

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra ekonomiky



Diplomová práce

Modelování a prognózování cen vybraných komodit

Bc. Andrea Došková

© 2019 ČZU v Praze

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Andrea Došková

Podnikání a administrativa

Název práce

Modelování a prognózování cen vybraných komodit

Název anglicky

Price modelling and forecasting of selected commodities

Cíle práce

Cílem práce je zpracovat ekonometrickou analýzu spotřebitelských cen mléka a másla za účelem identifikace hlavních determinant a odvození prognóz.

Metodika

Teoretická část práce bude založena na metodě studia dokumentu.

V empirické části práce bude využito metod a technik ekonometrické analýzy.

Doporučený rozsah práce

60 – 70

Klíčová slova

cena mléka, cena másla, mlékárenský průmysl, ekonometrická analýza, prognóza

Doporučené zdroje informací

CIPRA, T. *Finanční ekonometrie*. Praha: Ekopress, 2013. ISBN 978-80-86929-93-4.

HANČLOVÁ, J. *Ekonometrické modelování : klasické přístupy s aplikacemi*. Praha: Professional Publishing, 2012. ISBN 978-80-7431-088-1.

HUŠEK, R. – PELIKÁN, J. *Aplikovaná ekonometrie : teorie a praxe*. Praha: Professional Publishing, 2003. ISBN 80-86419-29-0.

HUŠEK, R. *Základy ekonometrické analýzy II. : speciální postupy a techniky*. V Praze: Vysoká škola ekonomická, 1998. ISBN 80-7079-441-0.

VYSOKÁ ŠKOLA EKONOMICKÁ V PRAZE, – HUŠEK, R. *Ekonometrická analýza*. Praha: Oeconomica, 2007. ISBN 978-80-245-1300-3.

Předběžný termín obhajoby

2018/19 LS – PEF

Vedoucí práce

prof. Ing. Lukáš Čechura, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ekonomiky

Elektronicky schváleno dne 14. 3. 2019

prof. Ing. Miroslav Svatoš, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 14. 3. 2019

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 26. 03. 2019

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci „Modelování a prognózování cen vybraných komodit“ jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího 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 neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne _____

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala prof. Ing. Lukášovi Čechurovi, Ph.D. za jeho odborné poznatky a cenné rady při vypracování této práce.

Modelování a prognózování cen vybraných komodit

Abstrakt

Práce se zabývá modelováním cen mlékárenských produktů, a to konkrétně spotřebitelských cen mléka a másla. V práci jsou identifikovány hlavní determinanty těchto cen, které jsou následně použity k sestavení ekonometrických modelů vektorové autoregrese. K modelování jsou použity stacionární časové řady měsíčních pozorování, které jsou očištěné od sezónní složky. Data časových řad jsou čerpána z Ministerstva zemědělství. V praktické části práce byl potvrzen statisticky významný vliv minulých změn v cenách zemědělských i průmyslových výrobců a rovněž v cenách spotřebitelských na vývoj spotřebitelských cen mléka a másla v aktuálním období. Práce dále zahrnuje prognózu vývoje spotřebitelských cen mléka a másla na rok 2018, kterou se ve výsledcích práce podařilo porovnat s reálnými cenami.

Klíčová slova: cena mléka, cena másla, mlékárenský průmysl, ekonometrické modelování, prognóza

Modeling and forecasting prices of selected commodities

Abstract

The thesis is focused on modeling consumer prices of selected dairy products – milk and butter. In the thesis, key determinants of the prices are identified and then used in the process of econometric modeling in the form of vector autoregression. In the models stationary time series of monthly observations are used, that are cleansed from seasonal component. Department of Agriculture is used as the main data source. As a result, the significance of the previous changes in the producer's prices on the consumer prices of milk and butter in the current period is confirmed, as well as the significance of the previous changes in the consumer prices itself. The thesis contains the prognosis of the consumer prices of milk and butter for the year 2018 based on the verified models and the data are compared with the real prices of the commodities.

Keywords: milk, butter, dairy industry, econometric modelling, prognosis

Obsah

1 Úvod.....	11
2 Cíl práce.....	13
3 Metodika.....	13
3.1 Analýza časových řad.....	13
3.2 Ekonometrické modelování.....	15
4 Teoretická východiska.....	19
4.1 Chov zvířat a živočišná produkce.....	19
4.1.1 Ekologické aspekty chovu zvířat ovlivňující kvalitu produktů.....	22
4.2 Mlékárenství.....	24
4.2.1 Mléko.....	25
4.2.2 Zemědělská výroba mléka.....	26
4.2.3 Zpracovatelský mlékárenský průmysl.....	28
4.2.4 Doprava a obchod s mlékárenskými produkty.....	31
4.2.5 Zahraniční obchod.....	32
4.2.6 Mlékařství ve světě.....	35
5 Vlastní práce.....	38
5.1 Ceny v mlékárenském odvětví.....	38
5.2 Statistická analýza časových řad.....	40
5.2.1 Spotřebitelská cena mléka.....	40
5.2.2 Spotřebitelská cena másla.....	43
5.2.3 Cena zemědělských výrobců mléka.....	46
5.2.4 Index cen průmyslových výrobců mlékárenských produktů.....	47
5.3 Ekonometrický model vektorové autoregrese.....	51
5.3.1 Hypotézy.....	51
5.3.2 Spotřebitelská cena mléka.....	52
5.3.3 Spotřebitelská cena másla.....	53
5.4 Verifikace modelu.....	55
5.4.1 Statistická verifikace.....	55
5.4.2 Ekonometrická verifikace.....	57
5.5 Aplikace modelu.....	58
5.5.1 Ex post prognóza.....	58
5.5.2 Analýza reakcí spotřebitelských cen.....	61
5.5.3 Ex ante prognóza.....	64
6 Výsledky a diskuse.....	67
6.1 Hypotézy.....	67
6.2 Ceny v mlékárenském odvětví.....	68
6.2.1 Prognóza.....	69
7 Závěr.....	71

8 Seznam použitých zdrojů.....	74
9 Přílohy.....	76

Seznam obrázků

Obrázek 1: Rozšířený Dickey-Fullerův test ČŘ spotř. ceny mléka.....	42
Obrázek 2: Rozšířený Dickey-Fullerův test diferencované ČŘ spotř. ceny mléka.....	42
Obrázek 3: Rozšířený Dickey-Fullerův test ČŘ spotř. ceny másla.....	45
Obrázek 4: Rozšířený Dickey-Fullerův test diferencované ČŘ spotř. ceny másla.....	45
Obrázek 5: Rozšířený Dickey-Fullerův test ČŘ ceny zemědělských výrobců mléka.....	47
Obrázek 6: Rozšířený Dickey-Fullerův test ČŘ index cen průmysl. výrobců.....	49
Obrázek 7: Rozšířený Dickey-Fullerův test diferencované ČŘ index cen průmysl. výrobců	50
Obrázek 8: Porovnání hodnot informačních kritérií 1. modelu VAR se zpožděním 1-8.....	52
Obrázek 9: 1. rovnice 1. modelu VAR se zpožděním 2.....	53
Obrázek 10: Porovnání hodnot informačních kritérií 2. modelu VAR se zpožděním 1-8...	54
Obrázek 11: 1. rovnice 2. modelu VAR se zpožděním 2.....	55
Obrázek 12: Test přítomnosti autokorelace v 1. modelu.....	57
Obrázek 13: Test přítomnosti autokorelace ve 2. modelu.....	57
Obrázek 14: Test normality reziduí 1. rovnice 1. modelu a 1. rovnice 2. modelu.....	58
Obrázek 15: Inverzní kořeny 1. a 2. modelu na jednotkové kružnici.....	58

Seznam tabulek

Tabulka 1: Deklarace proměnných v 1. modelu.....	52
Tabulka 2: Deklarace proměnných ve 2. modelu.....	54
Tabulka 3: Statistická verifikace parametrů rovnice spotřebitelské ceny mléka v 1. modelu	56
Tabulka 4: Statistická verifikace parametrů rovnice spotřebitelské ceny mléka v 1. modelu	56
Tabulka 5: Ex-post prognóza spotřebitelské ceny mléka.....	59
Tabulka 6: Ex-post prognóza spotřebitelské ceny másla.....	60

Seznam grafů

Graf 1: Vývoj stavu hospodářských zvířat od roku 1945.....	22
Graf 2: Vývoj produkce mléka od roku 1945.....	28
Graf 3: Vývoj stavu dojníc a průměrné dojivosti 2012 až 2017.....	28
Graf 4: Spotřeba mléka a mléčných produktů 1989 až 2016.....	32
Graf 5: Vývoz mléka v balení nad 2 l a průměrná vývozní cena 2004 až 2018.....	34
Graf 6: Vývoj cen syrového kravského mléka v zemích EU v letech 2017 a 2018.....	35
Graf 7: Vývoj cenových ukazatelů v mlékárenském odvětví.....	39
Graf 8: Statistická analýza ČŘ – spotřebitelská cena mléka.....	40

Graf 9: ČŘ spotřebitelská cena mléka po očištění od sezónní složky.....	41
Graf 10: Sezónní složka ceny mléka.....	41
Graf 11: ČŘ spotřebitelská cena mléka v prvních diferencích.....	42
Graf 12: Statistická analýza ČŘ – spotřebitelská cena másla.....	43
Graf 13: ČŘ spotřebitelská cena másla po očištění od sezónní složky.....	44
Graf 14: Sezónní složka ceny másla.....	44
Graf 15: ČŘ spotřebitelská cena másla v prvních diferencích.....	45
Graf 16: Statistická analýza ČŘ – cena zemědělských výrobců mléka.....	46
Graf 17: ČŘ cena zemědělských výrobců mléka po očištění od sezónní složky.....	46
Graf 18: Sezónní složka ceny zemědělských výrobců mléka.....	47
Graf 19: Statistická analýza ČŘ – index cen průmyslových výrobců mlék. produktů.....	48
Graf 20: ČŘ index cen průmyslových výrobců mlék. produktů po očištění od sezónní složky.....	48
Graf 21: Sezónní složka indexu cen průmyslových výrobců.....	49
Graf 22: ČŘ index cen průmyslových výrobců mlék. produktů v prvních diferencích.....	49
Graf 23: Porovnání sezónní složky cen mléka a másla.....	50
Graf 24: Ex-post prognóza spotřebitelské ceny mléka.....	60
Graf 25: Ex-post prognóza spotřebitelské ceny másla.....	61
Graf 26: Reakce spotřebitelské ceny mléka na vlastní impulzy.....	61
Graf 27: Reakce spotřebitelské ceny mléka na impulzy ceny zemědělských výrobců.....	62
Graf 28: Reakce spotřebitelské ceny mléka na impulzy indexu cen průmysl. výrobců.....	62
Graf 29: Reakce spotřebitelské ceny másla na vlastní impulzy.....	63
Graf 30: Reakce spotřebitelské ceny másla na impulzy ceny zemědělských výrobců.....	63
Graf 31: Reakce spotřebitelské ceny másla na impulzy indexu cen průmysl. výrobců.....	64
Graf 32: Ex ante prognóza spotřebitelské ceny mléka – diferencované hodnoty.....	65
Graf 33: Ex ante prognóza spotřebitelské ceny mléka.....	65
Graf 34: Ex ante prognóza spotřebitelské ceny másla – diferencované hodnoty.....	66
Graf 35: Ex ante prognóza spotřebitelské ceny másla.....	66
Graf 36: Sezónní složky cen v mlékárenském odvětví.....	69
Graf 37: Prognóza spotřebitelských cen mléka a másla pro rok 2018.....	70

Seznam použitých vzorců

(1) Aritmetický průměr.....	13
(2) Roční klouzavý centrovaný průměr.....	14
(3) Očištění časové řady od klouzavého centrovaného ročního průměru.....	14
(4) Centrování sezónní složky.....	14
(5) Očištění časové řady od sezónní složky.....	14
(6) Obecný zápis rovnic VAR modelu.....	15
(7) Vícenásobný koeficient determinace.....	16
(8) Akaikovo kritérium.....	16
(9) Schwartzovo kritérium.....	16
(10) Počet odhadovaných parametrů modelu.....	16
(11) Průměrná absolutní procentuální chybovost.....	18
(12) Normativní odchylka.....	18

1 Úvod

Modelování a prognózování cen je neoddělitelně spojeno se specifiky dané komodity. Mléko a máslo, jakožto mléčné produkty, jsou jedny ze základních potravin současné civilizace. Ačkoliv průměrná spotřeba mléka v posledních letech klesá v souvislosti se změnami výživových preferencí spotřebitelů, spotřeba másla naopak roste v souvislosti s rostoucí poptávkou po kvalitnějších pekárenských a cukrárenských produktech, celkově pak spotřeba mléčných produktů je stále významnou součástí nejen stravování, ale i ekonomického trhu. Poptávka po mléčných produktech je stále vysoká, v posledních letech navíc roste poptávka po specifických typech produktů, jako jsou produkty z ekologických či pastevních chovů, po regionálních produktech, také po produktech čerstvých, méně modifikovaných apod. Tato poptávka je v České republice z části uspokojována domácí produkcí a z části dovozem. Výroba mlékárenských produktů v České republice je relativně objemná a rovněž široká co do druhů produktů. Výroba mléka a másla je ovlivňována řadou faktorů, které mají vliv na jejich cenu. Tato práce si klade za cíl prozkoumat odvětví mlékárenství od zemědělské výroby mléka až po finální prodej mlékárenských výrobků spotřebiteli a odhalit specifika a rovněž úskalí, která současný stav mlékárenského odvětví přináší.

Hlavním cílem práce je zpracováním vývoje cen dílčích článků – ceny zemědělských výrobců mléka, cen průmyslových výrobců mlékárenských produktů a spotřebitelských cen mléka a másla modelovat vývoj spotřebitelských cen mléka a másla specifickým ekonometrickým modelem vektorové autoregrese, který umožňuje odhadovat aktuální hodnoty na základě hodnot minulých, respektive jejich změn. Je pravděpodobné, že ceny v mlékárenském odvětví se budou vzájemně ovlivňovat napříč časem, neboť reakce spotřebitelských cen na změny v cenách výrobců mohou být různě zpožděné. Tato práce si klade za cíl tyto zpožděné vlivy odhalit a kvantifikovat. Budoucí vývoj cen lze takovým modelem odhadnout a společně s poznatky o aktuálním stavu a vývoji mlékárenského odvětví nejen z výrobní, ale též z ekonomické stránky je možné získat mnoho ucelených i dílčích závěrů.

Vzhledem ke zvyšující se světové poptávce po mléčných produktech v důsledku populačního růstu především v Africe a Asii, a dále v důsledku zvyšujících se příjmů a životní úrovně obyvatelstva lze očekávat, že mlékárenské odvětví bude významnou součástí trhu i v budoucích letech nejen v České republice, ale i ve světě. Pozornost

věnována tomuto odvětví v kombinaci s použitím ekonometrických a statistických metod je proto autorkou této práce považována za smysluplnou a s potenciálním přínosem.

2 Cíl práce

Hlavním cílem diplomové práce je na základě analýzy mlékárenského odvětví identifikovat klíčové vlivy působící na vývoj spotřebitelských cen mléka a másla a ověřit významnost vlivů minulých změn v cenách výrobců a spotřebitelských cenách na spotřebitelské ceny mléka a másla v aktuálním období. Z datové základny měsíčních pozorování budou z vybraných ukazatelů sestaveny ekonometrické modely vektorové autoregrese, jejichž pomocí budou potvrzeny či vyvráceny hypotézy o působení dílčích faktorů. Součástí cíle práce je dále sestaveným modelem kvantifikovat prognózu vývoje spotřebitelských cen mléka a másla v následujícím roce. Přesnost modelů bude vyhodnocena adekvátními statistickými a ekonometrickými metodami.

Dílčími cíli práce jsou zejména:

- analýza reakcí cen mléka a másla na změny cen v mlékárenském průmyslu,
- kvalitativní analýza vývoje a současných trendů v mlékárenském odvětví

3 Metodika

Práce je rozdělena na teoretickou část, ve které je použita metodika především sekundární transkripce za použití dat z relevantních zdrojů jako například Ministerstvo zemědělství, odborných publikací domácích i zahraničních, a dále část empirickou, která je vypracována za použití metod analýzy časových řad, korelační analýzy, ekonometrického modelování a metod prognostických.

3.1 Analýza časových řad

V rámci analýzy bude použit vztah pro výpočet aritmetického průměru:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{t=1}^n x_t}{n} \quad (1)$$

Časová řada představuje věcně a datově seřazená pozorování v čase z minulosti do přítomnosti. Časové řady proměnných – spotřebitelské ceny mléka a spotřebitelské ceny másla a dále ceny zemědělských výrobců mléka a indexu cen průmyslových výrobců

mlékárenských produktů obsahují vždy 97 měsíčních pozorování v období od prosince 1999 do prosince 2017. Časová řada se skládá z prvku pravidelnosti a prvku náhodnosti. Prvek pravidelnosti zahrnuje dlouhodobý trend, sezónnost a cyklickou složku. Právě v důsledku opakujících se období může časová řada obsahovat silnou sezónní složku představující opakující se výkyvy v konkrétních měsících. Časová řada je očištěna od sezónní složky za pomoci aditivní dekompozice.¹

V rámci aditivní dekompozice se sestaví centrované klouzavé roční průměry $\bar{y}_t^{(12)}$, které představují odhadnutou trendovou složku. Centrované klouzavé roční průměry jsou kvantifikovány podle vztahu:²

$$\bar{y}_t^{(12)} = \frac{x_{t-6} + 2(x_{t-5} + x_{t-4} + x_{t-3} + x_{t-2} + x_{t-1} + x_t + x_{t+1} + x_{t+2} + x_{t+3} + x_{t+4} + x_{t+5}) + x_{t+6}}{24} \quad (2)$$

Časová řada je následně od této složky očištěna podle vztahu:³

$$y_t^* = y_t - \bar{y}_t^{(12)} \quad (3)$$

y_t^* je dále očištěno od sezónního faktoru I_j , který je odhadnut jako aritmetický průměr hodnot y_t^* v j -té sezóně (měsíce) a centrovaný odečtením celkového aritmetického průměru sezónního faktoru podle vztahu:

$$I_j = I_j^* - \bar{I} \quad (4)$$

Konečné očištění časové řady od sezónní složky je provedeno podle vztahu:

$$y_{t(o)} = y_t - I_j \quad (5)$$

Kromě sezónnosti je u časových řad testována tzv. stacionarita, resp. nestacionarita, která zachycuje nepřítomnost, resp. přítomnost trendu. Stacionární je taková časová řada, jejíž difference nejsou v čase kladně korelovány. Stacionární časová řada bývá také definována jako časová řada bez jednotkového kořene. Na první pohled lze stacionaritu, resp. nestacionaritu odhalit podle vývojové linie, která by v případě stacionární časové řady měla oscilovat okolo určité hladiny. Pro ověření je v práci použit rozšířený Dickey-Fullerův test na jednotkový kořen. Tímto testem je ověřována hypotéza:⁴

¹HUŠEK, Roman.: *Ekonomická analýza*. 1.vyd. Praha: Vysoká škola ekonomická v Praze, 2007

²MARČEK, D.: *Ekometria: základy, postupy, aplikačné příklady*. Žilina: Žilinská univerzita, 1998

³tamtéž

⁴HUŠEK, R.: *Ekonomická analýza*. 1.vyd. Praha: Vysoká škola ekonomická v Praze, 2007

H_0 : časová řada má jednotkový kořen,

H_A : časová řada nemá jednotkový kořen,

Pokud výsledná p-hodnota testu je vyšší než hladina významnosti 0,05, nulová hypotéza není zamítnuta, což znamená, že řada není stacionární. Pokud je p-hodnota testu nižší než hladina významnosti 0,05, nulová hypotéza se zamítá ve prospěch hypotézy alternativní, čímž je řada vyhodnocena jako stacionární. V případě nestacionární časové řady lze vytvořit časovou řadu prvních diferencí. Pokud je řada stále nestacionární, lze vytvořit diference druhého řádu, atd.⁵

3.2 Ekonometrické modelování

V kapitole ekonometrického modelování je použita řada metod v jednotlivých krocích modelování. Postup ekonometrického modelování lze shrnout do 7 kroků:

1. stanovení hypotéz podle ekonomické teorie
2. matematický zápis ekonomického modelu
3. formulace ekonometrického modelu
4. zpracování datové základny (v této práci především sezónnost, stacionarita)
5. odhad parametrů modelu
6. verifikace kvantifikovaného modelu
7. aplikace modelu⁶ (v této práci především ex post prognóza, prognóza ex ante)

Model sestaven v této práci je označován jako VAR model neboli model vektorové autoregrese, který představuje soustavu rovnic jednorozměrných časových řad. Tato soustava obsahuje proměnné se zvoleným řádem zpoždění p . Řád zpoždění je identifikován za pomoci hodnot informačních kritérií AIC, BIC a HQC, jež jsou uvedeny níže. Například VAR model s řádem zpoždění 2, tedy VAR(2), který obsahuje tři různé proměnné lze obecně zapsat pomocí rovnic:⁷

$$y_{1t} = \varphi_{10} + \varphi_{11} y_{1(t-1)} + \varphi_{12} y_{1(t-2)} + \varphi_{13} y_{2(t-1)} + \varphi_{14} y_{2(t-2)} + \varphi_{15} y_{3(t-1)} + \varphi_{16} y_{3(t-2)} + \varepsilon_{1t}$$

$$y_{2t} = \varphi_{20} + \varphi_{21} y_{1(t-1)} + \varphi_{22} y_{1(t-2)} + \varphi_{23} y_{2(t-1)} + \varphi_{24} y_{2(t-2)} + \varphi_{25} y_{3(t-1)} + \varphi_{26} y_{3(t-2)} + \varepsilon_{2t}$$

⁵TINTNER, Gerhard: *Methodology of mathematical economics and econometrics*. Chicago: University of Chicago Press, 1968

⁶CIPRA, Tomáš.: *Finanční ekonometrie*. 1. vyd. Praha: Ekopress, 2008

⁷HUŠEK, R.: *Ekonometrická analýza*. 1. vyd. Praha: Vysoká škola ekonomická v Praze, 2007

$$y_{3t} = \varphi_{30} + \varphi_{31} y_{1(t-1)} + \varphi_{32} y_{1(t-2)} + \varphi_{33} y_{2(t-1)} + \varphi_{34} y_{2(t-2)} + \varphi_{35} y_{3(t-1)} + \varphi_{36} y_{3(t-2)} + \varepsilon_{3t} \quad (6)$$

Uvedené parametry φ souvisí se závislostí mezi řadami y_{1t} , y_{2t} a y_{3t} v čase. Pokud jsou všechny parametry φ jednotlivých y nenulové, existuje mezi proměnnými zpětná vazba.

Verifikace modelu je prováděna metodami statistické a ekonometrické verifikace. V rámci statistické verifikace je použit koeficient determinace, který ukazuje, z kolika procent se podařilo sestaveným modelem s použitými proměnnými vysvětlit změny ve vývoji dané časové řady. Vícenásobný koeficient determinace je vypočten vztahem:

$$R^2 = 1 - \frac{S_u^2}{S_y^2} \quad (7)$$

kde S_u^2 ... rozptyl reziduální složky,
 S_y^2 ... rozptyl hodnot vysvětlované proměnné.⁸

Klíčovou metodou statistické verifikace je dále porovnání hodnot tzv. informačních kritérií.

Akaikovo kritérium $AIC(k) = \ln |\hat{\Sigma}_k| + \frac{2k^*}{T}$ (8)

Schwartzovo kritérium $BIC(k) = \ln |\hat{\Sigma}_k| + \frac{k^* \ln T}{T}$ (9)

kde k ... počet regresorů roven řádu VAR(k),

$\hat{\Sigma}_k$... rozptylová matice reziduální složky ε ,

$$k^* = m(k+1) \quad (10)$$

kde k^* ... počet parametrů, které je nutné odhadnout v m -rozměrném modelu VAR(k). V případě odhadovaného modelu v této práci, kdy $m = 3$ a $k = 2$, potom $k^* = 21$.

⁸CIPRA, Tomáš.: *Finanční ekonometrie*. 1. vyd. Praha: Ekopress, 2008

⁹HUŠEK, R.: *Ekonometrická analýza*. 1. vyd. Praha: Vysoká škola ekonomická v Praze, 2007

¹⁰WOOLDRIDGE, J. M.: *Introductory econometrics: a modern approach*. 3rd ed. Mason: Thomson/South-Western, 2006

¹¹tamtéž

Model s nejnižšími hodnotami uvedených informačních kritérií je vyhodnocen jako nevhodnější.

Statistická verifikace dále obsahuje t-testy statistické významnosti jednotlivých proměnných, čímž je testována H_0 : parametr je statisticky nevýznamný, H_A : parametr je statisticky významný. Zamítnutí nulové hypotézy ve prospěch hypotézy alternativní znamená potvrzení statistické významnosti parametru. Test je vyhodnocen na základě p-hodnoty. Pokud p-hodnota je vyšší než hladina významnosti 0,05, nulová hypotéza není zamítnuta. V případě p-hodnoty nižší než hladina významnosti 0,05 se nulová hypotéza zamítá ve prospěch hypotézy alternativní.

Statistická významnost, resp. nevýznamnost modelu je testována vyhodnocením p-hodnoty F-testu na zvolené hladině významnosti 0,05. Vyšší p-hodnota vede k přijetí H_0 : model je statisticky nevýznamný. Nižší p-hodnota vede k zamítnutí ve prospěch alternativní hypotézy H_A : model je statisticky významný. Pro vyhodnocení modelu jako statisticky významný je nutné jako statisticky významné vyhodnotit všechny zahrnuté rovnice.

Ekonometrická verifikace zahrnuje testování přítomnosti autokorelace reziduální složky, která je vyhodnocena na základě p-hodnoty provedeného testu, která při překročení hladiny významnosti 0,05 vede k přijetí H_0 : v modelu není přítomna autokorelace reziduí. V případě nižší hodnoty než uvedená hladina významnost je hypotéza zamítnuta ve prospěch H_A : v modelu je přítomna autokorelace reziduí.¹²

Verifikace obsahuje dále ověření stacionarity prostřednictvím převrácených hodnot kořenů autoregresního polynomu, které leží uvnitř či vně jednotkového kruhu v komplexní rovině. Pokud tyto inverzní kořeny leží uvnitř jednotkové kružnice, podmínka stacionarity je splněna.¹³

Výběr řádu zpoždění modelu vektorové autoregrese, kvantifikace parametrů modelu VAR, test přítomnosti autokorelace, testy statistické verifikace a kvantifikace kořenů budou provedeny v prostředí SW Gretl.

