvětví výroby papírů lze očekávat pozvolný růst hodnot nových průmyslových zakázek, poptávka v oblastech obalových papírů nebo hygienických papíru roste a pravděpodobně tedy pomáhá i v mírném růstu zakázek v tomto odvětví. Klesající tendenci má produkce grafických a novinových papírů vlivem digitalizace, společnosti v tomto segmentu jsou tedy nuceny se postupně přeorientovávat na výrobu obalů a hygienických papírů.

#### 4.4 Výroba základních farmaceutických výrobků a farmaceutických přípravků

Následující graf (Obrázek 33) zobrazuje skutečné a odhadované (Boxova-Jenkinsonova) hodnoty. Dále jsou zde zobrazeny bodové předpovědi pro následující 4 měsíce a 95% intervaly spolehlivosti.



Obrázek 33 - Předpověď vývoje indexů nových průmyslových zakázek v odvětví výroby základních farmaceutických výrobků a farmaceutických přípravků (vlastní zpracování)

Predikovaná hodnota (viz Tabulka 6) (Boxova-Jenkinsonova metodologie) pro prosinec 2023 se odlišuje od predikované hodnoty celkem výrazně, avšak stále spadá do intervalu spolehlivosti, predikovaná hodnota za leden i únor 2024 je již blíže skutečné hodnotě. V březnu 2024 byla predikována stejná hodnota indexu jako v únoru, skutečná hodnota indexu byla však výrazně vyšší – daná hodnota překonala i horní mez předpovídaného intervalu. Predikce pomocí spojnice trendu byla v prvních třech měsících výrazně nadsazena, poslední měsíc byla predikce nižší než skutečná hodnota, ale blíže této skutečnosti než predikce pomocí Boxovy-Jenkinsonovy metodologie. Predikce se liší ve směřování hodnot indexů – dle jedné lze očekávat mírný pokles nebo stagnaci, pomocí odhadu spojnice trendu naopak pozvolný nárůst.

Tabulka 6 - Srovnání skutečných hodnot a předpovědi, odvětví výroby základních farmaceutických výrobků a farmaceutických přípravků (vlastní zpracování)

| Měsíc    | Boxova-Jenkinsonova metodologie |                                   |                                   | Odhad pomocí spojnice trendu | Reálná hodnota |
|----------|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|----------------|
|          | Předikce                        | Dolní mez intervalu spolehlivosti | Horní mez intervalu spolehlivosti |                              |                |
| Prosinec | 118,8                           | 98,5                              | 139,1                             | 135,10                       | 100,7          |
| Leden    | 118,8                           | 98,1                              | 139,4                             | 136,05                       | 113,2          |
| Únor     | 118,7                           | 97,8                              | 139,7                             | 137,02                       | 124,5          |
| Březen   | 118,7                           | 97,5                              | 139,9                             | 137,99                       | 149,0          |

Vzhledem k velkým výkyvům ve skutečných hodnotách indexů v průběhu sledovaného období se jeví vhodnější sledovat dolní a horní mez intervalů spolehlivosti, v krátkém období mohou být zaznamenávány poklesy, z dlouhodobého hlediska spíše růst odvětví, který může být částečně reakcí na snahu zvýšit soběstačnost v produkci léčiv a jejich dostupnost na domácím trhu. Spolu s tímto růstem lze očekávat i nárůst poptávky po specializovaných zaměstnancích.

## ZÁVĚR

V této práci bylo cílem provést analýzu časových řad indexů nových průmyslových zakázek, kterými byly výroba motorových vozidel (kromě motocyklů), přívěsů a návěsů, výroba textilií, výroba papíru a výrobků z papíru, výroba základních farmaceutických výrobků a farmaceutických přípravků. Pro analýzu těchto časových řad bylo využito dekompozice časových řad a Boxovy-Jenkinsonovy metodologie.

V teoretické části byla popsána jednotlivá odvětví včetně dlouhodobého vývoje odvětví, specifika pro daná odvětví, exportu a importu (produkty a jejich hodnota a příslušné destinace), dále byl popsán současný stav daného odvětví, v některých případech bylo popsáno současné směřování výzkumu a vývoje v odvětví. V následujícím úseku teoretické části byla popsána problematika časových řad, vzhledem k rozsáhlosti tohoto tématu byly uvedeny spíše základní a obecné informace a dále pak to, co bylo dále užito při samotné analýze časových řad, tedy informace týkající se dekompozice časových řad, Boxovy-Jenkinsonovy metodologie, informace o kritériích výběru vhodného modelu pro danou časovou řadu.

Praktická část práce byla rozdělena na samotnou analýzu vybraných časových řad, při níž byl nalezen nejvhodnější model spolu s rovnicí, která dané časové řady popisuje, dále byla provedena dekompozice těchto řad (vzhledem k očištění dat od sezónních vlivů) na trendovou složku a reziduální složku – vyjma jednoho případu (odvětví výroby textilií) bylo směřování trendu jasně popsatelné. Z hlediska Boxovy-Jenkinsonovy metodologie nejsložitějším vybraným modelem časové řady byl model ARIMA(2, 1, 1) v odvětví výroby motorových vozidel. V druhém úseku praktické části bylo provedeno vyhodnocení analýzy a predikce.

Pomocí dekompozice časové řady bylo popsáno chování časových řad, odhaleny jejich trendy a náhodná složka. Byla určena spojnice trendu pro jednotlivé časové řady a pomocí rovnice této spojnice odhadnuta hodnota indexů pro následující čtyři měsíce – takto odhadnuté hodnoty byly spíše nepřesné, avšak směřování hodnot (růst či pokles) určovaly ve většině případů spolehlivě. Dále byla pro analýzu vybraných časových řad použita Boxova-Jenkinsonova metodologie, v rámci této metody byly nalezeny nejvhodnější modely pro příslušné časové řady a určeny rovnice, kterými je možné modely těchto časových řad popsat. Predikce hodnot indexů nových průmyslových zakázek pomocí této metodologie byla poměrně přesná, ve většině případů se skutečné hodnoty pohybovaly v predikovaném intervalu (až na výjimky v podobě výrazných výkyvů, který byl přítomen například v případě odvětví výroby základních farmaceutických výrobků a farmaceutických přípravků), většinou skutečnosti odpovídalo i směřování

předpovědi. Výraznější výkyvy (tedy náhodná složka) se jeví jako nejproblematičtější část z hlediska přesnosti předpovědí. V některých případech by přesto mohlo stát za zvážení využití složitějších modelů časových, které by mohlo vést k ještě větší přesnosti.

