

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Provozně ekonomická fakulta**

**Katedra ekonomiky**



**Diplomová práce**

**Ekonometrická analýza cenové transmise ve vertikále  
produkce piva**

**Bc. Olesya Zhytna**

© 2021 ČZU v Praze

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Provozně ekonomická fakulta

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Olesya Zhytna

Hospodářská politika a správa

Podnikání a administrativa

Název práce

**Ekonometrická analýza cenové transmise ve vertikále produkce piva**

Název anglicky

**Econometric Analysis of Price Transmission in Vertical Integration in Beer Production**

---

### Cíle práce

Cílem diplomové práce je na základě ekonometrické analýzy identifikovat a kvantifikovat cenovou transmisi ve vertikále produkce piva v Česku a zjistit:

1. Do jaké míry cena ječmene ovlivňuje cenu sladu.
2. Do jaké míry cena sladu ovlivňuje cenu průmyslových výrobců piva.
3. Do jaké míry cena průmyslových výrobců piva ovlivňuje spotřebitelskou cenu piva.

Dílním cílem je kvantifikovat vliv ekonomického šoku, vyvolaného Covidem-19, na předpokládanou spotřebitelskou cenu piva.

### Metodika

V rešeršní části bude použito studium odborné literatury a vědeckých článků. Pro dosažení cílů práce budou sestaveny dílčí ekonometrické modely. V ekonometrické analýze bude aplikována regresní analýza, běžná metoda nejmenších čtverců (BMNČ) a metoda vážených nejmenších čtverců (MVNČ). Pro statistickou verifikaci budou použity t-test a F-test. Výstupy budou dále použity pro simulace zvolených scénářů, zejména za využití elasticit. Z dat budou využívány časové řady s měsíční periodicitou.

**Doporučený rozsah práce**

60 – 80 stran

**Klíčová slova**

Výrobová vertikála, cenová transmise, pivo, ekonometrický model, cena, slad, chmel, chmelové extrakty

---

**Doporučené zdroje informací**

BASAŘOVÁ, G. *České pivo*. Praha: Havlíček Brain Team, 2011. ISBN 978-80-87109-25-0.

BASAŘOVÁ, G. *Sladařství : teorie a praxe výroby sladu*. Praha: Havlíček Brain Team, 2015. ISBN 978-80-87109-47-2.

ČECHURA, L. et al. *Cvičení z ekonometrie*. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2013. ISBN 978-80-213-2405-3

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

HINDLS, R. et al. *Statistika pro ekonomy*. 8.vydání. Praha: Professional Publishing, 2007. ISBN 978-80-86946-43-6

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

JACKSON M. *Pivo – Průvodce světem piva pro laiky i odborníky*. Fortuna Print, 2001. ISBN 80-86144-17-8

KRATOCHVÍLE, A. *Pivovarství českých zemí v proměnách 20. století*. 1.vydání. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, 2005. ISBN 80-86576-16-7

SWINNEN, J. *The Economics of Beer*. Oxford University Press; 1 edition, 2011. ISBN 978-0199693801

VERHOEF, B. *Kompletní encyklopedie piva*. Rebo Productions, 2004. ISBN 80-7234-116-2

---

**Předběžný termín obhajoby**

2020/21 LS – PEF

**Vedoucí práce**

Ing. Tomáš Maier, Ph.D.

**Garantující pracoviště**

Katedra ekonomiky

---

Elektronicky schváleno dne 4. 3. 2021

**prof. Ing. Miroslav Svatoš, CSc.**

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 7. 3. 2021

**Ing. Martin Pelikán, Ph.D.**

Děkan

V Praze dne 11. 03. 2021

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Ekonometrická analýza cenové transmise ve vertikále produkce 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 31.03.2021

---

### **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Tomáši Maierovi, Ph.D. za poskytnutí odborných rad a za velmi vstřícný přístup při zpracování diplomové práce. Děkuji také všem svým blízkým, kteří byli se mnou během psaní této práce.

# Ekonometrická analýza cenové transmise ve vertikále produkce piva

## Abstrakt

Diplomová práce se věnuje problematice cenové transmise ve vertikále produkce piva v Česku. Konkrétně se jedná o intenzitu působení jednotlivých článků vertikály na výslednou cenu produktu.

Práce je rozdělena do tří částí. Rešeršní část se zabývá přiblížením problematiky trhu s pivem, sladem a chmelem v Česku. Tato část popisuje specifika ve výrobní vertikále piva, jež jsou zohledněna při modelování jednotlivých vztahů ve vertikále.

V empirické části je sestaveno, odhadnuto, verifikováno a interpretováno celkem 5 modelů s využitím časových řad s měsíční periodicitou pro roky 2010 až 2020 (132 pozorování). Čtyři dílčí modely se zabývají zkoumáním těsnosti vztahů na různých stupních vertikály, a to mezi cenou zemědělských výrobců, zpracovatelů, průmyslových výrobců a spotřebitelskou cenou piva. Poslední simultánní model zkoumá intenzitu vlivu určitých determinantů na výslednou cenu ležáku a výčepního piva.

V třetí části je sestavena prognóza ex post, jež slouží ke kvantifikaci vlivu pandemického šoku v roce 2020 na spotřebitelskou cenu piva.

**Klíčová slova:** Výrobní vertikála, cenová transmise, pivo, ekonometrická analýza, slad, chmel, ekonometrický model

# **Econometric Analysis of Price Transmission in the Beer Production Chain**

## **Abstract**

The diploma thesis deals with the issue of price transmission in the vertical integration in beer production in the Czech Republic, especially the intensity of the effect of the individual elements of the vertical integration on the final price of the product.

The thesis is divided into three parts. The research part deals with the approach to the market of beer, malt and hops in the Czech Republic. This part describes the specifics in the vertical integration in beer production, which are taken into account in modelling of relationships in the vertical.

In the empirical part, a total of 5 models are formulated, verified and interpreted using time series with a monthly periodicity in the years 2010 - 2020 (132 observations). The four sub-models deal with the tightness of dependence in relationships at different levels of the vertical, namely among the price of agricultural producers, processors, industrial producers and the consumer price of beer. The simultaneous model deals with the intensity of the influence of certain determinants on the final price of the beer.

In the third part is compiled an ex post forecast, which is used to quantify the influence of the pandemic shock in 2020 on the consumer price of beer.

**Keywords:** Econometric Analysis, Price Transmission, Beer, Vertical integration, Malt, Hops

# Obsah

<b>1 Úvod.....</b>	<b>7</b>
<b>2 Cíl práce a metodika .....</b>	<b>9</b>
2.1 Cíl práce .....	9
2.2 Metodika .....	9
2.2.1 Ekonometrický model.....	11
2.2.2 Odhad modelu.....	12
2.2.3 Statistická verifikace.....	14
2.2.4 Ekonometrická verifikace.....	15
2.2.5 Aplikace modelu .....	20
<b>3 Teoretická východiska .....</b>	<b>24</b>
3.1 Historie výroby piva.....	24
3.1.1 Historie vzniku piva ve světě.....	24
3.1.2 Historie vzniku piva v České republice .....	26
3.2 Trh s pivem v České republice.....	28
3.3 Trh se surovinami v České republice .....	33
3.3.1 Slad .....	33
3.3.2 Chmel.....	35
3.4 Výrobní vertikála piva.....	38
3.5 Cenová transmise .....	42
<b>4 Vlastní práce .....</b>	<b>44</b>
4.1 Analýza cenové transmise.....	44
4.1.1 Model 1: Ječmen - slad .....	45
4.1.2 Model 2: Slad – cena průmyslových výrobců piva.....	48
4.1.3 Model 3: Chmelové extrakty – CPV – SC.....	51
4.1.4 Model 4: Cena průmyslových výrobců – spotřebitelská cena .....	57
4.2 Model spotřebitelské ceny piva.....	61
4.2.1 Ekonomický a ekonometrický model .....	61
4.2.2 Korelační matice, identifikace modelu .....	62
4.2.3 Odhad modelu.....	63
4.2.4 Ekonomická verifikace modelu .....	64
4.2.5 Statistická verifikace modelu.....	65
4.2.6 Ekonometrická verifikace modelu .....	67
4.2.7 Výpočet průměrných pružností.....	69
4.3 Prognóza ceny ležáku.....	70
4.3.1 Zhodnocení sezónnosti časových řad .....	70



4.3.2	Odvození ADL modelu.....	71
4.3.3	Prognóza .....	74
<b>5</b>	<b>Výsledky a diskuse .....</b>	<b>77</b>
5.1	Vyhodnocení modelů .....	77
5.2	Vyhodnocení prognózy .....	78
<b>6</b>	<b>Závěr.....</b>	<b>79</b>
<b>7</b>	<b>Seznam použitých zdrojů .....</b>	<b>81</b>
<b>8</b>	<b>Přílohy .....</b>	<b>85</b>

## Seznam obrázků

Obrázek 1: Výrobní vertikála piva .....	40
Obrázek 2: Korelační matice .....	62
Obrázek 3: Test normality reziduí, 1. rovnice (Zdroj: SW Gretl) .....	67
Obrázek 4: Pesaran-Taylorův test heteroskedasticity, 1. rovnice (Zdroj: SW Gretl) .....	68
Obrázek 5: Test autokorelace, 1. rovnice (Zdroj: SW Gretl).....	68
Obrázek 6: Test normality reziduí, 2. rovnice (Zdroj: SW Gretl) .....	68
Obrázek 7: Pesaran-Taylorův test heteroskedasticity, 2. rovnice (Zdroj: SW Gretl) .....	68
Obrázek 8: Test autokorelace, 2. rovnice (Zdroj: SW Gretl).....	69
Obrázek 9: Hodnoty kritérií pro SC.....	72
Obrázek 10: ADL (6,6) pro SC.....	73
Obrázek 11: ADL (4,4) pro SC.....	73

## Seznam tabulek

Tabulka 1: Definice piva dle vyhlášky č. 248/2018 Sb. ....	31
Tabulka 2: Vlastnická struktura vybraných pivovarů.....	32
Tabulka 3: Země dovozu sladu 2020 .....	35
Tabulka 4: Země vývozu sladu 2020 .....	35
Tabulka 5: Odhad parametrů Modelu 1: $C_S$ .....	47
Tabulka 6: Statistická verifikace Modelu 1: $C_S$ .....	47
Tabulka 7: Odhad parametrů Modelu 2: $CPV_L / CPV_V$ .....	50
Tabulka 8: Statistická verifikace Modelu 2: $CPV_L / CPV_V$ .....	50
Tabulka 9: Odhad parametrů Modelu 3 (rovnice 1): $SC_L$ .....	53
Tabulka 10: Odhad parametrů Modelu 3 (rovnice 2): $SC_V$ .....	53
Tabulka 11: Statistická verifikace Modelu 3, Rovnice 1: $SC_L$ .....	54
Tabulka 12: Statistická verifikace Modelu 3, Rovnice 2: $SC_V$ .....	55
Tabulka 13: Rozdíly hodnot odhadů provedených BMNČ, MVNČ a MOH .....	56
Tabulka 14: Odhad parametrů Modelu 4 (rovnice 1): $SC_L$ .....	59
Tabulka 15: Odhad parametrů Modelu 4 (rovnice 2): $SC_V$ .....	59
Tabulka 16: Statistická verifikace Modelu 4, Rovnice 1: $SC_L$ .....	60
Tabulka 17: Statistická verifikace Modelu 4, Rovnice 2: $SC_V$ .....	60
Tabulka 18: Deklarace proměnných .....	62
Tabulka 19: Identifikace modelu .....	63
Tabulka 20: Odhad parametrů simultánního modelu, Rovnice 1: $SC_L$ .....	63
Tabulka 21: Odhad parametrů simultánního modelu, Rovnice 2: $SC_V$ .....	64
Tabulka 22: Statistická verifikace parametrů 1. rovnice simultánního modelu: $SC_L$ .....	66
Tabulka 23: Statistická verifikace 1. rovnice simultánního modelu.....	66
Tabulka 24: Statistická verifikace parametrů 2. rovnice simultánního modelu: $SC_V$ .....	67
Tabulka 25: Statistická verifikace 2. rovnice simultánního modelu.....	67
Tabulka 26: Elasticita vybraných proměnných, 1. rovnice .....	69
Tabulka 27: Elasticita vybraných proměnných, 2. rovnice .....	70
Tabulka 28: Výsledky ADF testu .....	72
Tabulka 29: Ekonometrická verifikace ADL (4,4).....	74
Tabulka 30: Prognóza pro SC odvozena z ADL modelu.....	74
Tabulka 31: Porovnání očekávaných a skutečných hodnot, CZK/hl.....	75

## Seznam grafů

Graf 1: Vývoj prodeje on-trade a off-trade 2010-2019, v procentech .....	29
Graf 2: Výstav piva v roce 2019 dle obalů .....	30
Graf 3: Sezónnost spotřeby piva dle typu obalu po měsících v roce 2019, v hl.....	30
Graf 4: Podíl jednotlivých společností na výstavu piva .....	32
Graf 5: Vývoj produkce a exportu sladu 2009-2019, v tis. t .....	33
Graf 6: Export a import sladu 2009-2019, v tis. t.....	34
Graf 7: Produkce chmele v ČR, v t.....	36
Graf 8: Vývoz chmele v letech 2010-2020 .....	37
Graf 9: Dovoz chmele v letech 2010-2020 .....	37
Graf 10: Cenový vývoj ječmene a sladu, CZK/t.....	46
Graf 11: Cenový vývoj sladu (CZK/t), CPV výčepního piva a CPV ležáku (CZK/hl).....	48
Graf 12: Cenový vývoj chmele (CZK/kg), CPV a SC piv (CZK/hl).....	51
Graf 13: Cenový vývoj CPV, SC piv, CZK/hl .....	58
Graf 14: Očištěné časové řady CPV_L a SC_L, v CZK/hl .....	71
Graf 15: Očekávané a skutečné hodnoty SC ležáku, CZK/hl.....	75

## Seznam použitých zkratek

ADF	rozšířený Dickey-Fullerův test
ADL	autoregresní model rozložených zpoždění
ARCH	autoregresní podmíněná heteroskedasticita
BMNČ	běžná metoda nejmenších čtverců
CPV	cena průmyslových výrobců
ČR	Česká republika
ČSPAS	Český svaz pivovarů a sladoven
CZV	cena zemědělských výrobců
DMNČ	dvoustupňová metoda nejmenších čtverců
EU	Evropská unie
HAC	heteroskedasticity and autocorrelation consistent
LRM	lineární regresní model
MAPE	střední absolutní procentní chyba
MVNČ	metoda vážených nejmenších čtverců
MZe	Ministerstvo zemědělství
SC	spotřebitelská cena
SW	software
VAR	vektorový autoregresní model

# 1 Úvod

*„Pivo lze brát jednoduše jako nápoj nebo jako balzám na konci těžkého dne. Ovšem pivo nabízí všem, kteří si najdou čas na jeho vychutnání daleko víc. Pro každou náladu a každý okamžik existuje klasický druh piva. Jsou lidé, kteří denně přísahají na stejnou značku piva. O mnoho tím však přicházejí. Hledání toho správného půllitru může trvat celý život. Říkat, že ležák je lepší než stout, je totéž jako dohadování, zda je lepší chardonnay či sherry.“*

*„Já jsem ten svůj půllitr ještě nenašel a doufám, že se mi to nikdy nepodaří. Jako lovec dobrého piva nesmím to nejlepší nikdy najít. V tom okamžiku bych totiž ztratil práci i smysl svého života“*

*Michael Jackson*

Sklářský průmysl, automobilový průmysl a právě pivovarský průmysl – to jsou přesně odvětví sekundárního sektoru, která Česko ve světě proslavila vůbec nejvíce a Češi jsou na tuto skutečnost náležitě hrdí, někdy možná až moc. Běžný český spotřebitel si myslí, že Česko je pověstným pivním pupkem světa a zpravidla toto své tvrzení pohotově dokládá statistikou v souvislosti s nejvyšší spotřebou piva na obyvatele. Výše uvedené je zajisté pravda, nicméně bez mezinárodního propojení by české pivovarství bylo něčím zcela obtížně představitelným, nepochybně ale silně rigidním. Stačí vzpomenout vysoký stupeň mezinárodní izolace Česka (Československa) v období komunistické centrálně plánované ekonomiky, kdy ve svobodném světě docházelo k přelévání a optimální alokaci kapitálu, vytvářely se kapitálově a tržně silné pivovarské společnosti, nicméně v tehdejší Československu jako by se zastavil čas, žádná česká společnost se proto nikdy nemohla stát globální pivovarskou společností, přitom minimálně dvě z nich k tomu měly nejen za první republiky, ale i za druhé republiky řádně nakročeno. Těmi společnostmi byly Akcionářský pivovar na Smíchově a Měšťanský pivovar v Plzni, který byl až do meziválečné hospodářské krize československou jedničkou a poté byl předstižen právě Smíchovským pivovarem.

Nicméně mezinárodní izolace měla i svojí světlou stránku, český ležák si udržel svůj sensorický profil a nglobalizoval se třeba tak, jako Heineken či Carlsberg. Stále také díky nízkému přísunu investic a špatné modernizaci došlo k tomu, že v roce 2019 jsou pouze státy

bývalého Československa jedinými, které disponují humnovými sladovny, v Česku jich v roce 2019 bylo 15, na Slovensku pak 3. České sladařství lze dokonce z jistého úhlu pohledu hodnotit jako úspěšnější než české pivovarství, v relativním vyjádření se vyváží více vyprodukovaného sladu než piva, což ale ze strukturálního hlediska není zcela dobře, přece jen pivo je produkt s vyšší přidanou hodnotou než slad, byť jeho kilogramová cena je velice nízká díky vysokému obsahu vody.

Vraťme se ale zpátky k zapojení českého pivovarství do globálních pivovarských struktur. Na kvalitě produkce se nepochybně podepsaly vynálezy umělého chlazení (Německo), izolace čisté kvasničné kultury (Dánsko), Pasterizace (Francie) a řady dalších. Ostatně bez bavorského sládky Josefa Grolla by nikdy nevznikl typický český ležák. Bez mezinárodní spolupráce by české pivovarství nikdy nedosáhlo takového věhlasu, jako dnes má.

Česko je svými klimatickými podmínkami jako stvořené pro zemědělskou výrobu základních (agrárních) surovin pro produkci piva, tedy jarního ječmene a chmele, i to je samozřejmě jedním ze základních předpokladů věhlasu českého pivovarství, byť ne nutně nezbytným. Sice třeba Belgie, Spojené království či Irsko rozhodně nemají ideální podmínky pro produkci chmele (musí ho dovážet), tak věhlas jejich pivovarského sektoru často předčí Česko. Ekonomicky ale význam zemědělských surovin v nákladech na jednotku produkce piva setrvale klesá, což platí celosvětově, ceny agrárních komodit z dlouhodobého hlediska bezmála stagnují, byť krátkodobě mohou mít až několikanásobnou volatilitu. Nárůst cen piva je tedy dán něčím jiným než nárůstem cen surovin. Velké pivovarské společnosti jsou tak schopné na půllitru běžného piva se nákladově u zemědělských komodit vejít do 0,5 Kč, je tak jisté, že vliv těchto cen je na výsledné ceně produktu minimální, byť pivovary často své zdražování produkce odůvodňují právě nárůstem cen zemědělských komodit. Je ale zřejmé, že stále zde musí v nějaké podobě existovat cenový transmisní mechanismus.

## 2 Cíl práce a metodika

### 2.1 Cíl práce

Hlavním cílem diplomové práce je identifikace a kvantifikace cenové transmise ve vertikále produkce piva v Česku. Výzkumné otázky jsou následující:

1. Do jaké míry cena ječmene ovlivňuje cenu sladu.
2. Jak cena vstupních surovin ovlivňuje cenu průmyslových výrobců piva.
3. Jak cena průmyslových výrobců ovlivňuje spotřebitelskou cenu piva.

Daného cíle je dosaženo pomocí ekonometrického modelování.

V práci je provedena charakteristika trhu s pivem a také se vstupními surovinami pro jeho výrobu v Česku. V práci se rovněž kvantifikují vztahy ve vertikále výroby piva. Dále jsou tyto cenové přenosy mezi jednotlivými články vertikály modelovány a analyzovány pomocí ekonometrické analýzy. Práce také zkoumá vývoj cenových časových řad a jejich případné změny.

Jsou stanoveny předpoklady, které se ověřují pomocí ekonometrických analýz:

1. Cena ječmene významně ovlivňuje cenu sladu.
2. Ceny sladu a chmele nemají významný vliv na cenu piva.
3. Cena průmyslových výrobců významně ovlivňuje spotřebitelskou cenu piva.

Analýzy, aplikované v této práci, zohledňují specifika pro daný komoditní trh.

Dílčím cílem je kvantifikace vlivu krize, vyvolané Covidem-19, na spotřebitelskou cenu piva. Cíle je dosaženo pomocí využití příslušného ekonometrického modelu, vhodného pro prognózování. Shromážděná data jsou sezónně očištěna a je z nich odstraněna nestacionarita.

### 2.2 Metodika

Diplomová práce je zpracována do dvou částí. První část je tvořena literární rešerší na téma historie výroby a vzniku piva v Česku a ve světě, a trhu s pivem a se surovinami pro jeho výrobu. Na závěr rešeršní části práce se definují a vymezují základní pojmy z oblasti konstrukce a cenové transmise ve vertikále produkce piva. V této části práce je hojně zastoupena deskriptivní metoda, jež slouží k popisu určitých jevů anebo definování pojmů. Pro posuzování velikosti tržních podílů slouží metoda komparace, tedy srovnávací metoda.

Tato metoda může být použita nejenom k deskripci zkoumaných jevů, ale i ke generalizaci, klasifikaci, typologii, k hledání kauzálních a funkčních souvislostí a následností.<sup>1</sup>

Pro modelování jsou použita data z databáze Českého statistického úřadu, dále pak z databáze Českého svazu pivovarů a sladoven a z interních statistik této profesní organizace. Pro empirickou část práce kromě výše uvedených zdrojů je použita také databáze Celní správy ČR.

K modelování jsou použita data s měsíční periodicitou, celkem 132 pozorování. Časové řady zachycují vývoj jedné proměnné v po sobě jdoucích časových obdobích s chronologickým řazením a liší ve frekvenci, s níž jsou získávány.<sup>2</sup> Základní druhy časových řad ekonomických ukazatelů se dělí na:

- intervalové a okamžikové (dle rozhodného časového hlediska),
- dlouhodobé a krátkodobé (dle periodicity),
- časové řady primárních a sekundárních charakteristik (dle druhu ukazatelů),
- časové řady neutrálních a peněžních ukazatelů (dle způsobu vyjádření).<sup>3</sup>

Pro přehlednost jednotlivých strukturálních parametrů některé řady jednotek jsou pozměněny, aby interpretovatelnost výsledných strukturálních parametrů byla jednodušší.

V druhé, empirické části, je zkoumána cenová transmise mezi jednotlivými články vertikály, počínajíc zemědělskými zpracovateli, přes průmyslové výrobce a končíc spotřebitelem. Pro každý vztah je odvozen prostý ekonometrický model, celkem se tedy jedná o 4 modely. Poté je sestaven simultánní dvourovňový ekonometrický model pro modelování spotřebitelské ceny piva, zvláště pro výčepní pivo a zvláště pro ležák, a to z důvodu odlišných vlastností výsledného produktu. Na závěr je sestavena ex post prognóza pro ceny v roce 2020 a výsledky jsou srovnány se skutečnými hodnotami v roce 2020.

---

<sup>1</sup> ARMER, M., GRIMSHAW, A. *Comparative Social Research. Methodological Problems and Strategies*. New York: John Wiley, 1973. 473 s. ISBN: 978-0471033219.

<sup>2</sup> LEJNAROVÁ, Š., RÁČKOVÁ, A., ZOUHAR, J. *Základy ekonometrie v příkladech*. VŠE v Praze. Nakladatelství Oeconomica, 2009. 276 s. ISBN 978-80-245-1564-9.

<sup>3</sup> HINDLS, R. et al. *Statistika pro ekonomy*. 8. vydání. Praha: Professional Publishing, 2007. 415 s. ISBN: 978-80-86946-43-6.

### 2.2.1 Ekonometrický model

Principem ekonometrické analýzy je spojení ekonomické teorie, matematiky a statistiky. V poslední době je stále častěji využíváno poznatků z informatiky za účelem vyhledávání, měření a empirického ověřování či testování zpravidla ekonomických jevů.<sup>4</sup>

Při tvorbě ekonomického modelu je nutné kvantifikovat ekonomické veličiny, vymezit vazby a vztahy mezi veličinami, formulovat základní hypotézy či tvrzení o chování ekonomických veličin či společenských jevů.<sup>5</sup>

Výpočty v této práci jsou provedeny pomocí SW Gretl nebo MS Excel.

Klasický postup při konstrukci a aplikaci ekonometrického modelu je následující:

1. Ekonomická teorie – studium dokumentů.
2. Tvorba ekonomického modelu.
3. Tvorba ekonometrického modelu.
4. Sběr, zpracování a analýza vstupních dat.
5. Odhad parametrů ekonometrického modelu.
6. Ekonomické ověření modelu – interpretovatelnost.
7. Statistické a ekonometrické ověření.
8. Aplikace ekonometrického modelu nebo jeho zamítnutí, které vrací postup k bodu 1.<sup>6</sup>

Ekonometrický model obsahuje v sobě kromě závislých (endogenních) a nezávislých (exogenních) proměnných stochastickou složku  $u_t$ , čímž se liší od modelu ekonomického. Model může obsahovat také umělé (dummy) proměnné, jež slouží k dynamizaci modelu nebo zachycení šoků, sezónnosti apod. Nula se přiřazuje pro období, kde daný jev nenastal, jednička pak pro období, kde se daný jev vyskytnul. V této práci dummy proměnná slouží pro zachycení šoku vyvolaného Covid-19 (simultánní model SC ležáku a Model 4).

Exogenní proměnné, exogenní proměnné zpožděné a endogenní proměnné zpožděné patří do skupiny predeterminovaných proměnných. Zpožděné proměnné se používají pro dynamizaci modelu (v práci v Modelu 1). K tomu, aby model byl dynamický, tedy

---

<sup>4</sup> HUŠEK, R. *Aplikovaná ekonometrie: teorie a praxe*. Praha: Oeconomica, 2009. 346 s. ISBN 978-80-245-1623-3.

<sup>5</sup> HANČLOVÁ, J. *Ekonometrické modelování: klasické přístupy s aplikacemi*. Praha: Professional Publishing, 2012. 214 s. ISBN: 978-80-7431-088-1.

<sup>6</sup> ČECHURA, L. a kol. *Cvičení z ekonometrie*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2014. 3. vydání. 90 s. ISBN 978-80-213-2405-3.



zahrnoval v sobě faktor času, slouží také zahrnutí časového vektoru, postupných diferencí nebo dummy proměnných.

Endogenní proměnné jsou generovány modelem a představují výsledek působení predeterminovaných a náhodných proměnných. V modelu musí být dodržen stejný počet endogenních proměnných a rovnic a pro splnění podmínek identifikovatelnosti v každé z nich musí být přípustný počet endogenních proměnných.<sup>7</sup>

Identifikace se provádí podle vzorce

$$k^{**} \geq g^* - 1 \quad (1)$$

tedy počet predeterminovaných proměnných nezahrnutých v rovnici ( $k^{**}$ ) musí být větší nebo roven počtu endogenních proměnných zahrnutých v rovnici ( $g^*$ ) snížených o jednu.

Dle typu vazeb mezi endogenními proměnnými jsou modely buď prosté (nejsou dopředné ani zpětné vazby), rekurzivní (mají jen jeden typ výše uvedené vazby), nebo simultánní (obsahují oba typy vazeb).

### 2.2.2 Odhad modelu

Při výběru vhodné metody odhadu parametrů je nutno přihlížet k účelu a charakteru modelu a k nárokům metody na kvalitu a kvantitu dat. Mezi nejznámější metody odhadu parametrů patří:

- metoda nejmenších čtverců,
- dvojestupňová metoda nejmenších čtverců.<sup>8</sup>

Parametry proměnných v Modelech 1 až 4 jsou odhadnuty běžnou metodou nejmenších čtverců (BMNČ).

Podstatou BMNČ je nalezení parametrů, které minimalizují součet čtverců odchylek teoretických a skutečných hodnot vysvětlované proměnné. Obecný vzorec pro výpočet parametrů touto metodou vypadá následovně:

---

<sup>7</sup> TVRDOŇ, J. *Ekonomie*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2015. 5. vyd., 225 s. ISBN 978-80-213-0819-0.

<sup>8</sup> FIALA, P. *Úvod do ekonomie*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2008. 173 s. ISBN 978-80-01-04004-1.

$$\boldsymbol{\gamma} = (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{y} \quad (2)$$

kde jsou:

- $\boldsymbol{\gamma}$  vektor odhadovaných strukturálních parametrů,
- $\mathbf{X}$  matice o rozměru  $(n \times k)$ , obsahující napozorované hodnoty predeterminovaných proměnných (značeno  $k$ ),
- $\mathbf{y}$  vektor  $(n \times 1)$ , jehož obsahem jsou napozorované hodnoty vysvětlované (endogenní) proměnné.<sup>9</sup>

V simultánním modelu v kap. 4.2 odhad strukturálních parametrů je proveden pomocí dvoustupňové metody nejmenších čtverců (DMNČ).

Tato metoda patří mezi metody s tzv. omezenou informací a odhad parametrů je prováděn pro každou rovnici zvlášť. V prvním stupni DMNČ, který vychází z BMNČ, je nahrazena matice napozorovaných hodnot  $Y_2$  maticí  $\hat{Y}_2$ , ve které jsou hodnoty proměnných  $\hat{Y}_2$  odhadnuty na základě regrese na všech predeterminovaných proměnných v modelu. Vyčíslení matice teoretických hodnot vychází ze vztahu:

$$\hat{Y}_2 = (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{Y}_2 \quad (3)$$

Druhý stupeň DMNČ slouží pro výpočet vektoru strukturálních parametrů dle vztahu

$$\begin{bmatrix} \boldsymbol{\beta}_2 \\ \boldsymbol{\gamma}_{1*} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \hat{Y}_2^T \hat{Y}_2 & \hat{Y}_2^T \mathbf{X}_* \\ \mathbf{X}_*^T \hat{Y}_2 & \mathbf{X}_*^T \mathbf{X}_* \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \hat{Y}_2^T \\ \mathbf{X}_*^T \end{bmatrix} \mathbf{y}_1 \quad (4)$$

kde

$\begin{bmatrix} \hat{Y}_2^T \hat{Y}_2 & \hat{Y}_2^T \mathbf{X}_* \\ \mathbf{X}_*^T \hat{Y}_2 & \mathbf{X}_*^T \mathbf{X}_* \end{bmatrix}$  je kovarianční matice  $K$ , jež se skládá ze 4 submatic.  $K^{-1}$  je matice  $C$ .

