Dr. sc. Barbara Fajdetić
Viša asistentica
Sveučilište u Rijeci, Hrvatska
Ekonomski fakultet
E-mail: barbara.fajdetic@efri.uniri.hr
Orcid: https://orcid.org/0000-0003-0246-7491

R&D U PODRUČJU ZAŠTITE OKOLIŠA I POREZI NA OKOLIŠ: POKRETAČI ILI OGRANIČENJA EKONOMSKOG RASTA U REPUBLICI HRVATSKOJ?

UDK / UDC: 502.1:336.226.44:330.341.1(497.5)
JEL klasifikacija / JEL classification: Q58, O44, H23, C22
https://doi.org/10.17818/EMIP/2026/47
Prethodno priopćenje / Preliminary communication
Primljeno / Received: 30. travnja 2026. / April 30, 2026
Prihvaćeno / Accepted: 6. listopada 2026. / October 6, 2026

Sažetak

Kao jedan od glavnih problema u postizanju održivoga ekonomskog rasta ističe se degradacija okoliša. Globalizacija, brz rast i razvoj gospodarstava te velika ovisnost o fosilnim gorivima predstavljaju velike izazove, posebice za male otvorene ekonomije poput Hrvatske. Cilj ovoga istraživanja jest analizirati kratkoročne i dugoročne učinke ulaganja u istraživanje i razvoj (R&D) u području zaštite okoliša, kao i utjecaj učinkovitosti vlade te ekoloških poreza na kretanje bruto domaćeg proizvoda (BDP). Empirijska analiza provedena je primjenom autoregresijskog modela s distribuiranim pomakom (ARDL) za Republiku Hrvatsku u razdoblju od 2000. do 2023. godine. Rezultati pokazuju da porezi na okoliš imaju stabilan, pozitivan i statistički značajan utjecaj na razinu BDP-a u dugom i kratkom roku. Nakon uvođenja dummy varijable za godinu pristupanja EU-u, dugoročni učinak ulaganja u R&D u području zaštite okoliša gubi statističku značajnost. Provedena analiza ističe važnost uvođenja kontrolnih varijabli radi razdvajanja specifičnih učinaka okolišnih politika od širih makroekonomskih trendova.

Ključne riječi: istraživanje i razvoj, zaštita okoliša, porezi na okoliš, ekonomski rast.

1. UVOD

Tradicionalno se postizanje ekonomske ekspanzije smatralo glavnim ciljem nositelja politika. Mnogi ekonomski stručnjaci fokus su stavljali na što

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

učinkovitije iskorištavanje resursa i postizanje visokih stopa rasta nacionalnog dohotka. Time bi se omogućio razvoj infrastrukture, povećanje proizvodnih kapaciteta te rast plaća i investicija. Međutim, u proteklom desetljeću fokus je pomaknut na unaprjeđenje kvalitete života ljudi i zaštitu okoliša, kao ravnopravan čimbenik u povećanju ekonomskog blagostanja.

Stoga je kod ostvarivanja ekonomskog rasta potrebno primijeniti koncept održivosti. Iako je definicija održivog razvoja razvijena još 1987. od strane Svjetske komisije za okoliš i razvoj *(World Commission on Environment and Development - WCED)*, Scoones (2007) zapaža da koncept održivosti ima puno veći značaj u današnjem vremenu. Dugoročna održivost je moguća ako se usklade tri dimenzije – ekonomska, društvena i ekološka. Ekonomska održivost odražava efikasno korištenje resursa, smanjenje otpada, energetsku učinkovitost i strateško planiranje kako bi otpornost na ekonomske šokove bila što veća (Lindsey, 2011; Shrivastava & Berger, 2010). Društvena održivost nastoji da razlike u raspodjeli dohotka, siromaštvo i marginalizacija pojedinih društvenih grupa budu što manje, odnosno da ih nema (Vallance, Perkins & Dixon, 2011; Widok, 2009). Treća komponenta, ekološka održivost, odnosi se na zaštitu okoliša i očuvanju bioraznolikosti. To se može postići uvođenjem inovativnih i održivih poslovnih praksi, potporom pravnog okvira, povećanjem energetske učinkovitosti i smanjenjem ovisnosti o fosilnim gorivima (Shrivastava & Berger, 2010).

Europska unija prepoznaje potrebu dugoročnog održivog razvoja, osobito kroz sferu niskougljičnog gospodarstva. Od 2019. godine, države članice su obvezne provoditi ciljeve Europskog zelenog plana (Europska komisija, 2020), čiji su ključni ciljevi: postizanje klimatske neutralnosti, stvaranje konkurentnog gospodarstva i jačanje energetske stabilnosti. Postizanje klimatske neutralnosti i dugoročnog održivog ekonomskog rasta temeljne su karike Nacionalne razvojne strategije Republike Hrvatske do 2030. godine. Cilj je osnažiti hrvatsko gospodarstvo te što učinkovitije iskoristiti potencijale i potaknuti održiv i inovativan ekonomski razvoj.

Prelazak na niskougljično gospodarstvo pokazuje se kao prilika za ekonomski rast, razvoj tržišta i novih poslovnih prilika s naglaskom na inovacije i zelene investicije. No uspješnost niskougljične tranzicije prvenstveno ovisi o intenzivnijem korištenju obnovljivih izvora energije te povećanju energetske učinkovitosti Istodobno je potrebno razvijati instrumente koji će olakšati poslovanje u novonastalim uvjetima, povećati konkurentnost gospodarstva i poticati razvoj inovacija. Razvoj tzv. zelenih praksi, dekarbonizacije i održivog razvoja treba biti utemeljen na konstantnom razvoju inovacija, kao osnovi dugoročnog ekonomskog razvoja. Znanje i inovacije ključni su za ekonomski rast jer podupiru razvoj novih ideja, koje unapređuju postojeće procese ili rezultiraju potpuno novim poslovnim praksama. Unatoč inovativnim praksama, potrošnja energije i dalje značajno doprinosi rastu emisija ugljikova dioksida. Međutim, povećanje BDP-a po stanovniku dovodi do smanjenja emisija, što motivira zemlje na povećanje ulaganja u čišće tehnologije, unaprjeđenje regulatornih okvira i jačanje osviještenosti građana o važnosti održivog razvoja (Zhigolli & Fetai, 2024).

Potencijalni instrumenti usmjereni na smanjenje negativnog utjecaja na okoliš i poticanje dugoročne održivosti su ulaganja u istraživanje i razvoj na području zaštita okoliša te porezi na okoliš. Kao takvi, mogu se svrstati pod isti nazivnik - ublažavajući mehanizmi degradacije okoliša. Niskougljični ekonomski razvoj zahtijeva razvoj inovacija, osobito u području zaštite okoliša. Stoga je sektor istraživanja i razvoja u tom području od vitalnog značaja jer služi za razvoj novih ideja i unaprjeđenje postojećih rješenja. Porezi na okoliš imaju velik potencijal za destimuliranje korištenja tzv. prljavih izvora energije, kao što su ugljen i nafta. Istodobno mogu biti važan izvor sredstava za provedbu zelenih projekata i investicija usmjerenih na postizanje klimatske neutralnosti (Srdelić, 2024). No, važno je voditi računa da prekomjerno porezno opterećenje ne naruši konkurentnost gospodarstva.

Predmet ovog istraživanja je ostvarivanje dugoročne održivosti kroz prizmu ublažavajućih mehanizama degradacije okoliša – poreza na okoliš i izdataka za istraživanje i razvoj u području zaštite okoliša. Kako bi se smanjio negativan utjecaj ekonomskih aktivnosti na kvalitetu okoliša, potrebno je u potpunosti prilagoditi postojeću paradigmu, od promjene energetskog miksa te proizvodnih i poslovnih praksi do promjena svakodnevnih aktivnosti. Kako bi se tranzicija što kvalitetnije provela, potrebne su konkretne mjere.

Cilj je ispitati kakav će utjecaj mehanizmi ublažavanja degradacije okoliša imati na ekonomski rast u dugom roku. Konkretnije, ispituje se kako uvođenje poreza na okoliš i ulaganja u istraživanje i razvoj u području zaštite okoliša utječe na promjenu razine bruto domaćeg proizvoda u Republici Hrvatskoj. Uz to ispituje se i učinkovitost vlade na kretanje bruto domaćeg proizvoda. Istraživanje se provodi na podacima za Republiku Hrvatsku u razdoblju od 2000. do 2023. godine. Korišteni su godišnji podaci dostupni u statističkim bazama Eurostata i Svjetske banke.

Dosadašnja istraživanja uglavnom proučavaju utjecaj agregiranih vrijednosti ulaganja u istraživanje i razvoj na razinu bruto domaćeg proizvoda. Stoga se ciljana ulaganja u istraživanje i razvoj u području zaštite okoliša usmjeravaju na konkretne ciljeve. Takva se sredstva izravno usmjeravaju na razvoj zelenih projekata, poboljšanje energetske učinkovitosti, razvoj inovativnih poslovnih rješenja i sl. Nadalje, postojeća literatura usmjerena je na velike, razvijene ekonomije, pa ovaj rad popunjava prazninu analizom specifičnosti tranzicijskog puta Republike Hrvatske. Za razliku od prethodnih studija koje su se oslanjale na statične modele, primjena ARDL modela omogućila je precizno razlikovanje kratkoročnih fluktuacija od stabilnih dugoročnih kretanja.

