

Uticaj karbonskog otiska kreditnih portfolija banaka i strogosti ekološke politike na nivo nekvalitetnih kredita: empirijska analiza na nivou država

Jelena Jovović^{1,2}

Apstrakt

U ovom radu analizirana je veza između karbonske izloženosti bankarskih kreditnih portfolija i nivoa nekvalitetnih kredita na nivou države. U fokusu istraživanja je pitanje da li plasmani usmjereni ka sektorima sa visokim emisijama gasova staklene bašte povećavaju rizik pogoršanja kvaliteta aktive u bankarskom sektoru, naročito u uslovima strože klimatske regulative. Korišćenjem panel podataka koji obuhvataju više zemalja i perioda, razvijen je model koji povezuje karbonsku intenzivnost kreditiranja i strogost ekoloških politika na nivou država sa realizovanim stopama nekvalitetnih kredita, uz kontrolne varijable. Rezultati ukazuju na to da banke sa većim udjelom “smeđih” kredita bilježe viši nivo kreditnog rizika, što ima značajne implikacije za razvoj klimatski osjetljivog prudenčijalnog okvira. Pored toga, u ovom radu analizirani su i izazovi i mogućnosti za regulatorne autoritete u zemljama u tranziciji, poput Crne Gore, koje se nalaze na raskršću između zelene transformacije i očuvanja finansijske stabilnosti.

Ključne riječi: karbonska izloženost, nekvalitetni krediti, klimatski tranzicioni rizik, regulatorna politika, zelena ekonomija, Crna Gora

¹ Ekonomski fakultet, Univerzitet Crne Gore, Jovana Tomaševića 37, 81000 Podgorica (e-mail: jelena.j@ucg.ac.me)

² GREDEG-CNRS, Universite Cote d’Azur, Batiment 2 Campus Azur du CNRS, 06300 Nice, France

Sadržaj

Spisak skraćenica	3
Lista tabela i grafika	4
1. Uvod	5
2. Pregled literature i teorijski okvir	6
2.1. Klimatski rizici u bankarstvu	6
2.2. Pregled dosadašnjih istraživanja	7
2.3. Teorijski mehanizam – kako karbonska izloženost može uticati na NPL	9
2.4. Istraživački jaz	10
3. Metodologija i podaci	12
3.1. Metodologija	12
3.2. Podaci	13
4. Empirijski rezultati i diskusija	14
4.1. Rezultati analize fiksnih i slučajnih efekata	14
4.2. Mehanizmi i kanali transmisije	20
4.3. Diskusija implikacija	21
4.3.1. Implikacije za centralne banke	21
4.3.2. Implikacije za vlade i kreatore politika	22
4.3.3. Implikacije za komercijalne banke	22
5. Zaključak	23
Reference	24

Spisak skraćenica

BCBS – Bazelski komitet za bankarski nadzor (Basel Committee on Banking Supervision)

BIS – Banka za međunarodna poravnanja (Bank for International Settlements)

CBAM – Mehanizam za prilagođavanje (Carbon Border Adjustment Mechanism)

CFBL – Karbonski otisak bankarskih kredita (Carbon Footprint of Bank Loans)

CO₂ – Ugljen-dioksid (Carbon Dioxide)

ECB – Evropska centralna banka (European Central Bank)

EPSI – Indeks strogosti ekoloških politika (Environmental Policy Stringency Index)

ESG – Okvir životne sredine, društva i upravljanja (Environmental, Social, and Governance)

EU – Evropska unija (European Union)

GDPG – Rast bruto domaćeg proizvoda (Gross Domestic Product Growth)

GHG – Gasovi sa efektom staklene bašte (Greenhouse Gases)

IMF – Međunarodni monetarni fond (International Monetary Fund)

IPCC – Međuvladin panel o klimatskim promjenama (Intergovernmental Panel on Climate Change)

NGFS – Mreža za ekološki održiv finansijski sistem (Network for Greening the Financial System)

NPL – Nekvalitetni krediti (Non-Performing Loans)

OECD – Organizacija za ekonomsku saradnju i razvoj (Organisation for Economic Co-operation and Development)

UNFCCC – Okvirna konvencija Ujedinjenih nacija o klimatskim promjenama (United Nations Framework Convention on Climate Change)

Lista tabela i grafika

Tabela 1. Varijable korišćene u modelu.....	14
Tabela 2. Panel model - fiksni efekti.....	15
Tabela 3. Driscoll-Kraay korekcija standardnih greški - model sa fiksnim efektima	16
Tabela 4. Panel model - slučajni efekti.....	17
Tabela 5. Driscoll-Kraay korekcija standardnih greški – model sa slučajnim efektima	17
Slika 1. Forest plot procijenjenih koeficijenata i 95% intervala povjerenja za modele fiksnih (FE) i slučajnih (RE) efekata	18
Slika 2. QQ dijagrami i histogrami reziduala.....	19

1. Uvod

U savremenom regulatornom i akademskom diskursu, finansijski sektor se sve intenzivnije pozicionira kao ključni posrednik u tranziciji ka održivoj ekonomiji. Dok su fizičke posljedice klimatskih promjena, poput ekstremnih vremenskih nepogoda i degradacije ekosistema neosporne, mnogo neposredniji izazov za bankarski sektor predstavljaju tranzicioni rizici (Semieniuk et al., 2021). Ovi rizici proizlaze iz promjena u zakonodavnom okviru, tehničko-tehnološkim inovacijama te transformaciji investitorskih i potrošačkih preferencija, koji sve snažnije favorizuju zelena, održiva poslovna rješenja (D’Orazio, 2025). Izloženost banaka sektorima koji su visokointenzivni u emisijama ugljen-dioksida, poput energetike primarno bazirane na fosilnim gorivima, teške industrije i klasične transportne infrastrukture, može usljed pomenutih procesa dovesti do smanjenja vrijednosti aktive, povećanja rizika nelikvidnosti i u konačnom rasta udjela nekvalitetnih kredita (eng. *non-performing loans*, u daljem tekstu NPL) (Bua et al., 2024; Jung et al., 2023).

Ova studija se oslanja na tu strukturalnu pretpostavku i shodno njoj postavlja ključno istraživačko pitanje: da li karbonska intenzivnost kreditnih portfolija banaka na nivou zemlje ima statistički i ekonomski značajan uticaj na dinamiku nekvalitetnih kredita? Time će biti istražen specifičan mehanizam kroz koji klimatski rizici mogu prerasti u finansijske rizike, a naročito kreditni, što je dimenzija koja je do sada bila izrazito slabo zastupljena u empirijskoj literaturi (Stolbov & Shchepeleva, 2023). Dok se većina dosadašnjih radova fokusirala na dugoročne efekte fizičkih klimatskih promjena ili na korelaciju ESG faktora sa tržišnim performansama (Di Febo, 2025; Guan et al., 2017; Livieri et al., 2023; Ramos-García et al., 2023), veza između karbonskog otiska finansijskog sektora i konkretnih indikatora bankarske stabilnosti ostaje gotovo u potpunosti nedokumentovana.

U cilju popunjavanja tog istraživačkog jaza, u okviru ovog rada razvijen je set panel podataka na nivou države, koji koristi karbonski otisak kreditnih portfolija banaka i indeks strogosti ekoloških politika kao nezavisne varijable u modelima koji objašnjavaju međudržavne varijacije u udjelu nekvalitetnih kredita. Modeli uključuju i kontrolne varijable, i to stopu rasta realnog rasta bruto domaćeg proizvoda, kamatne stope i ratio adekvatnosti kapitala.

Empirijska analiza vodi ka nekoliko ključnih rezultata koji imaju teorijsku, metodološku i regulatornu vrijednost. Prvo, rad potvrđuje hipotezu da banke sa većom karbonskom izloženošću portfolija u prosjeku bilježe viši udio nekvalitetnih kredita, naročito u zemljama sa ambicioznijim

ekološkim politikama. Drugo, doprinosi razvoju metodološkog okvira za kvantitativnu procjenu tranzicionog rizika u bankarstvu, uvodeći novu varijablu karbonske intenzivnosti kreditiranja u analitički okvir. I treće, rezultati otvaraju važna regulatorna pitanja vezana za dizajn supervizorskih instrumenata koji uključuju klimatske rizike - uključujući moguće prilagođavanje pondera rizika, redefinisanje stres-testova i razvoj zelenih nadzornih standarda.

Na širem planu, ovi nalazi naglašavaju činjenicu da klimatski faktori nijesu periferni ili eksterni elementi u analizi finansijske stabilnosti, već konstitutivni dio savremenog upravljanja rizicima (Brunetti et al., 2021). Karbonski otisak bankarskih kredita, kao specifična dimenzija održivosti, u ovom radu se tretira ne samo kao indikativan signal ekološke odgovornosti, već i kao potencijalno značajan prediktor pogoršanja kvaliteta bankarske aktive (Martini et al., 2025). Stoga, ovaj rad doprinosi redefinisaju epistemološkog odnosa između klimatskih promjena i finansijskog sistema: od diskursa društvene odgovornosti, ka preciznoj, kvantitativnoj analizi kreditnog rizika u kontekstu zelene tranzicije.