Výsledný vektor 2. stupně obsahuje vypočtené parametry, které jsou řazeny následujícím způsobem – nejprve jsou uvedeny parametry endogenních proměnných v pořadí, v jakém vstupují hodnoty jednotlivých proměnných do matice  $Y_2$ . Následují parametry

<sup>9</sup> ČECHURA, L. a kol. *Cvičení z ekonometrie*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2014. 3. vydání. 90 s. ISBN 978-80-213-2405-3.

predeterminovaných proměnných v pořadí, v jakém byly jednotlivé predeterminované proměnné zařazeny do matice  $X_*$ .

$X_*$  je matice hodnot predeterminovaných proměnných zahrnutých v odhadované rovnici.<sup>10</sup>

### 2.2.3 Statistická verifikace

Statistická verifikace slouží k posouzení statistické významnosti odhadnutých parametrů, jednotlivých rovnic i celého modelu. V rámci statistické verifikace se hodnotí shoda odhadnutého modelu s daty a statistická významnost odhadnutých parametrů.<sup>11</sup>

Shoda odhadnutého modelu s daty se hodnotí pomocí koeficientu vícenásobné determinace  $R^2$ , příp. korigovaného  $R^2$ , jenž uvádí, z kolika procent změny v chování endogenní proměnné jsou vysvětleny změnami chování exogenních proměnných. Čím větší je koeficient, tím lepší je shoda, maximální hodnota je rovna 100 %. Koeficient vícenásobné determinace je dán vztahem:

$$R^2 = 1 - \frac{S_u^2}{S_y^2} \quad (5)$$

kde jsou

$S_u^2$  reziduální rozptyl,

$S_y^2$  rozptyl vysvětlované proměnné.

Přitom platí, že:

$$S_y^2 = \frac{\sum_{t=1}^n (y_t - \bar{y})^2}{n} \quad (6)$$

$$S_u^2 = \frac{\sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2}{n} \quad (7)$$

kde:

---

<sup>10</sup> ČECHURA, L. a kol. *Cvičení z ekonometrie*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2014. 3. vydání. 90 s. ISBN 978-80-213-2405-3.

<sup>11</sup> ČECHURA, L. a kol. *Cvičení z ekonometrie*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2014. 3. vydání. 90 s. ISBN 978-80-213-2405-3.

$y_t$	jsou skutečné hodnoty vysvětlované proměnné v jednotlivých letech pozorování,
$n$	je délka časové řady,
$\hat{y}_t$	jsou teoretické hodnoty vysvětlované proměnné v jednotlivých letech pozorování,
$\bar{y}$	je průměr skutečných hodnot vysvětlované proměnné.

Korigovaný koeficient determinace se používá, když jsou do modelu přidány další proměnné, a zvyšuje se tak počet stupňů volnosti:

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

kde

$p$  je počet odhadovaných parametrů v dané rovnici.<sup>12</sup>

Dále se statistická významnost jednotlivých strukturálních parametrů hodnotí nejčastěji pomocí t-testu, kde je následně podíl absolutní hodnoty odhadu parametru a standardní chyby porovnán s tabulkovými hodnotami a je určeno, zda je parametr významný či ne. Pro parametry jsou dále počítány 95%, 99% nebo 90% intervaly spolehlivosti. F-testem je dále možné posoudit statistickou významnost rovnice jako celku.<sup>13</sup>

Ve výstupech SW Gretl se statistická významnost parametrů a modelu jako celku interpretuje buď pomocí p-hodnoty, jež musí být  $< \alpha$ , nebo pomocí počtu hvězdiček, jejichž počet je odlišný pro jednotlivé hladiny významnosti. Interpretace je: \*\*\* =  $\alpha$  0,01; \*\* =  $\alpha$  0,05; \* =  $\alpha$  0,1.

#### 2.2.4 Ekonometrická verifikace

V rámci ekonometrické verifikace se provádí detekce multikolinearity, dále pak testy na přítomnost autokorelace reziduí, heteroskedasticity a ověřuje se normalita rozdělení náhodné složky.

<sup>12</sup> ČECHURA, L. a kol. *Cvičení z ekonometrie*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2014. 3. vydání. 90 s. ISBN 978-80-213-2405-3.

<sup>13</sup> FIALA, P. *Úvod do ekonometrie*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2008. 173 s. ISBN 978-80-01-04004-1.

## **Multikolinearita**

Jev zvaný multikolinearita je nežádoucí a může se vyskytovat mezi vysvětlujícími proměnnými. Nelze tedy separovat vlivy jednotlivých proměnných. Pokud se v modelu vyskytuje perfektní multikolinearita, nelze odhadovat parametry. Příčinami multikolinearity může být například nízká variabilita dat. Perfektní multikolinearita se rovná 1, vysoká potom více než  $|0,8|$ . Není tedy pouze zjišťováno, zda je multikolinearita přítomná, ale také její forma a stupeň. Multikolinearitu je možné detekovat prostřednictvím korelační matice. Prvky této matice představují párové korelační koeficienty.<sup>14</sup> Příčinami vzniku multikolinearity mohou být mimo jiné také špatná specifikace modelu nebo zahrnutí zpožděných proměnných.

Řešení multikolinearity spočívá v nahrazení jedné z proměnných, jež multikolinearitu způsobuje, umělou proměnnou, postupnými diferencemi nebo ve vynechání takovéto problematické proměnné, což je ale krajní řešení. Multikolinearita může být také ignorována, pokud odhadnuté parametry jsou statisticky významné. Pro účely analýzy je však nutné zdůraznit, že u proměnných, u nichž byla detekována vysoká multikolinearita, nelze interpretovat parametry jednotlivě (separovaně), protože působí na endogenní proměnnou společně do dané míry.<sup>15</sup>

V této práci se korelační matice pro detekci multikolinearity sestavuje vždy v SW Gretl.

## **Autokorelace reziduí**

Autokorelace se vyskytuje, když náhodná složka modelu v libovolném období pozorování je zkorelována s náhodnou složkou v minulém období nebo s náhodnými složkami v několika předcházejících obdobích. Autokorelace je tudíž chápána jako závislost nikoli mezi dvěma a víc proměnnými, nýbrž mezi posloupností hodnot jedné proměnné, uspořádaných v čase.

Příčinami výskytu autokorelace může být setrvačnost údajů časových řad ekonomických veličin (hodnoty HDP, cenových indexů, produkce atd.), chybná specifikace

---

<sup>14</sup> TVRDOŇ, J. *Ekonometrie*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2015. 5. vyd., 225 s. ISBN 978-80-213-0819-0.

<sup>15</sup> ČECHURA, L. a kol. *Cvičení z ekonometrie*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2014. 3. vydání. 90 s. ISBN 978-80-213-2405-3.

modelu, nezahrnutí podstatných proměnných do rovnice, nevhodný matematický tvar funkce, chyby v měření nebo zahrnutí zpožděných proměnných.<sup>16</sup>

Důsledkem autokorelace jsou nestranné a konzistentní, avšak ne nejlepší odhady parametrů. Odhady rozptylu reziduí jsou podhodnocené.

Pro testování autokorelace 1. řádu slouží Durbin-Watsonova statistika, vyjádřena vztahem

$$DW = \frac{\sum_{t=2}^n (u_t - u_{(t-1)})^2}{\sum_{t=1}^n u_t^2} \quad (9)$$

Jedná se tedy o podíl součtu čtverců rozdílů sousedních reziduí a reziduálního součtu čtverců.

Pro daný počet stupňů volnosti  $n-p$  lze stanovit empirická rozdělení horní ( $d_U$ ) a dolní ( $d_L$ ) meze statistiky  $d$ , jejichž hodnoty jsou pro používané hladiny významnosti a pro různé počty stupňů volnosti tabelovány.

Je-li  $0 < d < d_L$  nebo  $4-d_L < d < 4$ , pak platí, že v modelu je přítomná autokorelace 1. řádu. V případě, že  $d_U < d < 4-d_U$ , hypotézu sériové nezávislosti nelze zamítnout. V případech, kdy  $d_L \leq d \leq d_U$ , popř.  $4-d_L \geq d \geq 4-d_U$ , výsledek testu spadá do tzv. šedé zóny, výsledky jsou tedy neprůkazné.<sup>17</sup>

Durbin-Watsonova statistika není vhodná pro modely, v nichž se mezi vysvětlujícími proměnnými vyskytuje endogenní zpožděná proměnná, a také pro testování vyššího řádu autokorelace. V takovém případě se používá Breusch-Godfreyův test.

V této práci se používají údaje s měsíční periodicitou, testuje se tedy autokorelace 12. řádu pomocí BG testu.

Postup je následující:

1. Proveďte se odhad LRM pomocí BMNČ a spočítají se všechna rezidua  $u_t$ .
2. Specifikujte se pomocná regrese reziduí  $u_t$ , na všech regresorech modelu a na reziduích  $u_{t-1}, u_{t-2}, \dots, u_{t-n}$ .

---

<sup>16</sup> HUŠEK, R. *Aplikovaná ekonometrie: teorie a praxe*. Praha: Oeconomica, 2009. 346 s. ISBN 978-80-245-1623-3.

<sup>17</sup> HUŠEK, R. *Aplikovaná ekonometrie: teorie a praxe*. Praha: Oeconomica, 2009. 346 s. ISBN 978-80-245-1623-3.

3. Z pomocné regrese odhadnuté BMNČ se spočítá testovací statistika a porovná se s testovací hodnotou.<sup>18</sup>

V této práci je BG test proveden v Gretlu, kde se p-hodnota porovnává s hladinou významnosti, a je-li větší, platí hypotéza o nepřítomnosti autokorelace reziduí.

Autokorelaci lze řešit buď použitím robustních chyb odhadu, nebo v případě aplikace modelu pro účely prognózy použitím Cochran-Orcuttovy metody. Další možností je zahrnutí opomenuté podstatné vysvětlující proměnné, dynamizace modelu nebo zvolení jiného funkčního tvaru funkce.

### **Heteroskedasticita**

Specifikační předpoklad modelu v sobě zahrnuje požadavek konečného a konstantního rozptylu náhodných složek, tedy homoskedasticitu (stejnorozptylovost). Není-li rozptyl konstantní v čase, jedná se o heteroskedasticitu (různorozptylovost).

Příčinami vzniku heteroskedasticity jsou např. chybná specifikace modelu, opomenutí podstatné exogenní proměnné, kumulace chyb měření, skupinové průměry pozorování apod.

Důsledkem heteroskedasticity jsou nestranné, konzistentní, avšak ne nejlepší bodové odhady regresních parametrů. Běžné testy statistické verifikace vykazují zkreslené výsledky, jsou podhodnoceny nebo nadhodnoceny.

Existuje několik testů heteroskedasticity, v této práci se používá Whiteův test a Pesaran-Taylorův test.

Whiteův test je asymptotický a kromě rozsáhlého počtu pozorování (aspoň 30) vyžaduje správnou specifikaci modelu, nikoliv normalitu. Požadavek konstantního a konečného rozptylu nahrazuje White slabším požadavkem, že čtverce reziduí  $u_i^2$ , odhadnutých BMNČ, nejsou zkorelovány s žádným z regresorů modelu, s jejich čtvercem, a s párovými součiny (vzájemnými násobky).<sup>19</sup>

Pesaran-Taylorův test je použit pro model odhadnutý DMNČ. V obou případech se testuje v Gretlu, p-hodnota testu se porovnává s hladinou významnosti a je-li větší, platí hypotéza o přítomnosti homoskedasticity.

Zjednodušenou variantou Whiteova testu je Breusch-Paganův test, jež pouze testuje, zdá odhadnutý rozptyl reziduí je závislý na hodnotách exogenních proměnných.

---

<sup>18</sup> HUŠEK, R. *Aplikovaná ekonometrie: teorie a praxe*. Praha: Oeconomica, 2009. 346 s. ISBN 978-80-245-1623-3.

<sup>19</sup> HUŠEK, R. *Aplikovaná ekonometrie: teorie a praxe*. Praha: Oeconomica, 2009. 346 s. ISBN 978-80-245-1623-3.

Existuje několik způsobů řešení heteroskedasticity. Nejjednodušší je ignorování daného jevu, avšak s použitím robustních chyb (HAC) při odhadu. Robustní znamená, že při velkých výběrech zůstávají i v případě heteroskedasticity parametry konzistentními.<sup>20</sup> To by mělo zmírnit dopady výskytu heteroskedasticity, ale ne vždy.

V této práci se pro eliminaci tohoto nežádoucího jevu používá metoda vážených nejmenších čtverců (MVNČ). Metoda spočívá v zahrnutí váhové proměnné, v Modelu 3 se jedná o reciproční hodnota čtverců reziduí. Odhad parametrů modelu je pak shodný s klasickou BMNČ, ale je aplikovaný ne na původní data, ale na data, jež jsou vážená hodnotami úměrnými velikostem měnících se čtverců náhodných složek.

Další možností je využití ARCH a GARCH modelů. ARCH model funguje na principu autoregresní podmíněné heteroskedasticity. To je dynamická heteroskedasticita závislá na minulých hodnotách náhodné složky, což rozpracoval Robert Engle v roce 1982.

Jednou z nejčastěji používaných variant je zobecněný model ARCH neboli GARCH. Oproti modelu ARCH je model GARCH rozšířen o zpožděné hodnoty podmíněného rozptylu a používá se hlavně ve finanční ekonometrii, protože adekvátně popisuje shluky volatility<sup>21</sup> v datech.<sup>22</sup>

V této práci je provedeno srovnání výsledku řešení výskytu heteroskedasticity v 1. rovnici Modelu 3, a to pomocí MVNČ a metody opravené heteroskedasticity, kterou nabízí Gretl a jež se zaměřuje na odhad modelu se zahrnutím heteroskedasticky korigovaných standardních chyb bez změny parametrů. Výsledky jsou uvedené v Tab. 13.

### **Normalita reziduí**

Normalita reziduí znamená, že rozdělení náhodné složky je normální. Pro ověření tohoto předpokladu slouží Jarque-Bera test.

$$JB = \frac{n}{6} \left( S^2 - \frac{K^2}{4} \right) \quad (11)$$

kde:

$n$  je počet pozorování,

---

<sup>20</sup> WHITE, H. *A Heteroscedasticity-Consistent Covariance Matrix Estimator and a Direct Test for Heteroscedasticity*. *Econometrica*, 1980. 48 (4): 817–838. DOI:10.2307/1912934.

<sup>21</sup> Volatilita je míra variace řady tržních cen v čase.

<sup>22</sup> HUŠEK, R. *Aplikovaná ekonometrie: teorie a praxe*. Praha: Oeconomica, 2009. 346 s. ISBN 978-80-245-1623-3.



$S$  je šikmost,  
 $K$  je špičatost.<sup>23</sup>

Výsledná p-hodnota je porovnána s hladinou významnosti a je-li větší, platí hypotéza o normálním rozdělení náhodné složky. Výsledky lze rovněž odvodit graficky pomocí Gaussovy křivky.

### 2.2.5 Aplikace modelu

#### Elasticita

Při aplikaci modelu ve strukturální analýze nebo v simulaci efektů a různých scénářů se často využívá koeficientů pružnosti (elasticity). Pružnost umožňuje vyjádřit působení exogenní proměnné na endogenní proměnnou relativně (v procentech). Relativní vyjádření umožňuje srovnat intenzitu působení jednotlivých vysvětlujících proměnných na proměnnou vysvětlovanou, tj. porovnání při odlišných jednotkách. Obecný vztah pro odvození koeficientu pružnosti (elasticity) pomocí přesné metody je následující:

$$E = \frac{\partial y}{\partial x_i} \frac{x_i}{\hat{y}} \quad (12)$$

Ze vztahu je patrné, že pružnost je podílem procentické změny vysvětlované proměnné ku procentické změně  $i$ -té vysvětlující proměnné. Proto samotná pružnost vychází v procentech a informuje o procentické změně vysvětlované proměnné při jednocentní změně příslušné  $i$ -té vysvětlující proměnné. Koeficienty pružnosti mohou nabývat hodnot v intervalu  $(-\infty; \infty)$ .<sup>24</sup>

Je-li koeficient v absolutní hodnotě menší než 1, znamená to nízkou elasticitu. Je-li koeficient v absolutní hodnotě větší než 1, značí to vysokou pružnost.

#### Aditivní dekompozice

Součástí této práce je ex post prognóza. Předpovědi ex post vysvětlované proměnné získáme tehdy, můžeme-li s jistotou stanovit hodnoty jak endogenních, tak i exogenních proměnných v období předpovědi. Porovnáním předpovědi ex post se skutečnou hodnotou

---

<sup>23</sup> TVRDOŇ, J. *Ekonometrie*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2015. 5. vyd., 225 s. ISBN 978-80-213-0819-0.

<sup>24</sup> ČECHURA, L. a kol. *Cvičení z ekonometrie*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2014. 3. vydání. 90 s. ISBN 978-80-213-2405-3.

predikované proměnné lze určit chybu předpovědi, pomocí které lze ověřit vhodnost ekonometrického modelu k prognózování nebo sílu odchylky.<sup>25</sup>

Pro sestavení kvalitní prognózy je nutné mít kvalitní časovou řadu. K analýze časové řady dochází nejčastěji z důvodu možnosti extrapolace jejích budoucích hodnot na základě vysledovaných trendů.<sup>26</sup> Časová řada se skládá z trendové složky (Tr), sezónní složky (Sz), cyklické složky (C) a náhodné složky (E). Sezónní složka popisuje periodické změny v řadě, které se odehrávají během jednoho kalendářního roku a každý rok se opakují. Sezónní změny jsou způsobeny mj. lidskými zvyky zakotvenými institucionálně v ekonomické aktivitě. Pro prognózu je zapotřebí očištěná časová řada, tedy bez sezónní složky. Očištění je nezbytné a provádí se pomocí aditivní dekompozice. Aditivní dekompozice má tvar:

$$y_t = Tr + C + Sz + E \quad (13)$$

Při aditivním rozkladu jsou jednotlivé složky uvažovány ve svých skutečných absolutních hodnotách a jsou měřeny v jednotkách řady  $y_t$ .<sup>27</sup>

Postup při aditivní dekompozici je následující:

1. Zkonstruují se centrované klouzavé průměry  $\bar{y}_t^{(12)}$ .
2. Zkonstruované klouzavé průměry lze považovat za hrubý odhad trendové složky, který umožní řadu trendově očistit:

$$y_t^* = y_t - \bar{y}_t^{(12)} \quad (14)$$

3. Odhadnou se necentrované sezónní faktory  $I_1^*, I_2^* \dots I_{12}^*$ ; přitom se sezónní faktor  $I_j^*$  pro  $j$ -tý měsíc v roce odhadne jako aritmetický průměr všech hodnot  $y_t^*$ , které odpovídají  $j$ -tému měsíci v roce ( $j = 1, \dots, 12$ ).
4. Proveďte se centrování hodnot  $I_1^*, I_2^* \dots I_{12}^*$  odečtením jejich aritmetického průměru:

$$I_j = I_j^* - \bar{I}^*, j = 1 \dots 12$$

---

<sup>25</sup> HUŠEK, R. *Aplikovaná ekonometrie: teorie a praxe*. Praha: Oeconomica, 2009. 346 s. ISBN 978-80-245-1623-3.

<sup>26</sup> ŠTĚDRONĚ, B. *Prognostické metody a jejich aplikace*. Praha: C.H. Beck, 2012. 1.vydání. 224 s. ISBN 978-80-7179-174-4.

<sup>27</sup> CIPRA, T. *Analýza časových řad s aplikacemi v ekonomii*. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1986. 1. vydání. 248 s.

5. Proveďte se konečné sezónní očištění řady do tvaru:

$$\hat{y}_t^{(12)} = y_t - I_j \quad (15)$$

kde  $t$  odpovídá  $j$ -tému měsíci v roce.<sup>28</sup>

### **Test jednotkového kořene**

O dynamických modelech ekonomických časových řad se předpokládá, že jsou konstruovány z napozorovaných ekonomických veličin, která vyhovují požadavku stacionarity. Pokud není tato vlastnost splněna, transformují se nestacionární časové řady původních pozorování na stacionární pomocí prvních nebo vyšších diferencí a označují se jako integrované řady prvního nebo vyššího řádu.

Většina ekonomických časových řad, které jsou vyjádřeny v nominálních cenách, je nestacionární, protože tyto údaje vykazují zřetelný trend, zpravidla rostoucí. Proto se z nich při jejich využití trend eliminuje, a to dvěma způsoby: buď zahrnutím časového vektoru jako exogenní proměnné, anebo nahrazením původních dat postupnými diferencemi.<sup>29</sup>

Obsahuje-li proces jednotkový kořen, vzniká nestacionarita. Pro detekci tohoto jevu se používají testy jednotkového kořene. Nejčastěji k tomu slouží Dickey Fullerovy testy (DF testy). Jimi navržené testovací statistiky byly odvozeny na základě regresního vztahu zahrnujícího konstantu a trend.<sup>30</sup>

V Gretlu se k testování stacionarity používá ADF test, tedy rozšířený DF test, jež je použitelný při velkých výběrech i v případě autokorelace náhodných složek. Výběr řádu zpoždění se posuzuje podle Bayesova informačního kritéria (BIC). Je-li  $p$ -hodnota testu menší než hladina významnosti, platí, že v procesu je přítomná nestacionarita. Poté se pozorování nahradí prvními diferencemi a po opakování testu výsledek  $p$ -hodnoty již neukazuje na přítomnost nestacionarity.

### **ADL model**

V této práci pro účely prognózy je sestaven ADL model. ADL ( $n$ ,  $p$ ) model je model vícerozměrných časových řad a je odvozen na základě dvou stacionárních očištěných

---

<sup>28</sup> CIPRA, T. *Finanční ekonometrie*. Praha: Ekopress, 2008. 538 s. ISBN: 978-80-86929-43-9.

<sup>29</sup> HUŠEK, R. *Aplikovaná ekonometrie: teorie a praxe*. Praha: Oeconomica, 2009. 346 s. ISBN 978-80-245-1623-3.

<sup>30</sup> HUŠEK, R. *Aplikovaná ekonometrie: teorie a praxe*. Praha: Oeconomica, 2009. 346 s. ISBN 978-80-245-1623-3.

časových řad. Jedná se o jednorovnicový model popisující jednosměrnou závislost mezi proměnnými, kde  $n$  je počet zpoždění endogenních proměnných,  $p$  je počet zpoždění exogenních proměnných.

Zápis obecného ADL modelu je následující:

$$y_t = f(y_{t-n}, x_t, x_{t-n}), \text{ přičemž } x_t \text{ nemusí být zahrnuto v modelu.}$$

Po úpravě časových řad následuje volba délky zpoždění, která musí být vždy stejná pro obě proměnné. Maximální zpoždění je voleno na základě minimální hodnoty informačního kritéria (Akaikevo, Bayesovo nebo Hannan-Quinnovo). Každé kritérium vychází z odlišných předpokladů, takže poskytují odlišné výsledky. Nejmírnější je BIC.

Poté, co je zvolena optimální délka zpoždění, se odvozuje ADL model. Prognózované hodnoty jsou dopočítány v MS Excel, nejprve pro časovou řadu postupných diferencí, poté pro očištěnou časovou řadu a na závěr je nutno odvodit prognózu na úroveň původních dat.

### **Hodnocení přesnosti prognózy**

Hodnocení přesnosti prognózy se používá k ověření, zda byl vybrán vhodný ekonometrický model a jak velká je odchylka prognózovaných hodnot od skutečných. V této práci se ovšem vychází z předpokladu, že prognóza není přesná, neboť není schopná předpovědět vliv šoku vyvolaného Covid-19 na rok 2020. Takže se hodnotí, jak moc šok ovlivnil časovou řadu vývoje cen ležáku.

Pro tento účel se používá neparametrické kritérium, a to střední absolutní procentní chyba

$$MAPE = \frac{100}{h} \sum_{t=n+1}^{n+h} \left| \frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t} \right| \quad (16)$$

kde

$h$  je délka horizontu předpovědi.

Hodnota MAPE by měla být co nejblíže nule.

## 3 Teoretická východiska

### 3.1 Historie výroby piva

Pivo je známo lidem již od pradávna, což z něj udělalo vzácný, cenný a velice zajímavý nápoj. Jakmile před tisíci lety byla zjištěna kašovitá směs, matně připomínající pivo v jeho současné podobě, její účinky nezůstaly opomíjeny. Neexistuje okamžik, od kterého začíná vývoj historie piva, neboť mnoho odborníků a milovníků tohoto kvašeného nápoju se shodlo v názoru, že příprava piva nebyla vynálezem, ale výsledkem souhry náhod.<sup>31</sup>

Samozřejmě, tehdejší podoba piva se od současné výrazně lišila. Nebyla nasycena oxidem uhličitým, měla kašovitou strukturu a přidávaly se tam různé bylinky. Obsah alkoholu zřejmě kolísal, ale jistě byl v nápoji přítomen.<sup>32</sup> Vědomosti o zkvašeném nápoji z obilí, který se podobal současnému pivu, jsou až do neolitu. První kvašený nápoj z obilí vznikl asi tak, že do nádoby s obilím napršelo a za přítomnosti různých mikroorganismů se rozběhl proces spontánního kvašení. Po ochutnání bylo zjištěno, že kašovitý nápoj má opojný účinek.<sup>33</sup> Šlo o proces rozštěpení cukrů ze škrobu obilnin na alkohol a CO<sub>2</sub>. Samotný proces kvašení byl poprvé popsán až v roce 1857 francouzským biologem Louisem Pasteurem.<sup>34</sup>

#### 3.1.1 Historie vzniku piva ve světě

Za kolébku piva se zpravidla považuje Mezopotámie, kde se již v 10. až 7. tisíciletí př. n. l. pěstovalo obilí. Později Sumerové, Akkadové, Babyloňané a Asyřané pěstovali ječmen, pšenici a proso a znali pravděpodobně i obilné kvašené nápoje. Technologie výroby piva v Sumeru a v Egyptě měla patrně podobný původ. Obilniny, jež byly sešrotovány, se máčely a sušily na slunci, zatímco část obilnin byla odebrána a opražena. Šrot se dále zahříval v pecích a poté se sušil a nechal se kvasit ve směsi vody a zbytků starého piva. Výsledný produkt byl přefiltrován do hliněných nádob. Chmel se v té době k výrobě piva nepoužíval, a tak bylo pivo pravděpodobně nasládlé.<sup>35</sup>

---

<sup>31</sup> BASAŘOVÁ, G. a kol. *České pivo*. Praha: Havlíček Brain Team, 2011. 309 s. ISBN: 978-80-87109-25-0.

<sup>32</sup> HASÍK, T. *Svět piva a piva světa*. 1. vyd. Praha: Grada, 2013. 128 s. ISBN 978-80-247-4648-7.

<sup>33</sup> MAIER, T. *Minipivovary a řemeslné pivovary*. Praha: Národní zemědělské muzeum. 2019. 189 s. ISBN: 978-80-88270-10-2.

<sup>34</sup> KOLLÁR, A. *Pivo: zdraví, souvislosti, žízeň, obezita, alkoholismus, kuriozity*. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM. 2012. 154 s. ISBN 978-80-7204-795-6.

<sup>35</sup> NOVÁK, J. A. *Utajené osobnosti českých dějin: vědci, vynálezci a podnikatelé, na které se mělo zapomenout*. Vyd. 1. Frýdek-Místek: Alpress. 2014. 336 s. Knihy záhad. ISBN 978-80-7466-534-9.

Jedním z důkazů, že se pivo vysoce cenilo již ve starověké době, je zmínka, že v Egyptě bylo oblíbeným nápojem napříč celou společností a mělo funkci platidla. Docházelo také k budování pivovarů a pivovarnictví zde zažilo svůj Zlatý věk.<sup>36</sup>

Do Evropy se pivo dostalo později. Ve velké oblibě ho měli Keltové a považovali pivo za nápoj bohů. Keltové naučili pít pivo nejen Římany, ale i své germánské sousedy, kteří pili pivo velmi náruživě a využívali prý každé příležitosti. Slované se přidali k milovníkům piva sice později, ale významně jej v 8 – 9. stol. n. l. obohatili o kvalitní chmel,<sup>37</sup> čímž se chuť tehdejšího piva ještě více přiblížila k současné.

Rozšíření pěstování obilí do Evropy ovlivnilo i objev a zvýšení konzumace piva a použití obilí pro tyto účely. Ovšem začátkem 9. stol. n. l. církve značně omezovala použití obilí k produkci piva, a to kvůli jejímu nedostatku a zvětšení rezerv pro výrobu chleba. Ve městě Cáchy (Německo) církevní koncil doporučil, aby se kláštery věnovaly zemědělství a výrobě piva, odkazující na tehdejší pravidlo „*liquida non fragunt lentum*“, tedy v překladu „nápoje postu neruší“. Mniši se díky tomuto rozhodnutí začali intenzivně věnovat výrobě piva.<sup>38</sup>

Ve středověkých domácnostech se vesměs vařilo pivo. Zlom nastal s rozmachem vrcholného středověku, tedy od 11. stol. n. l., kdy začaly vznikat první pivovary a pivovarnické cechy. Jedním z nejcennějších práv se stalo právo várečné, tedy právo vařit pivo. Vaření piva kláštery začínalo vadit okolním městům a panovníkům, jelikož kláštery neplatily tzv. daň z piva. Proto šlechta začala protěžovat měšťanské pivovary a klášterní pivovary postupně zanikaly.<sup>39</sup>

Právem, jež ovlivňovalo výrobu piva, bylo také tzv. právo mílové. V okruhu jedné míle nikdo kromě měšťanů daného města nesměl provozovat obchodní a řemeslnou činnost, tedy ani vařit pivo. Délka míle se lišila dle místa, byla od 7 do 12,5 km.

V roce 1516 n. l. v Bavorsku byl vydán tzv. Reinheitsgebot – výnos vévody Viléma IV o čistotě piva. Ten ustanovil, že k výrobě piva se smí používat pouze voda, chmel a ječný slad. Tímto kvalitativním příkazem došlo k výraznému zlepšení úrovně výroby tehdejšího

---

<sup>36</sup> STANĚK, J. *Blahoslavený sládek: kapitoly z dějin piva*. 2., upravené vyd. Praha: Paseka, 1998. 312 s. ISBN 80-718-5188-4.

<sup>37</sup> KOLLÁR, A. *Pivo: zdraví, souvislosti, žízeň, obezita, alkoholismus, kuriozity*. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM. 2012. 154 s. ISBN 978-80-7204-795-6.

<sup>38</sup> CHLÁDEK, L. *Pivovarnictví - řemesla, tradice, technika*. 1. vyd. Praha: Grada, 2007. 207 s. ISBN 978-80-247-1616-9.

<sup>39</sup> HASÍK, T. *Svět piva a piva světa*. 1. vyd. Praha: Grada, 2013. 128 s. ISBN 978-80-247-4648-7.

piva směrem k modernímu pivu, jak je známé dnes. Výjimku mělo pouze pšeničné pivo, které bylo povoleno vařit i ze sladu pšeničného. Tento výnos platí v Německu dodnes,<sup>40</sup> nicméně již není právně závazný.

