

ZNAČAJ DŽEVONSOVOG PARADOKSA I POVRATNOG EFEKTA U SAOBRAĆAJU

**Bojan Vračarević¹, Andrijana Mirković Svitlica¹
Branko Milošević**

Apstrakt: Dževonsov paradoks, poznati princip u ekonomiji životne sredine, odnosi se na podizanje energetske efikasnosti proisteklo iz tehnološkog napretka koje za posledicu ima povećanje (umesto smanjenja) potrošnje energije. Razlozi za ovakve krajnje efekte su, prvenstveno, ekonomske prirode. Potpuno razumevanje ove veze leži u osnovi koncepta održivog razvoja s obzirom da Dževonsov paradoks, ukoliko se ne koriguje određenim politikama zaštite životne sredine, može izazvati dugoročne posledice po iscrpljivanje neobnovljivih energetskih potencijala i izmenu globalne klime. U ovom kontekstu od posebnog interesa je analiza njegove uloge i značaja u oblasti saobraćaja, naročito drumskog. Kroz istoriju, u pokušaju da se smanji potrošnja energije (kao i drugi negativni ekološki efekti) u saobraćaju akcenat je često bio na implementaciji novih saobraćajnih tehnologija i/ili poboljšanju već postojećih. U pitanju su mere kojima se poboljšava efikasnost samih vozila i goriva. Međutim, ovakvi pokušaji da se unapređenjem energetske efikasnosti smanji ukupna potrošnja energije u saobraćaju su imali ograničen domet. Ostvarene uštede često su vodile ka većoj tražnji za saobraćajem i većem broju pređenih kilometara. Stoga, fokus treba usmeriti na instrumente koje sa baziraju na podsticajima (i koji podižu cenu), prvenstveno na različite vrste poreza na posedovanje i (posebno) korišćenje automobila.

Ključne reči: Dževonsov paradoks, povratni efekat, energetska efikasnost, potrošnja energije, emisija CO₂, saobraćaj

THE SIGNIFICANCE OF THE JEVONS PARADOX AND REBOUND EFFECT IN TRANSPORT

Abstract: The Jevons paradox, a well-known principle in environmental economics, refers to the increase in energy efficiency resulting from technological progress that has the consequence of increasing (instead of decreasing) energy consumption. The reasons for these effects are primarily of an economic nature. A full understanding of this connection lies at the core of the sustainable development, since the Jevons paradox, if not corrected by certain environmental policies, can cause long-term consequences such as depletion of non-renewable energy potentials and climate change. In this context, the analysis of its role and importance in transport, especially road transport, is of particular interest. Throughout history, in an attempt to reduce energy consumption (as well as other negative environmental effects) in transport, the emphasis has often been on the implementation of new transport technologies and/or the improvement of existing ones. For the most part, these are policies targeting fuel and vehicle efficiency. However, such attempts to reduce the total energy

¹ Geografski fakultet, Univerzitet u Beogradu, Studentski trg 3/III,
bojanvracarevic@gmail.com

Značaj Dževonsovog paradoksa i povratnog efekta u saobraćaju

consumption in transport by improving energy efficiency had a limited scope. The savings achieved often led to a higher transport demand and a more kilometers traveled. Therefore, the focus should be on incentive-based (and price-increasing) instruments, primarily various types of vehicle and fuel taxes and fees.

Key words: Jevons paradox, rebound effect, energy efficiency, energy consumption, CO₂ emissions, transport

UVOD

Najkrupniji ekološki izazovi današnjice, prvenstveno oni globalnog karaktera poput iscrpljivanja neobnovljivih energetske potencijala i izmene globalne klime, akcentiraju značaj definisanja održive energetske politike - kako na nacionalnom, tako i na globalnom nivou. U praksi, često se najvažnijim segmentima ovakve energetske politike, usled njihovog pretpostavljenog potencijala za rešavanje ekoloških problema, smatraju obnovljivi izvori energije i energetska efikasnost. Obe ove oblasti duboko su i neraskidivo povezane sa pitanjima tehnološkog napretka. Postavlja se pitanje: da li se tehnologija i njen uticaj na podizanje energetske efikasnosti i povećanje ekonomske isplativosti obnovljivih izvora energije može posmatrati univerzalnim lekom za sve savremene probleme životne sredine i možemo li se po tom pitanju u dugom roku uzdati u nju?