Nakon uvodnog dijela, slijedi pregled dosadašnjih istraživanja na temu inovacija i ekonomskog rasta, te ekoloških poreza i ekonomskog rasta. U trećem dijelu prezentirana je korištena metodologija i istraživački podaci, nakon čega su analizirani dobiveni rezultati. U zaključku su dana završna promišljanja koja sažimaju bitne aspekte istraživanja i smjernice za buduća istraživanja.

2. PREGLED LITERATURE

2.1. Inovacije i tehnološki napredak

Od razvoja nove teorije rasta (eng. *New Growth Theory*), brojni su istraživači adresirali ovo pitanje. U postojećoj se literaturi ekonomski se rast povezuje s akumulacijom znanja putem učenja ili ulaganja u istraživanje i razvoj (R&D) (Fernandez, Lopez & Blanco, 2018.). Izdaci za R&D ključna su odrednica izgradnje povećanog potencijala za tehnološko učenje, inovacije i apsorpciju znanja, čime igraju presudnu ulogu u razvoju vodećih tržišta. To je osobito važno za nove tehnologije i tržišta koja se razvijaju tijekom promjena sustava, poput prelaska na niskougljičnu energiju. Ulaganja u sektor istraživanja i razvoja mogu povećati fond znanja te su stoga povezana s pozitivnim eksternalijama tehnološkog napretka (Europska komisija, 2020). Međutim, zaključci variraju ovisno o gospodarstvu, korištenju faktora proizvodnje ili razini razvoja.

Inovacije i tehnološki razvoj u energetskom sektoru važniji su od općeg tehnološkog razvoja u borbi protiv globalnog zatopljenja (Koçak & Ulucak, 2019). Prepoznata potreba za povećanjem potražnje za čistom energijom putem politika i strateških ulaganja u R&D te procjena njihove učinkovitosti postali su aktualno političko pitanje. Ta bi ulaganja i financiranje trebalo koordinirati uz pažljivo razmatranje uloge koju inovacije u energetskoj tehnologiji imaju u smanjenju emisija CO2 (Jordaan, Romo-Robago, McLeary, Reidy, Nazari & Herremans, 2017). Štoviše, javna potrošnja na istraživanje i razvoj uglavnom je bazične prirode i primarno je financira država. Javna potrošnja na istraživanje i razvoj povezan s okolišem može biti katalizator privatne potrošnje za razvoj čistih tehnologija (Komen, Gerking & Folmer, 1997). Tehnologija očito igra važnu ulogu u smanjenju emisija CO2 i onečišćenja (Koçak & Ulucak, 2019). Potrebno je uložiti znatna financijska sredstva u razvoj sofisticiranih energetskih tehnologija kako bi se smanjila ovisnost o fosilnim gorivima i kako bi se učinkovitije iskorištavali obnovljivi izvori energije (Kahouli, 2018). Inovacije u sofisticiranim novim tehnologijama sve su učestalije i privlačnije u cijeloj energetskoj industriji te nema sumnje da je potrošnja na istraživanje i razvoj nužna za ostvarivanje niskougljičnog ekonomskog rasta.

Utjecaj izdataka za istraživanje i razvoj na ekonomski rast predmet je brojnih istraživanja. Sylwester (2001.); Ulku (2004.); Bayarcelik & Tasel (2012.); Inekwe (2015.); Bayraktar, Dundar & Ozyilmaz (2022); Kučera & Fil'a (2022); Minviel & Ben Bouheni (2022) istraživali su utjecaj izdataka za R&D na razinu bruto domaćeg proizvoda. Njihov je zaključak jedinstven: sektor istraživanja i razvoja ima pozitivan i značajan utjecaj na ekonomske performanse, konkurentnost i ekonomski rast.

Iako nije pronašao poveznicu između ukupnih izdataka za R&D i ekonomskog rasta za skupinu zemalja OECD-a, Sylwester (2001.) potvrđuje pozitivnu povezanost između industrijskog R&D-a i ekonomskog rasta za zemlje G7. Mogući razlog tomu jest rast uslužnog sektora u promatranim zemljama, pri

čemu je R&D važniji u objašnjavanju rasta u zemljama koje su na tehnološkoj granici, poput zemalja G7. Ulku (2004.) ističe važnost razine razvoja zemlje, navodeći da zemlje s većim tržištima mogu povećati svoje inovacije ulaganjem u R&D te ih poticati kroz tehnološko prelijevanje (eng. technology spillovers). Slično stajalište dijele Kučera i Fil'a (2022.), koji ističu da zemlje s većim ulaganjima u R&D sektor istovremeno imaju najviše razine BDP-a po stanovniku. Zaključuju da inovacije povećavaju konkurentnost gospodarstva, ali i blagostanje stanovništva. Međutim, naglašavaju da kvaliteta inovacija značajno ovisi o količini ulaganja u R&D sektor, a bogatstvo ekonomije značajno ovisi o kvaliteti inovacija.

Kako bi ulaganja u istraživanje i razvoj (R&D) rezultirala što snažnijim doprinosom dugoročnom ekonomskom rastu, važna je razina razvoja ali i učinkovitost faktora proizvodnje. Bayraktar et al. (2022.) naglašavaju da je tehnološka infrastruktura u razvijenim zemljama i zemljama u razvoju snažan parametar u objašnjenju razlika u ekonomskom rastu. Ističu da loše upravljanje, korupcija i neadekvatne politike mogu umanjiti utjecaj ulaganja u R&D. Kao jedan od najsnažnijih alata za konvergenciju u rastu zemalja u razvoju ističu ulaganja u R&D sektor. Ulaganja u R&D sektor povećavaju nacionalni dohodak, koji pozitivno utječe na razinu R&D ulaganja. Inekwe (2015.) svojom analizom ističe da potrošnja na R&D u gospodarstvima s višim srednjim dohotkom ima trenutačni povoljan učinak, ali je u dugom roku taj utjecaj beznačajan. Potrošnja na R&D ostaje beznačajna za poticanje rasta u zemljama s nižim srednjim dohotkom. Slično navode i Minviel & Ben Bouheni (2022.), koji ističu da su pozitivni učinci R&D ulaganja na ekonomski rast snažniji u zemljama s visokim i srednje visokim dohotkom.

Nadalje, Wong, Chang & Chia (2013.); Sohail (2023.); Baneliene, Strazdas, González-Tejero & Gavrila Gavrila (2023); Eid, Mrabet & Alsamara (2024) istražuju utjecaj ulaganja u istraživanje i razvoj na području energetike, okoliša i zelenih inovacija.

Wong et al. (2013.) ispituju doprinos potrošnje energije i ulaganja u istraživanje i razvoj na području energetike u zemljama OECD-a. Zaključuju da na ekonomski rast utječu potrošnja energije i izdaci za R&D u području energetike. Takvi izdaci doprinose razvoju novih ideja i poboljšanju tehnologije, što rezultira višim dugoročnim ekonomskim rastom. Slično potvrđuju Eid et al. (2024) koji ističu da R&D u području obnovljivih izvora energije i fosilnih goriva imaju pozitivan i statistički signifikantan utjecaj na energetsku produktivnost, kao i na produktivnost ekonomije. Da su takozvane zelene investicije i razvoj sofisticirane tehnologije važni za dugoročni i održivi ekonomski rast ističu Sohail (2023.) i Baneliene et al. (2023.).

Može se zaključiti da je većina postojećih istraživanja usmjerena na analizu agregatne potrošnje na istraživanje i razvoj te kretanja bruto domaćeg proizvoda. Utjecaj izdataka za istraživanje i razvoj u području zaštite okoliša i dalje je nedovoljno obrađena tema, pri čemu se uočava značajan nedostatak u literaturi. Kao što je već naglašeno, prijelaz na niskougljično gospodarstvo zahtijeva

sofisticirane tehnologije, promjenu proizvodnih praksi i postojećih paradigmi. Stoga je važnost ulaganja u sektor inovacija, istraživanja i razvoja u ovom slučaju neupitna.

2.2. Ekološki porezi i ekonomski rast

Važno je istaknuti da pooštravanje ekoloških standarda u ekonomiji označava promjene dosadašnjih poslovnih praksi, promjene u performansama proizvoda te korištenje nove, naprednije tehnologije. Takve promjene iziskuju nova znanja, izdašna financijska sredstva i educiranje radne snage. Međutim, dugoročni učinci mogu biti pozitivni i rezultirati većim ekonomskim rastom. Porterova hipoteza (Porter 1991.; Porter & van der Linde, 1995.) kaže da poduzeća mogu profitirati od strožih ekoloških standarda. Ako su ekološki standardi i zakoni kvalitetno i učinkovito dizajnirani, mogu poticati razvoj inovacija, povećati produktivnost i povećati privatne interese poduzeća, poput profita. U tom slučaju regulacija može djelovati kao potisak poduzećima na inovacije koje u drugim okolnostima ne bi provele. Stoga se ulaganja u istraživanje i razvoj nameću kao glavni alat za povećanje konkurentnosti i kvalitetniju prilagodbu tržišnim promjenama. Takva strategija rezultirat će rastom ekonomije i njenom transformacijom ka dugoročnoj održivosti.

