

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Provoz a ekonomika



Diplomová práce

Modelování komoditní vertikály piva

Bc. Magdaléna Derflová

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Magdaléna Derflová

Provoz a ekonomika

Název práce

Modelování komoditní vertikály piva

Název anglicky

Modelling commodity chain of beer

Cíle práce

Hlavním cílem diplomové práce je identifikace hlavních determinantů komoditní vertikály piva s využitím nástrojů ekonometrického modelování.

Dílní cíle:

- analýza trhu s pivem
- specifikace ekonomického a ekonometrického modelu spotřeby, produkce a ceny
- kvantifikace modelů
- verifikace modelů
- interpretace modelů
- prognóza vývoje

Metodika

Metodika práce bude zaměřena nejprve na formulaci teoretických východisek ve sledované vertikále, na jejichž základě bude následně specifikován ekonometrický model a z něj odvozena prognóza sledovaných ukazatelů.

Použité metodické nástroje:

- Specifikace, kvantifikace a verifikace ekonometrických modelů
- Popisné statistické charakteristiky
- Regresní a korelační analýza
- Prognostické metody

Doporučený rozsah práce

70 str.

Klíčová slova

ekonometrické modelování, komoditní vertikála, pivo, dílčí trh, prognóza

Doporučené zdroje informací

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

HUŠEK, R. *Ekonometrická analýza*. Praha: Ekopress, 1999. ISBN 80-86119-19-.

CHLÁDEK, L. *Pivovarnictví*. Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-1616-9.

VERBEEK, M. *A guide to modern econometrics*. Chichester: Wiley, 2012. ISBN 978-1-119-95167-4.

VYSOKÁ ŠKOLA CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ V PRAZE, – BASAŘOVÁ, G. *Pivovarství : teorie a praxe výroby piva*. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 2010. ISBN 978-80-7080-734-7.

Předběžný termín obhajoby

2018/19 LS – PEF

Vedoucí práce

doc. Ing. Michal Malý, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ekonomiky

Elektronicky schváleno dne 15. 2. 2018

prof. Ing. Miroslav Svatoš, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 20. 2. 2018

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 24. 08. 2018

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci „Modelování komoditní vertikály piva“ jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne _____

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala doc. Ing. Michalovi Malému, Ph.D. za jeho pomoc, cenné připomínky a rady, které mi poskytl během zpracování diplomové práce. Dále patří poděkování mé rodině a blízkým, kteří mě podporovali během celého studia a psaní této práce.

Modelování komoditní vertikály piva

Abstrakt

Diplomová práce se zaměřením na modelování komoditní vertikály piva obsahuje v teoretické části vymezení problematiky agrobyznysu, v empirické části je dále analyzována komoditní vertikála piva – zkoumána je výrobní základna pivovarnictví, nákladovost výroby, spotřební daň z piva, spotřeba piva na tuzemském trhu a jeho export a také cenový vývoj z hlediska zemědělských výrobců chmele a cen průmyslových výrobců piva. V další části práce je provedena specifikace ekonometrických modelů jednotlivých ukazatelů, a sice produkce piva, spotřeby piva a spotřebitelské ceny piva. V rámci procesu ekonometrického modelování je nejprve provedena statistická analýza vývoje sledovaných ukazatelů i zahrnutých vysvětlujících proměnných. V případě produkce piva se jedná o rostoucí trend a její vývoj je vysvětlován počtem průmyslových pivovarů a celkových počtem pivovarů, vlivem ekonomické krize v roce 2008, časovým trendem a produkcí piva v předchozím období. Spotřeba piva má klesající trend a její vývoj je prostřednictvím ekonometrického modelu vysvětlován cenou lahvového piva, cenou točeného piva, průměrnou hrubou měsíční mzdou, výší průměrných letních teplot, vlivem ekonomické krize v roce 2008, časovým trendem a zavedením protikuřáckého zákona v roce 2017. Ve třetím modelu je vysvětlována cena piva, která má rostoucí trend a je vysvětlována cenou zemědělských výrobců chmele, výší spotřební daně z piva, vstupem ČR do EU v roce 2004, vlivem ekonomické krize v roce 2008 a časovým trendem. Zahrnuté proměnné byly do modelu vybrány na základě teoretických poznatků, analýzy komoditní vertikály a eliminaci nevýznamných proměnných z modelů. Vybrané odhadnuté a ověřené modely jsou použity k aplikaci ve formě prognózy ex-post a ex-ante. Přesnost prognóz je vyhodnocena statistickými metodami, kdy průměrná absolutní chyba je v případě ex-post prognózy produkce piva 1,4 %, v případě spotřeby piva 3,3 % a v případě ceny piva je tato chyba průměrně 1,99 %.

Klíčová slova: ekonometrické modelování, komoditní vertikála, pivo, dílčí trh, prognóza

Modelling commodity chain of beer

Abstract

The thesis focused on the modelling of the beer's commodity chain contains the definition of agribusiness in the theoretical part and in the empirical part there is the analysis of the commodity chain of beer – brewing production base, cost of production, excise on beer, beer consumption on the domestic market and beer export and also the price development in agriculture hops producers and industrial producers of beer. In the next part of the thesis there is a specification of econometric models of each index – beer production, beer consumption and beer price. In the process of econometric modelling there is a statistical analysis of the monitored indicators and of the explanatory variables in the period from 1995 to 2017. The beer production has a growing trend and the changes are explained by the number of industrial breweries, the number of other breweries, the influence of the economic crisis in 2008, the time trend and the beer production in the previous year. The beer consumption has a decreasing trend and its changes are explained by the price of draft beer, the price of bottled beer, average gross wage, average summer temperature, the influence of the economic crisis in 2008, time trend and the influence of the anti-smoking law from 2017. In the third model the beer price and its increasing trend is explained by the price of agriculture producers of hops, the excise on beer, the influence of the accession of the Czech Republic to the EU, the influence of economic crisis in 2008 and the time trend. The variables are included regarding to the theoretical knowledge, the analysis of the commodity chain of beer and the elimination of the insignificant variables. The selected estimated and verified models are used in the application in the form of ex-post and ex-ante prognosis. The accuracy of the prognosis is evaluated by statistical methods and the mean average percentage error in the case of ex-post prognosis of beer consumption is 1,4 %, in the case of beer consumption it is 3,3 % and in the case of beer price the average error is 1,99 %.

Keywords: econometric modelling, commodity chain, beer, sub-market, prognosis

Obsah

1 Úvod.....	11
2 Cíl práce.....	12
3 Metodika.....	13
3.1 Časové řady.....	13
3.1.1 Statistická analýza.....	14
3.1.2 Trendové funkce.....	14
3.2 Ekonometrické modelování.....	15
3.3 Kvantifikace parametrů lineárně regresního modelu.....	17
3.4 Verifikace kvantifikovaného modelu.....	18
3.4.1 Multikolinearita.....	19
3.4.2 Autokorelace.....	20
3.4.3 Homoskedasticita.....	21
3.4.4 Normalita.....	22
3.5 Aplikace verifikovaného modelu.....	23
4 Teoretická východiska.....	25
4.1 Agrární sektor a agrobiznis.....	25
4.1.1 Zemědělská výroba.....	27
4.1.2 Potravinářský průmysl.....	33
4.2 Komoditní vertikála.....	34
4.2.1 Základní modely komoditní vertikály.....	34
4.3 Pivovarnictví.....	35
4.3.1 Výroba piva.....	39
4.3.2 Ječmen.....	40
4.3.3 Chmel.....	41
5 Vlastní práce.....	43
5.1 Analýza komoditní vertikály piva.....	43
5.1.1 Výrobní základna.....	44
5.1.2 Nákladovost výroby.....	47
5.1.3 Spotřební daň.....	48
5.1.4 Spotřeba.....	49
5.1.5 Export.....	49
5.1.6 Cenový vývoj.....	51
5.2 Model produkce.....	53
5.3 Model spotřeby.....	63
5.4 Model ceny.....	77
6 Výsledky a diskuze.....	88
7 Závěr.....	92

8 Seznam použitých zdrojů.....	96
9 Přílohy.....	99

Seznam grafů

Graf 1 Produkce piva ve světě v letech 2008-2017.....	47
Graf 2 Zahraniční obchod s pivem v letech 2010-2017.....	53
Graf 3 Ceny průmyslových výrobců piva v letech 2008-2017.....	54
Graf 4 Spotřebitelské ceny piva v letech 2008-2017.....	55
Graf 5 Produkce piva v České republice v letech 1995 - 2017.....	56
Graf 6 Počet pivovarů v České republice v letech 1995-2017.....	57
Graf 7 Vzájemný korelogram krize a produkce.....	58
Graf 8 Ex-post prognóza produkce piva.....	64
Graf 9 Ex ante prognóza produkce piva 2018-2020.....	65
Graf 10 Prognózy produkce piva v České republice.....	66
Graf 11 Průměrná spotřeba piva v České republice v letech 1995-2017.....	67
Graf 12 Cena piva v České republice v letech 1994-2017.....	68
Graf 13 Průměrná letní teplota 6.-8.měsíce v České republice v letech 1995-2017.....	68
Graf 14 Průměrná spotřeba lihovin v České republice v letech 1995-2017.....	69
Graf 15 Průměrná hrubá mzda v České republice v letech 1995-2017.....	70
Graf 16 Vzájemný korelogram krize a spotřeby.....	71
Graf 17 Ex-post prognóza spotřeby piva.....	78
Graf 18 Ex-ante prognóza spotřeby piva 2018-2020.....	79
Graf 19 Prognózy spotřeby piva v České republice.....	80
Graf 20 Cena točeného piva v České republice v letech 1995-2017.....	81
Graf 21 Cena zemědělských výrobců chmele v České republice v letech 1995-2017.....	82
Graf 22: Vzájemný korelogram ceny točeného piva a krize.....	83
Graf 23 Ex-post prognóza ceny točeného piva.....	88
Graf 24 Ex-ante prognóza ceny točeného piva 2018-2020.....	89
Graf 25 Prognózy ceny točeného piva v České republice.....	91

Seznam obrázků

Obrázek 1: Diagram základní struktury agrobiznisu.....	27
Obrázek 2: Diagram multifunkčnosti zemědělství.....	30
Obrázek 3: Diagram nástrojů regulace zemědělství.....	32
Obrázek 4: Schéma kategorizace chuti chmelových odrůd.....	42
Obrázek 5 Schéma komoditní vertikály piva.....	44
Obrázek 6 Počet pivovarů v Evropě v roce 2017.....	47

Seznam tabulek

Tabulka 1 Produkce chmele v České republice v letech 2008-2017.....	57
Tabulka 2 Produkce piva (mil.hl.).....	58
Tabulka 3 Kalkulace výrobních nákladů na výrobu piva z tradičních surovin v minipivovarech.....	61
Tabulka 4 Spotřební daň na pivo v České republice.....	62
Tabulka 5 Eport piva z ČR (tis. hl.).....	62
Tabulka 6 Import piva do ČR (tis. hl.).....	63
Tabulka 7 Cena zemědělských výrobců chmele v letech 2008-2017.....	65
Tabulka 8 Průměrná elasticita modelu produkce piva ve sledovaném období.....	75

Tabulka 9 Ex-ante produkce piva.....	79
Tabulka 10 Průměrná elasticita modelu spotřeby ve sledovaném období.....	94
Tabulka 11 Ex-ante spotřeba piva.....	98
Tabulka 12 Průměrná elasticita modelu ceny ve sledovaném období.....	107
Tabulka 13 Ex-ante cena lahvového piva.....	110

Seznam použitých vzorců

(1) Statistická variabilita.....	14
(2) Lineární trendová funkce.....	14
(3) Odhad parametru sklonu trendové funkce.....	14
(4) Odhad parametru konstanty trendové funkce.....	14
(5) Obecná rovnice lineárního regresního modelu.....	16
(6) Minimalizační kritérium.....	17
(7) Kvantifikace parametrů modelu.....	17
(8) Vícenásobný koeficient determinace.....	18
(9) Kvantifikace korelační matice párových koeficientů.....	19
(10) Durbin Watsonův test přítomnosti autokorelace reziduí.....	20
(11) Příklad rovnice modelu.....	21
(12) Breusch-Paganův test přítomnosti homoskedasticity.....	21
(13) Whiteův test přítomnosti homoskedasticity.....	21
(14) Jarque-Bera test normality reziduí.....	22
(15) Průměrná elasticita.....	23
(16) Průměrná absolutní procentuální chyba.....	24

1 Úvod

Pivovarnictví i konzumace piva je v České republice tradiční záležitost. První zmínky o vaření piva na našem území byly odhaleny již z přelomu 1. tisíciletí. Ačkoliv průměrná spotřeba piva na obyvatele v zemi je v posledních 20 letech v dlouhodobě klesajícím trendu, pivovarnictví je stále považováno za velmi silné průmyslové odvětví. Zájem o české pivo roste zejména u cizinců, což lze pozorovat nejen na exportu piva a pivních surovin, ale také v zálibě o pivo mezi turisty. Samotné pivovarnictví bylo však za posledních 20 let výrazně proměněno. Na jedné straně existují velké, centralizované průmyslové pivovary s obrovskou produkcí, z nichž některé značky jsou známy po celém světě, na druhé straně jsou zde neustále se rozšiřující drobné pivovary, které jsou známy obvykle jen v daném regionu, ale jejichž počet roste velice rychlým tempem. i samotná výroba byla výrazně inovována a neustále jsou vyvíjeny nové technologie, kterými je výroba piva, jeho kvalita a potažmo i cena ovlivňována. Vzhledem k obsahu alkoholu v pivě je odvětví zasahováno i ze strany státu, kterým je na jedné straně odvětví regulováno formou spotřební daně, na druhé straně je ale produkci chmele podporována dotacemi, protože jde o tradiční odvětví. Tato práce si klade za cíl prozkoumat všechny faktory ovlivňující odvětví pivovarnictví a za pomoci kvantifikovatelných faktorů co nejpřesněji modelovat produkci piva, jeho cenu a spotřebu.

Pivovarnictví jakožto odvětví zpracovatelského průmyslu má svá specifika, podobně jako i vývoj ceny piva či jeho spotřeby. Vzhledem k faktu, že se jedná o relativně dostupný produkt, jehož cena se pohybuje v řádu pár desítek korun, a produkt je zároveň nenuceným výdajem spotřebitelů, avšak pravidelnou konzumací je u konzumentů vytvářen určitý návyk, je pravděpodobné, že některé klasické očekávané ekonomické vazby typu příjem-spotřeba, cena-spotřeba apod. nemusí být v tomto případě potvrzeny. A právě proto se jedná o zajímavé téma, neboť prostřednictvím ekonometrických a statistických metod lze odhalit netypické vazby v rámci tohoto charakteristického odvětví. V případě úspěšně sestavených a ověřených modelů lze prognózovat další vývoj ukazatelů spotřeby, ceny a produkce piva, čímž lze získat přehled možného budoucího vývoje celého odvětví a poznatky z této práce použít přímo v oboru. Kromě prognostického využití je ekonometrické modely dále možné použít jako nástroj ekonomického řízení podniku prostřednictvím simulací možných scénářů, které mohou v prostředí pivovarnictví nastat.

2 Cíl práce

Hlavním cílem diplomové práce je nejdříve identifikovat hlavní faktory podílející se na vývoji komoditní vertikály piva a vyhodnotit, které tyto determinanty významně ovlivňují spotřebu a produkci piva a které mají významný vliv na jeho tržní cenu. Za účelem splnění uvedeného cíle bude nejprve provedena analýza trhu s pivem v České republice. Za pomoci odborných publikací bude provedena specifikace ekonometrického modelu pro každý ze sledovaných ukazatelů, tedy pro spotřebu, produkci a cenu. V procesu ekonometrického modelování bude ze všech zahrnutých vlivů provedena eliminace nerelevantních proměnných a pro další postup bude proveden výběr modelů. Prostřednictvím kvantifikace a verifikace modelů bude testován vliv možných faktorů, jež by dle teoretických poznatků měly dané ukazatele ovlivňovat. Modely budou postoupeny verifikaci potřebných předpokladů a vyhodnocena bude jejich vhodnost k aplikaci. Následná aplikace modelu bude provedena s cílem kvantifikovat možný vývoj produkce, spotřeby a ceny piva v následujících letech.

Dílčím cílem práce je:

- analýza komoditní vertikály piva,
- specifikace ekonomického a ekonometrického modelu spotřeby, produkce a ceny,
- kvantifikace modelů,
- verifikace modelů,
- interpretace modelů,
- prognóza vývoje.

3 Metodika

Při zpracování diplomové práce bylo využito odborné literatury a dalších podkladů, a to domácích i zahraničních. Metodika byla vytvořena zejména s použitím literatury zaměřené na ekonometrii, neboť právě metody ekonometrické analýzy a ekonometrického modelování byly vybrány k dosažení cílů práce. Při zpracování literární rešerše byly dále využity materiály a publikace z oblasti pivovarnictví.

Ekonometrie je oborem kombinujícím nástroje a poznatky z ekonomie, matematiky, statistiky a v dnešní době také z velké části informatiky. Základem ekonometrického modelování je ekonomická teorie, podle níž jsou zpracována data pomocí matematické statistiky za využití nástrojů informačních technologií. Výsledky jsou potom číselné a dále použitelné pro ověřování, analýzu či prognózu sledovaného ekonomického ukazatele. Cílem ekonometrického modelování je verifikovat a změřit předpokládané ekonomické vztahy a závislosti.¹

3.1 Časové řady

Analýza komoditní vertikály piva vychází z datové základny časových řad, tedy data věcně a prostorově srovnatelných pozorování, jež jsou uspořádány podle času ve směru z minulosti do přítomnosti. Statistická analýza a ekonometrické modelování potom slouží k popisu chování sledovaných ukazatelů a vztahů mezi nimi v této časové posloupnosti, případně k prognóze jejich budoucího vývoje.

Každá časová řada, respektive soubor časových řad, ze kterých je model vytvářen, má nějakou délku, tedy počet pozorování, a dále zejména frekvenci sběru údajů. Frekvence obvykle bývá denní, týdenní, měsíční, čtvrtletní nebo roční. u frekvencí denní, měsíční a čtvrtletní může obsahovat silnou sezónní složku, tedy opakující se výkyvy jevu například v konkrétních dnech v týdnu, měsících v roce či ročních obdobích. Například návštěvnost podniku může být zvýšena ve víkendové dny, ale nemusí to být v důsledku nižších cen či delší otvírací doby, ale pouze tím, že v tyto dny chodí do podobných podniků vždy více zákazníků než v pracovní dny.² Vývoj časových řad je vždy spolupůsobením prvku vývojové pravidelnosti (Y) a prvku vývojové náhodnosti (ϵ). Vývojová pravidelnost v sobě

¹ GOLDBERGER, Artur S.: *Econometrics Theory*. New York: John Wiley & Sons, 1964.

² WOOLDRIDGE, Jeffrey M. *Introductory econometrics: a modern approach*. 3rd ed. Mason: Thomson/South-Western, 2006.

potom zahrnuje trend nebo-li dlouhodobé změny, sezónní složku zmíněnou výše zachycující periodické změny, a dále cyklickou složku vyjadřující opakující se výkyvy.³

3.1.1 Statistická analýza

V rámci statistické analýzy budou použity základní elementární charakteristiky časových řad jako je aritmetický průměr, minimální a maximální hodnoty a směrodatná odchylka, která představuje míru statistické variability a pro její výpočet je použit vztah:

$$s = \sqrt{\frac{1}{(N-1)} \sum (x_i - \bar{x})^2} \quad (1)$$

3.1.2 Trendové funkce

Trendové funkce se užívají pro popis trendu pomocí jednoduché křivky. Pokud vývoj ukazatele lze přirovnat k nějaké jednoduché křivce, lze jednoduše spočítat možné budoucí hodnoty takového ukazatele. Křivka vývoje potom může být například přímkou či logaritmickou křivkou a je volena podle grafického záznamu vývoje ukazatele v čase nebo na základě poznatků vyplývajících z ekonomické teorie.⁴

Trendová funkce může být lineární či například exponenciální, mocninná, logaritmická atd. Pomocí lineární trendové funkce lze zjistit základní směr vývoj dané časové řady a má tvar:

$$T_t = a_0 + a_1 t \quad (2)$$

kde a_0 ... konstanta; a_1 ... sklon,

T ... je proměnná v jednotlivých časech $t = 1, 2, \dots, n$

Odhad parametrů a_0, a_1 je proveden metodou nejmenších čtverců, která je použita i v případě lineárních regresních modelů. Pro kvantifikaci parametrů je použit vztah:

$$\hat{a}_1 = \frac{\sum t y_t - \bar{t} \sum y_t}{\sum t^2 - n \bar{t}^2} \quad (3)$$

$$\hat{a}_0 = \bar{y} - \hat{a}_1 \bar{t} \quad (4)$$

³ TINTNER, Gerhard: *Methodology of mathematical economics and econometrics*. Chicago: University of Chicago Press, 1968.

⁴ ADAMEC, Václav. *Econometry II*. In Brno: Mendel University, 2014

3.2 Ekonometrické modelování

Tato podkapitola je věnována postupu ekonometrického modelování. Ještě před tímto postupem je obvykle prováděna analýza sledovaného problému a teprve následně jsou vytvořeny hypotézy. Tato analýza je prováděna s cílem zorientovat se v problematice, bez čehož lze modelovat vztahy mezi různými jevy jen velice těžce a nepřesně. Kroky ekonometrického modelování po prvotní analýze jsou následující:

1. stanovení hypotéz vycházejících z ekonomické teorie
2. formulace ekonomického modelu pomocí matematického zápisu
3. formulace ekonometrického modelu
4. zpracování datové základny
5. kvantifikace parametrů modelu
6. verifikace kvantifikovaného modelu
7. aplikace modelu⁵

K ekonometrickému modelování je nejprve zapotřebí datová základna dostatečného rozsahu a odpovídající skutečnosti. Nejprve jsou na základě reálných ekonomických vztahů vybrány proměnné a k těmto proměnným jsou následně sbírána data. Všechny sledované ukazatele musí být pro účely modelování kvantifikovány. Datová základna pak může obsahovat časové řady, průřezová data, nebo kombinaci obou uvedených, tzv. panelová data.⁶

V modelu je zahrnuto množství proměnných. Endogenní proměnná je kvantifikovaným jevem, jež je primárně sledován a jeho vývoj je modelován ekonometrickým systémem. Hodnoty endogenní, tedy vysvětlované proměnné jsou tímto systémem generovány. Exogenní proměnná je rovněž kvantifikovaný jev, jehož hodnoty jsou předem známy a použity k vysvětlení endogenní proměnné. Predeterminovaná proměnná je exogenní proměnnou či endogenní zpožděnou proměnnou. Hodnoty predeterminované proměnné jsou předem určené. Stochastická proměnná je prvek náhodné složky, jinak také označován jako reziduální složka či zkráceně reziduum. Jedná se o rozdíl mezi modelem generovanou hodnotou vysvětlované proměnné a její skutečnou hodnotou. Vzniklé hodnoty reziduální složky by měly splňovat řadu kritérií, jež jsou uvedeny v další podkapitole. Dummy proměnná je volena v případě potřeby zahrnout do modelu nějaký jev, který se v některém období vyskytuje a v některém nikoliv. Existují jen dvě hodnoty

⁵ HUŠEK, Roman.: *Ekonometrická analýza*. 1.vyd. Praha: Vysoká škola ekonomická v Praze, 2007

⁶ MARČEK, Dušan. *Ekonometria: základy : postupy : aplikačné příklady*. Žilina: Žilinská univerzita, 1998

této proměnné, a sice hodnota 0 v případě, že jev nenastal, a hodnota 1 v případě, že daný jev nastal.⁷

Model s konkrétními proměnnými může mít různé funkční formy. Jednotlivé formy bývají odhadovány s cílem nalézt ten nejlepší možný odhad modelu. Tato forma odlišuje dva typy modelů – lineární a nelineární, jimiž jsou například kvadratický model, mocninný model nebo model logaritmický. Základní formou je lineární regresní model, jež lze zapsat následovně:

$$y_t = \gamma_1 + \gamma_2 x_{2t} + \gamma_3 x_{3t} + \dots + \gamma_k x_{kt} + u_t \quad (5)$$

t ... pozorované časové období

y ... vysvětlovaná proměnná

γ ... strukturální parametr

x ... vysvětlující proměnná (2, 3, ..., k)

u ... náhodná složka

k ... počet pozorování (rozsah)⁸

Model by měl splňovat určité předpoklady tak, aby vybraný odhad modelu byl nejlepší, nestranný a konzistentní. Odhad je **nejlepší** tehdy, kdy rozptyl parametru není větší, než jiný odhad téhož parametru. **Nestranný** je odhad tehdy, kdy střední hodnota je shodná s hodnotou daného parametru. V opačném případě je odhad vychýlený. Odhad je **konzistentním** tehdy, kdy se v pravděpodobnosti přibližuje skutečné hodnotě daného parametru s rostoucím počtem pozorování.⁹

Při postupu ekonometrického modelování by proto měly být splněny specifikační předpoklady, tedy je důležité neopomenout do modelu zahrnout podstatné vysvětlující proměnné a vypustit všechny irelevantní proměnné, dále zvolit správnou funkční formu modelu (viz výše), odhadnuté parametry by navíc měly být stabilní a časově invariantní a v neposlední řadě by měla být respektována simultánnost vztahů mezi proměnnými. Dalším žadáným předpokladem je nulový průměr náhodné složky, což znamená, že průměr všech reziduí je roven nule. Další předpoklady se poté zaměřují na náhodnost reziduální složky: předpoklad homoskedasticity, tedy konstantního rozptylu náhodné složky, který je nezávislý na parametru. V opačném případě se jedná o heteroskedasticitu. Dále by měl být

⁷ CIPRA, Tomáš.: *Finanční ekonometrie*. 1. vyd. Praha: Ekopress, 2008. 538 s.

⁸ MARČEK, Dušan. *Ekonometria: základy: postupy: aplikačné příklady*. Žilina: Žilinská univerzita, 1998.

⁹ CIPRA, Tomáš.: *Finanční ekonometrie*. 1. vyd. Praha: Ekopress, 2008. 538 s.

splněn předpoklad nepřítomnosti autokorelace reziduí, tedy že reziduální složka je rozdělena v čase náhodně, jinými slovy se neopakuje v časových úsecích. Jedná se o předpoklad ověřovaný u modelu z časových řad. Důležitým předpokladem je také neexistence perfektní multikolinearity, tedy že vývoj dvou nebo více vysvětlujících proměnných není totožný. V takovém případě by nebylo možné jejich vlivy v modelu jednoznačně oddělit. K odhalení se používá korelační matice, která je uvedena v další podkapitole. Posledním předpokladem je normální rozdělení náhodné složky, tedy že četnost výskytu reziduální složky je rozdělena podle Gaussovy křivky. Odhad modelu, který nespĺňuje dané předpoklady, nelze považovat za nejlepší, nestranný či konzistentní.¹⁰

3.3 Kvantifikace parametrů lineárně regresního modelu

Vyčíslení, či odhad parametrů jednotlivých proměnných sestaveného modelu je provedeno metodou nejmenších čtverců, jinak také BMNČ. Princip metody spočívá v minimalizaci součtu reziduálních čtverců. Toto kritérium minimalizace lze zapsat následovně:

$$\text{Minimalizační kritérium} = \min \sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2 \quad (6)$$

kde y ... skutečné hodnoty vysvětlované proměnné

\hat{y} ... teoretické hodnoty vysvětlované proměnné

Vztah pro kvantifikaci parametrů vysvětlujících proměnných je:

$$b = (X^T X)^{-1} X^T y \quad (7)$$

kde b ... vektor hodnot parametrů

X ... matice skutečných hodnot vysvětlujících proměnných

y ... vektor skutečných hodnot vysvětlované proměnné

Výsledný vektor b obsahuje hodnoty kvantifikovaných parametrů proměnných, jež se dále zapisují do rovnice modelu. V případě více-rovnicových modelů je používána dvoustupňová metoda nejmenších čtverců, jež v této práci není využita.¹¹

¹⁰ CIPRA, Tomáš.: *Finanční ekonometrie*. 1. vyd. Praha: Ekopress, 2008. 538 s.

¹¹ HUŠEK, Roman.: *Ekonometrická analýza*. 1.vyd. Praha: Vysoká škola ekonomická v Praze, 2007

3.4 Verifikace kvantifikovaného modelu

Jakmile je model kvantifikován, nebo-li odhadnut, je třeba ověřit, zda splňuje výše uvedené předpoklady. Odhadnutý model je proto podroben procesu verifikace, a to z hlediska matematického, ekonomického, statistického a ekonometrického.

Nejprve je model ověřován matematicky. **Matematická verifikace** slouží zejména k ověření správného výpočtu, tedy odhadu, parametrů proměnných a je provedena porovnáním průměrů skutečných hodnot proměnných s průměrem jejich teoretických hodnot vypočtených modelem. Tato verifikace je prováděna v případě ručního odhadu modelu, ale v dnešní době používání k odhadu software není tato verifikace potřeba.¹²

Dále je model podroben **verifikaci ekonomické**, která má za cíl ověřit, zda výsledné odhadnuté parametry jsou z hlediska směru působení a intenzity v souladu s ekonomickou teorií. Pokud by například směr parametru nějaké proměnné byl v opačném směru, nelze jej považovat za ekonomicky ověřený a je třeba model upravit. Za účelem ekonomické verifikace jsou před sestavením a odhadem modelu vytvořeny hypotézy ohledně vlivu jednotlivých proměnných na sledovaný jev.¹³

Součástí ověřování je také **statistická verifikace**, jejímž cílem je nejprve pomocí t-testů potvrdit či vyvrátit významnost vlivu ekonomicky ověřených parametrů proměnných. T-testy jednotlivých odhadnutých parametrů je zamítnuta či potvrzena nulová hypotéza o statistické nevýznamnosti parametru. Vyhodnocení je provedeno porovnáním výsledné p-hodnoty testu se zvolenou hladinou významnosti. Nejčastěji je volena 95% hladina spolehlivosti, tedy hladina významnosti 0,05. Pokud test svou p-hodnotou překročí hladinu 0,05, nelze zamítnout nulovou hypotézu o statistické nevýznamnosti. Kromě testování významnosti jednotlivých parametrů je statisticky ověřován model jako celek. Takovým testem je F-test, který opět na zvolené hladině testuje statistickou významnost porovnáním p-hodnoty s hladinou významnosti. Také je ověřována míra shody modelu s původními daty, jež je prováděna výpočtem tzv. koeficientu determinace, který ukazuje procentuální determinaci vývoje sledovaného jevu vývojem použitých proměnných. Tento koeficient determinace je vypočten dle následujícího vztahu:

$$R^2 = 1 - \frac{S_u^2}{S_y^2} \quad (8)$$

¹² MARČEK, Dušan. *Ekonometria: základy : postupy : aplikačné príklady*. Žilina: Žilinská univerzita, 1998.

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

kde S_u^2 ... rozptyl náhodné složky,
 S_y^2 ... rozptyl hodnot sledované proměnné.¹⁴

Koeficient determinace je tedy odvozen od poměru rozptylu reziduí k rozptylu skutečných hodnot. Tento koeficient je jedním z možných ukazatelů, jehož sledováním je možné vybrat nejlepší možnou variantu odhadovaných modelů.

Poslední částí procesu ověřování modelu je **ekonometrická verifikace**. Ta má za cíl ověřit, zda model splňuje předpoklady nutné ke klasifikaci jako nejlepší, nestranný a konzistentní model. V tomto procesu je model testován na přítomnost multikolinearity proměnných a autokorelace, homoskedasticity a normality náhodné složky. Jednotlivým testům jsou věnovány následující podkapitoly.¹⁵

3.4.1 Multikolinearita

Pod pojmem multikolinearita je možné si představit těsnou závislost dvou či více proměnných, jež jsou v daném modelu použity jako vysvětlující proměnné v konkrétní rovnici.¹⁶

$$x_t = \frac{x_t - \bar{x}_t}{\sqrt{n \cdot \sigma_{xt}}} \quad (9)$$

Pomocí uvedeného maticového řešení lze podle hodnot párových koeficientů určit míru závislosti jednotlivých proměnných na sobě navzájem. Jako přijatelná míra závislosti je uváděna taková, kdy párový koeficient je v intervalu (-0,8; 0,8). V případě, že daný koeficient se nachází mimo tento interval, závislost takových proměnných je vysoce těsná a lze mluvit o výskytu vysokého stupně multikolinearity. Multikolinearita je tím vyšší, čím se hodnota párového koeficientu blíží k -1 či k 1. V takovém případě lze pak hovořit o tzv. perfektní multikolinearitě. Při výskytu vysokého stupně multikolinearity mezi vysvětlujícími proměnnými ve stejné rovnici je nevýhodou, že nelze pomocí odhadu modelu jednoznačně oddělit vliv takovýchto proměnných na vysvětlovaný jev. Proto je cílem vyhnout se vysokému stupni multikolinearity, či zvolit některý z postupů vedoucí ke snížení její úrovně do přijatelné meze, již je právě interval (-0,8; 0,8). Ke snížení multikolinearity můžou být použity například postupné difference, tedy rozdíly mezi

¹⁴ CIPRA, Tomáš.: *Finanční ekonometrie*. 1. vyd. Praha: Ekopress, 2008. 538 s.

