

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Provozně ekonomická fakulta**

**Katedra statistiky**



## **Diplomová práce**

**Statistická analýza vývojových tendencí ve spotřebě  
mléka a mléčných výrobků**

**Bc. Liliya Kavka**

© 2022 ČZU v Praze



## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Liliya Kavka

Ekonomika a management  
Provoz a ekonomika

Název práce

**Statistická analýza vývojových tendencí ve spotřebě mléka a mléčných výrobků**

Název anglicky

**Statistical analysis of development trends in the consumption of milk and dairy products**

---

### Cíle práce

Hlavním cílem diplomové práce je popis vývojových tendencí ukazatelů z oblasti spotřeby potravin, se zaměřením na spotřebu mléka a mléčných výrobků v časovém období od roku 1989 do roku 2019 v České republice, a následná predikce budoucího vývoje spotřeby vybraných mléčných výrobků. Dílčím cílem práce je popis problematiky spotřeby potravin a potravinové soběstačnosti, opět s důrazem na spotřebu mléka a mléčných výrobků v ČR, a také problematiky týkající se podpory spotřeby školního mléka.

### Metodika

Metodika: Popis a analýza dynamiky vývoje vybraných ukazatelů, ať již uplynulého vývoje nebo vývoje budoucího, bude provedena zejména pomocí metod analýzy časových řad. K efektivní realizaci potřebných analýz bude využito modulu Time Series Forecasting System, který je implementovaný v programu SAS 9.4. Zdrojem časových řad budou volně dostupná data umístěna na portálu Českého statistického úřadu, Ministerstva zemědělství, EUROSTATU a Food and Agriculture Organization of the United Nations. Pro výběr nejlepšího předpovědního modelu bude experimentováno s různými délkami časových řad a také s různými horizonty předpovědí.

## Doporučený rozsah práce

60-100

## Klíčová slova

časová řada, modely časových řad, trend, predikce, spotřeba, mléko a mléčné výrobky, potravinová soběstačnost

---

## Doporučené zdroje informací

ANDĚL, Michal, DOSTÁLOVÁ, Jana, DLOUHÝ Pavel, DRBOHLAV Jan. Sýry a tvarohy ve výživě. Česká technologická platforma pro potraviny. Praha 2012. ISBN 978-80-905096-2-7

BUDÍKOVÁ, Marie, KRÁLOVÁ, Marie, MAROŠ, Bohumil. Průvodce základními statistickými metodami. Praha: Grada, 2010. ISBN 978-80-247-3243-5.

EUROSTAT. Statistics Explained. Statistika mléka a mléčných výrobků. 2020. ISSN 2443-8219

HENDL, Jan. Přehled statistických metod zpracování dat: analýza a metaanalýza dat. Praha : Portál, 2006. 583 s ISBN 8073671239.

HINDLS, Richard, HRONOVÁ, Stanislava, SEGER, Jan, FISCHER, Jakub. Statistika pro ekonomy. 8. vyd. Praha: Professional Publishing, 2007. ISBN 978-80-86946-43-6.

MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ. Situační a výhledová zpráva: mléko. 2020. Praha: Ministerstvo zemědělství. ISBN: 978-80-7434-580-7

OECD-FAO Agricultural Outlook 2020-2029. Food and Agriculture Organization of the United Nations. ISBN 978-92-64-31767-3

USDA. Dairy and Products Annual — FAS Europe. 2020.

Dairy-and-Products-Annual\_Warsaw\_European-Union\_10-15-2020.pdf

---

## Předběžný termín obhajoby

2022/23 ZS – PEF

## Vedoucí práce

Ing. Jana Köppelová, Ph.D.

## Garantující pracoviště

Katedra statistiky

Elektronicky schváleno dne 8. 9. 2021

**prof. Ing. Libuše Svatošová, CSc.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 19. 10. 2021

**Ing. Martin Pelikán, Ph.D.**

Děkan

V Praze dne 29. 11. 2022

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Statistická analýza vývojových tendencí ve spotřebě mléka a mléčných výrobků" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucí diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne datum odevzdání

\_\_\_\_\_

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucí mé diplomové práce Ing. Janě Köppelové, Ph.D. za trpělivost a odborné rady, které mi byly velice nápomocné při vypracování dané práce. Dále chci poděkovat rodině za podporu během studia.

# Statistická analýza vývojových tendencí ve spotřebě mléka a mléčných výrobků

## Abstrakt

Diplomová práce se zabývá hodnocením vývoje spotřeby mléka a mléčných výrobků v České republice v období od 1989 do roku 2019. V teoretické části se práce věnuje nejen vymezení základních souvisejících pojmů, ale také například významu mléčných výrobků v lidské výživě. V analytické části práce jsou s využitím metod analýzy časových řad popsány vývojové tendence vybraných ukazatelů z dané oblasti, a za pomoci vhodných modelů časových řad pak zkonstruována předpověď vývoje budoucího pro roky 2020 až 2024.

Na základě analýzy uplynulého vývoje časových řad bylo zjištěno, že mezi lety 1989-2019 klesla spotřeba u poloviny zkoumaných mléčných výrobků. Výjimku tvořily hodnoty spotřeb tvarohu a přírodních sýrů.

Výsledky práce naznačují konstantní spotřebu konzumního mléka až do roku 2024. Mírný pokles lze očekávat u spotřeby tavených sýrů. Naopak rostoucí tendence je predikována u časové řady přírodních sýrů stejně jako u tvarohu. Pokud vezmeme v potaz aktuální data pro rok 2020 a srovnáme s predikovanými hodnotami, tak jsou předpovědi reálné. Výjimkou je časová řada spotřeby konzumního mléka, kde je předpovězen konstantní trend, dle analýzy dat z toho roku půjde spíše o mírný růst.

**Klíčová slova:** časová řada, modely časových řad, trend, predikce, spotřeba, mléko a mléčné výrobky, potravinová soběstačnost

# Statistical analysis of development trends in the consumption of milk and dairy products

## Abstract

The diploma thesis deals with the evaluation of the development of the consumption of milk and dairy products in the Czech Republic between 1989 and 2019. In the theoretical part, the thesis focuses not only on the definition of basic related terms, but also discuss the importance of dairy products in human nutrition. In the analytical part, time series analysis methods are used for predicting the development tendencies of selected indicators from the given area. The forecast of future development between years 2020 and 2024 is constructed using selected time series models.

Based on the past data analysis of consumption, it was found that between 1989 and 2019 the consumption of half of the examined dairy products decreased. The exception is consumption of curd cheese and natural cheeses.

The results of the work indicate a constant consumption of drinking milk until 2024. A slight decrease can be expected in the consumption of processed cheese. On the contrary, an increasing tendency is predicted for the time series of natural cheese as well as curd cheese. If we consider the current data for 2020 and compare it with the predicted values, then the predictions are realistic. The exception is drinking milk consumption, where a constant trend is predicted. According to the analysis of the data from year 2020, we can expect rather moderate growth for drinking milk consumption.

**Keywords:** time series, time series models, trend, prediction, consumption, milk and dairy products, food self-sufficiency



# Obsah

<b>1. Úvod</b> .....	<b>12</b>
<b>2. Cíl práce a metodika</b> .....	<b>13</b>
2.1. Cíl práce.....	13
2.2. Metodika práce .....	13
2.2.1. Časové řady a jejich dělení .....	13
2.2.2. Základní charakteristiky časové řady .....	16
2.3. Přístupy k analýze a modelování jednorozměrných časových řad .....	19
2.3.1. Dekompozice časových řad – jednorozměrná analýza časových řad .....	20
2.3.2. Adaptivní modely .....	25
2.3.3. Box-Jenkinsonova metodologie .....	26
2.3.4. Modely Boxova-Jenkinsonova metodologie .....	28
2.3.5. Kritéria pro volbu modelu trendu.....	30
2.3.6. Předpovědi v časových řadách .....	31
2.5. Začátky existence společnosti SAS Institute Inc. ....	33
<b>3. Teoretická východiska</b> .....	<b>35</b>
3.1. Vymezení základních pojmů .....	35
3.2. Mléko a jeho složení .....	41
3.2.1. Klasifikace mléka .....	43
3.2.2. Mléčné výrobky .....	44
3.3. Potravinová soběstačnost .....	49
3.3.1. Měření potravinové soběstačnosti .....	50
3.3.2. Mléčná soběstačnost v ČR .....	51
3.4. Školní mléko.....	53
<b>4. Vlastní práce</b> .....	<b>55</b>
4.1. Analýza vývoje mléka a mléčných výrobků .....	56
4.1.1. Spotřeba mléka.....	56
4.1.2. Spotřeba sýrů.....	59
4.1.3. Spotřeba tvarohů .....	62
4.1.4. Spotřeba mléčných konzerv .....	64
4.1.5. Spotřeba tavených sýrů .....	66
4.1.6. Spotřeba přírodních sýrů .....	69
<b>Zhodnocení výsledků</b> .....	<b>72</b>
<b>Závěr</b> .....	<b>75</b>

## Seznam obrázků

Obrázek 1: Složení kravského mléka .....	41
Obrázek 2: Rozdělení sýrů dle výrobního postupu .....	47
Obrázek 3: Schéma soběstačnosti.....	49

## Seznam grafů

Graf 1: Soběstačnost mléka a mléčných výrobku v hodnotě mléka (bez másla), sýrů, tvarohu másla.....	52
Graf 2: Vývoj spotřeby konzumního mléka v ČR v kg na osobu za rok v letech 1989–2019 .....	56
Graf 3: Grafické znázornění intervalové a bodové prognózy pro spotřebu konzumního mléka na budoucích 5let.....	58
Graf 4: Vývoj spotřeby sýrů v ČR v kg na osobu za rok v letech 1989–2019 .....	59
Graf 5: Grafické znázornění intervalové a bodové prognózy pro spotřebu sýrů na budoucích 5 let .....	61
Graf 6: Vývoj spotřeby tvarohů v ČR v kg na osobu za rok v letech 1989–2019.....	62
Graf 7 : Grafické znázornění intervalové a bodové prognózy pro spotřebu tvarohů na budoucích 5 let .....	63
Graf 8 : Vývoj spotřeby mléčných konzerv v ČR v kg na osobu za rok v letech 1989–2019 .....	64
Graf 9: Vývoj spotřeby tavených sýrů v ČR v kg na osobu za rok v letech 1989–2019 .....	66
Graf 10 : Grafické znázornění intervalové a bodové prognózy pro spotřebu tavených sýrů na budoucích 5 let.....	68
Graf 11: Vývoj spotřeby přírodních sýrů v ČR v kg na osobu za rok v letech 1989–2019 .....	69
Graf 12: Grafické znázornění intervalové a bodové prognózy pro spotřebu přírodních sýrů na budoucích 5 let.....	71

## Seznam tabulek

Tabulka 1: Vhodné modely pro analýzu spotřeby konzumního mléka včetně hodnot MAPE.....	57
Tabulka 2 : Vhodné modely pro analýzu spotřeby sýrů včetně hodnot MAPE.....	60
Tabulka 3 : Vhodné modely pro analýzu spotřeby tvarohů včetně hodnot MAPE .....	63
Tabulka 4: Vhodné modely pro analýzu spotřeby mléčných konzerv včetně hodnot MAPE.....	65
Tabulka 5 : Vhodné modely pro analýzu spotřeby tavených sýrů včetně hodnot MAPE .....	67
Tabulka 6 : Vhodné modely pro analýzu spotřeby přírodních sýrů včetně hodnot MAPE.....	70

## Seznam použitých zkratk

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations – Organizace pro výživu a zemědělství Spojených národů

ILO – Mezinárodní organizace práce

NCSU – North Carolina State University

## 1. Úvod

Mléko a mléčné výrobky patří již několik století k základním potravinám lidstva. Mléko a mléčné výrobky dnes lze najít v různých formách a jsou nenahraditelnou součástí naší výživy. Mléko potřebují nejen děti ale i dospělí, protože mléko obsahuje vápník a působí jako prevence proti osteoporóze kostí. O mléku a o živinách zastoupených v něm a jejich prospěšnosti pro zdraví populace je publikována spousta knih, časopisů a apod. Přesto si lidé kladou nové a nové dotazy ohledně mléka a dalších mléčných výrobků. I přes rozvinuté komunikační technologie se stále šíří dezinformace a mýty, které jsou spojené s konzumací mléka, tavených sýrů, jogurtů a ostatních mléčných výrobků, a to vše ovlivňuje jejich spotřebu. Lidé se do teď zabírají otázkou, zda mléko je prospěšné pro zdraví. Možnou příčinou existujících mýtů a dezinformací by mohl být například konkurenční boj mezi různými firmami, které vyrábí potraviny. Kvůli nepřehledné nabídce mléčných výrobků se spotřebitelé nedokáží zorientovat a posoudit, který výrobek je lepší.

Ve spotřebě mléka a mléčných výrobků došlo v posledních letech k velkým změnám. Změny jsou způsobené převážně tím, že se na trh každoročně uvádějí nové a nové výrobky, vzrůstá zájem o zdravý životní styl, mysl člověka je ovlivněna reklamou a propagací a také se mění preference a zvyky lidí.

Tato práce si dává za cíl nejprve zanalyzovat vývoj spotřeby mléka a mléčných výrobků v letech 1989-2019. Důvodem této analýzy je lepší pochopení trendů a významných změn ve spotřebě a následné využití získaných poznatků pro zpřesnění predikcí na další roky, které jsou v práci konstruovány. Tyto poznatky lze využít pro případnou úpravu plánování produkce mléka.

## 2. Cíl práce a metodika

### 2.1. Cíl práce

Hlavním cílem diplomové práce je popis vývojových tendencí ve spotřebě mléka a vybraných mléčných výrobků v České republice v letech 1989–2019. Kromě popisu uplynulého vývoje budou konstruovány předpovědi budoucího vývoje pro rok 2020 až 2024 pomocí vhodných extrapolačních modelů. Vlastní analýze jsou podrobeny ukazatele spotřeby konzumního mléka, sýra, tvarohu, tavených a přírodních sýrů. Součástí práce je srovnání předpovědí spotřeby mléka a vybraných mléčných výrobků za rok 2020 se skutečnou spotřebou v daném roce, pro zhodnocení přesnosti prognóz.

### 2.2. Metodika práce

#### 2.2.1. Časové řady a jejich dělení

Budíková a kol. (2010, s. 259) uvádí, že pod pojmem **časová řada** se rozumí věcně a prostorově srovnatelné hodnoty pozorování (měření) jisté veličiny (ukazatele), které jsou jednoznačně uspořádány ve směru minulost – současnost. Časovou řadu s počtem pozorování  $n$  lze zapsat jako posloupnost  $y_1, y_2, \dots, y_n$  v čase  $t_1, t_2, \dots, t_n$ , neboli  $y_i$  v čase  $t_i$ , kde  $t_i = t_1 + (i-1) \Delta t_i, i=1, \dots, n$ . Hodnota  $\Delta t_i$  je délka časového kroku pozorování. Krokem může být hodina, den, měsíc, čtvrtletí, rok, atd.

Časové řady je možné dělit dle různých hledisek (Hindls, 2000, s. 91):

- podle časového hlediska na **časové řady okamžikové** a na **časové řady intervalové**. U okamžikových časových řad se sleduje hodnota ukazatele v daném časovém okamžiku  $t$ . Součet za několik po sobě jdoucích hodnot nedává reálný smysl, proto se neprovádí. Pro shrnutí ukazatelů se používají dvě formy chronologického průměru – prostý a vážený. U intervalových časových řad velikost ukazatele  $y$  závisí na celém intervalu, za který je sledován. Údaje řad intervalových lze znovu sčítat a pro jejich shrnutí se používá aritmetického průměru. I u intervalových časových řad se může počítat průměr prostou nebo váženou formou. Prostý aritmetický průměr se používá,

pokud jsou intervaly stejně dlouhé, a v případě nestejně dlouhých intervalů – vážený aritmetický průměr.

Dále se časové řady dělí dle délky intervalu na (Hindls, 2000, s. 89):

- **krátkodobé** – interval zjišťování údajů v časové řadě je kratší než jeden rok (čtvrtletní, měsíční, denní časový úsek)
- **roční** – periodičita zjišťovaných údajů je rovna jednomu roku a
- **dlouhodobé** – periodičita zjišťovaných údajů je delší než 1 rok.

Dané dělení je velice významné pro zkoumání sezonních vlivů, které se můžou objevit v krátkodobé časové řadě nebo trendů v dlouhodobé časové řadě.

Podle druhu sledovaných ukazatelů na (Hindls, 2000, s. 92):

- **primární** – analyzují původní data (např. daňové záznamy, sčítání lidu)
- **sekundární** – odvozené od primárních (např. cash flow).

Podle způsobu jednotkového vyjádření ukazatelů na:

- **naturální** – data časové řady jsou vyjádřené v jiných časových jednotkách než peněžních (např. kusy, kilogramy, litry)
- **peněžní ukazatele** – data časové řady jsou v peněžních jednotkách (např. Kč, PLN, USD).

Při vlastní analýze časových řad je bohužel možné narazit na různé problémy, jako je například (Cipra 2008, s. 229–231):

- problém s volbou časových okamžiků pozorování
- problém s délkou časové řady
- problém spojený s kalendářem
- problém s nesrovnalostí jednotlivých měření

### **Problém s volbou časových okamžiků pozorování**

Cipra (2008, s. 229) časové řady tvořené pozorováními v určitých nespojitých časových okamžicích, tzv. diskrétní časové řady, mají možnost vzniknout třemi možnými způsoby. První způsob – diskrétnost vychází z jejich povahy, druhý způsob – využívá diskretizace spojitě

časové řady, třetí způsob – hodnoty za sledované časové období se akumulují nebo průměrují.

Může se stát, že v některých případech nebude možnost volby časových okamžiků pozorování. Pokud však možnost volby existuje, musí se této volbě věnovat patřičná péče a je doporučeno hledání kompromisního řešení.

### **Problém s délkou časové řady**

Kvasnička (2001, s. 17) obecně plátí, že čím je větší délka časové řady, tím pak bude přesnější vypovídací hodnota výpočtu. Příliš krátké, nebo příliš dlouhé časové řady mohou zkreslit konečný výsledek. Proto na začátku je důležité vybrat správný počet měření, které budou zahrnuté do výpočtů. Nedoporučuji se krátké řady, jelikož nemusí postihnout reálný trend budoucího vývoje. Příliš dlouhé řady mohou obsahovat nežádoucí vlivy. Při odhadnutí délky časové řady se má brát potaz na danou situaci a okolnosti k ní připadající.

### **Problém spojený s kalendářem**

Mezi problémy spojené s kalendářem, které mohou nastat při analýze časových řad, patří (Cipra, 2000, s. 229, 230):

- různá délka kalendářních měsíců;
- čtyři nebo pět víkendů v měsíci;
- různý počet pracovních dnů v měsíci;
- pohyblivé svátky (např. Velikonoce).

Křivý (2012, s. 12) pokud nastane jeden z takových případů je vhodné zavést tzv. „standardní měsíc“, který má 30 dnů nebo standardní počet pracovních dnů v měsíci, nebo použít kvartální data namísto měsíčních.

### **Problém s nesrovnalostí jednotlivých měření**

Cipra (2008, s. 230) daný problém může být spojen s nesrovnalostí měření na začátku a na konci delší časové řady např. z důvodu růstu inflaci nebo z důvodu pokroku v technologiích, kdy nelze srovnat výsledky výroby z minulého století s dnešními.

## 2.2.2. Základní charakteristiky časové řady

### Popisné charakteristiky

Pro získání informací o chování časových řad slouží základní popisné charakteristiky. Pokud se spolu s elementárními charakteristikami použijí grafy, lze získat orientační představu o charakteru časové řady.

### Charakteristiky polohy

Budíková a kol. (2010, s. 261) při výpočtu průměru se musí zohlednit, zda je časová řada intervalová nebo okamžiková.

- **Prostý aritmetický průměr intervalové časové řady:**

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i, \quad (1,1)$$

kde  $y_1, y_2, \dots, y_n$  jsou hodnoty časové řady.

- **Vážený aritmetický průměr intervalové časové řady, který se používá při nesčetně dlouhých intervalech:**

$$\bar{y} = \frac{\sum_{t=1}^n v_t y_t}{\sum_{t=1}^n v_t}, \quad (1,2)$$

kde  $v_t$  je váha ukazatele  $y_t$  v čase  $t$ .

- **Prostý chronologický průměr okamžikové časové řady:**

$$\bar{y} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=2}^n \frac{y_{i-1} + y_i}{2} = \frac{1}{n-1} \left( \frac{y_1}{2} + \sum_{i=2}^{n-1} y_i + \frac{y_n}{2} \right), \quad (1,3)$$

kde  $y_1, y_2, \dots, y_n$  jsou hodnoty časové řady.

Pokud krok  $\Delta t$  není konstantní, tzn.  $\Delta t_i = t_i - t_{i-1}$ ,  $i = 2, \dots, n$ , není konstantní, pak se používá vážený chronologický průměr.

- **Vážený chronologický průměr okamžikové časové řady:**

$$\bar{y} = \frac{1}{\sum_{i=2}^n \Delta t_i} \sum_{i=2}^n \frac{y_{i-1} + y_i}{2} \Delta t_i, \quad (1,4)$$

kde  $\Delta t_i = t_i - t_{i-1}$ ,  $i = 2, \dots, n$ .



## Míry dynamiky

Míry dynamiky umožňují charakterizovat základní rysy chování časové řady. Základní charakteristiky popisující dynamiku vývoje je možné rozdělit na absolutní a relativní. Mezi absolutní charakteristiky se řadí absolutní diference různého řádu a průměrná absolutní diference (Budíková a kol. 2010, s. 262):

- **Absolutní přírůstek/úbytek neboli první absolutní diference, charakterizuje absolutní změnu hodnoty ukazatele v časovém okamžiku  $t$  oproti období  $(t-1)$ :**

$$\Delta y_t = y_t - y_{t-1} \quad (1,5)$$

Jinými slovy vyjadřuje o kolik se změnila časová řada mezi jednotlivými po sobě jdoucími okamžiky.

- **Druhá absolutní diference:**

$$\Delta^{(2)} y_t = \Delta y_t - \Delta y_{t-1} = y_t - 2y_{t-1} + y_{t-2}, t = 3, \dots, n \text{ atd.} \quad (1,6)$$

Vyjadřuje zrychlení, či zpomalení vývoje v časové řadě.

- **Průměrný absolutní přírůstek:**

$$\bar{\Delta} = \frac{\sum_{t=2}^n \Delta y_t}{n-1} = \frac{y_n - y_1}{n-1} \quad (1,7)$$

Podává informaci o kolik se průměrně změnila časová řada za období mezi dvěma měřeními během celého sledovaného období.

Mezi relativní charakteristiky časových řad patří koeficienty/tempa růstu a průměrný koeficient/tempo růstu

- **Koeficient růstu**

$$k_t = \frac{y_t}{y_{t-1}}, \quad (1,8)$$

kde  $t = 2, 3, \dots, n$ , udává kolikrát se změnila časová řada mezi jednotlivými okamžiky. Tato charakteristika bývá také označována jako řetězový index. Pokud je vyjádřena v procentech, mluví se o tempu růstu.

- ***Průměrný koeficient růstu***

$$\bar{k} = \sqrt[n-1]{\frac{y_n}{y_1}} \quad (1,9)$$

Udává kolikrát se průměrně změnila časová řada za období mezi dvěma měřeními během celého sledovaného období. Má smysl ji použít jen tehdy, když časová řada vykazuje monotónní vývoj. Pokud časová řada nemá ve sledovaném období monotónní vývoj a vykazuje výrazné výkyvy, je nutné vypočítat několik průměrných koeficientů růstu pro jednotlivá období, ve kterých je zaznamenán monotónní vývoj sledovaného ukazatele. Pokud je průměrný koeficient růstu vyjádřen v procentech nazývá se průměrným tempem růstu.

- ***Bazický index***

$$b_i = \frac{y_i}{y_0}, \quad (2)$$

kde  $y_0$  je bazická hodnota, tzn. konkrétní rok podle kterého se porovnávají ostatní hodnoty ukazatele –  $y_i$ . Jako báze, ve většině případu je vybrán první rok zkoumaného období.

## 2.3. Přístupy k analýze a modelování jednorozměrných časových řad

### Cíl analýzy časových řad

Hindls (2007 s. 254) cílem analýzy časových řad je získání představy o charakteru procesu, který řada reprezentuje a popis dynamiky uplynulého vývoje sledovaných ukazatelů (interpolace) nebo predikce vývoje budoucího (extrapolace). Pro grafické znázornění průběhu časové řady je často používán spojnicový nebo sloupcový graf. K samotnému popisu se používají jak statické, tak i dynamické charakteristiky.

K modelování časové řady existuje několik přístupů. Jednotlivé přístupy se od sebe odlišují podle toho, zda zahrnují náhodné vlivy do modelu či nikoliv. V dané kapitole bude pozornost soustředěna na základní „klasické“ metody analýzy časových řad, které předpokládají, že vývoj časových řad je ovlivňován pouze časovým faktorem.

Východiskem bude jednorozměrný model (Hindls, 2007 s. 254):

$$y_t = f(t, \varepsilon_t), \quad (2,1)$$

kde  $y_t$  je hodnota modelovaného ukazatele v čase  $t$ ,  $t$  je časová proměnná, nabývající hodnot  $t=1, 2, \dots, n$  a  $\varepsilon_t$  hodnota náhodné složky v čase  $t$ .

K základním metodám jednorozměrného modelu analýzy časových řad patří:

- **Průzkumová analýza časových řad**

Cílem průzkumové analýzy je zjištění zajímavostí, zvláštností, případně odhalení nedostatků ve zpracovávaných datech a dále pak posouzení splnění předpokladů nutných pro jejich následné statistické zpracování.

- **Dekompozice časových řad**

Dekompozicí časové řady se rozumí proces rozkladu časové řady na jednotlivé složky. Pracuje se systematickými složkami časové řady: trendovou, sezonní a cyklickou. Přičemž jednotlivá pozorování mají být navzájem nekorelována. Matematickým nástrojem při dekompozici časové řady je regresní analýza (Křivý, 2012, s. 12).

- **Boxova-Jenkinsova metodologie**

Hindls (2007 s. 255) těžištěm Boxovy-Jenkinsovy metodologie je analýza náhodné složky. Boxova-Jenkinsova metodologie považuje náhodnou (reziduální) složku za základní při konstrukci modelu časových řad. Náhodná složka může být tvořena korelovanými (závislými) náhodnými veličinami.

- **Spektrální analýza časových řad**

Křivý (2012, s. 15) v spektrální analýze časová řada se považuje za nekonečnou lineární kombinaci sinusových a kosinusových křivek s různými amplitudami a frekvencemi. Pomocí speciálních statistických nástrojů – tzv. periodogramů – lze získat představu o intenzitě zastoupení jednotlivých frekvencí v časové řadě. Ve spektrální analýze časových řad se často používají **Fourierovy analýzy**.

### 2.3.1. Dekompozice časových řad – jednorozměrná analýza časových řad

Hindls a kol. (2000, s. 96) dekompozice časové řady náleží k přístupům analýzy jednorozměrných časových řad a popisuje pouze pohyb časové řady. Podle daného modelu časová řada může obsahovat 4 složky časového pohybu, přičemž současná existence všech 4 složek není nutná.

Těmito zmiňovanými složkami časové řady jsou:

- trend ( $T_t$ )
- sezonní složka ( $S_t$ )
- cyklická složka ( $C_t$ )
- náhodná složka ( $\varepsilon_t$ )

Existují dva způsoby rozkladu/dekompozice, a to (Cipra, 2008 s. 233-234):

- aditivní

$$y_t = T_t + S_t + C_t + \varepsilon_t \quad (2,2)$$

- a multiplikativní, která je založena na předpokladu, že jednotlivé složky obsažené v modelu se vzájemně násobí

$$y_t = T_t \cdot S_t \cdot C_t \cdot \varepsilon_t \quad (2,3)$$

Pomocí logaritmické transformace lze multiplikativní model převést na aditivní model.

Aditivní dekompozice je vhodná, pokud variabilita hodnot časové řady je přibližně konstantní a multiplikativní, pokud variabilita v čase roste nebo se mění (Hančlová, 2003, s. 15).

### **Sezonní složka**

Hindls (2000, s. 96) časová řada obsahující sezonní složku obsahuje údaje shromážděné s kratší než roční periodicitou, tedy objevuje se v krátkodobých časových řadách. Pod pojmem sezonní složka se rozumí odchylka, která se pravidelně opakuje od dlouhodobé vývojové tendence sledovaného ukazatele. Periodicita sezónní odchylky je kratší než jeden rok nebo právě rovna jednomu roku. Sezonní složku nejčastěji lze pozorovat v odvětvích, kde se události odvíjí v závislosti na počasí a změně ročních období (zemědělství, stavebnictví a td).

### **Cyklická složka**

Hančlová (2003, s.13) cyklickou složku lze najít v dlouhodobé časové řadě. Tato složka způsobuje pravidelné kolísání okolo trendu s periodicitou delší než 1 rok. Může se jednat o cyklus ekonomický, demografický nebo inovační.

### **Náhodná složka**

Hančlová (2003, s. 13) náhodná složka (reziduální) představuje často nekontrolovatelné vlivy nezahrnuté v modelu. Mohou to být chyby při měření, výpočtech či zaokrouhlování. Na základě přítomnosti/nepřítomnosti periodické složky v časové řadě lze časové řady rozdělit na neperiodické a periodické.

### **Trendová složka**

Hlavním úkolem analýzy neperiodických časových řad je vystižení trendu. Hindls (2000 s. 95) trend je dlouhodobá tendence ve vývoji hodnot zkoumaného ukazatele. Trend může být:

- rostoucí,
- klesající
- konstantní

(Hančlová, 2003, s. 11) při zkoumání trendu v časové řadě, je nutné „očistit“ hodnoty časové řady od ostatních vlivů, které danou vývojovou tendenci zkreslují. Očištění hodnot se provádí takzvaným vyrovnáváním časové řady.

