Munich Personal RePEc Archive

Transition Risks of Climate Change: An Analysis of Greenhouse Gas Emissions in Croatia and the Euro Area

Srdelić, Leonarda

25 June 2024

Online at https://mpra.ub.uni-muenchen.de/129970/
MPRA Paper No. 129970, posted 09 Jul 2026 15:19 UTC

Tranzicijski rizici klimatskih promjena: Analiza emisija stakleničkih plinova u Hrvatskoj i europodručju*

Leonarda Srdelić†

Lipanj, 2024.

Sažetak

Kako bi identificirali sektore u Hrvatskoj koji su posebno osjetljivi na mjere Europske unije za prijelaz na niskougljično gospodarstvo, u ovom se radu analiziraju podaci Okvirne konvencije Ujedinjenih naroda o klimatskim promjenama (UNFCCC) o emisijama stakleničkih plinova. Cilj analize je identificirati sektore koji najviše doprinose klimatskim promjenama, ocijeniti njihovu uspješnost u provođenju politika za smanjenje emisija i ostvarivanje ciljeva održivog razvoja. Na temelju toga, jasno se pokazuje da su sektori Energetika, Promet i Industrijski procesi ključni u kontekstu osjetljivosti na klimatske politike EU. Nasuprot tome, sektor Korištenje zemljišta, prenamjena zemljišta i šumarstvo pruža jedinstvene prilike za ublažavanje klimatskih promjena kroz aktivnosti pohrane ugljika, što pridonosi postizanju klimatske neutralnosti.

Ključne riječi: tranzicijski rizici, klimatske promjene, emisije stakleničkih plinova, Hrvatska, europodručje.

JEL: E01; Q54; Q58.

*Sve eventualne netočnosti i greške isključiva su odgovornost autorice, a zaključci izneseni u radu ne odražavaju nužno stavove Instituta za javne financije ili njegovih članova. Izražavam iskrenu zahvalnost Sandri Švaljek na izdvojenom vremenu za čitanje ovog rada te na komentarima i prijedlozima koji su pridonijeli njegovoj kvaliteti. Sve eventualne pogreške isključivo su odgovornost autorice.

†E-mail: leonarda.srdelic@ijf.hr

1. Uvod

Tranzicijski rizici predstavljaju financijske gubitke povezane s prijelazom na niskougljično gospodarstvo, što može uključivati promjene u politici, tehnologiji, tržištima i društvu koje mogu utjecati na vrijednost imovine i profitabilnost poduzeća. Ovi rizici postaju sve važniji faktor u upravljanju investicijama i poslovnim odlukama, pogotovo u kontekstu globalnih nastojanja za ograničenjem klimatskih promjena (ESB 2020.).

Korištenjem podataka o antropogenim emisijama stakleničkih plinova prema vrsti plina i gospodarskom sektoru, u ovom radu se detaljno analiziraju trendovi povezani s kretanjem emisija stakleničkih plinova na području Republike Hrvatske izneseni u usporedbi s europodručjem tijekom posljednjih trideset godina (1990. - 2020.). Prvo, kako bismo odredili položaj Hrvatske u pogledu emisija stakleničkih plinova, izračunati su doprinosi svake pojedine zemlje članice u ukupnim emisijama europodručja te emisije po stanovniku. Potom se, uz pretpostavku da se potražnja za fosilnim gorivima očituje emisijom ugljika, uspoređuju podaci o kretanju bruto domaćeg proizvoda (BDP) i emisije ugljika čime se nastoji ispitati koliko je Hrvatska više ili manje uspješna u odvajanju gospodarskog rasta od potražnje za fosilnim gorivima. Isto tako, s ciljem analize uspješnosti dekarbonizacije energije, napravljena je usporedba ekonomskih pokazatelja učinkovitosti potrošnje energije. U tu svrhu su korišteni pokazatelji intenziteta emisije ugljika i produktivnost emisije ugljika. Glavna razlika između ta dva pokazatelja je u tome što intenzitet emisije ugljika procjenjuje učinkovitost u korištenju energije u pogledu emisija, dok produktivnost emisije ugljika procjenjuje učinkovitost gospodarstva u stvaranju vrijednosti u odnosu na emisije. Konačno, analiziraju se emisije stakleničkih plinova prema vrsti plina i po gospodarskim sektorima i podsektorima za Hrvatsku i prosjek europodručja. Cilj je identificirati sektore s visokim emisijama. Ova informacija nam je važna jer će tranzicija prema niskougljičnom gospodarstvu zahtijevati smanjenje emisija u tim sektorima što može dovesti do financijskih gubitaka za poduzeća i banke koje su izložene tim sektorima. Isto tako, kako gospodarstvo prelazi na niskoemisijski gospodarski rast, može doći do promjena u vrijednosti imovine i financijskih instrumenata povezanih s visokougljičnim sektorima što također može predstavljati rizik za investitore i financijske institucije (EBA 2022.; BCBS 2022.).

Ovaj rad, prema autoričinom saznanju, predstavlja prvu sveobuhvatnu analizu tranzicijskih rizika povezanih s kretanjem emisija stakleničkih plinova u Hrvatskoj. Istraživanje donosi originalan uvid u specifičnosti hrvatskog gospodarstva, analizirajući njegovo pozicioniranje unutar europodručja u kontekstu dekarbonizacije i ekonomske učinkovitosti. Kroz komparativnu analizu pokazatelja poput intenziteta i produktivnosti emisije ugljika, rad omogućava razumijevanje kako se gospodarski rast može odvijati neovisno o povećanoj potražnji za fosilnim gorivima, ističući važnost ovih saznanja za strateško planiranje i politike. Identifikacija sektora s visokim emisijama pruža ciljane smjernice za alokaciju resursa i prilagodbu poslovnih modela, te postavlja temelje za daljnje istraživanje i razvoj modela za bolje predviđanje tranzicijskih rizika. Također, rad služi kao ključna podrška u donošenju odluka o upravljanju klimatskim rizicima unutar financijskog sektora, čime se izravno pridonosi proširenju znanja o klimatskim promjenama i njihovim implikacijama, ključnim za hrvatsko gospodarstvo u kontekstu globalnih klimatskih ciljeva.

Rad je strukturiran kako slijedi: Uvod postavlja kontekst istraživanja i definira ključne pojmove. Drugo poglavlje pruža pregled razvoja tranzicijskih politika Europske unije, objašnjavajući kako one utječu na gospodarske i regulatorne okvire unutar članica. U trećem dijelu, metodologija, opisuju se korištene analitičke tehnike i izvori podataka.

Četvrto poglavlje sadrži prezentaciju i interpretaciju rezultata. Rad završava zaključkom koji sintetizira glavne nalaze i implicira moguće smjernice za politiku i daljnja istraživanja.

2. Razvoj tranzicijskih politika EU

Klima se na Zemlji oduvijek mijenjala i na taj način oblikovala prirodni okoliš i živote ljudi te utjecala na njihove ekonomske i društvene odnose. U posljednjih nekoliko stoljeća, a osobito od početka industrijske revolucije, utjecaj je postao uzajaman. Osim što klima i dalje utječe na ljude, ljudi su također svojim aktivnostima počeli utjecati na klimu i okoliš pokrećući proces povratnih veza.

Prepoznajući klimatske promjene kao globalni problem, znanstvena zajednica je unatrag nekoliko desetljeća počela proučavati utjecaj ljudskih aktivnosti na klimu i okoliš. Kao posebno važan događaj ističe se osnivanje Međuvladinog panela o klimatskim promjenama (IPCC) 1988. godine, čiji su znanstveno utemeljeni izvještaji doprinijeli širenju zanimanja za klimatske promjene i izvan znanstvenog miljea, potičući međunarodnu suradnju i poduzimanje koordiniranih akcija za očuvanje klime i okoliša. Prvi takav izvještaj objavljen je 1990. godine, u kojem se naglašava da su ubrzane klimatske promjene posljedica ubrzanog rasta emisija stakleničkih plinova (eng. *Greenhouse gases*; GHG) i njihove akumulacije u atmosferi, uglavnom zbog ljudskih aktivnosti (IPCC 1990.). Među tim aktivnostima izdvajaju se sagorijevanje fosilnih goriva, industrijski procesi i sječa šuma. Ubrzane klimatske promjene imaju vidljive posljedice na okoliš, uključujući postepeni rast prosječne globalne temperature Zemljine površine, podizanje razine mora, te češće i razornije prirodne katastrofe, kao što su poplave, suše i šumski požari.

Navedeni izvještaj IPCC-a postavio je temelje za buduću međunarodnu suradnju i nacionalne zakonodavne mjere s ciljem smanjenja emisija stakleničkih plinova. Jedan od značajnijih međunarodnih sporazuma koji je uslijedio nakon izvještaja bio je Kyoto protokol, usvojen 1997. godine (UNFCCC 1998.). Protokolom su se razvijene zemlje obvezale na smanjenje emisija stakleničkih plinova ispod razina iz referentne godine (u pravilu 1990.). Kako bi ispunila zahtjeve Kyotskog protokola, Europska je unija 2005. godine pokrenula Europski sustav za trgovinu emisijama (EU ETS). EU ETS je prvi veliki "cap-and-trade" sustav za emisije stakleničkih plinova koji postavlja ograničenja emisija za tvrtke (EK 2015.).