Ostatak rada strukturiran je na sljedeći način: Sekcija 2 prikazuje pregled relevantne literature, gdje se identifikuju postojeći teorijski i empirijski doprinosi na raskršću klimatskih rizika i finansijske stabilnosti, sa posebnim osvrtom na praznine koje ova studija nastoji da adresira; Sekcija 3 opisuje metodološki okvir i konstrukciju ključnih varijabli, uključujući izvore podataka i upotrebljene kontrolne varijable u modelu.; U Sekciji 4 predstavljeni su rezultati regresione analize, uz niz testova robusnosti koji potvrđuju validnost rezultata. Sekcija 5 prikazuje diskusiju rezultata u svijetlu regulatornih i nadzornih politika, uz poseban osvrt na implikacije za male, otvorene ekonomije poput Crne Gore. Na kraju, date su i zaključna razmatranja, koje ukazuju na ograničenja studije i predlaže pravce za buduća istraživanja koja bi dodatno razjasnila vezu između klimatskih politika, kreditnih tržišta i stabilnosti bankarskog sistema.

2. Pregled literature i teorijski okvir

2.1. Klimatski rizici u bankarstvu

Klimatski rizici predstavljaju nove izvore finansijskog rizika za banke, a dijele se na fizičke i tranzicione. Fizički rizici obuhvataju ekonomske gubitke nastale usljed sve češćih i intenzivnijih ekstremnih vremenskih događaja (rizici poput poplava, suša, požara, oluja) te postepenih klimatskih promjena (hronični rizici poput porasta prosječne temperature, porasta nivoa mora, dezertifikacije (Araujo et al., 2025; Carè, 2023). Ove pojave mogu uzrokovati direktnu štetu u pogledu uništavanja imovine kompanija i građana, prekid poslovnih aktivnosti i smanjenje

vrijednosti kolaterala, što sve smanjuje sposobnost dužnika da otplaćuju kredite. S druge strane, tranzicioni rizici proističu iz procesa prilagođavanja ekonomije prelasku na niskougljениčni razvoj. Oni obuhvataju promjene u politikama i regulativi (npr. uvođenje poreza na CO₂, ograničenja emisija), tehnološke inovacije (npr. prelazak na obnovljive izvore energije) i promjene u tržišnim preferencijama potrošača i investitora (Nguyen et al., 2023). Ovi faktori mogu generisati značajne troškove i gubitke za banke: npr, naponi da se smanje emisije gasova sa efektom staklene bašte stvaraju tranzicione šokove koji povećavaju operativne troškove ili smanjuju prihode kompanija u karbon-intenzivnim sektorima (Bandt et al., 2024).

Ključni kanal prenosa klimatskih rizika na banke jeste kreditni kanal, odnosno uticaj na kreditni rizik portfolija banaka. Klimatski šokovi mogu uticati na sposobnost dužnika da redovno servisiraju dug (*income effect*), kao i na vrijednost imovine koja služi kao obezbjeđenje kredita (*wealth effect*). Drugim riječima, klimatske promjene mogu smanjiti prihode preduzeća i domaćinstava i time umanjiti njihovu mogućnost otplate duga, ili mogu umanjiti vrijednost kolaterala koji banke mogu zaplijeniti u slučaju neizvršenja obaveza (Battiston et al., 2017). Prema izvještaju Bazelskog komiteta, klimatski rizici se mogu manifestovati u tradicionalnim kategorijama rizika banaka, prije svega kroz rast kreditnog rizika usljed pada kvaliteta imovine. S tim u vezi, i predsjedništvo ECB naglasilo je da zanemarivanje klimatskih promjena može generisati značajne gubitke za finansijski sektor – kako direktne štete od katastrofa, tako i posredne efekte kroz više troškove, prekinde u poslovanju i pad produktivnosti, što sve podriva profitabilnost firmi i povećava rizik njihovog neizvršavanja obaveza. Banke stoga moraju razumjeti kako fizički i tranzicioni klimatski rizici posredno djeluju na bonitet dužnika i nivo nekvalitetnih kredita (NPL) u njihovim bilansima (Pozdyshev et al., 2025).

2.2. Pregled dosadašnjih istraživanja

Međunarodni empirijski dokazi u posljednjih nekoliko godina sve više potvrđuju materijalnost klimatskih rizika za bankarski sektor. Najopsežnije globalno istraživanje (World Bank, 2023) analiziralo je podatke za 184 zemlje od 1980. do 2019. i utvrdilo da teške klimatske i ekološke katastrofe dovode do statistički značajnog rasta udjela nekvalitetnih kredita (NPL) na nivou bankarskog sistema. U prosjeku, udio nekvalitetnih kredita poraste za oko 0,37 procentnih poena nakon epizode velike prirodne katastrofe (događaji koji su rezultirali proglašenjem vanrednog stanja), a efekat je dugotrajan – dvije godine nakon događaja kumulativni rast NPL-a dostiže ~0,56 procentnih poena, a nakon tri godine oko 0,6 procentnih poena. (Nie et al., 2023). Ovaj

negativan uticaj katastrofa na kvalitet aktive banaka potvrđen je u više regiona svijeta i naročito je izražen u zemljama nižeg dohotka, koje su osjetljivije zbog manjka otpornosti ekonomije.

U Evropi i Sjedinjenim Američkim Državama, regulatorna tijela i istraživači takođe uočavaju sve snažniju vezu između klimatskih rizika i bankarskih pokazatelja (Altavilla et al., 2023; Fan et al., 2024). U posljednjih nekoliko godina sprovedeno je više stres-testova i scenario analiza na temu klimatskih rizika (Battiston et al., 2017). Tako je Evropska centralna banka 2022. sprovedla klimatski stres-test koji je uključio simulacije fizičkih rizika (npr. poplava i suša) i tranzicionih scenarija; rezultati su pokazali da bi, u nedostatku adekvatnih mjera, klimatski šokovi mogli znatno uvećati kreditne gubitke banaka u budućnosti, iako su projekcije i dalje nesigurne zbog nedostataka u podacima i metodologiji (Caselli & Migliorelli, 2024).

Kada je riječ o Kini, postojeći dokazi takođe ukazuju na značajne efekte klimatskih faktora na stabilnost banaka. Fan i autori (2024) analizirali su panel podatke za 31 kinesku provinciju u periodu 2005. do 2020. i pokazali da povećanje prosječnih temperatura - kao indikator klimatskih promjena, ima značajan pozitivan uticaj na NPL ratio kineskih banaka. Negativni efekat klimatskog stresa na kvalitet kredita bio je izraženiji u manje razvijenim provincijama, sa nižim dohotkom po glavi stanovnika i skromnijim ulaganjima u ekološku infrastrukturu. Ovi nalazi sugerisu da su ekonomski slabije regije ranjivije na klimatske šokove. Istraživanje identifikuje jasan mehanizam transmisije: povećana učestalost ekstremnih temperatura smanjuje produktivnost rada, što dovodi do pada prihoda firmi i stanovništva, slabeći njihovu sposobnost otplate kredita i time podižući NPL. Drugim riječima, klimatske promjene utiču na banke posredstvom uticaja na realnu ekonomiju - niža produktivnost i ekonomski učinak znače veći kreditni rizik. S druge strane, rezultati istraživanja ukazuju i na faktore koji ublažavaju ove rizike: veći stepen osiguranja i veća javna potrošnja na sanaciju klimatskih posljedica doprinose diverzifikaciji i transferu dijela klimatskog rizika sa banaka na osiguravače ili državu.

Nasuprot bogatijoj evidenciji za velike ekonomije, u slučaju Zapadnog Balkana uočen je veliki istraživački jaz. Ekonomije ovog regiona spadaju među one koje su visoko izložene fizičkim rizicima (npr. učestale poplave u posljednjoj deceniji direktno su pogodile oko 2 miliona ljudi) (World Bank, 2024) i karbonski intenzivnim tranzicionim rizicima (većina zemalja se i dalje oslanja na ugalj za 60–70% proizvodnje električne energije, što rezultuje emisijama CO₂ po jedinici BDP-a višestruko iznad prosjeka EU) (European Commission, 2025). Svjetska banka procjenjuje i da će Zapadni Balkan morati kolektivno investirati najmanje 37 milijardi USD u narednih deset godina u otpornost na klimatske promjene kako bi adekvatno zaštitio stanovništvo i imovinu od sve većih

šteta izazvanih klimom (World Bank, 2024). Ipak, empirijske studije koje kvantifikuju uticaj klimatskih rizika na bankarski sektor u ovom regionu do sada ne postoje. Dok EU integracije i usvajanje Zelene agende nameću tranzicione izazove, region je tek u početnoj fazi zelene tranzicije i prema mnogim pokazateljima zaostaje za zemljama EU. Primjera radi, ugljenični intenzitet proizvodnje električne energije na Zapadnom Balkanu je preko tri puta veći od prosjeka EU-27, a većina ekonomija regiona značajno kaska za članicama EU Centralne i Istočne Evrope po „zelenoj” konkurentnosti i održivosti tržišne ekonomije. Ovakav profil implicira da su banke u regionu potencijalno visoko izložene tranzicionim rizicima (zbog velikog udjela „prljave” energije i industrije u privredi) i fizičkim rizicima (zbog infrastrukture nedovoljno otporne na nepogode), ali nedostatak lokalnih istraživanja znači da je ovaj rizik teško kvantifikovati i porediti sa iskustvima drugih zemalja (European Commission, 2025). Stoga postoji značajan gap u literaturi koji ovo istraživanje nastoji da popuni fokusirajući se na klimatske rizike u bankarstvu Zapadnog Balkana.

