

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra ekonomiky



Bakalářská práce

Analýza cenového vývoje kukuřice

Matěj Chadima

© 2023 ČZU v Praze

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Matěj Chadima

Podnikání a administrativa

Název práce

Analýza cenového vývoje kukuřice

Název anglicky

Analysis of the maize price development

Cíle práce

Cílem práce je zpracovat analýzu cenového vývoje kukuřice za účelem identifikace hlavních determinant a prognózy budoucího vývoje.

Metodika

Teoretická část práce bude zpracována s využitím metody studia dokumentu.

Empirická část práce bude založena na metodách a technikách analýzy časových řad.

Doporučený rozsah práce

50 – 60 stran

Klíčová slova

Komodita, kukuřice, analýza časových řad, cena, trh

Doporučené zdroje informací

BLAS, J. – FARCHY, J. *The World for Sale : Money, Power and the Traders Who Barter the Earth's Resources*. Cornerstone, 2021. ISBN 978-1-84794-266-1

BUDÍKOVÁ, Marie; KRÁLOVÁ, Maria; MAROŠ, Bohumil. *Průvodce základními statistickými metodami*. Praha: Grada, 2010. ISBN 978-80-247-3243-5.

GARNER, C. *Komodity*. BizBooks, 2014. ISBN 978-80-265-0019-3

HINDLS, Richard. *Statistika pro ekonomy*. Praha: Professional Publishing, 2007. ISBN 978-80-86946-43-6.

NESNÍDAL, Tomáš; PODHAJSKÝ, Petr. *Obchodování na komoditních trzích : průvodce spekulanta*. Praha: Grada, 2006. ISBN 80-247-1851-0.

RŮČKOVÁ, Petra. *Finanční analýza : metody, ukazatele, využití v praxi*. Praha: Grada Publishing, 2021. ISBN 978-80-271-3124-2.

Předběžný termín obhajoby

2022/23 ZS – PEF

Vedoucí práce

prof. Ing. Lukáš Čechura, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ekonomiky

Elektronicky schváleno dne 27. 11. 2023

prof. Ing. Lukáš Čechura, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 28. 11. 2023

doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 30. 11. 2023

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Analýza cenového vývoje kukuřice" jsem vypracoval 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 autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 30.11.2023

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval prof. Ing. Lukášovi Čechurovi, Ph.D., za odborné vedení a cenné rady v průběhu zpracování této bakalářské práce.

Analýza cenového vývoje kukuřice

Abstrakt

Bakalářská práce je zaměřena na statistickou analýzu cenového vývoje kukuřice s cílem vysledovat faktory ovlivňující její cenu. Cena je sledována v rozmezí let 1960–2022. Práce je složena z teoretické a empirické části. Literární rešerše je vypracována na základě studia literatury se zaměřením na komodity a obchod s nimi, konkrétně s kukuřicí, s její nabídkou a poptávkou a možnostmi investice do komodity. Empirická část práce je založena na cenové analýze kukuřice a vícenásobné lineární regresní analýze ve sledovaném období. V cenové analýze je využíváno časových řad a dalších souvisejících metod. Testování prokázalo statistickou významnost zkoumaného modelu. Na základě výsledků byla provedena předpověď pro nadcházející období 2023–2025, ze které vyplývá, že cena bude nejprve klesat a poté mírně stoupat. Vícenásobná lineární regresní analýza prokázala statistickou významnost u jedné nezávislé proměnné. Dále jsou prozkoumány historické milníky spojené s nárůstem a poklesem ceny kukuřice, s výsledkem determinace faktorů ovlivňujících její cenu.

Klíčová slova: Kukuřice, komodita, cena, bušl, dolar, analýza, investice, počasí, burza, produkce

Analysis of the maize price development

Abstract

The bachelor thesis is focused on the statistical analysis of the price development of maize in order to trace the factors influencing its price. The price is monitored over the period 1960-2022. The thesis consists of a theoretical and an empirical part. The literature search is based on a study of the literature focusing on commodities and their trade, specifically maize, its supply and demand and the possibility of investing in the commodity. The empirical part of the paper is based on price analysis of maize and multiple linear regression analysis over the period under study. Time series and other related methods are used in the price analysis. Testing has shown the statistical significance of the model under study. Based on the results, a forecast was made for the upcoming period 2023-2025, which shows that the price will first decrease and then slightly increase. Multiple linear regression analysis showed statistical significance for one independent variable. Furthermore, the historical milestones associated with the increase and decrease in the price of maize are examined, with the result of determining the factors influencing its price.

Keywords: Corn, commodity, price, bushel, dollar, analysis, investment, weather, stock exchange, production

Obsah

1 Úvod.....	10
2 Cíl práce a metodika	12
2.1 Cíl práce	12
2.2 Metodika	12
2.2.1 Časové řady.....	13
2.2.2 Elementární charakteristiky	13
2.2.3 Klasický model časové řady	14
2.2.4 Vícenásobná lineární regresní analýza	17
3 Teoretická východiska	18
3.1 Komodity.....	18
3.1.1 Futures	19
3.1.2 Futures kukuřice	20
3.2 Burza	21
3.2.1 Broker	22
3.3 Význam kukuřice a její využití	23
3.4 Faktory působící na trh s kukuřicí.....	24
3.4.1 Produkce	24
3.4.2 Počasí	26
3.4.3 Export.....	27
3.4.4 Výnosnost	28
3.4.5 Největší spotřebitelé	30
3.4.6 Alternativní využití kukuřice	31
3.5 Investice do kukuřice	32
4 Vlastní práce	33
4.1 Analýza cenového vývoje kukuřice	33
4.2 Vícenásobná lineární regresní analýza.....	40
4.3 Faktory působící na růst a pokles ceny kukuřice v minulosti	43
4.4 Vícenásobná lineární regresní analýza významných determinantů	52
5 Závěr.....	53
6 Seznam použitých zdrojů	55
6.1 Literární zdroje:.....	55
6.2 Internetové zdroje:	56
7 Seznam obrázků, tabulek, grafů a zkratk	63
7.1 Seznam obrázků	63
7.2 Seznam tabulek	63

7.3	Seznam grafů.....	63
7.4	Seznam použitých zkratek.....	63
	Přílohy.....	64

1 Úvod

Bakalářská práce je zaměřena na analýzu cenového vývoje kukuřice na komoditních trzích a determinanty, které v minulosti cenu komodity ovlivnily. Tato obilnina je celosvětově obchodována na burzách. Za nejpoužívanější je ovšem považována americká CME Group, ze které je využívána většina dat v této práci. Konkrétní téma bylo zvoleno v návaznosti na aktuální situaci na trzích spojenou s historicky nejvyšší cenou obilniny. Faktor, který také ovlivnil výběr tématu, je válka na Ukrajině, jež je významným producentem dané komodity.

Kukuřice je pěstována globálně, protože oproti ostatním obilným alternativám není náročná na podmínky růstu. Rovněž její využití je velmi široké. Primárně slouží jako krmivo pro hospodářská zvířata, jelikož má velmi vysoké výživové hodnoty. Je zpracovávána na výrobu potravin jako jsou škrob, sladidla a další. Uplatňuje se i mezi palivy, konkrétně biopalivy, jako ekologičtější alternativa ve srovnání s ropou. Tato obilnina je jednou z hlavních plodin, které slouží právě k výrobě bioetanolu, a to díky vysokému obsahu cukru. Biopalivo z kukuřice je v dnešní době používáno zejména v jihoamerických státech, ale upotřebí se i jako aditivum ve většině pohonných hmot spalovaných v automobilových motorech na území Spojených států amerických. Se stále rostoucí populací je pak po kukuřici stále větší poptávka, a proto může sloužit jako zajímavý prostředek pro zhodnocení kapitálu investorem. V dnešní době se ovšem investice do komodit využívá hlavně jako způsob, kterým je snížena rizikovost portfolia složeného z akcií a jiných finančních prostředků.

Existuje několik faktorů, které ovlivňují cenu jmenované komodity, a sice poptávkové a nabídkové. Z hlediska nabídky jde o určité příčiny ovlivňující produkci komodity. Nejčastější bývají nepříznivé podmínky pro pěstování, jako velká sucha nebo příliš mrazivé počasí v období zasetí, která vedou k nízké produkci a tím i k nízké nabídce. Ovlivnit úrodu mohou ovšem i příliš vysoké či nízké srážky nebo teplotní výkyvy v průběhu růstu rostliny. Úrodu ovlivňují i přírodní katastrofy nebo válečné konflikty, které znemožňují produkci. Ze strany poptávky se jedná o spotřebitele, na něž má vliv hlavně vlastní rozpočet. Většina velkých spotřebitelů kukuřici nekonzumuje v původní podobě, ale zpracovává ji do jiné formy využívané v potravinářství nebo na jiné alternativní způsoby použití. Jedná se například o průmyslové výrobky, jako jsou bioplasty, lepidla, papír nebo jiné materiály využívané ve stavebnictví.

Z hlediska vyprodukovaného množství je nejvýznamnějším producentem USA. Stejně tak je to i u exportu či výnosnosti. Zároveň jsou Spojené státy i největším konzumentem této obilniny, proto je její cena ovlivněna hlavně faktory, které působí na tento stát.

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Hlavním cílem práce je posoudit cenový vývoj kukuřice za období 1960–2022. Dále vymezit hlavní determinanty působící na vývoj ceny komodity. Dílčí cíle jsou: odvodit prognózu vývoje ceny kukuřice na komoditním trhu ve Spojených státech amerických a zhodnotit vliv hlavních událostí, které nejvíce působily na vývoj ceny kukuřice v minulosti.

2.2 Metodika

Bakalářská práce je rozdělena na dvě části, a to na teoretickou a empirickou. Literární rešerše je zpracována metodou analýzy dokumentů s pomocí knižních zdrojů, odborných článků a dat statistické databáze Organizace pro výživu a zemědělství (FAOSTAT). Na základě těchto dat a dokumentů jsou popsány komodity, obchod s nimi, krátce je popsána kukuřice a její význam pro lidstvo. Dále je tato část zaměřena na faktory ovlivňující poptávku či nabídku po této obilovině. Na závěr je zmíněna investice do kukuřice jako možné zhodnocení kapitálu.

V praktické části práce jsou analyzovány události, které ovlivnily cenu komodity v minulosti. Empirická část využívá analýzy časových řad a vícenásobné lineární regresní analýzy, které jsou zpracované na základě historických dat ceny kukuřice v letech 1960–2022 a dat USDA. Údaje se týkají průměrné ceny v amerických dolarech při uzavření obchodu za konkrétní rok (Average Closing Price \$). Data jsou čerpána z portálu Macrotrends, který zprostředkovává údaje od burzy CME Group, týkající se ceny kukuřice na území Spojených států amerických. Samotná analýza je zpracována pomocí Microsoft Excel a statistického programu IBM SPSS Statistics.

2.2.1 Časové řady

Časové řady jsou chronologicky seřazené posloupnosti věcně a prostorově srovnatelných pozorování. Dají se dělit podle časového hlediska rozhodného pro zjišťování údajů na intervalové a okamžikové. Intervalovou časovou řadu bychom mohli specifikovat jako řadu, která závisí na délce určitého intervalu. Okamžikové časové řady se dají popsat jako řady sestavené z ukazatelů vázajících se k nějakému momentu, nejčastěji ke konkrétnímu dni (Hindls a kol., 2007, s. 246).

2.2.2 Elementární charakteristiky

Před přechodem k samotné analýze je nutná orientace v procesu, na kterém je prováděno šetření. Nejprve je provedeno grafické zobrazení, které napomáhá k určení krátkodobé nebo dlouhodobé tendence (Hindls a kol., 2007, s. 252).

Časová řada je popsána pomocí elementárních charakteristik, jsou tak zjištěny základní rysy řady a formulují se kritéria pro její modelování. Nejdříve budou zjištěny průměrné hodnoty pomocí prostého aritmetického průměru a rozptýlení od průměru hodnot určené směrodatnou odchylkou (Hančlová a Tvrdý, 2003, s. 5–6.). Dále bude využita první diference, která popisuje rozdíly v hodnotách cen sledovaného ukazatele mezi dvěma po sobě jdoucími obdobími. Následují koeficient růstu a relativní přírůstek, které popisují meziroční procentuální nárůsty. Jako poslední je využito průměrného koeficientu růstu (Arlt, 2002, s. 15).

- Prostý aritmetický průměr

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

- Směrodatná odchylka

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

- První diference

$$\Delta y_t = y_t - y_{t-1} \quad (3)$$

- Koeficient růstu

$$k_t = \frac{y_t}{y_{t-1}} \quad (4)$$

- Relativní přírůstek

$$\frac{y_t}{y_{t-1}} - 1 \quad (5)$$

- Průměrný koeficient růstu

$$\bar{k} = \sqrt[t-1]{\frac{y_T}{y_1}} \quad (6)$$

2.2.3 Klasický model časové řady

Dekompozice časové řady

Pro výběr vhodného modelu je nutné provést dekompozici časové řady. Tou se rozumí její rozložení na jednotlivé části. Obecně je možné provést rozklad na čtyři následující složky: trendovou (T), cyklickou (C), sezónní (S) a nesystematickou (E). Trendová složka vyjadřuje tendenci vývoje pozorovaného jevu, která vzniká dlouhodobým působením faktorů ve stejném směru. Cyklická složka vyjadřuje fluktuace okolo trendu neboli střídání fází růstu a poklesu. Sezónní složka popisuje kolísání okolo trendu v průběhu kalendářního roku. Tyto výkyvy se opakují každoročně a ve stejných obdobích. Poslední je nesystematická složka. Ta vyjadřuje různé nahodilé výkyvy a chyby měření (Arlt, 2002, s. 20).

Dekompozice bude provedena aditivním modelem, ve kterém se sčítají jednotlivé složky časové řady. V tomto případě jsou vyjádřeny ve stejných jednotkách jako u pozorované řady. Dále existuje model multiplikativní, kde se využívá násobení jednotlivých složek mezi sebou (Bednářová, 2014, s. 5–6).

- Tvar aditivní dekompozice

$$Y_t = T_t + S_t + C_t + \varepsilon_t \quad (7)$$

Kde:

Y_t ... Náhodná veličina v čase t

T_t ... Trendová složka

S_t ... Sezónní složka

C_t ... Cyklická složka

ε_t ... Náhodná složka

Analýza trendu

Provedena je regresní analýza trendu v časových řadách. Ta je zpracována pomocí trendových funkcí, které slouží k popisu trendové složky. Jsou jimi například lineární, exponenciální a další (Hančlová a Tvrđý, 2003, s. 16).

Vhodnou trendovou funkci je možné vybrat na základě informativních testů. Ty vychází z grafické analýzy elementárních charakteristik časových řad, které jsou uvedeny v tabulce č. 1 (Fousek, 2018).

Tabulka 1 Informativní testy charakteristik

Trend	Informativní testy
Lineární trend	1. diference jsou přibližně konstantní
Exponenciální trend	Koeficienty růstu jsou přibližně konstantní

Zdroj: Fousek, 2018, vlastní zpracování

Po výběru trendu je přistoupeno k výpočtu jednotlivých koeficientů dané funkce, které jsou zjištěny pomocí metody nejmenších čtverců (Hindls a kol., 2007, s. 257).

Shoda modelu s daty

Shodu modelu s daty je možné provést několika způsoby. Nejdříve je využit index determinace R^2 , který nabývá hodnot z intervalu $(0;1)$. Platí, že hodnoty bližší číslu 1 (100 %) lépe vystihují trend časové řady a obráceně (Arlt, 2002, s. 29). Poté je proveden celkový F-test vhodnosti modelu. Ten ověřuje hypotézu, že všechny regresní koeficienty v modelu jsou statisticky významné. Následně jsou provedeny dílčí t-testy významnosti regresního koeficientu, které ověřují statistickou významnost každého regresního koeficientu zvlášť (Montgomery a kol., 2008, s. 87–99).

Jako poslední je vhodnost modelu otestována pomocí interpolačních kritérií, která zkoumají charakter rozdílů skutečných a vyrovnaných hodnot. Konkrétně se jedná o průměrnou čtvercovou chybu MSE, součet čtvercových chyb SSE a průměrnou absolutní chybu MAE (Hančlová a Tvrđý, 2003, s. 19).

