

Pregledni članak

KLJUČNI IZAZOVI ODRŽIVOG RAZVOJA - ISCRPLJIVANJE NEOBNOVLJIVIH ENERGETSKIH RESURSA I IZMENA GLOBALNE KLIME

Bojan Vračarević*

bojanvracarevic@gmail.com

Rezime

Umereni pristup održivom razvoju stavlja u fokus kritični prirodni kapital kao onaj deo prirodnog kapitala koji je neophodan za obavljanje ključnih funkcija životne sredine i koji ne može biti supstituisan drugim vrstama kapitala (stvorenim i/ili ljudskim). U okviru prirodnih resursa posebno mesto zauzimaju energetske resursi, a u okviru njih neobnovljivi 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. Ukupna svetska potrošnja energije se u protekle četiri decenije više nego duplirala, prvenstveno usled naglog porasta svetske populacije i ubrzanog ekonomskog razvoja. Oba ova procesa su posebno izražena u zemljama u razvoju. Uprkos otrežnjujućoj spoznaji o neverovatnoj dinamici iscrpljivanja neobnovljivih resursa i krajnje negativnim posledicama po životnu sredinu, učešće energetske izvora u ukupnoj finalnoj potrošnji energije se nije značajno menjalo poslednjih decenija. Danas fosilna goriva podmiruju skoro 70% energetske potrebe. Najveći deo globalne emisije GHG gasova potiče upravo od sagorevanja fosilnih goriva, čak preko 60%. Slično kao i u pogledu potrošnje energije, zemlje u razvoju sve više dobijaju na značaju i u procesu emisije CO₂ - njihovo učešće u svetskoj emisiji se dupliralo u poslednje četiri decenije. Danas su industrija i saobraćaj gotovo izjednačeni u ukupnoj svetskoj potrošnji energije. Posebno je značajno što potrošnja energije u saobraćaju raste po najvećoj stopi - u poslednje četiri decenije se skoro utrostručila. Takođe, nafta kao energetske izvor gubi na značaju u svim sektorima osim u saobraćaju.

Ključne reči: održivi razvoj, potrošnja energije, fosilna goriva, GHG emisija, izmena globalne klime

* Geografski fakultet, Univerzitet u Beogradu

UVOD

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.

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 razvoj¹. Za razliku od ostalih pristupa umereni održivi razvoj (*intermediate sustainability*, eng.) zahteva ne samoodržavanje 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.

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 (stvorenim i/ili ljudskim). Sam kritični prirodni kapital mora da bude prioritet u odnosu na dohodak koji proizilazi iz njega². Ukoliko ekonomski razvoj dovodi do uništenja ovog dela prirodnog kapitala onda se takav razvoj, s punim pravom, može smatrati neodrživim. Mnogi autori koji se bave životnom sredinom, ističu da je minimalni neophodan uslov za postizanje održivosti, zapravo, neophodno očuvanje prirodnog kapitala.

Nigde nije toliko evidentna oštra kolizija između ciljeva održivog i ekonomskog razvoja, kao u sferi iscrpljivanja neobnovljivih energetske izvora³. U okviru prirodnih resursa posebno mesto zauzimaju energetske resursi, a u okviru njih neobnovljivi 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. Potrošnja neobnovljivih (fosilnih) izvora energije i emisija GHG gasova su neodvojivi, te se stoga mogu posmatrati kao lice i naličje istog procesa.

¹ Daly & Cobb, 1994.

² Pearce, 1991.

³ Jovanović, 2010.

1. POTROŠNJA ENERGIJE - DETERMINANTE, TRENDOVI I PERSPEKTIVE

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 (megatona ekvivalentne nafte) 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	4.661,1	5.367,7	6.271,0	7.035,5	7.978,1	8.832,1	9.555,3

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 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

Godina	1950.	1990.	2000.	2010.	2025.
Svet					
Ukupan broj stanovnika	2.532.229	5.306.425	6.122.770	6.895.889	8.002.978
Učešće gradova sa preko milion stanovnika	6,98%	13,99%	16,80%	19,99%	26,98%
Broj gradova	75	266	355	449	668
Razvijene zemlje (OECD)					
Ukupan broj stanovnika	811.187	1.144.404	1.188.809	1.235.900	1.286.739
Učešće gradova sa preko milion st. u svetskoj populaciji	4,58%	8,67%	5,18%	5,27%	5,58%
Broj gradova	42	98	108	118	139
Nerazvijene zemlje					
Ukupan broj stanovnika	1.721.042	4.162.021	4.933.961	5.659.989	6.716.239
Učešće gradova sa preko milion st. u svetskoj populaciji	2,40%	5,32%	11,62%	14,72%	21,40%
Broj gradova	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. 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 zemalja⁴.

