

SOLARNI IZVORI ENERGIJE U FUNKCIJI ODRŽIVOG RAZVOJA

Bošković Jelena¹

Katarina Đurić²

Dragan Turanjanin³

Sažetak: *U fokusu ovog rada je solarna energija kao vid obnovljivog izvora energije. Posmatrano kroz istoriju, društvo je uvek imalo problem sa posledicama koje je neracionalna upotreba resursa ostavljala za sobom. Iz tog razloga, i na ovom stepenu razvoja civilizacije, neophodno je da izvori obnovljive energije dobiju širu primenu, jer se rezerve neobnovljivih izvora masovno iscrpljuju, dok stepen zagađenja dostiže nesagledive razmere. Obnovljivi izvori nisu novost, zabeležena je njihova upotreba u najranijim fazama razvoja ljudskog društva, mahom se odnosila na upotrebu Sunčeve energije. Današnja moderna tehnologija i razvoj omogućavaju višestruku upotrebu solarnih izvora. Podsticanje većeg korišćenja obnovljivih izvora energije je aktuelno pitanje u svim razvijenim zemljama, a razlozi su brojni – od ekonomskih do onih koji se tiču smanjenja efekta staklene bašte. Međutim, preduslov je osnovna promena u svesti ljudi. Čovek je neraskidivi deo prirode, svaka promena i neravnoteža u njoj, direktno utiču ne samo na njegov život već i na opstanak života na Planeti, uopšte.*

Ključne reči: *održivi razvoj / obnovljive energije / zagađenje / solarna energija.*

1 Univerzitet Privredna akademija u Novom Sadu, Fakultet za ekonomiju i inženjerski menadžment u Novom Sadu, Novi Sad, Cvećarska 2, e-mail: jboskovic@fimek.edu.rs

2 Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Trg Dositeja Obradovića 8, Novi Sad, e-mail: katarina.djuric@polj.uns.ac.rs

3 Fakultet za menadžment, Njegoševa 1a, Sremski Karlovci, e-mail: dragan.turanjanin@famns.edu.rs

UVOD

Čovečanstvo je, sudeći prema zvaničnim izveštajima svih važnih institucija ekološkog profila, početak XXI veka dočekalo sa problemima egzistencijalne prirode, koji imaju rastući trend. Nedostatak hrane, vode, siromaštvo, zagađenje svih raspoloživih ekosistema, znaci su za zabrinutost globalnih razmera i odgovoran pristup problemima u životnoj sredini. Zapravo, čovečanstvo se suočava sa egzistencijalnom pretnjom od potrošnje prirodnih resursa populacije koja se neprestano povećava.

Obnovljivi izvori energije predstavljaju neiscrpne izvore energije iz prirode, koji se obnavljaju u određenom vremenskom intervalu, u celosti ili delimično. Oni se eksploatišu sa ciljem proizvodnje električne, toplotne i mehaničke energije, a njihova održiva karakteristika je neškodljivost po okolinu, sa smanjenom ili redukovanom emisijom CO₂. Razvoj obnovljivih izvora energije (energija Sunca, vetra, hidro-energija, geotermalna energija, energija biomase) važan je iz više razloga: povećanje udela obnovljivih izvora energije, pored redukcije emisije gasova koji pogoršavaju efekat staklene bašte, povećava energetske održivost. Takođe pomaže u poboljšavanju sigurnosti kontinuiteta energije, na način da smanjuje zavisnost od uvoza energetskih sirovina i električne energije. Očekuje se da će obnovljivi izvori energije postati ekonomski konkurentni konvencionalnim izvorima energije u dugom vremenskom periodu. Neki od izvora, kao što su energija vetra, male hidrocentrale, energija iz biomase i solarna energija, već su ekonomski konkurentni. Ostale tehnologije su zavisne od potražnje na tržištu a većina zahteva visoka početna ulaganja, što utiče na konkurentnost i brzinu uvođenja novih tehnologija. Proces prihvatanja novih tehnologija je spor, pri čemu je glavni problem za instalaciju novih postrojenja početna cena, što podiže cenu dobijene energije u prvih nekoliko godina do visine potpune neisplativosti u odnosu na ostale komercijalno dostupne izvore energije. Međutim, koristi od korišćenja obnovljivih izvora energije, dugoročno, premašuju troškove potrebne za instalaciju, pa se očekuje značajno povećanje učešća u energetskom bilansu, samim tim što se nameću kao prirodan odgovor na postojeće i nadolazeće klimatske probleme (Mikić Bojović, 2018).

Cilj ovog rada je utvrđivanje značaja solarne energije u procesu realizovanja strategije održivog razvoja, smanjenju emisije gasova staklene bašte i redukovanju klimatskih promena.

ZAGAĐENJE ŽIVOTNE SREDINE I KONCEPT ODRŽIVOSTI

Elementarne nepogode koje pogađaju svet razlikuju se po vrsti i ntezitetu, ali je izvesno da su sve češće i sve jače, kao i da pripadaju istoj kategoriji – klimatskim promenama. Preoblikovanje fizičkih sistema Zemlje, što se odnosi na klimu, hemijski sastav i živi svet, toliko je dramatično da su naučnici, sadašnjoj epohi dali naziv antropocen – epoha u kojoj ljudi preko ogromnog uticaja svetske privrede izazivaju velike poremećaje fizičkih i bioloških sistema na Zemlji (Saks, 2014). Vođene željom za profitom, pojedine kompanije zauzimaju stav koji nije koherentan sa osnovnim postulatima kojima se priroda i ekosistemi štite od posledica ljudskih aktivnosti. Globalni trend, kao i zakonodavstvo koje ga prati, ne dozvoljava takve mogućnosti, a pažljivom analizom dolazi se do zaključka da poslovanje odgovorno prema prirodi donosi profit jer se minimiziraju troškovi koji nastaju otklanjanjem štete nastale neodgovornim poslovanjem. Zapravo, postoje predrasude u pogledu ocene da zaštita životne sredine usporava i onemogućava privredni rast. Istraživanja na osnovu iskustava najrazvijenijih zemalja kao i zemalja u razvoju, poslednjih decenija, pokazala su upravo suprotno. Tzv. „eksterni troškovi“, koji nastaju kao posledica aktivnosti zagađivanja, kao i iscrpljivanje resursa i narušavanje ljudskog zdravlja, počinju da prevazilaze koristi koje donosi dalji rast, pa se kapital sve više ulaže u zaštitu okoline, štednju energije i ostalih resursa kao i razvoj tehnologija neškodljivih po okolinu, što otvara mogućnosti za otvaranje i novih radnih mesta.