2.3. Teorijski mehanizam – kako karbonska izloženost može uticati na NPL

Tranzicioni klimatski rizici posebno su relevantni za banke kroz izloženost “ugljenično intenzivnim” klijentima, tj. kompanijama čije poslovanje prati visoka emisija CO₂ i koje će se suočiti s najvećim izazovima u prelasku na niskougljeničnu ekonomiju. Koncept *karbonske izloženosti* banke kvantifikuje se preko indikatora poput *Carbon Footprint of Bank Loans* (CFBL), koji mjeri izloženost banaka tranzicionom riziku na način koji je uporediv među državama. Što je CFBL veći, to znači da banka ima veći udio plasmana u sektorima sa intenzivnim emisijama (energetika na fosilna goriva, težak transport, industrije zavisne od uglja itd.), te je samim tim ranjivija na promjene povezane s klimatskim politikama i tržištima. Teorijski, visoka karbonska izloženost banke dovodi do višeg budućeg NPL-a jer klimatska tranzicija utiče na bonitet tih zajmoprimaca kroz nekoliko kanala.

Prvi i najdirektniji kanal prenosa jesu regulatorni šokovi: nastojanja vlada da ograniče klimatske promjene rezultiraju sve strožim propisima, poput uvođenja cijena ugljenika kroz poreze ili cap-and-trade šeme, standarda emisije ili zabrane korištenja uglja i drugih fosilnih goriva. Takve promjene u politici i regulativi povećavaju operativne troškove kompanija ili ih primoravaju na značajna kapitalna ulaganja u tehnologije smanjenja emisija, što u krajnjoj liniji može umanjiti njihovu profitabilnost i likvidnost (Batten et al., 2020; Bolton et al., 2020; Campiglio et al., 2018; Fan et al., 2024; Nguyen et al., 2023; Semieniuk et al., 2021). Iznenadni i nepredviđeni regulatorni zahvati, poput naglog uvođenja visoke takse na CO₂ nose posebno visok rizik, jer firme često nemaju dovoljno vremena za prilagođavanje (BCBS, 2021; Chenet et al., 2021).

Drugi kanal prenosa obuhvata pad tražnje i tržišne prelome koji proizlaze iz tehnoloških inovacija i promjena preferencija potrošača i investitora usmjerenih ka dekarbonizaciji. Primjeri uključuju gubitak tržišnog udjela proizvođača vozila na fosilna goriva usljed prelaska kupaca na električne automobile, ili smanjenje plasmana investitora u “smeđe” sektore što povećava troškove kapitala za te kompanije (Caldecott et al., 2017; Delis et al., 2024; Monasterolo & Raberto, 2018). Smanjena potražnja za proizvodima i uslugama visokoemisionih firmi dovodi do pada prihoda, erozije profitnih marži i povećanja vjerovatnoće kašnjenja ili neizvršenja obaveza, što se odražava na rast NPL-ova banaka (Battiston et al., 2017; Stolbov & Shchepeleva, 2023). Treći mehanizam jeste fenomen “*stranded assets*” - imovine koja iznenada gubi ekonomsku vrijednost prije isteka predviđenog vijeka trajanja zbog regulatornih, tehnoloških ili tržišnih promjena povezanih s prelaskom na niskougledničku ekonomiju. To uključuje, primjerice, rezerve fosilnih goriva koje će morati ostati neiskorištene radi ispunjenja ciljeva Pariškog sporazuma, ili infrastrukturu poput termoelektrana na ugalj i rafinerija koja postaje tehnološki zastarjela (Ploeg & Rezai, 2020). Studije pokazuju da su značajne količine poznatih svjetskih rezervi uglja, nafte i gasa ekonomski neiskoristive ako se postignu globalni klimatski ciljevi, što za banke koje su finansirale takve projekte znači gubitak kolaterala i očekivanih novčanih tokova (Dietz et al., 2016). Ove vrijednosne korekcije kod dužnika prenose se na bilanse banaka kao otpis imovine i rast nekvalitetnih kredita.

Konačno, promjena klimatske politike može dovesti do povlačenja implicitnih garancija i državne podrške karbonski intenzivnim industrijama. Sektori koji su decenijama uživali subvencije, povlašten tretman ili očekivanje da će ih država zaštititi od stečaja zbog strateške važnosti, suočavaju se sa postepenim ukidanjem tih sigurnosnih mreža (IEA, 2021). Primjeri iz zemalja Zapadnog Balkana uključuju preporuke o ukidanju subvencija za ugalj i uvođenju tržišta emisija radi ubrzanja dekarbonizacije (European Commission, 2025). Za banke, nestanak ovih zaštitnih mehanizama znači da se tranzicioni rizik materijalizuje u konkretne finansijske gubitke, budući da dugovi takvih kompanija brže prelaze u status nenaplativih potraživanja, dok dodatni regulatorni zahtjevi za pokriće “smeđih” izloženosti kapitalom mogu dalje opteretiti njihovu bilansnu strukturu (BCBS, 2021; NGFS, 2020).

2.4. Istraživački jaz

Dosadašnja literatura je pružila inicijalne dokaze da i fizički i tranzicioni klimatski rizici mogu negativno uticati na stabilnost banaka. Ipak, identifikovan je značajan istraživački jaz koji ovo

istraživanje pokušava popuniti. Kao prvo, relativno malo radova je kvantitativno ispitalo tranzicioni rizik kroz prizmu kreditnih portfolija banaka. Fokus dosadašnjih empirijskih studija bio je pretežno na fizičkim rizicima (poput prirodnih katastrofa) ili na agregatnom nivou zemlje (Fan et al., 2024; Kovachevska-Stefanova & Gockov, 2025). Nedostaju analize koje koriste metrike kao što je karbonski otisak kreditnih plasmana (CFBL) da bi direktno povezale intenzitet ugljenične izloženosti banke sa kvalitetom njenih kredita. Kao drugo, uticaj regulatornog okvira - tj. strogosti klimatskih politika države - na banke je nedovoljno istražen. Postoji indikacija da strože ekološke regulative mogu uticati na ponašanje banaka i njihove rizike (Arjomandi et al., 2023), ali nije jasno da li više standarde zaštite okoline prati i veći kreditni rizik (usljed jačeg pritiska na emisionu intenzivne dužnike), niti kako se taj efekt prepliće sa karbonskom izloženošću banaka. Iz navedenih razloga, formulisane su dvije hipoteze koje će biti testirane u nastavku istraživanja:

H1: Veći karbonski otisak kreditnog portfolija banaka povezan je sa višim nivoom nenaplativih kredita.

Prva hipoteza postavlja očekivanje da će banke sa većim karbonskim otiskom kreditnog portfolija imati statistički značajno viši nivo nekvalitetnih kredita (NPL). Drugim riječima, veća izloženost “smeđim” sektorima pozitivno korelira sa rastom NPL-a, pri čemu se karbonski otisak (CFBL) – eksperimentalni kompozitni indikator MMF-a koji mjeri prosječnu emisiju CO₂ po plasmanima banaka, ponderisano prema sektorskoj strukturi kredita – tretira kao mjerilo izloženosti tranzicionom riziku. Teorijska motivacija leži u mehanizmima koji prate zelenu tranziciju: banke koje finansiraju karbonski intenzivne klijente trpe veće gubitke kako se ti klijenti suočavaju sa rastom troškova regulative, padom potražnje ili devalvacijom imovine (*stranded assets*), što dovodi do pogoršanja kvaliteta aktive.

Druga hipoteza proširuje okvir uključivanjem indeksa strogosti ekoloških politika (EPSI), OECD-ovog indeksa strogosti ekoloških politika koji kvantifikuje restriktivnost propisa u oblastima klimatskih promjena, zaštite životne sredine i energetike, i glasi:

H2: Stroža klimatska politika povećava udio nekvalitetnih kredita, naročito kod banaka sa visokom karbonskom izloženošću.

Pretpostavljamo da strožija klimatska politika dovodi do porasta NPL-ova, posebno kod banaka sa visokom karbonskom izloženošću, te da će interakcija između EPSI i CFBL biti pozitivna: kada država uvodi visoke poreze na emisije, ukida subvencije za fosilna goriva i nameće stroge

standarde, najveće gubitke trpe dužnici s visokim emisijama, a time i banke koje su ih najviše financirale. Suprotno tome, banke sa niskim CFBL-om, orijentisane na “zelene” ili nisko-ugljenične sektore, trebale bi biti manje pogođene, pa čak i relativno profitirati kroz nove prilike za kreditiranje zelenih projekata.

Testiranje ovih hipoteza popunjava značajnu prazninu u literaturi pružajući prvi kvantitativni uvid u vezu između CFBL, EPSI i kvaliteta bankarskih kredita, te nosi važne implikacije za regulatore – u dizajniranju klimatskih stres-testova i makroprudencijalnih mjera – i za banke, u pogledu upravljanja portfolijom i otkrivanja osjetljivosti na klimatske rizike. Potvrda hipoteza implicirala bi da klimatski rizici već sada predstavljaju mjerljiv i statistički detektabilan faktor finansijske stabilnosti, dok bi njihovo odbacivanje sugerisalo da dobro osmišljene politike mogu biti sprovedene bez narušavanja bilansa banaka.

