

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Provozně ekonomická fakulta**

**Katedra statistiky**



**Bakalářská práce**

**Statistická analýza dovozu a vývozu chmele v širších souvislostech**

**Daniela Patzaková**

© 2020 ČZU v Praze



## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Daniela Patzaková

Ekonomika a management  
Provoz a ekonomika

Název práce

**Statistická analýza dovozu a vývozu chmele v širších souvislostech**

Název anglicky

**Statistical analysis of hop import and export in broad context**

---

### Cíle práce

Česká republika zaujímá třetí příčku v pěstování a produkci chmele ve světě. Tato komodita historicky patří mezi zemědělské plodiny v ČR s největším pozitivním saldem zahraničního obchodu. Hlavním cílem bakalářské práce je statistická analýza a modelování vývoje dovozu a vývozu chmele v ČR. Dílčím cílem je specifikace reakcí na požadavky pivovarského průmyslu a trendy v pivovarnictví.

### Metodika

Data potřebná pro statistickou analýzu si studentka dohledá zejména z databází Českého a Evropského statistického úřadu a Ministerstva zemědělství ČR. K analýze sekundárních dat bude využito vybraných statistických metod analýzy časových řad. Studentka provede grafickou analýzu a dynamiku změn popíše pomocí vybraných elementárních charakteristik časových řad. S ohledem na vývoj vybraných ukazatelů budou zvoleny vhodné interpolační a extrapolací metody.

## Doporučený rozsah práce

50 – 60 stran

## Klíčová slova

Chmel, dovoz, vývoz, zahraniční obchod, bilance, pivovarský průmysl, časová řada, trend, ČR.

---

## Doporučené zdroje informací

- ALTOVÁ, M. Chmel a pivo: situační a výhledová zpráva. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR, 2017. ISBN 978-80-7434-409-1.
- BROCKWELL, P., J.: Introduction to Time Series and Forecasting, Springer International Publishing AG, New York, USA, 2016. 425 s. ISBN 978-33-192-9852-8.
- BUDÍKOVÁ, M., KRÁLOVÁ, M., MAROŠ, B.: Průvodce základními statistickými metodami. Praha, Grada Publishing, 2010. ISBN 978-80-247-3243-5.
- FORBELSKÁ, M.: Stochastické modelování jednorozměrných časových řad. Brno: Masarykova univerzita, 2009. 251 s. ISBN 978-80-210-4812-6.
- HINDLS, R., HRONOVÁ, S., SEGER, J., FISCHER, J.: Statistika pro ekonomy. Praha, Professional Publishing, 2009. ISBN 978-80-86946-43-6.
- NESVADBA, V. – CHMELAŘSKÝ INSTITUT. *Vývoj a tradice českých odrůd chmele = Development and tradition of Czech hop varieties*. Žatec: Chmelařský institut, 2013. ISBN 978-80-87357-11-8.
- ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÉ EKONOMIKY A INFORMACÍ, – BŘÍŠKOVÁ, M. – POHLOVÁ, K. *Ročenka agrárního zahraničního obchodu ČR za rok 2016 = Agrarian foreign trade yearbook 2016 : informační studie*. Praha: Ústav zemědělské ekonomiky a informací, 2017. ISBN 978-80-7271-226-7.
- ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÉ EKONOMIKY A INFORMACÍ. *Ročenka agrárního zahraničního obchodu ČR za rok 2015 = Agrarian foreign trade yearbook 2015 /*. Praha: Ústav zemědělské ekonomiky a informací, 2016. ISBN 978-80-7271-220-5.
- ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÉ EKONOMIKY A INFORMACÍ. *Ročenka agrárního zahraničního obchodu ČR za rok 2017 = Agrarian foreign trade yearbook 2017 : informační studie*. Praha: Ústav zemědělské ekonomiky a informací, 2018. ISBN 978-80-7271-235-9.
- VÝZKUMNÝ ÚSTAV PIVOVARSKÝ A SLADAŘSKÝ. *Chmelařská ročenka 2018*. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, 2018. ISBN 978-80-86576-78-7.
- 

## Předběžný termín obhajoby

2019/20 LS – PEF

## Vedoucí práce

Ing. Radka Procházková, Ph.D.

## Garantující pracoviště

Katedra statistiky

Elektronicky schváleno dne 11. 11. 2019

**prof. Ing. Libuše Svatošová, CSc.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 12. 11. 2019

**Ing. Martin Pelikán, Ph.D.**

Děkan

V Praze dne 22. 03. 2020

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Statistická analýza dovozu a vývozu chmele v širších souvislostech" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 22.3.2020

---

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Radce Procházkové, Ph.D. za odborné vedení, poskytnutí cenných rad, důležitých připomínek a především za její trpělivost, ochotu a věnovaný čas při tvorbě bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat Českému statistickému úřadu a Chmelařskému družstvu Žatec za poskytnuté informace a dokumenty. Také bych chtěla poděkovat svým blízkým, rodině a přátelům za podporu a pomoc po celou dobu studia.

# Statistická analýza dovozu a vývozu chmele v širších souvislostech

## Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá analýzou dovozu a vývozu chmele v letech 1993–2019. Teoretická část práce je zaměřena na charakteristiku chmele, odrůdy, historii pěstování v České republice a současné chmelařské oblasti. Také se zaměřuje na hodnocení kvality a sklizeň chmele, včetně následných úprav na chmelové výrobky. Následně je popsáno pěstování chmele ve světě a u vybraných pěstitelských zemí. Druhá část práce se zabývá analýzou časových řad vývozu a dovozu s předpovědí hodnot na následující roky. Za pomoci trendových funkcí a adaptivních modelů časových řad je vypočtena bodová a intervalová predikce. Je zjištěno, že důvodem snížení objemu exportu a importu chmelu je rušení chmelnic a výkyvy počasí. Toto snížení má za následek snížení salda zahraničního obchodu s chmelem.

**Klíčová slova:** chmel, dovoz, vývoz, zahraniční obchod, bilance, analýza, pivovarský průmysl, trh

# Statistical analysis of hop import and export in broad context

## Abstract

Bachelor's thesis deals with an analysis of hop import and export during 1993–2019. Theoretical part is focused on characteristics of hop, varieties, history of growing in the Czech Republic and current hop-growing regions. It also focuses on an evaluation of quality and hop harvest, included following hops products processing. Afterward, this thesis describes hop-growing in the world and in selected hop-growing countries. The second part of thesis deals with an analysis of import and export, with a prediction of values for next years. The point prediction and prediction interval are calculated using trend functions and exponential model equations. There is found out those main reasons for the decrease of hops export and import volumes are hop garden reduction and weather fluctuation. This decrease may result in the decrease of hops foreign trade balance.

**Keywords:** hop, import, export, foreign trade, balance, analysis, brewing industry, market



## Obsah

1	Úvod .....	12
2	Cíl práce a metodika .....	13
2.1	Cíl práce .....	13
2.2	Metodika práce .....	13
2.2.1	Časové řady a jejich dělení .....	13
2.2.2	Vybrané elementární charakteristiky časových řad .....	14
2.2.3	Dekompozice časových řad .....	15
2.2.4	Popis trendu časových řad a interpolační kritéria jeho volby .....	17
2.2.5	Predikce a posouzení vhodnosti prognózy .....	19
2.2.6	Adaptivní modely časových řad .....	20
3	Teoretická východiska .....	23
3.1	Chmel jako zemědělská technická plodina .....	23
3.1.1	Historie a současnost pěstování, odrůdy a pěstitelské oblasti na území České republiky .....	24
3.2	Sklizeň a posklizňové úpravy chmelu v České republice .....	26
3.3	Využití chmelu .....	28
3.4	Hodnocení kvality chmelu a jeho certifikace .....	29
3.5	Podmínky a historie obchodu s českým chmelem .....	32
3.5.1	Historie exportu a importu českého chmelu a chmelových výrobků .....	34
3.6	Pěstování chmelu ve světě a hlavní producenti .....	36
4	Vlastní práce .....	40
4.1	Statistická analýza vývozu chmelu z ČR .....	42
4.1.1	Vývoz hlávkového chmelu .....	45
4.1.2	Vývoz granulovaného chmelu .....	48
4.1.3	Vývoz chmelové extraktu .....	49
4.1.4	Hlavní cílové země vývozu .....	50
4.2	Statistická analýza dovozu chmelu do ČR .....	55
4.2.1	Dovoz hlávkového chmelu .....	57
4.2.2	Dovoz granulovaného chmelu .....	58

4.2.3	Dovoz chmelového extraktu .....	60
4.2.4	Hlavní importéři chmelu do ČR.....	62
4.3	Saldo zahraničního obchodu s chmelem .....	64
5	Výsledky a diskuse .....	66
6	Závěr .....	68
7	Seznam použitých zdrojů.....	69
8	Přílohy.....	72

## Seznam obrázků

Obrázek 1: Světový producenti chmelu .....	36
--	----

## Seznam tabulek

Tabulka 1: Kvalitativní parametry chmele stanovené Tržním řádem.....	30
--	----

## Seznam grafů

Graf 1: Vývoj produkce chmelu a výměry chmelnic v ČR v letech 1993–2019 .....	40
Graf 2: Vývoj vývozu a dovozu chmelu a výrobků z něj (t) v letech 1993–2019 .....	41
Graf 3: Vývoj skladby vývozu chmelu v letech 1993–2019 (t).....	42
Graf 4: Model exponenciálního vyrovnání měsíčního vývozu chmelu a chmelových výrobků v letech 1993– 2019 .....	43
Graf 5: Model exponenciálního vyrovnání ročního vývozu chmelu v letech 1993–2019 a predikce na roky 2020–2022 (t) .....	45
Graf 6: Vývoz sušeného, nerozdrceného, hlávkového chmelu z ČR v letech 1993–2019 a kvadratická trendová funkce popisující jeho vývoj (t).....	46
Graf 7: Model exponenciálního vyrovnání měsíčního vývozu hlávkového chmelu v letech 1993–2019 a predikce na období 2020–2022 .....	47
Graf 8: Vývoj vývozu granulovaného chmelu z ČR v letech 1993–2019 (t) .....	48
Graf 9: Vývoj vývozu chmelového extraktu z ČR v letech 1993–2019 (t) .....	50
Graf 10: Významní odběratelé českého chmelu v letech 2015–2019 (t).....	51

Graf 11: Desetiletý vývoj vývozu českého chmelu a výrobků z něj do Německa (t).....	53
Graf 12: Desetiletý vývoj vývozu českého chmelu a výrobků z něj do Japonska (t) .....	54
Graf 13: Vývoj skladby dovozu chmelu v letech 1993–2019 (t).....	56
Graf 14: Model exponenciálního vyrovnání měsíčního dovozu chmelu a chmelařských výrobků do ČR v letech 1993–2019 a predikce na rok 2020–2022 (t).....	57
Graf 15: Dovoz sušeného, nerozdrčeného, hlávkového chmelu do ČR v letech 1993–2019 (t) .....	58
Graf 16: Vývoj dovozu granulovaného chmelu do ČR v letech 1993–2019 (t) .....	59
Graf 17: Model exponenciálního vyrovnání měsíčního dovozu granulovaného chmelu do ČR v letech 1993–2019 .....	60
Graf 18: Vývoj dovozu chmelového extraktu do ČR v letech 1993–2019 (t).....	61
Graf 19: Významní dodavatelé chmelu do ČR v letech 2015–2019 (t).....	62
Graf 20: Skladba dovozu z Německa v letech 2010–2019 (t) .....	63
Graf 21: Vývoj salda zahraničního obchodu s chmelem (mil. Kč) .....	65

# 1 Úvod

Českému chmelu se často přezdívá zelené zlato, a to právem. Jeho význam a kvalitu oceňují pivní nadšenci po celém světě.

Chmel je dvoudomá, vytrvalá rostlina, která je pěstována pro sklizeň hlávek. Chmelové hlávky se využívají v kosmetickém, farmaceutickém a převážně pivovarnickém průmyslu. České pivo díky hlávkám voní, má charakteristickou příjemnou nahořklou chuť a hlávky se rozhodující měrou podílí na jeho celkové chuti, zároveň působí jako konzervační prostředek.

Typické aroma a hořká chuť piva se různí podle použité odrůdy chmelu. U nás je registrováno již 16 odrůd různých druhů, např. jemné aromatické, hořké, aromatické i voňavé odrůdy chmelu.

Pěstování chmelu má v českých zemích více než tisíciletou tradici. První zmínky o chmelu na území Čech jsou z 9. století. V České republice je pěstování chmelu soustředěno do 3 chmelařských oblastí: Žatecko, Ústěcko a Tršicko.

Česká republika patří mezi významné producenty chmelu na světě a dokonce zaujímá třetí místo rozlohou chmelnic a množstvím vyprodukovaného chmelu. Chmel patří mezi tradiční exportní komodity ČR. Na vývoz jsou dodávány chmelové šišťice sušené, nerozdrcené, případně drcené a granulované.

Význam světového obchodu s agrárními produkty, v porovnání s obchodem výrobků ostatních odvětví světového hospodářství, zaznamenal velmi výrazný pokles. Podíl obratu obchodu s agrárními výrobky se na celkovém obratu zboží ve světě pohybuje na úrovni pouhých 8 %. Chmel zůstává jednou z nemnoha položek agrárního zahraničního obchodu, u něhož má Česká republika dlouhodobě kladné saldo.

Jedná se o klasickou mezinárodní komoditu agrárního zahraničního obchodu. Většina celkového dovozu do České republiky je realizována z Německa. Část dovezeného chmelu, zejména v hlávkové formě je po zpracování následně dále vyvážena. Mezi významné odběratele českého chmelu patří Japonsko, Německo, Čína a Rusko.

Češi vypijí za rok 141 litrů piva na obyvatele, čímž se Česká republika drží na prvním místě žebříčku v konzumaci piva. Je tedy evidentní, že je české pivo národní poklad a to díky jedinečnému českému chmelu.

## 2 Cíl práce a metodika

### 2.1 Cíl práce

Cílem práce byla analýza situace zahraničního obchodu s chmelem a různých aspektů, které souvisí s danou problematikou. Práce dále vyhodnocovala vše, co obnáší pěstování a zpracování této plodiny a jaké má následné využití. Tato práce se také zaměřovala na vývozní a dovozní země České republiky, a hlavní producenty v oblasti této komodity.

Hlavním cílem byla statistická analýza vývozu a dovozu chmelu a chmelových výrobků (granulovaný chmel a chmelových extrakt). Cílem bylo zjištění predikce na další roky. Dílčím cílem bylo určení vlivů působících na změny vývozu a dovozu v období, kdy probíhaly restituice, privatizace, změny na světovém trhu, snižování chmelnic a změny nároků v pivovarnickém průmyslu.

### 2.2 Metodika práce

#### 2.2.1 Časové řady a jejich dělení

Časová řada jsou věcně a prostorově srovnatelné hodnoty pozorování (měření) jisté veličiny (ukazatele), které jsou jednoznačně uspořádány ve směru rostoucího času, popisují Budíková, Králová a Maroš (2010, s. 259) a dále píší, že Časovou řadu s počtem pozorování  $n$  můžeme zapsat jako posloupnost  $y_i$  v čase  $t_i$ , kde  $t_i = t_1 + (i - 1) \Delta t_i$ ,  $i = 1, \dots, n$ . Hodnota  $\Delta t_i$  představuje délku časového kroku, s nímž bylo prováděno pozorování. Většinou se měření ukazatel  $y$  provádí v ekvidistantních intervalech času, pak časový krok je konstantní a může se značit jako  $\Delta t$ . Tímto krokem může být hodina, den, měsíc, čtvrtletí, rok, atd. Podle Cipry (1986, s. 9) patří teorie časových řad v ekonomii k nejdůležitějším kvantitativním metodám při analýze ekonomických dat.

Cipra (1986, s. 9) vysvětluje, že analýza časových řad včetně předpovídání jejich budoucího chování se stává jednou z nejdůležitějších oblastí v rozvoji současné statistiky. Hlavním důvodem rostoucího významu této disciplíny je fakt, že se úspěšně vyrovnává s popisem dynamického systému, s kterým často přicházíme do styku.

Ze slov Cipry (1986, s. 9) vyplývá, že data, která vytvářejí časovou řadu, vznikají jako chronologicky uspořádaná pozorování a podstatné pro ně proto je, že jsou v čase chronologicky uspořádána. Vedle časového uspořádání se někdy uvažují i jiná hlediska

uspořádání dat, jako např. prostorové uspořádání. Aplikační význam takových prostorových řad je však nesrovnatelné s významem časových řad.

Dle Budíkové, Králové a Maroše (2010, s. 259) se časové řady dají členit podle charakteru ukazatele na okamžikové, kdy se sleduje hodnota ukazatele v daném čase  $t$ , anebo na intervalové, kdy velikost ukazatele  $y$  závisí na intervalu, za který je sledován.

Budíková, Králová a Maroš (2010, s. 259) poznamenávají, že pro zobrazení časových řad slouží spojnicový graf (průběhový diagram) nebo sloupkový graf. Ve spojnicovém grafu se úsečkami spojují body  $[t_i, y_i]$  a ve sloupkovém grafu je výška sloupku rovna hodnotě  $y_i$  v bodě  $t_i$ .

### 2.2.2 Vybrané elementární charakteristiky časových řad

Cipra (1986, s. 9) píše, že mezi popisné charakteristiky se řadí prostý a vážený chronologický průměr pro okamžikové časové řady a aritmetický průměr pro intervalové časové řady. Vzhledem k tomu, že se jednalo o intervalové časové řady, bylo využito aritmetického průměru intervalové řady. Aritmetický průměr intervalové časové řady  $y_1, y_2, \dots, y_n$  je hodnota

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \quad [2.1]$$

Mezi nejjednodušší charakteristiky dynamiky časových řad patří první diference, která znázorňuje rychlost změny sledovaného ukazatele, dodává Cipra (1986, s. 9) a popisuje, že absolutní přírůstek (první diference), kde  $i = 2, \dots, n$ , je hodnota

$$\Delta y_i = y_i - y_{i-1} \quad [2.2]$$

Dle Hoškové, Jindrové a Procházkové (2014, s. 96) se často vedle absolutních charakteristik používají relativní charakteristiky dynamiky změn v časové řadě, které jsou bezrozměrné. Vypočte-li se poměr mezi daným a předchozím členem časové řady, získá se koeficient růstu (řetězový index).

$$k_t = \frac{y_t}{y_{t-1}} \quad [2.3]$$

Hošková, Jindrová a Procházková (2014, s. 96) poznamenávají, že koeficient růstu vyjadřuje rychlost růstu nebo poklesu hodnot časové řady a udává, kolikrát úroveň ukazatele

daného období převyšuje úroveň bezprostředně předcházejícího období. Vyjádříme-li koeficient růstu v procentech, hovoříme pak o tempu růstu.

Jako úhrnná charakteristika relativních změn pro celou časovou řadu se uvádí průměrný koeficient růstu, který je geometrickým průměrem z jednotlivých koeficientů růstu, jak píše Hošková, Jindrová a Procházková (2014, s. 96).

$$\bar{k} = \sqrt[n-1]{\frac{y_2}{y_1} * \frac{y_3}{y_2} * \dots * \frac{y_n}{y_{n-1}}} = \sqrt[n-1]{\frac{y_n}{y_1}} \quad [2.4]$$

Počítat průměrný koeficient růstu tímto způsobem má smysl jen tehdy, vykazuje-li časová řada v podstatě monotónní vývoj (hodnoty ukazatele stále rostou nebo stále klesají), dodávají Hošková, Jindrová a Procházková (2014, s. 96).

### 2.2.3 Dekompozice časových řad

Podle Cipry (1986, s. 16) ukazuje zkušenost, že některé časové řady hlavně z ekonomické praxe mohou být rozloženy na několik složek, což jsou:

- trend  $Tr_t$ ,
- sezónní složka  $Sz_t$ ,
- cyklická složka  $C_t$ ,
- reziduální (zbytková, náhodná, iregulární) složka  $E_t$ .

Jak popisuje Cipra (1986, s. 16, s. 27), provádění rozkladu (tzv. dekompozice) časové řady na tyto složky je motivováno nadějí, že v jednotlivých složkách rozkladu se snadněji podaří identifikovat pravidelné chování řady než v původní nerozložené řadě. Zajímavé poznatky může přinést samostatné studium oddělených (eliminovaných) složek časové řady, neboť tak lze objevit některé zákonitosti chování sledované řady, rozpoznat vnější vlivy působící na její průběh a provést účinné srovnání průběhu několika časových řad.

Cipra (1986, s. 27) dodává, že dekompozice má hned několik úkolů. Jedním úkolem dekompozice časové řady je proniknout hlouběji do podstaty historického průběhu řady. Neméně důležitým cílem dekompozice je, ale také cíl extrapoláční, kdy je v zájmu budoucí vývoj jednotlivých složek časové řady. Anebo se konstruuje předpověď v celé řadě tak, že se složí z předpovědí v jednotlivých složkách, které se obvykle sestojí poměrně jednoduše a přesně. Často je vzhledem k podstatě řešeného problému výhodné znát chování časové řady „očištěné“ od některých jejích složek.

Trend odráží dlouhodobé změny v průměrném chování časové řady, zmiňuje Cipra (1986, s. 16) a dodává, že trendová složka má dosti relativní charakter, jelikož změny klimatu, které se jeví zemědělskému odborníku jako dlouhodobé, mohou být pro geologa jen krátkodobým pohybem. Arlt a Arltová (2007, s. 98) napsali, že je trend způsoben faktory, které v dlouhém období působí stejným směrem. V případě, že z dlouhodobého hlediska nedochází k žádné změně a hodnoty ukazatele dané časové řady kolísají kolem určité úrovně, jedná se o konstantní trend. Trend může být rostoucí nebo klesající, strmý, mírný, ale může se i s postupem času měnit.

Sezónní složka popisuje periodické změny v časové řadě, které se odehrávají během jednoho kalendářního roku a každý rok se opakují, popisuje Cipra (1986, s. 16). Hošková, Jindrová a Procházková (2014, s. 107) poznamenávají, že při analýze časových řad s periodicitou kratší než jeden rok (nejčastěji s periodicitou čtvrtletní nebo měsíční) se lze setkat téměř vždy s existencí sezónních vlivů reprezentovaných v modelu časové řady sezónní složkou. Sezónními vlivy se rozumí soubor přímých či nepřímých příčin, které se pravidelně opakují. Důsledkem působení sezónních vlivů na analyzovanou časovou řadu jsou tzv. sezónní výkyvy, tj. pravidelné výkyvy zkoumané řady nahoru a dolů vůči určitému „nesezónnímu“ normálnímu vývoji řady v průběhu let.

Podle Hoškové, Jindrové a Procházkové (2014, s. 108) je v rámci popisu sezónní složky se snaha změřit intenzitu sezónního kolísání a to pomocí absolutních sezónních odchylek a sezónních indexů. Sezónní absolutní odchylky se použijí převážně tehdy, když závislost mezi vývojem průměrů (resp. vyrovnaných hodnot) a kolísáním sezónní složky není prokázána. Sezónní index použijeme na měření sezónnosti tehdy, když je prokázána kladná závislost mezi sezónní složkou a vyrovnanými hodnotami (resp. průměry).

Hošková, Jindrová a Procházková (2014, s. 109) rozebírají, že vzhledem k tomu, že sezónní kolísání představuje pravidelné kolísání v každém roce, měl by být také dílčí sezónní index v každém roce stejný. V důsledku náhodného kolísání se však budou dílčí sezónní indexy v jednotlivých letech odlišovat. Proto pokud chceme odstranit, případně zmenšit vliv náhodného kolísání, počítáme průměrné sezónní indexy a to nejčastěji jako jednoduchý aritmetický průměr ze všech dílčích (měsíčních, čtvrtletních) sezónních indexů za všechny roky



Dle Cipry (1986, s. 16) je cyklická složka nejspornější složkou časové řady. Někteří autoři se vyhýbají nazvat tuto složku cyklickou (nebo periodickou) a hovoří spíše o fluktuacích okolo trendu, v nichž se střídá fáze růstu s fází poklesu. Délka jednotlivých cyklů je obvykle proměnlivá. Reziduální složka zbývá v časové řadě po odstranění trendu a sezónní i cyklické složky. Je tvořena náhodnými pohyby (fluktuacemi) v průběhu časové řady, které nemají (rozpoznatelný) systematický charakter. Proto se již také nepočítá mezi předchozí tzv. systematické složky časové řady. Reziduální složka také pokrývá chyby v měření časových řad.

Cipra (1986, s. 16) popisuje, že časovou řadu si lze na základě předchozího výkladu představit jako trend, na který jsou „nabaleny“ periodické složky (tj. sezónní a cyklická složka) a bílý šum. Vlastní tvar rozkladu přitom může být dvojího typu. První z nich je aditivní dekompozice, která má tvar  $y_t = Tr_t + C_t + Sz_t + E_t$ , při aditivním rozkladu jsou jednotlivé složky uvažovány ve svých skutečných absolutních hodnotách a jsou měřeny v jednotkách řady  $y_t$ .

Druhý typ je dekompozice multiplikativní  $y_t = Tr_t C_t Sz_t E_t$ , při multiplikativním rozkladu je většinou jen trendová složka uvažována ve své absolutní hodnotě, a tedy měřena v jednotkách řady  $y_t$ , jak poznamenává Cipra (1986, s. 16) a dodává, že ostatní složky jsou pak uvažovány v relativních hodnotách vůči trendu a jsou bezrozměrné.

#### **2.2.4 Popis trendu časových řad a interpolační kritéria jeho volby**

Dle Cipry (1986, s. 29) existují metody, při nichž lze popsat trend analyticky některými jednoduchými křivkami. Pro takovou odhadnutou křivku pak lze snadno vypočítat její budoucí hodnoty neboli vlastně konstruovat předpovědi budoucích hodnot trendové složky (pokud se její charakter v čase nemění). Při tomto přístupu se většinou předpokládá, že analyzovaná časová řada má tvar

$$y_t = Tr_t + E_t \quad [2.5]$$

nebo byla na tento tvar převedena. Tento předpoklad často umožňuje použít pro odhad parametrů trendových křivek, které se v praxi nejčastěji objevují, aparát lineární regresní analýzy a ztotožnit předpovědi budoucího vývoje trendu  $Tr_t$  přímo s předpověďmi budoucího chování řady  $y_t$ .

Nejběžnější trendové křivky vycházejí z běžných matematických funkcí. Dle Cipry (1986, s. 30) patří mezi nejběžnější trendové křivky konstantní, lineární a kvadratický trend. Dále taky exponenciální, modifikovaný exponenciální či logistický trend.

Cipra (1986, s. 29) dodává, že typ nevhodnější matematické křivky pro danou časovou řadu lze určit na základě předběžného rozboru, nejčastěji pomocí grafického záznamu řady nebo na základě předpokládaných vlastností trendové složky.

Hindls, Kaňoková a Novák (1997, s. 121) poznamenávají, že vznikající víceznačnost v přístupech k popisu trendu logicky navozuje požadavek formulovat kritéria pro volbu modelů. Za prioritní by v praktických situacích měla být považována věcná kritéria, avšak většinou je potřeba doplňovat je ještě i kritérii statistickými.