Porezi na okoliš mogu biti učinkovit alat za sankcioniranje neodrživih poslovnih praksi, korištenja fosilnih goriva te neusklađenosti s propisanim regulatornim okvirom. Kako bi njihova primjena bila učinkovitija, nositelji politika moraju biti oprezni pri njihovu uvođenju, vodeći računa da ne predstavljaju prevelik porezni teret. Negativan utjecaj poreza na okoliš snažniji je u zemljama s nižim dohotkom, no to može pridonijeti bržim reformama i inovacijama u gospodarstvu (Tchapchet-Tchouto, Koné & Njoya, 2022; Hassan, Oueslati & Rousselière, 2020).

Liu, Zafar, Sinha i Khan (2023) ističu da upravljanje okolišem, porezi na okoliš i sustav trgovanja emisijskim kvotama stakleničkih plinova mogu potaknuti smanjenje emisija, ali i utjecati na ljudsko ponašanje. Nadalje, naglašavaju da loša kvaliteta okoliša negativno utječe na dobrobit ljudi i njihovu produktivnost. Njihovo istraživanje potvrđuje pozitivnu ulogu poreza na okoliš u smanjenju emisija stakleničkih plinova. Slično istraživanje proveli su Dogan, Hodžić i Fatur Šikić (2022), koji ističu da porezi na okoliš obeshrabruju aktivnosti s visokim udjelom ugljika. U tom slučaju investitori pokreću projekte prihvatljivije za okoliš, potičući razvoj inovacija i jačanje investicija.

Pozitivan učinak poreza na okoliš na ekonomski rast zemalja Europske unije potvrđuju Mirović, Kalaš i Milenković (2021) te Suhányi, Suhányiová i Kočišová (2024). Uz to, Mirović et al. (2021) ističu da porezi na okoliš mogu biti dobar instrument za sankcioniranje „prljavih" industrija i promicanje tzv. zelenih ekonomskih aktivnosti. Suprotno njihovom istraživanju, Tchapchet-Tchouto et al.

(2022) ukazuju na negativan utjecaj poreza na okoliš na ekonomski rast u europskim zemljama.

Porezi na okoliš imaju velik potencijal kao ključni instrument dugoročnih strategija ekonomskog rasta. Dobro koordinirane fiskalne politike i mjere mogu maksimizirati koristi od poreza na okoliš te potaknuti inovacije u zelene projekte i investicije. No, zbog složenosti poreznog sustava, vrlo je važno da porezi na okoliš budu prilagođeni nacionalnom kontekstu (Kalaš, Mirović, Bolesnikov, Akadiri & Radulescu, 2025). Nadalje, Kalaš et al. (2025) ističu da uvođenje poreza na okoliš u zemljama koje ovise o fosilnim gorivima može dovesti do kratkoročnog pogoršanja ekonomskih performansi i smanjivanja konkurentnosti. S druge strane, ističu da u zemljama s diversificiranim energetskim miksom i visokim udjelom obnovljivih izvora energije porezi na okoliš mogu ubrzati niskougljičnu tranziciju te donijeti dugoročne koristi za ekonomiju.

3. PODACI I METODOLOGIJA

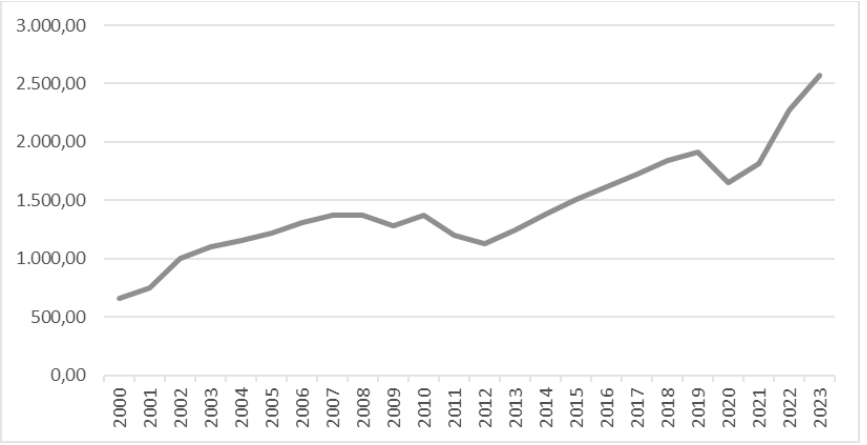
Budući da je Republika Hrvatska dio Europske unije, predana je cilju postizanja klimatske neutralnosti do 2050. godine. To zahtijeva prilagodbu postojećih javnih politika, uvođenje novih tehnologija, razvoj poboljšanih proizvodnih praksi te provedbu tzv. zelenih projekata. Glavni dugoročni cilj treba ostati postizanje održive dugoročne ekonomske stabilnosti. Stoga je ključno proučiti kako će „ozelenjavanje“ ekonomije utjecati na ekonomski rast i kvalitetu života. Cilj istraživanja jest proučiti kratkoročne i dugoročne učinke mehanizama ublažavanja degradacije okoliša na ekonomski rast. Gospodarstva su još uvijek usko povezana s fosilnim gorivima i o njima ovisna. Prema podacima Eurostata (2026), nafta i naftni derivati imaju najveći udio u energetskom miksu u 2024. godini, čak 38%. Međutim, obnovljivi izvori energije imaju najznačajniji doprinos u proizvodnji električne energije na razini Europske unije i Republike Hrvatske. Gotovo 60% električne energije u Republici Hrvatskoj potječe iz obnovljivih izvora energije, ponajprije iz hidroelektrana i vjetroelektrana (Eurostat, 2026).

Važno je napomenuti da dekarbonizacija kao sredstvo postizanja dugoročne održivosti, zahtijeva uvođenje različitih ublažavajućih mehanizama. Uz obvezno korištenje obnovljivih izvora energije i smanjenje ovisnosti o fosilnim gorivima, potrebno je uključiti i mehanizme koji će poticati zelene investicije, održivi razvoj i promjenu dosadašnjih poslovnih praksi. Konkretno, ulaganja u istraživanje i razvoj u području zaštite okoliša i porezi na okoliš, jedni su od ključnih elemenata u poticanju zelene tranzicije. Njihova je uloga poticati inovacije i razvoj inovativnih poslovnih rješenja te sankcionirati one sudionike koji ugrožavaju ostvarivanje ciljeva održivog razvoja.

Porezi na okoliš definiraju se kao porezi usmjereni na aktivnosti ili proizvode koji imaju dokazano štetan učinak na okoliš. Osnovica za obračun poreza na okoliš može biti fizička jedinica ili aproksimacija, dok se iznos poreza uvijek iskazuje u novčanom obliku (Eurostat, n.d.). Državni zavod za statistiku

(n.d.) i Eurostat (n.d.) ističu da u poreznom sustavu Republike Hrvatske ne postoji jedinstveni porez na okoliš, već se dijeli na četiri osnovne kategorije: poreze na energente, poreze na transport, poreze na onečišćenja i poreze na prirodne resurse. Porezi na energente uključuju poreze na proizvodnju energije i na energente poput benzina, dizela, loživog ulja i prirodnog plina. U ovu kategoriju uključen je i porez na ugljikov dioksid. Porezi na transport uključuju sve poreze povezane s vlasništvom i uporabom motornih vozila. U skupinu poreza na onečišćenje uključeni su porezi na izmjerena ili procijenjena ispuštanja u zrak i vodu te gospodarenje otpadom (ne uključujući porez na ugljikov dioksid). Konačno, porezi na prirodne resurse uključuju poreze na vađenje i korištenje prirodnih resursa, kao što su voda, šume te divlja flora i fauna (Državni zavod za statistiku, n.d.). Srdelić (2024) ističe da su porezi na okoliš usklađeni s Uredbom Europske unije br. 691/2011 te da im je cilj smanjenje štetnog utjecaja na okoliš. Također navodi reviziju Direktive o oporezivanju energetskih proizvoda i električne energije kao ključan dokument u oblikovanju fiskalne politike i reguliranju poreza na okoliš u Europskoj uniji. Kretanje razine poreza na okoliš u Republici Hrvatskoj u promatranom razdoblju prikazano je na Grafikonu 1.

Grafikon 1. Kretanje poreza na okoliš u RH, 2000. - 2023.g. (u mil. euro)



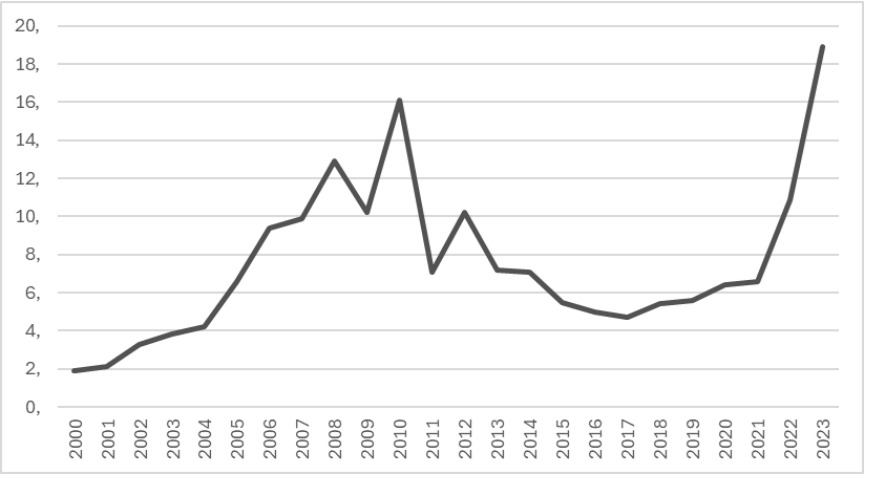
Izvor: Autor prema podacima Eurostata (2025a)

Može se zaključiti da je prisutan rastući trend poreza na okoliš, osobito u razdoblju nakon pristupanja Europskoj uniji. U 2023. godini iznos poreza na okoliš bio je 2.5 milijarde eura, što je povećanje od 290% u odnosu na 2000. godinu. Od pristupanja Europskoj uniji, iznos prikupljenih poreza na okoliš se udvostručio.