V rámci aplikace modelu je provedena prognóza ex post posledních 12 měsíců sledovaného období. Výsledné hodnoty prognózy ex post jsou porovnány se skutečnými

¹²HANČLOVÁ, J.: *Ekonometrické modelování: klasické přístupy s aplikacemi*. Praha: Professional Publishing, 2012

¹³HUŠEK, R.: *Ekonometrická analýza*. 1.vyd. Praha: Vysoká škola ekonomická v Praze, 2007

hodnotami pomocí ukazatele MAPE – průměrná absolutní procentuální chyba. Tento ukazatel je vypočten podle vztahu:

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left(\frac{u_t}{y_t} \right) * 100}{n} \quad ^{14} \quad (11)$$

K vyhodnocení aplikovatelnosti modelu pro prognózu ex ante bude použita normovaná odchylka, jejíž výpočet lze zapsat do vztahu:

$$N = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left(\frac{\hat{y}_t - y_t}{s_y} \right)^2} \quad (12)$$

kde \hat{y}_t ... teoretická hodnota v čase t

y_t ... skutečná hodnota v čase t

s_y ... směrodatná odchylka y (odmocnina celkového rozptylu)¹⁵

Pokud hodnota $N = 1$, lze výsledek prognózy nahradit průměrnou hodnotou y

Pokud hodnota $N > 1$, výsledek prognózy je horší, než by byla průměrná hodnoty y

Pokud hodnota $N < 1$, výsledek prognózy je lepší, než by byla průměrná hodnota y

Pokud hodnota $N = 0$, prognóza se shoduje se skutečností.

¹⁴HUŠEK, Roman.: *Ekonometrická analýza*. 1.vyd. Praha: Vysoká škola ekonomická v Praze, 2007

¹⁵HANČLOVÁ, J.: *Ekonometrické modelování: klasické přístupy s aplikacemi*. Praha: Professional Publishing, 2012

4 Teoretická východiska

Teoretická část práce je zaměřena na témata a specifika související s výrobou mléka a másla, tedy především chov zvířat, zemědělská výroba mléka, mlékárenský zpracovatelský průmysl, doprava a obchod s mléčnými produkty.

4.1 Chov zvířat a živočišná produkce

Domestikace zvířat a jejich použití v zemědělství je považováno za krok, který pozměnil dějiny lidstva. Prvotním produktem domestikace zvířat byla především energie použitá v zemědělství a v dopravě (tažná zvířata), dále kůže a kožešiny a vlna, s postupem času dále potom mléko, vejce a maso. V současné době je za přínos domestikace zvířat považována rovněž možnost revitalizace krajiny a také společnost pro člověka. Domestikováno bylo jen malé procento celkového rozsahu druhů zvířat.

Důsledkem domestikace došlo vlivem izolace, změn v rozmnožování a zajištěním nutných podmínek života – krmení a ochrana k nevratným změnám u domestikovaných zvířat. Změnilo se zabarvení, délka srsti, kůže, dále velikost těla, zkrácení lebky, dochází k dřívější pohlavní dospělosti, ale došlo také k redukci mozku u některých druhů až o třetinu a k dalším fyziologickým změnám.¹⁶

Chov zvířat se zaměřením na živočišnou produkci se nazývá chov hospodářských zvířat. Základními produkty této živočišné produkce jsou především mléko a mléčné produkty pocházející ze skotu, ovcí či koz, dále maso, vejce kůže, kožešiny, vlna aj. Hospodářské zvíře je definováno jako zvíře chované člověkem pro hospodářský užitek a lze mezi ně zařadit koně, krávy, ovce, kozy, drůbež, ale i například kapry a jiné chované ryby, jeleny, bažanty, holuby a další. Zvířata domestikována a chována jako domácí zvířata nespádají do kategorie hospodářských zvířat, ovšem hranice mezi domácími a hospodářskými zvířaty není přesně vymezena.¹⁷

Za účelem zvyšování užitkovosti zvířat, případně za jiným účelem dochází ke křížení různých plemen zvířat podle daného chovného cíle – tedy požadavků na vlastnosti plemene vytyčených ke zušlechťovacímu procesu. Ke šlechtění se používá

¹⁶MATOUŠEK, Václav. *Chov hospodářských zvířat II*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 2013

¹⁷FRELICH, Jan. *Chov hospodářských zvířat I*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 2011

názvů plemeník a plemenice – samec a samice vybraní k plemenitbě. Plemenná linie pak znamená geneticky vyrovnanou skupinu zvířat pocházejících ze stejného předka, kdy ztrátou charakteristických znaků zaniká. Genealogická linie je výčtem samčích potomků od konkrétního ceněného plemeníka. Chovem je označováno stádo zemědělského podniku, v němž existuje stejnorodost dosažená šlechtěním a kde se vyskytuje určitá úroveň znaků a vlastností. V případě vysokých kvalit získává stádo označení šlechtitelský chov. Plemena, jež jsou vyšlechtěna s cílem stupňování užitkovosti zvířat, se nazývají kulturní plemena. S rostoucí užitkovostí u zvířat klesá jejich odolnost a narůstá potřeba péče o ně.¹⁸

Plemena skotu jsou rozdělena plemena specializovaná – dojná nebo masná plemena, která vynikají vysokou užitkovostí, ale náročností na podmínky. Mezi dojná plemena patří především plemena jersey, yrshire, holštýnsko-fřížský skot. Dále existují plemena s kombinovanou užitkovostí, jako je český strakatý skot, která jsou odolnější, přizpůsobivější a méně náročná. U kombinovaných typů obvykle přesto převládá některý směr užítku – v případě českého strakatého skotu se jedná o maso-mléčný typ s převládáním mléčné užitkovosti nad masnou. Z důvodu neustálého šlechtění zvířat dochází k jejich unifikaci a snižování plemenné genetické diverzity. Krajská, národní plemena jsou ohrožena specializovanými moderními plemeny. Snižování genetické proměnlivosti vede z důvodu nenávratného vyhynutí jednotlivých druhů či plemen snižuje předpoklady pro budoucí šlechtění a především je i ztrátou přirozené biodiverzity a rozmanitosti přírody. Z uvedených důvodů existuje ochrana genofondu ohrožených plemen zvířat, tzv. genových rezerv, které koordinuje Food and Agriculture Organization (FAO) pod záštitou OSN. V České republice vychází ochrana genofondů ze zákona č 154/2000, Sb. o šlechtění, plemenitbě a evidenci hospodářských zvířat a dále Národní program konzervace a využívání genetických zdrojů, který do genových rezerv řadí ze skotu plemeno česká červinka a český strakatý skot.¹⁹

V užitkovosti skotu při chovu za účelem výroby mléka je klíčovým aspektem plodnost samic, jelikož plodnost samice podmiňuje spuštění laktace. Pohlavní dospělost skotu je pozorována mezi 6 až 8 měsícem života. K pohlavní dospělosti však dochází v současnosti dříve než k fyzické dospělosti a použití k plemenitbě v okamžiku pohlavní dospělosti je proto nevhodné, neboť fyzický růst samice je tím zpomalen či zastaven, porod je ztížený a životaschopnost mláďete je snížena. V praxi je proto nutné oddělovat samce

¹⁸MÁCHAL, Ladislav. *Chov zvířat I - Chov hospodářských zvířat*. V Brně: Mendelova univerzita, 2011

¹⁹MATOUŠEK, Václav. *Chov hospodářských zvířat II*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 2013

a samice již v okamžiku pohlavní dospělosti. K chovatelské dospělosti a připustnosti k plemenitbě dochází až kolem 12 až 14 měsíce. Páření neboli připouštění samce je v případě skotu velmi krátké, v řádech několika sekund. V chovatelském prostředí je však převážně praktikován proces inseminace, protože v případě přirozeného připouštění je nutné dle zákona plemeníky licencovat a celý proces je obtížněji kontrolován a četnost použití daného plemeníka k oplození je omezená. Inseminace je proces řízeného rozmnožování zvířat, kdy je samec vybrán a materiál jedné dávky ejakulátu lze použít v řádu několika set procesů oplodnění samice zapravením ředěné dávky do pohlavních orgánů samice v říji. U skotu je proces inseminace realizován v 95 % chovů, a to zejména ze šlechtitelských a ekonomických důvodů. Dalšími používanými biotechnickými metodami je například detekce či vyvolání říje, detekce březosti, vyvolání porodu, přenos embryí, determinace pohlaví, klonování apod.²⁰

Důležitou součástí chovu zvířat je jejich označování. Jedná se o jednu ze základních podmínek úspěšného chovatelství. U hospodářských zvířat je označování vázáno ze zákona o plemenitbě a souvisejících předpisů. Kromě dočasného označení se jedná především o označení trvalá, která se provádějí tetováním, výžehem, vrubováním a nebo mikročipem, který je zaveden ve skleněném obalu pod kůži v oblasti krku nebo ucha. Označování zvířat je nutné zejména v souvislosti s legislativou EU, která ve snaze o zamezení šíření nakažlivých nemocí u skotu přijala Směrnicí č. 92/012/EEC zavádějící povinnost chovatele při registraci zvířat. Chovatel je povinen označit skot identifikací, kterou mu přidělí osoba pověřená evidencí zvířat, předávat informace o narození, druhu a pohlaví zvířat, vést záznamy o počet a přemístování zvířat, označit každé narozené tele do 72 hodin po narození trvalými ušními známkami, vést seznam zvířat na tzv. Individuálním registru držitele skotu a hlásit veškeré změny ve stádě jednou týdně. Ze zákona jsou dále chovatelům uloženy další povinnosti, jako je například povinná vakcinace, která se v případě skotu týká tuberkulózy, brucelózy a enzootické leukózy.²¹

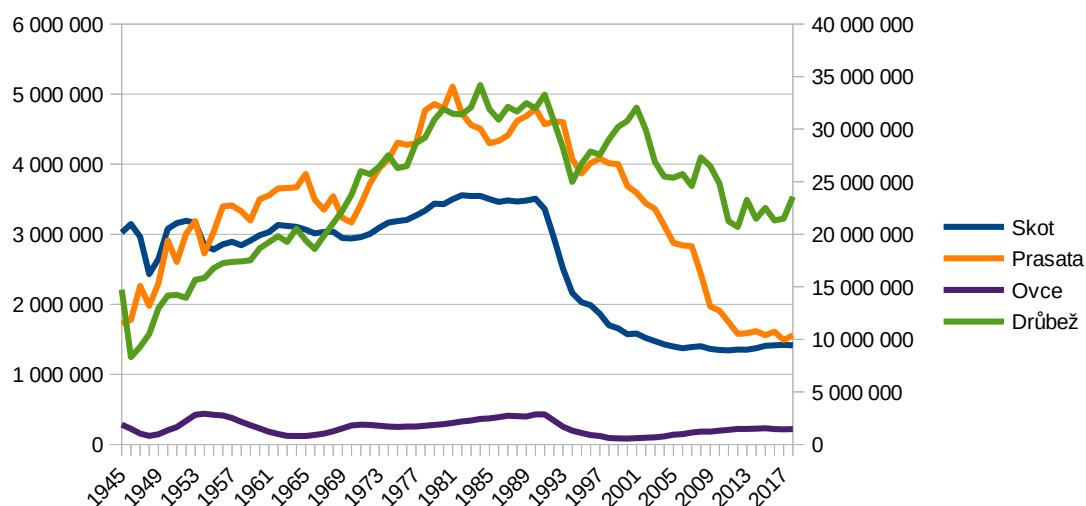
Chov zvířat prochází v posledních letech transformací, kterou vyvolaly společenské změny. Zejména v chovu skotu jsou zaváděna opatření, jejichž aplikace však v praxi trvá několik let. Chov skotu má v chovu zvířat klíčové postavení a hlavními živočišnými produkty pocházejícímu ze skotu je především mléko a maso. Na uvedeném grafu je zobrazen vývoj chovu hospodářských zvířat v České republice od roku 1945. Jak lze

²⁰MÁCHAL, Ladislav. *Chov zvířat I - Chov hospodářských zvířat*. V Brně: Mendelova univerzita, 2011

²¹FRELICH, Jan. *Chov hospodářských zvířat I*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 2011

pozorovat, počtem kusů zvířat dominuje drůbež (vedlejší osa y), ovšem na hmotnost živých zvířat je v tomto poměru stále dominující chov skotu a prasat. Od roku 1990 je v chovu hospodářského skotu i prasat zaznamenán výrazný pokles, jež je dán zejména zmíněnou transformací – zvyšování užitkovosti zvířat, omezováním počtu zvířat na danou plochu apod.²²

Graf 1: Vývoj stavu hospodářských zvířat od roku 1945



zdroj: Český statistický úřad, vlastní zpracování

4.1.1 Ekologické aspekty chovu zvířat ovlivňující kvalitu produktů

Chov zvířat, potažmo i kvalita živočišné produkce, je ovlivňován přírodními podmínkami, resp. podmínkami prostředí chovu. Tyto vlivy lze rozdělit primárně na abiotické, biotické a trofické faktory. Dále hraje roli intenzita působícího faktoru, doba působení faktoru a jeho pravidelnost a také schopnost akceptace faktoru zvířetem. Mezi abiotické faktory lze zařadit makroklimatické vlivy jako je teplota, vlhkost, tlak a roční období. Makroklimatické vlivy vyvolávají okamžité etologické změny v aktivitě zvířete, krmení apod., dále změny fyziologické jako dlouhodobější projevy a případně i změny morfologické, které se projevují až v rámci generací. Teploty obecně mají velký vliv na fyziologické změny související s užitkovostí zvířat. Například u dojnic s užitkovostí nad 5 000 kg mléka dochází při teplotách do -9°C k poklesu nadoje o 6,5 %, zatímco v případě teplot od 29 do 31°C dochází k poklesu nadoje o 16,5 % se zhoršením kvality. Při nízkých teplotách lze negativní účinky vyrovnávat ustájením na suchém loži, temperovat napájecí vodu, podávat krmiva s vyšším obsahem sušiny, v případě vysokých teplot lze zase

²²MATOUŠEK, Václav. *Chov hospodářských zvířat II*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 2013

evaporačně ochlazovat krávy postřikovou vodou. Dále mezi abiotické faktory patří mikroklimatické vlivy, tedy prostředí stáje – teplota, vlhkost, hluk, osvětlení, škodlivé plyny apod. Tyto parametry určují normy. Mezi biotické faktory patří vzájemné vztahy zvířat a zejména vztah zvířete s člověkem. Manipulace ze strany člověka by proto měla být ohleduplná a respektující chování zvířat. Trofické faktory představují výživové vlivy, například přítomnost makro a mikroprvků v půdě a následně v krmivu. Tyto vlivy vyvolávají fyziologicko-morfologické změny, ale též etologické a výkonnostní změny. Dále rovněž naopak chov zvířat ovlivňuje zpětně prostředí, a to zejména v případě velkochovů. Ty je třeba umisťovat mimo obce a stanovovat přiměřené koncentrace zvířat na zařízení. Důležitá je minimalizace dopadů chovu zvířat na životní prostředí, v případě skotu se jedná zejména o znečišťování ovzduší emisemi amoniaku z exkrementů. Po dohodě s Ministerstvem životního prostředí byla vydána vyhláška č. 117 MŽP O emisních limitech a výpočtu poplatků za znečišťování ovzduší. Národní i mezinárodní legislativa pro ochranu zvířat dále ukládá chovatelům zabezpečit vhodné podmínky tak, aby byly zachovány biologické potřeby zvířat podle nejnovějších poznatku etologie. Specializovaná etologie hospodářských zvířat se zabývá jednotlivými druhy zvířat, jeho chování a projevy nutných k dosažení optimální užitkovosti, tedy studium pohybové a orientační aktivity, příjmu krmiva, rozmnožování, péče o mladé, sociální potřeba atd.²³

V souvislosti s již uváděnou snahou o zvyšování užitkovosti a intenzifikaci chovu hospodářských zvířat v průmyslové výroby živočišných produktů se od 60. let začaly objevovat snahy o tzv. welfare zvířat, což znamená nutnost, aby každé zvíře chované člověkem mělo své ustájení, výživu a péči s ohledem na druh a biologické charakteristiky, které odpovídají jeho potřebám podle dosavadních fyziologických a ekologických poznatků a zkušeností. Dále dle zásad welfare nesmí být zvířeti omezována volnost pohybu takovým způsobem, který by mu způsoboval utrpení či poranění. Welfare nebo také podobně wellbeing lze přeložit jako životní pohoda zvířat, která byla v roce 1965 shrnuta ve Velké Británii do 5 základních svobod zvířete:

1. osvobození od žízně, hladu a podvýživy – přístup k vodě a krmivu,
2. osvobození od nepohodlí – vhodné ustájení,
3. osvobození od bolesti, zranění a nemoci – prevence, diagnóza a léčení,
4. svoboda vykazovat prvky normálního chování – prostor a společenství,

²³FRELICH, Jan. *Chov hospodářských zvířat I*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 2011

5. osvobození od strachu a úzkosti – podmínky bez psychického strádání.²⁴

Klíčovou roli ve welfare zvířat pak hraje především vztah a chování člověka ke zvířeti. Pro životní pohodu chovných zvířat je nutný kladný vztah člověka a vlídné chování, zejména tzv handling – hlazení, drbání v oblasti hlavy a krku, dále mluvení na zvířata apod. mají příznivý vliv na užitkovost, naopak nevlídné chování či chov bez kontaktu s člověkem pouze za použití strojů způsobuje strach zvířat a snižování užitkovosti.²⁵

Významnou otázkou v chovu zvířat je rovněž používání růstových hormonů s cílem zlepšení ekonomiky růstu zvířat a produkce masa či jiných produktů. Poznatky týkající se hormonů a jejich anabolických účinků vedly chovatele zvířat ke snaze o jejich implementaci při ovlivňování růstu zvířat. Z důvodu nepříznivých účinků na konzumenty produktů je však například používání pohlavních hormonů – steroidů zakázáno. V EU a v ČR nejsou povolené ani jiné růstové hormony, k jejichž použití (zejména somatotropin) se chovatelské subjekty snaží již mnoho let získat vládní povolení. Přes to, že zvýšená koncentrace somatotropinu je dle studií spojena se zvýšeným výskytem rakovinného bujení, v USA je vládní organizací FDA povoleno použití speciálního tzv. bovinního somatotropinu u dojnic, čímž je zvyšována produkce mléka. Používání tohoto růstového hormonu však přináší problémy v podobě přetěžování dojnic a jejich struků, které se zanečují a kontaminují mléko. V zemích EU není používání tohoto hormonu povoleno.²⁶

4.2 Mlékárenství

Mlékárenství zahrnuje soubor zemědělských, průmyslových a obchodních procesů od počáteční výroby mléka až po prodej mlékařenského produktu cílovému zákazníkovi. V České republice má mlékařství dlouhou historii s dochovanými artefakty neolitických kultur již z 3. tis. př. n. l. V kronice Břevnovského kláštera z roku 933 jsou dále dochované zmínky o sýru jakožto platidlu. První mlékárny v Čechách a na Moravě byly založeny až kolem roku 1870. První světová válka mlékařské odvětví oslabila podobně jako jiná odvětví a mnoho již fungujících mlékáren zaniklo. K prudkému rozvoji došlo prostřednictvím technických a technologických pokroků po roce 1920. V roce 1928 byla

²⁴MATOUŠEK, Václav. *Chov hospodářských zvířat II*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 2013

²⁵MÁCHAL, Ladislav. *Chov zvířat I - Chov hospodářských zvířat*. V Brně: Mendelova univerzita, 2011

²⁶FRELICH, Jan. *Chov hospodářských zvířat I*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 2011

spuštěna výroba tavených sýrů a v roce 1934 byla zavedena povinná a dnes již standardní pasterace mléka. Během 2. světové války byla produkce výrazně omezena a po jejím konci došlo ke znárodnění mlékárenských podniků i zemědělské výroby, ale zároveň došlo průmyslovému rozvoji mlékárenství. V roce 1951 byl v každém kraji jeden národní mlékárenský podnik. Po roce 1989 došlo k transformačnímu procesu, restitucím a privatizaci. V roce 1991 došlo k tzv. liberalizaci cen potravin, v čehož důsledku došlo ke snížení odbytu mléka o 40 % na domácím trhu a ke snížení odbytu hovězího masa o 48 %. Nerovnováha mezi nabídkou a poptávkou vedla ke ztrátě rentability chovu skotu. Dovoz mléka byl na přelomu roku dotován a zpracovatelský průmysl monopolizovaný. Chov skotu, především pak masných plemen za účelem prodeje masa, se mnoho let neobešel bez státních dotací. Současné tržní hospodářství je ovlivňováno nejen nabídkou a poptávkou, ale z velké části i zásahy státu jako jsou regulace trhu formou Zemědělského intervenčního fondu, státní dotace a dotace Evropské unie apod.²⁷

Za posledních téměř 30 let došlo v mlékárenském odvětví k výrazným pokrokům, zejména v oblasti efektivity produkce a genetického inženýrství, s čímž na druhé straně souvisí přehlížení etické a ekologické stránky masové živočišné produkce i kvality mlékárenských produktů, přičemž tyto stránky mlékárenského potravinářského odvětví se dostávají do povědomí zákazníků i podniků zejména v posledních letech, podobně jako i v případě jiných potravinářských odvětví.²⁸

Mlékárenství v České republice i ve světě představuje v současnosti jedno z nejsilnějších potravinářských odvětví a týká se jej zejména zemědělská živočišná výroba, mlékárenský zpracovatelský průmysl, dále specifická doprava zboží s krátkou dobou trvanlivosti (v případě čerstvých mlékárenských produktů), specifické potřeby uskladnění i podmínek prodeje. Jednotlivé podkapitoly jsou věnovány konkrétním částem procesu v tomto odvětví.²⁹

4.2.1 Mléko

Mléko představuje komplex bílkoviny, tuku, laktózy, minerálů a dalších látek, jejichž obsah se proměňuje v závislosti na druhu zvířete, na plemeni, ale i na podmínkách chovu a stavu samice. Největší část obsahu tvoří voda, a to okolo 86 až 88 %. Bílkoviny

²⁷ZADRAŽIL, Karel. *Mlékařství: (přednášky)*. Praha: ISV, 2002

²⁸*Odkud máme mléko?* [online]. Lucemburk: Úřad pro publikace Evropské unie, 2010

²⁹KADLEC, Ivan. *Výroba, nákup a zvyšování jakosti mléka*. Praha: Výzkumný ústav potravinářského průmyslu, 1988

tvoří zhruba 3 až 3,5 %, tuk přibližně 3,6 až 4,5 %. Hlavní výživovou složkou mléka je bílkovina, zejména kasein a albumin. Kaseinové mléko je mléko s více než 75% zastoupením kaseinu jako bílkoviny, v případě nižšího zastoupení kaseinu se jedná o albuminové mléko. Kaseinové mléko, které produkuje skot, koza i ovce se při varu nesráží a je pro zpracovatelský potenciál žádané, protože kasein jako polymorfní bílkovina se vyskytuje v mnoha genetických variantách. Například pro sýření je využívána především frakce kapa – kaseinu v genetické variantě B, která vytváří kvalitnější sýřeninu a užitkovost její nositelky je vyšší. Mléčný tuk představuje z přibližně jedné třetiny nenasycené mastné kyseliny a je hlavním energetickým zdrojem mléka. Obsah tuku v mléce se mění v průběhu roku – v létě je obsah tuku nižší a v zimě vyšší. Tuk lze z mléka získat odstředěním v podobě smetany a dále ztlučením získat máslo. Tzv. přepuštěním másla lze dosáhnout čistého tuku bez mléčné bílkoviny. Cukr v mléce je zastoupen laktózou, jejíž obsah je klíčový pro výrobu kysaných mléčných výrobků. Pokud u konzumentů chybí v trávicích traktu laktáza, není z důvodu přítomnosti laktózy vhodné konzumovat mléko, ale pouze kysané výrobky. Ty jsou zároveň lépe využitelné pro organismus z hlediska vstřebávání minerálů. Dále se však v mléce vyskytují další látky, které samice vylučuje, jako jsou těžké kovy, zbytky léků, antibiotik, herbicidů, případně hormonů, žláзовých buněk, leukocytů či bakterií, a to v závislosti na kvalitě života a zdravotním stavu samice a na péči o ni.³⁰

4.2.2 Zemědělská výroba mléka

Produkce mléka je užitkovou vlastností samic, jež souvisí s reprodukcí daného druhu. K produkci mléka je však zapotřebí nejen správná činnost vemen, ale i celého těla – oběhového a dýchacího ústrojí, metabolismus živin a hormonální systém. Mléko, jako produkt mléčné žlázy, je primárně potravou mláďat. U některých domestikovaných druhů šlechtěných za účelem výživy lidí, jako je například skot, převyšuje produkované množství mnohonásobně potřebu mláďete. Kromě skotu je používána koza a ovce, případně další druhy.³¹

K vylučování mléka neboli laktaci dochází po porodu mláďete při podpoře sáním nebo dojením. Po určité době dochází k poklesu sekrece, až zanikne úplně. Vzniká opět až po zakončení dalšího procesu gravidity porodem. Po 8 až 9 oteleních klesá laktanční produkce mléka. Laktace krávy probíhá okolo 10 měsíců se standardizací na 305 dní.