Hindls, Kaňoková a Novák (1997, s. 121) popisují, že při věcně ekonomické analýze údajů v časové řadě lze rámcově posoudit, zda jde o funkci rostoucí či klesající. Avšak na druhé straně je nutné připustit, že analýza při použití věcně ekonomických kritérií většinou umožní podhalit základní tendence ve vývoji analyzovaného ukazatele jen v hrubých rysech.

Dále Hindls, Kaňoková a Novák (1997, s. 121) dodávají, že druhou jednoduchou možností volby je vizuální analýza grafu zobrazené časové řady. Nebezpečí volby na základě vizuálního výběru spočívá však v jeho subjektivitě. Rysy subjektivity a neúplnosti dosud uvedených kritérií volby modelu trendu mohou vést uživatele k různým pochybnostem o správnosti svého rozhodnutí, a proto je třeba v tomto okamžiku vnést do rozhodovacího procesu i kritéria statistická.

Cipra (1986, s. 22) tvrdí, že nevhodnější trendová funkce pro zkoumání daného jevu se také dá zvolit za pomoci indexu determinace  $I^2$ . Index determinace lze vypočítat až po vypočtení všech možných trendových funkcí. U hodnoty indexu determinace je požadována hodnota, která se nejvíce blíží 1:

$$I^2 = 1 - \frac{\sum_{t=1}^n (y_t - y'_t)^2}{\sum_{t=1}^n (y_t - \bar{y})^2} \quad [2.6]$$

Dle Hoškové, Jindrové a Procházkové (2014, s. 105) je jiným často používaným kritériem z korelační analýzy známý index korelace, který lze ve výpočetním tvaru zapsat jako

$$I = \sqrt{1 - \frac{s_e^2}{s_y^2}} = \sqrt{1 - \frac{\sum_{t=1}^n (y_t - y'_t)^2}{\sum_{t=1}^n (y_t - \bar{y})^2}} \quad [2.7]$$

Hošková, Jindrová a Procházková (2014, s. 106) vysvětlují, že za nejvhodnější trendovou funkci je pak pokládána ta, která vede k největší hodnotě indexu korelace. I toto kritérium má své nedostatky – s rostoucím počtem parametrů roste hodnota indexu korelace, přestože model nemusí dobře popisovat dynamiku příslušného ukazatele.

Dle Hindls, Kaňoková a Novák (1997, s. 121) interpolační kritéria bývají založena na porovnávání součtu (průměru) čtverců odchylek empirických a teoretických hodnot. Jsou tedy jakousi mírou „přilnavosti“ čili „přimykavosti“ modelu ke skutečnosti. Je pochopitelné, že menší součet (průměr) čtverců indikuje lepší model. Z interpolačních kritérií jsem si zvolila M. A. P. E. = Mean Absolute Percentage Error = střední absolutní procentní chyba odhadu

$$M.A.P.E. = \sum \left( \frac{|y_t - T_t|}{y_t} \right) \frac{100}{n} \quad [2.8]$$

### 2.2.5 Predikce a posouzení vhodnosti prognózy

Jak již bylo poznamenáno, konstrukce předpovědi je jedním z nejdůležitějších úkolů analýzy časových řad, napsal Cipra (1986, s. 22) a dále dodává, že spolehlivé předpovědi mají určitý význam pro národohospodářské plánování včetně úspor, které mohou zaručit.

Bodová předpověď je hodnota, která představuje odhad budoucí hodnoty uvažované časové řady, zmiňuje Cipra (1986, s. 22), vzorec bodové hodnoty je

$$y'_{i+k} \quad [2.9]$$

Dle Cipry (1986, s. 22) je samozřejmě, bodová předpověď vždy zatížena určitou chybou, takže konkrétní číslo, které poskytuje, je nutné brát s rezervou. Pro uživatele je proto často užitečné disponovat tzv. předpovědním intervalem

$$P(u_{i+k} - \Delta \leq u_{n+k} \leq u_{i+k} + \Delta) = 1 - \alpha \quad [2.10]$$

který je úplnou analogií intervalu spolehlivosti z matematické statistiky.

Hošková, Jindrová a Procházková (2014, s. 118) popisují, že vedle absolutních chyb předpovědi se používá též relativních chyb předpovědi definovaných jako

$$\delta_{t+i} = \frac{\Delta_{t+i}}{y_{t+i}} = \frac{P_{t+i} - y_{t+i}}{y_{t+i}} \quad [2.11]$$

pro horizont předpovědi  $i$  a počátky předpovědi  $t = 1, 2, \dots, m$ . Důvodem pro konstrukci těchto měr je jejich bezrozměrnost, a tudíž možnost po vynásobení stem následné chyby předpovědi vyjádřit v procentech předvídané skutečnosti.

### 2.2.6 Adaptivní modely časových řad

Dle Hoškové, Jindrové a Procházkové (2014, s. 112) další kvalitativně jiný přístup k popisu trendu představují adaptivní metody. Dosud uváděné postupy vycházely z předpokladu, že v průběhu celé popisované doby se parametry modelu nemění (modely s konstantními parametry). Pokud se pomocí těchto modelů konstruují i předpovědi, tak jde o předpovědi vycházející ze situace, že i v budoucnu nedojde ke změnám systému. Jinak řečeno, vychází se ze situace, že informativní hodnota (aktuálnost) údajů pocházejících z počátku i z konce zkoumaného období je stejná.

Hošková, Jindrová a Procházková (2014, s. 112) popisují, že při předvídání budoucího průběhu ekonomických procesů se však stává předpoklad neměnnosti analytického tvaru modelu a jeho parametrů velmi omezující a někdy dokonce neudržitelný. Velmi často nastane situace, kdy během analyzovaného období se hodnoty strukturálních parametrů v čase mění. Tyto změny pak vedou k desaktualizaci modelu s konstantními parametry. Znamená to, že jeho strukturální parametry už neodrážejí skutečné kvantitativní relace mezi endogenní (závislou) proměnnou a časem a jeho použití k prognózám v takové situaci může vést k závažným systematickým chybám.

Dále Hošková, Jindrová a Procházková (2014, s. 112) zmiňují, že uvedené důvody byly podnětem pro konstrukci adaptivních modelů (někdy se hovoří o modelech s měnlivými parametry). V zásadě jediným předpokladem, nutným pro konkrétní užívání adaptivních metod v procesu předvídání, je časová stacionarita rozdělení chyb prognózy. Modely tohoto typu rychle reagují na strukturální změny, k nimž dochází v čase, a jsou velmi vhodné při prognózování průběhu časových řad, které se vyznačují nepravidelnostmi a zlomy v trendu.

Dle Hoškové, Jindrové a Procházkové (2014, s. 112) vychází adaptivní modely z předpokladu, že pro konstrukci prognózy budoucího vývoje mají cenu nejnovější pozorování časové řady. Proto se těmto nejnovějším pozorováním přiřazují největší váhy, a dřívější pozorování se buď úplně vyřazují ze zkoumání, nebo se jim přiřazují menší váhy ve srovnání s později pozorovanými hodnotami. Adaptivní modely tedy berou v úvahu „stárnutí“ informací.

Hošková, Jindrová a Procházková (2014, s. 112) vysvětlují, že statistická teorie zná více těchto postupů. Mezi nejznámější, které přináší v praktických aplikacích dobré výsledky,

patří metody exponenciálního vyrovnávání. Předpokládejme, že v časovém okamžiku  $n$ , který představuje pozorování v přítomném čase, máme k dispozici řadu empirických hodnot  $y_{n-k}$  ( $k = 0, 1, \dots, n-1$ ), kde jednotlivá  $k$  interpretujeme jako „stáří“ (věk) pozorování. Vycházíme opět z aditivního modelu časové řady, tj. platí

$$y_{n-k} = T_{n-k} + e_{n-k} \quad [2.12]$$

Hodnotu trendové složky  $T_{n-k}$  lze přitom popsat funkcí

$$T_{n-k} = a_0 - a_1k + a_2k^2 + \dots + (-1)^k a_k k^k \quad [2.13]$$

kde  $k$  je časová proměnná, kterou lze chápat jako „věk“ pozorování z hlediska časového okamžiku  $n$ , jak píše Hošková, Jindrová a Procházková (2014, s. 113) a dodávají, že odhady parametrů této trendové funkce lze získat na základě metody nejmenších čtverců ve formulaci

$$\sum_{k=0}^{n-1} (y_{n-k} - T_{n-k})^2 = \min \quad [2.14]$$

Hošková, Jindrová a Procházková (2014, s. 113) popisují, že při tomto způsobu vyrovnávání se každému empirickému pozorování při vyrovnávání přisuzuje stejná váha, tj. předpokládá se, že pozorování blízká časovému bodu  $n$  (tj. současnosti) jsou pro odhad parametrů  $a_k$  a tím i pro možnou konstrukci prognózy budoucího vývoje analyzovaného ukazatele stejně důležitá jako pozorování pro poměrně vysoké hodnoty  $k$ , tj. pro pozorování starší. Přitom lze důvodně předpokládat, že empirická pozorování „čerstvější“ (bližší časovému okamžiku  $n$ ) budou více ovlivňovat budoucí vývoj analyzované řady než pozorování starší (pozorování ze vzdálenější minulosti). Měla by se tedy těmto „čerstvějším“ pozorováním při odhadu parametrů  $a_k$  přiřazovat větší váha než pozorováním starším. Za této situace je nutné podmínku [2.14] formulovat ve tvaru

$$\sum_{k=0}^{n-1} (y_{n-k} - T_{n-k})^2 w_k = \min \quad [2.15]$$

kde  $w_k$  představují váhy, které jsou nepřímo úměrné „stáří“ pozorování, tj. se vzrůstajícím věkem pozorování se váha snižuje. Předpokládá se přitom, že váha  $w_k$  je exponenciální funkcí typu

$$w_k = \alpha^k, \quad 0 < \alpha < 1, \quad k = 0, 1, \dots, n-1 \quad [2.16]$$

kde veličina  $\alpha$  se nazývá vyrovnávací konstanta. Počítačové statistické programy obvykle jako míru kvality zvoleného modelu udávají střední čtvercovou chybu M.S.E nebo střední absolutní procentní chybu M.A.P.E, která je popsána výše.

## 3 Teoretická východiska

### 3.1 Chmel jako zemědělská technická plodina

Chmel otáčivý je dvoudomá, vytrvalá bylina, která je pěstována na jednom stanovišti 20 až 30 let, zmiňují Nesvadba a kol. (2013, s. 8) a píše, že se jedná o liánu, která je schopna dorůst výšky 7 až 9 m. Samičí květenství je šištice složená z malých klásků a kvetení je označováno jako paličkování nebo osýpka. Plodenstvím je chmelová hlávka, která je složena z vřeténka, pravých a krycích listenů, na jejichž bazální části se tvoří lupulinové žlázy. Samčí květenství tvoří bohatě rozvětvená vrcholičnatá lata. Mohou se vyskytovat i hermafroditní rostliny. To znamená, že na rostlině jsou samičí i samčí květy.

Dle Vanička, Bažanta a Valeše (2018, s. 14) sluneční svit příznivě ovlivňuje růst chmele, jeho pevnost, odolnost proti chorobám, tvorbu květenství a obsah lupulinu. Dostatek srážek, rosy a mlhy jsou důležité zejména v období růstu od května do poloviny června. V období květu a tvorby hlávek je vhodné teplé a suché počasí. Nejvhodnějšími půdami pro chmel jsou hluboké, středně těžké permské červenky. Tyto půdy obsahují značné procento sloučenin železa, manganu a dalších kovů.

Kovářová (2011, s. 271) zmiňuje, že je chmel důležitá technická plodina pěstovaná pro sklizeň hlávek. Chmelové hlávky představují základní surovinu při vaření piva. Hlávky dávají pivu charakteristickou nahořklou chuť a rozhodující měrou se podílejí na jeho celkové chuti, zároveň působí jako konzervační prostředek. Jen podstatně menší množství chmele se využívá v kosmetice a farmaceutickém průmyslu.

Rod chmel (*Humulus* L.) taxonomicky patří do čeledi konopovité (*Cannabaceae*), v současnosti čeleď konopovité (*Cannabaceae*), s dvěma rody chmel (*Humulus*) a konopí (*Cannabis*), patří do řádu růžotvarých (*Rosales*), jelikož nový systém výrazně eliminoval jednotlivé řády, vysvětluje Zhang (2011). Rybáček a kol. (1980, s. 85) doplňuje, že fylogeneticky má čeleď konopovitých blízko k čeledím kopřivovitých (*Urticaceae*) a morušovníkovitým (*Moraceae*), do kterých byl chmel v minulosti též zařazován.

Jak poznamenávají Nesvadba a kol. (2013, s. 9), v rámci rodu jsou charakterizovány celkem tři druhy: chmel otáčivý (*Humulus lupulus* L.), chmel japonský (*Humulus japonicus* Sieb. et Zucc.) a endemický chmel junnanský (*Humulus yunnanensis* Hu). Chmel otáčivý (*Humulus lupulus* L.) se dále dělí na celkem pět variet: var. *lupulus* kulturní, rostoucí

v Evropě, která je rozšířena po celém světě, var. cordifolius, rostoucí v Japonsku, var. neomexicanus, rostoucí na západě Severní Ameriky, var. pubescens, rostoucí na americkém středozápadě, a var. lupuloides, rostoucí ve východní části USA.

### **3.1.1 Historie a současnost pěstování, odrůdy a pěstitelské oblasti na území České republiky**

Písemné prameny o sbírání a pěstování chmele se dochovaly z období raného středověku, jak zmiňuje Neve (1991, s. 27) a dodává, že nejstarší světovou písemností o pěstování chmele je doklad z roku 736, kdy byla evidována chmelnice ve slovanském vězení u města Geisenfeld v oblasti Hallertau, Německo. Další doklad je z roku 768, ve kterém král Pipin III. Krátký (714–768) věnuje opatství St. Denis, Francie chmelnici.

Dle Nesvadby a kol. (2013, s. 12) a Kovářové (2011, s. 271) má pěstování chmele v českých zemích více než tisíciletou tradici. První ojedinělé písemné zprávy o chmelu na území Čech jsou z 9. století. Listinné doklady ke chmelu na našem území pocházejí z 11. až 13. století, odkazují se k pokročilejšímu pěstování chmele (byl „veden na tyči“). O pokročilém pěstování chmele v Čechách svědčí nadační listina Vratislava II. kostelu vyšehradskému z roku 1088. V 11. a 12. století byl chmel pěstován v jižních Čechách, na Plzeňsku, Boleslavsku, v okolí Přelouče i jinde.

Malířová, Kovařík (2016, s. 5) napsali, že v době panování Karla IV. ve 14. století bylo zdřejmé, že pěstovat chmel je velice ekonomicky výhodné. Docházelo k velkému budování chmelnic. Chmel pěstovaný na území Českého království byl již v té době velmi kvalitní a Karel IV. svými opatřeními započal s ochranou chmele. Vydal zákaz vývozu sádky českého chmele (pod trestem smrti) mimo zemské hranice. Rovněž povolil řez chmele pouze těm, kteří byli k této činnosti zvláště vyučeni.

Nesvadba a kol. (2013, s. 12) a Kovářová (2011, s. 271) dodávají. Že mimořádná poptávka po chmelu byla v 15. a 16. století. Český chmel byl drahým zbožím a jsou doklady o vyvinutém a výnosném chmelařství, o které pečovala především města. Český chmel se od té doby stává vyhledávaným artiklem pro své vynikající vlastnosti při výrobě piva. Od té doby kdy se v Čechách pěstované odrůdy odlišily od ostatních pro své jedinečné vlastnosti, byly snahy český chmel falšovat, popřípadě mísit ho s horšími chmely a proto čeští pěstitelé již v 16. století zavedli „známkování“ zaručující původ chmele. Třicetiletá válka byla



pro chmelařství obdobím úpadku. Vojska ničila tyče, na nichž se chmel pěstoval. I přesto toto úpadkové období bylo zřejmé, že český chmel se stává jakostním standardem. Marie Terezie (1740–1780) vydala v roce 1769 císařský patent o známkování chmele, kterým úředně ztvdila neformální aktivitu českých pěstitelů.

Vaniček, Bažant, Valeš (2018, s. 12) zmiňují, že v 18. století platilo, že český, a tím zejména i žatecký chmel, má výsadní postavení. Dochází k opětovnému rozšiřování ploch a chmel je vyvážen v takovém množství, které převyšuje okolní pivovarskou spotřebu.

Podle Kovářové (2011, s. 271) se s rozšiřujícím počtem pivovarů a zdokonalováním technologie vaření piva vznikaly nároky na vyšší a vyrovnanou jakost a produkci chmele. To vedlo i ke změnám v pěstování a postupně od 19. století se ustupuje od tyčového vedení k „vedení na drátech“. Zlepšoval se také proces sušení a byl kladen větší důraz na dokonalejší ochranu původu českého chmele, rozvoj v pěstebních technologiích, systematictější šlechtění chmele, také ve výzkumné činnosti, a vymezení jednotlivých pěstitelských oblastí a poloh.

Jak zmiňuje Nesvadba a kol. (2013, s. 15), vzhledem k nedostatku pracovních sil se značně usilovalo o mechanizaci prací ve chmelařství. Tehdejší Československo přistoupilo jako jedna z prvních zemí k postupné mechanizaci sklizně pomocí česacích strojů. V roce 1961 jich u nás bylo již 193.

Nesvadba a kol. (2013, s. 18) popisují, že následně docházelo k velkým technologickým změnám. Od roku 2008 je využívána nová technologie pěstování chmele na nízkých konstrukcích. Klasická technologie využívá konstrukce pro pěstování chmele vysoké 7 m, zatímco nová technologie je založena na systému pěstování chmele na konstrukcích vysokých pouze 3 m.

V České republice se chmel pěstoval v letech 1980–1995 přibližně na ploše 10000 ha, jak napsala Kovářová (2011, s. 271) a dále píše, že výrazný pokles celosvětové plochy chmele a plochy chmele pěstovaného v České republice lze datovat postupně od poloviny 90. let. Byl důsledkem vznikající nadprodukce chmele na světovém i domácím trhu s chmelem. V roce 2018 výměra chmele v České republice tvořila 8,3 % světové plochy pěstování chmele. Altová (2019, s. 3) dodává, že ČR tak zaujímá stále třetí místo mezi světovými pěstiteli chmele po USA a Německu. Podle Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského v Brně (ÚKZÚZ) v roce 2018 činila v České republice pěstitelská plocha chmelnic 5020 ha, tj. o 75 ha více než v roce 2017.

V České republice je pěstování chmele soustředěno do 3 chmelařských oblastí: Žatecko, Ústěcko a Tršicko (Kovářová, 2011, s. 272). Největší plochu tradičně zaujímá Žatecká chmelařská oblast, což představuje 77 % výměry chmelnic v České republice, následuje Ústěcká chmelařská oblast a Tršická chmelařská oblast, říká Altová (2019, s. 3).

Kovářová (2011, s. 272) poznamenává, že chmelařská oblast Žatecko má příznivé půdní podmínky. Oblast se vyznačuje relativně příznivým rozložením srážek, avšak s celkově nízkým úhrnem. Terén oblasti je rozmanitý, nachází se mezi 200–500 m nad mořem. Poskytuje chmel výborné kvality, považovaný za standard světové jakosti. Proto od roku 2007 je Žatecký chmel chráněn Chráněným označením původu EU Dossier Number: CZ/PDO/005/0402 v rámci Evropské unie. Výnosy hlávek jsou však v této oblasti částečně nižší oproti ostatním oblastem. Chmelařská oblast Ústěcko se vyznačuje příznivějšími podmínkami vyšším úhrnem srážek, vyšší průměrnou teplotou, nižší nadmořskou výškou. Proto se zde dosahuje vyšších výnosů hlávek. Chmelařská oblast Tršicko leží na Moravě v nadmořské výšce 260–300 m.

Česká republika patří mezi významné producenty chmele na světě. Hlavní pěstovanou odrudou je Žatecký poloraný červeňák, který patří do skupiny jemných aromatických chmelů, jak píše Kovářová (2011, s. 271). Žatecký poloraný červeňák (ŽPČ) byl získán klonovou selekcí v původních porostech v žatecké a ústecké oblasti, popisuje Ježek (2015, s. 6). Nesvadba a kol. (2012, s. 2) vysvětluje, že později byly získány nové hybridní odrůdy z křížení vhodných rodičovských komponentů, které vykazují vyšší výkonost při zachování pivovarské kvality. V současnosti je u nás registrováno 16 odrůd dodávajících Vaníček, Bažant, Valeš (2018, s. 14). Dle Altové (2019, s. 3) zaujímají z hybridních odrůd chmele největší výměru Sládek, Premiant, Saaz Late, Agnus, Kazbek a Saaz Special. Majoritní odrudou stále zůstává Žatecký poloraný červeňák (ŽPČ), v roce 2018 jím bylo osázeno 86,6 % celkové pěstitelské plochy.

### **3.2 Sklizeň a posklizňové úpravy chmelu v České republice**

Začátek sklizně chmele termínově spadá do období po 20. srpnu, optimální zralost se dostavuje přibližně mezi 25.–28. srpnem. Sklizeň je prováděna mechanizačně a měla by být ukončena během 14–16 dnů, jak uvádí Kovářová (2011, s. 276). Načasování sklizně se odvíjí od tzv. technické zralosti chmele, která se stanovuje dle chemických rozborů vzorků

chmelových hlávek dané odrůdy z dané chmelnice před obdobím sklizně, také dle uzavřenosti hlávek, její pružnosti, typického zabarvení a vůně, jak popisuje Ježek (2015, s. 126).

Očesané hlávky vykazují vlhkost 76–80 %, hrozí nebezpečí zapaření až znehodnocení. Proto musí být urychleně započato s jejich sušením, jak píše Kovářová (2011, s. 277). Sušení je nejjednodušší způsob konzervace chmele. Zabraňuje oxidaci hlávek a redukuje množství vlhkosti na hodnotu, která inaktivuje potencionálně škodlivé mikroorganismy, popisuje Rybáček (1991, s. 229). Vlastní sušení probíhá ve starších komorových (žaluziových) sušárnách nebo novějších pásových (kontinuálních) sušárnách. Hlávky se suší při teplotě 55 °C–60 °C po dobu 6–9 hodin. Konečná vlhkost po usušení je pak 5–7 %, jak zmiňuje Kovářová (2011, s. 277).

Usušené hlávky jsou křehké, snadno se rozpadají a poškozují, dodává Kovářová (2011, s. 277). Ježek (2015, s. 129) napsal, že konečná vlhkost hlávek by měla být mezi 9–12 %. Podle Kovářové (2011, s. 277) musí dojít k úpravě jejich vlhkosti na 10,5–12,0 %. Požadované vlhkosti je dosaženo buď pomocí uklidňovací komory či klimatizace chmele, jejímž cílem je dosažení a zajištění kvality chmelových hlávek, dobré provzdušnění a optimální vlhkost, jak popisuje Ježek (2015, s. 129).

Kovářová (2011, s. 278) a Ježek (2015, s. 130) zmiňují, že hlávky se následně lisují do transportních žoků do tvaru hranolů, jejichž hmotnost činí 50–60 kg. Hranoly jsou určeny ke konečné expedici od pěstitele ke konečnému odběrateli nebo jsou odvezeny na další zpracování. Podle zákona o ochraně chmele č. 97/1996 Sb. (současná novela zákona č. 322/2004 Sb.) je každý žok zvážen, opatřen štítkem s potřebnými údaji (název země původu, odrůda chmele, rok sklizně, apod.), zaplombován a zapsán do výkazu označeného chmele.

Nakoupený chmel je dále zpracován a balen podle požadavků pivovarů, jak napsala Kovářová (2011, s. 279). Chemická nestabilita při skladování a relativně nižší účinnost složek chmelu při výrobě piva jsou hlavním důvodem přechodu na různé typy chmelových výrobků, popisuje Peterová (2010, s. 65).

Kovářová (2011, s. 279) doplňuje, že hlávkový chmel je nejjednodušší a nejstarší formou balení hlávek. Hlávky se přetřídí, podle přání odběratele se i konzervují sířením a následně se lisují na vysokotlakých lisech. Lisováním se sníží objem a omezí se přístup vzduchu, přesto při delším skladování dochází k jeho oxidaci a následnému snižování obsahu hořkých látek.

Dle Peterové (2010, s. 66) má výroba granulovaného chmele v ČR dlouhodobou tradici. Po homogenizaci, odloučení příměsí a přesušení na vlhkost 7–8 % je chmel rozmělněn v kladívkovém mlýnu. Lupulin, jako hlavní složka přechází za teplot minus 30 °C až minus 35 °C do krystalické formy a frakci lze mechanicky oddělit od ostatních rostlinných částí. Smícháním obou frakcí lze získat standardizovaný, různě koncentrovaný produkt. Prášek je protlačován prstencovou maticí a vzniklé granule se chladí vzduchem. Balí se do hliníkové folie a jsou prodávány pod obchodním názvem pelety (typ 90 a 45). Číslo v označení určuje, kolik kg granulátu se vyrobí ze 100 kg chmele, v zásadě je znakem koncentrace alfa-hořkých látek.

Kovářová (2011, s. 280) a Peterová (2010, s. 66) popisují, že chmelový extrakt jsou vyextrahované, pivovarsky důležité látky z chmelových hlávek ve formě tmavé husté, hmoty balené do plechových obalů. Výroba extraktů se aplikuje asi na 40 %, ve světě vypěstovaného chmele. Pro výrobu extraktu jsou využívány především vysokoobsažné odrůdy chmele. Dnes se extrakty vyrábí ze sušeného hlávkového chmele, lze využít i méně kvalitní (rozbitý, atd.). K extrakci se používá ekologicky nezávadná rozpouštědla etanolu a superkritického CO<sub>2</sub>.

Peterová (2010, s. 66) popisuje, že extrakty lépe vyhovují automatizované výrobě v pivovarech, lépe zajišťují stabilní kvalitu, ale od chmele se odlišují. Mohou nahradit chmel ve složce hořkosti nikoliv v aroma, které obsahuje pouze chmel nebo jednosložkové extrakty. Proto se sušený chmel ve formě pelet nebo jako hlávkový používá k dochmelování, v rozsahu do 30 % hořkosti (nebo i méně), a pro získání aroma.

### **3.3 Využití chmelu**

Chmelové hlávky se využívají jak na výrobu piva, tak i při výrobě kosmetiky či farmaceutických výrobků. Nejvíce je však využíván na výrobu piva, jak píše Kovářová (2011, s. 271). Peterová (2010, s. 63) popisuje, že domácí spotřeba chmele souvisí především s rozsahem výroby piva obecně, s jeho druhovou skladbou a s ní související potřebou chmelení. Nové technologie výroby piva umožňují hospodárnější využití chmele a jeho spotřeba na 1 hl piva se v průběhu posledních let nepatrně snížila, ale vlivem změn sortimentu zase roste.

Jak Peterová (2010, s. 63) vysvětluje, domácí pivovary se orientují na nákup levnějšího chmele, resp. chmelových extraktů ze zahraničí a poptávka po domácím chmelu klesla. Vedle

cenových relací je jako důvod sníženého zájmu uváděna i skutečnost, že suchý nedrcený chmel nelze dlouhodobě skladovat, aniž by bylo nutno zvyšovat jeho dávky v pozdějších obdobích.