**Popsat trend v časových řadách lze (Artl, 2002 s. 21):**

- a) graficky pomocí spojnicového grafu a pomocí některých základních charakteristik
- b) mechanicky nejčastěji pomocí klouzavých průměrů nebo
- c) analyticky pomocí vhodných matematických modelů neboli trendových funkcí.

**Graficky**

Hančlová (2003, s. 19) při popisu trendu lze použít některé z elementárních charakteristik časové řady. Vychází se z předpokládaných vlastností trendové funkce vyplývajících z teoretického rozboru. Podle toho, jak vypadají základní charakteristiky, lze předběžně usoudit jaký trend z klasických formálních modelů by mohl být pro popis dané časové řady vhodný. Při grafickém popisu spolu s elementárními charakteristikami lze odhalit jen nejjednodušší modely (lineární, kvadratický, exponenciální, mocninový atd.). Pokud jsou (Cipra, 2008 s. 274):

- první absolutní diference přibližně konstantní – pak naznačují využití lineární trendové funkce
- druhé absolutní diference přibližně konstantní – pak naznačují využití kvadratické trendové funkce
- koeficienty růstu přibližně konstantní – pak je možné využít exponenciální trendovou funkci nebo
- pokud se křivka prvních absolutních diferencí podobá křivce hustoty normálního rozdělení – pak to naznačuje možnost využití logistické trendové funkce.

Pro předběžnou analýzu dat je důležité grafické zobrazení ukazatele shromážděného v časové řadě, které může pomoci k výběru lepšího modelu i k většímu porozumění vztahů mezi daty.

**Grafické metody analýzy časových řad (Köppelová s. 17):**

- grafy jedné a více časových dat,
- grafy průzkumové analýzy časových řad (boxplot, stem-and-leaf plot, QQplot a další),

- grafy sloužící pro identifikaci, testování a modelování složek časových řad, kam patří korelogram, periodogram či kumulovaný periodogram.

Při hledání trendu může usnadnit jeho výběr analýza jednoduchého spojnicového grafu a některých základních charakteristik časové řady.

### **Mechanické vyrovnávání časové řady**

Popsat trend lze také pomocí klouzavých průměrů. Daná metoda spočívá v nahrazení skutečných hodnot časové řady průměrem z určitého počtu po sobě jdoucích hodnot. Trend v krátkých časových úsecích se odhaduje průměrem několika sousedních pozorování.

Postup je následující: například při ročních údajích se volí 3-letý klouzavý průměr z cílem vyloučit tříleté pravidelnosti, u měsíčních časových řadách se volí dvanáctiměsíční klouzavé průměry, u čtvrtletních časových řad je nejvhodnější použít klouzavý průměr 4 sousedních pozorování.

### **Analytické vyrovnávání časové řady**

Spočívá v popisu trendu pomocí vhodné matematické neboli trendové funkce. Patří ke klasickým formálním způsobům popisu trendu časové řady. Při analytickém vyrovnávání pomocí formálních trendových modelů se přiřazují všem hodnotám časové řady stejné váhy. Interpretace výsledků je jednoduchá. V případě mnoha reálných ekonomických časových řad bohužel není možné k popisu trendu použít jednu matematickou funkci s konstantními parametry.

Nabídka trendových funkcí je rozmanitá. Mezi nejjednodušší trendové funkce, které prezentují časové řady patří (Svatošová, Kába, 2014, s. 44):

- **Lineární**

$$T_t = a + b \cdot t, \quad (2,4)$$

kde  $a$  a  $b$  jsou neznámé parametry a  $t=1, 2, \dots, n$  je časová proměnná

- **Kvadratická**

$$T_t = a + b \cdot t + c \cdot t^2, \quad (2,5)$$

kde  $a$ ,  $b$  a  $c$  jsou neznámé parametry a  $t=1, 2, \dots, n$  je časová proměnná. Kvadratická trendová funkce je použitelná v případě, kdy jsou druhé absolutní diference přibližně konstantní.

- **Logaritmická**

$$T_t = a + b \cdot \log t \quad (2,6)$$

- **Exponenciální**

$$T_t = a \cdot b^t, \quad (2,7)$$

kde  $a$  a  $b$  jsou neznámé parametry,  $t=1, 2, \dots, n$  je časová proměnná. Přičemž  $b > 0$  a je to takzvaný koeficient růstu.

- **Mocninná**

$$T_t = a \cdot t^b \quad (2,8)$$

- **Odmocniná**

$$T_t = a + b \cdot \sqrt{t} \quad (2,9)$$

Od trendových funkcí se především vyžaduje, aby byly z matematického hlediska jednoduché, tzn. (Svatošova a Kába 2016, s. 44):

- minimální počet členů v rovnici,
- minimální možná mocnina argumentu,
- aby funkce byla lineární v parametrech,
- spojitost a
- co nejmenší počet extrémů a inflexních bodů.

Při modelování poskytují tyto jednoduché modely dobré výsledky pouze v případě, když popísaná časová řada vykazuje permanentní deterministickou složku a není výrazně ovlivňovaná náhodnými fluktuacemi. Neuvažuje se o změně vnějších podmínek. Z toho důvodu je vhodné přistoupit k využití modelů ze skupiny adaptivních modelů.



### 2.3.2. Adaptivní modely

Adaptivní modely trend odhadují pomocí lineární kombinace všech minulých pozorování v časové řadě a náleží k modelům s proměnlivými parametry. Köppelová (2019 s. 22) pro predikci budoucího vývoje jsou u adaptivních modelů nejvýznamnější nejnovější pozorování časové řady. Z toho důvodu jsou k těmto pozorování přiřazeny největší váhy. Starší pozorování se vyřazují ze zkoumání, nebo se jim přiřazují menší váhy v porovnání s novějšími hodnotami. Systém vah je tvořen pomocí tzv. vyrovnávacích konstant. Tyto konstanty nabývají hodnot z intervalu  $\langle 0, 1 \rangle$ . Pokud se hodnota vyrovnávací konstanty blíží k 1, potom můžeme předpokládat, že chování časové řady nebo některé z jejích složek se výrazně mění. Blíží-li se hodnota 0, jsou změny časové řady spíše mírné. V rámci systému vah definujeme vyrovnávací konstanty úrovně ( $\alpha$ ), trendu ( $\gamma$ ) a sezónní složky ( $\delta$ ). Optimální hodnoty těchto konstant jsou nejčastěji odhadnuty pomocí Mean Square Error (MSE). Odhad hodnot vyrovnávacích konstant se v systému SAS provádí automaticky.

#### **Brownovy modely**

Souček (2006, s. 181-182) podtřídou adaptivních modelů jsou Brownovy modely exponenciálního vyrovnávání. S využitím těchto modelů lze odhadnout trend pomocí lineární kombinace všech dosavadních pozorování časové řady s tím, že se bere zřetel na stáří informací, tzn. čím je hodnota pozorování starší, tím menší váhu má (váhy dřívějších pozorování směrem do minulosti exponenciálně klesají). Daný model exponenciálního vyrovnávání využívá pouze jednu vyrovnávací konstantu – úrovně  $\alpha$  z intervalu  $(0;1)$ .

Podle chování trendu v krátkých úsecích časové řady lze rozlišit 3 základní varianty Brownových modelů:

- jednoduché Brownovo exponenciální vyrovnávání (simple exponential smoothing), kde trend se v krátkých úsecích považuje za konstantní,
- dvojitě Brownovo exponenciální vyrovnávání (double exponential smoothing), kde trend v krátkých úsecích je modelován pomocí lineární trendové funkce a

- trojité Brownovo exponenciální vyrovnávání (triple exponential smoothing), kde lze trend v krátkých úsecích modelovat pomocí kvadratické trendové funkce.

Mezi další modely exponenciálního vyrovnávání náleží např. *Holtův model exponenciálního vyrovnávání*, který se využívá v případě, kdy se v časové řadě pozoruje výrazný trend. V daném modelu se využívá dvou vyrovnávacích konstant –  $\alpha$  (úrovně) a  $\gamma$  (trendu). *Model exponenciálního vyrovnávání s tlumením lineárním trendem* – představuje zdokonalení adaptivních modelů pro neperiodické časové řady. Tlumení trendu se projeví redukcí trendových hodnot ve vztahu k horizontu předpovědi. Model má dvě vyrovnávací konstanty –  $\alpha$  a  $\gamma$ .

Cipra (2008, s. 305) *Wintersův model exponenciálního vyrovnávání sezonních časových řad* se aplikuje na krátkodobé časové řady se sezonní složkou. Co se týče vyrovnávacích konstant, tak je zde přítomna jak konstanta úrovně  $\alpha$ , tak konstanta trendu  $\gamma$  a konstanta  $\delta$ , která slouží k modelování chování sezonní složky.

### 2.3.3. Box-Jenkinsonova metodologie

Cipra (2008, s. 235) Boxova-Jenkinsonova metodologie je pojmenovaná podle zakladatelů George Boxe a Gwilyma Jenkinse. Byla publikována v práci *Time series analysis, forecasting and control* v 70. letech 20. století. Hindls (2000, s. 96) tato metodologie považuje náhodnou (rezi-duální) složku za základní prvek při konstrukci modelu časových řad. Předpokladem je, že časová řada je slabě stacionární. Náhodná složka může být tvořena korelovanými (závislými) náhodnými veličinami. Tato metodologie umožňuje modelovat časové řady s trendovou a zároveň sezonní složkou. Časová řada má v tomto pojetí stochastický, tedy náhodný charakter. Na základě stochastického chování lze modelovat systematickosti reziduální složky. Hlavní důraz je kladen na korelační analýzu. Pro lepší pochopení práce s modely Boxovy-Jenkinsonovy metodologie je nutné si vymezit několik základních pojmů.

#### **Stacionarita**

Cipra (2008, s. 328) pod pojmem stacionarita, se rozumí požadavek, aby náhodný proces měl konstantní střední hodnotu, konstantní rozptyl a aby pro kovariance platilo:

$$\text{cov}(y_s, y_t) = \text{cov}(y_{s+h}, y_{t+h}), \quad (3,1)$$

kde  $h \in \mathbb{N}$  je libovolně volené zpoždění. Křivý (2012, s. 81) daný vztah klade podmínku, aby závislost mezi dvěma libovolnými pozorováními závisela na jejich časové vzdálenosti, a ne na časovém umístění v řadě.

### **Autokovarianční funkce posloupnosti a autokorelační funkce**

Pro úplné pochopení této metodologie je nutno definovat funkci  $r_k$ ,  $k = 0, 1, \dots$ , která se nazývá **autokovarianční funkce posloupnosti**. Cipra (2008, s. 330) první člen  $c_0$  označuje rozptyl posloupnosti. Ten je konstantní v čase. Vydělením autokovarianční funkce rozptylem obdržíme

tzv. autokorelační funkci  $r_k = \frac{c_k}{c_0}$ .

### **Parciální autokorelační funkce**

Dalším důležitým pojmem je **parciální autokorelační funkce** časové řady  $y_n$  pro zpoždění  $k$  představuje závislost mezi dvěma vzorky časové řady  $y_n$  a  $y_{(n-k)}$ , přičemž do této závislosti se nezapočítává lineární vliv vzorků ležících mezi nimi (Cipra, 2008 s. 331).

### **Bílý šum**

Modely Boxovy-Jenkinsovy metodologie lze také definovat pomocí procesu **bílého šumu**. Proces bílého šumu je stochastický (náhodný) proces, který musí splňovat následující předpoklady Cipra (2008, s. 347):

- střední hodnota je nulová
- rozptyl je konstantní
- hodnota autokovarianční funkce je nulová a
- autokorelační funkce a také parciální autokorelační funkce jsou nulové.

## **Výhody a nevýhody Boxovo-Jenkinsové metodologie**

**Výhody Boxovo-Jenkinsové metodologie** (Cipra, 2008, s. 327 - 328):

- Stochastické modely typu ARMA jsou velmi flexibilní na rozdíl od klasických formálních modelů a jsou použitelné i pro velmi obecné časové průběhy.

- V dnešní době existuje mnoho výkonných softwarů, které podporují Box-Jenkinsovou metodologii.
- Lze doložit velké množství povedených aplikací.

**Nevýhody Boxovo-Jenkinsové metodologie** (Cipra, 2008, s. 328):

- Časová řada má mít délku alespoň 50 pozorování.
- Bez počítače vybaveného potřebným softwarem daná metodologie je nerealizovatelná.
- Obtížnější interpretace modelů s větším počtem parametrů.

### 2.3.4 Modely Boxova-Jenkinsova metodologie

Cipra (2008, s. 235) Boxova-Jenkinsova metodologie pracuje s několika modely, z nichž úplně nejjednodušší model je model klouzavých průměru (MA) a je vhodný pro modelování časových řad v nichž jsou v podstatě všechna pozorování navzájem nekorelovaná až na bezprostředně sousední dvojice, a může být používán jak pro popis uplynulého vývoje, tak i pro popis budoucího vývoje u stacionárních časových řad. Kromě MA modelů se v této metodologii používají i modely autoregresní (AR), které vychází z předpokladu, že aktuální hodnota sledované časové řady je tvořena lineární kombinací určitého počtu předcházejících pozorování. Autoregresní model nepracuje se všemi hodnotami, ale pouze kombinuje určitý počet předcházejících pozorování. Kombinací autoregresního (AR) a modelu klouzavých průměrů (MA) vznikne smíšený model, který se označuje ARMA model. ARMA modely předpokládají stacionaritu časové řady. Časová řada je stacionární v tom případě, kdy její průměr a rozptyl jsou pro všechny body v čase konstantní. Pokud časová řada má například výrazný trend, tedy pokud ukazatel v čase pouze roste nebo klesá, jedná se již o časovou řadu nestacionární, neboť má rostoucí nebo klesající průměr. Dále časové řady obsahující sezonní složku také nejsou stacionární, protože tam se průměry mění v závislosti na té sezónnosti. ARMA modely s takovou časovou řadou pracovat neumí, a pokud se použijí, výsledky nebudou korektní. V takovém případě je potřeba tu nestacionaritu nějakým způsobem upravit. V rámci Boxovo-Jenkinsovo metodologie úpravu lze provést pomocí diferencování časové řady, což je tvorba diferencí sousedních hodnot v časové řadě. ARMA model se pak aplikuje na takto upravenou časovou řadu, a

už je označován jako integrovaný – Autoregressive integrated moving average (ARIMA) model. ARIMA model je použitelný již i pro nestacionární časové řady.

## AR model

Cipra (2008, s. 335) AR model neboli autoregresní proces řádu  $p$ , vrací časovou řadu na její vlastní minulé hodnoty. Nejjednodušším autoregresním modelem je autoregresní model prvního řádu (bylo provedené jen jednou diferencování), označován jako AR(1). Jednoduchý AR(1) model vyjadřuje časovou řadu jako:

$$Y_t = \varphi_1 y_{t-1} + \dots + \varphi_p y_{t-p} + \varepsilon_t, \quad (3,2)$$

kde  $\varphi_1, \dots, \varphi_p$  jsou parametry a  $\varphi_1 y_{t-1}$  je hodnota v čase  $t-1$  násobená váhou (autoregresním parametrem), a  $\varepsilon_t$  je náhodná složka (reziduum) - tzv. bílý šum s nulovou střední hodnotou a konstantním rozptylem.

## Model klouzavých součtu (MA)

Cipra (2008 s. 333) model klouzavých součtu (moving average) je jeden z běžných způsobů modelování časových řad. MA model je speciální případ a jedna z hlavních součástí ARMA a ARIMA modelů. Oproti AR modelu je MA model vždy stacionární. U MA modelů definujeme tzv. řád model  $q$ .

$$Y_t = \varepsilon_t + \Theta_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \Theta_q \varepsilon_{t-q}, \quad (3,3)$$

kde  $\Theta_1, \dots, \Theta_q$  jsou parametry modelu a  $\varepsilon_t$  a  $\varepsilon_{t-1}, \dots, \varepsilon_{t-q}$  je bílý šum.

## ARMA model

Cipra (2008, s. 337) ARMA model neboli smíšený proces řádu  $p$  a  $q$  obsahuje komponenty obou jednoduchých modelů – AR a MA modelu a má tvar:

$$Y_t = \varphi_1 y_{t-1} + \dots + \varphi_p y_{t-p} + \varepsilon_t + \Theta_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \Theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (3,4)$$

Nejjednodušší typ ARMA modelu je model prvního řádu ARMA(1, 1) který kombinuje dva procesy řádu 1.

V případě, že bylo nutno použít diferencování, aby se řada stala stacionární, pak je nutné na závěr řadu oddiferencovat neboli integrovat, dříve, než bude použita k předpovídání. V tomto případě se pracuje s modely integrovanými (ARI, IMA a ARIMA modely).

### 2.3.5 Kritéria pro volbu modelu trendu

Při modelování časové řady je velice důležité vybrat vhodnou trendovou funkci.

Často používanou metodou pro výběr trendové funkce je matematická metoda, která spočívá ve vypočtení indexu determinace:

$$I^2 = 1 - \frac{\sum_{t=1}^n (y_t - y'_t)^2}{\sum_{t=1}^n (y_t - \bar{y})^2} \quad (3,5)$$

Artl (2002 s. 29) index determinace nabývá hodnot z intervalu  $\langle 0,1 \rangle$ . Čím větší je jeho hodnota, tím vhodnější je daný model pro popis vývoje trendu sledovaného ukazatele. Toto platí jen v případě, kdy funkce časové řady nevykazuje větší množství strukturálních parametrů.

- Dalším ukazatelem pro posouzení vhodnosti modelů je určení chyby odhadu Köppelová (2019, s. 28): Střední kvadratická chyba odhadu M.S.E. (Mean Squared Error):

$$M.S.E. = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (y_t - y'_t)^2 \quad (3,6)$$

- Odmocnina střední kvadratické chyby R.M.S.E (Root Mean Squared Error):  
R.M.S.E. =  $\sqrt{M.S.E.}$  (3,7)

- Střední absolutní chyba odhadu M.A.E. (Mean Absolute Error):

$$M.A.E. = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (y_t - y'_t) \quad (3,8)$$

- střední absolutní procentuální chyba odhadu M.A.P.E (Mean Absolute Percentage Error):

$$M.A.P.E. = \frac{100}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|y_t - y'_t|}{y_t} \quad [\%] \quad (3,9)$$

M.A.P.E. je nejčastěji používaná chyba. Obecně předpovědní model má nejlepší vypočítací schopnost, pokud chyba M.A.P.E. má hodnotu do 10 %.

### 2.3.6. Předpovědi v časových řadách

Předpovědi v časových řadách jsou buď bodové nebo intervalové. Úkol bodové předpovědi spočívá v nalezení hodnoty časové řady v jednom konkrétním budoucím okamžiku (např. v konkrétním měsíci, roce). Jelikož jak bodová, tak i intervalová předpověď (analogue intervalu spolehlivosti) jsou zatíženy chybou, je doporučeno zkonstruovat obě (Anděl, 1976).

Cipra (2008, s. 238-239) dále je možné rozlišit metody pro vytváření předpovědí na kvalitativní nebo kvantitativní. Kvalitativní metody jsou založeny na názoru expertů, a mají jen subjektivní charakter, jelikož nemohou navázat na historická data z důvodu jejich absence. Patří sem např. Delfi metoda. Na rozdíl od kvalitativních metod, kvantitativní metody vycházejí z objektivních postupů a předpověď je tvořena pomocí statistické analýzy naměřených údajů.

**Výběr předpovědní techniky závisí na** (Křivý, 2012 s. 15):

- požadované formě předpovědi,
- časovém horizontu předpovědi,
- požadované přesnosti předpovědi,
- charakteru vstupních dat,
- jejich dostupnosti a
- srozumitelnosti techniky.

#### **Chyby předpovědi**

Jak už bylo zmíněno, každá předpověď je zatížena chybou. Ohodnotit výsledné předpovědi lze pomocí (Köppelová, 2019 s. 27):

- **absolutní chyby předpovědi  $\varepsilon_t$ :**

$$\varepsilon_t = y'_t - y_t, \quad (4)$$

kde  $y'_t$  je hodnota předpovědi neboli vyrovnaná hodnota a  $y_t$  je skutečná hodnota časové řady.

- **relativní chyby předpovědi** (podíl absolutní chyby předpovědi a skutečné hodnoty časové řady):

$$r_p = \frac{|y'_t - y_t|}{y_t} \cdot 100, \quad (4,1)$$

kde  $y_t$  jsou skutečné hodnoty,  $y'_t$  ( $t=1, 2, \dots, n$ ) jsou vyrovnané hodnoty časové řady a  $n$  počet pozorování dané časové řady.

Pokud bude mít relativní chyba předpovědi hodnotu menší než 5 % je odhad velmi dobrý, 5 až 10 % – dobrý a pokud bude větší než 10 % – odhad není příliš kvalitní.

Dále pro zhodnocení přesnosti prognóz se často používá Theilův *koeficient nesouladu*  $T^2$  (Köppelová, 2019 s. 29):

$$T^2 = \frac{\sum_{t=1}^n (y_t - y'_t)^2}{\sum_{t=1}^n (y_t)^2}, \quad (4,2)$$

kde  $y_t$  jsou skutečné hodnoty,  $y'_t$  ( $t=1, 2, \dots, n$ ) vyrovnané hodnoty a  $n$  počet všech pozorování časové řady.

Pokud hodnota Theilova koeficientu nesouladu je rovna 0, znamená to, že se shodují prognóza i skutečnost.

Bude-li chyba předpovědi velmi vysoká, může to být zapříčiněno značným podílem reziduální složky nebo nevhodně zvolenou metodou predikce. Posoudit velikost chyby bude možné tehdy, kdy bude známa skutečná hodnota  $y_t$ . Pro vyhodnocení kvality modelu a jeho využití při předpovídání v době konstrukce předpovědí se tak velice často využívá tzv. pseudoprognóz. Princip pseudoprognóz spočívá v tom, že se zkrátí disponibilní časová řada o několik posledních pozorování, a pro tato poslední již známá období se zkonstruuje prognóza, která je pak nazývána pseudoprognóza.



## **2.5 Začátky existence společnosti SAS Institute Inc.**

Na svých webových stránkách SAS Institute Inc. uvádí (About SAS 2022, vlastní překlad z angličtiny): “Začalo to otázkou, zda existuje lepší způsob, jak analyzovat data. Zakladatelé odpověděli na danou otázku, ale nezastavili se. Inovativní prostředí na státní univerzitě v severní Karolině vyzvalo mysl, aby si dál pokládala otázky. Jaký je globální potenciál pro transformaci dat na inteligenci, kdo jiný by mohl mít prospěch z používání nové technologie? S odpověďmi na tyto otázky, které představují neomezené příležitosti, se zrodila společnost SAS. V 1966 roce prostřednictvím grantů USDA bylo shromáždováno obrovské množství údajů o zemědělství, ale neexistoval žádný počítačový statistický program, který by analyzoval zjištění nálezů. Konsorcium osmi univerzit se sešlo v rámci grantu od National Institutes of Health (NIH) k vyřešení tohoto problému. Výsledkem byl program, Statistical Analysis System (SAS). Státní univerzita Severní Karolíny, která se nachází v Raleighu, NC, se stala lídrem v konsorciu, protože měla přístup k výkonnějšímu sálového počítači. Členové fakulty NCSU Jim Goodnight a Jim Barr se staly vedoucími projektů. Barr vytvořil architekturu a Goodnight implementoval nové funkce, které rozšířily možnosti systému. Když NIH v roce 1972 ukončila financování, konsorcium souhlasilo s financováním projektu, což NCSU umožnilo pokračovat v podpoře jejich potřeb statistické analýzy.

První konference byla uspořádána v roce 1976. Tehdy se zúčastnilo více než 300 lidí. Časem rostla i zákaznická základna, kterou tvořily akademické, vládní a korporátní subjekty. Goodnight, Barr, Helwig a Sall opustili NCSU a založili SAS Institute Inc., soukromou společnost, která se věnuje údržbě a dalšímu rozvoji SAS. Společnost byla založena v březnu 1976. Jak rostl počet zaměstnanců, rostl i seznam zákazníků. Do roku 1978 tam bylo 21 zaměstnanců a 600 zákaznických míst SAS. Primárně se tehdy a nyní i nadále zaměřuje na uspokojování potřeb zákazníků”.

### **Charakteristika systému SAS**

Statistical Analysis System (SAS) integrovaný systém softwarových produktů, vyráběný firmou SAS Institute Inc. který je lídrem v oblasti analytiky, je znám zejména jako:

- Nástroj pro statistickou analýzu dat ve vědě a technologiích

- Databázový systém ve firmách
- Nástroj sloužící pro obchodní využití dat
- Systém obsahující několik modulu
- Systém s vlastním programovacím jazykem, který je označován SAS.

Prostřednictvím inovativního softwaru a služeb SAS zmocňuje a inspiruje zákazníky po celém světě k přeměně dat na inteligenci. V tu dobu, kdy lidé vidí v datech jen čísla a grafy, společnost SAS vidí potenciál pro něco krásného, vidí vzory upoutávající pozornost, statistiky, které vyprávějí příběhy. Dále na stránkách lze najít výraz: „Data jsou naší surovinou. Počítače jsou naše plátno“.

Co se týče designu – transformuje obchodní data do vizuálních mistrovských děl. Dělá složité koncepty snadno pochopitelné a příjemné pro oči.

SAS má zákazníky ve 146 státech a jeho software je nainstalován ne více než 82 000 obchodních, vládních a univerzitních počítačích. 91 ze 100 nejlepších společností, které jsou v žebříčku 2020 Fortune Global 500, jsou zákazníci SAS. Celkem má SAS po celém světě 12,351 zaměstnanců. Z toho v USA 5,921, Kanadě 261, Latinské Americe 514, Evropě, Středním východě a Africe 3,316, Asii a Tichomoří 2339.

Software SAS je dostupný i v ČR na mnoha vysokých školách, kde podporuje výuku a výzkum.

**Vize:**

- Transformovat svět dat na svět inteligence
- SAS má zájem o to, aby každý mohl přijímat lepší rozhodnutí, která budou založená na důvěryhodných datech a podporovaných silou SAS Analytics. Pokud dojde k rozhodnutí ve správný okamžik, pokroky se dají do pohybu a svět se posune dopředu.

### 3. Teoretická východiska

V dané kapitole bude pojednáno o základních teoretických východiskách pro lepší pochopení problematiky spotřeby mléka a mléčných výrobků.

#### 3.1 Vymezení základních pojmů

Pro lepší pochopení problematiky bude definováno několik důležitých pojmů souvisejících s problematikou spotřeby potravin, zejména pak s problematikou spotřeby mléka a mléčných výrobků.

##### **Potrava**

Pánek (2002) potrava je jakákoliv chemická sloučenina, obvykle složená z vody, cukrů, tuků a bílkovin, která může být požitá lidmi za účelem výživy či požitku. Potrava sloužící pro výživu lidí má název poživatina kdyžto potrava, která slouží k výživě zvířat se nazývá krmivo.

##### **Poživatiny**

Kružliak (1984) poživatiny jsou základní složkou potravy pro výživu lidí. Do poživatin patří potraviny, pochutiny a nápoje. V zákonu o potravinách pojem poživatiny už není používán. V praxi je vhodné pojmy poživatina a potravina rozlišovat.

*Potravinou lze nazývat všechny poživatiny, látky obsahující živiny, produkty rostlinné nebo živočišné výroby zemědělství určené pro lidskou výživu. Potraviny obsahují živiny jako jsou sacharidy, tuky, proteiny, vitamíny nebo minerální látky. Požité živiny jsou v lidském těle vstřebávány buňkami a využity k produkci energie, udržování životních funkcí a podpoře jeho růstu. Další obecná definice uvádí, že potravina je výrobek nebo látka určena pro výživu lidí, která je konzumovaná ústy v nezměněném, syrovém nebo upraveném stavu. Vítů (2015) v evropské legislativě se potravinou se rozumí jakákoli látka nebo výrobek, zpracované, částečně zpracované nebo nezpracované, které jsou určeny ke konzumaci člověkem nebo u nichž lze důvodně předpokládat, že je člověk bude konzumovat. Patří sem i nápoje, žvýkačky a voda.*

Podle legislativy potraviny nezahrnují (SZPI, 2016):

- Krmiva
- Živá zvířata, pokud nejsou připravena pro uvedení na trh k lidské spotřebě
- Rostliny před sklizní
- Léčivé přípravky
- Kosmetické přípravky
- Tabák a tabákové výrobky
- Omamné a psychotropní látky
- Rezidua a kontaminující látky.

Hrnčířová, Floriánková (2014) **pochutiny** jsou látky, které svou výraznou chutí a vůní povzbuzují nervovou soustavu lidského organismu a tím zvyšují vylučování trávicích šťáv a tím způsobují lepší stravitelnost pokrmů. Pochutiny nejsou pro lidské zdraví bezpodmínečně nezbytné, jsou to látky, které až na výjimky nemají výživovou hodnotu. Mají výraznou chuť a typickou vůni. Dělíme je na povzbuzující pochutiny, koření a kořenící přípravky.

Ministerstvo zemědělství (2014) **nápoje** dodávají do lidského organismu vodu, která je základní složkou výživy a slouží k rozpouštění živin. Kromě vody mohou obsahovat i další složky jako jsou sladidla, barviva, aromatické látky, povzbuzující látky apod. V pitném režimu proto je doporučováno upřednostňovat ty nápoje, které nám prospívají, a to vždy s ohledem na věk a zdravotní stav.