³⁰ZADRAŽIL, Karel. *Mlékařství: (přednášky)*. Praha: ISV, 2002

³¹*Odkud máme mléko?* [online]. Lucemburk: Úřad pro publikace Evropské unie, 2010

Masná plemena krávy produkují pouze okolo 2 000 kg za laktaci, kombinovaná plemena okolo 4 až 6 tisíc kg a mléčná plemena vyprodukují okolo 5 až 12 tisíc kg za jedno laktační období. Průměrná roční užitkovost dojnic v ČR se pohybuje okolo 4 900 kg za rok na krávu.³²

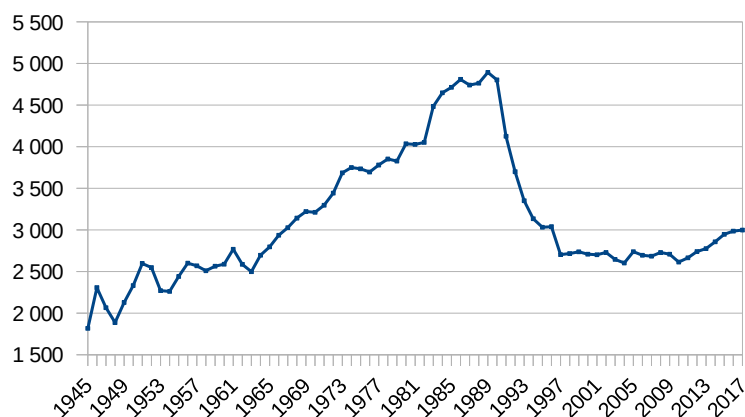
Množství a kvalita mléka závisí na mnoha faktorech. Vnitřní faktory, genetické, jsou ovlivňovány především šlechtěním, potenciálně genetickým inženýrstvím a ovlivňují produkci mléka z přibližně 30 %. Ze zbylých 70 % ovlivňují produkci mléka vnější faktory. Mléko se mění rovněž v průběhu laktačního období. Mezi vnitřní vlivy je kromě samotného plemene a užitkového typu řazen vliv hmotnosti, s jejímž růstem se množství mléka zvyšuje. Dalším vnitřním faktorem je věk a řád laktace – maximální objem mléka je dosahováno ve 4. až 5. laktaci a dále objem klesá. Vliv má rovněž věk první gravidity, stav reprodukčního cyklu a délka pauzy mezi dvěma obdobími laktace. Vnější faktory představují zejména výživu a krmení, které by mělo být energeticky a také na živiny bohaté, ale tak pravidelné a celoročně vyvážené. Špatné složení krmiva může vést k nižšímu obsahu tuku v mléce. Časté a rychlé změny jsou výrazně nežádoucí, podobně také zkažená krmiva. Dále produkci mléka ovlivňují klimatické podmínky nebo zdravotní stav, u kterého je největším problémem zánět mléčné žlázy, která je zjišťována podle obsahu somatických látek v mléce. V neposlední řadě má vliv samotné dojení, které by mělo být co nejpravidelnější, ideálně několikrát denně. V praxi je však z důvodů výše nákladů praktikováno dojení 2x denně, u typů vyšší užitkovosti 3x denně. Kvalitu mléka ovlivňuje také technika dojení, kdy optimální délka dojení je 5 až 7 minut a je důležitá závěrečná fáze tzv. dodojení, kdy jsou uvolněny tukové kapénky. Se šlechtěním a zvyšováním přísunu živin došlo k navyšování dojnosti krav, až se začaly objevovat zdravotní poruchy v období maximální laktace. Kromě dojnosti je u krav rovněž uměle upravována též délka laktace, která je pomocí růstového hormonu v některých zemích prodlužována až na 18 měsíců. Růstový hormon je též užíván v období laktace k navyšování dojnosti.³³

Produkce mléka v České republice je zobrazena v grafu č. 2. Nejvyšší produkci lze pozorovat v 80. letech minulého století, tedy koncem období socialismu. Po roce 1989 došlo ke snížení koncentrace zvířat a produkce proto výrazně poklesla. V posledních letech produkce opět mírně roste, a to především v důsledku zvyšování užitkovosti krav.

³²*Odkud máme mléko?* [online]. Lucemburk: Úřad pro publikace Evropské unie, 2010

³³ZADRAŽIL, Karel. *Mlékařství: (přednášky)*. Praha: ISV, 2002

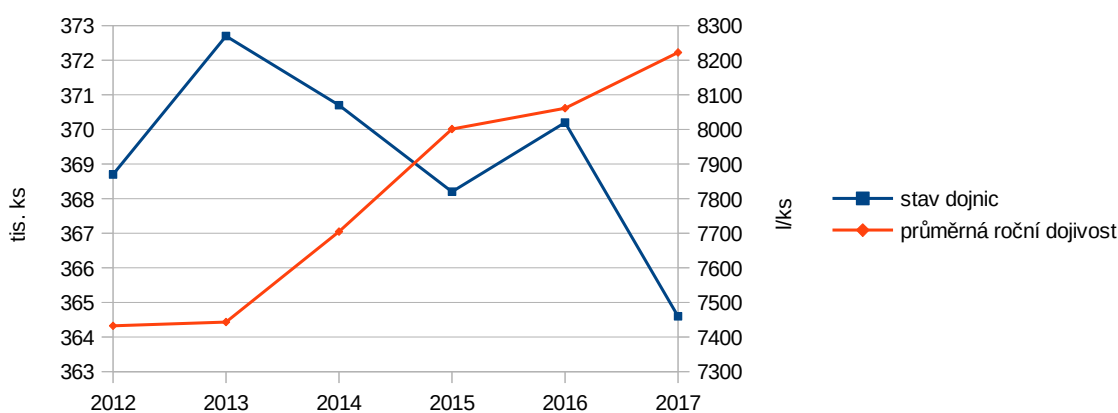
Graf 2: Vývoj produkce mléka od roku 1945



zdroj: Český statistický úřad, vlastní zpracování

Produkce mléka v posledních letech roste i přes to, že stav dojnic klesá. To je dáno již uváděnou zvyšující se užitkovostí krav. Ve výsledku produkují zemědělské podniky více mléka s méně náklady, neboť chov každého kusu dojnic je relativně nákladný a snížení jejich počtu je značně ekonomické. Porovnání vývoje stavu dojnic a jejich užitkovosti je uveden v grafu č. 3.

Graf 3: Vývoj stavu dojnic a průměrné dojivosti 2012 až 2017



zdroj: Ministerstvo zemědělství, vlastní zpracování

4.2.3 Zpracovatelský mlékárenský průmysl

Mléko zemědělských výrobců je vykupováno mlékárnami, podniky zpracovatelského průmyslu, které jej zpracují do mléčných produktů. Prvním krokem po samotné zemědělské produkci mléka je jeho přeprava do mlékárny, které se převážně zchlazené v cisternách. Již v této fázi je kontrolována kvalita – teplota, kyselost, přítomnost reziduí pesticidů a inhibitorů.³⁴

³⁴ZADRAŽIL, Karel. *Mlékařství: (přednášky)*. Praha: ISV, 2002

Mlékárnami vyráběné mléčné produkty jsou především konzumní mléka – čerstvá pasterovaná mléka, trvanlivá mléka a mléka školní, dále konzumní smetany, jogurty, kysané výrobky, máslo, tvarohy, sýry přírodní a tavené, smetanové krémy, tvarohové dezerty, mléčné dezerty, sušená mléka, kondenzovaná mléka a syrovátka. V roce 2018 bylo mlékárnami nakoupeno 2 318 mil. litrů syrového mléka a z toho bylo vyrobeno 565,8 mil. litrů konzumního mléka, 120 mil. litrů jogurtů, 103,4 tis. tun sýrů, 52 mil. litrů smetany a 47 mil. kysaných výrobků.³⁵

V mlékárenském průmyslu je používána řada základních technologií při zpracovávání syrového mléka. Jedním z nich je odstředování mléka, které je založeno na rozdílnosti hmotnosti částic jednotlivých složek v mléce. Provádí se v bubnu odstředivky při otáčkách okolo 6 000 až 8 000 za minutu. Těžší složka mléka, což je odstředěné mléko, se shromažďuje u stěny bubnu. Lehčí tuková složka – smetana je vytlačována do středu. Nečistoty a mikroorganismy jsou vyneseny až na stěnu bubnu a vytváří kal. Smetana dosahuje přibližně 40 % tuku, zatímco odstředěné mléko okolo 0,01 až 0,05 % tuku. Základními procesy v mlékárenském průmyslu je především Vyráběná mléka se dále dělí na plnotučná s obsahem tuku min. 3,5 %, polotučná s obsahem tuku mezi 1,5 až 1,8 % a odtučněná s maximálním obsahem tuku 0,5 %.³⁶

Dalším zpracovatelským procesem je tepelné ošetření mléka, kdy se za pomoci různých kombinací teploty a doby působení tepelného záhřevu omezuje počet mikroorganismů a je zajišťována zdravotní nezávadnost mléka. Pasterace je proces zahřívání mléka, při kterém dochází ke zničení vegetativních forem mikroorganismů a patogenů, ke snížení množství spór a k inaktivaci enzymů. Zchlazené pasterované mléko tak může být skladováno v nízké teplotě několik dnů. Pasterace je prováděna šetrně vlivem 75 °C po dobu 15 vteřin, nebo dlouhodobě vlivem 63 °C po dobu 30 minut. Vysoká pasterace označuje ohřev mléka na minimálně 85 °C a ultratepelné ošetření mléka označované jako UHT představuje vliv nejméně 135 °C. UHT pasterace se používá při výrobě trvanlivých mlék, aby žádné mikroorganismy nebo spóry nebyly schopné růstu v aseptické uzavřené nádobě. Dále se provádí tzv. obchodní sterilizace, které je dosaženo nepřímým ohřevem ve spotřebitelských hermeticky uzavřených obalech na teplotu 100 °C.

37

³⁵Ministerstvo zemědělství[online], 2017.

³⁶ZADRAŽIL, Karel. *Mlékařství: (přednášky)*. Praha: ISV, 2002

³⁷DOC. MVDR. JANŠTOVÁ, PH.D., Bohumíra. *Technologie mléka a mléčných výrobků* [online]. Brno: FAKULTA VETERINÁRNÍ HYGIENY A EKOLOGIE, Ústav hygieny a technologie mléka, 2012

Zahušťování mléčných produktů představuje proces částečného odpaření vody ze smetany nebo mléka, čímž je zajištěna delší doba trvanlivosti a skladovatelnosti. Při zahušťování bývá rovněž přidávána smetana či sušené mléko. Tyto produkty se dále dělí na slazené a neslazené, přičemž u slazených zahuštěných produktů je trvanlivosti dosaženo vytvořením hypertonického prostředí přidáním sacharózy.³⁸

Výroba másla vychází z vysokotučné smetany, která se získává odstředováním. Odstředěná smetana o obsahu tuku 37 až 42 % je nejprve okamžitě pasterována při teplotě mezi 90 až 110 °C. Poté je odvětrávána a chlazená a následně se nechá zrát. Zrání je fyzikální, kdy se po zahřátí a následném zchlazení smetany vytvoří malé tukové kuličky, které po dobu přibližně 2 hodin v uzravači při teplotě okolo 6 °C vykrystalizují až do 50 % celkového obsahu tuku. Ke zrání dochází také biologickému, jehož podstatou je mléčné kysání neboli fermentace, kdy se zvyšuje viskozita obaly tukových kuliček jsou částečně narušeny. Kysání je zajištěno mlékařskou kulturou v podobě smetanového zákysu. Na máslo je uzralá smetana přeměněna buď dalším odstředováním na tučnost okolo 82 % a následným zchlazením na transmutátoru, nebo emulgací po odstředění na vodorovných válkách.³⁹

Při výrobě fermentovaných neboli kysaných mléčných produktů je mléko odstředěno, standardizováno, upraveno různými aditivními látkami a stabilizátory, homogenizováno, tepelně ošetřeno a následně fermentováno. Fermentace je provedena buď přímo ve spotřebitelských baleních přidáním injekce bakterií do připravené směsi s ovocem, aromaty apod., načež se produkty nechají zrát až do dosažení pH 4,5, kdy se zchladí, nebo fermentace probíhá ve fermentačním tanku, kdy po dosažení požadovaného pH a zchlazení je dále šetrně rozmíchán a plněn do obalů nebo dále zpracováván. Z důvodu požadavků na co nejdelší dobu trvanlivosti je plnění prováděno za sterilizovaných podmínek.⁴⁰

Výroba sýrů je zajišťována srážením mléka syřidlem a zahrnuje různorodé procesy v závislosti na typu sýru – čerstvé, tvrdé, zrající, a dále na konkrétním druhu sýra. Tvaroh je oproti tomu produkt srážení mléčné bílkoviny kasein, kdy jako vedlejší produkt vzniká syrovátka.⁴¹

³⁸DOC. MVDR. JANŠTOVÁ, PH.D., Bohumíra. *Technologie mléka a mléčných výrobků* [online]. Brno: FAKULTA VETERINÁRNÍ HYGIENY A EKOLOGIE, Ústav hygieny a technologie mléka, 2012

³⁹tamtéž

⁴⁰ZADRAŽIL, Karel. *Mlékařství: (přednášky)*. Praha: ISV, 2002

Mlékárny zpracovávající mléko do finálních produktů začaly vznikat v 19. století, kdy venkovské obyvatelstvo začalo migrovat do větších měst za prací. Do té doby byla kromě sýráren výroba mléčných produktů domácí činností. Mlékárny vznikly na za přispění objevů parních strojů a odstředivky. Na přelomu 19. a 20. století již existovalo okolo 85 mlékárenských družstev. Po objevu tepelné sterilizace se mléko šířilo ve skleněných lahvích. Šoky v mlékárenství představovaly obě světové války a následná kolektivizace v poválečném období až do roku 1989 držela jednotnou organizační základnu. Po roce 1989 se podniky ve většině roztříštily na menší části, pouze například jihočeská Madeta či olomoucká Olma zůstaly ve svém původním postavení. Výrazné změny přinesl vstup ČR do EU, což přineslo přísnější hygienické podmínky a konkurenční boj s evropskými zpracovateli mléka. V současné době jsou největšími mlékárnami Madeta, Müller – původní Pragolaktos, Mlékárny Kunín, Olma a Mlékárna Hlinsko.⁴²

I přes relativně malý počet rozšířených mlékárenských značek je umístění větších mlékáren po České republice relativně rovnoměrné, a to ve všech krajích s výjimkou Libereckého, kde byl provoz mlékárny Příšovice ukončen v roce 2012. Mléko je odkud vyváženo do jiných krajů.⁴³

4.2.4 Doprava a obchod s mlékárenskými produkty

Mlékárenské produkty připravené pro spotřebitele dále putují obchodním řetězcem, prostřednictvím dopravních společností se přesunují mezi jednotlivými výrobními články i obchodními společnostmi. Mlékárny svými produkty zásobují obchodní řetězce a velkoobchody, které produkty dále přepravují konečnému spotřebiteli.

Doprava mléka a mlékárenských produktů je specifická tím, že mnoho z těchto produktů má krátkou trvanlivost a vyžadují si nízké teploty. Přeprava je tak uzpůsobena požadavkům. V případě mléka a smetany se jedná o chlazené cisterny o velkých objemech, v případě finálních produktů se jedná o chlazené návěsy apod. Z důvodu kontaktu s potravinami je v odvětví také nutná přítomnost potravinářských průkazů. Skladování je rovněž nákladné z důvodu nutnosti udržování nižších teplot.

⁴¹DOC. MVDR. JANŠTOVÁ, PH.D., Bohumíra. *Technologie mléka a mléčných výrobků* [online]. Brno: FAKULTA VETERINÁRNÍ HYGIENY A EKOLOGIE, Ústav hygieny a technologie mléka, 2012

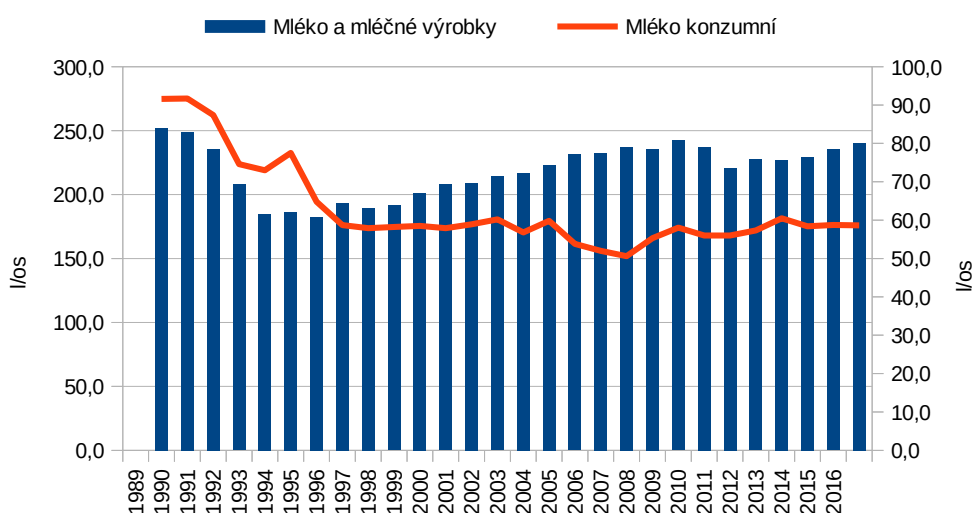
⁴²ZADRAŽIL, Karel. *Mlékařství: (přednášky)*. Praha: ISV, 2002

⁴³Liberecký deník[online],

Obchodní řetězce v současné době prodávají i vlastní značky, které vyrábí buď z mléka od zemědělských výrobců ve vlastní mlékárně, nebo z polotovárů, které odebírají od mlékáren jiných. Z důvodu problematiky trvanlivosti spadají mléčné výrobky podobně jako maso do kategorie potravin, u kterých lze méně pružně reagovat na změny v poptávce, protože objem naskladněných produktů je limitován nutností včasného prodeje spotřebiteli.

Na uvedeném grafu je znát proměna složení ve spotřebě mléčných produktů v České republice. Zatímco celková spotřeba mléčných produktů je od roku 1996 v rostoucím trendu, spotřeba samotného mléka se spíše drží na stejných hodnotách, celkově ve sledovaném období od roku 1989 klesá. Snížený zájem o mléko je způsoben informovaností spotřebitelů o výhodách kysaných mléčných produktů, případně sýrů oproti konzumaci mléka, u něhož mnozí trpí laktózovou intolerancí a jehož stravitelnost je výrazně horší.

Graf 4: Spotřeba mléka a mléčných produktů 1989 až 2016



zdroj: Ministerstvo zemědělství, vlastní zpracování

4.2.5 Zahraníční obchod

Za rok 2018 byl obrat zahraničního obchodu s mléčnými výrobky na 30,22 mld. Kč. V roce 2018 byl tento obrat podobných 30,25 mld. Kč. Vzrostl však vývoz a dovoz naopak poklesl. V roce 2018 bylo vyvezeno mléčných produktů v hodnotě 17,08 mld. Kč s meziročním nárůstem o 0,5 %, zatímco dovoz byl v hodnotě 13,14 mld. Kč s meziročním poklesem o 0,9 %. Výsledkem je kladná bilance zahraničního obchodu, která je však dána

především mléčnou surovinou – syrovátka apod., která tvoří z vývozu přibližně 6 mld. Kč, tedy okolo 35 % celkového finančního objemu vývozu.⁴⁴

Nejsilnější vývozní komoditou je mléko a smetana. V roce 2018 byl vývoz mléka a smetany 826,5 tis. tun, což znamenal růst o 50 tisíc tuny oproti roku 2017 a celková hodnota vývozu mléka a smetany byla přes 8 mld. Kč. Druhou nejsilnější vývozní komoditou jsou sýry s tvarohy, které v roce 2018 představovaly objem 52,4 tisíc tun s meziročním nárůstem 2,4 tisíc tun a celková hodnota vyvezených tvarohů a sýrů byla téměř 4,7 mld. Kč. Průměrná vývozní cena mléka a smetany klesla oproti roku 2017 z 9,95 na 9,7 Kč/kg, v případě sýrů a tvarohů došlo k nárůstu průměrné ceny z 88,95 na 89,36 Kč/kg. Máslo představuje z mléčných produktů nejméně vyváženou komoditou s objemem 2,54 tisíc tun v roce 2018 s meziročním poklesem o 0,2 tisíce tun a celková hodnota vývozu másla byla 292 mil. Kč. Průměrná vývozní cena másla se v roce 2018 pohybovala na 115 Kč/kg, což je oproti roku 2017 pokles o necelých 10 Kč/kg. Celkově je ve vývozu trend snižování konzumního mléka a smetany a růst vývozu mléka a smetany přímo v cisternách.⁴⁵

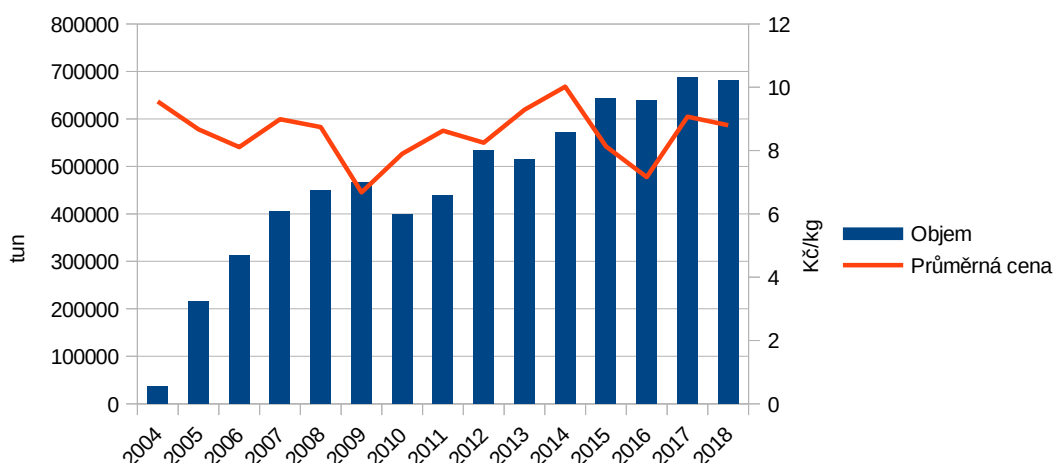
Česká republika vyvezla v roce 2018 mléčné produkty do 81 zemí světa, z čehož 75 % finančního objemu vývozu představují čtyři země – především Německo, dále Slovensko, Itálie a Polsko. Vývoz do třetích zemí představoval 11 % celkového objemu vývozu a zahrnoval především sušenou syrovátku a sušená mléka, bílé sýry a Eidam.

V uvedeném grafu je zobrazen vývoj vývozu mléka od roku 2004 včetně průměrné vývozní ceny. Jak lze pozorovat, vývoz je v rostoucím trendu od vstupu ČR do EU, přičemž průměrná cena kolísá s pouze krátkodobými trendy.

⁴⁴Ministerstvo zemědělství[online], 2019.

⁴⁵Ministerstvo zemědělství[online], 2019.

Graf 5: Vývoz mléka v balení nad 2 l a průměrná vývozní cena 2004 až 2018



zdroj: Ministerstvo zemědělství, vlastní zpracování

V dovozu představují největší položku sýry a tvarohy, které byly v roce 2018 dovezeny v objemu 88,6 tisíc tun s mírným meziročním nárůstem a celková hodnota těchto dovezených sýrů a tvarohů byla 7,85 mld. Kč. Průměrná dovozní cena sýrů klesla na 88,58 v roce 2018. Druhou nejhodnotnější položkou dovozu bylo máslo, které bylo dovezeno v objemu 21,69 tisíc tun s nárůstem téměř 3 tisíce tun oproti roku 2017 a celková hodnota dovezeného másla v roce 2018 byla 2,73 mld. Kč. Průměrná cena dováženého másla klesla z roku 2017 ze 129,7 na 125,9 Kč/kg v roce 2018. Mléka a smetany bylo dovezeno v porovnání s vývozem pouze 39,5 tisíc tun s meziročním poklesem o 15 tisíc tun, přičemž celková hodnota dovezeného mléka a smetany tvořila 812,5 mil. Kč. V porovnání s vývozem se u dovozu mléka a smetany jedná přibližně o desetinu celkové hodnoty vývozu. Průměrná dovozní cena u mléka a smetany je 20,6 Kč/kg v roce 2018, tedy více než dvojnásobná cena oproti průměrné vývozní ceně.⁴⁶

Ze 78,8 % celkového dovozu mléčných produktů představuje tři země – Německo, Polsko a Slovensko. Celkem v roce 2018 bylo 43 dovozních zemí. Největší objem sýrů, jogurtů a dalších zakysaných produktů je dováženo z Německa, odkud je například dovozní cena Eidamu v průměru 70,78 Kč/kg, v porovnání s domácí průměrnou cenou 156,5 Kč/kg je tedy výrazně nižší. Podobně i dovozní cena másla v průměru 130 Kč/kg je v porovnání s domácí průměrnou spotřebitelskou cenou 216,2 Kč/kg rovněž výrazně nižší. Největší objem másla byl v roce 2018 dovezen z Polska za cenu 126,7 Kč/kg, dále z Německa za cenu 133,3 Kč/kg, poté ze Slovenska za cenu 103 Kč/kg a dále z Belgie, a to

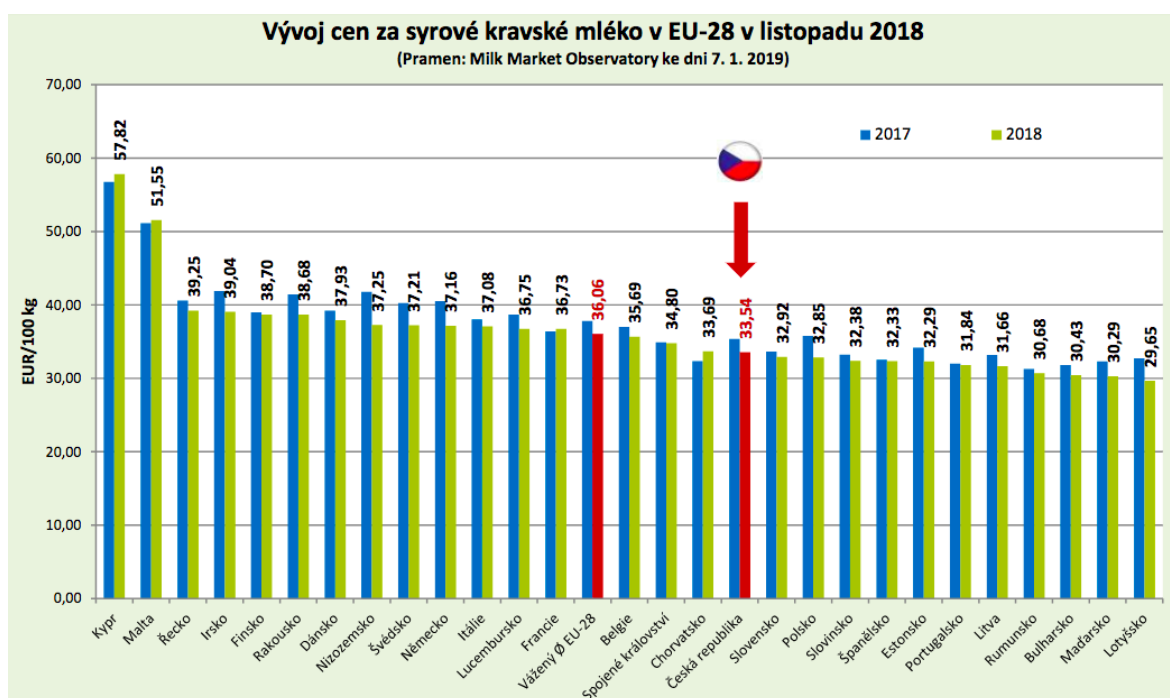
⁴⁶Ministerstvo zemědělství[online], 2019.

za cenu 139,2 Kč/kg. Mléka a smetany je nejvíce dováženo ze Slovenska a dále z Německa.

