Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra ekonomiky

Diplomová práce

Analýza produkce mléka v ČR a v Německu

Bc. Daniel Knespl

© 2018 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Provozně ekonomická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Daniel Knespl

Podnikání a administrativa

Název práce

Analýza produkce mléka v ČR a v Německu

Název anglicky

Analysis of milk production in the Czech Republic and the Germany

---

Cíle práce

Hlavním cílem diplomové práce bude kvantifikovat a porovnat determinanty, které působí na produkci mléka v České republice a v Německu.

Metodika

Diplomová práce se skládá ze dvou částí. První – teoretická část bude zpracována na základě studia tématicky zaměřené odborné literatury, prověřených internetových zdrojů a odborných publikací. V praktické části bude za pomoci časových řad analyzována a porovnána produkce mléka v ČR a v Německu. K definování jednotlivých vlivů působících na vysvětlovanou proměnnou budou použity sestavené ekonometrické modely.

Doporučený rozsah práce

50-80 stran

Klíčová slova

mléko, model, produkce, skot, determinanty, proměnná

Doporučené zdroje informací

ČERVENKA, J.:Hodnocení jakosti zemědělských produktů. 1 vyd. Praha: ČZU, 2002. 253 s. ISBN 80-213-0883-4

Červenka J., Výroba, jakost a obchod s mlékem v podmínkách EU, Praha: Česká zemědělská univerzita, 2005, 95str., ISBN 80-213-1276-9; 1. vydání

GREEN, W.H. Econometric Analysis. 6. vydání. New Persey: Pearson Prentice Hall, 2008. 1178 s. ISBN 978-0-13-513740-6

Hendl, J.: Přehled statistických metod zpracování dat. Praha: Portál, 2004. 583 s.

HINDLS, Richard a kol. Statistika pro ekonomy. 8. vyd. Praha: Professional Publishing. 2007. 417 s. ISBN 978-80-86946-43-6

HINDLS, Richard, HRONOVÁ, Stanislava, NOVÁK, Ilja. Metody statistické analýzy pro ekonomy. 2. vyd. Praha: Management Press. 2001. 259 s. ISBN: 80-7261-013-9

TVRDOŇ, CSC., Prof.Ing.Jiří. Ekonometrie. Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, 2001. 228 s. ISBN 978-80-213-0819-0

Předběžný termín obhajoby

2017/18 LS – PEF

Vedoucí práce

Ing. Pavlína Hálová, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ekonomiky

Elektronicky schváleno dne 16. 11. 2016

prof. Ing. Miroslav Svatoš, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 21. 11. 2016

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 24. 03. 2018

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Analýza produkce mléka v ČR a v Německu" jsem vypracoval 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 autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 29.3.2018 _____

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Pavlíně Hálové, Ph.D. za odborné cenné rady a doporučení, které mi během zpracování této práce poskytla.

Analýza produkce mléka v ČR a v Německu

Abstrakt

Diplomová práce se zaměřuje na kvantifikaci a analýzu jednotlivých determinantů, které ovlivňují produkci mléka v České republice a v Německu. V metodické části je popsán postup ekonometrického modelování, jehož nástrojem je ekonometrický model. V části teoretické se popisuje složení mléka a jeho vlastnosti. Dále jsou v ní uvedeny jednotlivé faktory, jejichž působení má výrazný vliv na produkci mléka. Ve vlastní části práce je provedena analýza vývoje hodnot vybraných determinantů, které ovlivňují produkční činnost zkoumané zemědělské komodity v období od roku 2001 až 2016. Následně jsou sestaveny za pomocí časových řad dílčí lineární regresní modely vysvětlující produkci mléka v ČR a v Německu. Ve vytvořených modelech jsou odhadnuty jednotlivé parametry exogenních proměnných, provedena verifikace modelu a následná jeho aplikace. Na závěr se popisují a porovnávají zjištěné výsledky jednotlivých vysvětlujících proměnných, které svým vlivem působí na produkci mléka v České republice a v Německu.

Klíčová slova: mléko, model, produkce, skot, determinanty, proměnná

Analysis of milk production in the Czech Republic and the Germany

Abstract

In the thesis the author quantifies and analyzes the individual determinants that affect the milk production in the Czech republic and Germany. The methodology chapter describes the procedure of econometric modelling using an econometric model. The theory section deals with the composition of milk and its characteristics. It also presents individual factors that affect milk production significantly.The main part analyzes the developments of values in the selected determinants which affect the production of the commodity in question between the years 2001 and 2016. Next come the linear regression models based on time series demonstrating the milk production in the Czech republic and Germany. In these, the individual parameters of exogenous variables are estimated, the model itself verified and, consequently, applied.Finally, the results of individual exogenous variables which have an infuence on the milk production in the Czech republic and Germany are described and compared.

Keywords: milk, model, production, cattle, determinants, variable

Obsah

1 Úvod 11

2 Cíl práce a metodika 12

2.1 Cíl práce 12

2.2 Metodika 12

2.2.1 Tvorba ekonomického a ekonometrického modelu 12

2.2.2 Sběr dat 14

2.2.3 Odhad parametrů LMR 15

2.2.4 Verifikace LRM 16

2.2.5 Aplikace LMR 22

3 Teoretická východiska 24

3.1 Složení mléka 24

3.1.1 Voda 24

3.1.2 Mléčný tuk 24

3.1.3 Bílkoviny (kasein, albumin, globulin) 25

3.1.4 Laktóza 25

3.1.5 Minerální látky 25

3.1.6 Vitamíny 26

3.2 Druhy mléka 26

3.2.1 Albuminové mléko 26

3.2.2 Kaseinové mléko 26

3.3 Vlastnosti mléka 27

3.3.1 Senzorické vlastnosti 27

3.3.2 Fyzikální a chemické vlastnosti 27

3.4 Charakteristika významných mléčných a kombinovaných plemen skotu 28

3.4.1 Holštýnský skot (holstein) 28

3.4.2 Jerseyský skot (jersey) 29

3.4.3 Strakatý skot (fleckvieh) 29

3.5 Faktory ovlivňující produkci mléka 30

3.5.1 Technologie produkce mléka 30

3.5.2 Ustájení 31

3.5.3 Výživa a krmení dojnic 33

3.6 Ostatní faktory ovlivňující produkci mléka 34

3.6.1 Nákup a zpeněžování mléka 36

3.6.2 Dotace a opatření ovlivňující producenty mléka 37

3.7 Současná situace na evropském trhu s mlékem 41

4 Vlastní práce 43
4.1 Analýza vývoje produkce mléka v ČR a v Německu 43
4.1.1 Produkce mléka v ČR 43
4.1.2 Produkce kravského mléka v Německu 45
4.2 Analýza vývoje vybraných determinantů v ČR 46
4.2.1 Stav dojnic 47
4.2.2 Průměrná roční dojivost krav 49
4.2.3 Zemědělská cena kravského mléka 51
4.2.4 Množství nákupu mléka mlékárnami 53
4.2.5 Dovoz mléka a smetany 55
4.3 Analýza vybraných determinantů v Německu 57
4.3.1 Stav dojnic 57
4.3.2 Zemědělská cena kravského mléka 59
4.3.3 Množství nákupu kravského mléka mlékárnami 61
4.3.4 Dovoz mléka a smetany 63
4.4 LRM produkce mléka v Německu 65
4.5 Srovnávací LRM produkce mléka v ČR 69
4.6 Upravený LRM produkce mléka v ČR 74

5 Výsledky a diskuse 78

6 Závěr 81

7 Seznam použitých zdrojů 83
7.1 Tištěné zdroje 83
7.2 Elektronické zdroje 84
7.3 Zdroje podkladových dat 85

8 Přílohy 86

Seznam obrázků

Obrázek 1: Odhadnuté parametry modelu produkce mléka v Německu 66
Obrázek 2: Odhadnuté parametry srovnávacího modelu produkce mléka v ČR 71
Obrázek 3: Odhadnuté parametry upraveného modelu produkce mléka v ČR 75

Seznam tabulek

Tabulka 1: Pravidla pro produkt M1 (syrové kravské mléko) 40
Tabulka 2: Produkce mléka v České republice (mil. l) 43
Tabulka 3: Produkce kravského mléka v Německu (tis. t) 45
Tabulka 4: Stav dojených krav (ks) 47
Tabulka 5: Průměrná roční dojivost krávy (l) 49
Tabulka 6: Průměrná zemědělská cena za tis. litrů kravského mléka (Kč) 51

Tabulka 7: Množství nákupu mléka mlékárnami od prvovýrobců (mil. l) 53
Tabulka 8: Dovoz mléka a smetany z Evropy (mil. Kč) 55
Tabulka 9: Stav dojených krav (tis. ks) 57
Tabulka 10: Průměrná zemědělská cena za 100 kg kravského mléka (€) 59
Tabulka 11: Nákup kravského mléka mlékárnami na farmách (tis. t) 61
Tabulka 12: Dovoz mléka a smetany ze světa (mil. kg) 63

Seznam grafů

Graf 1: Produkce mléka v České republice (mil. l) 44
Graf 2: Produkce kravského mléka v Německu (tis. t) 46
Graf 3: Stav dojených krav (ks) 48
Graf 4: Průměrná roční dojivost krávy (l) 50
Graf 5: Průměrná zemědělská cena za tis. litrů kravského mléka (Kč) 52
Graf 6: Nákup mléka mlékárnami od prvovýrobců (mil. l) 54
Graf 7: Dovoz mléka a smetany z Evropy (mil. Kč) 56
Graf 8: Stav dojených krav (tis. ks) 58
Graf 9: Průměrná zemědělská cena za 100 kg kravského mléka (€) 60
Graf 10: Nákup kravského mléka mlékárnami na farmách (tis. t) 62
Graf 11: Dovoz mléka a smetany ze světa (mil. kg) 64

Seznam příloh

Příloha 1: Podkladová data pro model produkce mléka v Německu 86
Příloha 2: Podkladová data pro srovnávací model produkce mléka v ČR 87
Příloha 3: Podkladová data pro upravený model produkce mléka v ČR 87
Příloha 4: Tabulka kritických hodnot rozdělení pro t-test 88
Příloha 5: Výstupy z Gretlu pro ověření ekonometrické verifikace na model produkce mléka v Německu 89
Příloha 6: Výstupy z Gretlu pro ověření ekonometrické verifikace na srovnávací model produkce mléka v ČR 91
Příloha 7: Výstupy z Gretlu pro ověření ekonometrické verifikace na upravený model produkce mléka v ČR 93
Příloha 8: Výstupy z Gretlu pro testování stacionarity proměnných u modelu produkce mléka v Německu 94
Příloha 9: Výstupy z Gretlu pro testování stacionarity proměnných u modelů produkce mléka v ČR 97

1 Úvod

Mléko a mléčné výrobky patří díky svému optimálnímu obsahu živit k základním a nejdůležitějším potravinám člověka. Mléko, jako jedna z mála potravin obsahuje vyvážený poměr živočišných bílkovin, tuků a sacharidů. Jeho obsahem je rovněž vysoké množství vápníků a dalších minerálních látek jako je fosfor, draslík, hořčík, sodík a mnoho dalších stopových prvků. V současné době je kladen značný důraz na kvalitu mléka z hlediska nadměrného množství nežádoucích mikroorganismů a jiných cizorodých látek. Proto je nutné jeho kvalitu udržovat. Tím se začíná již v prvovýrobě, kdy se producenti zaměřují na kvalitu krmiva, pozitivní zdravotní stav dojnic, techniku dojení apod. Jedině tak je možné zajistit patřičnou kvalitu a jakost mléka k následnému prodeji, díky kterému lze realizovat peněžní zisk.

Podstatné změny v mlékárenském průmyslu se datují do druhé poloviny 19. století, kdy vlivem nových poznatků v mikrobiologii a v kvasné fyziologii či rozvojem techniky, se mléko v hospodářství jevilo jako přebytkové, a tím začalo jeho průmyslové zpracování. Již v té době začaly vznikat první mlékárny. Významný počet dojnic byl zredukován za 1. světové války, avšak za první republiky opět došlo k oživení a zakládání nových družstevních mlékáren. Značný pokles produkce nastal rovněž za 2. světové války. Po roce 1948 došlo k znárodnění mlékáren, a v každém kraji byl vytvořen jeden mlékárenský národní podnik. Mléko se zpočátku vozilo do obchodů v mlékárenských konvích, odkud bylo spotřebitelům rozléváno do konviček. Pozdějším vývojem se mléko začalo stáčet do skleněných lahví s hliníkovým uzávěrem a od 80. let 20. století se začalo plnit do polyetylenových sáčků.

Současným zásadním problémem producentů mléka je jeho příliš nízká výkupní cena, která se v roce 2016 v průměru propadla na necelých sedm korun za litr. Největší problémy mají malí chovatele, kteří jsou často nuceni se zbavovat části chovů. Ceny mléka se propadávají již dlouho. Jedním z důvodů je konec mléčných kvót, které regulovaly množství vyrobeného mléka v evropských zemích. Velké vrásky prvovýrobcům dále přidělávají mnohdy opravdu velké rozdíly mezi výkupní cenou mléka a cenou mléčných výrobků, které se pak dostanou na pult. Dle mlékařů s cenami hýbou finančníci neboli spekulanti a také obchodní řetězce. Jestli budou ceny v budoucnu stoupat, se nikdo příliš neodváží hádat. Za případný úspěch se může považovat i to, aby dále ceny neklesaly.

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Primárním cílem diplomové práce je uvést a kvantifikovat determinanty působící na produkci mléka v České republice a v Německu. Analyzovat vývoj zvolených determinantů za sledované období v letech 2001-2016 a pomocí sestavených lineárních regresních modelů určit, zda produkci mléka v ČR ovlivňují totožné produkční faktory jako v Německu. Mezi další cíle práce se řadí interpretace a odůvodnění zjištěných výsledků u obou zemí a jejich následné vzájemné porovnání.

2.2 Metodika

Pro analýzu produkce mléka v České republice a v Německu bude využito ekonometrického modelování, jehož nástrojem je ekonometrický model. V práci budou sestaveny dílčí lineární regresní modely. Konstrukce LRM je popsána v následujících krocích.

2.2.1 Tvorba ekonomického a ekonometrického modelu

Ekonometrii lze stručně charakterizovat jako ekonomickou disciplínu, která se zabývá měřením ekonomických vztahů a závislostí (Hušek, 2007).

Obecně model vyjadřuje zobrazení skutečnosti, kterým je reálný systém nebo proces. V ekonometrii doznaly největšího rozšíření algebraické modely, které zobrazují skutečnou ekonomickou strukturu soustavou rovnic. Ekonometrický model je specifická forma algebraického modelu obsahující minimálně jednu náhodnou proměnnou a představuje základní nástroj pro ekonometrické zkoumání (Tvrdoň, 2001).

Ekonomický model je vytvořen na základě ekonomické teorie a představuje zjednodušenou abstrakci reálného světa. Slouží ke konfrontaci ekonomické teorie se statistickými daty a vyjadřuje deterministický vztah mezi exogenní a endogenní proměnnou. Ekonomický model se stává ekonometrickým modelem v takové fázi, kdy se určí funkční forma modelu a přidá náhodná složka, která mu určuje stochastickou povahu (Tvrdoň, 2001).

Obecný zápis lineárního regresního modelu

$Y = \beta_1 + \beta_2 x_2 + \ldots + \beta_k x_k + u$, kde

u ..... náhodná složka

β_j..... j-tý regresní koeficient či parametr

x_j..... j-tá vysvětlující proměnná

V obecné rovině lze říct, že v ekonometrickém modelování lze rozlišit následující typy proměnných:

Endogenní proměnné neboli vysvětlované proměnné jsou hlavním předmětem sledování modelu a jejich hodnoty jsou generovány modelem. Zobrazují výsledek působení všech predeterminovaných a náhodných proměnných. Endogenní proměnné jsou zpravidla označovány písmenem Y s příslušnými indexy, které umožňují jednoznačnou identifikaci proměnné a její hodnoty v daném období (Hušek, 1986).

Exogenní proměnné na rozdíl od endogenních se vždy nachází v pozici vysvětlujících. Hlavním charakteristikou je, že vysvětlují hodnoty endogenních proměnných spolu s jejich změnami. Zároveň hodnoty nezávislých proměnných již nejsou určeny modelem, ale ekonomickým prostředím, které není předmětem zkoumání patřičného modelu a značí se písmenem x (Hušek, 1986).

Vzhledem k vnějšímu prostředí, které je modelem popsáno a vyznačuje určitou dynamiku vztahů mezi proměnnými, tím častěji se nepovažují statické modely za dostačující. Jednou z možností, jak lze model dynamizovat, je použití tzv. zpožděných proměnných. Například $x_{i(t-2)}$ je zpožděná hodnota i-té vysvětlující proměnné o dvě období. Zpožděné proměnné můžou být jak endogenní, tak také exogenní a jsou nazývány jako **predeterminované proměnné** (Hušek, 1986).

Poslední základní typem jsou náhodné neboli **stochastické proměnné**, z nichž každá je součástí pouze jedné stochastické rovnice. Náhodná složka značená zpravidla písmenkem u, vyjadřuje celkový účinek působení ostatních činitelů na vysvětlovanou proměnnou, které nebyly zahrnuty mezi predeterminované proměnné. Dále chyby vzniklé při měření

použitých proměnných a chyby, které plynou z volby nevhodného tvaru funkce (Hušek, 1986).

V praxi využitelný ekonometrický model musí rovněž obsahovat strukturální a stochastické parametry, jejichž odvození je jedním z cílů ekonometrického modelování.

Strukturální parametry udávají intenzitu a směr působení vysvětlujících proměnných na závislé proměnné. Jejich hodnoty se odhadují z napozorovaných údajů o endogenních a predeterminovaných proměnných na základě metod statistické indukce (Tvrdoň, 2001).

Stochastické parametry vykazují běžné charakteristiky hustoty pravděpodobnosti, respektive rozložení náhodných proměnných. Za jednu z nejdůležitějších se považuje rozptyl rezidua, který je rozhodujícím ukazatelem přesnosti modelu. Čím více se blíží nule, tím je model kvalitnější (Tvrdoň, 2001).

2.2.2 Sběr dat

Data pro zpracování vlastní části diplomové práce byla získána z veřejně dostupných databází Eurostatu, UN Comtrade a Českého statistického úřadu. Ekonometrické modely na produkci mléka v České republice a Německu byly sestaveny na základě dat z časových řad v období mezi lety 2001–2016.

Časovou řadou se rozumí časová data vymezeného ekonomického ukazatele, která je uspořádána v čase směrem od minulosti do přítomnosti (Artl, Artlová, 2009).

Jedná se o hodnoty určité veličiny pozorované v určeném časovém intervalu s danou frekvencí záznamu, kterou se rozumí velikost intervalu mezi jednotlivými pozorováními, nebo pravidelností, s jakou je záznam pořizován. Pro časovou řadu je důležité její chronologické uspořádání v čase, které nelze přerovnávat. Obvykle se pro její značení často používá časový index nebo argument t a pro celkový počet pozorování, tj. délku časové řady, se pak převážně volí symbol T (Cipra, 2013).

V analýze vývoje endogenních proměnný a analýze vybraných determinantů se bude testovat, zda jsou časové řady stacionární neboli tzv. neměnné v čase. Časové řady tvořené nestacionárními stochastickými procesy jsou charakteristické přítomností trendu (Artl, Artlová, 2009).

2.2.3 Odhad parametrů LMR

K odhadu parametrů pro ekonometrický model bude použita běžná metoda nejmenších čtverců, která poskytuje nejlepší, nestranné a konzistentní odhady parametrů modelu, pokud jsou splněny následující předpoklady lineárního regresního modelu a náhodné složky:

Předpoklady LRM

- Neopomenutí podstatné vysvětlující proměnné
- Nezahrnutí irelevantních vysvětlujících proměnných
- Vhodný tvar funkce
- Stabilní odhadnuté parametry a časová invariantnost
- Respektování simultánnosti vztahů mezi proměnnými

Předpoklady o náhodné složce

- Nulový průměr stochastické proměnné
- Rozptyl náhodné složky je konstantní a konečný (homoskedasticita)
- Neexistence autokorelace reziduí
- Nepřítomnosti perfektní multikolinearity
- Normální rozdělení náhodné složky

Hlavním úkolem běžné metody nejmenších čtverců je odhadnout parametry, které minimalizují součet čtverců odchylek teoretických hodnot endogenní proměnné od jejích skutečných hodnot.

Kritérium pro BMNČ:

min $\sum_{t=1}^{n}(y_{t-}\ \hat{y}_t)^2$, kde (1)

y_t..... skutečná napozorovaná hodnota endogenní proměnné v čase t

$\hat{y}_t$ ..... teoretická hodnota endogenní proměnné v čase t

Vzorec pro odhad parametrů modelu při splnění výše uvedených předpokladů a kritéria je následovný:

$\gamma = (X^T\ X)^{-1}\ X^T\ y$, kde (2)

γ..... je vektor odhadnutých parametrů

X..... matice, která obsahuje napozorované hodnoty

y ..... je vektor obsahující napozorované hodnoty vysvětlované proměnné

Vyjádření soustavy rovnic pomocí maticového zápisu:

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & x_{21} & x_{k1} \\ 1 & x_{22} & x_{k2} \\ 1 & x_{2n} & x_{kn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \beta_k \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_n \end{bmatrix}, \text{ kde}$$

Y..... sloupcový vektor n pozorování hodnot vysvětlované proměnné

X..... matice n x k pozorování hodnot vysvětlujících proměnných

U..... sloupcový vektor n hodnot nepozorovatelné náhodné složky

β ..... sloupcový vektor k neznámých parametrů

2.2.4 Verifikace LRM

Úkolem verifikace je ověřit, zda jsou odhadnuté parametry v souladu s předem určenými hypotézami a zda obsahují potřebné ekonomické, statistické, ekonometrické a matematické charakteristiky.

Při **ekonomické verifikaci** se zejména posuzuje směr a intenzita působení predeterminovaných proměnných na proměnnou endogenní. Verifikuje se správnost znamének odhadnutých parametrů a jejich číselná velikost. Pokud jsou získané odhady v souladu s očekáváními jednotlivých parametrů, pak je lze interpretovat ve shodě s teoretickými ekonomickými předpoklady a ekonometrický model se považuje za adekvátní (Hušek, 2007).

Statistická verifikace slouží především k posouzení statistické reálnosti odhadnutých parametrů i celého ekonometrického modelu. Zakládá se na statistických kritériích či testech, pomocí nichž se ověřuje přesnost a významnost výsledků kvantifikace. Často používanými kritérii statistické verifikace jsou standardní chyby odhadnutých parametrů, koeficienty vícenásobné determinace a dále *t* a *F* testy statistické významnosti odhadů (Hušek, 2007).

