

UNIVERZITET U BEOGRADU  
SAOBRAĆAJNI FAKULTET

**Dr Zoran Radmilović**

# **KLIMATSKI I EKOLOŠKI ODRŽIVI TRANSPORT**

**Opšta tipologija uticaja transporta na okruženje i  
promenu klime: ublažavanje i prilagođavanje**

**Beograd  
2020.**

Recenzenti: dr Sergej Flere  
dr Nenad Zrnić

Za izdavača: dekan, dr Nebojša Bojović

Glavni i odgovorni urednik: dr Marijana Petrović

Izdavač: Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet,  
Vojvode Stepe 305; telefon: 3976-017;  
fax: 3096-704; <http://www.sf.bg.ac.rs>

Priprema: Miloš Cvetković

Štampa: Pekograf d.o.o., 11080 Zemun, Vojni put 258/d  
telefon/fax: 3149-166; e-mail: [pekograf@sbb.rs](mailto:pekograf@sbb.rs)  
<http://www.pekograf.com>

Tiraž: 100 primeraka

ISBN 978-86-7395-420-2

Na osnovu odluke Uređivačkog odbora Saobraćajnog fakulteta Univerziteta u Beogradu broj 224/2 od 21. februara 2020. godine, odobrava se za upotrebu u nastavi kao monografija

**CIP – КАТАЛОГИЗАЦИЈА У ПУБЛИКАЦИЈИ**  
**Народна библиотека Србије, Београд**

502/504:656

**РАДМИЛОВИЋ, Зоран, 1944-**

Klimatski i ekološki održivi transport : opšta tipologija uticaja transporta na okruženje i promenu klime: ublažavanje i prilagođavanje / Zoran Radmilović. - Beograd : Univerzitet, Saobraćajni fakultet, 2020 (Zemun : Pekograf). - VI, 406 str. : ilustr. ; 25 cm

Tiraž 100. - Beleška o autoru: str. 405-406. - Napomene i bibliografske reference uz tekst. - Bibliografija uz svako poglavlje. - Registri.

ISBN 978-86-7395-420-2

а) Саобраћај -- Животна средина

COBISS.SR-ID 283336972

*Mojoj kćerki Bojani*  
*(1981–2011)*



# Sadržaj

<b>Predgovor</b> .....	<b>1</b>
<b>1. UVOD</b> .....	<b>5</b>
1.1. Opšta razmatranja .....	5
1.2. Staklena bašta kao pretpostavljena globalna katastrofa na Zemlji .....	7
1.3. Transport i promena klime .....	9
1.4. Literatura .....	16
<b>2. IDENTIFIKACIJA TRANSPORTNE TIPOLOGIJE PO UTICAJIMA NA OKRUŽENJE I PROMENU KLIME</b> .....	<b>19</b>
<b>2.1. Uvodna razmatranja</b> .....	<b>19</b>
2.2. Transportni sistem .....	22
2.3. Politika(e) .....	26
2.4. Socijalni i ekonomski uslovi .....	32
2.5. Okruženje .....	38
2.6. Identifikacija posebne transportne tipologije po uticajima na promene okruženja .....	46
2.7. Zaključak .....	50
2.8. Literatura .....	51
<b>3. KLIMATSKI I EKOLOŠKI POKAZATELJI I TRANSPORT</b> .....	<b>55</b>
3.1. Uvod .....	55
3.2. Potencijal globalnog zagrevanja (GWP) .....	56
3.3. Potencijal globalne promene temperature (GTP) .....	58
3.4. Ekvivalentni broj karbonskog zagrevanja .....	62
3.5. Pokazatelj uticaja efekta staklene bašte na ljudsko zdravlje .....	63
3.6. Pokazatelji lanca otpada u transportu .....	65
3.7. Ekološki otisak .....	69
3.8. Literatura .....	71