- Průměrná čtvercová chyba (MSE)

$$MSE = \frac{SSE}{n} \quad (8)$$

- Součet čtvercových chyb (SSE)

$$SSE = \sum_{t=1}^n E_t^2 = \sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2 \quad (9)$$

- Průměrná absolutní chyba (MAE)

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |y_t - \hat{y}_t| \quad (10)$$

Prognóza hodnot

Následně je provedena prognóza hodnot pomocí extrapolace. „Extrapolacemi nazýváme kvantitativní odhady budoucích hodnot časové řady, které vznikají prodloužením vývoje z minulosti a přítomnosti do budoucnosti s horizontem h za předpokladu, že se tento vývoj nezmění“ (Arlt, 2002, s. 24).

Jedná se o bodovou a intervalovou předpověď. Bodová prognóza představuje bodový odhad neznámého parametru základního souboru k nastávajícímu okamžiku. Intervalovou predikci je možné popsat jako obdobu intervalu spolehlivosti (Janochová, 2015, s. 39).

- Bodová předpověď

$$\hat{y}_n(T - n) = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1(T) \quad (11)$$

- Intervalová předpověď

$$\hat{y}_n(T - n) \pm s_E \cdot t_{1-\alpha/2}(n-2) \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(T - \bar{t})^2}{n(n^2 - 1)/12}} \quad (12)$$

2.2.4 Vícenásobná lineární regresní analýza

Vícenásobná lineární regresní analýza vyjadřuje vztah mezi závislou proměnnou a dvěma či více nezávislými proměnnými. Nejprve je přistoupeno k odhadnutí regresních koeficientů. Ty jsou zjištěny metodou nejmenších čtverců. Jejich významnost je testována pomocí dílčích t-testů, které ověřují každý regresní koeficient zvlášť (Maršálová, 2019).

Dále je provedeno testování vhodnosti modelu na základě celkového F-testu a koeficientu determinace R^2 . Ten nám v tomto případě uvádí, z kolika procent jsou změny vysvětlované proměnné vyvolány změnami ve vysvětlující proměnné. Následně je pomocí regresních koeficientů zjištěn vliv jednotlivých proměnných na proměnnou vysvětlovanou (Budíková, 2016).

- Obecný tvar modelu

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_{1t} + \beta_2 \cdot x_{2t} + \beta_3 \cdot x_{3t} + \varepsilon_t \quad (13)$$

Kde:

Y_t ... Závislá proměnná v čase t

x_{1t}, x_{2t}, x_{3t} ... Nezávislé proměnné

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$... Regresní koeficienty

$t = 1, \dots, T$

3 Teoretická východiska

Tato část práce se zabývá komoditami jako takovými a způsoby, s jejichž pomocí jsou obchodovány. Konkrétní zkoumanou komoditou je kukuřice, která je zde rozebrána z pohledu praktického použití, ale také z historického hlediska spojeného s jejím významem pro společnost. Následně jsou prozkoumány faktory, které ovlivňují volatilitu zemědělské komodity z pohledu nabídky a poptávky. V neposlední řadě je komodita prozkoumána z hlediska investice.

3.1 Komodity

Mezi komodity se řadí například různé druhy masa nebo obilovin, jako jsou třeba ječmen či kukuřice. Nemusí to být ovšem jen potraviny. Řadí se mezi ně i ropa, která se následně zpracovává do pohonných hmot, anebo drahé kovy, jako je zlato. S těmito druhy zboží je obchodováno zpravidla každý den ve formě nákupů potravin v obchodech, ale i během pořízování luxusního zboží. Dalo by se říci, že trh s komoditami je jeden z největších na světě. Obchodováno je s nimi nejen v obchodech, ale i na burzovních trzích (Nesnídal a Podhajský, 2007, s. 13). Komodity mohou být zajímavými investicemi. Oproti akciovým trhům nedochází k příliš častým a extrémním výkyvům v cenové hladině, naopak mohou sloužit jako prostředek pro uchování hodnoty ve formě drahých kovů. I přesto nejsou zcela non-volatilní. Existuje celá řada faktorů ovlivňujících jejich cenu. Kupříkladu energetické komodity jsou silně ovlivňovány geopolitickými událostmi. Stejně tak mohou mezinárodní spory ovlivňovat kolísavost ceny drahých kovů. Zemědělské komodity jsou navíc citlivé na určité faktory, jež mohou buďto pozitivně, nebo negativně ovlivnit jejich cenu (Nguyen a Prokopczuk, 2019).

Investice do komodit může být někdy vnímána nepříznivě z hlediska etiky. Obchodováním s drahými kovy pocházejícími ze zemí třetího světa může docházet k nedodržování lidských práv v sektoru práce, přestože existuje organizace Fair Trade, která se snaží takovým praktikám zamezit. Zabývá se nastolením obchodní spolupráce, která závisí na komunikaci, transparentnosti a respektu. Snaží se zavést spravedlnost v mezinárodním obchodě a podporuje ekologicky zaměřený rozvoj tím, že poskytuje lepší podmínky a práva výrobcům a zaměstnancům, kteří působí v rozvojových zemích. Dosažení těchto cílů má na starost WFTO (World Fair Trade Organization), která stanovuje několik

zásad, podle nichž se musí její členské státy řídit. Mezi tyto cíle je možné zařadit vytváření příležitostí pro ekonomicky znevýhodněné země, transparentnost a odpovědnost, ochranu životního prostředí a mnoho dalších. Fair Trade celkově pomáhá z hlediska ekonomického, environmentálního a sociálního. Proto komodity pocházející z tohoto prostředí podporují celkové zlepšení světa (Doležalová, 2021, s. 9).

3.1.1 Futures

Futures, známý také jako futures kontrakt, znamená způsob platby, jež funguje na podobném principu jako platba šekem. Kupující je zavázán koupit od prodávajícího určité množství daného zboží za předem smlouvenou cenu (Telser a Higinbotham, 1977).

Existuje celá řada finančních prostředků, jež lze nakupovat pomocí těchto smluv. Jedná se o komodity, jako jsou zlato, ropa nebo kukuřice. Řadí se sem ovšem i prostředky jako akcie a měnové nebo kryptoměnové futures. Uvádí se hlavní dva způsoby využití tohoto kontraktu. Prvním je hedging, používaný pro zajištění proti riziku. Druhým způsobem je spekulace o vývoji cen jmenovaných prostředků. Většina investorů kupuje futures za účelem výtěžku ve výkyvech cen, nikoliv se zájmem o odkoupení kukuřice. Proto je s ní obchodováno až do data splatnosti. Někteří obchodníci vypořádají svou pozici v hotovosti. Jinými slovy jedinec zaplatí nebo obdrží peněžní vypořádání v závislosti na tom, zda se podkladové aktivum během doby držení investice zvýšilo, nebo snížilo. V některých případech je však u futures vyžádáno fyzické dodání. V takovém případě by investor, který má v držení kontrakt, převzal po vypršení jeho platnosti dodávku tohoto aktiva. Je ovšem povinen uhradit veškeré náklady s manipulací zboží a poplatky spojené s fyzickým skladováním nebo pojištěním. Celkově tedy zodpovídá za zboží, a proto je velmi důležité, aby se investor vyvaroval vypršení data expirace. Pokud by si například jedinec z České republiky koupil kontrakt kukuřice z americké burzy, byl by poté povinen zaplatit velmi vysoké poplatky za její manipulaci (McBride, 2022).

3.1.2 Futures kukuřice

Na burze jsou zprostředkovávány různé informace k danému kontraktu, jež zahrnují podrobnosti, například jeho velikost, cenu a další. Jeho specifika jsou volně dostupná na webových stránkách CME Group a jsou znázorněna v tabulce číslo dvě. Veškeré informace se vztahují k futures kukuřice obchodovanému v listopadu roku 2022. Tabulka č. 2 zobrazuje kontrakt velikosti 5000 bušlů, což odpovídá 127 tunám. Cena se udává v centech za bušl. Zmíněn je i čas, během něhož probíhá obchodování. Velmi důležitou částí této tabulky je minimální cenový pohyb. V tomto konkrétním případě jde o 0,25 centu za bušl, což odpovídá 12,5 dolaru. Součástí tohoto přehledu jsou provozní hodiny burzy, během nichž je možné s kukuřicí obchodovat. Specifikováno je zde i datum dodání komodity a mnoho dalších informací (Foreman, 2021).

Tabulka 2 Specifika kontraktu kukuřice

VELIKOST KONTRAKTU	5.000 bušlů
CENOVÁ JEDNOTKA	Centy za bušl
DOBA OBCHODOVÁNÍ	CME Globex: Neděle-pátek, 19:00–7:45 Centrální časové pásmo pondělí-pátek, 8:30–13:20 Centrální časové pásmo neděle-pátek 19:00–7:45 a pondělí-pátek 8:30–13:15 Centrální časové pásmo
MINIMÁLNÍ CENOVÝ POHYB	1/4 jednoho centu (0,0025) za bušl = 12,50 USD
KÓD PRODUKTU	CME Globex: ZC CME ClearPort: C Clearing: C TAS: ZCT
METODA VYPOŘÁDÁNÍ	Doručitelný
UKONČENÍ OBCHODOVÁNÍ	Obchodování končí v pracovní den předcházející patnáctému dni smluvního měsíce
DATUM POSLEDNÍHO DORUČENÍ	Druhý pracovní den následující po posledním obchodním dni měsíce dodání.

Zdroj: CME Group, Listopad 2022, vlastní zpracování

3.2 Burza

Burza je součástí trhu, který ve vyspělé ekonomice napomáhá k vytváření tržních cen a finančních instrumentů. Dala by se zároveň označit jako místo, kde se setkávají nakupující a prodávající neboli prostor pro prodej a nákup komodit či jiných aktiv. První burzy vznikaly již v šestnáctém století a podle podobných pravidel fungují až dodnes. Tyto trhy se dělí na tři základní druhy, a to na peněžní neboli akciové, komoditní a měnové (Rejnuš, 2014, s. 67).

Akciové burzy jsou jedním z nejznámějších typů, kde je možné obchodovat s akciemi a jinými finančními prostředky. Z pohledu firmy je zde získán kapitál za prodej akcií vlastní společnosti. Hlavní důvod, proč tyto burzy existují, je jednoznačně obchod se společnostmi, ale také třeba s ETF (Exchange traded funds) nebo s různými dluhopisy. Dalším typem je komoditní burza, kde je obchodováno s již jmenovanými komoditami. Původ těchto trhů pochází z dob, kdy lidé začali směňovat své zboží za jiné. Na podobném principu fungují i dnes, jen v mnohem větším měřítku. Na rozdíl od peněžních burz je zde obchodováno s reálným podkladem. Velké subjekty, jako je například vláda, zde obchodují se surovinami, ale mohou tu působit i jedinci s cílem vydělat kapitál na výkyvech nabídky a poptávky. Komodity se prodávají ve výše zmiňovaných kontraktech, jež mají specifikované množství u jednotlivých položek. Tyto kontrakty mají datum splatnosti, důsledkem je fyzické dodání majiteli této listiny. Obchod obvykle končí dva až tři dny před vypršením časové splatnosti. Proto je důležité si tyto informace důkladně kontrolovat, aby neúmyslně nedošlo k fyzickému odkoupení komodity. Nutné je podotknout, že ne všechny komodity jsou vypisovány na stejně dlouho dobu. Například ropa je obchodována měsíčně, kdežto zemědělské produkty čtvrtletně. Posledním typem obchodu je měnová burza neboli Forex (Foreign Exchange). Na tomto trhu je obchodováno s měnami, jež jsou státy používány jako oběživo. Princip je založen na výměně jedné měny za druhou. Obchodování se na tomto trhu liší, protože neexistuje centrální burza. Samotný nákup a prodej probíhá na trzích, které spadají pod velké obchodní domy, jako je například Deutsche Bank. Tyto trhy se neřídí standardní dobou obchodování, ale jsou otevřeny celý den. Burz je na světě velké množství a jejich úkolem je zprostředkovat obchodníkovi věrné prostředí pro uskutečnění daných transakcí. Jejich úkolem je zaručit, že obchod projde bez komplikací a že na něj bude dohlíženo. Jak již bylo zmíněno, burz existuje opravdu celá řada, ale zde bude jmenována pouze CME (Chicago Mercantile Exchange), jejíž data jsou využívána v empirické části této práce (Štýbr, 2011, s. 32–45).

3.2.1 Broker

Broker je zprostředkovatelem obchodu na burze. Rozhodnutí o prodeji, nebo naopak nákupu futures kontraktu musí být provedeno právě přes něj. Tento prostředník má totiž oprávnění nakupovat a prodávat cenné papíry a jiné finanční nástroje. Za každý provedený obchod se brokerovi platí určitý poplatek neboli brokerská komise. V okamžiku, kdy se investor rozhodne obchodovat s finančními nástroji, je jeho prvním krokem výběr brokera. Tímto termínem ovšem nemusí být myšlena pouze jedna osoba. Může jím být také například společnost nebo bankovní institut. Na světě existuje velké množství těchto prostředníků a každý z nich nabízí trochu jiné služby a podmínky. Proto je důležité dát si na výběru záležet a vyzkoušet více služeb u různých zprostředkovatelů (Nesnidal a Podhajský, 2007, s. 151).

3.3 Význam kukuřice a její využití

Kukuřice je bezesporu jednou z nejvýznamnějších zemědělských komodit díky svému globálnímu využití. V dnešní době je pěstována již na pěti světadílech a spolu s pšenicí a rýží je nejdůležitější obilninou. Využívá se jako potravina pro lidstvo, jako krmivo pro hospodářská zvířata nebo jako průmyslová a energetická surovina. Její sklizeň a celkové výnosy dosahují v porovnání s dvěma již jmenovanými obilninami nejvyšších hodnot. Zároveň má nejlepší podmínky pro zvýšení své produkce. Kdyby se například zavlažovala uměle jako rýže, její výnosnost by byla až dvojnásobná. Proto je tato plodina pro lidstvo tak významnou surovinou. Z historického hlediska je odhadováno, že se její první formy začaly objevovat již před 10 000 lety. Kukuřice má také pravděpodobně velký podíl na vzniku zemědělství a založení primitivních společností na území Mezoameriky. Původní obyvatelé začali s domestikací této obilniny, jež se následně vyvinula do nynější podoby. Po objevení Ameriky se začala vyvážet do zbytku světa, kde byla nejprve používána pouze jako okrasná rostlina. Později se ale zařadila mezi dominující plodiny v oboru zemědělství (García-Lara a Serna-Saldivar, 2019).

Na území České republiky se kukuřice začala ve větším množství pěstovat až na začátku dvacátého století s rozvojem hybridního druhu osiva. V Česku se také začínají u této plodiny rozvíjet alternativní způsoby zpracování. Jedná se například o výrobu škrobu, tuků a olejů nebo různých pekárenských produktů. V průmyslové výrobě je využívána na výrobu stavebních materiálů, lepidel, bioplastů a papíru. V odvětví chemického průmyslu je její využití zaměřeno na obnovitelné zdroje energie, jako jsou bioplyn, biomasa nebo bioetanol (Zimolka a kol., 2008, s. 11).

3.4 Faktory působící na trh s kukuřicí

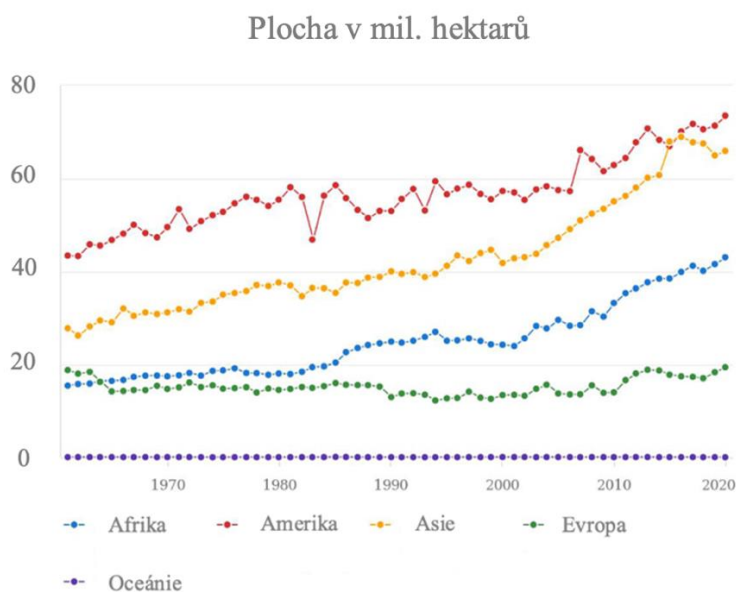
Existují dva hlavní faktory, které ovlivňují cenu kukuřice. Jsou to tržní poptávka a nabídka. Pokud stoupne poptávané množství kukuřice, nebo klesne její produkce, zvyšuje se tím její cena. V opačném případě poklesu poptávky, nebo zvýšené produkce její cena klesá. Tato kapitola je zaměřena na činitele působící na cenovou volatilitu této plodiny (Westcott a Hoffman, 1999).

