

# Problematika konštrukcie uhlíkovej dane a jej dopad na ekonomické sektory

Ing. Michal Rimeš\*

*Ekonomická univerzita v Bratislave*

*Katedra financií*

*Dolnozemska cesta 1, 852 35 Bratislava, Slovakia*

[michal.rimes@euba.sk](mailto:michal.rimes@euba.sk)

## Abstrakt

Príspevok mapuje problematiku nastavenia a konštrukcie uhlíkovej dane z pohľadu súčasných autorov, ktorí sa touto problematikou zaoberajú. Nastavenie uhlíkovej dane je náročný a komplikovaný proces, ktorý vyžaduje širokú znalosť nie len ekonomických premenných. Príspevok kladie dôraz na empirické ako aj sociálne aspekty tejto dane. Výsledkom je, že optimálne nastavenie uhlíkovej dane je tak komplikovaný proces, že nie je možné výšku tejto dane jednoznačne taxatívne definovať. Ako najviac optimálny sa javí model hrubého odhadu, pričom daňová sadzba sa bude upravovať podľa toho, do akej miery sú pôvodcovia negatívnych externalít ochotní upraviť svoje technologické postupy. Samostatnou časťou pri kreovaní tejto dane je aj politická vôľa tej ktorej vlády takúto daň zaviesť vo svojom daňovom systéme.

## Kľúčové slová

uhlíková daň, ekonomické faktory, politická vôľa, daňový dopad

## Informácia

Tento článok je výstupom v rámci projektu APVV-20-0338 "Hybné sily ekonomického rastu a prežitie firiem v šiestej K-vlne."

## 1. Úvod

Problematika uhlíkovej dane je pomerne aktuálnym fenoménom. Súčasná environmentálna kríza čoraz viac núti tvorcov politik sa zamýšľať nad tým, ako pôvodcov negatívnych externalít formou vypúšťaných emisií motivovať k ich redukcii inak, ako na dobrovoľnej báze. Do popredia sa dostáva zavedenie uhlíkovej dane, nakoľko súčasný systém obchodovania s emisnými povoleniami (ETS) sa zdá byť z dlhodobého hľadiska neefektívny.

Správne nastavenie uhlíkovej dane sa však javí ako neľahká úloha. Tento príspevok si dáva za cieľ na základe hlavne súčasných poznatkov interpretovať zložitosť procesu správneho nastavenia uhlíkovej dane. Zložitosť tohto procesu spočíva v zohľadnení veľkého počtu rôznych premenných ako po empirickej, tak aj po sociálnej stránke respektíve od politickej vôle. Domnievame sa však, že správne nastavená uhlíková daň má potenciál poslúžiť ako alternatíva k súčasnému systému a navyše by dokázala ovplyvniť nastavenie aj iných daní, ako napríklad dane z príjmov. Taktiež zavedenie uhlíkovej dane má potenciál priniesť konkurenčnú výhodu oproti krajinám, ktoré uhlíkovú daň nezavedú respektíve nemajú záujem zaviesť.

© Published by Journal of Global Science.

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. The moral rights of the named author(s) have been asserted.

## 2. Základné teoretické východiská

Na základnej úrovni už dávno stanovil zásady pre stanovenie správnej sadzby dane Pigou (1938), ktorý tvrdí, že daňová sadzba by sa mala rovnať sociálnym hraničným škodám z dodatočnej jednotky emisií. Keďže hraničné škody sa menia s emisiami, musí sa zmeniť aj daňová sadzba. Sadzobník daňových sadzieb je krivka marginálnych škôd. Znečisťovatelia, ktorí čelia tomuto daňovému sadzobníku, by internalizovali náklady a nastavili emisie na úrovni, ktorá vyrovnáva náklady s ich hraničným prínosom z emisií. Na zavedenie takejto dane by vláda potrebovala iba informácie potrebné na odhad hraničných škôd a nepotrebovala by informácie o nákladoch na zníženie emisií. Je konvenčné ilustrovať túto myšlienku pomocou hraničného prínosu zo zníženia emisií a nie hraničných škôd zo zvyšujúcich sa emisií. Základná myšlienka je rovnaká a sadzobník daní podľa tohto prístupu je krivka hraničných výhod. Producenti emisií by stanovili svoje individuálne hraničné náklady na zníženie emisií rovnajúce sa hraničnej sadzbe dane.

Vzhľadom na výzvy, ktoré prináša klimatická kríza, na celom svete nabera na obrátkach hľadanie účinných nástrojov politiky v oblasti klímy. Napríklad oceňovanie uhlíka vo forme dane z CO<sub>2</sub> a jeho účinky preto priťahujú čoraz väčšiu pozornosť v akademických, ako aj ekonomických a environmentálnych diskusiách. Od mája 2022 zaviedlo 46 jurisdikcií systémy stanovovania cien uhlíka, ktoré pokrývajú 23 % emisií skleníkových plynov na celom svete (Svetová banka 2022). Z nich 36 jurisdikcií uplatňuje uhlíkovú daň, ktorá pokrýva 5,7 % celosvetových emisií skleníkových plynov. Ekonómovia, a najmä environmentálni ekonómovia, už niekoľko desaťročí presadzujú environmentálne dane ako kľúčový nástroj environmentálnej politiky (Baumol, Oates, 1971; Goulder, 1995; Köppl a kol., 1996; Pearce, 1991; Pearce, Turner, 1990; Speck a kol., 2006). Táto oblasť je predmetom rozsiahleho a intenzívneho výskumu a to tak v teoretických otázkach, ako aj z empirického hľadiska.

Vo všeobecnosti literatúra ponúka teoretické prístupy, empirické metódy a prehľadové alebo kvalitatívne techniky (Timilsinas 2018). Niektoré štúdie sa zameriavajú na určenie účinkov na celé hospodárstvo, zatiaľ čo iné sa zameriavajú na konkrétne odvetvia (napr. priemyselné podniky) alebo sektory (domácnosti vs. priemysel alebo firmy). "Prvá generácia" empirických analýz, ktorá študuje dane z energie a emisií, začína začiatkom 90. rokov 20. storočia a určuje hypotetické účinky daní z energie a/alebo emisií pred ich implementáciou na základe simulácií modelov ex ante alebo iných projekčných metód. "Druhá generácia" štúdií, ktoré sa rozvíjajú od začiatku roku 2000, sa pokúša identifikovať skutočné výsledky daní z energie a/alebo emisií ex post. Ich počet je však stále malý a zameriava sa na pomerne obmedzený počet jurisdikcií alebo regiónov, ako ukazuje nedávny meta-review od Greena (2021). Výsledky analýz ex post sú vo všeobecnosti spoľahlivejšie v porovnaní so štúdiami ex ante, ktoré sa pri formulovaní konkrétnych simulačných scenárov musia opierať o mnohé predpoklady (OECD 1997). Platnosť výsledkov analýz ex post však závisí od kvality údajov ako aj od prítomnosti a metodického prístupu (Andersen 2004). Štúdie ex post tiež čelia ťažkostiam pri oddeľovaní účinkov uhlíkových daní od iných determinantov (environmentálne a iné politické opatrenia, ako aj príslušný hospodársky vývoj) s cieľom izolovať čisto kauzálny daňový účinok (Rafaty a kol., 2020). Buď sa pokúšajú kvantifikovať účinky skutočných plánov vlád na daňovú reformu alebo hypotetických daňových návrhov, ktoré v mnohých prípadoch neboli nikdy implementované, aspoň nie v predpokladanom návrhu. Výsledky sa môžu líšiť v dôsledku odlišných špecifikácií modelu, predpokladov, údajov a simulovaných scenárov. V kontexte pokusov o určenie makroekonomických účinkov environmentálnych daní vrátane ich potenciálneho vplyvu na environmentálne relevantné premenné, ako sú emisie a spotreba energie, FreireGonzález (2018) rozlišuje medzi makroekonometrickými modelmi, vstupno-výstupnými modelmi a aplikovanými výpočtovými modelmi všeobecnej rovnováhy (CGE), pričom posledný menovaný zohráva najdôležitejšiu úlohu (Timilsinas 2018).

