

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ENERGETICKÝ ÚSTAV

ENERGY INSTITUTE

ZDROJE CO₂ A OBCHOD S EMISNÍMI POVOLENKAMI

CO₂ SOURCES AND EMISSION TRADING SYSTEM

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Helena Valentová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Patrik Elbl

BRNO 2020

Zadání bakalářské práce

Ústav:	Energetický ústav
Studentka:	Helena Valentová
Studijní program:	Strojírenství
Studijní obor:	Základy strojního inženýrství
Vedoucí práce:	Ing. Patrik Elbl
Akademický rok:	2019/20

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Zdroje CO₂ a obchod s emisními povolenkami

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

V posledních letech se čím dál tím více začíná dostávat do popředí problematika spojená se změnami klimatu a stává se tak jednou z nejvíce řešených témat v celosvětovém měřítku. Jedním z nejvýznamnějších skleníkových plynů je oxid uhličitý, který vzniká nejen přírodními procesy, ale zejména spalováním uhlíkatých paliv. Trh s emisními povolenkami byl zřízen z důvodu omezení a následně odstavení nejspínavějších zdrojů energie a tepla na trhu. Práce bude zaměřena na zdroje produkující CO₂ a obchodní systém s emisními povolenkami v EU.

Cíle bakalářské práce:

- Popis problematiky CO₂.
- Přehled emisí CO₂ z různých zdrojů.
- Provést seznámení s legislativou upravující obchod s emisními povolenkami.

Seznam doporučené literatury:

SINGH, R. S., A. PANDEY a E. GNANSOUNOU. Biofuels: production and future perspectives. Boca Raton, FL, 2016. ISBN 978-149-8723-596.

HODGE, B. K. Alternative energy systems and applications. Second edition. Hoboken, NJ: Wiley, 2017. ISBN 978-111-9109-211.

SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2009/29/ES ze dne 23. dubna 2009, kterou se mění směrnice 2003/87/ES s cílem zlepšit a rozšířit systém pro obchodování s povolenkami na emise skleníkových plynů ve Společenství

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2019/20

V Brně, dne

L. S.

doc. Ing. Jiří Pospíšil, Ph.D.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Tato práce se zabývá problematikou emisí oxidu uhličitého, jeho zdroji a legislativu spojenou s emisním obchodováním. První část práce uvádí základní informace, týkající se oxidu uhličitého a jeho produkce. Druhá část shrnuje odvětví, která nejvíce emitují oxid uhličitý. V poslední části je popsána mezinárodní legislativa související s emisními povolenkami a obchodování s uhlíkem.

Klíčová slova

CO₂, oxid uhličitý, koncentrace CO₂, produkce CO₂, zdroje CO₂, emisní obchodování, emisní povolenky, trh s uhlíkem

ABSTRACT

This thesis deals with issues of carbon dioxide emissions, its sources and legislation related to emission trading. The first part of the thesis provides basic information about carbon dioxide and its production. The second part summarizes sectors that emit the most carbon dioxide. The last part describes the international legislation related to emission allowances and carbon trading.

Key words

CO₂, carbon dioxide, concentration of CO₂, CO₂ production, CO₂ sources, emission trading, emission allowances, carbon market

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

VALENTOVÁ, Helena. *Zdroje CO₂ a obchod s emisními povolenkami*. Brno, 2020. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/124643>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Energetický ústav. Vedoucí práce Patrik Elbl.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma **Zdroje CO₂ a obchod s emisními povolenkami** vypracovala samostatně pod vedením svého vedoucího práce Ing. Patrika Elbla s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, které jsou uvedeny na konci této práce.

Datum

Jméno a příjmení

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji tímto svému vedoucímu práce Ing. Patriku Elblovi za cenné připomínky a rady, které mi poskytl, při vypracování bakalářské práce.

OBSAH

1	Úvod	11
2	Oxid uhličitý (CO ₂)	12
2.1	Definice a vlastnosti CO ₂	12
2.1.1	Vliv na člověka.....	13
2.1.2	Využití.....	13
2.2	Vznik CO ₂	13
2.3	Výskyt CO ₂ a skleníkový efekt.....	14
2.4	Množství CO ₂ v historii	15
2.5	Produkce CO ₂	17
2.5.1	Celková roční produkce CO ₂	17
2.5.2	Roční produkce CO ₂ na obyvatele	18
3	Zdroje CO ₂	19
3.1	Přírodní a antropogenní zdroje CO ₂	19
3.2	Energetika	20
3.2.1	Účinnost jednotlivých zařízení.....	21
3.3	Doprava.....	22
3.4	Průmysl	24
3.4.1	Metalurgie	24
3.4.2	Výroba cementu	24
3.4.3	Sklářský a keramický průmysl	25
3.4.4	Papírenský průmysl	25
3.4.5	Chemický průmysl	25
3.5	Domácnosti	25
3.6	Zemědělství a potraviny.....	26
3.7	Odpadové hospodářství.....	27
3.8	Vliv dýchání.....	27
4	Emisní obchodování	29
4.1	Mezinárodní ochrana klimatu	29
4.1.1	Mezinárodní panel pro změnu klimatu (IPCC)	29
4.1.2	Rámcová úmluva OSN o změně klimatu (UNFCCC)	29
4.1.3	Kjótský protokol (Protokol)	29
4.1.4	Pařížská dohoda (Dohoda)	30
4.2	Emisní povolenky	30
4.3	Obchodování s uhlíkem	31
4.4	Systém EU pro obchodování s emisemi (EU ETS)	31
4.4.1	Emisní strop.....	32
4.4.2	Vývoj ceny emisních povolenek	32
4.4.3	Monitorování, ověřování a vykazování emisí	33
4.4.4	Subjekty vykazující emise.....	34
4.4.5	Bezplatná alokace.....	34
4.4.6	Dražby	35

4.4.7	Trh.....	35
4.4.8	Právní povaha a daňové hledisko	36
4.4.9	Letectví	36
ZÁVĚR		37
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ		39
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK		43
SEZNAM OBRÁZKŮ		45
SEZNAM TABULEK.....		46

1 Úvod

V posledních desetiletích lidé zaznamenávají výraznou změnu svého okolí. Zhoršuje se kvalita ovzduší, opakují se sucha a náhlé přívalové povodně, zvyšuje se průměrná teplota a nastávají další jevy, které mají negativní dopad na životní prostředí a kvalitu života. V průběhu existence planety Země se klima neustále vyvíjí a jeho výkyvy jsou přirozené. Avšak v nedávné době, po rozvoji průmyslové činnosti člověka, tyto změny nastávají častěji, než kdy dřív. Jednou z hlavních příčin této situace je vypouštění velkého množství oxidu uhličitého do atmosféry. Jeho aktuální hodnoty jsou nejvyšší, jaké kdy byly v historii zaznamenány.

Oxid uhličitý se do atmosféry dostával přírodními procesy vždy. Kromě nich je v současnosti vypouštěn i procesy způsobenými činnostmi člověka – především spalováním fosilních paliv. Lidská společnost už není schopná fungovat, aniž by neprodukovala velké množství emisí. Elektřina, teplo, doprava, průmysl, rozvinuté zemědělství, to vše jsou sektory produkující emise. Protože není možné tyto emise omezit na nulovou hodnotu, je stěžejním úkolem je zredukovat na co nejnížší mez. Ekologický faktor se stává čím dál tím více důležitějším aspektem v každém odvětví. Proto se hledají alternativní možnosti, které poskytují stejný produkt či službu, ale méně zatěžují životní prostředí.

Motivace k využívání nízkouhlíkových technologií je nejen ekologická, ale i ekonomická. Zavádí se nadnárodní legislativa, jejímž cílem je boj proti změně klimatu. Výsledkem mnoha dohod bylo vytvoření prostoru pro trh s uhlíkem a systémů, které ve vyspělých zemích kontrolují a omezují množství vypouštěných emisí.

Uvedenou problematikou se zabývá bakalářská práce. Shrnuje informace týkající se oxidu uhličitého, vývoje jeho hodnot v průběhu času a současné produkce. Rozebírá složení zdrojů oxidu uhličitého a soustředí se na sektory, které jej nejvíce produkují. Závěrem se zaměřuje na legislativu spojenou s emisním obchodováním a na problematiku emisních povolenek. Zde se věnuje zejména systému platnému v České Republice.

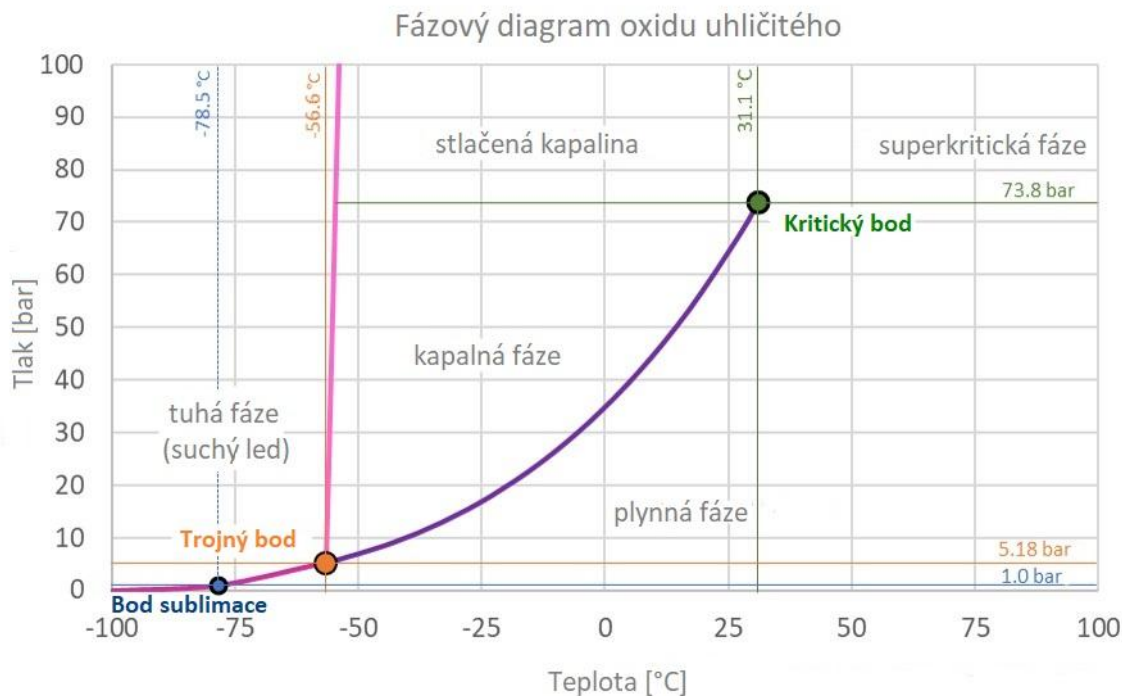
2 Oxid uhličitý (CO₂)

2.1 Definice a vlastnosti CO₂

Oxid uhličitý je bezbarvý plyn, bez zápachu, rozpustný ve vodě. Při vysokých koncentracích má kyselou chuť, která je způsobena rozpuštěním CO₂ ve slinách, čímž se vytvoří slabý roztok kyseliny uhličitě. Jeho molekulu tvoří dva atomy uhlíku a jeden atom kyslíku. Vyskytuje se při atmosférických teplotách a tlacích v plynném skupenství, za těchto podmínek je v běžných koncentracích netoxický a nehořlavý. Je těžší než vzduch. Může se nacházet i v kapalném a pevném skupenství. Taje při $-56,5\text{ °C}$, sublimuje při $-78,5\text{ °C}$ a jeho pevná fáze je označována jako tzv. suchý led. Změny skupenství při různých teplotách a tlacích jsou vyobrazeny ve fázovém diagramu na obrázku 1. Pro komerční účely bývá přepravován jako kapalina v tlakových lahvích nebo v pevných blocích suchého ledu. Další vlastnosti CO₂ jsou uvedeny v tabulce 1. [1]

Tabulka 1 – Vlastnosti CO₂ [2]

Molární hmotnost	44,009 g/mol
Teplota tání	$-78,5\text{ °C}$
Teplota sublimace (trojného bodu)	$-56,5\text{ °C}$ (při tlaku 518 kPa)
Hustota	1562 kg/m ³ (-79 °C pevná látka) 1101 kg/m ³ (-37 °C kapalina) 1,9770 kg/m ³ (0 °C plyn)
Vazebná energie	$-393,5\text{ kJ/mol}$



Obrázek 1 – Fázový diagram CO₂ [2]

2.1.1 Vliv na člověka

CO₂ je produktem metabolismu těla a je v lidském těle přítomen zhruba 6% podílem. Pokud dojde ke zvýšení koncentrace v těle, stimuluje se srdeční frekvence a zvýší se krevní tlak a průtok adrenalinu.

Při běžných koncentracích lidé vdechují CO₂ bez problémů, ale při vyšších koncentracích a delší době vystavení způsobuje zrychlené dýchání a bolesti hlavy. Příliš vysoké koncentrace mohou způsobit bezvědomí až smrt. V pevné formě může způsobit popáleniny pokožky v důsledku kontaktu se studeným povrchem. [1]

2.1.2 Využití

Oxid uhličitý má pro člověka mnoho využití ve zdravotnictví, v potravinářském, chemickém průmyslu a v mnoha dalších odvětvích.

V potravinářství se využívá k sycení nápojů nebo k prodloužení trvanlivosti potravin. Vytváří se modifikovaná atmosféra s velkým podílem CO₂, která uchovává jídlo déle čerstvé. Pro prodloužení životnosti potravin lze taktéž použít suchý led ve funkci chladiwa.

Ve zdravotnictví se užívá při drobných chirurgických zákrocích (např. laparoskopie, endoskopie) pro zvětšení tělních dutin pro lepší viditelnost nebo pro expanzi krevních cév.

Nachází se v hasicích přístrojích. Superkritický nebo kapalný CO₂ má využití při extrakci aromat kofeinu a chmele. Slouží k odmašťování kovů a čištění polovodičových součástek. Vytváří ochranný plyn pro svařování. [1]

2.2 Vznik CO₂

Se vznikem CO₂ je spjat uhlíkový cyklus, který popisuje výskyt a přeměny různých forem uhlíku. Uhlík je součástí jak organického, tak anorganického světa. CO₂ je produktem dýchání živočichů, rozkladu těl živočichů a rostlin, sopečných erupcí a hoření materiálu obsahující uhlík. Hoření v přírodní formě je v podobě lesních požárů nebo může být v důsledku lidské činnosti, především při spalování fosilních paliv. [3]

Příklady chemických reakcí vedoucí ke vzniku CO₂:

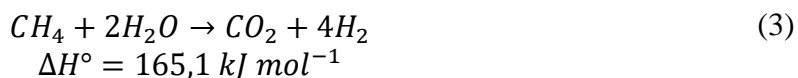
- Spalování uhlíku za přebytku kyslíku [4]



- Hoření oxidu uhelnatého [4]



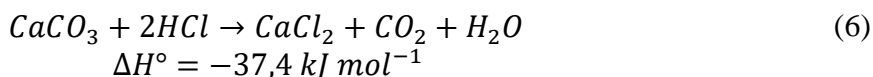
- Jako vedlejší produkt průmyslových reakcí při výrobě vodíku [4]



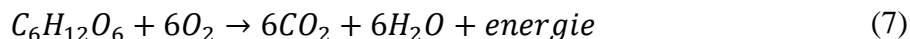
- Termický rozklad uhličitánů [5]



- Rozklad uhličitánů za přítomnosti kyselin [5]



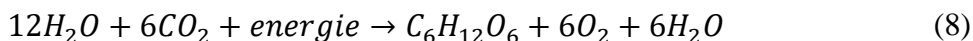
- Buněčné dýchání [6]



Symbol ΔH° představuje změnu entalpie. Pokud je změna entalpie kladná, jedná se o endotermní reakci a je potřeba energii dodat, aby reakce mohla probíhat. Pokud je změna entalpie záporná, reakce je exotermní a dochází při ní k uvolnění energie. Exotermní reakce probíhají samovolně.