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

¹⁶ HUŠEK, Roman.: *Ekonometrická analýza*. 1. vyd. Praha: Vysoká škola ekonomická v Praze, 2007.

původními hodnotami mezi jednotlivými obdobími, jimiž jsou původní hodnoty nahrazeny. Tyto diference mohou být prvního stupně, tedy rozdíly mezi původními hodnotami, nebo i druhého stupně, což jsou rozdíly mezi diferencemi prvního stupně. Pomocí snížení úrovně multikolinearity obvykle dochází ke zlepšení výsledného modelu z hlediska statistické významnosti. Pokud ovšem snížení multikolinearity ke zlepšení modelu nevede, je možné zvolit jiné řešení, například vynechat některou proměnnou, v některých případech je i možné multikolinearitu ignorovat.¹⁷

3.4.2 Autokorelace

Autokorelace je jev sledovaný u modelů vycházejících z časových řad. Jedná se o závislost proměnné na svých vlastních budoucích či minulých hodnotách. Test výskytu autokorelace může odhalit periodicitu hodnot, kterou je vhodné nějakým způsobem odstranit, aby bylo dosaženo nejlepšího možného odhadu a případně reálných prognóz. Nepřítomnost autokorelace může být ověřena například pomocí Durbin Watsonova testu, jež může odhalit autokorelaci prvního řádu, tedy závislost na vlastních hodnotách minulého či budoucího období, několik závislost na hodnotách vzdálených o dvě období a více.¹⁸

$$DW = \frac{\sum (u_t - u_{t-1})^2}{\sum u_t^2} \quad (10)$$

kde u_t ... náhodná složka v období t

Výsledná hodnota testu se pohybuje v intervalu $<0;4>$, kdy čím větší hodnota, tím vyšší frekvence opakování. Ideálním výsledkem je tedy hodnota blízká nule. Pro testování autokorelace vyššího řádu, než prvního může být použit test Breusch Godfreyův, jež užívá autoregresního modelu reziduální složky.¹⁹

V praktické části práce je odhad modelu verifikován na nepřítomnost autokorelace pomocí testu vyhodnoceného softwarem Gretl, jež uvádí výslednou p-hodnotu, která je porovnána se zvolenou 95% hladinou spolehlivosti. Pokud p-hodnota $> 0,05$, je potvrzena nulová hypotéza o nepřítomnosti autokorelace reziduální složky. Pokud p-hodnota $< 0,05$, nulová hypotéza se zamítá ve prospěch alternativní hypotézy o přítomnosti autokorelace

¹⁷ CIPRA, Tomáš.: *Finanční ekonometrie*. 1. vyd. Praha: Ekopress, 2008. 538 s.

¹⁸ HANČLOVÁ, Jana. *Ekonometrické modelování: klasické přístupy s aplikacemi*. Praha: Professional Publishing, 2012

¹⁹ CIPRA, Tomáš.: *Finanční ekonometrie*. 1. vyd. Praha: Ekopress, 2008. 538 s.

reziduí. V případě výskytu autokorelace náhodné složky existují postupy možného řešení. Jedním z nich může být například zařazení další vysvětlující proměnné či tzv. dynamizace modelu použitím zpožděné proměnné nebo výše uvedené dummy proměnné.²⁰

3.4.3 Homoskedasticita

Homoskedasticita modelu je žádoucím jevem, jež značí konstantní rozptyl náhodné složky. Konstantní rozptyl může být porušen nejčastěji například chybou v datech či měřeních, kdy je zapsána hodnota nezapadající, nějakým způsobem vyčnívající, ať už do kladného či záporného směru. V takovém případě je testem detekována heteroskedasticita značící nekonstantní rozptyl náhodné složky. Dochází k tomu častěji u průřezových dat, kdy nějaký záznam výrazně vyčnívá. Testování probíhá pomocí Breusch Paganova testu či Whiteova testu.²¹

V případě následujícího modelu:

$$y_t = \gamma_1 + \gamma_2 x_{2t} + \gamma_3 x_{3t} + u_t \quad (11)$$

bude Breusch Paganův test proveden následovně:

$$u_t^2 = \alpha_1 + \alpha_2 x_{2t} + \alpha_3 x_{3t} + \varepsilon_t \quad (12)$$

a Whiteův test proveden následovně:

$$u_t^2 = \alpha_1 + \alpha_2 x_{2t} + \alpha_3 x_{3t} + \alpha_4 x_{2t}^2 + \alpha_5 x_{3t}^2 + \alpha_6 x_{2t} x_{3t} + \varepsilon_t \quad (13)$$

Jak je možné pozorovat, Breusch Paganův test vysvětluje reziduální čtverce původními proměnnými, zatímco Whiteův test je vysvětluje kromě původních proměnných i jejich násobky. Odhadem parametrů α je podle jejich hodnoty případná heteroskedasticita odhalena, a sice pokud je α nenulové hodnoty. Pokud jsou hodnoty nulové, v modelu je homoskedasticita reziduí, tedy konstantní rozptyl náhodné složky.²²

Pomocí software Gretl je v praktické části ověřena nulová hypotéza o nepřítomnosti heteroskedasticity, tedy o přítomnosti homoskedasticity, a to opět porovnáním výsledné p-hodnoty s hladinou 0,05. V případě, že p-hodnota $< 0,05$, je nulová

²⁰ HAMPEL, David, Veronika BLÁŠKOVÁ a Luboš STŘELEČ. *Ekonometrie 2*. Třetí přepracované vydání. v Brně: Mendelova univerzita, 2016

²¹ HUŠEK, Roman.: *Ekonometrická analýza*. 1.vyd. Praha: Vysoká škola ekonomická v Praze, 2007

²² HANČLOVÁ, Jana. *Ekonometrické modelování: klasické přístupy s aplikacemi*. Praha: Professional Publishing, 2012

hypotéza zamítnuta ve prospěch alternativní hypotézy o přítomnosti heteroskedasticity. Řešení výskytu heteroskedasticity je opět různé. Prvotním krokem může být kontrola datového souboru, zda neobsahuje chybovou hodnotu či nepoužitelný záznam nepravděpodobných hodnot. Pokud případné vyčnívající hodnoty nejsou výsledkem chybného měření či zápisu, je možné například datový soubor rozšiřovat, dokud rozptyl nebude konstantní.²³

3.4.4 Normalita

Pod pojmem normalita je myšleno normální rozdělení náhodné složky, kdy „normální“ je zde chápáno jak rozdělení dle Gaussovy křivky. Testovat rozdělení náhodné složky lze graficky, například za pomoci histogramu rozdělení četností reziduí v porovnání s Gaussovou teoretickou křivkou, nebo pomocí neparametrického testu normality, jakým je například Jarque-Bera test:

$$JB = n \left[\frac{S^2}{6} + \frac{(K-3)^2}{24} \right] \quad (14)$$

kde S ... koeficient šikmosti
 K ... koeficient špičatosti
 n ... počet pozorování

Vypočtená hodnota testovací charakteristiky se dále porovnává s tabulkovou hodnotou pro dané stupně volnosti na zvolené hladině významnosti. Rozdělení náhodné složky je považováno za normální, pokud je výsledná hodnota menší než tabulková hodnota. V opačném případě se jedná o nenormální rozdělení náhodné složky.²⁴

Test provedený v SW Gretl bude vyhodnocen porovnáním výsledné p-hodnoty s hladinou 0,05. Pokud je p-hodnota vyšší, bude potvrzena nulová hypotéza o normálním rozdělení náhodné složky. Případná nenormalita reziduální složky znamená, že odhad není nejlepší. V takovém případě je možné například vypustit z modelu nevhodnou proměnnou či naopak nějakou proměnnou zařadit.

²³ HUŠEK, Roman. *Aplikovaná ekonometrie: teorie a praxe*. Praha: Oeconomica, 2009.

²⁴ HUŠEK, Roman.: *Ekonometrická analýza*. 1.vyd. Praha: Vysoká škola ekonomická v Praze, 2007.

3.5 Aplikace verifikovaného modelu

Aplikace ekonometrických modelů je poměrně široká. Přesnost aplikačních postupů odhadnutého modelu vždy závisí na přesnosti samotného modelu. Cílem je tedy pro aplikaci vybrat co nejlepší model, k čemuž je možné využít předchozích verifikačních metod. Pečlivě sestavený a vybraný model, jež byl poté verifikován, je možné použít například při simulaci, kdy je modelem odhadován stav zkoumaného jevu za určitých podmínek. Tyto simulace je možné využít například při optimalizaci nákladů firmy, analýze možností zisků aj.

Ekonometrický model lze využít také ke strukturální analýze, jejíž prostřednictvím je možné zkoumat vývoj jakéhokoliv kvantifikovaného jevu. Vždy je však nutné počítat s tím, že v reálném světě mohou na zkoumaný jev působit i další vlivy, jež kvantifikovat a tím pádem do modelu začlenit nelze. Přesto je pomocí strukturální analýzy možné se zorientovat ve vývoji daného ukazatele, porozumět jednotlivým vlivům a vyhodnotit tak užitečné závěry. Strukturální analýza může být užívána ke zkoumání fluktuace zaměstnanců, efektivity různých reklamních kampaní, ale i vývoje cen zboží, akcií apod.²⁵

Součástí aplikace modelů bude zjišťování průměrné elasticity jednotlivých zkoumaných ukazatelů. Elasticita představuje vyjádření reakce sledované proměnné na změny ovlivňujících proměnných. Průměrná elasticita bude odvozena podle vztahu:

$$\bar{E} = \frac{\frac{\Delta y_i}{\Delta x_i} * \bar{x}}{\bar{y}} \quad (15)$$

Ověřené modely jsou použity k prognóze vývoje sledovaného ukazatele v budoucnu. Kvalitní model tak může pomoci předvídat například vývoj cen akcií či například úrokových sazeb. K odhadu budoucích hodnot je však kromě kvalitního modelu potřeba znát budoucí hodnoty proměnných v modelu zahrnutých. Tyto budoucí hodnoty jsou někdy známé, jindy je třeba odhadnout pomocí jiných modelů či například pomocí trendových funkcí. Trendové funkce, ať už jsou lineární, mocninné či třeba logaritmické, je možné použít jen v případě, že vývoj dané proměnné vykazuje známky nějakého trendu. Pokud je vývoj proměnné zcela či relativně nahodilý, nelze budoucí hodnoty takové proměnné spolehlivě předpovědět, nebo má taková předpověď velký tzv. konfidenční

²⁵HUŠEK, Roman. *Aplikovaná ekonometrie: teorie a praxe*. Praha: Oeconomica, 2009

²⁶HANČLOVÁ, Jana. *Ekonometrické modelování: klasické přístupy s aplikacemi*. Praha: Professional Publishing, 2012

interval, což je interval mezi minimální a maximální pravděpodobnou hodnotou. Mnoho ekonomických ukazatelů se však vyvíjí podle trendu, a tak je u mnoha sledovaných jevů možné budoucí vývoj relativně přesně předvídat.²⁷

Ex-post prognóza bude kvantifikována za pomoci modelu odhadnutého ze zkrácené datové základny, do něhož budou dosazeny skutečné hodnoty proměnných. Pro vyhodnocení přesnosti prognózy ex-post bude použit ukazatel průměrné absolutní procentuální chyby, jehož výpočet lze zapsat do vztahu:

$$\text{MAPE} = \frac{\sum_{t=1}^n \left(\frac{u_t}{y_t} \right) * 100}{n} \quad {}^{28} \quad (16)$$

Prognóza ex-ante bude kvantifikována za pomoci modelu z plné datové základny, do něhož budou dosazeny odhadované hodnoty vysvětlujících proměnných. Tyto hodnoty budou získány za pomoci rovnic lineárních trendových funkcí, které jsou uvedeny v této metodice v podkapitole 3.1.2.

²⁷HUŠEK, Roman.: *Ekonometrická analýza*. 1.vyd. Praha: Vysoká škola ekonomická v Praze, 2007

²⁸tamtéž

4 Teoretická východiska

4.1 Agrární sektor a agrobiznys

Agrární sektor lze vnímat jako samostatné specifické odvětví jakožto zemědělská výroba, kde základem je preference nabídky a konzervace tradičních výrobních struktur, ale zároveň také jako pouze jeden článek agrobiznysu, kde základ tvoří preference poptávky a kde výrobní struktury podléhají požadavkům zpracovatelů a obchodu ovlivněného spotřebitelem.

Agrární sektor zahrnuje zemědělství coby rostlinnou a živočišnou výrobu a dále lesní a vodní hospodářství. Agrobiznys představuje souhrn veškerých činností souvisejících se zpracováním a distribucí, potažmo obchodem. Zatímco ekonomický význam agrárního sektoru začal od 50. let 20. století klesat snižujícím se podílem na HDP a také podílem na zaměstnanosti v důsledku vyspělejších technologií, tento ekonomický význam se postupně přesunul do agrobiznysu, jež v současné době zaměstnává podle odhadů okolo poloviny pracovních sil ve světě, je v něm zapojeno 50 % světových aktiv a představuje více než polovinu světových spotřebitelských výdajů.²⁹

Základy teorie agrobiznysu pochází od amerických ekonomů Davise a Goldberga (1957), kteří agrobiznys definovali jako „souhrn všech činností týkajících se zpracování a distribuce produktů vyrobených na farmě; to znamená výrobní činnosti na farmě; a dále skladování, zpracování, dopravu a prodej zemědělských komodit a produktů z nich vyrobených“.

Dunne (2002) uvádí, že zkoumání agrobiznysu jako celku není izolovaným hodnocením dodavatelů a odběratelů jako samostatných subjektů či odvětví, ale zohledňuje interakce mezi jednotlivými články a ekonomické souvislosti, které vyplývají ze vzájemné podmíněnosti vztahů dodavatel-odběratel na základě souboru všech činností od získání suroviny až po prodej finálního produktu spotřebiteli. Sonka (1999) agrobiznys charakterizuje jako teoreticko-metodologický přístup, který umožňuje zkoumat podstatu společné identity odvětví účastnících se procesu výroby potravin s cílem zlepšit fungování systému jako celku. Na další podstatné vlastnosti tohoto přístupu upozorňují Schroder

²⁹GOLDBERG, R. A. *Why the International Agribusiness Management?* In *Global Agri-business for the future*, Boston, IAMA 1998

a Mavondo (1995), a to zejména jeho reflektování vlivu industrializace zemědělství z technologického a ekonomického hlediska.

Od počátku 90. let se pozornost světového agrobiznisu zaměřila především na akumulaci kapitálu propojením ekonomických, technologických i sociálních vazeb mezi vlastní produkcí, zemědělskými technologiemi a zpracováním produktů, jejich prodejem a spotřebou. Druhou oblastí, která se ve stejné době začala výrazně rozvíjet, byla regulace v agrobiznisu, a to formou podpory zemědělských trhů ze strany státu a nadnárodních organizací. Se zemědělstvím a výrobou potravin se začalo zacházet jako s jakýmkoliv jiným výrobním či průmyslovým odvětvím, tedy směřujícím ke globalizaci, korporativnímu kapitalismu, minimalizaci nákladů a maximalizaci zisku. Přes to zůstala i snaha hledat přetrvávající rysy zemědělství, jako jsou například rodinné a lokální farmy, které mají až o dnešní doby zásadní význam v některých oblastech, například v západní Evropě nebo v severní Americe. Ve střední a východní Evropě byly tyto snahy potlačeny kolektivizací zemědělství ve 2. polovině 20. století, kterou zejména u nás vystřídala privatizace vedoucí ke stále silnější akumulaci kapitálu.³⁰

V návaznosti na Davise a Goldberga a s přihlédnutím k novým možnostem a technologiím přicházejícím na přelomu tisíciletí sestavili Sonka a Hudson (1999) upravenou definici agrobiznisu, která jej vymezuje jako „řetězec subsektorů vzájemně propojených řadou přímých i zpětných vazeb, zahrnující:

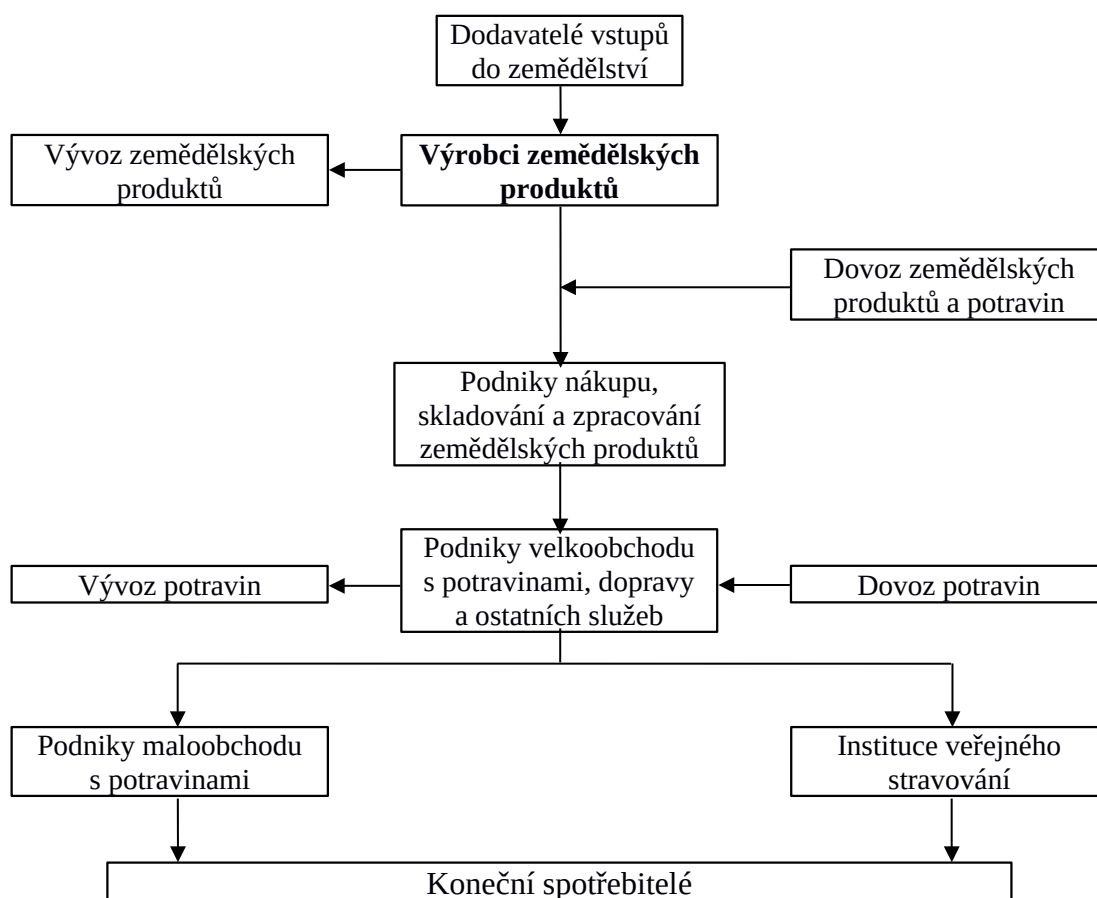
1. výzkum, genetické a osivářské firmy a dodavatele dalšího biologického materiálu
2. dodavatele ostatních vstupů
3. zemědělské výrobce
4. nákupce zemědělských produktů
5. zpracovatele první a druhé fáze zpracování zemědělských produktů do konečných výrobků
6. (malo)obchod a instituce veřejného stravování.“

V diagramu zobrazeném na obrázku č. 1 jsou výrobci zemědělských produktů začleněni do celkového systému agrobiznisu. Zemědělství se tak samo o sobě stalo z hlediska socio-ekonomického jen malým článkem tohoto systému.³¹

³⁰BEČVÁŘOVÁ, V. *The changes of the agribusiness impact on the competitive environment of agricultural enterprises*. In. *Agricultural Economics* 10, Vol. 48. Praha, 2002

³¹DAGEVOS, J., C. *The food economy: global issues and challenges*. 1. vyd. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 2009. 191 s.

Obrázek 1: Diagram základní struktury agrobiznisu



zdroj: vlastní zpracování podle Bečvářové (2001)

4.1.1 Zemědělská výroba

Zemědělství lze definovat jako úmyslnou modifikaci zemského povrchu prostřednictvím pěstování rostlin a chovu zvířat, a to s cílem výroby potravy nebo tvorbou ekonomického zisku. V roce 2017 v oboru zemědělství pracovalo okolo 2,8 % celkového počtu zaměstnanců v ČR a tento podíl je v dlouhodobě klesajícím trendu.³²

Zemědělství má delší historii než písemné záznamy o něm. Vývoj zemědělství v průběhu mnoha tisíců let je tak rekonstruován hlavně podle informací o starobylých zemědělských činnostech a historických environmentálních podmínkách. Zemědělství předcházelo lov zvířat a sběr plodin a rostlin, a to až do okamžiku, kdy lidé dokázali domestikovat zvířata či rostliny pro své vlastní účely. Dnes se lovem a sběrem živí jen malé skupiny lidí obvykle v izolovaných částech světa, jako jsou arktické oblasti, vnitrozemí Afriky, Austrálie či Jižní Ameriky.

³² ČSÚ [online], 2018

Prvotními počátky zemědělství bylo vegetativní pěstování rostlin, které se rozšířilo zejména z jihovýchodní Asie, západní Afriky a severozápadu Jižní Ameriky. Osevní (reprodukční) pěstování rostlin se objevilo později, a to v západní Indii, severní Číně, Etiopii, jižním Mexiku a v severním Peru. Osevní typ zemědělství, často označován jako 1. zemědělská revoluce, se rychle rozšířil spolu s technologickými pokroky, a tak brzy došlo k domestikaci pšenice a ječmene. V téže době byla domestikována první zvířata – dobytek, ovce, kozy, prvotně kvůli přípravě půdy orbou. Do Evropy se tento způsob zemědělství rozšířil z jihozápadní Asie. S následnými zlepšujícími se dopravními technologiemi se napříč světem rozšířila řada plodin.³³

V 17. a 18. století dále proběhla druhá zemědělská revoluce za pomoci vylepšení nástrojů a vybavení, modernizace způsobů obdělávání půdy, péče, způsobu sklizně, skladování, zpracování apod. V důsledku se výrazně zvýšila produktivita zemědělství, což výrazně podpořilo koncentraci obyvatelstva, a to zejména ve městech v průběhu průmyslové revoluce, která zároveň podpořila revoluci zemědělskou především pomocí strojů. V tomto období započala industrializace zemědělství.

Třetí zemědělská revoluce z druhé poloviny 20. století je nazývána „Zelenou revolucí“ a vyšla z potřeby uspokojit tak rychlým tempem rostoucí světovou populaci. Zvolenou metodou se stalo především používání výnosnějších odrůd, k jejichž vzniku vedly od 60. let první výsledky genetického inženýrství.³⁴

V současné době se zemědělství nachází uprostřed dvou silných vlivů – vliv společnosti se svojí snahou maximalizovat a zaručit zemědělstvím generované výnosy a zisky, a na druhé straně vliv biologické podstaty. Agrární sektor má svá specifika, jimiž je zejména závislost na přírodních podmínkách, biologický charakter výroby, nesoulad výrobního procesu s trhem, nesoulad nákladů a výnosů, existence sdružené výroby, existence meziprojektu a specifčnost předmětu trhu. A je to právě biologický charakter výroby, kvůli němuž nelze pružně reagovat na poptávku, vedlejším důvodem nepružnosti nabídky je i konzervatismus zemědělských producentů. Z důvodu neschopnosti pružně reagovat na poptávku, jelikož půda je fixovaný a omezený zdroj, vznikly dva hlavní směry pokusu o omezení významu přírody na celé odvětví, a to:³⁵

³³RUBENSTEIN, James M. *The cultural landscape: an introduction human geography*. 7th ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2002.

³⁴SONKA, S. T., HUDSON, M. A. *Why Agribusiness Anyway?* Agribusiness, An International Journal 5.4., 1999

³⁵RUBENSTEIN, James M. *The cultural landscape: an introduction human geography*. 7th ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2002.

1. tzv. appropriationism – kdy jako náhrada za nemožnost industrializovat zemědělství jako celek, byly industrializovány, mechanizovány a intenzifikovány některé související činnosti, které tak byly odděleny od zemědělství samotného a zemědělské podniky jsou nyní nuceny tyto činnosti kupovat od oddělených společností. Typickým příkladem je právě šlechtění odrůd, které dnes neprovádí tak často podniky samotné, ale zastoupili je společnosti vyvíjející a prodávající geneticky modifikované plodiny. Dalším příkladem jsou chemické společnosti vyrábějící umělá hnojiva a postřiky, specializované společnosti postaví stáje apod.
2. tzv. substitutionism – snaha zpracovatelů a obchodníků o unifikaci zemědělských produktů, které jsou pak lépe odkoupitelné, snáze zpracovatelné, trvanlivější apod., případně snaha o kompletní nahrazení syntetickými výrobky, jako se to podařilo a dodnes se používají syntetická sladidla.

Dalším problémem je nepružnost poptávky, protože spotřebitelé poptávají zejména finální produkty. V neposlední řadě se pak zemědělství v důsledku výše uvedených postupů potýká s problémem nasycenosti světových trhů, nadbytkem produkce a neschopností distribuce přebytků do jiných částí světa.³⁶

Po částečné deregulaci v 90. letech ve snaze pomoci otevřenějšího světového trhu vytvořit větší rovnováhu mezi produkcí a spotřebou vzrostla zejména dominance nadnárodních korporací, jejichž působením a ovládnutím světového trhu ke ztrátě diverzity potravin a jejich kvality a také k ekonomické nestabilitě méně rozvinutých států, kde se agrární sektor zaměřuje čistě na produkci určenou pro export – tropické ovoce a plodiny, bavlna, kaučuk, palmový olej atd.³⁷

S postupem času a v důsledku pozorování mnoha problémů vycházejících ze snahy o totální industrializaci a kontrolu nad zemědělstvím dochází k hlubšímu uvědomování si multifunkčnosti zemědělství, která je zobrazena v diagramu na obrázku č. 2.

³⁶SONKA, S. T., HUDSON, M. A. *Why Agribusiness Anyway?* Agribusiness, An International Journal 5.4., 1999

³⁷BEČVÁŘOVÁ, V. *The changes of the agribusiness impact on the competitive environment of agricultural enterprises.* In. Agricultural Economics 10, Vol. 48. Praha, 2002

Obrázek 2: Diagram multifunkčnosti zemědělství



zdroj: vlastní zpracování

Podíl zemědělství na zaměstnanosti dlouhodobě klesá, podobně jako podíl zemědělství na HDP. Zatímco dlouhodobá pozornost je zaměřena na produkční funkci zemědělství, zejména ekologická a krajinná funkce byla výrazně zanedbávána a pozornosti se jí teprve začíná dostávat. Významnými stimuly zájmu o tuto funkci zemědělství jsou především kontaminace agrochemikáliemi, degradace půd, erozní procesy, deficit organické hmoty v půdě a v důsledku i výrazné snížení obsahu živin (vitaminů, minerálů a především stopových prvků) v pěstovaných plodinách. Nástroji podpory ekologické funkce z hlediska státních a nadnárodních organizací jsou investice do ekologie, podpora výzkumu a vývoje eko-technologií, zpřísnování limitů, zavedení ekodaní apod. Účinným, avšak pomalým nástrojem podpory ekologické funkce zemědělství jsou pak jednotlivci a spotřebitelé, tzv. sociální aktéři, kteří svým zájmem a nákupem ekologicky vypěstovaných produktů vytváří prostřednictvím obchodníků a zpracovatelů pomalé změny v zemědělství. Podporu představuje řada sociálních skupin a organizací jako jsou rozličná environmentální hnutí, aktivisté apod.³⁸

V současné době však stále výrazně dominuje konvenční způsob zemědělství, jehož cílem je maximální a ekonomicky nejvýhodnější výnos a užitek, a to navyšováním vstupních materiálů jako jsou:

- průmyslová hnojiva vedoucí k deficitu organické hmoty, destrukci struktury půdy, erozím, úniku dusíku do půdních vod a do ovzduší,

³⁸BEČVÁŘOVÁ, V. *Budoucnost zemědělství a konkurenceschopnost v zemědělství ČR a EU a globální souhrnnosti*, Praha: ÚZEI, 2010.

- pesticidy poškozující ekosystém a zdraví rostli, živočichů i lidí,
- těžká mechanizace, která podporuje erozní procesy,
- velkovýrobní technologie, které výrazně zvyšují zdravotní stav a utrpení zvířat ve velkokapacitních chovech,
- monokulturní pěstování, jež narušuje ráz krajiny a biodiverzitu rostlin i zvířat a
- genetické modifikace představující nová a stále neznámá rizika pro zemědělce i celý ekosystém.³⁹

Alternativní ekologické zemědělství, které se vyhýbá průmyslovým hnojivům, syntetickým pesticidům, využívá více lokálních a obnovitelných zdrojů a je šetrnější metodou zemědělství s hodnotnějšími produkty. Někde mezi konvenčním a ekologickým zemědělstvím se nachází tzv. integrované zemědělství, které se snaží eliminovat rizika spojená se zemědělstvím konvenčním, jako jsou úniky chemikálií do půdních vod a ovzduší, volba odolnějších odrůd místo plošného použití pesticidů, použití druhově pestrých osevních postupů, používání průmyslových hnojiv v minimálních dávkách a snaha o etiku v chovu hospodářských zvířat místo honbou za vysokou užitkovostí.

Konvenčnímu typu zemědělství se věnují zejména velké zemědělské podniky, zatímco menší podniky zachovávají větší rovnováhu s ekosystémem. V České republice však podobně jako ve většině postkomunistických zemích (s výjimkou Polska) působí převážně velké farmy a podniky jako pozůstatek kolektivizace zemědělství z rukou drobných farmářů a následné privatizace zemědělství do rukou vybraných podnikatelů. V západních zemích EU (s výjimkou Velké Británie) pak převažují menší farmy, naopak v USA, Kanadě, Austrálii a zemích třetího světa převažují velké farmy zpravované nadnárodními korporacemi.⁴⁰

Pro Evropu je nejčastějším typem zemědělství smíšená rostlinná a živočišná výroba, kdy většina plodin je použita ke krmení zvířat a podniky dosahují nejvyšších výnosů prodejem živočišné produkce. Tento typ zemědělství je v místním podnebí volen zejména z důvodu rovnoměrného rozložení pracovních sil v průběhu roku a očištění příjmů od vlivu sezónnosti. Pro ekosystém a trvalou udržitelnost zemědělství se však jedná o náročnější typ zemědělství s většími dopady na životní prostředí. V České republice je

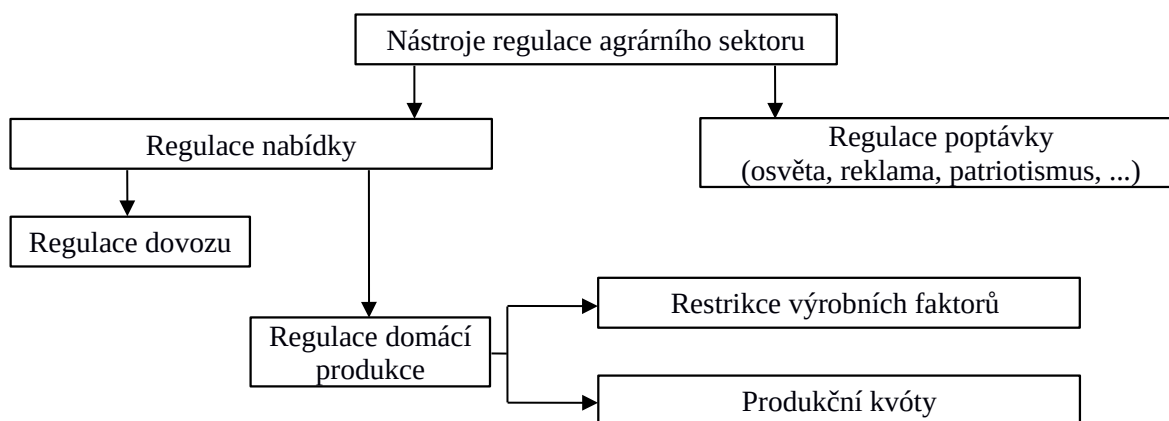
³⁹SONKA, S. T., HUDSON, M. A. *Why Agribusiness Anyway?* Agribusiness, An International Journal 5.4., 1999

⁴⁰DAGEVOS, J., C. *The food economy: global issues and challenges*. 1. Vyd. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 2009. 191 s. ISBN: 978-90-8686-109-5

pak další překážkou nájem půdy, kdy nájemce není povinen půdu obdělávat a zvyšovat tím její hodnotu, zatímco v EU funguje institut pachtu, kdy pachtýř tuto povinnost má.⁴¹

Uvedené problémy jsou stimulem regulací ze strany státu či nadnárodních organizací (například EU). Diagram nástrojů regulací je uveden v obrázku č. 3.

