

UNIVERZITET U BEOGRADU  
EKONOMSKI FAKULTET

Bojan R. Vračarević

ODRŽIVI URBANI RAZVOJ I  
DETERMINANTE  
POTROŠNJE ENERGIJE U SAOBRAĆAJU  
GRADOVA: TEORIJSKO – EMPIRIJSKA  
ANALIZA

doktorska disertacija

Beograd, 2019.

UNIVERSITY OF BELGRADE  
FACULTY OF ECONOMICS

Bojan R. Vračarević

SUSTAINABLE URBAN DEVELOPMENT  
AND DETERMINANTS OF  
URBAN TRANSPORT ENERGY  
CONSUMPTION: A THEORETICAL AND  
EMPIRICAL ANALYSIS

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2019

*Mentor:*

**Dr Dejan Molnar,**

Docent,

Univerzitet u Beogradu, Ekonomski fakultet

*Članovi komisije:*

**Dr Milorad Filipović,**

Redovni profesor,

Univerzitet u Beogradu, Ekonomski fakultet

**Dr Gojko Rikalović,**

Redovni profesor,

Univerzitet u Beogradu, Ekonomski fakultet

**Dr Stanko Stanić,**

Redovni profesor,

Univerzitet u Banjoj Luci, Ekonomski fakultet

**Dr Miomir Jovanović,**

Redovni profesor u penziji,

Univerzitet u Beogradu, Geografski fakultet

*Datum odbrane:* \_\_\_\_\_

# **ODRŽIVI URBANI RAZVOJ I DETERMINANTE POTROŠNJE ENERGIJE U SAOBRAĆAJU GRADOVA: TEORIJSKO – EMPIRIJSKA ANALIZA**

## **REZIME**

*Iako je ekonomska teorija dugo bila fokusirana isključivo na stvoreni i ljudski kapital (jer se smatralo da je prirodni kapital dostupan u izobilju), danas, u doba eksponencijalno narastajućeg broja stanovnika i ubrzanog ekonomskog razvoja, tu ulogu očigledno preuzima prirodni kapital. Pri tome se kao minimalni (neophodan) uslov za postizanje održivog razvoja javlja očuvanje prirodnog kapitala.*

*Ni u jednoj oblasti nije toliko evidentna oštra kolizija između ciljeva održivog i ekonomskog razvoja, kao u sferi iscrpljivanja neobnovljivih energetske izvora. Ukupna svetska potrošnja energije se u protekle četiri decenije više nego duplirala. Pored toga, ne samo da svetska potrošnja energije raste iz godine u godinu, već su posebno zabrinjavajuće nagle stope rasta i prognoze potrošnje energije u decenijama koje slede. Potrošnja energije u saobraćaju raste po najvećoj stopi - u poslednje četiri decenije se skoro utrostručila. Nafta kao energetski izvor gubi na značaju u svim sektorima osim u saobraćaju, koji se skoro u potpunosti oslanja na ovaj izvor.*

*Uprkos nekim prognozama da tehnološki progres i globalizacija mogu obesmisлити dalji razvoj gradova, dešava se upravo suprotan proces - prostorni aspekt je bitniji nego ikad. Aglomeracijske ekonomije ne samo da ne slabe, već sve više podstiču prostornu koncentraciju. Očekuje se da će zahuktali proces urbanizacije već do sredine ovog veka dovesti do toga da će dve trećine svetske populacije živeti u gradovima.*

*Poslednjih decenija sve se više pažnje posvećuje problematici gradskog saobraćaja. Ukupna globalna mobilnost je u konstantnom porastu pod uticajem povećanja životnog standarda i stepena motorizacije.*

*Sprovedena teorijska analiza i pregled literature iz ove oblasti pokazuju da između brojnih determinanti potrošnje energije u gradskom saobraćaju postoji izražena međuzavisnost.*

*Empirijsko istraživanje sprovedeno u ovoj doktorskoj disertaciji obuhvata širok spektar socio-ekonomskih, prostornih, saobraćajnih i infrastrukturnih faktora na uzorku od 27 svetskih gradova. Pomoću eksploratorne faktorske analize i analize panel podataka*

od 28 nezavisnih promenljivih identifikovane su četiri ključne determinante potrošnje energije u gradskom saobraćaju: 1) urbana gustina naseljenosti, 2) obim putničkih kilometara automobilom po stanovniku, 3) dužina gradskih puteva po stanovniku i 4) ukupan obim vozilo-kilometara JGS-om po stanovniku.

Visoke elastičnosti, posebno urbane gustine naseljenosti i obima putničkih kilometara automobilom po stanovniku, ne samo da ukazuju na veliki potencijal primene odgovarajućih mera i politika iz domena urbanog planiranja, saobraćajne politike i politike zaštite životne sredine (usmerenih ka smanjenju tražnje i izmeni udela JGS-a i nemotorizovanih vidova gradskog saobraćaja u ukupnoj mobilnosti), već i sugerišu koje mere bi trebalo primeniti. Na osnovu rezultata dobijenih ekonometrijskom analizom panel podataka (primenom modela fiksnih efekata) u radu se predlažu:

1. mere kojima se smanjuju ukupne potrebe za saobraćajem u gradu (prvenstveno mere usmerene na primenu koncepta kompaktnog grada i TOD-a, koji promovišu više gustine naseljenosti i izmešane gradske sadržaje);
2. mere kojima se limitira korišćenje privatnih motornih vozila (porezi na kupovinu i korišćenje automobila, naknade za zagušenje, naknade za parkiranje itd.) i
3. mere kojima se promovišu održivi vidovi gradskog saobraćaja - JGS, bicikl i pešačenje (prvenstveno investicije u šinske sisteme visoke propusne moći i infrastrukturu za nemotorizovani saobraćaj).

Efektivnost primene ovog paketa mera presudno zavisi od stepena integracije urbanog i saobraćajnog planiranja u gradu.

Iskustva gradova razvijenog sveta mogu biti od velike koristi upravo metropolama zemalja u razvoju, budući da se (za razliku od 'zrelih' metropola razvijenog sveta) ovi gradovi nalaze tek u početnim fazama prostorno-ekonomskog razvoja, pa njihova urbana forma i saobraćajni tokovi još uvek nisu u potpunosti formirani, dok im je stepen motorizacije još uvek na relativno niskom nivou.

Evidentno je da gradovi nerazvijenog sveta (u kojima se i odvijaju ubrzani demografski i urbanizacioni procesi), isto kao i Beograd, imaju dragocenu šansu da usmere svoj saobraćajni i urbani razvoj u održivom smeru, i time dugoročno predodrede svetsku potrošnju energije i emisiju CO<sub>2</sub> (kao i emisiju lokalnih aerozagađivača,

*saobraćajna zagušenja, saobraćajne nesreće, buku i zauzimanje gradskog zemljišta). Stoga, predložene politike i mere imaju za njih poseban značaj.*

**Ključne reči:** održivi urbani razvoj, gradski saobraćaj, potrošnja energije, emisija ugljen-dioksida, zaštita životne sredine, urbano planiranje, mere saobraćajne politike, analiza panel podataka, svetske metropole, Beograd

**Naučna oblast:** Ekonomske nauke

**Uža naučna oblast:** Ekonomska politika i razvoj (Urbana ekonomija)

**JEL klasifikacija:** C33, H23, O18, Q01, Q32, Q40, Q54, Q56, R48

**UDK:** 711.4(043.3) 620.9(043.3)

# ***SUSTAINABLE URBAN DEVELOPMENT AND DETERMINANTS OF URBAN TRANSPORT ENERGY CONSUMPTION: A THEORETICAL AND EMPIRICAL ANALYSIS***

## ***ABSTRACT***

*Although economic theory has for a long time focused exclusively on manufactured and human capital (since it was thought that natural capital was readily available), at a time of exponential growth of populations and rapid economic development, this role is being taken over by natural capital. The minimum (mandatory) prerequisite for sustainable growth nowadays is the conservation of natural capital.*

*In no other area is the sharp clash between the goals of sustainable and economic development more evident than in the sphere of the depletion of non-renewable energy sources. The entire global expenditure of energy in the last four decades has more than doubled. Besides this, not only is global energy consumption growing from year to year, but, most alarmingly, rapid increases in energy consumption are predicted in the decades to come. Energy consumption in transport is experiencing the most growth and has almost trebled in the past forty years. Crude oil, as an energy source, is losing its primacy in all sectors except transport, which almost exclusively depends on this energy source.*

*Despite some prognoses that technological progress and globalization can render meaningless the further development of cities, we are experiencing precisely the opposite process, the spatial aspect of this phenomenon being the most important. The agglomeration economies are not diminishing, but, on the contrary, encouraging spatial concentration. It is expected that the rapid process of urbanization will by the mid-21st century lead to two-thirds of the world's population living in cities.*

*In recent decades, more and more attention is being paid to urban transport. Total global mobility has been steadily rising as a result of the increase in living standards and level of motorization.*

*The conducted theoretical analysis and literature review in this field show that there is a pronounced interdependence between the numerous determinants of energy consumption in urban transport.*

*The empirical research conducted in this doctoral thesis encompasses a wide range of socio-economic, spatial, transportation and infrastructure factors on a sample of 27 cities worldwide. Using exploratory factor analysis and panel data analysis of 28 independent variables, four key determinants of energy consumption in urban transport have been established: 1) urban population density, 2) car passenger kilometres per capita, 3) length of urban roads per capita, 4) total public transport vehicle-kilometres of service per capita.*

*High elasticity, especially of urban population density and car passenger kilometres per capita, not only indicate the great potential of implementing appropriate measures and policies with regard to urban planning, transport policies and environmental policies (aimed at decreasing demand and altering the share of public transport and non-motorized urban transport in total mobility), but also suggest which measure should be applied. Based on the results gained by the econometric analysis of panel data (using fixed effects model), in this thesis we propose the following:*

- 1. measures that reduce the overall need for urban transport (primarily measures aimed at the application of the compact city and transit-oriented development (TOD) concept that promote larger population densities and mixed land use);*
- 2. measures that limit the use of private motorized vehicles (taxes for the purchase and use of cars, congestion charges, parking charges, etc.) and*
- 3. measures that promote sustainable forms of urban transport – public transport, bicycles, walking (primarily investments in high-capacity railway systems and infrastructure for non-motorized transportation).*

*A coordinated application of these measures, and consequently their effectiveness, primarily depends on the level of integration of urban and transport planning in cities.*

*The experiences of cities in the developed world could be of great benefit to cities of the developing world, since, unlike the “mature” metropolises of the developed world, these developing cities are in the initial phases of spatial-economic development and their urban form and traffic patterns have not yet been fully established, while the level of motorization is still relatively low.*

*It is evident that the cities of the developing world (which are experiencing rapid demographic and urbanization processes), such as Belgrade, have an invaluable*



*opportunity to point their urban and transport development in a sustainable direction, thereby having a long-term effect on world energy consumption and CO<sub>2</sub> emissions (as well as the emission of local air pollutants, traffic congestion, traffic accidents, noise and urban land take). Therefore, the policies and measures suggested are of particular importance for these cities.*

**Key words:** sustainable urban development, urban transport, energy consumption, carbon dioxide emission, environmental protection, urban planning, transport policy measures, panel analysis, world metropolises, Belgrade

**Scientific field:** Economics

**Scientific subfield:** Economic Policy and Development (Urban Economics)

**JEL classification:** C33, H23, O18, Q01, Q32, Q40, Q54, Q56, R48

**UDC:** 711.4(043.3) 620.9(043.3)

# **SADRŽAJ:**

<b>1. UVOD</b>	<b>1</b>
<b>2. TEORIJSKI I PRAKTIČNI ASPEKTI PRIMENE KONCEPTA ODRŽIVOG RAZVOJA U SAVREMENOM SVETU</b>	<b>6</b>
2.1. Kratak osvrt na najznačajnije teorije ekonomskog rasta i razvoja	6
2.2. Pregled i kritička analiza literature o održivom razvoju	10
2.3. Osnovni principi održivog razvoja	25
2.4. Koncept prirodnog kapitala	28
2.5. Ključni izazovi - iscrpljivanje neobnovljivih energetskih resursa i emisija CO <sub>2</sub>	34
2.6. Gradski saobraćaj i održivi urbani razvoj (stacionarni i mobilni izvori zagađenja)	46
2.7. Politika zaštite životne sredine	63
<b>3. DETERMINANTE POTROŠNJE ENERGIJE U GRADSKOM SAOBRAĆAJU</b>	<b>71</b>
3.1. Pregled dosadašnjih istraživanja	71
3.2. Gradski saobraćaj u svetskim metropolama: komparativna analiza i osnovna obeležja potrošnje energije	77
3.3. Pregled empirijskih studija	110
3.4. Metodologija i izvori podataka	114
3.5. Ekonometrijska analiza	121
3.5.1. Eksploratorna faktorska analiza	122
3.5.2. Analiza panel podataka	140
3.6. Diskusija dobijenih rezultata	156
3.7. Teorijske i praktične implikacije sprovedene analize	158
3.8. Budući pravci istraživanja	169
<b>4. ZAKLJUČAK</b>	<b>171</b>
<b>LITERATURA</b>	<b>177</b>
<b>PRILOZI</b>	<b>199</b>
<b>BIOGRAFIJA AUTORA</b>	<b>204</b>

## SPISAK GRAFIKA

Grafik 1. Rast realnog BDP-a (procentualna godišnja promena), 2018. godina	37
Grafik 2. Globalna emisija CO <sub>2</sub> antropogenog porekla	43
Grafik 3. Ukupna svetska emisija CO <sub>2</sub> po sektorima i u okviru sektora saobraćaja (nakon realokacije električne energije i toplotne energije na krajnje korisnike), 2016. godina	45
Grafik 4. Odnos između urbane gustine naseljenosti i potrošnje energije u gradskom saobraćaju, podaci za 1995. godinu	72
Grafik 5. Ciklus automobilske zavisnosti	82
Grafik 6. Ukupna potrošnja energije u gradskom saobraćaju u svetskim gradovima (MJ per capita), 2005. godina	108
Grafik 7. Emisija CO <sub>2</sub> u gradskom saobraćaju u svetskim gradovima (kg per capita), 1990. godina	109
Grafik 8. Dijagram osipanja	131
Grafik 9. Paralelna analiza	133
Grafik 10. Mere za smanjenje negativnih ekoloških efekata gradskog saobraćaja	160

## SPISAK TABELA

Tabela 1. Ukupna svetska finalna potrošnja energije (u Mtoe), 1973-2016. godina	34
Tabela 2. Svetska populacija u metropolama sa preko milion stanovnika razvijenog i nerazvijenog sveta (u 000), 1950-2025. godina	35
Tabela 3. Rast realnog BDP-a (procentualna godišnja promena) po svetskim regionima i odabranim zemljama, 1980-2023. godina	36
Tabela 4. Učešće regiona u ukupnoj finalnoj potrošnji energije (u %), 1973-2016. godina	37
Tabela 5. Učešće regiona i zemalja van OECD-a u ukupnoj finalnoj potrošnji energije (u %), 1973-2016. godina	38
Tabela 6. Najveći svetski neto izvoznici i neto uvoznici nafte (u Mt), 2016. godina	38
Tabela 7. Učešće energetskih izvora u ukupnoj finalnoj potrošnji energije (u %), 1990-2015. godina	39
Tabela 8. Ukupna svetska finalna potrošnja energije po sektorima i izvorima (u Mtoe), 1973. godina	40
Tabela 9. Ukupna svetska finalna potrošnja energije po sektorima i izvorima (u Mtoe), 2016. godina	41
Tabela 10. Ukupna svetska finalna potrošnja energije u saobraćaju (u Mtoe), 1973-2016. godina	42
Tabela 11. Učešće regiona u ukupnoj finalnoj potrošnji energije u saobraćaju (u %), 1973-2016. godina	42
Tabela 12. Ukupna svetska emisija CO <sub>2</sub> iz sagorevanja goriva (u Mt), 1973-2015. godina	44
Tabela 13. Učešće regiona u ukupnoj svetskoj emisiji CO <sub>2</sub> iz sagorevanja goriva (u %), 1973-2015. godina	44
Tabela 14. Procentualna promena urbane populacije, 1995-2015. godina	54
Tabela 15. Doprinos gradova svetskoj antropogenoj GHG emisiji po sektorima	57
Tabela 16. Glavne karakteristike različitih pristupa u politici zaštite životne sredine	70
Tabela 17. Površina odabranih SAD gradova po zonama, 1960. i 1990. godina	78

Tabela 18. Prostorno-demografske karakteristike odabranih SAD gradova po zonama, 1960. i 1990. godina	79
Tabela 19. Broj zaposlenih u odabranim SAD gradovima, 1960. i 1990. godina	79
Tabela 20. Prostorna distribucija zaposlenih u odabranim SAD gradovima, 1960. i 1990. godina	80
Tabela 21. Infrastruktura i mobilnost privatnog gradskog saobraćaja u odabranim SAD gradovima, 1960, 1990. i 2005. godina	81
Tabela 22. Ponuda i mobilnost JGS-a, učešće privatnog i javnog gradskog saobraćaja u ukupnim pkm u odabranim SAD gradovima, 1960, 1990. i 2005. godina	83
Tabela 23. Potrošnja energije u privatnom i javnom gradskom saobraćaju u odabranim SAD gradovima, 1960, 1990. i 2005. godina	84
Tabela 24. Urbana gustina naseljenosti u odabranim gradovima Evrope, 1995, 2001. i 2012. godina	86
Tabela 25. Karakteristike JGS-a u odabranim gradovima Evrope, 1995, 2001. i 2012. godina	86
Tabela 26. Površina bogatih gradova Azije po zonama, 1960. (1970.) i 1990. godina	88
Tabela 27. Prostorno-demografske karakteristike bogatih gradova Azije po zonama, 1960. (1970.) i 1990. godina	88
Tabela 28. Broj zaposlenih u bogatim gradovima Azije, 1960. (1980.) i 1990. godina	89
Tabela 29. Prostorna distribucija zaposlenih u bogatim gradovima Azije, 1960. (1980.) i 1990. godina	89
Tabela 30. Gradski saobraćaj u Singapuru, Hong Kongu i Tokiu, 1970. (1980.) i 1990. godina	90
Tabela 31. Gradski saobraćaj (putovanja na posao) u Singapuru, Hong Kongu i Tokiu, 1970. (1980.) i 1990. godina	91
Tabela 32. Prostorno-demografske karakteristike i zaposlenost u odabranim gradovima zemalja u razvoju, 2012. godina	91
Tabela 33. Udeo nemotorizovanog saobraćaja u dnevnim putovanjima u odabranim gradovima zemalja u razvoju, 2012. godina	92

Tabela 34. Udeo motorizovanog saobraćaja u dnevnim putovanjima u odabranim gradovima zemalja u razvoju, 2012. godina	92
Tabela 35. Ponuda javnog gradskog saobraćaja u odabranim gradovima zemalja u razvoju, 2012. godina	93
Tabela 36. Metropolitenski BDP per capita, stepen motorizacije, putnički kilometri automobilom i motociklom u odabranim gradovima zemalja u razvoju, 1990. godina	94
Tabela 37. Rast stepena motorizacije (broj automobila na 1000 stanovnika) u odabranim gradovima zemalja u razvoju, 1995. i 2012. godina	94
Tabela 38. Karakteristike stare i nove poslovne zone Beograda, 2002. godina	96
Tabela 39. Prostorna distribucija stanovnika i radnih mesta u Beogradu, 2002. i 2011. godina	96
Tabela 40. Rast stepena motorizacije u Beogradu, 1990-2017. godina	97
Tabela 41. Gradski saobraćaj u Beogradu, 2011. godina	97
Tabela 42. Potrošnja energije i emisija CO <sub>2</sub> u gradskom saobraćaju Beograda, 2011. godina	97
Tabela 43. Evolucija urbane gustine naseljenosti, urbane gustine zaposlenosti i udela broja radnih mesta u CBD-u u svetskim gradovima, 1960, 1970, 1980, 1990, 1995. i 2005. godina	99
Tabela 44. Evolucija metropolitenskog BDP per capita, infrastrukture i mobilnosti privatnog gradskog saobraćaja u svetskim gradovima, 1960, 1970, 1980, 1990, 1995. i 2005. godina	101
Tabela 45. Ponuda i mobilnost JGS-a, učešće javnog gradskog saobraćaja u ukupnim pkm u svetskim gradovima, 1960, 1970, 1980, 1990, 1995. i 2005. godina	103
Tabela 46. Energetska efikasnost privatnog i javnog gradskog saobraćaja u svetskim gradovima, 1960, 1970, 1980, 1990, 1995. i 2005. godina	105
Tabela 47. Emisija CO <sub>2</sub> u gradskom saobraćaju u svetskim gradovima, 1990. godina	106
Tabela 48. Evolucija potrošnje energije u gradskom saobraćaju u svetskim gradovima, 1960, 1970, 1980, 1990, 1995. i 2005. godina	107

Tabela 49. Pregled najznačajnijih empirijskih istraživanja potrošnje energije u gradskom saobraćaju	111
Tabela 50. Spisak svetskih gradova koji predstavljaju jedinice posmatranja u panel analizi	117
Tabela 51. Spisak nezavisnih promenljivih uključenih u statističku analizu	118
Tabela 52. Urbanizovano i neurbanizovano zemljište	120
Tabela 53. Oznake varijabli u programu Stata	123
Tabela 54. Tabela korelacionih koeficijenata između nezavisnih varijabli	125
Tabela 55. Bartletov test sferičnosti	126
Tabela 56. Kajzer-Majer-Olkinova ocena zajedničkog varijabiliteta	126
Tabela 57. Analiza glavnih komponenti - Karakteristične vrednosti i faktori (bez rotacije)	128
Tabela 58. Faktorska opterećenja i specifični varijabilitet za predloženi broj faktora na bazi Kajzerovog kriterijuma	130
Tabela 59. Paralelna analiza	132
Tabela 60. Faktorska opterećenja i specifični varijabilitet za tri faktora	134
Tabela 61. Korelaciona matrica faktora nakon Promax rotacije	135
Tabela 62. Promax rotacija - procentualno učešće objašnjenog varijabiliteta	136
Tabela 63. Promax rotacija - rotirana faktorska opterećenja	137
Tabela 64. Faktorska opterećenja nakon Promax rotacije ( <i>pattern matrix</i> ), sortirana	138
Tabela 65. Oznake veštačkih varijabli	144
Tabela 66. Veštačke varijable u panelu	144
Tabela 67. Varijabilnost u panelu	145
Tabela 68. Model sa konstantnim regresionim parametrima	146
Tabela 69. Model fiksnih efekata (komanda <code>.xtreg</code> )	147
Tabela 70. Model fiksnih efekata (komanda <code>.areg</code> )	148
Tabela 71. Model slučajnih efekata	149
Tabela 72. Breusch-Pagan Lagrange multiplier (LM) test	150
Tabela 73. Model fiksnih efekata sa robustnim standardnim greškama	151
Tabela 74. Model slučajnih efekata sa robustnim standardnim greškama	152
Tabela 75. Hausman test	152

Tabela 76. Testiranje specifikacije fiksnih i slučajnih efekata (komanda <code>.xtoverid</code> )	153
Tabela 77. Testiranje postojanja fiksnih vremenskih efekata	154
Tabela 78. Zajednički test značajnosti varijabli x4, x5 i x12	154
Tabela 79. Rezultati ocene modela fiksnih efekata	155
Tabela 80. Odabrani pozitivni efekti sistema naknade za zagušenje u Londonu i Stokholmu	168
Tabela 81. Konverzioni faktori potrošnje energije	202
Tabela 82. Konverzioni faktori (CO <sub>2</sub> emisija po MJ energije)	203



## 1. UVOD

Očigledno je da se svet, možda više nego ikada ranije, nalazi pred velikom nepoznanicom. Kroz istoriju je nauka (pa tako i ekonomska nauka) često veoma uspešno opisivala stvarnost i osvetljavala tamu neizvesnosti. Ipak, utisak je da danas stvari izgledaju malo drugačije. Ma kakve napore moderno društvo ulaže u pokušaju da razazna konture budućnosti i da se osposobi za ono što dolazi, uskoro ćemo biti nespremni da se součimo sa nadolazećim globalnim izazovima.

Dramatičan demografski rast je, naizgled, nezaustavljiv, prirodnih resursa sve manje, životna sredina u zabrinjavajućem stanju. Savremeni problemi su, gotovo svakom svetskom žitelju, ako ne potpuno očigledni, ono barem deo spektra realnosti.

Prostorno posmatrano, postoji izražena disproporcija u rasporedu ljudi i aktivnosti, i raspodeli moći i bogatstva - neki delovi sveta su prenaseljeni, neki prebogati, neke karakteriše izuzetno nizak životni standard. Nezapamćena urbanizacija, posebno izražena u siromašnim zemljama, pomalja i svoje ružno lice u vidu degradacije životne sredine i mnogobrojnih socijalnih problema. Veliki broj gradskih stanovnika živi na ivici granice siromaštva, a uslovi u prezagušenim metropolama su jedva pogodni za život. Gradovi troše ogromnu količinu resursa i energije i pritom su veliki izvor emisije GHG gasova (gasova 'staklene bašte') koji utiču na izmenu globalne klime.

Višedecenijska litanija o ekonomskom razvoju kao neotuđivom pravu svakog društva, magičnom rešenju za sve probleme, o njegovoj nužnosti u koju ne treba čak ni sumnjati, se pokazuje sve apsurdnijom. Zanemarivanje suštinske ograničenosti prirodnih resursa i kapaciteta životne sredine, tj. pogrešno interpretiranje odnosa između prirodnog i ekonomskog sistema, izvor je mnogih savremenih problema.

Svi ovi procesi, iako se dešavaju pred našim očima, kao da se odvijaju previše brzo za ljudsku percepciju. Sve do kraja XX veka istorijska dešavanja je karakterisala izvesna inercija saglasna prirodnom tempu ljudskog života. Ovo naglo ubrzavanje, koje iz godine u godinu postaje sve izraženije, gotovo da izmiču našem racionalnom razumevanju i objašnjenju. Deluje da se ovaj kompleksni mehanizam, vođen svojom

nepokolebljivom unutrašnjom logikom, neće sam, tek tako, zaustaviti. Jasno je da se nešto, i to u bliskoj budućnosti, mora preduzeti.

Iako i danas deluje novo i sveže, moderna koncepcija održivog razvoja je već u svojoj petoj deceniji. Uprkos svojoj trajnosti i dalje veoma stidljivo osvaja nove horizonte. Možda pogrešan utisak o svežini ideje proističe i iz sporosti njene suštinske implementacije, koja delom proizilazi iz svojevrsne apstraktnosti samog koncepta. Njegova neophodnost je, čini se, neupitna, ali izgleda da se društvo još uvek nije odreklo lepih obećanja koja sa sobom nosi tradicionalno shvatan ekonomski progres. Nagoveštaji potencijalne distopije deluju nestvarno i previše daleko, a „buduće generacije“ kao nešto tuđe.

Primena koncepta održivog razvoja nailazi na najveće izazove u samim gradovima. U kontekstu ubrzanih trendova urbanizacije i narastajućih ekoloških problema, gradski saobraćaj sve više dobija na značaju. Ne samo da potrošnja energije u gradskom saobraćaju predstavlja veoma značajan deo ukupne potrošnje energije na nivou grada, već prognoze govore da će u budućnosti beležiti najveću stopu rasta. Ovde je posebno značajna sama urbana forma, ne samo zato što presudno utiče na tražnju za saobraćajem, već i zbog svoje inertnosti. Globalna potrošnja energije biće pod velikim uticajem tipa urbanog razvoja koji bude preovladao u ‘mladim’ gradovima nerazvijenog sveta, gde se i dešavaju najdramatičnije promene.

Predmet disertacije jeste analiza kompleksnih odnosa koji postoje između različitih elemenata urbane forme, socioekonomskih faktora i gradskog saobraćaja sa jedne strane, i održivog urbanog razvoja, sa druge strane. Dakle, fokus istraživanja je prvenstveno na globalnim efektima po životnu sredinu koji su posledica urbanog razvoja. Ova analiza je neophodna kako bi se identifikovale oblasti u kojima leže najveći potencijali za smanjenje negativnih uticaja na životnu sredinu, kao i da se utvrde instrumenti i mere u domenu ekonomije, saobraćaja i prostornog planiranja, te njihova efikasnost i efektivnost.

Osnovni cilj disertacije jeste identifikacija ključnih determinanti potrošnje energije i emisije CO<sub>2</sub> u saobraćaju gradova i analiza njihove uloge u ostvarivanju održivog urbanog razvoja. Pored toga, važan istraživački zadatak predstavlja i ispitivanje uticaja koje urbana forma, gradski saobraćaj i socioekonomski faktori imaju na održivi

razvoj gradova u kontekstu procesa ubrzane urbanizacije i prostorne transformacije gradova.

Kako bismo odgovorili na postavljena pitanja postavili smo pet istraživačkih hipoteza koje ćemo ispitati teorijskim i empirijskim istraživanjem. Prva (opšta) hipoteza je da među mnoštvom bitnih faktora (demografska obeležja gradova, struktura i stepen razvijenosti gradske privrede, institucionalni činioci, ekološki faktori i dr.) koji opredeljuju odnos međuzavisnosti održivog urbanog razvoja i potrošnje energije u gradovima, saobraćaj ima posebnu ulogu i značaj. Druga hipoteza je da postoji jaka veza između stepena održivosti urbanog razvoja (iskazane potrošnjom energije per capita i emisijom CO<sub>2</sub> per capita u gradskom saobraćaju) i gustine naseljenosti gradova. Iako sve do 90-ih godina prošlog veka nije bilo mnogo istraživanja koja su se bavila pitanjima uticaja urbane forme na potrošnju energije i degradaciju životne sredine, uticajan rad Kenvortija i Njumana (Kenworthy and Newman 1989) postavlja hipotezu o jakoj inverznoj korelaciji između gustine naseljenosti i potrošnje energije u gradskom saobraćaju i tako stavlja urbanu formu u sam fokus istraživanja iz ove oblasti. Treća hipoteza je da postoji jaka veza između stepena održivosti urbanog razvoja (iskazane potrošnjom energije per capita i emisijom CO<sub>2</sub> per capita u gradskom saobraćaju) i obima putničkih kilometara automobilom u saobraćaju gradova. Uprkos brojnim tehničko-tehnološkim poboljšanjima motornih vozila, potrošnja energije i emisija CO<sub>2</sub> po jednom pređenom putničkom kilometru automobilom je znatno veća u poređenju sa ostalim vidovima gradskog saobraćaja, tako da je upravo ubrzano rastući obim pređenih putničkih kilometara automobilom (kao indikator sve veće mobilnosti) najveća pretnja po održivi urbani razvoj. Četvrta hipoteza pobija pristup da postoji jaka veza između stepena održivosti urbanog razvoja (iskazane potrošnjom energije per capita i emisijom CO<sub>2</sub> per capita u gradskom saobraćaju) i nivoa ekonomske razvijenosti gradova (GRP per capita). Pod uticajem mnogih istraživanja kao i relevantnih studija Svetske banke dugo vremena se smatralo da je nivo ekonomskog razvoja najvažniji (neretko i jedini) faktor koji utiče na saobraćajne tokove u metropolama tj. da je porast stepena motorizacije i mobilnosti neizbežna posledica uspešnog ekonomskog razvoja tržišnih ekonomija. Međutim, od sredine 90-ih godina prošlog veka brojna empirijska istraživanja dovode u sumnju ovakav pojednostavljen pristup. Peta hipoteza je da negativni ekološki efekti gradskog saobraćaja na lokalnom, regionalnom i globalnom nivou mogu biti značajno umanjeni jedino

kombinovanom primenom regulatornih i ekonomskih instrumenata za zaštitu životne sredine, mera kojima se umanjuje potreba za saobraćajem u gradovima kao i promovisanjem održivih vidova gradskog saobraćaja. Dugo vremena u ovoj sferi su dominirale koncepcije i mere ekološke politike fokusirane isključivo na poboljšanje tehničko-tehnoloških performansi motornih vozila, koje nisu mogle imati značajnije pozitivne efekte, jer nisu, između ostalog, bile praćene merama urbanog planiranja koje redukuju samu potrebu za korišćenjem automobila.

Rad je strukturiran u dve povezane celine. Prvi deo rada se bavi najbitnijim aspektima primene koncepta održivog razvoja, koji se od sredine 70-ih godina prošlog veka nameće kao nova paradigma savremenog razvoja. Zatim se analiziraju problemi iscrpljivanja energetske resursa i emisije CO<sub>2</sub>, sa akcentom na savremene tendencije na globalnom nivou koje karakterišu velike promene u trendovima. Obradena je problematika prostornog razvoja, aglomeracionih ekonomija kao i održivog urbanog razvoja. Dalje, u prvom delu disertacije analiza je usmerena na moguće pristupe rešavanju problema eksternih efekata u sferi životne sredine. U tom kontekstu istaknuta je značajna razlika između stacionarnih i mobilnih izvora zagađivanja, a posebna pažnja je posvećena mogućnostima primene i specifičnostima ovih instrumenata u oblasti saobraćaja, naročito u sferi gradskog saobraćaja.

Drugi deo rada se bavi detaljnom analizom faktora koji utiču na potrošnju energije u gradskom saobraćaju, kao i iskustvima svetskih metropola koje karakteriše različit tip prostornog razvoja. Nakon detaljnog pregleda relevantne literature izložene su determinante potrošnje energije i emisije CO<sub>2</sub> u gradskom saobraćaju koje su najčešće analizirane u teorijskim i empirijskim radovima. U empirijskom delu rada analiza se bazira najpre na eksploratornoj faktorskoj analizi širokog spektra pokazatelja, a zatim na ekonometrijskom modeliranju panel podataka za odabrani uzorak svetskih metropola. Za potrebe ekonometrijske analize prikupljeni su podaci iz različitih izvora koji su zatim usaglašeni i prilagođeni našem cilju istraživanja. Na taj način je kreirana jedinstvena baza podataka za 27 gradova sa 28 varijabli u 6 posmatranih godina (1960, 1970, 1980, 1990, 1995. i 2005.) koja je omogućila da se dođe do relevantnih zaključaka. Na osnovu dobijenih rezultata razmatra se efektivnost različitih mera i instrumenata usmerenih ka smanjenju negativnih efekata gradskog saobraćaja.

U ovom kontekstu, vrlo je značajna analiza urbanog razvoja Beograda. Njegov tip prostornog razvoja i saobraćajne strategije izuzetno je osetljiv na porast stepena motorizacije i korišćenja automobila. Pritom iskustva pojedinih (posebno bogatih azijskih) svetskih metropola mogu poslužiti kao vrlo korisna smernica za buduću razvojnu strategiju Beograda, dok rezultati ekonometrijskog istraživanja, primenjenog u empirijskom delu disertacije, pružaju jasne smernice kreatorima javnih politika u Beogradu.

## 2. TEORIJSKI I PRAKTIČNI ASPEKTI PRIMENE KONCEPTA ODRŽIVOG RAZVOJA U SAVREMENOM SVETU

### 2.1. Kratak osvrt na najznačajnije teorije ekonomskog rasta i razvoja

Ekonomski razvoj predstavlja proces strukturalne transformacije privrede zemlje. U pitanju je (re)alokacija faktora proizvodnje iz sektora tradicionalne poljoprivrede u pravcu moderne poljoprivrede, industrije i uslužnog sektora. Teži se, naravno, funkcionalnom upošljavanju resursa u sektorima visoke produktivnosti. Ekonomski razvoj je multidimenzionalan proces koji, osim ekonomskog rasta, pretpostavlja i reorganizaciju i restrukturiranje celokupnog društveno-ekonomskog sistema.

Za razliku od mnogih drugih oblasti, u ekonomskoj nauci ekonomija razvoja nema univerzalno prihvaćenu doktrinu. Nakon II svetskog rata nekoliko pristupa dominira u teoriji ekonomskog rasta i razvoja.

Za razvoj *teorije etapa rasta* najzaslužniji je američki ekonomista Volt Rostov (*Walt Rostow*). Na njegovu ideju uticao je poznati Harod-Domarov model koji ekonomski rast objašnjava kao funkciju stope neto štednje i produktivnosti kapitala - da bi zemlja ostvarivala pozitivne stope rasta neophodno je da štedi i investira deo svog BDP-a. Pored investicija, dve druge komponente ekonomskog rasta su rast radne snage (iako ova komponenta u modelu nije opisana eksplicitno) i tehnološki progres koji je izražen kroz smanjenje odnosa potrebnog kapitala i autputa (Rostow 1959). Po Rostovu sve zemlje u razvoju prolaze kroz linearne faze rasta od tradicionalnih do zrelih ekonomija zasnovanih na masovnoj potrošnji. Ipak, ova teorija ignoriše sociološke i kulturološke razlike između zemalja kao i suštinsku nejednakost razvijenog i nerazvijenog sveta (Harris 2000).

Dominaciju teorije etapa rasta 70-ih godina prošlog veka zamenjuju dve grupe pristupa: teorija strukturalnih promena i teorija međunarodne zavisnosti.

Za *teoriju strukturalnih promena* razlozi nerazvijenosti leže upravo u neadekvatnim institucionalnim i strukturnim faktorima koji karakterišu zemlje u razvoju. Stoga, kako bi se postigao ekonomski razvoj, neophodno je da se njihove ekonomije transformišu iz tradicionalno poljoprivrednih u moderne industrijalizovane privrede sa

značajnim udelom uslužnog sektora. Zagovornici ove teorije razvoja tvrde da je moguće pronaći određene obrasce razvoja koji se javljaju u svim zemljama uprkos varijacijama u njihovom razvoju. Na ove obrasce vlade zemalja u razvoju mogu uticati izborom adekvatne politike razvoja i međunarodne trgovine. Dakle, zagovornici ovog pristupa čvrsto veruju da pametan izbor i implementacija različitih poluga ekonomske politike mogu dovesti do dugoročnog ekonomskog rasta (Todaro and Smith 2014).

*Teorija međunarodne zavisnosti* je dobila na popularnosti posebno kod ekonomista iz zemalja u razvoju. U pitanju je pristup koji je mnogo radikalniji, sa većom političkom pozadinom od prethodno opisanih strukturalnih modela. Nerazvijene zemlje posmatrane su kao talac, kako sopstvenih tako i međunarodnih, ekonomskih, političkih i institucionalnih rigidnosti, uhvaćene u začarani krug odnosa zavisnosti i dominacije sa razvijenim zemljama. Više je nego jasno da ovaj pristup na prvo mesto stavlja disbalans u geopolitičkoj raspodeli svetske moći, što upućuje na potrebu za fundamentalnim političkim, ekonomskim i institucionalnim promenama u međunarodnim okvirima. Njegov glavni nedostatak je taj što, iako na prilično jednostavan način objašnjava razloge nerazvijenosti zemalja u razvoju, on ipak ne nudi moguća rešenja tog problema koja bi dovela do pokretanja ekonomskog rasta i razvoja. Takođe, u prilog mu ne ide ni činjenica da zemlje u razvoju koje su pošle putem nacionalizacije svojih privreda nisu mogle da se pohvale preterano pozitivnim iskustvom (Todaro and Smith 2014). Do kraja 1980-ih godina, teorija međunarodne zavisnosti je, skoro potpuno, izgubila na aktuelnosti, najviše zbog svog determinističkog pristupa u shvatanju uloge eksternih faktora u ekonomskom razvoju.

Tokom 80-ih godina prošlog veka dolazi do oživljavanja *neoklasične orijentacije na slobodno tržište*, kao kontrabalansa teoriji međunarodne zavisnosti u ekonomiji razvoja. Ovaj pristup zahteva veću ulogu slobodnog tržišta i privatnog vlasništva u zemljama u razvoju naspram državne regulative. Po njemu, nerazvijenost je najvećim delom posledica neefikasne alokacije resursa i čestih intervencija vlada zemalja u razvoju. U uslovima slobodnog tržišta, sa sprovedenom privatizacijom državnih preduzeća i promocijom trgovine, uz stvaranje povoljnog investicionog ambijenta za direktna strana ulaganja, ekonomska efikasnost, a samim tim i ekonomski rast biće značajno stimulisani. Pojave karakteristične za mnoge zemlje u razvoju, poput korupcije, neefikasnosti i velike birokratije su, naravno, nekompatibilne sa idejom ovako posmatranog procesa

ekonomskog razvoja (Todaro and Smith 2014). Različite teorije u okviru ovog pristupa idu od toga da potpuno negiraju ulogu države do modela koji smatraju da država ima određenu, nimalo beznačajnu ulogu u mnogim zemljama u razvoju i da može svojim neselektivnim intervencijama poboljšati funkcionisanje određenih nerazvijenih tržišta. Na taj način ovi modeli, zapravo, inkorporiraju u sebi ideju postojanja tržišnih nesavršenosti, što će kasnije dovesti do rađanja novih pristupa u teoriji ekonomskog razvoja, prvenstveno teorije endogenog rasta.

Dakle, za razliku od teorije međunarodne zavisnosti koja je nerazvijenost smatrala fenomenom izazvanim faktorima van kontrole same zemlje, ovaj pristup je posmatra kao posledicu internih nedostataka samih zemalja u razvoju. Ipak, iako je iz ugla ekonomske efikasnosti evidentna superiornost ovog pristupa, kao i slobodnog tržišta uopšte, ekonomska i politička realnost mnogih nerazvijenih zemalja je često u oštroj koliziji s njim. Potpune informacije su nedostupne, tržišta su fragmentirana, monopoli su prisutni u velikoj meri, izražene su socioekonomske nejednakosti, što sve zajedno, uz inherentnu institucionalnu rigidnost, onemogućava povećanje društvenog blagostanja posredstvom funkcionisanja *laissez-faire* ekonomije. Neoklasična ekonomska teorija razvoja mora biti u velikoj meri prilagođena socijalnim i institucionalnim specifičnostima zemalja u razvoju da bi funkcionisala u praksi.

Evidentno je da je za dugoročan ekonomski razvoj neophodan dobar balans između slobodnog tržišta i državnog intervencionizma u okolnostima u kojima bi dominacija tržišta dovela do nepoželjnih socijalnih i ekonomskih ishoda.

Dve dominantne grupe modela ekonomskog rasta - neoklasični i endogeni modeli rasta, na različit način tretiraju determinante ekonomskog rasta. Neoklasični model Roberta Soloa (*Robert Solow*) je verovatno najpoznatiji ekonomski model rasta iako se smatra da mnogo bolje i preciznije opisuje razvijene zemlje od zemalja u razvoju. Za razliku od Harod-Domarovog modela rasta ovaj model dozvoljava supstituciju između kapitala i rada. Zasniva se na ideji da jedino egzogeni tehnološki progres može dovesti do pozitivnog dugoročnog ekonomskog rasta, usled opadajućih prinosa proizvodnih faktora, kapitala i rada. Deo ovako objašnjenog ekonomskog rasta se naziva Solouvljev rezidual. Iz ovog razloga (i kako bi se razlikovao od endogenog modela) ovaj model se često naziva *modelom egzogenog rasta*. Jedna od glavnih mana ovog modela je ta što u uslovima nepostojanja eksternog šoka u vidu tehnološkog progresa (koji nije ni objašnjen



u ovim modelima) dugoročni ekonomski rast praktično ne postoji (Department of Economic and Social Affairs of the United Nations 2007).

S obzirom na nemogućnost neoklasičnog modela da objasni, kako determinante tehnološkog progresa, tako i razlike u ekonomskom rastu između zemalja sa sličnim nivoom tehnološkog razvoja, kao odgovor javlja se *endogena* tj. *nova teorija rasta*. Endogeni modeli odbacuju pretpostavku opadajućih prinosa na fizički kapital i fokusiraju se, između ostalog, na povećanje produktivnosti ljudskog kapitala i njegove pozitivne eksterne efekte (Cvetanović et al. 2015). Iako tehnološki progres i ovde ima važnu ulogu, on nije presudan činilac kojim se objašnjava ekonomski rast. Na taj način, ovi modeli pretpostavljaju aktivnu ulogu javne politike u postizanju ekonomskog rasta, putem preduzimanja i promovisanja direktnih i indirektnih investicija u razvoj ljudskog kapitala i privrednih grana zasnovanih na znanju (Todaro and Smith 2014).

Sve do polovine prošlog veka fizički kapital je, jednoglasno, smatran glavnim (neretko i jedinim) pokretačem ekonomskog rasta. Shodno tome, sve, u to vreme dominantne, teorije ekonomskog rasta su u svoj fokus stavljale akumulaciju fizičkog kapitala (Vračarević 2016). Prve ozbiljne studije koje analiziraju značaj uloge ljudskog kapitala u ekonomskom rastu javljaju se tek tokom 1960-ih godina (Becker 1962; Schultz 1960). One, takođe, uvode na velika vrata koncept ljudskog kapitala u sferu javne politike i fiskalne ekonomije. Za aktuelnost ove problematike danas sigurno su najviše zaslužni radovi Lukasa (Lucas Jr. 1988), Baroa (Barro 1991) i Menkju, Romera i Vajla (Mankiw, Romer, and Weil 1992). Lukas navodi obnovljivost ljudskog kapitala kao njegovu najvažniju karakteristiku i njegovu potencijalnu ulogu u stvaranju pozitivnih eksternih efekata. Iako u svom radu ne stavlja akcenat na ljudski kapital *per se*, Baro preko empirijske analize determinanti dugoročnog ekonomskog rasta, na posredan način, ističe presudan značaj formalnog obrazovanja. Nedugo zatim, Menkju, Romer i Vajl daju validnu teorijsku potporu za shvatanje kompleksne interakcije između ljudskog kapitala i procesa ekonomskog rasta. U svom modelu, oni posmatraju ljudski kapital kao input agregatne proizvodne funkcije koju karakterišu opadajući prinosi.

Praktično sve do polovine XX veka ideja razvoja, barem onakvog kakvog ga poznajemo danas, skoro da nije postojala (Harris 2000). Tokom nešto više od dve decenije tzv. zlatnog doba svetskog razvoja (od 1950-1973. godine) veliki broj razvijenih regiona beleži visoke pozitivne stope ekonomskog rasta (Department of Economic and Social

Affairs of the United Nations 2007). Međutim, poslednje decenije prošlog veka su donele sa sobom nove izazove i poteškoće koje su rezultirale u usporavanju pozitivnih i beleženju negativnih stopa u mnogim zemljama širom sveta. Aktuelna svetska ekonomska kriza samo je još više zaoštrila problem ekonomskog razvoja. Uprkos tome što su u proteklom periodu mnoge zemlje ostvarile značajan ekonomski napredak, svetski razvoj je trpeo značajne kritike. Prva se odnosi na činjenicu da je došlo do povećanja dispariteta između razvijenog i nerazvijenog sveta. Druga krupna primedba je vezana za veoma izražen negativan uticaj razvoja na životnu sredinu (Harris 2000). Kao odgovor na ove velike probleme, koji ne samo da su svojstveni razvoju već i, izgleda, neodvojivi od njega, dolazi do rađanja ideje održivog razvoja.

Koncept održivog razvoja se, prirodno, nameće kao nova razvojna paradigma koja, integrativnim pristupom, pokušava da ponudi rešenje za probleme modernog doba koje nose sa sobom procesi globalizacije i narušavanja kvaliteta životne sredine. U isto vreme, ovaj koncept redefiniše standardne okvire ekonomske teorije i nudi umnogome drugačiji i kompleksniji pogled na ekonomski rast i razvoj.

## **2.2. Pregled i kritička analiza literature o održivom razvoju**

Iako u literaturi postoje različite interpretacije i definicije održivog razvoja, ovde je sigurno reč o centralnom konceptu kako u domenu ekonomskog razvoja, tako i u sferi očuvanja životne sredine. Ipak, ideja na kojoj se zasniva koncept održivog razvoja je relativno novije prirode. Sami koreni te ideje datiraju još od sredine 60-ih godina prošlog veka, mada su prvi pravi koraci napravljeni tek desetak godina kasnije.

Na konferenciji Ujedinjenih Nacija posvećenoj ljudskom okruženju, u Stokholmu 1972. godine, okupilo se 113 zemalja u nameri da reši probleme kiselih kiša i ekološkog zagađenja u severnoj Evropi. Dolazi do osnivanja nacionalnih agencija za zaštitu životne sredine u većem broju zemalja kao i Programa UN za životnu sredinu (*United Nations Environment Programme - UNEP*). Pored narastajućih problema ljudskog okruženja, žestoka naftna kriza iz 1970-ih godina menja način razmišljanja u vezi ograničenosti prirodnih resursa na Zemlji. Sve je to, praktično, dovelo do prekretnice koja se dogodila

1983. godine kada je UN ustanovila Svetsku komisiju za zaštitu životne sredine i razvoj (*World Commission on Environment and Development - WCED*), poznatiju pod nazivom Brundtland komisija<sup>1</sup>. Četiri godine kasnije komisija objavljuje izveštaj „Naša zajednička budućnost” (Brundtland izveštaj) u kojem se prvi put pominje termin „održivi razvoj”. Usvojena definicija - da održivi razvoj omogućava zadovoljenje postojećih potreba, a da pri tom ne ugrozi mogućnosti budućih generacija da zadovolje svoje potrebe i aspiracije (World Commission on Environment and Development 1987) - do danas je najcitiranija. Kulminacija u promovisanju koncepta održivog razvoja ostvaruje se donošenjem dokumenta pod nazivom Agenda 21 na Svetskom samitu u Rio de Žaneiru 1992. godine, najposećenijoj međunarodnoj konferenciji do tada. U pitanju je, zapravo, plan akcija koji se mora kontinuirano sprovoditi na globalnom, nacionalnom i lokalnom nivou. Agenda 21 se sastoji od 40 poglavlja koji se detaljno bave problemima očuvanja prirodnih resursa kao i socio-ekonomskim pitanjima. U narednim godinama postaje najbitniji dokument u oblasti održivog razvoja, koji nažalost ipak nije obavezujući.

Potpisivanjem Kjoto protokola 1997. godine i donošenjem Konvencije o globalnim klimatskim promenama postavlja se okvir za smanjenje emisije GHG gasova na globalnom nivou. Tri godine kasnije dolazi do najvećeg okupljanja svetskih lidera pod okriljem Ujedinjenih Nacija. Na tom samitu se promovišu Milenijumski ciljevi razvoja (MDG) koji u sebi inkorporiraju principe održivog razvoja. Ti ciljevi su usmereni, između ostalog, na iskorenjavanje siromaštva, poboljšanje svetskog zdravlja i obezbeđivanje ekološke održivosti. Naredni Svetski samit u Johanesburgu, održan 2002. godine, samo još više utvrđuje poziciju koncepta održivog razvoja u međunarodnim okvirima. Održan deset godina nakon ključnog samita u Rio de Žaneiru (i zato neformalno nazvan „Rio+10”) okuplja sve zainteresovane strane koje zajedno procenjuju dokle se stiglo u reformama i ostvarivanju ciljeva održivog razvoja. Takođe, države članice se obavezuju da pristupe izradi nacionalnih strategija održivog razvoja, i da do 2005. godine započnu njihovu realizaciju. Nakon toga, 2012. godine, Rio de Žaneiro je ponovo domaćin velikog samita („Rio+20”) koji, između ostalog, ima za cilj da dalje obezbedi političku podršku održivom razvoju. U poslednjih dvadeset godina postignut je značajan napredak u institucionalnom smislu. Veliki broj zemalja je uvrstio održivi razvoj u svoja planska

---

<sup>1</sup> Nazvana po premijerki Norveške Gro Harlem Brundtland, koja je predsedavala komisijom.

dokumenta. Ipak, uprkos tome, sprovođenje principa i ostvarivanje ciljeva održivog razvoja nije se u praksi pokazalo nimalo jednostavnim.

Napokon, svetska komisija za zaštitu životne sredine i razvoj utvrđuje da su ključni uslovi neophodni da se ostvari održivi razvoj (World Commission on Environment and Development 1987):

1. politički sistem koji omogućuje učešće civilnog društva u donošenju odluka;
2. ekonomski sistem koji omogućava razrešenje tenzija nastalih iz neravnomernog razvoja;
3. proizvodni sistem koji poštuje obavezu da se očuva ekološka baza neophodna za potrebe razvoja;
4. tehnološki sistem koji neguje održive forme trgovine i finansija;
5. fleksibilan administrativni sistem sa kapacitetom za samokorekciju.

Takođe, u istom izveštaju (World Commission on Environment and Development 1987) navode se najznačajniji ciljevi održivog razvoja u koje spadaju:

1. oživljavanje ekonomskog rasta;
2. izmena kvaliteta samog ekonomskog rasta;
3. zadovoljenje osnovnih ljudskih potreba za hranom, vodom, energijom, zaposlenjem i higijenom;
4. održivi nivoi svetske populacije;
5. očuvanje i poboljšanje baze resursa;
6. preusmeravanje tehnologije i upravljanje rizikom;
7. zajedničko razmatranje ekonomije i životne sredine u procesu donošenja odluka;
8. promena međunarodnih ekonomskih odnosa.

Mebratu (Mebratu 1998) primećuje da se sama definicija Svetske komisije za zaštitu životne sredine i razvoj bazira na dva osnovna koncepta:

1. konceptu potreba, posebno osnovnih potreba stanovništva iz zemalja u razvoju i
2. ideji ograničenosti životne sredine i njenoj nedostatnosti da, na trenutnom nivou tehnologije i društvene organizacije, zadovolji potrebe sadašnjih i budućih generacija.

Evidentno je da održivi razvoj predstavlja interdisciplinarni koncept s širokim spektrom značenja. Iako prihvaćen, kako od država tako i od same nauke, svaka od zainteresovanih strana ima svoje jedinstveno tumačenje tog koncepta (Giddings, Hopwood and Brien 2002). Iako može biti različito definisan i shvaćen u okviru različitih kultura, izleda da je održivi razvoj neophodan svima (Redclift 2005). Pirs i dr. duhovito komentarišu da održivi razvoj zvuči dobro „poput majčinstva i pite od jabuke“ i da zapravo nema osobe koja je protiv njega (Pearce, Markandya and Barbier 1989). Iako je ideja održivog razvoja svima privlačna, izgleda da niko nije baš apsolutno siguran šta ona zapravo predstavlja (Daly 1996). Mnogi autori ističu da je održivi razvoj u opasnosti da izgubi svaku vrednost i postane kliše, pomodna fraza kojoj svako želi da oda poštu ali niko ne može da je na jasan način definiše (Holmberg 1994; Lele 1991). Iako postoji pregršt šarenolikih definicija<sup>2</sup> čini se da ima previše različitih interpretacija i varijacija u praksi od kojih većina uspeva da obuhvati samo neke specifične elemente ove kompleksne problematike (Mebratu 1998). Očigledno je da i samo razumevanje ovog koncepta predstavlja izazov za sebe (Elliott 2013).

Ekonomisti često odbacuju pojam održivosti kao nejasan i loše definisan koncept, iako su, upravo mnogi ključni koncepti u samoj ekonomiji podjednako neprecizni i magloviti (Harris et al. 2001). Tako, na primer, DeJli ističe da ukoliko ekonomisti žele da diskredituju ovaj koncept zbog toga što nije dovoljno analitičan, morali bi prvo preispitati sam pojam novca (Daly 1996).

Može se reći da je baš ta neodređenost koncepta održivog razvoja omogućila njegov širok društveni, politički i naučni konsenzus. S druge strane, odsustvo jasnog teorijskog i analitičkog okvira izaziva konfuziju oko uloge i značaja ekonomskog rasta i otežava procenu efektivnosti novih propisa koji imaju za cilj podsticanje ekološki i socijalno odgovornog razvoja (Lele 1991). Čini se da je u početnim fazama definisanja koncepta važilo mišljenje da je „slaganje oko nejasnog koncepta mnogo bolje nego neslaganje oko jasno definisanog koncepta“ (Daly 1996). Sve primedbe i kritike koje su poslednjih decenija upućivane konceptu održivog razvoja zbog njegove nejasnoće, u manjoj ili većoj meri stoje sve do danas.

---

<sup>2</sup> Pezi navodi čak 33 različite definicije koje su u upotrebi (Pezzey 1992), dok Holmberg tvrdi da postoji više od 80 definicija i interpretacija održivog razvoja proisteklih iz originalne definicije Brundtland komisije (Holmberg 1994).

Pojam održivog razvoja se primarno bazira na naizgled nepomirljivim, kontradiktornim idejama „održivosti“ i „razvoja“. Mnogi autori sam pojam održivog razvoja smatraju oksimoronom (Daly 1991; Redclift 2005). Koncept održivosti fokusiran je na problematiku obnovljivih resursa i ekološke uslove neophodne za podršku i očuvanje ljudskog života na određenom nivou blagostanja. U ovom kontekstu koncept je usmeren na ekološku održivost. U sebi sadrži ideje iz literature koja se bavila ograničenjima rasta (Barnett and Morse 1963; Meadows et al. 1972) kao i elemente teorije Tomasa Roberta Maltusa (*Thomas Robert Malthus*) koja se, u neku ruku, može smatrati pretečom održivosti. Iako samo odbacivanje mita o izobilju nije izazvalo mnogo nesuglasica, odbacivanje progressa okarakterisano je kao mračan pogled na budućnost (Norgaard 1988). Pezoli ističe da pojam „održivost“ nosi jednu ideološku i političku konotaciju, barem u istoj meri u kojoj i ekonomski i ekološki sadržaj (Pezzoli 1997).

S druge strane, razvoj je često definisan u okvirima poboljšanja kvaliteta života i standarda življenja. Neoklasična ekonomija razvoj tretira kao povećanje društvenog blagostanja mereno ekonomskim autputom koji ne podrazumeva nužno rast izražen fizičkim jedinicama. Na taj način, pokušava se negirati, ili barem ublažiti, kontradiktornost između održivosti i razvoja (Lele 1991).

Lele (Lele 1991) navodi dva argumenta koja idu u prilog da se ekonomski rast može smatrati operativnim ciljem u kontekstu održivog razvoja. Prvi se odnosi na tezu da ne postoji suštinska kontradikcija između ekonomskog rasta i održivosti jer se rast ekonomske aktivnosti može javiti paralelno sa poboljšanjem ili pogoršanjem kvaliteta životne sredine. Drugi argument se tiče osnovne pretpostavke održivog razvoja – da je siromaštvo jedan od glavnih uzroka degradacije životne sredine. Stoga, smanjenje siromaštva, kao posledice razvoja, direktno pomaže postizanju ekološke održivosti. Ova dva argumenta naglašavaju dugoročnu međuzavisnost ekonomskog razvoja i kvaliteta životne sredine.

Pojam održivosti se vrlo teško probijao u okvire ekonomske teorije budući da se ekonomija već više od pola veka uglavnom bavila ekonomskim rastom, kao i zbog oštre kolizije koja postoji između ciljeva ekonomskog i održivog razvoja. Jednostavno, svet bez ekonomskog rasta je bio politički nezamisliv (Daly 2007). Sam pojam ekonomskog rasta je podrazumevao rast makroekonomskih agregata kao što su bruto domaći proizvod

(BDP) ili bruto nacionalni proizvod (BNP) koji, ipak, nisu obuhvatali aspekte poput životne sredine ili socijalne jednakosti.

Mnogi ekonomisti, s potpunim pravom, tvrde da je BDP pogrešan indikator za merenje održivosti, pa i blagostanja<sup>3</sup>. Ovaj pokazatelj, jednostavno, ne pokazuje društvene i ekološke troškove ekonomskog progressa. Metodološki posmatrano, BDP čak, potpuno asurdno, računa troškove zaštite od zagađenja kao i saniranja zagađenja (*defensive expenditures*, eng.) kao stavku koja povećava njegov ukupan iznos (Daly 1996). Ipak, uprkos ovim, vrlo značajnim, nedostacima teško je ovaj pokazatelj zameniti nekim drugim koji u sebi sadrži društvene i ekološke aspekte, a da je istovremeno jednostavan za razumevanje i upotrebu poput BDP-a. Čak je i sam pokušaj definisanja održivosti u kontekstu BDP-a problematičan, budući da na taj način dolazi do zamene, suštinski različitih, pojmova kvantitativnog rasta i kvalitativnog razvoja.

Razlikovanje pojmova rasta i razvoja, koji se često (pogrešno) koriste kao sinonimi, neophodno je za potpuno razumevanje koncepta održivog razvoja. U ekonomskoj teoriji razvoj predstavlja mnogo širu kategoriju koja, osim što obuhvata sam kvantitativno izražen rast, pretpostavlja i određena kvalitativna prilagođavanja. Promena paradigme ka održivom razvoju pretpostavlja promenu ekonomske norme kvantitativnog izražavanja (rast) u kvalitativno poboljšanje (razvoj). Naravno, ova promena nailazi na otpor mnogih ekonomskih i političkih institucija koje se plaše „nečeg tako finog i izazovnog kao što je kvalitativni razvoj” (Daly 1996).

Održiva ekonomija u jednom trenutku zapravo mora da stane sa rastom i da nastavi sa razvojem. Osnovna ideja održivosti jeste promena shvatanja ideje „progressa” od logike rasta, koji nije održiv, ka logici razvoja, koji ima mogućnosti da bude održiv (Daly 2007).

Ekonomska aktivnost, kakva preovlađuje danas u svetu, izaziva skoro sve probleme koji se tiču životne sredine. Postavlja se pitanje zašto je to slučaj. Sve dominantne ekonomske teorije su razvijene pre više decenija, u vreme kada je glavni problem bio kako efikasno transformisati prirodne resurse u fizički kapital. Danas, u

---

<sup>3</sup> Herman Dejli (*Herman Daly*) i Džon Kob (*John B. Cobb*) krajem 1980-ih godina razvijaju i predlažu Indeks održivog ekonomskog blagostanja (*Index of Sustainable Economic Welfare - ISEW*) kao podesniju meru društveno-ekonomskog razvoja.

okolnostima kada je limitiranost prirodnih resursa dobila na značaju, ove teorije su u velikom neskladu sa realnošću.

Problemi koji proizilaze iz ovog nesklada su mnogobrojni. Najkrupniji među njima se odnose na sledeće oblasti:

1. sfera ekonomije se smatra odvojenom i nezavisnom od sfere prirode. S obzirom na ekonomski cilj neograničenog povećanja autputa, jasna je nekompatibilnost sa ograničenim resursima prirodnih sistema;
2. troškovi zagađenja koji se javljaju u procesu proizvodnje su označeni kao „eksterni efekti” i vrlo često su potpuno ignorisani i prebačeni na buduće generacije;
3. putem maksimiziranja neto sadašnje vrednosti, kao dominantnog metoda za donošenje ekonomskih odluka, vrši se takva raspodela koristi i troškova koja, zbog diskutabilnog izbora vrednosti diskontne stope, favorizuje sadašnje generacije u odnosu na buduće (Batker and Cosman 2010).

Za razliku od klasične ekonomije, neoklasična ekonomska teorija se zasniva na parametrima koji nisu fizičke prirode (poput tehnologije, preferencija itd.), dok se, s druge strane, bavi time kako fizičke varijable proizvedenih roba i iskorišćenih resursa prilagoditi tako da se uklope u ravnotežu koju uspostavljaju pomenuti parametri koji nisu fizičke prirode.

Nasuprot tome, koncept održivog razvoja se temelji na fizičkim parametrima i bavi se problemom kako da varijable koje nisu fizičkog karaktera uklopi u ravnotežu s kompleksnim biofizičkim sistemom. Iz toga sledi da su fizički parametri dati, dok su parametri koji nisu fizičke prirode varijable. Stoga je paradigma održivog razvoja više nalik klasičnoj nego neoklasičnoj ekonomiji budući da se to prilagođavanje obavlja putem kvalitativnog razvoja, a ne kvantitativnog rasta (Daly 1996).

Prethodno analizirani modeli rasta nisu se, niti eksplicitno niti implicitno, bavili prirodnim resursima tj. nisu ni na koji način analizirali odnos između ekonomije i životne sredine. Postoje dva glavna aspekta ovog odnosa: prvo, proces proizvodnje se neizostavno zasniva na eksploataciji prirodnih resursa, i drugo, ekonomski procesi imaju za efekat stvaranje zagađujućih tokova usmerenih natrag u životnu sredinu. Oba ova pitanja imaju ključan uticaj na postizanje pozitivnih stopa ekonomskog rasta i na narušavanje ljudskog blagostanja u najširem mogućem smislu.



Očigledno je, dakle, da prirodni resursi nisu oduvek bili sastavni deo modela ekonomskog rasta. Sve do 1960-ih godina (i buđenja ekološke svesti) smatralo se da je ekonomski autput zahtevao samo kapital, rad i tehnološki input. U takvim okolnostima nije bilo nikakve potrebe razmišljati o problemu održivosti (Pezzey 1992).

Uključivanje prirodnih resursa kao proizvodnih inputa ima nesagledive posledice na parametre modela ekonomskog rasta, budući da su prirodni resursi (sem retkih izuzetaka poput sunčeve svetlosti) količinski ograničeni. Neki od njih su obnovljivog, a neki neobnovljivog karaktera. Upravo ta ograničenost i neobnovljivost prirodnih resursa predstavlja kritičnu prepreku koja onemogućava argumentovanu raspravu o neograničenom ekonomskom rastu i čak obesmišljava takav teorijski koncept (Perman and Stern 2002).