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

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

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 Indiji⁵.

⁴ Jovanović, 2010.

⁵ 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

Godina	1973.	2016.
Afrika	3,7	6,2
Evropa i Evroazija	13,6	7,5
Severna i Južna Amerika	3,6	4,8
Azija	6,3	13,2
Kina	7,8	20,7
Bliski Istok	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

Neto izvoznici sirove nafte	Mt	Neto uvoznici sirove nafte	Mt
S.Arabija	373	Kina	378
Rusija	254	SAD	371
Irak	187	Indija	214
UAE	120	Japan	162
Iran	119	J.Koreja	146
Kanada	113	Nemačka	91
Kuvajt	108	Italija	65
Venecuela	90	Španija	64
Nigerija	87	Holandija	61
Angola	82	Francuska	55
Ostali	548	Ostali	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 ugalj⁶.

Uprkos otrežnjujućoj spoznaji o neverovatnoj dinamici iscrpljivanja neobnovljivih resursa i krajnje negativnim posledicama po životnu sredinu, učešće energetske izvora u ukupnoj finalnoj potrošnji energije se nije značajno menjalo poslednjih decenija. Danas fosilna goriva podmiruju skoro 70% energetske 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. godini⁷, učešće fosilnih goriva je još izraženije.

⁶ Hodgson, 2010.

⁷ International Energy Agency, 2018a.

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

Godina	Ugalj	Nafta	Prirodni gas	Biogoriva i otpad	Električna energija	Ostalo
1990.	12,00	41,55	15,06	12,68	13,30	5,41
1995.	10,10	42,85	15,38	12,93	14,28	4,46
2000.	7,70	44,38	15,89	12,90	15,49	3,65
2005.	10,34	43,18	14,94	11,82	16,31	3,4
2010.	11,84	40,68	15,22	11,48	17,43	3,36
2015.	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. godini⁸. 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 energetski 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

⁸ EIA, 2011

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
Industrija	355,71	449	356,39	86,61	286,87	1.534,59
Saobraćaj	31,88	1.020,85	17,72	0,24	10,59	1.081,29
Ostalo	237,85	520,42	259,26	522,23	218,93	1.758,7
Neenergetske svrhe	6,01	262,18	18,37	-	-	286,56
Ukupno	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
Industrija	826,95	306,37	537,77	198,33	883,19	2.752,6
Saobraćaj	0,07	2.533,21	101,89	81,97	30,73	2.747,87
Ostalo	152,78	423,19	631,82	770,58	1.206,83	3.185,21
Neenergetske svrhe	55,7	645,17	168,78	-	-	869,64
Ukupno	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. U stvari, glavni problem u domenu drumskog saobraćaja proizilazi iz neodrživosti današnje automobilske industrije. Motor sa unutrašnjim sago-
revanjem i metalna konstrukcija školjke automobila, dve tehnologije na koji-
ma 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

Godina	1973.	1980.	1990.	2000.	2010.	2016.
Svet	1.088,5	1.254,0	1.580,9	1.970,5	2.427,3	2.757,6
Zemlje van OECD-a	202,8	286,9	430,9	542,2	872,3	1.113,6
OECD	701,6	788,7	947,7	1.154,5	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

Godina	1973.	1980.	1990.	2000.	2010.	2016.
Zemlje van OECD-a	18,63	22,88	27,26	27,52	35,94	40,38
OECD	64,46	62,90	59,95	58,59	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 izvora energije u stvaranju električne energije porašće na preko 40% do 2040. godine zahvaljujući državnoj intervenciji⁹.

⁹ International Energy Agency, 2018d.

2. GHG EMISIJA I GLOBALNO ZAGREVANJE

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 CO₂ u periodu između 1750. i 2011. godine uzrokovano je upravo ljudskim aktivnostima, i to u poslednjih 40 godina. 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 siromaštva¹⁰. Pomenuti IPCC izveštaj se prvenstveno zalaže za održavanje svetske prosečne temperature na nivou koji nije veći od 2°C u odnosu na nivo 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 veka¹¹.