Naopak, analýzy zamerané na zachytenie potenciálneho vplyvu environmentálnych daní na rozdelenie príjmov fyzických osôb spočívajú na mikroekonometrických simulačných modeloch alebo mikroekonomických prognózových schémach. Pri hodnoteniach ex post sa využíva aj široká škála metodických prístupov od kvalitatívnych metód (napr. rozhovory s odborníkmi) a deskriptívnych štatistík cez prípadové štúdie až po rôzne štatistické a ekonometrické prístupy. Andersen (2004) podrobne rozoberá rôzne ex-post prístupy v 90. rokoch pre severské krajiny, ktoré si ako prvé osvojili uhlíkové zdanenie. Rozlišuje prvú skupinu, ktorá vyžaduje východiskový stav, aby bolo možné porovnať skutočný a predpokladaný vývoj (odhalené správanie) a druhú skupinu, ktorá sa pokúša kvantifikovať samotný vplyv (uvedené správanie). Výsledky sa môžu líšiť v dôsledku rôznych metodických prístupov, databáz a skúmaných časových období. Okrem toho sa účinky zdaňovania emisií môžu v jednotlivých krajinách líšiť v dôsledku rôznych daňových štruktúr (pokiaľ ide o daňové sadzby a základ dane, ako aj oslobodenie od dane), ale aj z dôvodu odlišných všeobecných makroekonomických podmienok (napr. otvorenosť, produktivita atď.) a špecifických rámcových podmienok (napr. energetický mix, modely spotreby a výroby, dopravná infraštruktúra, energetická politika atď.) (Andersen, 2004).

Existuje malý, ale rastúci počet empirických dôkazov ex post o vplyve uhlíkových daní na konkurencieschopnosť s trochu nepresvedčivými výsledkami. Martin a kol. (2014) neidentifikovali žiadne významné účinky na konkurencieschopnosť z hľadiska zamestnanosti a celkovej produktivity faktorov pre uhlíkovú daň v Spojenom kráľovstve. Aj Dussaux (2020) s použitím údajov za 8000 firiem reprezentujúcich francúzsky výrobný sektor za obdobie rokov 2014 – 2018 ukazuje, že zvyšujúce sa ceny energií a zdaňovanie uhlíka znížili spotrebu energie a emisie uhlíka bez zníženia čistej zamestnanosti na úrovni priemyslu. Výroba a pracovníci sa však presúvajú z energeticky náročných na energeticky efektívne firmy. Niekoľko ďalších štúdií podporuje vplyv uhlíkových daní na zmenu pracovných miest.

Köppl a kol. (2023) skúma empirické účinky uhlíkových daní s ohľadom na niekoľko dimenzií vplyvu a to: environmentálna efektívnosť, makroekonomické účinky, vplyvy na konkurencieschopnosť a inovácie, distribučné dôsledky a prijatie zo strany verejnosti. Čoraz viac empirických štúdií ukazuje, že uhlíkové dane môžu účinne znížiť emisie uhlíka alebo aspoň utlmiť ich rast, pričom nemajú negatívny vplyv na hospodársky rast, zamestnanosť a konkurencieschopnosť. Existujúce empirické dôkazy naznačujú, že distribučný vplyv uhlíkových daní závisí od druhu spotreby energie a ukazovateľov na zachytenie distribučných účinkov, ako aj od charakteristík domácností. Ukázalo sa, že jednorazové transfery sú vhodnejšie na zmiernenie regresívnych účinkov na nižšie príjmy, zatiaľ čo vyššie príjmy viac profitujú zo zníženia daní z práce. Verejná akceptácia uhlíkových daní sa môže zvýšiť poskytovaním verejných informácií, vyhýbaním sa negatívnym distribučným účinkom a nasmerovaním časti príjmov do "environmentálnych projektov".

Autori potvrdzujú skoršiu štúdiu Yamazakiho (2017), ktorá zistila pokles zamestnanosti v odvetviach s vysokými emisiami a obchodom, zatiaľ čo rastúcu zamestnanosť možno pozorovať v čistých a domácich odvetviach. V systematickom prehľade výsledkov hodnotení ex post desiatich nástrojov politiky dekarbonizácie od Peñasco et al. (2021) 59 % zo 40 dokumentov analyzujúcich dane z energie (z ktorých 27 článkov sa zameriava na uhlíkové dane) neidentifikuje žiadne alebo pozitívne vplyvy na konkurencieschopnosť. Týmto nie je možné zistiť žiadne systematické rozdiely medzi explicitnými daňami z uhlíka a daňami z pohonných hmôt. Autori tiež ukazujú, že návrh politických nástrojov, najmä využívanie recyklačných mechanizmov a výnimiek, je kľúčovým determinantom rôznych výsledkov hodnotení. Ďalší dôvod zmiešaných empirických dôkazov môže byť zakorenený v ťažkostiach pri hľadaní primeraných ukazovateľov konkurencieschopnosti. Ako ukazovatele konkurencieschopnosti sa často používa produktivita firiem, tvorba pracovných miest a súkromné investície (Peñasco a kol., 2021), ako aj produkcia alebo vývoz (Arlinghaus 2015). Nakoniec Arlinghaus (2015) poznamenáva, že štúdie, ktoré neprinášajú žiadne negatívne účinky uhlíkových daní na konkurencieschopnosť, neumožňujú dospieť k záveru, že uhlíkové dane vo

© Published by Journal of Global Science.

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. The moral rights of the named author(s) have been asserted.

všeobecnosti nezhoršujú konkurencieschopnosť, ale skôr to, že to nerobia pri súčasnej úrovni a koncepcii analyzovanej špecifickej uhlíkovej dane. Existujúce dôkazy sa navyše týkajú krátkodobých účinkov, ktoré sa môžu líšiť od dlhodobých vplyvov.