Činjenica je da sada društvo teži zaštiti i unapređenju čovekove životne sredine, ali se i pored toga, često nailazi na teškoće. Većina teškoća, otpora i nepoželjnog delovanja, proističe iz nedovoljnog ekološkog načina mišljenja i nepoznavanja zakonitosti koje vladaju u živoj i neživoj prirodi, što pokazuje da je društvo suočeno sa stvarnošću iz koje proizilazi da je najaktivniji deo članova društva ekološki nedovoljno obrazovan i pored napora da se ti nedostaci otklone. Ekološki način mišljenja znači, da je u prirodi sve povezano i da je i sam čovek i njegovo društvo, na vrlo specifičan i složen način povezan sa svim predmetima i zbivanjima u spoljašnjoj sredini; da od te spoljašnje sredine bitno zavisi i na nju snažno utiče, menjajući je u pozitivnom i negativnom pravcu (Arsenijević, 1977). Istovremeno, brojni autori i stručnjaci za klimatske promene uglavnom se slažu da se razmera i brzina globalnog zagrevanja ne mogu sa sigurnošću odrediti; konsekvence za društvo i privredu su takođe nedovoljno jasne, fenomen je kompleksan, sa različitim uzrocima, efektima i mehanizmima prevencije, dok je najveći broj predloženih rešenja u suprotnosti sa individualnim interesima pojedinaca (Damjanović, 2010). Praksa najrazvijenijih zemalja pokazuje da se održivi razvoj podstiče fiskalnim merama na lokalnom nivou koje su usmerene na sprečavanje zagađenja i preteranu eksploataciju, odnosno očuvanje prirodnih resursa. Ne

treba zaboraviti da je upravo enormna ljudska aktivnost osnovni generišući faktor zagađenja, kao i da je kontaminacija životne sredine povezana sa promenom klime, koji dovode do narušavanja ekološke ravnože. Tako posmatrano, čovek ima glavnu ulogu kao uzročnik problema, da bi, na kraju, postao subjekt koji trpi posledice zbog lančanih ekoloških promena koje je sam inicirao (Rajić, 2016). Suštinu koncepta održivog razvoja predstavlja interakcija i međusobna uslovljenost i komplementarnost razvojne politike i politike zaštite životne sredine, sa uvažavanjem zakonitosti ekoloških sistema. To je „integralni ekonomski, tehnološki, socijalni i kulturni razvoj sadašnjih i budućih generacija, usklađen sa potrebama zaštite i unapređenja životne sredine“ (Veljković, 2006). Potrebno je da aktivnosti na zaštiti i unapređenju životne sredine budu bazirane na elementima i smernicama primenjene ekologije, čiji su predmet proučavanja upravo aktivnosti ljudi u upravljanju prirodnim resursima, menadžment zasnovan na poznavanju bazičnih principa ekologije i načinima kojima ljudski naponi mogu biti usmereni ka ostvarivanju harmonične zajednice sa živim svetom koji ga okružuje (McGrow, Hill, 1974).

OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE

Obnovljivi izvori energije su neiscrpní izvori energije iz prirode koji se obnavljaju u određenom vremenskom intervalu, u celosti ili delimično. Sam naziv „obnovljivi“, kao i trajni, potiče od činjenice da se energija troši u iznosu koji ne premašuje brzinu kojom se stvara u prirodi. „Čiste“ energije su one vrste energije čije korišćenje ili pretvaranje u mehaničku ili električnu energiju ne narušava ni na koji način ravnotežu u prirodi, niti zagađuje prirodu i njene tokove (Ljubić, 1977), sa smanjenom ili redukovanom emisijom CO₂ u procesu proizvodnje energije.

Današnji energetske obrasci se u potpunosti razlikuju od onih koji su do pre dva veka pratili ljudsku istoriju. Do početka XIX veka, obnovljivi izvori – snaga ljudi i životinja, drvo, energija vode i vetra – zadovoljavali su gotovo sve energetske potrebe u svetu. U današnje vreme, preko 85% energije potiče od neobnovljivih fosilnih goriva, 40% od nafte, 25% od uglja i 21% od zemnog gasa. Taj prelaz na fosilna goriva pratio je spektakularan porast potrošnje energije. Sve do XIX veka sva društva su bila suočena sa nestašicom energije, koju je potom zamenilo obilje iste (Ponting, 2009).

