

Neka razmišljanja o planiranju optimalnog korišćenja obnovljivih izvora energije sa socijalnog i aspekta održivog razvoja

Objektivno vrednovanje i socijalni aspekt

Zdravko Milovanović¹

¹Univerzitet u Banjoj Luci, Mašinski fakultet, Banja Luka, Republika Srpska

zdravko.milovanovic@mf.unibl.org

Sažetak—Planiranje razvoja elektroenergetskog sistema obuhvata sve aktivnosti od prvih pretpostavki o mogućnosti izgradnje nekog objekta pa sve do njegovog ulaska u pogon. Pri planiranju razvoja energetike treba početi od sljedećih kriterija: sigurnost snabdijevanja potrošača uz minimalne troškove, racionalno korišćenje domaćih izvora, uz pravilno vrednovanje uvoznih oblika energije, maksimalno sprečavanje monopolističkog i jedinih oblika energije i postizanje zadovoljavajućih uslova u zaštiti životne sredine i održivog razvoja. Polazeći od korelacije između bruto nacionalnog dohotka i potrošnje energije po glavi stanovnika, sa ekonomskog aspekta blagostanje neke nacije može se poistovjetiti sa velikom potrošnjom energije po glavi stanovnika. S druge strane, sa termodinamičkog aspekta blagostanje bi se moglo karakterizovati velikom efikasnošću u energijskim transformacijama, dok bi sa socijalnog aspekta blagostanje rezultovalo u slučaju najmanje mogućeg korišćenja mehaničke energije najbogatijeg dijela društva. Nove metode za energetski objektivno vrednovanje svih vidova energije, posebno onih koji se tretiraju kao “obnovljive energije”, zasnivaju se na analizi i upoređivanju svih prihoda i rashoda primarne energije – od utroška energije za izradu uređaja za konverziju energije, pa do vrednovanja svih energetske potrošnje u procesu njihove eksploatacije. Korišćenje energije do određenog praga omogućuje socijalni napredak. Iznad tog praga potrošnja energije raste na račun jednakosti (ukupnog blagostanja), jer sve manji broj ljudi može da sebi priuštiti pogodnosti korišćenja. U tom slučaju, rast bruto nacionalnog proizvoda može biti samo privid povećanog blagostanja, koje uživa samo manji broj ljudi. Ovaj rad tretira pitanja vezana za objektivnije vrednovanje obnovljivih izvora energije, kao i socijalni aspekt rasta potrošnje korisnih oblika energije.

Ključne riječi—energetsko planiranje; energetski razvoj; obnovljivi izvori energije; energetsko objektivno vrednovanje; socijalni aspekt

I. UVOD

Analizom danas aktualnih oblika konvencionalnih (termoelektrane, termoelektrane - toplane, industrijske energane, gasne elektrane, nuklearne elektrane i velike hidroelektrane) i nekonvencionalnih izvora energije (kao što su male hidroelektrane, aktivno toplotno i fotonaponsko korišćenje sunčevog zračenja, vjetar, toplota okoline, biomasa i

otpad, geotermalna energija, energija plime i talasa i sl.), može se kod svakog utvrditi da postoje određena odstupanja od opštih svojstava (u vidu određenih poboljšanja ili pogoršanja), [1]-[9]. Povezanost korišćenja pojedinih izvora energije sa štednjom i efikasnijom upotrebom ima dvostruki značaj. Sa jedne strane, racionalno korišćenje energije predstavlja direktno sredstvo za smanjenje ukupne potrošnje energije i time i uticaja na životnu sredinu, a sa druge strane, posebne izvedbe uređaja i postrojenja za korišćenje energije sve više omogućavaju učešće nekonvencionalnih, odnosno novih obnovljivih izvora energije.

Polazeći od glavnih komponenti održivog razvoja u oblasti energetike, kao što su raspoloživost, dostupnost, prihvatljiva cijena, energetska sigurnost, energetska efikasnost, ekološka prihvatljivost i mogući rizici, neophodno je dodatno stimulisati proizvodnju korisne energije proizvedene i korišćene na način da istovremeno pomaže razvoj čovječanstva kroz duži vremenski period. Energija mora biti dostupna i prihvatljiva kao usluga snabdijevanja, ali i dostupna i pouzdana kao energetska usluga. S druge strane, nema tehnologije koja nije rizična, koja nema otpada i koja ne utiče na okolinu, pa nema smisla ni govoriti izolovano o pojedinoj boljoj ili lošijoj tehnologiji za transformaciju primarne u korisne oblike energije. Bolje je porediti karakteristike jedne tehnologije ili energetske usluge sa mogućim alternativnim rješenjima ili predvidjeti objektivniji pristup u njihovom vrednovanju, s ciljem izbora najoptimalnijih rješenja po unaprijed utvrđenom kriterijumu.

Energetska efikasnost predstavlja odnos između ostvarenog rezultata u proizvodnji električne energije i utrošene primarne energije za njenu proizvodnju (iz energenata i za vlastite potrebe), [10]-[15]. Uz pojam "efikasnost", u srpskom jeziku se često koriste i pojmovi “efektivnost” ili “djelotvornost”, za opisivanje radnje koja donosi željeni rezultat, bez obzira na njene karakteristike kao i uz nju vezane gubitke. Energetska efikasnost i energetska efektivnost uvijek znače isto – upotrijebiti minimum energije za istu aktivnost ili za isti željeni rezultat, uz zadržavanje postignutog komfora (udobnosti) na strani korisnika energije. Dakle, energetska efikasnost predstavlja sumu isplaniranih i provedenih mjera, čiji je cilj korišćenje minimalno moguće količine energije, kako bi nivo udobnosti i

nivo proizvodnje ostao konstantno sačuvan, odnosno energetska efikasnost ima za rezultat manje korišćenje količine energije (energenata) za obavljanje istog efekta. Pri tome, energetska efikasnost ne podrazumijeva štednju energije. Naime, štednja podrazumijeva određena odricanja, dok efikasno korišćenje energije nikada ne narušava postojeće uslove rada i življenja.

II. ODRŽIVI RAZVOJ U ENERGETICI

A. Aktivnosti evropske komisije i energetska efikasnost

Kako bi se postigao ambiciozan nivo energetske efikasnosti do 2030. godine, EU komisija je počela uspostavljati sredstva i instrumente kojima se energetska efikasnost tretira kao zaseban izvor energije. Komisija je tokom 2015. godine kao prvi korak predložila reviziju Direktive o označavanju energetske efikasnosti, čime bi se povećala efikasnost postojeće pravne legislative o označavanju energetske efikasnosti i obezbijedilo jačanje polazne baze i stvaranje pretpostavki za njenu realizaciju. Takođe, u toku 2015. godine na snagu je stupio i niz mjera za ekološki dizajn i označavanje energetske efikasnosti, primjenom kojih bi trebalo dodatno smanjiti potrošnju energije u domaćinstvima, a time i račune za isporučenu električnu i toplotnu energiju kategoriji domaćinstava u potrošnji energije.

Energetska efikasnost igra važnu ulogu u EU fondu za strateška ulaganja, iz kojeg se već sufinansiraju strateški projekti u području energetske efikasnosti u Francuskoj, Italiji i nekim drugim članicama EU. Takođe, u pripremi je i mnogo drugih projekata za koje se čeka odobrenje. Time će se nadopuniti ulaganja iz EU strukturnih i investicijskih fondova. Izvještaj o napretku u postizanju cilja povećanja energetske efikasnosti za 20 % do 2020. godine, ukazuje na to da, unatoč značajnom napretku, zajedničkim naporima država članica postignuto je samo 17,6 % uštede primarne energije u odnosu na projekcije za 2020. godinu. Ipak, EU komisija vjeruje da se cilj od 20 % može postići ako se postojeće zakonodavstvo EU-a provede pravilno i u cjelini u svakoj od zemalja članica EU, pri čemu države članice bi trebale postati ambicioznije i značajnije poboljšati uslove za ulaganja, kako bi energetska efikasnost na nivou EU mogla i dalje rasti. Jedan od ciljeva strategije energetske unije jest i dalji napredak od privrede koje je zasnovana na fosilnim gorivima.

Tokom 2015. godine postignut je napredak u tri područja koja su ključna za taj prelaz - trgovanju emisijama, obnovljivim izvorima energije i daljim ulaganjima u niskougljenične tehnologije i energetska efikasnost. Sporazumom o uvođenju rezervi za stabilnost tržišta, koji će biti na raspolaganju od 2019. godine, pojačat će se sistem EU-a za trgovanje emisijama (ETS). Sredinom 2015. godine EU komisija je predstavila prijedlog za reviziju sistema EU-a za trgovanje emisijama, što je bio zadnji korak u prilagođavanju sistema EU-a, kako bi mogao djelovati punom snagom kao glavni evropski instrument za postizanje ciljeva u pogledu emisija stakleničkih gasova u periodu do 2030. godine. Podržavajući ambiciju da EU preuzme vodeći položaj u svijetu u području obnovljivih izvora energije, EU komisija je takođe 2015. godine objavila savjetodavnu komunikaciju o novom modelu tržišta električne energije, čiji je glavni cilj priprema

tržišta na sve veći udio obnovljivih izvora energije, pri čemu obnovljivi izvori energije trebaju biti tretirani kao uobičajen izvor energije. Iz njih se već danas zadovoljavaju potrebe za energijom više od 70 miliona Evropljana, dok je EU na dobrom putu da postigne cilj od 20 % konačne potrošnje energije iz obnovljivih izvora do 2020. godine. Pri tome, za prelaz na niskougljeničnu privredu potrebna su znatnija ulaganja (posebno u elektroenergetske mreže, proizvodnju energije, energetska efikasnost i inovacije).