<b>4. MERE I POKAZATELJI UTICAJA CO<sub>2</sub> EMISIJA U TRANSPORTU .....</b>	<b>75</b>
4.1. Uvod.....	75
4.2. Metodologije procenjivanja emisija i emisijih ušteda.....	76
4.3. Okvir za određivanje karbonske redukcije iz transportnih mera .....	80
4.3.1. Proračun CO <sub>2</sub> emisija po vidu transporta .....	81
4.3.2. Proračun promena u CO <sub>2</sub> emisijama .....	85
4.3.3. Razvoj životnog veka emisijih redukcija pobuđenih transportnim merama .....	97
4.3.4. Određivanje uticaja transportnih mera.....	102
4.3.5. Sekundarni efekti.....	109
4.3.6. Dopunski emisijih činijoci i činijoci potencijala .....	111
globalnog zagrevanja .....	111
4.4. Prikupljanje podataka i modelsko procenjivanje.....	113
4.4.1. Značaj kvaliteta podataka i uporedljivost.....	113
4.4.2. Standardi za prikupljanje podataka u EU.....	119
4.4.3. Smernice i modeli za prikupljanje podataka.....	121
4.4.4. Upoređivanje modela i prihvatljivost za političare.....	124
4.5. Preporuke .....	141
4.6. Literatura .....	143
<b>5. PREDLOZI ZA MERE UBLAŽAVANJA I PRILAGOĐAVANJA .....</b>	<b>153</b>
5.1. Uvod.....	153
5.2. Vrste ponašanja .....	156
5.3. Mobilnost i promena ponašanja kroz mere ublažavanja .....	159
5.3.1. Potencijal smanjivanja GESB emisija u izabranim promenama ponašanja .....	160
5.3.2. Ograničenja i politike vezane za električne i hibridne automobile .....	163
5.3.3. Ograničenja i politike vezane za male automobile.....	165

5.3.4. Ograničenja i politike vezane za efikasniji stil vožnje u pogledu potrošnje goriva .....	168
5.3.5. Ograničenja i politike vezane za rad kod kuće (rad na daljinu) .....	170
5.3.6. Ograničenja i politike vezane za virtuelne sastanke.....	172
5.3.7. Zaključak .....	174
5.4. Relevantne mere ublažavanja i prilagođavanja u okviru strateške istraživačke agende REACT projekta .....	176
5.4. Literatura .....	187
<b>6. DRUMSKI TRANSPORT.....</b>	<b>189</b>
6.1. Uvod .....	189
6.2. Saobraćajnice/infrastruktura: sve vrste puteva sa pripadajućim objektima ..	192
6.2.1. Putevi: energija, emisije, prostorna oblast, metodi/ modeli/ procene i parametar nesigurnosti .....	192
6.2.2. Mere za ublažavanje i prilagođavanje: infrastruktura u drumskom transportu.....	195
6.3. Vozila u drumskom transportu.....	197
6.3.1. Teretna drumska vozila i uticaji na okruženje i promenu klime.....	198
6.3.2. Putnička drumska vozila i uticaji na okruženje i promenu klime .....	211
6.4. Drumski terminali, autobuske stanice, parking prostori, robno-transportni terminali, pretovarna mesta .....	218
6.5. Literatura .....	218
<b>7. VAZDUŠNI TRANSPORT.....</b>	<b>221</b>
7.1. Uvod .....	221
7.2. Vazduhoplovi: sve vrste aviona i ostale letelice .....	225
7.2.1. Mere za ublažavanje i prilagođavanje – vazduhoplovi.....	232
7.3. Aerodromi .....	236
7.3.1. Mere za ublažavanje i prilagođavanje – aerodromi .....	241
7.4. Literatura .....	246