Na základě predikcí lze předpokládat, že hodnoty nových zakázek nebudou klesat, ale růst, případně v krátkém období stagnovat. V automobilovém průmyslu je pravděpodobné i přes možné krátkodobé výkyvy v podobě poklesů očekávat dlouhodobý růst nových zakázek, který však bude ovlivněný vývojem hospodářství EU, cenami energií a konkurenceschopností v oblasti produkce elektromobilů ve srovnání s některými asijskými zeměmi. Textilní průmysl od roku 2022 zaznamenává pokles indexů zakázek, vzhledem k rostoucím nákladům a konkurenci z Asie může doházet k dalším poklesům a následně k poklesu zaměstnanosti, avšak automatizace a zaměření na technické a smart textilie představují určitou naději pro budoucí růst tohoto odvětví. V papírenském průmyslu je patrný pozvolný růst nových zakázek, je tu však nutné odlišovat jednotlivé segmenty, zatímco produkce grafických a novinových papírů klesá vlivem digitalizace a poklesu poptávky, segmenty obalových a hygienických papírů rostou, což některé podniky tlačí k přechodu do tohoto segmentu. V odvětví farmacie jsou zaznamenány výrazné výkyvy v hodnotách indexů, krátkodobě mohou nastat poklesy, ale dlouhodobě se očekává růst mimo jiné i díky snaze zvýšit soběstačnost v produkci léčiv a omezit jejich nedostupnost, což pravděpodobně zvýší poptávku po specializovaných zaměstnancích a do budoucna by mohlo znamenat i výrazně dynamičtější růst.

## BIBLIOGRAFIE

- [1] Podkladový analytický materiál: Podklad k implementaci Národní RIS3 strategie v programech ESIF a národních programech podpory VaVaI. Viděno: 15. březen 2024. [Online]. Ministerstvo průmyslu a obchodu. Dostupné z: [https://www.mpo.cz/assets/cz/podnikani/ris3-strategie/dokumenty/2019/1/Podkladovy\\_analyticky\\_material\\_2019.pdf](https://www.mpo.cz/assets/cz/podnikani/ris3-strategie/dokumenty/2019/1/Podkladovy_analyticky_material_2019.pdf)
- [2] D. Borovcová, „Páteří zpracovatelského průmyslu je výroba motorových vozidel | Statistika&My". Viděno: 15. březen 2024. [Online]. Dostupné z: <https://www.statistikaamy.cz/2017/01/23/pateri-zpracovatelskeho-prumyslu-je-vyroba-motorovych-vozidel/>
- [3] CZ-NACE 29 - Výroba motorových vozidel (kromě motocyklů), přívěsů a návěsů. Viděno: 15. březen 2024. [Online]. Ministerstvo průmyslu a obchodu. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/assets/dokumenty/43342/48642/574148/priloha005.pdf>
- [4] P. Knap, „Petr Knap: Splnění normy Euro 7 je pro automobilky zatím utopie", Petr Knap: Splnění normy Euro 7 je pro automobilky zatím utopie. Viděno: 15. březen 2024. [Online]. Dostupné z: [https://www.ey.com/cs\\_cz/automotive-transportation-future-mobility/petr-knap-splneni-normy-euro-7-je-pro-automobilky-zatim-utopie](https://www.ey.com/cs_cz/automotive-transportation-future-mobility/petr-knap-splneni-normy-euro-7-je-pro-automobilky-zatim-utopie)
- [5] Erste Group Bank AG, „Odvětvový výhled na rok 2024: Co bude hýbat českou ekonomikou?" Viděno: 15. březen 2024. [Online]. Dostupné z: <https://www.erstegroup.com/en/research/report/cz/ER3208>
- [6] Ministerstvo průmyslu a obchodu, „Výroba textilií, textilních a oděvních výrobků db". Viděno: 5. březen 2024. [Online]. Ministerstvo průmyslu a obchodu. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/assets/dokumenty/37689/42044/502820/priloha020.pdf>
- [7] Analýza textilního průmyslu Podkladový analytický materiál pro vstup Libereckého kraje do mezinárodní S3 technologické platformy pro posílení konkurenceschopnosti textilního a oděvního průmyslu.. Viděno: 5. březen 2024. [Online]. Agentura regionálního rozvoje. Dostupné z: [https://1012plus.cz/upload/content/files/pages\\_parts/Anal%C3%BDza%20textiln%C3%ADho%20pr%C5%AFmyslu%20v%20Libereck%C3%A9m%20kraji.pdf](https://1012plus.cz/upload/content/files/pages_parts/Anal%C3%BDza%20textiln%C3%ADho%20pr%C5%AFmyslu%20v%20Libereck%C3%A9m%20kraji.pdf)