Obrázek 3: Diagram nástrojů regulace zemědělství



zdroj: vlastní zpracování

Na straně nabídky jsou možnosti regulace širší než na straně poptávky. Stát tak reguluje například množstevním omezením produkce, jako jsou například mléčné kvóty, a tyto kvóty v ČR spravuje Státní zemědělský intervenční fond. Dále pomocí restrikce výrobních faktorů, tedy stanovením maximálního rozsahu pěstebních ploch či přípustné hustoty hospodářských zvířat. Nástrojem regulace jsou dále také exportní subvence, které kompenzují vývozcům rozdíl mezi nižší cenou mimo ČR a vyšší cenou na domácím trhu. Protipólem jsou pak omezení importu v podobě poplatků, dovozních kvót či v případě třetích zemí clo.⁴²

Regulace si dále kladou za cíl stabilitu tržních cen potravin a stabilitu výnosů producentů. Tyto regulace jsou prováděny pomocí dotační a cenové politiky, jejíž formy lze rozdělit na:

- přímé platby na plochu (SAPS) – neúčelové platby poskytované na jednotku zemědělské plochy a dále doplňkové platby pro určité schválené národní komodity; SAPS jsou schvalované EU a vyplácené z jejich zdrojů,

⁴¹BEČVÁŘOVÁ, V. *Budoucnost zemědělství a konkurenceschopnost v zemědělství ČR a EU a globální souhrnnosti*, Praha: ÚZEI, 2010.

⁴²tamtéž

- národní doplňkové platby – platby z vlastních zdrojů na vybrané komodity, které jsou systémem SAPS znevýhodněny, jako je chmel, brambory pěstované na škrob aj.

Dalšími nástroji cenové a dotační politiky v zemědělství je:

- tzv. prahová cena – nejnižší možná cena dovozu zemědělské komodity na území EU, tato prahová cena > cena nákupů a prodejů v EU,
- tzv. intervenční cena – administrativně stanovená cena na základě agrárně-politických rozhodnutí, za kterou je SZIF vykupována většina produkce od zemědělců s cílem zajistit stabilitu jejich příjmů,
- dotace na produkci, podpora PGRLF aj. – prostředky na konkrétní programy, ozdravování vybrané komodity apod.⁴³

4.1.2 Potravinářský průmysl

Potravinářský průmysl je součástí zpracovatelského průmyslu, ve kterém v roce 2017 pracovalo přes 27 % celkového počtu zaměstnanců.⁴⁴ Podobně jako jiná průmyslová odvětví se neustále proměňuje i průmysl potravinářský. Vývoj potravinářského průmyslu v ČR je poznamenán podobnými faktory jako zemědělství – industrializace, kolektivizace, privatizace a globalizace. Během minulých 100 let je v České republice zaznamenána především postupná centralizace potravinářských podniků z původních mnoha set až tisíců mlékáren, pivovarů, mlýnů, cukrovarů, lihovarů apod. zaměstnávajících dohromady až 100 000 obyvatel. V některých odvětvích došlo po roce 1989 k opětovné decentralizaci, jako například v pekárenství, v současné době však s existujícími centralizovanými supermarkety jsou opět relativně centralizovány. V současné době převažuje v daném odvětví pouze pár velkých společností, z nichž mnoho je nadnárodního původu (Nestlé, apod.). V některých odvětvích jako je například pivovarnictví, dochází zároveň také k opětovné postupné regionalizaci.⁴⁵

Potravinářský průmysl je po strojírenství druhým největším průmyslovým odvětvím a zároveň třetím největším zaměstnavatelem. Lze ho rozdělit na základní

⁴³BEČVÁŘOVÁ, V. *Budoucnost zemědělství a konkurenceschopnost v zemědělství ČR a EU a globální souhrnnosti*, Praha: ÚZEI, 2010.

⁴⁴ČSÚ

⁴⁵SVOBODOVÁ, Hana a kol. *Vybrané kapitoly ze socioekonomické geografie České republiky. Průmysl a podnikání*. Masarykova Univerzita: Pedagogická fakulta. Praha. [online]. 2016. [cit. 20.1.2019] Dostupné z: <https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pedf/js13/geograf/web/pages/05-prumysl-podnikani.html>

odvětví: masný průmysl, zpracování ryb a výroba rybích výrobků, zpracování ovoce, zeleniny a brambor, výroba olejů a tuků, výroba a zpracování mléka, výroba mlýnský a škrobářských výrobků, výroba krmiv, konzervářský průmysl, cukrovarský průmysl, výroba nápojů.

Do potravinářského průmyslu patří v rámci produkce potravin a nápojů procesy: kontrola surovin, zpracování surovin, případně uskladnění, výroba meziproduktů a produktů, balení, skladování a expedice. Během těchto procesů je prováděna laboratorní kontrola kvality a musí být zajištěna zdravotní nezávadnost výsledného produktu. Rozmístění tohoto typu průmyslu se odvíjí od možnosti přepravy a výše nákladů za dopravu. Potravinářské zpracovatelské podniky se nacházejí v produkčních nebo ve spotřebitelských centrech. V lokalizaci hraje klíčovou roli dostupnost surovin a ztráta kvality v důsledku dopravy. Proto bývají závody umístěné v produkčních oblastech nebo v jejich okolí. Dalšími faktory může být například faktor pracovních sil, faktor vody nebo faktor spotřeby.⁴⁶

Výroba nápojů jako samostatné odvětví je významnou součástí potravinářského průmyslu v ČR. Nejdůležitější výrobní obory nápojového průmyslu jsou pivovarnictví, vinařství, lihovarnictví a výroba minerálních vod a nealkoholických nápojů. Nejvýznamnější tradici představuje pivovarnictví, které je i jedním z nejsilnějších exportních odvětví v rámci potravinářského průmyslu. Na přelomu tisíciletí byl také například Plzeňský prazdroj podnikem potravinářského průmyslu s nejvyšším počtem zaměstnanců.

4.2 Komoditní vertikála

Komoditní vertikála je termín, který lze podle Bečvářové (2014) použít pro soubor činností a vzájemných vztahů výrobních a zpracovatelských subjektů, odbytových činností a trhů podílejících se na procesu od výroby suroviny po konečný produkt dodaný spotřebiteli.

4.2.1 Základní modely komoditní vertikály

Základními modely jsou nabídkově orientovaný model též označovaný jako tradiční, a dále poptávkově orientovaný model. V současné době převládá spíše poptávkově orientovaný model v důsledku ekonomického rozvoje a světové globalizace.

⁴⁶ KRAJÍČEK, Libor. Geografie Průmyslu. Praha. Univerzita Karlova. Přírodovědecká fakulta, 1982

V případě nabídkově orientovaného modelu má rozhodující pozici především výrobní fáze zemědělských produktů. Další články představují subjekty pracující s touto zemědělskou produkcí až po finální produkt. Poptávkově orientovaný model pracuje s vlivem poptávky na celý systém výroby, zpracování i distribuce. V tomto modelu záleží na schopnostech konkrétní firmy, a to zejména zpracovatelské a distribuční, reagovat na podněty trhu.

Základní vertikálou je cenová vertikála, která sleduje vývoj cen zemědělských surovin, vývoj cen vstupů do zemědělského výrobního procesu i dalších článků agrobiznisu až po finální produkt. Používané cenové indexy pak ukazují souvislosti mezi změnami cen v jednotlivých segmentech dané vertikály. Cenová vertikála tak sleduje:

- ceny vstupních zdrojů,
- ceny zemědělských výrobců,
- ceny průmyslových zpracovatelů,
- ceny obchodníků a spotřebitelské ceny.

Cenové vertikály poskytují informace o vývoji cenové hladiny na nejvýznamnějších článcích této vertikály. Sledovat lze například podíl ceny vstupu na ceně výstupu, či podíl změny ceny vstupu na změně ceny výstupu – tzv. cenová transmise. V případě zvýšení cen vstupu dochází ke zvýšení ceny výstupu zpravidla vždy a s minimální časovou prodlevou. V případě snížení cen vstupu však dochází ke snížení ceny výstupu často se zpožděním či vůbec.

Výrobní vertikála se zaměřuje na vstupy a výstupy výroby a její efektivitu. Zařadit tak lze objemy a kvalitu výrobních vstupů – například pěstitelských ploch v případě zemědělské výroby, surovin v případě průmyslové výroby, dále objemy a kvalita výrobních výstupů – zemědělských produktů, průmyslových meziproductů a finálních výrobků. Efektivita poté představuje poměr výstupů ke vstupům – například poměr objemu zemědělské produkce na zemědělskou plochu či množství zvířat neboli výnosnost.

4.3 Pivovarnictví

První zmínky o vaření piva pochází z přelomu 1. tisíciletí, ačkoliv již Keltové na současném území ČR kvasili obilné nápoje, jež lze považovat za předchůdce piva. Nejznámějšími pivovarskými městy byly Žatec, Litoměřice, Louny a Nymburk.

Ve 12. století se vaření piva rozšířilo, ovšem ve 13. století byla jeho výroba omezena pouze na držitele tzv. práva várečného, které mohl dostat pouze měšťan vlastníci dům. Majitelé takových domů se pak sdružovali a zakládali společné pivovary; mezi prvními byl pivovar v Teplé, Hodoníně, Olomouci, Vodňanech, Třeboni aj. Ve 14. století se výroba piva stává součástí řemeslné výroby a Karel IV. přiznal toto právo všem občanům města. Vyráběnými druhy piva byla svrchně kvašená „bílá“ piva, spodně kvašená piva a ležáky. V 15. století je Ludvíkem Jagellonským uděleno právo vařit pivo i šlechtě, která svými finančními prostředky i surovinovými zdroji velice přispěla k rozvoji pivovarnictví. Významnou osobou v souvislosti se způsobem výroby piva je František O. Poupě, který reformoval výrobu sladu i výrobu piva a zavedl použití teploměru při jeho vaření. V tomto období také vzniká propinační právo, které umožňuje výrobu a prodej lihových nápojů.⁴⁷ Toto právo nejprve obdržela královská města podobně jako právo mílové, které opravňovalo měšťany provozovat živnosti a prodávat své výrobky v okruhu 1 míle. Rozvoj řemesel dal vzniknout cechům, které určovaly podmínky výroby, ceny, množství použitých surovin na várku, platy pracovníků a dohlížely na kvalitu piva a jeho reprezentaci na městských slavnostech. Dalším významným milníkem bylo využití páry k pohonu strojů a další pokroky průmyslové revoluce, které měly vliv na výrobu piva, ale také byl umožněn například transport piva do vzdálenějších oblastí železniční dopravou. V době rozvoje průmyslové výroby bylo zrušeno propinační právo a založit pivovar bylo možné za úplatu. Způsob výroby se modernizoval a zaměřil se především na spodní kvašení za nízkých teplot. Nemoderní pivovary zanikaly a prosazovaly se zejména pivovary akciové. Z původních pivovarů se dodnes dochoval například pivovar v Chodové Plané, nebo pražský pivovar u Fleků.⁴⁸

V 19. století posunuly pivovarnictví další vynálezy a nově zavedené skleněné lahve na převážení. Vyšší stabilita a trvanlivost podpořily velkovýrobu a export. Ve 20. století se již profilovalo pouze okolo 15 velkých pivovarů se stočným nad 100 tis. ha, z nichž dnes je nejrozšířenější Braník, první akciové pivovary Gambrinus v Plzni a Starobrno v Brně, dále pivovar na Smíchově a plzeňský Prazdroj, který se brzy stal největším pivovarem v Rakousku-Uhersku. Ve 20. století se dále pivovarnictví lokalizuje více a více do místa spotřeby a nejvýznamnějšími místy se tak stává Plzeň, Praha, Brno a Cheb, ale dohromady s menšími pivovary se pivo vaří ve více než 600 městech. V důsledku přebytků cena

⁴⁷ BASAŘOVÁ, Gabriela. České pivo. 3. vyd. Praha: Havlíček Brain Team, 2011.320 s.

⁴⁸ HORÁČEK, Michal. Technický a vědecký pokrok českého pivovarství v evropských souvislostech 19. století. Kvasný průmysl. 2016

klesala a pivovary se dostávaly do finančních problémů. V roce 1907 byl proto založen Ochranný svaz pivovarů.⁴⁹ Válečné období znamenalo pro pivovarnictví pokles na 14 % předválečného objemu výroby a zúžení počtu pivovarů o více než stovku. Vývoz piva tvořil v roce 1918 desetinu vývozu z roku 1914. Poválečná situace, nízká životní úroveň obyvatelstva, znehodnocené strojní vybavení a nedostatek surovin vedlo k dalšímu úpadku. Nejrychleji se vzpamatovaly pivovary Smíchov a některé další ve větších městech. V meziválečném období zaniklo dalších 200 pivovarů a v důsledku oddělení Sudet a vzniku Protektorátu Čechy a Morava přišly české země o 110 pivovarů, o více než 60 % osevních ploch chmele a 30 % osevních ploch ječmene. K obnově vývozu nedošlo v důsledku změn v uspořádání států a hranic, zavedení cla apod. Druhá světová válka pak znamenala další propad, který vyvrcholil odsunem Němců. Po válce v roce 1946 začaly být pivovary s výrobou nad 150 tis. hl postupně znárodnovány, později i společně se svazy pro chmel, slad a pivo patřily pod vrcholný orgán Československé pivovary, sladovny, lihovary a konzervárny, n.p. V následujících letech exportovaly pivovary Prazdroj a Budvar do západních zemí, Staropramen do východního Německa a do zemí Sovětského svazu exportoval pivovar Samson. Výroba byla v této době přetěžována a vybavení pivovarů nebylo téměř vůbec obnovováno a inovováno v důsledku nízkých finančních prostředků.⁵⁰

Po roce 1989 byly podniky privatizovány, z nichž většina patřila do tzv. velké privatizace – středních a větších podniků. Pozdějšími restitucemi se některé pivovary a podniky vrátili k původním majitelům či jejich zákonným dědicům. Plzeňský prazdroj, Velké Popovice a Nošovice se dostaly do rukou jihoafrické společnosti SABMiller, podobně i některé další pivovary převzali zahraniční investoři. Díky tomu se pivovary rychle modernizovaly, zvýšila se technická úroveň, kvalita a tím pádem i export. Velký konkurenční boj pak vedl k posílení některých pivovarů a k zániku jiných. Docházelo ke konsolidacím do větších pivovarů a nové pivovary byly zakládány jen zřídka. V roce 1998 byl navíc se změnou vlády zaveden systém pobídek pro zahraniční investory, které pomocí daňových úlev, regulace cla, grantů apod. vedla k výraznému nárůstu zahraničního kapitálu a zapojení do světové globalizace.⁵¹ Leaderem trhu se tak stávají nadnárodní korporace a metropole. Pomocí přímých zahraničních investic (PZI) zahraniční investoři

⁴⁹ KRATOCHVÍLE, Antonín. Pivovarství českých zemí v proměnách 20. století. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, 2005. 265 s.

⁵⁰ BASAŘOVÁ, Gabriela. České pivo. 3. vyd. Praha: Havlíček Brain Team, 2011. 320 s.

⁵¹ SWINNEN, Johann. VAN HERCK, Kristine. How the East Was Won: The Foreign Take-Over of the Eastern European Brewing Industry. LICOS Centre for institutions and Economic Performance. Catholic University of Leuven. Belgium. 2010

pronikli na místní trh a získali na něm významný podíl. Přinesli ovšem zároveň inovaci, přístup na světové trhy, nová pracovní místa a vyšší obchodní bilanci země.⁵² Největšími investory byly společnosti SABMiller, Heineken, AB InBev a Carlsberg.

V současné době je pivo vyrobené v České republice exportováno do 25 zemí EU a do dalších 72 zemí mimo EU. Nejvýznamnějšími odběrateli je Slovensko, Německo, Polsko, Švédsko, Velká Británie a Maďarsko, mimo EU je to Rusko, USA, Korejská republika a Kanada. V roce 2015 byla poprvé překonána hranice výroby 20 miliónů hektolitrů. Stav pivovarů v roce 2017 byly okolo 47 průmyslových pivovarů a dalších více než 400 minipivovarů.⁵³ Mezi největší pivovary v současné době lze zařadit Plzeňský prazdroj a.s. a Staropramen a.s., které spolu tvoří 60 % tuzemské spotřeby, dále Heineken ČR, Budějovický Budvar n.p., Lobkowicz, skupina PMS (pivovary Litovel, Holba, Zubr). Dále menší pivovary jako je Černá Hora, Svijany, Eggenberg a množství malých pivovarů po celé České republice. Největší pivovar Plzeňský prazdroj v současné době vlastní Japonský Asahi Group Holdings a patří k němu značky Pilsner Urquell, Gambrinus, Radegast a Velkopopovický Kozel a dále také vlastní síť restaurací Pilsner Urquell Original Restaurant. Pivovary Staropramen patří do koncernu MolsonCoors, který spravuje značky Staropramen, Braník, Ostravar, a dále zahraniční Stella Artois, Hoegaarden, Corona Extra aj., nebo také například vlastní síť restaurací Potrefená husa.⁵⁴ Pod skupinu Heineken zase patří značky Starobrno, Zlatopramen, Krušovice, Břežňák, Louny, Hostan aj. Národním podnikem zůstal Budějovický Budvar, který nese tradici již ze 13. století a kromě značky Budweiser Budvar k němu náleží i značky Pardál a Carlsberg.⁵⁵

Trendem současné doby je vznik dalších minipivovarů, které od roku 1991, kdy existoval pouze jeden restaurační pivovar u Fleků, se rozšířily na současných více než 400 a jejich počet stále roste. Jsou tak svojí snahou o regionalizaci a originalitu protiváhou průmyslových pivovarů vlastněných korporacemi, které se snaží o homogenitu a globalizaci.⁵⁶

⁵² SMOLÍK, Dušan a kol. Ekonomické, ekologické a sociální aspekty transformačních procesů průmyslových regionů v integrující Evropě. Vysoká škola báňská – Technická Univerzita Ostrava: Ekonomická fakulta. Ostrava. 2004. 172 s.

⁵³ Pivovary.info [online]. 1999. Dostupné z: <http://pivovary.info/index.php>

⁵⁴ Pivovary Staropramen [online]. 2017. [cit. 18. 1. 2019]. Dostupné z: <http://www.pivovary-staropramen.cz/cs/>

⁵⁵ Budějovický Budvar. [online]. 2017. [cit. 18. 1. 2019]. Dostupné z: <http://www.budejovickybudvar.cz/index.html>

⁵⁶ MAIER, Tomáš, FABIÁNOVÁ, Aneta. Economic Aspects of Setting up a Microbrewery Restaurant. Kvasný průmysl. Praha, 2011

4.3.1 Výroba piva

Pivovarnictví je klasifikováno podle Klasifikace ekonomických činností CZ – NACE, a to jako 11.05 – Výroba piva (výroba nápojů ze sladu) a patří do pododdílu 11 – Výroba nápojů.⁵⁷

Většinu původní pracovní síly podílející se na samotné výrobě piva dnes nahrazují technická zařízení. V souvislosti se samotnou výrobou dnes zůstávají pouze sládci a různí specialisté, zatímco největší počet zaměstnanců pracuje v ekonomických a obchodních odděleních. Tyto pracovní síly jsou pak směřovány spíše do větších měst. Dopravní faktor je rovněž faktorem, kvůli kterému se pivovarnictví přesunuje blíže do místa odbytu v důsledku nárůstu objemu a hmotnosti v procesu výroby. V surovinových oblastech se dnes drží spíše malé podniky, zatímco velké podniky se přesunuly blíže do míst spotřeby.

V případě pivovarnictví jsou hlavními surovinami zejména chmel, obilný slad a voda. Proces sladování zahrnuje nejprve máčení obiloviny po dobu přibližně 3 dnů, čímž se iniciuje následující proces klíčení. Klíčením ve vrstvě maximálně 15 cm dochází k aktivaci enzymů a probíhá až do nárůstu délky klíčku do $\frac{3}{4}$ délky zrna. Sušením naklíčených zrn až do obsahu vody pod 2 % se zastaví proces klíčení a enzymy se inaktivují. Teplota při sušení se zvyšuje postupně z 35 až na 80 °C. Sladů existuje více druhů, z nichž každý prochází uvedeným procesem s různými odchylkami. Nejpoužívanějším druhem sladu je světlý český slad, který se vyrábí z jarního sladovnického ječmene. Tmavý mnichovský slad se používá pro výrobu tmavých piv a surovinou je také jarní sladovnický ječmen, máčí se ovšem déle, nechá se déle klíčit a suší se při vyšší teplotě. Dále se používají různé speciální postupy pro výrobu karamelového sladu, sladu pro nealkoholická piva apod.

Slad se nechává obvykle 4 až 6 týdnů odležet kvůli vyschnutí obalů zrn. Nejdříve jsou odsáty nečistoty a následně jsou zrna sešrotována. Ve vystírací kádi je sešrotovaný slad míchán s vodou o teplotě 38 nebo 53 °C v poměru 1:4. Vzniklá kašovitá hmota se nazývá vystírka či rmut a je použita k procesu rmutování – štěpení komplexních škrobů na jednoduché zkvasitelné cukry. Tento proces se obvykle provádí ve dvou fázích, kdy je vždy třetina přečerpána do rmutovacího kotle, zahřáta a navrácena do zbylé části. Následuje proces scezování, na jehož konci zůstává tzv. sladina – čirá tekutina sladké chuti. Dále je sladina povařena s chmelem v mladinové pánvi, kdy se pojí hořké látky

⁵⁷ CZ NACE [online]. 2017. [cit. 3. 1. 2019]. Dostupné z: <http://www.nace.cz/nace/11-05-vyroba-piva/>

z chmelu a vzniká tzv. horká mladina. Mladina je poté zchlazena na 8 °C, provzdušněna a ponechána kvašení přidáním pivovarských kvasnic, čímž se jednoduché cukry přeměňují na alkohol a oxid uhličitý při maximální teplotě 11 °C. Kvašení probíhá standardně 7 dní, u speciálních typů piv pak až 14 dní. Prokvašené pivo se zchladí, kvasnice se odčerpají a pivo se nechá zrát v uzavřených tancích při tlaku 1 atm. a teplotě 2 °C po dobu 20 až 60 dní. Před stáčením do sudů, lahví a plechovek se pivo přefiltruje od kvasinek na křemelinovém filtru (výjimkou tvoří nefiltrovaná piva).⁵⁸

Světová produkce piva je v dlouhodobém růstu, za rok 2017 je produkce odhadována na 1 978 mil. hl piva. Produkce piva v ČR se pohybuje na 20,5 mil. hl a roste jeho celková spotřeba na domácím trhu i export piva. Průměrná spotřeba na obyvatele se v posledních letech nemění a pohybuje se na 143 l/osobu. Export piva roste již několik let v řadě s nejvýznamnějšími odběrateli Slovensko, Německo a Polsko. Dovoz piva je minimální oproti ostatním zemím v Evropě.

Ceny průmyslových výrobců piva každoročně mírně rostou především v důsledku rostoucích nákladů na energie, vodu a marketing. Spotřebitelské ceny rovněž rostou, v roce 2017 se cena světlého lahvového piva zvýšila o 5,7 % oproti roku 2016.

4.3.2 Ječmen

Nakličováním obilných zrn a jejich následným sušením za určité teploty vzniká ve sladovnách slad jakožto prvotní surovinou piva. Ječmen je nejčastěji používaným druhem obilovin k výrobě sladu v České republice, méně často potom pšenice. Obiloviny jsou používány pro obsah škrobů, které se štěpí na jednoduché, zkvasitelné cukry.

Ječmen je jednou z nejstarších zemědělských plodin původem z jihovýchodní Asie. Ačkoliv je z výživového hlediska hodnotnou a zdravotně prospěšnou surovinou, v současné Evropě jej z konzumace vytlačila zpracovatelsky praktičtější a méně zdravotně prospěšná pšenice. Kvalitní jarní ječmen se v České republice používá z 30 % k výrobě sladu pro pivovary, zbytek se používá především ke krmným účelům. Popularitě se v posledních letech dostává mladému ječmenu, který se konzumuje v podobě zeleného prášku a má řadu na zdraví působících kvalit.

Ječmen je celosvětově čtvrtou nejrozšířenější zemědělskou plodinou podle velikosti osevních ploch, a to po pšenici, kukuřici a rýži. Nejvíce se pěstuje v Rusku, Německu,

⁵⁸ BĚLOHOUBEK, Antonín. *Pivovarnictví*. Praha: Antonín Bělohoubek, 1874

Francii, Kanadě a Španělsku. Zatímco ozimý ječmen není na pěstování příliš náročný, jarní ječmen používaný pro pivovarnictví je na pěstování velice náročný, a to zejména na kvalitu půdy. Nejlepší podmínky pro pěstování sladovnického ječmene v České republice jsou využívány v Polabské nížině, v nížinách Středočeské pahorkatiny a na střední Moravě – Haná, Vyškovsko.⁵⁹

4.3.3 Chmel

Chmel představuje popínavou rostlinu, jejíž pěstování je výhradně pro výrobu piva. Slouží ke konzervaci piva, přidání mléčného tónu a hořké chuti. Používají se z něj šišťice, které se zpracovávají do podoby extraktu nebo granulí. Dříve se mladé výhonky chmele pojídaly jako pochutina (Řím) a starší výhonky se vařily. Jako výhoda chmele byly vnímány jeho účinky podporující chuť k jídlu a zklidnění nervů.

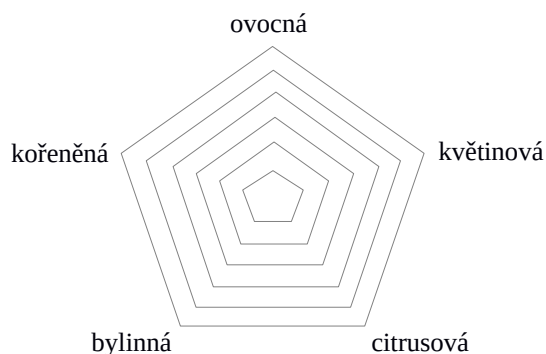
Na území České republiky se chmel pěstuje od 11. století a v minulosti byl chmel pěstován prakticky v jakékoliv možné oblasti, která se nacházela v okolí pivovaru.⁶⁰ Český chmel je považovaný za jeden z nejkvalitnějších na světě, a to především odrůda Žatecký poloraný červeňák, který obsahuje nižší množství hořkých látek, ale vyšší obsah aromatických látek – pryskyřic, silic a polyfenolů. Tato odrůda získala v roce 2007 zeměpisnou ochrannou známku Evropské unie (PGI) a chráněné označení původu (PDO). Z důvodu jeho vyšší ceny však ho většina pivovarů používá spíše částečně, než výhradně, pouze k dochucování.

V současné době je registrováno 13 hlavních odrůd chmele, které se liší jednak výnosem chmele, ale především obsahem alfa a beta hořkých kyselin a dalších látek, které dodávají konkrétním odrůdám odlišnou chuť. Chuť odrůdy je kategorizována na škále podle 5 hlavních tónů – kořeněná, ovocná, květinová, citrusová a bylinná.

⁵⁹KUDRNA, Karel, ed. *Naučný slovník zemědělský*. Praha: Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství ve Státním zemědělském nakladatelství, 1989

⁶⁰NOVOTNÁ, Marie, GÖTZ, Antonín. *Geografie zemědělství ČR*. Plzeň. Západočeská univerzita. Fakulta pedagogická, 1996. 114 s.

Obrázek 4: Schéma kategorizace chuti chmelových odrůd



zdroj dat: Ministerstvo zemědělství (eagri.cz)

V roce 2017 dosáhla světová plocha chmelnic svého maxima, 59 211 ha. Celosvětová produkce chmele je v rostoucím trendu, v roce 2017 byla sklizeň 113 902 t s průměrným výnosem 1,92 t/ha, ačkoliv v Evropě byla sklizeň kvůli zhoršeným podmínkám nižší.

Výměra plochy v České republice představuje za rok 2017 přibližně 8,3 % světové plochy, což je třetí nejvyšší poměrové zastoupení po USA a Německu. Tato plocha je v roce 2017 4 945 ha. Většina chmelnic se rozkládá v oblasti Žatecké a Ústecké, dále potom Tršická oblast na Moravě. Žatecký poloraný červeňák představuje 87,2 % osázené plochy. Z hybridních odrůd pak je nejrozšířenější Sládek, Premiant, Saaz Late, Agnus a Kazbek.

Historicky nejlepším ročníkem z hlediska sklizně byl rok 2016 s více než 7 700 t. V roce 2017 to bylo okolo 6 800 t. Průměrný výnos v České republice byl 1,37 t/ha. Výnos je v České republice průměrně nižší především kvůli převaze Žateckého poloraného červeňáku, jehož výnos se pohybuje okolo 1,34 t/ha. i z tohoto důvodu se jedná o dražší odrůdu chmele. Levnější odrůdy chmele jsou do České republiky dováženy a po zpracování opět vyváženy či použity pro výrobu piva u nás. Vývoz byl v posledních dvou letech ovlivněn zvýšenou sklizní v roce 2016. Přes 60 % bylo exportováno mimo země EU, nejvíce do Japonska. V EU je nejvýznamnějším dovozcem Německo.

5 Vlastní práce

Ve vlastní práci je nejprve analyzována komoditní vertikála piva. Analýza je zaměřena na vývoj ukazatelů a faktorů, které byly následně použity v ekonometrickém modelování komoditní vertikály piva.

5.1 Analýza komoditní vertikály piva

Následující obrázek 1 znázorňuje schéma komoditní vertikály piva. Schéma zobrazuje proces výroby od prvovýrobce, přes zpracovatele až po finální výrobek určený konečnému spotřebiteli.

První úroveň vertikály je zemědělský prvovýroba, do které patří pěstitelé všech surovin, které jsou potřebné k výrobě sladovnických i pivovarských výrobků. Jsou to pěstitelé ječmene, chmele, obilovin a cukrovky.

Dalším stupněm komoditní vertikály navazující na prvovýroba jsou zprostředkovatelé, tedy odbytové organizace. Patří sem podniky, které se zabývají nákupem surovin od zemědělských prvovýrobců a následným skladováním a prodejem.

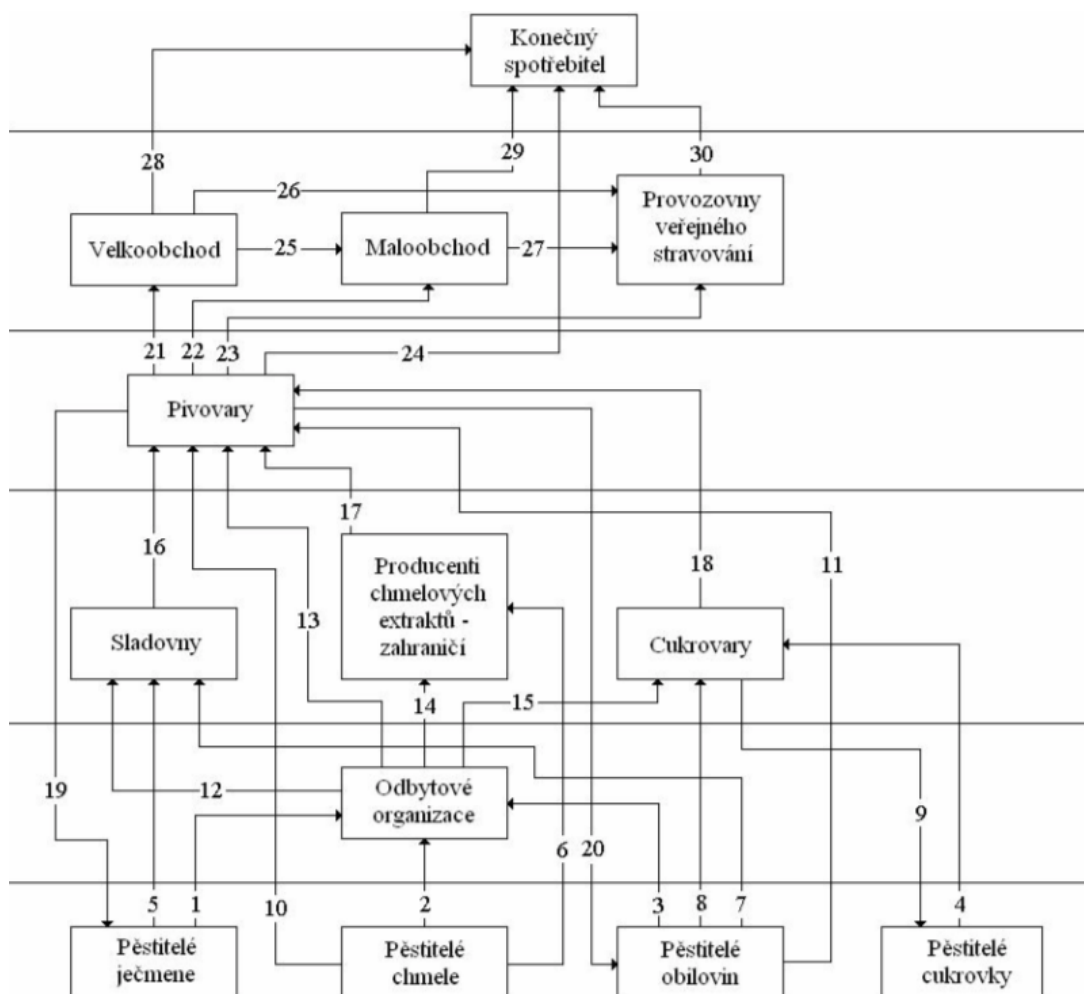
Do třetí úrovně komoditní vertikály piva patří první fáze zpracování. Patří tam sladovny, které zpracovávají sladovnický ječmen. Dále cukrovary, které zpracovávají ostatní obiloviny a cukrovku. Poslední položkou jsou producenti chmelových extraktů.