4.2.6 Mlékařství ve světě

V uvedeném grafu č. 6 je zobrazeno porovnání cen syrového mléka v zemích EU k listopadu 2018 a v porovnání s rokem 2017. Jak je možné pozorovat, Česká republika se nachází v pásmu pod průměrem EU, za rok 2018 na ceně 33,65 EUR/100 kg. Ve většině zemí je v roce 2018 cena nižší než v předchozím roce 2017.

Graf 6: Vývoj cen syrového kravského mléka v zemích EU v letech 2017 a 2018



zdroj: Ministerstvo zemědělství

Produkce mléka v roce 2018 v zemích EU byla nižší v důsledku klimatických jevů. Studené a větrné jaro zpomalilo růst pastvin, suché léto snížilo produkci krmiv, kvůli čemuž někteří chovatelé byli nuceni přistoupit k porážkám krav. Vysokou cenu másla ovlivnilo především snížení produkce mléka a rovněž nižší obsah tuku v mléce. Ceny sýrů byly naopak nižší v důsledku vyšší produkce.

Na světovém trhu v porovnání s Oceánií a USA se Evropa řadí v současnosti v cenách mléka jako nejlevnější oblast, v případě sýrů a másla jako nejdražší oblast. Nejkonkurenceschopnější je v případě másla Oceánie, v případě mléka země EU

a Oceánie. Od roku 2014 je Ruskou federací vyhlášen zákaz dovozu některých potravin původem z USA, EU, Kanady, Austrálie a Norska, a to včetně mléčných produktů.⁴⁷

V roce 2018 EU nejvíce dovážela sýry do USA, a to především z Itálie a z Francie. Druhým největším dovozcem sýrů z EU je Japonsko, a to konkrétně z Nizozemí, Německa a Dánska. Jižní Korea, dříve významný dovozce sýrů, snížil v roce 2018 objemy dovozu o 21 % a Saúdská Arábie o 17 %. Naopak nárůst dovozního objemu byl zaznamenán v případě Libanonu o 10 %, a to převážně z Maďarska a Francie, a do Kanady o 26 %, kde jsou největšími dovozci Itálie a Francie. USA je za rok 2018 rovněž primárním dovozcem másla z EU, dále potom Čína, Saúdská Arábie, Singapur a Japonsko. Největšími dovozci másla do USA je Itálie, do Číny je dovoz másla především z Francie, Saúdská Arábie dovážela hlavně z Dánska, Singapur a Japonsko z Nizozemska. Vývoz másla vzrostl také do Jižní Koreje, kam přes polovinu dováží Francie. Vývoz z EU roste především v případě komodity sušeného odstředěného mléka, které se dováží především do Alžírsko, Číny, Indonésie, Egypta, Malajsie, Bangladéše a Singapuru. Největšími vývozci sušeného odstředěného mléka do těchto zemí jsou Polsko, Německo, Francie, Belgie a Česká republika.

Za rok 2018 je nejvýznamnějším dovozcem másla na světě stále Čína dovážející z Nového Zélandu, rovněž v dovozu sušeného plnotučného mléka a sušené syrovátky je světově největším dovozcem, přičemž sušenou syrovátku dováží z EU. Nejvýznamnějším světovým dovozcem sušeného odstředěného mléka je Mexiko, kondenzovaná mléka dováží nejvíce Filipíny, největším dovozcem kaseinu je USA, dovozci sýrů potom Rusko a Japonsko a největšími dovozci laktózy je Nový Zéland a Japonsko.⁴⁸

Ve světovém exportu másla stále vede Nový Zéland, podobně také v případě sušeného plnotučného mléka. V případě sušeného odstředěného mléka a sušené syrovátky jsou největšími světovými vývozci EU a USA, v případě sýrů a kondenzovaného mléka jsou to země EU. Ve vývozu kaseinu je největší zemí Nový Zéland a země EU, v případě laktózy potom USA.⁴⁹

Dle Evropskou komisí vydaného zemědělského výhledu na období 2018 až 2030 lze očekávat rostoucí poptávku po celosvětovém dovozu v důsledku populačního růstu v Africe a také růstem příjmů. Tempo růstu globálního obchodu je očekáváno pomalejší,

⁴⁷Ministerstvo zemědělství[online], 2019.

⁴⁸tamtéž

⁴⁹tamtéž

než tomu bylo v předchozím období. Vůdci světových exportérů budou dle očekávání země EU a Nový Zéland. Trhy by měly být zaměřena na produkty s vyšší přidanou hodnotou, ve kterých země EU vynikají. Dále se očekává spotřebitelská preference produktů ekologických a pastevních chovů, výrobků bez genetické modifikace a regionálních produktů.⁵⁰

Do roku 2030 se dále očekává nárůst celosvětové produkce mléka na více než 1 mld. tun, přičemž více než 40 % nárůstu je očekáváno v Indii, která investuje do moderních farem a infrastruktury. Většina produkce v Indii však pokryje domácí trh. Velký růst produkce je očekáván v Pákistánu, v Africe až pětinasobně oproti předchozímu desetiletí, což ale stále neuspokojí rostoucí poptávku. U Nového Zélandu se očekává výraznější nárůst produkce než nárůstu domácí poptávky a je tedy očekáván další růst exportu. Země EU by si měly postavení na světovém trhu udržet i přes vyšší výrobní náklady. V USA by nárůst produkce mléka měl pokrýt rostoucí poptávku způsobenou populačním růstem, ale i růstem průměrné spotřeby na obyvatele. Růst užitkovosti, který je v současnosti spojován s používáním krmných směsí s doplňky z palmových jader, má za následek horší kvalitu tuku v mléce a ovlivňuje tak především kvalitu másla. Růst poptávky po dovozu je očekáván především v Africe vlivem populačního růstu, urbanizace i růstu příjmů, a dále také v zemích Asie, především v Číně, kde je relativně pomalý vývoj výroby, a také v Japonsku snižováním cla. Rusko vydalo prodloužený zákaz dovozu až do konce roku 2019 a i přes mírný nárůst domácí produkce není poptávka uspokojena.⁵¹

Nejvíce se očekává nárůst poptávky po produktech ekologického zemědělství, produktech s označením zeměpisného určení výroby a produktech bez geneticky modifikovaných organismů, jejichž výroba prudce roste například v Německu, v Rakousku a Švédsku je podíl nemodifikovaných produkcí dokonce 100 %. Spotřeba konzumního mléka v EU klesá, ale roste spotřeba kysaných produktů i například másla, a to především v pekárenském a cukrárenském průmyslu.⁵²

⁵⁰Ministerstvo zemědělství[online], 2019.

⁵¹tamtéž

⁵²tamtéž

5 Vlastní práce

Vlastní práce je zaměřena na analýzu a prognózu časových řad ukazatelů cen v mlékárenském odvětví v období od prosince 1999 do prosince 2017. Těmito ukazateli jsou spotřebitelská cena mléka a spotřebitelská cena másla, pomocnými ukazateli jsou dále ceny průmyslových výrobců mlékárenských produktů a ceny zemědělských výrobců mléka.

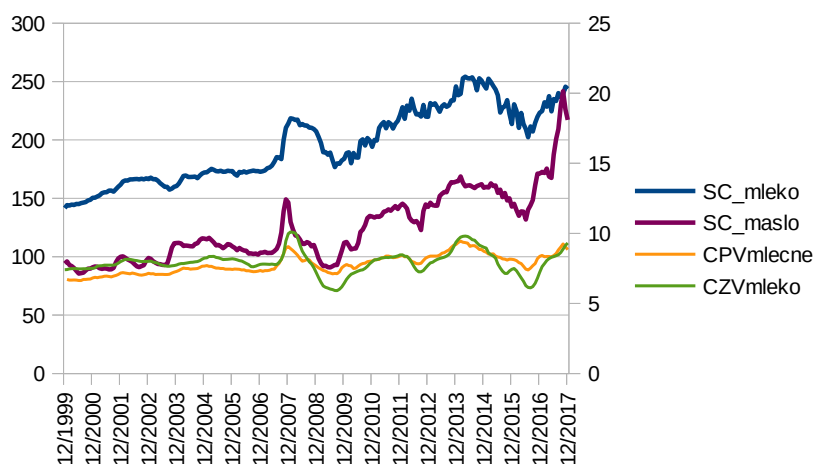
5.1 Ceny v mlékárenském odvětví

Spotřebitelské ceny mlékárenských výrobků, konkrétně mléka a másla, podléhají mnoha vlivům. Těmito vlivy jsou především ceny výrobců, ale také ceny dopravců, náklady spojené s prodejem, reklamou, a v neposlední řadě také inflace, plošný růst cen v zemi a časový trend. Tato práce je zaměřena především na časové řady spotřebitelské ceny mléka a spotřebitelské ceny másla. V modelech bude dále zahrnuta cena zemědělských výrobců mléka a index cen průmyslových výrobců mlékárenských produktů, proto bude krátce analyzován i jejich vývoj.

Spotřebitelská cena mléka je analyzována podle průměrné ceny 1 litru polotučného pasterizovaného mléka za daný časový úsek, a to v průběhu let 2000 až 2017. Spotřebitelská cena másla je zkoumána podle průměrné ceny másla za 1 kilogram. Cena zemědělských výrobců představuje průměrnou cenu zemědělského výrobce mléka za 1 litr. Index cen průmyslových výrobců dále představuje procentuální vyjádření průměrné ceny průmyslových výrobců mlékárenských produktů v daném měsíci vůči průměru roku 2015. Jedná se tedy o bazický index průměrných měsíčních cen průmyslových výrobců mlékárenských produktů se základem v roce 2015.

V uvedeném grafu č. 7 jsou zobrazeny výše zmíněné ukazatele cen a je tedy možné kvalitativně porovnat jejich vývoj v uvedeném období mezi lety 1999 až 2017.

Graf 7: Vývoj cenových ukazatelů v mlékařenském odvětví



zdroj: Český statistický úřad, vlastní zpracování

Spotřebitelské ceny a ceny průmyslových výrobců jsou v rostoucím trendu, který je výraznější v případě spotřebitelských cen, než u cen výrobců. Nejvýraznější růst lze zaznamenat ve spotřebitelské ceně másla, která za sledované období vzrostla více než dvojnásobně. Nejkonstantnější vývoj je možné pozorovat v případě ceny zemědělských výrobců mléka, která je jediným ukazatelem nepodléhajícím znatelnému rostoucímu trendu.

Všechny cenové ukazatele dále vykazují některé společné výkyvy. Jeden z nejvýraznějších společných výkyvů je zaznamenán v období ekonomické krize kolem roku 2008. Prvním zvýšeným ukazatelem z uvedených je v tomto výkyvu spotřebitelská cena másla, následně index cen průmyslových výrobců a nejspíše se krize odrazila v cenách zemědělských výrobců a ve spotřebitelské ceně mléka. Spotřebitelská cena másla rovněž vzrostla nejvýrazněji. Pokles cen v průběhu roku 2008 a 2009 proběhl nejpovolněji v případě spotřebitelské ceny mléka. Největší propad cen v období po krizi oproti maximální ceně v době krize je zaznamenán v případě ceny zemědělských výrobců mléka, která se propadla o více než 40 %. V případě průmyslových výrobců došlo k propadu přibližně o 21 %. K výraznému propadu došlo i v případě spotřebitelské ceny másla, která se snížila téměř o 40 %, naopak spotřebitelská cena mléka klesla pouze o necelých 20 %.

Další společný výkyv lze zaznamenat v srpnu až září 2012, kdy klesly ceny v odvětví, na kterou ale téměř nezareagovala spotřebitelská cena mléka, naopak spotřebitelská cena másla klesla v tomto období výrazně. Společné je i období poklesu

v období roku 2015 až do léta 2016 a následné období růstu. V tomto posledním období růstu vyniká opět spotřebitelská cena másla, která skokově vzrostla během 16 měsíců o 83 %. Výrazněji vzrostla i cena zemědělských výrobců mléka, která zaznamenala nárůst o 52 %. Ve stejném období vzrostly ceny průmyslových výrobců pouze o 25 % a spotřebitelská cena mléka o 21 %.

Z uvedeného vyplývá, že vývoj spotřebitelské ceny másla dosahuje nejen rychleji rostoucího trendu, ale zároveň i výraznějších výkyvů v případě cenových šoků postihujících celé mlékárenské odvětví.

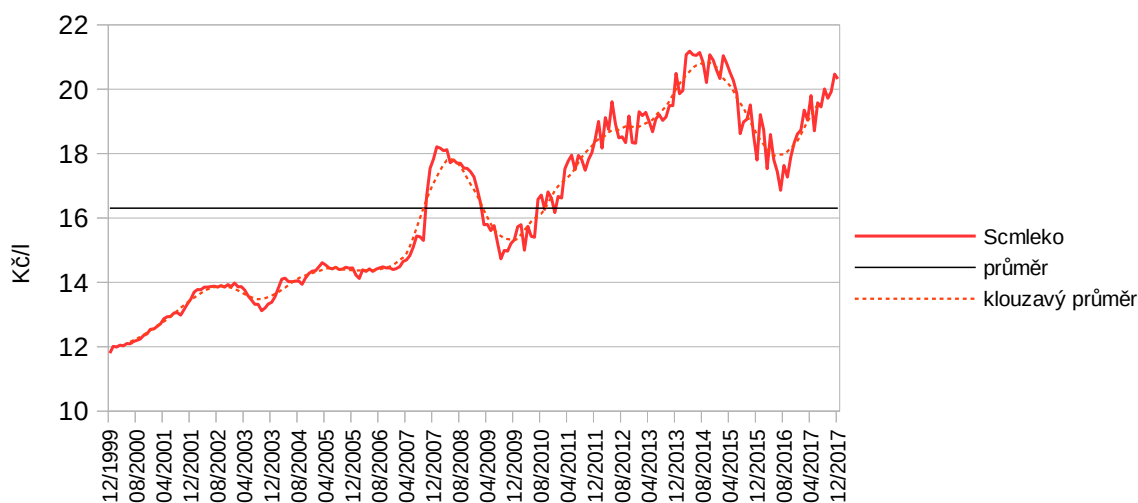
5.2 Statistická analýza časových řad

Časové řady celkem 4 zahrnutých proměnných jsou v této kapitole statisticky analyzovány z hlediska elementárních charakteristik, sezónní složky a stacionarity.

5.2.1 Spotřebitelská cena mléka

Cena mléka podle grafu č. 8 je ve sledovaném období prosinec 1999 až prosinec 2017 průměrně 16,3 Kč/l. Minimální cena je z období prosinec 1999, kdy tato cena byla 11,8 Kč/l. Maximální cena mléka je zaznamenána z období duben 2014 a je 21,18 Kč/l. Trend vývoje časové řady je rostoucí a hodnoty kolem střední hodnoty kolísají v průměru o 2,6 Kč/l. Na první pohled obsahuje časová řada konstantu i trend, hodnoty nejsou rozptýleny kolem středu bez vývojové změny. Časová řada je tedy nestacionární.

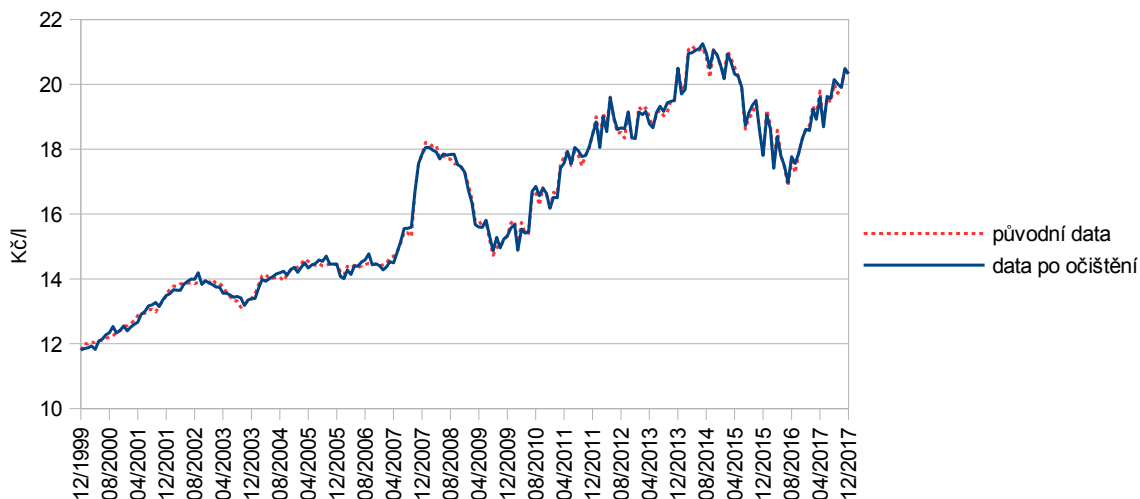
Graf 8: Statistická analýza ČR – spotřebitelská cena mléka



zdroj: Český statistický úřad, vlastní zpracování

V uvedeném grafu jsou dále pozorovatelné znatelné výkyvy v jednotlivých měsících okolo klouzavého centrovaného ročního průměru. Tyto výkyvy se zdají být v čase korelovány, což ukazuje na přítomnost vlivu sezónnosti. Očištění dat od sezónní složky vede k mírné proměnně časové řady, která je zobrazena v grafu č. 9.

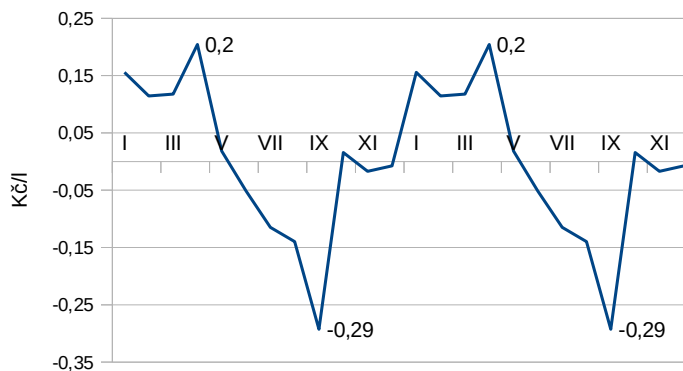
Graf 9: ČR spotřebitelská cena mléka po očištění od sezónní složky



zdroj: vlastní zpracování

Analýza sezónní složky ukazuje pomocí grafu č. 10, že výkyvy v ceně jsou kladné především v měsících leden až duben a záporné výkyvy v ceně jsou od června do září. Od října do prosince a také v květnu jsou sezónní výkyvy nejmenší. Vliv měsíců na cenu mléka lze shrnout do období růstu ceny a období poklesu ceny. Období růstu představuje září až duben, kdy je cena nejvíce zvýšena sezónní složkou, a to o 0,2 Kč/l, období poklesu ceny pak představuje duben až září, kdy je cena nejvíce snížena sezónní složkou, a to o 0,29 Kč/l. Cena tedy klesá v létě a roste od podzimu do jara.

Graf 10: Sezónní složka ceny mléka



zdroj: vlastní zpracování

Po očištění časové řady od sezónní složky je dále řešena její nestacionarita, která je prokázána rozšířeným Dickey-Fullerovým testem na obrázku č. 1, kde p-hodnota testu je vyšší než hladina 0,05. Proto je potvrzena přítomnost jednotkového kořene v časové řadě.

Obrázek 1: Rozšířený Dickey-Fullerův test ČŘ spotř. ceny mléka

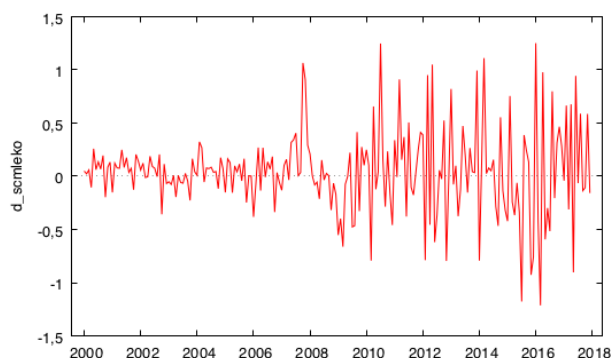
```
Rozšířený Dickey-Fullerův test pro scmleko
s použitím 4 zpožděných proměnných (1-L)scmleko
(max was 8, criterion AIC)
počet pozorování 206
nulová hypotéza jednotkového kořenu: a = 1

test s konstantou
model: (1-L)y = b0 + (a-1)*y(-1) + ... + e
odhadovaná hodnota (a - 1): -0,0152034
testovací statistika: tau_c(1) = -1,43628
asymptotická p-hodnota 0,566
autokorelační koeficient 1. řádu pro e: -0,013
zpožděné diference: F(4, 200) = 4,920 [0,0008]
```

zdroj: vlastní zpracování v SW Gretl

Jako řešení nestacionarity časové řady je zvoleno vytvoření diferencí 1. řádu. Podle grafu č. 11 je na první pohled časová řada v prvních diferencích stacionární. Tento předpoklad je dále ověřen rozšířeným Dickey-Fullerovým testem.

Graf 11: ČŘ spotřebitelská cena mléka v prvních diferencích



zdroj: vlastní zpracování v SW Gretl

Obrázek 2: Rozšířený Dickey-Fullerův test diferencované ČŘ spotř. ceny mléka

```
Rozšířený Dickey-Fullerův test pro d_scmleko
s použitím 12 zpožděných proměnných (1-L)d_scmleko
(max was 14, criterion AIC)
počet pozorování 203
nulová hypotéza jednotkového kořenu: a = 1

s konstantou a trendem
model: (1-L)y = b0 + b1*t + (a-1)*y(-1) + ... + e
odhadovaná hodnota (a - 1): -1,03925
testovací statistika: tau_ct(1) = -4,419
asymptotická p-hodnota 0,001984
autokorelační koeficient 1. řádu pro e: 0,025
zpožděné diference: F(12, 188) = 3,322 [0,0002]
```

zdroj: vlastní zpracování v SW Gretl

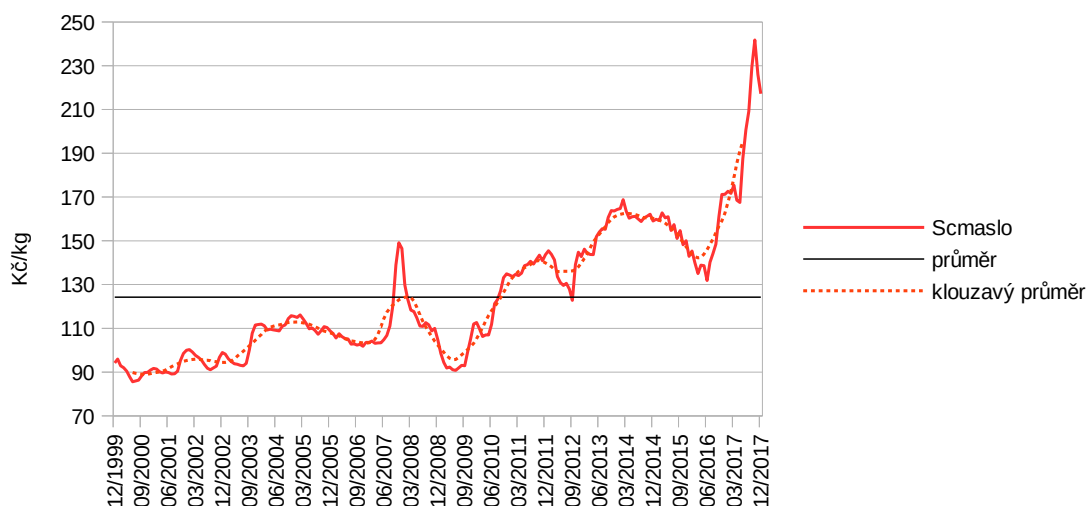
P-hodnota Dickey-Fullerova testu s konstantou a trendem je 0,00198. P-hodnota je nižší než zvolená hladina významnosti 0,05, proto lze zamítnout nulovou hypotézu

o nestacionaritě ve prospěch alternativní hypotézy – časová řada ceny mléka v prvních diferencích je stacionární.

5.2.2 Spotřebitelská cena másla

Cena másla uvedena v grafu č. 12 je ve sledovaném období prosinec 1999 až prosinec 2017 průměrně 124,2 Kč/kg. Minimální cena je z období červen 2000, kdy tato cena byla 85,61 Kč/kg. Maximální cena másla je zaznamenána z období říjen 2017 a je 241,78 Kč/kg. Trend vývoje časové řady je rostoucí a hodnoty kolem střední hodnoty kolísají v průměru o 30,09 Kč/kg. Na první pohled obsahuje časová řada konstantu i trend, hodnoty nejsou rozptýleny kolem středu bez vývojové změny. Časová řada je tedy nestacionární.

