

EKONOMICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE

NÁRODOHOSPODÁRSKA FAKULTA

Evidenčné číslo: 101005/I/2024/36124048428590340

**SYSTÉM EURÓPSKEJ ÚNIE NA OBCHODOVANIE
S EMISIAMI AKO JEDNA Z HLAVNÝCH POLITÍK NA
ZMIERNENIE ZMENY KLÍMY**

Diplomová práca

Bratislava 2024

Bc. Sabína Hasprová

EKONOMICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE
NÁRODOHOSPODÁRSKA FAKULTA

**SYSTÉM EURÓPSKEJ ÚNIE NA OBCHODOVANIE
S EMISIAMI AKO JEDNA Z HLAVNÝCH POLITÍK NA
ZMIERNENIE ZMENY KLÍMY**

Diplomová práca

Študijný program: Financie a dane (Jednoodborové štúdium,
inžiniersky II. st., denná forma)
Študijný odbor: Financie a dane
Školiace pracovisko: Katedra sociálneho rozvoja a práce
Vedúci záverečnej práce: Ing. Roman Klimko, PhD.

Bratislava 2024

Bc. Sabína Hasprová

Čestné vyhlásenie

Čestne vyhlasujem, že som záverečnú prácu s názvom Systém Európskej únie na obchodovanie s emisiami ako jedna z hlavných politík na zmiernenie zmeny klímy vypracovala samostatne pod odborným vedením školiteľa Ing. Romana Klimka, PhD., s použitím literatúry uvedenej v zozname použitej literatúry.

V Bratislave, 16.04.2024

Bc. Sabína Hasprová

Pod'akovanie

Touto cestou by som sa rada pod'akovala školiteľovi mojej diplomovej práce Ing. Romanovi Klimkovi, PhD., za odborné vedenie a cenné usmernenia, ktoré mi boli poskytnuté počas písania diplomovej práce.

ABSTRAKT

HASPROVÁ, Sabína: *Systém Európskej únie na obchodovanie s emisiami ako jedna z hlavných politík na zmiernenie zmeny klímy*. – Ekonomická univerzita v Bratislave. Národohospodárska fakulta; Katedra sociálneho rozvoja a práce. – Vedúci záverečnej práce: Ing. Roman Klimko, PhD. – Bratislava: NHF EU, 2024, 80 s.

Cieľom diplomovej práce je vyhodnotenie vplyvu systému obchodovania s emisiami (EU ETS) na množstvo vyprodukovaných emisií skleníkových plynov v EÚ 27. Práca je rozdelená do piatich kapitol, obsahuje 8 tabuliek, 5 grafov, 3 schémy a 1 obrázok. Prvá kapitola je venovaná legislatívnemu rámcu systému Európskej únie na obchodovanie s emisiami. Následne skúma jednotlivé fázy obchodovania s emisnými povolenkami. V závere sa zaoberá vývojom cien a alokovaným množstvom emisných kvót na trhu. V druhej kapitole je definovaný cieľ záverečnej práce ako aj čiastkové ciele, ktoré nám pomáhali k dosiahnutiu hlavného cieľa práce. Tretia kapitola je venovaná popisu zvolených metód, ktoré sme využili v záverečnej práci. Štvrtá kapitola obsahuje korelačnú a regresnú analýzu, za pomoci ktorých hľadáme vplyvy medzi celkovým množstvom vyprodukovaných emisií skleníkových plynov a zvolenými vysvetľujúcimi premennými. Záverečná kapitola obsahuje diskusiu výsledných pozorovaní a následné vyhodnotenie existujúcich štúdií v danej problematike, ktoré sú porovnávané s výsledkami diplomovej práce. Záver kapitoly je doplnený o návrhy na zlepšenie systému EÚ na obchodovanie s emisiami.

Kľúčové slová: obchodovanie s emisiami, systém obchodovania s emisiami EU ETS, emisné kvóty, alokácia emisných kvót

ABSTRACT

HASPROVÁ, Sabína: *The European Union Emissions Trading System as one of the main policies to mitigate climate change*. – University of Economics in Bratislava. Faculty of National Economy; Department of Social Development and Work. – Thesis Supervisor: Ing. Roman Klimko, PhD. – Bratislava: NHF EU, 2024, 80 p.

The aim of the diploma thesis is to evaluate the impact of the emissions trading system (EU ETS) on the amount of produced greenhouse gas emissions in the EU 27. The thesis is divided into five chapters, contains 8 tables, 5 graphs, 3 schemes and 1 picture. The first chapter is devoted to the legislative framework of the European Union's emissions trading system. Subsequently it analyses the individual phases of emission allowance trading. In the final part of the chapter, it deals with the development of prices and the allocated amount of emission allowances on the market. The main aim of the final thesis is defined in the second chapter together with the sub-goals that helped us to achieve the main goal of the thesis. The methodology used in the thesis includes correlation and regression analysis, through which we look for influences between the total amount of produced emissions and the selected explanatory variables. The final chapter contains a discussion of the resulting observations and the evaluation of existing studies in the given field, which are compared with the results of the diploma thesis. The end of the chapter is supplemented with proposals for improving the EU emissions trading system.

Keywords: emissions trading, EU Emission Trading Scheme, emission allowances, allocation of emission quotas

OBSAH

Úvod	11
1 Súčasný stav riešenej problematiky doma a v zahraničí.....	14
1.1 Legislatívny rámec systému Európskej únie na obchodovanie s emisiami	14
1.1.1 Vývoj legislatívneho rámca systému Európskej únie na obchodovanie s emisiami	14
1.1.2 Fungovanie systému Európskej únie na obchodovanie s emisiami	17
1.1.3 Základné pojmy systému Európskej únie na obchodovanie s emisiami.....	18
1.2 Fázy vývoja systému na obchodovanie s emisiami.....	21
1.2.1 Prvá fáza (2005 – 2007)	22
1.2.2 Druhá fáza (2008 – 2012).....	22
1.2.3 Tretia fáza (2013 – 2020)	25
1.2.4 Štvrtá fáza (2021 – 2030).....	27
1.3 Vývoj cien a množstva alokovaných emisných kvót	28
1.3.1 Vývoj cien emisných kvót	29
1.3.2 Množstvo alokovaných kvót	31
2 Cieľ práce	35
3 Metodika práce a metódy skúmania	36
4 Výsledky práce	38
4.1 Všeobecný tvar lineárnej rovnice	38
4.2 Kontrolné premenné	40
4.3 Deskriptívne štatistiky premenných modelu	42
4.4 Korelačná analýza	43
4.5 Regresná analýza modelu č. 1	46
4.6 Regresná analýza modelu č. 2	47
4.7 Testovanie predpokladov klasického lineárneho regresného modelu.....	48
4.7.1 Testovanie heteroskedasticity	49
4.7.2 Testovanie autokorelácie rezíduí	50
4.7.3 Testovanie normality rezíduí	51
5 Diskusia.....	53
5.1 Prehľad štúdií v oblasti vplyvu systému EU ETS na zníženie množstva emisií skleníkových plynov	53

5.1.1 Štúdie skúmajúce vplyv systému EU ETS na celkový pokles emisií skleníkových plynov.....	54
5.1.2 Štúdie skúmajúce vplyv systému EU ETS na ekonomickú aktivitu	60
5.1.3 Štúdie skúmajúce vplyv cien emisných povoleniek na množstvo emisií.....	62
5.2 Odporúčania v oblasti regulácie systému EU ETS	64
Záver	70
Zoznam použitej literatúry	72
Príloha 1 – Ročné dáta o premenných modelu za krajiny EÚ 27.....	80

Zoznam grafov

Graf 1 – Emisie EU ETS podľa sektora.....	25
Graf 2 – Cena európskych emisných povoleniek	30
Graf 3 – Overené emisie CO ₂ a alokované povolenky v jednotlivých rokoch.....	33
Graf 4 – Maximálne množstvo alokovaných povoleniek do roku 2030.....	33
Graf 5 – Predpokladaný EU ETS emisný strop do roku 2050.....	68

Zoznam obrázkov

Obrázok 1 – Interval pre Durbin-Watsonov test.....	51
----------------------------------------------------	----

Zoznam schém

Schéma 1 – Proces prijímania legislatívneho návrhu	16
Schéma 2 – Fungovanie trhu s emisnými povolenkami	17
Schéma 3 - Mechanizmus čistého rozvoja a Spoločná implementácia.....	20

Zoznam tabuliek

Tabuľka 1 – Premenné v matematickom modeli	40
Tabuľka 2 – Deskriptívne štatistiky premenných modelu	43
Tabuľka 3 – Korelačná analýza	45
Tabuľka 4 – Výsledky regresnej analýzy modelu č. 1.....	46
Tabuľka 5 – Výsledky regresnej analýzy modelu č. 2.....	48
Tabuľka 6 – Prehľad štúdií vplyvu EU ETS na celkové množstvo emisií skleníkových plynov	59
Tabuľka 7 – Prehľad štúdií vplyvu EU ETS na ekonomickú aktivitu.....	62
Tabuľka 8 – Prehľad štúdií vplyvu vývoja cien emisných povoleniek na emisie CO ₂	64

Úvod

Systém Európskej únie na obchodovanie s emisiami (EU ETS) predstavuje kľúčový nástroj politiky Európskej únie v boji proti klimatickým zmenám. Funguje prostredníctvom stanovenia limitu na vyprodukované emisie skleníkových plynov v určitej geografickej oblasti výrobnými podnikmi, ktoré s emisiami následne obchodujú na trhu s emisnými povolenkami. Jednou z kompetencií Európskej únie je každoročné znižovanie tohto limitu primerane tomu, aby sa dosiahli ciele klimatickej neutrality do roku 2050.

Schémy sa líšia naprieč štátmi, pričom sú ovplyvňované národnými pravidlami a požiadavkami, ktoré sú kontrolované regulačnými orgánmi. Systém EU ETS je aktuálne zavedený vo všetkých krajinách Európskej únie, vrátane Islandu, Lichtenštajnska a Nórska. Momentálne sa systém nachádza vo svojej štvrtej fáze, do ktorej vstúpil 1. januára 2021.

V prvej kapitole záverečnej práce s názvom **Súčasný stav riešenej problematiky doma a v zahraničí** sa budeme venovať legislatívnemu rámcu systému Európskej únie na obchodovanie s emisiami (EU ETS). Pozrieme sa na jeho postupný vývoj od prijatia Kjótskeho protokolu v roku 1997, ktorý bol hlavnou hybnou silou snáh o redukcii vyprodukovaných emisií CO₂ z priemyselne náročných odvetví. Zároveň budeme analyzovať celoeurópsky proces prijímania jednotlivých legislatívnych návrhov a zákonov, ktoré sú v kompetencii európskych orgánov. Následne sa budeme zaoberať základným konceptom fungovania EU ETS pre lepšiu predstavu o spôsobe pridelovania emisných povoleniek a ich následnom obchodovaní na trhu.

Objasníme si základné pojmy v spojitosti so systémom, aby sme bližšie pochopili odbornú terminológiu, ktorá je nevyhnutná pre širšie chápanie súvislostí a lepšie preniknutie do problematiky znižovania emisií. Ďalej sa budeme venovať vývoju jednotlivých fáz EU ETS za časové obdobie 2005 až 2022. Toto obdobie sme si zvolili z dôvodu nedostatku existujúcich štúdií, ktoré by komplexne opisovali a vyhodnocovali účinnosť systému EU ETS vo vzťahu k zníženiu celkových emisií v EÚ. Priblížime si pravidlá fungovania systému a špecifické prvky každej fázy obchodovania. Objasníme si nedostatky, ktoré sa snažili v následných fázach obchodovania jednotlivé regulačné úrady odstrániť prísnejšími opatreniami. V závere kapitoly sa budeme detailnejšie venovať cenám a alokovanému množstvu emisných kvót za jednotlivé obchodované obdobia a pozrieme sa na ich predikovaný vývoj do budúcich období.

V kapitole s názvom **Cieľ záverečnej práce** zadefinujeme zámer práce a následne sa budeme venovať čiastkovým cieľom, ako aj formulácii výskumnej otázky, zodpovedanie ktorej by nám pomohlo vyhodnotiť účinnosť EU ETS v oblasti zníženia množstva emisií skleníkových plynov.

V kapitole **Metodika práce a metódy skúmania** si predstavíme metódy, ktoré budeme využívať v rámci písania diplomovej práce. Pri písaní teoretickej časti diplomovej práce budeme využívať najmä metódu analýzy, zatiaľ čo praktická časť bude obsahovať empiricko-štatistické metódy, na základe ktorých budeme konštruovať matematický model charakterizujúci účinnosť systému EU ETS vo vzťahu k zníženiu množstva emisií CO₂¹. V praktickej časti ďalej využívame metódu najmenších štvorcov (OLS), ktorá nám umožní čo najlepšie vystihnúť vzťah medzi závislou premennou a vysvetľujúcimi premennými. Komparáciu budeme využívať v rámci piatej kapitoly, ktorá sa venuje štúdiám v oblasti obchodovania s emisnými povolenkami a vplyvu systému na ceny povoleniek či ekonomické parametre výrobných podnikov. V závere využijeme metódu syntézy, ktorou zhrnieme výsledky práce a jednotlivé zistenia ohľadom fungovania systému EU ETS.

V štvrtej kapitole záverečnej práce s názvom **Výsledky práce** budeme koncipovať korelačnú a regresnú analýzu, prostredníctvom ktorej vyhodnotíme vplyv zvolených premenných modelov na celkové zníženie množstva emisií skleníkových plynov. Budeme hľadať pozitívne a negatívne vplyvy medzi premennými ako sú celkové HDP, investície za celú ekonomiku, investície na korporátnej úrovni a cenami emisných povoleniek na trhu v EÚ 27 za časové obdobie 2005 – 2022. V závere kapitoly budeme hodnotiť modely z hľadiska štatistickej významnosti a ich následnej použiteľnosti pre prax. Zároveň overíme predpoklady regresných modelov, ktoré vytvoríme v rámci regresnej analýzy.

Diskusiu venujeme existujúcim štúdiám v oblasti EU ETS a výsledky štúdií porovnáme so závermi našej diplomovej práce. Spoločné a rozdielne prvky štúdií spracujeme v prehľadnej tabuľke, ktorá bude smerodajným prvkom v oblasti interpretácie finálnych záverov o systéme EU ETS. Následne sa budeme venovať odporúčaniam pre zlepšenie existujúceho systému, ktoré sme mali možnosť identifikovať v rámci procesu analýzy jednotlivých fáz obchodovania. Odporúčania koncipujeme so zameraním sa na

¹ Emisie CO₂ v ekvivalentných jednotkách reprezentujú celkové emisie CO₂ vrátane spaľovania biomasy a lesných požiarov, CH₄, N₂O a F-plynov (HFC, PFC a SF₆).

konkrétne opatrenia na zníženie emisií, ktoré by mohli zákonodarcovia implementovať pre dosiahnutie klimatických cieľov Európskej únie do roku 2050.

V závere diplomovej práce zhrnieme pozorované výsledky a vyhodnotíme celkovú pôsobnosť a účinnosť systému, pričom sa budeme snažiť zodpovedať otázku, či bol systém dostatočne účinný vo vzťahu k zníženiu emisií skleníkových plynov v krajinách EÚ 27².

² EÚ 27 reprezentujú krajiny Belgicko, Bulharsko, Česká republika, Dánsko, Nemecko, Estónsko, Írsko, Grécko, Španielsko, Francúzsko, Chorvátsko, Taliansko, Cyprus, Lotyšsko, Litva, Luxembursko, Maďarsko, Malta, Holandsko, Rakúsko, Poľsko, Portugalsko, Rumunsko, Slovinsko, Slovensko, Fínsko, Švédsko od 1. februára 2020. (Spojené kráľovstvo vystúpilo z EÚ 31.1. 2020)

1 Súčasný stav riešenej problematiky doma a v zahraničí

Európska únia v kontexte prísnejšieho zníženia emisií CO₂ a zintenzívnenia ekologizácie hospodárstva rozšírila a revidovala systém obchodovania s emisnými kvótami, známeho aj ako systém Európskej únie obchodovania s emisiami (EU ETS), ktorý je kľúčovým prvkom novej stratégie EÚ v boji proti zmene klímy. Ide o regulačnú politiku na celoeurópskej úrovni, ktorá umožňuje obchodovanie s emisnými kvótami v rámci vnútorného trhu Európskej únie. Systém EU ETS je teda hlavným nástrojom Európskej únie na znižovanie emisií, pričom pokrýva približne 40 % celkových emisií CO₂ v Európskej únii. Tento nástroj environmentálnej politiky vedie k zlepšeniu stavu klímy a prechodu smerom k udržateľnému hospodárstvu, pričom motivuje podniky k zníženiu emisií skleníkových plynov a zabezpečeniu efektívnosti nákladov na zníženie emisií.

1.1 Legislatívny rámec systému Európskej únie na obchodovanie s emisiami

Systém EU ETS sa považuje za základný pilier environmentálnych právnych predpisov na úrovni Európskej únie. Právny základ EU ETS tvorí Jednotný európsky akt (SEA) z roku 1986, ktorý revidoval Rímsku zmluvu z roku 1957. Jednotný európsky akt predstavoval pre európsku integráciu a vnútorný trh nový impulz a rozšíril právomoci Európskeho spoločenstva, a to aj v otázkach životného prostredia, pričom uviedol, že EÚ môže zavádzať právne predpisy na zachovanie, ochranu a zlepšenie kvality životného prostredia, prispieť k ochrane ľudského zdravia a zabezpečiť obozretné a racionálne využívanie prírodných zdrojov.

1.1.1 Vývoj legislatívneho rámca systému Európskej únie na obchodovanie s emisiami

História systému EU ETS siaha do obdobia po prijatí Kjótskeho protokolu v roku 1997 (UNFCCC, 1998), kedy sa začal interný proces analýzy politik a opatrení v oblasti EU ETS s cieľom dosiahnuť zníženie emisií skleníkových plynov. V roku 2000 bola vydaná Zelená kniha o obchodovaní s emisiami v Európskej únii, ktorá analyzovala niekoľko otázok týkajúcich sa návrhu systému obchodovania s emisiami. Systém EU ETS bol oficiálne ustanovený Smernicou 2003/87/ES, ktorú prijal Európsky parlament a Rada

13. októbra 2003. Smernica definovala referenčné hodnoty spolu s kritériami požadovanými na prevádzku systému a určila rámec, ktorým sa riadili vnútroštátne právne predpisy (Kettner et al., 2010).

Systém EU ETS je environmentálnym zákonom spadajúcim do európskych právomocí, a preto sa rozhodnutia o EU ETS neprijímajú na úrovni členských štátov, ale na úrovni európskej. Kľúčovými inštitúciami v oblasti EU ETS podieľajúcimi sa na tvorbe politik sú Európsky parlament, ktorý zastupuje európskych občanov, Európska komisia s právomocou iniciovať legislatívny návrh a nové nariadenia v rámci EU ETS a Európska rada. Európska rada a Európsky parlament navrhujú zmeny a doplnenia legislatívneho návrhu, ktoré môže Komisia zahrnúť do aktualizovaného legislatívneho návrhu. V prvej fáze procesu prijímania legislatívneho návrhu je návrh predstavený zo strany Európskej komisie, pričom následne smeruje do prvého čítania. Po prvom čítaní, v ktorom sa uvedú navrhované zmeny k existujúcemu návrhu zo strany Parlamentu a Rady sa návrh postúpi do druhého čítania. Výsledkom druhého čítania môže byť zamietnutie pozmeňujúceho návrhu alebo jeho prijatie. Po prijatí nasleduje proces schválenia zmierovacím výborom, v ktorom sa členovia Parlamentu a Rady dohadujú na spoločnom texte. Hlasovanie o spoločnom texte prebieha v treťom čítaní, ktorého výsledkom je zamietnutie alebo schválenie legislatívneho návrhu (viď schéma 1).

Každý nový legislatívny návrh spolu s väčšinou zmien a doplnení systému EU ETS sa musí riadiť týmto postupom spoločného rozhodovania. Napriek tomu, že Parlament, Komisia a Rada majú kľúčové postavenie v legislatívnych návrhoch, významnú roľu zohrávajú aj ďalšie inštitúcie a organizácie, ako napríklad Výbory v rámci parlamentných skupín (ENVI a ITRE)³, či Výbor pre zmenu klímy. Komisia tiež zapája externé expertné skupiny, aby podporili prípravu legislatívnych návrhov a implementáciu právnych predpisov na úrovni Európskej únie.

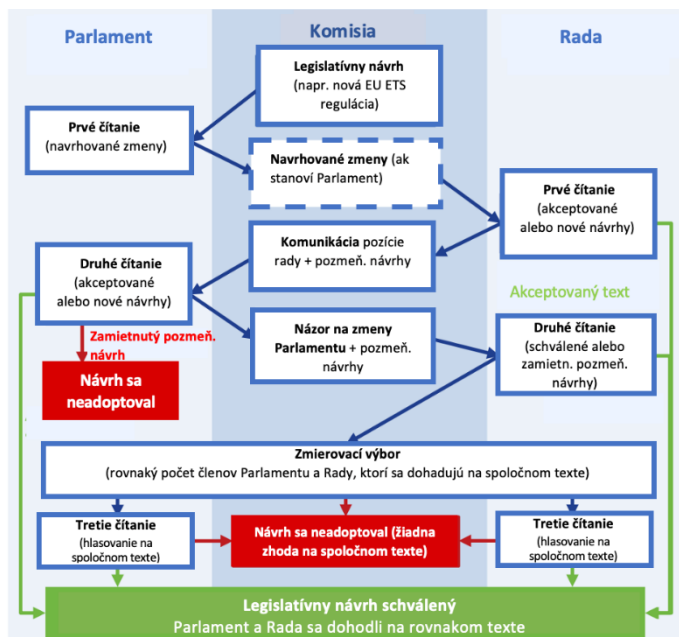
Po prijatí právnych predpisov následne dochádza k implementácii na úrovni členských štátov Európskej únie. Komisia v tomto smere zastáva mandát na presadzovanie riadnej transpozície a vykonávanie právnych predpisov. Ďalej má právomoci v pridelení bezplatných kvót, v monitorovaní, nahlasovaní a overovaní emisií CO₂. Vyššie uvedené podmienky, tzv. jednotné podmienky vykonávania sú prijímané s cieľom zabezpečiť

³ ENVI reprezentuje výbor pre životné prostredie, verejné zdravie a bezpečnosť potravín a ITRE reprezentuje výbor pre priemysel, výskum a energetiku.

harmonizovaný prístup voči všetkým členským štátom. Európska komisia má zároveň právomoc začať konanie vo veci porušenia právnych predpisov v prípade ich nedodržania členskými štátmi. Takisto môže podniknúť kroky vo veci uloženia sankcií voči členským štátom, tak ako je to stanovené v právnych predpisoch, či postúpiť prípady Európskemu súdnemu dvoru, ktorý je právnym orgánom zodpovedným za zabezpečenie dodržiavania práva EÚ. Má tiež právomoc súdneho preskúmania nových právnych predpisov s cieľom zabezpečiť, aby boli v súlade s platným právom EÚ. Ak Súdny dvor zistí, že došlo k porušeniu práva EÚ zo strany členského štátu, môže uložiť členskému štátu pokutu alebo penále až do výšky, ktorá bola určená Európskou komisiou (Európska komisia, 2015).

Komisia konzultuje jednotlivé opatrenia v oblasti systému obchodovania prostredníctvom Výboru pre zmenu klímy, v ktorom sú zastúpené všetky členské štáty Európskej únie. Výbor pre zmenu klímy napomáha pri preskúmaní rozhodnutí a nariadení týkajúcich sa oblastí ako je bezplatné pridelovanie kvót, monitorovanie alebo podávanie správ o aktuálnom stave vyprodukovaných emisií. V prípade niektorých existujúcich právnych aktov sa uplatňoval tzv. spolurozhodovací postup, kedy Parlament a Rada disponovali právom vetovať zákon zvyčajne do troch mesiacov od jeho prijatia. Tento postup sa využil napríklad pri aktualizácii zoznamu sektorov vystavených úniku uhlíka, avšak postup spoločného rozhodovania sa už na nové zákony neuplatňuje.