## 2.1. Vplyv uhlíkových daní na inovácie a distribučné dôsledky zdaňovania uhlíka

Empirické dôkazy o vplyve uhlíkových daní na inovácie sú pomerne slabé. Bohlin (1998) zistil, že švédská uhlíková daň v kombinácii s politikami podpory investícií viedla v období rokov 1990 – 1995 k posunu v sektore diaľkového vykurovania z uhlia na bioenergiu (lesné zvyšky), zatiaľ čo v sektore dopravy a elektrickej energie nemožno nájsť žiadny vplyv. Bruvoll a Larsen (2004) identifikujú prechod na palivo vo vykurovaní z fosílnych palív na elektrinu za obdobie rokov 1990 – 1999 spôsobený nórskou uhlíkovou daňou, ktorá priniesla príspevok 1 % k miernemu celkovému zníženiu emisií CO<sub>2</sub> o 2,3 %. Aghion a kol. (2016) s použitím panelových údajov na úrovni firiem pre 80 krajín za niekoľko desaťročí zistili, že vyššie ceny palív vrátane dane podporujú inovácie automobilového priemyslu smerom k čistým (napr. elektrickým a hybridným) patentom. Je potrebné poznamenať, že empirický výskum naznačuje, že na podnietenie inovácií by cena uhlíka mala byť pomerne vysoká a mala by existovať dôveryhodná budúca cesta k vysokej a stabilnej cene uhlíka (Laing a kol., 2013). Okrem toho empirická práca Veugelersa (2012) naznačuje, že pákový efekt uhlíkových daní v súvislosti s inováciami sa zvyšuje ich začlenením do širšieho politického mixu. Lilliestam a kol. (2021) skúmajú analýzy ex post pre EÚ, Nový Zéland, Britskú Kolumbiu a severské krajiny, ktoré skúmajú účinnosť stanovovania cien uhlíka pri podpore inovácií a šírenia nových technológií potrebných na úplnú dekarbonizáciu. Dospeli k záveru, že zatiaľ neexistujú presvedčivé empirické dôkazy, ktoré by naznačovali dostatočný vplyv stanovovania cien uhlíka na potrebnú technologickú zmenu. Treba však poznamenať, že preskúmanie sa primárne zameriava na inovačné účinky obchodovania s emisiami, pričom berie do úvahy len veľmi malý počet hodnotení, ktoré výslovne skúmajú účinky uhlíkových daní na technologické zmeny a inovácie. Jedným z dôležitých záverov štúdie však je, že stanovovanie cien uhlíka ako samostatný nástroj nepostačuje na dosiahnutie požadovanej hlbokaj štrukturálnej zmeny, ale skôr musí byť začlenený do širokého mixu nástrojov.

Distribučné dôsledky environmentálnych a uhlíkových daní sú predmetom empirických štúdií už viac ako tri desaťročia. Fullerton (2011) rozpracúva šesť prvkov distribučnej analýzy environmentálnej politiky, z ktorých štyri sú relevantné pre uhlíkové dane:

- zvýšenie cien uhlíkovo náročných tovarov,
- zmeny v relatívnych faktoroch návratnosti práce, kapitálu a zdrojov,
- rozdelenie spoločných prínosov (napr. zlepšenie zdravia) prostredníctvom uhlíkových daní,
- dočasné vplyvy počas prechodu a kapitalizácia všetkých týchto účinkov v cenách pozemkov a akcií spoločností alebo v hodnotách domov.

Možno rozlíšiť dve skupiny empirických prístupov na štúdium ex ante distribučných účinkov uhlíkových daní (Kirchner a kol., 2018):

1. prieskumy spotreby domácností alebo mikrosimulačné modely
2. statické vstupno-výstupné modely s údajmi o domácnostiach alebo mikrosimulačné modely

Obe skupiny prístupov zvyčajne posudzujú daňové zaťaženie vo vzťahu k príjmom alebo výdavkom. Tretia skupina štúdií simuluje makroekonomické spätné väzby, napríklad CGE alebo makroekonomické modely vstupov a výstupov, ktoré merajú distribučné dôsledky z hľadiska zmien ekvivalentných variácií alebo ako

zmeny vo výdavkoch a príjmoch domácností. Prvé dve skupiny prístupov zachytávajú priame distribučné účinky, a teda prvý prvok, ktorý spomína Fullerton (2011), zatiaľ čo CGE a makroekonomické modely vstupov a výstupov môžu tiež hodnotiť nepriame účinky a teda aj druhý prvok. Žiadny z týchto modelov však nie je schopný vyhodnotiť zvyšné tri prvky (Mayer a kol., 2021).

## 2.2. Politické aspekty týkajúce sa vykonávania systémov stanovovania cien uhlíka

Otázky, ktoré boli nedávno empiricky skúmané, sú úloha, ktorú zohráva rámec medzinárodnej politiky v oblasti klímy, hospodárska a fiškálna kríza, politické paradigmy alebo ekonomické podmienky špecifické pre danú krajinu (napr. úroveň príjmov, otvorenosť, intenzita emisií) pri rozhodovaní krajín o tom, či prijať politiky stanovovania cien uhlíka (Skovgaard a kol., 2019). Empiricky sa skúmala aj úloha lobovania za alebo proti zdaňovaniu uhlíka (Baranzini a kol., 2017; Sterner a kol., 2020). Osobitný význam má otázka akceptovateľnosti, akceptácie a podpory uhlíkových daní. Verejná prijateľnosť a akceptácia tak znamenajú pasívne správanie občanov, pokiaľ ide o politiky pred alebo po ich implementácii. Naproti tomu podpora predstavuje aktívny postoj (Dreyer a Walker, 2013; Ott a kol., 2021). V dôsledku rastúceho počtu neúspešných pokusov o zavedenie opatrení na zníženie emisií uhlíka (Jagers a kol., 2019; Drews a van den Bergh; 2016) rastie povedomie medzi tvorcami politik, ako aj v akademickej obci, že úspešné zavedenie uhlíkových daní nie je len otázkou stanovenia technických parametrov, ako sú daňové sadzby a základy dane. Jagers a kol. (2019) poukazujú na dva aspekty súvisiace s politickou uskutočniteľnosťou uhlíkových daní. Po prvé, je tu otázka determinantov verejnej podpory alebo odporu voči uhlíkovým daniam. Druhou otázkou je, ako sa možno vyhnúť odporu verejnosti voči uhlíkovým daniam alebo ho zmierniť. Okrem toho s perspektívou USA Feldman a Hart (2018) a Shwom a kol. (2010) dospeli k záveru, že motivácia tvorcov politik zaviesť klimatické politiky v zásadnej miere závisí od podpory verejnosti. Medzi ekonómami existuje všeobecný konsenzus, že efektívne navrhnutá politika stanovovania cien uhlíka je vhodnejšia ako netrhové a regulačné nástroje na zníženie emisií skleníkových plynov (Aldy a Stavins 2012; Metcalf, 2009). Baranzini a kol. (2017) zhrňajú kľúčové dôvody tohto konsenzu:

- môže sa vzťahovať na všetky zdroje emisií ako na strane výrobcu, tak aj spotrebiteľa,
- rieši rôznorodosť emitentov, čím sa znižujú náklady na zmiernenie emisií skleníkových plynov,
- poskytuje stimul na prijímanie a inováciu nízkouhlíkových technológií,
- zabraňuje potenciálnym spätným účinkom, ktoré sú bežné v energeticky účinných technológiách,
- zabraňuje úniku uhlíka (medzi odvetviami v prípade vnútroštátnej dane z uhlíka a medzi krajinami v prípade globálnej dane z uhlíka),
- znižuje náklady na monitorovanie a dodržiavanie predpisov,
- poskytuje stimuly všetkým zainteresovaným stranám.

Nástroje regulačnej politiky, ako sú mandáty a normy, majú niekoľko obmedzení. Na rozdiel od daní z uhlíka v dodávateľskom reťazci sú regulačné opatrenia často heterogénne medzi producentmi emisií, zahŕňajú vyššie náklady na dodržiavanie predpisov. Neposkytujú stimuly na vývoj, prijímanie a šírenie environmentálne a ekonomicky lepších kontrolných technológií (Aldy a Stavins 2012).