Kretanje izdataka za istraživanje i razvoj (R&D) u području zaštite okoliša prikazano je na Grafikonu 2. Ističu se dva razdoblja u kretanju razine izdataka za istraživanje i razvoj – do ulaska u Europsku uniju i nakon ulaska u Europsku uniju.

U razdoblju od 2000. do 2013. godine bilježi se uglavnom pozitivan trend ulaganja u istraživanje i razvoj. Vrhunac ulaganja u tom periodu zabilježen je 2010. godine s 16 milijuna eura. Nakon ulaska u Europsku uniju, primjećuje se stagnacija ulaganja, do 2021. godine. Nakon toga vidljiv je nagli rast na gotovo 19 milijuna eura. Povećano zalaganje za ostvarenje cilja klimatske neutralnosti povećava i izdatke za istraživanje i razvoj u području zaštite okoliša.

Grafikon 2. Kretanje izdataka za R&D u zaštiti okoliša u RH, 2000. - 2023.g. (u mil. euro)



Izvor: Autor prema podacima Eurostata (2025b)

Tablica 1 prikazuje deskriptivni pregled kretanja bruto domaćeg proizvoda i pokazatelja učinkovitosti vlade u Republici Hrvatskoj. Važno je naglasiti da se pokazatelj učinkovitosti vlade prvenstveno temelji na percepciji stanovništva i poslovnog sektora o kvaliteti javnih usluga i provedbi politika. Iz podataka se može uočiti da obje varijable bilježe rast u promatranom razdoblju, pri čemu je u 2023. godini BDP dosegnuo 79.1 milijardu eura, dok je percepcija učinkovitosti vlade na najvišoj razini, 75.4.

Tablica 1. Usporedba pokazatelje učinkovitosti vlade i BDP-a u Republici Hrvatskoj

	2000	2004	2008	2012	2016	2020	2023
Pokazatelj učinkovitosti vlade	63.9	67.6	70.8	71.5	68.1	68.1	75.4
BDP	23,624.9	33,818.0	48,465.2	44,621.2	47,338.7	50,450.9	79,186.3

Izvor: Autor prema podacima Svjetske banke (2025) i Eurostata (2025c)

S obzirom na to da istraživanje daje pregled razina mehanizama ublažavanja degradacije okoliša, poput ulaganja u istraživanje i razvoj za zaštitu okoliša te poreza na okoliš, kao i njihovih veza s ekonomskim rastom u Republici Hrvatskoj, definirane su sljedeće istraživačke hipoteze.

- H1: Izdaci za istraživanje i razvoj za zaštitu okoliša u Republici Hrvatskoj imaju pozitivan učinak na povećanje ekonomske aktivnosti
- H2: Porezi na okoliš pozitivno utječu na povećanje ekonomske aktivnosti u Republici Hrvatskoj
- H3: Pokazatelj učinkovitosti vlade u Republici Hrvatskoj ima pozitivan učinak na povećanje ekonomske aktivnosti.

Kako bi se provelo istraživanje, model je definiran kao

$$lbdp_t = f(okolišRD, poreziokoliš, učinkovitost) \quad (1)$$

$$lbdp_t = \beta_0 + \beta_1 okolišRD_t + \beta_2\, poreziokoliš_t + \beta_3\, učinkovitost_t + u_t \quad (2)$$

Zavisna varijabla je bruto domaći proizvod (*bdp*) koji je izražen u milijunima eura. To je mjera ukupne proizvodnje dobara i usluga tijekom jedne godine i pokazatelj je ekonomskog rasta. Nezavisne varijable su tzv. mehanizmi ublažavanja degradacije okoliša. Ulaganja u istraživanje i razvoj (*okolišRD*) u području zaštite okoliša su također iskazana u milijunima eura. Obuhvaćaju troškove koji su namijenjeni upravljanju i radu državnih agencija koje se bave primijenjenim istraživanjem i eksperimentalnim razvojem u području zaštite okoliša. Uključuju potpore, zajmove i subvencije za primijenjena istraživanja i eksperimentalni razvoj koji provode sveučilišta i instituti. Utjecaj ulaganja u R&D na području zaštite okoliša predmet je brojnih istraživanja, pri čemu se ističu radovi Carraro i Galeotti (1997.); Costa-Campi et al. (2017.); Jiang et al. (2023); te Wang i Naveed (2024).

Porezi na okoliš (*poreziokoliš*) plaćaju se na sve ekonomske aktivnosti i uključuju poreze na energiju, poreze na promet, poreze na onečišćenje i poreze na prirodne resurse. Izraženi su u milijunima eura. Njihov utjecaj na ekonomsku aktivnost i održivost analizirali su Hassan et al. (2020); Kalaš et al. (2025); Abdullah i Morley (2014).

Pokazatelj učinkovitosti vlade (*učinkovitost*) je dio indikatora Svjetski pokazatelji upravljanja (WGI) koje je razvila Svjetska banka temelje se na procjenama stručnjaka i javnog mnijenja. Pokazatelj mjeri percepciju kvalitete javnih usluga, kvalitete javne uprave, učinkovitosti javnih politika, kvalitete oblikovanja i provedbe politika te vjerodostojnosti posvećenosti vlade takvim politikama. Učinkovitost vlade prikazana je kao percentilni rang, odnosno rang zemlje među svim zemljama obuhvaćenima zbirnim indikatorom. Najniži rang je 0, a najviši 100. Ovaj pokazatelj odabran je jer mjeri sposobnost države da osmisli, naplati i alocira javna sredstva, što je ključno za implementaciju poreza i raspodjelu sredstava. Također, učinkovitost vlade često je korištena kontrolna varijabla u radovima koji analiziraju utjecaj na održivost, implementaciju zelenih politika i

razvoj zelenih investicija (Al-Mulali et al., 2021; Yuan et al., 2025, Degirmenci & Aydin, 2026).

Istraživanje obuhvaća podatke za Republiku Hrvatsku u razdoblju od 2000. do 2023. godine, a provedeno je primjenom autoregresijskog modela s distribuiranim pomakom (ARDL). Ova metoda omogućuje procjenu dugoročne ravnoteže i kratkoročne dinamike između varijabli putem modela koji uključuje zaostatke zavisne i nezavisnih varijabli. Prednost ove metode je uključivanje varijabli koje su integrirane različitog reda te njezina prikladnost za male uzorke podataka, kakvi se koriste u ovom istraživanju. Primjenom bounds testa kontegracije (Pesaran, Shin & Smith, 2001.; Kripfganz & Schneider, 2023.) testirano je postojanje dugoročne veze, nakon čega je model transformiran u model s ispravljanjem pogrešaka (ECM) koji procjenjuje kratkoročne učinke i brzinu prilagodbe sustava prema dugoročnoj ravnoteži (Pesaran et al., 2001.). Nakon primjene ARDL metode provedeni su testovi serijske korelacije (Breusch, 1978.; Godfrey, 1978.), heteroskedastičnosti (Breusch & Pagan, 1979.; Cook & Weisberg, 1983.) i stabilnosti (Brown, Durbin & Evans, 1975.).

Kada se istraživački model prilagodi ARDL formuli, isti glasi:

$$lbdp_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^{p} \beta_1\, bdp_{t-1} + \sum_{i=0}^{q} \beta_2\, okolišRD_t + \sum_{i=0}^{r} \beta_3\, poreziokoliš_t + \sum_{i=0}^{s} \beta_4\, učinkovitost_t + \varepsilon_t \quad (3a)$$

Budući da istraživanje obuhvaća razdoblje u kojem je Republika Hrvatska postala punopravnom članicom Europske unije te da je došlo do važnih ekonomskih i političkih promjena, specificiran je i Model 2. Model 2 je proširena specifikacija u koju se ugrađuje fiksna egzogena dummy varijabla *EU_2013* koja poprima vrijednosti 0 za razdoblje do 2013 godine te 1 za razdoblje nakon 2013. godine. Cilj ovog modela je provođenje analize osjetljivosti i kontrole potencijalno strukturnog loma.

$$lbdp_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^{p} \beta_1\, bdp_{t-1} + \sum_{i=0}^{q} \beta_2\, okolišRD_t + \sum_{i=0}^{r} \beta_3\, poreziokoliš_t + \sum_{i=0}^{s} \beta_4\, učinkovitost_t + \delta\, EU_2013_t + \varepsilon_t \quad (3b)$$

Obje specifikacije (jednadžbe 3a i 3b) transformirane su u modele s ispravljanjem pogrešaka (ECM) radi obuhvaćanja kratkoročne dinamike i ocjene stabilnosti dugoročne ravnoteže (jednadžbe 4a i 4b) (Pesaran et al., 2001.).

$$\Delta lbdp_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^{p-1} \beta_1\, bdp_{t-1} + \sum_{i=0}^{q-1} \beta_2\, okolišRD_t + \sum_{i=0}^{r-1} \beta_3\, poreziokoliš_t + \sum_{i=0}^{s-1} \beta_4\, učinkovitost_t + \theta\, ECT_{t-1} + \varepsilon_t \quad (4a)$$

$$\Delta lbdp_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^{p-1} \beta_1\, bdp_{t-1} + \sum_{i=0}^{q-1} \beta_2\, okolišRD_t + \sum_{i=0}^{r-1} \beta_3\, poreziokoliš_t + \sum_{i=0}^{s-1} \beta_4\, učinkovitost_t + \theta\, ECT_{t-1} + \delta\, EU_2013_t + \varepsilon_t \quad (4b)$$

Gdje je θ koeficijent brzine prilagodbe uz odgođeni član za ispravljanje pogrešaka ECT_{t-1}. ECT_{t-1} mjeri odstupanje od dugoročne ravnoteže iz prethodnog razdoblja, dok parametar θ mjeri brzinu kojom se nastala neravnoteža u sustavu ispravlja na godišnjoj razini (Pesaran et al., 2001.).