Schéma 1 – Proces prijímania legislatívneho návrhu



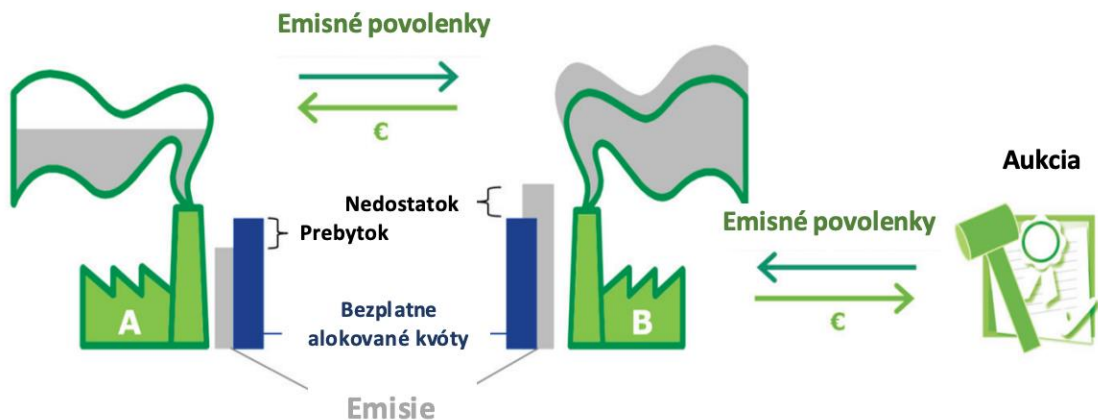
Zdroj: Ellerman, Convery a de Perthuis, 2010; vlastné spracovanie

1.1.2 Fungovanie systému Európskej únie na obchodovanie s emisiami

EU ETS predstavuje systém, ktorý má za cieľom viesť k redukcii celkových emisií skleníkových plynov všetkých účastníkov na trhu s uhlíkom. Legislatíva EU ETS upravuje pridelovanie kvót, ktoré sú v kontexte vypúšťania emisií skleníkových plynov ekvivalentné potenciálu globálneho otepľovania na úrovni jednej tony CO₂ (označované ako MtCO₂e). Horný limit emisií sa určuje počtom dostupných kvót v celom systéme a je navrhnutý tak, aby sa od roku 2013 každoročne znižoval, čím je zabezpečená postupná eliminácia počtu dostupných kvót pre podniky zapojené do systému EU ETS. Podnikom sa týmto spôsobom umožní pomalé prispôbenie sa plneniu ambicióznejších cieľov v oblasti znižovania emisií skleníkových plynov.

Účastníci systému odovzdávajú kvóty v množstve rovnajúcom sa celkovým emisiám výrobných podnikov v kalendárnom roku, a to do štyroch mesiacov po skončení daného roku s výnimkou leteckých spoločností. V prípade, že účastník nedisponuje dostatočným množstvom kvót, je nútený prijať opatrenia na zníženie emisií alebo dokúpiť chýbajúce kvóty na trhu emisných povoleniek (Emission Unit Allowances – EUA).

Schéma 2 – Fungovanie trhu s emisnými povolenkami



Zdroj: European Union, 2015

V horeuvedenom príklade máme zobrazenú továreň B, ktorá nedisponuje dostatkem bezplatných kvót na pokrytie vyprodukovaných emisií výrobného podniku. V takomto prípade si továreň môže kúpiť chýbajúce kvóty v aukcii alebo od iných účastníkov systému (v našom prípade od továrne A), ktorí držia prebytočné kvóty vo svojich depozitároch. Účastníci sa zároveň môžu rozhodnúť aj pre bankovanie, t. j. uskladnenie kvót a pre ich následné použitie v neskorších obdobiach.

Hodnota emisných kvót v systéme obchodovania s emisiami vychádza z obmedzenej ponuky a dopytu, pričom zohľadňuje rôzne špecifiká účastníkov, ktorí sú aktívni na trhu s emisnými povolenkami. Táto hodnota je taktiež silne ovplyvnená nákladmi na zníženie emisií, ktoré sa líšia medzi jednotlivými subjektmi zúčastnenými na obchodovaní.

Súlad pravidiel so systémom EU ETS je zabezpečený prostredníctvom sankčnej a presadzovacej štruktúry. Spoločnosti nedodržiavajúce pravidlá podliehajú pokutám, ktoré sú stanovené na úrovni 100 eur na tCO₂e, pričom sa pravidelne zvyšujú o infláciu v Európskej únii. Okrem toho majú podniky povinnosť vzdať sa dlžných kvót, čím sa efektívne udržiava environmentálny cieľ. Podniky sú tak stimulované znižovať emisie, a to nielen z dôvodu environmentálnej zodpovednosti, ale aj z ekonomických dôvodov spojených s predchádzaním finančným sankciám a stratám kvót (Európska komisia, 2015).

1.1.3 Základné pojmy systému Európskej únie na obchodovanie s emisiami

Nižšie uvádzame základné pojmy systému EU ETS, ktoré spoločne vytvárajú rámec pre obchodovanie s emisnými kvótami v rámci EÚ a umožňujú účastníkom prispôbiť sa environmentálnym požiadavkám s minimálnym vplyvom na hospodárstvo.

Cap and trade – regulácia emisií je založená na princípe stanovenia stropu tzv. cap pre celkové množstvo emisií, ktoré sú povolené v rámci určitého časového obdobia, pričom umožňujú obchodovanie tzv. trade s emisnými povolenkami medzi regulovanými subjektmi. Strop sa každoročne znižuje, aby sa zabezpečilo, že EÚ splní svoj všeobecne záväzný cieľ zníženia emisií skleníkových plynov. Obchodovanie prostredníctvom ETS umožňuje subjektom v systéme identifikovať najvýhodnejšiu možnosť, ktorou splnia horný limit vyprodukovaných emisií. Cenu uhlíka následne určuje trh prostredníctvom obchodovania a na základe širokého spektra faktorov (Európska komisia, 2015).

Národné alokačné plány – alokačné plány v minulosti slúžili na prerozdelenie emisných kvót do sektorov a zariadení, ktoré boli zapojené do systému obchodovania s emisiami (EU ETS) na národnej úrovni. V prvých dvoch obchodovaných obdobiach boli pridelené členskými štátmi a schvaľované Európskou komisiou, ktorá stanovovala kritériá týkajúce sa pridelených kvót v Prílohe III k Smernici 2003/87/ES. Medzi tieto kritériá patrili najmä súlad limitu s emisným cieľom členského štátu a predpokladaným cieľom v rámci systému obchodovania s emisiami, zohľadnenie technického potenciálu

činností pre zníženie emisií a súlad s inými právnymi predpismi a politickými nástrojmi Európskej únie. Ďalším kritériom stanoveným Európskou komisiou bolo zabránenie neprimeranému zvýhodňovaniu určitých podnikov v súvislosti s ustanoveniami o štátnej pomoci, informáciách o zaobchádzaní s novými účastníkmi a včasné opatrenia s cieľom zabrániť zneužitiu systému EU ETS (Kettner et al., 2010).

Horná hranica EU ETS – horná hranica EU ETS stanovuje maximálnu mieru emisií CO₂, ktoré môžu byť vyprodukované v rámci systému. Tým sa vytvára rámec pre obmedzenie celkových emisií v sektoroch zahrnutých do obchodovania s emisiami.

Jednotný celoeurópsky strop – jednotný celoeurópsky strop vystriedal národné alokačné plány, s cieľom dosiahnuť záväzky Európskej únie v oblasti znižovania emisií. Bol zavedený v rámci tretej fázy od roku 2013.

Rezerva stability trhu (Market stability reserve – MSR) – rezerva bola zavedená ako súčasť úsilia Európskej únie o posilnenie účinnosti EU ETS v dôsledku existencie nadbytočných kvót na trhu s emisnými povolenkami. Rezerva rieši súčasne prebytok kvót a zlepšuje odolnosť systému voči nepredvídaným udalostiam úpravou ponuky kvót, s ktorými sa obchoduje formou aukcie. Rezerva vypustí do obehu emisné kvóty v prípade ich poklesu pod určitú hranicu stanovenú Európskou komisiou (Európska komisia, 2021).

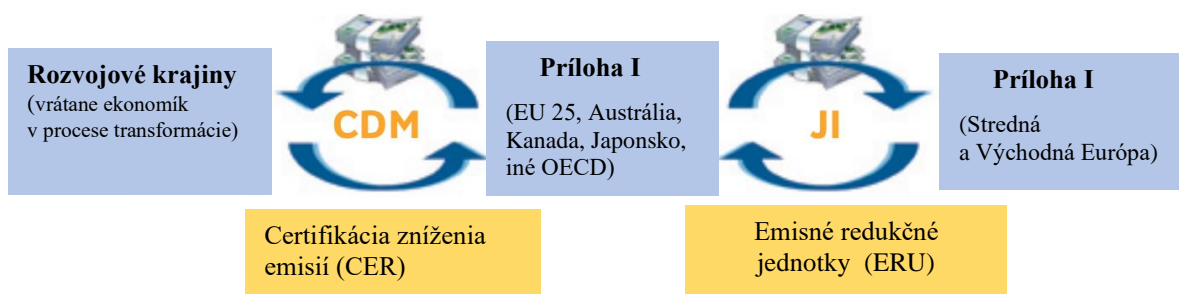
Zásady pridelovania kvót – v rámci prvých dvoch fáz EU ETS sa kvóty pridelovali na základe historického prístupu, pričom podniky dostali emisné kvóty podľa vyprodukovaných emisií v minulých rokoch. Pridelovanie kvót formou aukcie definoval až článok 10 Smernice 2009/29/ES, ktorou sa menila a dopĺňala Smernica 2003/87/ES s cieľom zlepšiť a rozšíriť schému Spoločenstva na obchodovanie s emisnými kvótami skleníkových plynov.

Mechanizmus čistého rozvoja (CDM) – mechanizmus čistého rozvoja je schéma OSN na kompenzáciu uhlíka, ktorá umožňovala industrializovaným krajinám prílohy I (najmä EU 25, Austrálii, Kanade, Japonsku a iným krajinám v rámci OECD) financovať projekty na zníženie emisií skleníkových plynov v rozvojových krajinách a nárokovať si ušetrené emisie ako súčasť splnenia medzinárodných cieľov v oblasti zníženia emisií. Pri plnení svojich záväzkov využívala obchodovanie prostredníctvom jednotiek s certifikáciou zníženia emisií (Certified Emission Reduction – CER) (Zaman a Hughes, 2012).

Spoločná implementácia (JI) – mechanizmus spoločnej implementácie uvedený v článku 6 Kjótskeho protokolu umožnil krajinám z Prílohy I k rámcovému dohovoru OSN

realizovať investície do projektov iných v krajinách Prílohy I vrátane krajín strednej a východnej Európy ako „lacnejšiu“ alternatívu k zníženiu emisií na domácom trhu, pričom poskytoval týmto krajinám a ekonomikám pri prechode určitú flexibilitu v plnení svojich záväzkov v oblasti znižovania emisií CO₂. Od mechanizmu čistého rozvoja (CDM) sa okrem geografickej pôsobnosti líšil aj v obchodovaní prostredníctvom vytvárania jednotiek zníženia emisií (Emission Reduction Units – ERU), ako je uvedené v schéme 3. Proces získavania týchto kreditov v rámci mechanizmu spoločnej implementácie bol postavený na princípe pridelenia kreditov z „hostiteľskej“ krajiny, známych pod pojmom jednotky prideleného množstva (AAUs), ktorými disponovala každá krajina Prílohy I na základe jej úrovni emisií skleníkových plynov z roku 1990.

Schéma 3 – Mechanizmus čistého rozvoja a Spoločná implementácia



Zdroj: Ernst & Young et Associés, 2008

Osobitný význam mali mechanizmy v rámci prvej a druhej fázy EU ETS, kedy bolo povolené použitie získaných kreditov na splnenie limitov zníženia emisií v rámci obchodovania s emisiami, čím sa najmä krajiny strednej a východnej Európy z Prílohy I Kjótskeho protokolu mohli vyhnúť sankciám za prekročenie emisných stropov s cieľom splniť svoje povinnosti vyplývajúce zo záväzkov EÚ (UNFCCC, 2013). Kjótsky protokol zároveň nastavil spoločný limit zníženia emisií skleníkových plynov vo výške 8 % v rokoch 2008 až 2012, ktorý sa týkal všetkých štátov Prílohy I s výnimkou Poľska a Maďarska so záväzkom na úrovni 6 % , ako aj Malty a Cypru, ktoré neboli uvedené v Prílohe I k rámcovému dohovoru OSN (Európska únia, 2011).

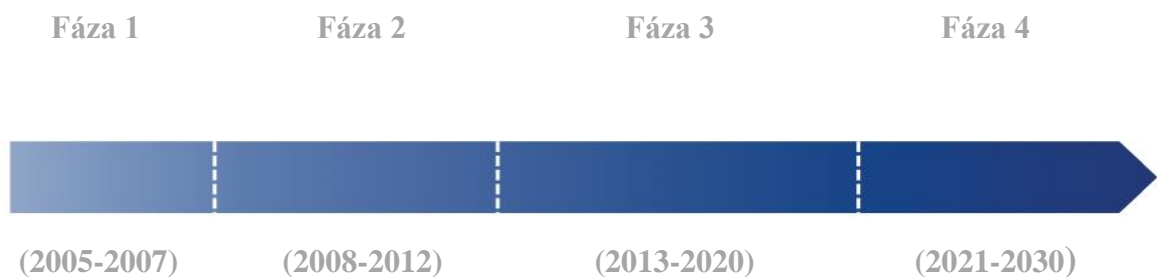
1.2 Fázy vývoja systému na obchodovanie s emisiami

Ako sme už v úvode predostreli, systém EU ETS bol doposiaľ rozdelený na štyri fázy obchodovania. Prvé tri roky v období trvania 2005 – 2007 slúžili ako pilotná fáza, počas ktorej mali výrobné podniky možnosť oboznámiť sa s novým nástrojom Európskej únie na obchodovanie s emisiami.

Druhá fáza obchodovania v rokoch 2008 – 2012 prebiehala paralelne s prvým záväzným obdobím Kjótskeho protokolu z roku 1997. V dôsledku izolácie prvej fázy systému EU ETS od druhej fázy nebolo možné prenášať kvóty medzi obchodovanými obdobiami. V druhom obchodovanom období však nastala zmena politiky, čo viedlo k presunu kvót medzi jednotlivými fázami (tzv. bankovanie) v nadchádzajúcich obchodovaných obdobiach. V systéme EU ETS fungovalo počiatočné pridelovanie kvót cez tzv. Národné alokačné plány, ktoré sa uplatňovali počas prvých dvoch fáz obchodovania s emisiami. Počas tohto obdobia sa väčšina emisných kvót pridelovala podnikom bezplatne na základe historických emisií (tzv. grandfathering), ktoré však boli v jednotlivých členských štátoch veľmi odlišné.

Tretia fáza EU ETS sa začala v roku 2013, pričom sa vyznačovala značným úsilím na zlepšenie harmonizácie systému v celej EÚ. Cieľom bolo najmä ambicióznejšie zníženie celkových emisií v rámci Európskej únie, ktoré malo podporiť zavedenie možnosti obchodovania emisných povoleniek prostredníctvom aukcií.

Štvrtá fáza EU ETS sa začala v roku 2021 s trvaním do roku 2030. Táto etapa sa vyznačuje významnými zmenami a zlepšeniami v snahe zintenzívniť boj proti zmene klímy, ako aj znížením celkového limitu emisií, ktorý má v konečnom dôsledku napomôcť naplniť ambiciózne ekologické ciele na úrovni EÚ.



1.2.1 Prvá fáza (2005 – 2007)

Prvá fáza systému EU ETS trvala v rozmedzí rokov 2005 – 2007, počas ktorých prebiehala príprava na druhú fázu. Kľúčové bolo zabezpečiť najmä funkčnosť systému s ohľadom na dosiahnutie cieľov stanovených v Kjótskom protokole. Prvá fáza sa vzťahovala len na emisie CO₂ vyprodukované výrobcami elektrickej energie a energeticky náročných priemyselných odvetví. Hlavnými účastníkmi v systéme boli spaľovacie zariadenia s tepelným príkonom nad 20 MW, ktoré predstavovali približne 40 % emisií CO₂ v EÚ (Ati-Abdel, 2020).

Takzvaná Smernica o prepojení (Directive 2004/101/EC) umožnila podnikom používať kredity na zníženie emisií vytvorené v rámci Kjótskeho protokolu prostredníctvom mechanizmu čistého rozvoja (CDM) a spoločnej implementácie (JI) (Európska komisia, 2015). Takmer všetky kvóty boli v tejto fáze poskytnuté podnikom bezplatne, čo viedlo k nadmerným ziskom a prebytku kvót. Autori Ellerman a Buchner (2008) uvádzajú, že počas prvých dvoch rokov fungovania systému EU ETS očakávaný nárast emisií o 1 – 2 % ročne prekvapil ich absolútnym poklesom. Autori Grubb et al. (2009) uvideli, že primeraný odhad zníženia emisií dosiahnutý počas prvých dvoch rokov fungovania systému EU ETS bol na úrovni 50 – 100 MtCO₂ ročne, teda v rozmedzí 2,5 – 5 %.

Sankcie za nedodržanie pravidiel v rámci vyprodukovaných emisií sa pohybovali vo výške 40 eur za tCO₂. V prvej fáze sa podarilo stanoviť ceny za uhlík, ako aj zavedenie voľného obchodu s emisnými kvótami v celej EÚ. Okrem toho sa vybudovala infraštruktúra potrebná na monitorovanie, nahlasovanie a overovanie emisií vyprodukovaných podnikmi, na ktoré sa systém vzťahoval. Keďže v čase zavedenia ešte neexistovali spoľahlivé údaje o emisiách, limity v prvej fáze boli stanovené na základe odhadov. Následkom toho celkové množstvo vydaných emisných kvót prekročilo vyprodukované emisie CO₂, pričom ceny kvót ku koncu prvej fázy klesli blízko nuly.

1.2.2 Druhá fáza (2008 – 2012)

Druhá fáza bola založená na princípoch prvého záväzného obdobia Kjótskeho protokolu, v ktorom si krajiny zapojené do EU ETS stanovili konkrétne ciele zníženia emisií. Medzi hlavné znaky druhej fázy patrili nové limity kvót, ktoré boli približne o 6,5 % nižšie v porovnaní s rokom 2005, obchodovanie CO₂ formou aukcie, zahrnutie emisií

oxidu dusného z výroby kyseliny dusičnej a iné. Okrem toho sa do systému ETS v januári 2008 pripojili 3 nové krajiny, a to Island, Lichtenštajnsko a Nórsko. Podľa ekonomického prieskumu OECD Nórsko v roku 2010 oznámilo ambiciózne cieľ zníženia emisií o 10 % nižším v porovnaní so záväzkom vyplývajúcim z Kjótskeho protokolu na roky 2008 – 2012 a o 30 % nižším v porovnaní s rokom 1990 do roku 2020 (OECD, 2010).

Národné alokačné plány pre druhú fázu, z ktorých prvý bol oznámený v novembri 2006, stanovili priemerné zníženie emisií o takmer 7 % v porovnaní s úrovňami emisií z roku 2005. Keďže však bolo povolené používanie kompenzácií mechanizmov JI a CDM, splnenie limitu pre druhú fázu nevyžadovalo výrazné zníženie emisií. Podľa overených údajov EÚ z roku 2008 viedol systém ETS k zníženiu emisií o 3 %, teda o 50 miliónov ton CO₂e (Gilbertson a Reyes, 2009).

Podiel bezplatných kvót v rámci druhej fázy mierne klesol na približne 90 % z pôvodnej hodnoty. Podniky mali povolené kúpiť medzinárodné kredity v celkovom objeme približne 1,4 miliardy ton CO₂e. V apríli 2012 Európska komisia oznámila zavedenie Jednotného registra systému obchodovania s emisiami (EUTL), ktorý nahradil národné registre. Proces zavedenia zahŕňal presun viac ako 30 000 účtov EU ETS z národných registrov jednotlivých krajín. Jednotný register spustený Európskou komisiou však neobsahoval všetky požadované funkcie pre tretiu fázu systému EU ETS (McDermott & Emery, 2012).

Vzhľadom na dispozíciu verifikovaných ročných údajov o emisiách z pilotnej fázy sa v druhej fáze znížil limit kvót na základe skutočných emisií. Zároveň sa očakávalo, že limit povedie k zníženiu emisií v roku 2010 o približne 2,4 % v porovnaní s emisiami bez stanoveného limitu.

Zavedenie hornej hranice ETS malo podporiť celkový cieľ zníženia emisií skleníkových plynov do roku 2020 o 20 % v porovnaní s rokom 1990. Emisie v sektoroch mimo EÚ ETS mali byť znížené o 14 % v porovnaní s rokom 2005 a pre sektory EÚ ETS sa stanovil cieľ zníženia emisií na úrovni 21 % pred obdobia 2005. Zníženie bolo schválené Európskou komisiou, Radou a Parlamentom v decembri 2008. Hospodárska kríza v roku 2008 však viedla k väčšiemu zníženiu emisií, než sa pôvodne očakávalo. Vzhľadom k tomu nastal veľký prebytok kvót a kreditov, čo výrazne ovplyvnilo cenu uhlíka počas celej druhej fázy. V rámci prípravy na tretie obdobie Európska komisia plánovala pokryť všetky sektory produkujúce emisie CO₂ vrátane leteckej a námornej

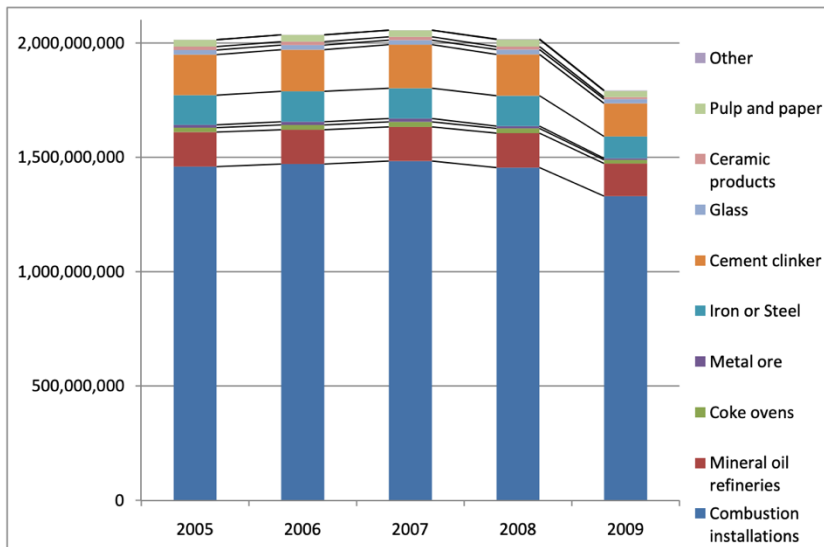
dopravy a lesného hospodárstva. Vzhľadom na veľký počet jednotlivých užívateľov v sektore dopravy sa zvažovala realizácia systému na princípe *cap and trade* pre dodávateľov palív a systému *baseline and credit* pre výrobcov automobilov. Princíp *baseline and credit* mal stanoviť dolný limit celkových emisií, pričom zníženie emisií pod túto úroveň vytváralo kredity, ktoré bolo možné predať iným subjektom.

Začiatkom januára 2012 bolo do systému EU ETS začlenené aj odvetvie leteckej dopravy. Napriek tomu, že Európska únia považovala začlenenie leteckej dopravy do systému EU ETS za dôležité, letecký priemysel a ďalšie krajiny vrátane Číny, Indie, Ruska a Spojených štátov reagovali na jeho zahrnutie skôr negatívne. V dôsledku toho Spojené štáty v roku 2012 prijali zákon o zákaze systému obchodovania s emisiami v Európskej únii z roku 2011, ktorý vylúčil amerických dopravcov zo systému obchodovania s emisiami. Vzhľadom na neexistenciu globálnej dohody o emisiách leteckých spoločností sa dohoda vzťahovala len na lety v rámci Európskeho hospodárskeho priestoru, pričom sa vylučovala medzinárodná pôsobnosť (Európska komisia, 2023).

Trendy v emisiách a bezplatnom pridelovaní kvót sa v jednotlivých sektoroch počas prvých dvoch obchodovaných období líšili. V rámci EU ETS dominoval sektor energetiky, pričom išlo o jediný sektor, ktorý v prvej a druhej fáze využil viac kvót, ako získal bezplatne. Napriek tomu však sektor energetiky vykázal v rokoch 2005 až 2009 podpriemerný pokles emisií.

Na grafe 1 pozorujeme, že sektorové zníženie emisií pre prvú a druhú fázu silne negatívne koreluje. Sektory, ktoré zvýšili emisie uhlíka v rokoch 2005 až 2007, následne emisie znížili medzi rokmi 2008 a 2009. Po roku 2009 nastalo zníženie emisií v sektoroch rafinácie minerálnych olejov, železa a ocele, skla, keramických výrobkov, celulózy a papiera a v ostatných neklasifikovaných sektoroch, kým koksárenské spracovanie, kovová ruda a cementárne emisie zvýšili. Celkovo nám dáta CITL naznačujú zvýšenie emisií počas všetkých rokov prvej fázy EU ETS, zatiaľ čo v prvých dvoch rokoch druhej fázy sa znížili (Abrell et al., 2011).