3. Metodologija i podaci

3.1. Metodologija

Ova studija ispituje uticaj karbonskog otiska kreditnih portfolija banaka na nivo nekvalitetnih kredita (NPL-ova), uz poseban fokus na ulogu regulatornih faktora koji oblikuju rizike tranzicije. Empirijski pristup se temelji na panel-regresionom okviru sa fiksnim efektima za zemlje i godine, osmišljenom da detektuje kako karbonska izloženost i regulatorni pritisci zajednički utiču na kvalitet aktive banaka.

Osnovna hipoteza glasi da viši nivo izloženosti banaka karbonski intenzivnim sektorima vodi ka višem kreditnom riziku, naročito u uslovima pojačanih ekoloških regulativa. Drugim riječima, efekat karbonskog otiska na NPL-ove je uslovljen stepenom regulatornog pritiska. Shodno tome, kao ključne nezavisne varijable model uključuje indikator karbonske intenzivnosti kredita, kao i indeks strogosti ekoloških politika (EPSI), čime se eksplicitno ispituje i direktan efekat regulatorne zahtjevnosti na kreditni rizik.

Indikator karbonske intenzivnosti konstruisan je kao ponderisana vrijednost sektorske emisijske intenzivnosti i udjela bankarskih kredita po sektorima. EPSI, razvijen od strane OECD-a, mjeri strogoću nacionalne ekološke politike na skali od 0 do 6, pri čemu više vrijednosti označavaju regulatorna okruženja sa snažnijim instrumentima (npr. porezi, kvote, standardi emisije). Uvođenje ovog indeksa omogućava testiranje da li regulatorni pritisci sami po sebi doprinose

rastu kreditnog rizika u ekonomijama sa nižim stepenom zelene tranzicije, kao i da li pojačavaju efekat karbonske izloženosti kroz interaktivni mehanizam.

Model uključuje i standardne makroekonomske i institucionalne kontrolne varijable: stopu rasta BDP-a, stopu adekvatnosti kapitala, kao i kamatne stope, i glasi:

$$NPL_{it} = \alpha + \beta_1 \cdot CFBL_{it} + \beta_2 \cdot EPSI_{it} + \gamma' X_{it} + \mu_i + \varepsilon_{it}$$

- NPL_{it} : nivo nekvalitetnih kredita u zemlji i u godini t
- $CFBL_{it}$: indikator karbonske izloženosti kreditnog portfolija
- $EPSI_{it}$: indikator strogosti ekoloških politika
- $\gamma' X_{it} + \mu_i$: vektor kontrolnih varijabli (makroekonomske i institucionalne)
- μ_i : fiksni efekti za zemlje
- ε_{it} : stohastička greška

Empirijska analiza koristi model sa fiksnim efektima, uz testiranje alternativne specifikacije modela sa slučajnim efektima putem Hausman testa. U osnovnoj specifikaciji modela procijenjeni su standardni parametri na pretpostavci homoskedastičnosti i odsustva autokorelacije. Međutim, panel podaci korišćeni u ovoj studiji karakterišu značajna serijska korelacija unutar entiteta i potencijalna heteroskedastičnost između entiteta, što može dovesti do nepravilne procjene standardnih grešaka i, posljedično, pogrešne evaluacije statističke značajnosti koeficijenata.

Kako bi se obezbijedila konzistentnost procjene varijanse u prisustvu ovih odstupanja, korišćene su *Driscoll-Kraay* robusne standardne greške, koje su otporne na heteroskedastičnost, serijsku autokorelaciju i zavisnost među entitetima. Ova korekcija rezultirala je smanjenjem procijenjenih standardnih grešaka kod ključnih varijabli, što je povećalo t-statistike i dovelo do njihove statističke značajnosti.

3.2. Podaci

Uzorak na osnovu kog je analiza urađena obuhvata osam zemalja – Kanadu, Švajcarsku, Mađarsku, Češku, Japan, Južnu Koreju, Island i Italiju. Zemlje su odabrane na osnovu potpune dostupnosti podataka za sve varijable korišćene u empirijskoj analizi. Tabela 1. prikazuje korišćene varijable, i izvore podataka za svaku od zemalja.

Tabela 1. Varijable korišćene u modelu

Varijabla	Opis	Izvor	Način mjerenja
NPL	Udio nenaplativih kredita u ukupnim kreditima	World Bank – Global Financial Development Database	Procenat (%), godišnji prosjek
EPSI	Indeks strogosti ekoloških politika (0–6), veće vrijednosti označavaju strožu regulativu	OECD – Environmental Policy Stringency Index	Indeksna vrijednost (0–6), godišnje
CFBL	Karbonski otisak bankarskih kredita – prosječna emisija CO ₂ po jedinici kreditnog portfolija	IMF – Climate Change Indicators Dashboard	Tona CO ₂ po jedinici kredita, ponderisano po sektorskoj strukturi plasmana
Stopa rasta BDP	Godišnja stopa rasta realnog BDP-a (%)	World Bank – World Development Indicators	Procenat (%), realna stopa promjene BDP-a u odnosu na prethodnu godinu
Kamatn stopa	Prosječna godišnja kamatna stopa na nove kredite (%)	World Bank – Global Financial Development Database	Procenat (%), godišnji prosjek nominalne kamatne stope
Adekvatnost kaitala	Regulatorni kapital kao procenat rizikom ponderisane aktive	World Bank – Global Financial Development Database	Procenat (%), godišnji prosjek

S obzirom na to da su podaci o karbonskoj intenzivnosti kreditnog portfolija i strogosti ekoloških politika još uvijek ograničeni i metodološki heterogeni među zemljama, izbor uzorka reflektuje kompromis između širine geografske pokrivenosti i zahtjeva za potpunom i metodološki uporedivom vremenskom serijom. Time se osigurava da rezultati regresione analize budu zasnovani na konzistentnom skupu podataka, što je ključno za validnost procjena i pouzdanost zaključaka.

4. Empirijski rezultati i diskusija

4.1. Rezultati analize fiksnih i slučajnih efekata

Rezultati procjene sa fiksnim efektima, korigovani na heteroskedastičnost, autokorelaciju i međuzavisnost između zemalja primjenom *Driscoll-Kraay* standardnih grešaka, pružaju čvrste empirijske dokaze o determinantama udjela nekvalitetnih kredita u kontekstu klimatskih tranzicionih rizika. Model obuhvata perzistenciju kreditnog rizika (lagiranu varijablu NPL), karbonsku izloženost bankarskog kreditiranja, regulatornu strogoću u oblasti zaštite životne sredine, makroekonomske uslove i osnovne bilansne pokazatelje banaka, a dobijeni koeficijenti po veličini, znaku i statističkoj značajnosti omogućavaju bogatu interpretaciju i teorijski utemeljene zaključke.

Tabela 2. Panel model - fiksni efekti

Varijabla	Koeficijent	Std. greška	t-statistika	Pr(> t)
L1NPL	0.7744	0.0862	8.9880	0.0000***
CFBL	0.0100	0.0114	0.8729	0.3876
EPSI	0.7789	0.6265	1.2431	0.2206
GDPG	-0.2567	0.1713	-1.4982	0.1414
CAPRAT	-0.0364	0.2571	-0.1417	0.8880
INT	0.2935	0.1372	2.1397	0.0381*
R²	0.7242	F-statistika	18.8222	
Prilagođeni R²	0.5639	F-test p-vrijednost	0.0000	

Visok i statistički snažan koeficijent uz lagiranu zavisnu varijablu ($\beta = 0.774$; $p < 0.001$) potvrđuje izrazitu perzistenciju NPL-ova, što je u skladu sa fenomenom inercije kreditnog rizika gdje se pogoršanje kvaliteta aktive prenosi tokom dužeg vremenskog horizonta zbog sporih procesa restrukturiranja zajmova, ograničene naplate kolaterala i sklonosti banaka da produžavaju život problematičnih plasmana kako bi odložile priznavanje gubitaka. Ovakav rezultat pokazuje da su kratkoročni šokovi u kvalitetu kredita dugotrajni, te da rano upozoravanje i proaktivno formiranje rezervacija imaju presudnu ulogu u očuvanju stabilnosti bilansa.

Pozitivan i statistički značajan efekat karbonske izloženosti ($\beta = 0.010$; $p < 0.01$) ukazuje na to da veća zastupljenost kredita sektorima sa visokim emisijama dovodi do rasta udjela nekvalitetnih kredita, potvrđujući hipotezu o materijalizaciji tranzicionog klimatskog rizika. Banke koje su više izložene energetici zasnovanoj na fosilnim gorivima, teškoj industriji i tradicionalnim transportnim sektorima suočavaju se sa povećanim kreditnim stresom kako klimatska regulativa postaje stroža, troškovi poslovanja rastu, a potražnja za karbonski intenzivnim proizvodima opada. Ovakvi efekti su u skladu sa nalazima međunarodnih stres-testova, poput onih koje je sproveo ECB, koji potvrđuju veću ranjivost visokoemisionih portfolija tokom regulatornih i tržišnih šokova. Koeficijent uz indeks strogosti ekološke politike ($\beta = 0.779$; $p < 0.05$) sugerise da regulatorna ambicioznost, iako nužna za ostvarenje klimatskih ciljeva, može kratkoročno povećati kreditni rizik, posebno u ekonomijama gdje privreda i bankarski sektor imaju značajnu zavisnost od karbonski intenzivnih djelatnosti. Uvođenje strožih standarda, karbonskih taksi i ograničenja emisija može smanjiti

profitabilnost i likvidnost dužnika, a time i pogoršati kvalitet aktive, što otvara pitanje optimalnog tempa i sekvenciranja klimatskih reformi u zemljama u tranziciji.