S druge strane, proračunom EU-a pridonosi se ostvarivanju tog pomaka uključivanjem ciljeva u području klime u sve relevantne političke inicijative i osiguravanjem da najmanje 20 % proračuna EU-a za period od 2014. do 2020. godine bude povezano s klimom. Za ovo će u tom periodu od 2014. do 2020. godine biti izdvojeno oko 180 milijardi EUR. Više od 110 milijardi EUR stavljen je na raspolaganje u okviru evropskih strukturnih i investicijskih fondova (ESIF). Nadalje, projekti u području održivih izvora energije bili su jedni od prvih projekata odobrenih za garanciju Evropskog fonda za strateška ulaganja (EFSU), posebno u Danskoj, Finskoj, Francuskoj, Španjolskoj i Ujedinjenoj Kraljevini. Na osnovu energetske i klimatske okvira Komisije do 2030. godine, EU je kao obavezujući cilj smanjenja domaćih emisija stakleničkih gasova definisala na nivou cijele privrede za barem 40 % do 2030. godine u odnosu na nivo iz bazne 1990. godine, što je i bilo njihov polazni stav na nedavno održanoj konferenciji o klimi u Parizu, čime je još jednom potvrđena spremnost da se pregovara o ambicioznom, obavezujućem i transparentnom globalnom klimatskom dogovoru, koji bi jasno odredio put ka ograničavanju rasta prosječne globalne temperature na manje od 2 °C. Za postizanje tih ciljeva potrebne su dalje odlučne mjere na lokalnom nivou. Imajući na umu taj cilj, EU komisija je sredinom oktobra 2015. godine okupila predstavnike iz gradova u okviru EU, kako bi pokrenula novi sporazum gradonačelnika kojim bi se obuhvatili ublažavanje klimatskih promjena i inicijative za prilagođavanje, čime bi se obezbijedilo dalje djelovanje lokalnih vlasti širom svijeta, uključujući u regijama izvan EU koje dosad nisu bile uključene. Takođe, značajan broj poslovnih subjekata je uključen na ispunjenju mjera i obaveza na terenu, čime su otvorene široke poslovne prilike za inovativna poduzeća iz EU-a, uz prateće otvaranje novih radnih mjesta i rast EU u cjelini.

Kako je energetska efikasnost sastavni dio razvojnih smjernica svih sektora energetske sistema, posebnu pažnju treba posvetiti energetske efikasnosti u sektorima neposredne potrošnje, zgradarstva, industrije i saobraćaja, jer su tu najveći mogući efekti. Mjerama energetske efikasnosti smanjuje se porast potrošnje energije, što smanjuje potrebu za izgradnjom novih kapaciteta, uvozom energije i povećava sigurnost snabdijevanja. Povećanje energetske efikasnosti, uz ostvarene energetske uštede, doprinosi smanjenom korišćenju fosilnih goriva i smanjenju emisija štetnih gasova u okolinu, boljem razvoju privrede, povećanju broja radnih mjesta, te većoj konkurentnosti.

U razmatranju mogućnosti i potencijala poboljšanja energetske efikasnosti, te racionalnog upravljanja energijom u svim sektorima potrošnje u Republici Srpskoj, sprovedena je trenutna situacija u sektoru zgrada – zgrade stambene i

nestambene namjene, saobraćaja i industrije, te su na osnovu prikupljenih podataka i saznanja identifikovane moguće konkretne mjere za povećanje energetske efikasnosti u pojedinim sektorima potrošnje, uz analizu uticaja i posljedica njihove implementacije. Pri tome je dat naglasak na potrebu izgradnje institucionalnog i zakonodavnog okruženja kao jednog od osnovnih preduslova uspješne implementacije mjera energetske efikasnosti. Sva raspoloživa iskustva drugih zemalja su jednoglasna u zaključku da je bez podsticajnih mjera izuzetno teško, gotovo nemoguće, pokrenuti primjenu mjera energetske efikasnosti (EE), koje traže veće investicije.

B. Ciljevi i glavne komponente održivog razvoja u energetici

Cilj istraživanja o održivom razvoju je da se integrišu ekološke, ekonomske i društvene dimenzije u socio-ekološki sistem, uz održavanje potrebnog stanja ravnoteže (održivosti). Polazeći od glavnih komponenti održivog razvoja u oblasti energetike, kao što su: raspoloživost, dostupnost, prihvatljiva cijena, energetska sigurnost, energetska efikasnost, ekološka prihvatljivost i mogući rizici, neophodno je dodatno stimulisati proizvodnju energije proizvedene i korišćene na način da istovremeno pomaže razvoj društva kroz duži vremenski period. Ona mora biti dostupna i prihvatljiva kao usluga snabdijevanja, ali i dostupna i pouzdana kao energetska usluga. Nove tehnologije za proizvodnju energije prati i problem određivanja načina transporta dobijene energije, njenog skladištenja i same njene distribucije do krajnjeg korisnika (smanjenje distributivnih gubitaka). Korišćenje supervodljivih prenosnika za transport energije u budućnosti na temperaturi bliskoj temperaturi okoline zasnovano je na pronalasku materijala, koji ili nemaju otpor ispod neke određene temperature (nema gubitaka u prenosu) ili je ta vrijednost takva da se može zanemariti. Isto je i sa skladištenjem energije u superprovodljivim magnetima. Drugi mogući način prenosa energije na velike udaljenosti predstavlja korišćenje energije za proizvodnju vodonika (elektroliza), koji se dalje može lako transportovati, skladištiti ili direktno koristiti u sistemima za proizvodnju električne energije.

III. O ENERGETSKOJ SIGURNOSTI, DIVERSIFIKACIJI ENERGENATA I KVALITETU ENERGIJE

A. O energetske sigurnosti

Iako se o energetske sigurnosti dosta govori i piše, još uvijek ne postoji jedinstvena i opšte prihvaćena definicija sigurnosti snabdijevanja energijom. Praćenjem kroz istoriju može se zaključiti da je energetska sigurnost dobijala različite definicije, pri čemu je u kontinuitetu dolazilo do njegovog proširivanja, koje je podrazumijevalo i dodatno uvođenje sve više elemenata i kriterijuma za ispunjenje, kako bi se dostigao zadovoljavajući nivo energetske sigurnosti. Međunarodna energetska agencija (eng. International Energy Agency) daje definiciju za energetske sigurnost kao *“adekvatnuo, cijenovno prihvatljivo i pouzdano snabdijevanje energijom”* (International Energy Agency, 2010), odnosno determiniše pouzdanost i neprekidnost snabdijevanja, njenu cijenu i prihvatljivost te cijene za priovrednu, te adekvatan oblik i količinu potrebne energije. Nešto širi koncept energetske

sigurnosti razvijen je i korišćen od strane Azijskog energetskeg istraživačkog centra (Asia Pacific Energy Research Centre, 2007), a obuhvata *dostupnost* (eng. availability) koja označava geološki aspekt, pristupačnost ili dohvatljivost (eng. accessibility), koja podrazumijeva geopolitičke odnose, cjenovnu i ekonomsku prihvatljivost (eng. affordability), te prihvatljivost po životnu sredinu i društvenu prihvatljivost (eng. acceptability). Sigurnost i stabilnost snabdijevanja energentima predstavlja objektivni zahtjev za kontinuirano funkcionisanje privrede u cjelini na globalnom i regionalnim nivoima, pri čemu kontrola nad energetskeim izvorima (odnosno izgradnja strateških partnerstava) postaje u sve većoj mjeri strateški faktor pri planiranju i usvajanju energetskeih strategija razvoja. Tokom devedestih godina prošlog vijeka, kada je većina nacionalnih tržišta električne energije i prirodnog gasa još uvijek bila monopolizovana, EU započinje proces njihovog postepenog otvaranja tržišnom natjecanju (tzv. liberalizacija tržišta). Prve direktive o liberalizaciji (prvi energetskei paket) donesene su 1996. (električna energija) i 1998. (gas) godine, a u pravne sisteme država članica trebale su biti prenešene do 1998. (električna energija) i 2000. (gas) godine. Drugi energetskei paket usvojen je 2003. godine, a direktive iz tog paketa trebale su u nacionalno pravo država članica biti prenešene do 2004., dok su pojedine odredbe stupile na snagu tek 2007. godine. Osnovna karakteristika donešenih pravila je ostavarenje slobodnog izbora dobavljača gasa i električne energije među većim brojem konkurenata od strane industrijskeih i privatnih potrošača. Aprila 2009. godine usvojen je treći energetskei paket, čiji je cilj bila daljnja liberalizacija unutrašnjeg tržišta električne energije i gasa, a koja u principu predstavlja izmjenu drugog paketa i bazu za sprovođenje unutrašnjeg energetskeg tržišta. U februaru 2015. godine EU komisija je objavila komunikaciju o *Paketu mjera za energetskeu uniju* naslovljenu kao *„Okvirna strategija za otpornu energetskeu uniju sa naprednom klimatskom politikom”*, gdje se eksplicitno navodi da je cilj energetske unije *„pružiti potrošačima u EU-u (domaćinstvima i preduzećima) sigurnu, održivu, konkurentnu i povoljnu energiju”*. Radi ostvarenja tih ciljeva u paketu je opisano pet usko povezanih i uzajamno osnažujućih dimenzija: energetske sigurnost, solidarnost i povjerenje, potpuno integrisano evropskeo energetskeo tržište, energetske efikasnost (koja pridonosi smanjenju potražnje), „dekarbonizacija privrede“ (koja bi do 2050. godine trebala, prema planu i direktivama Evropske unije, dovesti do smanjenja emisije stakleničkih gasova u BiH za 80% u odnosu na emisije iz 1990. godine), te istraživanje, inovacije i konkurentnost.