## **Druhy potravin**

Kružliak (1984) jsou rozlišovány potraviny živočišného a rostlinného původu. Živočišné potraviny obsahují plnohodnotné bílkoviny, mají vysoký obsah tuků a vitamíny rozpustné v tukách. Do potravin živočišného původu patří veškeré maso, masné výrobky, vejce, mléko a mléčné výrobky. Živočišné potraviny pokrývají 35 % potřeby energie, 55 % bílkovin a 70 % tuků. Potraviny rostlinného původu jsou zdrojem minerálních látek, ve vodě rozpustných vitamínů, obsahují vyšší obsah sacharidů ale menší obsah bílkovin. Rostlinnými potravinami lze pokrýt 90 % sacharidů, 45 % bílkovin a 30 % tuků. Mezi potraviny rostlinného původu patří luštěniny, obiloviny, ovoce a zelenina.

## **Strava**

Neméně důležitým pojmem je strava. Stravou se označuje vše, co člověk skutečně sní v určitém intervalu. Například za den, měsíc, rok atd.

Stravě se v mezinárodní terminologii říká dieta, jelikož tyto pojmy mají stejný význam. V hovorovém jazyce pojem dieta zmámená léčebnou dietu (strava pomocí které se člověk snaží dosáhnout snížení své tělesné hmotnosti nebo vyléčit nějakou nemoc).

Stravovací režim je způsob stravování během předem stanoveného časového intervalu. Do stravovacího režimu je zahrnuté i množství poživatin zkonsumovaných při jednotlivých jídlech, skladba jídel a rytmus jejich požívání.

## **Spotřeba**

Podle obecné definice spotřebu definujeme jako užívání zdrojů k okamžitému prospěchu. V ekonomii je spotřeba definovaná jako proces používání statků k uspokojování konkrétní potřeby.

## **Spotřeba potravin**

Spotřebou potravin se rozumí konečná spotřeba určitých potravin lidmi na určitém území za daný časový usek.

Český statistický úřad počítá spotřebu potravin a nápojů v ČR bilanční metodou, a to na jednoho obyvatele (počet obyvatel je dán středním stavem obyvatelstva k 1. 7. v příslušném roce) na základě znalostí o tuzemské výrobě včetně samozásobení, zásobách, pohybu zemědělských komodit i potravinářských výrobků přes hranice. Dané statistické informace ČSÚ čerpá z (ČSÚ, 2020):

- Výsledků statistiky živočišné výroby za příslušný rok.
- Definitivních údajů o sklizni zemědělských plodin za příslušný rok.
- Výroby vybraných výrobků v průmyslu České republiky za příslušný rok (ve zvolených měrných jednotkách).
- Stavů počátečních a konečných zásob v zemědělských organizacích.
- Stavů počátečních a konečných zásob u výrobců potravinářských výrobků.
- Dovožů a vývožů potravinářských výrobků ze statistiky zahraničního obchodu ČSÚ (se stavem k 1. 9. v příslušném roce).
- Samozásobení potravinářskými výrobky.

- Údajů poskytnutých Ministerstvem zemědělství ČR, Ústavem zemědělské ekonomiky a informací, jednotlivými potravinářskými svazy a dalšími organizacemi.

Do spotřeby jsou zařazeny možné potravinové ztráty a odpady, které mohou podle odhadu činit až jednu třetinu spotřeby (ČSÚ, 2020).

## **Původ a význam mléka**

Žižková (2019, s. 54) obalová specialista a lektorka ve článku mléko a obaly pro časopis Retail News uvádí, že kravské mléko se začalo používat zhruba před 6 500 lety v oblasti od Egypta po Indii. Mléko se v tu dobu pilo jen čerstvé. S rozvojem obalových technologií, ke kterému došlo v 50. letech dvacátého století, konzumace kravského mléka mnohonásobně stoupla.

První přímý důkaz konzumace mléka – mléčný protein ve zvápenatěném zubním plaku byl nalezen vědci na zubech prehistorických farmářů z Británie píše pro BBC Rincon (2019). Seškrábané vzorky plaku ze zubů byly analyzované pomocí hmotnostní spektrometrie, pomocí které tým vědců detekoval mléčnou bílkovinu zvanou beta-laktoglobulin (BLG) v zubním kameni sedmi jedinců z období raného až středního neolitu. Potvrdil se, ten fakt, že lidé konzumovali mléčné výrobky již v neolitu – navzdory intoleranci laktózy, což by mohlo naznačovat, že zpracovávali syrové mléko na sýr, jogurt nebo jiný fermentovaný produkt, čím by byl snížen obsah laktózy. **Laktózová intolerance** vzniká z neschopnosti strávit cukr laktózu obsažený v mléce po kojeneckém věku. To znamená, že konzumace potravin na bázi mléka může způsobit nepříjemné příznaky, jako je bolest břicha, průjem a nevolnost. Mnoho moderních Evropanů však má genetickou mutaci, která umožňuje nepřetržitou konzumaci mléka až do dospělosti. Tato mutace ovlivňuje úsek DNA řídící aktivitu genu pro laktázu – enzym, který štěpí cukr laktózu. Předchozí studie genetiky neolitických Evropanů však ukazují, že jim tato mutace chyběla. To může znamenat, že lidé v neolitu zpracovávali mléko a tím odstranili určitý stupeň laktózy. Takže pokud mléko bylo zpracované na sýr nebo fermentovaný mléčný výrobek nebo jogurt, pak byl obsah laktózy snížen, a tím byl snáze strávený. Tato myšlenka docela dobře zapadá do jiných archeologických důkazů pro období, ve kterém byly nalezené mléčné tuky v mnoha neolitických keramikách, jak ve Spojeném království, tak ve zbytku Evropy.

Lidské pozůstatky testované ve studii pocházely ze tří neolitických lokalit: Hambledon Hill v Dorsetu, Hazleton North v Gloucestershire a Banbury Lane v Northamptonshire. Více než jedna čtvrtina úlomků keramiky v Hambledon Hill měla na sobě mléčné lipidy, což naznačuje, že mléčné potraviny byly pro lidi žijící na tomto místě velmi důležité. V jiném neolitickém nalezišti byly nalezeny důkazy o stádech zvířat, která se používala pro mlékárenství.

Genetické studie starověkých populací z celé Eurasie ukazují, že perzistence laktázy se stala běžnou teprve nedávno, navzdory konzumaci mléčných výrobků v neolitu. Mutace se začala objevovat v době bronzové, ale i v této době byla přítomna pouze u 5–10 % Evropanů.

Neolit v Británii trval asi před 6 000 až 4 400 lety a byl svědkem zavedení zemědělství, včetně použití domestikovaných zvířat, jako jsou krávy, ovce, prasata a kozy. Mléko sloužilo nejen jako nápoj, ale i jako surovina k dalšímu zpracování. Producenti mlékáren či potravinářských provozů už vyráběli další mléčné produkty: jogurty, sýry, tvaroh, máslo atd.

## **Původ a význam sýrů**

Rozvoj vědy v devatenáctém století přivedl vědecké postupy i k výrobě sýra. Justus Liebig zkoumal proces vlastního sýření a Louis Pasteur, objevitel principu kvasných dějů při výrobě piva a vína zavedl zahřívání mléka před jeho zpracováním s cílem usmrtit v mléku škodlivé bakterie. 19. století přineslo průmyslovou výrobu sýra, kterou způsobila velká migrace obyvatel do měst. Počátkem 20. století švýcarská firma Gerber zavedla výrobu tavených sýrů. Původním cílem této technologické úpravy sýra bylo prodloužit jeho trvanlivost, zejména s ohledem na dlouhou lodní přepravu přes oceán.

Kandinský (2017) uvádí, že první nálezy související s výrobou sýra jsou staré 6000 let př. Kr., zmínky o sýrech z doby Sumerské jsou z doby 4000 let př. Kr. Zmínky o sýru jsou i v biblických textech. Dobře doložen je sýr až z antického Řecka. Antičtí Římané vyráběli celou řadu římských sýrů a ostatní sýry importovali. Za pozdního antického Říma se experimentovalo s technologií doby zrání sýra, do sýru byly přidávány různé bylinky a uzeniny, při skladování se sledovala i vlhkost prostředí. Ve vrcholném středověku se vyráběly i sýry jako gorgonzola (879 rok), sýr grana padana (1200 rok), roquefort (1070 rok), a sýr známý jako emental se vyráběl v údolí řeky Emme na přelomu 12. a 13. století, odtud Emmentaler Käse. Od roku 1579 je známý parmesan, od konce 17. století sýr gouda, od roku 1791 camembert.

Od 18. století se ve švýcarském kantonu Neuchatel vyráběl sýrový pokrm fondue, který se připravoval ze směsi dvou sýrů, nejčastěji ementálského a Gruyere, bílého vína a mouky. Výroba sýrů byla vázaná na jednotlivé usedlosti či statky a vyrábělo se jen malé množství sýru. Nelze opomenout i ten fakt, že sýry se vyráběly a kultivovali v kláštorech, jelikož patřily k postnímu jídlu.

Callec (2003) ve své knize „Encyklopedie sýrů“ připouští, že sýr byl pravděpodobně náhodně objeven kočovnými kmeny jižní Asie a Středního východu. Vaky, ve kterých se mléko převáželo byly vyráběné z žaludků mladých zvířat a obsahovaly zbytky enzymů, které způsobily srážení mléka. Slunce a pohyb koně přispěly k tomu, že se mléko změnilo v bledou lehce nakyslou tekutinu, ve které plavaly husté kusy bílé sýřeniny.

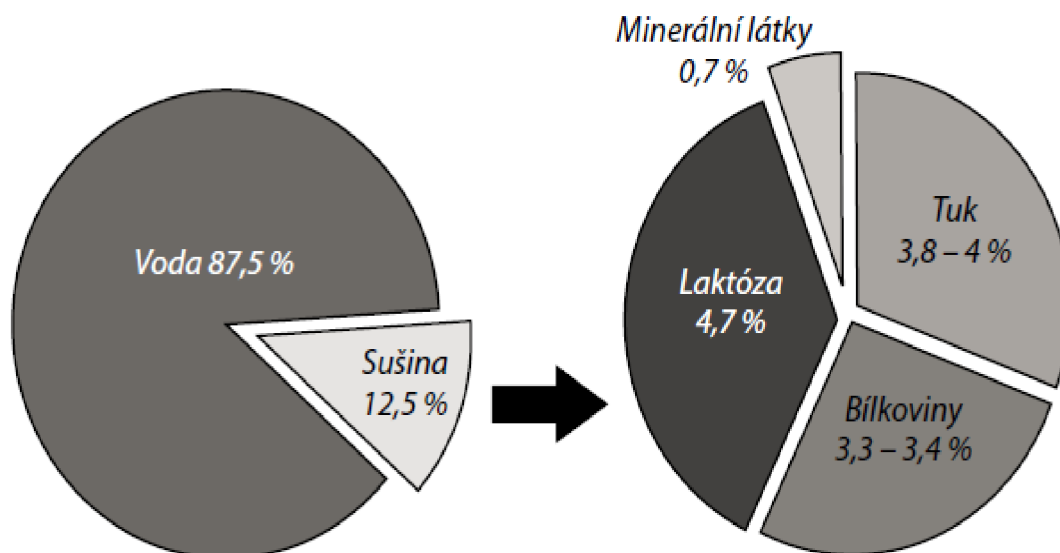
Anděl a kol. (2013, s. 4) mezi klasické země sýrů patří Itálie, Francie, Švýcarsko, Dánsko a Holandsko, v 19. a 20. století byla výroba sýru rozšířena prakticky po celé Evropě a do dalších zemí světa. První písemné doklady o výrobě českého sýru jsou z desátého století. Na konci 19. století v Čechách bylo okolo 150 menších sýráren. Do padesátých let vyráběly sýry především menší soukromé nebo družstevní sýrárny, respektive mlékárny.



### 3.2 Mléko a jeho složení

Kopaček (2014, s. 2) mléko je biologická tekutina, která obsahuje významné živiny potřebné pro růst a imunologickou ochranu. I když světová organizace pro zemědělství a výživu (FAO) doporučuje konzumaci alespoň tří porcí mléka nebo jiných mléčných výrobků denně, spotřeba mléka na celém světě klesla. Daná kombinace představuje přibližně 1 litr mléka, který pokrývá denní doporučenou dávku vápníku. Naštěstí se zvyšuje konzumace mléčných výrobků, včetně sýrů a jogurtů, které jsou alternativou mléka.

Obrázek 1: Složení kravského mléka



Zdroj: Kopáček (2014 s. 4)

Obrázek 1 prezentuje složky kravského mléka. Samková, Vorlová a kol., (2012) mléko díky vyváženosti svých hlavních složek, patří k nejlépe vyváženým potravinám a tvoří vysoce hodnotnou složku potravy, neboť jeho primární funkcí je výživa čerstvě narozených mláďat. Kopáček (2014, s. 4) mléko je zdrojem vápníku, fosforu, draslíku a hořčíku, a pokud jej obsahuje krmivo, pak je zdrojem také jódu. Mléko a mléčné výrobky jsou zdrojem mléčného cukru-laktózy. Mléko obsahuje vitaminy rozpustné nejen ve vodě ale i v tucích. Množství vitamínu závisí na typu krmení a v létě je zpravidla vyšší. Obsah vitaminů rozpustných v tucích při zpracování se nemění, naproti tomu obsah vitaminů rozpustných ve vodě je snižován zpracováním a skladováním. V nízkotučném mléce a mléčných výrobcích je množství vitaminů rozpustných v tucích úměrně sníženo redukcí obsahu tuku. Mléko je především bohaté na

bílkoviny, které obsahují esenciální aminokyseliny. Stravitelnost mléčných bílkovin se blíží 95 %. Kromě toho dané bílkoviny přenáší minerály (železo a vápník). Obsah bílkovin v mléce závisí na plemenu dojnice, na zdravotním stavu a stadiu laktace, a pohybuje se mezi 3,2-3,5 %. U kravského mléka tvoří mléčnou bílkovinu z 80–90% kasein. Kasein je významný zejména pro srážení mléka při výrobě sýrů. Další část bílkovin připadá na syrovátkové bílkoviny (albuminy a globuliny). Další složkou mléka je mléčný tuk, který plní energetickou a ochrannou funkci. Kromě toho je zdrojem vitamínu A, a také obsahuje stopy vitamínu D a E. Mléčný tuk skoro ve všech svých složkách obsahuje mastné kyseliny. V mléčném tuku je více než 400 mastných kyselin.

Kopáček (2014, s. 14) z výživového hlediska jak čerstvé, tak i trvanlivé mléko jsou zdrojem vápníku a bílkovin. Tepelné ošetření mléka způsobuje ztrátu maximálně 10 % vitaminů. V poslední době se stal populárním prodej syrového mléka z mléčných automatů. Takové čerstvě nadojené mléko je potřeba pak převařit, jelikož se tam můžou vyskytovat choroboplodné zárodky. Oproti tomu pasterizované a trvanlivé mléko je mikrobiálně bezpečné a neobsahuje žádné choroboplodné zárodky. Existuje mýtus, že trvanlivost mléka je zaručena přidanými konzervačními látkami. Toto však není pravda. Ve skutečnosti při výrobě trvanlivého mléka se nesmějí přidávat žádné přídavné látky. Trvanlivost je zaručena díky vysokému tepelnému zpracování a speciálnímu složení obalu, který zabraňuje pronikání světla a vzduchu. Při výrobě čerstvého pasterovaného mléka také nejsou používány žádné konzervanty. Čím je kratší doba udržitelnosti tím nižší byla teplota ošetření mléka.

### 3.2.1 Klasifikace mléka

Podle FAO lze mléko klasifikovat podle obsahu tuku na plnotučné mléko, polotučné mléko, nízkotučné mléko, sušené odstředěné mléko a standardizované mléko. Dále existuje klasifikace podle postupu zpracování mléka, kde se rozlišuje pasterované mléko, sterilizované mléko, mléko s prodlouženou skladovatelností (ESL), mléko ošetřené ultra vysokou teplotou (UHT) Muehlhoff, Bennett a Macmahon (2013, s. 66).

Klasifikace mléka podle postupu zpracování (Kopáček, 2014, s. 12, 13):

- **Mléko pasterované**

Označované jako čerstvé. Toto mléko prochází procesem pasterace, což je záhřev mléka na teplotu pod 100°C, v případě vysoce kvalitní suroviny někdy také šetrnou pasterací. Často výrobci používají i tzv. tyndalizaci, což je opakované, dvojnásobné ošetření na teploty pod 100 °C. Cílem pasterizace je usmrcení větší části vegetativních forem mikroorganismů, pro zajištění nezávadnosti mléka a zvýšení trvanlivosti od 10 do 20 dnů, přičemž výsledkem je jen mála změna chuti.

- **Mléko trvanlivé (UHT)**

UHT mléko je nejčastěji vyráběný produkt v kategorii konzumních mlék. Principem výroby je vysoké tepelné ošetření, které inaktivuje všechny přítomné mikroorganismy včetně spor a většinu enzymů. K ošetření trvanlivého mléka se používají dva možné postupy: Sterilizace v obalu (při teplotě 115–120 °C po dobu 20–30 minut a tepelné ošetření mimo obal (Ultra High Temperature) – kontinuální záhřev na teplotu 135–150 °C po dobu několik sekund s následným aseptickým plněním. Vysoká teplota ovlivňuje organoleptické vlastnosti mléka, proto mléko má mírně vařivou chuť. Pomocí UHT trvanlivost mléka je prodloužena na 4–5 měsíců a mléko lze skladovat a distribuovat při pokojových teplotách. Po otevření je nutné mléko uchovávat v ledničce.

- **Mléko s prodlouženou trvanlivostí (Extended Shelf Life milk – ESL)**

Jedná se o ošetření teplotou vyšší, než se používá při pasteraci, ale nižší než při ošetření UHT s mžikovou výdrží (tzv. ultrapasterace) a s následným aseptickým balením. Existují však i jiné postupy, např. pasterace spádovým proudem, což je metoda přímého vstříku páry do mléka. Chuť ESL mléka se blíží čerstvému, pasterovanému mléce. Trvanlivost ESL mléka je 20–40 dnů v chladu.

## **Klasifikace mléka dle obsahu tuku**

Mléko se dle obsahu tuku dělí na (Kopaček, 2014 s. 14):

- Plnotučné nestandardizované – obsahuje nejméně 3,5 % tuku, s neupraveným tukem. Patří sem mléko označované jako Selské plnotučné.
- Mléko polotučné má obsah mléčného tuku 1,5–1,8 %.
- Mléko odtučněné nebo odstředěné – výrobek s obsahem tuku nejvýše 0,5 %.

### **3.2.2 Mléčné výrobky**

MOFYCHEM.UPOL.CZ, (2012) ve výživě současné populace zajišťují mléčné výrobky kolem 70 % přísunu vápníku. Mléko a mléčné výrobky jsou významnou součástí naší každodenní výživy. Mezi hlavní spotřební mléčné produkty patří jogurty, kysané mléčné výrobky, sýry a smetany. Mléčné produkty obsahují bakterie mléčného kvašení, kteří pomáhají dosáhnout správné rovnováhy mikroflóry střev. Dané bakterie jsou schopny produkovat ve střevním traktu vitamíny (thiamin, riboflavin) a další důležité látky (např. kyselinu listovou a kyselinu pantotenovou).

Kopaček (2009) bez mléčných výrobků je nelze zajistit potřebu vápníku. Z tohoto důvodu jsou v mnoha vyspělých zemích včetně ČR realizovány projekty na podporu spotřeby mléka a mléčných výrobků, které akcentují konzumaci nejméně 3 mléčných výrobků denně. Detailní členění mléka a mléčných výrobků dle Vyhlášky č. 397/2016 Sb., kterou se stanoví požadavky na mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje (Příloha č.1).

### **Konzumní mléko, smetana a smetanové výrobky**

Ministerstvo zemědělství (2020) výroba konzumních mlék zažívá již několik let recesi. Obdobný vývoj lze pozorovat ve většině rozvinutých zemích. Příčinou je jednak větší konzumace čerstvých mléčných výrobků jako jsou fermentované nápoje a jogurty, ale do jisté míry také zvyšující se konkurence rostlinných nápojů. Výroba konzumních mlék celkem byla v roce 2019 o 3,4procentního bodu nižší, než v 2018 roce.

Pešek (1997, s. 65) sladká smetana se liší v závislosti na obsahu tuku. Smetana se obohacuje různými chuťovými a aromatickými přísadami, tak jak v poslední době stává se trendem zařazování nových ochucení včetně sezónních příchutí. Ze sladké smetany se vyrábí smetanové nápoje. Ze smetany o obsahu tuku 35 % se vyrábí šlehačka s přídavkem cukru, kakaa a ovocných sirupů.

Potravinářská komora České republiky (2020) uvádí na svém webu, že hodně reformulací se uskutečnilo v dané výrobkové skupině. Čeští výrobci se neustále snaží vyhovět požadavkům a potřebám spotřebitelů, a proto nabízejí nespočet nutričně vyvážených a bezpečných potravin. Dále nabízejí i potraviny se sníženým obsahem energie a některých živin (cukru, soli a tuků) s cílem poskytnout spotřebitelům možnost sestavení pestrého a vyváženého jídelníčku. Přehodnocením receptur a reformulací celé řady výrobků se zabývají členové potravinářské komory ČR. V případě fermentovaných výrobků se jedná zejména o snižování přidaného cukru v ochucujících složkách či o výrobu bezlaktózových variant. Vznikají také nové a zajímavé produkty, ve kterých jsou zakysané výrobky zapracovávány do dalších potravin. Příkladem může být výroba mražených krémů na bázi jogurtů či skyru.

### **Kysané mléčné výrobky**

Hrnčířová, Floriánková, (2014) kysané (fermentované) mléčné výrobky patří mezi jedny z nejstarších mléčných výrobků z dlouhou tradici. Patří mezi ně všechny mléčné výrobky, do kterých byly přidány kysací bakteriální či kvasinkové kultury (bakterie mléčného kysání, kvasinky). Jsou to různé jogurty, acidofilní, kefirová nebo jogurtová mléka, kysané smetany, podmáslí atd. Základními surovinami pro jejich výrobu jsou mléko a kultura mléčného kysání. Nejčastěji se používají probiotické bakterie rodu *Lactobacillus* a *Bifidobacterium*. Někdy se používají i kvasinky. Ty v mléčném výrobku způsobují alkoholické kvašení a tím výrobek má lehce štiplavou chuť. Mezi kysané mléčné výrobky bez živých kultur patří termizované a pasteurizované.

Energetická hodnota kysaných mléčných výrobků je relativně nízká i když jsou zdrojem plnohodnotných bílkovin, vápníku, fosforu a různých vitaminů, převážně skupiny B. Jsou lehce stravitelné a obsah laktózy je mnohem menší než u klasického mléka, což znamená, že je můžou konzumovat osoby trpící lehčí formou laktózové intolerance. Kysané mléčné výrobky s přídavkem probiotických bakterií mají pozitivní vliv na složení střevní mikroflóry – upravují

střevní mikroflóru a podle potřeby udržují či obnovují rovnováhu v zažívacím traktu. Konzumace takových výrobků může vést k odstranění nebo alespoň zmírnění střevních obtíží, zvýšit odolnost organismu proti infekcím. Doporučuje se denně konzumovat alespoň 100 g kysaného mléčného výrobku s minimálním obsahem 10 milionů probiotických bakterií v 1 g nebo 1 ml.

## Sýry

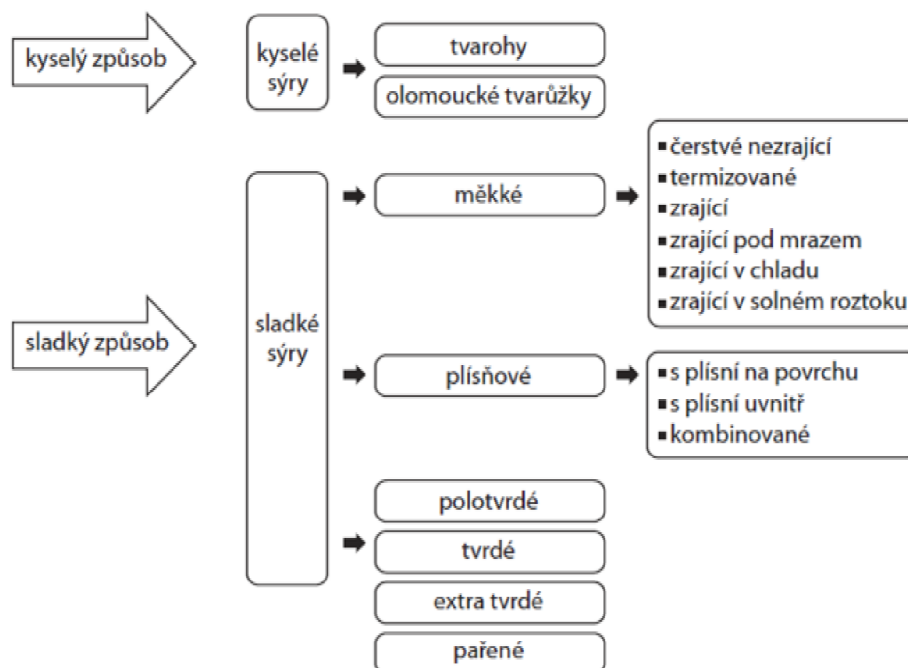
Sýr je výrobek vyrobený z mléka sýrařskou technologií (vysrážením mléčné bílkoviny z mléka nebo syrovátky). V současné době na českém trhu lze najít jak sýry z kravského mléka, tak i sýry z mléka ovčího a kozího. Niklová (2018) na obalu sýrů vyrobených z mléka jiného než kravského, musí být povinně uveden druh hospodářského zvířete, od kterého mléko pochází. Pokud sýr je vyroben z mléka od více druhů zvířat, označí se názvem zvířete, od kterého se použilo více než 50 % mléka. Pokud je jiného mléka použito 10 až 50 %, musí se označit uvedením "s přídavkem ...".

Bezpečnost potravin (2021) sýry se vyrábějí z pasterovaného mléka (pasterace – krátkodobé zahřátí na teplotu minimálně 71,7 °C po dobu 15 s), jen výjimečně je lze vyrábět z nepasterizovaného mléka. Pokud by sýr byl vyroben z nepasterovaného mléka, musí to být uvedeno na obalu

Bezpečnost potravin (2021) různé druhy sýrů mají jiný obsah tuku, který má významný vliv jak na sensorické vlastnosti, tak i na energetický obsah sýrů. Určité druhy sýrů lze vyrábět jen v určitém rozsahu tučnosti. Obsah tuku musí být na výrobku uveden.

Při procesu výroby sýrů je oddělena syrovátka a jsou provedeny další úpravy sýřeniny (např. dohřívání, formování, prokysávání, hnětení, solení, ochucování) a dále s výjimkou čerstvých sýrů i následuje i zrání. Při prokysávání se laktóza mění na kyselinu mléčnou, během zrání dochází ke štěpení bílkovin. Specifickou skupinou sýrů jsou plísňové sýry. Při jejich výrobě s použitím ušlechtilých plísňových kultur dochází k rozkladu bílkovin a tuků, což má za následek vytváření zvlášť výrazných chuťových složek.

Obrázek 2: Rozdělení sýrů dle výrobního postupu



Zdroj: Stoub klub, 2018

Na obrázku číslo 2 je znázorněno, jak jsou rozděleny sýry dle výrobního postupu. Z daného obrázku vyplývá, že sýry lze rozděleny na dvě základní kategorie:

- sýry vyráběné kyselým způsobem, kdy se používají mlékařské mikroorganismy a
- sýry vyráběné sladkým způsobem, kdy se kromě mlékařských mikroorganismů používají syřidla.

Kyselým způsobem se vyrábí většina tvarohů a olomoucké tvarůžky. Sladkým způsobem je vyráběna většina známých a nejvíce konzumovaných sýrů. Patří sem například měkké sýry, které lze rozdělit na zrající a nezrající.

Stobklub (2020) do kategorie měkkých zrajících sýrů patří například Romadur (zrající pod mrazem), Blaťácké zlato (zrající v chladu), balkánský sýr (zrající v solném roztoku), Camembert, Brie a Baladur. Mezi čerstvé nezrající sýry uchovávané v solném nálevu patří například Mascarpone, Žervé, Cottage nebo Balkánský sýr či Fetta. Zvláštní kategorií jsou termizované sýry, které prochází zahřátím na 60–70 °C, během kterého dojde ke zničení přítomné užitečné i škodlivé mikroflóry.

U plísňových sýrů se na procesu zrání vedle běžné mikroflóry podílí i speciální kulturní plísně. Nejčastěji se jedná o rod *Penicillium*. Jedná se o klasické druhy Hermelín, Camembert, Brie s bílou plísní na povrchu, nebo o Nivu, Roquefort – z ovčího mléka, Gorgonzolu s modrou plísní uvnitř, či Vltavín s kombinovanou plísní. Mezi **polotvrdé sýry, které v ČR** nejrozšířenější se řadí Eidam, Gouda, Čedar a rozšiřuje se výroba sýrů holandského typu „Maasdam“ s tvorbou ok, v ČR Madeland.

Do kategorie tvrdých sýrů spadá například Ementál, Čedar nebo Primátor. Nejznámějšími extra tvrdými sýry jsou Parmezán, Bergkäse a Gran Moravia. Extra tvrdé sýry obsahují méně než 47 % oproti měkkým sýrům, které mají více než 68 % vody. Tvrdé sýry mají dlouhou dobu zrání, a to od několika měsíců až po několik let v případě parmazánských typů.

Do kategorie **pařených sýrů**, které se vyrábějí hnětením pokrájené sýřeniny ve vodě ohřáté na 75 – 80 °C, vzniká tvárné těsto ze kterého se ručně nebo strojně tvarují sýry rozličných tvarů: Parenice, Oštiepok, Korbáčik, Bochník.

**Tavené sýry** představují zcela samostatnou kategorii výrobků, jelikož se vyrábějí z přírodních sýrů mícháním při vysokých teplotách za pomoci tavicích solí (především fosfátů a citrátů).

Bezpečnost potravin (2021) větší části sýrů byl dan název podle oblasti, kde se s jejich výrobou začalo, nebo na sýry z určité oblasti se vztahovalo určité označení. A když se však jejich výroba rozšířila, původní název se začal používat jako označení druhu (čedar, eidam, camembert, parmezán). Názvy některých druhů jsou stále zdrojem soudních sporů (např. Ementál či Feta).