Do atmosféry vstoupí množství CO₂ o hmotnosti 29 až 43 miliard tun ročně. Polovina ročního vyprodukovaného množství zůstává zachycena v atmosféře a přispívá ke zvyšování celkového množství CO₂. Druhá polovina je absorbována oceány nebo redukována procesem fotosyntézy. Fotosyntéza je proces odehrávající se v rostlinách při působení sluneční energie, kdy dochází k přeměně CO₂ a vody na kyslík, vodu a celulózu. [3]

- Rovnice fotosyntézy [3]



V oceánech je CO₂ redukován fytoplanktonem. Fytoplankton jsou jednobuněčné organismy žijící na hladinách moří, které mají také schopnost provádět fotosyntézu. Slouží jako potrava pro další živočichy nebo po skončení svého života klesnou ke dnu. Tím dojde k uložení uhlíku do spodních vrstev oceánu. [7]

2.3 Výskyt CO₂ a skleníkový efekt

V zemské atmosféře je CO₂ čtvrtým nejrozšířenějším plynem a zaujímá 0,04 % jejího objemu. Řadí se mezi tříatomové plyny. Tříatomové a víceatomové plyny mají schopnost pohlcovat tepelnou energii. Další plyny s touto schopností jsou vodní pára (H₂O), methan (CH₄), oxid dusný (N₂O), ozon (O₃) a fluorované plyny (F-plyny). Bývají označovány jako skleníkové plyny. Napomáhají k udržení tepla v atmosféře, bez jejich přítomnosti by se planeta Země stala neobyvatelnou. Tento proces ohřívání povrchu planety se nazývá skleníkový efekt. [3,8]

Princip skleníkového efektu spočívá v tom, že největší intenzita slunečního záření je při krátkých vlnových délkách. Toto záření snadno projde přes atmosféru až k povrchu Země, který se ohřeje a energie se odrazí zpět v podobě záření o velkých vlnových délkách. Část dlouhovlnného záření projde do kosmického prostoru a část je odražena od skleníkových plynů zpět do atmosféry, čímž dochází k dalšímu ohřátí povrchu Země. [3]

Vodní pára přispívá 66–85% podílem ke skleníkovému efektu, CO₂ přispívá 9–26%. Rozmezí záleží na lokálních koncentracích plynů. Zbytek náleží ostatním již zmíněným skleníkovým plynům. Vodní pára bývá často opomíjena jako skleníkový plyn, protože není prvotní příčinou zvyšování teplot v atmosféře. Její vysoký příspěvek způsobují ostatní skleníkové plyny – především CO₂ a CH₄. Ty zvyšují průměrnou teplotu. Díky zvýšené teplotě dochází k vyššímu odpařování vodních par a nárůstu jejich koncentrace v ovzduší. Tyto páry pak následně zachytávají teplo v atmosféře. [9]

V posledních letech průmyslová činnost člověka způsobila zvýšení koncentrace skleníkových plynů včetně CO₂ více, než kdy dřív. Předpokládá se, že než započala průmyslová činnost člověka, CO₂ v atmosféře zaujímal jen 0,027 %. [8]

Zvyšování koncentrace CO₂ a zesilování skleníkového efektu má mnoho negativních následků. Dochází ke zvyšování průměrné teploty povrchu Země, tento jev nazýváme

globální oteplování. S globálním oteplováním souvisí tání ledovců, které zadržují většinu sladké vody na světě. V oblastech rozpuštěných ledovců se v oceánu mění salinita. Při větším množství sladké vody v určitých oblastech může dojít ke změně oceánských proudů. Pokud dojde ke změně oceánských proudů, dojde i ke změně klimatu. Ta se projevuje např. extrémním počasím v různých podobách – hurikány, tornáda, záplavy a velká sucha s velkým výskytem požárů a nedostatkem vody. [3]

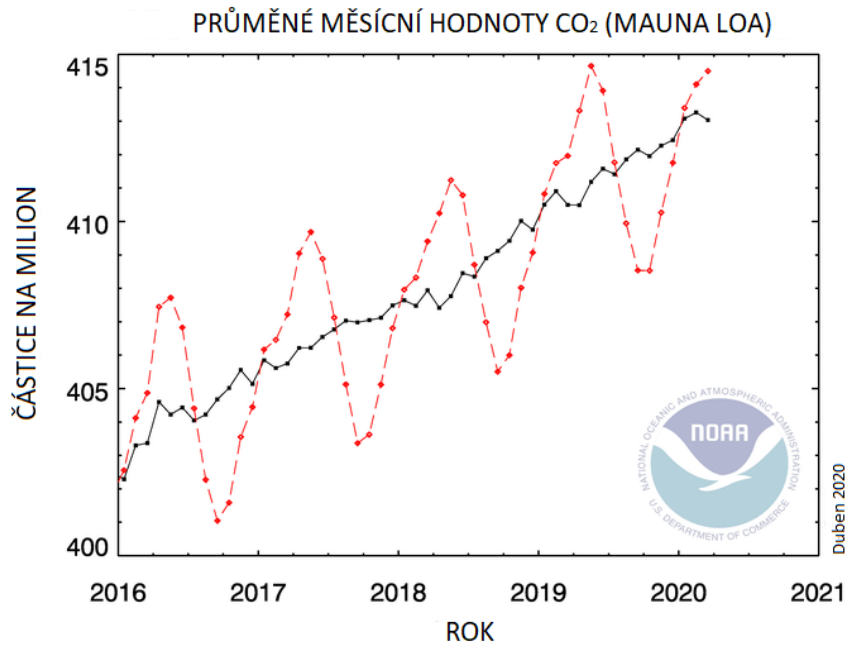
2.4 Množství CO₂ v historii

Vědci jsou schopni určit, jaká byla zemská atmosféra v minulosti. Tyto výzkumy se provádí pomocí měření koncentrace plynů, které se nachází ve vzduchových bublinách uvězněných v ledu. Za posledních 400 000 let nebyla nikdy hladina CO₂ v ovzduší tak vysoká jako za posledních 50 let. Během dob ledových zaujímal CO₂ okolo 0,02 % zemské atmosféry a při teplejších obdobích se hodnoty pohybovaly okolo 0,028 %. V roce 2013 poprvé v historii CO₂ překročil hladinu 0,04 %. Toto nedávné a neustálé zvyšování se podílu CO₂ v atmosféře ukazuje poměrně konstantní vztah s ohledem na množství spalování fosilních paliv. Jestliže bude spalování fosilních paliv nadále pokračovat tímto tempem, podíl CO₂ v atmosféře se může zvýšit až na 0,15 %. Atmosféra se v tomhle stavu už nebude schopna vrátit do období předprůmyslového stavu ani desítky tisíc let po vyčerpání fosilních paliv. Obrázek 2 zachycuje jak vědecká měření, tak skutečnost, že lidé mají velkou schopnost změnit podnebí naší planety. Hodnoty CO₂ jsou na obrázku 2 vyjádřeny v ppm (parts per million) – částic na milion. [10]

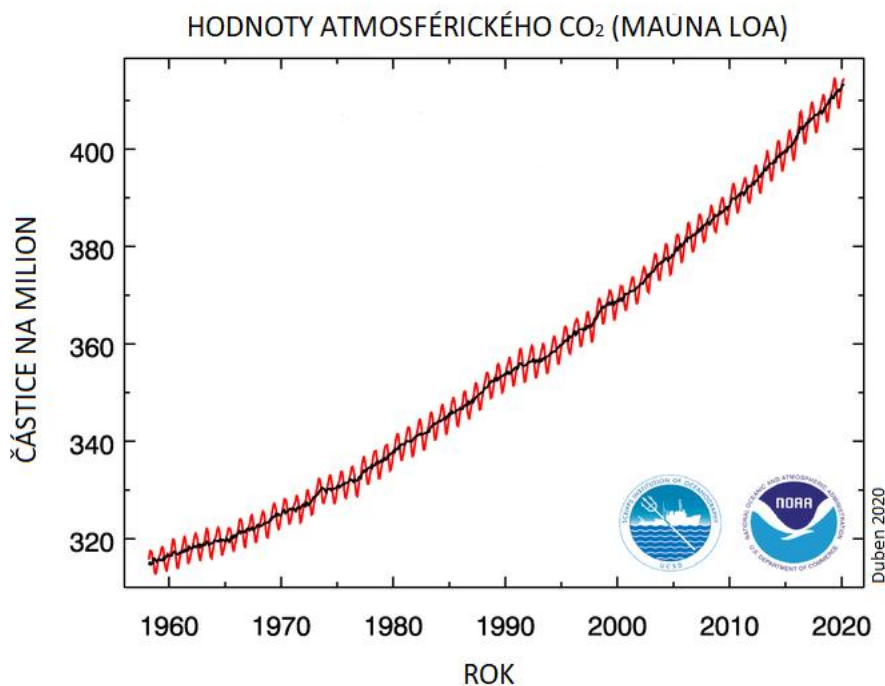


Obrázek 2 – Hodnoty CO₂ v průběhu statisíců let [10]

Nedávné a přesnější hodnoty CO₂ jsou uvedeny na obrázku 3, kde představují průměrné měsíční hodnoty naměřené za poledních 5 let – znázorněné červenou křivkou. Černou křivkou jsou vyneseny ty samé hodnoty, pouze zobrazené jako průměrný sezonní cyklus. Měření probíhá na observatoři Mauna Loa na Havaji (USA). Jedná se o nejdelší záznamy přímého měření CO₂ v atmosféře. Měření zde bylo zahájeno v březnu 1958 společností SIO pod vedením C. Davida Keelinga, od tohoto roku znázorňuje hodnoty obrázek 4. V roce 1974 zahájil také měření Národní úřad pro oceán a atmosféru (NOAA). [11]



Obrázek 3 – Hodnoty CO₂ během let 2016–2020 [11]



Obrázek 4 – Celosvětové hodnoty CO₂ od roku 1958 do 2020 [11]

Koncentrace CO₂ v atmosféře se každoročně zvyšuje. Nejenže určité množství CO₂ v atmosféře zůstává stále zachyceno, ale současně lidská produkce emisí CO₂ je každým rokem vyšší. Z tabulky 2 je patrný soustavný celosvětový nárůst emisí za posledních 60 let. Pro porovnání je zobrazena situace v České republice (ČR), kdy největší hodnoty byly naměřeny v 80. letech. Tento nárůst byl způsoben rozšířením těžkého průmyslu v 70. letech. Hodnoty v ČR od tohoto období úspěšně klesají. [12]

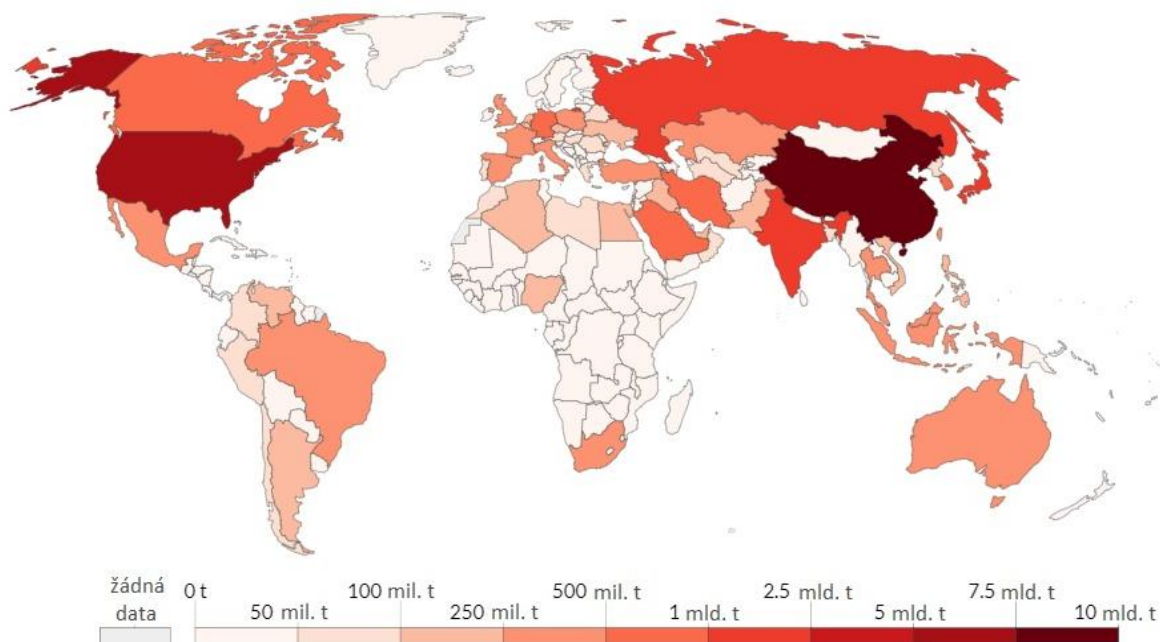
Tabulka 2 – Hodnoty emisí CO₂ [Mt CO₂ ekv.] v letech 1960–2018 [12]

Rok	Celosvětové	ČR	Rok	Celosvětové	ČR
2018	36 573	106	2006	30 376	126
2017	35 811	106	2005	29 401	126
2016	35 380	107			
2015	35 239	105	2000	25 154	127
2014	35 225	104	1995	23 372	132
2013	34 959	106	1990	22 718	164
2012	34 793	111	1985	20 145	185
2011	34 272	115	1980	19 391	185
2010	33 151	118	1975	16 920	174
2009	31 532	115	1970	14 840	154
2008	31 994	123	1965	11 281	122
2007	31 282	128	1960	9 344	99

2.5 Produkce CO₂

Produkcí emisí jde posuzovat dvěma hlavními ukazateli. Prvním je celková produkce emisí za celý stát a druhá je produkce na jednoho obyvatele daného státu.

2.5.1 Celková roční produkce CO₂

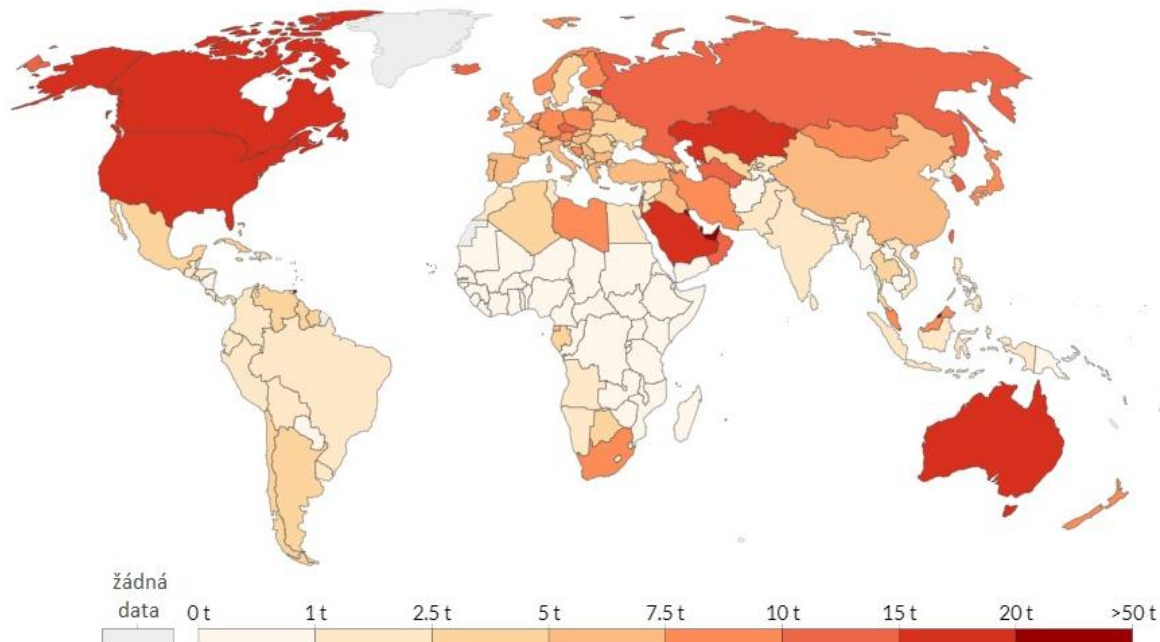


Obrázek 5 – Celosvětová produkce CO₂ za rok 2017 [13]

V roce 2017 se celosvětově vyprodukovalo 35,8 miliard tun emisí CO₂. V současnosti je největším kontinentálním producentem emisí CO₂ Asie, která vyprodukuje 53 % globálních emisí. Obrázek 5 ukazuje, že Čína je stát, který každoročně produkuje okolo 10 miliard tun CO₂, což z ní dělá stát s největší produkcí emisí na světě. Severní Amerika je druhým největším emitentem s 18 % globálních emisí, především díky USA, kde se vyprodukuje 5,3 miliard tun emisí CO₂. Třetí v pořadí je Evropa, která produkuje 17 % celosvětových

emisí CO₂. ČR přispívá zhruba 100 milionů tun emisí CO₂. Afrika a Jižní Amerika jsou naopak malými emitenty a produkují pouze okolo 3–4 % každý a 1 % emisí vyprodukuje Oceánie. Zbytek emisí spadá na mezinárodní leteckou a lodní dopravu. Tyto emise nejsou přidělovány konkrétním státům. [13]

2.5.2 Roční produkce CO₂ na obyvatele



Obrázek 6 – Produkce CO₂ na jednoho obyvatele za rok 2017 [13]

Produkce na obyvatele se od produkce za celý stát značně liší, což je patrné při porovnání obrázku 5 (produkce za stát) a obrázku 6 (produkce na obyvatele). Co se týče produkce CO₂ na obyvatele, tak největšími producenty jsou především země, které těží ropu. Prvenství drží Katar, který produkuje okolo 50 tun emisí CO₂ na obyvatele ročně, dále následuje Trinidad a Tabago, Kuvajt a Spojené Arabské Emiráty. Tyto státy vyprodukují okolo 25 tun CO₂ na obyvatele ročně, ale jsou populačně poměrně malé, a proto v globálním měřítku nemají moc velký vliv.