Za razliku od klasične ekonomije, tradicionalna neoklasična ekonomija posmatra ekonomiju kao zatvoren sistem. Tek pre nekih pet decenija javljaju se radovi koji, iako u određenim aspektima rudimentarni, po prvi put razmatraju problem međuzavisnosti ekonomskog rasta i životne sredine postavljajući na taj način temelje danas vrlo aktuelne problematike (videti: „Oskudnost i rast: ekonomija raspoloživosti prirodnih resursa“ (Barnett and Morse 1963) i „Ograničenja rasta“ (Meadows et al. 1972)). Od 1970-ih godina počinje da se vodi ozbiljna debata o tome da li će kontinuirani ekonomski rast neizostavno dovesti do ozbiljne degradacije životne sredine na globalnom nivou. Tokom 80-ih godina prošlog veka literatura koja se bavi razvojem i literatura koja se bavi očuvanjem životne sredine počinju da se približavaju jedna drugoj, preplićući teme svojih istraživanja (Eliott 2013). Mnogi ekonomisti tada uviđaju da ekonomija mora biti posmatrana kao otvoren sistem koji počiva na korišćenju resursa iz prirode i na vraćanju otpada natrag u životnu sredinu.

Postavlja se vrlo razumno pitanje – koje veličine treba da je ekonomski podsistem u odnosu na ukupan sistem, tj. koliko on može da naraste pre nego što počne da narušava funkcionisanje celog sistema? Upravo je to isticanje konflikta između ekonomskog sistema i sistema životne sredine dovelo do rađanja koncepta održivog razvoja. Ovako definisan pojam u sebi podjednako sadrži i problematiku održivosti i problematiku razvoja.

Pitanje održivosti je uvek zauzimalo centralno mesto u ekonomiji prirodnih resursa upravo zbog postojanja opasnosti njihovog iscrpljivanja. Biološki resursi, kao što

su šume, predstavljaju resurse čija se upotreba mora optimizirati na dugi rok. Cilj je obezbediti maksimalni održivi prinos, tj. maksimalnu potrošnju resursa iz raspoložive količine resursa u neograničenom vremenu. Osnovni problem proizilazi upravo iz ekonomskih principa koji pretpostavljaju maksimiziranje profita, čime se izaziva nekontrolisano iscrpljivanje ovih resursa (Vivien 2008).

Iako pitanja održivosti delom potiču iz korpusa neoklasične teorije (tj. kritike procesa rasta) mnogi teoretičari i ekonomisti se pitaju da li su neoklasični koncepti metodološki uopšte adekvatni u kontekstu održivog razvoja (Pezzey 1992).

Održivi razvoj se vrlo često interpretira u uskom smislu tj. kao problematika vezana za očuvanje prirodnih resursa i životne sredine. Međutim, nepoštovanje koncepta održivosti vodi ka neefikasnom privrednom razvoju, tj. sve većem rasipanju resursa i energije. Održivi razvoj treba posmatrati na način u kom su ekonomski, socijalni i ekološki ciljevi zapravo komplementarni, sa mnoštvom kompleksnih međusobnih veza. Shodno tome, održivi razvoj je moguć samo kada se ostvaruje preklapanje ciljeva iz ove tri navedene grupe. Naravno, za tu ravnotežu, od ključnog značaja su i politički procesi u jednoj zemlji, koji moraju predstavljati podršku tim ciljevima.

Positivna stopa ekonomskog rasta nam, na primer, ne govori ništa o raspodeli. Intenziviranje procesa globalizacije 1990-ih godina, i nejednakosti na svetskom nivou koju je ona izazvala, zaoštrilo je aktuelnost socio-ekonomskih problema. Danas se često ističe da razvoj mora biti pametan, održiv i inkluzivan tj. da se pored ekonomskog aspekta mora u podjednako meri uzeti u obzir i socijalna i ekološka dimenzija.

Većina autora prepoznaje postojanje tri važna aspekta održivog razvoja:

1. ekonomski aspekt,
2. ekološki aspekt i
3. socio-kulturni aspekt.

Drugim rečima, pravi održivi razvoj obezbeđuje stabilne ekološke sisteme, društvenu pravednost i ekonomsku stabilnost.

Održivi ekološki sistemi prvenstveno moraju održati stabilnu bazu resursa, zatim izbeći iscrpljivanje neobnovljivih resursa, preteranu eksploataciju obnovljivih resursa kao i narušavanje sposobnosti životne sredine da apsorbuje otpadne materije. Ovo uključuje i čist vazduh, plodno zemljište, očuvanje biodiverziteta, energetska sigurnost kao i mere za izbegavanje klimatskih promena.

Održivi društveno-politički sistemi pretpostavljaju ravnopravnost između polova, zatim između ljudi različitih nacionalnosti, religijskih uverenja kao i toleranciju među pojedincima i grupama tj. eliminaciju siromaštva i svih vidova socijalne nejednakosti. Takođe, u njima mora postojati politička odgovornost i participacija (Harris 2000).

Održivi ekonomski sistemi (u idealnim uslovima) se zasnivaju na ideji da se svakoj osobi na svetu omogući pristup robama i uslugama koji su bitni za njihovo fizičko i psihičko zdravlje (Schwarz-Herion and Omran 2015). U skladu s tim, postizanje održivosti u ekonomskom smislu pretpostavlja ostvarenje kontinuiranog privrednog rasta, bez inflacije i povećanja spoljne zaduženosti.

Ovako definisana multidimenzionalnost koncepta izaziva problem u balansiranju pojedinih ciljeva, kao i poteškoće u ocenjivanju uspeha ili neuspeha u njihovom ostvarivanju.

Model održivog razvoja je najčešće prikazan kao presek ekonomije, društva i životne sredine u kome su ove tri oblasti međusobno povezane i predstavljene jednakim prstenovima. Ipak, mnogi autori kritikuju ovaj klasičan model smatrajući da u sebi sadrži značajna ograničenja i slabosti s obzirom da pretpostavlja izraženu autonomiju ova tri entiteta. Odvojenost ekonomije, društva i životne sredine dopušta pravljenje kompromisa između ovih oblasti u skladu sa 'mekim' pristupom održivom razvoju, po kome je dozvoljeno zameniti prirodni kapital stvorenim (Neumayer 1999). Stoga, Giddings i dr. predlažu model u kome je ekonomija smeštena tek kao deo jednog šireg okvira – društva, a društvo deo - životne sredine (Giddings et al. 2002). Sličan pristup ima i Mebratu, koji je formalizovan u njegovom modelu tzv. kosmičke međuzavisnosti (Mebratu 1996, 1998).

Postizanje održivog razvoja pretpostavlja prekidanje dva začarana kruga. Jedan krug ilustruje način kako najsiromašniji slojevi, boreći se za goli opstanak, izazivaju degradaciju životne sredine i iscrpljivanje prirodnih resursa. Drugi začarani krug se odnosi na uticaj razvoja na izmenu globalne klime, zagađivanje prirode i preterano korišćenje resursa (Rogers, Jalal, and Boyd. 2008).

Evidentno je da održivi razvoj zahteva reinterpretaciju elemenata ekonomske teorije, budući da uključuje ekološku<sup>4</sup> i socijalnu dimenziju. U pitanju je redefinisane

---

<sup>4</sup> U nekoj meri ekološka održivost može biti izražena u ekonomskim okvirima (npr. kroz internalizaciju ekoloških troškova) ali potpuno inkorporiranje principa održivosti zahteva mnogo širi i kompleksniji pristup.

fundamentalnih teorijskih okvira i koncepata u ekonomiji, poput kapitala, štednje, investicija i ekonomskog rasta (Harris et al. 2001).

Jedan od najvećih problema u ekonomskoj interpretaciji održivog razvoja tiče se upotrebe postupka diskontovanja koji se koristi kako bi se izračunala 'sadašnja vrednost' troškova i koristi tokom vremena. Prihvatimo li ovu metodu u svrhe poređenja vrednosti potrošnje u različitim vremenskim periodima, održivost nije ništa drugo do efikasna alokacija resursa (Harris 2000; Harris et al. 2001). Problem je što odluka o diskontnoj stopi, koja je ključna za izračunavanje sadašnje vrednosti, često potpada pod uticaj preferencija sadašnjih, na štetu budućih generacija.

Harris navodi da je pri diskontnoj stopi od 10% vrednost od million dolara za sto godina jednaka vrednosti od današnjih 72 dolara, te tako proizilazi da je budućim generacijama nametnut trošak od milion dolara zarad sadašnje potrošnje od 72 dolara. Tako je nanošenje štete životnoj sredini prihvatljivo iz ugla ekonomske efikasnosti (Harris 2000). Kritične oblasti su, znači, negativni uticaji na životnu sredinu dugoročnog karaktera (poput emisije GHG gasova). Favorizovanje sadašnjosti u odnosu na budućnost je još lakše pravdati u siromašnim državama, čiji stanovnici žive u veoma lošim materijalnim i zdravstvenim uslovima (Redclift 2005).

Iako se diskontovanje može vrlo lako pripisati racionalnom razmišljanju, po kome ljudi više vrednuju sadašnju u odnosu na buduću potrošnju, ovakav pristup predstavlja tzv. društvenu zamku (*social trap*, eng.). Drugim rečima, ponašanje pojedinaca motivisano razlozima kratkoročne prirode, u potpunom je neskladu sa dugoročnim interesima društva (Costanza and Daly 1987).

U cilju postizanja međugeneracijske pravičnosti izgleda da je neophodno uvesti neka jasna pravila koja se tiču zagađenja životne sredine i iscrpljivanja resursa. Odgovor, zapravo, leži u pristupu po kome se u različitim okolnostima mogu koristiti različite diskontne stope. Diskontna stopa koja se koristi za vrednovanje prirodnog kapitala mora biti znatno niža od tržišnih stopa koje se primenjuju u procesu donošenja privatnih investicionih odluka (Harris et al. 2001). Zapravo, u nekim slučajevima odluka se može jednostavno prepustiti tržišnom mehanizmu, dok se u drugim slučajevima preporučuje pristup koji izlazi van neoklasičnog ekonomskog modela i kojim se čuvaju ključni resursi i prirodne funkcije. Na taj način očuvan je značaj koncepta održivosti koji tako postaje nezavistan od standardne neoklasične teorije i oslanja se na normativno donošenje odluka

od strane društva, što je fundamentalna promena ekonomske paradigme (Harris et al. 2001).

Hjort i Bageri posmatraju održivi razvoj kao beskrajn proces koji nije definisan ni fiksnim ciljevima, niti konkretnim sredstvima za njihovo ostvarivanje već pristupom kojim se kreira promena. Pitanja održivog razvoja se ne odnose samo na pojedinačne resurse, već na sve resurse posmatrane zajedno u interakciji s ljudima i kapitalom. Stoga, autori kritikuju tradicionalni fragmentirani i mehanicistički naučni pristup kao neadekvatan da se izbori s kompleksnom problematikom održivog razvoja. Klasična nauka rešava probleme tako što se fokusira na njihove izolovane elemente uz pretpostavku da su problemi dobro definisani. Umesto nje neophodna je paradigma zasnovana na sistemskom razmišljanju, dinamičkoj analizi koja je u svojoj biti transdisciplinarna (Hjorth and Bagheri 2006).

Nauka o životnoj sredini daje značajan doprinos problematici održivog razvoja uvodeći pojam entropije u analizu. Entropija predstavlja meru u kojoj je materija-energija raspoloživa za ljudsku upotrebu s tim da izvori niske entropije imaju veći potencijal od izvora visoke entropije (Pezzoli 1997). Sam ekonomski proces je entropijski, odvija se potrošnja sirovina niske entropije (npr. fosilnih goriva) i stvaranje otpada visoke entropije koji se vraća u životnu sredinu (Daly 1987). Proces industrijalizacije je presudno uticao na to da, umesto energije koja dolazi od Sunca, sada svet zavisi pretežno od neobnovljivih izvora energije (Georgescu-Roegen 1971). Ipak, ovakvi stavovi neretko nailaze na nerazumevanje neoklasičnih ekonomista. Solou, na primer, tvrdi da entropija nema neposredan praktični značaj za ekonomsku nauku (Daly 1997b).

Naposletku, kako bismo bili u stanju da ocenimo kvalitet ekonomskog, ekološkog i socijalnog razvoja neophodni su jednostavni i precizno definisani indikatori. Naravno, oblast održivog razvoja se, zbog svoje interdisciplinarnosti, nužno oslanja na kombinaciju indikatora iz različitih sfera. Njihovo poređenje zahteva konvertovanje u ekonomski izražene troškove i koristi. Već do početka prošle decenije zabeleženo je više od 500 pokušaja razvijanja kvantitativnih indikatora održivog razvoja. Milenijumski ciljevi razvoja, na primer, predstavljaju jedan set često korišćenih kvantitativnih indikatora održivog razvoja na globalnom, nacionalnom i regionalnom nivou. Međutim, zbog neodređenosti i kompleksnosti održivog razvoja kao i nejasnoća oko njegove terminologije, podataka i metoda merenja, još uvek ne postoji univerzalno prihvaćeni set

indikatora podržan na ubedljiv način od strane teorije koji je uticajan u praksi (Parris and Kates 2003).

Iako je teško poreći pozitivnu vezu koja postoji između viših nivoa dohotka i lakšeg pristupa obrazovanju ili zdravstvenim uslugama, kada je u pitanju odnos ekonomskog rasta i kvaliteta životne sredine situacija je znatno kompleksnija. Postoje situacije u kojima su ekonomski razvoj i zaštita životne sredine komplementarni procesi dok je u nekim okolnostima taj odnos drugačiji, tj. postoji konflikt ciljeva ekonomskog rasta i zaštite životne sredine.

Doprinos debati o međuzavisnosti ekonomskog rasta i promena u kvalitetu životne sredine daju autori Kruger i Grosman (Krueger and Grossman 1993, 1995). Zahvaljujući njihovom pionirskom radu, u poslednje dve decenije javlja se mnoštvo empirijskih istraživanja iz ove oblasti. Za meru ekonomskog rasta Grosman i Kruger su koristili BDP per capita različitih zemalja, dok je degradacija životne sredine predstavljena sa više različitih pokazatelja zagađenja vazduha i vode. Glavni nalaz njihovog empirijskog istraživanja predstavlja EKC hipoteza (*Environmental Kuznets Curve*, eng.) po kojoj sam ekonomski rast rešava mnoge probleme degradacije životne sredine. Drugim rečima, povećanje dohotka ne dovodi, dugoročno posmatrano, do ekološkog zagađenja. Skoro istovremeno, u potpuno nezavisnim istraživanjima, do sličnih nalaza dolaze i drugi autori (Panayotou 1993; Shafik and Bandyopadhyay 1992). Upravo je Panajotu (Panayotou 1993) ovaj odnos povezo sa originalnom Kuznjecovom krivom koja meri relaciju između dohotka i nejednakosti u raspodeli.

Ova hipoteza ističe kako se samo u početnim fazama industrijskog i ekonomskog razvoja stanje životne sredine pogoršava, a da se zatim poboljšava zajedno sa rastom BDP-a per capita. Neznatno zagađenje životne sredine u početnim fazama razvoja autori pripisuju još uvek nerazvijenoj proizvodnoj aktivnosti. Empirijski dokazi su upućivali na to da postoji prelomna tačka nakon koje je ekonomski razvoj vodio sve manjoj degradaciji životne sredine. Ukoliko se kao mera zagađenja životne sredine uzme sumpor-dioksid (SO<sub>2</sub>), prelomna tačka se ostvaruje kada BDP per capita dostigne vrednost između 4.000\$ i 5.000\$<sup>5</sup>.

Razlozi koji dovode do smanjenja pritiska na životnu sredinu, nakon dostizanja određene faze u ekonomskom razvoju, mogu biti sledeći (Jovanović 2012):

---

<sup>5</sup> Za neke druge zagađivače ta vrednost je malo viša, ali je, generalno posmatrano, blizu vrednosti od 5.000\$.

1. u višim fazama ekonomskog razvoja dolazi do većih izdvajanja za životnu sredinu tj. menja se ekološka svest, što za posledicu ima rast tražnje za kvalitetnijom životnom sredinom i jaču ekološku regulativu;

2. tokom procesa ekonomskog rasta menja se i struktura privrede u pravcu jačanja sektora usluga (proces tercijarizacije) koji mnogo manje zagađuje životnu sredinu od industrije.

Ubrzo nakon prvih empirijskih istraživanja koja su uspostavila EKC hipotezu dolazi i do određenih kritika. Primedbe koje su se upućivale ovako definisanom odnosu između ekonomskog rasta i stanja životne sredine prvenstveno su se odnosile na to da je hipoteza primenjiva samo u ograničenom broju slučajeva, tj. da će nalazi biti znatno drugačiji u zavisnosti od toga koji zagađivači su analizirani. Za određene zagađivače, posebno one lokalnog karaktera sa kratkoročnim uticajem, koje generalno karakteriše rast u početnim i opadanje u višim fazama razvoja (poput SO<sub>2</sub>) može se sa sigurnošću tvrditi da potpadaju pod zakonitost EKC hipoteze. Rezultati su znatno drugačiji kada se analizira, na primer, emisija ugljen-dioksida (CO<sub>2</sub>), koji je zagađivač globalnog karaktera.

Neka istraživanja pokazuju da nakon faze smanjenja degradacije životne sredine može nastupiti još jedna faza rasta, ukoliko povećana potrošnja (usled povećanja BDP per capita) poništi efekte jače ekološke regulative. Ova situacija je vrlo karakteristična za zagađivače koji karakterišu sferu saobraćaja (Jovanović 2012).

Stern navodi da šteta naneta životnoj sredini može biti nenadoknadiva u nekim slučajevima, što povratno može imati uticaj na ekonomski rast. On ističe i da je ekonomski rast neizostavno praćen rastućom potrošnjom energije per capita<sup>6</sup>, te da njihov odnos, za razliku od EKC hipoteze, ima samo monotono rastući trend (Stern 1998).

Takođe, za određene zagađivače prelomna tačka se dostiže mnogo kasnije (u vrlo visokim fazama razvoja) što, prateći logiku EKC krive, upućuje na dalji porast zagađenja. Uostalom, pozitivni efekti ekonomskog rasta na smanjenje degradacije životne sredine zavise, u velikoj meri, i od političkih uticaja, razvoja građanskih sloboda i građanske svesti, posebno u zemljama u razvoju.

Još bitnije, ovako utvrđena relacija najverovatnije nije sistematična. Mnoga smanjenja u emisiji određenih zagađivača su ostvarena na uštrb povećanja emisije nekih

---

<sup>6</sup> Potrošnja energije ima za direktnu posledicu emisiju mnogih lokalnih i globalnih zagađivača, te se stoga, može smatrati odličnim posrednim indikatorom emisije.

drugih zagađivača (koji možda nisu uzeti u analizu) ili su redukcije zagađenja u određenim oblastima rezultat pukog preseljenja industrije, kao glavnog zagađivača, na druge lokacije. Razvijene zemlje, često, 'prljavu' industriju sele upravo u zemlje u razvoju koje imaju znatno slabiju ekološku regulativu. Na taj način, smanjuje se zagađenje u jednoj zemlji, a povećava u drugoj. Na ovaj način samo se stvara iluzija ekološke održivosti, budući da ukupno zagađenje, zapravo, ni nije smanjeno (Harris et al. 2001).

Validnost EKC hipoteze je od presudnog značaja za ocenu praktičnog ostvarenja ciljeva koncepta održivog razvoja. Ukoliko hipoteza ne stoji i ekonomski rast rezultira većim zagađenjem životne sredine i ubrzanim iscrpljivanjem prirodnih resursa, tada postoje realna ograničenja ekonomskog rasta - tu tezu zastupa veliki broj ekonomista. Stoga se u nekoj fazi razvoja i sam ekonomski rast mora zaustaviti kako bi se spasila životna sredina kao i, u krajnjem slučaju, sama ekonomska aktivnost od samourušavanja (Panayotou 2000). Naravno, potpuno drugačiji scenario sledi ukoliko je moguće postići razdvajanje procesa ekonomskog rasta od procesa zagađivanja životne sredine.

Posledice ovakvog, jednostranog, pogrešnog pristupa, po kome sve potencijalne probleme životne sredine rešava brz ekonomski razvoj, mogu se ilustrovati primerima razvoja Kine i Indije, koje još nisu dostigle onu prelomnu EKC tačku rasta (merenu BDP-om per capita). Zagovornici ove EKC teze tvrde da je stanje životne sredine sad nezadovoljavajuće ali da je samo pitanje vremena kada će se poboljšati, dok se u međuvremenu zapravo odvija neprekidna i alarmantna degradacija životne sredine (Rogers et al. 2008).



### 2.3. Osnovni principi održivog razvoja

Polazeći od normativnih principa kao moralnih smernica koje određuju i usmeravaju ponašanje Bejker (Baker 2006) razlikuje sledeće normativne principe održivog razvoja:

1. **Zajednička odgovornost.** Iako zajednička, ova odgovornost je različita za pojedine zemlje. Mora se uzeti u obzir da nisu sve zemlje podjednako dovele do aktuelnih ekoloških problema kao i da sve zemlje sveta ne raspolažu istim potencijalom, kako finansijskim tako i tehničkim, za njihovo rešenje. Na taj način delegiranje odgovornosti biće pravičnije između razvijenih zemalja koje su najzaslužnije za eksploataciju prirodnih resursa i zagađenje životne sredine i zemalja u razvoju.
2. **Međugeneracijska pravičnost.** Ovaj princip je sadržan u samoj definiciji iz Brundtland izveštaja i odnosi se pre svega na potrošnju resursa. Njime se zahteva da potrošnja budućih generacija bude uključena u analizu kada kreatori politike donose odluke o potrošnji sadašnjih generacija.
3. **Unutargeneracijska pravičnost.** Za razliku od prethodnog ovaj princip se odnosi na pravičnost i pravednost potrošnje resursa unutar sadašnje generacije.
4. **Pravda.** U samom Brundtland izveštaju ističe se veza koja postoji između društvene pravde i održivog razvoja s obzirom da se smatra da je siromaštvo po mnogo čemu glavni uzrok degradacije životne sredine.
5. **Participacija.** Učestvovanje u donošenju odluka predstavlja okosnicu demokratskog procesa i jedino se na ovaj način može dati legitimitet veoma složenim odlukama sa dalekosežnim posledicama u skoro svim sferama života. Zbog svog značaja ovaj princip je eksplicitno sadržan i u Agendi 21. Ipak, odnos participacije i održivog razvoja nosi sa sobom određene izazove s obzirom da razumevanje kompleksnih ekoloških problema zahteva od pojedinaca širi rakurs od uobičajenog koji je ograničen ličnim i kratkoročnim interesima.

6. **Ravnopravnost polova.** Ovim principom su potrebe muškog i ženskog pola prepoznate i priznate kao podjednako značajne u procesu sprovođenja ciljeva održivog razvoja.

Bejker vidi date principe kao polazište u definisanju specifičnih prava i obaveza različitih zemalja i kao smernice za nacionalne i međunarodne ekološke propise.

Na sličan način, analizirajući ekonomsku, ekološku i socijalnu dimenziju koncepta održivog razvoja, Hoton (Haughton 1999) ističe pet principa pravičnosti:

1. međugeneracijska pravičnost - uzimanje u obzir potreba budućih generacija;
2. unutargeneracijska pravičnost - društvena jednakost bez obzira na pol, veru i rasu;
3. geografska pravičnost - mere na lokalnom nivou bi trebalo da budu usmerene ne samo na lokalne, već i na globalne probleme;
4. proceduralna pravičnost - sistem participacije koji tretira sve ljude na otvoren i pošten način i
5. pravičnost između različitih vrsta - izjednačavanje značaja očuvanja ljudske vrste sa značajem očuvanja svih drugih vrsta tj. očuvanje biodiverziteta.

Imajući u vidu posledice tipa razvoja koji je dominirao poslednjih pet decenija Haris (Harris 2000) navodi da koncept održivog razvoja mora prvenstveno da smanji društvene nejednakosti i zagađenost životne sredine. Očuvanje prirodnog kapitala predstavlja ključ održive proizvodnje i međugeneracijske pravičnosti. Takođe, svetska populacija i tražnja za resursima moraju biti ograničene a biodiverzitet očuvan. U ovom kontekstu društvena pravičnost, potreba za obrazovanjem i zdravstvom kao i participativna demokratija su neodvojivi od ekološke održivosti.

S druge strane, istražujući primenljivost i praktičnost koncepta održivog razvoja Dejli (H. Daly 1990a, 1990b) detaljno razrađuje operativne principe koji se tiču same ekološke održivosti:

1. najbitniji princip, od koga polaze svi ostali, odnosi se na ograničenje ljudske populacije na optimalni ili barem na nivo koji je u skladu sa kapacitetom životne sredine da podnese trošenje resursa na dugi rok a da se ne naruši sam sistem – to je tzv. kapacitet nosivosti (*carrying capacity*, eng.). Optimalni nivo je hipotetička tačka u kojoj se izjednačavaju dugoročni marginalni troškovi i dugoročne marginalne koristi (potencijalnog) povećanja populacije. Iako je

ovaj nivo i dalje samo u domenu teorije (usled nemogućnosti merenja ovako definisanih marginalnih troškova i koristi) njegov značaj je, ipak, veliki. Iz njega proizilaze svi ostali principi, kojima se operacionalizuje ovaj makro pristup i prevodi na mikro nivo.

2. tehnološki progres mora biti u funkciji povećanja efikasnosti a ne povećanja tzv. protoka<sup>7</sup> (*throughput*, eng.). Istorijski gledano, tehnološki progres je davao prednost produktivnosti kapitala i rada u odnosu na produktivnost prirodnih resursa. Održivi razvoj zahteva takav tip tehnološkog progressa koji 'izvlači' više iz jedinice prirodnog resursa a da pritom ne 'žrtvuje' njegovu produktivnost.
3. s obzirom da značaj obnovljivih resursa raste kada neobnovljivi resursi bivaju iscrpljeni, oni bi trebalo da budu eksploatisani na bazi kriterijuma održivog prinosa (*sustained yield*, eng.) koji maksimizira profit. Drugim rečima, stopa eksploatacije ne bi trebalo da prevaziđe stopu regeneracije, niti bi stvaranje otpada smelo da prevaziđe obnovljivi asimilativni kapacitet životne sredine. Tako se regenerativni i asimilativni kapaciteti životne sredine moraju inkorporirati u koncept prirodnog kapitala. Proizilazi da njegovo smanjivanje spada u neodrživu potrošnju.
4. s druge strane, neobnovljive resurse treba eksploatisati po stopi koja je jednaka stopi stvaranja njihovih obnovljivih supstituta. Ulaganja u neobnovljive resurse trebalo bi izjednačiti sa ulaganjima u obnovljive resurse, a njihove stope povraćaja izračunati samo na osnovu komponente dohotka koja je dostupna za potrošnju svake naredne godine. Ovaj princip se zasniva na predlogu El Serafija (El Serafy 1989). Kako neobnovljivi resursi praktično nemaju održivi prinos, El Sarafi se zalaže da se njihovi neto prihodi podele na komponentu dohotka (koja se može trošiti svake godine) i komponentu kapitala. Ovaj deo se godišnje ulaže u obnovljive izvore sa stopom povraćaja koja omogućava stvaranje novog obnovljivog resursa, čiji je održivi prinos jednak komponenti dohotka iscrpljenog neobnovljivog resursa. Podela neto

---

<sup>7</sup> Pojam protok (*throughput*) se značenjski oslanja na pojmove inputa i outputa. Materija-energija koja ulazi i izlazi iz sistema je zapravo ono što prolazi kroz njega. Ovaj tok povezuje ekonomiju i životnu sredinu, i pod uticajem je fizičkih zakona očuvanja energije i entropije (Daly 1994).

prihoda na dve komponente zavisi prvenstveno od vremena za koje će neobnovljiv resurs biti iscrpljen i diskontne stope (stope stvaranja obnovljivog supstituta). Komponenta dohotka će biti veća što je veća ova diskontna stopa i što je duže vreme za koje će neobnovljiv resurs biti potrošen.

Osim navedenih, u principe održivog razvoja često se ubrajaju još i supstitabilnost prirodnog kapitala, zatim princip ‘zagađivač plaća’ (tj. internalizacija ekoloških troškova) (Dernbach 1998), kao i princip ‘predostrožnosti’ - imperativ delovanja u slučaju najozbiljnijih globalnih ekoloških pretnji (iako još uvek ne postoji naučni konsenzus u toj sferi) (United Nations Conference on the Human Environment 1992).

Iako je koncept održivog razvoja u svojim pojedinim aspektima prilično nejasan i višeznačan, ipak se čini da postoji neophodan konsenzus u vezi s njegovim najbitnijim principima. Evidentno je da pitanja međugeneracijske i unutargeneracijske pravičnosti, zatim princip participacije, i očuvanja prirodnog kapitala, predstavljaju centralne principe na kojima suštinski počiva koncept održivog razvoja.

## **2.4. Koncept prirodnog kapitala**

Aktuelne ekonomske paradigme ispoljavaju ozbiljne nedostatke kada su u pitanju prirodni resursi. Iako ova tema beleži dugu istoriju u sferi ekonomske nauke tokom XX veka bila je prilično zanemarena jer se ekonomska nauka usmerila na neke druge teme (Costanza and Daly 1987).

Ukoliko pod pojmom kapitala podrazumevamo sve što doprinosi stvaranju autputa, onda možemo razlikovati: prirodni, stvoreni i ljudski kapital<sup>8</sup>. Ovi široko definisani tipovi kapitala u načelu odgovaraju tradicionalnim faktorima proizvodnje u ekonomiji – zemlji, radu i kapitalu (Costanza and Daly 1992).

1. Prirodni kapital (*natural capital*, eng.) uključuje sve prirodne resurse i sve funkcije životne sredine koje su neophodne za ljudski život i obavljanje ekonomske aktivnosti;

---

<sup>8</sup> Neki autori razlikuju i socijalni kapital koji se odnosi na ljude, kulturu i institucije.

2. Stvoreni ili proizvedeni kapital (*manufactured/man-made capital*, eng.) predstavlja, praktično, sve ono što je čovek stvorio;

3. Ljudski kapital (*human capital*, eng.) se odnosi na ukupno znanje, obrazovanje i veštine koje poseduju pojedinci.

Prirodni kapital se može razvrstati na obnovljivi (aktivni) i neobnovljivi (neaktivni) prirodni kapital. Obnovljivi prirodni kapital (poput ekosistema) se obnavlja putem solarne energije i može sam po sebi obavljati određenu prirodnu ili društvenu funkciju, ali se njegov prinos koristi i u potrošnji. S druge strane, neobnovljivi prirodni kapital (poput fosilnih goriva) ima funkciju jedino kada se izvrši njegova ekstrakcija (Costanza and Daly 1992).

Iako su, zapravo, sve ove vrste kapitala neophodne za obavljanje ekonomskih aktivnosti, ekonomska teorija se uglavnom fokusirala na stvoreni, i u manjoj meri, na ljudski kapital. U standardnoj ekonomskoj teoriji stvoreni (proizvedeni) kapital je ključ ekonomskog razvoja, dok je ljudski kapital zastupljen tek u modernim teorijama rasta i razvoja (Mankiw et al. 1992). Prirodni kapital, iako priznat kao input u proizvodnji, dugo nije bio prisutan u ekonomskim modelima rasta<sup>9</sup>. Čak i kad je bio uključen u razne varijante proizvodne funkcije, često ih je (kao u Kob-Daglasovoj funkciji) karakterisala izražena supstitabilnost prirodnog i stvorenog kapitala. Bez obzira na to koliko je prirodni kapital umanjen, sve dok je to smanjenje kompenzovano porastom stvorenog i/ili ljudskog kapitala, smatralo se da će output ostati konstantan (Costanza and Daly 1992).

Za razliku od neoklasične ekonomije, iako klasična i ekološka ekonomija prepoznaju značaj prirodnog kapitala kao faktora koji doprinosi ljudskom blagostanju one ga istovremeno tretiraju i kao moguće ograničenje ekonomskom rastu (Costanza and Daly 1992). U Solouvljevom modelu ekonomskog rasta proizvodnja je funkcija jedino rada i kapitala. U njenoj kasnijoj verziji pojavljuju se i prirodni resursi, ali uz implicitnu pretpostavku savršene supstitabilnosti između njih i drugih faktora proizvodnje. Upravo ovo predstavlja čest argument za izostavljanje prirodnog kapitala iz proizvodne funkcije. Svaki rast proizvodnje koji ne proističe iz povećanja kapitala i rada (neobjašnjeni rezidual) obično se pripisuje tehnološkom napretku (Daly 1997a).

---

<sup>9</sup> Koncept prirodnog kapitala je definisan potpunije tek krajem 90-ih godina prošlog veka.

Iz ovako definisanih proizvodnih funkcija proističu značajni problemi. Dejli (Daly 1997a) navodi da se na ovaj način zanemaruje suštinska komplementarnost između prirodnih resursa s jedne, i kapitala i rada s druge strane. Ono što se naziva proizvodnjom zapravo je proces transformacije prirodnih resursa u korisne proizvode i otpad. Kapital i rad kao faktori, su zapravo, uzročnici transformacije, a prirodni resursi - predmet transformacije. Stoga, proizvodna funkcija mora u sebi sadržati prirodne resurse kao inpute i otpad kao output i mora se odbaciti pretpostavka da uzročnici transformacije mogu zameniti sam predmet transformacije.

U zavisnosti od mogućnosti supstitucije prirodnog kapitala stvorenim i ljudskim kapitalom možemo razlikovati četiri osnovna pristupa održivom razvoju: slab, umereni, jak i apsurdno jak održivi razvoj (Daly and Cobb 1994).

1. Slab održivi razvoj (*weak sustainability*, eng.) pretpostavlja da je sav prirodni kapital zamenjiv stvorenim i ljudskim kapitalom, tj. dozvoljena je njegova supstitucija sa druge dve vrste kapitala. Ovaj pristup jedino zahteva da ukupna suma svih vrsta kapitala ostane ista ili da se poveća tokom vremena. Očigledno je da je pretpostavka slabog održivog razvoja da blagostanje nije zavisno ni od jedne konkretne vrste kapitala. Ekstremna verzija slabe održivosti čak polazi od pretpostavke da će sam naučni i tehnološki progres rešiti sve probleme u vezi sa iscrpljivanjem prirodnog kapitala.
2. Umereni održivi razvoj<sup>10</sup> (*intermediate sustainability*, eng.) zahteva ne samo održavanje ukupne sume kapitala, već pridaje značajnu pažnju i njegovoj strukturi. Stoga je neophodno definisati i pratiti kritične nivoe svake vrste kapitala kako jedna vrsta ne bi bila potpuno uništena tokom procesa ekonomskog razvoja. Pretpostavka je da su prirodni i stvoreni kapital supstitabilni do neke kritične granice nakon koje su komplementarni. Ovaj pristup se smatra značajnim pomakom u odnosu na slab održiv razvoj, a ujedno i znatno racionalnijim pristupom koji ublažava ekstremne stavove koji proizilaze iz jakog i slabog održivog razvoja. Njegova najveća manjkavost je nemogućnost definisanja kritičnih nivoa različitih vrsta prirodnog kapitala u praksi (Goodland and Daly 1996).

---

<sup>10</sup> Neki autori ovaj pristup nazivaju kritični održivi razvoj (*critical sustainability*, eng.) budući da je fokus na održanju kritičnog nivoa prirodnog kapitala.

3. Jak održivi razvoj (*strong sustainability*, eng.) uopšte ne dozvoljava supstituciju prirodnog kapitala stvorenim i ljudskim kapitalom. Polazna pretpostavka je da su u proizvodnoj funkciji različite vrste kapitala komplementi, a ne supstituti. U pogledu prirodnog kapitala, prihode od potrošnje neobnovljivih resursa bi trebalo investirati na takav način da se budućim generacijama omogući da im energija bude dostupna kao i sadašnjim generacijama (Goodland and Daly 1996). Po ovom pristupu, prirodni kapital doprinosi blagostanju na jedinstven način koji ne može biti supstituisan nekom drugom vrstom kapitala.
4. Apsurdno jak održivi razvoj (*absurdly strong sustainability*, eng.) implicitno pretpostavlja da neobnovljivi resursi moraju biti u potpunosti sačuvani, što je u praksi skoro nemoguće, jer se to može postići jedino potpunom zabranom njihove potrošnje. Takođe, od obnovljivih resursa može se koristiti jedino njihov neto godišnji prinos (Elkins 2001).

U okviru umerenog pristupa održivom razvoju možemo govoriti o *kritičnom prirodnom kapitalu* kao onom delu prirodnog kapitala koji, u slučaju degradacije, može biti zauvek izgubljen. To je onaj deo kapitala koji je neophodan za obavljanje bitnih funkcija životne sredine, koji ne može biti supstituisan drugim vrstama kapitala. Sam kritični prirodni kapital mora da bude prioritet u odnosu na dohodak koji proizilazi iz njega (Pearce 1991). Ukoliko ekonomski razvoj dovodi do uništenja ovog dela prirodnog kapitala onda se takav razvoj može smatrati neodrživim.

Za razliku od slabog i umerenog održivog razvoja koji se suštinski temelje na ideji da su prirodni i stvoreni kapital zamenljivi u potpunosti (ili barem u određenoj meri) jak održivi razvoj pomenute dve vrste kapitala tretira kao komplementarne (što u praksi često i jeste slučaj), jer njihova produktivnost proizilazi jedino iz njihovog zajedničkog korišćenja.

Neoklasična ekonomska teorija polazi od pretpostavke da su prirodni i stvoreni kapital skoro savršeno supstitabilni. Solou ističe da se ta supstitucija obavlja tokom vremena, tj. da sadašnje generacije troše prirodni kapital, ali da, zauzvrat, ostavljaju veći obim stvorenog i ljudskog kapitala budućim generacijama (Solow 1993). Ova ideja se zasniva na nekoliko bitnih pretpostavki. Prevažodno, mora doći do tehnološkog progresa

koji će omogućiti transformaciju prirodnog kapitala. Druga pretpostavka je da će se alokacija resursa obaviti putem tržišta. Prethodno se mora utvrditi vrednost različitih vrsta kapitala kako bi supstitucija između njih bila izvodljiva. Otuda potreba za uvođenjem životne sredine u tržišnu sferu putem internalizacije eksternih efekata. Državna intervencija je dozvoljena samo u oblastima od strateškog značaja za supstituciju različitih vrsta kapitala (Vivien 2008).

Ako bismo krenuli od pretpostavke da je dovoljno samo sumu svih vrsta kapitala održavati konstantnom, ne bi bilo nikakvog razloga da se bavimo očuvanjem prirode i njenih funkcija tj. prirodnog kapitala. Dovoljno je samo uvećavanje stvorenog kapitala u istoj ili većoj meri u kojoj je prirodni kapital uništen. Stoga je iz neoklasičnog ugla pristup slabe održivosti potpuno prihvatljiv. Poznati princip koji tretira ovo pitanje, tzv. Hartvikovo pravilo (*Hartwick's rule*, eng.) kaže da potrošnja može ostati na konstantnom nivou ili se povećati ukoliko se renta ostvarena iz korišćenja neobnovljivih resursa reinvestira u obnovljivi kapital.

Neoklasičnoj pretpostavci o savršenoj supstitabilnosti prirodnog i stvorenog kapitala upućene su značajne kritike. Jedna od najčešćih se odnosi na pitanje zašto je kroz istoriju toliko prirodnog kapitala transformisano u stvoreni kapital, ukoliko su u pitanju supstituti (Daly 2007). Ako je za proizvodnju stvorenog kapitala neophodan prirodni kapital, sigurno se ne može govoriti o njima kao o supstitutima. Još bitnije, uništenje stvorenog kapitala nije nepovratno<sup>11</sup>, dok je, s druge strane, kada su u pitanju određene biljne ili životinjske vrste, kao i potrošnja (neobnovljivih) fosilnih goriva, situacija potpuno drugačija. Takođe, ukoliko je stvoreni kapital supstitut prirodnog kapitala, postavlja se pitanje zašto su uopšte neophodni razvoj i akumulacija stvorenog kapitala, kada je prirodni kapital dostupan u izobilju (Costanza and Daly 1992). Osim toga, za razliku od stvorenog kapitala prirodni kapital je sposoban za samoobnavljanje (Farley and Daly 2006). Proizlazi da može postojati određeni stepen supstitabilnosti između rada i stvorenog kapitala (kao uzročnika transformacije), ili između različitih tipova prirodnog kapitala (kao predmeta transformacije), ali nikako između stvorenog i prirodnog kapitala (H. Daly 1990a).

Ekonomaska teorija je dugo bila fokusirana isključivo na stvoreni i ljudski kapital, jer se smatralo da je prirodni kapital dostupan u izobilju. Ukoliko se prihvati

---

<sup>11</sup> Jedino u slučaju da je došlo do nestanka znanja koje je proizvelo taj stvoreni kapital.



komplementarnost prirodnog i stvorenog kapitala, onda je jasno da je razvoj ograničen onim vidom kapitala koga ima najmanje. Za razliku od perioda kada je ekonomski podsistem bio relativno malog obima u odnosu na ceo globalni ekosistem<sup>12</sup> (u kome je stvoreni kapital ustvari bio limitirajući faktor), danas, u doba eksponencijalno narastajućeg broja stanovnika i ubrzanog razvoja, tu ulogu očigledno preuzima prirodni kapital (H. Daly 1990b).

Često se zanemaruje činjenica da ekonomski sistem ne može rasti bez ograničenja koje nameću kapaciteti ekosistema za regeneraciju i apsorpciju otpada koji, nužno, proizilazi iz ekonomske aktivnosti. Jasno je da ekonomija mora biti posmatrana kao podsistem mnogo šireg i kompleksnijeg ekološkog sistema.

Ekonomska interpretacija održivog razvoja je dugo bila vrlo problematična, ekonomisti nisu uspevali da na konzistentan način, izražen monetarnim jedinicama, vrednosno izmere prirodni ili ljudski kapital. Tek sa upotrebom obračunskih cena tj. „cena u senci“<sup>13</sup> (*shadow prices*, eng.) bilo je moguće monetarno izraziti životnu sredinu ili ljudsko znanje na isti način kao što se dugo godina izražavao kapital (u klasičnom ekonomskom smislu) (George and Kirkpatrick 2007). Za razliku od mikro-alokacije, makro-alokacija resursa između ekosistema i ekonomskog sistema se mora temeljiti na društvenim odlukama, a ne na cenovnom mehanizmu tržišta. Budući da se vrednost prirodnog kapitala, zbog immanentnih tržišnih nesavršenosti, često potcenjuje na tržištu, potrebno je, nekim metodama kojima se podražava tržišno ponašanje (na primer, *willingness-to-pay* metoda), proceniti njegovu vrednost (Costanza, Farber, and Maxwell 1989).

Budući da postoje značajne poteškoće u merenju i evaluaciji prirodnog kapitala, ove vrednosti se nerado koriste kao inputi u matematičkim modelima. Kostanza i Dejli ističu da je u vremenu u kome dominiraju brojke i modeli veoma lako upasti u zamku davanja prednosti vrednostima koje se mogu izraziti precizno u odnosu na vrednosti koje se ne mogu lako i precizno utvrditi samo zato što ih je lakše uključiti u model (Costanza and Daly 1987).

---

<sup>12</sup> Dejli u ovom kontesktu koristi pojmove „prazan svet“ (*empty-world*, eng.) i „pun svet“ (*full-world*, eng.) kako bi ukazao na različitu relativnu veličinu narastajućeg ekonomskog podsistema u odnosu na ograničeni globalni ekosistem.

<sup>13</sup> U pitanju su cene koje su pojedinci spremni da plate za dobra i usluge koje, inače, ili nemaju cenu ili su izrazito potcunjene na tržištu.

Mnogi autori koji se bave životnom sredinom, ističu da je minimalni neophodan uslov za postizanje održivosti, zapravo, neophodno očuvanje prirodnog kapitala. Iz toga proizilaze dva pravila, jedan za obnovljive, a drugi za neobnovljive resurse. Potrošnja obnovljivih resursa mora se ograničiti na održive nivoe prinosa. U sferi neobnovljivih resursa prihodi od njihove eksploatacije moraju biti uloženi u obnovljive izvore, koji mogu poslužiti kao supstituti. Naravno, da bi se održao nivo prirodnog kapitala per capita, potrebno je stabilizovati stope rasta populacije (Daly 2007).

## 2.5. Ključni izazovi - iscrpljivanje neobnovljivih energetske resursa i emisija CO<sub>2</sub>

Nigde nije toliko evidentna oštra kolizija između ciljeva održivog i ekonomskog razvoja, kao u sferi iscrpljivanja neobnovljivih energetske izvora (Jovanović 2010). U okviru prirodnih resursa posebno mesto zauzimaju energetske resursi, kako zbog njihovog značaja za ekonomski razvoj i nivo društvenog blagostanja, tako i zbog činjenice da od njih zavise bitne funkcije prirodnih sistema.

Pritom ne samo da svetska potrošnja energije raste iz godine u godinu, već su posebno zabrinjavajuće nagle stope rasta i prognoze potrošnje energije u decenijama koje slede. Ukupna svetska potrošnja energije se u protekle četiri decenije više nego duplirala, sa 4.661 Mtoe<sup>14</sup> na 9.555 Mtoe (Tabela 1).

**Tabela 1.** Ukupna svetska finalna potrošnja energije (u Mtoe), 1973-2016. godina

Godina	1973.	1980.	1990.	2000.	2005.	2010.	2016.
Svet	4.661,14	5.367,74	6.270,99	7.035,49	7.978,08	8.832,15	9.555,32

Izvor: (International Energy Agency 2018c)

Presudan uticaj na globalnu potrošnju energije imaju dva faktora.

Prvi faktor je nagli porast svetske populacije, koji karakteriše drugu polovinu prošlog veka, a posebno poslednje decenije. Dok broj stanovnika u najrazvijenijim zemljama sveta relativno stagnira, zemlje u razvoju doživljavaju pravu demografsku eksploziju (Tabela 2). Broj stanovnika u zemljama u razvoju se gotovo učetvorostručio u

<sup>14</sup> Mtoe (*Mega tonnes of oil equivalent*, eng.) – megatona ekvivalentne nafte (u daljem tekstu Mtoe).

poslednjih pola veka. Pritom izraženi procesi urbanizacije dovode do drastičnog porasta stanovnika upravo u gradovima, posebno u velikim gradovima. Već danas učešće milionskih gradova zemalja u razvoju u ukupnoj svetskoj populaciji prevazilazi 20%. Svi ovi trendovi, posebno prominentni u zemljama u razvoju, nezadrživo guraju potrošnju energije napred.

**Tabela 2.** Svetska populacija u metropolama sa preko milion stanovnika razvijenog i nerazvijenog sveta (u 000), 1950-2025. godina

<b>Godina</b>	<b>1950.</b>	<b>1990.</b>	<b>2000.</b>	<b>2010.</b>	<b>2025.</b>
<b>Svet</b>					
<b>Ukupan broj stanovnika</b>	2.532.229	5.306.425	6.122.770	6.895.889	8.002.978
<b>Učešće gradova sa preko milion stanovnika</b>	6,98%	13,99%	16,80%	19,99%	26,98%
<b>Broj gradova</b>	75	266	355	449	668
<b>Razvijene zemlje (OECD)</b>					
<b>Ukupan broj stanovnika</b>	811.187	1.144.404	1.188.809	1.235.900	1.286.739
<b>Učešće gradova sa preko milion stanovnika u svetskoj populaciji</b>	4,58%	8,67%	5,18%	5,27%	5,58%
<b>Broj gradova</b>	42	98	108	118	139
<b>Nerazvijene zemlje</b>					
<b>Ukupan broj stanovnika</b>	1.721.042	4.162.021	4.933.961	5.659.989	6.716.239
<b>Učešće gradova sa preko milion stanovnika u svetskoj populaciji</b>	2,40%	5,32%	11,62%	14,72%	21,40%
<b>Broj gradova</b>	33	168	247	331	529

Izvor: (United Nations Department of Economic and Social Affairs Population Division 2015)

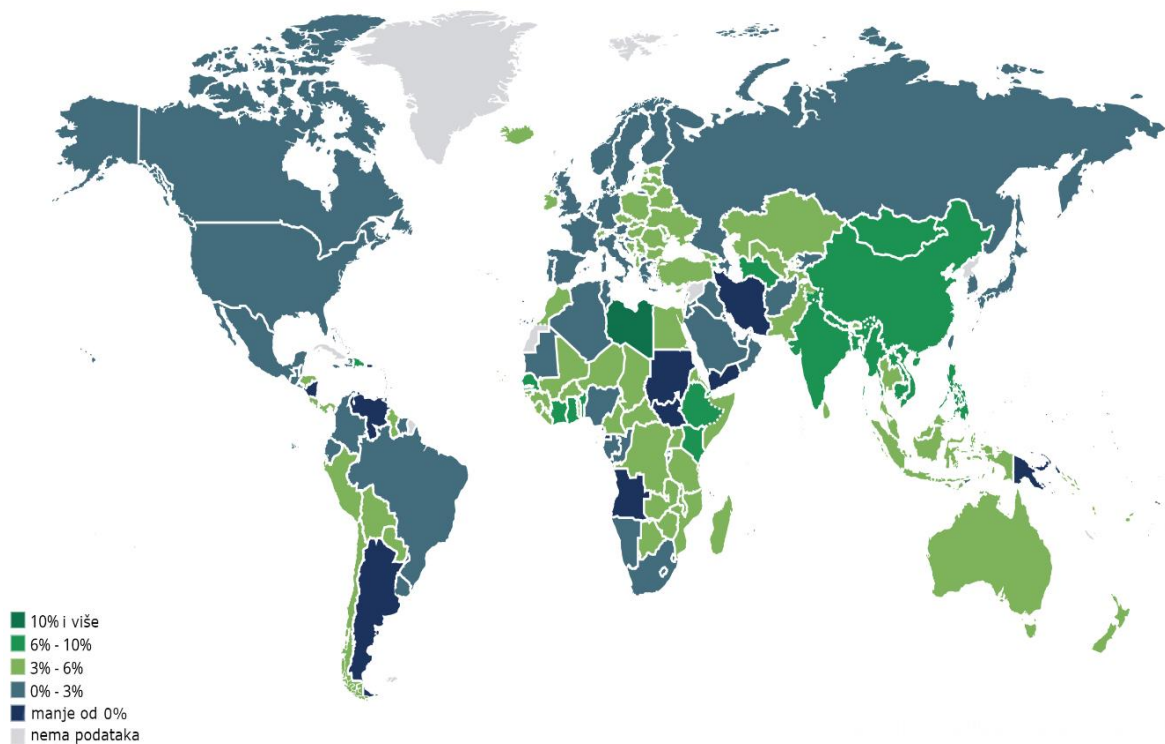
Drugi bitan pokretač rasta potrošnje energije jeste ubrzani ekonomski razvoj i porast životnog standarda u mnogim zemljama sveta. Ovaj proces je poslednjih decenija posebno izražen u zemljama u razvoju, prvenstveno u Južnoj i Istočnoj Aziji (Tabela 3). Svetska ekonomija trenutno raste po stopi od 3,7% - primetno je da je nastupila faza

blagog ekonomskog oporavka nakon svetske ekonomske krize. Većina zemalja Azije, Afrike i Istočne Evrope beleže stope rasta iznad svetskog proseka u 2018. godini (Grafik 1). Među njima ubedljivo najveće stope rasta imaju Kina (6,6%) i Indija (7,3%). Evidentno je da oba ova faktora dovode do alarmantnih promena u sferi potrošnje energije i akcentiraju ulogu zemalja u razvoju, koje u procesu iscrpljivanja neobnovljivih energetske resursa već sada imaju neuporedivo značajniju ulogu od razvijenih zemalja (Jovanović 2010).

**Tabela 3.** Rast realnog BDP-a (procentualna godišnja promena) po svetskim regionima i odabranim zemljama, 1980-2023. godina

<b>Godina</b>	<b>1980.</b>	<b>1985.</b>	<b>1990.</b>	<b>1995.</b>	<b>2000.</b>	<b>2005.</b>	<b>2010.</b>	<b>2015.</b>	<b>2018.</b>	<b>2023.</b>
<b>Afrika</b>	-	-	-	2,8	4,3	6	5,8	3,4	3,4	4,1
<b>Australija i N. Zeland</b>	2,6	4,8	1,4	3,1	3,2	2,9	2,3	2,7	3,2	2,6
<b>Centralna Azija</b>	-	-	-	3,6	7	9,9	7,9	5	3,6	3,4
<b>Istočna Azija</b>	4,2	7,3	5	6,5	6,1	7,2	8,8	5,3	5,3	4,6
<b>Južna Azija</b>	5,3	5,7	5,3	6,9	4,2	8,9	9,1	7,6	7,1	7,3
<b>Evropa</b>	1,4	2,5	2,5	1,6	4,6	2,9	2,4	1,4	2,2	1,6
<b>Bliski Istok</b>	-3,9	-2,8	13,4	2,4	6,4	5,2	5,2	1,9	1,3	2,5
<b>Severna Amerika</b>	1	4	2,1	1,8	4,3	3,3	2,8	2,8	2,7	1,6
<b>Južna Amerika</b>	5,6	4	-1,3	3,6	3,2	5,1	6,7	-1,1	0,6	2,7
<b>Svet</b>	<b>2,1</b>	<b>3,6</b>	<b>3,4</b>	<b>3,4</b>	<b>4,8</b>	<b>4,9</b>	<b>5,4</b>	<b>3,5</b>	<b>3,7</b>	<b>3,6</b>
<b>Kina</b>	7,9	13,5	3,9	11	8,4	11,3	10,6	6,9	6,6	5,6
<b>Indija</b>	5,3	5,3	5,5	7,6	4	9,3	10,3	8,2	7,3	7,7
<b>Japan</b>	3,2	5,2	4,9	2,7	2,8	1,7	4,2	1,4	1,1	0,5
<b>Rusija</b>	-	-	-	-4,1	10	6,4	4,5	-2,5	1,7	1,2
<b>SAD</b>	-0,3	4,2	1,9	2,7	4,1	3,5	2,6	2,9	2,9	1,4

Izvor: (International Monetary Fund 2018)



**Grafik 1.** Rast realnog BDP-a (procentualna godišnja promena), 2018. godina. Izvor: (International Monetary Fund 2018)

Iako su zemlje u okviru OECD-a tradicionalno dominirale u potrošnji energije, 2008. godine primat preuzimaju zemlje u razvoju, koje danas već učestvuju u svetskoj potrošnji energije sa gotovo 58% (približno 20 procentnih poena više od zemalja OECD-a) (Tabela 4). Upravo su pomenuti procesi ubrzanog ekonomskog razvoja i demografske eksplozije odigrali glavnu ulogu u ovim globalnim promenama. Od 1973. godine do danas, najbrži rast beleže Kina, Bliski Istok, kao i Azija uopšte (Tabela 5). Prognoze govore da će se od 2008. godine do 2035. godine ukupna svetska potrošnja energije povećati za preko 50%, najviše zavaljujući rastu potrošnje u Kini i Indiji (EIA 2011).

**Tabela 4.** Učešće regiona u ukupnoj finalnoj potrošnji energije (u %), 1973-2016. godina

Godina	1973.	1980.	1990.	2000.	2005.	2010.	2016.
Zemlje van OECD-a	35,64	41,87	47,20	44,41	48,92	54,02	57,43
OECD	60,41	54,80	49,58	51,70	47,09	41,92	38,40

Izvor: (International Energy Agency 2018b)

**Tabela 5.** Učešće regiona i zemalja van OECD-a u ukupnoj finalnoj potrošnji energije (u %), 1973-2016. godina

	<b>Godina</b>	<b>1973.</b>	<b>2016.</b>
<b>Van OECD-a</b>	<b>Afrika</b>	3,7	6,2
	<b>Evropa i Evroazija</b>	13,6	7,5
	<b>Severna i Južna Amerika</b>	3,6	4,8
	<b>Azija</b>	6,3	13,2
	<b>Kina</b>	7,8	20,7
	<b>Bliski Istok</b>	0,7	5,1

Izvor: (International Energy Agency 2018b)

Zemlje razvijenog sveta, naravno, raspolažu sa znatno manje rezervi fosilnih goriva, i budući da beleže veliku potrošnju energije, spadaju u tradicionalne neto uvoznike nafte. Na listi najvećih uvoznika poslednjih godina im se pridružuju zemlje koje se ubrzano razvijaju, poput Kine i Indije (Tabela 6). Jasno je da se ove zemlje u pogledu ubrzanog iscrpljivanja fosilnih goriva i održivog razvoja nalaze pred velikim izazovom.

**Tabela 6.** Najveći svetski neto izvoznici i neto uvoznici nafte (u Mt), 2016. godina

<b>Neto izvoznici sirove nafte</b>	<b>Mt</b>	<b>Neto uvoznici sirove nafte</b>	<b>Mt</b>
<b>S.Arabija</b>	373	<b>Kina</b>	378
<b>Rusija</b>	254	<b>SAD</b>	371
<b>Irak</b>	187	<b>Indija</b>	214
<b>UAE</b>	120	<b>Japan</b>	162
<b>Iran</b>	119	<b>J.Koreja</b>	146
<b>Kanada</b>	113	<b>Nemačka</b>	91
<b>Kuvajt</b>	108	<b>Italija</b>	65
<b>Venecuela</b>	90	<b>Španija</b>	64
<b>Nigerija</b>	87	<b>Holandija</b>	61
<b>Angola</b>	82	<b>Francuska</b>	55
<b>Ostali</b>	548	<b>Ostali</b>	506

Izvor: (International Energy Agency 2018b)

Tek nakon naftnih kriza 1970-ih godina problematika proizvodnje nafte i iscrpljivanja svetskih rezervi dobija na značaju u globalnim okvirima. Ozbiljne studije međunarodnih i nacionalnih agencija (International Energy Agency – IEA, U.S. Energy Information Administration - EIA) kao i velikih naftnih korporacija (Royal Dutch Shell,

British Petroleum) ističu da će svet, mnogo brže nego što se mislilo, iscrpeti globalne izvore nafte. Raspoloživost pojedinih fosilnih goriva se najbolje može sagledati stavljanjem u odnos njihovih procenjenih svetskih rezervi sa prosečnom godišnjom potrošnjom. Tako dobijene vrednosti nivoa raspoloživosti iznose: 42 godine za naftu, 65 godina za gas i 217 godina za ugalj (Hodgson 2010).

Uprkos otrežnjujućoj spoznaji o neverovatnoj dinamici iscrpljivanja neobnovljivih resursa i krajnje negativnim posledicama po životnu sredinu, učešće energetskih izvora u ukupnoj finalnoj potrošnji energije se nije značajno menjalo poslednjih decenija. Danas fosilna goriva podmiruju skoro 70% energetskih potreba. Pritom, i dalje dominira nafta sa 40,8%, zatim prirodni gas sa 14,92% i ugalj sa 11,47% (Tabela 7). Kako se električna energija najvećim delom dobija iz uglja, nafte i prirodnog gasa - oko 66% u 2016. godini (International Energy Agency 2018a), učešće fosilnih goriva je još izraženije.

**Tabela 7.** Učešće energetskih izvora u ukupnoj finalnoj potrošnji energije (u %), 1990-2015. godina

<b>Godina</b>	<b>Ugalj</b>	<b>Nafta</b>	<b>Prirodni gas</b>	<b>Biogoriva i otpad</b>	<b>Električna energija</b>	<b>Ostalo</b>
<b>1990.</b>	12,00	41,55	15,06	12,68	13,30	5,41
<b>1995.</b>	10,10	42,85	15,38	12,93	14,28	4,46
<b>2000.</b>	7,70	44,38	15,89	12,90	15,49	3,65
<b>2005.</b>	10,34	43,18	14,94	11,82	16,31	3,4
<b>2010.</b>	11,84	40,68	15,22	11,48	17,43	3,36
<b>2015.</b>	11,47	40,8	14,92	11,07	18,43	3,31

Izvor: (International Energy Agency 2018c)

Iako obnovljivi izvori energije (poput solarne energije i energije vetra) beleže značajne stope rasta, posebno tokom poslednje decenije, oni i dalje imaju relativno nisko učešće u svetskoj potrošnji energije. Pri trenutnoj godišnjoj stopi rasta od oko 2,8% očekuje se da će dostići udeo od svega 14% u 2035. godini (EIA 2011). Dakle, jasno je da će i narednih decenija svetskim tržištem dominirati energija dobijena iz fosilnih izvora ukoliko se ne ograniči njihova upotreba snažnijom intervencijom države.

Premda se suštinski nalazi na granici između obnovljivih i neobnovljivih vidova energije, nuklearna energija se često svrstava u obnovljive resurse, posebno od strane zagovornika njene upotrebe. Glavni argument koji se navodi je da ona ne utiče značajno na emisiju ugljen-dioksida i izmenu globalne klime. Takođe, smatra se da će uranijum, glavno gorivo u procesu proizvodnje nuklearne energije, biti raspoloživ još dugo vremena kao energetska resurs. Nasuprot tome protivnici njene upotrebe navode pogubne ekološke efekte proizvodnje ove vrste energije, kao i opasnost od nuklearnih akcidenata.

Ukupni troškovi eksploatacije pojedinih vidova energije presudno utiču na njihovu dostupnost i potencijal korišćenja. Iako to na prvi pogled nije uočljivo, iako su prisutni u izobilju, obnovljivi izvori energije su neretko skuplji od fosilnih goriva. Ne samo da postoje značajni praktični problemi u procesu prikupljanja energije iz obnovljivih izvora već su u velikoj meri prisutni indirektni i eksterni troškovi koji poskupljuju njihovu eksploataciju.

Sektorski gledano ovde se jasno izdvajaju industrija (doskora najveći potrošač energije) i saobraćaj. Potrošnja energije u saobraćaju raste po najvećoj stopi - u poslednje četiri decenije se skoro utrostručila. Danas su industrija i saobraćaj gotovo izjednačeni u ukupnoj svetskoj potrošnji energije (Tabela 8 i Tabela 9). Nafta kao energetska izvor gubi na značaju u svim sektorima osim u saobraćaju, koji se skoro u potpunosti oslanja na nju (učešće od preko 92% u 2016. godini).

**Tabela 8.** Ukupna svetska finalna potrošnja energije po sektorima i izvorima (u Mtoe), 1973. godina

	Ugalj	Nafta	Prirodni gas	Biogoriva i otpad	Ostalo	Ukupno
<b>Industrija</b>	355,71	449	356,39	86,61	286,87	1.534,59
<b>Saobraćaj</b>	31,88	1.020,85	17,72	0,24	10,59	1.081,29
<b>Ostalo</b>	237,85	520,42	259,26	522,23	218,93	1.758,7
<b>Neenergetske svrhe</b>	6,01	262,18	18,37	-	-	286,56
<b>Ukupno</b>	631,45	2.252,45	651,75	609,08	516,4	4.661,14

Izvor: (International Energy Agency 2018b)



**Tabela 9.** Ukupna svetska finalna potrošnja energije po sektorima i izvorima (u Mtoe), 2016. godina

	Ugalj	Nafta	Prirodni gas	Biogoriva i otpad	Ostalo	Ukupno
<b>Industrija</b>	826,95	306,37	537,77	198,33	883,19	2.752,6
<b>Saobraćaj</b>	0,07	2.533,21	101,89	81,97	30,73	2.747,87
<b>Ostalo</b>	152,78	423,19	631,82	770,58	1.206,83	3.185,21
<b>Neenergetske svrhe</b>	55,7	645,17	168,78	-	-	869,64
<b>Ukupno</b>	1.035,5	3.907,93	1.440,26	1.050,88	2.120,75	9.555,32

Izvor:(International Energy Agency 2018b)

U sferi saobraćaja upravo drumski saobraćaj troši ubedljivo najviše energije. Ustvari, glavni problem u domenu drumskog saobraćaja proizilazi iz neodrživosti današnje automobilske industrije. Motor s unutrašnjim sagorevanjem i metalna konstrukcija školjke automobila, dve tehnologije na kojima se automobilska industrija zasniva, stare su više od jednog veka. Promena automobilske paradigme, u uslovima koji zahtevaju energetska efikasnost i brigu o izmeni globalne klime, nameće se kao nužnost.

Nagli porast svetske populacije praćen nezaustavljivim rastom stepena motorizacije naročito je izražen u zemljama u razvoju. Danas je broj motornih vozila već dosegao jednu milijardu i taj broj će skočiti za 50% do 2030. godine. Naravno, neizvesnost u snabdevanju naftom, očekivani rast cena i negativni ekološki efekti predstavljaju izazov za zemlje sa rastućim stepenom motorizacije, koje su prinuđene da uvoze značajne količine tečnih goriva.

Regionalna distribucija potrošnje energije u saobraćaju pokazuje slične tendencije kao i ukupna svetska potrošnja u svim sektorima. Od 1973. godine potrošnja energije u saobraćaju zemalja van OECD-a je vrtoglavo rasla (uvećala se skoro 6 puta) - učešće ovih zemalja ubrzo će se izjednačiti sa učešćem zemalja OECD-a (Tabela 10 i Tabela 11). Očigledno je da narastajuća ekonomska aktivnost u zemljama u razvoju dovodi do porasta dohotka per capita, i samim tim, do veće potražnje za saobraćajem.

**Tabela 10.** Ukupna svetska finalna potrošnja energije u saobraćaju (u Mtoe), 1973-2016. godina

<b>Godina</b>	<b>1973.</b>	<b>1980.</b>	<b>1990.</b>	<b>2000.</b>	<b>2005.</b>	<b>2010.</b>	<b>2016.</b>
<b>Svet</b>	1.088,5	1.254,0	1.580,9	1.970,5	2.218,9	2.427,3	2.757,6
<b>Zemlje van OECD-a</b>	202,8	286,9	430,9	542,2	684,4	872,3	1.113,6
<b>OECD</b>	701,6	788,7	947,7	1.154,5	1.215,8	1.196,4	1.245,5

Napomena: Svet uključuje međunarodne mornaričke i međunarodne avio bunkere.