Altová (2019, s. 4) uvádí, že se celkově ve světě v roce 2017 vyprodukovalo 1944,8 mil. hl piva (tj. o 0,8 % méně než v roce 2016). V roce 2018 dle předběžných údajů bylo vyrobeno 1952,8 mil. hl piva. Mezi tři největší producenty piva v roce 2018 patří Čína, USA a Brazílie. Z pohledu světadílů je největším producentem Asie a následuje Amerika.

### **3.4 Hodnocení kvality chmelu a jeho certifikace**

Krofta (2008, s. 7) vysvětluje, že hodnocení kvality zemědělských produktů, jako základních surovin pro výrobu potravin, je trvale věnována velká pozornost. To v plné míře platí i pro chmel, přestože se nejedná o přímou potravinářskou surovinu. Kvalita chmele se hodnotí již při sklizni, při zpracování suroviny na chmelové výrobky i bezprostředně před dodáním k odběratelům, kterými jsou převážně domácí i zahraniční pivovary.

Jak popisují Nesvadba a kol. (2013, s. 74), Kvalita českého chmele je dána dobrými pivovarskými vlastnostmi, pro které byly české odrůdy registrovány. Ovšem pro trh s chmelem je zajištěna kvalita na řadě úrovní. Jedná se o čistotu chmelové sadby, dále kontrola původu sklizeného chmele (odrůda, lokalita, ročník, atd.), kterou zajišťuje ÚKZÚZ.

Z každé jednotlivé dodávky chmele je u pěstitele odebrán průměrný vzorek hlávek, zmiňuje Krofta (2008, s. 10) a dále uvádí, že kvalita se posuzuje mechanickým a chemickým rozborem ve specializované laboratoři a dále subjektivním hodnocením. Základní kvalitativní parametry chmele určeného ke zpracování a prodeji určuje Tržní řád chmele. Tržní řád chmele je smlouva mezi Svazem pěstitelů chmele České republiky a Uníí obchodníků a zpracovatelů chmele, kterou se řídí veškerý nákup chmele v České republice s cílem vyrovnaných tržních podmínek domácího trhu v nákupu chmele, zajistit českému chmelu dlouhodobý odbyt za rentabilní ceny a dostat trh s chmelem do stavu blízkého rovnováže mezi nabídkou a poptávkou.

Tržní řád chmele v České republice kromě dalších ustanovení stanoví kvalitativní znaky chmele a jejich minimální (a maximální) hodnoty, které by měl dodávaný chmel vykazovat, aby byl schopen konkurence na náročných trzích (viz tabulka 1 – Krofta,

2008, s. 10). Na jejich základě jsou pak jednotlivými odběrateli stanoveny požadavky pro jednotlivé jakostní třídy, dodává Kovářová (2011, s. 278).

Tabulka 1: Kvalitativní parametry chmele stanovené Tržním řádem

Jakostní znak		Standartní jakost
1.	konduktometrická hodnota v originále	2,6 % a více - Žatecký poloraný červeňák
		4,0 % a více - Sládek
		6,5 % a více - Bor
		7,0 % a více - Premiant
2.	rozplevení	do 30 %
3.	otluky	do 15 %
4.	poškození škůdci a chorobami	do 15 % (nepřipouští se zbytky mšice)
5.	barva hlavek	zlato až žlutozelená
6.	barva lupulinu	světle žlutá až žlutá, lesklá
7.	biologický vzrůst hlávek	hlávky dobře vzrostlé, vyrovnané, vyzrálé
8.	vlhkost	do 12 %
9.	chmelové příměsi	do 3 %
10.	cizí příměsi	bez cizích příměsí

Zdroj: Krofta, 2008, s. 10

Krofta a kol. (2017, s. 4) vysvětluje, že vlhkost je velmi důležitým kvalitativním parametrem chmele. Optimální obsah vlhkosti sušeného chmele leží v intervalu 8–11 %. Obsahuje-li sušený chmel méně než 7 % vlhkosti, má tendenci k rozplevování, tj. rozpadu na listeny a věténka, což je z hlediska ztrát lupulinu při dalším zpracování nežádoucí. Při obsahu vody vyšším než 13 % hrozí chmelu zaplísnění a znehodnocení v důsledku změny barvy, v krajním případě až samovznícení.

Podle Krofta (2008, s. 21) je jedním z kvalitativních parametrů nakupovaného chmele i obsah alfa kyselin vyjádřený jako konduktometrická hodnota. Alfa kyselin, které společně s beta kyselinami patří ke specifickým složkám chmelových pryskyřic, jsou z pivovarského hlediska nejdůležitější složkou chmele. Sensoricky jsou alfa kyseliny v čistém stavu bez chuti a vůně. Při výrobě piva se izomerují na tzv. iso-alfa kyseliny, které jsou nositelem hořkosti piva.

Ze slov Krofta (2008, s. 12) vyplývá, že obsah alfa kyselin ve chmelu je ročníkově značně proměnlivý, závislý do značné míry na průběhu povětrnostních podmínek v průběhu vegetační sezóny. Pěstitel nemá prakticky možnost výši obsahu alfa kyselin podstatným

způsobem ovlivnit. Kovářová (2011, s. 274) dodává, že obsah alfa kyselin se pohybuje u českých velmi jemných aromatických chmelů okolo 3,5–6,0 % a u hybridních odrůd, podle odrůdy, mezi 7–15 %.

Jak Krofta (2008, s. 15) popisuje, anatomická stavba chmelových hlávek umožňuje hodnocení několika parametrů, které charakterizují jejich velikost, hmotnost a tvar. V praxi se k hodnocení kvality chmele nejčastěji používají tři mechanické zkoušky, obsah cizích a biologických příměsí, obsah semen a míra rozplevení.

Krofta (2008, s. 7) dále doplňuje, že v každé fázi hodnotícího systému je kladen důraz na jiné parametry. Při sklizni a zpracování jsou nejdůležitější ukazateli vlhkost, obsah příměsí a alfa kyselin. Pivovary, které mají kvalitativní parametry chmele uvedeny v systémech jakosti, požadují kromě obsahu alfa kyselin deklaraci obsahu řady nežádoucích a cizorodých látek, jako jsou například dusičnany, rezidua pesticidů, mykotoxiny, těžké kovy a další. Pro deklaraci odrůdové čistoty chmele lze použít další kvalitativní ukazatele, například obsah a složení chmelových silic. Uvedená hlediska se také používají pro hodnocení vlastností a kvality novošlechtěných chmelů.

Nesvadba a kol. (2013, s. 79) uvádí, že doložení původu chmele je nezbytným krokem pro získání důvěry zákazníka a její udržení. Certifikace chmele má v českých zemích dlouholetou tradici. Chmel je v České republice komoditou, která legislativně podléhá certifikaci. Označováním (u pěstitele) a ověřováním (u zpracovatele) chmele je v České republice pověřen ÚKZUZ, organizačně agendu vykonává Sekce rostlinné výroby, Oddělení chmele Žatec. Certifikací se deklaruje kvalita a původ chmele. Certifikován může být pouze chmel, který byl vyprodukovan ve třech katastrálně vymezených chmelařských oblastech ČR – Žatecko, Ústěcko, Tršicko.

Podle Barborky (2019), probíhá certifikace ve dvou stupních. Označování chmele u pěstitelů a ověřování původu, většinou jako kontrola a dohled při zpracování chmele. Vše podle legislativy zákona č. 97/1996 Sb., o ochraně chmele a vyhlášky č. 325/2004 ve znění pozdějších předpisů a nařízení Komise (ES) č. 1850/2006, kterým se stanoví prováděcí pravidla pro ověřování chmele a chmelových produktů.

### 3.5 Podmínky a historie obchodu s českým chmelem

Svatoš a kol. (2009, s. 15) popisuje, že historie vnějších ekonomických vztahů (mezinárodní ekonomické spolupráce, mezinárodní dělby práce) je stejně dlouhá jako historie státu či jeho politickoekonomického uspořádání. Historicky nejvýznamnější součástí vnějších ekonomických vztahů je zahraniční obchod, který je dodnes dominující součástí mezinárodní dělby práce většiny zemí světa. Čím je země ekonomicky vyspělejší, tím je mozaika jejich vnějších ekonomických vztahů pestřejší.

Dle Pouzarové (1998, s. 9) je zahraniční obchod historicky nejstarší a dosud nejrozšířenější formou vnějších hospodářských vztahů. Jejich vliv na hospodářský vývoj jednotlivých zemí se podstatně prohloubil v celém období po 2. světové válce (v komparaci s meziválečným vývojem), v posledních desetiletích pak vývoj mezinárodního obchodu patří k nejdynamičtějším prvkům vývoje světové ekonomiky. Přitom jde o dynamický vývoj nejen v měřítku kvantitativním, nýbrž i z hlediska změn struktur zahraničněobchodních toků jednotlivých zemí.

Dále Svatoš a kol. (2009, str. 21) píší, že pro hodnocení zahraničního obchodu v ekonomice každé země užíváme několika hledisek. Například efektivnosti (snaha soustředit se v exportu na výrobky, kde může země dosáhnout maximálních úspor společenské práce. Na tyto produkty se pak soustředí výzkum, vývoj apod.), proporcionality a demonstrativní efekt, apod.

Svatoš a kol. (2009, str. 22) popisuje, že vlivem jednotlivých uvedených faktorů (hledisko efektivnosti, proporcionality, efekt demonstrační a další) na ekonomiku každé země je různý. V zásadě lze říci, že čím je země větší a čím více má obyvatel, tím je míra závislosti ekonomiky na vnějších ekonomických vztazích menší.

Zahraněční obchod mění, transformuje strukturu domácí produkce resp. domácích zdrojů ve strukturu žádoucí v oblasti užití (výrobního či finálního), dodává Pouzarová (1998, s. 9).

Ze slov Svatoše a kol. (2009, str. 21) vyplývá, že čím je ekonomika menší a tím je otevřenější, mělo by být soustředění sil na zvýšení a udržení schopnosti konkurence, to znamená i schopnosti vývozu vybraných výrobků. Význam zahraničního obchodu lze spatřovat také ve zjištění, že čím větší je vzájemná hospodářská provázanost dvou nebo více



zemí, tím jsou celkové vztahy těchto zemí stabilnější. Proto je možné označit vnější ekonomické vztahy jako formu vztahů, která silně podporuje mírovou spolupráci a snižuje riziko konfliktu. Zahraniční obchod přispívá také k růstu vzdělanosti, zmiňuje.

Peterová (2010, s. 63) poznamenává, že chmel patří mezi tradiční exportní komodity ČR. Na zahraniční trhy byl prodáván formou tzv. předprodejů s lhůtou kontaktu 3–7 let dopředu. Tento systém prodeje klesá a je nahrazován prodejem z přímého trhu. Na vývoz jsou dodány chmelové šišťice sušené, nerozdrcené, případně drcené a granulované. Druhá forma se objemově stále zvyšuje, neboť chmel v granulích (peletách) a v inertní atmosféře si uchovává déle svoji kvalitu. Z celkové výroby představuje export stabilně více než tři čtvrtiny.

Při vývozu chmele je vyžadován certifikát na chmel o původu, který vydává ÚKZÚZ (Barborka, 2019). Vorel (2019) dodává: „Pokud se jedná o vývoz chmele, celní úřad vyžaduje pouze předložení vývozní faktury a ověřovací listiny. Žádné další doklady nejsou vyžadovány. Problematiku vydávání ověřovacích listin upravuje článek 77 a 190 Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1308/2013 ze dne 17. prosince 2013, kterým se stanoví společná organizace trhů se zemědělskými produkty a zrušují nařízení Rady (EHS) č. 922/72, (EHS) č. 234/79, (ES) č. 1037/2001 a (ES) č. 1234/2007.“

Barborka (2019) vysvětluje, že dosavadní způsob certifikace se příznivě promítá do zahraničního obchodu s chmelem (75–80 % produkce chmele je exportováno, z toho 60 % na asijské trhy). Přínosem současného způsobu certifikace chmele je také vysledovatelnost produktu, na což je kladen v celém potravinovém řetězci stále větší důraz.

Dle Menzlové, Bříškové a Sekavové (2019, s. 16) hodnota agrárního vývozu a dovozu EU 28, navzdory určitým výkyvům, dlouhodobě roste. Týká se to jak obchodu s třetími zeměmi, tak obchodní výměny mezi jednotlivými členy na jednotném trhu. Až na výjimku roku 2013 je bilance AZO EU 28 s třetími zeměmi záporná. Bilance intraobchod (obchod mezi jednotlivými členy Unie) je kladná. Tempo růstu agrárního intradovozy a intravývozu nových členů Unie (EU 13) je dlouhodobě vyšší nežli u celé EU 28. Bilance agrárního intraobchodu EU 13 se pohybuje v kladných číslech od roku 2012.

Jak popisuje Smutka a kol. (2011, str. 17) význam světového obchodu s agrárními produkty v porovnání s obchodem výrobků ostatních odvětví světového hospodářství zaznamenal velmi výrazný pokles. Začátkem šedesátých let 20. století se podíl obrátu obchodu

s agrárními výrobky na celkovém zbožovém obratu ve světě pohyboval na úrovni 25 %, v současné době je jeho podílové zastoupení pouze 8 %.

Altová (2019, s. 4) dodává, že chmel zůstává jednou z nemnoha položek agrárního zahraničního obchodu, u nichž má Česká republika dlouhodobě kladné saldo.

### **3.5.1 Historie exportu a importu českého chmelu a chmelových výrobků**

Zima, Zázvorka (1938, s. 120) popisují, že chmel vyrobený v Československé republice se od roku 1921 z větší části vyvážel do ciziny, potřeba tuzemských pivovarů byla, v porovnání k celkové produkci, dosti malá. Z celkové produkce let 1926/27–1931/32 bylo každoročně vyvezeno průměrně 72 % celkové sklizně. Spotřeba tuzemských pivovarů činila v uvedených šestiletích průměrně asi 64000 centů (3200 t) chmele ročně, poté však značně klesla.

Podle Zimy, Zázvorky (1938, s. 120) prodej chmele nebyl v Československé republice upraven zákonem, burza na chmel nebyla a pro chmelový obchod platili pouze určité zvyklosti. Chmelový obchod byl v ČSR v rukou obchodníků a komisionářů, kteří u pěstitelů vykupovali chmel prostřednictvím nakupovačů. Při prodeji chmele pivovarům dodával obchod chmel sířený, nebylo-li jinak ujednáno.

Zima, Zázvorka (1938, s. 120) píší, že v období 1935/36 se vyvezlo 105721 celních centů (5286,05 t) chmele, Nejvíce do Německa 21866 c. c (1093,3 t), do Belgie a Francie. Za rok 1936/37 se celkově vyvezlo 177909 celních centů chmele (8895,45 t). Z toho nejvíce do USA, Německa a Belgie. Do USA se v roce 1936/37 vyvezlo 35797 c. centů (1789,85 t) chmele, což činilo cca 20 % celkového exportu za období 1936/37. Z ciziny se do Československa dovezlo v letech 1926/27–1928/29 průměrně 12000 c. centů chmele (600 t). Od roku 1930 dovoz cizího chmele do Československa úplně přestal.

Fric (2009, s. 135) uvádí, že druhá světová válka (1939-1945) znamenala utlumení pěstování a obchodu s chmelem. Po válce mnoho obchodních firem zaniklo a v roce 1948 přišlo znárodnění s následnou kolektivizací. Celá produkce a obchod s chmelem přešly pod státní správu. Bylo založeno Družstvo pěstitelů chmele, Výkupní sklad chmele n. p. Žatec (1952), Stanice pro pěstování chmele (1954), Výkupní podnik chmele (1958). V roce 1960 pak byl zřízen národní podnik Chmelářství Žatec, přes který byl veden všechen obchod a

vývoz, který stále tvořil 60 až 80 % produkce do 72 zemí světa. Veškerý zahraniční obchod byl veden přes podnik zahraničního obchodu (PZO) Koopol a. s.

Jak vysvětluje Adamec (1999, s. 2) v průběhu 90. let ve změněném ekonomickém prostředí, kdy docházelo k privatizaci státního majetku, se měnily podmínky pro uplatnění českého chmele na domácím i světovém trhu. Úspornější technologie chmelení se stále vyšším zastoupením výhodnějších chmelových výrobků z odrůd, které poskytovaly vysoký obsah hořkých látek, snižovaly spotřebu aromatického chmele. Domácí odrůdová skladba se tak stala nevýhodnou. Český chmel místo expanze do dalších teritorií některá odbytí ztratil. Z těchto důvodů došlo v druhé polovině 90. let k poklesu jeho cen a ke snižování výměry obdělávaných chmelnic v ČR.

Adamec (1999, s. 2) poznamenává, že světová výměra pěstování chmele dosáhla nejvyšší úrovně 95535 ha v roce 1992. Vzhledem k přebytku chmele na světovém trhu v letech 1995–1999 došlo k výraznému poklesu ploch chmelnic. Přesto v roce 1999 byla Česká republika stále na 3. místě výměrou ploch chmele. Pokles ploch chmele v ČR měl za důsledek snížení odbytu českého chmele na domácím i zahraničním trhu.

Dále Adamec (1999) dodává, že v období 1995/96 se dovezlo do České republiky 633 t chmele, z toho 352 t bylo chmele lisovaného, 213 t granulovaného chmele a 68 t ostatních výrobků z chmele, dále se dovezlo 135 t chmelového extraktu. Za rok 1996/97 se dovezlo 713,9 t chmele a 149,1 t chmelového extraktu. Za období 1995/96 se vyvezlo z ČR 4187,4 t lisovaného chmele a 3462,5 t chmele granulovaného, to bylo celkem 7649,9 t chmele.

Jak uvádí Altová (2005, s. 7) od 1. května 2004, po vstupu České republiky do Evropské unie, se stal trh s chmelem součástí Společné organizace trhu (SOT), která je vymezena nařízením Rady nebo Komise. Pravidla SOT po vstupu ČR do EU byla bezprostředně a přímo aplikovatelná. Vládní návrh zákona, kterým se měnil zákon č. 97/1996 Sb., o ochraně chmele, reagoval na změny právního prostředí po vstupu do EU. Z již stávajícího zákona č. 97/1996 Sb. byla proto vypuštěna některá ustanovení, aby nedošlo k duplicitám. Vládní návrh proto řešil např. stanovení chmelařských oblastí a poloh a dále okruhy, které evropské právo nereguluje jako je evidence chmelnic, vztah ke správnímu řádu, kompetence příslušných orgánů či sankce.

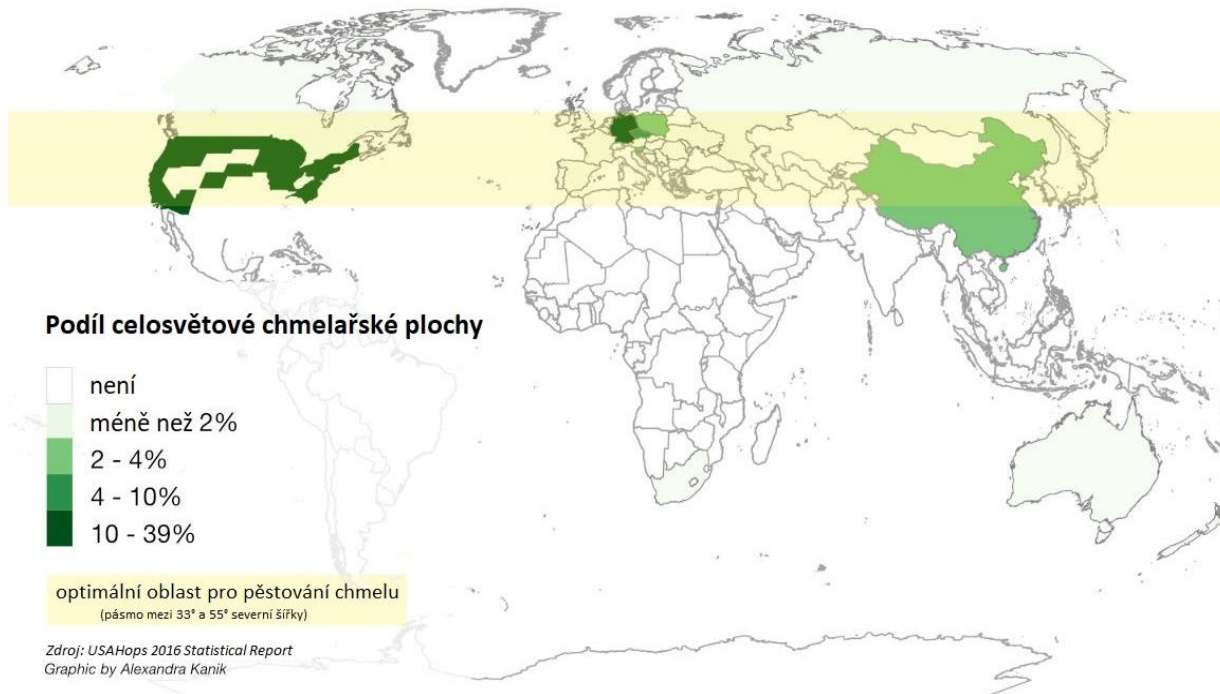
Altová (2005, s. 32) také poznamenává, že dovoz surového lisovaného chmele v roce 2004 byl realizován ve výši 965,1 t. Surový chmel byl do ČR dodáván převážně za účelem

zpracování, zejména z Polska a z Německa. Dovoz granulovaného chmele v roce 2004 činil 108,9 t. Více než 80 % produkce českého chmele bylo exportováno a z toho důvodu byl vliv přetrvávajícího silného kurzu české koruny vůči EUR i USD velmi výrazný. Vývoz chmele v roce 2004 včetně intravývozu činil 4628,9 t. Vzhledem k nižšímu nákupu zahraničních firem, které chmel zpracovávají ve svých zařízeních, se meziročně zvýšil vývoz granulovaného chmele na úkor chmele surového. Jedním z největších odběratelů českého chmele bylo stále Japonsko.

### 3.6 Pěstování chmelu ve světě a hlavní producenti

Chmel roste pouze v určitých zeměpisných šířkách na kterékoliv polokouli, přičemž vzdálenost od rovníku ovlivňuje hodiny denního svitu ve vegetačním období, vysvětluje Ward (2017) a píše, že vedle toho je chmel náchylný k mnoha druhům plísní. Pěstování chmele je v jistých oblastech náročné či zcela nemožné kvůli těmto faktorům. Navíc vzduch, půda a teplota jsou činitelé, které jsou schopné ovlivnit chuť chmele, dodává Pears (2019).

Obrázek 1: Světový producenti chmelu



Zdroj: Erwin a kol., 2017

Barth, Klinke, Schmidt (1994, s. 39) popisují, že chmel je klasická mezinárodní komodita agrárního zahraničního obchodu. Chmel je pěstován, zpracováván, importován a exportován. Většina zemí, které jsou schopné být soběstačné, nejenom že exportují vlastní chmel, ale i další importují a to z různých důvodů.

Podle Pavlovice (2012, s. 234) producenti chmele musí odpovídat na stále se měnící potřeby pivovarnického průmyslu, za předpokladu použití vhodných odrůd určité kvality požadované trhem, jakož i zůstat konkurenceschopný v globálním chmelařském průmyslu. Důležitým faktorem souvisejícím s konkurenceschopností je struktura produkce v sektoru chmelařského průmyslu (finanční podíl, průměrná velikost farmy, stupeň specializace).

Dle Altové (2017, s. 22) z pohledu rozsahu pěstování chmele ve světě vzrostla v roce 2017 podle Ekonomické komise IHGC (International Hop Growers' Convention) sklizňová plocha o 3116 ha na celkovou výměru 57839 ha plodných chmelnic. Z toho bylo vysázeno odhadem 4000 ha nových porostů.

Mezi významné světové pěstitele chmele patří Spolková republika Německo (Německo). Barth, Klinke, Schmidt (1994, s. 85) popisují, že zmínky o sbírání chmele v Německu pochází z 10.–12. století. Německo nyní soustředí pěstování chmele do pěti hlavních oblastí a mimoto do několika soukromých farem. Oblast Hallertau je největší jednotná chmelařská oblast na světě a pěstuje se na ní přibližně pětina světové produkce. Oblast Elbe-Saale zahrnuje chmelařské pěstitelské plochy v Sasku, Sasko-Anhaltsku a Durynsku. Je rozlohou o trochu větší než oblast Tettngang, která se nachází u Bodamského jezera v okolí stejnojmenného města. Druhá nejmenší německá chmelařská oblast nese název Spalt a nachází se nedaleko od města Norimberk, stejně tak i nejmenší chmelařská oblast Hersbruck.

Altová (2017, s. 23) a IHGC (2019, s. 14) píší, že plocha chmelnic v roce 2018 vzrostla na celkových 20144 ha. Výsaz byl proveden na 857 ha, převážně byly vysazovány hořké odrůdy. Stále pokračuje přesadba starších odrůd za Herkules, jehož plocha v současnosti dosahuje 6309 ha (vůbec největší plocha jedné odrůdy na světě). V případě aromatických odrůd nadále vévodí Perle (3003 ha). Plochy tradičních aromatických odrůd Perle, Hall Tradition, Hersbrucker, Hallertauer Mtf. poklesly. Do nové výsadby spadá i cca 300 hektarů smluvně zajištěné americké odrůdy Amarillo.

Dalším hlavním světovým producentem chmele jsou Spojené státy americké (USA). Barth, Klinke, Schmidt (1994, s. 125) a Hop Growers of America (2019) tvrdí, že zmínky o chmelu a jeho začátcích v USA jsou ze 17. století. Dříve se chmel pěstoval v 8 státech (New York, Wisconsin, Kalifornie, Massachusetts, Vermont, New Hampshire, Maine, Connecticut). Následně se pěstování chmele přesunulo do států Washington, Oregon a Idaho, kde převažuje většina produkce. V posledních letech se začal pěstovat chmel i v dalších 26 státech USA, mezi ně patří i některé z původních států, ale jejich produkce se pohybuje přibližně okolo 4% z celkové produkce USA. Nejvíce produkce Spojených států amerických pochází ze státu Washington (68,2 %), v kterém se nejvíce chmele pěstuje v údolí řeky Yakima. Zbytek produkce pochází ze států Idaho (14,2 %) a Oregon.

Podle IHGC (2019, s. 2) celková plocha chmele v roce 2018 dosáhla 23379 ha a je tak druhým rokem země s největší rozlohou chmelnic ve světě. Nejvýraznější nárůst ploch byl zaznamenán ve státě Michigan nebo New York popisují Altová (2017, s. 23) a IHGC (2019, s. 34) dále dodávají, že od roku 2011 američtí pěstitelé svoji plochu téměř zdvojnásobili. V USA je pro komerční využití dostupných už 60 odrůd. Nejrozšířenějšími jsou aromatické odrůdy Cascade (2488 ha), Centennial (1851 ha), Citra (2583 ha) a Simcoe (1614 ha). Dalšími významnými odrůdami jsou Chinook, Amarillo, Mosaic, hořké odrůdy Summit, Apollo, Pahto, Nugget nebo skupina odrůd CTZ (Columbus, Tomahawk a Zeus). Převážnou většinu nárůstu plochy představují právě zmiňované aromatické odrůdy včetně dalších nově registrovaných.