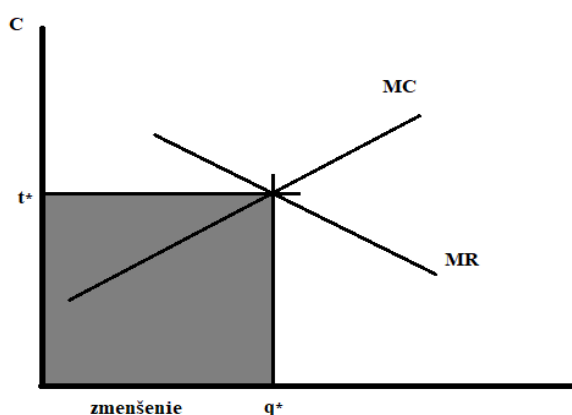
## 3. Metodológia

Hoci je teória stanovenia sadzby dane dobre známa a to, že sadzba by sa mala rovnať marginálnym škodám spôsobených emisiami, tak existuje množstvo zložitých problémov s dizajnom. Najťažšou otázkou týkajúcou



sa sadziab je návrh systému na zabezpečenie toho, aby sa sadzba v priebehu času menila, keď sa dozvedáme nové informácie o nákladoch a prínosoch znižovania emisií. Hlavným problémom zmeny klímy je najmä neistota týkajúca sa účinkov a neistota týkajúca sa nákladov na znižovanie emisií. Najlepšie, čo sa momentálne dá urobiť, je hrubý odhad optimálnej sadzby. Keď sa tvorcovia politik dozvedia nové informácie, sadzba dane sa bude musieť zmeniť, aby to odrážala.

Metcalf a Weisbach (2009) navrhujú delegovanie alebo čiastočné delegovanie právomoci stanovovania sadziab na odbornú agentúru, aby sa zabezpečilo, že zmeny sadziab v primeraných intervaloch budú prehodnocované a budú zabezpečené odborné znalosti v príslušných parametroch na stanovenie sadzby dane. Metcalf a Weisbach (2009) navrhli dane z emisií skleníkových plynov pre rozvinutú krajinu, akou je napríklad USA. Zvažujú tri súbory otázok: optimálny základ dane, otázky týkajúce sa sadzby (vrátane použitia výnosov a zmien sadziab v čase) a obchodu. Ukázali, že dobre navrhnutá uhlíková daň môže zachytiť približne 80 % emisií v USA zdanením menej ako 3 000 daňových poplatníkov a až takmer 90 % s miernymi dodatočnými nákladmi. Odporúčajú úplné alebo čiastočné delegovanie právomoci stanovovania sadziab na regionálnu agentúru, aby sa zabezpečilo, že sadzby budú odrážať nové informácie o nákladoch na emisie uhlíka a znižovanie emisií. Mali by sa vykonať úpravy dane z príjmu, aby sa zabezpečilo, že uhlíková daň bude príjmovovo neutrálna a distribučne neutrálna. Navrhujú systém založený na pôvode pre obchod s krajinami, ktoré majú primeranú uhlíkovú daň a systém hraničných daní pre dovoz z krajín bez uhlíkovej dane. Navrhujú systém, ktorý ukladá predpokladané úpravy hraničnej dane so schopnosťou tej ktorej firmy preukázať, že by sa mala uplatňovať iná sadzba. Predpokladaná daň by mohla byť založená buď na priemerných emisiách na výrobu statku pre vyvážajúcu krajinu alebo pre dovážajúcu krajinu.



Graf 1: Konštrukcia uhlíkovej dane

Zdroj: Vlastné spracovanie podľa Metcalf a Weisbach (2009)

Tretia množina otázok návrhu sa týka obchodu s tovarom s vysokými emisiami uhlíka. Tvrdia, že úpravy hraničnej sadzby uhlíkovej dane sú potrebné a vhodné. Neexistuje však žiadna jednoduchá a jasne legálna metóda zavedenia systému úprav hraničných sadziab daní, ktoré by zabránili tzv. úniku uhlíka, t.j. presunutiu výroby do krajín bez mechanizmu stanovovania cien uhlíka. Kľúčovým problémom je, že na stanovenie úpravy hraničných sadziab dane sú potrebné informácie o konkrétnej výrobní technológii a zdrojoch energie použitej na výrobu statku, na rozdiel od DPH, kde je potrebná len cena. Získanie potrebných informácií môže byť ťažké. Zvažujú preto niekoľko možných možností a ich zákonnosť a odporúčajú systém predpokladaných úprav hraničných sadziab dane, ktoré umožňujú jednotlivým firmám poskytnúť dôkazy o nižších emisiách. Predpokladaná hraničná daň môže byť založená buď na priemerných emisiách z výroby podobných výrobkov vo vyvážajúcej krajine alebo v dovážajúcej krajine.

Parížska dohoda o zmene klímy stanovila dva ciele, jeden dlhodobý a druhý krátkodobý. Dlhodobým cieľom je obmedziť globálne koncentrácie skleníkových plynov na úrovni, ktorá neumožňuje zvýšenie priemernej povrchovej teploty Zeme nad 2 °C oproti predindustriálnej úrovni. Krátkodobým cieľom je zabezpečiť záväzky signatárskych strán znížiť emisie skleníkových plynov do roku 2030. V súlade s krátkodobým cieľom sa zmluvné strany Parížskej dohody dobrovoľne ponúkli znížiť svoje emisie na základe svojich vnútroštátnych podmienok, ako sa uvádza vo vnútroštátnych predpisoch. Parížska dohoda nepredpisuje zmluvným stranám žiadne politické nástroje na plnenie ich vnútroštátne stanovených predpisov.

Ekonomická teória ukazuje, že optimálna sadzba uhlíkovej dane je taká, ktorá vyrovnáva hraničné náklady na zníženie emisií uhlíka s hraničnými škodami pri absencii ich zníženia. Hraničné škody sa označujú aj ako sociálne náklady uhlíka (SCC) (Nordhaus 2017). Odhad SCC je veľmi zložitý z dôvodu obrovskej neistoty pri odhadovaní škôd spôsobených zmenou klímy a hodnoty SCC odhadované niektorými existujúcimi štúdiami sa značne líšia (Pindyck 2017). Pomocou prístupu SCC Nordhaus (2017) odhaduje uhlíkovú daň so sadzbou 31 USD/t CO<sub>2</sub> (cena z roku 2010) v roku 2015, ktorá sa postupne zvyšuje a v roku 2050 dosiahne 103 USD/t CO<sub>2</sub>. Odhad je však citlivý na niekoľko faktorov – diskontnú sadzbu, neistotu v odhadoch škôd a všetky ostatné neistoty zakotvené v integrovanom hodnotiacom modeli (IAM) so 100-ročným časovým horizontom. Namiesto použitia prístupu SCC možno sadzbu uhlíkovej dane odhadnúť na základe medzinárodných a národných cieľov na obmedzenie emisií skleníkových plynov, pretože tieto ciele boli stanovené prostredníctvom medzinárodných rokovaní o klíme, ako je Parížska dohoda o zmene klímy. Návrh sadzby závisí od účelu a rozsahu uhlíkovej dane. Univerzálna uhlíková daň má inú sadzbu ako národná alebo regionálna daň. Sadzba závisí aj od cieleného zníženia emisií a základu dane. Účinná uhlíková daň by sa mala zaviesť na všetky palivá vo všetkých odvetviach v pomere k emisiám uhlíka zo spotreby paliva. V praxi sa však zistilo, že uhlíkové dane sú deformované, pretože niektoré činnosti alebo odvetvia v oblasti emisií uhlíka sú oslobodené. Väčšina sadziieb uhlíkovej dane, ktoré boli doteraz zavedené v rôznych častiach sveta, má určité deformácie. Ďalšou dôležitou otázkou súvisiacou s daňovou sadzbou je, či sa sadzba udržiava rovnaká počas celého posudzovaného časového horizontu alebo či sa riadi krokovou funkciou (t. j. udržiava sa na pevnej sadzbe niekoľko rokov a zvyšuje sa na ďalšiu pevnú sadzbu pre ďalšie časové obdobie) alebo sa mení každý rok. (Nordhaus 2017)