- [8] Ministerstvo zahraničních věcí, „Technický textil – klíčová technologie budoucnosti“, Technický textil – klíčová technologie budoucnosti. Viděno: 5. březen 2024. [Online]. Dostupné z: [https://mzv.gov.cz/dresden/cz/obchod/technicky\\_textil\\_klicova\\_technologie.html](https://mzv.gov.cz/dresden/cz/obchod/technicky_textil_klicova_technologie.html)
- [9] NexGen IT s.r.o., „O český textil je zájem, výrobcům však chybí kvalifikovaní pracovníci. Komora proto pomáhá zvyšovat zájem o textilní odvětví | Jihočeská hospodářská komora“, O český textil je zájem, výrobcům však chybí kvalifikovaní pracovníci. Komora proto pomáhá zvyšovat zájem o textilní odvětví. Viděno: 8. březen 2024. [Online]. Dostupné z: <https://www.jhk.cz/aktuality/o-cesky-textil-je-zajem-vyrobcum-vsak-chybi-kvalifikovani-pracovnici-komora-proto-pomaha-zvysovat-zajem-o-textilni-odvetvi>
- [10] ČTK, „Tržby textilního průmyslu v 1.pololetí klesly, oděvní průmysl je měl vyšší | ČeskéNoviny.cz“, Tržby textilního průmyslu v 1.pololetí klesly, oděvní průmysl je měl vyšší. Viděno: 8. březen 2024. [Online]. Dostupné z: <https://www.ceskenoviny.cz/zpravy/2401815>
- [11] Papírenský trh v ČR. Viděno: 12. březen 2024. [Online]. Česká spořitelna, a.s. Dostupné z: [https://www.csas.cz/content/dam/cz/csas/www\\_csas\\_cz/dokumenty/analyzy/Pap%C3%ADrensk%C3%BD-trh-v-%C4%8CR-2018-11-analyza.pdf](https://www.csas.cz/content/dam/cz/csas/www_csas_cz/dokumenty/analyzy/Pap%C3%ADrensk%C3%BD-trh-v-%C4%8CR-2018-11-analyza.pdf)
- [12] MeziStromy.cz, „Výroba papíru v průběhu staletí – od recyklace starých hadrů ke zpracování dřeva“, Výroba papíru v průběhu staletí – od recyklace starých hadrů ke zpracování dřeva. Viděno: 12. březen 2024. [Online]. Dostupné z: <https://www.mezistromy.cz/materialy-na-bazi-dreva/vyroba-papiru-v-prubehu-staleti-od-recyklace-starych-hadru-ke-zpracovani-dreva/odborny>
- [13] J. Brož, „Česko je závislé na dovozu toaletáku. Nová továrna už roste | Týdeník Hrot“, Česko je závislé na dovozu toaletáku. nová továrna už roste. Viděno: 12. březen 2024. [Online]. Dostupné z: <https://www.hrot24.cz/clanek/cesko-je-zavisle-na-dovoze-toaletaku-nova-tovarna-uz-rose>
- [14] Erste Group Bank AG, „Výroba papírových obalů v ČR“, Výroba papírových obalů v ČR. Viděno: 12. březen 2024. [Online]. Dostupné z: <https://www.erstegroup.com/en/research/report/cz/SR351431>
- [15] J. Tymich, „Asociace českého papírenského průmyslu - novinky - Současný stav a perspektivy papírenského průmyslu“, Současný stav a perspektivy papírenského průmyslu. Viděno: 12. březen 2024. [Online]. Dostupné z: <http://www.acpp.cz/novinky/soucasny-stav-a-perspektivy-papirenskeho-prumyslu?x=O2sShjSyzgCyGzSygbGZHjA4GYAA>

- [16] CZ-NACE 21 - Výroba základních farmaceutických výrobků a farmaceutických přípravků Viděno: 12. březen 2024. [Online]. Ministerstvo průmyslu a obchodu. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/assets/dokumenty/43342/48642/574140/priloha013.pdf>
- [17] J. Kamenický, „Farmaceutický průmysl v Česku – malý, ale dynamický obor | Statistika&My". Viděno: 12. březen 2024. [Online]. Dostupné z: <https://www.statistikaamy.cz/2020/04/30/farmaceuticky-prumysl-v-cesku-maly-ale-dynamicky-obor/>
- [18] Vědavýzkum.cz (JT, MK), „Farmaceutický průmysl může transformovat českou ekonomiku", Pavel Šebek: Farmaceutický průmysl může transformovat českou ekonomiku. Viděno: 13. březen 2024. [Online]. Dostupné z: <https://vedavyzkum.cz/rozhovory/rozhovory/pavel-sebek-farmaceuticky-prumysl-muze-transformovat-ceskou-ekonomiku>
- [19] M. Grulichova, „Farmaceutická výroba se v tuzemsku dynamicky rozvíjí", PharmaProfit. Viděno: 13. březen 2024. [Online]. Dostupné z: <https://www.pharmaprofit.cz/2021/05/13/farmaceuticka-vyroba-se-v-tuzemsku-dynamicky-rozviji/>
- [20] Felipe Kut Citores, „Analýza: Vliv farmaceutického průmyslu na českou ekonomiku | MT", Analýza: Vliv farmaceutického průmyslu na českou ekonomiku. Viděno: 12. březen 2024. [Online]. Dostupné z: <https://www.tribune.cz/zdravotnictvi/analyza-vliv-farmaceutickeho-prumyslu-na-ceskou-ekonomiku/>
- [21] R. Hindls, *Statistika pro ekonomy*. Professional Publishing, 2007.
- [22] J. Arlt a M. Arltová, *Ekonomické časové řady : [vlastnosti, metody modelování, příklady a aplikace] /*. 2007.
- [23] J. Arlt, M. Arltová, a E. Rublíková, *Analýza ekonomických časových řad s příklady*. Vysoká škola ekonomická, Fakulta informatiky a statistiky, 2002.
- [24] J. Brownlee, „How to Decompose Time Series Data into Trend and Seasonality", MachineLearningMastery.com. Viděno: 8. září 2023. [Online]. Dostupné z: <https://machinelearningmastery.com/decompose-time-series-data-trend-seasonality/>
- [25] T. C. Mills, *Applied Time Series Analysis: A Practical Guide to Modeling and Forecasting*. Elsevier, 2019.

- [26] H. Madsen, *Time Series Analysis*. CRC Press, 2007.
- [27] G. Scott, „Box-Jenkins Model: Definition, Uses, Timeframes, and Forecasting“, Investopedia. Viděno: 19. únor 2024. [Online]. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/terms/b/box-jenkins-model.asp>
- [28] Tannyasharma, „Comparision study of ADF vs KPSS test“, Medium. Viděno: 9. červen 2024. [Online]. Dostupné z: <https://medium.com/@tannyasharma21/comparision-study-of-adf-vs-kpss-test-c9d8dec4f62a>
- [29] E. Kočenda a A. Černý, *Elements of Time Series Econometrics: an Applied Approach*, 3. Praha: Karolinum, 2016.
- [30] A. Mitrani, „Achieving Stationarity With Time Series Data“, Medium. Viděno: 9. červen 2024. [Online]. Dostupné z: <https://towardsdatascience.com/achieving-stationarity-with-time-series-data-abd59fd8d5a0>
- [31] V. K. Upadhyay, „How to Forecast Time Series with ARIMA: A Step-by-Step Guide“, Medium. Viděno: 13. červenec 2024. [Online]. Dostupné z: <https://vivekupadhyay1.medium.com/how-to-forecast-time-series-with-arima-a-step-by-step-guide-31244adc2b71>
- [32] S. Zanwar, „Residual Analysis in Time Series“, Medium. Viděno: 13. červenec 2024. [Online]. Dostupné z: [https://medium.com/@ShankiiZ\\_/residual-analysis-in-time-series-612a450b08f5](https://medium.com/@ShankiiZ_/residual-analysis-in-time-series-612a450b08f5)
- [33] Český statistický úřad, „Průmysl - časové řady“, Průmysl - časové řady. Viděno: 23. květen 2023. [Online]. Dostupné z: [https://www.czso.cz/csu/czso/pru\\_cr](https://www.czso.cz/csu/czso/pru_cr)