Čtvrtá úroveň vertikály se zabývá druhou fází zpracování, tedy produkcí piva a patří sem všechny pivovary.

Předposlední úroveň komoditní vertikály je odvětví obchodu a distribuce, jež tvoří maloobchod, velkoobchod a provozovny veřejného stravování (restaurace).

Posledním článkem, který uzavírá celou komoditní vertikálu piva je konečný spotřebitel.

Obrázek 5 Schéma komoditní vertikály piva



Zdroj: Maier, 2007

5.1.1 Výrobní základna

Detailní popis výroby piva je popsán v kapitole 4.3.1. Hlavními surovinami k výrobě piva jsou zejména chmel, obilný slad a voda.

Produktce chmele

Jak již bylo zmíněno v kapitole 4.3.3. chmel představuje popínavou rostlinu, která je výhradně pěstována pro výrobu piva. V tabulce 1 je znázorněna velikost sklizňové plochy, výnos chmele a produkce v letech 2008-2017. Je patrné, že velikost sklizňových ploch má na začátku období klesající tendenci a až do roku 2013. To mohlo být způsobeno velkou poptávkou pivovarů po odrůdách s vysokým obsahem hořkých kyselin, které se nejčastěji dovážejí ze zahraničí. V roce 2014 nastal zlom a sklizňové plochy začali narůstat až

do konce sledovaného období. To může souviset s obrovským nárůstem počtu minipivovarů v tomto období, a tudíž i větší poptávkou po chmelu.

Výnos, a tudíž i produkce chmele se mimo jiné odvíjí od počasí. Je zde viditelný kolísavý trend. Největší produkce byla zaznamenána v roce 2010 a to 7 772 tun, naopak nejmenší v roce 2012, v kterém byla produkce chmele pouze 4 338 tun.

Tabulka 1 Produkce chmele v České republice v letech 2008-2017

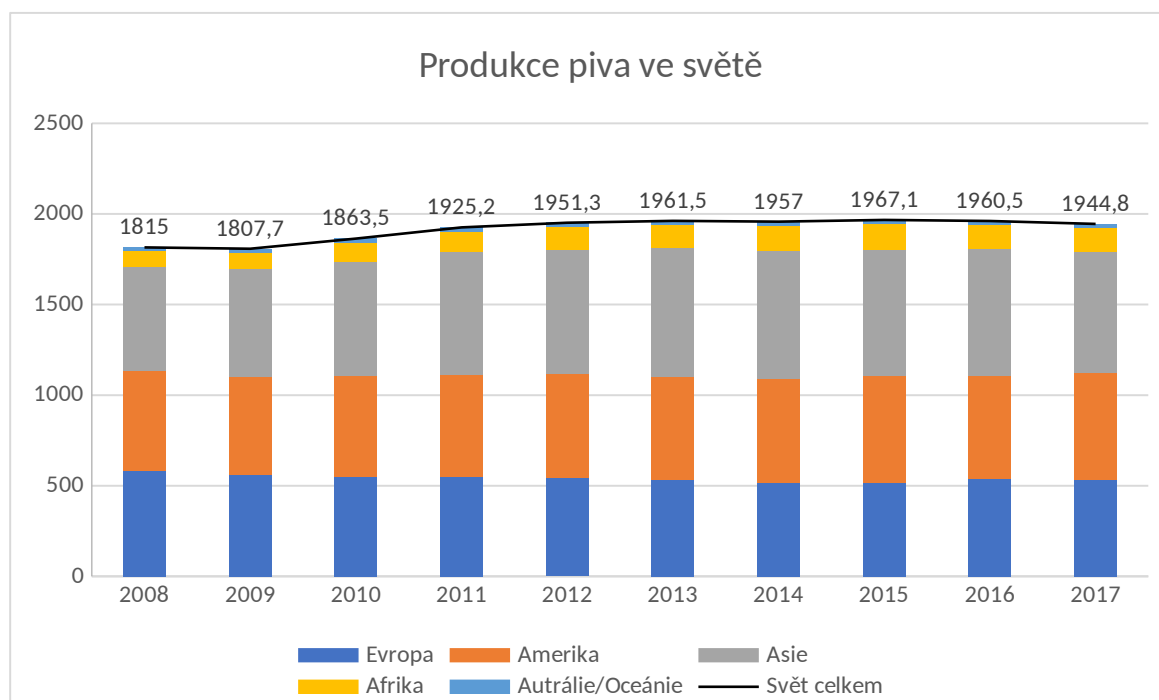
Sklizňový rok	Sklizňová plocha (ha)	Výnos (t/ha)	Produkce celkem (t)
2008	5335	1,27	6753
2009	5307	1,25	6616
2010	5210	1,49	7772
2011	4632	1,31	6088
2012	4366	0,99	4338
2013	4319	1,23	5329
2014	4460	1,39	6202
2015	4622	1,05	4843
2016	4775	1,61	7712
2017	4945	1,37	6797

Zdroj: eAGRI, vlastní zpracování

Produkce piva

Produkce piva se ve světě až na pokles v roce 2009, 2014 a 2017 má rostoucí charakter, to můžeme vidět v grafu 1. Graf znázorňuje světovou produkci piva a zároveň podíl světadílů na celkové produkci. V roce 2017 bylo na světě vyprodukováno 1944,8 ml. hl piva, a to oproti roku minulému představuje pokles o 0,8 %. K největším producentům patří Asie, po ní Amerika a poté následuje Evropa.

Graf 1 Produkce piva ve světě v letech 2008-2017



Zdroj: eAGRI, vlastní zpracování

V níže uvedené tabulce 2 je seřazeno dle velikosti deset zemí s největší produkcí piva na světě s porovnáním s Českou republikou v letech 2008-2017. Dlouhodobě největším producentem piva je Čína, hned za ní s téměř dvojnásobně menší produkcí piva jsou Spojené Státy Americké a na třetím místě je Brazílie. Česká republika, co se světové produkce piva týče je v roce 2017 je z porovnání s evropskými zeměmi na sedmém místě. Mezi největší producenty piva v Evropě patří Německo, Velká Británie a Polsko.

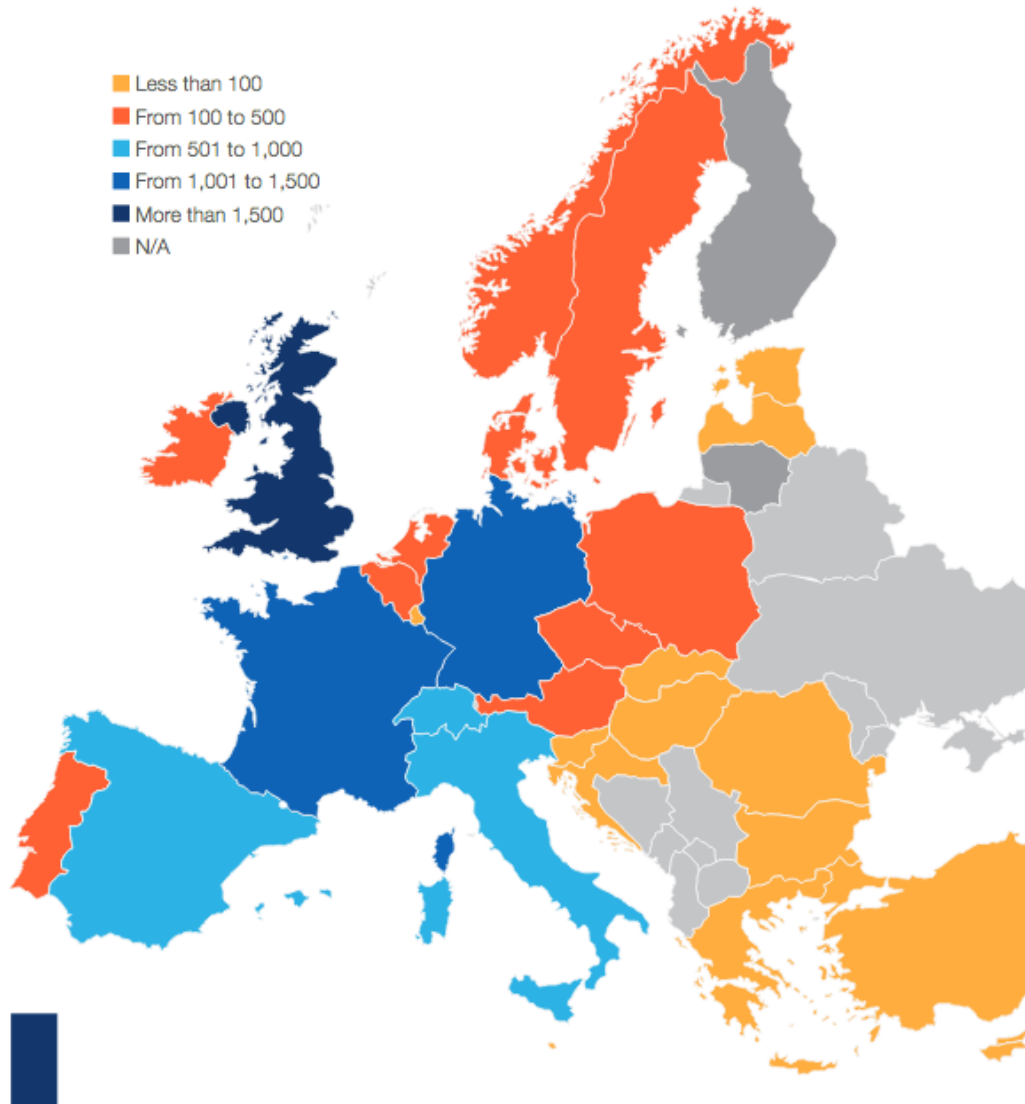
Tabulka 2 Produkce piva (mil.hl)

Země	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Čína	406,9	422,6	449	489,8	490,2	506	493	471,6	485,1	440
USA	234,1	228,5	228,4	225,2	229,3	224,6	225,9	225	200,6	217,8
Brazílie	106,3	106,7	113,9	133	132,8	134,2	134,5	138	127,2	140
Německo	102,8	102,9	98,3	95,5	94,6	94,4	95,6	95,7	95,3	93
Rusko	115,3	108,5	103	98,1	97,4	88,9	76,6	73	86,2	74,5
Mexiko	82,3	82	80	81,5	82,5	82	82	90	109,8	110
Japonsko	61	59,7	57	56	55,5	57,2	53,9	53,8	54,3	51,6
VB	49,5	45,2	45	45,7	42	42,4	41,2	44,1	42,3	43,3
Polsko	35,6	32,3	33,5	37,9	37,8	39,6	39,2	39,8	41,5	40,5
Španělsko	33,4	33,8	32,7	33,6	33	33,1	33,5	34,8	36,3	37,2
ČR	19,8	18,6	17,1	18,1	18,7	18,6	19,7	20,1	20,6	20,3

Zdroj: eAGRI, vlastní zpracování

Obrázek 6 zobrazuje mapu Evropy, která znázorňuje počet pivovarů v jednotlivých zemích Evropy v roce 2007. Z mapy je patrné, že nejvíce pivovarů je ve Velké Británii a dále v Německu a Francii. Zatímco nejméně pivovarů je v jihovýchodní Evropě. V České republice bylo v roce 2017 435 pivovarů, což představuje osmou zemi Evropy s největším počtem pivovarů.

Obrázek 6 Počet pivovarů v Evropě v roce 2017



Zdroj: The Brewers of Europe, Beer Statistics, 2018

5.1.2 Nákladovost výroby

Náklady se dělí na přímé (variabilní) a nepřímé (fixní, režijní). Fixní náklady zahrnují výrobní a správní režii, odpisy budov, technologie, daně, nájemné apod. Přímé náklady jsou vztaženy k určitému výrobnímu postupu. V tomto případě k výrobě piva a tyto náklady se objemem produkce mění. Což pro výrobce znamená, že tyto náklady

muže ovlivňovat. Výrobní cena piva se dále odvíjí od toho, jakým způsobem se pivo vyrábí a zda je vyráběno ve velkém průmyslovém pivovaru či minipivovaru.

Pro lepší představení nákladů, které jsou zapotřebí při výrobě piva je v tabulce 3 kalkulace výrobních nákladů na výrobu piva ze sladu a chmele v minipivovarech. Kalkulace je zaměřena na čtyři druhy piva dle stupně platu. Nejnákladnější položkou ze surovin je cena sladu a chmele. Dále výrazně cenu piva ovlivňuje cena za energie a spotřební daň. Všechny tyto náklady jsou variabilní a jejich cena se mění, a tudíž i výsledná cena piva.

Tabulka 3 Kalkulace výrobních nákladů na výrobu piva z tradičních surovin v minipivovarech

Pivo Stupeň	Slad		Kvasnice		Chmel		Voda		Sanitační prostředk y	Filtrova ní křemelina	
	Kg	Kč	použití	Kč	Kg	Kč	Litr	Kč			
10	170	3230	3	604.17	3,5	1505	5000	60	240	78	
11	180	3420	3	604.18	3,5	1505	5000	60	240	78	
12	190	3610	3	604.19	3,5	1505	5000	60	240	78	
13	210	3990	3	604.20	3,5	1505	5000	60	240	78	
Suroviny celkem	Energie		Spotřební daň	Výrobní cena vč. DPH							
	kWh	Kč		1000 litrů	0,5 litru						
5 639	500	1 900	2 560	10 099	5,05						
5 829	600	2 280	2 816	10 925	5,46						
6 019	700	2 660	3 072	11 751	5,88						
6 399	800	3 040	3 328	12 767	6,38						

zdroj: ceskeminipivovary, vlastní zpracování

5.1.3 Spotřební daň

Spotřební daň na pivo v České republice upravuje zákon ČNR č. 353/2003 Sb., o spotřebních daních. V České republice se daň počítá za každé celé hmotnostní procento extraktu původní mladiny, tedy dle počtu stupně platu. Velké pivovary s roční produkcí nad 200 000 hl mají základní sazbu 32 Kč/hl. Malé pivovary mají sníženou spotřební daň a cena dle roční produkce je uvedena v tabulce 4. V tabulce je také viditelná změna, ke které došlo v roce 2010 a to navýšení spotřební daně jak pro velké pivovary, tak pro minipivovary.

Tabulka 4 Spotřební daň na pivo v České republice

Sazba daně v Kč/hl za každé celé hmotnostní procento extraktu původní mladiny						
Rok	Základní sazba	Snížené sazby pro malé nezávislé pivovary				
		Velikostní skupina podle výroby v hl ročně				
		do 10 000	nad 10 000 do 50 000	nad 50 000 100 000	nad 100 000 do 150 000	nad 150 000 do 200 000
do 2009	24	12	14,4	16,8	19,2	21,6
od 2010	32	16	19,2	22,4	25,6	28,8

Zdroj: vlastní zpracování dle Právního informačního systému (ASPI)

5.1.4 Spotřeba

Česká republika je ve spotřebě piva na jednoho obyvatele první ve světě. V roce 2017 byla spotřeba piva v České republice 144,3 litrů na osobu. Mezi další země s největší spotřebou piva patří Rakousko (105 l/os.), Německo (101 l/os.) a Polsko (97 l/os.) Vývoj spotřeby piva je zobrazen grafem 8 v kapitole 5.3, v které je i podrobně rozebrán a popsán.

5.1.5 Export

České pivo je známe po celém světě, tomu odpovídá i stále zvětšující se export piva do ostatních států. Vývoj exportu je znázorněn v tabulce 5, z které je patrné, že dlouhodobě Česká republika nejvíce vyváží pivo do sousedního Německa a Slovenska. Ze zemí mimo EU Česká republika vyváží nejvíce piva do Ruska a USA. od roku 2011 export piva stále roste a v roce 2017 bylo celkem z České republiky vyvezeno 4,8 mil. hl, což je oproti předchozímu roku nárůst o 3,8 %.

Tabulka 5 Export piva z ČR (tis. hl.)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Slovensko	691,4	688,7	748,4	821,2	944,8	1168,1	1181,1	1190,3
Německo	1129,7	1025,7	910,3	880,7	899,1	949	982,3	962
Polsko	46,6	98	299,1	367	264,1	406,2	427,3	401,7
VB	217,2	225,6	206	196,1	226,2	251	232,2	267,9
Švédsko	223,8	213,8	263,9	266	254,9	276,8	264,8	243,6
Rusko	218,9	218,5	245	255,6	247,6	152,2	177,3	242,2
USA	116,4	114,2	109	86	87,4	98,3	92	88,2
Export celkem	3295,4	3240,3	3500,5	3742,4	3897,3	4412,1	4596,7	4771,4

Zdroj: eAgri, vlastní zpracování

Do České republiky bylo v roce 2017 dovezeno 322,6 tis. hl piva, což představuje oproti roku minulému nárůst o 176 tis. hl. Import piva do České republiky patří k nejnižším v celé Evropě. Nejvíce se do České republiky dováží levní pivo z Polska.

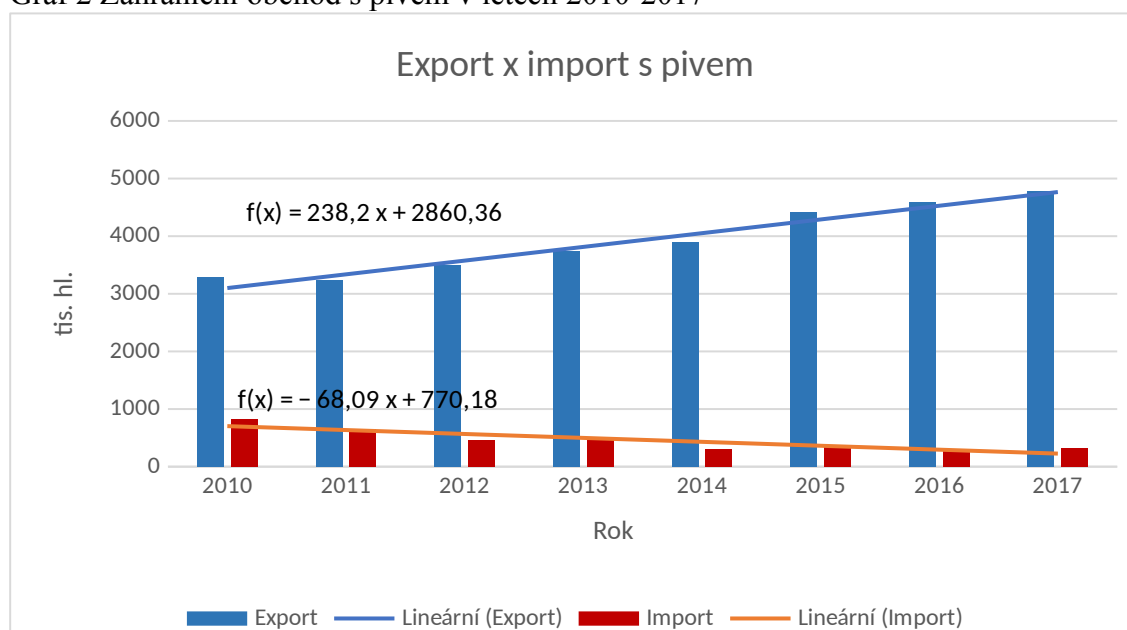
Z Polska bylo v roce 2017 dovezeno 172,1 tis. hl. piva. Což představuje více než 50 % celkového dovozu. Nejméně piva je naopak dováženo z Rakouska a to pouhých 4 tis. hl. Vývoj dovoz piva do České republiky letech 2010-2017 je zobrazen v tabulce 12. Během sledovaného období bylo do České republiky dovezenou v průměru 322,6 tis. hl. piva.

Tabulka 6 Import piva do ČR (tis. hl.)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Polsko	320,8	285,9	197	214,7	150,3	213,3	170,4	172,1
Německo	89,7	58,1	44,2	61,7	53,7	52,3	45	40,9
Maďarsko	148,7	190,6	43,6	66,1	23,8	20,5	18,6	38,6
Nizozemsko	7,1	10	16	8,1	14,8	19,6	19,4	17,6
Slovensko	183,7	12,8	108,1	111,7	20,6	2,4	4,6	6,1
Rakousko	34,9	42,8	73,6	3,7	1,2	1,1	4,2	4
Import celkem	823,3	649,0	451,3	502,7	304,0	352,5	305,0	322,6

Zdroj: eAgri, vlastní zpracování

Graf 2 Zahraniční obchod s pivem v letech 2010-2017



Zdroj: eAgri, vlastní zpracování

Výše uvedený graf 2 znázorňuje vývoj exportu a importu v letech 2010-2017. Vývoz mnohonásobně převyšuje dovoz, který je v České republice poměrně zanedbatelný. Vývoj exportu má během sledovaného období rostoucí charakter, zatím dovoz má naopak charakter klesající. Tato rostoucí a klesající tendence je v grafu zachycena lineárně trendovou funkcí.

5.1.6 Cenový vývoj

Ceny zemědělských výrobců (CZV)

V tabulce 7 jsou uvedeny ceny zemědělských výrobců chmele. Největší pokles ceny byl zaznamenán mezi roky 2009 a 2010, kdy se cena zemědělských výrobců chmele propadla o téměř 45 500 Kč/t. Bylo to zapříčiněno především vysokou nadprodukcí α -hořkých látek a také snižováním výstav pivovarů. Po takto výrazném poklesu dochází až do konce sledovaného období k nárůstu ceny. V roce 2017 byla cena zemědělských výrobců chmele 213 867 Kč/t. Cena se zvyšuje zejména kvůli přibývání velkého počtu minipivovarů a tím i zvyšující se poptávce po tradičním českém chmelu.

Tabulka 7 Cena zemědělských výrobců chmele v letech 2008-2017

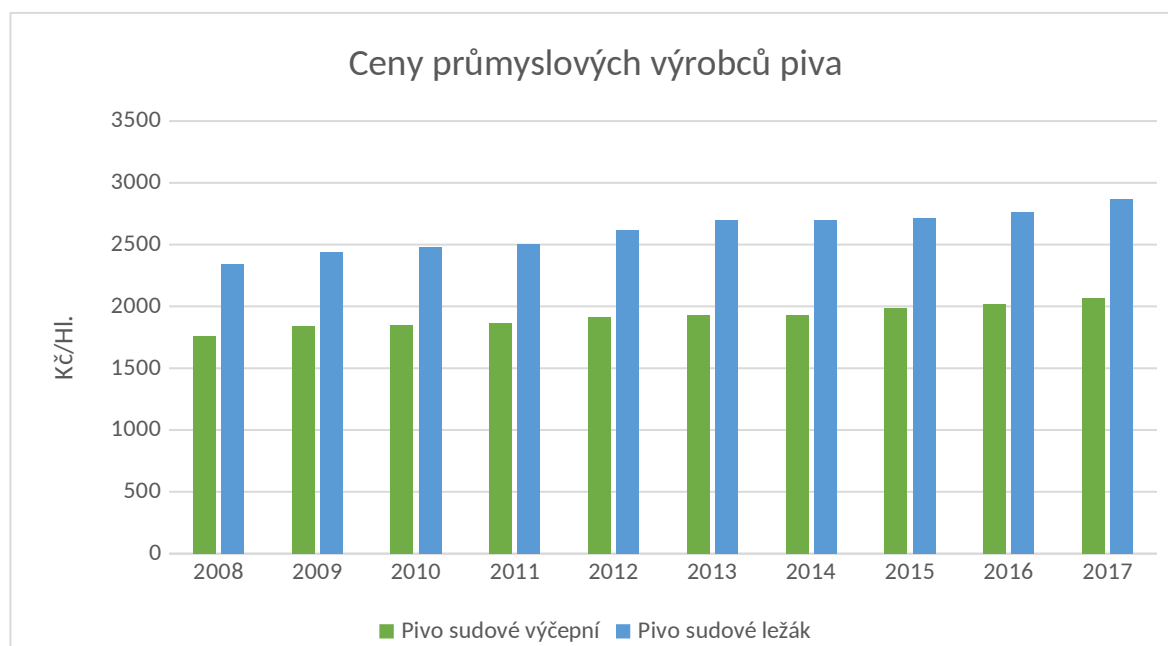
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
CZV chmele	200 521	170 042	124 623	129 568	137 811	151 978	169 217	190 420	209 388	213 867

Zdroj: eAgri, vlastní zpracování

Ceny průmyslových výrobců (CPV)

Z hledisku průmyslových výrobců jsou uvedena piva sudová výčepní a piva sudová ležáky. V grafu 3 jsou uvedeny průměrné roční ceny průmyslových výrobců piva mezi lety 2008-2017. CPV piva sudového ležáku je zpravidla vyšší než CPV piva sudového výčepního. CPV sudového piva ležáku stoupá rychlejším tempem než CPV piva sudového výčepního. Během sledovaného období se CPV piva sudového výčepního zvýšila téměř o 311 Kč/hl, což představuje nárůst o 18 %. CPV piva sudového ležáku se během sledovaného období zvýšila o 527 Kč/hl, a to představuje nárůst o více jak 22,5 %.

Graf 3 Ceny průmyslových výrobců piva v letech 2008-2017

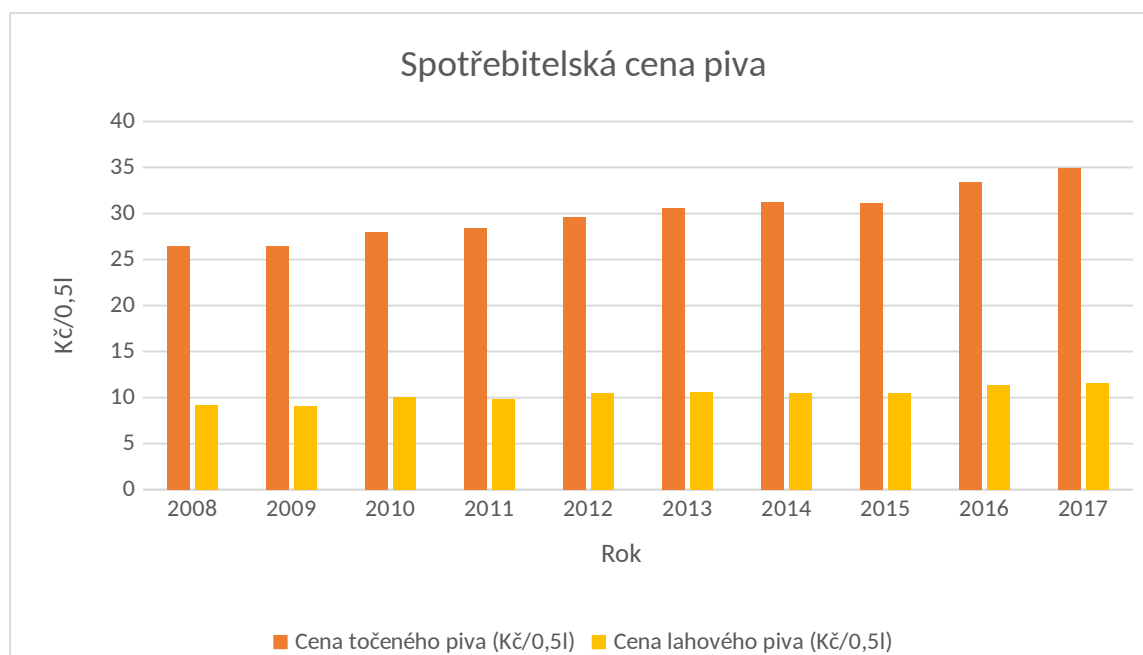


Zdroj: eAgri, vlastní zpracování

Spotřebitelské ceny (SC)

Průměrné spotřebitelské ceny piva v následujícím grafu 7 rozděleny na SC točeného piva SC piva lahvého. Ceny z dlouhodobého hlediska roste. Podrobnější popis vývoje spotřebitelských cen piva je popsán v kapitole 5.3.

Graf 4 Spotřebitelské ceny piva v letech 2008-2017



Zdroj: eAgri, vlastní zpracování

5.2 Model produkce

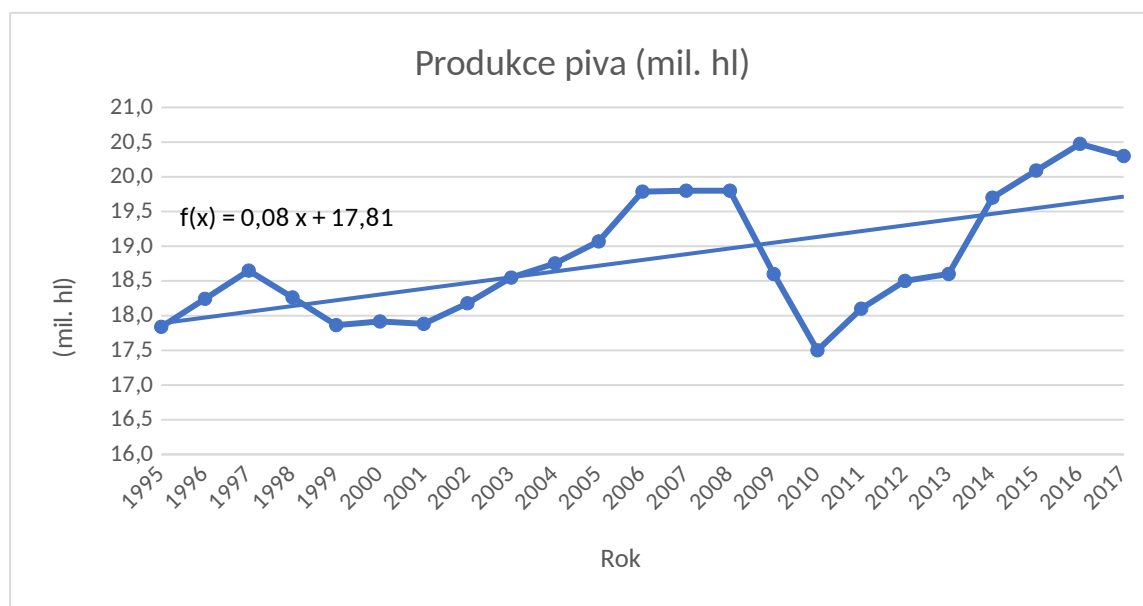
Podkladová data modelu jsou tvořena časovou řadou s roční frekvencí (1995 – 2017, T = 23) viz příloha 4.

Obecná specifikace modelu

Specifikace modelu produkce piva vychází ze základních ekonomických předpokladů a z poznatků z analýzy komoditní vertikály piva. Prvotním vlivem na produkci piva by měl mít počet pivovarů, a to zejména průmyslových pivovarů, které produkují většinu piva. Větší množství pivovarů by tedy mělo produkovat více piva. Dalším vlivem by měla být produkce surovin, z nichž se pivo vyrábí, tedy produkce chmele a sladu, při jejímž zvýšení by následně mělo dojít i ke zvýšení produkce finálního produktu. Vzhledem k neustálému vývoji v technologiích pivovarnictví by vliv měl mít i časový trend, neboť v průběhu času se technologie výroby a skladování zdokonalují a produkce piva je tím zvyšována. V souvislosti s trendem by na produkci piva měla mít i produkce v předchozím období, neboť zvýšení produkce piva v jednom roce by mělo mít za následek zvýšení i v dalším roce. Dále lze očekávat i vliv ekonomické krize, která nastala v roce 2008, u níž bude pomocí vzájemného korelogramu testováno, ve kterém roce v období 2008 až 2010 měla krize svými následky na produkci piva největší vliv.

Z uvedených proměnných je následně vyřazena produkce chmele a sladu, neboť v případě ječmeného sladu nebyla dostupná data za jednotlivé kalendářní roky, v případě produkce chmele byla proměnná eliminována z důvodu statistické nevýznamnosti parametru a výsledného nižšího koeficientu determinace. Odhad původního modelu je uveden v příloze č. 5.

