

**EKONOMICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE
PODNIKOVĽHOSPODÁRSKA FAKULTA
SO SÍDLOM V KOŠICIACH**

Evidenčné číslo: 107002/D/2023/36086129768954628

**EKONOMICKÉ ASPEKTY ZAVEDENIA
UHLÍKOVEJ NEUTRALITY V
PODMIENKACH SR**

Dizertačná práca

2023

Ing. Juliána Bednárová

**EKONOMICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE
PODNIKOVOHOSPODÁRSKA FAKULTA
SO SÍDLOM V KOŠICIACH**

**EKONOMICKÉ ASPEKTY ZAVEDENIA
UHLÍKOVEJ NEUTRALITY V
PODMIENKACH SR**

Študijný program:	ekonomika a manažment podniku
Študijný odbor:	ekonomika a manažment podniku
Školiace pracovisko:	Katedra kvantitatívnych metód
Vedúci záverečnej práce:	Tkáč Michal, Dr. h. c. prof. RNDr. CSc

Košice 2023

Ing. Juliána Bednárová

Čestné vyhlásenie

Čestne vyhlasujem, že záverečnú prácu som vypracovala samostatne a že som uviedla všetku použitú literatúru.

Dátum:

.....

(podpis študenta)

Podakovanie

Moje osobitné podakovanie patrí najmä môjmu školiteľovi Dr. h. c. prof. RNDr. Michalovi Tkáčovi, CSc., za jeho cenné rady v oblasti teórie a výskumu, odborné vedenie, vyhradený čas a pomoc počas celého štúdia. Taktiež by som sa veľmi rada podakovala tajomníčke fakulty Mgr. Miriam Mitrovej, MBA za cenné rady a podporu. V neposlednom rade by som sa na tomto mieste podakovala manželovi, rodine a blízkym priateľom, s ktorými som sa delila o podnety počas štúdia.

ABSTRAKT

BEDNÁROVÁ, Juliána: Ekonomické aspekty zavedenia uhlíkovej neutrality v podmienkach SR – Ekonomická univerzita v Bratislave. Podnikovohospodárska fakulta so sídlom v Košiciach Katedra kvantitatívnych metód . – Vedúci záverečnej práce: Tkáč Michal, Dr. h. c. prof. RNDr. CSc. – Košice: PHF EU, 2023, počet strán 119.

Cieľom záverečnej práce je analyzovať možné ekonomické dopady dosiahnutia uhlíkovej neutrality na slovenské výrobné a služby zabezpečujúce podniky a obyvateľstvo. Práca je rozdelená do 5 kapitol. Obsahuje 4 obrázky, 21 grafov a 29 tabuliek.

Prvá kapitola je venovaná teoretickému vymedzeniu pojmov súvisiacich s témou dizertačnej práce. Rieši súčasný stav danej problematiky doma a v zahraničí, venuje sa vysvetleniu pojmov súvisiacich s uhlíkovou neutralitou, legislatívnym opatreniam a záväzkom EÚ a Slovenskej republiky ako členského štátu EÚ v kontexte riešenia klimatických zmien. Kapitola pojednáva o energetickom mixe Slovenskej republiky a taktiež o koncepciách nakladania s komunálnym odpadom. Zaoberá sa dopadmi zavedenia klimatických opatrení na ekonomiku, kde sa venuje súčasnej situácii vývoja cien energií, emisných povoleniek teda uhlia, či zavedeniu uhlíkovej dane na niektoré tovary dovážané z krajín mimo EÚ, ktorá je do značnej miery vyvolaná cieľmi zavedenia uhlíkovej neutrality.

V ďalších častiach práce je zadefinovaný cieľ práce (kapitola 2), metodiky a metódy skúmania práce (kapitola 3). Podstatnou časťou dizertačnej práce je obsah kapitoly 4. Prvá časť kapitoly 4 rieši druhý čiastkový cieľ práce, ktorým je dopad záväzkov Slovenskej republiky k uhlíkovej neutralite na ekonomiku vybraného podniku orientovaného na výrobu elektrickej energie. V tejto časti práce je použitá simulácia scenárov uhlíkovej neutrality pomocou metódy Monte Carlo.

Druhá časť kapitoly 4 sa zaoberá riešením tretieho čiastkového cieľa dizertačnej práce, ktorým je dopad záväzkov Slovenskej republiky k uhlíkovej neutralite na sociálnu skupinu obyvateľstva – dôchodcov. Kapitola pojednáva o vývoji spotrebiteľských cien, konkrétnejšie je analyzovaný infláciou druhý najviac zasiahnutý odbor klasifikácie COICOP bývanie a energie. Snaha o predikciu nákladov domácnosti dôchodcov na energie

je predmetom spomínanej podkapitoly s využitím forecastingových metód. Záverečná kapitola Diskusia hodnotí výsledky výskumu práce.

Výsledkom riešenia danej problematiky je analyzovať možné ekonomické dopady dosiahnutia uhlíkovej neutrality na renomovaného výrobcu elektrickej energie na Slovensku a na najzraniteľnejšiu skupinu obyvateľstva – dôchodcov.

Kľúčové slová:

Uhlíková neutralita, legislatívne opatrenia a záväzky, emisie skleníkových plynov, energetický mix, spaľovanie odpadu

ABSTRACT

BEDNÁROVÁ, Juliána: Economic aspects of the establishing of carbon neutrality in the Slovak republic – University of Economics. Faculty of business economics with seat in Košice; Department of Quantitative Methods. – Thesis supervisor: Tkáč Michal, Dr. h. c. prof. RNDr. CSc., 2023, pages: 119.

The aim of the final work is to analyse the possible economic impacts of achieving carbon neutrality on Slovak production and services providing enterprises and the population. The work is divided into 5 chapters. Contains 4 figures, 21 graphs and 29 tables.

The first chapter is devoted to the theoretical definition of terms related to the topic of the dissertation. It deals with the current state of the issue at home and abroad, and explains concepts related to carbon neutrality, legislative measures and obligations of the EU and the Slovak Republic as an EU member state in the context of solving climate change. The chapter deals with the energy mix of the Slovak Republic and also with municipal waste management concepts. It deals with the effects of the introduction of climate measures on the economy, where it deals with the current situation of the development of energy prices, i.e., coal emission permits, or the introduction of a carbon tax on some goods imported from outside the EU, which is largely caused by the goals of introducing carbon neutrality.

In other parts of the work, the goal of the work (chapter 2), the methodology and methods of researching the work (chapter 3) are defined. An essential part of the dissertation is the content of chapter 4. The first part of chapter 4 deals with the second sub-goal of the thesis, which is the impact of the Slovak Republic's commitments to carbon neutrality on the economy of a selected company oriented to the production of electricity. In this part of the work, the simulation of carbon neutrality scenarios using the Monte Carlo method is used.

The second part of chapter 4 deals with the solution of the third sub-goal of the dissertation, which is the impact of the Slovak Republic's commitments to carbon neutrality on the social group of the population - pensioners. The chapter discusses the development of consumer prices, more specifically, the second most affected sector of the COICOP classification, housing, and energy, is analysed by inflation. The effort to predict the energy costs of pensioners' households is the subject of the sub-chapter using forecasting methods. The last chapter, Discussion, evaluates the results of the work's research.

The result of solving the given problem is to analyse the possible economic impacts of achieving carbon neutrality on the renowned producer of electricity in Slovakia and on the most vulnerable group of the population - pensioners.

Key words:

Carbon neutrality, legislative measures and commitments, greenhouse gas emissions, energy mix, waste incineration

OBSAH

Úvod	17
1 Súčasný stav riešenej problematiky doma a v zahraničí.....	18
1.1 <i>Uhlíková neutralita.....</i>	20
1.2 <i>Legislatívne opatrenia a záväzky EÚ a Slovenskej republiky.....</i>	22
1.2.1 <i>Legislatívne opatrenia EÚ.....</i>	22
1.2.2 <i>Legislatívne opatrenia SR</i>	29
1.3 <i>Dopady zavedenia klimatických opatrení na ekonomiku.....</i>	31
1.3.1 <i>Systém obchodovania s emisnými kvótami</i>	32
1.3.2 <i>Zdražovanie energií</i>	33
1.3.3 <i>Taxonómia energetiky na báze plynu a jadra.....</i>	35
1.3.4 <i>Zavedenie uhlíkovej dane na dovoz do EÚ.....</i>	36
1.4 <i>Energetický mix Slovenskej republiky</i>	37
1.5 <i>Štatistika vykurovania na Slovensku.....</i>	45
1.6 <i>Odpad ako vstup na výrobu elektrickej energie.....</i>	48
1.6.1 <i>Definovanie a členenie odpadu</i>	49
1.6.2 <i>Nakladanie s odpadom</i>	51
2 Cieľ práce	57
3 Metodika práce a metódy skúmania	59
3.1 <i>Objekt skúmania - Elektráreň SE-EVO</i>	59
3.1.1 <i>Ekonomické zhodnotenie súčasného stavu SE-EVO</i>	61
3.2 <i>Pracovné postupy, spôsob získavania údajov a ich zdroje</i>	63
3.3 <i>Použité štatistické metódy.....</i>	64
3.3.1 <i>Simulačné metódy – podstata metódy Monte Carlo</i>	64
3.3.2 <i>Metódy forecastingu</i>	66
4 Výsledky práce	69
4.1 <i>Dopad záväzkov SR k uhlíkovej neutralite na ekonomiku vybraného podniku orientovaného na výrobu elektrickej energie.....</i>	69
4.1.1 <i>Scenár nezohľadňujúci uhlíkovú neutralitu</i>	70
4.1.2 <i>Scenár s dôrazom na čiastočnú uhlíkovú neutralitu</i>	74
4.1.3 <i>Scenár uhlíkovej neutrality</i>	82
4.2 <i>Dopad záväzkov Slovenskej republiky k uhlíkovej neutralite na sociálnu skupinu obyvateľstva</i>	86
5 Diskusia.....	107
Záver	110

Bibliografické zdroje	112
------------------------------------	------------

Zoznam grafov a tabuliek

Obrázok 1 Elektrina na Slovensku: výroba, spotreba a emisie za rok 2019.....	39
Obrázok 2 Vývoj ceny elektriny na burze, pre domácnosti a firmy(€/MWh).....	40
Obrázok 3 Predpoklad vývoja cien.....	41
Obrázok 4 Výstup z R Studio – Porovnanie vývoja zisku 3 scenárov	108
Graf 1 Cena európskych emisných povoleniek	26
Graf 2 Hrubá výroba elektrickej energie podľa zdrojov, Slovensko a členovia EÚ	38
Graf 3 Ročná spotreba elektrickej energie v GWh na Slovensku (2017 – 2020).....	40
Graf 4 Priemerné ceny tepla v jednotlivých krajochoch	43
Graf 5 Vývoj výroby elektriny podľa zdroja	44
Graf 6 Vývoj emisií skleníkových plynov na Slovensku 1990 – 2020	45
Graf 7 Emisie skleníkových plynov podľa sektorov za rok 2018	46
Graf 8 Podiel množstva jednotlivých druhov palív zakúpených na Slovensku v roku 2019	47
Graf 9 Nakladanie s komunálnym odpadom 2018	52
Graf 10 Nakladanie s komunálnymi odpadmi v SR	54
Graf 11 Výsledok 1. scenára nezohľadňujúceho uhlíkovú neutralitu.....	74
Graf 12 Výsledok 2. scenára zohľadňujúceho čiastkovú uhlíkovú neutralitu (CU + DŠ) ..	79
Graf 13 Výsledok 2. scenára zohľadňujúceho čiastkovú uhlíkovú neutralitu (CU + P)	80
Graf 14 Výsledok 2. scenára zohľadňujúceho čiastkovú uhlíkovú neutralitu (CU + TDP)	81
Graf 15 Výsledok 3. scenára uhlíkovej neutrality	86
Graf 16 Vývoj HICP a CPI (2013 – 2022)	90
Graf 17 Medziročné zdraženie vybraných cien potravín na Slovensku a v susedných krajinách v % (12/2022)	92
Graf 18 Vývoj podielu výdavkov na potraviny a bývanie v domácnostiach dôchodcov a zamestnaných (2012 – 2020)	94

Graf 19 Vývoj výdavkov dôchodcov na energie	96
Graf 20 Výstup z forecastingovej metódy – ARIMA.....	97
Graf 21 Výstup z forecastingovej metódy – Exponential Smoothing	99
Graf 22 Výstup z forecastingovej metódy SARIMA.....	101
Graf 23 Predikcie výdavkov domácnosti dôchodcov na elektrinu pre roky 2020 – 2023.	104
Graf 24 Predikcie výdavkov domácnosti dôchodcov na plyn pre roky 2020 – 2023.....	105
Graf 25 Predikcie výdavkov domácnosti dôchodcov na teplú vodu a ústredné kúrenie pre roky 2020 – 2023	105
Tabuľka 1 Podiel skleníkových plynov v atmosfére	19
Tabuľka 2 Zníženie emisií krajín EÚ	24
Tabuľka 3 Fázy a fungovanie EU ETS.....	27
Tabuľka 4 Kľúčové časti Nízkouhlíkovej stratégie rozvoja Slovenskej republiky do roku 2030	30
Tabuľka 5 Ročná výroba, import a export elektrickej energie na Slovensku v GWh (2012-2022)	38
Tabuľka 6 Cena tepla v rokoch 2017 - 2021	41
Tabuľka 7 Priemerné trhové a regulované ceny palív	42
Tabuľka 8 Náklady domácnosti na teplo	48
Tabuľka 9 Technické údaje SE-EVO	60
Tabuľka 10 Množstvo spáleného paliva, vyprodukovaných emisií CO ₂ a popola v SE-EVO	62
Tabuľka 11 Ceny palív, emisií CO ₂ a ceny spracovania popola v SE-EVO.....	62
Tabuľka 12 Množstvo vyrobenej EE v SE-EVO za roky 2015 – 2019.....	63
Tabuľka 13 Vývoj, priemer a smerodajná odchýlka cien vstupov a výstupov.....	71
Tabuľka 14 Vývoj cien emisných povoleniek za 1 tonu CO ₂	72

Tabuľka 15 Ekonomické zhodnotenie výroby EE z čierneho uhlia za sledované obdobie (2016 – 202) v SE-EVO – 1.simulácia	72
Tabuľka 16 Vývoj, priemer a smerodajná odchýlka cien vstupov a výstupov.....	77
Tabuľka 17 Ekonomické zhodnotenie výroby EE z čierneho uhlia a alternatívnych palín za sledované obdobie (2016 – 2022) v SE-EVO – 1.simulácie	78
Tabuľka 18 Zhrnutie výsledkov 2.scenáru.....	81
Tabuľka 19 Mesačný prepočet fungovania iba na TDP a Štiepky v pomere 84 %:16 %....	83
Tabuľka 20 Ročný prepočet spaľovania EVO iba na palive z TDP a Štiepky v pomere 84 %:16 %.....	83
Tabuľka 21 Vývoj, priemer a smerodajná odchýlka cien vstupov a výstupov.....	85
Tabuľka 22 Ekonomické zhodnotenie výroby EE z alternatívnych palív za sledované obdobie (2016 – 2022) v SE-EVO – 1.simulácia	85
Tabuľka 23 Harmonizovaný index spotrebiteľských cien (HICP) a Index spotrebiteľských cien (CPI).....	89
Tabuľka 24 Reprezentanti spotrebného koša SR podľa klasifikácie COICOP	91
Tabuľka 25 Vývoj spotrebných výdavkov domácnosti zamestnancov v porovnaní s domácnosťami dôchodcov	94
Tabuľka 26 Vývoj ročných výdavkov (v €) na elektrinu, plyn, palivá a teplú vodu a ústredné kúrenie domácnosti zamestnancov a dôchodcov.....	95
Tabuľka 27 MAPE, RMSE realizovaných forecastingových modelov.....	103
Tabuľka 28 Predikcie výdavkov domácnosti dôchodcov na energie pre roky 2020 - 2023	104
Tabuľka 29 Čisté peňažné príjmy a výdavky domácnosti dôchodcov v rokoch 2012 - 2020	106

Zoznam skratiek a značiek

€/MWh	eur za megawatthodin
°C	Stupeň Celzia
C _{CO2}	náklady vyprodukovanej CO ₂
C _{CU}	Priemerné náklady na výrobu 1 MWh EE z čierneho uhlia
C _{DŠ}	Priemerné náklady na výrobu 1 MWh EE z drevnej štiepky
CFC	Fluorochlorouhlovodíky
CN	Celkové priemerná náklady
CO	Oxid uhoľnatý
CO ₂	Oxid uhličitý
COICOP	Classification of individual consumption by purpose (Klasifikácia výdavkov domácností)
C _P	Priemerné náklady na výrobu 1 MWh EE z peletiek
CPI	Consumer Price Index (Index spotrebiteľských cien)
C _{TDP}	Priemerné náklady na výrobu 1 MWh EE z TDP
CU	čierne energetické uhlie
DŠ	Drevná štiepka
ECB	Európska centálna banka
EE	elektrická energia
EN	Európska norma
ENO	Elektráreň Nováky
EPA	Environmental partnership association
EU ETS	EU Emissions Trading System (Európsky systém obchodovania s emisiami)
EÚ	Európska únia
EVO	Elektráreň Vojany
g/GJ	gram na gigajoule

gCO ₂ eq/kWh	Hodnotené podľa intenzity uhlíka spotrebovanej elektriny
GJ/t	gigajoule za tonu
GWh	gigawatt hodina
HDP	Hrubý domáci produkt
HFC	Fluórované uhl'ovodíky
HICP	Harmonised Index of Consumer Prices (Harmonizovaný index spotrebiteľských cien)
HR	Heat Rate (Rýchlosť zahrievania)
CH ₄	metán
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change (Medzivládny panel o zmene klímy)
ISO	International Organization for Standardization (Medzinárodná organizácia pre normalizáciu)
LULUCF	Land use, land use change and forestry (využívanie pôdy, zmeny využívania pôdy a lesníctvo)
m ³	meter kubický
MJ/kg	megajoule na kilogram
Mpa	Megapascal
MW	megawatt
MWh	megawatt hodina
N ₂ O	oxid dusný,
NO _x	Oxidy dusíka
OSN	Organizácia Spojených národov
OZE	Obnoviteľné zdroje energie
P	Peletky
PFC	Plnofluórované uhl'ovodíky
Q _{DŠ}	Objem (množstvo) drevnej štiepky

Q _p	Objem (množstvo) peletiek
SAŽP	Slovenská agentúra životného prostredia
SE	Slovenské elektrárne
SF ₆	Fluorid sírový
SHMÚ	Slovenský hydrometeorologický ústav
SIŽP	Slovenská inšpekcia životného prostredia
SO ₂	Oxid siričitý
SO _x	Oxidy síry
SRF	Solid Recovered Fuel (anglický ekvivalent slovenského TDP)
STN	Slovenská technická norma
ŠÚ SR	Štatistický úrad Slovenskej republiky
t	tona
t/h	tona za hodinu
TDP	Tuhé druhotné palivo
TWh/rok	terawatthodín za rok
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
URSO	Úrad pre reguláciu sieťových odvetví
V _{CO2}	Objem (množstvo) vyprodukovaných CO ₂
V _{CU}	Objem (množstvo) čierneho uhlia
V _{TDP}	Objem (množstvo) TDP
WAM	Scenár "with additional measures" (scenár s dodatočnými opatreniami)
WEM	Scenár "with existing measures" (scenár s existujúcimi opatreniami)
WtE	Waste to Energy (odpad na energiu)
ZVC	Zväz výrobcov cementu

Úvod

V súčasnej dobe je problematika uhlíkovej neutrality stále viac a viac opomínaná. Signatári Parížskej klimateckej dohody sa svojimi podpismi na klimateckom summite v Paríži v decembri 2015 zaviazali udržať globálne otepľovanie do polovice tohto storočia na hranici + 2°C oproti dobe pred priemyselnou revolúciou – ideálne o 1,5 °C. Parížska dohoda s cieľom obmedziť rast globálnej teploty stanovila cieľ do roku 2050 dosiahnuť uhlíkovú neutralitu, čo znamená dosiahnutie rovnováhy medzi emisiami skleníkových plynov a ich záchytní. Ambiciózne ciele Európskej únie vedúce k zmierňovaniu dopadov klimateckej krízy, ale aj súčasná geopolitická situácia do značnej miery vplývajú na vývoj cien energií, emisných povoleniek, teda uhlia či zavedenie uhlíkovej dane na niektoré tovary dovážaných z krajín mimo EÚ.

Hnacou silou prosperity každej ekonomiky je energetika. Predstava života, či akejkol'vek výroby bez elektrickej energie je nepredstaviteľná, čím usudzujeme, že elektrická energia zohráva dôležitú rolu. Na druhej strane je potrebné hľadiť na negatívnu stránku elektrickej energie a to v produkcii skleníkových plynov, znižovaní zásob fosílnych palív, znečisťovaní ovzdušia a iných environmentálnych vplyvov. Takého aspekty komplikujú jednotlivé procesy výroby elektrickej energie, čím spôsobujú veľmi závažné, ekonomicky náročné a niekedy až likvidačné obmedzenia.

Dizertačná práca sa zaoberá uhlíkovou neutralitou s dôrazom na jej ekonomické dopady a udržateľnosť. Cieľom dizertačnej práce bude hodnotiť ekonomické aspekty (zisk) získavania elektrickej energie v klasickej tepelnej elektrárni pri rôznych scenároch vývoja cien vstupov a cien výstupov a pri rôznom vývoji dosahovania uhlíkovej neutrality. V súčasnosti musia tepelné elektrárne spĺňať rôzne legislatívne, environmentálne, bezpečnostné, ale aj prísne ekonomické limity. Rešpektovať všetky tieto obmedzenia a súčasne vytvárať zisk spravidla vyžaduje od všetkých relevantných procesov dosahovať čo najvyššiu výkonnosť pri dodržaní požiadaviek na kvalitu.

1 Súčasný stav riešenej problematiky doma a v zahraničí

Prudký nárast ekonomík od druhej polovice 20. storočia spôsobený priemyselnými revolúciami postavil civilizáciu pred problém udržateľnosti rozvoja. Súčasný ekonomický model spoločnosti je najmä lineárny. Ťažba prírodných zdrojov, výroba výrobkov na opačnom konci sveta, vznik odpadu a produkty končiace na skládkach, spaľovniach či pohodené voľne v prírode sú charakteristické črty lineárneho ekonomického modelu. Protikladom je cirkulovaná, resp. obehová ekonomika – kľúčová politická téma od roku 2015 v EÚ.

Cieľom obehovej ekonomiky je najvyššia možná využiteľnosť produktov a komponentov ako aj minimálne zaťaženie životného prostredia. Už nie je lineárna a väčšina materiálov v nej nekončí ako odpad. Cieľom je čo najviac vrátiť späť do obehu. Princíp je založený na efektívnom využívaní prírodných zdrojov energie, prenájme vecí, ktoré potrebujeme len raz za čas, namiesto ich kúpy, spoločné využívanie vecí, podpora lokálnej výroby, ale aj obchodu, ekoinovácia či ekodizajn. (Inštitút cirkulovanej ekonomiky, 2020).

Výnosom stabilnej ekonomiky, zdravého životného prostredia, a teda zaistením cirkulovaného systému je efektívne využitie prírodných zdrojov pomocou účinného zhodnocovania materiálov, produktov a komponentov. Tým sa minimalizujú náklady na vstupné materiály a energie, potrebné pre výrobu nových výrobkov či odpad. Dôraz v takomto systéme sa kladie na produkty s dlhou životnosťou, jednoduchou demontážou, ktorá umožní oddelenie jednotlivých komponentov či materiálov a ich ďalšie zhodnotenie. Výsledok systému je vnímaný elimináciou odpadu, ktorý sa v ďalších procesoch už nedá využiť. (Inštitút cirkulovanej ekonomiky, 2020)

Najcitlivejším environmentálnym problémom v súčasnej dobe je globálne otepľovanie, ktoré spôsobuje klimatické zmeny. Za vznikom klimatických zmien stojí skleníkový efekt, ktorého podstatou je pohlcovanie krátkovlnného žiarenia atmosférou a zemským povrchom. Infračervené svetlo sa odráža od zemského povrchu, ale časť ho zostane pohltená skleníkovými plynmi a spôsobuje ohrievanie planéty. Bez prírodného skleníkového efektu by priemerná teplota na Zemi bola iba -18 °C. Skleníkové plyny a vodná para tak udržiavajú teplotu atmosféry o 33°C vyššiu. Skleníkové plyny produkované človekom ako sú oxid uhličitý – CO₂, CH₄ - metán, N₂O– oxid dusný, fluorované skleníkové plyny - CFC, HFC, PFC, SF₆, narušujú ozónovú vrstvu, a tým dochádza k

väčšiemu otepľovaniu zemského povrchu. Najväčší podiel na emisiách má CO₂, ktorý tvorí približne 74,4 % skleníkových plynov a jeho koncentrácia spaľovaním fosílnych palív vďaka vysoko konzumnému spôsobu života v západných rozvinutých krajinách naďalej stúpa. Približné množstvo skleníkových plynov v atmosfére, percentuálny podiel ako na svetových emisiách tak v rámci EÚ, či pôvod skleníkových plynov je uvedený v tabuľke 1.

Tabuľka 1 Podiel skleníkových plynov v atmosfére

Skleníkový plyn	Podiel na svetových emisiách	Podiel v rámci EÚ ¹	Odvetvie	Podiel svetových emisií podľa odvetvia	Podiel emisií podľa odvetvia v EÚ
CO ₂	74,4 %	80 %	Energia	73,2 %	77,01 %
CH ₄	17,3 %	11 %	Priemyselné procesy	5,2 %	9,10 %
N ₂ O	6,2 %	6 %	Poľnohospodárstvo	18,4 %	10,55 %
F - plyny	2,1 %	2 %	Odpadové hospodárstvo	3,2 %	3,32 %

Zdroj: Climate Watch, the World Resources Institute (2020), Európska environmentálna agentúra (2019)

Neustále zvyšovanie koncentrácie skleníkových plynov v ovzduší a následné otepľovanie klímy so sebou prinesie ďalekosiahle negatívne dopady na ekosystémy, ľudské životy a ekonomiky. Klimatické zmeny budú mať regionálny charakter – väčšie otepľovanie bude prebiehať na severnej pologuli a taktiež sa dotkne ekonomík jednotlivých štátov. Značne postihnuté budú najmä rozvojové krajiny, ktoré už teraz trpia nedostatkom ekonomických prostriedkov a možností sa s klimatickými zmenami vysporiadať. (Svetová banka, 2010)

Už v roku 2009 medzinárodná vedecká komunita reprezentovaná Medzinárodným panelom OSN pre klimatickú zmenu stanovila, že dlhodobý strop na rast globálnej priemernej teploty je maximálne 2 °C do konca 21. storočia. O šesť rokov neskôr na základe najnovších vedeckých poznatkov túto hranicu sprísnil na 1,5 °C a definitívne ju

¹Celkové emisie skleníkových plynov bez využitia pôdy, zmien vo využívaní pôdy a lesného hospodárstva (LULUCF)

ako cieľ celého medzinárodného úsilia potvrdila Parížska klimatická dohoda. (Masson-Delmotte et al., 2018)

Medzivládny panel OSN pre klimatickú zmenu (IPPC) vydáva pravidelné hodnotiace správy o vývoji zmeny klímy, tá posledná vyšla v roku 2014. Správa opisuje celú škálu dôsledkov klimatickej zmeny ako sú rekordné teplé roky – 30 rokov od roku 1980 bolo najteplejších za posledných 1400 rokov, prehriatie oceánov, ktoré absorbujú až 90 % všetkej energie nahromadenej na Zemi, okyslenie oceánov, pretože okrem tepla pohlcujú aj väčšinu oxidu uhličitého, zmeny v prúde zrážok, rozpad grónskeho a atlantického ľadovca a s tým spojené stúpanie morských hladín, čo ešte zvýrazňuje teplotné rozširovanie vody. Všetko to je doplnené zosilňujúcimi sa extrémami počasia v podobe hurikánov, dlhotrvajúceho sucha a prízračných dažďov. (Pachauri et. al, 2014)

Cieľom krajín, ktoré podpísali Parížsku klimatickú dohodu na klimatickom summite v Paríži v decembri 2015 je udržať globálne otepľovanie do polovice tohto storočia na hranici + 2°C oproti dobe pred priemyselnou revolúciou – ideálne o 1,5 °C. Okrem iného sa štáty a podniky zaviazali k zníženiu svojej závislosti na fosílnych palivách ako hlavných zdrojoch energie. Predsavzatie Európskej únie hovorí o znížení emisie skleníkových plynov o minimálne 40 % do roku 2030 v porovnaní s rokom 1990.

Súčasne nastavené opatrenia za účelom zmiernenia klimatických zmien zahŕňujú adaptáciu, mitigáciu a inovácie, stanovenie globálnych uhlíkových daní a založenie globálneho trhu s emisnými povolenkami, zavedenie nízkouhlíkových technológií do praxe a vytvorenie vhodnej motivácie pre súkromný sektor. Ciele znížovania emisií by mali byť realistické. Príliš drastické zníženie by znamenalo nastavenie vysokej uhlíkovej dane, ktorá by mohla poškodiť slabšie ekonomiky. Za razantné zníženie emisií, by sme mohli predpokladať napríklad náhle odstavenie produkcie uhoľných elektrární, ktoré produkujú značnú časť emisií. V takom prípade by to malo negatívny dopad ako na pokles produkcie energií, tak na zamestnanosť a v konečnom dôsledku aj na hospodársky rast krajín. Vlády by radšej mali prijať dlhodobé záväzky na investície do výskumu technológií s alternatívnou energiou a pomaly sa zvyšujúcou uhlíkovou daňou, ktorá podporí nízkouhlíkové alternatívy.

1.1 Uhlíková neutralita

Ako pri zavádzaní opatrení v čase pandémie Covid-19, tak pri aplikácii prostriedkov na zníženie koncentrácie oxidu uhličitého a skleníkových plynov v atmosfére

bádame súvislosť. Čím neskôr začneme s opatreniami, tým neskôr sa dostavia výsledky. No v prípade emisií CO₂ a skleníkových plynov to bude trvať desaťročia či možno aj storočia.

Podľa najnovších meraní dosiahla koncentrácia oxidu uhličitého v atmosfére 420 častíc na milión, čo znamená, že od začiatku priemyselnej revolúcie stúpla o 50 %. Solly (2019) uvádza, že naposledy bola koncentrácia oxidu uhličitého v atmosfére medzi 300 a 400 milióntinami oxidu uhličitého v pliocéne približne pred troma miliónmi rokov a podľa vedeckých štúdií globálna teplota bola o dva až tri stupne vyššia ako priemerná globálna teplota začiatkom 18. storočia. Ak nebudú prijaté dostatočne dôrazné mitigačné politiky a koncentrácia CO₂ presiahne únosnú stabilizačnú úroveň, následné znižovanie by bolo oveľa väčšie a tiež nákladnejšie. Náklady na stabilizáciu koncentrácie CO₂ by činili do roku 2050 približne 1 % celosvetového ročného HDP. (Stern, 2007)

Objem emisií CO₂ v roku 2020 dôsledkom koronakrízy a razantného odstavenia ekonomík za účelom nešírenia vírusu, skutočne prvýkrát od roku 2009, kedy sa prevalila globálna ekonomická kríza, výrazne poklesol medziročne o 7 %. Koncentrácia oxidu uhličitého v atmosfére však naďalej rástla. (Hausfather, 2020) Podľa prognóz na rok 2020 tento signifikantný medziročný pokles produkcie CO₂ ale spôsobil výrazný prepád jednotlivých ekonomík. Najvyšší pokles sa predpokladal pre ekonomiky Spojeného kráľovstva (10,2 %), Francúzska (12,5 %) a Talianska (12,8 %). (Hošoff a kol., 2020)

Spoločnosť stojí pred obrovskou výzvou, ako v najbližších rokoch zvrátiť krivku stúpania emisií. Ak nechceme prekročiť oteplenie o 1,5 stupňa, musíme čo najskôr smerovať k uhlíkovej neutralite. Vyspelý svet by ju mal na základe princípu klimatickej solidarity dosiahnuť najneskôr do polovice storočia, ostatné krajiny o dekádu neskôr.

Uhlíková neutralita je fenomén, ktorý sa týka snahy znížiť emisie skleníkových plynov vyprodukovaných ľudskou činnosťou na nulu alebo vyrovnať tieto emisie zachytením a skladovaním uhlíka. Uhlíková neutralita znamená, že ľudstvo ako celok nevyprodukuje viac emisií skleníkových plynov, ako je planéta schopná prirodzene vstrebať alebo sme ju schopní podporiť technologickými záchytnými uhlíka. Na to, aby sme tento stav dosiahli, by sme do polovice storočia potrebovali znížiť objem ľudmi produkovaných emisií približne o tri štvrtiny. A zvyšok objemu by mal byť vyhradený pre činnosti, pri ktorých nemožno ísť úplne na nulu, napríklad poľnohospodárstvo.

Carbon brief vypočítal, že na to, aby sme nenaplnili celý náš uhlíkový rozpočet, po ktorom presiahneme hranicu oteplenia o 1,5 °C, musíme začať znižovať objem vypustených uhlíkových emisií o 7,6 % ročne. Teda presne o toľko, ako sme ich znížili v roku 2020 za cenu veľkých ekonomických strát. (UNEP, 2019)

Prechod na uhlíkovú neutralitu znamená dosiahnuť rovnováhu medzi emisiami uhlíka a ich pohlcovaním z atmosféry do takzvaných uhlíkových zachytávačov. Ak chceme dosiahnuť uhlíkovú neutralitu, tak všetky svetové emisie musíme vyvážiť sekvestráciou uhlíka.

Niekoľko štúdií sa odvracia od prevládajúceho zamerania sa na dodržiavanie emisných limitov a odporúča ako riešenie sprístupnenie nových nízkouhlíkových technológií pre rozvojové krajiny (Birdsall et al., 2011).

Ak by sa totiž zaviedli emisné limity aj pre rozvojové krajiny, ich snaha aj nátlak zvonku dodržať pevne dané emisné limity, by mohli zabrzdiť ich vývoj (Mattoo et al., 2009).

Ciele znižovania emisií nastavené EÚ a IPCC sú často predmetom kritiky štátov ako sú USA, India či Čína, ktoré spochybňujú ich realistikosť. Na klimatickej konferencii v Lime v roku 20014 vyhlásili najľudnatejšie krajiny ako sú India a Čína, že ich prioritou je ekonomický rozvoj a rast blahobytu ich obyvateľstva, čím najďalej budú pokračovať vo zvyšovaní emisií.

1.2 Legislatívne opatrenia a záväzky EÚ a Slovenskej republiky

Nasledujúca časť práce sa venuje legislatívnym opatreniam a záväzkom EÚ a Slovenskej republiky ako členského štátu EÚ v kontexte riešenia klimatických zmien.

1.2.1 Legislatívne opatrenia EÚ

V dôsledku rapídneho nárastu antropogénnych emisií skleníkových plynov bol v New Yorku roku 1992 prijatý **Rámcový dohovor OSN o zmene klímy**, ktorého hlavným cieľom bolo stabilizovať koncentráciu skleníkových plynov v atmosfére a tým zmierniť a zamedziť potenciálnej hrozbe klimatických zmien. Ratifikáciou tohto dohovoru v roku 1994 sa Slovensko vrátane EÚ zaviazalo k akceptovaniu všetkých jeho záväzkov.

V roku 1997 bol prijatý medzinárodný dohovor známy ako **Kjótsky protokol**, ktorý nahrádza Rámcový dohovor OSN o zmene klímy. Zmluvné strany sa týmto dohovorom

zaviazali zamedziť nárastu antropogénnych emisií skleníkových plynov v atmosfére Zeme, a tým zvyšovanie jej teploty. Protokol obsahuje záväzok priemyselne vyspelých štátov k zníženiu emisie tých skleníkových plynov, ktoré v značnej miere spôsobujú globálne otepľovanie. Hospodársky vyspelé krajiny sa svojím podpisom zaviazali k zníženiu skleníkových plynov najmenej o 5,2 % v porovnaní s rokom 1990 v období 2008 – 2012. Platnosť Kjótsky protokol nadobudol až v roku 2005, kedy boli splnené obe základne podmienky a to aby protokol ratifikovalo 55 krajín a aby podiel týchto krajín na vtedajších emisiách bol najmenej 55 %. Kjótsky protokol svojou účinnosťou určoval jednotlivým štátom zníženie emisií skleníkových plynov, napr. Európskej únii o 8 %, USA o 7 %, Japonsku o 6 % a Rusku o 0 %, iným štátom však povoľuje aj ich nárast, napr. Austrálii o 8 % a Islandu o 10 %. Najvýznamnejší znečisťovatelia ovzdušia ako sú Spojené štáty či Austrália odmietli účasť na Kjótskom protokole.

