

ODRŽIVI URBANI RAZVOJ I GRADSKI SAOBRAĆAJ (MOBILNI I STACIONARNI IZVORI ZAGAĐENJA)

SUSTAINABLE URBAN DEVELOPMENT AND URBAN TRANSPORT (MOBILE AND STATIONARY POLLUTION SOURCES)

Apstrakt

Do sredine XXI veka gotovo dve trećine ukupnog svetskog stanovništva će živeti u gradovima. Ovi procesi ubrzane urbanizacije nose sa sobom značajne društvene i ekološke probleme koji su posebno istaknuti u zemljama u razvoju. Procenjuje se da udeo gradova u potrošnji ukupne svetske proizvedene energije ide čak i do 80% (OECD, 2010; UN-Habitat, 2018). Tome korespondira ogromna emisija CO₂ (približno 70%) koja potiče najvećim delom iz saobraćaja i rezidencijalnog sektora (OECD, 2010). Usled izuzetno visokih transakcionih troškova smanjenje negativnih ekoloških efekata u sferi saobraćaja se pokazalo veoma komplikovanim, u poređenju sa stacionarnim izvorima zagađenja (industrija i zgrade). U pogledu održivog urbanog razvoja veliku ulogu igra sama urbana forma gradova, prvenstveno zbog jake međusobne zavisnosti koja postoji između nje i gradskog saobraćaja. Gradovi koje karakterišu visoke gustine naseljenosti, prostorna kompaktnost, izmešani gradski sadržaji i, u krajnjoj liniji, favorizovanje koncepta pristupnosti su značajno energetske efikasniji i pritom manje doprinose izmeni globalne klime. Stoga, orijentacija na održivi urbani razvoj se u velikoj meri zasniva na izmeni izgrađenog područja i saobraćajnih tokova, kao i na istinskom razumevanju njihove kompleksne međuzavisnosti. Ključnu ulogu u postizanju ovih ciljeva ima urbano planiranje.

Ključne reči: održivi urbani razvoj, potrošnja energije, GHG emisija, gradski saobraćaj, urbana forma, urbano planiranje

Abstract

It is estimated that by the middle of this century, nearly two-thirds of the world's population will live in cities. These processes of accelerated urbanization carry considerable social and environmental problems, especially evident in developing countries. Some estimates suggest that cities account for as much as 80% of worldwide energy consumption (OECD, 2010; UN-Habitat, 2018). This corresponds to the enormous CO₂ emission (approximately 70%) arising mainly from the transport and residential sectors (OECD, 2010). Due to the extremely high transaction costs, the reduction of negative transport environmental effects has proved to be very complicated, compared to stationary sources of pollution (industry and buildings). In terms of sustainable urban development, the urban form of cities plays a major role, primarily because of the strong interdependence that exists between it and urban transport. Cities characterized by high population densities, spatial compactness, mixed urban land use and, ultimately, favoring the concept of accessibility are significantly more energy efficient and thus contribute less to changing global climate. Therefore, the orientation to sustainable urban development is largely based on the revise of the built-up area and transport patterns, as well as on the true understanding of their complex interdependence. Urban planning plays a key role in achieving these goals.

Key words: sustainable urban development, energy consumption, GHG emissions, urban transport, urban form, urban planning

¹ Asistent, Geografski fakultet, Univerzitet u Beogradu

1. UVOD

Danas, više od 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 – u periodu 1995-2015. godine prosečna godišnja stopa promene je iznosila 3,68% (poređenja radi procentualna promena urbane populacije na nivou sveta u istom periodu je 2,16%) (United Nations Department of Economic and Social Affairs Population Division, 2015). Broj milionskih gradova nezaustavljivo raste (posebno u zemljama u razvoju), dok je 1950. godine bilo samo 75 milionskih gradova sad ih ima 548. 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.

Ovi procesi ubrzane urbanizacije nose sa sobom značajne probleme. 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, gotovo 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 CO₂. 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 CO₂ (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 CO₂ 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, Li, Zheng, Guan, & Liu, 2011). Isto tako, na gradsku emisiju CO₂ 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 & Imura, 2000).

Predmet ovog rada je sagledavanje ključnih aspekata održivog urbanog razvoja u kontekstu aktuelnih procesa urbanizacije i demografske eksplozije s jedne, i narastajućih negativnih efekata po životnu sredinu koji nastaju kako iz stacionarnih tako i mobilnih izvora zagađenja s druge strane. Akcenat je na problemima globalnog karaktera koji izviru iz urbanog razvoja – potrošnji energije i GHG emisiji, kao i ulozi koju sama urbana forma ima u ovim procesima.

2. ODRŽIVI URBANI RAZVOJ – POTROŠNJA ENERGIJE I GHG EMISIJA

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 & Petretta, 2017).

Najkrupniji negativni efekti po životnu sredinu u gradovima potiču iz saobraćaja, kao mobilnog izvora zagađenja, i sektora snabdevanja energijom, industrije, rezidencijalnog i komercijalnog sektora, kao stacionarnih izvora zagađenja. Na osnovu lokacije emisije procenjuje se da udeo velikih gradova ide čak do preko 40% od ukupne antropogene emisije GHG gasova (Tabela 1).