Sagorevanje fosilnih goriva predstavlja najveći uzrok globalnog zagrevanja usled emisije ugljendioksida, sumpornih i azotnih jedinjenja. Prosečna termoelektrana za godinu dana potroši oko 2,5 miliona tona uglja i proizvede 8 miliona tona ugljenik(IV) oksida, 40 miliona tona sumpor(IV) oksida, 6 miliona tona prašine i pola miliona tona letećeg pepela. Iako je procenjeno da će za nekoliko decenija nestati sirove nafte

i gasa ukoliko se ne otkriju nova ležišta, a zalihe uglja potrajace još dva do tri veka (Končar- Đurđević, 1977), glavni izvor energije još uvek su fosilna goriva. Kako su zalihe fosilnih goriva ograničene i brzo nestaju, korišćenje neobnovljivih goriva stvorilo je sistem međuzavisnosti, pa se i države koje uvoze fosilna goriva nalaze u podređenim položajima. Iako gotovo nije moguće isključiti neobnovljive izvore energije, primena obnovljivih izvora procentualno može da smanji emisiju gasova staklene bašte i smanji stepen zagađenja uopšte, pa čak i uticaj na sistem međuzavisnosti. Danas se oko 2/3 celokupne proizvedene električne energije u svetu koristi isključivo za grejanje vode i vazduha (Ljubić, 1977). Očekuje se da će u budućnosti sve veći procenat ukupne potrošnje energije upravo dolaziti iz obnovljivih izvora. Ono na čemu se danas dodatno insistira jeste sprovođenje koncepta energetske efikasnosti. Energetska efikasnost je „skup tehnika kojima se opisuje kvalitet korišćenja energije“ (Tomić, 2012). Samo poboljšanje energetske efikasnosti podrazumeva smanjenje gubitaka energije bez narušavanja standarda života ili ekonomske aktivnosti i može se primeniti kako na proizvodnju tako i na potrošnju energije.

Evropska unija ima strategiju da u budućnosti sve više popularizuje upotrebu obnovljivih izvora energije, sa nizom mera kojima bi se podstakle investicije u objekte sa primenom obnovljivih izvora energije. Primena obnovljivih izvora energije zauzima važno mesto u bioekonomiji razvijenih zemalja. U cilju regulisanja upotrebe obnovljivih izvora energije, u Evropskoj uniji donete su brojne regulative koje se bave izazovima uspostavljanja bioekonomije. Direktivama 2001/77/EC o podsticanju proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora na međunarodnom energetskom tržištu, kao i 2003/30/EC o podsticanju upotrebe biogoriva i ostalih obnovljivih goriva za transport, Evropska unija je definisala različite tipove energije iz obnovljivih izvora. Predviđeno je da do 2020. godine udeo obnovljivih izvora energije u ukupnoj potrošnji energije iznosi 20%. Akcionim planom Republike Srbije za obnovljive izvore energije regulisano je poštovanje obaveze preuzetih ugovorom o osnivanju Energetske zajednice, utvrđene su putanje za dostizanje cilja od 27% obnovljivih izvora u bruto finalnoj potrošnji Srbije 2020. godine i definisane su mere za njihovo veće korišćenje (Milićević i sar., 2014).

ENERGIJA SUNCA

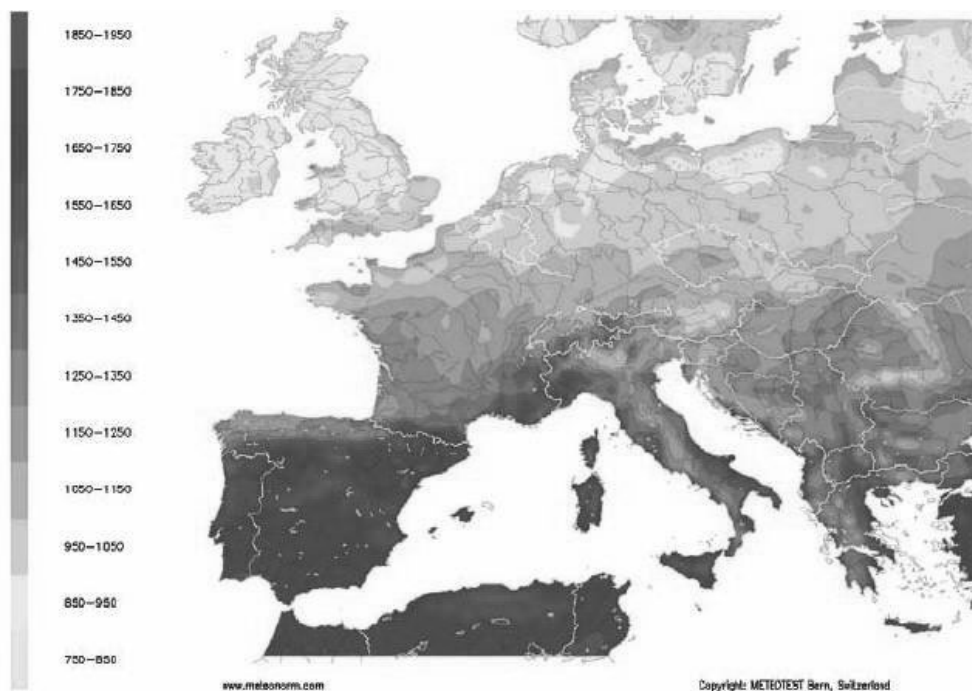
Ljudi su, još od drevnih vremena, koristili toplotu Sunca za zagrevanje pojedinačnih objekata, s obzirom na to da stare kulture nisu raspolagale niti poznavale električnu energiju, nisu ni težile pretvaranju Sunčeve energije u električnu, već su je koristili za zadovoljavanje osnovnih potreba čoveka – u toploj vodi i za grejanje domova zimi (Kosorić, 2008). Kako bi stvorio valjane životne uslove, čovek je mo-

rao da pravilno orijentiše mesto boravka prema Suncu. Proteklih decenija razvijene su tehnologije kojima se energija Sunca transformiše u električnu ili toplotnu energiju, i te tehnologije se danas koriste, sa značajno više angažovanja u ukupnoj proizvodnji korisne energije. U ovom trenutku, mali procenat električne energije se proizvodi korišćenjem solarne energije, premda je instalisani kapacitet fotonaponskih elektrana napravio skok sa manje od 1000MW u 2000. godini na preko 70000 MW u 2012. godini, prema podacima Evropskog udruženja fotonaponske industrije (<http://www.epia.org>).