Graf 1 – Emisie EU ETS podľa sektora



Zdroj: Abrell et al., 2011

1.2.3 Tretia fáza (2013 – 2020)

Tretia fáza systému EÚ na obchodovanie s emisiami trvala od januára 2013 do decembra 2020. Revízia systému obchodovania s emisiami implementovala poznatky získané v rámci prvej fázy obchodovania v rokoch 2005 – 2007. Tretia fáza bola založená na výrazne prísnejších limitoch, ktoré produkovali vyššie ceny uhlíka a zahŕňala viac opatrení na znižovanie emisií. Od začiatku tretej fázy sa povolenky neprideliovali prostredníctvom Národných alokačných plánov, ale centralizovane, pričom sa väčší podiel povoleniek predával formou aukcií (Európska komisia, 2008).

Medzi hlavné zmeny v kontexte Stratégie EÚ v oblasti energetiky a klímy (KOM 2008/30) a novej Smernice o obchodovaní s emisiami (Smernica Rady 2009/29/ES) patrili jednotný celoeurópsky emisný strop, aukcia ako forma štandardnej metódy pridelovania kvót, harmonizované pravidlá pridelovania, ktoré sa vzťahovali na kvóty predtým pridelované bezplatne, zahrnutie väčšieho množstva odvetví a podnikov, 300 miliónov kvót vyčlenených v rezerve pre nových účastníkov na financovanie zavádzania inovatívnych technológií v oblasti obnoviteľných zdrojov energie a zachytávania a ukladania uhlíka prostredníctvom programu NER 300 (New Entrants Reserve – NER). Program NER bol koncipovaný ako spúšťač environmentálne bezpečného zachytávania a ukladania uhlíka (CCS) a inovatívnych technológií v oblasti obnoviteľných zdrojov energie (OZE) na úrovni Európskej únie. V rokoch 2014 – 2016 sa 900 miliónov kvót,

ktoré boli odložené malo presunúť do rezervy v období 2019 – 2020 (Chandreyee a Velten, 2014).

Jednotný celoeurópsky strop bol navrhnutý s platnosťou od roku 2013, ktorý vystriedal národné limity, s cieľom dosiahnuť záväzky Európskej únie v oblasti znižovania emisií. Zároveň bol obmedzený prenos kvót medzi druhou a treťou fázou, pričom počet nadbytočných emisných kvót prenesených (t. j. bankových) z druhej fázy do tretej fázy bol na úrovni 1,7 mld (Európska komisia, 2017).

Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2009/29/ES z 23. apríla 2009 rozlišovala tri skupiny odvetví a príslušných postupov pridelovania kvót. Išlo o odvetvia energetiky s pridelovaním kvót výhradne formou aukcie od roku 2013, ďalej odvetvia bez potenciálneho úniku uhlíka s bezplatným pridelovaním kvót na úrovni 80 % a exponované sektory s možným únikom uhlíka a 100 % pridelením kvót. Odvetvie energetiky bolo jediným odvetvím, ktoré podliehalo úplnému obchodovaniu formou aukcie, najmä kvôli predpokladaným nárastom nákladov na energie v dôsledku obchodovania s emisiami, čo mohlo vyvolať zvýšenie cien energií. Výnimku z úplného obchodovania formou aukcie predstavovali sektory kombinovanej výroby a diaľkové vykurovanie.

Rozdiely v metódach pridelovania kvót na jednej strane vyvolávali obavy o zachovanie medzisektorovej konkurencieschopnosti, zatiaľ čo na strane druhej mali za cieľ zabrániť presunom emisií skleníkových plynov do krajín mimo EÚ alebo do krajín, ktoré nie sú súčasťou systému obchodovania s emisiami.

Ďalej boli prijaté ustanovenia proti nadmernému zvyšovaniu sa cien emisných povoleniek na základe skúseností z pilotnej fázy obchodovania s emisiami v období 2005 – 2007 a následnej revízie tohto systému. Zmeny v Smernici sa vykonávali postupne a napokon viedli k prijatiu novej Smernice Rady 2009/29/ES v roku 2013. Tento nový legislatívny rámec priniesol výrazné zmeny v rámci politiky obchodovania s emisiami v EÚ. V Smernici 2009/29/ES sa uvádzalo, že ak cena kvót viac ako šesť mesiacov po sebe presiahne priemer za posledné dva roky, členským štátom bude umožnené uskutočnenie aukcie časti kvót až do výšky 25 % kvót z rezervy pre nových účastníkov (NER). Dôraz sa kladol najmä na zabezpečenie dostatočných nástrojov a mechanizmov, ktoré mali umožniť členským štátom regulovať trh s emisnými kvótami a minimalizovať riziko vzniku nežiaducich cenových fluktuácií (Európska komisia, 2017).

1.2.4 Štvrtá fáza (2021 – 2030)

Štvrtá fáza Európskeho systému obchodovania s emisiami (EU ETS) vstúpila do platnosti 1. januára 2021 s trvaním do konca decembra 2030. Pravidlá pre aktuálnu fázu v rámci systému EU ETS boli implementované s cieľom navýšiť ambície v súlade so záväzným cieľom EÚ do roku 2030 znížiť čisté emisie skleníkových plynov o 55 % v porovnaní s úrovňami z roku 1990, ktoré stanovuje zákon EÚ o klíme. Diskusie počas legislatívneho procesu sa zameriavali najmä na časové naplánovanie nového ETS II, ktorý pokrýva palivá z cestnej dopravy a budovy. ETS II je naplánovaný na spustenie v roku 2027, teda o rok neskôr, ako bolo navrhnuté Európskou komisiou. Jeho pôsobnosť však ohrozujú vysoké ceny energií, ktoré by mohli oddialiť jeho implementáciu až na rok 2028. ETS II zahŕňa aj mechanizmus stabilizácie cien, ktorý bol navrhnutý s cieľom regulovať trh s emisnými kvótami v prípade prekročenia ceny emisnej povolenky nad 45 eur za tonu CO₂e. Keďže ETS II priamo ovplyvní domácnosti a občanov prostredníctvom cien palív, na zmiernenie sociálnych vplyvov ETS II bol vytvorený nový Sociálny klimatický fond, v ktorom budú za samotné obchodovanie a odovzdanie kvót zodpovední priamo distribútori palív, pričom budú vychádzať z existujúceho systému spotrebných daní.

Od roku 2024 budú do systému EU ETS zahrnuté aj emisie CO₂ z námornej dopravy, pričom sa bude sledovať dvojročné obdobie postupného zavádzania. Komisia plánuje zvážiť možné rozšírenie pôsobnosti EU ETS na spaľovanie komunálneho odpadu od roku 2028. S rozšírením systému ETS pre sektor námornej dopravy a palív pre cestnú dopravu a budovy bude podliehať obchodovaniu s emisiami väčšina emisií skleníkových plynov v Európskej únii.

Časť príjmov z EU ETS bude určená pre Rozšírený fond pre inovácie, ktorý podporuje zavádzanie inovatívnych nízkouhlíkových technológií, ako aj pre Rozšírený fond na modernizáciu, ktorý pomáha modernizovať energetické systémy a zlepšovať energetickú účinnosť v 10 nízkopříjmových členských štátoch. V oblasti priemyslu nastanú zmeny v referenčných hodnotách, ktoré sa vo štvrtej fáze budú aktualizovať dvakrát s cieľom dosiahnuť technologický pokrok naprieč rôznymi sektormi. Prvé obdobie referenčných hodnôt pokrýva roky 2021 až 2025, pričom druhé obdobie je stanovené pre roky 2026 až 2030. Referenčné hodnoty sú určené priemernou intenzitou emisií 10 % najefektívnejších zariadení v rámci podsektorov na základe údajov o činnosti za roky 2016 – 2017, pričom hodnoty sú každoročne upravované o technologický pokrok. Pre každú referenčnú hodnotu je stanovená ročná miera zníženia na úrovni 0,2 % až 1,6 %, čím sa

umožní odvetviám s vysokými nákladmi či rizikami zachovať konkurencieschopnosť. Napríklad na oceľarský sektor, ktorý čelí vysokým nákladom na znižovanie emisií CO₂ a rizikám úniku uhlíka, sa vzťahuje ročné referenčné zníženie vo výške 0,2 %.

V rámci pravidiel týkajúcich sa úniku uhlíka bol zavedený aktualizovaný zoznam úniku uhlíka prijatý vo februári 2019, platný v období od roku 2021 do roku 2030. Zoznam obsahuje vybrané sektory, v ktorých je identifikované potenciálne riziko úniku uhlíka. Medzi tieto odvetvia patria napríklad hutníctvo, výroba hliníka, či niektoré chemické procesy. Cieľom tohto zoznamu je minimalizovať riziko presunu emisií do krajín mimo EÚ, kde by environmentálne normy mohli byť menej prísne, a tým aj zabrániť úniku uhlíka.

Vo štvrtej fáze Európskeho systému obchodovania s emisiami EU ETS je implementovaná dodatočná poistka v podobe rezervy, ktorá predstavuje dôležitý nástroj na zabezpečenie stability a efektívnosti trhu s emisnými kvótami. Táto rezerva, ktorá obsahuje viac ako 450 miliónov kvót, bola pôvodne vyčlenená na obchodovanie prostredníctvom aukcie. Hlavným účelom tejto rezervy je poskytnúť flexibilitu v prípade, že počiatočný objem bezplatne pridelených emisných kvót bude úplne absorbovaný.

Bezplatné pridelovanie kvót sa od roku 2026 do roku 2034 postupne ukončí spolu s postupným zavádzaním záväzkov EÚ v oblasti uhlíkového cla (CBAM) pre dovozy z tretích krajín v príslušných sektoroch, do ktorých pôvodne patrili železo a oceľ, cement, hliník, hnojivá, elektrina a vodík. Postupne budú zrušené aj bezplatné kvóty pre sektor letectva, pričom v roku 2026 sa dosiahne ich plné obchodovanie formou aukcie (Európsky parlament, 2023).

Od roku 2021 boli zo systému EU ETS vyradené emisie zo zariadení v Spojenom kráľovstve. V súlade s Protokolom o Írsku/Severnom Írsku a Dohodou o vystúpení medzi EÚ a Spojeným kráľovstvom sa emisné limity vo fáze 4 vzťahujú už len na výrobcov elektriny v Severnom Írsku (ICAP, 2022).

1.3 Vývoj cien a množstva alokovaných emisných kvót

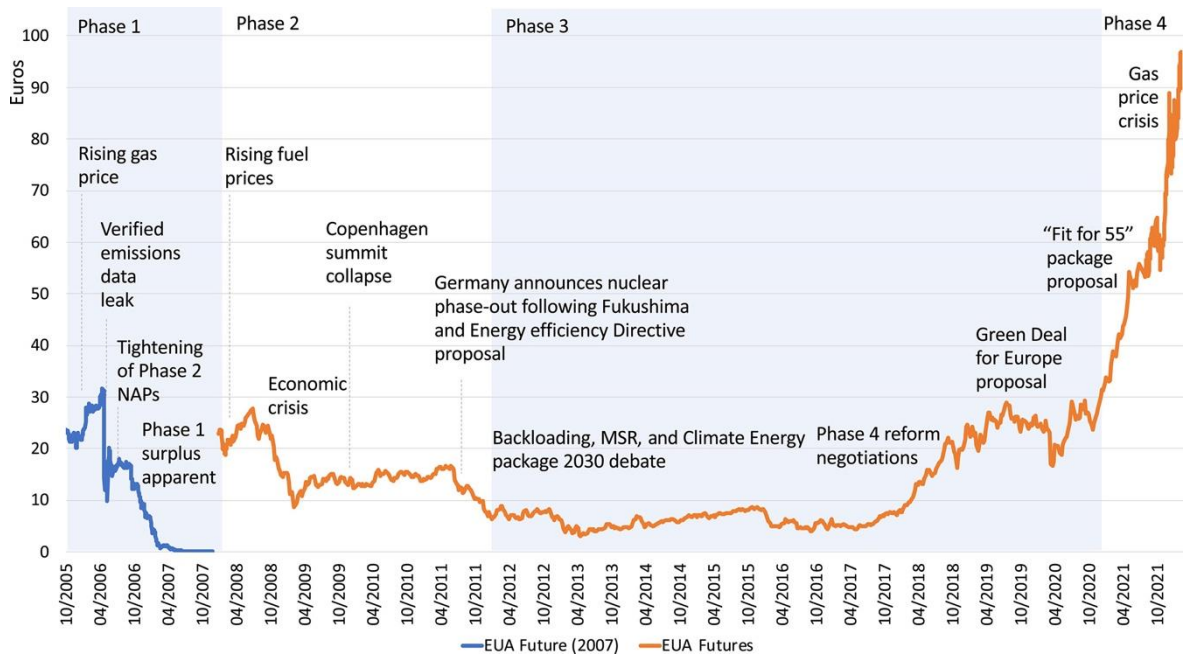
Vývoj cien emisných kvót bol od roku 2005 vysoko volatilný, pričom už mnohé empirické štúdie analyzovali hybné sily ich cenového vývoja. Na základe analýzy prvých dvoch obchodných rokov 2005 a 2006 autori prisudzovali vývoj cien uhlíka cenám

energetických komodít ako aj meniacim sa klimatickým podmienkam (Bunn a Fezzi, 2007). Štúdie v oblasti makroekonomických rizikových faktorov však nachádzajú len slabý vplyv makroekonomických šokov na budúce ceny uhlíka. Hlavnými faktormi, ktoré ovplyvňovali ceny uhlíka sa ukázali inštitucionálne faktory, ako napríklad prísnosť horného limitu emisií či zverejnené informácie o obmedzení alokácie emisných kvót na roky 2008 – 2012. K tomu sa pridali aj informácie o čistých krátkych či dlhých pozíciách emisií na trhu, ktoré predstavujú rozdiely v alokovaných a odovzdaných emisných kvótach. V prípade, že sa trh nachádzal v krátkej pozícii, inštaláciám bol nadalokovaný počet emisných kvót, čo signalizovalo ich nižšiu budúcu cenu. Naopak, pokiaľ sa trh nachádzal v dlhej pozícii, pridelené emisné povolenky boli nižšie ako ich odovzdané množstvo, čo investorom dávalo signál o potenciálne vyšších cenách za uhlík v budúcom období (Kettner et al., 2010).

1.3.1 Vývoj cien emisných kvót

Ako už bolo uvedené v predošlom texte, vývoj cien emisných povoleniek sa niesol v znamení vysokej volatility, ktorá bola na trhu prítomná aj v dôsledku niekoľkých udalostí ovplyvňujúcich trh. Na grafe 2 môžeme pozorovať vývoj cien emisných povoleniek medzi rokmi 2005 až 2021. Na jar 2005 Európska komisia znížila navrhované národné limity pre Českú republiku a Poľsko o 54 a 141 miliónov ton emisných kvót, čo spôsobilo zvýšenie cien na úroveň 20 eur za jednotku ekvivalentnej tony CO₂ do konca mája 2005. Na trh vplývali počas roka 2005 aj zvyšujúce sa ceny ropy a plynu, ktoré spôsobili zníženie pridelených kvót v Taliansku o 69 miliónov ton ekvivalentu CO₂, následkom čoho sa zvýšili ceny uhlíka na 30 eur za jednotku ekvivalentu tony CO₂ začiatkom júla 2005. Zvyšovanie cien uhlíka pokračovalo ku koncu roka 2005, ktoré bolo spôsobené najmä studenou a suchou zimou a prudko stúpajúcimi cenami energií na prelome rokov 2005 a 2006. Ceny uhlíka napokon vyvrcholili v apríli 2006 a zastavili sa na úrovni 35 eur za ekvivalentnú jednotku tony CO₂.

Graf 2 – Cena európskych emisných povoleniek



Zdroj: European Energy Exchange (EEX) and EEA for EUA Futures, 2007

V apríli 2006 boli zároveň zverejnené údaje o overených emisiách za prvý obchodný rok 2005. Po zverejnení údajov sa ukázalo, že trh EU ETS je v dlhej pozícii (t. j. disponoval prebytkom emisných kvót) a v dôsledku toho ceny emisných povoleniek v priebehu jedného týždňa klesli na 12 eur za jednotku tony CO_{2e}. Prudký pokles ceny odrážal skutočnosť, že počiatočné očakávania spoločností o agregovaných overených emisiách, a teda aj cenách, boli vyhodnotené nesprávne.

Neskôr sa ceny emisných povoleniek opäť zvýšili na 20 eur za jednotku tony CO_{2e}, čo viedlo k celkovému nedostatku emisných kvót v energetickom sektore. Na jeseň 2006 začali ceny kvót prvého obdobia obchodovania klesať, pričom mierny nárast bol zaznamenaný od októbra 2006, kedy bolo Európskou komisiou ohlásené uplatňovanie prísnejších horných limitov v rámci druhej fázy obchodovania. Ceny emisií však následne klesali až do konca roka 2007, pričom boli ovplyvnené nemožnosťou transferu kvót medzi obchodovanými obdobiami. Od leta 2007 do jari 2008 sa ceny na trhu emisných povoleniek pohybovali medzi 19 eurami a 23 eurami za jednotku tony CO_{2e}.

V apríli 2008 začali vplyvom stúpajúcich cien energií rásť aj ceny emisných povoleniek a vrchol dosiahli koncom júla 2009. Po tomto vrchole bolo možné pozorovať pokles cien na úroveň 15 eur za jednotku tony CO_{2e}, ktorý potenciálne súvisel s očakávaniami firiem o znížení cien povoleniek v dôsledku finančnej krízy. Prekvapivo však od polovice februára 2009 ceny uhlíka vykazovali mierne stúpajúci trend, hoci bol v

tomto období zaznamenaný výrazný pokles vo výrobe (Kettner et al., 2010). V priebehu roka 2010 sa ceny emisných povoleniek pohybovali na relatívne stabilnej úrovni. Európska únia sa nachádzala v období ekonomickej nestability po globálnej finančnej kríze, čo malo vplyv na niektoré trhy, vrátane obchodovania s emisiami. V roku 2011 začali ceny emisných kvót klesať, pričom vývoj pokračoval až do roku 2018, čo bolo čiastočne spôsobené nadmernou ponukou kvót v systéme EU ETS. Cena emisnej kvóty sa v tomto období pohybovala okolo 5 eur za tonu ekvivalentu oxidu uhličitého. V priebehu roka 2018 však cena prudko stúpla z 8 eur na približne 20 eur za tonu CO₂e. Hornú hranicu 33 eur dosiahli ceny európskych emisných kvót v decembri 2020, najmä v dôsledku zavedenia nových obmedzení vo vybraných sektoroch, čo viedlo k ich nižšej ponuke. Začiatkom roka 2021 už kvóty stáli viac ako 30 eur. V súlade s odhadmi niektorých inštitúcií bolo však pre dosiahnutie cieľov Parížskej dohody nevyhnutné, aby sa cena za tonu CO₂e pohybovala v rozmedzí 33 – 66 eur (Protivínsky, 2021).

Štvrtá fáza obchodovania a počiatočné diskusie priniesli mnohé reformy, vrátane balíka „Fit for 55“, ktorý po niekoľkých rokoch znižovania cien uhlíka zvýšil ceny kvót nad 90 eur za tCO₂. Keďže hlavným cieľom návrhov „Fit for 55“ je zabezpečiť spravodlivé rozdelenie kvót a zároveň podporiť znižovanie emisií, očakáva sa, že dôjde k prísnejším zmenám v spôsobe pridelenia bezplatných kvót odvetviam, ktoré sú súčasťou EU ETS. Modelové štúdie v súčasnosti odhadujú ceny uhlíka na rok 2030 v rozmedzí 90 – 130 eur za tonu CO₂e (Simon, 2021).

1.3.2 Množstvo alokovaných kvót

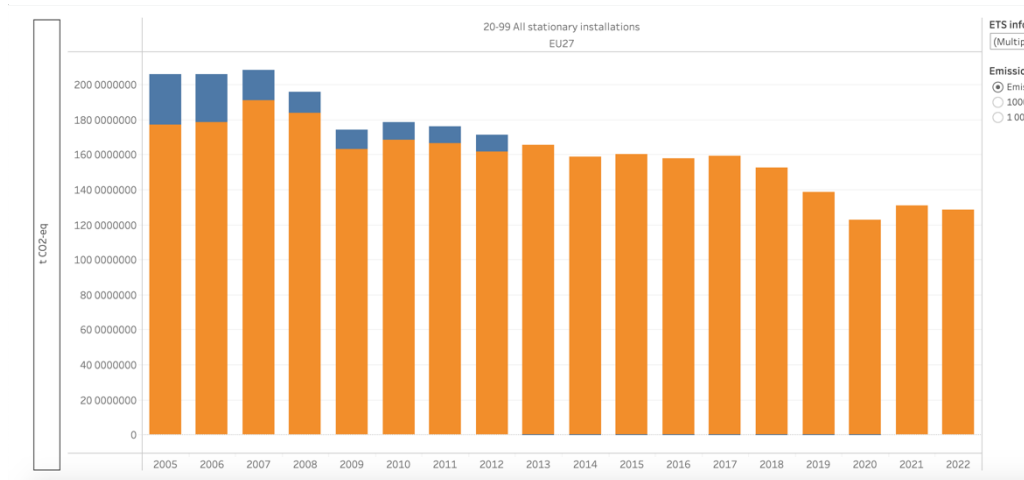
Na grafe 3 môžeme pozorovať vývoj emisií v jednotkách miliónov ton ekvivalentu CO₂ naprieč jednotlivými fázami. Modrou farbou sú vyznačené pridelené kvóty v rámci všetkých odvetví pod označením 21 – 99 a spaľovne palív pod označením 20, zatiaľ čo oranžová farba reprezentuje overené (skutočné) emisie, ktoré boli jednotlivými výrobnými podnikmi vyprodukované. Počas prvej fázy EU ETS vzrástlo celkové množstvo emisií vyprodukovaných podnikmi zapojenými do obchodovania v rámci systému EU ETS približne o 2 %. Priemerný ročný strop v prvej fáze EU ETS bol približne o 3 % vyšší ako vyprodukované emisie v roku 2005. Z dôvodu množstva dostupných kvót účastníci trhu neboli motivovaní k obchodovaniu, v nadväznosti na čo klesla aj cena za kvótu ako bolo

zobrazené v predchádzajúcej podkapitole, ktorá sa zaoberala vývojom cien emisných povoleniek na trhu.

V druhej fáze sa množstvo pridelených kvót znížilo medzi rokmi 2007 a 2008 približne o 11 % a preto sa ceny emisných povoleniek v roku 2008 mierne zvýšili. V rokoch 2009 – 2012 boli celkové overené emisie nižšie ako množstvo alokovaných kvót, ktoré mohli podniky prenášať aj do nasledujúcich rokov. K problému s nadmernou alokáciou prispela aj možnosť používať medzinárodné kredity Spoločnej implementácie a Mechanizmu čistého rozvoja podľa Kjótskeho protokolu, ktoré nahradili emisné kvóty, čo viedlo k prepadu cien európskych emisných povoleniek v nasledujúcich rokoch. Stabilizovať ceny emisných povoleniek sa napokon podarilo prostredníctvom odstránenia časti kvót zo systému ETS a preto od roku 2013 neevidujeme problém s nadmernou alokáciou emisných kvót. V roku 2013 bolo vydaných celkovo 2,1 miliárd ton ekvivalentu CO₂ a až do roku 2020 sa limit znižoval každoročne o 38 miliónov, aby bolo zaistené zníženie emisií aspoň o 21 % v zahrnutých odvetviach v porovnaní s rokom 2005. V roku 2013 bola zároveň vytvorená tzv. trhová stabilizačná rezerva (Market Stability Reserve – MSR), ktorá mala ukladať prebytok emisných kvót z aukcie na trhu s uhlíkom. Účelom tejto rezervy bolo odstrániť nadbytok emisných kvót, ktorý sa nahromadil v systéme EU ETS a zabezpečiť väčšiu odolnosť systému voči nerovnováham medzi ponukou a dopytom. Európska komisia vytvorila stanovené limity pre množstvo emisných kvót, ktoré mali smerovať do trhovej rezervy. Tieto limity sú aktuálne nastavené na hodnotu 833 miliónov ton ekvivalentu CO₂. Ak naopak prebytok klesne pod 400 miliónov ton ekvivalentu CO₂, MSR uvoľní kvóty späť na trh. V roku 2023 však došlo k revízii MSR, ktorou sa stanovil maximálny počet povoleniek v rezerve na trhu rovnajúci sa stavu za predošlý rok, pričom zvyšné povolenky majú stratiť svoju platnosť (Jenčová, 2021).