Tabela 1. Doprinos gradova svetskoj antropogenoj GHG emisiji po sektorima

Sektor	Obrazloženje za procenu udela ukupne GHG emisije koji se alocira na gradove na osnovu lokacije aktivnosti	Procenat ukupne GHG emisije alociran na gradove
Snabdevanje energijom	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
Industrija	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
Saobraćaj	Upotreba privatnih vidova gradskog saobraćaja je najzaslužnija za emisiju. Između 60% i 70% GHG emisije je alocirano na gradove.	7,9 - 9,2
Rezidencijalne i komercijalne zgrade	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 alocirano na gradove.	4,7 - 5,5
Otpad i otpadne vode	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 alocirano na gradove.	1,5
Ukupno		30,5-40,8

Izvor: adaptirano prema UN-Habitat. (2011). *Cities and Climate Change*. London: Earthscan. str. 51.

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 CO₂ 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 CO₂. 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).

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 2018).

Gradski saobraćaj izaziva brojne društvene i ekološke probleme, poput zagađenja, buke, saobraćajnih nesreća i zagušenja, zauzimanja gradskog prostora kao i potrošnje energije i emisije CO₂. Zapravo, od ukupnog obima svih pređenih kilometara na svetskom nivou, na gradski saobraćaj otpada čak skoro dve trećine (van Audenhove, Kornichuk, Dauby, & Pourbaix, 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 (Jovanović, 2005). Neki instrumenti, poput sistema transferabilnih dozvola, koji su pronašli značajnu primenu u oblasti industrije nailaze na ozbiljne poteškoće i ograničenja u sferi saobraćaja (Jovanović & Vračarević, 2013).

Posebno bitno pitanje za sektor saobraćaja 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 & Weisbach, 2009).

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 CO₂. U Pekingju 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 CO₂ iz saobraćaja naglo raste, dok iz industrije opada (International Energy Agency, 2009).

3. URBANA FORMA I GRADSKI SAOBRAĆAJ

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 & 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 & 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, povećavanja 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 & 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 & 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 CO₂.

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 & Talavítie, 1980) (često navođena i kao Marčetiijeva konstanta (Marchetti, 1994)) - hipoteza po kojoj prosečno vreme koje gradski stanovnici provedu u saobraćaju iznosi jedan sat nezavisno od promena prosečne brzine saobraćaja². 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 & Banister, 2014).

4. KLJUČNE KARAKTERISTIKE ODRŽIVOG GRADA

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 & Krogstie, 2017). Ovi, i drugi, modeli održivih gradova promovišu takav urbani dizajn koji odgovara nemotorizovanim vidovima gradskog saobraćaja (bicikl i pešačenje).

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 Huardovog 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*

² Gradski stanovnici na saobraćaj troše u proseku približno 11% raspoloživog budžeta.

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 CO₂ 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 & 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, McCullen, Walker, & Coley, 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 CO₂ per capita u odnosu na kompaktni prostorni razvoj (Norman, Maclean, & 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/km², 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/km²) (Banister, 2005). Slično, Lohri i Krojzig ističu da gustina naseljenosti između 5.000 st/km² i 15.000 st/km², i udeo JGS-a i nemotorizovanog saobraćaja od barem 50% imaju najbolji efekat po održivi razvoj grada (Lohrey & Creutzig, 2016). Po Njumanu i Kenvortiju smanjenje automobilske zavisnosti grada zahteva minimalnu gustinu aktivnosti (stanovnici i radna mesta) od 3.500 st/km², jer ispod te granice dolaze do izražaja fizička i vremenska ograničenja koja uslovljavaju oslanjanje na automobil za gradska putovanja (Newman & Kenworthy, 2006).

5. ZAKLJUČAK

Nezapamćena urbanizacija koja se dešava poslednjih decenija izaziva brojne socijalne i ekološke probleme, od kojih su oni najvažniji globalnog karaktera. Ovi problemi posebno dolaze do izražaja u zemljama u razvoju usled njihovih specifičnosti – visokih stopa urbanizacije i demografskog rasta kao i dostignutog nivoa ekonomskog razvoja. U ovim uslovima promena paradigme urbanog razvoja se nameće kao nužnost.

Najveći potrošači energije i emiteri GHG gasova u gradovima su saobraćaj, industrija kao i rezidencijalni i komercijalni sektor. Usled izuzetno visokih transakcionih troškova smanjenje negativnih ekoloških efekata u sferi saobraćaja se pokazalo veoma komplikovanim, u poređenju sa stacionarnim izvorima zagađenja.

U pogledu održivog urbanog razvoja veliku ulogu igra sama urbana forma gradova, prvenstveno zbog jake međusobne zavisnosti koja postoji između nje i gradskog saobraćaja. Gradovi koje karakterišu visoke gustine naseljenosti, prostorna kompaktnost, izmešani gradski sadržaji i, u krajnjoj liniji, favorizovanje koncepta pristupnosti su značajno energetske efikasniji i pritom manje doprinose izmeni globalne klime.

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.