V 19. století pocházela většina vyrobeného piva v západní Evropě z malovýrobních podniků a byla určena pro spotřebu místních obyvatel. Během průmyslové revoluce byly tyto malé pivovary pohlceny obřími, mnohdy nadnárodními koncerny.<sup>41</sup>

Ve druhé polovině 20. století došlo ke dvěma klíčovými trendům v pivovarnictví: rozšíření největších pivovarů do nových regionů a konsolidace průmyslu – akvizice, fúze a vstup na kapitálový trh. Díky těmto trendům se pivovarnický průmysl stal globálním. Do té doby bylo pivo jen místním neboli lokálním produktem. Změny struktury trhu během posledních desetiletí vedly k velké konsolidaci, která vyústila v menší počet aktivních pivovarů po celém světě.<sup>42</sup>

### 3.1.2 Historie vzniku piva v České republice

Existence pivovarnictví na území dnešní České republiky souvisí i s kláštery, které se věnovaly produkci piva. K rozmachu začalo docházet kolem 10. stol. př. n. l. Pivo se k nám obecně dostalo v primitivních formách prostřednictvím keltských Bójů, germánských kmenů a Slovanů. Zpočátku bylo pivo určeno k zasyčení obyvatel a vyrábělo se pouze v jednotlivých domácnostech.<sup>43</sup>

První zpráva o výrobě piva se váže k Břevnovskému klášteru. Uvádí se, že v roce 993, kdy byl klášter vysvěcen druhým českým biskupem Vojtěchem, vyráběli tamní benediktini pivo a víno.<sup>44</sup>

Z roku 1088 je známa nadační listina kolegiální vyšehradské kapituly, což je první písemný doklad o pivovarství na českém území. Je tam zmínka o pivovaru Na Trávníku, pravděpodobně stál pod Vyšehradem,<sup>45</sup> dále jsou tam zmíněni Sobík, Šešur a Častoň, kteří v tomto pivovaru dělali sládka.

---

<sup>40</sup> NOVOTNÝ, P. *Pivařka: tajemství domácího pivovarství*. Vydání první. 2017. Brno: Jota, 328 s. ISBN 978-80-7565-108-2.

<sup>41</sup> JACKSON, M. *Pivo – Průvodce světem piva pro laiky i odborníky*. Fortuna Print, 2001. 544 s. ISBN: 80-86144-17-8.

<sup>42</sup> SWINNEN, J. *The Economics of Beer*. Oxford University Press. 1. vydání, 2011. 352 s. ISBN: 978-0199693801

<sup>43</sup> Český svaz pivovarů a sladoven – *zpráva o českém pivovarství a sladařství*. 2007.

<sup>44</sup> BASAŘOVÁ, G. a kol. *České pivo*. Praha: Havlíček Brain Team, 2011. 309 s. ISBN 978-80-87109-25-0.

<sup>45</sup> POLÁK, M. *Pražské pivovárky a pivovary*. Praha: Libri, 2003. 244 s. ISBN 80-7277-193-0.

Kromě vzniku práva mílového a práva várečného (viz 3.1.1.) výrobu piva ovlivnilo také právo propinační (též výčepní). Platilo v období 1517 až 1869 a držitelé tohoto práva měli oprávnění k vaření a prodeji piva a k produkci lihovin. Pokud město získalo propinační právo, získalo s tím i možnost vybírat poplatky za zvenčí dovážený alkohol,<sup>46</sup> fakticky to tedy umožnilo vznik monopolu.

Dalšími faktory, které měly negativní vliv na počet měšťanských pivovarů, byla bitva na Bílé hoře a třicetiletá válka. Počet pivovarů v Čechách po třicetileté válce prudce poklesl.<sup>47</sup> Zlom nastal v 18. stol., kdy František Ondřej Poupě navrhnul jiná – nová zařízení pro výrobu piva, čímž zlepšil jeho kvalitu a také založil první školu pivovarství. Na výrobu sladu se začal více používat ječmen.

V roce 1842 se otevřel Měšťanský pivovar v Plzni (dnešní Plzeňský Prazdroj). Sládek Josef Groll, který pocházel z Vilshofenu v Bavorsku, zde uvařil první várku prototypu dnešního spodně kvašeného světlého ležáku plzeňského typu z měkké plzeňské vody, světlého sladu a žateckého chmele.<sup>48</sup>

Období let 1869 – 1880 dalo vzniknout mnoha novým moderním podnikům a znamenalo zánik pro mnoho starých. Bylo postaveno 34 právovárečných, akciových, družstevních a soukromých pivovarů. Výroba piva byla koncentrována do větších celků, a tak se v Čechách v letech 1835 – 1900 snížil počet pivovarů z 1087 na 804. Přitom celková produkce piva stoupla zhruba o 10 000 000 hl.<sup>49</sup> Došlo i ke změně struktury vařených piv – v naprosté většině převládala spodně kvašená piva, ačkoli jejich výroba byla technicky náročnější než svrchně kvašených. Během 43 let (1841-1884) došlo k nárůstu spodně kvašených piv o 97 p. b.<sup>50</sup>

Konec druhé světové války a následná změna režimu v Československu měla razantní dopad na pivovarnictví. Docházelo k hromadnému zestátnování pivovarů v rámci znárodnování. Postupně byly zestátněny všechny pivovary. Jednalo se o 8 národních

---

<sup>46</sup> POLÁK, M. *Pražské pivovárky a pivovary*. Praha: Libri, 2003. 244 s. ISBN 80-7277-193-0.

<sup>47</sup> CHLÁDEK, L. *Pivovarnictví - řemesla, tradice, technika*. 1. vyd. Praha: Grada, 2007. 207 s. ISBN 978-80-247-1616-9.

<sup>48</sup> VERHOEF, B. *Velká encyklopedie piva*. Praha: Rebo Productions, 2004. 304 s. ISBN 80-7234-116-2.

<sup>49</sup> BASAŘOVÁ, G., KOSAŘ K. *Nejslavnější éra českého pivovarnictví*. Kvasný průmysl. 46. 2000. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s., 46(4), 99-101. DOI: 10.18832/kp2000007. ISSN 2571-3868.

<sup>50</sup> KRATOCHVÍLE, A. *Pivovarství českých zemí v proměnách 20. století*. 1. vydání. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, 2005. 265 s. ISBN 80-86576-16-7



pivovarů, které sdružovaly pivovary v daných krajích. Jednalo se například o Jihočeské pivovary, Pražské pivovary, Plzeňské pivovary, Moravsko-slezské pivovary a další.<sup>51</sup>

Po pádu komunismu v Československu v roce 1989 se celé odvětví dočkalo opět řady změn. Většina z pivovarů byla privatizována, vznikaly akciové společnosti či společnosti s ručením omezeným. V malém množství se z pivovarů též staly národní podniky.<sup>52</sup>

Se začátkem 21. století je v českém pivovarnictví zřetelný trend přílivu cizího kapitálu zahraničních nadnárodních společností, které v současné době ovládají většinu významných pivovarů.<sup>53</sup> Od konce první dekády tohoto tisíciletí jsou dlouhodobé pozitivní trendy nejen ve výstavu piva, ale i v počtu pivovarů, a hlavně nových minipivovarů, které mají úspěch a rostoucí popularitu u spotřebitelů. Stavem k lednu 2019 bylo v České republice 488 aktivních pivovarů,<sup>54</sup> což ji umísťuje na 6. místo v EU. V porovnání s rokem 2012 počet pivovarů vzrostl o 129 %.

### 3.2 Trh s pivem v České republice

Pivovarství je důležité odvětví pro českou ekonomiku. V roce 2018 příjmy státu ze spotřební daně na pivo činily zhruba 190 mil. EUR,<sup>55</sup> což je o 10,7 % více oproti roku 2017. Pivo tvoří v průměru 25 % tržeb v českém pohostinství, vytváří pracovní příležitosti pro 65 000 lidí, svým dodavatelům ročně zaplatí 20 mld. Kč, přičemž více než 91 % směřuje k českým firmám, pivovarský sektor je významným odběratelem produkce českých zemědělců.<sup>56</sup>

V roce 2019 se výstav piva celkem zvýšil o 1,6 % na 21,6 mil. hl,<sup>57</sup> z toho 16,6 mil. hl pro domácí trh. Oproti roku 2011, kdy výstav piva byl nejmenší za posledních deset let, nárůst činil 16,1 %. Nejvíce piva se vyváží do zemí EU, a to na Slovensko (1,4 mil. hl), do Německa a Polska. Mimo EU to je hlavně Rusko a Jižní Korea. Největšími importéry piva do ČR jsou Polsko (172 tis. hl), poté následuje Maďarsko a Německo. Spotřeba piva

---

<sup>51</sup> CHLÁDEK, L. *Pivovarnictví - řemesla, tradice, technika*. 1. vyd. Praha: Grada, 2007. 207 s. ISBN 978-80-247-1616-9.

<sup>52</sup> BASAŘOVÁ, G. a kol. *České pivo*. Praha: Havlíček Brain Team, 2011. 309 s. ISBN 978-80-87109-25-0.

<sup>53</sup> STANĚK, J. *Blahoslavený sládek: kapitoly z dějin piva*. 2., upravené vyd. Praha: Paseka, 1998. 312 s. ISBN 80-718-5188-4.

<sup>54</sup> THE BREWERS OF EUROPE. *Beer Statistics 2019*. Dostupné online z <https://brewersofeurope.org/uploads/mycms-files/documents/publications/2019/european-beer-trends-2019-web.pdf> [cit. 16.09.2020].

<sup>55</sup> Dle kurzu 12/2018 ČNB 4 907 700 000 Kč, zdroj: ARAD

<sup>56</sup> ČESKÝ SVAZ PIVOVARŮ A SLADOVEN. *Pivovarské statistiky*. 2019.

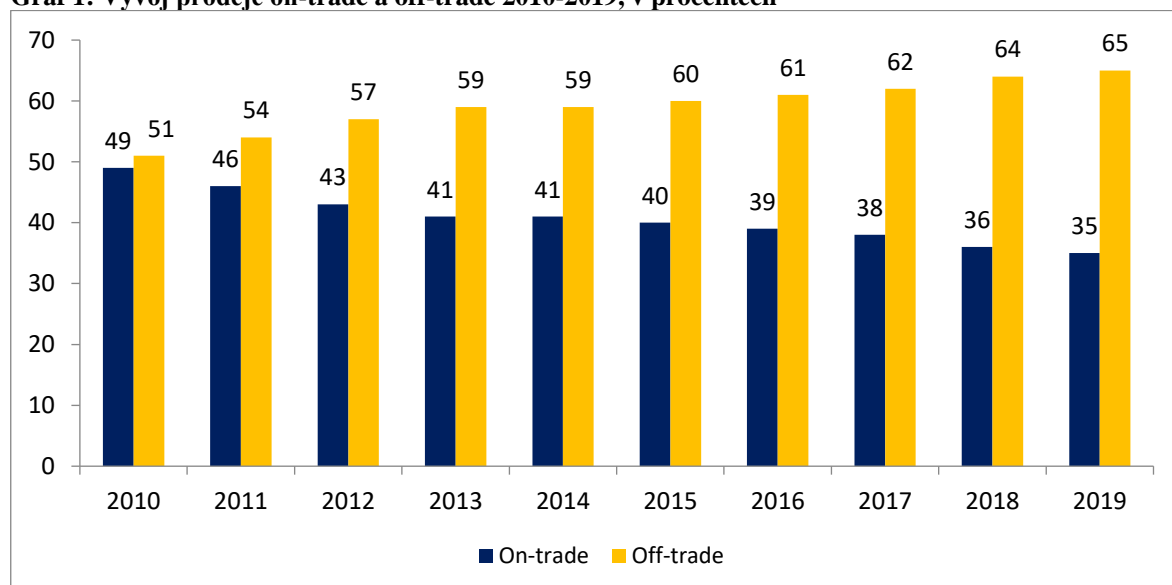
<sup>57</sup> ČESKÝ SVAZ PIVOVARŮ A SLADOVEN. *Pivovarské statistiky 2019*. 2020. Dostupné online z <http://ceske-pivo.cz/download/tiskove-zpravy/2020/csps20200520.pdf> [cit. 16.09.2020].

per capita v roce 2019 dosáhla úrovně 142 litrů, což posouvá Českou republiku dlouhodobě na první místo v Evropě, a rozdíl mezi ČR a Rakouskem, které je na 2. místě, činí 35 litrů. Nehledě ale na absolutní prvenství v Evropě, vlivem změny životního stylu a spotřebitelských preferencí dochází v tuzemsku k poklesu spotřeby piva na osobu.

Důležitý je také prodej různými distribučními kanály – on-trade (přímý) a off-trade (nepřímý). Faktor distribuce hraje velkou roli při vytváření a rozšiřování tržního podílu produktu, značky nebo firmy. Řada zákazníků se totiž o nákupu rozhoduje až na místě prodeje. On-trade prodej se uskutečňuje v gastronomických zařízeních mimo domov (restaurace, hotely, venkovní akce, hospody apod.), zatímco off-trade znamená prodej v malo- a velkoobchodech a řetězcích.<sup>58</sup>

Dle údajů ČSPAS distribuce a spotřeba čepovaného piva v restauračních zařízeních dlouhodobě klesá. Oproti skutečnosti roku 2010 prodej piva on-trade v roce 2019 klesl o 14 p. b. Tento pokles se dá vysvětlit i zavedením povinné EET v roce 2016 nebo zákona č. 65/2017 Sb. o ochraně zdraví před škodlivými účinky návykových látek, jež zakázal kouření ve vnitřních prostorech provozoven stravovacích služeb. Jelikož spotřeba cigaret a užívání alkoholu mají komplementární vztah, lze tím pozorovat i kladnou korelaci. Naopak, podíl nepřímého prodeje piva na celkovém prodeji vykazuje rostoucí trend.

**Graf 1: Vývoj prodeje on-trade a off-trade 2010-2019, v procentech**

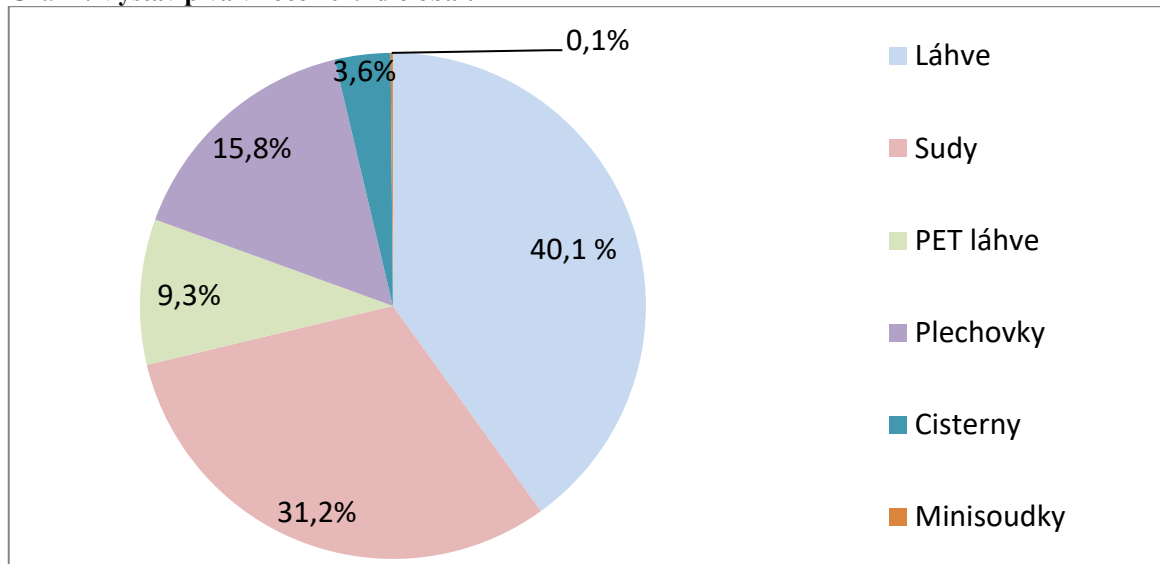


Zdroj: ČSPAS, vlastní zpracování

<sup>58</sup> KOZEL, R., MYNÁŘOVÁ, L., SVOBODOVÁ, H. *Moderní metody a techniky marketingového výzkumu*. Praha: Grada, 2011. 304 s. ISBN 978-80-247-3527-6.

Nejčastěji se pivo prodává ve skleněných lahvích, plechovkách a PET lahvích, dále pak v sudech (klasický sud má 50 litrů), cisternách a minisoudcích (5 litrů).

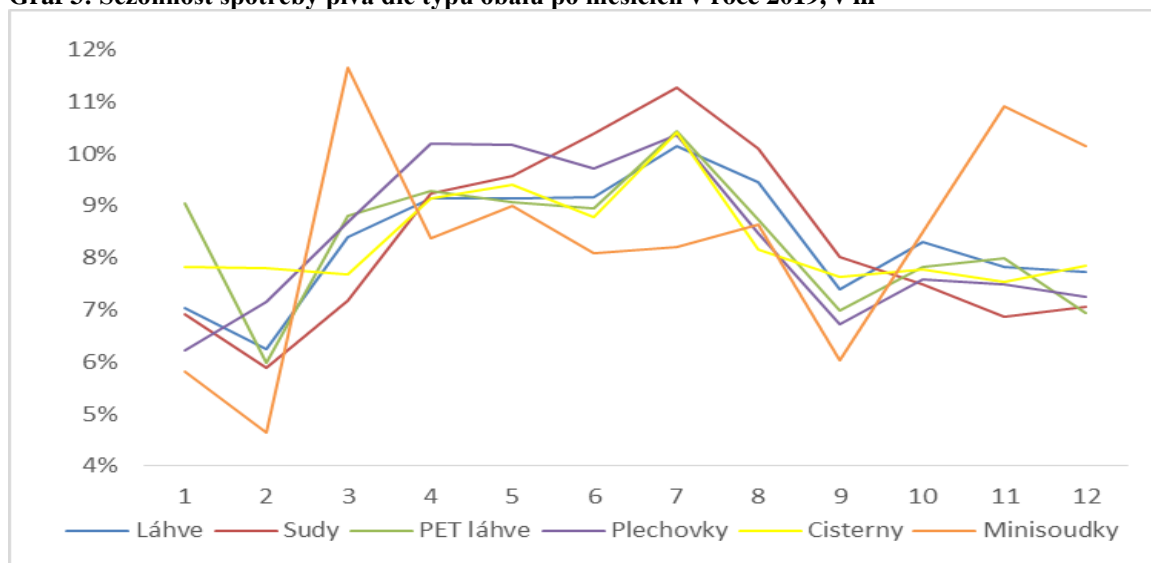
**Graf 2: Výstav piva v roce 2019 dle obalů**



Zdroj: ČSPAS, vlastní zpracování

Dle grafu č. 2 největší podíl na výstavu piva má pivo ve skleněných lahvích, a to 40 %. To je nejběžnější typ obalu, široce zastoupený nejen ve velko- a maloobchodním prodeji, ale i v některých restauračních zařízeních, jež mají v nabídce pivo, ale nečepují ho (často je tomu tak např. v kavárnách, kde nabízejí pouze jeden druh piva).

**Graf 3: Sezónnost spotřeby piva dle typu obalu po měsících v roce 2019, v hl**



Zdroj: ČSPAS, vlastní zpracování

Dále si podíl 31 % udrželo pivo v sudech. Ve většině případů to souvisí s on-trade spotřebou piva, která ovšem oslabuje svou pozici na trhu (viz graf 1). Na třetím místě s podílem 15,7 % jsou plechovky, po nichž nejvíce stoupá poptávka zejména v létě, a to kvůli pohodlnému tvaru a malé hmotnosti tohoto typu obalu.

V grafu č. 3 je znázorněn vývoj sezónního kolísání výstavu piva dle typu obalu a po jednotlivých měsících. Je zřejmé, že v období letních prázdnin, zejména v červenci, stoupá poptávka po pivě, a to bez ohledu na typ obalu. Naopak, v zimních měsících spotřebitelé projevují výrazně nižší zájem.

Sezónní kolísání spotřeby piva se v pětilitrových sudech liší od ostatních, a to v tom, že největší poptávka je v březnu, nikoliv v letních měsících.

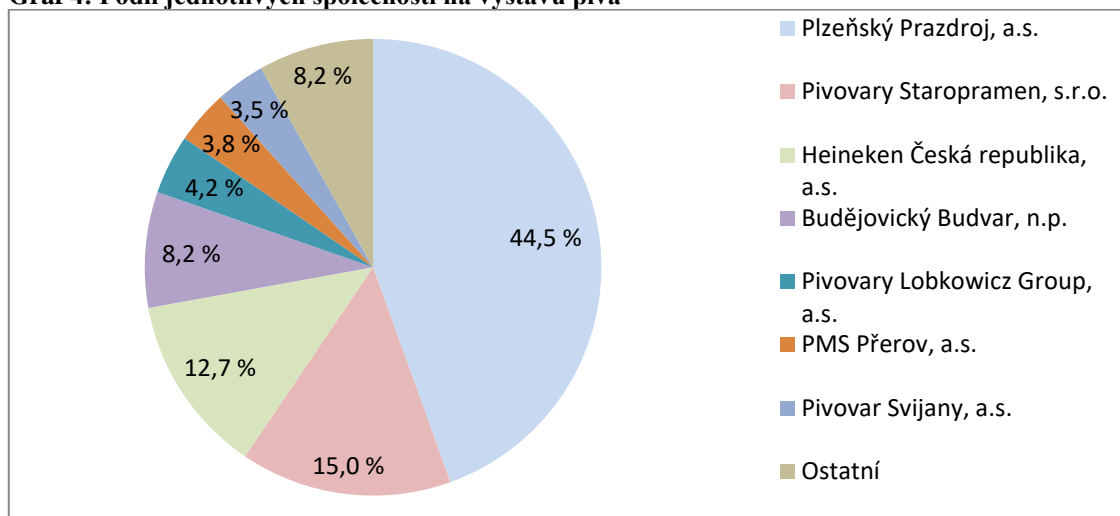
**Tabulka 1: Definice piva dle vyhlášky č. 248/2018 Sb.**

Pojem	Vymezení pojmu
Stolní pivo	pivo s EPM do 6 % hmotnostních včetně
Výčepní pivo	pivo s EPM 7 až 10 % hmotnostních
Ležák	spodně kvašené pivo s EPM 11 až 12 % hmotnostních
Plné pivo	svrchně kvašené pivo s EPM 11 až 12 % hmotnostních
Silné pivo	pivo s EPM 13 % hmotnostních a vyšším
Nízkoalkoholické pivo	pivo s obsahem alkoholu více než 0,5 % objemových a nejvýše 1,2 % objemových
Nealkoholické pivo	pivem pivo s obsahem alkoholu nejvýše 0,5 % objemových <sup>59</sup>

Zdroj: iASPI, vlastní zpracování

Stavem k prosinci 2019 si majoritní 59,2% podíl na výstavu udržely ležáky, jež posilují svou pozici na trhu a jejichž výstav se oproti roku 2018 zvýšil o 44,4 tis. hl, poté následovala výčepní piva s 37,2 %. Silná piva v České republice měla pouhý 1% podíl. Nealkoholická piva se podílí na výstavu z 2,6 %.

<sup>59</sup> Výpis ze Systému iASPI - stav k 3. 10. 2020. Vyhláška č. 248/2018 Sb. – o požadavcích na nápoje, kvasný ocet a droždí – poslední stav textu.

**Graf 4: Podíl jednotlivých společností na výstavu piva**

Zdroj: ČSPAS, vlastní zpracování

Největší pivovary nemají homogenní strukturu výstavu ležáků a výčepních piv. Jednička na českém trhu Plzeňský Prazdroj vyrábí o 36,5 % více ležáků než výčepních piv. V opačné situaci je pivovar Staropramen, jehož výstav výčepního piva je o 71 % větší než tradičních ležáků.

**Tabulka 2: Vlastnická struktura vybraných pivovarů**

Pivovar	Vlastník a podíl	Země
Plzeňský Prazdroj, a.s.	Asahi, 100%	Japonsko
Pivovary Staropramen, a.s.	Molson Coors, 100%	USA/Kanada
Starobrno, a.s., Královský pivovar Krušovice, a.s., Pivovar Velké Březno, a.s.	Heineken, 100%	Nizozemsko
Budějovický Budvar, n.p.	Stát, 100%	Česká republika
Pivovar Svijany, Pivovar Rohozec, Primátor Náchod	LIF Group, 100%	Česká republika
Pivovar Zubr, Pivovar Litovel, Pivovar Holba	PMS Přerov, 100%	Česká republika
Pivovary Lobkowicz, a.s.	Lapasan, 100%	Čína
Rodinný pivovar Bernard, a.s.	S. Bernard, 25%, J. Vávra, 25%, Duvel Moorgat, 50%	Česká republika/Belgie

Zdroj: výpis z eJustice (MS ČR), vlastní zpracování

Nicméně většina pivovarů, které jsou členy ČSPAS, má větší podíl v ležácích. Preferenci ležáků lze vysvětlit jejich tradičním vnímáním a oblibou zejména u českých spotřebitelů, tedy větší profitabilitou.

Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 248/2018 Sb. zákona č. 110/1997 Sb. určuje definici piv následovně:

Největší podíl na trhu podle výstavu mají následující společnosti: Plzeňský Prazdroj a.s., Pivovary Staropramen s.r.o., Heineken Česká republika a.s., Budějovický Budvar n.p., Pivovary Lobkowicz a.s., PMS Přerov a.s., Pivovar Svijany a.s., a Rodinný pivovar Bernard a.s. Co do vlastnické struktury pivovarů, tak české pivovary většinou patří zahraničním společnostem, jistou výjimkou je Budějovický Budvar, jež patří státu, viz tabulku č. 2.

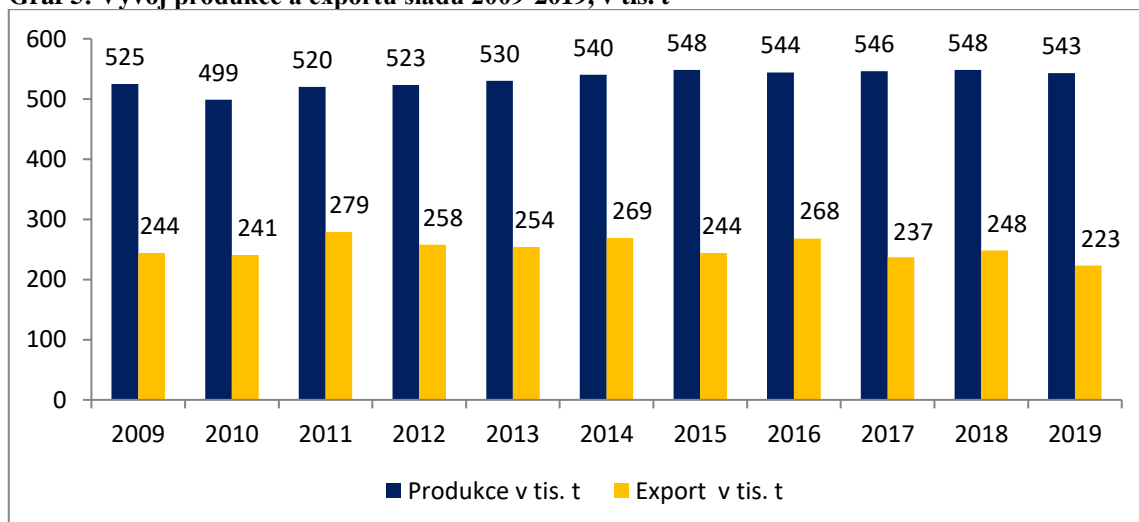
Graf č. 4 znázorňuje postavení jednotlivých podniků v ČSPAS na trhu dle výstavu piva. Do statistik nebyly zahrnuty některé minipivovary.

### 3.3 Trh se surovinami v České republice

#### 3.3.1 Slad

Slad je jednou ze základních surovin pro výrobu piva. V této diplomové práci se bude pracovat se sladem ze sladovnického ječmene. V České republice stavem k roku 2019 bylo 13 obchodních sladoven s produkcí 518 tun a 95,4% podílem na produkci.<sup>60</sup>

Graf 5: Vývoj produkce a exportu sladu 2009-2019, v tis. t



Zdroj: ČSPAS, Pivovarské statistiky 2019. Dostupné z: <http://ceske-pivo.cz/download/tiskove-zpravy/2020/csps20200520.pdf>

<sup>60</sup> ČESKÝ SVAZ PIVOVARŮ A SLADOVEN. *Pivovarské statistiky 2019*. 2020. Dostupné online z <http://ceske-pivo.cz/download/tiskove-zpravy/2020/csps20200520.pdf> [cit. 16.09.2020].

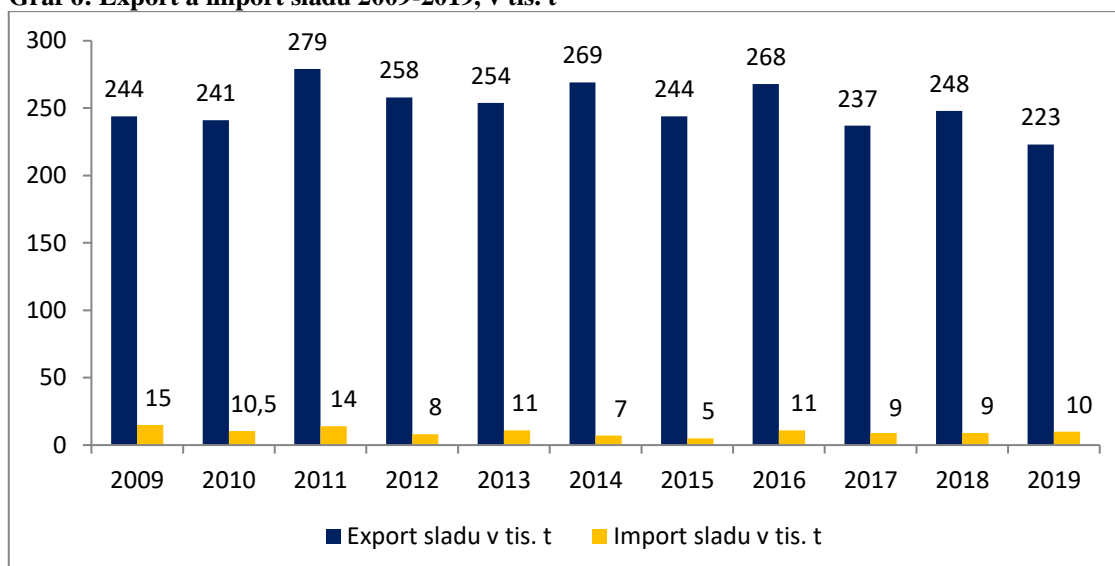
Největší obchodní sladovny, které dodávají slad pro většinu pivovarů, patří společnosti Sladovny Soufflet ČR a.s., která spadá pod skupinu Groupe Soufflet sídlící ve Francii. Společnost vlastní sladovny v Nymburce, Prostějově, Litovli, Kroměříži a v Hodonicích. V roce 2018 měla podíl 64 % na tuzemské produkci a 97 % na vývozu sladu.

Největší pivovarské sladovny má Plzeňský Prazdroj a.s., a to v Plzni a Nošovicích.