4. novembra 2016 vstúpila do platnosti historicky prvá univerzálna dohoda o zmene klímy - **Parížska dohoda**. Cieľom krajín, ktoré podpísali Parížsku klimatickú dohodu na klimatickom summite v Paríži v decembri 2015 je udržať globálne otepľovanie do polovice tohto storočia na hranici + 2°C oproti dobe pred priemyselnou revolúciou – ideálne o 1,5 °C. Parížska dohoda s cieľom obmedziť rast globálnej teploty stanovila cieľ do roku 2050 dosiahnuť uhlíkovú neutralitu, čo znamená dosiahnutie rovnováhy medzi emisiami skleníkových plynov a ich záchytní. Okrem iného sa štáty a podniky zaviazali k zníženiu svojej závislosti na fosílnych palivách ako hlavných zdrojoch energie. Predsavzatie Európskej únie hovorí o znížení emisie skleníkových plynov o minimálne 40 % do roku 2030 v porovnaní s rokom 1990. Parížska dohoda je prevratná najmä v troch dôležitých aspektoch. Prvýkrát sa záväzky znížovania emisií týkajú nielen rozvinutých krajín, ale sú určené pre všetky krajiny, ktoré sa rozhodli svojím podpisom túto dohodu podporiť. Pričom si krajiny samy stanovujú, akým spôsobom a v ktorom sektore svojej ekonomiky sa budú usilovať o redukciu emisií skleníkových plynov. Fokusanou oblasťou Parížskej dohody je adaptácia a ustálenie povinnosti pripravovať sa na dôsledky zmeny klímy, sledovať a hodnotiť dopady a budovať odolnosť ekosystémov a sociálnych a ekonomických systémov. Všetky krajiny sú povinné sledovať emisie a podávať informácie o ich množstve.

Kapacita znížovania emisií sa v jednotlivých členských štátoch EÚ líši. Pri určovaní percentuálneho znížovania emisií bol zohľadňovaný hrubý domáci produkt

krajiny. Výsledné ciele do roku 2030 sa pohybujú od 0 % do - 40 % v porovnaní s úrovňami v roku 2005 a sú v súlade so všeobecným cieľom EÚ znížiť emisie o 40 %.

Tabuľka 2 Zníženie emisií krajín EÚ

Členský štát	Cieľ do roku 2030 v porovnaní s rokom 2005
Švédsko	-40 %
Fínsko	-39 %
Nemecko	-38 %
Rakúsko	-36 %
Taliano	-33 %
Španielsko	-26 %
Grécko	-16 %
Slovinsko	-15 %
Česká republika	-14 %
Estónsko	-13 %
Slovensko	-12 %
Poľsko	-7 %
Maďarsko	-7 %
Rumunsko	-2 %
Bulharsko	0 %

Zdroj: Európsky parlament

Na základe pripomienok záujmových skupín, tretieho sektora a pozícií členských štátov bol prijatý nový rámec EÚ pre oblasť klímy a energetiky do roku 2030. **Klimatický a energetický rámec do roku 2030** zahŕňa ciele a politické ciele celej EÚ na obdobie od

roku 2021 do roku 2030. Rámec bol prijatý Európskou radou v októbri 2014. Cieľom tohto rámca je pri dlhodobom zohľadňovaní možného vplyvu cien podporovať prechod na nízkouhlíkové hospodárstvo a konkurencieschopný a bezpečný energetický systém. Podstatou systému je zabezpečiť cenovo dostupnú energiu pre všetkých spotrebiteľov, znížiť závislosť od dovozu energie, zvýšiť bezpečnosť dodávok energie v EÚ a vytvoriť nové príležitosti na rast a zamestnanosť. Ciele pre obdobie 2021 – 2030 sú nastavené za účelom:

- Zníženia emisií skleníkových plynov o 40 % v porovnaní s referenčným rokom 1990.
- Zvýšenia podielu obnoviteľných zdrojov energie v energetickom mixe EÚ o 27 %.
- Zníženia spotreby energie o 27 % s možnosťou prehodnotenia po revízií v roku 2020
- Zvýšenia prepojenosti energetických sietí členských štátov na úroveň 15 % (nový cieľ).

Podstatou odsúhlaseného rámca 2030 je aj kľúčová reforma Európskeho systému obchodovania s emisiami (ETS), ktorá bola koncipovaná ako trhovo regulačný mechanizmus, ktorého cieľom je podporiť znižovanie emisií skleníkových plynov nákladovo-efektívnym spôsobom. ETS je základným kameňom politiky EÚ v oblasti zmeny klímy a má členským krajinám pomôcť naplňať ciele Kjótskeho protokolu.

Emisné kvóty resp. povolenky patria k hlavnému nástroju Európskeho systému obchodovania s emisiami (European Union Emissions Trading Scheme, EU ETS), ktorého cieľom je zníženie emisií skleníkových plynov prostredníctvom ich spoplatnenia. Do systému obchodovania s emisiami skleníkových plynov, ktorý bol spustený v roku 2005, sú zapojené okrem krajín EÚ aj Island, Lichtenštajnsko a Nórsko.

Elektrárne, železiarne, oceliarne či iné priemyselné prevádzky, ktoré vypúšťajú do ovzdušia skleníkové plyny, musia preukázať, že na takéto emisie majú povolenie, resp. ich emisie sú pokryté povolenkami v náležitom rozsahu. Európsky systém obchodovania s emisiami každoročne stanovuje množstvo emisných kvót, pričom emisný strop sa postupne rovnomerne znižuje v súlade s emisnými cieľmi EÚ. Jedná emisná povolenka oprávňuje

producenta vypustiť jednu tonu CO₂, prípadne ekvivalentného množstva N₂O alebo perfluórovaných uhlíkov (PFCs).

Systém funguje nasledovne. Časť emisných povoleniek EÚ poskytuje do dražby jednotlivým štátom a časť alokuje vybraným typom zariadení zadarmo. Elektrárne a iné prevádzky, ktoré sú zapojené do systému si povolenky nakupujú v aukcii a následne s nimi voľne obchodujú na burze. Emisie týchto prevádzok sú merané a kontrolované, a v prípade vypustenia vyššieho množstva skleníkových emisií ako je subjektu oprávnené kvótami vypustiť, dostane pokutu (100 € za tonu emisií) a zároveň si musí potrebné kvóty doplniť. (Európska komisia, 2020)

Bezplatné emisné kvóty sú určené takým odvetviam hospodárstva, v ktorých by bolo jednoduché presunúť výrobu do krajín, kde nie sú emisie skleníkových plynov obmedzované. Pri dôslednom uplatnení aukcie kvót by tak mohlo dochádzať k odlivu výrobných závodov z EÚ a navýšeniu emisií v iných krajinách. Množstvo bezplatne pridelených kvót je postupne znižované a napríklad výroba elektriny už nie je pre pridelenie bezodplatných kvót spôsobilá od roku 2013. Niektoré štáty vrátane Slovenska si však vyjednali výnimku z tohto pravidla až do roku 2020. (Európska komisia, 2020)



Graf 1 Cena európskych emisných povoleniek

Zdroj: Trading economics – EU Carbon Permits, 2023

Rozhodujúcim parametrom celého systému je cena emisných povoleniek. Európska únia postupne každoročne znižuje množstvo emisných povoleniek, čo spôsobuje rast ich cien. Počas doby fungovania tohto systému bola v niektorých rokoch cena povoleniek

veľmi nízka. Zväčša šlo o zámer naštartovania ekonomiky v dôsledku jej oslabenia spôsobeného finančnou krízou 2008 – 2009, koronavírusovou pandémiou 2020, či dokonca prebytkom kvót v období 2013 – 2018. Z grafu 1 je zrejmé, že v roku 2018 cena tony CO₂ prudko stúpila z 8 € na približne 20 €, začiatkom roka 2021 už kvóty stáli viac ako 30 €. Niektoré inštitúcie sa zhodujú na tom, že pre dosiahnutie cieľov Parížskej dohody je nutné, aby sa cena za tonu CO₂ pohybovala v rozmedzí 33 – 66 €. (Svetová banka, 2020)

Elektrárne či iné priemyselné závody stoja pred rozhodnutím, či dokážu svoje emisie znížiť lacnejšie ako je cena emisných povoleniek zavedením výhodných inovácií a investícií do čistejších technológií, alebo sa rozhodnú pri danej cene nakúpiť emisné povolenky. ETS, ktorý v roku 2013 vstúpil do svojej tretej fázy, zahŕňa približne 12 000 priemyselných zariadení v EÚ. V porovnaní s referenčným rokom 2005, celkové zníženie emisií v ETS odvetviach bolo v roku 2013 na úrovni 19 %. Stanovený cieľ na rok 2020 je pritom iba 21 %.

Tabuľka 3 Fázy a fungovanie EU ETS

	Cieľ zníženia emisií oproti roku 2005	Zúčastnené krajiny	Zahrnuté skleníkové plyny	Sektory
Fáza I 2005–2007	žiadne (pilotný systém)	EÚ 27	CO ₂	zariadenia na výrobu energie, energeticky náročné priemyselné odvetvia
Fáza II 2008–2012	8 %	+ Nórsko + Lichtenštajnsko + Island	+ N ₂ O (dobrovoľné)	+ letectvo
Fáza III 2013–2020	21 %	+ Chorvátsko	+ N ₂ O + PFCs	+ výroba hliníka a chemikálií + zachytávanie a skladovanie uhlíka
Fáza IV 2021–2030	43 %	– Veľká Británia	(bez zmeny)	(v jednaní)

Zdroj: Európska komisia

Celkové výnosy z aukcií emisných povoleniek predstavovali v rokoch 2012 – 2019 približne 50 miliárd eur (z toho 14 miliárd boli výnosy v roku 2019, keď bola cena kvót najvyššia). Dražba prebieha v rámci každého zo zapojených štátov a tie tiež rozhodujú o konkrétnom využití prostriedkov, ktoré sa v aukciách vyberú. Z celkovej sumy sa vynaložilo na klimatické a energetické účely 78 %, a to predovšetkým na energiu z

obnoviteľných zdrojov, zvyšovanie energetickej účinnosti a udržateľnú dopravu. (Európska komisia, 2020)

Európsky systém emisných povoleniek nesie so sebou výhody ako napríklad dosiahnutie emisných cieľov s nízkymi dodatočnými nákladmi, v prípade ak sa v dôsledku vývoja rastu cien emisných povoleniek závody rozhodnú pre investovanie do zníženia vlastných emisií. Výhodou systému je, že finančné prostriedky získané z dražieb povoleniek je možné použiť na podporu inovácií a na klimatické a energetické účely. Pri vhodne nastavenom systéme ETS dochádza k vyrovnávaniu cien emisií z rôznych krajín a systémov.

Nevýhoda EU ETS je v nepredvídateľnej cene emisných povoleniek, čo komplikuje dlhodobé plánovanie pre elektrárne a priemyselné závody. EU ETS nepokrýva všetky sektory, ktoré sa podieľajú na vypúšťaní skleníkových plynov najmä kvôli administratívnej záťaži, a preto niektoré európske štáty dopĺňajú EU ETS národnými uhlíkovými daňami. Nevýhodou systému je pridelovanie bezplatných kvót niektorým prevádzkam, ktoré tak bezplatne získali vyššie množstvo povoleniek ako reálne potrebovali, čo viedlo k predaju so ziskom, čo je v rozpore so systémom ETS.

V roku 2019 sa k uvedeným medzinárodným nástrojom pridala Európska zelená dohoda, ktorá predstavila kroky EÚ a definovala jej postupy na dosiahnutie klimatickej neutrality v roku 2050. K naplneniu cieľa klimatickej neutrality pre EÚ do roku 2050 sa prihlásili všetky členské štáty, pričom niektoré členské štáty (Švédsko, Fínsko, Rakúsko) si na národnej úrovni zvolili ešte ambicióznejšie ciele. Európska zelená dohoda predstavuje plán Európskej komisie na ekologickú transformáciu hospodárstva Európskej únie v záujme udržateľnej budúcnosti. Obsahuje opatrenia a plán kľúčových politík týkajúce sa celej škály problematik – od ambiciózneho znižovania emisií, cez investovanie do špičkového výskumu a inovácií, transformácie celého priemyslu, ekonomiky a poľnohospodárstva až po ochranu prírodného prostredia v Európe. Jej primárnym cieľom je zabezpečiť do roku 2050 prvenstvo Európy, ako kontinentu, v oblasti klimatickej neutrality. Spomínaný dlhodobý cieľ sa do roku 2050 pretaví do obrazu Európy so spravodlivou a prosperujúcou spoločnosťou využívajúcu moderné a konkurencieschopné hospodárstvo, ktoré efektívne zavádza zdroje, kde budú čisté emisie skleníkových plynov na nule a kde hospodársky rast nezávisí od využívania zdrojov. Podľa tejto dohody sa má prehodnotiť aj hore uvedený – 40 % redukčný cieľ pre EÚ do roku 2030, pričom Európska komisia navrhuje -50 % až -55 % cieľ.

1.2.2 Legislatívne opatrenia SR

Slovensko ako člen EÚ podporuje Rámec politík EÚ v oblasti klímy a energetiky do roku 2030 a príspevok ku globálnej Parížskej dohode. Slovensko je súčasťou trhu EÚ s uhlíkom, systému obchodovania s emisiami EÚ (ETS) a pre jeho emisie mimo systému ETS je stanovený cieľ špecifický pre Slovensko.

Zo začiatku sa v SR znižovali emisie prostredníctvom relatívne jednoduchých a relatívne nenákladných opatrení (napr. prechod z uhlia na plyn, zatvorenie neefektívnych a znečisťujúcich prevádzok v rámci reštrukturalizácie podnikov a zavádzania trhových princípov). Takéto zmeny súviseli aj s členstvom SR v EÚ. V súčasnosti sú však už lacnejšie opatrenia zväčša vyčerpané a ďalšie znižovanie emisií si bude vyžadovať veľké investičné náklady. Tieto náklady možno chápať aj ako investície do budúcnosti, pretože zmena klímy predstavuje obrovský deštruktívny potenciál, ktorý môže v budúcnosti ohroziť fungovanie štátu a spoločnosti v štandardoch, na ktoré sme dnes zvyknutí.

V roku 2020 bola vládou SR schválená a predložená Európskej komisii a UNFCCC ***Nízkouhlíková stratégia rozvoja Slovenskej republiky do roku 2030 s výhľadom do roku 2050***. Cieľom stratégie je výber a analýza opatrení nákladovo-efektívnym spôsobom. Pri realizácii je nevyhnutná podpora zo strany relevantných rezortov a orgánov štátnej ako aj verejnej správy. Kladie sa dôraz na to, aby tieto politiky a iné nesúvisiace politiky boli vzájomné prierezovo prepojené a konzistentné. Cieľom stratégie je vybrať a analyzovať nákladovo efektívne opatrenia, čo sa týka rozsahu redukcí emisií a ekonomického a sociálneho dopadu. Opatrenia, s ktorými sa v krátkej budúcnosti ráta a ktoré boli vymenované a modelované v stratégii v rámci scenárov WEM a WAM, poukázali na fakt, že s nimi nie je možné dosiahnuť klimatickú neutralitu na Slovensku v roku 2050.

Za referenčný scenár je považovaný scenár WEM, v rámci ktorého sú implementované súčasné opatrenia v podmienkach Slovenskej republiky. Podstatou scenára sú národné záväzky týkajúce sa opatrení v oblasti zmeny klímy do roku 2020. Scenár v sebe zahŕňa už prijaté a realizované politiky, ale aj dodatočné politiky, ktoré sú nevyhnutné na splnenie záväzkov v oblasti OZE a energetickej účinnosti krajiny v roku 2020. Scenár WAM vypracovaný Svetovou bankou, implikuje tie opatrenia, ktoré sa budú zavádzať na základe nových legislatív, prípadne sú už platné no ešte neimplementované alebo majú veľkú šancu prijatia. Scenár zahŕňa spôsoby k dosiahnutiu ambiciózných cieľov do roku 2030 s výhľadom na rok 2050. Spomínané dva scenáre dopĺňa tretí, ktorý

uvádza opatrenia, o ktorých sa v súčasnosti ešte reálne neuvažuje, no nie je vylúčené, že v budúcnosti nebude potrebná ich nevyhnutná implementácia za účelom dosiahnutia klimateckej neutrality do roku 2050 (NEUTRAL).

Tabuľka 4 Kľúčové časti Nízkouhlíkovej stratégie rozvoja Slovenskej republiky do roku 2030

Národné a európske redukčné ciele do roku 2030	EÚ ciele	Národné ciele SR	Ciele použité v rámci referenčného scenára WEM a dosiahnuté redukcie SP	Ciele použité v rámci scenára WAM a dosiahnuté redukcie SP
Emisie skleníkových plynov (k r. 1990)	Minimálne - 40 %		- 41 % (výsledné redukcie podľa modelu)	- 47 % (výsledné redukcie podľa modelu)
Emisie v sektore ETS (k r. 2005)	- 43 %	- 43 %	- 38,4 % (iba dosiahnuté redukcie pre CO ₂)	- 53,5 % (iba dosiahnuté redukcie pre CO ₂)
Emisie skleníkových plynov mimo sektorov ETS (tzv. non-ETS, k r.2005)	- 30 %	-12 % (-20%)	-10 % (výsledné redukcie podľa modelu)	- 19,42 % (výsledné redukcie podľa modelu)
Podiel obnoviteľných zdrojov energie (OZE)	32 %	19,2 %	14,3 %	18,9 %
Energetická efektívnosť	32,5 %	30,3 %	25 %	28,36 %

Zdroj: Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky

Z finančného hľadiska scenár WAM Nízkouhlíkovej stratégie rozvoja Slovenskej republiky do roku 2030 s výhľadom do roku 2050, predstavuje preinvestovanie vo výške 8 miliárd eur pre najbližšiu dekádu v porovnaní s referenčným scenárom WEM. V rokoch 2031-2050 bude zavádzanie opatrení v oblasti zmeny klímy vyžadovať investície vo výške 196 miliárd eur. Do roku 2040 sa tak predpokladá, že dodatočné výdavky budú predstavovať 1,8 % HDP, v rokoch 2020-2050 to bude v priemere ročne tvoriť až 4,2 % HDP. Tieto náklady v sebe zahŕňajú investície, ktoré budú znášať domácnosti, podnikateľský sektor aj štát.

Na dosiahnutie dekarbonizačných cieľov budú vyhradené finančné prostriedky z fondov EÚ, národného rozpočtu, no počíta sa aj s participáciou súkromného sektora. Na základe interných odhadov MF SR v spolupráci so Stálym zastúpením SR pri EÚ a odhadov MŽP SR by mohlo byť do roku 2030 k dispozícii prostredníctvom EÚ rozpočtu (do roku 2027), Modernizačného fondu a Environmentálneho fondu od 9,9 do 10,5 miliardy eur na klimatecké opatrenia. Je potrebné podotknúť, že klimatecké ambície EÚ sa od prijatia stratégie neustále zväčšujú, čomu zodpovedá aj navyšovanie alokovaných prostriedkov jednotlivým členským štátom. (MŽP SR, 2020)

V rámci klimatických politík sú základnými legislatívnymi nástrojmi *Smernica zavádzajúca systém obchodovania s emisnými kvótami skleníkových plynov v Európskej únii* (EÚ ETS) a *Nariadenie k individuálnym záväzným ročným cieľom v oblasti emisií skleníkových plynov na roky 2021-2030* pre tie odvetvia hospodárstva, ktoré nepatria do rozsahu pôsobnosti systému obchodovania s emisnými kvótami EÚ (ESR).

EÚ ETS nariaďuje odvetviám podieľajúcim sa na tvorbe emisií Európskej únie v rozsahu približne 45 %, znížiť tieto emisie do roku 2030 o 43 % v porovnaní s rokom 2005. Podľa Envirostratégie 2030 si takýto cieľ stanovila aj SR ako svoj národný cieľ pre ETS. Vysoká emisná intenzita slovenskej ekonomiky signalizuje, že náklady na ekonomickú úpravu pre energeticky náročné sektory budú zrejme vysoké, no tento fakt môže taktiež naznačovať, že krajina má veľký potenciál nákladovo efektívneho znižovania emisií.

Okrem spomínaných cieľov, sú tu ešte ciele mimo ETS (ESR). Emisie z odvetví mimo EÚ ETS musia byť kolektívne znížené o približne 30 % pod úroveň roku 2005. Individuálne ciele v rámci ESR sa pohybujú od nulovej zmeny emisií v Bulharsku na - 40 % vo Švédsku. Posledné analýzy hovoria o tom, že Slovensko najmä vďaka dobrej ekonomickej kondícii za posledné roky, pravdepodobne prekročilo svoj cieľ mimo ETS do roku 2020 o niekoľko percent. Aj z tohto dôvodu si Slovensko svoj cieľ (-12 %) na zníženie emisií skleníkových plynov mimo ETS do roku 2030 (ukotvený v EÚ legislatíve) zvýšilo vo svojej Envirostratégii do roku 2030 na ambicióznejší cieľ -20 %. Modelovanie scenáru dodatočných opatrení WAM Svetovou bankou hovorí o tom, že by sa malo dosiahnuť zníženie emisií skleníkových plynov mimo EÚ ETS v roku 2030 v porovnaní s rokom 2005 o 19,42 %. Podľa scenárov s dodatočnými opatreniami WAM modelovaných v SHMÚ by sa mali v sektoroch mimo ETS dosiahnuť redukcie celkových emisií v roku 2030 v porovnaní s rokom 2005 o 30,5 %. Je dôležité uvedomiť si, že podľa modelovania v referenčnom scenári WEM od Svetovej banky, sa nepodarí dosiahnuť redukciiu emisií v sektoroch mimo ETS, pretože emisie podľa modelu budú do roku 2030 stúpať (podobne aj do roku 2050) oproti roku 2005.

1.3 Dopady zavedenia klimatických opatrení na ekonomiku

Nasledujúca časť práce pojednáva o súčasnej situácii vývoja cien energií, emisných povoleniek, teda uhlia či zavedení uhlíkovej dane niektorých tovarov dovážaných z krajín mimo EÚ, ktoré sú do značnej miery vyvolané cieľmi zavedenia uhlíkovej neutrality.

1.3.1 *Systém obchodovania s emisnými kvótami*

Systém obchodovania s emisnými kvótami bol v EÚ zavedený v roku 2005 a rast ich ceny z posledných mesiacov je jedným z faktorov, ktoré prispievajú k zdražovaniu energií. Viaceré členské štáty kritizujú tento systém a tvrdia, že k pôvodnému zámeru znížiť emisie skleníkových plynov nedochádza, dokonca vďaka zdražovaniu sú spotrebiteľia vťahovaní do energetickej chudoby. Podstatou toho systému je vytvorenie trhu, kde pre väčšinu spotrebiteľov ako aj firmy nevzniká subjektívna hodnota. Prezentovanou hodnotou v tomto trhu je pokles emisií CO₂.

Podľa viacerých analytikov vývoj cien emisných povoleniek Európska komisia deformuje dotačnými schémami či súčasnou taxonómiou. Pôvodne mali byť povolenky nástrojom, ktorý umožní súťaž technológií s čo najnižšími emisiami, no dnes je to nástroj, prostredníctvom ktorého dochádza k odlivu energetickej výroby do zahraničia, napríklad Číny, kde sa cena emisných povoleniek nachádza na výrazne nižšej úrovni, ako v Európe.

Podľa analytika inštitútu INESS Radovana Ďuranu skutočný dopad obchodovania s emisnými povolenkami nemôžeme hodnotiť len z pohľadu klesajúcich emisií v Európe. Obchodovanie s povolenkami obmedzuje hospodársky rast, pričom je otáznou, na koľko sa táto snaha prejaví v celkových emisiách planéty, keďže EU emituje menej ako pätinu svetových emisií. Znižovanie emisií je náklad, ktorý sa nedá oklamať a ktorý na konci dňa zaplatia spotrebiteľia, či už budeme mať povolenky, alebo uhlíkovú daň. (Aktuality, 2022)

Európska komisia podobné kritiky odmieta a zdôrazňuje, že naďalej bude uhlík spoplatnený prostredníctvom obchodovania s emisiami, nakoľko je to aj ústrednou súčasťou Európskej zelenej dohody a stratégie na dosiahnutie klimateckej neutrality do roku 2050. Svoj názor podkladá údajmi vytvorených príjmov z aukcií ETS, ktoré v roku 2021 predstavovali do polovice decembra 30,7 miliárd eur. Tieto finančné prostriedky možno následne použiť na investície do čistejších technológií a zdrojov energie.

Európske ceny uhlíka, ktoré majú vplyv na cenu elektrickej energie, sa za uplynulý rok vyšplhali na rekordné maximum, výkonný podpredseda Európskej komisie Frans Timmermans Európskemu parlamentu v Štrasburgu však upozornil, že nie sú hlavným vinníkom rastúcich nákladov na energiu. Ceny uhlíka už niekoľko mesiacov rastú, momentálne sa pohybujú okolo 61 €/t. Rastu ceny uhlíka pomohli aj ambicióznejšie ciele

Únie v oblasti klímy, čo vlastne vedie k vyradeniu uhlia ako takého, prostredníctvom ekonomického tlaku na jeho ceny.

1.3.2 Zdražovanie energií

V súčasnej dobe sa často spomína zdražovanie cien energií, ktoré je spôsobené aj klimatickými zmenami. Prvotná zmienka o zdražovaní cien plynu a elektrickej energie bola ohlásená v druhej polovici roku 2021. Úrad pre reguláciu sieťových odvetví vidí príčiny zdražovania v raste cien ropy, zemného plynu a zdražovaní emisných povoleniek. Predpokladá sa, že priemerná cena elektriny na burze PXE Praha v roku 2022 bude vo výške 61,2077 €/MWh. Cena elektriny sa za uplynulé roky pohybovala v rozmedzí od 31,7723 €/MWh v roku 2018 po 46,1081 €/MWh v roku 2020. Tento trend zdražovania cien energií zasiahol aj ďalšie krajiny. V Španielsku dosiahla denná cena energií v auguste minulého roku (2021) výšku 115,04 €/MWh, čo je o takmer 28 €/MWh viac ako v júli toho istého roku. V dôsledku vysokej ceny energie sa Madrid rozhodol znížiť daň z pridanej hodnoty pre potreby zmiernenia dopadov na koncového spotrebiteľa. (DENNÍK N, 2021)

Dôvodov zdražovania cien energií je niekoľko. Cenu elektriny do značnej miery ovplyvnilo oživenie rastu ekonomiky po útlme pandémie a s tým súvisiace zvýšenie dopytu po rope a plyne. Ďalším dôvodom je vývoj ceny emisných kvót, ktorá koncom roka 2021 predstavovala približne 60 €/t, čo je v porovnaní s rokom 2020 nárast o takmer 100 %. Viaceré členské štáty EÚ už preto požadujú buď pozastavenie fungovania systému obchodovania s emisnými povolenkami, alebo zvýšenie ich objemu. Rastu cien energií nepomáha ani napätá situácia politík EÚ a Ruska, kde problémom je zastavenie povoľovania spustenia plynovodu Nord Stream 2, od ktorého sa očakávali stabilné dodávky plynu predovšetkým do Nemecka. Za rastom ceny elektriny je paradoxne intenzívnejšie využívanie obnoviteľných zdrojov. Je pravda, že tie žiadne priame emisie neprodukurujú, no ich prevádzkovatelia musia započítavať do ceny aj plynové elektrárne využívané na vyrovnanie kolísavej produkcie OZE. Náklady na prevádzku týchto kapacít sa následne prenášajú na spotrebiteľov.

Viacero európskych krajín hľadá riešenia na zmiernenie dopadu zdražovania cien energií na koncové účty domácností a podnikateľov. Francúzsko koncom októbra 2021 oznámilo jednorazovú nezdaniiteľnú platbu vo výške 100 € pre ľudí s príjmami nižšími ako 2 000 € mesačne. Vláda odhadovala, že tieto peniaze dostane 38 miliónov ľudí. Okrem toho zmrazilo ceny plynu do konca roka 2022 a ďalší rast cien elektriny bude obmedzený

na 4 % vďaka zníženiu daní. Ďalším príkladom je Belgicko, kde vláda začiatkom októbra predĺžila do marca 2022 pevné sadzby energií pre domácnosti s nižšími príjmami, okrem toho im poskytla dotáciu vo výške 80 € na účty za energie. Nemecká vláda zasa nariadila, aby sa daň určená na podporu rozvoja obnoviteľných energií, ktorú platia všetci spotrebitelia, znížila od 1. januára takmer o polovicu. Analytici ale varovali, že nemeckí spotrebitelia, ktorí platia jedny z najvyšších cien energií v Európe, nemusia pocítiť tieto škrtý vo svojich peňaženkách, pretože ceny môžu ďalej rásť. V prípade Českej republiky vláda zrušila DPH na elektrinu a plyn na mesiace november a december a plánuje ju predĺžiť na celý rok 2022. (TREND.sk, 2021)

Vláda Slovenskej republiky doposiaľ vynaložila minimálne úsilie na zmiernenie dopadov zdražovania cien energií. V priebehu uplynulých mesiacov sa stretávame s vyjadreniami jednotlivých ministrov k zdražovaniu cien energií a ich finančného dopadu na konečných spotrebiteľov, no podobné riešenia aké boli zavedené v iných krajinách Európy nie sú zrejmé. Ministerstvo práce, sociálnych vecí a rodiny SR zatiaľ rozoslalo elektronický dotazník zariadeniam sociálnych služieb, centrám pre deti a rodiny s cieľom získať relevantné údaje o náraste nákladov na energie u jednotlivých poskytovateľov a zabezpečiť adresné vyplatenie dotácie na energie. Vybraní poskytovatelia sociálnych služieb a subjekty sociálnoprávnej ochrany detí a sociálnej kurately (SPODaSK) budú môcť žiadať o dotácie na energie z dôvodu nárastu ich cien v roku 2022. Finančné zdroje určené na kompenzácie energií predstavujú sumu cca 10 miliónov eur.

Vo februári 2022 sa vláda Slovenskej republiky spolu so Slovenskými elektrárnami dohodli na stabilizácii cien elektrickej energie na nasledujúce tri roky na úrovni 61,21 €/MWh. Celkový dohodnutý objem elektriny v týchto sadzbách je 6,15 TWh/rok. Čo sa týka spotreby, tak spotreba slovenských domácností je približne 5,6 TWh/rok a zvyšok chce vláda využiť na dodávky lacnejšej elektriny aj pre niektoré nemocnice, domovy sociálnych služieb či školy. Spomínaná dohoda v sebe nesie aj záväzok vlády, že nebude pre Slovenské elektrárne v nasledujúcich rokoch meniť podnikateľské prostredie. Tejto dohode totiž prechádzal návrh vlády na zdanenie nadmerného zisku z elektriny vyrobenej v jadrových elektrárnach, čo Slovenské elektrárne kritizovali a uvádzali, že takého zdanenie by mohlo priviesť firmu do krachu. (TA3 TASR, 2022)

1.3.3 *Taxonómia energetiky na báze plynu a jadra*

Európska komisia v rámci takzvanej taxonómie zaradila energetiku na báze plynu a jadra na najbližších 50 rokov medzi ekologicky udržateľné aktivity. Taxonómia je systém klasifikácie ekonomických aktivít z ekologického hľadiska. Tento systém podáva investorom, bankám a finančným trhom pohľad, do ktorých oblastí je vhodné dlhodobo investovať. Úlohou taxonómie je napomôcť k presmerovaniu investícií tak súkromných, ako aj verejných do aktivít, aby Európska únia dosiahla uhlíkovú neutralitu do roku 2050. Európska komisia zdôrazňuje, že hlavným cieľom taxonómie je urýchliť prechod na nízkouhlíkové hospodárstvo a postupné ukončenie používania uhlia, ktoré je najviac znečisťujúcim fosílnym palivom. Takáto transformácia si každoročne vyžiada 350 miliárd eur dodatočných investícií (Index, 2022)

Názor na zaradenie energetiky na báze plynu a jadra do taxonómie sa v jednotlivých členských štátoch líši v závislosti od preferovaného energetického mixu danej krajiny. Slovenská vláda spolu s českou, poľskou, maďarskou, poľskou, bulharskou, rumunskou, gréckou, cyperskou a maltskou žiadala Európsku komisiu, aby sa jadro a plyn od zvyšku taxonómie neoddeľovalo a aby ich okamžite zaradila medzi udržateľné aktivity.

Nové plynové elektrárne budú v súlade s taxonómiou len v prípade, že nahradia existujúcu uhoľnú elektráreň a zároveň musia byť dokončené do 31. decembra 2030. Nové plynové zariadenia musia byť tiež navrhnuté tak, aby boli od 31. decembra 2035 schopné fungovať na obnoviteľné alebo nízkouhlíkové palivá a počas svojho životného cyklu prispeli k „zníženiu emisií aspoň o 55 %. Priame emisie musia byť nižšie ako 270 g CO₂e/kWh a nesmú prekročiť v priemere 550 kg CO₂e/kW za 20 rokov. (Jenčová a Geist, 2022)

Už existujúce elektrárne určite sú prínosom pre odklon energetiky od fosílnych palív. Nové elektrárne s nálepkou "udržateľné", a teda aj s ľahším prístupom k investíciám však budú môcť získať stavebné povolenie až do roku 2045, teda päť rokov pred plánovaným dosiahnutím uhlíkovej neutrality. Pri súčasnom tempe výstavby nových jadrových elektrární (a nielen na Slovensku) je ťažko predstaviteľné, ako takáto investícia pomôže transformácii energetiky. Navyše, v nariadení chýba požiadavka, aby už existujúce elektrárne mali funkčné úložisko vysokoaktívneho odpadu, čo je v rozpore s pravidlom „významne nenarušiť“.

Aj kritické hlasy pripúšťajú, že plyn a jadro majú význam pri prechode k obnoviteľným zdrojom energií. Pravidlá ich využívania by však podľa nich mali zabrániť tomu, aby sa do nich investovalo na úkor iných, ekologicky výhodnejších riešení. Vlna kritiky sa totiž znáša nad Systémom v prípade odlákania značnej časti investícií, ktoré by za normálnych okolností získali obnoviteľné zdroje, práve k plynu a jadru. Klimatická koalícia tvrdí, že návrh taxonómie podkopáva európsku zelenú dohodu a snahu EÚ o klimatické líderstvo.

1.3.4 Zavedenie uhlíkovej dane na dovoz do EÚ

Poslanci Európskeho parlamentu v marci 2021 v Bruseli podporili uznesenie, podľa ktorého by EÚ mala spoplatniť emisie uhlíka niektorých tovarov dovážaných z krajín mimo Únie, ktoré nerešpektujú dostatočne environmentálne normy. Ide o zavedenie mechanizmu platenia dane z uhlíka na hraniciach Únie (Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM) alebo sadzby z oxidu uhličitého (CO₂) od roku 2026. Európska únia takto apeluje na skutočnosť ambiciózných cieľov EÚ v oblasti zmiernenia klimatických zmien. Tie nemusia byť naplnené, ak sa výroba presunie za hranice Únie s cieľom využiť nedbanlivejšie normy v oblasti skleníkových plynov v krajinách mimo EÚ a následne sa dovezú menej ekologické výrobky do EÚ.

Myšlienku uhlíkovej dane podporuje aj Zväz výrobcov cementu (ZVC) SR, ktorý zároveň podčiarkol nutnosť zachovania aj súčasného mechanizmu obchodovania s emisiami oxidu uhličitého. Oba systémy spoločne môžu zabrániť ako hrozbe presunu priemyslu do krajín mimo EÚ, tak aj dovozu lacných tovarov z krajín mimo EÚ, ktoré nemusia spĺňať prísne emisné kritériá. Ťažký priemysel sa tak bude môcť ďalej sústrediť na inovácie a znižovanie svojej uhlíkovej stopy namiesto boja o prežitie s nikým neregulovanou konkurenciou.

Vlnu kritiky vniesla na zavedenie uhlíkovej dane Čína, ktorá uviedla, že plán Európskej únie rozšíri problémy v oblasti klímy aj na obchod, čo je v rozpore s medzinárodnými zásadami a poškodí to vyhliadky na hospodársky rast. Čína, ktorá ja najväčším svetovým výrobcom priemyselných surovín (oceľ, cement), môže takto čeliť miernym komplikáciám v dôsledku zavedenia uhlíkovej dane.

1.4 Energetický mix Slovenskej republiky

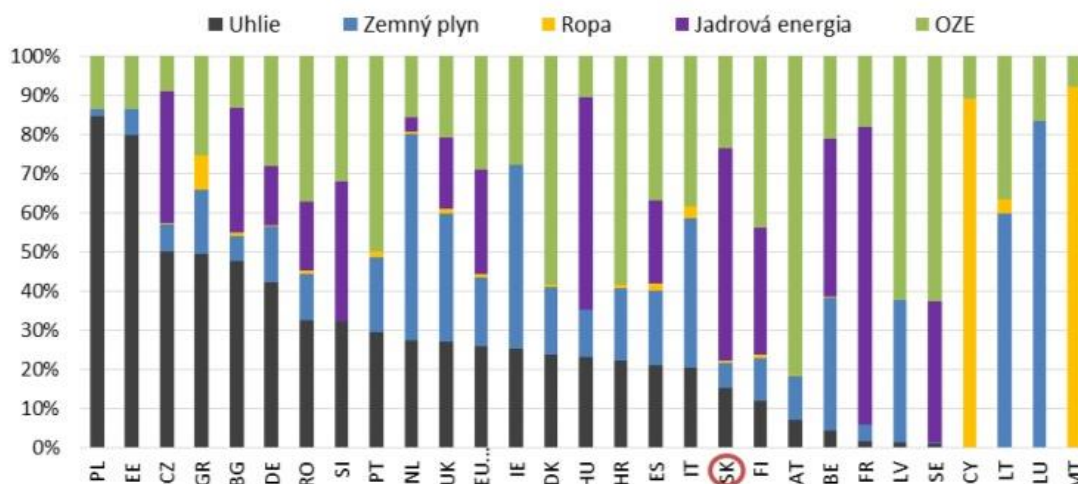
Emisie Slovenska prispievajú k tým globálnym len okrajovo. Môžeme pozorovať vývoj emisií, ktoré za posledné desaťročia významne klesli a odkláňajú sa od hospodárskeho rastu. V rámci klesajúcich emisií Slovenska naďalej dominuje energetický sektor, ale vzrástla dôležitosť emisií z priemyslu a dopravy. Emisie krajiny naďalej väčšinou pozostávajú z CO₂. Sektorový trend profilu emisií Slovenska bol poháňaný dramatickým znížením emisií z energetického sektora, zatiaľ čo emisie v ostatných sektoroch zostali relatívne nezmenené, spolu so stláčaním podielu emisií z energie (okrem dopravy) z dvoch tretín celkových emisií v roku 1990 na asi polovicu v roku 2016. V rámci energetických emisií pochádza 60 % z výroby elektriny a tepla z uhlia. Priemyselné procesy zodpovedajú približne za jednu štvrtinu dnešných emisií. Vznikajú hlavne pri výrobe kovových produktov (asi polovica priemyselných emisií) a nerastov (asi jedna štvrtina). V súčasnosti sa zvyšuje význam emisií v oblasti priemyslu a dopravy. (EEA, 2018)

Dosiahnuť takmer nulovú bilanciu emisie skleníkových plynov si bude vyžadovať prvky obehového hospodárstva, maximálne využitie potenciálu technologických možností či využitie prirodzeného záchyty CO₂ do pôdy aj v odvetviach poľnohospodárstva a lesného hospodárstva, ako aj zmeny foriem mobility.