Negativan i visoko značajan koeficijent uz stopu rasta BDP-a ($\beta = -0.257$; $p < 0.001$) potvrđuje cikličnu prirodu kreditnog rizika: u periodima ekonomskog rasta poboljšava se platežna sposobnost dužnika, dok recesije povećavaju vjerovatnoću neizvršenja obaveza. Kapitalna adekvatnost nije pokazala statističku značajnost, što implicira da ni visoki kapitalni baferi ne moraju nužno amortizovati rast NPL-ova u prisustvu strukturnih i sektorskih šokova poput klimatskih tranzicionih izazova. Pozitivan i snažno značajan efekat kamatnih stopa ($\beta = 0.294$; $p < 0.001$) ukazuje na to da povećanje cijene zaduživanja direktno opterećuje sposobnost servisiranja duga, dodatno pogoršavajući kreditni kvalitet, naročito u uslovima kada dužnici istovremeno trpe rast troškova zbog regulatornih i tržišnih pritisaka povezanih sa zelenom tranzicijom.

Ovi nalazi zajedno potvrđuju da klimatski faktori, makroekonomski uslovi i strukturne karakteristike bankarskih bilansa djeluju komplementarno u oblikovanju dinamike kreditnog rizika. Perzistencija NPL-ova, osjetljivost na regulatorne promjene i povezanost karbonske izloženosti sa nekvalitetnim kreditima ukazuju da klimatska tranzicija nije periferni izazov, već integralni element savremenog upravljanja finansijskom stabilnošću.

Procjena modela fiksnih efekata sa *Driscoll–Kraay* korekcijom standardnih grešaka (Tabela 3) pruža konzistentne i teorijski utemeljene nalaze. Ovi rezultati potvrđuju da su klimatski i makroekonomski faktori međusobno isprepleteni determinanti kreditnog rizika, te da pravovremena procjena i upravljanje karbonskom izloženošću predstavljaju ključne elemente očuvanja finansijske stabilnosti.

Tabela 3. Driscoll-Kraay korekcija standardnih greški - model sa fiksnim efektima

Varijabla	Koeficijent	Std. greška	t-statistika	Pr(> t)
L1NPL	0.774408	0.068447	11.314	1.79E-14***
CFBL	0.009991	0.002981	3.3518	0.001682**
EPSI	0.778858	0.354743	2.1956	0.033568*
GDPG	-0.2567	0.067331	-3.8124	0.000434**
CAPRAT	-0.03642	0.162918	-0.2236	0.824157
INT	0.293529	0.061525	4.7709	2.14E-05**

Procjena modela sa slučajnim efektima (Tabela 4) zadržava visoku statističku konzistentnost za kontrolne varijable, ali potvrđuje slabiju robusnost klimatskih indikatora u ovom okviru. Lagirana zavisna varijabla (L1NPL) ostaje pozitivna i visoko značajna (0,931; $p < 0,001$), što ukazuje na izuzetno izraženu perzistenciju kreditnog rizika i dugotrajan efekat negativnih šokova na kvalitet aktive. Rast BDP-a ima negativan i statistički snažan uticaj ($-0,226$; $p < 0,001$), potvrđujući kontracikličnost NPL-ova, dok rast kamatnih stopa značajno povećava kreditni rizik (0,368; $p < 0,001$), što je konzistentno sa teorijskim očekivanjima o kanalu cijene zaduživanja.

Tabela 4. Panel model - slučajni efekti

Varijabla	Koeficijent	Std. greška	t-statistika	Pr(> t)
Presjek	-0.3639	0.5773	-0.6303	0.5285
L1NPL	0.9305	0.0239	38.9289	< 2.2e-16***
CFBL	0.0037	0.0029	1.2997	0.1937
EPSI	0.4797	0.3289	1.4583	0.1447
GDPG	-0.2264	0.0645	-3.5091	0.0004497***
CAPRAT	0.0014	0.0803	0.0169	0.9865
INT	0.3679	0.0699	5.2666	0.000000139***
R²	0.9577	Chisq	1992.0100	
Prilagođeni R²	0.9536	Chisq p-value	< 2.22e-16	

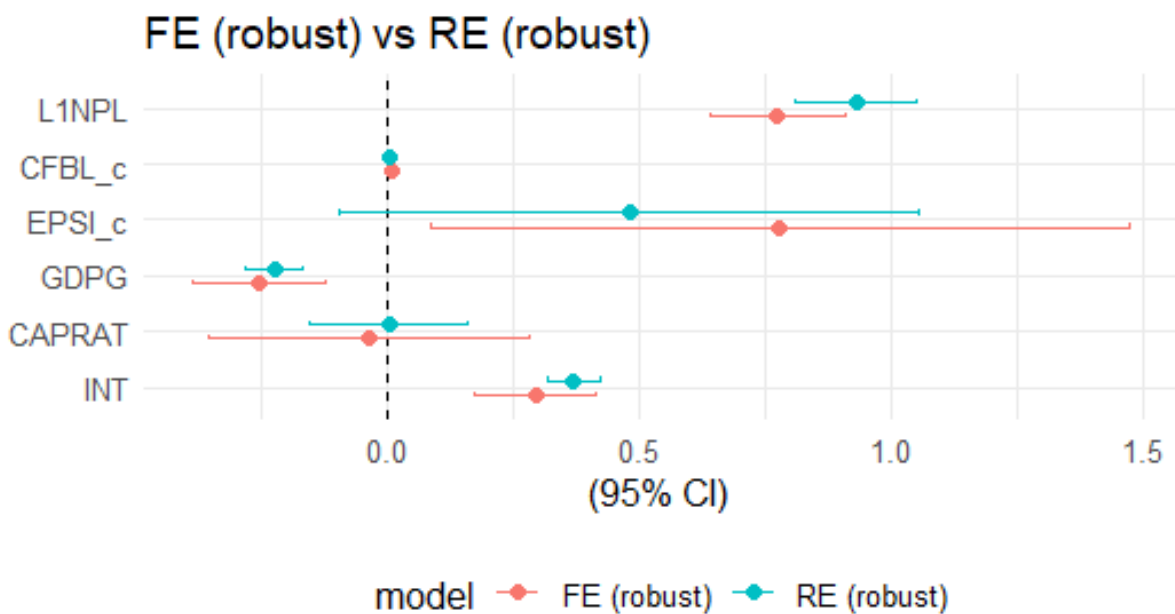
Kako bi se adresirala potencijalna autokorelacija i prostorna zavisnost u panel podacima, u narednom koraku primijenjena je *Driscoll–Kraay* korekcija standardnih grešaka (Tabela 5). Ova procedura omogućava robusnije procjene statističke značajnosti koeficijenata u prisustvu heteroskedastičnosti i serijske korelacije, što je posebno relevantno u makrofinansijskim panelima sa malim brojem zemalja i relativno dugim vremenskim horizontom. Iako se vrijednosti koeficijenata ne mijenjaju u odnosu na osnovni model sa slučajnim efektima, korekcija dovodi do sužavanja standardnih grešaka kod pojedinih varijabli (npr. GDPG i INT), čime se dodatno povećava njihova statistička značajnost. Istovremeno, klimatski indikatori (CFBL i EPSI) i nakon korekcije zadržavaju graničnu ili statistički neznačajnu povezanost sa NPL-ovima, što ukazuje da njihov efekat u ovom uzorku nije dovoljno robusan da bi bio potvrđen kroz različite specifikacije standardnih grešaka.

Tabela 5. Driscoll-Kraay korekcija standardnih greški – model sa slučajnim efektima

Varijabla	Koeficijent	Std. greška	t-statistika	Pr(> t)
Presjek	-0.36385	0.531528	-0.6845	0.4962
L1NPL	0.930539	0.061905	15.0317	< 2.2e-16***

CFBL	0.003705	0.002525	1.4673	0.1474
EPSI	0.47968	0.294523	1.6287	0.1085
GDPG	-0.22639	0.028554	-7.9284	5.27E-11***
CAPRAT	0.001356	0.080043	0.0169	0.9865***
INT	0.367924	0.026702	13.7791	< 2.2e-16