Zahvalnica

Ovaj rad predstavlja deo rezultata istraživanja na projektu broj 176017, koje finansira Ministarstvo nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

LITERATURA

- Bai, X. (2007). „Industrial ecology and the global impacts of cities“. *Journal of Industrial Ecology*, 11(2), 1–6.
- Bai, X., & Imura, H. (2000). „A comparative study of urban environment in East Asia: Stage model of urban environmental evolution“. *International Review for Environmental Strategies*, 1(1), 135–158.
- Banister, D. (2005). *Unsustainable Transport: City Transport in the New Century*. London: Routledge.
- Banister, D. (2011). „Cities, mobility and climate change“. *Journal of Transport Geography*, 19(6), 1538–1546. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2011.03.009>
- 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.
- Chen, Y., Li, X., Zheng, Y., Guan, Y., & Liu, X. (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. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.03.007>
- Cohen, B. (2006). „Urbanization in developing countries: Current trends, future projections and key challenges for sustainability“. *Technology in Society*, 28, 63–80. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2005.10.005>
- Elias, S., & Krogstie, J. (2017). „Smart sustainable cities of the future: An extensive interdisciplinary literature review“. *Sustainable Cities and Society*, 31, 183–212. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.02.016>
- Ewing, R., & Rong, F. (2008). „The Impact of Urban Form on U.S. Residential Energy Use“. *Housing Policy Debate*, 19(1), 1–30.
- Glaeser, E. L., & Kohlhase, J. E. (2004). „Cities, regions and the decline of transport costs“. *Papers in Regional Science*, 228(83), 197–228. <https://doi.org/10.1007/s10110-003-0183-x>
- Hall, P. G. (1998). *Cities in Civilization*. New York: Pantheon Books.
- Hickman, R., & Banister, D. (2014). *Transport, Climate Change and the City*. Abingdon: Routledge.
- 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.

- International Energy Agency. (2009). *World energy outlook 2009*. Paris: OECD.
- International Energy Agency. (2016). *World Energy Outlook 2016*. Paris: OECD/IEA.
- International Energy Agency. (2018). *World Energy Outlook 2018*. Paris: OECD/IEA.
- IPCC. (2007). *Mitigation of climate change: Contribution of working group III to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.
- Jones, D. W. (1991). „How urbanization affects energy- use in developing countries“. *Energy Policy*, (September), 621–630. [https://doi.org/10.1016/0301-4215\(91\)90094-5](https://doi.org/10.1016/0301-4215(91)90094-5)
- Jovanović, M. (2005). *Međuzavisnost koncepta urbanog razvoja i saobraćajne strategije velikog grada*. Beograd: Geografski fakultet.
- Jovanović, M., & Vračarević, B. (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.
- Klopp, J. M., & Petretta, D. L. (2017). „The urban sustainable development goal: Indicators , complexity and the politics of measuring cities“. *Cities*, 63, 92–97. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2016.12.019>
- Lohrey, S., & Creutzig, F. (2016). „A ‘sustainability window’ of urban form“. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 45(February 2018), 96–111. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2015.09.004>
- Marchetti, C. (1994). „Anthropological invariants in travel behaviour“. *Technical Forecasting and Social Change*, 47(1), 75–78.
- Metcalf, G. E., & Weisbach, D. A. (2009). „The Design of a Carbon Tax“. *Harvard Environmental Law Review*, 33(2), 499–556.
- Næss, P., & Vogel, N. (2012). „Sustainable urban development and the multi-level transition perspective“. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 4, 36–50. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2012.07.001>
- Newman, P., & Kenworthy, J. (2006). „Urban Design to Reduce Automobile Dependence“. *Opolis: An International Journal of Suburban and Metropolitan Studies*, 2(1), 35–52.
- Newman, P., & Kenworthy, J. R. (1999). *Sustainability and cities: Overcoming automobile dependence*. Washington, DC: Island Press.
- Norman, J., Maclean, H. L., & Kennedy, C. A. (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.
- OECD. (2010). *Cities and Climate Change*. Paris: OECD.
- Osório, B., McCullen, N., Walker, I., & Coley, D. (2017). „Integrating the energy costs of urban transport and buildings“. *Sustainable Cities and Society*, 32(April), 669–681. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.04.020>
- Richardson, N. (1989). *Land Use Planning and Sustainable Development in Canada*. Ottawa: Canadian Environmental Advisory Council.
- Rode, P., & Burdett, R. (2011). „Cities: Investing in energy and resource efficiency“. In UNEP (Ed.), *Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication*.

UNEP.

- Stemmers, K. (2003). „Energy and the city: density, buildings and transport“. *Energy Build*, 35(1), 3–14.
- 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 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.
- van Audenhove, F.-J., Korniiichuk, O., Dauby, L., & Pourbaix, J. (2013). *The Future of Urban Mobility 2.0: Imperatives to Shape Extended Mobility Ecosystems of Tomorrow*.
- Wheeler, S. (1996). *Sustainable urban development: A literature review and analysis*. Berkeley: University of California at Berkeley.
- Zahavi, Y., & Talavitie, A. (1980). „Regularities in Travel Time and Money Expenditures“. *Transportation Research Record*, 13–19.