Až 83 % celosvetovo spotrebovanej elektrickej energie pochádza z fosílnych palív – uhlie, ropa a zemný plyn – a primárnou globálnou stratégiou by malo byť tento objem znižovať. S rastúcou svetovou populáciou to bude čoraz náročnejšie. Aj v Európskej únii, ktorá je celosvetovým lídrom, sa vyrába prostredníctvom fosílnych palív 73 % energie. V rámci plánov znížiť do roku 2030 objem emisií oproti roku 1990 o 55 % a dosiahnuť uhlíkovú neutralitu do polovice storočia sa bude v najbližších rokoch zvyšovať tlak na definitívne zastavenie výroby elektriny z uhlia.

Čo sa týka výroby elektriny, Slovensko závislé v prevažnej miere od jadrovej energie, a značne prekračuje priemerné hodnoty EÚ. Slovensko vyrába 54 % svojej elektriny z jadrovej energie, 24 % z obnoviteľných zdrojov, 15 % z uhlia a 6 % zo zemného plynu. V rámci obnoviteľných zdrojov vodná energia predstavuje takmer 18 percentuálnych bodov, 4 % je biomasa a približne 2 % je solárna energia. Poľsko má sektor elektrickej energie s najväčším objemom emisií, kde 85 % pochádza z elektrární

spaľujúcich uhlie. Francúzsko má najväčší podiel jadrovej energie, 76 % elektriny pochádza z jadra, zatiaľ čo Rakúsko má najväčší podiel obnoviteľných zdrojov – 81 %.



Graf 2 Hrubá výroba elektrickej energie podľa zdrojov, Slovensko a členovia EÚ

Zdroj: Referenčný scenár EÚ 2016

V roku 2020 bolo v SR vyrobených 27 904 GWh elektriny. Po výraznom poklese výroby v roku 2018 pokračoval v roku 2020 trend nárastu výroby elektriny miernejšie ako v roku 2019. V období rokov 2005 - 2020 bol zaznamenaný pokles výroby elektriny o 7,3 %.

Slovenská republika má už v súčasnosti nízkouhlíkový mix zdrojov elektriny s podielom bezuhlíkovej výroby elektriny za rok 2020 na úrovni takmer 80 %. Najvyšší podiel (viac ako 53 %) na výrobe elektriny mali v roku 2020 jadrové elektrárne. Za nimi nasledovali tepelné elektrárne (približne 21,5 %), vodné elektrárne (16,8 %), zdroje využívajúce OZE (8,0 %) a ostatné elektrárne (0,4 %). Z časového hľadiska, v dlhodobom horizonte postupne klesá výroba elektriny na Slovensku v tepelných elektrárňach, zatiaľ čo rastie význam jadrovej energie a energie z OZE.

V roku 2022 bolo na Slovensku vyrobených celkovo 26 215 GWh (gigawatthodín) elektrickej energie. Z toho bolo 15 921 GWh vyrobených v jadrových elektrárňach, 5 777 GWh v tepelných elektrárňach na fosílna palivá a 3 791 GWh z obnoviteľných zdrojov energie ako sú vodné elektrárne.

Tabuľka 5 Ročná výroba, import a export elektrickej energie na Slovensku v GWh (2012-2022)

	2022	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012
Výroba	26 215	29 582	27 904	27 806	25 381	26 649	25 521	25 669	26 102	27 870	27 922

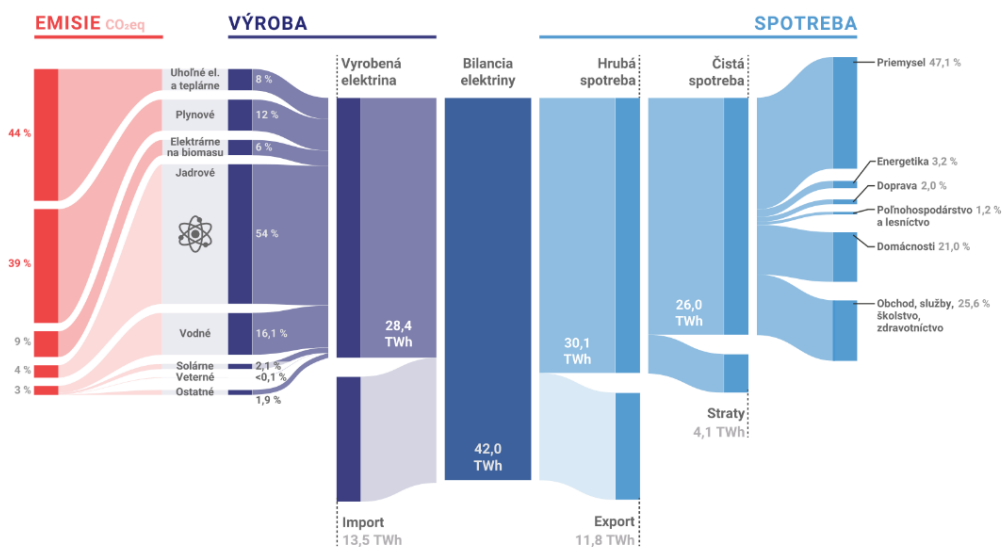
elektriny											
Tepelné elektrárne	5 777	8 662	7 023	7 097	5 971	6 080	6 021	6 263	5 985	7 026	8 038
Vodné elektrárne	3 791	4 457	4 739	4 542	3 903	4 772	4 727	4 260	4 497	5 125	4 389
Jadrové elektrárne	15 921	15 730	15 417	15 505	14 843	15 125	14 773	15 146	15 620	15 719	15 495
Iné	726	733	725	662	664	672	-	-	-	-	-
Dovoz	16 707	13 882	13 285	13 536	12 427	15 563	13 249	14 956	12 927	10 673	13 422
Vývoz	15 318	13 095	12 967	11 837	8 746	12 533	10 596	12 608	11 861	10 626	13 078
Zdroje spolu	27 604	30 369	28 222	29 505	29 062	29 679	28 174	28 017	27 168	27 917	28 266

Zdroj: Štatistický úrad SR, 2012 - 2022

Podľa údajov Štatistického úradu Slovenskej republiky bolo v roku 2022 do Slovenska importovaných 16 707 GWh elektrickej energie.

Je dôležité všimnúť si, že celková spotreba energie na Slovensku je vyššia ako výroba, čo znamená, že Slovensko je závislé aj od dovozu energie a musí nakupovať dodatočnú energiu na pokrytie svojich potrieb. Slovensko dováža elektrickú energiu z viacerých zdrojov a dodávateľov. Medzi najvýznamnejších dodávateľov patrí Česká republika, Maďarsko, Poľsko, Rakúsko a Ukrajina.

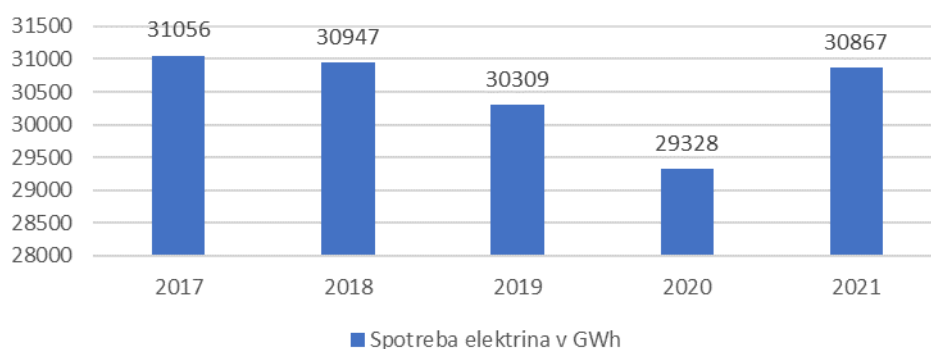
Obrázok 1 Elektrina na Slovensku: výroba, spotreba a emisie za rok 2019



Zdroj: Štatistický úrad Slovenskej republiky, 2019

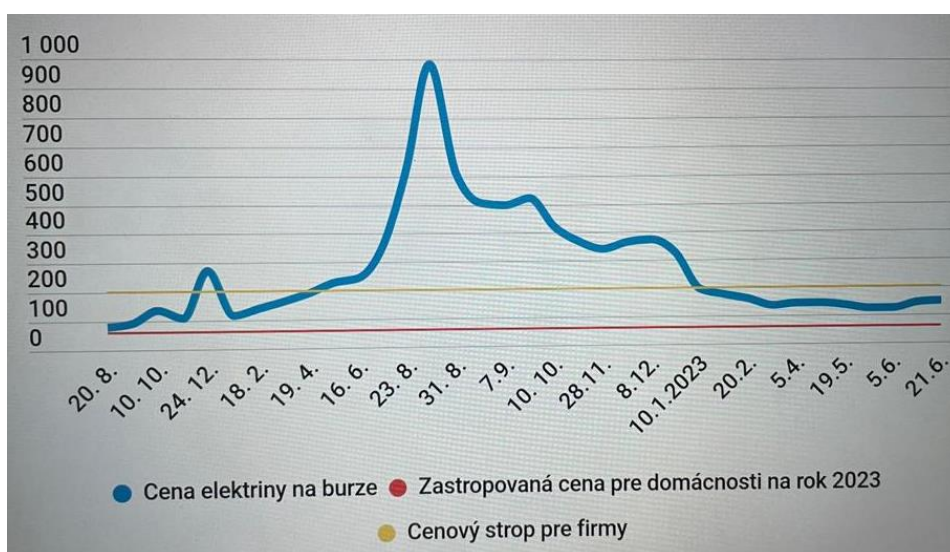
Podľa údajov Úradu pre reguláciu sieťových odvetví Slovenskej republiky (ÚRSO) bola celková spotreba energie na Slovensku v roku 2021 vyše 30 867 GWh (gigawatthodín). Táto spotreba zahŕňa nielen spotrebu elektrickej energie, ale aj spotrebu plynu, tepla a palív. Celková spotreba energie na Slovensku sa mení v závislosti od mnohých faktorov, vrátane hospodárskej aktivity, počtu obyvateľov, teploty a klimatických podmienok, ako aj účinnosti a úrovne energetickej efektívnosti spotrebiteľov a budov.

Graf 3 Ročná spotreba elektrickej energie v GWh na Slovensku (2017 – 2020)



Zdroj: ÚRSO, 2021

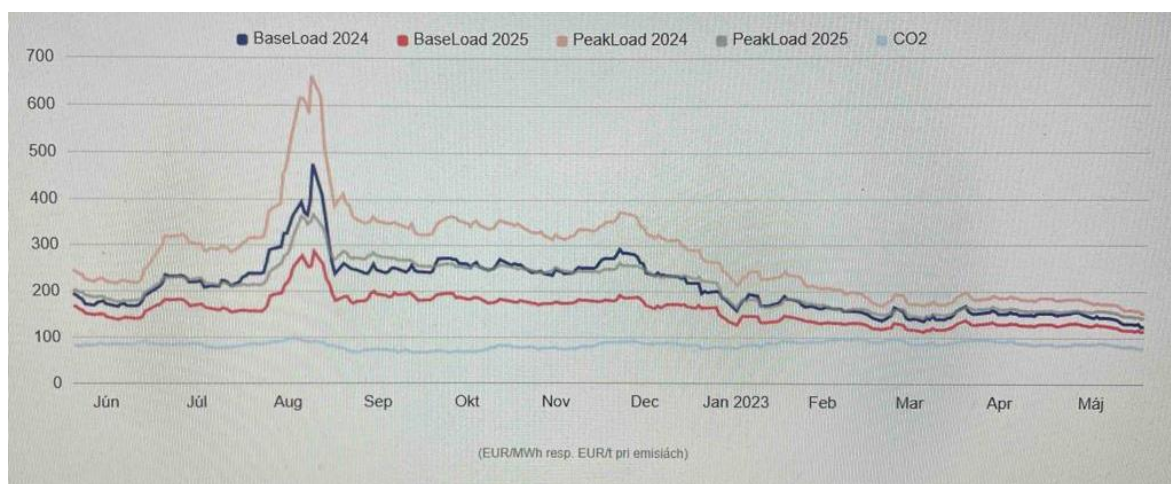
Ceny za elektrickú energiu sa líšia v závislosti od rôznych faktorov, vrátane nákladov na výrobu energie v krajine pôvodu, nákladov na prenos a distribúciu energie cez sieť, a regulačných poplatkov. Tieto ceny sa menia v čase a sú ovplyvnené aj vonkajšími faktormi, ako je napríklad stav energetických zdrojov a dopyt po energii.



Obrázok 2 Vývoj ceny elektriny na burze, pre domácnosti a firmy (€/MWh)

Zdroj: interné zdroje (vlastné spracovanie)

Obrázok 2 uvádza prehľad vývoja cien elektriny na burze, pre domácnosti a firmy. Vláda SR na svojom mimoriadnom rokovaní dňa 16. 1. 2023 prijala nový spôsob zastropovania ceny dodávky elektriny a plynu, ktorý sa týka výhradne zraniteľných odberateľov - podnikateľov a organizácií, s regulovanou cenou (tzv. malé podniky, s ročnou spotrebou elektriny do 30 MWh a plynu do 100 MWh). Pôvodná schéma štátnej pomoci, sa podľa januárového nariadenia Vlády SR pre túto skupinu odberateľov mení. Od 1. 1. 2023 je cena dodávky pre zraniteľných odberateľov – podnikateľov a organizácie, s regulovanou cenou, zastropovaná na úrovni 199 eur/MWh pre elektrinu a 99 eur/MWh pre plyn. Ako je z grafu zrejmé, cena za 1 MWh elektrickej energie od svojho vrcholu (august 2022) mesačne klesá. Hranicu cenového stropu pretla ešte pred mimoriadnym rokovaním vlády a z obrázku je vidieť tento klesajúci trend aj naďalej. Môžeme teda predpokladať, že cena elektrickej energie sa na burze je nižšia ako samotná zastropovaná cena pre firmy.



Obrázok 3 Predpoklad vývoja cien

Zdroj: interné zdroje (vlastné spracovanie)

Cena tepla je na Slovensku schvaľovaná a určená Úradom pre reguláciu sieťových odvetví, ktorý sa v súčasnosti riadi vyhláškou č. 222/2013. Na základe vyhlášky je cena tepla dvojzložková, a teda tvorená variabilnou zložkou maximálnej ceny tepla so spotrebnou daňou a fixnou zložkou maximálnej ceny tepla s primeraným ziskom. Fixná zložka v sebe zahŕňa len náklady, ktoré nezávisia od množstva vyrobeného tepla. Táto zložka sa odvodzuje od veličiny regulačný príkon. Variabilná zložka ceny tepla obsahuje náklady, ktoré závisia od množstva skutočne vyrobeného tepla (náklady na palivo).

Tabuľka 6 Cena tepla v rokoch 2017 - 2021

ROK	2017	2018	2019	2020	2021	Medziročný rozdiel			
						2018/	2019/	2020/	2021/

						2017	2018	2019	2020
Variabilná zložka v €/kWh	0,0344	0,0358	0,0396	0,0402	0,0402	4,1 %	10,6 %	1,5 %	0,0 %
Fixná zložka v €/kW	176,33	178,77	182,67	182,75	187,77	1,4 %	2,2 %	0,0 %	2,7 %
Výsledná cena v €/kWh	0,0673	0,0679	0,0712	0,0732	0,0753	0,9 %	4,9 %	2,8 %	2,9 %

Zdroj: URSO, 2022

Na základe tabuľky 6 je zrejmé, že variabilná zložka ceny tepla sa v roku 2021 oproti roku 2020 nezmenila. Zatiaľ čo v prípade regulovanej ceny zemného plynu v cenách tepla na rok 2021 je zrejmi pokles z 22,9972 €/MWh na 15,8952 €/MWh, čo je pokles o 30 %, na variabilnej zložke ceny tepla sa táto skutočnosť neprejavila. Priemerná hodnota variabilnej zložky ceny tepla v roku 2021 dosahuje za všetkých dodávateľov tepla pre domácnosti výšku 0,0402 €/kWh.

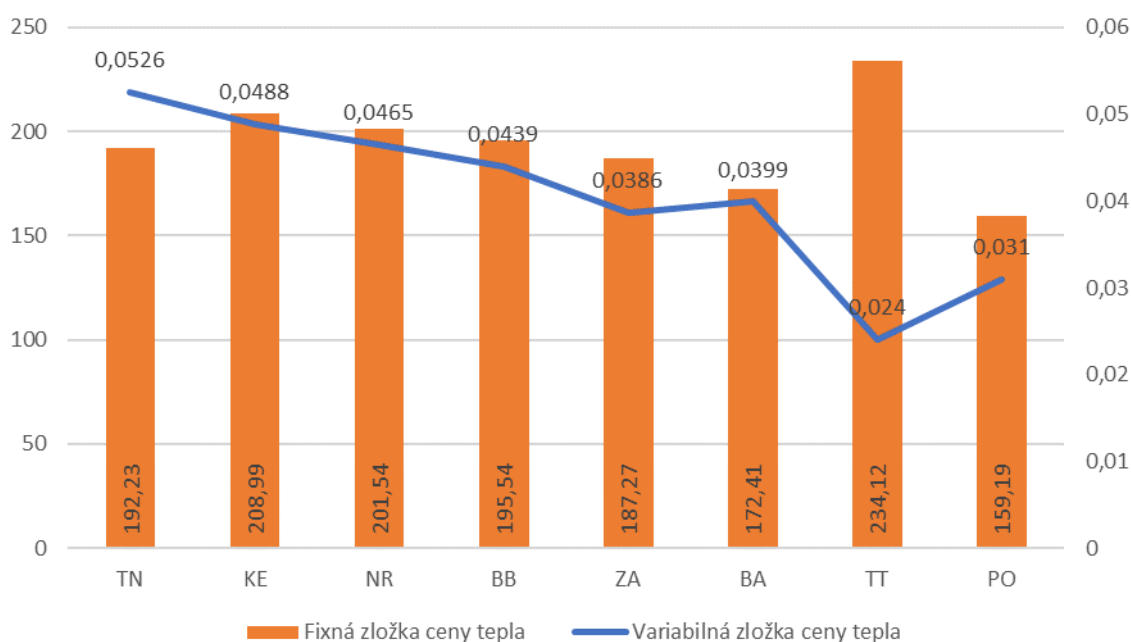
Tabuľka 7 Priemerné trhové a regulované ceny palív

Palivo	Cena	2017	2018	2019	2020	2021
Zemný plyn	Burza EEX v roku	17,27	20,94	18,77	13,85	34,12
	Cena v zmysle § 4 ods. 4 písm. a) vyhlášky č. 248/2016 Z. z	16,293	16,908	18,572	19,998	13,822
	Regulovaná cena v cene tepla	18,7366	19,4441	27,3384	22,9972	15,8952
Emisie v €/t	Burza EEX	6,17	15,82	24,85	24,73	53,52
	Regulovaná cena v cene tepla	aktuálny mesačný priemer v čase nákupu				
Čierne uhlie v €/MWh	Trhová	12,82	14,21	14,33	15,07	14,10
	Regulovaná cena v cene tepla	17,00				
Hnedé. uhlie v €/MWh	Trhová	17,74	17,55	18,61	17,87	17,35
	Regulovaná cena v cene tepla	20,00				
Peletky v €/MWh	Trhová	34,47	33,91	33,00	34,54	33,68
	Regulovaná cena v cene tepla	38,00				
Dendromasa v €/MWh	Trhová	19,23	19,37	19,27	18,57	18,59
	Regulovaná cena v cene tepla	19,00				
Poľnohospodárska biomasa v €/MWh	Trhová	22,78	22,49	22,29	22,93	22,96
	Regulovaná cena v cene tepla	23,00				
Skládkový plyn a plyn z ČOV v €/MWh	Trhová	22,00	22,00	21,35	22,00	22,00
	Regulovaná cena v cene tepla	22,00				
Bioplyn v €/MWh	Trhová	28,56	30,55	26,11	29,67	28,54
	Regulovaná cena v cene tepla	35,00				

Zdroj: URSO, 2022

Priemerná fixná zložka ceny tepla, ktorá sa určuje v €/kW regulačného príkonu, vzrástla na rok 2021 oproti roku 2020 zo 182,75 €/kW na 187,77 €/kW, t. j. o 2,7 %. Zásadnou príčinou nebolo zvýšenie fixných nákladov prípadne zisku, ale výhradne pokles regulačného príkonu o 9,5 %. Platný spôsob regulácie pre regulačné obdobie rokov 2017-2022 umožňuje totiž medziročný nárast fixných nákladov len z dôvodu nových investícií

do zefektívnenia výroby a rozvodu tepla. Túto možnosť zvýšenia ceny v roku 2021 si uplatnilo len 15 dodávateľov s celkovou výškou 64 315 tis. €. Zvýšené náklady na nové investície však v priemernej cene nezohrali veľkú rolu. Zásadný vplyv na zníženie fixnej zložky ceny tepla mal 9,5 % pokles regulačného príkonu, ktorý podľa pravidiel regulácie spôsobil úmerné zníženie niektorých oprávnených fixných nákladov a zisku, ktoré sa odvíjajú od jeho výšky. Výška regulačného príkonu je závislá od skutočnej dodávky tepla v poslednom ucelenom kalendárnom roku pred podaním návrhu ceny, t. j. pre rok 2021 je východiskovým rokom skutočná dodávka v roku 2019. Vplyvom racionalizačných opatrení na strane odberateľov tepla ktorými sú najmä zatepl'ovanie, hydraulické vyregulovanie, čiastočná náhrada dodávky tepla zo sústav centralizovaného zásobovania teplom vlastnými alternatívnymi zdrojmi tepla, sa dlhodobo zaznamenáva klesajúci objem skutočnej dodávky tepla, ktorý spôsobuje úmerný nárast fixnej zložky ceny tepla. Vplyv klimatických podmienok na výšku fixnej zložky ceny tepla je vzhľadom na platné regulačné opatrenia prijaté vyhláškou č. 248/2016 Z. z. z väčšej miery eliminovaný.



Graf 4 Priemerné ceny tepla v jednotlivých krajochoch

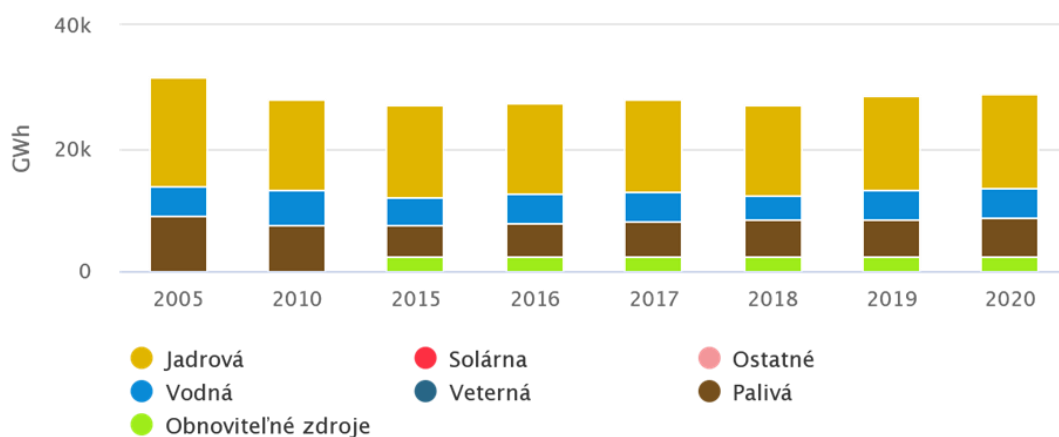
Zdroj: vlastné spracovanie podľa URSO, 2022

Ceny konkrétnych dodávateľov tepla sa môžu od priemeru v jednotlivých okresoch výrazne odlišovať. Aj keď všetky regulačné opatrenia prijaté na regulačné obdobie 2017-2022 boli zamerané na stabilizáciu ceny tepla pre koncového odberateľa, sú prípady, ktoré sa z cenového priemeru vymykajú. Je to spôsobené tým, že jednotlivé sústavy

centralizovaného zásobovania teplom sa výrazne odlišujú veľkosťou, technológiou výroby, použitými palivami, investíciami do tepelných zariadení atď. Zásadným faktorom, ktorý negatívne ovplyvňuje koncovú cenu tepla, je aj tzv. reťazenie dodávateľov čo znamená, že dodávku tepla koncovému odberateľovi v jednej sústave centrálného zásobovania teplom zabezpečujú viacerí dodávatelia za sebou, čím sa cena tepla, predovšetkým fixnej zložky, adekvátne zvyšuje.

Ako už bolo vyššie spomenuté, z dôvodu naplnenia cieľa dosiahnuť uhlíkovú neutralitu do polovice storočia, sa bude v najbližších rokoch zvyšovať tlak na definitívne zastavenie výroby elektriny z uhlia, čo znamená, že obe slovenské tepelné elektrárne definitívne prestanú spaľovať uhlie. Ide o elektrárňu Nováky a elektrárňu Vojany. V prípade odstavenia oboch elektrární príde Slovensko o 21,5 % elektriny vyrobenej v týchto elektrárňach. Zastavenie výroby sa vážne dotkne zamestnanosti. Priamo v elektrárni Vojany pracujú 106 zamestnancov a ďalších 200 sú dodávatelia. Ide teda o vyše 300 ľudí, ktorí by mohli potenciálne prísť o prácu v regióne, kde je zamestnanosť veľmi problematická. (Šimíček, 2020)

Generálny riaditeľ Slovenských elektrární Branislav Strýček predstavil presnejší plán odstavenia uhoľných zdrojov v elektrárňach Vojany a Nováky. V elektrárni Vojany uvažujú o spaľovaní alternatívneho paliva vyrobeného z odpadu, ktorý si predstavíme v nasledujúcej kapitole, kdežto v Novákoch chcú vybudovať tepláreň na biomasu a plyn, lebo región po vypnutí tamojšej elektrárne príde o najväčší zdroj vykurovania.



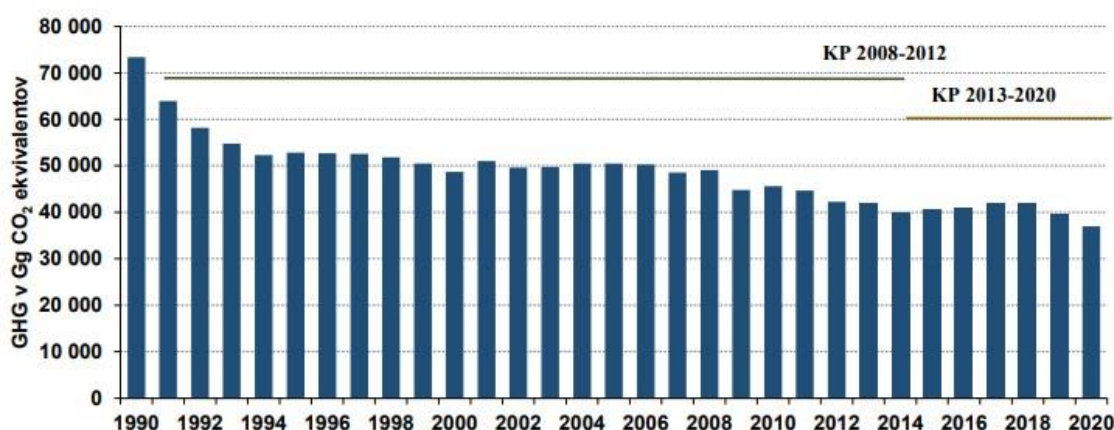
Graf 5 Vývoj výroby elektriny podľa zdroja

Zdroj: Štatistický úrad Slovenskej republiky

1.5 Štatistika vykurovania na Slovensku

Emisie Slovenska prispievajú k tým globálnym len okrajovo. Môžeme pozorovať vývoj emisií, ktoré za posledné desaťročia významne klesli a odkláňajú sa od hospodárskeho rastu. Vývoj emisií skleníkových plynov na Slovensku ukazuje, že krajina v posledných rokoch dosiahla určitý pokrok v znižovaní emisií. Avšak aj napriek tomu sa Slovensko stále nachádza v zozname krajín, ktoré majú najvyššie emisie skleníkových plynov v rámci Európskej únie.

Výrazný medziročný pokles celkových emisií skleníkových plynov je do značnej miery ovplyvnený poklesom v energetike a priemysle. V percentuálnom vyjadrení za rok 2020, ide o pokles o 14 % v porovnaní s rokom 2019 a o skoro 50 % v porovnaní so základným rokom 1990. V roku 2020 dosiahli emisie skleníkových plynov úplne najnižšiu úroveň od roku 1990.



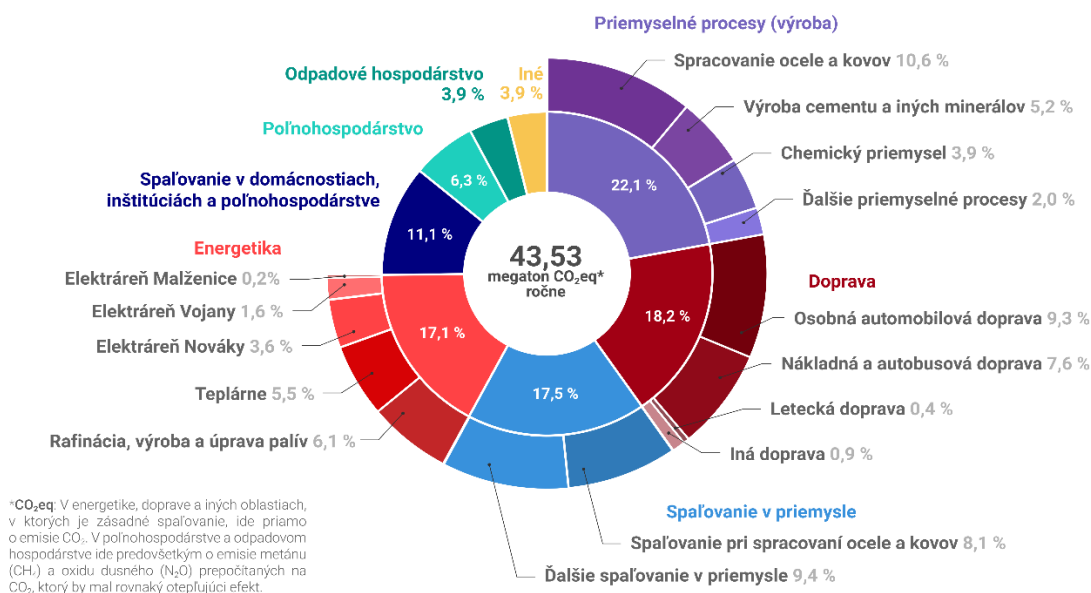
Graf 6 Vývoj emisií skleníkových plynov na Slovensku 1990 – 2020

Zdroj: Správa o emisiách 2022

Správa o emisiách 2022 vypracovaná SHMU uvádza, že dôvodom tohto výrazného poklesu bola pandémia COVID 19, rekonštrukcia vysokej pece v U. S. Steel, a. s. a postupné vyradovanie fosílnych palív v Slovenských elektrárnach, a. s. (ENO a EVO). Tento fakt je vidieť na rozložení zastúpenia jednotlivých aktivít na celkovom poklese emisií. Najvýraznejšie k nemu prispel spracovateľský priemysel, cestná doprava, výroba ocele a železa, výroba minerálnych produktov (súvisiace s útlmom stavebníctva) a výroba elektriny a tepla. (Správa o emisiách, 2022)

Graf 7 pojednáva o ucelenom prehľade emisií skleníkových plynov podľa sektorov za rok 2018. Ročný objem emisií Slovenska za rok 2018 bol 43,53 mil. ton, čo je

v prepočte na obyvateľa 8 t CO₂eq. Najvyšší podiel na emisiách skleníkových plynov, ako už bolo vyššie spomenuté, má priemysel, či už ide o priemyselné procesy a teda výrobu alebo samotné spaľovanie v priemysle. Za priemyslom nasledujú sektory dopravy (18,2 %) a energetiky (17,1 %). 11,1 % z celkových emisií skleníkových plynov na Slovensku za rok 2018 zodpovedalo spaľovaniu domácností, inštitúcií a poľnohospodárstva.



Graf 7 Emisie skleníkových plynov podľa sektorov za rok 2018

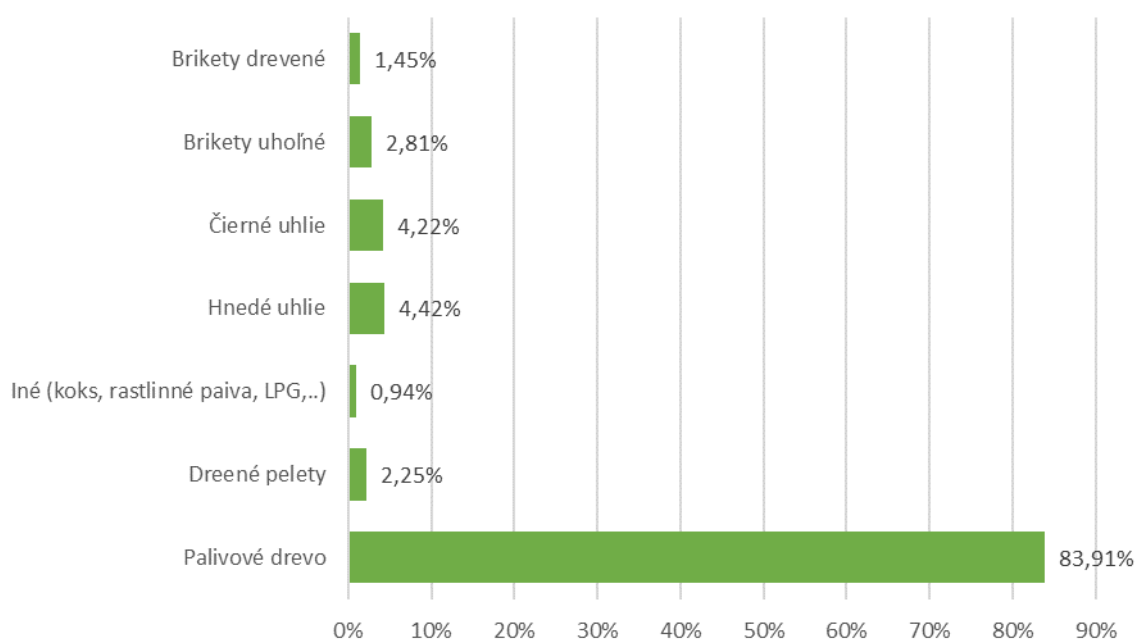
Zdroj: Európska agentúra pre životné prostredie

Jednou z kľúčových kategórií z hľadiska produkcie emisií skleníkových plynov do ovzdušia je sektor domácností s približne 11 % podielom na celkových emisiách skleníkových plynov, zatiaľ čo v rámci sektora energetika predstavuje spaľovanie palív domácností približne 30 %. Energetická spotreba domácností je rozdelená do jednotlivých typov palív a to hlavne podľa zemného plynu (plynné palivá), pevných palív (uhlie) a biomasy (hlavne palivového dreva).

Problematike emisií z vykurovania domácností sa venoval Štatistický úrad Slovenskej republiky, keď v roku 2017 realizoval prvé pilotné štatistické zisťovanie v domácnostiach v rámci projektového grantu podporeného Eurostatom s názvom Zlepšenie kvality účtov emisií do ovzdušia a rozšírenie poskytovaných časových radov. Následne sa štatistické zisťovanie realizovalo v roku 2019. Kľúčovou úlohou tohto projektu bolo vykonanie štatistického zisťovania za účelom získania nových dát o spotrebe palív, veku a typov malých spaľovacích zariadení používaných v domácnostiach, ako aj ďalších údajov. Štatistické zisťovanie sa realizovalo na reprezentatívnej vzorke 2 100 rodinných domov v roku 2017 a 4 100 v roku 2019 (resp. domácnosti) používajúce tuhé palivá ako hlavný

zdroj vykurovania, ohrevu vody či varenia. Ďalší zber údajov sa realizoval do konca novembra roku 2022.

Zo štatistického zisťovania vypláva, že v domácnostiach s individuálnym vykurovaním využíva až 84 % slovenských domácností na vykurovanie ako palivo drevo, čím sa priemerná ročná spotreba dreva na vykurovanie pohybuje na úrovni 7,3 tony na domácnosť. V porovnaní s predchádzajúcim prieskumom z roku 2017, ide o pokles obstarávania dreva o 1 %.



