

Marijan KALEA

## NEKONVENCIONALNI IZVORI ENERGIJE – SVEMOGUĆI ILI NEMOGUĆI

### O nekonvencionalnim izvorima energije

Najprije dogovor o predmetu: nekonvencionalni su izvori dopuna uobičajenim (konvencionalnim, tradicionalnim) primarnim izvorima energije. Govorimo i: novi izvori energije, alternativni izvori energije, aditivni izvori, eko-izvori. Ponekad ih se pogrešno poistovjećuje s obnovljivim izvorima energije, pa – ako se želi govoriti precizno – valja reći novi *obnovljivi izvori energije*, nasuprot tradicionalnim obnovljivim izvorima energije.

Nekonvencionalni su oni primarni izvori energije koji, do svjetske energetske krize početkom sedamdesetih godina prošlog stoljeća, u energetskej opskrbi civiliziranog svijeta nisu sudjelovali, ili su sudjelovali neznatno i ponegdje, ili je tada njihovo korištenje bilo zapušteno, a ranije su se koristili.

Takav dogovor pod pojmom nekonvencionalnih izvora obuhvaća iskorištavanje energije Sunčeva zračenja (solarna energija), vjetra (eolska energija), malih vodotoka, energetske iskorištavanje biomase i otpada, energije morskih valova, plime i oseke, korištenje toplinom okoline, uljnih škriljavaca i bituminoznog pijeska, te korištenje nuklearnom fuzijom (koje još nije niti praktično ostvareno). Teško ih je potpuno pobrojati! Geotermalna energija (vrući izvori iz unutrašnjosti Zemlje) nekako je na granici; njezino korištenje seže iz davnina, nikad nije potpuno zapušteno, no razmah njezina opsežnijeg iskorištavanja tek predstoji. U geotermalnu energiju ubrajamo u nekonvencionalne izvore energije.

Susljedno tome, konvencionalni primarni izvori su: ugljen, sirova nafta, prirodni plin, ogrjevno drvo, vodne snage (korištene velikim hidroelektranama) i nuklearna fisija. Ogrjevno drvo razmatra se danas zajedno s nekonvencionalnom biomasom, jer je u visokociviliziranim područjima njegovo korištenje na konvencionalni način bilo gotovo potpuno zamrlo. Biljni otpad i životinjski otpad (ekskrement), tradicionalno upotrebljavani u nerazvijenim područjima svijeta, tamo se ubrajaju u konvencionalne izvore, dok se njihova suvremena primjena u razvijenom svijetu obuhvaća nekonvencionalnim izvorima (biomasa i otpad).

Danas su komercijalno raspoloživi i masovnije korišteni nekonvencionalni izvori: Sunčevo zračenje (korišteno izravno toplinski kolektorima i koncentradorima te korišteno električki primjenom fotonaponskih ćelija), vjetar, mali vodotoci, biomasa (uključujući u biomasu i ogrjevno drvo korišteno na nekonvencionalni način) i otpad, korištenje toplinom okoline primjenom toplinskih crpki i geotermalna energija.

Većini nekonvencionalnih izvora osnova je u energetskej aktivnosti Sunca, a geotermalna energija javlja se kao rezultat energetske aktivnosti u unutrašnjosti Zemlje. Sunčevo zračenje može se koristiti neposredno ili u prirodi preobraženo u drugi energetske oblik (vjetar i morski valovi, strujanje vodotokova, biljna i drvna masa, toplina okoline – premda, ona je rezultat i drugih energetskej procesa). Dakle, Sunce je u ishodištu, osobito danas raspoloživih, nekonvencionalnih izvora.

Većinom je tako je i kod konvencionalnih izvora energije. Tekuća Sunčeva aktivnost osnova je hidroenergije (korištene velikim hidroelektranama), a davnašnja Sunčeva aktivnost nagomilana je u kemijskej energiji fosilnih goriva (ugljena, nafte i plina). Izvan toga je samo nuklearna energija fisije, sadržana u Zemljinoj materiji, naglašeno u izotopima urana.