# PŘÍLOHY

## Příloha 1 – Indexy nových průmyslových zakázek

Tabulka obsahuje hodnoty indexů pro příslušné měsíce (leden 2000 až březen 2024)

| měsíc   | v. textilií | v. papíru a výrobků z papíru | v. farmaceutických výrobků | v. motorových vozidel |
|---------|-------------|------------------------------|----------------------------|-----------------------|
| 2000-01 | 37,6        | 28,5                         | 16,1                       | 4,7                   |
| 2000-02 | 51,2        | 30,4                         | 32,2                       | 12,3                  |
| 2000-03 | 52,1        | 29,0                         | 33,0                       | 12,3                  |
| 2000-04 | 53,9        | 33,0                         | 18,6                       | 15,7                  |
| 2000-05 | 52,9        | 33,0                         | 31,0                       | 16,6                  |
| 2000-06 | 51,7        | 36,1                         | 30,5                       | 17,7                  |
| 2000-07 | 51,9        | 33,9                         | 21,9                       | 17,3                  |
| 2000-08 | 65,4        | 29,4                         | 22,5                       | 18,1                  |
| 2000-09 | 60,4        | 30,5                         | 35,0                       | 20,0                  |
| 2000-10 | 60,9        | 35,0                         | 35,8                       | 18,3                  |
| 2000-11 | 63,0        | 33,4                         | 29,0                       | 20,2                  |
| 2000-12 | 75,7        | 35,4                         | 32,3                       | 28,9                  |
| 2001-01 | 94,7        | 55,9                         | 48,4                       | 26,1                  |
| 2001-02 | 97,8        | 50,5                         | 37,4                       | 22,2                  |
| 2001-03 | 97,0        | 51,0                         | 51,7                       | 25,7                  |
| 2001-04 | 93,5        | 51,3                         | 32,9                       | 19,3                  |
| 2001-05 | 93,2        | 55,1                         | 44,8                       | 22,8                  |
| 2001-06 | 95,2        | 54,1                         | 51,0                       | 19,1                  |
| 2001-07 | 99,3        | 53,8                         | 33,5                       | 24,7                  |
| 2001-08 | 94,7        | 54,3                         | 34,5                       | 23,7                  |
| 2001-09 | 93,5        | 53,6                         | 45,8                       | 23,3                  |
| 2001-10 | 93,3        | 53,1                         | 48,5                       | 29,3                  |
| 2001-11 | 86,6        | 52,3                         | 50,9                       | 21,8                  |
| 2001-12 | 85,2        | 54,1                         | 44,0                       | 19,5                  |
| 2002-01 | 91,4        | 48,9                         | 49,0                       | 34,1                  |

| měsíc   | v. textilií | v. papíru a výrobků papíru | v. z farmaceutických výrobků | v. motorových vozidel |
|---------|-------------|----------------------------|------------------------------|-----------------------|
| 2002-02 | 88,4        | 56,7                       | 45,9                         | 22,0                  |
| 2002-03 | 89,4        | 58,7                       | 43,7                         | 22,4                  |
| 2002-04 | 87,8        | 59,6                       | 40,6                         | 20,3                  |
| 2002-05 | 87,7        | 57,3                       | 51,5                         | 23,1                  |
| 2002-06 | 89,3        | 57,3                       | 46,8                         | 27,3                  |
| 2002-07 | 86,0        | 55,2                       | 38,2                         | 23,0                  |
| 2002-08 | 84,2        | 62,1                       | 41,5                         | 21,8                  |
| 2002-09 | 87,8        | 63,5                       | 52,3                         | 40,2                  |
| 2002-10 | 91,3        | 56,0                       | 47,5                         | 21,4                  |
| 2002-11 | 88,2        | 54,3                       | 42,6                         | 26,7                  |
| 2002-12 | 94,8        | 56,7                       | 41,8                         | 27,6                  |
| 2003-01 | 87,0        | 48,3                       | 24,8                         | 26,7                  |
| 2003-02 | 86,7        | 51,7                       | 29,6                         | 22,5                  |
| 2003-03 | 85,6        | 44,2                       | 46,9                         | 24,6                  |
| 2003-04 | 84,2        | 45,4                       | 38,8                         | 27,1                  |
| 2003-05 | 83,7        | 44,6                       | 41,2                         | 21,2                  |
| 2003-06 | 85,4        | 46,0                       | 40,6                         | 25,7                  |
| 2003-07 | 88,4        | 44,9                       | 38,8                         | 23,9                  |
| 2003-08 | 90,2        | 47,9                       | 37,3                         | 27,0                  |
| 2003-09 | 86,0        | 50,2                       | 48,5                         | 45,9                  |
| 2003-10 | 88,9        | 54,5                       | 44,0                         | 23,5                  |
| 2003-11 | 89,5        | 54,9                       | 44,7                         | 28,6                  |
| 2003-12 | 94,7        | 55,7                       | 44,9                         | 25,6                  |
| 2004-01 | 91,2        | 54,0                       | 43,6                         | 29,6                  |
| 2004-02 | 91,3        | 56,3                       | 48,5                         | 28,3                  |
| 2004-03 | 91,5        | 53,3                       | 49,7                         | 31,3                  |
| 2004-04 | 89,0        | 52,4                       | 44,1                         | 30,8                  |
| 2004-05 | 87,7        | 56,7                       | 42,8                         | 32,0                  |
| 2004-06 | 88,5        | 53,2                       | 45,1                         | 28,9                  |
| 2004-07 | 88,9        | 59,3                       | 37,9                         | 31,7                  |