Graf 8 Podiel množstva jednotlivých druhov palív zakúpených na Slovensku v roku 2019

Zdroj: SHMÚ, štatistické zisťovanie domácností 2019

Prieskumom sa zistilo, že až 89 % domácnosti využíva drevo ako palivo na ohrev teplej vody a kúrenie, čo je oproti roku 2017 pokles o 3 percentuálne body. Naopak podiel domácnosti, ktoré využívajú na vykurovanie alternatívnej zdroje vzrástol oproti prieskumu z roku 2017. Najvyšší podiel na množstve zakúpeného dreva domácnosťami v roku 2019 má Banskobystrický kraj (30 %), za ním nasleduje Prešovský kraj (19 %) a Žilinský kraj (14 %). Najmenej zakoreneného dreva v roku 2019 bolo v Bratislavskom (1 %) a Trnavskom kraji (5 %).

Domácnosti si uhlie a uhoľné brikety (obdobne aj drevo) obstarávajú prevažne (viac ako 90 %) z domácich zdrojov. Medzi spomenuté krajiny z ktorých si domácnosti dovážajú zdroje na vykurovanie je Česká republika (6 %), Poľsko (1,5 %), Ukrajina (1,0 %) a iné.

Úradu pre reguláciu sieťových odvetví Slovenskej republiky sleduje a každoročne vyhodnocuje skutočnú spotrebu tepla na vykurovanie a prípravu teplej úžitkovej vody domácností. Sledovaná vzorka predstavuje 41 tis. bytov. Spotreba tepla jednej domácnosti v roku 2021 predstavovala 6 435 kWh, čo je o 3,5 % viac ako v roku 2020. Zvýšená spotreba tepla súvisí s chladnejším rokom 2021 o cca 11,5 % než bol rok 2020. Skutočné ročné náklady jednej domácnosti na teplo na vykurovanie a prípravu teplej úžitkovej vody s daňou z pridanej hodnoty predstavovali 586 €, čo je pokles oproti roku 2020 o 6,2 %. Tento pokles nákladov za teplo je napriek zvýšenej spotrebe tepla v bytoch spôsobený nižšími nákladmi na výrobu a dodávku tepla v roku 2021 - prehľad v tabuľke 8.

Tabuľka 8 Náklady domácnosti na teplo

	2017	2018	2019	2020	2021
Spotreba tepla (kWh/byt)	6 864	6 287	6 091	6 219	6 435
Náklady na teplo s DPH (€/byt)	625	580	608	625	586

Zdroj: URSO, 2022

1.6 Odpad ako vstup na výrobu elektrickej energie

Každoročne sa vo svete v dôsledku rozvoja hospodárstva a procesom urbanizácie vyprodukuje viac ako 20 miliárd ton tuhého komunálneho odpadu. Predikcia Svetovej banky hovorí, že v roku 2050 sa na svete vyprodukuje asi 34 miliárd tón tuhého komunálneho odpadu (Kaza et al., 2018). Ekonomický rozvoj je spojený s vyššou spotrebou tovarov a služieb a zvýšenou produkciou tuhých odpadov, ktoré je potrebné zneškodňovať zodpovedným spôsobom (Psomopoulos, 2014). Dnešná tvorba odpadu je vyššia ako ekonomický rast a stratégie odpadového hospodárstva sa implementujú s cieľom znížiť významný a environmentálny dopad, ktorý z tejto skutočnosti vyplýva (Psomopoulos, 2014).

V 70. rokoch minulého storočia sa začala vytvárať koncepcia Waste-to-energy (WtE), ktorá riešila problém tvorby odpadu a potenciálneho zdroja obnoviteľnej energie na základe synergického efektu. WtE zahŕňa technológie tepelnej a biologickej premeny, ktoré odblokuje využiteľnú energiu uloženú v tuhom odpade. Elektráreň Vojany takto uvažuje o spaľovaní alternatívneho paliva vyrobeného z odpadu v dôsledku vyradenia uhlia z energetického mixu Slovenskej republiky.

1.6.1 Definovanie a členenie odpadu

Odpad je definovaný v zákone č. 79/2015 Z. z § 2, ods. 1 o odpadoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov ako „hnutelná vec alebo látka, ktorej sa jej držiteľ zbavuje, chce sa jej zbaviť alebo je v súlade s týmto zákonom alebo osobitnými predpismi povinný sa jej zbaviť.“ (Zákon č. 79/2015 Z. z § 2, ods. 1)

Americká agentúra pre ochranu životného prostredia definuje odpad ako „rôzne predmety, ktoré spotrebiteľia vyhodí po použití.“ (EPA, 2020)

Kumar definuje odpad ako „akýkoľvek materiál, ktorý sa označuje ako nepoužiteľný po jeho úplnom využití na jednotlivé účely.“ (Kumar, 2016)

Odpad členíme do dvoch hlavných kategórií podľa Katalógu odpadov, a to na nebezpečný odpad, ktorý označujeme písmenom „N“ a ostatný odpad, ktorý označujeme písmenom „O“ (Vyhláška č. 365/2015 Ministerstva životného prostredia SR)

Odpad členíme aj z rôznych iných hľadísk, a to:

- a) podľa rezortov:
 - a. hutnícke,
 - b. banské,
 - c. poľnohospodárske
- b) podľa skupenstva:

Človek vytvára množstvo odpadov, ktoré členíme z hľadiska skupenstva na kvapalné odpady, tuhé odpady a plynné odpady:

- kvapalné odpady - sú produkované pri poľnohospodárskej a priemyselnej výrobe. Tekuté odpady sa môžu dostať do podzemných vôd, potokov a riek a poškodzujú ekosystémy. Majú za následok poškodenie životného prostredia a vplývajú na zdravie človeka. Vo vyspelých krajinách sa tekuté odpady zneškodňujú v čistiarnach odpadových vôd. Takto vyčistená voda sa môže opäť vrátiť do prírody bez toho, aby mala negatívny vplyv na človeka a prírodu.
- tuhé odpady - patria medzi najnebezpečnejšie, hlavne z hľadiska ich zloženia. Odpady produkované v priemysle, poľnohospodárstve a domácnostiach obsahujú rôzne zloženia nebezpečných látok, ktoré

poškodzujú životné prostredie. Tuhé odpady sa zneškodňujú v spaľovniach spaľovaním alebo sa skládkujú na skládkach odpadu.

- plynne odpady - sú to odpady, ktoré vznikajú spaľovaním odpadov a fosílnych palív pri výrobných procesoch v odvetviach ako poľnohospodárstvo, doprava a priemysel. Do atmosféry sa spaľovaním dostávajú tisíce ton plyných odpadov ročne. Spôsobujú výrazné znečistenie atmosféry, dochádza k rozpadu ozónovej vrstvy a vytvárajú vhodné podmienky pre vznik kyslých dažďov. (Stričík a kol., 2019)

c) odpad podľa miesta vzniku:

Na Slovensku sa vyprodukuje najviac priemyselných odpadov, na druhom mieste sú energetické odpady a na treťom mieste sú komunálne odpady

- komunálny odpad - je produkován domácnosťami a človekom. Svojim zložením a množstvom je citlivým indikátorom rastu životnej úrovne obyvateľstva. Je zmesou rôznorodých materiálov a jeho spracovanie je náročné. Obalové materiály tvoria 20 až 30 % odpadu z domácnosti a 8 % z priemyselnej a obchodnej činnosti.
- priemyselný odpad - od komunálneho odpadu sa líši množstvom a hlavne jeho zložením. Odpad je špecifickejší, homogénnejší (napr. železný odpad) a je s ním jednoduchšia manipulácia. Do priemyselného odpadu zaradzujeme odpady z podnikov a tovární.
- energetický odpad - vzniká z výroby energie (tepelné elektrárne, kotolne) Energetický odpad, ktorý vzniká pri výrobe energie je napríklad popol, popolček alebo škvara. (Soldánová, 2009)

d) odpad podľa pôvodu:

- a. odpady živočíšneho a rastlinného pôvodu,
- b. odpady vznikajúce z úprav odpadov,
- c. odpady minerálneho pôvodu,
- d. odpady z priemyselných technológií,
- e. odpady zo zariadení vodného hospodárstva,
- f. odpady, ktoré obsahujú rádioaktívne látky. (Kollár, Brokeš, 2005)

Tuhý komunálny odpad (MSW = municipal solid waste, ide o anglický ekvivalent slovenského TKO = tuhý komunálny odpad) je odpad zhromažďovaný obcami, či inými miestnymi orgánmi. TKO zvyčajne zahŕňa domový odpad, odpad zo záhrad a parkov a odpad z obchodov a inštitúcií. (IPCC, 2006). Nastáva otázka ako sa s týmto odpadom vysporiadať. Ak sa s odpadom nebude zaobchádzať dostatočne zodpovedne, môže spoločnosť čeliť množstvu sociálnych a environmentálnych problémov, ako napríklad zväčšovanie skládok a tým obsadenie hodnotných mestských častí, tvorba škodlivých baktérií a vírusov, či znečisťovanie životného prostredia.

1.6.2 Nakladanie s odpadom

Nakladanie s odpadmi sa riadi zákonom č. 79/2015 Z. z. o odpadoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov. Nakladanie s odpadom je definované v §3, ods. 2 tohto zákona ako „zber, preprava, zhodnocovanie vrátane triedenia a zneškodňovanie odpadu vrátane dohľadu nad týmito činnosťami a nasledujúcej starostlivosti o miesta zneškodňovania a zahŕňa aj konanie obchodníka alebo sprostredkovateľa.“

Zneškodňovanie odpadu je podľa zákona č. 79/2015 Z. z. §83, ods. 16 „činnosť, ktorá nie je zhodnocovaním, a to aj vtedy, ak je druhotným výsledkom činnosti spätné získanie látok alebo energie; zoznam činnosti zneškodňovania odpadu je uvedený v prílohe č. 2.“

Podľa Soldánovej rozumieme zneškodňovaním odpadu také nakladanie s odpadom, ktoré neohrozuje zdravie ľudí a nepoškodzuje životné prostredie.

- a) skládkovanie odpadu - patrí medzi najstaršie a najjednoduchšie metódy zneškodňovania odpadu. Rozoznávame:
 - a. neorganizované skládkovanie, kedy sa odpad sype na určitý vymedzený priestor bez prikrývania,
 - b. organizované skládkovanie, kedy sa odpad ukladá do vrstiev za použitia technológie, ktorá chráni podzemné vody a dodržiava hygienické zásady. (Soldánová, 2009)
- b) spaľovanie odpadu – pri spaľovaní odpadu sa musí brať ohľad hlavne na životné prostredie a zdravie ľudí. Spaľuje sa predovšetkým zmesový komunálny odpad a v menšej miere nebezpečný odpad. Právna úprava smernice EÚ 2010/75/EÚ o priemyselných emisiách rozlišuje spaľovanie

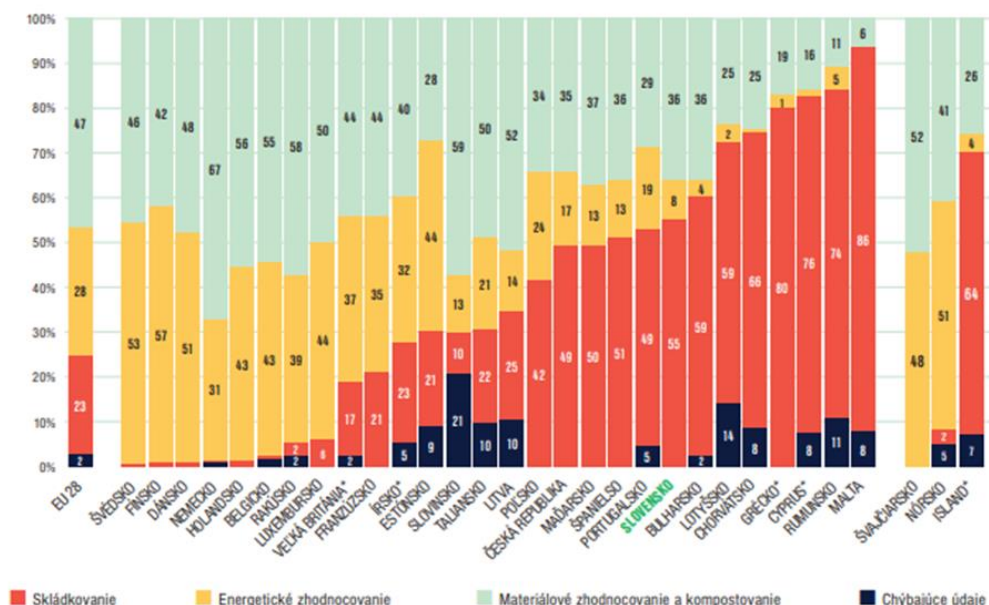
odpadov v spaľovni odpadov alebo zariadení na spoluspaľovanie odpadov.
(Smernica EÚ 2010/75/EÚ o priemyselných emisiách)

Slovenská agentúra ŽP (2020) definuje spaľovňu odpadov ako „prenosné alebo stacionárne technické zariadenie slúžiace na tepelnú úpravu odpadov, pri ktorej sa buď využíva vznikajúce teplo pri spaľovaní alebo sa teplo nevyužíva. Spaľovne sú zariadenia na spaľovanie odpadov oxidáciou alebo zariadenia, pri ktorých sa používajú postupy tepelnej úpravy odpadov, ako sú napríklad:

- splyňovanie,
- pyrolýza alebo
- plazmové procesy.“ (SA ŽP, 2020)

V článku 4 Rámcovej smernici Európskej únie o odpadoch bola stanovená hierarchia zaobchádzania s odpadom. V oblasti predchádzania vzniku odpadu a nakladania s odpadom sa ako prioritné poradie uplatňuje prevencia, opätovné použitie, recyklácia, iné zhodnocovanie (napr. energetické) a likvidácia. (EÚ, 2008)

Graf 9 Nakladanie s komunálnym odpadom 2018



Zdroj: Eurostat, 2019

Graf 9 poukazuje na podiel recyklácie (vrátane kompostovania), energetické zhodnocovanie a skládkovanie komunálneho odpadu v každom členskom štáte EÚ. Jednotlivé krajiny sú zoradené podľa podielu skládkovania. V roku 2018 bolo vedúcou

krajinou recyklácie Nemecko, kde bolo 67 % komunálneho odpadu recyklovaných alebo kompostovaných. Zatiaľ čo 8 členských štátov ukládalo na skládky menej ako 10 % svojho odpadu - čo je cieľ stanovený v novej smernici o skládkach do roku 2035 - 10 členských štátov skládkovalo viac ako 50 % svojho komunálneho odpadu.

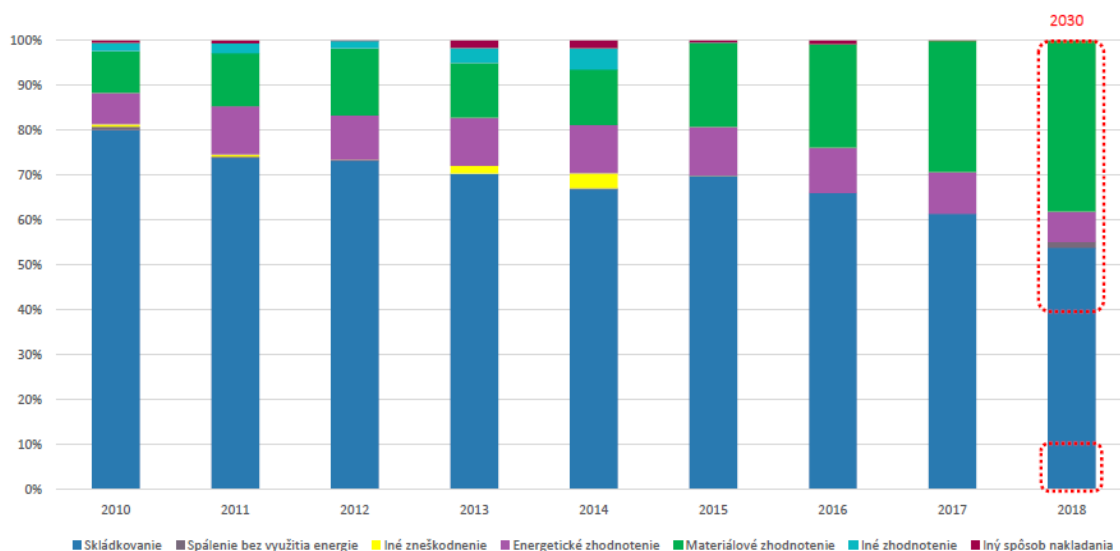
V rámci Európskej únie (ďalej aj EÚ) sa za rok 2018 v priemere vyprodukovalo 492 kg odpadu na osobu, čo spolu predstavuje 220 miliónov ton odpadu. Z tohto množstva sa recyklovalo 47 % odpadu a umiestnením na skládku sa zneškodnilo 25 % odpadu. Krajínám Európskej únie sa v priemere podarilo zredukovať mieru skládkovania odpadu zo 44,6 % v roku 2006 na 23,5 % v roku 2017 a v tomto smere sa vyvíjajú aj súčasné iniciatívy EÚ. Podľa dohody medzi európskymi inštitúciami by sa malo do roku 2025 recyklovať aspoň 55 % odpadu z domácností a malých podnikov. **Do roku 2030 by podiel recyklovaného komunálneho odpadu mal dosiahnuť 60 % a do roku 2035 aspoň 65 %².** Okrem toho, **od roku 2030 je zakázané v krajinách EÚ skládkovať recyklovateľný odpad.**

Nakladanie s odpadom patrí a bude patriť na Slovensku medzi dôležité témy, a to z dôvodu udržateľnosti kvality životného prostredia, rastu ekonomiky a spotreby. **Slovensko dnes patrí medzi krajiny Európskej únie s najnižšou mierou recyklácie a s najvyššou mierou skládkovania.** Na Slovensku za rok 2018 sa v priemere vyprodukovalo 414 kg odpadu na osobu. Z tohto množstva sa recyklovalo len 23 % odpadu a umiestnením na skládku sa zneškodnilo až 66 % odpadu³. Nasledujúci graf 6 obsahuje prehľad spôsobov nakladania s komunálnym odpadom na Slovensku v rokoch 2010 – 2018⁴.

² Slovensku hrozia sankcie od EÚ kvôli odpadovému hospodárstvu. Dostupné z: <<https://ekonomika.sme.sk/c/20817806/odpadove-hospodarstvo-triedenie-odpadu-zivotne-prostredie-recyklacia.html>>

³ Odpadové hospodárstvo v EÚ. fakty a čísla, 2020. [online]. [cit. 11.4.2020]. Dostupné z: <<https://www.europarl.europa.eu/news/sk/headlines/society/20180328STO00751/odpadove-hospodarstvo-v-eu-fakty-a-cisla>>

⁴ Splňame environmentálne normy, uisťujú výrobcovia energie z odpadu. [online]. [cit. 11.4.2020]. Dostupné z: <<https://euractiv.sk/section/obehova-ekonomika/news/splname-environmentalne-normy-uistuju-vyrobcovia-energie-z-odpadu/>>



Graf 10 Nakladanie s komunálnymi odpadmi v SR

Zdroj: Ministerstvo životného prostredia SR, 2019

Singh et al. (2011) uvádzajú tri spôsoby zaobchádzania s TKO, a to skládkovanie, biochemická premena a tepelná premena. Každý z týchto spôsobov má svoje výhody a nevýhody. Skládkou odpadu sa má vybudovať izolačné zariadenie v podzemí alebo na zemi, aby sa oddelil TKO od okolitého prostredia. Jedná sa o nízkonákladovú a technologicky nenáročnú metódu spracovania odpadu. (Tang et al., 2018)

Vznikajúce emisie metánu a oxidu uhličitého z biologicky rozložiteľného odpadu však prispievajú k miestnemu a globálnemu otepľovaniu. Vzniká riziko požiarov či znečistenia podzemných i povrchových vôd. Približne dve tretiny komunálneho odpadu na Slovensku končí na skládkach. (Inštitút environmentálnej politiky, 2018)

Biochemickou premenou sa organická časť TKO pôsobením enzýmov a mikroorganizmov rozkladá na bioplyn a iné produkty s pridanou hodnotou. Biochemické procesy premeny zahŕňajú anaeróbnu digesciu, fermentáciu a kompostovanie. Kompostovaním sa rozumie spracovanie rozložiteľného organického odpadu biochemickou technológiou. Kompostovanie je vhodné na spracovanie TKO s vysokým obsahom organických látok. Týmto procesom je možné rozložiť organické látky na oxid uhličitý, vodu, metán a pôdny humus. Kompost je možné použiť ako vylepšovač pôdy a do istej miery aj ako náhrada hnojiva a rašeliny. Kompostovanie sa však nemôže vysporiadať s anorganickými látkami. (Wendy et al., 2014)

Tepelná premena TKO využíva tepelnú energiu na zníženie objemu TKO a na výrobu biopalív, napr. syngas, drevný uhlík, bioolej atď. Medzi typické technológie

tepelnej premeny patrí spaľovanie, pyrolýza a splyňovanie. Spaľovanie tuhého komunálneho odpadu (MSWI) znamená zníženie objemu odpadu správnym tepelným rozkladom, spaľovaním, tavením a inými reakciami. Spaľovacie teplo sa môže použiť na výrobu elektriny. Nesprávna kontrola podmienok spaľovania však spôsobí znečistenie ovzdušia.

Ako bolo vyššie spomenuté, existujú rozličné spôsoby vysporiadania sa s tuhým komunálnym odpadom, ktoré sa časom vyvíjali. Zavedenie spaľovania spôsobilo zníženie objemu odpadu, čím sa ušetrilo miesto na skládkach. Avšak v 70. rokoch minulého storočia vyústili obavy z účinkov spaľovania na životné prostredie do zvýšenia záujmu o ekologickejšiu stránku riadenia odpadu, čím sa vykreovala koncepcia Waste-to-energy (WtE) ako sľubná alternatíva k prekonaniu problému tvorby odpadu a potenciálneho zdroja obnoviteľnej energie. WtE zahŕňa technológie tepelnej a biologickej premeny, ktoré odblokujú využiteľnú energiu uloženú v tuhom odpade (Johri et al., 2011).

Využitie TKO ako obnoviteľného zdroja by mohlo prekonať problémy s likvidáciou odpadu, vyrobiť energiu, ktorá by zodpovedala energii z fosílnych palív, čo by viedlo k zmierneniu emisií skleníkových plynov. Koncepcia je v súlade s obehovým hospodárstvom. Takmer v 40 krajinách sveta je v prevádzke viac ako 800 tepelných elektrární WtE, ktoré spracovávajú približne 11 % TKO vyprodukovaných na celom svete a produkujú zhruba 429 TW/h energie. (Richard, 2012)

Koncepcia a teda elektrárne WtE sú najviac implementované v rozvinutých krajinách, ako sú Japonsko, Nemecko, Švédsko, Holandsko, Dánsko a Spojené kráľovstvo. Vhodným príkladom je Japonsko, ktoré spaľuje viac ako 80 % TKO. Je dominantnou krajinou aj čo sa týka počtom spaľovní (1900 spaľovní odpadu) z toho je 10 % vybavených zariadeniami na výrobu energie. (Tanaka et al. 2014)

V Nemecku sa na skládky odpadu ukladá iba 1 % odpadu a podiel WtE predstavuje približne 31 % spracovania odpadu, čo je viac ako pomer WtE Európskej únie (EÚ) (28 %) (Eurostat, 2018). Ďalším úspešným príkladom WtE v EÚ je Švédsko, kde sa takmer 53 % odpadu spaľuje s využitím energie. Okrem toho Švédsko tiež využíva bioplyn zo skládok na diaľkové vykurovanie, pohonné hmoty a elektrárne. (Malmo, 2014)

Aj keď sa koncepcia spaľovania odpadu stala rozsiahle využívanou najmä vďaka výhodám ako je zníženie množstva odpadu, zníženie znečistenia životného prostredia a obnovy energie, čelíme určitému nedostatku v podobe značného množstva nedostatočne

spáleného TKO. Tuhé zvyšky z energetického zhodnocovania zmesového komunálneho odpadu tvorí hlavne škvara, lôžový popol, troska, popolček z čistenia spalín, kotlový prach, kal, sadra.

Ročná produkcia pevného odpadu zo spaľovania sa v Slovenskej republike pohybuje od 600 do 900 tisíc ton. Z hľadiska životného prostredia je preto dôležité zvýšiť účinnosť energetických jednotiek a znížiť produkciu týchto druhov odpadu napriek skutočnosti, že tieto odpady môžu byť použité ako druhotná surovina. (Lázár, 2018)

2 Cieľ práce

Cieľom dizertačnej práce je analyzovať možné ekonomické dopady dosiahnutia uhlíkovej neutrality na slovenské výrobné a služby zabezpečujúce podniky a obyvateľstvo. Pre naplnenie stanoveného cieľa bude nevyhnutné splniť nasledujúce čiastkové ciele:

Čiastkový cieľ 1: Štúdium domácej a zahraničnej odbornej a vedeckej literatúry

V rámci uvedeného parciálneho cieľa sa venujeme vysvetleniu pojmov súvisiacich s uhlíkovou neutralitou, legislatívnym opatreniam a záväzkom EÚ a Slovenskej republiky ako členského štátu EÚ v kontexte riešenia klimatických zmien. V súvislosti so štúdiom domácej a zahraničnej odbornej a vedeckej literatúry pojednávame aj o energetickom mixe Slovenskej republiky a taktiež o koncepciách nakladania s komunálnym odpadom.

Opomenuté neostanú ani dopady zavedenia klimatických opatrení na ekonomiku, kde sa venujeme súčasnej situácii vývoja cien energií, emisných povoleniek teda uhlia, či zavedeniu uhlíkovej dane na niektoré tovary dovážané z krajín mimo EÚ, ktorá je do značnej miery vyvolaná cieľmi zavedenia uhlíkovej neutrality.

Čiastkový cieľ 2: Dopad záväzkov Slovenskej republiky k uhlíkovej neutralite na ekonomiku vybraného podniku orientovaného na výrobu elektrickej energie.

V súvislosti s druhým čiastkovým cieľom práce chceme opísať dopad záväzkov v súvislosti s uhlíkovou neutralitou na jedného renomovaného výrobcu elektrickej energie na Slovensku. Venujeme sa tvorbe troch modelov súvisiacich so ziskom z predaja elektrickej energie v nami skúmanom objekte. Podstatou zostrojených modelov je ekonomická stránka výroby elektrickej energie pri rôznom vývoji cien inputov a outputov s dôrazom sa úroveň dosiahnutej uhlíkovej neutrality. Vo všetkých troch scenároch sledujeme ekonomický aspekt uhlíkovej neutrality v podobe zisku pri rôznych úrovniach cien vstupov a výstupov. Pri všetkých troch scenároch vychádzame z predpokladu výroby elektrickej energie v objeme 276 640 MWh/rok.

1. Scenár nezohľadňujúci uhlíkovú neutralitu.

Bázický scenár, v ktorom je elektrická energia vyrobená len zo základného, a doposiaľ využívaného paliva elektrárne Vojany, ktorým je poloantracitické uhlie.

2. Scenár s dôrazom na čiastočnú uhlíkovú neutralitu.

Tento scenár predpokladá, že vyrobená elektrická energia pochádza zo spaľovania uhlia a 50 % TDP spolu s biomasou.

3. Scenár uhlíkovej neutrality

Podstatou scenáru je elektrická energia, ktorá pochádzala výlučne zo 100 % spaľovania TDP s biomasou.

Čiastkový cieľ 3: Dopad záväzkov Slovenskej republiky k uhlíkovej neutralite na sociálnu skupinu obyvateľstva – dôchodcov

Tretím čiastkovým cieľom dizertačnej práce je sledovanie dopadu zavedenia opatrení vedúce k uhlíkovej neutralite na tú najzraniteľnejšiu sociálnu skupinu obyvateľstva, a to dôchodcov. Dopady zavedenia uhlíkovej neutrality sú sledované na základe vývoja cien položiek spotrebného koša, inflácie, s dôrazom na vývoj nákladov domácnosti dôchodcov na energie. Pre dosiahnutie tohto cieľa je realizovaná analýza prognózovania ročných nákladov dôchodcov na elektrinu, plyn, teplú vodu a kúrenie využitím troch forecastingových metód s následným porovnaním a zhodnotením výsledkov.

3 Metodika práce a metódy skúmania

V závislosti od definovaného cieľa dizertačnej práce, ktorým je analýza možných ekonomických dopadov dosiahnutia uhlíkovej neutrality na slovenské výrobné a služby zabezpečujúce podniky a obyvateľstvo, sme na realizáciu samotných analýz vybrali objekt skúmania Elektráreň Vojany a najzraniteľnejšiu skupinu obyvateľstva, dôchodcov.

Objektom skúmania dizertačnej práce je Elektráreň SE-EVO, ktorá bola súčasťou rozsiahleho projektu: *„Technicko-ekonomická a ekologická analýza náhrady uhlia alternatívnym (syntetickým) palivom v podmienkach SE-EVO projektu hospodárskej praxe“*. Projekt v predmetnej elektrárni vykonávala Podnikovohospodárska fakulta v Košiciach, ktorej cieľom bolo posúdiť technickú, ekonomickú a environmentálnu udržateľnosť prevádzky SE-EVO pri eliminácii, resp. redukcii palivovej základne na báze uhlia.

3.1 Objekt skúmania - Elektráreň SE-EVO

Elektráreň Vojany (SE-EVO) leží na východnom Slovensku v okrese Michalovce a to 7 km západne od mesta Veľké Kapušany. Tvoria ju dve energetické výrobné: elektráreň Vojany I (EVO I) a elektráreň Vojany II (EVO II).

SE-EVO má ročnú hrubú výrobu elektriny na úrovni cca 870 – 1 100 GWh. Elektráreň SE-EVO s výkonom cca 2 x 110 MW má ročnú výrobu elektriny na úrovni cca 460 GWh. Elektráreň SE-EVO je do prevádzky nasadzovaná operatívne podľa dopytu a vývoja ceny elektriny na trhu. So svojím inštalovaným výkonom sú SE-EVO najväčšou tepelnou elektrárnou na východnom Slovensku. Poslaním SE-EVO je uspokojovať potreby a zároveň požiadavky elektrizačnej sústavy Slovenska a dodávky tepla v tej najvyššej kvalite, bezpečnosti aj spoľahlivosti a to s čo najnižším vplyvom na životné prostredie. SE-EVO bola uvedená do prevádzky v roku 1966. Aj cez pravidelnú údržbu i čiastkovú rekonštrukciu bolo v 80-tych rokoch potrebné pristúpiť k rôznym inováciám výrobného zariadenia.

V poslednej dekáde fungovania SE-EVO bolo zaznamenaných niekoľko spoločenských snáh o ukončenie prevádzky tohto závodu na Východnom Slovensku. Hlavnými argumentmi kritikov prevádzky elektrárne sú jej nepriaznivé ekonomické výsledky, ktoré boli zapríčinené pádom trhových cien energií a nie úplne efektívnym

hospodárením, taktiež množstvom vypúšťaných emisií CO₂ zo spaľovania uhlia a ako aj z dôvodu vytvárania environmentálnej záťaže v podobe odkaliska.

S cieľom prinavrátenia významu závodu Vojany v rámci elektrizačnej sústavy na Slovensku je v súčasnosti intenzívne skúmaná možnosť náhrady čierneho uhlia tuhým druhotným palivom ako primárnej palivovej zložky s dôrazom na uhlíkovú neutralitu.

V nasledujúcej časti charakterizujeme SE-EVO z technického hľadiska a z hľadiska spaľovaných palív, pričom základné technické údaje o SE-EVO zobrazuje nasledujúca tabuľka 9.

Tabuľka 9 Technické údaje SE-EVO

ELEKTRÁREŇ VOJANY I	
Inštalovaný výkon EVO I:	440 MW
Počet blokov:	4
Palivo:	čierne poloantracitové uhlie, biomasa, TDP
Kotel č. 1-2 (vyradený): jednobubnový, s prirodzenou cirkuláciou, práškovým kúrením a výstavným ohniskom, s odsírením a znížením NO _x vstrekomím čpavku.	
Výkon:	350 t/hod.
Výstupný tlak pary:	13,6 Mpa
Začiatok výstavby:	1961
Uvedenie do prevádzky:	1966
Kotel č. 5-6: jednobubnový, s prirodzenou cirkuláciou a cirkulujúcou fluidnou vrstvou.	
Výkon:	325,4 t/hod.
Výstupný tlak pary:	14,6 Mpa
Začiatok výstavby:	1997
Uvedenie do prevádzky:	2001
ELEKTRÁREŇ VOJANY II (vyradená z prevádzky)	
Inštalovaný výkon EVO II:	440 MW
Počet blokov:	4
Palivo:	zemný plyn
Kotel: jednobubnový s prirodzenou cirkuláciou, plynovým kúrením.	
Výkon:	335 t/hod.
Výstupný tlak pary:	13,6 Mpa
Začiatok výstavby:	1968
Uvedenie do prevádzky:	1973-1974

Zdroj: Spracované podľa publikácii SE a.s.

Palivovú základňu EVO I tvorilo doteraz čierne poloantracitické uhlie z ťažobných lokalít Kuzbas, Donbas a Rostov na Ukrajine, ktoré bolo dovážané širokorozchodnou železničnou traťou. Palivovú základňu EVO II tvoril v minulosti zemný plyn dopravovaný

plynovodom Bratstvo z Ruska. EVO II, však rozhodnutiami z roku 2013 a 2014 bolo vyradené z prevádzky a dnes sa už nevyužíva.

Z celkového inštalovaného výkonu sú v súčasnosti v prevádzke iba bloky 5 a 6 v rámci EVO I, ktoré pri svojom nábehu a stabilizácii horenia používajú zemný plyn. Ako hlavné palivo zatiaľ slúžilo vysokoprchavé čierne poloantracitické uhlie, označované ako čierne energetické uhlie kategórie C. Technologické možnosti dovolili v blokoch 5 a 6 spoluspaľovať spolu s uhlím biomasu a v súčasnosti aj tuhé druhotné palivo.

Od samotného vzniku tepelnej elektrárne EVO Vojany v regióne Michalovce, fungovala elektráreň na báze spaľovania čierneho uhlia blokoch B15 a B16. V predchádzajúcich rokoch sa objemy spáleného paliva (čierne uhlie) pohybovali približne okolo 200-350 tis. ton ročne. Od roku 2017 tepelná elektráreň spolu s čiernym uhlím spoluspaľovala aj drevnú štiepku približne v pomere približne 12 – 13 % z celkového objemu spáleného paliva.

Na základe každoročného záporného zisku elektrárni (každoročná strata), vysokým cenám emisií a uhlíkovej neutralite na základe Parížskej dohody 2050 sa tepelné elektrárne EVO Vojany rozhodli pre novú formu spaľovania tuhého druhotného paliva. Práve preto bolo v priebehu roka 2019 a 2020 vykonaných niekoľko skúšok a skúškových prevádzok na druhotné palivo priamo v areáli elektrárni Vojany.

3.1.1 Ekonomické zhodnotenie súčasného stavu SE-EVO

Dostupné interné údaje SE-EVO hovoria o stúpajúcej tendencii spotreby uhlia za posledné roky. Prevádzkový poriadok elektrárne uvádza kapacitné obmedzenie pre spaľovanie uhlia, ktorým je spotreba uhlia vo výške 43,60 t / h, čo prepočte na deň tvorí približne 1 046 t tejto suroviny. Množstvo spotrebovaného paliva sa v skutočnosti odráža od dopytu po produkcii elektrickej energie.

V elektrárni sa spaľuje prevažne čierne energetické uhlie dovážané širokorozchodnou traťou z Ruskej federácie a Ukrajiny, ktoré je pri spaľovaní kombinované s drevnou štiepkou. Prínosom spaľovania biomasy pre podnik je fakt, že emisie CO₂ zo spaľovania tejto suroviny sú uhlíkovo neutrálne a pri jej spaľovaní sa nezarátavajú do celkových emisií vypustených do ovzdušia. Množstvo vyprodukovaného popola taktiež závisí od množstva spálenej biomasy.

Tabuľka 10 Množstvo spáleného paliva, vyprodukovaných emisií CO₂ a popola v SE-EVO

Palivo a emisie / rok	2015	2016	2017	2018	2019
Množstvo spálenej biomasy (t)	48 752	35 516	6 035	20 974	20 263
Množstvo ušetrenej CO ₂ (t)	48 953	30 111	6 173	22 122	19 245
Emisný faktor CU	0,996	1,180	0,978	0,948	1,053
Zníženie produkcie popola (t)	3 822	3 125	531	1 844	384
Množstvo spáleného uhlia (tis. t)	173	179	208	282	135
Spálený zemný plyn (tis. m ³)	1 814	1 241	539	833	625

Zdroj: Vlastné spracovanie na základe verejne dostupných údajov

Ďalším palivom, ktoré sa v elektrárni využíva je zemný plyn, i to len v prípade nábehu kotlov a v prípade potreby na stabilizáciu horenia. Z toho vyplýva, že jeho spotreba závisí od plynulosti prevádzky. Tabuľka 11 charakterizuje vývoj cien čierneho uhlia, zemného plynu, drevnej štiepky, spracovaného popola a emisných povolenie (CO₂) za obdobie rokov 2015 – 2019.