Izvor: (International Energy Agency 2018c)

**Tabela 11.** Učešće regiona u ukupnoj finalnoj potrošnji energije u saobraćaju (u %), 1973-2016. godina

<b>Godina</b>	<b>1973.</b>	<b>1980.</b>	<b>1990.</b>	<b>2000.</b>	<b>2005.</b>	<b>2010.</b>	<b>2016.</b>
<b>Zemlje van OECD-a</b>	18,63	22,88	27,26	27,52	30,84	35,94	40,38
<b>OECD</b>	64,46	62,90	59,95	58,59	54,79	49,29	45,17

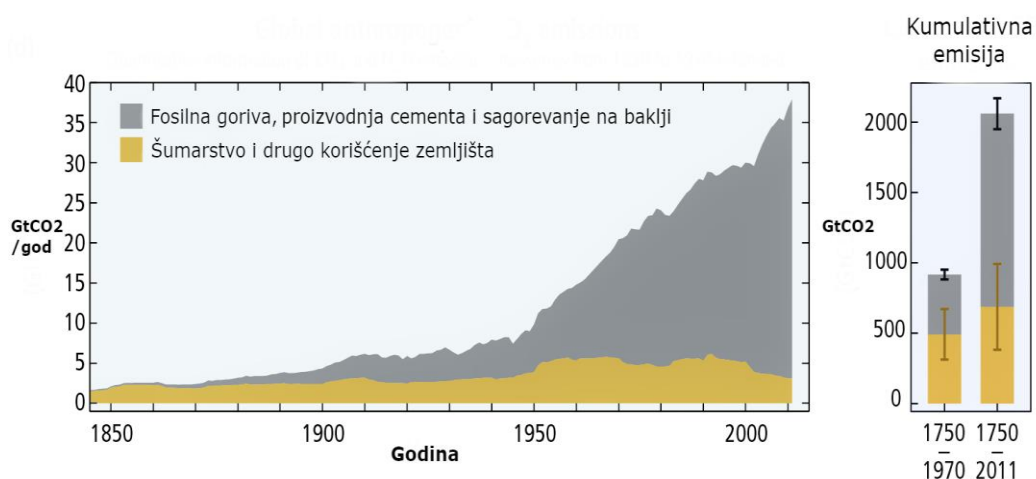
Izvor: (International Energy Agency 2018c)

Najnovije analize ukazuju na rastuću ulogu državne regulative u sferi potrošnje energije. Državne investicije i uvođenje novih mera presudno će uticati na izgled energetskog sistema u budućnosti - učešće obnovljivih vidova energije u stvaranju električne energije porasće na preko 40% do 2040. godine zahvaljujući državnoj intervenciji (International Energy Agency 2018d).

Neraskidivo povezan sa potrošnjom fosilnih goriva je i problem izmene globalne klime, koji danas predstavlja najozbiljniju pretnju očuvanju životne sredine. GHG gasovi, u prvom redu ugljen-dioksid i metan, izazivaju efekat staklene bašte i tako kritično utiču na procese globalnog otopljanja.

Poslednjih decenija ova problematika je u fokusu živahne međunarodne aktivnosti. Poslednji izveštaj IPCC-a (*Intergovernmental Panel on Climate Change*), najvišeg autoriteta za pitanje klimatskih promena, još je radikalniji u pozivanju na hitnost akcija i ukazivanju na ozbiljnost problema u odnosu na ranije izveštaje. Ljudski uticaj na klimatski sistem je očigledan - klimatske promene su antropogenog porekla. Približno polovina ukupne emisije CO<sub>2</sub> u periodu između 1750. i 2011. godine uzrokovano je upravo ljudskim aktivnostima, i to u poslednjih 40 godina (Grafik 2). Globalno otopljanje dovodi do porasta nivoa mora, otapanja glečera, ekstremnih vremenskih

nepogoda, itd. Ovim nisu pogođeni samo ljudi već, možda još u većoj meri, i biljni i životinjski svet. Trenutna koncentracija GHG gasova u atmosferi je najveća u ljudskoj istoriji. Ukoliko se ne preduzmu hitne akcije, očekuje se povećanje temperature čak za 4,8°C do kraja ovog veka, što će prouzrokovati nepovratne globalne posledice. Iako će klimatske promene uticati na svaki aspekt života očekuje se da će snažnije pogoditi zemlje u razvoju zbog veoma izraženog siromaštva.



**Grafik 2.** Globalna emisija CO<sub>2</sub> antropogenog porekla. Izvor: (IPCC 2015)

Pomenuti IPCC izveštaj se prvenstveno zalaže za održavanje svetske prosečne temperature na nivou koji nije veći od 2°C u odnosu na nivoe pre industrijalizacije. U pitanju je prilično ambiciozan cilj. Kako bi bio ostvaren, potrebno je smanjiti emisiju GHG gasova za 40% do 70% do 2050. godine i zatim je svesti gotovo na nulu do 2100. godine. Ovo pretpostavlja prvo značajno oslanjanje na obnovljive izvore energije, a zatim i potpuno izbacivanje fosilnih goriva iz upotrebe do kraja ovog veka (IPCC 2015).

Najnoviji korak ka smanjenju emisije GHG gasova predstavlja potpisivanje Pariskog sporazuma, kao prvog međunarodnog sporazuma kojim se obavezuju kako razvijene, tako i zemlje u razvoju. On se odnosi na period nakon 2020. godine i deli isti dugoročni cilj ograničavanja rasta svetske temperature kao i IPCC izveštaj.

Ipak, uprkos brojnim naporima emisija GHG gasova ne pokazuje znake usporavanja. Najveći deo globalne emisije GHG gasova potiče od sagorevanja fosilnih goriva, čak preko 60% (The International Transport Forum 2010). Prognoze ukazuju da

će se emisija ugljen-dioksida koja potiče od potrošnje energije povećati za 43% do 2035. godine (EIA 2011).

Od početka 1970-ih godina ukupna svetska emisija CO<sub>2</sub> nastala sagorevanjem goriva se više nego duplirala i sada iznosi 32.276 Mt (Tabela 12). Ubedljivo najveći emiteri CO<sub>2</sub> danas su Kina sa 9.056 Mt, SAD sa 4.833 Mt i Indija sa 2.076 Mt. Samo ove tri zemlje učestvuju sa gotovo 50% u ukupnoj svetskoj emisiji CO<sub>2</sub> u 2016. godini. Koliko je danas značajna uloga Kine u procesu izmene globalne klime govori podatak da je u prvoj deceniji XXI veka njena emisija CO<sub>2</sub> rasla po stopi od čak 8,5% (International Energy Agency 2018a).

**Tabela 12.** Ukupna svetska emisija CO<sub>2</sub> iz sagorevanja goriva (u Mt), 1973-2015. godina

	1973.	1990.	1995.	2000.	2005.	2010.	2015.
<b>Svet</b>	15.460,0	20.518,2	21.379,6	23.223,4	27.069,7	30.489,9	32.276,0

Napomena: Svet uključuje međunarodne mornaričke i međunarodne avio bunkere.

Izvor: (International Energy Agency 2018a)

Na ovaj ogroman skok ukupne emisije CO<sub>2</sub> nije uticala samo eksplozija svetske populacije, već se i naporedo povećala emisija CO<sub>2</sub> po glavi stanovnika, sa 3,89 Mt u 1990. godini na 4,35 Mt u 2016. godini. Najveću emisiju emisija CO<sub>2</sub> po glavi stanovnika beleže Saudijska Arabija, Australija, SAD i Kanada.

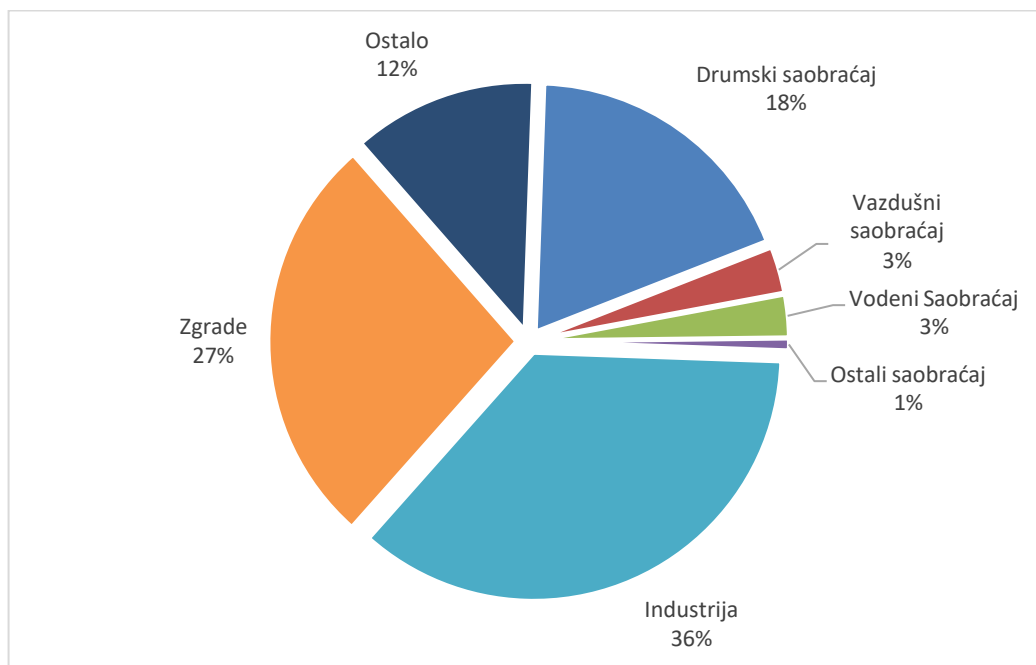
Slično kao i u pogledu potrošnje energije, zemlje u razvoju sve više dobijaju na značaju i u procesu emisije CO<sub>2</sub>. Njihovo učešće u svetskoj emisiji se dupliralo u poslednje četiri decenije i sada iznosi preko 60% (Tabela 13).

**Tabela 13.** Učešće regiona u ukupnoj svetskoj emisiji CO<sub>2</sub> iz sagorevanja goriva (u %), 1973-2015. godina

Godina	1973.	1990.	1995.	2000.	2005.	2010.	2015.
<b>Zemlje van OECD-a</b>	29,7	43,23	42,80	42,37	48,92	55,86	60,21
<b>OECD</b>	66,6	53,69	53,84	53,95	47,41	40,47	36,09

Izvor: (International Energy Agency 2018a)

Sektorska analiza emisije CO<sub>2</sub>, nakon realokacije električne energije i toplotne energije na krajnje korisnike, pokazuje da su najveći emiteri: industrija, rezidencijalni i nerezidencijalni sektor i saobraćaj (Grafik 3).



**Grafik 3.** Ukupna svetska emisija CO<sub>2</sub> po sektorima i u okviru sektora saobraćaja (nakon realokacije električne energije i toplotne energije na krajnje korisnike), 2016. godina. Izvor: (International Energy Agency 2018a)

Interesantno je da je emisija CO<sub>2</sub> u saobraćaju skočila za čak 71% od 1990. godine. Od svih saobraćajnih grana najznačajniji udeo ima drumski saobraćaj, sa gotovo tri četvrtine ukupne emisije CO<sub>2</sub> u saobraćaju (International Energy Agency 2018a). U SAD-u, na primer, taj udeo je čak 81% (The International Transport Forum 2010). Potrošnja nafte u drumskom saobraćaju predstavlja drugu po značaju IPCC kategoriju u emisiji CO<sub>2</sub>, odmah iza potrošnje uglja u proizvodnji električne energije i grejanja (International Energy Agency 2018a).

Očekuje se da će se nagli trend rasta emisije CO<sub>2</sub> saobraćajnog sektora nastaviti zahvaljujući brzom ekonomskom rastu, povećanju stepena motorizacije i obima putovanja (uprkos tehničko-tehnološkim poboljšanjima motora i samih vozila).

Očigledno je da problem klimatskih promena zahteva preduzimanje ozbiljnih mera na globalnom nivou. Stern ističe da akcije moraju biti sprovedene na ekonomski najefikasniji način, tj. da očuvaju slobodu izbora, ali da istovremeno i suoče ljude sa istinskim troškovima tih izbora, i pomognu im da smanje svoje potrebe za putovanjima i/ili pređu na korišćenje vidova saobraćaja koji emituju manje ugljen-dioksida. Procene troškova sprovođenja ovih aktivnosti kreću se na nivou od oko 1% svetskog BDP-a dok bi, s druge strane, nepreduzimanje akcija zapravo koštalo neuporedivo više na dugi rok, između 5% i 20% svetskog BDP-a. Najveći deo ovih troškova moraju podneti upravo najrazvijenije zemlje (Stern 2007). Nasuprot ovim radikalnim zaključcima Sternovog izveštaja, već dugo je prisutan pristup da su troškovi smanjenja emisije ugljen-dioksida previsoki, a da su koristi koje bi proizašle iz takvih aktivnosti relativno male (World Bank 1992).

Veliki problem predstavlja to što značajan deo ukupne globalne emisije koji je vezan za infrastrukturu uopšte nije moguće smanjiti u kratkom roku. Ovo se ponajviše odnosi na termoelektrane na uglj i to prvenstveno one u Aziji koje su u proseku stare tek 11 godina i biće u funkciji još nekoliko decenija. Za razliku od njih termoelektrane u Evropi i SAD su stare u proseku 40 godina (International Energy Agency 2018d).

Potrošnja energije, prvenstveno iz fosilnih izvora i emisija CO<sub>2</sub> predstavljaju ključne globalne izazove danas i goruće teme debate o održivom razvoju. Prognoze su prilično obeshrabrujuće, a glavni razlozi su nezaustavljivi rast svetske populacije kao i činjenica da su čitave ekonomije najvećeg broja zemalja bazirane na upotrebi fosilnih goriva.

## **2.6. Gradski saobraćaj i održivi urbani razvoj (stacionarni i mobilni izvori zagađenja)**

Gradovi predstavljaju kompleksne sisteme između čijih elemenata postoji izražena dinamička međuzavisnost. Kao čvorišta aktivnosti oni zauzimaju ključno mesto u svetskoj proizvodnji, potrošnji kao i stvaranju zagađenja i otpada. U njima su, možda na najočigledniji način, vidljive nesuglasice ekonomskog razvoja, održivog razvoja i prostornog planiranja. Usled njihovog rastućeg značaja za nacionalne privrede kao i uloge

koju imaju u suočavanju sa globalnim izazovima današnjice problematika gradova sve više dobija na težini.

U vladajućim teorijama ekonomskog razvoja prostorni aspekt je bio vrlo često zanemarivan. Tradicionalno, ekonomija je kao nauka mnogo više pažnje posvećivala vremenskoj dimenziji u odnosu na prostornu. Uvođenje *prostora* u ekonomsku analizu izazivalo je određene poteškoće i, takođe, pretpostavljalo odbacivanje popularne pretpostavke o konstantnim prinosima i savršenoj konkurenciji. Ipak, ekonomska aktivnost se odvija u prostoru. Alokacija resursa, jedno od centralnih pitanja u ekonomiji, mnogo je kompleksnija od obične efikasne upotrebe faktora proizvodnje, upravo zbog ogromnog značaja prostorne dimenzije (Capello 2009).

Kao odgovor na zanemarivanje pitanja prostora u tradicionalnoj ekonomskoj analizi razvila se teorija lokacije – radovi Vebera (Weber 1909), Huvera (Hoover 1948) i Izarda (Isard 1956) bavili su se problemom optimalne lokacije industrije pod uticajem transportnih troškova sirovina i finalnih proizvoda. Boljem razumevanju izbora lokacije aktivnosti doprinose radovi Kristalera (Christaller 1933) i Leša (Lösch 1954) koji definišu teoriju centralnog mesta. Njihova ideja se bazira na tvrdnji da je tržišno područje određene firme prvenstveno uslovljeno postojanjem ekonomije obima i veličinom transportnih troškova – što je ekonomija obima izraženija u odnosu na transportne troškove, to će proizvodne aktivnosti biti centralizovanije (Dawkins 2003; McCann and van Oort 2009).

Međutim, nakon 1960-ih godina dolazi do uočljivog pada interesovanja za problematiku prostorne ekonomije i ekonomske geografije, koji traje sve do 90-ih godina prošlog veka, kada se javljaju uticajni radovi Krugmana (Krugman 1991b, 1991a) i Portera (Porter 1990) (McCann and van Oort 2009). Pažnja koju kreatori politike počinju da poklanjaju regionalnim problemima dodatno doprinosi ponovnom oživljavanju prostornog aspekta u ekonomiji (Capello and Nijkamp 2009).

Rane teorije regionalnog razvoja su se nadovezivale na neoklasičnu teoriju ekonomskog razvoja. Po njima, regioni na dugi rok podležu konvergenciji, tj. razlike u cenama faktora proizvodnje i regionalnom BDP-u će vremenom u potpunosti nestati. Ovaj proces se dešava zbog toga što razvijeni regioni u početku brže privlače kapital, ali samo do pojave opadajućih prinosa kada će ulaganje u manje razvijene regione postati isplativije (Dawkins 2003; van Dijk, Folmer, and Oosterhaven 2009; Stimson, Robson, and Shyy 2009). Osnova konvergencije je, između ostalog, mobilnost faktora proizvodnje

koja dovodi do izjednačavanja njihove produktivnosti u različitim regionima (Capello and Nijkamp 2009). Budući da će proces konvergencije uvek dovesti do ravnotežnih cena proizvodnih faktora, dugoročni ishod je apsolutno predvidiv. Bitna implikacija je da, stoga, u ovom kontekstu javna politika nema gotovo nikakvu ulogu i značaj (Maier and Trippl 2009).

Rigidnost pretpostavki na kojima je počivala sama neoklasična teorija kao i disharmonija hipoteze konvergencije i tadašnje realnosti (kako u okviru samih zemalja tako i na globalnom nivou) naišli su na mnogobrojne kritike iz kojih su se izrodile endogena (nova) teorija rasta i nova ekonomska geografija. Endogena teorija rasta, eksplicitno, uvodi prostorni aspekt u teoriju ekonomskog razvoja. Ona se bazira ne samo na ljudskom kapitalu i resursima kojima raspolaže region već i na značaju tehnologije, preduzetništva i institucionalnih faktora. Za razliku od neoklasične teorije rasta ovde mere javne politike imaju značajnu ulogu jer se smatra da mogu da utiču na dugoročnu stopu rasta (Stimson et al. 2009).

Čuveni Krugmanov model „jezgro-periferija“ (Krugman 1991a) čini polazište nove ekonomske geografije koja analizira aglomeracijske sile i njihove efekte na prostornu distribuciju aktivnosti i kreiranje industrijskih klastera. Literatura iz ove oblasti objašnjava da su dispariteti u prostornom razvoju na različitim nivoima zapravo očekivan i normalan ekonomski ishod (Maier and Trippl 2009). Ipak, u slučaju značajnog pada transportnih troškova konvergencija na dugi rok je takođe moguća (van Dijk et al. 2009).

Glavna inovacija i doprinos novih teorija rasta u poređenju sa neoklasičnom teorijom jeste uvođenje eksternalija, bez kojih, po endogenoj teoriji, dugoročni rast ne može ni biti objašnjen (Dawkins 2003; Maier and Trippl 2009).

U okviru evolucije teorija regionalnog razvoja uočava se ne samo pomeranje fokusa sa egzogenih na endogene faktore već i rastući značaj znanja tj. ljudskog kapitala u procesu razvoja koji dovodi do rastućih prinosa i veće produktivnosti proizvodnih faktora (Capello and Nijkamp 2009).

Jasno je da danas skoro sve zemlje sveta karakterišu značajni dispariteti u prostornoj koncentraciji ljudi i aktivnosti – dok su neki regionii gusto naseljeni sa velikim brojem radnih mesta, drugi regionii imaju potpuno suprotne karakteristike. S druge strane, postojanje industrijskih klastera, po ekonomskoj logici, donosi sa sobom rast tražnje i konsekvntno povećanje cena faktora proizvodnje što, konačno, smanjuje privlačnost



određenog prostora. Kako, ipak, prostorna koncentracija aktivnosti opstaje na dugi rok, evidentno je da za to postoje krupni razlozi, prvenstveno ekonomske prirode. U pitanju je činjenica da se ekonomije obima mogu javiti kao posledica lokacije firme tj. da postoje određene koristi kada su ljudi i firme koncentrisani na malom prostoru - više cene faktora proizvodnje će biti više nego kompenzovane povećanom efikasnošću (McCann 2013; O'Sullivan 2018). Ove aglomeracijske ekonomije, u krajnjoj liniji, nastaju usled ušteta u transportnim troškovima, vezanim ne samo za razmenu dobara i usluga, već i ljudi i ideja (Glaeser 2010; McCann 2013).

Koncept aglomeracijskih ekonomija je prvi put razmatran u radovima Maršala (Marshall 1890) i Vebera (Weber 1909). Maršal je identifikovao njihova tri glavna izvora: prelivanje znanja (informacija), zajednički kontigent radne snage i postojanje lokalnih intermedijarnih inputa. Poslednji izvor se javlja kada firme koje se nalaze u blizini kupuju inpute (umesto da ih sami proizvode) od dobavljača koji ostvaruje ekonomiju obima. Zajednički kontigent radne snage u slučaju klastera omogućava da se radnici specijalizuju i razviju specifična znanja, kao i bolje usklađivanje između veština radnika i potreba firmi. Sami radnici su u situaciji da brže i lakše menjaju posao dok firme imaju veću fleksibilnost da se nose sa periodima niske i visoke potrebe za radnom snagom i promenama proizvodnog programa (posebno u inovativnim industrijama). Prelivanje znanja, kao možda najznačajniji izvor aglomeracijskih ekonomija, odnosi se na činjenicu da zbog prostorne koncentracije firmi sami radnici uče jedni od drugih, što ima, naravno, ogroman pozitivan uticaj na inovacije i razvoj. Ovaj mehanizam je posebno interesantan iz ugla savremenih teorija ekonomskog razvoja i same aktuelnosti ljudskog kapitala. Ipak, prelivanje znanja je teško obuhvatiti i meriti empirijski pa se stoga u praksi koriste različite direktne i indirektno mere, poput broja patenata, udela troškova za istraživanje i razvoj i sl. (Cohen and Morrison Paul 2009).

Osim ova tri mehanizma često se, posebno u poslednje vreme, potenciraju i efekti obima potrošnje u velikim gradovima (Rosenthal and Strange 2004). U njima postoje dobra i usluge koje nisu dostupne drugde, ponuda javnih dobara je veća, brzina interakcije je izraženija nego u manjim gradovima i, naposljetku, oni nude određeni ekskluzivan estetski šarm (Glaeser, Kolko, and Saiz 2001). Generalno posmatrano, veća tržišta omogućavaju da dobra i usluge budu maksimalno prilagođeni potrebama potrošača (Waldfogel 2003).

Osim navedenih izvora aglomeracijskih ekonomija u stručnoj literaturi iz ove oblasti su neretko identifikovani i mnogi drugi (Rosenthal and Strange 2004). Uopšteno govoreći, bilo koji faktor koji je povezan sa gustinom proizvodnje i naseljenosti i utiče na produktivnost i rast, predstavlja mogući izvor aglomeracijskih ekonomija (Cohen and Morrison Paul 2009).

Najčešće korišćena klasifikacija aglomeracijskih ekonomija potiče od Olina (Ohlin 1933) i Huvera (Hoover 1937) i apostrofira podelu na tzv. interne ekonomije obima i eksterne ekonomije obima. Za razliku od interne ekonomije obima koja u suštini nije prostorno specifična, eksterne ekonomije obima su kvalitativno drugačije i van su kontrole firme tj. zavise od aktivnosti drugih aktera (McCann and van Oort 2009; Parr 2002a, 2002b). Aglomeracijske ekonomije, čiji su izvor eksterne ekonomije obima, proizilaze iz koncentracije aktivnosti u okviru jedne industrije (lokalizacijske ekonomije) i one koje su posledica koncentracije različitih delatnosti i koje utiču na razvoj gradova (urbanizacijske ekonomije). U slučaju urbanizacijskih ekonomija, firme koje se bave različitim delatnostima imaju mogućnost da zajednički koriste (dele) i komunalne usluge, infrastrukturu kao i određene specijalizovane poslovne usluge (Parr 2002a). Dakle, može se reći da su aglomeracijske ekonomije bazirane na internoj ekonomiji obima karakteristične za pojedinačnu firmu, tj. da su lokalizacijske ekonomije karakteristične za industriju dok urbanizacijske ekonomije spadaju u aglomeracijske ekonomije karakteristične za ceo grad (McCann 2013).

Autori Rosental i Strejndž (Rosenthal and Strange 2004) u okviru aglomeracijskih ekonomija razlikuju tri različite dimenzije - industrijsku, geografsku i vremensku. Industrijska dimenzija se odnosi na stepen širenja aglomeracijskih ekonomija kroz različite industrije (lokalizacijske i urbanizacijske ekonomije). Geografska dimenzija ističe značaj samog prostora - aglomeracijske ekonomije će biti manje izražene sa povećanjem fizičke distance. Ovaj aspekt je, između ostalog, ključan za razumevanje postojanja gradova. S druge strane, vremenska dimenzija se tiče hipoteze da odnos dva aktera u prošlosti može imati uticaj na produktivnost u sadašnjem vremenu. U pitanju je efekat učenja i akumuliranja znanja koje se odvija postepeno. Na ovaj način se, pored statičkih, uvode i dinamičke aglomeracijske ekonomije u analizu (Scott and Storper 2003).

U literaturi veoma je živa debata o relativnom značaju lokalizacijskih i

urbanizacijskih ekonomija. U ovom kontekstu možemo razlikovati tzv. MAR-eksternalije (*Marshall–Arrow–Romer*, eng.) (Marshall 1890) koje se odnose na koncentraciju i specijalizaciju industrije, zatim Porter-eksternalije, (Porter 1990) koje naglašavaju značaj konkurencije, i na kraju Džejkobs-eksternalije (Jacobs 1969) koje proizilaze iz diverzifikovanosti sektora, koncentrisanih u prostoru. Dakle, za razliku od Maršala, Džejkobs smatra da na prelivanje znanja i difuziju inovacija presudno utiče diverzifikacija raznih gradskih aktivnosti tj. da najbitniji transferi znanja dolaze iz samog okruženja date industrije (McCann and van Oort 2009).

Ova tri tipa eksternalija se razlikuju po značaju koji imaju u objašnjavanju procesa urbanog i regionalnog razvoja. Glejžer ukazuje na veći značaj preliivanja znanja između različitih industrija nego u okviru iste industrije, posebno kod ‘zrelih’ gradova, podržavajući tako hipotezu Džejn Džejkobs (Glaeser et al. 1992). Takođe, zaključci jedne opsežne meta-analize podvlače nedvosmislene i jake pozitivne efekte same diversifikacije aktivnosti na urbani razvoj, u poređenju sa efektima konkurencije i posebno specijalizacije (de Groot, Poot, and Smit 2009).

Jasno je da gradovi imaju veliku ulogu u prelivanju znanja budući da, interakcija obrazovanih i kreativnih ljudi stimuliše inovacije. Veća gustina naseljenosti i aktivnosti intenzivira kontakt između ljudi i pospešuje bržu razmenu informacija (Glaeser 1999). Zatim, prisustvo univerziteta, istraživačkih centara, naučno-tehno loških parkova i srodnih institucija, takođe, utiču na bržu akumulaciju ljudskog kapitala i dugoročni rast (McCann and van Oort 2009; Scott and Storper 2003). Mogućnost da se uči od drugih, i da se razvijaju raznolike veštine, zapravo, u velikoj meri može objasniti zašto gradovi opstaju uprkos visokim troškovima života (Glaeser et al. 1992).

Tehnološke inovacije i preliivanje znanja i ljudski kapital uopšte, smatraju se ključnim u savremenim konceptima regionalnog i urbanog razvoja (Faggian and McCann 2009; Glaeser et al. 1992; McCann and van Oort 2009). Očigledno je da u okviru aglomeracijskih ekonomija, između urbanog rasta i preliivanja znanja postoji veoma izražen princip povratne sprege – gradovi rastu zato što ljudi u bliskom kontaktu brže uče jedni od drugih, dok je, zauzvrat, preliivanje znanja (kao eksternalija) intenzivnije izraženo sa rastom veličine grada i povećanjem koncentracije ljudi i aktivnosti u njemu.

Kao što je već istaknuto aglomeracijske ekonomije, naravno, nastaju i zbog ušteta u transportnim troškovima. U ovom kontekstu veoma je značajan trend neprekidnog

opadanja transportnih troškova, koji karakteriše gotovo čitav protekli vek. Međutim, u tom pogledu ova grupa troškova nije homogena. Dramatično smanjenje se prvenstveno odnosi na troškove vezane za razmenu roba. Shodno tome, ovaj vid aglomeracijskih ekonomija tj. koristi od prostorne koncentracije vremenom sve više gubi na značaju. Može se reći da gradovi ne bi ni opstali u savremenim uslovima da zavise jedino od ove vrste aglomeracijskih ekonomija (Glaeser 1998).

Istovremeno, troškovi komunikacije i prenosa ideja su danas gotovo zanemarljivi. Uprkos strahovitoj ekspanziji vidova komunikacija baziranih na napretku informacionih tehnologija u poslednjim decenijama i nerealnih predviđanja da će upravo oni odigrati presudnu ulogu u transformaciji gradova, direktan kontakt (licem u lice) i dalje ostaje izuzetno značajan pa čak i dobija na važnosti (Molnar 2016). Prednost ovakvog tipa kontakta je da ne mora da se planira, često je spontan i, zapravo, predstavlja neposredni rezultat visokih gustina aktivnosti u prostoru. Ovakva vrsta kontakta je nezamenljiva u prenošenju kompleksnih poruka od strateškog značaja i uspostavljanju obostranog poverenja u krajnje dinamičnom okruženju (Scott and Storper 2003). Dobar primer je prenos finansijskih informacija. Zato su banke i brokerske firme prostorno izrazito koncentrisane (Polèse 2009). Očigledno je da elektronska komunikacija, zapravo, nije supstitut neposrednog kontakta, već predstavlja njegov komplement.

Iako deluje paradoksalno, revolucija interneta i telekomunikacija je, umesto da poništi značaj gradova, i prostora uopšte, dovela do potpuno suprotnog ishoda (Florida 2002; Glaeser 2010; Polèse 2009). Ukratko, danas su aglomeracijske ekonomije važnije nego ikad. Opadanje transportnih troškova roba i prenosa informacija, u suštini, značajno menja logiku lokacije gradova. Ona više nije presudno opredeljena dostupnošću prirodnih resursa i/ili saobraćajnim položajem, kao pre više decenija. Ključnu ulogu sada igra lakoća sticanja znanja koja proističe iz blizine u prostoru (Audretsch and Aldridge 2009). Funkcija modernih gradova se, upravo, ogleda u otvaranju mogućnosti za intenzivnu interakciju ljudi (Glaeser and Kohlhase 2004).

Nasuprot tome, uopšte nema smanjenja transportnih troškova ljudi. Ove troškove čine tzv. oportunitetni troškovi vremena koji, zapravo, rastu zajedno sa povećanjem obrazovnog nivoa, produktivnosti i dohotka. Dakle, prostorna koncentracija koja nastaje iz želje za minimiziranjem transportnih troškova ljudi ima sve veću ulogu i važnost (Glaeser 1998; Polèse 2009).

Čak i istorijski posmatrano svaku revoluciju i povećanje efikasnosti u tehnologiji transporta i komunikacija (poput pojave železnice, motora sa unutrašnjim sagorevanjem ili izuma telefona) koje su omogućavale širenje tržišta i postizanje ekonomije obima pratile su faze intenzivne koncentracije ekonomskih aktivnosti i urbanog rasta. Jednostavno, sve što olakšava trgovinu potpomagaće aglomeracijske procese (Polèse 2009; Scott and Storper 2003). Gledano iz ovog rakursa, savremeni trendovi urbanizacije se savršeno poklapaju sa tehnološkim napretkom novog doba.

Danas, preko 4 milijarde ljudi živi u urbanim sredinama, a prognozira se da će već do sredine ovog veka gotovo dve trećine ukupnog svetskog stanovništva živeti u gradovima (United Nations Department of Economic and Social Affairs Population Division 2015). Samo između 1950. i 2005. godine, nivo urbanizacije se povećao sa 29% na 49% (UN-Habitat 2016). Ovi trendovi su najizraženiji u zemljama niskog dohotka (Tabela 14). Ubedljivo najveći broj gradskih stanovnika ima Azija, zatim Evropa pa Afrika. Broj milionskih gradova nezaustavljivo raste (posebno u zemljama u razvoju), dok je 1950. godine bilo samo 75 milionskih gradova sad ih ima 548. Svaka peta osoba na svetu je stanovnik milionskog grada. Broj gradova sa preko 10 miliona stanovnika se udvostručio od 1995. godine i danas ih ima čak 33, a do 2030. godine će ih biti 43, i mahom će biti locirani u zemljama u razvoju (United Nations Department of Economic and Social Affairs Population Division 2018). U samo dve zemlje, Kini i Indiji, nalazi se čak 11 ovakvih megagradova. Porast urbane populacije je velikim delom posledica unutrašnjih migracija nastalih usled velike privlačne moći gradova koji nude bolje mogućnosti zaposlenja kao i prosperiteta uopšte.

**Tabela 14.** Procentualna promena urbane populacije, 1995-2015. godina

<b>Region</b>	<b>Prosečna godišnja stopa promene (u %)</b>
<b>Afrika</b>	3,44
<b>Azija</b>	2,78
<b>Južna Amerika i Karibi</b>	1,74
<b>Evropa</b>	0,31
<b>Severna Amerika</b>	1,24
<b>Okeanija</b>	1,53
<b>Zemlje visokog dohotka</b>	0,88
<b>Zemlje srednjeg dohotka</b>	2,63
<b>Zemlje niskog dohotka</b>	3,68
<b>Svet</b>	2,16

Izvor: (United Nations Department of Economic and Social Affairs Population Division 2015)

Paralelno sa povećanjem broja stanovnika dolazi i do prostorne ekspanzije područja koje gradovi zauzimaju. Dok je prosečna stopa demografskog rasta iznosila 17%, površina gradova je porasla za 28% u poslednjoj deceniji prošlog veka. I dok će se broj stanovnika u gradovima zemalja u razvoju duplirati do 2030. godine, površina njihovih područja će se čak utrostručiti (UN-Habitat 2016).

Takođe, tradicionalne monocentrične gradove sve više zamenjuju policentrične urbane aglomeracije. U tom procesu mnogi manji gradovi bivaju praktično „progutani“ (Banister 2011). Iako sa rastom gradova raste i njihova centralna poslovna zona (CBD - *central business district*, eng.) istovremeno, zbog veličine gradskog područja, gradsko jezgro neumitno gubi na privlačnosti i značaju. U tom procesu počinju da se formiraju i ozbiljniji subcentri i grad dobija policentričnu prostornu strukturu. Međutim, intenzitet ovih procesa se razlikuje od grada do grada – izmena dominantno monocentrične strukture je brža kod metropola čije istorijsko jezgro karakteriše jeftino zemljište, odsustvo pogodnosti i bogatstva sadržaja kao i rešetkasta ulična struktura koja odgovara privatnom saobraćaju (Bertaud 2001, 2004). Tako policentrični razvoj gradova postaje sve izrazitiji. Bertro nadahnuto konstatuje: „Monocentrični i policentrični gradovi su životinje iste vrste, posmatrane u različitom trenutku svog evolutivnog procesa“ (Bertaud 2004).

Druga dugoročna tendencija koja proizilazi iz urbanog rasta je opadanje gustina

naseljenosti. Pre dva veka prosečna gustina naseljenosti je bila čak oko 4 puta veća nego danas (opala je sa 43.000 st/km<sup>2</sup> na 10.000 st/km<sup>2</sup>). Rezultati jedne sveobuhvatne studije (koja je obuhvatila 120 svetskih gradova) pokazuju da su sve metropole razvijenog sveta i 85% metropola zemalja u razvoju doživele značajno smanjenje gustine naseljenosti, posebno u poslednjoj deceniji XX veka (Angel 2011).

Ovi procesi ubrzane urbanizacije nose sa sobom značajne probleme. Koncentracija u prostoru, svakako, „ima svoju cenu“ (Glaeser 2010). Kao protivteža analiziranim aglomeracionim ekonomijama stoje aglomeracione disekonomije poput zagađenja, narastajućih troškova života, zagušenja i kriminala. Talasi novih gradskih žitelja testiraju izdržljivost i otpornost gradova namećući krupne izazove društvenoj, ekonomskoj i ekološkoj održivosti. Sve veći broj gradova karakteriše siromaštvo stanovništva, problem segregacije i narastajuća nejednakost - tri četvrtine gradova beleži veći nivo nejednakosti u poređenju sa onim od pre dvadeset godina (UN-Habitat 2016). Danas, skoro 900 miliona gradskih stanovnika živi u sirotinjskim četvrtima, u veoma lošim higijenskim uslovima (United Nations Department of Economic and Social Affairs Population Division 2015). Takođe, urbanizacija izaziva dramatičan porast u potrošnji resursa, energije kao i emisije lokalnih, regionalnih zagađivača i CO<sub>2</sub>. Gradovi učestvuju sa 70% u ukupnoj svetskoj potrošnji resursa, a neke procene govore da udeo gradova u potrošnji ukupne svetske proizvedene energije ide čak i do 80% (OECD 2010; UN-Habitat 2018). Tome korespondira ogromna emisija CO<sub>2</sub> (približno 70%) koja potiče najvećim delom iz saobraćaja i rezidencijalnog sektora (OECD 2010). Evidentno, gradovi predstavljaju bojno polje na kome se vodi odlučujuća bitka za održivi razvoj.

Između procesa urbanizacije, nivoa ekonomskog razvoja i potrošnje energije i emisije CO<sub>2</sub> postoji izražena, ali nikako jednoznačna veza. Jedno istraživanje pokazuje da u zemljama u razvoju porast gradske populacije od 10% dovodi do povećanje potrošnje energije per capita od 4,5% (uz konstantan dohodak per capita i industrijalizaciju) (Jones 1991). Autori Čen i dr. na uzorku kineskih gradova nalaze da je veličina urbanog područja, čiji rast je posledica ekonomskog razvoja i demografskog rasta, u pozitivnoj korelaciji s potrošnjom energije (Chen et al. 2011). Isto tako, na gradsku emisiju CO<sub>2</sub> utiču i sama veličina nacionalne privrede i njena struktura (UN-Habitat 2011).

Pomenuti problemi najviše dolaze do izražaja u zemljama u razvoju. Njihove metropole se bore sa prenaseljenošću, lošim stambenim uslovima, lokalnim zagađenjem,

nedostupnošću vode za piće i električne energije. Energija dobijena iz biomase se sve više zamenjuje energijom iz izvora čijom se potrošnjom emituju znatne količine GHG gasova.

Za razliku od metropola razvijenog sveta koje su prolazile kroz sukcesivne faze razvoja, počev od ekonomske nerazvijenosti, preko faze u kojoj industrijalizacija generiše značajno zagađenje, pa sve do stadijuma masovne proizvodnje i potrošnje, mnogi gradovi zemalja u razvoju proživljavaju sve tri faze gotovo istovremeno. U njima narastajuće siromaštvo koegzistira sa niskom potrošnjom energije per capita, masovnom proizvodnjom i velikim količinama zagađenja (Bai and Imura 2000).

Urbani razvoj koji karakteriše moderne gradove, očigledno, izaziva velike ekonomske, socijalne i ekološke probleme, tako da ideja održivog urbanog razvoja, proistekla iz spoznaje o nužnosti promene insistira na radikalnoj izmeni same paradigme urbanog razvoja.

Tako jedna definicija održivog urbanog razvoja karakteriše ga kao proces sinergijske integracije među gradskim podsistemima, koji garantuje dugoročni nivo blagostanja gradskom stanovništvu, a da pritom smanjuje negativne efekte razvoja na biosferu (Camagni 1998). Održivi urbani razvoj može biti definisan i kao proces promene izgrađenog područja koji omogućava ekonomski razvoj dok istovremeno čuva resurse i promovise zdravlje zajednice i ekosistema (Richardson 1989). Može se reći da je cilj ovakvog pristupa stvaranje gradova koji poboljšavaju dugoročno zdravlje ljudskih i ekoloških sistema planete (Wheeler 1996). Dakle, u pitanju je takav razvoj koji se bazira na balansu društvene pravičnosti, ekonomskog razvoja i očuvanja životne sredine, tj. što manje potrošnje resursa i emisije otpadnih materija. Ova multidimenzionalnost je izvor značajnih problema koji se javljaju u procesu ostvarivanja održivog razvoja.

Međutim, samo kvantifikovanje održivog urbanog razvoja nije nimalo jednostavno, jer je teško bilo kojim setom indikatora obuhvatiti sve aspekte ovog kompleksnog procesa. Problemi proizilaze ne samo iz izbora indikatora, već i njihove praktične upotrebe. Izvori ovih poteškoća se prvenstveno odnose na slabu raspoloživost uporedivih podataka, posebno u Aziji i Africi gde se dešava najveći urbani rast, i gde ne postoje institucije koje bi vršile monitoring prikupljanja podataka za nivo grada (Klopp and Petretta 2017).

Najkrupniji negativni efekti po životnu sredinu u gradovima potiču iz saobraćaja, kao mobilnog izvora zagađenja, i industrije, rezidencijalnog i komercijalnog sektora, kao



stacionarnih izvora zagađanja. Na osnovu lokacije emisije procenjuje se da udeo velikih gradova ide čak do preko 40% od ukupne antropogene emisije GHG gasova (Tabela 15).

**Tabela 15.** Doprinos gradova svetskoj antropogenoj GHG emisiji po sektorima

<b>Sektor</b>	<b>Objasnenje za procenu udela ukupne GHG emisije koji se alokira na gradove na osnovu lokacije aktivnosti</b>	<b>Procenat ukupne GHG emisije alokirane na gradove</b>
<b>Snabdevanje energijom</b>	Veliki broj termoelektrana na fosilna goriva nije lociran u gradovima, posebno onim najvećim. Između trećine i polovine ukupne GHG emisije dolazi iz termoelektrana u gradovima.	8,6 - 13,0
<b>Industrija</b>	Veliki deo teške industrije, koja je najodgovornija za emisiju GHG gasova, nije locirana u gradovima (poput naftnih rafinerija, proizvodnje cementa itd.) Između dve petine i tri petine ukupne GHG emisije dolazi iz gradova.	7,8 - 11,6
<b>Saobraćaj</b>	Upotreba privatnih vidova gradskog saobraćaja je najzaslužnija za emisiju. Između 60% i 70% GHG emisije je alokirano na gradove.	7,9 - 9,2
<b>Rezidencijalne i komercijalne zgrade</b>	Veliki broj stanovnika razvijenih zemalja sa srednjim i visokim dohotkom živi van gradova. Takođe, značajan broj komercijalnih zgrada se nalazi izvan urbanih područja. Između 60% i 70% GHG emisije je alokirano na gradove.	4,7 - 5,5
<b>Otpad i otpadne vode</b>	Više od polovine GHG emisije čini deponijski gas (metan), ali deo ovoga će biti ispušten van granica grada od otpada stvorenog u okviru grada - 54% GHG emisije je alokirano na gradove.	1,5
<b>Ukupno</b>		30,5-40,8

Izvor: adaptirano prema (UN-Habitat 2011)

Od ukupne finalne potrošnje energije u rezidencijalnom i komercijalnom sektoru gotovo dve trećine odlazi na urbana područja (International Energy Agency 2016). Zgrade su veliki potrošači resursa i izvori zagađenja u gradovima, budući da svaka faza njihovog ciklusa (od konstrukcije, upotrebe, pa sve do rušenja) izaziva štetne efekte po životnu sredinu. Kako se njihov životni vek meri decenijama, i njihov uticaj je dugoročan. Ubedljivo najviše energije se troši na grejanje i hlađenje, i ti trendovi su samo pojačani kontinuiranim rastom životnog standarda. IPCC izveštaj iz 2007. godine navodi zgrade kao oblast koja poseduje najveći potencijal za uštedu u emisiji GHG gasova (IPCC 2007). Potrošnju energije u rezidencijalnom sektoru karakterišu značajne razlike između svetskih gradova. Prosečna potrošnja u gradovima OECD-a je 70 MJ per capita, dok u Hong Kongu, na primer, ona iznosi čak tri i po puta manje - 20 MJ per capita (UN-Habitat 2012).

Industrija, takođe, izaziva značajno aerozagađenje i emisiju CO<sub>2</sub> u gradovima. Poslednjih decenija uočljivo je prebacivanje industrije, a posebno one najprljavije, ne samo u najudaljenija predgrađa već (što je još izraženije), iz razvijenog u nerazvijene delove sveta, kako zbog profitabilnosti, tako i zbog slabije ekološke regulative zemalja u razvoju (Bai 2007). Ekonomije modernih gradova iz razvijenih zemalja, koje se u velikoj meri baziraju na uslužnim delatnostima, emituju značajno manje CO<sub>2</sub>. Na primer, industrija u Tokiju učestvuje sa samo 10% u ukupnoj GHG emisiji, u Londonu tek 7%, dok nasuprot tome u Šangaju njeno učešće iznosi čak 64% (UN-Habitat 2011).

Gradski saobraćaj izaziva brojne društvene i ekološke probleme, poput zagađenja, buke, saobraćajnih nesreća i zagušenja, zauzimanja gradskog prostora kao i potrošnje energije i emisije CO<sub>2</sub>. Zapravo, od ukupnog obima svih pređenih kilometara na svetskom nivou, na gradski saobraćaj otpada čak skoro dve trećine (van Audenhove et al. 2013).

Za razliku od mnogih drugih sektora smanjenje ovih negativnih ekoloških efekata u sferi saobraćaja se pokazalo veoma komplikovanim. Saobraćaj karakterišu mobilni izvori zagađenja koji, iako često emituju slične zagađivače kao stacionarni izvori, zahtevaju drugačiji, složeniji pristup, upravo zbog mobilnosti i ogromnog broja zagađivača. U velikim svetskim gradovima broj vozila se meri u milionima dok, s druge strane, stacionarnih zagađivača poput industrijskih postrojenja ima tek na desetine ili stotine. Stoga su njihovi transakcioni troškovi (ekonomskih mera i instrumenata usmerenih ka smanjenju zagađenja) apsurdno visoki.

U pogledu učešća saobraćaja u ukupnoj potrošnji energije postoje značajne razlike među svetskim metropolama. Primera radi, u Kejptaunu i Meksiko Sitiju, ovaj udeo ide čak i preko 50% (UN-Habitat 2013). Slična je situacija i u pogledu udela saobraćaja u ukupnoj emisiji CO<sub>2</sub>. U Pekingu ona iznosi oko 11%, 22% u Londonu, 23% u Njujorku, dok u Barseloni iznosi čak 35%, a u Torontu 36% (UN-Habitat 2011). U gradovima razvijenih zemalja udeo emisije CO<sub>2</sub> iz saobraćaja naglo raste, dok iz industrije opada (International Energy Agency 2009).

Za saobraćaj se često kaže da predstavlja krvotok grada. On ima funkciju integracije, povezujući gradske funkcije rada, stanovanja, zabave i rekreacije. Saobraćaj je nerazdvojiv od ekonomskog razvoja grada i presudno utiče na sam kvalitet života gradskih stanovnika. Međutim, ne treba nikako gubiti iz vida da je tražnja za saobraćajem, zapravo, izvedena tražnja. Sama mobilnost zavisi od prostornog rasporeda aktivnosti u gradu - kako se menja prostorno-fizička struktura grada tako se menja i tražnja za saobraćajem.

Tako mnoge metropole zemalja u razvoju doživljavaju dramatičan rast stepena motorizacije i dužine samih putovanja. One postaju kopije gradova razvijenog sveta, potpuno zavisnih od automobila (Banister 2011). Ipak, problemi urbane održivosti ne smeju biti posmatrani jedino kao posledica ubrzane urbanizacije već više kao neželjeni ishod lošeg planiranja i upravljanja (Rode and Burdett 2011).

Urbana forma modernih gradova je neodrživa. Gradovi su poslednjih decenija razvijali svoju prostorno-fizičku strukturu kao da će i u narednim decenijama nafta i dalje biti jeftina i dostupna (Jovanović 2005). Izgrađeno gradsko područje, pretežno zgrade i saobraćajnu infrastrukturu, karakteriše izrazito spor proces promena, što značajno otežava sprovođenje radikalnih intervencija u pravcu održivog urbanog razvoja (Næss and Vogel 2012).

Brojne su negativne posledice nekontrolisanog širenja gradskih područja (*urban sprawl*, eng.) koju karakteriše disperzivan prostorni razvoj, niske gustine naseljenosti i nepostojanje dominantnih gradskih centara. Najznačajnije među njima odnose se na zauzimanje gradskih površina, aerozagađenje, povećavanje vremena, dužine i troškova putovanja, kao i veliku potrošnju energije u saobraćaju i stanovanju. Ova neplanska prostorna ekspanzija, takođe, dovodi do neefikasnosti u snabdevanju stanovnika gradskim uslugama i infrastrukturom (Cohen 2006) – procenjuje se da izaziva pet puta

veću potrošnju energije za grejanje i hlađenje i dva puta više utrošenog građevinskog materijala, zatim da zauzima čak 35 puta više gradskog zemljišta i da zahteva 15 puta više trotoara od kompaktnijih urbanih formi (UN-Habitat 2012). Samo u SAD njeni godišnji troškovi se procenjuju na oko 400 milijardi dolara (UN-Habitat 2016).

U gradovima zemalja u razvoju ovaj proces se često sastoji od dva, posve različita, tipa razvoja koja se dešavaju skoro simultano. Jedan se odvija u peri-urbanom pojasu i bazira prvenstveno na ilegalnoj gradnji, koju prati odsustvo odgovarajuće infrastrukture i usluga JGS-a. Drugi se odnosi na širenje predgrađa naseljena srednjom i višom klasom, koja su potpuno zavisna od automobila (UN-Habitat 2013).

Do dramatičnih izmena urbane forme dovela je upravo pojava automobila početkom XX veka. Tad gradovi počinju dramatično da se menjaju kako bi se prilagodili ovoj novoj realnosti. Prostorno širenje u svim pravcima i suburbanizacija, podstaknuti vidom saobraćaja koji je omogućavao potpunu slobodu kretanja, uslovljavali su duža putovanja, snižavanja gustine naseljenosti i slabljenje dotad izrazite monocentrične gradske strukture (Glaeser and Kohlhase 2004). Ovi procesi se zaoštavaju nakon II svetskog rata kada dolazi do dramatičnog porasta stepena motorizacije u mnogim svetskim gradovima.

Veličina grada i sama urbana forma u velikoj meri zavise od dominantne saobraćajne tehnologije. Ova veza proizilazi iz teorije urbane ekonomije – viši troškovi saobraćaja dovode do većih gustina naseljenosti i obratno. Urbana forma se može smatrati ishodom dominantne saobraćajne tehnologije u periodu najburnijeg razvoja grada (Hoyt 1939).

Na bazi ove hipoteze autori Njuman i Kenvorti uvode pojmove pešačkog grada, JGS grada i automobilskog grada (Newman and Kenworthy 1999). Za razliku od pešačkog i JGS grada, koje karakterišu kompaktne urbane forme (kako bi se smanjile potrebe za putovanjem) i širenje grada u radijalnim pravcima, kod automobilskog grada radijus grada se širi i do 50 km. Veća prosečna brzina putovanja traži više prostora. Ovakve automobilske gradove, tipične za SAD, Australiju i u određenoj meri za Kanadu, u prvom redu karakterišu visoki troškovi putne infrastrukture i ogromna potrošnja energije i emisija CO<sub>2</sub>.

Ovi gradovi, izuzetno niskih gustina naseljenosti, izrazito su nekompatibilni sa JGS-om, posebno sa sistemima visoke propusne moći poput lakih šinskih sistema i

metroa. Njihova, ne samo ekonomska, već i energetska efikasnost presudno zavisi od visokih gustina naseljenosti. Takođe, duga putovanja na koja su osuđeni njihovi stanovnici onemogućavaju veliki udeo pešačenja i korišćenja bicikla kao vidova saobraćaja sa najmanjim negativnim efektima po životnu sredinu.

Sliku o uticaju saobraćajne tehnologije na urbanu formu na najbolji način ilustruje tzv. Zahavijeva konstanta (Zahavi and Talavitié 1980) (često navođena i kao Marčetijska konstanta (Marchetti 1994)) - hipoteza po kojoj prosečno vreme koje gradski stanovnici provedu u saobraćaju iznosi jedan sat nezavisno od promena prosečne brzine saobraćaja<sup>15</sup>. Shodno ovome, u slučaju povećanja brzine kretanja tj. korišćenja bržeg vida gradskog saobraćaja stanovnici neće štedeti na troškovima i vremenu već će prelaziti sve veća rastojanja. Ovo presudno utiče na urbanu formu budući da se različitim vidovima gradskog saobraćaja u proseku mogu za period od sat vremena preći različite distance – nekoliko kilometara pešačenjem, 10 do 20 kilometara JGS-om manje propusne moći i do 50 kilometara automobilom. Dakle, korišćenjem automobila se za sat vremena može preći znatno veće gradsko područje. Jasno je da je dominacija ovakvog, bržeg, vida gradskog saobraćaja imala snažan uticaj na izrazito disperzivni urbani razvoj i snižavanje gustina naseljenosti.

Održivi saobraćaj, nesumnjivo, predstavlja ključnu komponentu održivog urbanog razvoja. Zasniva se na efikasnom JGS-u i visokom stepenu pristupnosti, koji uslovljava kraća putovanja u okviru grada. Projektovanje održivih saobraćajnih sistema predstavlja jedan od najvećih izazova sa kojim se suočavaju gradovi današnjice (Hall 1998). Smatra se da je veoma teško izmeniti ponašanje stanovnika i obrasce putovanja u gradu budući da predstavljaju rutinski deo svakodnevnice (Hickman and Banister 2014).

Od brojnih predloženih modela koncepta održivog grada tokom poslednje tri decenije dominiraju koncept 'kompaktnog grada' (*compact city*, eng.) i 'eko-grada' (*eco-city*, eng.) čiji se elementi u velikoj meri poklapaju. Kompaktni grad karakterišu visoke gustine naseljenosti, prostorna kompaktnost, izmešani gradski sadržaji i namene zemljišta, dok se eko-grad bazira na kulturološkoj raznolikosti, korišćenju obnovljivih resursa, gradskom zelenilu i politici zaštite životne sredine (Elias and Krogstie 2017). Ovi, i drugi, modeli održivih gradova promovišu takav urbani dizajn koji odgovara nemotorizovanim vidovima gradskog saobraćaja (bicikl i pešačenje).

---

<sup>15</sup> Gradski stanovnici na saobraćaj troše u proseku približno 11% raspoloživog budžeta.

Zanimljivo je da se neke urbanističke i planerske ideje kojima je inherentan princip kompaktne urbane forme, a koje su nastale daleko pre ovih koncepata, poput Hauardovog koncepta ‘vrtnog grada’ (*Garden city*, eng.) (Howard 1898), u značajnoj meri podudaraju sa modernim shvatanjem održivog urbanog razvoja. U neku ruku, one danas nalaze svoj izraz u pokretu Novog Urbanizma (*New Urbanism*, eng.) i tipu urbanog razvoja usmerenog na JGS (*Transit-oriented development – TOD*, eng.) (Calthorpe 1993). Njihova osnovna zamisao je smanjenje automobilske zavisnosti posredstvom urbanog dizajna kojeg odlikuju visoke gustine naseljenosti, izmešani gradski sadržaji (posebno u neposrednoj blizini velikih stanica JGS-a) i maksimiziranje pristupnosti. Stoga su gradska putovanja kratka i većim delom se mogu obaviti pešačenjem, korišćenjem bicikla i JGS-om.

Dakle, gradovi koje karakteriše prostorna kompaktnost i visoke gustine naseljenosti ostvaruju značajne uštede u pogledu potrošnje energije i emisije CO<sub>2</sub> po barem dve osnove. U rezidencijalnom sektoru one proizilaze iz mogućnosti upotrebe energetske sistema za grejanje i hlađenje koji pokrivaju veće gradsko područje, manjih gubitaka u procesu prenosa električne energije, manje potrošnje energije za grejanje i hlađenje (karakteristične za zgrade sa više stambenih jedinica) (Ewing and Rong 2008; Steemers 2003), dok se u saobraćaju prvenstveno vezuju za značajno manje pređenih vozilo-kilometara per capita što je direktna posledica povećane pristupnosti (Osório et al. 2017; UN-Habitat 2011). Neke grube procene govore da razvoj predgrađa niskih gustina naseljenosti može izazvati čak od 2 do 2,5 puta veću potrošnju energije i emisiju CO<sub>2</sub> per capita u odnosu na kompaktan prostorni razvoj (Norman, Maclean, and Kennedy 2006).

Banister navodi da se na osnovu istraživanja u razvijenim zemljama mogu identifikovati određene ključne karakteristike održivih gradova – da imaju preko 50.000 stanovnika i gustine naseljenosti preko 4.000 st/km<sup>2</sup>, zatim da ih karakterišu izmešani sadržaji i da je razvoj usmeren na koridore (opslužene JGS-om) sa još većim gustinama naseljenosti (preko 8.000 st/km<sup>2</sup>) (Banister 2005). Slično, Lohri i Krojzig ističu da gustina naseljenosti između 5.000 st/km<sup>2</sup> i 15.000 st/km<sup>2</sup>, i udeo JGS-a i nemotorizovanog saobraćaja od barem 50% imaju najbolji efekat po održivi razvoj grada (Lohrey and Creutzig 2016). Po Njumanu i Kenvortiju smanjenje automobilske zavisnosti grada zahteva minimalnu gustinu aktivnosti (stanovnici i radna mesta) od 3.500 st/km<sup>2</sup>, jer ispod te granice dolaze do izražaja fizička i vremenska ograničenja koja uslovljavaju oslanjanje

na automobil za gradska putovanja (Newman and Kenworthy 2006).

Proizilazi da se usmeravanje i orijentacija na održivi urbani razvoj u velikoj meri zasniva na izmeni izgrađenog područja i saobraćajnih tokova, kao i na istinskom razmevanju njihove kompleksne međuzavisnosti. U ovom kontekstu urbano planiranje ima ključnu ulogu, ono mora, u neku ruku, da nadvlada tržišne sile koje vuku grad u neodrživom pravcu nekontrolisanog prostornog širenja i niskih gustina naseljenosti.

## **2.7. Politika zaštite životne sredine**

Mnoge aspekte životne sredine karakteriše nepostojanje jasno definisanih vlasničkih prava, tako da izostaju ekonomski podsticaji da se resursi efikasno koriste, izrazite su nesavršenosti tržišta i dominantni eksterni efekti.

Kako su u pitanju ograničeni resursi, inputi koji se koriste u proizvodnji se nabavljaju po cenama koje odgovaraju njihovoj vrednosti u alternativnim upotrebama. Dokle god je određeni resurs u nečijem vlasništvu, njegova cena će uslovljavati efikasno korišćenje. Međutim, ako resurs nije ni u čijem vlasništvu, onda svi mogu da ga koriste bez ikakve nadoknade i dolazi do eksternih efekata.

Eksterni efekti nastaju kada nečije aktivnosti (bilo pojedinca, preduzeća ili države) utiču na tuđe blagostanje izvan tržišnih mehanizama. Tako, budući da nema prava svojine, ona strana koja snosi negativne posledice tuđe štetne aktivnosti ne može ni kompenzirati pretrpljenu štetu. Ovakvi negativni eksterni efekti, izraziti su u sferi životne sredine i vode smanjenju blagostanja.

Negativni eksterni efekti utiču na neefikasno funkcionisanje cele privrede, tako što se, primera radi:

1. proizvodi previše robe;
2. stvara previše zagađenja;
3. cene proizvoda koji su odgovorni za zagađenje su preniske;
4. nema podsticaja od strane tržišta da se smanji nivo zagađenja po jedinici outputa i
5. ne podstiče se recikliranje zagađujućih materija s obzirom da je izuzetno jeftino njihovo ispuštanje u prirodu (Tietenberg and Lewis 2018).

Dakle, ekonomski gledano biće ostvaren suboptimalan ishod, jer proizvođači pri donošenju tržišnih odluka ne uzimaju u obzir eksterne efekte svojih aktivnosti. Oni će proizvoditi više i zagađivati više ukoliko država ne preduzme određene korektivne akcije.

U praksi nije nimalo lako identifikovati učesnike i aktivnosti koje izazivaju zagađenje i nanetu štetu. Takođe, često nije moguće ekonomski vrednovati relevantne troškove i koristi, posebno kada postoji mnogo zagađivača ili kada njihovi efekti nisu u potpunosti jasni (Harris and Roach 2017).

Stoga, evaluacija određenih elemenata životne sredine zahteva indirektan pristup. Često se u ove svrhe koriste tehnike ‘spremnost da se plati’ (*willingness to pay*, eng.) i ‘spremnost da se prihvati nadoknada’ (*willingness to accept*, eng.). Mnogi ekonomisti, ipak, kritikuju domete ovih metoda evaluacije koje pokušavaju da monetarnim jedinicama izraze vrednost prirodnih resursa ističući da tako donesene odluke mogu biti čak štetne (Perman et al. 2012).

Imajući u vidu da je jedna od najbitnijih funkcija prirodnih sistema njihov kapacitet da prihvate i apsorbiraju zagađenje, postavlja se i pitanje kako najefikasnije kontrolisati nivo zagađenja i otpada koje produkuje ekonomska aktivnost.

Neefikasna alokacija resursa i zagađenje se mogu najlakše rešiti kada je broj aktera mali i kada su, shodno tome, niski troškovi pregovaranja, tzv. transakcioni troškovi (administrativni troškovi usmereni na ispravljanje neefikasnosti) (Tietenberg and Lewis 2018). Smanjenje zagađenja je ostvarivo dokle god neko ima vlasnička prava, bez obzira da li je u pitanju strana koja inicijalno trpi štetu ili strana koja nanosi štetu. Ovo čini osnovu poznate Kousove teoreme (*Coase theorem*, eng.). U pitanju je privatno rešenje koje se ostvaruje međusobnim pregovaranjem između pojedinaca (bez uplitanja države).

Osim pretpostavke niskih transakcionih troškova ovakav pristup bazira se i na dodatnoj pretpostavci - vlasnici resursa moraju lako identifikovati izvor koji nanosi štetu i biti u mogućnosti da je spreče na legalan način (Rosen and Gayer 2014). S obzirom na ovako rigidne pretpostavke, dometi Kousove teoreme nisu preveliki. U praksi su veoma retke situacije u kojima zagađenje pogađa mali broj aktera (pa su samim tim i niski transakcioni troškovi) a da je ujedno moguće i precizno utvrditi odgovornost zagađivača.

Kako eksterni efekti vode neefikasnoj alokaciji resursa ovde je nužna državna intervencija. To naravno ne znači da regulativna uloga države po automatizmu mora dovesti i do efikasnijih ishoda u odnosu na slobodno delovanje tržišta. Svaka korekcija,



naime, podrazumeva određene, nekad apsurdno visoke, transakcione troškove koji mogu biti znatno veći od koristi nastale korektivnom akcijom. U tom slučaju, ekonomski rezon nalaže da datu neefikasnost ne treba ni ispravljati (Harris and Roach 2017). Donošenje odluke o tome da li do državne intervencije treba da dođe kao i kakvu formu bi ona trebalo da ima, predstavlja centralno pitanje u ekonomiji prirodnih resursa i životne sredine (Perman et al. 2012).

Generalno posmatrano postoje dva različita pristupa u politici zaštite životne sredine:

1. pristup zasnovan na naredbama i kontroli (*command and control approach*, eng.) i
2. pristup zasnovan na ekonomskim podsticajima (*incentive based/market based approach*, eng.)

Zbog njegove relativne jednostavnosti i lakoće sprovođenja i kontrole pristup zasnovan na naredbama i kontroli tradicionalno je predstavljao prvi izbor u domenu ekološke regulative. Primena ovog pristupa poželjnija je u slučaju kada je evidentno da određena emisija ima veoma štetne efekte po zdravlje ljudi, kada se potpuno zabrani emisija nekog zagađivača (poput olova iz goriva).

Najveća mana ovog pristupa je što je krajnje rigidan. Instrumenti iz ove grupe propisuju ili dozvoljenu emisiju zagađenja, ili vrstu opreme koja mora da se koristi kako bi se zagađenje smanjilo (U.S. Environmental Protection Agency 2010). Međutim, problem je što su ovi instrumenti neretko definisani kao stopa emisije, pa njima ne može efikasno da se kontroliše nivo ukupne emisije.

Pristup zasnovan na naredbama i kontroli je troškovno efikasan, ali u veoma ograničenom broju slučajeva. Jednostavno, nametanje istih standarda svim firmama nije najjeftiniji način kontrole zagađenja budući da neki zagađivači imaju niske, dok drugi imaju veoma visoke marginalne troškove smanjenja zagađenja. Uprkos činjenici da postoji niz drugih instrumenata kojima se efikasnije i jeftinije mogu postići ciljevi u zaštiti životne sredine, ovaj pristup je i dalje dominantan među kreatorima politike. Jedan od razloga je što „zakonodavci vole osećaj da nešto neposredno regulišu (...) iako bi mere, kao što je stvaranje tržišta, verovatno bile efikasnije“ (Rosen and Gayer 2014), ali i

postojanje moćnih interesnih grupa u ovoj sferi koje pokušavaju da se nametnu u procesu izbora instrumenata u politici zaštite životne sredine (Vračarević 2014).