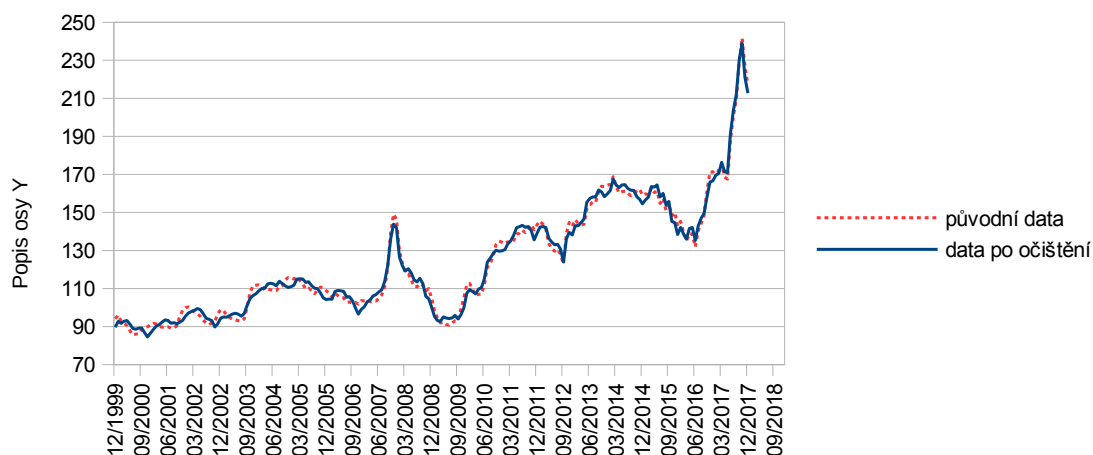
Graf 12: Statistická analýza ČR – spotřebitelská cena másla



zdroj: Český statistický úřad, vlastní zpracování

V uvedeném grafu jsou podobně jako v případě ceny mléka pozorovatelné znatelné výkyvy v jednotlivých měsících okolo klouzavého centrovaného ročního průměru. Tyto výkyvy se zdají být v čase korelovány, což ukazuje na přítomnost vlivu sezónnosti i v případě cena másla. Očištění dat od sezónní složky vede k mírně proměnně časové řady, která je zobrazena v grafu č. 13.

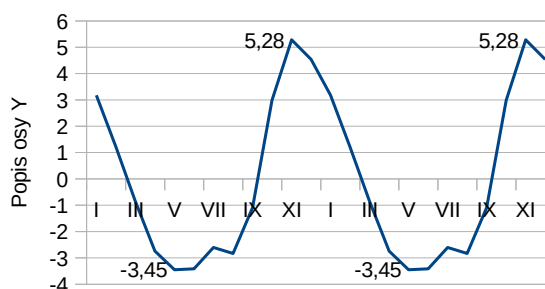
Graf 13: ČR spotřebitelská cena másla po očištění od sezónní složky



zdroj: vlastní zpracování

Analýza sezónní složky ukazuje pomocí grafu č. 14, že výkyvy v ceně jsou kladné především v měsících říjen až únor a záporné výkyvy v ceně jsou od dubna do srpna. V březnu a v září jsou sezónní výkyvy nejmenší. Vliv měsíců na cenu másla lze rovněž shrnout do období růstu ceny a období poklesu ceny. Období růstu představuje květen až listopad, kdy je cena nejvíce zvýšena sezónní složkou, a to o 5,28 Kč/kg, období poklesu ceny pak představuje listopad až květen, kdy je cena nejvíce snížena sezónní složkou, a to o 3,45 Kč/kg. Cena másla tedy na rozdíl od ceny mléka klesá v zimě a na jaře a roste od konce léta do podzimu.

Graf 14: Sezónní složka ceny másla



zdroj: vlastní zpracování

Po očištění časové řady ceny másla od sezónní složky je dále řešena nestacionarita, která je prokázána rozšířeným Dickey-Fullerovým testem, jehož p-hodnota je vyšší než hladina 0,05.

Obrázek 3: Rozšířený Dickey-Fullerův test ČR spotř. ceny másla

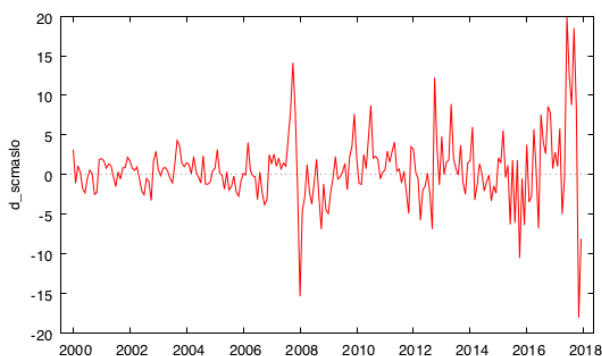
```
Rozšířený Dickey-Fullerův test pro scmaslo
s použitím jedné zpožděné proměnné (1-L)scmaslo
(max was 8, criterion AIC)
počet pozorování 209
nulová hypotéza jednotkového kořenu: a = 1

s konstantou a trendem
model: (1-L)y = b0 + b1*t + (a-1)*y(-1) + ... + e
odhadovaná hodnota (a - 1): -0,0460363
testovací statistika: tau_ct(1) = -2,18139
asymptotická p-hodnota 0,4995
autokorelační koeficient 1. řádu pro e: -0,014
```

zdroj: vlastní zpracování v SW Gretl

Řešením je opět zvoleno vytvoření prvních diferencí proměnné. Graf č. 15 znázorňuje časovou řadu ceny másla v prvních diferencích a zdá se stacionární. Tento předpoklad je ověřen rozšířeným Dickey-Fullerovým testem.

Graf 15: ČR spotřebitelská cena másla v prvních diferencích



zdroj: vlastní zpracování v SW Gretl

Obrázek 4: Rozšířený Dickey-Fullerův test diferencované ČR spotř. ceny másla

```
Rozšířený Dickey-Fullerův test pro d_scmaslo
s použitím 5 zpožděných proměnných (1-L)d_scmaslo
(max was 14, criterion AIC)
počet pozorování 210
nulová hypotéza jednotkového kořenu: a = 1

s konstantou a trendem
model: (1-L)y = b0 + b1*t + (a-1)*y(-1) + ... + e
odhadovaná hodnota (a - 1): -0,749043
testovací statistika: tau_ct(1) = -5,63793
asymptotická p-hodnota 8,229e-06
autokorelační koeficient 1. řádu pro e: -0,010
zpožděné diference: F(5, 202) = 3,118 [0,0098]
```

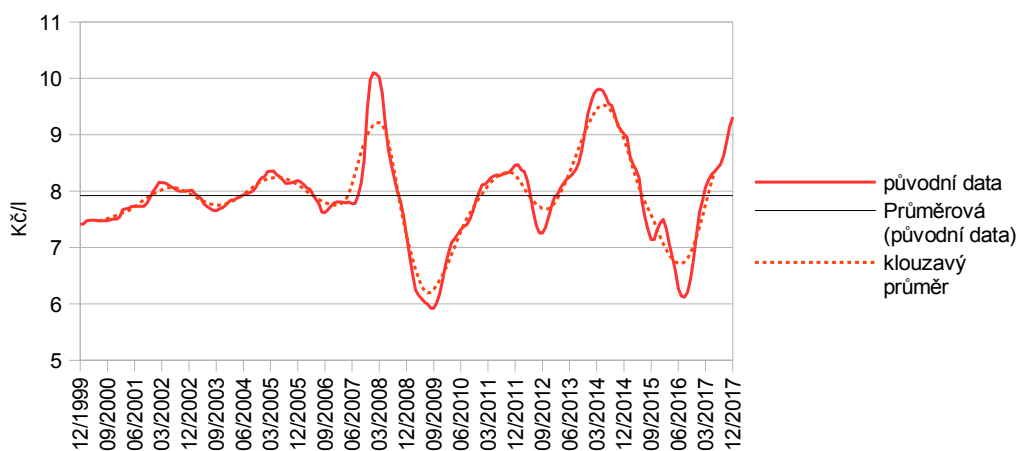
zdroj: vlastní zpracování v SW Gretl

P-hodnota Dickey-Fullerova testu s konstantou a trendem je $8,2e-06$. P-hodnota je nižší než zvolená hladina významnosti 0,05, proto lze zamítnout nulovou hypotézu o nestacionaritě ve prospěch alternativní hypotézy – časová řada ceny másla v prvních diferencích je stacionární.

5.2.3 Cena zemědělských výrobců mléka

Cena zemědělských výrobců mléka uvedena v grafu č. 16 je ve sledovaném období prosinec 1999 až prosinec 2017 průměrně 7,92 Kč/l. Minimální cena je z období září 2009, kdy tato cena byla 5,921 Kč/l. Maximální cena másla je zaznamenána z období leden 2008 a je 10,098 Kč/l. Hodnoty kolem průměrové hodnoty kolísají v průměru o 0,82 Kč/l. Na první pohled nevykazuje časová řada známky trendu, hodnoty jsou rozptýleny kolem středu bez znatelné vývojové změny. Časová řada je pravděpodobně stacionární.

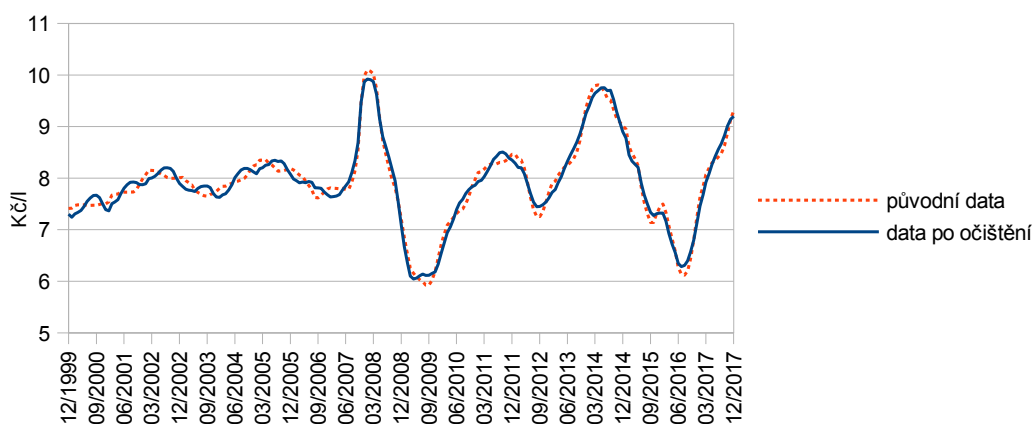
Graf 16: Statistická analýza ČR – cena zemědělských výrobců mléka



zdroj: Český statistický úřad, vlastní zpracování

Výkyvy v jednotlivých měsících okolo klouzavého centrovaného ročního průměru se zdají být v čase korelovány, což ukazuje na přítomnost vlivu sezónnosti. Očištěná data od sezónní složky jsou zobrazena v grafu č. 17.

Graf 17: ČŘ cena zemědělských výrobců mléka po očištění od sezónní složky

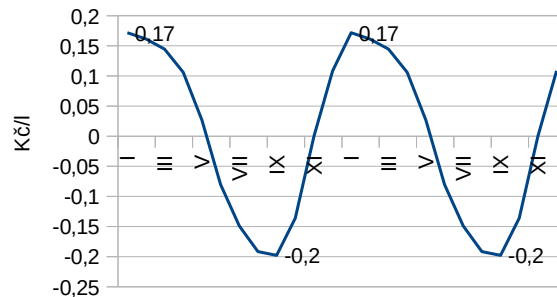


zdroj: vlastní zpracování

Analýza sezónní složky ukazuje pomocí grafu č. 18, že výkyvy v ceně jsou kladné především v měsících prosinec až květen a záporné výkyvy v ceně jsou od června do října.

V listopadu je sezónní výkyv roven nule. Období růstu ceny představuje říjen až leden, kdy je cena nejvíce zvýšena sezónní složkou, a to o 0,17 Kč/l, období poklesu ceny pak představuje únor až září, kdy je cena nejvíce snížena sezónní složkou, a to o 0,2 Kč/l.

Graf 18: Sezónní složka ceny zemědělských výrobců mléka



zdroj: vlastní zpracování

Po očištění časové řady ceny másla od sezónní složky je dále ověřena její stacionarita, a to rozšířeným Dickey-Fullerovým testem.

Obrázek 5: Rozšířený Dickey-Fullerův test ČR ceny zemědělských výrobců mléka

```
Rozšířený Dickey-Fullerův test pro CZVmleko
s použitím 7 zpožděných proměnných (1-L)CZVmleko
(max was 14, criterion AIC)
počet pozorování 209
nulová hypotéza jednotkového kořenu: a = 1

s konstantou a trendem
model: (1-L)y = b0 + b1*t + (a-1)*y(-1) + ... + e
odhadovaná hodnota (a - 1): -0,0414135
testovací statistika: tau_ct(1) = -4,97505
asymptotická p-hodnota 0,0002021
autokorelační koeficient 1. řádu pro e: -0,018
zpožděné difference: F(7, 199) = 91,697 [0,0000]
```

zdroj: vlastní zpracování v SW Gretl

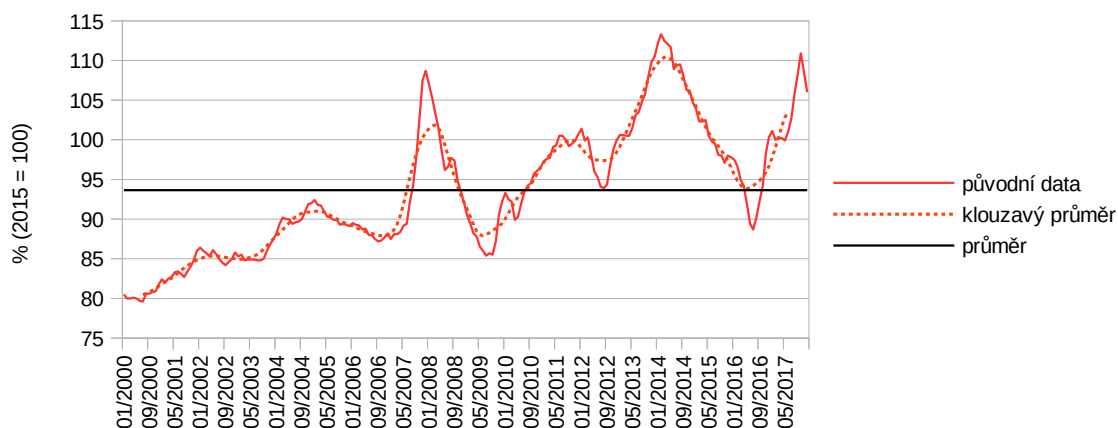
P-hodnota Dickey-Fullerova testu s konstantou a trendem je 0,0002. P-hodnota je nižší než zvolená hladina významnosti 0,05, proto lze zamítnout nulovou hypotézu o nestacionaritě ve prospěch alternativní hypotézy – časová řada ceny zemědělských výrobců mléka je stacionární.

5.2.4 Index cen průmyslových výrobců mlékárenských produktů

Index cen průmyslových výrobců uvedený v grafu č. 19 je ve sledovaném období prosinec 1999 až prosinec 2017 průměrně 93,66 p.b. Minimální index cen je z období červenec 2000, kdy index byl 79,6 p.b. Maximální index je zaznamenán z období únor 2014, a to 113,3 p.b. Trend vývoje časové řady je rostoucí a hodnoty kolem střední hodnoty kolísají v průměru o 8,28 p.b. Na první pohled obsahuje časová řada konstantu

i trend, hodnoty nejsou rozptýleny kolem středu bez vývojové změny. Časová řada je tedy nestacionární.

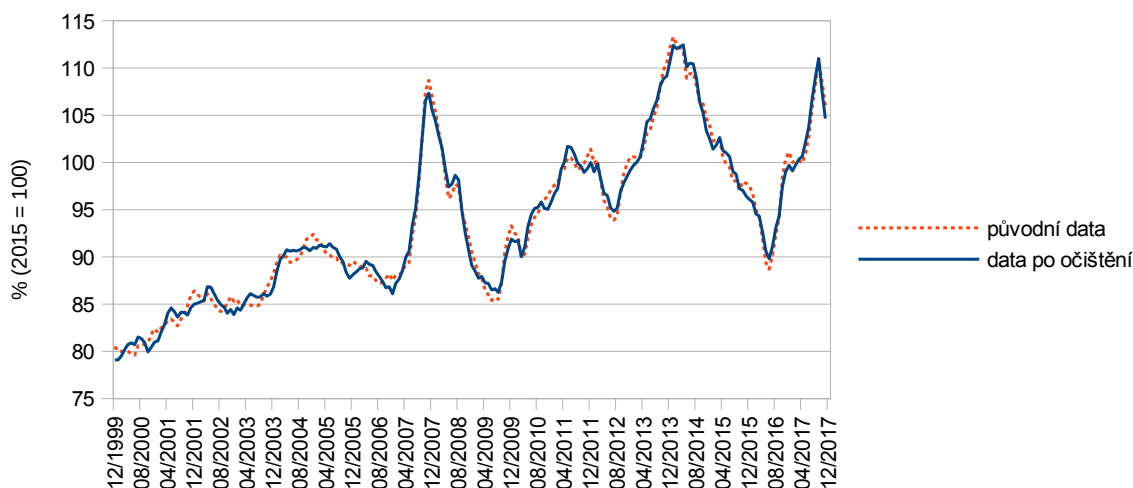
Graf 19: Statistická analýza ČR – index cen průmyslových výrobců mlék. produktů



zdroj: Český statistický úřad, vlastní zpracování

Výkyvy v jednotlivých měsících okolo klouzavého centrovaného ročního průměru se zdají být v čase korelovány, což ukazuje na přítomnost vlivu sezónnosti i v případě indexu cen průmyslových výrobců. Očištěná data od sezónní složky jsou zobrazena v grafu č. 20.

Graf 20: ČŘ index cen průmyslových výrobců mlék. produktů po očištění od sezónní složky

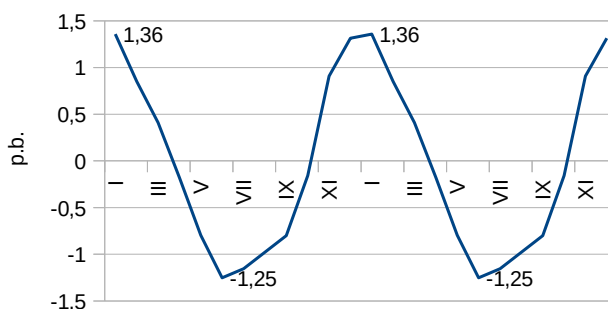


zdroj: vlastní zpracování

Analýza sezónní složky ukazuje pomocí grafu č. 21, že výkyvy v indexu cen jsou kladné především v měsících listopad až březen a záporné výkyvy v indexu jsou od května do září. V dubnu a v říjnu jsou sezónní výkyvy nejmenší. Vliv měsíců na index cen průmyslových výrobců lze rozdělit na období růstu a období poklesu. Období růstu představuje července do ledna, kdy je index nejvíce zvýšen sezónní složkou, a to o 1,36

p.b., období poklesu indexu pak představuje únor až červen, kdy je index nejvíce snížen sezónní složkou, a to o 1,25 p.b.

Graf 21: Sezónní složka indexu cen průmyslových výrobců



zdroj: vlastní zpracování

I v případě časové řady indexu cen průmyslových výrobců je dále řešena nestacionarita, která je prokázána testem s p-hodnotou vyšší než hladina 0,05.

Obrázek 6: Rozšířený Dickey-Fullerův test ČŘ index cen průmysl. výrobců

```

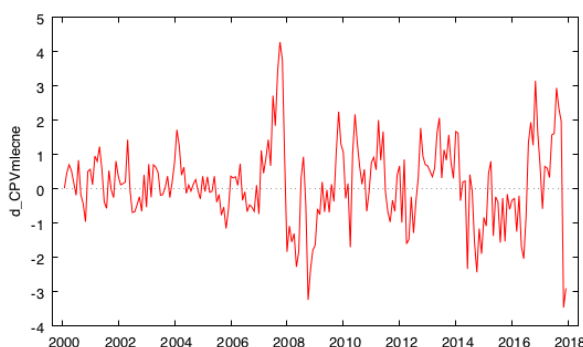
Rozšířený Dickey-Fullerův test pro CPVmlcne
s použitím 7 zpožděných proměnných (1-L)CPVmlcne
(max was 8, criterion AIC)
počet pozorování 202
nulová hypotéza jednotkového kořenu: a = 1

test s konstantou
model: (1-L)y = b0 + (a-1)*y(-1) + ... + e
odhadovaná hodnota (a - 1): -0,0196166
testovací statistika: tau_c(1) = -2,35068
asymptotická p-hodnota 0,1561
autokorelační koeficient 1. řádu pro e: 0,006
zpožděné difference: F(7, 193) = 18,453 [0,0000]
    
```

zdroj: vlastní zpracování v SW Gretl

a to opět vytvořením prvních diferencí proměnné. Graf č. 22 znázorňuje časovou řadu ceny másla v prvních diferencích a ta je na první pohled stacionární. Předpoklad je ověřen rozšířeným Dickey-Fullerovým testem.

Graf 22: ČŘ index cen průmyslových výrobců mlék. produktů v prvních diferencích



zdroj: vlastní zpracování v SW Gretl

Obrázek 7: Rozšířený Dickey-Fullerův test diferencované ČR index cen průmysl. výrobců

```

Rozšířený Dickey-Fullerův test pro d_CPVmlecne
s použitím 11 zpožděných proměnných (1-L)d_CPVmlecne
(max was 14, criterion AIC)
počet pozorování 203
nulová hypotéza jednotkového kořenu: a = 1

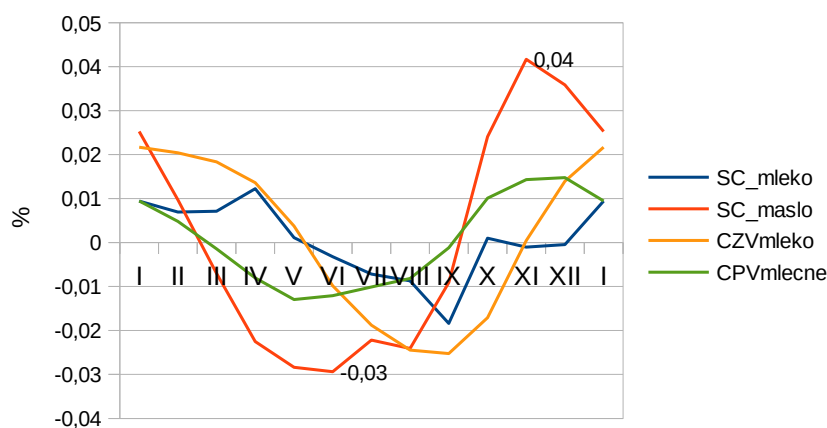
s konstantou a trendem
model: (1-L)y = b0 + b1*t + (a-1)*y(-1) + ... + e
odhadovaná hodnota (a - 1): -0,571643
testovací statistika: tau_ct(1) = -5,11226
asymptotická p-hodnota 0,0001
autokorelační koeficient 1. řádu pro e: -0,019
zpožděné diference: F(11, 189) = 2,793 [0,0022]
    
```

zdroj: vlastní zpracování v SW Gretl

P-hodnota Dickey-Fullerova testu s konstantou a trendem je 0,0001. P-hodnota je nižší než zvolená hladina významnosti 0,05, proto lze zamítnout nulovou hypotézu o nestacionaritě ve prospěch alternativní hypotézy – časová řada ceny másla v prvních diferencích je stacionární.

V grafu č. 23 je porovnána sezónní složka jednotlivých cen. Sezónní složka je porovnána za pomoci procentuálního vyjádření velikosti sezónního výkyvu vzhledem k průměrné měsíční hodnotě daného ukazatele. Na tomto srovnání je patrné, že nejnižší ceny mléčných produktů i cen jejich zemědělských a průmyslových producentů jsou v letních měsících, zatímco nejvyšších cen dosahují na podzim a v zimě. Poměrově největších výkyvů v ceně dosahuje spotřebitelská cena másla.

Graf 23: Porovnání sezónní složky cen mléka a másla



zdroj: vlastní zpracování

5.3 Ekonometrický model vektorové autoregrese

5.3.1 Hypotézy

Na základě teoretických poznatků jsou sestaveny následující hypotézy:

- Změny cen zemědělských výrobců mléka v předchozích obdobích mají statisticky významný vliv na vývoj spotřebitelské ceny mléka v aktuálním období
- Změny cen zemědělských výrobců mléka v předchozích obdobích mají statisticky významný vliv na vývoj spotřebitelské ceny másla v aktuálním období
- Změny cen průmyslových výrobců mlékárenských produktů v předchozích obdobích mají statisticky významný vliv na vývoj spotřebitelské ceny mléka v aktuálním období
- Změny cen průmyslových výrobců mlékárenských produktů v předchozích obdobích mají statisticky významný vliv na vývoj spotřebitelské ceny másla v aktuálním období
- Změny spotřebitelské ceny mléka v předchozích obdobích mají statisticky významný vliv na vývoj spotřebitelské ceny mléka v aktuálním období
- Změny spotřebitelské ceny másla v předchozích obdobích mají statisticky významný vliv na vývoj spotřebitelské ceny másla v aktuálním období

Odvozený ekonomický model spotřebitelské ceny mléka:

$$y_1 = fce(x_0, y_{1t-1}, y_{1t-2} \dots y_{1t-k}, x_{2t-1}, x_{2t-2} \dots x_{2t-k}, x_{3t-1}, x_{3t-2} \dots x_{3t-k})$$

Odvozený ekonomický model spotřebitelské ceny másla

$$y_2 = fce(x_0, y_{2t-1}, y_{2t-2} \dots y_{2t-k}, x_{2t-1}, x_{2t-2} \dots x_{2t-k}, x_{3t-1}, x_{3t-2} \dots x_{3t-k})$$

kde y_1 ... spotřebitelská cena mléka

y_2 ... spotřebitelská cena másla

x_1 ... konstanta

x_2 ... cena zemědělských výrobců mléka

x_3 ... index cen průmyslových výrobců mlékárenských produktů

k ... řád zpoždění modelu vektorové autoregrese

Hypotéza: Uvedenými modely VAR lze prognózovat spotřebitelskou cenu mléka a spotřebitelskou cenu másla přesněji než použitím průměrných hodnot těchto spotřebitelských cen

Stacionární časové řady očištěné od sezónní složky jsou dále použity pro sestavení modelu. Sestaveny budou dva modely – model vysvětlující spotřebitelskou cenu mléka a model vysvětlující spotřebitelskou cenu másla.