V roce 2019 bylo českými sladovnami vyrobeno 543 tis. tun sladu, což je oproti roku 2018 o 0,8 % méně. Graf č. 1 znázorňuje vývoj produkce a exportu sladu v letech 2009-2019. Nejméně sladu bylo vyvezeno v roce 2019, a to 41,1 % (223 000 t) z celkově vyrobeného. Naopak, největší množství exportovaného sladu bylo v roce 2011, a to 53,7 % (279 000 t).

Podíl importovaného sladu v České republice na tuzemské výrobě piva je 3 %.<sup>61</sup>

**Graf 6: Export a import sladu 2009-2019, v tis. t**



Zdroj: ČSPAS, Pivovarské statistiky 2019. Dostupné z: <http://ceske-pivo.cz/download/tiskove-zpravy/2020/csps20200520.pdf>

Z grafu č. 6 je zřejmé, že dovoz sladu do České republiky je minimální. Nejvíce se dováží ze Slovenska (9 639 t) za 10,05 Kč/kg. Z Německa se dováží speciální (např. pšeničné, mnichovské, vídeňské) slady, proto jejich cena je vyšší. Tyto slady produkují zejména sladovny Weyermann a Bestmalz. Obecně dovoz sladu do České republiky znázorňuje tabulka 2.

<sup>61</sup> ČESKÝ SVAZ PIVOVARŮ A SLADOVEN. *Pivovarské statistiky 2019*. 2020. Dostupné online z <http://ceske-pivo.cz/download/tiskove-zpravy/2020/csps20200520.pdf> [cit. 16.09.2020].

**Tabulka 3: Země dovozu sladu 2020**

Země dovozu	Netto (t)	Cena Kč/kg
<b>Slovensko</b>	9 639,12	10,05
<b>Rakousko</b>	2 353,72	10,8
<b>Německo</b>	27,27	17,45
<b>Země mimo EU</b>	21,55	17,21
<b>Nizozemsko</b>	12,1	14,3
<b>Spojené království</b>	0,5	24,1

Zdroj: ČSÚ, vlastní zpracování, kód zboží 11071099

Největším odběratelem českého (plzeňského) sladu je Polsko (9 Kč/kg), potom následuje Německo, Rakousko a Japonsko. Nejméně sladu se vyváží do Estonska a Belgie, kam se slad vyvážel za jednu z nejvyšších cen 40 Kč/kg. Nejvíce český slad stál Itálii, a to až 74 Kč/kg, vyvezeno ho bylo 10,1 t.<sup>62</sup>

**Tabulka 4: Země vývozu sladu 2020**

Země vývozu	Netto (t)	Cena Kč/kg
<b>Polsko</b>	62 827,92	9
<b>Německo</b>	36 397,57	9,33
<b>Rakousko</b>	31 551,47	9,36
<b>Japonsko</b>	11 362,9	10,09
...	...	...
<b>Belgie</b>	0,5	40
<b>Estonsko</b>	0,15	13,33

Zdroj: ČSÚ, vlastní zpracování

### 3.3.2 Chmel

Chmel se při výrobě piva používá v podobě buď chmelových extraktů, nebo se používají čerstvé šišťice (počet pivovarů, které je dnes používají k výrobě, je odhadován pouze na 10 %).<sup>63</sup> Dodává pivu nejen typickou hořkou chuť a vůni, ale i slouží jako přírodní

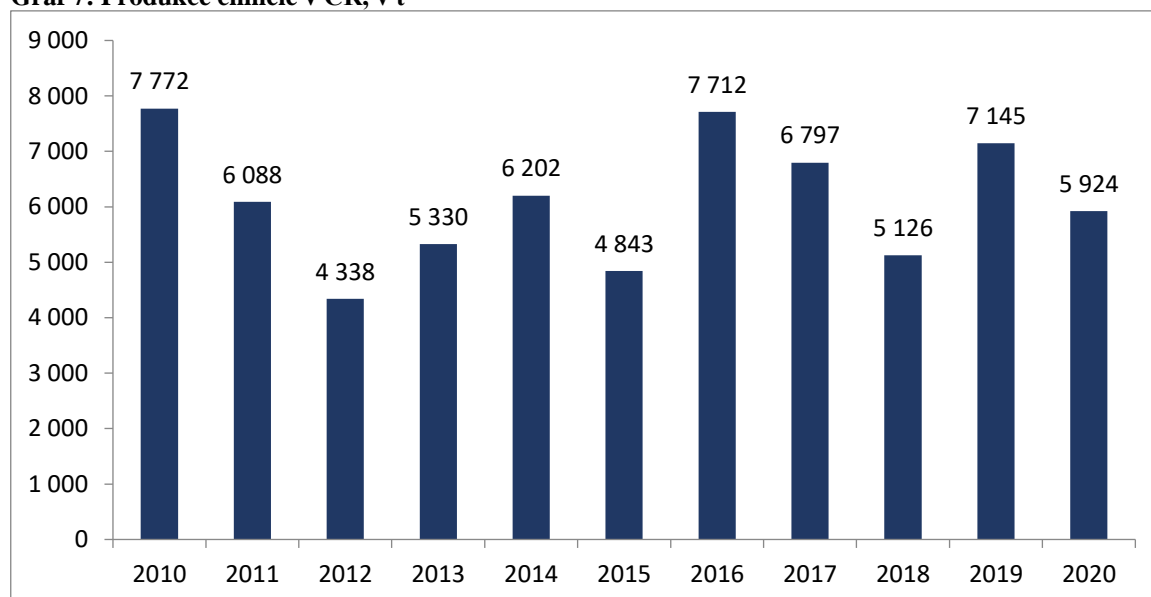
<sup>62</sup> Vysokou cenu lze vysvětlit započítanými dopravními náklady a kvůli malému množství cena dopravy mnohonásobně převyšuje cenu vlastního sladu. Navíc, díky malému množství to není statisticky hodnověrné.

<sup>63</sup> NOVOTNÝ, P. *Pivařka: tajemství domácího pivovarství*. Vydání první. 2017. Brno: Jota, 328 s. ISBN 978-80-7565-108-2.



konzervant pro jeho antibakteriální a antioxidační účinky. V České republice se chmel pěstuje hlavně v Žatecké oblasti (5 277 t), Úštěcké oblasti (934 t) a Tršické oblasti (935 t). Největší podíl na produkci má Žatecká oblast, a to 73,9 %.<sup>64</sup> V roce 2019 bylo vyprodukováno 7 145 t chmele, což je o 39,4 % více než v roce 2018.<sup>65</sup> Graf č. 3 znázorňuje vývoj produkce chmele v letech 2010-2020.

**Graf 7: Produkce chmele v ČR, v t**



Zdroj: ČSPAS, vlastní zpracování [http://eagri.cz/public/web/ukzuz/tiskovy-servis/tiskove-zpravy/x2020\\_sklizen-chmele-2020-prumerna.html](http://eagri.cz/public/web/ukzuz/tiskovy-servis/tiskove-zpravy/x2020_sklizen-chmele-2020-prumerna.html)

Odrůda Žatecký poloraný červeňák je v České republice nejvíce pěstována. V roce 2020 její podíl na celkové produkci chmele činil 73 % (4 322 t).

Extrakty z chmele jsou vyextrahované látky  $\alpha$ -hořkých kyselin. Sice chmel má v tuzemsku dobrou pověst, české odrůdy chmele nicméně nejsou vhodné pro výrobu extraktů, v ČR na ně není ani zpracovatelský závod, proto se ve velké míře dovážejí. Naopak, šišťice chmele se ve velkém vyváží (v roce 2019 bylo exportováno 4 235 t chmele, tedy 85 % celkové úrody).<sup>66</sup>

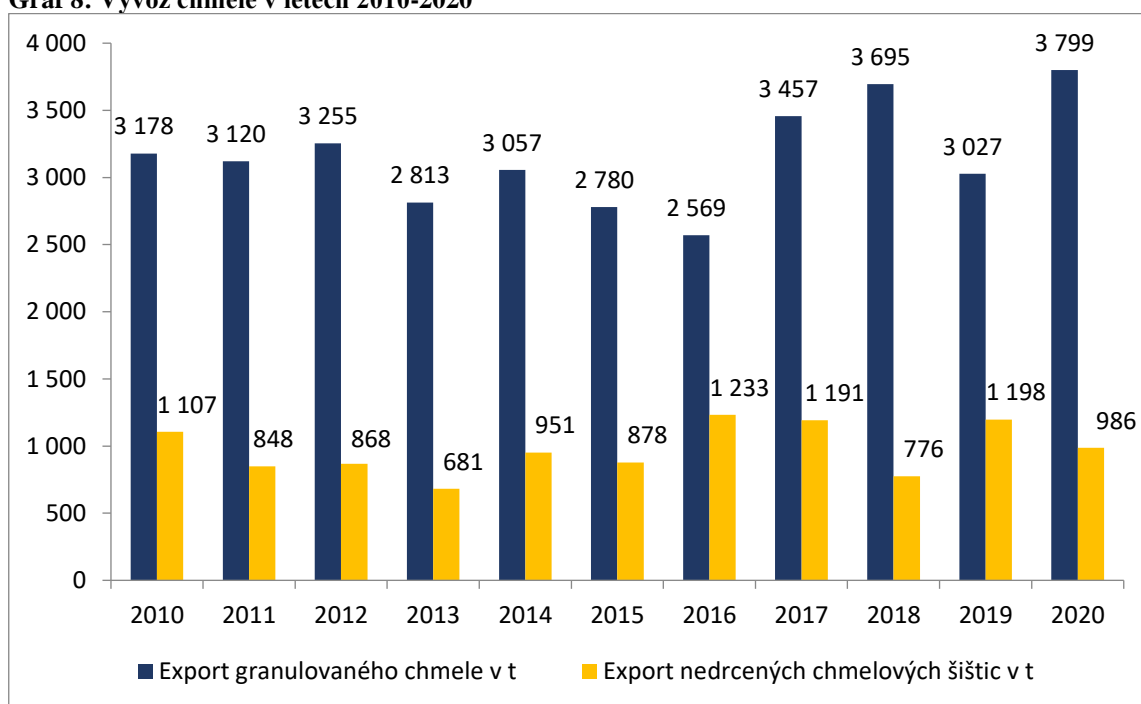
Grafy č. 4 a č. 5 znázorňují vývoj zahraničního obchodu s chmelem. Česká republika dlouhodobě vykazuje kladné saldo.

<sup>64</sup> ČESKÝ SVAZ PIVOVARŮ A SLADOVEN. *Pivovarské statistiky 2019*. 2020. Dostupné online z <http://ceske-pivo.cz/download/tiskove-zpravy/2020/csps20200520.pdf> [cit. 16.09.2020].

<sup>65</sup> ČESKÝ SVAZ PIVOVARŮ A SLADOVEN. *Pivovarské statistiky 2019*. 2020. Dostupné online z <http://ceske-pivo.cz/download/tiskove-zpravy/2020/csps20200520.pdf> [cit. 16.09.2020].

<sup>66</sup> ČESKÝ SVAZ PIVOVARŮ A SLADOVEN. *Pivovarské statistiky 2019*. 2020. Dostupné online z <http://ceske-pivo.cz/download/tiskove-zpravy/2020/csps20200520.pdf> [cit. 16.09.2020].

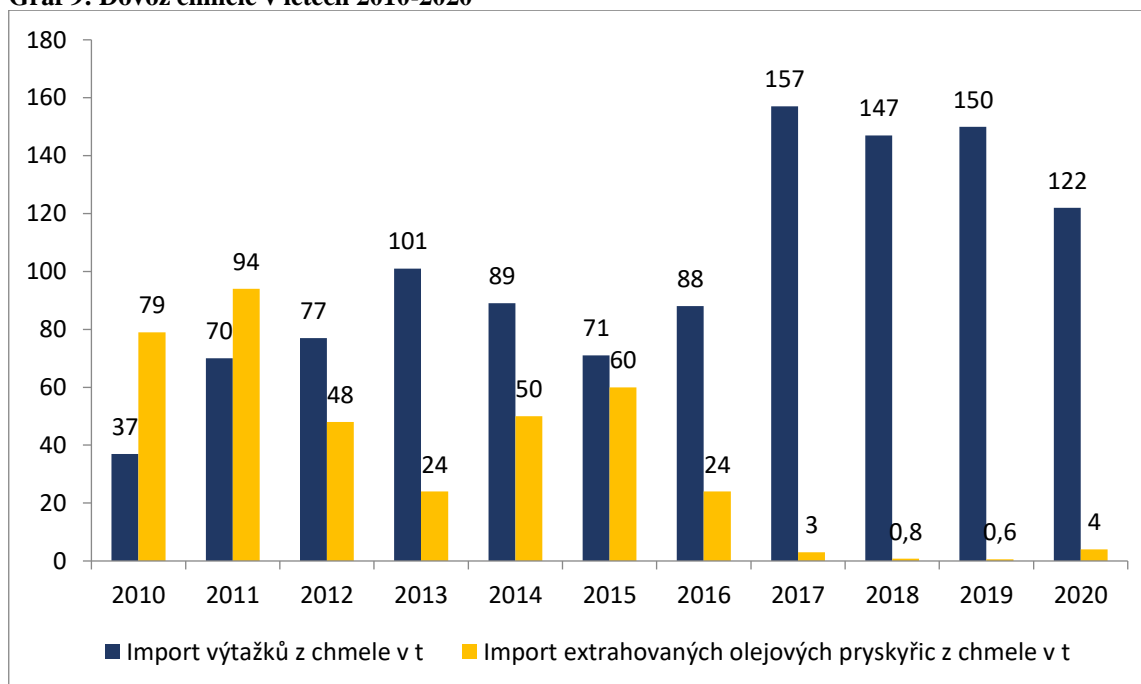
**Graf 8: Vývoz chmele v letech 2010-2020**



Zdroj: ČSÚ, vlastní zpracování. Kódy zboží: 12102010, 12102090, 12101000.

Největšími odběrateli nedrceného chmele z ČR jsou dlouhodobě Německo, USA a Spojené království, tedy země, které se tradičně zabývají výrobou piva.

**Graf 9: Dovoz chmele v letech 2010-2020**



Zdroj: ČSÚ, vlastní zpracování. Kódy zboží: 33019021, 13021300.

Granule se vyváží hlavně do Číny a Japonska. V roce 2019 došlo k meziročnímu poklesu vývozu o 246,5 t chmele. Přes 60 % dodávek z roku 2019 bylo vyvezeno mimo EU.<sup>67</sup>

Z celkového množství exportovaného chmele se zhruba třetina vyváží v podobě nedrcených chmelových šištic a zbytek v podobě tzv. granulí – chmelové šišťice se rozdrťí a nalisují. Tento rozdíl je dán tím, že se při chmelení piva pivovary používají hlavně granulovaný sušený chmel, a to i kvůli lepšímu zachování jeho vlastností při skladování a dopravě.

V roce 2020 se dovoz chmelových extraktů snížil o 28 t na 122 t, tj. o 18,7 % oproti skutečnosti roku 2019. Většina chmelových extraktů se dováží hlavně ze sousedního Německa. Jelikož část dovezeného chmele v hlávkové formě je po zpracování následně dále vyvážena,<sup>68</sup> nebyla příslušná data zahrnuta do statistik dovozu.

V letech 2017 – 2020 se množství dovážených extraktů z chmele drží na přibližně stejné úrovni, a to kolem 150 t. Naopak, množství importovaných olejových pryskyřic z chmele prudce kleslo a v posledních letech se pohybuje pod úrovní pěti tun, je to zřejmě dané rozhodnutím nějakého pivovaru, jež má velký podíl na trhu, o změně technologie chmelení piva.

### 3.4 Výrobní vertikála piva

Definicí výrobní vertikály existuje několik. Nejlépe by se ji dalo definovat jako tok produktu od jeho vývoje, výzkumu, biologického a technického řešení, přes hromadnou zemědělskou výrobu, jeho zpracování ve finální výrobek, včetně jeho prodeje spotřebiteli. Jedná se o technologická propojení, jejichž vytvářením je znázorněno racionální propojení nejrůznějších organizačních forem hospodářských subjektů navzájem ve směru horizontálním, tedy dvou a více zemědělských podniků, i vertikálním (zemědělský podnik, zpracovatelský podnik, obchod).<sup>69</sup> Komoditní vertikála tedy zahrnuje i vzniklé meziprodukty. U piva meziprodukty jsou na úrovni zemědělské prvovýroby zbytky méně kvalitního obilí, které se potom používají jako krmivo, nebo mláto na úrovni zpracování piva. Ekonomická síla vertikály spočívá v profesionálním rozvoji technologických vazeb,

---

<sup>67</sup> MZe. *Situační a výhledová zpráva Chmel, Pivo*. Praha, 2019. 65 s. ISBN 978-80-7434-258-9.

<sup>68</sup> MZe. *Situační a výhledová zpráva Chmel, Pivo*. Praha, 2019. 65 s. ISBN 978-80-7434-258-9.

<sup>69</sup> PETEROVÁ, J. *Ekonomika výroby a zpracování zemědělských produktů*. 4. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2010. ISBN 978-80-213-2053-6.

překonání izolovanosti jejich jednotlivých prvků, soustředování prostředků v zájmu shodného výrobního a ekonomického cíle, kterým je výroba kvalitních a konkurence schopných potravin pro trh.<sup>70</sup>

Pro zajištění kvalitního výstupu celé vertikály, tedy uvedení finálního produktu na trh, jsou nutné rychlé reakce a kvalitní spolupráce mezi jednotlivými články této vertikály. Díky dlouhodobé spolupráci s dodavatelem chmele nebo ječmene pivovar může získat konkurenční výhodu na trhu. Klasická výrobková vertikála piva v České republice sestává z 5 článků:

- zemědělství producenti (produkují sladovnický ječmen nebo chmel, tedy vstupní suroviny),
- primární zpracovatelé (sladovny, pokud pivovar nedisponuje vlastními sladovny anebo odebírá hotové speciální slady a zahraniční producenti chmelových extraktů (viz kap. 3.3.2.)),
- sekundární zpracovatelé (pivovary vyrábějící hotové pivo),
- obchod (velko- a maloobchodníci, různá restaurační zařízení anebo pivovar, pokud provozuje i vlastní restauraci, jedná se o integraci se sekundárními zpracovateli a pokud má pivovar i vlastní sladovnu, tak i s primárními zpracovateli).<sup>71</sup>
- spotřebitel (uzavírá vertikálu).

Spotřebitel v současném poptávkově orientovaném tržním modelu určuje směr celé vertikály. Zavádění nových technologií nejen snižuje náklady podnikům při výrobě piva (např. HGB technologie – vaření na vyšší stupňovitost), ale i ovlivňuje kvalitu piva. Pivovary se v současné době také více zaměřují na zahraniční trh a inovace – aby zaujaly zákazníka, vytvořily si prostor pro experimentování a k různým příležitostem představují nové produkty a poukazují na jejich limitovanou dostupnost (např. různě ochucená piva v období Vánoc nebo zelené pivo v období Velikonoc).

Základní podmínkou pro racionální rozvoj výrobkové vertikály je vymezení jejího podílu na koupěschopné poptávce obyvatelstva a stanovení trendu vertikály, plynoucímu z hospodářské koncepce státu. Velikost podílu je ovlivněna trhem potravin, trhem

---

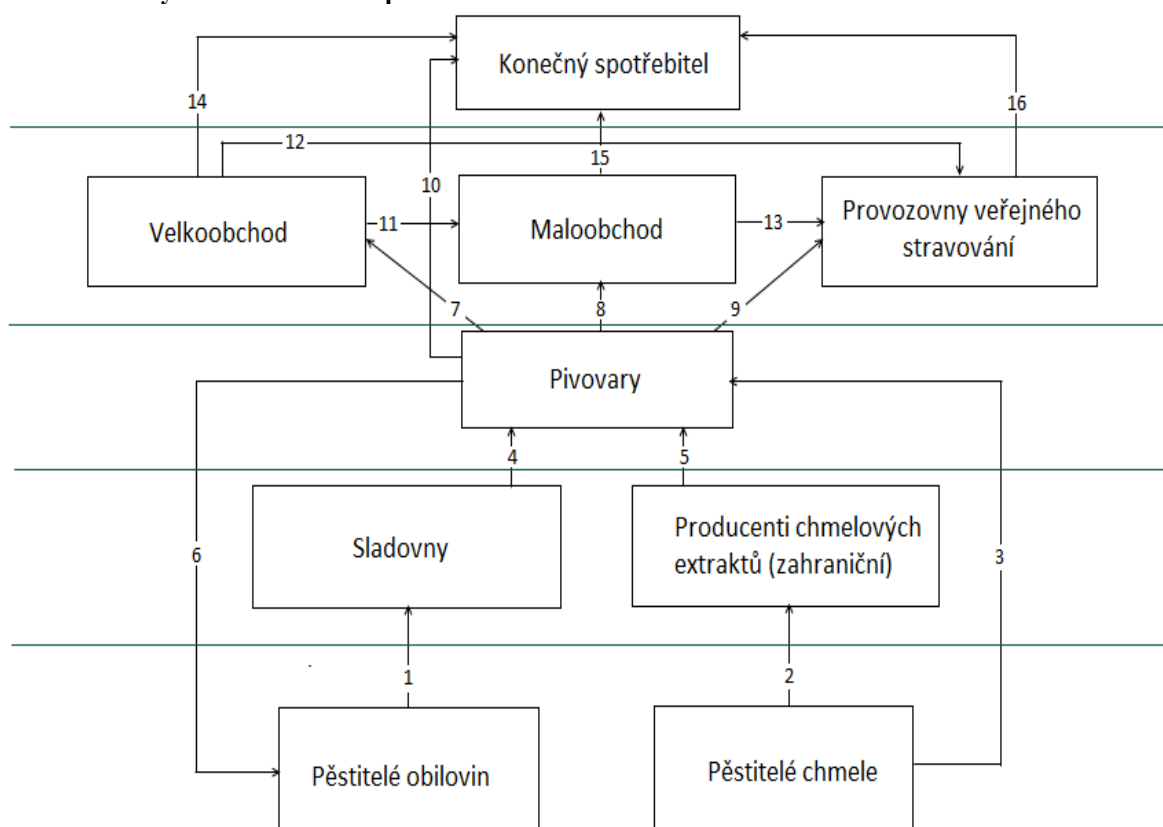
<sup>70</sup> PETEROVÁ, J. *Ekonomika výroby a zpracování zemědělských produktů*. 4. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2010. ISBN 978-80-213-2053-6.

<sup>71</sup> Vyjimečně může dokonce být i integrace se zemědělskými producenty, např. pivovar Svijany vlastní chmelnice nebo malou chmelnicí mají na nádvoří Břevnovského pivovaru, ale to je spíš formalita.

krátkodobých a dlouhodobých předmětů spotřeby, trhem investic, trhem práce, zahraničním obchodem. Cílem racionálního chování prvků je výsledek produkce v množství a struktuře umístitelné na trhu. Dalším kritériem racionálního vývoje je ekonomická efektivnost a schopnost tvorby zisku.<sup>72</sup>

Pro lepší znázornění a sestavování modelů popisujících vztahy ve výrobné vertikále piva je nutné tyto vztahy a procesy definovat.

**Obrázek 1: Výrobní vertikála piva**



Zdroj: vlastní zpracování

Obrázek č. 1 popisuje vztahy v komoditní vertikále následovně:

1. Pěstitelé obilovin → sladovny, dochází zde k toku ječmene, pšenice a ostatních obilovin určených na výrobu sladu, CZV.
2. Pěstitelé chmele → zahraniční producenti chmelových extraktů, dochází zde k toku chmele, vývozní CZV.

<sup>72</sup> PETEROVÁ, J. *Ekonomika výroby a zpracování zemědělských produktů*. 4. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2010. ISBN 978-80-213-2053-6.

3. Pěstitelé chmele → pivovary, dochází zde k toku chmele v podobě granulí nebo sušeného chmele, CZV.
4. Sladovny → pivovary, dochází zde k toku sladu, CPV.
5. Producenti chmelových extraktů → pivovary, dochází zde k toku chmelových extraktů, dovozní CPV.
6. Pivovary → pěstitelé obilovin, dochází zde k toku vedlejšího produktu vzniklého při výrobě piva, konkrétně mláta, ceny určují zúčastněné strany individuálně.
7. Pivovary → velkoobchod, dochází zde k toku piva v balení určeném pro konečného spotřebitele, CPV.
8. Pivovary → maloobchod, dochází zde k toku piva v balení určeném pro konečného spotřebitele, CPV.
9. Pivovary → provozovny veřejného stravování, dochází zde k toku piva v balení určeném pro konečného spotřebitele a ve větších cisternách, CPV.
10. Pivovary → konečný spotřebitel, dochází zde k toku piva, SC.
11. Velkoobchod → maloobchod, dochází zde k toku piva, CPV.
12. Velkoobchod → provozovny veřejného stravování, dochází zde k toku piva, CPV.
13. Maloobchod → provozovny veřejného stravování, dochází zde k toku piva, CPV.
14. Velkoobchod → konečný spotřebitel, dochází zde k toku piva, SC.
15. Maloobchod → konečný spotřebitel, dochází zde k toku piva, SC.
16. Provozovny veřejného stravování → konečný spotřebitel, dochází zde k toku piva, SC.

Dalším článkem výrobní vertikály piva mohou být odbytové organizace, zabývající se zprostředkováním obchodu (výkupem vstupních surovin a jejich následným prodejem) mezi zemědělskými producenty a zpracovateli. Tyto organizace pomáhají prvovýrobcům čelit tlaku ze strany odběratelů a zpracovatelů jejich produkce (výrazné je to např. v mléčném průmyslu). Pro účely této diplomové práce výše uvedený článek byl vynechán.

Celý proces výroby piva prochází 4 fázemi. Celá výroba je závislá na vstupních surovinách, tedy navazuje na první článek vertikály. Jelikož se jedná o rostlinnou výrobu, má to řadu specifíků typických pro zemědělství, a to setrvačnost, závislost na klimatických

podmínkách, sezónnost, rozdílná konkurenceschopnost závislá na půdě<sup>73</sup> apod. To vše má vliv i na ceny s nimiž se obchoduje.

Další fází je zpracování surovin. Ta v této práci zahrnuje dva články vertikály, ale pro zjednodušení je lze spojit do jednoho. Ječmen, pšenice nebo další obiloviny se zpracovávají na slad a dál putují do pivovarů. Chmel se zpracuje buď do sušené nebo granulované podoby, anebo do podoby chmelových extraktů. Následuje třetí fáze, a to samotná výroba piva v pivovaru. Ve výrobě piva největší přidanou hodnotu tvoří sekundární zpracování v pivovaru (technologie, energie atd.)

Poté následuje čtvrtá fáze, a to obchod a distribuce. Z pivovarů pivo nejčastěji míří rovnou do velko- a maloobchodů, nebo do restauračních zařízení. Je možná také distribuce rovnou ke spotřebiteli, přičemž v takovém případě se obchoduje za spotřebitelské ceny, obvykle se jedná o sudové pivo. Velko- a maloobchody odebírají pivo za cenu průmyslových výrobců, spotřebiteli již však prodávají s přičtením marže, tj. za cenu spotřebitelskou.

Pátý článek vertikály uzavírá konečný spotřebitel, k němuž se pivo dostává různými distribučními kanály.

### 3.5 Cenová transmise

Cenovou transmisí je podíl změny vstupu, která se promítne do změny ceny výstupu. Ekonomická teorie hlásí, že zvýšení ceny vstupu má zapříčinit zvýšení ceny výstupu. Platí to i v opačném směru. Ovšem v mnoha případech dochází k jevu, kdy růst ceny vstupu je téměř neprodleně promítnut do ceny výstupu, zatímco její pokles způsobí jen částečný a opožděný pokles ceny výstupů<sup>74</sup> (tedy se zpoždění se nejvíce projevuje u transmisí záporného směru). Jedná se o tzv. cenovou asymetrii z hlediska intenzity reakce, a o časovou z hlediska přítomnosti zpoždění. Intenzita může být vyjádřena prostřednictvím koeficientu elasticity cenové transmise, jenž lze interpretovat jako hodnotu, o kterou se změní cena na následující úrovni výrobní vertikály, pokud se cena na předchozí úrovni změní o jednu jednotku.<sup>75</sup>

---

<sup>73</sup> PETEROVÁ, J. *Ekonomika výroby a zpracování zemědělských produktů*. 4. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2010. ISBN 978-80-213-2053-6.

<sup>74</sup> PELTZMAN, S. *Prices Rise Faster than they fall.*, Journal of Political Economy, 2000. Vol. 108 (3), st. 466-502.

<sup>75</sup> McCORRISTON, S. *Why should imperfect competition matter to agricultural economists?* London: European Review of Agricultural Economics, 2002. Vol. 29 (3), st. 349–371. DOI: 10.1093/eurrag/29.3.349.

Ekonomická teorie vysvětluje cenovou asymetrii pomocí dvou příčin. První je existence tržní síly a druhá je způsob řízení zásob, který pokládá za cíl maximalizaci zisku. Pokud dojde k poklesu ceny vstupu, pak odvětví, generující velké zisky, reagují v případě existence tržní síly tak, že se velmi malá část z poklesu ceny promítne do ceny výstupu, marže zůstane na zhruba stejné úrovni, ale její podíl na ceně výstupu se tím zvětší. Pokud ale cena vstupu vzroste, tento růst se automaticky odrazí i v ceně výstupu. Tento předpoklad je založen na existenci závislosti chování podniku na existenci zásob, kdy dochází ke zpožděné cenové nepružnosti.<sup>76</sup>

Tato práce se zabývá transmisí cen vstupních surovin pro výrobu piva (konkrétně chmelových extraktů, sladovnického ječmene a sladu), na výrobní cenu a následně na spotřebitelskou cenu piva. Analýza nezahrnuje vliv cen dalších výrobních faktorů.

---

<sup>76</sup> REVOREDO-GIHA, C., NADOLNYAK, D., FLETCHER, S.  
*Explaining price transmission asymmetry in the US peanut marketing chain*. Denver: American Agriculture Economics Association, 2004. Dostupné online z:  
[https://www.researchgate.net/publication/23505788\\_EXPLAINING\\_PRICE\\_TRANSMISSION\\_ASYMMETRY\\_IN\\_THE\\_US\\_PEANUT\\_MARKETING\\_CHAIN](https://www.researchgate.net/publication/23505788_EXPLAINING_PRICE_TRANSMISSION_ASYMMETRY_IN_THE_US_PEANUT_MARKETING_CHAIN) [cit. 2021-02-04].



## 4 Vlastní práce

Vlastní práce je rozdělena do čtyř částí. V první části je provedena ekonometrická analýza cenové transmise mezi jednotlivými články vertikály, v druhé části je sestaven model spotřebitelské ceny piva zvlášť pro výčepní pivo a zvlášť pro ležák vzhledem k jejich rozdílnému chování a vlastnostem.

Ve třetí části je sestavena ex post prognóza vývoje cen piva za použití zvolené metody. Odhadnuté výsledky jsou porovnané se skutečnými hodnotami roku 2020 a je zde zkoumána odchylka ve vývoji cen vyvolaná situací kolem Covid-19.

Ve čtvrté části jsou shrnuty výsledky a následuje diskuse.