Niekoľko štúdií analyzovalo univerzálnu uhlíkovú daň na splnenie konkrétneho cieľa globálneho zníženia emisií skleníkových plynov, napríklad splnenie cieľa stanoveného v Parížskej klimatickej dohode. Dietz a kol. (2018) odhadujú sadzby uhlíkovej dane pri scenároch 1,5 °C a 2 °C. Zistili, že medián sadziieb univerzálnej uhlíkovej dane podľa scenára 1,5 °C by bol 85 USD/t CO<sub>2</sub>, 145 USD/t CO<sub>2</sub> a 4 550 USD/t CO<sub>2</sub> (všetky ceny z roku 2005) v roku 2020, 2030 a 2100. Daňové sadzby by boli podľa scenára 2 °C približne trikrát nižšie. Pomocou výsledkov simulácií z viacerých IAM Guivarch a Rogelj (2017) ukazujú, že splnenie scenára 2 °C so 66-percentnou pravdepodobnosťou by si vyžadovalo univerzálnu uhlíkovú daň so sadzbami (meranými v cene z roku 2005) v rozmedzí od 15 do 360 USD/t CO<sub>2</sub> v roku 2030, 45 až 1 000 USD/t CO<sub>2</sub> v roku 2050 a 140 až 8 300 USD/t CO<sub>2</sub> v roku 2100. Veľké rozdiely v sadzbách dane z uhlíka sú dôsledkom neistoty týkajúcej sa hnacích síl ciest skleníkových plynov a rozdielov v základných predpokladoch medzi IAM. Medzinárodný menový fond (2019) zistil, že uhlíková daň vo výške 35 USD/t CO<sub>2</sub> (cena z roku 2017) by v priemere postačovala na splnenie NDC veľkých producentov emisií. V roku 2030 by to znížilo celkové emisie krajín G-20 o 23 percent oproti scenáru "ako zvyčajne", zatiaľ čo ich NDC vyžadujú len 12 percent. Uhlíková daň vo výške 70 USD/t CO<sub>2</sub> by znížila celkové emisie krajín G-20 o 33 percent, čo je v súlade s cieľom 2 °C, čo je dlhodobý cieľ Parížskej klimatickej dohody. Komisia na vysokej úrovni pre ceny uhlíka pod vedením Josepha Stiglitz a Nicholasa Sterna dospela k záveru, že na splnenie cieľov 2 °C alebo menej by bola potrebná uhlíková daň so sadzbou 40 – 80 USD/t CO<sub>2</sub> do roku 2020 a 50 – 100 USD/t CO<sub>2</sub> do roku 2030 (Stiglitz a Stern 2017).

#### 4. Výsledky a diskusia

Na základe praxe v európskych systémoch DPH s nulovou sadzbou a oslobodením od daní by sa niekto mohol pýtať, či by podobné výnimky nemali byť začlenené do uhlíkovej dane, aby sa znížila jej regresivita. Odpoveď je nie. Namiesto toho by sa distribučné účinky uhlíkovej dane mali kompenzovať úpravami celkového daňového systému (a najmä dane z príjmu) a nie samotnou uhlíkovou daňou. Dôvodom je, že pokusy o prerozdelenie prostredníctvom úprav komoditnej dane sú vo všeobecnosti menej efektívne ako úpravy priamych daní. (Atkinson a Stiglitz 1976; Kaplow 2006) Najmä úprava uhlíkovej dane o distribučné účinky spôsobuje rovnaké typy deformácií ako úpravy daní z príjmov práce. Napríklad progresívne dane znižujú pracovné stimuly. Okrem toho úprava uhlíkovej dane o distribučné účinky by znížila environmentálne prínosy dane, tým pádom emisie uhlíka by sa nevyrovnali ich hraničným škodám. Preto je lepším prístupom navrhnúť uhlíkovú daň tak, aby čo najlepšie internalizovala účinky emisií a upravila daň z príjmu alebo mzdy pre akékoľvek distribučné účinky.

Optimálna skladba daňových sadzieb bude závisieť od toho, ako sa cieľ stanovuje. V rámci maximalizácie blahobytu, kde sa berú do úvahy prínosy aj náklady na znižovanie emisií uhlíka, by daňová sadzba mala v čase zodpovedať sociálnym hraničným škodám. Ak je cieľom obmedziť emisie na určitú pevnú sumu počas stanoveného časového obdobia, daňová sadzba by mala rásť o mieru návratnosti kapitálu. (Metcalf, 2009). Nordhaus (2008) vykonal explicitnú analýzu maximalizácie blahobytu a zistil, že daňové sadzby časom rastú podobným, ale nie úplne exponenciálnym spôsobom. Jeho model zahŕňa rast populácie, technologické zmeny a nekonštantné diskontné sadzby. Ak dôjde k technologickým pokrokom, optimálna sadzba dane sa tiež upraví tak, aby ich zohľadnila. Vo všeobecnosti by sme v modeloch všeobecnej rovnováhy očakávali, že optimálna daňová sadzba bude rásť základným exponenciálnym tempom rastu, ktoré je modifikované inými silami pôsobiacimi v modeli. Skutočný svet je podstatne komplikovanejší ako aj ten najzložitejší vypočítateľný model všeobecnej rovnováhy.

Existuje viacero foriem kapitálu s rôznymi mierami návratnosti na základe ich rizikových charakteristík. Logika Metcalfa (2009) naznačuje, že primeraná návratnosť kapitálu je s podobnými rizikovými charakteristikami ako hypotetický program povolení, ktorý je ekvivalentný uhlíkovej dani. Logika sa však okamžite zrúti, pretože dane a systémy povolení už nie sú vo svete s neistotou rovnocenné. V praxi je najlepšie, čo môžeme urobiť, stanoviť danú reálnu mieru rastu daňovej sadzby v legislatíve o uhlíkovej dani a predvídať potrebu upraviť sadzbu, keď bude k dispozícii viac informácií.

Bez administratívnych, donucovacích a politických nákladov by ideálny daňový systém zahŕňal všetky činnosti, ktoré vytvárajú externality. To zahŕňa emisie všetkých skleníkových plynov z akejkoľvek činnosti vrátane nielen spotreby energie, ale aj poľnohospodárstva, lesného hospodárstva a priemyselných emisií. Existujú však stovky zdrojov skleníkových plynov, z ktorých väčšina je len malými prispievateľmi. Okrem toho môže byť ťažké merať a zdaňovať mnohé zdroje emisií. Základ dane by sa mal stanoviť najmä tak, aby sa prínos malého rozšírenia základu rovnal zvýšeniu administratívnych nákladov alebo nákladov na dodržiavanie predpisov.