| měsíc   | v. textilií | v. papíru a výrobků papíru | v. z farmaceutických výrobků | v. motorových vozidel |
|---------|-------------|----------------------------|------------------------------|-----------------------|
| 2004-08 | 88,6        | 58,4                       | 36,0                         | 31,0                  |
| 2004-09 | 85,9        | 59,2                       | 50,3                         | 32,0                  |
| 2004-10 | 90,9        | 53,9                       | 50,1                         | 30,9                  |
| 2004-11 | 88,1        | 55,8                       | 48,6                         | 31,7                  |
| 2004-12 | 90,5        | 64,1                       | 46,2                         | 31,0                  |
| 2005-01 | 73,3        | 55,7                       | 45,8                         | 33,6                  |
| 2005-02 | 85,3        | 55,5                       | 47,0                         | 31,2                  |
| 2005-03 | 82,8        | 54,3                       | 53,7                         | 30,0                  |
| 2005-04 | 83,8        | 55,1                       | 51,9                         | 34,3                  |
| 2005-05 | 79,7        | 56,3                       | 54,0                         | 32,4                  |
| 2005-06 | 83,0        | 57,3                       | 52,0                         | 39,1                  |
| 2005-07 | 82,1        | 54,1                       | 44,0                         | 33,5                  |
| 2005-08 | 80,7        | 57,2                       | 43,9                         | 35,2                  |
| 2005-09 | 82,1        | 57,3                       | 53,3                         | 39,5                  |
| 2005-10 | 84,9        | 58,6                       | 57,0                         | 39,0                  |
| 2005-11 | 85,3        | 55,8                       | 62,3                         | 41,0                  |
| 2005-12 | 91,0        | 57,2                       | 67,5                         | 40,0                  |
| 2006-01 | 91,6        | 53,0                       | 48,4                         | 44,4                  |
| 2006-02 | 84,5        | 53,8                       | 53,9                         | 42,7                  |
| 2006-03 | 85,7        | 55,6                       | 54,6                         | 43,1                  |
| 2006-04 | 84,5        | 55,1                       | 48,9                         | 44,4                  |
| 2006-05 | 84,2        | 58,0                       | 51,0                         | 44,9                  |
| 2006-06 | 87,7        | 55,8                       | 41,8                         | 41,2                  |
| 2006-07 | 84,7        | 56,9                       | 40,7                         | 46,8                  |
| 2006-08 | 84,8        | 58,2                       | 58,4                         | 39,1                  |
| 2006-09 | 85,8        | 53,9                       | 51,7                         | 44,7                  |
| 2006-10 | 87,3        | 55,4                       | 61,0                         | 45,0                  |
| 2006-11 | 88,8        | 58,1                       | 60,9                         | 45,2                  |
| 2006-12 | 88,2        | 58,9                       | 67,0                         | 51,4                  |
| 2007-01 | 111,4       | 61,4                       | 52,6                         | 50,5                  |

| měsíc   | v. textilií | v. papíru a výrobků papíru | v. farmaceutických výrobků | v. motorových vozidel |
|---------|-------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------|
| 2007-02 | 90,8        | 59,3                       | 67,9                       | 48,1                  |
| 2007-03 | 93,7        | 62,7                       | 68,8                       | 45,8                  |
| 2007-04 | 92,0        | 63,8                       | 68,8                       | 47,4                  |
| 2007-05 | 92,1        | 64,0                       | 63,7                       | 49,2                  |
| 2007-06 | 91,7        | 63,0                       | 61,1                       | 50,0                  |
| 2007-07 | 96,7        | 61,7                       | 69,0                       | 52,6                  |
| 2007-08 | 97,8        | 65,7                       | 65,0                       | 45,7                  |
| 2007-09 | 87,5        | 62,0                       | 71,5                       | 53,5                  |
| 2007-10 | 92,8        | 63,0                       | 76,5                       | 52,5                  |
| 2007-11 | 84,9        | 61,4                       | 67,7                       | 51,9                  |
| 2007-12 | 90,3        | 64,4                       | 53,1                       | 54,4                  |
| 2008-01 | 97,0        | 59,1                       | 66,1                       | 50,3                  |
| 2008-02 | 89,9        | 62,8                       | 67,1                       | 48,9                  |
| 2008-03 | 83,6        | 59,1                       | 64,1                       | 48,3                  |
| 2008-04 | 85,1        | 61,4                       | 70,2                       | 49,4                  |
| 2008-05 | 80,8        | 61,0                       | 59,8                       | 47,1                  |
| 2008-06 | 78,3        | 58,4                       | 70,4                       | 44,8                  |
| 2008-07 | 73,4        | 52,5                       | 58,6                       | 49,1                  |
| 2008-08 | 78,1        | 55,4                       | 69,3                       | 41,4                  |
| 2008-09 | 74,1        | 52,8                       | 66,3                       | 44,1                  |
| 2008-10 | 73,3        | 51,2                       | 68,5                       | 38,7                  |
| 2008-11 | 68,6        | 48,7                       | 60,9                       | 39,1                  |
| 2008-12 | 70,2        | 50,7                       | 97,6                       | 32,3                  |
| 2009-01 | 81,0        | 52,3                       | 55,3                       | 33,3                  |
| 2009-02 | 75,3        | 50,9                       | 57,1                       | 37,4                  |
| 2009-03 | 72,0        | 51,7                       | 70,3                       | 41,0                  |
| 2009-04 | 68,8        | 48,7                       | 57,4                       | 40,7                  |
| 2009-05 | 62,3        | 49,2                       | 58,1                       | 42,7                  |
| 2009-06 | 70,0        | 47,6                       | 73,7                       | 43,9                  |
| 2009-07 | 71,8        | 48,8                       | 58,7                       | 42,0                  |