Sredinom XIX veka Vilijam Dževons, razmatrajući prvenstveno tada aktuelni problem eksploatacije i potrošnje uglja, iznosi svoju hipotezu – podizanje energetske efikasnosti nekog resursa dovede do njegove povećane potrošnje. Iako na prvi pogled kontraintuitivna, s obzirom da se paralelno s postignutom većom energetske efikasnošću očekuje smanjenje potrošnje, Dževons iznosi argumente da se to neće desiti usled posledične šire upotreba resursa, rasta profitabilnosti, primene poboljšane tehnologije i u drugim oblastima, promenjenog ponašanja potrošača, novih pronalazaka i sl. (Jevons, 1865). Dakle, u pitanju su cenovni i dohodovni efekti određenog tehnološkog unapređenja. Upravo zbog toga njegova teza često se naziva Dževonsov paradoks (*Jevons paradox*, eng.) i zapravo predstavlja ekstremni slučaj fenomena tzv. povratnog efekta ili efekta povratnog dejstva (*rebound effect*, eng.) koji se dešava kada zbog povećane energetske efikasnosti dolazi do smanjenja marginalnog troška, pada cena a zatim i rasta tražnje za određenim resursom čime se umanjuju potencijalne (predviđene) uštede energije. Ako je ovaj porast tražnje veoma izražen onda će sve veći broj ljudi trošiti sve više nekog resursa tj. neće uopšte doći do uštede, povratni efekat će preći granicu od 100%, i imaćemo Dževonsov paradoks tj. porast ukupne potrošnje energije.

Povratni efekat je, zapravo, definisan odnosom tri nivoa potrošnje energije: 1) pre poboljšanja energetske efikasnosti, 2) potencijalne moguće uštede i 3) stvarne uštede (koja ne mora ni postojati tj. može biti negativna) (Lange et al., 2021).

Intenzitet povratnog efekta je u bliskoj vezi sa cenovnom elastičnošću tražnje za energijom. Najizraženiji efekat, pa i Dževonsov paradoks, može se očekivati kada je tražnja veoma elastična (Chakravarty et al., 2013).

Međutim, ne samo što će povećanje efikasnosti dovesti do rasta tražnje za određenim resursom već će, po svojoj prilici, izazvati porast tražnje mnogih drugih resursa s obzirom da sada veći preostali deo budžeta može biti preusmeren na druge vidove potrošnje. Na taj način mogu se očekivati znatno širi, makroekonomski efekti, kao i dalje povećanje sveukupne potrošnje energije i emisije CO₂. Razmere povratnog efekta zavisice, praktično, od dugoročnog prilagođavanja krajnjih potrošača na cenovne signale proistekle iz poboljšanja efikasnosti².

² Očekivano je da povratni efekat raste s protokom vremena kako dolazi do promena na tržištima i u ponašanju potrošača (Sorrrell, 2009).

Takođe, interesantno je da postoje teorijski argumenti i za još jednu povezanu hipotezu sa sličnim implikacijama – poboljšanje energetske efikasnosti će dovesti do ukupno veće količine ekstrahovanih fosilnih izvora energije, a time i do veće emitovane količine CO₂, kroz uticaj na marginalni trošak ekstrakcije (Siami & Winter, 2021).

Dakle, problematika Dževonsovog paradoksa i povratnog efekta, osim toga što zauzima važno mesto u ekonomiji životne sredine i prirodnih resursa, ima ozbiljne implikacije na značaj i ulogu energetske efikasnosti u kontekstu održivog razvoja.

PREGLED LITERATURE I REZULTATI STUDIJA

Dževons je svoju hipotezu obrazložio teorijskim argumentima i uočenom vezom između tehnološkog napretka i potrošnje energije. Ozbiljnija produbljivanja ove teme, više od jednog veka kasnije, vezuju se prvenstveno za radove Kazuma (Khazzoom, 1980) i Bruksa (Brookes, 1990). Njihova istraživanja dovode do formulacije Kazum-Bruksovog principa koji bi se možda najelegantnije mogao objasniti kao tvrdnja da će unapređenja energetske efikasnosti koja su ekonomski opravdana na mikronivou, u krajnoj instanci, dovesti do veće potrošnje energije na makronivou (Herring, 1999). Dakle, u fokus se stavljaju makroekonomske implikacije i dugoročni efekti energetske efikasnosti.