5.3.2 Spotřebitelská cena mléka

Model obsahuje proměnné spotřebitelská cena mléka, cena zemědělských výrobců mléka a index cen průmyslových výrobců mlékárenských produktů.

Tabulka 1: Deklarace proměnných v 1. modelu

	Proměnná	jednotky	Označení v SW Gretl
y_1	Spotřebitelská cena mléka	Kč/l	scmleko
x_2	Cena zemědělských výrobců mléka	Kč/l	CZVmleko
x_3	Index cen průmyslových výrobců mléka	p.b.	CPVmleko
u_1	Náhodná proměnná	Kč/l	uhat

zdroj: vlastní zpracování

Nejprve je proveden výběr řádu zpoždění vektorové autoregrese pomocí SW Gretl. Na obrázku č. 8 jsou uvedeny hodnoty informačních kritérií v případě jednotlivých řádů zpoždění vektorové autoregrese.

Obrázek 8: Porovnání hodnot informačních kritérií 1. modelu VAR se zpožděním 1-8

VAR systém, maximální řád zpoždění 8

Hvězdička dole označuje nejlepší (tedy minimalizované) hodnoty příslušného informačního kritéria, AIC = Akaikovo kritérium, BIC = Schwartz Bayesovské kritérium a HQC = Hannan-Quinnovo kritérium.

zpoždění	logvěr.	p(LR)	AIC	BIC	HQC
1	-162,93832		1,690225	1,883426	1,768354
2	-64,18543	0,00000	0,823048	1,161150*	0,959773*
3	-56,60028	0,08636	0,836718	1,319720	1,032040
4	-40,37226	0,00017	0,766882*	1,394785	1,020800
5	-38,29301	0,90067	0,833749	1,606553	1,146264
6	-27,17891	0,00818	0,813323	1,731028	1,184435
7	-19,07862	0,06281	0,822016	1,884622	1,251724
8	-6,75302	0,00338	0,789884	1,997391	1,278189

zdroj: vlastní zpracování v SW Gretl

Nejnižší hodnoty dosahuje Akaikovo kritérium v případě 4. řádu zpoždění, Schwartz Bayesovské kritérium a Hannan-Quinnovo kritérium dosahuje nejnižší hodnoty v případě řádu zpoždění 2. Porovnání hodnot kritérií se zpožděním 1 až 24 je uveden v příloze č. 1. Varianty řádu zpoždění 2 a 4 jsou dále porovnány mezi sebou a jejich kompletní výstupy jsou uvedeny v příloze č. 2 a 3.

Z důvodu 2 nižších informačních kritérií ze tří, a dále z důvodu nižších p-hodnot F-testů všech tří rovnic v případě řádu zpoždění 2 je vhodnějším modelem zvolen model VAR (2), jehož první rovnice je uvedena na obrázku č. 9.

Obrázek 9: 1. rovnice 1. modelu VAR se zpožděním 2

```

VAR systém, řád zpoždění 2
OLS odhady, pozorování 2000:04–2017:12 (T = 213)
Logaritmus věrohodnosti = -58,638635
Determinant kovarianční matice = 0,0003480955
AIC = 0,7478
BIC = 1,0792
HQC = 0,8817
Portmanteův test: LB(48) = 547,009, df = 414 [0,0000]

Rovnice 1: d_scmleko

```

	koeficient	směr. chyba	t-podíl	p-hodnota	
const	-0,585137	0,238613	-2,452	0,0150	**
d_scmleko_1	-0,488604	0,0669622	-7,297	6,27e-12	***
d_scmleko_2	-0,301325	0,0675015	-4,464	1,32e-05	***
CZVmleko_1	0,675699	0,260334	2,596	0,0101	**
CZVmleko_2	-0,596106	0,260425	-2,289	0,0231	**
d_CPVmlecne_1	0,0734146	0,0273648	2,683	0,0079	***
d_CPVmlecne_2	0,0676120	0,0314403	2,150	0,0327	**
Střední hodnota závisle proměnné		0,039414			
Sm. odchylka závisle proměnné		0,397160			
Součet čtverců reziduí		23,42268			
Sm. chyba regrese		0,337198			
Koeficient determinace		0,299561			
Adjustovaný koeficient determinace		0,279160			
F(6, 206)		14,68357			
P-hodnota(F)		6,06e-14			
rho (koeficient autokorelace)		-0,052155			
Durbin-Watsonova statistika		2,103683			

zde je poznámka o zkratkách statistik modelu

zdroj: vlastní zpracování v SW Gretl

Zápis 1. rovnice – spotřebitelské ceny mléka:

$$\Delta y_{1t} = -0,5851 - 0,4886 \Delta y_{1t-1} - 0,3013 \Delta y_{1t-2} + 0,6757 x_{2t-1} - 0,5961 x_{2t-2} + 0,0734 \Delta x_{3t-1} + 0,0676 \Delta x_{3t-2} + u_{1t}$$

5.3.3 Spotřebitelská cena másla

Model obsahuje proměnné spotřebitelská cena másla, cena zemědělských výrobců mléka a index cen průmyslových výrobců mlékárenských produktů.

Tabulka 2: Deklarace proměnných ve 2. modelu

	Proměnná	jednotky	Označení v SW Gretl
y ₂	Spotřebitelská cena másla	Kč/kg	scmaslo
x ₂	Cena zemědělských výrobců mléka	Kč/l	CZVmleko
x ₃	Index cen průmyslových výrobců mléka	p.b.	CPVmleko
u ₂	Náhodná proměnná	Kč/kg	uhat

zdroj: vlastní zpracování

Nejprve je proveden výběr řádu zpoždění vektorové autoregrese pomocí SW Gretl. Na obrázku č. 10 jsou uvedeny hodnoty informačních kritérií v případě jednotlivých řádů zpoždění vektorové autoregrese 2. modelu.

Obrázek 10: Porovnání hodnot informačních kritérií 2. modelu VAR se zpožděním 1-8

VAR systém, maximální řád zpoždění 8

Hvězdička dole označuje nejlepší (tedy minimalizované) hodnoty příslušného informačního kritéria, AIC = Akaikovo kritérium, BIC = Schwartz Bayesovské kritérium a HQC = Hannan-Quinnovo kritérium.

zpoždění	logvěr.	p(LR)	AIC	BIC	HQC
1	-616,59575		6,073389	6,266590	6,151518
2	-523,39997	0,00000	5,259903	5,598005*	5,396629*
3	-517,63488	0,24111	5,291158	5,774161	5,486480
4	-502,45961	0,00038	5,231494	5,859397	5,485413
5	-490,66507	0,00500	5,204493	5,977298	5,517009
6	-482,46831	0,05910	5,212254	6,129959	5,583366
7	-475,22508	0,10604	5,229228	6,291834	5,658936
8	-462,48822	0,00249	5,193123*	6,400630	5,681428

zdroj: vlastní zpracování v SW Gretl

Nejnižší hodnoty dosahuje Akaikovo kritérium v případě 8. řádu zpoždění, Schwartz Bayesovské kritérium a Hannan-Quinnovo kritérium dosahuje nejnižší hodnoty v případě řádu zpoždění 2. Porovnání hodnot kritérií se zpožděním 1 až 24 je uveden v příloze č. 4. Z důvodu 2 nižších informačních kritérií ze tří, a dále z důvodu nižších p-hodnot F-testů v případě řádu zpoždění 2 je vhodnějším modelem zvolen model VAR (2), jehož 1. rovnice je uvedena na obrázku č. 11. Kompletní výstup modelu je uveden v příloze č. 5.

Obrázek 11: 1. rovnice 2. modelu VAR se zpožděním 2

```

VAR systém, řád zpoždění 2
OLS odhady, pozorování 2000:04–2017:12 (T = 213)
Logaritmus věrohodnosti = -531,84577
Determinant kovarianční matice = 0,02960612
AIC = 5,1910
BIC = 5,5224
HQC = 5,3250
Portmanteův test: LB(48) = 474,278, df = 414 [0,0215]

Rovnice 1: d_scmaslo

      koeficient   směr. chyba   t-podíl   p-hodnota
-----
const      5,52824      2,67860      2,064     0,0403   **
d_scmaslo_1  0,151549     0,0850378     1,782     0,0762   *
d_scmaslo_2 -0,125384     0,0886025    -1,415     0,1585
CZVmleko_1  -1,38088     2,96210     -0,4662    0,6416
CZVmleko_2   0,733532     2,97854     0,2463    0,8057
d_CPVmlecne_1  1,23296     0,386503      3,190     0,0016   ***
d_CPVmlecne_2 -0,00566882   0,409393    -0,01385   0,9890

Střední hodnota závisle proměnné   0,562642
Sm. odchylka závisle proměnné      4,233749
Součet čtverců reziduí              3114,510
Sm. chyba regrese                   3,888314
Koeficient determinace              0,180397
Adjustovaný koeficient determinace  0,156525
F(6, 206)                           7,556852
P-hodnota(F)                        2,45e-07
rho (koeficient autokorelace)       0,002956
Durbin-Watsonova statistika         1,993464
zde je poznámka o zkratkách statistik modelu

```

zdroj: vlastní zpracování v SW Gretl

Zápis rovnice spotřebitelské ceny másla:

$$\Delta y_{2t} = 5,5282 + 0,1515 \Delta y_{2t-1} - 0,1254 \Delta y_{2t-2} - 1,3809 x_{2t-1} + 0,7335 x_{2t-2} + 1,233 \Delta x_{3t-1} - 0,0057 \Delta x_{3t-2} + u_t$$

5.4 Verifikace modelu

V této podkapitole je provedena statistická a ekonometrická verifikace modelu. Vyhodnocena je statistická významnost jednotlivých parametrů, statistická významnost modelů a dále přesnost modelu pomocí koeficientu determinace.

5.4.1 Statistická verifikace

Rovnice vysvětlující spotřebitelskou cenu mléka v 1. modelu z kapitoly 5.3.2 obsahuje 7 parametrů, jejichž statistická významnost je vyhodnocena v tabulce č. 3.

Tabulka 3: Statistická verifikace parametrů rovnice spotřebitelské ceny mléka v 1. modelu

	<i>p-hodnota</i>	<i>Porovnání s hladinou významnosti 0,05</i>	<i>Vyhodnocení testu statistické významnosti</i>
const	0,0150	P-hodnota < 0,05	Statisticky významný
d_scmleko_1	<0,0001	P-hodnota < 0,05	Statisticky významný
d_scmleko_2	<0,0001	P-hodnota < 0,05	Statisticky významný
CZVmleko_1	0,0101	P-hodnota < 0,05	Statisticky významný
CZVmleko_2	0,0231	P-hodnota < 0,05	Statisticky významný
d_CPVmlecne_1	0,0079	P-hodnota < 0,05	Statisticky významný
d_CPVmlecne_2	0,0327	P-hodnota < 0,05	Statisticky významný

zdroj: vlastní zpracování

Z uvedené tabulky vyplývá, že lze všechny parametry 1. rovnice 1. modelu vyhodnotit jako statisticky významné na zvolené 95% hladině spolehlivosti. P-hodnota F-testu 1. rovnice modelu je 6,06e-14, tedy nižší než hladina významnosti 0,05 (podobně i p-hodnoty dalších dvou rovnic modelu), proto je zamítnuta H_0 a přijata je H_A – model je statisticky významný. Dle koeficientu determinace 1. rovnice jsou změny ve vývoji spotřebitelské ceny mléka vysvětleny zpožděnými změnami zahrnutých proměnných z 29,96 %.

Rovnice vysvětlující spotřebitelskou cenu másla ve 2. modelu z kapitoly 5.3.3 obsahuje 7 parametrů, jejichž statistická významnost je vyhodnocena v tabulce č. 4.

Tabulka 4: Statistická verifikace parametrů rovnice spotřebitelské ceny mléka v 1. modelu

	<i>p-hodnota</i>	<i>Porovnání s hladinou významnosti 0,05</i>	<i>Vyhodnocení testu statistické významnosti</i>
const	0,0403	P-hodnota < 0,05	Zamítá se H_0 ve prospěch H_A
d_scmaslo_1	0,0762	P-hodnota > 0,05	Nezamítá se H_0
d_scmaslo_2	0,1585	P-hodnota > 0,05	Nezamítá se H_0
CZVmleko_1	0,6416	P-hodnota > 0,05	Nezamítá se H_0
CZVmleko_2	0,8057	P-hodnota > 0,05	Nezamítá se H_0
d_CPVmlecne_1	0,0016	P-hodnota < 0,05	Zamítá se H_0 ve prospěch H_A
d_CPVmlecne_2	0,9890	P-hodnota > 0,05	Nezamítá se H_0

zdroj: vlastní zpracování

Z uvedené tabulky vyplývá, že lze parametr indexu cen průmyslových výrobců se zpožděním o 1 období (a parametr konstanty) vyhodnotit jako statisticky významný na zvolené 95% hladině spolehlivosti. Statisticky významný vliv má na spotřebitelskou cenu másla z uvedených vlivů (proměnných) pouze vlastní změna v předchozím měsíci. P-hodnota F-testu 1. rovnice modelu je 2,45e-07, tedy nižší než hladina významnosti 0,05 (podobně i p-hodnoty dalších dvou rovnic modelu), proto je zamítnuta H_0 a přijata je H_A – model je statisticky významný. Dle koeficientu determinace 1. rovnice jsou změny

ve vývoji spotřebitelské ceny másla vysvětleny zpožděnými změnami zahrnutých proměnných z 18,04 %.

5.4.2 Ekonometrická verifikace

V uvedeném obrázku č. 12 je uveden test přítomnosti autokorelace reziduální složky 1. modelu provedený v SW Gretl. P-hodnota testu 1. rovnice – spotřebitelské ceny mléka 0,193 přesahuje hladinu významnosti 0,05. Proto nelze zamítnout nulovou hypotézu o nepřítomnosti autokorelace reziduí v rovnici. P-hodnoty testů dalších dvou rovnic v modelu jsou nižší než hladina významnosti 0,05, tedy ve 2. a 3. rovnici modelu je zaznamenána autokorelace reziduí.

Obrázek 12: Test přítomnosti autokorelace v 1. modelu

```
Rovnice 1:  
Ljung-Box Q' = 18,4401 s p-hodnotou = P(Chí-kvadrát(12) > 18,4401) = 0,103  
  
Rovnice 2:  
Ljung-Box Q' = 32,2501 s p-hodnotou = P(Chí-kvadrát(12) > 32,2501) = 0,00127  
  
Rovnice 3:  
Ljung-Box Q' = 25,7207 s p-hodnotou = P(Chí-kvadrát(12) > 25,7207) = 0,0118
```

zdroj: vlastní zpracování v SW Gretl

V uvedeném obrázku č. 13 je uveden test přítomnosti autokorelace reziduální složky 2. modelu provedený v SW Gretl. P-hodnota testu 1. rovnice – spotřebitelské ceny másla 0,32 přesahuje hladinu významnosti 0,05. Proto nelze zamítnout nulovou hypotézu o nepřítomnosti autokorelace reziduí v rovnici. P-hodnota testu 2. rovnice modelu je nižší než hladina významnosti 0,05 a p-hodnota testu 3. rovnice je vyšší než hladina významnosti. Ve druhé rovnici je tedy potvrzena přítomnost autokorelace reziduální složky, ve třetí rovnici je potvrzena její nepřítomnost.

Obrázek 13: Test přítomnosti autokorelace ve 2. modelu

```
Rovnice 1:  
Ljung-Box Q' = 13,7052 s p-hodnotou = P(Chí-kvadrát(12) > 13,7052) = 0,32  
  
Rovnice 2:  
Ljung-Box Q' = 32,307 s p-hodnotou = P(Chí-kvadrát(12) > 32,307) = 0,00124  
  
Rovnice 3:  
Ljung-Box Q' = 17,9124 s p-hodnotou = P(Chí-kvadrát(12) > 17,9124) = 0,118
```

zdroj: vlastní zpracování v SW Gretl

Test normality reziduí odhalil, že rezidua nejsou v rovnicích modelu nejsou normálně rozdělena. Testy jsou vedeny na obrázku č. 14.

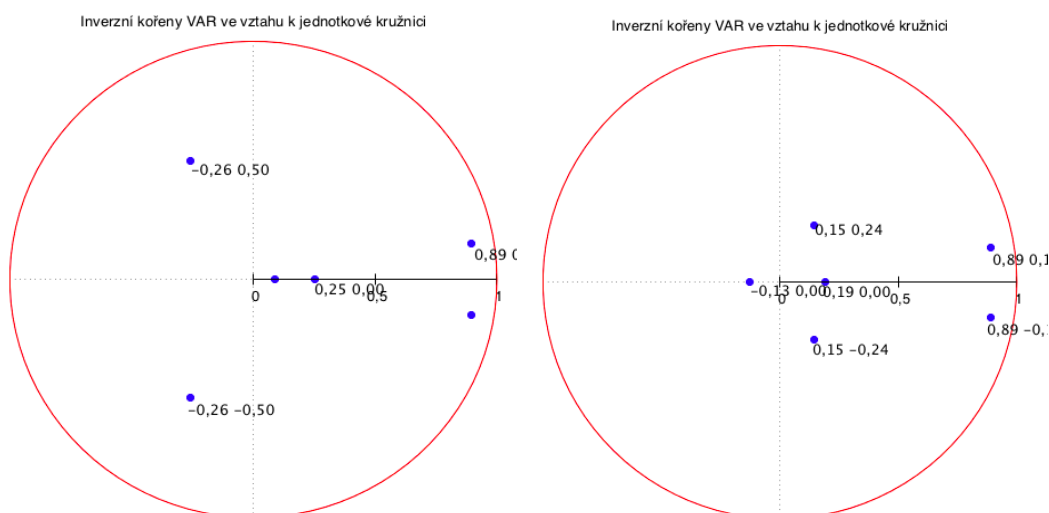
Obrázek 14: Test normality reziduí 1. rovnice 1. modelu a 1. rovnice 2. modelu

Test normality uhat1	Test normality uhat11
Doornik-Hansenův test = 21,0994, s p-hodnotou 2,62009e-05	Doornik-Hansenův test = 113,594, s p-hodnotou 2,15495e-25
Shapiro-Wilkův W test = 0,96587, s p-hodnotou 6,65967e-05	Shapiro-Wilkův W test = 0,907442, s p-hodnotou 4,68075e-10
Lillieforsův test = 0,0870014, s p-hodnotou ≈ 0	Lillieforsův test = 0,100591, s p-hodnotou ≈ 0
Test Jarque-Bery = 25,3062, s p-hodnotou 3,1977e-06	Test Jarque-Bery = 368,66, s p-hodnotou 8,84056e-81

zdroj: vlastní zpracování v SW Gretl

Dále je proveden test stacionarity, kdy je ověřováno, zda se všechny inverzní kořeny autoregresního polynomu nacházejí uvnitř jednotkové kružnice. Testy jsou provedeny u obou modelů.

Obrázek 15: Inverzní kořeny 1. a 2. modelu na jednotkové kružnici



zdroj: vlastní zpracování v SW Gretl

Inverzní kořeny obou modelů VAR se nacházejí uvnitř jednotkové kružnice, čímž je potvrzena stacionarita modelu.

5.5 Aplikace modelu

Aplikace modelu je provedena v podobě ex post prognózy, analýzy reakcí na impulzy a prognózy ex ante.

5.5.1 Ex post prognóza

Prognóza ex post je sestavena pro posledních 12 měsíců datové základy, tedy pro období roku 2017. Výsledné hodnoty jsou v této kapitole kvantifikovány a následně

porovnány se skutečnými hodnotami za pomoci ukazatele MAPE – mean absolute percentage error neboli průměrné absolutní procentuální chyby.

Odhad obou modelů VAR (2) je proveden z datové základny do konce roku 2016 a odhadnuté parametry jsou zapsány do rovnic:

$$\text{Spotřebitelské cena mléka: } \Delta y_{1t} = -0,6443 - 0,4467 \Delta y_{1t-1} - 0,3429 \Delta y_{1t-2} + 0,5129 x_{1t-1} - 0,425767 x_{1t-2} + 0,0855 \Delta x_{2t-1} + 0,0881 \Delta x_{2t-2} + u_t$$

$$\text{Spotřebitelská cena másla: } \Delta y_{1t} = 6,0748 + 0,0347 \Delta y_{1t-1} - 0,0457 \Delta y_{1t-2} - 1,9997 x_{1t-1} + 1,2633 x_{1t-2} + 1,3101 \Delta x_{2t-1} - 0,1196 \Delta x_{2t-2} + u_t$$

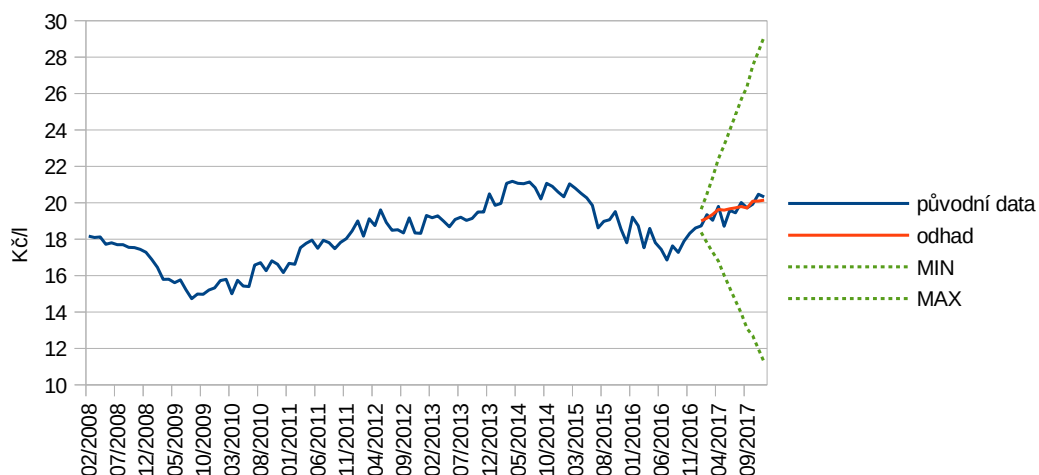
Modely sestavené ze zkrácené datové základny jsou dále použity pro kvantifikaci prognózy pro 12 měsíců roku 2017. V tabulce č. 5 jsou uvedeny kvantifikované hodnoty prognózy převedené z diferencí a po přičtení sezónní složky, dále skutečné hodnoty a absolutní chyby jednotlivých období. V tabulce lze pozorovat, že průměrná absolutní procentuální chyba ex post prognózy je 1,35 %. V grafu č. je dále prognóza graficky znázorněna včetně 95% konfidenčního intervalu předpovědi.

Tabulka 5: Ex-post prognóza spotřebitelské ceny mléka

	Původní data	Odhad	Reziduum	Abs. chyba
01/2017	18,73	19,006	-0,276	0,015
02/2017	19,35	19,156	0,194	0,010
03/2017	19,04	19,364	-0,324	0,017
04/2017	19,8	19,634	0,166	0,008
05/2017	18,71	19,600	-0,890	0,048
06/2017	19,58	19,667	-0,087	0,004
07/2017	19,45	19,720	-0,270	0,014
08/2017	20,01	19,790	0,220	0,011
09/2017	19,72	19,715	0,005	0,000
10/2017	19,92	20,085	-0,165	0,008
11/2017	20,47	20,098	0,372	0,018
12/2017	20,32	20,143	0,177	0,009
MAPE				1,354 %

zdroj: vlastní zpracování

Graf 24: Ex-post prognóza spotřebitelské ceny mléka



zdroj: vlastní zpracování

Pomocí normativní odchylky ex post prognózy spotřebitelské ceny mléka je nyní testována prognostická schopnost modelu.

$N(y) = 0,0508 \dots N < 1$, hodnoty prognózy ex-post odhadnuté modelem VAR jsou přesnější, nežli průměrná hodnota y . Model lze použít k prognóze.

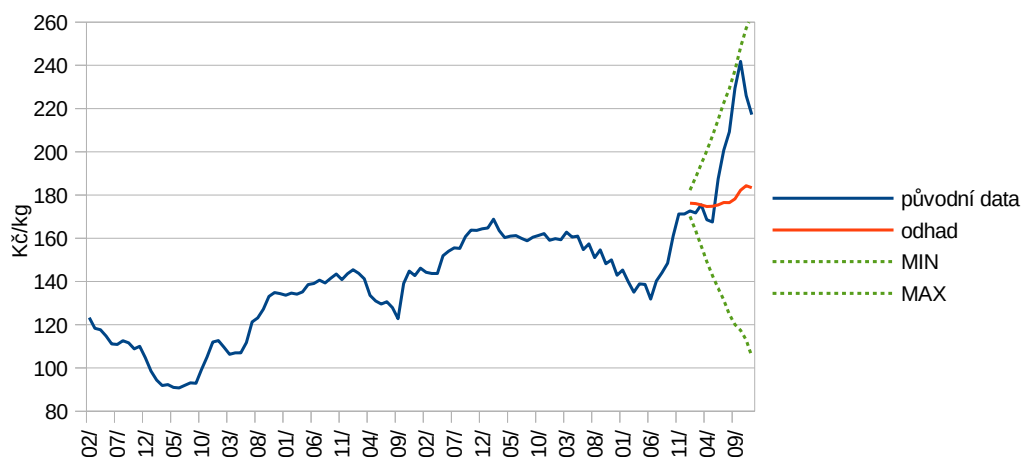
Spotřebitelská cena másla, jež se týká druhý model, je v rámci ex-post prognózy kvantifikována stejným způsobem jako v případě spotřebitelské ceny mléka. Hodnoty prognózy a jejich porovnání se skutečnými hodnotami je uvedeno v tabulce č. 6 a v grafu č. 25.