| měsíc          | v. textilií | v. papíru a výrobků papíru | v. z farmaceutických výrobků | v. motorových vozidel |
|----------------|-------------|----------------------------|------------------------------|-----------------------|
| <b>2009-08</b> | 69,5        | 51,9                       | 48,4                         | 46,0                  |
| <b>2009-09</b> | 68,2        | 50,2                       | 66,1                         | 47,8                  |
| <b>2009-10</b> | 73,8        | 49,9                       | 66,0                         | 46,6                  |
| <b>2009-11</b> | 72,6        | 50,9                       | 58,9                         | 44,3                  |
| <b>2009-12</b> | 71,8        | 52,1                       | 82,8                         | 46,5                  |
| <b>2010-01</b> | 71,9        | 51,0                       | 51,6                         | 46,3                  |
| <b>2010-02</b> | 71,4        | 52,7                       | 69,9                         | 44,5                  |
| <b>2010-03</b> | 70,9        | 56,6                       | 90,7                         | 45,7                  |
| <b>2010-04</b> | 69,8        | 55,6                       | 76,3                         | 45,3                  |
| <b>2010-05</b> | 72,5        | 60,2                       | 68,6                         | 47,2                  |
| <b>2010-06</b> | 74,8        | 59,4                       | 71,6                         | 50,8                  |
| <b>2010-07</b> | 78,4        | 58,6                       | 66,5                         | 43,1                  |
| <b>2010-08</b> | 76,2        | 59,2                       | 69,3                         | 54,8                  |
| <b>2010-09</b> | 73,2        | 54,5                       | 64,4                         | 50,4                  |
| <b>2010-10</b> | 75,9        | 54,6                       | 71,0                         | 51,5                  |
| <b>2010-11</b> | 77,8        | 59,4                       | 73,9                         | 51,6                  |
| <b>2010-12</b> | 79,3        | 59,1                       | 78,8                         | 48,8                  |
| <b>2011-01</b> | 83,2        | 57,4                       | 57,2                         | 49,6                  |
| <b>2011-02</b> | 81,4        | 59,7                       | 74,6                         | 49,0                  |
| <b>2011-03</b> | 80,4        | 60,6                       | 71,0                         | 51,9                  |
| <b>2011-04</b> | 81,8        | 55,1                       | 57,3                         | 54,4                  |
| <b>2011-05</b> | 78,0        | 58,0                       | 75,6                         | 49,9                  |
| <b>2011-06</b> | 75,6        | 55,6                       | 98,2                         | 53,2                  |
| <b>2011-07</b> | 78,6        | 56,3                       | 52,0                         | 48,2                  |
| <b>2011-08</b> | 79,0        | 57,2                       | 62,5                         | 51,0                  |
| <b>2011-09</b> | 80,2        | 56,2                       | 68,8                         | 57,2                  |
| <b>2011-10</b> | 78,6        | 56,2                       | 62,2                         | 52,4                  |
| <b>2011-11</b> | 78,9        | 55,3                       | 97,0                         | 56,1                  |
| <b>2011-12</b> | 80,6        | 55,5                       | 49,8                         | 53,8                  |
| <b>2012-01</b> | 71,3        | 58,9                       | 71,1                         | 61,1                  |

| měsíc   | v. textilií | v. papíru a výrobků papíru | v. farmaceutických výrobků | v. motorových vozidel |
|---------|-------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------|
| 2012-02 | 82,1        | 60,0                       | 70,7                       | 60,5                  |
| 2012-03 | 85,6        | 56,8                       | 71,1                       | 56,9                  |
| 2012-04 | 83,5        | 57,2                       | 66,4                       | 57,5                  |
| 2012-05 | 83,1        | 59,4                       | 76,6                       | 59,6                  |
| 2012-06 | 87,0        | 57,7                       | 61,8                       | 53,0                  |
| 2012-07 | 85,7        | 57,2                       | 57,0                       | 63,8                  |
| 2012-08 | 87,3        | 61,1                       | 58,2                       | 46,8                  |
| 2012-09 | 82,1        | 56,5                       | 74,2                       | 53,2                  |
| 2012-10 | 84,7        | 55,0                       | 76,9                       | 52,8                  |
| 2012-11 | 79,5        | 54,6                       | 75,2                       | 52,9                  |
| 2012-12 | 87,4        | 55,7                       | 56,9                       | 51,2                  |
| 2013-01 | 84,6        | 57,5                       | 63,2                       | 51,9                  |
| 2013-02 | 80,8        | 58,7                       | 59,2                       | 49,5                  |
| 2013-03 | 82,1        | 57,5                       | 81,5                       | 53,0                  |
| 2013-04 | 84,5        | 57,8                       | 72,4                       | 56,6                  |
| 2013-05 | 79,5        | 59,9                       | 69,5                       | 56,1                  |
| 2013-06 | 81,9        | 58,5                       | 68,5                       | 59,9                  |
| 2013-07 | 83,5        | 59,6                       | 70,4                       | 62,2                  |
| 2013-08 | 86,4        | 61,7                       | 58,9                       | 55,1                  |
| 2013-09 | 83,6        | 60,3                       | 77,8                       | 66,7                  |
| 2013-10 | 84,8        | 59,1                       | 71,8                       | 61,7                  |
| 2013-11 | 87,8        | 58,8                       | 75,5                       | 64,5                  |
| 2013-12 | 93,2        | 63,3                       | 66,4                       | 65,8                  |
| 2014-01 | 94,9        | 60,8                       | 66,1                       | 65,8                  |
| 2014-02 | 92,4        | 65,8                       | 74,0                       | 66,9                  |
| 2014-03 | 92,7        | 64,6                       | 81,7                       | 70,5                  |
| 2014-04 | 90,4        | 63,6                       | 75,9                       | 69,7                  |
| 2014-05 | 91,4        | 68,2                       | 57,5                       | 68,0                  |
| 2014-06 | 92,3        | 64,1                       | 74,3                       | 71,8                  |
| 2014-07 | 89,8        | 64,6                       | 63,3                       | 69,8                  |