Tabuľka 11 Ceny palív, emisií CO₂ a ceny spracovania popola v SE-EVO

Priemerná cena	2015	2016	2017	2018	2019
Drevná štiepka (€/t)	50,96	50,40	45,83	43,77	43,83
CU (€/t)	82,38	63,97	79,97	94,75	98,45
Zemný plyn (€/m ³)	0,64	0,77	1,15	0,75	0,60
CO ₂ (€/t)	7,24	7,40	5,25	5,77	20,3
Spracovanie popola (€/t)	3,80	4,20	3,80	3,80	3,71

Zdroj: Vlastné spracovanie na základe verejne dostupných údajov

Na základe uvedeného vývoja cien z Tabuľky 11 je zrejmé, že spaľovanie biomasy v elektrárni je výhodnejšie (vid'. Klesajúci trend ceny drevnej štiepky), zatiaľ čo cena čierneho energetického uhlia, a s tým súvisiacej ceny emisií CO₂, rastie. Výhodou biomasy aj v tomto prípade je skutočnosť, že biomasa je totiž uhlíkovo neutrálna.

Tabuľka 12 pojednáva o množstve vyrobenej elektrickej energie v SE-EVO. Na základe údajov z tabuľky konštatujeme, že celkové množstvo vyrobenej elektrickej energie v elektrárni stúpajúci tendenciu, zatiaľ čo čistá dodávka EE má značne výrazne kolísavý charakter. Na rast produkcie pozitívne vplýva aj spoluspaľovanie biomasy, ktorá tvorí podstatnú časť palivovej základne SE-EVO.

Tabuľka 12 Množstvo vyrobenej EE v SE-EVO za roky 2015 – 2019

Parametre produkcie/rok	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
čistá dodávka EE vyrobenej z biomasy (MWh)	19 740	26 137	53 000	46 678	35 198	5 893	20 994
celková čistá dodávka EE (GWh)	530	573	416	402	403	431	607
prevádzkované hodiny (h)	8 193	8 533	6 200	6 230	6 559	8 392	10 845
priemerný výkon (MW)	64,7	67,9	67,1	64,6	72,2	61,86	66,49
priemerný počet blokov 5 a 6 v prevádzke	0,9	1	0,7	0,7	0,7	0,9	1,2
počet nasadzovania bloku 5 do prevádzky	0	0,1	0,5	0,5	0,6	0,7	0,6
počet nasadzovania bloku 6 do prevádzky	0,9	0,9	0,2	0,2	0,1	0,2	0,6

Zdroj: Vlastné spracovanie na základe verejne dostupných údajov

3.2 Pracovné postupy, spôsob získavania údajov a ich zdroje

Úvod práce je ponímaný v teoretickej rovine, kde sú vymedzené základne pojmy súvisiace s témou dizertačnej práce. Teoretická rovina dizertačnej práce, a teda rešerš, vychádza zo základných metód výskumu ako analýza, dedukcia, komparácia, a syntéza. Využitím databáz WOS a SCOPUS, dostupnej domácej a zahraničnej odbornej a vedeckej literatúry, internetových zdrojov a reportov Európskej komisie je spracovaný stručný ucelený text skúmanej problematiky doma a v zahraničí, ktorý sa venuje uhlíkovej neutralite, legislatívnym opatreniam a záväzkom EÚ a Slovenskej republiky ako členského štátu EÚ v kontexte riešenia klimatických zmien, dopadom súčasných kríz (Koronakríza, kríza spôsobená vojnou na Ukrajine) na ekonomiku Slovenskej republiky, súčasnej situácii vývoja cien energií, emisných povoleniek teda uhlia, či zavedeniu uhlíkovej dane na niektoré tovary dovážané z krajín mimo EÚ.

Výsledková časť práce spracováva čiastkové ciele dizertačnej práce, ktorými sú dopady záväzkov Slovenskej republiky k uhlíkovej neutralite na ekonomiku vybraného podniku orientovaného na výrobu elektrickej energie a na najzraniteľnejšiu skupinu obyvateľstva. K naplneniu týchto spomínaných čiastkových cieľov je v práci realizovaná metóda Monte Carlo v podmienkach elektrárne Vojany, za účelom simulovania 3 scenároch úrovne uhlíkovej neutrality, v ktorých sa sleduje vývoj zisku pri rôznych úrovniach cien vstupov a výstupov. Údaje potrebné k realizácii scenárov sú získané priamo

z interných zdrojov podniku. Simulácie sú realizované v programe R Studio a softvérovom doplnku SimulAr pre Microsoft Excel.

Na analýzu dopadov záväzkov Slovenskej republiky k uhlíkovej neutralite na najzraniteľnejšiu skupinu obyvateľstva – dôchodcov aplikujeme 2 metódy forecastingu, v ktorých chceme predpokladať vývoj nákladov na elektrinu, plyn, teplú vodu a kúrenie pre rok 2020 s následným overením presnosti modelov. Vychádzame z historických údajov týchto premenných za obdobie rokov 2012 až 2020 získaných z databázy Štatistického úradu Slovenskej republiky.

3.3 Použité štatistické metódy

V dizertačnej práci sú v podmienkach elektrárne Vojany použité simulačné metódy, konkrétne metóda Monte Carlo, za účelom simulovania 3 scenárov úrovne uhlíkovej neutrality, kde sa sleduje vývoj zisku pri rôznych úrovniach cien vstupov a výstupov.

Na predpokladanie nákladov na elektrinu, plyn, teplú vodu a kúrenie v domácnostiach dôchodcov pre rok 2020 a následné overenie presnosti prognózných modelov sú v práci využité forecastingové metódy – ARIMA a Exponenciálny vyrovnávací model.

3.3.1 Simulačné metódy – podstata metódy Monte Carlo

Simuláciu môžeme definovať ako imitáciu reálnych vecí, stavov, vzťahov a procesov. Dlouhý (2005) uvádza, že simulácia je numerická metóda zložitých pravdepodobnostných dynamických systémov pomocou experimentovania s počítačovým modelom.

Bankset et al. (2007) opisuje simuláciu ako napodobňovanie fungovania nejakého reálneho procesu alebo systému v čase.

Vo svojej publikácii M. Law (2007) hovorí o simulácii ako o numerickej analýze modelu, ktorá sa zameriava na skúmanie zmien charakteristík výstupov modelu v závislosti od zmien vstupov.

V praxi sa stretávame s dvoma systémami simulácie. O modelovaní fiktívneho systému hovoríme vtedy, ak simulujeme správanie nejakého procesu, ktorý ešte neexistuje a pred jeho samotným realizovaním ho potrebujeme preskúmať, aby sme minimalizovali chyby a potenciálne náklady vyplývajúcej z nepoznania detailov jeho fungovania. Na

druhej strane je experimentovanie so skutočným systémom založené na skúmaní nejakého už existujúceho systému. Výhodou takéhoto systému je, že si nevyžaduje prijatie žiadnych zjednodušených predpokladov, nakoľko každý jeden experiment prebehne na reálnom systéme. Jednou z ďalších výhod je, že umožňuje analyzovať vlastnosti ešte neexistujúceho systému pred jeho samotným vytvorením a tak zvýšiť úroveň poznania o jeho fungovaní. Nevýhoda takejto simulácie je, že experiment môže byť drahý a môže mať ako dôsledok popri ekonomických stratách aj deštrukciu samotného systému. (Law, 2007)

Simulácia procesov a systémov, je metóda vhodná pre skúmanie procesov a systémov, ktoré podliehajú náhodným vplyvom. V mnohých takýchto prípadoch je možné ako metódu skúmania využiť metódu Monte Carlo, ktorá sa opiera o generovanie náhodných, resp. pseudonáhodných čísel.

Za zakladateľov metódy Monte Carlo, ktorí sa prvýkrát začali zaoberať touto metódou v 40. rokoch 20. storočia v americkom laboratóriu Los Alamos, sa považujú dvaja známi európski matematici John Von Neumanna a Stanislaw Marcin Ulama, ktorí sa zaoberali skúmaním pohybov neutrónov. Problém, ktorý skúmali sa zaoberal otázkou "Aké veľké množstvo neutrónov prejde cez rôznorodé materiály". Aj keď mali vedci veľké množstvo informácií, nebolo možné tento problém vyriešiť, dopomohla im k tomu až metóda Monte Carlo.

Metóda Monte Carlo (pod týmto názvom známa od r. 1949) je štatistická metóda, ktorej podstatou je využitie náhodných čísel pri simulácii náhodných premenných. Táto metóda sa používa na riešenie nielen matematických, ale tiež napr. fyzikálnych, spoločenských, ekonomických problémov.

Monte Carlo simulácia je vo svojej podstate štatistický experiment umožňujúci riešiť úlohy deterministického a stochastického charakteru. Na experimentovanie sa zostavuje pravdepodobnostná úloha, ktorej výsledok má rovnako pravdepodobnostný charakter. Presnosť riešenia je potom závislá od počtu opakovaných experimentov. (Domonkos, 2018)

Tkáč a kol. (2016) uvádzajú pre simuláciu Monte Carlo do nasledujúcich krokov:

- Vymedzenie celkového kontextu finančného modelu, stanovenie kritériálnych veličín (výstupov) a identifikácia faktorov rizika (vstupov). Zdôrazňujú nevyhnutnosť poznania rizika, ktoré môžu požadovaný stav ohroziť, či naopak, ktoré môžu priebeh uľahčiť.

- Tvorba matematického modelu objektu analýzy rizika a spracovanie jeho programu vo vhodnom softvérovom prostredí.
- Určenie kľúčových faktorov rizika. Autori podotýkajú poznanie vstupných veličín modelu, ktoré významne ovplyvňujú neistotu výstupov simulácie.
- Stanovenie rozdelenia pravdepodobností kľúčových faktorov rizika. Určiť vhodné rozdelenie pravdepodobnosti je možné na základe historických dát určitého faktoru aproximáciou niektorého teoretického rozdelenia. V prípade nedostatku takýchto dát je adekvátne vychádzať zo skúsenosti a znalosti expertov z oblastí, ktorých sa jednotlivé faktory rizika týkajú.
- Stanovenie štatistickej závislosti faktorov rizika. Hodnoty určitých faktorov rizika môžu závisieť od niektorých iných faktorov, preto je nevyhnutné pri simulácií stanoviť relatívnu závislosť resp. nezávislosť
- Vlastný proces simulácie s využitím počítačového programu. Tento proces pozostáva z množstva simulačných krokov opakujúcich sa do konca simulácie. Podstavou simulačného procesu je generovanie možných hodnôt rizikových faktorov v každom kroku simulácie, čím sa na základe rozdelenia ich pravdepodobnosť vytvorí určitý scenár a prepočíta výstupné kritérium modelu objektu analýzy rizika.
- Tvorba matematického modelu projektu.

3.3.2 *Metódy forecastingu*

Hyndman (2018) uvádza, že metódy forecastingu sú techniky používané na predpovedanie budúcich hodnôt na základe historických dát a vzorcov. Tieto metódy sa široko využívajú v rôznych oblastiach, ako sú ekonomika, financie, podnikanie a inžinierstvo, na informované rozhodovanie a plánovanie do budúcnosti. Existuje niekoľko metód forecastingu, pričom každá má svoje výhody a obmedzenia. K metódam forecastingu s dôrazom na časové rady a ktoré sú v práci využité patria:

- Exponenciálne vyrovňovanie (Exponential Smoothing): Exponenciálne vyrovňovanie priradzuje exponenciálne klesajúce váhy minulým pozorovaniam. Je užitočné, keď v dátach existuje trend alebo sezónnosť.

- Autoregresný integrovaný pohyblivý priemer (ARIMA): ARIMA je výkonná metóda forecastingu časových radov, ktorá modeluje vzťah medzi aktuálnym pozorovaním a jeho oneskoreniami (autoregresia) a rozdiely medzi po sebe nasledujúcimi pozorovaniami (integrácia) na zachytenie trendov a sezónnosti.
- ARIMA s sezónnosťou (SARIMA): SARIMA (Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average) je rozšírením klasického modelu ARIMA, ktoré zahŕňa aj sezónnosť. Tento model je účinný pri analýze časových radov s výraznými sezónnymi vzormi.

Pri analýze forecastingu vychádzame z nasledujúceho postupu:

- Získanie a vyhodnotenie historických dát

Historické dáta o ročných nákladoch na elektrinu, plyn, teplú vodu a kúrenie v domácnostiach dôchodcov na Slovensku za roky 2012 až 2019 pochádzajú z databázy Štatistického úradu Slovenskej republiky.

- Predspracovanie dát
- Identifikácia sezónnosti a trendu

Použitie metódy analýzy časových radov, ako sú sezónna dekompozícia alebo metóda pohyblivých priemerov, na identifikáciu sezónnosti a trendu v dátach, čím sa zabezpečí lepšie porozumenie charakteru časových radov.

- Rozdelenie dát na trénovaciu a testovaciu sadu

Rozdelenie dát na dve časti: trénovaciu sadu, ktorá obsahuje dáta za roky 2012 až 2019, a testovaciu sadu, ktorá obsahuje dáta za rok 2020. Trénovacia sada sa použije na vytvorenie modelu a testovacia sada na overenie jeho presnosti.

- Výber a aplikácia modelu ARIMA a Exponenciálne vyrovňovanie
- Vytvorenie prognózy

Aplikácia vybraných forecastingových modelov a vytvorenie prognózy pre rok 2020.

- Overenie presnosti modelu

Porovnanie výstupov prognóz s hodnotami testovacej sady (reálnymi hodnotami za rok 2020), použitím metriky na hodnotenie presnosti modelu, napríklad Mean Absolute Percentage Error (MAPE) alebo Root Mean Squared Error (RMSE).

Hodnoty MAPE (Mean Absolute Percentage Error) a RMSE (Root Mean Squared Error) sú metriky, ktoré nám poskytujú informácie o presnosti predpovedí modelu v porovnaní so skutočnými hodnotami. Tieto metriky sa používajú pri analýze časových radov a predikcií, a ich hodnoty nám umožňujú posúdiť, ako dobre sa model osvedčil v predpovedaní budúcich hodnôt

Metrika MAPE vyjadruje priemer percentuálnych chýb medzi predpovedanými a skutočnými hodnotami. Vyjadruje, aká veľká percentuálna odchýlka je medzi predpovedanou a skutočnou hodnotou. MAPE môže dosahovať hodnoty od 0 do nekonečna. Nižšia hodnota MAPE naznačuje, že predpovede sú presnejšie a lepšie sa zhodujú so skutočnými hodnotami.

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{skutočné_i - predpokladané_i}{skutočné_i} \right| \times 100 \quad (1)$$

RMSE vyjadruje priemer štvorcov chýb medzi predpovedanými a skutočnými hodnotami a je prepočítaný na originálnej škále dát. RMSE je nezáporné číslo a môže dosahovať hodnoty od 0 do nekonečna. Nižšia hodnota RMSE naznačuje, že predpovede sú presnejšie a chyby medzi predpovedanými a skutočnými hodnotami sú menšie.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (skutočné_i - predpokladané_i)^2} \quad (2)$$

V obidvoch prípadoch, čím nižšie sú hodnoty MAPE a RMSE, tým lepšie. Nulová hodnota MAPE alebo RMSE by znamenala dokonalú zhodu medzi predpovedanými a skutočnými hodnotami, čo je v praxi zriedkavé.

- Interpretácia a aktualizácia prognózy

Interpretácia výsledkov, a ak je presnosť modelu dostatočná, môžeme použiť modely na prognózovanie nákladov na elektrinu, plyn, teplú vodu a kúrenie pre budúce roky.

4 Výsledky práce

V nasledujúcej časti práce sa budeme venovať analytickej časti práce, ktorá pojednáva o dopadoch záväzkov SR k uhlíkovej neutralite na ekonomiku elektrárne SE-EVO a sociálnu skupinu obyvateľstva SR – dôchodcov.

4.1 Dopad záväzkov SR k uhlíkovej neutralite na ekonomiku vybraného podniku orientovaného na výrobu elektrickej energie

Predmetom druhého čiastkového cieľa práce je identifikácia dopadov záväzkov v súvislosti s uhlíkovou neutralitou na renomovaného výrobcu elektrickej energie na Slovensku. Podstatou analýzy je tvorba troch scenárov, v ktorých je simulovaný zisk z predaja elektrickej energie vyrobenej v elektrárnach SE-EVO pri rôznom vývoji cien inputov a outputov s dôrazom na úroveň dosiahnutej uhlíkovej neutrality.

V prvom kroku procesu simulácie si zadefinujeme, čo bude predmetom samotnej simulácie. V súlade s čiastkovým cieľom dizertačnej práce, si zostavíme 3 scenáre uhlíkovej neutrality aplikované v podmienkach elektrárne Vojany, s dôrazom na ekonomické aspekty získavania elektrickej energie pri rôznych scenároch vývoja cien vstupov a cien výstupov a pri rôznom vývoji dosahovania uhlíkovej neutrality. Všetky tri scenáre sledujú ekonomický aspekt uhlíkovej neutrality v podobe zisku pri rôznych úrovniach cien vstupov a výstupov a vychádzajú z predpokladu výroby elektrickej energie v objeme 276 640 MWh/rok.

1. **Scenár nezohľadňujúci uhlíkovú neutralitu.** Bázický scenár, v ktorom je elektrická energia vyrobená len zo základného, a doposiaľ využívaného paliva elektrárne Vojany, ktorým je poloantracitické uhlie.
2. **Scenár s dôrazom na čiastočnú uhlíkovú neutralitu.** Tento scenár predpokladá, že vyrobená elektrická energia pochádza zo spaľovania uhlia a 50 % TDP spolu s biomasou.
3. **Scenár uhlíkovej neutrality,** kde elektrická energia pochádza výlučne zo 100 % spaľovania TDP s biomasou.

Stanovené podiely TDP, biomasy a poloantracitického uhlia boli predmetom predchádzajúcich skúšobných testov implementovaných v elektrárni Vojany v období rokov 2020 až 2021.

4.1.1 Scenár nezohľadňujúci uhlíkovú neutralitu

Podstatou scenára nezohľadňujúceho uhlíkovú neutralitu je elektrická energia vyrobená výlučne zo spaľovania čierneho uhlia. Ak chceme ekonomicky zhodnotiť spaľovanie čierneho uhlia musíme vychádzať z nasledujúcich nevyhnutných vstupných údajov:

- priemerná trhovú cena čierneho uhlia za sledované obdobie,
- priemerná výhrevnosť uhlia bola vo výške 25,18 GJ/t,
- cena emisných kvót CO₂ za sledované obdobie,
- priemerná cena elektrickej energie za sledované obdobie.

Na základe vyššie uvedených údajov, vieme kvantifikovať náklady, ktoré vznikajú pri spaľovaní čierneho uhlia v súvislosti s výrobou elektrickej energie.

Ďalším krokom je kvantifikácia tržieb z predaja vyrobenej EE, náklady na výrobu elektrickej energie a možný zisk z predaja elektrickej energie z CU. Je pritom potrebné podotknúť, že výpočty nákladov v sebe nezahŕňajú žiadne fixné náklady vrátane mzdových nákladov SE-EVO a ostatných režijných nákladov.

V rámci prvého scenára identifikujeme náklady súvisiace len s nákupom a spaľovaním čierneho uhlia. Zisk elektrárne Vojany je kvantifikovaný ako zisk z predaja vyrobenej elektrickej energie z čierneho uhlia, pričom v tomto zisku nie sú zahrnuté ani zisky z podporných služieb SE-EVO.

1. Objem čierneho uhlia (CU) o výhrevnosti 25 GJ/t na výrobu 1 MWh:
 - $V_{CU} = HR^5 / Q_{CU} = 12,17 / 25,18 = 0,488t$
2. Priemerné náklady na výrobu 1 MWh EE z CU (za sledované obdobie):
 - $C_{CU} = 0,488 * 132,72 \text{ €} = 64,77 \text{ €/MWh}$
3. Objem čierneho uhlia (CU) v t o výhrevnosti 25 GJ/t na výrobu 276 640 MWh EE:
 - $V_{CU} * 276\,640 \text{ MWh} = 0,488 \text{ t / MWh} * 276\,640 \text{ MWh} = 135\,000t$

V ďalších krokoch je potrebné k nákladom na výrobu elektrickej energie pripočítať poplatky za vyprodukované CO₂ pri spaľovaní CU.

⁵ HR (heat rate) je to množstvo GJ viazané v palive potrebné na výrobu 1MWh pri technológii, ktorá sa využíva v EVO na blokoch 5 a 6

1. Objem (V_{CO_2}) vyprodukovaných CO_2 v t/MWh je 1,053t/MWh⁶
2. Priemerné náklady vyprodukovanej CO_2 za 1 MWh (za sledované obdobie):
 - $C_{CO_2} = 29,60 \text{ €/t} * 1,053 \text{ t/MWh} = 31,17 \text{ €/MWh}$
3. Objem vyprodukovanej CO_2 v t na výrobu 276 640 MWh EE:
 - $V_{CO_2} * 276 \text{ 640 MWh} = 291 \text{ 302t}$

Priemerné celkové náklady na 1 MWh elektrickej energie vyrobenej z CU:

$$CN = C_{CU} + C_{CO_2} = 132,72 + 29,60 = 162,32 \text{ €/MWh}$$

Tabuľka 13 Vývoj, priemer a smerodajná odchýlka cien vstupov a výstupov

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Priemer	Smerodajná odchýlka
Cena EE (€/MWh)	33,85	26,92	40,49	50,40	61,85	56,10	304,51	82,02	98,88
Cena uhlia (€/t)	63,97	79,97	94,75	98,45	126,55	146,35	319,00	132,72	86,65
Cena emisných povoleniek (€/t)	5,23	5,80	15,56	24,72	24,60	49,60	81,70	29,60	27,45

Zdroj: vlastné spracovanie

Vychádzajúc z čiastkových výpočtov môžeme kvantifikovať 1. simuláciu scenára, ktorý nezohľadňuje uhlíkovú neutralitu. Do scenára nám okrem priemerných vstupných a výstupných cien, vstupuje aj ich smerodajná odchýlka.

Jedným z faktorov pre dosiahnutie straty bola cena emisií CO_2 , ktorej priemerná cena za sledované obdobie dosiahla úroveň až 29,60 € za t CO_2 vypusteného do ovzdušia. Hlavne tento faktor spôsobil náklady na výrobu EE na úrovni 162,32 €/MWh. Druhým faktorom bola cena elektrickej energie, ktorej priemer za sledované obdobie nebol na takej úrovni, aby bola prípustná tvorba zisku z predaja elektrickej energie v SE-EVO. Na základe vykonaných výpočtov môžeme z ekonomického hľadiska usúdiť, že výroba EE z čierneho uhlia za sledované obdobie predstavuje stratu a čierne uhlie tak nepredstavuje energetické palivo, ktoré je z hľadiska rentability výhodné, ale naopak SE-EVO spôsobuje značné ekonomické straty.

Ceny emisných povoleniek

Cena za 1 tonu emisií CO_2 zaznamenala v sledovanom období značný nárast, keď z priemernej ceny 5,23 Eur/t v roku 2016 vzrástla na 24,72 Eur/t v roku 2019 a na hodnotu

⁶ Zdroj: SE-EVO

81,70 Eur/t v roku 2022. Tento trend súvisí najmä s politikou EÚ v súvislosti so znižovaním emisií skleníkových plynov do roku 2030 najmenej o 40 % (v porovnaní s úrovňami z roku 1990). Ako bolo v úvode práce spomenuté, aby bolo možné znížiť emisie EÚ do roku 2030 aspoň o 40 %, je potrebné, aby odvetvia zahrnuté do EU ETS znížili svoje emisie v porovnaní s rokom 2005 o 43 %. Celkový počet emisných kvót sa tak znižuje rýchlejšie ako predtým: počnúc rokom 2021 namiesto o 1,74 % o 2,2 % ročne.

Tabuľka 14 Vývoj cien emisných povoleniek za 1 tonu CO₂

Obdobie	Priemerná cena emisií v Eur za 1 t/CO ₂
2021	49,60
2020	24,60
2019	24,72
2018	15,56
2017	5,80
2016	5,23

Zdroj: EEX – European Energy Exchange AG.

Znižovanie emisných povoleniek v priebehu rokov má za následok, že tento trh je v deficite, čím sa vytvára tlak na rast ceny. Mierny pokles cien emisných kvót v období rokov 2019 - 2020 je podľa analytikov výsledkom koronavírusovej krízy, ako aj dôsledkom nízkych cien ropy. Prepad cien emisných povoleniek s veľkou pravdepodobnosťou nepredstavuje dlhodobý trend a ich cena sa časom vráti na pôvodnú úroveň s vyhlídkami na ďalší rast. V nasledujúcich rokoch preto možno očakávať ďalší rast ceny za tonu vypustených emisií CO₂. Cena vypustených emisií CO₂ by sa v roku 2050 mala vyšplhať až na hodnotu 90 € za jednu tonu CO₂.

Tabuľka 15 Ekonomické zhodnotenie výroby EE z čierneho uhlia za sledované obdobie (2016 – 202) v SE-EVO – 1.simulácia

Scenár nezohľadňujúci uhlíkovú neutralitu								
Palivo	Množstvo EE v MWh	Množstvo paliva (t) na 1 MWh	Množstvo paliva v t	Cena €/t	Náklady	CENA EE (€/MWh)	Tržby	Zisk
CU	276 640,000	0,488	135 000,000	132,720	17 917 200,000	82,020	22 690 012,800	-3 849 726,400
CO2		1,053	291 302,000	29,600	8 622 539,200			

Zdroj: Vlastné spracovanie

Týmto sme identifikovali 3 faktory ovplyvňujúce ekonomickú stránku výroby elektrickej energie z čierneho uhlia – cena uhlia, emisných povoleniek a elektrickej energie. Predmetom simulácií prvého scenára je teda sledovanie vývoja zisku z predaja elektrickej energie pri 100 % spaľovaní uhlia pri rôznych úrovniach cien týchto troch

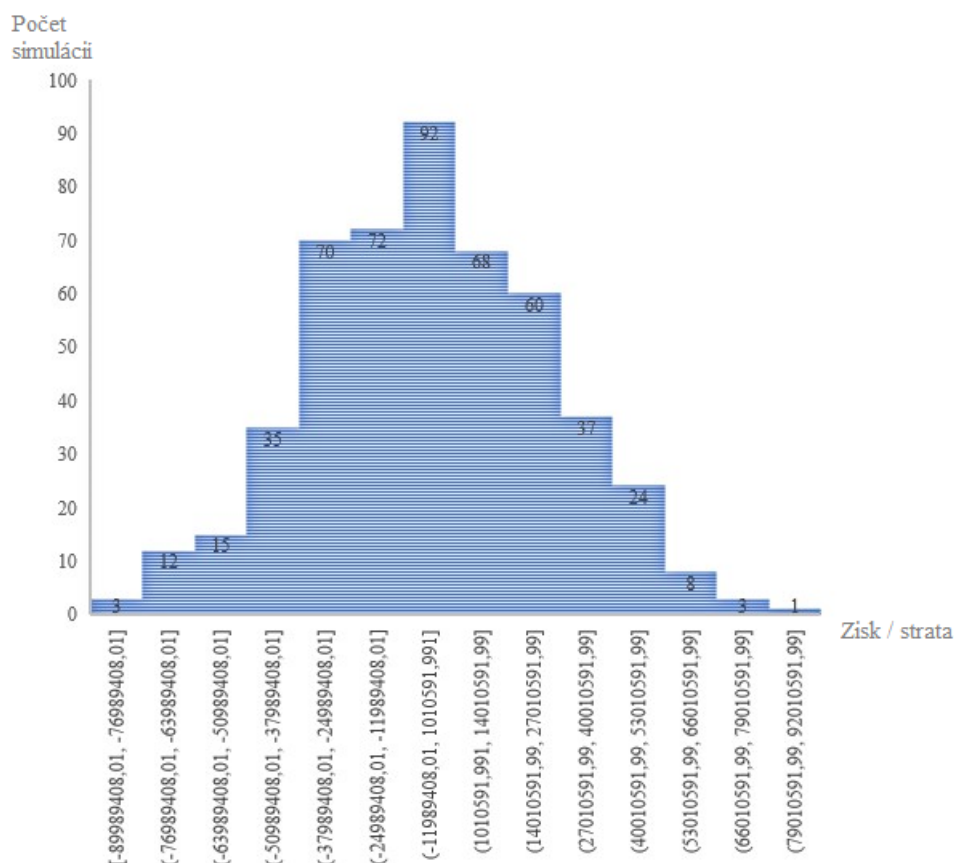
faktoroch, za predpokladu, že vývoj cien vstupných a výstupných údajov pochádzajú z normálneho pravdepodobnostného rozdelenia.

Výsledky simulácií scenára nezohľadňujúceho uhlíkovú neutralitu

Vstupnými dátami pri tvorbe prvej simulácie, ktorá nezohľadňuje uhlíkovú neutralitu sú priemer, ako aj smerodajná odchýlka predajnej ceny elektrickej energie a nákupných cien uhlia a emisných povolenie za sledované obdobie (2015 – 2022), za predpokladu, že vývoj cien týchto vstupov a výstupov pochádza z normálneho rozdelenia pravdepodobnosti. Metódou Monte Carlo sme v programe R studio realizovali 500 simulácií, pričom sme dospeli k nasledujúcim záverom:

- Zisk z predaja EE vyrobenej zo spaľovania výlučne uhlia, ktorý predstavovala 1. simulácia scenára: - 3 849 726,40 €
- Minimálny zisk (maximálna strata) pri stanovených hodnotách vstupných a výstupných údajov: - 89 989 408,01 €
- Maximálny zisk pri stanovených hodnotách vstupných a výstupných údajov: 88 784 592,80 €
- Priemerný zisk pri stanovených hodnotách vstupných a výstupných údajov: - 5 466 162,77 €
- Smerodajná odchýlka: 30 009 754,16 €
- Percentuálne vyjadrenie možného zisku v 500 simuláciách: 41 %

V prípade scenára, ktorý nezohľadňuje uhlíkovú neutralitu sme realizovali 500 simulácií, kde 41 % vykazovalo možný zisk. Smerodajná odchýlka scenára je značne výrazná, čo v konečnom dôsledku signifikantne ovplyvňuje minimálnu a maximálnu hodnotu zisku z predaja elektrickej energie vyrobenej výlučne zo spaľovania uhlia. Táto signifikantná smerodajná odchýlka je odrazom vývoja cien všetkých vstupov a výstupov scenára, čo možno pripisovať aj súčasnej ekonomickej, politickej a globálnej situácii.



Graf 11 Výsledok 1. scenára nezohľadňujúceho uhlíkovú neutralitu

Zdroj: vlastné spracovanie

4.1.2 Scenár s dôrazom na čiastočnú uhlíkovú neutralitu

Podstatou scenára zdôrazňujúceho uhlíkovú neutralitu je vytvorenie elektrickej energie, ktorá z 50 % pochádza zo spaľovania čierneho uhlia a 50 % spaľovania TDP s biomasou. Vplyv realizácie navrhovanej činnosti na ovzdušie výrazne zlepši kvalitu ovzdušia, vplyv bude dlhodobý a nezanedbateľný. Skúškami spaľovania TDP v elektrárni SE-EVO v rámci skúšobnej prevádzky sa potvrdilo, že koncentrácie znečisťujúcich látok v ovzduší v prípade spaľovania TDP sú výrazne nižšie ako koncentrácie pri spaľovaní čierneho energetického uhlia. (Potoma, 2021)

Podstatou scenára zohľadňujúceho čiastkovú uhlíkovú neutralitu je spaľovanie čierneho uhlia v kombinácii s TDP a biomasou. Pre ekonomické zhodnotenie spomínaného scenára vychádzame z nasledujúcich nevyhnutných vstupných údajov:

- priemerná trhovú cenu čierneho uhlia za sledované obdobie,

- priemerná cena emisných kvót CO₂ za sledované obdobie,
- priemerná cena TDP za sledované obdobie,
- priemerná cena biomasy (drewná štiepka) za sledované obdobie,
- priemerná cena peletiek za sledované obdobie,
- priemerná cena elektrickej energie za sledované obdobie.

Výpočty nákladov na výrobu elektrickej energie podľa alternatív

Podstatou druhého scenára je identifikovanie nákladov súvisiacich s nákupom a spaľovaním čierneho uhlia a nákupom alternatívnych zdrojov. V prípade nákupu a spaľovania čierneho uhlia vychádzame z výpočtov k prvému scenáru s tým rozdielom, že v prípade druhého scenára, ktorého podstatou je zisk tvorený z 50 % energie vyprodukovanej zo spaľovania čierneho uhlia a 50 % alternatívnych palív (TDP, drewná štiepka a peletky). Z toho dôvodu budeme vychádzať zo skutočnosti, že celkový objem vyrobenej elektrickej energie (276 640 MWh/rok) pochádza z energie vytvorenej spaľovaním čierneho uhlia (67 500 MWh/rok) a spaľovaním alternatívnych palív (67 500 MWh/rok) ako sú drewná štiepa, peletky a TDP + biomasa. Ani v tomto scenári, nie sú v zisku zahrnuté zisky z podporných služieb SE-EVO.

50 % vyrobenej elektrickej energie zo spaľovania čierneho uhlia

1. Objem čierneho uhlia (CU) o výhrevnosti 25 GJ/t na výrobu 1 MWh:
 - $V_{CU} = HR/Q_{CU} = 12,17 / 25,18 = 0,488t$
2. Priemerné náklady na výrobu 1 MWh EE z CU (za sledované obdobie):
 - $C_{CU} = 0,488 * 132,72 \text{ €} = 64,77 \text{ €/MWh}$
3. Objem čierneho uhlia (CU) v t o výhrevnosti 25 GJ/t na výrobu 138 320 MWh EE:
 - $V_{CU} * 138\,320 \text{ MWh} = 0,488 \text{ t / MWh} * 138\,320 \text{ MWh} = 67\,500,00 \text{ t}$

V ďalších krokoch je potrebné k nákladom na výrobu elektrickej energie pripočítať poplatky za vyprodukované CO₂ pri spaľovaní CU.

4. Objem (V_{CO_2}) vyprodukovaných CO₂ v t/MWh je 1,053t/MWh⁷
5. Priemerné náklady vyprodukovanej CO₂ za 1 MWh (za sledované obdobie):
 - $C_{CO_2} = 29,60 \text{ €/t} * 1,053 \text{ t/MWh} = 31,17 \text{ €/MWh}$

⁷ Zdroj: SE-EVO

6. Objem vyprodukovanej CO₂ v t na výrobu 138 320 MWh EE:

- $V_{CO_2} * 138\,320\text{ MWh} = 145\,641,00\text{ t}$

50 % vyrobenej elektrickej energie zo spaľovania⁸

a) Drevnej štiepky

1. Objem drevnej štiepky (DŠ) o výhrevnosti 9,5 GJ/t na výrobu 1 MWh:

- $V_{CU} = HR/Q_{DŠ} = 12,17 / 9,5 = 1,30\text{t}$

2. Priemerné náklady na výrobu 1 MWh EE z DŠ (za sledované obdobie):

- $C_{DŠ} = 1,30 * 49,54\text{ €} = 64,40\text{ €/MWh}$

3. Objem drevnej štiepky (DŠ) v t o výhrevnosti 9,5 GJ/t na výrobu 138 320 MWh EE:

- $V_{CU} * 138\,320\text{ MWh} = 1,3\text{t} / \text{MWh} * 138\,320\text{ MWh} = 179\,816,00\text{ t}$

b) Peletky

1. Objem peletiek (P) o výhrevnosti 27,66 GJ/t na výrobu 1 MWh:

- $V_{CU} = HR/Q_P = 12,17 / 27,66 = 0,44\text{t}$

2. Priemerné náklady na výrobu 1 MWh EE z P (za sledované obdobie):

- $C_P = 0,44 * 110,25\text{ €} = 48,51\text{ €/MWh}$

3. Objem peletiek (P) v t o výhrevnosti 27,66 GJ/t na výrobu 138 320 MWh EE:

- $V_P * 138\,320\text{ MWh} = 0,44\text{t} / \text{MWh} * 138\,320\text{ MWh} = 60\,722,00\text{ t}$

c) TDP + biomasa

1. Objem TDP + biomasa (TDP) o výhrevnosti 25,89 GJ/t na výrobu 1 MWh:

- $V_{CU} = HR/Q_{TDP} = 12,17 / 25,89 = 0,47\text{t}$

2. Priemerné náklady na výrobu 1 MWh EE z TDP (za sledované obdobie):

- $C_{TDP} = 0,47 * 15,29\text{ €} = 7,19\text{ €/MWh}$

3. Objem peletiek (TDP) v t o výhrevnosti 25,89 GJ/t na výrobu 138 320 MWh EE:

- $V_{TDP} * 138\,320\text{ MWh} = 0,47\text{t} / \text{MWh} * 138\,320\text{ MWh} = 65\,010,00\text{ t}$

Priemerné celkové náklady na 1 MWh elektrickej energie

a) 50 % energie z CU a 50 % z drevnej štiepky

⁸Množstvo ušetrených ton emisií CO₂, vďaka tomu, že poplatky zo spaľovania alternatívnych palív, ako drevná štiepka, peletky a TDP+biomasa sú odpustené, pretože sa jedná o uzavretý cyklus obehu CO₂, ktorú rastliny počas svojho života zachytili pri fotosyntéze. Ide o takzvaný nulový obeh. Preto ich hodnotu neprirátavame k celkovým nákladom na výrobu 1MWh elektrickej energie. Náklady na výrobu 1MWh teda vychádzajú len zo spaľovania alternatívnych palív. (Potoma, 2021)

$$CN = C_{CU} + C_{CO2} + C_{DŠ} = 64,77 + 31,17 + 64,40 = 160,34 \text{ €/MWh}$$

b) 50 % energie z CU a 50 % z peletiek

$$CN = C_{CU} + C_{CO2} + C_P = 64,77 + 31,17 + 48,51 = 144,45 \text{ €/MWh}$$

c) 50 % energie z CU a 50 % z TDP + biomasa

$$CN = C_{CU} + C_{CO2} + C_{TDP} = 64,77 + 31,17 + 7,19 = 103,13 \text{ €/MWh}$$

Týmto sme identifikovali faktory ovplyvňujúce ekonomickú stránku výroby elektrickej energie z čierneho uhlia – cena uhlia, biomasy (drevnej štiepky), tuhého druhotného paliva, emisných povoleniek a elektrickej energie. Predmetom druhej simulácie je sledovanie vývoja zisku z predaja elektrickej energie, pričom 50 % vyrobenej elektrickej energie pochádza zo spaľovania čierneho uhlia a 50 % spaľovania alternatívnych palív (drevná štiepka, peletky, TDP s biomasou). Aj pri tomto scenári uvažujeme, že vstupne ako aj výstupné údaje pochádzajú z normálneho rozdelenia pravdepodobnosti, kde vychádzame z údajov ako je vývoj cien ich priemer a smerodajná odchýlka, uvedené v tabuľke 16.