Najvýraznejší pokles sme zaznamenali v roku 2020, kedy emisie CO₂ z výrobných podnikov v rámci EU ETS klesli z 1 530 miliónov ton ekvivalentu CO₂ v roku 2019 na 1 355 miliónov ton ekvivalentu CO₂ v roku 2020. Tento pokles bol porovnateľný s poklesom z obdobia finančnej krízy medzi rokmi 2008 – 2009, pričom vývoj bol spôsobený najmä predošlým znížením emisií medzi rokmi 2018 – 2019, kedy nahradili uhlie palivá s nižším obsahom uhlíka, nastal prepád ceny zemného plynu a zvýšili sa iniciatívy v oblasti obnoviteľných zdrojov energie. Okrem uvedených udalostí došlo aj k vystúpeniu Veľkej Británie z Európskej únie, a teda aj zo systému EU ETS v dôsledku čoho tiež klesli emisie uhlíka (EEA, 2022).

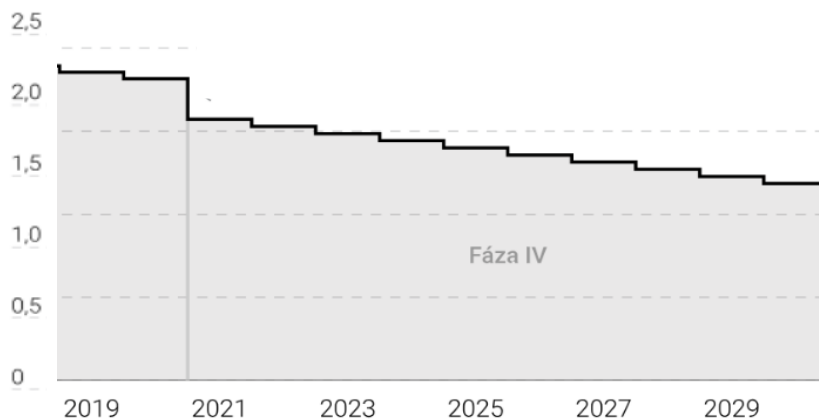
Graf 3 – Overené emisie CO2 a alokované povolenky v jednotlivých rokoch



Zdroj: EUTL, 2023

Na grafe 4 môžeme ďalej pozorovať predpokladané alokované množstvá povoleniek výrobných podnikov až do roku 2030. Graf sme si vybrali z dôvodu názornej analýzy do budúcich období, ktoré nám predikujú očakávaný výsledok systému ETS s revidovanými prísňosťami zavedenými na začiatku štvrtej fázy.

Graf 4 – Maximálne množstvo alokovaných povoleniek do roku 2030



Zdroj: Európska komisia, 2020

Predpokladá sa, že do roku 2026 sa vybraným účastníkom systému EU ETS bude poskytovať časť kvót zdarma, najmä v odvetviach, kde hrozí potenciálne riziko úniku uhlíka do krajín s menej prísňosťami na znižovanie emisií. Vo všeobecnosti by však malo byť znižovanie alokovaných emisných kvót v nasledujúcej dekáde o niečo rýchlejšie, ako tomu bolo v predchádzajúcich obdobiach. Pôvodným cieľom bolo znížiť

emisie v rámci EU ETS do roku 2030 o 43 % oproti roku 2005, pričom tento cieľ sa dodatočne revidoval v rámci Európskej zelenej dohody.

Komisia stanovila množstvo emisných kvót na rok 2021 vo výške 1,57 miliárd ton ekvivalentu CO₂, pričom sa zaviazala uplatňovať zvýšenie lineárneho redukčného faktora na 2,2 % s platnosťou od roku 2021. V dôsledku uplatnenia tohto lineárneho redukčného faktora sa stanovilo množstvo kvót na rok 2023 na úrovni 1,49 miliárd ton ekvivalentu CO₂. Zároveň sa od roku 2021 objemy bezplatných kvót prispôbili zmenám v priemyselnej výrobe. Majitelia podnikov sú povinní predkladať výročné správy o údajoch o výrobe príslušnému štátnemu orgánu, pričom na základe údajov možno vykonať úpravy v objeme pridelených bezplatných kvót. Dodatočná prísnosť viedla k zvýšeniu počtu ročných úprav objemu bezplatných kvót, ako aj navýšila priemerný počet žiadostí o vydanie kvót podaných v rokoch 2021 a 2022. Smernicou EÚ 2023/959 sa tiež zmenila a doplnila Smernica 2003/87/ES s cieľom zvýšiť lineárny redukčný faktor na 4,3 % za roky 2024 až 2027 a znížiť množstvo kvót v roku 2024 o 90 miliónov ton ekvivalentu CO₂. Naopak zvýšiť kvóty sa navrhuje pre námornú dopravu, najmä v dôsledku uľahčenia prechodu odvetvia na nízkouhlíkové hospodárstvo (Európska komisia, 2023).

2 Cieľ práce

Nasledujúca kapitola obsahuje hlavný cieľ diplomovej práce, ako aj nadväzujúce čiastkové ciele, vďaka ktorým sme dosiahli stanovený cieľ záverečnej práce. Čiastkové ciele sme zvolili s ohľadom na údaje, ktoré sme mali k dispozícii pri písaní diplomovej práce.

Cieľom diplomovej práce bolo vyhodnotenie vplyvu systému obchodovania s emisnými povolenkami EU ETS na množstvo vyprodukovaných emisií skleníkových plynov v EÚ 27. Zvolené čiastkové ciele sme koncipovali s ohľadom na štruktúru práce spôsobom, ktorý viedol k želanému efektu. K určeniu čiastkových cieľov sme využili nadobudnuté poznatky z danej oblasti, ktoré nám pomohli dosiahnuť výsledky práce. Čiastkové ciele boli zvolené nasledovne:

- Identifikovanie legislatívneho rámca obchodovania s emisiami EU ETS;
- Preskúmanie mechanizmu a hlavných prvkov fungovania systému s emisnými povolenkami EU ETS;
- Zhodnotenie vývoja obchodovania s emisiami v jednotlivých fázach systému EU ETS pre pochopenie regulácie trhu s emisnými povolenkami;
- Posúdenie vývoja cien a množstva alokovaných emisných povoleniek v jednotlivých rokoch trvania systému EU ETS;
- Koncipovanie korelačnej a regresnej analýzy, pomocou ktorých sme skúmali možné súvislosti medzi vývojom emisií CO₂ v ekvivalentných jednotkách a vybranými vysvetľujúcimi premennými;
- Zhodnotenie výsledkov korelačnej a regresnej analýzy za sledované obdobie 2005 – 2022 na účely posúdenia účinnosti systému EU ETS;
- Preskúmanie existujúcich štúdií v oblasti efektívnosti fungovania systému EU ETS a ich porovnanie s výsledkami diplomovej práce v prehľadnom tabuľkovom spracovaní;
- Navrhnutie odporúčaní na zlepšenie systému EÚ na obchodovanie s emisiami.

Okrem uvedených čiastkových cieľov sme si zvolili nasledujúcu výskumnú otázku:

VO1: Bol systém EU ETS účinný vo vzťahu k zníženiu množstva celkových emisií CO₂ v EÚ 27 v sledovanom období?

3 Metodika práce a metody skúmania

Nasledujúca kapitola slúži na priblíženie metód a postupov, na základe ktorých sme dospeli k naplneniu hlavného cieľa záverečnej práce. Naším cieľom bolo empirickými metódami dokázať, ako systém EU ETS prispel k postupnému znižovaniu emisií CO₂ v ekvivalentných jednotkách a k celkovému zmierneniu stavu klímy v EÚ 27. Pomocou knižných a internetových zdrojov sme si preštudovali problematiku k fungovaniu systému EU ETS. V rámci teoretickej časti sme využívali metódu analýzy, ktorou sme hodnotili legislatívny rámec systému obchodovania s emisnými povolenkami EU ETS a jeho mechanizmus, ako aj hlavné prvky fungovania. Následne sme pomocou tejto metódy skúmali jednotlivé fázy obchodovania s emisnými povolenkami. Na záver kapitoly sme analyzovali vývoj cien a množstva alokovaných emisných povoleniek v jednotlivých rokoch, ktoré boli ovplyvňované globálnym vývojom na trhu.

Štvrtá (praktická) časť obsahuje matematicko-štatistické metódy, a to konkrétne metódu regresnej a korelačnej analýzy. Prostredníctvom lineárnej regresie sme zisťovali vplyv systému EU ETS na potenciálne zníženie emisií oxidu uhličitého v ekvivalentných jednotkách v krajinách EÚ 27. Možný vplyv systému na zníženie emisií CO_{2e} vypovedá o jeho účinnosti, ktorý má za cieľom zosúladiť svoju pôsobnosť s klimatickým cieľom EÚ do roku 2030 znížiť emisie minimálne o 55 % v porovnaní s rokom 1990. Základom regresnej a korelačnej analýzy bolo správne stanovenie premenných odhadovaných modelov, pričom závislú premennú predstavuje úroveň emisií CO₂ v tonách ekvivalentu (MtCO_{2e}) v krajinách EÚ 27. Nezávislé premenné reprezentujú priemerné ročné HDP v krajinách EÚ 27 v miliónoch eur (X1), priemernú úroveň celkových investícií ako komponent HDP v EÚ 27 v miliónoch eur (X2), priemernú úroveň korporátnych investícií ako komponent HDP v EÚ 27 v miliónoch eur (X3), priemernú ročnú cenu emisnej povolenky na trhu (X4) a čas (X5). Údaje o emisiách v ekvivalentných jednotkách CO₂ sme získali z Európskej environmentálnej agentúry (EEA), ktorá agreguje údaje na základe denných transakcií prebiehajúcich v rámci EUTL. Ekvivalentné jednotky CO₂ sú založené na veľkostnom potenciáli rôznych skleníkových plynov zodpovedných za globálne otepľovanie, pričom merajú vplyv jednej tony vyprodukovanej zo skleníkových plynov na životné prostredie v porovnaní s vplyvom jednej tony CO₂. EUTL riadi centrálna Európska komisia, ktorá zaznamenáva všetky transakcie uskutočňujúce sa v rámci systému obchodovania s emisiami. Databáza obsahuje údaje z viac ako 15 000 stacionárnych zariadení v 29 sektoroch letectva a spaľovania palív a 27 energeticky náročných odvetví v

ETS, ako aj 1 500 leteckých spoločností. Agentúra EEA následne agreguje informácie z EUTL a prevádza ich na sektorovú úroveň podľa krajín, odvetví, pridelených emisných kvót a odovzdaných jednotiek emisií.

V rámci ekonometrického modelovania sme odhadli parametre modelov využitím metódy najmenších štvorcov (MNS), pričom sme pracovali v programe Gretl, ktorý sa využíva najmä pri štatistickom modelovaní. Základom pre načítanie údajov do programu Gretl bolo ich tabuľkové spracovanie, ktoré sme vytvorili prostredníctvom Microsoft Excel. V ďalšom kroku sme hodnotili významnosť modelov, pričom sme posúdili, či sú modely štatisticky a ekonomicky vhodné. Modely sme vyhodnotili prostredníctvom F-štatistiky, ktorá hovorí o štatistickej významnosti modelu ako celku a koeficientu determinácie (R^2), ktorý udáva percento vysvetlenej variability modelu. Hodnotili sme aj individuálnu štatistickú významnosť parametrov modelov prostredníctvom t-štatistiky a kritickej hodnoty. Pre overenie predpokladov klasického lineárneho regresného modelu sme pomocou programu Gretl vytvárali štatistické testy a skúmali jednotlivé hodnoty štatistík daných testov vo vzťahu ku kritickej hodnote. V poslednej fáze sme zhodnotili splnenie predpokladov vytvorených regresných modelov.

V piatej kapitole diplomovej práce sme využili metódu komparácie, kde sme porovnávali existujúce štúdie v oblasti hodnotenia výkonnosti systému EU ETS s výsledkami, ku ktorým sme dospeli v našej záverečnej práci. Hodnotili sme primárne fázy I a II kvôli najrozsiahlejšiemu portfóliu dostupnosti dát a tiež vďaka relatívne dlhšiemu časovému odstupu. V hodnotení výsledkov za tretie obchodované obdobie sme disponovali menším množstvom existujúcich štúdií, najmä z dôvodu nedávneho ukončenia obchodovania tejto fázy.

Záverečná časť piatej kapitoly diplomovej práce obsahuje metódu syntézy, ktorou sme dosiahli zlúčenie výsledných pozorovaní a pristúpili sme k zhodnoteniu regulačného rámca a jeho vplyvu na emisie skleníkových plynov v EÚ 27. V tejto časti boli identifikované potenciálne oblasti, v ktorých by bolo primerané implementovať efektívne opatrenia s cieľom zlepšiť celkové fungovanie systému EU ETS.

4 Výsledky práce

V záverečnej práci sme sa zaoberali výskumnou otázkou, či zavedenie systému EU ETS efektívne prispelo k redukcii celkových vyprodukovaných emisií CO_{2e} v krajinách EÚ 27. Na základe výskumnej otázky sme mohli hodnotiť ekonomickú efektívnosť a účinnosť daného nástroja. Výskumná otázka zároveň otvára priestor pre diskusiu, ktorá je podporená údajmi z vykonanej korelačnej a regresnej analýzy na základe údajov krajín EÚ 27. Diskusia následne porovnáva štúdie z oblasti EU ETS a formuluje odporúčania pre znižovanie emisií CO₂ v prepojení na klimatické ciele Európskej únie, ktoré by mohol podporiť systém EU ETS.

V štvrtej kapitole sme v rámci regresnej analýzy odhadovali lineárne regresné modely metódou najmenších štvorcov, ktoré boli zostrojené na základe informácií zozbieraných z rôznych databáz. Ročné dáta o premenných modelu dostupné za krajiny EÚ 27 uvádzame v prílohe I záverečnej práce. Pracovali sme s databázou European Union Transaction Log (EUTL), z ktorej sme čerpali ročné údaje o množstve vyprodukovaných emisií CO₂ v jednotkách metrických ton. Z databázy Eurostatu sme čerpali údaje priemernom ročnom HDP v krajinách EÚ 27 v miliónoch eur a údaje o objeme celkových aj korporátnych investícií v krajinách EÚ 27 v miliónoch eur. Priemerné trhovú cenu emisnej povolenky pre obdobie 2005 – 2022 boli dopytované prostredníctvom telefonického rozhovoru s pánom Dvořákom z Emisného regulačného úradu (ERU) v Českej republike. Ročná priemerná cena takejto emisnej povolenky reprezentuje ceny z realizovaných obchodov na burze European Energy Exchange (EEX), ktoré sú stanovené ako vážený priemer uzatváracích cien za každý obchodný deň. Použitím priemerných ročných cien emisných povoleniek na trhu sme mohli vylúčiť volatilitu, ktorú možno pozorovať v denných uzatváracích cenách na akciovom trhu. Uvedené ceny emisných povoleniek nám však boli poskytnuté v českých korunách a preto sme na prepočet použili priemerný ročný kurz CZK/EUR uvedený na stránke Národnej banky Slovenska za roky 2009 – 2022. Priemerný ročný kurz CZK/EUR za roky 2005 – 2008 sme čerpali zo stránky Českej národnej banky.

4.1 Všeobecný tvar lineárnej rovnice

Za účelom zostrojenia lineárnej regresie uvádzame matematickú rovnicu, ktorá nám posluží ako východisko hodnotenia účinnosti systému EU ETS. Lineárna matematická rovnica má nasledujúci všeobecný tvar:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \dots + \beta_i x_i + e_i \quad i = 1, \dots, N \quad (1)$$

Koeficienty β_1 až β_i predstavujú neznáme parametre lineárneho regresného modelu. Udávajú sklon priamky lineárnej rovnice, pričom určujú veľkosť prírastkov a úbytkov strednej hodnoty závislej premennej y_i , ktorá zodpovedá jednotkovému prírastku nezávislej premennej x . Koeficient β_0 , známy pod pojmom lokujúca konštanta, udáva priesečník regresnej priamky s osou y . Interpretujeme ho ako teoretickú priemernú hodnotu závislej premennej y_i za predpokladu, že vysvetľujúca premenná x nadobúda nulovú hodnotu. Jednotlivé premenné x_1 až x_i predstavujú hodnoty modelu, ktoré ovplyvňujú závislú premennú rovnice (tzv. kontrolné premenné). Náhodná zložka v modeli u_i odráža pôsobenie faktorov nezarađených do modelu a náhodné vplyvy, ktoré môžu viesť k nižšej akceptovateľnej úrovni korelácie (StatSoft, Inc., 1999).

Náš model reprezentuje stochastický pravdepodobnostný model, do ktorého sú zakomponované náhodné zložky modelu. Ak by sa však v modeli náhodné zložky nevyskytovali a zmeny v premennej x by reprezentovali úmerné zmeny v premennej y , išlo by o párový lineárny deterministický matematický model. Bodovým odhadom modelu je lineárna funkcia v nasledujúcom všeobecnom tvare:

$$\hat{y}_i = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + \dots + b_i x_i$$

kde \hat{y}_i reprezentuje teoretickú hodnotu premennej y_i a b_0 až b_i udávajú bodové odhady koeficientov β_0 až β_i . Hodnoty x_1 až x_i reprezentujú hodnoty X základného súboru i -teho pozorovania pre n -počet pozorovaní (Mikolaj a Vančo, 2004).

Lineárnu regresnú rovnicu zobrazujeme priamkou, na ktorej je každá vzdialenosť bodov skutočných hodnôt pozorovaného súboru y_i od odhadnutých hodnôt súboru \hat{y}_i vyjadrená odchýlkou e_i . Daný vzťah zapisujeme v nasledujúcom tvare:

$$\sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$$

V ideálnom prípade sa usilujeme o minimalizáciu náhodnej chyby e_i , ktorú skúmame metódou najmenších štvorcov (MNS). Podstata metódy spočíva vo výpočte veľkosti sumy štvorcov rezíduí v modeli, ktoré vyplývajú z rozdielov pozorovaných hodnôt od vypočítaných hodnôt priamky \hat{y}_i .

4.2 Kontrolné premenné

Konkrétne premenné modelov sú zhrnuté v tabuľke uvedenej nižšie. Okrem príslušnej jednotky charakterizujúcej danú premennú v tabuľke nájdeme aj údaje o charaktere premennej či predpokladaný vplyv na závislú premennú. Kontrolné premenné v modeli sme si volili s ohľadom na očakávaný vplyv na vyprodukované množstvo emisií oxidu uhličitého v ekvivalentných jednotkách v sledovanom období 2005 – 2022.

Tabuľka 1 – Premenné v matematickom modeli

Premenná	Jednotka	Charakter premennej	Predpokladaný výsledok
Emisie CO _{2e}	t/CO ₂ ekv.	Závislá	-
Priemerné ročné HDP v krajinách EÚ 27	mil. EUR	Nezávislá	Pozitívny
Objem celkových investícií v krajinách EÚ 27, bežné ceny	mil. EUR	Nezávislá	Negatívny
Objem korporátnych investícií v krajinách EÚ 27, bežné ceny	mil. EUR	Nezávislá	Negatívny
Priemerná trhová cena EUA za rok v bežných cenách	EUR/povolenka	Nezávislá	Negatívny
Čas	rok	Nezávislá	Negatívny

Zdroj: vlastné spracovanie

Prvou kontrolnou premennou v našom modeli je priemerné ročné HDP v krajinách EÚ 27, ktoré vypovedá o aktuálnom ekonomickom vývoji v krajine. Podľa tohto ukazovateľa môžeme určiť obdobia expanzie či recesie, ktoré udávajú intenzitu industriálnej výroby emisne náročných sektorov. V časoch recesie budeme očakávať pokles vyprodukovaných emisií skleníkových plynov v dôsledku všeobecne zníženej produkcie v odvetviach, naopak v čase expanzie môžeme očakávať rast produkcie a s tým súvisiace zvýšenie množstva emisií skleníkových plynov (Samuelson a Nordhaus, 2010).

Našou ďalšou kontrolnou premennou v modeli je priemerný ročný objem celkových investícií ako komponent HDP v krajinách EÚ 27. Premenná reprezentuje tvorbu hrubého fixného kapitálu (gross fixed capital formation – GFCF) vládny

sektorom, podnikateľským sektorom a sektorom domácností, pričom je definovaná ako akvizícia vyrobených aktív znížená o úbytky fixných aktív v danom účtovnom období. Očakávaný vplyv na závislú premennú je negatívny z dôvodu predpokladaného poklesu emisií CO_{2e} s rastom objemu investícií (OECD, 2024).

Premenná priemerný ročný objem korporátnych investícií ako komponent HDP v krajinách EÚ 27 vyjadruje investície podnikateľského sektora. Pre účely diplomovej práce sa nám nepodarilo oddeliť environmentálne investície, ktoré sú zodpovedné za prechod k emisne menej náročným a čistejším technológiám od celkových korporátnych investícií. V súlade s Porterovou hypotézou však predpokladáme, že firmy môžu profitovať zo zavádzania environmentálnych politík, kedy sú stimulované realizovať investície podnecujúce inovácie. Zároveň môžu pozitívne prispievať k produktivite firiem a viesť k jej vyššej konkurencieschopnosti, ako aj k vytváraniu kvality pre konečných užívateľov. (Leeuwen, 2017).

Predposlednou kontrolnou premennou v modeli je priemerná ročná trhovú cenu emisnej povolenky (EUA) v bežných cenách. Zároveň je potrebné dodať, že priemerná cena emisnej povolenky v aukcii a priemerná cena emisnej povolenky na všetkých trhoch sa vďaka svojmu charakteru líši. Zatiaľ čo priemerné ceny emisnej povolenky v aukcii sú viac volatilné, ceny emisných povoleniek na trhu poskytujú spoľahlivejšie údaje pre ekonometrické modelovanie. Dáta o cenách emisných povoleniek sme čerpali od českého regulátora emisných povoleniek. Viacero environmentálnych ekonómov vo svojich teoretických dielach označilo cenu emisnej povolenky na všetkých trhoch ako relevantný nástroj pre určenie zníženia množstva vyprodukovaných emisií. Z dostupných dát vyplýva, že ceny emisnej povolenky na všetkých trhoch kolísavo ovplyvňovali vývoj emisií v jednotlivých obchodovaných obdobiach. Slabší vplyv tejto kontrolnej premennej sledujeme najmä v prvých dvoch obchodovaných obdobiach, hlavne kvôli bezplatnému prideleniu emisných kvót (tzv. grandfathering). V neskorších obchodovaných obdobiach vplyv kontrolnej premennej narastá, a to aj vďaka prísnejším limitom na množstvo pridelených emisných kvót a ich regulácii obchodovania v aukcii, ktoré viedli rovnomerne k nárastu ich ceny.

Posledná kontrolná premenná čas reprezentuje obdobie 2005 – 2022, pričom vykazuje trend postupného znižovania emisií CO_{2e} v rámci všetkých krajín Európskej únie 27. Tento vývoj je v súlade s mnohými environmentálnymi iniciatívami a politikami, ktoré boli v tomto období prijaté na úrovni EÚ v jednotlivých členských štátoch.

4.3 Deskriptívne štatistiky premenných modelu

Tabuľka 2 reprezentuje deskriptívne štatistiky modelu, ktoré nám pomáhali pri zostrojení regresnej analýzy, pomocou ktorej vyhodnocujeme vplyv systému EU ETS na zníženie emisií CO₂ v ekvivalentných jednotkách. Deskriptívne štatistiky nám udávajú minimálne a maximálne zistené hodnoty, ako aj údaje o priemere a mediáne dát za pozorované obdobie 2005 – 2022. Z dát vyplýva, že emisie CO_{2e} v EÚ 27 dosiahli svoju maximálnu úroveň na hodnote 4,196 miliárd metrických ton v roku 2005, pričom najnižšia zaznamenaná hodnota bola na úrovni 3,052 miliárd metrických ton v roku 2020. Dáta nám ďalej naznačujú, že vývoj emisií mal postupne klesajúci charakter, čo môžeme pripísať ambicióznym záväzkom v oblasti klimatických cieľov na úrovni EÚ. V priemere predstavovali emisie CO_{2e} za sledované obdobie 3,631 miliárd metrických ton s mediánom na úrovni 3,566 miliárd metrických ton.

Ročné HDP v krajinách EÚ 27 s vylúčením Veľkej Británie dosiahlo svoje maximum v roku 2022 s hodnotou približne na úrovni 15,910 biliónov eur, pričom najnižšie HDP predstavoval údaj za rok 2005 vo výške 9,561 biliónov eur.

Premenné celkové investície a korporátne investície v EÚ 27 dosiahli svoje maximum rovnako za roky 2022 kedy ich hodnota bola na úrovni 3,571 biliónov a 1,966 biliónov eur. Minimum dosiahli investície v roku 2005 na hodnotách 2,101 biliónov a 1,305 biliónov eur. Priemer celkových investícií za sledované obdobie bol na úrovni 2,599 biliónov eur, zatiaľ čo priemer korporátnych investícií bol na úrovni 1,547 biliónov eur.

