



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA PODNIKATELSKÁ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

## ÚSTAV EKONOMIKY

INSTITUTE OF ECONOMICS

# PROGNOSTICKÝ MODEL POPTÁVKY PO LAHVOVÉM PIVU

A DEMAND FORECASTING MODEL FOR BOTTLED BEER

## BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Klára Bek

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Jiří Luňáček, Ph.D., MBA

BRNO 2021

## Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav ekonomiky  
Studentka: **Klára Bek**  
Studijní program: Ekonomika podniku  
Studijní obor: bez specializace  
Vedoucí práce: **Ing. Jiří Luňáček, Ph.D., MBA**  
Akademický rok: 2020/21

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně zadává bakalářskou práci s názvem:

### Prognostický model poptávky po lahvovém pivu

#### Charakteristika problematiky úkolu:

Úvod  
Cíle práce a metodika zpracování  
Literární rešerže  
Výpočtová část  
Formulace výsledků a doporučení  
Závěr  
Seznam použitých zdrojů  
Přílohy

#### Cíle, kterých má být dosaženo:

Globálním cílem práce je vytvoření reálně využitelného modelu poptávky po lahvovém pivu, který bude propojen na ekonomický model investičního záměru konkrétní firmy.

Parciální cíle pak zahrnují provedení literární rešerše, tvorbu datové základny pro výpočtovou část, statistické vyhodnocení dat a tvorbu parametrů modelu a v poslední řadě formulaci doporučení pro reálné využití.

#### Základní literární prameny:

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

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

SWINNEN, Johan F.M.. The Economics of Beer. Oxford: Oxford University Press, 2011. ISBN 978-0199693801.

WÖHE, Günter a Eva KISLINGEROVÁ. Úvod do podnikového hospodářství. 2., přeprac. a dopl. vyd. Přeložila Zuzana MAŇASOVÁ. V Praze: C.H. Beck, 2007. Beckovy ekonomické učebnice. ISBN 978-80-7179-897-2

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2020/21

V Brně dne 28.2.2021

L. S.

.....  
prof. Ing. Tomáš Meluzín, Ph.D.  
ředitel

.....  
doc. Ing. Vojtěch Bartoš, Ph.D.  
děkan

## **Abstrakt**

Bakalářská práce se zaměřuje na tvorbu ekonometrického modelu pro prognózu spotřeby lahvového piva. Cílem je poskytnout takové informace pro investiční záměr k pořízení stáček linky v menším pivovaru. Mimo jiné obsahuje jednotlivé postupy statistických a ekonometrických verifikací modelu pro určení toho optimálního.

## **Abstract**

This Bachelor thesis deals with building an econometric model of a bottled beer consumption forecast. The aim of this study is to provide such input in an investment plan, which considers purchasing a bottling line in a craft brewery. Besides it contains procedures of statistical and econometric model verifications in order to determine the optimal one.

## **Klíčová slova**

lahvové pivo, prognóza ex ante, investice, časové řady, ekonometrický model

## **Keywords**

bottled beer, ex ante forecast, investment, time series, econometric model

## **Bibliografické citace**

BEK, Klára. *Prognostický model poptávky po lahvovém pivu* [online]. Brno, 2021 [cit. 2021-05-09]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/133167>.  
Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, Ústav ekonomiky. Vedoucí práce Jiří Luňáček.

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracovala jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem ve své práci neporušila autorská práva (ve smyslu Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Brně dne 13. května 2021

.....

podpis autora

## **Poděkování**

Chtěla bych tímto poděkovat panu Ing. Jiřímu Luňáčkovi, Ph.D., MBA, vedoucímu mé bakalářské práce za skvělou komunikaci, nedocenitelné rady a za velkou motivaci, která mi pomohla při zpracování této práce. Zároveň bych chtěla dále poděkovat všem zainteresovaným lidem, včetně mého manžela, kteří též svou radou, doporučením či podporou přispěli k vytvoření této práce.

# OBSAH

ÚVOD .....	11
CÍLE PRÁCE.....	12
1. TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE .....	13
1.1 Pivo .....	13
1.1.1 Determinanty spotřeby piva.....	13
1.1.2 Výstav piv a spotřeba.....	17
1.1.3 Definice on/off trade .....	18
1.2 Ekonometrie.....	19
1.3 Tvorba ekonometrického modelu .....	20
1.3.1 Formulace ekonometrického modelu.....	21
1.4 Práce s daty a jejich typy .....	22
1.4.1 Časová data .....	22
1.4.2 Průřezová data.....	23
1.4.3 Panelová data .....	23
1.5 Časové řady a jejich analýza.....	23
1.5.1 Stacionární a nestacionární časové řady .....	24
1.5.2 Kointegrace časových řad .....	24
1.6 Regresní a korelační analýza .....	25
1.7 Modely lineární regrese .....	25
1.7.1 Metoda nejmenších čtverců .....	26
1.7.2 Předpoklady lineárního regresního modelu .....	27
1.7.4 Specifikační chyby.....	27
1.7.5 Testování specifikace modelu.....	27
1.7.6 Koeficient determinace .....	28

1.7.5 Autokorelace reziduí.....	29
1.7.6 Multikolinearita .....	29
1.7.7 Heteroskedasticita.....	30
1.7.8 Normalita reziduí .....	30
1.7.9 Verifikace odhadnutého modelu.....	31
1.8. Predikce ex-post a ex-ante .....	32
1.9 Investice .....	33
1.9.1 Současná a budoucí hodnota investic .....	33
1.9.2 Metoda čisté současné hodnoty .....	34
1.9.3 Vnitřní výnosové procento (Internal Rate of Return, IRR).....	34
1.9.4 Postup při hodnocení investic .....	35
2. ANALÝZA PROBLÉMU A SOUČASNÉ SITUACE .....	36
2.1. Ekonomická formulace modelu a forma dat.....	36
2.1.1 Vysvětlující proměnné .....	37
2.1.2 Sběr dat .....	39
2.1.3 Zdroje dat.....	39
2.2. Statistická a ekonometrická analýza modelu .....	39
2.2.1 Ověření stacionarity .....	39
2.2.2 Kointegrace .....	41
2.2.3 První diference časových řad .....	41
2.2.4 Odhad modelu metodou nejmenších čtverců.....	42
2.2.5 Koeficienty determinace .....	44
2.2.6 Graf vyrovnaných a skutečných hodnot .....	44
2.2.7 Konfidenční intervaly koeficientů .....	45
2.2.8 Analýza rozptylu ANOVA .....	46
2.3 Statistická verifikace.....	46

2.3.1	Statistická významnost modelu .....	46
2.3.2	Statistická významnost parametrů .....	47
2.4	Ekonometrická verifikace .....	48
2.4.1	Testy chybné specifikace .....	48
2.4.2	Multikolinearita .....	49
2.4.3	Autokorelace .....	50
2.4.4	Heteroskedasticita .....	52
2.4.5	Analýza reziduí .....	53
2.6	Prognóza spotřeby lahvového piva v ČR.....	55
2.6.1	Predikce Ex-Ante .....	56
2.6.2	Vstupní data pro predikci.....	56
2.6.3	Prognóza z regresního modelu.....	58
2.7	Investiční záměr .....	60
2.7.1	Vstupní data poskytnuta pivovarem .....	60
2.7.2	Postup hodnocení investic .....	61
2.7.3	Výpočet čisté současné hodnoty .....	62
2.7.4	Výpočet vnitřního výnosového procenta .....	63
2.7.5	Výpočet pesimistické varianty (tzv. „stress case“) .....	63
3.	VYHODNOCENÍ PRAKTICKÉ ČÁSTI.....	65
4.	NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ .....	67
	ZÁVĚR .....	68
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....	69
	SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ .....	74
	SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK.....	75
	SEZNAM POUŽITÝCH GRAFŮ .....	76

## ÚVOD

Za jeden z nejčastěji zmiňovaných symbolů Česka je pivo. V roce 2008 bylo „České pivo“ zapsáno jako Chráněné zeměpisné označení EU. Čechům je často přisuzována rekordní spotřeba piva na hlavu, která je ovšem pravděpodobně nadhodnocována kvůli turismu. Na území České republiky je mnoho pivovarů od velkých hráčů až po mikropivovary. Pro tyto menší hráče na trhu může být ovšem obtížné posoudit, zda se jim vyplatí investovat do dražších zařízení, jako je například stáčecí linka. Jedná se o investice v řádech minimálně několika milionů, což v případě nesprávně nastavené investice může být pro menší pivovar fatální a dochází ke ztrátovosti nebo i k zániku pivovaru.

Proto je velmi důležité vyhledat relevantní a spolehlivé datové zdroje. Zkreslená, nejasně interpretovaná či nedůvěryhodná data mohou ovlivnit vypovídající hodnotu modelu. V některých případech je velmi obtížné, nebo téměř nemožné se k relevantním datům dostat. Klíčová ekonomická data pochází z Českého statistického úřadu a ze Situačních a výhledových zpráv *Pivo a chmel* vydávaných Ministerstvem zemědělství České republiky. Obtížným úkolem je vybrat vhodné vysvětlující proměnné, obzvláště když vysvětlovaná proměnná nemá jasně stanovený výběr vhodných regresorů. I proto se v samotném modelování musíme spolehnout na selský rozum, znalost ekonomické teorie a nevyhneme se ani kompromisům.

Tato bakalářská práce řeší problematiku analýzy spotřeby piva v České republice, ze které se následně díky ekonometrickým a statistickým metodám vytvoří vypovídající ekonometrický model poptávky po lahvovém pivu. Hlavním cílem práce je pak prognóza poptávky lahvového piva vycházející z ekonometrického modelu a její reálné napojení na investiční záměr konkrétního pivovaru.

První část práce je tvořena teoretickými východisky, která charakterizují pivo a možné determinanty jeho spotřeby, dále představuje základní problematiku ekonometrického modelování, procesu modelování a s tím související statistiky. Druhá analytická část se věnuje samotnému modelování a následnou prognózou spotřeby lahvového piva, a poté je v krátkosti posouzen investiční záměr. Poslední část shrnuje výsledky a předkládá návrhy na zlepšení.

## CÍLE PRÁCE

Globálním cílem práce je vytvoření reálně využitelného modelu poptávky po lahvovém pivu. Parciální cíle pak zahrnují provedení literární rešerše, tvorbu datové základny pro výpočtovou část, statistické vyhodnocení dat a tvorbu parametrů modelu a v poslední řadě formulaci doporučení pro reálné využití. Nakonec bude model poptávky konfrontován s investičním záměrem konkrétní firmy a bude vyhodnoceno, zda daný záměr realizovat, či ne.

### Metodika řešení

Prvním krokem k naplnění cílů bude provedení literární rešerše, která výrazně přispěje k určení možných vysvětlujících proměnných, které pomohou sestavit vícerozměrný regresní model. Klíčovou roli ve vytváření ekonometrických modelů sehraje ekonometrický software Gretl. Model vícerozměrné regrese bude statisticky, ekonometricky a ekonomicky verifikován. Pokud model splní podmínky verifikace, bude použit k následné prognóze spotřeby lahvového piva. Na výstupech predikce pak bude v poslední fázi zhodnocen modelový investiční záměr menšího pivovaru.

Ústřední roli zastávají statistické a ekonometrické analýzy dat modelů, které budou vytvořeny. Mezi jednotlivými modely bude komparací vybrán ten nejvíce optimální, který se podaří sestavit.

V počátečních fázích vytváření modelů byly v modelech použity vysvětlující proměnné, které, nejen dle všeobecné ekonomické teorie, byly vyhodnoceny nejvíce relevantní. Postupem času i díky metodě pokus – omyl bylo nakonec dosaženo relativně uspokojivého výběru vhodných vysvětlujících proměnných.

# 1. TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE

V následující části práce bude popsána problematika piva, ekonometrie, investic a předpovědí.

## 1.1 Pivo

*„Pivo je pěnivý nápoj vyrobený zkvašením mladiny připravené ze sladu, vody, chmele a chmelových extraktů, který vedle kvasným procesem vzniklého etanolu a oxidu uhličitého obsahuje i určité množství neprokvašeného extraktu; slad lze do výše jedné třetiny hmotnosti celkového extraktu původní mladiny nahradit extraktem zejména cukru, obilného škrobu, nesladovaných obilovin nebo rýže; u piv ochucených může být obsah alkoholu zvýšen přidávkem lihovin nebo ostatních alkoholických nápojů.“* (Vyhláška č. 248/2018 Sb. Vyhláška o požadavcích na nápoje, kvasný ocet a droždí, 2021)

Pivo lze distribuovat v následujících obalech jako:

- lahvové,
- sudové,
- v PET lahvích,
- plechovkové,
- cisternové

V této práci nás však bude zajímat především lahvové pivo.

### 1.1.1 Determinanty spotřeby piva

Determinantů spotřeby piva může být celá řada. Od snáze verifikovaných, jako je například cena, až po hůře kvantifikovatelné, jako je například volný čas. „Ekonomická teorie uvádí, že individuální poptávka po pivu je funkcí ceny piva, cen substitutů a komplementů, příjmů (důchodů) spotřebitelů, vlastnostmi piva a úrovní individuální potřeby.“ (Tremblay and Tremblay, 2005)

#### Vysvětlující proměnné

Podrobněji budou uvedené vysvětlující proměnné, které mohou mít vliv na výši spotřeby, respektive poptávky po pivu. S ohledem na dostupnost, relevantnost a možnost úpravy dat, budou vybrány ty nejvíce vhodné a následně budou zařazeny do modelu.

## 1. Cena

Cena piva může být považována za jednu ze základních proměnných, protože její výše může mít vliv na spotřebu. Jak říká zákon klesající poptávky: „*Pokud se cena určitého zboží zvýší (za jinak stejných podmínek), mají kupující tendenci kupovat menší množství tohoto zboží Podobně, klesne-li cena, pak ceteris paribus<sup>1</sup>, poptávané množství vzroste.*” (Samuelson a Nordhaus, 2013)

Poptávané množství má tendenci s růstem ceny klesat z důvodu substitučního a důchodového efektu. Substituční efekt znamená, že pokud pivo zdraží, pokusí se jej spotřebitel substituovat přechodem k jiné značce, jiné stupňovitosti nebo k jinému alkoholickému / nealkoholickému nápoji. Důchodový efekt se projevuje tím, že spotřebitel omezí svou spotřebu, neboť má při nákupu dražšího piva a stejného množství menší disponibilní příjem, a proto omezí svou spotřebu.

## 2. Demografické faktory

Počet obyvatel České republiky dlouhodobě roste, avšak zároveň s tím se v posledním desetiletí se zrychlil nárůst absolutního i relativního počtu seniorů. (ČSÚ, 2020)

Z dlouhodobé studie Pivo v české společnosti zpracovávané Centrem pro výzkum veřejného mínění Sociologického ústavu AV ČR vyplývá, že v roce 2018 pilo pivo téměř 9 z 10 mužů a téměř polovina žen. Zatímco podíl konzumentů piva u mužů s věkem postupně klesá, u žen nastává zlom, respektive pokles až ve věkové skupině 60+. Avšak tyto výzkumy je nutné brát s rezervou, protože se v nich ukazuje vyšší stud žen, který cítí za konzumaci alkoholu, a proto pití alkoholických nápojů mohou ve výzkumech zatajovat či podhodnocovat. Toto také potvrzují studie Ornstein and Hanssens 1985, Lee and Tremblay 1992, Larivière et al. 2000 a Nelson 2003.

---

<sup>1</sup> ceteris paribus = za jinak stejných podmínek

### 3. Substituty a komplementy

Substituty jsou „statky, které plní víceméně stejnou funkci, jejich cena a dostupnost ovlivňují poptávku po určitém zboží.“ (Samuelson a Nordhaus, 2013)

Na trhu existuje velké množství značek piv lišících se výrobcem, obsahem alkoholu, způsobem výroby, formou distribuce a typem obalu. Všechna tato piva jsou si navzájem nejbližšími substituty.

Za další substitut by mohla být do jisté míry považována nealkoholická piva nebo míchané nápoje na bázi piva, jejichž spotřeba v posledních letech roste. Nealkoholická piva, nebo nápoje na bázi piva mohou být pita na úrok „klasických“ alkoholických piv a naopak. Dalšími nejbližšími statky, které mohou ovlivnit spotřebu piva, jsou lihoviny a víno.

### 4. Důchod a nezaměstnanost

„Průměrný příjem spotřebitelů je klíčovým faktorem poptávky. S růstem příjmů lidé kupují více, i když se ceny vůbec nemění.“ (Samuelson a Nordhaus, 2013)

Studie ukazují, že při recesi se spotřeba alkoholu zvyšuje (Dee, 2001), dle Freemana (2000) je alkohol procyklickým statkem a Ruhm (1995) prokázal, že alkohol je normálním statkem.

S poklesem důchodů mohou lidé začít více konzumovat pivo, avšak snížené příjmy jim nedovolí koupit tolik statků, jako dříve. Stejná situace nastane při ztrátě zaměstnání. (Freeman 2009)

Tyto skutečnosti se mohou projevovat také ve vztahu on-trade (prodej v místě spotřeby) / off-trade (prodej zboží mimo místo finální spotřeby). Při nižších příjmech či při ztrátě zaměstnání z důvodu vyšší ceny dojde k poklesu pití piva v on-trade a zvýší se pití piva v off-trade, kde je pivo levnější.

Češi utrácejí za alkohol zhruba 3,5 procenta svých příjmů, což je více než dvojnásobek průměru Evropské unie. (Hospodářské noviny, 2020)

## 5. Turismus

Oproti okolním státům je české pivo levné a jezdí sem mnoho turistů, kteří zde pivo konzumují a zvyšují tak spotřebu piva na osobu. Lze ovšem předpokládat, že turisté navštěvují především pohostinská zařízení a konzumují tak pivo převážně on-trade. Určit kolik turistů Českou republiku navštíví, může být navíc velmi obtížné a především nepřesné.

Dle *Unie výrobců a dovozců lihovin* v České republice turisté a zahraniční dělníci vypijí čtvrtinu alkoholických nápojů z celkové spotřeby. Opírají se o statistické údaje z prvního pololetí roku 2020.

## 6. Sezóny a počasí

Počasí má vliv na úrodu, která pak vstupuje nákladově do samotné výroby piva a projeví se v jeho konečné ceně. Tento vliv se však projeví až s nějakým časovým odstupem.

Tržby se mohou pivovarům se mohou zvýšit díky teplému počasí, kulturním akcím a festivalům a též díky popularitě zahrádek u pohostinských zařízení. Tato spotřeba však bude zvýšena spíše v on-trade, tedy přímém prodeji.