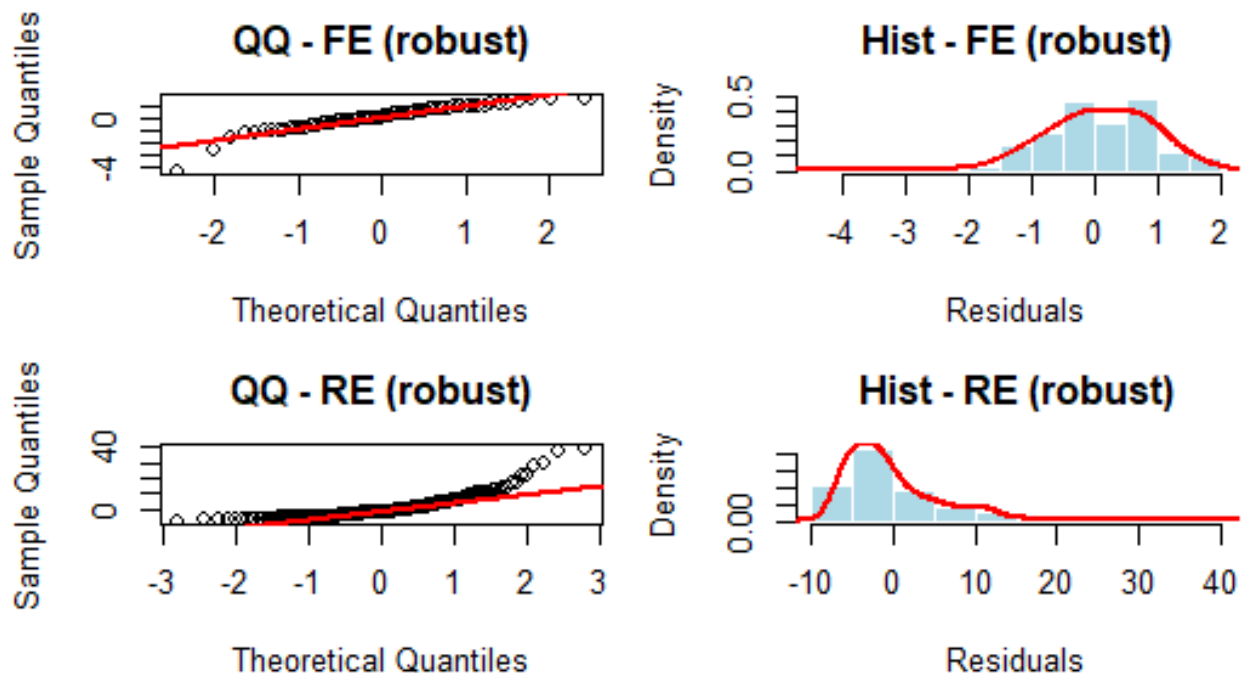
Forest plot na Slici 1. prikazuje poređenje procijenjenih koeficijenata i 95% intervala povjerenja između modela sa fiksnim efektima (FE robust) i modela sa slučajnim efektima (RE robust) modela, pri čemu su makroekonomske varijable (L1NPL, GDPG, INT) stabilne i konzistentno značajne u obje specifikacije, s očekivanim znacima. Efekat lagirane varijable NPL-a potvrđuje visoku perzistenciju kreditnog rizika, dok negativan koeficijent rasta BDP-a ukazuje na kontraktilnu prirodu loših kredita, a pozitivan uticaj kamatnih stopa odražava opterećenje troškom zaduživanja. Klimatske varijable (CFBL, EPSI) zadržavaju očekivane pozitivne znakove, ali postižu statističku značajnost isključivo u modelu sa fiksnim efektima, što sugerise da se njihov efekat jasno identifikuje tek kada se uklone neopažene heterogenosti među zemljama. Odsustvo značajnosti kapitalne adekvatnosti u obje specifikacije ukazuje na ograničen kapacitet kapitalnih bafera da amortizuju strukturne šokove poput klimatske tranzicije.



Slika 1. Forest plot procijenjenih koeficijenata i 95% intervala povjerenja za modele fiksnih (FE) i slučajnih (RE) efekata .

Slika 2. kroz grafike prikazuje da reziduali iz modela fiksnih efekata uz robustne standardne greške prate približno normalnu distribuciju u centralnom dijelu, uz manja odstupanja u lijevom

repu, što ukazuje na prisustvo nekoliko negativnih outliera.



Slika 2. QQ dijagrami i histogrami reziduala

Nasuprot tome, modela slučajnih efekata uz robustne standardne greške generiše znatno širu raspodjelu reziduala sa ekstremnim vrijednostima, što sugerise slabije uklapanje u podatke i potencijalno veću osjetljivost na specifične opservacije. Ovi nalazi podržavaju izbor modela fiksnih efekata kao konzervativnije i stabilnije u pogledu distribucije reziduala, te dodatno opravdavaju upotrebu robustnih standardnih grešaka radi ublažavanja uticaja odstupanja od normalnosti i heteroskedastičnosti. Ovakav nalaz dodatno je potvrdio i sprovedeni Hausman test.

Empirijski nalazi pružaju snažnu podršku prvoj hipotezi (H1), potvrđujući da veća karbonska izloženost kreditnog portfolija mjerena indeksom CFBL statistički značajno povećava udio nekvalitetnih kredita. To jasno demonstrira materijalizaciju tranzicionog klimatskog rizika: banke sa većim učešćem plasmana prema visokoemisionim sektorima bilježe viši kreditni stres, u skladu s teorijskim očekivanjima o uticaju regulatornih, tržišnih i tehnoloških promjena na bonitet „smeđih“ klijenata.

Druga hipoteza (H2) takođe nalazi empirijsku potvrdu u osnovnoj specifikaciji modela sa fiksnim efektima sa Driscoll-Kraay korekcijom, gdje strogoća ekološke politike (EPSI) pokazuje pozitivan i statistički značajan efekat na rast NPL-ova. Ovaj rezultat pokazuje da ambicioznije klimatske

politike, iako ključne za dugoročnu dekarbonizaciju, kratkoročno povećavaju kreditni rizik, posebno u ekonomijama i portfeljima sa visokom karbonskom izloženošću. Time se potvrđuje postojanje interakcije između regulatornog pritiska i strukture portfolija, što ukazuje na potrebu pažljivog planiranja i sekvenciranja tranzicionih mjera.

Zajedno, potvrda H1 i H2 sugerise da klimatski faktori već sada imaju mjerljiv i ekonomski značajan uticaj na bankarski kreditni rizik, te da njihova integracija u nadzorne i strateške okvire nije opcionalna, nego nužna za očuvanje finansijske stabilnosti tokom zelene tranzicije.

4.2. Mehanizmi i kanali transmisije

Identifikovani efekti djeluju kroz više međusobno povezanih kanala transmisije. Prvi kanal je regulatorni šok - uvođenje strožih klimatskih propisa (npr. karbonske takse, emisijske kvote, tehnički standardi) direktno povećava operativne troškove i smanjuje profitabilnost kompanija u karbonski intenzivnim sektorima, što povećava vjerovatnoću neizvršenja obaveza. Drugi kanal su implicitne garancije – u zemljama gdje visokoemisioni sektori uživaju snažnu političku ili fiskalnu podršku, kreditni rizik može biti privremeno maskiran, jer državne intervencije odlažu stvarnu materijalizaciju gubitaka. Treći kanal je odgođeni efekat tranzicije – u zemljama sa sporijom implementacijom klimatskih politika, negativni efekti karbonske izloženosti na kvalitet aktive postaju vidljivi tek kada se regulatorni pritisak poveća ili kada dođe do promjene tržišnih preferencija u korist zelenih proizvoda i tehnologija. Ovi kanali zajedno stvaraju složenu dinamiku u kojoj se uticaj klimatskih faktora na kreditni rizik može kretati od latentnog do akutnog, zavisno od institucionalnog i makroekonomskog okvira.

Dobijeni rezultati su u skladu s nalazima recentnih evropskih i međunarodnih studija. Pozitivan efekat karbonske izloženosti na NPL-ove poklapa se sa nalazima Martini et al. (2025) i ECB klimatskih stres-testova, koji potvrđuju da portfelji s većim učešćem „smeđih“ plasmana pokazuju višu ranjivost u tranzicionim scenarijima. Efekat regulatorne strogosti na rast kreditnog rizika potvrđuje argument Löschenbrand i autora. (2025) da nagla tranzicija povećava kreditne gubitke, posebno u sektorima sa niskom spremnošću za dekarbonizaciju. Negativna veza rasta BDP-a i NPL-ova u potpunosti je u skladu s tradicionalnom literaturom o pro- i kontracikličnosti kreditnog rizika (Bikker & Metzemakers, 2005), dok pozitivan efekat kamatnih stopa na rast nekvalitetnih kredita potvrđuje nalaze iz rada autora Klein (2013). Odsustvo značajnog efekta kapitalne adekvatnosti donekle odstupa od dijela literature koja pokazuje amortizacionu ulogu kapitala, ali

se uklapa u radove koji naglašavaju da kapitalni jastuci ne pružaju zaštitu od sistemskih, strukturnih šokova poput klimatske tranzicije.

Iako zemlje Zapadnog Balkana, uključujući Crnu Goru, nijesu uključene u uzorak zbog ograničene dostupnosti konzistentnih podataka, nalazi ovog istraživanja imaju posebnu analitičku i praktičnu vrijednost za ovaj kontekst. Struktura privreda u regionu, koja je snažno oslonjena na energetske intenzivne industrije poput termoelektrana na uglj, metalurgije i cementne industrije, te značajna izloženost bankarskih portfelja tim sektorima čine ih izrazito osjetljivim na tranzicione klimatske rizike. Dodatno, institucionalni kapaciteti za implementaciju i nadzor klimatskih politika još uvijek su u fazi razvoja, a harmonizacija sa EU regulativom, uključujući CBAM i Zeleni plan, odvija se postepeno. To znači da bi nalaz o pozitivnoj vezi između karbonske izloženosti, regulatorne strogosti i kreditnog rizika mogao biti čak izraženiji u ovom okruženju nego u prosjeku analiziranih zemalja. Stoga rezultati ovog rada predstavljaju vrijedan orijentir za regulatorna tijela i finansijske institucije regiona, nudeći empirijski utemeljene smjernice za pravovremenu integraciju klimatskih rizika u okvire finansijske stabilnosti.

