P R E D A V A NJ E 15: ZELENA ENERGIJA

1. GLOBALNA SLIKA - ODRŽIVOST, TENDENCIJE I IZAZOVI

Preokret u ophođenju ljudi prema energiji nastupio je sa prvim "naftnim šokom", sredinom 70-ih godina prošlog veka. Naizgled iznenadni udar cena sirove nafte, u stvari jeste smišljena akcija najrazvijenijih zemalja, sa ciljem prilagođavanja njihovih privreda kritičnoj situaciji, koja će se pojaviti u narednih dvadesetak godina. [[1]](#footnote-2) Naime, ekonomski razvijene zemlje energično rade na više paralelnih linija, koje sve vode ka očuvanju i povećanju njihovih prednosti nad ostalim zemljama i u periodu posle energetske krize.To uslovljavaju sledeće činjenice:

- Tempo ulaganja u privredni razvoj se ne smanjuje, ali se intenzivno radi na tehnološkim inovacijama ka efikasnijem korišćenju energije u proizvodnji i potrošnji;

- Stalno, ali kontrolisano i postepeno povećanje cena energenata treba da dovede do usporavanja svetske potrošnje energije;

- Organizovano istraživanje, razvoj i uvođenje tehnologija koje štede energiju (termoizolacija objekata, ekonomični automobilski motori, energo-štedni standardi potrošača itd.).

- Organizovano istraživanje i razvoj tehnologija za korišćenje upotrebljivih oblika obnovljive energije (solarna energija, razni oblici biomase, proizvodnja biogasa, korišćenje vetra, geotermalna energija uz toplotne pumpe) i podsticanje što šire upotrebe ovih postupaka;

- Trajno propagiranje uvodjenja nuklearnih elektrana, trebalo bi da obezbedi značajnu promenu u strukturi korišćenih izvora energije i da očuva nužne količine fosilnih goriva u narednom periodu;[[2]](#footnote-3)

- Fundamentalna istraživanja u potrazi za epohalno novim i neograničenim izvorima energije kao što su vodonik ili nuklearna fuzija;

Što se tiče zemalja u razvoju, njihov izbor strategija za premošćavanje energetske krize prirodno je uži od prethodne liste. Prihvatanje i razvoj nekih od navedenih pravaca, dostupno im je prema opštoj i tehnološkoj razvijenosti - dok su im neki pravci (kao, na primer, nuklearna energija), štetni ili nedostupni. Dve jasne i značajne linije bez negativnih razvojnih posledica jesu programi štednje energije u neproizvodnom sektoru i korišćenje najpristupačnijih oblika obnovljivih izvora energije.

1.1. „Prljava“ i „čista“ energija

Ako bi se na dva različita pola pozicionirali „prljavi“ i neobnovljivi (klasični) izvori sa jedne strane; i obnovljiva, čista i tzv. „zelena“ energija sa druge, to bi vodilo pogrešnim zaključcima. Nema ni jednog oblika čovekove ekonomske i potrošačke aktivnosti u kome se do izvesne mere ne zagađuje životna sredina, pa tako nema ni jednog oblika korišćenja energije većeg obima bez makar i minimalnog štetnog dejstva po okolinu.

Treba imati u vidu prosečne energetske potrebe današnje populacije, čiji je broj od oko 7 milijardi ljudi na Planeti, kao i mogućnosti savremene tehnologije da te potrebe usaglasi sa prirodnim izvorima. Ako se tako stvari postave, onda sledi zaključak da su klasična energetika nafte, uglja i gasa trenutno nešto bez čega nema civilizovanog života, ali i da samo sa tim ograničenim izvorima pri postojećem rastu ekonomske aktivnosti, čovečanstvu nema spasa. Tačnije rečeno, oslanjanje na iscrpive i „prljave“ klasične izvore jeste nužno, ali nikako i održivo.

1.2. Izazovi: tražnja uslovljena ekonomskim razvojem

Problemi sa neobnovljivim izvorima i interesovanje za obnovljivu energiju postali su aktuelni 1975. i 1979. u svetlu dva naftna šoka, od kada učešće *nafte* u globalnoj potrošnji energije opada sa blizu jedne polovine (na vrhuncu naftne ere, početkom sedamdesetih) na oko 35% u današnjem svetu. *Ugalj* je, sa oko 40% u potrošnji primarne energije do 2005. spao na 24%, a do 2025. se predviđa pad na svega 9%. *Prirodni gas* kao relativno „čista“ vari­janta otpočeo je svoju ekspanziju uporedo sa smanjivanjem intereso­vanja za preskupu naftu i prljavi ugalj. Učešće gasa u globalnoj upotrebi primarne energije, povećano je sa 16% (1971.) na 23% (2005.). Do 2025. bi trebalo da dostigne 32% . (*Slika.1*)

**

*Slika 1. Promene u strukturi potrošnje primarne energije u svetu od 1971. preko 2005, do 2025.*

*(prema projekcijama Međunarodne agencije za energiju - IEA)*

Prvi izazov za održivost globalne energetike biće ***ekonomski rast***. Prema projekcijama Međunarodne agencije za energiju, BDP sveta će do 2025. rasti po stopi od oko 3%. Kina, Indija i Jugoistočna Azija imaće rast po prosečnoj stopi od 5,1%, a BDP zemalja u tranziciji bi trebalo da raste do 4,4%. Razume se da će to prouzrokovati porast svetske potrošnje energije za 40%. Pokazuje se da globalni rast BDP treba da bude nešto brži od rasta potrošnje energije. Dakle, pretpostavlja se relativno intenzivan rad na *energetskoj efikasnosti* (štedljivom korišćenju enegije).

Drugi izazov jeste ***promena strukture***, odnosno učešća pojedinih izvora energije u zadovoljenju energetske potrošnje. Naime i 2025. biće dominantan udeo fosilnih goriva, koja će učestvovati sa oko 50% u globalnoj potrošnji energije. Upotreba nafte rašće 1,9%, gasa 2,2%, a uglja 1,6% u proseku godišnje. Ovakva predviđanja pravljena su usklađivanjem tekućih tendencija sa nacionalnim i regionalnim planovima i mogućnostima. Razume se da taj metod nije dovoljno pouzdan, usled čitaocu već poznatog problema - “prilagođenosti durbina” izazovima budućnosti.

1.3. Energetska efikasnost

Ranije smo pominjali energetsku efikasnost, kao jednu od važnih mera za ostvarenje održivosti. Objašnjavali smo tu efikasnost kao *sposobnost neke privrede da uz datu količinu utrošene energije ostvari veću ili manju novododatnu vrednost bruto-domaćeg proizvoda.* Većina zemalja sveta opredelila se da tehnološkim inovacijama, boljom organizacijom, zakonima i podsticajima, povećava energetsku efikasnost. Time se izbegavaju zamke cenovnih udara, ekološke degradacije i bezbednosnih rizika, koje donosi nekontrolisana i prevelika upotreba iscrpivih fosilnih goriva. Mere koje su preduzimane sa ciljem smanjenja njihove upotrebe, kao što je znanje, ili primena obnovljivih izvora, brojne su, ali je prva pretpostavka za njihovo delovanje **viša cena** nečega što jeste, ili tek treba da postane retko i dragoceno.

2. OBNOVLJIVA ENERGIJA

Nije jednostavno definisati obnovljive izvore energije, zato što ih ima dosta i što su raznoliki.