Jak uvádí Barth, Klinke, Schmidt (1994, s. 251) k hlavním pěstitelům se řadí další země sousedící s Českou republikou, a to Polská republika (Polsko). Polsko pěstuje chmel ve třech oblastech, největší chmelařská oblast v Polsku je v okolí města Lublin. Další oblast se nachází v okolí města Poznan a poslední v okolí měst Wroclaw a Opole. IHGC (2019, s. 18) a Altová (2017, s. 24) se shodují, že pro rok 2018 bylo v Polsku ke sklizni celkem 1 662 ha. Nejrozšířenější odrůdou je německá odrůda Magnum následovaná tuzemskou odrůdou Lubelski a Marynka. V posledních letech roste plocha nové polské hořké odrůdy Magnat, která dosahuje okolo 13–16 % alfa hořkých látek, dodává Altová (2017, s. 24).

Jedním z významných pěstitelů je Slovinská republika (Slovinsko), tvrdí Barth, Klinke, Schmidt (1994, s. 244). Celková plocha chmelařských oblastí ve Slovinsku v roce 2018 dosáhla 1 667 ha, jak popisuje IHGC (2019, s. 28) a dodává, že pěstování chmele probíhá

v oblasti okolo řeky Savinija v okolí měst Žalec, Celje a Šoštanj. Altová (2017, s. 24) s IHGC (2019, s. 28) píše, že nejrozšířenějšími odrůdami zůstává Celeia (584 ha) a Aurora (551 ha). Další významnější odrůdy jsou Savinjski golding nebo Bobek

Čínská lidová republika (Čína) patří mezi hlavní producenty chmele, bohužel aktuální data nejsou zcela dostupná. V Číně měli 8 chmelařských oblastí převážně na severu, mezi nejstarší chmelařské oblasti patří Heilongjiang a Jilin, poznamenali Barth, Klinke, Schmidt (1994, s. 178). IHGC (2019, s. 2) zmiňuje, že z důvodu nedostupnosti aktuálních dat o rozloze chmelnic a výnosech jsou data odvozena z původních dat IHGC a odsouhlasena ve Freisingu v roce 2019. V roce 2018 měla celková plocha chmele dosáhnout 2683 ha.

Dalším významným světovým pěstitelem chmele je Velká Británie (Anglie) popisují Barth, Klinke, Schmidt (1994, s. 219) a dodávají, že okolo roku 1350 král Edward III přivedl vlámské osadníky, kteří preferovali pivo před tradičním anglickým ale (v té době byl vyráběn bez chmele), do Anglie. Písemné zmínky tvrdí, že v roce 1524 vlámská osadníci začali v Kentu prvně pěstovat chmel. Ohledně písemností o začátku pěstování chmele v Anglii panují pochybnosti.

Dnešní chmelařské oblasti jsou Kent, Hampshire, Herefordshire, Worcestershire, Surrey a Sussex říká Altová (2017, s. 24) společně s IHGC (2019, s. 2) a doplňují, že v roce 2018 plocha dosáhla 948 ha. Chmelnice jsou převážně osázeny odrůdami Target, Goldings, Fuggles a First Gold.

Japonsko se neřadí mezi velké světové producenty chmele, ale jedná se v současnosti o jednoho z největších odběratelů České republiky. Dle Barth, Klinke, Schmidt (1994, s. 315) v roce 1854 bylo Japonsko donuceno Amerikou k otevření mezinárodnímu obchodu. Historie pivovarnictví v Japonsku se váže k roku 1869, když si dva Američané zřídili pivovar ve městě Yokohama. Od té doby se chmelařství a pivovarnictví významně vyvinulo. Chmelařské oblasti se nacházejí v okolí měst Iwate, Akita, Yamagata a Fukushima a dle IHGC (2019, s. 2) zabírají celkově 106 ha. Barth, Klinke, Schmidt (1994, s. 315) vysvětlují, že japonská produkce chmele nikdy nebyla schopna zaujmout významnou pozici v japonském rychle rostoucím pivovarnickém průmyslu. Proto se Japonsko už od začátku muselo spoléhat na dovoz chmele.

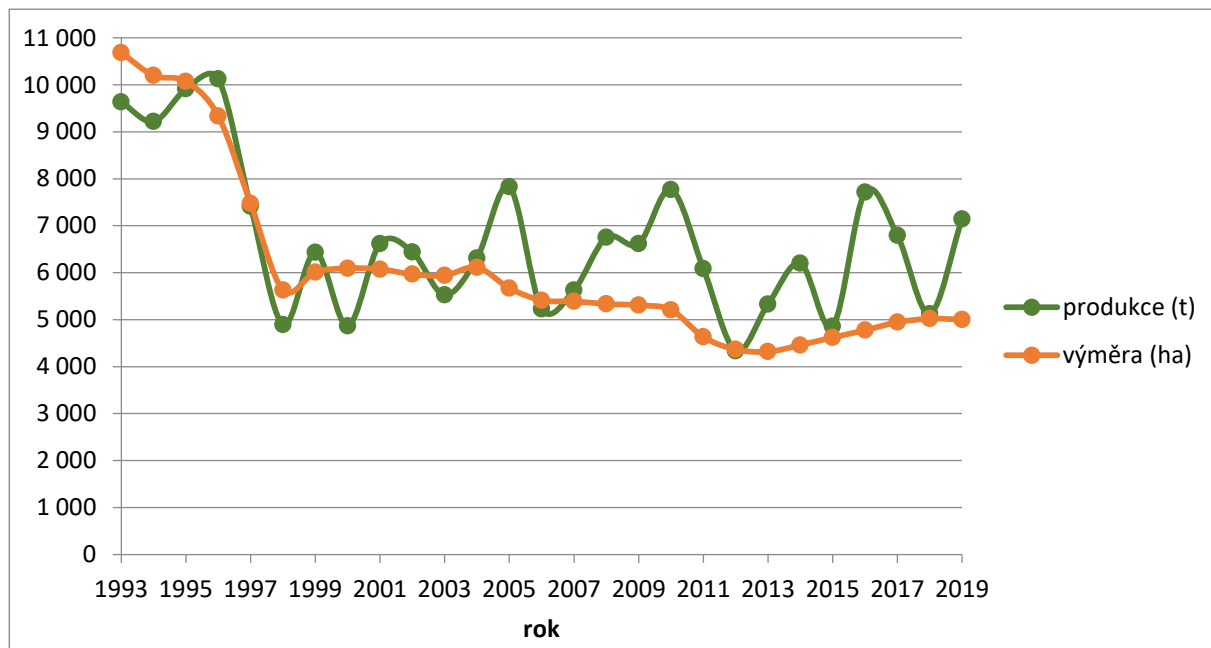
## 4 Vlastní práce

Vyváží se a dováží se nejen hlávkový, sušený chmel, ale i granulovaný chmel či chmelový extrakt. Česká republika, z těchto tří druhů zboží, nejvíce vyváží chmel granulovaný a naopak nejvíce dovozu provádí v oblasti sušeného chmelu, který z části zpracuje a následně zase vyveze.

Výměra chmelnic v České republice poklesla mezi lety 1993 a 2019 z 10 686 ha na 5 003 ha, což je pokles o 47,29 %, jak lze vidět v Graf 1. Produkce od roku 1993 do roku 2018 poklesla o 47,91 %, ovšem z roku 2018 na rok 2019 vzrostla o 2 125 t, tj. o 42,33 %.

Změna výměry chmelnic v letech 1993 až 1998 byla ovlivněna více faktory. Jedním

Graf 1: Vývoj produkce chmelu a výměry chmelnic v ČR v letech 1993–2019



Zdroj: Situační a výhledové zprávy MZe, UKZÚZ, vlastní zpracování

z nich mohl být návrat neoprávněně odebraného majetku (v tomto případě chmelnic) původnímu majiteli v restitucích, které začaly po roce 1990. Nastalo, že majitelé, kterým se navrátily chmelnice, už nechtěli v tomto oboru podnikat, své chmelnice prodali či zrušili a půdu využili k jiným účelům. Následně se k restitucím přidala privatizace v letech 1992 a 1994. Těmito vlivy probíhala změna vlastníků chmelnic.

Zároveň někteří zemědělci, kteří si ponechali chmelnice, rušili staré chmelnice a místo nich vysazovali nové. V této době probíhala přesadba chmelu novými, výkonnějšími

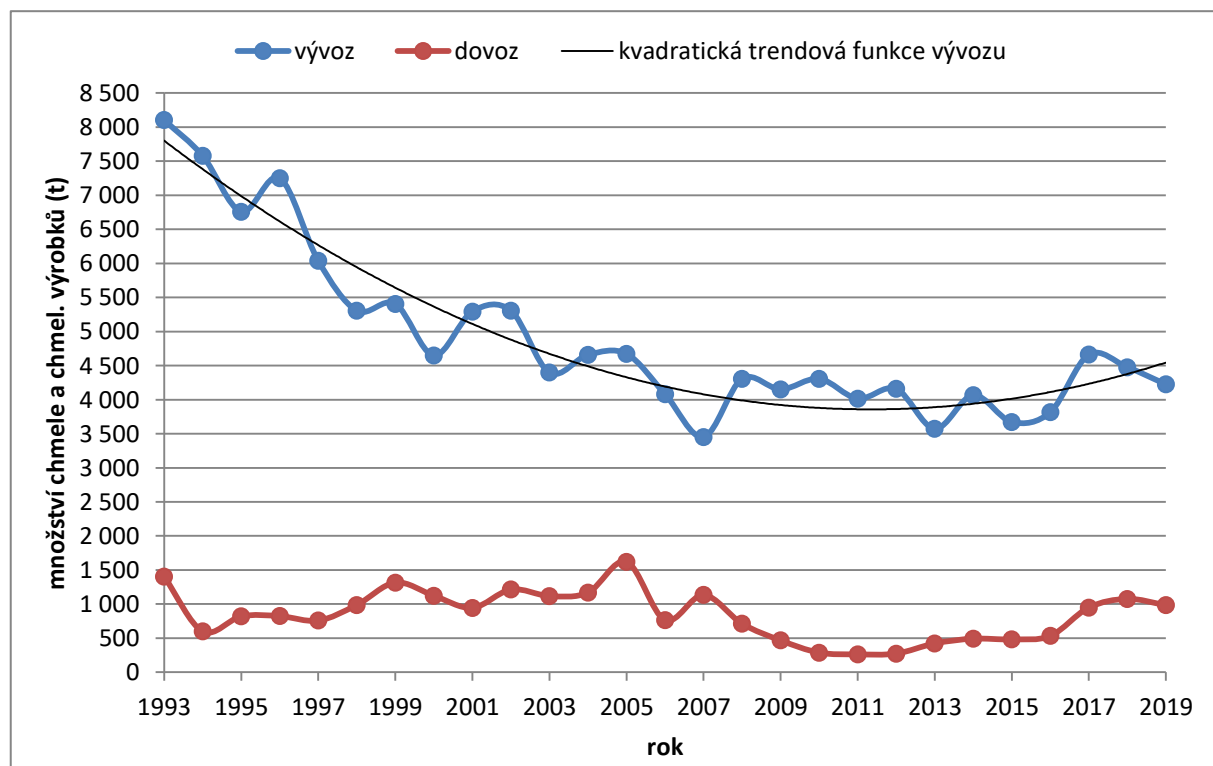


meristémy (ozdravená sadba). To mohlo také zapříčinit pokles výměry chmelnic. Také v této době nebyl velký odbyt chmelu, obzvláště Žateckého poloraného červeňáku (ŽPČ). Proto v roce 1994 byla vyšlechtěna aromatická odrůda Sládek a v roce 1998 Premiant, které měly ŽPČ na trhu nahradit. Jejich výnosnost je vyšší, proto nebylo potřeba některé plochy chmelnic zachovat.

V roce 2014 došlo k navýšení plochy chmelnic a tím pádem i k navýšení vývozu. Důvodem tohoto navýšení byl návrat k tradičně dělaným pivům a zvýšení zájmu o Žatecký poloraný červeňák. Zároveň je vývoz v každém roce ovlivněn produkcí, která je v Čechách velkou měrou nejvíce závislá na počasí.

Přestože vývoz chmelu a chmelových výrobků z České republiky od roku 1993 poklesl, stále výrazně převyšuje dovoz, jak si lze povšimnout v Graf 2. Tento pokles souvisí převážně s poklesem výměry chmelnic v Čechách, která od roku 1993 do roku 1998 poklesla téměř o polovinu. S výměrou souvisí i produkce, která je navíc závislá i na počasí. Pokles vývozu v letech 2007, 2013 a 2016 souvisí s poklesem produkce chmelu v České republice.

Graf 2: Vývoj vývozu a dovozu chmelu a výrobků z něj (t) v letech 1993–2019



Zdroj: ČSÚ, vlastní zpracování

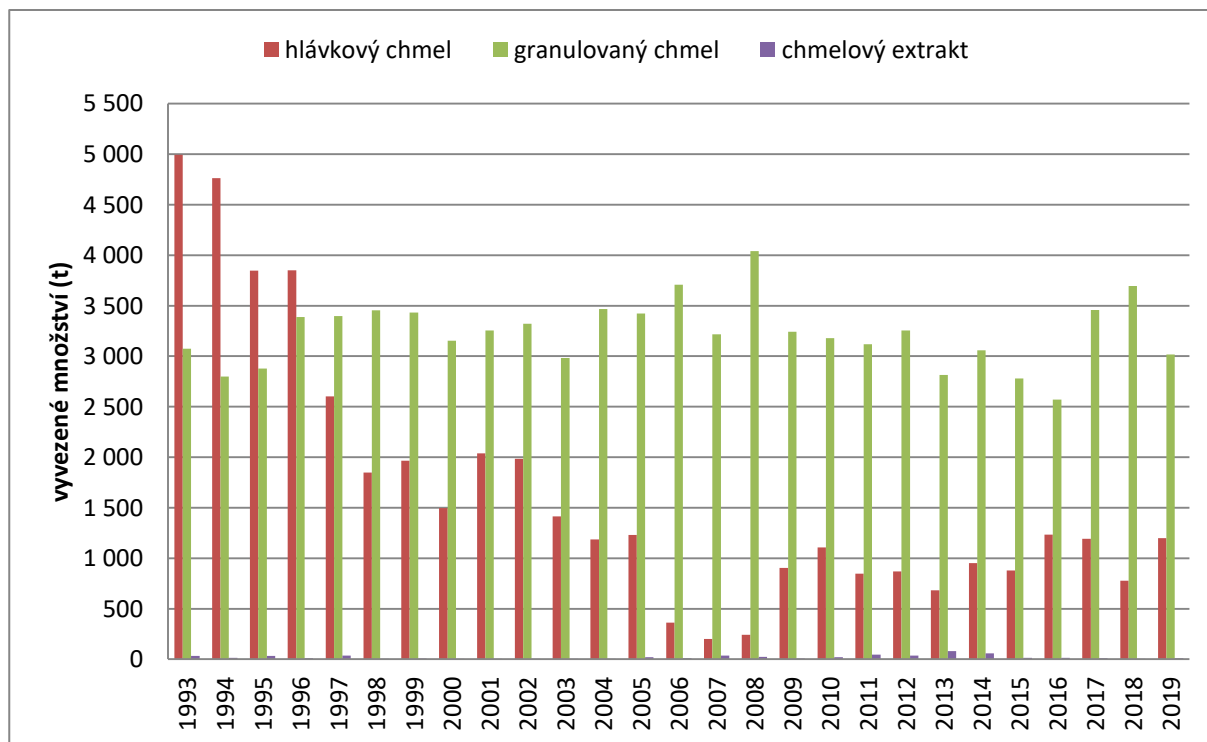
#### 4.1 Statistická analýza vývozu chmelu z ČR

V České republice od roku 1993 do roku 2019 došlo k poklesu vývozu chmelu a chmelových výrobků na 4,225 tun, tj. o 47,85 %. Tento pokles je spojen převážně s poklesem výměry chmelnic a následným poklesem produkce chmelu, jenž ovlivňuje výrobu chmelových produktů.

V roce 2007 probíhala v USA hypoteční krize, která měla vliv i na český vývoz chmelu a výrobků z něj a jeho propad viz Graf 2. V roce 2007 a v několika letech poté se navíc k této krizi nejspíše přispěl přebytek chmelu na celém světě, což mělo za následek pálení neprodaného chmelu a jeho likvidaci. Zřejmě proto vývoz nedosahoval velkých čísel.

K vývozu z České republiky jsou využívány sušené nerozdrcené hlávky, granulovaný chmel balený a také chmelový extrakt. Pokud jde o skladbu těchto tří různých produktů, od

Graf 3: Vývoj skladby vývozu chmelu v letech 1993–2019 (t)



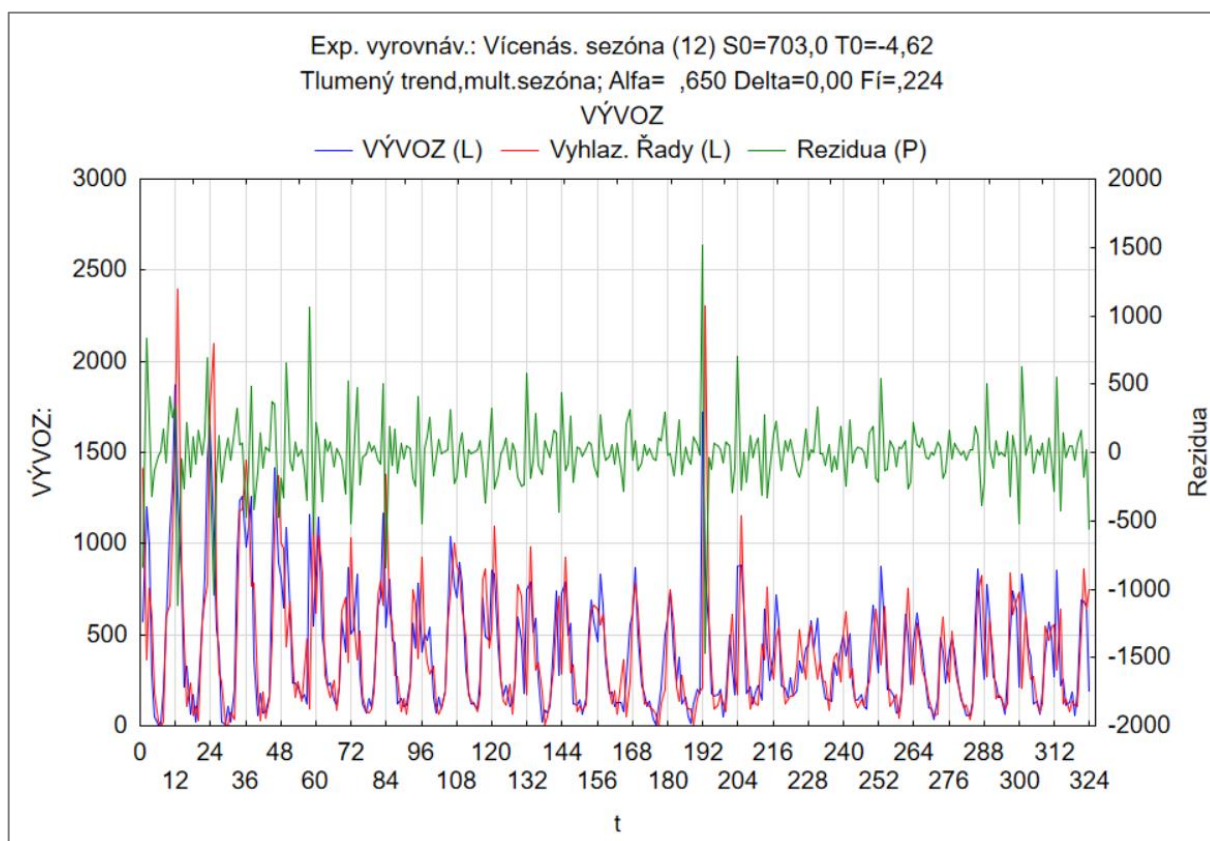
Zdroj: ČSÚ, vlastní zpracování

roku 1993 do roku 1996 převažoval hlávkový sušený chmel. Od roku 1997 do současnosti převažuje vývoz granulovaného chmelu, jak je možné vidět v Graf 3. Chmelový extrakt se oproti granulovanému a hlávkovému chmelu vyváží ve velmi nepatrném množství.

Vývoz hlávkového chmelu poklesl mezi lety 1993 a 2019 ze 4 995 t na 1 198 t, tj. o 76,02 %. Oproti tomu se chmel v granulích s mírným kolísáním stále drží v rozmezí přibližně okolo 2 600 t až 4 000 t za rok. Vývoz chmelového extraktu poklesl od roku 1993 do roku 2019 o 68,81 %, z 32,3 t na pouhých 10,1 t. Změna dominantního vývozu z hlávkového chmelu na granulovaný může být způsobena změnou technologií výroby piva.

Pokud jde o procentuální skladbu vývozu v roce 2019, největší podíl má granulovaný chmel, který převyšoval svými 71,41 % zbylé chmelové produkty. Hlávkový chmel se podílel na celkovém vývozu chmelu z 28,35 % a chmelový extrakt zaujímal pouze 0,24 % vývozu.

Graf 4: Model exponenciálního vyrovnání měsíčního vývozu chmelu a chmelových výrobků v letech 1993–2019



Zdroj: ČSÚ, vlastní zpracování v programu Statistica

Graf 4 popisuje vývoz chmelu v měsících, kde t označuje pořadí měsíce v rozmezí let 1993–2019, např. 12 označuje poslední měsíc prvního roku a t 312 popisuje poslední měsíc roku 2018. Z hodnot sezónních faktorů uvedených v Tabulka 9, v příloze 2 vyplynulo, že nejvíce chmele se vyváží v lednu, jelikož se nachází 101 % nad úrovní. Dalšími měsíci s vysokým sezónním faktorem a tím i s vysokým vývozem jsou září až prosinec, které se

nachází 41 až 61 % nad úrovní a dále únor na úrovni 150 %. Měsícem s nejnižším faktorem je červenec se 78 % pod úrovní, poté květen a červen, oba jsou 64 % pod úrovní.

Množství vyvezené v září a říjnu je ovlivněno průběhem procesu zpracování. Závisí na době, kdy přesně sklizeň započne a tím i skončí (přibližně od poloviny srpna do poloviny září). I když samotné usušení trvá necelý jeden den, musí se poté upravit vlhkost hlávek a převést do klimatizovaných skladů. Také musí proběhnout vzorkování a analýzy chmelu.

Například jedna firma začíná zpracovávat chmel od poloviny září ve třech směnách mimo víkendů. Přičemž pořadí zakázek si zadávají obchodní firmy. Délka sezóny zpracování je tedy odvislá od množství chmelu, který se v daném roce urodil. V roce 2018 tato firma zpracovávala chmel do konce února roku 2019 a v roce 2020 předpokládá ukončení zpracování až na konci dubna, kvůli velikosti sklizně. Výkon balírny je přibližně 25 - 30 t za den.

Tlak na rychlost zpracování chmelu je tak nejspíše po celou dobu zpracování a množství expedic závislé na smlouvách obchodních firem s pivovary. Existují i pivovary, které mají chmel uchován v klimatizovaných skladech v dané firmě, a expeduje se na jejich žádosti v průběhu roku.

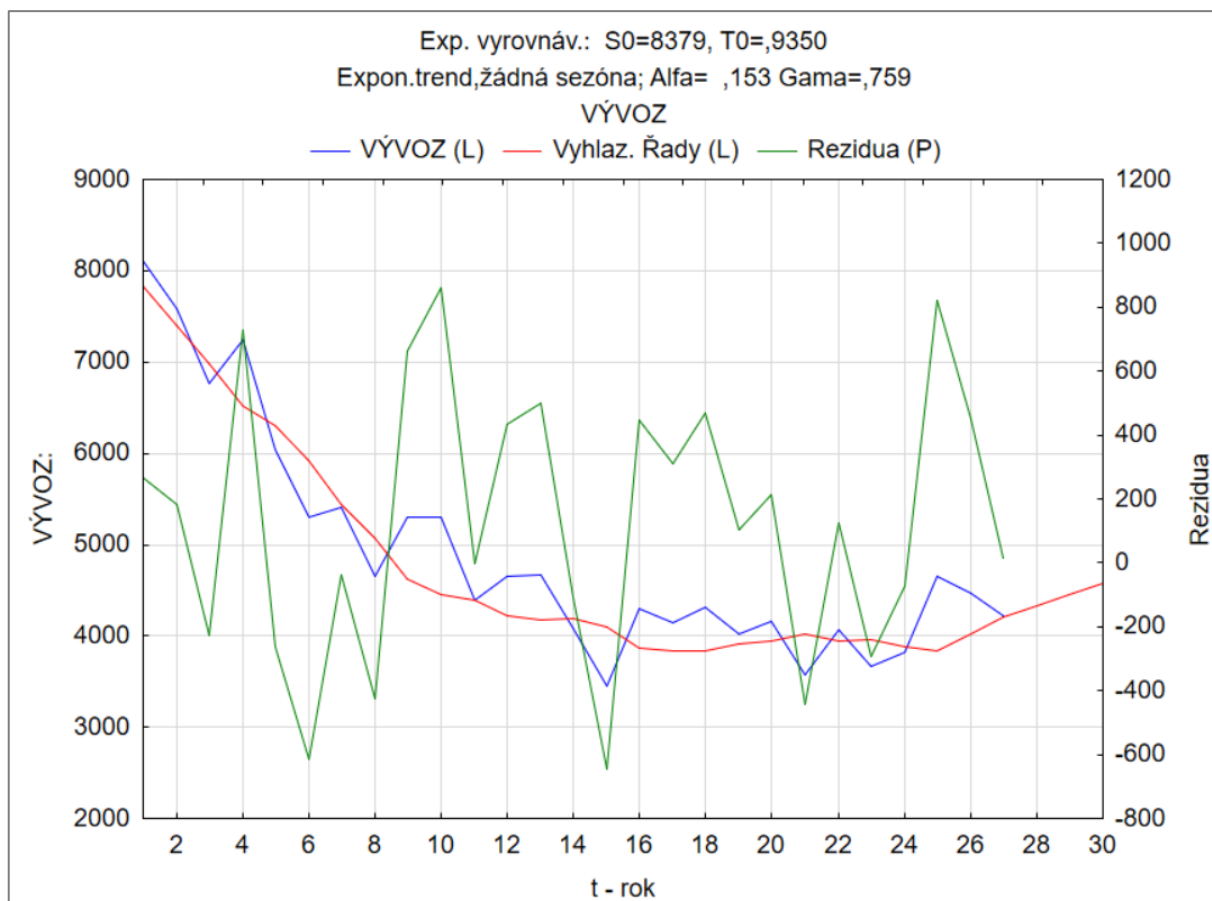
Vývoz chmelu je ovlivněn sezónní složkou, proto bylo provedeno exponenciální vyrovnání s volbou multiplikativního tlumeného trendu, viz Graf 4, MAPE přesáhla 10 %, proto lze model použít k výpočtům sezónních faktorů.