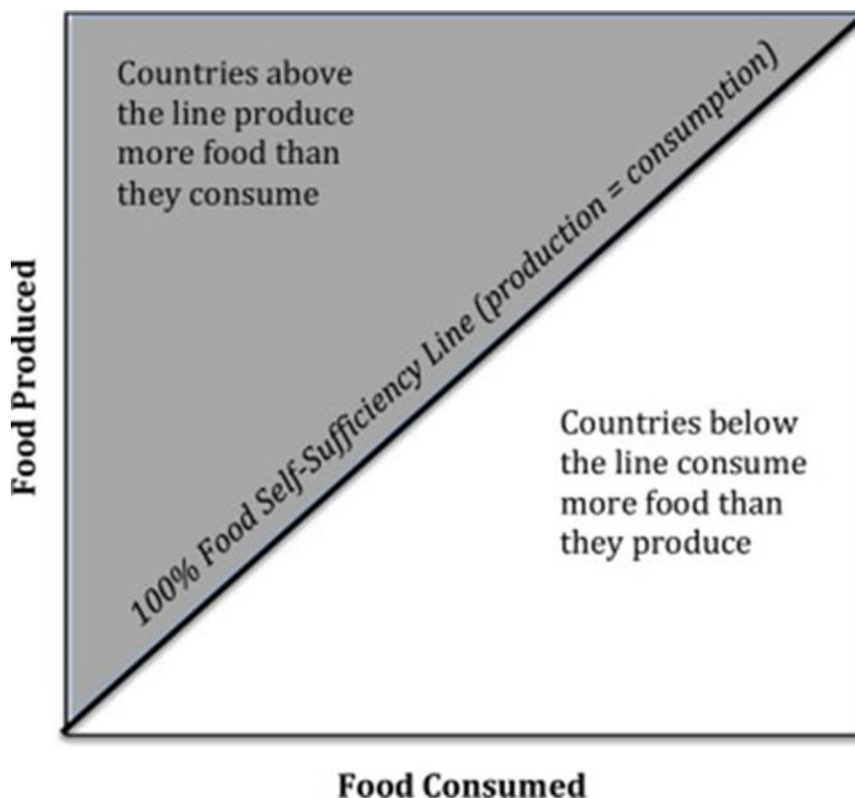


### 3.3 Potravinová soběstačnost

Organizace pro výživu a zemědělství Spojených národů (2003) (Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO), definuje termín soběstačnost potravin jako dosažení jisté úrovně krytí spotřeby potravin z vlastní domácí produkce. Potravinová soběstačnost ukazuje, do jaké míry může stát uspokojit své potřeby pomocí potravin z vlastní zemědělské výroby. Zmíněná organizace bere v úvahu i mezinárodní obchod.

FAO definuje i termín minimální míry potravinové soběstačnosti. Minimální míra potravinové soběstačnosti je schopnost pokrýt potřebu obyvatel v potravinách z domácí produkce, a to s ohledem na zdravotní požadavky, přitom s minimálním množstvím potravin vyrobených v daném přírodním pásmu. Jeníček (1984) zmiňuje o maximální míře potravinové soběstačnosti, která podle ně spočívá v tom, že zemědělská výroba a potravinářský průmysl jsou schopny zabezpečit kromě základní výživy obyvatelstva i veškerou vnitřní poptávku v určeném pásmu.

Obrázek 3: Schéma soběstačnosti



Zdroj: Clapp, 2017

Na obrázku č. 3 uhlopříčka čtverce znázorňuje 100 % potravinovou soběstačnost, kdy produkce potravin se rovná spotřebě potravin. Clapp, (2017) při aplikaci daného schématu na jednotlivé země, pod uhlopříčkou by ležely takové země, které mají větší spotřebu potravin, než je jejich produkce (státy s potravinovým deficitem). Nad uhlopříčkou by ležely země produkující více potravin, než spotřebovávají, a jsou více než potravinově soběstačné.

### 3.3.1. Měření potravinové soběstačnosti

Jedním z nejdůležitějších ukazatelů, pomocí kterého lze charakterizovat celkovou ekonomickou a společenskou úroveň země, je už zmiňovaný výše ukazatel míry soběstačnosti. Jurásek (2002) vzhledem k pestrosti zemědělské výroby v jednotlivých zemích světa používá se několik metod výpočtu míry potravinové soběstačnosti.

Pýcha (2021) FAO sleduje soběstačnost formou poměru, tzv. self-sufficiency ratio (SSR), ve kterém vzájemně započítává domácí spotřebu, produkci, dovoz a vývoz potravin a vyjadřuje ji buď v procentech, v kaloriích, objemu, penězích nebo také z hlediska určité komodity.

Míru soběstačnosti je možné vypočítat dle následujícího vzorce:

$$SSR = \frac{\textit{produkce}}{\textit{produkce} + \textit{import} - \textit{export}} * 100 \quad (4,3)$$

V souvislosti s SSR existuje i poměr závislosti na dovozu (import dependency ratio, IDR). Pro zjištění potravinové situace v zemi je potřeba stanovit množství dovezených dodávek potravin a množství potravin pocházejících z vlastní produkce. Vzorec pro výpočet IDR:

$$IDR = \frac{\textit{import}}{\textit{produkce} + \textit{import} - \textit{export}} * 100 \quad (4,4)$$

FAO (2001) tento vztah lze použít jen v takovém případě, kdy se dovážené produkty používají jen pro domácí spotřebu a nejsou zpětně vyváženy. Vzorec pro výpočet IDR stejně jako SSR se používá jak pro jednotlivé komodity, tak i pro skupiny komodit podobných nutričních hodnot

Adamcová (2021) uvádí, že čeští statistici upozorňují, že u výpočtu zemědělské soběstačnosti jsou určité komplikace. Teoreticky výpočet je snadný, produkce je na jedné straně a zahraniční obchod na druhé, tedy co se nevyrobí na domácím trhu, to se doveze. To je ovšem pouze teorie. Tomáš Chrámek z odboru komunikace Českého statistického úřadu upozorňuje, že

otázkou je, zda se určité potraviny vyváží, z toho důvodu, že je domácí spotřeba uspokojena a lze sledovat nadvýrobu, nebo proto, že v zahraničí se za ně zaplatí víc. V tomto případě je rozdíl docela zásadní, a to nelze zjistit. Obtížné je zjistit i to, zda se přivezené potraviny v Česku spotřebují, nebo jsou vyvezeny do jiných států za vyšší cenu. Důležitou roli může hrát i vzdálenost od jednotlivých odběratelů. Například pro výrobce sýrů ve východních Čechách je ekonomičtější svoji produkci převézt pár kilometrů do Polska než ji komplikovaně transportovat do Plzeňského kraje.

### 3.3.2. Mléčná soběstačnost v ČR

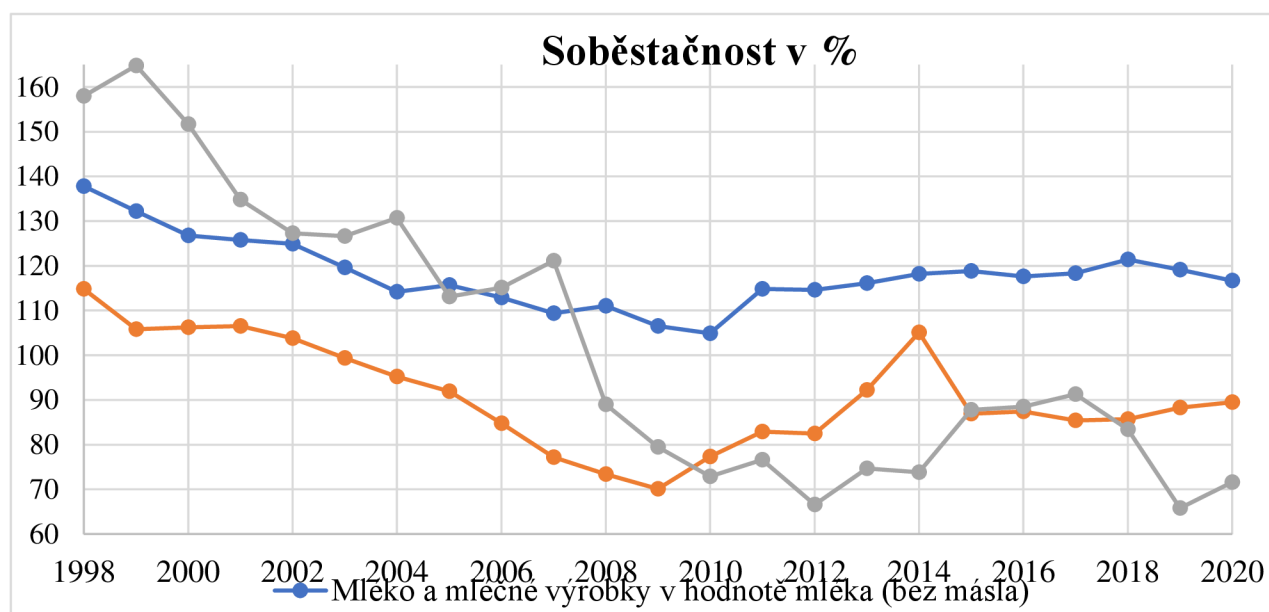
Pícha (2020) tématu soběstačnosti České republiky v základních potravinách se dlouhodobě věnuje Zemědělský svaz ČR. V době „koronavirové krize“ klíčovou otázkou byla podpora tuzemské produkce potravin. V řadě zemědělských komodit dosahuje potravinová soběstačnost ČR nízkých hodnot, v jiných jsou výrazné přebytky. Dlouhodobá míra soběstačnosti v produkci mléka České republiky dosahuje 130 %. Je to ukazatel zemědělské produkce vztažený k tuzemské spotřebě. Výrazně horší situace je u těchto surovin zpracovaných na potraviny. Dlouhodobě stoupá podíl mléčných výrobků, které se zpracovávají v zahraničí. Dochází k tomu, že zemědělci vyváží kvalitní české suroviny, o které je v zahraničí zájem. Z pohledu spotřebitelů a národního hospodářství jde o nevýhodnou situaci, jelikož se vyváží suroviny a dováží se výrobky s přidanou hodnotou. Díky tomu se pak ČR dostává v rámci Evropského trhu do role méně rozvinutých zemí a vlastními prostředky financuje další nerovnováhu na tuzemském trhu.

Pícha (2020) o české mléko je ve světě zájem, jelikož má vysoké výživové parametry a zdravotní nezávadnost. Péče o hospodářská zvířata v ČR je na vysoké úrovni, díky čemu čeští chovatelé v zahraničí získávají vysoké uznání. Vyřešit problém by mohly čeští spotřebitelé, pokud projeví vyšší zájem o tuzemské potraviny. Získají tím kvalitní zdroj energie a pomohli by zemědělcům zajistit lepší péči o krajinu.

Na stránkách ČSÚ jsou uvedeny i časové řady soběstačnosti potravin v procentech od roku 1998 po 2020. Pro účely této diplomové práce byl, s cílem lepšího srovnání v čase, znázorněn vývoj časové řady soběstačnosti vybraných mléčných výrobků pomocí spojnicového grafu. Dále je důležité vymežit co vše se skrývá pod spotřebou mléka a mléčných výrobků v hodnotě mléka (bez másla). Patří sem konzumní mléko kravské, kozí, ovčí a mléko používané na výrobu sýrů, mléčných konzerv, tvarohu a ostatních mléčných výrobků kromě

másla. Podle grafu číslo 1 za 22 let, soběstačnost mléka a mléčných výrobků v hodnotě mléka (bez másla) neklesla pod 100 %. Nejvyšší hodnota – 137,8 % byla zaznamenána v 1998 roce, nejnižší – 104,9 % v 2010 roce, U sýrů a tvarohů lze vypožorovat klesající tendenci v soběstačnosti od roku 2001 po 2009. V 2010 roce pokles byl vystřídán růstem až do 2014 roku. V 2020 roce soběstačnost Česká v sýrech a tvarohu byla uspokojena z 89,5 %.

**Graf 1: Soběstačnost mléka a mléčných výrobku v hodnotě mléka (bez másla), sýrů, tvarohu másla**



Zdroj: vlastní zpracování Excel, ČSÚ, 2021

Podle Renaty Vodičkové, vedoucí oddělení statistiky zemědělství a lesnictví ČSÚ, změny a následný pokles soběstačnosti České republiky souvisí i se vstupem na společný Evropský trh. Je daný fakt vidět i na Grafu 1, kde je znázorněn vývoj soběstačnosti vybraných mléčných výrobků.

Divinová (2022) zvýšila se závislost na dovozu potravin u potravin vyrobených z komodit charakteristických pro české zemědělství. I když je Česko soběstačné v produkci mléka (od 2017 roku nad 130 %), ve statistice pohybu zboží přes hranice sýry mají saldo záporné. Potravin jsou „klíčovou surovinou“ každého státu. Správná míra soběstačnosti je předpokladem nejen pro dostatek potravin, ale také pro jistotu cenové stability. Z druhé strany 100 % soběstačnost po vstupu na jednotný evropský trh už není úplně žádoucí. Podle ekonomů by to znamenalo menší výběr zboží za vyšší ceny.

### 3.4 Školní mléko

Adámková, (2018, s. 38) pro časopis „Retail News“ píše, že nepostradatelnost mléka byla potvrzena Světovou zdravotnickou organizací (World Health Organization, WHO), a to tak, že daná organizace přesunula Světový den mléka na Mezinárodní den dětí, který se slaví 1. června. Dále opovrhla mýty o škodlivosti mléka a mléčných výrobků. Obecně se uvádí, že doporučenou denní dávkou vápníku, pro děti a mládež je 1000 až 1 200 miligramů. Danou dávku lze čerpat hlavně z mlékárenských výrobků. Nezbytnost mléka pro lidský organismus si uvědomuje i Ministerstvo zemědělství, a proto dlouhodobě podporuje projekt „Mléko do škol“.

SZIF (2021) uvádí, že cílem projektu „Mléko do škol“ je podpora zdravé výživy a zvýšení spotřeby mléka a mléčných výrobků, která přispěje ke zlepšení zdraví a snížení obezity u dětí. Projekt zajišťuje firma Happysnack. Hrdinová (2019) v České republice byl projekt „Mléko do škol“ podepsán Milošem Zemanem v červnu roku 1999, pod vládní nařízení, kterým se převedlo 9,7 milionu korun z Pozemkového fondu na účet ministerstva zemědělství. Daná suma peněz pokryla dotaci od září do prosince roku 1999. Dotované mléko bylo z počátku určeno jen pro žáky prvních a druhých tříd. Stát přidal na každé čtvrtlitrové balení mléka tři koruny a zbytek museli doplatit rodiče. Mléko se objednávalo jen u těch dodavatelů, kteří zvítězili na konkurzu a byli schopní dodat potřebné množství krabiček mléka. Po několika letech se mléko začalo dodávat žákům všech ročníků. Zájem o dodávky mléka u škol i dětí pak klesl. Bylo to spojeno s tím, že ne všichni rodiče chtěli doplácet. Statistiky daný jev potvrzují. Vyplývá z nich, že na konci roku 2003 bylo do programu školní mléko zapojeno 3168 škol a využíván byl jen 40,5 % žáků, v červnu 2004 to již bylo jen 1 986 škol a 10,3 % žáků. Ve školním roce 2003/2004 bylo státem na dotacích vyplaceno přes 50 milionů korun. Od 2004 roku Evropská unie se podílí na podpoře spotřeby mléka a mléčných výrobků u žáků základních škol, kdy dětem se dostávalo neochucené mléčné výrobky zdarma a ochucené s příplatkem.

Hrdinová (2019) uvádí, že v roce 2008 byl projekt zastaven. Vládou Ing. Mirka Topolánka byly přerušeny výplaty dotaci ze státního rozpočtu, cílem bylo uspořit v krizi 60 milionů korun. Však školní mléko podporovala evropská dotace, která fungovala od 2004 roku. Dotace pokryla jen 8 až 15 procent ceny. Po roce však státní příspěvky byly

obnovené. Od jara 2017 jsou sýry, neochucené mléko a jogurty pro děti zdarma. Zatímco dříve museli rodiče doplácet.

V roce 2018 bylo do projektu „Mléko ve školách“ podle Aktualně.cz (2018) zapojeno 920 tisíc dětí základních škol. Jedenácti dodavatelům, stát na dotacích vyplatil 259 milionů korun za více než 300 milionů mléčných výrobků, z toho 211 korun bylo z národního rozpočtu (Hrdinová, 2019). Ve stejném roce byl rozšířen sortiment o další produkty, a to o novou kategorii mléčných výrobků s obsahem bílkovin nad 5,6 procent – což je skyr, mléčný výrobek podobný hustému jogurtu, nebo sýr řeckého typu.

Často součástí projektu jsou i doprovodné exkurze na farmy, ochutnávky výrobků, školní soutěže a vzdělávací akce, které jsou pro děti také zdarma (Aktualně.cz, 2018).

Kopaček (2014, s. 14) v rámci programu „Školní mléko“ jsou pro děti a školní mládež distribuována trvanlivá ochucená mléka. Trvanlivá ochucená mléka se vyrábějí stejnou technologií jako neochucená trvanlivá mléka s tím rozdílem, že se pak přidává ochucující složka, která má různé příchutě např. vanilkovou, jahodovou, banánovou či čokoládovou.

Bohužel, problémem nadále zůstává plýtvání mléka a mléčných výrobků ve škole, jelikož ne všechny výrobky se spotřebují, a ve třídě se vypije zhruba třetina mléka (Hrdinová, 2019).

## 4. Vlastní práce

Při analýze uplynulého vývoje vybraných ukazatelů mléka a mléčných výrobků se v diplomové práci postupovalo následovně:

- Pomocí grafů byl prezentován vývoj sledovaných ukazatelů spotřeby v období od roku 1989 do roku 2019 a dále byly stručně popsány vývojové tendence s využitím základních charakteristik (1.absolutní diference, 2.absolutní diference, koeficientu růstu, bazický index, průměrný koeficient růstu, průměrná absolutní odchylka).
- Po analýze následoval návrh vhodných modelů časových řad pomocí systému SAS. Vždy pro každý ukazatel byly vybrány 4 nejlepší modely z nabídky adaptivních modelů, u kterých byla ověřována významnost parametrů.
- Dále se ověřovala kvalita vybraného modelů pro každý ukazatel za účelem budoucí tvorby předpovědi s využitím pseudoprognoz o délce 3, 4, 5, 6 nebo 7 let. Přesnost pseudoprognoz byla ohodnocena pomocí relativní chyby předpovědi spolu se zhodnocením kvality modelu pomocí charakteristiky MAPE.
- Následně byla s využitím toho nejlepšího modelu zkonstruována bodová a intervalová předpověď až do roku 2024 a nakonec ještě zhodnocena přesnost předpovědi zkonstruované pro rok 2020 pomocí relativní chyby předpovědi.

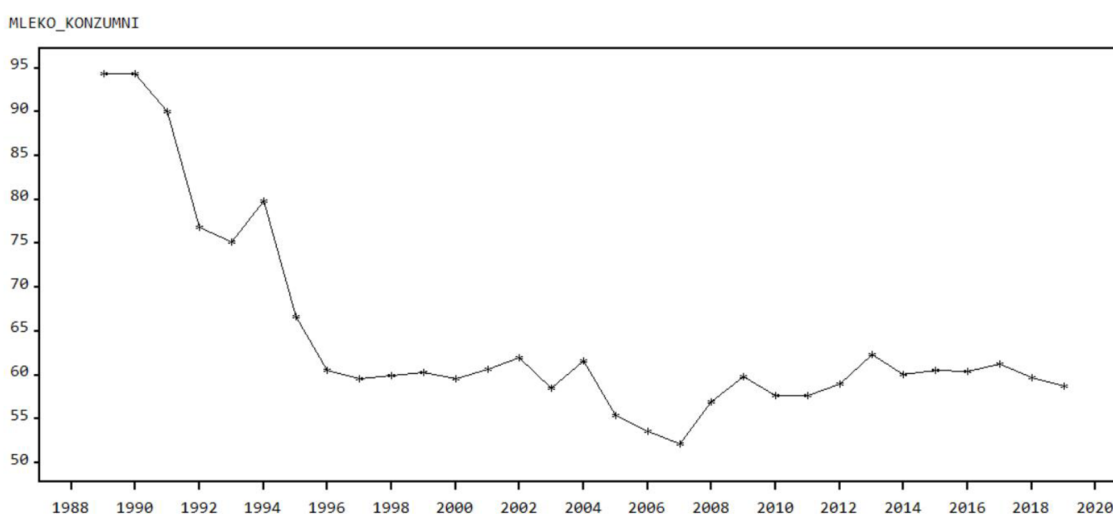
Pro zpracování praktické části byly využity roční časové řady spotřeby konzumního mléka, sýru, tvarohu, tavených sýrů a přírodních sýrů z Českého statistického úřadu.

## 4.1 Analýza vývoje mléka a mléčných výrobků

### 4.1.1 Spotřeba mléka

Na grafu č. 2 je znázorněna časová řada spotřeby konzumního mléka mezi lety 1989 až 2019 v kg na osobu za rok. Jak již je vidět z grafu č. 2, spotřeba konzumního mléka má z dlouhodobého hlediska klesající tendenci a na celém sledovaném období se hodnoty spotřeby pohybovaly mezi 52,1 a 94,4 kg na osobu za rok.

**Graf 2: Vývoj spotřeby konzumního mléka v ČR v kg na osobu za rok v letech 1989–2019**



Zdroj: SAS

V prvním roce sledovaného období bylo spotřebováno 94,3 kg mléka na osobu. V dalším roce se spotřeba mléka vyšplhala na 94,4 kg a byla to nejvyšší hodnota spotřeby za celých 31 let. V roce 1992 bylo možné sledovat nejnižší meziroční snížení spotřeby a to dle 1. absolutní difference o 13,20 kg oproti roku 1991. Mezi lety 1994 a 1997 došlo ke snížení spotřeby konzumního mléka podle průměrného absolutního přírůstku průměrně o 6,73 kg na osobu za rok. Průměrný koeficient růstu dosáhl hodnoty 0,907, což značí průměrný roční pokles o 9,3 %. V roce 1995 lze zaznamenat druhou nejnižší meziroční spotřebu konzumního mléka a to podle 1. absolutní difference o 13,10 kg oproti předchozímu roku, kdy bylo spotřebováno 79,8 kg konzumního mléka. Dle bazického indexu se jedná o snížení spotřeby o 29 % oproti roku 1989. Domnívám se, že pokles byl způsobený změnou politického režimu v roce 1989 a také rozpadem Československa. Mírný nárůst lze pozorovat mezi lety 2000 až 2002. Průměrný koeficient růstu zde činí 1,02, což znamená meziroční nárůst o 2 %. V



letech 2004 až 2007 dochází znovu k poklesu ve spotřebě mléka, a to ročně průměrně o 3,17 kg. V roce 2007 si lze všimnout nejmenší spotřeby mléka za celé referenční období a konkrétně 52,10 kg. Což je dle bazického indexu hodnota o 45 % nižší než v roce 1989. V roce 2008 spotřeba činila 57 kg na osobu. V daném roce došlo ke zvýšení spotřeby mléka o 9 % oproti předcházejícímu roku. V letech 2010 a 2011 dosáhla spotřeba stejné hodnoty – 57,7 kg na osobu. Od 2012 do roku 2018 dochází ke kolísavým tendencím. V posledním sledovaném roce 2019 se spotřeba mléka dostala na 58,8 kg. Oproti roku 1989 došlo k poklesu spotřeby konzumního mléka o 38 % (Příloha č. 3).

### Výběr modelu časové řady spotřeby konzumního mléka a následná predikce

Analýza sledovaných ukazatelů shromážděných v časových řadách byla provedena pomocí modulu Time Series Forecasting System (TSFS) v programu SAS. Diagnostika časové řady spotřeby konzumního mléka neodhalila sezónnost (roční data), ale byla detekována možná potřeba logaritmické transformace dat.

Při hledání nejlepšího modelu pro popis vývoje časové řady spotřeby konzumního mléka bylo experimentováno s různou délkou pseudoprognoz s předem nastaveným kritériem – MAPE (Mean Absolute Percent Error). Modely uvedené v tabulce č.1, jsou vhodné pro popis uplynulého vývoje konzumního mléka, jelikož jejich hodnoty MAPE dosahují nízkých hodnot, nižších než 2 %.

**Tabulka 1: Vhodné modely pro analýzu spotřeby konzumního mléka včetně hodnot MAPE**

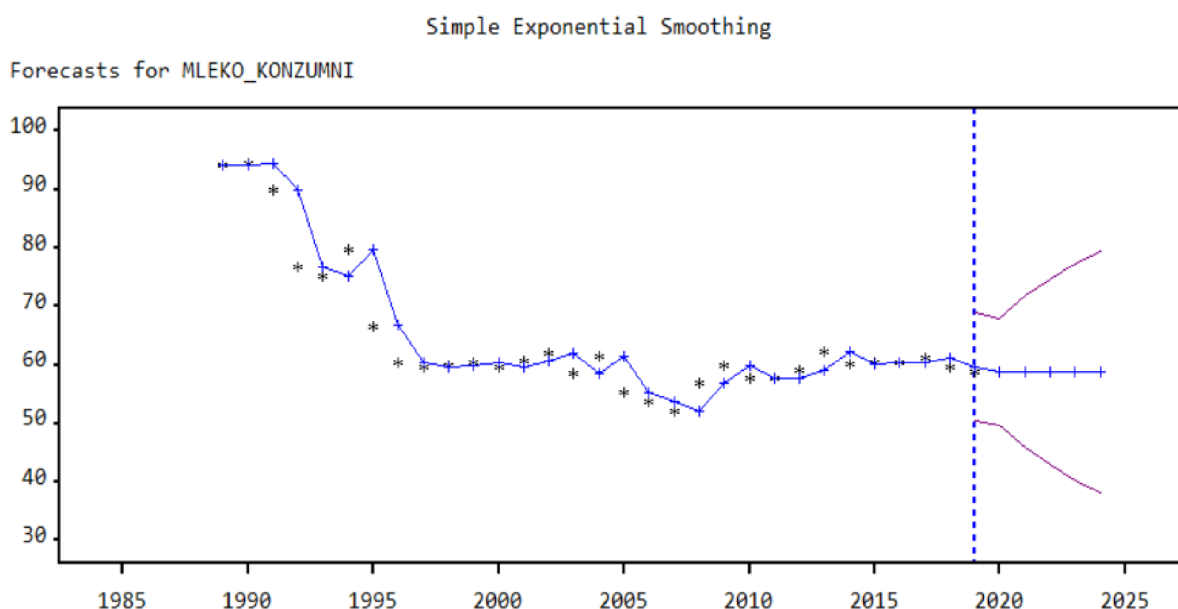
Název modelu	Pseudoprognoza	Hodnota MAPE
Logaritmické jednoduché exponenciální vyrovnání	4 roky	1,46119
Logaritmické jednoduché exponenciální vyrovnání	3 roky	1,89329
Model jednoduché exponenciální vyrovnání	5 let	1,30047
Tlumený trend exponenciální vyrovnání	5 let	1,62328

*Zdroj: SAS, vlastní zpracování*

Spolu s posouzením kvality zkonstruovaných pseudoprognoz pomocí průměrné relativní chyby prognózy se jako nejvhodnější model, pro jeho využití k předpovídání budoucího vývoje, jeví model jednoduchého exponenciálního vyrovnání s pseudoprognozou konstruovanou na posledních 5 let referenčního období. Při výběru modelu je důležité i posouzení

kvality modelu z hlediska nezávislosti reziduí a významnosti parametrů modelu. Kontrola nezávislosti reziduí byla provedena pomocí korelogramu viz. příloha č. 14. Jednotlivé modré sloupce jsou korelační koeficienty a červené větve znázorňují 95% interval spolehlivosti korelačních koeficientů. V příloze je také vidět, že se korelační koeficienty pohybují v 95 % intervalu spolehlivosti, což značí, že podmínka nezávislosti reziduí je splněna. V příloze č. 24 je znázorněno, že úroňová konstanta je statisticky významná, jelikož p-hodnota je menší než 0,05. Z toho vyplývá, že model je kvalitní pro popis minulého vývoje a lze jej použít pro následnou predikci.

**Graf 3: Grafické znázornění intervalové a bodové prognózy pro spotřebu konzumního mléka na budoucích 5 let**



*Zdroj: SAS, vlastní zpracování*

Graf č. 3 zobrazuje bodovou a intervalovou předpověď budoucího vývoje spotřeby konzumního mléka na následující 5 let. Modrá přímka je spojnice, která znázorňuje vybraný model jednoduchého exponenciálního vyrovnání a hvězdičky jsou původní hodnoty časové řady. Daný model předpokládá, že spotřeba konzumního mléka bude dosahovat v předpovědním horizontu konstantních hodnot 58,8009 kg mléka na osobu za rok. Ověřit přesnost předpovědi lze až v budoucnosti, kdy budou zveřejněny skutečné hodnoty spotřeby. Současná situace v ČR a EU povede spíše k mírnějšímu růstu ve spotřebě mléka, díky vysoké inflaci a válce na Ukrajině. V příloze č. 29 jsou zaznamenány konkrétní hodnoty predikce tohoto modelu.

Pro srovnání byla již reálná hodnota spotřeby konzumního mléka za rok 2020 porovnána s predikovanou hodnotou a relativní chyba prognózy byla 0,8417 % (Příloha č. 34).