<b>8. POMORSKI TRANSPORT .....</b>	<b>249</b>
8.1. Uvod.....	249
8.2. Brodovi – sve vrste plovnih prevoznih sredstava .....	253
8.2.1. Mere za ublažavanje i prilagođavanje – morski brodovi.....	263
8.3. Luke i pristaništa .....	266
8.3.1. Mere za ublažavanje i prilagođavanje – morske luke i pristaništa.....	272
8.4. Literatura .....	277
<b>9. UNUTRAŠNJA PLOVIDBA .....</b>	<b>281</b>
9.1. Uvod.....	281
9.2. Unutrašnji plovni putevi: prirodni, veštački i kombinovani plovni putevi.....	286
9.2.1. Mere za ublažavanje i prilagođavanje – unutrašnji plovni putevi.....	289
9.3. Brodovi unutrašnje plovidbe .....	290
9.3.1. Mere za ublažavanje i prilagođavanje – brodovi unutrašnje plovidbe ....	295
9.4. Luke i pristaništa na unutrašnjim plovim putevima .....	296
9.5. Literatura .....	296
<b>10. ŽELEZNIČKI TRANSPORT .....</b>	<b>299</b>
10.1. Uvod.....	299
10.2. Železničke pruge .....	304
10.2.1. Mere za ublažavanje i prilagođavanje – železničke pruge - infrastruktura	306
10.3. Železnička vozila .....	307
10.3.1. Mere za ublažavanje i prilagođavanje – železnička vozila.....	316
10.4. Železničke stanice i terminali.....	321
10.4.1. Mere za ublažavanje i prilagođavanje – železnički terminali .....	327
10.5. Literatura .....	330
<b>11. MULTIMODALNI I INTERMODALNI TRANSPORT.....</b>	<b>333</b>
11.1. Opšta razmatranja .....	333
11.2. Infrastruktura i terminali u multimodalnom/ intermodalnom transportu ..	345



11.2.1. Saobraćajna infrastruktura u multimodalnom/ intermodalnom transportu.....	345
11.2.2. Multimodalni/intermodalni terminali .....	347
11.2.3. Mere za ublažavanje i prilagođavanje-saobraćajna infrastruktura i terminali u multimodalnom/intermodalnom transportu .....	348
11.3. Prevozna sredstva u multimodalnom/intermodalnom transportu i intermodalne teretne jedinice .....	348
11.3.1. Mere za ublažavanje i prilagođavanje – prevozna sredstva u multimodalnom/intermodalnom transportu i intermodalne teretne jedinice..	352
11.4. Literatura .....	356
<b>12. CEVOVODNI TRANSPORT .....</b>	<b>359</b>
12.1. Opšta razmatranja .....	359
12.2. Mere za ublažavanje i prilagođavanje – cevovodni transport .....	365
12.3. Literatura .....	366
<b>13. ELEKTRONSKI, TELEKOMUNIKACIONI I POŠTANSKI SAOBRAĆAJ .....</b>	<b>367</b>
13.1. Opšta razmatranja .....	367
13.2. Mere za ublažavanje i prilagođavanje – elektronski i telekomunikacioni saobraćaj .....	370
13.3. Literatura .....	371
<b>14. BICIKLIZAM I PEŠAČENJE .....</b>	<b>373</b>
14.1. Opšta razmatranja .....	373
14.2. Mere za ublažavanje i prilagođavanje – biciklizam i pešačenje .....	381
14.3. Literatura .....	383
<b>15. ZAKLJUČAK .....</b>	<b>385</b>
Spisak pojmova.....	387
Spisak autora.....	397
Beleška o autoru.....	405



## **Predgovor**

*Ova knjiga obuhvata pregled i dosadašnja raspoloživa saznanja o uticajima transportnog sistema na okruženje i promenu klime, posebno uticaja emisije ugljendioksida iz transportnog sektora kao celine i po svim vidovima transporta.*

*Procesi u organskoj i neorganskoj prirodi i promena klime na Zemlji su stalni procesi pod uticajima prirodnih sila izvan kontrole ljudske populacije. U naučnoj i stručnoj javnosti vode se polemike da li aktivnosti ljudske populacije utiču na promenu klime ili je sve pod uticajem prirodnih pojava. Ako aktivnosti ljudske populacije, uključujući na prvom mestu proizvodnju energije, transport i vojna istraživanja, utiču na promenu klime, postavlja se pitanje u kom su odnosu prirodni uticaji i uticaji ljudske populacije. Na ovo pitanje je teško odgovoriti tačno i eksplicitno, iako postoje brojne pretpostavke i rezultati izvučeni iz raznih modela.*