Existujú dve zásady, jedna fyzická a jedna ekonomická, ktoré umožňujú podstatne znížiť náklady na výber dane z emisií z fosílnych palív. Prvým je, že jednotka fosílného paliva bude emitovať rovnaké množstvo uhlíka bez ohľadu na to, kedy a kde sa spaľuje. V prípade emisií uhlíka zo spaľovania fosílnych palív existuje dokonalá zhoda medzi vstupom a výstupom. Preto môžeme zdaniť vstup (fosílny palivo) a nie výstup (emisie). Druhou zásadou je, že vplyv dane a jej účinky na efektívnosť nesúvisia so zákonnou povinnosťou odvieť daň. To znamená, že môže sa zaviesť daň, aby sa minimalizovali náklady na výber a jeho monitorovanie a zabezpečilo sa maximálne krytie.



Keďže emisie uhlíka sú globálnou externalitou (emisie kdekoľvek sa týkajú každého) a vzhľadom na veľký objem obchodu s fosílnymi palivami a tovarom vyrobeným z fosílnych palív, uhlíkové dane musia byť vždy navrhnuté s ohľadom na medzinárodné úvahy. V ideálnom a imaginárnom svete by všetky krajiny zaviedli harmonizovanú uhlíkovú daň, aby emisie kdekoľvek na svete čelili rovnakej cene. Realisticky povedané, niektoré krajiny s veľkými emisiami buď odmietnu uvaliť akúkoľvek cenu uhlíka alebo tak urobia povrchným spôsobom. Dokonca aj krajiny, ktoré zavádzajú režimy stanovovania cien uhlíka, nemusia harmonizovať svoje režimy, čo spôsobuje problémy pri obchodovaní s tovarom podliehajúcim rôznym daňovým sadzbám.

Existujú argumenty, že hraničná daň nie je v rozpore so zásadami voľného obchodu a v skutočnosti sa ním vyžaduje. Voľný obchod sa opiera o princíp komparatívnej výhody. Krajina bez uhlíkovej dane nemá skutočnú komparatívnu výhodu pri výrobe tovaru s vysokými emisiami uhlíka v porovnaní s krajinou s uhlíkovou daňou. Vyrába za to, čo vyzerá ako nižšie náklady len preto, že nominálna cena tovaru nezahŕňa plné výrobné náklady. Kľúčovým problémom úprav hraničnej dane pre uhlík je určenie obsahu uhlíka v statku, ktorý sa vyváža alebo dováža.

V hodnoteniach ex post sa vo všeobecnosti identifikujú menšie účinky uhlíkových daní, napríklad na znižovanie emisií, ako simulácie ex ante (Rafaty a kol., 2020). Hodnotiace štúdie ex ante aj ex post sa najčastejšie týkajú jednej krajiny. Okrem toho existujú analýzy pre skupiny krajín, väčšinou členské štáty EÚ alebo celú EÚ. Ide najmä o analýzy ex ante, zatiaľ čo cezhraničné štúdie ex post sú pomerne zriedkavé. Už v 90. rokoch 20. storočia bolo vykonaných niekoľko hodnotení ex post, väčšinou pre severské krajiny Nórsko, Švédsko a Dánsko, ktoré zaviedli uhlíkové dane už v roku 1991 a 1992. Andersen (2004) stručne zhrňa rôzne hodnotiace štúdie, ktoré jednomyselne preukazujú, že uhlíková daň skutočne znížila emisie CO<sub>2</sub> vo Švédsku a že zníženie uhlíkovej dane pre priemysel zavedené v roku 1993 viedlo k zvýšeniu emisií CO<sub>2</sub>.

V prípade Dánska, ktoré prerozdelenie príjmy z uhlíkovej dane do priemyslu na financovanie zlepšenia energetickej účinnosti a podmienilo znížené daňové sadzby pre energeticky náročné procesy dohodami s firmami o úsporách energie, prvé štúdie ukazujú pomerne značné účinky na zníženie emisií v priemysle (Andersen 2004). Larsen a Nesbakken (1997), porovnávajúci skutočné vykázané emisie CO<sub>2</sub> s hypotetickými kontrafaktuálnymi scenármi, ukazujú pokles emisií v sektore domácností v Nórsku o 3 % – 4 % medzi rokmi 1991 a 1993, zatiaľ čo kvôli mnohým výnimkám bola daň oveľa menej účinná v priemyselnom sektore, kde sa emisie znížili len o 0,5 %. Väčšina štúdií ex post sa však uskutočnila za posledných 20 rokov, pričom mnohé z nich sa zamerali na krajiny EÚ a najmä na severské krajiny. Pokiaľ ide o Fínsko, Sairinen (2012) uvádza zriadenie vládnej pracovnej skupiny pre environmentálne zdaňovanie, že zdaňovanie uhlíka a energie viedlo v rokoch 1990 až 1998 k zníženiu emisií CO<sub>2</sub> o viac ako 7 %. Mideksa (2021) zistil, že fínska uhlíková daň znížila emisie CO<sub>2</sub> o 16 % v roku 1995, o 25 % v roku 2000 a o 31 % v roku 2005 v porovnaní s kontrafaktuálnou daňou bez uhlíka. Bruvoll a Larsen (2004) zistili pomerne mierny pokles emisií CO<sub>2</sub> o 2,3 % od roku 1991 do roku 1999 vyvolaný nórskou uhlíkovou daňou, čo vysvetľujú štedrými výnimkami pre priemyselné odvetvia náročné na fosílna palivá. Mideksa a Kallbecken (2012) identifikujú kumulatívne zníženie emisií CO<sub>2</sub> o 55 miliónov ton medzi rokmi 1991 a 2005 vyvolané nórskou uhlíkovou daňou. Účinnosť uhlíkovej dane v iných európskych krajinách je menej preskúmaná ako v škandinávskych krajinách. Martin a kol. (2014) zistili, že poplatok za zmenu klímy (druh uhlíkovej dane s diferencovanými sadzbami pre palivá) znížil emisie CO<sub>2</sub> o 8,4 %, energeticke náročnosť o 18,1 % a spotrebu elektrickej energie o 22,6 % v období rokov 1999 – 2004. Dussaux (2020) ukazuje, že francúzska uhlíková daň znížila emisie CO<sub>2</sub> o 1 % až 5 % v rokoch 2014 až 2018.

Obavy z možných negatívnych dopadov environmentálnych daní na kľúčové makroekonomické premenné, ako je HDP alebo zamestnanosť, boli v teoretickej a politickej diskusii vyjadrené hneď od začiatku, čo spôsobilo, že vlády sa zdráhali zaviesť environmentálne dane. Teoretickou reakciou na tieto obavy bola formulácia hypotézy dvojitej dividendy, ktorá tvrdila, že recyklácia príjmov z environmentálnych daní

prostredníctvom zníženia iných, viac deformujúcich daní (napr. daní z práce) by mohla priniesť súčasne environmentálne a ekonomické výhody.