Pro další porovnání – celosvětový průměr v roce 2017 byl 4,8 tuny CO₂ na obyvatele. Přestože se Čína uvádí vždy jako největší hrozba ohledně produkce CO₂, tak v produkci na obyvatele, vyprodukuje okolo 6 tun CO₂ na obyvatele ročně. To jsou skoro poloviční emise oproti České republice, kde připadá 10 tun CO₂ na obyvatele ročně.

Dalo by se předpokládat, že státy s podobnou životní úrovní mají i podobný počet emisí, ale není tomu tak. Například emise Francie se pohybují kolem světového průměru, na druhou stranu Německo má emise dvojnásobné. Důležitou roli zde hraje vhodná volba výroby elektřiny a tepla. Francie vyrábí většinu elektřiny a tepla z jaderných elektráren a obnovitelných zdrojů, jen 6 % pochází z fosilních paliv, oproti tomu u Německa tento podíl činí 55 %. [13]

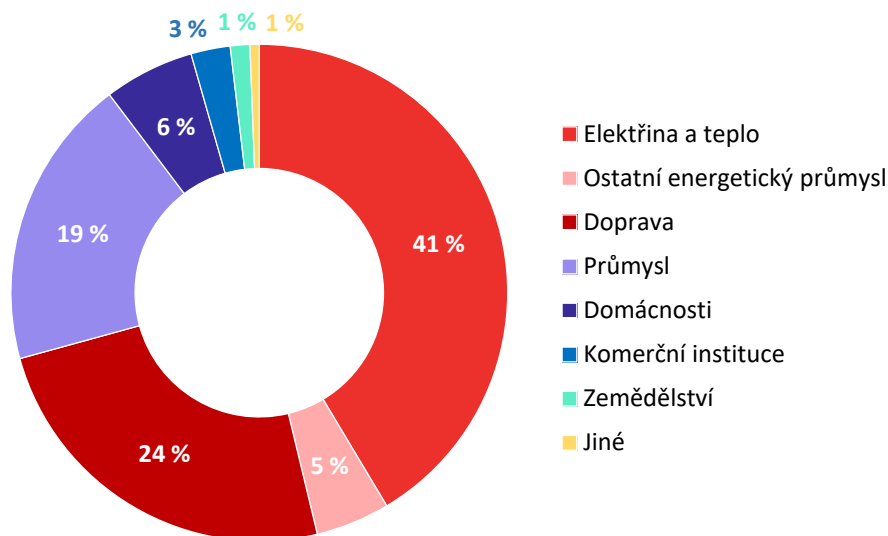
3 Zdroje CO₂

3.1 Přírodní a antropogenní zdroje CO₂

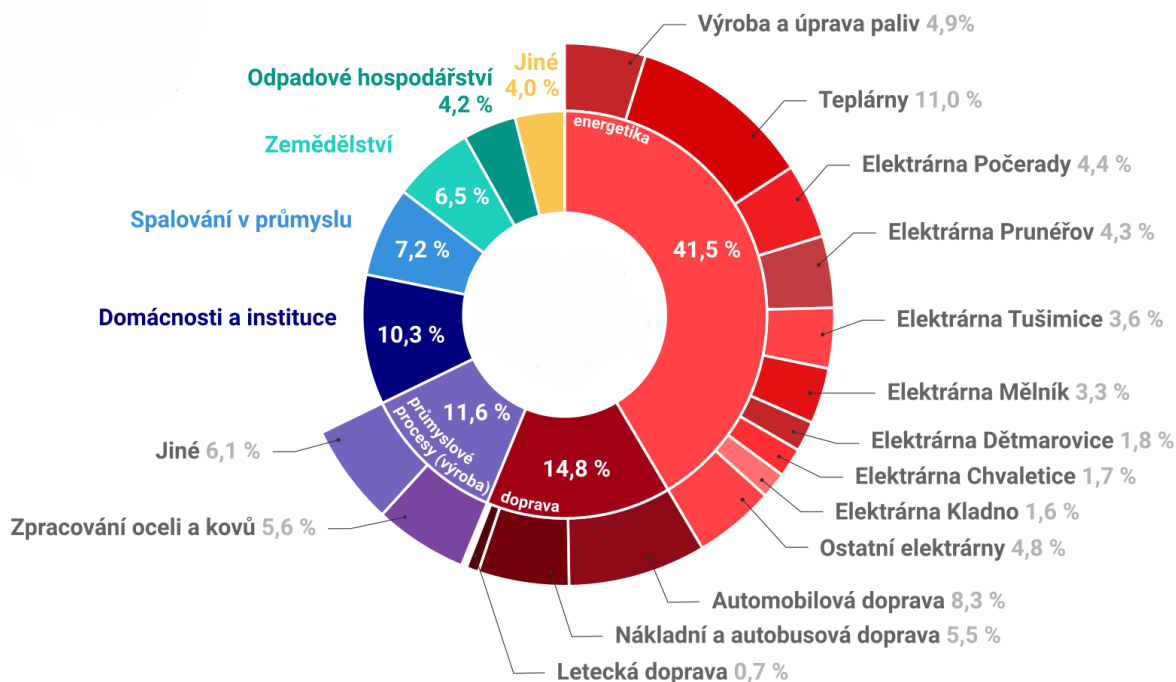
CO₂ může být produkován buď přírodními zdroji, nebo antropogenními (vznikající činností člověka) zdroji.

Mezi přírodní zdroje emisí patří živočišné dýchání, kdy dochází k výměně kyslíku a CO₂. Dýchání probíhá i na buněčné úrovni. Zdrojem CO₂ je organismus nejen během svého života, ale také po smrti. Když začne docházet rozkladu těl živočichů a rostlin, nastávají procesy, při kterých se CO₂ uvolňuje do atmosféry. Dalším přírodním zdrojem CO₂ jsou sopečné erupce, kdy nastane náhlé uvolnění většího množství CO₂ do ovzduší. Dojde k rychlému nárůstu koncentrace v dané oblasti. Sopečné plyny se ale postupně rozmísí v atmosféře, nakonec v globálním měřítku nepředstavují žádné velké nebezpečí. Ke vzniku CO₂ přirozenou cestou dochází i v podobě požárů. Přírodní zdroje umí planeta zpracovat sama za pomoci rostlin a procesu fotosyntézy, čímž zajišťuje, aby nedocházelo k žádným velkým výkyvům hladiny CO₂.

To se ovšem změnilo, když člověk započal svoji průmyslovou činnost. Největší podíl na produkci CO₂ má spalování fosilních paliv (uhlí, ropa, zemní plyn). Fosilní paliva vznikají, když se odumřelý rostlinný a živočišný materiál usadí a není mu umožněn přístup vzduchu po miliony let. Lidstvo začalo využívat fosilní paliva pro své účely. Při jejich spalování se uvolňuje uhlík, který se váže na kyslík a vzniká CO₂. Energie, která se z těchto zdrojů získává, se uplatňuje v energetickém průmyslu na výrobu elektřiny a tepla. Ropa je hlavní fosilní palivo, které se využívá k dopravě jako pohon automobilů, letadel, lodí a dalších druhů dopravy po celém světě. Z obrázku 7 je zřejmé, že energetika a doprava jsou největšími emitory CO₂. Menšími odvětvími přispívajícími svými emisemi jsou průmysl, výroba, stavebnictví a domácnosti. Podrobnější rozložení sektorů v ČR zobrazuje obrázek 8. Zde je patrné, že rozložení sektorů v celosvětovém měřítku je velmi podobné jako rozložení v ČR. Ke zvyšování hladiny CO₂ se nemusí přispívat jen přímo, ale i nepřímo v podobě odlesňování, kdy se likvidují stromy a rostliny, které pomáhají redukovat množství CO₂. Narušování mořských ekosystémů může mít taktéž dopad na absorpci CO₂ oceány. [14,15]



Obrázek 7 – Celosvětové emise CO₂ podle sektorů v roce 2017 [16]



Obrázek 8 – Emise skleníkových plynů v ČR podle sektorů v roce 2016 [17]

3.2 Energetika

Pojem energetika zahrnuje těžbu a zpracování primárních energetických surovin (uhlí, zemní plyn, ropa, jaderné palivo), jejich následnou přeměnu v energetických centrálních na potřebnou formu energie a finální transport a spotřebu dané energie.

Energetických centrálních je několik druhů – elektrárny, výtopny a teplárny a další. Elektrárny slouží k produkci elektrické energie. Výtopny poskytují tepelnou energii. Teplárny vyrábí elektrickou a tepelnou energii současně. [3]

V ČR největším podíl emisí CO₂ z energetického sektoru náleží elektrárnám, viz obrázek 8.

Tabulka 3 – Produkce CO₂ u různých typů elektráren [18,19]

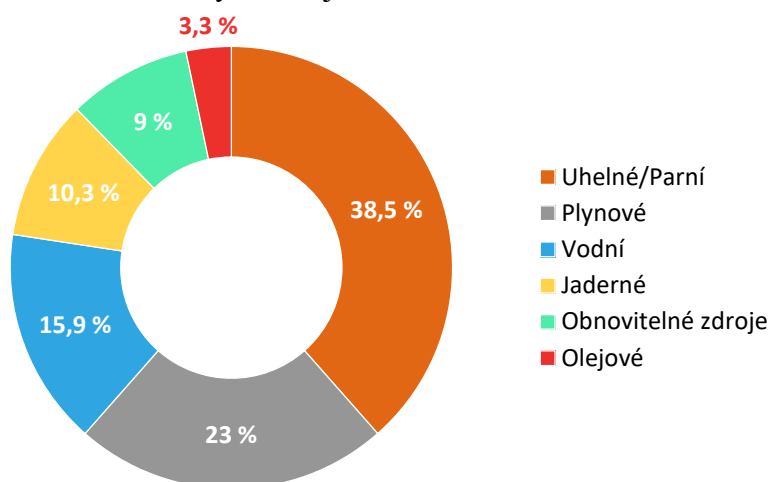
Typ elektrárny	Produkce CO ₂ [kgCO ₂ /kWh]
Tepelná – hnědé uhlí	0,805 – 1,200
Tepelná – černé uhlí	0,750 – 1,100
Tepelná – zemní plyn	0,400 – 0,550
Geotermální	0,004 – 0,740
Fotovoltaická	0,050 – 0,100
Tepelná – biomasa	0,010 – 0,200
Vodní	0,010 – 0,040
Větrná	0,010 – 0,040
Jaderná	0,010 – 0,014

Každý typ elektrárny emituje rozdílné množství emisí. Tabulka 3 zobrazuje produkci CO₂ z různých typů elektráren. Do této produkce se započítávají emise při výrobě elektřiny, transport a spotřeba paliva, nakládání s odpady a další případné činnosti. Je patrné, že nejvíce emisí CO₂ produkují elektrárny, které spalují fosilní paliva – uhelné a plynové. Naopak ostatní typy elektráren – jaderné, větrné, vodní, fotovoltaické a na biomasu při provozu

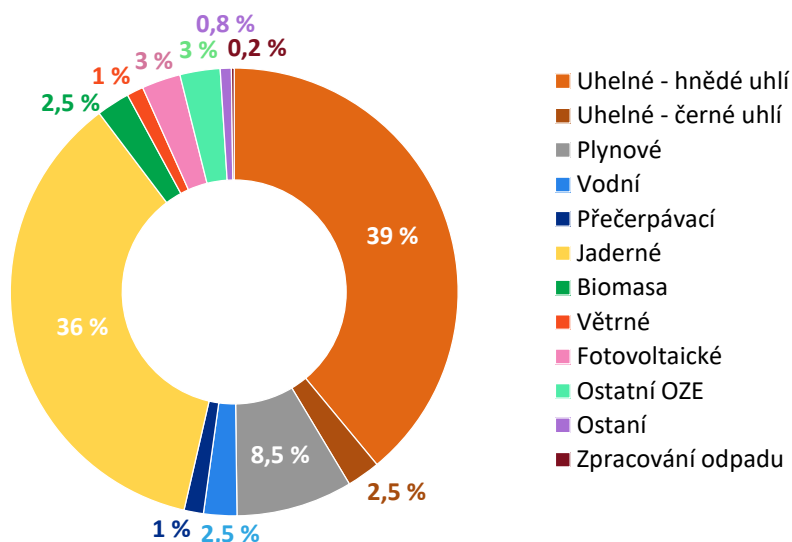
neprodukují prakticky žádné emise, anebo ve velice zanedbatelném množství. K uvolnění emisí CO₂ dochází i při výstavbě elektráren, a to v případě všech typů elektráren. Tyto emise jsou v porovnání s provozem opět zanedbatelné. [18]

Obrázek 9 zobrazuje procentuální podíl celosvětové výroby elektřiny. Více jak polovinu produkují elektrárny založené na fosilní paliva, z nichž největší část tvoří uhelné elektrárny, které produkují nejvíce emisí CO₂, a jen čtvrtinu tvoří obnovitelné zdroje. [20]

Výroba elektřiny v ČR je podrobněji zobrazena na obrázku 10. Opět největší podíl elektráren je poháněn fosilními palivy a stejně tak, jak celosvětově jsou v ČR nejvíce zastoupeny uhelné elektrárny. Rozdíl mezi celosvětovou produkcí a produkcí v ČR je především v poměrně vyšším zastoupení jaderných elektráren a nižším zastoupení elektráren fungujících z obnovitelných zdrojů. [21]



Obrázek 9 – Podíl výroby elektřiny celosvětově v roce 2017 [20]



Obrázek 10 – Podíl výroby elektřiny v ČR v roce 2019 [21]

3.2.1 Účinnost jednotlivých zařízení

Zastaralé uhelné elektrárny mají nízkou účinnost. Výstavba nových elektráren, popřípadě rekonstrukce starých bloků má za následek zvýšení účinnosti až o 20 %. Vzhledem k tomuto zvýšení dojde ke snížení spotřeby uhlí a zároveň ke snížení emisí CO₂ – viz tabulka 4. Přesto uhelné elektrárny stále daleko více zatěžují životní prostředí než například elektrárny,

kteří používají jako palivo zemní plyn nebo ropu. Plynové elektrárny jsou nejvíce šetrné k životnímu prostředí z elektráren, které využívají fosilní paliva. Nejsou avšak tak rozšířené z důvodu vyšších cen zemního plynu.

Kromě elektrické energie je potřeba zajistit pro chod společnosti i tepelnou energii. Ta vzniká buď ve výtopnách, anebo v teplárnách. Teplárny zajišťují kombinovanou výrobu elektřiny a tepla. Tento přístup je značně efektivnější než výroba elektřiny a tepla zvlášť. Účinnost tepláren oproti oddělené výrobě může být až o 40 % vyšší. Dochází ke značné úspoře paliva a ke snížení produkce emisí CO₂. Teplárny mohou fungovat jak na uhlí, tak na zemní plyn.