3.4.1 Produkce

Celosvětově je kukuřice hojně pěstována a po pšenici je druhou nejrozšířenější plodinou na světě (FAOSTAT, 2020). Celková produkce za rok 2021 dosáhla hodnoty 1,219 milionu tun a produkce na rok 2022/2023 je odhadována na 1,172 milionu tun (World Agricultural Production, 2023).

Za posledních 25 let se produkce kukuřice více než zdvojnásobila, což bylo podpořeno jednak podstatným zvýšením výnosů, jednak rozšířením plochy na její pěstování. Plocha v roce 2020 činila 201 milionů hektarů půdy. Pokud je provedeno srovnání s rokem 1960, kdy plocha pěstování kukuřice zabírala 106 milionů hektarů, je zřetelně vidět, že se produkční plocha téměř zdvojnásobila. Zlomovým rokem pro pěstování této obilniny byl rok 2000, kdy začal prostor pro pěstování kukuřice rapidně narůstat (Obrázek č. 1), (Erenstein a kol., 2022).

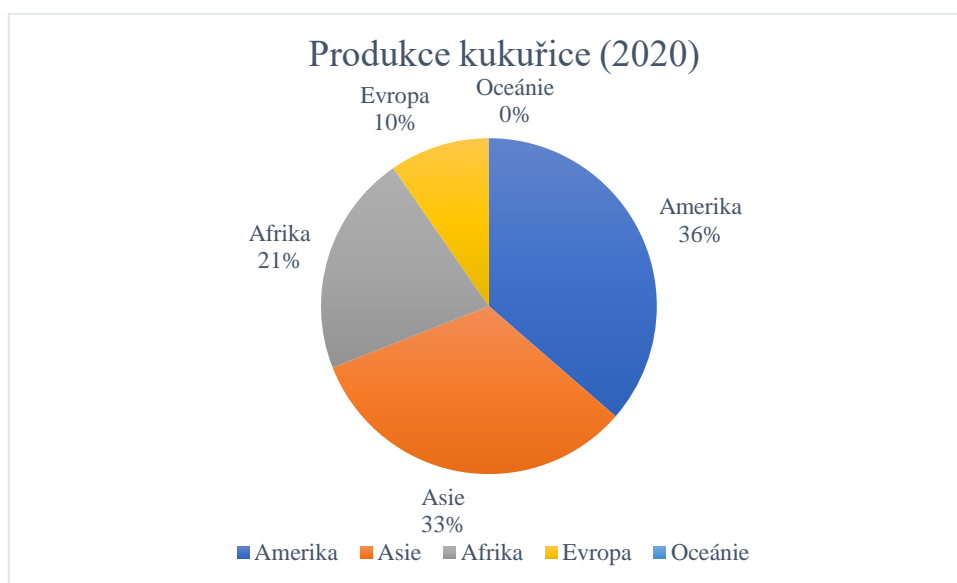
Obrázek 1 Plocha pěstování kukuřice v průběhu let



Zdroj: Erenstein a kol., 2022, vlastní zpracování

Kukuřice se pěstuje ve vyspělých ekonomikách, ale i v rozvojových státech. Celkově je kukuřice pěstována ve 165 zemích světa, které se rozkládají na území Ameriky, Asie, Evropy a Afriky. Většinu plochy nalezneme hlavně v Americe a Asii. Ve zbytku jmenovaných kontinentů se nachází zbylá třetina produkce (Erenstein a kol., 2022). Největší plocha se 73 miliony hektarů je využívána Amerikou, což činí 36 % celkové plochy. Asie je na druhém místě s 65 miliony hektarů, které tvoří 33 % světové plochy. Afrika je se 43 miliony hektarů třetí zemí s největším prostorem vyčleněným pro pěstování kukuřice, což znamená 21 %. Na posledním místě se nachází Evropa s 19 miliony hektarů, to představuje 10 % plochy. Oceánie má oproti ostatním kontinentům velmi nízkou produkci a v grafu č. 1 slouží spíše jen pro porovnání s ostatními světovými pěstiteli. Konkrétní čísla pro Oceánii činí 58 tisíc hektarů, což není ani jedno procento (FAOSTAT, 2020).

Graf 1 Produkce kukuřice

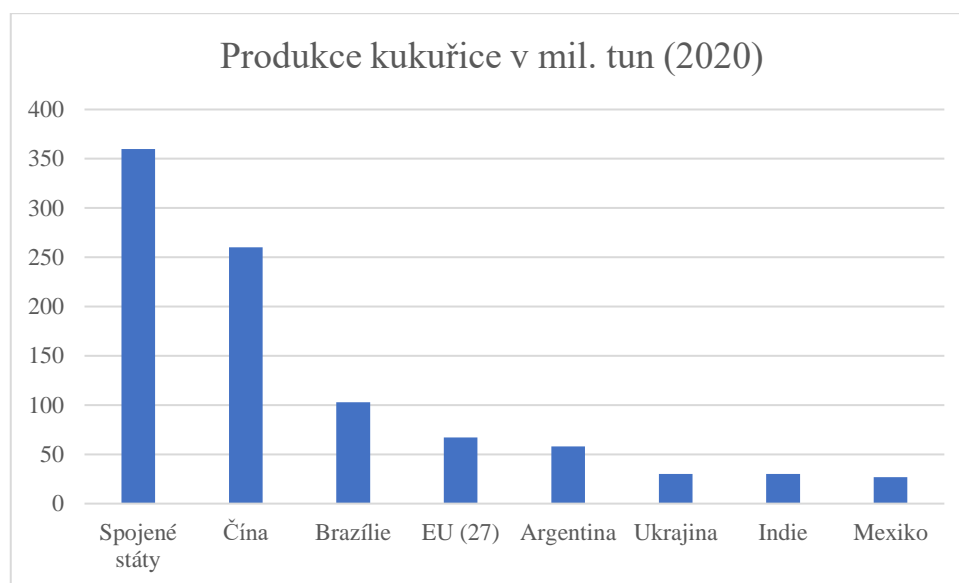


Zdroj: FAOSTAT, 2020, vlastní zpracování

V samotné produkci kukuřice dominují Spojené státy americké s 360 miliony tun ročně spolu s Čínou, která vyprodukuje 260 milionů tun za rok (2022). Tito dva producenti vypěstují více než polovinu celosvětové úrody kukuřice. Mezi další státy a seskupení, které mají produkci nad 25 milionů tun ročně, patří Brazílie se 103 miliony tun, Evropská unie s 67 miliony tun, Argentina s 58 miliony tun, Ukrajina s 30 miliony tun, Indie s 30 miliony tun a Mexiko s 27 miliony tun ročně. Produkce v průběhu posledních let stoupala, protože má kukuřice vynikající schopnosti fungovat v široké škále prostředí. Jinými slovy není příliš

náročná na pěstování. Oproti ostatním obilninám spotřebuje podstatně méně vody a to jí dává možnost růst i v podmínkách, kde je to pro ostatní obilniny prakticky nemožné. Má také poměrně vysokou nutriční hodnotu, díky čemuž je pěstována ve velkém (Erenstein a kol., 2022).

Graf 2 Produkce kukuřice v tunách



Zdroj: FAOSTAT, 2020, vlastní zpracování

3.4.2 Počasí

Počasí patří mezi hlavní faktory ovlivňující nabídku po kukuřici, následně je ovlivněna i její cena. Tato obilnina má silnou tendenci k nárůstu ceny v případě, že je nějakým způsobem ohrožena její nabídka (Westcott a Hoffman, 1999).

Kukuřice byla přizpůsobena různým podmínkám pěstování, půdním i klimatickým, a to pomocí šlechtění a vytváření různých odrůd. I přesto se vyskytuje odlišná citlivost v různých fázích růstu této plodiny na klimatické a pěstitelské podmínky. Právě z tohoto důvodu je velmi těžké specifikovat přesně vhodné podmínky pro pěstování kukuřice. Existují ale faktory pro pěstování kukuřice většinou prospěšné. Prvním je množství srážek, jež je spojeno s dobou zasetí. Nejprve srážky doplní půdní profil do dvou metrů vodou po sklizni z předchozího roku, jež poté slouží během vegetačního období jako určitá zásoba. Pokud by nebyl dostatek srážek přes zimní měsíce, během nichž také nastávají velmi nízké teploty, mohlo by dojít ke snížení produkce. Ideální teplota pro pěstování se pohybuje přibližně

v rozmezí od 27 do 30 stupňů Celsia přes den a 19 až 22 stupňů přes noc. Při teplotách nad 35 stupňů Celsia během dne a 24 stupňů během noci dochází ke znehodnocení produkce kukuřice. Stejně tak ovlivňují úrodu příliš nízké, nebo naopak příliš vysoké srážky (Takle a kol., 2014).

Dopad na produkci kukuřice mají i změny spojené s globálním oteplováním. Velkým problémem je, že se stoupajícím číslem populace se zvyšuje i poptávka po produkci obilovin. Kukuřice bude ohrožena výkyvy způsobenými těmito změnami. Očekává se zvýšení teploty o 1,5 stupňů Celsia do roku 2050. Do konce 21. století by mohlo dojít k nárůstu až od 3 do 5 stupňů Celsia na určitých místech planety, čímž by byla silně ohrožena produkce kukuřice. Pokud by došlo k těmto predikovaným situacím, dala by se očekávat omezená produkce a s tím by byla spojena vysoká cena komodity (Kumar Sharma a kol., 2022).

3.4.3 Export

Celosvětový export kukuřice činil za rok 2021 celkem 193 milionů tun. Největším vývozcem jsou Spojené státy americké s necelými 63 miliony tun ročně. To tvoří více než 32 % celkového exportu této obilniny. Mezi další velké vývozce se řadí Argentina s 38 miliony, Brazílie s 32 miliony a Ukrajina s 27 miliony vyvezených tun ročně. Celkem tyto tři jmenované státy vytváří více než polovinu celkového exportu kukuřice. Mezi další, již o něco menší vývozce, patří EU s 6 miliony, Rusko se 4 miliony, Indie s 3,5 miliony, Paraguay s 2,6 miliony, Barma s 2,4 miliony a Kanada s 2 miliony exportovaných tun (Trego, 2023).

Graf 3 Export kukuřice v mil. tun



Zdroj: USDA, 2021, vlastní zpracování

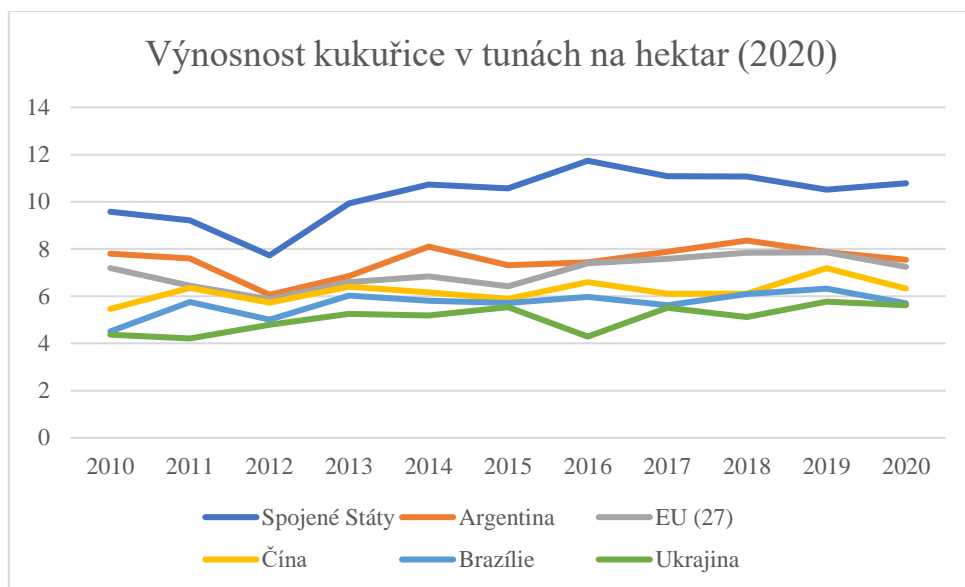
Při porovnání grafu produkce (graf č. 2) a grafu exportu (graf č. 3) můžeme pozorovat, že Čína nepatří mezi deset největších vývozců, a to i přesto, že je druhým největším producentem. Je možné odvodit, že patří mezi velké spotřebitele, na které je zaměřena kapitola o poptávce po této komoditě.

3.4.4 Výnosnost

Z hlediska výnosnosti jsou opět na prvním místě Spojené státy americké s 10,79 t/ha. První umístění lze očekávat již z důvodu, že jsou Spojené státy největším producentem a zároveň i vývozcem. Dalším faktorem, který pozitivně ovlivňuje výnosnost na území USA, je největší diverzita odrůd kukuřice. Na druhém místě je Argentina se 7,55 t/ha. Na třetím místě je Evropská unie se 7,25 t/ha. Od roku 2016 se EU držela na druhé pozici, ale během roku 2019 ji Argentina předstihla o 0,3 t/ha. Mezi další státy s vysokou výnosností patří Čína s 6,32 t/ha, Brazílie s 5,7 t/ha a Ukrajina s 5,62 t/ha. Všechna data zde zmíněná reflektují průměrné hodnoty z roku 2020 (FAOSTAT, 2020).

Zobrazení výnosnosti na grafu č. 4 ukazuje rostoucí tendenci za posledních 10 let. Tento trend by ovšem v průběhu dalších let nemusel vydržet a výnosnost by mohla začít klesat, protože očekáváme globální změny počasí a celkových srážek.

Graf 4 Výnosnost kukuřice v průběhu let



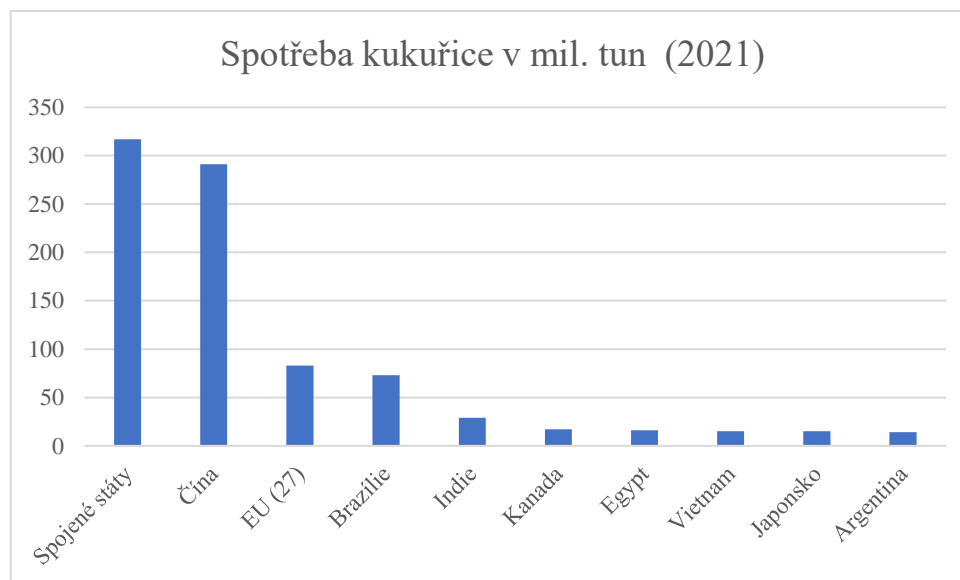
Zdroj: FAOSTAT, 2020, vlastní zpracování

Na základě výzkumu provedeného na území Spojených států je patrné, že výnosnost kukuřice reaguje silněji na jednotkovou změnu teploty spíše než na úhrn srážek. Výsledky se ovšem lehce liší podle místa pěstování. Studie ukázala, že výnosnost kukuřice rapidně klesá, pokud se teplota pěstování pohybuje nad 40 stupňů Celsia. Každý další den, který dosahuje těchto teplot, může finální produkci snížit až o 20 %. Podle výsledků je možné výnosnost kukuřice během takto vysokých teplot regulovat pomocí umělého zavlažování, které výnosnost opět zvýší. Očekává se, že v budoucnu bude zapotřebí více umělého zavlažování této obilniny, což ovšem navazuje na další problém, a to nedostatek vody (Dhaliwal a Williams, 2022).