2.1. Najvažniji oblici obnovljivih izvora energije

Najviše korišćene vidove obnovljivih izvora energije u svetu danas, čine sledeći:

- energija vodene snage (rečnih tokova, plime i oseke, morskih talasa, morskih struja);

- energija sunčevog zračenja;

- energija vetra;

- energija biomase;

- energija nastala spaljivanjem otpada ili korišćenjem stajskog đubriva;

- geotermalna energija;

- energija tektonskih poremećaja;

- energija vodonika (gorivna ćelija) i drugi oblici hemijske energije;

- energija koja se može dobiti nanotehnologijama.[[3]](#footnote-4)

Svi obnovljivi izvori ne mogu da se koriste na isti način. Na primer, vodena snaga reka, ukroćena u hidroelektranama, ni u tehničkom ni u komercijalnom pogledu nije uporediva sa načinima primene energije sunca ili vetra. Ali u sadejstvu sa njima, energija rečnih voda se jako dobro sezonski dopunjuje (sunčeve toplote najviše ima leti, vetra zimi a vode tokom proleća i jeseni). Nikola Tesla je tvrdio da se celokupne energetske potrebe čovečanstva mogu zadovoljiti primenom samo dva obnovljiva izvora – Sunca i Vode.

2.2. Solarna energija

Iako na Zemlju padne svega pola milijarditog dela izračene sunčeve energije, to je snaga koja *više od 100.000 puta premašuje* snagu svih svetskih elektrana koje rade u punom pogonu.[[4]](#footnote-5)

Starogrčki izvori tvrde da je još u antičko doba Arhimed upotrebio sistem ogledala kako bi usmerio sunčevo zračenje i zapalio drvene brodove rimskih osvajača. Slična iskustva sa upotrebom energije sunca (doduše u službi verskih obreda) zabeležena su u staroj Kini i Egiptu.[[5]](#footnote-6) U svakom slučaju bitno je znati da je Sunce zvezda koja se nalazi negde na polovini svog životnog veka i da će na postojeći način trajati još oko 5 milijardi godina.

**2.2.1. Primena solarne energije za grejanje.** Sunčeva (solarna) energija se koristi na dva načina: neposredno i posredno. *Neposredno* korišćenje odvija se u vidu toplotne energije (zagrevanje vode i prostora, sušenje poljoprivrednih proizvoda, desalinizacija morske vode i dr.) i u vidu električne energije (solarne ćelije). *Posredno* korišćenje se odvija preko meteoroloških pojava (vetar, vodeni padovi, plima i oseka) i u vidu hemijske energije preko fotosinteze (biomase, fosilna goriva, vodonik). Nikola Tesla je duhovito primećivao kako su fosilna goriva (ugalj, nafta i gas) u stvari ”flaširani” proizvodi Sunca.

Od toplotnih primena sunčeve energije, najčešće su zagrevanje vode i grejanje/hlađenje prostora. Osnovni problem kod ovih primena jeste *kako sačuvati prikupljenu toplotu noću i za vreme dugotrajnih oblačnosti?* Dobar primer solarnog sistema za grejanje prostora sa dugoročnim skladištenjem toplote predstavlja prva srpska solarna toplana, nedavno postavljena u selu Badnjevcu, kod Kragujevca. Reč je o jedinstvenom spletu prijemnika i skladišta sunčeve energije, koji rešava dva glavna problema solarne energetike: 1) efikasno pretvara sunčevo zračenje u toplotu i 2) čuva prikupljenu toplotu od leta za zimu. Toplana je projektovana tako da tokom letnjih meseci maksimalno zahvata energiju sunčevog zračenja, pretvara je u toplotnu energiju, koju potom čuva u akumulacionoj masi toplotnog skladišta za grejanje prostora zimi.[[6]](#footnote-7) Navedeni primer predstavlja slučaj tzv. „aktivne“ primene sunčeve energije.

Nasuprot tome, tzv. „pasivna“ toplotna primena je prirodnija i jednostavnija. Zasniva se na pojačanom osunčavanju, odnosno stvaranju mogućnosti da grejani prostor zahvati i sačuva što više sunčeve toplote. Pasivni sistemi za grejanje nemaju posebne kolektore koji prikupljaju sunčevu toplotu, već je kod ovih postupaka cela zgrada pretvorena u jedan veliki prijemnik sunčeve energije.Slikovito rečeno: *„*Kuća treba da se gradi tako da se ponaša kao cvet, kao lala koja otvara svoje latice i okreće prema Suncu, kada ga ima, a kada su uslovi nepovoljni da ih zatvara“. [[7]](#footnote-8)Na primer, kuća u sremskom selu Boljevci je projektovana tako da obezbedi minimalni utrošak energije, kako za vreme gradnje, tako i tokom njenog korišćenja. To je ostvareno maksimalnim zahvatom raspoloživog sunčevog zračenja, svođenjem toplotnih gubitka na što manju meru i uskladištenjem dela sunčeve energije za periode kada je nema dovoljno. [[8]](#footnote-9) Zahvaljujući tome, ova svetski čuvena solarna kuća štedi čak 90% potrebne energije!

**2.2.2. Solarna električna energija**. Električna struja iz sunčevog zračenja, za sada se proizvodi na dva načina: u solarnim termoelektranama i putem solarnih ćelija.

*Solarne termoelektrane* rade na principu klasičnog termodinamičkog ciklusa (zračenje - toplota - mehanički rad - električna-energija). Toplotna energija, potrebna za rad solarnih termoelektrana, dobija se primenom fokusirajućih solarnih kolektora, koji sunčevo zračenje usredsređuju u jednu žižnu tačku, stvarajući visoku temperaturu. Zbog nestalnosti sunčeve energije, takve električne centrale moraju imati dobro rešeno toplotno uskladištenje energije ili pomoćni izvor toplote (noću, kad sunčevog zračenja nema ili nije dovoljno). Još značajniji problem kod solarnih termoelektrana jeste velika površina prijemnika, koji rade na visokoj temperaturi, pri čemu se njihova efikasnost znatno smanjuje, usled izraženih toplotnih gubitaka. Iz tih razloga, ovakve solarne termoelektrane se grade u oblastima jako visoke osunčanosti (Sahara, Meksiko, Kalifornija, Španija, Egipat, Izrael, Emirati, Indija, Australija,...).

Drugi i daleko šire korišćeni način za proizvodnju solarne električne energije jeste primena *fotonaponskih (solarnih) ćelija*. Reč je o najprirodnijim električnim generatorima koji su čoveku na raspolaganju, zato što imaju sposobnost da, kad se izlože sunčevom zračenju, proizvode električnu struju. Solarne ćelije mogu biti različite veličine i od različitih materijala. *Najpoznatije su silicijumske,* bazirane na kristalima silicijuma:monokristalnog, polikristalnog, pa do tzv. silicijumskih kristalnih traka.[[9]](#footnote-10) Drugi tip tehnologije fotonaponskih ćelija zasniva se na t*ankim slojevima* (filmovima) od različitih materijala koji konvertuju svetlosnu u električnu energiju. Ti materijali su amorfni silicijum, kadmijum-telurid, bakar-indijum diselenid. Najveći problem je efikasnost tih ćelija, odnosno njihova mogućnost da se poveća iskoristljivost raspoložive sunčeve energije, koja padne na panel.[[10]](#footnote-11)

**2.2.3. Napredak solarnih tehnologija.**

Najnovija istraživanja u ovoj oblasti pokazuju napredak koji obećava. Te, za sada uglavnom teorijske inovacije u ovoj oblasti proističu iz organskih fotoćelija zasnovanih na principima fotosinteze, odnosno neke vrste materijala po strukturi sličnih hlorofilu (biljnom zelenom pigmentu.). Tu su takođe i fotonaponske ćelije zasnovane na novim legurama, zatim termojonske ćelije i konačno ćelije zasnovane na nanotehnologijama. U ovom poslednjem slučaju, reč je o upotrebi štapičastih poluprovodničkih elemenata, čije su dimenzije 200 nanometara (hiljadu puta tanji od dlake), koji između dve elektrode imaju mogućnost konverzije svetlosne u elektroenergiju, a pri tome su dosta jeftinije rešenje u odnosu na silicijumske elemente. Ključni problem za većinu ovih tehnologija nisu izvodljivost ili cena, već učinak, odnosno efikasnost.