Korišćenje solarne energije samo je jedna od oblasti upotrebe obnovljivih izvora energije. Samim tim, korišćenje solarne energije odraz je i deo svetskog, globalnog procesa, važnog na polju zaštite i očuvanja životne sredine. Ovaj proces ima kako humanu tako i komercijalnu svrhu, samim tim što je deo i jedan od alata tehnološke revolucije, ali je i odraz pojačanih napora za unapređenje energetske efikasnosti i primeni koncepta održivog razvoja, na globalnom nivou.

Potencijal i mogućnosti korišćenja solarne energije. Energija Sunčevog zračenja pristiže na Zemlju u kontinuitetu, dok se ona istovremeno rotira oko svoje ose i oko Sunca. Kao posledica takvog kretanja postoje varijacije – dnevne i sezonske – po pitanju snage samog zračenja. Pri tome, snaga Sunčevog zračenja, na ulazu u Zemljinu atmosferu, pri srednjoj udaljenosti od Sunca, iznosi 13701 W/m^2 , dok do površine Zemlje stižu polovične vrednosti. Snaga Sunčevog zračenja na površini značajno zavisi od atmosferskih prilika, oblačnosti, itd. Za grubu procenu prosečne snage Sunčevog zračenja, na površini Zemlje, u toku jedne godine, može se uzeti vrednost od oko 200 W/m^2 (Ferera, 1970). Smatra se da oko 30% energije koju primi Zemlja reflektuje nazad u svemir, 47 % zadrži u vidu toplote, oko 23% odlazi na proces kruženja vode u prirodi, ostatak se iskoristi tokom procesa fotosinteze. Zapravo, na putu do Zemljine površine oko 30% se direktno odbije nazad u svemir (od atmosfere 6%, 20% od oblaka i 4% od kopna), oko 19% apsorbuje se u atmosferi (3% oblaci, 16% atmosfera iznad), dok ostatak upiju kopno i more. Iz zemlje i okeana sve se vraća nazad: zagrevanjem vazduha 7%, 23% isparavanjem vode i infracrvenim zračenjem 21%. Uz prethodne izmene u oblacima i atmosferi, Zemlju naposljetku napušta 70% Sunčeve energije, infracrvenim zračenjem (Lambić, 2002).

Međutim, mogućnosti primene solarnih sistema za obradu energije, ograničene su, pre svega, periodom insolacije. Insolacija je količina energije koju prima Zemlja sa sunčevim zracima. Ta ukupna energija iznosi oko 175 milijardi MW, što premašuje snagu svih izgrađenih i postojećih elektrana na Zemlji za 100.000 puta, i čak 170 puta svu energiju u ukupnim rezervama uglja u svetu, slika 1.



Slika 1. Insolacija u Evropi (<http://solarprojekt.weebly.com/blog-o-energiji/solarna-energija>)

U Srbiji su u okviru Saveznog hidrometeorološkog zavoda (SHMZ) do 1987. godine vršena merenja ovog solarnog parametra. Posle ovog vremena prestaju ove vrste merenja u Srbiji.

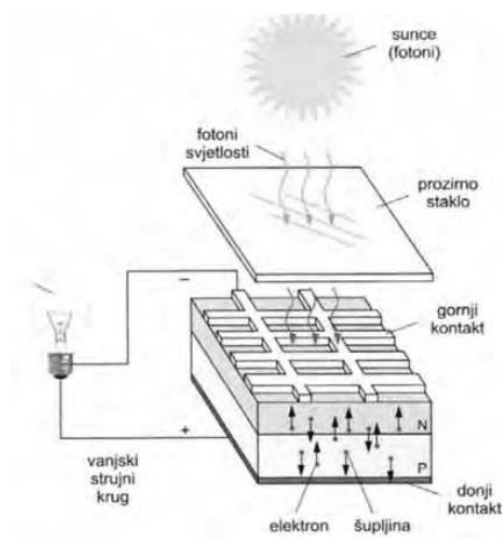
Primena i modeli upotrebe solarne energije. Aktivni solarni sistemi se, prema načinu konverzije Sunčevog zračenja mogu podeliti na dve grupe: 1) Sistemi kod kojih se energija Sunčevog zračenja direktno transformiše u električnu energiju (npr., fotonaponski sistemi), i 2) Sistemi kod kojih se Sunčevo zračenje direktno transformiše u toplotu, odnosno toplotni prijemnici Sunčeve energije (Kosorić, 2007).

Direktno prikupljanje solarne energije može se vršiti preko:

1. fotonaponskih ćelija za dobijanje električne energije;
2. solarnih kolektora za grejanje vode (solarna energija), i
3. ogledala za fokusiranje sunčeve svetlosti (solarne energane).

Proizvodnja električne energije. Električna energija se proizvodi iz Sunca na dva načina: posredno, preko toplotnog kružnog procesa i direktno, korišćenjem fotoefekta. Za drugi pristup postoji veći podsticaj i brže se razvija, dok za prvi važi odlika ekonomičnosti. Fotonaponsko korišćenje Sunčeve energije ima eksponencijalni rast od 40% godišnje i time predstavlja trenutno najbrže rastući izvor, što može da implicira potencijalnu opasnost poremećaja u snabdevanju osnovnih sirovina. Međutim, razvoj i pojava novih tehnologija, kao na primer tankog-filma, uz stepen delovanja od 10% i više, delimično relaksira pomenutu opasnost. Trenutno, najveći proizvođači fotonaponskih ćelija su Japan (Sharp, Kyocera), Evropa (Q-Cells), Kina i SAD.