Shoda odhadnutého modelu s daty se posuzuje pomocí koeficientu vícenásobné determinace R^2, který je založen na rozkladu celkového rozptylu vysvětlované proměnné na rozptyl teoretický a reziduální.

$$S_y^2 = S_{\hat{y}}^2 + S_u^2, \text{ kde} \qquad (3)$$

S_y^2 ..... celkový rozptyl vysvětlované proměnné

$S_{\hat{y}}^2$ ..... teoretický rozptyl vysvětlované proměnné

S_u^2 ..... rozptyl náhodné složky

$$S_y^2 = \frac{\sum_{t=1}^{n}(y_t - \bar{y})^2}{n}, \text{kde} \tag{4}$$

S_y^2 ..... celkový rozptyl vysvětlované proměnné

y_t ..... skutečné hodnoty endogenní proměnné v čase t

$\bar{y}$ ..... průměr skutečných hodnot endogenní proměnné

n ..... délka časové řady

$$S_{\hat{y}}^2 = \frac{\sum_{t=1}^{n}(\hat{y}_t - \bar{y})^2}{n}, \text{kde} \tag{5}$$

$S_{\hat{y}}^2$ ..... teoretický rozptyl vysvětlované proměnné

$\hat{y}_t$ ..... teoretické hodnoty endogenní proměnné v čase t

$\bar{y}$ ..... průměr skutečných hodnot endogenní proměnné

n ..... délka časové řady

$$S_u^2 = \frac{\sum_{t=1}^{n}(y_t - \hat{y}_t)^2}{n}, \text{kde} \quad (6)$$

S_u^2 ..... rozptyl náhodné složky

y_t ..... skutečné hodnoty endogenní proměnné v čase t

$\hat{y}_t$ ..... teoretické hodnoty endogenní proměnné v čase t

n ..... délka časové řady

Koeficient determinace udává, z kolika procent jsou změny endogenní proměnné vysvětleny změnami vysvětlujících proměnných. Pokud se R^2 rovná 100 %, znamená to, že všechna rezidua v modelu jsou nulová a daná funkce plně vystihuje zkoumané vztahy.

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

R^2 ..... koeficient vícenásobné determinace

S_u^2 ..... rozptyl náhodné složky

S_y^2 ..... celkový rozptyl vysvětlované proměnné

Pravidelně se využívá také **korigovaný koeficient determinace**, který zohledňuje v modelu existenci irelevantních proměnných. Zpravidla je díky tomu jeho hodnota nižší než u R^2 a je dán vztahem:

$$\overline{R^2} = 1 - (1 - R^2)\frac{n-1}{n-p}, \text{kde} \quad (8)$$

$\overline{R^2}$ ..... korigovaný koeficient vícenásobné determinace

n ..... délka časové řady

p ..... počet odhadovaných parametrů v dané rovnici

Testování statistické významnosti odhadnutých jednotlivých parametrů se hodnotí na základě t-testu, kdy je při výpočtu testovacího kritéria používán korigovaný reziduální rozptyl, který je korigován počtem stupňů volnosti v daném vztahu.

$$\overline{S_u^2} = \frac{\sum_{t=1}^{n}(y_t - \hat{y}_t)^2}{n-p}, \text{kde} \quad (9)$$

$\overline{S_u^2}$ ..... korigovaný reziduální rozptyl

y_t ..... skutečné hodnoty endogenní proměnné v čase t

$\hat{y}_t$ ..... teoretické hodnoty endogenní proměnné v čase t

n ..... délka časové řady

p ..... počet odhadovaných parametrů v dané rovnici

Vzorec pro testovací kritérium je stanoven následovně:

$$t - hodnota = \frac{|\gamma_{it}|}{S_{bi}}, \text{kde} \quad (10)$$

$|\gamma_{it}|$ ..... hodnota parametru

S_{bi} ..... chyba odhadu

Statistická významnost odhadnutých parametrů se zjistí porovnáním vypočtené t-hodnoty s tabulkovou hodnotou t-testu na předem zvolené hladině významnosti. Pakliže je t-hodnota vyšší než tabulková hodnota, zamítá se nulová hypotéza o statistické nevýznamnosti parametrů a naopak.

Při **ekonometrické verifikaci** se ověřují a testují podmínky nutné pro aplikaci jednotlivých ekonometrických metod, testů apod. V rámci modelu na produkci mléka se bude testovat přítomnost normality, autokorelace a heteroskedasticity reziduí.

Teoretický rámec při testování hypotéz vypadá tak, že v něm figurují dvě hypotézy, a to:

Nulová hypotéza označována jako H_0, kdy její podstatou je tvrzení, které má být testováno.

Alternativní hypotéza označována jako H_1, která zahrnuje zbývající tvrzení.

Vlastní test hypotézy bývá převážně založen na statistickém porovnání odhadnutého parametru s jeho hypotetickou hodnotou z nulové hypotézy. To znamená, že pokud odhadnutý parametr se velmi liší od hypotetické hodnoty, pak se nulovou hypotéza zamítá a naopak (Cipra, 2013).

- **Test normality**

I přesto, že jsou testové statistiky využívané v ekonometrické praxi obvykle založeny na předpokladu normality modelu, doporučuje se ověřit, zda je předpoklad normality v daném modelu přijatelný (Cipra, 2013).

Pro testování normality reziduí bude použit Chí- kvadrát test při stanovení následujících hypotéz:

H_0: náhodné chyby jsou normálně rozděleny

H_1: náhodné chyby nejsou normálně rozděleny

- **Test autokorelace**

Autokorelace reziduí se vyznačuje tím, že náhodná složka je korelovaná se svými zpožděnými a budoucími hodnotami (Cipra, 2013).

Autokorelace v modelu bude testována pomocí Breush-Godfreyova testu prvního řádu za stanovení hypotéz:

H_0: náhodné chyby nejsou vzájemně korelované

H_1: náhodné chyby jsou vzájemně korelované

- **Test heteroskedasticity**

O heteroskedasticitě se hovoří v případě porušení předpokladu homoskedasticity. To znamená, že pokud reziduální složky nemají konstantní rozptyl, pak se označují jako heteroskedastické (Cipra, 2013).

Ta bude testována na základě Breush-Paganova testu s předem danými hypotézami:

H_0: náhodné chyby jsou homoskedastické

H_1: náhodné chyby jsou heteroskedastické

2.2.5 Aplikace LMR

Kvalitní ekonometrický model se využívá v oblasti, pro kterou byl odvozen. Pravidelně se aplikuje při prognóze ekonomických procesů. Dále pak v oblasti strukturální analýzy nebo využití modelu v simulaci efektů a výsledků jednotlivých scénářů (Tvrdoň, 2001).

V rámci modelu na produkci mléka budou vypočteny a interpretovány koeficienty pružností jednotlivých vysvětlujících proměnných na endogenní proměnnou. Relativní vyjádření umožňuje srovnávat intenzitu působení různých proměnných na endogenní proměnnou bez ohledu na to, v jakých jednotkách jsou jednotlivé proměnné vyjádřeny (Tvrdoň, 2001).

$$E = \frac{\partial y}{\partial x_i} \frac{x_i}{\hat{y}}, \text{kde} \qquad (11)$$

E ..... koeficient pružnosti

∂y ..... parciální derivace podle endogenní proměnné

∂x_i ..... parciální derivace podle i-té vysvětlující proměnné

x_i ..... skutečná napozorovaná hodnota i-té vysvětlující proměnné

$\hat{y}$ ..... teoretická hodnota endogenní proměnné

3 Teoretická východiska

3.1 Složení mléka

Mléko společně s mléčnými výrobky jsou již tisíce let součástí základní zdravé stravy v mnoha kulturách po celém světě. Poskytují nezbytné nutriční, funkční a fyziologické hodnoty potřebné pro udržení zdravého lidského těla. V mléce je obsaženo hned několik makro a mikroživin, které mu dodávají vysokou výživovou hodnotu (Kanekanian, 2014).

„Mléko představuje složitý biologický systém, ve kterém se nacházejí jednotlivé složky v různém poměru a vzájemné vazbě. Hlavními složkami jsou z hlediska nutričního a technologického mléčné bílkoviny, mléčný tuk, laktóza a minerální soli. Tyto složky tvoří převážnou sušinu mléka. Doplňujícími složkami jsou vitamíny, enzymy, dusíkaté nebílkovinné látky, organické kyseliny a ochranné látky“ (Červenka, 2002).

Obecně lze konstatovat, že mléko se skládá ze tří základních součástí a to vody, sušiny a plynů.

3.1.1 Voda

Je považována za nositele a rozpustidla celého systému mléka. Její obsah je závislý zejména na obsahu tuku. Čím vyšší je tučnost daného mléka, tím se podíl vody snižuje a naopak. V mléce se vyskytuje jako voda volná, kdy tvoří s ostatními složkami mléka pravý roztok nebo jako voda vázaná. Volná voda lze poměrně lehce oddělit, a především její obsah se ztrácí při sušení nebo mrazení (Červenka, 2002).

3.1.2 Mléčný tuk

Tvoří základní zdroj energetické hodnoty samotného mléka, ve kterém se vyskytuje jako emulze v podobě tukových kuliček (Červenka, 2002).

Převážná většina mléčného tuku je syntetizována v mléčné žláze. Za prekurzory mléčného tuku jsou označovány těkavé mastné kyseliny vznikající při fermentačních procesech v bachoru. Syntetizován je zejména z kyseliny máselné a kyseliny octové. Tučnost mléka udává právě množství vytvořené kyseliny octové. Čím méně se v bachoru vytvoří kyseliny octové, tím více klesá obsah tuku v mléce a naopak (Bouška, 2006).

3.1.3 Bílkoviny (kasein, albumin, globulin)

Představují nejvýznamnější složku mléka z nutričního hlediska. Obsahují veškeré nenahraditelné esenciální aminokyseliny, které jsou nezbytné pro klasickou výživu. Jsou to právě aminokyseliny a jejich vzájemný poměr, který v mléčných bílkovinách tvoří základ jejich vysoké stravitelnosti (Červenka, 2002).

Hlavní bílkovinou mléka je tzv. kasein, syntetizovaný mléčnou žlázou a vázaný v mléce na vápník. Tuto vápenatou sůl lze zároveň z mléka vysrážet například působením ethanolu nebo kyselinami. Za syrovátkové bílkoviny se považuje ta část bílkovin, která zůstává v roztoku po vysrážení kaseinu. Představují zhruba 17-20 % podílu z čistých bílkovin mléka a zpravidla obsahují vyšší nutriční hodnotu než zmíněný kasein. Hlavní část syrovátkových bílkovin tvoří laktoglobulin (50 %) a laktalbumin (25 %). Zbylé dvě bílkovinné frakce jsou totožné s bílkovinami krve nazývající se serum albumin a imunoglobulin (Gajdůšek, 2003).

3.1.4 Laktóza

Neboli mléčný cukr má v mléce opodstatnění jako hlavní energetická složka. Právě laktóza má z nutričního hlediska pozitivní vliv na trávení, jelikož podporuje peristaltiku střev. Udává mléku nasládlou chuť a velkou měrou přispívá ke smyslovým vlastnostem mléka (Červenka, 2002).

Za negativní vlastnost mléčného cukru se považuje to, že svým působením snižuje trvanlivost mléka. To je způsobeno nehygienickým získáváním mléka v prvovýrobě, kdy se laktóza snadno enzymaticky rozkládá na kyselinu mléčnou, která při vyšším množství zapříčiní srážení mléka a tím dochází k jeho znehodnocení (Červenka, 2002).

3.1.5 Minerální látky

Minerální látky se v mléku vyskytují jako ve formě koloidní suspenze nebo ve formě roztoku. (Teplý,1979).

Největší zastoupení tvoří draslík, který zaujímá zhruba 25 % ze všech minerálních látek. Pouze o jedno procento méně tvoří fosfor vázaný ve formě solí kyseliny fosforečné a vápník (20 %). V nižším poměru se v mléce vyskytují minerální látky jako chlor, sodík, hořčík nebo síra (Červenka, 2002).

Mléko mimo jiné obsahuje rovněž obsáhlý počet stopových prvků, jejichž hlavní význam spočívá v aktivaci enzymů (Teplý, 1979).

3.1.6 Vitamíny

V mléce jsou vitamíny obsaženy téměř v ideálním množství s tím, že mléko pravidelně obsahuje vitamíny obou hlavních skupin, vitamíny rozpustné v tucích nebo vitamíny ve vodě. Mezi rozpustné v tucích se řadí zejména vitamíny A, D, E a K. Ve druhé skupině má největší význam vitamín B, kam spadají prakticky veškeré vitamíny, které se rozpouštějí ve vodě (Červenka, 2002).

Vitamín C je v mléce obsažený ve velmi širokém rozpětí. Průměrné hodnoty na 1 kg mléka se pravidelně pohybují od 5 do 30 mg. Avšak vzhledem k citlivosti vitamínu C na teplotu a oxidační vlivy se jeho hodnota během skladování a zpracování postupně snižuje až o 50 % (Červenka, 2002).

3.2 Druhy mléka

Mléka několika druhů zvířat lze rozdělit do dvou základních skupin. Liší se od sebe jak svými fyzikálními vlastnostmi, tak také složením, které se vyznačuje především obsahem kaseinu k ostatním mléčným bílkovinám (Červenka, 2002).

3.2.1 Albuminové mléko

Prvním druhem jsou tzv. mléka albuminová. Takové mléko produkují všežravci, býložravci a masožravci s jednoduchým žaludkem. Jsou to mléka, u kterých tvoří globulin a albumin nejméně jednu třetinu obsahu mléčných bílkovin. Jako příklad se uvádí kobylí, hroší, oslí nebo sloní mléko (Červenka, 2002).

3.2.2 Kaseinové mléko

Do druhé skupiny patří mléka kaseinová, která v sobě obsahují minimálně 75 % kaseinu z celkového podílu mléčných bílkovin. Pro mlékárenský trh mají velký význam, protože právě kasein má schopnost se kysáním srážet v souvislou kyšku a sýřením vzniká kompaktní sýřenina. Jedná se o mléka býložravců, mezi které se řadí mléko kravské, kozí, ovčí, buvolí, sobí, velbloudí a lamí (Červenka, 2002).

3.3 Vlastnosti mléka

3.3.1 Senzorické vlastnosti

Mezi čtyři nejzákladnější senzorické vlastnosti mléka se řadí barva, vůně, chuť a konzistence (Gajdůšek, 2003).

Barvu mléku dodává mléčný tuk ve formě tukových kuliček a zčásti také kasein v podobě kaseinových micel podmiňují bílou barvu mléka, která je až slabě krémově neprůhledná. Samotná krémová barva je ovlivněna obsahem karotenoidů, rozpuštěných v mléčném tuku a částečně je závislá také riboflavienem (vitamin B_2), který se nachází ve vodném prostředí (Gajdůšek, 2003).

Sladkou **chuť** mléku dodává především laktóza spolu s mléčným tukem a fosfatidy. Negativní dopad na jeho chuť mohou způsobit látky obsažené v krmivu. Existuje zde zejména riziko spojené s přítomností podmíněných patogenních mikroorganismů v syrovém mléce, a proto se chuť mléka smí zkoušet až tehdy, kdy je provedena pasterizace (Gajdůšek, 2003).

Čerstvě nadojené mléko nemá nikterak zvláštní výraznou **vůni**. Důležité je však zmínit, že velmi snadno přijímá cizí pachy z vnějšího prostředí, které se poměrně lehce váží na tukové kuličky. Uvádí se, že vůně mléka souvisí zejména se stupněm jeho znečištění. Proto se považuje za nezbytné, aby se získávalo a uchovávalo v odpovídajícím prostředí (Gajdůšek, 2003).

Jeho **konzistence** je tvořena především vysokým obsahem vody a homogenní strukturou mléka, ve které se uchovává laktóza a část minerálních látek v roztoku, bílkoviny v koloidní fázi a pouze mléčný tuk v emulzní fázi (Gajdůšek, 2003).

3.3.2 Fyzikální a chemické vlastnosti

Hmotnost syrového mléka se v České republice pohybuje v rozmezí 1,028 až 1,032 $g.cm^{-3}$. Konečná hodnota je závislá na obsahu jednotlivých složek mléka a to laktózy, bílkovin, tuku a minerálních látek (Gajdůšek, 2003).

Za jednu z nejdůležitějších fyzikálních vlastností se u mléka uvádí **bod mrznutí**, který se využívá k rychlému posouzení technologické neporušenosti směsného syrového mléka.

Jedná se o relativně konstantní vlastnost a jeho hodnota se pohybuje v intervalu od -0,54 až do -,057 °C (Gajdůšek, 2003).

Kyselost se u mléka a mléčných výrobků udává jak titrační kyselostí, tak také aktivní kyselostí (Gajdůšek, 2003).

Titrační kyselost vyjadřuje spotřebu roztoku hydroxidu sodného o koncentraci c(NaOH) = 0,25 $mol.1^{-1}$ potřebného k neutralizaci kysele reagujících látek ve 100 ml vzorku na indikátor fenolftalein. Na základě ČSN 57 0529 se v ČR považuje za klasické mléko o titrační kyselosti v rozpěti 6,2 až 7,8 (Gajdůšek, 2003).

Hodnota aktivní kyselosti čerstvě nadojeného mléka se pravidelně vyskytuje v intervalu pH 6,4 – 6,8. Mléko disponuje tzv. tlumivou pufrační schopností. To znamená, že pokud se do jeho složení přidá určité množství kyseliny nebo zásady, tak se u mléka nezmění aktuální hodnota kyselosti, a proto je vhodnějším měřítkem stanovení jeho kvality titrační hodnota (Gajdůšek, 2003).

3.4 Charakteristika významných mléčných a kombinovaných plemen skotu

3.4.1 Holštýnský skot (holstein)

Jedná se o nejrozšířenější světové dojené plemeno, které pochází z populace černostrakatého skotu severozápadní Evropy, chované od Fríska přes Šlesvicko-Holštýnsko až po Jutsko. V minulém století bylo intenzivně šlechtěno v podmínkách Severní Ameriky na funkční mléčný užitkový typ a tím vzniklo nejkvalitnější mléčné plemeno, které nemá konkurenci v produkci mléka. Ve velké míře nahrazuje méně výkonná dojená plemena skotu jak v Evropě, tak i v jiných částích světa. Při šlechtění se klade důraz na funkčnost zevnějšku a stejná váha užitkovosti je přisuzována rovněž užitkovému typu. Zbarvení holštýnského skotu je převážně černostrakaté s tím, že bílá barva někdy převažuje. Holštýnsko-fríské plemeno produkuje v laktaci velký objem mléka, kdy dosahují laktaci na úrovni 25–30 tis. kg. mléka. Nejvyšší denní produkce v průměru na vrcholu dosahuje u krav prvotelek 30-50 kg a u krav na pozdějších laktacích od 50 až do 82 kg mléka. Samotné mléko daného plemene má vcelku úzký poměr mezi bílkovinami a obsahem tuku. Celkové množství holštýnského a holštýnizovaného černostrakatého

plemene se dosahuje celosvětově až 80 milionů krav a v budoucnosti se dá očekávat další expanze tohoto plemene (Bouška, 2006).

3.4.2 Jerseyský skot (jersey)

Jedno z dalších významných plemen mléčného skotu, které vzniklo na ostrově Jersey v Lamanšském průlivu v roce 1763. Jerseyský skot má menší tělesný rámec a vyniká mléčným užitkovým typem. Dospělé krávy přibližně dosahují 115-120 cm v kohoutku a jejich hmotnost se pohybuje v intervalu 350-450 kg živé váhy. Plemeno se vyznačuje svoji žlutou barvou srsti, přes hnědé odstíny až po šedou nebo dokonce černou barvu. Tento typ krav je výjimečný svou produkcí mléka s vysokým obsahem tuku a mléčných bílkovin. Díky své mléčné užitkovosti a relativní výkonnosti se řadí mezi hospodárná plemena. Mléko se v převážné většině využívá ke zpracování na produkci másla nebo tučných sýrů, protože kvůli vysokému obsahu tuku je jinak hůře uplatnitelné. Perspektiva chovu jerseyského skotu je založena na vytvoření vhodných chovatelských podmínek, v možnosti realizace, a především na zpracování mléka, které se vyznačuje vysoce koncentrovanými složkami (Bouška, 2006).

3.4.3 Strakatý skot (fleckvieh)

Strakatý skot pocházející ze Švýcarska je druhým nejrozšířenějším plemenem v Evropě hned po holštýnském skotu. Na jeho vzniku se podílely především plemena simentálské a bernské, která při uplatnění převodného křížení na domácí plemena dala vzniknout tomuto plemeni kombinovaného užitkového zaměření. V posledních letech byl strakatý skot zušlechťován pro vyšší mléčnou užitkovost jinými plemeny jako ayrshire nebo red holstein. Vyznačuje se červenostrakatým, případně žlutostrakatým zbarvením. Dlouhodobě je využitelný na kombinovanou užitkovost, a to v poměru 60 % pro mléko a 40 % pro maso. Kohoutková výška krav se v dospělosti pohybuje v rozmezí 138-145 cm a dosahuje hmotnosti 650-750 kg živé váhy. Důraz je kladen zejména na užitkovost v podobě produkce mléka za normovanou laktaci 6-7 tis. kg mléka s vysokým obsahem tuku a bílkovin. Plemeno se také vyznačuje pevným zdravím, plodností, dlouhověkostí, přizpůsobivostí, schopností přijímat obsáhlejší množství krmiva a svojí hospodárností (Bouška, 2006).

3.5 Faktory ovlivňující produkci mléka

3.5.1 Technologie produkce mléka

Z velké části ovlivňují produkci mléka technologie, a to nejen pouze stroje a zařízení, jak se většina lidí domnívá. U produkce mléka se technologiemi rozumí zejména plemeno krav, výživa a krmení, jejich ustájení, odchov telat apod. Jedná se o posloupnost jednotlivých faktorů, které ovlivňují konečnou produkci mléka (Kadlec, 2002).

Naprosto významný vliv na kvalitu mléka má zemědělská prvovýroba. Za hlavní faktory ovlivňující jakost mléka se považují:

Plemeno dojnic

Řadí se mezi nejdůležitější faktory, protože právě druh plemena určuje průměrný obsah tuku, velikost tukových kuliček nebo také technologické vlastnosti bílkovin u mléka (Kadlec, 2002).