Poslednjih dvadesetak godina ovoj temi se poklanja značajno veća pažnja. Može se reći da u stručnoj literaturi vlada konsenzus oko postojanja povratnog efekta ali je veoma živa debata u vezi sa njegovim intenzitetom, značajem, te prisustvom u različitim sektorima i različitim zemljama (L. Greening et al., 2000).

Kako postoje ozbiljni metodološki problemi i nedoumice u ovoj oblasti poput dostupnosti podataka (posebno dovoljno dugih vremenskih serija), odabira nivoa analize ili izolovanja uticaja povratnog efekta na potrošnju energije od drugih faktora, ne čudi da postoje značajne diskrepance u rezultatima istraživanja za različite zemlje u različitim vremenskim periodima. S obzirom da je potreban protok određenog vremena da povratni efekat dođe do izražaja i da se desi prilagođavanje potrošača i proizvođača, u ovom smislu najkorisnija bi bila analiza panel podataka za duži vremenski period.

Neke teorijske i empirijske studije nalaze da je opseg povratnog efekta zanemarljiv, dok druge ocenjuju da on može u potpunosti da poništi predviđene uštede u potrošnji energije.

Na primer, empirijsko istraživanje Polimenija i dr. pokazuje postojanje Dževonsovog paradoksa na makroekonomskom nivou u različitim zemljama i svetskim regionima (Polimeni et al., 2008; Polimeni & Polimeni, 2006). Stoga, autori tvrde da tehnološka poboljšanja neće nužno dovesti do smanjenja potrošnje energije i rešavanja ekoloških problema.

S druge strane, iako oprezan u iznošenju tvrdnji, Sorel (Sorrell, 2009) ocenjuje da čvrsti dokazi Dževonsovog paradoksa još uvek ne postoje jer pređašnja istraživanja nisu bila dovoljno kvalitetna. Ipak, smatra da makroekonomski povratni efekti mogu biti izraženi te da je uloga energije kao inputa u ekonomskom rastu i razvoju (pa samim tim i u povećanoj potrošnji energije) mnogo veća nego što to neoklasična i endogena teorija rasta pretpostavljaju. Snažni povratni efekti proizilaze jedino iz tehnoloških inovacija sa širokom primenom, kao što su parna mašina ili računar, s obzirom da oni imaju dugoročne uticaje na produktivnost i ekonomski rast, i posledično povećanje potrošnje energije.

Takođe, rezultati studije koja je analizirala efekte nacionalnih akcionih planova za poboljšanja energetske efikasnosti u Španiji ukazuju na nepostojanje ovog paradoksa, uz ogradu da on ipak može biti prisutan u sektorima saobraćaja, industrije i usluga (Cansino, 2019).

Značaj Dževonsovog paradoksa i povratnog efekta u saobraćaju

Paralelno sa studijama koje se bave procenom postojanja Dževonsovog paradoksa dosta pažnje je posvećeno i kategorizaciji povratnih efekata. Uprkos raznolikosti klasifikacija i nepreciznosti korišćene terminologije u stručnoj literaturi (Greening & Greene, 1998; L. Greening et al., 2000; Schipper & Grubb, 2000; Sorrell, 2009) mogu se, pre svega, razlikovati efekti koji se odnose na potrošnju energije resursa kod kojeg je došlo do poboljšanja efikasnosti. Oni su uočljiviji i lakše merljivi, i često se nazivaju direktni ili mikro efekti. Zatim, postoje indirektni efekti koji nastaju usled činjenice da će zbog cenovnog i dohodovnog efekta doći i do rasta tražnje za drugim dobrima i uslugama, te većoj potrošnji energije. Ovi efekti se javljaju u velikom broju različitih oblika (videti: Sorrell, 2009). Na kraju, makroekonomski efekti se odnose na celu ekonomiju³, često se posmatraju kao sveukupni rezultat direktnog i indirektnog efekta, i iskazuju u vidu procentualnog udela u predviđenoj energetskej uštedi usled povećanja energetske efikasnosti.