Da bi se propustilo što više svetlosti, gornja strana solarne ćelije opremljena je anti-refleksnim slojem i metalnim kontaktima nalik češlju. Na ćeliji debljine 0,3-0,4mm, veličine 10x10cm po osvetljavanju, nastaje napon od oko 0.5V na spoljnim, metalnim kontaktima. Različitim vezivanjem solarnih ćelija dobijaju se različiti naponi i snage. Odnos proizvedene električne snage i snage kojom Sunce zrači na solarnu ćeliju naziva se stepen korisnog dejstva i u zavisnosti od tipa izrade iznosi 12-18%. Tipovi solarnih ćelija su: monokristalne; polikristalne i ćelije za male snage amorfne (nekristalnog) Si, slika 2. Monokristalne ćelije imaju najbolju čistoću pa je i stepen iskorišćenja procentualno veći. Napon na krajevima ćelija nije konstantan, već zavisi od količine svetlosti koja pada na ćeliju. Pored toga, na napon utiču promena temperature okoline, kao i same ćelije. Sa povećanjem temperature napon opada i obratno. U neopterećenom stanju solarne ćelije, podešava se napon praznog hoda U_L , a u Maximum Power Point stanju (MPP) dobija se napon ćelije U_{MPP} . Snaga solarne ćelije dobija se proizvodom napona ćelije U_{MPP} i struje solarne ćelije I_{MPP} i izražava se jedinicom W_p (Watt/peak maksimalna snaga) (<http://obnovljiviizvorienenergije.rs/energija-sunca/fotovoltai/>).



Slika 2 . Struktura kristalne solarne ćelije (Šimić i Šljivac, 2009)

Teorijsko iskorišćavanje Sunčeve svetlosti za proizvodnju električne energije u fotonaponskoj ćeliji sa jednim p-n slojem, ograničeno je energijom praga kristala kao i nizom efekata u kojima dolazi do gubitka energije. Konkretno, od teorijskog maksimuma za silicijum, koji iznosi 28%, u laboratoriji na 0°C, ostvaruje se 25%.

Solarna energija. Korišćenje solarne energije manifestacija je odgovornog ponašanja i brige za životnu okolinu, čime se održava i poboljšava i kvalitet života. Energija Sunca obezbeđuje nesmetan razvoj i postojanje života uopšte, ali i nalazišta uglja, nafte i prirodnog gasa koji su nastajali tokom milion godina; ona omogućava i vodu energiju jezera i reka, koja kontinuirano primaju vodu iz oblaka, a koja se kasnije sekundarno koristi za stvaranje toplote i elektriciteta; primarni je input solarnih kolektora. Energija Sunca poželjna je za korišćenje jer ne zagađuje okoliinu, ukoliko je atmosfera bez oštećenja, nema zračenja i ne uzrokuje nesreće, a nije zanemarljivo ni to što je prisutna u neograničenim količinama. Solarna energija se manifestuje u vidu svetlosti i toplote. Upotreba solarne energije je višestruko poželjna, što iz razloga jer je u pitanju čist i pouzdan izvor energije, to i iz ekonomskih razloga, usled rasta cena fosilnih goriva ali i zbog potrebe jačanja svesti o očuvanju životne sredine.

Solarni kolektor konstruiše se i postavlja sa namenom da što efikasnije pretvori sunčevu svetlost u toplotnu energiju. Osnova kolektora jeste crni apsorber koji se greje tokom vremena izlaganja Suncu. Sastoji se od sistema cevi, kojima se odvodi stvorena toplota. Međutim, s obzirom da nije moguće svu toplotu odvesti putem odgovarajućih medija, nastaju toplotni gubici: a) toplotnim strujanjem ili konvekcijom; b) provođenjem toplote ili c) isijavanjem toplote. Minimiziranje toplotnih gubitaka obezbeđuje se postavljanjem određene toplotne izolacije.



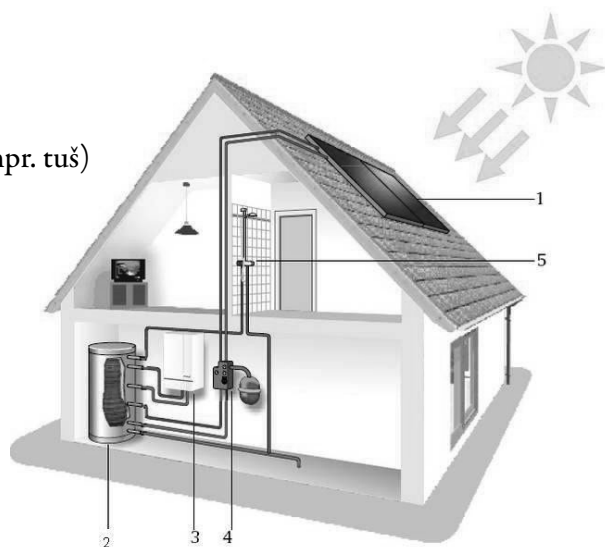
Na primer, na prednjoj strani kolektora bi to bio transparentni pokrov, sa zadnje strane toplotna izolacija, a takođe i vakuum može biti toplotni izolator, slika 3.

Slika 3. Solarni kolektori (<http://www.gradnja.rs/solarni-sistemi-po-zahtevu-i-meri/>)

Primena u stambenim objektima. Graditeljstvo, u uslovima održivog razvoja ima izuzetan značaj, s obzirom da zgrade predstavljaju velike potrošače energije, sa prosečnim učešćem od oko 50% ukupne potrošnje energije u svetu. Održivo graditeljstvo, tj. arhitektura je pokret koji teži da stvori energetske efikasne zgrade, prijateljski naklonjene prema okruženju, ali i efikasno upravljanje prirodnim resursima. To podrazumeva pasivne i aktivne principe korišćenja solarne energije, ali i upotrebu ekološki ispravnih materijala (Kosorić, 2008). U stambenim objektima koriste se dva tipa solarno toplotnih energetskih sistema (tzv. kombi sistemi): koji se koriste isključivo za zagrevanje vode i koji uz to obezbeđuju i grejanje. Solarno toplotni energetski sistemi za zagrevanje vode dizajnirani su tako da u toplijem delu godine funkcionišu samo u cilju zagrevanja vode, dok u hladnijim mesecima toplu vodu obezbeđuju bojleri koji rade na neki drugi pogon – naftu, gas ili drvo, dok je tokom sunčanih dana solarni toplotni energetski sistem aktivan.