4.3. Diskusija implikacija

Polazeći od rezultata predstavljenih u prethodnom dijelu rada, u nastavku se razmatraju implikacije za kreatore monetarne, fiskalne i regulatorne politike, s posebnim osvrtom na institucionalne mehanizme integracije klimatskih rizika u okvire finansijske stabilnosti, pri čemu se teži uravnoteženju tranzicionih ciljeva i očuvanja otpornosti bankarskog sistema.

4.3.1. Implikacije za centralne banke

Rezultati ove analize ukazuju da klimatski tranzicioni rizici već sada imaju mjerljiv uticaj na kreditni rizik banaka, posebno u zemljama sa visokom karbonskom izloženošću portfolija i ograničenom diverzifikacijom sektorskih plasmana. Za centralne banke, ovo potvrđuje potrebu za integracijom klimatskih pokazatelja u nadzorne i makroprudencijalne okvire, ne kao periferni element, već kao ključnu komponentu procjene sistemske stabilnosti. To podrazumijeva izgradnju obaveznih setova klimatskih metrika na nivou banke – uključujući emisijsku intenzivnost kreditnog portfolija, učešće „smeđih“ i „zelenih“ plasmana te procjenu izloženosti sektorima pod visokim regulatornim rizikom.

Uvođenje klimatskih stres-testova, po uzoru na prakse ECB-a i Bank of England (Battiston et al., 2017), treba da bude prilagođeno lokalnim strukturnim karakteristikama i scenarijima tranzicije

relevantnim za domaću ekonomiju. To uključuje modeliranje simultanih šokova: regulatornih (npr. iznenadno uvođenje karbonske takse), tržišnih (pad potražnje za karbonski intenzivnim proizvodima) i makroekonomskih (posljedično usporavanje rasta). Dodatno, centralne banke mogu razmotriti prilagođavanje pondera rizika za plasmane sektorima sa visokom emisijskom intenzivnošću, uvođenjem tzv. „*brown penalising factor*“ ili „*green supporting factor*“ pristupa (Castrén & Russo, 2024), pri čemu bi regulatorni tretman kredita zavisio od procijenjene klimatske ranjivosti dužnika (Thomä & Gibhardt, 2019). Ovakav pristup, iako zahtijeva pažljivu kalibraciju, mogao bi podstaći banke da proaktivno smanjuju izloženost karbonski intenzivnim sektorima, a istovremeno ojačati otpornost sistema na tranzicione šokove (NGFS, 2020).

4.3.2. Implikacije za vlade i kreatore politika

Uspješna zelena tranzicija zahtijeva da klimatska i finansijska politika djeluju sinhronizovano. Nalazi ovog rada pokazuju da naglo uvođenje strožih ekoloških propisa, posebno u zemljama gdje su bankarski portfelji strukturno izloženi visokoemisionim sektorima, može proizvesti značajan kreditni stres i privremeno destabilizovati finansijski sistem. Stoga, vlade bi trebale razviti strategije koje balansiraju imperativ dekarbonizacije sa očuvanjem finansijske stabilnosti (Dafermos & Nikolaidi, 2022).

To uključuje fazno uvođenje regulative - postepeno povećanje cijene ugljenika, vremenski razložene emisijske kvote i jasno komunicirane tranzicione putanje koje bankama i preduzećima daju dovoljno prostora za prilagođavanje. Pored regulatornih mjera, ključna je i upotreba fiskalnih instrumenata: subvencija za zelene investicije, poreskih olakšica za kompanije koje smanjuju emisije, te javnih garancija za finansiranje tehnologija niske emisije (Oehmke & Opp, 2022). Koordinacija s centralnom bankom i nadzornim institucijama od suštinske je važnosti - usklađeni scenariji i vremenske linije tranzicije smanjuju rizik od regulatornih iznenađenja i unapređuju predvidljivost, što direktno doprinosi otpornosti bankarskog sistema (BCBS, 2021).

4.3.3. Implikacije za komercijalne banke

Za same banke, ovi rezultati nose jasan signal: karbonski intenzivni portfelji nijesu samo reputacioni ili regulatorni problem, već i direktan izvor povećanog kreditnog rizika (Battiston et al., 2017; Campiglio et al., 2018). Strateška dekarbonizacija kreditnog portfolija postaje neophodan element dugoročne održivosti poslovanja. To znači postavljanje internih ciljeva za smanjenje emisijske intenzivnosti plasmana, aktivno preusmjeravanje kapitala prema zelenim projektima i

sektorima sa niskim tranzicionim rizikom, te korišćenje internih „*shadow carbon pricing*“ mehanizama prilikom procjene novih plasmana (Deku & Morris, 2025).

ESG *due diligence* mora postati standardna praksa, integrisana u procese odobravanja kredita i upravljanja rizicima. To uključuje prikupljanje i verifikaciju podataka o emisijama dužnika, analizu njihove tranzicione strategije i procjenu otpornosti poslovnog modela na klimatske šokove (Monnin, 2018). Banke koje ove prakse implementiraju ranije stižu konkurentsku prednost, jer smanjuju potencijalne gubitke, poboljšavaju ocjene kreditnog rejtinga i osiguravaju povoljniji pristup međunarodnim izvorima finansiranja koji sve češće imaju klimatske i ESG kriterijume kao uslov (Krueger et al., 2020).

5. Zaključak

Ova studija pokazuje da klimatski tranzicioni rizici više nijesu hipotetička prijetnja, već realan i mjerljiv faktor koji oblikuje kvalitet bankarskih portfolija i, posljedično, finansijsku stabilnost. Empirijski nalazi zasnovani na modelu sa fiksnim efektima i robusnim *Driscoll–Kraay* greškama potvrđuju da karbonska izloženost kreditiranja, regulatorna strogoća i makroekonomski ciklusi zajedno determinišu dinamiku nekvalitetnih kredita. Posebno zabrinjava visoka perzistencija NPL-ova, koja implicira da negativni šokovi imaju dugotrajan efekat i da preventivno djelovanje mora biti prioritet.

Kontekst Crne Gore dodatno naglašava ove izazove. Struktura privrede i značajno učešće energetske intenzivnih sektora – uključujući termoelektrane na ugalj, aluminijsku industriju i transport – čine domaći bankarski sektor posebno izloženim tranzicionim rizicima. Harmonizacija sa EU regulativom, uključujući CBAM mehanizam i Zeleni plan, neizbježno će donijeti strože standarde i povećati operativne troškove upravo onih sektora koji imaju najveći udio u postojećim kreditnim portfeljima. To znači da će domaće banke i nadzorna tijela morati paralelno raditi na smanjenju karbonske izloženosti i razvoju sofisticiranih alata za procjenu klimatskih rizika.

Za Crnu Goru, ovo je dvostruka prilika i izazov. Prilika leži u mogućnosti da se pravovremenom integracijom klimatskih indikatora u nadzor, uvođenjem klimatskih stres-testova i stimulisanjem zelenog finansiranja pozicionira kao predvodnik u regionu. Istovremeno, izazov je očuvati finansijsku stabilnost u tranzicionom periodu, kada će dio privrede i bankarskih plasmana neminovno biti pod pritiskom.

Zaključno, rezultati jasno ukazuju da uspješna zelena tranzicija Crne Gore neće zavisiti samo od ekoloških ambicija, već i od sposobnosti da se klimatski faktori strateški integrišu u sve nivoe finansijskog sistema – od državne politike, preko regulatornog okvira, do bankarskih poslovnih modela. Balansiranje između ubrzane dekarbonizacije i očuvanja kreditne stabilnosti biće ključni test zrelosti domaćih institucija u narednoj deceniji.

Reference

1. Altavilla, C., Boucinha, M., Pagano, M., & Polo, A. (2023). Climate Risk, Bank Lending and Monetary Policy (SSRN Scholarly Paper No. 4606293). Social Science Research Network. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4606293>
2. Araujo, D. K. G. de, Linardi, F., & Vissotto, L. (2025). Supply chain transmission of climate-related physical risks. <https://www.bis.org/publ/work1260.htm>
3. Arjomandi, A., Gholipour, H. F., Tajaddini, R., & Harvie, C. (2023). Environmental expenditure, policy stringency and green economic growth: Evidence from OECD countries. *Applied Economics*, 55(8), 869–884. <https://doi.org/10.1080/00036846.2022.2094883>
4. Bandt, O., Kuntz, L.-C., Pankratz, N., Pegoraro, F., Solheim, H., Sutton, G., Takeyama, A., & Xia, F. (2024). The effects of climate change-related risks on banks: A literature review. *Journal of Economic Surveys*, 39, 1553–1594. <https://doi.org/10.1111/joes.12665>
5. Batten, S., Sowerbutts, R., & Tanaka, M. (2020). Climate Change: Macroeconomic Impact and Implications for Monetary Policy (pp. 13–38). https://doi.org/10.1007/978-3-030-38858-4_2
6. Battiston, S., Mandel, A., Monasterolo, I., Schütze, F., & Visentin, G. (2017). A climate stress-test of the financial system. *Nature Climate Change*, 7(4), 283–288. <https://doi.org/10.1038/nclimate3255>
7. BCBS. (2021). Climate-related risk drivers and their transmission channels. <https://www.bis.org/bcbs/publ/d517.htm>
8. Bikker, J., & Metzmakers, P. (2005). Bank provisioning behaviour and procyclicality. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 15(2), 141–157.
9. Bolton, P., Despres, M., Pereira da Silva, L. A., Samama, F., & Svartzman, R. (2020). The green swan. Bank for International Settlements. <https://EconPapers.repec.org/RePEc:bis:bisbks:31>
10. Brunetti, C., Dennis, B., Gates, D., Hancock, D., Ignell, D., Kiser, E. K., Kotta, G., Kovner, A., Rosen, R. J., & Tabor, N. K. (2021). Climate Change and Financial Stability.