Tipični instrumenti u okviru pristupa zasnovanog na naredbama i kontroli jesu tehnološki standardi i standardi izvršenja.

Tehnološkim standardima se od zagađivača zahteva da koriste određenu tehnologiju ili opremu u cilju kontrole zagađenja. Kako se njima preciziraju tehnološka rešenja koja moraju biti primenjena, zagađivači nisu motivisani da pronađu najjeftinije i najefikasnije načine za smanjenje zagađenja. Osnovna prednost ovih standarda su njihovi prilično niski troškovi monitoringa.

U poređenju s njima, standardi izvršenja su ekonomski znatno efikasniji. Ipak, ovim standardima firme nisu motivisane da idu korak dalje, i smanje zagađenje i ispod propisane granice. Njihova fleksibilnost zavisiće od toga da li se standardom utvrđuje nivo emisije ili stopa emisije. Ukoliko se standardom precizira nivo emisije zagađivaču stoji na raspolaganju veći broj alternativa (poput implementacije određene tehnologije, smanjenja obima proizvodnje ili promene inputa).

S druge strane, ako je stopa emisije standardom definisana po jedinici outputa, zagađivač, na primer, nema mogućnost smanjenja proizvodnje. Situacija je drugačija ukoliko je, pak, stopa emisije definisana kao prosečna stopa emisije tokom nekog perioda (U.S. Environmental Protection Agency 2010).

Pristup zasnovan na ekonomskim podsticajima se zasniva na davanju određenih podsticaja za smanjivanje zagađenja. Ključna karakteristika instrumenata iz ove grupe je što izazivaju dobrovoljne promene u ponašanju pojedinaca ili firmi. Oni stvaraju tržište ili kvazi-tržište za eksterni efekat koji izaziva zagađenje. Na taj način, kreiranjem cene, primoravaju zagađivače da uzmu u obzir oportunitetni trošak svog ponašanja (Perman et al. 2012).

Ovaj pristup je našao veliku primenu u oblasti regulacije kada nisu poznati tačni troškovi zagađivača, kao, na primer, kod smanjenja emisije GHG gasova (Hepburn 2006). Ipak, njegovo sprovođenje je moguće jedino ukoliko se nivo zagađenja može precizno kontrolisati, i ako transakcioni troškovi takvih aktivnosti nisu previše visoki.

Pristup zasnovan na ekonomskim podsticajima je veoma fleksibilan i motiviše firme da tragaju za najefikasnijim načinima za smanjenje zagađenja - od običnog smanjenja proizvodnje sve do primene novih tehnoloških rešenja.

Firme koje imaju visoke troškove smanjenja zagađenja mogu birati da li će radije platiti veći porez ili kupiti dodatne transferabilne dozvole. Ključna prednost ovog pristupa je to što značajno minimizira ukupne troškove smanjenja zagađenja.

Istraživanja pokazuju da pristup zasnovan na naredbama i kontroli može biti znatno (čak do 22 puta) skuplji od pristupa zasnovanog na ekonomskim podsticajima. Kao primer može da posluži uvođenje čuvenih CAFE standarda u SAD<sup>16</sup>, kojima se propisuje prosečna potrošnja benzina po pređenoj milji za različite tipove vozila. Analiza CAFE standarda i alternativne mere povećanja poreza na gorivo pokazuje da bi primena pristupa zasnovanog na naredbama i kontroli koštala približno 700 miliona \$ više na godišnjem nivou (Rosen and Gayer 2014).

Regulacija koja se bazira na podsticajima više odgovara regionalnim i globalnim zagađivačima. Za ovaj tip zagađenja presudno je ograničiti emisiju na nivou određenog regiona dok je manje bitno koja pojedinačna firma ostvaruje smanjenje zagađenja, stoga je primena poreza ili sistema transferabilnih dozvola superiorna (Harris and Roach 2017).

Veoma bitno pitanje je u kom nivou vertikalnog lanca u okviru grane se vrši regulacija – da li bliže tački ekstrakcije prirodnih resursa (*upstream*, eng.) ili bliže samim pojedinačnim emiterima (*downstream*, eng.). Regulacija koja je blizu početku procesa proizvodnje/ekstrakcije nosi sa sobom niže administrativne i transakcione troškove uopšte, stoga je porezima ili sistemom transferabilnih dozvola mnogo uputnije obuhvatiti ovaj, mnogo manji, broj aktera nego direktne izvore zagađenja. Na primer, regulacijom nekoliko hiljada proizvođača fosilnih goriva bi se pokrilo gotovo 80% emisije GHG gasova (Metcalf and Weisbach 2009). Ovo pitanje je posebno kritično za sektor saobraćaja s obzirom na ogroman broj i mobilnost izvora zagađenja (Jovanović and Vračarević 2013).

Ipak, pristup zasnovan na ekonomskim podsticajima poseduje i određena ograničenja. On može dovesti do pojave tzv. vrućih tačaka (*hot spots*, eng.). Kako se njime prvenstveno kontroliše ukupan nivo određene emisije na prostoru cele države, na pojedinim lokacijama mogu se javiti velike koncentracije zagađenja. Rešenje ovog problema bi se moglo postići tako što bi, na primer, neki zagađivači plaćali više za dozvole po jedinici zagađenja (Rosen and Gayer 2014).

---

<sup>16</sup> *Corporate Average Fuel Economy (CAFE)* - standardi američke vlade za prosečnu potrošnju goriva novih putničkih vozila sa ciljem da se poboljša njihova energetska efikasnost nakon naftnih kriza 1970-ih godina.

Takođe, moguće je da pristup zasnovan na ekonomskim podsticajima neće imati najbolje rezultate u slučajevima kada postoje distorzije u ostalim ekonomskim sektorima koji se povezani sa sektorom gde se uvode instrumenti (Santos et al. 2009).

U okviru pristupa zasnovanog na ekonomskim podsticajima razlikuju se: 1) porezi, naknade i subvencije, i 2) sistem transferabilnih dozvola.

Ekonomista Artur Pigou se još 30-ih godina prošlog veka zalagao za uvođenje poreza zagađivaču kako bi se korigovala njegova suviše niska cena inputa. Porez bi se naplaćivao na svaku jedinicu proizvodnje koja izaziva eksterni efekat i to u iznosu koji je jednak marginalnoj šteti pri efikasnom nivou proizvodnje. Na taj način firme moraju da uzmu u obzir i eksterne efekte koje stvaraju. Kako klasični porezi, ipak, ne podstiču firme da snize emisiju po jedinici proizvodnje, već jedino da smanje nivo proizvodnje, postoji i mogućnost uvođenja naknade koja se plaća za svaku jedinicu zagađenja (*emissions fee*, eng.).

Bitna mana poreza je nemogućnost da se predvidi ukupno smanjenje zagađenja do kojeg on dovodi. I ne samo to, usled tradicionalne nepopularnosti, njihovo uvođenje često nailazi na veliki otpor ekonomskih aktera. Pored toga, viši porezi neminovno vode inflaciji i padu realnih zarada stanovništva.

Logika subvencije je slična - njome se vrši kompenzacija zagađivaču za smanjenje obima proizvodnje. Ipak, posmatrano iz ugla raspodele dohotka jasna je očigledna razlika između poreza i subvencija. Kako davanje subvencija vodi povećanju profita, postoji opasnost da će na dugi rok sve više firmi biti stimulirano da se preorijentiše na aktivnost koja je subvencionisana i tako poveća ukupno zagađenje. Poput poreza, subvencije su isto ekonomski efikasne, vode smanjenju zagađenja uz minimalne troškove.

Sistem transferabilnih dozvola se odnosi na čitav spektar instrumenata - od uvođenja veće fleksibilnosti u domen klasične regulacije, sve do organizovanja konkurentnog tržišta dozvola (OECD 2001). Ipak, iako su instrumenti u ovoj sferi različiti, svima su zajedničke sledeće karakteristike:

1. fiksiranje količinskih ograničenja ili kvota;
2. kvote se inicijalno raspodeljuju akterima nezavisno od ekoloških obaveza koje su im nametnute;

3. akteri imaju pravo da ove kvote transferišu: u okviru različitih vremenskih perioda (*banking*, eng.), između različitih aktivnosti (*averaging*, eng.), ili mogu da ih transferišu drugim akterima (*trading*, eng.);

4. postoje kazneni penali koji osiguravaju da akteri emituju zagađenje u skladu s dozvolama koje poseduju (Raux and Marlot 2005).

Država, prvo, ograničava ukupan dozvoljeni nivo emisije, nakon čega raspodeljuje dozvole koje ne prevazilaze zadatu gornju granicu emisije. Zagađivači mogu da trguju između sebe dozvolama - firme sa visokim troškovima smanjenja zagađenja će obično biti kupci dozvola, dok će one sa nižim troškovima biti potencijalni prodavci dozvola. U tački izjednačenja marginalnih troškova zagađivača formiraće se tržišna cena dozvole. Time što raspodeljuje dozvole i omogućava njihovu transferabilnost, država praktično kreira *kvazi-tržište* i uvodi životnu sredinu u tržišnu sferu.

Dva su osnovna načina za početnu raspodelu dozvola - besplatna podela zagađivačima na osnovu njihovog istorijskog nivoa emisije, ili putem aukcije na kojoj firme licitiraju za dozvole. Takođe, opcijom povlačenja dozvola iz optičaja može se sniziti početni dozvoljeni nivo zagađenja. Iako je prvi način zastupljeniji u praksi, on ipak ne primenjuje princip 'zagađivač plaća' u potpunosti (Santos et al. 2009). Sa stanovišta ekonomske efikasnosti, naravno, svejedno je na koji način se vrši početna raspodela dozvola. Naravno, najvećim zagađivačima, više odgovara upravo besplatna podela dozvola, ali na ovaj način država ne ubira javne prihode. Ovaj način raspodele, zasnovan na prethodnoj emisiji, nepravedan je prema novim firmama budući da su one prinuđene da kupuju dozvole na tržištu. Raspodela putem aukcije ne samo da je pravednija prema novim firmama, već donosi i određene prihode, koji mogu biti upotrebljeni u svrhe zaštite životne sredine.

Može se reći da sistem transferabilnih dozvola, praktično, kombinuje prednosti direktne regulacije i poreza. Njime se uspostavlja gornja granica ukupnog zagađenja, dok se putem tržišta dozvola cilj ostvaruje uz najniže troškove (Harris and Roach 2017).

Dakle, u zavisnosti od oblasti koja se reguliše, cilja regulacije koji se želi postići, tipa zagađivača, kao i samih okolnosti, kreatori politike mogu koristiti različite instrumente u politici zaštite životne sredine. Pregled njihovih najvažnijih karakteristika, koje određuju adekvatnost primene prikazan je u Tabeli 16. Ukoliko je prioritet kontrola

nad nivoom zagađenja, na primer, uvođenje standarda i sistem transferabilnih dozvola su bolji izbor.

Jasno je da ne postoji jedan najbolji način regulacije koji vodi optimalnim ishodima u svim situacijama. U praksi se radije koriste kombinacije različitih instrumenata uz vođenje računa o njihovim komparativnim prednostima i manama.

**Tabela 16.** Glavne karakteristike različitih pristupa u politici zaštite životne sredine

	<b>Uvođenje standarda</b>	<b>Pristup zasnovan na tehnologiji</b>	<b>Uvođenje poreza</b>	<b>Sistem transferabilnih dozvola</b>
<b>Ekonomska efikasnost</b>	Ne	Ne	Da	Da
<b>Stvaranje podsticaja za inovaciju</b>	Samo za dostizanje standarda	Ne	Da - rezultira manjim zagađenjem	Da - rezultira manjom cenom dozvole
<b>Monitoring</b>	Da	Minimalan	Da	Da
<b>Javni prihodi</b>	Ne	Ne	Da	Da, ukoliko se dozvole dele putem aukcije
<b>Direktna kontrola nad nivoima zagađenja</b>	Da	Ne	Ne	Da
<b>Eliminacija „vrućih tačaka“</b>	Da, ukoliko su lokalizovani standardi	Da	Ne	Ne
<b>Ostale prednosti</b>	Dozvoljava fleksibilnost u dostizanju standarda	Može dovesti do nižih troškova za najbolju raspoloživu tehnologiju	Prihodi mogu biti iskorišćeni za smanjenje drugih poreza	Pojedinci i organizacije mogu povući dozvole iz optičaja
<b>Ostali nedostaci</b>	Podsticaji ne idu dalje od standarda	Ne dozvoljava fleksibilnost	Porezi su često nepopularni	Može biti komplikovan za razumevanje

Izvor: (Harris and Roach 2017)

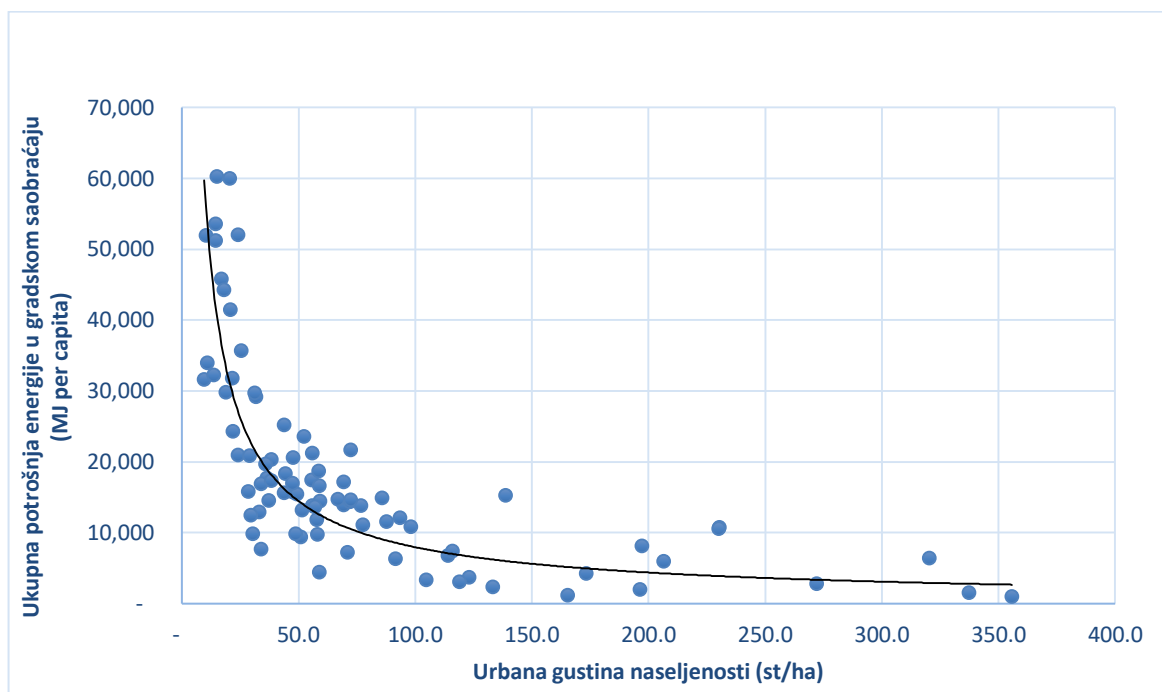
### **3. DETERMINANTE POTROŠNJE ENERGIJE U GRADSKOM SAOBRAĆAJU**

#### **3.1. Pregled dosadašnjih istraživanja**

Stručna literatura bogata je studijama i istraživanjama koja su pokušala da objasne vezu između urbane forme i karakteristika gradskih putovanja (za detaljne preglede videti: Ewing and Cervero 2010; Leck 2006; Stead and Marshall 2001). Glavni zaključak je da odlike urbane forme imaju veoma značajan uticaj na saobraćajne tokove u gradu, i samim tim, na negativne ekološke efekte gradskog saobraćaja.

Na potrošnju energije i emisiju CO<sub>2</sub> u gradskom saobraćaju mogu uticati mnogobrojni faktori. Autori Krojzig i dr. nalaze da geografski faktori, urbana forma kao i ekonomska aktivnost i troškovi saobraćaja objašnjavaju čak 88% potrošnje energije u gradskom saobraćaju (Creutzig et al. 2015). Najveći broj teorijskih i empirijskih istraživanja bavio se ulogom urbane forme i prostorno-fizičke strukture, veličine grada (populacione i prostorne), nivoa ekonomskog razvoja grada i saobraćajnih tokova.

Jedno od najuticajnijih istraživanja potiče od autora Njumana i Kenworthyja koji na osnovu analize 32 svetska grada izvode hipotezu o jakoj negativnoj vezi između gustine naseljenosti i potrošnje energije per capita u gradskom saobraćaju (Kenworthy and Newman 1989). Oni ističu da ekonomska razvijenost grada, posmatrana zasebno, nema značajan uticaj na potrošnju energije (Kenworthy and Laube 1999; Newman and Kenworthy 1999) (Grafik 4).



**Grafik 4.** Odnos između urbane gustine naseljenosti i potrošnje energije u gradskom saobraćaju, podaci za 1995. godinu. Izvor: adaptirano prema (Kenworthy and Laube 2001)

Mnoga istraživanja svojim rezultatima potkrepljuju ovu tezu (Clark 2013; Liddle 2013). Karatodoru, Grejem i Noland ističu da rast urbane gustine naseljenosti utiče na smanjenje potrošnje goriva u gradskom saobraćaju, ali na posredan način, uglavnom preko uticaja na obim vozilo-kilometara i stepen motorizacije (Karathodorou, Graham, and Noland 2010). Susilo i Šted (Susilo and Stead 2008) nalaze da ‘komjuteri’ iz gušće naseljenih delova grada troše manje energije od onih koji stanuju u predgrađima niskih gustina naseljenosti, kao i da su socio-ekonomski faktori važniji od same urbane forme, po uticaju na potrošnju energije i emisiju CO<sub>2</sub>. Modares (Modarres 2013) ističe da je gustina naseljenosti nepobitno važna, ali da je, takođe, bitno ko živi u tim gusto naseljenim delovima grada, tj. da će se efekti na smanjenje potrošnje enegije u saobraćaju osetiti jedino ako su u pitanju manjine i stanovnici sa nižim primanjima. Baur i dr. (Baur et al. 2013) ne osporavaju značaj gustine naseljenosti kao objašnjavajućeg faktora za razlike u GHG emisiji u gradskom saobraćaju svetskih gradova, ali naglašavaju da njena uloga opada kada se porede gradovi sa istog kontinenta. Ergas i dr. (Ergas, Clement, and



McGee 2016) nalaze da veće gustine naseljenosti smanjuju emisiju CO<sub>2</sub> u saobraćaju, ali i da najudaljeniji, izolovani delovi metropolitenskog područja imaju u proseku manju emisiju. Braunstoun i Golob (Brownstone and Golob 2009) ispituju odnos gustine naseljenosti, korišćenja automobila i potrošnje goriva domaćinstva u SAD. Poredeći domaćinstva u Kaliforniji, zaključuju da će gustina niža od 400 stambenih jedinica po kvadratnom kilometru prouzrokovati povećanje od skoro 1.900 vozilo-kilometara i 246 potrošenih litara goriva po jednom domaćinstvu, dok će povećanje gustine od 40% izazvati smanjenje obima pređenih vozilo-kilometara za 5%. Veći deo skoka u potrošnji goriva rezultat je povećanog obima vozilo-kilometara, a drugi deo - posledica izbora tipa vozila. Su (Su 2011) analizira efekat gustine naseljenosti, gustine putne mreže i saobraćajnih zagušenja na potrošnju goriva u gradovima SAD. Rezultati pokazuju da domaćinstva u urbanim područjima koja karakterišu veća zagušenja i veća gustina putne mreže troše više goriva, dok domaćinstva u gušće naseljenim urbanim sredinama troše manje goriva.

Bertro, osim prosečne gustine naseljenosti ispituje kako na putovanja u gradu utiče gradijent gustine naseljenosti (brzina i pravac u kojem se gustina naseljenosti menja od centra grada ka periferiji) (Bertaud 2004). U metropolama koje karakterišu pozitivni gradijent gustine naseljenosti, putovanja do centra su duža i zahtevaju više vremena. Pozitivan gradijent gustine naseljenosti, zapravo, dovodi do veće potrošnje energije u gradskom saobraćaju (Lefèvre 2010).

Neka istraživanja posvećena su drugim aspektima urbane forme. Na primer, Marik i Rajter (Marique and Reiter 2012) se bave isključivo predgrađima, i na primerima belgijskih gradova pokazuju da je za potrošnju energije u gradskom saobraćaju od presudnog značaja izmešanost gradskih sadržaja (prisustvo škola, radnji, stambenih jedinica itd. u svakom susedstvu) jer smanjuje dužinu putovanja. S druge strane, izbor vida saobraćaja u predgrađima nema preveliki uticaj. Dalje, Marik i dr. (Marique et al. 2013) se fokusiraju samo na jedan, retko analiziran, segment mobilnosti u gradovima – putovanja u školu, i zaključuju da potrošnja energije zavisi od nivoa obrazovanja, kao i da su veze između korišćenja zemljišta i potrošnje energije u ovom slučaju znatno drugačije od onih koje važe za putovanja na posao. Koncentracija srednjih škola i fakulteta u centru dovodi do veće potrošnje energije, za razliku od disperzivnog razmeštaja obdaništa i osnovnih škola. S druge strane, u analizu odnosa korišćenja

zemljišta i obrazaca putovanja Šted (Stead 2001) uvodi socio-ekonomsku dimenziju i zaključuje da se, veoma često, veći deo varijacija u obrascima putovanja može objasniti socio-ekonomskim razlozima (poput nivoa dohotka, posedovanja automobila i dr.) nego karakteristikama samog korišćenja zemljišta. Liu i Šen (Liu and Shen 2011) istražuju efekte urbane forme na obrasce putovanja i potrošnju energije u saobraćaju Baltimora koristeći SEM model. Glavni nalaz je da urbana forma nema direktan efekat na obim vozilo-kilometara i potrošnju energije automobilom. Međutim, oni otkrivaju i da postoji indirektna veza, jer urbana forma ima uticaj na potrošnju energije na druge, posredne načine, npr. utičući na samu brzinu putovanja. S druge strane, neka socio-ekonomska obeležja domaćinstava imaju značajan efekat na potrošnju energije – domaćinstva u gušće naseljenim područjima poseduju manji broj vozila koja su u proseku kompaktnija i energetska efikasnija.

Ipak, ova hipoteza o inverznoj vezi gustine naseljenosti i potrošnje energije u gradskom saobraćaju nailazi i na kritičke reakcije. Gomez-Ibanez (Gomez-Ibanez 1991) navodi da se fokusiranjem na gustine naseljenosti gube iz vida efekti dohotka domaćinstva i cena goriva. Mindali, Raveh i Salomon analizom istog seta podataka iz Njumanovog i Kenvortijevog istraživanja donose zaključak da gustina naseljenosti nema uticaj na potrošnju energije u saobraćaju (Mindali, Raveh, and Salomon 2004). Isto tako, Banister (Banister 1992), na uzorku britanskih gradova pokazuje da London, grad sa najvećom gustinom naseljenosti, beleži veću potrošnju energije u gradskom saobraćaju u odnosu na ostale manje britanske gradove. Takođe, Miz (Mees 2000) odlučno odbacuje značaj koji visoke gustine naseljenosti mogu imati na veće korišćenje JGS-a i smanjenje automobilske zavisnosti.

Takođe, ima još nekih drugih rezultata istraživanja koji pobijaju tezu o neophodnosti orijentacije na kompaktnu prostorno-fizičku strukturu gradova. Breheny (Breheny 1995) ističe da su uštede u potrošnji energije koje proističu iz kompaktnog prostornog razvoja zanemarljive i da se mogu postići tek uz drastične mere urbanog planiranja. On zato predlaže razne druge, direktnije, efikasnije mere, u prvom redu one koje utiču na poboljšanje tehničko-tehnoloških karakteristika vozila i cenu goriva.

U svojoj kritici kompaktnih urbanih formi visokih gustina naseljenosti posebno su oštri Gordon i Ričardson, koji ovu ideju Njumana i Kenvortija nazivaju „kafkijanskom noćnom morom (...) svetom u kojem potrošači nemaju izbora, cene nemaju ulogu a

planeri su tiranti“ (Gordon and Richardson 1989). Oni tvrde da, ukoliko se u analizu uključe cene goriva, gustina naseljenosti gubi na značaju za potrošnju energije u gradskom saobraćaju (Gordon and Richardson 1997).

Ipak, i pored brojnih navedenih kritika Njumanove i Kenwortijeve teze o značaju urbane forme za nivo potrošnje energije u gradskom saobraćaju ova teza (još bolje argumentovana u njihovim najnovijim radovima) (Kenworthy 2017; Newman and Kenworthy 2006, 2015) nije izgubila na svežini i aktuelnosti i ostaje i dalje dominantna u ovoj sferi.

Dilema o tome da li je monocentrična ili policentrična struktura energetske efikasnija je, takođe, jedna od „vrućih“ tema. Rikabi (Rickaby 1987, 1991) ističe uštede u potrošnji energije u gradskom saobraćaju koje proizilaze iz monocentrične urbane strukture i kompaktnog urbanog jezgra. Žao, Diao i Li (Zhao, Diao, and Li 2017) nalaze da policentrični kineski gradovi troše više energije u saobraćaju od monocentričnih. Kao glavni razlog navode povećanje razdaljine između lokacija stanovanja i posla, budući da u samim subcentrima nije došlo do balansiranog razvoja stambenih i komercijalnih sadržaja. Takođe, raznovrsnost sadržaja i gradskih usluga u glavnom centru u odnosu na subcentre može biti uzrok povećanog broja putovanja i manje energetske efikasnosti policentričnih gradova (Meijers 2008).

S druge strane, značajan broj istraživanja ističe da policentrični razvoj smanjuje pritisak na glavni gradski centar i da ovakvi gradovi troše manje energije u saobraćaju (Dai, Zhang, and Rao 2014; Gordon, Kumar, and Richardson 1989; Gordon and Richardson 1989; Modarres 2013; Shim et al. 2006; Wegener 2013; Yan and Sun 2015). Naravno, pretpostavka je da subcentri omogućavaju zadovoljenje funkcija rada, stanovanja i rekreacije. Li, Žao i Brend (Li, Zhao, and Brand 2018) zaključuju da u velikim gradovima policentrična struktura dovodi do smanjenja potrošnje energije, dok kod manjih gradova ne postoje značajne razlike u tom pogledu između monocentrične i policentrične urbane forme. Bertro (Bertaud 2004) naglašava da policentrični gradovi više pogoduju pešačenju i korišćenju JGS-a i bicikla tj. energetske mnogo efikasnijim vidovima saobraćaja.

Očigledno je, znači, da u ovom domenu postoje krajnje suprotstavljene stavovi.

Uticaj prostornog širenja grada na potrošnju energije u saobraćaju ogledaju se kroz povećanja distanci gradskih putovanja (Van der Laan 1998; Zhao et al. 2017). S

druge strane, Banister na uzorku engleskih gradova pokazuje da povećanje broja stanovnika dovodi do veće energetske efikasnosti u saobraćaju (Banister 1992). Do sličnih zaključaka dolaze autori Šim i dr. na uzorku korejskih gradova (Shim et al. 2006). Ipak, postoje i istraživanja koja opovrgavaju ovu tezu (Li et al. 2018).

Brojna istraživanja pokušavaju da uspostave vezu između nivoa ekonomskog razvoja grada i potrošnje energije u saobraćaju. Tu su, svakako, najuticajnija istraživanja Njumana i Kenvortija. Tako, Kenvorti (Kenworthy 2003) nalazi da ekonomska razvijenost grada nije značajan faktor potrošnje energije u privatnom saobraćaju tj. da se potrošnja energije merena u MJ/1000\$ BDP-a ne povećava isto kod svih gradova uporedo sa ekonomskim razvojem. Tome nasuprot, neki drugi autori polaze od pretpostavke da, naporedo sa porastom životnog standarda, dolazi do neizostavnog povećanja stepena motorizacije (Lave 1992; Wu, Zhao, and Zhang 2016). Krojcig i dr. (Creutzig et al. 2015) zaključuju da gradovi razvijenih zemalja koji imaju ispod 2 miliona stanovnika i BDP per capita iznad 13.500 dolara beleže neznatno smanjenje potrošnje energije sa rastom BDP-a per capita, dok svi ostali gradovi beleže značajan rast potrošnje energije u saobraćaju sa rastom BDP-a per capita tj. da pri višim nivoima dohotka slabi veza između BDP-a per capita i potrošnje energije u saobraćaju. Čoi (Choi 2013) pokazuje da kvalitet veze između gustine naseljenosti i gradskih putovanja zavisi od nivoa ekonomskog razvoja grada – što je grad razvijeniji korelacija između gustine naseljenosti, karakteristika putovanja i potrošnje energije postaje izraženija.

Veoma važan faktor potrošnje energije predstavljaju i saobraćajni tokovi i saobraćajna infrastruktura u gradu. U tom pogledu posebno je značajan udeo različitih vidova gradskog saobraćaja na ukupnu mobilnost. Veći udeo nemotorizovanog saobraćaja i JGS-a, a posebno metro sistema i lakih šinskih sistema, ima za posledicu manju potrošnju energije i nižu emisiju CO<sub>2</sub> (Bongardt et al. 2013; Vuchic 2007). Autori Hu i dr. (Hu et al. 2010) zaključuju da bi supstituisanje privatnog saobraćaja JGS-om od samo oko 15% više nego prepolovilo potrošnju energije u gradskom saobraćaju. Takođe, procenjuje se da izgradnja šinskih sistema može dovesti do smanjenja potrošnje energije automobilom u gradskom saobraćaju za 5,5% (Lin and Du 2017).

S druge strane, cene goriva nisu toliko često analizirane u kontekstu njihovog efekta na odlike gradskih putovanja i potrošnju energije. Generalno se ocenjuje da cene goriva karakteriše vrlo niska elastičnost, tj. da promene u ceni ne izazivaju značajnu

promenu u potrošnji goriva i obimu pređenih vozilo-kilometara. Procenjena elastičnost se kreće u rasponu od samo 0,02 u kratkom roku, do 0,15 u dugom roku (Graham and Glaister 2002; Parry and Small 2005; Small and van Dender 2007). Niska elastičnost cena goriva na nivou grada je posebno izražena ukoliko ne postoji kvalitetna ponuda JGS-a (Avner, P., Rentschler, J., Hallegatte 2013; Global Commission on the Economy and Climate 2014). Takođe, kako cene goriva pretežno zavise od kretanja na globalnom tržištu energije i makroekonomske politike zemalja, s pravom se smatra da su one van dometa uticaja urbanih i saobraćajnih planera, te da, u praksi, ne mogu biti efikasno korišćene kao mera usmerena ka smanjenju potrošnje energije (Breheny 1995; Newman and Kenworthy 1992; Su 2011).

### **3.2. Gradski saobraćaj u svetskim metropolama: komparativna analiza i osnovna obeležja potrošnje energije**

Komparativna analiza u ovom delu rada je prvenstveno bazirana na istraživanjima i nalazima Jovanovića (Jovanović 2005; M. Jovanović 2008b, 2008a; Jovanović 2009, 2015, 2016; Jovanović and Ratkaj 2014) kao i Njumanana i Kenvortija (Kenworthy 2013; Kenworthy, Laube, and Newman 1999; Newman and Kenworthy 1999, 2011, 2015). Brojni faktori poput istorijskih okolnosti, geografske lokacije, socio-ekonomskih karakteristika, kulture, makroekonomske politike i urbanog planiranja utiču na kompleksnu međuzavisnost gradskog saobraćaja i potrošnje energije u svetskim metropolama.

U pogledu potrošnje enegije i emisije CO<sub>2</sub> u saobraćaju gradovi SAD predstavljaju prilično specifičan, čak ekstreman tip razvoja. Ove metropole predstavljaju tipične Njumanove i Kenvortijeve automobilske gradove (Newman and Kenworthy 1999). One zauzimaju ogromne površine i karakterišu ih nepregledna predgrađa izuzetno niskih gustina naseljenosti. Po Tomsonovoj klasifikaciji (Thomson 1977) potpuno su orijentisani na strategiju pune motorizacije, sa izrazito razvijenom rešetkastom putnom mrežom, patuljastim subcentrima, i korišćenje automobila.

Dugi niz godina osnovne poluge ekonomskog razvoja SAD-a činile su automobilska, naftna i prateće industrije kao i građevinarstvo čiji je razvoj stimulisan

raznim makroekonomskim merama. Masivne investicije u putnu infrastrukturu i parkinge nakon II svetskog rata, subvencionisani krediti za kuće u predgrađu, izuzetno niski porezi na posedovanje i korišćenje automobila presudno su uticali na silovit proces suburbanizacije u gradovima SAD – neuporedivo brži nego u ostalim svetskim metropolama (Jovanović 2005). Svi ovi procesi vodili su tome da danas ogroman broj stanovnika živi upravo u predgrađima gradova SAD koje karakterišu izuzetno niske gustine naseljenosti (Tabela 17 i Tabela 18).

**Tabela 17.** Površina odabranih SAD gradova po zonama, 1960. i 1990. godina

Grad	Godina	Površina (km <sup>2</sup> )		
		CBD	Centralna zona	Predgrađa
Vašington	1960.	4,6	148	734
	1990.	4,6	159	2.287
Finiks	1960.	3,9	29	614
	1990.	3,9	29	1.890
Boston	1960.	5,7	145	1.191
	1990.	8,7	154	2.153
Detroit	1960.	3,0	247	1.649
	1990.	3,6	359	2.540
Hjuston	1960.	3,9	233	882
	1990.	3,9	233	2.816

Izvor: adaptirano prema: (Kenworthy et al. 1999; Kenworthy and Newman 1989)

**Tabela 18.** Prostorno-demografske karakteristike odabranih SAD gradova po zonama, 1960. i 1990. godina

Grad	Godina	Gustina naseljenosti (st/ha)			Udeo stanovništva (%)	
		CBD	Centralna zona	Predgrađa	Centralna zona	Predgrađa
Vašington	1960.	95,6	51,7	14,2	36,8	63,2
	1990.	111,1	38,1	12,0	17,0	83,0
Finiks	1960.	21,6	24,9	7,8	11,0	89,0
	1990.	16,6	16,4	10,4	2,3	97,7
Boston	1960.	139,7	54,6	13,6	30,6	69,4
	1990.	71,2	43,1	9,6	23,8	76,2
Detroit	1960.	25,6	67,7	11,3	44,4	55,6
	1990.	16,5	28,5	10,5	26,3	73,7
Hjuston	1960.	7,1	21,6	7,2	35,2	64,8
	1990.	17,9	18,4	8,8	12,4	87,6

Izvor: adaptirano prema: (Kenworthy et al. 1999; Kenworthy and Newman 1989)

Takođe, i radna mesta se sele u predgrađa, a CBD sve više gubi na značaju. U 1990. u odnosu na 1960. godinu u u CBD-u SAD gradova radilo je tek 10%, a u predgrađima čak 90% ukupno zaposlenih (Tabela 19 i Tabela 20). Situacija je ostala slična i do danas.

**Tabela 19.** Broj zaposlenih u odabranim SAD gradovima, 1960. i 1990. godina

Grad	Godina	Broj zaposlenih (u hiljadama)		
		CBD	Centralna zona	Predgrađa
Vašington	1960.	225	502	347
	1990.	317	718	1.597
Finiks	1960.	23	51	168
	1990.	35	91	884
Boston	1960.	273	424	494
	1990.	258	526	1.113
Čikago	1960.	323	1.625	820
	1990.	364	1.401	2.168

Izvor: adaptirano prema: (Kenworthy et al. 1999; Kenworthy and Newman 1989)

**Tabela 20.** Prostorna distribucija zaposlenih u odabranim SAD gradovima, 1960. i 1990. godina

Grad	Godina	Gustina zaposlenosti (zap/ha)			Udeo radnih mesta (%)		
		CBD	Centralna zona	Predgrađa	CBD	Centralna zona	Predgrađa
Vašington	1960.	729,5	32,5	4,1	26,5	59,2	40,8
	1990.	921,0	23,8	6,2	13,7	31,0	69,0
Finiks	1960.	58,8	17,3	2,7	10,5	23,3	76,7
	1990.	89,7	31,1	4,7	3,6	9,4	90,6
Boston	1960.	478,9	29,3	4,1	29,7	46,2	53,8
	1990.	297,5	34,1	5,2	15,8	32,1	67,9
Čikago	1960.	779,5	32,5	4,1	13,2	66,5	33,5
	1990.	921,0	23,8	6,2	10,2	39,3	60,7

Izvor: adaptirano prema: (Kenworthy et al. 1999; Kenworthy and Newman 1989)

Nekontrolisano prostorno širenje gradova SAD donelo je i velike izmene u obrascima putovanja - ona postaju sve duža i odvijaju se mahom na relaciji predgrađe-predgrađe. Kako su velike površine predgrađa i njihove niske gustine naseljenosti nekompatibilne sa efikasnim JGS-om, gradski stanovnici su bezmalo prisiljeni da koriste isključivo automobile. Njuman i Kenvorti su ovakve metropole nazvali - automobilski zavisni gradovi (Kenworthy and Newman 1989). Udeo automobila u ukupnom saobraćaju gradova SAD-a iznosi preko 90%. Samo u periodu 1960-1990. godine ukupan obim putničkih kilometara per capita automobilom se gotovo duplirao u mnogim gradovima SAD. U istom periodu vrtoglavo raste i stepen motorizacije stanovništva (Tabela 21).

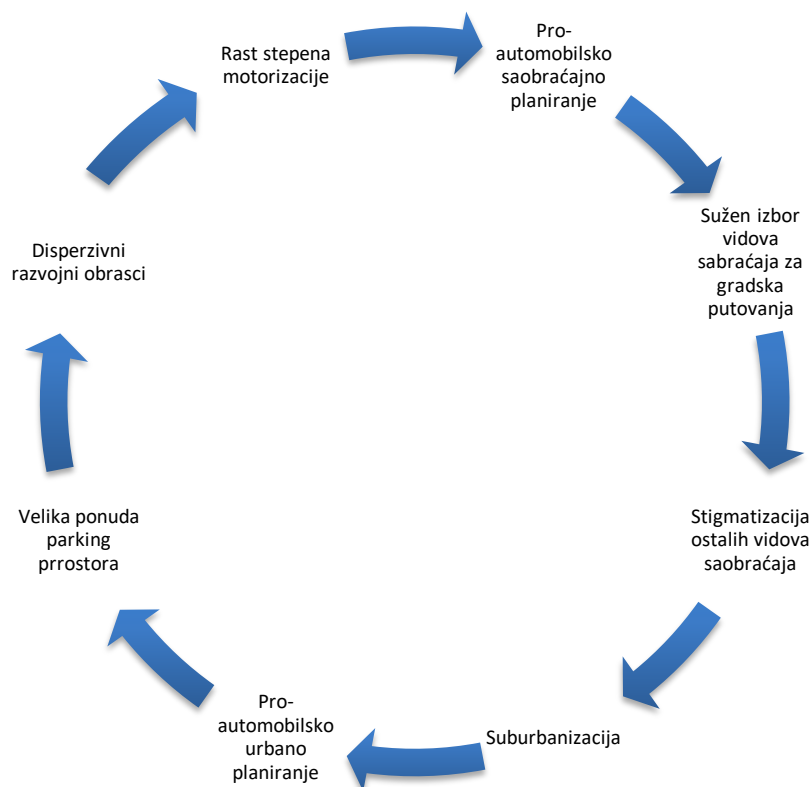


**Tabela 21.** Infrastruktura i mobilnost privatnog gradskog saobraćaja u odabranim SAD gradovima, 1960, 1990. i 2005. godina

Grad	Godina	Dužina gradskih puteva po stanovniku (m per capita)	Broj parking mesta na 1000 radnih mesta u CBD-u	Stepen motorizacije (broj automobila/1000 stanovnika)	Obim putničkih kilometara automobilom po stanovniku (pkm per capita)
Čikago	1960.	4,80	83,0	307,7	6.381
	1990.	5,20	128,2	547,1	14.096
	2005.	4,69	124,5	633,2	16.736
Denver	1960.	8,80	595,2	479,1	8.832
	1990.	7,60	605,6	752,6	13.515
	2005.	8,83	460,9	757,9	21.769
Los Andeles	1960.	4,90	372,8	459,1	11.148
	1990.	3,80	520,4	543,6	16.686
	2005.	3,47	721	599,4	16.879
Njujork	1960.	4,30	-	270,6	5.774
	1990.	4,60	59,9	483,5	11.062
	2005.	4,72	62,4	445,6	13.106
Finiks	1960.	15,40	619,2	367,8	11.357
	1990.	9,60	905,6	643,9	15.903
	2005.	7,02	708,7	536,4	15.605
San Francisko	1960.	4,70	135,1	407,4	8.144
	1990.	4,60	136,6	603,5	16.229
	2005.	4,49	206,8	658,4	17.867

Izvor: adaptirano prema:(Kenworthy et al. 1999; Newman and Kenworthy 2015)

Automobilska zavisnost u velikoj meri nastaje kao posledica mera iz domena javne politike, saobraćajnog planiranja i prostornog planiranja koje je neprekidno favorizovalo korišćenje automobila i podsticalo prostornu ekspanziju. Pritom se potpuno gubilo iz vida da se saobraćajni problemi poput zagušenja ne mogu rešavati isključivo izgradnjom novih gradskih autoputeva, koja opet izaziva još ubrzaniji rast privatne mobilnosti i intenziviranje disperzivnog prostornog razvoja (Litman 2004, 2007) (Grafik 5).



**Grafik 5.** Ciklus automobilske zavisnosti. Izvor: (Litman 2004)

Iako je vlada SAD svesna problema koji proističu iz disperzivnog prostornog razvoja još 1970-ih krenula da značajnije subvencioniše JGS, ovaj pokušaj revitalizacije i rehabilitacije se, usled evidentne automobilske zavisnosti, pokazao zakasnelim i neuspešnim (Tabela 22). Jovanović zapaža da gradovi SAD „otkrivaju jednu krajnje upozoravajuću, otrežnjujuću istinu: postoji jedna faza urbanog razvoja, iz koje se uleće u začarani krug, iz koga više nema povratka nazad“ (M. Jovanović 2008b).

**Tabela 22.** Ponuda i mobilnost JGS-a, učešće privatnog i javnog gradskog saobraćaja u ukupnim pkm u odabranim SAD gradovima, 1960, 1990. i 2005. godina

Grad	Godina	JGS vozilo-kilometri po stanovniku (vkm per capita)	JGS vozilo-kilometri po urbanom hektaru (vkm/ha)	Ukupan obim pkm per capita JGS-om	Udeo automobila u ukupnim motorizovanim pkm (u %)	Udeo JGS-a u ukupnim motorizovanim pkm (u %)
Čikago	1960.	52,10	1.250	1,015	86,3	13,7
	1990.	41,50	689	805	94,6	5,4
	2005.	45,38	767	759	95,7	4,3
Denver	1960.	15,60	290	245	97,3	2,7
	1990.	21,20	271	199	98,6	1,4
	2005.	38,03	558	316	98,6	1,4
Los Andeles	1960.	19,40	433	244	97,9	2,1
	1990.	19,80	473	352	97,9	2,1
	2005.	37,48	1.034	492	97,2	2,8
Finiks	1960.	9,60	83	102	99,1	0,9
	1990.	9,90	104	124	99,2	0,8
	2005.	17,54	191	117	99,3	0,7
San Francisko	1960.	33,70	556	597	93,2	6,8
	1990.	49,30	789	899	94,7	5,3
	2005.	57,70	1.142	945	95,0	5,0

Izvor: adaptirano prema: (Kenworthy et al. 1999; Newman and Kenworthy 2015)

Ovakav disperzivan urbani razvoj sa svim negativnim posledicama po kvalitet života u gradu doveo je do pogubnih efekata na životnu sredinu. Pokazatelji održivog urbanog razvoja – potrošnja energije (Tabela 23) i emisija CO<sub>2</sub> – u gradovima SAD beleže ubedljivo najveće vrednosti od svih svetskih metropola. U njima se 2005. godine u proseku troši čak približno 52.000 MJ per capita.

Slični procesi su se dešavali i u australijskim gradovima, koji su po svim prostornim i saobraćajnim parametrima postali gotovo identična kopija gradova SAD-a. Njih, takođe, karakterišu velike površine metropolitenskog područja i izrazito niske gustine naseljenosti (oko 1.400 st/km<sup>2</sup> u 2005. godini). Urbana forma kanadskih gradova nije u potpunosti automobilski zavisna. Njihov disperzivni razvoj je bio umereniji, a gustine naseljenosti iznose oko 2.500 st/km<sup>2</sup>.

**Tabela 23.** Potrošnja energije u privatnom i javnom gradskom saobraćaju u odabranim SAD gradovima, 1960, 1990. i 2005. godina

Grad	Godina	Potrošnja energije automobilom po stanovniku (MJ per capita)	Potrošnja energije u JGS-u po stanovniku (MJ per capita)	Ukupna potrošnja energije u gradskom saobraćaju po stanovniku (MJ per capita)
Čikago	1960.	29.165	1.336	30.500
	1990.	54.853	1.268	56.121
	2005.	43.732	1.339	45.071
Portland	1960.	34.270	468	34.738
	1990.	70.057	641	70.698
	2005.	46.559	657	47.216
San Francisko	1960.	42.983	713	43.695
	1990.	64.680	1.210	65.890
	2005.	48.069	1.123	49.192
Vašington	1970.	41.473	656	42.129
	1990.	59.325	1.129	60.454
	2005.	59.124	1.404	60.528

Izvor: adaptirano prema: (Kenworthy et al. 1999; Newman and Kenworthy 2015)

Ipak, postoje indicije da poslednjih godina u mnogim metropolama razvijenih zemalja, koje karakteriše automobilska zavisnost, dolazi da saturacije i da je trend ekspanzionalno rastuće privatne mobilnosti, ako ne zaustavljen, onda barem usporen. Najveći rast obima putničkih kilometara automobilom se dešava u periodu od 1960. do 1990. godine. Mnoga istraživanja ukazuju da je vrhunac korišćenja automobila dostignut početkom XXI veka, kako na nacionalnom nivou, tako i u samim gradovima (Millard-Ball and Schipper 2011; Newman and Kenworthy 2011; Puentes and Tomer 2008).

Njuman i Kenworthy kao moguće razloge smanjenja korišćenja automobila u gradovima ističu: efekat tzv. Zahavijeve konstante, revitalizaciju JGS-a, zaustavljanje procesa disperzivnog urbanog razvoja, starenje gradskog stanovništva, kao i veće cene goriva (Newman and Kenworthy 2011). Usled sve većih saobraćajnih zagušenja u automobilski zavisnim gradovima, uticaj Zahavijeve konstante tj. ograničenja tzv. vremenskih troškova saobraćaja, sve više dolazi do izraza. Takođe, kako između korišćenja automobila i JGS-a postoji ekspanzionalna veza (povećanje putničkih kilometara JGS-om per capita izaziva dramatično smanjenje putničkih kilometara

automobilom per capita) revitalizacija JGS-a je u mnogim razvijenim gradovima odigrala značajnu ulogu u smanjenju automobilske zavisnosti (Newman and Kenworthy 2015). Ova veza je nešto što često izmiče iz vida saobraćajnim planerima.

Već u poslednjoj deceniji prošlog veka primetni su znaci blagog usporavanja rasta mobilnosti automobilom u gradovima razvijenih zemalja, prvenstveno SAD, Australije i Kanade. S druge strane, dolazi do povećanja gustina naseljenosti u centralnim zonama usled njihove revitalizacije, rasta nemotorizovanih vidova gradskog saobraćaja, dok mnogi gradovi, poput Vašingtona i Los Anđelesa, počinju da se policentrično razvijaju (Newman and Kenworthy 2015).

U istom periodu javljaju se naznake raskidanja uobičajene pozitivne veze između ekonomskog rasta i urbane mobilnosti. Kod većine gradova razvijenog sveta dolazi do značajnog smanjenja obima vozilo-kilometara automobilom po jedinici realnog BDP-a (u proseku od 21%), što znači da je uprkos jačanju njihovih ekonomija smanjeno korišćenje automobila. Tako kod nekih gradova dolazi čak i do apsolutnog smanjenja pređenih vozilo-kilometara automobilom (Kenworthy 2013).

Ipak, uprkos svim ovim pozitivnim trendovima (izraženim u opadanju obima pređenih vozilo-kilometara automobilom i smanjenju potrošnje energije u gradskom saobraćaju) veliki broj gradova razvijenog sveta i dalje se dominantno oslanja na automobile, dok održivi vidovi gradskog saobraćaja imaju gotovo zanemarljivu ulogu.

Iako veoma raznorodni, gradovi Zapadne Evrope se značajno razlikuju od automobilski zavisnih gradova SAD-a i Australije. Po Njuman-Kenvortijevoj klasifikaciji oni imaju urbanu formu tipičnih JGS gradova. Prostorno su kompaktniji, sa višim gustinama naseljenosti (Tabela 24) i primetno većim udelom korišćenja JGS-a. Ponuda JGS-a je neuporedivo bolja, a njegov udeo u ukupnim putovanjima veći nego u automobilski zavisnim gradovima SAD. U mnogim evropskim metropolama u poslednje dve decenije obim vozilo-kilometara i putničkih kilometara po stanovniku JGS-om su u porastu (Tabela 25).

**Tabela 24.** Urbana gustina naseljenosti u odabranim gradovima Evrope, 1995, 2001. i 2012. godina

<b>Urbana gustina naseljenosti</b> (stanovnici/ha)			
<b>Grad</b>	<b>1995.</b>	<b>2001.</b>	<b>2012.</b>
<b>Berlin</b>	57,4	54,7	53,9
<b>Brisel</b>	72,3	73,5	86,2
<b>Kopenhagen</b>	23,5	23,5	22,9
<b>Ženeva</b>	52,3	49,1	49,9
<b>London</b>	53,9	54,7	58,1
<b>Madrid</b>	66,4	55,6	80,2
<b>Milan</b>	76,6	71,8	72
<b>Minhen</b>	55,6	52	61,2
<b>Oslo</b>	25,2	26	28
<b>Pariz</b>	47,6	40,5	40,1
<b>Stokholm</b>	18,4	18	24,1
<b>Beč</b>	67,1	66,8	75

Izvor: adaptirano prema (Kenworthy and Laube 2001; UITP 2006, 2015)

**Tabela 25.** Karakteristike JGS-a u odabranim gradovima Evrope, 1995, 2001. i 2012. godina

<b>Grad</b>	<b>JGS vozilo-kilometri po stanovniku</b> (vkm per capita)			<b>Udeo JGS-a u broju motorizovanih putovanja (u %)</b>			<b>Ukupan obim pkm per capita JGS-om</b>		
	<b>1995.</b>	<b>2001.</b>	<b>2012.</b>	<b>1995.</b>	<b>2001.</b>	<b>2012.</b>	<b>1995.</b>	<b>2001.</b>	<b>2012.</b>
<b>Berlin</b>	115,3	127,4	130,3	42,2	38,5	45,6	1.872	1.838	1.968
<b>Brisel</b>	85	91,1	86,4	30,1	22,9	43,5	1.220	1.400	2.046
<b>Kopenhagen</b>	104,4	108,8	143,6	-	-	-	1.704	1.635	2.246
<b>Ženeva</b>	46,4	42,6	58,3	20,3	23,0	28,1	774	724	1.017
<b>Helsinki</b>	111,8	118,7	108,6	38,0	38,0	39,5	-	-	-
<b>London</b>	145,4	157,6	168,2	24,4	37,8	47,4	2.101	2.510	2.841
<b>Minhen</b>	93,1	121,6	106,3	39,7	35,0	36,2	2.449	2.920	2.825
<b>Oslo</b>	91,2	89,6	98,5	20,5	20,7	32,7	1.512	1.774	2.091
<b>Pariz</b>	71,3	84,1	83,9	27,5	27,9	34,1	1.763	2.171	2.497
<b>Rim</b>	71,9	70,8	67,4	29,3	26,3	29,9	2.638	2.609	2.856
<b>Stokholm</b>	125,1	146,7	144	24,8	31,4	32,2	2.317	2.446	2.482
<b>Beč</b>	87,1	106,5	98,6	45,7	48,5	59,4	1.698	2.348	1.733

Izvor: adaptirano prema (Kenworthy and Laube 2001; UITP 2006, 2015)

Uočljiva je i neuporedivo značajnija uloga prostornog planiranja u razvoju gradova Zapadne Evrope, u poređenju sa automobilski zavisnim gradovima. Ambiciozni posleratni planovi razvoja Pariza i Londona, iako po pitanju uspešnosti potpuno različitog ishoda, najbolje svedoče o ovome. Jovanović sumira da je „upravo evropski način regulativnog urbanog planiranja i kontinuiranog subvencionisanja javnog gradskog saobraćaja značajno doprineo da se evropske metropole razvijaju na 'održiviji' način...” (M. Jovanović 2008c).

Bogate azijske metropole predstavljaju potpunu suprotnost automobilski zavisnim gradovima SAD-a i Australije. Singapur, Hong Kong i Tokio su najbolji primeri održivog urbanog razvoja i energetske efikasnosti gradova (Leung et al. 2018). Osnovno obeležje njihovog razvoja čini izuzetna koordinacija urbanog planiranja i saobraćajne strategije kao i inovativna rešenja saobraćajnih problema (Diao 2018; Wen et al. 2019).

Bogate azijske metropole spadaju među najgušće naseljene gradove sveta (Tabela 26 i Tabela 27). Ove ogromne gustine naseljenosti nisu samo puki ishod procesa urbanizacije, ubrzanog ekonomskog razvoja i prirodne ograničenosti prostora za širenje gradova, već u velikoj meri rezultat strateškog prostornog i saobraćajnog planiranja. One su omogućile veoma visok stepen iskorišćenosti kapaciteta ekonomski veoma efikasnih JGS sistema visoke propusne moći. Stoga, za razliku od gradova SAD-a i Zapadne Evrope, ove metropole karakteriše potpuna pokrivenost rashoda prihodima organizacija javnog gradskog saobraćaja i izrazito malo učešće troškova saobraćaja u metropolitanskom BDP-u (Jovanović 2009). Istovremeno, visoka iskorišćenost kapaciteta (često i preko 100%), dovela je do visoke energetske efikasnosti JGS-a, izražene potrošnjom energije po jednom putničkom kilometru.

**Tabela 26.** Površina bogatih gradova Azije po zonama, 1960. (1970.) i 1990. godina

Grad	Godina	Površina (km <sup>2</sup> )		
		CBD	Centralna zona	Predgrađa
Singapur	1960.	7,7	25	133
	1990.	7,3	45	269
Hong Kong	1970.	1,0	14	104
	1990.	1,1	14	1.701
Tokio	1960.	40,2	412	1.400
	1990.	42,1	618	3.862

Izvor: adaptirano prema: (Kenworthy et al. 1999; Kenworthy and Newman 1989)

**Tabela 27.** Prostorno-demografske karakteristike bogatih gradova Azije po zonama, 1960. (1970.) i 1990. godina

Grad	Godina	Gustina naseljenosti (st/ha)			Udeo stanovništva (%)	
		CBD	Centralna zona	Predgrađa	Centralna zona	Predgrađa
Singapur	1960.	303,1	250,3	77,5	37,4	62,6
	1990.	82,8	124,2	35,2	20,7	79,3
Hong Kong	1970.	224,4	1.049	237	37,2	62,8
	1990.	113,8	803,9	258	20,8	79,2
Tokio	1960.	135,7	201,5	51,5	53,5	46,5
	1990.	63,2	132,1	61,2	25,7	74,3

Izvor: adaptirano prema: (Kenworthy et al. 1999; Kenworthy and Newman 1989)

Veliki pečat prostornom razvoju ovih metropola dao je planski razvoj ‘novih gradova’ (*new towns*, eng.), koji je idejno proistekao iz Haurdovog ‘vrtnog grada’ (Tabela 28 i Tabela 29). Međutim, ovi ‘novi gradovi’ su u velikoj meri ispunjavali princip samodovoljnosti, što je uz koordinisan razvoj železničkog saobraćaja, efikasno smanjivalo potrebe za korišćenjem automobila i putovanjima uopšte. Čuvenim Planom sazvežđa (*Constellation plan*, eng.) u Singapuru predviđena je mreža ‘novih gradova’ i gradskih subcentara koji su bili povezani efikasnim šinskim sistemima velike propusne moći. Takođe, paralelno sa odlučnom promocijom JGS-a, u ‘novim gradovima’ su



građene višespratnice locirane u blizini stanica JGS-a, čime se maksimizirala pristupnost i minimizirala zavisnost od automobila (Diao 2018; Jovanović 2009).

**Tabela 28.** Broj zaposlenih u bogatim gradovima Azije, 1960. (1980.) i 1990. godina

Grad	Godina	Broj zaposlenih (u hiljadama)		
		CBD	Centralna zona	Predgrađa
Singapur	1960.	391	-	-
	1990.	280	598	939
Hong Kong	1980.	136	845	1.020
	1990.	193	1.108	1.466
Tokio	1960.	1.126	4.526	374
	1990.	2.300	6.693	1.603

Izvor: adaptirano prema: (Kenworthy et al. 1999; Kenworthy and Newman 1989)

**Tabela 29.** Prostorna distribucija zaposlenih u bogatim gradovima Azije, 1960. (1980.) i 1990. godina

Grad	Godina	Gustina zaposlenosti (zap/ha)			Udeo radnih mesta (%)		
		CBD	Centralna zona	Predgrađa	CBD	Centralna zona	Predgrađa
Singapur	1960.	506,5	-	-	-	-	-
	1990.	386,2	132,9	35,2	18,2	38,9	61,1
Hong Kong	1980.	1.256	478,3	65,5	7,3	45	55
	1990.	1.713	775,1	86,5	7,5	43	57
Tokio	1960.	315,1	109,8	11,4	25,8	92,4	7,6
	1990.	546,8	108,3	31,0	27,7	80,7	19,3

Izvor: adaptirano prema: (Kenworthy et al. 1999; Kenworthy and Newman 1989)

Takođe, ovim gradovima je svojstvena veoma restriktivna politika posedovanja i korišćenja automobila. U Hong Kongu je, na primer, uspešno limitiran stepen motorizacije različitim fiskalnim merama koje su podizale cene i troškove registracije automobila. Singapur se smatra najboljim svetskim primerom primene mera za limitiranje korišćenja motornih vozila. Sistem naknada za zagušenja je uveden 1975. godine i to prilično inovativno - u formi dozvola koje su vlasnici vozila morali da kupe kako bi ušli u centralnu gradsku zonu. Efekti su bili vidljivi veoma brzo. Za samo godinu dana broj automobila koji je ulazio u centralnu zonu u vršnom času se smanjio sa 43.000 na 11.000

(Seah 1980), a brzina kretanja vozila se duplirala (Chin 1996). Učešće JGS-a u putovanjima koje je iznosilo 46% 1970-ih godina dve decenije kasnije skočilo je na 67% (GTZ 2012). Ove mere bile su potpomognute fiskalnim instrumentima kao što je ograničavanje posjedovanje automobila uvedeno 1990. godine (*Vehicle Quota System*, eng.) (Barter 2005). Potencijalni kupci su se nadmetali na aukciji kako bi došli do dozvole koja je omogućavala registraciju motornog vozila. Za deset godina ovaj sistem uspeva da smanji godišnji rast stepena motorizacije sa 4,2% na 2,8% (Timilsina and Dulal 2010). Po ugledu na Singapur mnogi svetski gradovi poput Hong Konga, Londona i Stokholma uspešno uvode sistem naknada za zagušenja.

Evidentno, iskustva bogatih azijskih metropola predstavljaju odlične smernice za gradove zemalja u razvoju, posebno one sa relativno niskim stepenom motorizacije i obimom putničkih kilometara automobilom, budući da je u tim uslovima veća efektivnost mera iz domena urbanog planiranja i saobraćajne politike (Tabela 30 i Tabela 31).

**Tabela 30.** Gradski saobraćaj u Singapuru, Hong Kongu i Tokiu, 1970. (1980.) i 1990. godina)

<b>Grad</b>	<b>Godina</b>	<b>Ukupni pkm po stanovniku</b>	<b>Udeo automobila u motorizovanim pkm (u %)</b>	<b>Udeo JGS-a u motorizovanim pkm (u %)</b>
<b>Singapur</b>	<b>1980.</b>	3.704	47,6	52,4
	<b>1990.</b>	5.944	53,3	46,7
<b>Hong Kong</b>	<b>1980.</b>	3.146	19,5	80,5
	<b>1990.</b>	4.597	17,7	82,3
<b>Tokio</b>	<b>1970.</b>	6.876	24,9	75,1
	<b>1990.</b>	8.676	36,6	63,4

Izvor: adaptirano prema: (Kenworthy et al. 1999; Kenworthy and Newman 1989)

**Tabela 31.** Gradski saobraćaj (putovanja na posao) u Singapuru, Hong Kongu i Tokiu, 1970. (1980.) i 1990. godina)

Grad	Godina	Učešće u putovanjima na posao (u %)		
		Automobil	JGS	Pešačenje i bicikl
Singapur	1980.	24,6	59,6	15,8
	1990.	21,8	56,0	22,2
Hong Kong	1980.	3,3	62,2	34,5
	1990.	9,1	74,0	16,9
Tokio	1970.	12,9	61,3	25,8
	1990.	29,4	48,9	21,7

Izvor: adaptirano prema: (Kenworthy et al. 1999; Kenworthy and Newman 1989)

Za razliku od metropola razvijenog sveta, gradovi zemalja u razvoju se nalaze u početnim fazama ciklusa urbanog razvoja, njihova urbana forma je kompaktna, a gustine naseljenosti velike (Tabela 32). Veliki broj gradova zemalja u razvoju ima karakteristike pešačkog grada, stoga nemotorizovani vidovi saobraćaja imaju veliko učešće u ukupnoj mobilnosti (Tabela 33 i Tabela 34). U ovakvim uslovima, izbor saobraćajne strategije i izgradnja saobraćajne infrastrukture je od izuzetnog značaja jer može presudno da opredeli dalji tok urbanog razvoja.

**Tabela 32.** Prostorno-demografske karakteristike i zaposlenost u odabranim gradovima zemalja u razvoju, 2012. godina

Grad	Broj stanovnika	Urbana gustina naseljenosti (stanovnici/ha)	Urbana gustina zaposlenosti (radna mesta/ha)	Urbana gustina aktivnosti (stanovnici + radna mesta/ha)
Peking	20.693.000	164,0	-	-
Kazablanka	4.055.000	178,0	55,0	233,0
Nju Delhi	16.753.000	238,7	75,5	314,2
Lagos	20.621.000	216,9	44,3	261,2
Mašhad	2.857.000	122,6	39,1	161,7
Seul	24.734.000	125,5	62,8	188,3

Izvor: adaptirano prema (UITP 2015)

**Tabela 33.** Udeo nemotorizovanog saobraćaja u dnevnim putovanjima u odabranim gradovima zemalja u razvoju, 2012. godina

<b>Grad</b>	<b>Broj dnevnih putovanja po stanovniku</b>	<b>Udeo pešačenja u ukupnim putovanjima (u %)</b>	<b>Udeo bicikla u ukupnim putovanjima (u %)</b>	<b>Udeo nemotorizovanih vidova u ukupnim putovanjima (u %)</b>
<b>Adis Abeba</b>	1,11	42,7	0,0	42,7
<b>Kazablanka</b>	2,71	-	-	53,0
<b>Nju Delhi</b>	1,43	34,3	10,7	45,0
<b>Johanezburg</b>	1,10	30,9	0,0	30,9
<b>Lagos</b>	1,07	40,0	0,0	40,0
<b>Mumbaj</b>	1,66	27,0	6,0	33,0
<b>Najrobi</b>	1,32	47,0	0,8	47,8
<b>Seul</b>	2,37	22,3	1,4	23,7
<b>Teheran</b>	2,76	36,2	0,0	36,2

Izvor: adaptirano prema (UITP 2015)

**Tabela 34.** Udeo motorizovanog saobraćaja u dnevnim putovanjima u odabranim gradovima zemalja u razvoju, 2012. godina

<b>Grad</b>	<b>Udeo JGS-a u ukupnim putovanjima (u %)</b>	<b>Udeo privatnog saobraćaja u ukupnim putovanjima (u %)</b>
<b>Adis Abeba</b>	48,2	9,1
<b>Kazablanka</b>	13,0	34,0
<b>Nju Delhi</b>	21,5	25,1
<b>Johanezburg</b>	10,0	57,0
<b>Lagos</b>	48,0	12,0
<b>Mumbaj</b>	45,0	22,0
<b>Najrobi</b>	7,6	15,2
<b>Seul</b>	36,9	39,3
<b>Teheran</b>	12,7	51,1

Izvor: adaptirano prema (UITP 2015)

Ove siromašne metropole još uvek ne mogu da sebi priušte ogromna ulaganja u šinske sisteme visoke propusne moći, tako da je njihova struktura ponude JGS-a veoma loša, najveći deo vozilo-kilometara se odnosi na autobuse (Tabela 35).