Kako bi razrešili postojeće nedoumice i nejasnoće u korišćenim definicijama autori Lange i dr. predlažu mnogo nijansiraniju tipologiju (Lange et al., 2021), pritom akcentirajući razliku između kvalitativnog *povratnog mehanizma* (koji se odnosi na promene u potrošnji energije) i kvantitativnog *povratnog efekta* (koji se odnosi na intenzitet tih promena). Dakle, poboljšanje energetske efikasnosti dovodi do povratnog mehanizma koji rezultira povratnim efektom. Oba ova fenomena mogu biti posmatrana i merena na mikro (domaćinstvo ili preduzeće), mezo (sektor), makro (nacionalna ekonomija) i globalnom ekonomskom nivou (svetska ekonomija), kao i u kratkom i dugom roku.

SEKTOR SAOBRAĆAJA

Saobraćaj karakterišu važne specifičnosti u odnosu na druge aktivnosti i sektore – gotovo potpuno je zavisano od nafte, i najveći je emiter CO₂ sa trendom daljeg rasta u budućnosti (Vračarević, 2019). Stoga, postojanje povratnog efekta koje bi uticalo na povećanje tražnje nesumnjivo bi doprinelo većoj potrošnji fosilnih goriva i izmeni globalne klime.

Saobraćaj je sektor u kome se najviše istraživalo prisustvo povratnog efekta (Chakravarty et al., 2013), a u okviru njega, akcenat je često bio na drumskom saobraćaju usled posebno izraženih negativnih eksternih efekata, kako na lokalnom tako i na globalnom nivou.

Mnogi istraživači kao i relevantne međunarodne institucije koje se bave energijom smatraju da upravo saobraćaj ima veliki potencijal da kroz poboljšanja efikasnosti goriva ili samih vozila smanji svoju potrošnju energije. O tome svedoči i činjenica da je kroz istoriju akcenat često bio, kako na implementaciji novih saobraćajnih tehnologija, tako i na poboljšanju već postojećih (Webb, 2019). Ovom trendu često su doprinosila i kretanja cene nafte na svetskom tržištu, posebno nakon velikih naftnih kriza, koje su za jedan od efekata imale popularizaciju energetski efikasnijih vozila.

Međutim, mnoge studije čiji rezultati govore u prilog postojanja značajnog povratnog efekta i Dževonsovog paradoksa u saobraćaju dovode u sumnju ovakav pristup. Ove procene pokazuju značajne varijacije, od 5% pa sve do 120% (Chakravarty et al., 2013; Munyon et al., 2018). Na primer, Steplton i dr. (Stapleton et al., 2017) procenjuju povratni efekat u putničkom saobraćaju Velike Britanije od 26%, dok Moširi i dr. (Moshiri & Aliyev, 2017) nalaze da on ide i do 88% u Kanadi.

Povećanje energetske efikasnosti korišćenja automobila tj. veći broj kilometara koji se može preći po jednom litru goriva, najčešće dovodi do smanjenja troškova korišćenja

³ Ukoliko unapređena energetska efikasnost dovede do krupnih promena u međunarodnoj trgovini i svetskim cenama energije efekti se mogu osetiti i u drugim zemljama (Sorrell, 2009).

automobila što ima dvojake implikacije. Ljudi se mogu odlučiti da koriste automobil više i da kupuju automobile koji troše više (direktni efekat), i/ili da troše veći preostali deo budžeta na druge proizvode (indirektni efekat) (Vivanco et al., 2016). U svakom slučaju, planirane uštede energije biće niže, a čak može doći i do ukupnog povećanja potrošnje energije.

Interesantno je istaći da je broj studija koje se bave zemljama u razvoju znatno manji u poređenju sa onim koje analiziraju razvijene zemlje. Usled razlika, prvenstveno u stepenu ekonomskog razvoja, putnoj infrastrukturi, stepenu motorizacije a zatim i u neophodnom vremenu za prihvatanje novih tehnologija, očekivano je da se intenzitet povratnog efekta kod njih značajno razlikuje (Dimitropoulos et al., 2018). Procenjuje se da u odnosu na razvijeni deo sveta, prodor nove saobraćajne tehnologije na tržišta zemalja u razvoju, usled dostignutog nivoa razvoja i životnog standarda, traje u proseku i do 10 godina duže (Assmann & Sieber, 2005).