Stadium laktace

Prakticky ihned po otelení dojnice produkují tzv. mlezivo. To je mléko, které se vyznačuje z velké části odlišným složením (obsahuje vysoký podíl syrovátkových bílkovin, minerálních látek, nižší obsah laktózy) a nesmí se přidávat do mléka, které je určeno pro mlékárenské zpracování. Mlezivo se velmi rychle mění a již po pěti dnech má mléko klasické složení. Následujících 300 dní ve stadiu laktace obsah jednotlivých složek u mléka zprvu lehce klesá, ale od 4. měsíce se v řádu několika desetin procent opět zvyšuje (Kadlec, 2002).

Výživa dojnice

U výživy je rozhodující, aby krmná dávka byla vyvážená a obsahovala správný poměr objemových a jadrných krmiv. Za důležitý prvek se považuje charakter krmiva, který se odlišuje sezónními vlivy. To znamená, že například v létě se dojnice krmí zelenou pící a v zimě naopak siláží nebo senáží. Mléko poměrně snadno přejímá pachové a chuťové látky z krmiva (Kadlec, 2002).

Zdravotní stav dojnic

Mléko, které je vyprodukováno z nemocných dojnic se nesmí pro lidskou výživu používat. Za častý problém se považují záněty mléčné žlázy, tzv. mastitida vyskytující se

v subklinické formě. Svým působením mastitida ovlivňuje složení mléka (obsahuje menší podíl kaseinu, laktózy, naopak více chloridů, sérových bílkovin jako jsou imunoglobuliny a jiné antibakteriální látky) a zhoršuje jeho technologické vlastnosti. Za hlavní faktory pro posouzení zdravotního stavu je obsah somatických buněk. Somatické buňky ovlivňují vlastnosti mléka aktivním enzymatickým systémem a svými antibakteriálními účinky mohou zhoršovat například kvasnost mléka (Kadlec, 2002).

Hygiena získávání mléka

U zdravé dojnice je mléko v podstatě sterilní, avšak při dojení se prakticky nelze vyhnout jeho kontaminaci. Aby mléko dosahovalo určité jakosti, tak je nutné, zajistit potřebné hygienické podmínky pro dojení. Tím se rozumí kvalitní dojírny, dojící zařízení, čistota vemene apod. Dále pak dostatečně mléko vychladit a tím zabránit rozvoji kontaminujících mikroorganismů (Kadlec, 2002).

Nativní lipolýza

Pomocí nativní mléčné lipasy se při skladování mléka postupně navyšuje podíl volných mastných kyselin v mléčném tuku, které se z části uvolňují do mléčné plazmy. Nativní lipolýza působí rychleji a poměrně snadno překročí v průběhu skladování a zpracování mléka akceptovatelnou mez, jestliže se v důsledku vysokého mechanického namáhání během chlazení poškodí obaly tukových kuliček (Kadlec, 2002).

3.5.2 Ustájení

Majitel dojnic by měl vyvinout snahu, aby uzavřel komplex faktorů, které ovlivňují produkci mléka a to: plemeno – krmení – prostředí – člověk, který je považován za určující úspěch chovu a ekonomického efektu. Rozhodnutí optimální ustájovací technologie může být klíčovým článkem pro naplnění výše uvedeného komplexu.

Vazné stáje

Se vyvíjely z dlouhého podestýlaného stání přes střední stání se žlabovou zábranou s vysokou požlabnicí, až ke kratšímu s nízkou požlabnicí a podestýlkou nebo pryžovou matrací. Vývoj v posledních desetiletích se odvíjel zejména v závislosti na ekonomických podmínkách, ale také se braly v potaz požadavky na ochranu zvířat v podobě tvorby podmínek welfare (Bouška, 2006).

Při vytvoření podmínek ustájení je zapotřebí vycházet ze skutečnosti, že čím je omezenější prostor zvířete, tím lépe musí odpovídat funkcím, potřebám a požadavkům zvířat. V závislosti na této aplikaci je třeba u vazného ustájení zohlednit následující prvky (Bouška, 2006):

Pohodlný krmný žlab pro krávu je takový, při kterém přijímá krmivo bez většího zvýšených tlaků na zábrany a bez toho, aniž by musela dosahovat krmiva s vyplazeným jazykem. Za optimálního tvaru žlabu se považuje krmivo, které je dosažitelné v celé šířce (Bouška, 2006).

Na základě pohybové analýzy přirozeného vstávání a uleháváni krav na pastvě bylo zjištěno, že ramenní kloub vykoná horizontální pohyb v délce 37-45 cm. Tím vzniká nepřetržitá zátěž spojená s opakovanými pokusy o vstávání. To má za následek, že požadavky na konstrukci vázání by měly vycházet z předpokladů přirozeného chování a pohybu zvířat (Bouška, 2006).

Délka stání by měla být taková, aby bylo dojnicím umožněno přirozené ležení a stání. Zadní končetiny nesmí být představeny a neměly by stát na roštovém kališti či v dráze oběžného shrnovače. Pánev s vemenem při ležení musí být na ploše stání. Mezi požlabnicí a klouby ležících krav musí být dodržován odstup minimálně 20 cm. Podlaha na stání by měla být dostatečně měkká, s tepelnou izolací, suchá, snadno čistitelná a kyselinovzdorná. Za nejvhodnější způsob úpravy podlahy pro ležení a stání zvířat se dlouhodobě využívá podestýlání slámou. Ke stání jsou napojeny automatické napáječky, které se umisťují v prostoru nad žlabem vzhledem k možné přetékající vodě (Bouška, 2006).

V posledních letech už ovšem nebyla v České republice vybudována ani jedna vazná stáj. Vysokoužitkové krávy vyžadují zvýšený pohyb, což vazné ustájení neumožňuje. Za další nevýhody lze uvést vyšší pracnost při ošetřování a dojení, dochází ke zhoršení čistoty vemene a k celkovému zhoršení zdravotního stavu dojnic (Bouška, 2006).

Volné ustájení

- Kombinované boxy

Řadí se mezi volné systémy ustájí za předpokladu splnění určitých požadavků. Princip kombinovaného boxu spočívá v tom, že tzv. kombibox představuje stání s krmným žlabem a popřípadě napáječkou. Pro zjednodušení lze konstatovat, že se jedná o vazné ustájení, ale

bez vázání. Využívá se kratšího 150-170 cm dlouhého stání, 115-120 cm širokého s nízkou požlabnicí a stranovými zábranami, které umožňují zvířatům položení hlavy na požlabnici. V praxi se uplatňují jak stelivové, tak bezstelivové varianty (Bouška, 2006).

- Volné boxové stáje

Jedná se o volné skupinové ustájení s použitím volného boxového stáje, kdy krávy odpočívají v boxových stlaných či bezstelivových ložích. Rozměry, funkčnost a dispoziční řešení boxových loží má rozhodující vliv na tento systém. Kvalitní boxový stáj by měl zajišťovat podle Boušky:

- Dobrou orientaci zvířat při vstupu a důvěru ve vyhrazeném místu k odpočinku
- Pohodlí při ulehání, vstávání a volný prostor pro pohyb
- Dostačující místo pro body a břišní krajinu při současném vyloučení příčného zalehávání v boxech
- Trvanlivost a pevnost podlahy či bočního hrazení

- Volné ustájení s plochými kotci se stlanou lehárnou a sníženým krmištěm

Je způsob ustájení, který spočíval ve zpevněném a sníženém krmišti, které je možné uzavírat a v kotcích s bezespádovou podlahou. Zde převažují nevýhody ve větším znečištění zvířat, vyšší spotřebě práce a nižší užitkovosti v důsledku dlouhodobého a častého vyrušování dojnic (Bouška, 2006).

- Volné ustájení s lehárnou na hluboké podestýlce a zvýšeným zpevněným krmištěm

I v dnešní době se ustálení s hlubokou podestýlkou považuje mezi chovateli za spolehlivou technologii s vysokou funkční jistotou a potřebným standardem pohody pro zvířata. Pohoda zvířat je určena množstvím podestýlky a hustotou obsazení. Tato technologie se považuje za vhodnou pro vysokoužitková stáda, při splnění specifických výrobních podmínek (Bouška, 2006).

3.5.3 Výživa a krmení dojnic

Mléčná užitkovost je ovlivněna zejména genetickým potenciálem dojnic, výživou a zdravotním stavem. V současné době náklady na krmiva představují až polovinu z celkových nákladů na výrobu kravského mléka. Při stále stoupající užitkovostí krav

rostou náklady na krmení, a především v době první třetiny laktace je z hlediska výživy a managementu velice důležitá (Bouška, 2006).

Sestavování krmných dávek

Na sestavování krmných dávek se v dnešní době využívají počítačové programy, které produkují odlišné databáze živin pro jednotlivé kategorie skotu a různé hodnoty obsahu živin v krmivech. V České republice se nejčastěji využívá weendenská analýza, zatímco v USA tzv. metoda Van Soesta hodnotící krmiva. Při programování krmných dávek je nutné, aby se chovatel rozhodl pro jeden systém, který bude, pokud možno využívat v celém komplexu (Bouška, 2006).

Příjem sušiny

Při sestavování krmné dávky je odhad skutečné spotřeby krmiv, tedy sušiny, považován za jeden z nejsložitějších a nejčastějších limitujících faktorů. K nejdůležitějším faktorům patří samotné zvíře, kde se posuzuje jeho hmotnost, mléčná užitkovost, fáze laktace apod. spolu s druhem a obsahem krmiva. Například dojnice s nižší hmotností přijímají v první fázi laktace zhruba o 25 % sušiny více než tučnější krávy nebo tzv. prvotelky při stejné hmotnosti spotřebují o 1 kg sušiny méně než starší dojnice. Pokud se zvýší mléčná užitkovost dojnice o 1 kg, musí se zvýšit také příjem sušiny až o 0,5 kg (Bouška, 2006).

Dusíkaté látky a systém jejich hodnocení

V posledních letech se více využívají poznatky získané ve výživě přežvýkavců k uplatnění dokonalejších systémů hodnocení dusíkatých látek a energie. Přestože jsou dusíkaté látky brány pouze jako orientační ukazatel, tak je možné podle nich částečně sestavovat a posuzovat krmnou dávku. Vysokoužitkové dojnice se zásobí dusíkatými látkami především na počátku laktačního období, kdy bachorové bakterie nestačí produkovat dostatečné množství mikrobiálního proteinu, které je potřebné pro rostoucí mléčnou užitkovost (Bouška, 2006).

3.6 Ostatní faktory ovlivňující produkci mléka

Za jeden z nejdůležitějších trendů v mlékárenském odvětví a mléčných výrobků se považuje rostoucí globalizace v posledních deseti letech. K tomu pomohla zvýšená poptávka po mlékárenských produktech ve velkých rozvíjejících se zemích, a tím rozšíření velikosti globálního obchodu s mlékem. Na produkci mléka a jeho výnosnosti se podílely

pokroky v genetice, výživě a s ním snížené počty hospodářských krav. Ke zvýšení zemědělské produktivity vedlo rovněž efektivní využití výrobních faktorů, kdy mnoho farmářů v mlékárenském odvětví přijalo nové technologie na podporu ziskovosti a změnili celkové řízení svých podniků. Jedním z důležitých faktorů na produkci mléka je velikost stáda. Jeho velikost určuje zvyšování produkce mléka a sníženích jednotkových nákladů na mléko, především v důsledku rozložení fixních nákladů na výrobu (Krpálková a kol., 2016).

Dále bylo prokázáno, že různé ceny mléka ovlivňují celkovou ziskovost systému produkce mléka. Konečná a úspěšná návratnost investic je dána také díky kvalitnímu odchovu jalovic, i když je tento fakt často přehlížen. Navíc vyšší počet krav na jednoho pracovníka zvyšuje produkci mléka, která je dána většími stády. Nicméně je zřejmé, že také ceny mléka spolu s dotacemi mají významný dopad na ziskovost mlékárenských podniků v České republice (Krpálková a kol., 2016).

Rovněž bylo zjištěno, že čeští producenti mléka nezaostávají za ostatními zeměmi z EU z hlediska intenzity výroby mléka. S relativně vysokou průměrnou dojivostí mléčných krav vykazují přiměřené celkové náklady na produkci litru mléka. Hlavními problémovými výrobními faktory tedy zůstávají zejména nižší efektivita práce a produktivita půdy, kdy jsou dané produkční faktory kompenzovány nízkou cenou práce a nižší cenou pronajímané půdy (Mach, Řezbová, 2009).

Jednou z hlavních příčin současné situace nízkých cen producentů mléka se připisuje maloobchodníkům, kteří mají relativně vysokou vyjednávací sílu, a tím se staví do klíčových pozic při stanovování ceny mléka v Evropě. Maloobchodníci mají pravomoc si stanovovat své požadavky, jako například výrobní standardy a na základě toho sankcionovat dodavatele, kteří předepsané normy nesplňují. Producenti hledají dlouhodobou strategii, která by splňovala požadavky společnosti a maloobchodníků a současně by zachovala nebo dokonce zlepšila jejich konkurenceschopnost vzhledem k aktuálně nízké ceně mléka. Producenti, aby mohli získat a udržet konkurenční výhody, by se měli zaměřit na vysokou kvalitu mléka, zlepšení zdraví zvířat a delší životnost dojnic (Luhmann, Schaper, Theuvsen, 2016).

3.6.1 Nákup a zpeněžování mléka

Nákup mléka se provádí na základě závazné ČSN 57 0529 Syrové kravské mléko pro mlékárenské ošetření a zpracování. Nákup převážně obstarává mlékárna, která zajišťuje i přepravu (Červenka, 2005).

Mlékárny kupují nejčastěji mléko od dodavatelů na základě předem uzavřené kupní smlouvy, která se uzavírá na určené kalendářní období, zpravidla na jeden rok, ale některé uzavírají smlouvy až na tři roky. Součástí smlouvy jsou vymezeny jakostní požadavky mlékárny na dodávanou surovinu. Mlékárna však může podle svých potřeb a technologií uvést v kupní smlouvě i jiné požadavky, případně některé ukazatele upravit. Všeobecně pro nákup syrového mléka od prvovýrobců platí, že pokud surovina neodpovídá základním jakostní požadavkům uvedených v závazných ČSN, tak je označeno za nestandartní a nelze ho použít k plnění smlouvy o dodávce mléka (Červenka, 2005).

„Syrové kravské mléko k mlékárenskému ošetření a zpracování na výrobky určené k lidské výživě musí pocházet od výrobců, kteří mají osvědčení orgánů Státní veterinární správy ČR pro produkci tohoto mléka. Kontrolu, zda podmínky, za nichž bylo osvědčení vydané, jsou ve stáji chovatelem dodržovány, provádí pracovníci okresních nebo městských veterinárních správ v rámci státního dozoru nejméně jednou ročně a dále vždy při podezření z jejich neplnění“ (Červenka, 2005).

Osvědčením, kterým chovatel dokládá svoji způsobilost pro dodávky mléka uděluje příslušná okresní veterinární správa na základě posouzení a vyhodnocení zdravotního stavu dojnic, zoohygienických a chovatelských podmínek stáda či laboratorních výsledků získaných ze vzorků mléka. Laboratorní výsledky musí být v souladu s limity uvedených v platné ČSN a vyhlášce Ministerstva zemědělství o veterinárních požadavcích na živočišné produkty (Červenka, 2005).

Mlékárny si stanovují tzv. fixní část ceny s určitým obsahem tuku a bílkovin. Za další požadavek se uvádí celkový počet mikroorganismů a celkový počet somatických buněk na 1 ml mléka. Některé subjekty dokonce zohledňují různé doplňkové znaky jakosti jako množství koliformních bakterií nebo počet psychrofilních bakterií (Kvapilík, 2005).

3.6.2 Dotace a opatření ovlivňující producenty mléka

Zvláštní podpora na krávy chované v systému s tržní produkci mléka

Podpora chovatelů dojnic, kdy hospodářství žadatele musí být registrováno v ústřední evidenci vedené podle plemenářského zákona. Dále musí předložit seznam dojnic a doklad, který prokazuje podíl příjmů nebo tržeb za prodané mléko na celkových tržbách. Platby jsou poskytovány na celkový počet VDJ stanovených podle počtu dojnic (SZIF, 2016).

Organizace producentů mléka

Základní organizací producentů a jejich sdružení vychází z předpisů EU a jejich cílem je zajištění rentabilního rozvoje výroby v odvětví mléka a přiměřené životní úrovně svých producentů prostřednictvím posílení jejich vyjednávací síly vůči zpracovatelům mléka. Pro uznané organizace producentů nebo jejich sdružení zavádí EU možnost společného vyjednávání o vyšším množství mléka, a to až do výše 33 % národní produkce mléka za předpokladu, že nebude překročené 3,5 % evropské produkce (SZIF, 2016).

Správa mléčných kvót a monitoring tržní produkce mléka

Jedno z nejvýznamnějších opatření, které vedlo v zemích EU ke stabilizaci trhu s mlékem, bylo zavedení systému mléčných kvót. V České republice by tento systém zaveden v roce 2001. Po následném vstupu ČR do Evropské unie byla administrace mléčných kvót upravena pravidly Společné zemědělské politiky EU (SZIF, 2016).

V rámci vstupu do EU bylo pro ČR stanoveno vnitrostátní referenční množství mléka pro dodávky ve výši 2 613 239 000 kg a vnitrostátní referenční množství mléka pro přímý prodej ve výši 68 904 000 kg. Národní referenční obsah tuku byl stanoven ve výši 4,21 % (SZIF, 2016).

Mléčné kvóty, které představovaly vnitrostátní množství mléka pro jednotlivé členské sáty Evropské unie, jsou od 1. dubna 2015 již minulostí. Během 14 let existence kvót Česká republika svůj národní limit překročila pouze jednou, a to o 0,6 % v kvótovém roce 2005/2006. S ukončením systému kvót došlo k novému nastavení systému sledování tržní produkce mléka v rámci EU. V novém režimu jsou měsíčně sledovány dodávky syrového kravského mléka od producentů prvním kupujícím. Tyto informace jsou měsíčně poskytovány členskými státy evropské autoritě k vyhodnocení vývoje cen v závislosti na

vývoji produkce mléka uplatněné na evropské a světovém trhu s mlékem a mléčnými výrobky (SZIF, 2016).

Zpětnou vazbu představuje ze strany EK poskytuje zřízená monitorovací agentura Milk Market Observatory. Na jejich internetových stránkách jsou k dispozici veřejné informace o vývoji produkce, cenách mléka a mléčných výrobků nebo produkci či nákladech. V rámci České republiky je sledována měsíční produkce mléka dodaného producenty registrovaným prvním kupujícím a produkce mléka a mléčných výrobků prodaných v přímém prodeji spotřebitelům (SZIF, 2016).

Zrušením kvót mléka by mělo přejít víc odpovědnosti na chovatele dojených krav. I nadále musí být pozornost zaměřena na ekonomiku výroby mléka a problematiku trhu, zejména při předpokládaném růstu výroby a vývozu mléčných výrobků. Dle názoru německého ministra zemědělství Christiana Schmidta bude trh s mlékem stále větší a lepší. (Kvapilík, Kopáček, 2015).

Mimořádná podpora na snížení produkce mléka 2016

V rámci společné organizace trhu s cílem zvrátit dlouhodobě zvyšující se produkci mléka na evropském i světovém trhu, řešit nerovnováhu mezi nabídkou a poptávkou a maximálně omezit propad cen mléka, vyhlásila 8. září 2016 Evropská komise dočasnou mimořádnou podporu zaměřenou na snížení produkce mléka. Evropská komise vyčlenila rozpočet ve výši 150 mil EUR, přičemž podporováno je snížení produkce mléka dodané prvnímu kupujícímu, přímý prodej je z podpory vyloučen. Celkově se jedná o snížení produkce mléka v rámci států Evropské unie ve výši 1,07 mil. tun. Výše podpory na 100 kg mléka nedodaného na trh činí 14 EUR. Oprávněným žadatelem o mimořádnou podporu je producent mléka, který dodává mléko prvnímu kupujícím, realizoval dodávku mléka v červenci 2016, dodával prvnímu kupujícímu mléko v „referenčním období“ a sníží svoji produkci mléka v „redukčním období“ oproti referenčnímu období minimálně o 1 500 kg (SZIF, 2016).

Podpora na účast producentů a zpracovatelů mléka v režimu jakosti Q CZ

Hlavní účelem dotačního programu je podpora účasti v režimech jakosti Q CZ v zájmu zlepšení tržních příležitostí a dosažení přidané hodnoty u mléka a mléčných výrobků. Předmětem dotace se rozumí podpora producentů a zpracovatelů mléka na částečnou úhradu nákladů spojených s dobrovolným zapojením do režimu. Subjektem může být

každý producent a zpracovatel mléka, který se zapojil do režimu jakosti Q CZ, jako aktivní zemědělec v období od 1. 10. 2016 do 31. 5. 2017. Výše podpory formou k výsledku hospodaření je až do 100 % prokázaných uhrazených uznatelných nákladů na předmět dotace, maximálně však do 80 000 Kč na příjemce dotace (ČMSCH, 2017).

Celková částka dotačního programu by se měla pohybovat okolo 400 milionů korun. Jednou z podmínek podle SZIF byl žadatel povinen do 30. 9. 2016 si zajistit účast v režimu jakosti Q CZ podepsáním smlouvy s SVÚ Olomouc. V rámci splnění podmínek byly stanoveny dané ukazatele: Celkový počet mikroorganismů, počet somatických buněk, obsah bílkovin, rezidua inhibičních látek, bod mrznutí a tukuprostá sušina. Za největší překážku pro vstup do dotačního programu byl považován počet somatických buněk, který musí být dle pravidel menší nebo roven 220 000 v 1 ml. V takových případech musely farmy změnit hygienu dojení a zvýšit kvalitu krmné dávky či podestýlky, aby bylo této hodnoty dosaženo (Agropress, 2016).