*Velika grupa naučnika i eksperata pouzdano tvrdi da aktivnosti ljudske populacije utiču na promenu klime i među njima posebno korišćenje fosilnih goriva u transportu. U naučnoj literaturi se aktivno razmatra problem povećanja srednje planetarne temperature vezano sa rastom koncentracije ugljendioksida u atmosferi, delom i kao rezultat sagorevanja fosilnih ili ugljovodoničnih goriva (ugalj, nafta, gas). U osnovi srednja planetarna temperatura zavisi od intenziteta sunčevog zračenja, ali „efekat staklene bašte“ (velike koncentracije gasova sa efektom staklene bašte u atmosferi) može znatno povećati tempertaturu prema dosadašnjim vremenski kratkoročnim merenjima i modelskim ispitivanjima. Prognoziranje brzine promene srednje planetarne temperature u zavisnosti od koncentracije ugljendioksida i drugih gasova sa efektom staklene bašte u atmosferi je nepouzvano i nema jednostavnog odgovora na globalnom nivou.*

*Uticao transporta na okruženje i promenu klime je složen problem i ne može se svesti samo na emisije gasova sa efektom staklene bašte tokom transportne aktivnosti prevoznih sredstava. Problem se širi na proizvodnju i raspodelu fosilnih goriva za potrebe transporta, na proizvodnju transportnih sredstava, opreme, infrastrukturu (putevi, železničke pruge, aerodromi, luke itd.). Drugi problemi su vezani za razne direktne, indirektno i povratne efekte, na primer, promene namene zemljišta, odnosno velike potrebe transporta za zemljištem imaju značajan uticaj na okruženje i promenu klime, što je relativno teško eksplicitno predvideti.*

Sadržaj knjige obuhvata petnaest poglavlja. U prvih pet poglavlja prikazana su: uvodna razmatranja; identifikacija transportne tipologije po uticajima na okruženje i promenu klime; klimatski i ekološki pokazatelji i transport; mere i pokazatelji uticaja CO<sub>2</sub> emisija u transportu i predlozi mera ublažavanja i prilagođavanja, posebno u promenama potrošnje, ponašanja i korišćenja putničkih automobila.

U narednih devet poglavlja razmatrani su svi vidovi transporta: drumski, vazdušni, pomorski, unutrašnja plovidba, železnički, multimodalni i intermodalni transport, cevovodni transport, elektronski, telekomunikacioni i poštanski saobraćaj i biciklizam i pešačenje. Poslednje poglavlje obuhvata zaključna razmatranja.

Učešće transportnih vidova po uticajima na okruženje i promenu klime nije isto i podjednako raspoređeno. Drumski i vazdušni transport imaju najbrži rast i kao takvi su u neodrživom odnosu između svoje stope rasta i količine emitovanih emisija i ostalih nepovoljnih uticaja na okruženje i promenu klime.

Drumski transport je najveći proizvođač emisija gasova sa efektom staklene bašte. Prema podeli na drumski teretni i putnički transport, oni učestvuju približno sa po 50% u emisijama u ukupnom drumskom transportu. Nepovoljna okolnost za održivi razvoj ovog vida transporta je daleko najveća infrastruktura u postojećem stanju, ali i u budućem razvoju.

Po mišljenju mnogih eksperata vazdušni transport je veoma opasan za okruženje i to ne samo zbog emisija ugljendioksida, već zbog toga što se drugi gasovi ispuštaju u gornju atmosferu, gde lokalni efekti mogu biti opasniji nego posledice emisije ugljendioksida.

Stari i tradicionalni vidovi transporta, pomorski, unutrašnji vodni i železnički transport se prepoznaju kao održivi, energetski efikasni i relativno ekološki pogodni vidovi transporta. Međutim, pomorski i železnički transport su značajni izvori emisija gasova sa efektom staklene bašte i imaju uticaja na okruženje i promenu klime.