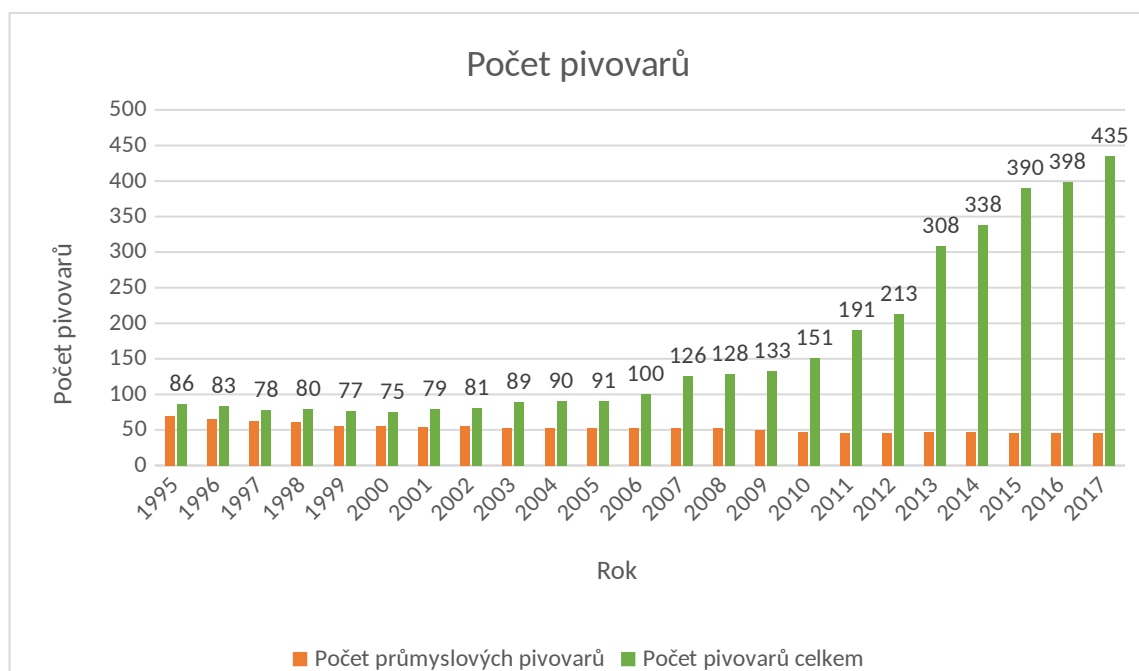
Graf 5 Produkce piva v České republice v letech 1995 - 2017



Zdroj: eAGRI, vlastní zpracování

Graf č. 5 znázorňuje produkci piva v České republice v letech 1995-2017. Produkce piva měla nejprve rostoucí tendenci, poté v roce 1997 produkce piva lineárně klesá. Mezi lety 1999-2001 byla produkce piva rovna hodnotě 17,9 mil. hl za rok. Následně produkce stoupala až do roku 2006, kdy produkce byla opět tři roky shodná. V roce 2008 nastal zlom a produkce piva z 19,8 mil. hl za rok klesla o 1,2 mil. hl. a v roce 2010 bylo vyprodukováno 17,5 mil. hl. za rok. Tato hodnota patří mezi nejnižší během celého sledovaného období. Tento prudký pokles byl způsoben ekonomickou krizí, která nastala v roce 2008. Během krize došlo ke zdražování potřebných produktů a služeb na výrobu piva. Od roku 2010 produkce piva rostla až do roku 2016. V tomto roce dosáhla produkce piva nejvyšší hodnoty za celé sledované období, a to 20,5 mil. hl za rok. V roce 2017 nastal po šesti letech pokles, a to o 0,2 mil. hl. Během celého sledovaného období se produkce piva zvýšila o 2,5 mil. hl. Tato rostoucí tendence je v grafu zobrazena lineárně rostoucí trendovou funkcí. Z funkce lze vyčíst, že meziročně se produkce piva v průměru zvýší o 0,0829 mil. hl. Průměrná produkce za celé období činila 18,8 mil. hl za rok.

Graf 6 Počet pivovarů v České republice v letech 1995-2017



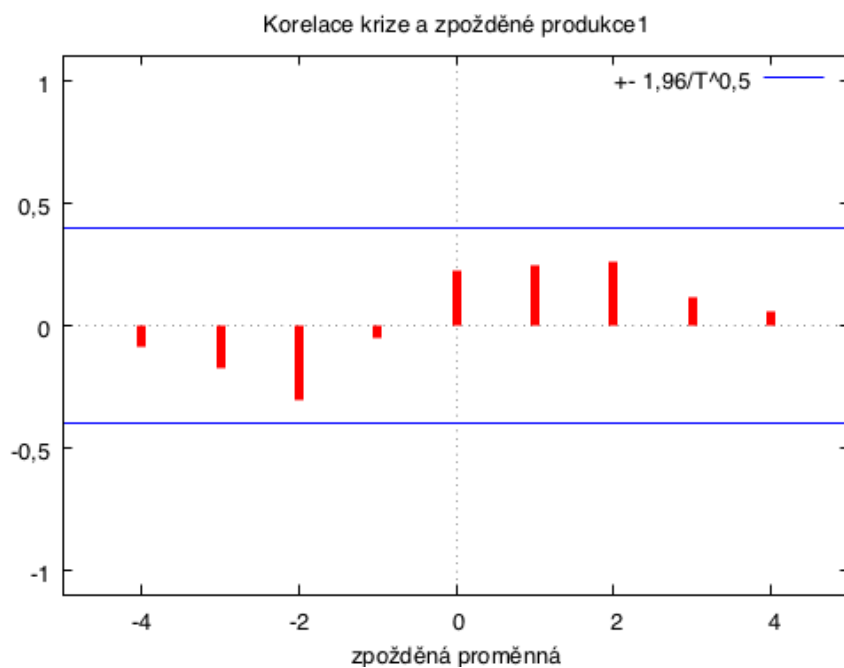
Zdroj: eAGRI, vlastní zpracování

Ve výše uvedeném grafu je znázorněn počet průmyslových pivovarů a počet pivovarů celkem v jednotlivých letech. Z grafu je patrné, že počet průmyslových pivovarů s časem klesal. V roce 1995 bylo v České republice 70 průmyslových pivovarů. Postupem času počet klesá a na konci sledovaného období je České republice aktivních 46 průmyslových pivovarů. Tento pokles je způsoben vlivem nadnárodních společností. Celkový počet pivovarů má naopak rostoucí tendenci. Je to způsobeno vznikem velkého počtu minipivovarů. V roce 2017 je v České republice celkem 435 pivovarů, což představuje oproti roku 1995 nárůst o 349 pivovarů za 23 let.

Specifikace modelu produkce

Základní hypotézou modelu je tedy závislost produkce piva na počtu průmyslových pivovarů, na celkovém počtu pivovarů, na produkci piva v předchozím období. Dále je v modelu produkce zařazena dummy proměnná – ekonomická krize. Dummy proměnná nabývá hodnot 1 v roce 2008, kdy nastala ekonomická krize. Tato proměnná je v modelu zahrnuta zpožděná o dva roky, jelikož vliv krize je dle korelogramu nejvýznamnější v roce 2010, viz graf č. 7. Z grafu je viditelný nejvýznamnější vliv dummy proměnné se zpožděním o dva roky. Poslední proměnou je časový trend, který je do modelu zahrnut pro ověření hypotézy, zda produkce piva v čase roste či klesá.

Graf 7 Vzájemný korelogram krize a produkce



Zdroj: výstup programu MS Gretl

Ekonomický model

$$y = f(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6)$$

Ekonometrický model

$$y_t = \gamma_1 x_{1t} + \gamma_2 x_{2t} + \gamma_3 x_{3t} + \gamma_4 x_{4t-2} + \gamma_5 x_{5t} + \gamma_6 y_{t-1} + u_t$$

Specifikace proměnných

Endogenní

y_tprodukce piva v České republice v mil. hl

Exogenní

x_{1t}konstanta

x_{2t}počet průmyslových pivovarů

x_{3t}celkový počet pivovarů

x_{4t-2}dummy proměnná t-2 (ekonomická krize)

x_{5t}časový trend

y_{t-1}produkce piva v České republice v předchozím období v mil. hl

γ_iparametry i-té proměnné

u_tnáhodná složka v čase t

Korelační matice

y_1	x_2	x_3	x_{4t-2}	x_5	y_{1t-1}	
1	-0,4381	0,658	-0,3178	0,636	0,8222	y_1
	1	-0,6809	-0,1954	-0,9223	-0,4138	x_2
		1	-0,0275	0,8627	0,5645	x_3
			1	0,1286	-0,0269	x_{4t-2}
				1	0,5996	x_5
					1	y_{1t-1}

V korelační matici byla pomocí hodnot párových koeficientů zjištěna nežádoucí multikolinearita mezi vysvětlujícími proměnnými, a to hodnoty 0,86 a -0,92, proto u proměnných počet průmyslových pivovarů (x_2) a počet pivovarů celkem (x_3) byly vytvořeny difference prvního řádu.

Korelační matice po odstranění multikolinearity

y_1	x_2	x_3	x_{4t-2}	x_5	y_{1t-1}	
1	0,4609	0,2575	-0,3178	0,636	0,8222	y_1
	1	0,3947	-0,2488	0,4637	0,2467	x_2
		1	0,0255	0,6658	0,185	x_3
			1	0,1286	-0,0269	x_{4t-2}
				1	0,5996	x_5
					1	y_{1t-1}

Nová korelační matice již neobsahuje nežádoucí multikolinearitu, tudíž by nemělo dojít ke zkreslení odhadnutých parametrů modelu. Vyšší závislost mezi endogenní (y_1) a exogenní proměnnou (x_6) je žádoucí a není potřeba tuto závislost odstraňovat.

Odhad parametrů modelu

	koeficient	směr. chyba	t-podíl	p-hodnota	
const	4.96944	1.98859	2.499	0.0230	**
d_prumpiv	0.0631493	0.0811746	0.7779	0.4473	
d_pivovar	-0.00380870	0.00340453	-1.119	0.2788	
krize_2	-1.37504	0.266000	-5.169	7.70e-05	***
time	0.0456188	0.0170016	2.683	0.0157	**
produkce1_1	0.719790	0.105285	6.837	2.89e-06	***
Koeficient determinace			0.849648		
Adjustovaný koeficient determinace			0.805427		

Odhadnutá rovnice ve tvaru:

$$y_t = 4,9694 + 0,0631x_{2t} - 0,0038x_{3t} - 1,3750x_{4t-2} + 0,0456x_{5t} + 0,7198y_{1t-1} + u_t$$

Ekonomická verifikace

Všechny parametry modelu jsou interpretovány za podmínek *ceteris paribus* (c.p.).

Parametr γ_1 vyjadřuje produkci piva v České republice, za předpokladu, že všechny ostatní proměnné nabývají nulových hodnot. Produkce piva by za tohoto předpokladu byla 4,9694 mil. hl (c.p.).

Parametr γ_2 udává, o kolik se změní produkce piva, jestliže se přírůstek počtu průmyslových pivovarů změní o 1. Když se přírůstek počtu průmyslových pivovarů zvýší o 1, tak se produkce piva zvýší o 0,0631 mil. hl. (c.p.). Tento předpoklad lze považovat za ověřený, poněvadž když se otevřou velké průmyslové pivovary, tak se bude produkovat více piva.

Parametr γ_3 udává, jak se změní produkce piva, když se přírůstek počtu pivovarů změní o 1. Zvýšení přírůstku celkového počtu pivovarů o 1 povede ke snížení produkce piva o 0,0038 mil. hl. (c.p.). i tento parametr lze považovat za ověřený, jelikož se dá předpokládat, že zvýšení celkového počtu pivovarů nastane důsledkem prudkého narůstání počtu minipivovarů, tak lze předpokládat, že se tím může celková produkce piva snížit, protože minipivovary produkují piva výrazně méně.

Parametr γ_4 dummy proměnné ekonomická krize zpožděná o dva roky vyjadřuje, o kolik se změní endogenní proměnná poté, co daný jev nastane. V tomto případě, když vypukla ekonomická krize, tak za dva roky v roce 2010 se produkce piva sníží o 1,375 tis. hl. (c.p.). Lze konstatovat, že předpoklad je splněn, jelikož ekonomická krize způsobila snížení produkce piva.

Parametr γ_5 vyjadřuje změnu v produkci piva za předpokladu zvýšení časového období o 1 rok. Produkce piva se během jednoho roku zvýší o 0,0456 mil. h. (c.p.). i tento parametr lze považovat za ověřený, jelikož produkce piva má s časem rostoucí tendenci.

Poslední parametr γ_6 vyjadřuje, o kolik se zvýší produkce, když se produkce v předchozím období zvýší o 1 mil. hl. Za předpokladu, že se produkce v předchozím roce zvýší o 1 mil hl, zvýší se produkce v aktuálním roce o 0,7198 mil. hl. (c.p.). Produkce piva se vyvíjí podle trendu vzhledem k neustále rostoucí produkci piva, a proto lze parametr považovat za ověřený.

Průměrná elasticita

$$= 4,9694 + 0,0631 * (-1,087) - 0,0038 * 15,260 - 1,3750 * 0,043 + 0,0456 * 12 + 0,7198 * 18,7 = \mathbf{18,818}$$

Tabulka 8 Průměrná elasticita modelu produkce piva ve sledovaném období

	y_1	x_2	x_3	x_{4t-2}	x_5	y_{1t-1}
Parametr	-	0,063	0,004	1,375	0,046	0,720
Průměr	18,800	-1,087	15,260	0,043	12,000	18,700
Teoretická hodnota	18,791	18,837	18,837	18,791	18,837	18,837
Elasticita	-	-0,004	0,003	0,003	0,029	0,715

Zdroj: Vlastní zpracování

Průměrná elasticita vyjadřuje vliv exogenní proměnné na endogenní v procentech, tudíž umožňuje srovnat intenzitu a směr působení, i když jsou proměnné v jiných jednotkách. V tabulce č. 8 je viditelné, že reakce nejsou pružné, protože nedosahují reakce 1 %. Největší vliv na produkci piva má produkce piva v předchozím období.

Statistická verifikace

Parametry $\gamma_1, \gamma_4, \gamma_5$ a γ_6 patří mezi statisticky významné, protože uvedené p-hodnoty jsou vyšší než zvolená hladina významnosti 0,05 a lze proto zamítnout nulovou hypotézu o statistické nevýznamnosti. Parametry γ_4 a γ_6 jsou statisticky významné i na hladině významnosti $\alpha = 0,01$. Parametry γ_2 a γ_3 přesahují hladinu 0,05, proto nelze nulovou hypotézu zamítnout. Tyto parametry nejsou statisticky významné. Nevýznamnost parametrů počtu pivovarů lze vysvětlit tím, že na změnách produkce piva se více než počet pivovarů mohou podílet použité technologie, rozvoj kvality podmínek skladování apod.

Adjustovaný koeficient determinace nabývá hodnoty 0.805427. Z toho vyplývá, že vývoj endogenní proměnná produkce piva v ČR je z 80,5427 % vysvětlena změnami daných exogenních proměnných.

Ekonometrická verifikace

Autokorelace

H0 = nepřítomnost autokorelace reziduí

H1 = přítomnost autokorelace reziduí

Pro zjištění výskytu autokorelace byl použit Breusch-Godfreyův test prvního řádu, na základě čehož byla SW Gretl vypočtena p-hodnota 0,28016. Protože platí, že vypočtená p-hodnota je větší než $\alpha = 0,05$, nulová hypotéza se nezamítá, tedy v modelu není přítomna autokorelace reziduí.

Normalita reziduí

H_0 : náhodná složka má normální rozdělení (tj. nulová střední hodnota a konstantní rozptyl)

H_1 : náhodná složka má jiné než normální rozdělení

Pro testování normality byl použit Jarque-Bera test, dle kterého p-hodnota 0,0153685 je menší než $\alpha = 0,05$ a nulovou hypotézu tedy nelze zamítnout. Náhodná složka má jiné než normální rozdělení. To je způsobeno zařazením dummy proměnné ekonomická krize do modelu, která vysvětluje velice přesně výkyv v produkci v roce 2010 a vychyluje normalitu rozdělení náhodné složky.

Heteroskedasticita

H_0 = homoskedasticita

H_1 = heteroskedasticita

Pro testování výskytu heteroskedasticity byl použit Whiteův test, dle kterého je p-hodnota 0,21124, a protože tato hodnota je větší než $\alpha = 0,05$, nulová hypotéza se nezamítá, rozptyl náhodné složky je konečný a konstantní.

Prognostické vlastnosti

a) Ekonomické interpretovatelnosti vypočtených parametrů – interpretace vypočítaných parametrů odpovídá ekonomickým předpokladům. Všechny parametry mají správné působení směru i intenzity.

b) Multikolinearity mezi vysvětlujícími proměnnými – v modelu produkce se nevyskytuje nežádoucí multikolinearita.

c) Těsnost závislosti endogenních a exogenních proměnných – Závislost mezi endogenní a exogenními proměnnými je velmi silná. Korigovaný koeficient determinace nabývá hodnoty 0.805427.

d) Statistické významnosti parametrů – Parametry γ_1 , γ_4 , γ_5 a γ_6 jsou statisticky významné na 95% hladině spolehlivosti.

e) Autokorelace reziduí – v modelu se nevyskytuje autokorelace reziduí.

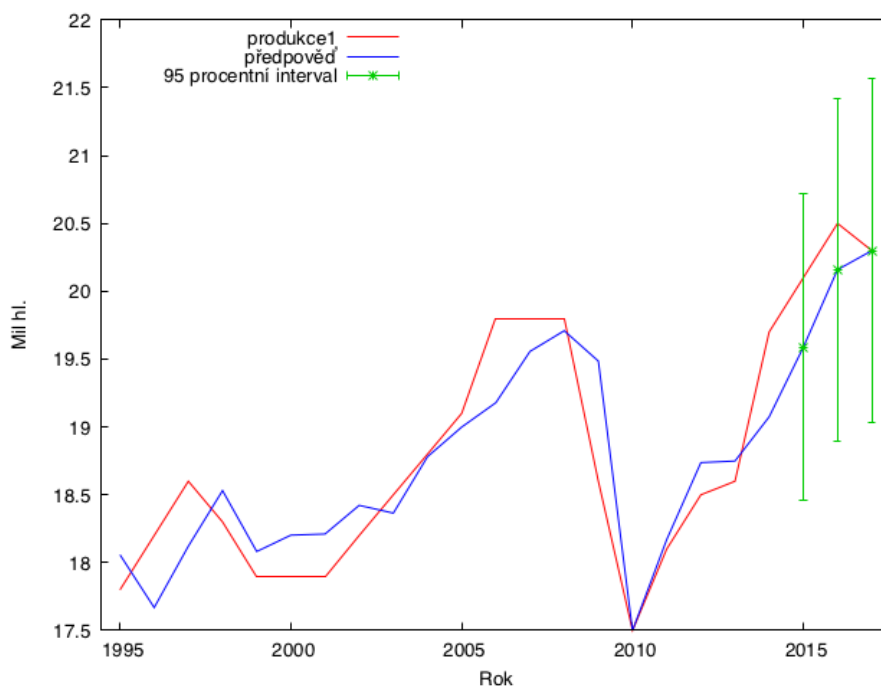
Shrnutí

Model má velmi dobré statistické i ekonometrické vlastnosti. Téměř všechny parametry jsou statisticky významné a korigovaný koeficient determinace dosahuje

vysokých hodnot, což značí vysokou závislost vysvětlované proměnné na vysvětlujících proměnných. Všechny parametry modelu mají správné působení intenzity i směru.

Ex post prognóza

Graf 8 Ex-post prognóza produkce piva



Zdroj: výstup programu MS Gretl

Výše uvedený výstup z MS Gretl graficky znázorňuje ex-post prognózu modelu produkce. Až na drobné výkyvy předpověď odpovídá průběhu skutečné funkce. Střední absolutní procentuální chyba neboli MAPE nabývá hodnoty 1,4056. To znamená, že prognóza se v průměru o 1,4056 % mýlí. Křivka skutečných hodnot leží v konfidenčním 95 % intervalu.

Ex ante prognóza

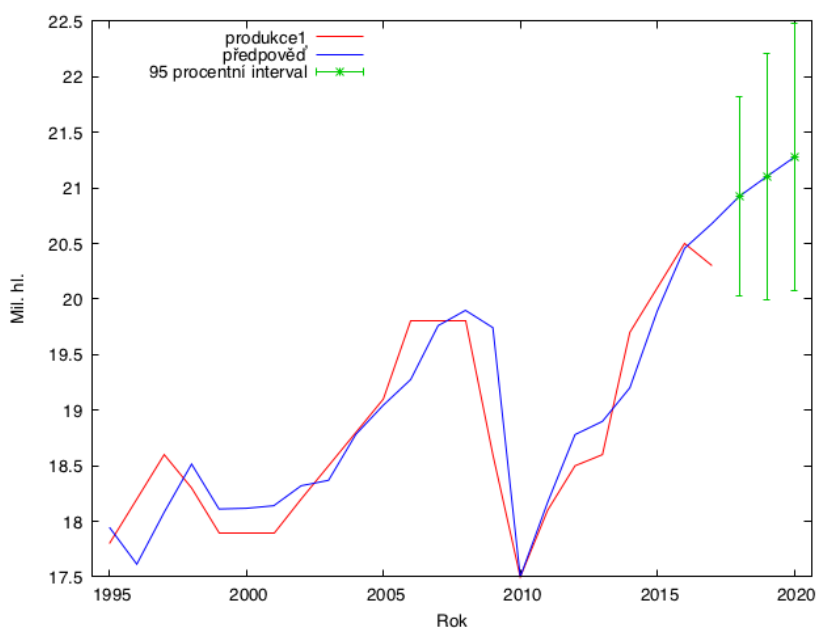
Pro výpočet prognózy ex-ante byly nejdříve vypočítány prognózy exogenních proměnných a na základě výsledků byla vypočtena prognóza daná modelem produkce pro roky 2018-2020. Výsledky výpočtu jsou znázorněny v tabulce níže. u proměnné x_3 , u které byly použity diference I. řádu byly nejprve vypočítány budoucí hodnoty proměnné bez diferencí a až poté z výsledků vypočteny diference.

Tabulka 9 Ex-ante produkce piva

Rok	x_2	d_x_2	x_3	d_x_3	x_{4t-2}	x_5	y_{1t-1}	y
2018	43,072	-2,928	333,2	-101,8	0	24	20,300	20,882
2019	42,175	-0,897	348,4	15,2	0	25	20,882	21,030
2020	41,278	-0,897	363,6	15,2	0	26	21,030	21,182

Zdroj: vlastní zpracování, MS Excel

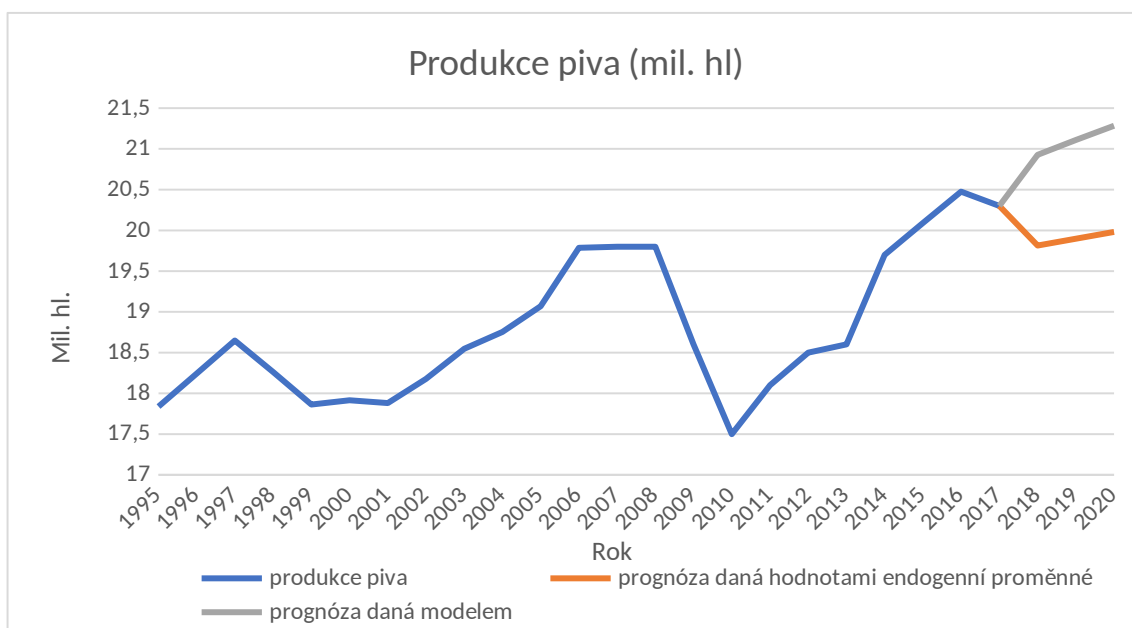
Graf 9 Ex ante prognóza produkce piva 2018-2020



Zdroj: výstup z SW Gretl

Předpověď až na drobné výkyvy kopíruje průběh skutečné funkce, to již bylo zmíněno u prognózy ex-post výše. Výsledky předpovědi ukazují, že produkce piva by měla v letech 2018-2020 mít silně rostoucí trend. V roce 2018 by dle výsledků produkce piva byla 20,9 mil. hl. a dále by rostla až do roku 2020 na hodnotu 21,3 mil. hl.

Graf 10 Prognózy produkce piva v České republice



Zdroj: vlastní zpracování

Graf č. 10 zobrazuje srovnání prognózy danou modelem produkce a prognózy danou hodnotami endogenní proměnné za pomoci trendové funkce. Dle předpovědi vypočítané z lineárně trendové funkce by produkce piva nejprve klesla a dále pomalu rostla. Z výsledků předpovědi dané modelem produkce roste okamžitě. Vzhledem k relativně rychlému a konstantnímu růstu produkce piva od roku 2010 lze předpokládat, že tento trend bude i nadále pokračovat, pokud nenastanou nějaké nepředvídané události podobně ekonomické krizi v roce 2008.

5.3 Model spotřeby

Podkladová data jsou tvořena časovou řadou s roční frekvencí (1995 – 2017, $T = 23$) viz příloha 6.

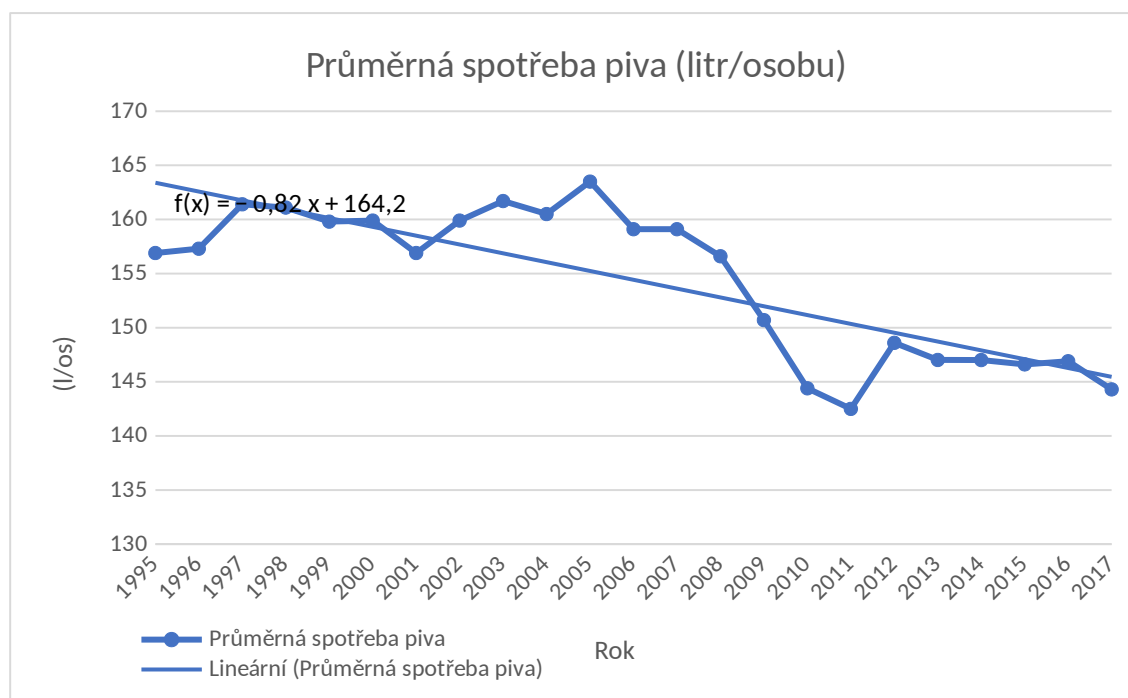
Obecná specifikace modelu

Specifikace modelu aspotřeby piva vychází z obecných předpokladů ekonomické teorie a z poznatků vyplývajících z analýzy komoditní vertikály piva. Základním předpokladem týkající se faktorů ovlivňujících spotřebu piva je jeho cena. Nejčastěji konzumovaným pivem je pivo točené a pivo lahvové. Při vyšší ceně lze předpokládat snížení spotřeby, ovšem vzhledem ke specifčnosti piva jakožto relativně cenově dostupného produktu vytvářejícího u konzumentů návyk nemusí být tento předpoklad potvrzen. Dále lze

v případě spotřeby piva očekávat určitý trend, proto tedy by měl být potvrzen vliv časového trendu. Podobně i spotřeba piva v předchozím roce by měla mít vliv na spotřebu v aktuálním roce, neboť spotřeba piva buď dlouhodobě roste, nebo klesá. Dalším potenciálním vlivem na spotřebu piva je spotřeba jiných alkoholických nápojů, a to spotřeba vína a spotřeba lihovin. Víno je považováno za substitut piva, a proto by jeho vyšší spotřeba měla vést k nižší spotřebě piva. V případě spotřeby lihovin lze očekávat podporující vliv na spotřebu piva, neboť se jedná o komplement piva. Vzhledem k preferované formě piva jakožto chlazeného nápoje lze dále očekávat, že na jeho spotřebu budou mít vliv i průměrné teploty vzduchu, a to zejména v létě, kdy při vyšších teplotách by spotřeba měla být vyšší. V neposlední řadě lze očekávat i vliv průměrné měsíční mzdy, která při zvýšení může podporovat spotřebu piva tak, jako i jiných produktů. Pivo je ovšem relativně cenově dostupný produkt, a proto výše mzdy nemusí mít nutně prokazatelný vliv. Také lze očekávat vliv ekonomické krize, která by spotřebu piva měla se zpožděním snížit.

Z modelu byla v procesu vyřazena proměnná spotřeby vína a spotřeby piva v předchozím období, protože parametry proměnných jsou vyhodnoceny jako statisticky nevýznamné, nejsou ekonomicky verifikovány a hodnota korigovaného koeficientu determinace je v tomto případě nižší. Kompletní výstup odhadu původního modelu je uveden v příloze č. 7.

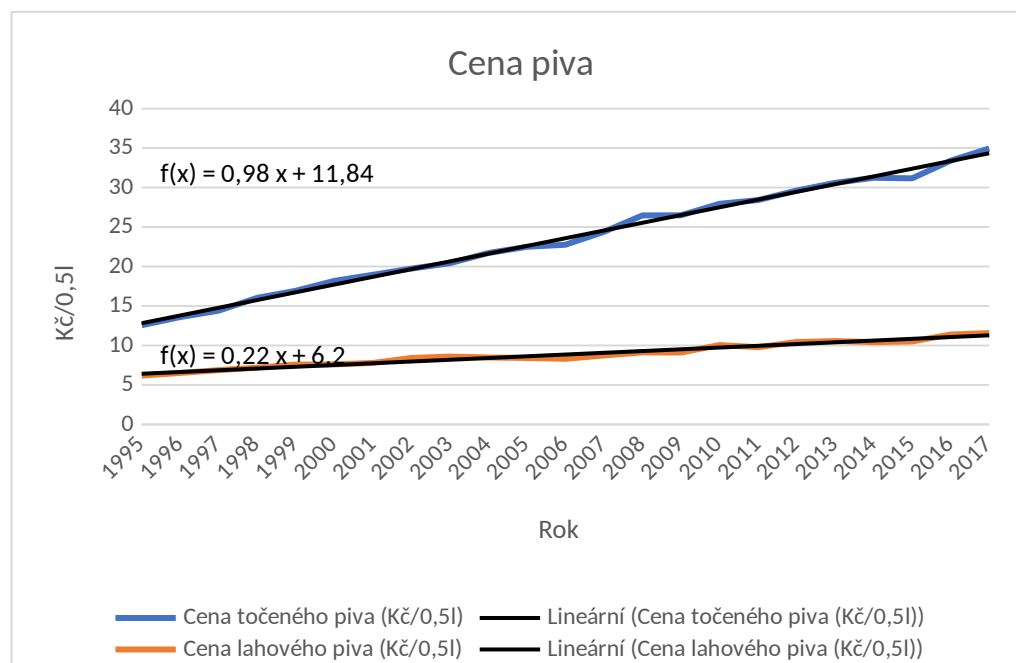
Graf 11 Průměrná spotřeba piva v České republice v letech 1995-2017



Zdroj: eAGRI, vlastní zpracování

Z grafu č. 11 je patrné, že spotřeba piva má kolísavý charakter. V letech 1995-2005 se spotřeba piva pohybuje mezi 156,9-163,5 litry na osobu za rok. V roce 2005 však nastal zlom a spotřeba piva začala výrazně klesat. Tento výrazný pokles mohl být způsoben zdražováním jak točeného, tak lahvového piva. V roce 2011 byla spotřeba piva za celé sledované období nejnižší. Bylo to způsobeno vlivem ekonomické krize, kdy v roce 2008, ve kterém krize nastala, začala spotřeba piva výrazně klesat, a to až do roku 2011. Spotřeba v roce 2011 byla 142,5 litrů na osobu. Poté se spotřeba zvýšila o 6,1 litrů na osobu za rok, což představuje nárůst o více jak 4 % a to představuje největší meziroční nárůst za celé sledované období. V roce 2017 spotřeba piva opět klesla. Je to pravděpodobně zapříčiněno vlivem zavedení protikuřáckého zákona v restauračních zařízeních. Během celého sledovaného období se spotřeba piva snížila o 12,6 litrů na osobu za rok. Celková klesající tendence je v grafu zobrazena lineárně trendovou funkcí. Z funkce lze vyhodnotit, že meziročně se spotřeba piva v průměru snižuje o 0,8151 litrů na osobu. Průměrná spotřeba piva za celé období činila 154,42 litrů piva na osobu za rok.