Tijekom godina, IPCC je kontinuirano objavljivao izvještaje, nadopunjujući znanstvene dokaze i smjernice za buduće politike. Treći izvještaj iz 2001. godine posebno se ističe svojim detaljnim preporukama za ublažavanje klimatskih promjena (IPCC 2001.), dok Peti izvještaj, objavljen u više dijelova tijekom 2013. i 2014. godine (IPCC 2013.), naglašava važnost ograničavanja porasta globalne temperature na manje od 2 stupnja Celzijeva u odnosu na predindustrijsku razinu. Ovi izvještaji su bili usmjereni na smanjenje ozbiljnih posljedica klimatskih promjena, uključujući porast razine mora, ekstremne vremenske uvjete, gubitak bioraznolikosti, te ugroženost sigurnosti hrane i vode, među ostalim problemima. Postupno su izgradili globalni konsenzus o utjecaju ljudskih aktivnosti na klimatske promjene, što je kulminiralo potpisivanjem Pariškog sporazuma 2015. godine (UNFCCC 2015.).

Pariški sporazum prvi je pravno obvezujući globalni klimatski sporazum postignut na 21. sjednici konferencije stranaka Okvirne konvencije Ujedinjenih naroda o klimatskim promjenama (eng. *United Nations Framework Convention on Climate Change*; UNFCCC), održanoj u Parizu 2015. godine i smatra se najznačajnijim globalnim činom u borbi protiv

klimatskih promjena s obzirom na to da su ga potpisale sve članice Europske unije[1] i gotovo sve zemlje svijeta[2]. Pariškim sporazumom poziva se na ograničavanje globalnog zatopljenja na ispod 2 stupnja Celzijeva, s težnjom prema 1,5 stupnjeva Celzijeva, u odnosu na predindustrijsko razdoblje (UNFCCC 2015.).

Kako bi se postigao cilj ograničavanja globalnog zatopljenja, potrebno je smanjiti emisije stakleničkih plinova. Konkretni ciljevi smanjenja emisija stakleničkih plinova nisu propisani Pariškim sporazumom. Umjesto toga, sporazum se oslanja na nacionalno određene doprinose (NDCs - Nationally Determined Contributions) koje svaka država predlaže sama i koji su zabilježeni u Registru određenih nacionalnih doprinosa (NDC Registry).

U skladu s tim, Europska je unija inicijalno postavila cilj smanjenja emisije stakleničkih plinova za najmanje 40% na razini gospodarstva do 2030. godine u usporedbi s razinama 1990. godine. Kasnije, u sklopu Europskog zelenog plana (eng. *European Green Deal*) predstavljenog 2019. godine, EU je podigla svoje ambicije postavljajući cilj smanjenja emisija za 55% do 2030. godine u odnosu na razine iz 1990., te cilj postizanja klimatske neutralnosti[3] do 2050. godine (EK 2021.).Kako bi se osiguralo da sve politike EU pridonose zajedničkom cilju, u lipnju 2021., formalno je usvojen Europski zakon o klimi (eng. *European Climate Law*), pravno obvezujući instrument koji zahtijeva od Europske unije i njezinih država članica da do 2050. godine postignu klimatsku neutralnost (UPEU 2021.). Nakon donošenja zakona, u srpnju 2021., Europska komisija usvojila je skup prijedloga "Spremni za 55" (eng. *Fit for 55*) za reviziju i ažuriranje zakonodavstva EU-a s ciljem osiguranja usklađenosti politika EU-a s klimatskim ciljevima postavljenima u Europskom klimatskom zakonu. "Spremni za 55" uključuje mnoge inicijative, među kojima se ističe novi cilj za smanjenje emisija iz postojećih sektora obuhvaćenih EU ETS-om za 62% do 2030. godine u usporedbi s razinom iz 2005. godine.

Pored postavljanja ograničenja emisija, Europska je unija prepoznala važnost usmjeravanja kapitala prema održivim projektima i ključnu ulogu koju u tome ima financijski sektor. Kako bi olakšala identifikaciju i ulaganje u projekte ključne za Europski zeleni plan, EU je donijela Uredbu EU Taksonomije čime su postavljeni jasni kriteriji za održive ekonomske aktivnosti (EPCEU 2020.). Ova uredba, zajedno s Direktivom o korporativnom izvještavanju o održivosti (CSRD), koja zahtijeva detaljnije izvještavanje o održivosti, pruža temelj za transparentniju i odgovorniju financijsku praksu. CSRD zahtijeva od poduzeća da počnu s primjenom pravila o izvještavanju o održivosti od financijskih godina koje započinju 1. siječnja 2024., čime se omogućava da prva serija izvještaja bude objavljena 2025. godine (EPCEU 2022.). U tom kontekstu, financijski sektor ima mogućnost odabrati projekte i poduzeća koja doprinose smanjenju emisija i prilagodbi na klimatske promjene.

Unatoč svemu, rizik od klimatskih promjena još uvijek mnoge organizacije percipiraju kao dugoročan i smatraju da izlazi izvan vremenskih dimenzija procesa donošenja odluka, no mnoge potencijalne posljedice klimatskih promjena, kao i prijelaz na gospodarstvo s neto nultom emisijom ugljika, događat će se, i događaju se, unutar tipičnog vijeka trajanja poslovanja (IPCC 2022.). Tako je Vlada Republike Hrvatske u 2022. godini, unatoč preporukama Europske unije (EU) za smanjenje ovisnosti o fosilnim gorivima, povećala subvencije za energente kao odgovor na energetsku krizu uzrokovanu geopolitičkim napetos-

[1] Odluka o ratifikaciji Pariškog sporazuma donesena je posebno u ime Europske unije te svake države članice.

[2] Od 197 zemalja i teritorija koje su članice UNFCCC-a, samo tri zemlje nisu potpisale Pariški sporazum. To su Eritreja, Iran i Turkmenistan.

[3] Klimatska neutralnost je stanje u kojem se emisije stakleničkih plinova smanje na najmanju moguću mjeru, a preostale emisije se uravnoteže kroz mjere uklanjanja tih plinova iz atmosfere.

tima i ratom u Ukrajini. Europska komisija je isticala važnost smanjenja potrošnje fosilnih goriva i poticanja obnovljivih izvora energije kroz plan REPowerEU, no u situacijama visokih cijena energije i nesigurnosti opskrbe, neke države članice, uključujući Hrvatsku, odlučile su privremeno povećati potporu za fosilna goriva kako bi ublažile ekonomski udar za svoje građane (EK 2022.; EK 2023.; EK 2024.).

Ovaj potez odražava širi europski izazov balansiranja između ciljeva održivosti i trenutnih gospodarskih i socijalnih potreba, osobito u kontekstu izvanrednih okolnosti koje je uzrokovala globalna pandemija i rat u Ukrajini. Iako su mjere subvencija fosilnim gorivima u suprotnosti s dugoročnim ciljevima dekarbonizacije i smanjenja emisija stakleničkih plinova, one su u kratkoročnom smislu pružile olakšanje od rasta cijena energije. Međutim, europski regulatori nastavljaju naglašavati potrebu za ubrzanom tranzicijom prema čistijim izvorima energije kako bi se osigurala energetska sigurnost i postigla klimatska neutralnost do 2050. godine (EK 2022.; EK 2023.; EK 2024.). Stoga će priroda i veličina rizika ovisiti o tome koliko brzo organizacije razvijaju atribute otpornosti i prilagodljivosti.

3. Metodologija

Metodologija korištena u analizi kretanja i doprinosa ukupnim emisijama stakleničkih plinova prema vrsti plina i gospodarskom sektoru temelji se na preporukama Međuvladinog panela o klimatskim promjenama (IPCC), koje obuhvaćaju sedam vrsta stakleničkih plinova. To su ugljikov dioksid (CO_2), metan (CH_4), dušikov oksid (N_2O) i fluorirani ugljikovodični spojevi (fluorougljikovodici $HFCs$, perfluorougljici $PFCs$, sumporni heksafluorid SF_6 i dušikov trifluorid NF_3). Za svaki staklenički plin, uzet je u obzir njegov staklenički potencijal (GWP100) koji predstavlja mjeru utjecaja pojedinog plina na globalno zatopljenje u odnosu na CO_2. Stoga, kako bi se omogućila usporedba emisija različitih vrsta stakleničkih plinova na temelju njihovog doprinosa klimatskim promjenama, emisije su izražene u jedinici ekvivalenta ugljikovog dioksida (CO_2 ekvivalent; $CO_2 - eq$).