Tabuľka 16 Vývoj, priemer a smerodajná odchýlka cien vstupov a výstupov

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Priemer	Smerodajná odchýlka
Cena EE (€/MWh)	33,85	26,92	40,49	50,40	61,85	56,10	304,51	82,02	98,88
Cena uhlia (€/t)	63,97	79,97	94,75	98,45	126,55	146,35	319,00	132,72	86,65
Cena emisných povoleniek (€/t)	5,23	5,80	15,56	24,72	24,60	49,60	81,70	29,60	27,45
Cena drevnej štiepky (€/t)	50,40	45,83	43,77	43,83	44,48	54,00	64,50	49,54	7,63
Cena peletiek (€/t)	5,23	5,80	15,56	24,72	24,60	49,60	81,70	29,60	27,45
Cena TDP+biomasy (€/t)	-	-	16,56	16,56	15,10	14,10	14,15	15,29	1,22

Zdroj: vlastné spracovanie

Výsledky simulácií scenára zohľadňujúceho čiastočnú uhlíkovú neutralitu

Vstupnými dátami pri tvorbe prvej simulácie, ktorá zohľadňuje čiastočnú uhlíkovú neutralitu sú priemer, ako aj smerodajná odchýlka predajnej ceny elektrickej energie a nákupných cien uhlia, emisných povolenie a alternatívnych palív za sledované obdobie (2015 – 2022), za predpokladu, že vývoj cien týchto vstupov a výstupov pochádza z normálneho rozdelenia pravdepodobnosti.

**Tabuľka 17 Ekonomické zhodnotenie výroby EE z čierneho uhlia a alternatívnych palín
za sledované obdobie (2016 – 2022) v SE-EVO – 1.simulácie**

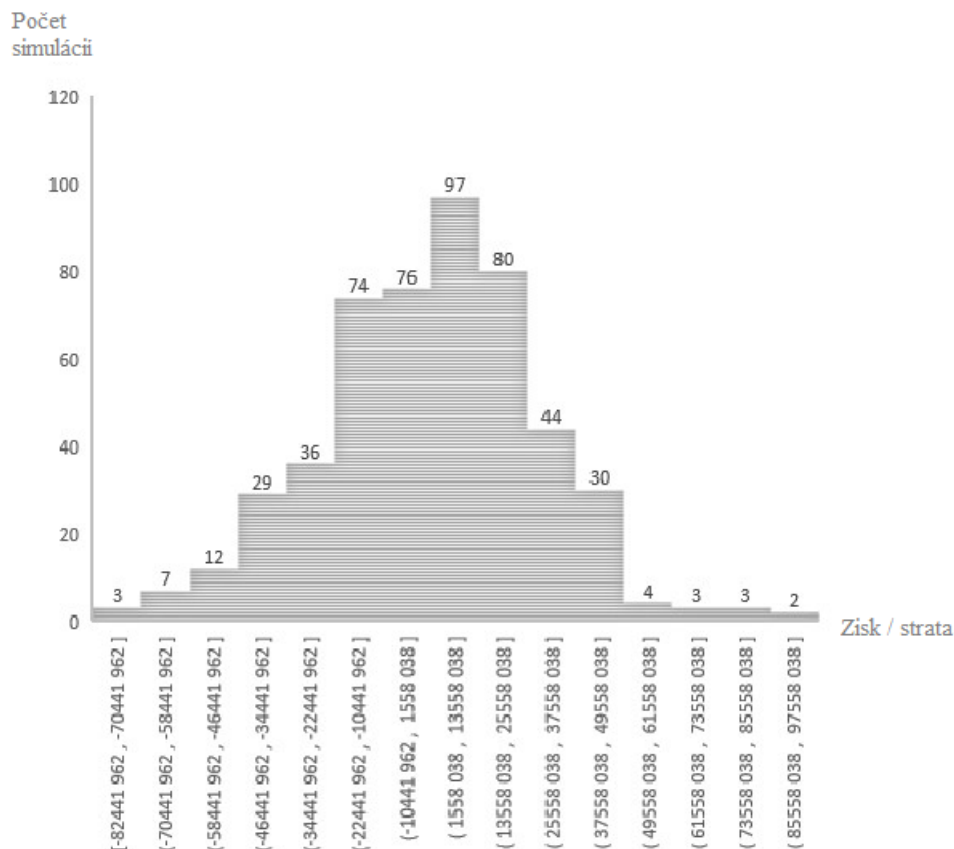
Scenár s dôrazom na čiastočnú uhlíkovú neutralitu									
Palivo	Množstvo EE v MWh	Množstvo paliva t na 1 MWh	Množstvo paliva v t	Cena €/t	Náklady	CENA EE (€/MWh)	Tržby	Zisk	
CU	138 320,000	0,488	67 500,000	98,450	6 645 375,000	82,020	22 690 012,800		
CO2		1,053	145 651,000	29,600	4 311 269,600				
	Množstvo EE v MWh	Množstvo paliva t na 1 MWh	Množstvo paliva v t	Cena €/t	Náklady	CENA EE (€/MWh)			
Drevná štiepka	138 320,00	1,30	179 816,000	49,54	8 908 084,64	82,02			
Peletky		0,44	60 722,000	110,25	6 694 600,50				
TDP + biomasa		0,47	65 010,000	15,29	994 002,90				
									2 825 283,560
									5 038 767,700
									10 739 365,300

Zdroj: vlastné spracovanie

Metódou Monte Carlo sme v programe R studio realizovali 500 simulácií, pričom sme dospeli k nasledujúcim záverom:

A) 50 % energie z CU a 50 % z drevnej štiepky

- Zisk z predaja EE, pričom 50 % elektrickej energie pochádza zo spaľovania uhlia a 50 % zo spaľovania drevnej štiepky, ktorý predstavovala 1. simulácia scenára: 2 825 283,56 €
- Minimálny zisk (maximálna strata) pri stanovených hodnotách vstupných a výstupných údajov: - 82 441 962,00 €
- Maximálny zisk pri stanovených hodnotách vstupných a výstupných údajov: 89 962 898,00 €
- Priemerný zisk pri stanovených hodnotách vstupných a výstupných údajov: 1 447 956 €
- Smerodajná odchýlka: 27 301 351,77 €
- Percentuálne vyjadrenie možného zisku v 500 simuláciách: 55,60 %

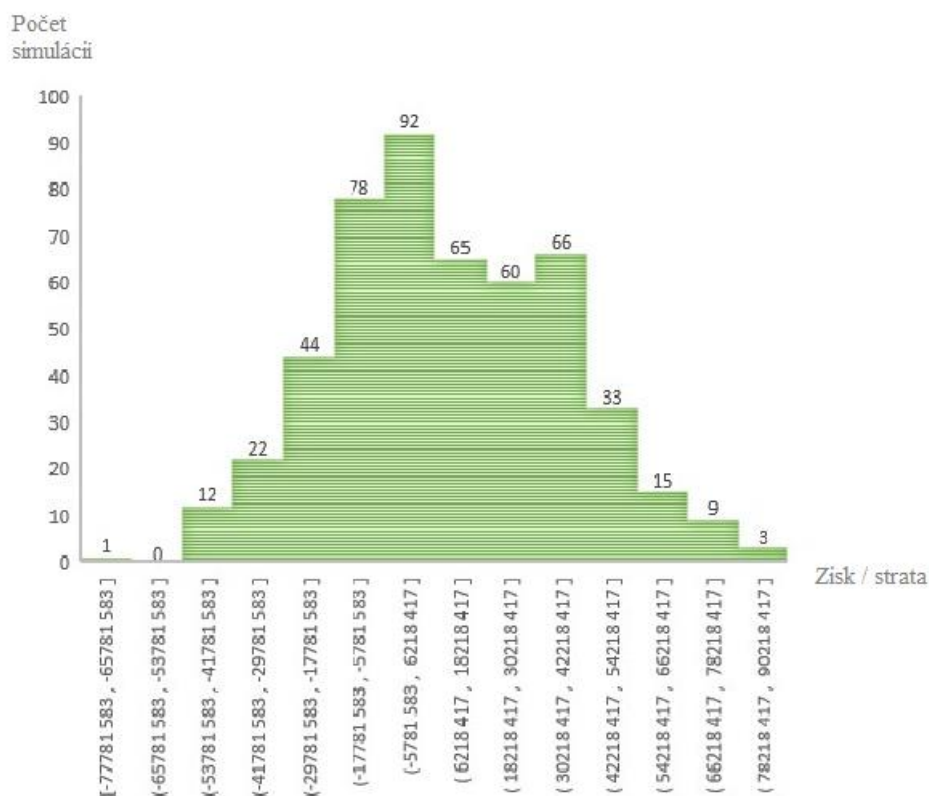


Graf 12 Výsledok 2. scenára zohľadňujúceho čiastkovú uhlíkovú neutralitu (CU + DŠ)

Zdroj: vlastné spracovanie

B) 50 % energie z CU a 50 % z peletiek

- Zisk z predaja EE, pričom 50 % elektrickej energie pochádza zo spaľovania uhlia a 50 % zo peletiek, ktorý predstavovala 1. simulácia scenára: 5 038 767,70 €
- Minimálny zisk (maximálna strata) pri stanovených hodnotách vstupných a výstupných údajov: - 77 781 583,33 €
- Maximálny zisk pri stanovených hodnotách vstupných a výstupných údajov: 89 688 406,97 €
- Priemerný zisk pri stanovených hodnotách vstupných a výstupných údajov: 9 179 994,32 €
- Smerodajná odchýlka: 27 482 250,18 €
- Percentuálne vyjadrenie možného zisku v 500 simuláciách: 58,40 %

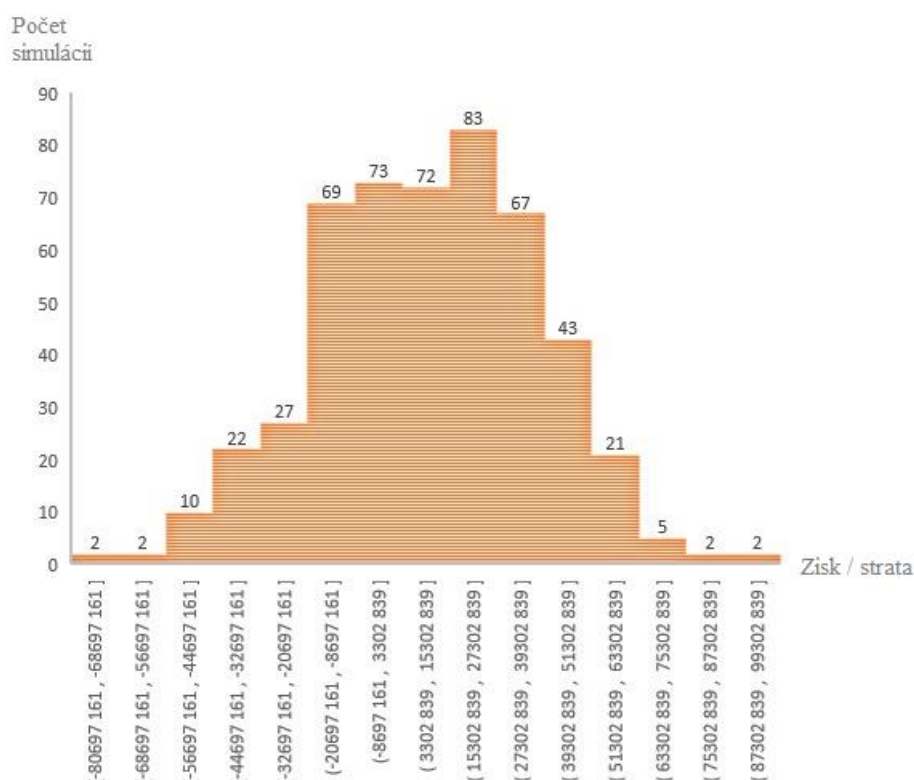


Graf 13 Výsledok 2. scenára zohľadňujúceho čiastkovú uhľikovú neutralitu (CU + P)

Zdroj: vlastné spracovanie

C) 50 % energie z CU a 50 % TDP+biomasy

- Zisk z predaja EE, pričom 50 % elektrickej energie pochádza zo spaľovania uhlia a 50 % zo spaľovania TDP + biomasy, ktorý predstavovala 1. simulácia scenára: 10 739 365,30 €
- Minimálny zisk (maximálna strata) pri stanovených hodnotách vstupných a výstupných údajov: - 80 697 161,30 €
- Maximálny zisk pri stanovených hodnotách vstupných a výstupných údajov: 96 889 147,58 €
- Priemerný zisk pri stanovených hodnotách vstupných a výstupných údajov: 10 186 819,36 €
- Smerodajná odchýlka: 27 874 787,59 €
- Percentuálne vyjadrenie možného zisku v 500 simuláciách: 62,80 %



Graf 14 Výsledok 2. scenára zohľadňujúceho čiastkovú uhlíkovú neutralitu (CU + TDP)

Zdroj: vlastné spracovanie

V prípade scenára, ktorý nezohľadňuje uhlíkovú neutralitu sme realizovali 3 podscenáre s 500 simuláciami. Najvyšší možný zisky z týchto troch podscenárov je zrejmí v prípade vyprodukovania elektrickej energie pričom 50 % z tejto energie pochádza zo spaľovania čierneho uhlia a zvyšných 50 % zo spaľovania TDP+biomasa.

Tabuľka 18 Zhrnutie výsledkov 2.scenára

	CU + DŠ	CU + P	CU + TDP
Zisk v 1. simulácií	2 825 283,56	5 038 767,70	10 739 365,30
Možný zisk	55,60 %	58,40 %	62,80 %
Minimálny zisk (strata)	- 82 441 962,00	- 77 781 583,33	- 80 697 161,30
Maximálny zisk	89 962 898,00	89 688 406,97	96 889 147,58
Priemer	1 447 956,00	9 179 994,32	10 186 819,36
Smerodajná odchýlka	27 301 351,77	27 482 250,18	27 874 787,59

Zdroj: vlastné spracovanie

Smerodajná odchýlka scenárov je značne výrazná, čo v konečnom dôsledku signifikantne ovplyvňuje minimálnu a maximálnu hodnotu zisku z predaja elektrickej

energie. Možno predpokladať, že táto signifikantná úroveň smerodajných odchýlok je odrazom vývoja cien všetkých vstupov a výstupov scenára, čo možno pripisovať aj súčasnej ekonomickej, politickej a globálnej situácií. Z uvedených scenárov vykazuje najvyšší možný zisk práve scenár, v ktorom predpokladáme, že 50 % vyrobenej elektrickej energie pochádza zo spaľovania čierneho uhlia a zvyšných 50 % zo spaľovania TDP+biomasa, kde sme Monte Carlo Simuláciami kvantifikovali možný zisk na úrovni 62,80 %. Táto hodnota udáva, že z 500 simulácií zisku z predaja elektrickej energie pri rôznych úrovniach cien vstupov a výstupov, práve 314 vykazuje zisk.

4.1.3 Scenár uhlíkovej neutrality

Podstatou scenára uhlíkovej neutrality je vyrobená elektrická energia výlučne zo 100 % spaľovania TDP. Cieľom skúšky, ktorá sa vykonala v období 29.-30.4.2020 bolo na základe rozhodnutia SIŽP Košice overiť schopnosť bloku B5 prevádzky len s palivom TDP a biomasou a následne zistiť objemy všetkých emisií pri spoluspaľovaní TDP s biomasou, ako náhrada uhlia. Počas tejto skúšky boli výsledky uspokojivé a hodnotenie vykonanej skúšky sa hodnotilo v celku za úspešné.

Veľmi podstatnou zložkou štatistického prepočtu na 100 % kalorického podielu TDP a štiepky ako náhrady CU bola skúšobná prevádzka spaľovania 50 % kalorického podielu TDP a štiepky spolu s CU, dňa 10.03.2020 (24 hodinová skúška spoluspaľovania). Podľa výstupných údajov tejto skúšky si vieme matematicko-štatisticky vypočítať z 50 % kalorického podielu alternatívneho paliva hodnotu 100 %, kde boli vypočítané kladné výsledne hodnoty. (Potoma, 2021)

Prepočty viedli k lepšej energetickej výhrevnosti 100% TDP s drevnou štiepkou, konkrétne o 304 GJ v porovnaní s CU. V prepočte na vyrobených megawatt hodín je to hodnota vyššia o 24,81MWh v porovnaní s CU. Na základe realizovaných skúšok je preto odporúčaný kalorický podiel TDP a štiepky v alternatívnom pomere **84 % TDP ku 16 % drevnej štiepky**. (Potoma, 2021)

Tabuľka 19 Mesačný prepočet fungovania iba na TDP a Štiepky v pomere 84 %:16 %

30 dní	% podiel	t	GJ	MWt	Účinnosť (koef.)	MWh
Štiepka	16	7 080	72 660	20 183,33	0,2938	5 929,86
TDP	84	14 520	341 220	94 783,33	0,2938	27 847,34
Spolu	100 %	21 600 t	413 880 GJ	114 966,67	0,2938	33 777,21

Zdroj: vlastné spracovanie

Mesačné prepočty vykonané na základe vyššie vykonaných matematicko-statistických metód s určitou vypovedajú, že pri porovnaní objemov TDP a štiepky, vykazuje drevná štiepka s tretinovým objemom celkového spáleného množstva alternatívneho pomeru iba 5 929,86MWh, zatiaľ čo TDP hodnotu vo výške až 27 847,34MWh. V porovnaní s CU je jednoznačne navrhnuté spaľovanie 100 % TDP v kombinácii so štiepkou. Vstupné náklady za 1 energetickú jednotku sú nižšie ako za 1 energetickú jednotku doteraz spaľovaného CU. V Tabuľke 20 je znázornený ročný výpočet 100 % TDP a Štiepky. (Potoma, 2021)

Tabuľka 20 Ročný prepočet spaľovania EVO iba na palive z TDP a Štiepky v pomere 84 %:16 %

Ročný	% podiel	t	GJ	MWt	Množstvo vyrobenej elektrickej energie v MWh	Náklady na 1 MWh	Plánované tržby	Spolu náklady
štiepka	16	84 960	807120	224 200	65 869,96	56,75	2 697 374,86	3 738 009,29
TDP	84	174 240	4356000	1 210 000	355 498,00	16,56	14 557 643,10	5 886 226,50
Spolu	100 %	259 200	5163120	1 434 200	421 367,96		17 255 017,96	9 624 235,79
							FN spolu	17 810 471,58
							FN dopravy uh	8 186 235,79

Zdroj: vlastné spracovanie

Podstatou scenára zohľadňujúceho uhlíkovú neutralitu výroby elektrickej energie, kde 84 % z nej pochádza zo spaľovania TDP a 16 % zo spaľovania drevnej štiepky. Pre ekonomické zhodnotenie spomínaného scenára vychádzame z nasledujúcich nevyhnutných vstupných údajov:

- priemerná cena TDP za sledované obdobie,
- priemerná cena biomasy (drevná štiepka) za sledované obdobie,
- priemerná cena elektrickej energie za sledované obdobie.

V rámci tohto scenára sme identifikovali faktory ovplyvňujúce ekonomickú stránku výroby elektrickej energie z TDP a drevnej štiepky – cena biomasy (drevnej štiepky), tuhého druhotného paliva a elektrickej energie. Predmetom tretej simulácie je sledovanie vývoja zisku z predaja elektrickej energie, kde 84 % z nech pochádza zo spaľovania TDP a 16 % zo spaľovania drevnej štiepky (100 % alternatívne palivo). Tak ako v predchádzajúcich scenároch, tak aj v tomto predpokladáme normálnosť rozdelenia vstupných a výstupných údajov.

Z toho dôvodu budeme vychádzať zo skutočnosti, že celkový objem vyrobenej elektrickej energie (276 640 MWh/rok) pochádza z energie vytvorenej spaľovaním TDP+biomasy (232 378MWh/rok) a spaľovaním drevnej štiepky (44 262 MWh/rok). Ani v tomto scenári, nie sú v zisku zisky z podporných služieb SE-EVO.

84 % vyrobenej elektrickej energie zo spaľovania TDP + biomasa

1. Objem TDP + biomasa (TDP) o výhrevnosti 25,89 GJ/t na výrobu 1 MWh:
 - $V_{CU} = HR/Q_{TDP} = 12,17 / 25,89 = 0,47t$
2. Priemerné náklady na výrobu 1 MWh EE z TDP (za sledované obdobie):
 - $C_{TDP} = 0,47 * 15,29 \text{ €} = 7,19 \text{ €/MWh}$
3. Objem (TDP) v t o výhrevnosti 25,89 GJ/t na výrobu 232 278 MWh EE:
 - $V_{TDP} * 232\,278 \text{ MWh} = 0,47t / \text{MWh} * 232\,278 \text{ MWh} = 109\,171,00 \text{ t}$

16 % vyrobenej elektrickej energie zo spaľovania drevnej štiepky

1. Objem drevnej štiepky (DŠ) o výhrevnosti 9,5 GJ/t na výrobu 1 MWh:
 - $V_{CU} = HR/Q_{DŠ} = 12,17 / 9,5 = 1,30t$
2. Priemerné náklady na výrobu 1 MWh EE z DŠ (za sledované obdobie):
 - $C_{DŠ} = 1,30 * 49,54 \text{ €} = 64,40 \text{ €/MWh}$
3. Objem drevnej štiepky (DŠ) v t o výhrevnosti 9,5 GJ/t na výrobu 44 362 MWh EE:
 - $V_{CU} * 44\,362 \text{ MWh} = 1,30t / \text{MWh} * 44\,362 \text{ MWh} = 57\,671,00t$

Následne stanovíme priemerné náklady na výrobu elektrickej energie, vyrobenej v spomínanom zložení spaľovania vstupov. Je potrebné dodať, že poplatky zo spaľovania drevnej štiepky a TDP+biomasy sú z hľadiska uzavretého cyklu obehu CO₂, ktorú rastliny počas svojho života zachytili pri fotosyntéze, odpustené. Preto priemernými nákladmi v €/MWh na výrobu elektrickej energie sú náklady na obstaranie drevnej štiepky a TDP+biomasy:

- $CN = C_{TDP} + C_{DŠ} = 7,19 + 64,40 = 71,59 \text{ €/MWh}$

Tabuľka 21 Vývoj, priemer a smerodajná odchýlka cien vstupov a výstupov

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Priemer	Smerodajná odchýlka
Cena EE (€/MWh)	33,85	26,92	40,49	50,40	61,85	56,10	304,51	82,02	98,88
Cena drevnej štiepky (€/t)	50,40	45,83	43,77	43,83	44,48	54,00	64,50	49,54	7,63
Cena TDP+biomasy (€/t)	-	-	16,56	16,56	15,10	14,10	14,15	15,29	1,22

Zdroj: vlastné spracovanie

Výsledky simulácií scenára uhlíkovej neutrality

Vstupnými dátami pri tvorbe prvej simulácie scenára uhlíkovej neutrality sú priemer, ako aj smerodajná odchýlka predajnej ceny elektrickej energie a nákupných cien alternatívnych palív – TDP+biomasa a drvenej štiepky za sledované obdobie (2015 – 2022), za predpokladu, že vývoj cien týchto vstupov a výstupov pochádza z normálneho rozdelenia pravdepodobnosti.

Tabuľka 22 Ekonomické zhodnotenie výroby EE z alternatívnych palív za sledované obdobie (2016 – 2022) v SE-EVO – 1.simulácia

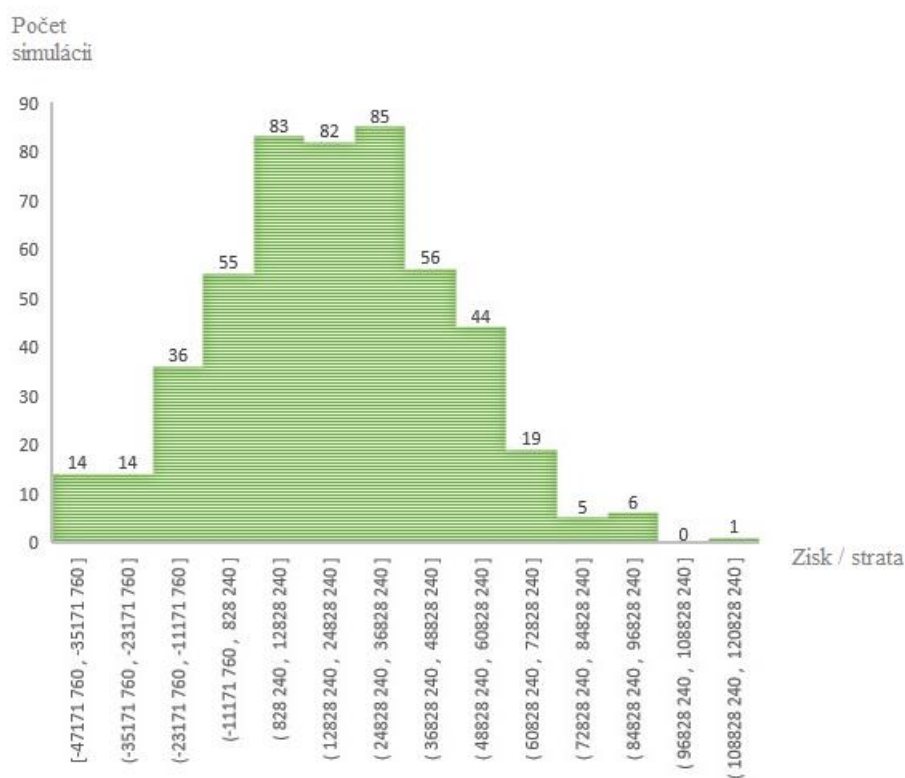
Scenár uhlíkovej neutrality								
	Množstvo EE v MWh	Množstvo paliva t na 1 MWh	Množstvo paliva v t	Cena €/t	Náklady	CENA EE (€/MWh)	Tržby	Zisk
Drevná štiepka	44 362,000	1,30	57 671,000	49,54	2 857 021,34	82,02	22 690 012,800	18 163 766,870
TDP + biomasa	232 278,000	0,47	109 171,000	15,29	1 669 224,59			

Zdroj: vlastné spracovanie

Tak, ako v prechádzajúcich scenároch, tak aj v tomto sme Metódou Monte Carlo v programe R studio realizovali 500 simulácií, pričom sme dospeli k nasledujúcim záverom:

- Zisk z predaja EE, pričom 84 % elektrickej energie pochádza zo spaľovania TDP+biomasy a 16 % zo spaľovania drevnej štiepky, ktorý predstavovala 1. simulácia scenára: 18 163 766,87 €
- Minimálny zisk (maximálna strata) pri stanovených hodnotách vstupných a výstupných údajov: - 64 802 494 €
- Maximálny zisk pri stanovených hodnotách vstupných a výstupných údajov: 86 280 992 €

- Priemerný zisk pri stanovených hodnotách vstupných a výstupných údajov:
18 767 770 €
- Smerodajná odchýlka: 26 093 440,08 €
- Percentuálne vyjadrenie možného zisku v 500 simuláciách: 76,80 %



Graf 15 Výsledok 3. scenára uhlíkovej neutrality

Zdroj: vlastné spracovanie

V prípade scenára uhlíkovej neutrality sme taktiež realizovali 500 simulácií. Výsledkom je najvyšší možný zisk zo všetkých troch realizovaných scenárov, a to na úrovni 76,80 %, ktorý hovorí o tom, že z 500 realizovaných simulácií je práve 384 takých, ktorých hodnoty vstupov a výstupov zisk, a nie stratu

4.2 Dopad záväzkov Slovenskej republiky k uhlíkovej neutralite na sociálnu skupinu obyvateľstva

Tvorca monetaristickej teórie a nositeľ Nobelovej ceny za ekonómiu Milton Friedman v známom bonmote povedal, že inflácia je vždy a všade monetárny fenomén.

Znamená to, že iba väčšie množstvo peňazí v obehu podporuje vyšší rast cien. V zásade má pravdu, aj keď nie vždy to platí doslovne. Z času na čas totiž môžu vzniknúť obdobia prudkého rastu cien, ktoré nie sú založené na raste peňažnej zásoby. Vznikajú napríklad na základe prudkého rastu cien energií či pod vplyvom úzkych hrdiel dodávateľských sietí. Vtedy ponukový šok spôsobí, že ceny nedostatkového tovaru prudko vzrastú, a pokiaľ majú silné zastúpenie v spotrebnom koši, inflácia je na svete. Takúto situáciu zažíva svet aj teraz.

Historici budú roky 2019 – 2023 súdiť z hľadiska troch fenoménov. Prvým, ktorý to všetko odštartoval bola pandémia Covid-19, ktorej protipandemické opatrenia spomalili nielen chod podnikov, ale aj samotnú výkonnosť ekonomík krajín. Druhým je vojna na Ukrajine a tretím prudký nárast inflácie.

Infláciu môžeme považovať za monetárny jav, ktorý indikuje ekonomický vývoj a neustále priťahuje pozornosť ekonómov a tvorcov politik na celom svete. Význam sledovania hladiny inflácie zohráva dôležitú rolu nie len pre ekonomiku ako celok, ale aj pre spotrebiteľov, ktorí na základe cenovej hladiny riadia svoje spotrebiteľské rozhodnutia.

Lisý (2016) v publikácii Ekonómia definuje infláciu ako ekonomický jav, podstatou ktorého je dlhotrvajúci nárast cenovej hladiny či zníženie kúpnej sily peňažnej jednotky v čase. Zmena ceny tovarov a služieb nevyhnutne neznamená, že ide o infláciu. Proces inflácie je dynamický, jednorazové zvýšenie hladiny cien nie je infláciou. Inflácia je teda rastom celkovej cenovej hladiny a nie jednotlivých cien.

Podľa Beňovej a kol. (2007) o inflácii hovoríme v prípade, že sa prekročí optimálne množstvo peňazí v obehu, ktoré sa následne prejaví narušením rovnováhy a tlakom na rast cien.

Soukup a kol. (2018) hovoria o inflácii ako o chorobe, ktorá je nebezpečná a v niektorých prípadoch smrteľná. Pokiaľ nie je táto choroba identifikovaná včas, môže zničiť spoločnosť.

Vo viacerých publikáciách sa stretávame s tým, že inflácia je zvyčajne chápaná ako proces všeobecného vzostupu cien alebo zvyšovania agregátnej cenovej hladiny. To v konečnom dôsledku znamená znižovanie kúpnej sily peňazí, ktorá sa dotýka vnútornej kúpnej sily. Nevyhnutnosťou z makroekonomického hľadiska je pozorovať aké sú celkové zmeny v oblasti poklesu alebo rastu cien. Pojmom cenová hladina označujeme celkovú úroveň cien tovarov a služieb, ktoré sa v národnom hospodárstve predávajú a nakupujú.

Rastom cenovej hladiny tovarov a služieb a nie len jednotlivých cien, znižovaním kúpnej sily sa prejavuje inflácia, ktorá môže byť spôsobená poruchami v makroekonomickej a mikroekonomickej rovnováhe, v sfére reálnej ekonomiky a v peňažnej sfére. V prípade ak celková cenová hladina poklesla hovoríme o deflácií. (Tancošová, 2005)

Z uvedených definícií inflácie môžeme povedať, že inflácia ukazuje ako výrazne sa zmenil spotrebiteľský koš v porovnaní s obdobím pred. Nasledujúca časť práce sa zaoberá ukazovateľmi, ktoré skúmajú vývoj inflácie resp. cenovej hladiny na Slovensku.

Dôsledky inflácie sú pociťované na strane spotrebiteľov aj na strane firiem, ako uvádza Pokrivčák et al. (2020). V prípade nízkej inflácie, na úrovni jedného až dvoch %, pociťované dôsledky nie sú príliš vysoké. Čo sa týka spotrebiteľov, najčastejšie postihuje inflácia ľudí, ktorí majú fixný príjem, pretože s rastúcimi cenami komodít si za svoj príjem môžu kúpiť stále menej statkov a služieb.

Inflácia ovplyvňuje všetky ekonomické subjekty a sféry ekonomického života. Inflačný rast cien prerozdeľuje dôchodky medzi jednotlivé skupiny obyvateľstva, čo predovšetkým dopadá na sociálne slabšie vrstvy obyvateľstva. Vplyv inflácie sa prejavuje nielen na fixných dôchodkoch, ale aj na mzdách či platoch, pretože cenová hladina rastie rýchlejšie ako nominálne mzdy. (Samuelson a kol., 2007)

Rýchle tempo inflácie brzdí ekonomický rast a vedie k stagnácii výroby. Mení štruktúru spotreby a znižuje kúpyschopnosť spotrebiteľov. Inflácia vnáša neistotu do investičných zámerov a plánov a rozhodovanie o nákupoch investičných statkov je spojené s inflačným rizikom. Vzhľadom na svoj vplyv na reálne mzdy inflácia prináša často aj sociálne napätie. Inflácia taktiež prináša svoje náklady a zaťažuje najmä ekonomické subjekty rôznymi dodatočnými nákladmi. Tento jav sa označuje ako taxflácia, alebo tzv. „studená progresia“ (ECB, 2009)

Pre potreby merania a sledovania vývoja cenovej hladiny sa využívajú cenové indexy. Jedným z najčastejšie sa využívajúcim indexom je tzv. Index spotrebiteľských cien (CPI – Consumer Price Index). Index je konštruovaný tak, že sleduje vývoj cenovej hladiny cien spotrebiteľov na tzv. spotrebnom koši. Spotrebný koš založený na súbore vybraných druhov tovarov a služieb, ktoré spotrebitelia kupujú v danej ekonomike. Podstatou výberu reprezentantov spotrebného koša je rozmanitá štruktúra resp. škála tovarov a služieb, aby vývoj ich cien s dostatočnou presnosťou vystihovali priemernú zmenu cien všetkých výrobkov príslušnej skupiny. V prípade nesplnenia predpokladu

rozmanitosti, dochádza ku skresleniu údajov o vývoji cenovej hladiny v ekonomike (Spěvák et. al., 2016).

Index CPI je vyjadrený v percentách. Pokiaľ je hodnota indexu CPI vyššia ako 100 % znamená to, že nastal vzrast cenovej hladiny a došlo k inflácii. (Jurečka et. al., 2017)

Ďalšie typy cenových indexov vymedzujú Spěvák et. al. (2016). Medzi v súčasnosti najviac známy cenový index patrí Harmonizovaný index spotrebiteľských cien (HICP).

Pod pojmom „Harmonizovaný“ rozumieme skutočnosť, že pri svojich výpočtoch používajú všetky krajiny Európskej únie rovnakú metodiku, vďaka čomu sa údaje za jednotlivé krajiny dajú navzájom porovnávať. Jedným zo spôsobov výpočtu HICP je zisťovanie cien, kedy sa každý mesiac zisťujú ceny v celej eurozóne rozdelených na 295 kategórií produktov. Každá krajina EÚ má iný presný počet vybraných položiek, avšak je vyžadované dodržiavanie stanovených postupov pri výpočte národných harmonizovaných indexov spotrebiteľských cien tak, aby boli výsledné údaje v rámci EÚ porovnateľné. (Európska centrálna banka, 2023)

Tabuľka 23 pojednáva o vývoji inflácie v Slovenskej republike za sledované obdobie rokov 2013 – 2022 vypracovanom na základe Harmonizovaného indexu spotrebiteľských cien (HICP) a Indexu spotrebiteľských cien (CPI).

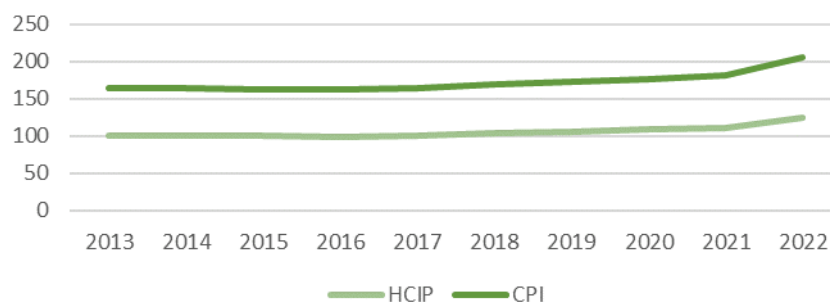
Tabuľka 23 Harmonizovaný index spotrebiteľských cien (HICP) a Index spotrebiteľských cien (CPI).

ROK	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
HICP	100,45	100,35	100,00	99,52	100,90	103,46	106,33	108,47	111,53	125,05
CPI	164,12	163,99	163,46	162,61	164,74	168,88	173,38	176,74	182,31	205,6

Zdroj: Eurostat

Medzi prístupom merania európskeho Harmonizovaného indexu spotrebiteľských cien a Indexu spotrebiteľských cien na Slovensku existujú určité, aj keď nie príliš signifikantné rozdiely. Metodika merania HICP nezahŕňa zložky „imputované nájomné“ a niektoré položky súvisiace s opravami a údržbou domácností. Ďalším rozdielom je, že do CPI sa nezahŕňujú výdavky cudzincov na Slovensku, obsahuje iba výdavky slovenských

domácností na Slovensku a v zahraničí. Takisto existujú rozdiely vo váhach jednotlivých kategórií spotrebného koša pri HICP a CPI.