**Tabela 35.** Ponuda javnog gradskog saobraćaja u odabranim gradovima zemalja u razvoju, 2012. godina

<b>Grad</b>	<b>JGS vkm po stanovniku</b> (vkm per capita)	<b>Vkm autobusom po stanovniku</b> (vkm per capita)	<b>Vkm šinskim sistemima po stanovniku</b> (vkm per capita)	<b>JGS vkm po urbanom hektaru</b> (vkm/ha)
<b>Adis Abeba</b>	37,2	37,2	0	-
<b>Peking</b>	65,4	62,8	2,6	10.726
<b>Kazablanka</b>	12,3	11,5	0,8	2.194
<b>Nju Delhi</b>	30,2	22,8	7,4	7.207
<b>Johanezburg</b>	30,6	12,6	17,9	-
<b>Lagos</b>	1,6	1,6	0	355
<b>Teheran</b>	40,6	32,4	8,2	-

Izvor: adaptirano prema (UITP 2015)

Iako je usled niskog životnog standarda stepen motorizacije nizak u poređenju sa bogatijim svetskim gradovima, paralelno sa ekonomskim razvojem broj automobila ubrzano raste (Tabela 36 i Tabela 37). Imajući u vidu njihovu prostorno-fizičku strukturu i skućenu mrežu saobraćajnica, već i malo povećanje obima vozilo-kilometara automobilom, može izazvati velike probleme u funkcionisanju gradskog saobraćaja (Pojani and Stead 2017). Neke prognoze pokazuju da će se zahvaljujući naglom ekonomskom razvoju, mobilnost motorizovanim vidovima saobraćaja u ovim zemljama povećati čak četiri puta do sredine XXI veka (Schafer and Victor 2000).

**Tabela 36.** Metropolitanski BDP per capita, stepen motorizacije, putnički kilometri automobilom i motociklom u odabranim gradovima zemalja u razvoju, 1990. godina

Grad	Metropolitanski BDP per capita (u \$)	Stepen motorizacije (automobil/1000 stanovnika)	Stepen motorizacije (motocikl/1000 stanovnika)	Pkm automobilom po stanovniku (pkm per capita)	Pkm motociklom po stanovniku (pkm per capita)
Seul	5.942	66	22	2.464	-
Kuala Lumpur	4.066	170	180	4.964	1.335
Bangkok	3.826	199	124	3.780	854
Džakarta	1.508	75	98	1.070	476
Manila	1.099	66	6	1.547	35
Surabaja	726	40	147	446	1.122

Izvor: adaptirano prema: (Kenworthy et al. 1999; Kenworthy and Newman 1989)

**Tabela 37.** Rast stepena motorizacije (broj automobila na 1000 stanovnika) u odabranim gradovima zemalja u razvoju, 1995. i 2012. godina

Godina	Peking	Kazablanka	Nju Delhi	Teheran
1995.	42	129	51	95
2012.	209	369	147	370

Izvor: adaptirano prema (Kenworthy and Laube 2001; UITP 2015)

Kako je udeo korišćenja automobila još uvek na relativno niskom nivou, pokazatelji njihove potrošnje energije i emisije CO<sub>2</sub> imaju znatno manje vrednosti od drugih svetskih gradova. Uprkos tome, aktuelni procesi dramatičnog demografskog rasta, nagle urbanizacije i ekonomskog razvoja stavljaju ove metropole u sam fokus globalne agende održivog urbanog razvoja. Svake godine na desetine novih milionskih gradova „nikne“ na mapama zemalja u razvoju. Već danas broj stanovnika ovih metropola višestruko premašuje broj stanovnika gradova razvijenih zemalja.

Neke prognoze govore da ukoliko bi razvoj ovih siromašnih metropola (sa preko million stanovnika) sledio primer gradova razvijenog sveta u pogledu naglog porasta stepena motorizacije i korišćenja automobila, to bi dovelo do dramatičnih posledica od čak 18 puta veće potrošnje energije i 11 puta veće emisije CO<sub>2</sub> u gradskom saobraćaju (Jovanović 2014).

Ipak, najnovija istraživanja pokazuju da je rast korišćenja automobila u ovim metropolama u velikoj meri usporen zbog njihove izrazito kompaktne prostorno-fizičke strukture koja uopšte ne odgovara ogromnim prostornim zahtevima pro-automobilskog tipa razvoja (Newman and Kenworthy 2015).

Tako postoje indicije da se raskida štetna veza (*decoupling*, eng.) između ekonomskog razvoja i potrošnje energije i u zemljama u razvoju. Pozitivni pomaci postoje u mnogim kineskim i indijskim gradovima - poslednjih godina dosta se investira u izgradnju JGS-a visoke propusne moći. S druge strane, odlučnije se limitira posedovanje i korišćenje automobila po ugledu na bogate azijske metropole, prvenstveno Singapur i Hong Kong (Newman and Kenworthy 2015). Aukcije za pravo na kupovinu/registaciju motornih vozila, ograničavanje broja parking mesta, zabrana korišćenja automobila određenim danima (na bazi registarske tablice) samo su neki od primera mera koje se koriste u velikim azijskim gradovima zemalja u razvoju.

U ovom kontekstu interesantno je analizirati osnovna obeležja prostornog razvoja i saobraćaja u Beogradu. Kako bi bili uporedivi sa indikatorima drugih svetskih metropola, za Beograd su korišćeni podaci (Jovanović 2015, 2016; Jovanović and Ratkaj 2014) proračunati na bazi konverzionih faktora za potrošnju energije i emisiju CO<sub>2</sub> kao i metodologije za neto urbanizovanu površinu iz baze podataka Njuman i Kenworthyja (Kenworthy et al. 1999).

U pogledu stepena centralizacije radnih mesta Beograd karakteriše izrazito monocentrična struktura. Pored značajnog broja zaposlenih u centralnoj poslovnoj zoni u starom delu grada, poslednje dve decenije ubrzano dolazi do razvoja nove poslovne zone na području opštine Novi Beograd, što još više naglašava monocentrični razvoj Beograda (Tabela 38). Kako Novi Beograd nakon 2000. godine beleži veliki priliv stranih direktnih investicija, posebno u tercijarnom sektoru, za očekivati je da će se ovaj trend samo nastaviti. Aktuelni i planirani projekti revitalizacije gradskih delova locirani u blizini stare i nove poslovne zone će samo još više povećati ogroman stepen centralizacije radnih mesta.

**Tabela 38.** Karakteristike stare i nove poslovne zone Beograda, 2002. godina

	Broj stanovnika	Broj radnih mesta	Neto urbanizovana površina (u km <sup>2</sup> )	Urbana gustina naseljenosti	Urbana gustina zaposlenosti	Udeo radnih mesta (u %)
<b>Stari CBD</b>	50.447	121.941	3,64	13.841	33.456	28,2
<b>Nova poslovna zona</b>	79.111	31.892	4,73	16.714	6.738	7,4

Izvor: (Jovanović and Ratkaj 2014)

Gustina naseljenosti kontinuirano izgrađenog područja Beograda je približno oko 7.400 st/km<sup>2</sup>, pri čemu je, naravno, još izraženija u centralnoj i središnjoj zoni (Tabela 39).

**Tabela 39.** Prostorna distribucija stanovnika i radnih mesta u Beogradu, 2002. i 2011. godina

Zone	Neto urbanizovana površina (km <sup>2</sup> )		Gustina naseljenosti (stanovnika/km <sup>2</sup> )		Gustina zaposlenosti (radna mesta/km <sup>2</sup> )	Udeo radnih mesta (u MP)	Udeo radnih mesta (u KIP)
	2002.	2010.	2002.	2011.	2002.	2002.	2002.
<b>CBD</b>	3,64	3,64	13.841	11.989	33.457	28,2	29,7
<b>Centralna zona</b>	24,75	24,82	12.061	11.143	9.535	54,6	57,5
<b>Središnja zona</b>	57,06	57,66	9.347	9.413	2.392	31,6	33,2
<b>Spoljašnja zona</b>	65,06	71,18	3.960	4.415	586	8,8	9,3
<b>Rubna zona</b>	79,93	87,53	2.186	2.342	265	4,9	-
<b>Master plan (MP)</b>	226,81	241,20	5.575	5.551	1.904	100	-
<b>Kontinuirano izgrađeno područje (KIP)</b>	146,88	153,67	7.419	7.378	2.797	-	100

Izvor: adaptirano prema (Jovanović 2015)

Iako Beograd ima ogroman udeo JGS-a u ukupnim pređenim putničkim kilometrima (čak preko 75%), struktura ponuda JGS-a je izuzetno loša - okosnicu čine autobusi. Poslednje dve decenije dolazi do ubrzanog rasta stepena motorizacije, koji



danas iznosi 306 automobila na 1000 stanovnika (Tabela 40). Uprkos tome, obim putničkih kilometara automobilom je još uvek na relativno niskom nivou – 1.502 pkm per capita (Tabela 41).

**Tabela 40.** Rast stepena motorizacije u Beogradu, 1990-2017. godina

<b>Godina</b>	<b>1990</b>	<b>2000</b>	<b>2005</b>	<b>2010</b>	<b>2017</b>
<b>Stepen motorizacije</b> (automobil/1000 stanovnika)	186	191	233	290	306

Izvor: adaptirano prema (Sekretarijat za upravu - sektor statistike 2018)

**Tabela 41.** Mobilnost u gradskom saobraćaju Beograda, 2011. godina

	<b>Pkm automobilom po stanovniku</b> (pkm per capita)	<b>Pkm JGS-om po stanovniku</b> (pkm per capita)	<b>Ukupni pkm po stanovniku</b> (pkm per capita)	<b>Udeo automobila u ukupnim pkm</b> (u %)
<b>Beograd</b>	1.502	4.563	6.066	24,8

Izvor: adaptirano prema (Jovanović 2015)

Shodno malom obimu pređenih putničkih kilometara automobilom, potrošnja energije kao i emisija CO<sub>2</sub> su znatno niže u poređenju sa mnogim svetskim gradovima i iznose 5,083 MJ per capita i 391 kg CO<sub>2</sub> per capita (Tabela 42).

**Tabela 42.** Potrošnja energije i emisija CO<sub>2</sub> u gradskom saobraćaju Beograda, 2011. godina

	<b>Potrošnja energije automobilom po stanovniku</b> (MJ per capita)	<b>Potrošnja energije u JGS-u po stanovniku</b> (MJ per capita)	<b>Ukupna potrošnja energije u gradskom saobraćaju po stanovniku</b> (MJ per capita)	<b>Emisija CO<sub>2</sub> automobilom po stanovniku</b> (kg per capita)	<b>Emisija CO<sub>2</sub> u JGS-u po stanovniku</b> (kg per capita)	<b>Ukupna emisija CO<sub>2</sub> u gradskom saobraćaju po stanovniku</b> (kg per capita)
<b>Beograd</b>	3.162	1.921	5.083	228	163	391

Izvor: adaptirano prema (Jovanović 2015, 2016)

Komparativna analiza ukazuje na postojanje značajnih razlika u prostornim i saobraćajnim parametrima, kao i potrošnji energije u gradskom saobraćaju svetskih gradova.

Gustine naseljenosti i zaposlenosti su značajno niže u gradovima SAD-a, Australije i Kanade u odnosu na ostale gradove iz našeg uzorka. SAD i australijski gradovi imaju u proseku čak oko 10 puta niže gustine od razvijenih gradova Azije i metropola zemalja u razvoju (Tabela 43). Gradovi Zapadne Evrope se nalaze negde u sredini sa oko 5.000 st/km<sup>2</sup>. Iako je njihova gustina naseljenosti u posmatranom periodu opala za oko 30%, to se može objasniti intenziviranjem peri-urbanog razvoja kao i opštim trendovima smanjenja broja stanovnika. Očigledno, gustina aktivnosti (radna mesta i stanovnici) u bogatim gradovima Azije, gradovima zemalja u razvoju i metropolama Zapadne Evrope je izuzetno kompatibilna sa JGS sistemima visoke propusne moći. Ovo se, takođe, odnosi na Beograd, koji ima veću gustinu naseljenosti (oko 7.400 st/km<sup>2</sup>) i sličnu gustinu zaposlenosti (oko 2.800 zap/km<sup>2</sup>) kao gradovi Zapadne Evrope.

Tokom analiziranog perioda u skoro svim svetskim gradovima relativni udeo broja radnih mesta u CBD-u je u opadanju, a mnogi počinju da se policentrično razvijaju. Centralizacija radnih mesta najprisutnija je u gradovima Zapadne Evrope (oko 19%), kanadskim gradovima (17,5%) i metropolama zemalja u razvoju (oko 16%) (Tabela 43), dok Beograd ima veoma izraženu monocentričnost (28,2% u starom CBD-u i dodatnih 7,4% u novoj poslovnoj zoni).

**Tabela 43.** Evolucija urbane gustine naseljenosti, urbane gustine zaposlenosti i udela broja radnih mesta u CBD-u u svetskim gradovima, 1960, 1970, 1980, 1990, 1995. i 2005. godina

<b>Gradovi</b>	<b>Godina</b>	<b>Urbana gustina naseljenosti (stanovnici/ha)</b>	<b>Urbana gustina zaposlenosti (radna mesta/ha)</b>	<b>Udeo broja radnih mesta u CBD-u (u %)</b>
<b>SAD</b>	<b>1960.</b>	17,2	8,0	16,34
	<b>1970.</b>	16,7	7,5	13,66
	<b>1980.</b>	14,5	7,4	12,03
	<b>1990.</b>	15,0	8,5	10,30
	<b>1995.</b>	15,9	8,0	9,49
	<b>2005.</b>	16,2	-	8,80
<b>Zapadna Evropa</b>	<b>1960.</b>	70,9	41,1	23,74
	<b>1970.</b>	65,8	37,5	21,50
	<b>1980.</b>	55,1	32,6	20,10
	<b>1990.</b>	49,7	31,7	18,82
	<b>1995.</b>	51,4	30,7	20,44
	<b>2005.</b>	52,1	-	19,01
<b>Australija</b>	<b>1960.</b>	19,5	7,4	26,35
	<b>1970.</b>	15,2	6,6	21,93
	<b>1980.</b>	13,7	5,5	16,60
	<b>1990.</b>	13,0	5,4	13,70
	<b>1995.</b>	13,3	5,7	13,33
	<b>2005.</b>	14,0	-	13,17
<b>Kanada</b>	<b>1960.</b>	36,5	6,6	-
	<b>1970.</b>	30,1	10,6	26,43
	<b>1980.</b>	26,3	12,5	23,10
	<b>1990.</b>	26,7	13,3	19,65
	<b>1995.</b>	26,4	12,6	18,01
	<b>2005.</b>	25,6	-	17,49
<b>Azija (razvijeni)</b>	<b>1960.</b>	95,1	-	-
	<b>1970.</b>	166,8	80,6	29,70
	<b>1980.</b>	149,3	71,0	19,40
	<b>1990.</b>	152,8	87,5	17,80
	<b>1995.</b>	167,2	84,0	12,33
	<b>2005.</b>	-	-	-
<b>Zemlje u razvoju</b>	<b>1980.</b>	153,7	50,8	-
	<b>1990.</b>	166,4	65,1	25,65
	<b>1995.</b>	161,3	73,2	15,83

Izvor: adaptirano prema (Kenworthy and Laube 2001; Kenworthy et al. 1999; Kenworthy and Newman 1989; Newman and Kenworthy 2015)

Pokazatelji infrastrukture privatnog gradskog saobraćaja - dužina gradskih puteva po stanovniku i broj parking mesta u CBD-u - beleže ubedljivo najveće vrednosti u gradovima SAD-a, Kanade i Australije (Tabela 44). Dužina gradskih puteva po stanovniku u australijskim gradovima je veća 5 puta u odnosu na bogate azijske gradove i čak 10 puta u odnosu na metropole zemalja u razvoju. Izgradnja gradskih puteva, u stvari, utiče na veće korišćenje automobila, povećava prosečne dužine putovanja i otežava mogućnosti pešačenja i korišćenja bicikla (Newman and Kenworthy 2015).

Broj parking mesta na 1000 radnih mesta u CBD-u u SAD gradovima je duplo veći nego u gradovima Zapadne Evrope, tri puta veći od metropola zemalja u razvoju i čak 5 puta veći u odnosu na bogate azijske gradove. Rasploživost parking prostora u centralnim zonama u velikoj meri opredeljuje korišćenje različitih vidova gradskog saobraćaja, posebno putovanja na posao.

Stepen motorizacije beleži veliki rast u skoro svim svetskim gradovima, paralelno sa povećanjem životnog standarda. Gradovi Australije i SAD-a imaju neverovatno visok broj automobila na 1000 stanovnika, 647 i 626 respektivno. Zabrinjavajuće je da se u posmatranom periodu stepen motorizacije utrostručio u gradovima Zapadne Evrope i gradovima zemalja u razvoju (period 1980-1995. godine). Stepem motorizacije u Beogradu je niži u odnosu na razvijene evropske gradove, uporediv sa ostalim metropolama zemalja u razvoju.

Iako porast obima putničkih kilometara nije toliko izražen kao u periodu 1960-1990. godine, automobilski zavisni gradovi SAD-a, Australije i Kanade i dalje imaju neuporedivo veću automobilsku mobilnost u odnosu na ostale svetske metropole. Poređenja radi, ovaj broj je čak 9 puta veći u gradovima SAD (18.100 pkm per capita) u odnosu na bogate azijske metropole (1.975 pkm per capita). Beograd još uvek ima vrlo nizak nivo pređenih putničkih kilometara automobilom (1.502 pkm per capita) i mali udeo u ukupnim pređenim putničkim kilometrima u gradskom saobraćaju (24,8%).

**Tabela 44.** Evolucija metropolitenskog BDP per capita, infrastrukture i mobilnosti privatnog gradskog saobraćaja u svetskim gradovima, 1960, 1970, 1980, 1990, 1995, i 2005. godina

Gradovi	Godina	Metropolitenski BDP per capita (u \$)	Dužina gradskih puteva po stanovniku (m per capita)	Broj parking mesta na 1000 radnih mesta u CBD-u	Stepen motorizacije (broj aut./1000 stanovnika)	Obim pkm automobilom po stanovniku (pkm per capita)
<b>SAD</b>	<b>1960.</b>	4.648	7,44	360,1	372,7	8.606
	<b>1970.</b>	6.905	7,48	448,3	458,0	10.255
	<b>1980.</b>	15.119	6,84	399,0	534,4	12.839
	<b>1990.</b>	26.785	6,42	434,4	595,7	15.718
	<b>1995.</b>	31.425	6,24	536,2	569,5	17.434
	<b>2005.</b>	54.655	5,85	415,0	625,8	18.100
<b>Zapadna Evropa</b>	<b>1960.</b>	1.547	1,51	128,2	126,0	2.723
	<b>1970.</b>	3.535	1,73	155,2	243,5	4.480
	<b>1980.</b>	17.018	2,22	187,6	333,6	5.677
	<b>1990.</b>	32.285	2,42	218,7	398,0	6.648
	<b>1995.</b>	40.532	2,57	202,7	405,9	6.444
	<b>2005.</b>	51.551	2,48	226,4	402,8	6.628
<b>Australija</b>	<b>1960.</b>	2.211	8,68	293,0	217,4	5.610
	<b>1970.</b>	3.652	8,28	258,4	313,3	8.035
	<b>1980.</b>	11.307	8,58	314,3	444,3	10.121
	<b>1990.</b>	19.761	8,20	378,1	488,2	10.604
	<b>1995.</b>	20.226	8,57	367,2	590,9	12.114
	<b>2005.</b>	36.648	7,58	297,8	646,7	12.447
<b>Kanada</b>	<b>1960.</b>	3.638	4,90	-	270,3	-
	<b>1970.</b>	5.134	4,90	453,2	357,5	-
	<b>1980.</b>	13.159	6,47	360,2	454,5	8.326
	<b>1990.</b>	23.216	5,38	385,5	531,3	9.589
	<b>1995.</b>	21.167	5,57	427,9	545,9	9.102
	<b>2005.</b>	38.603	5,58	355,6	531,5	9.046
<b>Azija (razvijeni)</b>	<b>1960.</b>	639	-	-	21,9	-
	<b>1970.</b>	1.859	2,15	53,7	66,9	1.136
	<b>1980.</b>	8.880	1,94	67,1	87,5	1.593
	<b>1990.</b>	21.331	1,76	79,9	123,1	2.385
	<b>1995.</b>	32.324	1,76	103,6	156,5	2.860
	<b>2005.</b>	25.973	-	-	-	1.975
<b>Zemlje u razvoju</b>	<b>1980.</b>	-	0,58	-	47,5	1.495
	<b>1990.</b>	2.861	0,72	192,3	102,4	1.640
	<b>1995.</b>	5.538	0,85	166,1	158,3	3.016

Izvor: adaptirano prema (Kenworthy 2013; Kenworthy and Laube 2001; Kenworthy et al. 1999; Kenworthy and Newman 1989; Newman and Kenworthy 2015) i kalkulacija autora.

Ponuda JGS-a se, takođe, bitno razlikuje među svetskim gradovima. Najveću ponudu per capita i po urbanom hektaru imaju bogati azijski gradovi, gradovi Zapadne Evrope i metropole zemalja u razvoju. Međutim, dok razvijeni gradovi Azije i Zapadne Evrope imaju značajno učešće šinskih sistema, kod siromašnih metropola najveći obim vozilo-kilometara per capita beleže autobusi. Stoga oni imaju i najveći obim pređenih kilometara JGS-om – posebno bogati azijski gradovi (3.786 pkm per capita) (Tabela 45). Iako Beograd ima znatno veći obim pređenih putničkih kilometara JGS-om u poređenju sa gradovima Zapadne Evrope i metropola zemalja u razvoju njegova struktura ponude je loša (zastareli autobusi, trolejbusi i klasični tramvaji).

**Tabela 45.** Ponuda i mobilnost JGS-a, učešće javnog gradskog saobraćaja u ukupnim pkm u svetskim gradovima, 1960, 1970, 1980, 1990, 1995, i 2005. godina

Gradovi	Godina	JGS vkm po stanovniku (vkm per capita)	Vkm šinskim sistemima po stan. (vkm per capita)	JGS vkm po urbanom hektaru (vkm/ha)	Ukupan obim pkm per capita JGS-om	Udeo JGS-a u ukupnim motorizovanim pkm (u %)
SAD	1960.	28,91	6,86	561	560	8,4
	1970.	24,48	7,14	475	399	4,7
	1980.	30,67	8,36	497	533	4,5
	1990.	31,36	10,92	501	551	3,6
	1995.	31,69	12,21	533	503	3,0
	2005.	42,37	15,68	733	601	2,9
Zapadna Evropa	1960.	78,36	59,40	5.420	1.860	41,4
	1970.	73,33	50,81	4.540	1.538	26,8
	1980.	78,39	53,04	4.158	1.665	23,4
	1990.	91,60	62,27	4.354	1.937	23,1
	1995.	99,87	67,94	5.103	1.834	22,4
	2005.	119,34	80,96	6.274	2.290	23,8
Australija	1960.	81,25	44,98	1.610	1.539	21,4
	1970.	60,55	24,43	934	1.192	12,9
	1980.	57,58	26,25	819	906	8,3
	1990.	61,50	28,40	840	1014	8,9
	1995.	57,36	29,05	789	966	7,6
	2005.	58,94	30,18	856	1.075	8,1
Kanada	1960.	32,77	-	861	335	-
	1970.	26,57	-	714	328	-
	1980.	55,10	6,18	1.509	857	10,1
	1990.	54,03	10,38	1.466	862	8,8
	1995.	47,19	10,17	1.252	884	9,0
	2005.	51,41	12,31	1.310	1.007	10,4
Azija (razvijeni)	1960.	-	27,40	-	-	-
	1970.	-	33,10	-	3.483	77,9
	1980.	102,47	26,73	16.295	3.217	67,0
	1990.	114,57	39,57	19.475	4.020	64,1
	1995.	117,28	42,33	21.803	4.141	61,5
	2005.	-	-	-	3.786	43,5
Zemlje u razvoju	1980.	-	-	-	1.371	45,5
	1990.	108,00	2,83	19.772	1.871	38,3
	1995.	155,07	-	29.379	1.822	38,7

Izvor: adaptirano prema (Kenworthy and Laube 2001; Kenworthy et al. 1999; Kenworthy and Newman 1989; McIntosh et al. 2014; Newman and Kenworthy 2015)

Različiti vidovi gradskog saobraćaja imaju veoma različitu energetska efikasnost iskazanu MJ po pređenom putničkom kilometru. Zahvaljujući svojim znatno većim kapacitetima i stepenu njihove iskorišćenosti, JGS je neuporedivo manji potrošač energije od automobila (Tabela 46). Ova razlika najviše dolazi do izražaja u bogatim azijskim gradovima, u kojima automobili troše 5 puta više energije po 1 pređenom putničkom kilometru od JGS-a. Ovo je, naravno, posledica šinskih sistema visoke propusne moći i visokog stepena iskorišćenosti njihovih kapaciteta koji karakteriše ove metropole, a koji je uslovljen visokim gustinama naseljenosti. Nakon njih, najnižu potrošnju energije u JGS-u imaju gradovi Zapadne Evrope i zemalja u razvoju. Kako najveći udeo u potrošnji energije JGS-a Beograda imaju obični autobusi (90,7%) (Jovanović 2015) energetska efikasnost nije na zadovoljavajućem nivou.

Jasno je da JGS poseduje najveći potencijal za smanjenje ukupne potrošnje energije u saobraćaju gradova budući da može prevesti najveći broj putnika, a da je pritom nekoliko puta energetska efikasniji od privatnih automobila.



**Tabela 46.** Energetska efikasnost privatnog i javnog gradskog saobraćaja u svetskim gradovima, 1960, 1970, 1980, 1990, 1995. i 2005. godina

<b>Gradovi</b>	<b>Godina</b>	<b>Potrošnja energije po 1 pkm JGS-om</b>	<b>Potrošnja energije po 1 pkm autobusom</b>	<b>Potrošnja energije po 1 pkm privatnim gradskim saobraćajem</b>
<b>SAD</b>	<b>1960.</b>	1,45	1,48	4,90
	<b>1970.</b>	1,91	2,02	5,16
	<b>1980.</b>	1,91	2,13	4,76
	<b>1990.</b>	1,91	2,43	3,66
	<b>1995.</b>	2,19	2,79	3,16
	<b>2005.</b>	2,14	-	2,84
<b>Zapadna Evropa</b>	<b>1960.</b>	0,40	0,71	1,93
	<b>1970.</b>	0,51	0,91	2,05
	<b>1980.</b>	0,62	0,96	1,88
	<b>1990.</b>	0,67	1,30	3,38
	<b>1995.</b>	0,74	1,33	2,61
	<b>2005.</b>	0,77	-	2,38
<b>Australija</b>	<b>1960.</b>	1,06	1,04	2,70
	<b>1970.</b>	0,79	1,19	2,76
	<b>1980.</b>	0,99	1,53	2,86
	<b>1990.</b>	1,02	1,74	2,90
	<b>1995.</b>	0,99	1,77	2,55
	<b>2005.</b>	0,97	-	2,89
<b>Kanada</b>	<b>1960.</b>	0,88	1,58	-
	<b>1970.</b>	1,56	1,77	-
	<b>1980.</b>	1,37	1,56	4,05
	<b>1990.</b>	1,35	1,74	3,29
	<b>1995.</b>	1,18	1,56	3,50
	<b>2005.</b>	1,21	-	3,19
<b>Azija (razvijeni)</b>	<b>1960.</b>	-	-	-
	<b>1970.</b>	0,33	0,64	3,63
	<b>1980.</b>	0,49	0,74	2,91
	<b>1990.</b>	0,43	0,84	3,02
	<b>1995.</b>	0,46	0,78	3,14
	<b>2005.</b>	0,70	-	3,62
<b>Zemlje u razvoju</b>	<b>1990.</b>	0,70	0,74	3,17
	<b>1995.</b>	0,87	0,85	2,17

Izvor: adaptirano prema (Kenworthy and Laube 2001; Kenworthy et al. 1999; Kenworthy and Newman 1989; McIntosh et al. 2014; Newman and Kenworthy 2015)

Vrednosti svih analiziranih prostorno-ekonomskih, infrastrukturnih i saobraćajnih pokazatelja ogledaju se u potrošnji energije i emisiji CO<sub>2</sub> per capita u gradskom saobraćaju (Tabele 47 i Tabela 48) (Grafik 6 i Grafik 7). Iako u blagom opadanju nakon 1990. godine potrošnja energije u SAD gradovima je i dalje na ubedljivo najvećem nivou u poređenju s drugim svetskim metropolama – američki gradovi troše tri puta više energije u saobraćaju od zapadnoevropskih i čak preko 8 puta više od bogatih azijskih. Iza njih se po potrošnji nalaze gradovi Australije i Kanade. Najveći udeo u potrošnji energije, naravno, potiče od potrošnje u privatnom gradskom saobraćaju. Takođe, SAD gradovi su najveći emiteri ugljen-dioksida u gradskom saobraćaju, sa preko 4,5 tone CO<sub>2</sub> per capita – dva i po puta više od gradova Zapadne Evrope, 4 puta više od bogatih azijskih i čak pet i po puta više od metropola zemalja u razvoju.

**Tabela 47.** Emisija CO<sub>2</sub> u gradskom saobraćaju u svetskim gradovima, 1990. godina

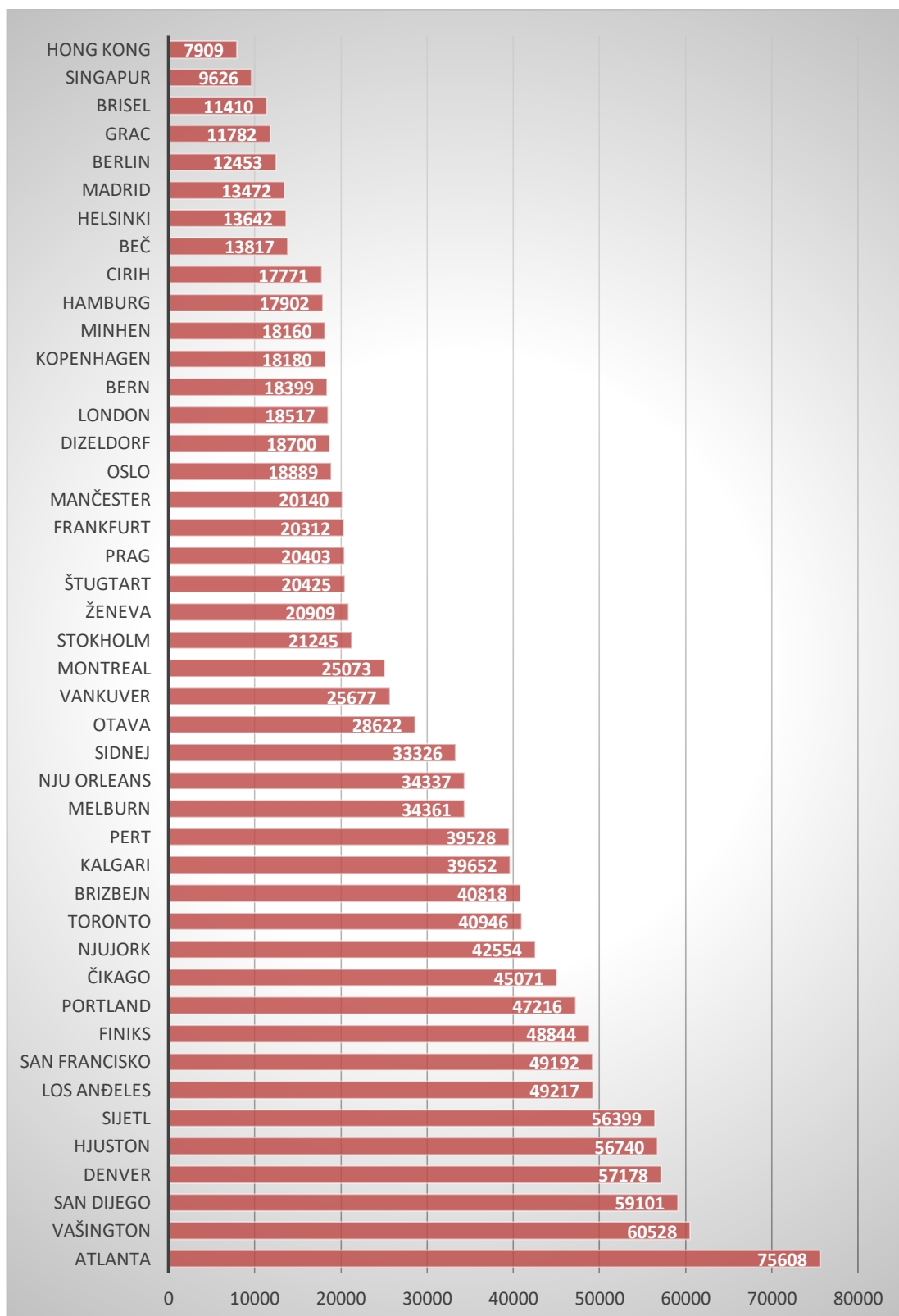
<b>Gradovi</b>	<b>Emisija CO<sub>2</sub> u gradskom saobraćaju po stanovniku (kg per capita)</b>
<b>SAD</b>	4.541
<b>Australija</b>	2.789
<b>Zapadna Evropa</b>	1.888
<b>Azija (razvijeni)</b>	1.158
<b>Zemlje u razvoju</b>	836

Izvor: adaptirano prema:(Kenworthy et al. 1999)

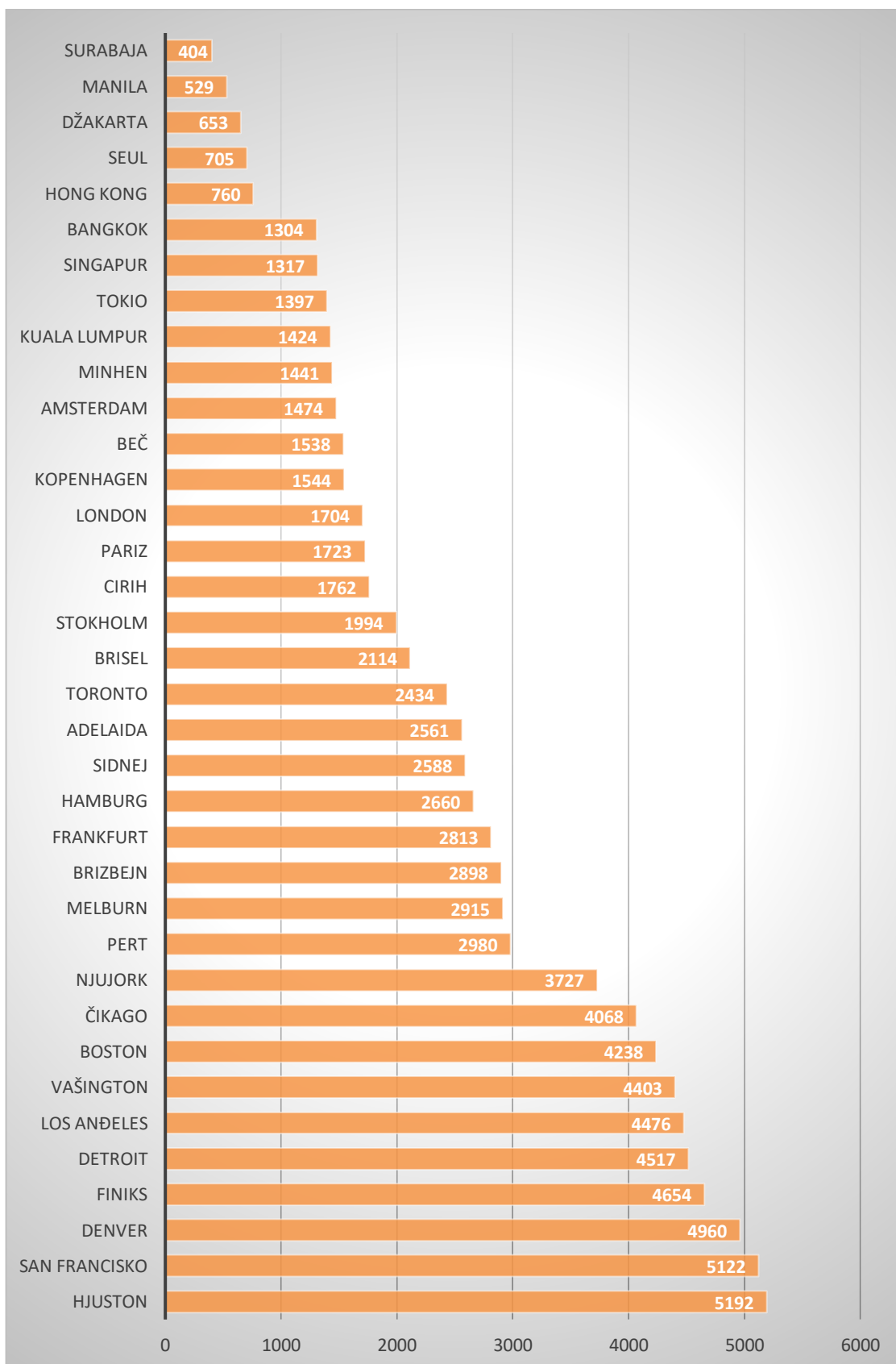
**Tabela 48.** Evolucija potrošnje energije u gradskom saobraćaju u svetskim gradovima, 1960, 1970, 1980, 1990, 1995. i 2005. godina

<b>Gradovi</b>	<b>Godina</b>	<b>Potrošnja energije automobilom po stanovniku (MJ per capita)</b>	<b>Potrošnja energije u JGS-u po stanovniku (MJ per capita)</b>	<b>Ukupna potrošnja energije u gradskom saobraćaju po stanovniku (MJ per capita)</b>
<b>SAD</b>	<b>1960.</b>	45.276	715	46.041
	<b>1970.</b>	58.573	589	59.162
	<b>1980.</b>	66.538	834	67.373
	<b>1990.</b>	62.265	852	63.117
	<b>1995.</b>	55.287	834	56.121
	<b>2005.</b>	51.038	1.008	52.047
<b>Zapadna Evropa</b>	<b>1960.</b>	9.884	756	10.744
	<b>1970.</b>	14.129	826	15.035
	<b>1980.</b>	17.162	1.013	18.241
	<b>1990.</b>	24.974	1.241	26.216
	<b>1995.</b>	16.650	1.300	17.951
	<b>2005.</b>	15.288	1.720	17.008
<b>Australija</b>	<b>1960.</b>	18.898	1.451	20.349
	<b>1970.</b>	27.168	843	28.011
	<b>1980.</b>	35.801	812	36.613
	<b>1990.</b>	37.754	904	38.659
	<b>1995.</b>	31.044	875	31.920
	<b>2005.</b>	35.972	1035	37.008
<b>Kanada</b>	<b>1960.</b>	-	467	-
	<b>1970.</b>	-	463	-
	<b>1980.</b>	42.240	1.175	43.366
	<b>1990.</b>	38.209	1.161	39.332
	<b>1995.</b>	31.987	1.046	33.033
	<b>2005.</b>	28.568	1.187	29.756
<b>Azija (razvijeni)</b>	<b>1960.</b>	-	-	-
	<b>1970.</b>	8.641	907	9.772
	<b>1980.</b>	11.180	1.137	12.318
	<b>1990.</b>	13.915	1.396	15.311
	<b>1995.</b>	8.306	1.722	10.028
	<b>2005.</b>	6.077	2.691	8.768
<b>Zemlje u razvoju</b>	<b>1990.</b>	12.272	1.327	13.598
	<b>1995.</b>	8.009	1.632	9.641

Izvor: adaptirano prema (Kenworthy and Laube 2001; Kenworthy et al. 1999; Kenworthy and Newman 1989; Newman and Kenworthy 2015)



**Grafik 6.** Ukupna potrošnja energije u gradskom saobraćaju u svetskim gradovima (MJ per capita), 2005. godina. Izvor: adaptirano prema (Newman and Kenworthy 2015)



**Grafik 7.** Emisija CO<sub>2</sub> u gradskom saobraćaju u svetskim gradovima (kg per capita), 1990. godina. Izvor: adaptirano prema (Kenworthy et al. 1999)

### 3.3. Pregled empirijskih studija

Krajem 80-ih godina prošlog veka javljaju se prva empirijska istraživanja koja se bave determinantama potrošnje energije u gradskom saobraćaju. Istraživanje Kenworthyja i Njumana (Kenworthy and Newman 1989) stavlja urbanu formu u fokus, tvrdeći da odnos gustine naseljenosti i potrošnje energije karakteriše veoma izražena negativna korelacija. Iako danas u stručnoj literaturi postoji konsenzus oko ovog pitanja, nekoliko studija je kritikovalo ocenu značaja koji urbana forma ima na potrošnju energije u gradskom saobraćaju. Pregled značajnijih empirijskih istraživanja iz ove oblasti, kao i njihovih glavnih nalaza, dat je u Tabeli 49. Odabir je ograničen samo na one studije: a) koje su za zavisnu promenljivu imale potrošnju energije ili potrošnju goriva u gradskom saobraćaju i b) koje su primenjivale neku vrstu statističke ili ekonometrijske analize.

Uočljivo je da se većina prethodnih empirijskih istraživanja zasnivala na uporednim podacima, kao i da su jedinice posmatranja činili uglavnom gradovi razvijenih zemalja. Obe ove činjenice jasno ukazuju na problem raspoloživosti kvalitetnih podataka za nivo grada. Što se tiče nezavisnih promenljivih, pretežno je analiziran uticaj urbane forme i nivoa ekonomske razvijenosti grada.

**Tabela 49.** Pregled najznačajnijih empirijskih studija potrošnje energije u gradskom saobraćaju

<b>Autori</b>	<b>Lokacija studije</b>	<b>Period</b>	<b>Tip podataka</b>	<b>Glavni nalazi</b>
<b>(Kenworthy and Newman 1989)</b>	Severna Amerika, Evropa, Australija i Azija	1980	Uporedni podaci	Postoji izražena negativna korelacija između gustine naseljenosti i potrošnje goriva u gradskom saobraćaju.
<b>(Banister, Watson, and Wood 1997)</b>	Velika Britanija i Holandija	Više godina	Uporedni podaci	Postoje značajne veze između potrošnje energije u gradskom saobraćaju i fizičkih karakteristika gradova (gustina naseljenosti, veličina) ali problem uporedivosti onemogućuje izvođenje definitivnih zaključaka.
<b>(Kenworthy and Laube 1999)</b>	Severna Amerika, Evropa, Australija i Azija	1990	Uporedni podaci	Postoji izražena negativna korelacija između gustine naseljenosti i potrošnje energije u privatnom gradskom saobraćaju. Ekonomska razvijenost gradova, sama za sebe, nije značajna determinanta.
<b>(Mindali et al. 2004)</b>	Severna Amerika, Evropa i Australija	1980	Uporedni podaci	Gustina naseljenosti nema uticaj na potrošnju energije u saobraćaju. Gustina zaposlenosti u CBD-u i centralnoj zoni ima potencijal za smanjenje potrošnje energije.
<b>(Shim et al. 2006)</b>	Južna Koreja (mali i srednji gradovi)	1999	Uporedni podaci	Sa porastom broja stanovnika grada smanjuje se potrošnja energije automobilom. Povećanje koncentracije stanovništva izaziva smanjenje potrošnje energije u saobraćaju. Gustina putne mreže je u vezi sa potrošnjom energije u gradskom saobraćaju.
<b>(Karathodorou et al. 2010)</b>	Severna Amerika, Evropa, Australija, Azija i Afrika	1995	Uporedni podaci	Povećanje urbane gustine naseljenosti utiče na smanjenje potrošnje goriva u gradskom saobraćaju, uglavnom preko uticaja na obim vozilo-kilometara i stepen motorizacije (elastičnost se kreće između -0,33 i -0,35).
<b>(Su 2011)</b>	SAD	2001	Uporedni podaci	Povećanje gustine naseljenosti od 1% izaziva smanjenje potrošnje goriva domaćinstva od 2,46 litara godišnje. Povećanje vremena čekanja u vršnom času usled zagušenja od 1% izaziva povećanje potrošnje goriva domaćinstva od 3,03 litara godišnje. Povećanje gustine gradskih autoputeva od 1% izaziva povećanje potrošnje goriva domaćinstva od 3,63 litara godišnje.

<b>Autori</b>	<b>Lokacija studije</b>	<b>Period</b>	<b>Tip podataka</b>	<b>Glavni nalazi</b>
<b>(Clark 2013)</b>	SAD	2000	Uporedni podaci	Veća gustina naseljenosti, posebno u centralnim delovima gradova, je u korelaciji sa nižom potrošnjom energije i emisijom CO <sub>2</sub> u gradskom saobraćaju.
<b>(Modarres 2013)</b>	SAD	2010	Uporedni podaci	Gustina naseljenosti je od značaja za smanjenje potrošnje energije u gradskom saobraćaju pod uslovom da te delove grada u velikoj meri naseljavaju manjine i stanovnici sa nižim primanjima.
<b>(Liddle 2013)</b>	Severna Amerika, Evropa, Australija, Azija i Afrika	1990, 1995 i 2001	Uporedni podaci	Urbana gustina naseljenosti je u negativnoj korelaciji sa potrošnjom energije privatnog gradskog saobraćaja. U gradovima zemalja u razvoju potrošnja energije privatnog gradskog saobraćaja je značajno manje osetljiva na cene u poređenju sa gradovima razvijenih zemalja.
<b>(Creutzig et al. 2015)</b>	Severna Amerika, Evropa, Australija, Azija i Afrika	1995	Uporedni podaci	Ekonomska aktivnost, troškovi saobraćaja, geografski faktori i urbana forma objašnjavaju 88% potrošnje energije u gradskom saobraćaju. Gradovi razvijenih zemalja sa manje od 2 mil. stanovnika i BDP per capita iznad 13,500 dolara beleže blago smanjenje potrošnje energije sa rastom BDP per capita, svi ostali gradovi beleže jak rast potrošnje energije u saobraćaju sa rastom BDP per capita.
<b>(Lohrey and Creutzig 2016)</b>	Severna Amerika, Evropa, Australija, Azija i Afrika	Više godina	Uporedni podaci	Gustina naseljenosti između 50 stanovnika/ha i 150 stanovnika/ha i udeo JGS-a i nemotorizovanog saobraćaja od barem 50% rezultira najboljim ishodom po održivi razvoj grada izražen, između ostalog, potrošnjom energije i emisijom CO <sub>2</sub> .
<b>(Lin and Du 2017)</b>	Kina	2003-2013	Panel podaci	Izgradnja šinskih sistema može smanjiti ukupnu potrošnju energije automobilom u gradskom saobraćaju za 5,5% (6,6% per capita).



Autori	Lokacija studije	Period	Tip podataka	Glavni nalazi
(Zhao et al. 2017)	Kina	2010	Uporedni podaci	<p>Policentrični gradovi troše više energije u saobraćaju od monocentričnih. Glavni razlog je povećanje razdaljine između lokacija stanovanja i posla u subcentrima.</p> <p>Postoji pozitivna korelacija između površine grada i potrošnje energije u gradskom saobraćaju.</p> <p>Takođe, gradovi sa višim BDP per capita troše više energije u saobraćaju.</p> <p>Mere koje destimulišu korišćenje automobila imaju manji efekat na potrošnju energije u saobraćaju u odnosu na efekat koji izaziva izgradnja metro sistema.</p>
(Li et al. 2018)	Kina	2010	Uporedni podaci	<p>Potrošnja energije u gradskom saobraćaju značajno raste sa povećanjem broja stanovnika.</p> <p>U velikim gradovima policentrična urbana forma dovodi do smanjenja potrošnje energije; kod manjih gradova ne postoji razlika u tom pogledu između monocentrične i policentrične urbane forme.</p>

Izvor: Prikaz autora

### 3.4. Metodologija i izvori podataka

Empirijsko istraživanje u ovom poglavlju se bavi identifikovanjem determinanti potrošnje energije u saobraćaju gradova i objašnjavanjem njihovog efekta. Analiza obuhvata širok spektar socio-ekonomskih, prostornih, saobraćajnih i infrastrukturnih faktora na uzorku od 27 svetskih gradova i pokriva vremenski period od četiri i po decenije, tačnije od 1960. do 2005. godine.

Glavni izvori podataka u našem istraživanju su sledeći:

1) podaci za 1960., 1970., 1980. i 1990. godinu su direktno preuzeti i delom proračunati iz studija:

a) Newman, P. and Kenworthy, J. (1989) *Cities and automobile dependence: An international sourcebook* (Kenworthy and Newman 1989);

b) Kenworthy, J., Laube, F. and Newman, P. (1999) *An International Sourcebook of Automobile Dependence in Cities, 1960-1990.*(Kenworthy et al. 1999).

2) podaci za 1995. godinu su direktno preuzeti i delom proračunati iz studije:

- Kenworthy, J. and Laube, F. (2001) *The Millennium Cities Database for Sustainable Transport* (Kenworthy and Laube 2001).

3) podaci za 2005. godinu su proračunati na osnovu podataka iz tri izvora:

a) Newman, P. and Kenworthy, J. (2015) *The End of Automobile Dependence: How Cities Are Moving Beyond Car-Based Planning* (Newman and Kenworthy 2015);

b) Kenworthy, J. (2013) *Decoupling Urban Car Use and Metropolitan GDP Growth* (Kenworthy 2013);

c) McIntosh, J., Trubka, R., Kenworthy, J. and Newman, P. (2014) *The role of urban form and transit in city car dependence - Analysis of 26 global cities from 1960 to 2000* (McIntosh et al. 2014).

Osim ovih izvora u pripremljenoj fazi našeg istraživanja kritički je pregledano više desetina drugih u potrazi za kvalitetnim primarnim ili sekundarnim podacima kojima bi se upotpunio ili proverio već prikupljeni set podataka za panel analizu. Ovo se prvenstveno odnosi na 1995. i 2005. godinu i publikacije autora Kenworthyja, Njumanana i Laubea.

Originalna studija autora Njumana i Kenvortija iz 1989. godine (Kenworthy and Newman 1989) je postavila metodološke temelje za ovakvu, veoma kompleksnu, vrstu istraživanja. Ona je sadržala, između ostalog, set podataka o prostornim karakteristikama i potrošnji energije u saobraćaju 32 grada Evrope, Severne Amerike, Australije i Azije. Deset godina kasnije isti autori su sa timom saradnika (Kenworthy et al. 1999) produbili svoja istraživanja novom, još obimnijom, studijom koja obuhvata 44 grada (dva grada iz prve studije su izostavljena iz metodoloških razloga, dok je dodato novih 14 gradova). Značajno je da su u njoj po prvi put dati podaci o BDP per capita gradova na osnovu istraživanja koji su autori sproveli za Svetsku Banku. Kako je samo manji deo podataka o gradovima objavljenih u ovoj studiji bio direktno raspoloživ, proračun preostalih indikatora je zahtevao ogromno ulaganje vremena i resursa, kao i razvijanje posebne metodologije kako bi se osigurala njihova uporedivost i proverljivost<sup>17</sup>. Njihova naredna studija nastala u saradnji s UITP-om (*International association of public transport*, eng.) je najobimnija, i daje podatke za 1995. godinu (Kenworthy and Laube 2001) za čak 100 svetskih gradova.

Nažalost, u vreme izrade ove doktorske disertacije podaci za 2005. godinu još uvek nisu zvanično objavljeni u formi studije ili baze podataka. Ipak, autori Njuman i Kenvorti su u svojim novijim radovima parcijalno prezentovali izabrane pokazatelje za određeni broj gradova (iako često samo sumarno) što je otvorilo mogućnost za izračunavanje potrebnih indikatora za većinu gradova iz našeg uzorka. Ovo je bilo presudno kako bi panel analiza pokrila što duži period.

Takođe, važno je napomenuti da su, osim podataka uključenih u našu ekonometrijsku analizu, razmatrani i podaci za 2001. i 2012. godinu, objavljeni od strane UITP-a, ali oni nisu uzeti u obzir. Razlozi za to su dvojaki. Prvo, nakon detaljne analize ključnih indikatora utvrđeno je da metodologija po kojoj su podaci prikupljeni u značajnoj meri odstupa od one u studijama Njumana i Kenvortija. Drugo, sam kvalitet podataka je upitan zbog velikih, nelogičnih odstupanja između podataka za 2001. i 2012. godinu za iste jedinice posmatranja. Iako bi se njihovim uključivanjem u model znatno povećao broj opservacija, smatramo da bi se time ozbiljno narušila uporedivost podataka u različitim vremenskim trenucima i time umanjila validnost statističkog zaključivanja.

---

<sup>17</sup> Činjenica da je bilo potrebno osam godina da ova studija ugleda svetlost dana možda na najbolji način ilustruje sve poteškoće na koje su autori nailazili.

S druge strane, Njuman i Kenvorti u svojim studijama daju vrlo preciznu metodologiju prikupljanja podataka i obračuna svih pokazatelja, te se smatraju standardom u ovoj oblasti istraživanja. Stoga se s velikom sigurnošću može reći da je odabrani set podataka, sa stanovišta naše analize, trenutno najkvalitetniji raspoloživi u svetskim okvirima.

Iako pomenute studije pojedinačno sadrže podatke o velikom broju svetskih gradova, tek su za manju grupu raspoložive vremenske serije za svih šest odabranih vremenskih trenutaka. Ovim je značajno sužen spisak potencijalnih jedinica posmatranja za našu panel analizu. Međutim, čak i za gradove iz ove grupe postoje određena metodološka nepoklapanja ključnih pokazatelja u različitim godinama. Ovo je utvrđeno detaljnom proverom granica metropolitenskog područja, CBD-a, kao i područja koje opslužuje sistem JGS-a<sup>18</sup>. Za mnoge gradove, jednostavno, nije bilo moguće napraviti kvalitetnu vremensku seriju s obzirom da se metodologija statističkog obuhvata u okviru nacionalnih popisa promenila u nekom trenutku.

U naš uzorak su, dakle, uključeni jedino gradovi: a) za koje postoji većina indikatora za svih šest vremenskih trenutaka i b) čiji su indikatori potpuno uporedivi kroz ceo vremenski period analize (Tabela 50).

Nažalost, ovi kriterijumi su onemogućili uključivanje metropola zemalja u razvoju u naš uzorak. Za mnoge od njih nisu raspoloživi precizni podaci za period pre 1990. godine usled nerazvijenosti njihove zvanične statistike. Ipak, iako nisu deo ekonometrijske analize, njihov značaj za problematiku održivog urbanog razvoja na svetskom nivou je ogroman, imajući u vidu proces demografske eksplozije i ubrzanog ekonomskog razvoja koji se u njima dešavaju poslednjih decenija. Sama svrha analize panel podataka je u identifikovanju ključnih determinanti potrošnje energije u saobraćaju gradova razvijenog sveta kako bi metropole zemalja u razvoju, a posebno Beograd (Jovanović 2015, 2016), koje su u početnim fazama ciklusa urbanog razvoja, primenom odgovarajućih mera dugoročno umanjile svoj potencijalno poguban uticaj na iscrpljivanje svetskih energetske potencijala.

---

<sup>18</sup> Kompletne i detaljne definicije metropolitenskog područja i CBD-a svih gradova mogu se naći u pomenutim studijama Njumana i Kenvortija.

**Tabela 50.** Spisak svetskih gradova koji predstavljaju jedinice posmatranja u panel analizi

<b>SAD</b>	<b>Evropa</b>	<b>Australija</b>	<b>Kanada</b>	<b>Azija</b>
Čikago	Beč	Brizbejn	Kalgari	Hong Kong
Denver	Brisel	Melburn	Montreal	Singapur
Finiks	Cirih	Pert	Otava	
Hjuston	Frankfurt	Sidnej	Vankuver	
Los Anđeles	Hamburg			
Njujork	Kopenhagen			
San Dijego	London			
San Francisko	Minhen			
Vašington				

Izvor: Prikaz autora

Zavisna promenljiva u našoj analizi je ukupna potrošnja energije u gradskom saobraćaju po stanovniku (izražena u MJ per capita) dobijena kao zbir potrošnje energije automobilom po stanovniku i potrošnje energije JGS-om po stanovniku. Spisak nezavisnih promenljivih čiji će se uticaj ispitivati dat je u Tabeli 51. Definicije i objašnjenja kako ovih, tako i ostalih indikatora korišćenih u radu, prezentovane su u Prilogu.

**Tabela 51.** Spisak nezavisnih promenljivih uključenih u statističku analizu

Tip indikatora	Naziv indikatora	Jedinica
<b>Prostorno- ekonomske karakteristike metropolitenskog područja</b>	Urbana gustina naseljenosti	Stanovnici/ha
	Urbana gustina zaposlenosti	Radna mesta/ha
	Udeo broja radnih mesta u centralnoj poslovnoj zoni	%
	Metropolitenski BDP per capita	US \$
<b>Infrastrukturni indikator</b>	Dužina gradskih puteva po stanovniku	m per capita
	Broj parking mesta na 1000 radnih mesta u CBD-u	parking mesta/1000 radnih mesta
<b>Indikatori intenziteta saobraćaja</b>	Broj vozila privatnog saobraćaja po kilometru puta	Vozilo/km
	Obim vozilo-kilometara automobilom po kilometru puta	VKM/km
	Obim vozilo-kilometara privatnim saobraćajem po kilometru	VKM/km
<b>Indikatori privatnog gradskog saobraćaja</b>	Stepen motorizacije	broj automobila/1000 st.
	Obim vozilo-kilometara automobilom po automobilu	VKM/automobil
	Obim vozilo-kilometara automobilom po stanovniku	VKM per capita
	Obim vozilo-kilometara privatnim saobraćajem po stanovniku	VKM per capita
	Obim putničkih kilometara automobilom po stanovniku	PKM per capita
	Obim putničkih kilometara privatnim saobraćajem po stanovniku	PKM per capita
<b>Indikatori javnog gradskog saobraćaja</b>	Obim putničkih kilometara JGS-om po stanovniku	PKM per capita
	Obim putničkih kilometara autobusom po stanovniku	PKM per capita
	Obim putničkih kilometara šinskim sistemima po stanovniku	PKM per capita
	Broj ukrcavanja (šinski sistemi) po stanovniku	Ukrcavanja per capita
	Broj ukrcavanja (JGS) po stanovniku	Ukrcavanja per capita
	Ukupan obim vozilo-kilometara JGS-om po stanovniku	VKM per capita
	Ukupan obim vozilo-kilometara autobusom po stanovniku	VKM per capita
	Ukupan obim vozilo-kilometara šinskim sistemima po	VKM per capita
	Ukupan obim vozilo-kilometara JGS-om po urbanom hektaru	VKM/ha
	Prosečna brzina JGS-a	km/h
<b>Indikatori energetske efikasnosti</b>	Potrošnja energije po putničkom kilometru autobusom	MJ/PKM
	Potrošnja energije po putničkom kilometru šinskim sistemima	MJ/PKM
	Potrošnja energije po putničkom kilometru JGS-om	MJ/PKM

Izvor: Prikaz autora

Osim navedenih indikatora u analizu su uvedene i sledeće veštačke promenljive:

1. pet veštačkih promenljivih za gradove koji pripadaju regionima: SAD-a, Evrope, Australije, Kanade i Azije;
2. četiri veštačke promenljive za gradove različitih veličina: do 1 milion stanovnika, od 1 do 2 miliona stanovnika, od 2 do 5 miliona stanovnika i više od 5 miliona stanovnika;
3. dve veštačke promenljive - u zavisnosti od toga da li gradovi primenjuju značajne mere limitiranja saobraćaja ili ne. U cilju razvrstavanja gradova u jednu od ove dve grupe pošli smo od, u stručnoj literaturi često navođene, Tomsonove tipologije gradova (Thomson 1977). Na osnovu veze između saobraćajnih sistema i urbane forme (posebno stepena centralizacije radnih mesta) Tomson razlikuje pet arhetipova: strategiju jakog centra, strategiju slabog centra, strategiju pune motorizacije, strategiju limitiranog saobraćaja i strategiju najnižih troškova (Jovanović 2005). Upravo nam je strategija limitiranog saobraćaja poslužila kao kriterijum odabira u ovom slučaju. Osnovne karakteristike ove saobraćajne strategije su:

- a. hijerarhija gradskih centara minimizira potrebu za saobraćajem;
- b. visoki troškovi korišćenja automobila;
- c. ograničeni pristup centru grada automobilom.

Shodno gorenavedenom, u grupu gradova koji primenjuju značajne mere limitiranja saobraćaja svrstani su: Brisel, Hong Kong, London, Minhen, Singapur, Beč i Ciri (Jovanović 2005; McIntosh et al. 2014; Thomson 1977).

Imajući u vidu prirodu i raznovrsnost prikupljenih podataka smatramo da su neophodne određene metodološke napomene:

1. podaci za svoju osnovu imaju nacionalne popise sprovedene u pojedinim zemljama. Iako se u nekim slučajevima (Australija i Kanada npr.) popisi izvode na svakih pet godina, kao referentne vremenske tačke su odabrane početne godine decenija s obzirom na veću preciznost podataka baziranih na zvaničnim popisima. Naravno, izuzetak su podaci za 1995. i 2005. godinu;
2. površina metropolitenskih područja zahteva posebno pojašnjenje s obzirom da se u odnosu na nju izračunavaju drugi prostorni pokazatelji koji su od velikog

značaja. Podaci o površini u ovom poglavlju se odnose na neto urbanizovanu površinu metropolitenskog područja. Za razliku od uobičajeno navođene bruto površine ona obuhvata samo kontinuirano izgrađeno područje u okviru grada. Kategorije zemljišta koje spadaju u urbanizovano i neurbanizovano zemljište date su u Tabeli 52. Na ovaj način postiže se uporedivost prostornih indikatora između različitih svetskih gradova. Shodno tome, kako bi se razlikovale od svojih klasičnih definicija, gustina naseljenosti i gustina zaposlenosti obračunate u odnosu na neto urbanizovanu površinu su naslovljene kao **urbana gustina naseljenosti** (*urban density*, eng.) i **urbana gustina zaposlenosti** (*urban job density*, eng.);

**Tabela 52.** Urbanizovano i neurbanizovano zemljište

Tip zemljišta	Kategorija zemljišta
<b>Urbanizovano zemljište</b>	Stambeno
	Industrijsko
	Komercijalno
	Kancelarije
	Javno korišćenje
	Saobraćaj
	Bolnice
	Škole, kultura
	Sportski tereni
	Bašte, parkovi
	Upropašćeno urbano zemljište
<b>Neurbanizovano zemljište</b>	Poljoprivredno zemljište
	Vodene površine
	Prirodno upropašćeno zemljište
	Šume, gradske šume
	Regionalni parkovi
	Livade, pašnjaci
<b>Urbanizovano zemljište/ Neurbanizovano zemljište</b>	Rekreaciono (u zavisnosti od intenziteta korišćenja)

Izvor: (Jovanović 2005; Kenworthy et al. 1999)

- na mestima gde je bilo izvodljivo, podaci za JGS su pored sumarnog pokazatelja razvrstani na autobus i šinske sisteme što je vrlo značajno imajući u vidu bitne razlike u osnovnim karakteristikama ovih vidova gradskog saobraćaja. Šinski sistemi ovde obuhvataju tramvaj, lake šinske sisteme, metro kao i prigradsku železnicu;



4. kako podaci o metropolitanskom BDP-u per capita pre 1990. godine nisu poznati, moralo se pribеći njihovoj što preciznijoj aproksimaciji. Upotreba nacionalnog BDP per capita u ove svrhe (metod koji se ranije često koristio) dovela bi do velikih odstupanja od prave vrednosti s obzirom da su ovi gradovi - regioni po pravilu, ekonomski značajno razvijeniji od ostatka teritorije. Stoga je ovaj indikator obračunat polazeći od realne pretpostavke da se ukupan udeo metropolitanskog BDP-a u ukupnom nacionalnom BDP-u nije značajno menjao u odnosu na 1990. godinu. Nakon dobijanja ovako izračunatog BDP-a on je stavljen u odnos sa odgovarajućom populacijom grada kako bi se dobio metropolitanski BDP per capita za 1960, 1970. i 1980. godinu. Podaci u Kenworthyjevom radu (Kenworthy 2013) upotrebljeni su za izračunavanje BDP per capita za 2005. godinu. U svrhu konverzije deviznih kurseva korišćeni su zvanični podaci MMF-a. (<http://www.imf.org/external/np/fin/ert/GUI/Pages/CountryDataBase.aspx>);
5. indikatori energetske efikasnosti nam služe kao posredno merilo za veoma bitan pokazatelj – stepen iskorišćenosti kapaciteta JGS-a (*load capacity*, eng.). Njega, nažalost, nije bilo moguće proračunati za sve godine s obzirom da precizni podaci o broju sedišta-kilometara, neophodni za njegovo dobijanje, nisu bili raspoloživi.

### 3.5. Ekonometrijska analiza

U praksi je često korišćen metod izbora promenljivih pod nazivom „korak po korak“ (*stepwise variable selection*, eng.), i to u formi eliminacije unazad (*backward elimination*, eng.) ili u formi odabira unapred (*forward selection*, eng.). Međutim, iako veoma zastupljen u istraživanjima, ovaj metod je ozbiljno diskreditovan u stručnoj literaturi (Altman and Andersen 1989; Charles, McClelland, and Ryan 2008; Derksen and Keselman 1992; Tibshirani 1996), uostalom kao i samo nekritičko oslanjanje na p-vrednost u procesu zaključivanja i selekcije varijabli (Altman and Bland 1995; Nuzzo 2014; Wasserstein and Lazar 2016).

Stoga smo se odlučili da selekciju varijabli, koje će biti korišćene u analizi panel podataka, izvršimo putem eksploratorne faktorske analize. Ovaj metod nam omogućuje i da izvučemo maksimum informacija iz našeg seta podataka i objasnimo međuzavisnost ekonomskih, prostornih i saobraćajnih indikatora.

Svi proračuni koji slede su rađeni u statističkom programu Stata.