Faktički, 60% potrebne tople vode se godišnje može pokriti solarnim toplotnim energetskim sistemima. Kod solarnih kombi sistema kolektori imaju veću površinu i pomažu u grejanju zgrada tokom jesenjih i prolećnih meseci. Solarne energije, na taj način, može da obezbedi 10 do 30% ukupne energetske potrebe zgrade, u zavisnosti od toga koliko je dobro izolovana i koliki je zahtevani stepen zagrevanja. Postoje i specijalne solarne kuće koje dobijaju 50 do 100% ukupnog grejanja od solarne toplotne energije. Solarno toplotni energetski sistem za zagrevanje vode u kući (slika 4) podrazumeva:

1. kolektor
2. solarni rezervoar
3. bojler
4. solarnu stanicu
5. potrošača tople vode (npr. tuš)



Slika 4. Sistem zagrevanja vode u kući (<http://obnovljiviizvorienenergije.rs/energija-sunca/solarna-energija/>)

Kolektor za niske temperature sastoji se od apsorbera koji nije izolovan i nije pokri-ven, a materijali koji se uglavnom koriste su veštački (npr. EPDM-ethylene propylene diene terpolymer). Uobičajeno je da se koristi za grejanje bazena. Odgovarajućim povećanjem površine kolektora kao i povećanjem zapremine spremnika, u letnjem periodu naročito, moguće je pokriti potrebe za toplom vodom u celini, što sledstveno dovodi i do stvaranja viška energije. Kada je u pitanju solarno grejanje vode sa podrškom grejanju, postoje razne instalacione varijante, što je opet uslovljeno presudnim faktorima na konkretnom području i objektu (Kosorić, 2007).

Takozvana pasivna solarna energija može da odigra značajnu ulogu u smanjenju potrošnje električne energije u privatnim i javnim zgradama, iz razloga što njihova arhitektura uzima u obzir fiziku kretanja toplote, tako da same zgrade postaju sakupljači solarne energije, upijači toplote i sistemi za distribuciju toplote. Pasivni solarni projekti mogu značajno da smanje potražnju energije u zgradi; u određenim slučajevima, u kombinaciji sa solarnim fotonaponskim pločama, rezultat može biti i zgrada sa nultom potražnjom energije (Gor, 2010).

Određeni projekti podrazumevaju primenu Sunčeve energije za procese hlađenja. Kompletna funkcionalnost podrazumeva kombinovana rešenja sa bojlerima koji rade na biomasu. Solarno hlađenje radi tako da zamenjuje kompresor, koji se pokreće električnom energijom a koristi medijum za preuzimanje toplote sa vrlo niskom tačkom ključanja, ispod 0°C. Takav uređaj sastoji se od: bojlera, kondenzatora, isparivača i apsorbera. Moguće je koristiti amonijak, pod pritiskom, tako da tečnost bude na sobnoj temperaturi, a potrebni su još voda i vodonik. U procesu razmatranja su i rešenja koja podrazumevaju litijum-bromid i vodu. Hlađenje bez korišćenja mehaničke energije nije nova ideja, poznata je još sa početka prošlog veka kada se intenzivno koristilo obzirom na nedostupnost električne energije. Nije zanemarljiv podatak da jedan takav, prosečan sistem u domaćinstvu smanjuje emisiju CO₂ za približno 350 kg godišnje. Sunce svakog sata emituje energiju koju, po količini, potroši celokupno stanovništvo na Zemlji za godinu dana.

Solarne energane. Solarne termalne energane su izvori električne struje dobijene pretvaranjem Sunčeve energije u toplotnu. Pošto nemaju štetnih produkata prilikom proizvodnje električne energije, a efikasnost im je velika (20 do 40%), predviđa se njihova široka upotreba. S obzirom da je količina energije koja pada na površinu zemlje izuzetno velika, izgradnjom takvih elektrana, na sunčanim područjima, energijom bi se moglo snabdevati veliki broj potrošača. Termoelektrane koje koriste Sunčevu energiju suštinski se ne razlikuju od ostalih termoelektrana u delu koji se tiče pretvaranja toplotne energije u električnu. Uvek se primenjuje desnokretni toplotni kružni proces koji preko turbine ili nekog drugog toplotnog mehanizma pretvara toplotnu energiju i mehaničku i električnu preko generatora.

Treba pomenuti da su monitoring i kontrola rada solarnih energana od izuzetne važnosti prilikom korišćenja ovih sistema za proizvodnju električne energije. Monitoring solarnih elektrana se može podeliti prema načinu očitavanja podataka, prema delu opreme nad kojom se vrši monitoring. Monitoring solarnih energana prema načinu očitavanja podataka može se posmatrati kao: lokalni monitoring, monitoring udaljenih elektrana i prenos podataka ka centrima za posmatranje i upravljanje radom solarnih elektrana (daljinski monitoring). S obzirom da bilo koji deo opreme solarne elektrane može biti predmet monitoringa, razlikuju se: monitoring solarnih panela, monitoring invertora, monitoring baterije, monitoring rada kontrolera punjenja i pražnjenja baterije (Omerović, 2016).

Generalno, postoje tri različita rešenja solarnih termoelektrana: parabolični kolektor, solarni toranj i parabolični tanjir. Zajednička karakteristika sva tri tipa jeste da direktno koriste Sunčevu energiju ali i za potpunu efikasnost potrebno je da isprate kretanje Sunca. Pored navedenih primera, treba pomenuti i solarni dimnjak koji se bazira na solarnim kolektorima i zračnim turboagregatima. U tom smislu, postoje eksperimentalna rešenja, ali se do sada pokazalo da imaju manji potencijal od solarnih termoelektrana (oko 200m^2 za proizvodnju 1 kWe) (<http://obnovljiviizvorienergije.rs/energija-sunca/solarna-energija/>).