U nastavku su prikazani rezultati regresije i postestimacijski testovi.

4. REZULTATI I DISKUSIJA

Prije provođenja autoregresijskog modela s distribuiranim pomakom, proveden je test jediničnog korijena kako bi se utvrdio red integracije varijabli i provjerila njihova stacionarnost. Korišten je prošireni Dickey-Fullerov test stacionarnosti (Dickey & Fuller, 1979.; MacKinnon, 1996.), a rezultati su prikazani u Tablici 2.

Tablica 2. Prošireni Dickey-Fuller test jediničnog korijena

varijable	razine	prve diferencije
lbdp	-0.777 (0.8257)	-2.791 (0.0436)
okolišRD	-1.310 (0.6244)	-5.825 (0.0000)
poreziokoliš	0.459 (0.9836)	-2.951 (0.0397)
učinkovitost	-1.547 (0.5100)	-5.145 (0.0000)

Izvor: Autor

Rezultati ukazuju na to da su sve promatrane varijable nestacionarne u razinama, stoga se ne odbacuje nulta hipoteza o postojanju jediničnog korijena. Nakon transformacije u prve diferencije, varijable su postale stacionarne u svojim prvim diferencijama pa se može zaključiti da su promatrane varijable integrirane reda jedan, I(1).

Nakon što je utvrđena stacionarnost promatranih varijabli, proveden je ARDL bounds test s ciljem utvrđivanja postoji li kointegracija između varijabli (Pesaran et al. 2001.). Nul-hipoteza glasi da ne postoji razinski odnos, odnosno da ne postoji kointegracija. Test je proveden za oba modela – osnovni model i kontrolni model s dummy varijablom. Detaljniji rezultati prikazani su u Tablici 3. Rezultati testa kointegracije za osnovni model pokazuju da su vrijednosti F- i t-statistike veće od kritičnih vrijednosti te se nul-hipoteza može odbaciti. Zaključuje se da postoji snažna, stabilna i dugoročna povezanost između BDP-a i odabranih nezavisnih varijabli. Nakon uključivanja dummy varijable, F-statistika u kontrolnom modelu se smanjuje ali i dalje prelazi kritične vrijednosti na razini signifikantnosti od 5%. Smanjenje F-statistike očekivana je posljedica uvođenja dummy varijable. Zbog nedostatnosti rezultata analize kointegracije dodatno se analizira vrijednost člana za ispravljanje pogrešaka (ECT). U oba modela procijenjeni član za ispravljanje pogrešaka statistički je značajan i negativnog predznaka. Takav rezultat potvrđuje postojanje stabilne i dugoročne kointegracije između analiziranih varijabli.

Tablica 3. Rezultati testa kointegracije (ARDL Bounds test)

	Model 1: Osnovni ARDL (1,0,0,0)	Model 2: Prošireni ARDL (1,0,0,1) s EU_2013
F-statistika	13.983*	5.986*
Kritične vrijednosti F-testa ($N = 23$)		
10% razina $[I(0) - I(1)]$	[3.155 – 4.379]	[3.153 – 4.464]
5% razina $[I(0) - I(1)]$	[3.946 – 5.378]	[3.979 – 5.530]
1% razina $[I(0) - I(1)]$	[5.957 – 7.906]	[6.139 – 8.292]
p-vrijednost F-testa $[I(0)/I(1)]$	[0.000 / 0.000]	[0.050 / 0.138]
t-statistika	-6.141*	-2.723
Kritične vrijednosti t-testa ($N = 23$)		
10% razina $[I(0) - I(1)]$	[-2.603 – -3.490]	[-2.573 – -3.479]
5% razina $[I(0) - I(1)]$	[-2.987 – -3.940]	[-2.974 – -3.948]
1% razina $[I(0) - I(1)]$	[-3.807 – -4.896]	[-3.832 – -4.954]
p-vrijednost t-testa $[I(0)/I(1)]$	[0.000 / 0.001]	[0.202 / 0.467]
Član za ispravljanje pogrešaka ECT/ADJ	-0.433* (p=0.000)	-0.2297* (p= 0.050)
Zaključak	Kointegracija (1% signifikantnosti)	Kointegracija putem ECT člana (5% signifikantnosti)

Napomena: *Signifikantno na 5%. Kritične vrijednosti za prilagođeni mali uzorak (N=23) prema Kripfganz i Schneider (2020).

Izvor: Autor

Tablica 4 prikazuje procjenu osnovnog ARDL (1,0,0,0) modela te proširenog ARDL (1,0,0,1) modela s uključenom dummy varijablom EU_2013. Dobiveni rezultati upućuju na model s ispravljanjem pogrešaka koji procjenjuje dugoročne odnose i kratkoročnu dinamiku.

Tablica 4. ARDL procjena dugoročnih odnosa i kratkoročne dinamike

	Model 1: Osnovni ARDL (1,0,0,0)		Model 2: Prošireni ARDL (1,0,0,1) s EU_2013	
	Koeficijent	p-vrijednost	Koeficijent	p-vrijednost
Dugoročni koeficijenti (LR)				
okolišRD	0.0101**	0.093	- 0.0145	0.515
poreziokoliš	0.0005*	0.000	0.0009*	0.011
učinkovitost	0.0096	0.359	0.0235	0.255
Kratkoročna dinamika (SR)				
Brzina prilagodbe (ECTt-1/ADJ)	-0.4330*	0.000	-0.2297*	0.050
Δ poreziokoliš	-	-	0.00018**	0.053
EU_2013 (dummy)	-	-	-0.0764*	0.047
Konstanta	4.0029*	0.000	1.8857**	0.079
Dijagnostika modela s ispravljanjem pogrešaka (ECM)				
Broj opservacija (N)	23		23	
R^2 (ECM)	0.7565		0.8255	
Prilagođeni R^2 (ECM)	0.7024		0.7601	
Root MSE	0.0358		0.0321	

Napomena: *signifikantno na razini 5%; **signifikantno na razini 10%

Izvor: Autor

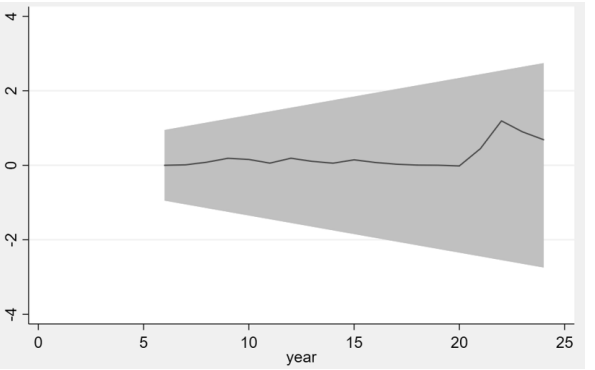
Dugoročno gledano, porezi na okoliš ostvaruju pozitivan i statistički signifikantan utjecaj na kretanje BDP-a u oba modela. U Modelu 1 povećanje poreza na okoliš za 1 milijun eura, rezultirat će rastom BDP-a od 0.05%. Rezultati Modela 2, gdje je kontroliran učinak pridruživanja Europskoj uniji, sugeriraju da povećanje poreza na okoliš za 1 milijun eura, rezultira povećanjem BDP-a za 0.09%.

Nadalje, ulaganja u istraživanje i razvoj u području zaštite okoliša pokazuju rubnu signifikantnost u Modelu 1, pri čemu bi povećanje ulaganja u R&D rezultiralo povećanjem BDP-a u dugom roku. Međutim, uvođenjem kontrolne varijable za ulazak u Europsku uniju, ovaj koeficijent gubi signifikantnost. U strože kontroliranim uvjetima povećanje ulaganja u R&D u području zaštite okoliša nema statistički dokazan utjecaj na BDP u promatranom razdoblju. Varijabla učinkovitosti vlade u ni jednom modelu ne ostvaruje statistički signifikantan dugoročni učinak.