## 7. Zdanění piva

Pivo podléhá spotřební dani, stejně jako víno a jeho meziprodukty, líc, tabákové výrobky, surový tabák a minerální oleje. Tuto nepřímou selektivní daň zavádí stát s cílem omezit spotřebu vybraných komodit na trhu, které mohou mít nežádoucí a škodlivé vlivy pro společnost a/nebo s cílem zvýšit příjmy státního rozpočtu.

*„Základem daně z piva je jeho množství vyjádřené v hektolitrech. Základní sazbou daně z piva a snížené sazby daně z piva pro malé nezávislé pivovary za 1 hektolitr a každé celé hmotnostní procento extraktu původní mladiny.“*  
(Zákon č. 353/2003 Sb. Zákon o spotřebních daních, 2021)

**Tabulka č. 1: Variabilní sazba daně dle výstavu za rok**

(Zdroj: vlastní zpracování dle: Zákon č. 353/2003 Sb. Zákon o spotřebních daních)

Výstav za celý rok	Sazba daně v Kč / 1°P hl
do 10 000 hl	16 Kč
10 001 - 50 000 hl	19,20 Kč
50 001 - 100 000 hl	22,40 Kč
100 001 - 150 000 hl	25,60 Kč
150 001 - 200 000 hl	28,80 Kč
základní sazba	32 Kč

U piva je pak dále odváděna daň z přidané hodnoty ve výši 21 % u baleného a točeného piva konzumovaného mimo restaurační zařízení, snížená sazba 10 % je pak pro točené pivo konzumované v restauračním zařízení. (Zákon č. 235/2004 Sb., Zákon o dani z přidané hodnoty)

Výše spotřební daně a daň z přidané hodnoty se promítá do konečné ceny piva, jedná se proto o cenový faktor, který již není třeba zahrnout do ekonometrického modelu.

### 1.1.2 Výstav piv a spotřeba

Výstava piv označuje celkovou produkci piva. Vztahovat se může na produkci konkrétního pivovaru, skupiny pivovarů nebo celého státu.

Počet výstav piv, uváděn nejčastěji v hektolitrech (hl), slouží především k určení výše spotřební daně, která má pak vliv na konečnou cenu piva a tím pádem i na konečnou spotřebu piva jakožto cenový faktor.

Je důležité rozlišit celkovou produkci piva na osobu, jakožto podíl výstav piv celkem na obyvatele

$$\text{Výstav piv na osobu} = \frac{\text{Celkový počet výstav piv}}{\text{Počet obyvatel}}$$

a spotřebu piva na osobu v ČR, jako podíl celkového počtu výstav piv minus export na obyvatele.

$$\text{Spotřeba piva na osobu} = \frac{\text{Celkový počet výstav piva} - \text{export}}{\text{Počet obyvatel}}$$

Spotřeba piva na osobu se však od těchto výpočtů může lišit. Můžeme od celkového počtu výstav piva odečíst kromě exportu také počet výstav nealkoholických piva pro domácí trh. Důležité je zmínit, že tento údaj je počítán pro celkové obyvatelstvo ČR (včetně dětí do 18 let) a neodděluje například spotřebu turistů od domácností.

### 1.1.3 Definice on/off trade

Výrazy on-trade a off-trade jsou nejčastěji používány ve spojitosti s prodejem alkoholických nápojů, konkrétně pro rozdělení, zda zboží bude konzumováno v místě nákupu či nikoliv.

Off-trade označuje nepřímý prodej neboli prodej zboží mimo místo finální spotřeby. Zahrnuje všechny maloobchodní prodejny jako jsou hypermarkety, supermarkety, samoobsluhy, kiosky, obchody s vínem a lihovinami atd. Jedná se o piva zakoupená především ve skleněných lahvích, v PET lahvích či plechovkách.

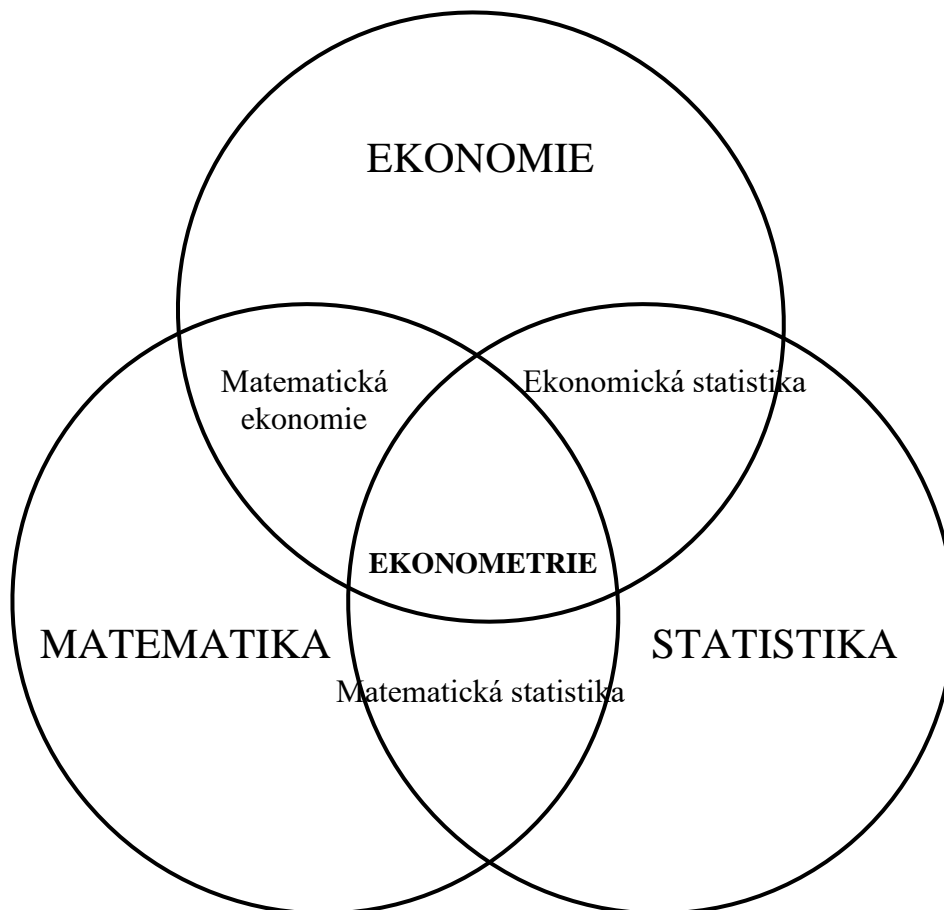
On-trade označuje přímý prodej neboli prodej v místě spotřeby. Zahrnuje především hospody, restaurace, hotely, kavárny a jiná obdobná pohostinská zařízení. Řadí se sem hlavně točené pivo ze sudů či cisteren.

Rozdělení spotřeby dle on-trade a off-trade nemusí být úplně přesné. Záleží na způsobu zpracování dat a následnou interpretaci. Protože i hospody, restaurace a jiná obdobná zařízení prodávají pivo v lahvích, byť se jedná o minimální objem. Může se jednat jak o piva importovaná, tak o speciální edice piva, či kombinaci obojího. Přitom bychom je měli řadit do on-trade.

Stejně tak data mohou zkreslovat sezónní zařízení, která nakoupí piva lahvová/v PET lahvích/plechovkách za velkoobchodní ceny, které potom prodávají. Zboží je sice v tomto případě určeno k okamžité spotřebě, ale do statistik se nepromítají.

## 1.2 Ekonometrie

*Ekonometrie je vědní disciplína, která využívá ekonomické teorie, matematických metod a statistické analýzy ke zkoumání ekonomických jevů a vyhledávání vzájemných vztahů mezi ekonomickými veličinami. (Mezník, 2003) Neexistuje jednotná definice ekonometrie a různé zdroje uvádí odlišná vyjádření. Pomocí ekonometrie je možné ověřit správnost teoretických poznatků ekonomické analýzy empirickými (statistickými) údaji, a tedy zpřesnit závěry ekonomické analýzy. I přesto, že se jedná o ekonomickou vědní disciplínu, nemusí vycházet pouze ze vztahů popsaných ekonomickou teorií, ale může objevovat i nové vztahy i teorie, které při apriorních ekonomických úvahách zůstaly nepovšimnuty. (Dufek, 2003)*



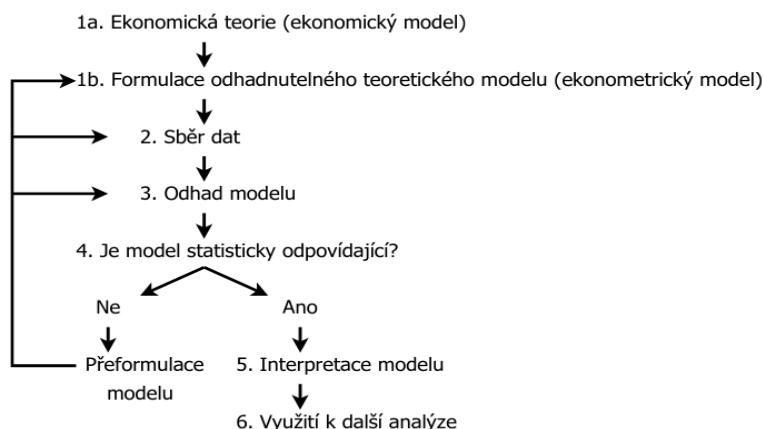
**Obrázek č. 1: Vennův diagram Ekonometrie**

(Zdroj: Vlastní zpracování dle: Jana Hančlová, 2012)

### 1.3 Tvorba ekonometrického modelu

Vzhledem k tomu, že postuláty ekonomické teorie nelze zpravidla přímo kvantifikovat, formujeme při ekonometrické analýze nejprve výchozí ekonomickou hypotézu, tzv. **ekonomický model**, který nám umožňuje a usnadňuje matematickou i statistickou formalizaci teoretických poznatků. (Klímek, 2006) Snažíme se o adekvátní vyjádření výchozí ekonomické hypotézy s maximální, avšak s únosným stupněm zjednodušení. Výsledkem matematické a statistické specifikace výchozího **ekonomického modelu** je **ekonometrický model**, který je hlavním nástrojem zkoumání. Pomocí algebraických vztahů popisuje základní ekonomickou hypotézu. (Klímek, 2006)

Ekonometrické modelování obsahuje 6 následujících etap:



Obrázek č. 2: Schéma postupu při ekonometrickém modelování

(Zdroj: Úvod do ekonometrie a práce s daty, MUNI)

Při tvorbě ekonometrického modelu je třeba znát problematiku i adekvátní kvantitativní metody, dále je nutná existence a dostupnost relevantních dat. Musíme určit, která ekonomická veličina bude závisle proměnná a která nezávislá (příčina vs. následek). Při výběru nezávisle proměnných je třeba udržet jejich počet v rozumné míře a posoudit zda, vybrané proměnné pokrývají všechny podstatné vlivy. Snažíme se eliminovat takové proměnné, které duplicitně pokrývají sledované vlivy. (Klímek, 2006)

### 1.3.1 Formulace ekonometrického modelu

*Ekonometrický model je popsán rovnicí, resp. systémem rovnic kvantifikující vztahy mezi ekonomickými veličinami při určitém stupni abstrakce reality.” Je definován tak, aby vystihoval rozhodující a podstatné vztahy mezi ekonomickými veličinami, především vztahy, které mají trvalý charakter. (Dufek, 2003)*

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_k, \epsilon)$$

kde:  $y$  ... závisle proměnná

$x_i$  ... vysvětlující proměnné ( $i = 1, 2, \dots, k$ )

$\epsilon$  ... náhodná složka a nepozorované faktory

*„Ekonometrické modely jsou většinou formulovány tak, že závisle proměnná není uvažována jako empirická (skutečná) hodnota, ale jako hodnota teoretická (vypočítaná), tedy.” (Dufek, 2003)*

$$y' = f(x_1, x_2, \dots, x_k) \text{ přičemž: } \epsilon = y - y'$$

**Tabulka č. 2: Členění typů regresních funkcí**

(Zdroj: vlastní zpracování dle: Dufek, 2003)

Členění		podle proměnných		Regrese
		lineární	nelineární	
podle parametrů	lineární	$b_0 + b_1x$ $b_0 + b_1x_1 + b_2x_2$	$b_0 + b_1 \frac{1}{x}$ $b_0 + b_1 \log(x)$	<b>Lineární</b>
	nelineární	✗	$b_0 \cdot b_1^x$ $b_0 \cdot x^{b_1}$	<b>Nelineární</b>
Regrese		<b>Přímočará</b>	<b>Křivočará</b>	

Příklad modelu individuální poptávky po určitém zboží:

$$q_t = \alpha_0 + \alpha_1 p_t + \alpha_2 p'_t + \alpha_3 p''_t + \alpha_4 P_t + \alpha_5 z_t + \epsilon_t$$

kde:  $q_t$  ... poptávané množství zboží v čase  $t$

$\alpha_i$  ... parametry modelu (přičemž  $i = 0, 1, 2, \dots, k$ )

$p_t$  ... cena daného zboží v čase  $t$

$p'_t, p''_t$  ... ceny souvisejících (komplementárních, substitučních) zboží v čase  $t$

$P_t$  ... příjem (důchod) spotřebitele v čase  $t$

$z_t$  ... trend ve změnách zálib spotřebitele, módě apod. v čase  $t$

$\varepsilon_t$  ... reziduum (náhodné odchylky) v čase  $t$

Parametry modelu  $\alpha$  jsou měřítkem směru a síly vztahu mezi vysvětlovanou proměnnou  $q_t$  a vysvětlujícími proměnnými, faktory determinující individuální poptávku po zboží.

## 1.4 Práce s daty a jejich typy

K odhadu numerických hodnot parametrů modelu je použito vhodných ekonometrických odhadových postupů. Začíná se shromažďováním a úpravou adekvátních statistických dat. „Data používaná při kvantifikaci modelu mají zpravidla povahu kvantitativních statistických pozorování neexperimentálního charakteru.“ (Hušek, 2007)

### 1.4.1 Časová data

V ekonometrii nás časové údaje zajímají v souhrnu, jako časové řady, kdy je pozorován jeden jev přes několik časových období. Časové řady jsou chronologicky uspořádané údaje a dělíme je na úsekové a okamžikové.

Příklady úsekových časových řad:

- HDP ČR od roku 1993 dosud
- roční spotřeba piva od roku 2009

Příklady okamžikových časových řad:

- počet pivovarů v ČR k 1.lednu za posledních 10 let

Více budou časové řady popsány v kapitole „1.5 Časové řady a jejich analýza“.

## 1.4.2 Průřezová data

Průřezová data představují statistickou řadu údajů, která je východiskem k sestavení řady rozdělení četnosti.[5] V jednom okamžiku tedy pozorujeme mnoho jevů pro řadu různých jednotek, kterými mohou být jednotlivci, domácnosti, společnosti, města a státy.

Příklady průřezových údajů vztahujících se k časovému úseku:

- výstav piv v jednotlivých krajích České republiky v roce 2020
- prodej lahvových piv podle jednotlivých obchodních řetězců určitého města za dané období
- počet obyvatel v jednotlivých obcích daného regionu k 1.1.2020

## 1.4.3 Panelová data

Panelová data jsou dvoudimenzionální kombinací časových a průřezových dat. Jedná se o pozorování mnoha jevů po několik časových období.

Příklady panelových dat:

- denní uzavírací ceny všech akcií obchodovaných na NYSE během roku 2020

## 1.5 Časové řady a jejich analýza

*„Časová řada je posloupnost věcně a prostorově srovnatelných pozorování, jež jsou uspořádána z hlediska času ve směru minulost až přítomnost.“ (Žák, 2002)*

Časové řady se dělí podle periodicity na:

- dlouhodobé (roční frekvence)
- krátkodobé (čtvrtletní, měsíční, týdenní, denní, případně i jiné frekvence)

*Analýzou časových řad rozumíme soubor metod, které slouží k popisu časových řad a případně k předpovídání jejich budoucího vývoje. (Žák, 2002) Základem vytváření modelů časových řad je jednorozměrný model časové řady ve tvaru:*

$$y_t = f(t, E_t)$$

pro  $t = 1, 2, \dots, n; n \in \mathbb{N}$ , kde  $y_t$  je modelovaná časová řada a  $E_t$  je hodnota náhodné složky v čase  $t$ .

U vícerozměrných modelů časových řad, kde vývoj řady není ovlivněn pouze časovým faktorem, ale i jinými ukazateli, lze specifikovat jako:

$$y_t = f(t, x_1, x_2, \dots, x_m, E_t)$$

pro  $t = 1, 2, \dots, n$ , kde  $x_i, i = 1, 2, \dots, m; m \in N$  jsou faktorové ukazatele ovlivňující analyzovanou časovou řadu  $y_t$ .

U časových řad je možné pozorovat čtyři složky:

- trend (ukazuje tendence dlouhodobého vývoje)
- sezónnost (pravidelně opakující se odchylka od trendové složky a periodicitou  $\leq 1$  rok)
- cykličnost (kolísání kolem trendu v důsledku dlouhodobého cyklického vývoje s délkou periodicity  $> 1$  rok)
- náhodná složka (nelze popsat žádnou funkcí času)

### 1.5.1 Stacionární a nestacionární časové řady

Stacionární časová řada je taková řada, jejíž rozdělení pravděpodobnosti se při posunu v čase nemění, a to ani parametry jeho pravděpodobnostní funkce, rozptylu a střední hodnoty. Též jsou označovány jako časové řady s krátkou pamětí, protože se vliv šoku z minulého období časem postupně vytrácí.

Nestacionární časová řada je taková řada, jejíž rozdělení pravděpodobnosti se při posunu v čase mění. Jakýkoliv vliv šoku se projevuje neustále. Těmto řadám se tedy také říká časové řady s dlouhou pamětí. Pro práci s nestacionárními časovými řadami je potřeba omezit působení trendu a řadu přetransformovat. (Acta oeconomica pragensia 6, VŠE Praha, 1998)

### 1.5.2 Kointegrace časových řad

*„Při modelování vícerozměrných ekonomických časových řad je účelné rozlišovat mezi krátkodobými a dlouhodobými vztahy. První typ vztahů mezi časovými řadami existuje*

*pouze v relativně krátkém období a časem zmizí. Druhý typ vztahů má dlouhodobé trvání a postupem času nezmizí.*” Dlouhodobé vztahy mezi časovými řadami velmi úzce souvisí s pojmem ekvilibrium (rovnovážný stav). K tomu je systém neustále přitahován a může se nacházet v tzv. dlouhodobém ekvilibriu, tedy ve stavu, který k rovnovážnému stavu v čase konverguje. (Artl, 2009)

Kointegrace časových řad je potom dlouhodobým rovnovážným vztahem (ekvilibriem) mezi časovými řadami, které mohou být samostatně nestacionární, ale jejich kombinací můžeme dosáhnout stacionarity.