Poslednjih godina, svetska industrija solarnih ćelija niže nove uspehe. Tokom 2014. i 2015. godine, snaga novopostavljenih kapaciteta solarnih ćelija u svetu je iznosila 39,4 i 47,3 GW, respektivno. Time se kumulativna snaga svih fotonaponskih elektrana povećavala od 168,1 do 227 GW![[11]](#footnote-12) Ovako brz razvoj, ostvaren je puštanjem u pogon solarnih elektrana velikih snaga kao što su *Golmud Solar Park* u Kini (200 MWp), *Charanka* u Indiji (214 MWp), *Agua Caliente* u Arizoni (250 MWp), itd. Ukupno gledano, svetska industrija solarnih ćelija i fotonaponskih sistema ostvarila je značajno sniženje troškova usled delovanja tri činioca: 1) snažne konkurencije, 2) ekonomije obima i 3) tehnoloških inovacija. Ovde treba naglasiti da je prodajna cena modula solarnih ćelija tokom 2012. godine snižena za 35% zbog dominacije proizvođača iz Kine. Niski troškovi kineskih proizvođača, oborili su prosečne tržišne cene fotonaponskih modula sa 2,5 €/Wp (evra po vatu vršne snage) u 2009., na svega 1,0 €/Wp u 2012. godini [[12]](#footnote-13)

Snižavanje prodajnih cena solarnih ćelija, pogodovalo je širenju primene. Ilustracije radi, na teritoriji Srbije, tokom 2012. a naročito 2013. godine, pušteno je u rad na desetine novih fotonaponskih elektrana malih i srednjih snaga, kao i dve elektrane većih snaga: kod Kladova (1 MWp) i kod Merdara (2 MWp)! Razlog tome bili su ne samo snižene cene solarnih ćelija, kao i dobra osunčanost naše zemlje, već prvenstveno uvođenje podsticajnih otkupnih tarifa, koje investitorima u solarne projekte tokom narednih dvanaest godina garantuju pristojnu zaradu.[[13]](#footnote-14)

2. 3. Energija vetra

Energija vetra ili eolska energija je izuzetno privlačna za čoveka, u smislu održivosti, jer je to obnovljiv i ekološki čist izvor energije.

**2.3.1. Razvoj tehnologije**. Persijanci su još u VII veku koristili energiju vetra pri mlevenju žita primitivnim vetrenjačama. Takođe, uz pomoć vetra, vekovima se obavljao pomorski saobraćaj jedrenjacima. U Holandiji su masovno građene vetrenjače od XVII do XIX veka. A u Danskoj, SAD, kao i po Vojvodini, direktno korišćenje vetroenergije imalo je veoma dugu tradiciju.[[14]](#footnote-15)

Iskoristiva energija vetra najviše zavisi od jačine i trajanja vetrovitosti*,* pa je, za isplativu primenu energije vetra, najvažnije izabrati dovoljno vetrovitu lokaciju. Srećom, ima oblasti u kojima su vetrovi posebno snažni i duvaju veliki broj dana u godini. Korišćenje snage vetra podstaknuta je, pre svega, njenim ekološkim prednostima. Vetrogeneratori na životnu sredinu ne deluju na uobičajeni način. Za razliku od termoelektrana na ugalj, snaga vetra ne izaziva direktno zagađenje vazduha ili kisele kiše, niti proizvodi ugljendioksid. Ne proizvodi ni neželjene otpatke, nema potrebe za rudnicima, a ne crpi niti troši vodu iz reka. Jedini negativan ekološki efekt jeste buka, mada su savremeni vetrogeneratori sve tiši.

**2.3.2. Teškoće i problemi.** Osim buke, izvesne nevolje čine ptice, insekti, zaleđivanje krakova, lom osetljivijih pokretnih delova, itd. Svi ti problemi nisu suštinskog karaktera i ne tiču se obnovljivosti, tako da je njihovo rešavanje uglavnom stvar tehničke prirode. Radni raspon većine savremenih vetrenjača prilagođen je brzinama vetra između 3 i 25 m/s (metara u sekundi), a automatsko isključenje rotora vrši se pri brzinama vetra između 60 i 65 m/s. Nagle promene brzine vetra, (tzv. "udari" vetra), kao i nagle promene potrošnje električne energije, takođe su nekada predstavljali problem, koji se može rešiti. Glavni ekonomski problem primene vetrenjača predstavljaju nepredvidivost i nestalnost vetrova, što onemogućuje kontinuiran rad vetrelektrana i generalno ih svrstava u dopunske ili vršne u odnosu na energetiku fosilnih goriva. Uprkso tome, razvoj primene energije vetra tekao je eksplozivnim tempom.

**2.3.3. Evolucija i tehnološke inovacije.** Dok su snage vetrenjača osamdesetih godina bile oko 40 do 50 KW, proizvodeći električnu energiju po ceni od 30 USc/kWh (američkih centi po jednom kilovat-satu struje), deset godina kasnije novi modeli su posedovali snage od 250 do 500 KW i proizvodili struju po ceni od ispod 5 USc/kWh. To je omogućeno povećanjem prečnika elise na 50 metara, što je uslovilo smanjenje broja obrtaja elise, a time i ekonomičniji rad. Turbine koje su se na tržištu pojavile početkom 90-ih, koristile su napredne sintetičke materijale, usavršenu elektronsku kontrolu i najnovije aerodinamičke dizajne. Poslednjih godina, snaga pojedinačnih vetrogeneratora dostiže i do 8 MW.[[15]](#footnote-16)

Početkom XXI veka, bilo je u celom svetu instalisano oko 7.000 MW vetrogeneratora. Sedam godina kasnije ta vrednost je dostizala 93.000 MW (93 GW). U Evropi prednjače Danska, Nemačka, Španija. Poređenja radi, ukupna snaga svih elektrana Elektroprivrede Srbije, trostruko je slabija od snage španskih vetrenjača. A uprkos velikoj finansijskoj krizi, primena energije vetra je sledećih pet godina neprekidno rasla, ostvarivši prosečnu stopu rasta od 26,5%. Saglasno tome, tokom 2014 i 2015. godine, kumulativna instalisana električna snaga vetrogeneratora u svetu se povećala, sa 368,5 na 432 GW, respektivno.[[16]](#footnote-17)

Na teritoriji Srbije, nedavno je postavljena prva farma vetrenjača kod Kule u Bačkoj, električne snage od 10 MW. Istovremeno vrši se postavka još nekoliko farmi vetrenjača u južnom Banatu (Kovačica, Debeljača, Dolovo, Alibunar, Mramorak, Izbište, Plandište,...zbirne električne snage preko 500 MW!) Ptice i njihovo stradanje, kao i narušavanje prirodnog pejzaža, jesu veoma česti argumenti onih koji su protiv ovakvog korišćenja energije vetra. Međutim suštinska razlika eolske varijante u odnosu na održivost konvencionalnih izvora energije jeste ta, što se, nakon uklanjanja vetrogeneratora, životna sredina brzo i jednostavno dovodi u prethodno stanje.

Vezano sa tim, važnu novost predstavlja razvoj hibridnih elektrana: vetar-morska plima u Japanu. Dve turbine, jedna na vetar, druga na plimu, koriste zajedničku plivajuću osovinu. Električna energija se proizvodi na plutajućoj platformi, korišćenjem ili oba izvora energije ili pojedinačno. Zahvaljujući kontrateži turbina na vetar i na plimu, obezbeđena je stabilnost ovog inovativnog hibridnog sistema za proizvodnju električne energije (Slika 5.11).



*Slika 5.11. Nove plutajuće vetrenjače u Japanu*

Na akvatoriju oblasti Fukušime, planirana je postavka ogromnog vetroparka. Taj novi japanski vetropark, zamišljen kao zamena za ugašenu nuklearku Fukušima Daiči, biće postavljen na Tihom okeanu, 16 kilometara udaljen od obale.[[17]](#footnote-18) Jedna od važnih ekoloških prednosti ovih plutajućih vetrenjača, jeste u oblasti ribarenja, koje je znatno manje ograničeno u odnosu na farme klasičnih, „usidrenih“ vetrenjača.