Multimodalni i intermodalni, teretni transportni sistemi se smatraju kao više ekološki pogodni nego pojedinačni (unimodalni) vidovi transporta u tzv. transportu „od vrata do vrata“. Njihova prednost je posebno izražena u odnosu na drumski teretni transport i delimično na putnički transport.

Cevovodni transport se često zanemaruje ili izostavlja iz statističkih podataka u popisima emisija iz transportnog sektora i modela za obradu emisija. Ovaj vid transporta koristi dva izvora energije: prirodni gas za pumpe na cevovodima za ovaj gas i izvore električne energije za pumpe na

cevovodima za sirovu naftu i derivate. Pod pretpostavkom da se proizvodnja električne energije potpuno dekarbonizuje (bez ugljenika i njegovih jedinjenja), emisije iz cevovodnog transporta sirove nafte i derivata će se svesti na minimum.

Elektronski i telekomunikacioni saobraćaj se ne može izdvojiti iz transportnog sektora i to ne samo što učestvuje u svakom vidu transporta, nego što je veoma zastupljen u svim ljudskim delatnostima. Po svojim aktivnostima ovaj vid saobraćaja ne emituje direktne emisije, ali indirektno emisije u proizvodnji elektronskih i telekomunikacionih uređaja i posebno u otpadu i njegovoj obradi mogu biti velike. Pojedinačno, ovi uređaji su izuzetno mali potrošači električne energije, ali zbog svoje brojnosti na lokalnom, regionalnom, nacionalnom, i globalom nivou značajno je utvrditi izvore za proizvodnju električne energije zbog određivanja emisija u toku radnih aktivnosti.

Poštanski saobraćaj i njegov uticaj na okruženje i promenu klime zavisi od izvora emisija u drugim vidovima transporta, kao što su vazdušni, drumski, železnički i sada ređe pomorski transport, kao i od infrastrukture na kopnu.

Neugljenični ili nultiugljenični (nultikarbonski) transport, biciklizam, pešačenje i plovidba bez motornog pogona na fosilna goriva su potisnuti rastom drumskog, putničkog transporta, odnosno velikom dostupnošću automobila i niza fizioloških i socioloških pokazatelja.

U okviru svakog pojedinačnog vida transporta prikazani su: opšta tipologija uticaja na okruženje i promenu klime, planirana i utrošena energija, izvori emisija, prostorne oblasti metodi/modeli/procene za obračun emisija i parametar nesigurnosti u proceni i obračunu emisija. Mere za ublažavanje i prilagođavanje navedene su za svaki vid transporta obuhvatajući njihovu fizičku strukturu i zaposlene.

U ovoj knjizi, posebno u četvrtom poglavlju predstavljani su delimično rezultati istraživanja iz međunarodnog projekta: "PODRŠKA ISTRAŽIVANJU O KLIMATSKI POGODNOM TRANSPORTU" koji je rađen u okviru sedmog okvirnog programa Evropske Unije od 2009. do 2011. godine. Autor ove knjige je učestvovao u ovom projektu kao istraživač i rukovodilac radnog paketa o širenju saznanja i rezultata projekta o klimatski pogodnom transportu (tehnološki, ekonomski, socijalni i pravni okviri), zajedno sa partnerima iz Velike Britanije, Nemačke, Italije, Grčke, Kipra i Hrvatske.

*Autor je koristio literaturu u papirnom i elektronskom obliku, posebno razne datoteke, mreže, sajtove i modele.*

*Autor se iskreno zahvaljuje recenzentima na savetima i mišljenjima koji su imali uticaja na kvalitet rukopisa.*

*Duboku zahvalnost autor duguje Milošu Cvetkoviću, apsolventu Odseka za vodni saobraćaj i transport Saobraćajnog fakulteta Univerziteta u Beogradu, na obradi, kompoziciji i pripremi teksta za štampu.*

*Na kraju, autor će biti zahvalan za sve uočene nedostatke i kritička mišljenja i smatraće ih kao dragocenu pomoć pri mogućim novim izdanjima, ove za sada prve knjige ovakve vrste u nas.*

*U Beogradu, septembra 2019.g.*

*Autor*