## **1.6 Regresní a korelační analýza**

Regresní analýza je statistická metoda, pomocí které je zkoumán vztah mezi vysvětlovanou proměnnou Y při změnách vysvětlující proměnné X. Jejím cílem je odhadnout tento vztah co nejpřesněji pomocí křivky popsané vhodnou regresní funkcí. Typickým příkladem je vysvětlující (nezávisle) proměnná v úloze příčin a vysvětlovaná (závisle) proměnná v úloze následku.

Korelační analýza je metoda, pomocí které je zkoumán průběh a intenzita vzájemných statistických závislostí mezi dvěma veličinami. Jejím cílem je tento průběh závislosti popsat pomocí „vyrovnávací“ analytické funkce. V tomto případě není rozlišováno mezi závislými a nezávislými proměnnými. (Klímeck, 2009)

## **1.7 Modely lineární regrese**

Regresní modely můžeme rozdělit na:

- Klasické modely lineární regrese
- Vícerozměrné regresní modely

Klasické modely lineární regrese představují „*jeden z nejdůležitějších nástrojů ekonometrického modelování, kdy se kvantifikují neznámé parametry jednoduchého ekonometrického modelu.*” Jednoduchý regresní model je model, ve kterém je vysvětlující

proměnná  $Y$  lineární vztahem vysvětlující proměnné. „Nejznámější odhadovou technikou je metoda nejmenších čtverců.“ (Hančlová, 2012)

Správně odhadnutý a verifikovaný regresní model lze využít k predikci. Nelineární regresní modely lze vhodnou transformací převést na lineární v parametrech a odhadnout metodou nejmenších čtverců. (Hančlová, 2012)

„Sledovat analyticky vztahy mezi dvěma proměnnými je v sociálně-vědním výzkumu velmi často přílišným zjednodušením skutečnosti. Sociální svět je charakteristický provázaností jednotlivých proměnných, jejich vzájemným působením, multideterminací.“ (Ladislav Rabušic, 2004) Z tohoto důvodu jsou tvořeny modely, které obsahují několik nezávisle proměnných. Metoda pro analýzu mezi závisle proměnnou a nezávisle proměnnými nazýváme vícerozměrná (vícenásobná) lineární regrese.

### 1.7.1 Metoda nejmenších čtverců

K odhadu parametrů lineárního regresního modelu lze použít různé odhadové metody. Každá z metod má své předpoklady a odhadnuté regresní koeficienty mají získané vlastnosti. Nejčastěji používanou metodou je metoda nejmenších čtverců (Ordinary Least Squares - OLS). (Hančlová, 2012) U metody nejmenších čtverců je požadováno, aby součet čtverců (druhých mocnin) rozdílů naměřených hodnot  $y_i$  a funkčních hodnot  $f(x_i)$  pro stejnou hodnotu  $x_i$  byl co nejmenší.

$$\sum_{i=1}^n (f(x_i) - y_i)^2 \rightarrow \min,$$

kde funkce  $y = f(x)$  je funkce s neznámými koeficienty a její tvar závisí a vztahu mezi  $x$  a  $y$ .

Předpokládáme, že mezi hodnotami  $x$  a  $y$  existuje lineární závislost. Tvar funkce má tedy tvar:

$$y = ax + b$$

### 1.7.2 Předpoklady lineárního regresního modelu

Abychom mohli použít lineární regresi a koeficienty regresní přímky odhadovat metodou nejmenších čtverců musí být splněny následující podmínky dle Sekničková (2017):

1. Model je správně specifikovaný, tj. je správně vybrána rovnice modelu.
2. Regresní model je lineární v parametrech.
3. Regresní parametry  $B_i$  mohou nabývat libovolných hodnot.
4. Střední hodnota chybové (náhodné) složky je 0.

$$E(e_i)=0 \text{ pro každé } i=1,2,\dots,n$$

5. Chybová složka má konstantní rozptyl:

$$D(e_i)=\sigma^2 \text{ pro každé } i=1,2,\dots,n$$

6. Kovariance náhodné složky je nulová:

$$\text{Cov}(e_i,e_j)=0 \text{ pro každé } i \neq j, \text{ kde } i,j=1,2,\dots,n$$

7. Jednotlivé složky chybového vektoru jsou nekorelované s vysvětlujícími proměnnými.
8. Vysvětlující proměnné jsou vzájemně nezávislé.

### 1.7.3 Specifikační chyby

Vícerozměrné regresní modely se mohou potýkat s chybnou specifikací. Mezi základní specifikační chyby dle Hančlové (2012) patří:

- vynechání podstatné vysvětlující proměnné,
- zahrnutí nepodstatných vysvětlujících proměnných,
- použití špatné funkční formy.

### 1.7.4 Testování specifikace modelu

*„Součástí specifikační analýzy jsou i testy chyb specifikace, které nám umožňují identifikovat jejich výskyt a stupeň důležitosti.” (Hančlová, 2012). „Někdy je užitečné rozlišovat mezi testy specifikace a testy chybné specifikace. Jejich rozdílnost spočívá v tom, že u testu specifikace je přesně určena alternativní hypotéza, zatímco v případě*

*testu chybné specifikace není alternativní hypotéza vymezena či formulována.” (Hušek, 2007)*

Mezi testy specifikace modelu patří testování významnosti proměnných pomocí t-testů a statistické významnosti jednotlivých regresních koeficientů, F-testů a statistického testování významnosti celého regresního modelu.

Pokud není stanovena alternativní hypotéza při testování specifikačních chyb, k ověření modelu se používají testy a analýzy:

- analýza reziduální složky,
- Durbinův-Watsonův test sériové závislosti reziduální složky,
- Ramseyův test (označený jako RESET test)

**Analýza reziduální složky** „se zpravidla opírá o grafickou analýzu a porovnání reziduálních složek různých modelů a zkoumání cyklických změn. Pokud vývoj reziduální složky nevykazuje cyklické, tj. systematické změny, pak model nevykazuje známky špatné specifikace.” (Hančlová, 2012) **Durbinův-Watsonův (DW) test** „se používá ke stanovení závislosti reziduální složky na svých zpožděných hodnotách zpravidla o jedno období. Pokud je možné identifikovat silnou pozitivní resp. negativní závislost, potom v modelu zpravidla chybí vysvětlující proměnná, nebo může být příčinou špatně zvolená funkční forma ekonometrického modelu.” (Hančlová, 2012) **RESET test** „je obecným testem k diagnostice specifikačních chyb, které vznikly v důsledku vynechání relevantních vysvětlujících proměnných nebo nesprávnou specifikací funkční formy ekonometrického modelu.” (Hančlová, 2012)

### **1.7.5 Koeficient determinace**

Koeficient determinace vyjadřuje stupeň vysvětlení celkové změny vysvětlované proměnné Y regresí, tj. působením lineárního vztahu vysvětlující proměnné. Koeficient determinace se pohybuje v rozmezí od nuly do jedné. Pokud se rovná jedné vyjadřuje, že všechna výběrová pozorování leží přímo na vyrovnané regresní přímce a čím blíže se koeficient blíží jedné, tím lépe model data popisuje. Pokud se blíží koeficient k nule, tím hůře model data popisuje a informace zůstávají nevysvětleny v reziduální části.

Nedostatky metody spočívají v neadekvátní reakci na změny počtu pozorování v regresním modelu a při rozšíření počtu vysvětlujících proměnných do modelu  $R^2$  nikdy neklesne. Upřednostňuje se proto používání korigovaného koeficientu determinace. (Hančlová, 2012)

### 1.7.6 Autokorelace reziduí

Autokorelace reziduí představuje „závislost náhodné složky na svých zpožděných hodnotách.“ (Hančlová, 2012) „Autokorelace je chápána jako závislost nikoli mezi dvěma nebo i několika proměnnými, nýbrž mezi posloupností hodnot jedné proměnné, uspořádaných v čase, někdy i v prostoru. Je-li náhodná složka modelu v libovolném období pozorování zkorelována s náhodnou složkou v minulém období nebo s náhodnými složkami v několika předcházejících obdobích, hovoříme o autokorelaci nebo sériové korelaci náhodných složek.“ (Hušek 2007)

### 1.7.7 Multikolinearita

„Termín multikolinearita znamená existenci více než jednoho vztahu lineární závislosti mezi pozorováními vysvětlujících proměnných, zatímco kolinearita označuje existenci pouze jednoho lineárního vztahu.“ Podstatou zkoumání multikolinearity je především zjistit intenzitu závislosti mezi dvěma nebo více vysvětlujícími proměnnými, a ne pouze indikovat, zda existují nebo ne. Multikolinearita týká jenom výběru pozorování, nikoliv základního souboru. Nehovoříme tedy o testování multikolinearity, nýbrž o zjišťování a měření její významnosti v jednom konkrétním výběru. (Hušek, 2007)

Nejčastější příčinou existence multikolinearity je stejná trendová tendence ekonomických časových řad (zejména makroekonomických dat), neexperimentální charakter disponibilních dat zejména při průřezové analýze, nevhodné zavedení zpožděných vysvětlujících proměnných (endogenních i exogenních) a neadekvátní použití umělých proměnných.

Vysoký stupeň multikolinearity se projevuje především tím, že se snižuje přesnost odhadů regresních koeficientů, získaných z jednoho konkrétního výběru, v důsledku velkých standardních chyb odhadové funkce OLS. Odhady však zůstávají nestranné i vydatné.

(Hušek, 2007) Odhady parametrů regresního modelu mají velký rozptyl a kovariaci, což vede k chybnému testování hypotéz. Nelze separovat vliv jednotlivých vysvětlujících proměnných na vysvětlovanou proměnnou, což způsobuje problém při interpretaci regresních parametrů. Vysoké hodnoty rozptylu parametrů mohou znamenat nízké hodnoty t-statistiky, a tudíž mohou znamenat neadekvátní zamítnutí nulové hypotézy o statistické nevýznamnosti regresního parametru. Odhady parametrů jsou velmi citlivé na malé změny ve výběrových datech a specifikaci modelu. (Hančlová, 2012)

Pro diagnostiku multikolinearity lze použít korelační matici, vícenásobný koeficient korelace (determinace) nebo míry korelovanosti.

### 1.7.8 Heteroskedasticita

Předpokladem klasického regresního modelu odhadování metodou nejmenších čtverců je předpoklad konstantního a konečného rozptylu náhodné složky (Hančlová, 2012) a tudíž i reziduí modelu, který označujeme jako homoskedasticitu. „*V opačném případě se jedná o heteroskedasticitu. S tímto jevem se setkáváme především při odhadu parametrů modelu z průřezových dat, když dochází k velkým změnám v hodnotách vysvětlujících proměnných. Mnohem méně se heteroskedasticita vyskytuje při odhadu modelu z údajů časových řad.*” (Hušek, 2007)

Při zkoumání výskytu heteroskedasticity se zpravidla začíná grafickou analýzou a podle vývoje funkční závislosti měnícího se rozptylu reziduí se testuje podle adekvátního testu např. Whiteova zobecněného testu, Goldfeldova-Quandtova testu a dalších. (Hančlová, 2012)

V případě přítomnosti heteroskedasticity není vhodné použít odhadovou metodu nejmenších čtverců, ale např. váženou metodou nejmenších čtverců.

### 1.7.9 Normalita reziduí

Předpoklad normality náhodných složek  $e_i$  se využívá zejména při specifikaci pravděpodobnostního rozdělení reziduální složky a následném testování hypotéz v modelu. Reziduální složka  $e_i$  by měla mít normální rozdělení s nulovou střední hodnotou. Pro testování normality lze zvolit Jarque-Berrův test, který porovnává šikmost

a špičky dat pro zkoumání normální distribuce. (Hančlová, 2012) Mezi další testy patří Jarque-Bera, Doornik-Hansen nebo Shapiro-Wilk. Normalitu lze ověřit graficky Q-Q grafem, P-P grafem nebo histogramem.

### 1.7.10 Verifikace odhadnutého modelu

Odhadnutý ekonometrický model se musí před jeho aplikaci na teoretické i praktické ekonomické problémy nejprve verifikovat, tj. ověřit a vyhodnotit, zda jsou všechny získané odhady parametrů především v souladu s apriorními omezeními výchozí ekonomické hypotézy. (Hušek, 2007)

*„Verifikace odhadnutého modelu představuje ověření validity, platnosti tohoto modelu ve třech úrovních”* (Hančlová, 2012):

- statistická verifikace
- ekonometrická verifikace,
- ekonomická verifikace.

*„Statistická verifikace slouží k posouzení statistické reálnosti jednotlivých odhadnutých parametrů i celého ekonometrického modelu. Pomocí statistických testů se ověřuje přesnost nebo významnost výsledků kvantifikace.”* (Hušek, 2007)

Ekonometrickou verifikací se ověřují podmínky, nutné k úspěšné aplikaci konkrétních ekonometrických metod, testů a technik. (Hušek, 2007) Základem je testování vlastnosti odhadnuté náhodné složky z hlediska normálního rozdělení s nulovou střední hodnotou, konstantním rozptylem, náhodná složka není sériově závislá na svých zpožděných hodnotách. V případě zjištěných nedostatků při ekonometrické verifikaci se opět vrací k předcházejícím etapám, provádí se korelace při formulaci modelu, je přehodnocován postup a techniky při odhadování. Je nezbytné provést opakovaně statistickou verifikaci. (Hančlová, 2012)

Poslední částí je ekonomická verifikace odhadnutých regresních parametrů i celého modelu. Vychází se z apriorních ekonomických omezení a dělá se ekonomická interpretace odhadnutých regresních parametrů, je sledován soulad s očekáváními ohledně znamének, úrovně a ekonomické teorie i selského rozumu. Hodnocena je i vypovídající schopnost celého odhadnutého modelu. (Hančlová, 2012)

V případě, že všechny verifikace proběhly úspěšně, následuje konečná fáze využití odhadnutého modelu. Možnosti využití odhadnutého regresního modelu by měli souviset s hlavním cílem, proč bylo ekonometrické modelování realizováno. Důvody užití ekonometrického modelu (dle Hančlová, 2012) se dají rozdělit do tří skupin:

- analýza vývoje nebo chování zkoumaného ekonomického jevu (např. simulace)
- predikce vývoje zkoumané veličiny v budoucnosti
- využití odhadnutého modelu k optimální řízení hospodářské politiky (simulace scénářů a jejich dopadů)

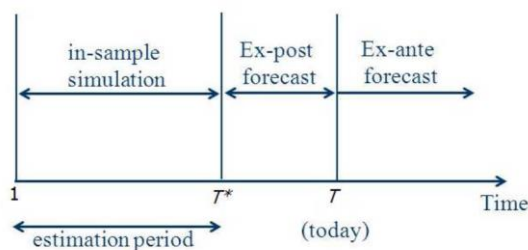
## 1.8. Predikce ex-post a ex-ante

*„Predikce (předpověď, prognóza) znamená odhad hodnot zpravidla vedoucích na základě znalosti minulých nebo přítomných hodnot, typické pro časové regresní analýzy.“* (Hančlová, 2012) Predikci je možné klasifikovat podle řady kritérií (Ivančová a kol, 2012) např. podle znalosti hodnot vysvětlujících proměnných, podle predikce střední či individuální hodnoty, podle predikce bodové či intervalové.

Predikce ex-post je předpověď vysvětlované proměnné za předpokladu znalosti hodnot všech vysvětlujících proměnných s jistotou pro predikované období. (Hančlová, 2012)

*„Analýza vývoje nebo chování zkoumaného systému v období pozorování spočívá v interpretaci a testování významu odhadnutých parametrů i modelu jako celku.“* Cílem je ověření shody závěrů s výchozí ekonomickou hypotézou. (Hušek, 2007)

Predikce ex-ante je podmíněná předpověď, protože pro predikované období či pozorování neznáme s jistotou hodnoty všech vysvětlujících proměnných a také jsou odhadovány. (Hančlová, 2012) *„Předpověď budoucích hodnot vysvětlovaných proměnných slouží k odhadu v období mimo interval pozorování.“* (Hušek, 2007)



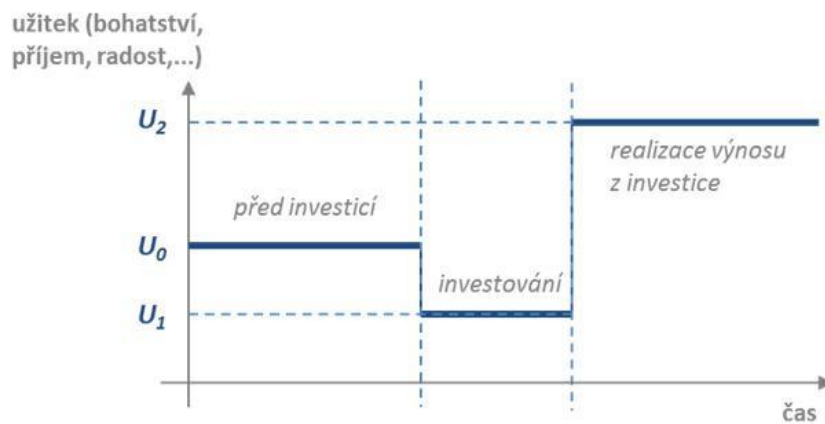
**Obrázek č. 3: Predikce ex-post a ex-ante na časové ose**

(Zdroj: Time series forecasting, Michał Rubaszek)

## 1.9 Investice

„Investice se ve svém nejširším pojetí v ekonomické teorii většinou charakterizují jako ekonomická činnost, při níž se subjekt (stát, podnik, jednatel) vzdává své současné spotřeby s cílem zvýšení produkce statků v budoucnosti.“ (Valach, 2006)

Jedná se o obětování dnešní, avšak jisté hodnoty / spotřeby za účelem získání vyšší, avšak méně jisté hodnoty / spotřeby budoucí.