2.4. Vodena snaga

Energija vode korišćena je vekovima za mlinove, a počev od Tesline Nijagare (kraj XIX veka), pa sve do danas, uglavnom se ko­risti za električne generatore, smeštene unutar pregradnih (branskih) hiroelektrana (HE). Više od polovine svih novih svetskih hidroelektrana tokom 2012. godine izgrađeno je u jednoj zemlji – Kini. Ova, najmnogoljudnija država na svetu, raspolagala je početkom 2013. godine, u odnosu na sve ostale zemlje, najvećom instalisanom snagom HE od 240 GW, dok se trenutno izvode radovi na izgradnji novih 62 GW[[18]](#footnote-19) (poređenja radi, ukupna snaga svih hidroelektrana Srbije ne prelazi 4 GW). Sve se to radi ne samo sa ciljem dobijanja neophodne električne struje, već prvenstveno radi zaštite od poplava, koje, tokom perioda monsunskih kiša, kineskoj poljoprivredi nanose ogromne štete.

Osobeni hidroenergetski sistemi koriste specijalne pumpe, koje u periodima niske potrošnje struje, viškovima proizvedene energije, vraćaju ili recikliraju vodu u akumulacije (reverzibilni hidroenergetski sistemi). Upravo *reverzibilne hidroelektrane* (RHE) još uvek predstavljaju jedini način za skladištenje električne energije većih snaga. Efikasnost pretvaranja mehaničke u električnu energiju kod savremenih reverzibilnih hidroelektrana dostiže čak 80%. U Srbiji već duže vreme uspešno radi RHE Bajina Bašta na reci Drini, a strateški je predviđena izgradnja nove reverzibilne hidroelektrane Bistrica, na reci Limu, kod Priboja.

Korišćenje vodene snage u hidroelektranama veoma je efikasno. Reč je o tzv. hladnom postupku (konverzija mehaničke u električnu energiju) gde se iskoristivost ukupno oslobođene energije kreće i do 95%, za razliku od toplih postupaka (sagorevanjem fosilnih goriva) gde je ta iskoristivost po pravilu manja od 40%.

Hidroenergetski uređaji na mehaničkom principu korišćeni su u starim civilizacijama. Takav jedan model, još je aktuelan u Španiji i drugim sredozemnim zemljama, bio je u upotrebi još od I veka p.n.e, a korišćen je za mlevenje kukuruza i pokretanje razne druge poljoprivredne mašinerije.[[19]](#footnote-20)

Energija *plime i oseke* produkt je dejstva lunarne energije. Postro­jenje koje koristi snagu plime i oseke funkcioniše u *La Rance-u* (severna Francuska) još od 1966. godine. Ono u vreme plime obezbeđuje vodu za veštački rečni tok koji pokreće turbine za proizvodnju struje u vremenu oseke. U Britaniji je dizajniran sličan projekat za proizvodnju 7.200 MW ili čak 6% nacionalne električne energije koliko i jedna nuklearna elektrana. Istovremeno, zamašni projekti primene energije plime i oseke odvijaju se u Portugalu, Danskoj, Švedskoj, Irskoj, Kini, Koreji i Japanu. Krajem 2012. godine, od ukupno instalisanih 527 MW na svetu, najvećom snagom hidroelektrana na plimu i oseku raspolagala je Južna Koreja sa 254 MW. [[20]](#footnote-21) Međutim, stanje na tržištu ostalih energenata, kao i brojni tehnički problemi svode ovaj oblik korišćenja energije na još uvek eksperimentalni nivo.

Snaga *okeanskih talasa* takođe može biti značajan izvor energije u pogodnim područjima i zasniva se na konverziji energije kretanja snažnih talasa vode u električnu energiju. Uspešan primer jednog takvog postrojenja nalazi se u blizini grada Bergena u Norveškoj.

2.5. Geotermalna energija

Utroba Zemljine kugle poseduje ogromnu količinu energije, usled gravitacije, atomskih reakcija i radioaktivnosti. Zagrevanje Zemljinog jezgra produkt je kolizije ovih sila. Prosečna temperatura raste oko 200C na svaki kilometar dubine. Postrojenja geotermalne električne centrale koriste unutrašnju toplotu Zemlje sa više od 3.000 metara dubine. U područje usijanih stena kroz vertikalnu cev ubacuje se hladna voda koja se pod uticajem toplote pretvara u paru i pod pritiskom izlazi kroz drugu cev natrag, pokrećući specijalnom pumpom turbinu električnog generatora. Pri izlasku iz generatora para se kondenzuje, a hladna voda može da se reciklira, ponovnim ubacivanjem u utrobu zemlje

**2.5.1. Primena geotermalne energije u svetu**. Na Islandu, Novom Zelandu, delovima Italije, Japana i SAD geotermalna energija pruža ogromne praktične mogućnosti. Prvi sistem za proizvodnju struje iz geotermalnog izvora, instaliran je još davne 1904. godine u Larderelu (Italija)

Glavna prednost geotermalnih resursa jeste njihov *ekološki kvalitet*, sterilnost termalnih i termomineralnih voda i geotermalne toplote, praktično neiscrpne količine. Korišćenje geotermalne energije nezavisno je od međunarodnih političkih, ekonomskih, ratnih i drugih kriza. Pored toga, na eksploataciju geotermalne energije ne utiču ni poplave, ni zemljotresi, ni suše, ni oluje. Ni u jednom geotermalnom nalazištu u svetu i pored intenzivne eksploatacije duge i više od 60 godina, temperatura nije opala u tom iznosu da bi je trebalo prekinuti zbog neekonomičnosti ili iscrpljenja.[[21]](#footnote-22)

Proizvodnja električne energije pomoću geotermalne energije vrši se iz visokogeotermalnih fluida, tj. iz geotermalne pare (iznad 150oC, uglavnom iznad 200oC). Međutim, izvorišta vodene pare su veoma retka i nalaze se samo u aktivnim vulkanskim oblastima gde su prisutni visokotemperaturni hidrogeotermalni sistemi. Zbog toga je ovaj način korišćenja geotermalnih fluida (vode i pare) ograničen u globalnim razmerama, ali to nije usporilo razvoj, već je poslužilo kao motiv da se pristupi razvoju novih tehnologija (proizvodnja električne energije iz geotermalnih fluida niže temperature, između 90 i 150oC). Razvijene su tehnologije "binarnih fluida", odnosno *binarnih geotermoelektrana*. Dobar primer upotrebe ove tehnologije predstavlja geotermalna elektrana Puna, sagrađena početkom devedesetih godina prošlog veka na Havajima. [[22]](#footnote-23)

Instalisana električna snaga geotermoelektrana u svetu prilično je brzo rasla, posebno u zemljama u razvoju. U nekima od njih to povećanje je iznosilo nekoliko puta (Island, Kenija, Indonezija, Rusija, Kostarika), odnosno u proseku nešto manje od dvostruko (Filipini, Nikaragva, Salvador). U slučaju navedenih državica Srednje Amerike, posebno je značajan efekat ugledanja, koji podstiče takmičarski duh u razvoju primene geotermalne energije.[[23]](#footnote-24) Karakteristično je da se primena geotermalne energije povećava i u najrazvijenijim zemljama kao što je Japan. Prema procenama NEDO (New Energy Development Organisation) u Japanu, kapitalna investicija za novu 50 MW geotermalnu elektranu iznosi oko 125 miliona USD. Uz 5% diskontnu stopu i efikasnost od 80%, cena proizvedenog kWh struje se kreće oko 3 US centa, što je gotovo dvostruko jeftinije od električne struje proizvedene u termoelektrani na ugalj.[[24]](#footnote-25) Od Evropskih zemalja, povećano korišćenje geotermalne energije za proizvodnju električne struje očekuje se u Italiji, Turskoj, Grčkoj, Nemačkoj, Portugaliji i na Islandu.[[25]](#footnote-26)

**2.5.2. Primena geotermalne energije u Srbiji.** Primena geotermalne energije kod nas najpogodnija je u domenu *poljoprivrede*, pošto se za te potrebe koriste termalne vode niske temperature (oko 30oC). U tom smislu povoljnu okolnost predstavlja činjenica da se u našoj zemlji, najperspektivniji geotermalni lokaliteti nalaze upravo u poljoprivrednim rejonima (Vojvodina, Mačva, Posavo-Tamnava, Stig, Toplička i Vranjska oblast), gde je moguće izgraditi staklene bašte, tople leje ili ribnjake.