3.4.5 Největší spotřebitelé

Stejně jako u všech ostatních ukazatelů, které byly již zmiňovány, se i u spotřeby umístily jako první Spojené státy americké. Konkrétní spotřeba za rok 2021 činila přes 317 milionů tun, což tvoří přibližně 27% podíl na celkové spotřebě kukuřice. Druhým největším konzumentem je Čína s 291 miliony tun, což je přibližně 25% podíl. Tento stát spotřebuje větší množství kukuřice než je jeho produkce. To znamená že musí určité množství importovat. Na třetí pozici je Evropská unie (27) s necelými 83 miliony tun. Mezi prvními dvěma konzumenty a zbylými státy uvedenými v grafu č. 5 je patrný poměrně velký rozdíl. Konkrétně mezi EU, která tvoří 7 % z celkové světové spotřeby, a Čínou je rozdíl 208 milionů tun. Na dalším místě je Brazílie se 73 miliony tun, což je 6% podíl. Mezi další konzumenty, jejichž spotřeba se pohybuje okolo 2 %, patří Indie se 17 miliony tun, Kanada s 16 miliony tun, Vietnam s 15 miliony tun, Japonsko s 15 miliony tun a Argentina s 14 miliony tun. Veškerá data jsou čerpána z období roku 2021 (FAOSTAT, 2021).

Graf 5 Spotřeba kukuřice v mil. tun



Zdroj: FAOSTAT, 2021, vlastní zpracování

Z hlediska konzumace v gramech na osobu za jeden den by graf spotřeby kukuřice vypadal zcela odlišně. Studie provedená Peterem Ranumem (2014) zkoumala, do jaké míry se kukuřice podílí na stravě člověka. Do tohoto výzkumu se zařadila pozorování, která obsahovala pouze státy s konzumací nad 50 gramů na osobu za den. Nejvýznamnějšími oblastmi, pro které je kukuřice základní potravinou, jsou Afrika a Jižní Amerika, kde se spotřeba pohybuje od 50–328 gramů na člověka za den. Spojené státy americké a Čína nedosahují ani 50 gramů denní spotřeby. To znamená, že tito velcí spotřebitelé využívají kukuřici odlišným způsobem.

3.4.6 Alternativní využití kukuřice

Největší využití kukuřice nespočívá pouze v její konzumaci člověkem, ale také v alternativních způsobech zpracování. Významné využití nachází kukuřice jako krmivo pro hospodářská zvířata. Používá se u přežvýkavců i u nepřežvýkavých zvířat ve formě siláží a jako kukuřičné zrno. Nutriční hodnoty a způsoby zpracování této obiloviny jsou výhodné pro výživu velkého počtu zvířat, proto se také řadí mezi nejvýznamnější krmiva (Doležal a kol., 2012, s. 57).

Kromě uvedených způsobů se kukuřice využívá také jako zdroj obnovitelné energie, a sice nejvíce k produkci bioetanolu. Kukuřice je během procesu zpracování zbavována různých částic, jež jsou následně využity jako meziprodukt pro další využití (Zimolka a kol., 2008, s. 171). Budoucnost kukuřice jako energetického zdroje podporuje také Evropská unie. V současnosti je cílem přechod od fosilních paliv k palivům na bázi biomasy. Do roku 2030 by měl podíl biopaliv činit alespoň 3,6 % z celkové spotřeby, proto je možné očekávat i zvýšení poptávky po kukuřici (Amândio, 2022).

Mezi velké producenty bioetanolu z kukuřice patří Spojené státy, které se v roce 2007 zavázaly k jeho používání. Hodnoty v roce 2008 dosahovaly 9 miliard spotřebovaných galonů biopaliv. V roce 2022 to bylo již 36 miliard galonů. Do budoucna je možné očekávat ještě větší nárůst spotřeby, který je spojen s cílem snížit emise (Oladosu, 2012). Jde o snížení odpadu vyprodukovaného dopravou, která je aktuálně původcem největšího množství oxidu uhličitého na území USA. Cílem je snížit emise o 50 % do roku 2030 a celkově se zbavit vzniklého znečištění ovzduší v dopravě do roku 2050. Pro dosažení tohoto ambiciózního cíle využívají Spojené státy právě bioetanol vyrobený z kukuřičného zrna, který podstatně snižuje vypouštění CO₂ do atmosféry (Xu a kol., 2022).

3.5 Investice do kukuřice

Existuje celá řada komodit, která by mohla mít pro investory výnosový potenciál, a jednou z nich je kukuřice.

C. Sherman Cheung (2010) uvádí, že komodity slouží jako velmi dobrý finanční prostředek k diverzifikaci celkového portfolia. Pokud by měl například investor portfolio složené ze 40 % komoditními futures a z 60 % akciemi, výrazně tím sníží riziko bez ztráty výnosu. Studie provedená stejným autorem ukázala, že tato diverzifikace je do určité míry opodstatněná. Výsledky statistických testů ukazují, že komoditní futures vykazují chování měnící se v závislosti na režimu stejně jako většina finančních aktiv. Prostředí nízkých/vysokých výnosů je spjato s nízkou/vysokou volatilitou. Tento pozitivní vztah mezi rizikem a výnosem je vidět i u akcií. U komoditních futures ovšem nastává jeden rozdíl, který je zdrojem dlouhodobých diverzifikačních výhod. Na komoditních trzích se prakticky vůbec nevyskytují určité epizody výkyvů cen, jako je tomu na akciovém trhu. Z tohoto důvodu se snižuje celková rizikovost investice. Už kvůli tomu jsou komodity zajímavým finančním prostředkem pro investora, který chce co nejvíce snížit rizikovost svého portfolia.

Investice do zemědělských komodit, konkrétně do kukuřice, je zajímavá hned z několika hledisek. Samotný export se za posledních deset let zvýšil z 11 % na 15 % z veškeré produkce. Celkově se tedy globální obchod s touto komoditou zvyšuje a podle aktuálních trendů by mohla kukuřice brzy předstihnout pšenici na pozici nejobchodovanější obilniny (Erenstein a kol., 2022).

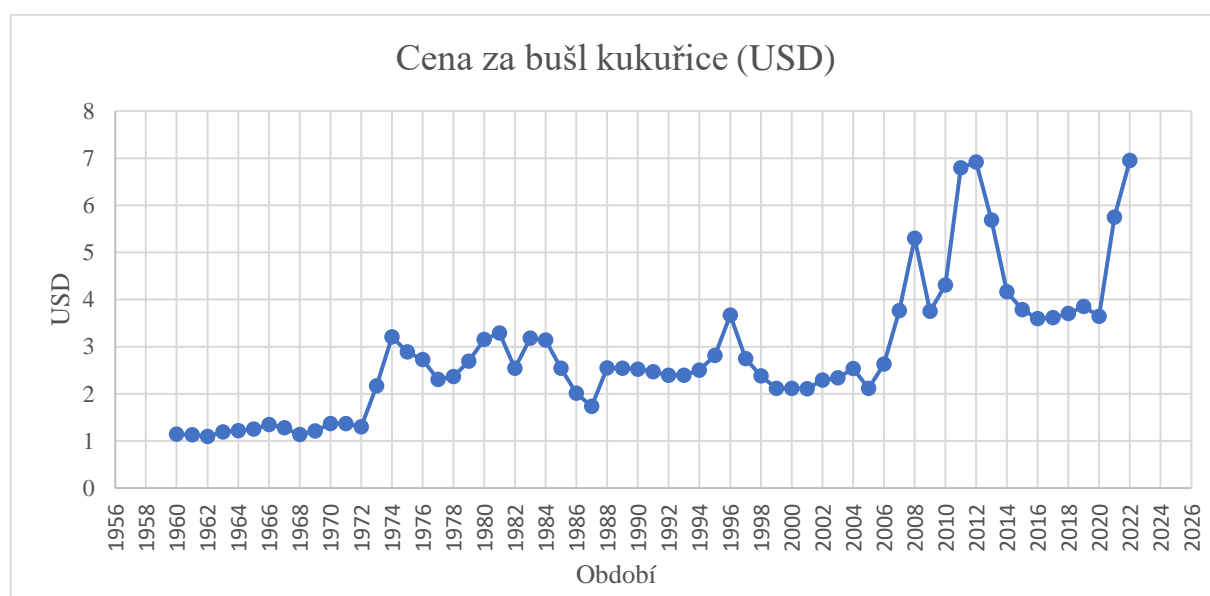
4 Vlastní práce

4.1 Analýza cenového vývoje kukuřice

Analýza je provedena na základě ceny kukuřice (Average Closing Price \$) na burze CME Group ve Spojených státech amerických. Data jsou čerpána z portálu Macrotrends, který zprostředkovává údaje od jmenované burzy.

Elementární charakteristiky

Graf 6 Grafické znázornění časové řady



Zdroj: Macrotrends, 2023, vlastní zpracování

Časová řada vývoje ceny kukuřice je nejdříve popsána pomocí elementárních charakteristik.

Tabulka 3 Elementární charakteristiky

Rok	Cena (\$)	1. diference	Koeficient růstu	Relativní přírůstek	Rok	Cena (\$)	1. diference	Koeficient růstu	Relativní přírůstek
1960	1,139				1991	2,468	-0,052	0,979	-0,021
1961	1,129	-0,010	0,991	-0,009	1992	2,394	-0,074	0,970	-0,030
1962	1,095	-0,034	0,970	-0,030	1993	2,393	-0,001	1,000	0,000
1963	1,193	0,098	1,089	0,089	1994	2,501	0,108	1,045	0,045
1964	1,217	0,025	1,021	0,021	1995	2,810	0,309	1,124	0,124
1965	1,253	0,036	1,029	0,029	1996	3,669	0,859	1,306	0,306
1966	1,345	0,091	1,073	0,073	1997	2,749	-0,920	0,749	-0,251

1967	1,278	-0,067	0,950	-0,050	1998	2,381	-0,368	0,866	-0,134
1968	1,137	-0,141	0,890	-0,110	1999	2,115	-0,266	0,888	-0,112
1969	1,209	0,072	1,064	0,064	2000	2,115	0,000	1,000	0,000
1970	1,365	0,156	1,129	0,129	2001	2,107	-0,008	0,996	-0,004
1971	1,368	0,002	1,002	0,002	2002	2,289	0,183	1,087	0,087
1972	1,299	-0,068	0,950	-0,050	2003	2,335	0,046	1,020	0,020
1973	2,170	0,871	1,670	0,670	2004	2,535	0,200	1,086	0,086
1974	3,209	1,039	1,479	0,479	2005	2,112	-0,423	0,833	-0,167
1975	2,887	-0,322	0,900	-0,100	2006	2,630	0,518	1,245	0,245
1976	2,728	-0,159	0,945	-0,055	2007	3,762	1,132	1,431	0,431
1977	2,303	-0,425	0,844	-0,156	2008	5,301	1,539	1,409	0,409
1978	2,365	0,062	1,027	0,027	2009	3,751	-1,550	0,708	-0,292
1979	2,690	0,325	1,137	0,137	2010	4,306	0,555	1,148	0,148
1980	3,151	0,461	1,171	0,171	2011	6,797	2,491	1,578	0,578
1981	3,291	0,139	1,044	0,044	2012	6,916	0,119	1,017	0,017
1982	2,545	-0,745	0,774	-0,226	2013	5,687	-1,229	0,822	-0,178
1983	3,182	0,637	1,250	0,250	2014	4,163	-1,525	0,732	-0,268
1984	3,137	-0,045	0,986	-0,014	2015	3,783	-0,380	0,909	-0,091
1985	2,543	-0,594	0,811	-0,189	2016	3,596	-0,187	0,951	-0,049
1986	2,015	-0,528	0,792	-0,208	2017	3,616	0,020	1,006	0,006
1987	1,731	-0,283	0,859	-0,141	2018	3,704	0,088	1,024	0,024
1988	2,546	0,815	1,470	0,470	2019	3,854	0,150	1,041	0,041
1989	2,541	-0,005	0,998	-0,002	2020	3,639	-0,215	0,944	-0,056
1990	2,520	-0,021	0,992	-0,008	2021	5,749	2,110	1,580	0,580
Prostý aritmetický průměr				2,838	2022	6,954	1,205	1,210	0,210
Směrodatná odchylka				1,414					
Průměrný koeficient růstu				1,03					
Průměrné tempo růstu				103 %					

Zdroj: Vlastní zpracování, SW SPSS

Průměrná cena kukuřice byla 2,838 USD se směrodatnou odchylkou 1,414 USD. Průměrný koeficient růstu je 1,03, to znamená, že průměrně cena kukuřice rostla o 3 %. Průměrné tempo růstu je 103 %. Podle první diference docházelo k poklesům maximálně čtyři roky po sobě. Celkově cena kukuřice rostla. K největšímu jejímu nárůstu došlo v letech 2011 a 2021. V roce 2011 to bylo o 2,491 USD a v roce 2021 o 2,110 USD. K největšímu poklesu ceny kukuřice došlo v letech 2009 a 2014. V roce 2009 to byl pokles o 1,550 USD a v roce 2014 o 1,525 USD. Průměrný absolutní přírůstek činil 0,094 USD.

Meziroční procentuální nárůsty jsou popsány koeficientem růstu a relativním přírůstkem. Největší procentuální změna nastala v roce 1973, šlo o přírůstek o 67 %. Druhý

největší přírůstek byl v roce 2021, a to o 58 %. Třetí největší přírůstek byl v roce 2011 o 57,8 %. Největší procentuální pokles nastal v roce 2009, činil 29,2 %. Druhý největší procentuální pokles nastal v roce 2014, šlo o 26,8 %. Průměrný koeficient růstu byl 1,030. V průměru tedy cena kukuřice meziročně vzrostla o 3 %.

Dle elementárních charakteristik v letech 1960–1972 jsou změny v cenách kukuřice velmi malé, maximálně kolem 10 %. V roce 1973 a 1974 došlo ke změnám větším, a to k nárůstu o 67 % a 47,9 %. Od roku 1973 do roku 1995 se cena kukuřice výrazně neměnila. Změny byly nejčastěji do 10 %, pouze v několika letech došlo k větším výkyvům. V roce 1982 cena kukuřice klesla o 22,6 % a v roce 1983 klesla o 25 %. V roce 1988 cena kukuřice významně vzrostla o 47 % a v roce 1996 o 30,6 %. V následujících obdobích docházelo k větším zvratům ve vývoji ceny. Významné poklesy o více než 20 % byly pozorovány v letech 1997, 2009 a 2014 a výrazné nárůsty cen byly pozorovány v letech 2006–2008, 2011 a 2021–2022.