Graf 12 Cena piva v České republice v letech 1994-2017

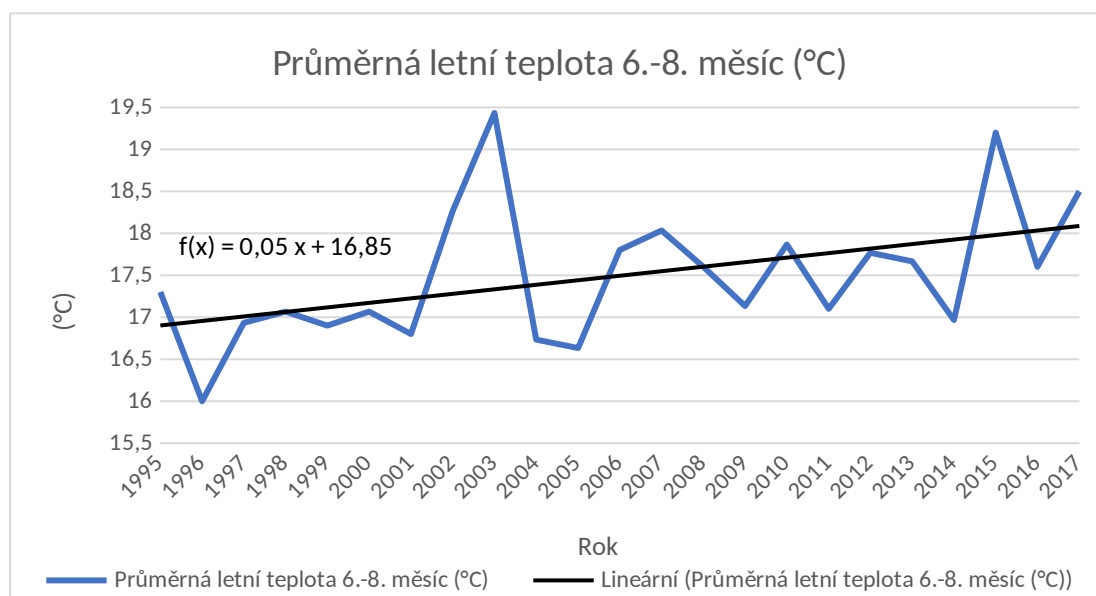


Zdroj: ČSÚ, vlastní zpracování

Graf č. 12 znázorňuje cenu točeného i lahvového piva. Cena točeného piva byla vždy vyšší než cena lahvového piva. Časová řada vývoje ceny obou produktů má lineárně rostoucí charakter. Během celého sledovaného období se cena lahvového piva zvýšila o 5,63 Kč, což představuje nárůst o téměř 95 %. Cena točeného piva vzrostla o 22,39 Kč,

což představuje bezmála trojnásobný nárůst. Z grafu je viditelné i výraznější zvýšení ceny v době ekonomické krize v roce 2008, a to zejména u piva točeného.

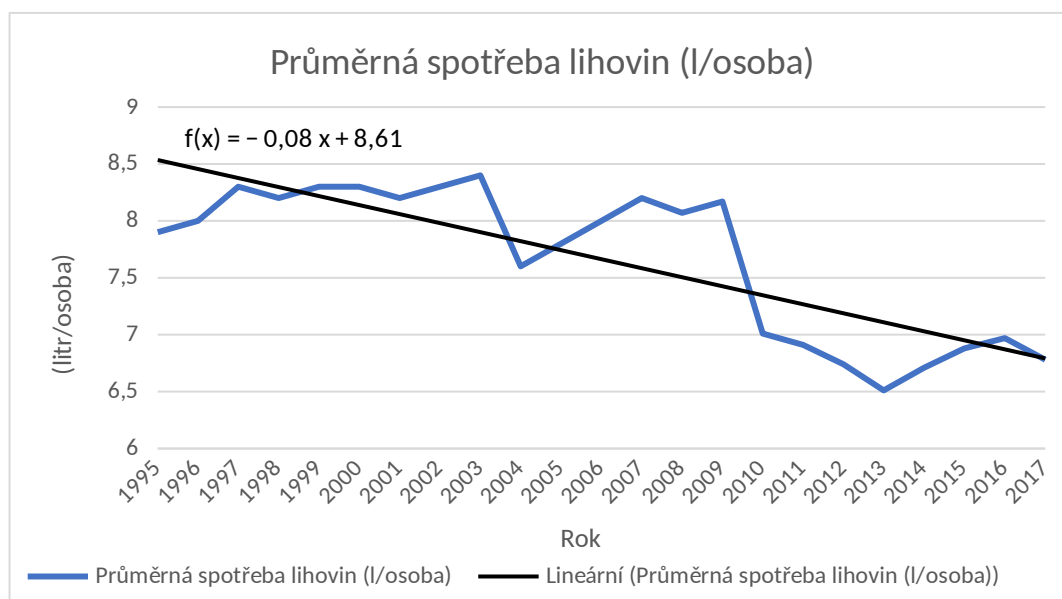
Graf 13 Průměrná letní teplota 6.-8.měsíce v České republice v letech 1995-2017



Zdroj: Český hydrometeorologický ústav, vlastní zpracování

Vliv na spotřebu piva může mít také teplota v letních měsících. Graf č. 13 znázorňuje průměrnou letní teplotu mezi červnem a srpnem v letech 1995 až 2017. Během celého sledovaného období se teploty pohybují okolo průměru 17,5 °C. Nejvyšší průměrná letní teplota byla zaznamenána v roce 2003, kdy průměrná teplota dosáhla hodnoty 19,43 °C. Zatímco nejnižší hodnota byla zaznamenána v roce 1996, ve kterém průměrná letní teplota byla pouhých 16 °C. Z grafu je patrné prostřednictvím lineární trendové funkce, že letní teploty v průměru mírně rostou, a to v průměru o 0,05 °C.

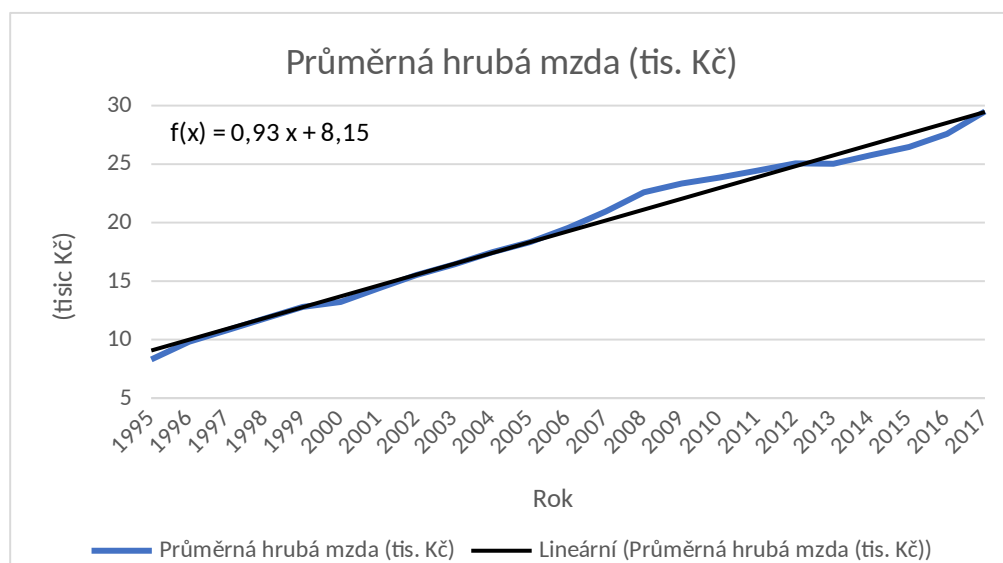
Graf 14 Průměrná spotřeba lihovin v České republice v letech 1995-2017



Zdroj: ČSÚ, vlastní zpracování

Průměrná spotřeba lihovin v České republice, která je zobrazena v grafu č. 14, se nejdříve pohybovala na téměř konstantní úrovni, poté však začala klesat. Nejdříve byl zaznamenán výraznější pokles v roce 2004 a další, nejvýraznější pokles v roce 2010, a to pravděpodobně v důsledku ekonomické krize. Na konci sledovaného období je zaznamenán mírný pokles, který může opět souviset se zavedením protikuřáckého zákona. Průměrná spotřeba lihovin během celého sledovaného období je 7,7 litrů na osobu. Během celého sledovaného období klesla spotřeba lihovin celkově o 1,12 litrů na osobu. Klesající vývoj spotřeby lihovin je v grafu zobrazen lineární trendovou funkcí. Z této trendové funkce lze vyhodnotit, že meziročně klesne spotřeba lihovin v průměru o 0,0792 litrů na osobu.

Graf 15 Průměrná hrubá mzda v České republice v letech 1995-2017



Zdroj: ČSÚ, vlastní zpracování

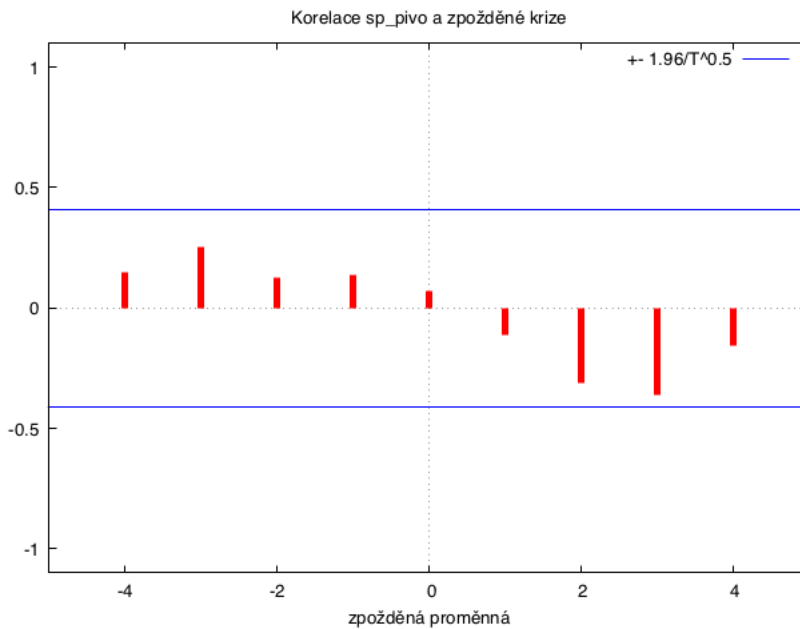
Výše uvedený graf zachycuje vývoj průměrné hrubé mzdy v České republice. Časová řada má až na výjimku v roce 2013 rostoucí charakter. Během celého sledovaného období se průměrná hrubá mzda zvýšila z 8 307 Kč na 29 504, to znamená nárůst více než 3,5násobný. Rostoucí vývoj průměrné hrubé mzdy je v grafu zobrazen lineární trendovou funkcí. Z této funkce lze vyhodnotit, že meziročně se průměrná hrubá měsíční mzda zvýší o 0,9265 tisíc Kč. Růst průměrné mzdy je lineární trendovou funkcí odhadován velice přesně.

Specifikace modelu spotřeby

Mezi základní hypotézy vybraného modelu tedy patří závislost spotřeby piva na ceně lahvového a točeného piva, na průměrné hrubé mzdě, na spotřebě lihovin a průměrné letní teplotě 6.-8. měsíce. Dále jsou do modelu zařazeny dvě dummy proměnné. První dummy proměnná, ekonomická krize, nabývá hodnoty 1 v roce 2008, kdy tato krize nastala. Dummy proměnná je zpožděná o tři období, jelikož nejvýznamnější vliv na spotřebu piva má právě v roce 2011. Významnější vliv v tomto roce byl zjištěn zařazením všech variant do modelu a zároveň pomocí vzájemného korelogramu spotřeby piva a krize. Z grafu č. 16 je patrný nejvýznamnější vliv dummy proměnné se zpožděním o tři roky. Druhá dummy proměnná představuje zavedení protikuřáckého zákona v roce 2017, a proto právě v tomto roce nabývá hodnoty 1. Poslední proměnnou je časový trend, ten je do modelu zahrnut za účelem ověření hypotézy, zda spotřeba piva v čase roste či klesá. Model byl testován rovněž ve variantě se zahrnutou zpožděnou endogenní proměnnou a s proměnnou spotřeby vína. V tomto případě dané proměnné nebyly statisticky významné a koeficient

determinace se snížil. Proto v modelu zpožděná endogenní proměnná ani spotřeba piva není zahrnuta.

Graf 16 Vzájemný korelogram krize a spotřeby



Zdroj: výstup z programu MSW Gretl

Ekonomický model

$$y = f(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9)$$

Ekonometrický model

$$y_t = \gamma_1 x_{1t} + \gamma_2 x_{2t} + \gamma_3 x_{3t} + \gamma_4 x_{4t} + \gamma_5 x_{5t} + \gamma_6 x_{6t} + \gamma_7 x_{7t-3} + \gamma_8 x_{8t} + \gamma_9 x_{9t} + u_t$$

Specifikace proměnných

Endogenní

y_tspotřeba piva v České republice v l/os

Exogenní

x_{1t}konstanta

x_{2t}cena lahvového piva v Kč/0,5l

x_{3t}cena točeného piva v Kč/0,5l

x_{4t}průměrná hrubá mzda v tis. Kč

x_{5t}spotřeba lihovin v l/os

x_{6t}průměrná letní teplota 6.-8. měsíce ve °C

x_{7t-3}dummy proměnná – ekonomická krize

x_{8t}časový trend

x_{9t}dummy proměnná – protikuřácký zákon

γ_iparametry i-té proměnné

u_tnáhodná složka v čase t

Korelační matice

y_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_{7t-3}	x_8	x_9	
1	-0,7974	-0,8037	-0,7909	0,8679	-0,2403	-0,3774	-0,8026	-0,3204	y_1
	1	0,9868	0,9739	-0,8116	0,4822	0,1319	0,9828	0,3876	x_2
		1	0,9949	-0,8043	0,4321	0,1582	0,9977	0,3725	x_3
			1	-0,7726	0,4407	0,1790	0,9942	0,3532	x_4
				1	-0,1887	-0,2470	-0,8085	-0,2897	x_5
					1	-0,1055	0,4484	0,2692	x_6
						1	0,1607	-0,0455	x_{7t-3}
							1	0,3536	x_8
								1	x_9

Korelační matice ukazuje nežádoucí multikolinearitu mezi vysvětlujícími proměnnými, a z toho důvodu byly u proměnných cena točeného piva (x_2), cena lahvového piva (x_3), průměrná měsíční mzda (x_4) a spotřeba lihovin (x_5) vytvořeny diference prvního řádu. Po zařazení diferencí již korelační matice neobsahuje multikolinearitu a je možné tyto proměnné použít k odhadu parametrů v modelu.

Korelační matice po odstranění multikolinearity

y_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_{7t-3}	x_8	x_9	
1	-0,0900	-0,0121	0,2680	0,3055	-0,2403	-0,3774	-0,8026	-0,3204	y_1
	1	0,5271	0,1389	-0,2580	0,2000	-0,3515	0,0101	-0,0442	x_2
		1	0,2433	-0,3160	-0,0513	-0,1662	0,1891	0,1988	x_3
			1	0,1926	0,0029	-0,1967	-0,1908	0,4740	x_4
				1	0,0145	-0,0336	-0,1610	-0,0926	x_5
					1	-0,1055	0,4484	0,2692	x_6
						1	0,1607	-0,0455	x_{7t-3}
							1	0,3536	x_8
								1	x_9

Vyšší hodnota zůstala mezi vysvětlovanou proměnnou y a vysvětlující proměnnou x_8 , v tomto případě je závislost naopak žádoucí, a proto odhad modelu nebude zkreslen.

Odhad parametrů modelu

	koeficient	směr. chyba	t-podíl	p-hodnota	
const	121.825	11.0121	11.06	2.64e-08	***
d_cena_piv	-9.71969	2.40799	-4.036	0.0012	***
d_cena_lezak	4.36327	0.910136	4.794	0.0003	***
d_prijem	1.90563	1.15205	1.654	0.1203	
d_sp_lih	2.60755	0.849860	3.068	0.0083	***
teplota	2.32063	0.620219	3.742	0.0022	***
krize_3	-9.65790	2.01870	-4.784	0.0003	***
time	-0.827238	0.0822472	-10.06	8.70e-08	***
proti	-8.77021	1.55361	-5.645	6.04e-05	***
Koeficient determinace		0.889201			
Adjustovaný koeficient determinace		0.825887			

Odhadnutá rovnice ve tvaru:

$$y_t = 121,825 - 9,7197x_{2t} + 4,3633x_{3t} + 1,9056x_{4t} + 2,6076x_{5t} + 2,3206x_{6t} - 9,6579x_{7t} - 0,8273x_{8t} - 8,7702x_{9t} + u_t$$

Ekonomická verifikace

Veškeré parametry modelu jsou interpretovány za podmínek ceteris paribus (c.p.).

Parametr y_1 udává, jaká bude roční spotřeba piva na osobu za předpokladu, že všechny exogenní proměnné budou nabývat nulových hodnot. Spotřeba piva by tedy činila 121,825 litrů na osobu za rok (c.p.).

Parametr y_2 vyjadřuje, o kolik se změní spotřeba piva, pokud se zvýší meziroční přírůstek ceny lahvového piva o 1 Kč. Za předpokladu, že se meziroční přírůstek ceny lahvového piva zvýší o 1 Kč, se spotřeba piva sníží o 9,7197 litrů na osobu za rok (c.p.). Předpoklad lze považovat za ověřený. Parametr má správný směr působení potvrzující, že s rostoucí cenou spotřebitelé nakoupí piva méně.

Parametr y_3 vyjadřuje změnu spotřeby piva v závislosti na meziroční změně ceny točeného piva. Za předpokladu, že se meziroční přírůstek ceny točeného piva zvýší o 1 Kč, zvýší se spotřeba piva o 4,3633 litrů na osobu za rok (c.p.). Parametr nemá očekávaný směr, avšak lze to vysvětlit skutečností, že točené pivo si lidé dopřejí i za předpokladu vyšší ceny. Zatímco v případě lahvového piva si spotřebitel zakoupí například do domácnosti o pivo méně, konzumace točeného piva patří ke zvyklostem a mírný, relativně konstantní růst této ceny od jeho konzumace spotřebitele neodradí. Dále to může být vysvětleno rostoucím množstvím cizinců a turistů, které cena točeného piva na rozdíl od místních obyvatel tolik neovlivňuje a jejichž konzumace je do průměrů započítávána.

Parametr γ_4 říká, o kolik se změní spotřeba piva za předpokladu meziročního zvýšení přírůstku hrubé průměrné mzdy o 1 tis. Kč. Když se meziroční přírůstek průměrné hrubé mzdy zvýší o 1 tis. Kč, zvýší se spotřeba piva o 1,9056 litrů na osobu (c.p.). Parametr má správnou intenzitu i směr působení. Lze předpokládat, že zvýšení příjmů povede k větší spotřebě piva.

Parametr γ_5 udává, o kolik se změní spotřeba piva, když se meziroční přírůstek spotřeby lihovin zvýší o 1 litr. Zvýší-li se meziroční přírůstek spotřeby lihovin o 1 litr, tak se spotřeba piva zvýší o 2,6076 litrů na osobu (c.p.). Tento parametr lze považovat za ověřený, jelikož lihoviny jsou komplementem piva a za předpokladu větší spotřeby lihovin bude větší i spotřeba piva.

Parametr γ_6 udává změnu ve spotřebě piva za předpokladu zvýšení průměrné letní teploty o 1 °C. Za předpokladu, že se průměrná letní teplota zvýší o 1 °C, zvýší se spotřeba piva o 2,3206 litrů na osobu (c.p.). Dle předpokladu vyšší letní teploty ovlivňují spotřebitele ke větší konzumaci piva. Parametr lze proto považovat za ověřený.

Parametr γ_7 u dummy proměnné ekonomická krize zpožděné o tři roky vyjadřuje, jak se změní spotřeba piva 3 roky poté, co daný jev nastane. V tomto případě, když vypukla ekonomická krize, tak se po třech letech spotřeba piva snížila o 9,6579 litrů na osobu (c.p.). Dle předpokladu tedy ekonomická krize ovlivnila spotřebu piva, která se dle předchozí analýzy od počátku roku 2009 začala snižovat. Nejvýznamnější propad je pomocí modelu potvrzen v roce 2011, což lze vysvětlit pomalou reakcí spotřebitelů, kteří konzumaci piva omezovali neradi, a proto pomalu a postupně.

Parametr γ_8 vyjadřuje změnu spotřeby piva za předpokladu zvýšení časového období o 1 rok. Spotřeba piva se během jednoho roku sníží o 0,8273 litrů na osobu (c.p.) i tento parametr lze považovat za ověřený, jelikož spotřeba piva má v čase klesající trend.

Poslední parametr γ_9 vyjadřuje, jak se změní spotřeba piva za předpokladu zavedení protikuřáckého zákona. Pokud daný jev nastane, spotřeba piva se sníží o 8,7702 litrů na osobu (c.p.). Parametr je v souladu s předpokladem, že protikuřácký zákon zapříčinil menší návštěvnost restauračních zařízení, a to způsobilo nižší spotřebu piva, a proto tento parametr je vyhodnocen jako ověřený.

Průměrná elasticita

$$= 121,825 - 9,7197 * 0,245 + 4,3633 * 0,962 + 1,9056 * 0,979 + 2,6076 * (-0,049) + 2,3206 * 17,49 - 9,6579 * 0,043 - 0,8273 *_{12} - 8,7702 * 0,043 = \mathbf{155,239}$$

Tabulka 10 Průměrná elasticita modelu spotřeby ve sledovaném období

	y_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_{7t-3}	x_8	x_9
Parametr	-	-9,720	4,363	1,906	2,608	2,321	-9,658	-0,827	-8,770
Průměr	154,400	0,245	0,962	0,979	-0,049	17,490	0,043	12,000	0,043
Teoretická hodnota	155,239	155,239	155,239	155,239	155,239	155,239	155,239	155,239	155,239
Elasticita	-	-0,015	0,027	0,012	-0,001	0,261	-0,003	-0,064	-0,002

Zdroj: vlastní zpracování, MS Excel

Ve výše uvedené tabulce je uvedena průměrná elasticita modelu. Z vypočítaných hodnot lze vyvodit, že reakce nejsou pružné a největší vliv na spotřebu piva mají změny proměnné x_6 , tedy průměrné letní teploty.

Statistická verifikace

Všechny parametry v modelu spotřeby jsou statisticky významné na hladině významnosti 0,01 kromě parametru γ_4 . Ten statisticky významný není. Nicméně bez přidání diferencí I. řádu by byla statisticky významná na hladině spolehlivosti 90 %. Adjustovaný koeficient determinace nabývá hodnoty 0.825887. Z toho vyplývá, že vývoj spotřeby piva v ČR je z 82,5887 % vysvětlena změnami daných vysvětlujících proměnných.

Ekonometrická verifikace

Autokorelace

H_0 = nepřítomnost autokorelace reziduí

H_1 = přítomnost autokorelace reziduí

Použitím Breusch-Godfreyova testu prvního řádu byl zjišťován výskyt autokorelace. Dle testu byla vypočtena p-hodnota 0,203824, protože platí, že vypočtená p-hodnota je větší než $\alpha = 0,05$, nulová hypotéza se nezamítá, v modelu není přítomna autokorelace reziduí.

Normalita reziduí

H_0 : náhodná složka má normální rozdělení (tj. nulová střední hodnota a konstantní rozptyl)

H_1 : náhodná složka má jiné než normální rozdělení

Pro testování normality byl použit Jarque-Bera test, dle kterého je p-hodnota 0,096379, tato hodnota je větší než $\alpha = 0,05$, tudíž nulovou hypotézu nelze zamítnout, náhodná složka má normální rozdělení.

Heteroskedasticita

Ho = homoskedasticita

H1 = heteroskedasticita

Za použití Whiteova testu byl testován výskyt heteroskedasticity a vypočtená p-hodnota je 0,833816. Zde platí, že p-hodnota je větší než $\alpha = 0,05$, nulová hypotéza se nezamítá, v modelu se nevyskytuje heteroskedasticita.

Prognostické vlastnosti

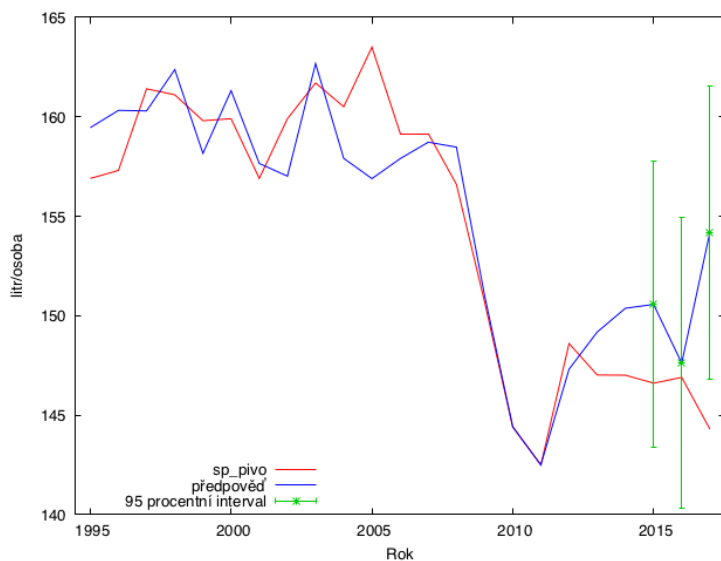
- a) Ekonomické interpretovatelnosti vypočtených parametrů – interpretace vypočítaných parametrů odpovídá ekonomickým předpokladům či je lze ověřit
- b) Multikolinearity mezi vysvětlujícími proměnnými – v modelu spotřeby se nevyskytuje nežádoucí multikolinearita.
- c) Těsnost závislosti endogenních a exogenních proměnných – Závislost mezi endogenní a exogenními proměnnými je velmi silná. Korigovaný koeficient determinace nabývá hodnoty 0.825887.
- d) Statistické významnosti parametrů – Všechny parametry kromě parametru γ_4 jsou statisticky významné.
- e) Autokorelace reziduí – v modelu se nevyskytují autokorelace reziduí.

Shrnutí

Model vykazuje velmi dobré ekonomické, statistické i ekonometrické vlastnosti. Všechny parametry až na parametr γ_4 jsou statisticky významné na hladině spolehlivosti 99 %. Korigovaný koeficient determinaci značí, že vysvětlující proměnné dostatečně vysvětlují danou vysvětlovanou proměnnou. Všechny odhadnuté parametry modelu jsou nejlepší, nestranné a konzistentní, a proto je model vhodný pro prognózování budoucího vývoje.

Ex-post prognóza

Graf 17 Ex-post prognóza spotřeby piva



Zdroj: výstup z programu SW Gretl

Výstup z programu SW Gretl viz graf č. 17 znázorňuje ex-post prognózu modelu spotřeby. Předpověď v první polovině sledovaného období nekopíruje skutečnou funkci, poté od roku 2008 skutečnou funkci kopíruje velice přesně až do roku 2012. Na konci sledovaného období od roku 2013 opět dochází k odchýlení od skutečných hodnot. Předpověď na poslední rok výrazně roste, zatímco skutečná hodnota klesá. Střední absolutní procentuální chyba neboli MAPE nabývá hodnoty 3,3435. To značí, že prognóza se v průměru o 3,3435 % mýlí. Křivka skutečných hodnot leží v konfidenčním pásu až na poslední rok, kde hodnota již v intervalu neleží. To je dáno vlivem protikuřáckého zákona v tomto posledním sledovaném roce 2017, jehož parametr není při ex-post prognóze modelem zahrnut, protože za období 1995 až 2014 nabývá hodnot 0.

Prognóza Ex-ante

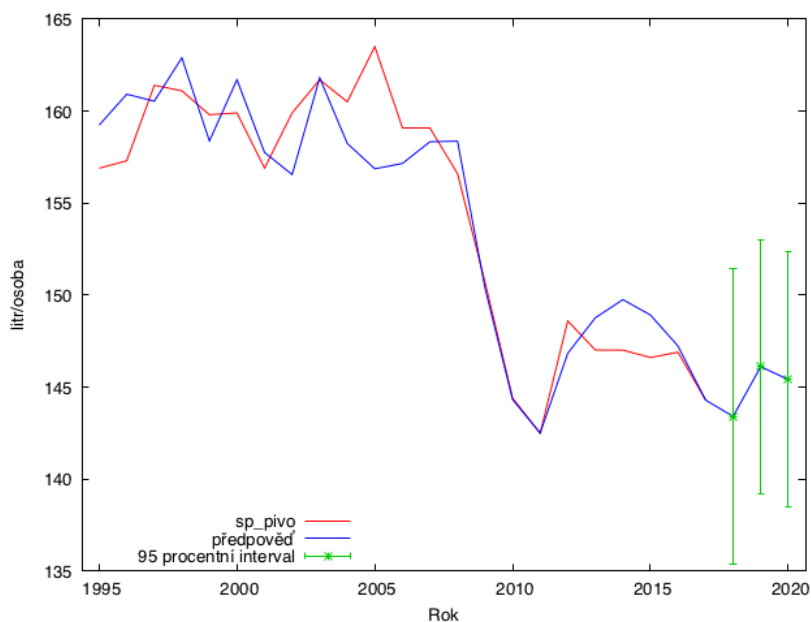
Za účelem vytvoření prognózy ex-ante byly nejprve z lineárně trendových funkcí jednotlivých proměnných vypočítány budoucí hodnoty pro roky 2018-2020. U proměnných, u kterých byly použity diference I. řádu, byly nejprve vypočítány budoucí hodnoty z časové řady bez diferencí a následně z nich vytvořeny diference I. řádu. Vypočtené hodnoty jsou uvedeny v tabulce níže. Po dosažení jednotlivých hodnot do rovnice modelu spotřeby byla vypočítána předpověď daná modelem pro roky 2018-2020.