Obrázek č. 4: Užitek z investování v čase

(Zdroj: MF)

Základní typy investic:

- 1) finanční investice (nákup cenných papírů s cílem získat úrok)
- 2) kapitálové investice - věcné, tvoří základ pro rozšíření výrobní kapacity, zařízení, budov
- 3) nehmotné investice - know-how, výzkum a vývoj

### 1.9.1 Současná a budoucí hodnota investic

Současná, respektive budoucí hodnota souvisí s faktorem postupně se měnící hodnoty peněz v čase. Dynamické metody, narozdíl od statických metod, při výpočtech hodnoty investic přepočítávají peněžní toky (cash flow) k určitému okamžiku, jenž může být vztažen jak k počátku investice, tak k některému termínu v budoucnosti. (Rejnuš, 2014)

### 1.9.2 Metoda čisté současné hodnoty

„Metoda čisté současné hodnoty je považována za teoreticky nejpřesnější metodu investičního rozhodování.“ Vyjadřuje rozdíl mezi součtem diskontovaných peněžních příjmů získaných z investic za celou dobu jejího trvání (neboli současnou hodnotu investice) a náklady vynaloženými na její pořízení. V případě reálných investic je vhodné v některých případech diskontovat i náklady. (Rejnuš, 2014)

$$NPV = \sum_{n=1}^N \frac{CF_n}{(1+i)^n} - K$$

kde:

$NPV$  - čistá současná hodnota

$CF_n$  - příjmy z investice v jednotlivých letech životnosti

$i$  - diskontní sazba (v desetinném vyjádření)

$N$  - doba životnosti

$n$  - jednotlivé roky životnosti

$K$  - kapitálové výdaje

Platí: Je-li čistá současná hodnota investice kladná, investici můžeme přijmout. Je-li v diskontní míře zahrnuta i riziková premie, pak investice může být přijata i přes její riziko.

Je-li čistá současná hodnota záporná, investici musíme odmítnout. Je-li rovna nule, bylo dosaženo požadované výnosnosti investovaných peněz a jsou plně uspokojeny požadavky investorů. (Synek, 2007)

### 1.9.3 Vnitřní výnosové procento (Internal Rate of Return, IRR)

„Vnitřní výnosové procento představuje relativní výnos (rentabilitu), kterou investice přináší během své doby životnosti. Stanovujeme diskontní sazbu, při které  $NPV=0$ .“ Čím vyšší je IRR investice, tím vyšší je její relativní výnos (rentabilita). Investici můžeme považovat za výhodnou, pokud je IRR vyšší, než je podnikem požadovaná minimální výnosnost investice. (Hyršlová, 2008)

$$\sum_{n=1}^N \frac{CF_n}{(1 + IRR)^n} = K$$

$$NPV = \sum_{n=1}^N \frac{CF_n}{(1 + IRR)^n} - K = 0$$

*NPV* - čistá současná hodnota

$CF_n$  - příjmy z investice v jednotlivých letech životnosti

*IRR* - vnitřní výnosové procento

*N* - doba životnosti

*n* - jednotlivé roky životnosti

*K* - kapitálové výdaje

#### **1.9.4 Postup při hodnocení investic**

Hodnocení efektivnosti investic probíhá v těchto krocích (Hyršlová, 2008):

1. Určení kapitálových výdajů
2. Stanovení příjmů z investice
3. Určení diskontní sazby
4. Vlastní hodnocení efektivnosti investice pomocí zvolených metod a interpretace výsledků

## 2. ANALÝZA PROBLÉMU A SOUČASNÉ SITUACE

Hlavním cílem praktické části bakalářské práce je vytvoření vhodného ekonometrického modelu, který stanoví spotřebu, respektive poptávku po lahvovém pivu v České republice. Prognóza bude vytvořena na základě vícerozměrného regresního modelu.

Hodnoty vysvětlujících proměnných budou do modelu vícerozměrné regrese napředikovány pomocí metody OLS/MNČ, tedy metody nejmenších čtverců. Ústřední roli ve vytváření modelu hraje statistická, ekonometrická (matematická) a ekonomická verifikace. Proces ekonometrického modelování byl proveden v softwaru Gretl.

Poptávkový model, respektive jeho predikce spotřeby lahvového piva, bude sloužit k přijetí či zamítnutí investičního plánu na koupi plnicí linky malého pivovaru, který primárně dodával pivo v sudech do restauračních a jiných pohostinských zařízeních, či v malo-objemu ručně stáčel pivo do PET lahví.

### 2.1. Ekonomická formulace modelu a forma dat

Pivovarský průmysl, pivo (pivní produkty) a jeho výroba a spotřeba je ovlivňována mnoha aspekty. Vybrat takové, které mají přímý vliv na jeho spotřebu není jednoduché. Ne všechny vlivy lze vypočítat či popsat a doložit relevantními daty a není možné kvantifikovat chování lidí. Může docházet k událostem, které zvýší nabídku<sup>2</sup>, respektive poptávku po pivu.

Nejdůležitější je vybrat relevantní vysvětlující proměnné, které umožní namodelovat spotřebu lahvového piva v České republice. Tyto vysvětlující proměnné se pravděpodobně budou lišit od vysvětlujících proměnných celkové poptávky po pivu v České republice, nebo budou mít jednotlivé proměnné v tomto porovnání větší či menší vliv.

Data byla shromážděna od roku 2006 do roku 2019. Starší data byla hůře dohledatelná a provázela je i odlišnost v interpretaci. Za rok 2020, nejsou v době psaní této práce všechna potřebná data zveřejněná. Dosud zveřejněná data budou sloužit k predikci ex ante a nedostupná data pak budou odhadnuta.

---

<sup>2</sup>U piva počítáme s tím, že co se vyrobí (výstav piv), to se spotřebuje

## **Vysvětlovaná proměnná**

Vysvětlovanou (závislou) proměnnou bude spotřeba piva v lahvích na osobu. K použitým hodnotám v modelu OLS byla vzata spotřeba 1 piva na osobu v ČR z ČSÚ, která byla dále vynásobena % spotřebou piva v lahvích dle uvedených dat v Situačních a výhledových zprávách *Pivo a chmel* vydávaných Ministerstvem zemědělství České republiky.

### **2.1.1 Vysvětlující proměnné**

Pro ekonometrické modelování byla vybrána následující data, který byla zvolena právě z důvodu jejich relativní dostupnosti, ověřitelnosti, logické provázanosti s vysvětlovanou proměnnou.

#### **Cena**

Cena piva vychází z měsíčních průměrů cen „pivo výčepní, světlé, lahvové“ a „pivo ležák - značkové, světlé, lahvové“, z nichž byl následně stanoven jejich roční průměr. Bylo tak učiněno na doporučení pivovaru. Data pochází z ČSÚ Průměrné spotřebitelské ceny vybraných druhů zboží. Dále jen „cena piva“

Z důvodu statistické nevýznamnosti parametrů proměnných *cena piva-čistý příjem-spotřeba vína*, byla proměnná cena piva z modelu odstraněna. Přestože byla měněna funkční forma modelu a proměnná byla též různými způsoby upravována, nepodařilo se nijak konkrétně u tohoto parametru prokázat statistickou významnost ani v kombinaci s jinými proměnnými, než je výše uvedeno. Lze se tak domnívat, že cena piva nemá v dlouhodobém časovém horizontu vliv na jeho spotřebu.

#### **Demografické faktory**

Pro počet obyvatel existuje vícero způsobu, jak jejich množství zaznamenávat. Použita byla nakonec data Počet obyvatel - střední stav obyvatelstva (počet obyvatel uváděn vždy k 1.7.) z ČSÚ, protože jej ČSÚ používá i v metodice při výpočtech spotřeby potravin. Dále jen „počet obyvatel“.

Z důvodu korelace s čistým příjmem byla tato proměnná nakonec z modelu odstraněna.

### **Substitut, komplement**

Jako substitut by při lepší čitelnosti dat byla zvolena cena Jakostního vína bílého, avšak do roku 2014 ČSÚ zveřejňovalo Průměrné spotřebitelské ceny potravin - územní srovnání Jakostní víno bílé l za xy Kč. Od roku 2015 zveřejňuje Průměrné spotřebitelské ceny vybraných druhů zboží cenu vína za 0,751 za xy Kč.. Ceny se však od sebe značně liší - skokově se cena od 2015 roku zvedne o téměř 30% v porovnání s rokem 2014, přestože vzhledem k uvedeným jednotkám by se cena měla adekvátně snížit. Jelikož v té době nedošlo k žádné události, která by takto prudce zvedla cenu vína a sazba daně z tichého (neperlivého) vína je nulová, cena Jakostního vína bílého byla vyřazena. Jako relevantnější údaj byla použita průměrná spotřeba vína celkem na obyvatele z ČSÚ dle Spotřeba alkoholických nápojů a cigaret. Dále jen „spotřeba vína”

### **Důchod a nezaměstnanost**

Jsou rozmanité pohledy na důchod = příjmy domácností. Jedná se například o výše minimální mzdy, výše průměrné mzdy či mediánu a mnoho dalších. Po prostudování metodiky ohledně výpočtu byl pro svou vypovídající hodnotu zvolen Průměrný čistý roční příjem na osobu. Dále jen „čistý příjem”

Nezaměstnanost nebyla původně vybrána pro svůj nejistý vliv na spotřebu. Vyšší nezaměstnanost totiž může zvyšovat spotřebu z psychologických důvodů, protože lidé ztrácejí práci, na druhou stranu nižší nezaměstnanost může též zvýšit spotřebu piva, protože domácnosti disponují vyššími příjmy. Dále jen „nezaměstnanost”.

Poté, co se nepodařilo prokázat statistickou významnost parametrů v modelu *cena piva-čistý příjem-spotřeba vína*, byla do modelu přidána obecná míra nezaměstnanosti (a následně odstraněna cena piva).

### **Předpokládaný vztah vysvětlujících proměnných dle ekonomické teorie**

Dle teorie se vysvětlující proměnné vyznačují pozitivním, nebo negativním vztahem ke spotřebě (lahvového) piva. Problematika vztahů proměnných ke spotřebě piva byla probrána v kapitole 1.1.1. Determinanty spotřeby piva.

- a) čistý příjem - pozitivní nebo negativní vztah mezi vysvětlující a vysvětlovanou proměnnou
- b) spotřeba vína - negativní vztah mezi vysvětlující a vysvětlovanou proměnnou

c) nezaměstnanost - pozitivní vztah mezi vysvětlující a vysvětlovanou proměnnou  
funkční zápis s předpokládanými znaménky koeficientů:

+/-                      -                      +/-

*spotřeba piva = f(čistý příjem, spotřeba vína, nezaměstnanost)*

### **2.1.2 Sběr dat**

Data jednotlivých proměnných mají roční frekvenci pozorování, popřípadě jsou data upravena tak, aby jejich vypovídací hodnota byla vztažena k roční frekvenci. Rozsah dat začíná rokem 2006 a končí 2019. Celkový počet pozorování tak dosahuje 14 hodnot.

Mezi důvody pro pracování s daty na roční bázi je především relevance dat vysvětlované proměnné, která je udávána pouze za celý rok - % spotřeba piva v lahvích. Nebylo by vhodné tyto roční data rozpočítávat na měsíce v daném roce. Z důvodu dostupnosti dat, a i díky novějším přístupům v ekonometrii, ekonometrický model vychází z dat posledních 14 let.

### **2.1.3 Zdroje dat**

Hlavním zdrojem dat pro ekonometrické modelování je Český statistický úřad a výhledové zprávy Pivo a chmel vydávané Ministerstvem zemědělství České republiky.

## **2.2. Statistická a ekonometrická analýza modelu**

Je žádoucí před samotnou statistickou a ekonometrickou verifikací ověřit si, zda se vícerozměrný regresní model vyznačuje či splňuje základní charakteristiky.

### **2.2.1 Ověření stacionarity**

Časové řady jsou často nestacionární a vykazují přítomnost trendu, který je třeba eliminovat. Pokud jsou časové řady nestacionární, pak při modelování hrozí zdánlivá regrese. Příslušnými testy musí být provedeno ověření stacionarity.

Rozšířený (Augmented) Dickey-Fuller test (s pomocí AIC) potvrdil u časové řady spotřeba vína stacionaritu. Časové řady spotřeba piva, čistý příjem a nezaměstnanost potvrdil test nestacionaritu.

**Tabulka č. 3: ADF test**

(Zdroj: vlastní zpracování)

Proměnná	Stacionarita	Nestacionarita (trend)	(asymptotická) p-hodnota
spotřeba piva		x	0,2886
čistý příjem		x	0,6618
spotřeba vína	x		0,04276
nezaměstnanost		x	0,572

KPSS test (Kwiatkowski–Phillips–Schmidt–Shin) zamítl nulovou hypotézu o stacionaritě pouze v případě nezaměstnanosti.

**Tabulka č. 4: KPSS test**

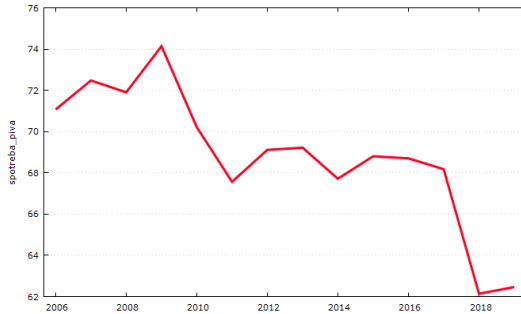
(Zdroj: vlastní zpracování)

Proměnná	Stacionarita	Nestacionarita (trend)	(asymptotická) p-hodnota
spotřeba piva	x		> 0.10
čistý příjem		x	> 0.10
spotřeba vína	x		> 0.10
nezaměstnanost	x		0.034

tab. KPSS test

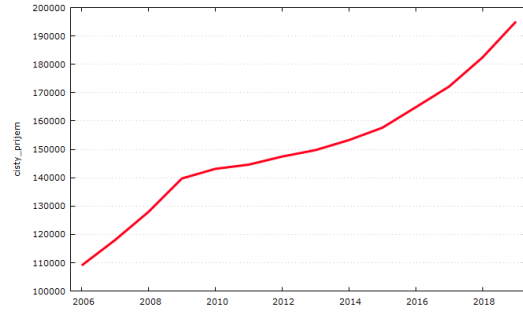
Znázorněné časové řady proměnných mohou působit nestacionárně, avšak stacionarita byla potvrzena KPSS testem u 3 časových řad ze 4. Vizuální kontrola zde pravděpodobně nebude hrát relevantnější roli, protože počet pozorování je omezen a musíme se spíše

spolehnout na exaktní výpočty. KPSS testu, který je přesnější než ADF test, který stacionaritu zamítl pouze u spotřeby vína.



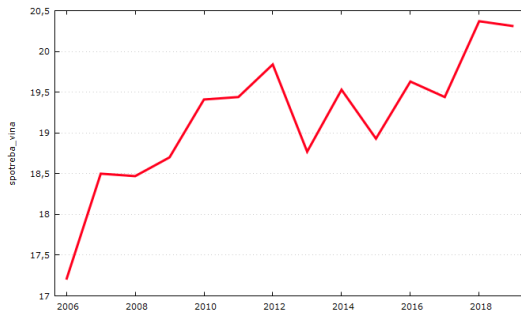
**Graf č. 1: Časová řada spotřeby piva**

(Zdroj: vlastní zpracování v Gretl)



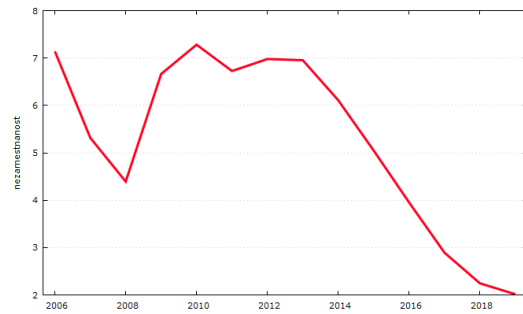
**Graf č. 2: Časová řada čistého příjmu**

(Zdroj: vlastní zpracování v Gretl)



**Graf č. 3: Časová řada spotřeby vína**

(Zdroj: vlastní zpracování v Gretl)



**Graf č. 4: Časová řada nezaměstnanosti**

(Zdroj: vlastní zpracování v Gretl)

## 2.2.2 Kointegrace

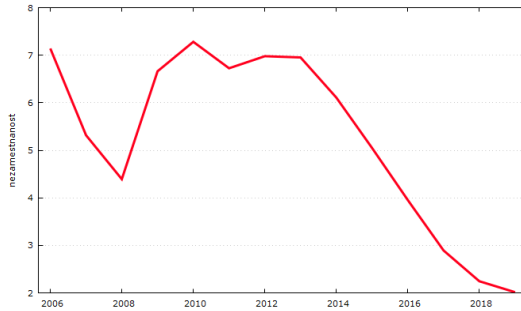
Kointegrace časových řad je vztahem mezi časovými řadami, jejichž kombinací můžeme dosáhnout stacionarity. Samostatně však mohou být řady nestacionární.

Engle Granger test potvrdil, že zvolené časové řady vysvětlujících proměnných nejsou v dlouhodobém ekvilibriu. Kointegrace časových řad nenastala.

## 2.2.3 První diference časových řad

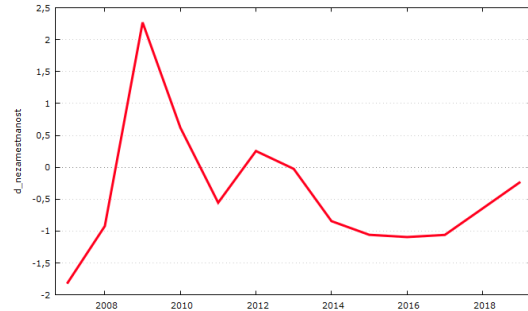
Nestacionární časové řady je nutné převést na stacionární. Většinou stačí použít první diference, popřípadě diference druhé. Nestacionární časová řada „nezaměstnanost“ byla

převedená na stacionární pomocí prvních diferencí a následně byla testována na přítomnost jednotkových kořenů rozšířením ADF testem a KPSS testem, které jednoznačně potvrdily stacionaritu.



**Graf č.4: Původní časová řada nezaměstnanosti**

(Zdroj: vlastní zpracování v Gretl)



**Graf č. 5: Časová řada nezaměstnanosti po první diferenci**

(Zdroj: vlastní zpracování v Gretl)

Grafy zobrazující stav před (nalevo) a po (napravo) první diferenci časové řady nezaměstnanost

## 2.2.4 Odhad modelu metodou nejmenších čtverců

Pro použití metody nejmenších čtverců je důležitá linearita a splnění jejich klasických předpokladů. Všechny předpoklady byly v ekonometrickém modelu splněny. Software Gretl mohl odhadnout model pomocí metody nejmenších čtverců. Ověření předpokladů lineárně regresního modelu je popsáno v následujících částech práce. Znaménka koeficientů potvrdila ekonomickou teorii. Všechny vysvětlující proměnné jsou statisticky významné na 5% hladině významnosti  $\alpha$ .