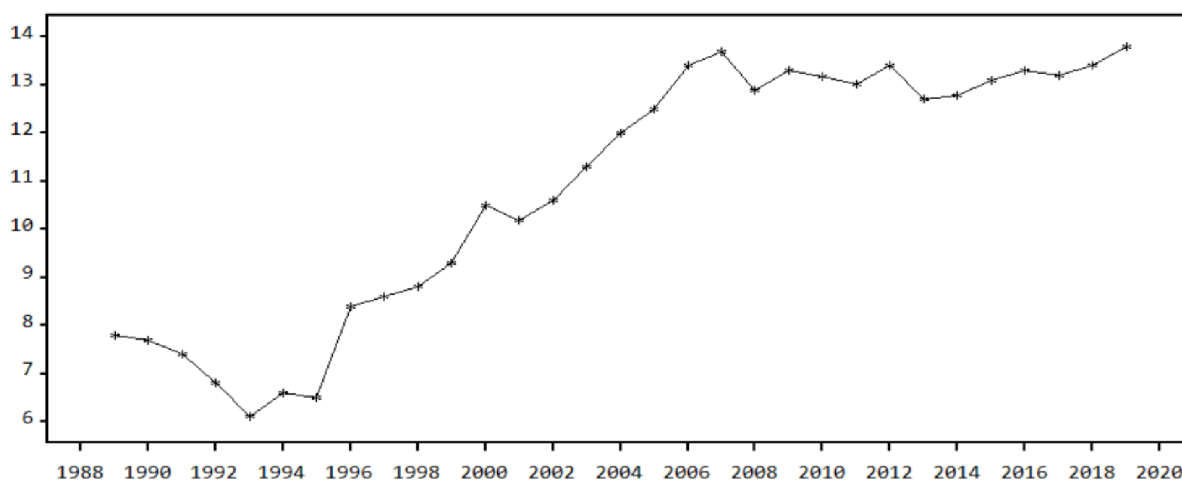
#### 4.1.2 Spotřeba sýrů

##### **Analýza vývoje spotřeby sýrů v ČR mezi lety 1989–2019**

Na grafu č. 4, je zobrazen vývoj časové řady spotřeby sýrů od roku 1989-2019. Na ose y jsou hodnoty spotřeby sýrů v kg na osobu za rok a na ose x jsou konkrétní roky. Na celém referenčním období lze vidět rostoucí tendenci ve spotřebě sýrů.

##### **Graf 4: Vývoj spotřeby sýrů v ČR v kg na osobu za rok v letech 1989–2019**

SPOTREBASYRU



Zdroj: SAS

Spotřeba sýru se za celých 31 let pohybovala mezi 6,1 a 13,8 kg na osobu za rok. Od roku 1989 do roku 1993 dle grafu č.4 lze sledovat pokles spotřeby sýrů. Podle průměrného koeficientu růstu v daném období se jedná o pokles o 6 %. V daném období lze nalézt i největší propad ve spotřebě sýru za celé sledované období a konkrétně v roce 1993, kdy spotřeba činila jen 6,1 kg na osobu. Příčinou tohoto trendu mohl být rozpad Československa. V tomto stejném roce došlo ke snížení spotřeby oproti roku 1989 o 22 %. Mezi lety 1995 a 2000 lze naopak vidět rostoucí tendenci ve spotřebě sýrů. Průměrný koeficient růstu v tomto období činí 1,10. V roce 1996 spotřeba vzrostla oproti předchozímu roku podle 1. absolutní diference o 1,9 kg. Od roku 2001 do roku 2007 došlo k dalšímu zvýšení spotřeby sýrů. Spotřeba se zde pohybovala mezi hodnotami 10,2 a 13,7 kg na osobu za rok. Průměrně došlo ročně k zvýšení o 0,583 kg na osobu za rok. V roce 2006 oproti předchozímu roku spotřeba vzrostla o 0,9 kg na osobu dle 1. absolutní diference a činila 13,4 kg. Od roku 2008 do roku 2012 dochází k pravidelným výkyvům ve spotřebě sýrů. Nejvyšší zvýšení bylo v tomto období zaznamenáno

v roce 2012, kdy spotřeba činila 13,4 kg na osobu. Oproti bazickému roku došlo ke zvýšení o 72 %. Mezi lety 2013 až 2016 lze pozorovat mírný vzrůst spotřeby sýrů. V tomto období to je nárůst o 1,5 %. V období mezi lety 2017 až 2019 lze zaznamenat nejvyšší spotřebu sýrů za celé referenční období, v roce 2019 to bylo 13,8 kg na osobu. Oproti bazickému roku to je navýšení spotřeby o 77 % (Příloha č. 4).

### Výběr modelu časové řady spotřeby sýrů a následná predikce

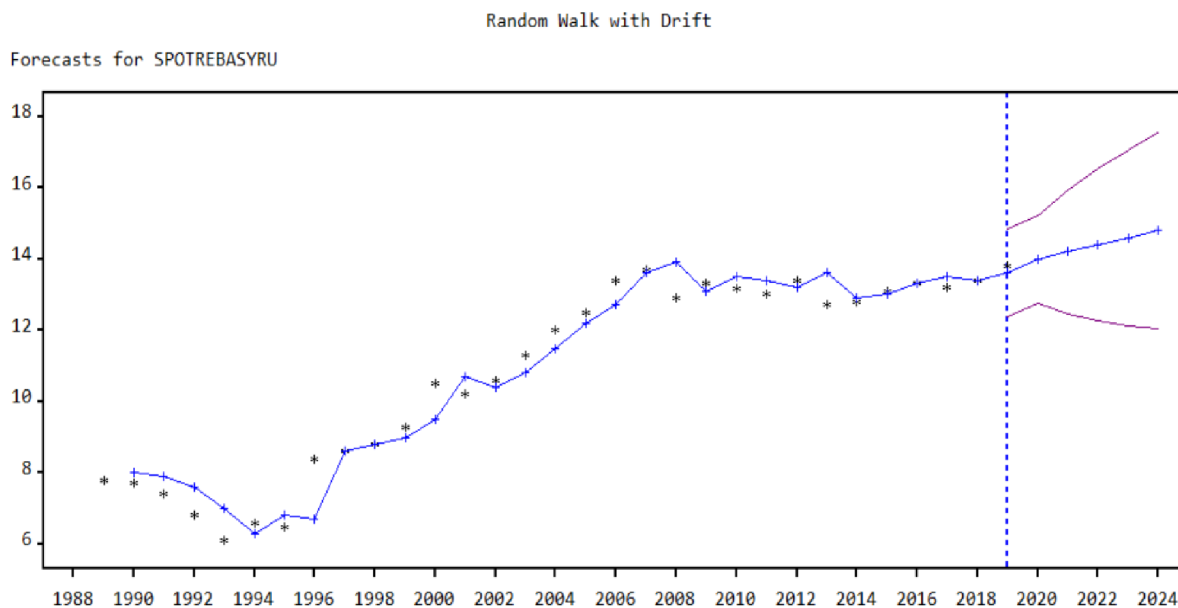
Časová řada ukazatele spotřeby sýrů byla diagnostikována v modulu SAS 9.4 jako časová řada s trendem, s možnou logaritmickou transformací a bez sezonní složky (roční data). Bylo experimentováno i s kombinací dvou modelů: modelem náhodné procházky s posunem a Holtovým lineárním modelem exponenciálního vyrovnání. Váhy byly nastaveny na 0,5 pro každý model. Dle tabulky č. 2 činila hodnota MAPE 0,93901 pro kombinovaný model a 0,89707 pro model náhodné procházky s posunem. Modely z této tabulky jsou vhodné pro popis uplynulého vývoje spotřeby sýrů, jelikož jejich hodnoty MAPE dosahují nízkých hodnot, nižších než 2 %. Ostatní kritéria jako je náhodné chování reziduí a jejich nezávislost byly právě potvrzeny u modelu náhodné procházky s posunem, a proto byl pro predikci vybrán právě tento model (Příloha č. 16, Příloha 17).

**Tabulka 2: Vhodné modely pro analýzu spotřeby sýrů včetně hodnot MAPE**

Název modelu	Pseudoprognóza	Hodnota MAPE
Model náhodné procházky s posunem	5 let	0,89707
Holtův lineární model exponenciálního vyrovnání	5 let	0,98094
Model logaritmické náhodné procházky s driftem	5 let	1,00200
Kombinovaný model: Model náhodné procházky s posunem a Lineární (Holtovo) exponenciální vyrovnání	5 let	0,93901

*Zdroj: vlastní zpracování, SAS*

**Graf 5: Grafické znázornění intervalové a bodové prognózy pro spotřebu sýrů na budoucích 5 let**



*Zdroj: SAS, vlastní zpracování*

Na grafu č. 5 je znázorněna bodová a intervalová předpověď spotřeby sýrů na 5 let dopředu, tedy až do roku 2024. Pro predikci byl nakonec vybrán model náhodné procházky s posunem a pseudoprognózou zkonstruovanou na 5 let, protože měl nejnižší průměrnou relativní chybu předpovědi, která činila 0,89708 %. Daný model předpovídá stálý nárůst spotřeby sýrů až do roku 2024. Dle bodové předpovědi bude v tomto roce spotřeba sýrů činit 14,8 kg na osobu. Co se týče intervalové předpovědi, tak spotřeba by v roce 2024 neměla jít pod hodnotu dolní hranice 12,0462 ani výš než je horní hranice 17,5538 kg na osobu za rok. V příloze č. 30 jsou zobrazeny konkrétní predikované hodnoty spotřeby sýrů.

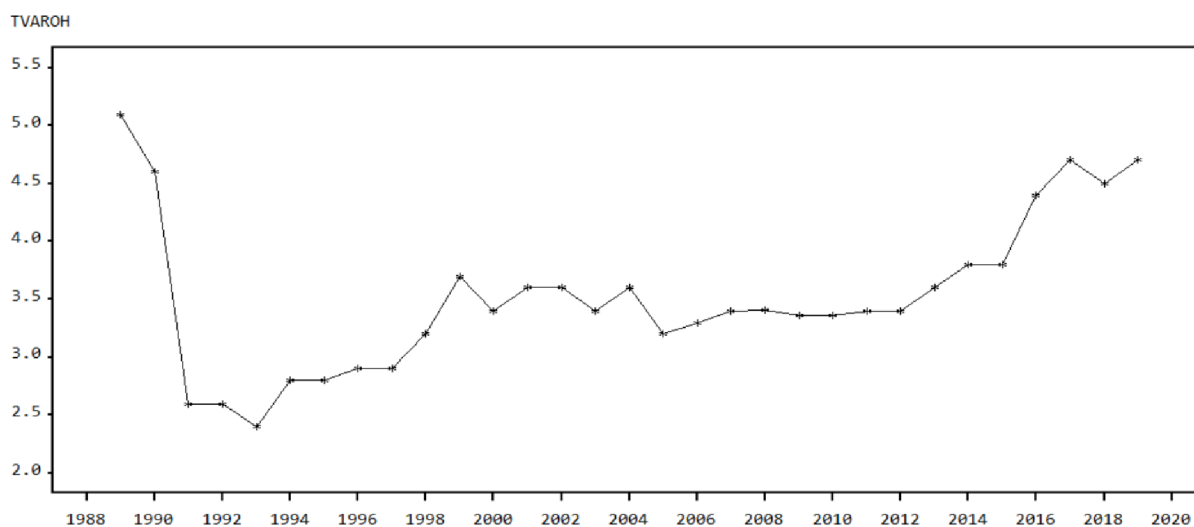
Za účelem porovnání predikované a skutečné hodnoty spotřeby sýrů za rok 2020 byla vypočtena relativní chyba prognózy. Podlé prognózy by měla spotřeba sýrů činit 14 kg na osobu za rok. Ve skutečně bylo v roce 2020 spotřebováno 14,3 kg sýrů. Relativní chyba tedy činila 2,098 % (Příloha č. 34).

### 4.1.3 Spotřeba tvarohů

#### **Analýza vývoje spotřeby tvarohů v ČR mezi lety 1989–2019**

Na grafu č. 6 je znázorněna časová řada spotřeby tvarohů za posledních 31 let. Graf spotřeby tvarohu má spíše rostoucí tendenci.

**Graf 6: Vývoj spotřeby tvarohů v ČR v kg na osobu za rok v letech 1989–2019**



Zdroj: SAS

Spotřeba za celé sledované období se pohybovala mezi 2,4 až 5,1 kg na osobu za rok. V prvním roce sledovaného období spotřeba činila 5,1 kg na osobu. Daná hodnota se jeví nejvyšší za celé referenční období. V následujících letech si lze všimnout poklesu spotřeby. Obzvláště v roce 1991, kdy spotřeba oproti předchozímu roku podle 1. absolutní diference klesla o 2 kg, a činila 2,6 kg na osobu. Příčinou takového propadu ve spotřebě tvarohů může být fakt, že do roku 1989 vládla v Česku komunistická strana.

Nejmenší hodnota spotřeby na osobu byla v roce 1993, kdy se spotřeba tvarohů snížila na 2,4 kg na osobu za rok. Podle koeficientů růstu se jedná o snížení o 8 %.

Mezi lety 2005 až 2008 lze zaznamenat mírný nárůst ve spotřebě. Jedná se podle průměrného absolutního přírůstků o vzrůst průměrně o 0,07 kg na osobu za rok. Průměrný koeficient růstu v daném období činí 1,0214, což značí průměrný roční přírůstek o 2,14 %. V následujících dvou letech 2011 a 2012 byla spotřeba tvarohu 3,36 kg na osobu za rok. Mezi roky 2014 a 2015 spotřeba činila 3,8 kg na osobu. Od roku 2016 až do roku 2019 je patrné mírné kolísání spotřeby. Bližší informace jsou obsaženy v Příloze č. 5.

### Výběr modelu časové řady spotřeby tvarohů a následná predikce

Časová řada spotřeby tvarohů byla diagnostikována jako časová řada s trendem a s možnou potřebou logaritmické transformace. Jako i u předešlých ukazatelů bylo experimentováno s délkou pseudoprognóz. Modely uvedené v tabulce č.3, se dají využít pro popis uplynulého vývoje spotřeby tvarohů, jelikož jejich hodnoty MAPE dosahují do 10 %.

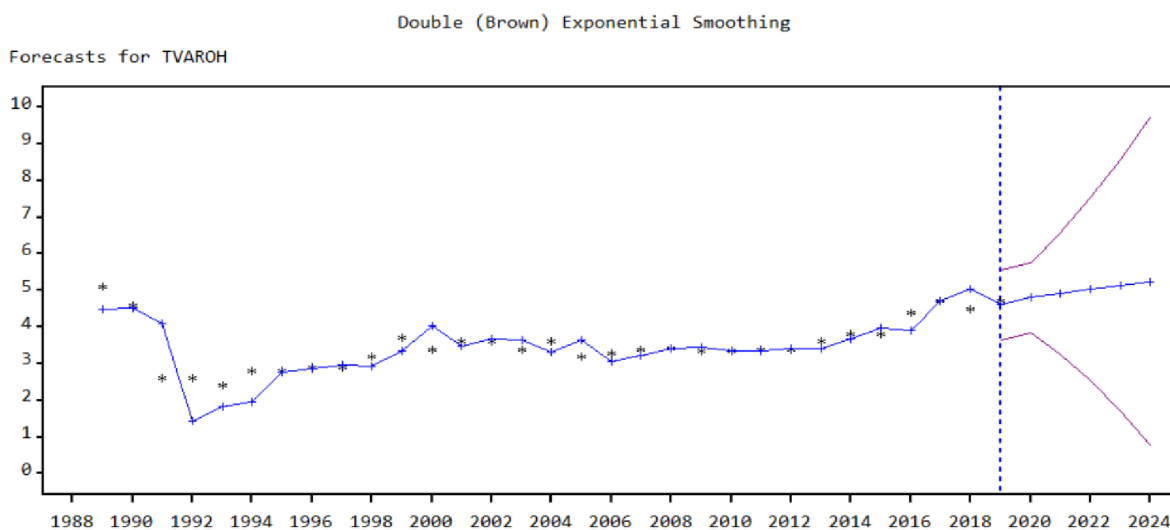
Nejvhodnějším modelem pro předpověď na 5 let je model dvojitěho Brownova exponenciálního vyrovnání s pseudoprognózou na 3 roky. Daný model má nejen nejmenší hodnotu MAPE ale i významnou úrovnovou konstantu (Příloha č. 26). Průměrná relativní chyba prognózy v daném modelu dosahuje 4,74346 %. Při posouzení kvality modelu byla ověřena nezávislost reziduí pomocí korelogramů (Příloha č. 18). Test na jednotkové kořeny také potvrdil nezávislost (Příloha č. 19).

**Tabulka 3 : Vhodné modely pro analýzu spotřeby tvarohů včetně hodnot MAPE**

Název modelu	Pseudoprognóza	Hodnota MAPE
Dvojitě (Brownovo) Exponenciální vyrovnání	3 roky	4,74148
Exponenciální vyrovnávání s tlumeným trendem	5 roky	5,67041
Dvojitě (Brownovo) Exponenciální vyrovnání	6 let	5,46295
Dvojitě (Brownovo) Exponenciální vyrovnání	7 let	5,43255

Zdroj: SAS, vlastní zpracování

**Graf 7 : Grafické znázornění intervalové a bodové prognózy pro spotřebu tvarohů na budoucích 5 let**



Zdroj: SAS, vlastní zpracování

Na grafu č. 7 je zobrazena bodová a intervalová předpověď spotřeby tvarohů na 5 let. Podle modelu dvojitého (Brownova) exponenciálního vyrovnání lze očekávat mírný nárůst spotřeby tvarohu v budoucích letech. Největší spotřebu tvarohů však lze očekávat až v roce 2024, kde podle bodové předpovědi bude dosahovat až 5,2471 kg na osobu (Příloha č 31).

Pro rok 2020 bylo předpovězeno, že spotřeba tvarohu bude činit 4,8034 kg na osobu za rok. Skutečná hodnota se lišila velmi málo od hodnoty predikované, v roce 2020 bylo skutečně spotřebováno 4,8 kg tvarohů. Relativní chyba prognózy činila jen 0,071 % (Příloha č. 34).

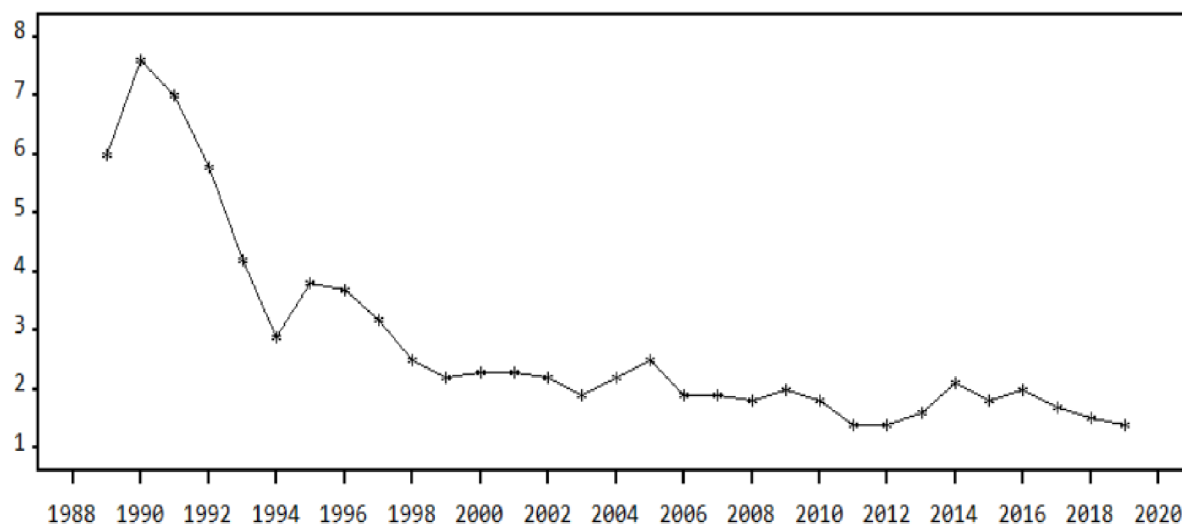
#### 4.1.4. Spotřeba mléčných konzerv

##### **Analýza vývoje spotřeby mléčných konzerv v ČR mezi lety 1989–2019**

Podle grafu č. 8 je patrný klesající trend. Za celé sledované období spotřeba mléčných konzerv se pohybovala mezi 1,4 a 7,6 kg na osobu za rok.

**Graf č. 8 : Vývoj spotřeby mléčných konzerv ČR v mezi lety 1989–2019**

MLECNE\_KONZERVY



Zdroj: SAS

V prvním roce sledovaného období činila spotřeba mléčných konzerv 6 kg na osobu. V roce 1990 hodnoty spotřeby vyšplhaly až na 7,6 kg na osobu za rok. Daná hodnota se už nikdy za celé sledované období neopakovala. Po roce 1990 až do roku 1994 následoval pokles



spotřeby. V průměru za daný časový úsek se jednalo o pokles meziročně o 21,4 %, tj. o 1,175 kg. V roce 1995 spotřeba mléčných konzerv oproti roku 1994 vzrostla o 31 %, tj. o 0,9 kg. Mezi lety 1995 a 1999 znovu pokračovaly klesající tendence ve spotřebě. Dle koeficientu růstu se jednalo o pokles spotřeby o 12,77 %, tj. o 0,4 kg v průměru za rok. V následujících obdobích již spotřeba kolísala.

V letech 2011 až 2012 byla spotřeba jen 1,4 kg na osobu za rok. Oproti bazickému roku se jedná o 77 % pokles. V období 2012-2014 došlo k mírnému nárůstu spotřeby mléčných konzerv v průměru o 22,47 %, tj. o 0,35 kg (Příloha č. 6).

V období mezi lety 2016 až 2019 znovu následoval pokles spotřeby, a to v průměru meziročně o 11,2 %. Podle průměrného absolutního přírůstku se jednalo o 0,2 kg.

### **Výběr modelu časové řady spotřeby mléčných konzerv a následná predikce**

Časová řada spotřeby mléčných konzerv byla diagnostikována jako řada s trendem a s možnou potřebou logaritmické transformace.

**Tabulka 4: Vhodné modely pro analýzu spotřeby mléčných konzerv včetně hodnot MAPE**

<b>Název modelu</b>	<b>Pseudoprognóza</b>	<b>Hodnota MAPE</b>
Lineární (Holtovo) exponenciální vyrovnání	3 roky	4,96721
Kombinovaný model: Model náhodné procházky s posunem a Lineární (Holtovo) exponenciální vyrovnání	3 roky	5,12167
Lineární (Holtovo) exponenciální vyrovnání	5 let	7,87272
Exponenciální vyrovnávání s tlumeným trendem	3 let	5,77822

*Zdroj: SAS, vlastní zpracování*

Při hledání vhodného modelu pro předpověď na následujících 5 let bylo experimentováno s různou délkou pseudoprognóz, avšak nebyl nalezen vhodný model, který by se dal použít pro predikci, přestože hodnota charakteristiky MAPE byla u všech modelů menší 8 %. Při testování významnosti parametrů v modelů, bylo zjištěno, že u všech výše zmíněných modelů byly nevýznamné úrovně konstanty (nulová hypotéza zněla: parametr není odlišný

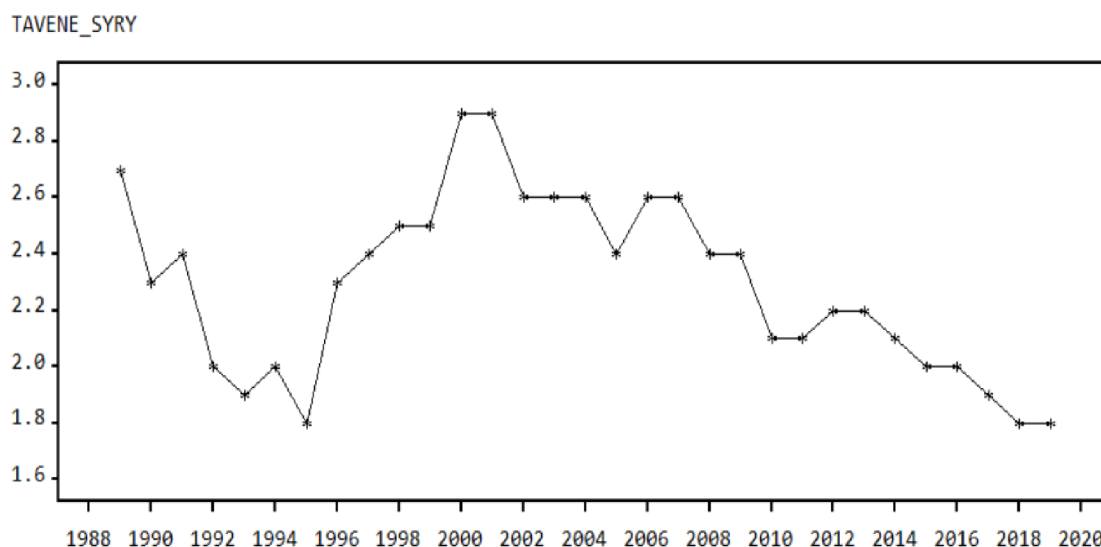
od nuly), tak jak p-hodnoty byly větší než hladina významnosti alfa (0,05), nedalo se zamítnout nulovou hypotézu. Proto žádný z výše uvedených modelů není vhodný pro predikci. Pokud bychom chtěli dále pracovat na zlepšení předpovědi této časové řadě, tak je možno využít další statistické modely jako např. ARIMA či predikovat časové řady pomocí rekurentní neuronových sítí.

#### 4.1.5 Spotřeba tavených sýrů

##### **Analýza vývoje spotřeby tavených sýrů v ČR mezi lety 1989–2019**

Na grafu č.9 je zobrazena časová řada spotřeby tavených sýrů od roku 1989 až 2019. Za celé sledované období se spotřeba pohybovala mezi 2,7 a 1,8 kg na osobu za rok. V porovnání s ostatními mléčnými potravinami je spotřeba tavených sýrů na velmi nízké úrovni

**Graf 9: Vývoj spotřeby tavených sýrů v ČR v kg na osobu v letech 1989–2019**



*Zdroj: SAS*

V prvním roce sledovaného období byla spotřeba 2,7 kg na osobu. V dalším roce spotřeba klesla o 15 % proti předchozímu roku. V následujícím období 1991-1993 činila spotřeba 0,8898 podle průměrného koeficienta růstu, což znamená, že meziročně spotřeba klesla o 12 %. Mezi lety 1995-1998 bylo možné pozorovat nárůst spotřeby a to meziročně v průměru o 11,57 %. V roce 1996 se spotřeba zvýšila až o 28 % oproti roku 1995, kde spotřeba činila pouze 1,8 kg na osobu za rok. Oproti bazickému roku se jednalo o 33 % pokles spotřeby v

roce 1995. V roce 1999 zůstala hodnota spotřeby stejná jako i v roce 1998, a to 2,5 kg na osobu za rok. V roce 2000 dosáhl koeficient růstu hodnoty 1,16, což znamená, že se jednalo o navýšení oproti předchozímu roku o 16 %. Nasledující rok zůstala spotřeba tavených sýrů stejná, Od roku 2002 až do rok 2004 se spotřeba tavených sýrů držela hodnoty 2,6 kg na osobu za rok. V roce 2005 spotřeba klesla oproti předchozímu roku o 8 %, ale v letech 2006 a 2007 se znovu vrátila na hodnotu 2,6 kg na osobu za rok. V letech 2008 a 2009 spotřeba znovu klesla a měla hodnotu 2,4 kg na osobu za rok. V roce 2010 spotřeba znovu klesla o 12 % dle koeficientu růstu. Stejnou hodnota měla spotřeba i v roce 2011 a 2014. Mezi lety 2016 a 2018 dosáhl průměrný koeficient růstu hodnoty 0,95, což značí průměrný roční pokles o 5 %. V posledním roce sledovaného období hodnota spotřeby zůstala stejná jako v předchozím roce, a to 1,8 kg na osobu za rok (Příloha č. 7).

### Výběr modelu časové řady spotřeby tavených sýrů a následná predikce

Časová řada spotřeby tavených sýrů byla diagnostikována jako časová řada nesezonní s trendem a s možnou potřebou logaritmické transformace. V tabulce č. 5 jsou znázorněny modely, u kterých je hodnota MAPE nejmenší. Modely jsou vhodné pro popis uplynulého vývoje spotřeby tavených sýrů, jelikož jejich hodnoty MAPE dosahují menších než 5 %.

**Tabulka 5 : Vhodné modely pro analýzu spotřeby tavených sýrů včetně hodnot MAPE**

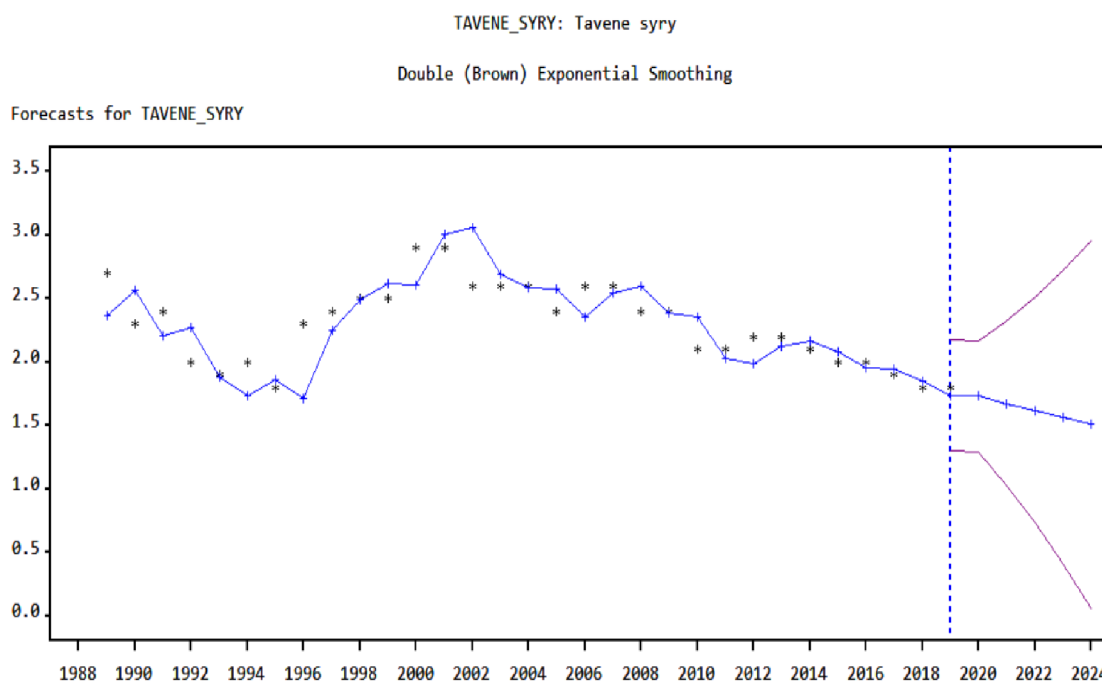
Název modelu	Pseudoprognóza	Hodnota MAPE
Dvojité (Brownovo) Exponenciální vyrovnání	6 let	3,07668
Dvojité (Brownovo) Exponenciální vyrovnání (Log)	5 let	2,9707
Dvojité (Brownovo) Exponenciální vyrovnání (Log)	4 roky	2,67064
Dvojité (Brownovo) Exponenciální vyrovnání	3 roky	2,92245

*Zdroj: SAS, vlastní zpracování*

Pro predikci byl vybrán model dvojitého Brownova exponenciálního vyrovnání s pseudoprognózou na 3 roky. Průměrná relativní chyba prognózy zde činila 2,92183 %. Tento model byl zvolen, jelikož měl realistické hodnoty bodové a intervalové předpovědi. V jiných modelech se totiž v intervalové předpovědi objevovaly záporné hodnoty, což u spotřeby nedává

smysl. Při kontrole kvality modelu byla prokázána nezávislost reziduí (Příloha č. 20, Příloha 22) a také jejich náhodné chování.