Pro roční predikci vývozu byla s ohledem na průběh časové řady, viz Graf 2, použita kvadratická trendová funkce ve tvaru  $y' = 8240,557 - 453,21t_i + 11,715t_i^2$ . Její index korelace je 0,9551 a index determinace je 0,9123, což naznačuje, že tato funkce velmi dobře popisuje vývoj dat. Relativní chyba prognózy této funkce je menší než 10 %. Nejedná se o ideální hodnotu, přesto se jedná o lepší výsledek, než vycházel v sezónním vyrovnání.

Bodová předpověď vývozu chmelu na rok 2020 je 4 735,6 tuny a 95 % intervalová předpověď se pohybuje v rozmezí (3 805,3; 5 665,9). Na rok 2021 dosahuje bodová předpověď 4 950,2 t vyvezeného chmelu a na rok 2022 je 5188,2 tuny (4 166,1; 6 210,2).

Kdyby na místo kvadratické trendové funkce bylo zvoleno pro roční vývoz chmelu v letech 1993–2019 exponenciální vyrovnání s exponenciálním trendem, bylo by MAPE menší než 10 %. Předpověď na rok 2020 by vycházela menší než predikce za pomoci kvadratické trendové funkce, a to 4 332,258 t vyvezeného chmelu. Jak lze vidět v Graf 5,

Graf 5: Model exponenciálního vyrovnání ročního vývozu chmelu v letech 1993–2019 a predikce na roky 2020–2022 (t)



Zdroj: ČSÚ, vlastní zpracování v programu Statistica

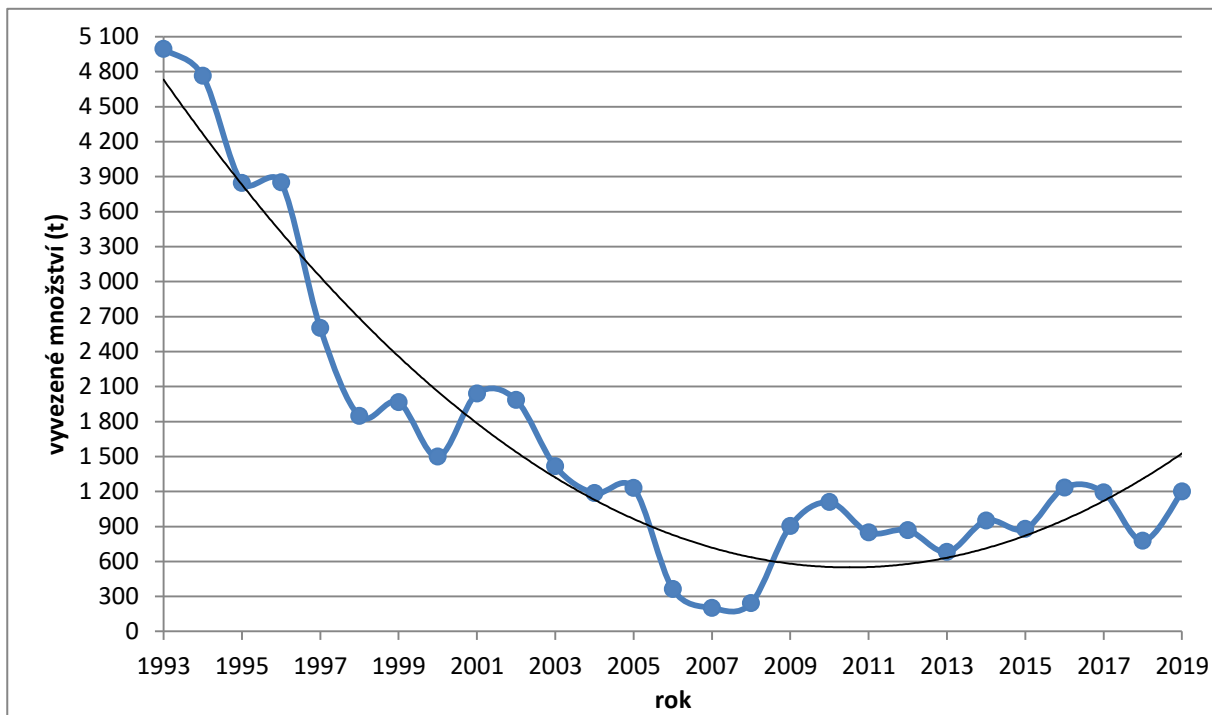
predikce na další roky stoupá jako u trendové funkce, avšak mírněji. Předpověď na rok 2021 je 4 456,068 tuny a pro rok 2022 dosahuje výše 4 583,417 tuny.

#### 4.1.1 Vývoz hlávkového chmelu

Vývoz hlávkového, sušeného, neupraveného chmelu poklesl od roku 1993 na 1 198 t, což se jedná o pokles o 76,02 %. Největší pokles byl mezi lety 1993–1998, poté se klesání vývozu mírně zpomalilo, přesto se nadále oproti roku 1993 jednalo o pokles. Propad v letech 2006 až 2008 může být způsoben neúplností dat. V tomto tříletém období bylo v souladu s nařízením EU 1915/2005 vykazování čisté hmotnosti u tohoto zboží nepovinné. Z těchto důvodů někteří nevykazovali údaje v úplnosti. Proto tato data mohou být neporovnatelná v hmotnostech s jinými roky. V letech 2014, 2016 a 2019 došlo naopak k nárůstu, jak je možno vidět v Graf 6. V roce 2019 se jednalo oproti roku 2018 o nárůst 54,29 % a vývoz se tak navrátil nad 1 000 t.

Vývoz sušených chmelových hlávek je z 59,64 % závislý na produkci chmelu ve stejném roce, ve kterém se hlávky vyváží. Velký pokles vývozu hlávkového chmelu je

Graf 6: Vývoz sušeného, nerozdrceného, hlávkového chmelu z ČR v letech 1993–2019 a kvadratická trendová funkce popisující jeho vývoj (t)



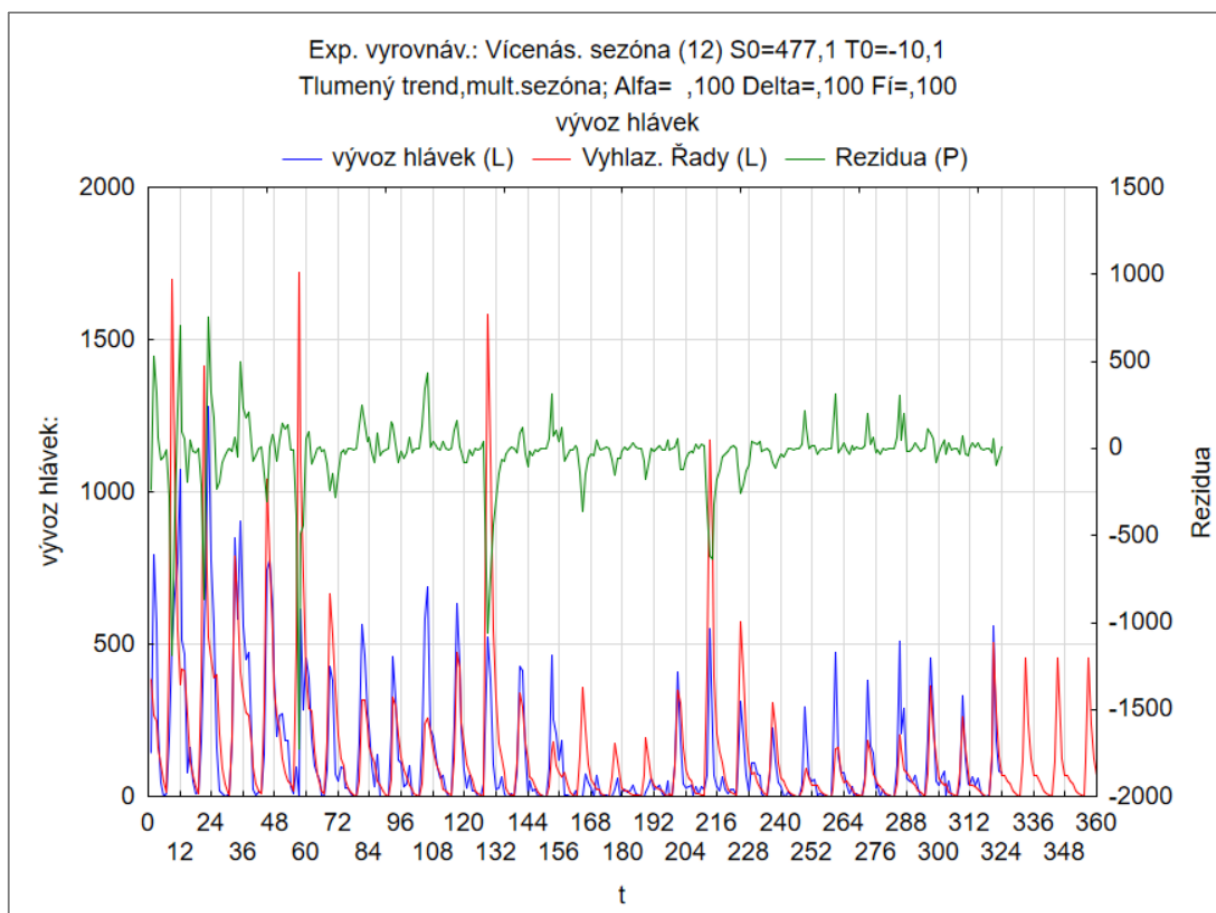
Zdroj: ČSÚ, vlastní zpracování

nejspíše způsoben přechodem velké většiny pivovarů na granulovaný chmel. Výrazný pokles vývozu hlávek byl také ovlivněn přechodem pivovarů skupiny Anheuser-Busch Inc. na granulovaný chmel s nižší aromatickou kvalitou. Tento pokles mohl být též způsoben zamítnutím prodeje Budějovického Budvaru n.p. a odstupem od této pivovarské skupiny.

Přesto stále některé země stojí o sušený hlávkový chmel, který se dále vyváží pro výrobu pív, např. do Belgie. Nejvíce hlávkového chmelu je vyváženo do Německa firmou Emil Bureš HOPSERVIS s. r. o., která spolupracuje se skupinou BarthHaas GmbH & Co. KG a firmou Žatec Hop Company a. s., které spolupracuje s firmou Hopsteiner. Přičemž určitá část vývozu hlávek, která putuje do Německa, slouží k výrobě extraktu (převážně z odrůdy Agnus), který je následně znovu dovážen do České republiky. V posledních letech začal hlávkový, sušený chmel vykupovat Charles Faram & Co. Ltd ze Spojeného království.

Trend této křivky jde popsat kvadratickou funkcí  $y' = 5\,223,378 - 504,6t_i + 13,618t_i^2$ , s hodnotou  $I = 0,9834$ ,  $I^2 = 0,909$  a velmi dobře popisuje průběh funkce. Relativní chyba prognózy ovšem výrazně přesahuje 10 %, proto se kvadratická trendová funkce nejeví jako příliš vhodná pro tvorbu predikce vývoje vývozu hlávkového chmelu na další roky.

Graf 7: Model exponenciálního vyrovnání měsíčního vývozu hlávkového chmelu v letech 1993–2019 a predikce na období 2020–2022



Zdroj: ČSÚ, vlastní zpracování v programu Statistica

Pro výpočet sezónních indexů byl zvolen model exponenciálního vyrovnání s tlumeným trendem, viz Graf 7, jelikož MAPE bylo menší než 5 %. Z hodnot sezónních faktorů uvedených v Tabulka 9, v příloze 2 vyplynulo, že nejvíce hlávkového chmelu se vyváží v měsíci září, což je 266 % nad úroveň. Druhým měsícem s největším faktorem a tím pádem i druhým nejvíce vývozovým měsícem hlávek byl říjen se 171 % nad úroveň a poté listopad se 49 % nad úroveň. Tyto měsíce svými sezónními faktory výrazně převyšují ostatní.

Nejméně hlávkového chmelu se vyváží v měsíci červnu, jenž se nachází 97 % pod úrovní a červenci s 93 % pod úrovní.

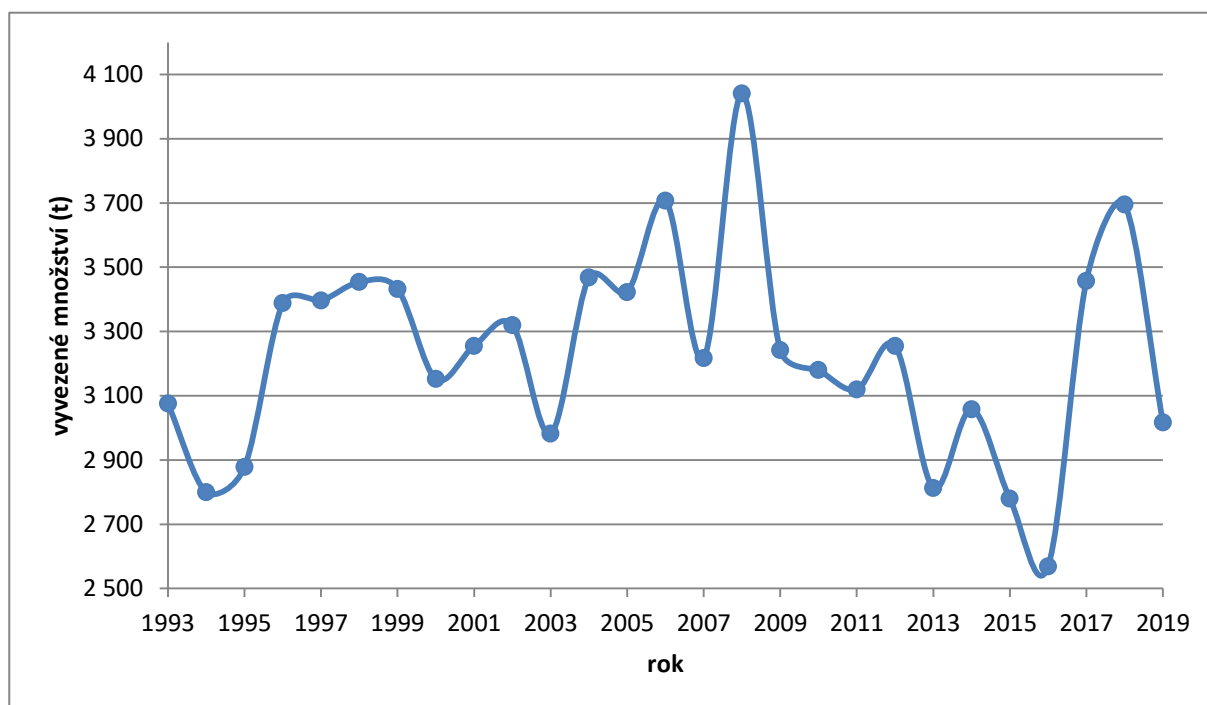
Predikce na rok 2020 vyšla, za pomoci ročního modelu exponenciálního vyrovnání, na 1 142,38 t, Vývoz v roce 2021 má být 1 089,29 t hlávek a v roce 2022 by měl vývoz hlávkového chmelu 1 038,67 t.

#### 4.1.2 Vývoz granulovaného chmelu

Vývoz chmelových granulí zaujímá ve vývozu chmelu (ve všech podobách) první místo a dokonce převyšuje ostatní chmelové výrobky v některých letech o více jak 2 000 t, některé roky pouze o 1 000 t, avšak i tento objem je výrazný.

Vývoz granulovaného chmelu v meziročním srovnání let 1993 a 2019 poklesl o 1,89 %. Skoro by se zdálo, že se jedná o mírně klesající, lineární křivku, ale opak je pravdou. Vývoz tohoto chmelového produktu, je doprovázen častými výkyvy viz Graf 8, tyto výkyvy se pohybují často v okolí 3 000 t.

Graf 8: Vývoj vývozu granulovaného chmelu z ČR v letech 1993–2019 (t)



Zdroj: ČSÚ, vlastní zpracování

Nejvyššího vývozu chmelu v granulích bylo dosaženo v roce 2008 a to 4 041 t. Tento výkyv oproti ostatním rokům byl způsoben prodejem do Německa, které nakoupilo cca



o 1 000 t více než obvykle. Poklesy vývozu v letech 2013, 2015, 2016 mohly být způsobeny nízkým vývozem do Japonska. Pokles v roce 2013 byl pravděpodobně ovlivněn propadem produkce chmelu na českém území v roce 2012 stejně tak jako v roce 2016 po špatné sklizni v roce 2015.

Z roku 2018 na rok 2019 došlo k poklesu z 3 695 t na 3 017 t, tj. o 18,35 %. Tento pokles mohl být způsoben například nižší produkcí chmelu v roce 2018, která mohla ovlivnit výrobu granulovaného chmelu.

Časová řada vývozu granulovaného chmelu vykazuje značné zlomy v trendu, proto byl pro predikci využit model exponenciálního vyrovnání bez trendu, jehož MAPE je menší než 10 %. Na další tři roky předpovídá 3228,6 tuny vyvezených chmelových granulí. Model sezónního exponenciálního vyrovnání byl využit pouze na výpočet sezónních indexů nikoliv na predikci. A to z důvodu, že jeho MAPE bylo výrazně větší než 10 %. Měsíc s nejvyšším vývozem je leden se 149 % nad úrovní (249 % na úrovni), prosinec nad úrovní s 86 % a únor s 83 % nad úrovní. Naopak nejmenší vývoz probíhá v srpnu a to se 79 % pod hladinou následován červencem, viz Tabulka 9, v příloze 2.

#### **4.1.3 Vývoz chmelové extraktu**

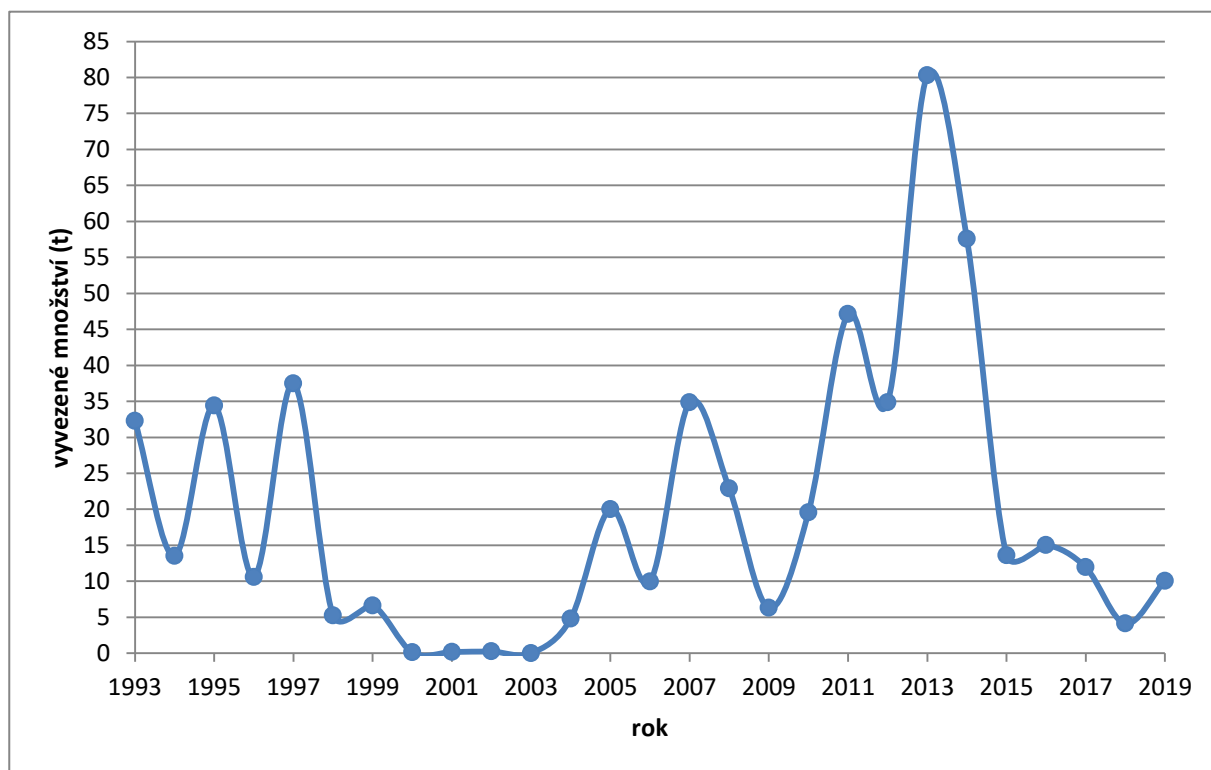
Vývoz extraktu není pravidelný, protože trvanlivost extraktu je dlouhodobá a tak se chmelový extrakt nemusí nakupovat a prodávat každý rok. Vývoz tohoto zboží od roku 1997 klesal až do roku 2003, kdy došlo ke zlomu, a dalších 10 let vývoz rostl. V roce 2013 opět došlo k poklesu, který trval až do roku 2018, po kterém začal znovu stoupat, což lze vidět v Graf 9.

Vyvážení od roku 1993 pokleslo do roku 2018 o 87,25 %, z 32 t na 4 t. V roce 2019 došlo k nárůstu vývozu extraktu o 144,64 % oproti roku 2018. Největšího vývozu bylo dosaženo v roce 2013, kdy vývoz činil něco málo přes 80 t, z čehož bylo cca 67 t vyvezeno do Ruska. V letech 2000 až 2003 došlo k výrazné stagnaci, přičemž v roce 2003 šlo o vývoz pouhých 5 kg extraktu.

Do roku 1998 byl vývoz extraktu, tvořen pouhým přeprodejem extraktu. V roce 2003 se začala pěstovat vysokoobsažná odrůda Agnus, která slouží k výrobě extraktu. Z tohoto důvodu došlo v několika následujících letech k nárůstu vývozu daného zboží.

V roce 2013 došlo k dramatickému poklesu, jenž mohl být způsoben velkým snížením vývozu extraktu do Ruské federace. To mohlo být zapříčiněno politickou situací v Rusku a konfliktem této země s Ukrajinou, který započal ke konci roku 2013 s následnými sankcemi Ruské federace. Též to mohlo být spojeno s tím, že pivovary mohly přejít na levnější extrakty z Německa, kde se prosadila odrůda Herkules, která se řadí mezi vysokoobsažné odrůdy jako např. Agnus.

Graf 9: Vývoj vývozu chmelového extraktu z ČR v letech 1993–2019 (t)



Zdroj: ČSÚ, vlastní zpracování

Časová řada vývozu chmelového extraktu z ČR vykazuje značné zlomy v trendu, proto byl pro predikci využit model exponenciálního vyrovnávání. Predikce na rok 2020 vyšla na 4,79 tuny vyvezeného extraktu a v roce 2021 by se mělo vyvést 5,26 tuny. Predikce na rok 2022 vychází na 5,77 t vyvezeného extraktu.

#### 4.1.4 Hlavní cílové země vývozu

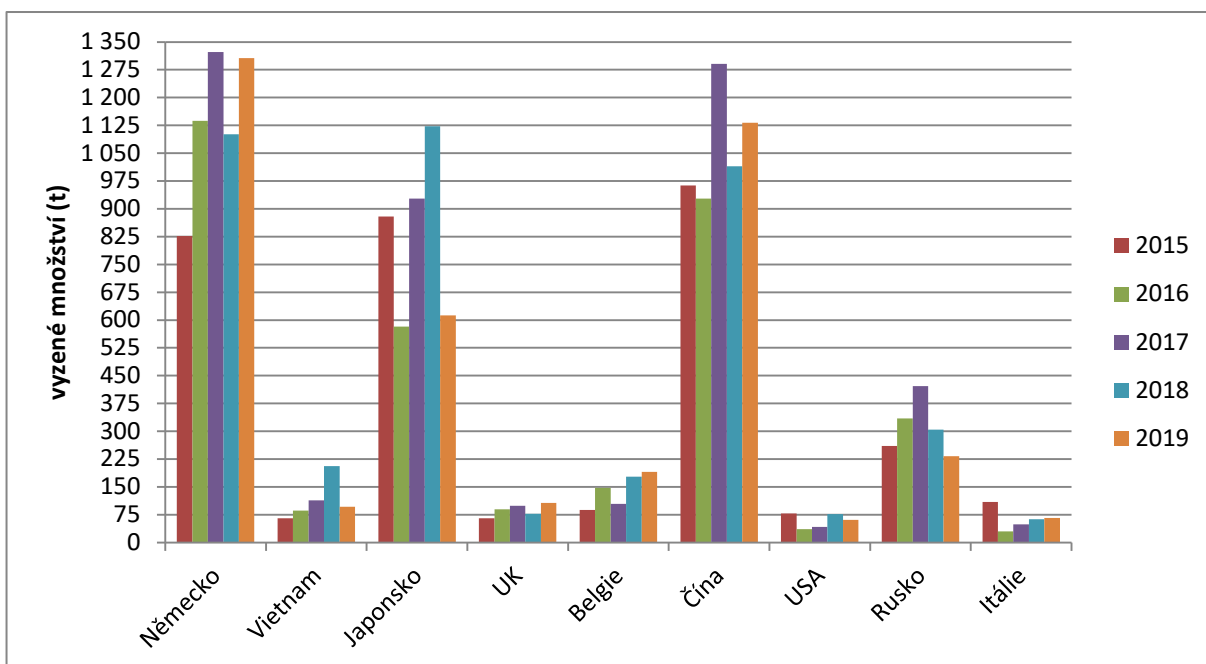
Česká republika vyvezla v roce 2019 chmel a chmelové výrobky do více než 60 zemí světa. Mezi naše největší odběratele patří Německo, Japonsko a Čína. Každý z nich někdy odkoupil více jak 1 000 t chmelu a jeho výrobků v jednom roce. Mezi další významné

odběratele českého chmelu patří Rusko, Belgie, Spojené království a Vietnam, jak je možno vidět v Graf 10.

V roce 2019 se vyvezlo nejvíce chmelu a chmelových výrobků do evropských zemí. Druhým kontinentem, kam se z České republiky nejvíce vyvezlo, je Asie. Do Evropy se v roce 2019 vyvezlo 2 164 tun a jednalo se tak o nárůst o 11,45 % oproti roku 2018. V meziročním srovnání let 2018 a 2019 došlo k poklesu vývozu českého chmelu a jeho výrobků do Asie o 20,36 %. Vývoz do asijských zemí poklesl z 2 406 t na 1 916 t.

Nárůst ve prospěch Evropy byl z velké části ovlivněn zvýšením vývozu do Německa. Oproti tomu pokles vývozu do Asie byl zapříčiněn velkým poklesem vývozu do Japonska a Vietnamu. Přičemž tento pokles byl mírně zpomalen nárůstem vývozu do Číny, přesto celkově došlo k poklesu.

Graf 10: Významní odběratelé českého chmelu v letech 2015–2019 (t)



Zdroj: ČSÚ, vlastní zpracování

V roce 2019 došlo ke změně největšího českého odběratelského kontinentu, kterým byla Evropa namísto Asie, která tuto příčku zaujímal v roce 2018. Přičemž u chmelu vyváženého do Německa a do Velké Británie je pravděpodobné, že je těmito zeměmi dále přeprodáván do dalších zemí a tak výsledně končí v jiných kontinentech.

Tři největší odběratelé jsou již několik let stejné země, které se pouze prou o prvenství. Největším odběratelem v roce 2019 bylo Německo, do kterého se vyvezlo 1 306 tun českého

chmelu a chmelových výrobků. Druhé místo zaujímala Čína, do které se vyvezlo 1 132 tun, třetí v pořadí bylo Japonsko s 613 tuny.