Dekompozice časové řady

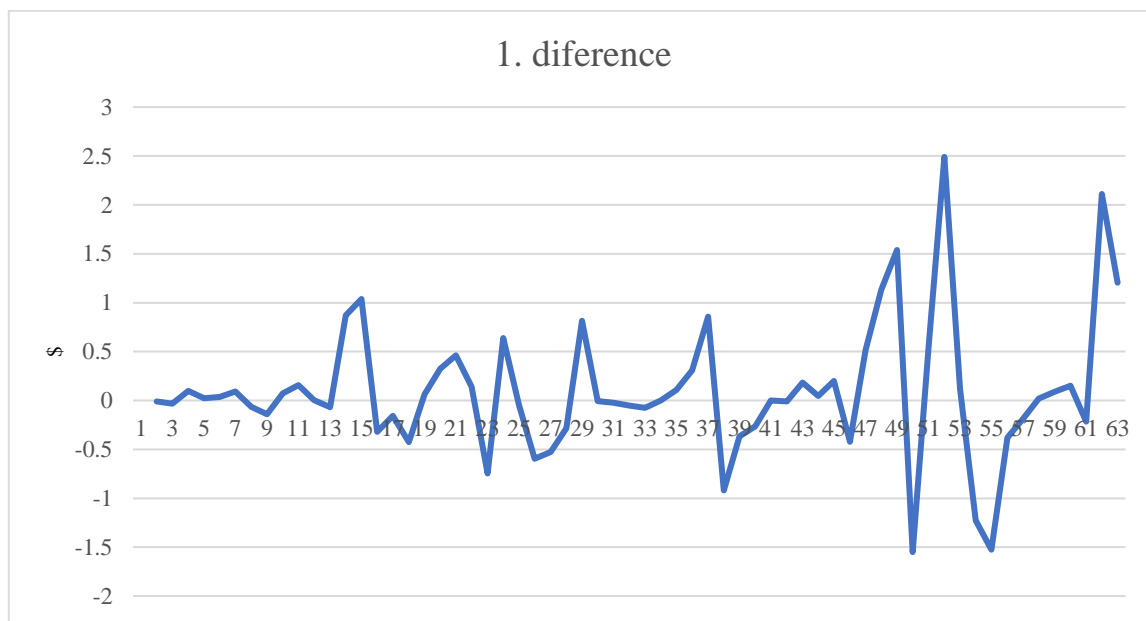
Vývoj ceny kukuřice tvoří průměrné ceny komodity při uzavření obchodu za celý rok. Model neobsahuje sezónní složku, protože jde o roční časovou řadu a sezóny se objevují v průběhu roku. Nejčastěji se objevují ve čtvrtletních či měsíčních časových řadách. Model neobsahuje cyklickou složku, protože v dané časové řadě nejsou pozorovány dlouhodobé fluktuace kolem trendu.

Model zkoumané časové řady má tento tvar: $Y_t = T_t + E_t$

Analýza trendu

Pro zvolení vhodné trendové funkce si nejdříve zobrazíme graf prvních diferencí a koeficientů růstu.

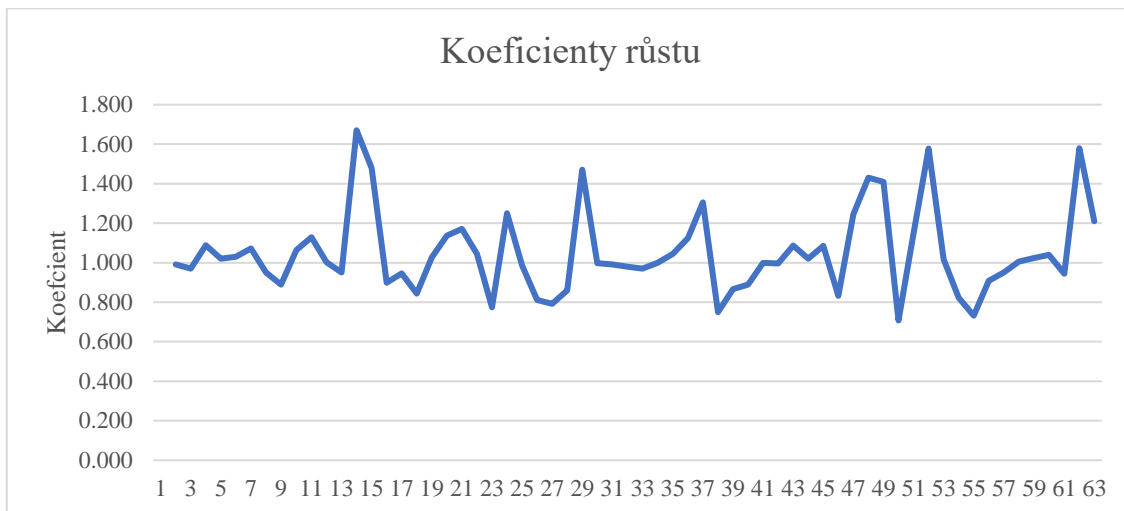
Graf 7 Graf absolutních přírůstků (1. diferencí)



Zdroj: Vlastní zpracování

První diference nelze považovat za konstantní. Obzvláště od roku 2008 (48. pozorování) jsou diference výrazně větší než do této doby. To znamená, že není vhodné časovou řadu modelovat pomocí lineární funkce (přímky).

Graf 8 Graf koeficientů růstu



Zdroj: Vlastní zpracování

Koeficienty růstu se zdají být víceméně konstantní. V tom případě je možné pro modelování trendové složky použít exponenciální funkci.

Předpis exponenciální funkce má tvar:

$$T_t = \beta_0 + \beta_1^t$$

Pomocí metody nejmenších čtverců byly vypočteny koeficienty trendové funkce:

$$T_t = 1,281 + 0,021^t$$

Shoda modelu s daty měřená indexem determinace, celkovým testem modelu a analýzou náhodné složky byla však nižší než model neobsahující absolutní člen β_0 .

Předpis modelu bez absolutního členu:

$$T_t = 0,027^t$$

Shoda modelu s daty

Index determinace nabývá hodnot mezi 0 a 1. Čím blíže je jeho hodnota 1, tím je model vhodnější. Index determinace časové řady ceny kukuřice nabývá hodnoty 0,916. To znamená, že model vysvětluje 91,6 % variability závislé proměnné a je dle tohoto ukazatele uznán za vhodný.

Celkový F-test modelu ověřuje hypotézu, že všechny regresní koeficienty v modelu jsou statisticky významné. Hodnota testovacího kritéria F-testu je rovna 677,887 a jeho p-hodnota je menší než 0,001. Na 5% hladině významnosti je model jako celek dle F-testu statisticky významný, a tedy vhodný pro modelování časové řady cen kukuřice.

Dílčí t-testy regresních koeficientů ověřují statistickou významnost každého regresního koeficientu zvlášť. V našem případě jde jen o jeden regresní koeficient β_1 .

Tabulka 4 Hodnoty regresních koeficientů

Nestandardizované koeficienty		Standardizované koeficienty	Testovací kritérium t
B	Standardní chyba	Beta	
0,027	0,001	0,957	26,036

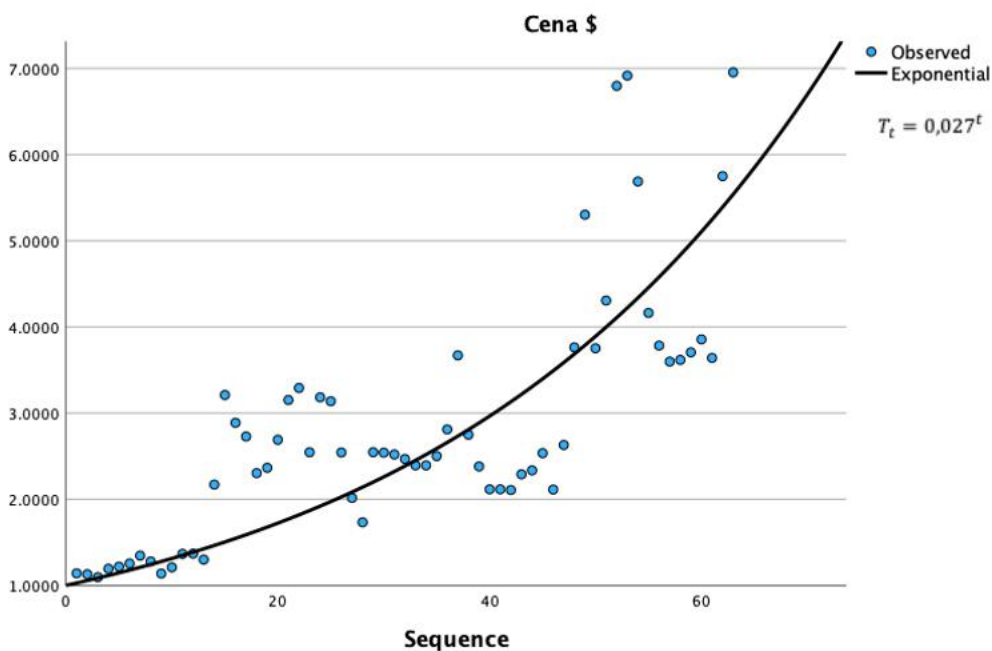
Zdroj: Vlastní zpracování, SW SPSS

P-hodnota dílčího t-testu regresního koeficientu je menší než 0,001. Na 5% hladině významnosti je tedy regresní koeficient statisticky významný.

Interpolační kritéria

Interpolační kritéria zkoumají míru přesnosti vyrovnání časové řady pomocí reziduí. Nejčastěji používaným interpolačním kritériem je průměrná čtvercová chyba MSE a ta nabývá hodnoty 1,06. MSE vychází z interpolačního kritéria SSE, součtu čtvercových chyb, jež nabývá hodnoty 5,763. Třetím interpolačním kritériem je průměrná absolutní chyba MAE, která pro zkoumanou časovou řadu nabývá hodnoty 0,019.

Obrázek 2 Graf trendové funkce



Zdroj: Vlastní zpracování, SW SPSS

Odhad vývoje cen kukuřice v následujících třech letech

Předpověď hodnot cen kukuřice pro roky 2023–2025 zjistíme pomocí dosazení následujících časových období do předpisu trendové funkce.

Tabulka 5 Hodnoty bodové a intervalové prognózy

Rok	Bodový odhad	Intervalový odhad	
		Dolní mez	Horní mez
2023	5,692	3,05	10,621
2024	5,848	3,132	10,919
2025	6,009	3,217	11,225

Zdroj: Vlastní zpracování, SW SPSS

Očekávaná průměrná cena kukuřice za rok 2023 je 5,692 USD, v roce 2024 je to 5,848 USD a v roce 2025 6,009 USD. Nejprve se tedy předpokládá snížení ceny a poté opět lehké zvýšení.

4.2 Vícenásobná lineární regresní analýza

Teoretický předpis modelu:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_{1t} + \beta_2 \cdot x_{2t} + \beta_3 \cdot x_{3t} + \varepsilon_t$$

Y_t ... cena

x_{1t} produkce (miliardy bušlů)

x_{2t} plocha pěstování (miliony akrů)

x_{3t} export (miliony tun)

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$... regresní koeficienty

$t = 1, \dots, T$

Vysvětlovanou proměnnou v regresní analýze je cena. Vysvětlujícími proměnnými jsou produkce, plocha pěstování a objem exportu.

P-hodnota celkového F-testu ($F=15,564$; $p<0,001$) je nižší než zvolená hladina významnosti 0,05, model je tedy statisticky významný. Hodnota koeficientu determinace popisující vhodnost modelu dosahuje vcelku nízké hodnoty ($R^2=0,521$). Produkce, plocha pěstování a objem exportu vysvětlují 52,1 % variability ceny kukuřice.

Tabulka 6 Hodnoty regresních koeficientů a jejich významnost

Vysvětlující proměnné	Nestandardizované koeficienty		Standardizované koeficienty	Hodnota testového kritéria	p-hodnota
	B	Standardní chyba	Beta	t	
Konstanta	-3,766	1,889		-1,994	0,053
Produkce (v miliardách bušlů)	0,053	0,074	0,131	0,726	0,472
Plocha pěstování (v milionech akrů)	0,094	0,026	0,614	3,537	0,001
Export (miliony tun)	-0,026	0,015	-0,196	-1,745	0,088

Zdroj: Vlastní zpracování, SW SPSS

Významnost jednotlivých regresních koeficientů je testována pomocí t-testů. P-hodnota dílčího t-testu je nižší než zvolená hladina významnosti 0,05 pouze pro regresní koeficient připadající k ploše pěstování. To znamená, že statisticky významný vliv byl prokázán jen u plochy pěstování. To je nejspíše způsobeno silnými korelačními vztahy mezi nezávislými proměnnými.

Obrázek 3 Korelace mezi proměnnými

	Cena (\$)	Produkce (v miliardách bušlů)	Plocha pěstování (v milionech akrů)	Export (miliony tun)
Std. Cross-product	Cena (\$)	1,000	,954	,956
	Produkce (v miliardách bušlů)	,954	1,000	,976
	Plocha pěstování (v milionech akrů)	,956	,976	1,000
	Export (miliony tun)	,915	,958	,980
Sig. (1-tailed)	Cena (\$)	.	,000	,000
	Produkce (v miliardách bušlů)	,000	.	,000
	Plocha pěstování (v milionech akrů)	,000	,000	.
	Export (miliony tun)	,000	,000	,000
N	Cena (\$)	47	47	47
	Produkce (v miliardách bušlů)	47	47	47
	Plocha pěstování (v milionech akrů)	47	47	47
	Export (miliony tun)	47	47	47

Zdroj: Vlastní zpracování, SW SPSS

Dle vypočtených korelačních koeficientů má každá zvolená nezávislá proměnná vliv na cenu kukuřice. Dle regresní analýzy však jen v případě, že působí samostatně. Model s jedinou významnou nezávislou proměnnou vypadá následovně.

Tabulka 7 Hodnoty regresního koeficientu a jeho významnost

Vysvětlující proměnné	Nestandardizované koeficienty		Standardizované koeficienty	Hodnota testového kritéria	p-hodnota
	B	Standardní chyba	Beta	t	
Konstanta	-5,533	1,344		-4,117	0,000
Plocha pěstování (v milionech akrů)	0,106	0,016	0,697	6,527	0,000

Zdroj: Vlastní zpracování, SW SPSS

P-hodnota celkového F-testu ($F=42,608$; $p<0,001$) je nižší než zvolená hladina významnosti 0,05, model je tedy statisticky významný. Hodnota koeficientu determinace popisující vhodnost modelu dosahuje vcelku nízké hodnoty ($R^2=0,486$). Plocha pěstování vysvětluje 48,6 % variability ceny kukuřice a 51,4 % variability ceny kukuřice je vysvětleno jinými proměnnými.

Předpis regresní funkce popisující vliv plochy vypadá následovně.

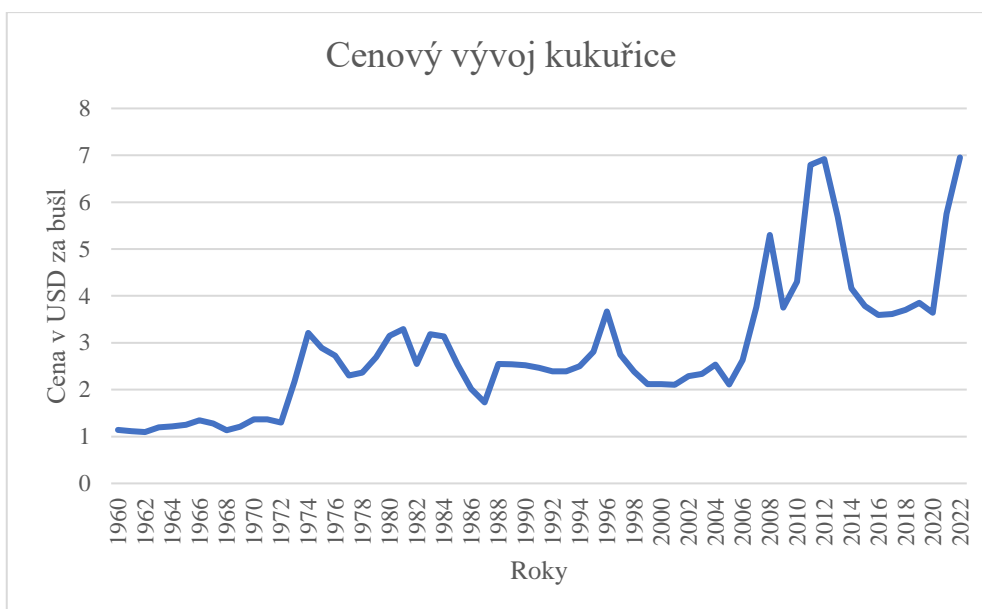
$$Y_t = -5,533 + 0,106 \cdot x_{1t}$$

Plocha pěstování zvyšuje cenu kukuřice. Vzroste-li plocha pěstování o 1 milion akrů, vzroste cena kukuřice o 0,106 USD.