Tabulka 6: Ex-post prognóza spotřebitelské ceny másla

	Původní data	Odhad	Reziduum	Abs.chyba
01/2017	172,66	176,202	-3,542	0,021
02/2017	171,72	176,036	-4,316	0,025
03/2017	175,46	175,439	0,021	0,000
04/2017	168,6	174,691	-6,091	0,036
05/2017	167,52	174,803	-7,283	0,043
06/2017	187,47	175,398	12,072	0,064
07/2017	200,71	176,541	24,169	0,120
08/2017	209,24	176,465	32,775	0,157
09/2017	229,45	178,216	51,234	0,223
10/2017	241,78	182,205	59,575	0,246
11/2017	226,05	184,334	41,716	0,185
12/2017	217,21	183,380	33,830	0,156
MAPE				10,640 %

zdroj: vlastní zpracování

Graf 25: Ex-post prognóza spotřebitelské ceny másla



zdroj: vlastní zpracování

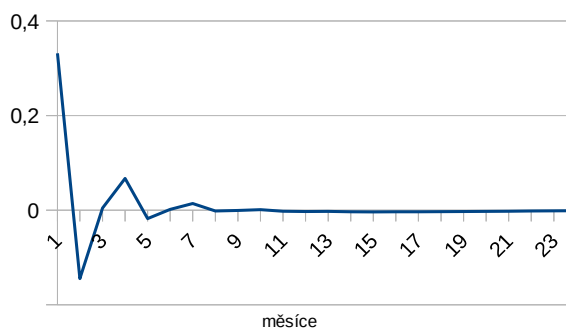
95% konfidenční interval předpovědi spotřebitelské ceny másla je poměrově širší, než v případě spotřebitelské ceny mléka, a to z důvodu častějších výkyvů, které nejsou modelem vysvětleny. Podobně i výkyv na podzim roku 2017 není modelem předpovídán. I tento výkyv je stále v 95% konfidenčním intervalu předpovědi.

Normativní odchylka ex-post prognózy spotřebitelské ceny másla $N(y) = 0,103 \dots$ $N < 1$, hodnoty prognózy ex-post odhadnuté sestaveným modelem VAR jsou přesnější, než průměrná hodnota y a model je tedy vhodný k prognóze ex ante.

5.5.2 Analýza reakcí spotřebitelských cen

Pomocí sestavených modelů VAR jsou analyzovány reakce ceny mléka a másla na změny zahrnutých proměnných. V grafech č. 26 až 28 jsou znázorněny reakce spotřebitelské ceny mléka na šok jednotlivých proměnných o velikosti jedné standardní chyby.

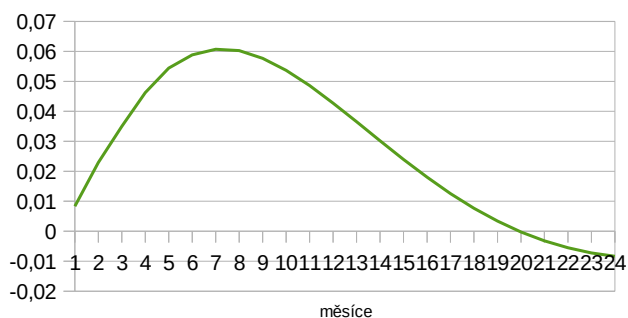
Graf 26: Reakce spotřebitelské ceny mléka na vlastní impulzy



zdroj: vlastní zpracování

Graf reakce spotřebitelské ceny mléka na své vlastní impulzy ukazuje silnou reakci v prvním měsíci a dále stabilizující se tendenci, tedy pokles ve druhém měsíci. Reakce na ceny zemědělských výrobců vykazují rostoucí tendenci s vrcholem v 7. měsíci po impulzu, a dále následný pokles reakce. Reakce na impuls ceny zemědělských výrobců mléka je ze všech tří reakcí nejdéle trvající a také jediná s vrcholem až po několika měsících. Reakce ale nabývá nižších hodnot než u ostatních dvou proměnných.

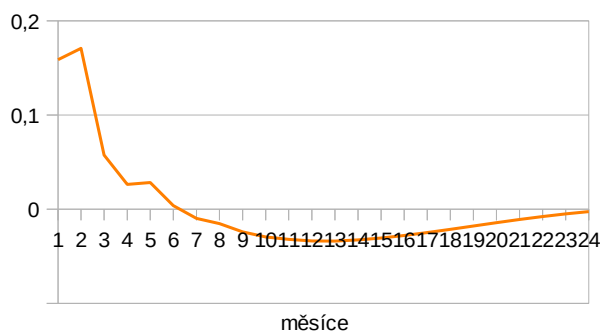
Graf 27: Reakce spotřebitelské ceny mléka na impulzy ceny zemědělských výrobců



zdroj: vlastní zpracování

V případě reakcí spotřebitelské ceny mléka na impulzy indexu cen průmyslových výrobců je zřetelná silná reakce v prvních dvou měsících a následný prudký pokles s mírným vyrovnáním od 7. měsíce.

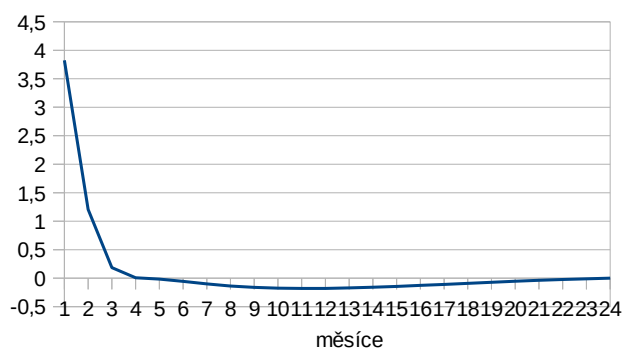
Graf 28: Reakce spotřebitelské ceny mléka na impulzy indexu cen průmysl. výrobců



zdroj: vlastní zpracování

V grafech č. 29 až 31 jsou znázorněny reakce spotřebitelské ceny másla na šok jednotlivých proměnných o velikosti jedné standardní chyby.

Graf 29: Reakce spotřebitelské ceny másla na vlastní impulzy

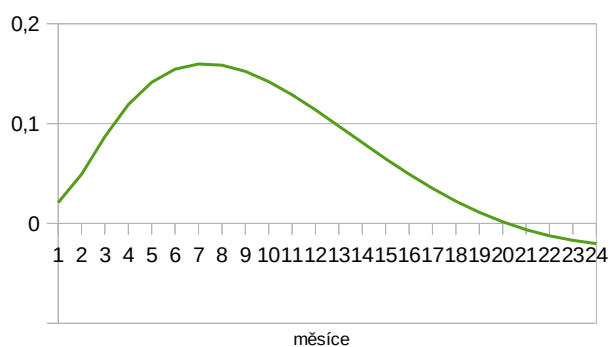


zdroj: vlastní zpracování

Podobně jako v případě ceny mléka, i u spotřebitelské ceny másla je reakce na vlastní impulz nejsilnější v prvním měsíci s následným prudkým poklesem. Stabilizující tendence v případě ceny másla ale neosciluje mezi kladnými a zápornými hodnotami, pouze prudce klesá až do bodu nula ve 4. měsíci po impulzu.

Reakce ceny másla na impulzy cen zemědělských výrobců opět silí s vrcholem v 7. měsíci, tak jako reakce spotřebitelské ceny mléka, a dále klesá. Jedná se opět o nejdéle trvající reakci, ale s nejnižšími hodnotami.

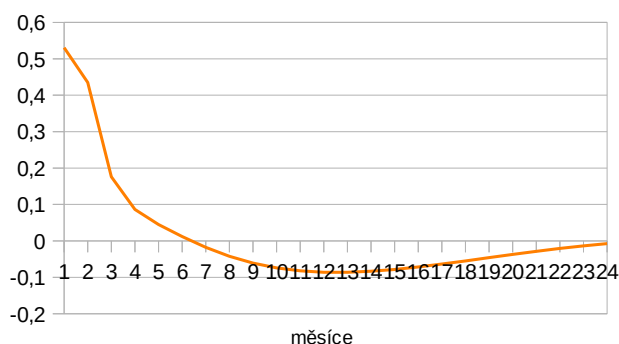
Graf 30: Reakce spotřebitelské ceny másla na impulzy ceny zemědělských výrobců



zdroj: vlastní zpracování

V případě reakcí ceny másla na impulzy indexu cen průmyslových výrobců jsou nejsilnější reakce v prvních dvou měsících, ovšem v tomto případě je vrcholem 1. měsíc po impulzu, nikoliv 2. K následnému vyrovnávání ceny dochází od 7. měsíce, podobně jako v případě spotřebitelské ceny mléka.

Graf 31: Reakce spotřebitelské ceny másla na impulzy indexu cen průmysl. výrobců



zdroj: vlastní zpracování

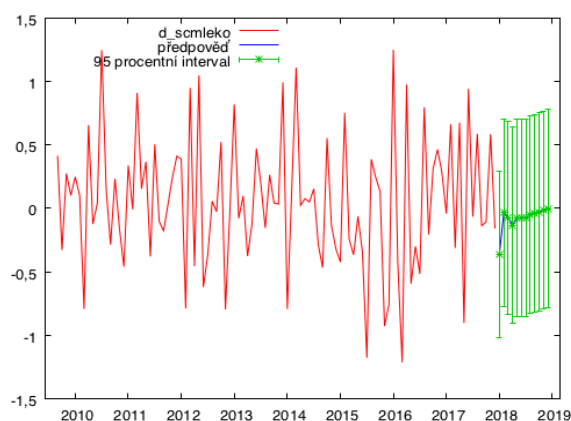
Spotřebitelské ceny obou komodit – mléka i másla reagují na impulzy cen zemědělských výrobců i indexu cen průmyslových výrobců v průběhu měsíců podobně. Největší rozdíl je v reakcích na impulzy vlastní. Spotřebitelská cena mléka vykazuje v průběhu prvních 4 měsíců po impulzu výrazně kolísavou reakci, zatímco spotřebitelská cena másla vykazuje pouze prudký útlum reakce v prvních 4 měsících. Ve spotřebitelské ceně másla tedy na rozdíl od ceny mléka nedochází po náhlém zvýšení ceny k jejímu opětovnému snížení ve druhém měsíci.

5.5.3 Ex ante prognóza

Dále lze modely použít k předpovědi budoucího vývoje spotřebitelské ceny mléka a másla, případně i k předpovědi ceny zemědělských výrobců mléka a indexu cen průmyslových výrobců mlékárenských produktů. Vzhledem k zaměření práce na spotřebitelskou cenu mléka a másla jsou v této podkapitole kvantifikovány pouze prognózy těchto spotřebitelských cen.

Modelem spotřebitelské ceny mléka je vytvořena prognóza diferencovaných hodnot z časových řad očištěných od sezónní složky. Tato prognóza je uvedena v grafu č. 32, kde jsou pro rok 2018 zaznamenány převážně záporné diference značící pokles spotřebitelské ceny mléka, a které se ke konci roku blíží nule.

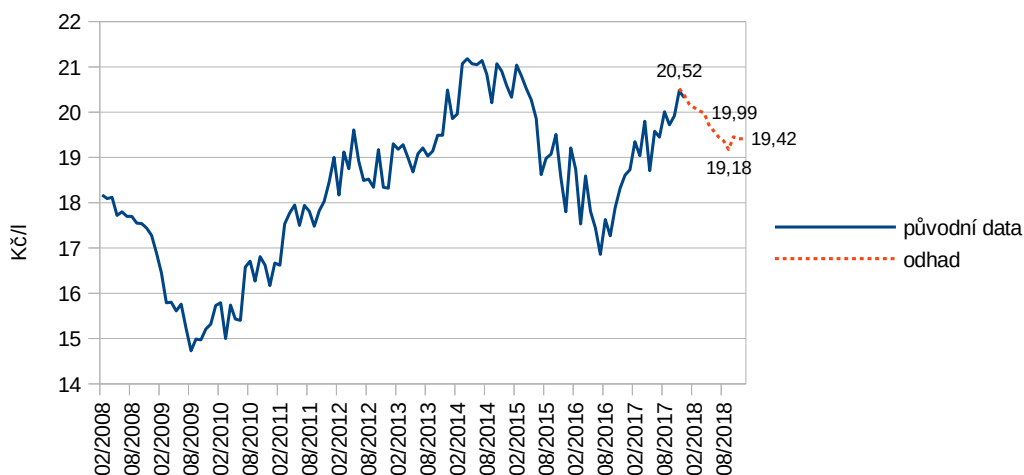
Graf 32: Ex ante prognóza spotřebitelské ceny mléka – diferencované hodnoty



zdroj: vlastní zpracování v SW Gretl

Hodnoty jsou převedeny z diferencí a přičtena je sezónní složka. Výsledná data předpovědi jsou zaznamenána v grafu č. 33. Jak bylo možné předpokládat podle vývoje diferencí, v roce 2018 je předpovídán pokles ceny mléka, pouze v posledních měsících roku mírný růst, který je předpovídán z části sezónní složkou, jež ceny zvyšuje zejména v podzimních a zimních měsících. Na jaro je předpověď poklesu až na 20 Kč/l a dále je pokles předpovídán až do září, kde se cena mléka odráží od 19,18 Kč/l a opět pomalu roste až na 19,42 Kč/l na konci roku.

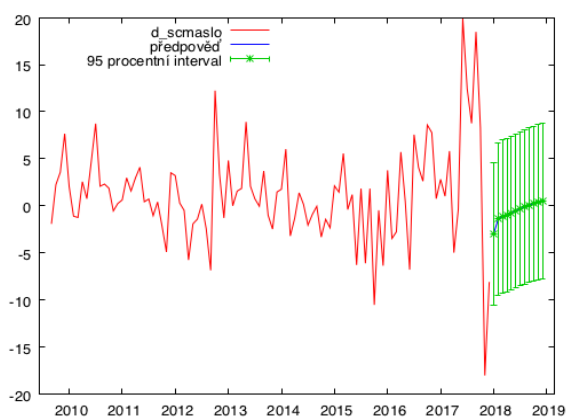
Graf 33: Ex ante prognóza spotřebitelské ceny mléka



zdroj: vlastní zpracování

I v případě prognózy spotřebitelské ceny másla jsou modelem kvantifikované hodnoty uvedené v grafu č. 34 záporné diference postupně blížící se nule, ke konci roku přecházející do kladných diferencí. Trend bude tedy rovněž nejprve klesající a koncem roku rostoucí.

Graf 34: Ex ante prognóza spotřebitelské ceny másla – diferencované hodnoty



zdroj: vlastní zpracování v SW Gretl

Po převedení hodnot z diferencí a po zahrnutí sezónní složky lze v grafu č. 35 pozorovat předpovídaný vývoj spotřebitelské ceny másla, která klesá z 216,8 Kč/kg z ledna 2018 až na cenu okolo 201,5 Kč/kg v průběhu léta. Cena dále roste v podzimních měsících i v prosinci až na 210,1 Kč/kg.

Graf 35: Ex ante prognóza spotřebitelské ceny másla



zdroj: vlastní zpracování

6 Výsledky a diskuse

6.1 Hypotézy

Testování hypotéz v této práci vede k následujícím výsledkům:

- Změny cen v mlékárenském odvětví v předchozích obdobích mají statisticky významný vliv na vývoj spotřebitelské ceny mléka v aktuálním období

Hypotéza o statisticky významném vlivu změn cen v mlékárenském odvětví na budoucí vývoj spotřebitelské ceny mléka byla ověřena. Sestaveným modelem VAR(2), který obsahuje spotřebitelskou cenu mléka, ceny zemědělských výrobců mléka a index cen průmyslových výrobců mlékárenských produktů, a to se zpožděním o 1 a o 2 měsíce, byl potvrzen statisticky významný vliv změny cen zemědělských i průmyslových výrobců v minulém a předminulém měsíci na spotřebitelskou cenu mléka v aktuálním období, a rovněž změny ve spotřebitelské ceně mléka v předchozích dvou měsících se potvrdily jako statisticky významné pro vývoj této ceny v aktuálním období na hladině spolehlivosti 95 %. Změny ve vývoji spotřebitelské ceny mléka se v období od dubna 2000 do prosince 2017 podařilo vysvětlit změnami v cenách mlékárenského odvětví v minulých dvou měsících ze 30 %. Model je vyhodnocen jako statisticky významný na 95% hladině spolehlivosti.

- Změny cen v mlékárenském odvětví v předchozích obdobích mají statisticky významný vliv na vývoj spotřebitelské ceny másla v aktuálním období

Hypotéza o statisticky významném vlivu změn cen v mlékárenském odvětví na budoucí vývoj spotřebitelské ceny másla byla rovněž ověřena. Sestaveným modelem VAR(2), který obsahuje spotřebitelskou cenu másla, ceny zemědělských výrobců mléka a index cen průmyslových výrobců mlékárenských produktů, opět se zvoleným zpožděním o 1 a o 2 měsíce, byl jako statisticky významný vliv na hladině spolehlivosti 95 % potvrzena změna v indexu cen průmyslových výrobců mlékárenských produktů v minulém měsíci. Změna v samotné spotřebitelské ceně másla v předchozím měsíci byla těsně pod hranicí statistické významnosti na 95% hladině spolehlivosti. Model jako celek je vyhodnocen jako statisticky významný na zvolené 5% hladině významnosti a změny ve vývoji ceny spotřebitelské ceny másla se jím podařilo vysvětlit z 18 %.

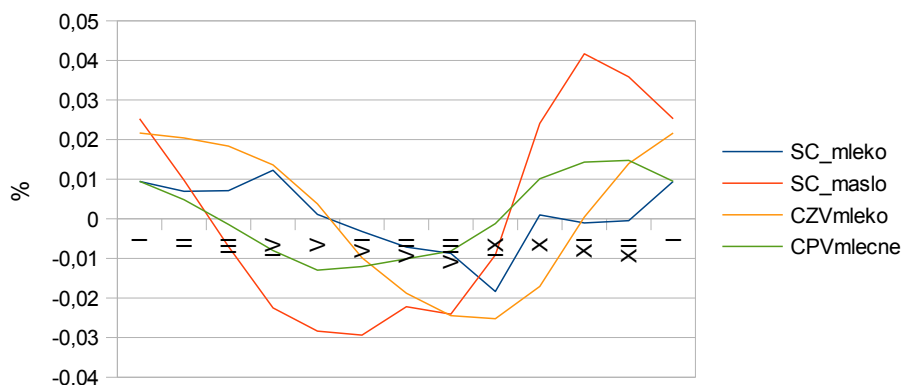
- Modely VAR lze prognózovat spotřebitelskou cenu mléka a spotřebitelskou cenu másla přesněji než použitím průměrných hodnot těchto spotřebitelských cen

K ověření hypotézy o vhodnosti modelů VAR pro prognózu spotřebitelské ceny mléka a spotřebitelské ceny másla za pomoci vlastních změn v minulých měsících a dále změn v cenách zemědělských a průmyslových výrobců byla použita normovaná odchylka prognózy ex-post pro posledních 12 měsíců. V obou případech – spotřebitelské ceny mléka i spotřebitelské ceny másla nepřekročila normovaná odchylka hodnotu 1. V případě spotřebitelské ceny másla byla hodnota normované odchylky okolo 0,1 a v případě spotřebitelské ceny mléka okolo 0,05. Oba modely byly tímto testem vyhodnoceny jako vhodné pro prognózu spotřebitelských cen mléka a másla v budoucích měsících.

6.2 Ceny v mlékárenském odvětví

Pomocí kvalitativních a kvantitativních metod byla provedena analýza cen v mlékárenském odvětví v období od dubna 2000 do prosince 2017. Ukázalo se, že na některé impulzy zvenku, jako byla například ekonomická krize, reaguje s mírnými rozdíly v konkrétním měsíci reakce celé odvětví. Naopak rozdílná se ukázala reakce na své vlastní impulzy. Spotřebitelská cena mléka reaguje na své impulzy okamžitým vyrovnáním v ceně v následujících 4 měsících, zatímco u spotřebitelské ceny másla nedochází po svém vlastním impulzu k vyrovnání. V důsledku této odlišné reakce na své vlastní změny došlo v období od roku 2000 do roku 2017 k nárůstu ceny másla o 140 %, zatímco v případě spotřebitelské ceny mléka pouze o necelých 70 %. Ačkoliv byl potvrzen statisticky významný vliv změn v cenách průmyslových výrobců mlékárenských produktů v předchozím měsíci, změny cen zemědělských výrobců ani změny v ceně másla v předchozích měsících se jako statisticky významné nepotvrdily také právě proto, že spotřebitelská cena másla se vyvíjí částečně po své vlastní ose, roste rychlejším tempem a reaguje na impulzy týkající se celého odvětví odlišně od cen výrobců nebo spotřebitelské ceny mléka. Podobně i analýza sezónní složky ukázala, že spotřebitelská cena másla reaguje poměrově nejsilněji na změnu v období. Jak lze pozorovat v přiloženém grafu, cena másla dosahuje znatelně nejvýraznějších výkyvů v průběhu jednotlivých měsíců.

Graf 36: Sezónní složky cen v mlékárenském odvětví



zdroj: vlastní zpracování

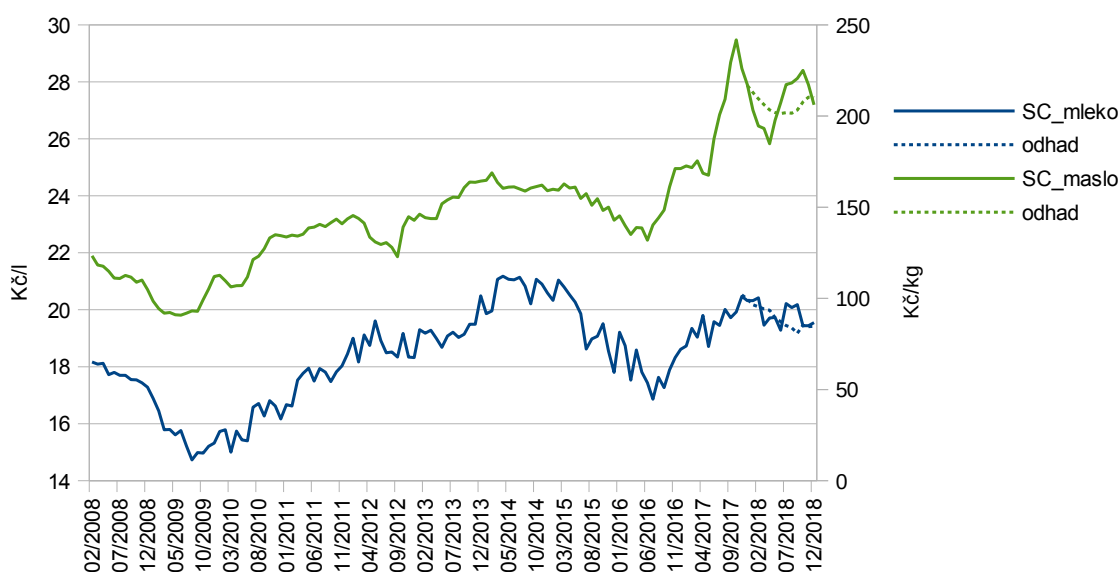
Dále se ukázalo, že spotřebitelské ceny mléka i másla reagují nejméně výrazně, ale po nejdelší dobu na impulzy v ceně zemědělských výrobců mléka, kde se nejsilnější reakce projevuje okolo 7. měsíce po impulzu v ceně zemědělských výrobců. Naopak reakce na impulzy v cenách průmyslových výrobců jsou výraznější, ale trvají pouze první dva měsíce.

6.2.1 Prognóza

Vhodnost modelů k prognóze spotřebitelských cen mléka a másla byla ověřena pomocí normativních odchylek prognózy ex-post posledních 12 měsíců (rok 2017). Tato ex-post prognóza byla kvantifikována v případě spotřebitelské ceny mléka s absolutní průměrnou procentuální chybou 1,4 %, v případě spotřebitelské ceny másla s absolutní průměrnou procentuální chybou 10,6 %. Tento několikanásobný rozdíl v chybovosti ex-post prognózy spotřebitelské ceny másla oproti spotřebitelské ceně mléka je zapříčiněn výkyvem ceny másla v podzimních měsících roku 2017. I přes tento výkyv se skutečné hodnoty nacházejí v 95% konfidenčním intervalu předpovědi. Normativní odchylky se přiblížily hodnotě 0, tedy skutečným hodnotám.

Prognóza budoucího vývoje spotřebitelských cen mléka a másla ukázala jejich pokles v měsících první poloviny roku 2018 a následný růst cen obou komodit ke konci roku. Vzhledem k nové dostupnosti dat spotřebitelských cen jsou v uvedeném grafu zahrnuty reálné hodnoty cen obou komodit a je možné porovnat prognózu se skutečnými cenami. Hodnoty prognózy se u obou komodit mírně rozcházejí se skutečností zejména od druhé poloviny roku, kde ceny vzrostly, ale ke konci roku se hodnoty se skutečnými cenami scházejí.

Graf 37: Prognóza spotřebitelských cen mléka a másla pro rok 2018



zdroj: vlastní zpracování

Průměrná absolutní chyba prognózy spotřebitelské ceny mléka je pro rok 2018 necelých 1,8 %, v případě spotřebitelské ceny másla se jedná o chybu 5,8 %. Normativní odchylka prognózy spotřebitelské ceny mléka na rok 2018 je 0,18 a normativní odchylka prognózy spotřebitelské ceny másla na rok 2018 je 0,38. Hodnoty normativních odchylek se nachází pod hodnotou 1 a modely jsou proto vyhodnoceny jako vhodné k prognóze budoucího vývoje spotřebitelských cen.

Modely lze dále použít i pro analýzu a prognózu cen zemědělských výrobců mléka a indexu cen průmyslových výrobců mlékárenských produktů. Nevýhodou sestavených modelů jsou zejména obecné nevýhody modelů vektorové autoregrese, jako je nejasnost interpretací nebo ztráta vypovídající informace o vzájemných vazbách z důvodu očištění dat od sezónní složky či použití postupných diferencí.

7 Závěr

Spotřebitelské ceny mléka a másla se v průběhu jednotlivých měsíců v roce i v průběhu let neustále mění. Tato práce se zaměřila především na souvislosti mezi změnami cen v mlékárenském odvětví v předchozích měsících a následnými reakcemi spotřebitelských cen mléka a másla. Dále byla práce zaměřena na samotný vliv sezónního faktoru, tedy jakým způsobem se spotřebitelské ceny mléka a másla proměňují v průběhu roku. Ukázalo se, že obě komodity – mléko i máslo mají v průběhu roku 2 období, a to období růstu, které vrcholí v případě ceny mléka lednu až dubnu a v případě másla vrcholí v období října až ledna, a dále období poklesu ceny, které vrcholí v případě mléka v září a v případě másla v období od dubna do srpna. Tato období poklesu a růstu jsou tedy mezi cenou mléka a másla posunutá. Sezónní faktor byl dále ze všech zahrnutých časových řad očištěn pro sestavení modelů vektorové autoregrese.