### 3.5.1. Eksploratorna faktorska analiza

Eksploratorna faktorska analiza (*exploratory factor analysis*, eng.) predstavlja statistički metod čiji je cilj bolje razumevanje kompleksne prirode odnosa između varijabli, kao i otkrivanje latentnih faktora koji „leže ispod“ njih. Veći broj varijabli, koje mogu biti izmerene, na osnovu zajedničke varijacije svodi se na manji broj faktora koji tipično ne podležu opažanju i direktnom merenju. Na ovaj način, odnosi između varijabli postaju lakši za interpretaciju. Ova metoda se često koristi u svrhe smanjenja broja nezavisnih varijabli koji će biti korišćen u analizi, bilo preko selekcije manje grupe nekorelisanih varijabli iz veće početne, bilo preko kreiranja novih kompozitnih varijabli (indeksa) koje u sebi sadrže određeni broj srodnih originalnih varijabli.

Ova vrsta analize, ipak, ima određena ograničenja. Najčešći prigovori koji joj se upućuju odnose se na veoma izražen uticaj subjektivnosti istraživača prilikom analize, prvenstveno pri donošenju odluka o broju izabranih faktora i vrsti rotacije. Uprkos tome, faktorska analiza predstavlja često korišćen metod u preliminarnoj fazi istraživanja, posebno u slučajevima kada raspoložemo velikim brojem povezanih nezavisnih varijabli i želimo da ispitamo prirodu i strukturu podataka.

Mi ćemo eksploratornu faktorsku analizu koristiti kako bismo:

1. otkrili međusobne odnose između varijabli koje su očekivano korelisane u određenoj meri i
2. identifikovali varijable koje ćemo koristiti u panel analizi – kriterijumi za izbor varijabli biće njihovo faktorsko opterećenje, kao i značaj za ispitivanje postavljenih istraživačkih hipoteza.

S obzirom na veliki broj varijabli i dužine njihovog naziva naredna tabela sadrži oznake koje su korišćene u programu Stata kako bi tabele i izveštaji bili pregledniji i lakši za tumačenje (Tabela 53).

**Tabela 53.** Oznake varijabli u programu Stata

Oznaka	Nezavisne varijable
x1	Urbana gustina naseljenosti
x2	Urbana gustina zaposlenosti
x3	Udeo broja radnih mesta u centralnoj poslovnoj zoni
x4	Metropolitenski BDP per capita
x5	Dužina gradskih puteva po stanovniku
x6	Broj parking mesta na 1000 radnih mesta u centralnoj poslovnoj zoni
x7	Stepen motorizacije
x8	Obim vozilo-kilometara automobilom po jednom automobilu
x9	Broj vozila privatnog saobraćaja po kilometru puta
x10	Obim vozilo-kilometara automobilom po kilometru puta
x11	Obim vozilo-kilometara privatnim saobraćajem po kilometru puta
x12	Ukupan obim vozilo-kilometara JGS-om po stanovniku
x13	Ukupan obim vozilo-kilometara autobusom po stanovniku
x14	Ukupan obim vozilo-kilometara šinskim sistemima po stanovniku
x15	Ukupan obim vozilo-kilometara JGS-om po urbanom hektaru
x16	Prosečna brzina JGS-a
x17	Obim vozilo-kilometara automobilom po stanovniku
x18	Obim vozilo-kilometara privatnim saobraćajem po stanovniku
x19	Obim putničkih kilometara automobilom po stanovniku
x20	Obim putničkih kilometara privatnim saobraćajem po stanovniku
x21	Broj ukrcavanja (JGS) po stanovniku
x22	Broj ukrcavanja (šinski sistemi) po stanovniku
x23	Obim putničkih kilometara JGS-om po stanovniku
x24	Obim putničkih kilometara autobusom po stanovniku
x25	Obim putničkih kilometara šinskim sistemima po stanovniku
x26	Potrošnja energije po pređenom putničkom kilometru ukupno JGS-om
x27	Potrošnja energije po pređenom putničkom kilometru autobusom
x28	Potrošnja energije po pređenom putničkom kilometru šinskim sistemima
Oznaka	Zavisna varijabla
TTECpc	Ukupna potrošnja energije u gradskom saobraćaju po stanovniku

Izvor: Prikaz autora

Prvi korak u našoj analizi predstavlja matrica korelacionih koeficijenata varijabli. Na osnovu Tabele 54 očigledno je da kod većine varijabli postoji izražena međusobna korelacija, što uopšte nije redak slučaj, kako u našoj oblasti istraživanja, tako i u društvenim naukama uopšte. Ovakav rezultat je više nego očekivan, ne samo zato što su naši indikatori po prirodi povezani među sobom, već i zbog toga što je određeni broj varijabli izračunat na osnovu drugih (npr. varijable koje se odnose na ukupan gradski saobraćaj predstavljaju zbir automobila i JGS-a). Ova povezanost između varijabli, izražena postojanjem više značajnih koeficijenata korelacije, zapravo je neophodna da bi sprovođenje ove metode imalo smisla.

**Tabela 54.** Tabela korelacionih koeficijenata između nezavisnih varijabli

	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12	x13	x14
x1	1,000													
x2	0,976	1,000												
x3	-0,089	-0,033	1,000											
x4	0,039	0,153	-0,061	1,000										
x5	-0,531	-0,600	-0,139	-0,283	1,000									
x6	-0,399	-0,421	-0,191	-0,091	0,632	1,000								
x7	-0,638	-0,608	-0,264	0,380	0,397	0,493	1,000							
x8	-0,366	-0,407	-0,524	-0,006	0,442	0,324	0,368	1,000						
x9	0,570	0,663	0,125	0,461	-0,801	-0,352	-0,186	-0,442	1,000					
x10	0,271	0,379	-0,109	0,648	-0,654	-0,261	0,164	0,065	0,793	1,000				
x11	0,608	0,661	-0,139	0,412	-0,712	-0,359	-0,179	-0,046	0,859	0,825	1,000			
x12	0,614	0,644	0,264	0,229	-0,545	-0,658	-0,678	-0,477	0,376	0,107	0,315	1,000		
x13	0,651	0,588	0,185	-0,128	-0,320	-0,375	-0,619	-0,251	0,232	-0,073	0,377	0,636	1,000	
x14	0,154	0,246	0,240	0,398	-0,428	-0,539	-0,335	-0,423	0,297	0,172	0,099	0,750	0,001	1,000
x15	0,982	0,949	-0,126	0,033	-0,449	-0,377	-0,622	-0,298	0,462	0,195	0,537	0,634	0,662	0,157
x16	-0,075	0,018	0,093	0,336	-0,281	-0,407	-0,056	-0,073	0,170	0,241	0,125	0,369	-0,102	0,594
x17	-0,560	-0,572	-0,484	0,263	0,458	0,509	0,864	0,758	-0,297	0,185	-0,083	-0,707	-0,532	-0,464
x18	-0,566	-0,585	-0,476	0,214	0,488	0,528	0,842	0,771	-0,325	0,141	-0,090	-0,710	-0,490	-0,497
x19	-0,606	-0,628	-0,477	0,181	0,538	0,536	0,839	0,774	-0,392	0,081	-0,172	-0,721	-0,529	-0,481
x20	-0,606	-0,636	-0,458	0,115	0,569	0,549	0,793	0,780	-0,425	0,018	-0,182	-0,712	-0,461	-0,518
x21	0,735	0,796	0,160	0,331	-0,736	-0,628	-0,626	-0,538	0,691	0,392	0,578	0,839	0,481	0,659
x22	0,469	0,579	0,159	0,500	-0,559	-0,467	-0,354	-0,509	0,617	0,447	0,391	0,638	0,015	0,775
x23	0,740	0,785	0,180	0,241	-0,638	-0,680	-0,687	-0,477	0,559	0,275	0,501	0,917	0,578	0,668
x24	0,747	0,697	0,082	-0,125	-0,413	-0,414	-0,669	-0,226	0,311	0,021	0,450	0,648	0,952	0,015
x25	0,413	0,511	0,201	0,408	-0,547	-0,602	-0,423	-0,470	0,515	0,344	0,337	0,744	0,081	0,880
x26	-0,406	-0,458	-0,297	-0,154	0,541	0,691	0,558	0,494	-0,423	-0,214	-0,324	-0,727	-0,368	-0,647
x27	-0,463	-0,486	-0,405	0,131	0,402	0,458	0,682	0,506	-0,340	-0,009	-0,209	-0,667	-0,506	-0,445
x28	0,122	0,223	0,151	0,451	-0,357	-0,346	0,004	-0,154	0,441	0,518	0,345	0,226	-0,144	0,415

	x15	x16	x17	x18	x19	x20	x21	x22	x23	x24	x25	x26	x27	x28
x15	1,000													
x16	-0,064	1,000												
x17	-0,520	-0,107	1,000											
x18	-0,523	-0,119	0,991	1,000										
x19	-0,557	-0,105	0,984	0,987	1,000									
x20	-0,553	-0,121	0,954	0,979	0,985	1,000								
x21	0,697	0,233	-0,682	-0,706	-0,746	-0,764	1,000							
x22	0,427	0,342	-0,503	-0,549	-0,566	-0,618	0,844	1,000						
x23	0,734	0,347	-0,706	-0,714	-0,743	-0,741	0,936	0,759	1,000					
x24	0,756	-0,121	-0,547	-0,513	-0,555	-0,497	0,582	0,110	0,662	1,000				
x25	0,396	0,555	-0,541	-0,575	-0,583	-0,620	0,814	0,918	0,840	0,151	1,000			
x26	-0,370	-0,446	0,649	0,648	0,640	0,629	-0,682	-0,613	-0,759	-0,395	-0,724	1,000		
x27	-0,436	-0,153	0,742	0,729	0,703	0,674	-0,605	-0,444	-0,681	-0,557	-0,503	0,756	1,000	
x28	0,060	0,236	-0,074	-0,125	-0,147	-0,207	0,385	0,558	0,279	-0,122	0,457	-0,368	-0,170	1,000

Kalkulacija autora u programu Stata

Zatim, treba utvrditi da li su naši podaci pogodni za eksploratornu faktorsku analizu. Za ovu svrhu obično se uzimaju u obzir dva pokazatelja – Bartletov test sferičnosti (*Bartlett's Test of Sphericity*, eng.) i Kajzer-Majer-Olkinova ocena zajedničkog varijabiliteta (*Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy*, eng.). Bartletovim testom sferičnosti se testira nulta hipoteza da ne postoji korelacija između varijabli. U našem primeru p-vrednost testa iznosi 0 (Tabela 55), stoga odbacujemo nultu hipotezu i nastavljamo sa daljom analizom s obzirom da postoji korelisanost između varijabli.

**Tabela 55.** Bartletov test sferičnosti

<i>Chi-square</i>	5160,231
<i>Df</i>	378
<i>p-vrednost</i>	0,000
<i>H0: varijable nisu korelisane</i>	

Kalkulacija autora u programu Stata

Kajzer-Majer-Olkinova ocena predstavlja meru zajedničkog varijabiliteta između varijabli. Da bi sprovođenje faktorske analize bilo opravdano ova ocena mora iznositi minimum 0,50, s tim da su veće vrednosti bolje jer ukazuju na veće preklapanje varijabli. U Tabeli 56 vidimo da je ova vrednost prilično visoka (iznosi 0,708), čime je zadovoljen i ovaj uslov.

**Tabela 56.** Kajzer-Majer-Olkinova ocena zajedničkog varijabiliteta

<i>KMO</i>	0,708
------------	-------

Kalkulacija autora u programu Stata

U praksi su zastupljene dve procedure za otkrivanje faktora: analiza glavnih komponenti (*principal components analysis*, eng) i analiza zajedničkih faktora (*common factor analysis*, eng). Analiza glavnih komponenti služi ponajviše za smanjenje broja varijabli tako što otkriva faktore sa maksimalnim varijabilitetom iz skupa podataka. Ona se bazira na ukupnom varijabilitetu tj. ne pravi razliku između zajedničkog i specifičnog varijabiliteta. Analiza zajedničkih faktora, s druge strane, bavi se jedino zajedničkim varijabilitetom koji karakteriše dve ili više varijabli. Iako različite, ove dve procedure

često dovode do veoma sličnih rezultata kada analiza obuhvata veliki broj varijabli (preko 30). Mi ćemo koristiti analizu glavnih komponenti, jer nas zanima ukupni varijabilitet.

Jedno od najosetljivijih pitanja u eksploratornoj faktorskoj analizi jeste odluka o broju faktora koji će biti uzeti u obzir, kako zbog njenog značaja za dalju analizu, tako i zbog nepostojanja jedinstvenog kriterijuma i oslanjanja na iskustvo istraživača. U praksi se najčešće koriste kriterijumi na bazi karakteristične vrednosti (*eigenvalue*, eng.) koji uključuju i dijagram osipanja (*scree plot*, eng.). Mi ćemo pored ovih metoda koristiti i kriterijum procentualnog učešća objašnjenog varijabiliteta i paralelnu analizu (*parallel analysis*, eng.).

Karakteristična vrednost predstavlja udeo ukupne varijanse korelacione matrice koju objašnjava odgovarajući faktor. Zbir svih karakterističnih vrednosti je jednak ukupnom broju varijabli. Kajzerov kriterijum sugerše da se zadrže svi faktori čija je karakteristična vrednost jednaka ili veća od 1. Faktori sa manjom vrednošću od 1 objašnjavaju manje varijabiliteta od originalne varijable, te se stoga ne uzimaju u obzir.

U Tabeli 57 prikazan je prvi korak faktorske analize - karakteristične vrednosti i faktori koji su otkriveni analizom glavnih komponenti. U ovoj fazi faktori još uvek nisu rotirani. Kolona *Procentualno učešće objašnjenog varijabiliteta (Proportion, eng.)* pokazuje udeo ukupnog varijabiliteta originalnih varijabli koje objašnjava određeni faktor, dok kolona *Kumulativno učešće objašnjenog varijabiliteta (Cumulative, eng.)* daje kumulativni udeo od prvog do poslednjeg faktora. Svi odabrani faktori bi trebalo da objašnjavaju barem 70% od ukupnog varijabiliteta kako bi rezultati bili zadovoljavajući, mada, kod društvenih nauka je često prihvatljiv i nešto niži procenat.

**Tabela 57.** Analiza glavnih komponenti - Karakteristične vrednosti i faktori (bez rotacije)

<b>Faktor</b>	<b>Karakteristična vrednost</b>	<b>Razlika</b>	<b>Procentualno učešće objašnjenog varijabiliteta</b>	<b>Kumulativno učešće objašnjenog varijabiliteta</b>
<b>1</b>	13,86364	9,51823	0,4951	0,4951
<b>2</b>	4,34541	1,05230	0,1552	0,6503
<b>3</b>	3,29311	1,78489	0,1176	0,7679
<b>4</b>	1,50822	0,34571	0,0539	0,8218
<b>5</b>	1,16251	0,34572	0,0415	0,8633
<b>6</b>	0,81679	0,12546	0,0292	0,8925
<b>7</b>	0,69134	0,17269	0,0247	0,9172
<b>8</b>	0,51864	0,10108	0,0185	0,9357
<b>9</b>	0,41757	0,02869	0,0149	0,9506
<b>10</b>	0,38887	0,12744	0,0139	0,9645
<b>11</b>	0,26144	0,08044	0,0093	0,9738
<b>12</b>	0,18100	0,02250	0,0065	0,9803
<b>13</b>	0,15850	0,03573	0,0057	0,9860
<b>14</b>	0,12278	0,03660	0,0044	0,9904
<b>15</b>	0,08618	0,03672	0,0031	0,9934
<b>16</b>	0,04946	0,01783	0,0018	0,9952
<b>17</b>	0,03163	0,00343	0,0011	0,9963
<b>18</b>	0,02821	0,00316	0,0010	0,9973
<b>19</b>	0,02504	0,00738	0,0009	0,9982
<b>20</b>	0,01767	0,00755	0,0006	0,9989
<b>21</b>	0,01012	0,00265	0,0004	0,9992
<b>22</b>	0,00746	0,00090	0,0003	0,9995
<b>23</b>	0,00657	0,00197	0,0002	0,9997
<b>24</b>	0,00460	0,00185	0,0002	0,9999
<b>25</b>	0,00275	0,00240	0,0001	1,0000
<b>26</b>	0,00035	0,00027	0,0000	1,0000
<b>27</b>	0,00008	0,00002	0,0000	1,0000
<b>28</b>	0,00006	-	0,0000	1,0000

Kalkulacija autora u programu Stata

Na osnovu Kajzerovog kriterijuma prvo se predlaže zadržavanje pet faktora čija je vrednost veća od 1. Uočava se da prvi faktor ima veoma veliku karakterističnu vrednost u odnosu na ostale faktore (13,863) i, shodno tome, objašnjava skoro 50% ukupnog



varijabiliteta. Kumulativno posmatrano, prvih pet faktora objašnjavaju 86,33% ukupnog varijabiliteta.

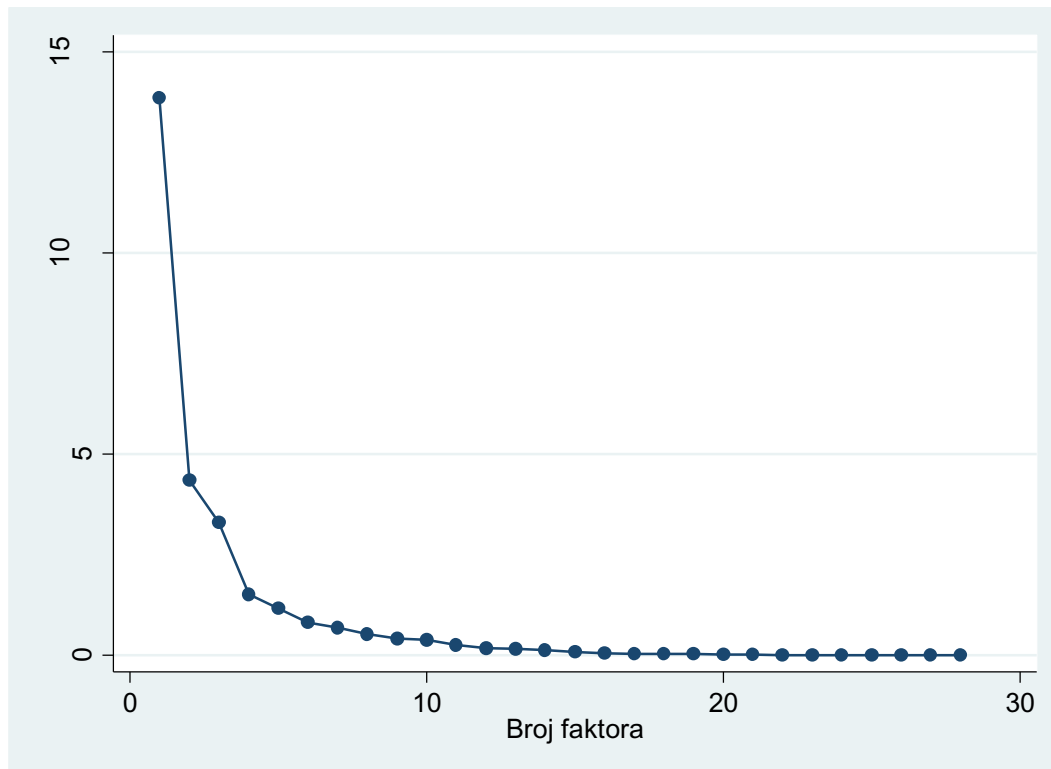
Faktorsko opterećenje (*factor loading*, eng.) predstavlja važnost svake varijable u objašnjenju faktora. U pitanju su ponderi tj. koeficijenti korelacije između varijabli i faktora. Veće faktorsko opterećenje ukazuje na veći značaj varijable u definisanju faktora. Iako se faktorska opterećenja preko 0,5 smatraju zadovoljavajućim, idealno bi bilo da ona prelaze vrednost od 0,7. Pozitivan znak faktorskog opterećenja znači da postoji pozitivna korelacija, a negativan znak da postoji negativna korelacija između varijable i samog faktora. Kolona *Specifičan varijabilitet (Uniqueness*, eng.) se odnosi na varijabilitet karakterističan samo za datu varijablu. Veća vrednost nas upućuje na zaključak da varijabla nije dobro objašnjena faktorom (Tabela 58).

**Tabela 58.** Faktorska opterećenja i specifični varijabilitet za predloženi broj faktora na bazi Kajzerovog kriterijuma

<b>Varijabla</b>	<b>Faktor 1</b>	<b>Faktor 2</b>	<b>Faktor 3</b>	<b>Faktor 4</b>	<b>Faktor 5</b>	<b>Specifičan varijabilitet</b>
<b>x1</b>	0,7688	-0,0685	0,5535	0,0018	0,2395	0,0405
<b>x2</b>	0,8165	0,0501	0,4777	-0,0438	0,2317	0,047
<b>x3</b>	0,3056	-0,2568	-0,4806	-0,4169	-0,4051	0,2718
<b>x4</b>	0,1533	0,8117	-0,036	0,0548	0,0736	0,308
<b>x5</b>	-0,7331	-0,3549	-0,1319	0,2114	0,2579	0,2081
<b>x6</b>	-0,6935	-0,1121	0,1309	-0,2463	0,3284	0,3208
<b>x7</b>	-0,7585	0,4922	-0,0478	-0,1226	0,007	0,165
<b>x8</b>	-0,6436	0,2038	0,3244	0,4737	-0,1026	0,2041
<b>x9</b>	0,6422	0,5251	0,2581	-0,4125	-0,1016	0,0648
<b>x10</b>	0,2808	0,8398	0,2853	-0,2075	-0,1903	0,0552
<b>x11</b>	0,5115	0,5376	0,5666	-0,1202	-0,2209	0,0651
<b>x12</b>	0,8826	-0,0373	-0,0899	0,3422	-0,0224	0,0939
<b>x13</b>	0,5841	-0,4127	0,4773	0,1797	-0,3135	0,13
<b>x14</b>	0,6289	0,2967	-0,582	0,2777	0,1294	0,084
<b>x15</b>	0,7276	-0,1055	0,5565	0,1217	0,2773	0,0581
<b>x16</b>	0,275	0,3994	-0,4534	0,436	-0,2322	0,3152
<b>x17</b>	-0,8348	0,466	0,2093	0,1371	-0,0308	0,0224
<b>x18</b>	-0,8483	0,4146	0,2303	0,1607	-0,066	0,0253
<b>x19</b>	-0,8735	0,3756	0,17	0,1921	-0,0487	0,0276
<b>x20</b>	-0,8763	0,2987	0,1938	0,221	-0,0963	0,0472
<b>x21</b>	0,9409	0,1868	0,0504	0,0259	0,1296	0,0598
<b>x22</b>	0,7535	0,4262	-0,2725	-0,0574	0,3555	0,0467
<b>x23</b>	0,947	0,0769	0,0294	0,2388	0,0517	0,0366
<b>x24</b>	0,6493	-0,3553	0,548	0,1862	-0,2282	0,0652
<b>x25</b>	0,7802	0,357	-0,3757	0,176	0,2023	0,0507
<b>x26</b>	-0,7851	-0,0726	0,2755	-0,1747	0,2347	0,2168
<b>x27</b>	-0,743	0,2619	0,1347	-0,0245	0,21	0,3165
<b>x28</b>	0,3338	0,5669	-0,2211	-0,1936	-0,0178	0,4805

Kalkulacija autora u programu Stata

Kako Kajzerov kriterijum može lako dovesti do odabiranja previše faktora (Field 2009), obično se preporučuje korišćenje dijagrama osipanja kao dopunskog metoda. On prikazuje faktore na jednoj i karakteristične vrednosti na drugoj osi. Na grafikonu se traži „tačka prekida“ nakon koje počinje osipanje i kriva postaje skoro horizontalna. Broj faktora do te tačke predstavlja broj faktora koji treba biti zadržan u analizi. Na Grafiku 8 uočava se da od četvrtog faktora počinje osipanje i prelom linije. Shodno njemu, treba odabrati tri faktora.



**Grafik 8.** Dijagram osipanja

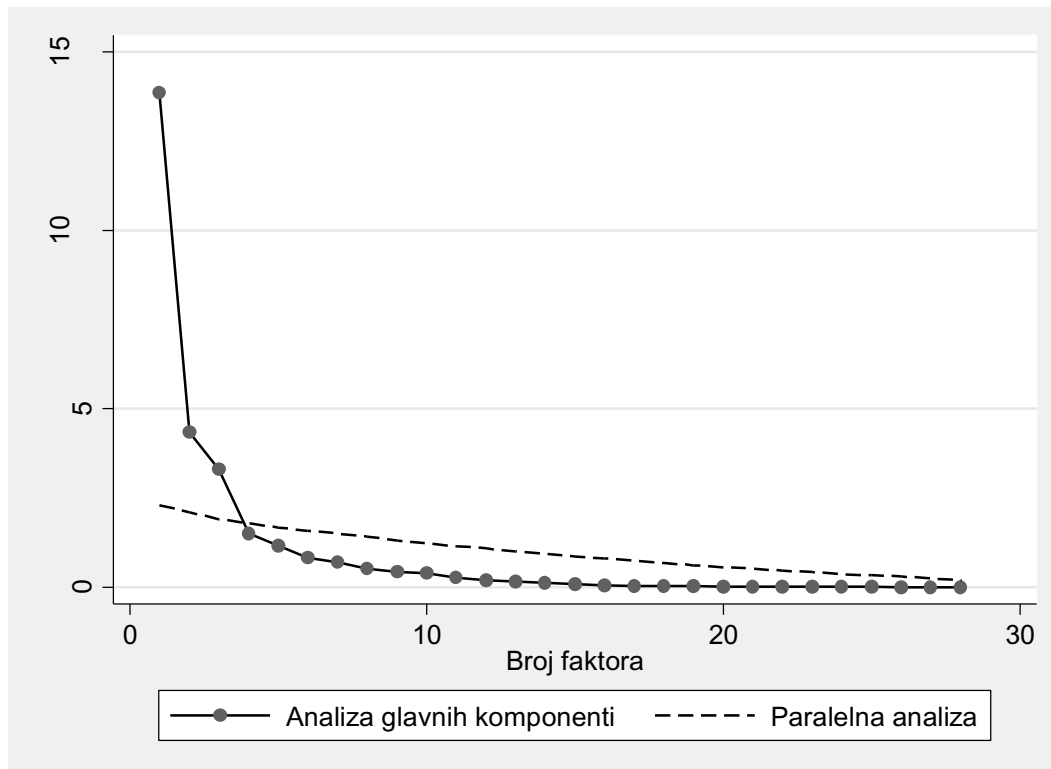
Kako bismo dalje ispitali odluku o broju faktora prelazimo na paralelnu analizu. U pitanju je jedan od najtačnijih metoda za utvrđivanje ispravnog broja faktora (Henson and Roberts 2006). Njime se prethodno izračunate karakteristične vrednosti porede sa karakterističnim vrednostima iz matrice slučajno generisanih vrednosti sa istim brojem varijabli i opservacija. Kriterijum glasi - treba zadržati prethodno izračunate karakteristične vrednosti koje su veće od karakterističnih vrednosti dobijenih iz slučajnih brojeva. Faktori sa karakterističnim vrednostima ispod ove granice se smatraju netačnim (Franklin et al. 1995).

Generisano je deset slučajnih setova podataka, i u Tabeli 59 prikazan je prosek karakterističnih vrednosti dobijen iz njih. Uočavamo da prva tri faktora imaju pozitivnu razliku u odnosu na karakteristične vrednosti koje su dobijene na osnovu slučajnih brojeva. Dakle, metod paralelne analize sugerise da treba zadržati tri faktora. Na isti zaključak nas navodi Grafik 9 na kojem se kriva paralelne analize ukršta sa krivom analize glavnih komponenti pre četvrtog faktora.

**Tabela 59.** Paralelna analiza

<b>Faktor</b>	<b>Karakteristična vrednost</b>	<b>Karakteristična vrednost na osnovu slučajnih brojeva</b>	<b>Razlika</b>
<b>1</b>	13,86364	2,320145	11,5435
<b>2</b>	4,345411	2,060243	2,285168
<b>3</b>	3,293107	1,912556	1,380551
<b>4</b>	1,508218	1,7909	-0,2826816
<b>5</b>	1,16251	1,683337	-0,5208276
<b>6</b>	0,816792	1,579218	-0,7624254
<b>7</b>	0,691336	1,475548	-0,7842118
<b>8</b>	0,518645	1,399976	-0,8813317
<b>9</b>	0,417568	1,29608	-0,8785119
<b>10</b>	0,388875	1,214825	-0,8259503
<b>11</b>	0,261436	1,13901	-0,8775738
<b>12</b>	0,181001	1,06432	-0,8833191
<b>13</b>	0,158501	0,9955896	-0,8370889
<b>14</b>	0,122775	0,914525	-0,7917497
<b>15</b>	0,086178	0,8591523	-0,772974
<b>16</b>	0,049463	0,7915007	-0,7420382
<b>17</b>	0,031635	0,7204106	-0,688776
<b>18</b>	0,028207	0,6675467	-0,6393394
<b>19</b>	0,025043	0,632241	-0,6071977
<b>20</b>	0,017667	0,5819154	-0,564248
<b>21</b>	0,010117	0,5307267	-0,5206102
<b>22</b>	0,007465	0,4792138	-0,4717493
<b>23</b>	0,006567	0,4309249	-0,4243575
<b>24</b>	0,004597	0,3845054	-0,3799084
<b>25</b>	0,002747	0,3357154	-0,3329684
<b>26</b>	0,00035	0,2972596	-0,2969093
<b>27</b>	0,0000842	0,2496482	-0,2495641
<b>28</b>	0,000062	0,192969	-0,192907

Kalkulacija autora u programu Stata



**Grafik 9.** Paralelna analiza

Takođe, na osnovu Tabele 57 vidimo da tri faktora kumulativno objašnjavaju 76,79% ukupnog varijabiliteta, što je itekako zadovoljavajuće. Dakle, nakon dijagrama osipanja i paralelne analize odlučili smo da zadržimo tri faktora sa kojima nastavljamo analizu. U Tabeli 60 prikazana su faktorska opterećenja za izabrana tri faktora, bez rotacije.

Nakon odluke o broju faktora pristupa se njihovoj rotaciji kako bi faktori bili lakši i jednostavniji za interpretaciju. Cilj je naći optimalnu strukturu tako da svaka varijabla objašnjava što manje faktora, a da se pritom maksimiziraju visoka faktorska opterećenja za svaku varijablu (Rummel 1970), tj. da svaki faktor bude značajno korelisan sa što manjim brojem varijabli. Bitno je napomenuti da rotacija ne utiče na osnovne nalaze analize, kao što su ukupan otkriven varijabilitet i korelacija između varijabli (Costello and Osborne 2005).

**Tabela 60.** Faktorska opterećenja i specifični varijabilitet za tri faktora

<b>Varijabla</b>	<b>Faktor 1</b>	<b>Faktor 2</b>	<b>Faktor 3</b>	<b>Specifični varijabilitet</b>
<b>x1</b>	0,7688	-0,0685	0,5535	0,0979
<b>x2</b>	0,8165	0,0501	0,4777	0,1026
<b>x3</b>	0,3056	-0,2568	-0,4806	0,6097
<b>x4</b>	0,1533	0,8117	-0,036	0,3164
<b>x5</b>	-0,7331	-0,3549	-0,1319	0,3193
<b>x6</b>	-0,6935	-0,1121	0,1309	0,4894
<b>x7</b>	-0,7585	0,4922	-0,0478	0,1801
<b>x8</b>	-0,6436	0,2038	0,3244	0,439
<b>x9</b>	0,6422	0,5251	0,2581	0,2453
<b>x10</b>	0,2808	0,8398	0,2853	0,1344
<b>x11</b>	0,5115	0,5376	0,5666	0,1284
<b>x12</b>	0,8826	-0,0373	-0,0899	0,2115
<b>x13</b>	0,5841	-0,4127	0,4773	0,2606
<b>x14</b>	0,6289	0,2967	-0,582	0,1778
<b>x15</b>	0,7276	-0,1055	0,5565	0,1498
<b>x16</b>	0,275	0,3994	-0,4534	0,5593
<b>x17</b>	-0,8348	0,466	0,2093	0,0421
<b>x18</b>	-0,8483	0,4146	0,2303	0,0555
<b>x19</b>	-0,8735	0,3756	0,17	0,0669
<b>x20</b>	-0,8763	0,2987	0,1938	0,1053
<b>x21</b>	0,9409	0,1868	0,0504	0,0773
<b>x22</b>	0,7535	0,4262	-0,2725	0,1764
<b>x23</b>	0,947	0,0769	0,0294	0,0963
<b>x24</b>	0,6493	-0,3553	0,548	0,1519
<b>x25</b>	0,7802	0,357	-0,3757	0,1226
<b>x26</b>	-0,7851	-0,0726	0,2755	0,3024
<b>x27</b>	-0,743	0,2619	0,1347	0,3612
<b>x28</b>	0,3338	0,5669	-0,2211	0,5183

Kalkulacija autora u programu Stata

Postoje dve distinktivne grupe rotacija: ortogonalna (*orthogonal rotation*, eng.) i kosa rotacija (*oblique rotation*, eng.). Ortogonalna rotacija pretpostavlja da su faktori nekorelisani među sobom i lakša je za interpretaciju. Za razliku od nje, kosa rotacija dozvoljava korelisanost između faktora što je mnogo realnija pretpostavka, posebno u društvenim naukama (Costello and Osborne 2005). U okviru ove dve grupe postoji više vrsta rotacija od kojih se u praksi najčešće koriste: *Varimax* rotacija (ortogonalna) i *Direct oblimin* rotacija (kosa). *Varimax* rotacija, na primer, ima za cilj da minimizira broj

varijabli sa visokim opterećenjem (blizu 1), dok ostale varijable imaju nisko opterećenje (blizu 0), što olakšava objašnjenje faktora.

Različitim rotacijama može se dobiti više rešenja zbog toga što se rotacijom faktora menja i njihovo opterećenje. Počecemo sa kosom rotacijom jer ne želimo da namecemo pretpostavku nekorelisanosti između faktora koja je karakteristična za ortogonalnu rotaciju. Mogućnost da su naši izdvojeni faktori korelisani u nekoj meri je veoma realna u društvenim naukama. Ukoliko se ispostavi da faktori ipak nisu korelisani ove dve vrste rotacija daće slične rezultate. Autori Tabačnik i Fidel (Tabachnick and Fidell 2013) preporučuju proveru kose rotacije preko matrice korelacije između faktora. Ukoliko je bilo koja apsolutna vrednost u matrici van dijagonale veća od 0,32 to znači da postoji 10% ili više preklapanja u varijabilitetu između faktora, što je dovoljno da se izabere kosa rotacija. Na osnovu Tabele 61 koja prikazuje korelaciju između faktora nakon *Promax* rotacije zaključujemo da kosa rotacija više odgovara našim podacima.

**Tabela 61.** Korelaciona matrica faktora nakon *Promax* rotacije

	<b>Faktor 1</b>	<b>Faktor 2</b>	<b>Faktor 3</b>
<b>Faktor 1</b>	1		
<b>Faktor 2</b>	-0,3928	1	
<b>Faktor 3</b>	-0,215	0,2464	1

Kalkulacija autora u programu Stata

U više iteracija provereno je nekoliko najčešće korišćenih kosih rotacija (*Direct oblimin*, *Promax*, *Oblimax*, *Quartimin*) kako bismo pronašli zadovoljavajuću strukturu faktorskih opterećenja. Na kraju smo se odlučili za *Promax* rotaciju koja nam daje najbolje rezultate. *Promax* rotacija vrši stepenovanje faktorskih opterećenja *Varimax* rotacije što dovodi do toga da mala opterećenja postanu bliska 0 i da se poveća razlika između visokih i niskih opterećenja.

Struktura faktorskih opterećenja na osnovu izabrane rotacije bi trebalo da:

- a) ima barem tri varijable sa visokim opterećenjem za svaki faktor (iznad 0,5) dok su za ostale varijable opterećenja veoma niska,
- b) nema varijabli koje nemaju značajno opterećenje ni za jedan faktor, i
- c) ima što manje kompleksnih varijabli (*crossloading variables*, eng.) koje imaju značajna opterećenja na više faktora (Kline 1993).

U Tabelama 62 i 63 prikazani su rezultati *Promax* rotacije (faktorska opterećenja manja od 0,4 su izostavljena radi preglednosti). Uočavamo da postoji nekoliko kompleksnih varijabli u zavisnosti od granice značajnosti za koju smo se odlučili. U stručnoj literaturi ne postoji jedinstveno pravilo, ali se najčešće primenjuje vrednost od 0,4 ili 0,5. Pored toga koriste se i veće vrednosti kada varijabla u pitanju ima veoma visoko opterećenje na glavnom faktoru. Za granicu značajnosti od 0,5 imamo tri varijable (x11, x14 i x25) koje možemo smatrati kompleksnim. Ove varijable se neretko izbacuju iz analize pre nego što se ponovi ceo postupak kako bi se dobila što čistija struktura. Međutim, imajući u vidu da cilj naše faktorske analize nije kreiranje novih varijabli (na osnovu faktora), već selekcija nezavisnih promenljivih, smatramo da prisustvo malog broja varijabli koje objašnjavaju više od jednog faktora ne utiče presudno na kvalitet analize.

**Tabela 62.** Promax rotacija - procentualno učešće objašnjenog varijabiliteta

	<b>Varijansa</b>	<b>Procentualno učešće objašnjenog varijabiliteta</b>
<b>Faktor 1</b>	11,05267	0,3947
<b>Faktor 2</b>	9,13296	0,3262
<b>Faktor 3</b>	7,02592	0,2509

Kalkulacija autora u programu Stata



**Tabela 63.** Promax rotacija – rotirana faktorska opterećenja

Varijabla	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	Specifični varijabilitet
x1		0,8968		0,0979
x2		0,8230		0,1026
x3	-0,6814			0,6097
x4			0,8484	0,3164
x5			-0,5391	0,3193
x6	0,4757			0,4894
x7	0,6711	-0,4458		0,1801
x8	0,7456			0,4390
x9		0,4559	0,6563	0,2453
x10	0,4501		0,8543	0,1344
x11		0,7094	0,5734	0,1284
x12	-0,6337			0,2115
x13		0,7927		0,2606
x14	--0,6920		0,5829	0,1778
x15		0,8878		0,1498
x16			0,5563	0,5593
x17	0,9026			0,0421
x18	0,9022			0,0555
x19	0,8529			0,0669
x20	0,8356			0,1053
x21	-0,4541	0,4247	0,4501	0,0773
x22	-0,4697		0,6896	0,1764
x23	-0,5272	0,4225		0,0963
x24		0,8832		0,1519
x25	-0,5987		0,6485	0,1226
x26	0,6624			0,3024
x27	0,6901			0,3612
x28			0,6951	0,5183

Kalkulacija autora u programu Stata

Nakon rotacije primetno je da se promenio udeo svakog od tri faktora u objašnjenju ukupnog varijabiliteta (faktor 1 objašnjava 39,47%, faktor 2 – 32,62%, faktor 3 – 25,09%). Dakle, faktor 1 je i dalje najznačajniji, ali više ne toliko izraženo u odnosu na preostala dva faktora tj. rotacija je ravnomerno rasporedila faktorska opterećenja na sve faktore. Osim ovoga, došlo je i do promene faktorskog opterećenja većine varijabli.

U Tabeli 64 prikazana su sva faktorska opterećenja, sortirana radi bolje preglednosti. Uokvirene su i razdvojene varijable koje opterećuju faktor 1, faktor 2 i faktor 3.

**Tabela 64.** Faktorska opterećenja nakon Promax rotacije (*pattern matrix*), sortirana

Varijabla	Faktor 1	Faktor2	Faktor 3	Specifični varijabilitet
x17	0,9026	-0,2151	0,1740	0,0421
x18	0,9022	-0,1920	0,1158	0,0555
x19	0,8529	-0,2577	0,0812	0,0669
x20	0,8356	-0,2234	0,0005	0,1053
x8	0,7456	0,0219	-0,0485	0,4390
x14	-0,6920	-0,3629	0,5829	0,1778
x27	0,6901	-0,2205	0,0143	0,3612
x3	-0,6814	-0,3158	-0,0740	0,6097
x7	0,6711	-0,4458	0,2695	0,1801
x26	0,6624	-0,0465	-0,3523	0,3024
x12	-0,6337	0,2918	0,2388	0,2115
x23	-0,5272	0,4225	0,3479	0,0963
x6	0,4757	-0,1473	-0,3376	0,4894
x21	-0,4541	0,4247	0,4501	0,0773
xl	-0,0857	0,8968	0,0563	0,0979
x15	-0,0757	0,8878	0,0074	0,1498
x24	-0,1543	0,8832	-0,2592	0,1519
x2	-0,1159	0,8230	0,2007	0,1026
x13	-0,1958	0,7927	-0,3217	0,2606
x11	0,3766	0,7094	0,5734	0,1284
x10	0,4501	0,2820	0,8543	0,1344
x4	0,2696	-0,0923	0,8484	0,3164
x28	-0,1023	-0,1653	0,6951	0,5183
x22	-0,4697	-0,0170	0,6896	0,1764
x9	0,0534	0,4559	0,6563	0,2453
x25	-0,5987	-0,0993	0,6485	0,1226
x16	-0,3246	-0,3998	0,5563	0,5593
x5	0,1818	-0,3930	-0,5391	0,3193

Kalkulacija autora u programu Stata

U faktor 1 možemo svrstati sledeće varijable (po značaju faktorskog opterećenja): x17 (Obim vozilo-kilometara automobilom po stanovniku), x18 (Obim vozilo-kilometara privatnim saobraćajem po stanovniku), x19 (Obim putničkih kilometara automobilom po

stanovniku), x20 (Obim putničkih kilometara privatnim saobraćajem po stanovniku), x8 (Obim vozilo-kilometara automobilom po jednom automobilu), x27 (Potrošnja energije po pređenom putničkom kilometru autobusom), x3 (Udeo broja radnih mesta u centralnoj poslovnoj zoni), x7 (Stepen motorizacije), x26 (Potrošnja energije po pređenom putničkom kilometru ukupno JGS-om), x12 (Ukupan obim vozilo-kilometara JGS-om po stanovniku), x23 (Obim putničkih kilometara JGS-om po stanovniku), x6 (Broj parking mesta na 1000 radnih mesta u centralnoj poslovnoj zoni) i x21 (Broj ukrcavanja (JGS) po stanovniku). Jasno se uočava da je ovaj faktor pretežno vezan za parametre privatnog saobraćaja i JGS-a.

Faktor 2 objašnjavaju sledeće varijable: x1 (Urbana gustina naseljenosti), x15 (Ukupan obim vozilo-kilometara JGS-om po urbanom hektaru), x24 (Obim putničkih kilometara autobusom po stanovniku), x2 (Urbana gustina zaposlenosti) i x13 (Ukupan obim vozilo-kilometara autobusom po stanovniku). Ovaj faktor se ponajviše odnosi na prostorni aspekt gradova i u manjoj meri na mobilnost JGS-om.

U faktor 3 možemo svrstati sledeće varijable: x10 (Obim vozilo-kilometara automobilom po kilometru puta), x4 (Metropolitenski BDP per capita), x28 (Potrošnja energije po pređenom putničkom kilometru šinskim sistemima), x22 (Broj ukrcavanja (šinski sistemi) po stanovniku), x9 (Broj vozila privatnog saobraćaja po kilometru puta), x16 (Prosečna brzina JGS-a) i x5 (Dužina gradskih puteva po stanovniku). Ovaj faktor (koji je i najmanje značajan) objašnjavaju raznorodne varijable.

Varijable x11 (Obim vozilo-kilometara privatnim saobraćajem po kilometru puta), x14 (Ukupan obim vozilo-kilometara šinskim sistemima po stanovniku) i x25 (Obim putničkih kilometara šinskim sistemima po stanovniku) značajno opterećuju više od jednog faktora.

Budući da najveće faktorsko opterećenje kod kose rotacije pokazuje najizraženiju parcijalnu korelaciju varijable i faktora to će nam biti glavni kriterijum izbora varijabli koje će najbolje reprezentovati svaki od faktora. Kako kod pojedinih faktora postoje varijable sa značajnim opterećenjem od kojih su neke pozitivnog, a druge negativnog predznaka, smatramo da treba razmotriti obe grupe varijabli iako predstavljaju isti faktor. Jedan od razloga je što se time otvara mogućnost da se određenim merama politike utiče na dati faktor iz dva ugla, na dva različita načina, što povećava fleksibilnost i efikasnost u procesu smanjenja ukupne potrošnje energije u saobraćaju gradova.

Za faktor 1 ključne su varijable x17, x18, x19 i x20 (sa pozitivnim predznakom) i varijable x3 i x12 (sa negativnim predznakom).

Varijable x1, x15, x24 i x2 (sve sa pozitivnim predznakom) skoro su u celosti određene faktorom 2.

Kod faktora 3 najveća faktorska opterećenja imaju varijable x10 i x4 (sa pozitivnim predznakom) i x5 (sa negativnim predznakom).

Većina navedenih varijabli ima faktorsko opterećenje preko 0,8 što ukazuje na veoma jaku povezanost sa datim faktorom.

Ovaj suženi skup varijabli biće testiran u narednom poglavlju kako bi se pronašao najkvalitetniji model. U iterativnom postupku svaki faktor biće predstavljen maksimalno po jednom varijablom sa pozitivnim predznakom i jednom sa negativnim predznakom. Ukoliko je jedna varijabla vezana za određeni faktor već u modelu, to znači da je taj faktor dobro predstavljen i da nema potrebe uključivati drugu varijablu istog predznaka.

### 3.5.2. Analiza panel podataka

Panel podaci (*panel data*, eng.) predstavljaju kombinaciju uporednih podataka (*cross-sectional data*, eng.) i vremenskih serija (*time series*, eng.). U pitanju su opservacije varijable u određenom vremenskom periodu (T) za sve jedinice posmatranja (N). Opšti oblik panel modela može biti predstavljen na sledeći način (Baltagi 2013):

$$y_{it} = \alpha + X'_{it} \beta + u_{it}, \quad i = 1, \dots, N; t = 1, \dots, T \quad (1)$$

gde  $i$  označava jedinice posmatranja,  $t$  predstavlja vremenske periode,  $\alpha$  je skalar,  $\beta$  je  $K \times 1$  i  $X_{it}$  je  $it$  opservacija od  $K$  objašnjavajućih varijabli. Model sa kompozitnom slučajnom greškom (*error component model*, eng.) podrazumeva:

$$u_{it} = \mu_i + \lambda_t + v_{it} \quad (2)$$

gde  $\mu_i$  označava neopažene individualne efekte,  $\lambda_t$  označava efekte vremenskih promenljivih (koji, takođe, nisu eksplicitno uključeni u regresiju), dok  $v_{it}$  predstavlja ostatak slučajne greške.

Kod kratkih (klasičnih) panel serija, broj vremenskih perioda je manji od broja jedinica posmatranja, dok se kod dugih panel serija manji broj jedinica posmatranja prati u dužem vremenskom periodu. Takođe, u zavisnosti od toga da li u sebi sadrže nedostajuće vrednosti razlikuju se balansirani i nebalansirani paneli. Fiksni paneli prate iste jedinice posmatranja, dok rotacioni paneli analiziraju skup jedinica posmatranja koje se menjaju iz perioda u period.

Korišćenje panel podataka u ekonometrijskoj analizi ima značajne prednosti u odnosu na uporedne podatke i vremenske serije s obzirom da:

1. poseduju veći varijabilitet i manju mogućnost multikolinearnosti između varijabli, sadrže više informacija, daju veći broj stepeni slobode;
2. pružaju mogućnost analize individualnih i vremenskih efekata (Baltagi 2013).

Najvažnija karakteristika podataka uključenih u panel analizu je njihova potpuna konzistentnost, kako između jedinica posmatranja, tako i tokom vremena. Ovaj rigorozni preduslov, ipak, povlači sa sobom problem nedostajućih podataka u pojedinim periodima i, naposljetku, smanjenje obima uzorka.

Kod panel podataka zavisne i nezavisne varijable mogu varirati po jedinicama posmatranja, i u odnosu na vreme. Uporedni varijabilitet između jedinica posmatranja se naziva varijabilitetom između grupa (*between variations*, eng.), dok varijabilitet unutar jedinice posmatranja kroz vreme predstavlja varijabilitet unutar grupa (*within variations*, eng.). Ova razlika je veoma značajna sa stanovišta estimatora (metoda ocene) koji se koriste u analizi panel podataka.

Najprisutnija u empirijskim istraživanjima su tri modela: model sa konstantnim regresionim parametrima (*pooled regression*, eng.), model fiksnih efekata (*fixed effects*, eng.) i model slučajnih efekata (*random effects*, eng.).

Model sa konstantnim regresionim parametrima ne pravi razliku između vremenskih trenutaka i uporednih podataka. Ovo je ujedno i njegovo najveće ograničenje budući da sve jedinice posmatranja analizira zajedno bez obzira na njihove individualne i vremenske razlike (kod ovog modela one su sadržane u slučajnoj grešci). Pretpostavka

da ne postoje značajni individualni i/ili vremenski efekti, na kojoj je ovaj model zasnovan, ipak je retko ispunjena u praksi.

Individualni i vremenski efekti obuhvaćeni panelom mogu biti fiksni i slučajni. Kod modela fiksnih efekata odsečak može da se razlikuje između jedinica posmatranja i vremenskih perioda. Ovaj model se predstavlja sledećom formom:

$$Y_{it} = (\alpha + \mu_i + \lambda_t) + X'_{it} \beta + v_{it}, \quad i = 1, \dots, N; t = 1, \dots, T \quad (3)$$

Jedna od bitnih prednosti modela fiksnih efekata je što se njime može prevazići problem neopažene heterogenosti koji je posledica izostavljanja bitne varijable u modelu. Pretpostavka je da izostavljene varijable imaju isti efekat na jedinicu posmatranja tokom vremena. Model fiksnih efekata isključuje uticaj ovakvih varijabli što je ujedno i njegovo ograničenje, budući da ne razmatra varijable koje su konstantne tokom vremena (poput pola, rase i sl.).

S druge strane, model slučajnih efekata pretpostavlja da individualni efekat nije fiksna već slučajna varijabla tj. on tretira heterogenost među jedinicama posmatranja kao slučajni parametar. Kod modela slučajnih efekata komponente slučajne greške mogu da se razlikuju između jedinica posmatranja i vremenskih perioda. Njegova funkcionalna forma je:

$$y_{it} = \alpha + X'_{it} \beta + (\mu_i + \lambda_t + v_{it}), \quad i = 1, \dots, N; t = 1, \dots, T \quad (4)$$

Takođe, za razliku od modela fiksnih efekata, ovim modelom se pretpostavlja odsustvo korelacije između individualnih efekata tj. slučajne greške i nezavisnih promenljivih (Asteriou and Hall 2011). Ova pretpostavka predstavlja i glavni kriterijum izbora između modela fiksnih i slučajnih efekata.

U poređenju sa modelom fiksnih efekata ovim modelom se ocenjuje manji broj parametara. Pored ove prednosti, model slučajnih efekata omogućuje uključivanje promenljivih koje imaju konstantne vrednosti tokom vremena (dakle i veštačkih promenljivih). Kod ovih varijabli, naravno, *within* varijabilitet iznosi nula.

Kako je potraga za najboljim modelom, kao i samo statističko zaključivanje zasnovano isključivo na p-vrednosti često kritikovano u stručnoj literaturi (a posebno

poslednjih godina) (Altman and Bland 1995; Nuzzo 2014; Wasserstein and Lazar 2016), u procesu odabira varijabli koje će ući u naš finalni model bili smo vođeni pre svega:

1. samim procesom generisanja podataka (*data generating process*, eng.), tj. istinskim procesom koji utiče na kreiranje podataka u realnosti, a koji model pokušava što bolje da predstavi i opiše;
2. rezultatima prethodno sprovedene eksploratorne faktorske analize;
3. postavljenim naučnoistraživačkim hipotezama;
4. prethodnim teorijskim i empirijskim istraživanjima i
5. mogućnostima koje se pružaju kreatorima politike da merama i instrumentima utiču na određene varijable kako bi se smanjili negativni uticaji potrošnje energije u saobraćaju gradova.

Shodno svemu navedenom, a nakon više iteracija, odabrano je sledećih pet varijabli za model:

1. Urbana gustina naseljenosti (x1);
2. Metropolitenski BDP per capita (x4);
3. Dužina gradskih puteva po stanovniku (x5);
4. Ukupan obim vozilo-kilometara JGS-om po stanovniku (x12) i
5. Obim putničkih kilometara automobilom po stanovniku (x19)<sup>19</sup>.

Ispitano je više funkcionalnih oblika modela među kojima su: linearna, log-linearna i log-log specifikacija. Na kraju smo se odlučili za log-log model jer najbolje odgovara našim podacima. Takođe, isto je potvrdila i grafička analiza na bazi dijagrama rasipanja (*scatter plot*, eng.) između zavisne varijable i svakog prediktora u kojoj su x i y osa, prvo pojedinačno, a zatim i zajedno, postavljene da budu logaritamska skala.

U našoj analizi panel podataka počecemo sa najjednostavnijim modelom - modelom sa konstantnim regresionim parametrima, u kojem ne postoje ni fiksni ni slučajni efekti.

Pogledaćemo prvo karakteristike naših podataka. Naš panel je balansiran i kratak, sastoji se iz 27 jedinica posmatranja i 6 vremenskih perioda.

Uvodimo i veštačke promenljive u analizu, ukupno njih 11, i to:

1. za primenu značajnih mera limitiranja saobraćaja: 1 – Da i 2 - Ne;

---

<sup>19</sup> Dodatno je testiran uticaj ukupnog metropolitenskog BDP-a tj. ekonomske veličine grada, ali on nema statističku značajnost.

2. za regione: 1 - Australija, 2 - Evropa, 3 - Kanada, 4 – SAD i 5 - Azija;
3. za broj stanovnika: 1 - do 1 milion stanovnika, 2 - od 1 do 2 miliona stanovnika, 3 - od 2 do 5 miliona stanovnika i 4 - više od 5 miliona stanovnika (Tabela 65 i Tabela 66).

**Tabela 65.** Oznake veštačkih varijabli

Oznaka	Veštačka promenljiva
dTL	Primena značajnih mera limitiranja saobraćaja
dREG	Regioni
dPOP	Broj stanovnika

Izvor: Prikaz autora

**Tabela 66.** Veštačke varijable u panelu

dTL	Učestalost	Udeo	Kumulativno
1	42	25,93	25,93
2	120	74,07	100,00
<b>Ukupno</b>	162	100,00	
dREG	Učestalost	Udeo	Kumulativno
1	24	14,81	14,81
2	48	29,63	44,44
3	24	14,81	59,26
4	54	33,33	92,59
5	12	7,41	100,00
<b>Ukupno</b>	162	100,00	
dPOP	Učestalost	Udeo	Kumulativno
1	30	18,52	18,52
2	48	29,63	48,15
3	54	33,33	81,48
4	30	18,52	100,00
<b>Ukupno</b>	162	100,00	

Kalkulacija autora u programu Stata

Tabela 67 nam daje bolji uvid u varijabilnost podataka - pored ukupne, pokazuje i varijabilnost tokom vremena (*within*) koja se odnosi na vremensku dimenziju podataka, kao i između jedinica posmatranja (*between*) koja pokazuje dimenziju uporednih



podataka. Veštačke promenljive nisu prikazane budući da variraju samo između jedinica posmatranja.

**Tabela 67.** Varijabilnost u panelu

<b>Varijable</b>	<b>Srednja vrednost</b>	<b>Standardna devijacija</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maksimum</b>	<b>Broj opservacija</b>	
<b>TTECpc</b>	Ukupna varijabilnost	37257,49	19737,43	3595	85858,29	N = 135
	Između jedinica posmatranja		18237,94	6595,635	68946,88	n = 27
	Tokom vremena		6876,505	16369,61	54168,89	Tbar = 5
<b>x1</b>	Ukupna varijabilnost	40,20885	50,07856	8,5	333	N = 158
	Između jedinica posmatranja		58,5776	9,582837	311,7138	n = 27
	Tokom vremena		6,441459	21,49501	68,08608	Tbar = 5,85
<b>x4</b>	Ukupna varijabilnost	21215,01	16904,26	422,0272	67436,35	N = 158
	Između jedinica posmatranja		6080,341	11218,36	35217,55	n = 27
	Tokom vremena		15856,29	-9700,9	60656,18	Tbar = 5,85
<b>x5</b>	Ukupna varijabilnost	5,114298	3,22604	0,23	15,4	N = 148
	Između jedinica posmatranja		3,13311	0,2590461	11,53333	n = 27
	Tokom vremena		0,9312319	1,418708	9,797632	Tbar = 5,48
<b>x12</b>	Ukupna varijabilnost	60,66217	36,22037	5	207,17	N = 150
	Između jedinica posmatranja		35,12832	10,28333	140,5	n = 27
	Tokom vremena		13,53817	29,76217	127,3322	Tbar = 5,56
<b>x19</b>	Ukupna varijabilnost	9391,632	5024,302	432	25323,32	N = 146
	Između jedinica posmatranja		4627,279	740,0721	20331,83	n = 27
	Tokom vremena		2411,462	3038,491	17228,95	Tbar = 5,41

Kalkulacija autora u programu Stata

U Tabeli 68 je prikazan model sa konstantnim regresionim parametrima. Primećujemo da su marginalni efekti varijabli x12, x19 i odsečka statistički značajni na nivou od 5% (p-vrednosti t-testova za pojedinačne varijable su manje od 0,05), varijabla

x1 ( $p = 0,057 > 0,05$ ) značajna je na nivou od 10%, dok varijable x4 i x5 nemaju, pojedinačno gledano, značajan statistički uticaj na zavisnu promenljivu. Znakovi ocenjenih koeficijenata glavnih prediktora su očekivani, izuzev varijable x5 za koju se pretpostavlja da je pozitivno korelisana sa zavisnom promenljivom. Koeficijent determinacije  $R^2$ , koji predstavlja meru kvaliteta modela (*goodness of fit*, eng.), iznosi 0,9196, dakle, naših pet varijabli u modelu objašnjavaju gotovo 92% ukupnih varijacija ukupne potrošnje energije u gradskom saobraćaju. Takođe, vrednost F testa iznosi 100,24 ( $p = 0,0000$ ) što znači da su svi koeficijenti u modelu značajno različiti od nule. Model sa konstantnim regresionim parametrima, naravno, pretpostavlja isti odsečak za sve jedinice posmatranja i sve godine (7,62489).

**Tabela 68.** Model sa konstantnim regresionim parametrima

	SS	df	MS	Broj opservacija =128		
				F (13, 114) = 100,34		
<b>Model</b>	40,36291	13	3,10484	Prob > F = 0,00000		
<b>Rezidual</b>	3,52737	114	0,03094	$R^2 = 0,9196$		
				Adj $R^2 = 0,9105$		
<b>Ukupno</b>	43,89028	127	0,34559	Root MSE = 0,1759		

loggedTTECpc	Koef.	St. greška	t	P> t	[95% Interval poverenja]	
loggedx1	-0,18359	0,09544	-1,92	0,057	-0,37265	0,00547
loggedx4	-0,01848	0,02781	-0,66	0,508	-0,07356	0,03660
loggedx5	-0,09222	0,07182	-1,28	0,202	-0,23448	0,05005
loggedx12	-0,13243	0,04079	-3,25	0,002	-0,21323	-0,05164
loggedx19	0,46866	0,09220	5,08	0,000	0,28602	0,65130
dTL1	0,05157	0,07031	0,73	0,465	-0,08771	0,19084
dTL2	0,00000	(izostavljena)				
dREG1	0,00000	(izostavljena)				
dREG2	-0,22392	0,09222	-2,43	0,017	-0,40661	-0,04123
dREG3	0,07493	0,07635	0,98	0,328	-0,07632	0,22617
dREG4	0,30181	0,07078	4,26	0,000	0,16160	0,44201
dREG5	-0,08086	0,17802	-0,45	0,651	-0,43352	0,27180
dPOPI	0,00000	(izostavljena)				
dPOP2	-0,16199	0,05934	-2,73	0,007	-0,27954	-0,04443
dPOP3	-0,17605	0,06951	-2,53	0,013	-0,31374	-0,03836
ddPOP4	-0,12408	0,07596	-1,63	0,105	-0,27456	0,02640
<b>Const.</b>	7,62490	0,89180	8,55	0,000	5,85824	9,39155

Kalkulacija autora u programu Stata

Iako je ovaj model zadovoljavajući prelazimo na testiranje modela fiksnih efekata, pošto pretpostavljamo da postoji značajan individualni i/ili vremenski efekat u panel podacima.

S obzirom da imamo značajan broj jedinica posmatranja model fiksnih efekata nećemo oceniti LSDV metodom (*least square dummy variable*, eng.), koja bi dovela do značajnog gubitka broja stepeni slobode, već kovarijacionom metodom (*within group estimation*, eng.) (Jovičić and Dragutinović-Mitrović 2018). Ovom metodom se, ipak, ne može utvrditi efekat promenljivih koje se ne menjaju tokom vremena.

**Tabela 69.** Model fiksnih efekata (komanda `.xtreg`)

R <sup>2</sup> w = 0,5439		F (5, 96) = 22,89				
R <sup>2</sup> b = 0,8650		Prob > F = 0,00000				
R <sup>2</sup> o = 0,7808						
loggedTTECpc	Koef.	St. greška	t	P> t	[95% Interval poverenja]	
loggedx1	-0,53469	0,15781	-3,39	0,001	-0,84794	-0,22144
loggedx4	-0,07881	0,03681	-2,14	0,035	-0,15187	-0,00575
loggedx5	0,22157	0,12382	1,79	0,077	-0,02421	0,46735
loggedx12	-0,16242	0,07263	-2,24	0,028	-0,30658	-0,01825
loggedx19	0,60796	0,12711	4,78	0,000	0,35564	0,86027
dTL1	0	(izostavljena)				
dTL2	0	(izostavljena)				
dREG1	0	(izostavljena)				
dREG2	0	(izostavljena)				
dREG3	0	(izostavljena)				
dREG4	0	(izostavljena)				
dREG5	0	(izostavljena)				
dPOPI	0	(izostavljena)				
dPOP2	0	(izostavljena)				
dPOP3	0	(izostavljena)				
ddPOP4	0	(izostavljena)				
Const.	7,67334	1,20956	6,34	0,000	5,27239	10,0743
σ <sub>u</sub>	0,57166					
σ <sub>e</sub>	0,15587					
ρ	0,9308					

Napomena: R<sup>2</sup>w – koeficijent determinacije unutar grupe, R<sup>2</sup>b - koeficijent determinacije između grupa,

R<sup>2</sup>o – ukupan koeficijent determinacije.

Kalkulacija autora u programu Stata

Na osnovu Tabele 69 možemo zaključiti da svi glavni prediktori sada imaju očekivan znak, kao i da su statistički značajni na nivou od 5%, izuzev varijable x5 koja je značajna na nivou od 10%. Veštačke promenljive su u ovom slučaju izostavljene iz analize budući da su konstantne tokom vremena. Pošto kovarijaciona metoda (komanda `.xtreg`) daje pogrešnu vrednost  $R^2$ , tačan koeficijent determinacije ćemo dobiti putem komande `.areg` (Tabela 70). U našem modelu on iznosi 0,9469.

**Tabela 70.** Model fiksnih efekata (komanda `.areg`)

Model fiksnih efekata (komanda <code>.areg</code> )						
Broj opservacija =128						
F (5, 96) = 22,89						
Prob > F = 0,00000						
$R^2 = 0,9469$						
Adj $R^2 = 0,9297$						
Root MSE = 0,1559						
<b>loggedTTECpc</b>	<b>Koef.</b>	<b>St. greška</b>	<b>t</b>	<b>P&gt; t </b>	<b>[95% Interval poverenja]</b>	
<b>loggedxl</b>	-0,53469	0,15781	-3,39	0,001	-0,84794	-0,22144
<b>loggedx4</b>	-0,07881	0,03681	-2,14	0,035	-0,15187	-0,00575
<b>loggedx5</b>	0,22157	0,12382	1,79	0,077	-0,02421	0,46735
<b>loggedxl2</b>	-0,16242	0,07263	-2,24	0,028	-0,30658	-0,01825
<b>loggedxl9</b>	0,60795	0,12711	4,78	0,000	0,35564	0,86027
<b>dTL1</b>	0	(izostavljena)				
<b>dTL2</b>	0	(izostavljena)				
<b>dREG1</b>	0	(izostavljena)				
<b>dREG2</b>	0	(izostavljena)				
<b>dREG3</b>	0	(izostavljena)				
<b>dREG4</b>	0	(izostavljena)				
<b>dREG5</b>	0	(izostavljena)				
<b>dPOPI</b>	0	(izostavljena)				
<b>dPOP2</b>	0	(izostavljena)				
<b>dPOP3</b>	0	(izostavljena)				
<b>ddPOP4</b>	0	(izostavljena)				
<b>Const.</b>	7,67334	1,20956	6,34	0,000	5,27238	10,0743
<b>id</b>	F (26, 96) = 5,24			0,000		

Kalkulacija autora u programu Stata

Sada prelazimo na model slučajnih efekata. Uočavamo da su glavni prediktori i odsečak statistički značajni na nivou od 5%, izuzev varijabli x4 i x5. Takođe, jedino varijabla x5 nema očekivani znak uz koeficijent (Tabela 71). Vrednost *Wald chi-square* testa iznosi 1026,81 ( $p=0,000$ ) što znači da su svi koeficijenti u modelu razičiti od nule.