Také se vyváží velké množství do Ruské federace, kam se v roce 2019 vyvezlo 233 t, tj. o 23,39 % méně než v roce 2018. V porovnání posledních pěti let se do Ruska vyvezlo nejvíce chmelu a výrobků z chmelu v roce 2017 (422 t).

Mezi další významné odběratele patří Belgie, kde došlo k nárůstu o necelých 7 % a vyvezlo se do ní 190 tun. Do Spojeného království se v roce 2019 vyvezlo 107 t (tj. o 38,47 % více než v roce předtím) a do Vietnamu 96 t (bohužel došlo k poklesu o 53,22 %). Do Itálie se v roce 2019 vyvezlo o 5 % více než v roce 2018 (nárůst z 63 t na 66 t) českého chmelu a jeho výrobků a do Spojených států amerických 61 tun.

Spolková republika Německo, nejenom že je zemí s největším dovozem chmelu do České republiky, je jedním z největších odběratelů českého chmelu.

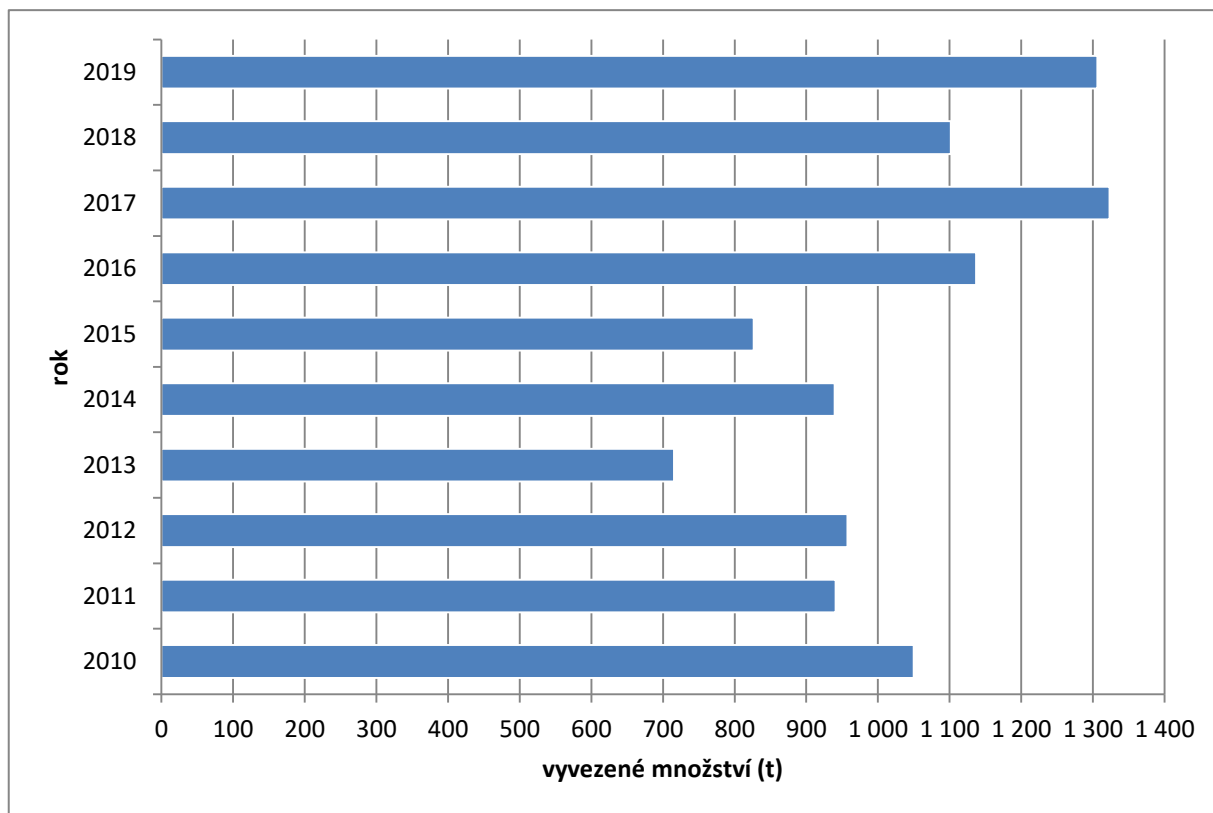
V letech 2016, 2017 a 2019 se do Německa vyvezlo z Česka největší množství chmelu a chmelových výrobků v porovnání s ostatními zeměmi v letech 2010 - 2019. V rozsahu těchto let se nejvíce chmelu vyvezlo v roce 2017 a to 1 323 tun, jak si lze povšimnout v Graf 11.

Od roku 2010 do roku 2019 došlo k nárůstu vývozu do Německa o 24,42 % (z 1 050 t na 1 306 t). Většinu vývozu tvoří hlávkový, sušený, nezpracovaný chmel. Ve všech deseti letech, kromě roku 2018, hlávkový chmel tvořil okolo 80 % a více. V roce 2019 se jednalo o 81,74 % hlávkového chmelu, zbylých 18,26 % tvořil granulovaný chmel.

V roce 2013 se vyvezlo do Německa pouhých 715 tun, což mohlo být způsobeno poklesem produkce v ČR v letech 2012 a 2013. V roce 2012 produkce chmelu ovlivnila vývoz zpracovaného chmelu v roce 2013 a nízká produkce v roce 2013 ovlivnila vývoz nezpracovaného chmelu v roce 2013.

Nárůst vývozu v roce 2019 byl patrně zapříčiněn tím, že se zvýšila produkce chmelu v daném roce a to způsobilo větší vývoz hlávkového chmelu. V tomto roce se vyvezlo do Německa necelých 1 070 t hlávkového chmelu.

Graf 11: Desetiletý vývoj vývozu českého chmelu a výrobků z něj do Německa (t)



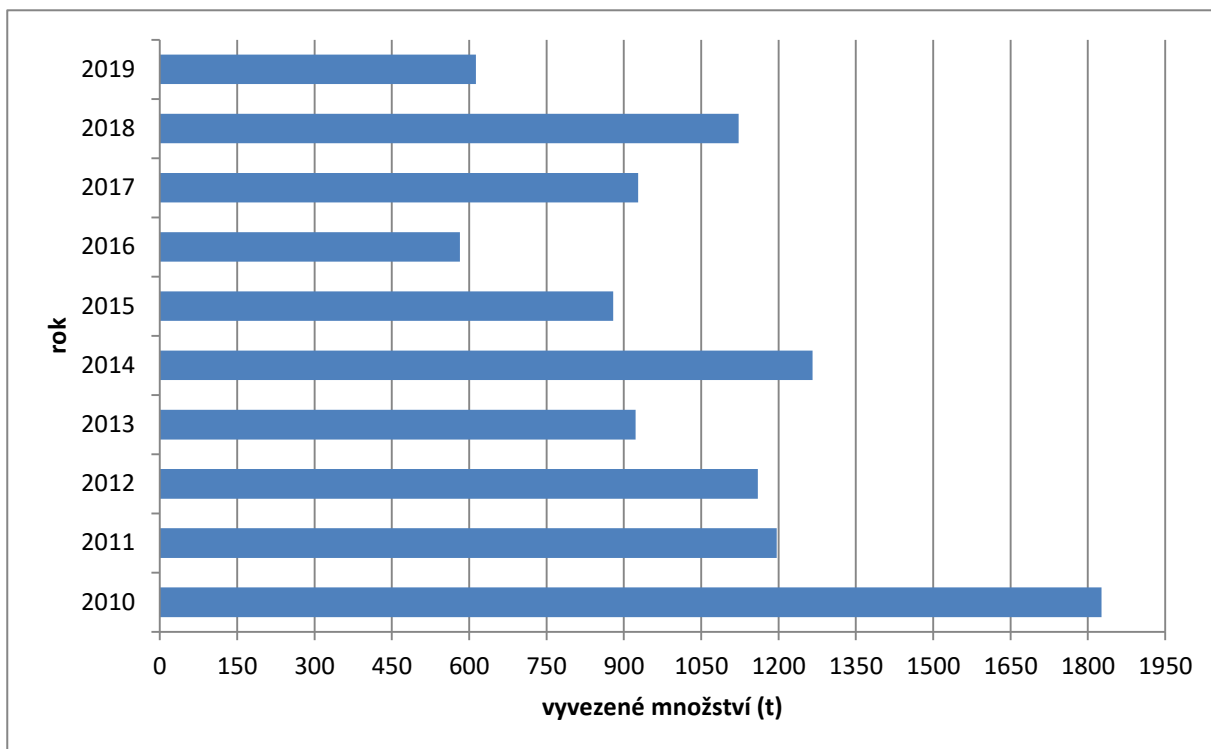
Zdroj: ČSÚ, vlastní zpracování

Vývoz do Německa lze popsat trendovou funkcí  $y' = 1092,418 - 99,339t_i + 12,563t_i^2$  s  $I^2 = 0,6102$  a indexem korelace 0,7812. Relativní chyba předpovědi je menší než 10 %. Předpověď vývozu chmelu do Německa na rok 2020 se s 95% pravděpodobností nachází v intervalu (1017,02; 2022,57). Bodová předpověď na rok 2020 je 1519,80 tun. Předpověď na základě modelu exponenciálního vyrovnání s tlumeným trendem vychází na 1178,277 tun, jenže má MAPE větší než 10 %.

Japonsko je další z významných odběratelských zemí chmelu a výrobků z chmelu. V rozmezí deseti let (2010–2019) bylo do Japonska vyvezeno nejvíce chmelu v porovnání s ostatními zeměmi v šesti letech a to v letech 2010–2014 a v roce 2018. Nejvíce chmelu se z těchto let vyvezlo v roce 2010, což lze vidět v Graf 12.

Od roku 2010 došlo k poklesu vývozu chmelu a chmelových výrobků z 1 827 t na 613 t, tj. o 45,39 %. Ve všech deseti letech pozorování byl vývoz složen z více jak 99 % z granulovaného chmelu. Přestože v roce 2019 došlo k celkovému poklesu vývoz, tento vývoz

Graf 12: Desetiletý vývoj vývozu českého chmelu a výrobků z něj do Japonska (t)



Zdroj: ČSÚ, vlastní zpracování

obsahoval 99,49 % chmelu v granulích. Zbytek vývozu v daném roce byl tvořen 1 tunou hlávkového chmelu a 2 tuny chmelového extraktu.

Vývoz do Japonska může být ovlivněn množstvím zpracovaného chmelu do granulí v České republice. Toto množství je pravděpodobně ovlivněno rychlostí zpracování a objemem produkce chmelu, proto byl v letech 2016 a 2019 nízký vývoz do Japonska. V letech 2015 a 2018 byla velmi nízká produkce chmelu v Čechách a to ovlivnilo výrobu granulovaného chmelu, který se následně vyvážel v letech 2016 a 2019. Pokles vývozu do Japonska je též způsoben tamní sníženou produkcí piva, v Japonsku se chmel ve větší míře používá pouze pro prémiová piva.

Za trendovou funkci byla zvolena kvadratická funkce ve tvaru  $y' = 1857,773 - 255,406t_i + 15,497t_i^2$  a přestože je  $I = 0,7892$  a  $I^2 = 0,6229$ , byla vybrána za nejvhodnější. S 95% pravděpodobností se budoucí hodnota bude nacházet v intervalu (11,28; 1835,70). Bodová předpověď na rok 2020 je 923,49 tuny a 1024,52 tuny na rok 2021. Jelikož relativní chyba prognózy vykazuje hodnotu větší než 10 %, nelze model považovat za příliš vhodný pro tvorbu prognóz. Stejně tak i modely exponenciálního vyrovnávání hodnotami MAPE

překročily 10 %, nicméně předpověď na rok 2020 činí 492,72 tuny a 372,34 tuny na rok 2021 vyvezeného chmelu do Japonska.

Čínská lidová republika je jedna ze tří největších odběratelských zemí České republiky, pokud jde o chmel a chmelové výrobky. V roce 2015 se do Číny vyvezlo největší množství chmelu v porovnání s ostatními zeměmi. V období let 2010 až 2019 došlo k nárůstu vývozu z 506 t na 1 132 t, tj. o 123,92 %. Většina vývozu je tvořena pouze vývozem granulovaného chmelu. Největší objem se do Číny vyvezl ve sledovaných deseti letech v roce 2017, a to 1 290 t. I když v Číně poklesl objem vyrobeného piva v posledních letech, stále zde přetrvává poptávka po kvalitním českém chmelu.

## **4.2 Statistická analýza dovozu chmelu do ČR**

Do České republiky se dováží chmel i chmelové výrobky. V průběhu let 1993–2019 došlo k poklesu dovozu chmelu a chmelových výrobků do České republiky z 1 402 t na 985 t, tj. o 29,73 %, viz Graf 2.

Dovoz chmelu a chmelových produktů rostl od roku 1994 až do roku 2005, kdy dosáhl nejvyšší hodnoty ve sledovaných letech, a to 1 620 t. Poté postupně klesal, až dosáhl hodnoty 263 t, a to roku 2011. Následně objem dovozu stoupal, až v roce 2018 přesáhl 1 000 tun. V roce 2019 došlo k mírnému poklesu o 8,43 % oproti roku 2018.

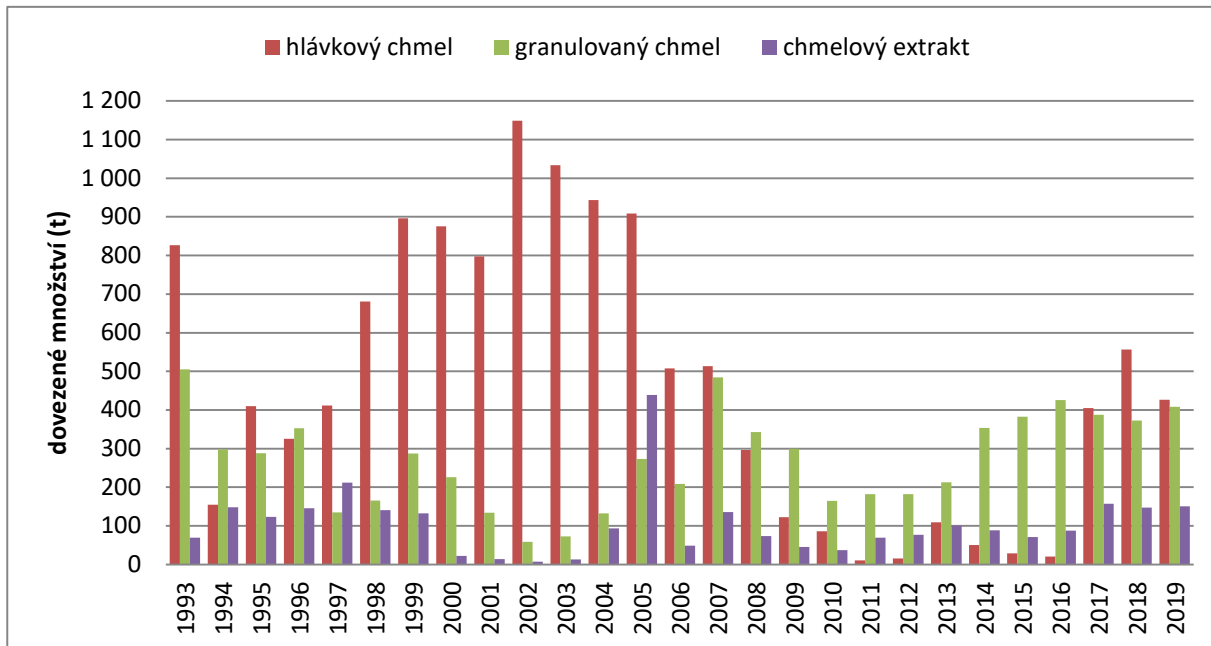
V roce 1994 byl pokles nejspíše ovlivněn utlumením dovozu hlávkového chmelu z Číny. V roce 2011 a 2012 bylo do Čech dovezeno malé množství hlávkového chmelu a to pouze z Německa, což zapříčinilo pokles celkového dovozu chmelu a chmelových výrobků do České republiky.

Skladba dovozu tří různých produktů je velmi rozmanitá, ale v 17 letech z 27 pozorovaných let převládá hlávkový chmel, který je do Čech dovážen převážně ke zpracování. Zbylé roky převládá dovoz granulovaného chmelu. Nejvíce hlávkového chmelu se do ČR dovezlo v roce 1993 a v letech 1998–2005, jak lze vidět v Graf 13. Nejvíce granulovaného chmelu se dovezlo v roce 1993 (506 t) a nejvíce chmelového extraktu v roce 2005, a to 439 t.

Dovoz hlávkového chmelu poklesl v průběhu let 1993 až 2019 o 48,41 %. Dovoz chmelu v granulích také poklesl a to o 19,20 % z 506 t na 408 t, naopak dovoz chmelového extraktu se zvýšil o 115,29 % na 150 t. Pokud jde o procentuální skladbu v roce 2019, nejvíce se dovezlo hlávkového chmelu, který činil 43,29 % z celkového dovozu chmelu a chmelových

výrobků daného roku (z 985 t). Granulovaného chmelu se dovezlo 41,45 % a chmelového extraktu 15,25 %.

Graf 13: Vývoj skladby dovozu chmelu v letech 1993–2019 (t)



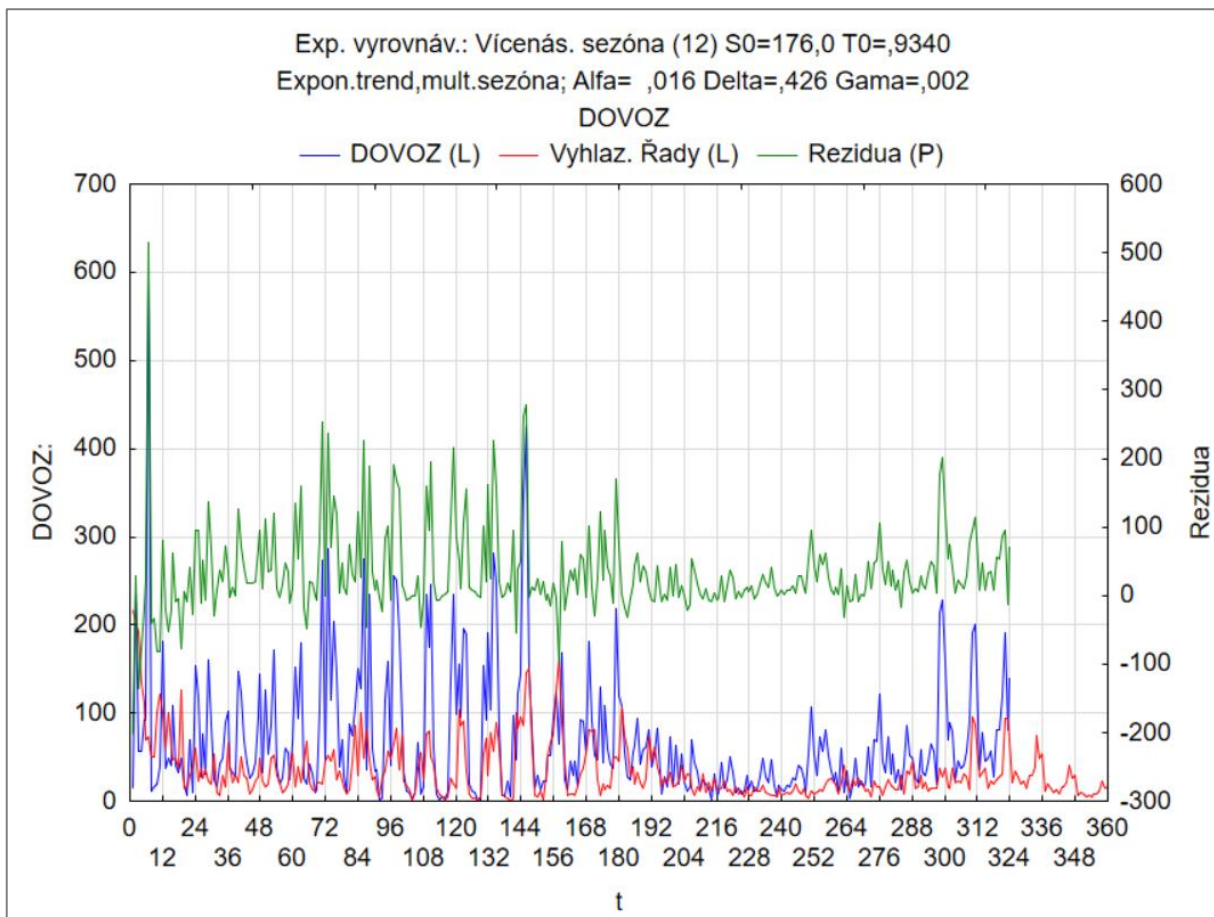
Zdroj: ČSÚ, vlastní zpracování

Pro predikci a výpočet sezónních faktorů dovozu chmelu a chmelových výrobků do České republiky byl zvolen model exponenciálního vyrovnání, viz Graf 14. Nejvíce chmelu a chmelových výrobků se do České republiky dováží v listopadu se 40 % nad úrovní, v březnu a únoru, kde se faktor pohybuje okolo 35 % nad úrovní. Za těmito místy se nachází leden s 32 % nad úrovní a prosinec s 27 % nad úrovní, jak lze vidět v Tabulka 10, v příloze 2. Nejméně se do ČR dováží v srpnu, kdy je faktor 54 % pod úrovní.

Na říjen roku 2020 predikuje exponenciální vyrovnání 75,07 t dovezeného chmelu a na prosinec 54,23 t, viz Tabulka 11. MAPE ovšem přesáhla 10 %, proto lze model použít pouze pro určení sezónních faktorů. Pro predikci lze použít roční model exponenciálního vyrovnání, který předpovídá na rok 2020 dovoz 973,56 t, na rok 2021 dovoz 957,53 t. Na rok 2020 predikuje 941,5 t dovezeného chmelu a chmelových výrobků.



Graf 14: Model exponenciálního vyrovnání měsíčního dovozu chmelu a chmelařských výrobků do ČR v letech 1993–2019 a predikce na rok 2020–2022 (t)



Zdroj: ČSÚ, vlastní zpracování v programu Statistica

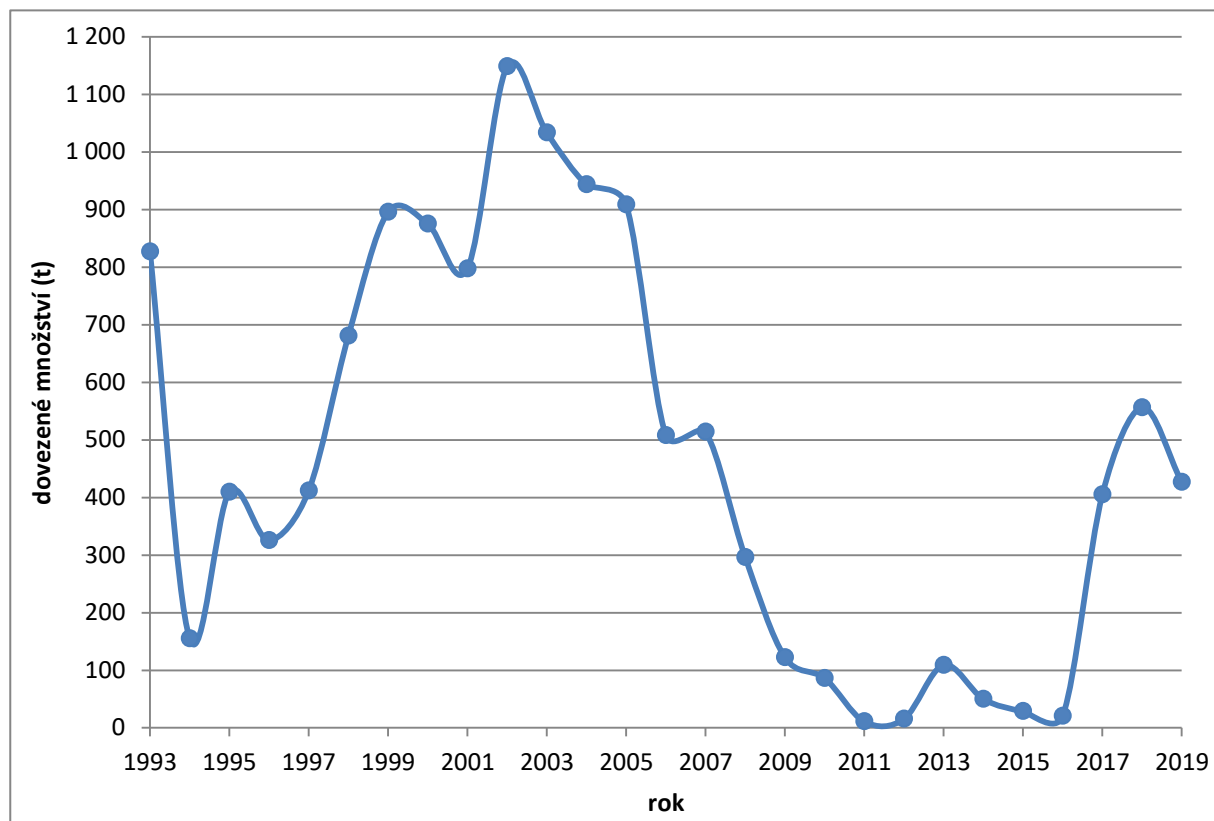
#### 4.2.1 Dovoz hlávkového chmelu

Dovoz hlávkového chmelu od roku 1993 do roku 2019 poklesl o 48,41 % z 827 t na 427 t. V roce 1994 došlo k poklesu dovozu chmelových hlávek o 81,24 % oproti roku 1993.

Od roku 1994 se dovoz sušeného surového chmelu zvedal až do roku 2002, kdy dosáhl 1 149 t, největší dovezené hmotnosti za sledované období. Následně začal dovoz hlávkového chmelu do České republiky klesat a v roce 2011 dospěl k nejnižší hodnotě a to 11 tun, to je možno vidět v Graf 15. Do roku 2016 se dovoz držel v nízkých číslech a dva roky poté rostl. V roce 2019 došlo k poklesu o 23,35 % oproti roku 2018, a to z 556 t na 427 t.

Dovoz nedrcených hlávek se výhradně zpracovává na granulovaný chmel a je zpětně exportován. Buď je vyvážen zpět do země původu, nebo do dalších zemí. Zpracování provádí firma Chmelařství, družstvo Žatec a Top Hop spol. s. r. o. v Hořesedlech.

Graf 15: Dovoz sušeného, nerozdrčeného, hlávkového chmelu do ČR v letech 1993–2019 (t)



Zdroj: ČSÚ, vlastní zpracování

Časová řada dovozu sušeného hlávkového chmelu vykazuje značné zlomy v trendu, proto byl pro predikci využit model exponenciálního vyrovnávání bez trendu. Predikce dovozu hlávkového chmelu na rok 2020 vychází na 424,48 t. Na rok 2021 a 2022 vychází předpověď stejně jako pro rok 2020.