| měsíc   | v. textilií | v. papíru a výrobků papíru | v. z farmaceutických výrobků | v. motorových vozidel |
|---------|-------------|----------------------------|------------------------------|-----------------------|
| 2014-08 | 90,0        | 69,5                       | 59,1                         | 69,0                  |
| 2014-09 | 86,2        | 64,9                       | 73,2                         | 77,0                  |
| 2014-10 | 92,1        | 64,6                       | 77,2                         | 68,7                  |
| 2014-11 | 86,5        | 66,6                       | 71,0                         | 73,9                  |
| 2014-12 | 94,8        | 68,0                       | 66,4                         | 71,6                  |
| 2015-01 | 87,9        | 71,6                       | 62,5                         | 75,6                  |
| 2015-02 | 91,1        | 72,3                       | 78,5                         | 80,6                  |
| 2015-03 | 93,6        | 71,8                       | 85,2                         | 77,8                  |
| 2015-04 | 94,3        | 73,9                       | 80,2                         | 74,2                  |
| 2015-05 | 96,3        | 72,9                       | 73,1                         | 68,2                  |
| 2015-06 | 92,7        | 73,2                       | 72,2                         | 78,6                  |
| 2015-07 | 95,9        | 70,5                       | 59,7                         | 82,6                  |
| 2015-08 | 93,7        | 74,9                       | 65,9                         | 84,6                  |
| 2015-09 | 100,6       | 72,2                       | 77,7                         | 85,0                  |
| 2015-10 | 95,9        | 69,8                       | 79,3                         | 88,1                  |
| 2015-11 | 100,8       | 71,7                       | 81,6                         | 84,2                  |
| 2015-12 | 95,6        | 70,0                       | 88,5                         | 80,3                  |
| 2016-01 | 97,3        | 74,3                       | 65,2                         | 91,1                  |
| 2016-02 | 94,6        | 73,3                       | 65,3                         | 86,5                  |
| 2016-03 | 95,9        | 69,8                       | 79,7                         | 88,1                  |
| 2016-04 | 95,7        | 71,0                       | 75,1                         | 100,6                 |
| 2016-05 | 92,8        | 69,0                       | 80,4                         | 88,3                  |
| 2016-06 | 98,3        | 70,7                       | 74,8                         | 92,9                  |
| 2016-07 | 94,7        | 71,9                       | 74,2                         | 86,2                  |
| 2016-08 | 95,1        | 74,1                       | 63,9                         | 91,5                  |
| 2016-09 | 96,7        | 74,5                       | 76,3                         | 89,5                  |
| 2016-10 | 94,4        | 72,3                       | 72,9                         | 90,4                  |
| 2016-11 | 96,5        | 76,2                       | 76,8                         | 98,5                  |
| 2016-12 | 96,7        | 75,6                       | 74,8                         | 95,4                  |
| 2017-01 | 97,5        | 75,2                       | 72,4                         | 92,0                  |

| měsíc          | v. textilií | v. papíru a výrobků papíru | v. z farmaceutických výrobků | v. motorových vozidel |
|----------------|-------------|----------------------------|------------------------------|-----------------------|
| <b>2017-02</b> | 101,2       | 76,2                       | 73,5                         | 93,3                  |
| <b>2017-03</b> | 100,7       | 75,6                       | 99,0                         | 92,5                  |
| <b>2017-04</b> | 99,9        | 77,4                       | 76,4                         | 101,7                 |
| <b>2017-05</b> | 101,8       | 79,7                       | 104,7                        | 91,1                  |
| <b>2017-06</b> | 100,4       | 75,3                       | 79,3                         | 92,8                  |
| <b>2017-07</b> | 97,4        | 75,5                       | 57,7                         | 93,6                  |
| <b>2017-08</b> | 101,7       | 75,2                       | 77,8                         | 91,3                  |
| <b>2017-09</b> | 99,2        | 72,7                       | 81,5                         | 98,6                  |
| <b>2017-10</b> | 98,9        | 75,0                       | 70,0                         | 88,4                  |
| <b>2017-11</b> | 101,3       | 75,2                       | 85,3                         | 93,2                  |
| <b>2017-12</b> | 100,9       | 76,2                       | 78,1                         | 105,4                 |
| <b>2018-01</b> | 96,8        | 78,8                       | 91,8                         | 91,8                  |
| <b>2018-02</b> | 95,1        | 78,6                       | 83,8                         | 96,1                  |
| <b>2018-03</b> | 93,0        | 80,8                       | 88,2                         | 97,1                  |
| <b>2018-04</b> | 94,3        | 83,1                       | 83,8                         | 86,7                  |
| <b>2018-05</b> | 94,0        | 80,3                       | 86,0                         | 106,6                 |
| <b>2018-06</b> | 94,4        | 85,8                       | 84,5                         | 98,1                  |
| <b>2018-07</b> | 97,0        | 84,2                       | 78,2                         | 98,8                  |
| <b>2018-08</b> | 96,5        | 81,8                       | 72,6                         | 92,5                  |
| <b>2018-09</b> | 93,9        | 81,7                       | 91,4                         | 96,3                  |
| <b>2018-10</b> | 95,9        | 86,8                       | 82,8                         | 98,0                  |
| <b>2018-11</b> | 94,6        | 80,9                       | 102,5                        | 90,7                  |
| <b>2018-12</b> | 99,7        | 92,1                       | 80,7                         | 96,6                  |
| <b>2019-01</b> | 97,4        | 86,6                       | 94,7                         | 95,4                  |
| <b>2019-02</b> | 98,1        | 86,2                       | 88,8                         | 97,9                  |
| <b>2019-03</b> | 97,8        | 84,5                       | 109,4                        | 100,3                 |
| <b>2019-04</b> | 96,1        | 86,5                       | 96,4                         | 100,2                 |
| <b>2019-05</b> | 99,6        | 88,4                       | 102,1                        | 110,9                 |
| <b>2019-06</b> | 95,7        | 82,1                       | 89,7                         | 92,1                  |
| <b>2019-07</b> | 93,9        | 82,0                       | 91,3                         | 94,6                  |