Všechny analýzy v kap. 4.1 jsou provedeny s využitím měsíčních pozorování v letech 2010-2020, tedy je použito celkem 132 pozorování. Podkladová data v kap. 4.2 zahrnují měsíční pozorování v letech 2011-2020. V kap. 4.3 se pracovalo s daty v období 2010-2019.

### 4.1 Analýza cenové transmise

V této části práce je zkoumáno, do jaké míry cena sladovnického ječmene ovlivňuje cenu sladu, dále do jaké míry cena sladu ovlivňuje cenu průmyslových výrobců piva a do jaké míry cena průmyslových výrobců piva ovlivňuje konečnou spotřebitelskou cenu piva.

Analýza je prováděna pomocí BMNČ. Důraz je kladen především na přítomnost statisticky významných proměnných a na koeficient determinace, který uvádí, z kolika procent změny endogenní proměnné jsou ovlivněny změnami exogenních proměnných.

Ceny zemědělských výrobců reprezentují ceny sladovnického ječmene v CZK/t. Pro objektivitu výpočtu do tohoto článku vertikály byly zahrnuty vývozní ceny sladu v CZK/t a dovozní ceny zpracovaného chmele (chmelové extrakty, chmel ve formě prášku nebo pelet) v CZK/t, byť ty reprezentují další zpracovatelskou úroveň. Naopak byly vynechány ceny pěstitelů chmele, a to z toho důvodu, že se při výrobě piva používá zejména již zpracovaný chmel v podobě extraktů nebo granulí.

Ceny průmyslových výrobců reprezentují ceny piva v sudech v CZK/hl. Ceny výčepního piva a ležáku se liší, proto jsou sestaveny vždy modely dva. Ležák vyžaduje vyšší náklady na produkci, které sice nejsou zde zkoumány (náročnější technologie s vyššími náklady na elektřinu), ale odráží se ve výsledné ceně, lze tedy tvrdit, že ležák patří mezi luxusnější zboží.

Spotřebitelské ceny reprezentují ceny piva v lahvích v CZK/hl. Tyto ceny neobsahují variabilní marži v provozovnách veřejného stravování, kde se pak výsledná cena půllitru piva může lišit až trojnásobně. Na webu ČSÚ se ceny uvádějí v CZK/0,5 l, pro účely výpočtu byl tento údaj převeden na CZK/hl.

Pro účely analýzy transmise byly vybrány následující modely:

**Model 1** zkoumá vztah mezi cenou ječmene a cenou sladu. Jelikož se ječný slad vyrábí přímo z ječmene, je zde předpoklad závislosti i mezi jejich cenami.

**Model 2** se zabývá vztahem mezi cenou sladu a cenou průmyslových výrobců piva. Proveďte-li se kalkulace nákladu cen na výrobu piva, je zřejmé, že suroviny jako jsou slad a chmel, se na ceně piva podílejí minimálně. Tento předpoklad je potvrzen ve výsledku ekonometrické analýzy, a to za účelem vyvracení domněnky, že za zvýšením ceny piva stojí zdražení těchto surovin, což je mylné tvrzení, které je ovšem často používané.

**Model 3** zkoumá vliv cen chmelových extraktů a cen průmyslových výrobců piva na spotřebitelskou cenu piva. Model byl vytvořen za účelem sledování rozdílného chování proměnných v případě výčepního piva a ležáku. Rovněž je zkoumáno, zda se na konečné ceně více podílí cena zpracovaného chmele jako vstupní suroviny nebo cena průmyslového výrobce.

**Model 4** zkoumá vztah mezi cenou průmyslových výrobců a spotřebitelskou cenou. Tyto modely si pokládají za cíl definovat, mezi jakými články ve vertikále dochází k největší závislosti a také jaké proměnné jsou statisticky významné.

#### 4.1.1 Model 1: Ječmen - slad

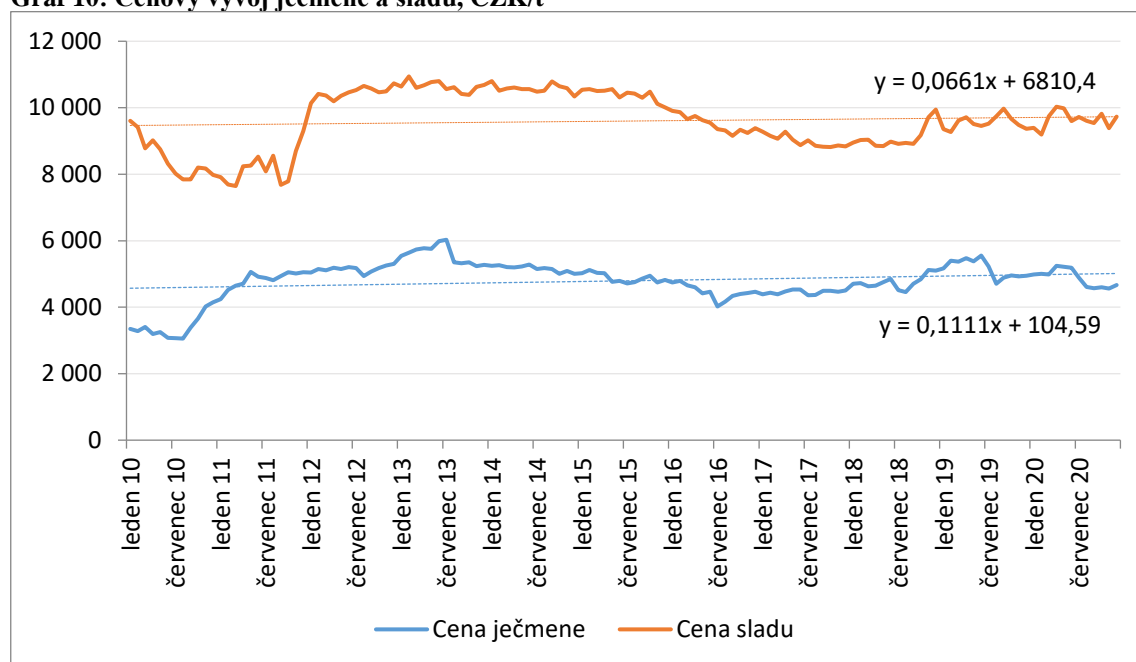
##### Předpoklady modelu

Model zkoumá vztah na nejnižších stupních výrobní vertikály, a to mezi cenou sladovnického ječmene a cenou sladu. Ekonomická teorie předpokládá významnou závislost mezi danými proměnnými. Endogenní proměnnou je cena sladu. Jako endogenní proměnná byla po řadě testů zvolena cena sladovnického ječmene zpožděna o 9 období. Byly testovány modely s použitím různých délek zpoždění, od jednoho měsíce až po rok. Nejlepší vlastnosti vykazuje právě model s délkou zpoždění 9 měsíců, kdy koeficient determinace dosahuje nejvyšší hodnoty.

Z Grafu 10 je patrné, že lineární trendové přímky cen ječmene a sladu jsou pouze mírně rostoucí, takřka stagnující. Nárůst ceny sladu v prvním pololetí 2012 kopíruje nárůst

ceny ječmene ve stejném bodě na grafu, avšak časově odpovídající období prvního pololetí roku 2011. Žádné extrémní výkyvy nejsou zaznamenány. Nejnižší cena ječmene byla v srpnu 2010, a to 3 055 Kč/t, zatímco nejnižší cena sladu byla v březnu 2011, a to 7 645 Kč/t, což potvrzuje předpoklad závislosti na zpožděné ceně.

**Graf 10: Cenový vývoj ječmene a sladu, CZK/t**



Zdroj: ČSÚ, vlastní zpracování

Ekonometrický model daného vztahu vypadá takto:

$$C\_S_t = \gamma_{10}X_{0t} + \gamma_{11}C\_J_{t-9} + u_{1t}$$

- $C\_S_t$  cena sladu, CZK/t,
- $C\_J_{t-9}$  cena sladovnického ječmene zpožděná o 9 období, CZK/t,
- $X_{0t}$  jednotkový vektor,
- $u_{1t}$  náhodná složka.

Pomocí korelační matice bylo zjištěno, že korelační koeficient mezi  $C\_S_t$  a  $C\_J_{t-9}$  je 0,83, což je žádoucí pro vztah mezi vysvětlovanou a vysvětlující proměnnou. Čím je koeficient bližší |1|, tím je párová závislost silnější.

### Odhad modelu

Odhad jednorovnicového modelu je proveden pomocí BMNČ v Gretlu. Hodnoty strukturálních parametrů jsou uvedeny v Tab. 5.

**Tabulka 5: Odhad parametrů Modelu 1: C\_S**

	Koeficient	Směr. chyba	t-podíl	p-hodnota	Stat. významn.
const	<b>4054,21</b>	335,43	12,09	<0,0001	***
Jecmen_9	<b>1,17</b>	0,07	16,87	<0,0001	***

Zdroj: SW Gretl, vlastní zpracování

### Ekonomická verifikace

Odhadnuté strukturální parametry vyjadřují, o kolik se změní cena sladu, změní-li se cena ječmene před 9 obdobími o jednotku. V případě odhadnutého parametru konstanty se to interpretuje následovně: bude-li cena ječmene nulová, cena sladu bude 4054,21 Kč/t. V praxi ovšem k tomuto jevu dojít nemůže; konstanta slouží jenom pro lepší statistické charakteristiky a zpravidla (jako v tomto případě) leží mimo racionální část funkce.

Zvýší-li se sladovnického ječmene před 9 obdobími o korunu za tunu, zvýší se cena sladu o 1,17 koruny za tunu, ceteris paribus. Toto odpovídá ekonomické realitě, závislost je přímoúměrná.

### Statistická verifikace

Exogenní proměnné v modelu jsou statisticky významné,  $\alpha = 0,01$ . Koeficient determinace je roven 0,7, tedy změny ceny sladu jsou ze 70 % vysvětleny změnami exogenních proměnných v modelu. Pomocí t-testu byly testovány i modely, kde cena ječmene byla zpožděna maximálně o 12 období, a minimálně nebyla opožděna vůbec. Změny v chování ceny sladu byly v případě nezpožděné ceny ječmene vysvětleny z pouhých 38 %. Po přidání zpoždění o 10 a víc období koeficient determinace již klesal.

Hodnota F-testu poukazuje na to, že jednorovnicový model je jako celek statisticky významný. Nejdůležitější hodnoty znázorňuje Tab. 6.

**Tabulka 6: Statistická verifikace Modelu 1: C\_S**

Koef. determinace	Adj. koef. determinace	F (1,121)	p-hodnota (F)
0,7	0,69	284,6	<0,0001

Zdroj: SW Gretl, vlastní zpracování

### Ekonometrická verifikace

Pro testování heteroskedasticity byl zvolen Whiteův test, který byl proveden v Gretlu. P-hodnota Whiteova testu je 0,53, což přesahuje hladinu významnosti 0,05 a znamená, že se

heteroskedasticita v modelu nevyskytuje. Rozptyl je konstantní, nedochází k různorozptylovosti.

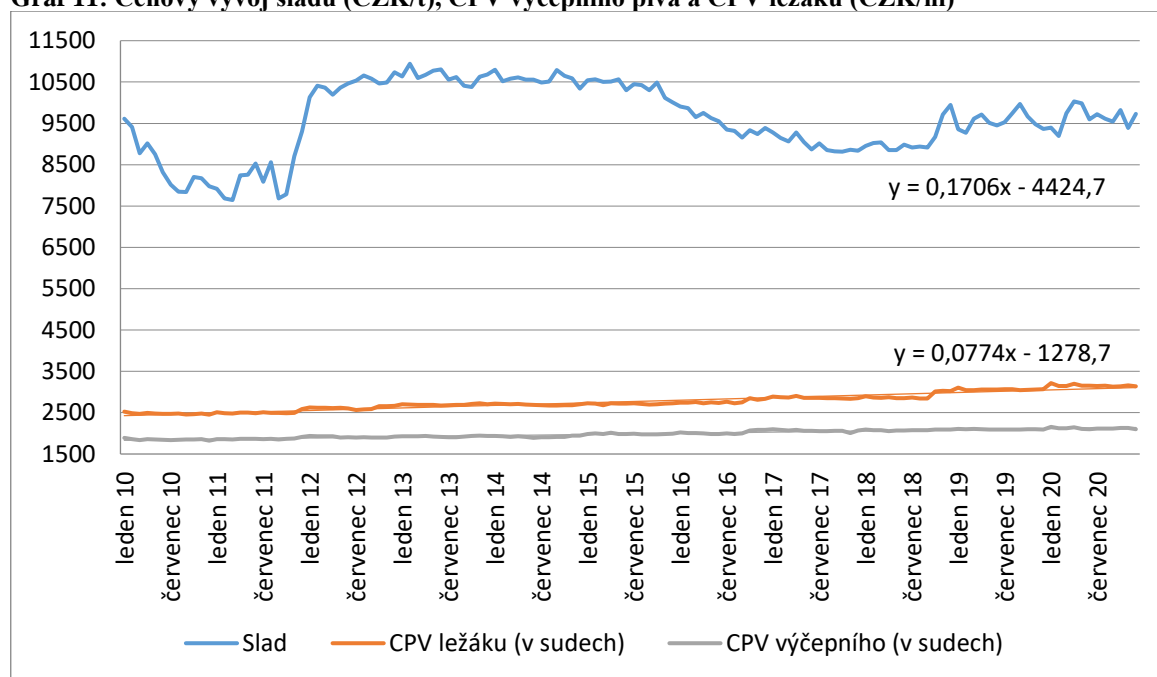
Přítomnost autokorelace je testována pomocí Breusch-Godfreyova testu. P-hodnota je menší než 0,00001, což je menší než 0,05. Nulová hypotéza je zamítnuta, v modelu je přítomná autokorelace reziduí. Důsledkem přítomnosti autokorelace je to, že výsledky odhadu jsou nestranné a konzistentní, ale nejsou nejlepší a také to značí nepřesnost prognóz při využití daného modelu. Jelikož se pro tento model nebude sestavovat prognóza, autorka rozhodla přítomnost autokorelace ignorovat.

Pomocí testu normality reziduí bylo prokázáno, že tato rezidua mají normální rozdělení, p-hodnota testu je rovna 0,17, což je víc než 0,05.

Tímto i přes přítomnost autokorelace reziduí lze model považovat za ekonomicky, statisticky a ekonometricky ověřený. Cenová transmise mezi články vertikály jako jsou pěstitelé ječmene a zpracovatelé sladu je významná. Zahrnutí zpoždění o 9 období jen zesílilo závislost ceny sladu na ceně ječmene. Nicméně i kdyby byla do modelu zahrnuta cena ječmene pouze v daném období bez zpoždění, koeficient determinace by se rovnal 0,38, což dle kalkulace cenových nákladů ve vertikále odpovídá realitě (ceny ječmene se podílejí na ceně sladu zhruba ze 40 %).

#### 4.1.2 Model 2: Slad – cena průmyslových výrobců piva

Graf 11: Cenový vývoj sladu (CZK/t), CPV výčepního piva a CPV ležáku (CZK/hl)



Zdroj: ČSÚ, vlastní zpracování

### **Předpoklady modelu**

Model zkoumá vztah mezi cenou sladu a cenami průmyslových výrobců piva (dále CPV). Byl sestaven dvourovnicový prostý model pro výčepní pivo a ležák. Na úrovni CPV dochází k největší přidané hodnotě u piva, jsou zde použité hlavně technologie, vyžadující hodně energie na jistých stupních výroby piva v pivovaru. Technologie, energie a personální náklady tvoří největší položky v celkových nákladech. Předpoklad je, že cena sladu nemá velký vliv na CPV, protože se jeho cena na konečné ceně hotového piva podílí z malé části.

Graf 11 zobrazuje vývoj cen sladu, sudového ležáku a sudového výčepního piva. Výroba ležáku je náročnější na energie a technologie, proto je dražší.

Lineární trendy CPV ležáku a CPV výčepního piva jsou mírně rostoucí. Žádné výkyvy nejsou zaznamenány. Nejvyšší CPV ležáku byla v lednu 2020, a to 3 215,79 Kč za hl. Nejvyšší CPV výčepního piva byla v únoru 2011, a to 2 156,2 Kč/hl. Na konci roku 2020 CPV výčepního piva byla nejmenší během posledních 10 let, zatímco CPV ležáku v tomto období se zvýšila.

**Ekonometrický model** daného vztahu vypadá následovně:

$$CPV\_L_t = \gamma_{10}X_{0t} + \gamma_{11}C\_S_t + u_{1t}$$

$$CPV\_V_t = \gamma_{20}X_{0t} + \gamma_{21}C\_S_t + u_{2t}$$

CPV_L <sub>t</sub>	cena průmyslových výrobců ležáku v sudech, CZK/hl,
CPV_V <sub>t</sub>	cena průmyslových výrobců výčepního piva v sudech, CZK/hl,
C_S <sub>t</sub>	cena sladu, CZK/t,
x <sub>0t</sub>	jednotkový vektor,
u <sub>1t</sub>	náhodná složka.

Pomocí korelační matice bylo zjištěno, že korelační koeficient mezi C\_S a CPV\_L je roven 0,14, a mezi C\_S a CPV\_V se rovná 0,05. Jedná se o nízké hodnoty, tedy skoro o absenci párové závislosti. Naopak, vysoká (0,94) multikolinearita byla zjištěna mezi CPV\_L a CPV\_V, což je možné vysvětlit tím, že vstupní náklady na počátečních stupních výroby piva jsou stejné, k rozdělení dochází až v pozdějších fázích produkce.

### **Odhad modelu**

Odhad je proveden v Gretlu pomocí BMNČ pro každou rovnici zvlášť. Výsledky jsou představeny v Tab. 7.

**Tabulka 7: Odhad parametrů Modelu 2: CPV\_L / CPV\_V**

	Koeficient	p-hodnota	Stat. význam.
const (L/V)	<b>2424,76 / 1929,77</b>	<0,0001/ <0,0001	*** / ***
Slad (ležák)	<b>0,03</b>	0,08	*
Slad (výčep.)	<b>0,006</b>	0,62	

Zdroj: SW Gretl, vlastní zpracování

### Ekonomická verifikace

Hodnoty odhadnutých parametrů (pomine-li se konstanta) lze interpretovat následovně: pokud se cena sladu zvýší o 1 Kč za tunu, dojde k navýšení CPV ležáku o 0,03 Kč/hl, a k navýšení CPV výčepního piva o 0,006 Kč/hl, ceteris paribus. Tyto hodnoty jsou extrémně nízké, což potvrzuje ekonomický předpoklad o tom, že změna ceny sladu směrem nahoru vyvolá minimální nárůst CPV piva. Tímto lze vyvrátit domněnku o tom, že za zdražení piva může především zdražení těchto surovin.

### Statistická verifikace

Pomocí t-testu byla verifikována statistická významnost jednotlivých parametrů rovnic a modelu, výsledky verifikace jsou v Tab. 8.

**Tabulka 8: Statistická verifikace Modelu 2: CPV\_L / CPV\_V**

	Koef. determinace	Adj. koef. determinace	p-hodnota (F)
Slad (L)	<b>0,02</b>	0,01	0,08
Slad (V)	<b>0,002</b>	-0,004	0,53

Zdroj: SW Gretl, vlastní zpracování

Jak je patrné z Tab. 7, v obou případech statisticky významným na hladině významnosti 0,01 je jednotkový vektor. V případě ležáku statisticky významnou je také na hladině významnosti 0,1 cena sladu. Pro výčepní pivo cena sladu vůbec není statisticky významná.

V první rovnici, zabývající se vztahem mezi cenou sladu a CPV ležáku, změny CPV ležáku jsou jen z 2 % vysvětleny změnami endogenních proměnných. Rovnice jako celek je statisticky významná,  $\alpha = 0,1$ .

Druhá rovnice, zabývající se vztahem mezi cenou sladu a CPV výčepního piva, jako celek není statisticky významná (viz p-hodnotu F-testu). Změny v chování CPV výčepního piva jsou vysvětleny změnami exogenních proměnných z pouhých 0,2 %, což je

zanedbatelné. Lze uvést, že cena sladu na CPV nemá žádný vliv; korigovaný koeficient determinace nabývá nesmyslné záporné hodnoty.

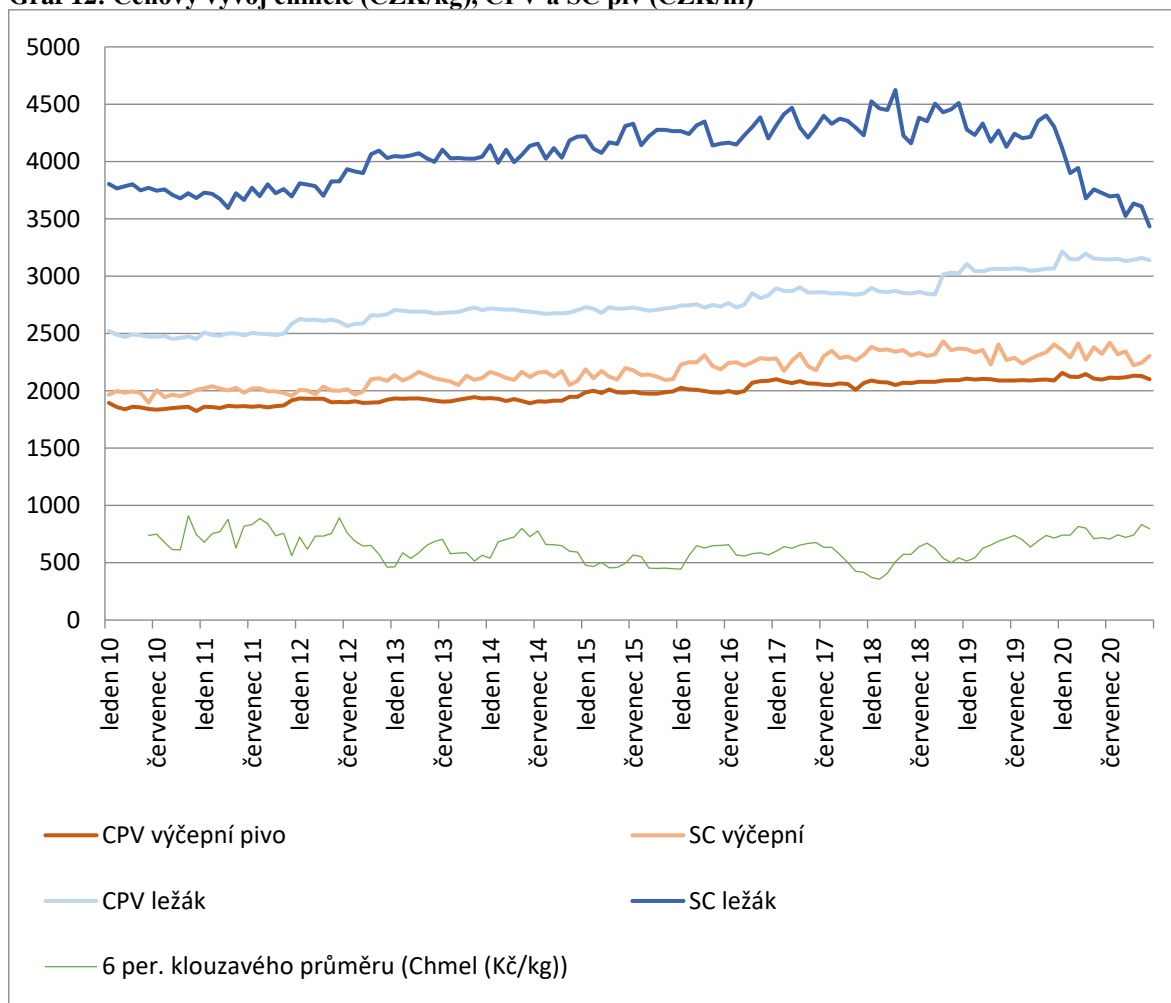
Vzhledem k nicotné prokazatelnosti vlivu ceny sladu na CPV piva, bylo autorkou rozhodnuto neprovádět ekonometrickou verifikaci modelu. Na základě výše uvedených výsledků lze učinit závěr, že cena sladu má zanedbatelný vliv na cenu průmyslových výrobců piva.

#### 4.1.3 Model 3: Chmelové extrakty – CPV – SC

##### Předpoklady modelu

Daný model zkoumá vztah mezi cenou dovážených chmelových extraktů, cenou průmyslových výrobců piva a spotřebitelskou cenou piva (dále SC). Je sestaven dvourovňový prostý model, zkoumající odlišný vliv na ležák a výčepní pivo.

Graf 12: Cenový vývoj chmele (CZK/kg), CPV a SC piv (CZK/hl)



Zdroj: ČSÚ, vlastní zpracování



Dle ekonomické teorie CPV ovlivňuje SC více, než cena chmelových extraktů resp. upraveného chmele. Také se cena chmele<sup>77</sup> minimálně podílí na výsledné ceně piva, protože toho se při výrobě používá procentuálně málo, jedná se zpravidla o chmel ve formě pelet, prášku nebo extraktu. Jen málo pivovarů používá hlávky chmele.

Měsíční dovozní ceny chmele hodně kolísají, což je vysvětleno tím, že ceny jsou dovozní a existují různí dodavatelé. Například hlavní dodavatel chmele Německo má výrazně vyšší ceny, než další dodavatelé – Spojené království, Spojené státy atd., kteří vykazují levnější cenu. Pro přehlednost grafu pro ceny chmele byly použity klouzavé průměry z 6 období, a také byl změněn řád jednotek (CZK/kg), což následně i usnadní interpretaci strukturálních parametrů, respektive ekonometrickou verifikaci.

Nejvyšší SC láhvého ležáku byla v dubnu 2018, a to 4 624 Kč/hl, tedy 23,12 Kč za půllitr. Nejvyšší SC výčepního piva byla v říjnu 2018, a to 2 432 Kč/hl, tedy 12,16 Kč za půllitr. Naopak, nejnižší SC ležáku byla pozorována v prosinci 2020, a to 17,17 Kč/0,5 l. Nejnižší cena výčepního piva byla v červnu 2010 ve výši 9,49 Kč/0,5 l.

Jak je z grafu 12 patrné, žádná z křivek nekopíruje průběh křivky vývoje cen chmele. Tento předpoklad je dále ověřen pomocí dvourovnicového prostého ekonometrického modelu.

**Ekonometrický model** daného vztahu vypadá následovně:

$$SC\_L_t = \gamma_{10}X_{0t} + \gamma_{11}CPV\_L_t + \gamma_{12}Ch\_E_t + u_{1t}$$

$$SC\_V_t = \gamma_{20}X_{0t} + \gamma_{23}CPV\_V_t + \gamma_{22}Ch\_E_t + u_{2t}$$

SC <sub>L<sub>t</sub></sub>	spotřebitelská cena láhvého ležáku, CZK/hl,
SC <sub>V<sub>t</sub></sub>	spotřebitelská cena láhvého výčepního piva, CZK/hl,
Ch <sub>E<sub>t</sub></sub>	cena chmelových extraktů, CZK/10 kg,
CPV <sub>L<sub>t</sub></sub>	cena průmyslových výrobců ležáku v sudech, CZK/hl,
CPV <sub>V<sub>t</sub></sub>	cena průmyslových výrobců výčepního piva v sudech, CZK/hl,
X <sub>0<sub>t</sub></sub>	jednotkový vektor,
u <sub>1<sub>t</sub></sub> , u <sub>2<sub>t</sub></sub>	náhodná složka.

Pomocí korelační matice bylo zjištěno, že korelační koeficient pro proměnné Ch<sub>E</sub> a SC<sub>V</sub> je roven -0,07, což poukazuje na malou provázanost proměnných ceny chmele

<sup>77</sup> Pro jednoduchost se nadále bude používat pojem „chmel“, což ale znamená upravený chmel nebo chmelové extrakty pro výrobu piva.

a spotřebitelské ceny výčepního piva. Naopak koeficient korelace mezi CPV\_V a SC\_V je roven 0,9, tedy párová závislost mezi touto exogenní proměnnou a endogenní proměnnou je vysoká a žádoucí.

V případě ležáku koeficient korelace mezi Ch\_E a SC\_L je také velmi nízký, a to -0,2. Mezi CPV\_L a SC\_L je tento koeficient roven 0,35.

### Odhad modelu

Metodou běžných nejmenších čtverců, provedenou v Gretlu, jsou odhadnuty strukturální parametry proměnných obou rovnic modelu. Výsledky jsou uvedeny v Tab. 9 a Tab. 10.

**Tabulka 9: Odhad parametrů Modelu 3 (rovnice 1): SC\_L**

	Koeficient	p-hodnota	Stat. význam.
const	<b>980,15</b>	<0,0001	***
Chmel_Ex	<b>-0,01</b>	0,0077	***
CPV	<b>1,17</b>	<0,0001	***
Dummy proměnná <sup>78</sup>	<b>-853,31</b>	<0,0001	***

Zdroj: SW Gretl, vlastní zpracování

**Tabulka 10: Odhad parametrů Modelu 3 (rovnice 2): SC\_V**

	Koeficient	p-hodnota	Stat. význam.
const	<b>-457,28</b>	<0,0001	***
Chmel_Ex	<b>-0,002</b>	0,23	
CPV	<b>1,33</b>	<0,0001	***

Zdroj: SW Gretl, vlastní zpracování

### Ekonomická verifikace

#### Rovnice 1

Pomine-li se konstanta, hodnoty parametrů se dají interpretovat následovně: pokud se cena chmele zvýší o korunu za 10 kg, sníží se SC ležáku o 0,01 Kč / hl, ceteris paribus. Tato změna v praxi znamená takřka nulovou změnu, protože se jedná o zlomek haléře. Zvýší-li se CPV ležáku o korunu za hl, dojde k navýšení SC ležáku o 1,17 Kč / hl, ceteris paribus. Tento výsledek poukazuje na nemalou závislost mezi cenami piva v těchto člancích

<sup>78</sup> Odůvodnění zavedení této proměnné je uvedeno v Statistické verifikaci.

vertikály. Interpretace dummy proměnné odráží pouze teoretický vliv covidu, jenž snižuje spotřebitelskou cenu ležáku o 853,31 Kč / hl.

#### *Rovnice 2*

Interpretace parametrů je následující: zvýší-li se cena chmele o Kč za 10 kg, sníží se SC výčepního piva o 0,002 Kč/hl, ceteris paribus. Jedná se o hodně malé a zanedbatelné číslo. Zvýší-li se CPV výčepního o Kč/hl, zvýší se SC výčepního piva o 1,33 Kč/hl, ceteris paribus. Absolutní změna SC v důsledku změny CPV je u výčepního piva větší, než u je tomu u ležáku, a to při vyšší ceně posledního.

Tímto je potvrzen ekonomický předpoklad o tom, že se cena chmele podílí na spotřebitelské ceně piva minimálně, skoro vůbec. Vzhledem k výsledkům ekonomické verifikace Modelu 2 a Modelu 3 lze učinit závěr, že cena vstupních rostlinných surovin u piva nemá významný podíl v transmisi výrobní vertikály piva.

#### **Statistická verifikace**

##### *Rovnice 1*

Pomocí t-testu v Gretlu byla provedena statistická verifikace 1. rovnice Modelu 3. Výsledky jsou uvedeny v Tab. 11.