Poslednjih godina, u svetu i dok nas, sve više se koriste *Toplotne pumpe -* mašine koje obezbeđuju prenos toplote od tela niže na telo više temperature. Za razliku od rashladnih uređaja, toplotne pumpe služe za grejanje nekog prostora ili materije (vazduha ili vode) na račun hlađenja neke okoline. Većina toplotnih pumpi u svetu se koristi za grejanje kuća, stambenih zgrada, hotela, poslovnih objekata i sl. Međutim, kapitalni troškovi su prilično visoki. Visina cena toplotne pumpe za kuću površine 200-300 m2, kreće se od 5.000 do 15.000 evra, a rok nadoknade početne investicije iznosi 4-9 godina.[[26]](#footnote-27) Prvo korišćenje geotermalnih voda u smislu zagrevanja, počelo je pre četrdesetak godina u Vranjskoj Banji. Tu se termalnom vodom zagreva staklenik za proizvodnju cveća, živinarska farma, jedna industrijska tekstilna hala i prostorije banjskog rehabilitacionog centra. Onda je došlo do efakta ugledanja pa su tako postupili u Kuršumlijskoj Banji, Niškoj Banji Prolom Banji, Sijarinskoj Banji, Ribarskoj Banji. U Lukovskoj Banji termalne vode se koriste za zagrevanje fabrike tepiha i nekoliko drugih manjih objekata. U Debrcu je nedavno započeto korišćenje geotermalne energije za sušenje pšenice i drugih žitarica. Ukupna instalisana toplotna snaga na svim lokalitetima gde se vrši korišćenje iznosila je 74 MW, a sa toplotnim pumpama 86 MW. [[27]](#footnote-28)

Za intenzivno korišćenje termalnih voda u agro i akvakulturi i za toplifikaciju naselja, postoje mogućnosti na području zapadno od Beograda (Srem, Posavo-Tamnava, Mačva). *Naročito su povoljne mogućnosti u Mačvi, jer je dubina do rezervoara 400-600 m, a temperatura vode 80oC.* Studije pokazuju da je na bazi eksploatacije termalnih voda u Mačvi moguća toplifikacija gradova Šapca, Sremske Mitrovice, Bogatića i Loznice sa ukupno oko 150.000 stanovnika. Najveća prednost jeste u tome što bi se korišćenjem čiste geotermalne energije smanjila zagađenost Šapca, Sremske Mitrovice i Loznice, koji su poznati po ekološkim problemima usled prisustva industrijskih postrojenja s prljavim tehnologijama.

2.6. Ostali obnovljivi izvori

**2.6.1. Energija biomase**. Biomasa je poseban oblik obnovljivog izvora energije. To je organska materija dobijena iz biljnog rastinja, kao rezultat procesa fotosinteze. Pod dejstvom sunčeve svetlosti i uz pomoć zelenog biljnog pigmenta - hlorofila, neorganske materije (voda i mineralne soli) pretvaraju se u organske materije. Dakle, biomasa je preobraženi i uskladišteni vid sunčeve energije.

Danas, u svetskim razmerama, posle uglja i nafte, biomasa je najveći primarni energetski izvor. Među obnovljivim izvorima energije, energetski potencijal biomasa je na prvom mestu.[[28]](#footnote-29) Iz tog razloga neki analitičari predviđaju da će biomasa u 2050. godini zadovoljavati 38% potreba za energetskim gorivima i oko 17% potreba za električnom energijom.[[29]](#footnote-30)

Najveća prednost biomase u odnosu na ugalj jeste *njena ekološka vrednost*. Sagorevanjem biomase oslobađa se relativno malo štetnih gasova koji izazivaju efekt staklene bašte.[[30]](#footnote-31) Te vrednosti su nekoliko puta manje u odnosu na emisiju istovetnih štetnih gasova termoelektrana na ugalj ili mazut. Za korišćenje biomase u energetske svrhe, danas stoje na raspolaganju klasične i savremene tehnologije sagorevanja, gasifikacije i pirolize.[[31]](#footnote-32) Naša zemlja, kao tradicionalno poljoprivredna, zakoračila je u oblast obnovljive energetike biomase sredinom osamdesetih godina prošlog veka, kada su izgrađena dva velika postrojenja za biogas u Surčinu i Padinskoj skeli. Očekivanja su bila veoma optimistička.[[32]](#footnote-33) Međutim, usled raspada bivše SFRJ, ekonomske blokade UN, bombardovanja NATO saveza, kao i loše tranzicije, ova postrojenja, kao i većina ostalih megalomanskih socijalističkih poljoprivrednih projekata doživela su neslavnu sudbinu. Poslednjih godina, kreće se ispočetka.

Proizvodnja *biogasa* iz tečnog stajnjaka na svim srednjim i velikim stočarskim farmama u Srbiji, omogućila bi izgradnju postrojenja sa ukupnom instalisanom snagom električne energije od svega 80 MW.[[33]](#footnote-34) Međutim, ovome treba dodati veliki potencijal brojnih individualnih domaćinstava, koja raspolažu stočnim fondom većim od 10 uslovnih grla, što je neophodno za isplativo korišćenje biogasa. Prema novijim proračunima, samo od stočarstva, Srbija može obezbediti toliko biogasa, da nadomesti 20% svog uvoza prirodnog gasa.[[34]](#footnote-35) Poslednjih pet godina (2012-2017), na teritoriji Srbije instalisano je nekoliko postrojenja za proizvodnju biogasa (Goračići, Blace, Subotica, Kikinda, Vrbas, Čurug, Ilandža, Bač), ukupne toplotne snage oko 12 MW.[[35]](#footnote-36)

U drugim vegetacijski bogatim predelima u upotrebi je oprema za pretvaranje biljne mase u *etanol* (etilalkohol). Sredinom sedamdesetih godina XX veka, opet u vreme naftne krize, razvijen je proces proizvodnje ovog goriva od šećerne trske i kukuruza. Upotreba etanola u motorima nije nova pojava. Brazil je vodeća zemlja u primeni etanola kao automobilskog goriva. Nemačka planira da proširi primenu biogoriva njihovom mešavinom sa konvencionalnim naftnim derivatima, radi dobijanja tzv. mešanog (*blended)* goriva. Neposredni cilj toga jeste udvostručenje udela bioetanola u benzinu, sa ondašnjih 5% na željenih 10%. Tako dobijeno novo ”mešano”gorivo, nazvano E10, sada se prodaje na benzinskim pumpama širom Nemačke. Ekološki značaj smeše benzina i etanola je nesporan. Njenom širom primenom emisija čvrstih čestica i sumpornih jedinjenja se osetno snižava. Efekat staklene bašte se umanjuje za 12-19%.[[36]](#footnote-37)

**2.6.2. Supstitucija dizela**. Izvestan broj biljaka proizvodi ulje koje može u potpunosti da supstituiše naftu, odnosno dizel gorivo. Brazil poseduje plantaže od 1,6 miliona hektara *dend palmi* čije ulje može da se meša sa naftom, ili čak da se direktno sagoreva u prilagođenim motorima. Nadaju se da će taj izvor snabdevati jednu desetinu domaće tražnje za tečnim gorivima. Suncokret se može gajiti na siromašnom zemljištu i sa veoma malo vode, a njegovo ulje se već koristi u SAD i Južnoj Africi kao gorivo za opremu na farmama. Na Filipinima se ulje kokosovog oraha koristi kao dizel aditiv ("kokodizel"), a naučnici na Univerzitetu Arizona očekuju da bi mogli da ekstrahuju najmanje 22 barela ulja po hektaru godišnje od *milkgopher-a*, (vrsta mlečike) koja se vrlo uspešno gaji na bezvodnom zemljištu jugozapada SAD. Značajan alternativni izvor za našu zemlju predstavlja *uljana repica*. Izvršena su osnovna agrotehnička i industrijska istraživanja proizvodnje njenog ulja, koja su dala ohrabrujuće rezultate pa se očekuje komercijalna primena.