Izvori emisija i uklanjanja pomoću ponora[4] stakleničkih plinova su- prema IPCC metodologiji, podijeljeni su u pet glavnih sektora. To su Energetika, Industrijski procesi i uporaba proizvoda, Poljoprivreda, Korištenje zemljišta, prenamjene zemljišta i šumarstvo (eng. *Land use, land use change and forestry*; LULUCF) te Otpad. Sektor Energetika dodatno je analiziran po svojim idućim podsektorima: Energetske transformacije (odnose se prije svega na proizvodnju električne energije i topline), Promet, Sektor opće potrošnje (potrošnja energije u stambenim i poslovnim zgradama), Industrija i graditeljstvo te Fugitivne emisije.

Podaci su preuzeti u ožujku 2022. iz UNFCCC baze podataka kojoj su stranke u okviru Priloga 1 UNFCCC konvencije, uključujući Hrvatsku, obvezne svake godine izraditi i dostaviti Nacionalni inventar (NIR) antropogenih emisija iz izvora i uklanjanja emisija pomoću ponora svih stakleničkih plinova. Za izradu i dostavu NIR-a za Hrvatsku, odgovorno je Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja.

[4]Ponori emisija odnose se na negativne emisije koji dolaze iz sektora Korištenje zemljišta, promjene u korištenju zemljišta i šumarstvo (LULUCF).

4. Rezultati

4.1 Emisije stakleničkih plinova po zemljama europodručja

Ukupna neto[5] emisija stakleničkih plinova europodručja pokazuje relativno stabilan trend smanjenja tijekom posljednjih tridesetak godina (Slika 1a). Emisije su se smanjile s 3,5 $GtCO_2$ u 1990. na 2,6 $GtCO_2$ u 2019. godini[6], odnosno za 25,7%, s prosječnom godišnjom stopom smanjenja od 1,0% tijekom promatranog razdoblja (Slika 1b). Promatrano po zemljama članicama, emisiju stakleničkih plinova u istom su razdoblju najviše u prosjeku smanjile zemlje Estonija (-2,2%), Slovačka (-2,0%) i Litva (-1,9%). Hrvatska je istovremeno smanjivala emisiju stakleničkih plinova za 0,4% u prosjeku godišnje što je ispod prosjeka europodručja.

Unatoč ukupnom smanjenju emisija europodručja, nisu sve zemlje uspjele smanjiti emisije. Tako je Latvija tijekom posljednjih tridesetak godina povećavala svoje emisije stakleničkih plinova za 2,3% godišnje u prosjeku. Osim Latvije, emisiju su povećale i Cipar (1,8%), Austrija (0,7%), Španjolska (0,4%), Irska (0,4%), Slovenija (0,3%), Portugal (0,3%) te Finska (0,2%).

Promatrano po doprinosu zemalja ukupnim emisijama europodručja, vidljivo je kako preko 60% ukupnih emisija stakleničkih plinova europodručja dolazi iz svega tri zemlje. To je prije svega Njemačka s 31,4% te Francuska i Italija s po 15,6%. Hrvatska je doprinosila ukupnim emisijama sa svega 0,6%, a još manji doprinos imale su Malta, Cipar, Latvija, Luksemburg, Slovenija, Estonija i Litva.

Usporedimo li neto emisije po stanovniku, slika je znatno drugačija (Slika 1c). Umjesto Njemačke, Francuske i Italije, sada prva tri mjesta zauzimaju Luksemburg (17,0 tona), Irska (13,6 tona) i Estonija (10,8 tona), a zadnja tri mjesta ponovno Malta i Litva (4,2 tona) te Hrvatska (4,6 tona). Prosjek emisija po stanovniku europodručja u pretpandemijskoj 2019. godini iznosio je 7,6 tona.

Kada usporedimo koje su zemlje smanjile emisiju po stanovniku u 2019. u odnosu na baznu godinu, vidimo da su gotovo sve zemlje članice europodručja, izuzev Cipra i Austrije to učinile. No, potrebno je s oprezom interpretirati ovaj relativni pokazatelj. Naime, ako iz prethodne analize apsolutnog pokazatelja emisija znamo da čak osam zemalja nije smanjilo emisije, razlog leži u porastu broja stanovnika. Tako su zemlje poput Španjolske i Irske emitirale veću količinu stakleničkih plinova u 2019. godini u odnosu na 1990., ali se njihov relativni pokazatelj znatno poboljšao ponajprije zbog priljeva stanovnika.

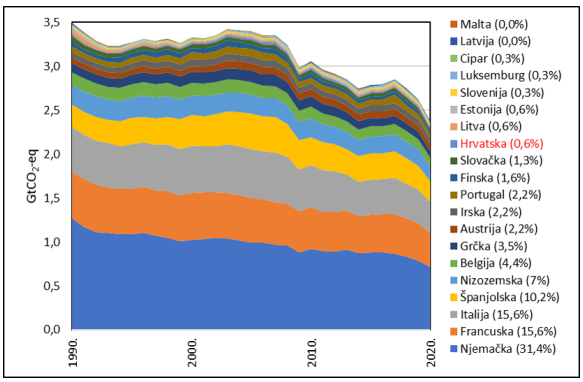
Sveukupno, znatno niži doprinos Hrvatske ukupnim emisijama europodručja u odnosu na ostale zemlje, može se objasniti različitom strukturom gospodarstva. Tako u strukturi hrvatskog gospodarstva prevladava uslužni sektor poput turizma, dok je u strukturi ostalih zemalja europodručja znatno zastupljeniji proizvodni sektor. Međutim, unatoč malom doprinosu Hrvatske ukupnim emisijama europodručja, u nastavku ćemo vidjet kako su ostale zemlje članice europodručja u prosjeku uspješnije u prelasku na niskougljično gospodarstvo u odnosu na Hrvatsku.

[5]Uključujući ponore emisija koji dolaze iz sektora Korištenje zemljišta, promjene u korištenju zemljišta i šumarstvo (LULUCF)

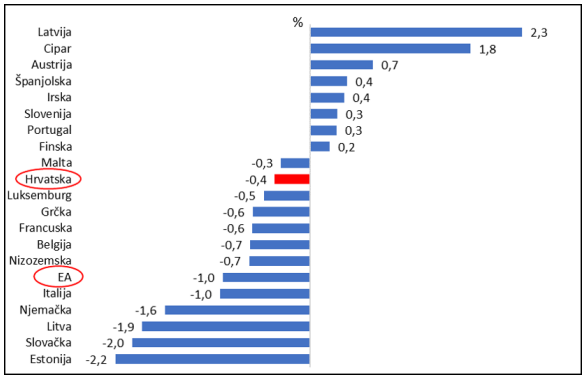
[6]Unatoč dostupnosti podataka za 2020. godinu, zbog pandemije bolesti COVID-19 koja je imala značajan utjecaj na emisije stakleničkih plinova u Hrvatskoj i europodručju napravljena je usporedba s 2019. godinom.

Slika 1: Kretanja, struktura i prosječne godišnje stope promjene po zemljama europodručja (EA) ukupnih neto* emisija stakleničkih plinova

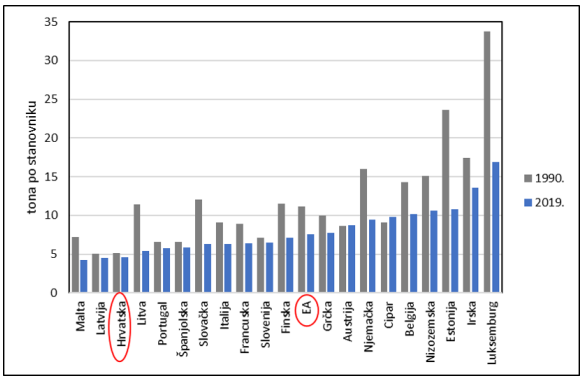
(a) Kretanja emisija EA i prosječni godišnji doprinosi zemalja (u zagradi u %) ukupnim emisijama



(b) Prosječne godišnje stope promjene emisija po zemljama članicama EA za razdoblje 1990. - 2019.