Priemer ceny emisnej povolenky na všetkých trhoch dosiahol svoju maximálnu hodnotu na úrovni 80,85 eur za emisnú povolenku, pričom ročné minimum bolo na úrovni 1,50 eur. Vývoj bol ovplyvnený jednotlivými cenovými výkyvmi na trhoch, ktoré tlačili ceny emisnej povolenky najmä v prvej fáze roku 2007 k nulovej hranici. V priemere cena predstavovala 18,44 eur za emisnú povolenku, pričom najčastejšie vyskytujúcou sa hodnotou v dátach bola cena na úrovni 13,71 eur za emisnú povolenku.

Tabuľka 2 – Deskriptívne štatistiky premenných modelu

Premenná	MAX	MIN	Priemer	Medián
Emisie CO _{2e}	4,196	3,052	3,631	3,566
HDP (bln. EUR)	15,91	9,561	12,14	11,65
Investície (bln. EUR)	3,571	2,101	2,599	2,491
Korporátne investície (bln. EUR)	1,966	1,305	1,547	1,478
EUA priemer (EUR)	80,85	1,50	18,44	13,71
Čas	2022	2005	2014	2014

Zdroj: vlastné spracovanie v programe Gretl

4.4 Korelačná analýza

Pred realizáciou regresnej analýzy sme konštruovali korelačnú analýzu, ktorá študuje závislosť premenných modelu. Pri absolútne priamej lineárnej závislosti očakávame, že rast jednej premennej priamo úmerne vyvolá rast druhej premennej. Naopak, pri absolútne nepriamej lineárnej závislosti budeme očakávať pokles jednej hodnoty s rastom druhej hodnoty.

Bodovým odhadom koeficientu korelácie ρ je výberový párový koeficient korelácie r , pre ktorý platí nasledujúci vzťah:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

Menovateľ pre výpočet r má vždy kladnú hodnotu, keďže sa jedná o štvorec vypočítaných hodnôt (Mikolaj a Vančo, 2004).

V praxi sa najčastejšie používa Pearsonov korelačný koeficient, ktorý meria jednoduchú lineárnu koreláciu premenných na intervalovej škále ako mieru tesnosti lineárnej korelácie medzi dvoma náhodnými veličinami. Pearsonov korelačný koeficient nám zároveň umožňuje interpretovať výsledky bez ohľadu na veľkostnú jednotku premenných, v ktorej boli merané. Interpretácia výsledkov je však obmedzená na nepresné závery, ktoré môžu vyplývať z vysokej hodnoty korelačného koeficientu a súčasne nedostatočnej evidencie vzájomnej závislosti premenných. Korelačný koeficient r (nazývaný aj párový koeficient korelácie) nadobúda hodnoty z intervalu od -1 po $+1$,

pričom mínusová hodnota reprezentuje absolútne nepriamu lineárnu závislosť. Nulová hodnota znamená, že neexistuje žiadna závislosť a plusová hodnota hovorí o absolútnej priamej lineárnej závislosti dvoch premenných x , y . Čím je korelačný koeficient r bližšie k nule, tým je závislosť medzi dvomi premennými slabšia, zatiaľ čo koeficient nadobúdajúci hodnoty bližšie k -1 alebo $+1$ reprezentuje silnejší korelačný vzťah.

Hraničné hodnoty intervalu sú však v praxi výnimočné, preto pri hodnotení výsledkov korelačnej analýzy musíme vychádzať z hodnôt stanovených nasledovne: hodnoty koeficientu v intervale od $0,8 - 1$ (resp. $-0,8$ až -1) reprezentujú silnú vzájomnú závislosť, zatiaľ čo hodnoty v intervale $0,8 - 0,4$ (resp. $-0,8$ až $-0,4$) sú považované za stredne silné. Hodnoty z intervalu $0,4 - 0$ (resp. $-0,4$ až 0) predstavujú veľmi slabú až nulovú lineárnu závislosť dvoch premenných (StatSoft, Inc., 1999).

Koeficient korelácie umocnený štvorcom, nazývajúc sa koeficient determinácie, v sebe nesie prvok pre posúdenie vhodnosti modelu. Určuje štatistickú významnosť modelu, ktorá je zobrazená prostredníctvom nasledujúceho vzťahu:

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 - \sum_{i=1}^n e_i^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

Koeficient determinácie R^2 leží v rozpätí intervalu $0 \leq R^2 \leq 1$, pričom pri hodnote $+1$ očakávame, že všetky body ležia na regresnej priamke, t. j. suma štvorcov rezíduí je rovná 0 . V porovnaní s koeficientom korelácie r udáva presnejšie hodnotenie o tesnosti vzájomnej závislosti medzi závislou premennou a vysvetľujúcimi premennými (Mikolaj a Vančo, 2004).

Ako prvý krok pri analýze veľkého množstva dát, ktoré sú obsiahnuté v našich zvolených premenných zostrojíme korelačnú maticu, prostredníctvom ktorej preveríme tesnosť očakávaných vzťahov medzi premennými. Existujúcu závislosť overujeme na hladine významnosti $\alpha = 0,05$ %, ktorá nám umožňuje rozmedzie chyby na úrovni 5 %. Významné závislosti sa preverujú samostatne vo vzťahu k ďalším premenným cez regresnú analýzu (StatSoft, Inc., 1999).

V tabuľke nižšie uvádzame výsledky korelačnej analýzy, ktorá je reprezentovaná korelačnou maticou.

Tabuľka 3 – Korelačná analýza

	Emisie CO ₂	Cena EUA	HDP	Celkové investície	Korporátne investície	Čas
Emisie CO ₂	1					
Cena EUA	-0,4523	1				
HDP	-0,8597	0,6773	1			
Celkové investície	-0,6977	0,7756	0,9444	1		
Korporátne investície	-0,7104	0,7701	0,8994	0,9662	1	
Čas	-0,9492	0,5223	0,9621	0,8399	0,8071	1

Zdroj: vlastné spracovanie v programe Gretl

Z výsledkov korelačnej analýzy vyplýva, že premenná „cena emisnej povolenky“ je stredne silno negatívne korelovaná s premennou emisie CO_{2e} (- 0,4523). Z korelačnej matice ďalej pozorujeme silnú negatívnu koreláciu premennej emisie CO_{2e} s časom (- 0,9492) a s premennou HDP (- 0,8597). Premenná HDP má silnú pozitívnu koreláciu s celkovými investíciami (0,9444) a korporátnymi investíciami (0,8994). Celkové investície a korporátne investície majú veľmi silnú pozitívnu koreláciu s časom, čo naznačuje, že investície sa zvyšujú v priebehu času. Možnú závislosť medzi jednotlivými premennými je však ďalej potrebné skúmať prostredníctvom regresnej analýzy, ktorá rozdelí výsledky podľa ich individuálnej štatistickej významnosti. Prostredníctvom metódy najmenších štvorcov odhadujeme dva modely, pričom model č. 1 bude zahŕňať všetky premenné modelu. V modeli č. 2 skúmame vplyv štatisticky významných premenných prvého modelu na množstvo emisií CO_{2e}. V rámci modelov sledujeme individuálnu štatistickú významnosť parametrov cez t-štatistiku, koeficient determinácie R² a štatistickú významnosť modelu ako celku prostredníctvom F-štatistiky. Na záver hodnotíme štatistiky, na základe ktorých môžeme potvrdiť alebo vyvrátiť predpoklady klasického lineárneho regresného modelu (KLRM). Predpoklady klasického lineárneho modelu uvádzame nižšie:

1. Stredná hodnota náhodných chýb sa rovná nule
2. Vysvetľujúca premenná x nezávisí od náhodných chýb
3. Rozptyl náhodných chýb je konečný a konštantný (predpoklad homoskedasticity)

4. Náhodné chyby sú vzájomne lineárne nezávislé
5. Náhodné chyby majú normálne rozdelenie (Ochotnický, 2012).

Porušenie predpokladov KLRM umožňuje metóda Monte Carlo, ktorá v prípade veľkého objemu dát, t. j. nad 50 pozorovaní a malej vychýlenosti od normality rezíduí abstrahuje od uvedených predpokladov (StatSoft, Inc., 1999).

4.5 Regresná analýza modelu č. 1

Dole uvedená tabuľka reprezentuje výsledky regresnej analýzy, ktorú sme koncipovali prostredníctvom programu Gretl. V prvom prípade sme metódou OLS odhadli model zahŕňajúci všetky zvolené vysvetľujúce premenné, ktoré vplyvajú na množstvo vyprodukovaných emisií CO_{2e}, pričom sme využili robustné štandardné chyby.

Tabuľka 4 – Výsledky regresnej analýzy modelu č. 1

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>
const	2,23074e+08	3,23750e+07	6,890	<0,0001 ***
X1	0,119002	0,0846225	1,406	0,1850
X2	0,695234	0,199284	3,489	0,0045 ***
X3	-0,869795	0,222892	-3,902	0,0021 ***
X4	-3830,07	1276,41	-3,001	0,0111 **
X5	-109897	16441,0	-6,684	<0,0001 ***
Mean dependent var	3630910	S.D. dependent var		354239,2
Sum squared resid	5,63e+10	S.E. of regression		68511,79
R-squared	0,973596	Adjusted R-squared		0,962594
F(4, 26)	248,8501	P-value(F)		1,10e-11
Log-likelihood	-222,317	Akaike criterion		456,6348
	4			
Schwarz criterion	461,9770	Hannan-Quinn		457,3714
rho	-0,323316	Durbin-Watson		2,344304
		dL;dU		dL = 0,7098 dU = 2,0600
Whiteov test LM	7,30101	CV		18,307

Zdroj: vlastné spracovanie v programe Gretl, Pozn.: Hviezdičky (***), (**) a (*) označujú zamietnutie nulovej hypotézy (jednotkového koreňa) na 1%, 5% a 10% hladine významnosti

V prvej fáze overujeme predpokladaný vplyv vysvetľujúcich premenných na množstvo emisií CO_{2e}. Formulujeme nulovú hypotézu H₀, ktorá hovorí o neexistencii vplyvu nezávislých premenných na množstvo emisií CO_{2e}. Naproti tomu alternatívna hypotéza H₁ je formulovaná s ohľadom na existenciu štatisticky významného vplyvu

nezávislých premenných na závislú premennú. Hladina významnosti pre pozorované štatistiky je na úrovni $\alpha = 0,05 \%$.

H0: koeficient $\beta = 0\%$ (nie je prítomná štatisticky preukázateľná závislosť medzi ukazovateľmi)

H1: koeficient $\beta \neq 0\%$ (je prítomná štatisticky preukázateľná závislosť medzi ukazovateľmi)

Výsledné hodnoty vykonanej regresnej analýzy modelu č. 1 potvrdzujú, že systém EU ETS v krajinách EÚ 27 prispieva k zníženiu vyprodukovaných emisií CO_{2e} a preto hodnotíme, že systém je účinný. F-štatistika modelu má hodnotu 248,8501 a v porovnaní s kritickou hodnotou (1,73) je jej hodnota vyššia. V zmysle hypotéz preto prijímame alternatívnu hypotézu H1 o štatistickej významnosti modelu ako celku.

Koeficient determinácie R² reprezentuje hodnotu, na základe ktorej vieme určiť, že 97 % variability závislej premennej je vysvetlenej modelom. Individuálna štatistická významnosť parametrov na základe p-hodnoty však nezaraďuje všetky premenné do kategórie štatisticky významných. Štatisticky nevýznamná je však iba premenná HDP s p-hodnotou na úrovni 0,1850. S ohľadom na vyššiu p-hodnotu ako $\alpha = 0,05 \%$ nezamietame nulovú hypotézu o štatistickej nevýznamnosti premennej.

Ostatné premenné modelu sú štatisticky významné (ich hodnota sa nachádza pod hladinou $\alpha = 0,05 \%$ a preto ich zahrnieme do nášho druhého modelu, ktorý rovnako odhadneme metódou OLS s využitím robustných štandardných chýb.

4.6 Regresná analýza modelu č. 2

Model č. 2, ktorý sleduje vplyv premenných celkové investície, korporátne investície, ceny emisnej povolenky a čas na množstvo emisií CO_{2e} je štatisticky významný. F-štatistika modelu na úrovni 332,0555 je v porovnaní s kritickou hodnotou (1,73) vyššia, a preto v zmysle hypotéz potvrdzujeme prijatie alternatívnej hypotézy H1 o štatistickej významnosti modelu ako celku.

Koeficient determinácie R² udáva 97 % variabilitu závislej premennej, ktorá je vysvetlená modelom. Individuálna štatistická významnosť parametrov modelu naznačuje, že všetky zahrnuté premenné sú štatisticky významné. Kladný vplyv pozorujeme u premennej celkové investície, pričom na základe modelu hodnotíme vzrast emisií CO_{2e}

so vzrastom celkových investícií v ekonomike. Rovnakú interpretáciu však nevieme potvrdiť aj u premennej korporátne investície. V súlade s modelom interpretujeme, že ak sa korporátne investície zvýšia o jednu jednotku, celkové emisie CO_{2e} klesnú o 1,0522 jednotiek, čo je v súlade s očakávaním o vplyve korporátnych investícií na množstvo celkových emisií. Z druhého modelu ďalej vyplýva, že ak sa cena emisnej povolenky zvýši o 1 jednotku, počet emisií CO_{2e} sa zníži približne 3 162 jednotiek. Posledná premenná potvrdzuje klesajúci trend vývoja emisií naprieč časom a rovnako hodnotíme, že je štatisticky významná.

Tabuľka 5 – Výsledky regresnej analýzy modelu č. 2

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>
const	1,78841e+08	7,75983e+06	23,05	<0,0001 ***
X2	0,976196	0,144017	6,778	<0,0001 ***
X3	-1,05220	0,238924	-4,404	0,0007 ***
X4	-3161,98	1085,02	-2,914	0,0121 **
X5	-87440,4	3922,27	-22,29	<0,0001 ***
Mean dependent var	3630910	S.D. dependent var		354239,2
Sum squared resid	6,19e+10	S.E.of regression		69004,24
R-squared	0,970983	Adjusted R-squared		0,962055
F(4, 26)	332,0555	P-value(F)		6,07e-13
Log-likelihood	-223,166 7	Akaike criterion		456,3334
Schwarz criterion	460,7853	Hannan-Quinn		456,9473
rho	-0,428350	Durbin-Watson		2,688614
		dL;dU		dL = 0,8204 dU = 1,8719
Whiteov test LM	15,6116	CV		23,6848

Zdroj: vlastné spracovanie v programe Gretl, Pozn.: Hviezdičky (***), (**) a (*) označujú zamietnutie nulovej hypotézy (jednotkového koreňa) na 1%, 5% a 10% hladine významnosti

Individuálna významnosť konštanty je rovnako pod hladinou alfa = 0,05 % a preto hodnotíme, že konštanta je štatisticky významná.

Na základe odhadnutej regresnej analýzy sme potvrdili, že tempo poklesu emisií je výraznejšie, ak sa zvyšuje cena platená za vyprodukované emisie. Rovnako sme potvrdili zníženie emisií s narastajúcimi korporátnymi investíciami a pokles emisií v priebehu rokov.

4.7 Testovanie predpokladov klasického lineárneho regresného modelu

V tejto podkapitole testujeme základné predpoklady klasického lineárneho regresného modelu, ktoré sme uviedli v časti 4.4 s názvom Korelačná analýza. Prvým

dvom predpokladom sa nebudeme venovať do väčšej hĺbky z dôvodu menej náročných praktík overovania platnosti. Prvý predpoklad, ktorý očakáva strednú hodnotu náhodných chýb rovnú nule je automaticky splnený po zahrnutí konštanty do regresného modelu. V prípade, že by sme konštantu do modelu nezahrnuli, odhady parametrov by sa mohli výrazne vychýliť. Druhý predpoklad rovnako nie je možné testovať štatistickým testom. Vyskytuje sa v prípade vynechania dôležitých premenných v modeli, ktoré vysvetľujú premennú y alebo v prípade spätnej kauzality. Môže sa vyskytnúť aj pri použití zástupnej premennej, ktorá je nepresná, v dôsledku čoho dochádza k chybám merania premennej x (Brooks, 2008).

4.7.1 Testovanie heteroskedasticity

Následne sa budeme zaoberať tretím z predpokladov klasického lineárneho regresného modelu, ktorým je jeho homoskedasticita, t. j. konštantnosť náhodných chýb. V prípade jej porušenia vzniká heteroskedasticita modelu vedúca k zavádzajúcim záverom o štatistickej významnosti parametrov modelu. Detekciu heteroskedasticity je možné realizovať prostredníctvom štatistických testov, ako je napríklad Whiteov test, Breusch-Paganov test, Goldfeldov-Quandtov test rovnosti rozptylov a iné. V našej práci budeme bližšie hodnotiť Whiteov test, pričom odhadneme pôvodný model v tvare matematickej rovnice. Následne opäť formulujeme nulovú hypotézu H_0 a alternatívnu hypotézu H_1 pri $\alpha = 0,05 \%$.

H_0 : V dátach sa heteroskedasticita nenachádza (tzn. nulovú hypotézu zamietame pri hodnotách nižších než $\alpha = 0,05 \%$)

H_1 : V dátach je prítomná heteroskedasticita (tzn. alternatívnu hypotézu prijímame pri hodnotách nižších než $\alpha = 0,05 \%$)

Z našich výsledkov môžeme na základe Whiteovho testu hodnotiť, že v modeli č. 1 a č. 2 nemáme problém s heteroskedasticitou (t. j. s rozptylom náhodných zložiek). Testovacia štatistika pre prvý model má hodnotu $LM = 7,30101$. Kritická hodnota testovacej štatistiky je na úrovni 18,31, a teda na základe údajov prijímame nulovú hypotézu, ktorá hovorí o neprítomnosti heteroskedasticity v modeli. P-hodnota pre prvý model je na úrovni 0,696755, ktorá je vyššia ako $\alpha = 0,05 \%$. Na základe tejto p-hodnoty tiež potvrdzujeme prijatie H_0 vypovedajúcej o neprítomnosti heteroskedasticity v modeli. Testovacia štatistika Whiteovho testu pre druhý model má hodnotu $LM = 15,6116$.

V porovnaní s kritickou hodnotou (23,68) je jej hodnota nižšia a preto môžeme rovnako prijať nulovú hypotézu o neprítomnosti heteroskedasticity v modeli. P-hodnota Whiteovho testu rovnajúca sa 0,337664 je vyššia ako $\alpha = 0,05 \%$, na základe čoho potvrdzujeme prijatie nulovej hypotézy o neprítomnosti heteroskedasticity v modeli.

4.7.2 Testovanie autokorelácie rezíduí

Testovanie štvrtého predpokladu, t. j. autokorelácie rezíduí sa uskutočňuje prostredníctvom autoregresných modelov, ako je napríklad Durbin-Watsonov test regresnej analýzy. Hodnota testu sa pohybuje v rozmedzí intervalu od 0 do 4. Autokorelácia rezíduí sa používa v analýze údajov časových radov, kedy nedávno nameraná hodnota môže korelovať s historickými údajmi. Takýto problém sa zvyčajne vyrieši prostredníctvom vykonania následného štatistického testu, kedy vynecháme premennú v modeli, ktorá spôsobuje autokoreláciu a odhadneme model znova s vynechaním tejto premennej (CFI, 2024).

Následne formujeme nulovú hypotézu H_0 , ktorá hovorí o nekorelovanosti náhodných chýb v modeli. Oproti tomu alternatívna hypotéza H_1 predstavuje koreláciu náhodných chýb.

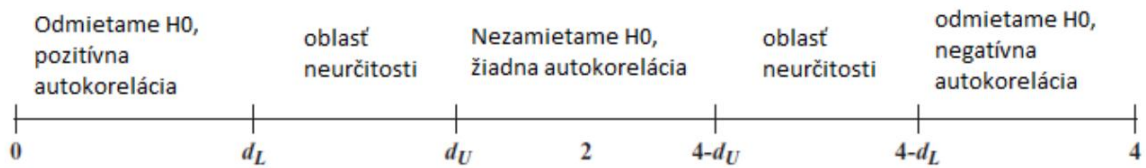
H_0 : Náhodné chyby nie sú vzájomne korelované (tzn. nulovú hypotézu zamietame pri hodnotách nižších než $\alpha = 0,05 \%$)

H_1 : Náhodné chyby sú vzájomne korelované (tzn. alternatívnu hypotézu prijímame pri hodnotách nižších než $\alpha = 0,05 \%$)

Pre grafické znázornenie uvádzame interval Durbin-Watsonovho testu, na ktorom môžeme vidieť príslušné hodnoty pre formovanie záverov o štatistickej významnosti testu. Testovaciu štatistiku d porovnávame s hodnotami d_U a d_L , ktoré zobrazujú jednotlivé intervaly zamietnutia, prípadne prijatia nulovej hypotézy týkajúcej sa autokorelácie rezíduí.

V prípade, že testovacia štatistika d spadá do oblasti neurčitosti, nevieme jednoznačne potvrdiť ani vyvrátiť prijatie nulovej hypotézy, a teda vysloviť záver o neprítomnosti autokorelácie náhodných chýb.

Obrázok 1 – Interval pre Durbin-Watsonov test



Zdroj: Brooks, 2008

Durbin-Watsonov test pre prvý odhadnutý všeobecný model nám hovorí o hodnote testovacej štatistiky 2,34 pre interval 0,71 – 2,06. V danom prípade nezamietame H_0 , a tak potvrdzujeme hypotézu o nulovej autokorelácii rezíduí. V druhom modeli pozorujeme hodnotu testovacej štatistiky na úrovni 2,69 pre interval 0,82 – 1,87. Pre túto hodnotu rovnako nezamietame nulovú hypotézu pre určenie autokorelácie rezíduí. Z výsledkov hodnotíme, že v prvom aj v druhom odhadnutom modeli nie sú náhodné chyby vzájomne korelované, a tak obidva modely spĺňajú predpoklady klasického lineárneho regresného modelu o vzájomnej nekorelovanosti náhodných chýb.

4.7.3 Testovanie normality rezíduí

Posledným predpokladom klasického lineárneho regresného modelu je normalita rezíduí. Opäť formujeme nulovú hypotézu H_0 , ktorá hovorí o normálnom rozdelení náhodných chýb. Naproti tomu alternatívna hypotéza H_1 vypovedá o porušení predpokladu o normálnom rozdelení náhodných chýb v modeli.

H_0 : Náhodné chyby sú normálne rozdelené (tzn. nulovú hypotézu zamietame pri hodnotách nižších než $\alpha = 0,05$ %)

H_1 : Náhodné chyby nemajú normálne rozdelenie (tzn. alternatívnu hypotézu prijímame pri hodnotách nižších než $\alpha = 0,05$ %)

V prípade porušenia predpokladu o normalite rezíduí existujú viaceré možnosti riešenia. V prvom prípade, najmä pri veľkej vzorke pozorovaní, nie je nutne potrebné eliminovať porušenie predpokladu za podmienky platnosti ostatných predpokladov klasického lineárneho regresného modelu. V ďalšom prípade môžeme porušenie predpokladu odstrániť prostredníctvom vloženia umelej premennej do modelu alebo zostrojením niektorého z modelov ARCH, najmä ak sú chyby spôsobené v dôsledku zhlukovania volatility (Brooks, 2008).

V prvom modeli nepozorujeme problém s normalitou rezíduí. Na základe testovacej štatistiky (0,0073), ktorá je v porovnaní s kritickou hodnotou (5,99) nižšia, prijímame nulovú hypotézu o normalite rezíduí. P-hodnota na úrovni 0,9963, ktorá je vyššia ako $\alpha = 0,05$ %, potvrdzuje prijatie H_0 o normálnom rozdelení rezíduí.

Druhý model rovnako nemá problém s normalitou rezíduí. Testovacia štatistika modelu rovná 0,5913 je nižšia ako jej kritická hodnota, čo nám umožňuje prijať nulovú hypotézu o normalite rezíduí. Prijatie nulovej hypotézy rovnako potvrdzujeme p-hodnotou na úrovni 0,7441, ktorá je vyššia ako $\alpha = 0,05$ %.

Pri hodnotení predpokladov klasického lineárneho regresného modelu zároveň určujeme dôležitosť jednotlivých predpokladov. Predpoklad o nulovej strednej hodnote náhodných chýb a predpoklad, že vysvetľujúca premenná nie je závislá od náhodných chýb zaručujú neskreslenosť odhadu parametrov modelu, zatiaľ čo predpoklady o konečnom a konštantnom rozptyle náhodných chýb a vzájomnej lineárnej nezávislosti náhodných chýb zabezpečujú minimálnu mieru rozptylu odhadu parametrov. V praxi sa však stretávame s prípadmi, kedy je potrebné vyhodnotiť nielen porušenie, či dodržanie predpokladov modelu, ale aj mieru, v akej môžu byť uvedené predpoklady porušené (Brooks, 2008).