Ipak, na osnovu malobrojnih empirijskih studija i teorijskih argumenata, poput postojanja ogromne nezadovoljene tražnje za energijom, za očekivati je da povratni efekat u zemljama u razvoju bude u proseku izraženiji (Chakravarty et al., 2013). To nas upućuje na važnu pretpostavku da intenzitet povratnog efekta paralelno sa ekonomskim rastom i razvojem teži da opada, posebno u sektoru saobraćaja (Small & van Dender, 2007). Iz ugla održivog razvoja i potrošnje energije situacija u zemljama u razvoju je posebno od značaja imajući u vidu ubrzani ekonomski razvoj i demografski rast, te narastajući stepen motorizacije i obim korišćenja automobila (Jovanović, 2008).

Slični metodološki problemi iz ove oblasti su karakteristični i za istraživanja koja se bave sektorom saobraćaja. Različite varijable mogu biti korišćene kao posredni pokazatelji energetske efikasnosti i potrošnje energije. Jedna od retkih empirijska studija koja uspeva da izoluje efekat poboljšanja energetske efikasnosti nalazi da će svakih 1% njenog povećanja izazvati 1,2% rasta pređenih vozilo-milja u SAD, potvrđujući tako postojanje Dževonsovog paradoksa. Izuzetak od ovoga predstavljaju jedino hibridna vozila čije će korišćenje porasti manje. Razlozi za to su ponajviše vezani za socio-demografske karakteristike vlasnika ovakvih vozila (Munyon et al., 2018).

Rezultati novije meta-analize potvrđuju postojanje direktnog povratnog efekta u drumskom putničkom saobraćaju. U kratkom roku on iznosi 10-12%, a na dugi rok 26-29% (Dimitropoulos et al., 2018). Ipak, autori podvlače velike varijacije između zemalja u ovom pogledu. Generalno, niži BDP per capita, više cene goriva i veće gustine naseljenosti u proseku dovode do većeg povratnog efekta.

IMPLIKACIJE NA POLITIKU ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE

Nastali rast tražnje za saobraćajem tj. povećana mobilnost (kao direktni povratni efekat) nosi sa sobom mnogobrojne negativne posledice, među kojima su najkritičnije veća potrošnja energije i emisija CO₂, ali i mnoge druge na lokalnom i regionalnom nivou kao što se aerorozagađenje, saobraćajna zagušenja i zagađenje bukom.

Postojanje izraženog povratnog efekta i Dževonsovog paradoksa kao nehotične posledice povećanja efikasnosti goriva i vozila, stoga, ima ozbiljne implikacije na politiku zaštite životne sredine. Uopšteno, državama stoji na raspolaganju čitav spektar mera i instrumenata za internalizaciju eksternih efekata saobraćaja, kako onih regulatornih, tako i onih koje se baziraju na podsticajima. Iako tradicionalno više korišćene (Vračarević, 2014) regulatorne mere, najčešće u vidu različitih standarda efikasnosti mogu, zapravo, da izazovu povratni efekat i čak budu kontraproduktivne. U ovom kontekstu, potrebno je okrenuti se tržišnim instrumentima koji targetiraju cenu, a ne količinu, s obzirom da njihova efektivnost može biti znatno veća.

Značaj Dževonsovog paradoksa i povratnog efekta u saobraćaju

Za razliku od mera koji poboljšavaju energetske efikasnost (poput poznatih CAFE standarda u SAD) razne vrste poreza na goriva i vozila podižu cenu korišćenja automobila (Jovanović & Vračarević, 2012) utičući tako na pad tražnje za ovim vidom saobraćaja. Sve se češće predlažu i porezi bazirani na broju pređenih kilometara (Dimitropoulos et al., 2018) koji bi, istina, još efikasnije i direktnije internalizovali negativne eksternalije saobraćaja, ali su praktične poteškoće uvođenja ovakvog instrumenta prilično izražene.

Slične efekte imaju mere koje nisu makroekonomske, a koje destimulišu i/ili poskupljuju korišćenje automobila, poput naknada za parkiranje ili (poslednjih decenija sve popularnijih) naknada za zagušenje uvedenih sa ciljem ublažavanja problema saobraćajnih zagušenja u centralnim delovima grada.