Dôvodnou obavou z uhlíkovej dane je, že neposkytuje žiadnu záruku, že sa dosiahne požadovaný cieľ zníženia emisií. Extrémny názor je, že daň jednoducho umožňuje firmám platiť za to, aby pokračovali v znečisťovaní životného prostredia (Metcalf, 2021). Aj keď extrémny názor neuznáva úlohu, ktorú môžu zohrávať cenové signály pri znižovaní emisií, je pravda, že uhlíková daň priamo neobmedzuje emisie. Metcalf (2020) navrhol jednoduchý mechanizmus na zvýšenie pravdepodobnosti, že daný cieľ zníženia emisií bude splnený počas určitého kontrolného obdobia (napr. 15 rokov). Jeho návrh mechanizmu zabezpečenia emisií (EAM) by do každej legislatívy o uhlíkovej dani zahrnul jasné a transparentné pravidlo pre úpravu sadzby dane v priebehu času tak, aby dosiahla referenčné hodnoty znižovania emisií, ako je tiež stanovené v legislatíve. To by poskytlo väčšiu istotu, že krajiny dosiahnu požadované ciele zníženia emisií a zároveň poskytnú cenovú predvídateľnosť, ktorú podnikatelia potrebujú. EAM v skutočnosti zahŕňa ciele vlastnosti programu cap-and-trade do uhlíkovej dane, čím vytvára hybridnú uhlíkovú daň. Aldy (2019) navrhuje zjednodušený legislatívny prístup na zníženie rizika politických prekážok pri revízii daňovej sadzby v reakcii na nové informácie. Murray a kol. (2017) poznamenávajú, že daňové úpravy, regulačná flexibilita a/alebo flexibilita výdavkov na príjmy na nákup dodatočného zníženia emisií sú prístupy, ktoré by sa mohli použiť na zabezpečenie väčšej istoty zníženia emisií pomocou uhlíkovej dane.

## 5. Záver

Problematika optimálneho nastavenia uhlíkovej dane je veľmi obtiažna. Úspešnosť výberu tejto dane závisí od vhodne stanovenej daňovej sadzby. Z výsledkov štúdií vyplýva, že vyššie nastavená sadzba uhlíkovej dane má efektívnejší dopad na pôvodcov negatívnych externalít a to tak, že upravujú svoje technologické postupy, aby vypúšťali menej skleníkových plynov a tým pádom bol pre nich daňový dopad čo najnižší.

Vo všeobecnosti sa dá povedať, že ideálne nastavená uhlíková daň sa určuje pomocou odhadu na základe procesu vyplývajúceho z vopred stanoveného plánu na dlhodobé znižovanie emisií či už na národnej alebo nadnárodnej úrovni. Výška daňovej sadzby by mala byť neustále prehodnocovaná podľa aktuálnej situácie – ochoty pôvodcov externalít upravovať svoje výrobné procesy. Nestotožňujeme sa však s názorom, že by táto kompetencia mala byť prináležaná súkromnej agentúre.

Dá sa konštatovať, že v krajinách, kde boli zavedené uhlíkové dane, v dohľadnej dobe prišlo k zníženiu vypúšťaných emisií v nezanedbateľnej miere. Existuje tu však aj mierna obava pred týmito daňami a to tá, že pri nevhodne stanovenej daňovej sadzbe budú pôvodcovia negatívnych externalít platiť za to, aby mohli naďalej znečisťovať, na čom ku konečnej fáze doplatí spotrebiteľ v podobe premietnutia tejto dane do cien výstupov a prakticky nulového environmentálneho účinku takejto dane. Na druhej strane sa však treba zamyslieť aj nad politickou vôľou vôbec takúto daň zaviesť, nakoľko niektoré krajiny, primárne tie, ktoré sú najväčšími znečisťovateľmi životného prostredia, budú mať veľmi malý, priam nulový záujem takúto daň zavádzať, nakoľko by pre nich prechod na zelenšie technológie bol enormne nákladný. Štúdiami sa však preukázalo, že práve krajiny, kde nie je zavedená uhlíková daň, sú menej konkurencieschopné v rámci medzinárodného obchodu oproti krajinám, kde táto daň zavedená je. O to viac sa tým pádom do popredia dostáva otázka zaoberajúca sa uhlíkovou daňou na nadnárodnej úrovni, čo považujeme za kompromisné riešenie. Pokiaľ sa ale predstavitelia jednotlivých vlád dohodnú na nejakom spoločnom konsenze, tak ostáva pred nami veľké množstvo diskusií a úvah, čo by mohlo byť predmetom ďalšieho výskumu, pričom túto tému o to viac podčiarkuje súčasná nepriaznivá klimatická situácia.

**Zoznam bibliografických odkazov**

1. Aghion, P., Dechezleprêtre, A., Hémous, D., Martin, R., & van Reenen, J. 2016. Carbon taxes, path dependency and directed technical change: Evidence from the auto industry. *Journal of Political Economy*, 124(1), 1–5.
2. Aldy JE. 2019. Carbon tax review and updating: institutionalizing an act-learn-act approach to U.S. climate policy. *Rev. Environ. Econ. Policy* 14(1):76–94.
3. Aldy, J. E., & Stavins, R. N. 2012. The promise and problems of pricing carbon: Theory and experience. *The Journal of Environment & Development*, 21(2), 152-180.
4. Andersen, M. S. 2004. Vikings and virtues: A decade of CO<sub>2</sub> taxation. *Climate Policy*, 4(1), 13–24.
5. Arlinghaus, J. 2015. Impacts of carbon prices on indicators of competitiveness: A review of empirical findings. OECD Environment Working Paper No. 87.
6. Atkinson, A. B., & Stiglitz, J. E. 1976. The design of tax structure: direct versus indirect taxation. *Journal of public Economics*, 6(1-2), 55-75.
7. Baranzini, A., van den Bergh, J. C. J. M., Carattini, S., Howarth, R. B., Padilla, E., & Roca, J. 2017. Carbon pricing in climate policy: Seven reasons, complementary instruments, and political economy considerations. *WIREs Climate Change*, 8(4), 462.
8. Baumol, W., & Oates, W. E. 1971. The use of standards and prices for protection of the environment. *The Swedish Journal of Economics*, 73(1), 42–54.
9. Bohlin, F. 1998. The Swedish carbon dioxide tax: Effects on biofuel use and carbon dioxide emissions. *Biomass and Bioenergy*, 15(4-5), 283–291.
10. Bruvoll, A., & Larsen, B. M. 2004. Greenhouse gas emissions in Norway: Do carbon taxes work? *Energy Policy*, 32(4), 493–505.
11. Dietz, Simon, Alex Bowen, Baran Doda, Ajay Gambhir, and Rachel Warren. 2018. The Economics of 1.5°C Climate Change. *Annual Review of Environment and Resources* 43: 455–80.
12. Drews, S., & van den Bergh, J. C. J. M. 2016. What explains public support of climate policies? A review of empirical and experimental studies. *Climate Policy*, 16(7), 855–876.
13. Dreyer, S. J., & Walker, I. 2013. Acceptance and support of the Australian carbon policy. *Social Justice Research*, 26(3), 343–362.
14. Dussaux, D. 2020. The joint effects of energy prices and carbon prices on environmental and economic performance: Evidence from the French manufacturing sector. OECD Environment Working Paper No. 154.
15. Feldman, L., & Hart, P. S. 2018. Is there any hope? How climate change news imagery and text influence audience emotions and support. *Risk Analysis*, 38(3), 585–602.
16. Freire-González, J. 2018. Environmental taxation and the double dividend hypothesis in CGE modelling literature: A critical review. *Journal of Policy Modeling*, 40(1), 194–223.
17. Fullerton, D. 2011. Six distributional effects of environmental policy. *Risk Analysis*, 31(6), 923–929.
18. Goulder, L. H. 1995. Environmental taxation and the double dividend: A reader's guide. *International Tax and Public Finance*, 2, 157–183.
19. Green, J. F. 2021. Does carbon pricing reduce emissions? A review of ex-post analyses. *Environmental Research Letters*, 16(4).