(c) Emisije po stanovniku po zemljama članicama EA u 1990. i 2019.**



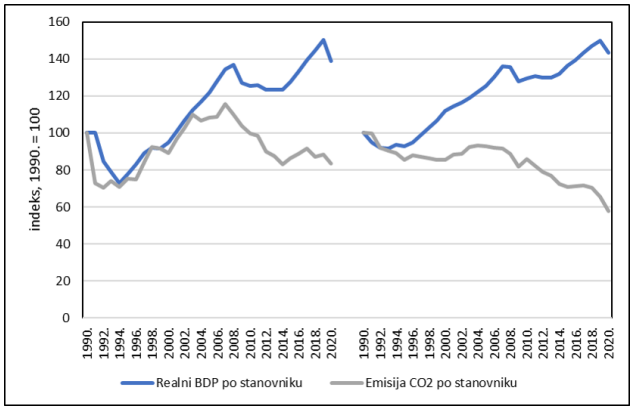
*Uključujući ponore emisija koji dolaze iz sektora Korištenje zemljišta, promjene u korištenju zemljišta i šumarstvo (LULUCF)
** Unatoč dostupnosti podataka za 2020. godinu, zbog pandemije bolesti COVID-19 koja je imala značajan utjecaj na emisije stakleničkih plinova u Hrvatskoj i zemljama europodručja napravljena je usporedba s 2019. godinom.
Napomena: Zbroj udjela nije uvijek jednak 100% zbog zaokruživanja.
Izvor: Izračun autora na temelju podataka UNFCCC

4.2 Gospodarski rast i emisije ugljika

Uspješnost gospodarstva u prelasku na niskougljični gospodarski rast možemo provjeriti usporedbom kretanja realnog BDP-a i emisije ugljika. Naime, za prijelaz na niskougljični gospodarski rast, potrebno je odvojiti gospodarski rast (mjeren BDP-om) od potražnje za fosilnim gorivima (mjeren emisijom CO_2). Veza između gospodarskog rasta i emisija ugljika tradicionalno je bila snažna, budući da su industrijalizacija i ekonomski razvoj često bili vođeni energijom dobivenom iz fosilnih goriva (York, Rosa i Dietz 2003.; Jorgenson i Clark 2011.). Teorija Environmental Kuznets Curve (EKC) sugerira da kako gospodarstva rastu, inicijalno povećanje emisija slijedi do određene točke dohotka nakon koje emisije počinju padati, reflektirajući veću efikasnost i prelazak na čišće tehnologije (Stern 2004.). Pritom na kretanje domaćih emisija mogu utjecati i međunarodna trgovina te razlike u strogosti okolišnih politika, koje emisijski intenzivne aktivnosti premještaju među zemljama (Copeland i Taylor 2004.). Međutim, u modernim ekonomijama, posebice onima koje teže zelenoj tranziciji, teži se dekupliranju gospodarskog rasta od emisija, čime se postiže rast bez paralelnog povećanja emisija. Stoga, kako bi ustanovili koliko su Hrvatska i zemlje europodručja uspješne u odvajanju gospodarskog rasta od potražnje za fosilnim gorivima, prikazani su podaci o kretanju bruto domaćeg proizvoda po stanovniku, i emisije ugljika po stanovniku (Slika 2).

Na primjeru europodručja (desno) primjetno je potpuno odvajanje gospodarskog rasta od emisije ugljika tijekom promatranog razdoblja. Istovremeno je na primjeru Hrvatske (lijevo) vidljivo djelomično odvajanje: u razdoblju 1990. - 2008., gospodarski rast i emisija ugljika hrvatske kretali su u istom smjeru i sličnom dinamikom. Zatim je od 2008. gospodarski rast Hrvatske, nakon kratkog pada, nastavio rasti, a emisija ugljika počela je padati. Jedno od objašnjenja razdvajanja gospodarskog rasta i emisija u Hrvatskoj 2008. godine mogu biti strukturne promjene koje su se dogodile u hrvatskom gospodarstvu nakon financijske krize. Strukturne promjene dovele su do smanjenja ovisnosti hrvatskog gospodarstva o tradicionalnim visokoemisijskim sektorima i povećanja ulaganja u manje energetski intenzivne sektore poput turizma, IT-a i kreativnih industrija (Tica, Šagovac i Šikić 2023.).

Slika 2: Kretanja emisije CO_2 po stanovniku i realnog BDP-a po stanovniku u Hrvatskoj (lijevo) i europodručju (desno)



Izvor: Izračun autora na temelju podataka OECD

Odvajanje gospodarskog rasta od potražnje za fosilnim gorivima može se postići na dva načina - redukcijom, odnosno štednjom energije ili dekarbonizacijom energije. Kako bi

ustanovili koliko su Hrvatska i zemlje europodručja uspješne u dekarbonizaciji energije, koristimo se pokazateljem intenziteta emisije ugljika koji nam omogućuje praćenje koliko se emisija stakleničkih plinova, posebno ugljika, generira po jedinici potrošene energije. Na primjer, kada zemlja smanjuje upotrebu fosilnih goriva i/ili povećava korištenje obnovljivih izvora energije, intenzitet emisije ugljika se smanjuje, i suprotno, intenzitet emisije ugljika se povećava kada zemlja povećava upotrebu fosilnih goriva u proizvodnji energije.

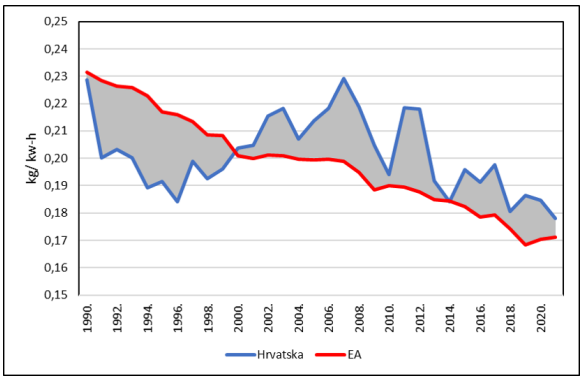
Na primjeru Hrvatske i europodručja vidimo kako se taj pokazatelj u prosjeku smanjivao u oba primjera (Slika 3a). Ipak, kod Hrvatske je vidljiva značajna fluktuacija, dok su zemlje europodručja dosljedno smanjivale intenzitet emisije tijekom promatranog razdoblja (1990. - 2020.). Štoviše, intenzitet emisije ugljika u Hrvatskoj je nakon 1995. godine nadmašio intenzitet u zemljama europodručja, što upućuje na to da su zemlje europodručja u prosjeku uspješnije u dekarbonizaciji energije i prelasku na niskougljično gospodarstvo. Takav nalaz u skladu je s ocjenom MMF-a prema kojoj je hrvatska klimatska strategija umjereno ambiciozna i tek djelomično integrirana s energetskom strategijom, pri čemu izostaje sveobuhvatno određivanje cijene ugljika koje bi tržište dosljedno usmjeravalo na smanjivanje upotrebe fosilnih goriva (MMF 2023.).

Drugi važan pokazatelj- produktivnost ugljika, pruža informacije o tome koliko gospodarstvo ili industrija proizvodi vrijednosti u odnosu na emisije. Ovaj pokazatelj mjeri učinkovitost u proizvodnji BDP-a u odnosu na količinu emitiranog ugljika. Visoka produktivnost emisije ugljika znači da se ostvaruje više gospodarskog rasta uz manje emisija ugljika (Stern 2004.).

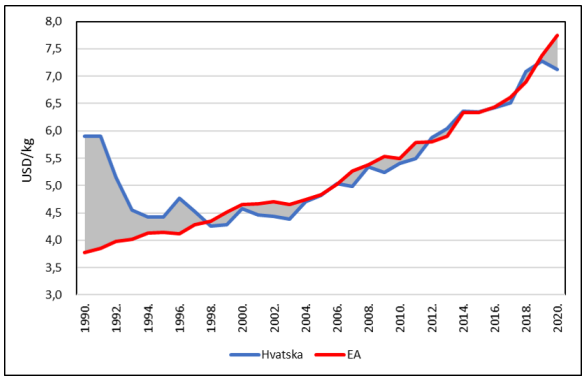
Analizirani podaci pokazuju kako je produktivnost ugljika u Hrvatskoj tijekom promatranog razdoblja u prosjeku rasla i kretala se slično kao i prosjek europodručja (Slika 3b). To znači da je BDP u oba gospodarstva u prosjeku rastao, dok se istovremeno emisija ugljika smanjivala.

Slika 3: Relativni pokazatelji emisije ugljika u Hrvatskoj i europodručju (EA), 1990. - 2020.

(a) Intenzitet emisije CO_2*



(b) Produktivnost emisije CO_2**



*Intenzitet emisije CO_2 računa se kao emisija CO_2 (u kg) po jedinici (kW-h) proizvedene energije.
**Produktivnost emisije CO_2 računa se kao vrijednost realnog BDP-a (bazna godina = 2015.) po jedinici emisije CO_2 (u kg).
Izvor: Izračun autora na temelju podataka UNFCCC i OECD

4.3 Emisije stakleničkih plinova prema vrsti plina

Ugljikov dioksid (CO_2) najzastupljeniji je staklenički plin koji doprinosi klimatskim promjenama. U Hrvatskoj je odgovoran za oko 65% ukupnih emisija, a u europodručju

za oko 80% (Slika 4a-b). Ovaj plin oslobađa se prilikom izgaranja fosilnih goriva u proizvodnji električne energije i topline, zatim prometu te industrijskim procesima i ostaje u atmosferi stotinama godina, ukoliko ga ne apsorbira drveće i ostala vegetacija. Drugi po redu najzastupljeniji plin tijekom posljednjih trideset godina bio je metan (CH_4), plin s prosječnim udjelom od oko 20% u Hrvatskoj i 10% u europodručju, a proizvode ga sektor poljoprivrede i sektor gospodarenja otpadom. Treći po važnosti je dušikov oksid (N_2O) doprinosi s oko 12% u Hrvatskoj i 7% ukupnim emisijama u europodručju. Ovaj plin također nastaje uporabom gnojiva i kompostiranja u poljoprivrednom sektoru, procesima fermentacije u sektoru otpada, iz sagorijevanja u industrijskim procesima, te proizvodnjom i uporabom kemikalija u kemijskoj industriji. Najmanji udio u strukturi emisija (oko 4% u Hrvatskoj i 2% europodručju) zauzimaju fluorirani ugljikovodični spojevi, poznati i kao sintetički staklenički plinovi, koji su, unatoč malom udjelu, važni zbog svog velikog stakleničkog potencijala. Emisije fluoriranih ugljikovodičnih spojeva uglavnom su vezane uz njihovo korištenje u sustavima za hlađenje i klimatizaciju.