### obecný zápis vícerozměrného regresního modelu

$$\Delta \text{spotřeba piva} = \beta_0 + \beta_1 \Delta \text{čistý příj.} + \beta_2 \Delta \text{spotř. vína} + \beta_3 \Delta d \text{ nezaměstnanost} + \epsilon$$

## odhad modelu vícerozměrné regrese

$$\Delta \widehat{\text{spotřeba piva}} = \widehat{\beta}_0 + \widehat{\beta}_1 \Delta \text{čistý příj.} + \widehat{\beta}_2 \Delta \text{spotř. vína} + \widehat{\beta}_3 \Delta d \text{ nezaměstnanost} + e$$

$$\Delta \widehat{\text{spotřeba piva}} = 133,218 + (-7,17916e - 05) \Delta \text{čistý příj.} + (-2,75261) \Delta \text{spotř. vína}$$

$$+ (0,788750) \Delta d \text{ nezaměstnanost} + e$$

Působení jednotlivých regresorů musí být posuzováno za podmínky ceteris paribus. Jejich vliv bychom pak mohli posoudit následovně. Se zvýšením čistého příjmu na osobu o 1000,-Kč se spotřeba piva lahvového zvýší o 70ml. S každým zvýšením spotřeby vína o 1l se spotřeba piva sníží o 2,75l piva. V případě zvýšení nezaměstnanosti o 1 % dojde je zvýšení spotřeby pivo téměř o 0,8l.

Model 2: OLS, za použití pozorování 2007–2019 (T = 13)

Závisle proměnná: spotreba\_piva

	koeficient	směr. chyba	t-podíl	p-hodnota	
const	133,218	16,9275	7,870	2,52e-05	***
cisty_prijem	-7,17916e-05	3,18385e-05	-2,255	0,0506	*
spotreba_vina	-2,75261	1,07126	-2,570	0,0302	**
d_nezamestnanost	0,788750	0,373114	2,114	0,0637	*
Střední hodnota závisle proměnné		68,66553			
Sm. odchylka závisle proměnné		3,430472			
Součet čtverců reziduí		15,86263			
Sm. chyba regrese		1,327597			
Koeficient determinace		0,887673			
Adjustovaný koeficient determinace		0,850230			
F(3, 9)		23,70762			
P-hodnota (F)		0,000132			
Logaritmus věrohodnosti		-19,73981			
Akaikovo kritérium		47,47962			
Schwarzovo kritérium		49,73942			
Hannan-Quinnovo kritérium		47,01513			
rho (koeficient autokorelace)		-0,068548			
Durbin-Watsonova statistika		2,105343			

Obrázek č. 5: Základní charakteristiky modelu

(Zdroj: vlastní zpracování dle Gretl)

## 2.2.5 Koeficienty determinace

Koeficient determinace  $R^2$  nám ukazuje, jakou část z celkové variability přítomné v závislé proměnné jsme dokázali prostřednictvím vytvořeného regresního modelu vysvětlit. Vzhledem k počtu vysvětlujících proměnných je vhodnějším ukazatelem adjustovaný (korigovaný) koeficient determinace. Koeficient determinace  $R^2$  může zvýšit pouze přidáním relevantní, respektive významné vysvětlující proměnné. Ekonometrický model vysvětlil 88,7 % spotřeby piva v lahvích. Adjustovaný koeficient determinace pak vysvětloval spotřebu piva v lahvích na úrovni 85 %. Obě výsledné hodnoty lze považovat za velmi uspokojivé, avšak kvalitu ekonometrického modelu nelze posuzovat pouze z těchto ukazatelů.

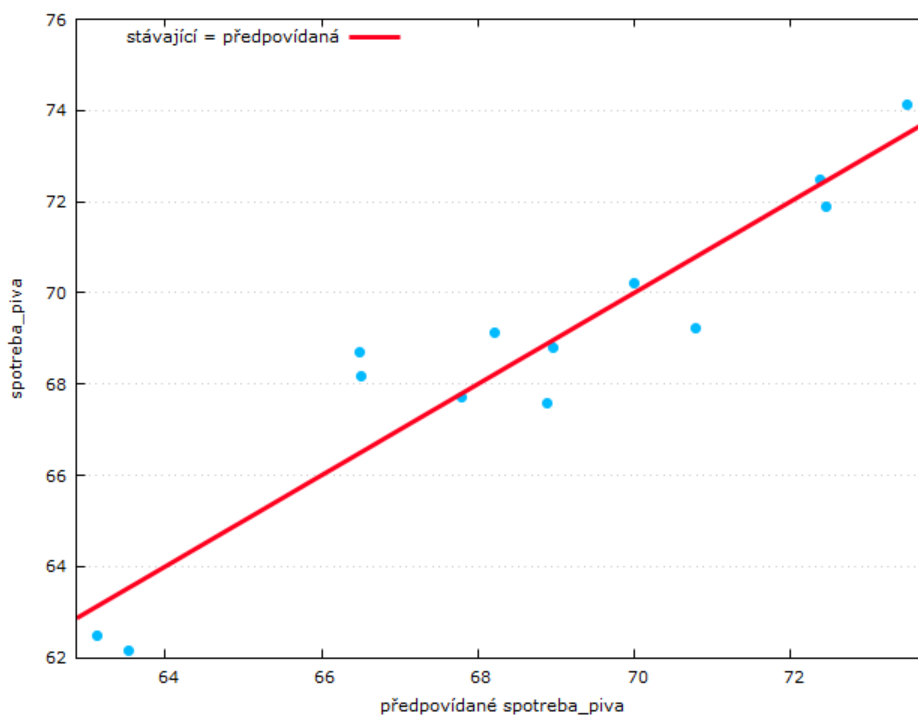
**Tabulka č. 5: Koeficienty determinace**

(Zdroj: vlastní zpracování)

	Hodnota
Koeficient determinace	0,887673
Adjustovaný koeficient determinace	0,850230

## 2.2.6 Graf vyrovnaných a skutečných hodnot

Graf vyrovnaných a skutečných hodnot zobrazuje, jak výstižně se podařilo proložit hodnoty lineárním modelem. V grafu jsou patrné odchylky ležící mimo vyrovnanou přímku. Vidíme, že čtyři hodnoty ze třinácti leží, nebo téměř leží na samotné přímce.



**Graf č. 6: Vyrovnané a skutečné hodnoty spotřeby piva dle modelu**

(Zdroj: vlastní zpracování v Gretl)

### 2.2.7 Konfidenční intervaly koeficientů

Konfidenční interval neboli interval spolehlivosti, je interval, ve kterém se s určitou pravděpodobností vyskytuje neznámý parametr s požadovanou pravděpodobností, která se dopředu určí. Nejčastěji se používá konfidenční interval 95 %, který zobrazuje obrázek.

$$t(9, 0,025) = 2,262$$

PROMĚNNÁ	KOEFICIENT	95% KONFIDENČNÍ INTERVAL	
const	133,218	94,9255	171,511
cisty_prijem	-7,17916E-05	-0,000143815	2,32027e-007
spotreba_vina	-2,75261	-5,17598	-0,329249
d_nezamestnanost	0,788750	-0,0552936	1,63279

**Obrázek č. 6: Konfidenční intervaly koeficientů**

(Zdroj: vlastní zpracování dle Gretl)

## 2.2.8 Analýza rozptylu ANOVA

Analýza rozptylu ANOVA analyzuje celkový rozptyl (TSS), tj. součet čtverců odchylek od jejich střední hodnoty. Celkový součet čtverců je pak dán součtem čtverců vysvětlený regresní ESS a součtem čtverců reziduí RSS (odchylek od odhadnuté funkce).

Díky analýze rozptylu je možné vypočítat koeficient determinace, jehož výpočet je znázorněn na obrázku. Regresní model vysvětlil spotřebu piva s 88,7% proměnlivostí. Zbývá část 11,3%, kterou se nepodařilo vysvětlit, spadá do reziduální části.

	Součet čtverců	df	Střední kvadrát
Regrese	125,355	3	41,785
Reziduum	15,8626	9	1,76251
Úplné	141,218	12	11,7681

$$R^2 = 125,355 / 141,218 = 0,887673$$

$$F(3, 9) = 41,785 / 1,76251 = 23,7076 \text{ [p-hodnota } 0,0001]$$

Obrázek č. 7: Hodnoty analýzy rozptylu ANOVA

(Zdroj: Gretl)

## 2.3 Statistická verifikace

Statistická verifikace posuzuje statistickou významnost regresních parametrů a potažmo i celého modelu. Prostřednictvím t-testů se posuzují statistické významnosti parametrů, F-test testuje statistickou významnost všech regresních parametrů bez úrovnové konstanty a posuzuje tak celkovou vhodnost modelu.

### 2.3.1 Statistická významnost modelu

U testu byla stanovena 5% hladina významnosti  $\alpha$ , která zůstává stejná pro všechny testy hypotéz. Základním předpokladem je normální rozdělení reziduální složky. Na základě p-hodnoty (respektive dosažené hladiny významnosti) bude rozhodnuto, zda se jedná o statisticky významný model.

### Stanovení hypotéz pro F-test:

H0:  $\beta_i = 0$ , model je statisticky nevýznamný

H1:  $\beta_i \neq 0$ , model je statisticky významný

P-hodnota pak určuje výsledek testu, hladina významnosti  $\alpha$  je nižší než 5%, tudíž dochází k zamítnutí nulové hypotézy na 5% hladině významnosti  $\alpha$ . Ekonometrický model je tak statisticky významný.

Tabulka č. 6: F-test

(Zdroj: vlastní zpracování)

F-test	Statistika	P-hodnota
významnost modelu	23,70762	0,000132

### 2.3.2 Statistická významnost parametrů

Testování statistické významnosti parametrů modelu je podobné, jako testování významnosti modelu jako celku. Hladina významnosti zůstala stejná na 5% hladině významnosti  $\alpha$ , stejně jako předpoklad normálního rozdělení reziduální složky.

### Stanovení hypotéz pro t-test:

H0:  $\beta_i = 0$ ,  $\beta_i$  parametr je statisticky nevýznamný

H1:  $\beta_i \neq 0$ ,  $\beta_i$  parametr je statisticky významný

P-hodnota nezaměstnanosti je vyšší než hladina významnosti  $\alpha$ , p-hodnota čistého příjmu je pak hraniční. Proto u nezaměstnanosti nedochází k zamítnutí nulových hypotéz o statistické nevýznamnosti parametrů modelu. Parametr nezaměstnanosti je tak statisticky nevýznamný. S dostatečnou pravděpodobností tedy nebylo prokázáno, že mezi vysvětlovanou proměnnou a vysvětlující proměnnou (nezaměstnaností) existuje vztah. Buď neexistuje, nebo má jejich vzájemná závislost jiný tvar, než předpokládáme v našem modelu. Jelikož byl však model několikrát upravován, co se týče parametrů i funkčních tvarů rovnic, tento model můžeme považovat za nejlepší kombinací proměnných a jejich transformací, jaký se podařilo vytvořit.

### Tabulka č. 7: T-test

(Zdroj: vlastní zpracování)

T-test (proměnná)	Koeficient	P-hodnota
$\Delta$ čistý příjem	-7,17916e-05	0,0506
$\Delta$ spotřeba vína	-2,75261	0,0302
$\Delta$ d_nezaměstnanost	0,788750	0,0637

## 2.4 Ekonometrická verifikace

Ekonometrická verifikace ověřuje splnění podmínek potřebných k úspěšné aplikaci ekonometrických metod a testů. Mezi nejdůležitější ekonometrická kritéria patří testy specifikace modelu, testy autokorelace náhodných složek, testy heteroskedasticity, testování normality chybového členu a vyhodnocuje stupeň multikolinearity vícerozměrného regresního modelu.

### 2.4.1 Testy chybné specifikace

K ověření adekvátnosti ekonometrického modelu, respektive testem určeným k diagnostice specifikačních chyb, byl použit RESET test (REgression Specification Error Test). Mezi nejčastější specifikační chyby patří vynechání relevantních vysvětlujících proměnných nebo nesprávnou specifikací funkční formy ekonometrického modelu.

#### Stanovení hypotéz RESET testu

H0: model je správně specifikován

H1: model není správně specifikován

Výsledky z části potvrdily správnou specifikaci modelu. K zamítnutí nulových hypotéz o správné specifikaci modelu došlo pouze u RESET (druhé a třetí mocniny). P-hodnoty u 2 testů ze 3 jsou vyšších hodnot, než je stanovená 5% hladina statistické významnosti

modelu. Dle analýzy reziduální složky lze usoudit, že nebyla zvolena nejlepší funkční forma, nebo chybí podstatná vysvětlující proměnná. Během této práce nebylo nalezeno vysvětlení, proč jeden z RESET testů zamítá správnou specifikaci modelu a další dva ji potvrzují. Budeme tedy počítat s tím, že model je správně specifikovaný

**Tabulka č. 8: RESET test**

(Zdroj: vlastní zpracování)

Testy specifikace	Statistika	P-hodnota
RESET (druhé a třetí mocniny)	5,389870	0,0383
RESET (pouze druhé mocniny)	0,640916	0,447
RESET (pouze třetí mocniny)	0,598217	0,461

## 2.4.2 Multikolinearita

V původním ekonometrickém modelu, ve kterém spolu figurovaly proměnné „počet obyvatel“ a „prům. čistý příjem“ byla prokázána poměrně vysoká multikolinearita. Matice korelačních koeficientů ukázala, že z modelu musí být jedna z výše uvedených proměnných vyloučena. Pro jistotu byly vytvořeny dva modely obsahující vždy jen jednu z těchto proměnných. Přesnější byl model s ponecháním proměnné „prům. čistý příjem“. Poté již žádná z proměnných nesignalizuje výskyt multikolinearity. Všechny hodnoty VIF byly nižší než 10, tudíž nebyla multikolinearita prokázána.

**Tabulka č. 9: Faktory změn variability (VIF)**

(Zdroj: vlastní zpracování)

Faktor změny variability (VIF - Variance Inflation Factor)	Hodnota
$\Delta$ čistý příjem	3,105
$\Delta$ spotřeba vína	3,100
$\Delta$ d_nezaměstnanost	1,004

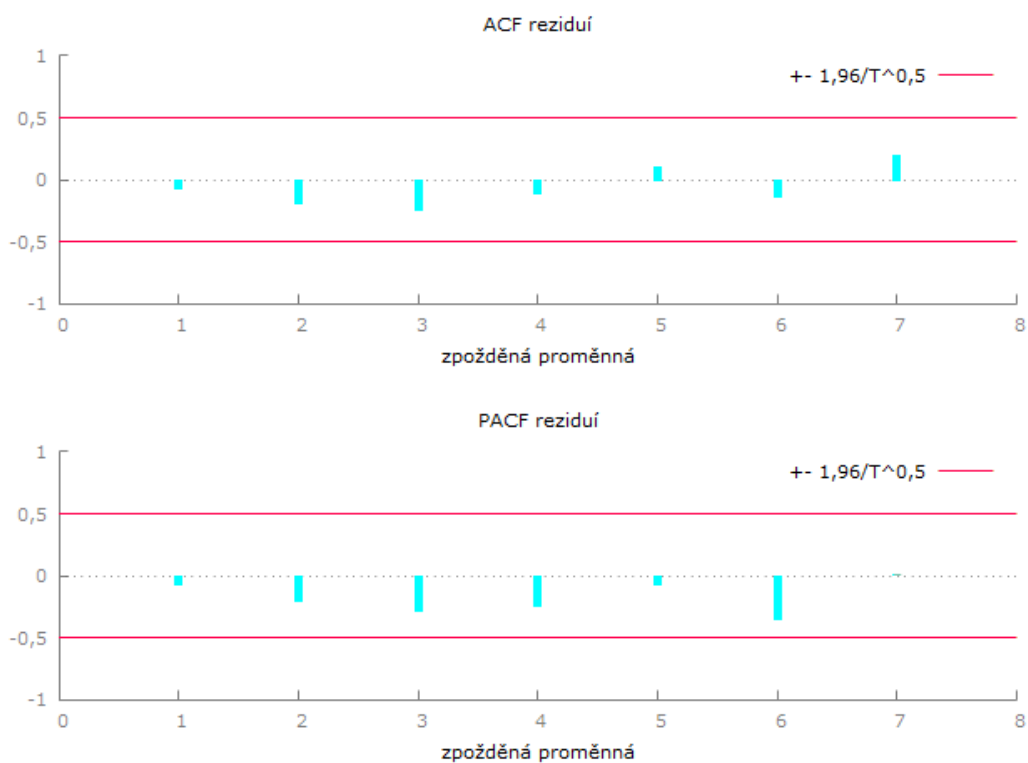
### 2.4.3 Autokorelace

Autokorelace znamená závislost hodnot jedné veličiny na jejích předchozích hodnotách. Pokud se tato závislost vyskytuje, nemají odhady OLS parametrů  $\beta$  optimální vlastnosti. Mezi příčiny autokorelace náhodné složky patří například setrvačnost ve vývoji ekonomických časových řad, chybná specifikace modelu, nebo nesprávné nastavení zpoždění u vysvětlujících proměnných.

#### Grafická analýza autokorelace reziduí

Jednou z možností grafického posouzení závislosti reziduální složky na svých zpožděných hodnotách jsou grafy autokorelační funkce (ACF) a parciální autokorelační funkce (PACF). Parciální autokorelace podávají informaci o korelaci veličin  $X_t$  a  $X_{t-k}$  očištěnou o vliv veličin ležících mezi nimi. Jednotlivé sloupce autokorelační funkce vyjadřují sílu lineární závislosti mezi hodnotami časové řady.

Hodnota autokorelační funkce je statisticky významná tehdy, překoná-li mez intervalu spolehlivosti, který na obrázku představují červené přímky. Mez intervalu spolehlivosti nebyla porušena.