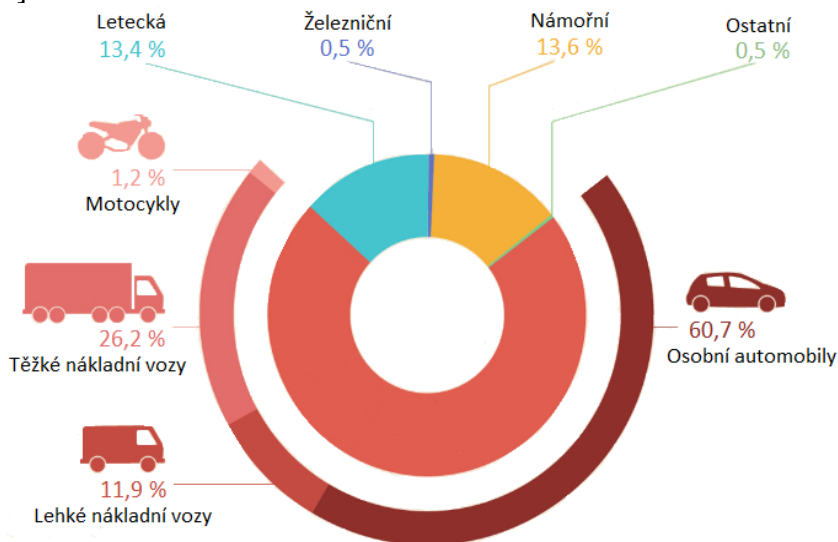
Nastává rozvoj malých decentralizovaných zařízení na výrobu elektřiny a tepla. Investice do těchto zařízení může být vyšší, ale ve výsledku mohou být výhodné z energetického, ekologického a i ekonomického hlediska. Elektřina je dodávána do místní sítě, kde nepodléhá takovým ztrátám, struktura sítě a její vybudování je jednodušší a méně nákladné. [3]

Tabulka 4 – Měrná produkce oxidu uhličitého při výrobě elektřiny [kgCO₂/kWh] v závislosti na druhu paliva a účinnosti elektrárny [3]

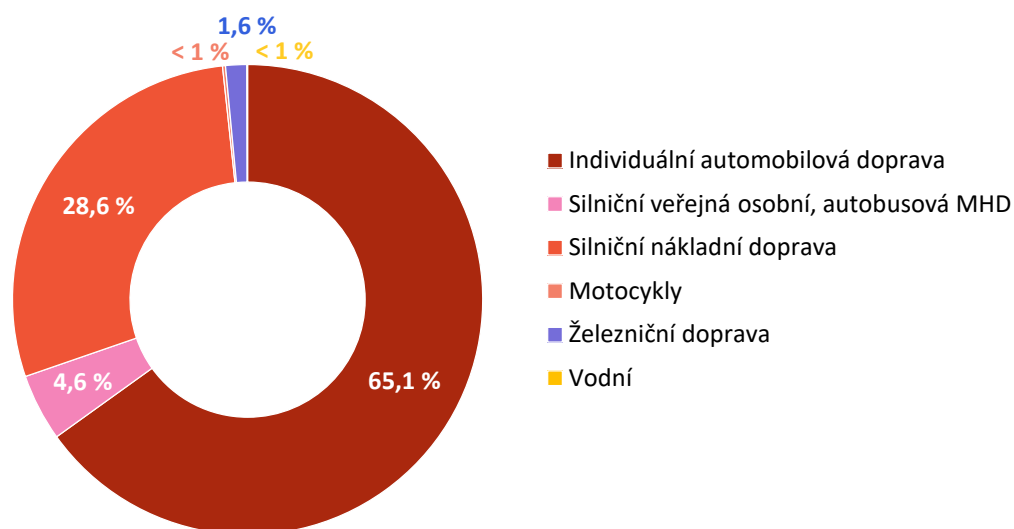
Účinnost elektrárny Palivo	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60
Hnědé uhlí	1,13	0,97	0,85	0,75	0,68	–	–
Černé uhlí	1,16	0,99	0,87	0,77	0,70	–	–
Zemní plyn	0,72	0,61	0,54	0,48	0,43	0,43	0,36
Ropa	0,91	0,78	0,68	0,61	0,55	0,50	0,46

3.3 Doprava

Doprava je jedním z hlavních zdrojů emisí CO₂ a její objem se stále zvyšuje. Hlavním důvodem, proč je doprava takovým producentem emisí je spalování paliv – benzínu, nafty a petroleje, které se získávají z ropy. S moderním propojením celého světa jsou různé formy dopravy nepostradatelné, jak v přepravě osob, tak v nákladní dopravě. Z obrázků 11 a 12 je zřejmé, že největším podílem emisí CO₂ v EU a v ČR přispívá silniční doprava. Více jak polovinu emisí tvoří osobní automobilová doprava. V obrázku 12 není zahrnuta letecká doprava. [22,23]

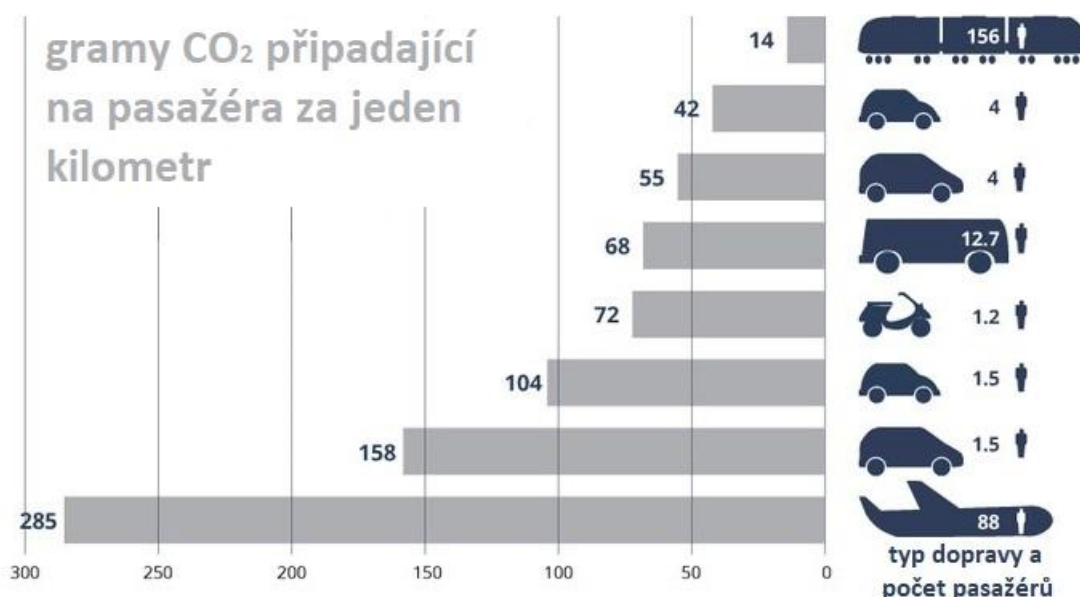


Obrázek 11 – Podíl emisí CO₂ podle druhu dopravy v EU (2016) [22]



Obrázek 12 – Podíl emisí CO₂ z různých druhů dopravy v ČR v roce 2018 [23]

Přestože osobní auta vyprodukují nejvíce emisí, nemusí se jednat o nejvíce znečišťující způsob dopravy. Je nutno vzít v úvahu, že automobilová doprava je hojně rozšířenou a denně přepraví daleko větší množství pasažérů a nákladu než například doprava letecká. Celkové srovnání emisí CO₂ na kilometr za jednoho pasažéra vyprodukovaných z různých forem dopravy je vyobrazeno na obrázku 13. Počet pasažérů je vyvozen z průměrného obsazení daného dopravního prostředku. Ukazuje se, že nejméně ekologickou dopravou je doprava letecká a na druhou stranu nejvíce ekologickou dopravou s nejmenším množstvím emisí je doprava vlakem. Osobní automobil může být poměrně ekologickou dopravou, pokud je vůz plně obsazen. V průměru ovšem osobní automobil převáží pouze 1,5 pasažéra a to tento způsob dopravy posouvá na druhé nejmén ekologické řešení. [24]



Obrázek 13 – Emise CO₂ v přepočtu pasažéra [24]

Evropská unie si dala za cíl snížit emise z automobilové dopravy, a proto v roce 2019 zavedla pro nově vyrobená auta nižší emisní limity. Těchto cílů se snaží dosáhnout pomocí

zlepšování technologií, zvyšováním účinnosti spalovacích motorů a nahrazováním běžných automobilů automobily elektrickými. Ty přímo nevypouští CO₂, ale jejich výroba a likvidace je na životní prostředí náročnější, než u běžných aut. Dalším problémem je, že elektromobily potřebují dobíjet energii ze sítě a ta je potřeba také vyrobit. O tom, zda je elektromobil méně náročný na životní prostředí, rozhoduje především skutečnost, odkud čerpá svoji energii. Pokud nabíjí elektřinu, která je vyrobena z obnovitelných zdrojů energie, tak vyprodukuje méně emisí CO₂ než běžný automobil. Jestliže bere jen elektřinu vyrobenou v uhelných elektrárnách, tak produkce celkových emisí je ve výsledku ještě vyšší než u automobilů se spalovacím motorem. [22]

3.4 Průmysl

Emise CO₂ v průmyslových odvětvích mohou být produkovány dvojím způsobem. První je vznik CO₂ z průmyslových procesů jako vedlejší produkt při výrobě. V druhém případě vznikají spalováním v kotelnách nebo v dalších procesech, které přímo nesouvisí s výrobou.

Mezi největší emitenty v průmyslovém odvětví patří zpracování železa, oceli a dalších kovů, výroba cementu a vápna, papírenský průmysl, chemický průmysl, výroba skla, keramiky a další. [25]

3.4.1 Metalurgie

Výroba surového železa probíhá ve vysokých pecích. Vysoké pece obsahují železnou rudu, koks, popřípadě další přísady jako např. vápenec. Za vysokých teplot se suroviny nataví a dojde k uvolnění uhlíku z koksu a vápence, které vytvoří plyn oxid uhelnatý (CO). CO se využije v hutích na výrobu energie a až po jeho následném spalování dojde ke vzniku CO₂. Při výrobě oceli se produkují emise CO₂ redukcí uhlíku obsaženého v surovém železe a při oxidaci uhlíkových elektrod a ocelového šrotu v elektrických obloukových pecích. Emise mohou vznikat i sekundárním zpracováním materiálu (např. válcování za tepla). Produkci neželezných kovů, jako jsou třeba hliník nebo kobalt, se vypouští daleko více emisí při výrobě jedné tuny kovu. Nejvíce zatěžující při přepočtu na 1 tunu jsou emise z drahých kovů. Avšak výroba a zpracování oceli je daleko rozšířenější než výroba a zpracování ostatních kovů. Ocelářství produkuje 70 % emisí ze všech metalurgických procesů. Hodnoty u jednotlivých kovů jsou orientačně uvedeny v tabulce 5, mohou se měnit v závislosti na druhu výroby, zahrnutí emisí vzniklých při těžbě a dopravě. [26]

Tabulka 5 – Srovnání množství emisí CO₂ při výrobě 1 tuny kovu [26]

Kov	Produkce CO ₂ [t]
Integrované hutě – ocel	1,82 – 2,49
Elektrické obloukové pece – ocel	0,59 – 0,9
Hliník	8,2
Lithium	7,1
Kobalt	8,2
Platina, zlato	12 500

3.4.2 Výroba cementu

Na zvyšování emisí CO₂ se podílí výroba cementu. Suroviny potřebné pro výrobu cementu jsou vápenec (uhličitan vápenatý, CaCO₃), jíl a písek. Po smíchání surovin je směs přivedena do systému pecí skládající se z predehřivače, kalcinátoru a rotačních pecí. Predehřivač suší a ohřívá směs zhruba na 900 °C. V kalcinátoru dochází k procesu kalcinace přeměně vápence na vápno (oxid vápenatý, CaO) a uvolňuje se CO₂. Následně směs putuje do rotační pece, kde se při teplotách okolo 1450 °C vytváří slínek. Po vytáhnutí z pece se ochladí, rozdrťí

a smíchá se sádrovcem a dojde ke vzniku cementu. Cement je součástí stavebního materiálu betonu. Výroba cementu je tudíž součástí jak průmyslu, tak stavebnictví. [27]

3.4.3 Sklářský a keramický průmysl

Pro výrobu skla je nutné natavit sklářské suroviny, jimiž jsou vápenec (CaCO₃), soda (Na₂CO₃), grafit a další. Vápenec a soda jsou nezbytné suroviny pro výrobu skla a při jejich natavení produkují CO₂. Zároveň se CO₂ vytváří při spalování zemního plynu pro zahřátí kotle a natavení surovin. [28]

V keramickém průmyslu emise CO₂ pochází ze spalování zemního plynu pro tepelnou energii, využitelnou ve vypalovacích pecích a sušárnách. [29]

3.4.4 Papírenský průmysl

Využití papíru se každým rokem zvyšuje. Z celosvětového průměru na jednoho člověka připadá 55 kg papíru ročně. Konkrétně v ČR se jedná o spotřebu 126 kg ročně na jednu osobu. Více jak polovina vyrobeného papíru se užívá na obalový materiál.

Pro výrobu papíru je základní surovinou dřevo. Pro jeho získání je nutno kácet stromy, které zachytávají CO₂. Následně se emise CO₂ uvolňují při procesu výroby papíru a buničiny, kdy dochází ke spalování dřeva. Části stromů nevyužité na výrobu se zužitkují na výrobu tepla nezbytného k předešlým procesům, kdy opět vzniká CO₂. [30]

Na jeden kilogram nově vyrobeného papíru připadá zhruba 1,06 kg CO₂. Pokud se papír recykluje, tak spotřeba energií na jeho výrobu se sníží zhruba o 60 % a emise CO₂ klesnou o 16 %. I přes tuto skutečnost se stále často vyrábí nerecyklovaný papír. Jeden z důvodů, proč lidé odmítají recyklovaný papír používat, je možné poškození tiskáren. [31]

3.4.5 Chemický průmysl

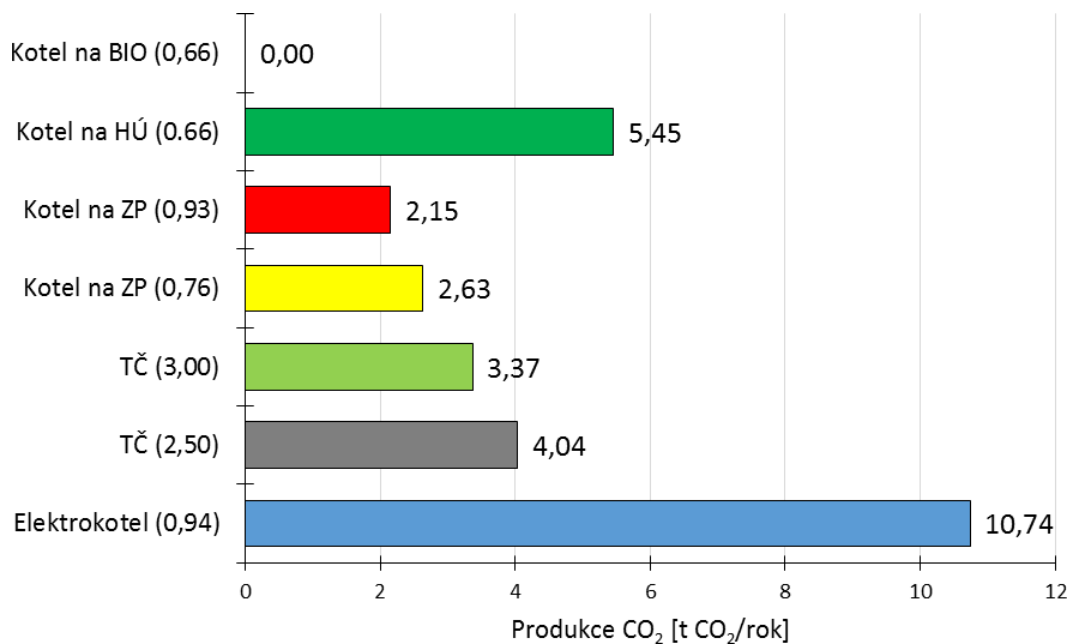
V chemickém průmyslu CO₂ vzniká jako vedlejší produkt chemických reakcí. Může být produktem organických i anorganických reakcí. Vzniká při výrobě alkenů, z nichž nejvýznamnější je etylen, arenů, metanolu, amoniaku, černého uhlíku, hydroxidu sodného, vodíku a chloru. Tyto látky jsou většinou meziprodukty, které slouží k dalším reakcím. [27]

3.5 Domácnosti

Domácnosti jsou také emitory emisí CO₂, ať už přímo nebo nepřímo. Pro funkci každé domácnosti je třeba zajistit tepelnou a elektrickou energii.