**Tabela 71.** Model slučajnih efekata

$R^2_w = 0,4538$		Wald Chi-sq = 1036,81				
$R^2_b = 0,9854$		Prob > Chi-sq = 0,00000				
$R^2_o = 0,9193$						
loggedTTECpc	Koef.	St. greška	z	P> z	[95% Interval poverenja]	
loggedx1	-0,20427	0,10333	-1,98	0,048	-0,40679	-0,00175
loggedx4	-0,02011	0,02863	-0,70	0,483	-0,07622	0,03601
loggedx5	-0,08450	0,07713	-1,10	0,273	-0,23568	0,06668
loggedx12	-0,14472	0,04475	-3,23	0,001	-0,23243	-0,05701
loggedx19	0,47306	0,09742	4,86	0,000	0,28212	0,66399
dTL1	0,04921	0,07852	0,63	0,531	-0,10468	0,20310
dTL2	0	(izostavljena)				
dREG1	0,00188	0,19556	0,01	0,992	-0,38141	0,38517
dREG2	-0,17722	0,13746	-1,29	0,197	-0,44664	0,09221
dREG3	0,08822	0,18100	0,49	0,626	-0,26653	0,44297
dREG4	0,28687	0,20454	1,40	0,161	-0,11401	0,68776
dREG5	0	(izostavljena)				
dPOPI	0,10524	0,08622	1,22	0,222	-0,06375	0,27423
dPOP2	-0,06125	0,07337	-0,83	0,404	-0,20504	0,08255
dPOP3	-0,07287	0,06314	-1,15	0,248	-0,19662	0,05088
ddPOP4	0	(izostavljena)				
Const.	7,58527	0,89624	8,46	0,000	5,82867	9,34187
$\sigma_u$	0,04323					
$\sigma_e$	0,15587					
$\rho$	0,07143					

Napomena:  $R^2_w$  – koeficijent determinacije unutar grupe,  $R^2_b$  - koeficijent determinacije između grupa,  $R^2_o$  – ukupan koeficijent determinacije.

Kalkulacija autora u programu Stata

Kako bismo izabrali ispravnu specifikaciju modela, prvo moramo testirati postojanje individualnih efekata u modelu fiksnih efekata. U tu svrhu koristimo F test sa nultom hipotezom da individualni efekti ne postoje ( $H_0 : \mu_i = 0$ ). Realizovanu vrednost F testa možemo pronaći u dnu Tabele 70 -  $F(26, 96) = 5,24$  ( $p = 0,0000$ ). Na osnovu nje odbacujemo nultu hipotezu i zaključujemo da postoje značajni individualni efekti i da je model fiksnih efekata podjednako od modela sa konstantnim regresionim parametrima.

Naredni korak se odnosi na testiranje postojanja individualnih efekata u modelu slučajnih efekata putem *Breusch-Pagan Lagrange multiplier* (LM) testa. Njime se testira hipoteza o značajnosti komponente varijanse  $\sigma_u^2$  slučajne greške  $u_{it}$ . Nulta hipoteza u ovom slučaju je  $H_0 : \sigma_u^2 = 0$ . Na osnovu realizovane vrednosti testa *Chi-bar-sq* = 0,10

( $p = 0,3773 > 0,05$ ) ne možemo da odbacimo nultu hipotezu i zaključujemo da je model sa konstantnim regresionim parametrima superioran u odnosu na model slučajnih efekata (Tabela 72).

**Tabela 72.** Breusch-Pagan Lagrange multiplier (LM) test

	Var	Sd = sqrt (Var)
<b>loggedTTECpc</b>	0,34559	0,58787
<b>e</b>	0,02430	0,15587
<b>u</b>	0,00187	0,04323
<b>Chi-bar-sq =0,10</b>	<b>Prob &gt; Chi-bar-sq = 0,3773</b>	

Kalkulacija autora u programu Stata

Iako je F test sugerisao model fiksnih efekata, a LM test model sa konstantnim regresionim parametrima suočićemo i modele fiksnih i slučajnih efekata. Odluka između ove dve specifikacije se bazira na *Hausman* testu kojim se ispituje postojanje korelacije između  $\mu_i$  i regresora. Nulta hipoteza negira postojanje korelacije te da je, shodno tome, adekvatan model slučajnih efekata. Prvo se ocenjuje model fiksnih, a zatim i model slučajnih efekata nakon čega se pristupa poređenju ovih ocena.

Pre donošenja odluke o izboru između ova dva modela moramo obezbediti robustne standardne greške u prisustvu heteroskedastičnosti (koja je veoma česta u panelima) i/ili autokorelacije (Tabele 73 i 74).

**Tabela 73.** Model fiksnih efekata sa robustnim standardnim greškama

$R^2_w = 0,5439$			$F(5, 96) = 21,10$			
$R^2_b = 0,8650$			$\text{Prob} > F = 0,00000$			
$R^2_o = 0,7808$						
<b>loggedTTECpc</b>	<b>Koef.</b>	<b>Robustna st. greška</b>	<b>t</b>	<b>P&gt;[t]</b>	<b>[95% Interval poverenja]</b>	
<b>loggedx1</b>	-0,53469	0,14308	-3,74	0,001	-0,82880	-0,24059
<b>loggedx4</b>	-0,07881	0,03664	-2,15	0,041	-0,15413	-0,00349
<b>loggedx5</b>	0,22157	0,09845	2,25	0,033	0,01920	0,42393
<b>loggedx12</b>	-0,16242	0,07008	-2,32	0,029	-0,30646	-0,01837
<b>loggedx19</b>	0,60796	0,14930	4,07	0,000	0,30107	0,91484
<b>dTL1</b>	0	(izostavljena)				
<b>dTL2</b>	0	(izostavljena)				
<b>dREG1</b>	0	(izostavljena)				
<b>dREG2</b>	0	(izostavljena)				
<b>dREG3</b>	0	(izostavljena)				
<b>dREG4</b>	0	(izostavljena)				
<b>dREG5</b>	0	(izostavljena)				
<b>dPOPI</b>	0	(izostavljena)				
<b>dPOP2</b>	0	(izostavljena)				
<b>dPOP3</b>	0	(izostavljena)				
<b>ddPOP4</b>	0	(izostavljena)				
<b>Const.</b>	7,67334	1,38507	5,54	0,000	4,82629	10,52039
$\sigma_u$	0,57166					
$\sigma_e$	0,15587					
$\rho$	0,9308					

Napomena:  $R^2_w$  – koeficijent determinacije unutar grupe,  $R^2_b$  - koeficijent determinacije između grupa,

$R^2_o$  – ukupan koeficijent determinacije.

Kalkulacija autora u programu Stata

**Tabela 74.** Model slučajnih efekata sa robustnim standardnim greškama

$R^2_w = 0,4538$		Wald Chi-sq = 9889,06				
$R^2_b = 0,9854$		Prob > Chi-sq = 0,00000				
$R^2_o = 0,9193$						
loggedTTECpc	Koef.	Robustna st. greška	z	P>[z]	[95% Interval poverenja]	
loggedx1	-0,20427	0,07055	-2,90	0,004	-0,34254	-0,06600
loggedx4	-0,02011	0,02604	-0,77	0,440	-0,07114	0,03093
loggedx5	-0,08450	0,04596	-1,84	0,066	-0,17458	0,00557
loggedx12	-0,14472	0,04093	-3,54	0,000	-0,22495	-0,06449
loggedx19	0,47306	0,10854	4,36	0,000	0,26031	0,68580
dTL1	0,04921	0,08478	0,58	0,562	-0,11696	0,21538
dTL2	0	(izostavljena)				
dREG1	0,00188	0,13581	0,01	0,989	-0,26430	0,26807
dREG2	-0,17722	0,07691	-2,30	0,021	-0,32797	-0,02647
dREG3	0,08822	0,12500	0,71	0,480	-0,15677	0,33320
dREG4	0,28687	0,17714	1,62	0,105	-0,06032	0,63407
dREG5	0	(izostavljena)				
dPOPI	0,10524	0,06846	1,54	0,124	-0,02895	0,23943
dPOP2	-0,06125	0,06878	-0,89	0,373	-0,19606	0,07357
dPOP3	-0,07287	0,05658	-1,29	0,198	-0,18377	0,03802
ddPOP4	0	(izostavljena)				
Const.	7,58527	0,92753	8,18	0,000	5,76735	9,40320
$\sigma_u$	0,04323					
$\sigma_e$	0,15587					
$\rho$	0,07143					

Napomena:  $R^2_w$  – koeficijent determinacije unutar grupe,  $R^2_b$  - koeficijent determinacije između grupa,  $R^2_o$  – ukupan koeficijent determinacije.

Kalkulacija autora u programu Stata

Ipak, *Hausman* test biće sproveden na ocenjenim modelima u kojima nisu obezbeđene robustne standardne greške, budući da program Stata ne podržava drugu mogućnost (Tabela 75). Vrednost *Hausman* testa je 22,26 sa odgovarajućom p-vrednošću od  $0,0005 < 0,05$ . Na osnovu nje odbacujemo nultu hipotezu da ne postoji sistematska razlika u koeficijentima, i zaključujemo da model fiksnih efekata više odgovara našim podacima.

**Tabela 75.** Hausman test

Test	Realizovana vrednost statistike	p-vrednost
Hausman Chi-sq	22,26	0,0005

Kalkulacija autora u programu Stata



Modele sa robustnim standardnim greškama ćemo testirati pomoću komande `.xtoverid` (test za preidentifikaciju ograničenja). Na osnovu njega odbacujemo nultu hipotezu ( $p = 0,0000 < 0,05$ ) i izvodimo isti zaključak kao nakon sprovođenja *Hausman* testa - da je model fiksnih efekata adekvatniji od modela slučajnih efekata (Tabela 76).

**Tabela 76.** Testiranje specifikacije fiksnih i slučajnih efekata (komanda `.xtoverid`)

Test	Realizovana vrednost statistike testa	p-vrednost
<b>Sargan-Hansen Chi-sq</b>	36,197	0,0000

Kalkulacija autora u programu Stata

Dakle, nakon svih sprovedenih testova evidentno je da model fiksnih efekata predstavlja najkvalitetniji model za naš set panel podataka.

Nakon odabira specifikacije modela testiraćemo postojanje fiksnih vremenskih efekata u modelu. U pitanju je zajednički test koji ispituje da li su sve veštačke promenljive za godine jednake 0. Tabela 77 prikazuje model fiksnih efekata sa fiksnim vremenskim efektima kao i rezultate testa. Na osnovu vrednosti testa (23,31,  $p = 0,0000$ ) zaključujemo da postoje fiksni vremenski efekti i da bi ih trebalo uključiti u model. Na ovaj način naš model reflektuje vremenske šokove na zavisnu promenljivu koji su prisutni za sve jedinice posmatranja u pojedinim godinama tj. model je prilagođen za uticaj vremena.

**Tabela 77.** Testiranje postojanja fiksnih vremenskih efekata

$R^2_w = 0,7538$		$F(10, 96) = 90,93$				
$R^2_b = 0,8803$		$Prob > F = 0,00000$				
$R^2_o = 0,8398$						
<b>loggedTTECpc</b>	<b>Koef.</b>	<b>Robustna st. greška</b>	<b>t</b>	<b>P&gt;[t]</b>	<b>[95% Interval poverenja]</b>	
<b>Godina</b>						
<b>1970</b>	0,06985	0,04408	1,58	0,125	-0,02077	0,16046
<b>1980</b>	0,03271	0,07706	0,42	0,675	-0,12569	0,19112
<b>1990</b>	0,00595	0,09412	0,06	0,950	-0,18751	0,19941
<b>1995</b>	-0,23966	0,09533	-2,51	0,018	-0,43561	-0,04371
<b>2005</b>	-0,28913	0,11621	-2,49	0,020	-0,52801	-0,05025
<b>loggedx1</b>	-0,25184	0,09909	-2,54	0,017	-0,45552	-0,04815
<b>loggedx4</b>	0,05847	0,05227	1,12	0,274	-0,04897	0,16592
<b>loggedx5</b>	0,14419	0,11382	1,27	0,216	-0,08978	0,37815
<b>loggedx12</b>	-0,09328	0,06449	-1,45	0,160	-0,22583	0,03927
<b>loggedx19</b>	0,53779	0,11791	4,56	0,000	0,29543	0,78015
<b>Const.</b>	5,99552	0,97565	6,15	0,000	3,99004	8,00099
$\sigma_u$	0,26036					
$\sigma_e$	0,11762					
$\rho$	0,8305					
$F(5, 26) = 23,31$				0,000		

Napomena:  $R^2_w$  – koeficijent determinacije unutar grupe,  $R^2_b$  - koeficijent determinacije između grupa,  $R^2_o$  – ukupan koeficijent determinacije.

Kalkulacija autora u programu Stata

Testiraćemo i zajedničke varijable čija je p-vrednost iznad kritične vrednosti od 0,05 nakon uključenja fiksnih vremenskih efekata. Bitno je napomenuti da su sve ove varijable pokazivale statističku značajnost na odabranom nivou pre nego što su veštačke promenljive za vreme uključene u model (Tabela 78).

**Tabela 78.** Zajednički test značajnosti varijabli x4, x5 i x12

logged x4 = 0
logged x5 = 0
logged x12 = 0
<b>F (3, 26) = 3,48</b>
<b>Prob &gt; F = 0,0302</b>

Kalkulacija autora u programu Stata

Na osnovu Tabele 78 možemo zaključiti da su varijable x4, x5 i x12 zajednički statistički značajne (vrednost testa je 3,48,  $p = 0,0302 < 0,05$ ) i da ih možemo uključiti u model (uprkos njihovoj p-vrednosti na osnovu pojedinačnog testa). Ove varijable mogu imati posredan i/ili sinergetski efekat koji utiče na to da p-vrednost njihovog uticaja bude ispod zadatog praga značajnosti.

Naš finalni model je prikazan u Tabeli 79. Model je u celini veoma statistički značajan ( $\text{Prob} > F = 0,000$ ). Kako je u pitanju log-log specifikacija ocenjeni koeficijenti predstavljaju elastičnost što predstavlja dodatnu prednost u njihovoj inetrpretaciji. Varijable x1 i x19 su statistički značajne na nivou od 0,05. Varijable x5 i x12 su statistički značajne na nivou od 0,20. Postoji barem dva moguća razloga zašto ove varijable (kao i varijabla x4) nisu pojedinačno statistički značajne:

1. veličina našeg uzorka ne može da detektuje njihov efekat i
2. uključivanje veštačkih promenljivih za vreme utiče da glavni prediktori izgube na značajnosti.

**Tabela 79.** Rezultati ocene modela fiksnih efekata

	<b>Koef.</b>	<b>Robustna st. greška</b>	<b>t</b>	<b>P&gt;t</b>	<b>[95% Interval poverenja]</b>	
<b>1970</b>	0,06985	0,04408	1,58	0,125	-0,02077	0,16046
<b>1980</b>	0,03271	0,07706	0,42	0,675	-0,12569	0,19112
<b>1990</b>	0,00595	0,09412	0,06	0,950	-0,18751	0,19941
<b>1995</b>	-0,23966	0,09533	-2,51	0,018	-0,43561	-0,04371
<b>2005</b>	-0,28913	0,11621	-2,49	0,020	-0,52801	-0,05025
<b>loggedx1</b>	-0,25184	0,09909	-2,54	0,017	-0,45552	-0,04815
<b>loggedx4</b>	0,05847	0,05227	1,12	0,274	-0,04897	0,16592
<b>loggedx5</b>	0,14418	0,11382	1,27	0,216	-0,08978	0,37815
<b>loggedx12</b>	-0,09328	0,06448	-1,45	0,160	-0,22583	0,03927
<b>loggedx19</b>	0,53779	0,11791	4,56	0,000	0,29543	0,78015
<b>Const.</b>	5,99551	0,97565	6,15	0,000	3,99004	8,00099
<b>F test</b>				90,93		
<b>Prob &gt; F</b>				0,0000		
<b>R<sup>2</sup>w</b>				0,7538		
<b>R<sup>2</sup>b</b>				0,8803		
<b>R<sup>2</sup>o</b>				0,8398		

Napomena: R<sup>2</sup>w – koeficijent determinacije unutar grupe, R<sup>2</sup>b - koeficijent determinacije između grupa, R<sup>2</sup>o – ukupan koeficijent determinacije.

Kalkulacija autora u programu Stata

Uz konstantnu vrednost ostalih varijabli (*ceteris paribus*) možemo izvući sledeće zaključke:

1. ukoliko se Urbana gustina naseljenosti (x1) poveća za 10%, očekuje se smanjenje ukupne potrošnje energije u gradskom saobraćaju od 2,52%;
2. ukoliko se Obim putničkih kilometara automobilom po stanovniku (x19) poveća za 10%, očekuje se povećanje ukupne potrošnje energije u gradskom saobraćaju od 5,38%;
3. ukoliko se Metropolitanski BDP per capita (x4) poveća za 10%, očekuje se povećanje ukupne potrošnje energije u gradskom saobraćaju od 0,58%;
4. ukoliko se Dužina gradskih puteva po stanovniku (x5) poveća za 10%, očekuje se povećanje ukupne potrošnje energije u gradskom saobraćaju od 1,44%;
5. ukoliko se Ukupan obim vozilo-kilometara JGS-om po stanovniku (x12) poveća za 10%, očekuje se smanjenje ukupne potrošnje energije u gradskom saobraćaju od 0,93%.

Veštačke promenjive za pojedine godine služe samo da se model prilagodi za uticaj vremena, te njihove pojedinačne p-vrednosti nisu od nekog značaja budući da one predstavljaju prirodni skup varijabli i imaju funkciju samo kada su sve zajedno uključene u model. Ocenjeni odsečak u modelu fiksnih efekata predstavlja prosečnu vrednost fiksnih efekata i statistički je značajan na nivou od 0,05 ( $p = 0,000$ ).

### **3.6. Diskusija dobijenih rezultata**

U našoj empirijskoj analizi identifikovali smo ključne parametre potrošnje energije u gradskom saobraćaju. Na osnovu dobijenih rezultata možemo izvući sledeće zaključke.

Varijabla obim putničkih kilometara automobilom po stanovniku je značajna i poseduje visoku elastičnost (0,538) pozitivnog znaka. Ovaj rezultat je logičan i očekivan s obzirom da veća mobilnost automobilom direktno uzrokuje povećanje potrošnje energije. Energetska efikasnost automobila iskazana brojem MJ po putničkom kilometru je najlošija u odnosu na druge vidove gradskog saobraćaja.

Varijabla urbana gustina naseljenosti je značajna i ima visoku negativnu elastičnost (-0,252). Ovakav nalaz je u skladu sa rezultatima mnogih relevantnih istraživanja (Clark 2013; Karathodorou et al. 2010; Kenworthy and Newman 1989; Liddle 2013; Su 2011). Gustina naseljenosti može uticati na potrošnju energije u gradskom saobraćaju na više načina, prvenstveno smanjivanjem distanci koje se prelaze automobilom i većim učešćem JGS-a i nemotorizovanih vidova saobraćaja u gradskim putovanjima.

Varijabla dužina gradskih puteva po stanovniku ima manju značajnost i relativno visoku pozitivnu elastičnost (0,144). Njen uticaj na potrošnju energije se odražava preko povećanja obima vozilo-kilometara automobilom. Naš rezultat je u skladu sa istraživanjima koja nalaze pozitivnu korelaciju između gustine putne mreže i potrošnje energije u gradskom saobraćaju (Shim et al. 2006; Su 2011).

Takođe, dobili smo očekivan negativan znak i nisku elastičnost varijable ukupan obim vozilo-kilometara JGS-om po stanovniku (-0,093). Ponuda JGS-a u jednom gradu, naravno, otvara mogućnost njegovog većeg korišćenja tj. za povećanja obima pređenih putničkih kilometara JGS-om, kao energetske izuzetno efikasno vida saobraćaja, i smanjenje (čak ekspanencijalno) obima vozilo-kilometara automobilom (energetski najneefikasnijeg vida gradskog saobraćaja).

Ne iznenađuje da metropolitanski BDP per capita ima malu značajnost i veoma nisku elastičnost (0,058). Ovo potvrđuju i rezultati drugih istraživanja (Kenworthy and Laube 1999) kao i rezultati onih koji ukazuju da dolazi do raskidanja pozitivne veze između stepena ekonomskog razvoja s jedne, i privatne mobilnosti i potrošnje energije u gradskom saobraćaju s druge strane (Kenworthy 2013).

Na ovaj način, potvrđene su naše polazne istraživačke hipoteze: o značaju urbane gustine naseljenosti (H<sub>2</sub>) i obima putničkih kilometara automobilom (H<sub>3</sub>), kao i nepostojanju jake veze između nivoa ekonomske razvijenosti grada i potrošnje energije u gradskom saobraćaju (H<sub>4</sub>).

Visoke elastičnosti, posebno kod urbane gustine naseljenosti i obima putničkih kilometara automobilom po stanovniku, ukazuju na veliki potencijal odgovarajućih mera i politika usmerenih ka smanjenju negativnih ekoloških efekata gradskog saobraćaja.

### 3.7. Teorijske i praktične implikacije sprovedene analize

Efekti različitih mera i instrumenata na potrošnju energije i emisiju CO<sub>2</sub> u gradskom saobraćaju se vrlo često analiziraju u okviru ASIF metodologije. U pitanju su različiti aspekti na koje se može uticati urbanom i saobraćajnom politikom – aktivnost (*activity* - A), udeo različitih vidova gradskog saobraćaja (*structure/modal share* - S), energetska efikasnost (*energy intensity* - I), i vrsta goriva (*fuel type* - F). Iako ovakva dekompozicija donekle olakšava sagledavanje faktora potrošnje energije u saobraćaju, poteškoće proizilaze iz činjenice da različite mere mogu istovremeno uticati na više od jednog aspekta ASIF okvira.

Kroz istoriju akcenat je često bio, kako na implementaciji novih saobraćajnih tehnologija, tako i na poboljšanju već postojećih (Webb 2019). U pitanju su mere kojima se unapređuje efikasnost samih vozila, kvalitet goriva i kvalitet putne infrastrukture. Iako poslednjih godina nisu retke ni tehnološke inovacije u oblasti JGS-a koje imaju značajne potencijale (Newman et al. 2019) najveći deo ovih mera se odnosi na sam automobil. Poznat je primer uvođenja sve oštrijih standarda u SAD od 1960-ih godina kojima se značajno smanjila emisija lokalnih aerozagađivača po pređenom vozilo-kilometru, ali nažalost ne i emisija CO<sub>2</sub>. Ipak, kako je u istom periodu došlo do strahovitog porasta mobilnosti privatnim vidovima saobraćaja ovi efekti su gotovo poništeni (Jovanović 2012). Slično se može očekivati kod ostalih tehnoloških inovacija u domenu goriva ili samih vozila – ako ova poboljšanja izazivaju uštede u potrošnji energije i emisiji CO<sub>2</sub>, ona često vode većem korišćenju automobila. U ekonomiji životne sredine to je poznati Dževonsov paradoks (*Jevons paradox*, eng.). Istražujući ovaj efekat u drumskom saobraćaju, jedna meta-analiza pokazuje da kratkoročno smanjenje očekivanih koristi od tehnoloških poboljšanja iznosi 10-12%, a dugoročno čak 26-29% (Dimitropoulos, Oueslati, and Sintek 2018). Takođe, kod uvođenja mnogih novih tehnologija pozitivni efekti na stanje životne sredine su samo prividni i slika se značajno menja kada se uzme u obzir celokupan lanac njihove proizvodnje i potrošnje. Korišćenje električnog

automobila, na primer, koje se bazira na energiji dobijenoj iz neobnovljivih izvora (termoelektrana), neće biti delotvorno sa stanovišta održivog urbanog razvoja<sup>20</sup>.

Većina autora slaže se da će mere koje utiču na komponente I i F, barem u doglednoj budućnosti, imati najmanje efekte na smanjenje potrošnje energije i emisije CO<sub>2</sub> u gradskom saobraćaju (Banister 2011; Lefèvre 2009; Næss and Vogel 2012). Neka istraživanja, na primer, otkrivaju da će se, uprkos tehnološkim inovacijama, u Velikoj Britaniji do 2030. godine u sektoru saobraćaja maksimalno uštedeti tek oko polovina neophodne redukcije od 60% postavljene od strane IPCC-a (Banister and Hickman 2006). O bliskoj perspektivi i dometu novih saobraćajnih tehnologija možda najbolje govori podatak da, uprkos velikim očekivanjima, vozila na električni pogon nisu uspela da u bitnijoj meri zamene motor sa unutrašnjim sagorevanjem – danas, njihov ukupan broj u upotrebi iznosi tek 0,2% od ukupnog broja putničkih vozila (OECD/IEA 2017).

Ovo se pogotovu odnosi na metropole zemalja u razvoju. Imajući u vidu njihov dostignuti nivo ekonomskog razvoja i životnog standarda, ne može se očekivati da će nova tehnologija, poput vozila na električni pogon, biti brzo dostupna. Procenjuje se da, u odnosu na razvijeni deo sveta, prodor nove saobraćajne tehnologije na tržišta zemalja u razvoju traje u proseku 10 godina duže, tj. da je od trenutka lansiranja automobila na električni pogon potrebno više od četiri decenije kako bi on zauzeo iole značajan udeo korišćenja u siromašnim zemljama sveta (Assmann and Sieber 2005).

Dakle, iako u cilju smanjenja negativnih efekata gradskog saobraćaja treba uzeti u obzir sve komponente ASIF okvira, očigledno da bi, posebno kod metropola zemalja u razvoju koje doživljavaju najveće promene, fokus trebalo usmeriti na smanjenje tražnje i izmenu udela JGS-a i nemotorizovanih vidova gradskog saobraćaja u ukupnoj mobilnosti (komponente A i S).

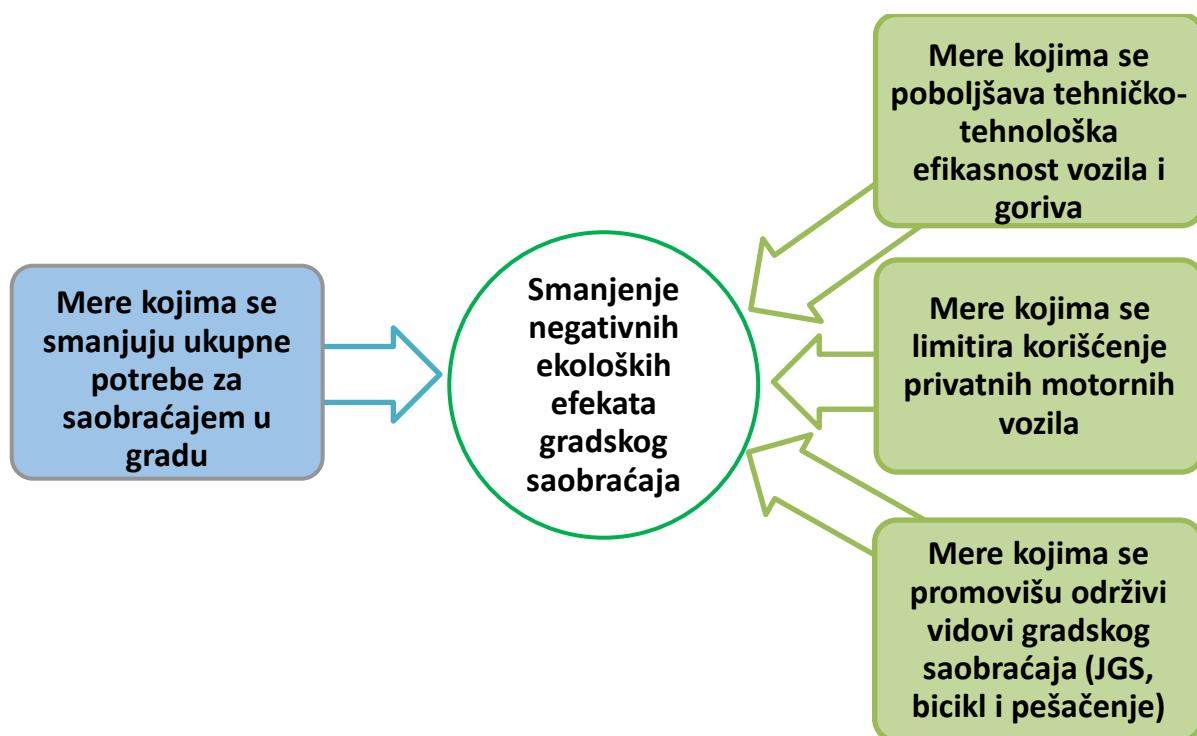
Rezultati našeg empirijskog istraživanja ukazuju na značajan potencijal mera iz domena urbanog planiranja i saobraćajne politike koje mogu da utiču, naravno, na faktore koji uslovljavaju potrošnju energije u gradskom saobraćaju, na primer, u okviru ASIF metodologije, ovo se odnosi na komponentu aktivnosti (A), udeo različitih vidova gradskog saobraćaja (S) i energetske efikasnosti (I). Međutim, uticaj identifikovanih

---

<sup>20</sup> Naravno, s druge strane, lakše je i jeftinije primeniti mere i instrumente za zaštitu životne sredine kod stacionarnih izvora zagađivanja.

ključnih determinanti na potrošnju energije nije izolovan, već se ispoljava istovremeno preko više kanala.

Očigledno je da smanjenje potrošnje energije i emisije CO<sub>2</sub> u gradskom saobraćaju može biti postignuto primenom raznovrsnih mera iz domena urbanog planiranja i korišćenja zemljišta kao i saobraćajne politike (Banister 2005, 2011; Bongardt, Breithaupt, and Creutzig 2010) (Grafik 10). Mnogi autori smatraju da upravo urbano planiranje ima ključnu ulogu u ostvarivanju održivog razvoja gradskog saobraćaja (Hickman, Hall, and Banister 2013) budući da deluje na prostorni raspored aktivnosti i određuje njihovu blizinu u odnosu na gradske stanovnike.



**Grafik 10.** Mere za smanjenje negativnih ekoloških efekata gradskog saobraćaja. Izvor: prikaz autora



Neposredni efekti ovih mera su sledeći:

1. mere kojima se smanjuju ukupne potrebe za saobraćajem u gradu – smanjenje ukupnog obima pređenih vozilo-kilometara ili ukupnog obima pređenih putničkih kilometara gradskim saobraćajem;
2. mere kojima se poboljšava tehničko-tehnološka efikasnost vozila i goriva – smanjenje potrošnje energije i/ili emisije CO<sub>2</sub> po jednom pređenom vozilo-kilometru različitim vidovima gradskog saobraćaja;
3. mere kojima se limitira korišćenje privatnih motornih vozila – smanjenje ukupnog obima pređenih vozilo-kilometara automobilima i motociklima;
4. mere kojima se promovišu održivi vidovi gradskog saobraćaja (JGS, bicikl i pešačenje) – povećanje udela JGS-a, korišćenja bicikla i pešačenje u ukupnom broju putovanja i ukupnom obimu pređenih putničkih kilometara.

Obim pređenih vozilo-kilometara u gradu, u najvećoj meri, proizilazi iz postojeće urbane forme. Od njegovih mnogobrojnih aspekata među najbitnije najčešće se svrstavaju sledeći<sup>21</sup>:

1. gustina naseljenosti/gustina zaposlenosti;
2. raznolikost (izmešani sadržaji i korišćenje zemljišta koje omogućuje da stanovi, radna mesta, maloprodaja i ostale usluge budu locirane na malom prostoru);
3. dizajn ulica (širi trotoari, uže ulice, manji stambeni blokovi, više pešačkih prelaza itd.);
4. pristupnost destinacije putovanja (gradski sadržaji do kojih se može doći uz relativno mali utrošak vremena) i
5. razdaljina od stana/posla do najbliže stanice JGS-a (Cervero and Kockelman 1997; Ewing and Cervero 2001).

Gustina naseljenosti prisutna je u mnogim istraživanjima. Mnogi autori, međutim, sugerišu da se ona može posmatrati i kao posredan pokazatelj, ali i kao reprezent ostalih aspekata urbane forme tj. da je često izražena kroz, na primer, izmešane sadržaje ili dužinu putovanja (Brownstone and Golob 2009; Ewing and Cervero 2010). Ovime mogu da se objasne i rezultati uticajnih meta-analiza koje ističu da je pristupnost destinacije

---

<sup>21</sup> U pitanju su tzv. pet „D“ (*density, diversity, design, destination accessibility, distance to transit*). Kasnije, oni su prošireni na sedam „D“ – dodati su upravljanje tražnjom (*demand management*) i demografske odlike (*demographics*) (Ewing and Cervero 2010). Naravno, neke od ovih sedam dimenzija se preklapaju.

putovanja u najjačoj korelaciji sa obimom pređenih vozilo-kilometara (Ewing and Cervero 2001, 2010).

Na sve ove odlike urbane forme, a time i na ukupne potrebe za saobraćajem u gradu, može se uticati merama urbanog planiranja i izmenama u korišćenju zemljišta. Na primer, postoji čitav spektar opcija kojima se efektivno povećava gustina naseljenosti grada (poput forsiranja izgradnje stanova umesto kuća, povećanja spratnosti zgrada, smanjivanja minimalne veličine parcele ili ograničavanja urbanog rasta) (Ewing and Rong 2008; Steemers 2003).

Dupliranje gustine naseljenosti omogućuje smanjenje obima pređenih vozilo-kilometara od 5%, dok istovetno povećanje vrednosti prva četira aspekta može dovesti do redukcije mobilnosti za čak do 33% (Ewing et al. 2008). Druga istraživanja na gradovima SAD pokazuju da je povećanjem gustine naseljenosti i izmešanih sadržaja moguća ušteda do 20% u obimu pređenih vozilo-kilometara (Litman 2007) kao i da sa rastom gustine naseljenosti od 1% dolazi do opadanja obima vozilo-kilometara za oko 0,2% (Bartholomew 2007). Kada gustina naseljenosti pređe 1.500 st/km<sup>2</sup>, dužine putovanja automobilom iznose u proseku 12 km, dok se pri nižim gustinama naseljenosti povećavaju čak za trećinu (Banister 2011). Mešovito korišćenje zemljišta omogućuje manje korišćenje motorizovanog saobraćaja, veći udeo pešačenja i bicikla (Kockelman 1997), skraćivanje distanci putovanja, kao i ravnomerniji raspored putovanja u toku dana, i veći prosečni stepen popunjenosti automobila (Cervero 1996). Kompaktne urbane strukture visokih gustina naseljenosti s izmešanim sadržajima podstiču kraća putovanja i manje korišćenje automobila (s obzirom na drastično veće gradske površine koje ovaj vid gradskog saobraćaja zauzima) (GTZ 2012).

Dakle, uticaj gustine naseljenosti na smanjenje ukupnih potreba za saobraćajem u gradu je jedan od nekoliko kanala preko kojih se može uticati na smanjenje potrošnje energije i emisije CO<sub>2</sub> u gradskom saobraćaju.

Značaj dužine gradskih puteva po stanovniku ogleda se upravo preko njenog uticaja na povećanje mobilnosti. To je tzv. efekat indukovane tražnje (*induced demand*, eng.) poznat i kao fenomen generisanog saobraćaja. Mnoga istraživanja su otkrila pozitivnu vezu između izgradnje nove putne infrastrukture i povećanog broja i dužine putovanja automobilom (Cervero 2000; Fulton et al. 2000; Litman 2011; Noland 2001; Noland and Cowart 2000). Postoje različite procene jačine kratkoročnog i dugoročnog

efekta izgradnje nove deonice gradskog puta. Iako se one grade kako bi se zadovoljio narastajući stepen motorizacije i obim privatne mobilnosti, to zapravo izaziva značajno povećanje obima vozilo-kilometara u odnosu na stanje pre povećanja putnih kapaciteta.

Sem toga, izgradnja nove saobraćajne infrastrukture ima poseban značaj u gradovima zemalja u razvoju. Kako je (za razliku od 'starih' gradova razvijenog sveta) njihova prostorno-fizička struktura još uvek veoma podložna promenama, nova saobraćajna infrastruktura ključno opredeljuje dalji prostorni razvoj grada. U ovim, početnim, fazama mere urbanog planiranja su od neuporedivo manjeg značaja.

Pored obuzdavanja potreba za saobraćajem, neophodno je izvršiti i strukturno pomeranje ka korišćenju onih vidova gradskog saobraćaja, koji su sa stanovišta životne sredine najpoželjniji – na JGS i nemotorizovani saobraćaj (Dong et al. 2018). Po IPCC-u poželjna je dugoročna orijentacija na kompaktne gradove sa velikim učešćem JGS-a, pešačenja i korišćenja bicikla, jer to može značajno smanjiti intenzitet GHG emisije, čak i do 50% (u poređenju sa 2010. godinom) (IPCC 2014). U ovom procesu akcenat se mora staviti na podizanje kvaliteta održivih vidova gradskog saobraćaja, kako bi uopšte mogli da se ozbiljnije takmiče sa komforom koji nudi automobil (imajući u vidu nagli porast životnog standarda) (Poudenx 2008).

Budući da u urbanim sredinama većina putovanja ne prelazi dužinu od pet kilometara jasno je da postoji značajan prostor za stimulisanje pešačenja i korišćenje bicikla. Za duža putovanja alternativu automobilu predstavlja JGS (GTZ 2012). Ipak, uprkos brojnim ekološkim prednostima i komparativno nižim troškovima ulaganja u infrastrukturu, nemotorizovani saobraćaj je vrlo često zanemaren u urbanom planiranju, a posebno u gradovima zemalja u razvoju, gde nemotorizovani saobraćaj i dalje ima ogroman udeo u gradskim putovanjima (UN-Habitat 2013).

U stručnoj literaturi promocija JGS-a je jedno od najčešće zagovaranih rešenja za negativne uticaje koje gradski saobraćaj ima na životnu sredinu. Međutim, upravo najefikasniji vidovi JGS-a poput šinskih sistema visoke propusne moći s izdvojenom trasom uopšte nisu kompatibilni sa niskim gustinama naseljenosti i zaposlenosti. Jednostavno, ogromna ulaganja u ove sisteme biće ekonomski opravdana jedino ako postoji visok stepen iskorišćenosti njihovih kapaciteta. Ovo je drugi značajan kanal preko koga gustina naseljenosti može uticati na smanjenje potrošnje energije i emisije CO<sub>2</sub>

(veće korišćenje JGS-a, rast udela pešačenja i korišćenja bicikla u gradskim putovanjima, itd.) (Cervero 1996; Frank and Pivo 1994; Giuliano and Narayan 2003).

Od ključnog značaja za našu analizu je znatno veća energetska efikasnost JGS-a u odnosu na privatni gradski saobraćaj. Privatna vozila troše u proseku 2-3 MJ/pkm, autobusi na dizel skoro 1 MJ/pkm dok laki šinski sistemi troše samo 0,3 MJ/pkm (Schafer, A., Victor 1999). Ove drastične razlike u potrošnji energije imaju, takođe, za posledicu i značajno manju emisiju CO<sub>2</sub> po pređenom putničkom kilometru koju stvara JGS. Dok automobili proizvode između 124,2g i 130,9g (u zavisnosti da li koriste naftu ili benzin), autobusi emituju 89,1g, a šinski sistemi samo 60,2g CO<sub>2</sub> po putničkom kilometru (Santos, Behrendt, and Teytelboym 2010).

Veoma značajna dugoročna korist od JGS sistema visoke propusne moći jeste što oni usmeravaju urbani razvoj u pravcu svojih koridora. Time se stiču neophodni uslovi za sprečavanje nekontrolisanog prostornog širenja gradova. Stoga, razvoj JGS sistema mora biti usko povezan sa urbanim planiranjem i saobraćajnom politikom (Lefèvre 2010).

Mnoge od analiziranih mera proističu iz inspirativnih ideja Džejn Džejkobs o organskom razvoju grada (Jacobs 1961) i pokretom Novog Urbanizma koji se javio poslednjih decenija XX veka. Urbani razvoj usmeren na JGS (TOD) predstavlja integraciju saobraćajnog i urbanog planiranja, jer se bazira na lociranju funkcija rada i stanovanja u blizini čvorišta JGS-a. Na taj način se promovise pošačenje i korišćenje bicikla u samim TOD područjima i JGS za putovanja van njih (Calthorpe 1993; Giuliano 1992).

Međutim, investicije u JGS infrastrukturu, tačnije u šinske sisteme visoke propusne moći, često prevazilaze mogućnosti javnog sektora, posebno u zemljama u razvoju. Stoga je neophodno uključivanje privatnog kapitala kroz različite forme partnerstva kako bi se obezbedilo finansiranje ovakvih kapitalno intenzivnih projekata. Naravno, privatni kapital će biti zainteresovan samo ukoliko ne postoji neizvesnost povraćaja ulaganja i ostvarivanja profita. Problem leži u tome što šinski sistemi, čak i oni koje karakteriše veoma visok stepen iskorišćenosti, ne mogu obezbediti neophodan prihod isključivo od same prodaje karata. Rešenje predstavlja korišćenje tzv. mehanizma *land value capture* (LVC) s obzirom da do povećanja vrednosti zemljišta u blizini JGS stanica dolazi usled izgradnje šinskih sistema, što je direktna posledica povećane pristupačnosti JGS-u (Sharma and Newman 2017). Koristi povećane vrednosti zemljišta

moгу otići u ruke privatnog sektora, ali mogu biti iskorišćene i od strane lokalnih vlasti za prikupljanje sredstava za izgradnju i održavanje šinskih sistema (Jillella and Newman 2016). U praksi su poznati uspešni primeri Tokija (konzorcijum privatnih firmi i železničkih kompanija) i Hong Konga (tzv. *Rail+Property* model). Hong Kong je mudro iskoristio prednosti privatnog i javnog sektora (privatnog - u obezbeđivanju potrebnog kapitala, a javnog - u akviziciji zemljišta). Ova bliska saradnja rezultirala je obostranim koristima, kako za nosioce izgradnje nekretnina, tako i za izgradnju šinskih sistema (UN-Habitat 2013). Ova dosadašnja pozitivna iskustva svetskih gradova mogu poslužiti kao primer metropolama zemalja u razvoju, koje mogu i same iskoristiti LVC mehanizam kao značajan izvor finansiranja javnih investicija za izgradnju neophodne infrastrukture šinskih sistema.

Merama kojima se limitira posedovanje i korišćenje automobila može se, takođe, značajno umanjiti potrošnja energije i emisija CO<sub>2</sub>. Ipak, treba imati u vidu da je njihov domet, kada se posmatraju izolovano, veoma ograničen. Najčešće su u pitanju različiti porezi i takse na kupovinu i posedovanje automobila (na nivou države) kao i naknade za parkiranje, naknade za zagušenje, ograničavanje korišćenja automobila određenim danima i sl.

Suštinu svih analiziranih mera usmerenih ka održivom urbanom razvoju i održivom razvoju gradskog saobraćaja možda najbolje opisuje Banister (Banister 2008) kada ističe da je neophodna potpuna promena pristupa u saobraćajnom planiranju - sa fizičkih dimenzija - na društvene, sa paradigme mobilnosti - na paradigmu pristupnosti, sa motorizovanog - na sve vidove gradskog saobraćaja, sa segregacije ljudi i saobraćaja - na njihovu integraciju.

Kako bi se efektivnost ovih mera ispoljila u potpunosti, od izuzetne važnosti je vremenska koordinacija njihove implementacije. Dakle, ne samo da je neophodno sprovesti sve grupe mera zajedno, već usklađenost saobraćajne strategije i prostornog razvoja mora dostići veoma visok nivo, što je bio slučaj u Singapuru, Tokiju, Cirihu itd.<sup>22</sup>. Pritom je za metropole zemalja u razvoju od izuzetnog značaja upravo faza u kojoj se ovaj paket mera primenjuje. Naime, kako bi pozitivni efekti mera urbanog planiranja i

---

<sup>22</sup> Mada, koordinisanost saobraćajnog i prostornog planiranja nije nikakav garant pozitivnog ishoda sa stanovišta održivog urbanog razvoja. Jedan od najboljih primera za to je brazilski grad Kuritiba (detaljnije videti u: Jovanović 2014).

saobraćajne politike uopšte došli do izražaja, oni moraju biti implementirani u fazi dok je stepen motorizacije i obim korišćenja automobila na relativno niskom nivou. Ukoliko se zakasni i „promaši“ ovaj trenutak gradovi zemalja u razvoju će se razvijati na sličan način kao automobilski zavisni gradovi razvijenog sveta.

Dakle, pored integracije saobraćajnog i urbanog planiranja, dok im je stepen motorizacije još uvek nizak, metropole zemalja u razvoju bi prvenstveno morale da se fokusiraju na: povećanje kvaliteta ponude JGS-a, a posebno na razvoj šinskih sistema visoke propusne moći s ekskluzivnom trasom<sup>23</sup>, na obezbeđivanje boljih uslova i izgradnju infrastrukture za pešake i bicikliste, na limitiranje posedovanja i korišćenja privatnih vozila i limitiranje izgradnje gradskih autoputeva, na ograničavanje pretvaranja urbanizovanog zemljišta od neurbanizovanog kao i na urbani razvoj baziran na principima TOD-a (M. Jovanović 2008a; Kenworthy 2017).

Iste mere se mogu primeniti i u Beogradu, koji ima slične karakteristike koje odlikuju metropole zemalja u razvoju i po mnogo čemu deli njihovu sudbinu. Doduše, Beograd karakteriše nešto viši stepen motorizacije, ali je stepen korišćenja automobila još uvek na niskom nivou (posedovanje automobila i dalje ima značaj statusnog simbola i nizak obim putničkih kilometara automobilom prvenstveno je posledica još uvek niskog životnog standarda). Ipak, očekivani ekonomski razvoj, uz relativno visoke gustine naseljenosti, izraženu monocentričnu strukturu, skućenu putnu mrežu i veliki intenzitet saobraćaja pozivaju na oprez.

Visoke gustine aktivnosti Beograda pogoduju uvođenju šinskih sistema visoke propusne moći (Newman and Kenworthy 2006). Međutim, iako je debata poslednjih decenija uglavnom išla u smeru izgradnje tzv. teškog metroa, postoje najmanje dva jaka razloga koji idu u prilog lakim šinskim sistemima. Prvo, Beograd još uvek nema preko 500.000 zaposlenih u centralnoj poslovnoj zoni (što se smatra nužnim preduslovom za izgradnju metro sistema, jer jedino metro može prevesti toliki broj ljudi na posao u vršnom času) (Jovanović 2014; Thomson 1977). Drugo, nijedan pravac u Beogradu nema toliko opterećenje (broj putnika na sat) koje bi popunilo kapacitete i dugoročno opravdalo ogromna ulaganja u metro. Dakle, osim što su znatno jeftiniji od metroa, laki šinski

---

<sup>23</sup> Naravno, dok ne budu u mogućnosti da izgrade šinske sisteme, poput metroa i lakih šinskih sistema, trebalo bi da obezbede prvenstvo kretanja autobusima kao glavnom vidu JGS-a u njima.

sistemi se svojim kapacitetima u potpunosti uklapaju u (buduća) najveća opterećenja koja karakterišu različite pravce u Beogradu.

Jedna od glavnih odlika saobraćaja u Beogradu su skoro svakodnevna zagušenja koja, naravno, ne mogu biti rešena prostom izgradnjom putne infrastrukture. Od mera limitiranja privatnog saobraćaja u Beogradu je prvenstveno primenjivan sistem zonga. Imajući u vidu procenu da će do 2021. godine broj jednovremenih zahteva za parkiranje u centralnoj zoni Beograda iznositi 20.000<sup>24</sup> deo problema saobraćajnih zagušenja se pokušao rešiti implementacijom naknada za parkiranje i ograničavanjem vremenskog trajanja parkinga. Od 2003. godine uvedene su parking zone sa vremenskim ograničenjem, dok je na nekoliko parkirališta u manje opterećenim delovima grada uvedena kategorija opštih parkirališta izvan zoniranog područja. Tri godine kasnije sistem se proširio i na druge delove grada u kojima je izražen problem nedostatka parking mesta. U prvoj (crvenoj) zoni parkiranje je vremenski ograničeno na sat vremena, u drugoj (žutoj) na dva sata, a u trećoj (zelenoj) na tri sata. Opšta parkirališta izvan zoniranog područja pružaju usluge parkinga vozačima bez ograničenja. Ova mera, na posredan način, može prilično uspešno ublažiti probleme saobraćajnih zagušenja u centralnim delovima grada.

Međutim, Beogradu su potrebne, već sada, direktnije mere limitiranja korišćenja automobila, koje bi bile komplementarne naknadama za parkiranje. Jedna od takvih mera je uvođenje naknade za zagušenja tj. ograničavanje pristupa centralnoj gradskoj zoni privatnim vidovima saobraćaja. Sistemi naknada za zagušenje se najčešće odnose na delove dana s najvećim opterećenjem (vršne časove) i kada je moguće veliki deo putovanja na posao u centralnu poslovnu zonu preusmeriti na sisteme JGS-a (Lehe 2019). U praksi, najbolji rezultati u rešavanju problema saobraćajnih zagušenja se postižu upravo kombinovanjem naknada za zagušenje i naknada za parkiranje. Vođeni pionirskim poduhvatom Singapura, mnogi evropski gradovi su uveli sistem naknada za zagušenje koji su veoma brzo doveli do brojnih pozitivnih efekata (Tabela 80). Povećana je prosečna brzina kretanja i broj putovanja JGS-om, smanjeno je vreme provedeno u saobraćaju, kao i emisija lokalnih i globalnih zagađivača, obim saobraćaja i saobraćajne nesreće.

---

<sup>24</sup> Prema studiji istraživanja karakteristika parkiranja urađenoj od strane Instituta Saobraćajnog fakulteta (pozivajući se na nacrt Generalnog urbanističkog plana Beograda za 2021. godinu).

Praktična iskustva, pre svega evropskih gradova, mogu biti veoma korisna za projektovanje i implementaciju ovakvog sistema u samom Beogradu.

**Tabela 80.** Odabrani pozitivni efekti sistema naknade za zagušenje u Londonu i Stokholmu

	London	Stokholm
<b>Obim saobraćaja</b>	-34% automobila -12% svih motornih vozila	-16% u samoj zoni
<b>Vreme putovanja</b>	-30%	-33% do -50% na arterijskim putevima
<b>Prosečna brzina</b>	+17% u samoj zoni	-
<b>Emisija zagađivača</b>	<b>NO<sub>x</sub></b>	-12%
	<b>PM10</b>	-12%
	<b>CO<sub>2</sub></b>	-19%
<b>Javni gradski saobraćaj</b> (broj putovanja per capita)	+30% u okviru zone (tokom prve dve godine)	+4,5%
<b>Saobraćajne nesreće</b>	-2% do -5% povreda	-5% do -9% povreda; -3,6% saobraćajnih nesreća

Izvor: adaptirano prema (Anas and Lindsey 2011)

Međutim, ono što zabrinjava je da je, uprkos postojanju sistema naknada za parkiranje u Beogradu poslednjih godina započeto nekoliko projekata izgradnje novih i nadogradnje već postojećih podzemnih garaža u centralnim delovima grada. Na ovaj način, potpuno pogrešno, gradske vlasti pokušavaju da zadovolje rast stepena motorizacije i privatne mobilnosti, zanemarujući pritom efekte indukovane tražnje. Ovakvim potezima se samo povećava privlačnost korišćenja automobila za putovanja u centar grada i time u velikoj meri poništavaju pozitivni efekti naknada za parkiranje.

Osim toga, aktuelni planovi početka izgradnje dve linije metro sistema ukazuju na velike nelogičnosti. Mnoge delove grada kroz koje će prolaziti najavljene linije metroa karakteriše izuzetno niska gustina naseljenosti i gustina zaposlenosti. Trenutno, mali broj ljudi živi i radi na području koje gravitira planiranim metro stanicama (udaljenost u proseku od 600m do 1000m). Ovo će, uz relativno nizak životni standard, ključno uticati na stepen iskorišćenosti kapaciteta i samu ekonomsku efikasnost metro sistema. Jednostavno, ove investicije u metro sistem moraju biti ispraćene velikim ulaganjima u rezidencijalne i komercijalne sadržaje duž linija koje opslužuje ovaj vid JGS-a i/ili u tzv. kapilarne sisteme i mreže (*feeder systems*, eng) koje će dodatno napajati kapacitete.



Takođe, započeta revitalizacija strateški bitnih delova grada u neposrednoj blizini CBD-a (tzv. Beograd na vodi) predviđa izgradnju velikog broja stanova i drugih sadržaja na veoma malom prostoru. Imajući u vidu nekompatibilnost takvog stepena koncentracije ljudi i aktivnosti u gradskom jezgru, sa fizičkim ograničenjima postojeće saobraćajne infrastrukture, takvi projekti neminovno vode narastajućim saobraćajnim problemima, a ne njihovom razrešenju.

Na ovim primerima više je nego uočljivo nepostojanje jasne i nedvosmislene saobraćajne strategije Beograda kao i njene višedecenijske neusklađenosti sa prostornim razvojem grada. Ova disonantnost, bez imalo sumnje, predstavlja najkrupniji problem i najveću pretnju održivom urbanom razvoju Beograda.

### **3.8. Budući pravci istraživanja**

Naša tema istraživanja, usled svoje izrazite multidisciplinarnosti, otvara bogat spektar mogućnosti kako za teorijska, tako i za empirijska istraživanja. Njena aktuelnost je veoma izražena i proizilazi iz modernih problema i izazova sa kojima se, prvenstveno, suočavaju discipline prostorne, urbane i regionalne ekonomije, ekonomije životne sredine i prirodnih resursa, ekonomije saobraćaja, ekonomije energetike, ekonomske geografije, ekonomije javnog sektora i prostornog planiranja, a u svetlu narastajuće važnosti paradigme održivog razvoja. U narednim godinama i decenijama ovi izazovi će, bez ikakve sumnje, biti sve naglašeniji i kompleksniji, te će tako i naučni značaj ove oblasti imati sve veću težinu.

Mi smo u radu pošli od problematike održivog urbanog razvoja (ponajviše ekološke dimenzije) i fokusirali se na sam saobraćaj zbog njegovog sve većeg uticaja na potrošnju energije i izmenu globalne klime, kao i jake međuzavisnosti sa prostornim razvojem grada. Osim saobraćaja, na nivou grada, velike negativne efekte po životnu sredinu imaju industrija i rezidencijalni sektor. Buduća istraživanja biće usmerena na analizu uticaja i značaja ovih stacionarnih izvora zagađenja.

Takođe, pored globalnih efekata koje saobraćaj ima na životnu sredinu, i na koje je usmeren ovaj rad, veoma su bitni i njegovi uticaji na lokalnom i regionalnom nivou poput saobraćajnih zagušenja, saobraćajnih nesreća, buke, zauzimanja gradskog zemljišta

i lokalnog aerozagađenja. Svaki od ovih problema predstavlja značajnu istraživačku temu za sebe sa aspekta održivog urbanog razvoja.

Što se tiče samih naučnih metoda i tehnika primenjenih u istraživanju, mi smo se odlučili za analizu panel podataka, prvenstveno zbog njene prednosti u odnosu na analizu uporednih podataka i vremenskih serija. Nažalost, upravo upotreba analize panel podataka nam je onemogućila da ispitamo uticaj jednog broja indikatora<sup>25</sup>, budući da nismo raspolagali sa uporedivom i dovoljno dugom vremenskom serijom podataka. Zato je naš uzorak značajno sužen, i odnosi se isključivo na metropole razvijenih zemalja.

Takođe, primenom drugih kvantitativnih metoda mogu se obuhvatiti gradovi zemalja u razvoju za koje zasada postoje samo sporadični podaci, a čija raspoloživost i metodološka pouzdanost, ipak, raste poslednjih godina. Analiza razvoja ovih metropola je presudna, budući da njihov dramatičan demografski rast i procesi urbanizacije imaju poguban uticaj na životnu sredinu.

Na kraju, imajući u vidu postojanje značajnog broja istraživanja iz ove oblasti sa sličnim hipotezama bilo bi veoma korisno sprovesti meta-analizu. U pitanju je statistički metod koji se zasniva na sistematičnoj sintezi više nezavisnih istraživanja (koja, naravno, ne daju iste rezultate) u cilju utvrđivanja zajedničkog efekta. Njenom primenom se, veoma efikasno, mogu i identifikovati pitanja i teme budućih istraživanja.

---

<sup>25</sup> Uostalom kao i uticaj naših veštačkih promenljivih s obzirom da smo se, na kraju, odlučili za model fiksnih efekata.

## 4. ZAKLJUČAK

U poslednjih pet decenija ekonomski rast i razvoj (uz eksplozivni rast svetske populacije) doveo je do, ranije nezabeleženih, negativnih posledica po životnu sredinu. Među njima najznačajniji su globalni problemi - iscrpljivanje energetske i drugih prirodnih resursa, kao i izmena globalne klime.

Upravo je ova problematika dovela, prvo do rađanja, a kasnije i do ogromne popularizacije koncepta održivog razvoja, koji je, između ostalog, usmeren na usaglašavanje ciljeva ekonomskog rasta i očuvanja životne sredine. Iako ovaj koncept redefiniše standardne okvire ekonomske teorije i nudi umnogome drugačiji i kompleksniji pogled na ekonomski rast i razvoj, njegova neodređenost i uopštenost (koja je i omogućila njegovu primenljivost u mnogim oblastima) uslovlili su poteškoće u prevođenju principa održivog razvoja iz teorije u praksu. Ekonomska interpretacija održivog razvoja je dugo bila vrlo problematična, ekonomisti nisu uspevali da na konzistentan način, izražen monetarnim jedinicama, vrednosno izmere prirodni ili ljudski kapital.

Evidentno je da veza ekonomskog razvoja i degradacije životne sredine proizilazi iz suštinske nekompatibilnosti prirodnog sistema koga karakterišu inherentna ograničenja rasta, s jedne, i ekonomskog sistema koji prirodno teži da ubrzano raste, s druge strane.

Ekonomska teorija je dugo bila fokusirana isključivo na stvoreni i ljudski kapital, jer se smatralo da je prirodni kapital dostupan u izobilju. Ukoliko se prihvati komplementarnost prirodnog i stvorenog kapitala, onda je jasno da je razvoj ograničen onom vrstom kapitala koje ima najmanje. Za razliku od perioda kada je ekonomski podsistem bio relativno malog obima u odnosu na ceo globalni ekosistem, danas, u doba eksponencijalno narastajućeg broja stanovnika i ubrzanog ekonomskog razvoja, tu ulogu očigledno preuzima prirodni kapital. Pritom mnogi autori koji se bave životnom sredinom, ističu da je minimalni neophodan uslov za postizanje održivosti, zapravo, upravo očuvanje prirodnog kapitala.

Nigde nije toliko evidentna oštra kolizija između ciljeva održivog i ekonomskog razvoja, kao u sferi iscrpljivanja neobnovljivih energetske izvora. U okviru prirodnih resursa posebno mesto zauzimaju energetske resursi, kako zbog njihovog značaja za

ekonomski razvoj i nivo društvenog blagostanja, tako i zbog činjenice da od njih zavise bitne funkcije prirodnih sistema.

Pritom, ne samo da svetska potrošnja energije raste iz godine u godinu, već su posebno zabrinjavajuće nagle stope rasta i prognoze potrošnje energije u decenijama koje slede. Ukupna svetska potrošnja energije se u protekle četiri decenije više nego duplirala. Danas fosilna goriva podmiruju skoro 70% energetske potrebe - nafta 40,8%, zatim prirodni gas (14,92%) i ugalj (11,47%). Jasno je da će, ukoliko se ne ograniči njihova upotreba snažnijom intervencijom države, i narednih decenija svetskim tržištem dominirati energija dobijena iz fosilnih izvora.

Danas su industrija i saobraćaj gotovo izjednačeni u ukupnoj svetskoj potrošnji energije. Potrošnja energije u saobraćaju raste po najvećoj stopi - u poslednje četiri decenije se skoro utrostručila. Nafta kao energetski izvor gubi na značaju u svim sektorima osim u saobraćaju, koji se skoro u potpunosti oslanja na nju.

Takođe, trenutna koncentracija GHG gasova u atmosferi je najveća u ljudskoj istoriji. Najveći deo globalne emisije GHG gasova potiče od sagorevanja fosilnih goriva, čak preko 60%. Od početka 1970-ih godina ukupna svetska emisija CO<sub>2</sub> nastala sagorevanjem goriva se više nego duplirala. Zemlje u razvoju sve više dobijaju na značaju i u procesu emisije CO<sub>2</sub> - njihovo učešće u svetskoj emisiji se uvećalo dva puta u poslednje četiri decenije.

U vladajućim teorijama ekonomskog razvoja prostorni aspekt (pa tako i problematika regionalnog i urbanog razvoja) je bio vrlo često zanemaran. Uprkos nekim pesimističnim prognozama da će tehnološki progres i globalizacija obesmisлити razvoj gradova, dešava se upravo suprotan i pomalo paradoksalan proces - prostorni aspekt je bitniji nego ikad. Aglomeracijske ekonomije ne samo da ne slabe, već sve više ističu prednosti koncentracije u prostoru. Pritom mnogi moderni modeli urbanog rasta i razvoja naglašavaju upravo značaj prelivanja znanja, kao savremenog *raison d'être* ubrzanog razvoja gradova.

Procenjuje se da će zahuktali proces urbanizacije već do sredine ovog veka dovesti do toga da će dve trećine svetske populacije živeti u gradovima. Ovi procesi praćeni demografskom eksplozijom, su posebno prisutni upravo u zemljama u razvoju i dovode do naglog rasta potrošnje energije i emisije CO<sub>2</sub> i prirodno nameću pitanje održivog urbanog razvoja.

Poslednjih decenija sve se više pažnje posvećuje problematici gradskog saobraćaja. Ukupna globalna mobilnost je u konstantnom porastu pod uticajem povećanja životnog standarda i stepena motorizacije. Za razliku od drugih gradskih aktivnosti koje takođe doprinose ekološkoj degradaciji gradski saobraćaj je veoma specifičan. To je kompleksan sistem koga karakteriše isprepletanost ekonomske, socijalne, prostorne i tehničko-tehnološke dimenzije, sa brojnim negativnim, kako globalnim (potrošnja energije, emisija CO<sub>2</sub>), tako i lokalnim (emisija lokalnih aerozagađivača, saobraćajna zagušenja, saobraćajne nesreće, buka, zauzimanje gradskog zemljišta) efektima po životnu sredinu.

Pregled dosadašnjih teorijskih i empirijskih istraživanja determinanti potrošnje energije u gradskom saobraćaju pokazuje da su najčešće analizirani efekti različitih aspekata urbane forme (prvenstveno gustine naseljenosti i stepena centralizacije radnih mesta), nivoa ekonomskog razvoja grada, kao i saobraćajnih tokova i saobraćajne infrastrukture.

Komparativna analiza potrošnje energije u gradskom saobraćaju svetskih metropola ukazuje na postojanje značajnih razlika, posebno između automobilski zavisnih gradova SAD-a i Australije, s jedne, i bogatih azijskih metropola, s druge strane.

Sprovedena teorijska analiza i pregled literature iz ove oblasti navodi nas na dva bitna zaključka: prvo, između brojnih determinanti potrošnje energije u gradskom saobraćaju postoji izražena međuzavisnost, i drugo, redukovanje negativnih ekoloških efekata gradskog saobraćaja, primenom određenih koncepcija i mera, predstavlja veliki izazov.

Naše empirijsko istraživanje, zasnovano na ekonometrijskom modeliranju panel podataka na uzorku od 27 svetskih gradova (u prvom redu razvijenog sveta, jer zbog ograničenosti podataka metropole zemalja u razvoju nisu obuhvaćene) za šest posmatranih godina (1960, 1970, 1980, 1990, 1995. i 2005.) obuhvatilo je širok spektar socio-ekonomskih, prostornih, saobraćajnih i infrastrukturnih varijabli.

Sprovedenom eksploratornom faktorskom analizom i analizom panel podataka od 28 nezavisnih promenljivih identifikovali smo četiri ključne determinante potrošnje energije u gradskom saobraćaju:

1. urbana gustina naseljenosti (elastičnost iznosi -0,252);
2. obim putničkih kilometara automobilom po stanovniku (0,538);

3. dužina gradskih puteva po stanovniku (0,144);
4. ukupan obim vozilo-kilometara JGS-om po stanovniku (-0,093).

Teorijskom analizom i ekonometrijskom analizom panel podataka (modelom fiksnih efekata) potvrdili smo prethodno postavljene istraživačke hipoteze.

*H<sub>1</sub>*: Među mnoštvom bitnih faktora (demografska obeležja gradova, struktura i stepen razvijenosti gradske privrede, institucionalni činioci, ekološki faktori i dr.) koji opredeljuju odnos međuzavisnosti održivog urbanog razvoja i potrošnje energije u gradovima, saobraćaj ima posebnu ulogu i značaj.

Pokazali smo da se sektor saobraćaja izdvaja kao najbrže rastući izvor potrošnje energije i lokalnog i globalnog zagađenja. Pritom gradovi učestvuju sa približno 80% u potrošnji ukupne svetske proizvedene energije i 70% emisije CO<sub>2</sub>.

*H<sub>2</sub>*: Postoji jaka veza između stepena održivosti urbanog razvoja (iskazane potrošnjom energije per capita i emisijom CO<sub>2</sub> per capita u gradskom saobraćaju) i gustine naseljenosti gradova.

Dobijeni koeficijent u modelu fiksnih efekata nam pokazuje da, ukoliko se gustina naseljenosti poveća za 10%, očekuje se smanjenje ukupne potrošnje energije u gradskom saobraćaju od 2,52% (statistička značajnost na nivou od 0,05).