Sve ove mere mogu biti implementirane čak i preventivno, dakle paralelno sa povećanjem energetske efikasnosti (Polimeni et al., 2008), posebno ukoliko postoje pouzdane procene potencijalnog povratnog efekta.

Uopšteno, ono što teorija ekonomije životne sredine nalaže (Rikalović et al., 2021), a sa čim se i mnogi autori slažu (Freire-González, 2021; Vivanco et al., 2016), najbolji način neutralisanja povratnog efekta je, zapravo, uticaj na cenu energije i ugljen-dioksida kako bi ona odražavala pune troškove - ili kroz oporezivanje ili kroz neku formu sistema transferabilnih dozvola. Stoga, u ovom pogledu regulatorne mere mogu biti korisne jedino u kombinaciji sa pomenutim pristupom.

Poslednjih dve decenije politika mnogih najrazvijenih zemalja sveta, kao na primer Japana (Yoo et al., 2019), bazirala se na promociji ekonomičnih automobila, ili kroz poreske olakšice i subvencije, ili kroz uvođenja različitih standarda za vozila i goriva. Međutim, rast stepena motorizacije i povećano korišćenje ovih ekonomičnijih automobila poništilo je planirane uštede. Shodno tome, fokus se mora staviti na povećanje marginalnih troškova korišćenja automobila kroz implementaciju odgovarajućih mera i instrumenata.

ZAKLJUČAK

Dugo se u stručnoj literaturi vodi debata o ulozi i dometu tehnologije i energetske efikasnosti u postizanju ciljeva održivog razvoja, najpre smanjenju potrošnje energije iz fosilnih goriva i emisije CO₂. Mnoge studije, kako teorijske, tako i empirijske ukazuju na to da ovakva strategije neće, sama po sebi, dovesti do optimalnog ishoda.

Postojanje povratnog efekta i čak Dževonsovog paradoksa, iako u zemljama na različitim stupnju ekonomskog razvoja i u različitim sektorima nejednako izraženo, znači da mnoga tehnološka poboljšanja snižavanjem troška, naposljetku, dovode do povećanja potrošnje energije.

U sektoru saobraćaja ovo je možda i najočiglednije jer će, gotovo po pravilu, povećanje efikasnosti goriva i vozila rezultirati većom mobilnošću, te će se ovim rastom broja pređenih kilometara, velikim delom ili u celosti, poništiti očekivano smanjenje potrošnje energije.

Kako je ova problematika veoma važan deo slagalice paradigme održivog razvoja nameće se pitanje upotrebe adekvatnih mera i instrumenata u okviru ekoloških i energetske politike. Jasno je da same regulatorne mere nemaju potencijal da smanje rast tražnje i potrošnje energije već su neophodne komplementarne mere koje sa baziraju na podsticajima i čija je krajnja svrha potpuna internalizacija eksternih troškova i određivanje cena koje reflektuju potpune troškove upotrebe reursa.

U saobraćaju, dakle, ovo znači da umesto prevashodnog oslanjanja na tehničko-tehnoška poboljšanja i podizanje energetske efikasnosti fokus treba usmeriti na različite vrste poreza na posedovanje i (posebno) korišćenje automobila, kao i naknada na nivou grada, kako bi se smanjila potrošnja energije i ostali negativni eksterni efekti.

ZAHVALNICA

Ovaj rad predstavlja deo rezultata istraživanja na projektu (451-03-47/2023-01/200091) koje finansira Ministarstvo nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije.

LITERATURA

Assmann, D., & Sieber, N. (2005). Transport in Developing Countries: Renewable Energy versus Energy Reduction? *Transport Reviews*, 25(6), 719–738.

Brookes, L. (1990). The greenhouse effect: the fallacies in the energy efficiency solution. *Energy Policy*, 18, 199–201.

Chakravarty, D., Dasgupta, S., & Roy, J. (2013). Rebound effect: How much to worry? *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 5(2), 216–228.

Dimitropoulos, A., Oueslati, W., & Sintek, C. (2018). The Rebound Effect in Road Transport: A Meta-Analysis of Empirical Studies. *Energy Economics*, 75, 163–179.

Freire-González, J. (2021). Governing Jevons' Paradox: Policies and systemic alternatives to avoid the rebound effect. *Energy Research and Social Science*, 72, 101893.