| měsíc   | v. textilií | v. papíru a výrobků papíru | v. farmaceutických výrobků | v. motorových vozidel |
|---------|-------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------|
| 2019-08 | 91,6        | 84,0                       | 81,1                       | 104,8                 |
| 2019-09 | 92,4        | 87,2                       | 94,7                       | 95,9                  |
| 2019-10 | 92,4        | 85,1                       | 113,3                      | 97,5                  |
| 2019-11 | 89,3        | 82,3                       | 102,1                      | 99,8                  |
| 2019-12 | 90,6        | 78,6                       | 92,6                       | 93,9                  |
| 2020-01 | 90,9        | 81,0                       | 100,3                      | 104,3                 |
| 2020-02 | 94,5        | 84,6                       | 91,7                       | 98,9                  |
| 2020-03 | 91,3        | 89,1                       | 146,9                      | 69,1                  |
| 2020-04 | 80,1        | 82,3                       | 98,1                       | 22,4                  |
| 2020-05 | 81,4        | 80,3                       | 93,0                       | 60,5                  |
| 2020-06 | 83,3        | 82,6                       | 110,9                      | 89,5                  |
| 2020-07 | 90,5        | 83,0                       | 85,9                       | 96,0                  |
| 2020-08 | 91,9        | 82,3                       | 72,9                       | 103,2                 |
| 2020-09 | 91,4        | 85,6                       | 94,5                       | 109,1                 |
| 2020-10 | 95,6        | 91,4                       | 107,1                      | 110,5                 |
| 2020-11 | 93,6        | 92,9                       | 103,0                      | 99,4                  |
| 2020-12 | 93,9        | 89,6                       | 104,0                      | 105,6                 |
| 2021-01 | 97,7        | 93,7                       | 92,8                       | 100,8                 |
| 2021-02 | 90,9        | 91,1                       | 107,8                      | 106,8                 |
| 2021-03 | 94,2        | 92,5                       | 114,6                      | 110,2                 |
| 2021-04 | 96,5        | 95,1                       | 109,6                      | 104,0                 |
| 2021-05 | 95,9        | 94,4                       | 95,7                       | 107,2                 |
| 2021-06 | 99,4        | 97,1                       | 93,7                       | 101,3                 |
| 2021-07 | 101,9       | 107,8                      | 93,1                       | 110,7                 |
| 2021-08 | 101,5       | 99,7                       | 89,9                       | 94,7                  |
| 2021-09 | 103,9       | 104,9                      | 98,8                       | 83,7                  |
| 2021-10 | 103,8       | 105,0                      | 113,3                      | 87,2                  |
| 2021-11 | 107,1       | 109,3                      | 104,1                      | 97,7                  |
| 2021-12 | 107,2       | 109,4                      | 86,7                       | 95,6                  |
| 2022-01 | 113,7       | 109,8                      | 106,2                      | 100,3                 |

| měsíc   | v. textilií | v. papíru a výrobků papíru | v. farmaceutických výrobků | v. motorových vozidel |
|---------|-------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------|
| 2022-02 | 112,7       | 111,3                      | 93,6                       | 102,2                 |
| 2022-03 | 120,3       | 113,9                      | 127,4                      | 96,3                  |
| 2022-04 | 115,0       | 112,8                      | 93,5                       | 95,2                  |
| 2022-05 | 114,8       | 122,7                      | 113,1                      | 105,3                 |
| 2022-06 | 115,6       | 123,8                      | 123,6                      | 120,9                 |
| 2022-07 | 114,7       | 119,8                      | 99,3                       | 105,6                 |
| 2022-08 | 114,8       | 124,7                      | 100,2                      | 115,3                 |
| 2022-09 | 112,5       | 118,8                      | 125,0                      | 118,4                 |
| 2022-10 | 112,4       | 117,3                      | 130,2                      | 116,2                 |
| 2022-11 | 108,5       | 117,0                      | 115,6                      | 115,0                 |
| 2022-12 | 110,8       | 116,8                      | 104,9                      | 109,7                 |
| 2023-01 | 108,2       | 108,7                      | 112,2                      | 117,7                 |
| 2023-02 | 108,8       | 109,2                      | 121,1                      | 105,5                 |
| 2023-03 | 106,3       | 109,4                      | 140,2                      | 108,6                 |
| 2023-04 | 108,8       | 106,8                      | 117,0                      | 114,6                 |
| 2023-05 | 108,0       | 106,4                      | 124,7                      | 109,1                 |
| 2023-06 | 107,1       | 107,5                      | 144,7                      | 114,8                 |
| 2023-07 | 101,9       | 103,2                      | 96,1                       | 116,7                 |
| 2023-08 | 103,0       | 108,3                      | 111,0                      | 110,8                 |
| 2023-09 | 100,7       | 110,3                      | 114,7                      | 119,1                 |
| 2023-10 | 103,7       | 108,0                      | 124,4                      | 123,4                 |
| 2023-11 | 102,5       | 108,4                      | 122,4                      | 123,5                 |
| 2023-12 | 112,4       | 109,1                      | 100,7                      | 124,8                 |
| 2024-01 | 109,5       | 110,0                      | 113,2                      | 116,0                 |
| 2024-02 | 105,2       | 124,4                      | 124,5                      | 129,2                 |
| 2024-03 | 106,9       | 118,1                      | 149,0                      | 128,3                 |

## Příloha 2 – Skripty v Pythonu

Následující příloha obsahuje skripty v jazyce Python pro ADF test a KPSS test.

## Python skript pro ADF test

```
#adf test stacionarity - p > 0.05 => nestacionarni
```

```
from pandas import read_csv

from statsmodels.tsa.stattools import adfuller

series = read_csv('soubor.csv', header=0, index_col=0)

X = series.values

result = adfuller(X)

print('ADF Statistic: %f % result[0])

print('p-value: %f % result[1])

print('Critical Values:')

for key, value in result[4].items():

    print('\t%s: %.3f % (key, value))
```

## Python skript pro KPSS test

```
# KPSS test
```

```
from pandas import read_csv

from statsmodels.tsa.stattools import kpss

series = read_csv('soubor.csv', header=0, index_col=0)

def kpss_test(series, **kw):

    statistic, p_value, n_lags, critical_values = kpss(series, **kw)

    # Format Output

    print(f'KPSS Statistic: {statistic}')

    print(f'p-value: {p_value}')

    print(f'num lags: {n_lags}')

    print('Critical Values:')

    for key, value in critical_values.items():
```

```
print(f {key} : {value}')
```

```
print(f'Result: The series is {"not " if p_value < 0.05 else ""}stationary')
```

```
kpsstest(series)
```

### Python skript pro dekompozici časové řady

```
#trend
```

```
from pandas import read_csv
from matplotlib import pyplot
from statsmodels.tsa.seasonal import seasonal_decompose
series = read_csv('farmacie.csv', header=0, index_col=0)
result = seasonal_decompose(series, model='additive', period=12)
```

```
pyplot.figure(figsize=(9, 3))
pyplot.plot(series, label='time series')
pyplot.plot(result.trend, label='trend')
pyplot.plot(result.resid, label='resid')
pyplot.legend()
pyplot.show()
```