*H<sub>3</sub>*: Postoji jaka veza između stepena održivosti urbanog razvoja (iskazane potrošnjom energije per capita i emisijom CO<sub>2</sub> per capita u gradskom saobraćaju) i obima putničkih kilometara automobilom u saobraćaju gradova.

Dobijeni koeficijent u modelu fiksnih efekata nam pokazuje da, ukoliko se obim putničkih kilometara automobilom po stanovniku poveća za 10%, očekuje se povećanje ukupne potrošnje energije u gradskom saobraćaju od 5,38% (statistička značajnost na nivou od 0,05).

*H<sub>4</sub>*: Ne postoji jaka veza između stepena održivosti urbanog razvoja (iskazane potrošnjom energije per capita i emisijom CO<sub>2</sub> per capita u gradskom saobraćaju) i nivoa ekonomske razvijenosti gradova (iskazane metropolitenskim BDP-om per capita).

Dobijeni koeficijent u modelu fiksnih efekata nam pokazuje da, ukoliko se metropolitenski BDP per capita poveća za 10%, očekuje se povećanje ukupne potrošnje energije u gradskom saobraćaju od 0,58% (statistička značajnost na nivou od 0,20),

*H<sub>5</sub>*: Negativni ekološki efekti gradskog saobraćaja na lokalnom, regionalnom i globalnom nivou mogu biti značajno redukovani jedino kombinovanom primenom

regulatornih i ekonomskih instrumenata za zaštitu životne sredine, mera kojima se umanjuje potreba za saobraćajem u gradovima i promovisanjem korišćenja održivih vidova gradskog saobraćaja.

Visoke elastičnosti, posebno urbane gustine naseljenosti i obima putničkih kilometara automobilom po stanovniku, ne samo da ukazuju na veliki potencijal primene odgovarajućih mera i politika iz domena urbanog planiranja, saobraćajne politike i politike zaštite životne sredine (usmerenih ka smanjenju tražnje, i izmeni udela JGS-a i nemotorizovanih vidova gradskog saobraćaja u ukupnoj mobilnosti), već i koje mere bi trebalo primeniti:

1. mere kojima se smanjuju ukupne potrebe za saobraćajem u gradu (prvenstveno mere usmerene na primenu koncepta kompaktnog grada i TOD-a, koji promovišu više gustine naseljenosti i izmešane gradske sadržaje);
2. mere kojima se limitira korišćenje privatnih motornih vozila (porezi na kupovinu i korišćenje automobila, naknade za zagušenje, naknade za parkiranje itd.) i
3. mere kojima se promovišu održivi vidovi gradskog saobraćaja - JGS, bicikl i pešačenje (prvenstveno investicije u šinske sisteme visoke propusne moći i infrastrukturu za nemotorizovani saobraćaj).

Efektivnost primene ovog paketa mera presudno zavisi od stepena integracije urbanog i saobraćajnog planiranja u gradu.

Iako smo se ovde u prvom redu bavili gradovima razvijenog sveta, njihova iskustva mogu značajno pomoći upravo metropolama u zemalja razvoju, budući da se (za razliku od 'zrelih' metropola razvijenog sveta) ovi gradovi nalaze tek u početnim fazama prostorno-ekonomskog razvoja, njihova urbana forma i saobraćajni tokovi još uvek nisu u potpunosti formirani, a njihov stepen motorizacije je još uvek na relativno niskom nivou.

Visoke gustine aktivnosti Beograda pogoduju uvođenju šinskih sistema visoke propusne moći. Međutim, iako se već dugo zagovara izgradnja metroa, karakteristike prostornog razvoja i saobraćajne strategije Beograda idu u prilog uvođenju lakih šinskih sistema, i to primenom tzv. LVC mehanizma. Takođe, imajući u vidu značajna saobraćajna zagušenja ulične mreže Beograda, potrebne su direktnije mere limitiranja korišćenja automobila, poput naknada za zagušenje, koje bi bile komplementarne već postojećim naknadama za parkiranje. Održivi urbani razvoj Beograda, pre svega, zahteva

upravo postojanje jasne saobraćajne strategije i njenu usklađenost sa prostornim razvojem grada.

Evidentno je da gradovi nerazvijenog sveta (u kojima se i odvijaju dramatični demografski i urbanizacioni procesi), kao i Beograd, naravno, imaju dragocenu šansu da usmere svoj saobraćajni i urbani razvoj u održivom smeru, i time dugoročno predodrede svetsku potrošnju energije i emisiju CO<sub>2</sub> (kao i emisiju lokalnih aerozagađivača, saobraćajna zagušenja, saobraćajne nesreće, buku i zauzimanje gradskog zemljišta). Stoga, predložene politike i mere imaju za njih poseban značaj.



## LITERATURA

- Altman, D. G. and P. K. Andersen. 1989. "Bootstrap Investigation of the Stability of a Cox Regression Model." *Statistics in Medicine* 8:771–783.
- Altman, D. G. and J. M. Bland. 1995. "Absence of Evidence Is Not Evidence of Absence." *British Medical Journal* 311:485.
- Anas, A. and R. Lindsey. 2011. "Reducing Urban Road Transportation Externalities: Road Pricing in Theory and in Practice." *Review of Environmental Economics and Policy* 5(1):66–88.
- Angel, S. 2011. *Making Room for a Planet of Cities*. Cambridge: Lincoln Institute of Land Policy.
- Assmann, D. and N. Sieber. 2005. "Transport in Developing Countries: Renewable Energy versus Energy Reduction?" *Transport Reviews* 25(6):719–38.
- Asteriou, D. and S. G. Hall. 2011. *Applied Econometrics*. Second edi. Basingstoke: Palgrave Macmillan.
- van Audenhove, F. J., O. Korniiichuk, L. Dauby, and J. Pourbaix. 2013. *The Future of Urban Mobility 2.0: Imperatives to Shape Extended Mobility Ecosystems of Tomorrow*.
- Audretsch, D. B. and T. T. Aldridge. 2009. "Knowledge Spillovers, Entrepreneurship and Regional Development." in *Handbook of Regional Growth and Development Theories*, edited by R. Capello and P. Nijkamp. Cheltenham: Edward Elgar Publishing Limited.
- Avner, P., Rentschler, J., Hallegatte, S. 2013. *Carbon Price Efficiency: Lock in and Path Dependence in Urban Forms and Transport Infrastructure*. Washington: World Bank.
- Bai, X. 2007. "Industrial Ecology and the Global Impacts of Cities." *Journal of Industrial Ecology* 11(2):1–6.
- Bai, X. and H. Imura. 2000. "A Comparative Study of Urban Environment in East Asia: Stage Model of Urban Environmental Evolution." *International Review for Environmental Strategies* 1(1):135–58.
- Baker, S. 2006. *Sustainable Development*. New York: Routledge.

- Baltagi, B. H. 2013. *Econometric Analysis of Panel Data*. 5th Editio. New Jersey: Wiley.
- Banister, D. 1992. "Energy Use, Transport and Settlement Patterns." Pp. 160–81 in *Sustainable Development and Urban Form*, edited by M. Breheny. London: Pion Ltd.
- Banister, D. 2005. *Unsustainable Transport: City Transport in the New Century*. London: Routledge.
- Banister, D. 2008. "The Sustainable Mobility Paradigm." *Transport Policy* 15:73–80.
- Banister, D. 2011. "Cities , Mobility and Climate Change." *Journal of Transport Geography* 19(6):1538–46.
- Banister, D. and R. Hickman. 2006. "How to Design a More Sustainable and Fairer Built Environment: Transport and Communications." *IEEE Proceedings of the Intelligent Transport System* 153(4):276–91.
- Banister, D., S. Watson, and C. Wood. 1997. "Sustainable Cities; Transport Energy and Urban Form." *Environment and Planning B* 24:125–43.
- Barnett, H. J. and C. Morse. 1963. *Scarcity and Growth: The Economics of Natural Resource Availability*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Barro, R. J. 1991. "Economic Growth in a Cross Section of Countries." *The Quarterly Journal of Economics* 106(2):407.
- Barter, P. A. 2005. "A Vehicle Quota Integrated with Road Usage Pricing: A Mechanism to Complete the Phase-out of High Fixed Vehicle Taxes in Singapore." *Transport Policy* 12:525–36.
- Bartholomew, K. 2007. "Land Use-Transportation Scenario Planning: Promise and Reality." *Transportation* 34:397–412.
- Batker, D. and D. Cosman. 2010. "Sustainability through a New Economic Paradigm for the 21 St Century." 1–3. Retrieved December 11, 2018 (<https://sustainablepath.org/wp-content/uploads/2008/11/sustainability-through-a-new-economic-paradigm-3-2.pdf>).
- Baur, A. H., M. Thess, B. Kleinschmit, and F. Creutzig. 2013. "Urban Climate Change Mitigation in Europe: Looking at and beyond the Role of Population Density." *Journal of Urban Planning and Development* 140(1).
- Becker, G. S. 1962. "Investment in Human Capital: A Theoretical Analysis." *Journal of Political Economy* 70:9–49.

- Bertaud, A. 2001. *Metropolis: A Measure of the Spatial Organization of 7 Large Cities*.
- Bertaud, A. 2004. *The Spatial Organization of Cities: Deliberate Outcome or Unforeseen Consequence?* Berkeley.
- Bongardt, D., M. Breithaupt, and F. Creutzig. 2010. *Beyond the Fossil City: Towards Low Carbon Transport and Green Growth*. Eschborn.
- Bongardt, D., F. Creutzig, H. Hüging, K. Sakamoto, S. Bakker, S. Gota, and S. Böhler-Baedeker. 2013. *Low-Carbon Land Transport: Policy Handbook*. London: Routledge.
- Breheny, M. 1995. "The Compact City and Transport Energy Consumption." *Transactions of the Institute of British Geographers* 20(1):81.
- Brownstone, D. and T. F. Golob. 2009. "The Impact of Residential Density on Vehicle Usage and Energy Consumption." *Journal of Urban Economics* 65(1):91–98.
- Calthorpe, P. 1993. *The Next American Metropolis: Ecology, Community and the American Dream*. New York: Princeton Architectural Press.
- Camagni, R. 1998. "Sustainable Urban Development: Definition and Reasons for a Research Programme." *International Journal of Environment and Pollution* 10(1):6–27.
- Capello, R. 2009. "Space, Growth and Development." P. 529 in *Handbook of Regional Growth and Development Theories*, edited by Roberta Capello and P. Nijkamp. Cheltenham: Edward Elgar Publishing Limited.
- Capello, R. and P. Nijkamp. 2009. "Introduction: Regional Growth and Development Theories in the Twenty-First Century – Recent Theoretical Advances and Future Challenges." in *Handbook of Regional Growth and Development Theories*, edited by Roberta Capello and P. Nijkamp. Cheltenham: Edward Elgar Publishing Limited.
- Cervero, R. 1996. "Mixed Land-Uses and Commuting: Evidence from the American Housing Survey." *Transportation Research Part A* 30(5):361–377.
- Cervero, R. 2000. "Road Supply-Demand Relationships: Sorting Out Causal Linkages." in *Transportation Research Board 80th Annual Meeting*. Washington, DC.
- Cervero, R. and K. Kockelman. 1997. "Traffic Demand and the 3Ds: Density, Diversity, and Design." *Transportation Research Part D* 2:199–219.
- Charles, J., G. McClelland, and C. S. Ryan. 2008. *Data Analysis: A Model Comparison Approach*. Second edi. Abingdon: Routledge.

- Chen, Y., X. Li, Y. Zheng, Y. Guan, and X. Liu. 2011. "Estimating the Relationship between Urban Forms and Energy Consumption: A Case Study in the Pearl River Delta, 2005-2008." *Landscape and Urban Planning* 102(1):33–42.
- Chin, A. T. H. 1996. "Containing Air Pollution and Traffic Congestion: Transport Policy and the Environment in Singapore." *Atmospheric Environment* 30(5):787–801.
- Choi, H. 2013. "International Comparative Analysis on Urban Transportation Energy Consumption." Kyoto University.
- Christaller, W. 1933. *Central Places in Southern Germany*. Englewood Cliffs: Prentice Hall.
- Clark, T. A. 2013. "Metropolitan Density, Energy Efficiency and Carbon Emissions: Multi-Attribute Tradeoffs and Their Policy Implications." *Energy Policy* 53:413–28.
- Cohen, B. 2006. "Urbanization in Developing Countries: Current Trends, Future Projections and Key Challenges for Sustainability." *Technology in Society* 28:63–80.
- Cohen, J. P. and C. J. Morrison Paul. 2009. "Agglomeration, Productivity and Regional Growth: Production Theory Approaches." in *Handbook of Regional Growth and Development Theories*, edited by R. Capello and P. Nijkamp. Cheltenham: Edward Elgar Publishing Limited.
- Costanza, R. and H. Daly. 1987. "Toward an Ecological Economics." *Ecological Modelling* 38:1–7.
- Costanza, R. and H. Daly. 1992. "Natural Capital and Sustainable Development." *Conservation Biology* 6(1):37–46.
- Costanza, R., S. C. Farber, and J. Maxwell. 1989. "Valuation and Management of Wetland Ecosystems." *Ecological Economics* 1:335–61.
- Costello, A. B. and J. W. Osborne. 2005. "Best Practices in Exploratory Factor Analysis: Four Recommendations for Getting the Most from Your Analysis." *Practical Assessment, Research and Evaluation* 10(7):1–9.
- Creutzig, F., G. Baiocchi, R. Bierkandt, P. P. Pichler, and K. C. Seto. 2015. "Global Typology of Urban Energy Use and Potentials for an Urbanization Mitigation Wedge." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 112(20):6283–88.
- Cvetanović, S., M. Filipović, M. Nikolić, and D. Belović. 2015. "Endogenous Growth

- Theory and Regional Development Policy.” *Spatium* 1(34):10–17.
- Dai, M., H. Zhang, and X. Q. Rao. 2014. “From Mono-Centric to Poly-Centric Pattern: An Evolution Tendency of the Urban Internal Spatial Structure in Post-Industrial Era.” *Economic Geography* 34(6):80–86.
- Daly, H. 1987. “The Economic Growth Debate: What Some Economists Have Learned But Many Have Not.” 323–36.
- Daly, H. 1990a. “Sustainable Development: From Concept and Theory to Operational Principles.” *Population and Development Review* 16:25–43.
- Daly, H. 1990b. “Toward Some Operational Principles of Sustainable Development.” *Ecological Economics* 2:1–6.
- Daly, H. 1991. “Sustainable Growth: A Bad Oxymoron.” *Grassroots Development* 15(3).
- Daly, H. 1994. “Fostering Environmentally Sustainable Development: Four Parting Suggestions for the World Bank.” *Ecological Economics* 10(3):183–87.
- Daly, H. 1996. *Beyond Growth: The Economics of Sustainable Development*. Boston: Beacon Press.
- Daly, H. 1997a. “Georgescu-Roegen versus Solow/Stiglitz.” *Ecological Economics* 22(3):261–66.
- Daly, H. 1997b. “Reply To Solow Stiglitz 1997.Pdf.” 22:271–73.
- Daly, H. 2007. *Ecological Economics and Sustainable Development, Selected Essays of Herman Daly*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing Limited.
- Daly, H. and J. Cobb. 1994. *For the Common Good*. Boston: Beacon Pres.
- Dawkins, C. J. 2003. “Regional Development Theory: Conceptual Foundations, Classic Works, and Recent Developments.” *Journal of Planning Literature* 18(2):131–72.
- Department of Economic and Social Affairs of the United Nations. 2007. *Industrial Development for the 21st Century: Sustainable Development Perspectives*. New York: United Nations.
- Derksen, S. and H. J. Keselman. 1992. “Backward, Forward and Stepwise Automated Subset Selection Algorithms: Frequency of Obtaining Authentic and Noise Variables.” *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology* 45:265–282.
- Dernbach, J. C. 1998. “Sustainable Development as a Framework for National Governance.” *Case Western Reserve Law Review* 49(1):3–103.
- Diao, M. 2018. “Towards Sustainable Urban Transport in Singapore: Policy Instruments

- and Mobility Trends.” *Transport Policy* (May).
- van Dijk, J., H. Folmer, and J. Oosterhaven. 2009. “Regional Policy: Rationale, Foundations and Measurement of Its Effects.” in *Handbook of Regional Growth and Development Theories*, edited by R. Capello and P. Nijkamp. Cheltenham: Edward Elgar Publishing Limited.
- Dimitropoulos, A., W. Oueslati, and C. Sintek. 2018. “The Rebound Effect in Road Transport: A Meta-Analysis of Empirical Studies.” *Energy Economics* 75:163–79.
- Dong, D., H. Duan, R. Mao, Q. Song, J. Zuo, J. Zhu, G. Wang, M. Hu, B. Dong, and G. Liu. 2018. “Towards a Low Carbon Transition of Urban Public Transport in Megacities: A Case Study of Shenzhen, China.” *Resources, Conservation & Recycling* 134(March):149–55.
- EIA. 2011. *International Energy Outlook 2011*. U.S. Energy Information Administration.
- Elias, S. and J. Krogstie. 2017. “Smart Sustainable Cities of the Future: An Extensive Interdisciplinary Literature Review.” *Sustainable Cities and Society* 31:183–212.
- Elliott, J. 2013. *An Introduction to Sustainable Development*. Fourth edi. New York: Routledge.
- Elkins, P. 2001. “Key Issues in Environmental Economics.” in *Economic growth and valuation of the environment: a debate*, edited by E. Ierland, J. Van Der Straaten, and H. Vollebergh. Cheltenham: Edward Elgar Publishing Limited.
- Ergas, C., M. Clement, and J. McGee. 2016. “Urban Density and the Metabolic Reach of Metropolitan Areas: A Panel Analysis of per Capita Transportation Emissions at the County-Level.” *Social Science Research* 58:243–53.
- Ewing, R., K. Bartholomew, S. Winkelman, J. Walters, and D. Chen. 2008. *Growing Cooler: The Evidence on Urban Development and Climate Change*. Washington, DC: Urban Land Institute.
- Ewing, R. and R. Cervero. 2001. “Travel and the Built Environment.” *Transportation Research Record* 1780:87–114.
- Ewing, R. and R. Cervero. 2010. “Travel and the Built Environment: A Meta Analysis.” *Journal of the American Planning Association* 76:265–294.
- Ewing, R. and F. Rong. 2008. “The Impact of Urban Form on U.S. Residential Energy Use.” *Housing Policy Debate* 19(1):1–30.
- Faggian, A. and P. McCann. 2009. “Human Capital and Regional Development.” in

- Handbook of Regional Growth and Development Theories*, edited by R. Capello and P. Nijkamp. Cheltenham: Edward Elgar Publishing Limited.
- Farley, J. and H. Daly. 2006. "Natural Capital: The Limiting Factor. A Reply to Aronson, Blignaut, Milton and Clewell." *Ecological Engineering* 28(1):6–10.
- Field, A. 2009. *Discovering Statistics Using SPSS: Introducing Statistical Method*. 3rd editio. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Florida, R. 2002. *The Rise of the Creative Class*. New York: Basic Books.
- Frank, L. D. and G. Pivo. 1994. "Impacts of Mixed Use and Density on Utilization of Three Modes of Travel: Single-Occupant Vehicle, Transit, and Walking." *Transportation Research Record* (1466):44–52.
- Franklin, S. B., D. J. Gibson, P. A. Robertson, J. T. Pohlmann, and J. S. Fralish. 1995. "Parallel Analysis: A Method for Determining Significant Principal Components." *Journal of Vegetation Science* 6(1):99–106.
- Fulton, L., R. Noland, D. Meszler, and J. Thomas. 2000. "A Statistical Analysis of Induced Travel Effects in the US Mid-Atlantic Region." *Journal of Transportation and Statistics* 3(1):1–14.
- George, C. and C. Kirkpatrick, eds. 2007. *Impact Assessment and Sustainable Development -European Practice and Experience*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing Limited.
- Georgescu-Roegen, N. 1971. *The Entropy Law and the Economic Process*. Cambridge: Harvard University Press.
- Giddings, B., B. Hopwood, and G. O. Brien. 2002. "Environment, Economy and Society: Fitting Them Together into Sustainable Development." *Sustainable Development* 10:187–96.
- Giuliano, G. 1992. "Land Use Impacts of Transportation Investments: Highways and Transit." Pp. 305–341 in *The Geography of Urban Transportation*, edited by S. Hanson. New York: Guilford Press.
- Giuliano, G. and D. Narayan. 2003. "Another Look at Travel Patterns and Urban Form: The US and Great Britain." *Urban Studies* 40(11):2295–2312.
- Glaeser, E. 1999. "Learning in Cities." *Journal of Urban Economics* 46(2):254–77.
- Glaeser, E., J. Kolko, and A. Saiz. 2001. "Consumer City." *Journal of Economic Geography* 1:27–50.

- Glaeser, E. L. 1998. "Are Cities Dying?" *Journal of Economic Perspectives* 12(2):139–60.
- Glaeser, E. L., H. D. Kallal, J. A. Scheinkman, and A. Shleifer. 1992. "Growth in Cities." *The Journal of Political Economy* 100(6):1126–52.
- Glaeser, E. L. and J. E. Kohlhase. 2004. "Cities, Regions and the Decline of Transport Costs." *Papers in Regional Science* 228(83):197–228.
- Glaeser, E. L. 2010. "Introduction." P. 364 in, edited by Edward L Glaeser. Chicago: The University of Chicago Press.
- Global Commission on the Economy and Climate. 2014. *Accessibility in Cities: Transport and Urban Form*. 03. London.
- Gomez-Ibanez, J. 1991. "A Global Review of Automobile Dependence (Book Review)." *Journal of the American Planning Association*, 57:342–346.
- Goodland, R. and H. Daly. 1996. "Environmental Sustainability : Universal and Non-Negotiable." *Ecological Applications* 6(4):1002–17.
- Gordon, P., A. Kumar, and H. Richardson. 1989. "Congestion, Changing Metropolitan Structure, and City Size in the United States." *International Regional Science Review* 12:45–56.
- Gordon, P. and H. W. Richardson. 1989. "Gasoline Consumption and Cities – a Reply." *Journal of the American Planning Association* 55:342–345.
- Gordon, P. and H. W. Richardson. 1997. "Are Compact Cities a Desirable Planning Goal?" *Journal of the American Planning Association* 63(1):95–106.
- Graham, D. J. and S. Glaister. 2002. "The Demand for Automobile Fuel: A Survey of Elasticities." *Journal of Transport Economics and Policy* 36(1):1–25.
- de Groot, H. L. F., J. Poot, and M. J. Smit. 2009. "Agglomeration Externalities, Innovation and Regional Growth: Theoretical Perspectives and Meta-Analysis." in *Handbook of Regional Growth and Development Theories*, edited by R. Capello and P. Nijkamp. Cheltenham: Edward Elgar Publishing Limited.
- GTZ. 2012. *Urban Transport and Energy Efficiency. Sustainable Transport: A Sourcebook for Policy-Makers in Developing Cities*. Eschborn: GTZ.
- Hall, P. G. 1998. *Cities in Civilization*. New York: Pantheon Books.
- Harris, J. M. 2000. "Basic Principles of Sustainable Development." *Tufts University* (June):26.



- Harris, J. M. and B. Roach. 2017. *Environmental and Natural Resource Economics: A Contemporary Approach*. London: Routledge.
- Harris, J. M., T. A. Wise, K. P. Gallagher, and N. R. Goodwin, eds. 2001. *A Survey of Sustainable Development: Social and Economic Dimensions*. Washington, DC: Island Press.
- Haughton, G. 1999. "Environmental Justice and the Sustainable City." *Journal of Planning Education and Research* 18(3):233–43.
- Henson, R. K. and J. K. Roberts. 2006. "Use of Exploratory Factor Analysis in Published Research Common Errors and Some Comment on Improved Practice." *Educational and Psychological Measurement* 66(3):393–416.
- Hepburn, C. 2006. "Regulation by Prices, Quantities or Both: A Review of Instrument Choice." *Oxford Review of Economic Policy* 22(2):226–47.
- Hickman, R. and D. Banister. 2014. *Transport, Climate Change and the City*. Abingdon: Routledge.
- Hickman, R., P. Hall, and D. Banister. 2013. "Planning More for Sustainable Mobility." *Journal of Transport Geography* 33:210–19.
- Hjorth, P. and A. Bagheri. 2006. "Navigating towards Sustainable Development: A System Dynamics Approach." *Futures* 38(1):74–92.
- Hodgson, P. E. 2010. *Energy, the Environment and Climate Change*. London: Imperial College Press.
- Holmberg, J. 1994. *Policies for a Small Planet*. London: Earthscan.
- Hoover, E. M. 1937. *Location Theory and the Shoe and Leather Industry*. Cambridge: Harvard University Press.
- Hoover, E. M. 1948. *The Location of Economic Activity*. New York: McGraw-Hill Education.
- Howard, E. 1898. *To-Morrow: A Peaceful Path to Real Reform*. London: Swan Sonnenschein.
- Hoyt, H. 1939. *The Structure and Growth of Residential Neighborhoods in American Cities*. Washington: Federal Housing Administration.
- Hu, X., S. Chang, J. Li, and Y. Qin. 2010. "Energy for Sustainable Road Transportation in China: Challenges, Initiatives and Policy Implications." *Energy* 35(11):4289–4301.

- International Energy Agency. 2009. *World Energy Outlook 2009*. Paris: OECD.
- International Energy Agency. 2016. *World Energy Outlook 2016*. Paris: OECD/IEA.
- International Energy Agency. 2018a. *CO2 Emissions from Fuel Combustion*. Paris: OECD/IEA.
- International Energy Agency. 2018b. *Key World Energy Statistics*. Paris: OECD/IEA.
- International Energy Agency. 2018c. *World Energy Balances 2018*. Paris: OECD/IEA.
- International Energy Agency. 2018d. *World Energy Outlook 2018*. Paris: OECD/IEA.
- International Monetary Fund. 2018. *World Economic Outlook*. Washington, DC: IMF.
- IPCC. 2007. *Mitigation of Climate Change: Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.
- IPCC. 2014. *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change - Transport. Working Group III: Mitigation of Climate Change*. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change.
- IPCC. 2015. *Climate Change 2014: Synthesis Report*. Geneva: IPCC.
- Isard, W. 1956. *Location and Space-Economy: A General Theory Relating to Industrial Location, Market Areas, Land Use, Trade and Urban Structure*. Cambridge: MIT Press.
- Jacobs, J. 1961. *The Death and Life of Great American Cities*. New York: Random House.
- Jacobs, J. 1969. *The Economy of Cities*. New York: Random House.
- Jillella, S. S. K. and P. Newman. 2016. "Innovative Value Capture Based Rail Transit Financing: An Opportunity for Emerging Transit Cities of India." *Journal of Sustainable Urbanization, Planning and Progress* 1(1):56–65.
- Jones, D. W. 1991. "How Urbanization Affects Energy- Use in Developing Countries." *Energy Policy* (September):621–30.
- Jovanović, M. 2005. *Međuzavisnost Koncepta Urbanog Razvoja i Saobraćajne Strategije Velikog Grada*. Beograd: Geografski fakultet.
- Jovanović, M. 2008a. "Održivi Razvoj Metropolu Nerazvijenog Sveta - Gradski Saobraćaj i Urbana Forma." *Industrija* 3:27–59.
- Jovanović, M. 2008b. "Problemi Automobilske Zavisnosti (Primer Američkih Gradova – Predgrađa)." *Industrija* 2:55–76.
- Jovanović, M. 2008c. "Urbano Planiranje, Automobilska Zavisnost i Održivi Razvoj Evropskih Metropolu." *Industrija* 1:17–42.

- Jovanović, M. 2009. "Bogate Azijske Metropole – Planski Razvoj Gradskog Saobraćaja i Urbane Forme." *Industrija* 1:19–41.
- Jovanović, M. 2012. "Kuznets Curve and Urban Transport the Scope of I+M Programs." *Glasnik Srpskog Geografskog Drustva* 92(4):127–42.
- Jovanović, M. 2014. *Gradski Saobraćaj i Životna Sredina*. Beograd: Geografski fakultet.
- Jovanović, M. M. 2010. "Critical Sustainability and Energy Consumption in Urban Transport." *Bulletin of the Serbian Geographical Society* 3:153–70.
- Jovanović, M. M. 2015. "Urban Transport Energy Consumption: Belgrade Case Study." *Thermal Science* 19(6):2079–92.
- Jovanović, M. M. 2016. "Belgrade's Urban Transport CO2 Emissions from an International Perspective." *Polish Journal of Environmental Studies* 25(2):635–46.
- Jovanović, M. and I. Ratkaj. 2014. "Functional Metamorphosis of New Belgrade." *DisP - The Planning Review* 50(4):54–65.
- Jovanović, M. and B. Vračarević. 2013. "The Challenges of the Tradable-Permits Use in Transport Sector." *Collection of Papers – Faculty of Geography at the University of Belgrade* 61:59–72.
- Jovičić, M. and R. Dragutinović-Mitrović. 2018. *Ekonometrijski Metodi i Modeli*. Beograd: Ekonomski fakultet.
- Karathodorou, N., D. J. Graham, and R. B. Noland. 2010. "Estimating the Effect of Urban Density on Fuel Demand." *Energy Economics* 32(1):86–92.
- Kenworthy, J. 2013. "Decoupling Urban Car Use and Metropolitan GDP Growth." *World Transport Policy and Practice* 19(4):7–21.
- Kenworthy, J. R. 2003. "Transport Energy Use and Greenhouse Gases in Urban Passenger Transport Systems: A Study of 84 Global Cities." Pp. 1–28 in *Third Conference of the Regional Government Network for Sustainable Development*. Fremantle.
- Kenworthy, J. R. 2017. "Is Automobile Dependence in Emerging Cities an Irresistible Force? Perspectives from São Paulo, Taipei, Prague, Mumbai, Shanghai, Beijing, and Guangzhou." *Sustainability* 9.
- Kenworthy, J. R. and F. B. Laube. 1999. "Patterns of Automobile Dependence in Cities: An International Overview of Key Physical and Economic Dimensions with Some Implications for Urban Policy." *Transportation Research Part A: Policy and*

*Practice* 33(7–8):691–723.

- Kenworthy, J. R. and F. B. Laube. 2001. *The Millennium Cities Database for Sustainable Transport*. Brussels, Belgium: UITP.
- Kenworthy, J. R., F. B. Laube, and P. Newman. 1999. *An International Sourcebook of Automobile Dependence in Cities, 1960-1990*. Niwot, Colorado: University Press of Colorado.
- Kenworthy, J. R. and P. Newman. 1989. *Cities and Automobile Dependence: An International Sourcebook*. Brookfield, VT United States: Gower Publishing.
- Kline, P. 1993. *An Easy Guide to Factor Analysis*. London: Routledge.
- Klopp, J. M. and D. L. Petretta. 2017. “The Urban Sustainable Development Goal: Indicators, Complexity and the Politics of Measuring Cities.” *Cities* 63:92–97.
- Kockelman, K. M. 1997. “Travel Behavior as Function of Accessibility, Land Use Mixing, and Land Use Balance: Evidence from San Francisco Bay Area.” *Transportation Research Record* 1607:116–125.
- Krueger, G. M. and A. B. Grossman. 1993. “Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement.” in *The Mexico-U.S. Free Trade Agreement*, edited by P. M. Garber. Cambridge: The MIT Press.
- Krueger, G. M. and A. B. Grossman. 1995. “Economic Growth and the Environment.” *The Quarterly Journal of Economics* 110(2):353–77.
- Krugman, P. 1991a. *Geography and Trade*. Cambridge: MIT Press.
- Krugman, P. 1991b. “Increasing Returns and Economic Geography.” *Journal of Political Economy* 99:483–99.
- Van der Laan, L. 1998. “Changing Urban Systems: An Empirical Analysis at Two Spatial Levels.” *Regional Studies* 32(3):235–47.
- Lave, C. 1992. “Cars and Demographics.” *Access* 1:4–11.
- Leck, E. 2006. “The Impact of Urban Form on Travel Behavior: A Meta-Analysis.” *Berkeley Planning Journal* 19:37–58.
- Lefèvre, B. 2009. “Long-Term Energy Consumptions of Urban Transportation: A Prospective Simulation of ‘Transport-Land Uses’ Policies in Bangalore.” *Energy Policy* 37(3):940–53.
- Lefèvre, B. 2010. “Urban Transport Energy Consumption: Determinants and Strategies for Its Reduction. An Analysis of the Literature.” *Cities and Climate Change* 2(3):1–

- 17.
- Lehe, L. 2019. "Downtown Congestion Pricing in Practice." *Transportation Research Part C* 100(May 2018):200–223.
- Lele, S. M. 1991. "Sustainable Development: A Critical Review." *World Development* 19(6):607–21.
- Leung, A., M. Burke, A. Perl, and J. Cui. 2018. "The Peak Oil and Oil Vulnerability Discourse in Urban Transport Policy : A Comparative Discourse Analysis of Hong Kong and Brisbane." *Transport Policy* 65(February 2016):5–18.
- Li, P., P. Zhao, and C. Brand. 2018. "Future Energy Use and CO2 Emissions of Urban Passenger Transport in China: A Travel Behavior and Urban Form Based Approach." *Applied Energy* 211(December 2017):820–42.
- Liddle, B. 2013. "Urban Density and Climate Change: A STIRPAT Analysis Using City-Level Data." *Journal of Transport Geography* 28:22–29.
- Lin, B. and Z. Du. 2017. "Can Urban Rail Transit Curb Automobile Energy Consumption?" *Energy Policy* 105(February):120–27.
- Litman, T. 2004. *Evaluating Transportation Land Use Impacts*. Victoria.
- Litman, T. A. 2007. *Land Use Impacts on Transport: How Land Use Factors Affect Travel Behaviour*. Victoria: Victoria Transport Policy Institute.
- Litman, T. A. 2011. *Generated Traffic and Induced Travel. Implications for Transport Planning*. Victoria: Victoria Transport Policy Institute.
- Liu, C. and Q. Shen. 2011. "An Empirical Analysis of the Influence of Urban Form on Household Travel and Energy Consumption." *Computers, Environment and Urban Systems* 35(5):347–57.
- Lohrey, S. and F. Creutzig. 2016. "A 'Sustainability Window' of Urban Form." *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 45(February 2018):96–111.
- Lösch, A. 1954. *The Economics of Location*. New Haven: Yale University Press.
- Lucas Jr., R. E. 1988. "On the Mechanics of Economic Development." *Journal of Monetary Economics* 22(1):3–4.
- Maier, G. and M. Trippel. 2009. "Location/Allocation of Regional Growth." in *Handbook of Regional Growth and Development Theories*, edited by R. Capello and P. Nijkamp. Cheltenham: Edward Elgar Publishing Limited.

- Mankiw, G., D. Romer, and D. Weil. 1992. "A Contribution to the Empirics of Economic Growth." *The Quarterly Journal of Economics* (107):407–437.
- Marchetti, C. 1994. "Anthropological Invariants in Travel Behaviour." *Technical Forecasting and Social Change* 47(1):75–78.
- Marique, A. F., S. Dujardin, J. Teller, and S. Reiter. 2013. "School Commuting: The Relationship between Energy Consumption and Urban Form." *Journal of Transport Geography* 26:1–11.
- Marique, A. F. and S. Reiter. 2012. "A Method for Evaluating Transport Energy Consumption in Suburban Areas." *Environmental Impact Assessment Review* 33(1):1–6.
- Marshall, A. 1890. *Principles of Economics*. London: Macmillan.
- McCann, P. 2013. *Modern Urban and Regional Economics*. Second Edi. Oxford: Oxford University Press.
- McCann, P. and F. van Oort. 2009. "Theories of Agglomeration and Regional Economic Growth: A Historical Review." P. 529 in *Handbook of Regional Growth and Development Theories*, edited by R. Capello and P. Nijkamp. Cheltenham: Edward Elgar Publishing Limited.
- McIntosh, J., R. Trubka, J. Kenworthy, and P. Newman. 2014. "The Role of Urban Form and Transit in City Car Dependence: Analysis of 26 Global Cities from 1960 to 2000." *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 33:95–110.
- Meadows, D. H., D. L. Meadows, J. Randers, and W. W. Behrens III. 1972. *The Limits to Growth*. New York: Potomac Associates - Universe Books.
- Mebratu, D. 1996. *Sustainability as a Scientific Paradigm*. Lund: International Institute for Industrial Environmental Economics.
- Mebratu, D. 1998. "Sustainability and Sustainable Development: Historical and Conceptual Review." *Environmental Impact Assessment Review* 18(6):493–520.
- Mees, P. 2000. *A Very Public Solution: Transport in the Dispersed City*. Melbourne: Melbourne University Publishing.
- Meijers, E. 2008. "Summing Small Cities Does Not Make a Large City: Polycentric Urban Regions and the Provision of Cultural, Leisure and Sports Amenities." *Urban Studies* 45(11):2323–45.
- Metcalf, G. E. and D. A. Weisbach. 2009. "The Design of a Carbon Tax." *Harvard*

- Environmental Law Review* 33(2):499–556.
- Millard-Ball, A. and L. Schipper. 2011. “Are We Reaching Peak Travel? Trends in Passenger Transport in Eight Industrialized Countries.” *Transport Reviews* 31(3):357–78.
- Mindali, O., A. Raveh, and I. Salomon. 2004. “Urban Density and Energy Consumption: A New Look at Old Statistics.” *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 38(2):143–62.
- Modarres, A. 2013. “Commuting and Energy Consumption: Toward an Equitable Transportation Policy.” *Journal of Transport Geography* 33:240–49.
- Molnar, D. 2016. *Regionalne Nejednakosti i Privredni Rast: Teorijsko-Empirijska Analiza*. Beograd: Ekonomski fakultet.
- Næss, P. and N. Vogel. 2012. “Sustainable Urban Development and the Multi-Level Transition Perspective.” *Environmental Innovation and Societal Transitions* 4:36–50.
- Neumayer, E. 1999. *Weak Versus Strong Sustainability: Exploring the Limits of Two Opposing Paradigms*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing Limited.
- Newman, P., K. Hargroves, S. Davies-Slate, D. Conley, M. Verschuer, M. Mouritz, and D. Yangka. 2019. “The Trackless Tram: Is It the Transit and City Shaping Catalyst We Have Been Waiting For?” 31–55.
- Newman, P. and J. Kenworthy. 2006. “Urban Design to Reduce Automobile Dependence.” *Opolis: An International Journal of Suburban and Metropolitan Studies* 2(1):35–52.
- Newman, P. and J. Kenworthy. 2011. “‘Peak Car Use’: Understanding the Demise of Automobile Dependence.” *World Transport Policy & Practice* 17(2):31–42.
- Newman, P. and J. R. Kenworthy. 1992. “Is There a Role for Physical Planners.” *Journal of the American Planning Association* 58(3):353–62.
- Newman, P. and J. R. Kenworthy. 1999. *Sustainability and Cities: Overcoming Automobile Dependence*. Washington, DC: Island Press.
- Newman, P. and J. R. Kenworthy. 2015. *The End of Automobile Dependence: How Cities Are Moving Beyond Car-Based Planning*. Washington, DC: Island Press.
- Noland, R. 2001. “Relationships between Highway Capacity and Induced Vehicle Travel.” *Transportation Research Part A* 35:47–72.

- Noland, R. and A. Cowart. 2000. "Analysis of Metropolitan Highway Capacity and the Growth in Vehicle Miles of Travel." *Transportation* 27(4):363–90.
- Norgaard, R. B. 1988. "Sustainable Development: A Co-Evolutionary View." *Futures* 20(6):606–20.
- Norman, J., H. L. Maclean, and C. A. Kennedy. 2006. "Comparing High and Low Residential Density: Life-Cycle Analysis of Energy Use and Greenhouse Gas Emissions." *Journal of Urban Planning and Development*, 132(1):10–21.
- Nuzzo, R. 2014. "Scientific Method: Statistical Errors." *Nature* 506:150–52.
- O'Sullivan, A. 2018. *Urban Economics*. 9th Editio. New York: McGraw-Hill Education.
- OECD/IEA. 2017. *Global EV Outlook 2017: Two Million and Counting*. Paris: International Energy Agency.
- OECD. 2001. *Domestic Transferable Permits Systems for Environmental Management. Design and Implementation*. Paris: OECD.
- OECD. 2010. *Cities and Climate Change*. Paris: OECD.
- Ohlin, B. 1933. *Interregional and Internal Trade*. Cambridge: Harvard University Press.
- Osório, B., N. McCullen, I. Walker, and D. Coley. 2017. "Integrating the Energy Costs of Urban Transport and Buildings." *Sustainable Cities and Society* 32(April):669–81.
- Panayotou, T. 1993. *Empirical Tests and Policy Analysis of Environmental Degradation at Different Stages of Economic Development*. 238.
- Panayotou, T. 2000. *Economic Growth and the Environment*. 56.
- Parr, J. B. 2002a. "Agglomeration Economies: Ambiguities and Confusions." *Environment and Planning A* 34:717–32.
- Parr, J. B. 2002b. "Missing Elements in the Analysis of Agglomeration Economies." *International Regional Science Review* 25(2):151–168.
- Parris, T. M. and R. W. Kates. 2003. *Characterizing and Measuring Sustainable Development*. Vol. 28.
- Parry, I. and K. Small. 2005. "Does Britain or the United States Have the Right Gasoline Tax." *American Economic Review* 95:1276–1289.
- Pearce, D. 1991. *Blueprint 2: Greening the World Economy*. London: Earthscan.
- Pearce, D., A. Markandya, and E. Barbier. 1989. *Blueprint for a Green Economy*. London: Earthscan.
- Perman, R., Y. Ma, M. Common, D. Maddison, and J. McGilvray. 2012. *Natural Resource*



- and Environmental Economics*. London: Pearson.
- Perman, R. and D. Stern. 2002. "Sustainable Development, Growth Theory, Environmental Kuznets Curves, and Discounting." in *Economics interactions with other disciplines*. Vol. I. Paris: UNESCO - Encyclopedia Life Support Systems.
- Pezzey, J. 1992. *Sustainable Development Concepts: An Economic Analysis*. 2. Washington, DC.
- Pezzoli, K. 1997. "Sustainable Development: A Transdisciplinary Overview of the Literature." *Journal of Environmental Planning and Management* 40(5):549–74.
- Pojani, D. and D. Stead. 2017. "The Urban Transport Crisis in Emerging Economies: A Comparative Overview." in *The Urban Transport Crisis in Emerging Economies*, edited by Dorina Pojani and Dominic Stead. Springer.
- Polèse, M. 2009. *The Wealth and Poverty of Regions: Why Cities Matter*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Porter, M. 1990. *The Competitive Advantage of Nations*. New York: Free Press.
- Poudenx, P. 2008. "The Effect of Transportation Policies on Energy Consumption and Greenhouse Gas Emission from Urban Passenger Transportation." *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 42(6):901–9.
- Puentes, R. and A. Tomer. 2008. *The Road... Less Travelled: An Analysis of Vehicle Miles Traveled Trends in the U.S.* Washington, DC:
- Raux, C. and G. Marlot. 2005. "A System of Tradable CO<sub>2</sub> Permits Applied to Fuel Consumption by Motorists." *Transport Policy* 12:255–65.
- Redclift, B. 2005. "Sustainable Development (1987-2005): An Oxymoron Comes of Age." *Sustainable Development* 13:212–27.
- Richardson, N. 1989. *Land Use Planning and Sustainable Development in Canada*. Ottawa: Canadian Environmental Advisory Council.
- Rickaby, P. 1987. "Six Settlement Patterns Compared." *Environment and Planning B: Planning and Design* 14:193–223.
- Rickaby, P. 1991. "Energy and Urban Development in an Archetypal English Town." *Environment and Planning B: Planning and Design* 18:153–176.
- Rode, P. and R. Burdett. 2011. "Cities: Investing in Energy and Resource Efficiency." in *Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication*, edited by UNEP. UNEP.

- Rogers, P. P., K. F. Jalal, and J. A. Boyd. 2008. *An Introduction to Sustainable Development*. London: Glen Educational Foundation, Inc.
- Rosen, H. and T. Gayer. 2014. *Public Finance*. 10th editi. New York: McGraw-Hill Education.
- Rosenthal, S. S. and W. C. Strange. 2004. "Evidence on the Nature and Sources of Agglomeration Economies." Pp. 2119–71 in *Handbook of Regional and Urban Economics*, edited by J. V. Henderson and J. F. Thisse. Elsevier.
- Rostow, W. W. 1959. "The Stages of Economic Growth." *The Economic History Review* 12(1):1–16.
- Rummel, R. J. 1970. *Applied Factor Analysis*. Evanston: Northwestern University Press.
- Santos, G., H. Behrendt, L. Maconi, T. Shirvani, and A. Teytelboym. 2009. "Part I: Externalities and Economic Policies in Road Transport." *Research in Transportation Economics* 28:2–45.
- Santos, G., H. Behrendt, and A. Teytelboym. 2010. "Part II: Policy Instruments for Sustainable Road Transport." *Research in Transportation Economics* 28:46–91.
- Schafer, A., Victor, D. 1999. "Global Passenger Travel: Implications for Carbon Dioxide Emissions." *Energy* 24(8):657–679.
- Schafer, A. and D. G. Victor. 2000. "The Future Mobility of the World Population." *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 34:171–205.
- Schultz, T. W. 1960. "Capital Formation by Education." *Journal of Political Economy* 68:571–83.
- Schwarz-Herion, O. and A. Omran. 2015. *Strategies Towards the New Sustainability Paradigm Managing the Great Transition to Sustainable Global Democracy*. edited by O. Schwarz-Herion and A. Omran. New York: Springer.
- Scott, A. J. and M. Storper. 2003. "Regions, Globalization, Development." *Regional Studies* 37(6–7):579–93.
- Seah, C. M. 1980. "Mass Mobility and Accessibility: Transport Planning and Traffic Management in Singapore." *Transport Policy and Decision Making* 1:55–71.
- Sekretarijat za upravu - sektor statistike. 2018. *Statistički Godišnjak Beograda 2017*. Beograd: Sekretarijat za upravu - sektor statistike.
- El Serafy, S. 1989. "The Proper Calculation of Income from Depletable Natural Resources." Pp. 10–18 in *Environmental Accounting for Sustainable Development*,

- edited by J. Y. Ahmad, Salah El Serafy, and E. Lutz. Washington, DC: World Bank.
- Shafik, N. and S. Bandyopadhyay. 1992. *Economic Growth and Environmental Quality: Time Series and Cross Country Evidence*. 904.
- Sharma, R. and P. Newman. 2017. "Urban Rail and Sustainable Development Key Lessons from Hong Kong, New York, London and India for Emerging Cities." *Transportation Research Procedia* 26(December 2017):92–105.
- Shim, G. E., S. M. Rhee, K. H. Ahn, and S. B. Chung. 2006. "The Relationship between the Characteristics of Transportation Energy Consumption and Urban Form." *The Annals of Regional Science* 40(2):351–67.
- Small, K. A. and K. van Dender. 2007. "Fuel Efficiency and Motor Vehicle Travel: The Declining Rebound Effect." *The Energy Journal* (1):25–52.
- Solow, R. 1993. "An Almost Practical Step toward Sustainability." *Resources Policy* 162–72.
- Stead, D. 2001. "Relationships between Land Use, Socioeconomic Factors, and Travel Patterns in Britain." 28(1):499–528.
- Stead, D. and S. Marshall. 2001. "The Relationships between Urban Form and Travel Patterns. An International Review and Evaluation." *European Journal of Transport and Infrastructure Research* 1(2):113–41.
- Stemmers, K. 2003. "Energy and the City: Density, Buildings and Transport." *Energy Build* 35(1):3–14.
- Stern, D. 1998. "Progress on the Environmental Kuznets Curve?" *Environment and Development Economics* 3:173–96.
- Stern, N. 2007. *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. London: Cambridge University Press.
- Stimson, R. J., A. Robson, and T. K. Shyy. 2009. "Measuring Regional Endogenous Growth." in *Handbook of Regional Growth and Development Theories*, edited by R. Capello and P. Nijkamp. Cheltenham: Edward Elgar Publishing Limited.
- Su, Q. 2011. "The Effect of Population Density, Road Network Density, and Congestion on Household Gasoline Consumption in U.S. Urban Areas." *Energy Economics* 33(3):445–52.
- Susilo, Y. O. and D. Stead. 2008. *Urban Form and the Trends of Transportation Emissions and Energy Consumption of Commuters in the Netherlands*. Washington,

DC.

- Tabachnick, B. G. and L. S. Fidell. 2013. *Using Multivariate Statistics*. 6 edition. London: Pearson.
- The International Transport Forum. 2010. *Reducing Transport Greenhouse Gas Emissions, Trends & Data*. OECD/ITF.
- Thomson, M. 1977. *Great Cities and Their Traffic*. London: Gollancz.
- Tibshirani, R. 1996. "Regression Shrinkage and Selection via the Lasso." *Journal of the Royal Statistical Society, Series B* 58:267–288.
- Tietenberg, T. and L. Lewis. 2018. *Environmental and Natural Resource Economics*. London: Routledge.
- Timilsina, G. R. and H. B. Dulal. 2010. "Urban Road Transportation Externalities: Costs and Choice of Policy Instruments." *The World Bank Research Observer* 26(1):162–191.
- Todaro, M. P. and S. C. Smith. 2014. *Economic Development*. 12th ed. Trans-Atlantic Publications.
- U.S. Environmental Protection Agency. 2010. *Guidelines for Preparing Economic Analyses*. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency.
- UITP. 2006. *Mobility In Cities Database*. Brussels: UITP.
- UITP. 2015. *Mobility In Cities Database 2015*. Brussels: UITP.
- UN-Habitat. 2011. *Cities and Climate Change*. London: Earthscan.
- UN-Habitat. 2012. *Sustainable Urban Energy: A Sourcebook for Asia*. Nairobi: United Nations.
- UN-Habitat. 2013. *Planning and Design for Sustainable Urban Mobility: Global Report on Human Settlements 2013*. New York: Routledge.
- UN-Habitat. 2016. *Urbanization and Development: Emerging Futures: World Cities Report 2016*. Nairobi: United Nations.
- UN-Habitat. 2018. *DG 11 Synthesis Report 2018: Tracking Progress Towards Inclusive, Safe, Resilient and Sustainable Cities and Human Settlements*. Nairobi.
- United Nations Conference on the Human Environment. 1992. *Rio Declaration on Environment and Development*. Rio de Janeiro: The United Nations.
- United Nations Department of Economic and Social Affairs Population Division. 2015. *World Urbanization Prospects: The 2015 Revision*. New York: United Nations.

- United Nations Department of Economic and Social Affairs Population Division. 2018. *World Urbanization Prospects The 2018 Revision*. New York: United Nations.
- Vivien, F. D. 2008. "Sustainable Development: An Overview of Economic Proposals." *S.A.P.I.E.N.S* 1(2):1–8.
- Vračarević, B. 2014. "Economic Instruments in Environmental Policy." *The Environment* 2.
- Vračarević, B. 2016. "Human Capital and Economic Growth – Theoretical and Empirical Research." in *International Scientific Conference - The Priority Directions of National Economy Development*. Niš: University of Niš - Faculty of Economics.
- Vuchic, V. 2007. *Urban Transit Systems and Technology*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Waldfogel, J. 2003. "Preference Externalities: An Empirical Study of Who Benefits Whom in Differentiated-Product Markets." *The RAND Journal of Economics* 34(3):557–68.
- Wasserstein, R. L. and N. A. Lazar. 2016. "The ASA's Statement on p-Values: Context, Process, and Purpose." *American Statistician* 70(2):129–33.
- Webb, J. 2019. "The Future of Transport : Literature Review and Overview." *Economic Analysis and Policy* 61:1–6.
- Weber, A. 1909. *Theory of the Location of Industries*. Chicago: University of Chicago Press.
- Wegener, M. 2013. *Polycentric Europe: More Efficient, More Equitable and More Sustainable?* Florence.
- Wen, L., J. Kenworthy, X. Guo, and D. Marinova. 2019. "Solving Traffic Congestion through Street Renaissance: A Perspective from Dense Asian Cities." *Urban Science* 3(18):1–21.
- Wheeler, S. 1996. *Sustainable Urban Development: A Literature Review and Analysis*. Berkeley: University of California at Berkeley.
- World Bank. 1992. *World Development Report 1992: Development and the Environment*. New York: Oxford University Press.
- World Commission on Environment and Development. 1987. *Our Common Future*. New York: Oxford University Press.
- Wu, N., S. Zhao, and Q. Zhang. 2016. "A Study on the Determinants of Private Car

- Ownership in China: Findings from the Panel Data.” *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 85:186–95.
- Yan, H. and B. Sun. 2015. “The Impact of Polycentric Urban Spatial Structure on Energy Consumption: Empirical Study on the Prefecture-Level and above Cities in China.” *Urban Development Studies* 22(12):13–19.
- Zahavi, Y. and A. Talavitie. 1980. “Regularities in Travel Time and Money Expenditures.” *Transportation Research Record* 13–19.
- Zhao, P., J. Diao, and S. Li. 2017. “The Influence of Urban Structure on Individual Transport Energy Consumption in China’s Growing Cities.” *Habitat International* 66:95–105.

## PRILOZI

**Prilog 1.** Definicije i objašnjenja korišćenih pojmova i indikatora u radu

**Metropolitensko područje** - odnosi se na funkcionalno urbano područje grada, i kao takvo, razlikuje se od područja koje je određeno administrativnim granicama grada. Suštinski je bliže ekonomskoj definiciji od političke definicije grada. Naravno, tačan obuhvat u konkretnim slučajevima je određen i raspoloživošću podataka.

**Urbana gustina naseljenosti** - odnos između broja stanovnika i neto urbanizovane površine grada.

**Urbana gustina zaposlenosti** - odnos između broja radnih mesta i neto urbanizovane površine grada.

**Metropolitenski BDP per capita** - odnos između metropolitenskog BDP-a i broja stanovnika.

**Udeo broja radnih mesta u centralnoj poslovnoj zoni (CBD)** - odnos broja radnih mesta u centralnoj poslovnoj zoni i ukupnog broja radnih mesta u gradu.

**Dužina gradskih puteva po stanovniku** - odnos dužine svih gradskih puteva i broja stanovnika.

**Dužina gradskih puteva po urbanom hektaru** - odnos dužine svih gradskih puteva i neto urbanizovane površine grada (u ha).

**Broj parking mesta na 1000 radnih mesta u centralnoj poslovnoj zoni (CBD)** - odnos broja parking mesta u centralnoj poslovnoj zoni (na ulici i izvan ulice) i broja radnih mesta u centralnoj poslovnoj zoni.

**Stepen motorizacije** - odnos između broja automobila (bez taksija) i broja stanovnika.

**Putnički kilometar (Pkm)** - prevoz jednog putnika na rastojanju od jednog kilometra.

**Obim vozilo-kilometara automobilom po jednom automobilu** - odnos obima godišnje pređenih kilometara automobilom na teritoriji metropolitenskog područja i broja automobila.

**Broj vozila privatnog saobraćaja po kilometru puta** - odnos broja vozila privatnog saobraćaja (automobila i motocikala) i ukupne dužine puteva.

**Obim vozilo-kilometara automobilom po kilometru puta** - odnos obima godišnje pređenih kilometara automobilom na teritoriji metropolitenskog područja i ukupne dužine puteva.

**Obim vozilo-kilometara privatnim saobraćajem po kilometru puta** - odnos obima godišnje pređenih kilometara privatnim saobraćajem (automobil i motocikl) na teritoriji metropolitenskog područja i ukupne dužine puteva.

**Ukupan obim vozilo-kilometara šinskim sistemima po stanovniku** - odnos obima godišnje pređenih kilometara šinskim sistemima (tramvaj, laki šinski sistemi, metro i prigradska železnica) na teritoriji metropolitenskog područja i broja stanovnika.

**Ukupan obim vozilo-kilometara autobusom po stanovniku** - odnos obima godišnje pređenih kilometara autobusom na teritoriji metropolitenskog područja i broja stanovnika.

**Ukupan obim vozilo-kilometara JGS-om po urbanom hektaru** - odnos obima godišnje pređenih kilometara svim vidovima JGS-a na teritoriji metropolitenskog područja i neto urbanizovane površine (u ha).



**Prosečna brzina JGS-a** – predstavlja ponderisani prosek brzine svih vidova JGS-a. Ponder za svaki vid saobraćaja je udeo putničkih kilometara ostvaren tim vidom.

**Obim vozilo-kilometara automobilom po stanovniku** - odnos obima godišnje pređenih kilometara automobilom na teritoriji metropolitenskog područja i broja stanovnika.

**Obim vozilo-kilometara privatnim saobraćajem po stanovniku** - odnos obima godišnje pređenih kilometara privatnim saobraćajem (automobilom i motociklom) na teritoriji metropolitenskog područja i broja stanovnika.

**Obim putničkih kilometara automobilom po stanovniku** - odnos ukupno pređenih putničkih kilometara automobilom i broja stanovnika.

**Obim putničkih kilometara privatnim saobraćajem po stanovniku** - odnos ukupno pređenih putničkih kilometara privatnim saobraćajem (automobilom i motociklom) i broja stanovnika.

**Broj ukrcavanja (JGS) po stanovniku** - odnos ukupnog broja ukrcavanja u sve vidove JGS-a i broja stanovnika.

**Broj ukrcavanja (šinski sistemi) po stanovniku** - odnos ukupnog broja ukrcavanja u šinske sisteme (tramvaj, laki šinski sistemi, metro i prigradska železnica) i broja stanovnika.

**Obim putničkih kilometara JGS-om po stanovniku** - odnos ukupnih pređenih putničkih kilometara svim vidovima JGS-a i broja stanovnika.

**Obim putničkih kilometara autobusom po stanovniku** - odnos pređenih putničkih kilometara autobusom i broja stanovnika.

**Obim putničkih kilometara šinskim sistemima po stanovniku** - odnos ukupno pređenih putničkih kilometara šinskim sistemima (tramvaj, laki šinski sistemi, metro i prigradska železnica) i broja stanovnika.

**Potrošnja energije** – preračunavanje korišćenog tipa goriva u energiju izvršeno je pomoću standardnih konverzionih faktora (Tabela 81).

**Tabela 81.** Konverzioni faktori potrošnje energije

<b>Tip goriva</b>	<b>Konverzioni faktor</b>
Benzin	34,69 MJ/l
Dizel	38,29 MJ/l
Tečni naftni gas	26,26 MJ/l
Električna energija	3,60 MJ/kWh

Izvor: (Kenworthy et al. 1999)

**Potrošnja energije po pređenom putničkom kilometru ukupno JGS-om** - odnos ukupne potrošnje energije JGS-om i ukupnog obima putničkih kilometara JGS-om.

**Potrošnja energije po pređenom putničkom kilometru autobusom** - odnos ukupne potrošnje energije autobusom i obima putničkih kilometara autobusom.

**Potrošnja energije po pređenom putničkom kilometru šinskim sistemima** - odnos ukupne potrošnje energije šinskim sistemima (tramvaj, laki šinski sistemi, metro i prigradska železnica) i ukupnog obima putničkih kilometara šinskim sistemima.

**Emisija CO<sub>2</sub>** - preračunavanje potrošene energije u emisiju CO<sub>2</sub>, naravno, zavisi od tipa goriva u pitanju. U slučaju električne energije za vrednost konverzionog faktora presudan je način dobijanja električne energije tj. udeo termoelektrana, hidroelektrana i nuklearnih elektrana za pojedine zemlje. Tačne vrednosti za svaku zemlju mogu se naći u studiji Njumana. Laubea i Kenvortija (Kenworthy et al. 1999). Konverzioni faktori su dati Tabeli 82.

**Tabela 82.** Konverzioni faktori (CO<sub>2</sub> emisija po MJ energije)

<b>Tip goriva</b>	<b>Konverzioni faktor (g/MJ)</b>
Benzin, Dizel	72
Tečni naftni gas	65
Električna energija	Različite vrednosti

Izvor: (Kenworthy et al. 1999)

## BIOGRAFIJA AUTORA

Bojan Vračarević je rođen 1982. godine u Brusu. Diplomirao je na Ekonomskom fakultetu Univerziteta u Beogradu (smer Međunarodna ekonomija i spoljna trgovina) januara 2007. godine sa temom: „*Transnacionalne kompanije i strane direktne investicije u Srbiji*“. Master akademske studije upisao je školske 2010/11. godine na Ekonomskom fakultetu u Beogradu - studijski program *Ekonomska politika i razvoj*. Master rad na temu: „*Dometi ekonomskih mera i instrumenata zaštite životne sredine u oblasti gradskog saobraćaja*“ odbranio je decembra 2012. godine (mentor prof. dr Gojko Rikalović). Doktorske studije na Ekonomskom fakultetu Univerziteta u Beogradu upisao je školske 2012/13. godine na studijskom programu Ekonomija. Položio je sve ispite predviđene planom i programom doktorskih studija (Metodologija naučnog istraživanja I-D, Fiskalna ekonomija, Metodi i tehnike naučnog istraživanja i analize, Metodologija naučnog istraživanja II-D, Modeliranje i optimizacija, Ekonomija javnog sektora, Privredni razvoj – teorija i politika, Razvojna i regionalna ekonomija, Ekonometrija I-D).

Od novembra 2010. do marta 2011. godine Bojan Vračarević je radio na Geografskom fakultetu Univerziteta u Beogradu po ugovoru o angažovanju u nastavi na predmetima: Turistička politika, Urbana ekonomija, Ekonomika turizma i Međunarodna privreda i turizam. U martu 2011. godine izabran je u zvanje saradnika u nastavi za ekonomsku grupu predmeta na Geografskom fakultetu u Beogradu. Aprila 2013. izabran je za asistenta za užu naučnu oblast Prostorno planiranje (ekonomska grupa predmeta) na istom fakultetu. Angažovan je u nastavi na studijskim programima *Prostorno planiranje* (Urbana ekonomija, Regionalni razvoj i saobraćaj i Regionalni razvoj i turizam), *Turizmologija* (Ekonomika turizma, Turistička politika i Turizam i međunarodni privredni tokovi) i *Geoprostorne osnove životne sredine* (Ekonomika životne sredine).

Od 2011. godine angažovan je kao istraživač na projektu Ministarstva prosvete i nauke Republike Srbije 176017, pod nazivom: „Problemi i tendencije razvoja geoprostornih sistema Republike Srbije“.

Prilog 1.

## Izjava o autorstvu

Potpisani-a **Bojan Vračarević**

broj indeksa **3014/2012**

**Izjavljujem**

da je doktorska disertacija pod naslovom

**ODRŽIVI URBANI RAZVOJ I DETERMINANTE POTROŠNJE ENERGIJE U SAOBRAĆAJU  
GRADOVA: TEORIJSKO-EMPIRIJSKA ANALIZA**

- rezultat sopstvenog istraživačkog rada,
- da predložena disertacija u celini ni u delovima nije bila predložena za dobijanje bilo koje diplome prema studijskim programima drugih visokoškolskih ustanova,
- da su rezultati korektno navedeni i
- da nisam kršio/la autorska prava i koristio intelektualnu svojinu drugih lica.

**Potpis doktoranda**

U Beogradu, 28.06.2019.g.

Bojan Vračarević

Prilog 2.

## Izjava o istovetnosti štampane i elektronske verzije doktorskog rada

Ime i prezime autora **Bojan Vračarević**

Broj indeksa **3014/2012**

Studijski program **Ekonomija**

Naslov rada **ODRŽIVI URBANI RAZVOJ I DETERMINANTE POTROŠNJE ENERGIJE U SAOBRAĆAJU GRADOVA: TEORIJSKO-EMPIRIJSKA ANALIZA**

Mentor **Doc. dr Dejan Molnar**

Potpisani/a **Bojan Vračarević**

Izjavljujem da je štampana verzija mog doktorskog rada istovetna elektronskoj verziji koju sam predao/la za objavljivanje na portalu **Digitalnog repozitorijuma Univerziteta u Beogradu**.

Dozvoljavam da se objave moji lični podaci vezani za dobijanje akademskog zvanja doktora nauka, kao što su ime i prezime, godina i mesto rođenja i datum odbrane rada.

Ovi lični podaci mogu se objaviti na mrežnim stranicama digitalne biblioteke, u elektronskom katalogu i u publikacijama Univerziteta u Beogradu.

Potpis doktoranda

U Beogradu, 28. 06. 2019. g

Bojan Vračarević

Prilog 3.

## Izjava o korišćenju

Ovlašćujem Univerzitetsku biblioteku „Svetozar Marković“ da u Digitalni repozitorijum Univerziteta u Beogradu unese moju doktorsku disertaciju pod naslovom:

### ODRŽIVI URBANI RAZVOJ I DETERMINANTE POTROŠNJE ENERGIJE U SAOBRAĆAJU GRADOVA: TEORIJSKO-EMPIRIJSKA ANALIZA

koja je moje autorsko delo.

Disertaciju sa svim priložima predao/la sam u elektronskom formatu pogodnom za trajno arhiviranje.

Moju doktorsku disertaciju pohranjenu u Digitalni repozitorijum Univerziteta u Beogradu mogu da koriste svi koji poštuju odredbe sadržane u odabranom tipu licence Kreativne zajednice (Creative Commons) za koju sam se odlučio/la.

1. Autorstvo
2. Autorstvo - nekomercijalno
3. Autorstvo – nekomercijalno – bez prerade
4. Autorstvo – nekomercijalno – deliti pod istim uslovima
5. Autorstvo – bez prerade
6. Autorstvo – deliti pod istim uslovima

(Molimo da zaokružite samo jednu od šest ponuđenih licenci, kratak opis licenci dat je na poledini lista).

Potpis doktoranda

U Beogradu, 28.06.2019.g.

Bosah Kećarević