5 Diskusia

V prvej časti piatej kapitoly budeme analyzovať existujúce štúdie v oblasti EU ETS, ktoré skúmajú vplyv systému EU ETS na zníženie emisií CO₂ a ekonomickú výkonnosť, ako aj vplyv systému na vývoj cien emisných povoleniek na trhu. V druhej časti kapitoly budeme formulovať odporúčania v oblasti EU ETS s cieľom zefektívnenia systému, ktoré by mohli byť prijaté zákonodarcami ako spôsob pozitívnej zmeny vedúcej k stimulácii ekologických inovácií a postupov prijímaných národnými orgánmi. Zameriavať sa budeme najmä na zmeny v oblasti fungovania rezervy stability trhu, prísnejšie podmienky znižovania CO₂ a úpravu cien emisných povoleniek tak, aby boli emitenti motivovaní k zníženiu vyprodukovaných emisií. Venovať sa budeme aj začleneniu odvetvia komunálneho odpadu pod systém EU ETS a prinesieme odporúčania v súvislosti s témou uhlíkového cla, ktoré sa s platnosťou od roku 2023 dotýka spoločností s dodávateľským reťazcom mimo Európskej únie. Odporučíme prepojenie s podobnými systémami iných jurisdikcií a štátov ako vhodný doplnok súčasnej regulácie.

5.1 Prehľad štúdií v oblasti vplyvu systému EU ETS na zníženie množstva emisií skleníkových plynov

Kapitola nám ponúka prehľad štúdií zaoberajúcich sa vplyvom systému EU ETS na zníženie množstva emisií skleníkových plynov, ktoré sa riadia podobnou metodikou ekonometrického modelovania, pričom využívajú aj pokročilé metódy kontrafaktuálnej analýzy za cieľom vyhodnotenia účinkov politiky na kontrolnú skupinu. Jednotlivé štúdie sú dostupné najmä za prvé a druhé obchodované obdobie, a to vďaka časovým oneskoreniam pri zverejňovaní podnikových aj makroekonomických dát o vyprodukovaných emisiách. Na základe preštudovanej literatúry konštatujeme, že štúdie preukázali zníženie emisií CO₂ v súvislosti s EU ETS reguláciou, najmä v odvetviach vyznačujúcich sa vysokou energetickou náročnosťou (Ellerman a Buchner, 2008; Anderson a Di Maria, 2011; Egenhofer et al., 2011; Colmer et al., 2022). Tieto štúdie sú realizované ex post, t. j. po zavedení systému, pričom zväčša odrážajú očakávané vplyvy účinkov systému, ktoré boli vyhodnotené na základe vykonaných ekonometrických analýz.

Štúdie z prvého a druhého obchodovaného obdobia sa okrem vyhodnotenia všeobecnej výkonnosti systému zamerali aj na analýzu vplyvu systému na ekonomickú aktivitu a jednotlivé ukazovatele podnikov. Štúdie Martina et al. (2011) skúmali vplyvy na

inovačné procesy v rámci podnikov v Nemecku a technologické zmeny, ktoré so sebou priniesla nová environmentálna regulácia v podobe zavedenia systému EU ETS. Majitelia podnikov boli v tomto duchu nútení k prechodu na účinnejšie spôsoby výroby, aby splnili limity emisií skleníkových plynov. Za toto obdobie máme ďalej dostupné štúdie od autorov Commins et al. (2011), Abrell et al. (2011) a Chan et al. (2013), ktorí skúmali dopad systému EU ETS na ekonomický výkon a ukazovatele podnikov v rámci celej EÚ. Autori Sato et al. (2014) skúmali vplyv na inovácie v podnikoch Veľkej Británie a Nemecka, zatiaľ čo Colmer et al. (2022) vyhodnotil vplyv regulácie EU ETS na podniky vo Francúzsku.

Štúdie z oblasti vyhodnotenia vplyvu cien emisných povoleniek na množstvo emisií CO₂ nám ponúkajú autori Delarue et al. (2008), Kettner et al. (2010), Zimmermannová a kol. (2015), Zimmermannová a kol. (2019) a Bayer a Aklin (2020), ktorí skúmali vplyv cien emisných povoleniek na množstvo emisií CO₂, pričom potvrdili závislosť medzi týmito dvoma premennými. Štúdie sú realizované v krajinách EÚ a Českej republiky, pričom zbierajú údaje prevažne z národných databáz a Registra Únie.

Zároveň však nevidujeme štúdie, ktoré by sa zamerali na konkrétne vyhodnotenie vplyvov systému EU ETS na zníženie celkového množstva emisií v EÚ za všetky doposiaľ obchodované obdobia, preto sme nezahrnuli do nášho pozorovania literatúru, ktorú by sme mohli ekvivalentne konfrontovať s výsledkami našej diplomovej práce za skúmané časové obdobie 2005 až 2022.

5.1.1 Štúdie skúmajúce vplyv systému EU ETS na celkový pokles emisií skleníkových plynov

Tabuľka č. 6 nám ponúka prehľad existujúcich štúdií v oblasti znižovania emisií skleníkových plynov, ktoré boli vykonávané ex post, t. j. po zavedení systému EU ETS. Štúdie ex post charakteru majú väčšiu vypovedaciu schopnosť ako štúdie realizované ex ante, t. j. pred zavedením systému, pri ktorých absentuje vplyv reálneho účinku systému na zníženie emisií a tieto hodnotenia sú zväčša založené len na teoretických predpokladoch, ktoré nevychádzajú z historických dát.

Autori Ellerman a Buchner (2008) realizovali štúdiu, ktorá sa zameriava na ex post analýzu systému EU ETS založenú na údajoch z rokov 2005 – 2006. Za rok 2005 uvádzajú zníženie emisií v rozmedzí 130 – 200 MtCO₂ a v roku 2006 zníženie v rozmedzí 140 – 220

MtCO₂ v členských štátoch Európskej únie. Zároveň sledujú level nadalokovaných povoleniek na základe agregovaných pozícií podnikov ako rozdiel medzi počtom vyprodukovaných emisií pod reguláciou EU ETS a emisií, ktoré by boli vyprodukované za absencie systému EU ETS. Nadalokáciu emisných povoleniek odhadujú na úrovni 125 miliónov EUA. Autori využívajú ukazovatele ekonomickej aktivity a údaje o energetickej a emisnej náročnosti na úrovni výrobných podnikov, ako aj vplyv ceny emisných povoleniek, ktoré boli významným indikátorom pri posudzovaní úrovne zníženia emisií skleníkových plynov v sledovanom období. Štúdia dospela k záveru, že rovnako došlo k zníženiu emisií CO₂ ako aj k nadalokácii emisných povoleniek. Zároveň však dodáva, že napriek problémom, ktoré vyplývali zo spustenia samotného systému, bolo aj mierne zníženie emisií úspechom. Vyhodnotením pre úspešnosť systému ETS sú pozitívne účinky cien emisných povoleniek, ktoré automaticky vedú k efektu zníženia emisií, ako aj rastúce HDP spolu so znižovaním sa intenzity vyprodukovaných emisií CO₂ (Ellerman a Buchner, 2008; Di Maria et al., 2011). Podobnosť s našou štúdiou môžeme pozorovať v zvolených indikátoroch HDP a ukazovateľoch intenzity emisií CO₂ a ceny emisnej povolenky. Rovnako pozorujeme priaznivý vplyv ceny emisnej povolenky na znížené množstvo vyprodukovaných emisií CO₂ v sledovanom období. Štúdie sa líšia v metodike, ktorá v prípade Ellermana a Buchnera (2008) skúma indikátor nadalokácie emisných povoleniek a porovnáva scenáre, v ktorých predikuje vývoj emisií pod reguláciou systému EU ETS v porovnaní s business as usual (BAU) scenárom. Dáta o emisiách čerpá z údajov národných alokačných plánov, ktoré zohrávali významnú rolu v prvých dvoch obchodovaných obdobiach, kde tvorili základ pre pridelenie emisných kvót výrobným podnikom.

Štúdia, ktorú realizovali Anderson a Di Maria v roku 2011, sa zaoberá vyhodnotením pilotného obdobia obchodovania, pričom modeluje úrovne znižovania emisií na základe historických dát s využitím dynamických panelových údajov za obdobie 2005 – 2007. Autori v štúdiu porovnávajú efektivitu systému cez odovzdané emisie v pomere k celkovým alokovaným emisiám na úrovni výrobných podnikov v krajinách EÚ 25, pričom odhadujú celkové zníženie emisií o 247 miliónov ton CO₂. Štúdia zároveň hodnotí, že veľká časť emisných povoleniek bola nadalokovaná. Závislú premennú v modeli predstavuje rovnako ako v našej záverečnej práci množstvo emisií CO₂. Štúdia ďalej zbiera údaje o emisiách z databázy Eurostatu, a následne ich prideluje podľa NACE kódu k sektorom, ktoré sú zapojené do systému EU ETS. Z výsledkov štúdie vyplýva, že

väčšina členských štátov EÚ dosiahla miernu úroveň zníženia emisií s jednociferným percentuálnym znížením, zatiaľ čo Belgicko, Česká republika, Írsko, Portugalsko a Švédsko dosiahli dvojciferné percentuálne zníženie. V absolútnom vyjadrení najviac znižovali emisie uhlíka Taliansko (57,1 MtCO₂) a Česká republika (39,4 MtCO₂).

Egenhofer et al. (2011) rozšírili štúdiu Ellermana, Converyho a de Perthuisa (2010) o údaje z rokov 2008 – 2009, pričom zistili výraznejšie zníženie emisií v rokoch 2008 – 2009 ako v rokoch 2006 – 2007. Štúdia hodnotí indikátory CO₂ emisie zo všetkých sektorov, reálne HDP krajín EÚ 25, predikovanú mieru zníženia intenzity emisií, skutočnú mieru zníženia intenzity emisií a podiel zníženia emisií. V rokoch 2006 a 2007 pozorujú zníženie intenzity emisií na úrovni 2 % a 1,9 % oproti predikciám na úrovni 1 %, na základe čoho môžeme hodnotiť, že systém efektívne prispel k zníženiu emisií. Intenzita emisií pod reguláciu systému EU ETS sa v rokoch 2008 a 2009 znížila o 3,3 % a 7,4 % medziročne v porovnaní s predikciami na úrovni 2 %. Za nedostatky štúdie považujeme zjednodušený makro prístup, ktorý nezachycuje trendy v jednotlivých sektoroch z dôvodu nedostupnosti údajov na mikro úrovni.

Štúdiu, ktorú realizoval Dechezleprêtre et al. (2023) skúma emisie z výrobných podnikov štyroch krajín – Francúzska, Holandska, Nórska a Spojeného kráľovstva v období 2005 – 2014. Analýzu však limitujú len na prvé a druhé obchodované obdobie z dôvodu rozšírenia pôsobnosti systému v roku 2013, pričom zohľadnenie dát podnikov z tohto obdobia by neumožnilo využiť dostatok kontrolných premenných pre ekonometrické modelovanie. Táto štúdia disponuje databázou údajov z 2 683 výrobných podnikov. Na rozdiel od predchádzajúcich štúdií využíva dáta na mikro úrovni a kvázi-experimentálne techniky kauzálneho účinku EU ETS na ekonomickú a environmentálnu výkonnosť firiem, ktoré sú regulované systémom EU ETS. Štúdia poskytuje robustný odhad založený na súbore dvojíc podnikov, ktoré sú porovnateľné vo svojich charakteristikách. Ponúka prehľad účinkov na zníženie emisií CO₂, ako aj účinky na ekonomické indikátory v rámci podnikov. V metodike využíva OLS modelovanie a používa fixné efekty, ktoré umožňujú abstrahovať od efektov ovplyvňujúcich interpretáciu výsledkov, ako je napríklad vplyv finančnej krízy z roku 2008. Uplatnením metódy difference-in-difference autori zistili, že EU ETS prispel k zníženiu emisií uhlíka približne na úrovni 10 % oproti podnikom, ktoré nie sú regulované systémom EU ETS medzi rokmi 2005 a 2012. Účinok systému bol najvýraznejší pri väčších zariadeniach v súlade s tvrdením, že prechod na nízkoemisné technológie je kapitálovo náročný a zahŕňa

vysoké fixné náklady. Štúdia ďalej poukazuje na to, že väčšie množstvá bezplatne pridelených kvót sú spojené s nižšími snahami o redukciu vyprodukovaných emisií CO₂.

Štúdie zároveň naznačujú, že systém EU ETS nielen znížil emisie, ale aj zlepšil investície do nových technológií a procesov na úrovni podnikov. Potvrzuje to aj empirická štúdia Martina et al. (2016), ktorá hodnotí vplyv EU ETS na znižovanie emisií CO₂. Štúdia preukazuje, že z dlhodobého hľadiska je žiadané stimulovať inovácie, ktoré pomôžu pri prechode na nízkouhlíkové hospodárstvo. Účelom štúdie je zhrnúť a zhodnotiť existujúcu ex post literatúru v oblasti EU ETS, so zameraním najmä na vplyv EU ETS na emisie CO₂, ekonomickú výkonnosť a konkurencieschopnosť a inovácie regulovaných firiem v priemyselnom a energetickom sektore.

Bayer a Aklin (2020) pomocou štatistického modelovania a sektorových údajov o emisiách zistili, že sektory EU ETS emitovali o 11,5 % menej emisií, než by produkovali bez regulácie EU ETS. Zároveň ich výsledky naznačujú, že účinok EU ETS bol väčší v druhej fáze obchodovania ako v prvej fáze. Štúdia používa kontrafaktuálnu premennú, ktorá umožňuje určiť výsledok bez regulácie EU ETS pomocou všeobecnej syntetickej metódy. Emisie CO₂ modeluje ako funkciu hrubého domáceho produktu a jeho ekvivalentu na druhú ako hlavné premenné modelu. V závere nachádza štatisticky významný vplyv systému ETS aj napriek nízkym cenám emisných povoleniek v sledovanom období. Databáza pozostáva z údajov o emisiách v EUTL a z národných emisií pod Rámcovým dohovorom Organizácie Spojených národov o zmene klímy (UNFCCC).

Nedávna štúdia v oblasti EU ETS skúma emisie regulovaných aj neregulovaných zariadení pred a po zavedení EU ETS s cieľom poskytnúť kauzálny vplyv systému na emisie CO₂. Štúdiu realizoval Colmer et al. (2023), ktorý na vzorke 9 500 firiem vo Francúzsku dokázal, že regulované firmy znížili svoje emisie v priemere o 8 – 12 % v porovnaní s kontrolnou skupinou neregulovaných firiem, ktoré niesli podobné charakteristiky ako regulované firmy. K najväčším zmenám podľa autorov došlo počas druhej fázy obchodovania, kedy sa cena emisných kvót pohybovala v rozmedzí 15 a 30 eur za emisnú povolenku. Štúdia využíva prístup modelácie regresie prostredníctvom metodiky difference-in-difference, ktorá porovnáva vzorku na základe „nearest neighbour“. Dáta čerpá z francúzskej databázy administratívnych údajov, ako aj z Francúzskej agentúry pre životné prostredie a energetický manažment (ADEME).

Štúdia Zimmermanovej a kol. (2019) skúma oblasti vplyvu systému obchodovania s emisnými povolenkami v krajinách EÚ 28. Táto štúdia disponuje výskumným obdobím 1995 – 2016. Štúdia zistila porovnateľný vplyv systému obchodovania s emisnými povolenkami EU ETS v krajinách EÚ 28, pričom potvrdzuje negatívnu koreláciu cien emisnej povolenky na všetkých trhoch na zníženie množstva emisií CO₂. Rovnako zistila negatívnu koreláciu medzi korporátnymi investíciami, časom a cenami emisnej povolenky z aukcie v bežných cenách. Štúdia potvrdzuje pozitívny vplyv premennej HDP v bežných cenách na množstvo vyprodukovaných emisií CO₂. Pracuje s databázou Eurostatu, burzou EEX a dátami od českého Operátora trhu s elektrinou.

V štúdiách sa však stretávame aj so situáciami, kedy sa nepotvrdil zásadný vplyv systému EU ETS na zníženie množstva emisií skleníkových plynov. Autori Klemetsen et al. (2020) použili údaje za obdobie rokov 2001 až 2013, pričom nachádzajú len slabý vplyv regulácie EU ETS na zníženie intenzity emisií CO₂. Pracujú s dátami nórskych podnikov na mikro úrovni, pričom sledujú jeho ekonomickú a environmentálnu účinnosť. Napriek slabým dôkazom o tom, že regulované zariadenia znížili emisie CO₂ vo významnom rozsahu v druhej fáze EU ETS, nenachádzajú dôkazy ani o znížení intenzity emisií v ktorejkoľvek z fáz obchodovania EU ETS.

Ďalšia štúdia pod vedením autorov Jaraite a Di Maria (2016) analyzuje vplyv systému EU ETS na emisie CO₂ a na ekonomickú výkonnosť výrobných podnikov umiestnených v Litve za obdobie 2003 – 2010. Prostredníctvom zozbieraných údajov o zariadeniach zisťuje, že nedošlo k očakávanému zníženiu celkových emisií CO₂ a iba malému zníženiu intenzity emisií CO₂. Pracuje s mikro dátami na úrovni podnikov, pričom prostredníctvom metodiky párovania odhaduje kauzálny vplyv systému EU ETS na emisie CO₂, intenzitu emisií CO₂, investičné správanie sa firiem a ziskovosť zúčastnených firiem.

Štúdie Calela (2020) zo Spojeného kráľovstva rovnako neprinášajú poznatky o znížení uhlíkovej náročnosti firiem medzi rokmi 2005 až 2012. Tieto poznatky však môžu byť spôsobené najmä už existujúcou klimatickou politikou, ktorá bola zavedená v Spojenom kráľovstve ešte pred systémom EU ETS, a tak vplyv nebol natoľko pozorovateľný, aby sa mohlo potvrdiť zníženie emisií. Štúdia však prináša aj pozitívny vplyv systému EU ETS na nízkouhlíkové technológie a výskum a vývoj (R&D).

Prehľad štúdií uvádzame v tabuľke nižšie:

Tabuľka 6 – Prehľad štúdií vplyvu EU ETS na celkové množstvo emisií skleníkových plynov

Autori	Dáta	Obdobie	Krajina	Výsledok	Naša práca
Ellerman a Buchner (2008)	NAP	2005 – 2006	EU	zníženie emisií na úrovni 130 – 220 MtCO ₂	potvrďuje
Anderson a Di Maria (2011)	Eurostat	2005 – 2007	EU	zníženie emisií o 247 MtCO ₂	potvrďuje
Egenhofer et al. (2011)	Eurostat	2006 – 2009	EU	2006 – 2007 zníženie intenzity emisií o 2 % a 1,9 %; 2008 – 2009 zníženie intenzity emisií o 3,3 % a 7,4 %	potvrďuje
Dechezleprêtre et al. (2023)	Orbis, EUTL	2005 – 2014	FR, NL, NO, UK	Zníženie CO ₂ na úrovni 10 % pod EU ETS vs mimo EU ETS	potvrďuje
Bayer a Aklin (2020)	EUTL, CRF (UNFCCC)	2008 – 2016	EU	Zníženie CO ₂ na úrovni 11,5 % pod EU ETS vs mimo EU ETS	potvrďuje
Colmer et al. (2022)	INSEE, EACEI, ADEME, NCE	1996 – 2012	FR	Zníženie CO ₂ o 8 – 12 % v porovnaní s kontrolnou skupinou neregulovaných firiem	potvrďuje
Zimmermanová a kol. (2019)	Eurostat, OTE, EEX	2005 – 2016	EU	ekonomický nástroj je environmentálne účinný v EU 28	potvrďuje
Klemetsen et al. (2020)	Norwegian Environment Agency	2001 – 2013	NO	slabé dôkazy o znížení emisií z regulovaných odvetví EU ETS	nepotvrďuje
Jaraite a Di Maria (2016)	Mikro dáta	2003 – 2010	LT	Žiadne zníženie emisií; mierne zlepšenie intenzity emisií	čiastočne potvrďuje

Calel (2020)	Mikro dáta	2005 – 2012	UK	Nedošlo k zníženiu emisií na úrovni firiem; pozitívny vplyv na R&D	čiasťočne potvrdzuje
--------------	------------	-------------	----	--------------------------------------------------------------------	----------------------

Zdroj: vlastné spracovanie

5.1.2 Štúdie skúmajúce vplyv systému EU ETS na ekonomickú aktivitu

Mnohé štúdie skúmajúce vplyv systému na ekonomickú aktivitu firiem využívajú prístup porovnávania firiem regulovaných systémom EU ETS a firiem, ktoré nie sú regulované systémom EU ETS. Hlavný rozdiel je v tom, že emisie sa zvyčajne sledujú na sektorovej úrovni, zatiaľ čo ukazovatele ekonomickej výkonnosti sa sledujú na úrovni firiem. Vo všeobecnosti prinieslo predstavenie systému EU ETS znepokojenie medzi sektormi, pričom mnohé modely predikovali, že vývoj ceny emisnej povolenky na úrovni 20 – 30 eur/tCO₂ neprinesie vysoké hraničné náklady pre väčšinu priemyselných odvetví, ale skôr sa dotkne energeticky náročných odvetví, ako sú cementársky priemysel, hutnícky priemysel, papierenský a chemický priemysel. Štúdia Sata et al. (2014) skúmala sektory počas tretieho obchodovaného obdobia v UK a v Nemecku, pričom vyhodnocovala riziko úniku uhlíka pod vplyvom EU ETS. Celkovo hodnotí, že relatívna uhlíková intenzita sektorov, meraná ako nárast nákladov v pomere k hrubej pridanej hodnote, poskytuje robustné odhady pre ekonometrické modelovanie. Jednoznačne však nevie identifikovať riziko úniku uhlíka v dôsledku veľkého množstva faktorov, ktoré je potrebné zväziť pri hodnotení rizika úniku uhlíka.

Prvotné štúdie, ktoré boli realizované v súvislosti s vyhodnotením vplyvu systému EU ETS na ekonomickú výkonnosť firiem vykazujú nedostatky, a to z dôvodu vzájomného porovnávania firiem, ktoré nespádali do rovnakého priemyselného odvetvia. Štúdiám sa nepodarilo kontrolovať časovo premenlivé faktory a faktory špecifické pre daný sektor, pričom takýmito štúdiami sa zaoberali napríklad Abrell et al., 2011 a Commins et al., 2011.

Commins et al. (2011) porovnáva vplyv energetických daní a systému EU ETS na firmy v Európe v rokoch 1996 až 2007. Štúdia využíva mikro údaje spoločností, pričom vyhodnocuje ako boli firmy v rôznych sektoroch ovplyvnené environmentálnou politikou. Zameriava sa na aspekty správania sa a výkonnosti firiem, celkovú produktivitu výrobných faktorov, úroveň zamestnanosti, investičné správanie a ziskovosť. Vyhodnocuje, že energetické dane zvýšili celkovú produktivitu výrobných faktorov a návratnosť kapitálu,

ale znížili zamestnanosť s nejednoznačným účinkom na investície v sektoroch zahrnutých v analýze. Pozoruje však veľké sektorové rozdiely, pričom niektoré odvetvia sú v oblasti produktivity a ziskovosti stratové z dôvodu zvýšených daní z energie, zatiaľ čo iné firmy z takejto politiky profitujú.

Abrell et al. (2011) skúma vplyv systému obchodovania s emisiami Európskej únie (EU ETS) na úrovni firiem, pričom pomocou panelových údajov o emisiách a výkonnosti viac ako 2000 európskych firiem v rokoch 2005 až 2008 analyzuje efektívnosť regulácie EU ETS. Výsledky štúdie naznačujú, že posun z prvej fázy v rokoch 2005 – 2007 do druhej fázy v rokoch 2008 – 2012 mal vplyv na znižovanie emisií realizovaných firmami. Ďalej ukazuje, že počiatočná alokácia emisných kvót mala významný vplyv na zníženie emisií CO₂, čím spochybňuje relevantnosť Coasovej teóremy (Coase, 1969), podľa ktorej je počiatočné pridelenie kvót irelevantné pre pridelenie obchodovateľných emisných povoleniek v neskorších fázach. Na záver zisťuje, že systém EU ETS mal mierny vplyv na výkonnosť zúčastnených spoločností, pričom konštatuje, že úplný prechod na systém aukcií by mohol výraznejšie pomôcť znížiť emisie, ale súčasne by mohol mať aj negatívny vplyv na zisky zúčastnených spoločností.