Graf 16 Vývoj HICP a CPI (2013 – 2022)

Zdroj: Eurostat

Z porovnania inflácie meranej indexom CPI a HICP (graf 16) možno vidieť, že medzi jednotlivými metódami merania inflácie existuje len veľmi nepatrný rozdiel, najmä v určitých obdobiach. V prípade rozdielov medzi jednotlivými metódami merania inflácie ide o rozdiel v ich metodike, najvýznamnejším rozdielom je nezahrnutie položky imputované nájomné v indexe HICP. Imputované nájomné vlastne predstavujú náklady na vlastné bývanie, čo znamená, že prostredníctvom tejto položky spotrebného koša môžeme nepriamo sledovať zmenu cien nehnuteľností. V prípade výrazného zvyšovania resp. znižovania imputovaného nájomného sa znižuje vzájomná porovnateľnosť ukazovateľov CPI a HICP.

Pre lepší obraz o vývoji inflácie je potrebné poznať ekonomické pozadie, v ktorom sa krajiny v danom časovom období nachádzali. Od druhej polovice roku 2013 až do začiatku roka 2016 sme mohli sledovať postupný pokles inflácie na Slovensku, pričom v roku 2016 dosiahol HICP úroveň 99,52. Tento inflačný útlm bol spôsobený stagnáciou dopytu, poklesom cien ropy a veľmi nízkou úrovňou regulovaných cien, ktoré by mohli poskytnúť požadovaný inflačný impulz. V obdobiach od roku 2017 mal index HICP rastúcu tendenciu, pričom tento trend trval až do konca sledovaného obdobia. Významnou súčasťou tohto vývoja bol rast cien potravín a globálnych cien ropy. Následný vzrast inflácie bol od roku 2020 podporovaný príchodom pandémie koronavírusu. Hodnota HICP v roku 2022 udáva najvyššiu úroveň HICP v rámci sledovaného obdobia, a to v hodnote 125,05. Obdobný vývoj sledujeme aj pri ukazovateli CPI.

Pre zistenie celkovej inflácie je potrebné poznať váhy tovarov a služieb, ktoré vlastne predstavujú podiel spotreby konkrétnej skupiny tovarov a služieb na celkovej spotrebe

domácností. Štruktúra spotrebného koša zvyčajne prechádza len minimálnymi zmenami, naopak váhy tovarov a služieb sa menia každoročne, čím je zabezpečený reálny obraz skutočnej spotreby obyvateľstva. Medzinárodná klasifikácia COICOP (Classification of Individual Consumption by Purpose – klasifikácia individuálnej spotreby podľa účelu) uvádza 12 hlavných odborov spotrebného koša.

Tabuľka 24 Reprezentanti spotrebného koša SR podľa klasifikácie COICOP

Klasifikácia COICOP	2023	2022	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2014
01 Potraviny a nealkoholické nápoje	146	146	146	146	143	143	143	143	142	142
02 Alkoholické nápoje a tabak	13	13	12	12	12	12	13	13	12	13
03 Odevy a obuv	87	87	87	88	87	87	86	86	87	86
04 Bývanie, voda, elektrina, plyn a ostatné palivá	50	50	49	49	48	48	42	44	44	43
05 Nábytok, bytové zariadenie a bežná údržba domácnosti	91	90	87	88	88	86	86	86	86	86
06 Zdravotníctvo	37	37	39	37	37	35	35	32	32	32
07 Doprava	86	85	84	83	83	84	83	72	72	74
08 Pošty a spoje	21	21	20	19	21	23	29	23	28	27
09 Rekreaícia a kultúra	84	83	82	82	82	82	83	82	82	83
10 Vzdelávanie	8	9	9	9	9	9	8	8	8	8
11 Reštaurácie a hotely	45	45	45	44	45	45	45	45	45	45
12 Rozličné tovary a služby	72	72	71	71	73	72	71	70	70	70

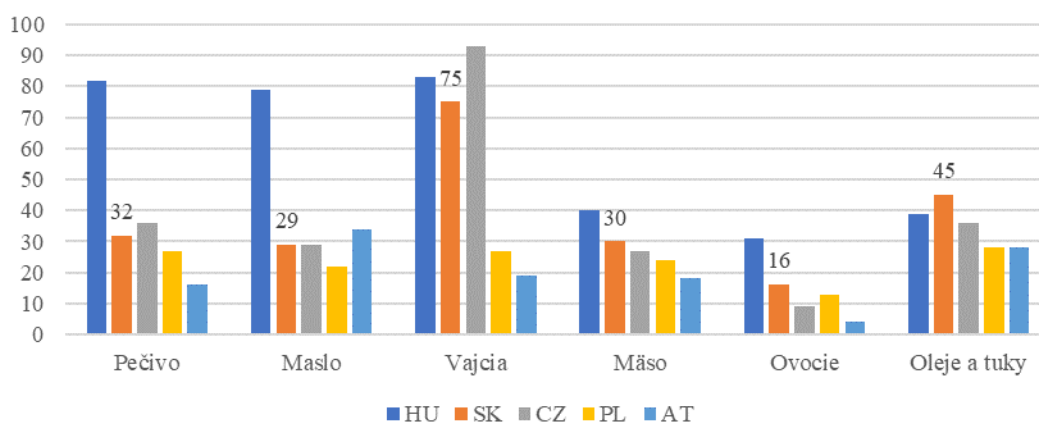
Zdroj: vlastné spracovanie podľa ŠÚ SR

Tabuľka 24 udáva prehľad o počte reprezentantov spotrebného koša Slovenskej republiky za obdobie 2014 - 2023. Z tabuľky je zrejmé, že celkový počet položiek spotrebného koša, ako aj jednotlivých kategórií sa medziročne mení. V závislosti od počtu položiek patriacich do jednotlivých kategórií, tvoria kategórie 01- Potraviny a nealkoholické nápoje, ako aj 05 - Nábytok, bytové zariadenie a údržba domácnosti najpočetnejšie zastúpenie. Najmenej sledovaných položiek v spotrebnom koši, tvorí kategória 10 - Vzdelávanie. Za sledované obdobie najviac stúpol počet sledovaných položiek v kategórii 07 - Doprava. V rámci tejto kategórie sú sledované ceny dopravných prostriedkov, prevádzky prostriedkov osobnej dopravy a dopravné služby. Kategória 08 - Pošty a spoje, reprezentuje skupinu položiek, v ktorej počas sledovaného obdobia najviac klesol počet skúmaných položiek.

Marec 2023 je z hľadiska sledovania inflácie mesiacom, kedy inflácia poklesla na úroveň z októbra 2022, a teda na 14,8 %. Rast medziročnej inflácie sledujeme od začiatku roka 2021. V súčasnosti (február 2023) zaznamenávame už tretí raz v priebehu uplynulých štyroch mesiacov dosiahnutie doterajšieho maxima 15,4 %. Medziročne vzrástli spotrebiteľské ceny tovarov a služieb v mesiaci marec o 1,2 %.

Medzimesačný (marec/február 2023) nárast cien tovarov a služieb je zreteľný v 11 z 12 odborov spotrebného koša podľa medzinárodnej klasifikácie COICOP. Rastúce ceny potravín majú v súčasnom sledovaní vývoja inflácie najväčší vplyv. Sledujeme zdraženie **potravín** o 2,1 %, čo je spôsobené rastom cien najmä zeleniny (o 9,8 %), cukru a cukroviniek (o 2,7 %), mäsa (2,2 %), chleba a obilnín (o 1,3 %) a mlieka, syrov, vajec (o 0,3 %). Zo sledovaných kategórií vývoja cien klesli len ceny olejov a tukov o 2,5 %, najmä masla.

Podľa údajov štatistického úradu SR ceny potravín nepretržite rastú už tretí rok. Ceny tejto výdavkovej skupiny sa v marci 2023 opäťovne zvýšili na 29 %, čím dosiahli úroveň z decembra 2022. Navýšenie cenovej hladiny o viac ako 25 % je zrejmé v 7 z 9 skupín potravín. Signifikantne vzrástli ceny mäsa, chleba a obilnín, mlieka, syrov a vajec. Zdražovanie cien neobišlo ani zeleninu, oleje a tuky či cukor a cukrovinky.



Graf 17 Medziročné zdraženie vybraných cien potravín na Slovensku a v susedných krajinách v % (12/2022)

Zdroj: vlastné spracovanie podľa TREND analyses

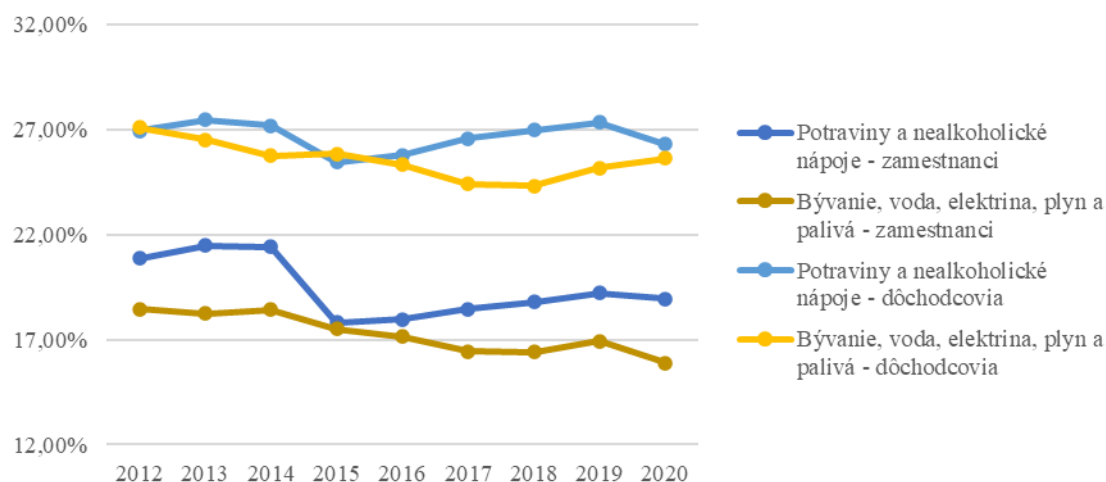
Druhým najvýraznejším medzimesačným rastom cien z klasifikácie COICOP je odbor **bývanie a energie**, kde hovoríme o 0,5 % zvýšení, čo je rovnaké ako v mesiaci február. Zvýšenie je ovplyvnené vyššími cenami dodávok vody až o 3,2 %, odvádzaním

odpadových vôd (o 2,5 %) a tepelnej energie (o 0,8 %). Mierne navýšenie je aj v imputovanom nájomnom (o 0,03 %).

Ceny v odbore bývanie a energie majú na výdavky domácnosti druhý najväčší vplyv. Napriek dynamike rastu, ktorá už tretí mesiac po sebe klesala, bol v marci 2023 rast tejto kategórie 13,6 %. V imputovanom nájme sa prejavuje dlhodobý vplyv rastu cien stavených materiálov, ktoré mali medziročný nárast o 13,2 %, čo je najnižšia hodnota od decembra 2021. Mierny pokles je sledovaný na cenách pevných palív, ktorých ceny poklesli na medziročnú hodnotu 4,5 %.

V marci 2023 boli vyššie ceny tabakových výrobkov, čo bolo spôsobené zvýšením spotrebnej dane na tabak. Nárast cien je zrejmý aj v prípade stravovacích a ubytovacích službách, odevov a obuvi, zdravotníckych výrobkov a služieb či poštových službách. Ako sme vyššie spomenuli, len jeden odbor uvádza medzimesačné mínusové hodnoty. Odbor doprava má v porovnaní s mesiacom február, v marci medzimesačný pokles cien o 0,7 %, aj napriek tomu, že na nákup dopravných prostriedkov a dopravných služieb minieme viac. Za pokles cien odboru doprava môže medzimesačný pokles cien pohonných látok, a to o 2,4 %.

Z medziročného hľadiska sa rast cien tovarov a služieb v marci 2023 spomalil na najnižšiu hodnotu inflácie za posledných 6 mesiacov, a to 14,8 %. Nárast cien je sledovaný naprieč všetkým 12 odborom spotrebného koša podľa medzinárodnej klasifikácie COICOP. Medziročný nárast cien tovarov a služieb dosiahol u polovici sledovaných výdavkových skupín úroveň nad 10 %.



Graf 18 Vývoj podielu výdavkov na potraviny a bývanie v domácnostiach dôchodcov a zamestnaných (2012 – 2020)

Zdroj: vlastné spracovanie podľa ŠÚ SR

Najvýznamnejšiu časť výdavkov domácností dôchodcov a zamestnancov tvoria výdavky na **potraviny a výdavky na bývanie** a s ním súvisiace služby. Domácnosti dôchodcov tak spolu minú v priemere za sledované obdobie až 52,22 % z celkových výdavkov na spomínané výdavkové kategórie. Pre porovnanie, priemerné výdavky domácnosti zamestnancov predstavujú spolu priemerne 36,70 % počas sledovaného obdobia. Domácnosti dôchodcov vydávajú o viac ako tretinu na bývanie a o štvrtinu viac na potraviny než domácnosti zamestnancov.

Tabuľka 25 Vývoj spotrebných výdavkov domácnosti zamestnancov v porovnaní s domácnosťami dôchodcov

Výdavky na osobu a rok v eurách 2020	Domácnosti zamestnancov		Domácnosti dôchodcov	
	v €	%	v €	%
Čisté peňažné výdavky	4 907,64	100,00	4 569,00	100,00
Potraviny a nealkoholické nápoje	928,8	18,93	1 202,28	26,31
Alkoholické nápoje a tabak	128,16	2,61	137,16	3,00
Odievanie a obuv	176,52	3,60	160,44	3,51
Bývanie, voda, elektrina, plyn a palivá	780,36	15,90	1 170,84	25,63
Nábytok, bytové vybavenie a bežná údržba bytu	248,64	5,07	240,96	5,27
Zdravie	115,32	2,35	200,64	4,39
Doprava	448,2	9,13	269,4	5,90
Pošty a telekomunikácie	234,36	4,78	226,32	4,95
Rekreácia a kultúra	201,48	4,11	162,00	3,55
Vzdelávanie	21,60	0,44	2,04	0,04

Hotely, kaviarne a reštaurácie	289,08	5,89	117,12	2,56
Rozličné tovary a služby	481,68	9,81	224,4	4,91
Ostatné čisté výdavky	853,44	17,39	455,4	9,97

Zdroj: vlastné spracovanie podľa DATAcube.sk

Tabuľka 25 pojednáva o percentuálnom a absolútnom vyjadrení výdavkov na jednotlivé výdavkové kategórie pre domácnosti dôchodcov v porovnaní s domácnosťami zamestnancov za rok 2020. Je zrejmé, že štruktúra výdavkov sledovaných kategórií domácnosti sa mierne líši. Relatívne vysoký podiel výdavkov za potraviny a nápoje u dôchodcov, ktorý v absolútnom vyjadrení predstavuje 1 202,28 € (relatívne 26,31 %) je spôsobený veľkosťou domácnosti dôchodcov ako aj nákupným správaním. Nízka priemerná veľkosť domácností dôchodcov, vedie pri prepočte výdavkov domácnosti na osobu k vyšším absolútnym i relatívnym hodnotám. S veľkosťou domácnosti dôchodcov je spojená aj efektívnosť hospodárenia, kde v prípade viacčlenných domácnosti zamestnancov sa stretávame s možnosťou nákupu cenovo zvýhodnených tovarov, čo v prepočte na jednotlivca je zreteľné v nižších výdavkoch. V prípade zamestnancov, môžu byť výdavky za potraviny a nealkoholické nápoje presunuté do kategórie Hotely, kaviarne a reštaurácie, čo je spôsobené životným štýlom a nákupným správaním domácnosti zamestnancov.

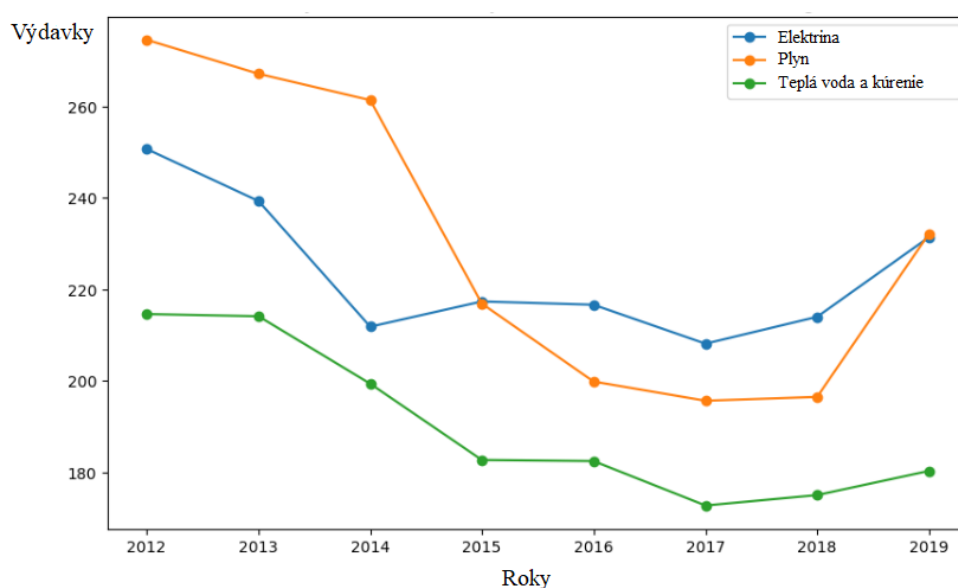
Tabuľka 26 Vývoj ročných výdavkov (v €) na elektrinu, plyn, palivá a teplú vodu a ústredné kúrenie domácnosti zamestnancov a dôchodcov

Vývoj ročných výdavkov (v €) na elektrinu, plyn a iné palivá – domácnosti dôchodcov									
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Elektrina	250,68	239,28	211,8	217,32	216,6	208,08	213,96	231,36	265,56
Plyn	274,56	267,12	261,36	216,84	199,8	195,6	196,44	232,08	226,68
Teplá voda a ústredné kúrenie	214,56	214,08	199,32	182,64	182,4	172,68	174,96	180,24	211,56
Vývoj ročných výdavkov (v €) na elektrinu, plyn a iné palivá – domácnosti zamestnancov									
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Elektrina	164,28	157,44	152,76	161,16	159,84	152,40	156,60	168,24	172,32
Plyn	139,32	137,64	146,76	137,76	127,92	124,08	124,08	146,88	137,16
Teplá voda a ústredné kúrenie	138,72	135,84	138,6	123,48	122,28	114,96	116,52	122,28	121,8

Zdroj: vlastné spracovanie podľa ŠÚ SR

Kategória výdavkov na bývanie v sebe zahŕňa výdavky domácnosti na elektrinu, plyn a teplú vodu a ústredné kúrenie, ktorých ročný vývoj je zobrazený v tabuľke 26. Údaje v tabuľke hovoria o ročnom vývoji výdavkov domácnosti dôchodcov a domácnosti zamestnancov na energie v období 2012 – 2020. Na základe týchto údajov nás zaujíma, aký bude vývoj týchto nákladov pre nasledujúce roky.

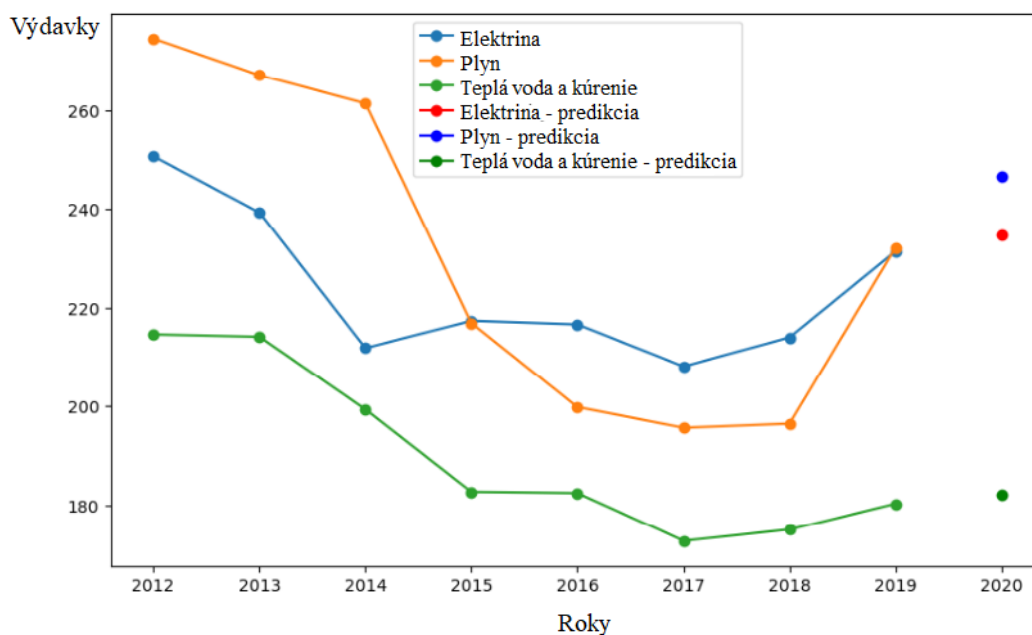
Podľa metodiky forecastingových metód si tieto dáta rozdelíme do dvoch skupín. Do trénovacej skupiny zaradíme ročné náklady domácnosti dôchodcov na energie za roky 2012 až 2019 a do testovacej hodnoty nákladov na energie za rok 2020. Na dáta z trénovacej skupiny aplikujeme vybrané forecastingové metódy – Exponenciálne vyrovňavanie (Exponential Smoothing) a ARIMA za účelom predpokladania hodnoty na rok 2020. Následne presnosť prognóz overíme s hodnotami z testovacej skupiny (rok 2020), pomocou metrík MAPE a RMSE. Ak je presnosť modelov dostatočná, môžeme použiť modely na prognózovanie nákladov na elektrinu, plyn, teplú vodu a kúrenie pre budúce roky.



Graf 19 Vývoj výdavkov dôchodcov na energie

Zdroj: vlastné spracovanie

Graf 19 Výdavkov dôchodcov na energie v rokoch 2012 – 2019 zobrazuje výdavky na elektrinu, plyn a teplú vodu a ústredné kúrenie v priebehu rokov. Na osi y je zobrazená výška výdavkov v eurách, zatiaľ čo na osi x sú zobrazené roky od 2012 do 2019. Zdá sa, že výdavky na tieto služby sa menia v priebehu času, s niektorými fluktuáciami a variabilitou medzi jednotlivými rokmi.



Graf 20 Výstup z forecastingovej metódy – ARIMA

Zdroj: vlastné spracovanie

Na základe výsledkov ARIMA forecastingovej analýzy vykonanej v programovacom jazyku Python, ktorej výsledky sú graficky znázornené na grafe je zrejmé, že:

- Predikované výdavky na elektrinu na rok 2020 sú 234,82 €,
- Predikované výdavky na plyn na rok 2020 sú 246,51 €,
- Predikované výdavky na teplú vodu a ústredné kúrenie na rok 2020 sú 182,17 €.

Tieto hodnoty sú založené na predikčnom modeli ARIMA, ktorý sme použili na analýzu a predikovanie nákladov na elektrinu, plyn a teplú vodu s kúrením na základe historických údajov za roky 2012 až 2019. Je dôležité si uvedomiť, že predikcie môžu mať určitú mieru nepresnosti a môžu sa líšiť od skutočných hodnôt za rok 2020. Preto je vhodné skontrolovať reálne dáta za rok 2020 a porovnať ich s predpoveďami na základe metrík, ako je Mean Absolute Percentage Error (MAPE) a Root Mean Squared Error (RMSE), aby sme posúdili presnosť modelu. Pri výpočtoch spomínaných metrík vychádzame z nasledujúcich hodnôt:

Predikované hodnoty modelu ARIMA pre rok 2020:

- Predikované výdavky na elektrinu: 234,82 €,
- Predikované výdavky na plyn: 246,51 €,

- Predikované výdavky na teplú vodu a ústredné kúrenie: 182,17 €.

Skutočné hodnoty výdavkov na energie na základe ŠÚ SR pre rok 2020:

- Skutočné výdavky na elektrinu: 265,56 €,
- Skutočné výdavky na plyn: 226,68 €,
- Skutočné výdavky na teplú vodu a ústredné kúrenie: 211,56 €.

Výpočet Mean Absolute Percentage Error (MAPE):

- $MAPE_{elektrina} = \left| \frac{265,56 - 234,82}{265,56} \right| \times 100 \cong 11,58\%$
- $MAPE_{plyn} = \left| \frac{226,68 - 246,51}{226,68} \right| \times 100 \cong 8,75\%$
- $MAPE_{teplá voda a kúrenie} = \left| \frac{211,56 - 182,17}{211,56} \right| \times 100 \cong 13,90\%$

Výpočet Root Mean Squared Error (RMSE):

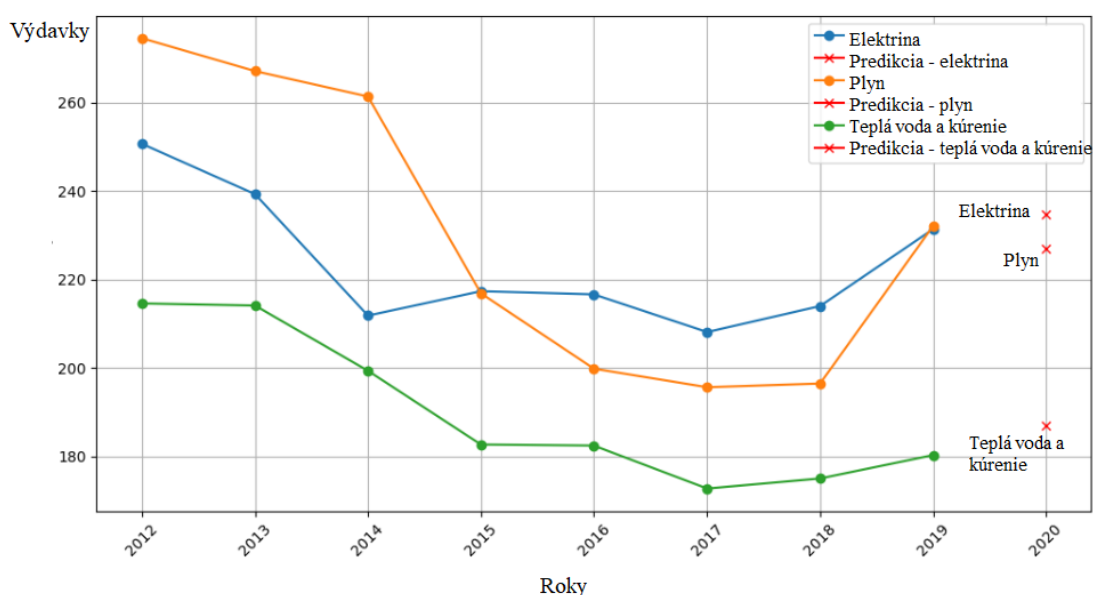
- $RMSE_{elektrina} = \sqrt{\frac{(265,56 - 234,82)^2}{1}} \cong 30,74$
- $RMSE_{plyn} = \sqrt{\frac{(226,68 - 246,51)^2}{1}} \cong 19,83$
- $RMSE_{teplá voda a kúrenie} = \sqrt{\frac{(211,56 - 182,17)^2}{1}} \cong 29,39$

Tieto metriky nám poskytujú informácie o presnosti predpovedí modelu ARIMA v porovnaní so skutočnými hodnotami za rok 2020. Nižšie hodnoty MAPE a RMSE naznačujú lepšiu presnosť predpovedí. Zhrnutie realizovaných výpočtov:

- Predikcie pre náklady domácnosti dôchodcov na elektrinu pre rok 2020 majú MAPE približne 11,58 % a RMSE približne 30,74.
- Predikcie pre náklady dôchodcov na plyn pre rok 2020 majú MAPE približne 8,75 % a RMSE približne 19,83.
- Predikcie pre náklady dôchodcov na teplú vodu a ústredné kúrenie pre rok 2020 majú MAPE približne 13,90 % a RMSE približne 29,37.

Tieto výsledky nám ukazujú, že model ARIMA má pomerne nízke percentuálne chyby (MAPE) a nízke až stredné vyššie chyby kvadratického koreňa (RMSE). Je dôležité si uvedomiť, že hodnoty chýb môžu byť relatívne vysoké v porovnaní s hodnotami nákladov, a to je niečo, čo môže byť ďalším skúmaným bodom pri zlepšovaní modelu a predpovedaní budúcich hodnôt.

Pre lepšiu výpovednú hodnotu analýzy predikcie realizujeme predikciu a porovnanie s iným modelom, ktorým je Exponenciálne vyrovňavanie (Exponential Smoothing). Pri realizácii analýzy Exponenciálneho vyrovňavania vychádzame údajov z tabuľky 21, ktoré hovoria o ročnom vývoji výdavkov domácnosti dôchodcov na energie v období 2012 – 2020. Postupnosť krokov je obdobná ako pri predošlej realizovanej metóde ARIMA. Údaje z tabuľky si taktiež roztriedime do trénovacej a testovacej skupiny na tom istom princípe ako pri metóde ARIMA.



Graf 21 Výstup z forecastingovej metódy – Exponential Smoothing

Zdroj: vlastné spracovanie

Na základe výsledkov Exponential Smoothing forecastingovej analýzy vykonanej v programovacom jazyku Python, ktorej výsledky sú graficky znázornené na grafe je zrejmé, že:

- Predikované výdavky na elektrinu na rok 2020 sú 234,65 €,
- Predikované výdavky na plyn na rok 2020 sú 226,94 €,

- Predikované výdavky na teplú vodu a ústredné kúrenie na rok 2020 sú 186,91 €.

K predchádzaniu nepresnosti predikcie skontrolujeme reálne dáta za rok 2020 s predikovanými využitím metrík Mean Absolute Percentage Error (MAPE) a Root Mean Squared Error (RMSE). Pre realizáciu spomínaných metrík využijeme nasledujúce hodnoty a vykonáme výpočty:

Predikované hodnoty modelu Exponential Smoothing pre rok 2020:

- Predikované výdavky na elektrinu: 234,65 €,
- Predikované výdavky na plyn: 226,94 €,
- Predikované výdavky na teplú vodu a ústredné kúrenie: 186,91 €.

Skutočné hodnoty výdavkov na energie na základe ŠÚ SR pre rok 2020:

- Skutočné výdavky na elektrinu: 265,56 €,
- Skutočné výdavky na plyn: 226,68 €,
- Skutočné výdavky na teplú vodu a ústredné kúrenie: 211,56 €.

Výpočet Mean Absolute Percentage Error (MAPE):

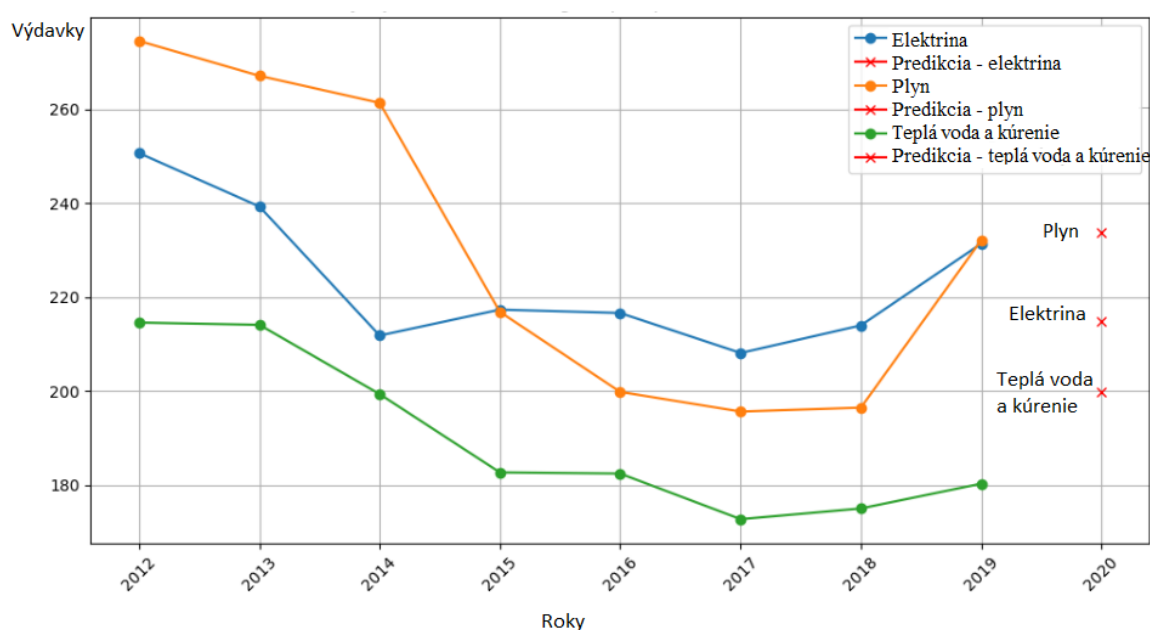
- $MAPE_{elektrina} = \left| \frac{265,56 - 234,65}{265,56} \right| \times 100 \cong 11,64\%$
- $MAPE_{plyn} = \left| \frac{226,68 - 226,94}{226,68} \right| \times 100 \cong 0,11\%$
- $MAPE_{teplá voda a kúrenie} = \left| \frac{211,56 - 186,91}{211,56} \right| \times 100 \cong 11,65\%$

Výpočet Root Mean Squared Error (RMSE):

- $RMSE_{elektrina} = \sqrt{\frac{(265,56 - 234,65)^2}{1}} \cong 30,91$
- $RMSE_{plyn} = \sqrt{\frac{(226,68 - 226,94)^2}{1}} \cong 0,26$
- $RMSE_{teplá voda a kúrenie} = \sqrt{\frac{(211,56 - 186,91)^2}{1}} \cong 24,65$

Celkovo možno povedať, že model Exponential Smoothing dosiahol relatívne podobné výsledky ako model ARIMA. Zhodnotením výsledkov výpočtov MAPE a RMSE je konštatovanie, že predikcie výdavkov na elektrinu a teplú vodu a ústredné kúrenie nadobúdajú relatívne podobné nízke hodnoty ako pri modeli ARIMA. Rozdiel vo výsledkoch sa medzi použitými metódami líši vo výdavkoch na plyn v domácnostiach dôchodcov, kde hodnota metriky MAPE, vyjadrujúca percento chyby, má hodnotu 0,11 % pri použití metódy Exponential Smoothing a 8,75 % pri metóde ARIMA.

Realizované dve forecastingové metódy doplníme o poslednú predikčnú metódu – SARIMA. Aj pri tejto metóde vychádzame z obdobného postupu ako u predchádzajúcich dvoch metódach.



Graf 22 Výstup z forecastingovej metódy SARIMA

Zdroj: vlastné spracovanie

Na základe výsledkov SARIMA forecastingovej analýzy vykonanej v programovacom jazyku Python, ktorej výsledky sú graficky znázornené na grafe 22 je zrejmé, že:

- Predikované výdavky na elektrinu na rok 2020 sú 214,72 €,
- Predikované výdavky na plyn na rok 2020 sú 233,80 €,
- Predikované výdavky na teplú vodu a ústredné kúrenie na rok 2020 sú 199,82 €.

K predchádzaniu nepresnosti predikcie skontrolujeme reálne dáta za rok 2020 s predikovanými využitím metrík Mean Absolute Percentage Error (MAPE) a Root Mean Squared Error (RMSE). Pre realizáciu spomínaných metrík využijeme nasledujúce hodnoty a vykonáme výpočty:

Predikované hodnoty modelu Exponential Smoothing pre rok 2020:

- Predikované výdavky na elektrinu: 214,72 €,
- Predikované výdavky na plyn: 233,80 €,
- Predikované výdavky na teplú vodu a ústredné kúrenie: 199,82 €.

Skutočné hodnoty výdavkov na energie na základe ŠÚ SR pre rok 2020:

- Skutočné výdavky na elektrinu: 265,56 €,
- Skutočné výdavky na plyn: 226,68 €,
- Skutočné výdavky na teplú vodu a ústredné kúrenie: 211,56 €.