Kao rezultat ovog procesa je niz zakonodavnih prijedloga o novom modelu energetskeg tržišta EU-a, predstavljenih od strane EU komisije krajem 2016. godine. Cilj paketa *„Čista energija za sve Evropljane”* predstavlja sprovođenje politike i zacrtanih ciljeva EU, a obuhvata energetskeu efikasnost, obnovljivu energiju, model tržišta električne energije, sigurnost snabdijevanja električnom energijom i pravila upravljanja za energetskeu uniju. Kako bi unutrašnje tržište EU-a u potpunosti zaživjelo u sektoru energetike, potrebno je bilo ukloniti brojne prepreke i trgovinske prepreke, uskladiti porezne i cjenovne politike i mjere u pogledu poštovanja normi i standarda, te osnaženje ekoloških i sigurnosnih

propisa. Cilj je stvaranje tržište koje dobro funkcioniše, koje garantuje svima pošten pristup tržištu i visok nivo zaštite potrošača, uz prateći zadovoljavajući nivo povezanosti i kapaciteta za proizvodnju energije. Iako je EU vijeće postavilo krajnji rok za potpunu uspostavu unutrašnjeg energetskog tržišta do 2014. godine, taj cilj nije u potpunosti ispunjen, pri čemu je učinjen određeni napredak i u pogledu diversifikacije dobavljača energije i u pogledu prekogranične trgovine energijom.

B. O diversifikaciji energenata i izvora i kvalitetu električne energije

Diversifikacija (lat. diversification - mijenjanje, različitost, promjena, unošenje promjena) energenata i izvora uključuje izbor i snabdijevanje (dobavu) energenata, uz prateće osiguranje sigurnosti u snabdijevanju potrošača, te osiguranja adekvatnog prostornog rasporeda izvora s ciljem osiguranja stabilnosti snabdijevanja svakog područja. Pri tome, korišćenje energije znači sticanje, pretvaranje, prenos, distribuciju i korišćenje svih oblika energije. Analiza parametara kvalitete električne energije po važećem standardu BAS EN 50160 (BiH) predstavlja osnovu za optimizaciju potrošnje električne energije, koja omogućava povećanje pouzdanosti snabdijevanja, održavanje kvaliteta proizvodnje, te pomaže održavanje stabilnog elektro energetskog sistema. Pod pojmom kvalitet električne energije, podrazumijeva se kvalitet frekvencije ili učestanosti (vezan za njeno održavanje na propisanoj vrijednosti, kao mjere performansi elektroenergetskog sistema u odnosu na potrošače), kvalitet

napona (mjera odstupanje veličine napona i oblika naponskog talasa od idealnih referenci, i slično kvaliteti frekvencije predstavlja mjeru performansi elektroenergetskog sistema u odnosu na potrošače), kvalitet električne energije ili struje (komplementaran pojmu kvaliteta napona i odnosi se na odstupanje talasa struje od idealne reference, koja je, kao i naponska referenca sinusoidna, konstantne amplitude i frekvencije i u fazi sa talasom napona), kvalitet struje (karakterise performanse potrošača u odnosu na sistem), kvalitet snage ili energije (kombinacija kvaliteta napona i struje i karakterise interakciju između sistema i potrošača, pri čemu treba razlikovati tehničke pojmove "sistem", ili "proizvođač" – "potrošač", od komercijalnih "isporučilac", odnosno "prodavac" – "kupac"), kvalitet isporučioca (obuhvata sve tehničke i komercijalne aspekte kvaliteta frekvencije i napona, koji su od uticaja na kupca), kao i kvalitet potrošača (obuhvata sve tehničke i komercijalne aspekte kvaliteta napona, struje i energije, od uticaja na isporučioca), Tabela 1.

Pokazatelji kvaliteta isporuke električne energije potrošačima, koji su predmet normiranja i standardizacije, obično su vezani za dvije najvažnije promjenljive, koje karakterišu rad svakog elektroenergetskog sistema, a to su *frekvencija (učestanost)* i *napon*. Iako ove veličine nemaju direktnu komercijalnu vrijednost, njihov posredni uticaj na kvalitet isporučene električne energije potrošačima je očigledan, jer se svi poremećaji ili abnormalnosti u sistemu, preko ova dva parametra preslikavaju kao efekti, čiji je materijalni uticaj na krajnje potrošače očigledan, [17].

TABELA I. PARAMETRI KVALITETA ELEKTRIČNE ENERGIJE PREMA EVROPSKOM STANDARDU EN 50160

Karakteristike naponskih pojava	Prihvatljive granice	Interval mjerenja	Period praćenja	Procenat prihvatanja
Mrežna frekvencija	49.5 ÷ 50.5 Hz/47 ÷ 52 Hz	10 s	1 nedelja	95%/ 100%
Spore promjene napona	230V ± 10%	10 min	1 nedelja	95%
Propadi napona (≤ 1min)	10 do 1000 puta na godinu dana (ispod 85% od nominalne vrijednosti)	10 ms	1 godina	100%
Kratki prekidi (≤ 3min)	10 do 100 puta na godinu dana (ispod 1% nominalne vrijednosti)	10 ms	1 godina	100%
Slučajni, dugi prekidi (> 3min)	10 do 50 puta na godinu dana (ispod 1% nominalne vrijednosti)	10 ms	1 godina	100%
Privremeni naponski skok	Uglavnom < 1.5 kV	10 ms	N/A	100%
Tranzijentni previsoki napon	Uglavnom < 6kV	N/A	N/A	100%
Nesimetričnost napona	Uglavnom 2% ali povremeno 3%	10 min	1 nedelja	95%
Harmonijski napon	8% ukupna harmonijska distorzija (UHD)	10 min	1 nedelja	95%

Sa napretkom ekonomije, pored kontinuiteta snabdijevanja, napona i frekvencije kao i dalje važnih parametara, sve se više potencira i grupa dodatnih karakteristika električne energije isporučene potrošaču. Pri tome, tehnički parametri električne energije, tj. napona, koji se u mreži posmatraju su: mrežna frekvencija, veličina i promjene napona (oscilovanje ili treperenje napona (eng. *flicker*), propadi, kratkotrajni i dugotrajni prekidi napona), privremeni mrežni prenaponi između faznih vodiča iz zemlje, impulsi prenaponi između faznih vodiča iz zemlje, nesimetrija napona, naponi viših harmonika, naponi međuharmonika, kao i signalni naponi. Suština kvaliteta električne energije je napon na 0,4 kV. Kvalitet je idealan ako je napon 230 V, frekvencija 50 Hz, i ima sinusni talasni oblik. Kvalitet je zadovoljavajući ako je napon u mreži u granicama

opsega datih u Tabeli 1, odnosno u okviru EU norme EN 50160. Izvan ovih opsega, kvalitet napona je nezadovoljavajući, [17]. Kod kvaliteta električne energije na 0,4 kV, prati se vrijednost napona, frekvencija, amplituda, i talasni oblik.

Evropski standard EN 50160 daje najvažnije karakteristike napona na potrošačkim priključcima u javnoj nisko i sredjenaponskoj mreži, pod normalnim radnim uslovima. Svrha ovog standarda je davanje opisa i utvrđivanje obilježja distributivnog napona, pri čemu se definišu najveća odstupanja pojedinih parametara bez dodatnih opisivanja prosječne vrijednosti posmatranih parametara, koja se mogu očekivati u distributivnoj elektroenergetskoj mreži za dati period mjerenja određen preporukom EN 50160 (sedam dana, bez prestanka).

IV. PLANIRANJE I OBJEKTIVNO VREDNOVANJE U ENERGETICI

A. Planiranje u energetici

Svaki privredni razvoj države zahtijeva potrošnju odgovarajućih energetskih resursa. Bilo kakvo odstupanje od vremenskog terminiranja za rezultat može imati pojavu ograničenja u razvoju ostalih privrednih djelatnosti. Primjera radi, nedostatak električne energije vodi ka velikim poremećajima u industrijskoj proizvodnji, što za sobom povlači znatne gubitke u konačnom ekonomskom bilansu date države. Zbog tih razloga potrebno je pratiti razvoj potrošnje energije, koja je vezana za određene uticajne faktore (porast stanovništva, razvoj nauke i tehnologije, privredni razvoj, standard, itd.), čiji intenzitet djelovanja se mijenja u vremenu. Izbor optimalne strukture za pokrivanje potrošnje predstavlja, dakle, vrlo važan i složen problem za razvoj energetike, čije rješenje ne zavisi samo od energetskih izvora zemlje, nego i od zavisnosti između primarnih i transformisanih oblika energije, zatim od oblika energije koji se ne mogu zamijeniti drugim vrstama energije, kao i od mogućnosti i potreba uvoza pojedinih oblika energije, lokacije potrošača, karakteristika potrošnje, itd.