**Graf č. 10: Grafické znázornění intervalové a bodové prognózy pro spotřebu tavených sýrů na budoucích 5 let**



*Zdroj: SAS, vlastní zpracování*

Na grafu č.10 je prezentována bodová a intervalová předpověď pomocí modelu dvojitého Brownova exponenciálního vyrovnání. Daný model předpokládá, že v nejbližších letech bude mít spotřeba tavených sýrů klesající tendence. V roce 2024 bude, dle bodové předpovědi, spotřebováno jen 1,5113 kg na osobu za rok. U intervalových předpovědí má rozdíl mezi dolními a horními mezemi širší rozpětí (Příloha č. 32).

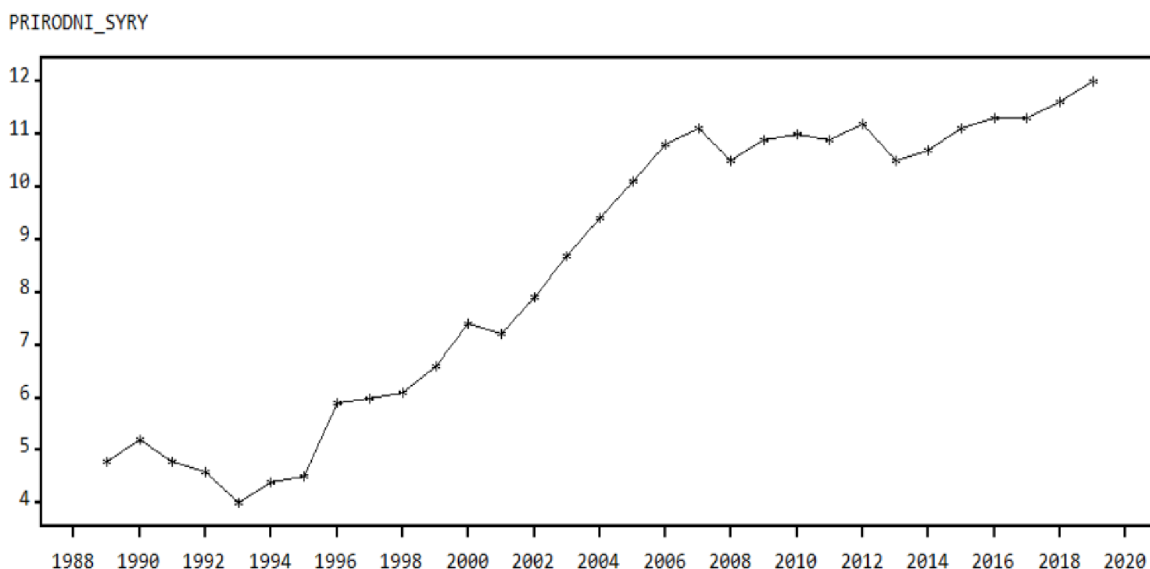
Na rok 2020 bylo předpovězeno, že spotřeba tavených sýru dosáhne hodnoty 1,7318 kg na osobu za rok. Skutečná spotřeba ovšem činila až 1,9 kg na osobu za rok. Relativní chyba prognózy pro daný model byla vypočtena na 8,85 %. Relativní chyba je menší než 10 %, proto je Brownův model exponenciálního vyrovnání stále vhodný pro aplikaci (Příloha č. 34).

#### 4.1.6. Spotřeba přírodních sýrů

##### **Analýza vývoje spotřeby přírodních sýrů v ČR mezi lety 1989–2019**

Jak je patrné z grafu č.11 lze u časové řady přírodních sýrů vypořadovat dlouhodobý rostoucí trend.

**Graf 11: Vývoj spotřeby přírodních sýrů v ČR v kg na osobu za rok v letech 1989–2019**



*Zdroj: SAS, vlastní zpracování*

Za celé referenční období se spotřeba přírodních sýrů pohybovala mezi 4 a 12 kg na osobu za rok. V období od roku 1990 až do roku 1993 se spotřeba v průměru každým rokem snižovala o 8,4 %. Nejnižší hodnoty spotřeby, a to konkrétně – 4kg na osobu za rok, bylo dosaženo v roce 1993. Podle koeficientu růstu se spotřeba přírodních sýrů v tomto roce snížila oproti roku 1992 o 13 %. Spotřeba přírodních sýrů se v letech 1994-2000 v průměru každým rokem zvyšovala o 9 %. Dle průměrného absolutního přírůstku se jedná o průměrný nárůst o 0,5 kg na osobu za rok. V roce 1996 se spotřeba přírodního sýru zvýšila oproti roku 1995 o 31 %.

V letech 2001-2007 byl průměrný roční nárůst jen 7,48 %. Mezi lety 2013-2016 bylo možno pozorovat mírný růst, a to o 0,27 kg na osobu za rok. V roce 2017 zůstala hodnota spotřeby stejná jako v předchozím roce a činila 11,3 kg za osobu na rok. V roce 2018 došlo, podle 1.absolutní difference, k nárůstu o 0,3 kg na osobu. Ve srovnání s bazickým rokem byla spotřeba přírodních sýrů stále vyšší o 142 %. V posledním roce sledovaného období spotřeba

dosáhla hodnoty až 12 kg na osobu. Oproti bazickému roku 1989 se jedná o 150 % nárůst (Příloha č. 8).

### **Výběr modelu časové řady spotřeby přírodních sýrů a následná predikce**

Časovou řadu spotřeby přírodních sýrů se povedlo diagnostikovat v modulu SAS 9.4 jako časovou řadu s trendem a s možnou logaritmickou transformací dat. Bylo experimentováno s různými délkami pseudoprognoz a předpovědní horizont byl nastaven na 5 let. Modely uvedené v tabulce č. 6, jsou vhodné pro popis uplynulého vývoje spotřeby přírodních sýrů, jelikož jejich hodnoty MAPE dosahují nízkých hodnot, nižších 2 % s ohledem na významnost parametru modelu (Příloha č. 28).

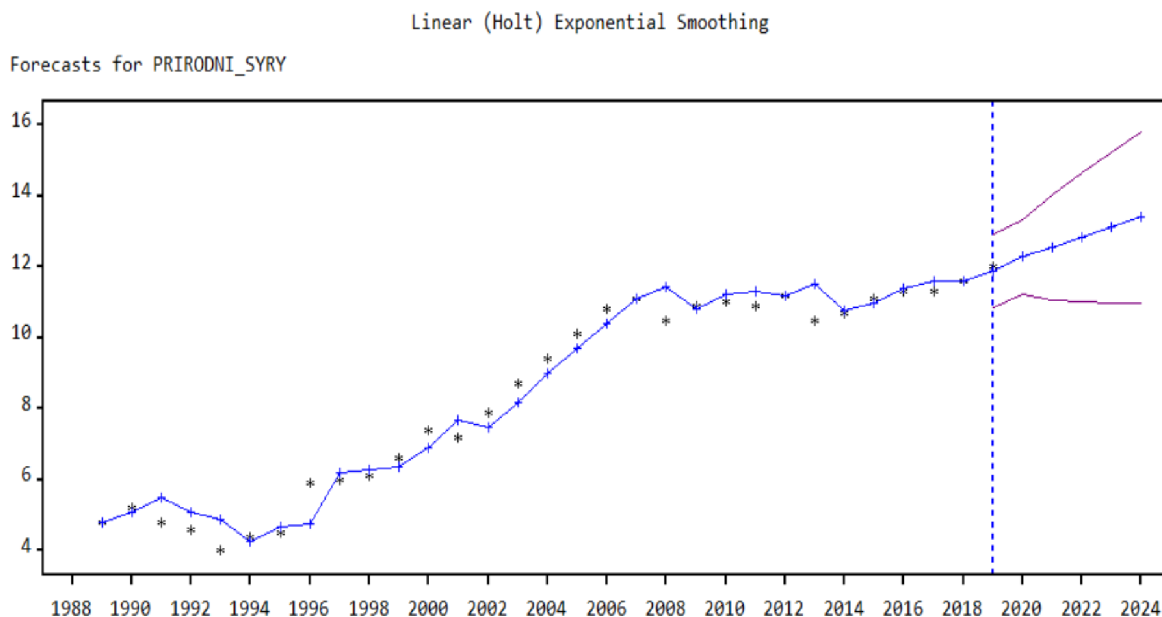
**Tabulka 6 : Vhodné modely pro analýzu spotřeby přírodních sýrů včetně hodnot MAPE**

<b>Název modelu</b>	<b>Pseudoprognoza</b>	<b>Hodnota MAPE</b>
Holtův model exponenciálního vyrovnání	6	1,04897
Model náhodné procházky s posunem	6	1,0250
Holtův model exponenciálního vyrovnání	5	1,10294
Holtův model exponenciálního vyrovnání	4	1,10315

*Zdroj: SAS, vlastní zpracování*

Uvedené modely byly srovnány s pomocí relativních chyb a významnosti parametrů modelů. Pro predikci byl zvolen model Holtova exponenciálního vyrovnání s pseudoprognozou zkonstruovanou na posledních 6 let referenčního období. Průměrná relativní chyba prognózy v daném modelu byla vypočtena pouze na 1,04897 %.

**Graf 12: Grafické znázornění intervalové a bodové prognózy pro spotřebu přírodních sýrů na budoucích 5 let**



*Zdroj: SAS, vlastní zpracování*

Na grafu číslo 12 je graficky zobrazena bodová a intervalová předpověď spotřeby přírodních sýrů pomocí modelu Holtova exponenciálního vyrovnání. Hodnoty bodové předpovědi svědčí, že v budoucích pěti letech spotřeba přírodních sýrů poroste. Dle intervalové předpovědi bude mít horní mez predikce rostoucí tendenci, ale dolní mez po roce 2020 klesne. Podle bodové předpovědi lze v roce 2024 očekávat, že spotřeba přírodních sýrů dosáhne hodnoty 13,388 kg na osobu za rok. Konkrétní hodnoty předpovědi jsou v (Příloha č. 33).

Předpovězená hodnota spotřeby přírodních sýrů za rok 2020 byla porovnána se skutečnou hodnotou spotřeby. Skutečná hodnota byla v tomto roce 12,4 kg na osobu za rok. Předikovaná hodnota se podle absolutní chyby prognózy lišila jen o 0,122 kg s relativní chybou prognózy 0,98 %. Podle velmi nízké hodnoty relativní chyby lze usoudit, že model je vhodný pro předpověď (Příloha č. 34).

## Zhodnocení výsledků

Na změny ve spotřebě mléčných výrobků působí řada faktorů: politický režim, vývoj příjmu, vývoj spotřebitelských cen potravin, rozšířená nabídka mléčných výrobků z dovozu, jejich dostupnost na trhu, slevy, reklamy a preference spotřebitelů. Všechny tyto faktory mohou přesnost predikce významně ovlivnit.

### Vývoj konzumního mléka

Při analýze vývoje časové řady spotřeby konzumního mléka za posledních 31 let byly nalezeny významné změny v trendu. Za celé referenční období se vyskytly dva velké výkyvy, a to v letech 1991 a 1992 a 1994 a 1995, kdy spotřeba významně klesla. Pokles mohl být způsoben např. změnou politického režimu v roce 1989 a také rozpadem Československa. V roce 2007 bylo spotřebováno nejméně kg konzumního mléka - 52,1, což je pravděpodobně důsledek hospodářské krize.

Pro predikci časové řady spotřeby konzumního mléka byl vybrán model jednoduchého exponenciálního vyrovnání s nejnižší střední absolutní procentuální chybou odhadu (1,30047) a také s nejnižší průměrnou relativní chybou prognózy - 1,30046. Pomocí daného modelu byla zkonstruovaná předpověď, která měla konstantní tendenci v letech 2020–2024, kdy spotřeba byla odhadnuta na 58,809kg na osobu za rok. Při srovnání předpovězené hodnoty a skutečné hodnoty lze udělat několik závěrů.

Model jednoduchého exponenciálního vyrovnání předpověděl konstantní trend, přitom skutečná spotřeba mírně rostla. Mezi skutečnou a predikční hodnotou byl ovšem rozdíl jen 0,4991kg. Model lze tedy považovat za úspěšný a lze použít pro predikci vývoje konzumního mléka. Pro větší přesnost je důležité predikce revidovat se znalostí většího množství dat a případně zohlednit významné faktory zmíněné výše.

### Vývoj spotřeby sýrů

Uplynulý vývoj spotřeby sýru na rozdíl od spotřeby konzumního mléka vykazuje rostoucí tendenci. Pro predikci budoucí spotřeby byl vybrán model náhodné procházky s posunem jako nejvhodnější. Při pseudoprognoze se danému modelu podařilo předpovědět přesné hodnoty spotřeby pro rok 2016 a 2018. Podle tohoto modelu se očekává, že spotřeba mírně poroste a v roce 2024 dosáhne hodnoty 14,8 kg na osobu za rok. Spotřeba v roce 2020 skutečně rostla a od predikční hodnoty se lišila jen o 0,3 kg na osobu za rok.

### Vývoj spotřeby tvarohu



Při analýze uplynulého vývoje spotřeby tvarohu byla odhalena rostoucí tendence. Na celém referenčním období spotřeba tvarohu měla jen jeden větší výkyv v roce 1991, kde spotřeba oproti předchozímu roku klesla až o 43 %. Pro predikci byl vybrán model dvojitého Brownova vyrovnání s metrikou MAPE 4,74 a s konstrukcí pseudoprognóz na 3 roky. Z výsledků předpovědi lze říci, že spotřeba tvarohu mírně poroste. Při porovnání predikované hodnoty a skutečné hodnoty v roce 2020 vyšla chyba prognózy pouze 0,071 %. Predikci můžeme považovat za velice úspěšnou.

### Spotřeba mléčných konzerv

Uplynulý vývoj spotřeby mléčných konzerv vykazuje na celém sledovaném intervalu klesající tendenci. Nejvíce mléčných konzerv bylo spotřebováno hned v druhém roce referenčního období. V tomto roce byl zaznamenán nárůst spotřeby až o 27 % oproti prvnímu roku sledovaného období. Naopak první větší propad ve spotřebě byl zaznamenán v roce 1993. Druhý propad byl v roce 1994, kdy spotřeba klesla oproti předchozímu roku o 31 %.

Po roce 1997 se spotřeba pohybovala na velmi nízké úrovni (mezi 2,5 a 1,4 kg na osobu za rok) toto trvalo až do konce sledovaného období.

Pro predikci ze 4 vhodných modelů s pseudoprognózou na 3 a 5 let se nepodařilo vybrat ten nejvhodnější model i když metrika MAPE u všech modelů byla pod 8 %. Příčinou byla statistická nevýznamnost parametrů. Spotřebu mléčných konzerv tedy nebylo možné predikovat pomocí zvolených metod. Další práce může být v použití jiných metod pro predikci této časové řady, např. pomocí neuronových sítí.

### Spotřeba tavených sýrů

Pro danou časovou řadu se jevil jako nejlepší – model dvojitého Brownova exponenciálního vyrovnání s MAPE 2,92 %. Při chybě MAPE pod 10% můžeme považovat tento model za velmi vhodný pro predikci. Pro tuto časovou řadu byl predikován další pokles ve spotřebě tavených sýrů.

Při srovnání předpovězené hodnoty pro rok 2020 se skutečnou hodnotou, bylo zjištěno, že spotřeba skutečně rostla a činila 1,9 kg na osobu za rok. Relativní chyba v tomto roce činila 8,85 %.

## Spotřeba přírodních sýrů

U spotřeby přírodních sýrů byly nalezeny 4 nejlepší modely s ohledem na statistickou významnost jejich parametrů. Všechny měly chybu MAPE pod 1,105 %. Jako nejvhodnější byl vybrán Holtův model exponenciálního vyrovnání s chybou MAPE 1,0489 %. Daný model u bodové předpovědi předpokládá, že spotřeba přírodních sýrů nadále poroste. U Intervalové předpovědi byly zaznamenány užší intervaly, s tím, že dolní meze po roce 2020 předpovídá pokles spotřeby.

Při porovnání skutečné a předpovězené hodnoty pro rok 2020, byla předpověď zatížena chybou 0,98 %. Daný model je vhodný pro další použití u předpovědi přírodních sýrů.

## Závěr

Cílem diplomové práce bylo odhalit a popsat vývojové tendence ve spotřebě mléka a mléčných výrobků v České republice za období 1989-2019. Dílčím cílem bylo zkonstruovat předpovědi vývoje pro rok 2020 až 2024 pomocí vhodných extrapolačních modelů v modulu TSFS programu SAS. Součástí práce bylo i srovnání předpovědi časových řad spotřeby konzumního mléka, sýra, tvarohu, tavených a přírodních sýrů za rok 2020 se skutečnou spotřebou v daném roce, pro zhodnocení přesnosti prognóz.

Pomocí analýzy bylo zjištěno, ve které skupině mléčných výrobků proběhly největší změny. Největší změny byly ve spotřebě konzumního mléka. Oproti roku 1989 byla v roce 2019 spotřeba nižší o 35,5 kg na osobu za rok. Druhá největší změna byla ve spotřebě přírodních sýrů, mezi rokem 1989 a 2019, kde byl rozdíl ve spotřebě až 7,2 kg na osobu za rok. Zvýšení spotřeby přírodních sýrů je nejspíše způsobeno tím, že vyrostl zájem o zdravou výživu a stravu bohatou na bílkoviny. Spotřeba sýrů oproti roku 1989 se zvýšila o 6 kg na osobu za rok. U mléčných konzerv došlo ke snížení spotřeby o 4,6 kg na osobu za rok. U spotřeby tavených sýrů došlo k zanedbatelnému snížení o 0,9 kg na osobu za rok.

Po analýze vývojových tendencí časových řad byly zkonstruovány předpovědi na dalších 5 let, tedy na roky 2020-2024. U ukazatele spotřeby konzumního mléka byl za pomoci modelu jednoduchého exponenciálního vyrovnání předpovězen konstantní trend. U třech časových řad (spotřeby tvarohu, sýrů a přírodních sýrů) byl předpovězen rostoucí trend. Pouze u časové řady tavených sýrů se dle předpovědi v těchto letech očekává pokles. Pro časovou řadu mléčných konzerv se bohužel nepodařilo najít vhodný model s významnými parametry.

Pro rok 2020 byla předpověď srovnána se skutečnou spotřebou. Porovnáním relativní chyby prognóz bylo zjištěno, že nejlepší výsledky dosáhly následující předpovědní modely. Pro následující modely je relativní chyba prognózy menší než 1%.

- Spotřeba tvarohu – Brownův model dvojitého exponenciálního vyrovnání
- Konzumní mléko – model jednoduchého exponenciálního vyrovnání
- Přírodní sýr – Holtův model exponenciálního vyrovnání.

Pro spotřebu taveného sýrů měl nejlepší prognózu Brownův model dvojitého exponenciálního vyrovnání. V tomto případě byla relativní chyba 8,83 %. Model náhodné procházky s posunem měl nejmenší relativní chybu pro spotřebu sýrů. Relativní chyba byla 2,09 %.

Závěrem této práce je, že spotřeba konzumního mléka byla predikována jako konstantní s dalšími daty se dá předpokládat, že reálná spotřeba bude mírně rostoucí. U spotřeby sýrů můžeme očekávat pozvolný růst, hodnoty MAPE byly nízké, a tak máme větší spolehlivost dané predikce. Spotřeba tvarohu bude pravděpodobně mírně růst. Spolehlivost dané predikce byla dle hodnot středně dobrá, při porovnání reálné hodnoty oproti predikované v letech 2020 bylo ovšem dosaženo vynikajících výsledků. U mléčných konzerv nebyl vybrán vhodný model z důvodu nevýznamnosti parametrů, a proto nebyl predikován vývoj spotřeby do budoucnosti. Spotřeba tavených sýrů byla v letech 2020-2024 predikována jako klesající. Reálná hodnota v roce 2020 ovšem byla vyšší než v roce 2019. Může to být ovšem pouze krátkodobý vliv způsobený pandemií COVID-19. Poslední časovou řadou byla spotřeba přírodních sýrů, hodnoty MAPE byly do 2 %, predikci můžeme tedy brát jako více spolehlivou. Dle ní bude trend spotřeby přírodních sýrů v následujících letech rostoucí.

## Seznam použitých zdrojů

ADAMCOVÁ, Pavla, NEVYHOŠTĚNÝ, Jan, CHRIPÁK, Denis. 2021. *Soběstačné Česko? Možná před 400 lety. Datový přehled ukazuje, co sníme i co vyvezeme* [online] In: Aktuálně.cz [cit. 2021-07-05]. Praha: Economia. Dostupné z: <https://zpravy.aktualne.cz/finance/nakupovani/potravinova-sobestacnost/r~a080f45caeed11eaa25cac1f6b220ee8/>

ADÁMKOVÁ, Alena. *Světový den mléka připomíná výjimečné postavení této potraviny*. Retail news [online]. 2018, roč. 8, č. 7-8. [cit. 2021-07-09]. Dostupné z: <https://archiv.press21.cz/retailnews/2018/7-8/html5/index.html?&pn=17&locale=ENG&archive=http://archiv.press21.cz/retailnews/rip.xml>>. ISSN 2336-8063

ANDĚL, Jiří. 1976. *Statistická analýza časových řad*. Praha: SNTL. ISBN: 04-004-76

ANDĚL, Michal a kol. 2013. *Sýry a tvarohy ve výživě*. Česká technologická platforma pro potraviny. Potravinářská komora České republiky. ISBN 978-80-905096-2-7.

About SAS, 2022. [online]. Dostupné z: [https://www.sas.com/cs\\_cz/company-information.html](https://www.sas.com/cs_cz/company-information.html)

BUDÍKOVÁ, Marie, KRÁLOVÁ, Marie, MAROŠ, Bohumil. 2010. *Průvodce základními statistickými metodami*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3243-5.

Bezpečnost potravin, 2021. *Sýry a jejich druhy*. [online]. Dostupné z: <https://www.bezpecnostpotravin.cz/az/termin/92086.aspx>

CALLEC, Christian. 2003. *Encyklopedie sýrů*. 1. vyd., dotisk. Praha: Rebo Productions. s. 256. ISBN 80-7234-225-8.

CIPRA, Tomáš. 1986. *Analýza časových řad s aplikacemi v ekonomii: celostátní vysoškolská učebnice pro stud. matem.-fyz. fakult studijních oborů 11 Fyzikálně matematické vědy*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury.

CIPRA, Tomáš. 2008. *Finanční ekonometrie*. 1. vyd., Praha: Ekopress. 538 s. ISBN: 978-80-86929-43-9,

CLAPP, Jennifer, 2017. *Food self-sufficiency: Making sense of it, and when it makes sense*. Food Policy [online]. [cit. 2021-06-02]. Dostupné z: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0306919216305851>>. ISSN 03069192.

Vyhláška č. 274/2019 Sb., vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 397/2016 Sb., o požadavcích na mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje. In: *Zákony pro lidi.cz*. [online]. © AION CS 2010-2022 [cit. 30. 7. 2022]. Dostupné z: <https://www.zakonypro-lidi.cz/cs/2019-274>

ČSÚ, 2021. *Potravinová soběstačnost*. [online]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/spotreba-potravin>

ČSÚ, 2020. *Spotřeba potravin byla nejvyšší od vzniku Česka*. [online]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/spotreba-potravin-byla-nejvyssi-od-vzniku-ceska>

DIVINOVÁ, Jana. 2022. *Soběstačnost Česka klesá. Měli bychom dost potravin?* Peníze.cz. [online]. [cit. 2022-09-29]. Dostupné z: <https://www.penize.cz/nakupy/432085-sobestacnost-ceska-klesa-meli-bychom-dost-potravin>

HANČLOVÁ, Jana, TVRDÝ, Lubor. 2003. *Úvod do analýzy časových řad*, VŠB-TU Ostrava. Dostupné z: [https://www.fd.cvut.cz/departament/k611/PEDAGOG/VSM/7\\_Analyza-CasRad.pdf](https://www.fd.cvut.cz/departament/k611/PEDAGOG/VSM/7_Analyza-CasRad.pdf)

HRNČÍŘOVÁ, Dana, FLORIÁNKOVÁ, Marcela, 2014. *Výživa ve výchově ke zdraví. Příručka pro učitele k e-learningovému kurzu*. Praha. Ministerstvo zemědělství, Odbor bezpečnosti potravin. ISBN 978-80-7434-166-3. Dostupné z: [https://www.bezpecnostpotravin.cz/UserFiles/Prirucka%20pro%20ucitele%20k%20elearning%20kurzu%20SS\\_WEB.pdf](https://www.bezpecnostpotravin.cz/UserFiles/Prirucka%20pro%20ucitele%20k%20elearning%20kurzu%20SS_WEB.pdf)

HRDINOVÁ, Radka. 2019. *Mléko u školáků úspěchy neslaví. Stát ho dotuje, ale často se vyhazuje*. In: iDnes.cz [online]. Praha: Mafra, 22. června 2019 13:48 [cit.2021-04-06]. Dostupné z: [https://www.idnes.cz/zpravy/domaci/mleko-skoly-dotace.A190621\\_091719\\_domaci\\_vlc](https://www.idnes.cz/zpravy/domaci/mleko-skoly-dotace.A190621_091719_domaci_vlc)

HINDLS, Richard. 2007. *Statistika pro ekonomy*. 8. vyd. Praha: Professional Publishing. ISBN 978-80-86946-43-6.

HINDLS, Richard, HRONOVÁ, Stanislava a NOVÁK Ilja. 2000. *Metody statistické analýzy pro ekonomy*. 2. vyd. Praha: Management Press. ISBN 80-7261-013-9.

Informační centrum bezpečnosti potravin, 2021. Ministerstvo zemědělství, Dostupné z: <https://www.bezpecnostpotravin.cz/az/termin/92087.aspx>

JENÍČEK, Vladimír. 1984. *Zemědělství a soběstačnost ve výrobě potravin*. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství. 238 s.

JUSTIA Patent, 2022. Patents Assigned to SAS Institute Inc. [online]. Dostupné z: <https://patents.justia.com/assignee/sas-institute-inc>

KANDINSKY, Wassily, 2021. *History of Cheese*. Internet archive. [online]. [cit.2021-27-06]. Dostupné z: <https://web.archive.org/web/20170721020249/http://www.gol27.com/HistoryCheese.html>

KOPÁČEK, Jiří. 2014. *Jak poznáme kvalitu? Mléko a mléčné výrobky*. Česká technologická platforma pro potraviny. Dostupné z: <https://adoc.pub/jak-pozname-kvalitu-mleko-a-mlene-vyrobky.html>. ISBN 978-80-88019-02-2

KOPÁČEK, Jiří. *Jak poznáme kvalitu? Mléko a mléčné výrobky*. ISBN 978-80-87719-18-3. Dostupné z: <https://www.bezpecnostpotravin.cz/UserFiles/Infografiky/mlekoFT.pdf>

KRUŽLIAK, Peter, SCHALLER, Rudolf, FORRÓ, Anton. Potraviny a nápoje, učebnice pro kuchaře a číšníky. 1. vyd. Praha: nakl. IQ47.1984. 176 s. ISBN 80-239-0161-3. str.5–7.

KŘIVÝ, Ivan. 2012. *Analýza časových řad*. Ostrava 2012. [online]. Dostupné z: <https://web.osu.cz/~Bujok/files/ancas.pdf>

KVASNIČKA, M. VAŠÍČEK, O. 2001. *Úvod do analýzy časových řad* [online]. [2021-12-13]. Dostupné z WWW: <<http://www.econ.muni.cz/~qasar/vyuka/emm2/skriptaemmii.pdf>>

LITSCHMANNOVÁ, Martina. 2011. *Úvod do statistiky*. [online] Dostupné z: <http://mi21.vsb.cz/modul/uvod-do-statistiky>

KÖPPELOVÁ, Jana. 2019. *Modely časových řad podnikových ukazatelů* [online]. Praha, 2019. Dostupné z: <https://www.pef.czu.cz/cs/r-17582-uchazeci/r-7028-doktorske-studium/r-8125-alumni/r-14796-alumni-2019>. Disertační práce. Česká zemědělská univerzita v Praze. Vedoucí práce Prof. Ing. Libuše Svatošová, CSc.