Martin et al. (2011) zvolil metodológiu dotazníkového prieskumu, pričom analyzoval takmer 800 výrobných podnikov v šiestich európskych krajinách počas prvej a druhej fázy obchodovania. Štúdia skúma vplyv EU ETS na inovácie produktov v spojitosti s ich nízkouhlíkovými alternatívami, ako aj na inovačné procesy, pri ktorých sa firmy snažia znížiť uhlíkovú stopu súčasných výrobných procesov. Autori zistili, že veľká časť firiem prijala opatrenia na zníženie emisií skleníkových plynov týkajúce sa úspory energie v dôsledku čoho znížili skleníkové plyny z výrobných procesov.

Chan et al. (2013) rozvinul štúdiu na výskum firiem regulovaných pod systémom EU ETS a firiem, ktoré nie sú regulované pod systémom EU ETS pre rovnaké odvetvia. Pokrýva však iba sektory výroby cementu, ocele a výroby elektriny počas relatívne krátkeho obdobia 2001 až 2009. Štúdia nezisťuje vplyv na ekonomické ukazovatele v cementárskom, železiarskom a oceliarskom priemysle. Zistenia štúdie ďalej nepotvrdzujú obavy z úniku uhlíka, straty pracovných miest a konkurencieschopnosti priemyslu počas sledovaného obdobia. Štúdia pracuje s databázou Amadeus, ktorú vedie Bureau van Dijk, ako aj s údajmi z CITL (Community Independent Transaction Log) vedenom Európskou komisiou. Vytvára kontrolné skupiny na základe zúčastnených a nezúčastnených firiem podobnej veľkosti v rámci rovnakej kategórie odvetvia. Pomocou špecifikácie fixných

efektov odhaduje vplyv obchodovania s uhlíkom a počiatočnú alokáciu kvót na konkurencieschopnosť firmy.

Štúdia Colmera et al. (2022) skúma vplyv EU ETS na emisie CO₂, ako aj na ekonomickú výkonnosť firiem, pričom nezamieta nulovú hypotézu, že EU ETS nemal žiadny vplyv na ekonomickú výkonnosť firiem meranú pridanou hodnotou a počtom zamestnancov. S nižšou spoľahlivosťou ako výsledky o emisiách odhaduje, že regulované ETS firmy zvýšili kapitálové investície počas prvej obchodnej fázy o 8,3 % a počas druhej obchodnej fázy o 10,5 %. Na záver v súlade s absenciou akéhokoľvek ekonomického poklesu odhaduje, že regulované firmy znížili intenzitu emisií pridanej hodnoty počas druhej obchodnej fázy o 17,4 %.

Tabuľka 7 – Prehľad štúdií vplyvu EU ETS na ekonomickú aktivitu

Autori	Dáta	Obdobie	Krajina	Vplyv na firmu
Sato et al. (2014)	UK Office of National Statistics, German Statistical Office	III. fáza EU ETS	UK, DE	nejednoznačný
Commins et al. (2011)	Miko dáta EU firiem	1996 – 2007	EU	nejednoznačný
Abrell et al. (2011)	Amadeus, CITL	2005 – 2008	EU	pozitívny
Martin et al. (2011)	Prieskum manažérov firiem	I. – II. fáza EU ETS	BG, FR, DE, HU, PL, UK	pozitívny
Chan et al. (2013)	Amadeus, CITL	2001 – 2009	EU	pozitívny
Colmer et al. (2022)	INSEE, EACEI, ADEME, NCE	2005 – 2014	FR	pozitívny

Zdroj: vlastné spracovanie

5.1.3 Štúdie skúmajúce vplyv cien emisných povoleniek na množstvo emisií

Štúdia Delarua et al. (2008), ktorá skúma prvé a druhé obchodované obdobie potvrdzuje, že signály o cene uhlíka v Európskej únii priniesli zníženie emisií v sektore energetiky o 88 MtCO₂ v roku 2005. Model založený na simulácii zisťuje štatisticky významnú závislosť medzi znižovaním množstva vyprodukovaných emisií a cenou

emisných kvót v aukcii. Zároveň dospel k záveru, že systém EU ETS má potenciál zníženia emisií až o 300 MtCO₂ za rok pri dostatočne vysokej cene emisných povoleniek.

Kettner et al. (2010) skúma cenovú volatilitu emisných povoleniek v prvej a druhej fáze ETS a predpovedá vývoj v období post Kjoto fázy za obdobie 2013 – 2020. Štúdia komplexne hodnotí stav vo všetkých krajinách Európskej únie, pričom selektuje emisne náročné sektory. Na vyhodnotenie prísnosti systému používa štyri ukazovatele a to hrubé dlhé, hrubé krátke, čisté krátke a čisté dlhé pozície ako rozdiely medzi pridelenými kvótami a skutočnými emisiami výrobných podnikov, ktoré následne prepočíta na tony, resp. percentá kvót. Štúdia dospela k záveru, že ceny uhlíka ovplyvňovali okrem iného aj inštitucionálne faktory, ktoré znižovali emisný strop a tým tlačili ceny emisných povoleniek nahor. Celkovo sa ukázala preukázateľná závislosť medzi cenami emisnej povolenky a vyprodukovanými emisiami, ktoré autor odporúča zmierniť mechanizmami na vyrovnanie cien medzi ponukou a dopytom po emisných povoleniach.

Z tretieho obchodovaného obdobia je dostupná ex post štúdia Zimmermannovej a kol. (2015), ktorá je založená na analýze kľúčového sektora EU ETS – spaľovacích zariadení v ČR. Využíva metodológiu empirického výskumu, ako aj Mamdaniho fuzzy metódu, ktorá sa využíva na vytvorenie kontrolného systému prostredníctvom lingvistických kontrolných pravidiel. Metóda umožnila vytvoriť tzv. fuzzy množinu, ktorá sa opiera o všeobecné pravidlá správania sa výrobcov v sektore spaľovacích procesov v Českej republike týkajúcich sa nákupu a predaja emisných kvót na trhu. Štúdia porovnáva aj ceny emisných povoleniek s reguláciou vo forme environmentálnej dane, pričom zisťuje, že pridelené povolenky mali podobné účinky na zníženie emisií ako environmentálna daň.

V súvislosti s cenou emisnej povolenky uvádzame štúdiu Zimmermanovej a kol. (2019), ktorá skúma okrem vplyvu cien uhlíka na emisie aj ostatné premenné zhrnuté v predchádzajúcej podkapitole. Štúdia hodnotí vplyv ceny emisnej povolenky v aukcii na množstvo emisií, pričom dospela k záveru, že v prípade jednotkového zvýšenia sa ceny klesnú vyprodukované emisie o približne 64 455 jednotiek. Model zahŕňa časové obdobie druhej a tretej fázy, keďže zavedenie obchodovania prostredníctvom aukcie bolo realizované až začiatkom roka 2008. Štatistiky ukázali významnosť modelu, pričom Durbin-Watsonov test preukázal, že v modeli sa nevyskytuje autokorelácia. Štúdia zároveň zdôrazňuje rozdielny vplyv ceny emisnej povolenky v jednotlivých obdobiach, pričom sa táto premenná ukázala ako štatisticky nevýznamná pri vyhodnotení celej doby platnosti systému.

Bayer a Aklin (2020) poukazujú na vplyv ceny emisnej povolenky na trhu na motiváciu znižovať emisie na sektorovej úrovni. Zisťujú, že možná hrozba budúceho rastu cien emisných povoleniek môže zároveň motivovať firmy k znižovaniu emisií aj napriek aktuálnej nízkej cene emisnej povolenky. Štúdia kvantifikuje celkové zníženie emisií CO₂ pod reguláciou EU ETS o 3,8 % v období 2008 až 2016 oproti scenáru, v ktorom by neexistovala regulácia EU ETS. Za účelom posúdenia skutočného zníženia emisií v dôsledku existencie EU ETS odhadujú emisie CO₂ pomocou súboru údajov o sektorových emisiách. V závere konštatujú, že systém EU ETS pomohol medzi rokmi 2008 až 2016 znížiť emisie až o polovicu stanoveného cieľa vládnymi orgánmi v súlade s cieľom z Kjótskeho protokolu.

Prehľad výsledkov sme spracovali v tabuľke č. 8.

Tabuľka 8 – Prehľad štúdií vplyvu vývoja cien emisných povoleniek na emisie CO₂

Autori	Dáta	Obdobie	Krajina	Preukázaný vplyv na množstvo CO ₂
Delarue et al. (2008)	NAP	I. a II. fáza EU ETS	EU	áno
Kettner et al. (2010)	CITL, NAP	I. a II. fáza EU ETS; ex ante 2013 – 2020	EU	áno
Zimmermannová a kol. (2015)	Sektorové dáta ČR	I. fáza EU ETS	ČR	áno
Zimmermannová a kol. (2019)	Eurostat, OTE, EEX	2008 – 2016	EU	áno
Bayer a Aklin (2020)	EUTL, UN data	2008 – 2016	EU	áno

Zdroj: vlastné spracovanie

5.2 Odporúčania v oblasti regulácie systému EU ETS

Na základe preštudovanej literatúry a výsledkov našej regresnej analýzy uvádzame zlepšenia v oblasti EU ETS, ktoré by sme považovali za prínosné v súvislosti so znižovaním emisií v EÚ. Prostredníctvom dostupných údajov z prvých troch obchodovaných období sme postupne zisťovali nedostatky, ktoré boli spojené najmä s nadalokáciou emisných povoleniek, či nízkymi cenami na spotovom trhu v dôsledku finančnej krízy a následnej post fázy všeobecného útlmu produkcie. Postupom času sa sprísnila regulácia prichádzajúca zo strany Európskej únie, ktorá bola zastúpená

inštitucionálnym dohľadom. Systému pomohlo aj rozšírenie na nové odvetvia leteckého priemyslu či medzinárodnej námornej dopravy, ako aj neskoršie zaradenie cestnej dopravy a budov. Jednotlivé kroky boli realizované za účelom snahy nasmerovať regulované odvetvia k cieľom klimateckej neutrality do roku 2050 (Morgan, 2020).

Európska únia v decembri 2022 súhlasila s ďalšou aktualizáciou systému EU ETS, aby sa dosiahlo zosúladenie s vyššími cieľmi znižovania emisií v rámci Európskej zelenej dohody. Aktualizácia zahŕňa zníženie počtu ročných kvót dostupných do roku 2030 s cieľom znížiť emisie do roku 2030 o 62 %, pričom cieľ je o 1 percentuálny bod vyšší ako v návrhu Európskej komisie. Očakáva sa zvýšenie financovania inovatívnych technológií a modernizácia energetického priemyslu prostredníctvom Inovačného fondu a Modernizačného fondu, pričom časť príjmov z nového systému obchodovania bude pridelená aj Sociálnemu klimateckému fondu, ktorého cieľom je podporovať domácnosti a podniky postihnuté energetickou chudobou. Postupne sa má zaviesť zrušenie bezplatných kvót pre priemysel do roku 2034, pričom pomôcť má aj Mechanizmus kompenzácie uhlíka na hraniciach (ďalej len „mechanizmus CBAM“), ktorý by mal byť plne funkčný do roku 2034. Mechanizmus by mal fungovať na báze uplatnenia cla pre tovary dovezené z krajín s menej prísnyimi pravidlami pre emisie skleníkových plynov, pričom by zabránil spoločnostiam presunúť výrobu do takýchto krajín. Pre letecký priemysel Európska únia plánuje do roku 2026 postupne zrušiť bezplatné kvóty a podporiť používanie udržateľných leteckých palív (Európsky parlament, 2023).

Európska únia, ako líder dekarbonizácie stanovuje ciele, ktoré by mali do polovice 21. storočia viesť k uhlíkovej neutralite. Uhlíková neutralita do roku 2050 sa ustanovila Parížskou klimateckou dohodou, ktorú podpísalo 195 signatárov vrátane EÚ. V súlade s touto trajektóriou navrhujeme rozšírenie systému EU ETS aj na subjekty mimo Európskej únie, čím by sme zabezpečili extrateritoriálny dosah. V súvislosti s hrozbou úniku uhlíka by sa mohli snahy o zníženie emisií len na úrovni EÚ prejaviť presunom výroby do krajín, v ktorých je absencia EU ETS a menej ambiciózne snahy o zníženie emisií. (Stankovič, 2023). Riešenie, ktoré bolo zavedené v podobe uhlíkového cla, sa vzťahuje napríklad na vybrané sektory cementu, elektrickej energie, hnojív a hliníka, ale v súčasnosti nepokrýva všetky sektory EU ETS, ktoré by mali byť zaradené do roku 2030. V súvislosti s uhlíkovým clom by sme preto navrhovali zaradenie všetkých sektorov spadajúcich pod EU ETS s platnosťou od roku 2025. Zároveň navrhujeme zjednotiť systém EU ETS aj s inými obchodnými systémami, ako napríklad s Čínou, kde funguje ETS od roku 2013, pričom

zahŕňa 30 % čínskych emisií. Ďalšie systémy na báze ETS môžeme pozorovať aj v niektorých štátoch USA, v Kanade, Austrálii a na Novom Zélande. Mnohé štáty využívajú zdanenie emisií v podobe uhlíkovej dane (carbon tax), ktorú rovnako považujeme za vhodný doplnkový mechanizmus k EU ETS na zníženie emisií uhlíka. Celkovo pozorujeme približne 60 mechanizmov na reguláciu emisií vo svete, ktoré by sme navrhovali vhodne prepojiť so systémom EU ETS pre maximálnu efektivitu zníženia skleníkových plynov (Protivínský, 2021).

Jedným z ďalších problematických prvkov v rámci systému EU ETS je volatilita ceny emisnej povolenky na trhu ako aj samotná cena, ktorá motivuje spoločnosti v emisne náročných sektoroch k investíciám a technologickým úpravám za účelom znižovania emisií CO₂. Ceny uhlíka sa v rámci EU ETS v súčasnosti pohybujú na úrovni 81 eur/tCO₂ (2024), po tom ako vo februári roka 2023 vzrástli na svoju maximálnu úroveň 100 eur/tCO₂. Najnovšia analýza London Stock Exchange Group odhaduje cenu emisnej povolenky do konca roka 2030 na úrovni 160 eur/tCO₂, pričom pracuje so súčasným cieľom dekarbonizácie EÚ na úrovni 55 % do roku 2030. Nový cieľ dekarbonizácie by však do roku 2040 mohol zvýšiť cenu emisnej povolenky až na 400 eur/tCO₂ (Simon, 2021). V súvislosti s možným prudkým nárastom cien emisných povoleniek by sme navrhovali predĺženie fungovania systému Rezervy stability trhu (Market Stability Reserve), ktorá slúži ako zachytávač nadbytočných emisných povoleniek a v prípade nedostatku ich uvoľňuje späť na trh. Predĺžiť jej platnosť navrhujeme do roku 2050 ako záruku ochrany pred neočakávanými externými faktormi, ktoré spôsobujú volatilitu cien a výpadky v dodávkach energetických komodít. Platnosť rezervy je momentálne obmedzená do roku 2030, čo však považujeme za problematické vzhľadom na dosiahnutie stanovenej uhlíkovej neutrality do roku 2050 (Európsky parlament, 2023).

V našom odporúčaní ďalej navrhujeme sprísnenie regulácie pre odvetvie námornej dopravy, ktorá reprezentuje 3 – 4 % celkových emisií v EÚ. Medzinárodná námorná organizácia, námorní dopravcovia aj europoslanci rovnako zastávajú názor, podľa ktorého by bolo potrebné zvýšiť efektívnosť lodnej dopravy za účelom 50 % zníženia emisií do roku 2050 (Simon, 2021). Hoci bol tento sektor zahrnutý do systému od mája 2023, jeho postupný prechod by mal byť zabezpečený v rokoch 2025 až 2027. Mechanizmus funguje na báze postupného odovzdávania kvót pre 40 % vyprodukovaných emisií za rok 2024 v roku 2025, pre 70 % emisií za rok 2025 v roku 2026 a v roku 2027 by spoločnosti mali nahlasovať 100 % emisií za predchádzajúci rok. V súvislosti s uľahčením prechodu

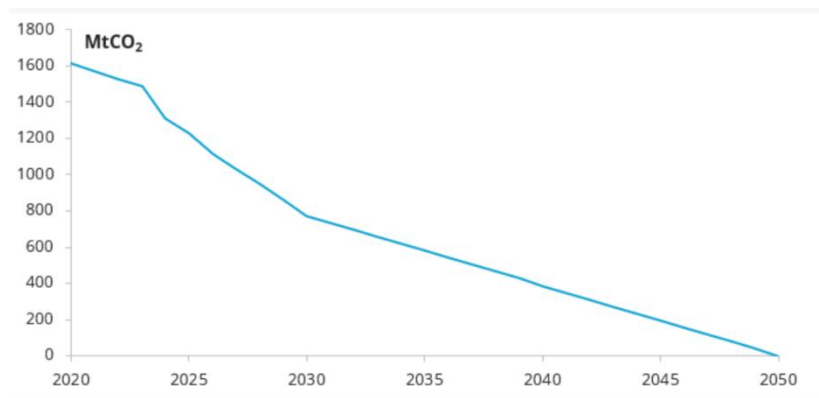
odvetvia námornej dopravy pod reguláciu EU ETS navrhujeme podporiť alternatívne palivá namiesto ťažkého vykurovacieho oleja (HFO), či zaviesť systémy na úsporu energie a nízkouhlíkové technológie do lodí, aby sme podporili ich celkovú efektívnosť. Súčasne odporúčame vládám podporiť sektor námornej dopravy dotáciami a hradením výskumu v súvislosti so zavádzaním alternatívnych palív a nízkouhlíkových technológií, ktoré sú pre dopravcov často neprimerane nákladné. Zároveň navrhujeme pridať k počiatočnému nahlasovaniu emisií oxidu uhličitého aj metán a oxid dusný, ktoré sa plánujú zahrnúť až v roku 2026 (ICAP, 2024).

V leteckej doprave navrhujeme zrušenie podielu bezplatných kvót do roku 2025, pričom by sme podporili sektor v prechode na systém EU ETS vládnymi incentívami v oblasti investícií do udržateľnejších palív, ako sú napríklad biopalivá a syntetické palivá vyrobené z obnoviteľných zdrojov. Odporúčame sa zamerať na podporu modernizácie v procesoch leteckej dopravy a zavedenie energeticky účinnejších lietadiel. Výskum a vývoj by bol ústredným riešením pri prechode na dekarbonizačné riešenia. Napriek správe, že Európska únia nariaďuje nahlasovanie oxidov dusíka a častíc sadze leteckými spoločnosťami od roku 2025, zahrnúť emisie tohto typu plánuje do predpisov až od roku 2028 a preto v súlade s vyhlásením navrhujeme zahrnúť emisie do predpisov už od roku 2026 (Bhowmik, 2022).

Ďalším odvetvím, v ktorom by sme navrhli sprísnenie regulácie, je odvetvie spaľovania komunálneho odpadu. Dôvodom je vysoká intenzita uhlíka z energie vyrobenej zo spaľovania komunálnych odpadov, ktorá ohrozuje klimatické ciele EÚ. Intenzita uhlíka z jednotky vyrobenej elektriny z odpadu je približne dvojnásobne vyššia ako intenzita uhlíka z jednotky vyrobenej elektriny v energetickom mixe Európskej únie (SPZ, 2023). Aj napriek tomu, že od roku 2024 sú v súlade so Smernicou 2003/87/EC členské štáty EÚ povinné monitorovať a nahlasovať emisie vyprodukované spaľovaním palív v zariadeniach na spaľovanie komunálneho odpadu, Európska komisia bude posudzovať uskutočniteľnosť začlenenia spaľovní komunálneho odpadu do systému EU ETS až do roku 2026, pričom legislatívne by odvetvie vstúpilo pod reguláciu od roku 2028, s dodatočnou možnosťou posunu pre členské štáty do roku 2030 (Slučiaková, 2023). Zaradenie komunálneho odpadu pod systém EU ETS s platnosťou od roku 2030 považujeme vzhľadom na potenciálne hrozby, ktoré vyplývajú z nedodržania klimatických cieľov, za nedostatočne ambiciózne a navrhujeme jeho skoršie zaradenie s prísnejším legislatívnym posúdením a vyhodnotením.

Súčasťou návrhov efektívnejšieho systému EU ETS je ambicióznejšie zníženie limitov emisných kvót s cieľom znížiť emisie do roku 2030 o 62 %. Aktuálny návrh predstavený poslancami Európskeho parlamentu odporúča, aby sa limit pre znižovanie emisných kvót každoročne zvyšoval o 0,1 p. b. v porovnaní s každým predchádzajúcim rokom až do roku 2030, pričom by začínal na úrovni 4,2 % od roku nasledujúcom po nadobudnutí účinnosti tejto novely. V súlade s dodržaním klimatických cieľov na dosiahnutie uhlíkovej neutrality navrhujeme každoročné znižovanie emisného stropu na úrovni minimálne 0,2 p. b. Naše tvrdenia podporuje aj grafická analýza, na ktorej môžeme pozorovať, že znižovanie lineárneho stropu nie je až také ambiciózne, aby bol dosiahnutý cieľ uhlíkovej neutrality v roku 2050. Podľa niektorých odhadov by malo smerovať lineárne zníženie čistých emisií k nule už od roku 2040, čo nie je v súlade s projektovaným grafom (Enerdata, 2023). Znižovanie emisného stropu ďalej odporúča aj Carbon Market Watch, ktorý tiež zastáva názor o rýchlejšom znižovaní emisného stropu (Barbiroglio, 2021).

Graf 5 – Predpokladaný EU ETS emisný strop do roku 2050



Zdroj: Enerdata, POLES model

V rámci analýzy posúdenia vplyvu systému EU ETS sme sa zamerali aj na zdroje príjmov z obchodovaných emisných povoleniek. Smernica EÚ upravuje použitie výnosov plynúcich výrobným podnikom z obchodovania, ktoré by podľa jej slov mali byť použité na klimatické a energetické účely v adekvátnej časti, a to aspoň 50 % zo všetkých dosiahnutých výnosov. V prípade Francúzska napríklad pozorujeme snahy o dekarbonizáciu a investície do čistejších technológií, zatiaľ čo v Belgicku nebolo pozorované zníženie emisií CO₂ aj napriek miliardám dotácií, ktoré dostali priemyselné odvetvia. Ako súčasť riešenia navrhujeme prísnejšie monitorovanie a vykazovanie plynutia príjmov z obchodovaných emisných povoleniek, ktoré by mali byť použité na účely

dekarbonizácie a modernizácie technológií v rámci výrobných podnikov. Zároveň si myslíme, že 50 % podiel do inovácií z obchodovaných emisných povoleniek by mohol byť zvýšený na aspoň 70 % podiel, ktorý je viac motivačný v súlade s klimatickou neutralitou.

V nasledujúcich obdobiach bude kľúčové podporiť podniky a sektory, ktoré spadajú pod EU ETS prostredníctvom stimulov a dotácií k investíciám do environmentálne udržateľných technológií na zníženie svojich emisií bez ohrozenia ziskovosti, zamestnanosti či narastajúcich hraničných nákladov na produkciu. Opatrenia by mali viesť k znižovaniu intenzity emisií uhlíka a vyššej obchodnej aktivity s emisnými povolenkami v systéme EU ETS a mali by byť realizované na európskej, ale aj národnej úrovni, pričom by mali byť pravidelne vyhodnocované a monitorované.

V súlade so zvyšujúcou sa efektivitou systému očakávame, že celkový počet emisných kvót by mal klesať v nasledujúcom období rýchlejšie. Súčasne predpokladáme menej bezplatných kvót pridelených zariadeniam, ktoré spadajú pod EU ETS. Do systému by malo pribudnúť niekoľko nových sektorov vrátane spaľovania komunálnych odpadov, dopravy a budov. Je preto dôležité sledovať, či prijatie nových pravidiel neutlmí hospodársku aktivitu v Európskej únii. Zároveň si myslíme, že EÚ by mala vykonávať komplexnú analýzu posúdenia vplyvu regulácie EU ETS a systém pravidelne aktualizovať, pretože dáta stále naznačujú, že EÚ je niekoľkonásobne menším znečisťovateľom než rýchlo sa rozvíjajúce krajiny či iné vyspelé ekonomiky, ako napríklad USA, Čína či India.

Záver

Systém Európskej únie na obchodovanie s emisiami prispel k zníženiu celkových emisií o 42,8 % v EÚ od zavedenia v roku 2005. Stal sa účinným nástrojom v prechode na dekarbonizačné opatrenia v rámci sektorov zahrnutých do systému obchodovania s emisnými povolenkami. Konštatujeme, že systém zároveň zabezpečil finančne efektívny nástroj na odstránenie oxidu uhličitého, ktorý je považovaný za hlavnú hybnú silu klimatických zmien. Postupne sme však vnímali potrebu väčšieho prepojenia systému aj s inými obchodnými systémami mimo Európskej únie ako záruku dosiahnutia uhlíkovej neutrality do roku 2050.