Pro vytápění domácnosti se používá centrální zásobování teplem nebo se realizuje lokálním zdrojem. Centrálním zásobováním nevznikají žádné lokální emise. Přímé emise vznikají emise v lokálních zdrojích – v kamnech, krbech a kotlích. Na obrázku 14 je porovnání různých zdrojů tepla – ilustrativní příklad rodinného domu o konkrétní spotřebě. Vyobrazuje emisní hodnoty teplených čerpadel (TČ), elektrokotle, kotlů na hnědé uhlí (HÚ), na zemní plyn (ZP) a na biopalivo (BIO) – např. dřevo. Čísla v závorkách představují provozní účinnost daného zařízení. Stejný typ zařízení s vyšší účinností je menším emitorem CO₂. Lehce diskutabilní je nulová hodnota u kotlů na biopaliva. Při jejich spalování dochází ke vzniku emisí CO₂, ale z pohledu globálního hlediska, jsou biopaliva vnímána jako bezemisní. Toto hledisko bere v potaz, že se palivo nejdříve muselo vypěstovat a během svého růstu odebíralo z atmosféry CO₂. Jeho spálením se emisní hodnota dostane opět na nulu. Prakticky se ovšem jedná o lokální a přímý zdroj emisí. Kromě emisí CO₂ vznikají při spalování i řada různých škodlivin neprocházející filtrací.

Nejvíce neekologickou možností vlastního vytápění je elektrokotel, který je nepřímým zdrojem. Pro jeho funkci je nutno dodat elektřinu ze vzdáleného zdroje, kde jsou emise vyprodukovány společně s elektřinou. Tepelná čerpadla také čerpají elektřinu ze sítě, ale s daleko menším množstvím a proto jsou ekologičtější volbou.



Obrázek 14 – Roční produkce CO₂ rodinného domu při spotřebě 10 MWh/rok pro různé zdroje vytápění [32]

Každá domácnost potřebuje i elektrickou energii. Není tak častou záležitostí mít vlastní zařízení na výrobu elektřiny, jako mít vlastní vytápění. Většina obyvatel je odkázána na elektřinu ze sítě. V tomto případě nelze ovlivnit, jak moc ekologická elektřina v domácnosti bude, ale každý může emise snížit pomocí vhodných opatření.

Mezi opatření týkající se využití elektrické energie patří: nechávat zapojené spotřebiče naprázdno, vypínat světla, namontovat úsporné zářivky, při nákupu spotřebičů volit spotřebiče s co nejúspornější energetickou třídou nebo správným rozložením spotřebičů (např. neumístit lednici vedle sporáku). Pro úsporu tepla je důležité při výstavbě nebo rekonstrukci budovy zaizolovat nejen zdi, ale i výběr oken a rámců. Pokud ovšem není renovace budovy možná, lze ušetřit i pomocí jednoduchých opatření, jako jsou např. nezakrývání zdrojů tepla. Přestože se může jednat o malé úspory, ve výsledku tato opatření mají také určitý vliv. [31,32]

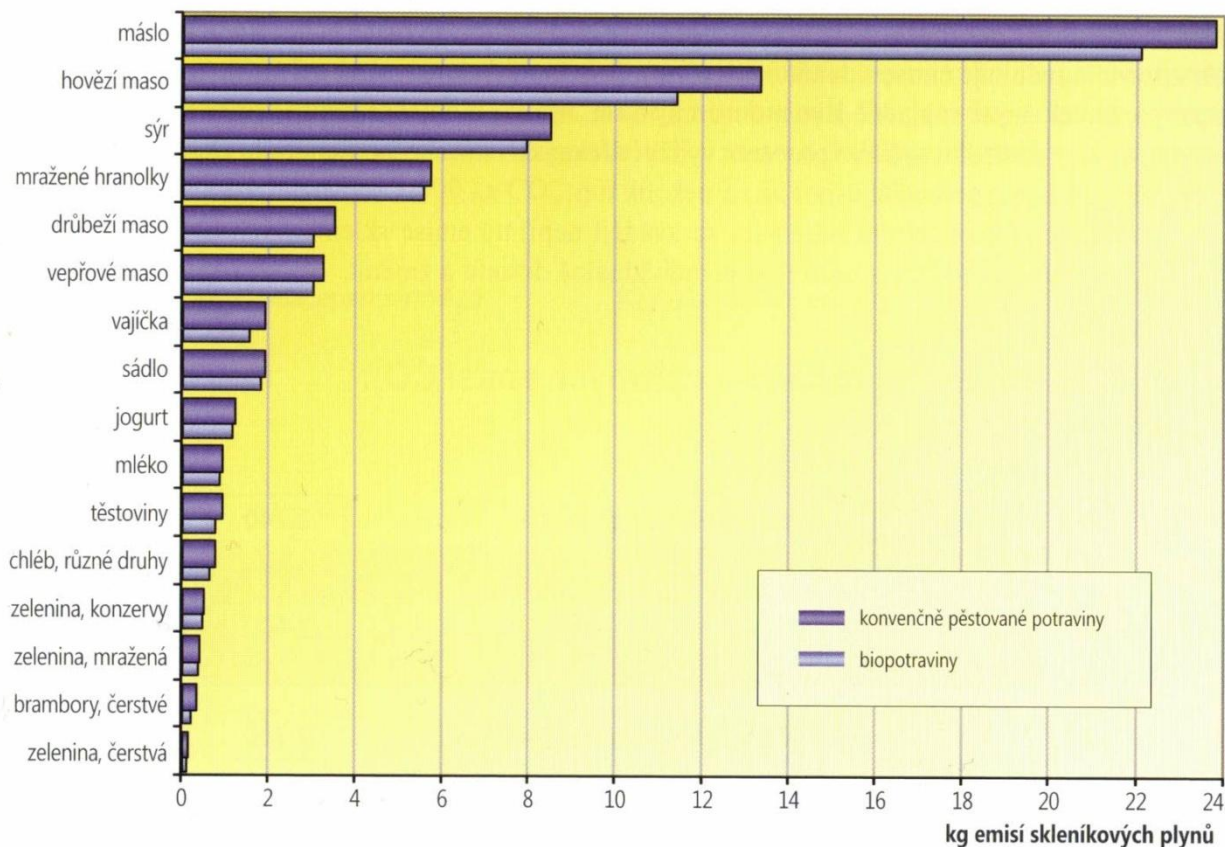
3.6 Zemědělství a potraviny

Pěstování zemědělských plodin a chov hospodářských zvířat produkuje emise CO₂, CH₄ a oxidu dusného (N₂O). Emise z různých druhů potravin jsou vyobrazeny na obrázku 15, kde je zahrnuto i následné zpracování potravin.

Je patrné, že živočišné produkty přispívají k emisím skleníkových plynů největším podílem, protože zvířata produkují CO₂ při dýchání. Nejvíce emisně náročný ze všech chovů je chov skotu, kromě vydechovaného CO₂ vzniká i CH₄ při trávicích procesech zvířete. Proto, když se tyto hodnoty přepočítají na uhlíkový ekvivalent, přispívají potraviny vyrobené ze skotu ke skleníkovému efektu největší měrou. Hned poté přispívají další živočišné produkty. Nejšetrnější dietou k životnímu prostředí je dieta, která tyto produkty vynechává.

Ovšem je třeba zvážit i způsob zpracování a dopravy produktů. Některé potraviny se vozí na velké vzdálenosti a emise vzniklé jejich dopravou mají ve výsledku horší dopad, než živočišný produkt z lokálního zdroje. Také skladování produktů může být různě zatěžující. Jak je uvedeno v podkapitole 2.1.2, CO₂ se využívá na zmrazení potravin, popřípadě k vytvoření atmosféry s nižší degradací. Nejvíce je tento rozdíl vidět na obrázku 15 mezi mraženými hranolkami a čerstvými brambory. Jedná se o tentýž počáteční produkt, ale díky jeho rozdílné cestě ke spotřebiteli, se jeho emise značně liší. [31]

Pro lepší růst plodin se využívají dusíkatá hnojiva. Dusík v půdě prochází reakcemi, které ve výsledku produkují N₂O. Zhruba jedna polovina emisí skleníkových plynů ze zemědělství pochází právě z půdy. Jedna třetina pochází ze zvířat a jedna šestina připadá na rozklad hnoje. Zbytek emisí vzniká díky spalování zbytků a pěstování rýže. [33]



Obrázek 15 – Emise skleníkových plynů vzniklých při výrobě 1 kg různých druhů potravin vyjádřené pomocí ekvivalentu CO₂ [31]

3.7 Odpadové hospodářství

Emise CO₂ vznikají při skládkování a rozkladu odpadu. Při procesech odehrávajících se na skládkách tvoří průměrně 65 % vyprodukovaných emisí CH₄ a 35 % CO₂. Mladší skládky mají vyšší podíly CO₂, čím je skládka starší tím více převládá CH₄.

Emise CO₂ jsou vedlejším produktem při spalování odpadů ve spalovnách. Spalovny jsou nezbytné v hustě obydlených oblastech, kde není dostatek místa pro uložení odpadu. Spalovny mohou mít zároveň využití v podobě výroby energie. [34]

3.8 Vliv dýchání

Většina zdrojů živočišné dýchání nezahrnuje do celkového součtu emisí CO₂, zřejmě protože hladina CO₂ se začala zvyšovat výrazně až za posledních 100 let a především v důsledku průmyslové činnosti člověka. Stále se jedná o malou část emisí v porovnání s energetikou, dopravou a průmyslem.

Je nutno vzít v potaz, že lidská populace exponenciálně roste a k těmto emisím taktéž částečně přispívá. V roce 1900 bylo na Zemi pouze 1,65 miliard obyvatel a v roce 2019 tato hodnota vystoupala na číslo 7,7 miliard obyvatel. Počet obyvatel se za posledních 120 let zvýšil 4,7×, což znamená 4,7× více CO₂. [35]

Průměrný dospělý člověk za klidového režimu denně vyprodukuje minimálně 500 g CO₂. Při lehkém zvýšení aktivity je tato hladina daleko vyšší. Když se vezme v úvahu, že na Zemi se nachází 7,7 miliard lidí a každý vyprodukuje tohle množství, tak ve výsledku za rok lidstvo vydechne minimálně 1,4 miliard tun CO₂. To jsou 3,9 % celkových ročních emisí. [1]

S nárůstem počtu obyvatel dochází i k nárůstu potřebného počtu potravin živočišného i neživočišného původu. Také spotřeba elektřiny, tepla, stavebních materiálů a dalších produktů z odvětví, které produkují CO₂, s počtem obyvatel narůstá.

4 Emisní obchodování

4.1 Mezinárodní ochrana klimatu

Z dat a informací uvedených v předchozích kapitolách je patrné, že změna klimatu je neodvratitelnou hrozbou pro dnešní společnost. Lidstvo si je vědomo tohoto problému a následků spojených s neustále rostoucími hodnotami skleníkových plynů v atmosféře. Aby došlo ke zpomalení nárůstu koncentrace těchto plynů, začala se vytvářet nadnárodní legislativa, jejímž cílem je ochrana klimatu.

4.1.1 Mezinárodní panel pro změnu klimatu (IPCC)

Mezinárodní panel pro změnu klimatu byl založen Programem OSN pro životní prostředí (UNEP) a Světovou meteorologickou organizací (WMO) v roce 1988 za účelem poskytování pravidelných výzkumů a doporučení ohledně současného stavu klimatu a jeho změn. Tyto informace mají sloužit jako podklad pro následná politická jednání.

Od roku 1988 vydal IPCC 5 hodnotících zpráv, které jsou nejobsáhlejšími vědeckými zprávami pojednávajícími o změně klimatu na celém světě.

Na základě žádostí o informace vydal řadu Metodologických zpráv, Speciálních zpráv a technických dokumentů, týkajících se konkrétních vědeckých a technických záležitostí. [36]

4.1.2 Rámcová úmluva OSN o změně klimatu (UNFCCC)

V roce 1992 byla podepsaná Rámcová úmluva OSN o změně klimatu, která poskytuje rámec mezinárodní spolupráce v boji proti změně klimatu omezením průměrného globálního růstu teploty a vypořádávání se s negativními dopady změny klimatu. UNFCCC vstoupila v platnost v roce 1994 a do dnešní doby byla ratifikována 197 státy. O pár let později k ní byl přijat tzv. Kjótský protokol. [37]

4.1.3 Kjótský protokol (Protokol)

Protokol byl přijat roku 1997. Zavazuje podepsané strany ke snižování emisí skleníkových plynů. Protokol udává určitá časová období, ve kterých je nutno zredukovat emise určitých států o konkrétní procentuální hodnotu. Požaduje snížení emisí pro každou zemi jinak. První závazkové období proběhlo v letech 2008–2012. Průměr snížení emisí zahrnutých států byl za toto období 5 %. Po ČR bylo požadováno snížit emise o 8 % vzhledem k hodnotám z roku 1990. Druhé závazkové období momentálně probíhá od roku 2013 do roku 2020, kdy se emise mají snížit o 18 %. Složení států, které podepsalo Protokol pro první období, se ve druhém období liší. Protokol uznává, že za změnu klimatu a největšího množství emisí skleníkových plynů mohou hlavně rozvinuté země, a proto klade větší důraz v omezování emisí především na ně. Podepsané strany musí snižovat emise hlavně pomocí vnitrostátních opatření, ale protokol nabízí možnost splnění závazků pomocí tří tržních mechanismů:

- Obchodování s emisemi (ET) – Každý zavázaný stát má povolené množství tun CO₂, které je možno vypustit do ovzduší, pokud těchto hodnot nedosáhne, může své emise prodat jinému státu, což dalo za vznik novému „trhu s uhlíkem“.
- Mechanismus čistého rozvoje (CDM) – Tento mechanismus spočívá v tom, že stát s vyšším množstvím emisí může realizovat projekt na snižování emisí v rozvojových zemích (např. instalace solárních panelů, účinnějších kotlů). Na oplátku stát, který projekt uskutečnil, obdrží určité kredity sloužící jako kompenzace za větší množství emitovaných skleníkových plynů.
- Společně zaváděná opatření (JI) – Je zde podobný princip jako u CDM s tím rozdílem, že se nejedná o pomoc rozvojové zemi. Za tuto pomoc může stát opět obdržet jistou formu kreditů. [38]

Tabulka 6 – Procentuální porovnání vývoje emisí CO₂ (včetně LULUCF) 1990–2017 [39]

Švédsko	-115,66 %	Polsko	-33,83 %	Řecko	-11,82 %
Litva	-74,10 %	Norsko	-26,95 %	Nizozemí	0,63 %
Rumunsko	-73,00 %	Lucembursko	-25,63 %	Japonsko	3,16 %
Ukrajina	-67,09 %	Monako	-24,59 %	USA	5,45 %
Rusko	-57,37 %	Itálie	-24,28 %	Slovinsko	7,99 %
Estonsko	-53,13 %	Německo	-23,39 %	Kazachstán	10,11 %
Bulharsko	-49,27 %	EU28	-23,02 %	Island	17,27 %
Lotyšsko	-49,09 %	EU (KP)	-22,93 %	Irsko	17,75 %
Maďarsko	-47,32 %	Lichtenštejnsko	-19,62 %	Španělsko	21,15 %
Finsko	-44,72 %	Chorvatsko	-17,40 %	Rakousko	29,39 %
Slovensko	-43,23 %	Malta	-17,16 %	Portugalsko	30,83 %
Bělorusko	-40,52 %	Belgie	-17,08 %	Kanada	39,08 %
UK	-37,15 %	Francie	-16,11 %	Kypr	58,70 %
ČR	-34,92 %	Austrálie	-14,01 %	Turecko	240,20 %
Dánsko	-34,47 %	Švýcarsko	-12,21 %	Nový Zéland	297,37 %

Tabulka 6 zobrazuje, o kolik procent snížili dané státy emise CO₂ oproti referenčnímu roku 1990. Zahrnuje LULUCF, to znamená, že do vývoje emisí počítá i emise vzniklé z využití půdy, změny využití půdy a lesnictví. Z tabulky je patrné, že snižování emisí a plnění cílů Protokolu se daří mnoha státům včetně ČR. Bohužel jeden z faktorů, proč se vyspělejšími zeměmi snižování emisí daří, je ten, že přesunuly svou výrobu do rozvojových zemí, po kterých Protokol nepožaduje snížení emisí.