Tabulka 1: Pravidla pro produkt M1 (syrové kravské mléko)

Ukazatel	Hodnota	Stanovení
Celkový počet mikroorganismů (CPM)	**≤ 35 000 v 1 ml**	Nejméně 2x měsíčně a vyjadřuje se jako klouzavý geometrický průměr za poslední 2 měsíce. Celkový průměr: za posledních 12měsíční období se vyjadřuje jako aritmetický průměr zjištěných hodnot klouzavým geometrickým průměrem.
Počet somatických buněk	**≤ 220 000 v 1 ml**	Nejméně 2x měsíčně a vyjadřuje se jako klouzavý geometrický průměr za posledních 3 měsíce. Celkový průměr: za posledních 12měsíční období se vyjadřuje jako aritmetický průměr zjištěných hodnot klouzavým geometrickým průměrem.
Obsah bílkovin	**≥ 3,22% hm.**	Nejméně 2 měsíčně a vyjadřuje se jako aritmetický průměr měsíčních hodnot s přesností na dvě desetinná místa včetně nejistoty měření. Celkový průměr: za 12měsíční období se vyjadřuje jako aritmetický průměr zjištěných hodnot.
Rezidua inhibičních látek	**Negativní**	Nejméně 2x měsíčně souběžně se stanovením CPM
Bod mrznutí	**≤ – 0,515 °C**	Nejméně 1x měsíčně Celkový průměr: za 12měsíční období se vyjadřuje jako aritmetický průměr zjištěných hodnot.
Tukoprostá sušina	**≥ 8,50 % hm.**	Stejně jako obsah bílkovin se stanovuje nejméně 2x měsíčně a vyjadřuje se jako aritmetický průměr měsíčních hodnot s přesností na dvě desetinná místa včetně nejistoty měření. Celkový průměr: za 12měsíční období se vyjadřuje jako aritmetický průměr zjištěných hodnot.

Zdroj: Věstník Mze, 2016

Dotace se vztahují na dva základní produkty, které se označují M1 a M2. M1 představuje syrové kravské mléko kvality Q CZ a M2 mlékárenské produkty kvality Q CZ. Součet výše dotací pro jednoho a téhož příjemce je maximálně do 1,00 Kč/l syrového kravského mléka vyrobeného producentem v režimu jakosti Q CZ nebo převzatého mléka v režimu jakosti Q CZ zpracovatelem nebo schválenou organizací producentů. Žadatel také nesmí v průběhu roku, ve kterém mu byla poskytnuta dotace, požádat o podporu z jiného režimu podpory na stejný předmět dotace. Za certifikační orgán se považuje ten, který získal akreditaci u ČIA a byl pověřen Ministerstvem zemědělství. Systém shody s pravidly je pozorován ve sledovaném období, které představuje 12 po sobě jdoucích měsíců začínající

prvním dnem následujícího měsíce po vydání Potvrzení o vstupu do režimu kvality Q CZ (Agropress, 2016).

3.7 Současná situace na evropském trhu s mlékem

Vývoj ceny mléka v EU se ani v minulosti neřídil pouze tržními principy. K první regulaci došlu už v roce 1964, kde bylo cílem zajistit přiměřenou životní úroveň producentů v prostředí nízkých světových tržních cen za mléko a mléčné výrobky. Od roku 2008 byly všechny právní předpisy stanovující jednotlivé režimy Evropské unie pro mléko a mléčné výrobky začleněny do nařízení Rady (ES) č. 1234/2007, kterým byla vytvořena jednotná organizace trhu pro celou společnou zemědělskou politiku (eDOTACE, 2016).

Na podporu cen mléka a jeho producentů v současné době se využívají dovozní celní sazby a dovozní kvóty na výrobky ze třetích zemí. Také se využívá udělování dovozních a vývozních licencí spolu s možností přidělování vývozních subvencí (eDOTACE, 2016).

Jedním z nástrojů na podporu mléka lze označit programy na podporu spotřeby mléka ve školách ČR v rámci programu Mléko do škol, který má za úkol snížit deficit vápníků u dětské populace, zlepšit stravovací návyky děti a zajistit odbyt mléka pro zemědělce (eDOTACE, 2016).

Cenový vývoj mléka je vzhledem k propojení evropského trhu a působení nadnárodních řetězců určován situací na evropské a světovém trhu. Aktuálně je cena mléka v Evropských zemích pod tlakem způsobeným jeho velkým přebytkem. Z velké části je přebytek způsobený v návaznosti na zrušení mléčné kvóty v EU a země jako Německo, Itálie, Nizozemsko či Irsko zvýšily svoji výrobku. Nadále také platí zákaz dovozu mléka a mléčných výrobků do Ruska. V současnosti má vliv na světovou cenu mléka i situace na Novém Zélandu, který vyrobil nadprůměrné množství sušeného mléka a dodává jej na světové trhy. Svojí roli sehrálo i zvyšování počtu krav, zapříčiněné příznivou cenou mléka v roce 2014. Od té doby světové i evropské ceny za mléko rapidně klesají. Ceny mléka se tak podle zemědělců dostávají až na hranici výrobních nákladů a jeho výroba se pomalu přestává vyplácet (eDOTACE, 2016).

Krátkodobý a střednědobý výhled vývoje ceny mléka v EU vyhodnocuje Evropská komise. Podle jejího krátkodobého výhledu bude stále docházet k mírnému nárůstu produkce mléka v EU, kdy by měla více mléka na světový trh dodávat USA a stabilní množství Austrálie.

Naopak výroba Nového Zélandu by měla postupně klesat. Z dlouhodobějšího hlediska bude dle Evropské komise docházet k dalšímu růstu světové produkce mléka s tím, jak i nadále poroste světová a evropská poptávka po mléku a mléčných produktech. V budoucnu by se měla v příštích několika letech opět vrátit cena mléka na růstovou dráhu a mírně se zvyšovat. Evropská komise očekává, že do roku 2020 se bude cena mléka pohybovat mezi 32 a 33 eurocenty za kilogram a výraznější nárůst cen by měl nastat až po roce 2020 (eDOTACE, 2016).

4 Vlastní práce

4.1 Analýza vývoje produkce mléka v ČR a v Německu

4.1.1 Produkce mléka v ČR

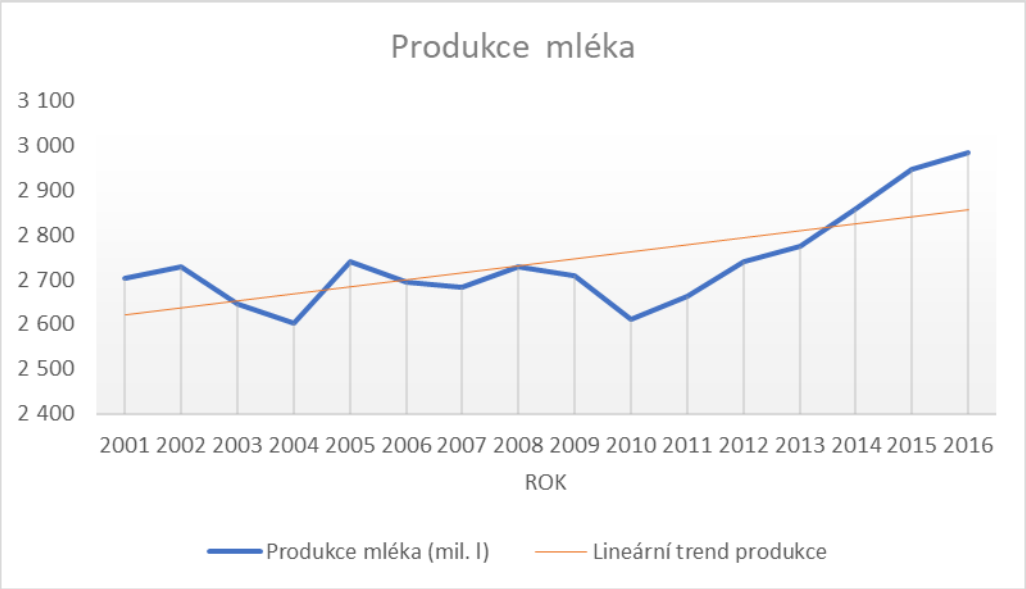
Tabulka 2: Produkce mléka v České republice (mil. l)

Rok	Produkce mléka	Absolutní Δ	Relativní Δ
2001	2 702		
2002	2 728	26	0,96 %
2003	2 646	-82	-3,01 %
2004	2 602	-44	-1,66 %
2005	2 739	137	5,27 %
2006	2 694	-45	-1,64 %
2007	2 684	-10	-0,37 %
2008	2 728	44	1,64 %
2009	2 708	-20	-0,73 %
2010	2 612	-96	-3,55 %
2011	2 664	52	1,99 %
2012	2 741	77	2,89 %
2013	2 775	34	1,24 %
2014	2 856	81	2,92 %
2015	2 946	90	3,15 %
2016	2 984	38	1,29 %
Průměrný koeficient růstu			0,69 %

Zdroj: Vlastní zpracování

Produkce mléka v České republice za sledované období celkově stoupla o 282 mil. litrů. Největší nárůst nastal po roce, kdy ČR vstoupila do EU a producentům se začaly otvírat nové obchodní příležitosti na evropské trhu s mlékem. Naopak největší pokles produkce byl zaznamenám v roce 2010, kdy se hodnota snížila o více než 3,5 % oproti roku 2009. Ve velkém očekávání byl rok 2016 a část roku 2015, ve kterém byly zrušeny tzv. mléčný kvóty, ale výrazné zvýšení produkce prozatím nenastalo. V rámci analyzovaného období se v průměru vyprodukované množství mléka v každém roce zvýšilo o 0,69 %.

Graf 1: Produkce mléka v České republice (mil. l)



Zdroj: Vlastní zpracování

Výroba mléka v ČR se v dlouhodobém horizontu vyznačuje rostoucí tendencí. Tento fakt značí výše uvedený graf, který znázorňuje vývoj zkoumané zemědělské komodity. Od roku 2001 až do roku 2010 byl vývoj značně kolísavý. Následně se hodnota produkce mléka pouze zvyšovala. Ovšem předpokládané výrazné zvýšení výroby po zrušení mléčných kvót se v České republice nekonalo. To se dá mimo jiné argumentovat tím, že výkupní cena kravského mléka v posledních letech klesla, a to vyvolávalo v producentech obavy s ohledem na inkasované tržby z prodeje.

4.1.2 Produkce kravského mléka v Německu

Tabulka 3: Produkce kravského mléka v Německu (tis. t)

Rok	Produkce mléka	Absolutní Δ	Relativní Δ
2001	28 191		
2002	27 874	-317	-1,12 %
2003	28 533	659	2,36 %
2004	28 245	-288	-1,01 %
2005	28 453	208	0,74 %
2006	27 995	-458	-1,61 %
2007	28 403	408	1,46 %
2008	28 656	253	0,89 %
2009	29 199	543	1,89 %
2010	29 594	395	1,35 %
2011	30 301	707	2,39 %
2012	30 672	371	1,22 %
2013	31 324	652	2,13 %
2014	32 381	1 057	3,37 %
2015	32 671	290	0,90 %
2016	32 672	1	0,00 %
Průměrný koeficient růstu			1,00 %

Zdroj: Vlastní zpracování

Rovněž množství vyrobeného kravského mléka v Německu se za 16 let zvýšilo, a to konkrétně o 4 481 000 tun. Nejvyšší meziroční změna byla zaznamenána v roce 2014, kdy se produkce zvedla o 1 057 000 tun, tedy o více než 3,3 %. Zajímavé je, že po zrušení mléčných kvót němečtí farmáři v roce 2016 vyprodukoval téměř totožné množství mléka jako v předchozím roce. V průměru hodnota každým rokem vzrostla o jedno procento.

Graf 2: Produkce kravského mléka v Německu (tis. t)

Zdroj: Vlastní zpracování

Dle výše uvedeného grafu lze říct, že produkce kravského mléka v Německu má ustálený rostoucí vývoj. To potvrzuje i lineární trendová funkce, kterou je graf proložen. Navíc od roku 2007 se každým rokem produkce navyšuje. Ani zde po ukončení kvót nenastal značný nárůst výroby, kdy se výše produkce v roce 2016 oproti předchozímu roku prakticky nezměnila. Je to zapříčiněno poklesem výkupní zemědělské ceny za kravské mléko a také smlouvami, které producenti uzavírají s mlékárnami na několikaleté období. Právě podle nich se často množství výroby mléka v Německu odvíjí.

Časové řady produkce mléka v ČR, tak i v Německu byly na základě testů prokázány jako nestacionární. Jednotlivé výstupy s výslednými hodnotami jsou uvedeny v příloze 8 a 9.

4.2 Analýza vývoje vybraných determinantů v ČR

Za hlavní determinanty ovlivňující produkci mléka v letech 2001 až 2016 v ČR byly vybrány následující proměnné: stav dojených krav, průměrná roční dojivost krávy, průměrná zemědělská cena kravského mléka, průměrná spotřeba mléka na osobu a bilance zahraničního obchodu s mlékem a smetanou.

4.2.1 Stav dojnic

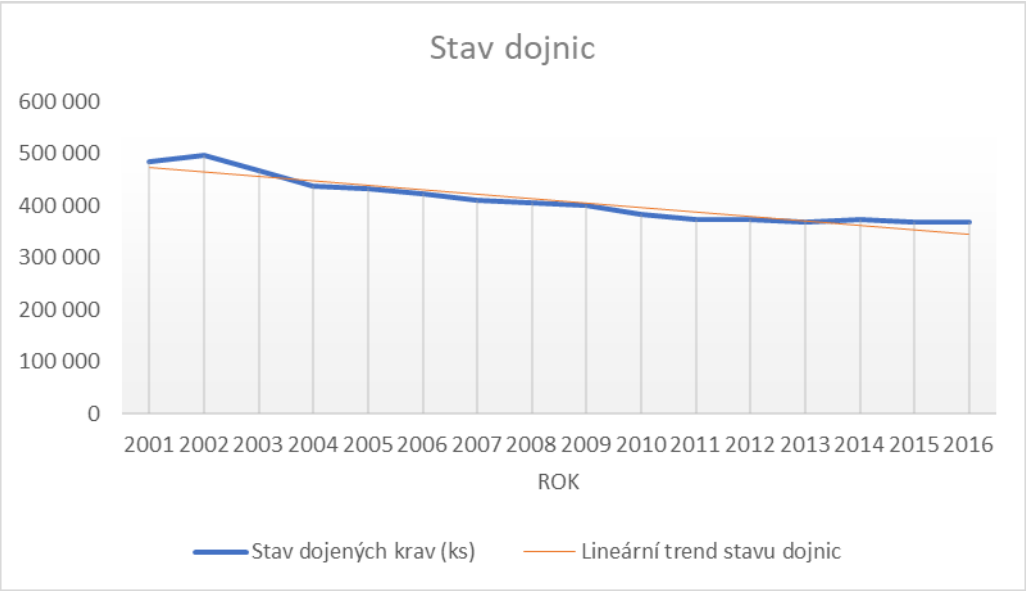
Tabulka 4: Stav dojených krav (ks)

Rok	Stav dojnic	Absolutní Δ	Relativní Δ
2001	483 400		
2002	495 962	12 562	2,60 %
2003	466 173	-29 789	-6,01 %
2004	436 806	-29 367	-6,30 %
2005	432 578	-4 228	-0,97 %
2006	424 017	-8 561	-1,98 %
2007	410 349	-13 668	-3,22 %
2008	405 532	-4 817	-1,17 %
2009	399 518	-6 014	-1,48 %
2010	383 523	-15 995	-4,00 %
2011	373 832	-9 691	-2,53 %
2012	373 136	-696	-0,19 %
2013	367 327	-5 809	-1,56 %
2014	372 931	5 604	1,53 %
2015	369 055	-3 876	-1,04 %
2016	367 313	-1 742	-0,47 %
Průměrný koeficient růstu			-1,79 %

Zdroj: Vlastní zpracování

K nejvýraznějšímu snížení stavu dojných krav došlo v letech 2003 a 2004, které bylo patrně také zapříčiněno zavedením mléčných kvót z roku 2001, i když byl počet dojených krav v roce 2002 nejvyšší a to 495 962 kusů. Celkově se za analyzované období snížil počet dojnic o více než 116 tis. kusů a v průměru početní stav klesl každým rokem o 1,79 %.

Graf 3: Stav dojených krav (ks)



Zdroj: Vlastní zpracování

Z grafu je patrné, že vývoj stavu dojených krav České republice měl za šestnáctileté období klesající tendenci. Pouze v roce 2002 a 2014 se navýšil počet dojnic oproti předchozímu období, jinak byl zaznamenám pokaždé meziroční pokles. Tento stav je podpořen stále se zvyšujícím nárokem na efektivitu v zemědělství, kdy se farmáři ve větří míře zaměřují na vyšší průměrnou dojivost krav.

4.2.2 Průměrná roční dojivost krav

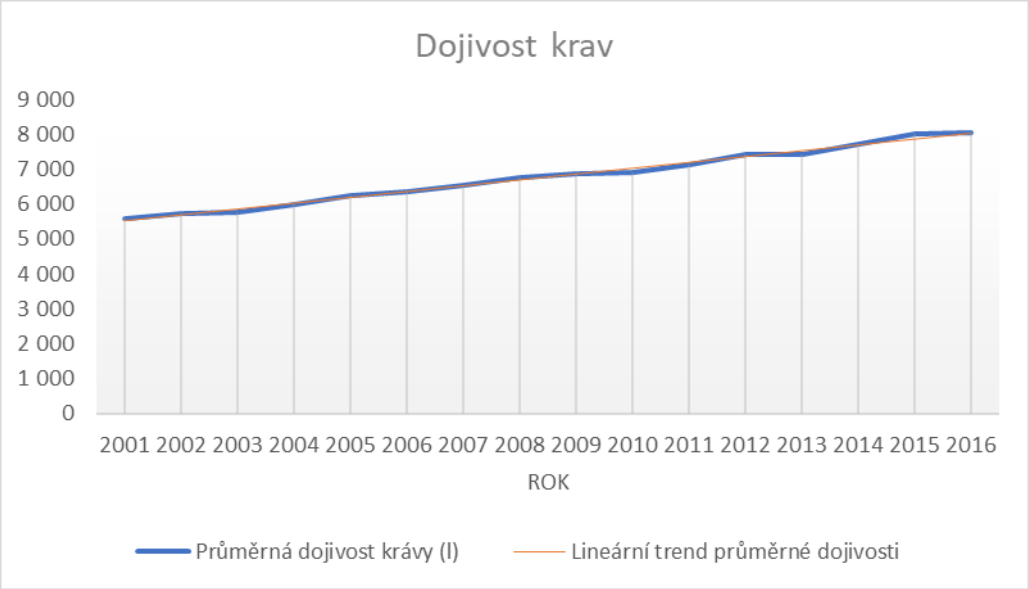
Tabulka 5: Průměrná roční dojivost krávy (l)

Rok	Dojivost krav	Absolutní Δ	Relativní Δ
2001	5 589		
2002	5 718	129	2,31 %
2003	5 756	38	0,66 %
2004	6 006	250	4,34 %
2005	6 254	248	4,13 %
2006	6 370	116	1,85 %
2007	6 548	178	2,79 %
2008	6 776	228	3,48 %
2009	6 870	94	1,39 %
2010	6 904	34	0,49 %
2011	7 128	224	3,24 %
2012	7 433	305	4,28 %
2013	7 443	10	0,13 %
2014	7 705	262	3,52 %
2015	8 001	296	3,84 %
2016	8 061	60	0,75 %
Průměrný koeficient růstu			2,48 %

Zdroj: Vlastní zpracování

Z výše uvedené tabulky lze konstatovat, že průměrná dojivost krav v ČR každým rokem roste, a to v průměru o 2,48 % za jedno období. K nejvyšší meziroční změně došlo v letech 2003 a 2004 (4,34 %), kdy průměrná dojivost jedné krávy dosáhla 6 006 litrů za rok. V posledních dvou letech dokázaly dojnice v průměru vyprodukovat více než 8 000 litrů za jeden rok.

Graf 4: Průměrná roční dojivost krávy (l)



Zdroj: Vlastní zpracování

Průměrná dojivost krav v ČR od roku 2001 neustále roste. To je názorné i na průběhu lineární trendové funkce, která téměř kopíruje tendenci dojivosti v jednotlivých letech. Rostoucí tendence je dána časovým vývojem v mlékárenském odvětví a vyšší efektivitou využití produkčních faktorů ve výrobě mléka. Podobný vývoj se lze očekávat i následujících letech vzhledem ke stále rostoucí produkci mléka a snižujícímu se stavu dojných krav.

4.2.3 Zemědělská cena kravského mléka

Tabulka 6: Průměrná zemědělská cena za tis. litrů kravského mléka (Kč)

Rok	Cena mléka	Absolutní Δ	Relativní Δ
2001	7 758		
2002	8 049	291	3,75 %
2003	7 754	-295	-3,67 %
2004	7 991	237	3,06 %
2005	8 215	224	2,80 %
2006	7 817	-398	-4,84 %
2007	8 219	402	5,14 %
2008	8 756	537	6,53 %
2009	6 198	-2 558	-29,21 %
2010	7 349	1 151	18,57 %
2011	8 274	925	12,59 %
2012	7 789	-485	-5,86 %
2013	8 400	611	7,84 %
2014	9 500	1 100	13,10 %
2015	7 862	-1 638	-17,24 %
2016	6 709	-1 153	-14,67 %
Průměrný koeficient růstu			-0,14 %

Zdroj: Vlastní zpracování

Hodnoty průměrných zemědělských cen dosahovaly v časové řadě hned několik výraznějších změn. Největší, téměř 30% pokles byl zaznamenán v roce 2009, kdy činila výkupní cena od prvovýrobců pouhých 6,2 Kč za litr mléka. Poté se postupně jeho cena na trhu kromě roku 2012 zvedat až do roku 2015, v kterém začala hodnota opět klesat. V průměru se ve sledovaném období výkupní cena mléka v České republice každým rokem snižuje o 0,14 %.

Graf 5: Průměrná zemědělská cena za tis. litrů kravského mléka (Kč)

Zdroj: Vlastní zpracování

Průměrná zemědělská cena za kravské mléko vykazovala ve sledovaném období konstantní vývoj až do roku 2008. V roce 2009 nastal výrazný propad zemědělské ceny mléka v důsledku zvýšení produkce mimoevropských dodavatelů v předchozím roce a v důsledku poklesu celosvětové poptávky podpořeného ekonomickou krizí. Od té doby byly zaznamenány časté meziroční změny s kolísajícím vývojem, který lze vysvětlit měnícím se trhem s mlékem, kdy si odběratelé rádi diktují podmínky pro vzájemný obchod s prvovýrobci. Právě nízká a těžko předvídatelná výkupní cena za syrové kravské mléko na trhu působím producentům největší starosti.