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

¹⁰ IPCC, 2015.

¹¹ IPCC, 2015.

fosilnih goriva, čak preko 60%¹². Prognoze ukazuju da će se emisija ugljen-dioksida koja potiče od potrošnje energije povećati za 43% do 2035. godine¹³.

Od početka 1970-ih godina ukupna svetska emisija CO₂ nastala sagorevanjem goriva se više nego duplirala i sada iznosi 32.276 Mt (Tabela 12). Ubedljivo najveći emiteri CO₂ 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 CO₂ 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 CO₂ rasla po stopi od čak 8,5%¹⁴.

Tabela 12. Ukupna svetska emisija CO₂ iz sagorevanja goriva (u Mt), 1973-2015. godina

	1973.	1990.	1995.	2000.	2005.	2010.	2015.
Svet	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 CO₂ nije uticala samo eksplozija svetske populacije, već se i naporedo povećala emisija CO₂ po glavi stanovnika, sa 3,89 Mt u 1990. godini na 4,35 Mt u 2016. godini. Najveću emisiju CO₂ 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 CO₂. 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 CO₂ iz sagorevanja goriva (u %), 1973-2015. godina

Godina	1973.	1990.	1995.	2000.	2005.	2010.	2015.
Zemlje van OECD-a	29,7	43,2	42,8	42,4	48,9	55,9	60,2
OECD	66,6	53,7	53,8	54,0	47,4	40,5	36,1

Izvor: International Energy Agency, 2018a

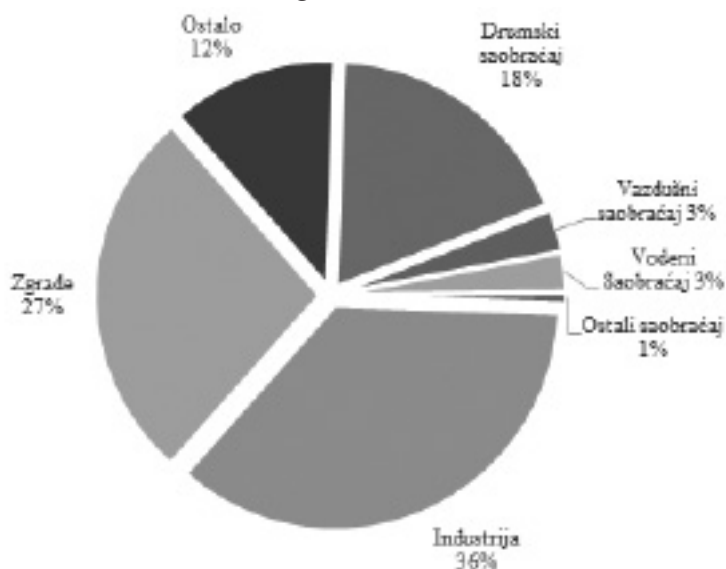
Sektorska analiza emisije CO₂, nakon realokacije električne energije i toplotne energije na krajnje korisnike, pokazuje da su najveći emiteri: industrija, rezidencijalni i nerezidencijalni sektor i saobraćaj (Grafik 1).

¹² The International Transport Forum, 2010.

¹³ EIA, 2011.

¹⁴ International Energy Agency, 2018a.

Grafik 1. Ukupna svetska emisija CO₂ 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 CO₂ u saobraćaju skočila za čak 71% od 1990. godine. Od svih saobraćajnih grana najznačajniji udeo ima drumski saobraćaj, sa gotovo tri četvrtine ukupne emisije CO₂ u saobraćaju¹⁵. U SAD-u, na primer, taj udeo je čak 81%¹⁶. Potrošnja nafte u drumskom saobraćaju predstavlja drugu po značaju IPCC kategoriju u emisiji CO₂, odmah iza potrošnje uglja u proizvodnji električne energije i grejanja¹⁷.

Očekuje se da će se nagli trend rasta emisije CO₂ 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,

¹⁵ International Energy Agency, 2018a.

¹⁶ The International Transport Forum, 2010.

¹⁷ International Energy Agency, 2018a.