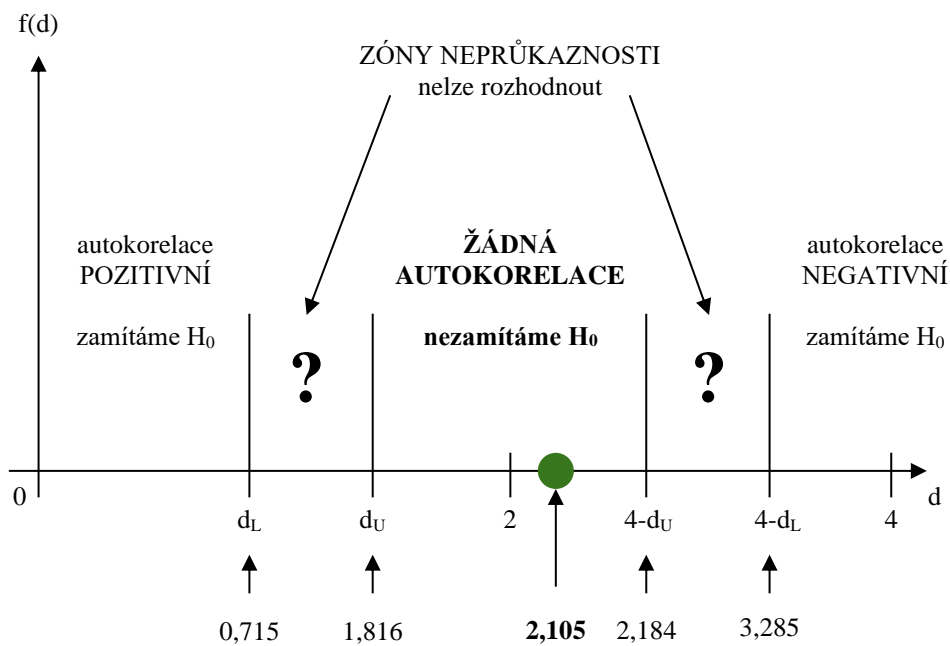


Graf č. 7: Zobrazení autokorelačních funkcí

(Zdroj: vlastní zpracování v Gretl)

## Testování autokorelace

Durbin-Watson test se používá k testování autokorelace 1. řádu a v případě, že model zahrnuje zpožděnou vysvětlující proměnnou, ztrácí svou vypovídající schopnost. DW statistika vyšla po zaokrouhlení na 2,105. Pro počet pozorování 13 a proměnných 3 jsou pak kritické hodnoty  $d_L = 0,715$  a  $d_U = 1,816$ . Autokorelace prvního řádu tedy nebyla prokázána.



Obrázek č. 8: Závěry Durbinova-Watsonova testu

(Zdroj: vlastní zpracování dle: Hančlová 2012)

### Stanovení hypotéz

$H_0$ : autokorelace prvního nebo vyššího řádu se nevyskytuje

$H_1$ : autokorelace prvního nebo vyššího řádu se vyskytuje

Testy autokorelace do sedmého řádu zpoždění nepotvrdily výskyt autokorelace. P-hodnoty testů jsou vyšší než stanovená 5% hladina významnosti.

Z hlediska sériové korelace ekonometrický model splňuje předpoklady pro predikci spotřeby lahvového piva.

**Tabulka č. 10: Testy autokorelace**

(Zdroj: vlastní zpracování)

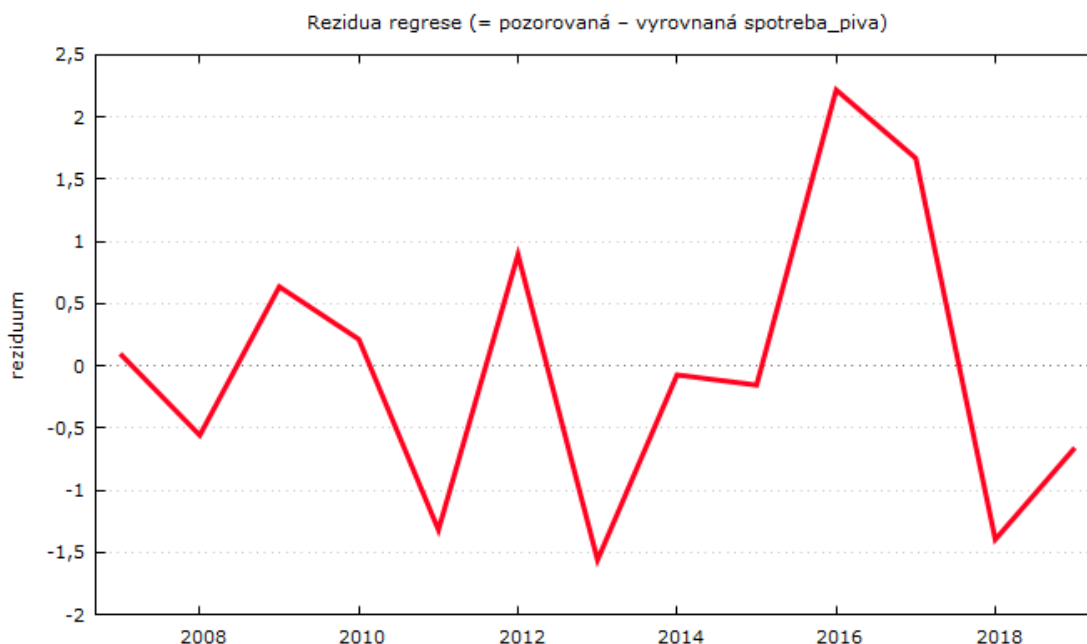
Testy autokorelace	Statistika	P-hodnota
Breusch-Godfrey	0,041698	0,843
Box-Pierce	0,067409	0,795
Ljung-Box	0,0722269	0,788

## 2.4.4 Heteroskedasticita

Dalším předpokladem klasického regresního modelu odhadovaného metodou nejmenších čtverců je homoskedasticita - konstantní a konečný rozptyl náhodné složky. V případě že se rozptyl bude měnit, jedná se o heteroskedasticitu.

### Grafická analýza rozptylu reziduí

Graf reziduí v závislosti na čase signalizuje spíše homoskedasticitu. Vhodnější metodou analýzy heteroskedasticity však bude testování patřičnými testy. Jednak je bude jednat o exaktní přístup a také máme na vyhodnocování grafu reziduí v závislosti na čase relativně málo pozorování, které nám dávají menší vypovídající hodnotu.



**Graf č. 8: Rozptyl reziduí v čase**

(Zdroj: vlastní zpracování v Gretl)

### Stanovení hypotéz:

H0: heteroskedasticita chybového členu (reziduí) není v modelu přítomna

H1: heteroskedasticita chybového členu (reziduí) je v modelu přítomna

Všechny testy potvrdily nulovou hypotézu o výskytu homoskedasticity.

**Tabulka č. 11: Testy heteroskedasticity**

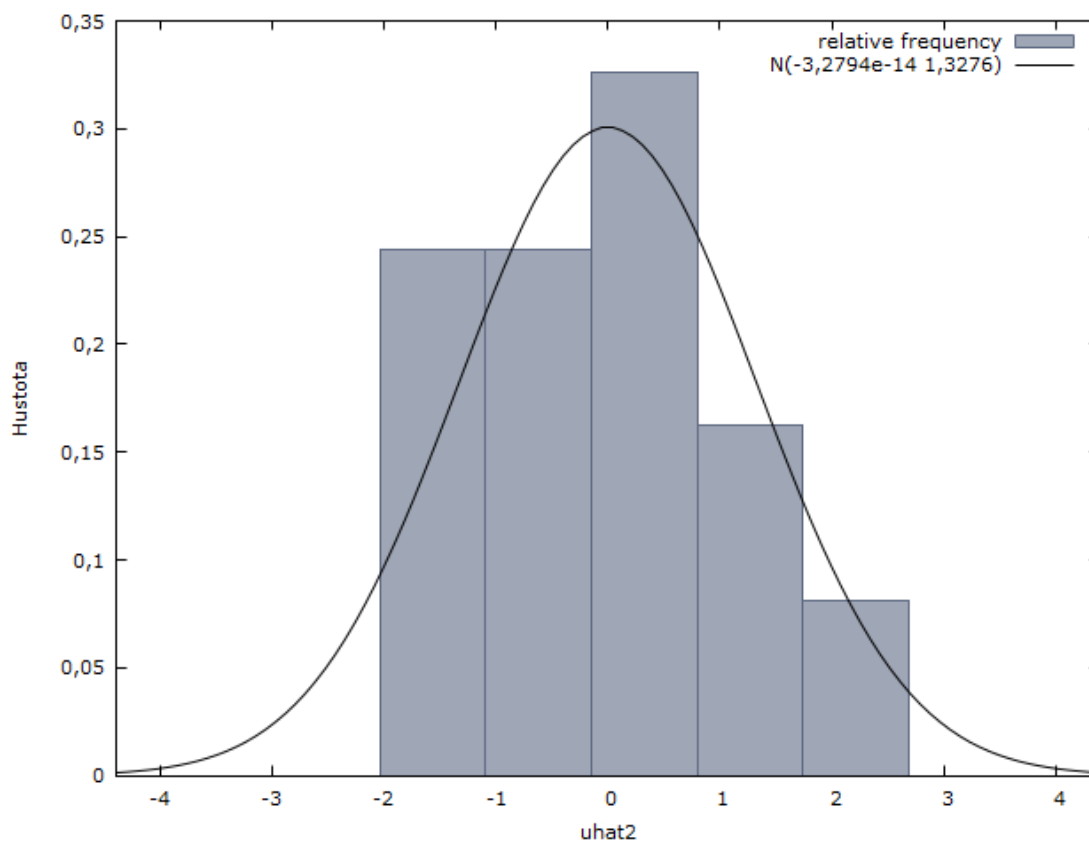
(Zdroj: vlastní zpracování)

Testy heteroskedasticity	Statistika	P-hodnota
White test	6,269752	0,712646
Breusch-Pagan test	1,531532	0,675012
Koenker	2,243288	0,523472

### 2.4.5 Analýza reziduí

Normální rozdělení náhodné složky se řadí mezi základní předpoklady klasického lineárního regresního modelu. Protože reziduální složka vzniká agregací většího počtu náhodných jevů, lze normalitu reziduální složky odůvodnit pomocí centrální limitní věty.

Dle histogramu rozdělení četností reziduální složky můžeme vizuálně posoudit, že rezidua nemají normální rozdělení.



**Graf č. 9: Histogram rozdělení četností reziduální složky**

(Zdroj: vlastní zpracování v Gretl)

Další grafickou analýzu pomocí reziduálního Q-Q grafu nelze provést z důvodu nedostatečného počtu pozorování.

Ověření normality reziduální složky nelze provést pouze graficky, je nutné použít příslušné testy.

**stanovení hypotéz:**

H0: chybový člen má normální rozdělení

H1: chybový člen nemá normální rozdělení

Všechny testy normality reziduí potvrdily nulovou hypotézu na 5% hladině významnosti. Dle testů tak rezidua mají normální rozdělení, přestože tento závěr z grafické analýzy nevyplýval.

**Tabulka č. 12: Testy normality reziduí**

(Zdroj: vlastní zpracování)

Testy normality reziduí	Statistika	P-hodnota
Doornik-Hansen	0,221456	0,895182
Shapiro-Wilk	0,958579	0,7316
Lilliefors	0,10566	~1
Jarque-Bery	0,484103	0,785016
Chí-kvadrát	0,630	0,72994

## 2.5 Ekonomická verifikace

Ekonomickou verifikací modelu ověřujeme, zda jsou všechny získané parametry v souladu s ekonomickou teorií. Ověřující se správnosti znamének a velikosti numerických hodnot odhadnutých parametrů modelu. Jestliže jsou znaménka nebo hodnoty odhadnutých parametrů nevyhovující, musí být model přepracován.

Vzhledem k tomu, že při psaní této odborné práce nebyla nalezena žádná studie, která by se zabývala spotřebou konkrétně lahvového piva a žádný obdobný výzkum vztahující se k se spotřebě lahvového piva v České republice nebyl zjištěn, nelze správnost znamének a velikost numerických hodnot odhadnutých parametrů modelu s ničím srovnat. Avšak když bychom se drželi logických úvah a všeobecné ekonomické teorie, které byla představena v teoretické části této práce, může dospět k závěru, že:

- se zvyšujícími se příjmy může spotřeba piva jak růst, tak klesat
- se zvyšující se spotřebou vína bude spotřeba piva spíše klesat
- se zvyšující se nezaměstnaností může spotřeba piva růst i klesat

Ekonomická verifikace parametrů i celého modelu byla splněna.

Statistická a ekonometrická verifikace potvrdily kvalitu modelu s výjimkou drobných odchylek ve statistické významnosti parametrů. Model i přesto bude použit pro konečnou fázi predikce.

## 2.6 Prognóza spotřeby lahvového piva v ČR

Ekonometrický software Gretl odhadne spotřebu piva na rok 2020 a 2021. Cílem předpovědi je kvantitativní odhad endogenní proměnné mimo interval pozorování

s využitím minulých i současných informací. Použita bude predikce ex ante, protože k použití predikce ex post postrádáme znalost všech vysvětlujících proměnných s jistotou pro predikované období. Předpověď bude vytvořena bodově i intervalově s 95% spolehlivostí.

### **2.6.1 Predikce Ex-Ante**

Predikce ex ante je podmíněná předpověď, protože neznáme s jistotou hodnoty všech vysvětlujících proměnných pro predikované období. Tyto hodnoty pouze odhadujeme. Predikce může být jak bodová, tak intervalová. Při konstrukci vyrovnaných hodnot musíme mít na paměti, že modelované předpovědi jsou pouze za předpokladu ceteris paribus. Pokud se změní některé faktory, které model nezahrnuje, pak může být modelová předpověď mylná.

Pro výpočet bodové předpovědi (střední hodnoty vysvětlované proměnné) dosazujeme za hodnoty vysvětlujících proměnných jejich očekávané budoucí hodnot. Předpověď bude tím lepší, čím lépe dokážeme odhadnout budoucí hodnoty vysvětlujících proměnných.

Protože se skutečná hodnota vysvětlované proměnné od očekávané veličiny může lišit, je účelné stanovit určitý interval hodnot, ve kterém se sledovaná veličina bude nacházet s požadovanou pravděpodobností - bude tak zkonstruován interval spolehlivosti, neboli intervalová předpověď.

### **2.6.2 Vstupní data pro predikci**

Za rok 2020 jsme schopni zjistit míru nezaměstnanosti, která dosahovala 2,575% (ČSÚ), taktéž je dostupná informace o výši průměrného čistého příjmu. V době psaní této práce ještě nebyly uveřejněny přesná data o spotřebě alkoholu, ale víme, že spotřeba tvrdého alkoholu klesala, zatímco rostla spotřeba piva a vína. (Český rozhlas, 2020) Průměrný nárůst spotřeby vína za sledované období byl 1,34 %. Vzhledem k tomu, že spotřeba vína měla v roce 2020 růst, avšak nevíme o kolik, a zároveň by spotřeba neměla klesnout pod průměrný nárůst spotřeby vína za předchozí období, spotřebu vína za rok 2020 mírně zvýšíme oproti průměru na 1,5 %.

**Tabulka č. 13: Znalost a odhady hodnot za rok 2020**

(Zdroj: vlastní zpracování)

Proměnná	hodnota za rok 2020	znalost dat	odhad dat
nezaměstnanost	2,575 %	x	
příjem	209 753,76 Kč	x	
spotřeba vína	20,61 l/os		x

Pro rok 2021 se z důvodu protikoronavirovým opatřením, neudržitelnosti nízké nezaměstnanosti, kterou na její nízké úrovni udržovali podpůrné dotace a podpory, odhaduje nezaměstnanost na 4,4% dle České bankovní asociace (ČBA), společnost Deloitte odhaduje růst nezaměstnanosti v roce 2021 na 3,5 %. Pokud by vláda zrušila podpůrné programy, růst nezaměstnanosti by měl být mnohem vyšší. Dle Heleny Horské, hlavní ekonomky Raiffaisen bank, míra nezaměstnanosti poroste, mohla by překonat hranici 6 %, avšak neměla by pokořit úroveň nezaměstnanosti z doby Globální krize. Predikce se samozřejmě liší dle toho, v jakém časovém okamžiku jsou dělány. V prognóze budeme počítat s 5% nezaměstnaností.

Prozatím v roce 2021 díky dosavadnímu vývoji nemůžeme očekávat nějaké výrazné změny a budeme počítat s opětovným nárůstem spotřeby vína o 1,5 % oproti předchozímu roku, tj rok 2020.

Co se týká příjmů, v roce 2021 došlo k mnoha změnám ve zdanění práce a slevách na daních. Byla zrušena superhrubá mzda a nahrazena sazbou daně z příjmu 15 % a 23 % (pro vysoké příjmy), po 9-ti letech se zvýšila sleva na poplatníka z 2.070,- Kč na 2.320,- měsíčně, též se zrušilo roční omezení pro vyplácení daňového bonusu na děti - daňový bonus tak bude vyplacen/uznán až při podávání daňového přiznání za rok 2021 a příjmy z bonusu se tak lidem projeví až v roce 2022. Lze tedy očekávat, že se čisté roční příjmy na osobu v roce 2021 znatelně navýší. Nárůst by měl být určitě vyšší, než v posledních dvou letech, tj v roce 2019 a 2020. I přes situaci spojenou s pandemií onemocnění covid, čistý příjem v roce 2020 vzrostl oproti roku 2019 o 7,5 % . Tato situace je vysvětlována dvěma důvody:

- o práci přišli lidé s nízkými příjmy a lidem s vyššími příjmy se příjmy zvyšovali

- státem byly dotovány podniky, aby zachovali pracovní místa

Protože i během krize v roce 2009 byl meziroční nárůst čistých příjmů ve výši 9,2 % a i když se okolnosti současné krize liší, můžeme z ní do určité míry vycházet. Vzhledem k úpravám zdanění, budeme pro rok 2021 počítat s meziročním nárůstem čistých příjmů na úrovni 9 %.

**Tabulka č. 14: Znalost a odhady hodnot za rok 2021**

(Zdroj: vlastní zpracování)

Proměnná	hodnota za rok 2021	znalost dat	odhad dat
nezaměstnanost	5 %		x
příjem	228 631,6 Kč		x
spotřeba vína	20,92 l/os		x

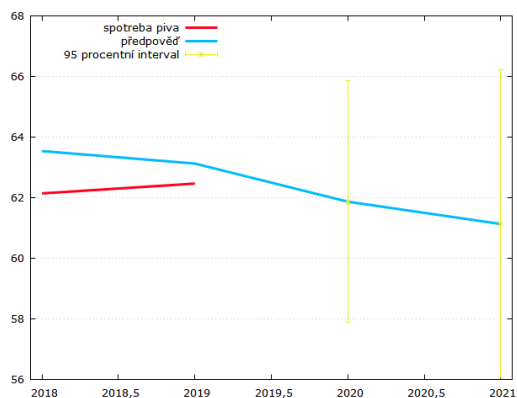
### 2.6.3 Prognóza z regresního modelu

Zjištěné a odhadnuté hodnoty vysvětlujících proměnných pro rok 2020 a 2021 byly dosazeny do regresního modelu. Konečné výsledky s odhady, které byly matematicky zaokrouhleny, zobrazuje tabulka. Tabulka znázorňuje klesající trend spotřeby lahvového piva. V případě průběžné aktualizace by bylo dosahováno lepších výsledků. Tabulku s prognózovanými hodnotami doplňuje graf, který potvrzuje klesající trend predikce spotřeby lahvového piva.