Výpočet Mean Absolute Percentage Error (MAPE):

- $MAPE_{elektrina} = \left| \frac{265,56 - 214,72}{265,56} \right| \times 100 \cong 19,14\%$
- $MAPE_{plyn} = \left| \frac{226,68 - 233,80}{226,68} \right| \times 100 \cong 3,14\%$
- $MAPE_{teplá voda a kúrenie} = \left| \frac{211,56 - 199,82}{211,56} \right| \times 100 \cong 5,55\%$

Výpočet Root Mean Squared Error (RMSE):

- $RMSE_{elektrina} = \sqrt{\frac{(265,56 - 214,72)^2}{1}} \cong 50,84$
- $RMSE_{plyn} = \sqrt{\frac{(226,68 - 233,80)^2}{1}} \cong 7,12$
- $RMSE_{teplá voda a kúrenie} = \sqrt{\frac{(211,56 - 199,82)^2}{1}} \cong 11,74$

Tabuľka 27 MAPE, RMSE realizovaných forecastingových modelov

	MAPE			RMSE		
	ARIMA	Exponential Smoothing	SARIMA	ARIMA	Exponential Smoothing	SARIMA
Výdavky na elektrinu	11,58 %	11,64 %	19,14 %	30,74	30,91	50,84
Výdavky na plyn	8,75 %	0,11 %	3,14 %	19,83	0,26	7,12
Výdavky na teplú vodu a kúrenie	13,90 %	11,65 %	5,55 %	29,39	24,65	11,74

Zdroj: vlastné spracovanie podľa ŠÚ SR

Z tabuľky 27 je zrejmé, že výsledky predikcie metódou SARIMA majú všeobecne nižšie hodnoty MAPE a RMSE u dvoch druhov sledovaných výdavkov domácnosti dôchodcov, ako výsledky predikcie pomocou modelov ARIMA a Exponential Smoothing. Zhrňme preto výsledky pre jednotlivé stĺpce z tabuľky:

- Výdavky na elektrinu:
 - Metóda s najnižším MAPE: ARIMA (11,58 %)
 - Metóda s najnižším RMSE: ARIMA (30,74)
- Výdavky na plyn:
 - Metóda s najnižším MAPE: Exponential Smoothing (0,11 %)
 - Metóda s najnižším RMSE: Exponential Smoothing (0,26)
- Výdavky na teplú vodu a kúrenie:
 - Metóda s najnižším MAPE: SARIMA (5,55 %)
 - Metóda s najnižším RMSE: SARIMA (11,74)

Z týchto výsledkov je zrejmé, že pre výdavky na elektrinu by sme mali preferovať metódu ARIMA, pri výdavkoch domácnosti dôchodcov na plyn metódu Exponential Smoothing, a pre výdavky na teplú vodu a kúrenie by sme mali preferovať metódu SARIMA, pretože dosahuje veľmi nízke hodnoty MAPE a RMSE.

Na základe metód a získaných dát, môžeme takto predikovať vývoj na ďalšie 4 roky od roku 2019 do roku 2023. Táto analýza má skôr informačný charakter, ako predikčný, nakoľko je realizovaná v roku 2023, no doposiaľ nemáme dáta pre roky 2021 – 2023.

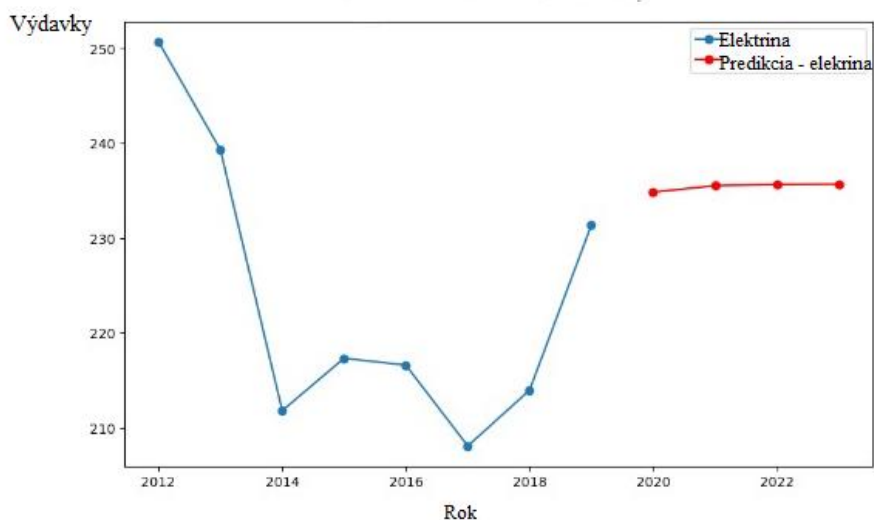
Samotné overenie realizovaných predikcie, tak môže byť predmetom ďalšej štúdie pri získaní novších dát z databázy Štatistického úradu Slovenskej republiky.

Predikcia výdavkov na elektrinu pre domácnosti dôchodcov pre roky 2020 – 2023 je zobrazená na grafe 23 a opísaná v tabuľke 28.

Tabuľka 28 Predikcie výdavkov domácnosti dôchodcov na energie pre roky 2020 - 2023

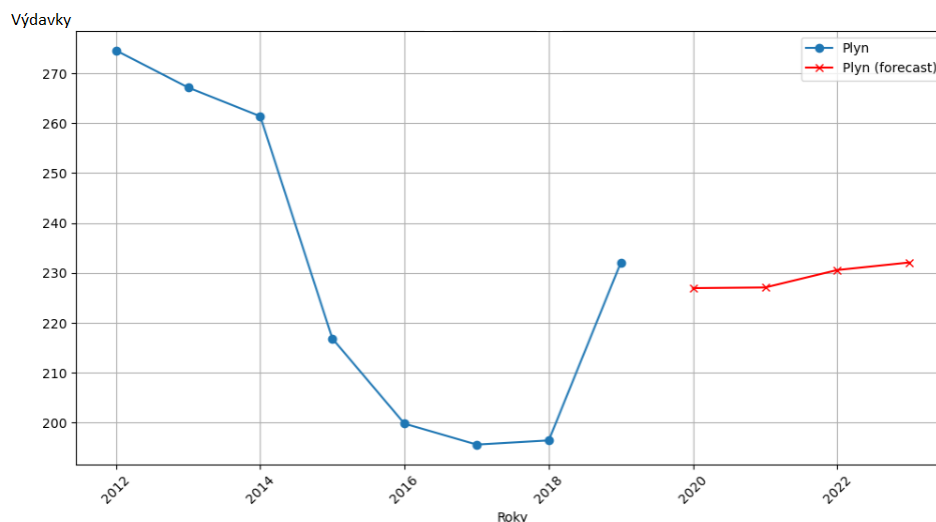
	2020	2021	2022	2023
Výdavky na elektrinu	234,82	235,51	235,65	235,67
Výdavky na plyn	226,94	227,08	230,57	232,08
Výdavky na teplú vodu a kúrenie	199,82	199,33	184,64	168,06

Zdroj: vlastné spracovanie podľa ŠÚ SR



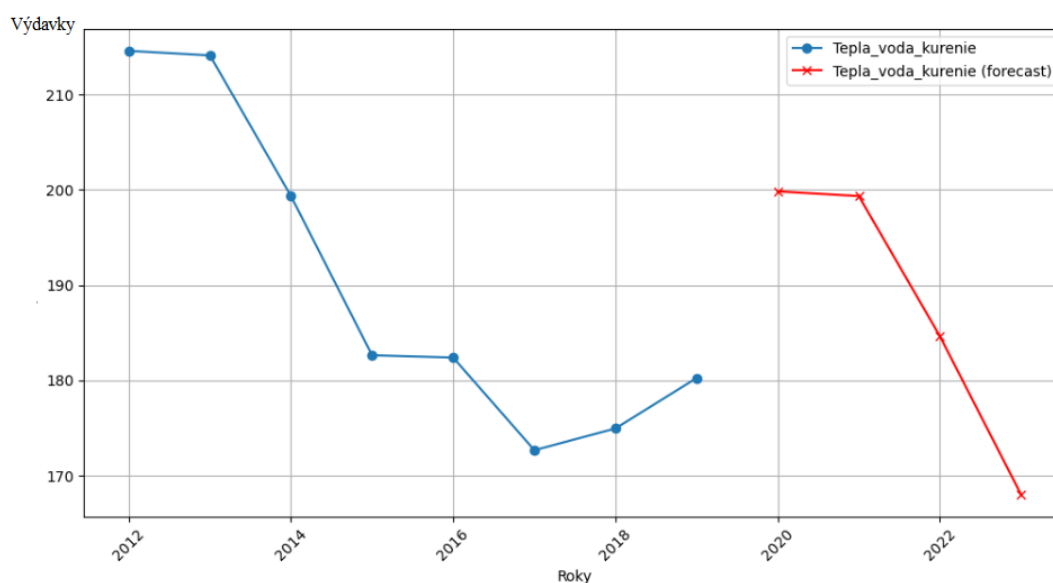
Graf 23 Predikcie výdavkov domácnosti dôchodcov na elektrinu pre roky 2020 – 2023

Zdroj: vlastné spracovanie podľa



Graf 24 Predikcie výdavkov domácnosti dôchodcov na plyn pre roky 2020 – 2023

Zdroj: vlastné spracovanie



Graf 25 Predikcie výdavkov domácnosti dôchodcov na teplú vodu a ústredné kúrenie pre roky 2020 – 2023

Zdroj: vlastné spracovanie

Tabuľka 25 poukazuje na vývoj čistých peňažných príjmov a výdavkov domácnosti dôchodcov v rokoch 2012 až 2020. Z uvedenej tabuľky vyplýva, že domácnosti dôchodcov nečerpajú na spotrebu celý svoj disponibilný dôchodok. Podiel celkových výdavkov na čistých peňažných príjmoch sa v sledovanom období pohybuje medzi 74,39 % - 85,32 %. Z uvedeného je zrejmé, že výška úspor domácnosti dôchodcov od roku 2018 do konca sledovaného obdobia klesá. Najvyšší pokles výšky úspor je zaznamenaný v rokoch 2019

a 2020. V roku 2019 si dôchodcovia dokázali ročne ušetriť 1 343,85 €, kdežto na porovnanie s rokom 2020, už len 990,05 €.

Tabuľka 29 Čisté peňažné príjmy a výdavky domácností dôchodcov v rokoch 2012 - 2020

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Čisté peňažné príjmy na osobu (v €)	4 864	4 965	5 082	4 679	4 711	5 005	5 401	5 528	5 559
Čisté peňažné výdavky na osobu (v €)	4 150	4 168	4 034	3 850	3 884	3 972	4 018	4 184	4 569
Podiel celkových výdavkov na čistých peňažných príjmoch (v %)	85,32	83,95	79,38	82,28	82,45	79,36	74,39	75,69	82,19
Úspory (v %)	14,68	16,05	20,62	17,72	17,55	20,64	25,61	24,31	17,81

Zdroj: vlastné spracovanie podľa ŠÚ SR

5 Diskusia

V dizertačnej práci sme sa zaoberali analyzovaním možných ekonomických dopadov dosiahnutia uhlíkovej neutrality na konkrétny podnik a sociálnou skupinu obyvateľstva Slovenskej republiky.

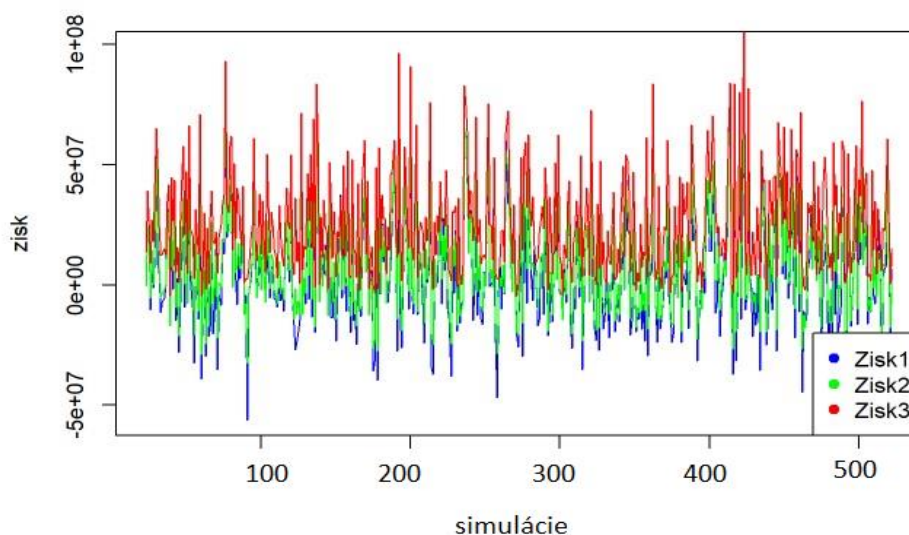
Jedným z čiastkových cieľov dizertačnej práce je dopad záväzkov Slovenskej republiky k uhlíkovej neutralite na ekonomiku vybraného podniku orientovaného na výrobu elektrickej energie. V súvislosti s týmto cieľom sme sledovali zisk z výroby elektrickej energie pri rôznych scenároch vývoja cien vstupov a cien výstupov a pri rôznom vývoji dosahovania uhlíkovej neutrality, kde sme si definovali 3 scenáre uhlíkovej neutrality aplikovanej v elektrárni Vojany. Vo všetkých troch scenároch sme sledovali ekonomický aspekt uhlíkovej neutrality v podobe zisku pri rôznych úrovniach cien vstupov a výstupov. Pri všetkých troch scenároch sme vychádzali z predpokladu výroby elektrickej energie v objeme 276 640 MWh/rok.

Scenár nezohľadňujúci uhlíkovú neutralitu. Bázický scenár, v ktorom je elektrická energia vyrobená len zo základného, a doposiaľ využívaného paliva elektrárne Vojany, ktorým je poloantracitické uhlie.

Scenár s dôrazom na čiastočnú uhlíkovú neutralitu. Tento scenár predpokladal, že vyrobená elektrická energia pochádza zo spaľovania uhlia a 50 % TDP spolu s biomasou.

Scenár uhlíkovej neutrality, kde elektrická energia pochádzala výlučne zo 100 % spaľovania TDP s biomasou.

Na základe realizovaných scenárov sme dospeli k záveru, že prechod elektrárne Vojny na spaľovanie alternatívnych palív namiesto spaľovania čierneho uhlia, za účelom zmiernenia klimatických dopadov je z hľadiska tvorby zisku ekonomický. Obrázok 5 pojednáva o vývoji zisku troch realizovaných scenárov, kde modrá krivka zobrazuje vývoj zisku prvého scenára, ktorý nezohľadňuje uhlíkovú neutralitu, zelená krivka zobrazuje scenár čiastočnej uhlíkovej neutrality a červená krivka uvádza vývoj zisku tretieho scenára s dôrazom na uhlíkovú neutralitu.



Obrázok 4 Výstup z R Studio – Porovnanie vývoja zisku 3 scenárov

Zdroj: vlastné spracovanie

Na základe vykonaných skúšok spaľovania TDP+biomasy a drevnej štiepky, ktoré boli realizované v rokoch 2020-2021 vieme potvrdiť, že výsledky týchto skúšok boli uspokojivé a hodnotenie vykonanej skúšky v prospech spaľovania alternatívnych palív. Realizovanou analýzou troch scenárov sme ekonomicky zhodnotili prospech spaľovania alternatívnych palív, ako náhrada za spaľovanie čierneho uhlia. Tu sa nám ale kladie otázka dostupnosti, kvality (dostatočná výhrevnosť) a dodávok alternatívnych zdrojov spaľovania, čo môže byť predmetom ďalšej štúdie.

Definovaním tretieho čiastkového cieľa, ktorým je dopad záväzkov Slovenskej republiky k uhlíkovej neutralite na sociálnu skupinu obyvateľstva – dôchodcov sme sledovali vývoj spotrebiteľských cien, kde sme sa zamerali na infláciu druhý najviac zasiahnutý odbor klasifikácie COICOP - bývanie a energie. Pre dosiahnutie tohto cieľa bola realizovaná analýza prognózovania ročných nákladov dôchodcov na elektrinu, plyn, teplú vodu a kúrenie využitím troch forecastingových metód s následným porovnaním a zhodnotením výsledkov. Snažili sme sa o identifikáciu správneho predikčného modelu na náklady domácnosti dôchodcov na energie (elektrina, plyn, teplá voda a ústredné kúrenie) využitím forecastingových metód. Z výsledkov aplikácie troch forecastingových metód a ich overením pomocou metrík MAPE a RMSE je zrejmé, že pre predikciu výdavkov domácnosti dôchodcov na elektrinu by sme mali preferovať metódu ARIMA, pri výdavkoch domácnosti dôchodcov na plyn metódu Exponential Smoothing, a pre výdavky

domácnosti dôchodcov na teplú vodu a kúrenie by sme mali preferovať metódu SARIMA, pretože dosahujú veľmi nízke hodnoty MAPE a RMSE.

Na základe metód a získaných dát, sme takto predikovali vývoj na ďalšie 4 roky od roku 2019 do roku 2023. Táto analýza nadobúda skôr informačný charakter, ako predikčný, nakoľko je realizovaná v roku 2023, no doposiaľ nemáme dáta pre roky 2021 – 2023. Samotné overenie realizovaných predikcie, tak môže byť predmetom ďalšej štúdie pri získaní novších dát z databázy Štatistického úradu Slovenskej republiky.

Záver

Dizertačná práca si kládla za cieľ analyzovať možné ekonomické dopady dosiahnutia uhlíkovej neutrality na slovenské výrobné a služby zabezpečujúce podniky a obyvateľstvo.

Prvá kapitola sa venovala teoretickému vymedzeniu pojmov súvisiacich s témou dizertačnej práce. Rieši súčasný stav danej problematiky doma a v zahraničí, sa venoval vysvetleniu pojmov súvisiacich s uhlíkovou neutralitou, legislatívnym opatreniam a záväzkom EÚ a Slovenskej republiky ako členského štátu EÚ v kontexte riešenia klimatických zmien. Kapitola pojednávala o energetickom mixe Slovenskej republiky a taktiež o koncepciách nakladania s komunálnym odpadom. Zaoberala sa dopadmi zavedenia klimatických opatrení na ekonomiku, kde sa venovala súčasnej situácii vývoja cien energií, emisných povoleniek teda uhlia, či zavedeniu uhlíkovej dane na niektoré tovary dovážané z krajín mimo EÚ, ktorá je do značnej miery vyvolaná cieľmi zavedenia uhlíkovej neutrality. Spomínaným sa tak naplnil teoretický prínos práce.

Podstatnou časťou dizertačnej práce je obsah kapitoly 4. Prvá časť kapitoly 4 riešila druhý čiastkový cieľ práce, ktorým bol dopad záväzkov Slovenskej republiky k uhlíkovej neutralite na ekonomiku vybraného podniku orientovaného na výrobu elektrickej energie. V tejto časti práce bola použitá simulácia scenárov uhlíkovej neutrality pomocou metódy Monte Carlo, zo záverom, že prechod elektrárne Vojny na spaľovanie alternatívnych palív namiesto spaľovania čierneho uhlia, za účelom zmiernenia klimatických dopadov je z hľadiska tvorby zisku ekonomický, čím sme naplnili druhý čiastkový cieľ práce.

K naplneniu tretieho čiastkového cieľa záverečnej práce, ktorým je dopad záväzkov Slovenskej republiky k uhlíkovej neutralite na sociálnu skupinu obyvateľstva – dôchodcov, dochádza v druhej časti výsledkovej časti práce. V tejto časti sme predikovali vývoj nákladov domácnosti na energie, ktoré spadajú do odboru klasifikácie COICOP bývanie a energie, a ktorý je v súčasnosti druhý v poradí, ktorý najviac zasiahla inflácia. Realizovali sme prognózu ročných nákladov domácnosti dôchodcov na elektrinu, plyn, teplú vodu a ústredné kúrenie využitím troch forecastingových metód s následným porovnaním a zhodnotením výsledkov.

Realizované analýzy, simulácia Monte Carlo v podmienkach elektrárne Vojany a predikčné modely so zámerom predikovať náklady domácnosti dôchodcov na energie, majú z praktického hľadiska prínos a vytvárajú priestor pre nasledujúce štúdie.

Bibliografické zdroje

1. AKTUALITY. *Emisné povolenky mali pomôcť „ozelenieť“ EÚ. Teraz však celý systém čelí obrovskej kritike.* [online]. 2022. [cit. 26.03.2022]. Dostupné na internete: < <https://www.aktuality.sk/clanok/3k7l0tr/emisne-povolenky-mali-pomoc-ozeleniet-eu-teraz-vsak-cely-system-celi-obrovskej-kritike/>>.
2. BARTOŠOVÁ, Viera – KRÁĽ, Pavol. 2020. *A methodological framework of financial analysis results objectification in the Slovak republic.* In: The European proceedings of social & behavioura, 2020. Future Academy. Dostupné na internete: <<https://doi.org/10.15405/epsbs.2016.11.02.18>>
3. BEŇOVÁ, Elena a kol. *Financie a mena.* Bratislava: IURA EDITION, 2007. 198 s. ISBN 80-8078- 031-5
4. CRISTELO, Nuno et al. *Recycling municipal solid waste incineration slag and fly ash as precursors in low-range alkaline cements.* In: Waste Management. [online]. 2020. Dostupné na: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956053X20300131>>
5. DAŇO, Ferdinand. *Príkaz rektora č. 13/2021 na realizáciu internej smernice č. 8/2021 o záverečných, rigorózných a habilitačných prácach.* 2021. Dostupné na: <https://euba.sk/www_write/files/SK/docs/interne-smernice/2021/pr_13_2021_zaverecne_prace.pdf>
6. DENNÍK N. *Týždeň v európskej ekonomike: Cena elektriny stúpa, môže za to drahšia ropa aj klimatická zmena.* [online]. 2021. [cit. 26.03.2022]. Dostupné na: <<https://e.dennikn.sk/2508023/tyzden-v-europskej-ekonomike-cena-elektriny-stupa-moze-za-to-drahsia-ropa-aj-klimaticka-zmena/>>
7. DLOUHÝ, Martin a kol. *Simulace pro ekonomy.* 2. vydanie. Praha: Oeconomica, 2005. 152 s. ISBN 80-245-0973-3
8. DOMONKOS, Tomáš. *Simulácie.* 1. vydanie. Bratislava: Letra Edu, 2018. 80 s. ISBN 978-80-89962-01-3
9. DRAPER, N. Richard - SMITH, Harry. *Applied Regression Analysis.* New York: John Wiley & Sons, 1998. 0-471-17082-8

10. Enviroportal.sk: *Kjótsky protokol k rámcovému dohovoru OSN o zmene klímy*. [online] pre MŽP SR prevádzkuje SAŽP © 2005 - 2022 [cit. 16.01.2022]. Dostupné. z: < <https://www.enviroportal.sk/dokumenty/medzinarodne-dohovory/dohovor/2>>
11. Enviroportal.sk: *Parížska globálna klimatická dohoda*. [online] pre MŽP SR prevádzkuje SAŽP © 2005 - 2022 [cit. 16.01.2022]. Dostupné. z: < <https://www.enviroportal.sk/dokumenty/medzinarodne-dohovory/dohovor/61>>
12. Enviroportal.sk: *Rámcový dohovor OSN o zmene klímy*. [online] pre MŽP SR prevádzkuje SAŽP © 2005 - 2022 [cit. 16.01.2022]. Dostupné. z: < <https://www.enviroportal.sk/dokumenty/medzinarodne-dohovory/dohovor/1>>
13. Enviroportal.sk: *Zmena klímy*. [online] pre MŽP SR prevádzkuje SAŽP © 2005 - 2022 [cit. 16.01.2022]. Dostupné. z: <<https://www.enviroportal.sk/klimaticke-zmeny>>
14. EUROPEAN CENTRAL BANK. *Why price stability*. [pdf] Brusel : ECB, 2009 [cit. 2017-01-31] Dostupné na internete: <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/other/whypricestabilityen.pdf>
15. EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY. [online] European Environment Agency © 2020 [cit. 16.01.2022]. Dostupné. z: < <https://www.eea.europa.eu>>
16. EUROPEAN PARLIAMENT. *Effort sharing regulation, 2021-2030 Limiting Member States' carbon emissions* [online]. 2016. [cit. 16.01.2022]. Dostupné na: <https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2016/589799/EPRS_BRI%282016%29589799_EN.pdf>
17. EÚROPSKA KOMISIA. *Oznámenie komisie: Čistá planéta pre všetkých. Európska dlhodobá strategická vízia pre prosperujúce, moderné, konkurencieschopné a klimaticky neutrálne hospodárstvo* [online]. 2018. [cit. 16.01.2022]. Dostupné na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/?uri=CELEX:52018DC0773>
18. EÚROPSKA KOMISIA. *Správa komisie európskemu parlamentu a rade: Správa o fungovaní európskeho trhu s uhlíkom* [online]. 2020. [cit. 16.01.2022]. Dostupné na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0740&from=CS>

19. EUŔOPSKA KOMISIA. *Správa komisie európskemu parlamentu a rade: Vytváranie podmienok na zvýšenie dlhodobej ambície. Správa o pokroku opatrení EÚ v oblasti klímy za rok 2019* [online]. 2020. [cit. 16.01.2022]. Dostupné na: <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2019/SK/COM-2019-559-F1-SK-MAIN-PART-1.PDF>
20. FRANTOVÁ, Eva. *Jadro aj plyn dostali zelenú nálepku. Čo to znamená pre Slovensko?*. [online]. 2022. Dostupné na: <<https://index.sme.sk/c/22834719/jadro-aj-plyn-su-zelene-co-to-spravi-s-cenami-energii.html#7>>
21. GREGOVÁ, Elena. *Makroekonómia*. Žilina: EDIS, 2017. ISBN 978-8-554-1403-4.
22. HAUSFATHER, Zeke. *Analysis: When might the world exceed 1.5C and 2C of global warming?*. In: Carbon Brief, 2020. [online]. [cit. 16.01.2022]. Dostupné na: <<https://www.carbonbrief.org/analysis-when-might-the-world-exceed-1-5c-and-2c-of-global-warming>>
23. HOJSÍK, Martin - HEGYI, Ladislav - REMETA, Ján. *Plán ZELENEJ obnovy Ako na to po globálnej pandémie COVID-19*. 2020. [online]. [cit. 16.01.2022]. Dostupné na: <<https://www.incien.sk/wp-content/uploads/2020/07/Zelen%C3%A1Obnova.pdf>>
24. HOŠOFF, Boris a kol. *Vývoj a perspektívy svetovej ekonomiky: Transformácia počas pandémie koronavírusu SARS-CoV-2*. In: Journal of Economics. 2021., vol. 69, no. 7. ISSN 0013-3035.
25. HYNDMAN, J. Rob – ATHANASOPOULOS, George. *Forecasting: Principles and Practice*. 2. vydanie. Melbourne: OTexts, 2018. ISBN 978-0-9875071-1-2
26. incien.sk: *Cirkulovaná ekonomika* [online]. Inštitút cirkulovanej ekonomiky: ©2023[cit. 16.01.2023]. Dostupné na: <<https://www.incien.sk/cirkularna-ekonomika/>>
27. IPCC. *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment*. Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC. 2014. Geneva, Switzerland, 151 s. Dostupné na: <https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar5/>

28. JANÍK, Samuel – VAŇOVÁ, Jaromíra - MĚKVA, Miroslava. *Potencionálne hrozby inflácie ako následok pandémie Covid-19*. In: Management od Environment. 2021. Edition ESE-57, ISBN 978-80-973844-1-8.
29. JENČOVÁ, Irena - GEIST, Radova. *Konečný verdikt Komisie: Jadro a plyn budú hrať úlohu v zelenej transformácii* [online]. 2022. [cit. 26.03.2022]. Dostupné na: <<https://euractiv.sk/section/energetika/news/konecny-verdikt-komisie-jadro-a-plyn-budu-hrat-ulohu-v-zelenej-transformacii/>>
30. JENČOVÁ, Irena. *Klimatický šéf Komisie: Za rekordnými cenami energií je závislosť Európy na fosílnych palivách*. [online]. 2021. [cit. 23.03.2022]. Dostupné na: <<https://euractiv.sk/section/zivotne-prostredie/news/klimaticky-sef-komisie-za-rekordnymi-cenami-energii-je-aj-zavislost-europy-na-fosilnych-palivach/>>
31. JOHRI, Aditya. *The Socio-Materiality of Learning Practices and Implications for the Field of Learning Technology*. In: Research in Learning Technology. [online]. 2011. Dostupné na: <<https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ949218.pdf>>
32. JUREČKA, Václav a kol. *Makroekonomie*. Praha: Grada Publishing, a.s., 2017. 368 s. ISBN 978-80- 271-0251-8
33. KAZA, Sipla, et al. *Publication: What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. Washington, DC: World Ban, 2018. 295 s. ISBN 978-1-4648-1329-0
34. KOLLÁR, Vojtech - BROKEŠ, Peter. *Environmentálny manažment*. Bratislava: Sprint vfra, 2005. 327 s. ISBN 80-89086-37-7.
35. KOTLEBOVÁ, Eva a kol. *Štatistika pre bakalárov v praxi*. 1.vydanie. Bratislava: EKONÓM. 2017. 318 s. ISBN 978-80-225-4366-8
36. KUMAR, Sunil. *Municipal Solid Waste Management in Developing Countries*. Londýn: Taylor & Francis, 2016. 200 s. ISBN 9780367574284
37. KUTNER, H. Michael - NACHTSHEIM, J. Christopher - NETER, John - LI, Wiliam. (2004). *Applied Linear Statistical Models*. New York: McGraw-Hill, 2004. ISBN 0-07-238688-6
38. LAW, M. Averill. *Simulation modeling and analysis*. New York: McGraw-Hill, 2007. 768 s. ISBN 978-00-732-9441-4

39. LÁZÁR, Marian. Current situation in Slovakia regarding fly ash management. In: Global Journal of Advanced engineering technologies and sciences [online]. 2018, ISSN 2349-0292. Dostupné na: <[http://gjaets.com/Issues %20PDF/Archive 2018/November-2018/3.pdf](http://gjaets.com/Issues%20PDF/Archive%202018/November-2018/3.pdf) >
40. LISÝ, Ján a kol. *Ekonomía*. 1. vydanie. Praha: Wolters Kluwer, 2016. ISBN 978-80-7552-275-7
41. MASSON-DELMOTTE, Valérie - ZHAI, Panmao, et al. 2018. *Summary for Policymakers*. In: Global Warming od 1,5 °C. An IPCC Special Report on the imapcts of global warming of 1,5 °C above pre-industiallevels and related global greenhouse gas emission pathways, in the contexr od strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty, Cambridge: Cambrigde University Press, 2018. Dostupné na: <<https://doi.org/10.1017/9781009157940.001> >
42. minv.sk: Sekcia MV SR [online]. Ministerstvo vnútra SR: ©2020 [cit. 16.01.2022]. Dostupné na: <<https://www.minv.sk/?OP-KZP>>
43. minv.sk: Sekcia MV SR [online]. Ministerstvo vnútra SR: ©2023 [cit. 16.01.2022]. Dostupné na: <<https://www.minv.sk/?OP-KZP>>
44. MONTGOMERY, C. Douglas - PECK, A. Elizabeth - VINING, G. Geoffrey. (2012). *Introduction to Linear Regression Analysis*. New Jersey: John Wiley & Sons, 2012. ISBN 978-1-119-57872-7.
45. MŽP SR. *Nízkouhlíková stratégia rozvoja Slovenskej republiky do roku 2030 s výhľadom do roku 2050*. [online]. Ministerstvo životného prostredia SR: ©2020 [cit. 16.02.2022]. Dostupné na: <<https://www.minzp.sk/files/oblasti/politika-zmeny-klimy/nus-sr-do-roku-2030-finalna-verzia.pdf> >
46. NG, P. Q. Wendy – LAM, H. Loong – SABEV VARBANOV, P. – KLEMEŠ, J. Jaromír. *Waste-to-Energy (WTE) network sythesis for Municipal Solid Waste*. In: Energy Conversion and Management [online]. 2014. Dostupné na: [https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0196890414000454?via %3Dihub](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0196890414000454?via%3Dihub)
47. ODKLADAL, Martin 2022. *Emisné povolenky mali pomôcť „ozelenieť“ EÚ. Teraz však celý systém čelí obrovskej kritike*. [online]. 2022. Dostupné na:

<<https://www.aktuality.sk/clanok/3k7l0tr/emisne-povolenky-mali-pomoc-ozeleniet-eu-teraz-vsak-cely-system-celi-obrovskej-kritike/>>

48. PACHAURI, K. Rajendra – MEYER, Leo. *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel of Climate Change*. Ženeva: IPCC, 2014. Dostupné na: <https://epic.awi.de/id/eprint/37530/1/IPCC_AR5_SYR_Final.pdf>
49. POTOMA, Radoslav. *Zlepšovanie kvality procesov v podniku – Ekonomická univerzita v Bratislave. Podnikovohospodárska fakulta so sídlom v Košiciach; Katedra kvantitatívnych metód. – Vedúci záverečnej práce: Dr. h. c. prof. RNDr. Michal Tkáč, CSc. – Košice: PHF EU, 2021, počet strán 137.*
50. PROTIVÍNSKÝ, Tomáš. *Ako fungujú európske emisné povolenky?*. [online]. 2021. Dostupné na: <<https://faktyoklime.sk/explainery/emisne-povolenky-ets>>
51. PSOMOPOULOS, S. Constantinos – CHATZIARAS, Nickolaos – THEMELIS, J. Nickolas. *Use of alternative fuels in cement industry*. 2014. Conference: 12th International Conference on Protection and Restoration of the Environment, At: Skiathos island, Greece Volume: 1, pp 521-529.
52. SAMUELSON, A. Paul - NORDHAUS, D. William. *Ekonomie*. 18. vydanie. Praha : NS Svoboda, 2007. s. 675. ISBN 8020505903
53. SINGH, Jiwan. *Comparative studies of physical characteristics of raw and modified sawdust for their use as adsorbents for removal of acid dye*. In: BioResources. [online]. 2011. Vol. 19, No. 3, (207 217). 12 s., ISSN 1930-2126
54. Smernica EÚ 2010/75/EÚ o priemyselných emisiách
55. SOLDÁNOVÁ, Zuzana. *Odpady*. Trnava: Tlačové štúdio Vary pre MTF STU, 2009. 36 s. ISBN 978-80-89-422-04-3.
56. SOLLY, Meilan. *CO₂ Levels Are as High as They Were Three Million Years Ago*. [online]. Smithsonian magazine, 2019. Dostupné na: <<https://www.smithsonianmag.com/smart-news/warming-temperatures-could-transform-antarctica-plant-filled-land-green-180971880/>>
57. SPRAVODAJSTVO EURÓPSKY PARLAMENT. *Globálne klimatické úsilie: Výzva na zavedenie uhlíkovej dane na dovoz do EÚ*. [online]. 2021. Dostupné na:

- <<https://www.europarl.europa.eu/news/sk/agenda/briefing/2021-03-08/4/globalne-klimaticke-usilie-vyzva-na-zavedenie-uhlikovej-dane-na-dovoz-do-eu>>
58. STERN, N. Herbert. *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. ISBN 9780511817434
 59. STRIČÍK, Michal. a kol. *Udržateľné nakladanie s komunálnym odpadom*. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2019. 304 s. ISBN 978-80-248-4359-9.
 60. SVETOVÁ BANKA. *State and Trends of Carbon Pricing 2020*. 2020. [cit. 16.01.2022]. Dostupné na: <https://www.thepmr.org/system/files/documents/ST2020_report_final.pdf>
 61. SVETOVÁ BANKA. *Štúdia nízkouhlíkového rastu pre Slovensko: Implementácia Rámca politik EÚ v oblasti klímy a energetiky do roku 2030*. 2019. [cit. 16.01.2022]. Dostupné na: https://www.minzp.sk/files/iep/2019_01_low-carbon-study_sk.pdf
 62. TA3 TASR. *Slovenské elektrárne sa dohodli s vládou. Najbližšie dva roky ceny stúpať nebudú* [online]. 2022. [cit. 26.03.2022]. Dostupné na: <<https://www.ta3.com/clanok/227888/slovenske-elektrarne-sa-dohodli-s-vladou-najblizsie-dva-roky-ceny-stupat-nebudu>>
 63. TANAKA, Kanako et al. *Industry*. In *Climate change 2007: Mitigation. Contribution of Working group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.
 64. TÁNCOŠOVÁ, Judita. *Inflácia*. 2. vyd. Bratislava: IURA EDITION, 2005. ISBN 80-8078-044-7, str. 11 – 13
 65. TANG, Yuanjun, et al. *Comparison of waste-to-energy technologies of gasification and incineration using life cycle assessment: Case studies in Finland, France and China*. In: *Journal of Cleaner Production*. [online]. 2018. Dostupné na: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652618324831>>
 66. TKÁČ, Michal - TKÁČ, Michal, ml. *Riziko v podniku: prípadová štúdia 1. In Riziko v podniku : [učebný text] [elektronický zdroj]. - Košice :*

Podnikovohospodárska fakulta v Košiciach, Ekonomickej univerzity v Bratislave, 2016. s. [1-10] [9,38 NS] online.

67. TKÁČ, Michal et al. *Technicko-ekonomická a ekologická analýza náhrady uhlia alternatívnym (syntetickým) palivom v podmienkach EVO projektu hospodárskej praxe* [výskumná správa], 2020. Košice. Podnikovohospodárska fakulta v Košiciach Ekonomickej univerzity so sídlom v Bratislave. 300 s.
68. TREND.sk. *Európske štáty sa snažia zmierniť zvyšovanie cien energií*. [online]. 2021. [cit. 26.03.2022]. Dostupné na: <<https://www.trend.sk/spravy/europske-staty-snazia-zmiernit-zvysovanie-cien-energii>>
69. UNEP. *Emissions Gap Report 2019. Executive summary*. United Nations Environment Programme, 2019. Dostupné na: <https://www.unep.org/resources/emissions-gap-report-2019>
70. ÚRAD PRE REGULÁCIU SIETOVÝCH ODVETVÍ. Výročná správa úradu za rok 2021.
71. ÚRAD PRE REGULÁCIU SIETOVÝCH ODVETVÍ. Výročná správa úradu za rok 2020.
72. ÚRAD PRE REGULÁCIU SIETOVÝCH ODVETVÍ. Výročná správa úradu za rok 2019
73. Vyhláška č. 222/2013 Úrad pre reguláciu sieťových odvetví
74. Vyhláška č. 365/2015 Ministerstva životného prostredia SR
75. Zákon č. 79/2015 Z. z. Zákon o odpadoch
76. ZALAI, Karol. *Osobitosti prognózovania finančného vývoja slovenských podnikov*, BIATEC, ročník 8, 1/2000, Bratislava, 2000