Analizom kratkoročne dinamike i mehanizma prilagodbe potvrđuje se postojanje stabilne, dugoročne kointegracije u oba modela. U osnovnom modelu, brzina prilagodbe iznosi 43.3% dok je u proširenom modelu korigirana na 22.9%. U kratkom roku utvrđen je pozitivan učinak poreza na okoliš na gospodarsku aktivnost. Rezultati upućuju na to da prilagodbe u sustavu poreza na okoliš ostvaruju izravan, ali blag kratkoročni učinak na kretanje BDP-a. Sama dummy varijabla u Modelu 2 pokazuje negativan i statistički značajan utjecaj, čime se ukazuje na specifičan kratkoročni strukturni pomak u godini pristupanja Europskoj uniji. Nadalje, prilagođeni koeficijent determinacije povećan je u Modelu 2, dok se standardna pogreška ocjene smanjuje. Time se potvrđuje opravdanost i veća preciznost Modela 2 te uvođenje dummy varijable EU_2013.

Na kraju je proveden CUSUM test stabilnosti (Brown et al., 1975.), kako bi se provjerila stabilnost procijenjenih parametara. Može se potvrditi da je model strukturno stabilan jer se linija kumulativne sume rekurzivnih reziduala nalazi unutar granica pouzdanosti od 95%. Stoga se može potvrditi da su procijenjeni koeficijenti stabilni i pouzdani za donošenje zaključaka. Detalji su prikazani na Shemi 1.

Shema 1. Prikaz kretanja kumulativne sume rekurzivnih reziduala, uz 95% pouzdanosti oko H0



Izvor: Autor

Cilj istraživanja bio je utvrditi kakav će utjecaj mehanizmi ublažavanja degradacije okoliša imati na ekonomski rast u Republici Hrvatskoj. Pretpostavka je bila da će ulaganja u istraživanje i razvoj u području zaštite okoliša pozitivno doprinijeti rastu BDP-a u dugom roku. Nove investicije u sofisticiranije tehnologije, razvoj tzv. zelenih projekata i rast vrijednosti investicija u obnovljive izvore energije trebale bi rezultirati većim rastom BDP-a (Sohail, 2023.; Baneliene et al., 2023.: Eid et al., 2024). Suprotno očekivanjima, rezultati ulaganja u R&D u području zaštite okoliša nisu potvrdili statistički signifikantan utjecaj na BDP u Republici Hrvatskoj te nije moguće potvrditi *H1: Izdaci za istraživanje i razvoj za zaštitu okoliša u Republici Hrvatskoj imaju pozitivan učinak na povećanje ekonomske aktivnosti*. Ulaganja u R&D za zaštitu okoliša u manjim ekonomijama, poput Republike Hrvatske, uglavnom čine relativno mali udio u ukupnom BDP-u, pa se njihov utjecaj na rast BDP-a ne može statistički potvrditi. Nesignifikantnost rezultata može se pojasniti i nedovoljnom komercijalizacijom inovacija i patenata te njihovom primjenom u industriji, gdje uložena sredstva ne rezultiraju željenim ekonomskim rastom. Važnost sektora za istraživanje i razvoj velika je jer se ističe kao inkubator ideja, patenata i inovacija ključnih za niskougljičnu tranziciju i dugoročnu održivost. Romer (1990; 1993) ističe da su ideje nositelji ekonomske aktivnosti i značajno doprinose stvaranju novih ekonomskih vrijednosti. U svijetu s fizičkim ograničenjima, male i velike inovacije te ideje omogućuju ekonomski rast. Od njega ovisi razvoj novih tehnologija, osobito u području zaštite okoliša. Važnost ulaganja u istraživanje i razvoj potvrđuju Yazgan & Yalçinkaya (2018), Fernandez et al. (2018), Liu & Xia (2018) te Hojnik, Prokop & Stejskal (2022), osobito s ciljem postizanja dugoročne održivosti i povećanja konkurentnosti.

Nadalje, istraživanje potvrđuje činjenicu da dobro formulirani porezi na okoliš ne predstavljaju veliko porezno opterećenje za sustav te rezultiraju pozitivnim utjecajem na ekonomski rast, što je u skladu s Mirović et al. (2021) i Suhányi et al. (2024). Stoga dobiveni rezultat podupire hipotezu *H2: Porezi na okoliš pozitivno utječu na povećanje ekonomske aktivnosti u Republici Hrvatskoj*. Uvođenje poreza na okoliš u Republici Hrvatskoj nije negativno utjecalo na ekonomski rast, već potiče učinkovitost, osobito u dugom roku. Rezultati idu u prilog Porterovoj hipotezi (Porter, 1991; Porter i van der Linde, 1995), koja ističe da će stroža ekološka regulativa rezultirati razvojem novih poslovnih praksi, promjenom ponašanja potrošača i kućanstava te učinkovitijim korištenjem resursa i upotrebom ekološki prihvatljivijih alternativa. Budući da niskougljična tranzicija iziskuje značajna financijska sredstva, važno je da se ovi prihodi usmjere na financiranje tzv. zelenih projekata, unaprjeđenje postojeće tehnologije, poboljšanje energetske učinkovitosti te uvođenje obnovljivih izvora energije. Zelena ekonomska politika ne bi trebala ugrožavati ekonomski napredak i rast, nego ga poticati. Istraživanje također podupire postavke suvremene teorije dvostruke dobiti (eng. double dividend). Ova teorija sugerira da će viši porezi na aktivnosti koje onečišćuju okoliš rezultirati poboljšanjem stanja okoliša, a istodobno smanjiti porezno opterećenje na druge izvore, poput oporezivanja rada ili kapitala (Fullerton & Metcalf, 1997; Funda et al., 2020). Na temelju istraživanja poreznog sustava u zemljama Europske unije, Nadžaković (2014) zaključuje da će porezi na okoliš u

Europskoj uniji preuzeti primat te istovremeno smanjiti oporezivanje dohotka i rada. Nužno je poreze uvesti učinkovito kako onečišćivač ne bi u potpunosti prebacio porezni teret na krajnje potrošače te kako prevelik porezni teret ne bi narušio konkurentnost ekonomije rastom cijena dobara i usluga.

Zbog statistički nesignifikantnih rezultata, odbacuje se *H3: Pokazatelj učinkovitosti vlade u Republici Hrvatskoj ima pozitivan učinak na povećanje ekonomske aktivnosti*. Iako rezultati modela ne pokazuju da varijabla učinkovitost vlade ima statistički značajan utjecaj na kretanje BDP-a, potrebno je istaknuti da kvaliteta javne uprave i učinkovitost javnih politika ostaju glavni preduvjeti za privlačenje investicija, pravedniji porezni sustav te potpunu ekonomsku stabilnost.

Sukladno dobivenim rezultatima, ali i zbog povećanja općedruštvene prihvatljivosti i učinkovitosti zelenih politika, bitno je da se barem dio prihoda od poreza na okoliš usmjeri u financiranje zelenih investicija i održivih projekata. Kako se ne bi narušilo načelo univerzalnosti te kako bi se očuvala fleksibilnost i stabilnost javnih financija, ovaj cilj može se ostvariti primjenom koncepta zelenog budžetiranja (*green budgeting*). Göksu (2022) ističe da zeleno budžetiranje služi za promicanje javnih investicija prema zelenim projektima, podršku niskougljičnim investicijama te ostvarivanje ciljeva Europskog zelenog plana. Sredstva prikupljena od oporezivanja energenata ili onečišćenja treba označiti kao zeleni prihod te ih usmjeriti u namjensko trošenje. Takvi prihodi se trebaju usmjeriti na energetsku obnovu zgrada, razvoj zelenog prometa te inovacije u području ekologije i obnovljivih izvora energije. U Europi postoje primjeri dobre prakse koje ističe Pojar (2022). U Francuskoj, Irskoj, Danskoj, Švedskoj i Finskoj postoji sustav označavanja izdataka povezanih s ostvarenjem klimatskih ciljeva, koji istodobno prati namjensko trošenje prihoda od poreza na okoliš i energente. Nadalje, kroz nacionalni budžet prati se uspješnost ostvarivanja ciljeva utjecaja na okoliš koji su propisani nacionalnim zakonima.

Dok su s jedne strane porezi na okoliš alat za penalizaciju zagađenja i korištenja fosilnih goriva, tzv. zeleno budžetiranje može osigurati transparentnost u trošenju sredstava. Na taj način povećat će se potrebni prihodi za uspješno provođenje niskougljične tranzicije i ostvarenje ciljeva Europskog zelenog plana., ali se neće narušiti povjerenje građana.

5. ZAKLJUČAK

Prelazak na niskougljično gospodarstvo i postizanje energetske neovisnosti temeljni su ciljevi ekonomske i energetske strategije Republike Hrvatske. U tom kontekstu potrebno je u energetski miks uključiti više obnovljivih izvora energije, povećavati energetsku učinkovitost, pojačati ulaganja u razvoj novih sofisticiranih tehnologija te potaknuti promjene u postojećim poslovnim praksama. Međutim, kako bi se tranzicija provela što učinkovitije, potrebno je formulirati mehanizme za ublažavanje degradacije okoliša koji će poduprijeti ekonomski rast i razvoj.

Cilj ovog rada jest istražiti dugoročni utjecaj mehanizama ublažavanja degradacije okoliša na ekonomsku aktivnost. Mehanizmi ublažavanja degradacije okoliša, poput ulaganja u istraživanje i razvoj u području zaštite okoliša te poreza na okoliš, pogodan su alat za postizanje dugoročne održivosti i promjenu dosadašnje paradigme. Istraživanje je usmjereno na Republiku Hrvatsku u razdoblju od 2000. do 2023. godine, a provedeno je primjenom autoregresijskog modela s distribuiranim pomakom (ARDL). Ova metoda omogućuje procjenu dugoročne ravnoteže i kratkoročne dinamike između varijabli putem modela koji uključuje zaostatke zavisnih i nezavisnih varijabli.