Tehnički potencijal solarne energije u Srbiji. Broj časova Sunčevog zračenja na teritoriji Srbije iznosi između 1.500 i 2.200 časova godišnje. Prosečan intenzitet

sunčevog zračenja je od $1,1\text{ kWh/m}^2/\text{dan}$ na severu do $1,7\text{ kWh/m}^2/\text{dan}$ na jugu – tokom januara, a od $5,9$ do $6,6\text{ kWh/m}^2/\text{dan}$ – tokom jula. Prosečna vrednost energije zračenja iznosi od $1.200\text{ kWh/m}^2/\text{godisnje}$ u severozapadnoj Srbiji, do $1.550\text{ kWh/m}^2/\text{godisnje}$ u jugoistočnoj Srbiji, dok u centralnom delu iznosi oko $1.400\text{ kWh/m}^2/\text{godisnje}$ (slika 5).



Slika 5. Prosečna godišnja osunčanost u Srbiji (<http://www.solarisenergy.co.rs/solarna-energija-u-srbiji/>)

Srbija ima znatno veći broj časova Sunčevog zračenja nego većina evropskih zemalja, a najbolji uslovi su u jugoistočnom delu naše zemlje. Mobilne solarne jedinice su veoma pogodne za primenu u čistim energetskim tehnologijama pri čemu je u poslednjoj deceniji u svetskim okvirima, kao i u Srbiji, svoju primenu pre svega doživele u poljoprivredi, u njenim najznačajnijim granama, kao što su ratarstvo i stočarstvo. Poseban značaj ove napojne jedinice i agregati imaju na lokacijama na kojima nije dostupno mrežno napajanje, a postoji potreba za navodnjavanjem u slučajevima sušnih perioda, ili u slučajevima organske proizvodnje hrane, kada je potrebno obezbediti zadovoljavanje najstrožijih ekoloških standarda (Despotović i sar., 2016). Na priloženoj mapi (slika 5) može se uporediti prosečna godišnja osunčanost u različitim delovima Srbije. Vlada Republike Srbije prvi put je omogućila putem subvencija priliku za izgradnju solarnih elektrana u Srbiji Uredbom o podsticajnim merama za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora i iz visokoefikasne kombinovane proizvodnje električne i toplotne energije 2009. godine. Nakon toga, vlada je dodatno povećavala kapacitet a smanjivala subvencionisanu cenu kroz dve nove Uredbe iz 2013. i 2016. godine. Prepreke koje stoje na putu ekspanziji korišćenja solarne energije mogu se razvrstati na dve grupe. Kao prvo, rani tipovi fotonaponskih jedinica bili su osetljivi na lokalne klimatske faktore, kao što su npr. ekstremno visoke temperature, nivo vlage i pesak, a sve to moglo je da umani količinu energije koju su proizvodile. Tehnički napredak u proizvodnji otpornijih solarnih panela znači da fotonaponske jedinice mogu ostati efikasne čak i u teškim uslovima.

Kao drugo, tokom rane faze razvoja korišćenja solarne energije, troškovi proizvodnje električne energije iz solarnih panela bili su znatno viši u odnosu na druge izvore energije. Tehnička poboljšanja koja su ostvarena tokom protekle decenije, u znatnoj meri su smanjila te troškove. Ima primera gde je masovna proizvodnja fotonaponskih solarnih postrojenja za proizvodnju električne energije postala ekonomski održiva i široko se primenjuje. Na primeru SAD-a, predviđa se da će delimično rešenje problema isprekidanosti doneti završetak jedinstvene inteligentne mreže za celu zemlju, jer kada se ona bude proširila na široku geografsku oblast, promene isprekidanosti na jednoj lokaciji biće nadoknadbive dostupnošću Sunčeve svetlosti na nekom drugom mestu (Gor, 2010: 70).

U nekim zemljama postrojenja na vetar i solarnu energiju već su postala konkurentna po cenama u odnosu na postrojenja koja koriste fosilna goriva, a do 2020. godine, solarna energija trebalo bi da bude jeftinija od energije dobijene od gasa na svim ključnim tržištima širom sveta, uključujući tu Kinu, Nemačku, Indiju, Rusiju, Veliku Britaniju i Sjedinjene Države, itd. (<http://www.solarpowereurope.org/live-map/>).

ZAKLJUČAK

Održivi razvoj predstavlja generalno usmerenje, sa težnjom da se stvori bolji svet, kroz balansiranje socijalnih, ekonomskih i faktora zaštite životne sredine. Konceptcija održivosti, sa pratećim strategijama i rešenjima kreativnog inženjeringa zahteva, pre svega, konsenzus ljudske vrste u nameri da svoje postojanje preokrene u smeru neškodljivom po okolinu. Nastoji se da čovek prestane da smatra sebe gospodarem zemlje, kao i da izjednačuje napredak sa pobedom nad svetom koji ga okružuje, a čiji je on sastavni deo. Degradirajući čitave ekosisteme i drastično narušavajući prirodnu ravnotežu, čovek uslovljava i neposrednu budućnost čovečanstva a time i postojeće društvene odnose. To, pre svega, iziskuje promenu mišljenja a zatim i ukorenjenih navika, što je najteži deo politike menjanja. Reprogramiranje, po prirodu, štetnih navika, zahteva vreme, znanje i kontinuitet ali je svakako smer u kojem se čovečanstvo mora i treba da se kreće.