Prosječne emisije stakleničkih plinova europodručja pokazuju stabilan trend smanjenja tijekom posljednjih trideset godina. Sa svakim promatranim desetljećem, zemlje europodručja postupno su ostvarivale sve veću prosječnu godišnju stopu smanjenja emisija stakleničkih plinova (Slika 4f). Tako je, u prvom promatranom desetljeću (1991. - 2000.), prosječna godišnja stopa smanjenja emisije iznosila 0,5%, potom 0,8% u idućem desetljeću (2001. - 2010.) te 2,5% u posljednjem desetljeću (2011. - 2020.) kada je smanjenje emisija bilo potpomognuto pandemijom bolesti COVID-19.

Istodobno je u Hrvatskoj kretanje emisija stakleničkih plinova bilo poprilično nestabilno u usporedbi europodručjem. Ovakva kretanja nisu iznenađujuća s obzirom na političke, gospodarske i društvene okolnosti u kojem se razvijalo hrvatsko gospodarstvo u promatranom razdoblju. Naime, nakon osamostaljenja Hrvatske od ostalih jugoslavenskih država 1990. godine, započeo je proces gospodarske tranzicije i restrukturiranja tržišta s ciljem poboljšanja životnog standarda i održavanja makroekonomske stabilnosti. No, taj je proces bio ugrožen Domovinskim ratom koji je rezultirao padom gospodarske aktivnosti i zatvaranjem nekih energetski intenzivnih industrija u razdoblju 1990. - 1995. Smanjena potrošnja energije i fosilnih goriva u tom je razdoblju uvelike pridonijela smanjenju emisija stakleničkih plinova (za oko 33% uključujući LULUCF).

Nakon završetka ratnih sukoba 1995. godine, porast gospodarske aktivnosti i brzi razvoj industrije i prometa doveli su do povećane potražnje za fosilnim gorivom i drugim resursima uslijed čega je u Hrvatskoj emisija stakleničkih plinova počela ubrzano rasti. Stoga je, unatoč početnom snažnom padu od 33%, prosječna godišnja stopa smanjenja emisija u prvom promatranom desetljeću (1991. - 2000.) iznosila svega 1,5% (Slika 4e).

U idućem promatranom desetljeću (nakon 2000.), emisija stakleničkih plinova u Hrvatskoj nastavila je rasti da bi u godini koja je prethodila financijskoj krizi, bila veća čak i u odnosu na baznu 1990. godinu (Slika 4a i 4c). Daljnjem ubrzanom gospodarskom rastu i povećanoj potrošnji energenata, pridonijele su i gospodarske integracije Hrvatske u Svjetsku trgovinsku organizaciju (WTO) 2000. godine te Srednjoeuropskom sporazumu o slobodnoj trgovini (CEFTA) 2003. godine. Navedene integracije omogućile su slobodno kretanje roba i usluga i pružile su domaćim poduzećima mogućnost da konkuriraju na međunarodnim tržištima čime se povećao i udio izvoznika u populaciji (Šelebaj 2020.).

Osim toga, jedno od mogućih objašnjenja naglog rasta emisija u tom razdoblju može biti i nedostatak učinkovite regulacije i kontrole. Naime, postojeći zakoni i propisi u to vrijeme nisu bili dovoljno strogi te nije bilo dovoljno poticaja za ulaganje u obnovljive izvore energije i energetsku učinkovitost kao što je to danas. Tako se u drugom promatranom

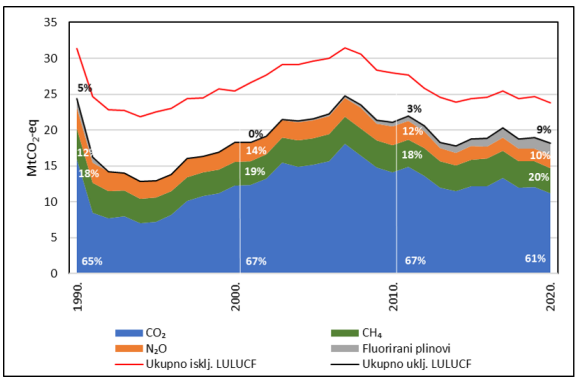
desetljeću (2001.-2010.), emisija u Hrvatskoj povećavala za 1,7% u prosjeku godišnje.

Svjetska financijska kriza uzrokovala je značajne strukturne promjene u hrvatskom gospodarstvu što je pridonijelo smanjivanju emisija stakleničkih plinova u trećem promatranom desetljeću (2011.-2020.). Osim toga, Hrvatska je 2013. godine pristupila Europskoj uniji čime je postala i sastavni dio Europskog sustava za trgovanje emisijama (EU ETS) stakleničkih plinova. Povrh svega, pandemija bolesti COVID-19 2020. godine značajno je utjecala na ponudu i potražnju za robom i uslugama te su uvedene mjere za ograničavanje kretanja koje su vlade poduzele za sprječavanja širenja virusa (Slika 4e). Sve navedeno pomoglo je Hrvatskoj da smanjuje emisiju stakleničkih plinova za 1,3% svake godine u prosjeku u posljednjem promatranom desetljeću (2010. - 2020.).

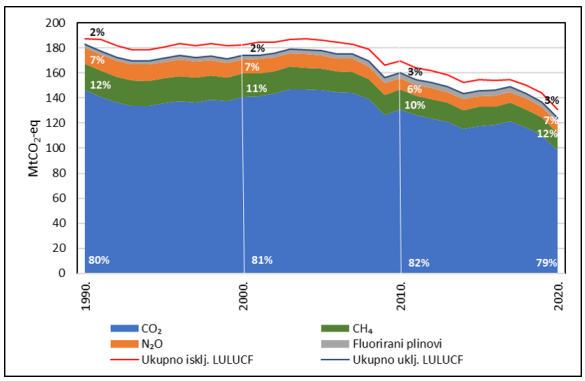
U konačnici, u pretpandemijskoj 2019. godini, Hrvatska je imala neto emisije stakleničkih plinova manje za 22,3%, a zemlje europodručja za 25,1% u odnosu na referentnu 1990. godinu (Slika 4c-d). Sveukupno manje prosječne godišnje stope smanjenja emisije stakleničkih plinova Hrvatske u usporedbi s europodručjem mogu se objasniti znatno nižom početnom razinom emisije stakleničkih plinova u Hrvatskoj i različitom strukturom hrvatskog gospodarstva, a potom i gospodarskom tranzicijom Hrvatske te kasnijom integracijom Hrvatske u ekonomske organizacije. Različite okolnosti rasta i razvoja Hrvatske u odnosu na ostale članica europodručja značile su i različite politike za smanjenje emisija stakleničkih plinova. Tako je, primjerice, Hrvatska znatno kasnije postala članicom EU ETS sustava (2013. godine), dok je većina ostalih zemalja članica europodručja uključena 2005. godine kada je službeno započelo prvo razdoblje trgovanja.

Slika 4: Kretanja i struktura neto emisija te doprinosi stopi promjene stakleničkih plinova u Hrvatskoj (HR) i europodručju (EA), 1990. - 2020.