4.2.4 Množství nákupu mléka mlékárnami

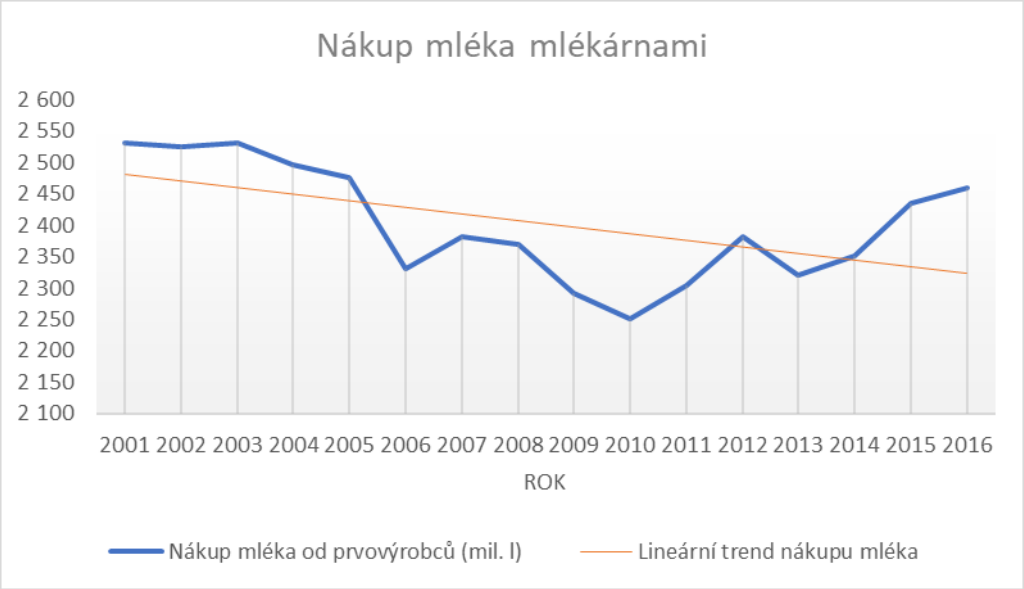
Tabulka 7: Množství nákupu mléka mlékárnami od prvovýrobců (mil. l)

Rok	Nákup mléka	Absolutní Δ	Relativní Δ
2001	2 532		
2002	2 524	-8	-0,32 %
2003	2 531	7	0,28 %
2004	2 496	-35	-1,38 %
2005	2 476	-20	-0,80 %
2006	2 330	-146	-5,90 %
2007	2 381	51	2,19 %
2008	2 369	-12	-0,50 %
2009	2 292	-77	-3,25 %
2010	2 251	-41	-1,79 %
2011	2 304	53	2,35 %
2012	2 382	78	3,39 %
2013	2 320	-62	-2,60 %
2014	2 351	31	1,34 %
2015	2 435	84	3,57 %
2016	2 459	24	0,99 %
Průměrný koeficient růstu			-0,16 %

Zdroj: Vlastní zpracování

Množství nakoupeného mléka mlékárnami v ČR se za sledované období snížilo v průměru každým rokem o 0,16 %. K nejvýraznější meziroční změně (5,9 %) došlo v roce 2006, kdy mlékárny od prvovýrobců nakoupily o 146 mil. litrů mléka méně než v roce předchozím. V posledních třech letech se ovšem množství nákupu zvyšuje. To lze vysvětlit zvýšenou produkcí, která v České republice rovněž v posledních letech narůstá.

Graf 6: Nákup mléka mlékárnami od prvovýrobců (mil. l)



Zdroj: Vlastní zpracování

Množství nakoupeného syrového mléka mlékárnami od prvovýrobců se od roku 2001 do roku 2010 vyznačovalo klesající tendenci. Klesajícímu lineárnímu trendu za sledované období nepomohly ani hodnoty, které se kromě roku 2013 začaly meziročně navyšovat. V posledních letech ovšem nakoupené množství mléka dle grafu pravidelně stoupá, a to především díky dopředu vyjednaným smlouvám, které mezi sebou uzavírají producenti a zpracovatelé mléka. Takový stav ale nemusí v blízké budoucnosti vydržet. Problém by mohl nastat zejména pro drobné dodavatele, kterým největší zpracovatelé mléka u nás smlouvy již často neprodlužují. Hlavním důvodem je celkový nadbytek mléka, jejž zavinily sankce Ruska na dovoz potravin z EU.

4.2.5 Dovoz mléka a smetany

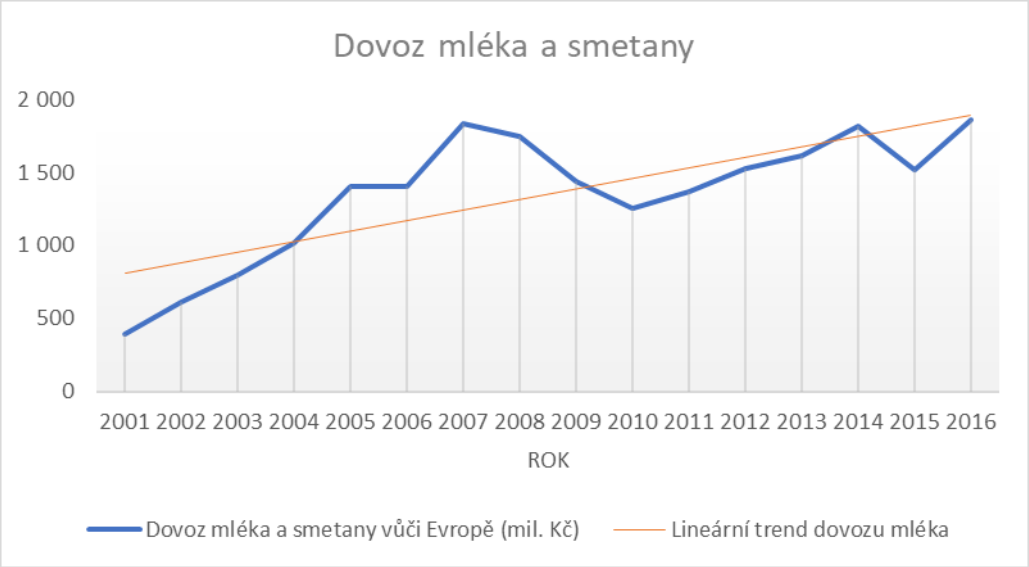
Tabulka 8: Dovoz mléka a smetany z Evropy (mil. Kč)

Rok	Dovoz mléka	Absolutní Δ	Relativní Δ
2001	395		
2002	613	218	55,19 %
2003	793	180	29,36 %
2004	1 018	225	28,37 %
2005	1 403	385	37,82 %
2006	1 406	3	0,21 %
2007	1 834	428	30,44 %
2008	1 747	-87	-4,74 %
2009	1 440	-307	-17,57 %
2010	1 256	-184	-12,78 %
2011	1 369	113	9,00 %
2012	1 523	154	11,25 %
2013	1 615	92	6,04 %
2014	1 817	202	12,51 %
2015	1 519	-298	-16,40 %
2016	1 865	346	22,78 %
Průměrný koeficient růstu			12,77 %

Zdroj: Vlastní zpracování

Z tabulky se zřejmé, že bilance dovozu mléka a smetany z evropských států do ČR se za šestnáctileté období téměř zpětinásobila. K nejvyššímu absolutnímu nárůstu došlo v roce 2007, kdy hodnota importu byla vyšší o 428 mil. Kč oproti předcházejícímu roku. Od roku 2001 až 2016 se v průměru každým rokem hodnota dovozu mléka a smetany do České republiky zvýšila o více než 12 %.

Graf 7: Dovoz mléka a smetany z Evropy (mil. Kč)



Zdroj: Vlastní zpracování

Dovoz mléka a smetany do ČR z celé Evropy vykazuje za sledovaného šestnáctileté období rostoucí tendenci, při kterém se jeho hodnota téměř zpětinásobila. Je to dáno zejména pozitivním vývojem na trhu s mlékem, který byl umocněn vstupem České republiky do EU v roce 2004. Obecně lze však konstatovat, že ČR více danou zemědělskou komoditu do evropských zemích vyváží, než aby ji dováželo. To zle vysvětlit tím, že české mlékárny, které zpracovávají syrové mléko nenakupují od tuzemských dodavatelů jejich veškeré vyprodukované množství a ti jsou proto nuceni svůj produkt vyvážet a zpeněžovat v zahraničí.

Časové řady vybraných determinantů v České republice byly na základě testů prokázány jako nestacionární. Jednotlivé výstupy s výslednými hodnotami jsou uvedeny v příloze 8 a 9.

4.3 Analýza vybraných determinantů v Německu

Jako hlavní proměnné ovlivňující produkci mléka v Německu v letech 2001 až 2016 byly určeny následující determinanty: stav dojených krav, průměrná zemědělská cena kravského mléka, nákup kravského mléka na farmách a bilance zahraničního obchodu s mlékem a smetanou.

4.3.1 Stav dojnic

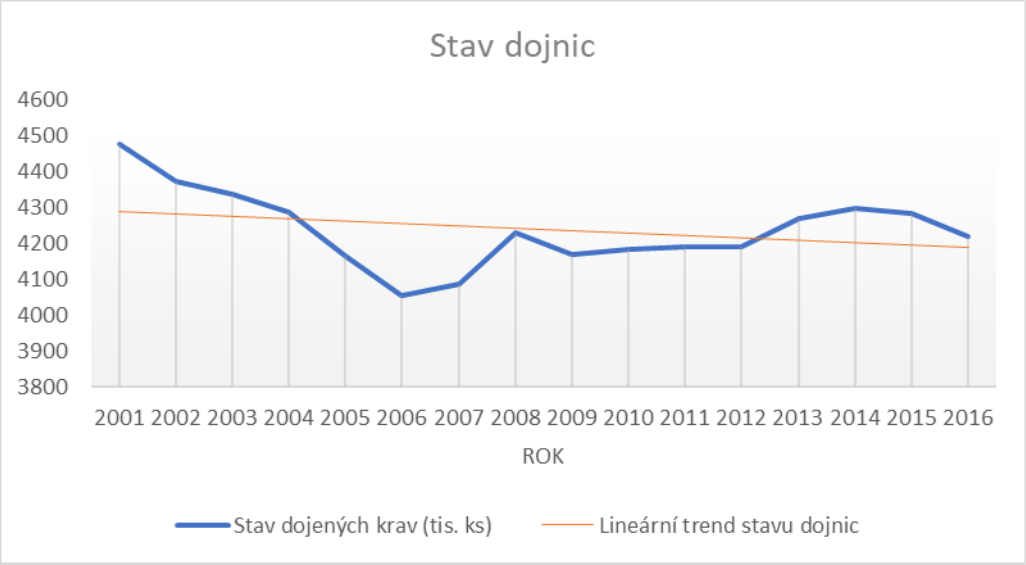
Tabulka 9: Stav dojených krav (tis. ks)

Rok	Stav dojnic	Absolutní Δ	Relativní Δ
2001	4 475		
2002	4 373	-102	-2,28 %
2003	4 338	-35	-0,80 %
2004	4 287	-51	-1,18 %
2005	4 164	-123	-2,87 %
2006	4 054	-110	-2,64 %
2007	4 087	33	0,81 %
2008	4 229	142	3,47 %
2009	4 169	-60	-1,42 %
2010	4 182	13	0,31 %
2011	4 190	8	0,19 %
2012	4 190	0	0,00 %
2013	4 268	78	1,86 %
2014	4 296	28	0,66 %
2015	4 285	-11	-0,26 %
2016	4 218	-67	-1,56 %
Průměrný koeficient růstu			-0,38 %

Zdroj: Vlastní zpracování

Podobně jako v České republice, tak také v Německu se průměrný stav dojnic v posledních letech snížil. Od roku 2002 po dobu pěti let se početní stav dojených krav snižoval. Největší pokles nastal v roce 2005 a to o 123 tis. kusů. Nejvyšší meziroční změna (3,47 %) byla zaznamenána v roce 2008, kdy se stav dojnic navýšil o 142 tis.

Graf 8: Stav dojených krav (tis. ks)



Zdroj: Vlastní zpracování

Z výše uvedeného grafu je patrné, že až do roku 2006 měl stav klesající vývoj, který se zastavil na hodnotě 4 087 000 dojených krav. Jistý dopad na tento fakt měl i systém zavedení mléčných kvót v roce 2001, na který i němečtí producenti reagovali snížení počtu dojnic. Od té doby kromě roku 2008 nenastaly výrazné a kolísavé meziroční změny.

4.3.2 Zemědělská cena kravského mléka

Tabulka 10: Průměrná zemědělská cena za 100 kg kravského mléka (€)

Rok	Cena mléka	Absolutní Δ	Relativní Δ
2001	34,54		
2002	31,50	-3,04	-8,80 %
2003	30,02	-1,48	-4,70 %
2004	32,20	2,18	7,26 %
2005	31,58	-0,62	-1,93 %
2006	28,51	-3,07	-9,72 %
2007	34,71	6,20	21,75 %
2008	35,01	0,30	0,86 %
2009	25,25	-9,76	-27,88 %
2010	31,23	5,98	23,68 %
2011	35,19	3,96	12,68 %
2012	32,39	-2,80	-7,96 %
2013	38,05	5,66	17,47 %
2014	37,85	-0,20	-0,53 %
2015	29,59	-8,26	-21,82 %
2016	27,20	-2,39	-8,08 %
Průměrný koeficient růstu			-0,51 %

Zdroj: Vlastní zpracování

Největší pokles výkupní ceny za mléko byl zaznamenán v roce 2009, kdy se zemědělská cena mléka dostala na svoji nejnižší hodnotu 25,25 eur za 100 kg surového kravského mléka. Naopak největší nárůst ceny nastal ihned v dalším roce, který činil necelých 24 %. I z toho lze vyčíst pravidelné a vysoké meziroční změny znamenající problém, stejně jako u českých producentů. Průměrný roční pokles výkupní ceny za kilogram kravského mléka za sledované období se pohyboval okolo půl procenta.

Graf 9: Průměrná zemědělská cena za 100 kg kravského mléka (€)

Zdroj: Vlastní zpracování

Průměrná prodejní cena surového kravské mléka vykazovala konstantní lineární trend v časové řadě, avšak i grafu lze jasně vypozorovat, že hodnoty vykazovaly za dané období kolísající vývoj zaznamenaný v meziročních změnách. Zvýšení ceny v Německu v roce 2007 souviselo s celkovým nárůstem cen na světových trzích, který zajistil dočasnou konkurenceschopnost evropské produkce mléka natolik, že nařízením Komise (ES) byly sazby vývozních náhrad pro mléko a mléčné výrobky pro vývoz do třecích zemí stanoven v nulové výši. Ekonomická krize ovlivnila zemědělskou cenu mléka i u našich sousedů. Snížení poptávky v EU ve spojení s pokračováním liberalizace trhu rovněž negativně ovlivnilo cenu mléka zemědělských výrobců v celé Evropské unii.

4.3.3 Množství nákupu kravského mléka mlékárnami

Tabulka 11: Nákup kravského mléka mlékárnami na farmách (tis. t)

Rok	Nákup mléka	Absolutní Δ	Relativní Δ
2001	26 883		
2002	26 621	-262	-0,97 %
2003	27 320	699	2,63 %
2004	27 113	-207	-0,76 %
2005	27 311	198	0,73 %
2006	26 821	-490	-1,79 %
2007	27 321	500	1,86 %
2008	27 466	145	0,53 %
2009	28 248	782	2,85 %
2010	28 659	411	1,45 %
2011	29 339	680	2,37 %
2012	29 703	364	1,24 %
2013	30 301	598	2,01 %
2014	31 375	1 074	3,54 %
2015	31 879	504	1,61 %
2016	31 973	94	0,29 %
Průměrný koeficient růstu			1,17 %

Zdroj: Vlastní zpracování

Nákup kravského mléka mlékárnami od farmářů úzce souvisí s vyprodukovaným množstvím mléka v Německu. K nejvyšší absolutní změně došlo v roce 2014, kdy mlékárny nakoupily o více než 1 mil. kg mléka oproti předcházejícímu roku. Na základě výše uvedené tabulky lze zjistit, že množství nakoupeného kravského mléka se od roku 2007 každý rokem zvyšuje. Celkově jeho množství v průměru roste každým rokem o 1,17 %.

Graf 10: Nákup kravského mléka mlékárnami na farmách (tis. t)

Zdroj: Vlastní zpracování

Ve sledovaném období se množství odkoupené zemědělské komodity vyvíjelo mírně rostoucí tendencí, a rovněž z grafu je snadno rozpoznatelné, že od roku 2007 se hodnota nákupu mléka v každém roce zvyšovala, a to až na konečnou sumu 31 973 tis. tun za rok. Na základě uvedeného grafu je zřejmé, že v porovnání s Českou republikou mají němečtí dodavatelé značnou výhodu a lepší postavení pro obchod s mlékem ve své zemi. Tuzemští zpracovatelé s nimi uzavírají dopředu nasmlouvané víceleté smlouvy, podle kterých si producenti mohou plánovat objemy své výroby.

4.3.4 Dovoz mléka a smetany

Tabulka 12: Dovoz mléka a smetany ze světa (mil. kg)

Rok	Dovoz mléka	Absolutní Δ	Relativní Δ
2001	753		
2002	1 019	266	35,33 %
2003	1 404	385	37,78 %
2004	1 293	-111	-7,91 %
2005	1 384	91	7,04 %
2006	1 598	214	15,46 %
2007	1 511	-87	-5,44 %
2008	1 865	354	23,43 %
2009	1 870	5	0,27 %
2010	1 787	-83	-4,44 %
2011	1 934	147	8,23 %
2012	1 899	-35	-1,81 %
2013	1 801	-98	-5,16 %
2014	2 071	270	14,99 %
2015	2 333	262	12,65 %
2016	2 516	183	7,84 %
Průměrný koeficient růstu			9,22 %

Zdroj: Vlastní zpracování

Na základě uvedené tabulky lze konstatovat, že k nejvýraznějšímu meziročnímu nárůstu dovozu mléka a smetany došlo v roce 2003, kdy Německo importovalo ze světa o 385 mil. kg více, než v roce 2002. Celkově se hodnota importu za šestnáctileté období více než ztrojnásobila. Za analyzované šestnáctileté období se do Německa dováží každým rokem v průměru o 9,22 % více mléka a smetany.

Graf 11: Dovoz mléka a smetany ze světa (mil. kg)

Zdroj: Vlastní zpracování

Stejně jako v České republice, tak rovněž v Německu množství dovozu mléka a smetany za poslední roky vykazuje rostoucí vývoj, který lze vyčíst z lineární trendové funkce, kterou je graf proložen. Nutno však dodat, že i Německo vykazuje pravidelně kladnou hodnotu salda zahraničního obchodu se sledovanou zemědělskou komoditou a množství exportu mléka a smetany je vyšší než samotný dovoz.

Časové řady vybraných determinantů v Německu byly na základě testů prokázány jako nestacionární. Jednotlivé výstupy s výslednými hodnotami jsou uvedeny v příloze 8 a 9.

4.4 LRM produkce mléka v Německu

Na základě ekonomické teorie byly jako hlavní determinanty ovlivňující produkci syrového kravského mléka v Německu vybrány stav dojených krav, průměrná zemědělská cena kravského mléka minulého roku, množství nakoupeného kravského mléka mlékárnami před dvěma lety a dovoz mléka a smetany z celého světa.

Formulace ekonomického modelu

Produkce kravského mléka = funkce (stav dojených krav, průměrná zemědělská cena kravského mléka v loňském roce, nákup kravského mléka mlékárnami v předminulém roce a dovoz mléka a smetany).

$y_{1t} = f(x_{1t}, x_{2t}, x_{3(t-1)}, x_{4(t-2)}, x_{5t})$, kde

y_{1t} ..... produkce kravského mléka (tis. t/rok)

x_{1t} ..... jednotkový vektor

x_{2t} ..... stav dojených krav (tis. ks)

$x_{3(t-1)}$ ..... průměrná zemědělská cena kravského mléka v loňském roce (€/100 kg)

$x_{4(t-2)}$ ..... nákup kravského mléka mlékárnami v předminulém roce (tis. t/rok)

x_{5t} ..... dovoz mléka a smetany (mil. t/rok)

Formulace ekonometrického modelu

$y_{1t} = \gamma_{11}x_{1t} + \gamma_{12}x_{2t} + \gamma_{13}x_{3(t-1)} + \gamma_{14}x_{4(t-2)} + \gamma_{15}x_{5t} + u_{1t}$, kde

$\gamma_{11} - \gamma_{15}$ ..... strukturální parametry exogenních proměnných

u_{1t} ..... náhodná složka

Formulace vědeckých ekonomických otázek závislosti exogenních proměnných na produkci mléka

- O kolik vzroste produkce kravského mléka v Německu, pokud se zvýší stav dojených krav o tisíc kusů?
- V jakých hodnotách konfidenčního intervalu se změní výroba mléka, když se výkupní zemědělská cena kravského mléka v minulém roce navýšila o jedno euro za 100 kg mléka?

- Jak ovlivní produkci mléka v Německu zvýšení množství nakoupeného mléka mlékárnami o 1 000 tun před dvěma lety? Jak by se změnila produkce mléka?
- Jakým způsobem budou němečtí producenti reagovat na to, pokud vzroste o milion tun import mléka a smetany ze zahraničí za jeden rok? Zvýšení dovozu mléka a smetany může způsobit dvě reakce samotných farmářů. Při té první se mohou domácí producenti stáhnout a vyrábět méně, protože bude tuzemská poptávka z části uspokojená dováženým mlékem nebo naopak tuzemští výrobci budou produkovat vyšší množství kravského mléka, aby případnému dovozu ze zahraničí zamezili.

Odhad parametrů modelu produkce mléka v Německu

Obrázek 1: Odhadnuté parametry modelu produkce mléka v Německu

```
Model 1: OLS, za použití pozorování 2001-2016 (T = 16)
Závisle proměnná: Produkce

                koeficient     směr. chyba   t-podíl   p-hodnota
  ------------------------------------------------------------------
  const         -14653,2        4892,12       -2,995    0,0122    **
  Stav_dojnic     4,64761       1,26137        3,685    0,0036    ***
  Cena_zp        26,7370       12,5262         2,134    0,0561    *
  Nakup_zp2       0,790757      0,125572       6,297    5,86e-05  ***
  Dovoz           1,05767       0,485628       2,178    0,0521    *

  Střední hodnota závisle proměnné     29697,75
  Sm. odchylka závisle proměnné        1739,298
  Součet čtverců reziduí                1317917
  Sm. chyba regrese                    346,1367
  Koeficient determinace               0,970957
  Adjustovaný koeficient determinace   0,960395
  F(4, 11)                             91,93559
  P-hodnota(F)                         2,23e-08
  Logaritmus věrohodnosti             -113,2548
  Akaikovo kritérium                   236,5096
  Schwarzovo kritérium                 240,3726
  Hannan-Quinnovo kritétium            236,7074
  rho (koeficient autokorelace)        0,195183
  Durbin-Watsonova statistika          1,472959
zde je poznámka o zkratkách statistik modelu
```

Zdroj: Gretl, vlastní zpracování

$$y_{1t} = -14\,653{,}2 + 4{,}64761x_{2t} + 26{,}7370x_{3(t-1)} + 0{,}790757x_{4(t-2)} + 1{,}05767x_{5t} + u_{1t}$$

Ekonomická verifikace modelu

γ_{11} = -14 653,2. Říká, že pokud budou všechny ostatní proměnné rovny nule, tak bude produkce kravského mléka -14 653 200 tun za rok.