4.3 Faktory působící na růst a pokles ceny kukuřice v minulosti

Faktory jsou prozkoumány na základě ceny kukuřice (Average Closing Price \$) na burze CME Group ve Spojených státech amerických. Při zjišťování příčin ovlivňujících cenu kukuřice je v první řadě nutné vyzorovat kolísání křivky cenového vývoje komodity (graf č. 9). Největší výkyvy jsou způsobeny mírou poptávky či nabídky obilniny. V následující části práce jsou rozebrány historické události, které kolísání komodity způsobily. Jednotlivá období jsou v textu zvýrazněna a doplněna o popis trendu převažujícího v dané časové etapě.

Graf 9 Vývoj ceny kukuřice na burze CME Group



Zdroj: Macrotrends, 2023, vlastní zpracování

Období 1960–1971, stagnace

Během této fáze je vidět určitá stagnace ceny kukuřice, která se pohybovala okolo 1,2 dolaru za bušl. V tomto období nedošlo k nijak výrazné volatilitě dané komodity. Je pouze vidět lehce stoupající křivka, která mohla být ovlivněna zvolna se zvyšující inflací ve Spojených státech. Nejvyšší nárůst inflace byl zaznamenán v roce 1968, kdy stoupla o 1,5 % oproti předchozímu roku. Na křivce je v tomto roce vidět lehký vzrůst ceny o 0,1 USD, což není nijak významný vliv (Macrotrends, 2023).

Celková spotřeba a plocha pěstování průběžně narůstaly, což je ovšem spojeno i s růstem světové populace a zvýšenou poptávkou po této plodině. V průběhu tohoto období nedošlo ani k velkým výkyvům počasí, které by mohly ovlivnit cenu této obilniny. Podle historických dat se teploty pohybovaly v rozpětí ideálních podmínek pro pěstování. Ani jeden z těchto faktorů ovšem hodnotu komodity nijak podstatně neovlivnil. (Cedar Lake Ventures, 2023).

Období 1972–1974, nárůst

V roce 1971 rapidně narostla cena kukuřice, což zapříčinilo několik faktorů. Silně ji ovlivnila zvýšená poptávka po obilninách a olejninách způsobená hlavně vstupem Sovětského svazu na světový trh. V této době nebyl SSSR jedinou centrálně řízenou ekonomikou, která měla zájem o obchodování se zemědělskými komoditami. Na trh jich vstoupilo hned několik, což způsobilo dramatický nárůst světového zemědělského obchodu. Toto období aktivního obchodu s obilninami trvalo celá sedmdesátá léta. Pro již zmiňované státní seskupení byl přínosem zvýšený obchod s ropou, díky kterému byla směna agrárních komodit umožněna. Za toto období rostla hodnota světového dovozu o 4,8 % ročně a vývoz amerického zemědělství dosahoval až 11,7 %. Cenový růst v letech 1971–1974 se také časově shodoval s výrazným oslabením amerického dolaru. Spojené státy neměly v roce 1971 dostatečné množství zlaté rezervy, aby mohly podpořit pevný směnný kurz dolaru. Následkem bylo vyřazení měny ze zlatého standardu a přechod na plovoucí měnový kurz, který byl realizován v roce 1973. Tento přechod vedl k trvalému znehodnocení amerického dolaru vůči ostatním hlavním měnám a do konce desetiletí hodnota dolaru klesla téměř o 30 %. Příčinou poklesu hodnoty měny byla zvýšená konkurenceschopnost amerických komodit na zámořských trzích, následkem toho ceny vzrostly. Dalším důvodem vysoké ceny

byly výpadky sklizně v důsledku nepříznivých klimatických podmínek. V roce 1972 klesla světová produkce obilovin, jež byla zapříčiněna nízkými výnosy ve Spojených státech, Austrálii, Kanadě a Sovětském svazu. Tyto přírodní podmínky přetrvávaly několik let, tím pádem produkce stále klesala, i přestože Spojené státy americké zvyšovaly plochu pro pěstování. Mezi další faktory patří i neúspěch peruánského výlovu sardelí v roce 1972. Ten vedl k výraznému snížení dostupnosti krmiv s vysokým obsahem proteinu a tím zvýšil i poptávku po obilných alternativách. Tento významný růst ceny kukuřice je jedním z důsledků přijetí vládních opatření mnohými státy. Tím jsou konkrétně myšleny vývozní daně a jiná omezení a zákazy. Hlavním účelem těchto opatření byla ochrana domácího trhu před celosvětovým růstem cen obilovin a olejnin (Peters a kol., 2009).

Období 1975–1983, kolísání

Volatilita komodity byla v konkrétních letech silně ovlivněna vysokou mírou inflace (The Great Inflation) na území Spojených států, jež přetrvávala celá sedmdesátá léta. Spojené státy americké se snažily o udržení co nejnižší nezaměstnanosti, což mělo za důsledek silný vzrůst inflace spojený i s růstem cen obilovin (Perry a Cline, 2016).

Situaci zvýšení cen podpořila také zemědělská politika USA, která se v předešlých letech pokoušela o podporu zemědělských komodit. Následkem byl rapidní nárůst cen, na který zemědělci reagovali vysokou produkcí obilovin. Pro dosažení vyššího objemu plodin bylo využíváno půd, které byly dříve nevyužity v rámci programů vynětí půdy z produkce. Sklízňové plochy pšenice, kukuřice a sóji se v letech 1975–1980 zvýšily o více než 20 %. Na vysoké ceny obilí a olejnin reagovaly nadnárodní společnosti, které investovaly do rozvoje zemědělské infrastruktury a přístavních zařízení na území Jižní Ameriky. To umožnilo zemědělcům v Brazílii a Argentině konkurovat a stát se významnými dodavateli na světových trzích s obilím a olejnami. Všechny tyto faktory zapříčinily vysokou produkci, jež přesahovala poptávku po daných komoditách. V důsledku toho začala cena kukuřice v letech 1975–1977 klesat, kdy dosáhla hodnoty 2,3 dolaru za bušl (Peters, a kol., 2009).

Po dosažení určité rovnováhy na trhu s obilninami se v roce 1978 začala poptávka po kukuřici opět zvyšovat. Bylo to způsobeno hlavně výrobou lihových paliv a škrobu z kukuřice, který byl využíván v papírenském průmyslu k potahování papíru, ale také ve stavebnictví jako přísada do konstrukce stěnových desek. Pokles ceny zaznamenala kukuřice

v roce 1982, což mohlo být způsobeno stále vysokou inflací, jež dosahovala dvouciferných hodnot. Tento propad mohl být podpořen energetickou krizí, která byla aktivní od roku 1980. O rok později se ovšem cena kukuřice opět zvýšila na 3,1 dolaru za bušl, což přetrvalo až do roku 1984 (Westcott a Hoffman, 1999).

Období 1984–1987, pokles

Setí kukuřice probíhá obvykle v dubnu či květnu. V roce 1984 byl ovšem čas setí ovlivněn nepříznivým počasím. Teplota se pohybovala o 4 až 8 stupňů Celsia níže oproti optimálním podmínkám pěstování. V jednotlivých zemědělsky produkčních státech USA převládala kromě zimy vysoká vlhkost, která znemožnila pěstování. Podle oficiálního vyjádření USDA (United States Department of Agriculture) bylo na produkčním území zaseto pouze 5 % osiva kukuřice oproti průměrným 13 %. Špatné podmínky pokračovaly na začátku června, kdy spadlo vysoké množství srážek, jež neumožňuje zasetí. Všechny tyto faktory se ovšem obrátily v polovině června, kdy se podmínky pro pěstování změnily z nevyhovujících na ideální. Producentům se podařilo v požadovaném časovém intervalu zasadit dostatečné množství obilniny a díky dobrým teplotním podmínkám byla produkce velmi efektivní. Konkrétní úroda činila navzdory nepříznivému začátku v roce 1984 až 7,674 miliard bušlů. Tato hodnota přesahovala poptávané množství kukuřice, a proto se cena snížila. Dobré podmínky pro pěstování panovaly během celého období. Produkce dosahovala vysokých hodnot v nepoměru k poptávce. Cena stále klesala až do roku 1987, kdy dosáhla hodnoty 1,7 dolaru za bušl (Hultman, 2013).

Období 1988–1989, nárůst

Příznivé počasí pro pěstování, které vládlo v průběhu předešlých let, skončilo v roce 1988. Území Spojených států zasáhlo extrémní sucho, jež značně ovlivnilo pěstování kukuřice. Pro konkrétní rok se predikovala produkce v hodnotě 7,3 miliard bušlů. Farmáři však byli kvůli nepříznivému počasí schopni vyprodukovat pouze 4,9 miliardy bušlů, což představuje 33% pokles oproti očekávané hodnotě. Nepříznivé podmínky značně ovlivnily cenu kukuřice, která se zvýšila z 1,7 dolaru na 2,5 dolaru za bušl. Rok 1989 byl naopak na úrodu bohatý. Podmínky pro pěstování byly v normě, ale i přes vysokou nabídku cena neklesla (Stebbins, 2012).

Období 1990–1993, stagnace

V průběhu těchto let se úrodě díky dobrým podmínkám pro pěstování poměrně dařilo. Tento faktor je nejpravděpodobnějším vysvětlením pro stagnaci až lehký pokles ceny kukuřice v daných letech. Vyprodukované množství se zvyšovalo, ale poptávka zůstávala stejná. Z tohoto důvodu klesla cena z 2,5 dolaru na 2,3 dolaru za bušl (Halvorson a kol., 2002).

Období 1994–1996, nárůst

V průběhu těchto let rapidně vystoupala cena kukuřice z 2,5 dolaru v roce 1994 na 3,6 dolaru za bušl v roce 1996. Nárůst byl zapříčiněn několika faktory. Jedním z nich byla vysoká poptávka zapříčiněná rostoucím obchodem se zemědělskými komoditami. Příčinou byl silný hospodářský růst v nově industrializovaných asijských zemích. Situaci také zhoršilo rozhodnutí některých zemí, včetně Spojených států, snížit zásoby kukuřice a také nevyužívanou ornou půdu s cílem podpoření cen. V konkrétních letech byla ovšem velmi nízká produkce a s malým množstvím zásob to naopak cenu zvýšilo (Peters a kol., 2009).

Dalším faktorem je devalvace amerického dolaru vůči měnám obchodních partnerů USA. V roce 1994 klesla hodnota amerického dolaru o 9,9 % proti německé marce. Dalším příkladem může být znehodnocení o 10,2 % proti japonskému jenu. Hlavním důvodem poklesu hodnoty dolaru byla nejpravděpodobněji nízká sazba federálních fondů USA v průběhu recese, která se odehrála v předešlých letech. Snížení hodnoty americké měny mělo za následek rapidní růst cen komodit, který se týkal i ceny kukuřice. Situace ale trvala pouze 3 roky a díky nízké míře inflace neměla nijak velký dopad na spotřebitelské rozpočty (Evans, 1994).

Období 1997–2005, pokles

Hlavním důvodem rychlého pádu ceny kukuřice v roce 1997 byla asijská finanční krize, jež byla konkrétně v asijských státech spojena s devalvací měn, zapříčiněnou pokusy vlády Thajska navázat směnný kurz bahtu na americkou měnu. Za důsledek to mělo 15% pokles thajského bahtu. Krátce poté poklesly i měny jiných zemí. Snížení hodnoty peněz zaznamenaly státy, jako jsou Japonsko, Tchaj-wan a další. Krize nejvíce ovlivnila kurz

korejského wonu, který klesl o 60 % své původní hodnoty. Poptávka v Asii po obilninách pocházejících ze Spojených států rapidně klesla v návaznosti na nepoměr v kurzu měn jednotlivých zemí. Pro USA to znamenalo poměrně velký pokles v celkové poptávce. Asijský trh tvořil totiž 40 % poptávaného obilného produktu pocházejícího z USA. V návaznosti na jmenované události se cena kukuřice musela snížit, aby odpovídala nové poptávce bez asijského trhu. Cena se tedy snížila z 3,6 dolaru v roce 1996 na 2,1 dolaru za bušl v roce 2001 (McKibbin a kol., 2001).

Lehký nárůst ceny v roce 2001 byl pravděpodobně způsoben výší nákladů na bušl kukuřice, jež se začaly zvyšovat zejména vstupy spojenými s energiemi, mezi něž patří hnojiva, pohonné hmoty a pesticidy. Aby byl zemědělský podnik schopen produkci finančně zvládnout, musely se ceny zvýšit. Tento trend pokračoval až do roku 2004, kdy se opět cena snížila z 2,5 dolaru na 2,1 dolaru za bušl (Foreman a McBride, 2014).

Období 2006–2007, nárůst

Začátek roku 2006 znamenal pro cenu kukuřice vysoký nárůst v tempu, kterého dříve nedosáhla. Byl zapříčiněn hned několika různými, a ne nutně souvisejícími faktory. Jedním z důvodů změny cenové hladiny byl zvýšený zájem o investici do futures kukuřice jako způsob zhodnocení kapitálu. U investorů ovšem nebyl zájem množství nakoupené obilniny fyzicky odebrat, ale pouze ho chtěli přeprodat dále. Není zcela jasné, jak silně tento faktor ovlivnil cenu kukuřice. Předpokládá se, že to mohlo mít vliv na krátkodobou volatilitu cen zemědělských komodit. Dalším faktorem byl nově přijatý americký zákon o energetické politice, který nařizoval použití obnovitelných paliv. Jednalo se o dosažení spotřeby 7,5 miliardy galonů obnovitelných paliv do roku 2012 a o zákaz používání methylterciárních látek, které se používají jako okysličující přísady do benzínu. Důvodem bylo znečištění pitné vody při jejich výrobě. V důsledku jmenovaných událostí museli výrobci těchto látek přejít na jinou alternativu, kterou byl bioetanol. Ten se hojně vyrábí z kukuřice a díky tomu se rychle zvýšila poptávka po této obilnině, což mělo za důsledek prudký nárůst cen. Počasí nepříznivé pro pěstování v průběhu konkrétních let silně ovlivnilo produkci kukuřice. V roce 2006 zažily některé státy rok velkého sucha, což mělo značný dopad na objem produkce. Jednalo se o Rusko, Ukrajinu a Austrálii. V roce 2007 se podmínky pro pěstování příliš nezlepšily. Většinu Evropy zasáhla již druhý rok v řadě velká sucha. V USA ovlivnily úrodu velké mrazy, které snížily produkci o 10 %. Státy jako Kanada, Turecko,

Austrálie a oblasti severozápadní Afriky a Jižní Ameriky byly stejně jako Evropa silně zasaženy suchem, což znemožnilo produkci obilnin. Následkem byl nedostatek produktu pro uspokojení poptávky a s tím také růst ceny kukuřice (Trostle, 2008).

Období 2008–2009, pokles

Po dvou letech vysokého růstu se cena opět začala snižovat. To bylo zapříčiněno hned několika důvody, z nichž hlavním bylo příznivé počasí v USA pro pěstování. V roce 2008 už nepokračovala extrémní sucha jako v předešlých letech. Pro produkci kukuřice to znamenalo nárůst vyprodukovaného množství. Jednalo se o 153,9 bušlů na akr, což je druhá nejvyšší hodnota vypěstovaného množství v historii. Snížení ceny ovlivnila také nízká poptávka po etanolu. Hlavním důvodem byl extrémní nárůst ceny v předešlých letech, spojený s přijetím zákona o energetické politice, jenž vyvolal vysokou poptávku po kukuřici. Dalším faktorem byla nízká spotřeba obilniny jako krmiva. Oproti předcházejícím rokům se snížila o 50 milionů bušlů, což bylo spojeno s úbytkem hospodářských zvířat. V konkrétních letech se také snížil celkový export kukuřice o 50 milionů bušlů oproti předcházejícím rokům. Z globálního hlediska nezažívala nejúrodnější rok Jižní Amerika. Stále ji sužovalo velké sucho, což bylo vykompenzováno dostatečnou úrodou v Evropě a v Rusku. Všechny tyto faktory napomohly ke snížené poptávce po kukuřici, což způsobilo pokles její ceny z 5,3 dolaru v roce 2008 na 3,7 dolaru za bušl kukuřice v roce 2009 (Schill, 2009).