Rezultati analize su pokazali da će svaki dodatni iznos prikupljen u obliku poreza na okoliš, stimulirati rast bruto domaćeg proizvoda u Republici Hrvatskoj. Iako su prvenstveno namijenjeni smanjenju degradacije okoliša, porezi na okoliš moraju pratiti ekonomske aktivnosti i podržavati rast. Preveliko porezno opterećenje može narušiti konkurentnost gospodarstva te dodatno financijski opteretiti kućanstva i poduzeća. Iako je sektor istraživanja i razvoja srž nisko ugljičnog razvoja i dugoročne održivosti, istraživanje nije potvrdilo pozitivan i statistički značajan utjecaj ulaganja u R&D na području zaštite okoliša na kretanje BDP-a. Bez obzira na to, važnost ulaganja u R&D je krucijalna za stvaranje novih ideja, unaprjeđenje i razvoj sofisticirane tehnologije, koja će omogućiti što učinkovitiju niskougljičnu tranziciju.

Vanjski šokovi poput energetskih kriza, inflacije i brzih geopolitičkih promjena ograničenja su ovog istraživanja. Dostupni podaci ne mogu pravovremeno preslikati stvarno stanje na tržištu i mogu utjecati na ostvarivanje dugoročnih ciljeva održivosti. Nadalje, analiza je specifična i usmjerena isključivo na Republiku Hrvatsku kao malu, otvorenu ekonomiju. Stoga rad otvara mogućnost za daljnja istraživanja. Postavlja se pitanje kakav je trend u ostalim državama članicama Europske unije. Budući da Europska unija nije homogeni blok, bilo bi korisno istražiti razlikuje li se trend u zemljama jezgre i zemljama periferije. Prelijevaju li se pozitivni učinci ulaganja u R&D u području zaštite okoliša iz razvijenih zemalja u manje razvijene putem zajedničkog europskog tržišta? U svakom slučaju potrebno je razumjeti specifičnosti svake ekonomije i razlike u nacionalnim strategijama.

Doprinosi autora: Autor potvrđuje isključivu odgovornost za koncepciju i dizajn istraživanja, prikupljanje podataka, analizu i interpretaciju rezultata te izradu rukopisa.

Financiranje: Financira Europska unija – NextGenerationEU – OZTEGO - uniri-iz-25-272. Izneseni stavovi i mišljenja samo su autorova i ne odražavaju nužno službena stajališta Europske unije ili Europske komisije. Ni Europska unija ni Europska komisija ne mogu se smatrati odgovornima za njih.

Sukob interesa: Nema

Izjava o korištenju umjetne inteligencije (AI) ili alata temeljenih na AI-ju: Izjavljujem da prilikom izrade ovog rukopisa nisam koristio/koristila umjetnu inteligenciju i alate temeljene na AI-ju.

LITERATURA

Abdullah, S., & Morley, B. (2014). Environmental taxes and economic growth: Evidence from panel causality tests. *Energy economics*, *42*, 27-33. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2013.11.013

Al-Mulali, U., Gholipour, H. F., & Solarin, S. A. (2022). Investigating the environmental Kuznets curve (EKC) hypothesis: does government effectiveness matter? Evidence from 170 countries. *Environment, Development and Sustainability*, *24*(11), 12740-12755. https://doi.org/10.1007/s10668-021-01962-4

Baneliene, R., Strazdas, R., González-Tejero, C. B., & Gavrila Gavrila, S. (2023). Green innovation for competitiveness: impact on GDP growth in the European Union. *Contemporary economics*, *17*(1), 92-108. https://doi.org/10.5709/ce.1897-9254.501

Bayarcelik, E. B., & Taşel, F. (2012). Research and development: source of economic growth. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *58*, 744-753. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.1052

Bayraktar, Y., Dündar, N., & Özyılmaz, A. (2022). The relationship between R&D expenditures and economic growth in BRICS-T countries. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, *17*(3), 893-910. https://doi.org/10.17153/oguiibf.1151022

Breusch, T. S. (1978). Testing for autocorrelation in dynamic linear models. *Australian Economic Papers*, *17*(31)*,* 334–355. https://doi.org/10.1111/j.1467-8454.1978.tb00635.x

Breusch, T. S., & Pagan, A. R. (1979). A simple test for heteroscedasticity and random coefficient variation. *Econometrica, 47*(5), 1287–1294. https://doi.org/10.2307/1911963

Brown, R. L., Durbin, J., & Evans, J. M. (1975). Techniques for testing the constancy of regression relationships over time. *Journal of the Royal Statistical Society Series B: Statistical Methodology*, *37*(2), 149-163. https://doi.org/10.1111/j.2517-6161.1975.tb01532.x

Carraro, C., & Galeotti, M. (1997). Economic growth, international competitiveness and environmental protection: R & D and innovation strategies with the WARM model. *Energy Economics*, *19*(1), 2-28. https://doi.org/10.1016/S0140-9883(96)01005-5

Cook, R. D., & Weisberg, S. (1983). Diagnostics for heteroscedasticity in regression. *Biometrika*, *70*(1), 1–10. https://doi.org/10.1093/biomet/70.1.1

Costa-Campi, M. T., García-Quevedo, J., & Martínez-Ros, E. (2017). What are the determinants of investment in environmental R&D?. *Energy Policy*, *104*, 455-465. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.01.024

Degirmenci, T., & Aydin, M. (2026). A path towards the sustainable environment from environmental governance: testing the LCC and EKC hypotheses with the environmental policy stringency and government effectiveness in France. *Journal of the Knowledge Economy*, *17*(1), 981-1007. https://doi.org/10.1007/s13132-025-02665-1

Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1979). Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American Statistical Association*, *74*(366a), 427-431. https://doi.org/10.1080/01621459.1979.10482531

Dogan, E., Hodžić, S., & Fatur Šikić, T. (2022). A way forward in reducing carbon emissions in environmentally friendly countries: the role of green growth and environmental taxes. *Economic research-Ekonomska istraživanja*, *35*(1), 5879-5894. https://doi.org/10.1080/1331677X.2022.2039261

Državni zavod za statistiku. (n.d.). *Porezi i naknade za okoliš: Metodološka objašnjenja*. Preuzeto s: https://web.dzs.hr/hrv/DBHomepages/Okoli%C5%A1/Ekonomski%20ra%C4%8Duni%20za%20okoli%C5%A1/Porezi%20i%20naknade%20za%20okoli%C5%A1/metodologija.htm

Eid, A. G., Mrabet, Z., & Alsamara, M. (2024). Assessing the impact of energy R&D on green growth in OECD countries: a CS-ARDL analysis. *Environmental Economics and Policy Studies*, 1-40. https://doi.org/10.1007/s10018-024-00413-4

Europska komisija. (2020). *The European Green Deal.* https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en

Eurostat. (n.d.). *Environmental taxes and subsidies*. Europska komisija. Preuzeto s: https://ec.europa.eu/eurostat/web/environment/information-data/environmental-taxes-subsidies

Eurostat. (2025a). *Environmental taxes by economic activity (NACE Rev. 2).* https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ENV_AC_TAXIND2__custom_7505520/default/table

Eurostat. (2025b). *General government expenditure by function (COFOG).* https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/gov_10a_exp__custom_20435405/default/table

Eurostat. (2025c). *Gross domestic product (GDP) and main components (output, expenditure and income) - annual data*. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NAMA_10_GDP__custom_7518162/default/table

Eurostat. (2026). *Energy in Europe – 2026 edition.* https://ec.europa.eu/eurostat/web/interactive-publications/energy-2026

Fernandez, Y. F., Lopez, M. F., & Blanco, B. O. (2018). Innovation for sustainability: the impact of R&D spending on CO2 emissions. *Journal of cleaner production*, *172*, 3459-3467. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.001

Fullerton, D., & Metcalf, G. E. (1997). *Environmental taxes and the double-dividend hypothesis: did you really expect something for nothing?.* (Working Paper No. 6199). National Bureau of Economic Research. https://doi.org/10.3386/w6199

Godfrey, L. G. (1978). Testing against general autoregressive and moving average error models when the regressors include lagged dependent variables. *Econometrica*, *46*(6), 1293–1301. https://doi.org/10.2307/1913829

Göksu, G. G. (2022). A cross-country analysis of green public finance management and budgeting in supporting sustainable development. *Sayıştay Dergisi*, *33*(126), 409-441.