γ_{12} = 4,64761. Druhý odhadnutý parametr vysvětluje, že když se v průměru zvýší počet dojených krav o tisíců kusů, pak se produkce kravského mléka zvedne o 4 647,61 tun za rok.

γ_{13} = 26,7370. Jestliže se v minulém roce zvedla průměrná zemědělská cena kravského mléka o jedno euro za 100 kg, tak se v dalším roce s 90% pravděpodobností v Německu vyprodukuje o 1 684,6 až 51 789,4 tun mléka více.

γ_{14} = 0,790757. Čtvrtý odhadnutý parametr říká, že pokud se před dvěma lety zvýšilo nakoupené množství kravského mléka mlékárnami o 1 000 tun, pak němečtí producenti vyrobí s 99% pravděpodobností o 539,613 až 1 041,901 tun mléka více.

γ_{15} = 1,05767. Udává, že pokud se zvýší import mléka a smetany o milion tun za rok, pak dojde v Německu ke zvýšení produkce kravského mléka o 1 057,67 tun. To znamená, že se tuzemští výrobci budou proti dovozu mléka ze světa bránit zvýšenou produkcí, aby již zabránili samotnému vstupu zahraničních konkurentů na domácí trh s mlékem.

Jednotlivé parametry jsou interpretovány za podmínek ceteris paribus. Kromě parametru jednotkového vektoru lze konstatovat, že jejich směr a intenzita působení odpovídá určeným ekonomickým předpokladům.

Statistická verifikace modelu

- Těsnost závislosti

Hodnota koeficientu determinace vyjadřuje, že je produkce kravského mléka v modelu vysvětlena více než z 97 % změnami exogenních proměnných.

- Testování významnosti odhadnutých parametrů

Všechny odhadnuté parametry v modelu jsou statisticky významné při zvolené hladině významnosti α = 0,1. Naopak při zvolené hladině významnosti α = 0,05 již nejsou statisticky významné parametry proměnných $x_{3(t-1)}$ a x_{5t}. Statisticky nejvýznamnější

odhadnuté parametry jsou u proměnných x_{2t} a $x_{4(t-2)}$, které jsou významné i na zvolené hladině $\alpha = 0{,}01$.

Ekonometrická verifikace modelu

- Testování normality reziduí pomocí **Chí-kvadrát testu**

H_0: náhodné chyby jsou normálně rozděleny

H_1: náhodné chyby nejsou normálně rozděleny

Výsledná p-hodnota testu normality se rovná 0,95993. Nulová hypotéza nelze na základě hladiny významnosti $\alpha = 0{,}05$ zamítnout a lze konstatovat, že má náhodná složka normální rozdělení.

- Testování přítomnosti autokorelace na základě **Breush-Godfreyova testu** prvního řádu

H_0: náhodné chyby nejsou vzájemně korelované

H_1: náhodné chyby jsou vzájemně korelované

Výsledná p-hodnota testu autokorelace vyšla 0,506 a tím nelze nulovou hypotézu na základě hladiny významnosti $\alpha = 0{,}05$ zamítnout. Předpoklad modelu není porušen, když nebyl zjištěn výskyt autokorelace náhodné složky.

- Testování heteroskedasticity pomocí **Breush-Paganova testu**

H_0: náhodné chyby jsou homoskedastické

H_1: náhodné chyby jsou heteroskedastické

Výsledná p-hodnota testu heteroskedasticity se rovná 0,524577. Nulovou hypotézu nelze na základě hladiny významnosti $\alpha = 0{,}05$ zamítnout. Náhodná složka modelu je homoskedastická.

Aplikace modelu

V rámci modelu na produkci kravského mléka v Německu budou vypočteny a interpretovány koeficienty pružností jednotlivých vysvětlujících proměnných na endogenní proměnnou za rok 2016.

$\hat{y}_{1,\,2016}$ = -14 653,2 + 4,64761 * 4 218 + 26,7370 * 29,59 + 0,790757 * 31 375 + 1,05767 * 2 516 + u_{1t}

$\hat{y}_{1,\,2016}$ = 32 672,67

$E_{x2,\,2016}$ = 0,6000 %

$E_{x3(t-1),\,2016}$ = 0,0242 %

$E_{x4(t-2),\,2016}$ = 0,7593 %

$E_{x5t,\,2016}$ = 0,0814 %

Z výsledků je patrné, že největší vliv na produkci mléka má změna vysvětlující proměnné nákup kravského mléka mlékárnami v předminulém roce, kdy její jednoprocentní změna způsobí 0,76% změnu v produkci mléka. Naopak nejnižší změnu vyvolá průměrná zemědělská cena kravského mléka v loňském roce a to pouhou 0,024% změnou na produkci kravského mléka. Jednoprocentní změna stavu dojených krav způsobí 0,6% změnu a dovoz vyvolá 0,08% změnu na endogenní proměnnou.

4.5 Srovnávací LRM produkce mléka v ČR

Na základě modelu produkce kravského mléka v Německu byl pro srovnání sestrojen model pro ČR, který obsahuje téměř identické determinanty ovlivňují produkci mléka. Exogenními proměnnými jsou stav dojených krav, průměrná zemědělská cena kravského mléka minulého roku, množství nakoupeného mléka mlékárnami před dvěma lety a dovoz mléka a smetany z celé Evropy.

Formulace ekonomického modelu

Produkce mléka = funkce (stav dojených krav, průměrná zemědělská cena kravského mléka v loňském roce, nákup mléka mlékárnami v předminulém roce a dovoz mléka a smetany)

$y_{1t} = f(x_{1t}, x_{2t}, x_{3(t-1)}, x_{4(t-2)}, x_{5t})$, kde

y_{1t} ..... produkce mléka (mil. l/rok)

x_{1t} ..... jednotkový vektor

x_{2t} ..... stav dojených krav (ks)

$x_{3(t-1)}$ ..... průměrná zemědělská cena kravského mléka v loňském roce (Kč/tis. l)

$x_{4(t-2)}$ ..... nákup mléka mlékárnami v předminulém roce (mil. l/rok)

x_{5t} ..... dovoz mléka a smetany (mil. Kč/rok)

Formulace ekonometrického modelu

$\mathbf{y_{1t} = \gamma_{11}x_{1t} + \gamma_{12}x_{2t} + \gamma_{13}x_{3(t-1)} + \gamma_{14}x_{4(t-2)} + \gamma_{15}x_{5t} + u_{1t}}$, kde

$\gamma_{11} - \gamma_{15}$ ..... strukturální parametry exogenních proměnných

u_{1t} ..... náhodná složka

Formulace vědeckých ekonomických otázek závislosti exogenních proměnných na produkci mléka

- O kolik vzroste produkce kravského mléka v České republice, pokud se zvýší stav dojnic o jednu krávu?
- Jak se změní výroba mléka, když se výkupní zemědělská cena kravského mléka v minulém roce navýšila o 1 Kč za tisíc litrů mléka?
- Vzrostlo-li nakoupené množství mléka mlékárnami před dvěma lety o milion litrů, vyvolá to rovněž zvýšení produkce? A případně v jakém množství?
- Jakým způsobem budou čeští producenti reagovat na to, když vzroste hodnota importu mléka a smetany z celé Evropy o milion Kč za rok? Zvýšení dovozu mléka a smetany může způsobit dvě reakce na produkci mléka. Při té první se mohou domácí producenti stáhnout a vyrábět méně, protože bude tuzemská poptávka

z části uspokojená dováženým mlékem nebo naopak tuzemští výrobci budou produkovat větší množství mléka, aby případnému dovozu ze zahraničí zamezili.

Odhad parametrů srovnávacího modelu produkce mléka v ČR

Obrázek 2: Odhadnuté parametry srovnávacího modelu produkce mléka v ČR

```
Model 1: OLS, za použití pozorování 2001-2016 (T = 16)
Závisle proměnná: Produkce

                koeficient     směr. chyba    t-podíl   p-hodnota
  ------------------------------------------------------------------
  const         2619,66          833,233        3,144     0,0093   ***
  Stav_dojnic     -0,000446095     0,00175262   -0,2545    0,8038
  Cena_zp          0,0725698       0,0371733     1,952     0,0768   *
  Nakup_zp2       -0,132323        0,504193     -0,2624    0,7978
  Dovoz            0,0312668       0,117990      0,2650    0,7959

  Střední hodnota závisle proměnné     2738,062
  Sm. odchylka závisle proměnné        107,9021
  Součet čtverců reziduí               96567,32
  Sm. chyba regrese                    93,69550
  Koeficient determinace               0,447059
  Adjustovaný koeficient determinace   0,245989
  F(4, 11)                             2,223402
  P-hodnota(F)                         0,132942
  Logaritmus věrohodnosti             -92,34627
  Akaikovo kritérium                   194,6925
  Schwarzovo kritérium                 198,5555
  Hannan-Quinnovo kritétium            194,8904
  rho (koeficient autokorelace)        0,666494
  Durbin-Watsonova statistika          0,765147
zde je poznámka o zkratkách statistik modelu

Pomine-li se konstanta, p-hodnota byla nejvyšší pro proměnnou 4 (Stav_dojnic)
```

Zdroj: Gretl, vlastní zpracování

$$y_{1t} = 2\,619{,}66 - 0{,}000446095x_{2t} + 0{,}0725698x_{3(t-1)} - 0{,}132323x_{4(t-2)} + 0{,}0312668x_{5t} + u_{1t}$$

Ekonomická verifikace modelu

γ_{11} = 2 619,66. Říká, že pokud budou všechny ostatní proměnné v modelu rovny nule, pak bude produkce mléka 2 619 660 tis. litrů za rok.

γ_{12} = -0,000446095. Druhý odhadnutý parametr vysvětluje, že když se zvýší počet dojených krav o 1 kus, tak produkce mléka klesne o 444,095 litrů za rok.

γ_{13} = 0,0725698. Pakliže se v minulém roce zvedla průměrná zemědělská cena kravského mléka o 1 Kč za tisíc litrů mléka, pak čeští prvovýrobci navýší produkci mléka o 72 569,8 litrů za rok.

γ_{14} = -0,132323. Čtvrtý odhadnutý parametr říká, že pokud se před dvěma lety zvýšilo nakoupené množství mléka mlékárnami o milion litrů, tak se produkce mléka v ČR sníží o 132 323 litrů za rok.

γ_{15} = 0,0312668. Udává, že pokud se hodnota importu mléka a smetany zvýší o milion Kč za rok, pak tuzemští producenti vyrobí o 31 266,8 litrů mléka více.

Jednotlivé parametry jsou interpretovány za podmínek ceteris paribus. Nutné je zde dodat, že interpretace odhadnutých parametrů u nezávislých proměnných stavu dojených krav a množství nákupu mléka mlékárnami v předminulém roce neodpovídá předem určeným ekonomickým předpokladům, a tím je jejich interpretace nepřesná.

Statistická verifikace modelu

- Těsnost závislosti

Vypočtená hodnota koeficientu determinace vyjadřuje, že je produkce mléka v České republice ve srovnávacím modelu vysvětlena pouze necelými 45 % změnami nezávislých proměnných.

- Testování významnosti odhadnutých parametrů

U všech odhadnutých parametrů vysvětlujících proměnných byla testována jejich statistická významnost v modelu na základě zvolené hladiny významnosti $\alpha = 0,1$ a pouze parametr zemědělské ceny v minulém roce lze označit za statisticky významný. Ostatní parametry exogenních proměnných jsou pro daný model statisticky nevýznamné.

Ekonometrická verifikace modelu

- Testování normality reziduí pomocí **Chí-kvadrát testu**

H_0: náhodné chyby jsou normálně rozděleny

H_1: náhodné chyby nejsou normálně rozděleny

Vypočtená p-hodnota testu normality dosáhla hodnoty 0,1154. Nulová hypotéza nelze na základě hladiny významnosti α = 0,05 zamítnout, a proto jsou náhodné chyby normálně rozděleny.

- Testování přítomnosti autokorelace na základě **Breush-Godfreyova testu** prvního řádu

H_0: náhodné chyby nejsou vzájemně korelované

H_1: náhodné chyby jsou vzájemně korelované

Výsledná p-hodnota testu autokorelace je 0,114 a to znamená, že nelze nulovou hypotézu na základě hladiny významnosti α = 0,05 zamítnout. Předpoklad modelu není porušen. Náhodné chyby nejsou vzájemně korelované.

- Testování heteroskedasticity pomocí **Breush-Paganova testu**

H_0: náhodné chyby jsou homoskedastické

H_1: náhodné chyby jsou heteroskedastické

Konečná p-hodnota testu heteroskedasticity se rovná 0,879519. Nulovou hypotézu není možné na základě hladiny významnosti α = 0,05 zamítnout. Náhodné chyby v modelu jsou homoskedastické.

Aplikace modelu

V rámci srovnávacího modelu na produkci mléka v ČR budou vypočteny a interpretovány koeficienty pružností jednotlivých vysvětlujících proměnných na endogenní proměnnou za rok 2016.

$\hat{y}_{1,\ 2016}$ = 2 619,66 - 0,000446095 * 367 313 + 0,0725698 * 7 862 – 0,132323 * 2 351 + 0,0312668 * 1 865 + u_{1t}

$\hat{y}_{1,\,2016}$ = 2 773,569

$E_{x2,\,2016}$ = -0,0590 %

$E_{x3(t-1),\,2016}$ = 0,2057 %

$E_{x4(t-2),\,2016}$ = -0,1121 %

$E_{x5t,\,2016}$ = 0,0210 %

Z výše uvedených výsledků je zřejmě, že nejvíce na endogenní proměnnou působí zemědělská cena mléka v minulém roce, kdy její jednoprocentní změna vyvolá 0,21% u produkce mléka. Jak již bylo uvedeno výše, ostatní vysvětlující proměnné v modelu nejsou statisticky významné, a právě proto svojí jednoprocentní změnou příliš neovlivňují změnu vysvětlované proměnné.

4.6 Upravený LRM produkce mléka v ČR

Po úpravě ekonometrického modelu na produkci mléka v ČR byly jako vysvětlující proměnné dosazeny, průměrná dojivost jedné krávy a stav dojených krav.

Formulace ekonomického modelu

Produkce mléka = funkce (průměrná dojivost krávy, stav dojených krav)

$y_{1t} = f(x_{1t}, x_{2t}, x_{3t})$, kde

y_{1t} ..... produkce mléka (mil. l/rok)

x_{1t} ..... jednotkový vektor

x_{2t} ..... průměrná dojivost krávy (l/rok)

x_{3t} ..... stav dojených krav (ks)

Formulace ekonometrického modelu

$y_{1t} = \gamma_{11}x_{1t} + \gamma_{12}x_{2t} + \gamma_{13}x_3 + u_{1t}$, kde

$\gamma_{11} - \gamma_{13}$ ..... strukturální parametry exogenních proměnných

u_{1t} ..... náhodná složka

Formulace vědeckých ekonomických otázek závislosti exogenních proměnných na produkci mléka

- Jak se změní výroba mléka v ČR, pokud se průměrná roční dojivost krávy zvýší o jeden litr?
- V jakých hodnotách konfidenčního intervalu se změní produkce mléka, pokud stav dojnic naroste o jeden kus?

Odhad parametrů upraveného modelu produkce mléka v ČR

Obrázek 3: Odhadnuté parametry upraveného modelu produkce mléka v ČR

```
Model 1: OLS, za použití pozorování 2001-2016 (T = 16)
Závisle proměnná: Produkce

                koeficient     směr. chyba   t-podíl  p-hodnota
  ------------------------------------------------------------
  const        -1217,91        436,284       -2,792   0,0153    **
  Dojivost         0,316838      0,0306362    10,34    1,22e-07  ***
  Stav_dojnic      0,00440438    0,000574576   7,665   3,56e-06  ***

  Střední hodnota závisle proměnné     2738,062
  Sm. odchylka závisle proměnné         107,9021
  Součet čtverců reziduí                14988,97
  Sm. chyba regrese                     33,95582
  Koeficient determinace                0,914174
  Adjustovaný koeficient determinace    0,900970
  F(2, 13)                              69,23430
  P-hodnota(F)                          1,17e-07
  Logaritmus věrohodnosti              -77,44287
  Akaikovo kritérium                    160,8857
  Schwarzovo kritérium                  163,2035
  Hannan-Quinnovo kritétium             161,0044
  rho (koeficient autokorelace)         0,244202
  Durbin-Watsonova statistika           1,453894
zde je poznámka o zkratkách statistik modelu
```

Zdroj: Gretl, vlastní zpracování

$$y_{1t} = -1\,217{,}91 + 0{,}316838x_{2t} + 0{,}00440438x_3 + u_{1t}$$

Ekonomická verifikace modelu

γ_{11} = -1 217,91. Vyjadřuje, že pokud budou všechny ostatní proměnné v modelu rovny nule, pak bude produkce mléka -1 217 910 tis. litrů.

γ_{12} = 0,316838. Říká, pokud se zvýší průměrná roční dojivost jedno krávy o jeden litr, zvýší se produkce mléka o 316 838 litrů mléka za rok.

γ_{13} = 0,00440438. Poslední odhadnutý parametr v rovnici vysvětluje, že pokud se zvedne stav dojených krav o 1 kus, tak čeští producenti vyrobí s 99% pravděpodobností o 3 255,2 až 5 553,5 litrů mléka více.

I zde byly jednotlivé parametry interpretovány za podmínky ceteris paribus. Odhadnuté parametry obdobně jako u modelu produkce kravského mléka v Německu odpovídají ekonomickým předpokladům, až na γ_{11}, který vyjadřuje zápornou produkci mléka při nulové hodnotě ostatních proměnných. Vzhledem k průměrné roční dojivosti jedné krávy, by se dala očekávat vyšší intenzita působení parametru proměnné početní stav dojených krav.

Statistická verifikace modelu

- Těsnost závislosti

Výsledná hodnota koeficientu determinace značí, že je produkce mléka v České republice v sestaveném modelu vysvětlena více než z 91,4 % změnami exogenních proměnných.

- Testování významnosti odhadnutých parametrů

Statistická významnost odhadnutých parametrů u proměnných x_{2t} a x_{3t} byla testována na základě zvolené hladiny významnosti α = 0,01, při které byla zjištěna jejich významnost v daném modelu.

Ekonometrická verifikace modelu

- Testování normality reziduí pomocí **Chí-kvadrát testu**

H_0: náhodné chyby jsou normálně rozděleny

H_1: náhodné chyby nejsou normálně rozděleny

Výsledná p-hodnota testu normality dosáhla hodnoty 0,5607. Nulovou hypotézu nelze na základě hladiny významnosti α = 0,05 zamítnout a lze konstatovat, že náhodná složka má normální rozdělení.

- Testování přítomnosti autokorelace na základě **Breush-Godfreyova testu** prvního řádu

H_0: náhodné chyby nejsou vzájemně korelované

H_1: náhodné chyby jsou vzájemně korelované

P-hodnota testu autokorelace se rovná 0,315 a tak lze říct, že nelze nulovou hypotézu na základě hladiny významnosti α = 0,05 zamítnout. Předpoklad modelu není porušen, náhodné chyby nejsou vzájemně korelované.

- Testování heteroskedasticity pomocí **Breush-Paganova testu**

H_0: náhodné chyby jsou homoskedastické

H_1: náhodné chyby jsou heteroskedastické

Konečná p-hodnota testu heteroskedasticity vyšla 0,694639. Nulová hypotéza nelze na základě hladiny významnosti α = 0,05 zamítnout. Náhodná složka modelu není heteroskedastická.

Aplikace modelu

V rámci upraveného modelu na produkci mléka v ČR budou vypočteny a interpretovány koeficienty pružností jednotlivých vysvětlujících proměnných na endogenní proměnnou za rok 2016.

$\hat{y}_{1,\,2016} = -1\,217{,}91 + 0{,}316838 * 8\,061 + 0{,}00440438 * 367\,313 + u_{1t}$

$\hat{y}_{1,\,2016} = 2\,953{,}9$

$E_{x2,\,2016} = 0{,}864628\ \%$

$E_{x3,\,2016} = 0{,}547677\ \%$

Z vypočtených koeficientů pružností lze konstatovat, že jednoprocentní změna proměnné průměrná dojivost krávy způsobí 0,86% změnu v produkci mléka. Nižší silou působí stav dojených krav, který svoji 1% změnou vyvolá 0,55% změnu u závisle proměnné.

5 Výsledky a diskuse

Pro analýzu vývoje jednotlivých faktorů v letech 2001 až 2016 byly vybrány exogenní proměnné, které byly využity v dílčích lineárních regresních modelech na produkci mléka. Jednalo se o početní stav dojnic, zemědělskou cenu mléka, množství nakoupeného mléka mlékárnami, dovoz mléka a pro Českou republiku také o průměrnou roční dojivost jedné krávy. Výskyt stacionarity nebyl ani u jedné z časových řad prokázán, a proto bylo možné zvolené proměnné využít v ekonometrickém modelování.

Výroba mléka v ČR a v Německu se v dlouhodobém horizontu vyznačuje rostoucí tendencí. Od roku 2001 až do roku 2010 byl v České republice vývoj značně kolísavý. Následně se hodnota produkce mléka pouze zvyšovala. V Německu se dokonce už od roku 2007 každým rokem produkce navyšuje. Z provedené analýzy vývoje zkoumané komodity u obou zemí lze předpokládat, že producenti budou svou výrobu mléka navyšovat i v následujících letech, a to i s ohledem na zrušení tzv. mléčných kvót od 1.dubna roku 2015.

Za sledované období došlo jak v ČR, tak i v Německu k nejvýraznějšímu poklesu hodnot u stavu dojených krav. Tento fakt má úzkou spojitost s průměrnou roční dojivostí na jednu krávu, která naopak v posledních letech výrazně v České republice vzrostla, a i přes snížení stavu dojnic množství produkce mléka v průměru roste. Vyšší dojivost lze vysvětlit zvýšenou zemědělskou produktivitou, ke které vedlo efektivnější využití výrobních faktorů jako například pokrok v genetice, ve výživě dojnic nebo přijetí nových technologií.