4.1.4 Pařížská dohoda (Dohoda)

Dohoda vznikla v roce 2015, kdy se strany UNFCCC shodly na zrychlení akcí potřebných proti změně klimatu. Cílem Pařížské dohody je udržet globální nárůst teploty výrazně pod hranici 2 °C v porovnání s předindustriálním obdobím a usilovat o to, aby nárůst teploty nepřekročil 1,5 °C. Dalším záměrem je vypořádat se s emisemi skleníkových plynů pomocí nových technologických postupů. Zároveň Dohoda požaduje od všech zavázaných stran pravidelné zprávy o emisích a úsilí k jejich snížení. Každých 5 let bude probíhat globální kontrola k posouzení pokroku. První zhodnocení dat proběhne v roce 2023. Dohoda vstoupila v platnost v roce 2016 a do dnešního dne ji ratifikovalo 187 států. [40]

4.2 Emisní povolenky

Emisní povolenky jsou nástroji finančního trhu, jejichž hlavním účelem je omezení emisí CO₂ a dalších plynů, které negativně působí na ovzduší a přispívají ke změně klimatu. Jedna emisní povolenka má hodnotu 1 tuny CO₂ ekv. Pro zařízení vypouštějící emise by finanční postih v podobě zaplacení povolenek, popřípadě následných sankcí za neposkytnutí dostatečného množství povolenek, měl motivovat k investicím do nízkouhlíkových technologií.

V praxi to funguje tak, že některá zařízení obdrží bezplatně určité množství povolenek. Pokud jim toto množství nepokrývá všechny emise, mají několik možností. Mohou investovat do technologií, díky kterým budou vypouštět nižší množství emisí a přebytečné emise mohou prodat. Koupit je může zařízení s nedostatkem povolenek, které se rozhodlo neinvestovat do nízkouhlíkových technologií, protože usoudilo, že je pro něj výhodnější zaplatit povolenky, než nové technologie. Jsou také zařízení, která emise snižují, ale nemohou je snížit na absolutní minimum, a i tak je nutné, aby si povolenky kupovaly.

Kromě povolenek mohou využít dalších mechanismy Protokolu – CDM a JI, jak již bylo zmíněno, se zapojí do rozvoje nízkouhlíkových technologií v rámci spolupráce. Za tuto činnost dostane zařízení kredity. Ty mohou být vyměněny za odpovídající množství povolenek. [41]

4.3 Obchodování s uhlíkem

Existuje mnoho různých systémů sloužících pro obchodování s uhlíkem. Systém může být nadnárodní a zahrnovat několik států jako EU ETS. Tento systém je pro ČR nejdůležitější a podrobně je popsán v kapitole 4.4. Systém může být i pro samostatný stát, jako je tomu např. v Číně, Japonsku, Jižní Koreji, Švýcarsku, Kanadě a na Novém Zélandu. V USA fungují a postupně se rozvíjí vnitrostátní a regionální systémy pro obchodování s emisemi.

Tyto systémy se mohou vzájemně propojit, a tím zajistit stabilnější cenu uhlíku, zvýšení odbytu povolenek a vyrovnání mezinárodních podmínek. Pro propojení musí být oba systémy vzájemně kompatibilní, to znamená, že jedna tona CO₂ v obou systémech představuje stejné množství. Systémy současně musí fungovat na podobných principech a mít dohodnuté maximální množství povolených emisí. Pokud je možné zahrnout leteckou dopravu mezi oběma stranami, je tudíž nezbytné ji do systému také zahrnout. [42]

4.4 Systém EU pro obchodování s emisemi (EU ETS)

EU ETS je trh s uhlíkem určený pro země Evropského hospodářského prostoru (EHP). Jedná se o nejstarší trh s uhlíkem, založený v roce 2005. Zároveň je dodnes i největší. Jeho hlavním účelem je boj proti změně klimatu. Pokrývá zhruba 39 % celkových emisí vyprodukovaných v EU. Zahrnuje více než 11 000 zařízení, která produkují velké množství skleníkových plynů – elektrárny, průmyslové podniky a letecké společnosti. Z nichž se ke dni 1. 7. 2019 nachází 266 na území ČR. Pokrývá emise CO₂, N₂O a perfluoruhlodivíky (PFC). [41,43,44]

EU ETS stojí na principu „cap and trade“. Dojde ke stanovení maximálního množství určitých skleníkových plynů, které mohou být vyprodukovány zařízeními, jež EU ETS pokrývá. Postupně se toto množství emisí snižuje. Tato část je označována jako „cap“. Druhá část „trade“ představuje možnost obchodovat s emisními povolenkami nebo využít další možnosti pro získání uhlíkového rozpočtu daného zařízení, viz podkapitola 4.1.3.

Po každém roce musí společnost, která je zahrnuta v EU ETS, odevzdat množství povolenek pokrývajících všechny vyprodukované emise. Pokud má společnost nadbytek povolenek, může si je nechat pro své budoucí potřeby, popřípadě je prodat společnosti s nedostatkem povolenek. Jestliže společnost odevzdá menší množství povolenek nebo žádné, tak následují vysoké pokuty. [43]

Systém má momentálně 4 fáze:

- 1. Fáze (2005–2007) byla k nastartování trhu s uhlíkem. Sloužila k vyladění celého systému. Zahnuty byly pouze emise CO₂ z vysoce náročných průmyslových a energetických odvětví. Skoro všechny vydané povolenky byly poskytnuty společností bezplatně. Pokuty za nedodržení stanoveného množství byly nízké – 40 EUR za jednu emitovanou tunu. Díky této fázi se podařila vytvořit cena uhlíku a trh s povolenkami v EU. Zároveň se vybuďovala potřebná infrastruktura pro kontrolu vypuštěných emisí. Výsledkem této fáze bylo, že ceny emisních povolenek klesly na nulu, protože bylo vydáno více povolenek než vyprodukovaných emisí. Zbylé povolenky nemohly být ponechány do dalších let. [45]
- 2. Fáze (2008–2012) fungovala na podobném principu jako první s tím rozdílem, že množství vydaných povolenek se snížilo o 6,5 % oproti 1. fázi. Připojily se země: Island, Lichtenštejnsko a Norsko. Začaly se monitorovat emise N₂O. Bezplatné

přidělování emisí kleslo na 90 % a byly pořádány dražby o zbylé emise. Pokuty se zvýšily na 100 EUR za jednu emitovanou tunu. Došlo k nahrazení vnitrostátních registrů Registrem Unie. Na konci 2. Fáze byly do EU ETS začleněny emise z letecké dopravy. Jedná se o lety mezi členskými státy. Přestože emisní strop byl oproti předešlé fázi nižší, hospodářská krize v roce 2008 způsobila nečekaný pokles emisí. Ten vedl k přebytku povolenek a k opětovnému poklesu ceny. [45]

- 3. Fáze (2013–2020) momentálně probíhá. Je centrálně stanoveno maximální množství emisí v EU, předtím byly limity určovány národy samostatně. Bezplatné přidělování emisních povolenek nahradila aukční metoda. Povolenky stále mohou být přidělovány zdarma, ale vztahují se na ně globálně dohodnutá pravidla. Každým rokem se snižuje množství povolenek o 1,74 %. Do 3. Fáze se zahrnuje více sektorů. Navíc jsou vyhrazeny rezervy pro nové společnosti, které se do systému zapojují. [43]
- 4. Fáze (2021–2030) má za cíl snížit celkové emise plynů o 43 % oproti roku 2005. Každým rokem by mělo množství vydaných povolenek klesnout o 2,2 %. Bezplatné přidělování povolenek bude stále fungovat, ale bude zaměřeno především na odvětví, u kterých hrozí, že by svou výrobu přesunula jinam. Část bezplatných povolenek obdrží nová a rostoucí zařízení. U ostatních odvětví by bezplatné přidělování mělo být postupně rušeno. Aby nedošlo ke zneužití, může se objem a případná pravidla postupně měnit podle situace. [46]

4.4.1 Emisní strop

Tabulka 7 – Emisní strop EU ETS v 3. Fázi [41]

Rok	Roční emisní strop (zařízení)	Roční povolenky pro letectví uvedené do oběhu
2013	2 084 301 856	32 455 296
2014	2 046 037 610	41 866 834
2015	2 007 773 364	50 669 024
2016	1 969 509 118	38 879 316
2017	1 931 244 873	38 711 651
2018	1 892 980 627	38 909 625
2019	1 854 716 381	35 172 897
2020	1 816 452 135	–

Tabulka 7 zobrazuje maximální množství emisních povolenek určených pro stacionární zařízení a letectví ve 3. fázi EU ETS. U zařízeních je znárodněno postupné snižování množství emisních povolenek o 1,74 % každým rokem. Lineární snižování povolenek zajišťuje, že se jejich objem oproti roku 2005 sníží o 21 %. Pro letectví bylo původně vyčleněno daleko vyšší množství povolenek, protože se počítalo i lety mimo EHP, tento plán však nebyl včas naplněn. Podrobněji popsáno v podkapitole 4.4.9. U letectví došlo v roce 2014 k navýšení povolenek, z důvodů zahrnutí Chorvatska do systému EU ETS. Do leteckého emisního stropu jsou zahrnuty kromě povolenek i mezinárodní kredity. V roce 2019 už u letectví není zahrnuto Spojené Království, z důvodů příprav na vystoupení z EU. [41]

4.4.2 Vývoj ceny emisních povolenek

Obrázek 16 představuje vývoj cen emisních povolenek ve 2. a 3. fázi EU ETS. Hned na začátku grafu je patrný pokles cen povolenek v důsledku celosvětové krize v roce

2008. Během krize došlo ke značenému utlumení průmyslové produkce, to znamenalo nižší potřebu povolenek i jejich sníženou cenu. Za celou 2. Fázi hodnota povolenek, až na pár výkyvů, postupně klesala. Na nejnižší hodnotu klesly v roce 2013, kdy jedna povolenka stála méně než 3 EUR.

V roce 2013 začíná 3. Fáze EU ETS, kdy dochází ke zpřísnění pravidel a zároveň se ekonomika i průmysl začínají vzpamatovávat z krize. S omezováním povolenek postupně narůstá i jejich cena, největší nárůst je pozorovatelný v letech 2018 a 2019. Tehdy se cena za jednu povolenku vyšplhala na necelých 30 EUR. Od srpna roku 2019 do března 2020 měly povolenky poměrně stabilní hodnotu. V polovině března 2020 byl zaznamenán prudký propad cen, kdy se jejich hodnota snížila z 25 EUR na 15 EUR v rozmezí několika dnů v důsledku rozšíření nemoci Covid-19 v Evropě. Došlo k omezení určitých zařízení a utlumení leteckého provozu. Po propadu začala cena povolenek opět narůstat a stabilizovala se na částce okolo 20 EUR. [47]



Obrázek 16 – Vývoj ceny emisních povolenek od roku 2008 do 2020 [47]

4.4.3 Monitorování, ověřování a vykazování emisí

Společnost, která produkuje nad určité množství emisí a chce se účastnit emisního obchodování, musí požádat o povolení k provozu. Je nutné předložit Roční plán pro monitorování emisí (monitorovací plán) Ministerstvu životního prostředí (MŽP). Po schválení monitorovacího plánu jeho platnost zůstává neměnná, dokud nedojde ke změnám v daném zařízení. Každou změnu v zařízení, která vyžaduje obnovu monitorovacího plánu, je provozovatel povinen oznámit MŽP. Na konci každého kalendářního roku je nezbytné vypracovat roční výkaz emisí daného zařízení a nechat jej ověřit pomocí pověřeného orgánu. V ČR se ověřováním zabývá Český institut pro akreditaci (ČIA). [48]

Je k dispozici několik monitorovacích metodik. Nejčastěji používanou metodikou v EU ETS je metodika založená na výpočtech. Další možností je kontinuální měření emisí, které bylo v roce 2019 použito pouze v 1,7 % zařízeních z celého EU ETS. Při výpočtové metodě také dochází k měření, ale měří se parametry potřebné pro výpočet emisí a ne přímo vlastní skleníkové plyny. Nejčastěji se jednalo o zařízení v ČR, Německu a Francii. Je možné využít i nouzový přístup. Ten je vhodný, pokud nastanou zvláštní okolnosti, kdy není technicky možné přesně změřit/vypočítat emise nebo použitá metoda by stála neúměrně vysoké náklady. Pro monitorovací plán je také možno využít kombinace předešlých postupů. [41,49]

Sledovaná zařízení jsou rozdělena do kategorií podle produkce emisí:

- Kategorie A – vyprodukují méně než 50 000 tun CO₂ ekv. za rok
- Kategorie B – vyprodukují v rozmezí 50 000 až 500 000 tun CO₂ ekv. za rok
- Kategorie C – vyprodukují více než 500 000 tun CO₂ ekv. za rok

Skoro tři čtvrtiny zařízení EU ETS spadají do kategorie A. Na kategorii C jsou kladeny požadavky nejvyšší úrovně přesnosti metodik, protože zdroje v ní zařazené vypouští největší množství emisí. [41]

Monitorovací plán obvykle zahrnuje shromážděné údaje o měřeních, odběry vzorků materiálů a paliv, laboratorní analýzy, popis vzorců a výpočtů, archivaci údajů, kontrolování výpočtů a měření atd. [49]

4.4.4 Subjekty vykazující emise

Do EU ETS jsou zahrnuta různá odvětví. Je stanoveno, jaké množství musí daná výroba nebo jiná činnost produkující emise překročit, aby se na ni vztahovaly povinnosti tohoto systému.

Samozřejmě sem patří **energetický sektor**. Jedná se o spalovací zařízení, jejichž jmenovitý tepelný příkon je vyšší než 20 MW. Výjimku u spalovacích zařízení tvoří spalování odpadů. Mezi zařízení podléhající EU ETS jsou rovněž rafinerie minerálních olejů a koksovací pece.

Dalším odvětvím je **výroba a zpracování kovů**. Vztahuje se na zařízení, kde se praží nebo slinují kovové rudy a na zařízení zaměřená na výrobu surového železa nebo oceli, včetně kontinuálního lité, která mají kapacitu vyšší než 2,5 tuny za hodinu.

Řadí se sem i zařízení pro **zpracování nerostů**. Jsou to rotační pece na výrobu cementového slínku o denní kapacitě větší než 500 tun, rotační pece na výrobu vápna o denní kapacitě větší než 50 tun a další výrobní pece jiných typů o denní kapacitě větší než 50 tun. Patří sem zařízení vyrábějící sklo, skleněná vlákna a minerální vlákna s minimální denní kapacitou tavení 20 tun. Poslední zařízení na zpracování nerostů jsou zařízení, která produkují keramické výrobky vypalováním, jejichž výrobní kapacita je vyšší než 75 tun denně nebo zařízení, které mají pece s kapacitou vyšší než 4 m³ a hustota vsázky je vyšší než 300 kg/m³.

Kromě těchto hlavních odvětví sem spadají i **ostatní aktivity** např. závody na výrobu buničiny a závody na výrobu papíru nebo lepenky s výrobní kapacitou přesahující 20 tun denně. Dále zařízení, která zachytávají, přepravují a následně ukládají CO₂ do přírodních horninových struktur.