Savremeni čovek ne sme da živi u uverenju da su bogatstva prirode neiscrpna i da on u toj prirodi može da sprovodi aktivnosti, bez obzira na posledice koje proističu iz takvog ponašanja. Rastuća potreba čovečanstva za energijom jeste trend koji neće menjati pravac ni intezitet na današnjem stepenu razvoja. Nestašica iste, izazvala bi kataklizmične promene u sadašnjem načinu života i uopšte postojanja, i sasvim je izvesno da bi od svih kriza koje bi mogle da zadese čovečanstvo, najstrašnija- imajući u vidu posledica bila – kriza energije. To bi, na osnovu postojećih saznanja o funkcionisanju sveta i svetske privrede, bila kriza koju bi u katastrofalnim razmerama istovremeno pratile: glad, hladnoća, mrak, obustavljanje saobraćaja, obustavljanje industrijske proizvodnje. Održivo korišćenje energije i drugih resursa stanovništva i privrede podrazumeva unapređenje njihove efikasnosti, čuvanje i štednju u korišćenju kao i korišćenje nezagađujućih i obnovljivih izvora energije i drugih resursa.

U tom smislu, implementacija „čistih“ energija i upotreba obnovljivih izvora jeste važan korak koji bi trebalo da preduzmu sve važne industrije, a ekološka osvešćenost nešto na čemu bi svaki pojedinac trebao da radi.

SOURCES OF SOLAR ENERGY AS FACTORS OF SUSTAINABLE DEVELOPEMENT

Abstract: *The focus of this paper is solar energy as one of the renewable energy sources. When viewed historically, our society has always had a problem with the consequences of irrational use of resources left behind. For this reason, and at this stage of civilization development, renewable energy sources need to be widely used, because the reserves of non-renewable sources are being exploited greatly, while the level of pollution is reaching a critical point. Renewable sources are not new, their use was recorded even at the earliest stages of the development of human society, and this was mostly related to the use of solar energy. The today's modern technology and development allow for the multiple use of solar sources. Encouraging greater use of renewable energy sources is a topical issue in all developed countries, and the reasons for this are numerous, ranging from economic ones to those relating to the reduction of the greenhouse effect. However, the precondition is the fundamental change in the consciousness of people. Man is an inseparable part of nature; any change or disturbance of balance in the nature directly affects not only the human life, but the existence of life on the Earth, in general.*

Key words: *sustainable development, renewable energy, pollution, solar energy.*

LITERATURA

1. Arsenijević, D. (1977). *Zaštita i unapređenje životne sredine*, Niš, Institut za dokumentaciju zaštite na radu
2. Damjanović, D., Gluščević, M., Grujić, M. (2010). *Racionalno korišćenje energije u funkciji razvoja lokalnih zajednica*, Beograd, Palgo centar
3. Despotović, Ž., Jovanović, M., Stevanović, I. (2016). *Primena mobilnih solarnih jedinica u ratarstvu i stočarstvu*, Beograd, Institut Mihajlo Pupin, Univerzitet u Beogradu
4. Ferera, F., (1970). *Fizika*, Ljubljana, Mladinska knjiga
5. Gor, A. (2010). *Naš izbor*, Beograd, Geopoetika
6. Končar-Đurđević, S. (1977). *Prečišćavanje zagađenih otpadnih gasova*, Beograd, Rad
7. Kosorić, V. (2007). *Aktivni solarni sistemi*, Beograd, Građevinska knjiga; 12(2), 21-23
8. Kosorić, V. (2008). *Ekološka kuća*, Beograd, Građevinska knjiga

9. Kostić, M., Jovanović Tončev, M., Vukadinović, P., (2014). *Iskorišćenost obnovljive geotermalne energije*, Beograd, Univerzitet Singidunum
10. Lambić, M. (2002). *Solarno grejanje*, Beograd, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva
11. Ljubić, V. (1977). *Energija, životna sredina i naše sutra*, Beograd, Rad
12. McGraw-Hill (1974). *Encyclopedia of Environmental Science*, New York, McGraw- Hill Book Company
13. Mikić Bojović, J. (2018) Upotreba obnovljivih izvora energije u funkciji zaštite životne sredine, Master rad, Univerzitet Privredna akademija u Novom Sadu, Fakultet za ekonomiju i inženjerski menadžment u Novom Sadu
14. Milićević, D., Marković, D., Nikolić, J., Lazarević, B., Radičević, A., Grmuša, M., Radivojević, M., Jevtić, S., Brković, J., (2014). *Program energetske efikasnosti za period od 205-2018. godine*, Kruševac
15. Omerović, T., (2016). *Solarne elektrane: Oprema za monitoring solarne elektrane i pripadajućeg električnog postrojenja*, Sarajevo, Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Sarajevu
16. Ponting, K. (2009). *Ekološka istorija sveta: životna sredina i propast velikih civilizacija*, Beograd, Odiseja
17. Rajić, D., (2016). *Kreativna ekologija*, Beograd
18. Saks, Dž. D. (2014). *Doba održivog razvoja*, Beograd, CIRSD
19. Šimić, Z., Šljivac, D. (2009). *Obnovljivi izvori energije – najvažnije vrste, potencijal i tehnologija*, Zagreb
20. Tomić, A. (2012). *Ekološki menadžment*, Valjevo, Valjevoprint
21. Veljković, N. (2006). *Indikatori održivog razvoja i upravljanje vodnim resursima*, Beograd, Zadužbina Andrejević
22. Economic Policy Institute, <http://www.epia.org>
23. Solar Projekt, <http://solarprojekt.weebly.com/blog-o-energiji/solarna-energija>
24. Obnovljivi izvori energije, <http://obnovljiviizvorienergije.rs/energijasunca/fotovoltai/>
25. Solarni sistemi po zahtevu i meri, <http://www.gradnja.rs/solarni-sistemi-po-zahtevu-i-meri/>
26. Obnovljivi izvori energije, <http://obnovljiviizvorienergije.rs/energija-sunca/solarna-energija/>
27. Solaris energy, <http://www.solarisenergy.co.rs/solarna-energija-u-srbiji/>
28. Solar power, Europe <http://www.solarpowereurope.org/live-map/>