Greening, D. ., & Greene, L. A. (1998). Final Report Energy Use, Technical Efficiency, and the Rebound Effect: A Review of the Literature.

Greening, L., Greene, D. L., & Difiglio, C. (2000). Energy efficiency and Consumption the rebound effect — a survey. *Energy Policy*, 28, 389–401.

Herring, H. (1999). Does energy efficiency save energy? The debate and its consequences. *Applied Energy*, 63(3), 209–226.

Jevons, W. S. (1865). *The Coal Question: An Inquiry Concerning the Progress of the Nation, and the Probable Exhaustion of our Coal Mines* (2nd ed.). Macmillan and Co.

Jovanović, M. (2008). Održivi razvoj metropola nerazvijenog sveta - gradski saobraćaj i urbana forma. *Industrija*, 3, 27–59.

Jovanović, M., & Vračarević, B. (2012). Gradski saobraćaj i zaštita životne sredine - dometi ekonomskih mera. *Glasnik Srpskog Geografskog Društva*, 92(2), 91–111.

Khazzoom, J. D. (1980). Economic implications of mandated efficiency in standards for household appliances. *Energy J.*, 1, 21–39.

Lange, S., Kern, F., Peuckert, J., & Santarius, T. (2021). The Jevons paradox unravelled: A multi-level typology of rebound effects and mechanisms. *Energy Research and Social Science*, 74, 101982.

Moshiri, S., & Aliyev, K. (2017). Rebound effect of efficiency improvement in passenger cars on gasoline consumption in Canada. *Ecological Economics*, 131, 330–341.

Munyon, V. V., Bowen, W. M., & Holcombe, J. (2018). Vehicle fuel economy and vehicle miles traveled: An empirical investigation of Jevon's Paradox. *Energy Research and Social Science*, 38, 19–27.

Značaj Dževonsovog paradoksa i povratnog efekta u saobraćaju

- Polimeni, J. M., Mayumi, K., Giampietro, M., & Alcott, B. (2008). The Jevons paradox and the myth of resource efficiency improvements. Earthscan Research Editions.
- Polimeni, J. M., & Polimeni, R. I. (2006). Jevons' Paradox and the myth of technological liberation. *Ecological Complexity*, 3(4), 344–353.
- Rikalović, G., Vračarević, B., & Molnar, D. (2021). Energetska politika kao faktor održivog razvoja. Zbornik radova konferencije "Energetika 2021 - u susret zelenom oporavku", Zlatibor, 513-520.
- Schipper, L., & Grubb, M. (2000). On the rebound? Feedback between energy intensities and energy uses in IEA countries. *Energy Policy*, 28, 367–388.
- Siami, N., & Winter, R. A. (2021). Jevons' paradox revisited: Implications for climate change. *Economics Letters*, 206, 109955.
- Small, K. A., & van Dender, K. (2007). Fuel Efficiency and Motor vehicle travel: the Declining rebound effect. *The Energy Journal*, 1, 25–52.
- Sorrell, S. (2009). Jevons' Paradox revisited: The evidence for backfire from improved energy efficiency. *Energy Policy*, 37(4), 1456–1469.
- Stapleton, L., Sorrell, S., & Schwanen, T. (2017). Peak car and increasing rebound : A closer look at car travel trends in Great Britain. *Transportation Research Part D*, 53, 217–233.
- Vivanco, D. F., Kemp, R., & van der Voet, E. (2016). How to deal with the rebound effect? A policy-oriented approach. *Energy Policy*, 94, 114–125.
- Vračarević, B. (2014). Economic instruments in environmental policy. *The Environment*, 2(2), 79–83.
- Vračarević, B. (2019). Ključni izazovi održivog razvoja - iscrpljivanje neobnovljivih energetske resursa i izmena globalne klime. *Ekonomski Vidici*, 3–4, 193–208.
- Webb, J. (2019). The Future of Transport: Literature Review and Overview. *Economic Analysis and Policy*, 61, 1–6.
- Yoo, S., Koh, K. W., Yoshida, Y., & Wakamori, N. (2019). Revisiting Jevons's paradox of energy rebound: Policy implications and empirical evidence in consumer-oriented financial incentives from the Japanese automobile market, 2006–2016. *Energy Policy*, 133, 110923.