Zato je i razumljivo da se danas stalno proučava stanje i razvoj u oblasti energetike, pri čemu planiranje razvoja u oblasti energetike postaje bitno, kako zbog zavisnosti razvoja društva o sigurnim, dovoljnim i odgovarajućim količinama potrebnih oblika energije, tako i zbog angažovanja velikih finansijskih sredstava u ovoj oblasti, [3], [4] i [12]. Pri planiranju razvoja energetike treba poći od sljedećih kriterija: sigurnost snabdijevanja potrošača uz minimalne troškove, racionalno korišćenje domaćih izvora, uz pravilno vrednovanje uvoznih oblika energije, maksimalno sprečavanje monopolističkog i jedinih oblika energije i postizanje zadovoljavajućih uslova u zaštiti životne sredine i održivog razvoja. Planiranje razvoja elektroenergetskog sistema obuhvata sve aktivnosti, počev od prvih pretpostavki o mogućnosti izgradnje nekog objekta pa sve do njegovog ulaska u probni pogon. No, u terminologiji se pod pojmom planiranje prvenstveno misli na planiranje postrojenja za proizvodnju električne energije (hidro, nuklearna i termo elektrana). Kod planiranja razvoja elektroenergetskog sistema cilj i kriteriji su jednoznačno određeni - podmirenje predviđene potrošnje električne energije uz minimum troškova i uz pretpostavku da su zadovoljena određena ograničenja, kao npr. finansijska, tehnička, ekološka, ograničenja raspoloživosti primarnih oblika energije, itd. Zadovoljenje ograničenja se nameće kao primarni zadatak, nezavisno od metode planiranja, što je i razlog da je određeno ograničenje često odlučujući faktor u odlučivanju o konačnoj strategiji razvoja. Iako dugoročni planovi nose veliku dozu nesigurnosti, takvo planiranje je nužno i to prvenstveno iz dva razloga:

- prvi je osnovni i produženi životni vijek proizvodnih postrojenja (25 do 30 osnovni plus 15 do 20 godina produženi radni vijek nakon revitalizacije, rekonstrukcije i modernizacije postrojenja),
- drugi je vrijeme potrebno za pripremu izgradnje i samu izgradnju (3 do 6 godina, ne računajući mogućnost kašnjenja projekta).

Iz toga proizlazi da analizu razvojnih planova elektroenergetskog sistema treba provesti za razdoblje od 15

do 50 godina unaprijed. Pri planiranju izgradnje proizvodnih postrojenja treba odrediti potrebnu izgradnju za zadovoljenje buduće potrošnje (obim i kapacitet), vrijeme ulaska pojedinog proizvodnog postrojenja u pogon, kao i mogućnosti unapređenja tehnologija za proizvodnju električne energije (poboljšane i čistije tehnologije, kogenerativni i trigenerativni sistemi, hibridni sistemi i sl.). Sama izrada razvojnih studija se može podijeliti na nekoliko dijelova, koja obuhvataju simulaciju zakonitosti rada u sistemu (pogon sistema), kao i ekonomsko i finansijsko vrednovanje (uz analizu osjetljivosti) proizvodnih postrojenja odnosno cijelih razvojnih planova. Prvi dio traži izradu modela sistema (potreba da se sistem opiše matematičkim jednačinama), dok drugi dio podrazumijeva njegovu aproksimaciju, uz prateća neizbježna zanemarivanja i pojednostavljenja. U trećem dijelu treba ocijeniti energetski doprinos svakog postrojenja i ekonomskim metodama izvršiti njegovo valorizovanje.

Metode koje se koriste u planiranju razvoja elektroenergetskog sistema razlikuju se s obzirom na: optimizacijsku tehniku (linearno programiranje, nelinearno programiranje, itd.), vrstu aproksimacija (linearne, nelinearne) i ekonomsku valorizaciju (s inflacijom, bez inflacije). Niti jedna metoda se dosada nije pokazala apsolutno prihvatljivom za sve probleme, pa se zato i razvija veliki broj metoda koje su namijenjene parcijalnim problemima, tj. ili služe za optimizaciju samo proizvodnih postrojenja, ili optimizaciju samo prenosne mreže, ili pak optimizaciju cjelokupne energetike, ali sa vrlo pojednostavljenim odnosima u energetskom sistemu. Osnovna pretpostavka primjene optimizacionih modela jeste velika pouzdanost parametara na kojima se zasniva proračun. Naime, ako parametri nisu dovoljno pouzdani, postavlja se pitanje o potrebi sprovođenja postupka optimizacije. Ponekad ni analize osjetljivosti, koje se obično koriste u završnoj fazi svakog optimizacionog modela, ne mogu otkloniti efekt nepouzdanosti ulaznih podataka. Nadalje, unutar modela nikad nije moguće obuhvatiti sva ograničenja, pa se dobija samo približno objektivna slika stanja u sistemu. Ipak, u današnje je vrijeme nemoguće oslanjati se samo na intuiciju planera pri odabiru najpovoljnije razvojne opcije, pa je primjena optimizacionih modela neizbježna (više-kriterijumske metode vrednovanja).

B. Objektivno vrednovanje izvora energije

Nova metoda za energetski objektivno vrednovanje svih vidova energije data u okviru [16], posebno onih koji se tretiraju kao "obnovljive energije", zasniva se na analizi i upoređivanju svih prihoda i rashoda primarne energije – od utroška energije za izradu uređaja za konverziju energije, pa do svih energetskih potrošnji u procesu njihove eksploatacije. Za vrednovanje služe sljedeći objektivni pokazatelji: vremena vraćanja uložene energije za izgradnju i održavanje energetskih izvora, indeks strateškog prioriteta izvora energije ili investicionih mjera energetske racionalizacije (na bazi kojih se može konstatovati da brojne tzv. obnovljive energije u suštini nisu obnovljive, jer se za izradu takvih postrojenja utroši više primarne energije nego što se može da dobije tokom njihove eksploatacije), [15] i [16].

Pokazalo se da su jedini stvarno obnovljiv izvor energije na bazi ove metodologije hidroelektrane (posebno velike i

srednje). Drugi važan zaključak dat u okviru [16] je da se već sada praktično cjelokupni tehnički iskoristljiv potencijal vodnih snaga našao u kategoriji ekonomski iskoristljivog potencijala. Imajući u vidu ulogu hidroelektrana u pokrivanju vršne snage i energije u EES, postoji potreba povećavanja njihove instalirane snage, što nameće potrebu projektovanja fazne izgradnje HE, posebno u slučaju akumulacionih hidroelektrana. Na kraju, ništa manje bitan je i zaključak da je neophodno da se za sve potencijalne hidroelektrane što pre uradi planska dokumentacija na nivou studija sistema i generalnih projekata, sa prethodnim studijama opravdanosti i prostornim planovima prostora posebnih namjena, čime će HE kao cjelovito planski tretirani objekti, sa odgovarajućim odlukama o građenju, biće prihvaćeni od strane EU u procesu pridruživanja određene zemlje toj evropskoj integraciji, [16]. Korišćenje drugih razmatranih obnovljivih izvora otežano je zbog njihove velike rasutosti i stohastičnog karaktera, pa se preporučuje njihova primjena u okviru tzv. male energetike, prije svega za zadovoljenje toplinskih potreba nižih temperatura (grijanje, priprema potrošne tople vode, klimatizacija, itd.). Njihovo neposredno korišćenje, uz što manji broj konverzija, korisno je kao oblik substitucije energije preuzete iz velikih sistema, te kao takvo treba da bude podržavano mjerama državne politike, [16].

Postepeno povećavanje korišćenja obnovljivih energija u skladu sa ranije datim preporukama iz Strategije EU (20-20-20), ima najveći značaj upravo u domenu zamjene ili supstitucije energije koja se preuzima iz velikih elektroenergetskih sistema (EES). Kako su ograničenije mogućnosti korišćenja rasutih obnovljivih izvora u tzv. velikoj energetici, za visokotemperaturne potrebe (proizvodnja električne energije, procesna toplota), neophodna je njihova studiozna ekonomsko-finansijska analiza sa aspekta energetske dohodovnosti (parametara statičke i dinamičke ekonomsko-finansijske analize, poređenjem ukupnih energetske rashoda neophodnih za izgradnju postrojenja, njihov pogon i održavanje, uključivo i izgubljene energiju na zaposjednutom prostoru i energetske prihoda, tj. energije koja se dobija tokom korišćenja postrojenja), [16]. Po određivanju vremena vraćanja primarne energije utrošene za građenje i održavanje izvora energije, kvantifikuje se *indeks strateškog prioriteta izvora energije*, na bazi kojeg je moguće egzaktno utvrditi da li se zaista radi o obnovljivim energijama, ili se radi o previdu, zbog toga što nisu uzete u obzir ukupna energija utrošena za izradu i održavanje postrojenja. Zbog toga je vrlo bitan zaključak dat u [16], po kome je očigledno da neki od navodno obnovljivih izvora energije u suštini to nisu (više primarne energije utroši se za njihovu izradu i održavanje nego što ti uređaji proizvedu energije u čitavim svom periodu eksploatacije).