20. Guivarch, Céline, and Joeri Rogelj. 2017. Carbon Price Variations in 2°C Scenarios Explored. <https://www.carbonpricingleadership.org/s/GuivarchRogelj-Carbon-prices-2C.pdf>
21. International Monetary Fund (IMF). 2019. Fiscal Policies for Paris Climate Strategies—From Principle to Practice. Washington, DC: IMF.
22. Jagers, S. C., Martinsson, J., & Matti, S. 2019. The impact of compensatory measures on public support for carbon taxation: An experimental study in Sweden. *Climate Policy*, 19(2), 147–160.
23. Kaplow, L. 2006. On the undesirability of commodity taxation even when income taxation is not optimal. *Journal of Public Economics*, 90(6-7), 1235-1250.
24. Kirchner, M., Sommer, M., Kettner, C., Kletzan-Slamani, D., Köberl, K., & Kratena, K. 2018. CO<sub>2</sub> tax scenarios for Austria – impacts on household income groups, CO<sub>2</sub> emissions, and the economy. WIFO Working Paper No. 558.
25. Köppl, A., & Schratzenstaller, M. 2023. Carbon taxation: A review of the empirical literature. *Journal of Economic Surveys*, 37(4), 1353-1388.
26. Köppl, A., Kratena, K., Pichl, C., Schebeck, F., Schleicher, S., & Wüger, M. 1996. Macroeconomic and sectoral effects of energy taxation in Austria. *Environmental and Resource Economics*, 8(4), 417–430.
27. Laing, T., Sato, M., Grubb, M., & Comberti, C. 2013. Assessing the effectiveness of the EU Emissions Trading System. Centre for Climate Change Economics and Policy Working Paper No. 126.
28. Larsen, B., & Nesbakken, R. 1997. Norwegian emissions of CO<sub>2</sub> 1987-1994. *Environmental and Resource Economics*, 9(3), 275–290.
29. Lilliestam, J., Patt, A., & Bersalli, G. 2021. The effect of carbon pricing on technological change for full energy decarbonization: A review of empirical ex-post evidence. *Wiley Interdisciplinary Reviews - Climate Change*, 12(1), 681.
30. Martin, R., de Preux, L. B., & Wagner, U. J. 2014. The impact of a carbon tax on manufacturing: Evidence from microdata. *Journal of Public Economics*, 117(C), 1–14.
31. Mayer, J., Dugan, A., Bachner, G., & Steininger, K. W. 2021. Is carbon pricing regressive? Insights from a recursive dynamic CGE analysis with heterogeneous households for Austria. *Energy Economics*, 104, 105661.
32. Metcalf G. E. 2020. An emissions assurance mechanism: adding environmental certainty to a carbon tax. *Rev. Environ. Econ. Policy* 14(1): 114–30.
33. Metcalf, G. E. 2009. Designing a carbon tax to reduce US greenhouse gas emissions. *Review of Environmental Economics and Policy*.
34. Metcalf, G. E. 2021. Carbon taxes in theory and practice. *Annual Review of Resource Economics*, 13(1), 245-265.
35. Metcalf, G. E., Weisbach, D. 2009. The design of a carbon tax. *Harv. Envtl. L. Rev.*, 33, 499.
36. Mideksa, T. K. 2021. Pricing for a cooler planet: An empirical analysis of the effect of taxing carbon. CESifo Working Paper No. 9172.
37. Mideksa, T. K., & Kallbecken, S. 2012. The environmental effectiveness of carbon taxes: Empirical evidence from the Norwegian carbon tax. CICERO Center for International Climate and Environmental Research.
38. Murray B, Pizer WA, Reichert C. 2017. Increasing emissions certainty under a carbon tax. *Harv. Environ. Law Rev.* 41: 14–27.

39. Nordhaus, William D. 2008. *A Question of Balance*. New Haven, CT: Yale University Press.
40. Nordhaus, William D. 2017. Revisiting the Social Cost of Carbon. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 114 (7): 1518–23.
41. OECD 1997. *Evaluating economic instruments for environmental policy*. OECD Publishing.
42. Ott, L., Farsi, M., & Weber, S. 2021. Beyond political divides: Analyzing public opinion on carbon taxation in Switzerland. In A. Franzen & S. Mader (eds.) *Research handbook on environmental sociology* (pp. 313–339). Edward Elgar Publishing.
43. Pearce, D. 1991. The role of carbon taxes in adjusting to global warming. *The Economic Journal*, 101(407), 938–948.
44. Peñasco, C., Díaz Anadón, L., & Verdolini, E. 2021. Systematic review of the outcomes and trade-offs of ten types of decarbonization policy instruments. *Nature Climate Change*, 11, 257–265.
45. Pigou, A. C. 1938. *The Economics of Welfare*. London: Weidenfeld and Nicolson.
46. Pindyck, Robert S. 2017. “Coase Lecture—Taxes, Targets and the Social Cost of Carbon.” *Economica* 84 (335): 345–64.
47. Rafaty, R., Dolphin, G., & Pretis, F. 2020. Carbon pricing and the elasticity of CO2 emissions. INET Working Paper No. 140.
48. Sairinen, R. 2012. Regulatory reform and development of environmental taxation: The case of carbon taxation and ecological tax reform in Finland. In J. Milne & M. S. Andersen (eds.) *Handbook of Research on Environmental Taxation Reform* (pp. 422–438). Edward Elgar.
49. Shwom, R., Bidwell, D., Dan, A., & Dietz, T. 2010. Understanding U.S. public support for domestic climate change policies. *Global Environmental Change*, 20(3), 472–482.
50. Skovgaard, J., Sacks Ferrari, S., & Knaggård, Å. 2019. Mapping and clustering the adoption of carbon pricing policies: What polities price carbon and why? *Climate Policy*, 19(9), 1173–1185.
51. Speck, S., Andersen, M. S., Nielsen, H. O., Ryelund, A., & Smith, C. 2006. *The use of economic instruments in Nordic and Baltic environmental policy 2001-2005*. Nordic Council of Ministries.
52. Sterner, T., Carson, R. T., Hofstead, M., Howard, P., Jagers, S. C., Köhlin, G., Parry, I., Rafaty, R., Somanatan, E., Steckel, J. C., Whittington, D., Alpizar, F., Ambec, S., Aravena, C., Bonilla, J., Daniels, R. C., Garcia, J., Haring, N., Kacker, K., Wang, M. 2020. Funding inclusive green transition through greenhouse gas pricing. *Ifo DICE Report*, 18(1), 3–8.
53. Stiglitz, Joseph, and Nicholas Stern. 2017. *Report of the High-Level Commission on Carbon Prices*. Washington, DC: World Bank.
54. Timilsina, G. R. 2022. Carbon taxes. *Journal of Economic Literature*, 60(4), 1456-1502.
55. Timilsinas, G. R. 2018. Where is the carbon tax after thirty years of research? *World Bank Policy Research Working Paper No. 8493*.
56. Veugelers, R. 2012. Which policy instruments to induce clean innovation? *Research Policy*, 41(10), 1770–1778.
57. World Bank. 2022. *State and trends of carbon pricing 2022*. World Bank.
58. Yamazaki, A. 2017. Jobs and climate policy: Evidence from British Columbia’s revenue neutral carbon tax. *Journal of Environmental Economics and Management*, 83, 197–216.