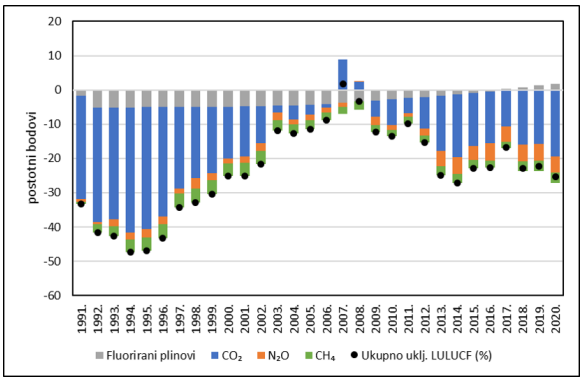
(a) Struktura emisija prema vrsti plina* u HR



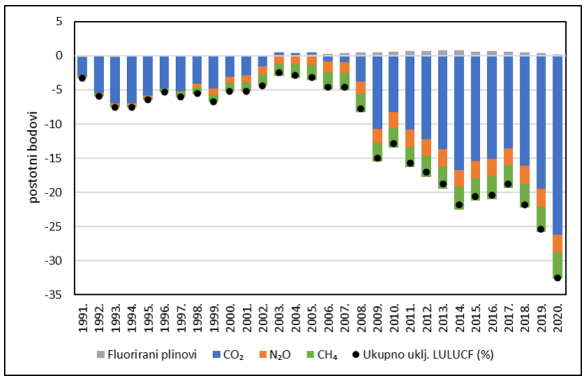
(b) Struktura emisija prema vrsti plina* u EA



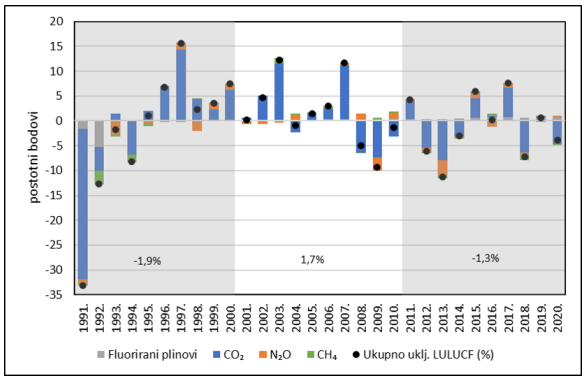
(c) Doprinosi stopi promjene u odnosu na baznu godinu u HR



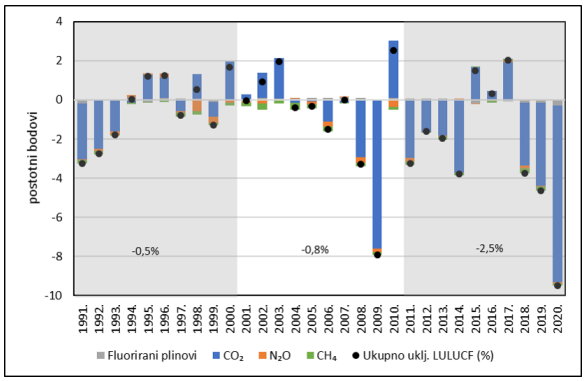
(d) Doprinosi stopi promjene u odnosu na baznu godinu u EA



(e) Doprinosi godišnjoj stopi promjene emisija u HR



(f) Doprinosi godišnjoj stopi promjene emisija u EA



*CO_2 – ugljikov dioksid, CH_4 – Metan, N_2O – Dušikov oksid, F-plin – fluorirani ugljikovodični spojevi (HFCs, PFCs, SF6)
Napomena: Vrijednosti europodručja se odnose na prosjek europodručja isključujući Hrvatsku. Zbroj udjela nije uvijek jednak 100% zbog zaokruživanja. $CO_2 - eq$ označava referentnu vrijednost svih stakleničkih plinova u zajedničkoj jedinici naziva "CO_2 ekvivalent".
Izvor: Izračun autora na temelju podataka UNFCCC

4.4 Emisije stakleničkih plinova po gospodarskim sektorima i podsektorima

U Hrvatskoj, kao i u europodručju, sektor energetike predstavlja najveći izvor emisija stakleničkih plinova s ukupnim udjelom od oko 70% u Hrvatskoj i 80% u europodručju u ukupnim emisijama (Slika 5a-b). Unutar ovog sektora, izvori emisija dodatno se razlikuju među još pet energetskih podsektora od kojih su najznačajniji energetske transformacije (uglavnom proizvodnja električne energije i topline) iz fosilnih goriva, potom promet te sektor opće potrošnje (stambene i poslovne zgrade).

Energetske transformacije koje se uglavnom odnose na proizvodnju električne energije i topline iz fosilnih goriva, tijekom posljednjih su trideset godina doprinosili ukupnim emisijama s oko 20% u Hrvatskoj te 27% u europodručju, pri čemu je primjetan trend smanjivanja njihovog doprinosa u strukturi ukupnih emisija (Slika 5c-d). Posljednji dostupan podatak za 2020. godinu pokazuje kako je upravo energetski podsektor najviše bio izložen utjecaju pandemije bolesti COVID-19. Naime, udio emisija iz tog podsektora u ukupnim emisijama, smanjio se za čak pet postotnih bodova u Hrvatskoj te za sedam postotnih bodova u europodručju u 2020. godini u odnosu na 2010. godinu.

Nasuprot tome, emisije povezane s prometom posljednjih su se nekoliko godina promatranog razdoblja neprestano i stabilno povećavale te su čak nadmašile emisije iz energetskih transformacija u posljednjoj promatranoj godini. Tako su u 2020. godini, emisije iz prometa bile su odgovorne za 24% ukupnih emisija u Hrvatskoj te 23% u europodručju. Ovaj podsektor uključuje cestovni, zračni, pomorski i željeznički promet, a najviše emisija odnosi se na cestovni promet. Iz svega navedenog proizlazi kako dosadašnje politike Hrvatske i Europske unije nisu imale učinka na emisije iz prometa te bi prilikom kreiranja politika usmjerenih na smanjenje emisija bilo poželjno posebno obratiti pažnju na emisije koje dolaze iz tog sektora.

Treći spomenuti važan izvor emisija unutar sektora energetike - opća potrošnja, odnosi se uglavnom na emisije koje dolaze iz potrošnje energije za grijanje, hlađenje i rasvjetu u stambenim i poslovnim zgradama, a zaslužan je za oko 13% emisija u Hrvatskoj te 17% emisija u europodručju.

Nakon sektora energetike i njegovih podsektora, idući značajan izvor emisija stakleničkih plinova su industrijski procesi i uporaba proizvoda, koji su odgovorni za oko 15% ukupnih emisija u Hrvatskoj i oko 10% u europodručju tijekom posljednjih trideset godina. Ovaj sektor uključuje proizvodnju, preradu i distribuciju robe kao što su hrana, kemikalije, tekstil i drugo, a velike količine ugljikovog dioksida proizlazi iz procesa koji koriste fosilna goriva za pogon strojeva, kao što su kotlovi i peći u tvornicama.

Poljoprivreda doprinosi ukupnim emisijama s otprilike 12% u Hrvatskoj i oko 10% u europodručju. Glavnih izvor emisija u ovom sektoru je metan koji se oslobađa procesom fermentacije hrane u probavnom sustavu krava i dušikovog oksida iz gnojiva.

Najmanji doprinos ukupnim emisijama, s oko 6% u Hrvatskoj i 3% u europodručju u prosjeku daje sektor gospodarenja otpadom zbog metana koji se formira kao nusproizvod razgradnje organske tvari.

Jedan od najvažnijih sektora zbog svoje sposobnosti uklanjanja emisija stakleničkih plinova iz atmosfere je sektor Korištenje zemljišta, prenamjena zemljištva i šumarstvo (LULUCF). Ovaj sektor uključuje aktivnosti kao što su sječa i obnova šuma, promjena korištenja zemljišta, šumarstvo i druge aktivnosti koje utječu na upravljanje zemljištem i šumama. Sukladno tome, može biti izvor emisija ili doprinijeti smanjenju emisija stakleničkih plinova. Naime, drveće i ostala vegetacija apsorbiraju ugljikov dioksid iz

atmosfere (sekvestracija ugljika), ali isto tako ispuštaju emisije kada se sijeku, pale ili prenamjenjuju u druge svrhe. Kada se uspostavi ravnoteža između emisija i sekvestracije ugljika u ovom sektoru unutar teritorija zemlje, ukupne neto emisije mogu biti pozitivne ili negativne.

Na teritoriju Republike Hrvatske, sektor LULUCF doprinosio je smanjenju emisija stakleničkih plinova za oko 25% tijekom promatranog razdoblja (Slika 5a). Tako je, prema najnovijim dostupnim podacima, ukupna bruto emisija stakleničkih plinova u Hrvatskoj u 2020. godini iznosila 23,8 Mt CO_2-eq, dok je ukupna neto emisija iznosila 18,2 Mt CO_2-eq. To znači da je uklanjanje pomoću ponora u 2020. godini iznosilo 23% i upućuje na značajan potencijal sektora za smanjenje emisija stakleničkih plinova u RH. U europodručju, LULUCF sektor također pridonosi smanjenju ukupnih emisija, ali je njegov udio primjetno manji u odnosu na Hrvatsku (Slika 5d).

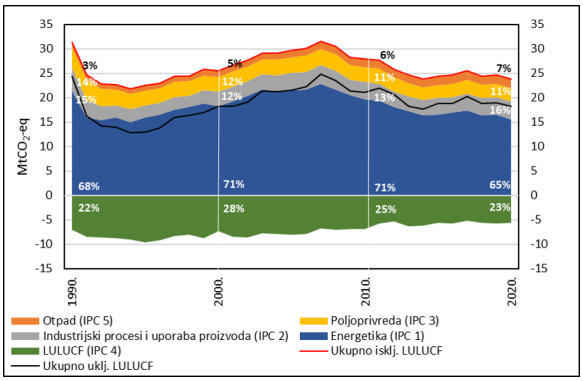
Prethodno opisana sektorska struktura je, uz manje promjene, prisutna tijekom cijelog izvještajnog razdoblja (Slika 5a-d).