**Tabulka 11: Statistická verifikace Modelu 3, Rovnice 1: SC L**

Koef. determinace	Adj. koef. determinace	p-hodnota (F)
0,73	0,72	<0,0001

*Zdroj: SW Gretl, vlastní zpracování*

Z Tab. 9 vyplývá, že všechny proměnné jsou statisticky významné na hladině významnosti  $\alpha = 0,01$ . Koeficient determinace je roven 0,73, což udává, že změny v chování SC ležáku jsou ze 73 % vysvětleny změnami chování cen chmelových extraktů, CPV ležáku a zahrnutím dummy proměnné. Model jako celek je statisticky významný,  $\alpha = 0,01$ , testovalo se pomocí F-testu.

Autorka rozhodla přidat dummy proměnnou do 1. rovnice Modelu 3, a to pro celý rok 2020, který byl silně ekonomicky ovlivněn opatřeními zavedenými vládou ČR v důsledku pandemie Covid-19. Pro pivovary toto znamenalo menší odbyt, vypadnutí distribučního kanálu (po většinu roku byl velmi omezen prodej piva ve stravovacích zařízeních) a také menší zisk a tím pádem větší podíl nákladů.

Dummy proměnná slouží v tomto případě pro eliminaci ekonomického šoku. Byly sestaveny tři modely pro 1. rovnici Modelu 3, a to bez zahrnutí roku 2020 (časová řada končila prosincem 2019), se zahrnutím roku 2020 a se zahrnutím roku 2020 včetně dummy proměnné. Ve všech případech všechny zahrnuté proměnné byly statisticky významné na hladině významnosti 0,01. Rozdíl spočíval ovšem v hodnotách  $R^2$ . Zatímco v případě zkrácené časové řady se koeficient rovnal 0,71, po prodloužení časové řady o 12 měsíců (2020) koeficient výrazně poklesl až na 0,18, což není v souladu se statistickou teorií, protože přidáním dalších pozorování by koeficient determinace měl růst, nikoliv tak výrazně klesat. Po zavedení dummy proměnné pro rok 2020  $R^2$  již sloupl na 0,73. Tento jev se objevuje pouze v případě ležáku, nikoliv výčepního piva, proto i některé další modely v práci zahrnují dummy proměnnou pouze pro ležák.

#### *Rovnice 2*

Pomocí t-testu v Gretlu byla provedena statistická verifikace 1. rovnice Modelu 3. Výsledky jsou uvedeny v Tab. 12.

**Tabulka 12: Statistická verifikace Modelu 3, Rovnice 2: SC\_V**

Koef. determinace	Adj. koef. determinace	p-hodnota (F)
0,82	0,81	<0,0001

*Zdroj: SW Gretl, vlastní zpracování*

Jak je patrné z Tab. 10, všechny proměnné vyjma ceny chmele jsou statisticky významné s pravděpodobností 99 %.

$R^2$  je roven 0,82, což znamená, že změny v chování spotřebitelské ceny výčepního piva jsou z 82 % ovlivněny změnami v chování CPV výčepního piva a ceny chmele. Rovnice jako celek je dle F-testu statisticky významná.

#### **Ekonometrická verifikace**

##### *Rovnice 1*

Pro testování heteroskedasticity byl zvolen Whiteův test, který byl proveden v Gretlu.

P-hodnota Whiteova testu je 0,0009, což je menší než zvolena hladina významnosti 0,05. Toto znamená, že se v modelu vyskytuje heteroskedasticita. Rozptyl v čase není konstantní, důvodem vzniku heteroskedasticity v tomto případě mohou být strukturální změny v ekonomice nebo setrvačnost ekonomických veličin.

Pro odstranění heteroskedasticity slouží metoda vážených nejmenších čtverců (MVNČ) nebo zahrnutí robustních směrodatných chyb (HAC) do výpočtu. Po aplikaci HAC nedošlo k odstranění heteroskedasticity, proto je aplikována MVNČ. Jako váhová proměnná je zvolena reciproční hodnota čtverců reziduí ( $1/ussq^{79}$ ). Po změně metody výpočtu byl proveden odhad strukturálních parametrů, který nově vypadá takto:

$$SC\_L_t = 995,46 + 1,16 * CPV\_L_t - 0,01 * Ch\_E_t - 854,252 * D_t + u_{1t}$$

Nově přidané proměnné:

$D_t$  dummy proměnná.

Jednou z vlastností, vykazující dobré vlastnosti odhadnutého modelu, je minimální diference hodnot strukturálních parametrů, což tento model splňuje. Koeficient determinace nového modelu vzrostl na 0,99, p-hodnota F-testu je rovna  $<0,00001$ , všechny proměnné jsou statisticky významné,  $\alpha = 0,01$ .

Dalším způsobem, jak odstranit heteroskedasticitu, je aplikace metody opravené heteroskedasticity v Gretlu. Zlepšuje odhad standardních chyb, aniž by změnila odhad parametrů proměnných. Nově by rovnice vypadala takto:

$$SC\_L_t = 103,34 + 1,5 * CPV\_L_t - 0,01 * Ch\_E_t - 1043,24 * D_t + u_{1t}$$

$R^2$  je roven 0,79, p-hodnota F-testu je  $<0,0001$ , model je tedy jako celek významný. Všechny proměnné vyjma konstanty jsou statisticky významné,  $\alpha = 0,01$ .

Dle výsledných hodnot nejlepším řešením je aplikace MVNČ.

Výrazně klesly i následující hodnoty oproti původním:

**Tabulka 13: Rozdíly hodnot odhadů provedených BMNČ, MVNČ a MOH**

	BMNČ	MVNČ	MOH
Součet čtverců reziduí	2417231	128,69	434,98
Směr. chyba regrese	137,42	1,003	1,84

Zdroj: SW Gretl, vlastní zpracování

Korelační matice nevykázala přítomnost multikolinearity mezi proměnnými.

To je konečná podoba upraveného modelu, heteroskedasticita je odstraněna, rozptyl je konstantní. Jelikož se model nebude používat pro další účely, test normality reziduí a přítomnost autokorelace budou prováděny na základě původního tvaru modelu.

<sup>79</sup> usq – hodnota čtverců reziduí

Přítomnost autokorelace je testována pomocí Breusch-Godfreyova testu. P-hodnota je rovna 1,8113e-012, což je menší než 0,05. Nulová hypotéza je zamítnuta, v modelu je přítomná autokorelace reziduí. Důsledkem přítomnosti autokorelace je nepřesnost prognóz s využitím daného modelu. Jelikož se pro tento model nebude sestavovat prognóza, autorka rozhodla přítomnost autokorelace ignorovat. Jinak lze pro prognózu použít metody, které ignorují autokorelaci – např. Cochranova-Orcuttova metoda nebo autoregresní model.

Pomocí testu normality reziduí byla prokázána přítomnost normálního rozdělení reziduí, p-hodnota testu je rovna 0,63, což je více než zvolená hladina významnosti.

#### *Rovnice 2*

Pomocí Whiteova testu je testována heteroskedasticita. P-hodnota je rovna 0,31, čímž je potvrzena přítomnost homoskedasticity. Rozptyl je konstantní.

Pro testování přítomnosti autokorelace 12. řádu je zvolen Breusch-Godfreyův test, kde p-hodnota testu se rovná <0,0001, autokorelace je přítomna v modelu. Vzhledem k dalšímu nevyužití modelu je autokorelace ignorována.

P-hodnota testu normality reziduí je rovna 0,16. Rezidua v rovnici jsou normálně rozdělena.

Tímto lze model považovat za ekonomicky, statisticky a po úpravě 1. rovnice ekonometricky ověřený. Cenová transmise mezi články vertikály jako jsou dodavatelé chmelových extraktů a cenou piva není významná, zatímco mezi CPV piva a SC transmise významná je. Konečnou cenu tedy nejvíce ze všeho ovlivňuje právě cena průmyslových výrobců.

#### **4.1.4 Model 4: Cena průmyslových výrobců – spotřebitelská cena**

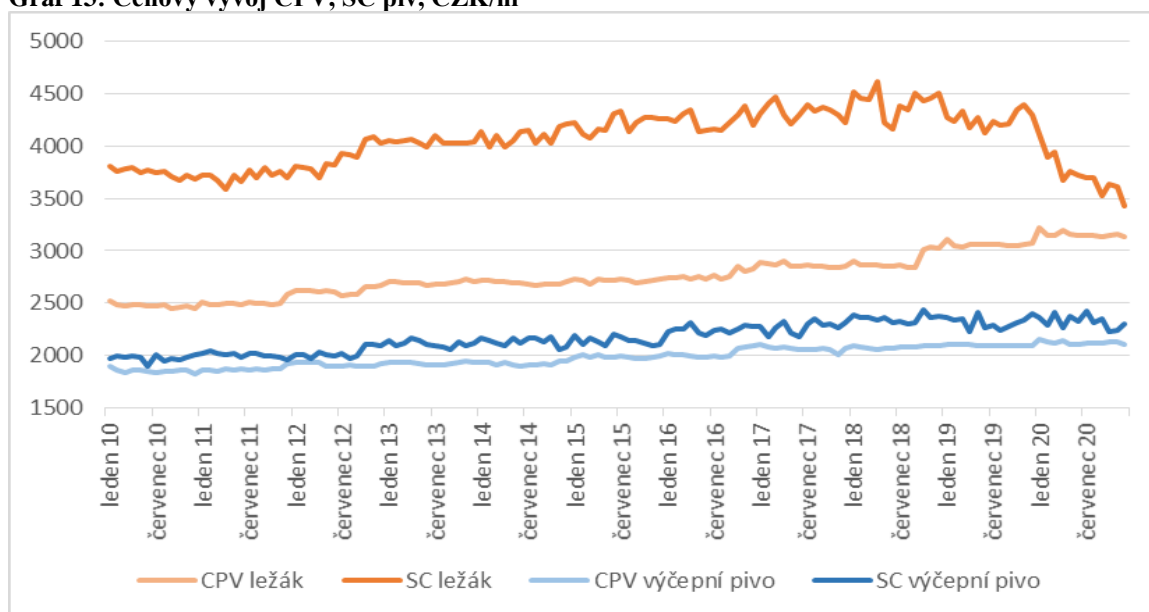
##### **Předpoklady modelu**

Model 4 se zabývá vztahem mezi CPV a SC piva. Jelikož podkladové údaje pro ležák a výčepní pivo se liší, opět bude sestaven dvourovnicový prostý model.

Předpoklad je, že míra závislosti mezi cenami výrobců a konečnými cenami je vysoká. Do modelu není zahrnuta přidaná marže obchodů a stravovacích zařízení, díky čemuž se SC stejného piva mohou lišit v závislosti na tom, kde a jak byla provedena distribuce.

Jak je patrné z Grafu 13, k nejmenšímu absolutnímu navýšení cen dochází u výčepního piva. Minimální rozdíl mezi CPV a SC byl v květnu 2019, a to 40 Kč/hl, zatímco k maximálnímu rozdílu docházelo v červnu 2016, a to 343 Kč/hl.

**Graf 13: Cenový vývoj CPV, SC piv, CZK/hl**



Zdroj: ČSÚ, vlastní zpracování

Oproti tomu se ležák chová jinak. Již v grafu 13 je vidět, že dochází k většímu nárůstu ceny na posledním stupni vertikály. Minimální rozdíl mezi CPV a SC byl v prosinci 2020, a to 295 Kč/hl. Významný pokles spotřebitelské ceny je vidět i v grafu, bylo tomu tak v roce 2020. Pro tento rok byla v některých modelech zavedena dummy proměnná právě pro ležák. Za takovým snížením ceny, kromě řady jiných faktorů, stojí i opatření zavedená vládou v důsledků pandemie Covid-19, což výrazně omezilo nejenom provoz stravovacích zařízení nebo festivalů, ale i cestovní ruch, jehož nedílnou součástí je česká pivní kultura.

Největší rozdíl mezi CPV a SC ležáku byl v dubnu 2018, a to ve výši 1 753 Kč/hl.

**Ekonometrický model** daného vztahu vypadá následovně:

$$SC\_L_t = \gamma_{10}X_{0t} + \gamma_{11}CPV\_L_t + \gamma_{13}D_t + u_{1t}$$

$$SC\_V_t = \gamma_{20}X_{0t} + \gamma_{22}CPV\_V_t + \gamma_{23}D_t + u_{2t}$$

SC <sub>L<sub>t</sub></sub>	spotřebitelská cena láhvého ležáku, CZK/hl,
SC <sub>V<sub>t</sub></sub>	spotřebitelská cena láhvého výčepního piva, CZK/hl,
CPV <sub>L<sub>t</sub></sub>	cena průmyslových výrobců ležáku v sudech, CZK/hl,
CPV <sub>V<sub>t</sub></sub>	cena průmyslových výrobců výčepního piva v sudech, CZK/hl,
D <sub>t</sub>	dummy proměnná,
X <sub>0t</sub>	jednotkový vektor,

$u_{1t}, u_{2t}$  náhodná složka.

Korelační matice neprokázala přítomnost multikolinearity mezi proměnnými první rovnice. Párová závislost je přítomná pouze v druhé rovnici a je žádoucí. Koeficient korelace mezi SC\_L a CPV\_L je roven 0,35, zatímco mezi SC\_V a CPV\_V má hodnotu 0,9.

### Odhad modelu

Pomocí BMNČ, provedené v Gretlu, jsou odhadnuty strukturální parametry proměnných z rovnic modelu. Výsledky jsou uvedeny v Tab. 14 a Tab. 15.

**Tabulka 14: Odhad parametrů Modelu 4 (rovnice 1): SC\_L**

	Koeficient	p-hodnota	Stat. význam.
const	<b>867,39</b>	<0,0001	***
CPV_L	<b>1,18</b>	<0,0001	***
Dummy	<b>-874,47</b>	<0,0001	***

Zdroj: SW Gretl, vlastní zpracování

**Tabulka 15: Odhad parametrů Modelu 4 (rovnice 2): SC\_V**

	Koeficient	p-hodnota	Stat. význam.
const	<b>-585,47</b>	<0,0001	***
CPV_V	<b>1,39</b>	<0,0001	***
Dummy	<b>-40,42</b>	0,043	**

Zdroj: SW Gretl, vlastní zpracování

### Ekonomická verifikace

Pomine-li se konstanta a dummy proměnná, interpretovat parametry lze takto: pokud cena průmyslových výrobců ležáku stoupne o 1 Kč/hl, zvýší se spotřebitelská cena ležáku o 1,18 Kč/hl, ceteris paribus. Vzroste-li CPV výčepního piva o 1 Kč/hl, vzroste následovně i SC výčepního piva o 1,39 Kč/hl, c.p. Absolutní změna SC je větší u výčepního piva. Výsledky odhadu odpovídají ekonomické teorii, závislost mezi cenami je přímoúměrná.

### Statistická verifikace

#### Rovnice 1

Pomocí t-testu v Gretlu byla provedena statistická verifikace 1. rovnice Modelu 4. Výsledky jsou uvedeny v Tab. 16.



**Tabulka 16: Statistická verifikace Modelu 4, Rovnice 1: SC\_L**

Koef. determinace	Adj. koef. determinace	p-hodnota (F)
0,71	0,71	<0,0001

Zdroj: SW Gretl, vlastní zpracování

Podle výsledků p-hodnot t-testů, uvedených v Tab. 14 a 16, lze usoudit, že všechny proměnné v rovnici jsou statisticky významné, a rovnice jako celek je také statisticky významná,  $\alpha = 0,01$ . Změny v chování SC ležáku jsou ze 71 % vysvětleny změnami chování CPV ležáku a dalších exogenních proměnných (dummy a jednotkový vektor).

#### Rovnice 2

Pomocí t-testu byla provedena statistická verifikace Rovnice 2:

**Tabulka 17: Statistická verifikace Modelu 4, Rovnice 2: SC\_V**

Koef. determinace	Adj. koef. determinace	p-hodnota (F)
0,82	0,82	<0,0001

Zdroj: SW Gretl, vlastní zpracování

Exogenní proměnné z 82 % ovlivňují spotřebitelskou cenu výčepního piva. Jak je patrné z Tab. 15, CPV výčepního a konstanta jsou statisticky významné s pravděpodobností 99 %, zatímco dummy proměnná je významná s pravděpodobností 95 %. Rovnice jako celek je rovněž statisticky významná.

Tímto se je potvrzen předpoklad o značném vlivu cen piva na úrovni výrobců na konečnou spotřebitelkou cenu piva.

#### Ekonometrická verifikace

Pro testování heteroskedasticity se použije Whiteův test v Gretlu.

P-hodnota Whiteova testu pro 1. rovnici je 0,0007, což znamená, že se heteroskedasticita v rovnici vyskytuje. Rozptyl není konstantní. Po zavedení proměnné CPV\_V nebo SC\_V do rovnice dochází k navýšení p-hodnoty a heteroskedasticita již přítomná není. Tímto modelem se ovšem autorka bude zabývat v dalším simultánním modelu.

V 2. rovnici se hodnota rovná 0,16, a je přítomná homoskedasticita, což je pro model žádoucí.

Přítomnost autokorelace v obou rovnicích je testována pomocí Breusch-Godfreyova testu. P-hodnota testů se rovná <0,00001. Nulová hypotéza je zamítnuta, v modelu je

přítomná autokorelace reziduí 12. řádu. Pro tento model je rozhodnuto, že se autokorelace bude ignorovat.

P-hodnota testu normality reziduí v 1. rovnici je rovna 0,94, čímž je prokázáno, že rezidua jsou rozdělena normálně. V druhé rovnici je také prokázána normalita reziduí, kdy p-hodnota = 0,16.

Tímto lze model považovat za statisticky, ekonomicky a po dílčích úpravách, které ovšem nebudou implementovány, ekonometricky verifikovaný.

## 4.2 Model spotřebitelské ceny piva

### 4.2.1 Ekonomický a ekonometrický model

#### **Teoretická východiska**

Simultánní model má dvě rovnice. První rovnice popisuje vývoj SC ležáku, ovlivněný cenou sladu, cenou chmele, cenou průmyslových výrobců ležáku, spotřebitelskou cenou výčepního piva a množství piva uvedeného do volného daňového oběhu. Druhá rovnice popisuje závislost spotřebitelské ceny výčepního piva na ceně sladu, ceně chmele, ceně průmyslových výrobců výčepního piva, spotřebitelské ceně ležáku a množství piva ve volném daňovém oběhu.

Ekonomické předpoklady v tomto modelu jsou následující:

- Zvýšení ceny sladu vyvolá zvýšení ceny piva, což odpovídá jeho postavení v celkových nákladech.
- Zvýšení ceny chmele vyvolá zvýšení nebo stagnaci ceny piva, což odpovídá jeho postavení v celkových nákladech.
- Růst CPV piva způsobí nárůst ceny piva, protože se jedná o bezprostředně předcházející článek výrobní vertikály.
- Nárůst spotřebitelské ceny ležáku vyvolá snížení ceny výčepního piva a naopak, předpoklad substitučního chování.
- Zvýšení množství piva ve volném daňovém oběhu (de facto spotřeby) bude mít minimální vliv na spotřebitelskou cenu piva, protože pivovary nejsou kapacitně limitovány.

Ekonometrický model

$$SC\_L_t = \gamma_{10}X_{0t} + \beta_{12}SC\_V_t + \gamma_{11}C\_S_t + \gamma_{13}Ch\_E_t + \gamma_{14}CPV\_L_t + \gamma_{15}D_t + \gamma_{16}Mn_t + u_{1t}$$

$$SC\_V_t = \gamma_{20}X_{0t} + \beta_{21}SC\_L_{t-1} + \gamma_{21}C\_S_t + \gamma_{23}Ch\_E_t + \gamma_{26}Mn_t + \gamma_{27}CPV\_V_t + u_{2t}$$

**Tabulka 18: Deklarace proměnných**

Název proměnné	Označení	Typ	Jednotka
Spotřebitelská cena ležáku	SC_L <sub>t</sub>	endogenní	CZK/hl
Spotřebitelská cena výčepního piva	SC_V <sub>t</sub>	endogenní	CZK/hl
Jednotkový vektor	x <sub>0t</sub>	exogenní	-
Cena sladu	C_S <sub>t</sub>	exogenní	CZK/t
Cena chmelových extraktů	Ch_E <sub>t</sub>	exogenní	CZK/kg
Cena prům. výrobců ležáku	CPV_L <sub>t</sub>	exogenní	CZK/hl
Cena prům. výrobců výčepního piva	CPV_V <sub>t</sub>	exogenní	CZK/hl
Dummy proměnná	D <sub>t</sub>	exogenní	-
Množství piva uvedeného do volného daňového oběhu	Mn <sub>t</sub>	exogenní	tisíce hl
Náhodná složka	u <sub>1t</sub> , u <sub>2t</sub>	stochastická	-

Zdroj: vlastní zpracování

#### 4.2.2 Korelační matice, identifikace modelu

**Obrázek 2: Korelační matice**

Slad	Ch_E	CPV_L	CPV_V	SC_L	
1,0000	-0,0159	-0,0452	-0,1761	0,0266	Slad
	1,0000	0,0851	0,0230	-0,2438	Ch_E
		1,0000	<b>0,9318</b>	0,2249	CPV_L
			1,0000	0,4020	CPV_V
				1,0000	SC_L
SC_V	Dummy	Mnozstvi			
-0,1990	-0,0259	0,0112			Slad
-0,0154	0,1665	0,0081			Ch_E
<b>0,8455</b>	0,6210	0,1325			CPV_L
<b>0,8847</b>	0,4709	0,0726			CPV_V
0,5195	-0,4808	-0,2302			SC_L
1,0000	0,3461	0,0665			SC_V
	1,0000	0,2350			Dummy
		1,0000			Mnozstvi

Zdroj: SW Gretl, vlastní zpracování

Pro odhalení případné vysoké multikolinearity je využita korelační matice. Pokud nějaký z koeficientů v matici dosahuje vysokých hodnot (více než  $|0,8|$ ), pak mezi proměnnými je vysoká závislost. Pro přítomnost nežádoucí multikolinearity musí tento

vztah nastat mezi dvěma vysvětlujícími proměnnými. Mezi vysvětlující a vysvětlovanou proměnnou je vysoká párová závislost žádoucí.

Jak se zřejmé z Obrázku 2, vysoká párová závislost je mezi proměnnými CPV\_V a CPV\_L, potom mezi SC\_V a CPV\_L, a také mezi SC\_V a CPV\_V. Vysoká závislost mezi SC\_V a CPV\_V je žádoucí, jedná se o vztah mezi endogenní a exogenní proměnnou.

### Identifikace modelu

$$SC\_L_t = \gamma_{10}X_{0t} + \beta_{12}SC\_V_t + \gamma_{11}C\_S_t + \gamma_{13}Ch\_E_t + \gamma_{14}CPV\_L_t + \gamma_{15}D_t + \gamma_{16}Mn_t + u_{1t}$$

$$SC\_V_t = \gamma_{20}X_{0t} + \beta_{21}SC\_L_{t-1} + \gamma_{21}C\_S_t + \gamma_{23}Ch\_E_t + \gamma_{26}Mn_t + \gamma_{27}CPV\_V_t + u_{2t}$$

Aby model byl řešitelný, pro každou rovnici musí platit vztah  $k^{**} \geq g^* - 1$ , kde  $k^{**}$  je počet predeterminovaných proměnných nezahrnutých v rovnici, a  $g^*$  je počet endogenních proměnných v rovnici.

**Tabulka 19: Identifikace modelu**

	$k^{**}$	$g^*$	vzorec	identifikace
1. rovnice	1	2	$1 \geq 2-1$	je přesně identifikovaný
2. rovnice	2	2	$2 \geq 2-1$	je přeidentifikovaný

Zdroj: vlastní zpracování

Obě rovnice jsou identifikované, model je řešitelný a lze s ním dále pracovat.

### 4.2.3 Odhad modelu

#### Rovnice 1

**Tabulka 20: Odhad parametrů simultánního modelu, Rovnice 1: SC\_L**

	Koeficient	p-hodnota	Stat. význam.
const	<b>-1193,02</b>	0,08	*
C_S	<b>0,11</b>	0,0007	***
Ch_E	<b>-0,04</b>	0,54	
CPV_L	<b>-1,46</b>	0,025	**
SC_V	<b>3,84</b>	<0,00001	***
D	<b>-350,23</b>	0,01	**
Mn	<b>-0,03</b>	0,08	*

Zdroj: SW Gretl, vlastní zpracování

## Rovnice 2

Tabulka 21: Odhad parametrů simultánního modelu, Rovnice 2: SC\_V

	Koeficient	p-hodnota	Stat. význam.
const	<b>-381,81</b>	0,014	**
C_S	<b>-0,009</b>	0,18	
Ch_E	<b>-0,005</b>	0,8	
Mn	<b>0,004</b>	0,48	
CPV_V	<b>1,22</b>	<0,0001	***
SC_L	<b>0,05</b>	0,08	**

Zdroj: SW Gretl, vlastní zpracování

Pro odhad strukturálních parametrů modelu je použita dvoustupňová metoda nejmenších čtverců (DMNČ). Výpočet je proveden pomocí Gretlu pro každou rovnici zvlášť.

Zápis modelu vypadá následovně:

$$SC_{L_t} = -1193,02 + 3,84SC_{V_t} + 0,11C_{S_t} - 0,04CH_{E_t} - 1,46CPV_{L_t} - 350,23D_t - 0,03Mn_t + u_{1t}$$

$$SC_{V_t} = -381,81 + 0,05SC_{L_t} - 0,009C_{S_t} - 0,005Ch_{E_t} + 0,004Mn_t + 1,22CPV_{V_t} + u_{2t}$$

### 4.2.4 Ekonomická verifikace modelu

V této části práce jsou interpretovány parametry modelu a výstupy jsou porovnány s ekonomickou teorií.

#### 1. rovnice

- Pokud by se SC výčepního piva zvýšila o 1 Kč/hl, SC ležáku by se také zvýšila o 3,84 Kč/hl. Výsledek neodpovídá ekonomické teorii, a to proto, že se jednotlivé druhy piva nechovají jako substituty, ačkoli je lze tak pojmout. Pokud pivovary zdražují ceny, tak téměř vždy to dělají najednou, proto zde neplatí předpoklad klasické ekonomické teorie.
- Pokud by se cena sladu zvýšila o 1 Kč/t, vyvolalo by to růst SC ležáku o 0,11 Kč/hl, což odpovídá předpokladu – s růstem ceny surovin se zvyšuje cena konečného produktu, c.p.
- Zvýší-li se cena chmele o 1 Kč/kg, dojde k poklesu SC ležáku o 0,04 Kč/hl. Toto tvrzení není ve shodě s předpokladem, avšak vliv ceny chmele

na výsledný produkt je zanedbatelný, takže i směr a intenzita změny je zanedbatelná, c.p.

- Sníží-li se CPV ležáku o 1 Kč/hl, dojde k nárůstu SC ležáku o 1,46 Kč/hl. Toto tvrzení není ve shodě s předpokladem, nicméně toto lze vysvětlit významnou tržní silou obchodních řetězců.
- Covid-19 způsobí pokles SC ležáku o 350,2 Kč/hl, c.p. Jelikož se jedná o dummy proměnnou, její interpretace je zde uvedena pouze formálně, protože v praxi by se to nekonalo za podmínek ceteris paribus.
- Pokud by se spotřeba piva (Mn) zvýšila o tisíc hl, došlo by ke snížení SC ležáku o 0,03 Kč/hl, c.p. Jedná se o zanedbatelný vliv, proto v praxi by se mohlo jednat např. o snížení nákladů (úspory z rozsahu) při rostoucí výrobě piva, a následně o pokles ceny piva.

## 2. rovnice

- Pokud by se SC ležáku zvýšila o 1 Kč/hl, SC výčepního piva by se také zvýšila o 0,05 Kč/hl c.p. Výsledek odpovídá předpokladu za podmínky, že se piva nechovají substitučně – nárůst ceny je přítomen zpravidla bez separace druhů piv.
- Pokud by se cena sladu zvýšila o 1 Kč/t, vyvolalo by to pokles SC výčepního piva o 0,009 Kč/hl c.p., což sice neodpovídá předpokladu, ale vzhledem k zanedbatelné intenzitě vlivu ceny sladu toto v praxi může být reálné.
- Zvýší-li se cena chmele o 1 Kč/kg, dojde k poklesu SC výčepního piva o 0,005 Kč/hl, c.p. Toto tvrzení není ve shodě s předpokladem, cena piva se chová jako v případě ležáku.
- Pokud by se množství piva uvedeného do volného daňového oběhu zvýšilo o tisíc hl, došlo by ke zvýšení SC výčepního piva o 0,004 Kč/hl, c.p. V praxi by to znamenalo skoro nulovou změnu, což je ve shodě s předpokladem.
- Zvýší-li se CPV výčepního piva o 1 Kč/hl, SC piva se zvýší o 1,22 Kč/hl. Toto tvrzení je ve shodě s předpokladem.

### 4.2.5 Statistická verifikace modelu

Pro testování významnosti jednotlivých parametrů v každé rovnici modelu se používá t-test. Aby se hovořilo o statisticky významném koeficientu, musí být |t-hodnota|

větší než tabulková t-hodnota na dané hladině významnosti. Pomocí SW Gretl je proveden výpočet koeficientu determinace a korigovaného koeficientu determinace, který ukazuje závislost endogenní proměnné na exogenních, resp. tuto závislost po přidání dalších vysvětlujících proměnných. F-test testuje statistickou významnost rovnice jako celku.

### 1. rovnice

**Tabulka 22: Statistická verifikace parametrů 1. rovnice simultánního modelu: SC\_L**

	p-hodnota	stat.významnost
const	0,07	*
SC_V	<0,00001	***
C_S	0,0007	***
Ch_E	0,53	
CPV_L	0,02	**
D	0,01	**
Mn	0,08	*

Zdroj: SW Gretl, vlastní zpracování

**Tabulka 23: Statistická verifikace 1. rovnice simultánního modelu**

Koef. determinace	Adj. koef. determinace	p-hodnota (F)
0,67	0,65	<0,0001

Zdroj: SW Gretl, vlastní zpracování

Jak je zřejmé z Tab. 22, SC výčepního piva a cena sladu jsou statisticky významné na hladině významnosti  $\alpha=0,01$ . CPV ležáku a dummy proměnná jsou rovněž významné,  $\alpha=0,05$ . Množství piva uvedeného do daňového oběhu a jednotkový vektor jsou významné na hladině významnosti  $\alpha=0,1$ . Cena chmele není statisticky významná.

Model jako celek dle výsledku F-testu je významný, tudíž lze ho aplikovat v praxi. Koeficient determinace uvádí, že změny v chování endogenní proměnné jsou z 67 % (příp. 65 %) vysvětleny změnami chování daných vysvětlujících proměnných.

Tabulka 24 znázorňuje, že největší vliv na spotřebitelskou cenu výčepního piva má cena průmyslových výrobců ( $\alpha=0,01$ ). Jednotkový vektor je významný na  $\alpha=0,05$ , spotřebitelská cena ležáku je významná na  $\alpha=0,1$ . Cena surovin a množství piva uvedeného do daňového oběhu nejsou statisticky významné, což není nijak zvlášť překvapivý výsledek ve vertikále produkce piva.