V prvej kapitole teoretickej časti záverečnej práce sme sa zameriavali na legislatívny rámec obchodovania s emisiami, ktorý nám pomohol pochopiť proces prijímania jednotlivých opatrení v rámci európskej legislatívy. Následne sme študovali mechanizmus fungovania systému, ktorý je založený na trhovom princípe obchodovania s emisnými kvótami. Venovali sme sa jednotlivým pojmom charakterizujúcim systém a následne sme skúmali jednotlivé fázy vývoja EU ETS. Z teoretickej časti vyplýva, že kľúčovým parametrom systému EU ETS sa ukázala byť cena emisnej povolenky, pričom bola silne ovplyvnená udalosťami spojenými s finančnou krízou, pandémiou COVID-19 a vojnou na Ukrajine.

Cieľom diplomovej práce bolo vyhodnotenie vplyvu systému obchodovania s emisiami (EU ETS) na množstvo vyprodukovaných emisií skleníkových plynov v EÚ 27. Daný cieľ sme podporili aj výskumnou otázkou, z ktorej sme vychádzali pri hodnotení výsledkov záverečnej práce. Štruktúru práce nám pomohli naplniť čiastkové ciele, ktoré definovali smerovanie práce v prepojení na závery o účinnosti systému. Účinnosť systému sme skúmali počas obdobia 2005 – 2022 z dôvodu nedostatku existujúcej literatúry k danej problematike, ktorá by za dané obdobie komplexne vyhodnocovala fungovanie systému EU ETS.

Vo výskumnej časti záverečnej práce sme prostredníctvom metódy najmenších štvorcov odhadovali dva modely, ktoré nám potvrdili štatistickú významnosť vplyvu závislých premenných na množstvo vyprodukovaných emisií CO_{2e} v EÚ 27.

V diskusii sme sa rozhodli venovať štúdiám v oblasti fungovania systému a jeho vplyvu na znižovanie emisií a ekonomickú výkonnosť podnikov. Nachádzali sme štúdie, ktoré potvrdzovali závery našej diplomovej práce, a teda systém vyhodnotili ako účinný.

Niektoré štúdie však definitívne nevedeli potvrdiť či vyvrátiť účinnosť systému. Mnohé zaznamenali výrazné zlepšenie investícií do inovácií v rámci podnikov, ale len mierny vplyv na zníženie intenzity emisií. Iní autori naopak nepotvrdili účinnosť systému z dôvodu nedostatočnej evidencie zníženia emisií CO₂. Následne sme sa venovali štúdiám vyhodnocujúcim vplyv ceny emisnej povolenky na množstvo vyprodukovaných emisií CO₂ ako rozhodujúci faktor v účinnosti systému EU ETS. Štúdie boli v súlade s našimi závermi o vplyve ceny emisnej povolenky na celkové množstvo vyprodukovaných emisií v EÚ 27. Na základe štúdií odporúčame vládam poskytovať rôzne podporné schémy podnikom, ktoré by uľahčili prechod na nízkoemisnú výrobu, ambiciózne stanovovanie limitov pre zníženie množstva vyprodukovaných emisií, neustále rozširovanie systému na nové sektory a pravidelné monitorovanie systému s ohľadom na konkurencieschopnosť EÚ v porovnaní s ostatnými krajinami pre efektívne naplnenie cieľov uhlíkovej neutrality do roku 2050.

V závere hodnotíme, že stanovený cieľ aj čiastkové ciele diplomovej práce sa nám podarilo naplniť. V rámci praktickej časti sme dostali odpovede na stanovenú výskumnú otázku o účinnosti systému EU ETS. Na základe výsledkov diplomovej práce konštatujeme, že systém má potenciál znižovania emisií a predpovedáme, že bude úspešný aj v budúcnosti s ohľadom na pravidelné vyhodnocovanie a monitorovanie fungovania, ktoré je nevyhnuté pre nízkouhlíkový prechod emisne intenzívnych odvetví v Európskej únii.

Zoznam použitej literatúry

Knižné zdroje:

- [1] MIKOLAJ, J. – VANČO, B. *Ekonometria pre manažérov*. Žilina : FŠI ŽU, 2004. 140 s. ISBN 80- 969148-0-4.
- [2] OCHOTNICKÝ, P. a kol. *Úvod do ekonometrie pre financie*. 2. dopl. vyd. Bratislava : Ekonóm, 2012. 150 s. ISBN 978-80-225-3430-7.
- [3] BROOKS, CH. *Introductory Econometrics for Finance*. 2 vyd. Cambridge University Press, 2008. 674 s. ISBN-13 978-0-521-87306-2.

Články v elektronických časopisoch:

- [4] COLMER, J. et al. *Does pricing carbon mitigate climate change? Firm-level evidence from the European Union emissions trading scheme* [online]. Centre for Economic Performance, 2023, č. 1728, 77 s. [cit. 2024-02-01]. ISSN 2042-2695. Dostupné na internete : <https://cep.lse.ac.uk/pubs/download/dp1728.pdf>
- [5] DECHEZLEPRETRE, A. et al. *The joint impact of the European Union emissions trading system on carbon emissions and economic performance* [online]. Journal of Environmental Economics and Management, 2023, č. 118, 41 s. [cit. 2024-02-13]. ISSN 0095-0696. Dostupné na internete : <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2022.102758>
- [6] CHAN, H. et al. *Firm competitiveness and the European Union emissions trading scheme* [online]. Energy Policy, 2013, č. 63, 1056-1064 s. [cit. 2024-02-13]. ISSN 0301-4215. Dostupné na internete : <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301421513009567>
- [7] OSTERTAGOVÁ, E. *REGRESNÁ METÓDA MODELOVANIA SEZÓNNEJ ZLOŽKY ČASOVÝCH RADOV*. In *Transfer inovácií* [online]. Košice: FEI Košice, 2015, roč. 31, s. 34-36. [cit. 2024-02-08]. ISSN 1337-7094. Dostupné na internete : <https://www.sjf.tuke.sk/transferinovacii/pages/archiv/transfer/31-2015/pdf/034-036.pdf>
- [8] ZIMMERMANNNOVÁ, J. a kol. *Ex-post Analysis of the EU Emission Trading in Year 2013 in the Czech Republic* [online]. Economics and Sociology, 2015, č. 8, 172-189 s. [cit. 2024-01-09]. ISSN 2071-789X. Dostupné na internete : https://www.economics-sociology.eu/files/ES_8_2_Zimmermannova.pdf

[9] ZIMMERMANNNOVÁ, J. a kol. *DOPADY SYSTÉMU OBCHODOVÁNÍ S EMISNÍMI POVOLENKAMI V ZEMÍCH EU28* [online]. Scientific papers of the University of Pardubice. Series D : Faculty of Economics and Administration, 2019, 12 s. [cit. 2024-01-16]. ISSN 1211-555X. Dostupné na internete : <https://hdl.handle.net/10195/74240>

Internetové zdroje:

[10] ABRELL, J. et al. *Assessing the impact of the EU ETS using firm level data* [online]. Bruegel : Bruegel Working Paper, 2011. č. 8, 25 s. [cit. 2024-01-18]. Dostupné na internete : <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/77988/1/664523234.pdf>

[11] ANDERSON, B. – DI MARIA, C. *Abatement and Allocation in the Pilot Phase* [online]. Environmental and Resource Economics, 2011. č. 48, s. 83-103. [cit. 2024-02-13]. Dostupné na internete : <https://link.springer.com/article/10.1007/s10640-010-9399-9>

[12] ATI-ABDEL, I. *The EU Emissions Trading System Seeking to Improve* [online]. Climate Scorecard, 2020. [cit. 2024-02-18]. Dostupné na internete : <https://www.climatecorecard.org/2020/03/the-evolving-eu-emissions-trading-system/>

[13] BARBIROGLIO, E. *Why the Emissions Trading Scheme is not working, and how to fix it* [online]. Voxeurop SCE, 2021. [cit. 2024-02-18]. Dostupné na internete : <https://voxeurop.eu/en/why-the-european-emissions-trading-scheme-is-not-working-and-how-to-fix-it/>

[14] BAYER, P. – AKLIN, M. *The European Union Emissions Trading System reduced CO2 emissions despite low prices* [online]. Proc Natl Acad Sci USA, 2020. č. 117, s. 8804-8812. [cit. 2024-02-18]. Dostupné na internete : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32253304/>

[15] BHOWMIK, S. *EU signs agreement to raise price airlines pay for emissions* [online]. Verdict Media Limited, 2022. [cit. 2024-02-12]. Dostupné na internete : <https://www.airport-technology.com/news/eu-airlines-emissions/?cf-view>

[16] BORLOO, J. et al. *Developing a CDM or JI project to reduce greenhouse gas emissions* [online]. Ministry for Economy, Industry and Employment, 2008. 104 s. [cit. 2024-02-03]. Dostupné na internete :

<https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Developing%20a%20CDM%20or%20JI%20project.pdf>

- [17] CALEL, R. *Adopt or Innovate: Understanding Technological Responses to Cap-and-Trade* [online]. American Economic Association, 2020. roč. 12, č. 3, 12 s. 170-201. [cit. 2024-01-16]. Dostupné na internete : <https://ideas.repec.org/a/aea/aejpol/v12y2020i3p170-201.html>
- [18] CFI. *Durbin Watson Statistic* [online]. CFI Education Inc., 2024. [cit. 2024-01-18]. Dostupné na internete : <https://corporatefinanceinstitute.com/resources/data-science/durbin-watson-statistic/>
- [19] DELARUE, E. et al. *Fuel Switching in the Electricity Sector under the EU ETS : Review and Prospective* [online]. Journal of Energy Engineering, 2008. č. 134, s. 40-46. [cit. 2024-02-18]. Dostupné na internete : <https://www.semanticscholar.org/paper/Fuel-switching-in-the-electricity-sector-under-the-Delarue-Voorspools/0e26c159a4994a7568830269e62b25556cf35604>
- [20] DNV. *EU ETS - Európsky systém obchodovania s emisiami* [online]. DNV Business Assurance Slovakia s. r. o., 2023. [cit. 2024-01-10]. Dostupné na internete : <https://www.dnv.sk/services/eu-ets-europsky-system-obchodovania-s-emisiami-80708>
- [21] ECB. *Benefits and costs of the ETS in the EU, a lesson learned for the CBAM design* [online]. European Central Bank, 2023. 63 s. [cit. 2024-02-18]. Dostupné na internete : <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpwps/ecb.wp2764~3ff8cb597b.en.pdf>
- [22] ELLERMAN, A. D. – BUCHNER B. K. *Over-Allocation or Abatement? A Preliminary Analysis of the EU ETS Based on the 2005–06 Emissions Data* [online]. Environmental and Resource Economics, 2008. 267-287 s. [cit. 2024-01-09]. Dostupné na internete : <https://link.springer.com/article/10.1007/s10640-008-9191-2>
- [23] EEA. *The EU Emissions Trading System in 2021: trends and projections* [online]. European Environment Agency, 2022. [cit. 2023-12-17]. Dostupné na internete : <https://www.eea.europa.eu/publications/the-eu-emissions-trading-system-2>
- [24] EPA. *The EU Emissions Trading System* [online]. The Environmental Protection Agency, 2023. [cit. 2023-12-17]. Dostupné na internete : <https://www.epa.ie/our-services/licensing/climate-change/eu-emissions-trading-system/>

- [25] EURÓPSKA KOMISIA. *COMMISSION DECISION (EU) 2023/1575 of 27 July 2023 on the Union-wide quantity of allowances to be issued under the EU Emissions Trading System for 2024* [online]. Európska komisia, 2023. [cit. 2024-01-05]. Dostupné na internete : <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32023D1575>
- [26] EURÓPSKA KOMISIA. *EU ETS Handbook* [online]. Európska komisia, 2015. 138 s. [cit. 2024-01-09]. Dostupné na internete : https://climate.Európska komisija.europa.eu/system/files/2017-03/ets_handbook_en.pdf
- [27] EURÓPSKA KOMISIA. *Market Stability Reserve* [online]. Európska komisia, 2021. [cit. 2023-12-12]. Dostupné na internete : https://climate.Európska komisija.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/market-stability-reserve_en
- [28] EURÓPSKA KOMISIA. *Publication of the total number of allowances in circulation for the purposes of the Market Stability Reserve under the EU Emissions Trading System established by Directive 2003/87/EC* [online]. Európska komisia, 2017. 5 s. [cit. 2023-12-18]. Dostupné na internete : https://web.archive.org/web/20190603044604/https://Európska komisija.europa.eu/clima/sites/clima/files/ets/reform/docs/c_2017_3228_en.pdf
- [29] EURÓPSKA KOMISIA. *Questions and Answers on the revised EU Emissions Trading System* [online]. Európska komisia, 2008. [cit. 2023-12-17]. Dostupné na internete : https://Európska komisija.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/MEMO_08_796
- [30] EURÓPSKA KOMISIA. *Reducing emissions from aviation* [online]. Európska komisia, 2023. [cit. 2024-02-18]. Dostupné na internete : https://climate.Európska komisija.europa.eu/eu-action/transport/reducing-emissions-aviation_en
- [31] EURÓPSKY PARLAMENT. *Revised EU emissions trading system* [online]. Európsky parlament, 2023. [cit. 2024-02-18]. Dostupné na internete : https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/ATAG/2023/754575/EPRS_ATA%282023%29754575_EN.pdf
- [32] EURÓPSKA ÚNIA. *Kjótsky protokol o zmene klímy* [online]. Európska únia, 2011. [cit. 2023-12-17]. Dostupné na internete : <https://eur-lex.europa.eu/SK/legal-content/summary/kyoto-protocol-on-climate-change.html>

- [33] EURÓPSKY PARLAMENT. *Európsky systém obchodovania s emisiami (ETS) a jeho reforma v skratke* [online]. Európsky parlament, 2017. [cit. 2024-02-01]. Dostupné na internete : <https://www.europarl.europa.eu/topics/sk/article/20170213STO62208/europsky-system-obchodovania-s-emisiami-ets-a-jeho-reforma-v-skratke>
- [34] GILBERTSON, T. – REYES, R. *Carbon Trading How It Works and Why It Fails* [online]. Carbon Trade Watch, 2009. 104 s. [cit. 2024-02-18]. Dostupné na internete : <http://www.carbontradewatch.org/publications/carbon-trading-how-it-works-and-why-it-fails.html>
- [35] GLOBAL CARBON BUDGET. *Share of global cumulative CO₂ emissions* [online]. Global Carbon Project, 2023. [cit. 2024-02-15]. Dostupné na internete : <https://ourworldindata.org/grapher/share-of-cumulative-co2>
- [36] GRUBB, M. et al. *CLIMATE POLICY AND INDUSTRIAL COMPETITIVENESS: TEN INSIGHTS FROM EUROPE ON THE EU EMISSIONS TRADING SYSTEM* [online]. The German Marshall Fund of the United States, 2009. 40 s. [cit. 2023-12-17]. Dostupné na internete : <https://climatestrategies.org/wp-content/uploads/2009/08/climate-strategies-gmf-paper-3aug09.pdf>
- [37] CHANDREYEE, B. – VELTEN, E. *The EU Emissions Trading System: Regulating the Environment in the EU* [online]. Climate Policy Info Hub, 2014. [cit. 2023-12-17]. Dostupné na internete : <https://climatepolicyinfohub.eu/eu-emissions-trading-system-introduction.html>
- [38] ICAP. *EU Emissions Trading System (EU ETS)* [online]. International Carbon Action Partnership, 2022. 9 s. [cit. 2023-12-17]. Dostupné na internete : https://icapcarbonaction.com/system/files/ets_pdfs/icap-etsmap-factsheet-43.pdf
- [39] ICAP. *EU extends its ETS to the maritime sector* [online]. International Carbon Action Partnership, 2024. [cit. 2023-12-17]. Dostupné na internete : <https://icapcarbonaction.com/en/news/eu-extends-its-ets-maritime-sector>
- [40] JARAITÉ, J. – DI MARIA, C. *Did the EU ETS Make a Difference? An Empirical Assessment Using Lithuanian Firm-Level Data* [online]. The Energy Journal, 2016. 23 s. [cit. 2024-02-13]. Dostupné na internete : <http://www.jstor.org/stable/24696699>
- [41] JENČOVÁ, I. *Na trhu s emisiami je prebytok povoleniek. Môže za to pandémia* [online]. Europa s. r. o., 2021. [cit. 2023-12-17]. Dostupné na internete :

<https://euractiv.sk/section/dekarbonizacia-priemyslu/news/na-trhu-s-emisiami-je-prebytok-povoleniek-moze-za-to-pandemia/#:~:text=V%20eur%C3%B3pskom%20syst%C3%A9me%20obchodovania%20s%20emisiami%20%28EU%20ETS%29,kedy%20bolo%20v%20obehu%201%20385%20mili%C3%A1rd%20povoleniek.>

- [42] KETTNER, C. et al. *The EU Emission Trading Scheme : Insights from the First Trading Years with a Focus on Price Volatility* [online]. Austrian Institute of Economic Research, 2010. 27 s. [cit. 2024-02-18]. Dostupné na internete : https://www.econstor.eu/bitstream/10419/128921/1/wp_368.pdf
- [43] KLEMETSEN, M. et al. *The Impacts Of The Eu Ets On Norwegian Plants' Environmental And Economic Performance* [online]. Climate Change Economics (CCE), 2020. č. 11, 32 s. [cit. 2024-01-09]. Dostupné na internete : <https://ideas.repec.org/a/wsi/ccexxx/v11y2020i01ns2010007820500062.html>
- [44] LEEUWEN, G. – MOHNEN, P. *Revisiting the Porter hypothesis: an empirical analysis of Green innovation for the Netherlands* [online]. Economics of Innovation and New Technology, 2017. č. 26, s. 63-77. [2023-12-17]. Dostupné na internete : <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10438599.2016.1202521>
- [45] MANTULET, G. et al. *Is the current design of the EU ETS suited for post-2030 deep decarbonisation?* [online]. Enerdata, 2023. [cit. 2024-02-22]. Dostupné na internete : <https://www.enerdata.net/publications/executive-briefing/carbon-price-projections-eu-ets.html>
- [46] MARTIN, R. et al. *Climate Change, Investment and Carbon Markets and Prices – Evidence from Manager Interviews* [online]. Climate Policy Initiative and Climate Strategies, 2011. 51 s. [cit. 2024-01-09]. Dostupné na internete : <https://climatepolicyinitiative.org/wp-content/uploads/2011/12/Climate-Change-Investment-and-Carbon-Markets-and-Prices.pdf>
- [47] MCDERMOTT WILL & EMERY. *EU Emissions Trading System Single Registry: Timetable Announced* [online]. National Law Forum, LLC, 2012. [cit. 2024-02-18]. Dostupné na internete : <https://www.natlawreview.com/article/eu-emissions-trading-system-single-registry-timetable-announced>
- [48] MORGAN, S. *Európsky parlament: Námorná doprava bude platiť za emisie* [online]. Európa s. r. o., 2020. [cit. 2024-02-18]. Dostupné na internete :

<https://euractiv.sk/section/doprava/news/europsky-parlament-namorna-doprava-bude-platit-za-emisie/>

- [49] NEWBERY, D. *The role of carbon markets in preventing dangerous climate change - Environmental Audit Committee* [online]. UK Parliament, 2010. [cit. 2024-02-10]. Dostupné na internete : <https://publications.parliament.uk/pa/cm200910/cmselect/cmenvaud/290/290we33.htm>
- [50] OECD. *Economic Survey of Norway 2010: Sustainable development: climate change and fisheries policies* [online]. L'Organisation de coopération et de développement économiques, 2010. [cit. 2024-02-10]. Dostupné na internete : <https://www.oecd.org/fr/economie/ecoverte/economicsurveyofnorway2010sustainabledevelopmentclimatechangeandfisheriespolicies.htm>
- [51] OECD. *Investment (GFCF)* [online]. Organisation for Economic Co-operation and Development, 2024. [cit. 2024-02-10]. Dostupné na internete : <https://data.oecd.org/gdp/investment-gfcf.htm>
- [52] PROTIVÍNSKÝ, T. *Ako fungujú európske emisné povolenky?* [online]. Otvorená data o klimatu, z. ú., 2021. [cit. 2024-02-13]. Dostupné na internete : <https://faktyoklime.sk/explainery/emisne-povolenky-ets>
- [53] SATO, M. et al. *The effects and side-effects of the eu emissions trading scheme* [online]. WIRE Climate Change, 2014. 509-519 s. [cit. 2024-02-13]. Dostupné na internete : <https://doi.org/10.1002/wcc.283>
- [54] SIMON, F. *Analyst: EU carbon price on track to reach €90 by 2030* [online]. Efficacité et Transparence des Acteurs Européens, 2021. [cit. 2024-01-13]. Dostupné na internete : <https://www.euractiv.com/section/emissions-trading-scheme/interview/analyst-eu-carbon-price-on-track-to-reach-e90-by-2030/>
- [55] SLUČIAKOVÁ, S. *Ako von zo smetiska Model odpadového hospodárstva SR Technická príloha* [online]. IEP, 2023. 87 s. [cit. 2024-02-22]. Dostupné na internete : https://www.minzp.sk/files/iep/ako_von_zo_smetiska_techicka_priloha.pdf
- [56] SPZ. *6 argumentov prečo spaľovne odpadov nie sú dobrým riešením pre energetickú a klimatickú krízu* [online]. Priatelia Zeme, 2023. [cit. 2024-02-01]. Dostupné na internete : <https://www.nulaodpadu.sk/clanok/6-argumentov-preco-spalovne-odpadov-nie-su-dobrym-riesenim-pre-energeticku-klimaticku-krizu>

- [57] STANKOVIČ, M. *Uhlíkové clo v praxi: na čo by sa mali podnikatelia pripraviť?* [online]. Podnikajte.sk, s. r. o., 2024. [cit. 2024-02-01]. Dostupné na internete : <https://www.podnikajte.sk/zahranicny-obchod/uhlikove-clo-v-praxi>
- [58] STATSOFT, INC. *Electronic Statistics Textbook* [online]. StatSoft, 1999. [cit. 2024-02-11]. Dostupné na internete : <https://www.uaq.mx/statsoft/aolglfra.html>
- [59] UNFCCC. *Joint Implementation (JI) General Information* [online]. UNFCCC, 2013. 2 s. [cit. 2024-02-18]. Dostupné na internete : https://cdm.unfccc.int/newsroom/factsheets/docs/JIFactSheet_General_English.pdf
- [60] ZAMAN, P. – HUGHES, D. *CLEAN DEVELOPMENT MECHANISM: CDM AND THE UNFCCC* [online]. UNFCCC, 2012. 6 s. [cit. 2024-01-18]. Dostupné na internete : <https://web.archive.org/web/20130921060112/http://a4id.org/sites/default/files/user/CDM%26UNFCCCcorrected.pdf>

Príloha 1 – Ročné dáta o premenných modelu za krajiny EÚ 27

Roky	Cena EUA ročný priemer (EUR)	HDP EÚ 27 (mil. EUR)	CO ₂ emisie EÚ 27 (MtCO _{2e})	Investície EÚ 27 (mil. EUR)	Korporátne investície EÚ 27 (mil. EUR)
2005	20,60	9 560 869,00	4 195 965,00	2 100 829,70	1 305 058,62
2006	17,14	10 112 507,00	4 194 673,29	2 296 409,80	1 336 873,43
2007	1,50	10 738 968,00	4 194 207,23	2 510 172,50	1 484 125,38
2008	18,43	11 085 537,00	4 057 795,00	2 570 329,40	1 584 123,24
2009	12,72	10 587 798,00	3 742 770,65	2 247 069,40	1 416 647,37
2010	14,17	10 980 588,00	3 820 496,52	2 271 325,50	1 446 143,44
2011	13,25	11 328 511,00	3 718 549,58	2 357 265,20	1 467 042,17
2012	7,41	11 396 147,00	3 652 461,48	2 317 605,30	1 441 612,60
2013	4,57	11 516 141,00	3 553 809,42	2 276 351,40	1 395 756,29
2014	5,68	11 782 563,00	3 427 826,28	2 333 038,10	1 399 768,48
2015	7,99	12 215 765,00	3 486 016,87	2 470 922,40	1 471 999,68
2016	5,26	12 548 314,00	3 486 374,25	2 566 078,10	1 510 817,01
2017	5,47	13 075 679,00	3 579 005,46	2 715 438,20	1 511 548,49
2018	15,56	13 534 336,00	3 492 436,35	2 863 853,40	1 582 163,88
2019	23,66	14 019 671,00	3 343 420,54	3 114 018,10	1 860 410,34
2020	24,73	13 471 034,00	3 052 044,42	2 977 838,20	1 788 953,32
2021	52,87	14 639 812,00	3 220 178,73	3 213 645,00	1 873 895,94
2022	80,85	15 905 280,00	3 138 341,49	3 571 134,50	1 965 892,58