Pandemija bolesti COVID-19 pokazala je kako je moguće smanjiti emisije stakleničkih plinova putem promjene u ponašanju i gospodarskim aktivnostima. Konkretno, u Hrvatskoj su emisije stakleničkih plinova, isključujući LULUCF, u 2020. godini bile za 3,5% manje u odnosu na prethodnu godinu (Slika 5e). Tako je sektor prometa, zbog ograničenja kretanja, ostvario najveće godišnje smanjenje emisija (za 11,9%). Nakon prometa, zbog zatvaranja gospodarskih djelatnosti i manje potražnje, primjetno smanjenje emisija zabilježio je sektor energetskih transformacija (za 5,6%), dok su emisije iz sektora opće potrošnje (uglavnom kućanstva) porasle (za 2,5%).

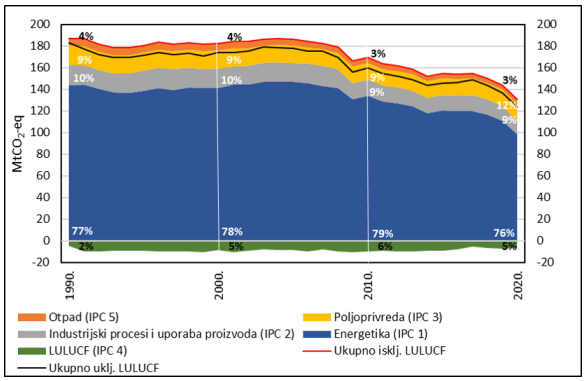
Sličan trend opažen je i u europodručju, gdje su emisije stakleničkih plinova u 2020. godini bile manje za 9,3% (isključujući LULUCF) u odnosu na prethodnu godinu (Slika 5f). Smanjenju su, kao i u Hrvatskoj, najviše pridonijeli promet, a potom i energetske transformacije. Ipak, treba napomenuti da ova smanjenja emisija nisu trajna i da se očekuje povećanje emisija kako se gospodarske aktivnosti i kretanje ljudi budu vraćali na razinu prije pandemije.

Slika 5: Kretanja i struktura emisija stakleničkih plinova po sektorima i podsektorima u Hrvatskoj (HR) i europodručju (EA), 1990. - 2020.

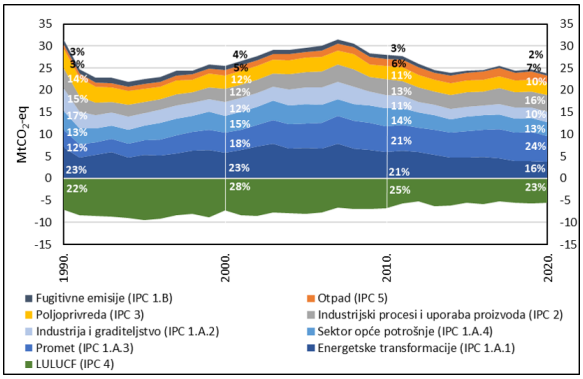
(a) Struktura po sektorima, HR



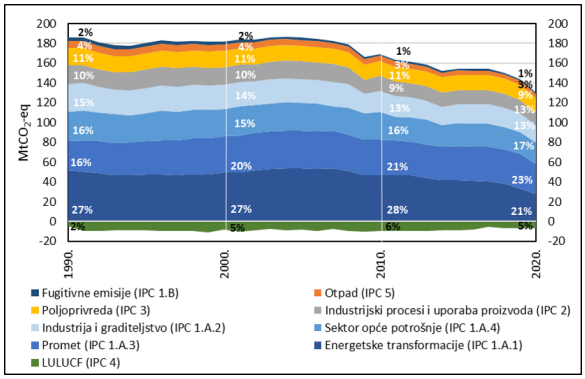
(b) Struktura po sektorima, EA



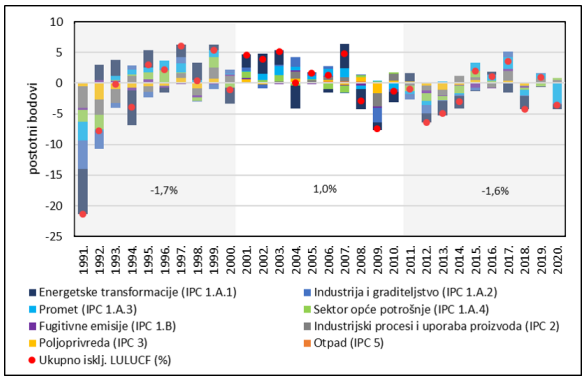
(c) Struktura po sektorima i podsektorima Energetike, HR



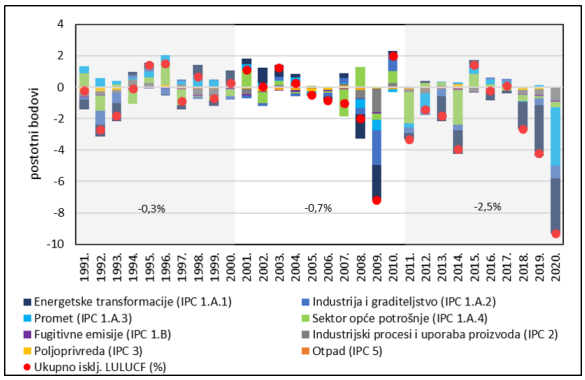
(d) Struktura po sektorima i podsektorima Energetike, EA



(e) Doprinosi godišnjoj stopi promjene emisija, HR



(f) Doprinosi godišnjoj stopi promjene emisija, EA



Napomena: Izvori emisija i uklanjanja pomoću ponora stakleničkih plinova uključenih u skup podataka koji slijedi IPCC Common Reporting okvir koji koristi i UNFCCC podijeljeni su u pet glavnih sektora: Energetika, Industrijski procesi i uporaba proizvoda (IPPU), Poljoprivreda, Korištenje zemljišta, prenamjena zemljištva i šumarstvo (LULUCF) i Otpad. Najveći sektor Energetike dijeli se na podsektore: Energetske transformacije, Industrija i graditeljstvo, Promet, Sektor opće potrošnje i Fugitivne emisije. Vrijednosti europodručja se odnose na prosjek europodručja isključujući Hrvatsku. Zbog zaokruživanja cijelih brojeva, zbroj udjela nije uvijek jednak 100%.
Izvor: Izračun autora na temelju podataka UNFCCC

5. Zaključak

Ovaj rad istražio je trendove emisija stakleničkih plinova unutar europskih zemalja, ističući značajne razlike među njima. U središtu pažnje je činjenica da tri zemlje – Njemačka, Francuska i Italija – čine 60% ukupnih emisija europodručja, dok Hrvatska doprinosi s tek 0,6%. Dodatno, analiza emisija po glavi stanovnika otkriva izraženije razlike; Luksemburg, Irska i Estonija su na vrhu liste po emisijama, nasuprot Malti, Latviji i Hrvatskoj, koje imaju najniže emisije po glavi stanovnika. Ovaj uvid u doprinose emisija stvara temelj za razumijevanje dubljih trendova smanjenja emisija na razini europodručja.

U razdoblju od 1990. do 2019. godine, europodručje je zabilježilo značajno smanjenje ukupnih neto emisija stakleničkih plinova, sa 3,5 $GtCO_2$ na 2,6 $GtCO_2$, što predstavlja pad od približno 25,7%, odnosno prosječnu godišnju stopu smanjenja od 1,0%. Hrvatska je, s druge strane, smanjila svoje emisije za 22,3%, što u prosjeku godišnje iznosi 0,4% i time se nalazi ispod prosjeka europodručja. Međutim, unatoč općem trendu smanjenja na razini europodručja, promjene u emisijama variraju među zemljama članicama. Estonija, Slovačka i Litva iskazale su najveće prosječne godišnje stope smanjenja, dok je osam članica, uključujući Latviju, Cipar, Austriju, Španjolsku, Irsku, Sloveniju, Portugal i Finsku, zabilježilo povećanje emisija stakleničkih plinova.

Ključan za prijelaz na gospodarstvo s niskim udjelom ugljika jest proces razdvajanja gospodarskog rasta od potražnje za fosilnim gorivima, što se već djelomično postiglo u Hrvatskoj nakon financijske krize 2008. godine. U europodručju, ovo razdvajanje bilo je vidljivo tijekom cijelog analiziranog razdoblja. Ovaj kontekst služi kao pozadina za detaljniju analizu sektora koji su ključni u postizanju klimatske neutralnosti što je bio i konačni cilj ovog rada.