Mléko do škol patří! 2018 [online]. [cit.2021-23-08]. Dostupné z: <https://www.aktualne.cz/mleko-do-skol-patri/r~b9677bc8971911e890ecac1f6b220ee8/>

MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ, 2016. Legislativa. Vyhláška č. 274/2019 Sb., kterou se mění vyhláška č. 397/2016 Sb., o požadavcích na mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje. [online]. 2019 [cit. 2021-07-30]. Dostupné z:<http://eagri.cz/public/web/mze/ministerstvo-zemedelstvi/legislativa/tematicke-prehledy-pravnich-predpisu-mze/103613557.html>

MUEHLHOFF, Ellen, Anthony BENNETT a Deirdre MACMAHON, 2013. *Milk and dairy products in human nutrition*. Řím: FAO, xxvi, 376 pages. ISBN 92-510-7863-7. Dostupné z: <http://www.fao.org/docrep/018/i3396e/i3396e.pdf>



NIKLOVÁ, Anna. 2018. Společnost pro výživu [online]. [cit. 2021-11-18]. Dostupné z :<https://www.vyzivaspol.cz/syry/>

PÁNEK, Jan, POKORNÝ, Jan, DOSTÁLOVÁ, Jana, KOHOUT, Pavel. 2002. *Základy výživy*. 1. vyd. Praha: Svoboda Servis. 208 s. ISBN 80-86320-23-5.

PÝCHA, Martin. 2021. Konference: odbytová družstva a jejich role v zajištění potravinové soběstačnosti. Zemědělský svaz České republiky. [online] [cit. 2021-08-29]. Dostupné z: [https://www.zscr.cz/media/upload/1616081952\\_1-pycha-prezentace.pdf](https://www.zscr.cz/media/upload/1616081952_1-pycha-prezentace.pdf)

PÍCHA, Vladimír. 2020. *Vyvážíme surovinu dovážíme práci*. Komunikace a vnější vztahy ZSČR. [online]. [cit. 2021-06-05]. Dostupné z: <https://www.zscr.cz/clanek/vyvazime-surovinu-dovazime-praci-5240>

Potravinářská komora České republiky, 2020. *Reformulace*. [online]. [cit. 2021-11-01]. Dostupné z: [www.foodnet.cz](http://www.foodnet.cz)

RINCON, Paul. 2019. *Earliest direct evidence of milk consumption*. BBC. [online] Dostupné z: <https://www.bbc.com/news/science-environment-49650806>

STOBKLUB, 2017. *Mléko nejen kravské*. Stobklub.cz. [online]. Dostupné z: <https://www.stobklub.cz/clanek/mleko-nejen-kravske/>

SZPI. 2016. Slovníček pojmů. © Státní zemědělská a potravinářská inspekce 2021. [online] Dostupné z: <https://www.szpi.gov.cz/clanek/slovnicek-pojmu.aspx>

ČSÚ. *Spotřeba potravin 2019*. [online]. Praha: Český statistický úřad, 2020. [cit. 2021-06-03]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/spotreba-potravin-2019>

SAMKOVÁ, E. et al. 2012: *Mléko: produkce a kvalita*. České Budějovice: Jihočeská,

Zemědělská fakulta, 240 s., ISBN 978-80-7394-383-7

SVATOŠOVÁ, Libuše a Bohumil KÁBA, 2014. *Statistické metody II*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, Provozně ekonomická fakulta. 105 s. ISBN 978-80-213- 1736-9

ŠVIHLÍKOVÁ, Ilona. *Potravinová soběstačnost pod palbou zahraničních zájmů*. Argument [online]. [cit. 2021-04-15]. Dostupné z: <<http://casopisargument.cz/?p=35417>>. ISSN 2570-6934.

SOUČEK, Eduard. 2006. *Statistika pro ekonomy*. Vyd. 1. Praha: Vysoká škola ekonomie a managementu, 267 s. ISBN 80-867-3006-9

VÍTŮ, Kateřina. 2015. Slovníček výživy aneb troška teorie nikdy neuškodí. Zdravé stravování. Společnost pro výživu [online]. [cit. 2021-31-08]. Dostupné z: <https://www.zdravestravovani.cz/blog/slovnicek-vyzivy-aneb-troska-teorie-nykdy-neuskodi/38/>

ŽIŽKOVÁ, J. *Mléko a obaly*. RetailNews [online]. 2019, roč. 4, č. 4. [cit. 2022-01-06]. Dostupné z: <<https://retailnews.cz/2019/05/01/mleko-a-obaly/>>. ISSN 2336-8063.

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1: Členění mléka a mléčných výrobků dle Vyhlášky 397/2016 Sb. na druhy, skupiny a podskupiny.....	85
Příloha č. 2: Spotřeba mléčných výrobků v ČR v kg na osobu za rok v letech 1989–2019	87
Příloha č. 3: Elementární charakteristiky časové řady spotřeby konzumního mléka v kg na osobu za rok v ČR v letech 1989-2019 .....	88
Příloha č. 4: Elementární charakteristiky časové řady spotřeby sýrů v kg na osobu za rok v ČR v letech 1989-2019 .....	89
Příloha č. 5: Elementární charakteristiky časové řady spotřeby tvarohů v kg na osobu za rok v ČR v letech 1989-2019.....	91
Příloha č. 6: Elementární charakteristiky časové řady mléčných konzerv v kg na osobu za rok v ČR v letech 1989-2019.....	92
Příloha č. 7: Elementární charakteristiky časové řady spotřeby tavených sýrů v kg na osobu za rok v ČR v letech 1989-2019 .....	94
Příloha č. 8: Elementární charakteristiky časové řady spotřeby přírodních sýrů v kg na osobu za rok v ČR v letech 1989-2019 .....	95
Příloha č. 9: Relativní chyby prognózy pro model spotřeby konzumního mléka .....	97
Příloha č. 10: Relativní chyby prognózy pro vybraný model spotřeby sýrů .....	97
Příloha č. 11: Relativní chyba prognózy pro vybraný model spotřeby tvarohů .....	97
Příloha č. 12: Relativní chyba prognózy pro vybraný model spotřeby tavených sýrů .....	97
Příloha č. 13: Relativní chyba prognózy pro vybraný model spotřeby přírodních sýrů....	98
Příloha č. 14: Posouzení nezávislosti rezidui pomoci korelogramu .....	98
Příloha č. 15: Test na jednotkové kořeny .....	99
Příloha č. 16: Posouzení nezávislosti rezidui pomoci korelogramu .....	99
Příloha č. 17: Test na jednotkové kořeny .....	100
Příloha č. 18 Posouzení nezávislosti rezidui pomoci korelogramu .....	100
Příloha č. 19: Test na jednotkové kořeny .....	101
Příloha č. 20: Posouzení nezávislosti rezidui pomoci korelogramu .....	101
Příloha č. 21: Test na jednotkové kořeny .....	102
Příloha č. 22 Posouzení nezávislosti rezidui pomoci korelogramu .....	102
Příloha č. 23: Test na jednotkové kořeny .....	103

Příloha č. 24: Hodnoty vybraných ukazatelů pro model spotřeby konzumního mléka...	103
Příloha č. 25: Hodnoty vybraných ukazatelů pro model spotřeby sýrů.....	103
Příloha č. 26: Hodnoty vybraných ukazatelů pro model spotřeby tvarohů.....	103
Příloha č. 27 : Hodnoty vybraných ukazatelů pro model spotřeby tavených sýrů .....	103
Příloha č. 28: Hodnoty vybraných ukazatelů pro model spotřeby přírodních sýrů .....	104
Příloha č. 29 : Bodová a intervalová předpověď na 5 let pro spotřebu konzumního mléka. .....	104
Příloha č. 30: Bodová a intervalová předpověď na 5 let pro spotřebu sýrů.....	104
Příloha č. 31 : Bodová a intervalová předpověď na 5 let pro spotřebu tvarohů .....	104
Příloha č. 32: Bodová a intervalová předpověď na 5 let pro spotřebu tavených sýrů ....	105
Příloha č. 33 : Bodová a intervalová předpověď na 5 let pro spotřebu přírodních sýrů .	105
Příloha č. 34: Relativní chyby prognóz spotřeby mléka a mléčných výrobků pro rok 2020 .....	105
Příloha č. 35: Soběstačnost mléčných výrobků .....	105

**Příloha č. 1: Členění mléka a mléčných výrobků dle Vyhlášky 397/2016 Sb. na druhy, skupiny a podskupiny.**

Druh	Skupina	Podskupina
Mléko	tekuté	kategorie konzumního mléka podle bodu 1 odst. III část IV přílohy VII nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1308/2013
	zahuštěné	Odtučněné nebo odstředěné, slazené nebo neslazené částečně odtučněné nebo částečně odstředěné nebo polotučné, slazené nebo neslazené plnotučné, slazené nebo neslazené
	sušené	odtučněné nebo odstředěné částečně odtučněné nebo částečně odstředěné nebo polotučné plnotučné
Smetana	tekutá	ke šlehání vysokotučná
	zahuštěná	
	sušená	
Kysaný nebo zakysaný mléčný výrobek	jogurt	
	jogurt smetanový	
	jogurt bílý	
	jogurt bílý smetanový	
	jogurtové mléko	
	acidofilní mléko	
	kefir	
	kefírové mléko	
	kysané mléko nebo smetanový zákys	
kysaná nebo zakysaná smetana		
kysané podmásli		

	kysaný mléčný výrobek s bifido kulturou	
Mléčný výrobek tepelně ošetřený po kysacím procesu		
Mléčný výrobek obohacený přídavkem mléčné kultury		
Máslo mlékárenské a koncentráty mléčného tuku	máselný tuk nebo mléčný tuk bezvodý	
	máselný koncentrát	
	čerstvé máslo	
	máslo	
	máslo stolní	
Tvaroh	měkký nebo odtučněný nízkotučný nebo jemný polotučný tučný	termizovaný
	tvrdý	
Sýr	přírodní	čerstvý
		zrající
		zrající pod mazem zrající v celé hmotě s plísní na povrchu s plísní uvnitř hmoty dvouplísňový v solném nálevu, bílý pařený
		extra tvrdý (ke strouhání) tvrdý polotvrdý poloměkký měkký
	tavený	roztíratelný s lomem
	tavený sýrový výrobek	
	tavený mléčný výrobek	
	syrovátkový	

Bílkovinný mléčný výrobek	potravinářský kasein	kyselý sladký
	potravinářský kaseinát	
	mléčná bílkovina	
Mléčný výrobek ostatní		

Zdroj: Ministerstvo zemědělství, 2016

**Příloha č. 2: Spotřeba mléčných výrobků v ČR v kg na osobu za rok v letech 1989–2019**

Rok	Mléko konzumní	Mléčné konzervy	Sýry	Tavené sýry	Přírodní sýry	Tvaroh
1989	94,3	6	7,8	2,7	4,8	5,1
1990	94,4	7,6	7,7	2,3	5,2	4,6
1991	90	7	7,4	2,4	4,8	2,6
1992	76,8	5,8	6,8	2	4,6	2,6
1993	75,2	4,2	6,1	1,9	4	2,4
1994	79,8	2,9	6,6	2	4,4	2,8
1995	66,7	3,8	6,5	1,8	4,5	2,8
1996	60,5	3,7	8,4	2,3	5,9	2,9
1997	59,6	3,2	8,6	2,4	6	2,9
1998	59,9	2,5	8,8	2,5	6,1	3,2
1999	60,3	2,2	9,3	2,5	6,6	3,7
2000	59,6	2,3	10,5	2,9	7,4	3,4
2001	60,7	2,3	10,2	2,9	7,2	3,6
2002	62	2,2	10,6	2,6	7,9	3,6
2003	58,5	1,9	11,3	2,6	8,7	3,4
2004	61,6	2,2	12	2,6	9,4	3,6
2005	55,4	2,5	12,5	2,4	10,1	3,2
2006	53,6	1,9	13,4	2,6	10,8	3,3
2007	52,1	1,9	13,7	2,6	11,1	3,4
2008	57	1,8	12,9	2,4	10,5	3,41
2009	59,8	2	13,32	2,4	10,9	3,36
2010	57,7	1,8	13,18	2,1	11	3,36
2011	57,7	1,4	13,02	2,1	10,9	3,4
2012	59	1,4	13,4	2,2	11,2	3,4
2013	62,3	1,6	12,7	2,2	10,5	3,6
2014	60,1	2,1	12,8	2,1	10,7	3,8

2015	60,5	1,8	13,1	2	11,1	3,8
2016	60,4	2	13,3	2	11,3	4,4
2017	61,3	1,7	13,2	1,9	11,3	4,7
2018	59,7	1,5	13,4	1,8	11,6	4,5
2019	58,8	1,4	13,8	1,8	12	4,7

*Zdroj dat: ČSÚ*

**Příloha č. 3: Elementární charakteristiky časové řady spotřeby konzumního mléka v kg na osobu za rok v ČR v letech 1989-2019**

Rok	Mléko konzumní	1. absolutní diference	2. absolutní diference	Koeficient růstu	Bazický index
1989	94,3				
1990	94,4	0,1		1,001	1,001
1991	90	-4,4	-4,5	0,95	0,95
1992	76,8	-13,2	-8,8	0,85	0,81
1993	75,2	-1,6	11,6	0,98	0,8
1994	79,8	4,6	6,2	1,06	0,85
1995	66,7	-13,1	-17,7	0,84	0,71
1996	60,5	-6,2	6,9	0,91	0,64
1997	59,6	-0,9	5,3	0,99	0,63
1998	59,9	0,3	1,2	1,01	0,64
1999	60,3	0,4	0,1	1,01	0,64
2000	59,6	-0,7	-1,1	0,99	0,63
2001	60,7	1,1	1,8	1,02	0,64
2002	62	1,3	0,2	1,02	0,66
2003	58,5	-3,5	-4,8	0,94	0,62
2004	61,6	3,1	6,6	1,05	0,65
2005	55,4	-6,2	-9,3	0,9	0,59
2006	53,6	-1,8	4,4	0,97	0,57
2007	52,1	-1,5	0,3	0,97	0,55
2008	57	4,9	6,4	1,09	0,6
2009	59,8	2,8	-2,1	1,05	0,63
2010	57,7	-2,1	-4,9	0,96	0,61
2011	57,7	0	2,1	1	0,61
2012	59	1,3	1,3	1,02	0,63
2013	62,3	3,3	2	1,06	0,66



2014	60,1	-2,2	-5,5	0,96	0,64
2015	60,5	0,4	2,6	1,01	0,64
2016	60,4	-0,1	-0,5	1	0,64
2017	61,3	0,9	1	1,01	0,65
2018	59,7	-1,6	-2,5	0,97	0,63
2019	58,8	-0,9	0,7	0,98	0,62
<b>Průměr</b>	64,4	-1,18	-0,03	0,99	0,67

Průměrný absolutní přírůstek mezi lety 1994 až 1997 -6,73

Průměrný koeficient růstu mezi lety 1994 až 1997 0,907

Průměrný absolutní přírůstek mezi lety 2000 až 2002 1,20

Průměrný koeficient růstu mezi lety 2000 až 2002 1,020

Průměrný absolutní přírůstek mezi lety 2004 až 2007 -3,167

Průměrný koeficient růstu mezi lety 2004 až 2007 0,946

*Zdroj dat: ČSÚ, vlastní zpracování*

**Příloha č. 4: Elementární charakteristiky časové řady spotřeby sýrů v kg na osobu za rok v ČR v letech 1989-2019**

Rok	Sýry	1. absolutní diference	2. absolutní di- ference	Koeficient růstu	Bazický index
1989	7,8				
1990	7,7	-0,1		0,99	0,99
1991	7,4	-0,3	-0,2	0,96	0,95
1992	6,8	-0,6	-0,3	0,92	0,87
1993	6,1	-0,7	-0,1	0,90	0,78
1994	6,6	0,5	1,2	1,08	0,85
1995	6,5	-0,1	-0,6	0,98	0,83
1996	8,4	1,9	2	1,29	1,08
1997	8,6	0,2	-1,7	1,02	1,10

1998	8,8	0,2	2E-15	1,02	1,13
1999	9,3	0,5	0,3	1,06	1,19
2000	10,5	1,2	0,7	1,13	1,35
2001	10,2	-0,3	-1,5	0,97	1,31
2002	10,6	0,4	0,7	1,04	1,36
2003	11,3	0,7	0,3	1,07	1,45
2004	12	0,7	-2E-15	1,06	1,54
2005	12,5	0,5	-0,2	1,04	1,60
2006	13,4	0,9	0,4	1,07	1,72
2007	13,7	0,3	-0,6	1,02	1,76
2008	12,9	-0,8	-1,1	0,94	1,65
2009	13,32	0,42	1,22	1,03	1,71
2010	13,18	-0,14	-0,56	0,99	1,69
2011	13,02	-0,16	-0,02	0,99	1,67
2012	13,4	0,38	0,54	1,03	1,72
2013	12,7	-0,7	-1,08	0,95	1,63
2014	12,8	0,1	0,8	1,01	1,64
2015	13,1	0,3	0,2	1,02	1,68
2016	13,3	0,2	-0,1	1,02	1,71
2017	13,2	-0,1	-0,3	0,99	1,69
2018	13,4	0,2	0,3	1,02	1,72
2019	13,8	0,4	0,2	1,03	1,77
<b>Průměr</b>	<b>10,85</b>	<b>0,2</b>	<b>0,017</b>	<b>1,02</b>	<b>1,40</b>

Průměrný absolutní přírůstek mezi lety 1989 až 1993	-0,425
Průměrný koeficient růstu mezi lety 1989 až 1993	0,94039
Průměrný absolutní přírůstek mezi lety 1995 až 2000	0,8
Průměrný koeficient růstu mezi lety 1995 až 2000	1,10066
Průměrný absolutní přírůstek mezi lety 2001 až 2007	0,583
Průměrný koeficient růstu mezi lety 2001 až 2007	1,05039
Průměrný absolutní přírůstek mezi lety 2013 až 2016	0,2

*Zdroj dat: ČSÚ, vlastní zpracování*

**Příloha č. 5: Elementární charakteristiky časové řady spotřeby tvarohů v kg na osobu za rok v ČR v letech 1989-2019**

Rok	Tvaroh	1. absolutní diference	2. absolutní diference	Koeficient růstu	Bazický index
1989	5,1				
1990	4,6	-0,50		0,90	0,90
1991	2,6	-2,00	1,50	0,57	0,51
1992	2,6	0,00	-2,00	1,00	0,51
1993	2,4	-0,20	0,20	0,92	0,47
1994	2,8	0,40	-0,60	1,17	0,55
1995	2,8	0,00	0,40	1,00	0,55
1996	2,9	0,10	-0,10	1,04	0,57
1997	2,9	0,00	0,10	1,00	0,57
1998	3,2	0,30	-0,30	1,10	0,63
1999	3,7	0,50	-0,20	1,16	0,73
2000	3,4	-0,30	0,80	0,92	0,67
2001	3,6	0,20	-0,50	1,06	0,71
2002	3,6	0,00	0,20	1,00	0,71
2003	3,4	-0,20	0,20	0,94	0,67
2004	3,6	0,20	-0,40	1,06	0,71
2005	3,2	-0,40	0,60	0,89	0,63
2006	3,3	0,10	-0,50	1,03	0,65
2007	3,4	0,10	0,00	1,03	0,67
2008	3,41	0,01	0,09	1,00	0,67
2009	3,36	-0,05	0,06	0,99	0,66
2010	3,36	0,00	-0,05	1,00	0,66
2011	3,4	0,04	-0,04	1,01	0,67
2012	3,4	0,00	0,04	1,00	0,67
2013	3,6	0,20	-0,20	1,06	0,71
2014	3,8	0,20	0,00	1,06	0,75
2015	3,8	0,00	0,20	1,00	0,75
2016	4,4	0,60	-0,60	1,16	0,86
2017	4,7	0,30	0,30	1,07	0,92
2018	4,5	-0,20	0,50	0,96	0,88
2019	4,7	0,20	-0,40	1,04	0,92
<b>Průměr</b>	<b>3,53</b>	<b>-0,01</b>	<b>-0,02</b>	<b>1,00</b>	<b>0,68</b>

Průměrný absolutní přírůstek mezi lety 1989 až 1991	-1,25
Průměrný koeficient růstu mezi lety 1989 až 1991	0,714
Průměrný absolutní přírůstek mezi lety 1997 až 1999	0,4
Průměrný koeficient růstu mezi lety 1997 až 1999	1,1295
Průměrný absolutní přírůstek mezi lety 2005 až 2008	0,07
Průměrný koeficient růstu mezi lety 2005 až 2008	1,021
Průměrný absolutní přírůstek mezi lety 2015 až 2017	0,45
Průměrný koeficient růstu mezi lety 2015 až 2017	1,112

*Zdroj dat: ČSÚ, vlastní zpracování*

**Příloha č. 6: Elementární charakteristiky časové řady mléčných konzerv v kg na osobu za rok v ČR v letech 1989-2019**

Rok	Mléčné konzervy	1. absolutní diference	2. absolutní diference	Koeficient růstu	Bazický index
1989	6				
1990	7,6	1,60		1,27	1,27
1991	7	-0,60	2,20	0,92	1,17
1992	5,8	-1,20	0,60	0,83	0,97
1993	4,2	-1,60	0,40	0,72	0,70
1994	2,9	-1,30	-0,30	0,69	0,48
1995	3,8	0,90	-2,20	1,31	0,63
1996	3,7	-0,10	1,00	0,97	0,62
1997	3,2	-0,50	0,40	0,86	0,53
1998	2,5	-0,70	0,20	0,78	0,42
1999	2,2	-0,30	-0,40	0,88	0,37
2000	2,3	0,10	-0,40	1,05	0,38
2001	2,3	0,00	0,10	1,00	0,38

2002	2,2	-0,10	0,10	0,96	0,37
2003	1,9	-0,30	0,20	0,86	0,32
2004	2,2	0,30	-0,60	1,16	0,37
2005	2,5	0,30	0,00	1,14	0,42
2006	1,9	-0,60	0,90	0,76	0,32
2007	1,9	0,00	-0,60	1,00	0,32
2008	1,8	-0,10	0,10	0,95	0,30
2009	2	0,20	-0,30	1,11	0,33
2010	1,8	-0,20	0,40	0,90	0,30
2011	1,4	-0,40	0,20	0,78	0,23
2012	1,4	0,00	-0,40	1,00	0,23
2013	1,6	0,20	-0,20	1,14	0,27
2014	2,1	0,50	-0,30	1,31	0,35
2015	1,8	-0,30	0,80	0,86	0,30
2016	2	0,20	-0,50	1,11	0,33
2017	1,7	-0,30	0,50	0,85	0,28
2018	1,5	-0,20	-0,10	0,88	0,25
2019	1,4	-0,10	-0,10	0,93	0,23
<b>Průměr</b>	<b>2,79</b>	<b>-0,15</b>	<b>0,06</b>	<b>0,97</b>	<b>0,45</b>

Průměrný absolutní přírůstek mezi lety 1990 až 1994	-1,175
Průměrný koeficient růstu mezi lety 1990 až 1994	0,785952
Průměrný absolutní přírůstek mezi lety 1995 až 1999	-0,4
Průměrný koeficient růstu mezi lety 1995 až 1999	0,8723
Průměrný absolutní přírůstek mezi lety 2012 až 2014	0,35
Průměrný koeficient růstu mezi lety 2012 až 2014	1,2247
Průměrný absolutní přírůstek mezi lety 2016 až 2019	-0,2
Průměrný koeficient růstu mezi lety 2016 až 2019	0,888

*Zdroj dat: ČSÚ, vlastní zpracování*

**Příloha č. 7: Elementární charakteristiky časové řady spotřeby tavených sýrů v kg na osobu za rok v ČR v letech 1989-2019**

Rok	Tavené sýry	1. absolutní diference	2. absolutní diference	Koeficient růstu	Bazický index
1989	2,7				
1990	2,3	-0,4		0,85	0,85
1991	2,4	0,1	0,5	1,04	0,89
1992	2	-0,4	-0,5	0,83	0,74
1993	1,9	-0,1	0,3	0,95	0,7
1994	2	0,1	0,2	1,05	0,74
1995	1,8	-0,2	-0,3	0,9	0,67
1996	2,3	0,5	0,7	1,28	0,85
1997	2,4	0,1	-0,4	1,04	0,89
1998	2,5	0,1	0	1,04	0,93
1999	2,5	0	-0,1	1	0,93
2000	2,9	0,4	0,4	1,16	1,07
2001	2,9	0	-0,4	1	1,07
2002	2,6	-0,3	-0,3	0,9	0,96
2003	2,6	0	0,3	1	0,96
2004	2,6	0	0	1	0,96
2005	2,4	-0,2	-0,2	0,92	0,89
2006	2,6	0,2	0,4	1,08	0,96
2007	2,6	0	-0,2	1	0,96
2008	2,4	-0,2	-0,2	0,92	0,89
2009	2,4	0	0,2	1	0,89
2010	2,1	-0,3	-0,3	0,88	0,78
2011	2,1	0	0,3	1	0,78
2012	2,2	0,1	0,1	1,05	0,81
2013	2,2	0	-0,1	1	0,81
2014	2,1	-0,1	-0,1	0,95	0,78
2015	2	-0,1	0	0,95	0,74
2016	2	0	0,1	1	0,74
2017	1,9	-0,1	-0,1	0,95	0,7
2018	1,8	-0,1	0	0,95	0,67
2019	1,8	0	0,1	1	0,67
<b>Průměr</b>	2,29	-0,03	0,014	0,99	0,84

Průměrný absolutní přírůstek mezi lety 1991 až 1993 -0,25  
 Průměrný koeficient růstu mezi lety 1991 až 1993 0,89

Průměrný absolutní přírůstek mezi lety 1995 až 1998 0,23  
 Průměrný koeficient růstu mezi lety 1995 až 1998 1,1157

Průměrný absolutní přírůstek mezi lety 2013 až 2015 -0,1  
 Průměrný koeficient růstu mezi lety 2013 až 2015 0,95

Průměrný absolutní přírůstek mezi lety 2016 až 2018 -0,1  
 Průměrný koeficient růstu mezi lety 2016 až 2018 0,95

*Zdroj dat: ČSÚ, vlastní zpracování*

**Příloha č. 8: Elementární charakteristiky časové řady spotřeby přírodních sýrů v kg na osobu za rok v ČR v letech 1989-2019**

Rok	Přírodní sýry	1. absolutní diference	2. absolutní diference	Koeficient růstu	Bazický index
1989	4,8				
1990	5,2	0,4		1,08	1,08
1991	4,8	-0,4	-0,8	0,92	1
1992	4,6	-0,2	0,2	0,96	0,96
1993	4	-0,6	-0,4	0,87	0,83
1994	4,4	0,4	1	1,1	0,92
1995	4,5	0,1	-0,3	1,02	0,94
1996	5,9	1,4	1,3	1,31	1,23
1997	6	0,1	-1,3	1,02	1,25
1998	6,1	0,1	0	1,02	1,27
1999	6,6	0,5	0,4	1,08	1,38
2000	7,4	0,8	0,3	1,12	1,54
2001	7,2	-0,2	-1	0,97	1,5
2002	7,9	0,7	0,9	1,1	1,65

2003	8,7	0,8	0,1	1,1	1,81
2004	9,4	0,7	-0,1	1,08	1,96
2005	10,1	0,7	0	1,07	2,1
2006	10,8	0,7	0	1,07	2,25
2007	11,1	0,3	-0,4	1,03	2,31
2008	10,5	-0,6	-0,9	0,95	2,19
2009	10,9	0,4	1	1,04	2,27
2010	11	0,1	-0,3	1,01	2,29
2011	10,9	-0,1	-0,2	0,99	2,27
2012	11,2	0,3	0,4	1,03	2,33
2013	10,5	-0,7	-1	0,94	2,19
2014	10,7	0,2	0,9	1,02	2,23
2015	11,1	0,4	0,2	1,04	2,31
2016	11,3	0,2	-0,2	1,02	2,35
2017	11,3	0	-0,2	1	2,35
2018	11,6	0,3	0,3	1,03	2,42
2019	12	0,4	0,1	1,03	2,5
<b>Průměr</b>	<b>8,47</b>	<b>0,24</b>	<b>-5,74E-18</b>	<b>1,03</b>	<b>1,79</b>

Průměrný absolutní přírůstek mezi lety 1990 až 1993 -0,4  
Průměrný koeficient růstu mezi lety 1990 až 1993 0,916

Průměrný absolutní přírůstek mezi lety 1994 až 2000 0,5  
Průměrný koeficient růstu mezi lety 1994 až 2000 1,09

Průměrný absolutní přírůstek mezi lety 2001 až 2007 0,65  
Průměrný koeficient růstu mezi lety 2001 až 2007 1,0748

Průměrný absolutní přírůstek mezi lety 2013 až 2016 0,267  
Průměrný koeficient růstu mezi lety 2013 až 2016 1,0247

*Zdroj dat: ČSÚ, vlastní zpracování*



**Příloha č. 9: Relativní chyby prognózy pro model spotřeby konzumního mléka**

<b>Rok</b>	<b>Reálná hodnota</b>	<b>Predikovaná hodnota</b>	<b>Relativní chyba prognózy</b>
<b>2015</b>	60,5000	60,1022	0,6575
<b>2016</b>	60,4000	60,4996	0,1649
<b>2017</b>	61,3000	60,4001	1,4680
<b>2018</b>	59,7000	61,2991	2,6786
<b>2019</b>	58,8000	59,7016	1,5333

*Zdroj: SAS, vlastní zpracování*

**Příloha č. 10: Relativní chyby prognózy pro vybraný model spotřeby sýrů**

<b>Rok</b>	<b>Reálná hodnota</b>	<b>Predikovaná hodnota</b>	<b>Relativní chyba prognózy</b>
<b>2015</b>	13,1	13	0,7634
<b>2016</b>	13,3	13,3	-
<b>2017</b>	13,2	13,5	2,2727
<b>2018</b>	13,4	13,4	-
<b>2019</b>	13,8	13,6	1,4493