Tabulka 11 Ex-ante spotřeba piva

Rok	x_2	d_{x_2}	x_3	d_{x_3}	x_4	d_{x_4}	x_5	d_{x_5}	x_6	x_{7t-1}	x_8	x_9	y
2018	11,284	-0,286	34,396	-0,564	29,468	-0,036	6,789	0,009	18,094	0	25	0	143,406
2019	11,505	0,221	35,375	0,979	30,395	0,927	6,710	-0,079	18,148	0	26	0	146,112
2020	11,726	0,221	36,354	0,979	31,322	0,927	6,631	-0,079	18,201	0	27	0	145,410

Zdroj: vlastní zpracování

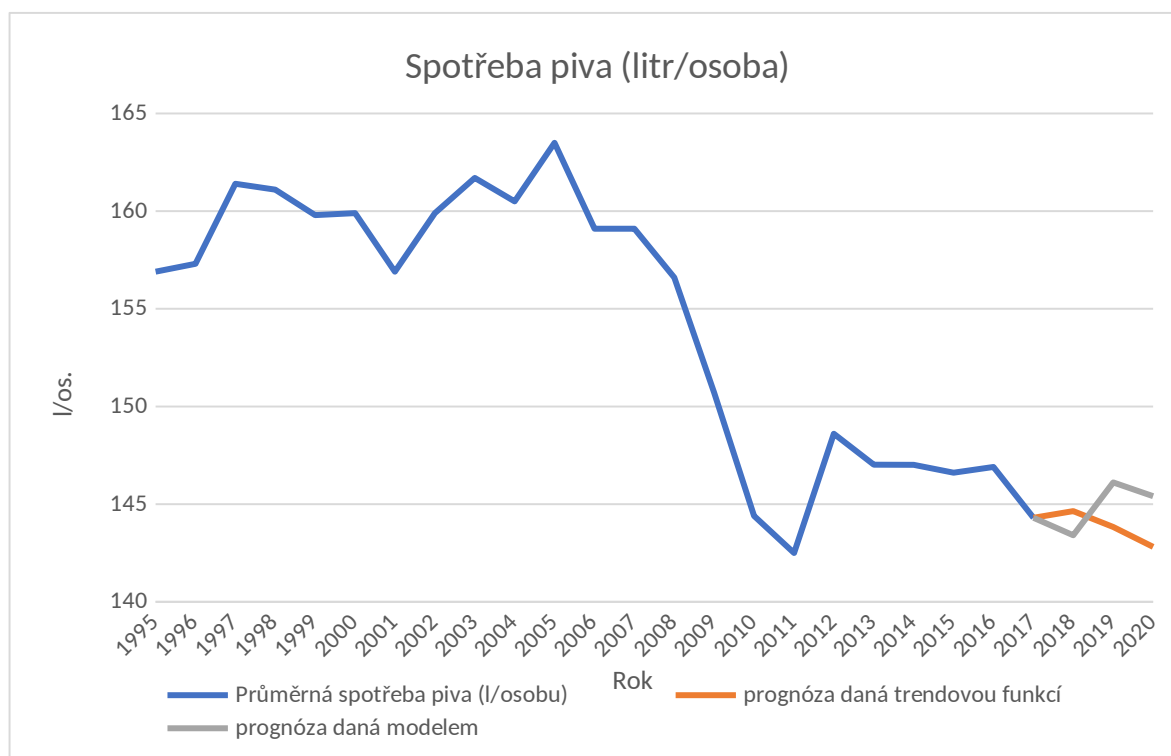
Graf 18 Ex-ante prognóza spotřeby piva 2018-2020



Zdroj: výstup z programu SW Gretl

Výše uvedený graf vykresluje prognózu ex-ante spotřeby piva. Jak už bylo zmíněno u prognózy ex post, tak předpověď na začátku sledovaného období se značně liší a nekopíruje skutečnou funkci. Poté čtyři roky mezi lety 2008-2012 odhaduje skutečnou funkci velice přesně a poté opět dochází k vychýlení, ovšem tentokrát je již rok 2016 i 2017 odhadován velice přesně, neboť je vliv protikuřáckého zákona v odhadu zahrnut. Z výsledků předpovědi budoucího vývoje by spotřeba piva v roce 2018 dosahovala hodnoty 143,406 litrů na osobu, tedy by mírně klesla. Poté by v roce 2019 došlo k nárůstu, a to na hodnotu 146,112 litrů na osobu. V roce 2020 by spotřeba piva opět klesla na hodnotu 145,410 litrů na osobu. Dle dosavadního průběhu funkce lze prognózu považovat za možnou.

Graf 19 Prognózy spotřeby piva v České republice



Zdroj: vlastní zpracování

Graf č. 19 zobrazuje spotřebu piva v letech 1995-2017, tedy skutečně naměřené hodnoty. Dále je v modelu znázorněna prognóza daná hodnotami endogenní proměnné, kvantifikována pomocí lineární trendové funkce a dále prognóza kvantifikována modelem na roky 2018-2020. Každá z uvedených předpovědí má odlišný průběh, nicméně nelze v současné době jednoznačně určit, která předpověď je pravděpodobnější.

5.4 Model ceny

Podkladová data jsou tvořena časovou řadou s roční frekvencí (1995 – 2017, $T = 23$) viz příloha 8.

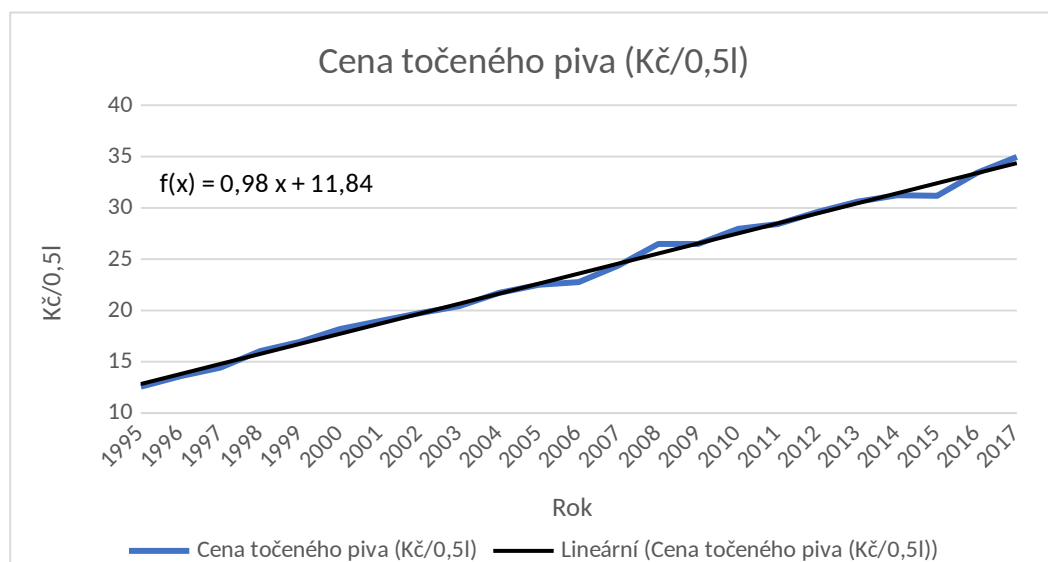
Obecná specifikace modelu

Na základě obecných teoretických předpokladů a poznatků vycházejících z analýzy komoditní vertikály lze předpokládat, že ceny piva, konkrétně cena točeného piva, bude záviset na ceně základní suroviny – zemědělských výrobců chmele, případně na ceně výrobců ječného sladu, kdy s rostoucí cenou surovin by měla růst i cena piva. Dále lze očekávat vliv výše spotřební daně z piva, která je součástí jeho ceny, kdy s vyšší spotřební daní by cena piva měla růst. Významným nákladem při výrobě piva je také elektřina,

a proto by cena elektřiny mohla ovlivňovat cenu piva. Dále lze očekávat vliv časového trendu, neboť ceny v čase rostou. Podobně lze očekávat i vliv ceny piva v předchozím roce, kdy lze očekávat následování trendu. Dále může být cena ovlivněna také produkcí piva, kdy s vyšší produkcí by jeho cena měla klesat. Dalšími faktory ovlivňujícími cenu piva jsou obecné ekonomické vlivy jako je vstup ČR do Evropské unie v roce 2004 nebo ekonomická krize v roce 2008.

Z uvedených proměnných je v procesu modelování eliminována cena výrobců ječného sladu z důvodu špatné dostupnosti dat pro celé sledované období, dále je vyřazena produkce piva, cena elektřiny a cena piva v předchozím roce z důvodu statistické nevýznamnosti a snížené hodnoty korigovaného koeficientu determinace. Kompletní výstup odhadu původního modelu je uveden v příloze č. 9.

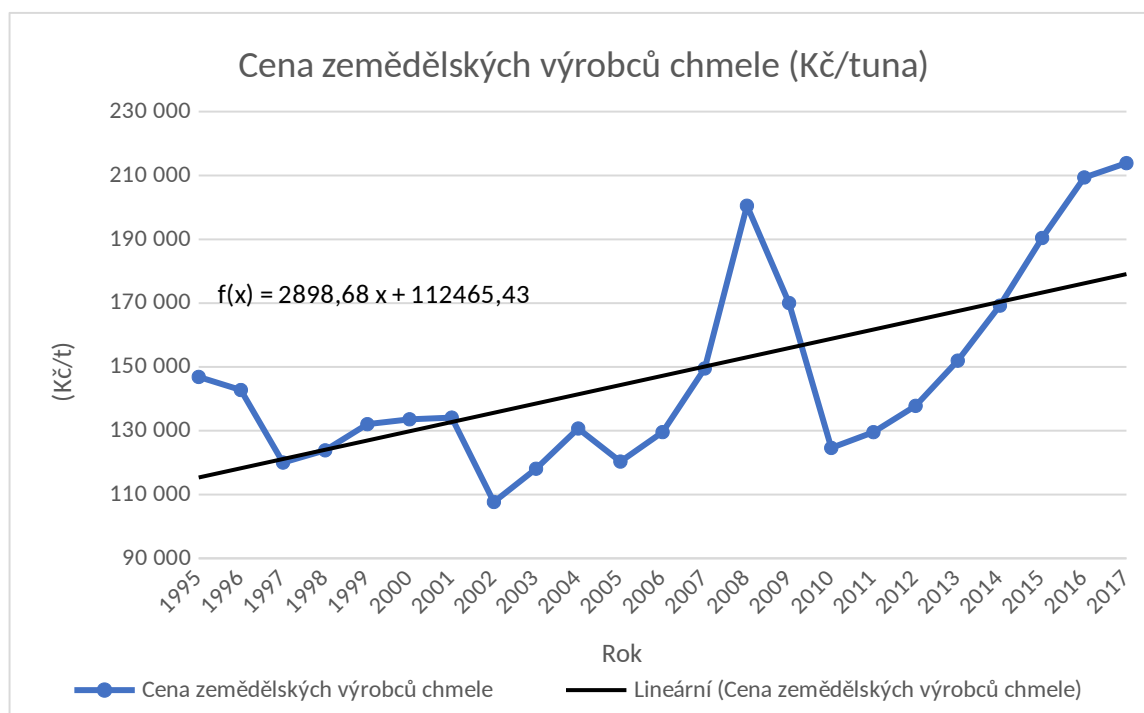
Graf 20 Cena točeného piva v České republice v letech 1995-2017



Zdroj: ČSÚ, vlastní pracování

Jak už bylo jednou zmíněno u analýzy vývoje ceny točeného piva v modelu spotřeby, tak funkce má lineárně rostoucí charakter a během sledovaného období došlo k trojnásobnému nárůstu ceny.

Graf 21 Cena zemědělských výrobců chmele v České republice v letech 1995-2017



Zdroj: ČSÚ, vlastní zpracování

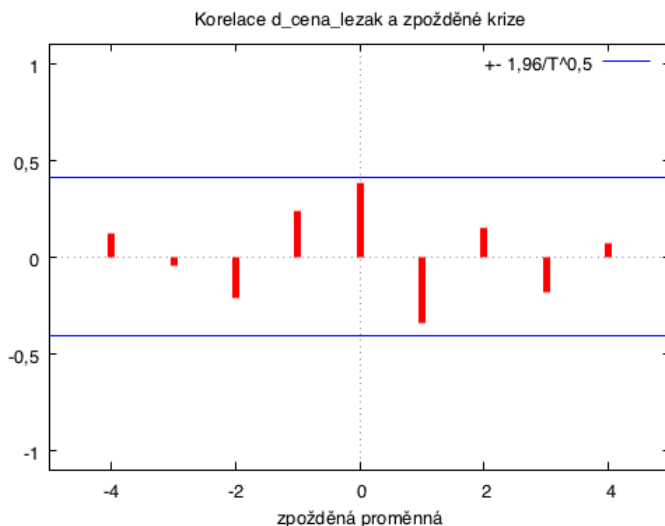
Graf č. 21 znázorňuje vývoj ceny zemědělských výrobců chmele v letech 1995-2017. Časová řada má kolísavý charakter. Z dlouhodobého hlediska má funkce rostoucí trend, jak je v grafu kvantifikováno lineárně trendovou funkcí. K velkému výkyvu došlo v roce 2008, kdy se cena zemědělských výrobců chmele zvýšila téměř o 50 000 Kč za tunu. Bylo to způsobeno ekonomickou krizí, která nastala v roce 2008. Poté došlo k výraznému poklesu a od roku 2010 cena zemědělských výrobců chmele lineárně roste až do konce sledovaného období, v kterém cena zemědělských výrobců chmele dosáhla nejvyšší hodnoty, a to 213 867 Kč za tunu.

Specifikace modelu ceny

Hlavní hypotézou modelu je, že cena lahvového piva závisí na ceně zemědělských výrobců chmele a spotřební dani. Dále jsou do modelu zařazeny dvě dummy proměnné. První dummy proměnná představuje vstup České republiky do Evropské unie, a proto proměnná nabývá hodnoty 1 v roce 2004, v kterém ČR do EU vstoupila. Druhá dummy proměnná, ekonomická krize, nabývá hodnoty 1 v roce 2008, v kterém ekonomická krize nastala. Stejně jako u předchozích modelů bylo pomocí vzájemného korelogramu zjištěno, v jakém roce měla krize na sledovaný ukazatel největší vliv. Z grafu č. 22 níže je patrné, že největší vliv dummy proměnné byl v roce 2008, kdy ekonomická krize nastala. Poslední proměnou je pak časový trend, který je do modelu zahrnut pro ověření hypotézy, zda cena

točeného piva v čase roste či klesá. Model byl opět testován i ve variantě zařazení zpožděné endogenní proměnné. V této variantě se však zpožděná cena piva stala spolu s časovým trendem jedinými statisticky významnými proměnnými a celkový koeficient determinace nebyl vyšší. Proto byla zvolena varianta bez zpožděné endogenní proměnné.

Graf 22: Vzájemný korelogram ceny točeného piva a krize



Zdroj: výstup z programu SW Gretl

Ekonomický model

$$y = f(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6)$$

Ekonometrický model

$$y_t = \gamma_1 x_{1t} + \gamma_2 x_{2t} + \gamma_3 x_{3t} + \gamma_4 x_{4t} + \gamma_5 x_{5t} + \gamma_6 x_{6t} + u_t$$

Specifikace proměnných

Endogenní

y_tcena točeného piva (Kč/0,5l)

Exogenní

x_{1t}konstanta

x_{2t}cena zemědělských výrobců chmele (Kč/t)

x_{3t}spotřební daň (Kč/hl)

x_{4t}dummy proměnná - vstup ČR do EU

x_{5t}dummy proměnná - ekonomická krize

x_{6t}časový trend

γ_iparametry i-té proměnné

u_tnáhodná složka v čase t

Korelační matice

y ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	
1	0,6173	0,8179	-0,0444	0,1035	0,9975	y ₁
	1	0,4504	-0,1176	0,3797	0,6052	x ₂
		1	-0,1474	-0,1474	0,8172	x ₃
			1	-0,0435	-0,0452	x ₄
				1	0,0753	x ₅
					1	x ₆

Z důvodu vysokého párového koeficientu mezi spotřební daní a časovým trendem je proměnná spotřební daň (x₃) nahrazena diferencemi 1. řádu. Níže uvedená upravená korelační matice žádnou nežádoucí multikolinearitu neodhaluje.

Korelační matice po odstranění multikolinearity

y ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	
1	0,6495	0,1428	-0,0616	0,0947	0,9977	y ₁
	1	-0,1613	-0,1179	0,3798	0,643	x ₂
		1	-0,0455	-0,0455	0,1286	x ₃
			1	-0,0455	-0,0643	x ₄
				1	0,0643	x ₅
					1	x ₆

Odhad parametrů modelu

	koeficient	směr. chyba	t-podíl	p-hodnota	
const	10.7472	0.508337	21.14	1.21e-13	***
CZVchmel	8.55525e-07	4.02795e-06	0.2124	0.8343	
d_dan	0.0703872	0.0177695	3.961	0.0010	***
EU	0.153116	0.0956163	1.601	0.1277	
krize	0.973240	0.245283	3.968	0.0010	***
time	0.972537	0.0149720	64.96	8.14e-22	***
Koeficient determinace			0.996640		
Adjustovaný koeficient determinace			0.995652		

Odhadnutá rovnice ve tvaru:

$$y_t = 10,7472 + 0,00000086x_{2t} + 0,0704x_{3t} + 0,1531x_{4t} + 0,9732x_{5t} + 0,9725x_{6t} + u_t$$

Ekonomická verifikace

Všechny parametry modelu jsou interpretovány za podmínek ceteris paribus (c.p.).

Parametr γ_1 udává, jaká by byla cena točeného piva za předpokladu, že by ostatní vlivy byly nulové. Za předpokladu, že by ostatní vlivy byly nulové, by cena točeného piva byla 10,7472 Kč/0,5l (c.p.).

Parametr γ_2 udává, o kolik se změní cena točeného piva, když se cena zemědělských výrobců chmele zvýší o jednotku. Za předpokladu, že se cena zemědělských výrobců chmele zvýší o 1 Kč/t, zvýší se cena točeného piva o 0,0000009 Kč/0,5l (c.p.). Tento parametr lze považovat za ověřený, jelikož lze předpokládat, že zvýšení ceny chmele, který je potřebný na výrobu piva, povede ke zvýšení konečné cena točeného piva.

Parametr γ_3 vyjadřuje změnu ceny točeného piva v důsledku jednotkové změny spotřební daně na pivo. Za předpokladu, že se přírůstek spotřební daně na pivo zvýší o 1 Kč/hl, zvýší se cena točeného piva o 0,0704 Kč/0,5l (c.p.). Parametr má správnou intenzitu a směr. Z ekonomického hlediska je zřejmé, že zvýšení spotřební daně na pivo povede ke zvýšení ceny piva.

Parametr γ_4 vyjadřuje, jak se změní cena točeného piva, když nastane daný jev (vstup EU). Když nastane vstup ČR do EU, tak se cena točeného piva zvýší o 0,1531 Kč/hl (c.p.). Parametr lze považovat za ověřený, protože lze očekávat zvýšení ceny piva v souvislosti se vstupem ČR do EU v důsledku plnění požadavků EU ke vstupu týkající se snižování dotací do pivního průmyslu apod.

Parametr γ_5 udává změnu ceny točeného piva za předpokladu nastání ekonomické krize. Za předpokladu, že nastane ekonomická krize, se zvýší cena točeného piva o 0,9732 Kč/hl (c.p.). Parametr lze považovat za ověřený vzhledem k faktu, že nárůst cen energií na začátku ekonomické krize povede k okamžitému zvýšení ceny točeného piva. V době ekonomické krize na jejím počátku docházelo ke zdražování elektřiny a vody. Tyto položky mají velký podíl na konečné ceně piva.

Poslední parametr γ_6 vyjadřuje změnu v ceně točeného piva za předpokladu, že se zvýší časové období o 1 rok. Za předpokladu, že se zvýší časové období o 1 rok, tak se cena točeného piva zvýší o 0,9725 Kč/hl (c.p.). Cena točeného piva má dlouhodobě rostoucí charakter a cena v průběhu času roste, tudíž i zde lze parametr považovat za ověřený

Průměrná elasticita

$$= 10,7472 + 0,0000009 * 147249,609 + 0,0704 * 0,348 + 0,1531 * 0,043 + 0,9732 * 0,043 + 0,9725 * 12 = \mathbf{22,615}$$

Tabulka 12 Průměrná elasticita modelu ceny ve sledovaném období

	y_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
Parametr	-	0,0000009	0,070	0,115	0,973	0,973
Průměr	23,589	147249,609	0,348	0,043	0,043	12,000
Teoretická hodnota	22,615	22,615	22,615	22,615	22,615	22,615
Elasticita	-	0,0056	0,0011	0,0002	0,0019	0,5160

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka č. 12 znázorňuje potřebné mezi-výpočty průměrné elasticity. Z výše uvedených hodnot je viditelné, že žádná z reakcí není pružná a největší vliv na průměrnou cenu piva má změna průměrné hodnoty časového trendu. Je zde názorně potvrzeno, že cena piva je v porovnání s faktorem času ovlivňována ostatními faktory pouze minimálně.

Statistická verifikace

Podle p-hodnot testů SW Gretl jsou parametry γ_1 , γ_3 , γ_5 a γ_6 statisticky významné na hladině významnosti 0,01. Parametry γ_2 a γ_4 přesahují svými p-hodnotami hladinu 0,05, a proto nelze nulovou hypotézu zamítnout, parametry ceny zemědělských výrobců chmele a vstup ČR do EU jsou statisticky nevýznamné. Adjustovaný koeficient determinace nabývá hodnoty 0,995652. Z toho vyplývá, že vývoj ceny piva v ČR se podařilo změnami daných vysvětlujících proměnných vysvětlit z 99,5652 %. Tato hodnota značí, že funkce velmi dobře vystihuje vývoj daného zkoumaného ukazatele.

Ekonometrická verifikace

Autokorelace

H_0 = nepřítomnost autokorelace reziduí

H_1 = přítomnost autokorelace reziduí

Za použití Breusch-Godfreyova teste prvního řádu byla odvozena p-hodnota 0,393969.

P-hodnota je větší než $\alpha = 0,05$, nulová hypotéza se proto nezamítá, v modelu se nevyskytuje autokorelace reziduí.

Normalita reziduí

H_0 : náhodná složka má normální rozdělení (tj. nulová střední hodnota a konstantní rozptyl)

H_1 : náhodná složka má jiné než normální rozdělení

Pro testování normality byl použit Jarque-Bera test, dle kterého je p-hodnota 0,0381584. Vypočtená hodnota je menší než $\alpha = 0,05$, tudíž nulovou hypotézu zamítáme, náhodná složka má jiné než normální rozdělení. Nenormální rozdělení reziduí je způsobeno výkyvem v roce 2015, který se modelem nepodařilo vysvětlit. V tomto roce se cena piva nijak nezvýšila, což není žádným ze zahrnutých faktorů vysvětleno.

Heteroskedasticita

Ho = homoskedasticita

H1 = heteroskedasticita

Výskyt heteroskedasticity byl testován za použití Whiteova test, dle kterého je p-hodnota 0,665164. Vypočtená p-hodnota je větší než $\alpha = 0,05$, a proto se nulová hypotéza nezamítá, v modelu se nevyskytuje heteroskedasticita.

Prognostické vlastnosti

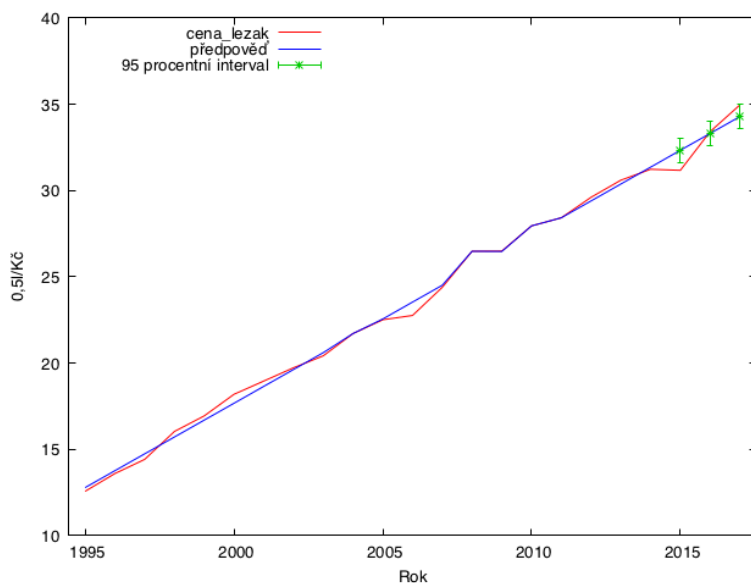
- a) Ekonomické interpretovatelnosti vypočtených parametrů – interpretace kvantifikovaných parametrů odpovídá ekonomickým předpokladům.
- b) Multikolinearity mezi vysvětlujícími proměnnými – v modelu ceny piva se nevyskytuje nežádoucí multikolinearita.
- c) Těsnost závislosti endogenních a exogenních proměnných – Závislost mezi endogenní a exogenními proměnnými je velmi silná. Korigovaný koeficient determinace nabývá hodnoty 0.995652.
- d) Statistické významnosti parametrů – Parametry γ_1 , γ_3 , γ_5 a γ_{16} jsou statisticky významné na zvolené 95% i 99% hladině spolehlivosti.
- e) Autokorelace reziduí – v modelu se nevyskytují autokorelace reziduí.

Shrnutí

Model vykazuje velmi dobré ekonomické, statistické i ekonometrické vlastnosti. Všechny parametry modelu mají správný směr i intenzitu působení. Korigovaný koeficient determinace nabývá velmi vysokých hodnot a z toho vyplývá silná závislost vysvětlované proměnné na vysvětlujících proměnných. Na základě modelu ceny je zpracována prognóza ex-post a také prognóza ex-ante pro roky 2018-2020.

Ex post prognóza

Graf 23 Ex-post prognóza ceny točeného piva



Zdroj: výstup z programu SW Gretl

Předpověď se dle grafu č. 23 velice blíží křivce skutečné funkce až na menší výkyvy v roce 2005 a 2015. Střední absolutní procentuální chyba neboli MAPE nabývá hodnoty 1,9854. To značí, že prognóza se v průměru o 1,9854 % mýlí. Křivka skutečných hodnot leží v konfidenčním pásu s výjimkou roku 2015, kde se křivka skutečné ceny odchýlila od průběhu odhadované funkce.

Ex ante prognóza

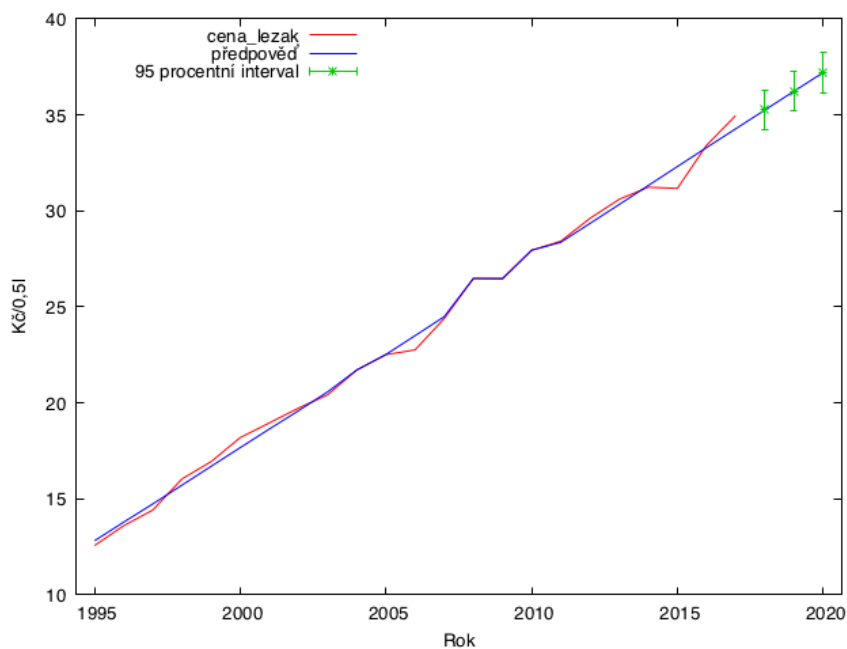
Pro výpočet prognózy ex-ante byly nejprve kvantifikovány budoucí hodnoty jednotlivých proměnných z lineárních trendových funkcí a poté výsledné hodnoty dosazené do modelu ceny. Výsledky jsou zapsané v tabulce níže.

Tabulka 13 Ex-ante cena lahvového piva

Rok	x_2	x_3	d_{x_3}	x_4	x_4	x_5	y
2018	182033,32	32,474292	0,474292	0	0	24	35,250
2019	184932	32,9486	0,474308	0	0	25	36,225
2020	187830,68	33,422908	0,474308	0	0	26	37,200

Zdroj: vlastní zpracování, MS Excel

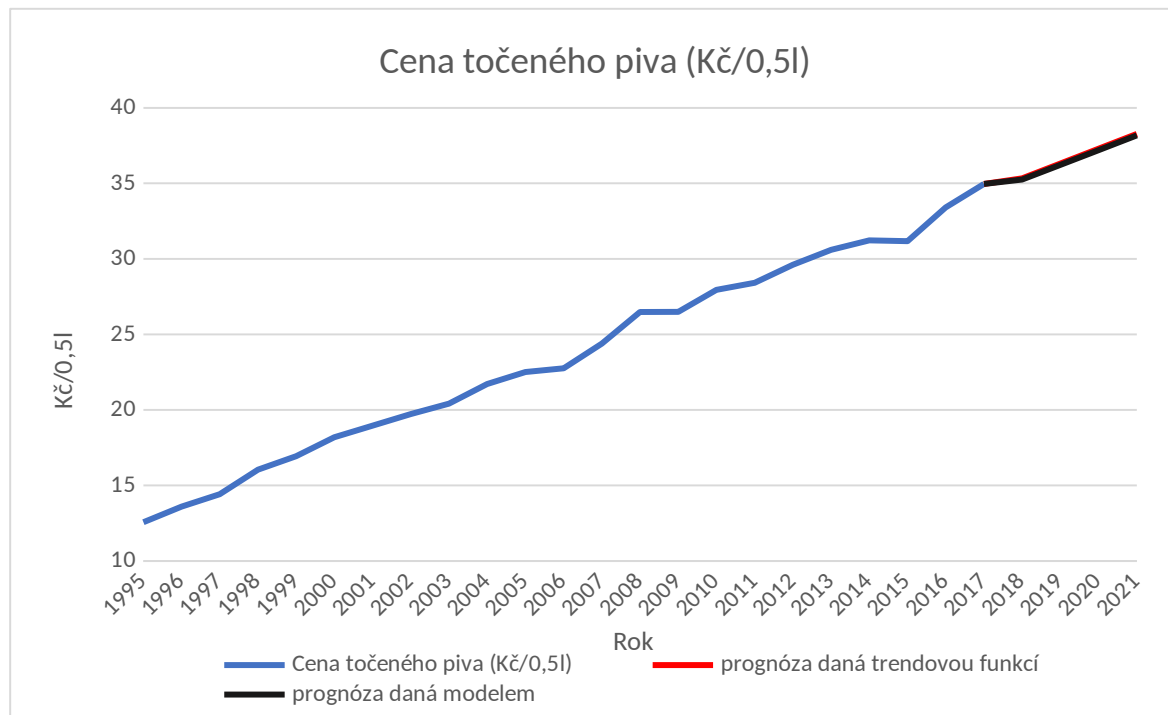
Graf 24 Ex-ante prognóza ceny točeného piva 2018-2020



Zdroj: výstup z programu SW Gretl

Z grafu č. 24 je patrné, že by cena točeného piva měla stále lineárně růst až do roku 2020. Tato předpověď je velmi realistická. Je pravděpodobné vzhledem k dosavadnímu průběhu, že cena bude stále růst podobným tempem.

Graf 25 Prognózy ceny točeného piva v České republice



Zdroj: vlastní zpracování

Výše uvedený graf srovnává prognózu kvantifikovanou modelem a prognózu kvantifikovanou lineární trendovou funkcí použitím pouze hodnot endogenní proměnné. Z grafu je patrné, že vývoj obou prognóz je téměř totožný, a z toho lze usoudit, že rostoucí vývoj ceny točeného piva je velmi pravděpodobný. Zároveň je opět názorně prokázáno, že cena piva se vyvíjí pouze s malým ohledem na faktory jiné, než je průběh času.

6 Výsledky a diskuze

Výsledky

V diplomové práci byly sestaveny tři ekonometrické modely, a to model produkce piva, spotřeby piva a ceny piva. Podkladová data modelů tvořily časové řady s roční frekvencí v letech 1995-2017. Použitá data byla čerpána z Českého statistického úřadu, portálu eAGRI a Českého hydrometeorologického ústavu. U všech modelů byla provedena prognóza ex-post a ex-ante.

Model produkce vychází z předpokladu závislosti produkce piva na pěti vysvětlujících proměnných. Vysvětlující proměnné jsou v tomto případě počet průmyslových pivovarů, celkový počet pivovarů, dummy proměnná představující finanční krizi, časový trend a endogenní zpožděnou proměnnou. Nejprve byl pomocí korelační matice zjišťován výskyt nežádoucí multikolinearity. V korelační matici byla zjištěna závislost mezi vysvětlujícími proměnnými počet průmyslových pivovarů a celkový počet pivovarů, a proto k těmto proměnným byly přidány difference prvního řádu. Po přidání diferencí se v nové korelační matici nežádoucí závislost nevyskytuje. Pomocí běžné metody nejmenších čtverců byly odhadnuty parametry modelu. Odhadnutá rovnice modelu má následující tvar:

$$y_t = 4,9694 + 0,0631x_{2t} - 0,0038x_{3t} - 1,3750x_{4t-2} + 0,0456x_{5t} + 0,7198y_{t-1} + u_t$$

(kde y_t – produkce piva, x_{2t} - počet průmyslových pivovaru, x_3 - celkový počet pivovarů, x_{4t-2} - dummy proměnná ekonomická krize, x_{5t} – časový trend, y_{t-1} - zpožděná endogenní proměnná)

Následně byla provedena ekonomická, statistická a ekonometrická verifikace, která neobjevila zásadní chyby v modelu. Všichni parametry modelu mají správný směr i intenzitu působení. Model je statisticky významná a všechny parametry modelu vyjma dvou jsou statisticky významný. Adjustovaný koeficient determinace nabývá hodnoty 0,805427, což značí že vývoj endogenní proměnná produkce piva v ČR je z 80,5427 % vysvětlena změnami daných exogenních proměnných. V modelu produkce se nevyskytuje autokorelace reziduí. Náhodná složka má jiné než normální rozdělení, ale je to způsobeno zařazením dummy proměnné ekonomická krize, která velice přesně vysvětluje výkyv v produkci a vychyluje normalitu rozdělení náhodné složky. Rozptyl náhodné složky je

konečný a konstantní. Z výsledků průměrné elasticity za sledované období bylo zjištěno, že reakce nejsou pružné a největší vliv na produkci piva má produkce piva v přechodném období. Ověřením prognostických vlastností modelu byl model vyhodnocen jako vhodný pro předpověď budoucího vývoje. Z výsledku prognózy ex-post bylo na základě hodnoty MAPE zjištěno, že prognóza se v průměru o 1,4056 % mylí. Prognóza ex-ante byla provedena pro roky 2018-2019 a byl předpovězen silně rostoucí trend.