**Tabulka č. 15: Prognóza spotřeby piva pro rok 2020 a 2021**

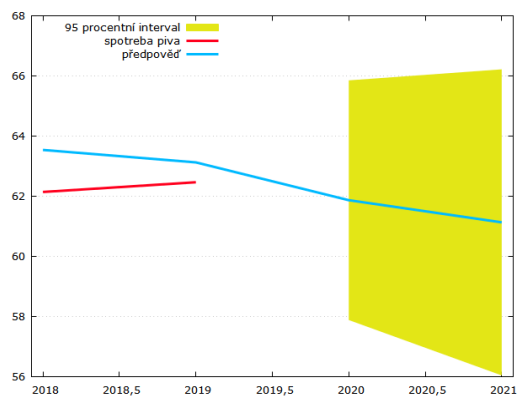
(Zdroj: vlastní zpracování)

Spotřeba piva předpověď	Dolní mez 95% intervalu spolehlivosti	Bodová předpověď	Horní mez 95% intervalu spolehlivosti
2020	57,89	61,87	65,85
2021	56,05	61,13	66,22



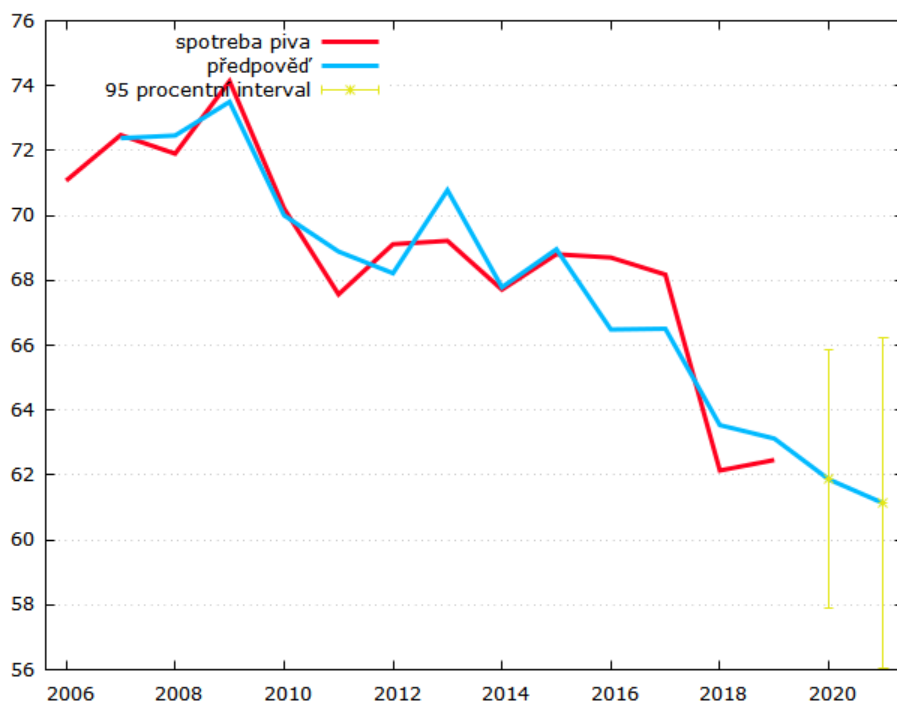
**Graf č. 10: Prognóza spotřeby piva**

(Zdroj: vlastní zpracování v Gretl)



**Graf č. 11: Prognóza spotřeby piva, ohraničená horní a dolní mez**

(Zdroj: vlastní zpracování v Gretl)



**Graf č. 12: Reálná spotřeba a predikovaná spotřeba piva zahrnující všechna pozorování**

(Zdroj: vlastní zpracování v Gretl)

## 2.7 Investiční záměr

Tato kapitola obsahuje shrnutí vstupních dat poskytnutých pivovarem, ze kterých budou následně společně s predikcí spotřeby piva vypočítáno, zda se potenciální investici vyplatí realizovat, či nikoliv. Investiční záměr je spíše modelového charakteru, na jeho výsledcích nelze ve skutečnosti investiční záměr přijmout či zamítnout. Museli bychom provést finanční analýzu, posoudit investici z pohledu rizikovosti, strategie firmy a jiné. Toto ovšem není cílem této práce. Práce si klade za cíl ukázat pivovaru reálně využitelné postupy a metodiku, které poté může implementovat do své činnosti. Ve výpočtech je „rok 0“ rokem 2019, rok 2020 je pak „rok 1“. Výpočty byly realizovány v Excelu.

### 2.7.1 Vstupní data poskytnuta pivovarem

Pivovar přemýšlí o pořízení stáček linky na piva do skleněných lahví. Počáteční výdaje na její pořízení odhaduje na 8 mil. Kč, odpisy trvají 10 let, v 5. roce pivovar počítá s dodatečnými náklady na obnovu/opravu stoje ve výši 10 % jeho pořizovací hodnoty.

Aktuálně pivovar působí pouze na jižní Moravě, kdy dodává pivo v soudcích a v PET lahvích, svou působnost by chtěl ovšem rozšířit a dodávat lahvové pivo do Jihomoravského, Zlínského a Olomouckého kraje a do kraje Vysočina. Počet obyvatel bude pro výpočet konstantní ve všech letech a pochází z ČSÚ z údajů o obyvatelstvu z roku 2020. Celkový počet obyvatel ve výše zmíněných krajích je 2.914.820. Plánovaný tržní podíl pivovaru ukazuje tabulka níže.

**Tabulka č. 16: Plánovaný tržní podíl pivovaru v následujících letech**

(Zdroj: vlastní zpracování)

Rok 1	Rok 2	Rok 3	Rok 4	Rok 5	Rok 6	Rok 7	Rok 8	Rok 9	Rok 10
0,5 %	0,7 %	0,9 %	1,0 %	1,1 %	1,2 %	1,3 %	1,4 %	1,5 %	1,6 %

Cena lahvového piva v maloobchodě vč. DPH a bez zálohy na láhev je určena pivovarem ve výši 19,9,-Kč/0,5 l v následujících letech. Požadovaná marže pivovaru je pak na úrovni 65% ceny lahvového piva bez DPH.

V případě pořízení stáčecí linky je také potřeba počítat s investicí do vratných obalů – do lahví a do přepravek.

Ve výpočtu potřebných lahví bude zohledněno:

- předpokládané prodeje piva v lahvích (0,5 l)
- počet lahví musí být navýšen o sezónní prodeje, sezónnost pivovar odhaduje na 20 % v každém roce
- standardní skleněná láhev stojí 2,1,-Kč
- každý rok se sníží počet lahví - rozbití, nevrácení, odhad pivovaru 25 %
- odpis lahve 3 roky

Ve výpočtu potřebných přepravek bude zohledněno:

- přepravka pojme 10l, tedy 20 lahví po 0,5 l
- počet přepravek musí být navýšen o sezónní prodeje, sezónnost pivovar odhaduje na 20 % v každém roce
- přepravka stojí 50,-Kč ve všech letech
- každý rok se sníží počet přepravek - poškození, ztracení, odhad pivovaru 10%
- odpis přepravky 5 let

Dále je třeba počítat s inflací (hlavně pro náklady provozu), dle pivovaru s meziročním nárůstem vždy o 2 p. b. Náklady na prodané zboží vč. spotřební daně v prvním roce 940,- Kč/hl, v každém dalším roce budou náklady navýšeny o inflaci.

Pivovar odhaduje náklady na distribuci ve výši 7 % z tržeb, náklady na prodej ve výši 5 % z tržeb a reklamní náklady ve výši 6 %. Tyto procenta vychází z oborové zkušenosti.

### **2.7.2 Postup hodnocení investic**

Pro zhodnocení investice je nutné nejdříve vypočítat kapitálové výdaje. Při výpočtu musíme mít na paměti, že do kapitálových výdajů (vynaložení peněžních prostředků) nespadá pouze samotná stáčecí linka a její dodatečné náklady, ale i vratné obaly - lahve a přepravky, jejichž stav se nám každý rok zvyšuje a snižuje dle odhadované poptávky, předpokládaného tržního podílu, rozbitnosti obalů a stav dle předpokladů musíme nahrazovat.

Protože byla odhadnuta poptávka pouze na dva roky dopředu (2020 a 2021), budeme její trend konstantně snižovat o rozdíl mezi těmito dvěma roky. V reálném prostředí by podnik průběžně aktualizoval data o spotřebě a predikované spotřebě, aby dosáhl co nejpřesnějších výsledků a mohl v případě (hrozící) ztrátovosti investice včas zasáhnout. Mohl by zvyšovat svůj tržní podíl, rozšířit své pole působnosti do dalších krajů, snížit nákladovost a podniknout další kroky, které ovšem mohou zapříčinit i dodatečné výdaje.

Při výpočtu příjmů z investice je nutné mít na paměti, že i když se poptávka po lahvoém pivu snižuje, pivovar zvyšuje svůj podíl na trhu a zvyšuje tím své příjmy.

Z důvodu velkého rozsahu všech propočtů zde budou uvedeny jen některé z nich.

#### Tabulka č. 17: Výdaje na pořízení DHM v letech

(Zdroj: vlastní zpracování)

Investice	rok 0	rok 1	rok 2	rok 3	rok 4	rok 5	rok 6	rok 10
Stáčecí linka	8 000 000,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	800 000,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč
Lahve	4 543 831,28 Kč	1 742 463,07 Kč	3 271 139,84 Kč	2 776 540,94 Kč	2 950 111,47 Kč	3 118 319,91 Kč	3 281 166,24 Kč	3 878 930,53 Kč
Přepravy	5 409 322,96 Kč	2 074 360,80 Kč	2 771 661,53 Kč	1 879 359,34 Kč	1 946 691,69 Kč	2 011 470,64 Kč	2 073 696,22 Kč	2 297 064,71 Kč
Investice celkem	17 953 154,24 Kč	3 816 823,87 Kč	6 042 801,37 Kč	4 655 900,28 Kč	4 896 803,16 Kč	5 929 790,55 Kč	5 354 862,46 Kč	6 175 995,24 Kč

Tabulka ukazuje investici do stáčení linky a související investice do lahví a do přepravek. Nejvyšší výdaje vznikají v roce 0, tj. v okamžiku realizované investice. Výše investic v jednotlivých letech se pak liší dle predikované spotřeby, dle předpokládaného tržního podílu, dle rozbitnosti lahví, sezónního navýšení potřebných lahví a přepravek.

### 2.7.3 Výpočet čisté současné hodnoty

Pro výpočet NPV, neboli čisté současné hodnoty musíme znát příjmy z investice v jednotlivých letech životnosti, diskontní sazbu, dobu životnosti, kapitálové výdaje a kapitálové investice v jednotlivých letech.

Vypočítané CF je zaokrouhleno na celé české koruny a je uvedeno v tabulce níže. Diskontní sazba (WACC) byla pivovarem určena ve výši 8 %.

### Tabulka č. 18: Cash Flow v letech

(Zdroj: vlastní zpracování)

	rok 1	rok 2	rok 3	rok 4	rok 5	rok 6	rok 10
Cash Flow	-18 916 923 Kč	1 646 877 Kč	1 267 889 Kč	4 476 901 Kč	4 710 699 Kč	4 276 092 Kč	5 109 998 Kč

Výpočet čisté současné hodnoty:

$$\text{NPV} = 7.901.306,-\text{Kč}$$

NPV je kladné, příjmy z investice jsou tak vyšší než kapitálové výdaje. Investice se podniku vyplatí, protože přinese příjmy nad investovanou částku. Je důležité si uvědomit, že se jedná o modelovou situaci. Pokud by například došlo k větší rozbitnosti lahví, či jakékoliv jiné vyšší nákladovosti, investice se již nemusí vyplatit a pivovar by na takovou situaci musel adekvátně reagovat.

#### 2.7.4 Výpočet vnitřního výnosového procenta

Pro výpočet IRR, neboli vnitřního výnosového procenta potřebujeme znát příjmy z investic, kapitálové výdaje a vnitřní výnosové procento. Vnitřní výnosové procento je určeno ve výši WACC, tedy ve výši 8%, jakožto požadavek na minimální zhodnocení kapitálu podniku.

$$\text{IRR} = 14,98 \doteq 15\%$$

Čím vyšší má investice vnitřní výnosové procento, tím vyšší je její relativní výnos (rentabilita). Investici můžeme považovat za výhodnou, protože IRR je vyšší, než podnikem požadovaná výnosnost 8%.

#### 2.7.5 Výpočet pesimistické varianty (tzv. „stress case“)

Pro verifikaci investičního záměru je vhodné provést alternativní výpočet tzv. pesimistického scénáře, aby byla ověřena návratnost ekonomického záměru i při horších podmínkách. V našem případě budeme počítat s 5% poklesem tržeb, avšak se stejnou výší

nákladů. Výše nákladů zůstává stejná, protože pivovar počítal s určitou spotřebou, kvůli které s dodavatelem uzavřel smlouvu na konkrétní počet odběrů lahví a přepravek.

V takovém případě vychází:

**NPV=205.951,- Kč**

NPV je kladné, příjmy z investice jsou tak vyšší než kapitálové výdaje. Přesto je hodnota relativně nízká a v případě, že by tržby poklesly o více než 5 %, by se investiční záměr již nevyplatil.

**IRR=8,2 %**

Investici můžeme považovat za výhodnou, protože IRR je vyšší, než podnikem požadovaná výnosnost 8%. Přesto je výnos vyšší jen o 2 p.b., což nás vede ke stejnému závěru jako v případě NPV. V případě vyššího poklesu tržeb by se investiční záměr nevyplatil.

Nakonec záleží na vedení pivovaru, jak vyhodnotí ostatní možná rizika s tímto projektem spojená, jak nastaví dodavatelsko-odběratelské vztahy, jak nastaví procesy a jak by investiční záměr zapadal do celkové strategie pivovaru.

### 3. VYHODNOCENÍ PRAKTICKÉ ČÁSTI

V praktické části byl vytvořen model vícerozměrné lineární regrese, ze kterého byla dále vytvořena predikce ex ante a predikované hodnoty spotřeby lahvového piva byly dosazeny do investičního záměru konkrétního pivovaru.

Do regresního modelu byly vybrány tři vysvětlující proměnné, které mají mít vliv na spotřebu (lahvového piva) dle ekonomické teorie. Data nezaměstnanosti byla stacionarizována pomocí prvních diferencí. Model vícerozměrné regrese vysvětlil spotřebu piva z 88,7 %. Zbýlá část zůstala nevysvětlena v reziduální části. Největší problém představovalo vybrání adekvátních vysvětlujících proměnných, které spolu buď korelovaly, nebo se u jejich parametrů nepotvrdila statistická významnost. Ve finálním modelu jsme museli sáhnout ke kompromisu a na drobné odchylky nebrat zřetel. Statistická významnost celého modelu byla potvrzena. Při ekonometrické verifikaci při diagnostice specifikačních chyb pomocí RESET testu (u druhé a třetí mocniny) nebyla potvrzena správná specifikace modelu. RESET test pouze druhých a třetích mocnin správnou specifikaci potvrdil. Nebyl potvrzen výskyt multikolinearity, stejně jako autokorelace reziduální složky. Prokázána byla homoskedasticita, tedy konstantní a konečný rozptyl náhodné složky. Analýza reziduí prokázala normální rozdělení náhodné složky.

Ekonomická verifikace potvrdila soulad modelu s ekonomickou teorií.

Metodou ex ante byla odhadnuta spotřeba lahvového piva v ČR, která byla následně zasazena do investičního záměru pivovaru. Data vstupující do této predikce byla zjištěna a odhadnuta. Prognóza potvrdila dosud trvajícím trend, a to snižující se spotřebu lahvového piva. Je to zapříčiněno celkově snižující se spotřebou piva a nárůstem preferencí piva v jiných obalech (v plechu, plastu a malých soudcích).

Na základě poskytnutých dat pivovarem byly vypočteny ukazatele NPV (čistá současná hodnota) a IRR (vnitřní výnosové procento). NPV vyšlo jako kladné číslo, IRR bylo vyšší, než podnikem požadovaná výnosnost. Byla dále vypočítána varianta v případě, kdyby tržby poklesly o 5%. V tomto případě by NPV bylo stále kladné a IRR vyšší, než požadovaná výnosnost, avšak jednalo by se o hraniční hodnoty.

V době psaní závěru práce byla zveřejněna data o spotřebě piva za rok 2020, který byl poznamenán koronavirovými restrikcemi. Spotřeba piva na osobu byla 135 l. Nejprodávanejším obalem byla klasická pivní láhev, která měla 46 % podíl z celkového výstavu piv, což dělá spotřebu lahvového piva 62,1 l/osoba. Reálná spotřeba lahvového piva s porovnáním bodové předpovědi pro rok 2020 tak byla o 0,23 l vyšší. Je nutno dodat, že pouze 1 ze 3 nezávisle proměnných byla odhadována, o zbylých dvou již byla data dostupná.

## 4. NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ

Model vícerozměrné regrese by mohl být blíže prozkoumán a dán do kontextu s dalšími vysvětlujícími proměnnými, které by dostatečně vysvětlily na požadované hladině významnosti  $\alpha$  významnost parametrů. Během procesu ekonometrického modelování však nebyla žádná lepší kombinace vysvětlujících proměnných nalezena. Taktéž nebyla nalezena jejich lepší funkční forma. Z důvodu korelace byla z původního modelu vyřazena proměnná „počet obyvatel“ a „cena vína“ kvůli (pravděpodobně) zkreslené interpretaci dat. Pro zlepšení modelu je možné například:

- vytvořit nový model s odlišnými vysvětlujícími proměnnými,
- zařadit další vysvětlující proměnnou,
- transformovat model na lepší funkční formu,
- a další.

V podmíněné předpovědi ex ante mohlo být užito lépe odhadnutých proměnných, avšak byla ukázána forma, jak s predikcí pracovat. Pro kvalitnější predikci by bylo vhodné aktualizovat hodnoty jak závisle proměnné, tak nezávisle proměnných a jejich odhadů.

Investiční záměr také není možné brát jako definitivní zhodnocení investice. Je nutné jej průběžně aktualizovat a adekvátně reagovat na zlepšující se, či zhoršující situaci ve spotřebě lahvového piva. Taktéž je důležité investiční záměr posoudit v celkovém kontextu, např. v jaké fázi se pivovar nachází, jaká je jeho strategie a finanční možnosti.