Hassan, M., Oueslati, W., & Rousselière, D. (2020). Environmental taxes, reforms and economic growth: an empirical analysis of panel data. *Economic Systems*, *44*(3), 100806. https://doi.org/10.1016/j.ecosys.2020.100806

Hojnik, J., Prokop, V., & Stejskal, J. (2022). R&D as bridge to sustainable development? Case of Czech Republic and Slovenia. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management, 29*(1), 146-160. https://doi.org/10.1002/csr.2190

Inekwe, J. N. (2015). The contribution of R&D expenditure to economic growth in developing economies. *Social indicators research*, *124*(3), 727-745. https://doi.org/10.1007/s11205-014-0807-3

Jiang, X., Akbar, A., Hysa, E., & Akbar, M. (2023). Environmental protection investment and enterprise innovation: Evidence from Chinese listed companies. *Kybernetes*, *52*(2), 708-727. https://doi.org/10.1108/K-12-2021-1292

Jordaan, S. M., Romo-Rabago, E., McLeary, R., Reidy, L., Nazari, J., & Herremans, I. M. (2017). The role of energy technology innovation in reducing greenhouse gas emissions: A case study of Canada. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *78*, 1397-1409. https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.162

Kahouli, B. (2018). The causality link between energy electricity consumption, CO2 emissions, R&D stocks and economic growth in Mediterranean countries (MCs). *Energy*, *145*, 388-399. https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.12.136

Koçak, E., & Ulucak, Z. Ş. (2019). The effect of energy R&D expenditures on CO 2 emission reduction: estimation of the STIRPAT model for OECD countries. *Environmental Science and Pollution Research*, *26*(14), 14328-14338. https://doi.org/10.1007/s11356-019-04712-2

Komen, M. H., Gerking, S., & Folmer, H. (1997). Income and environmental R&D: empirical evidence from OECD countries. *Environment and Development Economics*, *2*(4), 505-515. https://doi.org/10.1017/S1355770X97000272

Kripfganz, S., & Schneider, D. C. (2020). Response surface regressions for critical value bounds and approximate p-values in equilibrium correction models 1. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, *82*(6), 1456-1481. https://doi.org/10.1111/obes.12377

Kripfganz, S., & Schneider, D. C. (2023). ardl: Estimating autoregressive distributed lag and equilibrium correction models. *The Stata Journal*, *23*(4), 983-1019. https://doi.org/10.1177/1536867X231212434

Kučera, J., & Fiľa, M. (2022). R&D expenditure, innovation performance and economic development of the EU countries. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, *9*(3), 227. https://doi.org/10.9770/jesi.2022.9.3(14)

Kalaš, B., Mirović, V., Bolesnikov, D., Akadiri, S. S., & Radulescu, M. (2025). Environmental taxes and sustainable development in the EU: A decade of data-driven insights. *Systems*, *13*(7), 503. https://doi.org/10.3390/systems13070503

Lindsey, T. C. (2011). Sustainable principles: common values for achieving sustainability. *Journal of Cleaner Production*, *19*(5), 561-565. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.10.014

Liu, C., & Xia, G. (2018). Research on the dynamic interrelationship among R&D investment, technological innovation, and economic growth in China. *Sustainability, 10*(11), 4260. https://doi.org/10.3390/su10114260

Liu, H., Zafar, M. W., Sinha, A., & Khan, I. (2023). The path to sustainable environment: Do environmental taxes and governance matter?. *Sustainable Development*, *31*(4), 2278-2290. https://doi.org/10.1002/sd.2505

MacKinnon, J. G. (1996). Numerical distribution functions for unit root and cointegration tests. *Journal of Applied Econometrics*, *11*(6), 601-618. https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1255(199611)11:6<601::AID-JAE417>3.0.CO;2-T

Minviel, J. J., & Ben Bouheni, F. (2022). The impact of research and development (R&D) on economic growth: new evidence from kernel-based regularized least squares. *The Journal of Risk Finance*, *23*(5), 583-604. https://doi.org/10.1108/JRF-11-2021-0177

Mirović, V., Kalaš, B., & Milenković, N. (2021). Panel cointegration analysis of total environmental taxes and economic growth in EU countries. *Economic Analysis*, *54*(1), 92-103. https://doi.org/10.28934/ea.21.54.1.pp92-103

Nadžaković, E. (2014). Efekti ekoloških poreza na javne prihode i ekologiju Evropske unije. In *BH ekonomski forum* (Vol. 6, No. 1, pp. 35-50). Ekonomski fakultet-Univerzitet u Zenici.

Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. J. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of Applied Econometrics, 16*(3), 289–326. https://doi.org/10.1002/jae.616

Pojar, S. (2023). *How green budgeting is embedded in national budget processes*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

Porter, M. E. (1991). America's Green Strategy. *Scientific American*, *264*(4), 168. http://dx.doi.org/10.1038/scientificamerican0491-168

Porter, M. E., & van der Linde, C. (1995). Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship. *Journal of Economic Perspectives*, *9*(4), 97-118. https://doi.org/10.1257/jep.9.4.97

Romer, P. M. (1990). Endogenous technological change. *Journal of political Economy*, *98*(5, Part 2), S71-S102. http://dx.doi.org/10.1086/261725

Romer, P. (1993). Idea gaps and object gaps in economic development. *Journal of monetary economics, 32*(3), 543-573. https://doi.org/10.1016/0304-3932(93)90029-F

Scoones, I. (2007). Sustainability. *Development in practice, 17*(4-5), 589-596. https://doi.org/10.1080/09614520701469609

Shrivastava, P., & Berger, S. (2010). Sustainability principles: A review and directions. *Organization Management Journal, 7*(4), 246-261. https://doi.org/10.1057/omj.2010.35

Sohail, M. T. (2023). Green development in BRICS: unraveling the effects of environmental technology, R&D spending, and green investment in the context of COP21. *Environmental Science and Pollution Research*, *30*(57), 120000-120009. https://doi.org/10.1007/s11356-023-30696-1

Srdelić, L. (2024). Okolišni porezi u Hrvatskoj i Europskoj uniji. *Osvrti Instituta za javne financije*, (139), 1–6. https://doi.org/10.3326/ao.2024.139

Suhányi, L., Suhányiová, A. & Kočišová, M. (2024). Relationship between GDP and Government Expenditure on Environmental Protection and Environmental Tax Revenues. *Acta Montanistica Slovaca, 29*(2). 489-499. https://doi.org/10.46544/AMS.v29i2.20

Svjetska banka. (2025). *World Development Indicators: Government Effectiveness: Percentile Rank*. https://data.worldbank.org/indicator/GE.PER.RNK?end=2023&start=1996&view=chart

Sylwester, K. (2001). R&D and economic growth. *Knowledge, Technology & Policy*, *13*(4), 71-84. https://doi.org/10.1007/BF02693991

Tchapchet-Tchouto, J. E., Koné, N., & Njoya, L. (2022). Investigating the effects of environmental taxes on economic growth: Evidence from empirical analysis in European countries. *Environmental Economics*, *13*(1), 1. http://dx.doi.org/10.21511/ee.13(1).2022.01

Ulku, H. (2004). *R&D, innovation, and economic growth: An empirical analysis.* (IMF Working Paper No. 04/185). International Monetary Fund. https://ssrn.com/abstract=879010

Vallance, S., Perkins, H. C., & Dixon, J. E. (2011). What is social sustainability? A clarification of concepts. *Geoforum, 42*(3), 342-348. https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2011.01.002

Widok, A. (2009). Social Sustainability: Theories, Concepts, Practicability. In *Environmental informatics and industrial environmental protection: Concepts, methods and tools* (pp. 43-51). Shaker Verlag.

Yazgan, Ş., & Yalçinkaya, Ö. (2018). The effects of research and development (R&D) investments on sustainable economic growth: Evidence from OECD countries (1996-2015). *Review of Economic Perspectives*, *18*(1), 3-23. https://doi.org/10.1515/revecp-2018-0001

Yuan, R., Masron, T. A., Chen, Y., & Azman, N. S. (2025). Government effectiveness on environmental degradation in developing countries. *International Journal of Environmental Science and Technology*, *22*(14), 14279-14292. https://doi.org/10.1007/s13762-025-06560-9

Wang, C., & Naveed, A. (2024). Innovation and environmental protection: An EU perspective. *Applied Energy*, *366*, 123260. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2024.123260

Wong, S. L., Chang, Y., & Chia, W. M. (2013). Energy consumption, energy R&D and real GDP in OECD countries with and without oil reserves. *Energy economics*, *40*, 51-60. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2013.05.024

Zhigolli, G., & Fetai, B. (2024). The relationship between CO2 emissions and GDP per capita, energy consumption, industrial production in the case of Western Balkan countries. *Ekonomska misao i praksa*, *33*(2), 539-553. https://doi.org/10.17818/EMIP/2024/2.10

Barbara Fajdetić, PhD

Senior Assistant
University of Rijeka, Croatia
Faculty of Economics and Business
E-mail: barbara.fajdetic@efri.uniri.hr
Orcid: https://orcid.org/0000-0003-0246-7491

ENVIRONMENTAL PROTECTION R&D AND ENVIRONMENTAL TAXES: DRIVERS OR CONSTRAINTS OF ECONOMIC GROWTH IN THE REPUBLIC OF CROATIA?

Abstract

Environmental degradation is one of the main obstacles to sustainable economic growth. Globalisation, rapid economic growth and development, and heavy reliance on fossil fuels pose challenges, particularly for small open economies such as Croatia. This study analyses the short- and long-run effects of environmental protection research and development (R&D) investments, government effectiveness, and environmental taxes on gross domestic product (GDP) dynamics. The empirical analysis applies the Autoregressive Distributed Lag (ARDL) bounds testing approach to the Republic of Croatia over the period 2000–2023. The results show that environmental taxes have a stable, positive, and statistically significant effect on GDP levels in both the short and the long run. After introducing a dummy variable for the year of EU accession, the long-run effect of environmental protection R&D investments is no longer statistically significant. The findings indicate the importance of including control variables to isolate the effects of environmental policies from broader macroeconomic trends.

Keywords: research and development, environmental protection, environmental taxes, economic growth

JEL classification: Q58, O44, H23, C22