Druhý model, tedy model spotřeby je sestaven z jedné endogenní proměnné a osmi exogenními proměnnými. Exogenní proměnné v tomto modelu jsou spotřebitelská cena lahvového piva, spotřebitelská cena točeného piva, průměrná hrubá mzda, spotřeba lihovin, průměrná letní teplota 6.-8. měsíce, dummy proměnná ekonomická krize, časový trend a dummy proměnná protikuřácký zákon. Korelační maticí byl prokázán výskyt nežádoucí závislosti mezi exogenními proměnnými a z toho důvodu bylo u proměnných cena točeného piva, cena lahvového piva, průměrná měsíční mzda a spotřeba lihovin vytvořeny difference prvního řádu. Poté již byl model vhodný k odhadnutí parametrů běžnou metodou nejmenších čtverců. Odhadnutá rovnice modelu má tvar:

$$y_t = 121,825 - 9,7197x_{2t} + 4,3633x_{3t} + 1,9056x_{4t} + 2,6076x_{5t} + 2,3206x_{6t} - 9,6579x_{7t-3} - 0,8273x_{8t} - 8,7702x_{9t} + u_t$$

(kde y_t – spotřeba piva, x_{2t} – spotřebitelská cena lahvového piva, x_{3t} – spotřebitelská cena točeného piva, x_{4t} – průměrná hrubá mzda, x_{5t} – spotřeba lihovin, x_{6t} – průměrná letní teplota 6.-8. měsíce, x_{7t-3} – dummy proměnná ekonomická krize, x_{8t} – časový trend, x_{9t} – dummy proměnná protikuřácký zákon)

Ekonomickou, statistickou a ekonometrickou verifikací nebyly v modelu zjištěny žádné zásadní nedostatky modelu. Všechny odhadnuté parametry modelu mají správný směr i intenzitu působení dle ekonomických teorií. Všechny parametry kromě parametru γ_4 jsou statisticky významné na hladině významnosti 0,011. Adjustovaný koeficient determinace nabývá hodnoty 0.825887. Z toho vyplývá, že vývoj spotřeby piva v ČR je z 82,5887 % vysvětlena změnami daných vysvětlujících proměnných. V modelu není přítomna autokorelace reziduí, náhodná složka má normální rozdělení a v modelu se nevyskytuje heteroskedasticita. Na základě výpočtu průměrné elasticity za sledované období bylo zjištěno, že reakce nejsou pružné a největší vliv na spotřebu má průměrná letní teplota. Model má dostačující prognostické vlastnosti, a proto byla provedena prognóza ex-post i ex-ante. Předpověď ex-post se vychýlila od skutečných hodnot, a proto

absolutní procentuální chyba neboli MAPE nabývá vyšší hodnoty a to 3,3435. Následně byla vypočítána předpověď daná modelem pro roky 2018-2020. Z výsledků prognózy by spotřeba piva nedřívě rosta a poté zase klesala, a to vzhledem k dosavadnímu průběhu funkce lze prognózu považovat za možnou.

Poslední model ceny je tvořen jednou endogenní proměnnou a pěti exogenními proměnnými. V tomto modelu vysvětlujícími proměnnými jsou cena zemědělských výrobců chmele, spotřební daň, dummy proměnná vstup České republiky do Evropské unie, dummy proměnná ekonomická krize a časový trend. Na základě korelační matice byl zjištěn výskyt nežádoucí závislosti mezi vysvětlujícími proměnnými, a proto byla proměnná spotřební daň nahrazena diferencemi 1. řádu. Poté se již multikolinearity nevyskytuje a hodnoty parametrů modelu jsou odhadnuty běžnou metodou nejmenších čtverců. Rovnice modelu spotřeby má tvar:

$$y_t = 10,7472 + 0,00000086x_{2t} + 0,0704x_{3t} + 0,1531x_{4t} + 0,9732x_{5t} + 0,9725x_{6t} + u_t$$

(kde x_{2t} – cena zemědělských výrobců chmele, x_{3t} – spotřební daň, x_{4t} – dummy proměnná vstup ČR do EU, x_{5t} – dummy proměnná ekonomická krize, x_{6t} – časový trend)

Provedením ekonomické, statistické a ekonometrické verifikace byly zjištěny dobré předpoklady modelu. Všechny odhadnuté parametry mají správný směr i intenzitu působení. Korigovaný koeficient determinace nabývá hodnoty 0.995652. Z toho vyplývá, že funkce velmi dobře vystihuje vývoj daného zkoumaného ukazatele. V modelu se nevyskytuje autokorelace reziduí ani heteroskedasticita. Náhodná složka nemá normální rozdělení a nepodařilo se žádnou proměnnou výkyv vysvětlit. Zhodnocením prognostických vlastností modelu bylo zjištěno, že model je vhodný na zpracování prognózy. Prognóza ex-post se velmi přibližuje hodnotám skutečné funkce. Střední absolutní procentuální chyba neboli MAPE nabývá hodnoty 1,9854. To značí, že prognóza se v průměru o 1,9854 % mýlí. Prognóza ex-ante předpověděla lineární růst, a to je vzhledem k dosavadnímu průběhu funkce velmi realistické.

Diskuze

V práci je použita časová řada do roku 2017, jelikož v době tvorby práce nebyla dostupná data další data. Ve chvíli tvorby této kapitoly jsou již známé reálné hodnoty za rok 2018, a proto lze diskutovat, o kolik se tyto hodnoty liší či shodují s výsledky prognózy.

Dle situační a výhledové zprávy dostupné z portálu eAgri byla produkce piva v roce 2018 v České republice 20,5 mil. hl. Předpovězená hodnota dle modelu produkce je 20,9 mil hl. Skutečná hodnota produkce se nepatrně liší od předpovězené hodnoty modelem a skutečná hodnota se stále nachází v 95% konfidenčním intervalu.

Podle průzkumu Českého svazu pivovarů a sladoven byl pokles spotřeby piva způsobem regulatorními opatřeními, zejména zavedením protikuřáckého zákona. Podle dat agentury NMS Market Research stojí za nižší spotřebou zdravější životní styl Čechů (28 %), rostoucí ceny piva (23 %), ale také například zákaz kouření v restauracích (17 %). V práci bylo ekonometrickým modelováním prokázáno, že zavedení protikuřáckého zákona sníží spotřebu o 8,77 litrů na osobu za rok a zároveň byl prokázán vliv růstu ceny lahvového piva na pokles spotřeby piva. Parametr byl vyhodnocen jako statisticky významný na hladině spolehlivosti 99%.

Tomáš Maier, který je autorem řady vědeckých a odborných článků týkajících se ekonomických aspektů pivovarského průmyslu tvrdí, že zdražování piva není způsobeno rostoucí cenou vstupních surovin, tedy chmele a sladu, jak tvrdí pivovary, ale že jde pivovarům pouze o zisk. V této práci bylo potvrzeno, že cena zemědělských výrobců chmele není statisticky významná a i za předpokladu, že by cena zemědělských výrobců chmele vzrostla o 100 000,- Kč/t, by se cena točeného piva zvýšila o pouhých 0,0856 Kč za 0,5l. Z toho lze vyvést závěr, že i zvýšení ceny chmele o více jak 50% ze současné hodnoty, by mělo pouze malý vliv na výslednou cenu piva.

V reálném prostředí pivovarnictví či na trhu s pivem se na vývoji sledovaných ukazatelů podílí další faktory, které do modelů nebyly zahrnuty, protože jsou nekvantifikovatelné či neočekávané. Výsledky ekonometrického modelování se proto mohou skutečnosti pouze blížit.

7 Závěr

Hlavním cílem práce bylo identifikovat klíčové determinanty, které ovlivňují vztahy uvnitř komoditní vertikály piva. Na základě analýzy komoditní vertikály byly sestaveny tři ekonometrické modely, které co nejlépe vystihují vztahy uvnitř vertikály. V procesu verifikace byly modely zhodnoceny a následně byla provedena prognóza sledovaných ukazatelů, kterými jsou produkce, spotřeba a spotřebitelská cena. K dosažení hlavního cíle bylo potřeba splnit několik cílů dílčích.

První dílčím cílem byla analýza komoditní vertikály piva, ze které bylo možné určit, které faktory ovlivňují vztahy uvnitř vertikály, a na základě toho po vyřazení irelevantních proměnných sestavit ekonomické a ekonometrické modely.

V rámci dosažení dalšího dílčího cíle byl specifikován ekonomický a následně ekonometrický model pro produkci, spotřebu a cenu piva. Všechny modely byly sestaveny z ročních časových řad o 23 pozorování. Model produkce je vysvětlen pěti proměnnými, kterými jsou počet průmyslových pivovarů, celkový počet pivovarů, dummy proměnná ekonomická krize, časový trend a produkce v předchozím období. Model spotřeby je vysvětlen osmi proměnnými. Exogenní proměnné v tomto modelu jsou spotřebitelská cena lahvového piva, spotřebitelská cena točeného piva, průměrná hrubá mzda, spotřeba lihovin, průměrná letní teplota 6.-8. měsíce, dummy proměnná ekonomická krize, časový trend a dummy proměnná protikuřácký zákon. Poslední model, a to model spotřebitelské ceny piva, je tvořen pěti exogenními proměnnými. V tomto modelu vysvětlujícími proměnnými jsou cena zemědělských výrobců chmele, spotřební daň z piva, dummy proměnná vstup České republiky do Evropské unie, dummy proměnná ekonomická krize a časový trend.

Třetím dílčím cílem byla kvantifikace parametrů jednotlivých modelů. Aby odhad modelů nebyl zkreslen, byl nejprve pomocí korelační matice testován výskyt nežádoucí multikolinearity. Ve všech modelech byla objevena těsná závislost mezi vysvětlujícími proměnnými, a proto u proměnných, u kterých byla vysoká hodnota párového koeficientu, byly vytvořeny difference I. Řádu. Poté již korelační matice multikolinearity neodhalily a mohl být proveden nezkraslený odhad parametrů modelů. Kvantifikace byla provedena běžnou metodou nejmenších čtverců a na jejím základě byly vypočteny parametry jednotlivých modelů, dle kterých byly sestaveny rovnice modelů. Na základě výsledků byla provedena verifikace, jež je součástí dalšího dílčího cíle.

U všech modelů byla provedená ekonomická, statistická a ekonometrická verifikace. Vysvětlující proměnné u modelu produkce jsou v souladu s ekonomickou teorií. Zajímavým zjištěním je, že přírůstek celkového počtu pivovarů vede ke snížení produkce piva. Lze to vysvětlit tím, že zvýšení celkového počtu pivovarů nastává důsledkem rychlého růstu počtu minipivovarů, a proto lze předpokládat, že se tím může celková produkce piva snížit, protože minipivovary produkují piva výrazně méně. Všechny parametry modelu kromě proměnné počet průmyslových pivovarů a celkový počet pivovarů jsou statisticky významné na zvolené 95% hladině spolehlivosti. Změny v produkci piva jsou z 82,59 % vysvětleny změnami zahrnutých vysvětlujících proměnných. Dále byla vypočítána průměrná elasticita modelu produkce za sledované období, ze které bylo zjištěno, že největší vliv na průměrnou produkci piva má produkce v předchozím období. Ekonometrickým testováním bylo zjištěno, že model produkce má jiné než normální rozdělení reziduální složky. Je to způsobeno zařazením dummy proměnné ekonomická krize, která velice přesně vysvětluje výkyv v produkci v daném období. Zbylé ekonometrické vlastnosti modelu produkce jsou dle předpokladů.

Ekonomická verifikace modelů spotřeby splňuje předpoklady ekonomické teorie, avšak parametr u proměnné spotřebitelské ceny nemá očekávaný směr, nicméně to lze vysvětlit skutečností, že točené pivo si lidé dopřejí i za předpokladu vyšší ceny. Model produkce vykazuje velmi dobré statistické vlastnosti. Všechny parametry kromě parametru u proměnné průměrná hrubá mzda jsou statisticky významné na hladině spolehlivosti 99 %. Překvapivým zjištěním je, že průměrná hrubá mzda není statisticky významná, a proto dle modelu významně neovlivňuje spotřebu piva. Spotřeba piva tak není v souladu se standardními ekonomickými předpoklady závislosti cena-spotřeba a příjem-spotřeba, což lze vysvětlit specifičností produktu, který je relativně cenově dostupný, je spojován se socializačními zvyky a vytváří u konzumentů návyk. Z výsledků adjustovaného koeficientu determinace vyplývá, že vývoj spotřeby piva v ČR je z 82,59 % vysvětlen změnami zahrnutých vysvětlujících proměnných. Ekonometrickou verifikací nebyly zjištěny žádné chybějící předpoklady modelu. Výpočtem průměrné elasticity modelu spotřeby za sledované období bylo zjištěno, že největší vliv na průměrnou spotřebu má proměnná průměrné letní teploty 6.-8. měsíce.

Všechny parametry modelu ceny mají správný směr i intenzitu působení dle ekonomických teorií. Statistickou verifikací bylo zjištěno, že parametry u proměnných cena zemědělských výrobců chmele a dummy proměnná vstup do EU nejsou statisticky významné. Dle

vypočtené hodnoty adjustovaného koeficientu determinace se vývoj ceny piva v ČR podařilo změnami zahrnutých vysvětlujících proměnných vysvětlit z 99,57 %. Ekonometrickou verifikací bylo zjištěno, že náhodná složka nemá normální rozdělení. Porušení předpokladu normálního rozdělení náhodné složky je zapříčiněno výkyvem ceny piva z trendu, ke kterému došlo v roce 2015 a který se nepodařilo vysvětlit žádnou ze zahrnutých proměnných. Dle vypočtených hodnot průměrné elasticity za sledované období bylo zjištěno, že největší vliv na průměrnou spotřebitelskou cenu má čas.

Dílčím cílem byla dále předpověď budoucího vývoje sledovaných ukazatelů. Nejprve byly zhodnoceny prognostické vlastnosti jednotlivých modelů a všechny modely byly vyhodnoceny jako vhodné pro prognózování. Nejprve byla u všech modelů provedena prognóza ex-post, která byla vyhodnocena pomocí ukazatele MAPE. Tento ukazatel vyjadřuje, o kolik procent se prognóza v průměru liší od skutečných hodnot. Nejlepší výsledky prokazuje model produkce, kde hodnota MAPE nabývá 1,41 %.

Následná prognóza ex-ante byla provedena pro tři období, tedy pro roky 2018 až 2020. Nejprve byly odvozeny od trendových funkcí budoucí hodnoty jednotlivých vysvětlujících proměnných a po dosazení do rovnic modelů byla kvantifikována prognóza produkce, spotřeby a ceny. Z předpovězených hodnot modelem produkce vyplývá, že produkce piva by měla růst až na objem 20,3 mil. hl. v roce 2020. Spotřeba piva by dle předpovědi budoucího vývoje měla v roce 2018 dosahovat hodnoty 143,4 litrů na osobu, měla by tedy oproti roku 2017 mírně klesnout. Poté by v roce 2019 došlo k nárůstu, a to na hodnotu 146,1 litrů na osobu. V roce 2020 by spotřeba piva opět klesla na hodnotu 145,4 litrů na osobu. Dle dosavadního průběhu funkce lze prognózu považovat za možnou. Dle modelu spotřebitelské ceny piva byl předpovězen její rostoucí trend až do výše 38,2 Kč/0,5l v roce 2020. Dle průběhu funkce za celé sledované období je velmi pravděpodobné, že spotřebitelská cena bude mít v čase podobný vývoj.

Na závěr byla provedena diskuze o výsledcích této práce. Bylo vyhodnoceno, že prognózovaná hodnota produkce piva 20,9 mil. hl pro rok 2018 se nepatrně liší od skutečné hodnoty dostupné ze situační a výhledové zprávy dostupné na portálu eAgri. Skutečná hodnota 20,5 mil. hl se ale nachází v 95 % konfidenčním intervalu, a proto lze konstatovat, že model je vhodně sestaven. Dále byl potvrzen klesající trend ve spotřebě piva výsledkem průzkumu Českého svazu pivovarů a sladoven, který tuto klesající spotřebu chápe jako následek zavedení protikuřáckého zákona a rostoucí ceny lahvového piva.

Ekonometrickým modelem v této práci bylo vyhodnoceno, že zavedení protikuřáckého zákona snížilo spotřebu o 8,77 litrů na osobu za rok a zároveň byl prokázán vliv růstu ceny lahvového piva.

8 Seznam použitých zdrojů

- ADAMEC, Václav. *Econometry II*. In Brno: Mendel University, 2014. ISBN 978-80-7509-159-8
- BASAŘOVÁ, Gabriela. *České pivo*. 3., dopl. vyd. Praha: Havlíček Brain Team, 2011. 320 s. ISBN 978-80-87109-25-0
- BEČVÁŘOVÁ, V. *Budoucnost zemědělství a konkurenceschopnost v zemědělství ČR a EU a globální souhrnnosti*, Praha: ÚZEI, 2010. 58 s. 1. ISBN 978-80-87262-02-3.
- BEČVÁŘOVÁ, V. *The changes of the agribusiness impact on the competitive environment of agricultural enterprises*. In. Agricultural Economics 10, Vol. 48. Praha, 2002, ISSN 0139-570X
- BĚLOHOUBEK, Antonín. *Pivovarnictví*. Praha: Antonín Bělohoubek, 1874
- BOEHLJE, M. D., HOFING, S. L., SCHROEDER, CH. *Farming in the 21st Century*, Staff Paper DAE, Purdue University 1999
- Budějovický Budvar. [online]. 2017. [cit. 18. 1. 2019]. Dostupné z: <http://www.budejovickybudvar.cz/index.html>
- CIPRA, T.: *Finanční ekonometrie*. 1. vyd. Praha: Ekopress, 2008. 538 s. ISBN 978-80-86929-43-9.
- Český hydrometeorologický ústav [online] ČHMÚ, 2019. [cit. 02-11-2019] Dostupné ne: <http://portal.chmi.cz>
- Český statistický úřad [online], 2019. Dostupné na: <https://www.czso.cz>
- DAGEVOS, J., C. *The food economy: global issues and challenges*. 1. Vyd. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 2009. 191 s. ISBN: 978-90-8686-109-5
- DAVIS, J. H., GOLDBERG, R. A.: *a Concept of Agribusiness*. Boston: Division of Research, Graduate School of Business Administration, Harvard University, 1957
- DUNNE, A. J. *Supply Chain Management: Fad, Panacea or Opportunity?* Agribusiness Perspectives, Paper 48, 2002
- eAgri.cz [online], Ministerstvo zemědělství, 2019. Dostupné na: <https://eagri.cz/>
- EU beer statistics*, brewersofeurope.org [online], Brewers of Europe, 2018. [cit. 15-3-2019] Dostupné na: <https://brewersofeurope.org/uploads/mycms-files/documents/publications/2018/EU-beer-statistics-2018-web.pdf>
- GOLDBERG, R. A. *Why the International Agribusiness Management?* In Global Agribusiness for the future, Boston, IAMA 1998
- GOLDBERGER, A. S.: *Econometrics Theory*. New York: John Wiley & Sons, 1964.
- GREGA, L. *Teoreticko-metodologické aspekty posuzování konkurenceschopnosti zemědělství* MZLU Brno, 2004 ISBN 80-7157-822-3

HAMPEL, David, Veronika BLAŠKOVÁ a Luboš STŘELEČEK. *Ekonometrie 2*. Třetí přepracované vydání. V Brně: Mendelova univerzita, 2016. ISBN 978-80-7509-427-8

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

HORÁČEK, Michal. Technický a vědecký pokrok českého pivovarství v evropských souvislostech 19. století. *Kvasný průmysl*. 2016, ISSN 0023-5830

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

HUŠEK, Roman. *Aplikovaná ekonometrie: teorie a praxe*. Praha: Oeconomica, 2009. ISBN 978-80-245-1623-3

Chmel 2018 [online], Ministerstvo zemědělství, 2018. [cit- 20-3-2019] Dostupné na: http://eagri.cz/public/web/file/618995/Chmel_2018_Web.pdf

Jaká je výrobní cena piva v minipivovaru, ceskeminipivovary.cz [online], České minipivovary, 2012. [cit. 18-3-2019] Dostupné na: <http://www.ceskeminipivovary.cz/faq/jaka-je-vyrobní-cena-piva-v-minipivovaru/>

KRAJÍČEK, Libor. *Geografie Průmyslu*. Praha. Univerzita Karlova. Přírodovědecká fakulta, 1982

KRATOCHVÍLE, Antonín. *Pivovarství českých zemí v proměnách 20. století*. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, 2005. 265 s. ISBN 80-86576-16-7

KUDRNA, Karel, ed. *Naučný slovník zemědělský*. Praha: Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství ve Státním zemědělském nakladatelství, 1989

KURKA, R., PAŘÍKOVÁ, A.: *Subjekty finančního trhu: vybrané aspekty likvidace a insolvence*. Vyd. 1. V Praze: C. H. Beck, 2014, xxi, 188 s. Právní praxe. ISBN 978-80-7400-277-9

MAIER, Tomáš, FABIÁNOVÁ, Aneta. *Economic Aspects of Setting up a Microbrewery Restaurant*. *Kvasný průmysl*. Praha, 2011, 57 (9), ISSN 0023-5830

MAIER, Tomáš. *Disertační práce: Trh v pivem v České republice a jeho determinanty*. Praha : Česká zemědělská univerzita, 2007.

MAIER, Tomáš.: *Za zdražení piva nemůže dražší chmel, spíš zisk pivovarů*. [online]. *Lidovky*, 2016. [cit. 25-03-2019]. Dostupné na: https://www.lidovky.cz/relax/pivo-a-pivovary/maier-za-zdrazeni-piva-nemuze-drazsi-chmel-spis-zisk-pivovaru.A161108_231800_ln-pivo_mpt

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

NOVOTNÁ, Marie, GÖTZ, Antonín. *Geografie zemědělství ČR*. Plzeň. Západočeská univerzita. Fakulta pedagogická, 1996. 114 s. ISBN 80-7082-271-6

Pivovary Staropramen [online]. 2017. [cit. 18. 1. 2019]. Dostupné z: <http://www.pivovary-staropramen.cz/cs/>

Pivovary.info [online]. 1999. [cit. 10-1-2019] Dostupné z: <http://pivovary.info/index.php>

RUBENSTEIN, James M. *The cultural landscape: an introduction human geography*. 7th ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2002. ISBN 0-13-090821-5

SAMUELSON, P. A., NORDHAUS, W. D.: *Ekonomie*. 18. vydání. Vyd. 1. Praha: NS Svoboda, 2007, 775 s. Právní praxe. ISBN 978-80-205-0590-3.

SONKA, S. T., HUDSON, M. A. *Why Agribusiness Anyway? Agribusiness, An International Journal* 5.4., 1999

SVOBODOVÁ, Hana a kol. *Vybrané kapitoly ze socioekonomické geografie České republiky. Průmysl a podnikání*. Masarykova Univerzita: Pedagogická fakulta. Praha. [online]. 2016. [cit. 20.1.2019] Dostupné z: <https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pdf/js13/geograf/web/pages/05-prumysl-podnikani.html>

SWINNEN, Johann. VAN HERCK, Kristine. *How the East Was Won: The Foreign Take-Over of the Eastern European Brewing Industry*. LICOS Centre for institutions and Economic Performance. Catholic University of Leuven. Belgium. 2010

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

VESELSKÁ, E. *Vývoj tržní struktury a její interakce v komoditní vertikále piva*. Doktorská disertační práce. PEF MZLU, Brno 2004.

VINOHRADSKÝ, K., BEČVÁŘOVÁ, V., GREGA, L: *Konkurenceschopnost českého zemědělství při vstupu do Evropské unie – předpoklady a možnosti*. Závěrečná zpráva, PEF, MZLU Brno, 1999

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

9 Přílohy

Příloha č. 1: Ječmen setý



Příloha č. 2: Zrna ječmene



Příloha č. 3: Chmelová šišťice



Příloha č. 4: Podkladové údaje pro model produkce

Rok	Produkce piva	Počet průmysl. pivovarů	Celkový počet pivovarů	Dummy – ekonom. krize	Produkce piva	Produkce chmele
	mil. hl				mil. hl	t
	y ₁	x ₂	x ₃	x _{4t-2}	y _{1t-1}	x _{6t}
1995	17,8	70	86	0	18,0	9913
1996	18,2	65	83	0	17,8	10126
1997	18,6	62	78	0	18,2	7412
1998	18,3	61	80	0	18,6	4930
1999	17,9	56	77	0	18,3	6453
2000	17,9	55	75	0	17,9	4865
2001	17,9	54	79	0	17,9	6621
2002	18,2	55	81	0	17,9	6442
2003	18,5	53	89	0	18,2	5527
2004	18,8	53	90	0	18,5	6311
2005	19,1	53	91	0	18,8	7831
2006	19,8	53	100	0	19,1	5453
2007	19,8	53	126	0	19,8	5631
2008	19,8	53	128	1	19,8	6753
2009	18,6	50	133	0	19,8	6616
2010	17,5	47	151	0	18,6	7772
2011	18,1	46	191	0	17,5	6088
2012	18,5	46	213	0	18,1	4338
2013	18,6	47	308	0	18,5	5329
2014	19,7	47	338	0	18,6	6202
2015	20,1	46	390	0	19,7	4843
2016	20,5	46	398	0	20,1	7712
2017	20,3	46	435	0	20,5	6797

Zdroj: ČSÚ, eAgri

Příloha č. 5: Odhad původního modelu produkce

Model 4: OLS, za použití pozorování 1995–2017 (T = 23)

Závisle proměnná: produkce

	koeficient	směr. chyba	t-podíl	p-hodnota	
const	6,39334	2,51327	2,544	0,0217	**
d_prumpiv	0,0779069	0,0658426	1,183	0,2540	
d_pivovar	-0,00410652	0,00556106	-0,7384	0,4709	
krize_2	-1,39809	0,476259	-2,936	0,0097	***
time	0,0474771	0,0253756	1,871	0,0798	*
prod_chm	5,45673e-05	7,00172e-05	0,7793	0,4472	
produkce_1	0,622644	0,144545	4,308	0,0005	***

Střední hodnota závisle proměnné	18,80435
Sm. odchylka závisle proměnné	0,894670
Součet čtverců reziduí	2,790726
Sm. chyba regrese	0,417637
Koeficient determinace	0,841522
Adjustovaný koeficient determinace	0,782093

Příloha č. 6: Podkladové údaje pro model spotřeby

Rok	Spotř. piva	Cena lah. piva	Cena toč. piva	Prům. hrubá mzda	Spotřeba lihovin	Průměrná letní teplota 6.-8. měsíce	Dummy – ekonom. krize	Dummy – proti-kuřácký zákon
	l/os.	Kč/0,5l	Kč/0,5l	tis. Kč	l/os.	°C		
	Y ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X _{7t-3}	X ₉
1995	156,9	12,57	6,19	8,307	7,90	17,30	0	0
1996	157,3	13,60	6,52	9,825	8,00	16,00	0	0
1997	161,4	14,42	6,88	10,802	8,30	16,93	0	0
1998	161,1	16,04	7,20	11,801	8,20	17,07	0	0
1999	159,8	16,94	7,59	12,797	8,30	16,90	0	0
2000	159,9	18,19	7,61	13,219	8,30	17,07	0	0
2001	156,9	18,96	7,79	14,378	8,20	16,80	0	0
2002	159,9	19,73	8,41	15,524	8,30	18,27	0	0
2003	161,7	20,42	8,60	16,430	8,40	19,43	0	0
2004	160,5	21,71	8,48	17,466	7,60	16,73	0	0
2005	163,5	22,51	8,41	18,344	7,80	16,63	0	0
2006	159,1	22,76	8,32	19,546	8,00	17,80	0	0
2007	159,1	24,39	8,74	20,957	8,20	18,03	0	0
2008	156,6	26,48	9,13	22,592	8,07	17,60	1	0
2009	150,7	26,49	9,10	23,344	8,17	17,13	0	0
2010	144,4	27,95	10,05	23,864	7,01	17,87	0	0
2011	142,5	28,42	9,78	24,455	6,91	17,10	0	0
2012	148,6	29,61	10,44	25,067	6,74	17,77	0	0
2013	147,0	30,60	10,56	25,035	6,51	17,67	0	0
2014	147,0	31,23	10,43	25,768	6,71	16,97	0	0
2015	146,6	31,17	10,51	26,467	6,88	19,20	0	0
2016	146,9	33,41	11,39	27,589	6,97	17,60	0	0
2017	144,3	34,96	11,57	29,504	6,78	18,50	0	1

Zdroj: ČSÚ, eAgri, ČHMÚ

Příloha č. 7: Odhad původního modelu spotřeby

Model 6: OLS, za použití pozorování 1997–2017 (T = 21)
Závisle proměnná: sp_pivo

	koeficient	směr. chyba	t-podíl	p-hodnota	
const	134,427	17,8348	7,537	1,98e-05	***
d_cena_piv	-8,19163	3,19967	-2,560	0,0284	**
d_cena_lezak	2,84872	1,69807	1,678	0,1244	
d_sp_lih	2,18781	2,08438	1,050	0,3186	
d_prijem	3,02488	2,30532	1,312	0,2188	
teplota	1,66808	1,05002	1,589	0,1432	
time	-0,894674	0,126258	-7,086	3,35e-05	***
krize_3	-9,71955	4,00857	-2,425	0,0358	**
proti	-5,35699	3,97111	-1,349	0,2071	
d_sp_pivo_1	-0,0366565	0,342246	-0,1071	0,9168	
d_sp_vino	0,733812	1,97254	0,3720	0,7176	

Střední hodnota závisle proměnné 154,3047
Sm. odchylka závisle proměnné 6,997618
Součet čtverců reziduí 74,37932
Sm. chyba regrese 2,727257
Koeficient determinace 0,924051
Adjustovaný koeficient determinace 0,848102

Příloha č. 8: Podkladové údaje pro model ceny

Rok	Spotř. cena točeného piva	CZV chmele	Spotřební daň	Dummy – vstup ČR do EU	Dummy – ekonom. krize
	Kč/0,5l	Kč/t	Kč/hl.		
	y ₁	x ₂	x ₃		
1995	12,57	146879	24	0	0
1996	13,60	142771	24	0	0
1997	14,42	120039	24	0	0
1998	16,04	123864	24	0	0
1999	16,94	132068	24	0	0
2000	18,19	133603	24	0	0
2001	18,96	134121	24	0	0
2002	19,73	107690	24	0	0
2003	20,42	118113	24	0	0
2004	21,71	130708	24	1	0
2005	22,51	120347	24	0	0
2006	22,76	129579	24	0	0
2007	24,39	149524	24	0	0
2008	26,48	200521	24	0	1
2009	26,49	170042	24	0	0
2010	27,95	124623	32	0	0
2011	28,42	129568	32	0	0
2012	29,61	137811	32	0	0
2013	30,60	151978	32	0	0
2014	31,23	169217	32	0	0
2015	31,17	190420	32	0	0
2016	33,41	209388	32	0	0
2017	34,96	213867	32	0	0

Zdroj: ČSÚ, eAgri

Příloha č. 9: Odhad původního modelu ceny

Model 1: OLS, za použití pozorování 1996–2017 (T = 22)
Závisle proměnná: cena_lezak

	koeficient	směr. chyba	t-podíl	p-hodnota	
const	14,3429	2,91218	4,925	0,0003	***
CZVchmel	6,21307e-06	6,06224e-06	1,025	0,3241	
EU	0,263911	0,447418	0,5899	0,5654	
krize	0,804442	0,564890	1,424	0,1780	
time	0,969645	0,0238067	40,73	4,24e-15	***
produkce1	-0,239562	0,177893	-1,347	0,2011	
d_dan	0,0635709	0,0711254	0,8938	0,3877	
d_cena_lezak_1	0,223664	0,172702	1,295	0,2178	
d_elektrina	-0,00799186	0,0218286	-0,3661	0,7202	

Střední hodnota závisle proměnné 24,09045
 Sm. odchylka závisle proměnné 6,351586
 Součet čtverců reziduí 2,392789
 Sm. chyba regrese 0,429023
 Koeficient determinace 0,997176
 Adjustovaný koeficient determinace 0,995438