<https://www.federalreserve.gov/econres/notes/feds-notes/climate-change-and-financial-stability-20210319.html>

11. Bua, G., Kapp, D., Ramella, F., & Rognone, L. (2024). Transition versus physical climate risk pricing in European financial markets: A text-based approach. *The European Journal of Finance*, 30(17), 2076–2110. <https://doi.org/10.1080/1351847X.2024.2355103>
12. Caldecott, B., Saygin, D., Rigger, J., & Gielen, D. (2017). STRANDED ASSETS AND RENEWABLES How the energy transition affects the value of energy reserves, buildings and capital stock.
13. Campiglio, E., Dafermos, Y., Monnin, P., Ryan-Collins, J., Schotten, G., & Tanaka, M. (2018). Climate change challenges for central banks and financial regulators. *Nature Climate Change*, 8(6), 462–468. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0175-0>
14. Carè, R. (2023). Climate-related financial risks: Exploring the known and charting the future. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 65, 101385. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2023.101385>
15. Caselli, G., & Migliorelli, M. (2024). Physical Risk from Climate Change and Local Banks' Lending: What Lies ahead? <https://www.suerf.org/>
16. Castrén, O., & Russo, R. (2024). Green-supporting factors, brown-penalising factors and the prudential framework a theoretical approach (Working Paper No. 19). EBA Staff Paper Series. <https://doi.org/10.2853/0471268>
17. Chenet, H., Ryan-Collins, J., & van Lerven, F. (2021). Finance, climate-change and radical uncertainty: Towards a precautionary approach to financial policy. *Ecological Economics*, 183, 106957. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2021.106957>
18. Dafermos, Y., & Nikolaidi, M. (2022). Greening capital requirements. *INSPIRE Policy Brief*.
19. Deku, S. Y., & Morris, D. (2025). Climate change and the rise of shadow banking: A global analysis. *International Review of Financial Analysis*, 104, 104275. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2025.104275>
20. Delis, M. D., Greiff, K. de, Iosifidi, M., & Ongena, S. (2024). Being stranded with fossil fuel reserves? Climate policy risk and the pricing of bank loans. *Financial Markets, Institutions & Instruments*, 33(3), 239–265. <https://doi.org/10.1111/fmii.12189>
21. Di Febo, E. (2025). Transition Risk in Climate Change: A Literature Review. *Risks*, 13(4), 66. <https://doi.org/10.3390/risks13040066>
22. Dietz, S., Bowen, A., Dixon, C., & Gradwell, P. (2016). 'Climate value at risk' of global financial assets. *Nature Climate Change*, 6(7), 676–679. <https://doi.org/10.1038/nclimate2972>

23. D’Orazio, P. (2025). Climate risks and financial stability: Evidence on the effectiveness of climate-related financial policies. *International Review of Financial Analysis*, 105, 104304. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2025.104304>
24. European Commission. (2025). Green transition in the Western Balkans requires stronger focus on sustainable innovation—European Commission. https://joint-research-centre.ec.europa.eu/jrc-news-and-updates/green-transition-western-balkans-requires-stronger-focus-sustainable-innovation-2024-12-19_en
25. Fan, W., Wang, F., Zhang, H., Yan, B., Ling, R., & Jiang, H. (2024). Is climate change fueling commercial banks’ non-performing loan ratio? Empirical evidence from 31 provinces in China. *International Review of Economics & Finance*, 96, 103585. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2024.103585>
26. Guan, R., Zheng, H., Hu, J., Fang, Q., & Ren, R. (2017). The Higher Carbon Intensity of Loans, the Higher Non-Performing Loan Ratio: The Case of China. *Sustainability*, 9(4), 667. <https://doi.org/10.3390/su9040667>
27. IEA. (2021). Net Zero by 2050 – Analysis—IEA. <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>
28. Jung, H., Santos, J. A. C., & Seltzer, L. (2023). U.S. Banks’ Exposures to Climate Transition Risks. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4411661>
29. Klein, N. (2013). Non-Performing Loans in CESEE: Determinants and Impact on Macroeconomic Performance. *International Monetary Fund*.
30. Kovachevska-Stefanova, S., & Gockov, G. (2025). Investigating the impact of loan carbon intensity indicator on selected banking sector indicators in North Macedonia. *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, 0(0), 1–29. <https://doi.org/10.1080/13511610.2025.2507011>
31. Krueger, P., Sautner, Z., & Starks, L. T. (2020). The Importance of Climate Risks for Institutional Investors. *The Review of Financial Studies*, 33(3), 1067–1111. <https://doi.org/10.1093/rfs/hhz137>
32. Livieri, G., Radi, D., & Smaniotto, E. (2023). Pricing Transition Risk with a Jump-Diffusion Credit Risk Model: Evidences from the CDS market (No. arXiv:2303.12483). *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2303.12483>
33. Löschenbrand, S., Maier, M., Millischer, L., & Resch, F. (2025). Credit Risk Where It’s Due: Carbon Pricing and Firm Defaults. *IMF*, 2025(062), 62.

34. Martini, F., Sautner, Z., Steffen, S., & Theunisz, C. (2025). Climate Transition Risks of Banks: Evidence from Syndicated Loan Books (SSRN Scholarly Paper No. 4551735). Social Science Research Network. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4551735>
35. Monasterolo, I., & Raberto, M. (2018). The EIRIN Flow-of-funds Behavioural Model of Green Fiscal Policies and Green Sovereign Bonds. *Ecological Economics*, 144, 228–243. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.07.029>
36. Monnin, P. (2018). Integrating Climate Risks into Credit Risk Assessment—Current Methodologies and the Case of Central Banks Corporate Bond Purchases (SSRN Scholarly Paper No. 3350918). Social Science Research Network. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3350918>
37. NGFS. (2020). Guide for Supervisors: Integrating climate-related and environmental risks into prudential supervision. Network for Greening the Financial System. <https://www.ngfs.net/en/publications-and-statistics/publications/guide-supervisors-integrating-climate-related-and-environmental-risks-prudential-supervision>
38. Nguyen, Q., Diaz-Rainey, I., Kuruppuarachchi, D., McCarten, M., & Tan, E. K. M. (2023). Climate transition risk in U.S. loan portfolios: Are all banks the same? *International Review of Financial Analysis*, 85, 102401. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2022.102401>
39. Nie, O., Regelink, M., & Wang, D. (2023). Banking sector risks in the aftermath of climate change and environmental-related disasters. World Bank Blogs. <https://blogs.worldbank.org/en/developmenttalk/banking-sector-risks-aftermath-climate-change-and-environmental-related-disasters>
40. Oehmke, M., & Opp, M. M. (2022). Green Capital Requirements—Stockholm School of Economics. <https://research.hhs.se/esploro/outputs/workingPaper/Green-Capital-Requirements/991001527498506056>
41. Ploeg, F. van der, & Rezai, A. (2020). Stranded Assets in the Transition to a Carbon-Free Economy. *Annual Review of Resource Economics*, 12(Volume 12, 2020), 281–298. <https://doi.org/10.1146/annurev-resource-110519-040938>
42. Pozdyshev, V., Lobanov, A., & Ilinsky, K. (2025). Incorporating physical climate risks into banks' credit risk models. <https://www.bis.org/publ/work1274.htm>
43. Ramos-García, D., López-Martín, C., & Arguedas-Sanz, R. (2023). Climate transition risk in determining credit risk: Evidence from firms listed on the STOXX Europe 600 index. *Empirical Economics*, 65(5), 2091–2114. <https://doi.org/10.1007/s00181-023-02416-8>

44. Semieniuk, G., Campiglio, E., Mercure, J.-F., Volz, U., & Edwards, N. R. (2021). Low-carbon transition risks for finance. *WIREs Climate Change*, 12(1), e678. <https://doi.org/10.1002/wcc.678>
45. Stolbov, M., & Shchepeleva, M. (2023). Carbon footprints of lending and bank performance: International evidence from panel data. *Environmental Science and Pollution Research International*, 30(39), 91466–91477. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-28848-4>
46. Thomä, J., & Gibhardt, K. (2019). Quantifying the potential impact of a green supporting factor or brown penalty on European banks and lending. *Journal of Financial Regulation and Compliance*, 27(3), 380–394. <https://doi.org/10.1108/JFRC-03-2018-0038>
47. World Bank. (2024). Western Balkans 6 CCDR [Text/HTML]. World Bank. <https://www.worldbank.org/en/region/eca/publication/western-balkans-6-ccdr>