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 zemlje¹⁸. 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 male¹⁹.

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 godina²⁰.

ZAKLJUČAK

Potrošnja energije, prvenstveno iz fosilnih izvora i emisija CO₂ 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. U ovom kontekstu zemlje u razvoju dobijaju sve više na značaju, one su već danas znatno veći potrošači energije i emiteri GHG gasova u odnosu na razvijene zemlje. Svetskim tržištem dominira energija dobijena iz fosilnih izvora, a prognoze pokazuju da će se i u narednim decenijama taj trend nastaviti ukoliko se njihova upotreba ne ograniči snažnijom intervencijom države.

Takođe, sektor saobraćaja beleži najveće stope rasta potrošnje energije i emisije GHG gasova. Očekuje se da će se ovaj nagli trend rasta saobraćajnog sektora nastaviti zahvaljujući brzom ekonomskom rastu, povećanju stepena motorizacije i obima putovanja (uprkos tehničko-tehnološkim poboljšanjima

¹⁸ Stern, 2007

¹⁹ World Bank, 1992

²⁰ International Energy Agency, 2018d

motora i samih vozila). Poseban problem predstavlja činjenica da nafta kao energetska zvor gubi na značaju u svim sektorima osim u saobraćaju, koji se skoro u potpunosti oslanja na nju.

KEY CHALLENGES OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT - EXPLOITATION OF NON-RENEWABLE ENERGY RESOURCES AND GLOBAL CLIMATE CHANGE

Abstract

Intermediate sustainability focuses on critical natural capital - part of natural capital that is necessary to perform key environmental functions and cannot be substituted by other types of capital (manufactured and/or human). Within natural resources, energy resources occupy a special place, and within them non-renewable energy resources, both because of their importance for economic development and the level of social well-being, and because of the fact that the essential functions of natural systems depend on them. Total global energy consumption has more than doubled in the past four decades, primarily due to the rapid increase in world population and accelerated economic development. Both of these processes are particularly pronounced in developing countries. Despite the sobering understanding of the incredible dynamics of depletion of non-renewable resources and extremely negative environmental impacts, the share of energy sources in total final energy consumption has not changed significantly in recent decades. Today, fossil fuels cover almost 70% of energy needs. The largest part of global GHG emissions comes from the burning of fossil fuels, over 60%. Similar to energy consumption, developing countries are gaining in importance in the CO₂ emission process - their participation in global emissions has doubled over the last four decades. Today, industry and transport are almost equal in total global energy consumption. It is especially significant that energy consumption in transport is growing at the highest rate - it has almost tripled in the last four decades. Also, oil, as an energy source, is losing importance in all sectors except transport.

Key words: sustainable development, energy consumption, fossil fuels, GHG emissions, global climate change

LITERATURA

- Daly, H. E., & Cobb, J. (1994). *For the common good*. Beacon Pres.
- EIA. (2011). *International Energy Outlook 2011*. U.S. Energy Information Administration.
- Hodgson, P. E. (2010). *Energy, the Environment and Climate Change*. Imperial College Press.
- International Energy Agency. (2018a). *CO2 emissions from fuel combustion*. OECD/IEA.
- International Energy Agency. (2018b). *Key world energy statistics*. OECD/IEA.
- International Energy Agency. (2018c). *World Energy Balances 2018*. OECD/IEA.
- International Energy Agency. (2018d). *World Energy Outlook 2018*. OECD/IEA.
- International Monetary Fund. (2018). *World Economic Outlook*. IMF.
- IPCC. (2015). *Climate Change 2014: Synthesis Report*. IPCC.
- Jovanović, M. M. (2010). "Critical sustainability and energy consumption in urban transport". *Bulletin of the Serbian Geographical Society*, 3, 153–170.
- Pearce, D. (1991). *Blueprint 2: greening the world economy*. Earthscan.
- Stern, N. (2007). *The Economics of Climate Change - the Stern review: Summary of Conclusions*.
- The International Transport Forum. (2010). *Reducing Transport Greenhouse Gas Emissions, Trends & Data*. OECD/ITF.
- United Nations Department of Economic and Social Affairs Population Division. (2015). *World Urbanization Prospects: The 2015 Revision*. United Nations.
- World Bank. (1992). *World Development Report 1992: Development and the Environment*. Oxford University Press.