Dodajmo energiju plime i oseke, za naše prilike neprikladan nekonvencionalni izvor (mala razlika

visina plime i oseke na Jadranu), kojem je osnova u prirodnoj izmjeni položaja Mjeseca i, u manjoj mjeri, Sunca prema Zemlji, odnosno njezinim vodenim masama.

Sunčevu energiju, prirodno zahvaćenu za dnevno osvjetljenje, za ugodnu temperaturu životnog i radnog prostora u pojedinim godišnjim razdobljima, za poljoprivrednu i šumarsku proizvodnju, ne uvrštavamo u energetske bilance, niti na to mislimo kad govorimo o izvorima energije. Premda: smišljeno postupanje na svakom od tih područja vodi štednji drugih oblika energije. Promišljeno oblikovanje, povoljno postavljanje zgrada u odnosu na prividnu putanju Sunca i odgovarajuće izoliranje zgrada vodi tzv. pasivnom energetskom korištenju Sunca.

Neposrednim iskorištavanjem Sunčeva zračenja razumijevamo izlaganje posebnih uređaja na osunčanim mjestima, radi transformacije tog zračenja u toplinsku (sunčani kolektori i sunčani koncentratori) ili električnu energiju (sunčane, fotonaponske ćelije). To je aktivno korištenje Sunčevom energijom.

Posredno, Sunčevo zračenje koristimo tako da zahvaćamo energetski oblik koji je nastao prirodnom preobrazbom tog zračenja. Tako se energija vjetra javlja zbog nejednolikog toplinskog stanja u pojedinim dijelovima zračnih masa Zemljine atmosfere nastalog pretvorbom Sunčeva zračenja u toplinu.

Morski valovi uspostavljaju se trenjem zračnih masa u strujanju (vjetra) s morskom površinom, posredno opet iz dozračene energije Sunca.

Voda u prirodnim vodotocima dopijeva na povišenu razinu oborinama, a one su kondenzirana vodena para koja se uzdigla s tla, rijeka, jezera, mora i oceana isparavanjem, opet na *Sunčev pogon*.

Tablica 1. Oblici primarne energije prema obnovljivosti i konvencionalnosti primjene

Oblik primarne energije	Obnovljivost		Konvencionalnost	
	Neobnovljiv	Obnovljiv	Konvenc.	Nekonv.
Ugljen	X		X	
Sirova nafta	X		X	
Prirodni plin	X		X	
Nuklearno fisijско gorivo	X		X	
Ogrjevno drvo		X	X	
Vodne snage (velike HE)		X	X	
Vodne snage (male HE)		X		X
Vrući izvori (geotermalna energija)		X		X
Biomasa i otpad		X		X
Vjetar		X		X
Sunčeva energija		X		X
Toplina okoline		X		X
Plima i oseka		X		X
Morski valovi		X		X
Nuklearno fuzijsko gorivo	X			X

Energija, u kemijskom obliku sadržana u kopnenim biljkama, drvnjoj masi, te u biljkama svjetskih mora/oceana, iskorištava se sagorijevanjem, neposredno (npr. ogrjevno drvo) ili nakon preobrazbe za pogon strojeva (npr. upojni plin, alkohol, biodizelsko gorivo). Biomasa nastala je prirodnom transformacijom, fotosintezom Sunčeva zračenja kojom se neživa materija tla, zraka i vode preobražava u živu materiju bilja i drveća.

Otpad (smeće), koji svakodnevno nastaje tekućim življenjem i djelatnošću ljudi, sadrži (povrh

korisnih tzv. sekundarnih sirovina) i privlačne količine energije. Poput lignita, po jedinici mase. Stoga je, na lokacijama njegova prirodnog koncentriranja (veći gradovi, industrija), moguće i njegovo energetska iskorištavanje.