## ZÁVĚR

Hlavním cílem bakalářské práce bylo vytvoření ekonometrického modelu vhodného pro prognózy spotřeby lahvového piva. Vícerozměrný model se podařilo vytvořit a verifikovat. Model byl následně použit k prognóze spotřeby lahvového piva metodou ex ante. Výsledky prognózy byly použity a napojeny na investiční záměr konkrétního pivovaru. Výsledky investičního záměru byly vyhodnoceny kladně, avšak s tím, že s ekonometrickým modelem a jeho predikcí je důležité dále průběžně pracovat a aktualizovat vstupní data, stejně jako s investičním záměrem. V případě hrozící ztrátovosti investice je potřeba zavčas zasáhnout. Investiční záměr je třeba také dosadit do celkového kontextu podniku, aby splňoval všechna kritéria, zapadal do firemní strategie, porovnat potenciální investiční záměry mezi sebou a vybrat ten nejvhodnější co se týče rizikovosti, ziskovosti, návratnosti aj.

Ve své práci byly definovány tyto cíle, kterých se dle mého mínění podařilo dosáhnout.

První část se zabývala teoretickými východisky práce, byly představeny základní informace o pivu a o jeho spotřebě (poptávce). V ekonometrické části byla stručně popsána problematika tvorby ekonometrického modelu, problémy a předpoklady, na které musíme brát zřetel. Dále byla představena problematika predikce ex post a ex ante a poslední oblast teoretických východisek se věnovala investicím a investičnímu rozhodování.

Druhá část se zabývala praktickou stránkou, modelováním vícerozměrného regresního modelu a vytvářením predikce ex ante, která se napojila na investiční záměr pivovaru. Větší úsek praktické části obsahoval formulace regresního modelu a statistickou, ekonometrickou a ekonomickou verifikaci regresního modelu. Obsahově bylo věnováno méně prostoru pro samotné výpočty investičního záměru, které ovšem neměly být stěžejním výstupem této práce. Podrobné výpočty byly předány konkrétnímu pivovaru a nejsou přílohou této práce.

Nakonec byly vyhodnoceny výsledky praktické části a představeny návrhy na zlepšení.

## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] HANČLOVÁ, Jana. *Ekonometrické modelování: klasické přístupy s aplikacemi*. Praha: Professional Publishing, 2012. ISBN 978-80-7431-088-1
- [2] HUŠEK, Roman a Jan PELIKÁN. *Aplikovaná ekonometrie: teorie a praxe*. Praha: Professional Publishing, 2003. ISBN 80-86419-29-0.
- [3] SWINNEN, Johan F.M.. *The Economics of Beer*. Oxford: Oxford University Press, 2011. ISBN 978-0199693801
- [4] WÖHE, Günter a Eva KISLINGEROVÁ. *Úvod do podnikového hospodářství*. 2., přeprac. a dopl. vyd. Přeložila Zuzana MAŇASOVÁ. V Praze: C.H. Beck, 2007. Beckovy ekonomické učebnice. ISBN 978-80-7179-897-2
- [5] DUFEK, Jaroslav a Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. *Ekonometrie*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003. s. [1a]. ISBN 80-7157-654-9. Dostupné také z: <https://dnnt.mzk.cz/uuid/uuid:d82f89d0-52b1-11e3-ae93-001018b5eb5c>
- [6] MEZNÍK, Ivan a Vysoké učení technické v Brně. *Ekonometrie: pro magisterské studijní programy*. Brno: Zdeněk Novotný, 2003. s. [2]. ISBN 80-214-2453-2. Dostupné také z: <https://dnnt.mzk.cz/uuid/uuid:f8697b60-e7dc-11e2-9439-005056825209>
- [7] SAMUELSON, Paul Anthony a William D. NORDHAUS. *Ekonomie: 19. vydání*. Praha: NS Svoboda, 2013. ISBN 978-80-205-0629-0
- [8] Zákon č. 353/2003 Sb. Zákon o spotřebních daních
- [9] *Zákony pro lidi - Sbirka zákonů ČR v aktuálním konsolidovaném znění* [online]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2018-248/zneni-20181201#cast4>
- [xy] viz obrázek a stažen soubor v notebooku
- [10] *Aktuální opatření přinesou výrobcům lihovin další ztráty v řádech miliard korun* [online]. Dostupné z: <https://www.uvdl.cz/aktuality/aktualni-opatreni-prinesou-vyrobcum-lihovin-dalsi-ztraty-v-radech-miliard-korun/>
- [11] KVASNIČKA, Michal a MORAVANSKÝ, Dalibor. *Ekonomicko-matematické metody: distanční studijní opora*. Brno: Masarykova univerzita v Brně, Ekonomicko-správní fakulta, 2004. s. 43. ISBN 80-210-3477-7. Dostupné také z: <https://ndk.cz/uuid/uuid:32725550-0bc7-11e6-a8fe-5ef3fc9bb22f>

- [12] *Testování regresního modelu* [online]. Dostupné z: <https://www.financevpraxi.cz/statistika-testovani-modelu>
- [13] *Pivo v české společnosti v roce 2018* [online]. Dostupné z: [https://cvvm.soc.cas.cz/media/com\\_form2content/documents/c2/a4749/f9/OR181113a.pdf](https://cvvm.soc.cas.cz/media/com_form2content/documents/c2/a4749/f9/OR181113a.pdf)
- [14] ARLT, Josef a Markéta ARLTOVÁ. *Ekonomické časové řady*. Praha: Professional Publishing, 2009, s. 62. ISBN 978-80-86946-85-6. Dostupné také z: <https://dnnt.mzk.cz/uuid/uuid:59f46290-a379-415d-bed5-ee72e5dd2f1a>
- [15] *Grafické metody analýzy ekonomických časových řad*, Ing. Markéta ARLTOVÁ, Ing. Josef ARLT, CSc. [online]. Dostupné z: [https://nb.vse.cz/~arlt/publik/aa\\_gmaecr\\_95.pdf](https://nb.vse.cz/~arlt/publik/aa_gmaecr_95.pdf)
- [16] Definitions, Meanings, Synonyms, and Grammar by Oxford Dictionary on Lexico.com. *Definitions, Meanings, Synonyms, and Grammar by Oxford Dictionary on Lexico.com* [online]. Copyright © 2021 Lexico.com [cit. 11.01.2021]. Dostupné z: <https://www.lexico.com/>
- [17] SYNEK, Miloslav. *Manažerská ekonomika*. 4., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada, 2007. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-1992-4.
- [18] *Matematická biologie: P-hodnota a její interpretace* [online]. Dostupné z: <https://portal.matematickabiologie.cz/index.php?pg=aplikovana-analyza-klinickyh-a-biologickyh-dat--biostatistika-pro-matematickou-biologii--uvod-do-testovani-hypotez-p-hodnota-a-jeji-interpretace>
- [19] *Acta oeconomica Pragensia: Vědecký sborník Vysoké školy ekonomické v Praze*. Praha: Vysoká škola ekonomická. ISSN 0572-3043. *Časové řady typu  $I(0)$  a  $I(1)$* , Josef Arlt [online]. Dostupné z: [https://nb.vse.cz/~arlt/hlavni/publik/A\\_CRTI0I1\\_98.pdf](https://nb.vse.cz/~arlt/hlavni/publik/A_CRTI0I1_98.pdf)
- [20] *University of Washington: Time Series Econometrics, Unit Root Tests* [online]. Dostupné z: <https://faculty.washington.edu/ezivot/econ584/notes/unitroot.pdf>
- [21] *Matematická biologie: Akaikovo informační kritérium* [online]. Dostupné z: <https://portal.matematickabiologie.cz/index.php?pg=analyza-genomickyh-a-proteomickyh-dat--analyza-sekvenci-dna--substitucni-model--vyber-substitucniho-modelu--akaikovo-informacni-kriterium>

- [22] *Statistika. Praha: Český statistický úřad. ISSN 0322-788x. Grafické metody analýzy ekonomických časových řad*, Ing. Markéta ARLTOVÁ, Ing. Josef ARLT, CSc. [online]. Dostupné z: [https://nb.vse.cz/~arlt/publik/aa\\_gmaecr\\_95.pdf](https://nb.vse.cz/~arlt/publik/aa_gmaecr_95.pdf)
- [23] *Český rozhlas, Spotřeba alkoholu v době koronaviru: Více piva a vína, méně lihovin*, Katka Brezovská [online]. Dostupné z: <https://cesky.radio.cz/spotreba-alkoholu-v-dobe-koronaviru-vice-piva-a-vina-mene-lihovin-8704049>
- [24] *Univerzita obrany Brno, Úvod do analýzy časových řad*, Jiří Neubauer [online]. Dostupné z: [https://k101.unob.cz/~neubauer/pdf/uvod\\_do\\_casovych\\_rad.pdf](https://k101.unob.cz/~neubauer/pdf/uvod_do_casovych_rad.pdf)
- [25] *Masarykova Univerzita Brno: Základy ekonometrie* [online]. Dostupné z: [https://is.muni.cz/el/1456/podzim2015/BKE\\_ZAEK/um/59125597](https://is.muni.cz/el/1456/podzim2015/BKE_ZAEK/um/59125597)
- [26] *Finance v praxi: Autokorelace náhodné složky* [online]. Dostupné z: <https://www.financevpraxi.cz/statistika-autokorelace-nahodne-slozky>
- [27] *Veterinární univerzita Brno: Parametrické testy F-test* [online]. Dostupné z: <https://cit.vfu.cz/statpotr/POTR/Teorie/Predn3/Ftest.htm>
- [28] *Analýza ekonomických časových řad s příklady*, Josef Arlt Markéta Arltová Eva Rublíková, 2002 [online]. Dostupné z: <https://nb.vse.cz/~arltova/vyuka/crsbir02.pdf>
- [29] *Regresní analýza nestacionárních ekonomických časových řad*, Josef ARLT [online]. Dostupné z: [https://nb.vse.cz/~arlt/publik/a\\_ranecr\\_97.pdf](https://nb.vse.cz/~arlt/publik/a_ranecr_97.pdf)
- [30] *Jak je to ve skutečnosti s DPH u piva?*, Ministerstvo financí ČR, 2020 [online]. Dostupné z: <https://www.mfcr.cz/cs/aktualne/v-mediich/2020/jak-je-to-ve-skutecnosti-s-dph-u-piva-37446>
- [31] *Predikce časové řady pomocí autoregresního modelu*, Ing. Roman DANEL, Ph.D., 2004 [online]. Dostupné z: [https://homel.vsb.cz/~dan11/publikace/Danel\\_Autoregresni\\_model\\_predikce\\_casovych\\_rad.pdf](https://homel.vsb.cz/~dan11/publikace/Danel_Autoregresni_model_predikce_casovych_rad.pdf)
- [32] REJNUŠ, Oldřich a Fio banka. *Finanční trhy*. Praha: Grada, 2014, s. 177. ISBN 978-80-247-3671-6
- [33] *Vysoká škola ekonomická v Praze: Hypothesis testing*, Jan Zouhar [online]. Dostupné z: [https://nb.vse.cz/~zouharj/econ/Lecture\\_5.pdf](https://nb.vse.cz/~zouharj/econ/Lecture_5.pdf)
- [34] *Statistics How To: Lag Plot* [online]. Dostupné z: <https://www.statisticshowto.com/lag-plot/>

- [35] *Statistics How To: KPSS Test* [online]. Dostupné z: <https://www.statisticshowto.com/kpss-test/>
- [36] *Statsmodels: Stationarity and detrending (ADF/KPSS)* [online]. Dostupné z: [https://www.statsmodels.org/stable/examples/notebooks/generated/stationarity\\_detrending\\_adf\\_kpss.html](https://www.statsmodels.org/stable/examples/notebooks/generated/stationarity_detrending_adf_kpss.html)
- [37] *Deloitte: Výhledy české ekonomiky pro rok 2021* [online]. Dostupné z: <https://www2.deloitte.com/cz/cs/pages/about-deloitte/articles/vyhledy-ceske-ekonomiky-pro-rok-2021.html>
- [38] MARKOVÁ, Hana. *Daňové zákony 2021: úplná znění platná k 1. 1. 2021 : včetně daňového balíčku*. 32. vydání. Praha: Grada Publishing, 2021. ISBN 978-80-271-3130-3.
- [39] Colen, Liesbeth; Swinnen, Johan F. M. (2010) : Beer Drinking Nations. The Determinants of Global Beer Consumption., LICOS Discussion Paper, No. 270, Katholieke Universiteit Leuven, LICOS Centre for Institutions and Economic Performance, Leuven
- [40] *Aktuální populační vývoj v kostce, ČSÚ* [online]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/aktualni-populacni-vyvoj-v-kostce>
- [41] *VŠE o... Čěšich a alkoholu, Hospodářské noviny* [online]. Dostupné z: <https://archiv.ihned.cz/c1-66788640-vse-o-cesich-a-alkoholu>
- [42] *Spotřeba alkoholu v době koronaviru: Více piva a vína, méně lihovin, Český rozhlas, 2020* [online]. Dostupné z: <https://cesky.radio.cz/spotreba-alkoholu-v-dobe-koronaviru-vice-piva-a-vina-mene-lihovin-8704049>
- [43] HUŠEK, Roman a Vysoká škola ekonomická v Praze. *Ekonometrická analýza*. Praha: Oeconomica, 2007, s. 18. ISBN 978-80-245-1300-3. Dostupné také z: <https://dnnt.mzk.cz/uuid/uuid:df5db364-d191-4cae-b8d8-e2eb2ac9832b>
- [44] ŽÁK, Milan. *Velká ekonomická encyklopedie*. 2. rozš. vyd. Praha: Linde, 2002. ISBN 80-7201-381-5.
- [45] *Predikce poptávky, DL profi* [online]. Dostupné z: <https://www.dlprofi.cz/33/predikce-poptavky-uniqueidmRRWSbk196FNf8-jVUh4Eluk3A1jA9RsbZHOHYjaSql/>

- [46] KLÍMEK, Petr, Pavel STRÍŽ a Roman KASAL. *Počítačové zpracování dat v programu STATISTICA*. Bučovice: Martin Stríž, 2009, s. 6. ISBN 978-80-87106-25-9
- [47] HYRŠLOVÁ, Jaroslava a Jiří KLEČKA. *Ekonomika podniku*. Praha: Vysoká škola ekonomie a managementu, 2008, s. 285. ISBN 978-80-86730-36-3
- [48] *Pravděpodobnost a aplikovaná statistika, MGR. JANA SEKNIČKOVÁ, PH.D., 2017* [online]. Dostupné z: <http://jana.kalcev.cz/vyuka/kestazeni/18AST/18AST-9.pdf>
- [49] *Time series forecasting, Michał Rubaszek* [online]. Dostupné z: <http://web.sgh.waw.pl/~mrubas/courses/ForecastingPrague/Forecasting.pdf>
- [50] VALACH, Josef. *Investiční rozhodování a dlouhodobé financování*. Praha: Ekopress, 2006, s. 16. ISBN 80-86929-01-9
- [51] *Matematická biologie: Multikolinearita* [online]. Dostupné z: <https://portal.matematickabiologie.cz/index.php?pg=analiza-a-hodnoceni-biologickych-dat--regresni-modelovani--prakticke-otazky-vicenasobne-linearni-regrese--multikolinearita>

## SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

<b>Obrázek č. 1: Vennův diagram Ekonometrie .....</b>	<b>19</b>
<b>Obrázek č. 2: Schéma postupu při ekonometrickém modelování.....</b>	<b>20</b>
<b>Obrázek č. 3: Predikce ex-post a ex-ante na časové ose .....</b>	<b>32</b>
<b>Obrázek č. 4: Užitek z investování v čase .....</b>	<b>33</b>
<b>Obrázek č. 5: Základní charakteristiky modelu .....</b>	<b>43</b>
<b>Obrázek č. 6: Konfidenční intervaly koeficientů .....</b>	<b>45</b>
<b>Obrázek č. 7: Hodnoty analýzy rozptylu ANOVA .....</b>	<b>46</b>
<b>Obrázek č. 8: Závěry Durbinova-Watsonova testu .....</b>	<b>51</b>

## SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

Tabulka č. 1: Variabilní sazba daně dle výstavu za rok.....	17
Tabulka č. 2: Členění typů regresních funkcí .....	21
Tabulka č. 3: ADF test.....	40
Tabulka č. 4: KPSS test.....	40
Tabulka č. 5: Koeficienty determinace .....	44
Tabulka č. 6: F-test .....	47
Tabulka č. 7: T-test.....	48
Tabulka č. 8: RESET test.....	49
Tabulka č. 9: Faktory změn variability (VIF).....	49
Tabulka č. 10: Testy autokorelace.....	52
Tabulka č. 11: Testy heteroskedasticity.....	53
Tabulka č. 12: Testy normality reziduí.....	55
Tabulka č. 13: Znalost a odhady hodnot za rok 2020.....	57
Tabulka č. 14: Znalost a odhady hodnot za rok 2021.....	58
Tabulka č. 15: Prognóza spotřeby piva pro rok 2020 a 2021 .....	58
Tabulka č. 16: Plánovaný tržní podíl pivovaru v následujících letech .....	60
Tabulka č. 17: Výdaje na pořízení DHM v letech.....	62
Tabulka č. 18: Cash Flow v letech.....	63

## SEZNAM POUŽITÝCH GRAFŮ

<b>Graf č. 1: Časová řada spotřeby piva .....</b>	<b>41</b>
<b>Graf č. 2: Časová řada čistého příjmu .....</b>	<b>41</b>
<b>Graf č. 3: Časová řada spotřeby vína .....</b>	<b>41</b>
<b>Graf č. 4: Časová řada nezaměstnanosti .....</b>	<b>41</b>
<b>Graf č. 5: Časová řada nezaměstnanosti po první diferenci .....</b>	<b>42</b>
<b>Graf č. 6: Vyrovnané a skutečné hodnoty spotřeby piva dle modelu .....</b>	<b>45</b>
<b>Graf č. 7: Zobrazení autokorelačních funkcí .....</b>	<b>50</b>
<b>Graf č. 8: Rozptyl reziduí v čase .....</b>	<b>52</b>
<b>Graf č. 9: Histogram rozdělení četností reziduální složky .....</b>	<b>54</b>
<b>Graf č. 10: Prognóza spotřeby piva .....</b>	<b>59</b>
<b>Graf č. 11: Prognóza spotřeby piva, ohraničená horní a dolní mez .....</b>	<b>59</b>
<b>Graf č. 12: Reálná spotřeba a predikovaná spotřeba piva zahrnující všechna pozorování .....</b>	<b>59</b>