#### 4.2.2 Dovoz granulovaného chmelu

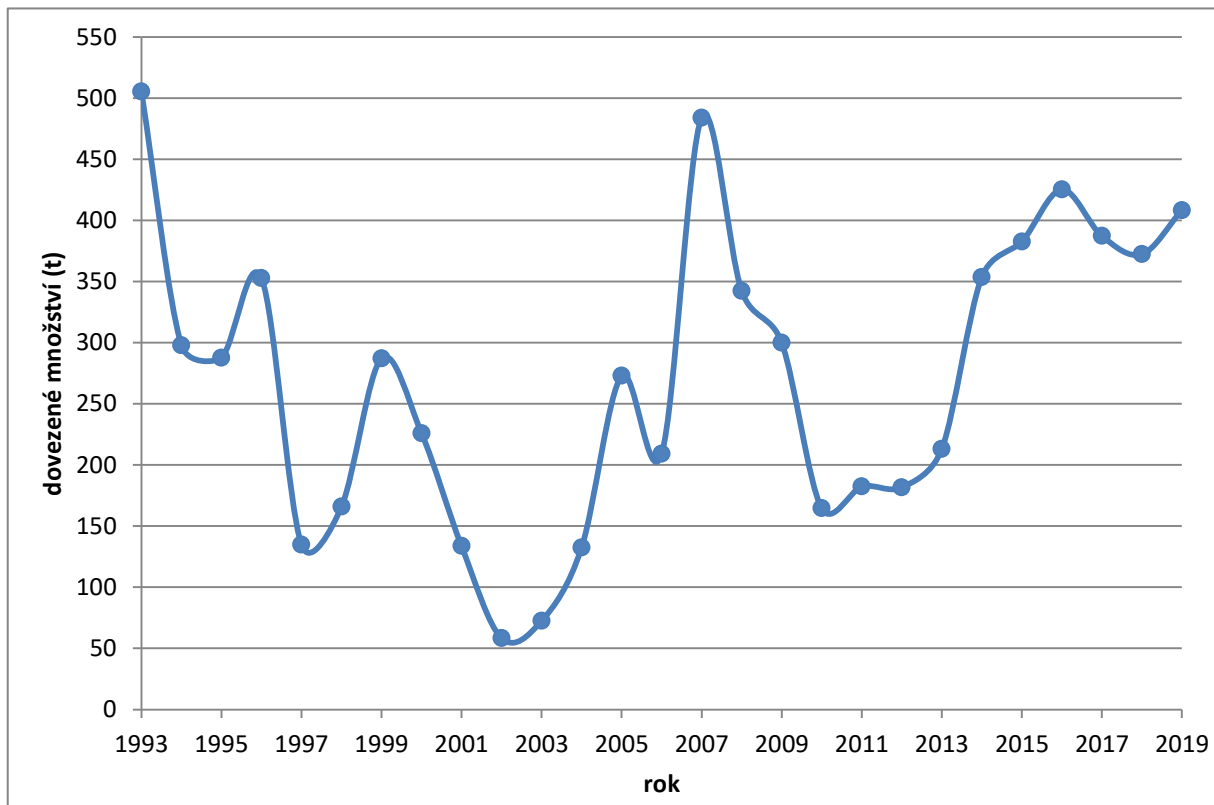
V porovnání let 1993 a 2019 došlo k poklesu dovozu granulovaného chmelu o 19,20 % na 408 t. V průběhu 27 let docházelo k poklesům a nárůstům dovozu chmelu v granulích. Dovoz klesal až do roku 2002, kdy dosáhl nejnižší hodnoty dovozu v pozorovaných letech.

V roce 2002 tak dosáhl pouhých 58 t a jednalo se tak o pokles o 88,44 %. Dále nastal u dovozu nárůst až do roku 2007, kde dospěl 484 t, a následně došlo ke zlomu a opětovnému poklesu.

Od roku 2007 došlo do roku 2010 k poklesu o 66,01 % (ze 484 t na 165 t) a mezi lety 2010 a 2016 došlo k nárůstu o 158,47 % na 425 tun, viz Graf 16. Dva roky poté dovoz mírně

klesal. V meziročním srovnání let 2018 a 2019 došlo k nárůstu dovozu granulovaného chmelu z 372 tun na 408 tun, tj. o 9,66 %.

Graf 16: Vývoj dovozu granulovaného chmelu do ČR v letech 1993–2019 (t)



Zdroj: ČSÚ, vlastní zpracování

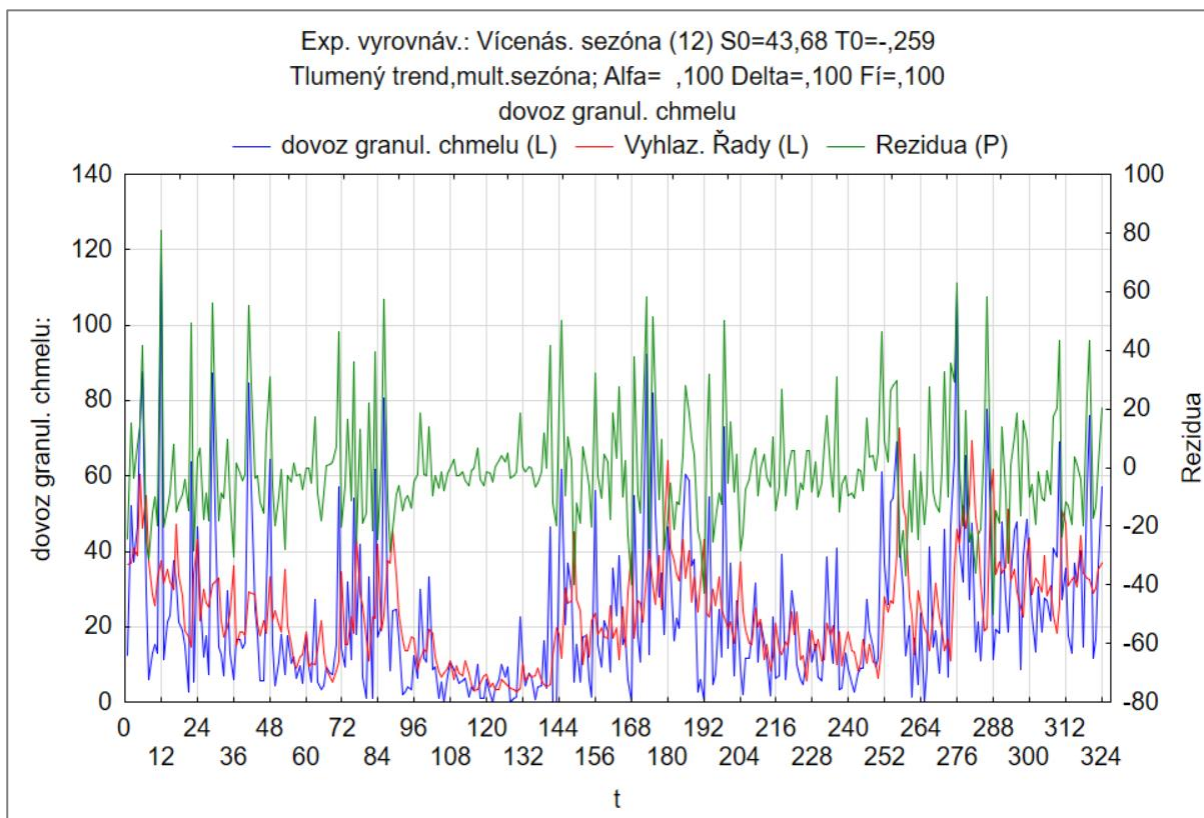
Pokles dovozu mezi lety 1993 až 1997 mohlo být zapříčiněno velkým množstvím chmelu na českém území, jelikož v této době se začala snižovat výměra chmelnic. Tím jak se snížila výměra chmelnic v Čechách, začala klesat i produkce chmelu, proto v roce 1998 začal stoupat dovoz granulovaného chmelu.

Nízký dovoz granulovaného chmelu v letech 2002 a 2010 byl nejspíše způsoben větší produkcí chmelu v České republice, jenž patrně zajistil dostatečné množství chmelu a chmelových výrobků včetně granulovaného chmelu.

Časová řada dovozu granulovaného chmelu vykazuje značné zlomy v trendu, proto byl pro roční predikci využit model exponenciálního vyrovnání, jenž pro rok 2020 předpovídá dovoz 386,36 t, na rok 2021 378,69 t dovezeného granulovaného chmelu a 371,14 t na rok 2022.

Pro výpočet sezónních faktorů byl využit model exponenciálního vyrovnání s tlumeným trendem a nízkým MAPE, viz Graf 17. Nejvíce se granulovaného chmelu dováží v květnu se 45 % nad úrovní, a v prosinci s 34 % nad úrovní, což vyplývá z Tabulka 10, v příloze 2. Naopak se nejméně dováží v září a říjnu, kdy se faktor pohybuje okolo 26 % pod úrovní.

Graf 17: Model exponenciálního vyrovnání měsíčního dovozu granulovaného chmelu do ČR v letech 1993–2019



Zdroj: ČSÚ, vlastní zpracování v programu Statistica

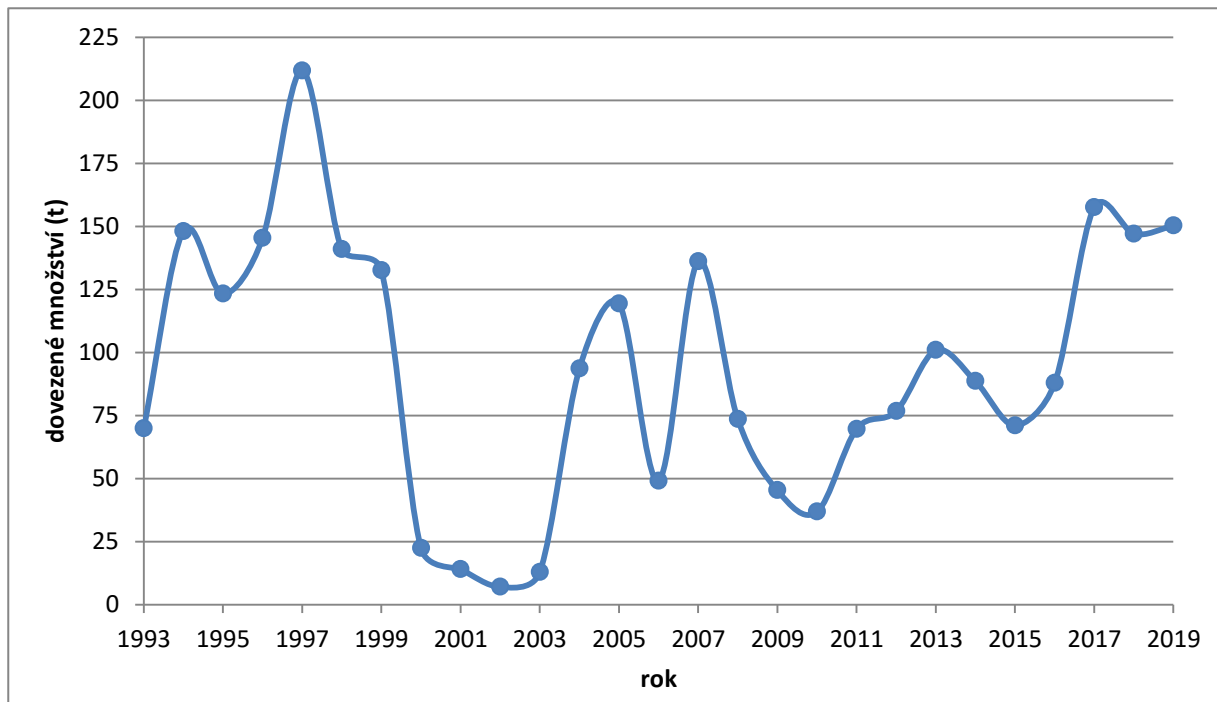
### 4.2.3 Důvoz chmelového extraktu

Při porovnání let 1993 a 2019 lze spatřit v Graf 18, že došlo v dovozu chmelového extraktu k nárůstu ze 70 t na 150 t, což se jednalo o nárůst o 115,29 %. Důvoz extraktu rostl až do roku 1997, kdy dosáhl nejvyšší dovezené hodnoty. Toho roku se dovezlo 212 t, o 203,37 % více než v roce 1993. Poté důvoz klesal až do roku 2002, kdy se dovezlo pouhých 7 tun chmelového extraktu.

Důvoz extraktu od roku 2002 zaznamenal nárůst do roku 2007, pouze s jedním poklesovým výkyvem v roce 2006. Výkyv v roce 2006 byl pravděpodobně způsoben

poklesem produkce chmelu v celém světě, včetně hořkých vysokoobsažných odrůd, ze kterých se extrakt vyrábí.

Graf 18: Vývoj dovozu chmelového extraktu do ČR v letech 1993–2019 (t)



Zdroj: ČSÚ, vlastní zpracování

Pokles dovozu od roku 1999 může souviset s nahrazením extraktů v českých pivovarech granulovaným Premiantem (hořká odrůda). Tím mohlo dojít k menší potřebě dovozu extraktu. Od roku 2004 se začal dovážet extrakt, což bylo způsobeno vývozem odrůdy Agnus, která se začala vyvážet do Německa ke zpracování a zpětnému dovozu do Čech v podobě extraktu.

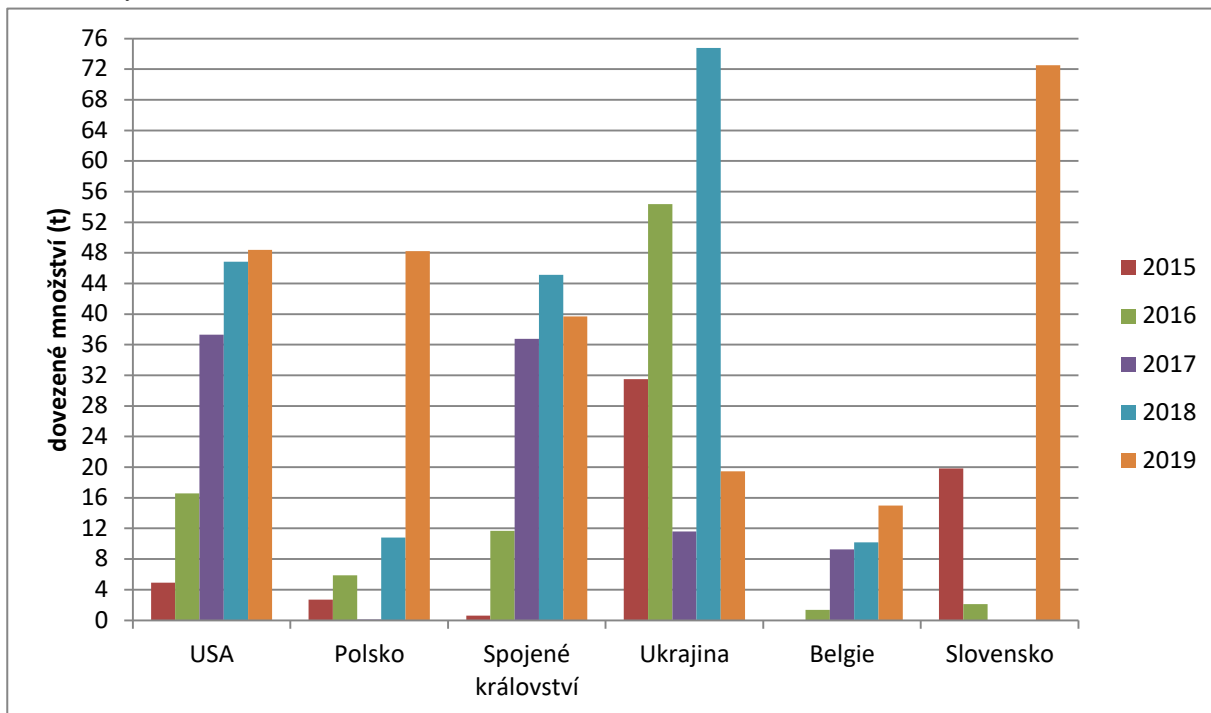
Od roku 2007, kdy dovoz činil 136 t, došlo do roku 2010 k poklesu o 72,94 % na 37 tun. V roce 2010 se vývoj dovozu změnil a docházelo k nárůstu až do roku 2017, kdy bylo do Čech dovezeno 158 t chmelového extraktu. V porovnání let 2017 a 2019 došlo k mírnému poklesu o 4,62 % (na konečných 150 t).

Časová řada dovozu chmelového extraktu vykazuje značné zlomy v trendu, proto byl pro predikci a výpočet sezónních faktorů využito modely exponenciálního vyrovnávání. Nejvíce chmelového extraktu se dováží v měsících od května do července, jejichž faktor se nachází mezi 37–20 % nad úrovní. Nejméně extraktu se dováží v říjnu, kde jde o 41 %

pod úrovní. Predikce na rok 2020 ukazuje, že by se mělo dovézt 153,39 tuny. V roce 2021 by mělo dojít k dovozu 15,49 t, a 159,58 t v roce 2022.

#### 4.2.4 Hlavní importéři chmelu do ČR

Graf 19: Významní dodavatelé chmelu do ČR v letech 2015–2019 (t)



Zdroj: ČSÚ, vlastní zpracování; pozn. uvedeno bez Německa (samostatný graf)

V roce 2019 dovezla Česká republika chmel a chmelové výrobky z 15 různých zemí. Největší objem dovozu byl proveden z evropských zemí a to 933 tun. Dalším význačným dovozním kontinentem je Amerika, z kterého se dovezlo o 5,97 % více než v roce 2018 (50 t).

Největším dodavatelem chmelu a chmelových výrobků do Čech je Německo, které se oproti ostatním zemím liší až o několik stovek tun. V roce 2019 se z Německa dovezlo 733 tun, přestože došlo k poklesu 1,86 % oproti roku 2018, dovezlo se o 661 tun více než z druhé země v pořadí s nejvyšším dovozem. Mezi další dodavatele patří Slovensko, Ukrajina a Spojené státy americké, jak si je možno povšimnout v Graf 19. Také k nim patří Spojené království, Polsko, Belgie.

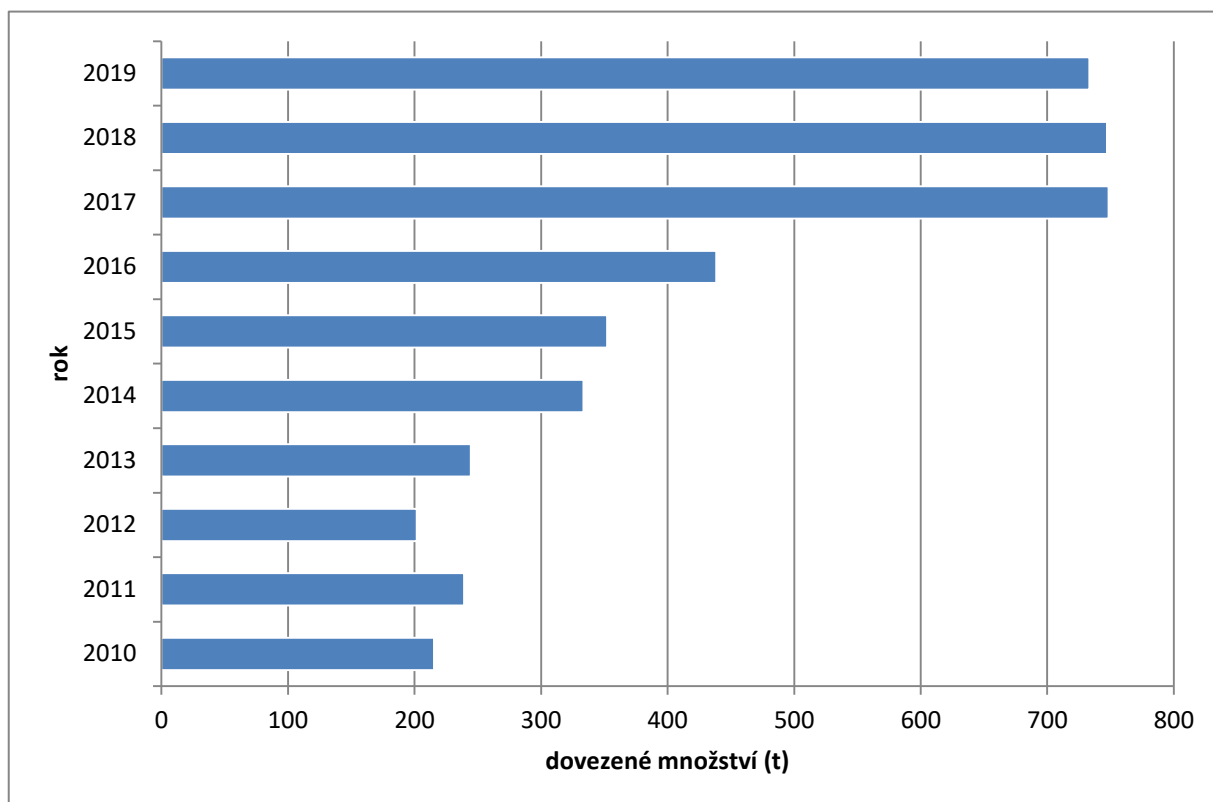
Občas by se dalo mezi dodavatele zařadit Slovinsko, odkud se ovšem dováží velmi nárazově. Do České republiky dováželo Slovinsko v letech 2000–2006 a 2015–2019, někdy se jednalo o více jak 100 t, jindy o pouhé 2 t.

Druhou zemí odkud se nejvíce dovezlo v roce 2019, je Slovensko. V porovnání let 2016 a 2019 tak došlo k velkému nárůstu o 70 tun (z 2 t na 72 t). Na další pozici v dovozu se umístili hned dva státy, Polsko a Spojené státy americké, z obou bylo dovezeno 48 tun. Z Polska bylo v roce 2019 dovezeno o 346,36 % více chmelu a chmelových výrobků než v roce 2018. U dovozu z USA došlo též k nárůstu, ale pouze o 3,36 %.

Ze Spojeného království se do Čech dovezlo 40 tun. Většinou se z Velké Británie dováží chmelový extrakt. Ze Spojeného království se v roce 2019 dovezlo 67,75 % chmelového extraktu a 30,09 % tvořil chmel v granulích, zbytek byl nezpracovaný chmel. Z Ukrajiny, která v roce 2018 byla na druhém místě dovozu do České republiky, došlo k výraznému poklesu dovozu chmelu o 73,99 %, ze 74 t na 19 t. Další dovozní zemí je Belgie, u které se dovoz do Čech zvýšil o 47,37 % z 10 tun na 15 tun.

Sousední země Německo, do kterého se vyvází nejvíce chmelu a chmelových výrobků, dováží velmi mnoho chmelu do Česka. V průběhu let 2010–2019 došlo k nárůstu dovozu

Graf 20: Skladba dovozu z Německa v letech 2010–2019 (t)



Zdroj: ČSÚ, vlastní zpracování

chmelu a výrobků z něj z Německa o 240,63 % (z 215 t na 733 t). Nejvíce se v roce 2019 z Německa dovezlo hlávkového, sušeného chmelu a to 47,43 % z celého dovozu. Dále se dovezlo 270 tun chmelu zpracovaného do granulí a zbylých 15,79 % bylo tvořeno chmelovým extraktem.

Do Čech se již dlouho dováží nejvíce chmelu z Německa. I když v roce 2019 činil dovoz 733 tun, dovezlo se i více a to 749 tun chmelu v roce 2017. Přesto, že se v roce 2017 dovezlo méně hlávkového chmelu, byl tento dovoz vyšší než dovoz v roce 2019, jelikož se dovezlo více extraktu a granulovaného chmelu.

Kvadratická trendová funkce dovozu chmelu a chmelových výrobků z Německa má tvar  $y' = 200,4991 - 10,0865t_i + 7,2825t_i^2$ . Její index determinace je 0,904 a index korelace dosahuje 0,951. Relativní chyba prognózy je větší než 10 %, z čehož vyplývá, že dobře popisuje danou řadu, ale ne příliš dobře predikuje. Bodová předpověď na rok 2020 je 970,72 t dovezeného chmelu z Německa a 1128,13 t na rok 2021. Nejvhodnější model exponenciálního vyrovnání s exponenciálním trendem má MAPE větší než 10 %. Vyrovnání predikuje 826,15 t dovezeného chmelu a chmelových výrobků z Německa na rok 2020 a na rok 2021 predikuje 917,58 t.

### 4.3 Saldo zahraničního obchodu s chmelem

Saldo celkového zahraničního obchodu České republiky se pohybuje v kladných číslech. Agrární zahraniční obchod ČR je dlouhodobě ve schodku, ale saldo zahraničního obchodu s chmelem je v přebytku. Tuto kladnou hodnotu zajišťuje vývoz převážně granulovaného chmelu.

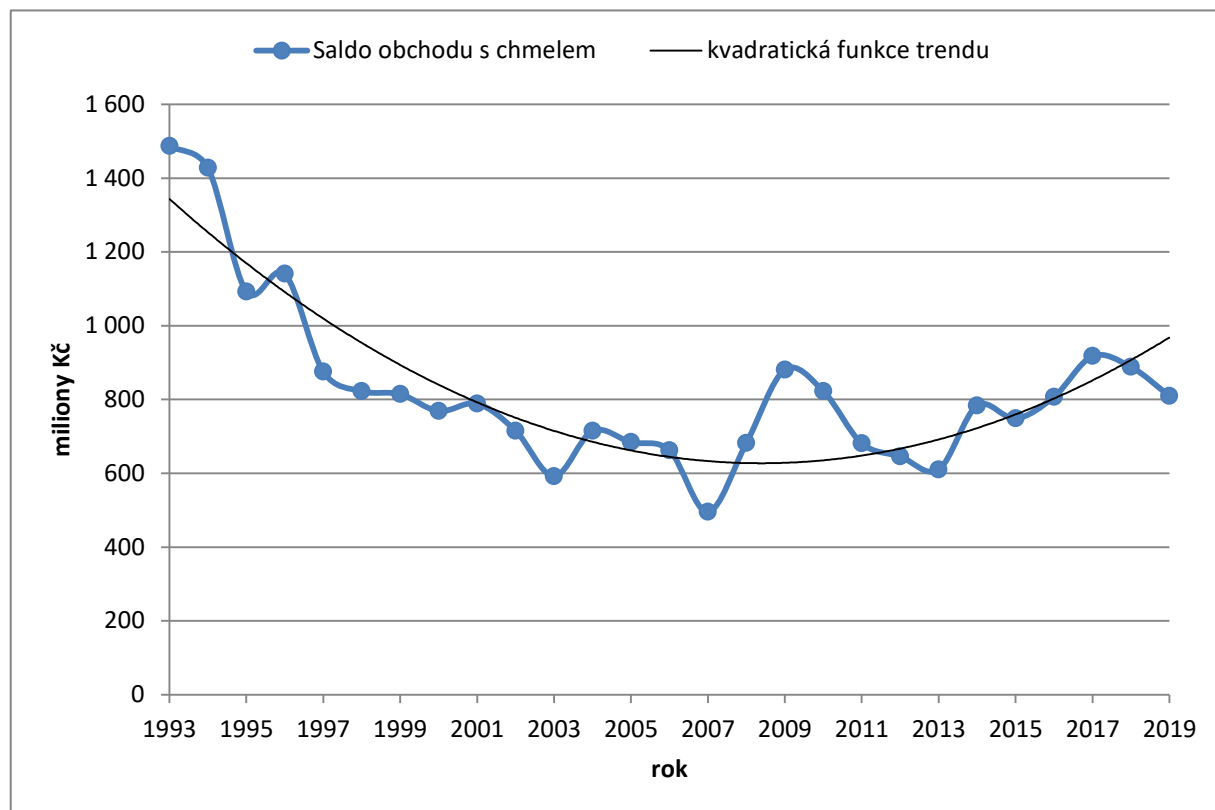
V Graf 21 lze vidět, že saldo zahraničního obchodu s chmelem od roku 1993 pokleslo o více jak 600 mil. Kč, pokles o 45,5 %. Přesto je saldo zahraničního obchodu s chmelem stále v kladných číslech.