Prema podacima izveštaja Renewables 2014 – Global Status Report, tokom 2013. godine, u svetu je proizvedeno 87 milijardi litara etanola, kao i 26 milijardi litara biodizela. [[37]](#footnote-38) Povećana primena biogoriva smanjila bi zavisnost evropske privrede od multinacionalnih nafno-gasnih giganata, koji neprekidnim variranjem cena i redovnosti isporuke diktiraju uslove života najvećeg broja stanovnika starog kontinenta.

**2.6.3. Gradski otpad**. Jedna tona svakodnevnog otpada sadrži energije koliko i 200 kg uglja, a prosečni Amerikanac godišnje baca 1000 kg otpada. Mnogi gradovi kao što su Minhen ili Beč koriste oko jednu trećinu energije iz otpada, a tri postrojenja u Parizu sagorevaju više od 1,7 miliona tona otpada godišnje proizvodeći energiju ekvivalentnu 480.000 barela nafte. Luksemburg i Danska takođe upotrebljavaju gotovo polovinu svojih urbanih otpadaka za grejanje ili ele­ktricitet, Japan je odmah do njih sa 85 postrojenja za korišćenje gradskog otpada[[38]](#footnote-39).

Na teritoriji Evropske unije, najveći deo (55%) električne energije iz čvrstog komunalnog otpada proizveden je u konvencionalnim termoelektranama. Ostatak je obezbeđen u kogenerativnim postrojenjima (struja-toplota). Tokom 2012. godine, ukupna proizvodnja električne energije iz otpada u Evropskoj uniji iznosila je 18,7 TWh, SAD-u 9,5 TWh i Japanu 3,4 TWh.[[39]](#footnote-40)

**2.6.4. Gorivna ćelija**. Još od 1839. kada su prvi put dizajnirane, gorivne ćelije izazivaju znatiželju i interes, pre svega onih koji su zainteresovani za veoma efikasan i ekološki prihvatljiv način dobijanja energije, uz pomoć vodonika, za čiji je voda faktički neiscrpan resurs, s obzirom na krajnji rezultat (vodena para), koji se dobija oksidacijom vodonika. Upotrebom vodonika kao energenta, voda je finalni rezultat i kao polazna prirodna sirovina, što zaokružuje prirodni ciklus.

Glavna prednost postupka je visoka efikasnost, jer se teorijska mogućnost korišćenja oslobođene energije kreće do 90%, a praktično se već koristi 50-60%. Mnoge supstance su bile testirane kao gorivo ili oksidant, ali su najbolji rezultati dobijeni upotrebom vodonika. Elektroliza vode podrazumeva upotrebu znatne količine električne energije, koja je relativno skup i luksuzan oblik finalne energije, ali je uglavnom veoma „prljav“ u proizvodnji. Poslednjih godina proizvodnja vodonika odvija se u sadejstvu sa solarnim ćelijama ili vetrogeneratorima. Električna struja iz solarnih ćelija se tokom leta koristi za dobijanje vodonika, koji se u vodoničnom skladištu čuva za zimsku upotrebu. Sačuvani vodonik zimi, posredstvom gorivnih ćelija ponovo daje električnu energiju. Istovremeno, otpadna toplota iz elektrolizera i gorivnih ćelija se koristi za grejanje prostora i vode. Nedostatak ovog postupka izražen je visokim troškovima proizvodnje vodonika usled primene skupih solarnih ćelija, u poslednje vreme, sa padom njihove prodajne cene od 40%, gubi na značaju.[[40]](#footnote-41) Gorivne ćelije danas napajaju energijom satelitske stanice, a električne centrale na njihovom principu izgrađene su u SAD i Japanu. Prema japanskim iskustvima, električni generator na principu hidrolize boraksa SBH (*sodium boro-hydride),* može proizvesti dvostruko više struje u odnosu na benzinske generatore, za istu količinu utrošenog goriva. U takvom „praškastom“ obliku, vodonik je bezbedniji za čuvanje i lakši za transport. Zato se trenutno u Japanu vrše intenzivna istraživanja primene boraksa u oblasti vozila na gorivne ćelije.[[41]](#footnote-42) Istovremeno, u Nemačkoj se ostvaruje projekt instaliranja 400 javnih vodoničnih stanica za punjenje električnih vozila na gorivne ćelije do 2023. godine.[[42]](#footnote-43)

3. KA ODRŽIVOJ ENERGETICI SRBIJE

Koncept održive energetike u Srbiji, morao bi da pođe od načela *tržišno utemeljene, efikasnije, i u većoj meri obnovljive energetike*.



*Slika 2. Pretpostavke za održivu energetiku u Srbiji: relacije prema EU*

Taj zadatak nije nimalo lak, s obzirom na stanje prilično starih kapaciteta termoelektrana i na finansijske mogućnosti. Srbija najviše električne energije troši za grejanje. To je i dalje izrazito neodrživo „rešenje“, s obzirom na dominantan način i troškove dobijanja ovog finalnog oblika energije. U EU, svakih 10 evra takse po toni CO2 znači povećanje troškova proizvodnje u elektranama na lignit za oko 1 evrocent po kilovat-satu. A jedan odsto povećanja proizvodnje iz obnovljivih izvora, podrazumeva povećanje cene za blizu 1%. Zbog toga se, u izvesnom smislu oseća „zamor“ u nekim zemljama EU koje podstiču obnovljivu energetiku, pa se postavlje pitanje dokle će se i po koju cenu oni to tolerisati? Ali opredelenje za čistiju, u većoj meri obnovljuvu i efikasniju energetiku se ne dovodi u pitanje.

4.1. Koncept održive energetike za Srbiju

Pod pojmom energetske održivosti podrazumevaju se tri međuzavisne oblasti: 1) sigurnost snabdevanja energijom; 2) društvena pravednost (dostupnost energije za sve korisnike) i 3) smanjenje uticaja na životnu sredinu. Ove tri oblasti održive energetike poznatije su kao tzv. „energetska trilema“. Sigurnost snabdevanja energijom podrazumeva efektivno upravljanje snabdevanjem primarnom energijom iz domaćih i spoljnih izvora, zatim pouzdanost energetske infrastrukture, kao i sposobnost energetskih preduzeća da zadovolje sadašnje i buduće potrebe.

*Slika 3. Srbija prema indikatorima energetske održivosti za 2014.(WEF)*

Društvena pravednost, sa gledišta održive energetike, podrazumeva dostupnost i pristupačnost snabdevanja energijom svih potrošača. Konačno, smanjenje uticaja na životnu sredinu podrazumeva ostvarenje energetske efikasnosti u proizvodnji i potrošnji, kao i razvoj snabdevanja energijom iz obnovljivih i drugih izvora sa niskim sadržajem ugljenika.[[43]](#footnote-44) Ostvarivanje pomenutog koncepta zavisi od energetskih i ekonomsko-političkih zbivanja u okruženju, ali i od strateških koordinata i mera koje se preduzimaju u samoj Srbiji.

4.2. Perspektive energetske održivosti za Srbiju.

Srbija ima relativno zastarelu tehnologiju i nepovoljnu strukturu izvora i potrošnje energije. Moraće mnogo dinamičnije da radi na oba koloseka, kako po pitanjima novih kapaciteta za proizvodnju efikasnijih, čistijih, modernijih i u što većoj meri obnovljivih formi energije, tako i na restrukturiranju i redizajniranju potrošnje konvencionalne energije. Cene energije, posebno električne, trebalo bi uravnotežiti i učini održivim i konkurentnim. To se ne može očekivati bez tržišnih odnosa i finansijske discipline na osnovu delovanja pravne države u celini ekonomske strukture. Saglasno tome navodimo najdelotvornije opšte i posebne mere za tu namenu.