## 2. rovnice

Tabulka 24: Statistická verifikace parametrů 2. rovnice simultánního modelu: SC\_V

	p-hodnota	stat.významnost
const	0,01	**
SC_L	0,07	*
C_S	0,18	
Ch_E	0,8	
CPV_V	<0,0001	***
Mn	0,48	

Zdroj: SW Gretl, vlastní zpracování

Tabulka 25: Statistická verifikace 2. rovnice simultánního modelu

Koef. determinace	Adj. koef. determinace	p-hodnota (F)
0,81	0,8	<0,0001

Zdroj: SW Gretl, vlastní zpracování

P-hodnota F-testu uvádí, že model je jako celek významný. Změny endogenní proměnné jsou z 81 % (příp. 80 %) ovlivněny změnami vysvětlujících proměnných, jak uvádí koeficient determinace.

### 4.2.6 Ekonometrická verifikace modelu

V této části práce jsou pro každou rovnici zvlášť provedeny testy normality reziduí, testy heteroskedasticity a testy autokorelace pomocí SW Gretl. Aby platila  $H_0$ , musí pak být p-hodnota testu větší než hladina významnosti  $\alpha$ .

#### 1. rovnice

##### Test normality reziduí:

Obrázek 3: Test normality reziduí, 1. rovnice (Zdroj: SW Gretl)

Test nulové hypotézy normálního rozdělení:

Chi-kvadrát (2) = 0,618 s p-hodnotou 0,73408

- $H_0$ : náhodné chyby jsou normálně rozděleny.
- $H_1$ : náhodné chyby nejsou normálně rozděleny.

V dané rovnici platí, že  $0,01 < 0,05 < 0,1 < 0,73$ , tedy  $H_0$  nelze zamítnout na třech úrovních významnosti. Z výše uvedeného tedy vyplývá, že rezidua mají v první rovnici normální rozdělení.



### **Pesaran-Taylorův test heteroskedasticity:**

Obrázek 4: Pesaran-Taylorův test heteroskedasticity, 1. rovnice (Zdroj: SW Gretl)

Testovací statistika:  $HET_1 = |0,001234| / 0,002182 = 0,565625$ ,  
s p-hodnotou =  $2 * P(z > 0,565625) = 0,572$

- H0: náhodné chyby jsou homoskedastické.
- H1: náhodné chyby jsou heteroskedastické.

H0 nelze zamítnout na třech úrovních významnosti, protože  $0,01 < 0,05 < 0,1 < 0,57$ . V dané rovnici se heteroskedasticita nevyskytuje.

### **Godfreyův test autokorelace:**

Obrázek 5: Test autokorelace, 1. rovnice (Zdroj: SW Gretl)

Testovací statistika: Pseudo-LMF = 0,561143,  
s p-hodnotou =  $P(F(12,113) > 0,561143) = 0,868$

- H0: náhodné chyby nejsou vzájemně korelovány.
- H1: náhodné chyby jsou vzájemně korelovány.

Platí, že  $0,01 < 0,05 < 0,1 < 0,87$ , takže H0 nelze zamítnout. Náhodné chyby v dané rovnici modelu nejsou vzájemně korelované (autokorelace 12. řádu se nevyskytuje), takže z tohoto úhlu pohledu se náhodná složka chová náhodně.

## **2. rovnice**

### **Test normality reziduí:**

Obrázek 6: Test normality reziduí, 2. rovnice (Zdroj: SW Gretl)

Test nulové hypotézy normálního rozdělení:  
Chi-kvadrát(2) = 2,331 s p-hodnotou 0,31174

- H0: náhodné chyby jsou normálně rozděleny.
- H1: náhodné chyby nejsou normálně rozděleny.

V dané rovnici platí, že  $0,01 < 0,05 < 0,1 < 0,31$ , tedy H0 nelze zamítnout na třech úrovních významnosti. Rezidua mají v první rovnici normální rozdělení, výsledek lze považovat za uspokojivý.

### **Pesaran-Taylorův test heteroskedasticity:**

Obrázek 7: Pesaran-Taylorův test heteroskedasticity, 2. rovnice (Zdroj: SW Gretl)

Testovací statistika:  $HET_1 = |0,000520| / 0,000677 = 0,769055$ ,  
s p-hodnotou =  $2 * P(z > 0,769055) = 0,442$

- H0: náhodné chyby jsou homoskedastické.
- H1: náhodné chyby jsou heteroskedastické.

H0 nelze zamítnout na třech úrovních významnosti, protože  $0,01 < 0,05 < 0,1 < 0,44$ . V dané rovnici se heteroskedasticita nevyskytuje, výsledek lze tedy považovat za uspokojivý.

### Godfreyův test autokorelace:

Obrázek 8: Test autokorelace, 2. rovnice (Zdroj: SW Gretl)

Testovací statistika: Pseudo-LMF = 3,879135,  
s p-hodnotou =  $P(F(12,114) > 3,87913) = 6,8e-005$

- H0: náhodné chyby nejsou vzájemně korelovány.
- H1: náhodné chyby jsou vzájemně korelovány.

Platí, že p-hodnota je menší než  $0,01 < 0,05 < 0,1$ , takže H0 je zamítnuta. Náhodné chyby v dané rovnici modelu jsou vzájemně korelované (autokorelace 12. řádu). To znamená, že odhady parametrů této rovnice jsou konzistentní a nestranné, ale nejsou nejlepší. Autorkou bylo rozhodnuto ignorovat autokorelaci, a nepoužívat tuto rovnici k sestavení prognózy.

Tímto lze model považovat za ekonometricky verifikovaný.

#### 4.2.7 Výpočet průměrných pružností

Zatímco koeficienty strukturálních parametrů vyjadřují vliv exogenních proměnných na endogenní proměnnou absolutně (tedy v konkrétních jednotkách), elasticita vyjadřuje toto působení relativně (v procentech), což umožňuje určit intenzitu působení.

Výpočty pro roky 2011-2020 byly provedené v MS Excel pro každou rovnici zvlášť, a pouze pro vybrané proměnné, kde je zjevná těsnost závislosti. Níže je uvedena interpretace koeficientů pružnosti jen pro prosinec 2019 a 2020, aby bylo možné porovnat případné změny v důsledku opatření proti Covid-19.

##### 1. rovnice

Tabulka 26: Elasticita vybraných proměnných, 1. rovnice

	Cena sladu	SC výčepního piva
prosinec 2019	0,23 %	2,04 %
prosinec 2020	0,31 %	2,57 %

Zdroj: MS Excel, vlastní zpracování

Jak je zřejmé z Tab. 26, na konci roku 2020 se spotřebitelská cena ležáku stala citlivější na změny ceny sladu a spotřebitelské ceny výčepního piva. Interpretace je následující, platí pro prosinec 2020:

- Při nárůstu ceny sladu o 1 % dojde k nárůstu SC ležáku o 0,31 %, c.p., což odpovídá předpokladu.

- Při nárůstu SC výčepního piva o 1 % dojde k nárůstu SC ležáku o 2,57 %, c.p., což je v souladu s teorií.

Lze tvrdit, že meziročně došlo k nárůstu elasticity ceny sladu o 0,08 p. b., a SC výčepního piva o 0,53 p. b.

## 2. rovnice

**Tabulka 27: Elasticita vybraných proměnných, 2. rovnice**

	CPV výčepního piva	SC ležáku
prosinec 2019	1,11 %	0,09 %
prosinec 2020	1,11 %	0,07 %

Zdroj: MS Excel, vlastní zpracování

V Tab. 27 jsou uvedené výsledky, dle nichž lze usoudit, že se meziročně citlivost SC výčepního piva na CPV piva a SC ležáku nezměnila, oproti chování ležáku. Interpretace pro prosinec 2020 je následující:

- Zvýší-li se CPV výčepního piva o 1 %, dojde k nárůstu SC výčepního piva o 1,11 %, c. p., což je v souladu s teorií.
- Zvýší-li se spotřebitelská cena ležáku, dojde k nárůstu SC výčepního piva o 0,07 %, c. p., což odpovídá předpokladu.

Z výše uvedených výstupů plyne, že SC ležáku pružněji reaguje na meziroční změny, příp. šoky.

## 4.3 Prognóza ceny ležáku

Tato část práce se zabývá porovnáním prognózovaných hodnot CPV a SC ležáku pro rok 2020 se skutečnými hodnotami. Cílem je zjistit, zdá měl Covid-19 vliv na cenu piva. V případě, že ano, tak zjistit, jak byl tento vliv velký. Ležák je vybrán jako subjekt prognózy proto, že právě u něj bylo nutné zavedení dummy proměnné, znázorňující ekonomický šok, zatímco u výčepního piva tomu tak nebylo.

Časové řady skutečných hodnot začínají lednem 2010 a končí prosincem 2019. Na jejich základě je sestavena prognóza pro rok 2020.

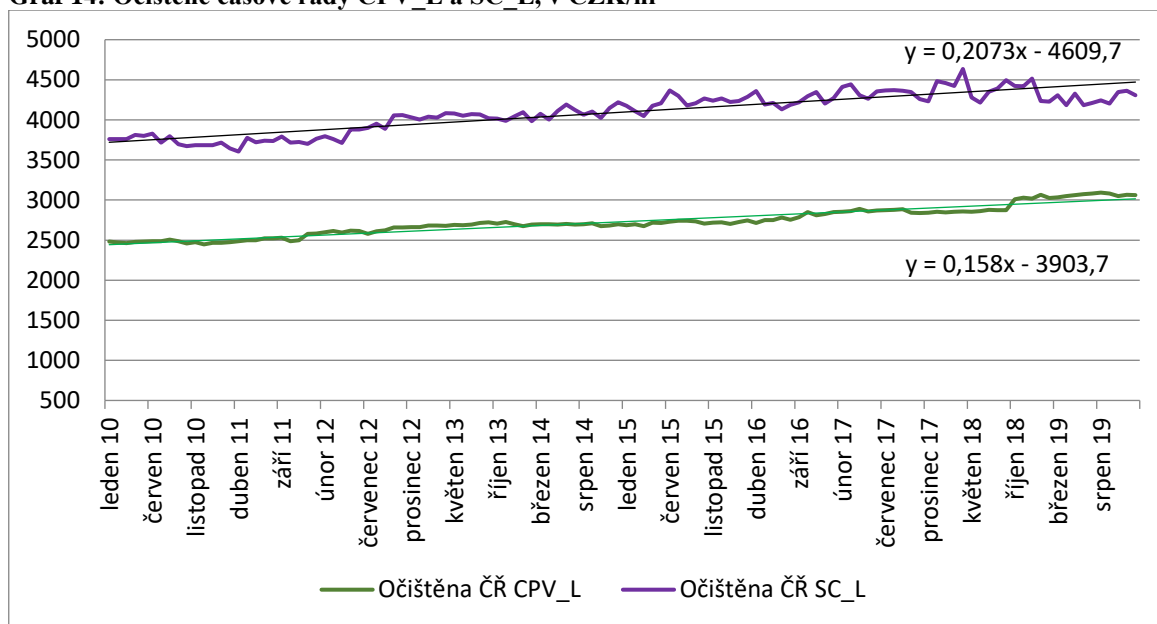
### 4.3.1 Zhodnocení sezónnosti časových řad

Pro kvalitní prognózu je nutné očištění časových řad pomocí aditivní dekompozice. Sezónní složka má na prognózu negativní dopad, proto je nutné se jí zbavit.

Sezonní očištění časových řad bylo provedeno v následujících krocích pomocí MS Excel:

1. určení centralizovaných klouzavých průměrů,
2. odhad necentrováných sezonních faktorů,
3. centrování hodnot,
4. Konečné sezonní očištění řad.

**Graf 14: Očištěné časové řady CPV\_L a SC\_L, v CZK/hl**



Zdroj: ČSÚ, vlastní zpracování

Jak je patrné z Grafu 14, cena výrobců ležáku a spotřebitelská cena vykazují mírně rostoucí trend. Rovněž je vidět, že mírné výkyvy ve vývoji SC stále jsou, avšak ne tak prudké. Lineární funkce jsou vhodné k popisu trendu daných řad.

#### 4.3.2 Odvození ADL modelu

ADL model je modelem rozložených časových zpoždění a funguje na principu regresního přístupu, zohledňuje dynamický charakter vztahů. Model ADL vysvětluje průběh časové řady pomocí jejich zpožděných pozorování a pomocí jedné exogenní proměnné.

Proměnná SC vystupuje jako endogenní proměnná, zatímco exogenní proměnná je zde CPV.

Prognóza bude odvozena pouze pro spotřebitelskou cenu ležáku, a to z důvodu, že ADL model zkoumá jednosměrné vazby mezi proměnnými. Ekonomický předpoklad je,

že cena výrobců ovlivňuje spotřebitelskou cenu, nikoliv naopak. Kdyby se jednalo o simultánní vazby, bylo by vhodné použít VAR model.

V daném modelu jsou zahrnuty proměnné CPV\_L a SC\_L a jejich zpoždění.

ADL modely vyžadují stacionaritu časových řad. Jelikož test jednotkového kořene ukázal, že obě řady jsou nestacionární (p-hodnota je větší než  $\alpha$ ), v tomto modelu se použijí první diference zvolených proměnných.<sup>80</sup>

**Tabulka 28: Výsledky ADF testu**

	p-hodnota	interpretace
CPV_L	0,9	nestacionární
d_CPV_L	<0,00001	stacionární
SC_L	0,7	nestacionární
d_SC_L	<0,00001	stacionární

Zdroj: SW Gretl, vlastní zpracování

### Volba zpoždění

Při volbě zpoždění se použije maximální zpoždění do 6. řádu. Bude odhadnuto šest modelů, a pro tyto modely poté budou hledány nejlepší specifikace podle doporučení jednotlivých informačních kritérií. Maximální délka zpoždění je vybrána na základě minimální hodnoty Akaikova kritéria (AIC), Bayesova informačního kritéria (BIC), resp. Hannan-Quinn informačního kritéria (HQC).

**Obrázek 9: Hodnoty kritérií pro SC**

	AIC	BIC	HQC
ADL (1,1)	1387,296	1395,608	1390,671
ADL (2,2)	1369,958	1383,769	1375,565
ADL (3,3)	1351,161	1370,436	1358,986
ADL (4,4)	1330,061	1354,765	1340,088
ADL (5,5)	1323,175	1353,273	1335,39
ADL (6,6)	1313,901	1349,357	1328,289

Zdroj: vlastní zpracování

Podle doporučení AIC, BIC a HQC nejlepší specifikací je model ADL (6,6).

### Odvození obecného ADL modelu a jeho verifikace

<sup>80</sup> Jsou to proměnné d\_CPV\_L a d\_SC\_L.

V Gretlu byl odvozen model ADL (6,6), níže jsou uvedeny výstupy:

**Obrázek 10: ADL (6,6) pro SC**

	koeficient	směr. chyba	t-podíl	p-hodnota	
const	13,9881	8,86796	1,577	0,1179	
d_CPV_Lo_1	0,506057	0,324539	1,559	0,1221	
d_CPV_Lo_2	0,261752	0,326022	0,8029	0,4240	
d_CPV_Lo_3	-0,989499	0,334156	-2,961	0,0038	***
d_CPV_Lo_4	-0,261106	0,341359	-0,7649	0,4461	
d_CPV_Lo_5	-0,117071	0,338865	-0,3455	0,7305	
d_CPV_Lo_6	0,0519993	0,333984	0,1557	0,8766	
d_SC_Lo_1	-0,432874	0,0990911	-4,368	3,06e-05	***
d_SC_Lo_2	-0,377111	0,108804	-3,466	0,0008	***
d_SC_Lo_3	-0,190507	0,112814	-1,689	0,0944	*
d_SC_Lo_4	-0,312443	0,107909	-2,895	0,0047	***
d_SC_Lo_5	-0,00911743	0,106616	-0,08552	0,9320	
d_SC_Lo_6	0,0951223	0,0994235	0,9567	0,3410	

Zdroj: SW Gretl, vlastní zpracování

Z údajů plyne, že proměnná SC\_L je závislá pouze na sobě v předchozích obdobích 1-4 a na CPV v období 3. Koeficient determinace je roven 0,34.

Bylo rozhodnuto snížit volbu zpoždění na 4 místo 6, a jak je zřejmé z Obr. 11, model vykazuje lepší hodnoty a signifikantní vazby, protože obsahuje stále stejné statisticky významné parametry a neobsahuje nevýznamné d\_SC\_Lo\_5 a d\_SC\_Lo\_6.

**Obrázek 11: ADL (4,4) pro SC**

	koeficient	směr. chyba	t-podíl	p-hodnota	
const	13,3028	8,01887	1,659	0,1001	
d_CPV_Lo_1	0,450595	0,311958	1,444	0,1516	
d_CPV_Lo_2	0,199177	0,308192	0,6463	0,5195	
d_CPV_Lo_3	-0,932912	0,313186	-2,979	0,0036	***
d_CPV_Lo_4	-0,201309	0,326109	-0,6173	0,5384	
d_SC_Lo_1	-0,419313	0,0917207	-4,572	1,32e-05	***
d_SC_Lo_2	-0,388696	0,0941351	-4,129	7,28e-05	***
d_SC_Lo_3	-0,202053	0,0945092	-2,138	0,0348	**
d_SC_Lo_4	-0,332073	0,0892884	-3,719	0,0003	***

Zdroj: SW Gretl, vlastní zpracování

Koeficient determinace je roven 0,33. Model je ekonometricky verifikován (Tab. 29).

**Tabulka 29: Ekonometrická verifikace ADL (4,4)**

p-hodnota Whiteova testu	p-hodnota testu normality reziduí	p-hodnota Breusch-Godfreyova testu
0,19	0,27	0,98

Zdroj: SW Gretl, vlastní zpracování

Zápis modelu je následující:

$$y_t = 13,3 - 0,41y_{t-1} - 0,38y_{t-2} - 0,202y_{t-3} - 0,33y_{t-4} + 0,45x_{t-1} + 0,199x_{t-2} - 0,93x_{t-3} - 0,201x_{t-4} + u_t,$$

kde  $y_t$  je spotřebitelská cena ležáku,  $x_t$  je cena průmyslových výrobců ležáku.

#### 4.3.3 Prognóza

Prognóza odvozená z modelu ADL je vypočítaná v MS Excel. Pro predikci modelu ADL (4,4) pro SC ležáku byl vybrán horizont 12 měsíců. Nejprve se dopočítá prognóza pro časovou řadu prvních diferencí, poté pro očištěnou časovou řadu, a následně pro neočištěnou (původní) časovou řadu.

**Tabulka 30: Prognóza pro SC odvozena z ADL modelu**

Období	Prognóza pro 1. diferenci	Prognóza pro původní SC
2020:01	47,15	4398,98
2020:02	-50,55	4307,40
2020:03	7,42	4337,50
2020:04	44,9	4345,38
2020:05	-3,31	4299,57
2020:06	22,74	4320,06
2020:07	3,68	4410,44
2020:08	-1,03	4339,03
2020:09	18,79	4407,79
2020:10	7,7	4411,48
2020:11	11,96	4454,41
2020:12	11,98	4425,43

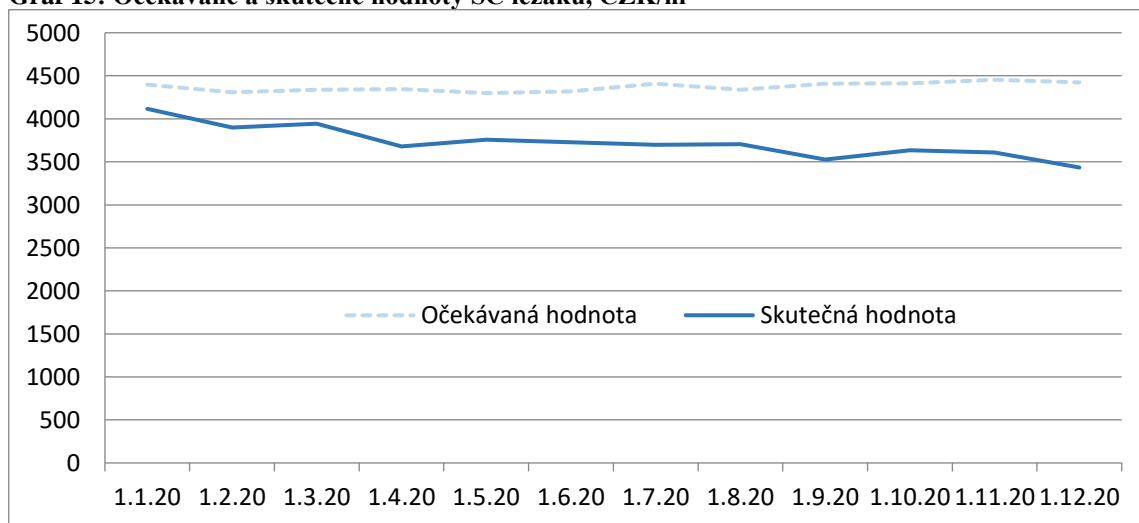
Zdroj: vlastní zpracování

**Tabulka 31: Porovnání očekávaných a skutečných hodnot, CZK/hl**

Období	Očekávaná hodnota	Skutečná hodnota	Abs. rozdíl
2020:01	4399	4116	-283
2020:02	4307	3900	-407
2020:03	4337	3944	-393
2020:04	4345	3680	-665
2020:05	4299	3758	-541
2020:06	4320	3726	-594
2020:07	4410	3696	-714
2020:08	4339	3704	-635
2020:09	4408	3526	-882
2020:10	4411	3634	-777
2020:11	4454	3608	-846
2020:12	4425	3434	-991

Zdroj: vlastní zpracování

Kvalita (přesnost) prognózy je vyhodnocena podle ukazatele MAPE. Střední absolutní procentní chyba by měla být co nejmenší, ideálně kolem 0. Pro tuto prognózu, která nezahrnuje vliv šoku, vyvolaného Covid-19, hodnota MAPE je velice vysoká: 17,58. Tato skutečnost poukazuje na velkou nepřesnost prognózy, což je pravda. Výše je uvedené porovnání očekávaných hodnot SC ležáku a skutečných hodnot SC ležáku.

**Graf 15: Očekávané a skutečné hodnoty SC ležáku, CZK/hl**

Zdroj: vlastní zpracování



Jak je vidět z Tab. 31, skutečná hodnota spotřebitelské ceny ležáku po celý rok je nižší, než se očekávalo. Největší absolutní rozdíl byl v prosinci 2020, a to o 991 Kč/hl méně, než se prognózovalo, tedy o 22,4 %. Vliv ekonomického šoku, způsobeného Covid-19, je zjevný a výstupy opodstatňují zavedení dummy proměnné do rovnice simultánního modelu spotřebitelské ceny ležáku (kap. 4.2).

Na Grafu 15 je vidět rozcházení hodnot ceny piva, prognózu tedy nelze označit za příliš kvalitní.

## 5 Výsledky a diskuse

V této kapitole jsou vyhodnoceny výsledky analýz jednotlivých modelů a také jejich shoda s předpoklady.

### 5.1 Vyhodnocení modelů

#### Model 1

V Modelu 1 se zkoumala závislost mezi cenou ječmene a cenou sladu. Předpokládalo se, že jelikož se při výrobě sladu používá ječmen, tak mezi nimi bude přítomná přímá a intenzivní závislost. Výsledky analýzy potvrdily tuto hypotézu – cena sladu je ze 70 % ovlivněna cenou ječmene a je mezi nimi přímá závislost.

#### Model 2

Model 2 se zabýval cenovou transmisí mezi cenou sladu a cenou průmyslových výrobců piva. Hypotéza předpokládala, že se sice slad podílí na výrobě piva, ale na výsledné ceně hotového produktu by se neměl příliš odrážet, protože do procesu vstupují další výrobní faktory, a sice pracovní síla, energie, technologie apod. Právě ty by měly nejvíce ovlivnit cenu piva a nejvíce se podílet na přidané hodnotě.

Dle výsledků analýzy se předpoklad potvrdil – závislost mezi sladem a CPV je sice přímá, avšak velice slabá. V případě ležáku se slad podílel na ceně výrobců z pouhých 2 %, zatímco v případě výčepního piva z 0,2 %, což v praxi jsou zcela zanedbatelné hodnoty.

#### Model 3

Model 3 se věnoval cenové transmisí mezi cenou chmele, cenou výrobců piva a spotřebitelskou cenou piva. Předpoklad byl, že cena chmele, stejně jako v případě se sladem, ovlivňuje cenu průmyslových výrobců minimálně. Ale CPV už významně ovlivňuje spotřebitelskou cenu. Mezi těmito články vertikály by měla existovat přímá závislost.

Výsledky analýzy ukázaly, že mezi CPV a SC existuje přímá závislost, zatímco mezi cenou chmele a CPV závislost je nepřímá, což je v rozporu s předpokladem. Avšak síla působení ceny chmele na cenu piva je tak zanedbatelná, že lze hovořit i o zanedbatelnosti směru vlivu. Navíc u výčepního piva proměnná ceny chmele ani nebyla statisticky významná. Cena výčepního piva je z 82 % vysvětlena CPV a cenou chmele.

Do rovnice popisující cenovou transmisí u ležáku bylo nutné zahrnout umělou proměnnou, protože bez této proměnné výsledky analýzy byly významně zkresleny. Koeficient determinace byl roven 0,18. Po zavedení proměnné, jež reprezentovala vliv

Covidu-19 v roce 2020, koeficient determinace vzrostl na 0,73. Tedy konečná cena ležáku je ze 73 % ovlivněna cenou chmele a CPV a je citlivější na výkyvy v ekonomice. To může být vysvětleno tím, že výroba ležáku je dražší, takže i citlivější na změny struktury nebo relativní výše nákladů při jeho výrobě.

#### **Model 4**

Model 4 zkoumal závislost mezi CPV a SC. Dle předpokladu by závislost měla být přímá a síla působení velká. Analýza odhalila, že spotřebitelská cena ležáku je ze 71 % ovlivněna CPV, zatímco u výčepního piva je tato síla závislosti o něco větší, tedy 82 %. Směr závislosti je přímý, čímž se potvrdila stanovená hypotéza. Rozdíl v hodnotách koeficientů determinace může být vysvětlen mimo jiné i tím, že podíl určitých druhů nákladů na ceně ležáku je vyšší, než u výčepního piva. Také do výsledné ceny vstupuje výše marže, již stanovují jednotlivé obchody nebo restaurace podle svých kalkulací.

#### **Simultánní model spotřebitelské ceny piva**

Tento model zkoumal, do jaké míry se cena sladu, cena chmele, cena průmyslových výrobců, spotřebitelská cena z hlediska spotřebitele substitučního piva a množství piva, uvedeného do volného daňového oběhu (těsně koreluje s množstvím vyrobeného piva) podílí na výsledné ceně piva.

U ležáku všechny proměnné, kromě ceny chmele, byly statisticky významné, nejvíc spotřebitelská cena výčepního piva. Cena ležáku je z 67 % vysvětlená výše uvedenými proměnnými. V absolutním vyjádření nejméně na cenu ležáku působily ceny vstupních surovin a množství piva ve volném daňovém oběhu.

V případě výčepního piva se situace lišila. Statisticky významné byly jenom dvě proměnné, a to cena ležáku a CPV výčepního piva. Cena výčepního piva byla z 81 % vysvětlována ostatními proměnnými. V absolutním vyjádření nejmenší vliv na cenu piva měly ceny vstupních surovin (nedosahovaly ani jednoho procenta), cena ležáku a množství piva ve volném daňovém oběhu.

## **5.2 Vyhodnocení prognózy**

Dle předpovězených hodnot ceny ležáku a skutečných cen v roce 2020 je zřejmá velká odchylka v těchto hodnotách. Dále hodnota MAPE, jež je rovna 17,6, poukazuje na velkou nepřesnost sestavené prognózy, což v této práci poukazuje na skutečnost, že krize vyvolána Covidem-19 skutečně poznamenala toto odvětví.

## 6 Závěr

Hlavním cílem diplomové práce je pomocí ekonometrické analýzy identifikovat a kvantifikovat cenovou transmisi ve vertikále výroby piva v Česku. Dílčím cílem je kvantifikace změny ve vývoji ceny piva v důsledku zásahu pandemie Covid-19. Cíle je dosaženo pomocí ekonometrického modelování s využitím celkem pěti modelů a pak sestavením ex post prognózy s využitím časové řady o délce 120 měsíců.

V metodické části jsou uvedeny postupy sestavení ekonometrického modelu a popsány jednotlivé testy, pomocí nichž se hodnotily výstupy. Rešeršní část popisuje historii vzniku piva a český trh s pivem v současnosti. Dále pak v této části je přiblížena problematika trhu s hlavními surovinami pro jeho výrobu – se sladem a chmelem.

Rešeršní část se také věnuje vysvětlení stupňů výrobní vertikály piva a cenové transmisi mezi jednotlivými články.

V empirické části se provádí charakteristika, odhad, verifikace a aplikace čtyř dílčích a jednoho simultánního modelu. Dílčí modely reprezentují vztahy mezi cenami ječmene, a sladu, dále mezi cenami sladu, chmele a cenami průmyslových výrobců a spotřebitelskou cenou piva. Simultánní model kvantifikuje vztah mezi cenou sladu, cenou chmele, cenou průmyslových výrobců, spotřebitelskou cenou substitučního piva a množstvím piva ve volném daňovém oběhu.

Na základě těchto modelů se potvrdily stanovené předpoklady. Podle získaných výsledků Modelu 1 lze tvrdit, že existuje těsná závislost mezi cenou ječmene jakožto cenou zemědělských výrobců a cenou sladu, jenž je výsledkem zpracování sladovnického ječmene.

Výsledky Modelu 2 a Modelu 3 potvrdily stanovenou hypotézu o tom, že se cena vstupních surovin (chmele a sladu) minimálně, tedy skoro vůbec, promítá do ceny hotového produktu. Daný předpoklad potvrzují i výsledky simultánního modelu ceny piva. Tento závěr je velmi důležitý, neboť řada velkých pivovarů mediálně odůvodňuje zdražení půllitru piva o několik korun zdražením ceny chmele nebo sladu, tedy v podstatě klame spotřebitele. Aby došlo k navýšení půllitru piva o několik korun z důvodu zdražení cen vstupních surovin, jejich ceny by se musely zvýšit několikanásobně, což v praxi není možné. Za zdražením ceny piva stojí především zvýšení personálních nákladů a nákladů na energie a výrobu, nikoliv tedy surovin.

Intenzitou cenové transmise mezi cenou průmyslových výrobců a spotřebitelskou cenou se zabývá Model 4. Výstupy modelu potvrdily hypotézu o tom, že mezi těmito články

vertikály existuje těsná závislost. Cenová transmise je nejsilnější mezi spotřebitelskou, tj. konečnou cenou piva a článkem vertikály jí předcházející, tj. cenou průmyslových výrobců. Těsný vztah je přítomen také mezi nejnižšími články vertikály, a sice mezi cenou ječmene a sladu, avšak tato transmise se již dále do výsledné ceny piva nepromítá.