Období 2010–2012, nárůst

Rok 2010 byl počátkem jednoho z největších cenových růstů kukuřice v historii, který dosáhl druhého nejvyššího maxima vůbec. Příčinou tohoto růstu bylo několik faktorů, které silně zvýšily poptávku po kukuřici. Podmínky pro pěstování nebyly v roce 2010 ideální. Proto byla slabá produkce na území USA, která ovlivnila cenovou hladinu kukuřice. Hlavním důvodem zvýšení cen v tomto roce bylo ale obchodování s komoditními futures. V červnu jmenovaného roku byla zveřejněna zpráva o velmi nízké produkci obilnin na území Ruska. Tato situace spustila mezi investory vlnu spekulací o tom, že snížená nabídka ruského obilí zvýší poptávku po obilninách pocházejících ze Spojených států. V návaznosti na spekulace se investoři rozhodli držet ve svém vlastnictví celkem 4,3 miliardy bušlů kukuřice v očekávání zvýšení ceny. Pro představu je to stejné množství jako spotřebovaná kukuřice

na výrobu bioetanolu v roce 2010. Faktor držení futures kukuřice ve vlastnictví investorů měl za následek zvýšení ceny o 0,6 dolaru oproti předešlému roku. Situaci v roce 2010 také podpořila zvýšená poptávka po kukuřici k využití obilniny jako krmiva nebo jako prostředku pro výrobu biopaliva (Renewable Fuels Association, 2010).

Situaci zvýšení cen podpořilo i velmi suché léto na území USA v roce 2012, jež zapříčinilo velmi nízkou úrodu a znamenalo zvýšení vývozních cen kukuřice o 128 % ve srovnání s dvacetiletým průměrem. Suché podmínky zasáhly přibližně 80 % zemědělských oblastí ve Spojených státech, což silně ovlivnilo množství produkce. V návaznosti na výše uvedené události nebyl dostatek nabízeného produktu, který by uspokojil poptávku. Ceny kukuřice se tedy zvýšily z 3,7 dolaru v roce 2009 na 6,9 dolaru za bušl v roce 2012 (Bureau of labor statistics, 2012).

Období 2013–2020, pokles

Z dřívějšího maxima v roce 2012 začala cena kukuřice výrazně klesat. Hlavní příčinou bylo vysoké množství produkce, po které při stávající ceně nebyla dostatečná poptávka. Suché období s rokem 2013 skončilo a podmínky pro pěstování se začaly zlepšovat. V důsledku toho byl zaznamenán 28% nárůst vypěstované kukuřice oproti roku 2012 (Minchenkov a Honig, 2013).

Příznivé počasí trvalo v průběhu velké části období let 2013–2020. V roce 2016 se vypěstovalo na území Spojených států 15,1 miliardy bušlů kukuřice, což překonalo množství z předcházejících let. Produkce neustále rostla a poptávka se příliš nezvyšovala, proto se cena stále snižovala (White a Honig, 2017).

Příznivé podmínky trvaly až do roku 2019, kdy byl zaznamenán velký výskyt srážek v průběhu jarních měsíců. Velká vlhkost ovlivnila množství produkce a cena se zvýšila (Capehart a Proper, 2021).

V roce 2020 se podmínky pro pěstování znovu zlepšily a díky tomu dosáhla produkce hodnoty 14,2 miliardy bušlů kukuřice, což je 4% nárůst oproti roku 2019. V návaznosti na zlepšení počasí se cena opět snížila na 3,6 dolaru za bušl (Barrett, 2021).

Období 2021–2022, nárůst

Rok 2021 je počátkem vysokého nárůstu ceny kukuřice, který dospěl do svého stávajícího maxima v roce 2022. Taková cena obilniny byla ovlivněna hned několika faktory. Produkce v roce 2021 dosahovala téměř rekordních hodnot na území Spojených států. Na začátku roku 2021 došlo ke zvýšení osevnické plochy, což také vedlo k produkci 15,1 miliardy bušlů kukuřice. To je pro porovnání o 7 % více než v roce 2020. I přes vysokou produkci začala cena rychle stoupat. Zapříčiněno to bylo jednak postpandemickou situací, která způsobila nedostatek pracovních sil a surovin, a také situací v Číně. Tento velký odběratel amerického produktu se v předešlých letech potýkal s epidemií afrického moru, který se vyskytuje u hospodářských zvířat, výhradně u prasat. Nedostatek zvířat měl být vynahrazen pomocí výkrmu milionů prasat. Jako krmivo se využívala právě kukuřice dovezená z USA. V asijském státě také docházelo k trendu vytvoření vysokých zásob kukuřice kvůli obavám z nízké produkce v nadcházejícím období. Čína tím tak chtěla v budoucnu vyrovnat cenovou hladinu obilniny. Dalším důvodem zvýšení poptávky po komoditě ze Spojených států byla situace v Jižní Americe. Tam zasáhla zemědělské oblasti velká sucha, jež silně ovlivnila produkci. V důsledku těchto faktorů se zvýšila poptávka a následkem toho se i rapidně zvýšily ceny (Good, 2021).

Hlavní příčinou vysokého nárůstu cen v roce 2022 byla ovšem ruská invaze na Ukrajinu. Tento vojenský konflikt přišel v době, kdy už ceny komodit dosahovaly maxima. V návaznosti na tuto událost začaly značně růst ceny ropy a zemního plynu, které ovlivnily energetické vstupy do zemědělství, jako jsou hnojiva, doprava a další. Bylo to hlavně z důvodu narušení vývozu těchto energetických surovin ze zmiňovaných států. Další omezení zaznamenaly i zemědělské komodity pocházející z černomořských zemí, což jen podpořilo poptávku po americké kukuřici. V návaznosti na výše zmíněné faktory se cena kukuřice dostala z 3,6 dolarů v roce 2020 na 6,9 dolarů za bušl kukuřice v roce 2022, což je, jak již bylo zmíněno, stávající maximum (USDA, 2022).

4.4 Vícenásobná lineární regresní analýza významných determinantů

Pro zhodnocení vlivu determinantů byla zpracována vícenásobná lineární regresní analýza v časovém intervalu let 1975–2021. Jedná se o tři faktory, které zásadně determinují cenu kukuřice. Konkrétně se jedná o produkci, plochu pěstování a export. Jednotlivé determinanty a délka testovaného období byly vybrány na základě dostupnosti dat z ministerstva zemědělství Spojených států (USDA).

Produkce a plocha pěstování dané komodity byly velmi významnými faktory působícími na její cenu v průběhu celého sledovaného období. Změna jejich hodnoty závisela nejčastěji na dobrých, či špatných podmínkách pro pěstování, nebo například na událostech, jako je zemědělská politika USA v letech 1975–1980. Exportované množství záviselo na poptávce pocházející z Asie jakožto největšího odběratele. Podstatný vliv měla například asijská finanční krize v letech 1997–2005 nebo zvýšený obchod v letech 1994–1996.

Vliv jednotlivých faktorů byl otestován pomocí regresních koeficientů. Analýza ukázala, že vliv na cenu kukuřice má pouze plocha pěstování. Pokud se plocha zvýší o jeden milion akrů, vzroste cena o 0,106 USD za bušl. Produkce a export jsou v tomto modelu statisticky nevýznamné, což je nejspíše způsobeno silnými korelačními vztahy mezi nezávislými proměnnými.

5 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo posoudit cenový vývoj kukuřice a identifikovat faktory, které v minulosti ovlivnily její cenu. Dalším cílem bylo provedení prognózy ceny kukuřice na komoditním trhu v USA. V první části práce bylo popsáno prostředí obchodu s komoditami. Literární rešerše byla také orientována na kukuřici jako takovou a investici do ní jako možné zhodnocení kapitálu. Tato část byla také zaměřena na faktory ovlivňující volatilitu ceny obilniny z pohledu nabídky a poptávky.

V praktické části práce byla vytvořena analýza, která dospěla k níže popsaným výsledkům. Časová řada byla nejprve popsána pomocí elementárních charakteristik, díky nimž byly zjištěny základní rysy pro modelování řady. Prostý aritmetický průměr dosáhl hodnoty 2,838 a směrodatná odchylka 1,414. První diference měla převážně rostoucí charakter, přičemž nejvyšší hodnota byla zaznamenána v roce 2011, a to 2,491 USD. Díky koeficientu růstu a relativnímu přírůstku byl zaznamenán největší procentuální nárůst v roce 1973, a to o 67 %. Naopak největší pokles nastal v roce 2009, a to o 29,2 %. Pro výběr vhodného modelu byla nejdříve provedena aditivní dekompozice časové řady, kde byl zjištěn její tvar, jenž obsahuje trendovou a náhodnou složku bez výskytu složky sezónní a cyklické. Regresní analýza trendu byla provedena pomocí informativních testů. Nejlépe vystihovala vývoj ceny kukuřice v průběhu let 1960–2022 funkce exponenciální, která byla vybrána na základě grafické analýzy koeficientu růstu. Shoda modelu s daty byla nejprve ověřena pomocí indexu determinace, dílčího t-testu a celkového F-testu, které vykazovaly vhodný model. Jako poslední byla vhodnost ověřena pomocí interpolačních kritérií, konkrétně průměrnou čtvercovou chybou MSE, součtem čtvercových chyb SSE a průměrnou absolutní chybou MAE. Model byl uznán za statisticky významný, bylo tak přistoupeno k bodové a intervalové předpovědi pro roky 2023–2025, z níž vyplývá, že cena bude nejprve klesat a poté mírně stoupat.

Vícenásobná lineární regresní analýza byla vytvořena pro tři významné determinanty a jejich vliv byl vyjádřen pomocí regresních koeficientů. Vliv na cenu kukuřice má pouze plocha pěstování. Produkce a Export jsou statisticky nevýznamné, což bylo nejspíše způsobeno silnou korelací mezi nezávislými proměnnými.

Jedním z cílů práce bylo vyjádřit hlavní události, které v minulosti ovlivnily cenu kukuřice. Největší vliv mají faktory působící na Spojené státy americké jakožto největšího

producenta, exportéra a konzumenta. Proto jsou v této práci čerpána hlavně data pocházející z území USA a cena je uváděna v amerických dolarech.

Z hlediska nabídky ovlivnilo cenu komodity převážně extrémní počasí, konkrétně velká sucha. Tyto nepříznivé podmínky se vyskytovaly v průběhu celého období, nejvíce však cenu ovlivnily v rozmezí let 2006–2007, kdy cena rapidně vystoupala. Úrodu v minulosti ovlivnily také velké mrazy či příliš vysoké srážky. Vliv na produkci obilniny měla i zemědělská politika USA spojená s programy snížení obhospodařované půdy či se snížením zásob kukuřice. Nejvyšší cenová hladina kukuřice byla také zapříčiněna nabídkovým faktorem. Jednalo se o postpandemickou situaci charakterizovanou nedostatkem pracovních sil a sníženou produkcí v roce 2021, a také o vypuknutí války na Ukrajině v roce 2022, která znemožnila produkci na tomto území.

Mezi události, jež nejvíce ovlivnily poptávku, se řadí například vstup Sovětského svazu na trh s komoditami, jenž způsobil zvýšenou poptávku. Dalším příkladem je asijská finanční krize z roku 1997, kdy snaha o navázání kurzu asijských měn na americký dolar zapříčinila sníženou poptávku po kukuřici.

6 Seznam použitých zdrojů

6.1 Literární zdroje:

DOLEŽAL, Petr, 2012. *Konzervace krmiv: a jejich využití ve výživě zvířat*. Brno: Vydavatelství Baštan. ISBN 978-80-87091-33-3.

DOLEŽALOVÁ, Hana, 2021. *Fair Trade: Výzva pro všechny*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-271-1220-3.

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

NESNÍDAL, Tomáš a Petr PODHAJSKÝ, 2007. *Obchodování na komoditních trzích: průvodce spekulanta*. 2., rozš. vyd. Praha: Grada Publishing. ISBN 80-247-1851-0.

REJNUŠ, Oldřich, 2014. *Finanční trhy*. 4., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-3671-6.

ŠTÝBR, David, 2011. *Začínáme investovat a obchodovat na kapitálových trzích*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-3648-8.

ZIMOLKA, Josef et al., 2008. *Kukuřice: hlavní a alternativní užitkové směry*. Praha: Profi Press. ISBN 978-80-86726-31-1.

6.2 Internetové zdroje:

AMÂNDIO, Mariana S. T., 2022. Bioethanol from Wastes for Mobility: Europe on the Road to Sustainability. In: AMÂNDIO, Mariana S. T. et al. *Clean Fuels for Mobility* [online]. Singapore: Springer Singapore, s. 97–123 [cit. 2022-12-16]. ISBN 978-981-16-8747-1. Dostupné z: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-16-8747-1_6

ARLT, Josef, 2002. *Analýza ekonomických časových řad s příklady* [online]. Praha: Vysoká škola ekonomická v Praze [cit. 2023-08-31]. Dostupné z: <https://nb.vse.cz/~arltova/vyuka/crsbir02.pdf>

BARRETT, Jim, 2021. Corn and soybean production up in 2020, USDA Reports: Corn stocks down fractionally, soybean stocks down sharply from year earlier Winter Wheat Seedings up for 2021. In: *Nass.usda.gov* [online]. 12. 1. 2021 [cit. 2023-02-26]. Dostupné z: <https://www.nass.usda.gov/Newsroom/archive/2021/01-12-2021a.php>

BEDNÁŘOVÁ, Michaela, 2014. *Analýza vybraných ekonomických časových řad*. České Budějovice [online]. Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Ekonomická fakulta [cit. 2023-08-31]. Vedoucí práce Jana Klincarová. Dostupné z: https://theses.cz/id/2prv0z/Bakalsk_prce_Michaela_Bednov.pdf

BUDÍKOVÁ, Marie, 2016. Regresní analýza. *Is.muni.cz* [online]. © 2016 [cit. 2023-10-31]. Dostupné z: <https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/prif/ps15/statistika/web/pages/regres-anal.html>

BUREAU OF LABOR STATISTICS, 2012. Impact of the 2012 drought on export corn prices. In: *Bls.gov* [online]. 28. 11. 2012 [cit. 2023-02-26]. Dostupné z: https://www.bls.gov/opub/ted/2012/ted_20121128.htm

CAPEHART, Tom a Susan PROPER, 2021. Corn is America's Largest Crop in 2019. In: *Usda.gov* [online]. 29. 7. 2021 [cit. 2023-02-26]. Dostupné z: <https://www.usda.gov/media/blog/2019/07/29/corn-americas-largest-crop-2019>

CEDAR LAKE VENTURES, 2023. 2022 Weather History in Chicago. *Weatherspark.com* [online]. © 2023 [cit. 2023-02-26]. Dostupné z: <https://weatherspark.com/h/y/14091/2022/Historical-Weather-during-2022-in-Chicago-Illinois-United-States#Figures-Temperature>

CME Group, 2022. Corn futures - contract specs [online]. © 2023 [cit. 2023-11-25]. Dostupné z: <https://www.cmegroup.com/markets/agriculture/grains/corn.contractSpecs.html>

DHALIWAL, Daljeet S. a Martin M. WILLIAMS, 2022. Evidence of sweet corn yield losses from rising temperatures. *Scientific Reports* [online]. **12**, 1–6 [cit. 2022-12-13]. ISSN 2045-2322. Dostupné z: <https://doi.org/10.1038/s41598-022-23237-2>

ERENSTEIN, Olaf et al., 2022. Global maize production, consumption and trade: trends and R&D implications. *Food Security* [online]. **14**, 1295–1319 [cit. 2022-11-30]. ISSN 18764517. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s12571-022-01288-7>

EVANS, Charles L, 1994. Interest rate shocks and the dollar. *Journal of Economic Perspectives* [online]. **18**(5), 11–24 [cit. 2023-01-14]. ISSN 1944-7965. Dostupné z: <https://www.chicagofed.org/publications/economic-perspectives/1994/11sepoct1994-part2-evans>

FAOSTAT, 2023. Food and Agriculture Organization of the United Nations. *Fai.org* [online]. © 2023 [cit. 2023-02-11]. Dostupné z: <https://www.fao.org/faostat/en/#home>

FOREMAN, Linda a William D. MCBRIDE, 2014. Higher Corn Returns Changes Corn Farm Dynamics. In: *Ers.usda.gov* [online]. 3. 11. 2014 [cit. 2023-02-26]. Dostupné z: <https://www.ers.usda.gov/amber-waves/2014/november/higher-corn-returns-changes-corn-farm-dynamics/>