Za to průměrná výkupní zemědělská cena mléka sice vykazovala jak ČR, tak rovněž v Německu konstantní lineární trend v čase, avšak s kolísavými meziročními změnami, které se začaly projevovat zejména od roku 2008, kdy byly všechny právní předpisy stanovující jednotlivé režimy EU pro mléko a mléčné výrobky začleněny do nařízení Rady (ES), kterým byla vytvořena jednotná organizace trhu pro celou společnou zemědělskou politiku. Meziroční změny cen producentů mléka se dají z části přisoudit také maloobchodníkům, kteří mají poměrně vysokou vyjednávací sílu a staví se do klíčových pozic při stanovování cen mléka v celé Evropě.

Rozdíl mezi Českou republikou a Německem je patrný ve vývoji nakoupeného množství syrového mléka mlékárnami od prvovýrobců. Zatímco u nás se za sledované období množství nákupu vyznačovalo převážně klesající tendencí, tak u našich sousedů

zpravidla meziročně mírně rostlo. Dané skutečnosti jsou zajímavé pro porovnání právě s množstvím vyrobeného mléka v obou zemích. V Německu lze spatřit úzkou spojitost mezi produkcí kravského mléka a množstvím nakoupeného kravského mléka mlékárnami, která se vyznačuje podobným tempem růstu a už tady je možné zaznamenat závislost mezi vysvětlující a vysvětlovanou proměnnou. Oproti tomu množství nakoupeného mléka v České republice do roku 2010 převážně klesalo. Takový stav může českým producentům způsobit z dlouhodobého hlediska značné problémy v závislosti na plánování, jaké množství mléka budou produkovat. Protože svoji výrobu nemohou do jisté míry přizpůsobovat tomu, kolik množství mléka od nich čeští zpracovatelé odkupují, tak jako právě v Německu. I to má za následek, že v ČR se vyrobí více mléka, než kolik ho jsou schopny mlékárny zpracovat, a proto jsou čeští výrobci nuceni mléko dovážet na zahraniční trh. Ke zlepšení situace by mohlo vést dlouhodobé sdružování farmářů do větších společností. S většími subjekty jsou totiž obchodní řetězce a zpracovatelské podniky nuceni tvrději vyjednávat, než s těmi drobnými, které mají horší postavení na trhu.

Jako první byl vytvořen jednorovnicový lineární model na produkci mléka v Německu. Na základě teoretických poznatků a získaných dat byly jako hlavní exogenní proměnné do modelu dosazeny stav dojených krav, průměrná zemědělská cena kravského mléka minulého roku, množství nakoupeného kravského mléka mlékárnami před dvěma lety a dovoz mléka a smetany z celého světa. Na základě odhadnutých parametrů pomocí BMNČ bylo zjištěno, že jejich ekonomická interpretace odpovídá předpokládaným závislostem exogenních proměnných na produkci mléka. Výsledná hodnota koeficientu determinace vyjadřovala, že ve zkonstruovaném modelu je závisle proměnná vysvětlena více než z 97 % změnami nezávislých proměnných. Při testování významnosti odhadnutých parametrů na zvolené hladině významnosti $\alpha = 0{,}1$ se prokázaly veškeré determinanty jako statisticky významné. V následné ekonometrické verifikaci bylo ověřeno, že náhodné chyby na základě hladiny významnosti $\alpha = 0{,}05$ jsou normálně rozděleny. Na identické hladině významnosti bylo zjištěno, že náhodná složka modelu je homoskedastická a předpoklad modelu nebyl porušen, když nebyla prokázána autokorelace náhodné složky.

Pro porovnání byl sestaven ekonometrický model se stejnými vysvětlujícími proměnnými také pro ČR. Výsledné hodnoty odhadnutých parametrů u stavu dojených krav a množství nákupu mléka mlékárnami v předminulém roce neodpovídaly předem určeným předpokladům a jejich ekonomická verifikace byla nepřesná. Jako jediná statisticky

významná proměnná v modelu se prokázala zemědělská cena v minulém roce. Rovněž koeficient determinace ve srovnávacím modelu dosáhl velmi nízké hodnoty a to konkrétně 0,447. Při ekonometrické verifikaci bylo ověřeno, že náhodná složka má normální rozdělení, náhodné chyby jsou nejsou vzájemně korelované a lze vyloučit její heteroskedasticitu.

Jako poslední byl sestrojen upravený LRM na produkci mléka v České republice, který obsahoval dvě vysvětlující proměnné, a to průměrnou roční dojivost jedné krávy a počet dojených krav. Zde již odhadnuté parametry odpovídaly při ekonomické verifikace stanoveným předpokladům. Rovněž byla prokázána statistická významnost zvolených proměnných na hladině významnosti $\alpha = 0,01$. Výsledná hodnota koeficientu značila, že produkce mléka v upraveném modelu byla vysvětlena z více než 91,4 %. Pomocí Chí-kvadrát testu se zjistilo, že náhodná složka obsahuje normální rozdělení. Náhodné chyby jsou homoskedastické a při testování přítomnosti autokorelace prvního řádu nebyla prokázána vzájemná korelace reziduí. Vyšší hodnotu pružnosti za rok 2016 vykázala proměnná roční dojivost jedné krávy s koeficientem 0,86.

6 Závěr

Hlavním cílem této práce bylo určit a kvantifikovat, jaké determinanty mají vliv na produkci mléka v České republice a v Německu za sledované období v letech 2001 až 2016. Faktory, které působí na konečnou produkci mléka byly uvedeny a popsány v teoretické části diplomové práce. Ve vlastní práci byly vybrané jednotlivé determinanty pro ČR a Německo podrobeny analýzou vývoje, která je popsána v předchozí kapitole.

Pro srovnání produkce mléka v České republice a v Německu byly vytvořeny dva jednorovnicové ekonometrické modely, které zahrnovaly totožné produkční faktory vysvětlující endogenní proměnnou. Z výsledků je zřejmé, že německé producenty v jejich výrobě kravského mléka ovlivňuje více determinantů, než tomu je u nás. V ČR byla statisticky významná pouze cena zemědělská cena kravského mléka v loňském roce, která má dopad na produkční činnost nejen ve všech státech EU, ale i všude jinde ve světě.

Za to u našich sousedů se prokázaly jako významné veškeré proměnné zařazené do modelu. Jak již bylo zmíněno při hodnocení analýzy vývoje determinantů, tak výrazně v Německu ovlivňuje výrobu množství nakoupeného mléka mlékárnami od prvovýrobců. Právě podle předem sjednaných smluv se z velké části němečtí producenti v budoucnu rozhodují, jak velké množství kravského mléka vyprodukují. V České republice tomu tak ovšem není. Přitom princip obchodu u obou zemí je podobný. Daný stav lze vysvětlit horšími vyjednávacími podmínkami českých dodavatelů, kdy výroba mléka v posledních letech převyšuje množství mléka zpracovaného, a proto jsou producenti nuceni mléko vyvážet. Dalším významným faktorem je v Německu početní stav dojených krav. Počet dojnic se sice pravidelně každým rokem snižuje, ale díky vyšší efektivitě využití výrobních faktorů nemá daná skutečnost negativní vliv na konečnou produkci. Němečtí producenti rovněž při svém rozhodování zohledňují množství dovezeného mléka a smetany z celého světa. Při zvyšování importu se cítí ohroženi, a tak zpravidla reagují tím, že zvýší svoji produkci mléka, aby konkurenci ze zahraničí vytlačili z domácího trhu. Naopak české výrobce zahraniční obchod s mlékem a smetanou výrazným způsobem neovlivní. ČR disponuje již několik let kladným saldem ze zahraničního obchodu s mlékem a smetnou a věří, že export dané komodity bude i díky vyšším výkupním cenám v zahraničí nadále nacházet uplatnění.

Pro statistickou nevýznamnost uvedených proměnných byl pro Českou republiku sestaven nový jednorovnicový lineárně regresní model, který zahrnoval jako produkční faktory průměrnou dojivost jedné krávy a stav dojených krav. Právě zmíněné dva determinanty se ukázaly jako rozhodující pro množství vyrobeného mléka v ČR. Tuzemské producenty zajisté v jisté míře ovlivňují i ostatní faktory, jako je výkupní zemědělská cena, nákup mléka mlékárnami nebo zahraniční obchod s analyzovanou komoditou. Ovšem z daných výsledků je patrné, že zásadní vliv na produkci mají ve společnou kombinaci pouze stav dojnic a jejich průměrná roční dojivost. Proto čeští farmáři v posledních letech dbají na zlepšení průměrné dojivosti svých krav a celkovou zemědělskou produktivitu.

7 Seznam použitých zdrojů

7.1 Tištěné zdroje

ARLT, Josef a Markéta ARLTOVÁ. *Ekonomické časové řady*. Praha: Professional Publishing, 2009. ISBN 978-80-86946-85-6.

BOUŠKA, Josef. *Chov dojeného skotu*. Praha: Profi Press, 2006. ISBN 80-86726-16-9.

CIPRA, Tomáš. *Finanční ekonometrie*. 2., upr. vyd. Praha: Ekopress, 2013. ISBN 978-80-86929-93-4.

ČECHURA, Lukáš. *Cvičení z ekonometrie*. Vyd. 3. V Praze: Česká zemědělská univerzita, Provozně ekonomická fakulta, 2013. ISBN 978-80-213-2405-3.

ČERVENKA, Jaroslav. *Hodnocení jakosti zemědělských produktů*. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2002. ISBN 80-213-0883-4.

ČERVENKA, Jaroslav. *Výroba, jakost a obchod s mlékem v podmínkách EU II*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Informační a poradenské centrum PEF, 2005. ISBN 80-213-1276-9.

GAJDŮŠEK, Stanislav. *Laktologie*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003. ISBN 80-7157-657-3.

HUŠEK, Roman. *Základy ekonometrie*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1986.

HUŠEK, Roman. *Základy ekonometrické analýzy*. V Praze: Vysoká škola ekonomická, 1995. ISBN 80-7079-102-0.

HUŠEK, Roman. *Ekonometrická analýza*. Praha: Oeconomica, 2007. ISBN 978-80-245-1300-3.

KANEKANIAN, Ara. *Milk and dairy products as functional foods*. Hoboken, NJ: Wiley Blackwell, 2014. ISBN 9781444336832.

KADLEC, Pavel. *Technologie potravin*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2002. ISBN 80-7080-509-9.

KRPALKOVA, L., V.E. CABRERA, J. KVAPILIK a J. BURDYCH. *Dairy farm profit according to the herd size, milk yield, and number of cows per worker*. DOI: 10.17221/126/2015-AGRICECON. ISBN 10.17221/126/2015-AGRICECON.

KVAPILÍK, Jindřich. *Konstrukce nákupních cen mléka v českých a západoevropských mlékárnách*. Praha: Výzkumný ústav živočišné výroby, 2005. ISBN 80-86454-60-6.

KVAPILÍK, Jindřich a Jiří KOPÁČEK. Výroba mléka v EU po zrušení kvót. *Mlékařské listy*. 2015, (149), 21-22. ISSN 1212 - 950X.

LUHMANN, Henrike, Christian SCHAPER a Ludwig THEUVSEN. Future-Oriented Dairy Farmers' Willingness to Participate in a Sustainability Standard: Evidence from an Empirical Study in Germany. *JOURNAL ON FOOD SYSTEM DYNAMICS*. 2016, **7**(3), 15. ISSN 1869-6945.

TEPLÝ, Miloš. *Mléko a jeho produkce k průmyslovému zpracování*. Praha: SZN, 1979. Živočišná výroba (Státní zemědělské nakladatelství).

TVRDOŇ, Jiří. *Ekonometrie*. Vyd. 5. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2001. ISBN 978-80-213-0819-0.

7.2 Elektronické zdroje

Dotace na Q CZ mléko – kdy přijdou první miliony? *Agropress* [online]. 2017 [cit. 2017-12-10]. Dostupné z: http://www.agropress.cz/dotace-na-q-cz-mleko-kdy-prijdou-prvni-miliony/

MACH, Jiří a Helena ŘEZBOVÁ. Comparison of milk production costs among EU members. *Agris on-line Papers in Economics and Informatics* [online]. 2009, **1**(1), 20 [cit. 2018-01-12]. Dostupné z: http://online.agris.cz/archive/2009/1/2

Mimořádná podpora na snížení produkce mléka 2016. *Státní zemědělský intervenční fond* [online]. 2016 [cit. 2017-04-21]. Dostupné z: https://www.szif.cz/cs/mp-snizeni-produkce-mleka

Organizace producentů mléka. *Státní zemědělský intervenční fond* [online]. 2016 [cit. 2017-04-18]. Dostupné z: https://www.szif.cz/cs/organizace-producentu-mleka

Podpora na účast producentů a zpracovatelů mléka v režimu jakosti Q CZ. *Českomoravská společnost chovatelů* [online]. 2017 [cit. 2017-12-08]. Dostupné z: http://www.cmsch.cz/getattachment/Novinky/ZASADY-POSKYTOVANI-DOTACI/podminky_dotaci_2017.pdf.aspx?lang=cs-CZ

Situace na evropském trhu s mlékem. *EDOTACE* [online]. 2016 [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: http://www.edotace.cz/clanky/situace-na-evropskem-trhu-s-mlekem

Správa mléčných kvót a monitoring tržní produkce mléka. *Státní zemědělský intervenční fond* [online]. 2016 [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: https://www.szif.cz/cs/monitoring-trhu-s-mlekem

Zvláštní podpora na krávy chované v systému s tržní produkcí mléka. *Státní zemědělský intervenční fond*[online]. 2016 [cit. 2017-04-16]. Dostupné z: https://www.szif.cz/cs/kravy

7.3 Zdroje podkladových dat

Database Eurostat. *Eurostat* [online]. 2017 [cit. 2018-01-27]. Dostupné z: http://ec.europa.eu/eurostat/data/database

Databáze ČSÚ. *Český statistický úřad* [online]. 2017 [cit. 2017-12-15]. Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/czso/databaze-registry

UN Comtrade Database. *UN Comtrade Database* [online]. 2017 [cit. 2018-01-15]. Dostupné z: https://comtrade.un.org/data

8 Přílohy

Příloha 1: Podkladová data pro model produkce mléka v Německu

Produkce	JV	Stav_dojnic	Cena_zp	Nakup_zp2	Dovoz
28 191	1	4 475	61,77	26 783	753
27 874	1	4 373	34,54	26 984	1 019
28 533	1	4 338	31,50	26 883	1 404
28 245	1	4 287	30,02	26 621	1 293
28 453	1	4 164	32,20	27 320	1 384
27 995	1	4 054	31,58	27 113	1 598
28 403	1	4 087	28,51	27 311	1 511
28 656	1	4 229	34,71	26 821	1 865
29 199	1	4 169	35,01	27 321	1 870
29 594	1	4 182	25,25	27 466	1 787
30 301	1	4 190	31,23	28 248	1 934
30 672	1	4 190	35,19	28 659	1 899
31 324	1	4 268	32,39	29 339	1 801
32 381	1	4 296	38,05	29 703	2 071
32 671	1	4 285	37,85	30 301	2 333
32 672	1	4 218	29,59	31 375	2 516

Zdroj: Eurostat, UN Comtrade, vlastní zpracování

Příloha 2: Podkladová data pro srovnávací model produkce mléka v ČR

Produkce	JV	Stav_dojnic	Cena_zp	Nakup_zp2	Dovoz
2 702	1	483 400	7 476	2 490	395
2 728	1	495 962	7 758	2 514	613
2 646	1	466 173	8 049	2 532	793
2 602	1	436 806	7 754	2 524	1 018
2 739	1	432 578	7 991	2 531	1 403
2 694	1	424 017	8 215	2 496	1 406
2 684	1	410 349	7 817	2 476	1 834
2 728	1	405 532	8 219	2 330	1 747
2 708	1	399 518	8 756	2 381	1 440
2 612	1	383 523	6 198	2 369	1 256
2 664	1	373 832	7 349	2 292	1 369
2 741	1	373 136	8 274	2 251	1 523
2 775	1	367 327	7 789	2 304	1 615
2 856	1	372 931	8 400	2 382	1 817
2 946	1	369 055	9 500	2 320	1 519
2 984	1	367 313	7 862	2 351	1 865

Zdroj: ČSÚ, vlastní zpracování

Příloha 3: Podkladová data pro upravený model produkce mléka v ČR

Produkce	JV	Dojivost	Stav_dojnic
2 702	1	5 589	483 400
2 728	1	5 718	495 962
2 646	1	5 756	466 173
2 602	1	6 006	436 806
2 739	1	6 254	432 578
2 694	1	6 370	424 017
2 684	1	6 548	410 349
2 728	1	6 776	405 532
2 708	1	6 870	399 518
2 612	1	6 904	383 523
2 664	1	7 128	373 832
2 741	1	7 433	373 136
2 775	1	7 443	367 327
2 856	1	7 705	372 931
2 946	1	8 001	369 055
2 984	1	8 061	367 313

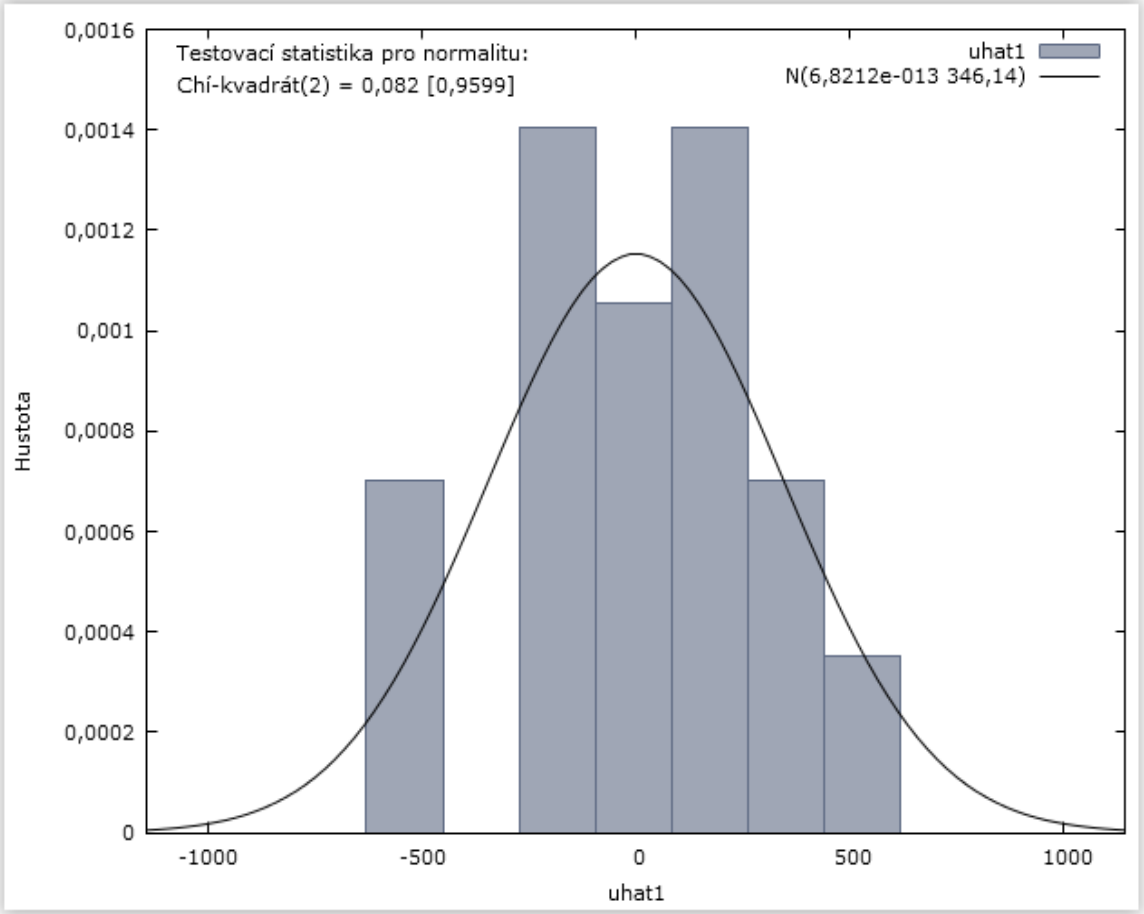
Zdroj: ČSÚ, vlastní zpracování

Příloha 4: Tabulka kritických hodnot rozdělení pro t-test

Stupně volnosti	Hladina významnosti				
	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	6,3138	12,7060	25,4521	63,6570	127,3210
2	2,9200	4,3027	6,2053	9,9248	14,0890
3	2,3534	3,1825	4,1765	5,8409	7,4533
4	2,1318	2,7764	3,4954	4,6041	5,5976
5	2,0150	2,5706	3,1634	4,0321	4,7733
6	1,9432	2,4469	2,9687	3,7074	4,3168
7	1,8946	2,3646	2,8412	3,4995	4,0293
8	1,8595	2,3060	2,7515	3,3554	3,8325
9	1,8331	2,2622	2,6850	3,2498	3,6897
10	1,8125	2,2281	2,6338	3,1693	3,5814
11	1,7959	2,2010	2,5931	3,1058	3,4966
12	1,7823	2,1788	2,5600	3,0545	3,4284
13	1,7709	2,1604	2,5326	3,0123	3,3725
14	1,7613	2,1448	2,5096	2,9768	3,3257
15	1,7530	2,1315	2,4899	2,9467	3,2860
16	1,7459	2,1199	2,4729	2,9208	3,2520
17	1,7396	2,1098	2,4581	2,8982	3,2225
18	1,7341	2,1009	2,4450	2,8784	3,1966
19	1,7291	2,0903	2,4334	2,8609	3,1737
20	1,7247	2,0860	2,4231	2,8453	3,1534

Zdroj: Likeš, J., Laga.: Základní statistické tabulky, Praha, 1978

Příloha 5: Výstupy z Gretlu pro ověření ekonometrické verifikace na model produkce mléka v Německu



```
Breusch-Godfreyův test pro autokorelaci prvního řádu
OLS, za použití pozorování 2001-2016 (T = 16)
Závisle proměnná: uhat

                koeficient    směr. chyba   t-podíl    p-hodnota
  ------------------------------------------------------------------
  const         2292,73       5986,24        0,3830     0,7097
  Stav_dojnic     -0,440257      1,43681     -0,3064     0,7656
  Cena_zp         -3,79912      13,9292      -0,2727     0,7906
  Nakup_zp2       -0,0131564     0,129958    -0,1012     0,9214
  Dovoz            0,0193631     0,498073     0,03888    0,9698
  uhat_1           0,307249      0,439127     0,6997     0,5001

  Neadjustovaný koeficient determinace = 0,046671

Testovací statistika: LMF = 0,489554,
s p-hodnotou = P(F(1,10) > 0,489554) = 0,5

Alternativní statistika: TR^2 = 0,746730,
s p-hodnotou = P(Chí-kvadrát(1) > 0,74673) = 0,388

Ljung-Box Q' = 0,443003,
s p-hodnotou = P(Chí-kvadrát(1) > 0,443003) = 0,506
```