V poslední kapitole empirické části se posuzuje, zda měla krize vyvolaná Covidem-19 vliv na vývoj cen piva. Jelikož z předchozích modelů a také z výpočtu cenové elasticity se ukázalo, že cena ležáku je citlivější na šoky, posuzoval se cenový vývoj ležáku. Podle absolutního rozdílu skutečných a předpovězených hodnot a také podle ukazatele MAPE lze dospět k závěru, že krize skutečně poznamenala dané odvětví a měla na něj negativní dopad.

## 7 Seznam použitých zdrojů

- (1) ARMER, M., GRIMSHAW, A. *Comparative Social Research. Methodological Problems and Strategies*. New York: John Wiley, 1973. 473 s. ISBN: 978-0471033219.
- (2) BASAŘOVÁ, G. a kol. *České pivo*. Praha: Havlíček Brain Team, 2011. 309 s. ISBN: 978-80-87109-25-0.
- (3) BASAŘOVÁ, G., KOSAŘ K. *Nejslavnější éra českého pivovarnictví. Kvasný průmysl*. 46. 2000. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s., 46(4), 99-101. DOI: 10.18832/kp2000007. ISSN: 2571-3868.
- (4) CELNÍ SPRÁVA ČESKÉ REPUBLIKY. *Statistická data z oblasti výroby, dopravy a dovozu piva*. [online]. 2021.  
Dostupné z: <https://www.celnisprava.cz/cz/dane/statistiky/Stranky/pivo.aspx>
- (5) ČECHURA, L. a kol. *Cvičení z ekonometrie*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2014. 3. vydání. 90 s. ISBN: 978-80-213-2405-3.
- (6) ČESKÁ NÁRODNÍ BANKA, *Databáze časových řad ARAD*. [online]. 2021.  
Dostupné z:  
[https://www.cnb.cz/cnb/STAT.ARADY\\_PKG.VYSTUP?p\\_period=1&p\\_sort=2&p\\_des=50&p\\_sestuid=55932&p\\_uka=7&p\\_strid=AECA&p\\_od=201812&p\\_do=201812&p\\_lang=CS&p\\_format=0&p\\_decsep=%2C](https://www.cnb.cz/cnb/STAT.ARADY_PKG.VYSTUP?p_period=1&p_sort=2&p_des=50&p_sestuid=55932&p_uka=7&p_strid=AECA&p_od=201812&p_do=201812&p_lang=CS&p_format=0&p_decsep=%2C)
- (7) ČSÚ. *Ceny, inflace – časové řady* [online]. 2021.  
Dostupné z: [https://www.czso.cz/csu/czso/inflace\\_spotrebitelske\\_ceny](https://www.czso.cz/csu/czso/inflace_spotrebitelske_ceny)
- (8) ČSÚ. *Pohyb zboží přes hranice*. [online]. 2021.  
Dostupné z: <https://apl.czso.cz/pll/stazo/STAZO.STAZO>
- (9) ČESKÝ SVAZ PIVOVARŮ A SLADOVEN. *Pivovarské statistiky 2019*. [online]. 2020. Dostupné online z: <http://ceske-pivo.cz/download/tiskove-zpravy/2020/csps20200520.pdf>
- (10) ČESKÝ SVAZ PIVOVARŮ A SLADOVEN. *Zpráva o českém pivovarství a sladařství*. Praha, 2007.
- (11) CHLÁDEK, L. *Pivovarnictví - řemesla, tradice, technika*. 1. vyd. Praha: Grada, 2007. 207 s. ISBN 978-80-247-1616-9.
- (12) CIPRA, T. *Analýza časových řad s aplikacemi v ekonomii*. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1986. 1. vydání. 248 s.

- (13) CIPRA, T. *Finanční ekonometrie*. Praha: Ekopress, 2008. 538 s. ISBN: 978-80-86929-43-9.
- (14) FIALA, P. *Úvod do ekonometrie*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2008. 173 s. ISBN 978-80-01-04004-1.
- (15) HANČLOVÁ, J. *Ekonometrické modelování: klasické přístupy s aplikacemi*. Praha: Professional Publishing, 2012. 214 s. ISBN: 978-80-7431-088-1.
- (16) HASÍK, T. *Svět piva a piva světa*. 1. vyd. Praha: Grada, 2013. 128 s. ISBN 978-80-247-4648-7.
- (17) HINDLS, R. et al. *Statistika pro ekonomy*. 8.vydání. Praha: Professional Publishing, 2007. 415 s. ISBN: 978-80-86946-43-6.
- (18) HUŠEK, R. *Aplikovaná ekonometrie: teorie a praxe*. Praha: Oeconomica, 2009. 346 s. ISBN 978-80-245-1623-3.
- (19) JACKSON, M. *Pivo – Průvodce světem piva pro laiky i odborníky*. Fortuna Print, 2001. 544 s. ISBN: 80-86144-17-8.
- (20) KOLLÁR, A. *Pivo: zdraví, souvislosti, žízeň, obezita, alkoholismus, kuriozity*. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM. 2012. 154 s. ISBN 978-80-7204-795-6.
- (21) KOZEL, R., MYNÁŘOVÁ, L., SVOBODOVÁ, H. *Moderní metody a techniky marketingového výzkumu*. Praha: Grada, 2011. 304 s. ISBN 978-80-247-3527-6.
- (22) KRATOCHVÍLE, A. *Pivovarství českých zemí v proměnách 20. století*. 1. vydání. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, 2005. 265 s. ISBN 80-86576-16-7.
- (23) LEJNAROVÁ, Š., RÁČKOVÁ, A., ZOUHAR, J. *Základy ekonometrie v příkladech*. VŠE v Praze. Nakladatelství Oeconomica, 2009. 276 s. ISBN 978-80-245-1564-9.
- (24) MAIER, T. *Minipivovary a řemeslné pivovary*. Praha: Národní zemědělské muzeum. 2019. 189 s. ISBN: 978-80-88270-10-2.
- (25) McCORRISTON, S. *Why should imperfekt competition matter to agricultural economists?* London: European Review of Agricultural Economics, 2002. Vol. 29 (3), st. 349–371. DOI: 10.1093/eurrag/29.3.349.
- (26) MINISTERSTVO SPRAVEDLNOSTI ČR, *Veřejný rejstřík a Sbirka listin*. Výpis z eJustice, [online], 2020.
- (27) MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ ČR. *Situační a výhledová zpráva Chmel, Pivo*. Praha, 2019. 65 s. ISBN: 978-80-7434-258-9.

- (28) NOVÁK, J. A. *Utajené osobnosti českých dějin: vědci, vynálezci a podnikatelé, na které se mělo zapomenout*. Vyd. 1. Frýdek-Místek: Alpress, 2014. 336 s. Knihy záhad. ISBN: 978-80-7466-534-9.
- (29) NOVOTNÝ, P. *Pivařka: tajemství domácího pivovarství*. Vydání první. 2017. Brno: Jota, 328 s. ISBN: 978-80-7565-108-2.
- (30) Obchodní rejstřík.
- (31) PELTZMAN, S. *Prices Rise Faster than they fall*. Journal of Political Economy, 2000. Vol. 108 (3), st. 466-502.
- (32) PETEROVÁ, J. *Ekonomika výroby a zpracování zemědělských produktů*. 4. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2010. ISBN: 978-80-213-2053-6.
- (33) POLÁK, M. *Pražské pivovárky a pivovary*. Praha: Libri, 2003. 244 s. ISBN: 80-7277-193-0.
- (34) REVOREDO-GIHA, C., NADOLNYAK, D., FLETCHER, S. *Explaining price transmission asymmetry in the US peanut marketing chain*. Denver: American Agriculture Economics Association, 2004. Dostupné online z [https://www.researchgate.net/publication/23505788\\_EXPLAINING\\_PRICE\\_TRANSMISSION\\_ASYMMETRY\\_IN\\_THE\\_US\\_PEAUT\\_MARKETING\\_CHAIN](https://www.researchgate.net/publication/23505788_EXPLAINING_PRICE_TRANSMISSION_ASYMMETRY_IN_THE_US_PEAUT_MARKETING_CHAIN).
- (35) STANĚK, J. *Blahoslavený sládek: kapitoly z dějin piva*. 2., upravené vyd. Praha: Paseka, 1998. 312 s. ISBN: 80-718-5188-4.
- (36) SWINNEN, J. *The Economics of Beer*. Oxford University Press. 1. vydání, 2011. 352 s. ISBN: 978-0199693801.
- (37) ŠTĚDRŮŇ, B. *Prognostické metody a jejich aplikace*. Praha: C.H. Beck, 2012. 1.vydání. 224 s. ISBN 978-80-7179-174-4.
- (38) THE BREWERS OF EUROPE. Beer Statistics 2019. Dostupné online z <https://brewersofeurope.org/uploads/mycms-files/documents/publications/2019/european-beer-trends-2019-web.pdf>
- (39) TVRDOŇ, J. *Ekonometrie*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2015. 5. vyd., 225 s. ISBN 978-80-213-0819-0.
- (40) VERHOEF, B. *Velká encyklopedie piva*. Praha: Rebo Productions, 2004. 304 s. ISBN 80-7234-116-2.



- (41) WHITE, H. *A Heteroscedasticity-Consistent Covariance Matrix Estimator and a Direct Test for Heteroscedasticity*. *Econometrica*, 1980. 48 (4): 817–838. DOI:10.2307/1912934.
- (42) Zákon č. 110/1997 Sb., vyhláška č. 248/2018 o požadavcích na nápoje, kvasný ocet a droždí, ve znění pozdějších předpisů.

## 8 Přílohy

**Příloha 1: Vstupní data použita při výpočtech**

	Cena ječmene, Kč/t	Cena sladu, Kč/t	CPV výčepního piva, Kč/hl	CPV ležáku, Kč/hl	SC výčepního piva, Kč/hl	SC ležáku, Kč/hl	Cena chmele, Kč/10 kg	Množství piva ve volném daňovém oběhu, Kč/tis. hl
<b>leden 10</b>	3 343	9 610	1 894	2 524	1 968	3 804	6 738	
<b>únor 10</b>	3 280	9 410	1 858	2 488	1 998	3 764	9 177	
<b>březen 10</b>	3 409	8 774	1 839	2 469	1 984	3 786	7 223	
<b>duben 10</b>	3 198	9 016	1 861	2 491	1 996	3 802	5 063	
<b>květen 10</b>	3 250	8 750	1 854	2 483	1 982	3 748	3 141	
<b>červen 10</b>	3 081	8 317	1 842	2 473	1 898	3 772	12 874	
<b>červenec 10</b>	3 072	8 021	1 835	2 474	2 006	3 746	7 543	
<b>srpen 10</b>	3 055	7 846	1 842	2 479	1 944	3 756	4 815	
<b>září 10</b>	3 388	7 840	1 850	2 453	1 968	3 708	3 492	
<b>říjen 10</b>	3 652	8 200	1 854	2 460	1 954	3 680	4 851	
<b>listopad 10</b>	4 017	8 170	1 860	2 475	1 976	3 722	21 018	
<b>prosinec 10</b>	4 147	7 981	1 823	2 452	2 010	3 682	2 990	
<b>leden 11</b>	4 241	7 915	1 860	2 508	2 022	3 728	3 526	934
<b>únor 11</b>	4 518	7 687	1 859	2 486	2 038	3 718	9 470	984
<b>březen 11</b>	4 652	7 645	1 849	2 480	2 020	3 672	4 418	1 284
<b>duben 11</b>	4 710	8 244	1 869	2 500	2 002	3 594	11 214	1 316
<b>květen 11</b>	5 063	8 257	1 864	2 500	2 024	3 724	6 164	1 497
<b>červen 11</b>	4 916	8 532	1 866	2 484	1 984	3 664	14 324	1 686
<b>červenec 11</b>	4 874	8 090	1 862	2 507	2 020	3 772	4 452	1 414
<b>srpen 11</b>	4 814	8 557	1 867	2 497	2 022	3 698	12 505	1 525
<b>září 11</b>	4 939	7 681	1 854	2 494	1 994	3 802	1 769	1 308
<b>říjen 11</b>	5 054	7 787	1 867	2 487	1 994	3 724	4 898	1 118
<b>listopad 11</b>	5 010	8 704	1 872	2 497	1 982	3 760	7 449	1 214
<b>prosinec 11</b>	5 056	9 300	1 916	2 584	1 956	3 696	2 641	1 221
<b>leden 12</b>	5 045	10 133	1 935	2 625	2 008	3 810	14 154	977
<b>únor 12</b>	5 149	10 412	1 929	2 618	2 004	3 798	6 138	992
<b>březen 12</b>	5 105	10 365	1 930	2 619	1 970	3 786	8 692	1 290
<b>duben 12</b>	5 189	10 195	1 930	2 608	2 036	3 700	4 879	1 248
<b>květen 12</b>	5 148	10 360	1 901	2 620	2 004	3 828	8 834	1 633
<b>červen 12</b>	5 207	10 463	1 902	2 603	2 000	3 826	10 732	1 576
<b>červenec 12</b>	5 175	10 534	1 901	2 565	2 014	3 932	6 390	1 658
<b>srpen 12</b>	4 940	10 658	1 908	2 583	1 968	3 914	1 671	1 713
<b>září 12</b>	5 071	10 583	1 895	2 588	1 994	3 900	6 312	1 232
<b>říjen 12</b>	5 180	10 462	1 898	2 659	2 100	4 064	5 076	1 278
<b>listopad 12</b>	5 251	10 488	1 900	2 657	2 110	4 096	4 157	1 172
<b>prosinec 12</b>	5 305	10 738	1 921	2 668	2 088	4 030	4 086	1 190
<b>leden 13</b>	5 546	10 638	1 933	2 704	2 138	4 048	6 490	1 059

	Cena ječmene, Kč/t	Cena sladu, Kč/t	CPV výčepního piva, Kč/hl	CPV ležáku, Kč/hl	SC výčepního piva, Kč/hl	SC ležáku, Kč/hl	Cena chmele, Kč/10 kg	Množství piva ve volném daňovém oběhu, Kč/tis. hl
<b>únor 13</b>	5 635	10 942	1 931	2 700	2 090	4 042	9 068	1 026
<b>březen 13</b>	5 732	10 595	1 933	2 690	2 120	4 054	3 419	1 229
<b>duben 13</b>	5 770	10 674	1 933	2 690	2 164	4 072	8 079	1 308
<b>květen 13</b>	5 756	10 776	1 924	2 689	2 136	4 028	7 889	1 576
<b>červen 13</b>	5 985	10 803	1 914	2 674	2 108	3 996	6 104	1 533
<b>červenec 13</b>	6 029	10 557	1 905	2 678	2 094	4 104	7 761	1 882
<b>srpen 13</b>	5 348	10 619	1 909	2 685	2 080	4 028	1 524	1 649
<b>září 13</b>	5 321	10 413	1 921	2 689	2 050	4 030	3 643	1 248
<b>říjen 13</b>	5 353	10 383	1 934	2 709	2 132	4 024	8 321	1 255
<b>listopad 13</b>	5 236	10 624	1 946	2 726	2 096	4 026	3 444	1 187
<b>prosinec 13</b>	5 272	10 681	1 933	2 703	2 112	4 042	9 256	1 231
<b>leden 14</b>	5 243	10 799	1 937	2 717	2 164	4 142	6 229	1 058
<b>únor 14</b>	5 262	10 515	1 929	2 713	2 144	3 988	10 103	1 023
<b>březen 14</b>	5 204	10 578	1 911	2 706	2 112	4 102	4 989	1 233
<b>duben 14</b>	5 194	10 612	1 928	2 709	2 094	3 994	9 400	1 470
<b>květen 14</b>	5 225	10 557	1 910	2 695	2 166	4 058	8 037	1 428
<b>červen 14</b>	5 280	10 559	1 891	2 689	2 120	4 136	4 778	1 507
<b>červenec 14</b>	5 145	10 486	1 909	2 681	2 160	4 156	9 368	1 655
<b>srpen 14</b>	5 173	10 511	1 905	2 671	2 166	4 024	3 046	1 400
<b>září 14</b>	5 144	10 788	1 915	2 675	2 124	4 116	4 750	1 318
<b>říjen 14</b>	5 006	10 649	1 914	2 677	2 174	4 032	8 912	1 263
<b>listopad 14</b>	5 091	10 592	1 947	2 682	2 050	4 184	5 209	1 154
<b>prosinec 14</b>	5 001	10 341	1 947	2 703	2 086	4 218	4 316	1 291
<b>leden 15</b>	5 022	10 542	1 985	2 728	2 186	4 220	2 488	971
<b>únor 15</b>	5 120	10 562	2 001	2 716	2 110	4 112	2 400	997
<b>březen 15</b>	5 033	10 507	1 980	2 679	2 172	4 074	6 877	1 307
<b>duben 15</b>	5 021	10 509	2 011	2 729	2 124	4 166	6 030	1 317
<b>květen 15</b>	4 767	10 564	1 985	2 716	2 098	4 154	5 449	1 310
<b>červen 15</b>	4 795	10 305	1 984	2 718	2 198	4 310	6 448	1 540
<b>červenec 15</b>	4 711	10 453	1 992	2 726	2 180	4 330	6 836	1 717
<b>srpen 15</b>	4 749	10 423	1 979	2 713	2 136	4 142	1 574	1 573
<b>září 15</b>	4 864	10 304	1 976	2 699	2 142	4 220	882	1 289
<b>říjen 15</b>	4 944	10 484	1 975	2 708	2 122	4 276	5 803	1 179
<b>listopad 15</b>	4 742	10 115	1 986	2 719	2 096	4 276	5 652	1 227
<b>prosinec 15</b>	4 820	10 011	1 994	2 725	2 102	4 264	6 147	1 324
<b>leden 16</b>	4 746	9 907	2 025	2 744	2 228	4 266	6 627	911
<b>únor 16</b>	4 796	9 870	2 010	2 745	2 248	4 240	8 611	1 140
<b>březen 16</b>	4 656	9 653	2 009	2 755	2 250	4 314	6 056	1 341
<b>duben 16</b>	4 599	9 755	1 997	2 726	2 310	4 348	4 682	1 290
<b>květen 16</b>	4 412	9 630	1 987	2 749	2 216	4 140	6 860	1 456
<b>červen 16</b>	4 462	9 553	1 984	2 735	2 188	4 156	6 256	1 686

	Cena ječmene, Kč/t	Cena sladu, Kč/t	CPV výčepního piva, Kč/hl	CPV ležáku, Kč/hl	SC výčepního piva, Kč/hl	SC ležáku, Kč/hl	Cena chmele, Kč/10 kg	Množství piva ve volném daňovém oběhu, Kč/tis. hl
<b>červenec 16</b>	4 025	9 353	1 998	2 767	2 242	4 164	6 898	1 509
<b>srpen 16</b>	4 166	9 318	1 982	2 726	2 250	4 148	3 308	1 602
<b>září 16</b>	4 343	9 156	1 999	2 751	2 218	4 230	5 626	1 400
<b>říjen 16</b>	4 396	9 337	2 070	2 852	2 248	4 302	5 761	1 114
<b>listopad 16</b>	4 422	9 240	2 084	2 808	2 284	4 386	7 345	1 201
<b>prosinec 16</b>	4 461	9 388	2 087	2 833	2 278	4 200	5 078	1 224
<b>leden 17</b>	4 384	9 277	2 100	2 893	2 282	4 316	8 925	963
<b>únor 17</b>	4 437	9 151	2 081	2 872	2 174	4 414	5 728	1 042
<b>březen 17</b>	4 390	9 064	2 067	2 869	2 264	4 468	4 719	1 381
<b>duben 17</b>	4 476	9 278	2 085	2 901	2 324	4 296	7 450	1 267
<b>květen 17</b>	4 531	9 044	2 064	2 857	2 216	4 210	8 181	1 544
<b>červen 17</b>	4 534	8 873	2 061	2 858	2 178	4 298	5 568	1 726
<b>červenec 17</b>	4 354	9 017	2 053	2 861	2 302	4 400	6 474	1 469
<b>srpen 17</b>	4 370	8 855	2 051	2 851	2 350	4 330	5 744	1 649
<b>září 17</b>	4 494	8 822	2 063	2 851	2 284	4 374	1 040	1 160
<b>říjen 17</b>	4 494	8 817	2 060	2 845	2 300	4 354	3 144	1 206
<b>listopad 17</b>	4 462	8 865	2 009	2 839	2 266	4 296	3 592	1 247
<b>prosinec 17</b>	4 503	8 837	2 067	2 849	2 314	4 228	5 060	1 179
<b>leden 18</b>	4 709	8 953	2 089	2 897	2 384	4 526	3 684	1 036
<b>únor 18</b>	4 725	9 026	2 076	2 867	2 356	4 462	4 828	972
<b>březen 18</b>	4 632	9 043	2 074	2 861	2 360	4 448	4 218	1 225
<b>duben 18</b>	4 650	8 854	2 050	2 871	2 342	4 624	9 210	1 373
<b>květen 18</b>	4 755	8 850	2 071	2 853	2 356	4 226	7 401	1 643
<b>červen 18</b>	4 852	8 984	2 067	2 849	2 308	4 160	5 019	1 603
<b>červenec 18</b>	4 516	8 912	2 080	2 863	2 330	4 382	7 675	1 545
<b>srpen 18</b>	4 457	8 942	2 079	2 846	2 306	4 352	6 669	1 749
<b>září 18</b>	4 710	8 918	2 080	2 841	2 318	4 504	1 395	1 209
<b>říjen 18</b>	4 836	9 170	2 089	3 013	2 432	4 430	4 216	1 273
<b>listopad 18</b>	5 116	9 712	2 094	3 030	2 356	4 456	5 016	1 204
<b>prosinec 18</b>	5 101	9 946	2 093	3 021	2 370	4 510	7 596	1 104
<b>leden 19</b>	5 169	9 360	2 105	3 107	2 362	4 280	5 942	1 071
<b>únor 19</b>	5 394	9 274	2 099	3 045	2 336	4 232	8 332	1 011
<b>březen 19</b>	5 366	9 613	2 104	3 042	2 354	4 332	6 411	1 261
<b>duben 19</b>	5 480	9 713	2 100	3 061	2 230	4 172	5 915	1 503
<b>květen 19</b>	5 375	9 511	2 090	3 063	2 406	4 272	7 003	1 467
<b>červen 19</b>	5 553	9 452	2 090	3 062	2 268	4 128	9 143	1 570
<b>červenec 19</b>	5 222	9 524	2 090	3 067	2 288	4 242	7 402	1 735
<b>srpen 19</b>	4 703	9 742	2 093	3 065	2 238	4 204	6 022	1 529
<b>září 19</b>	4 885	9 969	2 091	3 048	2 280	4 216	2 820	1 281
<b>říjen 19</b>	4 957	9 665	2 096	3 052	2 310	4 354	9 100	1 207
<b>listopad 19</b>	4 922	9 477	2 098	3 063	2 334	4 402	9 801	1 206

	Cena ječmene, Kč/t	Cena sladu, Kč/t	CPV výčepního piva, Kč/hl	CPV ležáku, Kč/hl	SC výčepního piva, Kč/hl	SC ležáku, Kč/hl	Cena chmele, Kč/10 kg	Množství piva ve volném daňovém oběhu, Kč/tis. hl
<b>prosinec 19</b>	4 942	9 365	2 091	3 068	2 404	4 304	7 773	1 251
<b>leden 20</b>	4 987	9 397	2 156	3 216	2 356	4 116	8 985	1 060
<b>únor 20</b>	4 999	9 192	2 124	3 147	2 292	3 900	5 998	997
<b>březen 20</b>	4 986	9 744	2 120	3 148	2 414	3 944	7 323	1 073
<b>duben 20</b>	5 241	10 028	2 145	3 197	2 270	3 680	8 170	1 234
<b>květen 20</b>	5 214	9 983	2 107	3 154	2 380	3 758	4 331	1 343
<b>červen 20</b>	5 190	9 597	2 099	3 149	2 322	3 726	8 322	1 515
<b>červenec 20</b>	4 889	9 724	2 115	3 145	2 420	3 696	8 356	1 624
<b>srpen 20</b>	4 608	9 609	2 113	3 151	2 318	3 704	8 054	1 436
<b>září 20</b>	4 574	9 541	2 118	3 132	2 344	3 526	6 081	1 283
<b>říjen 20</b>	4 599	9 823	2 131	3 141	2 224	3 634	9 219	966
<b>listopad 20</b>	4 560	9 386	2 128	3 160	2 244	3 608	9 985	887
<b>prosinec 20</b>	4 665	9 730	2 100	3 139	2 306	3 434	6 160	11 015

Zdroj: ČSÚ a Celní správa

## Příloha 2: Model 3, Rovnice 1, MVNČ

Model 2: WLS, za použití pozorování 2010:01-2020:12 (T = 132)

Závisle proměnná: SClahvovel

Proměnná použitá jako váha: prev

	Koeficient	Směr. chyba	t-podíl	p-hodnota	
const	995,463	29,3415	33,93	<0,0001	***
ChmelEx	-0,00011628	8,81493e-06	-13,19	<0,0001	***
	5				
CPVsudlezak	1,16264	0,00999541	116,3	<0,0001	***
Dummy	-854,252	4,83831	-176,6	<0,0001	***

Statistika založená na vážených datech:

Součet čtverců reziduí	128,6906	Sm. chyba regrese	1,002694
Koeficient determinace	0,996334	Adjustovaný koeficient determinace	0,996248
F(3, 128)	11596,30	P-hodnota(F)	1,2e-155
Logaritmus věrohodnosti	-185,6241	Akaikovo kritérium	379,2482
Schwarzovo kritérium	390,7794	Hannan-Quinnovo kritérium	383,9339

Zdroj: SW Gretl, vlastní zpracování

### Příloha 3: Model 3, Rovnice 1, metoda opravené heteroskedasticity

Model 2: Opravená heteroskedasticita, za použití pozorování 2010:01-2020:12 (T = 132)

Závisle proměnná: SClahvovel

	<i>Koeficient</i>	<i>Směr. chyba</i>	<i>t-podíl</i>	<i>p-hodnota</i>	
const	103,345	230,677	0,4480	0,6549	
CPVsudlezak	1,49844	0,0835081	17,94	<0,0001	***
Dummy	-1043,24	50,7602	-20,55	<0,0001	***
Chmel_Ex10	-0,0103707	0,00381440	-2,719	0,0075	***

Statistika založená na vážených datech:

Součet čtverců reziduí	434,9841	Sm. chyba regrese	1,843451
Koeficient determinace	0,790503	Adjustovaný koeficient determinace	0,785593
F(3, 128)	160,9959	P-hodnota(F)	2,91e-43
Logaritmus věrohodnosti	-266,0054	Akaikovo kritérium	540,0108
Schwarzovo kritérium	551,5420	Hannan-Quinnovo kritérium	544,6965

Zdroj: SW Gretl, vlastní zpracování

### Příloha 4: ADF test pro CPV\_L

Rozšířený Dickey-Fullerův test pro CPV\_Lo

testing down from 12 lags, criterion BIC

počet pozorování 119

nulová hypotéza jednotkového kořenu:  $a = 1$

test s konstantou

s použitím  $\theta$  zpožděných proměnných (1-L)CPV\_Lo

model:  $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + e$

odhadovaná hodnota (a - 1): -0,0025758

testovací statistika:  $\tau_c(1) = -0,199723$

p-hodnota 0,9343

autokorelační koeficient 1. řádu pro e: -0,182

s konstantou a trendem

s použitím  $\theta$  zpožděných proměnných (1-L)CPV\_Lo

model:  $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)*y(-1) + e$

odhadovaná hodnota (a - 1): -0,125281

testovací statistika:  $\tau_{ct}(1) = -2,76683$

p-hodnota 0,2126

autokorelační koeficient 1. řádu pro e: -0,114

Zdroj: SW Gretl, vlastní zpracování

### **Příloha 5: ADF test pro postupné diference CPV\_L**

Rozšířený Dickey-Fullerův test pro d\_CPV\_Lo

testing down from 12 lags, criterion BIC

počet pozorování 118

nulová hypotéza jednotkového kořenu:  $a = 1$

test s konstantou

s použitím 0 zpožděných proměnných (1-L)d\_CPV\_Lo

model:  $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + e$

odhadovaná hodnota (a - 1): -1,18489

testovací statistika:  $\tau_c(1) = -13,0104$

p-hodnota 2,389e-018

autokorelační koeficient 1. řádu pro e: -0,030

s konstantou a trendem

s použitím 0 zpožděných proměnných (1-L)d\_CPV\_Lo

model:  $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)*y(-1) + e$

odhadovaná hodnota (a - 1): -1,18792

testovací statistika:  $\tau_{ct}(1) = -12,9853$

p-hodnota 3,404e-017

autokorelační koeficient 1. řádu pro e: -0,031

Zdroj: SW Gretl, vlastní zpracování

### **Příloha 6: ADF test pro SC\_L**

Rozšířený Dickey-Fullerův test pro SC\_Lo

testing down from 12 lags, criterion BIC

počet pozorování 115

nulová hypotéza jednotkového kořenu:  $a = 1$

test s konstantou

s použitím 4 zpožděných proměnných (1-L)SC\_Lo

model:  $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + \dots + e$

odhadovaná hodnota (a - 1): -0,0339901

testovací statistika:  $\tau_c(1) = -1,07671$

asymptotická p-hodnota 0,7272

autokorelační koeficient 1. řádu pro e: -0,017

zpožděné diference:  $F(4, 109) = 8,141 [0,0000]$

s konstantou a trendem

s použitím 0 zpožděných proměnných (1-L)SC\_Lo

model:  $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)*y(-1) + e$

odhadovaná hodnota (a - 1): -0,332741

testovací statistika:  $\tau_{ct}(1) = -4,72869$

p-hodnota 0,001045

autokorelační koeficient 1. řádu pro e: -0,099

Zdroj: SW Gretl, vlastní zpracování

### **Příloha 7: ADF test pro postupné diference SC\_L**

Rozšířený Dickey-Fullerův test pro  $d_{SC\_Lo}$

testing down from 12 lags, criterion BIC

počet pozorování 115

nulová hypotéza jednotkového kořenu:  $a = 1$

test s konstantou

s použitím 3 zpožděných proměnných  $(1-L)d_{SC\_Lo}$

model:  $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + \dots + e$

odhadovaná hodnota  $(a - 1)$ : -2,37165

testovací statistika:  $\tau_c(1) = -9,17328$

asymptotická p-hodnota 1,381e-016

autokorelační koeficient 1. řádu pro e: -0,018

zpožděné diference:  $F(3, 110) = 8,224 [0,0001]$

s konstantou a trendem

s použitím 3 zpožděných proměnných  $(1-L)d_{SC\_Lo}$

model:  $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)*y(-1) + \dots + e$

odhadovaná hodnota  $(a - 1)$ : -2,3814

testovací statistika:  $\tau_{ct}(1) = -9,15826$

asymptotická p-hodnota 1,583e-016

autokorelační koeficient 1. řádu pro e: -0,020

zpožděné diference:  $F(3, 109) = 8,247 [0,0001]$

*Zdroj: SW Gretl, vlastní zpracování*