FOREMAN, Marty, 2021. Commodity futures and options terminology. In: *Mospace.umsystem.edu* [online]. 28. 5. 2021 [cit. 2022-11-23]. Dostupné z: <https://mospace.umsystem.edu/xmlui/handle/10355/84082>

FOUSEK, Jan, 2018. *Analýza vývoje neživotního pojištění pomocí časových řad*. Brno [online]. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská [cit. 2023-08-31]. Vedoucí práce Zuzana Chvátalová. Dostupné z: https://www.vut.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=172399

GARCÍA-LARA, Silvero a Sergio O. SERNA-SALDIVAR, 2019. Corn History and Culture. In: SERNA-SALDIVAR, Sergio O. *Corn: Chemistry and Technology* [online]. 3rd ed. Washington, DC: AACC International Press, s. 1–18 [cit. 2022-11-25]. ISBN 9780128119716. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128119716000012>

GOOD, Keith, 2021. Corn Prices Climb Nearly 50% in 2021, as U.S. Food Makers Contend with Labor and Ingredient Shortages. In: *Farmpolicynews.illinois.edu* [online]. 11. 5. 2021 [cit. 2023-01-21]. Dostupné z: <https://farmpolicynews.illinois.edu/2021/05/corn-prices-climb-nearly-50-in-2021-as-u-s-food-makers-contend-with-labor-and-ingredient-shortages/>

HALVORSON, Ardell D., 2002. Tillage System and Crop Rotation Effects on Dryland Crop Yields and Soil Carbon in the Central Great Plains. *Agronomy Journal* [online]. **94**(6), 1429–1436 [cit. 2023-02-26]. ISSN 1435-0645. Dostupné z: <https://doi.org/10.2134/agronj2002.1429>

HANČLOVÁ, Jana a Lubor TVRDÝ, 2003. *Úvod do analýzy časových řad* [online]. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava [cit. 2023-08-31]. Dostupné z: https://www.fd.cvut.cz/departament/k611/PEDAGOG/VSM/7_AnalyzaCasRad.pdf

HULTMAN, Todd, 2013. How Did 1984 Turn Out. In: *Dtnpf.com* [online]. 5. 6. 2013 [cit. 2023-01-23]. Dostupné z: <https://www.dtnpf.com/agriculture/web/ag/blogs/market-matters-blog/blog-post/2013/05/06/1984-turn>

CHEUNG, C. Sherman, 2010. Diversification benefits of commodity futures. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money* [online]. **20**(5), 451–474 [cit. 2022-12-28]. ISSN 1042-4431. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2010.06.003>

JANOCHOVÁ, Markéta, 2015. *Analýza vývoje průměrné mzdy v ČR*. Praha [online]. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická [cit. 2023-08-31]. Vedoucí práce Josef Černošus. Dostupné z: https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/61762/F3-DP-2015-Janochova-Marketa-DP_Janochova_Marketa_2015.pdf?sequence=2&isAllowed=y

KUMAR SHARMA, Ramandeep et al., 2022. Impact of recent climate change on corn, rice, and wheat in southeastern USA. *Scientific Reports* [online]. **12**, 1–14 [cit. 2022-12-7]. ISSN 2045-2322. Dostupné z: <https://doi.org/10.1038/s41598-022-21454-3>

MACROTRENDS, 2023. Corn Prices – 59 Year Historical Chart. *Macrotrends.net* [online]. © 2023 [cit. 2023-11-27]. Dostupné z: <https://www.macrotrends.net/2532/corn-prices-historical-chart-data>

MACROTRENDS, 2023. U.S. Inflation Rate 1960-2023. *Macrotrends.net* [online]. © 2023 [cit. 2023-02-26]. Dostupné z: <https://www.macrotrends.net/countries/USA/united-states/inflation-rate-cpi>

MARŠÁLOVÁ, Kateřina, 2019. *Neurozobrazování a odhalování skrytých vzorů v heterogenních souborech dat*. Brno [online]. Diplomová práce. Brno: Masarykova univerzita v Brně, Přírodovědecká fakulta [cit. 2023-11-16]. Vedoucí práce Daniel Schwarz. Dostupné z: https://is.muni.cz/th/sa8wk/DP_Marsalova_Katerina.pdf

MCBRIDE, Greg, 2022. What are futures and how do they work? In: *Bankrate.com* [online]. 31. 10. 2022 [cit. 2022-11-30]. Dostupné z: <https://www.bankrate.com/investing/what-are-futures/>

MCKIBBIN, Warwick J., 2001. The Asian Financial Crisis and Global Adjustments: Implications for US Agriculture. *The Japanese Economic Review* [online]. **52**(4), 471–490 [cit. 2023-01-15]. ISSN 1468-5876. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/1468-5876.00207>

MINCHENKOV, Alex a Lance HONIG, 2013. USDA Forecasts Record-High Corn Production in 2013. In: *Nass.usda.gov* [online]. 12. 8. 2013 [cit. 2023-02-26]. Dostupné z: https://www.nass.usda.gov/Newsroom/archive/2013/08_12_2013.php

MONTGOMERY, Douglas C., 2008. *Introduction to Time Series Analysis and Forecasting* [online]. New Jersey: Wiley Interscience [cit. 2023-08-31]. ISBN 978-0-471-65397-4. Dostupné z: <https://pedro.unifei.edu.br/download/Montgomery.pdf>

NGUYEN, Duc Binh Benno a Marcel PROKOPCZUK, 2019. Jumps in commodity markets. *Journal of Commodity Markets* [online]. **13**, 55–70 [cit. 2022-11-27]. ISSN 2405-8513. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jcomm.2018.10.002>

OLADOSU, Gbadebo, 2012. Estimates of the global indirect energy-use emission impacts of USA biofuel policy. *Applied energy* [online]. **99**, 85–96 [cit. 2022-12-15]. ISSN 0306-2619. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2012.04.045>

PERRY, Nathan a Nathaniel CLINE, 2016. What caused the great inflation moderation in the US? A post-Keynesian view. *Review of Keynesian Economics* [online]. **4**(4), 475–502 [cit. 2023-01-6]. ISSN 20495331. Dostupné z: <https://doi.org/10.4337/roke.2016.04.08>

PETERS, May, 2009. Agricultural Commodity Price Spikes in the 1970s and 1990s: Valuable Lessons for Today. In: *Ers.usda.gov* [online]. 1. 3. 2009 [cit. 2023-02-26]. Dostupné z: <https://www.ers.usda.gov/amber-waves/2009/march/agricultural-commodity-price-spikes-in-the-1970s-and-1990s-valuable-lessons-for-today/>

RANUM, Peter, 2014. Global maize production, utilization, and consumption. *New York Academy of Sciences* [online]. **1312**(1), 1–112 [cit. 2022-12-20]. ISSN 1749-6632. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/nyas.12396>

RENEWABLE FUELS ASSOCIATION, 2010. *ETHANOL AND THE 2010 CORN CROP* [online]. Washington, DC: Renewable Fuels Association [cit. 2023-02-26]. Dostupné z: https://d35t1syewk4d42.cloudfront.net/file/581/Ethanol-the-2010-Corn-Crop_RFA_2010.pdf

SCHILL, Susanne Retka, 2009. USDA: 2008 corn yield is second-highest. In: *Ethanolproducer.com* [online]. 12. 1. 2009 [cit. 2023-02-26]. Dostupné z: <https://ethanolproducer.com/articles/5269/usda-2008-corn-yield-is-second-highest>

STEBBINS, Christine, 2012. RPT-US drought brings back memories of 1988 crop losses. In: *Reuters.com* [online]. 28. 6. 2012 [cit. 2023-01-24]. Dostupné z: <https://www.reuters.com/article/usa-crops-drought-idUKL2E8HRKWG20120628>

TAKLE, Eugene S. Takle et al., 2014. Climate Forecasts for Corn Producer Decision Making. *Earth Interactions* [online]. **18**(5), 1–8 [cit. 2022-12-6]. ISSN 1087-3562. Dostupné z: <https://doi.org/10.1175/2013EI000541.1>

TELSER, Lester G. a Harlow N. HIGINBOTHAM, 1977. Organized Futures Markets: Costs and Benefits. *Journal of Political Economy* [online]. **85**(5), 969–1000 [cit. 2022-11-29]. ISSN 00223808. Dostupné z: <https://doi.org/10.1086/260617>

TREGO, Rachel, 2023. Grain: World Markets and Trade. In: *Fas.usda.gov* [online]. 8. 2. 2023 [cit. 2023-2-12]. Dostupné z: <https://www.fas.usda.gov/data/grain-world-markets-and-trade>

TROSTLE, Ronald, 2008. Global Agricultural Supply and Demand: Factors Contributing to the Recent Increase in Food Commodity Prices. In: *Ers.usda.gov* [online]. 23. 7. 2008 [cit. 2023-02-26]. Dostupné z: <https://www.ers.usda.gov/publications/pub-details/?pubid=40464>

USDA, 2022. The Ukraine Conflict and Other Factors Contributing to High Commodity Prices and Food Insecurity. In: *Fas.usda.gov* [online]. 6. 4. 2022 [cit. 2023-02-26]. Dostupné z: <https://www.fas.usda.gov/data/ukraine-conflict-and-other-factors-contributing-high-commodity-prices-and-food-insecurity>

USDA FOREIGN AGRICULTURAL SERVICE, 2023 [online]. © 2023 [cit. 2023-11-25].
Dostupné z: <https://fas.usda.gov/>

WESTCOTT, Paul a Linwood HOFFMAN, 1999. Price Determination for Corn and Wheat: The Role of Market Factors and Government Programs. In: *Ers.usda.gov* [online]. 2. 8. 1999 [cit. 2023-01-20]. Dostupné z: <https://www.ers.usda.gov/publications/pub-details/?pubid=47277>

WHITE, Teresa a Lance HONIG, 2017. Corn and Soybean Production Up in 2016, USDA Reports Winter Wheat Seedings and Grain Stocks also reported. In: *Nass.usda.gov* [online]. 12. 1. 2017 [cit. 2023-02-26]. Dostupné z: https://www.nass.usda.gov/Newsroom/archive/2017/01_12_2017.php

WORLD AGRICULTURAL PRODUCTION, 2023. World Corn Production 2022/2023. *Worldagriculturalproduction.com* [online]. © 2023 [cit. 2023-02-12]. Dostupné z: <http://www.worldagriculturalproduction.com/crops/corn.aspx>

XU, Hui, 2022. Life-cycle greenhouse gas emissions reduction potential for corn ethanol refining in the USA. *Biofpr* [online]. **16**(3), 671–681 [cit. 2022-12-17]. ISSN 1932-1031. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/bbb.2348>

7 Seznam obrázků, tabulek, grafů a zkratk

7.1 Seznam obrázků

Obrázek 1 Plocha pěstování kukuřice v průběhu let.....	24
Obrázek 2 Graf trendové funkce.....	39
Obrázek 3 Korelace mezi proměnnými	41

7.2 Seznam tabulek

Tabulka 1 Informativní testy charakteristik.....	15
Tabulka 2 Specifika kontraktu kukuřice	20
Tabulka 3 Elementární charakteristiky	33
Tabulka 4 Hodnoty regresních koeficientů.....	38
Tabulka 5 Hodnoty bodové a intervalové prognózy.....	39
Tabulka 6 Hodnoty regresních koeficientů a jejich významnost.....	41
Tabulka 7 Hodnoty regresního koeficientu a jeho významnost	42
Tabulka 8 Average Closing Price \$	64
Tabulka 9 Vstupní data – Vícenásobná lineární regresní analýza	65

7.3 Seznam grafů

Graf 1 Produkce kukuřice	25
Graf 2 Produkce kukuřice v tunách	26
Graf 3 Export kukuřice v mil. tun.....	28
Graf 4 Výnosnost kukuřice v průběhu let.....	29
Graf 5 Spotřeba kukuřice v mil. tun	30
Graf 6 Grafické znázornění časové řady.....	33
Graf 7 Graf absolutních přírůstků (1. diferencí).....	36
Graf 8 Graf koeficientů růstu.....	37
Graf 9 Vývoj ceny kukuřice na burze CME Group	43

7.4 Seznam použitých zkratk

USDA - United States Department of Agriculture

FAOSTAT - Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database

Přílohy

Tabulka 8 Average Closing Price \$

Rok	Cena (\$)	Rok	Cena (\$)
1960	1.1392	1992	2.3936
1961	1.1290	1993	2.3929
1962	1.0952	1994	2.5012
1963	1.1929	1995	2.8104
1964	1.2174	1996	3.6690
1965	1.2532	1997	2.7487
1966	1.3445	1998	2.3807
1967	1.2776	1999	2.1152
1968	1.1369	2000	2.1151
1969	1.2093	2001	2.1067
1970	1.3650	2002	2.2894
1971	1.3675	2003	2.3349
1972	1.2991	2004	2.5352
1973	2.1701	2005	2.1122
1974	3.2089	2006	2.6298
1975	2.8868	2007	3.7620
1976	2.7283	2008	5.3014
1977	2.3031	2009	3.7513
1978	2.3651	2010	4.3064
1979	2.6901	2011	6.7973
1980	3.1513	2012	6.9160
1981	3.2906	2013	5.6872
1982	2.5453	2014	4.1626
1983	3.1823	2015	3.7829
1984	3.1370	2016	3.5964
1985	2.5428	2017	3.6162
1986	2.0146	2018	3.7043
1987	1.7314	2019	3.8544
1988	2.5460	2020	3.6393
1989	2.5411	2021	5.7491
1990	2.5198	2022	6.9540
1991	2.4676		

Zdroj: Macrotrends, 2023, vlastní zpracování

Tabulka 9 Vstupní data – Vícenásobná lineární regresní analýza

Rok	Cena (\$)	Produkce (miliardy bušlů)	Plocha pěstování (miliony akrů)	Export (miliony tun)
1975	2,887	5,840757	78,719	42,280
1976	2,728	6,289169	84,588	41,788
1977	2,303	6,505041	84,328	48,171
1978	2,365	7,267927	81,675	53,676
1979	2,690	7,928139	81,394	61,001
1980	3,151	6,639396	84,043	60,737
1981	3,291	8,118650	84,097	50,720
1982	2,545	8,235101	81,857	46,264
1983	3,182	4,174251	60,207	47,917
1984	3,137	7,672130	80,517	46,999
1985	2,543	8,875453	83,398	31,176
1986	2,015	8,225764	76,580	37,911
1987	1,731	7,131300	66,200	43,599
1988	2,546	4,928681	67,717	51,525
1989	2,541	7,531953	72,322	60,132
1990	2,520	7,934028	74,166	43,858
1991	2,468	7,474765	75,957	40,233
1992	2,394	9,476698	79,311	42,249
1993	2,393	6,33773	73,239	33,741
1994	2,501	10,05052	78,921	55,311
1995	2,810	7,400051	71,479	56,589
1996	3,670	9,232557	79,229	45,655
1997	2,749	9,206832	79,537	38,214
1998	2,381	9,758685	80,165	50,401
1999	2,115	9,430612	77,386	49,191
2000	2,115	9,915051	79,551	49,313
2001	2,107	9,502580	75,702	48,383
2002	2,289	8,966787	78,894	40,334
2003	2,335	10,087292	78,603	48,258
2004	2,535	11,805581	80,929	46,181
2005	2,112	11,112187	81,779	54,201
2006	2,630	10,531123	78,327	53,987
2007	3,762	13,037875	93,527	61,913
2008	5,301	12,043203	85,982	46,965
2009	3,751	13,067156	86,382	50,270
2010	4,306	12,425330	88,192	46,508
2011	6,797	12,313956	91,936	39,096
2012	6,916	10,755111	97,291	18,545
2013	5,687	13,830704	95,365	48,790
2014	4,163	14,217292	90,597	47,421
2015	3,783	13,601964	88,019	48,228
2016	3,596	15,148038	94,004	58,313
2017	3,616	14,609407	90,167	61,906

2018	3,704	14,340369	88,871	52,538
2019	3,854	13,619928	89,745	45,175
2020	3,639	14,111449	90,652	69,775
2021	5,749	15,11517	93,357	62,802

Zdroj: USDA, 2022, vlastní zpracování