Důležitým odvětvím, které náleží pod EU ETS, je **letectví**. Zahrnuty jsou lety odlétající nebo přilétající na letiště nacházející v EHP. Uplatňuje se zde několik výjimek, které EU ETS nezahrnuje. Jedná se např. o lety přepravující vysoce postavenou vládní osobu, vojenské lety, pátračí lety, cvičné lety, lety za účelem výzkumu, lety, u nichž dojde k vrácení na původní letiště bez mezipřistání, letadla s maximální hmotností 5700 kg, lety s roční produkcí emisí nižší než 10 000 tun a další výjimky. [50]

Poslední kategorií náležející do systému EU ETS jsou zařízení na výrobu petrochemických produktů, amoniaku, kyseliny dusičné, kyseliny adipové, kyseliny glyoxylové a glyoxalu. [41]

4.4.5 Bezplatná alokace

Udělování bezplatných povolenek má sjednocená pravidla pro celou EU. Pro udělování jsou stanoveny referenční hodnoty výkonnosti. Kromě zařízení splňující tyto pravidla, mohou obdržet bezplatné povolenky i noví účastníci EU ETS a zařízení, která navyšují kapacitu. Pro ty je vytvořena rezerva bezplatných povolenek. Rezerva představuje 5 % celkového množství povolenek. Noví účastníci trhu čerpali z této rezervy pouze 2,6% podíl. [41]

Některá průmyslová zařízení dostávají bezplatné povolenky, aby se zabránilo přesunu výroby do zemí, kde jsou mírná emisní omezení. Povolenky se přidělují každoročně. Příděl je dopředu určen na základě několika kritérií – vyráběný produkt, údaje o výrobě a statut (ne)ohrožení uhlíkem. Od Evropské komise jsou stanoveny benchmarky (referenční úroveň určující náročnost výroby na produkci emisí). Výrobu těchto produktů by měla pokrýt

bezplatná alokace. Pokud si zařízení ovšem nevystačí, zbylé povolenky si musí provozovatel zakoupit, anebo zajistit nižší emisní náročnost výroby. [41,51]

Na bezplatné alokace nemají nárok zařízení na výrobu elektřiny. Energetiku není možné přesunout do zemí, kde se neuplatňují uhlíkové limity, na rozdíl od odvětví produkujících výrobky. Je možné udělit výjimku a požádat o bezplatné povolenky za účelem využití ušetřených nákladů na modernizaci a investování do nízkouhlíkových technologií pro výrobu elektřiny. [52]

Bezplatná alokace se také nevztahuje na zachytávání a geologické ukládání CO₂.

Zařízení, která v letech 2016–2018 vyprodukovala ročně pod 2500 tun emisí, popřípadě byla v provozu ne více jak 300 h za rok, si mohou požádat o výjimku. Pokud jim bude výjimka udělena, stanou se tzv. „vyřazenými“ zařízeními. Odpadá jim povinnost platit vypuštěné emise, avšak je potřeba emisní hodnoty stále monitorovat. [53]

Další alternativou, jak získat finance, je žádost o kompenzaci nepřímých uhlíkových nákladů. Některá průmyslová odvětví jsou náročná na elektrickou energii. Pokud v energetickém sektoru dojde ke zvýšení produkce, která zapříčiní vyšší množství emisí, dojde i k vyšší potřebě povolenek. Platby za povolenky se mohou nepřímo odrazit v následné ceně elektřiny. V tomto důsledku je možné požádat o státní kompenzaci. [41]

Momentálně končí 3. fáze EU ETS a předpokládané množství povolenek přidělených bezplatně za toto období činí zhruba 43 %. Zbylých 57 % povolenek bylo určeno k aukčním účelům. [41]

4.4.6 Dražby

Jak bylo zmíněno, z dražeb je možné získat většinu povolenek. Dražení povolenek je označeno jako primární trh. Takto získané povolenky se mohou využít na pokrytí vlastních emisí nebo mohou sloužit jako nástroj obchodu. Tento trh s povolenkami bývá označován jako trh sekundární. [54]

Dražby musí probíhat otevřeným, transparentním, nediskriminačním a harmonizovaným způsobem. Proto je stanovena správa, harmonogram a další náležitosti dražeb, aby se předešlo zneužití.

Nejvýznamnější dražební platforma v ČR a na celém Evropském území je Evropská energetická burza (EEX). Zajišťuje dražby pro 27 států. V roce 2018 vydražila 89 % z vydražených povolenek v EU ETS. Druhou nejvýznamnější je ICE Futures Europe, která realizuje dražby pro Spojené království, ta vydražila tentýž rok 11 %. V roce 2019 se do dražení povolenek přidaly také Island, Lichtenštejnsko a Norsko.

Za období 2012–2019 vydražené povolenky přesáhly hodnotu 42 miliard EUR. Za rok 2018 tato částka činila 14 miliard EUR. EU ETS stanovuje pro členské státy, aby využily alespoň 50 % zisku z dražeb na účely zaměřené na boj proti změně klimatu a na investice do méně náročné energetiky pro životní prostředí. Na tyto účely bývá běžně použito zhruba 70–80 % výnosů.

Povolenky nekupují jen provozovatelé zařízení spadajících do EU ETS, přestože tvoří 73% podíl všech nakupujících. Dalšími nákupčími jsou investiční podniky a úvěrové instituce. Tyto podniky a instituce musí mít povolení k nákupu podle směrnice MiFID, představují 19 %. Zbylých 8 % tvoří osoby osvobozené od požadavků směrnice MiFID. [41]

4.4.7 Trh

Emisní povolenky jsou finanční nástroje. Jelikož se jedná o trh s finančními nástroji, je potřeba, aby byl pod dozorem. Obchodníci s uhlíkem musí u svých klientů provádět hloubkové kontroly. Zároveň situaci musí kontrolovat i vnitrostátní orgány zodpovídající za sledování trhu. Kontrolují se jak dražby, tj. primární trh, tak trh sekundární. Ke koordinaci trhu dochází i na nadnárodní úrovni, kde pro Evropu kontroluje činnost Evropský orgán

pro cenné papíry a trhy (ESMA). Pokud se někdo snaží trh zneužít, příslušné vnitrostátní orgány mohou zavést opatření proti tomuto chování anebo uložit sankce.

Pro stabilitu trhu je důležité ovlivňovat počet povolenek vypuštěných do oběhu. K tomuto účelu byla v roce 2019 zřízena Rezerva tržní stability. Pokud se pustí do oběhu větší množství povolenek, než byla dopředu stanovená hranice, bude následovat větší vkládání povolenek do rezerv. Naopak pokud bude počet v oběhu nižší, povolenky z rezerv půjdou do oběhu. Vliv rezervy tržní stability na počty povolenek v oběhu je vidět na datech obsažených v tabulce 8. Od poloviny roku 2019 je pozorován třetinový objem oproti celkovému objemu za předešlý rok. V roce 2019 už do systému nebyly zahrnuty povolenky určené pro Spojené Království, z důvodu odchodu země z EU. [41]

Tabulka 8 – Celkový objem vydražených povolenek v letech 2012–2019 [41]

Rok	Všeobecné povolenky	Povolenky pro letectví
2012	89 701 500	2 500 000
2013	808 146 500	0
2014	528 399 500	9 278 000
2015	632 725 500	16 390 500
2016	715 289 500	5 997 500
2017	951 195 500	4 730 500
2018	915 750 000	5 601 500
do 30. 6. 2019	292 975 500	2 032 500

4.4.8 Právní povaha a daňové hledisko

EU ETS právní povahu emisních povolenek a ani jejich daňové nakládání společně nedefinuje. Je poskytnut pouze regulační rámec udávající nezbytnou právní oporu, který zajišťuje stabilitu a integritu trhu s uhlíkem. V každém státu mají povolenky z právního a daňového hlediska jinou podobu. Státy jsou ale povinny předložit každým rokem zprávu o svých režimech. [41]

4.4.9 Letectví

EU ETS zahrnul leteckou dopravu od roku 2012. Původně měly být pokryty všechny lety do EHP a i z něj. Nakonec byly zahrnuty jen lety uvnitř EHP. Toto omezení mělo trvat do roku 2016, poté se prodloužilo do konce roku 2023. Snížení celosvětových emisí z letecké dopravy se snaží zajistit Mezinárodní organizace pro civilní letectví (ICAO). ICAO zavedlo pro tento účel Systém kompenzací a snižování emisí uhlíku v mezinárodní letecké dopravě (CORSIA). Jeho hlavním cílem je udržet hodnoty emisí z mezinárodní letecké dopravy na hodnotách roku 2020 a nenavyšovat je. Od 1. 1. 2019 je povinností pro provozovatele letadel monitorovat a vykazovat emise nejen pro EU ETS, ale i pro systém CORSIA. [41]

Provozovatelé letadel mají stejnou povinnost, jako provozovatelé zařízení, poskytnout monitorovací plán a každoročně vykazovat vypuštěné emise. Výjimky, které nejsou povinny se EU ETS účastnit, jsou uvedeny v podkapitole 4.4.4. Pokud někteří provozovatelé mají zájem o bezplatné povolenky, jejich monitorovací plán a výkaz musí navíc obsahovat údaje o tunokilometrech. Tunokilometr udává přepravu jedné tuny zboží na jeden kilometr. Nárok na bezplatné povolenky mají noví provozovatelé, kteří se zapojili do činnosti po roce 2010 a provozovatelé, jež dodají podklady o ročním nárůstu tunokilometrů o 18 % a výše. [55]

ZÁVĚR

První část práce uvádí nárůst koncentrace CO₂ v atmosféře v závislosti na čase. V současnosti jsou hodnoty CO₂ nejvyšší v dosud známé historii. To prokazuje, že lidstvo svou industriální činností přispívá velkou měrou ke globálnímu oteplování a změně klimatu. Nejedná se tedy pouze o přírodní výkyv. Hodnoty CO₂ se zvyšují jednak díky kumulaci tohoto plynu v atmosféře, ale i díky zvyšující se produkci CO₂. Ta roste každým rokem. Produkce CO₂ se nejčastěji posuzuje jako souhrnný ukazatel za celý stát. Čím větší objem celkově vyprodukovaného množství CO₂, tím daný stát představuje větší hrozbu pro životní prostředí. Je ale vhodné zvážit jako hodnotící ukazatel produkci CO₂ na jednoho obyvatele. Představuje více vypovídající faktor o spotřebě jednotlivců.

Druhá část je zaměřena na zdroje produkující CO₂. Zdroje CO₂ se rozdělují na dvě hlavní skupiny – přírodní a antropogenní. Mezi přírodní zdroje se řadí živočišné dýchání, rozklad těl sopečné erupce a další přirozené procesy. CO₂ z těchto zdrojů si planeta odbourává sama. Problém nastává při vypouštění velkého množství emisí zapříčiněných industriální činností člověka. Jedná se většinou o spalování fosilních paliv. Složení zdrojů CO₂ je v ČR i ve světě poměrně podobné. Největším odvětvím produkující CO₂ je energetický průmysl. Elektřina a teplo jsou základním komfortem dnešního života. Množství spotřebované elektřiny a tepla nelze příliš redukovat. Je zde proto důležité přicházet se zařízeními s vyšší účinností a více využívat obnovitelné zdroje energií. Druhým největším emitentem je doprava, zejména silniční doprava, a to z důvodu jejího nejpočetnějšího rozšíření. Při přepočtu na jednoho pasažéra dominuje doprava letecká. Mezi další zdroje CO₂ patří mnoho průmyslových odvětví, jako je metalurgie, výroba cementu, sklářství, keramický, papírenský a chemický průmysl. Část producentů tvoří domácnosti, a to jak přímo, tak nepřímo. Přímo se emise produkují při pořízení vlastního zdroje tepla – např. kotle na hnědé uhlí. Nepřímo při odebrání elektřiny a tepla ze sítě. Zemědělství a zpracování potravin jsou odvětví, která také produkují emise. V tomto odvětví je prokazatelné, že rostlinná strava zapříčiňuje vypouštění nižšího množství emisí skleníkových plynů, než živočišná. I odpadové hospodářství přispívá svým podílem na vytváření emisí. Buď při skládkování, anebo při spalování. Posledním uvedeným zdrojem je lidské dýchání, které většina zdrojů neuvádí z toho důvodu, že se jedná o zanedbatelné množství a řadí se mezi přírodní zdroje. Jestliže se do této tematiky nahlédne hlouběji, zjistí se, že to zanedbatelné množství úplně není. Obzvlášť, když lidská populace narůstá takovým rychlým tempem. Nejenže lidstvo vydechne více emisí, ale se zvyšujícím se počtem obyvatel roste i spotřeba ve všech ostatních odvětvích. A pravděpodobně by lidská populace nenarostla do současných rozměrů bez moderní medicíny, technologií a průmyslu. Její velký nedávný přírůstek je možné z určitého hlediska považovat za důsledek způsobený lidskou průmyslovou činností.

Poslední třetí část se zabývá emisním obchodováním. Od 80. let se začaly formovat mezinárodní smlouvy a dohody, které mají za cíl zmírnit změnu klimatu a vytvářet cesty, jak kontrolovat průmyslovou činnost člověka. Z těchto závazků vyplývají současné systémy pro obchodování s uhlíkem. Pro ČR je nejvíce stěžejní systém EU ETS, který pokrývá elektrárny, průmyslové podniky a letecké společnosti na území většiny států Evropy včetně ČR. Systém vstoupil plně v platnost v roce 2008. Od té doby prošel mnohými úpravami, aby poskytoval co nejlepší výsledky. Systém zaručuje vydávání emisních povolenek, které je možné za určitých podmínek obdržet bezplatně nebo si je opatřit na burzách. Vznikl nový obchod s uhlíkem. Úkolem emisních povolenek je finanční motivace pro zařízení vypouštějící velké množství emisí. Aby zařízení nemuselo platit tak velké množství povolenek, mělo by správně investovat do nízkouhlíkových technologií. Trvalo 10 let, než se tento nápad zavedl účinně do praxe. Cena emisních povolenek brzy po uvedení na trh

rapidně klesla v roce 2009 z důvodu hospodářské krize a nadále jejich hodnota klesala. Mezi lety 2012–2016 nepřekročila hodnotu 10 EUR. Postupně docházelo k omezování množství emisních povolenek a i k větší stabilitě trhu. V roce 2018 cena povolenek vzrostla až na necelých 30 EUR a následně si držely hodnotu okolo 25 EUR. Čím vyšší bude hodnota emisních povolenek, tím větší motivací se stanou pro snižování emisí. Na jaře v roce 2020 byl zaznamenán pokles jejich hodnoty díky celkovému propadu cen, způsobenému nemocí Covid-19. Postupně se cena začíná opět vzpamatovávat.