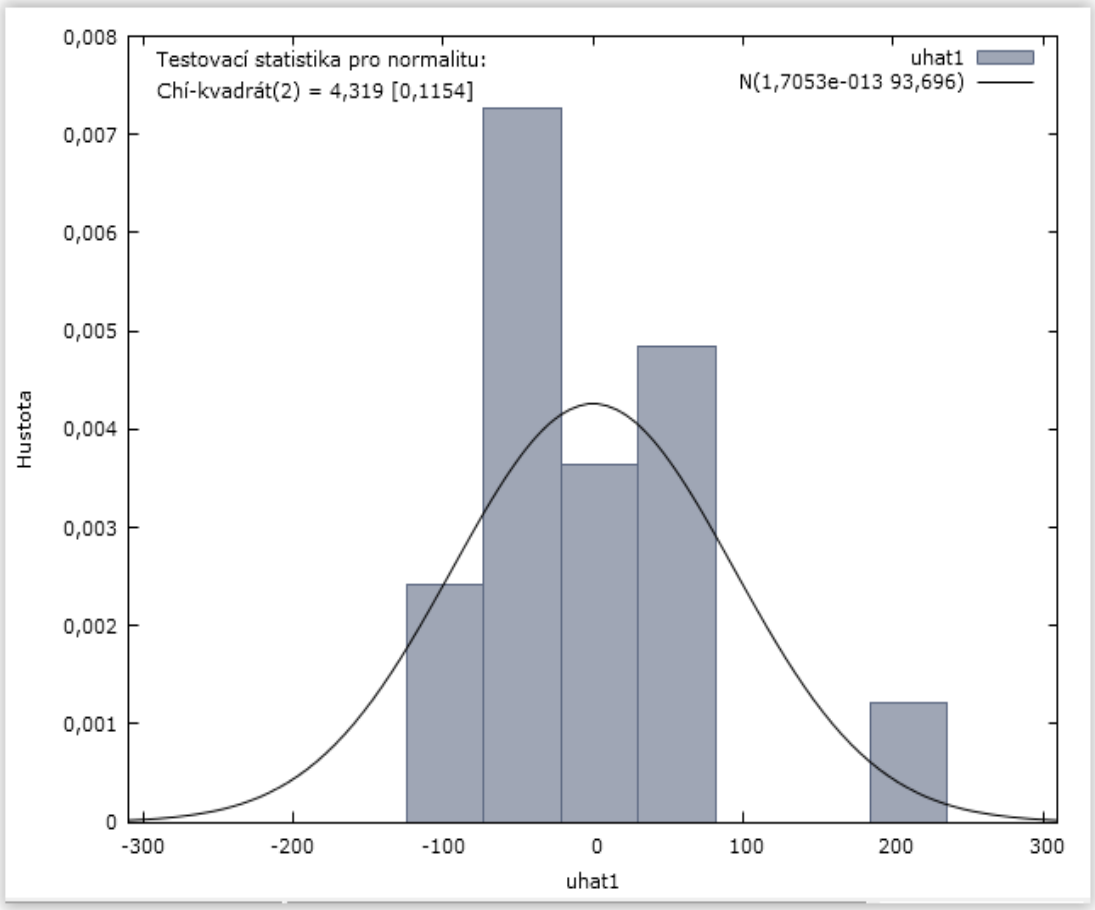
```
Breusch-Paganův test heteroskedasticity
OLS, za použití pozorování 2001-2016 (T = 16)
Závisle proměnná: škálované uhat^2

                koeficient    směr. chyba    t-podíl   p-hodnota
  ------------------------------------------------------------------
  const          3,59821      15,8376         0,2272    0,8244
  Stav_dojnic    0,000502511   0,00408353     0,1231    0,9043
  Cena_zp       -0,0455380     0,0405518     -1,123     0,2854
  Nakup_zp2     -0,000298289   0,000406522   -0,7338    0,4784
  Dovoz          0,00286761    0,00157216     1,824     0,0954   *

  Vysvětlený součet čtverců = 6,40438

Testovací statistika: LM = 3,202190,
s p-hodnotou = P(Chí-kvadrát(4) > 3,202190) = 0,524577
```

Příloha 6: Výstupy z Gretlu pro ověření ekonometrické verifikace na srovnávací model produkce mléka v ČR



```
Breusch-Godfreyův test pro autokorelaci prvního řádu
OLS, za použití pozorování 2001-2016 (T = 16)
Závisle proměnná: uhat

                koeficient     směr. chyba    t-podíl    p-hodnota
  ------------------------------------------------------------------
  const         372,097         718,945         0,5176     0,6160
  Stav_dojnic    -8,61191e-05     0,00147558   -0,05836    0,9546
  Cena_zp        -0,0370348       0,0350292    -1,057      0,3153
  Nakup_zp2      -0,0358294       0,424638     -0,08438    0,9344
  Dovoz           0,0425011       0,100940      0,4211     0,6826
  uhat_1          0,986515        0,419595      2,351      0,0406   **

  Neadjustovaný koeficient determinace = 0,355990

Testovací statistika: LMF = 5,527718,
s p-hodnotou = P(F(1,10) > 5,52772) = 0,0406

Alternativní statistika: TR^2 = 5,695846,
s p-hodnotou = P(Chí-kvadrát(1) > 5,69585) = 0,017

Ljung-Box Q' = 2,50017,
s p-hodnotou = P(Chí-kvadrát(1) > 2,50017) = 0,114
```

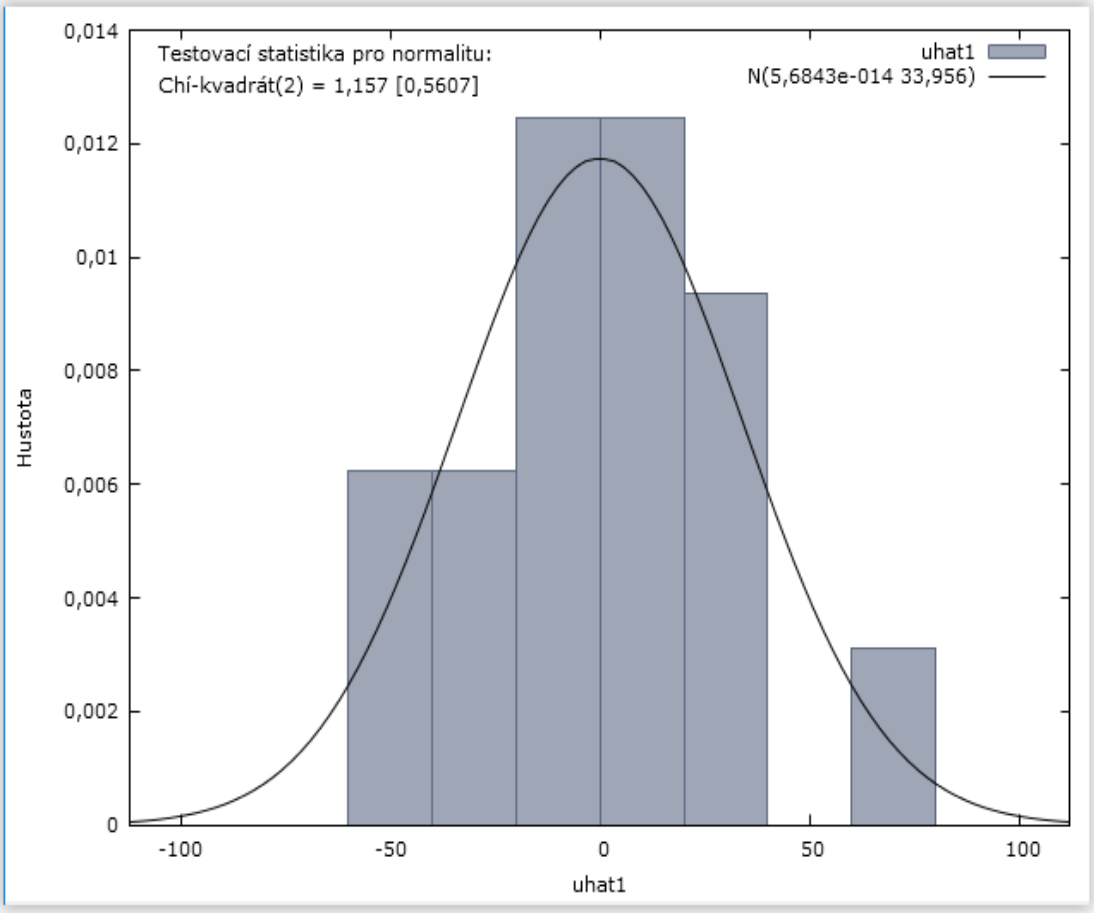
```
Breusch-Paganův test heteroskedasticity
OLS, za použití pozorování 2001-2016 (T = 16)
Závisle proměnná: škálované uhat^2

                koeficient    směr. chyba    t-podíl    p-hodnota
  ------------------------------------------------------------------
  const          0,553918      17,6378         0,03141    0,9755
  Stav_dojnic    6,93138e-07    3,7099le-05    0,01868    0,9854
  Cena_zp       -7,02918e-05    0,000786879   -0,08933    0,9304
  Nakup_zp2     -0,000238053    0,0106727     -0,02230    0,9826
  Dovoz          0,000958695    0,00249759     0,3838     0,7084

  Vysvětlený součet čtverců = 2,38272

Testovací statistika: LM = 1,191359,
s p-hodnotou = P(Chí-kvadrát(4) > 1,191359) = 0,879519
```

Příloha 7: Výstupy z Gretlu pro ověření ekonometrické verifikace na upravený model produkce mléka v ČR




```
Breusch-Godfreyův test pro autokorelaci prvního řádu
OLS, za použití pozorování 2001-2016 (T = 16)
Závisle proměnná: uhat

                koeficient     směr. chyba    t-podíl   p-hodnota
  ------------------------------------------------------------------
  const         63,5389        446,568         0,1423    0,8892
  Dojivost      -0,00360852      0,0312120     -0,1156    0,9099
  Stav_dojnic   -9,40555e-05     0,000590204   -0,1594    0,8760
  uhat_1         0,256887        0,296316       0,8669    0,4030

  Neadjustovaný koeficient determinace = 0,058940

Testovací statistika: LMF = 0,751578,
s p-hodnotou = P(F(1,12) > 0,751578) = 0,403

Alternativní statistika: TR^2 = 0,943040,
s p-hodnotou = P(Chí-kvadrát(1) > 0,94304) = 0,331

Ljung-Box Q' = 1,01074,
s p-hodnotou = P(Chí-kvadrát(1) > 1,01074) = 0,315
```

```
Breusch-Paganův test heteroskedasticity
OLS, za použití pozorování 2001-2016 (T = 16)
Závisle proměnná: škálované uhat^2

                koeficient    směr. chyba    t-podíl    p-hodnota
  ------------------------------------------------------------------
  const          0,771909      18,8376       0,04098    0,9679
  Dojivost      -0,000193751    0,00132279   -0,1465     0,8858
  Stav_dojnic    3,76189e-06    2,48087e-05    0,1516     0,8818

  Vysvětlený součet čtverců = 1,45745

Testovací statistika: LM = 0,728725,
s p-hodnotou = P(Chí-kvadrát(2) > 0,728725) = 0,694639
```

Příloha 8: Výstupy z Gretlu pro testování stacionarity proměnných u modelu produkce mléka v Německu

```
Rozšířený Dickey-Fullerův test pro Produkce
testing down from 4 lags, criterion AIC
počet pozorování 15
nulová hypotéza jednotkového kořenu: a = 1

  test s konstantou
  s použitím 0 zpožděných proměnných (1-L)Produkce
  model: (1-L)y = b0 + (a-1)*y(-1) + e
  odhadovaná hodnota (a - 1): 0,0631145
  testovací statistika: tau_c(1) = 0,892947
  p-hodnota 0,9921
  autokorelační koeficient 1. řádu pro e: -0,172

  s konstantou a trendem
  s použitím 0 zpožděných proměnných (1-L)Produkce
  model: (1-L)y = b0 + b1*t + (a-1)*y(-1) + e
  odhadovaná hodnota (a - 1): -0,263236
  testovací statistika: tau_ct(1) = -1,77793
  p-hodnota 0,664
  autokorelační koeficient 1. řádu pro e: -0,146
```

```
Rozšířený Dickey-Fullerův test pro Stav_dojnic
testing down from 4 lags, criterion AIC
počet pozorování 14
nulová hypotéza jednotkového kořenu: a = 1

  test s konstantou
  s použitím jedné zpožděné proměnné (1-L)Stav_dojnic
  model: (1-L)y = b0 + (a-1)*y(-1) + ... + e
  odhadovaná hodnota (a - 1): -0,434855
  testovací statistika: tau_c(1) = -2,33178
  asymptotická p-hodnota 0,1619
  autokorelační koeficient 1. řádu pro e: -0,007

  s konstantou a trendem
  s použitím jedné zpožděné proměnné (1-L)Stav_dojnic
  model: (1-L)y = b0 + b1*t + (a-1)*y(-1) + ... + e
  odhadovaná hodnota (a - 1): -0,424095
  testovací statistika: tau_ct(1) = -2,16901
  asymptotická p-hodnota 0,5064
  autokorelační koeficient 1. řádu pro e: -0,020
```

```
Rozšířený Dickey-Fullerův test pro Cena_zp
testing down from 4 lags, criterion AIC
počet pozorování 15
nulová hypotéza jednotkového kořenu: a = 1

  test s konstantou
  s použitím 0 zpožděných proměnných (1-L)Cena_zp
  model: (1-L)y = b0 + (a-1)*y(-1) + e
  odhadovaná hodnota (a - 1): -0,348556
  testovací statistika: tau_c(1) = -2,3466
  p-hodnota 0,1715
  autokorelační koeficient 1. řádu pro e: -0,148

  s konstantou a trendem
  s použitím jedné zpožděné proměnné (1-L)Cena_zp
  model: (1-L)y = b0 + b1*t + (a-1)*y(-1) + ... + e
  odhadovaná hodnota (a - 1): -0,614969
  testovací statistika: tau_ct(1) = -2,22667
  asymptotická p-hodnota 0,4741
  autokorelační koeficient 1. řádu pro e: -0,420
```

```
Rozšířený Dickey-Fullerův test pro Nakup_zp2
testing down from 4 lags, criterion AIC
počet pozorování 12
nulová hypotéza jednotkového kořenu: a = 1

  test s konstantou
  s použitím 3 zpožděných proměnných (1-L)Nakup_zp2
  model: (1-L)y = b0 + (a-1)*y(-1) + ... + e
  odhadovaná hodnota (a - 1): 0,433281
  testovací statistika: tau_c(1) = 1,93852
  asymptotická p-hodnota 0,9999
  autokorelační koeficient 1. řádu pro e: 0,166
  zpožděné diference: F(3, 7) = 1,741 [0,2455]

  s konstantou a trendem
  s použitím 4 zpožděných proměnných (1-L)Nakup_zp2
  model: (1-L)y = b0 + b1*t + (a-1)*y(-1) + ... + e
  odhadovaná hodnota (a - 1): 0,231049
  testovací statistika: tau_ct(1) = 1,03148
  asymptotická p-hodnota 0,9999
  autokorelační koeficient 1. řádu pro e: -0,415
  zpožděné diference: F(4, 4) = 4,212 [0,0963]
```

```
Rozšířený Dickey-Fullerův test pro Dovoz
testing down from 4 lags, criterion AIC
počet pozorování 15
nulová hypotéza jednotkového kořenu: a = 1

  test s konstantou
  s použitím 0 zpožděných proměnných (1-L)Dovoz
  model: (1-L)y = b0 + (a-1)*y(-1) + e
  odhadovaná hodnota (a - 1): -0,131878
  testovací statistika: tau_c(1) = -1,18992
  p-hodnota 0,6493
  autokorelační koeficient 1. řádu pro e: -0,139

  s konstantou a trendem
  s použitím 3 zpožděných proměnných (1-L)Dovoz
  model: (1-L)y = b0 + b1*t + (a-1)*y(-1) + ... + e
  odhadovaná hodnota (a - 1): -1,30365
  testovací statistika: tau_ct(1) = -2,0263
  asymptotická p-hodnota 0,5863
  autokorelační koeficient 1. řádu pro e: -0,094
  zpožděné diference: F(3, 6) = 1,384 [0,3352]
```

Příloha 9: Výstupy z Gretlu pro testování stacionarity proměnných u modelů produkce mléka v ČR

```
Rozšířený Dickey-Fullerův test pro Produkce
testing down from 4 lags, criterion AIC
počet pozorování 15
nulová hypotéza jednotkového kořenu: a = 1

  test s konstantou
  s použitím 0 zpožděných proměnných (1-L)Produkce
  model: (1-L)y = b0 + (a-1)*y(-1) + e
  odhadovaná hodnota (a - 1): 0,00343245
  testovací statistika: tau_c(1) = 0,0164445
  p-hodnota 0,9461
  autokorelační koeficient 1. řádu pro e: 0,013

  s konstantou a trendem
  s použitím 4 zpožděných proměnných (1-L)Produkce
  model: (1-L)y = b0 + b1*t + (a-1)*y(-1) + ... + e
  odhadovaná hodnota (a - 1): -1,41992
  testovací statistika: tau_ct(1) = -1,66372
  asymptotická p-hodnota 0,7673
  autokorelační koeficient 1. řádu pro e: 0,104
  zpožděné diference: F(4, 4) = 1,135 [0,4526]
```

```
Rozšířený Dickey-Fullerův test pro Stav_dojnic
testing down from 4 lags, criterion AIC
počet pozorování 15
nulová hypotéza jednotkového kořenu: a = 1

  test s konstantou
  s použitím 0 zpožděných proměnných (1-L)Stav_dojnic
  model: (1-L)y = b0 + (a-1)*y(-1) + e
  odhadovaná hodnota (a - 1): -0,108618
  testovací statistika: tau_c(1) = -1,62978
  p-hodnota 0,4441
  autokorelační koeficient 1. řádu pro e: -0,181

  s konstantou a trendem
  s použitím 0 zpožděných proměnných (1-L)Stav_dojnic
  model: (1-L)y = b0 + b1*t + (a-1)*y(-1) + e
  odhadovaná hodnota (a - 1): -0,24249
  testovací statistika: tau_ct(1) = -1,05765
  p-hodnota 0,9023
  autokorelační koeficient 1. řádu pro e: -0,092
```

```
Rozšířený Dickey-Fullerův test pro Dojivost
testing down from 4 lags, criterion AIC
počet pozorování 13
nulová hypotéza jednotkového kořenu: a = 1

  test s konstantou
  s použitím 2 zpožděných proměnných (1-L)Dojivost
  model: (1-L)y = b0 + (a-1)*y(-1) + ... + e
  odhadovaná hodnota (a - 1): 0,0112693
  testovací statistika: tau_c(1) = 0,327455
  asymptotická p-hodnota 0,9798
  autokorelační koeficient 1. řádu pro e: 0,158
  zpožděné diference: F(2, 9) = 6,518 [0,0178]

  s konstantou a trendem
  s použitím 4 zpožděných proměnných (1-L)Dojivost
  model: (1-L)y = b0 + b1*t + (a-1)*y(-1) + ... + e
  odhadovaná hodnota (a - 1): -3,86591
  testovací statistika: tau_ct(1) = -4,65882
  asymptotická p-hodnota 0,0007758
  autokorelační koeficient 1. řádu pro e: -0,717
  zpožděné diference: F(4, 4) = 7,253 [0,0405]
```

```
Rozšířený Dickey-Fullerův test pro Cena_zp
testing down from 4 lags, criterion AIC
počet pozorování 11
nulová hypotéza jednotkového kořenu: a = 1

  test s konstantou
  s použitím 4 zpožděných proměnných (1-L)Cena_zp
  model: (1-L)y = b0 + (a-1)*y(-1) + ... + e
  odhadovaná hodnota (a - 1): -3,62375
  testovací statistika: tau_c(1) = -3,04971
  asymptotická p-hodnota 0,03053
  autokorelační koeficient 1. řádu pro e: -0,183
  zpožděné diference: F(4, 5) = 2,260 [0,1975]

  s konstantou a trendem
  s použitím 4 zpožděných proměnných (1-L)Cena_zp
  model: (1-L)y = b0 + b1*t + (a-1)*y(-1) + ... + e
  odhadovaná hodnota (a - 1): -3,6556
  testovací statistika: tau_ct(1) = -2,63223
  asymptotická p-hodnota 0,2657
  autokorelační koeficient 1. řádu pro e: -0,202
  zpožděné diference: F(4, 4) = 1,684 [0,3130]
```

```
Rozšířený Dickey-Fullerův test pro Nakup_zp2
testing down from 4 lags, criterion AIC
počet pozorování 15
nulová hypotéza jednotkového kořenu: a = 1

  test s konstantou
  s použitím 0 zpožděných proměnných (1-L)Nakup_zp2
  model: (1-L)y = b0 + (a-1)*y(-1) + e
  odhadovaná hodnota (a - 1): -0,179588
  testovací statistika: tau_c(1) = -1,17756
  p-hodnota 0,6546
  autokorelační koeficient 1. řádu pro e: -0,071

  s konstantou a trendem
  s použitím 0 zpožděných proměnných (1-L)Nakup_zp2
  model: (1-L)y = b0 + b1*t + (a-1)*y(-1) + e
  odhadovaná hodnota (a - 1): -0,538921
  testovací statistika: tau_ct(1) = -1,99812
  p-hodnota 0,5557
  autokorelační koeficient 1. řádu pro e: 0,075
```

```
Rozšířený Dickey-Fullerův test pro Dovoz
testing down from 4 lags, criterion AIC
počet pozorování 15
nulová hypotéza jednotkového kořenu: a = 1

  test s konstantou
  s použitím 0 zpožděných proměnných (1-L)Dovoz
  model: (1-L)y = b0 + (a-1)*y(-1) + e
  odhadovaná hodnota (a - 1): -0,274789
  testovací statistika: tau_c(1) = -2,16282
  p-hodnota 0,2258
  autokorelační koeficient 1. řádu pro e: -0,157

  s konstantou a trendem
  s použitím 0 zpožděných proměnných (1-L)Dovoz
  model: (1-L)y = b0 + b1*t + (a-1)*y(-1) + e
  odhadovaná hodnota (a - 1): -0,408975
  testovací statistika: tau_ct(1) = -2,10095
  p-hodnota 0,5042
  autokorelační koeficient 1. řádu pro e: -0,039
```