Cilj rada bio je identificirati sektore u Hrvatskoj i europodručju koji su posebno osjetljivi na sadašnje i buduće mjere EU za postizanje klimatske neutralnosti. Na temelju analize, jasno se pokazuje da su sektor energetike, prometa i industrijskih procesa ključni u kontekstu osjetljivosti na klimatske politike EU. Energetski sektor, zbog svog velikog udjela u ukupnim emisijama stakleničkih plinova, posebno je pod povećalom zbog potrebe za tranzicijom prema obnovljivim izvorima energije i smanjenjem ovisnosti o fosilnim gorivima. Prometni sektor, s kontinuiranim i stabilnim rastom emisija, stoji kao velik izazov zbog svoje teške prilagodljivosti i potrebe za inovativnim rješenjima za smanjenje emisija, uključujući elektrifikaciju vozila i poboljšanje infrastrukture za javni prijevoz. Industrijski procesi također su osjetljivi zbog svoje inherentne povezanosti s energetskim inputima i emisijama stakleničkih plinova, što zahtijeva implementaciju čišćih tehnologija i procesa. Osim navedenih sektora, poljoprivreda i gospodarenje otpadom također će se suočiti s izazovima u prilagodbi novim regulativama s ciljem smanjenja emisija, dok sektor LULUCF pruža jedinstvene prilike za ublažavanje klimatskih promjena kroz aktivnosti sekvestracije ugljika. U zaključku, sektori energetike, prometa, i industrije predstavljaju ključna područja na koja će europske politike za postizanje klimatske neutralnosti imati najveći utjecaj, zahtijevajući značajne promjene kako u tehnološkom tako i u regulatornom smislu. Provedba ovih promjena zahtijeva koordiniranu akciju na nacionalnoj i međunarodnoj razini, uz snažnu posvećenost postizanju dugoročnih ciljeva klimatske politike.

Na temelju provedene analize, preporučuje se da Hrvatska pojača svoja ulaganja u solarne, vjetroelektrane i druge obnovljive izvore kako bi smanjila svoju ovisnost o fosilnim gorivima, uključujući poticaje za instalaciju solarnih panela na privatnim kućanstvima te subvencije za poduzeća koja prelaze na zelene tehnologije. Ujedno, stroži propisi za emisije iz industrijskih procesa i prometnog sektora mogli bi se implementirati uz dodatne

poticaje za elektrifikaciju privatnih i javnih vozila, što bi dodatno smanjilo emisije ugljika. Vlada bi trebala poticati razvoj i primjenu čistih tehnologija u industriji kroz poticaje istraživanja i fiskalne olakšice, te ulagati u razvoj pouzdanog, pristupačnog i ekološki održivog javnog prijevoza. Zeleni porezi bi mogli dodatno motivirati prelazak na ekološki prihvatljivija rješenja, a sektorima poput poljoprivrede i upravljanja otpadom trebale bi se pružiti smjernice i potpore za smanjenje emisija. Važno je i informirati javnost o značaju smanjenja emisija te poticati ekološki svjesno ponašanje kroz obrazovne programe i kampanje, što može značajno doprinijeti smanjenju nacionalnog ugljičnog otiska. Konačno, aktivno upravljanje šumama, obnova degradiranih zemljišta i poticanje poljoprivrednih praksi usmjerenih na sekvestraciju ugljika mogu značajno doprinijeti postizanju nacionalnih i europskih ciljeva smanjenja emisija.

U kontekstu nedostatka sustavnih istraživanja o tranzicijskim rizicima povezanima s klimatskim politikama, identificirane su sljedeće preporuke za buduća istraživanja. Prvenstveno, preporučuje se provođenje makroekonomskih stres testova radi procjene financijskih implikacija uvođenja poreza na ugljik te proširenja obuhvata EU ETS-a na dodatne sektore, kao što su transport te stambene i poslovne zgrade. Nadalje, bilo bi korisno istražiti utjecaj EU ETS-a na operativne i financijske pokazatelje poduzeća primjenjujući metodologiju poput 'difference-in-differences', kako bismo bolje razumjeli kako je uvođenje EU ETS-a utjecalo na poslovanje obuhvaćenih poduzeća. Takva istraživanja mogu se osloniti na nedavna istraživanja kao što je studija Dechezleprêtre, Nachtigall i Venmans (2023.), koja analizira prilagodbe poduzeća regulativnim zahtjevima za smanjenje emisija.

Literatura

[1] Basel Committee on Banking Supervision (prosinac 2022.). *Frequently asked questions on climate-related financial risks*. Teh. izv. Bank for International Settlements. Available here.

[2] Copeland, Brian R i M Scott Taylor (2004.). „Trade, Growth and the Environment". *Journal of Economic Literature* 42.1, str. 7–71. DOI: 10.1257/002205104773558047.

[3] Dechezleprêtre, Antoine, Daniel Nachtigall i Frank Venmans (2023.). „The joint impact of the European Union emissions trading system on carbon emissions and economic performance". *Journal of Environmental Economics and Management* 118, str. 102758. DOI: 10.1016/j.jeem.2022.102758.

[4] European Commission (2015.). *European Union Emissions Trading System (EU ETS) Handbook*. Available here. Accessed: 22.02.2024.

[5] European Commission (2022.). *How did the EU respond to the 2022 energy crisis?* Available here. Accessed: 2024-04-19.

[6] European Commission (2023.). *REPowerEU at a glance*. Accessed: 19 April 2024. Available here.

[7] European Commission (2024.). *Two years of REPowerEU: Strengthening Europe's energy resilience*. Available here.

[8] European Commission, Directorate-General for Communication (2021.). *European Green Deal – Delivering on our targets*. DOI: 10.2775/595210.

[9] European Parliament and Council of the European Union (lipanj 2020.). *Regulation (EU) 2020/852 on the establishment of a framework to facilitate sustainable investment, and amending Regulation (EU) 2019/2088*. Official Journal of the European Union, L 198/13. Available here.

[10] European Parliament and Council of the European Union (prosinac 2022.). *Directive (EU) 2022/2464 of 14 December 2022 amending Regulation (EU) No 537/2014, Directive 2004/109/EC, Directive 2006/43/EC and Directive 2013/34/EU, as regards corporate sustainability reporting*. Official Journal of the European Union, L 322/15, 16 December 2022. Available here.

[11] Europska središnja banka (studeni 2020.). *Guide on climate-related and environmental risks: Supervisory expectations relating to risk management and disclosure*. Teh. izv. Available here. European Central Bank.

[12] Europski nadzorni odbor za bankarstvo (svibanj 2022.). *The role of environmental risks in the prudential framework*. Discussion Paper EBA/DP/2022/02. Available here. European Banking Authority.

[13] Intergovernmental Panel on Climate Change (1990.). *First Assessment Report (FAR): Climate Change – The IPCC Scientific Assessment (WG I), The IPCC Impacts Assessment (WG II), The IPCC Response Strategies (WG III)*. Available here.

[14] Intergovernmental Panel on Climate Change (2001.). *Third Assessment Report (TAR): Climate Change 2001 (WG I, WG II, WG III)*. Available here.

[15] Intergovernmental Panel on Climate Change (2013.). *Fifth Assessment Report (AR5): Climate Change 2013/2014 (WG I, WG II, WG III)*. Available here.

[16] Intergovernmental Panel on Climate Change (2022.). *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Ur. P.R. Shukla i dr. Cambridge, UK i New York, NY, USA: Cambridge University Press. DOI: 10.1017/9781009157926.

[17] International Monetary Fund (lipanj 2023.). *Energy Security and Climate Change: Challenges and Opportunities for Croatia. In: Republic of Croatia – Selected Issues*. IMF Country Report No. 23/234. Washington, DC: International Monetary Fund. DOI: 10.5089/9798400246937.002.

[18] Jorgenson, Andrew K i Brett Clark (2011.). „Societies Consuming Nature: A Panel Study of the Ecological Footprints of Nations, 1960–2003". *Social Science Research* 40.1, str. 226–244. DOI: 10.1016/j.ssresearch.2010.09.004.

[19] Stern, David I (2004.). „The Rise and Fall of the Environmental Kuznets Curve". *World Development* 32.8, str. 1419–1439. DOI: 10.1016/j.worlddev.2004.03.004.

[20] Šelebaj, D. (2020.). *Mikroekonomski aspekti izvoza hrvatske prerađivačke industrije nakon ulaska u Europsku uniju [Exports of Croatian manufacturing industry after EU accession – firm level analysis]*. Istraživanja I-59. Available here. Hrvatska narodna banka.

[21] Tica, J., M. Šagovac i L. Šikić (2023.). *Analiza strukturnih promjena u sektorima međunarodno utrživih proizvoda i usluga [Analysis of structural changes in the sectors of internationally tradable goods and services]*. EFZG Working Paper Series 23-02. Available here. Ekonomski fakultet Zagreb, Sveučilište u Zagrebu.

[22] United Nations Framework Convention on Climate Change (1998.). *Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change*. Available here.

[23] United Nations Framework Convention on Climate Change (prosinac 2015.). *Paris Agreement to the United Nations Framework Convention on Climate Change*. T.I.A.S. No. 16-1104. Available here.

[24] Ured za publikacije Europske unije (2021.). *Climate neutrality – Pathways for achieving the European Green Deal objectives*. Available here.

[25] York, Richard, Eugene A Rosa i Thomas Dietz (2003.). „STIRPAT, IPAT and ImPACT: Analytic Tools for Unpacking the Driving Forces of Environmental Impacts". *Ecological Economics* 46.3, str. 351–365. DOI: 10.1016/S0921-8009(03)00188-5.