Emisní obchodování se může stát účinnou metodou, jak redukovat emise skleníkových plynů. Je ovšem nutné, aby se do něj zapojilo co nejvíce států a aby se nadále zpříšňovala opatření vedoucí k snižování množství vypouštěných emisí skleníkových plynů.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] Carbon dioxide - compound summary. *National Center for Biotechnology Information. PubChem Database* [online]. [cit. 02.02.2020]. Dostupné z: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/280>
- [2] Carbon Dioxide - Thermophysical Properties. *Engineering ToolBox* [online]. 2018 [cit. 02.02.2020]. Dostupné z: https://www.engineeringtoolbox.com/CO2-carbon-dioxide-properties-d_2017.html
- [3] KADRNOŽKA, Jaroslav. *Globální oteplování Země: příčiny, průběh, důsledky, řešení*. Brno: VUTIUM, 2008, 467 s. : il. (převážně barev.) ; 25 cm. ISBN 978-80-214-3498-1.
- [4] GREENWOOD, N. N. (Norman Neill) a Alan EARNSHAW. *Chemie prvků. Svazek I*. Praha: Informatorium, 1993, s. 1-793. ISBN 80-85427-38-9.
- [5] TOUŽÍN, Jiří. *Stručný přehled chemie prvků*. Brno: Masarykova univerzita, 2003, 225 s. ISBN 80-210-2635-9.
- [6] Cellular respiration | Process & Products | Britannica. *Encyclopedia Britannica | Britannica* [online]. Copyright ©2020 Encyclop [cit. 04.04.2020]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/science/cellular-respiration>
- [7] What are Phytoplankton?. *NASA Earth Observatory - Home* [online]. Copyright © 2009 [cit. 17.03.2020]. Dostupné z: <https://earthobservatory.nasa.gov/features/Phytoplankton/page2.php>
- [8] Carbon Dioxide | UCAR Center for Science Education. *UCAR Center for Science Education* [online]. Copyright ©2006 NESTA [cit. 15.10.2019]. Dostupné z: <https://scied.ucar.edu/carbon-dioxide>
- [9] HAUSFATHER, Zeke. The water vapor feedback - Yale Climate Connections. *Yale Climate Connections* [online]. Copyright © 2020 Yale Climate Connections [cit. 22.02.2020]. Dostupné z: <https://www.yaleclimateconnections.org/2008/02/common-climate-misconceptions-the-water-vapor-feedback-2/>
- [10] Graphic: The relentless rise of carbon dioxide | Climate.nasa.gov. *Climate.nasa.gov* [online]. Poslední změna 30.04.2020 [cit. 04.05.2020]. Dostupné z: https://climate.nasa.gov/climate_resources/24/graphic-the-relentless-rise-of-carbon-dioxide/
- [11] Global Monitoring Laboratory - Carbon Cycle Greenhouse Gases. *NOAA Earth System Research Laboratories* [online]. Poslední změna 06.04.2020 [cit. 04.05.2020]. Dostupné z: <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/mlo.html>
- [12] CO2 Emissions | Global Carbon Atlas. [online]. ©2019 [cit. 17.03.2020]. Dostupné z: <http://www.globalcarbonatlas.org/en/CO2-emissions>
- [13] RITCHIE, Hannah a ROSER, Max. CO₂ and Greenhouse Gas Emissions - Our World in Data. *Our World in Data* [online]. Poslední změna 2019 [cit. 18.11.2019] Dostupné z: <https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions>
- [14] MGSC: Carbon Dioxide. *Midwest Carbon Sequestration Science Conference* [online]. Copyright ©2011 MGSC [cit. 23.11.2019]. Dostupné z: <http://sequestration.org/science/carbondioxide.html>
- [15] Climate Science Investigations South Florida - Causes of Climate Change. *CES : Florida Atlantic University - Center for Environmental Studies* [online]. Poslední změna 11.08.16 [cit. 23.11.2019] Dostupné z: <http://www.ces.fau.edu/nasa/module-4/causes/sources-carbon-dioxide.php>
- [16] Data & Statistics - IEA. *IEA – International Energy Agency* [online]. Copyright ©IEA [cit. 07.02.2020]. Dostupné z: <https://www.iea.org/data-and-statistics?country=WORLD&fuel=CO2%20emissions&indicator=CO2%20emissions%20by%20sector>
- [17] Emise skleníkových plynů ČR (detailní). *Fakta o klimatu* [online]. Copyright © 2019 faktaoklimatu.cz [cit. 19.11.2019]. Dostupné z: <https://faktaoklimatu.cz/infografiky/emise-cr-detail>

- [18] KADRNOŽKA, Jaroslav. *Země se ubrání*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2010, 238 s. : tab., grafy. ISBN 978-80-7204-678-2.
- [19] ÁRMANNSSON, Halldór. CO₂ emissions from Geothermal Plants. *Geothermal Communities* [online]. Copyright © 2003 [cit. 05.05.2020]. Dostupné z: <https://geothermalcommunities.eu/assets/elearning/8.29.S12Paper103.pdf>
- [20] World electricity generation by energy source 2017 | Statista. • Statista - The Statistics Portal for Market Data, Market Research and Market Studies [online]. Copyright © Statista 2020 [cit. 28.01.2020]. Dostupné z: <https://www.statista.com/statistics/269811/world-electricity-production-by-energy-source/>
- [21] Energostat - aktuální data z energetiky. *oEnergetice.cz - denní zpravodajství z energetiky* [online]. Poslední změna 19.02.2020 [cit. 19.02.2020]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/energostat>
- [22] Emise CO₂ z aut: fakta a čísla (infografika) | *Zpravodajství | Evropský parlament*. [online]. Poslední změna 18.04.2019 [cit. 24.11.2019]. Dostupné z: <https://www.europarl.europa.eu/news/cs/headlines/society/20190313STO31218/emise-co2-z-aut-fakta-a-cisla-infografika>
- [23] Ročenka dopravy České republiky 2018. *Dopravní statistika* [online]. 2018 [cit. 21.02.2020]. Dostupné z: https://www.sydos.cz/cs/rocenka_pdf/Rocenka_dopravy_2018.pdf
- [24] CO₂ emissions from passenger transport – *European Environment Agency* [online]. Poslední změna 25.06.2019 [cit. 24.11.2019]. Dostupné z: <https://www.eea.europa.eu/media/infographics/co2-emissions-from-passenger-transport/view#tab-related-publication>
- [25] Emisní obchodování - Ministerstvo životního prostředí. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. Copyright © 2008 [cit. 09.02.2020]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/emisni_obchodovani
- [26] Jak vznikají skleníkové emise v ocelářském průmyslu - Ocelářská Unie. *Úvod - Ocelářská Unie* [online]. Copyright © 2020 Ocelářská Unie [cit. 09.02.2020]. Dostupné z: <https://www.ocelarskaunie.cz/jak-vznikaji-sklenikove-emise-v-ocelarskem-prumyslu/>
- [27] BROWN, Tamaryn ,GAMBHIR, Ajay, FLORIN, Nicholas, a FENNELL, Paul. Reducing CO₂ emissions from heavy industry: a review of technologies and considerations for policy makers. *Imperial College London* [online]. Copyright ©2012 [cit. 09.02.2020]. Dostupné z: <https://www.imperial.ac.uk/media/imperial-college/grantham-institute/public/publications/briefing-papers/Reducing-CO2-emissions-from-heavy-industry---Grantham-BP-7.pdf>
- [28] Výroba a životní prostředí - Asociace sklářského a keramického průmyslu ČR. *Asociace sklářské a keramického průmyslu ČR* [online]. Copyright © 2020 [cit. 16.02.2020]. Dostupné z: <https://askpccr.cz/o-skle/vyroba-a-zivotni-prostredi>
- [29] Jak se keramika vyrábí? - Asociace sklářského a keramického průmyslu ČR. *Asociace sklářské a keramického průmyslu ČR* [online]. Copyright © 2020 [cit. 16.02.2020]. Dostupné z: <https://askpccr.cz/o-keramice/jak-se-keramika-vyrabi>
- [30] SMITH, Danna, MIETTENIN, Otto a spol. The State of the Global Paper Industry. Environmental Paper Network / *Transforming the pulp and paper industry* [online]. Copyright © 2018 [cit. 16.02.2020]. Dostupné z: https://environmentalpaper.org/wp-content/uploads/2018/04/StateOfTheGlobalPaperIndustry2018_FullReport-Final.pdf
- [31] QUASCHNING, Volker a Václav BARTOŠ. *Obnovitelné zdroje energií*. Praha: Grada, 2010, 296 s. : il., mapy. ISBN 978-80-247-3250-3.
- [32] NOVOTNÝ, Jiří a MATUŠKA, Tomáš. Emise CO₂ a jejich dopad na hodnocení zdrojů v budovách. *TZB-info – Stavebnictví Úspory energií. Technická zařízení budov*. [online]. 19.03.2018 [cit. 14.02.2020]. <https://vytapieni.tzb-info.cz/provoz-a-udrzba-vytapieni/17112-emise-co2-a-jejich-dopad-na-hodnoceni-zdroju-v-budovach>

- [33] Agriculture – greenhouse gas emissions statistics. *European Environment Agency and Eurostat* [online]. Poslední změna 23.01.2018 [cit. 16.02.2020]. Dostupné z: <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/pdfscache/29569.pdf>
- [34] KURAS, Mečislav, Vojtech DIRNER, Vladimír SLIVKA a Milan BŘEZINA. *Odpadové hospodářství*. Chrudim: Ekomonitor, 2008, 143 s. ; 25 cm. ISBN 978-80-86832-34-0.
- [35] ROSER, Max, RICHIER, Hannah a ORTIZ-OSPINA, Esteban. World Population Growth - Our World in Data. *Our World in Data* [online]. Poslední změna 2019 [cit. 09.02.2020]. Dostupné z: <https://ourworldindata.org/world-population-growth>
- [36] History - IPCC. *IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change* [online]. [cit. 28.10.2019]. Dostupné z: <https://www.ipcc.ch/about/history/>
- [37] History of the Convention | UNFCCC. *UNFCCC* [online]. [cit. 28.10.2019] Dostupné z: <https://unfccc.int/process/the-convention/history-of-the-convention#eq-2>
- [38] What is the Kyoto Protocol? | UNFCCC. *UNFCCC* [online]. [cit. 28.10.2019]. Dostupné z: https://unfccc.int/kyoto_protocol
- [39] Greenhouse Gas Inventory Data – Time Series - Annex. *Greenhouse Gas Inventory Data* [online]. [cit. 28.10.2019]. Dostupné z: https://di.unfccc.int/time_series
- [40] What is the Paris Agreement? | UNFCCC. *UNFCCC* [online]. [cit. 28.10.2019]. Dostupné z: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/what-is-the-paris-agreement>
- [41] Zpráva o fungování evropského trhu s uhlíkem. *Zpráva Komise Evropského parlamentu a Radě. Evropská komise* [online]. 31.10.2019 [cit. 24.03.2020]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2019:0557:FIN:CS:PDF>
- [42] International carbon market | Climate Action. *European Commission* [online]. [cit. 21.03.2020]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/clima/policies/ets/markets_en
- [43] Emissions cap and allowances | Climate Action. *European Commission* [online]. [cit. 21.03.2020]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/clima/policies/ets/cap_en
- [44] Seznam zařízení v EU ETS a aktuální čísla povolení - Ministerstvo životního prostředí. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. Copyright © 2008 [cit. 23.03.2020]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/seznam_zarizeni_euets
- [45] Phases 1 and 2 (2005-2012) | Climate Action. *European Commission* [online]. [cit. 21.03.2020]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/clima/policies/ets/pre2013_en
- [46] Revision for phase 4 (2021-2030) | Climate Action. [online]. [cit. 21.03.2020]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/clima/policies/ets/revision_en
- [47] Carbon Price Viewer - Ember. *Ember - Coal to clean energy policy* [online]. Poslední změna 01.05.2020 [cit. 04.05.2020]. Dostupné z: <https://ember-climate.org/carbon-price-viewer/>
- [48] Monitorování, ověřování a vykazování - Ministerstvo životního prostředí. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. Copyright © 2008 [cit. 22.03.2020]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/monitorovani_overovani_vykazovani
- [49] Nařízení o monitorování a vykazování emisí skleníkových plynů – obecné pokyny pro zařízení. *EVROPSKÁ KOMISE – GENERÁLNÍ ŘEDITELSTVÍ PRO OBLAST KLIMATU* [online]. 16.07.2012 [cit. 22.03.2020]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/monitorovani_vykazovani_emisi_stacionarni_zarizeni/\\$FILE/oeok-metodicky_%20pokyn_1_20130101.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/monitorovani_vykazovani_emisi_stacionarni_zarizeni/$FILE/oeok-metodicky_%20pokyn_1_20130101.pdf)

- [50] 695/2004 Sb. Zákon o podmínkách obchodování s povolenkami na emise skleníkových plynů. *Zákony pro lidi - Sbírka zákonů ČR v aktuálním konsolidovaném znění* [online]. 01.01.2013 [cit. 23.03.2020]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2004-695>
- [51] Bezplatná alokace (kromě elektřiny) - Ministerstvo životního prostředí. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. Copyright © 2008 [cit. 24.03.2020]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/bezplatna_alokace_krome_elektriny
- [52] Bezplatná alokace (na elektřinu) - Ministerstvo životního prostředí. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. Copyright © 2008 [cit. 24.03.2020]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/bezplatna_alokace_na_elektrinu
- [53] Bezplatná alokace na obchodovací období 2021-2030 - Ministerstvo životního prostředí. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. Copyright © 2008 [cit. 24.03.2020]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/bezplatna_alokace_2021_2030
- [54] Dražby povolenek - Ministerstvo životního prostředí. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. Copyright © 2008 [cit. 24.03.2020]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/drazby_povolenek
- [55] Letectví - Ministerstvo životního prostředí. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. Copyright © 2008 [cit. 25.03.2020]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/cz/letectvi>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Symbol	Veličina	Jednotka
C	uhlík	[-]
C ₆ H ₁₂ O ₆	glukóza	[-]
CaCO ₃	uhličitan vápenatý	[-]
CaO	oxid vápenatý	[-]
CH ₄	methan	[-]
CO	oxid uhelnatý	[-]
CO ₂	oxid uhličitý	[-]
H ₂	vodík	[-]
H ₂ O	voda	[-]
HCl	kyselina chlorovodíková	[-]
N ₂ O	oxid dusný	[-]
Na ₂ CO ₃	uhličitan sodný	[-]
O ₂	kyslík	[-]
O ₃	ozon	[-]
PFC	perfluoruhlovodíky	[-]
ΔH°	změna entalpie	kJ · mol ⁻¹

Zkratka	Popis
BIO	biopalivo
CMD	The Clean Development Mechanism
CO ₂ ekv.	CO ₂ ekvivalent (množství CO ₂ , které by mělo ekvivalentní příspěvek ke skleníkovému efektu jako dané množství příslušného plynu)
CORSIA	Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation
ČIA	Český institut pro akreditaci
EEX	European Energy Exchange
EHP	Evropský hospodářský prostor
ESMA	European Securities and Markets Authority
EU ETS	The European Union Emissions Trading System
EU(KP)	EU – Kimberley Process (Evropská unie včetně zámořských území)
ET	Emission trading
EU28	Evropská unie (zahrnuje 28 států – před vystoupením Velké Británie)
HÚ	hnědé uhlí
ICAO	International Civil Aviation Organization
ICE	Intercontinental Exchange
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
JI	Joint implementation
LULUCF	Land use, land use change and forestry

MiFID	The Markets in Financial Instruments Directive
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
NAOO	National Oceanic and Atmospheric Administration
OSN	Organizace spojených národů
SIO	Scripps Institution of Oceanography
TČ	tepelné čerpadlo
UNEP	United Nations Environment Programme
UNFCCC	The United Nations Framework Convention on Climate Change
WMO	World Meteorological Organization
ZP	zemní plyn

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 – Fázový diagram CO ₂ [2]	12
Obrázek 2 – Hodnoty CO ₂ v průběhu statisíců let [10]	15
Obrázek 3 – Hodnoty CO ₂ během let 2016-2020 [11]	16
Obrázek 4 – Celosvětové hodnoty CO ₂ od roku 1958 do 2020 [11]	16
Obrázek 5 – Celosvětová produkce CO ₂ za rok 2017 [13]	17
Obrázek 6 – Produkce CO ₂ na jednoho obyvatele za rok 2017 [13]	18
Obrázek 7 – Celosvětové emise CO ₂ podle sektorů v roce 2017 [16]	19
Obrázek 8 – Emise skleníkových plynů v ČR podle sektorů v roce 2016 [17]	20
Obrázek 9 – Podíl výroby elektřiny celosvětově v roce 2017 [20]	21
Obrázek 10 – Podíl výroby elektřiny v ČR v roce 2019 [21]	21
Obrázek 11 – Podíl emisí CO ₂ podle druhu dopravy v EU (2016) [22]	22
Obrázek 12 – Podíl emisí CO ₂ z různých druhů dopravy v ČR v roce 2018 [23]	23
Obrázek 13 – Emise CO ₂ v přepočtu pasažéra [24]	23
Obrázek 14 – Roční produkce CO ₂ rodinného domu při spotřebě 10 MWh/rok pro různé zdroje vytápění [32]	26
Obrázek 15 – Emise skleníkových plynů vzniklých při výrobě 1 kg různých druhů potravin vyjádřené pomocí ekvivalentu CO ₂ [31]	27
Obrázek 16 – Vývoj ceny emisních povolenek od roku 2008 do 2020 [47]	33

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 – Vlastnosti CO ₂ [2].....	12
Tabulka 2 – Hodnoty emisí CO ₂ [Mt CO ₂ ekv.] v letech 1960-2018 [12]	17
Tabulka 3 – Produkce CO ₂ u různých typů elektráren [18,19]	20
Tabulka 4 – Měrná produkce oxidu uhličitého při výrobě elektřiny [kgCO ₂ /kWh] v závislosti na druhu paliva a účinnosti elektrárny [3]	22
Tabulka 5 – Srovnání množství emisí CO ₂ při výrobě 1 tuny kovu [26].....	24
Tabulka 6 – Procentuální porovnání vývoje emisí CO ₂ (včetně LULUCF) 1990-2017 [39]..	30
Tabulka 7 – Emisní strop EU ETS v 3. fázi [41]	32
Tabulka 8 – Celkový objem vydražených povolenek v letech 2012-2019 [41]	36