Polazeći od energetske logike, po kojoj energetske prihodi trebaju biti dovoljno veći od ukupnih energetske rashoda, neophodno je prilagoditi i zakonske okvire vezane za podsticaje i stimulaciju korišćenja obnovljivih izvora energije i efikasne kogeneracije. Djelovanje fiskalnom politikom na bazi formiranja fonda kojeg finansiraju krajnji potrošači, uz prateće organizacione mjere, ima smisla samo ukoliko

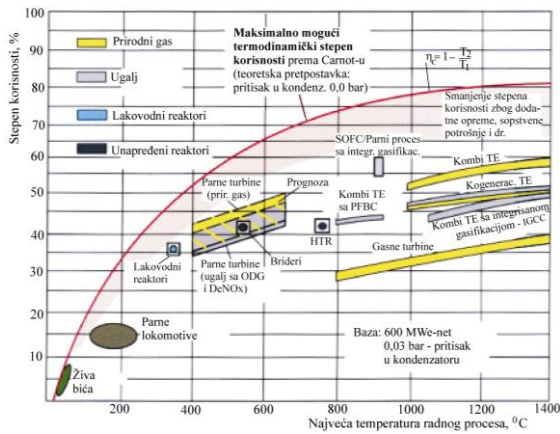
objektivna analiza prihoda i rashoda energije u diskontovanom toku novca za osnovni i produženi radni vijek postrojenja i opreme pokaže da se zaista radi o mjerama koje imaju ekonomsku zasnovanost. Alternativno, neargumentovano forsiranje bilo kojih obnovljivih izvora, čija postrojenja i oprema zbog velike rasutosti energije nisu dovoljno energetske dohodovna u čitavom njihovom radnom vijeku, predstavljalo bi veliku grešku. Takođe, postavlja se pitanje etičnosti podsticanja proizvodnje tečnih goriva od biomasa, u suštini od hrane, u trenutku kada jedan veći dio čovječanstva vodi bitku za obezbjeđenje hrane i svoj životni opstanak na ovoj planeti. Energetske analize date u [16], nedvosmisleno pokazuju da takva mjera nema ni energetske, ni ekonomsku i ekološku logiku (proizvede se oko dva puta manje energije od primarne energije koja se utroši u procesu proizvodnje), pri čemu proizvodnja goriva iz hrane je i ekološki veoma opasna mjera, jer dovodi do krčenja tropskih šuma i do uništavanja dragocjenih biodiverziteta. Kako najveći efekat imaju mjere energetske efikasnosti, posebno u dijelu planske racionalizacije potrošnje i štednje energije (striktno poštovanje propisa za toplotnu izolaciju zgrada i energetske certificiranje, promet proizvoda isključivo sa adekvatnim atestima sa aspekta energetske racionalnosti, reciklaže i zbrinjavanja otpada, sistemi grijanja sa toplotnim pumpama, koje će svoj pravi značaj iskazati u uslovima adekvatnog vrednovanja energije), neophodno je mjere fiskalne politike usmjeriti ka projektima iz ove oblasti. Pri razvoju elektroenergetskih sistema posebna pažnja se poklanja mogućem povećanju efikasnosti elektrana. Naravno, pri tome postoji naša odgovornost u pogledu zadovoljenja sigurnosti u snabdijevanju energijom, ekonomičnošću i uticaja na klimatske promjene. Energetska efikasnost elektrane ili njenih sastavnih komponenti izražava se preko stepena korisnosti (η_{TE} , η_k , η_b , η_{TP}). Maksimalna vrijednost stepena korisnosti energetske postrojenja ograničena je stepenom korisnosti Carnot-ovog ciklusa, $\eta_c = 1 - T_2/T_1$, što je prikazano na slici 1, [7]. Kod parnih postrojenja uzima se u obzir Renkinov ciklus, $\eta_{RC} = \eta_c \cdot \eta_{ex}$.

Stepen korisnosti se izražava kao odnos korisne energije dobijene u termoelektranama (električna energija + toplota) i uložene energije goriva. Specifična potrošnja energije izražava se odnosom utrošene toplote goriva za proizvodnju 1 kWh električne energije i predstavlja recipročnu vrijednost stepenu korisnosti elektrane:

$$q_{TE} = \frac{1}{\eta_{TE}} = \frac{3600 \text{ kJ} / \text{kWh}}{\eta_{TE}} \cdot 100, \text{ kJ/kWh.} \quad (1)$$

Specifična potrošnja energije izražava se i kao specifična potrošnja goriva (kg, g) za proizvodnju 1 kWh električne energije, npr., g/kWh ili kg/kWh. Stepenu korisnosti se izražava kod donje toplotne vrijednosti goriva H'_d (DTV, LHV). U Americi (SAD) se za parne procese stepen korisnosti izražava kod gornje toplotne vrijednosti goriva H'_g (GTV, HHV), a za cikluse gasnih turbina kod DTV. Razlikuje se ukupni (bruto), neto i godišnji (pogonski) stepen korisnosti. Ukupni stepen korisnosti se dobije kada se ukupna proizvodnja električne energije na generatoru podijeli sa utrošenom toplotom goriva u kotlu elektrane, dok se kod neto stepena korisnosti računa

električna energija na pragu elektrane (ukupna umanjena za sopstvenu potrošnju).



Sl. 1. Stepen korisnosti elektrana za različite energetske tehnologije, [7]

Godišnji ili pogonski stepen korisnosti se izračunava dijeljenjem godišnje proizvodnje električne energije (bruto ili neto) sa godišnjom potrošnjom energije goriva. Neto stepen korisnosti elektrane na ugalj može se definisati izrazom:

$$\eta_{TE} = \eta_{RC} \cdot \eta_t \cdot \eta_g \cdot \eta_k \cdot \eta_{s.p.}, \quad (2)$$

pri čemu su oznake i približne vrijednosti stepena korisnosti za temperaturu pare na ulazu u savremenu turbinu od 580 °C:

- $\eta_{RC} = \eta_C \cdot \eta_{ex} = 0,65 \cdot 0,94 = 0,61$ ili 61% - Renkinov stepen korisnosti kod $\eta_C = 65\%$ (slika 2) i sadržaj eksergije u pari kod približno 94%;
- $\eta_t = 93\%$ - stepen korisnosti savremenih parnih turbina;
- $\eta_g = 98\%$ - stepen korisnosti savremenih električnih generatora;
- $\eta_k = 91\%$ - stepen korisnosti savremenih kotlova;
- $\eta_{s.p.} = 93\%$ - stepen korisnosti pomoćne opreme TE (sopstvena potrošnja oko 7%).

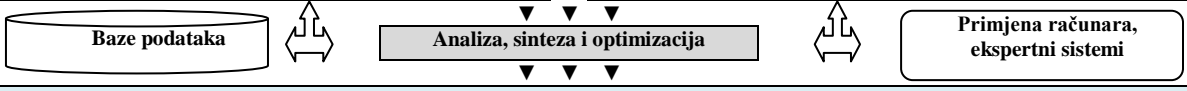
Neto stepen korisnosti savremene elektrane na ugalj sa unapređenom klasičnom tehnologijom iznosio bi $\eta_{TE}^n = 47\%$. Efikasna realizacija niza mjera kojima se poboljšava energetska efikasnost snažno će uticati na ekonomiju energije i smanjenje emisije CO₂ uz najniže troškove. Prema procjenama Međunarodne agencije za energiju (IEA), realizacija predloženih niza mjera na globalnom nivou, moguće bi bilo do 2030. godine smanjiti emisiju CO₂ za približno 8,2 milijardi t CO₂/godišnje, što je ekvivalentno 1/5 emisije CO₂ povezanom sa potrebama energije u globalnom scenariju za 2030. godinu. Potpuno je jasno da nekonvencionalni izvori energije u doglednoj budućnosti mogu u potpunosti zamijeniti konvencionalne izvore energije. S druge strane, egzistira veliki lobi proizvođača opreme za obnovljive oblike energije. Kako su fosilna (konvencionalna) goriva omogućila značajan rast svjetske privrede u periodu koji je iza nas, važno je istaći da ovakav rast bi bio nemoguć sa obnovljivim izvorima energije (stalan rast je nemoguć ako je baziran na ograničenim resursima). Na slici 2 dat je prikaz mogućih alternativa razvoja zasnovanih na prednostima i nedostacima obnovljivih (nekonvencionalnih) izvora energije (OIE).

V. NEKA RAZMIŠLJANJA O OPTIMALNOM KORIŠĆENJU ENERGIJE I ODRŽIVOM RAZVOJU U BUDUĆNOSTI

Potrošnja energije predstavlja ključan faktor koji izaziva društveno raslojavanje na one koji je mogu i ne mogu u potpunosti priuštiti. Kako će energija u budućnosti postajati sve skuplja, a uticaj energetske aktivnosti na životnu sredinu sve izraženiji, racionalno korišćenje energije dovest će do manje potrošnje energije po jedinici nacionalnog proizvoda. Kako, bez obzira na promjene u strukturi svjetskog i nacionalnih privreda i na mjere štednje, odnosno racionalnog korišćenja energije, potrošnja energije u svijetu u posljednjih tridesetak godina neprestano raste po stopi od približno 1-3 % godišnje, s tim da je porast potrošnje energije izraženiji u onim zemljama koje bilježe i privredni rast, [20]. Prema određenim autorima [21]-[25], korišćenje energije do određenog praga omogućuje socijalni napredak, dok iznad tog praga potrošnja energije raste nauštrb jednakosti, tj. ukupnog blagostanja, jer sve manji broj ljudi može si priuštiti blagodati korišćenja. U tom slučaju, rast bruto nacionalnog proizvoda može biti samo privid povećanog blagostanja (to blagostanje uživa samo manji broj ljudi). Polazeći od korelacije između bruto nacionalnog dohotka i potrošnje energije po glavi stanovnika, s ekonomskog aspekta blagostanje neke nacije može se poistovjetiti s velikom potrošnjom energije po glavi stanovnika. S druge strane, sa termodinamičkog aspekta blagostanje bi se moglo karakterizovati velikom efikasnošću u energijskim transformacijama, dok bi sa socijalnog aspekta blagostanje rezultovalo u slučaju najmanje mogućeg korišćenja mehaničke energije najimućnijeg dijela društva.