**4.2.1 Opšte mere energetskih reformi**. Većina mera u energetici već je primenjivana u svetu, u formi paketa ekonomskih reformi. To će biti nastavljano, u skladu sa novim izazovima koji očekuju svet.

- *Ekonomija energije* predstavlja niz mera kojima se uspostavlja tržište i razvoj energetskog sektora na bazi konkurencije i slobodne inicijative energetskih subjekata, a koja znači veći izbor za potrošače, kao i cena koje sadrže ekološke troškove. Srbija još nije pronašla održiv mehanizam cenovne politike električne energije, koji ne bi zavisio od kratkoročnih makroekonomskih prilika i socijalno-političkih potreba. Postepeno ali sigurno uspostavljanje odgovarajućih cenovnih pariteta, na bazi uključivanja punog iznosa drštvenih troškova u cenu električne energije, ostaje trajan zadatak energetske politike.

- *Energetska efikasnost* je verovatno prvi nacionalni prioritet za održivu energetiku. On podrazumeva podsticaje, ali pre svega ekonomske i konkurentske cene energije, kao i kvalitetan rad pravosuđa i drugih institucija države, radi isključivanja svake vrste monopola na programe i projekte.

- *Podsticaji za* čistiju i obnovljivu energiju, moraju biti zasnovani na celovitoj ceni klasične energije. Primena odgovarajućih tehnoloških standarda i parametara energetske efikasnosti, edukacije i boljeg informisanja, u kombinaciji sa ekonomskim instrumenatima i podsticajima za štednju i veće iskorišćenje obnovljive energije u industriji i domaćinstvima, sastavni je deo ukupne strategije održive energetike.

- *Restruktuiranje,* demonopolizacija i dekoncentracija su nužne, radi uvođenja tržišta energije i organizacionih promena koje povećavaju efikasnost. U međuvremenu neophodna je temeljna revizija sistema i načina poslovanja javnih sistema, uz pomoć nezavisnih regulatornih mehanizama, kao i domaćih i stranih eksperata sa ciljem borbe protiv korupcije.

**4.2.2. Posebne mere za održivu energetiku.** Razume se da, pored ovih opštih mera usmerenih na generalnu održivost u energetici Srbije, treba sprovesti niz pojedinačnih mera preokretanjem dosadašnjih neodrživih tendencija. To podrazumeva:

- *promenu strukture potrošnje* (prelazak na obilnije i dostupnije izvore), *stvaranje većih rezervi* strateških energenata, radi sprečavanja neželjenih efekata eventualnih novih naftnih šokova i drugih finansijskih udara;

- *usaglašavanje nacionalnih energetskih politika i međunarodne*, posebno evropske prakse. To podrazumeva *ekološko usaglašavanje* energetskih standarda na regionalnom i globalnom nivou (eliminacija neprihvatljive emisije, podizanje kvaliteta goriva, prelazak na bezolovni benzin, uređaje za prečišćavanje, desumporizaciju uglja itd.);

- dodatna *ulaganja u naučna i tehnološka istraživanja* radi podsticanja tehnološkog usavršavanja (povećanje efikasnosti, smanjivanje rizika, prelazak na neobnovljive energente);

- *edukaciju* mlađih naraštaja i potrošača uopšte o energetskom problemu, sistemu štednje, ekološkim merama i budućim potrebama društva.U tom kontekstu obrazovno-naučne ustanove sa Ministarstvom za energetiku treba da rade na uvođenju obrazovanja za energetsku efikasnost.

- *smanjenje udela goriva*, naročito tečnih u ukupnoj energetskoj potrošnji i - *smanjenje udela čvrstih goriva i ekologizacija postupka sagorevanja uglja*; i *postupno smanjenje visokog udela električne energije u finalnoj potrošnji* energije, naročito za grejanje;

Energetika će u narednim decenijama, a verovatno i u čitavom veku biti jedan od ključnih izazova za održivost, pa i opstanka ljudi na Planeti, ali i temeljna pretpostavka koncepta integralne održivosti na nacionalnom nivou. Energetska budućnost, utoliko pre, ne sme se prepustiti onome ko ima trenutnu političku moć. Održivi razvoj energetike mogao bi postane most koji spaja teorijska načela odživosti, stručni doprinos i participaciju poslovnog i civilnog sektora, da bi se pažljivo trasirala rešenja za inače neizvesnu energetsku budućnost.