Modely vektorové autoregrese byly sestaveny ze spotřebitelských cen a dále z cen zemědělských výrobců mléka a indexu cen průmyslových výrobců mlékárenských produktů. Všechny časové řady byly očištěny od sezónní složky a převedené do stacionární podoby. Pomocí sestavených modelů a následných testů byl potvrzen statisticky významný vliv změn spotřebitelské ceny mléka, cen zemědělských výrobců mléka a cen průmyslových výrobců mlékárenských produktů v předchozích dvou měsících na změny ve spotřebitelské ceně mléka v aktuálním měsíci. Těmito změnami se prostřednictvím sestaveného modelu podařilo vysvětlit změny ve spotřebitelské ceně mléka v období mezi lety 2000 až 2017 ze 30 %. Ex-post prognóza roku 2017 kvantifikovaná tímto modelem dosahovala průměrné chybovosti 1,35 % a za pomoci normativní odchylky 0,05 byla vyhodnocena jako vhodná pro prognózu ex-ante. Prostřednictvím druhého modelu vektorové autoregrese byl potvrzen jako statisticky významný vliv změn cen průmyslových výrobců mlékárenských produktů v předchozím měsíci na změny spotřebitelské ceny másla v aktuálním období. Vliv změn v cenách zemědělských výrobců mléka v předchozím dvou měsících se nepotvrdil jako statisticky významný, podobně jako vlastní změny ve spotřebitelské ceně másla v předchozích dvou měsících. Změny ve spotřebitelské ceně másla se změnami cen v mlékárenském odvětví v předchozích dvou měsících podařilo vysvětlit z 18 %. Ex-post prognóza spotřebitelské ceny másla vykazuje průměrnou chybovost 10 % z důvodu výrazného výkyvu v ceně v roce 2017. Pomocí

normativní odchylky 0,1 byl i tento model vyhodnocen jako vhodný pro prognózu budoucího vývoje.

Spotřebitelské ceny mléka a másla byly sestavenými modely prognózovány na rok 2018. Vzhledem k dostupnosti dat bylo možné hodnoty prognózy porovnat s reálným vývojem spotřebitelských cen v jednotlivých měsících a vyhodnotit přesnost prognózy. V případě spotřebitelské ceny mléka se podařilo odhadnout průměrné měsíční ceny v roce 2018 s průměrnou chybou 1,8 % a v případě spotřebitelské ceny másla s chybou 5,8 %. Prognóza se se skutečnými cenami rozchází zejména v letních měsících, kdy byl očekáván v důsledku působení sezónního faktoru spíše pokles cen, avšak ve skutečnosti ceny v tomto období vzrostly. Tento neočekávaný růst spotřebitelských cen, zejména u spotřebitelské ceny másla, byl v roce 2018 způsoben klimatickými podmínkami, kdy na jaře a v létě bylo výrazné sucho a v důsledku byl nedostatek kvalitního krmiva pro krávy, jejichž mléko proto obsahovalo nižší obsah tuku, který je pro výrobu másla zapotřebí. V měsících listopad a prosinec se prognóza se skutečnými cenami již téměř shoduje. Normativní odchylky prognózy roku 2018 jsou 0,18 v případě ceny mléka a 0,38 v případě ceny másla, čímž byla potvrzena vhodnost použití modelu k prognózám.

V rámci dílčího cíle práce byly analyzovány reakce spotřebitelských cen mléka a másla na impulzy cen v mlékárenském odvětví. Ukázalo se, že spotřebitelská cena mléka zahrnuje ve svých reakcích na své vlastní impulzy vyrovnávající tendence, tedy určité snížení ceny v měsíci následujícím po jejím zvýšení. Tato tendence však nebyla odhalena v případě spotřebitelské ceny másla, kde po impulzu zvýšení nedochází k žádnému vyrovnávajícímu snížení ceny a proto dochází v případě spotřebitelské ceny másla k rychlejšímu tempu růstu, neboť zde krátkodobě nutné zvýšení ceny není následováno opětovným snížením. Reakce spotřebitelských cen mléka i másla na impulz v ceně zemědělských výrobců je nejsilnější okolo 7. měsíce po tomto impulzu, v případě impulzu v cenách průmyslových výrobců dochází k nejsilnější reakci v prvních dvou měsících. Z důvodu reakce na ceny zemědělských výrobců se jeví jako rovněž vhodnou variantou model vektorové autoregrese se zpožděním 7. řádu.

Sestavené modely použité v této práci je možné použít i pro analýzu a prognózování cen zemědělských výrobců mléka a cen průmyslových výrobců mlékárenských produktů, které nebyly v této práci hlavním předmětem zkoumání. Zajímavých výsledků by bylo možné dosáhnout zejména v případě cen zemědělských

výrobců mléka, jejichž změny se sestavenými modely podařilo vysvětlit z 99 %. Nevýhodami použitých modelů je především nejistý výběr řádu zpoždění vektorové autoregrese prostřednictvím hodnot informačních kritérií a i případná nejasnost v interpretacích modelů.

8 Seznam použitých zdrojů

BOEHLJE, M. D., HOFING, S. L., SCHROEDER, CH. *Farming in the 21st Century*, Staff Paper DAE, Purdue University 1999

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

Český statistický úřad [online] 2019. Dostupné na: www.czso.cz

DAGEVOS, J., C. *The food economy: global issues and challenges*. 1. Vyd. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 2009. 191 s. ISBN: 978-90-8686-109-5

DOC. MVDR. JANŠTOVÁ, PH.D., Bohumíra. *Technologie mléka a mléčných výrobků* [online]. Brno: FAKULTA VETERINÁRNÍ HYGIENY A EKOLOGIE, Ústav hygieny a technologie mléka, 2012 [cit. 2019-02-17]. Dostupné online: <https://vufind.mzk.cz/Record/MZK01-001267589>

DUNNE, A. J. *Supply Chain Management: Fad, Panacea or Opportunity?* Agribusiness Perspectives, Paper 48, 2002

FRELICH, Jan. *Chov hospodářských zvířat I*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 2011. ISBN 978-80-7394-298-4

GOLDBERGER, A. S.: *Econometrics Theory*. New York: John Wiley & Sons, 1964.

GREGA, L. *Teoreticko-metodologické aspekty posuzování konkurenceschopnosti zemědělství* MZLU Brno, 2004 ISBN 80-7157-822-3

HANČLOVÁ, J.: *Ekonometrické modelování: klasické přístupy s aplikacemi*. Praha: Professional Publishing, 2012. ISBN 978-80-7431-088-1

HUŠEK, R.: *Ekonometrická analýza*. 1.vyd. Praha: Vysoká škola ekonomická v Praze, 2007. ISBN 978-80-245-1300-3

Liberecký deník[online], 2011. Dostupné na: http://liberecky.denik.cz/zpravy_region/v-libereckem-kraji-konci-vyroba-v-posledni-velke.html

MÁCHAL, Ladislav. *Chov zvířat I - Chov hospodářských zvířat*. V Brně: Mendelova univerzita, 2011. ISBN 978-80-7375-553-9

MARČEK, D.: *Ekonometria: základy, postupy, aplikačné příklady*. Žilina: Žilinská univerzita, 1998. ISBN 80-7100-557-6

MATOUŠEK, Václav. *Chov hospodářských zvířat II*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 2013. ISBN 978-80-7394-392-9

Ministerstvo zemědělství[online], 2017. [cit. 10-01-2019] Dostupné online: www.eagri.cz

Odkud máme mléko? [online]. Lucemburk: Úřad pro publikace Evropské unie, 2010. [cit. 03-02-2019] Dostupné online: <https://publications.europa.eu/cs/publication-detail/-/publication/a6178d51-e7d4-49bc-8743-bc52e106f026>

TINTNER, G.: Methodology of mathematical economics and econometrics. Chicago: University of Chicago Press, 1968.

WOOLDRIDGE, J. M.: *Introductory econometrics: a modern approach*. 3rd ed. Mason: Thomson/South-Western, 2006. ISBN 0-324-28978-2

ZADRAŽIL, Karel. *Mlékařství: (přednášky)*. Praha: ISV, 2002. Živočišná výroba (Česká zemědělská univerzita). ISBN 80-86642-15-1

KADLEC, Ivan. *Výroba, nákup a zvyšování jakosti mléka*. Praha: Výzkumný ústav potravinářského průmyslu, 1988

9 Přílohy

Příloha č. 1: Porovnání kritérií 1. modelu VAR s řády zpoždění 1 až 24

VAR systém, maximální řád zpoždění 24

Hvězdička dole označuje nejlepší (tedy minimalizované) hodnoty příslušného informačního kritéria, AIC = Akaikeovo kritérium, BIC = Schwartz Bayesovské kritérium a HQC = Hannan-Quinnovo kritérium.

zpoždění	logvěr.	p(LR)	AIC	BIC	HQC
1	-167,51093		1,879696	2,084027	1,962459
2	-74,30846	0,00000	0,997994	1,355574*	1,142831*
3	-66,60446	0,08032	1,011565	1,522393	1,218474
4	-51,43106	0,00038	0,946922*	1,610999	1,215904
5	-49,64576	0,93734	1,022469	1,839794	1,353523
6	-39,48147	0,01599	1,010277	1,980851	1,403405
7	-31,65900	0,07468	1,022607	2,146430	1,477808
8	-19,31175	0,00333	0,987558	2,264628	1,504831
9	-11,13697	0,05993	0,996199	2,426518	1,575544
10	-3,65201	0,09177	1,012063	2,595631	1,653482
11	0,19578	0,56509	1,066013	2,802829	1,769504
12	7,56189	0,09856	1,083122	2,973186	1,848686
13	18,27931	0,01085	1,065138	3,108451	1,892775
14	25,52035	0,10618	1,083557	3,280118	1,973266
15	34,12256	0,04561	1,087722	3,437532	2,039504
16	38,24695	0,50928	1,138775	3,641834	2,152631
17	51,57277	0,00160	1,093479	3,749786	2,169407
18	55,25494	0,59924	1,149163	3,958719	2,287164
19	58,55493	0,67869	1,208849	4,171653	2,408922
20	64,11682	0,26732	1,244850	4,360903	2,506996
21	76,12612	0,00427	1,213339	4,482640	2,537558
22	91,89424	0,00024	1,142469	4,565018	2,528760
23	103,10506	0,00763	1,119319	4,695117	2,567683
24	107,43367	0,46950	1,168234	4,897280	2,678671

Příloha č. 2: 1. model VAR spotřebitelské ceny mléka se zpožděním 4. řádu

VAR systém, řád zpoždění 4

OLS odhady, pozorování 2000:06–2017:12 (T = 211)

Logaritmus věrohodnosti = -36,894708

Determinant kovarianční matice = 0,00028474448

AIC = 0,7194

BIC = 1,3389

HQC = 0,9698

Portmanteův test: LB(48) = 486,326, df = 396 [0,0013]

Rovnice 1: d_scmlcko

	koeficient	směr. chyba	t-podíl	p-hodnota	
const	-0,664056	0,273514	-2,428	0,0161	**
d_scmlcko_1	-0,541785	0,0719598	-7,529	1,77e-12	***
d_scmlcko_2	-0,387853	0,0820656	-4,726	4,33e-06	***
d_scmlcko_3	-0,172692	0,0816092	-2,116	0,0356	**
d_scmlcko_4	-0,00411511	0,0724887	-0,05677	0,9548	
CZVmlcko_1	0,627453	0,379780	1,652	0,1001	
CZVmlcko_2	-0,686043	0,692987	-0,9900	0,3234	
CZVmlcko_3	0,650361	0,685807	0,9483	0,3441	
CZVmlcko_4	-0,501034	0,346794	-1,445	0,1501	
d_CPVmlecne_1	0,0783040	0,0287636	2,722	0,0071	***
d_CPVmlecne_2	0,0818318	0,0332771	2,459	0,0148	**
d_CPVmlecne_3	0,0164575	0,0334776	0,4916	0,6235	
d_CPVmlecne_4	-0,0317962	0,0328471	-0,9680	0,3342	

Střední hodnota závisle proměnné 0,039080

Sm. odchylka závisle proměnné 0,398639

Součet čtverců reziduí 22,47006

Sm. chyba regrese 0,336876

Koeficient determinace 0,326674

Adjustovaný koeficient determinace 0,285867

F(12, 198) 8,005231

P-hodnota(F) 3,75e-12

rho (koeficient autokorelace) -0,005890

Durbin-Watsonova statistika 2,011738

zde je poznámka o zkratkách statistik modelu

Rovnice 2: CZVmleko

	koeficient	směr. chyba	t-podíl	p-hodnota	
const	0,228956	0,0550651	4,158	4,78e-05	***
d_scmleko_1	0,00960218	0,0144873	0,6628	0,5082	
d_scmleko_2	-0,0174165	0,0165219	-1,054	0,2931	
d_scmleko_3	-0,00633552	0,0164300	-0,3856	0,7002	
d_scmleko_4	-0,0193780	0,0145938	-1,328	0,1858	
CZVmleko_1	1,58194	0,0764591	20,69	2,18e-51	***
CZVmleko_2	-0,803048	0,139515	-5,756	3,24e-08	***
CZVmleko_3	0,330782	0,138070	2,396	0,0175	**
CZVmleko_4	-0,139096	0,0698182	-1,992	0,0477	**
d_CPVmlecne_1	0,0373991	0,00579084	6,458	8,02e-10	***
d_CPVmlecne_2	0,0124231	0,00669951	1,854	0,0652	*
d_CPVmlecne_3	-0,000158123	0,00673987	-0,02346	0,9813	
d_CPVmlecne_4	0,0196194	0,00661294	2,967	0,0034	***
Střední hodnota závisle proměnné		7,936719			
Sm. odchylka závisle proměnné		0,818992			
Součet čtverců reziduí		0,910750			
Sm. chyba regrese		0,067821			
Koeficient determinace		0,993534			
Adjustovaný koeficient determinace		0,993142			
F(12, 198)		2535,397			
P-hodnota(F)		1,6e-209			
rho (koeficient autokorelace)		0,023307			
Durbin-Watsonova statistika		1,946161			

zde je poznámka o zkratkách statistik modelu

Rovnice 3: d_CPVmlecne

	koeficient	směr. chyba	t-podíl	p-hodnota	
const	2,14124	0,748097	2,862	0,0047	***
d_scmleko_1	0,303178	0,196820	1,540	0,1251	
d_scmleko_2	0,0388815	0,224461	0,1732	0,8627	
d_scmleko_3	-0,0383050	0,223212	-0,1716	0,8639	
d_scmleko_4	-0,0690299	0,198266	-0,3482	0,7281	
CZVmleko_1	1,90086	1,03875	1,830	0,0688	*
CZVmleko_2	-4,42169	1,89541	-2,333	0,0207	**
CZVmleko_3	4,98688	1,87577	2,659	0,0085	***
CZVmleko_4	-2,72919	0,948528	-2,877	0,0045	***
d_CPVmlecne_1	0,463619	0,0786724	5,893	1,61e-08	***
d_CPVmlecne_2	0,0670140	0,0910174	0,7363	0,4624	
d_CPVmlecne_3	-0,159606	0,0915657	-1,743	0,0829	*
d_CPVmlecne_4	-0,142827	0,0898413	-1,590	0,1135	
Střední hodnota závisle proměnné		0,113220			
Sm. odchylka závisle proměnné		1,178746			
Součet čtverců reziduí		168,0977			
Sm. chyba regrese		0,921400			
Koeficient determinace		0,423894			
Adjustovaný koeficient determinace		0,388979			
F(12, 198)		12,14058			
P-hodnota(F)		2,63e-18			
rho (koeficient autokorelace)		-0,009457			
Durbin-Watsonova statistika		2,013452			

zde je poznámka o zkratkách statistik modelu

Příloha č. 3: 1. model VAR spotřebitelské ceny mléka se zpožděním 2. řádu

VAR systém, řád zpoždění 2
 OLS odhady, pozorování 2000:04–2017:12 (T = 213)
 Logaritmus věrohodnosti = -58,638635
 Determinant kovarianční matice = 0,0003480955
 AIC = 0,7478
 BIC = 1,0792
 HQC = 0,8817
 Portmanteův test: LB(48) = 547,009, df = 414 [0,0000]

Rovnice 1: d_scmleko

	koeficient	směr. chyba	t-podíl	p-hodnota	
const	-0,585137	0,238613	-2,452	0,0150	**
d_scmleko_1	-0,488604	0,0669622	-7,297	6,27e-12	***
d_scmleko_2	-0,301325	0,0675015	-4,464	1,32e-05	***
CZVmleko_1	0,675699	0,260334	2,596	0,0101	**
CZVmleko_2	-0,596106	0,260425	-2,289	0,0231	**
d_CPVmlecne_1	0,0734146	0,0273648	2,683	0,0079	***
d_CPVmlecne_2	0,0676120	0,0314403	2,150	0,0327	**

Střední hodnota závisle proměnné 0,039414
 Sm. odchylka závisle proměnné 0,397160
 Součet čtverců reziduí 23,42268
 Sm. chyba regrese 0,337198
 Koeficient determinace 0,299561
 Adjustovaný koeficient determinace 0,279160
 F(6, 206) 14,68357
 P-hodnota(F) 6,06e-14
 rho (koeficient autokorelace) -0,052155
 Durbin-Watsonova statistika 2,103683

zde je poznámka o zkratkách statistik modelu

Rovnice 2: CZVmleko

	koeficient	směr. chyba	t-podíl	p-hodnota	
const	0,196909	0,0493533	3,990	9,19e-05	***
d_scmleko_1	0,0127748	0,0138501	0,9224	0,3574	
d_scmleko_2	-0,00587431	0,0139616	-0,4207	0,6744	
CZVmleko_1	1,61024	0,0538459	29,90	6,95e-77	***
CZVmleko_2	-0,635457	0,0538647	-11,80	7,06e-25	***
d_CPVmlecne_1	0,0332927	0,00565997	5,882	1,62e-08	***
d_CPVmlecne_2	0,00946109	0,00650292	1,455	0,1472	

Střední hodnota závisle proměnné 7,931796
 Sm. odchylka závisle proměnné 0,816703
 Součet čtverců reziduí 1,002029
 Sm. chyba regrese 0,069744
 Koeficient determinace 0,992914
 Adjustovaný koeficient determinace 0,992707
 F(6, 206) 4810,738
 P-hodnota(F) 2,1e-218
 rho (koeficient autokorelace) -0,003509
 Durbin-Watsonova statistika 1,997368

zde je poznámka o zkratkách statistik modelu

Rovnice 3: d_CPVmlecne

	koeficient	směr. chyba	t-podíl	p-hodnota	
const	2,13094	0,660543	3,226	0,0015	***
d_scmleko_1	0,260299	0,185369	1,404	0,1618	
d_scmleko_2	0,0170151	0,186861	0,09106	0,9275	
CZVmleko_1	0,741551	0,720671	1,029	0,3047	
CZVmleko_2	-1,00605	0,720923	-1,395	0,1644	
d_CPVmlecne_1	0,493264	0,0757529	6,511	5,58e-10	***
d_CPVmlecne_2	-0,0215515	0,0870348	-0,2476	0,8047	

Střední hodnota závisle proměnné 0,117822
 Sm. odchylka závisle proměnné 1,174158
 Součet čtverců reziduí 179,4937
 Sm. chyba regrese 0,933450
 Koeficient determinace 0,385870
 Adjustovaný koeficient determinace 0,367983
 F(6, 206) 21,57232
 P-hodnota(F) 1,30e-19
 rho (koeficient autokorelace) 0,004309
 Durbin-Watsonova statistika 1,983800

zde je poznámka o zkratkách statistik modelu

Příloha č. 4: Porovnání kritérií 2. modelu VAR s řády zpoždění 1 až 24

VAR systém, maximální řád zpoždění 24

Hvězdička dole označuje nejlepší (tedy minimalizované) hodnoty příslušného informačního kritéria, AIC = Akaikeovo kritérium, BIC = Schwartz Bayesovské kritérium a HQC = Hannan-Quinnovo kritérium.

zpoždění	logvěr.	p(LR)	AIC	BIC	HQC
1	-585,68006		6,258430	6,462761	6,341194
2	-497,79239	0,00000	5,432381	5,789961*	5,577218*
3	-491,81928	0,21636	5,464076	5,974905	5,670985
4	-477,59121	0,00080	5,409332	6,073409	5,678314
5	-466,44781	0,00801	5,386888*	6,204213	5,717943
6	-459,31998	0,11352	5,406492	6,377066	5,799620
7	-452,45492	0,13225	5,428847	6,552670	5,884048
8	-440,26652	0,00374	5,395461	6,672532	5,912734
9	-433,04191	0,10722	5,414051	6,844371	5,993397
10	-428,20535	0,37759	5,457648	7,041215	6,099066
11	-422,82748	0,29282	5,495576	7,232392	6,199067
12	-414,72856	0,06286	5,505010	7,395075	6,270575
13	-409,38234	0,29739	5,543271	7,586584	6,370907
14	-402,53312	0,13346	5,565792	7,762353	6,455502
15	-395,52040	0,12142	5,586601	7,936411	6,538383
16	-386,09158	0,02643	5,582111	8,085169	6,595966
17	-379,60946	0,16423	5,608476	8,264783	6,684404
18	-371,10406	0,04855	5,613655	8,423211	6,751656
19	-365,48081	0,25919	5,649014	8,611818	6,849087
20	-349,85918	0,00027	5,579677	8,695730	6,841824
21	-343,51958	0,17767	5,607535	8,876836	6,931754
22	-325,36662	0,00003	5,511692	8,934242	6,897984
23	-320,14978	0,31653	5,551307	9,127105	6,999671
24	-313,57496	0,15595	5,576701	9,305748	7,087138

Příloha č. 5: 2. model VAR spotřebitelské ceny mléka se zpožděním 2. řádu

VAR systém, řád zpoždění 2

OLS odhady, pozorování 2000:04–2017:12 (T = 213)

Logaritmus věrohodnosti = -531,84577

Determinant kovarianční matice = 0,02960612

AIC = 5,1910

BIC = 5,5224

HQC = 5,3250

Portmanteův test: LB(48) = 474,278, df = 414 [0,0215]

Rovnice 1: d_scmaslo

	koeficient	směr. chyba	t-podíl	p-hodnota	
const	5,52824	2,67860	2,064	0,0403	**
d_scmaslo_1	0,151549	0,0850378	1,782	0,0762	*
d_scmaslo_2	-0,125384	0,0886025	-1,415	0,1585	
CZVmleko_1	-1,38088	2,96210	-0,4662	0,6416	
CZVmleko_2	0,733532	2,97854	0,2463	0,8057	
d_CPVmlecne_1	1,23296	0,386503	3,190	0,0016	***
d_CPVmlecne_2	-0,00566882	0,409393	-0,01385	0,9890	

Střední hodnota závisle proměnné 0,562642

Sm. odchylka závisle proměnné 4,233749

Součet čtverců reziduí 3114,510

Sm. chyba regrese 3,888314

Koeficient determinace 0,180397

Adjustovaný koeficient determinace 0,156525

F(6, 206) 7,556852

P-hodnota(F) 2,45e-07

rho (koeficient autokorelace) 0,002956

Durbin-Watsonova statistika 1,993464

zde je poznámka o zkratkách statistik modelu

Rovnice 2: CZVmleko

	koeficient	směr. chyba	t-podíl	p-hodnota	
const	0,196370	0,0481807	4,076	6,55e-05	***
d_scmaslo_1	-0,000836176	0,00152960	-0,5467	0,5852	
d_scmaslo_2	0,000482079	0,00159372	0,3025	0,7626	
CZVmleko_1	1,61334	0,0532800	30,28	8,54e-78	***
CZVmleko_2	-0,638446	0,0535757	-11,92	3,03e-25	***
d_CPVmlecne_1	0,0352825	0,00695213	5,075	8,64e-07	***
d_CPVmlecne_2	0,00866482	0,00736386	1,177	0,2407	
Střední hodnota závisle proměnné		7,931796			
Sm. odchylka závisle proměnné		0,816703			
Součet čtverců reziduí		1,007674			
Sm. chyba regrese		0,069940			
Koeficient determinace		0,992874			
Adjustovaný koeficient determinace		0,992666			
F(6, 206)		4783,595			
P-hodnota(F)		3,8e-218			
rho (koeficient autokorelace)		-0,002266			
Durbin-Watsonova statistika		1,995608			

zde je poznámka o zkratkách statistik modelu

Rovnice 3: d_CPVmlecne

	koeficient	směr. chyba	t-podíl	p-hodnota	
const	1,92971	0,632350	3,052	0,0026	***
d_scmaslo_1	0,0564633	0,0200753	2,813	0,0054	***
d_scmaslo_2	-0,0252864	0,0209168	-1,209	0,2281	
CZVmleko_1	0,961019	0,699275	1,374	0,1708	
CZVmleko_2	-1,20016	0,703156	-1,707	0,0894	*
d_CPVmlecne_1	0,374848	0,0912435	4,108	5,75e-05	***
d_CPVmlecne_2	0,0370274	0,0966472	0,3831	0,7020	
Střední hodnota závisle proměnné		0,117822			
Sm. odchylka závisle proměnné		1,174158			
Součet čtverců reziduí		173,5753			
Sm. chyba regrese		0,917932			
Koeficient determinace		0,406120			
Adjustovaný koeficient determinace		0,388822			
F(6, 206)		23,47855			
P-hodnota(F)		4,55e-21			
rho (koeficient autokorelace)		0,005360			
Durbin-Watsonova statistika		1,988287			

zde je poznámka o zkratkách statistik modelu

Seznam příloh

Příloha č. 1: Porovnání kritérií 1. modelu VAR s řády zpoždění 1 až 24.....	76
Příloha č. 2: 1. model VAR spotřebitelské ceny mléka se zpožděním 4. řádu.....	76
Příloha č. 3: 1. model VAR spotřebitelské ceny mléka se zpožděním 2. řádu.....	78
Příloha č. 4: Porovnání kritérií 2. modelu VAR s řády zpoždění 1 až 24.....	79
Příloha č. 5: 2. model VAR spotřebitelské ceny mléka se zpožděním 2. řádu.....	79