Dosta autora smatra da velike količine energije uništavaju socijalnu strukturu (I. Illich, 1974.; D.H. Meadows, D.L. Meadows, J. Randers and W.W. Behrens, 2004.; F. Barbir, 2013.; H. T. Odum, 2001.). Tako su I. Illich i H.T. Odum, posmatrajuci isti problem (razvoj civilizacije) kroz iste pokazatelje (potrošnja energije) a u različito vrijeme (vremenska razlika od 30 do 40 godina), uz korišćenje različitih metoda (Odum koristio systemske modele i za to razvio posebne metode računanja energije, Illich je do zaključaka došao filozofskim razmišljanjem), došli praktično do istih zaključaka. Illich smatra da bi s malom potrošnjom energije ljudska civilizacija imala širok izbor različitih životnih stilova i kultura, no u društvu baziranom na velikoj potrošnji energije tehnokracija je ta koja diktira socijalne odnose, i takvo društvo propada bez obzira zvalo se kapitalizmom ili socijalizmom. Ako se preko 70 % svjetskih potreba za energijom trenutno zadovoljava na bazi fosilnih goriva (sagorijevanje uglja, nafte i prirodnog gasa), kao i da nastali štetni produkti sagorijevanja stvaraju velike probleme na moguće posljedice globalnih klimatskih promjena na svjetskom nivou (akumulacije stakleničkih gasova u atmosferi, u najvećoj mjeri kao posljedica sagorijevanja fosilnih goriva), jasno je da sa ekološkog satnovišta mora postojati granica uništavanja prirodnih resursa (potraživanja i ispitivanja za energentima, njihovo vađenje ili ekstrakcija iz zemlje ili njihovo korišćenje sagorijevanjem).

Prednosti OIE	Problemi sa OIE
<ul style="list-style-type: none"> • Raspoloživi su u dovoljnim količinama; • Biće raspoloživi i u budućnosti; • Besplatni su sa aspekta troškova dobijanja energenta; • Ne stvaraju relativno veća zagađenje vazduha, vode, zemljišta; • Mogu se koristiti uređaji svih veličina; • Moguća je centralna i decentralizovana proizvodnja energije; • Moguće je lakše pratiti rast potreba; • Omogućuju održivi razvoj i bolju zaštitu životne sredine 	<ul style="list-style-type: none"> • U principu su slabog intenziteta, pa su potrebne velike površine za njihovo iskorišćavanje i pretvaranje u korisne oblike energije; • Oprema za njihovo korišćenje je relativno skupa (sa trendom smanjenja cijena); • Imaju mali EROI - Energy Return On Investment (period povrata investicije); • Raspoloživi su povremeno i sa promjenjivim intenzitetom (stohastične prirode); • Najviše ih ima daleko od naseljenih područja (problemi prenosa i distribucije); • Ne mogu se koristiti u transportu za pogon automobila, autobusa ili aviona; • Egzistiraju problemi vezani za rad u okviru elektroenergetskog sistema - EES

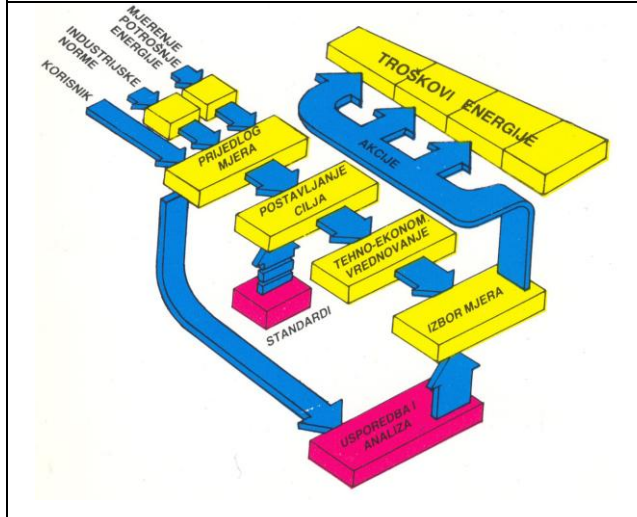


Neka razmišljanja, sugestije i pitanja u vezi održivog razvoja i obnovljivih izvora energije, [34]
<ul style="list-style-type: none"> • Fosilna goriva su omogućila fantastičan rast svjetske privrede, pri čemu ovakav rast ne bi bio moguć sa obnovljivim izvorima energije (stalan rast je nemoguć ako je baziran na ograničenim resursima); • Koje su alternative rastu: Stalan nivo (steady state), Pad/kolaps ili oscilovanje (pulsiranje) u vremenu koje dolazi? • Može li se ekonomija održavati na nekom visokom nivou sa obnovljivim izvorima? Energija vjetrova, sunca, unutrašnjosti zemlje, biomase, gorivnih ćelija i druge "održive varijante" troše značajna razvojna sredstva, ali još uvijek ne mogu u potpunosti da zamijene naftu, ugalj i prirodni gas. Dosta autora postavlja alternativno pitanje: <i>Da li je pad neizbježan ili se možemo nadati ostvarenju tzv. "prosperitetnog pada"?</i> • Kakva je uloga OIE u narednom periodu i da li će njihovo uvođenje pomoći ili još više ubrzati pad? • Ako će se potrebe za električnom energijom u periodu do 2025. godine udvostručiti (23,072 biliona kWh), a očekivani porast u proizvodnji električne energije iz NE i HE neće (ili pak hoće?) igrati značajniju ulogu u energetskom bilansu, zbog čega su fosilna goriva još uvijek jedini izvjestan „energent budućnosti“ i koliko dugo još da očekujemo ovakvo stanje?

Da li su ovo adekvatne mjere, aktivnosti i unapređenja?

A. 3A koncept	B. Racionalizacija korišćenja i štednja energije (PPUD mjere)
<p><i>Accessibility ili dostupnost</i>, dostupnost minimalne komercijalne energetske usluge (u obliku električne energije, za potrebe stacionarnog korišćenja i transporta) po prihvatljivim (za siromašne) i održivim uslovima (koje omogućuju održavanje i razvoj cjelokupnog sistema);</p> <p><i>Availability ili raspoloživost</i>, raspoloživost dugotrajnog, kontinuiranog snabdijevanja kao i kratkoročne usluge, pri čemu nedostatak energije može uništiti razvoj, pa je potrebna diverzifikacija energetskih izvora, što postaje ključno razmatranje svih energetskih varijanti;</p> <p><i>Acceptability ili prihvatljivost</i>, koja se odnosi na javnost i životnu sredinu (okolinu).</p> <p style="text-align: right;"><i>World Energy Councila (WEC)</i> „Deciding the Future: Energy Policy Scenarios to 2050“</p>	<p><i>Poboljšanje stepena korisnog djelovanja</i>: tehničko-organizacione mjere koje povećavaju stepen djelovanja kod proizvodnje, transformacije, akumulacije i transporta energije, tako da za određenu količinu potrošene energije treba utrošiti što manje primarne energije;</p> <p><i>Poboljšanje efikasnosti korišćenja</i>: postojeću korisnu energiju što efikasnije koristiti (npr. bolja izolacija, povećanje opterećenosti, rekonstrukcija zastarjelih postrojenja i sl.);</p> <p><i>Upravljanje i usmjeravanje potrošnje</i>: direktan uticaj na potrebe korisne energije (npr. niža temperatura prostorija, isključivanje suvišne rasvjete, veća tehnološka disciplina);</p> <p><i>Dugoročno strukturno smanjenje potreba</i>: potrošnja energije se smanjuje izmjenom u strukturi proizvodnje. napuštaju se visokoenergetski proizvodi u korist visoko produktivnih proizvoda uz malu potrošnju energije po jedinici proizvoda (primjena novih ili poboljšanih tehnologija).</p>

C. Ilustracija energetske efikasnosti, [19]



D. Održivi razvoj kroz 17 ciljeva

- Cilj 1: Svijet bez siromaštva;
- Cilj 2: Svijet bez gladi;
- Cilj 3: Zdravlje i blagostanje;
- Cilj 4: Kvalitetno obrazovanje;
- Cilj 5: Rodna ravnopravnost;
- Cilj 6: Čista voda i sanitarni uslovi;
- Cilj 7: Pristupačna energija iz čistih izvora;
- Cilj 8: Dostojanstven rad i ekonomski rast;
- Cilj 9: Industrija, inovacije i infrastruktura;
- Cilj 10: Smanjenje nejednakosti;
- Cilj 11: Održivi gradovi i zajednice;
- Cilj 12: Održiva potrošnja i proizvodnja;
- Cilj 13: Zaštita klime;
- Cilj 14: Očuvanje vodenog svijeta;
- Cilj 15: Očuvanje života na zemlji;
- Cilj 16: Mir, pravda i snažne institucije;
- Cilj 17: Partnerstvom do ciljeva