1. Ferenčak Miodrag: "Mogućnosti korišćenja obnovljive energije", CEP, Beograd, 1983., str. 9 [↑](#footnote-ref-2)
2. Uzgredna osobenost ovog procesa jeste u tome da bitni izvori nuklearne energije i bitni elementi energetske tehnologije dolaze u isključivi posed najrazvijenijih zemalja - što sa klasičnim gorivima nije slučaj. [↑](#footnote-ref-3)
3. Nanotehnologije se zasnivaju na manipulaciji atomima. To je radikalno tehnološko rešenje koje zahteva kontrolisano korišćenja kvantiva i u energetici tek nagoveštava jednu “inovativnu teoriju mogućeg”, iskorišćenja za stvaranje alternativne energetske mreže (Džejms Kanton, *Ekstremna budućnost*, str. 54-55.) [↑](#footnote-ref-4)
4. Lalović Branko, *Nasušno sunce,* , 1982., str. 38 [↑](#footnote-ref-5)
5. Đukanović S, *Primena sunčeve energije kroz vekove*, Međunarodno savetovanje “Energetika 2007”, str. 155-159 , [↑](#footnote-ref-6)
6. Reč je o jedinstvenom spletu prijemnika i skladišta sunčeve energije, koji rešava dva glavna zadatka solarne energetike: 1) efikasno pretvaranje sunčevog zračenja u toplotu i 2) čuvanje prikupljene toplote od leta za zimu. Pavlović Tomislav i dr.: *Obnovljivi izvori energije,* Akademija nauka i umjetnosti Republike Srpske, 2013, str. 264 [↑](#footnote-ref-7)
7. Lalović Branko, Isto, str. 169 [↑](#footnote-ref-8)
8. Solarna kuća u Boljevcima je konstruisana iz dve ferocementne ljuske, međusobno razmaknute 40 cm, između kojih struji vazduh, kao dobar toplotni izolator. Spoljašnja ljuska je dodatno termički izolovana, dok su zastakljene površine izvedene primenom niskoemisionog stakla. Detaljno videti u: Milinković Milenko (2013): *Igradnja objekata od prefabrikovanih ferocementnih elemenata – održiva gradnja,* Еnergijа, Ekonomija, ekologija, list Saveza energtičara, Beograd, br. 1-2/2013, str. 277-292 [↑](#footnote-ref-9)
9. Đukanović S., *Solarna energija nije zaboravljena,* YUNG, decembar 1998. [↑](#footnote-ref-10)
10. Todorović M. D., „Fotonaponski sistemi korišćenja energije Sunca“, autorski deo „*Studije energetskog potencijala Srbije za korišćenje sunčevog zračenja i energije vetra*“ (NPEE, ev. br. EE704-1052A, Projekat MNT Republike Srbije, Centar za multidisciplinarne studije, Univerzitet u Beogradu, 2004., elektonska verzija, str. 2-5. [↑](#footnote-ref-11)
11. Renewable capacity highlights, 6. april, 2016, raspoloživo na: [www.irena.org](http://www.irena.org) [↑](#footnote-ref-12)
12. .Wiese, A. et. al. „Renewable power generation 2012“, *Renewable Energy Focus*, July/August 2013, p. 32 [↑](#footnote-ref-13)
13. Detaljno o tome: Đukanović, S. *Ekološka energetika – širenje primene,* AGM knjiga, Beograd, str. 106-110 [↑](#footnote-ref-14)
14. Mejuhas Haim, „Energija vetra“*, Energija*, br. 3-4 1998, str. 30. [↑](#footnote-ref-15)
15. Zajedničkim ulaganjem japanske firme *Mitsubishi Heavy Industries* i danske firme *Vestas,*  pušten je u rad prototip dosada najsnažnijeg pojedinačnog vetrogeneratora, snage 8 MW. Ovaj kolos od vetrenjače visok je 137 metara, raspolaže prečnikom elisa od 166 metara i može proizvoditi struju za snabdevanje 7.500 domaćinstava. Videti više na Internet stranici: [www.energetskiportal.rs](http://www.energetskiportal.rs) [↑](#footnote-ref-16)
16. Kleinedam, P., Courtet, G., Dorr, J., (2015) *Wind energy still going strong with two Asian leaders,* Renewable Energy Focus, Vol. 16, No. 5-6, December, 2015, pp.165 [↑](#footnote-ref-17)
17. Stokes, I., (2013) „Hotspots: Scotland and Fukushima*“, Renewable Energy Focus*, March/April 2013, pp.10-11 [↑](#footnote-ref-18)
18. Wiese, A. et. al. isto, str. 25. [↑](#footnote-ref-19)
19. Prema: *Huchinsson Encyclopedia of Modern Technology*, op. cit. str. 152. [↑](#footnote-ref-20)
20. Wiese, A. et. al. Isto, str. 43 [↑](#footnote-ref-21)
21. Milivojević Mihajlo.: "Koristi i opravdanosti korišćenja geotermalnih resursa", ECOLOGICA 3(1996), str. 180 [↑](#footnote-ref-22)
22. Električna energija se proizvodi hibridnim procesom (Single Flash/Binary), i ostvaruje snaga od 35 MW. Podmiruje oko 20% potrošnje struje na Velikom Ostrvu. [www.geo-energy.org](http://www.geo-energy.org) [↑](#footnote-ref-23)
23. Jeanson, E.: "Au Salvador, le sous-sol est electrique", SYSTEMES SOLAIRES, No.120 -1997., p.38 [↑](#footnote-ref-24)
24. IEA (1987): "Renewable Sources of Energy", OECD, Paris, pp. 308. [↑](#footnote-ref-25)
25. Polazeći od investicionih troškova instalisanja geotermalnih elektrana od 2000 USD/KW, očekuje se cena proizvedenog kWh električne energije od 2 do 4 centa, zavisno od instalisane snage. Ukupna vrednost investicija za geotermalne elektrane u svetu, u prvim godinama XXI veka, procenjuju se na oko 8 milijardi USD. Gaillard M.: "Le marche mondial de la geothermie haute energie", SYSTEMES SOLAIRES, 117. p 6 [↑](#footnote-ref-26)
26. Ostrovski Nikolaj (2009): “Toplotne pumpe-mogućnosti i perspektive”, Energija, Ekonomija, Ekologija, Br. 3-4, godina XI, str. 27. [↑](#footnote-ref-27)
27. Milivojević, M.: "Geotermalni resursi Jugoslavije" , ECOLOGICA, 3(1996), str. 32 [↑](#footnote-ref-28)
28. Računa se da u globalnim razmerama biomasa učestvuje sa oko 13% u svetskom primarnom energetkom potencijalu, dok je učešće vetra i geotermalne energije ispod 1%, hidropotencijal manje od 6%, a energije sunčevog zračenja takođe manje od 1%. Videti: Oka S. i dr.: ”Biomasa u energetici”, Zbornik: *Biomasa, obnovljivi izvor energije,* Jugoslovensko društvo termičara, 1997., str. 10 [↑](#footnote-ref-29)
29. Jovanović, Lj.: Biomasa u svetu, Zbornik: *Biomasa, obnovljivi izvor energije,* Jugoslovensko društvo termičara, 1997., str. 19 [↑](#footnote-ref-30)
30. Prema procenama RFF (Resources for the Future), prosečne emisije iz termoelektrana na biomasu iznose 0,06t/GWh za sumpordioksid, 1,24 t/GWh za okside azota i 0,1 t/GWh za ugljovodnike. Lee, R.: “Externalities studies: Why are the Numbers Different?” Hohmeyer O. et al.: *Social costs and Sustainability,* Springer, Berlin, 1997. str. 26 [↑](#footnote-ref-31)
31. Detaljno videti u: Sethi, V., Sharma, S.,: “Survey and evaluation of heating technologies for worldwide agricultural greenhouse applications”, SOLAR ENERGY, Vol.82, No. 9, 2008, pp. 832-859 [↑](#footnote-ref-32)
32. Ferenčak Miodrag i dr. (1983): "Mogućnosti korišćenja obnovljive energije", CEP, Beograd, 1983. [↑](#footnote-ref-33)
33. Ilić Mladen, Isto, str. 163 [↑](#footnote-ref-34)
34. Petrović, P. i dr., ”Razvoj postrojenja za proizvodnju biogasa u malim poljoprivrednim seoskim farmama”, ENERGIJA, EKONOMIJA, EKOLOGIJA, Br. 3-4, mart 2009, str. 299 [↑](#footnote-ref-35)
35. Tešić, M., i dr., „Biogasna postrojenja i regulativa za proizvodnju energije iz biogasa u Jugoistočnoj Evropi“,Međunarodna naučno-stručna konferencija:*Obnovljivi i raspoloživi izvori energije*, Fruška Gora, Andrevlje, 2012, str. 200; zatim: Jovanović, L. i dr. *Napredak Republike Srbije u pripremi CDM projekata,* ECOLOGICA, 20 (2013), Br. 69, str. 67-71: kao i: Internet stranica: [www.biogasenergy.rs](http://www.biogasenergy.rs) [↑](#footnote-ref-36)
36. Mulić Roman, „O biogorivima*“,* Međunarodna naučna konferencija *Obnovljivi i raspoloživi izvori energije*, Fruška Gora, Andrevlje, 2012, Tematski zbornik radova, Međunarodna tehnološko-menadžerska akademija, Novi Sad, str. 191-195 [↑](#footnote-ref-37)
37. REN21 (2014): *Renewables 2014 – Global Status Report,* Paris, France, p.18 [↑](#footnote-ref-38)
38. *Hutchinson Encyclopedia of Modern Tecnology*, op. cit. str. 155. [↑](#footnote-ref-39)
39. Wiese, A. et. al. Isto, str. 39 [↑](#footnote-ref-40)
40. Nedavnim projektima u Južnoj Africi, razvijeni su tipski solarno-vodonični sistemi snage solarnih ćelija od 12 kW i elektrohemijskim skladištima vodonika izlaznog pritiska do 150 bara. Mints, P. „PV: What have we learned in 2013“, *Renewable Energy Focus, September/October, 2013, p.34* [↑](#footnote-ref-41)
41. Tanabe, N. *Meeting the Challenge of Stable Green Electricity Supply with Powdred Hydrogen Compound Fuels,* JFS, Newsletter No. 129 (2013.) [www.japanfs.org](http://www.japanfs.org) [↑](#footnote-ref-42)
42. Posle sedam godina istraživanja i razvoja, na Brandeburg aerodromu u Berlinu nedavno su puštene u rad dve pumpne vodonične stanice, jedna za privatne automobile, a druga za autobuse koji koriste pogon na gorivne ćelije. Pri tome je naglašeno da se ove vodonične stanice dopunski napajaju električnom strujom iz aerodromskog sistema solarnih ćelija (leti), odnosno obližnjeg vetroparka (zimi). „Green Hydrogen facility opens at Berlin Airport“, *Refocus,* Jully/August 2014., p.9 [↑](#footnote-ref-43)
43. Mandić, D., Mesarović, M., *Indeks održivosti energetskog razvoja, kao merilo uspešnosti energetske politike pojedinih zemalja,* Energija, Ekonomija, Ekologija, list Saveza energetičara, Beograd, broj 1-2/2012, str. 68 [↑](#footnote-ref-44)