*Zdroj: SAS, vlastní zpracování*

**Příloha č. 11: Relativní chyba prognózy pro vybraný model spotřeby tvarohů**

<b>Rok</b>	<b>Reálná hodnota</b>	<b>Predikovaná hodnota</b>	<b>Relativní chyba prognózy</b>
<b>2017</b>	4,7	4,70552	0,1174
<b>2018</b>	4,5	5,0425	12,0556
<b>2019</b>	4,7	4,6033	2,0574

*Zdroj: SAS, vlastní zpracování*

**Příloha č. 12: Relativní chyba prognózy pro vybraný model spotřeby tavených sýrů**

<b>Rok</b>	<b>Reálná hodnota</b>	<b>Predikovaná hodnota</b>	<b>Relativní chyba prognózy</b>
<b>2017</b>	1,9	1,946	2,4211
<b>2018</b>	1,8	1,8501	2,7833

2019	1,8	1,7359	3,5611
------	-----	--------	--------

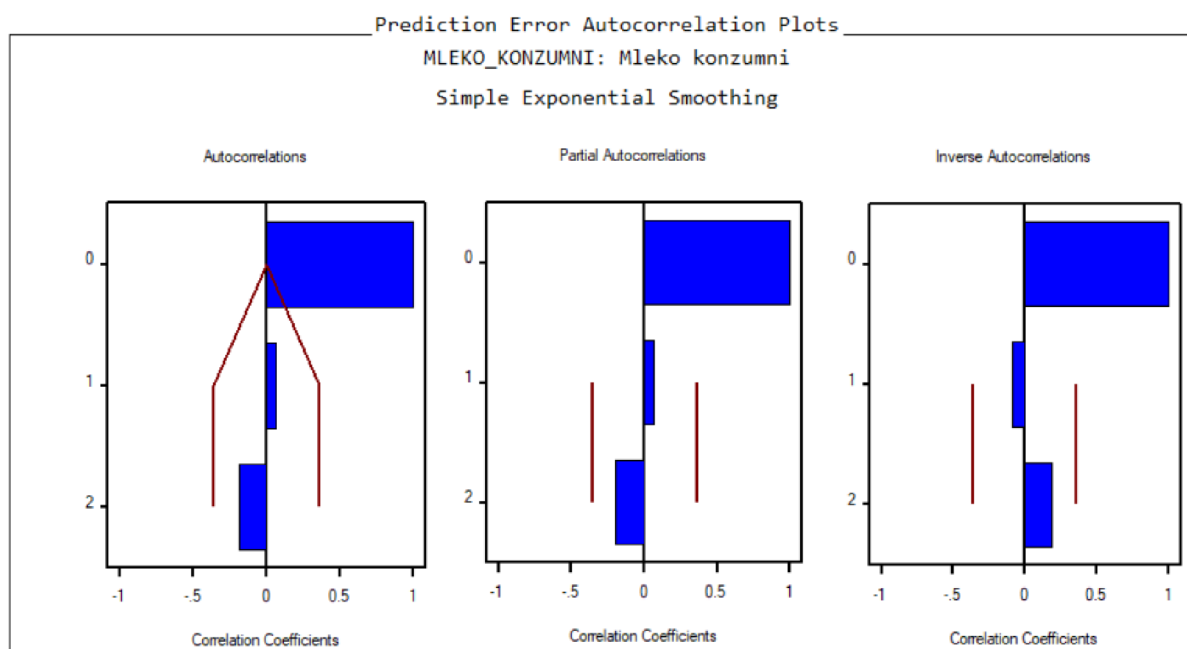
Zdroj: SAS, vlastní zpracování

**Příloha č. 13: Relativní chyba prognózy pro vybraný model spotřeby přírodních sýrů**

Rok	Reálná hodnota	Predikovaná hodnota	Relativní chyba prognózy
2014	10,7	10,8	0,7617
2015	11,1	10,9792	1,0883
2016	11,3	11,381	0,7168
2017	11,3	11,5799	2,4770
2018	11,6	11,5754	0,2121
2019	12	11,8755	1,0375

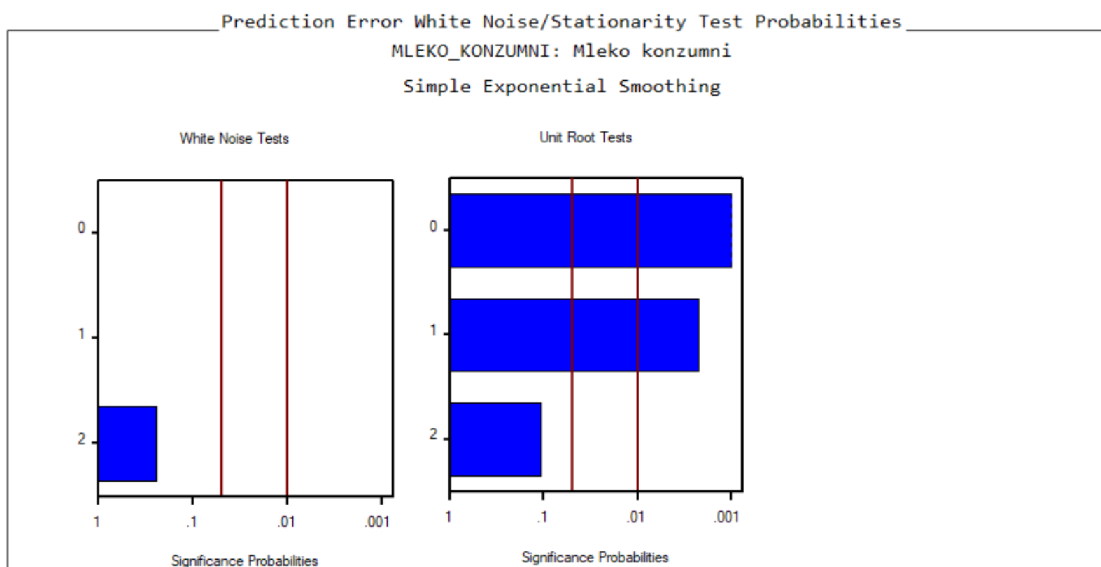
Zdroj: SAS, vlastní zpracování

**Příloha č. 14: Posouzení nezávislosti rezidui pomocí korelogramu**



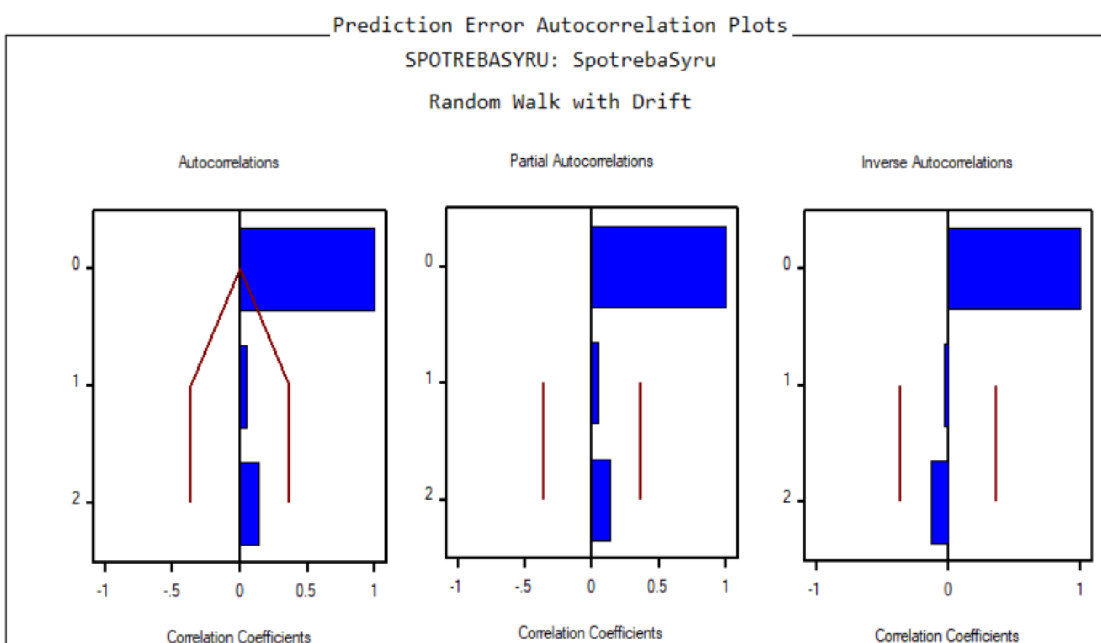
Zdroj: SAS, vlastní zpracování

## Příloha č. 15: Test na jednotkové kořeny



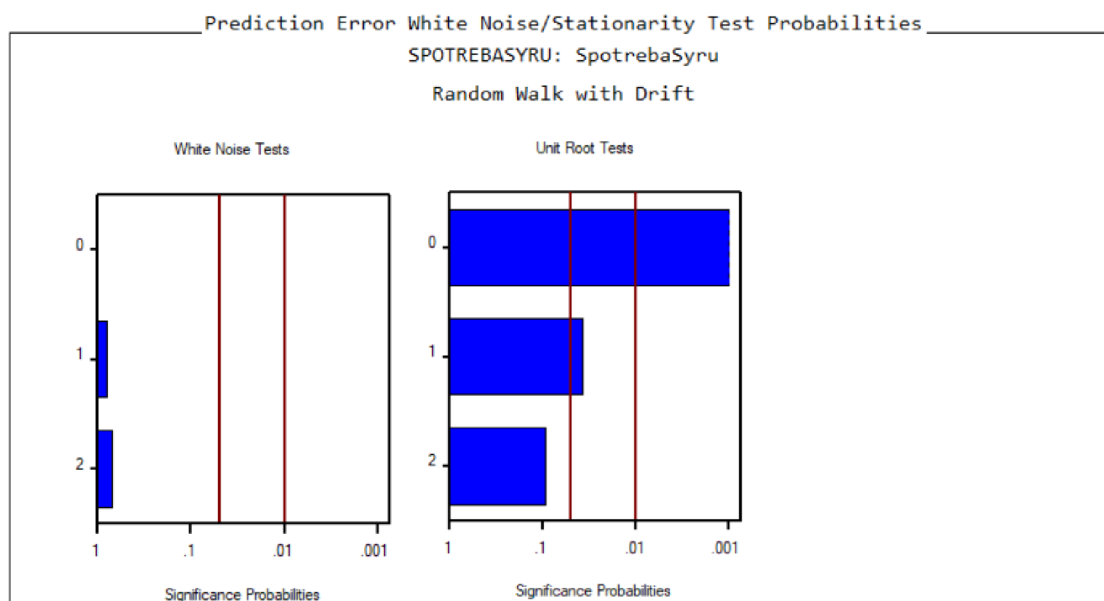
Zdroj: SAS, vlastní zpracování

## Příloha č. 16: Posouzení nezávislosti rezidui pomocí korelogramu



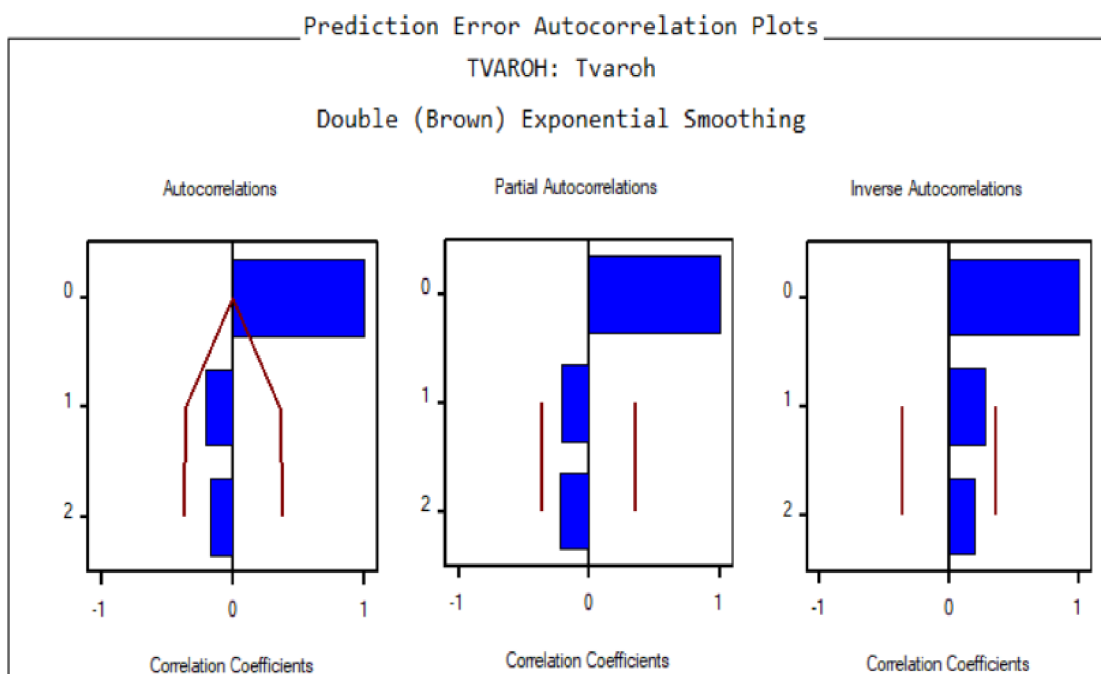
Zdroj: SAS, vlastní zpracování

**Příloha č. 17: Test na jednotkové kořeny**



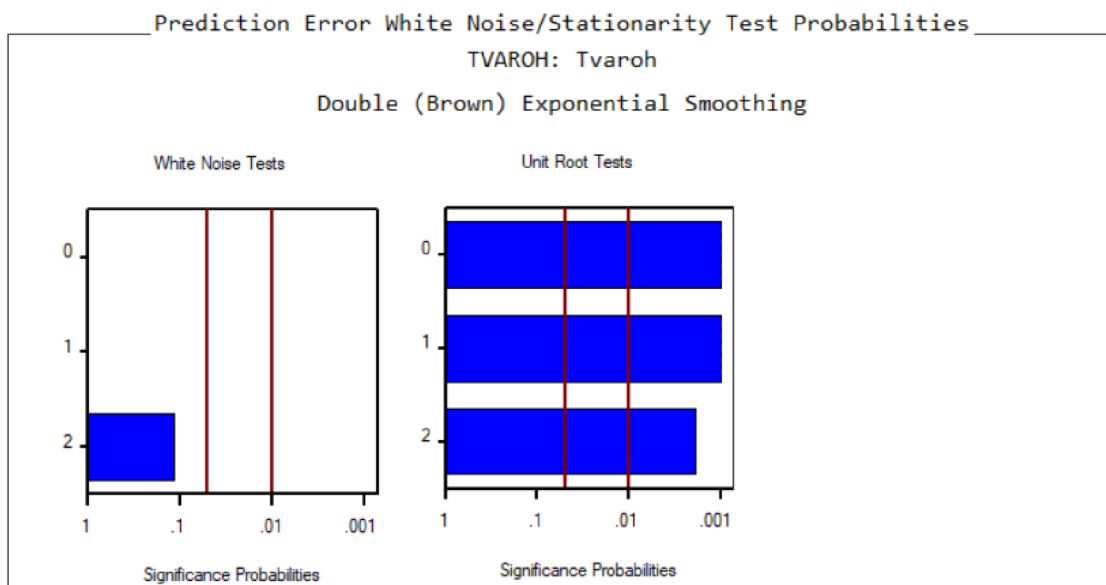
*Zdroj: SAS, vlastní zpracování*

**Příloha č. 18 Posouzení nezávislosti rezidui pomoci korelogramu**



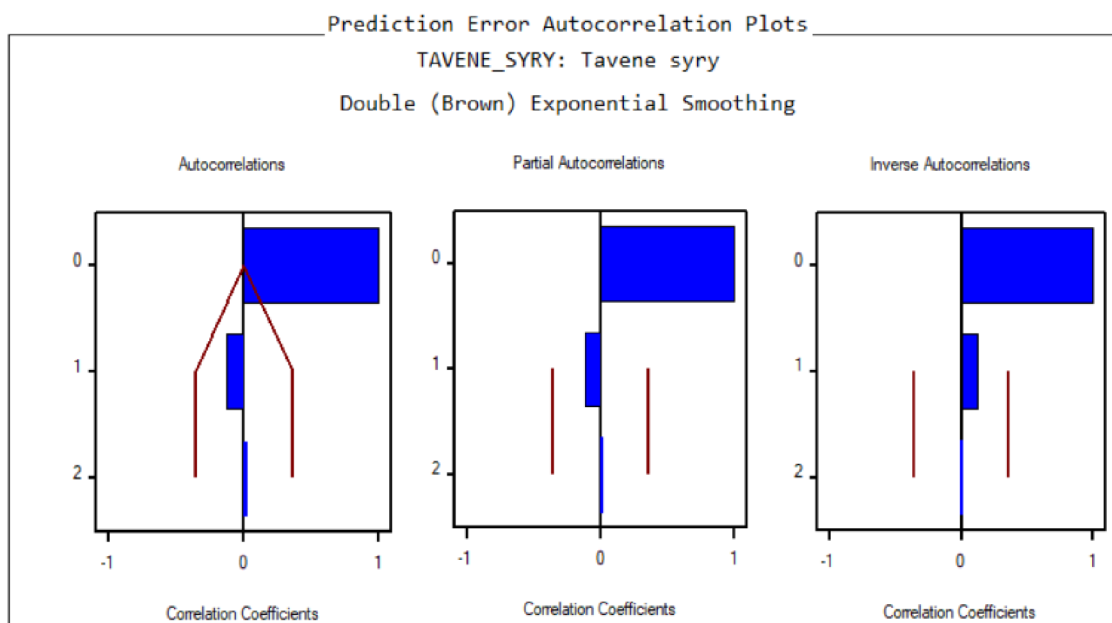
*Zdroj: SAS, vlastní zpracování*

### Příloha č. 19: Test na jednotkové kořeny



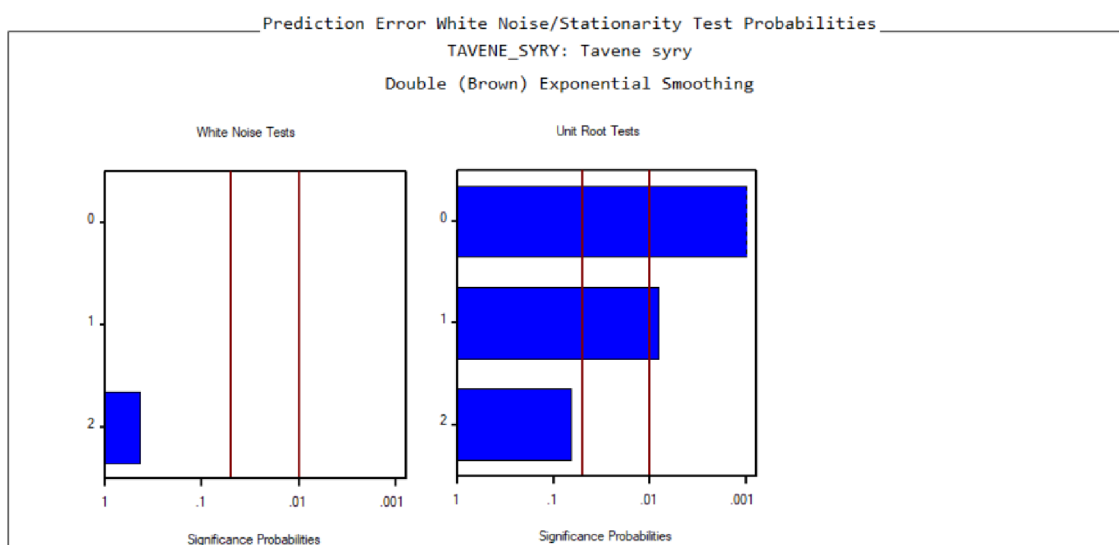
Zdroj: SAS, vlastní zpracování

### Příloha č. 20: Posouzení nezávislosti rezidui pomocí korelogramu



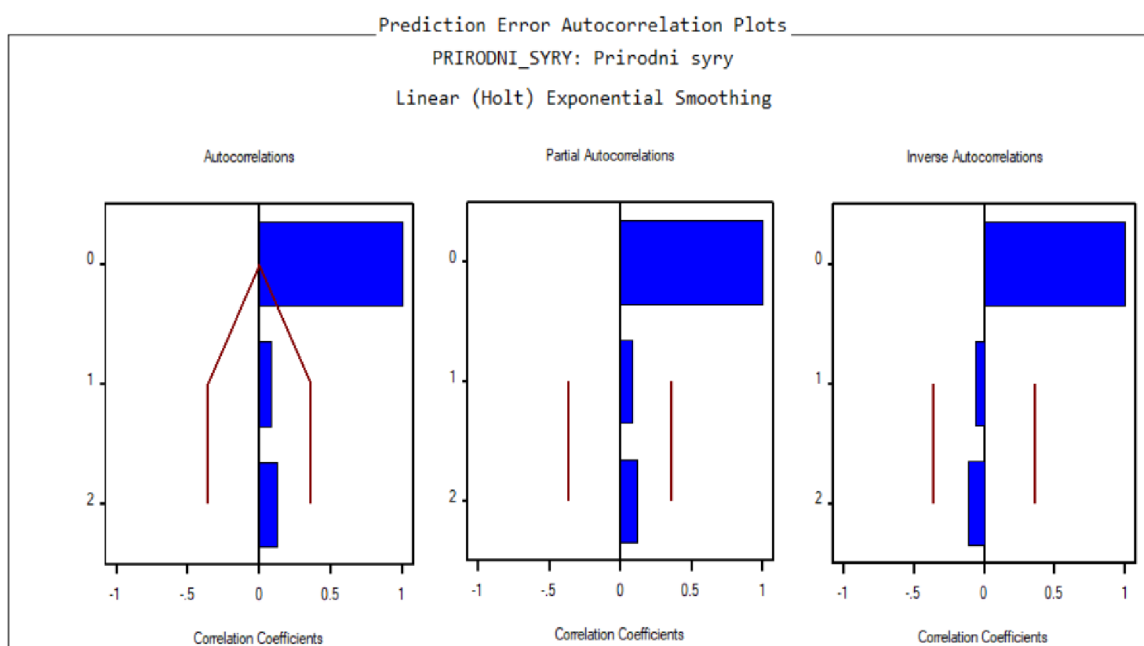
Zdroj: SAS, vlastní zpracování

## Příloha č. 21: Test na jednotkové kořeny



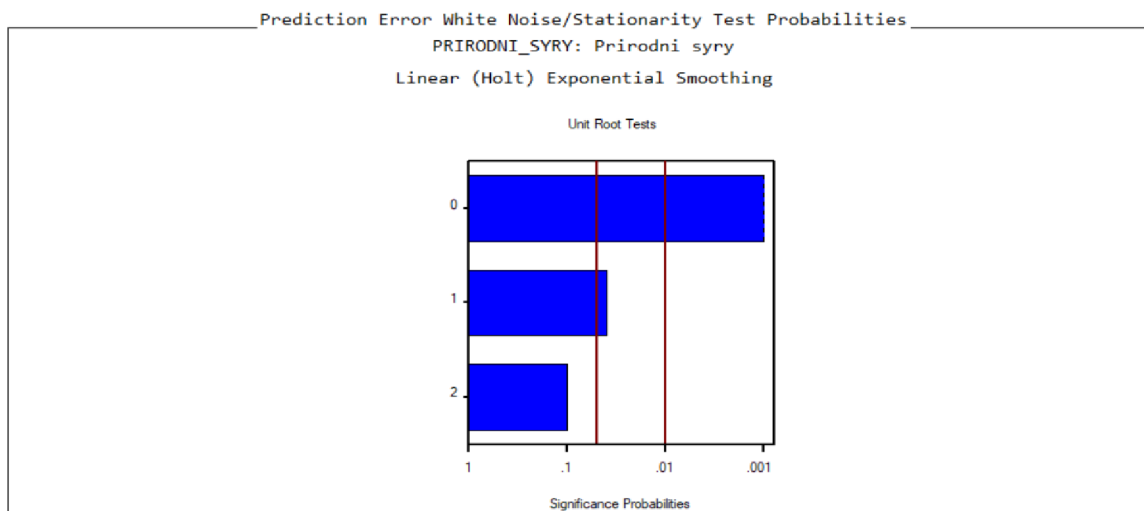
Zdroj: SAS, vlastní zpracování

## Příloha č. 22 Posouzení nezávislosti rezidui pomocí korelogramu



Zdroj: SAS, vlastní zpracování

### Příloha č. 23: Test na jednotkové kořeny



Zdroj: SAS, vlastní zpracování

### Příloha č. 24: Hodnoty vybraných ukazatelů pro model spotřeby konzumního mléka

Typ ukazatele	Hodnota ukazatele	p-hodnota
Úroňová konstanta	0,999	0,0022

Zdroj: SAS, vlastní zpracování

### Příloha č. 25: Hodnoty vybraných ukazatelů pro model spotřeby sýrů

Typ ukazatele	Hodnota ukazatele	p-hodnota
„Intercept“ konstanta	0,2000	0,1867

Zdroj: SAS, vlastní zpracování

### Příloha č. 26: Hodnoty vybraných ukazatelů pro model spotřeby tvarohů

Typ ukazatele	Hodnota ukazatele	p-hodnota
Úroňová konstanta	0,72009	0,0065

Zdroj: SAS, vlastní zpracování

### Příloha č. 27 : Hodnoty vybraných ukazatelů pro model spotřeby tavených sýrů

Typ ukazatele	Hodnota ukazatele	p-hodnota
Úroňová konstanta	0,54757	0,0117

Zdroj: SAS, vlastní zpracování

**Příloha č. 28: Hodnoty vybraných ukazatelů pro model spotřeby přírodních sýrů**

Typ ukazatele	Hodnota ukazatele	p-hodnota
Úrovňová konstanta	0,99900	0,0033
Trendová konstanta	0,01684	0,6653

*Zdroj: SAS, vlastní zpracování*

**Příloha č. 29 : Bodová a intervalová předpověď na 5 let pro spotřebu konzumního mléka.**

Rok	Predikovaná hodnota	Intervalová předpověď +95 %	Intervalová předpověď -95 %
2020	58,8009	68,0061	49,5957
2021	58,8009	71,8125	45,7893
2022	58,8009	74,7341	42,8677
2023	58,8009	77,1974	40,4044
2024	58,8009	79,3678	38,234

*Zdroj: SAS, vlastní zpracování*

**Příloha č. 30: Bodová a intervalová předpověď na 5 let pro spotřebu sýrů**

Rok	Predikovaná hodnota	Intervalová předpověď +95 %	Intervalová předpověď -95 %
2020	14,000	15,2316	12,7684
2021	14,200	15,9417	12,4583
2022	14,400	16,5331	12,2669
2023	14,600	17,0631	12,1369
2024	14,800	17,5538	12,0462

*Zdroj: SAS, vlastní zpracování*

**Příloha č. 31 : Bodová a intervalová předpověď na 5 let pro spotřebu tvarohů**

Rok	Predikovaná hodnota	Intervalová předpověď +95 %	Intervalová předpověď -95 %
2020	4,8034	5,7531	3,8536
2021	4,9143	6,5796	3,249
2022	5,0252	7,522	2,5284
2023	5,1361	8,5669	1,7054
2024	5,2471	9,7042	0,7899

*Zdroj: SAS, vlastní zpracování*



**Příloha č. 32: Bodová a intervalová předpověď na 5 let pro spotřebu tavených sýrů**

Rok	Predikovaná hodnota	Intervalová předpověď +95 %	Intervalová předpověď -95 %
2020	1,7318	2,1686	1,2949
2021	1,6766	2,3245	1,0288
2022	1,6215	2,5110	0,7321
2023	1,5664	2,7237	0,4091
2024	1,5113	2,9600	0,0626

Zdroj: SAS, vlastní zpracování

**Příloha č. 33 : Bodová a intervalová předpověď na 5 let pro spotřebu přírodních sýrů**

Rok	Predikovaná hodnota	Intervalová předpověď +95 %	Intervalová předpověď -95 %
2020	12,278	13,314	11,241
2021	12,552	14,0326	11,0776
2022	12,833	14,6572	11,0082
2023	13,110	15,2344	10,9862
2024	13,388	15,7824	10,9935

Zdroj: SAS, vlastní zpracování

**Příloha č. 34: Relativní chyby prognóz spotřeby mléka a mléčných výrobků pro rok 2020**

Rok 2020			
Časová řada	Predikovaná hodnota	Skutečná hodnota	Relativní chyba prognózy
Konzumní mléko	58,8009	59,3	0,8417
Sýr	14	14,3	2,0979
Tvaroh	4,8034	4,8	0,0708
Tavený sýr	1,7322	1,9	8,8316
Přírodní sýr	12,278	12,4	0,9839

Zdroj: SAS, vlastní zpracování

**Příloha č. 35: Soběstačnost mléčných výrobků**

Rok	Mléko a mléčné výrobky v hodnotě mléka (bez másla)	Sýry a tvaroh	Máslo
1998	137,8	114,8	158,0
1999	132,2	105,8	164,8
2000	126,8	106,2	151,7

2001	125,8	106,5	134,8
2002	124,9	103,8	127,3
2003	119,6	99,4	126,6
2004	114,2	95,2	130,7
2005	115,7	91,9	113,1
2006	112,9	84,8	115,1
2007	109,4	77,2	121,1
2008	111,0	73,4	89,0
2009	106,5	70,1	79,5
2010	104,9	77,3	72,9
2011	114,8	82,9	76,6
2012	114,6	82,5	66,6
2013	116,1	92,2	74,7
2014	118,2	105,1	73,8
2015	118,8	86,9	87,8
2016	117,6	87,4	88,5
2017	118,3	85,4	91,3
2018	121,4	85,7	83,4
2019	119,1	88,3	65,8
2020	<b>116,7</b>	<b>89,5</b>	<b>71,6</b>

*Zdroj: ČSÚ, vlastní zpracování*