E. Objektivno vrednovanje energetske resursa	F. Valorizacija štete po životnu sredinu (okolinu)
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Vrijeme vraćanja primarne energije utrošene za gradnje</i>, izraženo u godinama, za koje elektrana ili investiciona mjera štednje, vrati primarnu energiju koja je utrošena za njenu realizaciju; • <i>Vrijeme vraćanja energije za izgradnju i održavanje postrojenja</i>, kao i izgubljene energije zbog zaposjedanja energetski produktivnog prostora; • <i>Indeks strateškog prioriteta (ISP) izvora energije i/ili investicionih mjera štednje</i>, kao bezdimenzionalna veličina može da bude $>$ ili $<$ 1 (ako je $ISP > 1$ radi se o izvoru energije ili mjeri racionalizacije potrošnje energije koji imaju neospornu dugoročnu stratešku valjanost, jer je energetski prihod veći od sume svih rashoda - potrošenih primarnih energija; očito je da se u toj kategoriji mogu naći samo neki koncentrisani obnovljivi izvori energije, kao i neke energetske efikasne investicione mjere štednje); • <i>Finansijski efekti smanjenja emisija CO₂</i>; • <i>Osnovna dilema vezana za korišćenje OI je njeno objektivno vrednovanje uz korišćenje egzaktnih mjerljivih i uporedivih pokazatelja, zasnovanih na bilansu energije utrošene u procesu izrade proizvodnih uređaja, montaže i ugradnje, kao i tokom njihovog korišćenja (eksploatacije) i održavanja, sa jedne strane i ostvarenih energetske prihoda, ostvarenih tokom eksploatacije, sa druge strane</i> (tako se u okviru reference [28] za vrednovanje predlažu sledeći objektivni pokazatelji: vrijeme vraćanja uložene energije za izgradnju i održavanje energetske izvora, indeks strateškog prioriteta izvora energije ili investicionih mjera energetske racionalizacije, na bazi kojih se može konstatovati da brojne tzv. obnovljive energije u suštini nisu obnovljive, jer se za izradu takvih postrojenja utroši više primarne energije nego što se može da dobije tokom njihove eksploatacije) 	<ul style="list-style-type: none"> • I pored toga što je uticaj energije OI na okolinu daleko manji od uticaja konvencionalnih energetske izvora, on ipak postoji, pa je neophodno analizirati: uticaj na kvalitet zemljišta i pojavu efekta erozije tla, uticaj na kvalitet vode, uticaj na kvalitet vazduha i mikroklimu, uticaj na kvalitet pejzažnih karakteristika područja, uticaj na ukupni nivo buke, uticaj na intenzitet elektromagnetnog zračenja i vibracije, uticaj na floru i faunu, uticaj na prirodna dobra posebnih vrijednosti, kulturna i materijalna dobra, kao i uticaj na zasjenjivanje i treperenje. Pri realizaciji ove analize neophodno je posmatrati odvojeno periode životnog ciklusa energetske objekata, posebno periode pripreme i izgradnje (period mjerenja parametara vjetera, priprema projektne dokumentacije, period montaže, period probnog rada), period eksploatacije i održavanja (periodi stacionarnih i nestacionarnih režima rada, pojave akcidentnih situacija), period rekonstrukcije, revitalizacije i modernizacije (period produženog radnog vijeka) i period uklanjanja objekta ili zamjene njegove funkcije (npr. promjena namjene u turistički objekat); • Štetni efekti po životnu sredinu (okolinu) i zdravlje ekonomski se vrednuju sa ciljem da se spriječi njihovo zanemarivanje pri donošenju odluka, pri čemu eksterni troškovi se procjenjuju na osnovu štete po okolinu/zdravlje koju uzrokuju, tzv. postupkom slijeda uticaja: <i>(utvrđivanje nivoa emisije + utvrđivanje nivoa imisije) → proračun efekata na okolinu i zdravlje → procjena eksternog troška</i>; • Za proračun eksternih troškova treba poznavati iznose emisija onečišćujućih materija, njihovo raspršenje u prihvatnim medijima (vazduhu, vodi, zemljištu), efekat povišenih koncentracija na okolinu i/ili zdravlje i pripadajuću novčanu štetu i sl.

ZAKLJUČCI I PREPORUKE

<ul style="list-style-type: none"> • Obnovljivi izvori energije neće moći zamijeniti fosilna goriva ili, alternativno, obnovljivi izvori sa ovakvim nivoom stepena razvoja primijenjenih tehnologija neće tako brzo moći zamijeniti fosilna goriva; • Neki od navodno obnovljivih izvora energije u suštini to nisu (više primarne energije utroši se za njihovu izradu i održavanje nego što ti uređaji proizvedu energije u čitavim svom periodu eksploatacije); • Razmjera štete i pripadajući eksterni troškovi bitno zavise o meteorološkim, geografskim i demografskim uslovima na makro i mikro lokaciji elektrane; • Biće potrebne adekvatne promjene kako u društvenom poretku, načinu razmišljanja, načinu života, tako i u načinima korišćenja energije, kao i načinima korišćenja svih resursa; • Racionalizaciju potrošnje energije čini skup mjera kojima se uz promjene organizacije rada, načina korišćenja strojeva, uređenja i materijala, a uzimajući u obzir i sigurnost rada, zaštitu zdravlja i okoline, ostvaruje optimalna proizvodnost, kvaliteta proizvoda, rentabilnost i ekonomičnost uz istovremeno smanjenje utroška energije po jedinici proizvoda; • Održivi razvoj umjesto potrošačkog mentaliteta → možemo li uživati u "manje, sporije, efikasnije, lokalno ili nam treba saradnja?", [18]; • Ne treba zanemariti ograničenje mogućnosti korišćenja rasutih obnovljivih izvora u tzv. velikoj energetici, za visokotemperaturne potrebe (proizvodnja električne energije, procesna toplota), zbog čega je nužno da se njihovo korišćenje prethodno podrobno analizira sa gledišta energetske dohodovnosti, upoređivanjem svih energetske rashoda - za izgradnju postrojenja, njihov pogon i održavanje (uključivši izgubljene energiju na zaposjednutom prostoru), i energetske prihoda - energije koja se dobija tokom korišćenja postrojenja; • Podsticaji za korišćenje obnovljivih izvora na bazi potrošnje električne energije, koji plaćaju krajnji potrošači, nije najsretnije rješenje, jer egzistira ograničenje vezano za povišenje nivoa potrošnje ili povećanje broja potrošača koji u konačnici imaju isti efekat, teško je očekivati povećanje nivoa sredstava za sufinansiranje proizvodnje na bazi obnovljivih izvora; • Uticaj na životnu sredinu (posebno malih hidroelektrana, zatim vjetroelektrana) i porast otpora protiv gradnje istih narušava jedan od osnovnih principa održivosti njihove gradnje u budućnosti; • Ograničenost u raspoloživosti korišćenja biomase u Republici Srpskoj i dalje snabdijevanje imaće za rezultat značajniji rast cijena ovog energenta u budućnosti, pa se postavlja objektivno pitanje o njihovoj ekonomsko-finansijskoj opravdanosti u budućem poslovanju (poslovanje postojećih toplana u Prijedoru i Banjoj Luci, kao i nove toplane u izgradnji u Banjoj Luci); • Pronalaženje izbalansiranog odnosa u korišćenju primarnih energenata na bazi obnovljivih i neobnovljivih izvora energije, uz primjenu tzv. „čistih“ tehnologija u korišćenju fosilnih goriva, realizaciju principa vezanih za racionalizaciju i štednju energije i energetske efikasnost (posebno smanjenja sopstvene potrošnje proizvodnih objekata) i „objektivno“ vrednovanje obnovljivih izvora energije, ostaje kao „prelazno rješenje“ u planiranju energetske objekata i za naredni period; • Poboljšanje efikasnosti potrošnje energije ne podrazumijeva samo primjenu tehničkih rješenja, nego i jačanje nivoa svijesti ljudi i njihove volje za promjenom ustaljenih navika prema energetski efikasnijim rješenjima. Zadovoljavanje 3E forme (energija, ekonomija i ekologija), predstavlja zahtjevniji zadatak koji se postavlja pred projektante i građevinski sektor u energetici, odnosno rješavanje problema nove izgradnje usklađene sa savremenim standardom života i održivim razvojem sa jedne, i problema osavremenjivanja postojeće izgradnje koja u velikom postotku ne zadovoljava današnje standarde, troši enormno mnogo energije i postaje značajni problem i veliki zagađivač okoline, sa druge strane; • Polazeći od energetske logike, po kojoj energetski prihodi trebaju biti dovoljno veći od ukupnih energetske rashoda, neophodno je prilagoditi i zakonske okvire vezane za podsticaje i stimulaciju korišćenja obnovljivih izvora energije i efikasne kogeneracije; • Kako najveći efekat imaju mjere energetske efikasnosti, posebno u dijelu planske racionalizacije potrošnje i štednje energije (striktno poštovanje propisa za toplotnu izolaciju zgrada i energetske certificiranje, promet proizvoda isključivo sa adekvatnim atestima sa aspekta energetske racionalnosti, reciklaže i zbrinjavanja otpada, sistemi grijanja sa toplotnim pumpama, koje će svoj pravi značaj iskazati u uslovima adekvatnog vrednovanja energije), neophodno je mjere fiskalne politike usmjeriti ka projektima iz ove oblasti.
--