Tento vývoz lze popsat kvadratickou trendovou funkcí ve tvaru  $y' = 1439,774 - 99,171t_i + 3,026t_i^2$ , jejíž index determinace je 0,787 a index korelace je 0,887. Předpověď na rok 2020 za pomoci této funkce je 1035,5 mil. Kč. Tato predikce je nejspíše nepřesná, jelikož funkce má relativní chybu prognózu větší než 10 % a převážně protože kvadratická funkce predikuje nárůst, což je vzhledem k poklesu v posledních dvou letech ne moc reálné. Za pomoci exponenciálního vyrovnání s exponenciálním trendem vychází předpověď na rok



2020 na 778,5 mil Kč. Přestože je MAPE exponenciálního vyrovnání rovno 10 %, predikci i tak lze považovat za reálnější.

Graf 21: Vývoj salda zahraničního obchodu s chmelem (mil. Kč)



Zdroj: ČSÚ, vlastní zpracování

## 5 Výsledky a diskuse

Provedené statistické analýzy potvrdily, že ČR je významným producentem a exportérem chmelu. V posledních letech pozorování ve vývozu převažuje granulovaný chmel. Změna hlavní vývozní komodity v oblasti chmele nastala po roce 1996, což bylo způsobeno rušením chmelnic s Žateckým poloraným červeňákem a snížením produkce.

Vypočtené predikční modely předpokládají nárůst exportu chmelu a chmelových výrobků. V roce 2020 by se mělo vyvézt 4 332 tun a v roce 2022 by měl být překonán objem 4 500 tun. Jak ovšem bylo rozpoznáno, vývoz je závislý na produkci chmelu, převážně vývoz hlávkového chmelu. Produkce chmelu je významně závislá na počasí. Jak popisuje Altová (2019, s. 33) výnos chmelu je závislý na srážkách a teplotách po celou dobu vegetace rostliny.

Hlavními exportními měsíci jsou leden a únor a dále měsíce od září až do prosince. Z toho hlávkový chmel se vyváží nejvíce v září a říjnu, granulovaný chmel v lednu a prosinci. Chmelový extrakt se nejvíce vyváží v květnu, avšak stále v nepatrném množství oproti hlávkovému a granulovanému chmelu.

Predikce hlávkového chmelu na rok 2020 dosahuje 455 t v jednom jediném měsíci a predikce granulového na celý rok 2020 je necelých 3 229 t. Pokud jde o predikci chmelového extraktu na rok 2020, v květnu by měl být vývoz 2,3 t.

Česká republika, jakožto třetí největší producent chmelu, vyváží chmel a chmelové výrobky do mnoha zemí světa. Mezi české největší odběratele patří Německo, Japonsko a Čína. V roce 2019 se nejvíce chmelu českého původu vyvezlo do evropských zemí, Asie se tak ocitla na druhém místě. Došlo ke změně hlavního odběratelského kontinentu českého chmelu. Dle Altové (2019, s. 3) bylo v roce 2017 vyvezeno přes 60 % mimo EU. Vývoz do české sousední země Německa, by se dle predikce měl v roce 2020 ještě navýšit, a to na necelých 1 520 tun.

Dovoz do České republiky se skládá převážně z hlávkového chmelu, vyjma let 2008-2016, kdy se dovezlo více granulovaného chmelu. Chmelového extraktu se dováží několikanásobně více, nežli se ho z ČR vyváží, přesto je extraktu stále méně než hlávkového a granulovaného chmelu. Důvodem je potřeba menšího množství extraktu na jednotku výroby piva než chmelových hlávek či granulí.

Z provedených analýza dále vyplynulo, že nejvíce chmelu a výrobků z něj se dováží v měsících listopadu, březnu a únoru. Další v pořadí jsou měsíc leden a prosinec. Z toho hlávkový chmel se dováží nejvíce v lednu a únoru, granulovaný chmel v květnu a prosinci. Chmelový extrakt se nejvíce dováží od května do července, avšak v menším množství než hlávkového a granulovaného chmelu.

Predikce dovozu hlávkového chmelu na rok 2020 za jeden (nejvyšší) měsíc činí 78 tun. Granulovaného chmelu v květnu v roce 2020 by se mělo dovézt 50 tun a necelých 19 tun chmelového extraktu v červenci i v září roku 2020.

Přestože se Česká republika řadí k nejvýznamnějším producentům chmelu, dováží hned z několika různých zemí. Důvodem dovozu jsou odlišné odrůdy chmelu, jelikož každá odrůda ovlivňuje jinak chuť piva. Největší množství bylo dovezeno z evropských zemí, dalším významným, dovozním kontinentem je Amerika.

Největším dodavatelem chmelu a chmelových výrobků do Čech je Německo, které se oproti ostatním zemím liší až o několik stovek tun. Dle Altové (2019, s. 52) jde o nejvýznamnějšího dovozce chmelu do Čech. Předpověď dovozu z Německa na rok 2020 se má oproti roku 2019 opět navýšit a to buď na 970 tun (dle bodové předpovědi) či na 826 tun (dle exponenciálního vyrovnání).

Tím, že vývoz výrazně převyšuje dovoz, pohybuje se saldo zahraničního obchodu s chmelem v kladných hodnotách. Dle předpovědi na rok 2020 by mělo saldo z tohoto obchodu činit necelých 779 mil Kč. Pěstování chmele v ČR tak dlouhodobě vykazuje kladné saldo zahraničního obchodu a posiluje hrubý domácí produkt, poznamenává Altová (2019, s. 58).

## 6 Závěr

Pěstování chmele má v České republice dlouholetou tradici. Chmel je také pro ČR historicky významným vývozním a dovozním zemědělským artiklem. Již dávno si český chmel vybudoval ve světě dobré jméno a stal se tak světoznámým, vyhledávaným produktem pro své vynikající vlastnosti při výrobě piva. Chmel je jednou z mála stabilních položek agrárního zahraničního obchodu, která si dlouhodobě drží kladné saldo.

Statistickou analýzou byl zjišťován vývoj vývozu a dovozu v letech 1993–2019. V tomto období došlo k poklesu jak vývozu, tak i dovozu. Pokles souvisel hned s několika vlivy, jednalo se o politicko-ekonomické závislosti, jako byly privatizace nebo restituce, dále otevření světového trhu a jeho výkyvy, také změny v nárocích na výrobu piva. Výrazným vlivem bylo snižování počtu chmelnic. Vývoz poklesl strměji nežli dovoz, přesto je dovoz stále převyšován vývozem. Ve vývozu převyšuje granulovaný chmel a v dovozu ve více jak polovině sledovaných let převyšuje hlávkový chmel. Saldo zahraničního obchodu s chmelem celkově pokleslo, přesto se stále nachází v kladných hodnotách.

Závěrem lze konstatovat, že analýza vývoje vývozu a dovozu ukázala, že i navzdory ekonomickým krizím a výkyvům počasí si český chmel udržuje vysoký standard. Do budoucna lze předpokládat, že se stále bude český chmel vyvážet a bude důležitým artiklem českého zemědělství. Ne nadarmo se říká, že chmel je české zlato.

## 7 Seznam použitých zdrojů

- ADAMEC, Jan, 1999. *Situační a výhledová zpráva - Chmel a pivo*. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR.
- ALTOVÁ, Markéta, 2005. *Situační a výhledová zpráva - Chmel a pivo*. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR. ISBN 80-7084-434-5.
- ALTOVÁ, Markéta, 2017. *Situační a výhledová zpráva - Chmel a pivo* [online]. Praha: Ministerstvo zemědělství [cit. 2019-07-12]. ISBN 978-80-7434-409-1. Dostupné z: [http://eagri.cz/public/web/file/573080/SVZ\\_Chmel\\_2017.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/573080/SVZ_Chmel_2017.pdf)
- ALTOVÁ, Markéta, 2019. *Situační a výhledová zpráva - Chmel a pivo*. Praha: Ministerstvo zemědělství. ISBN 978-80-7434-486-2.
- ARLT, Josef, ARLTOVÁ, Markéta, 2007. *Ekonomické časové řady: Vlastnosti, metody modelování, příklady a aplikace*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-1319-9.
- BARBORKA, Vladimír, 2019. *Certifikace produkce chmelu* [online]. Praha: Ministerstvo zemědělství [cit. 2019-10-15]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/ukzuz/portal/trvale-kultury/certifikace/produkce-chmelu/>
- BUDÍKOVÁ, Marie, KRÁLOVÁ, Maria, MAROŠ, Bohumil, 2010. *Průvodce základními statistickými metodami*. Praha: Grada Publishing, a.s. ISBN 978-80-247-3243-5.
- BARTH, Heinrich J., KLINKE, Christiane a Claus SCHMIDT, 1994. *The Hop Atlas*. Nuremberg: Joh. Barth & Sohn. ISBN 3-418-00745-7.
- CIPRA, Tomáš, 1986. *Analýza časových řad s aplikacemi v ekonomii*. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury.
- ERWIN, N., a kol., 2017. *High Hop(e)s: Craft Brewing Has Farmers Betting On Hops* [online]. Charleston: West Virginia Public Broadcasting [cit. 2020-01-13]. Dostupné z: <https://www.wvpublic.org/post/high-hopes-craft-brewing-has-farmers-betting-hops#stream/0>
- FRIC, Václav, 2009. Významná data z historie pěstování chmelu na našem území. *Chmelařská ročenka*. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský. ISBN 978-80-86576-33-6.
- HINDLS, Richard, KAŇOKOVÁ, Jara, NOVÁK, Ilja, 1997. *Metody statistické analýzy pro ekonomy*. Praha: MANAGEMENT PRESS. ISBN 80-85943-44-1.

- Hop Growers of America, 2019. *2018 US Hop Acreage* [online]. Hop Growers of America [cit. 2019-07-31]. Dostupné z: <https://www.usahops.org/enthusiasts/index.html>
- HOŠKOVÁ, Pavla, JINDROVÁ, Andrea, PROCHÁZKOVÁ, Radka, 2014. *Statistika v manažerské a obchodní praxi: Základní metody a postupy řešení v programu STATISTICA* [online]. Provozně ekonomická fakulta: Katedra statistiky [cit. 2020-03-14]. Dostupné z: <https://moodle.czu.cz/mod/folder/view.php?id=716602>
- International Hop Growers' Convention (IHGC), 2019. *Economic Commission – Summary Reports: Country Reports with Hop Statistics* [online]. International Hop Growers' Convention [cit. 2019-07-31]. Dostupné z: [http://www.hmelj-giz.si/ihgcdoc/2019%20AUG%20IHGC%20EC%20Report\\_final.pdf](http://www.hmelj-giz.si/ihgcdoc/2019%20AUG%20IHGC%20EC%20Report_final.pdf)
- JEŽEK, Josef, 2015. *Chmel 2015: Příručka pro pěstitele chmelu*. Žatec: Chmelařský institut s.r.o. ISBN 978-80-86836-98-0.
- KOVÁŘOVÁ, Kateřina, 2011. *Jakost a zpeněžování zemědělských komodit*. Praha: Česká zemědělská univerzita, Provozně ekonomická fakulta. ISBN 978-80-213-2219-6.
- KROFTA, Karel, 2008. *Hodnocení kvality chmelu: Metodika pro praxi 4/08*. Žatec: Chmelařský institut s.r.o. ISBN 978-80-86836-84-3.
- KROFTA, K., a kol. 2017. *Hodnocení kvalitativních parametrů chmelu při sušení a stárnutí* [online]. Žatec: Chmelařský institut s.r.o., Praha: Česká zemědělská univerzita ISBN 978-80-86836-16-4 [cit. 2019-10-10]. Dostupné z: <http://www.chizatec.cz/download/page26127.pdf>
- NEVE, R. A., 1991. *Hops*. London: Chapman and Hall
- NESVADBA, V. a kol., 2012. *Atlas českých odrůd chmelu*. Žatec: Chmelařský institut s.r.o. ISBN 978-80-87357-11-8.
- NESVADBA, V. a kol., 2013. *Vývoj a tradice českých odrůd chmelu*. Žatec: Chmelařský institut s.r.o. ISBN 978-80-87357-11-8.
- MALÍŘOVÁ, Ivana, KOVAŘÍK, Michal, 2016. 700 let "Otce vlasti" co světu český chmel propagovati se jal. *Český chmel 2016*. Praha: Ministerstvo zemědělství. ISBN 978-80-7434-325-4.

- MENZLOVÁ, Josefina, BŘÍŠKOVÁ Markéta, SEKAVOVÁ, Helena, 2019. *Ročenka agrárního zahraničního obchodu ČR za rok 2018*. Praha: Ústav zemědělské ekonomiky a informací. ISBN 978-80-7271-238-0.
- PAVLOVIC, Martin. 2012. Production character of the EU hop industry. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. (18) [online]. [cit. 2019-10-12]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/232711464\\_Production\\_character\\_of\\_the\\_EU\\_hop\\_industry](https://www.researchgate.net/publication/232711464_Production_character_of_the_EU_hop_industry)
- PEARS, Tom, 2019. *A hop farming revival is currently happening in Europe* [online]. Living [cit. 2019-10-12]. Dostupné z: <https://www.euronews.com/living/2019/04/24/a-hop-farming-revival-is-currently-happening-in-europe>
- PETEROVÁ, Jarmila, 2010. *Ekonomika výroby a zpracování zemědělských produktů*. 4. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita, Provozně ekonomická fakulta. ISBN 978-80-213-2053-6.
- POUZAROVÁ, Iveta, 1998. *Mezinárodní obchod (vybrané kapitoly)*. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta. ISBN 80-7040-303-9.
- RYBÁČEK, V. a kol., 1980. *Chmelařství*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství.
- RYBÁČEK, Václav, ed., 1991. *Hop production*. Amsterdam.
- SMUTKA, L. a kol., 2011. *Vývoj agrárního zahraničního obchodu ČR v evropském a světovém kontextu*. Praha: powerprint. ISBN 978-80-87415-22-1.
- SVATOŠ, M. a kol., 2009. *Zahraníční obchod: teorie a praxe*. Praha: Grada Publishing a.s. ISBN 978-80-247-2708-0.
- VANÍČEK, Jiří, BAŽANT, Petr, VALEŠ, Vladimír, 2018. *Památky pěstování a zpracování chmelu a výroby piva v Žatci*. 2. rozšířené vydání. Žatec: Huml & Vaníček.
- ZHANG, S., SOLTIS, D. E., YANG, Y., LI, D., YI, T., 2011. Multi-gene analysis provides a well-supported phylogeny of Rosales. *Molecular Phylogenetics and Evolution* [online]. Elsevier Inc. [cit. 2019-07-10]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1055790311001928>
- ZIMA, František, ZÁZVORKA, Václav, 1938. *Chmelařství*. Praha: Ministerstvo zemědělství republiky Československé.
- WARD, Fawn, 2017. *An Overview on World Hop Growing Regions* [online]. Fawn Ward [cit. 2019-10-12]. Dostupné z: <http://fawnward.com/an-overview-on-world-hop-growin-regions/>

## 8 Přílohy

### Příloha 1 – data

#### Seznam tabulek

Tabulka 2: Vývoz z České republiky v letech 1993–2019 (t).....	73
Tabulka 3: Vývoz chmelu a chmel. výrobků v letech 2015–2019 do vybraných zemí (t) .....	74
Tabulka 4: Podrobný vývoz z ČR do vybraných zemí v letech 2010–2019 (t).....	74
Tabulka 5: Saldo zahraničního obchodu s chmelem v letech 1993–2019 (mil Kč) .....	75
Tabulka 6: Dovoz chmelu a chmelových výrobků do České republiky v letech 2015–2019 z vybraných zemí (t) .....	75
Tabulka 7: Dovoz do České republiky v letech 1993–2019 (t) .....	76
Tabulka 8: Podrobný dovoz do ČR z vybraných zemí v letech 2010–2019 (t).....	77

### Příloha 2

#### Seznam tabulek

Tabulka 9: Sezónní faktory vývozu vypočtené z modelů exponenciálního vyrovnání .....	78
Tabulka 10: Sezónní faktory dovozu vypočtené z modelů exponenciálního vyrovnání .....	78
Tabulka 11: Měsíční predikce celkového dovozu chmelu na roky 2020-2022 vypočtené za pomocí exponenciálního vyrovnání.....	79



## Příloha 1 – data z ČSÚ

Tabulka 2: Vývoz z České republiky v letech 1993–2019 (t)

rok	hlávkový chmel	granulovaný chmel	chmelový extrakt	chmel celkem
1993	4 995,09	3 075,27	32,26	8 102,62
1994	4 762,97	2 799,83	13,53	7 576,32
1995	3 846,05	2 878,19	34,42	6 758,65
1996	3 851,07	3 388,11	10,58	7 249,75
1997	2 602,93	3 396,23	37,49	6 036,65
1998	1 847,38	3 453,72	5,24	5 306,33
1999	1 965,57	3 432,32	6,64	5 404,52
2000	1 497,31	3 152,34	0,13	4 649,78
2001	2 038,45	3 255,06	0,17	5 293,68
2002	1 985,03	3 319,63	0,24	5 304,90
2003	1 415,66	2 981,55	0,01	4 397,21
2004	1 185,02	3 467,55	4,81	4 657,38
2005	1 230,25	3 421,95	20,01	4 672,21
2006	363,57	3 707,14	9,94	4 080,65
2007	201,14	3 216,79	34,85	3 452,78
2008	242,08	4 040,68	22,91	4 305,67
2009	902,76	3 241,85	6,31	4 150,92
2010	1 107,52	3 179,71	19,58	4 306,80
2011	847,61	3 119,89	47,11	4 014,61
2012	867,99	3 255,18	34,85	4 158,03
2013	681,06	2 813,11	80,30	3 574,47
2014	950,62	3 057,27	57,58	4 065,47
2015	878,25	2 779,96	13,61	3 671,83
2016	1 232,81	2 569,13	15,04	3 816,97
2017	1 191,06	3 457,42	11,93	4 660,41
2018	776,49	3 695,23	4,11	4 475,84
2019	1 198,05	3 017,16	10,06	4 225,28

Tabulka 3: Vývoz chmelu a chmel. výrobků v letech 2015–2019 do vybraných zemí (t)

vývoz	Německo	Vietnam	Japonsko	UK	Belgie	Čína	USA	Rusko	Itálie
2015	826,61	65,27	879,37	65,57	87,90	962,96	78,49	260,06	109,19
2016	1 136,88	86,13	582,04	89,21	147,48	927,90	36,30	335,08	30,03
2017	1 322,99	113,68	927,62	98,84	104,45	1 290,66	41,97	421,81	48,68
2018	1 101,46	205,72	1 122,44	77,13	177,92	1 014,90	77,02	304,38	63,08
2019	1 306,09	96,24	612,96	106,80	190,26	1 132,30	61,11	233,20	66,24

Tabulka 4: Podrobný vývoz z ČR do vybraných zemí v letech 2010–2019 (t)

země	rok	hlávkový chmel	granulovaný chmel	chmelový extrakt	chmel celkem
Německo	2010	965,93	83,80	0,00	1 049,73
	2011	746,04	194,79	0,00	940,83
	2012	757,11	199,33	0,96	957,40
	2013	648,05	64,92	2,51	715,48
	2014	912,31	26,76	0,69	939,75
	2015	807,84	18,77	0,00	826,61
	2016	1 111,67	25,21	0,00	1 136,88
	2017	1 159,44	163,55	0,00	1 322,99
	2018	736,55	364,92	0,00	1 101,46
	2019	1 067,58	238,51	0,00	1 306,09
Japonsko	2010	0,00	1 826,67	0,00	1 826,67
	2011	0,00	1 196,75	0,00	1 196,75
	2012	0,00	1 159,83	0,01	1 159,84
	2013	0,04	922,91	0,00	922,95
	2014	0,34	1 265,90	0,00	1 266,25
	2015	0,56	878,81	0,00	879,37
	2016	0,43	581,61	0,00	582,04
	2017	1,03	926,59	0,00	927,62
	2018	1,55	1 120,89	0,01	1 122,44
	2019	1,07	609,81	2,09	612,96

Čína	2010	0,00	505,67	0,00	505,67
	2011	0,00	847,08	0,00	847,08
	2012	0,00	829,16	0,00	829,16
	2013	0,00	684,55	0,00	684,55
	2014	0,00	872,34	0,00	872,34
	2015	0,00	962,96	0,00	962,96
	2016	0,04	927,86	0,00	927,90
	2017	0,06	1 290,60	0,00	1 290,66
	2018	0,09	1 014,81	0,00	1 014,90
	2019	0,04	1 132,26	0,00	1 132,30

Tabulka 5: Saldo zahraničního obchodu s chmelem v letech 1993–2019 (mil Kč)

rok	saldo (mil. Kč)	rok	saldo (mil. Kč)	rok	saldo (mil. Kč)
1993	1 486,58	2002	715,33	2011	681,31
1994	1 427,60	2003	592,17	2012	645,67
1995	1 092,31	2004	714,81	2013	610,29
1996	1 140,77	2005	684,19	2014	783,35
1997	875,74	2006	662,15	2015	748,36
1998	822,53	2007	495,37	2016	807,16
1999	814,66	2008	681,93	2017	917,51
2000	768,47	2009	880,87	2018	888,31
2001	788,54	2010	822,88	2019	809,84

Tabulka 6: Dovoz chmelu a chmelových výrobků do České republiky v letech 2015–2019 z vybraných zemí (t)

dovoz	Německo	USA	Polsko	UK	Ukrajina	Belgie	Slovensko
2015	352,15	4,93	2,71	0,59	31,50	0,00	19,86
2016	438,51	16,57	5,87	11,68	54,36	1,34	2,12
2017	748,52	37,31	0,12	36,78	11,61	9,27	0,00
2018	747,22	46,83	10,80	45,11	74,75	10,18	0,00
2019	733,35	48,41	48,20	39,70	19,44	15,01	72,50

Tabulka 7: Dovoz do České republiky v letech 1993–2019 (t)

rok	hlávkový chmel	granulovaný chmel	chmelový extrakt	chmel celkem
1993	826,80	505,53	69,81	1 402,14
1994	155,10	298,01	148,09	601,20
1995	409,69	287,77	123,24	820,70
1996	325,62	352,93	145,34	823,89
1997	411,97	134,78	211,79	758,54
1998	680,81	165,86	140,87	987,54
1999	896,05	287,21	132,58	1 315,84
2000	875,23	226,03	22,44	1 123,70
2001	797,48	133,68	14,06	945,22
2002	1 148,51	58,42	7,04	1 213,97
2003	1 033,63	72,45	12,85	1 118,93
2004	943,46	132,47	93,55	1 169,47
2005	908,39	272,90	439,02	1 620,31
2006	507,89	209,04	49,04	765,97
2007	513,82	484,07	136,08	1 133,98
2008	296,36	342,52	73,59	712,47
2009	122,50	300,07	45,31	467,88
2010	86,31	164,54	36,83	287,67
2011	10,96	182,40	69,64	263,00
2012	15,58	181,73	76,75	274,06
2013	109,10	212,96	100,89	422,94
2014	50,18	353,71	88,62	492,50
2015	28,65	382,61	71,00	482,26
2016	20,46	425,29	87,83	533,58
2017	405,19	387,43	157,59	950,20
2018	556,48	372,45	147,07	1 076,00
2019	426,57	408,44	150,30	985,31

Tabulka 8: Podrobný dovoz do ČR z vybraných zemí v letech 2010–2019 (t)

země	rok	hlávkový chmel	granulovaný chmel	chmelový extrakt	chmel celkem
Německo	2010	18,47	164,51	32,31	215,29
	2011	10,96	169,74	58,42	239,12
	2012	15,58	154,81	31,44	201,83
	2013	43,40	149,15	51,95	244,49
	2014	9,19	278,36	45,94	333,50
	2015	7,88	282,55	61,72	352,15
	2016	18,93	335,91	83,67	438,51
	2017	300,97	317,47	130,08	748,52
	2018	348,85	288,93	109,44	747,22
	2019	347,80	269,78	115,77	733,35
Spojené království	2010	0,00	0,03	1,60	1,62
	2011	0,00	0,00	5,91	5,91
	2012	0,00	0,33	1,66	1,99
	2013	0,00	0,61	18,53	19,14
	2014	0,00	0,54	0,34	0,88
	2015	0,00	0,59	0,00	0,59
	2016	0,00	9,64	2,04	11,68
	2017	0,00	11,29	25,49	36,78
	2018	0,00	11,55	33,57	45,11
	2019	0,86	11,95	26,90	39,70

## Příloha 2 – sezónní faktory a předpovědi

Tabulka 9: Sezónní faktory vývozu vypočtené z modelů exponenciálního vyrovnání

měsíc	Vývoz chmelu celkem	vývoz hlávkového chmelu	vývoz granulovaného chmelu
leden	201,417	80,564	249,2213
únor	145,879	64,580	182,7317
březen	88,300	42,497	109,7208
duben	51,004	21,965	60,3328
květen	35,734	13,509	43,6240
červen	36,213	7,321	48,9077
červenec	22,113	2,578	28,5469
srpen	42,649	88,039	20,6093
září	124,160	365,975	30,3985
říjen	150,152	271,076	109,7786
listopad	140,974	148,927	129,7961
prosinec	161,404	92,968	186,3321

Tabulka 10: Sezónní faktory dovozu vypočtené z modelů exponenciálního vyrovnání

měsíc	Dovoz chmelu celkem	dovoz granulovaného chmelu	dovoz chmelového extraktu
leden	131,684	83,996	63,413
únor	135,255	97,684	112,411
březen	135,926	100,144	90,081
duben	103,105	96,857	88,759
květen	92,660	144,790	124,161
červen	62,031	105,339	120,336
červenec	69,338	106,328	136,902
srpen	45,903	80,302	74,020
září	49,325	73,373	118,204
říjen	107,682	73,750	58,719
listopad	140,307	103,132	96,743
prosinec	126,784	134,305	116,250

Tabulka 11: Měsíční predikce celkového dovozu chmelu na roky 2020-2022 vypočtené za pomoci exponenciálního vyrovnání

měsíc	2020	2021	2022
leden	21,398	11,616	6,305
únor	34,744	18,860	10,238
březen	27,509	14,933	8,106
duben	18,922	10,272	5,576
květen	23,413	12,710	6,899
červen	14,379	7,806	4,237
červenec	29,653	16,097	8,738
srpen	29,991	16,280	8,837
září	38,872	21,101	11,455
říjen	75,067	40,749	22,120
listopad	48,916	26,553	14,414
prosinec	54,231	29,439	15,981