Sl. 2. Alternative i različita razmišljanja o budućem razvoju energetike

VI. ZAKLJUČAK

Pariška i prethodne konferencije na svetskom nivou pokušavaju dogovoriti ograničenja emisije stakleničkih gasova, prvenstveno ugljen-dioksida, [1] i [2]. Manje je prihvaćena činjenica o postojanju granica rasta potrošnje energije sa socijalnog aspekta, iznad koje veća potrošnja energije uništava društvenu strukturu, a koja se ne mora podudarati sa granicom prihvatljive fizičke destrukcije životne sredine, [1]. Fantastičan rast svjetske ekonomije do sada zasnovan je na primjeni fosilnih goriva (ugalj, nafta i prirodni gas), koja su imala vrlo velik energijski povrat uložene energije čak iznad 50 (engl. *Energy Return On Energy Investment*, EROEI), dok obnovljivi izvori energije imaju znatno manji EROEI, [8] i [9]. Činjenica je i da ovakav rast ne bi bio moguć sa obnovljivim izvorima energije (EROEI za fosilna goriva sa vremenom se smanjuje, što ima za posljedicu da energija postaje sve skuplja). S druge strane, stalan rast privrede i bruto nacionalnog dohotka zahtijeva sve više energije. Kako za do sada korišćene izvore energije postoje ograničenja bilo u količini (rezerve, odnosno fizičke količine uglja, nafte i gasa u zemlji su konačne) ili u dotoku (sunčevo zračenje dolazi do zemljine površine sa maksimalnom snagom od 1 kW/m^2 , odnosno prosječnom od oko 200 W/m^2), alternative rastu su stalan nivo (engl. *steady state*) ili oscilovanje ([1]), pri čemu stalni nivo, kao i srednja vrijednost oscilovanja može biti na nekom nivou, većem jednakom ili manjem od trenutnog nivoa. Ključno pitanje koje se u analizama postavlja je može li se ekonomija održavati na nekom visokom nivou sa raspoloživim resursima zasnovanim na obnovljivim izvorima energije ili je budućnost zasnovana na manje energije neizbježna. Pri tome, budućnost sa manje energije ne mora biti katastrofalna, pa se umjesto o *održivom razvoju* treba početi razmišljati o tzv. *prosperitetnom padu*, kakav opisuje poznati ekolog Howard T. Odum u svojoj knjizi *A Prosperous Way Down*, [24]. Postoje i razmišljanja data u [25], koja govore o stremljenjima u pravcu tzv. *stagnirajuće ekonomije* (engl. *steady state economy*), pri čemu je u takvoj ekonomiji održivi razvoj još uvijek moguć, pri čemu, naravno, razvoj ne mora značiti i rast. U ekonomiji koja stagnira ili se smanjuje, ključne vrijednosti trebale bi postati: *manje* umjesto *veće*, *efikasnije* umjesto *brže*, *štedljivije* umjesto *potrošljivije* i *saradnja* umjesto *kompeticija*.

LITERATURA

- [1] Z. Prelec, Energetska postrojenja (hidroelektrane), Sveučilište u Rijeci, Tehnički fakultet, <http://www.riteh.uniri.hr/>, 2015.
- [2] Z. Milovanović, Hidroenergetska postrojenja, Skripta, Univerzitet u Banjoj Luci, Mašinski fakultet Banja Luka, Banja Luka, 2004.
- [3] O. Bonacci, Oborine: glavna ulazna veličina u hidrološki ciklus, GEING, Split, 1994.
- [4] L. Jozsa, Energetski procesi i elektrane, Skripta, Sveučilište Josip Juraj Strossmayer u Osijeku, ETF Osijek, Osijek, 2006.
- [5] B. Đorđević, Korištenje vodnih snaga - Osnove hidroenergetskog korišćenja voda, Građevinski fakultet univerziteta u Beogradu, Beograd, 1991.
- [6] 30 godina CHE Čapljina, Brošura, JP Elektroprivreda Hrvatske zajednice Herceg Bosne d.d., Mostar, Mostar, 2009.

- [7] Lj. Papić, Z. Milovanović, Održavanje i pouzdanost tehničkih sistema, Biblioteka DQM monografije Kvalitet i pouzdanost u praksi, Knjiga 3, Prijedor, 2007, 501 s.
- [8] Z. Milovanović, Monografije: "Energetska i procesna postrojenja" Tom 1: Termoenergetska postrojenja - Teoretske osnove, Univerzitet u Banjoj Luci, Mašinski fakultet Banja Luka, Banja Luka, 2011, 431 s.
- [9] Z. Milovanović, Monografije: "Energetska i procesna postrojenja" Tom 2: Termoenergetska postrojenja - Tehnološki sistemi, projektovanje i izgradnja, eksploatacija i održavanje, Univerzitet u Banjoj Luci, Mašinski fakultet Banja Luka, Banja Luka, 2011, 842 s.
- [10] M. Hočevar, Hidroenergetski sistemi, Univerza v Ljubljani, Fakultet za strojništvo, Ljubljana, 2015.
- [11] P. Stojić, Hidrotehničke građevine, Knjiga I, Građevinski fakultet Sveučilišta u Splitu, Split 1997.
- [12] P. Stojić, Hidrotehničke građevine, Knjiga II, Građevinski fakultet Sveučilišta u Splitu, Split 1998.
- [13] P. Stojić, Hidrotehničke građevine, Knjiga III, Građevinski fakultet Sveučilišta u Splitu, Split 1999.
- [14] M. Babić, Hidrotehničke građevine, predavanja, Građevinski fakultet Osijek, 2014.
- [15] B. Radonjić, I. Vujošević, Ekonomski aspekti proizvodnje električne energije, Matica crnogorska, Br. 56/57, Cetinje Podgorica, 2013/2014.
- [16] B. Đorđević, Objektivno vrednovanje obnovljivih izvora, Vodoprivreda, 0350-0519, 40 231-233, 2008., pp. 19-38
- [17] F. Begić, Metoda procjene stepena održivosti energetskih postrojenja različitih izvora u Bosni i Hercegovini, Doktorska disertacija, Mašinski fakultet Univerziteta u Sarajevu, Sarajevo, 2003.
- [18] F. Barbir, Obnovljivi izvori energije i održivi razvoj, Rekapitulacija – Zaključci, Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje, <http://marjan.fesb.hr/~fbarbir/PDFs%20Obnovljivi%20izvori/Zakljucci.pdf>, Split, 2011.
- [19] Ž. Tomšić, B. Sučić, Mjerenje i analiza potrošnje energije, Izvod iz predavanja, FER, Zagreb, 2008.
- [20] F. Barbir, Optimalno korištenje energije sa socijalnog aspekta (Osvrt na esej Ivana Illicha *Energy and Equity*), JAHR, Vol. 4, No. 8, 2013, pp. 673-680
- [21] D.H. Meadows, D. L. Meadows, J. Randers, W.W. III Behrens, *Limits to Growth*, Universe Books, New York, 1972 (dopunjena i ažurirana izdanja: Donella H. Meadows, Jorgen Randers and Dennis L. Meadows, *Beyond the Limits*, Chelsea Jorgen Randers and Dennis L. Meadows, *Limits to Growth: 30 Years Update*, Chelsea Green Publishing Co., Post Mills, Vermont, 2004)
- [22] I. Illich, *Energy and Equity*, Calder & Boyers, London 1974. Postoji hrvatski prijevod: Ivan Illich, *Energija i pravednost*, (Eugen Vuković i Kaja Ocvirek-Krušić, prev.), *Diskrepancija*, Vol. 10, No. 14/15, lipanj 2010.
- [23] R., Heinberg, Searching for Miracle, Net Energy' Limits & the Fate of Industrial Society, A Joint Project of the International Forum on Globalization and the Post Carbon Institute. (False Solution Series #4) September 2009.
- [24] H.T. Odum, E.C. Odum, *A Prosperous Way Down*, University Press of Colorado, Boulder, 2001.
- [25] H. Daly, *Steady State Economics* (2nd ed.), Island Press, Washington, DC 1991 (1st ed. W.H Freeman 1977; Herman Daly, *Beyond Growth*, Beacon Press, Boston, 1996.

ABSTRACT

Planning development of electro energetic system, covers all the activities, starting from initial assumptions regarding construction of some building, all the way to its commissioning. When planning development of energetics, the starting point should be following criteria: safety in supplying consumers with minimal expenses, rational exploitation of domestic sources, together with correct evaluation of imported forms of energy, giving maximum in suppressing monopolism and having single form of energy

and reaching satisfying conditions concerning environment protection and sustainable development. Starting from gross national income and the energy consumption per citizen, from economy point of view, the prosperity of a nation can be equalized with high energy consumption per citizen. On the other hand, from the aspect of thermodynamics, the prosperity could be characterized through the high efficiency in energy transforming, while from the social aspect, the prosperity would result in case when the wealthiest part of population would consume the least amount of mechanical energy. New methods for, from the aspect of energetics, objective evaluation of all forms of energy, especially of those which are being treated as renewable ones, are based on analyzing and comparing all incomes and outcomes of the primary energy – from energy consumed for production of a device for the energy transformation, to all energy consumptions in process of its exploitation. Exploitation of the energy, to some extent enables social development. Above that extent, energy consumption increases on cost of social equality (overall prosperity), because less and less people can afford the

convenience of consumption. In that case, the growth of gross national production can be only the illusion of increased prosperity, which enjoy only small number of people. This paper addresses issues related to more objective evaluation of renewable energy sources, as well as the social aspect of the growth of consumption of useful forms of energy.

Key words: Energetic planning; Energetic development; Renewable energy sources; Objective energetic evaluation; Social aspect

**SOME THOUGHTS ABOUT PLANNING OPTIMAL
USAGE OF RENEWABLE ENERGY SOURCES FROM
THE SOCIAL ASPECT AND THE ASPECT OF
SUSTAINABLE DEVELOPMENT - OBJECTIVE
EVALUATION AND SOCIAL ASPECT**

Zdravko Milovanović