Bioplin nastaje prirodnim procesom iz organskih otpadaka. Uobičajena je energetska osnova milijunima seoskih domaćinstava u Aziji, osobito u Kini, a u civiliziranu svijetu njegovo je suvremeno korištenje u usponu.

Toplinskom crpkom može se unutarnja toplinska energija tvari iz okoline (tlo, voda, zrak), prikupljena od Sunčeva zračenja (i od unutrašnje energetske aktivnosti Zemlje i drugih prirodnih energetskih procesa), podići na višu energetska razinu. S niže temperature na višu temperaturu, korištenjem dopunske energije npr. iz električne mreže. Moguć je i suprotan smjer djelovanja toplinske crpke, za hlađenje.

Geotermalna energija, dakle toplina koja dopire na Zemljinu površinu iz njezine unutrašnjosti, rezultat je prirodnih nuklearnih procesa. To je toplina koju zimi osjećamo u podrumima, odnosno koja je sadržana u vodi geotermalnih izvora na mjestima gdje ih ima (toplice, gejziri). Geotermalna energija može se koristiti u svom izvornom obliku, bez transformacije, u čemu je njezina velika privlačnost (npr. za zagrijavanje grada koji ima tu povoljnu okolnost da se nalazi uz dovoljno izdašan geotermalan izvor, kakve su prilike na Islandu).

Energiji nuklearne fuzije osnova je u ogromnoj masi oceanske vode, u kojoj je svaka šesttisućita molekula potencijalno gorivo (deuterij i tricij, izotopi vodika) za fuzijske nuklearne elektrane budućnosti.

Zašto smo se ovdje odlučili govoriti o nekonvencionalnim izvorima energije (točnije: *o danas komercijalno dostupnim i masovnije korištenim takvim izvorima*) a ne o obnovljivim izvorima (nadnaslov: nekonvencionalni izvori energije – svemogući ili nemogući)? Pogledamo li usporednu tablicu 1, vidimo odgovor. U nekonvencionalne izvore ne ubrajamo korištenje vodnim snagama u velikim hidroelektranama (načelno: snage preko 10 MW), nego samo njihovo korištenje u malim hidroelektranama (dakle, snage do i ispod 10 MW). Kada ovdje budemo spominjali obnovljive izvore, a *morat ćemo ih spominjati*, smatrat ćemo njima obuhvaćeno i korištenje vodnim snagama u velikim hidroelektranama.

### **Obnovljivi i neobnovljivi izvori energije**

Obnovljive izvore još zovemo i neiscrpljivim izvorima energije, a neobnovljive nazivamo i iscrpivim izvorima energije (primjerice akademik Božo Udovičić u svojoj knjizi *Energetski sustavi u globalizaciji i slobodnom tržištu*, 2004). Obnovljivi izvori energije su oni koji se, barem prosječno gledano, svake godine pojavljuju u jednakoj veličini na istom prostoru – uz stanovita odstupanja, a neobnovljivi su oni čijim se korištenjem postupno umanjuje svojedobno zahvaćena rezerva i doći će trenutak kada će ta rezerva biti posve iscrpljena. U obnovljive izvore, dakle, uvrštavamo sva fosilna goriva – ugljen, naftu, prirodni plin, te nuklearno fisijско i fuzijsko gorivo. Geotermalnu energiju svrstavamo negdje između; objektivno to je neobnovljivi izvor jer se tijekom dugoga vremena doista iscrpljuje, međutim riječ je – u pravilu – o vrlo dugom vremenu prema ljudskom poimanju vremena te se najčešće geotermalna energija uzima kao obnovljivi izvor, pogotovo ako se imaju na umu ogromne rezerve te energije u unutrašnjosti Zemlje koji se danas još uopće ne iskorištavaju. Svi drugi poznati prirodni oblici energije obnovljivi su.

U Direktivi Europske Unije o obnovljivim izvorima energije, pod tim se izvorima smatraju obnovljivi nefosilni izvori, dakle vjetar, Sunčevo zračenje, toplina Zemlje, energija valova te plime i oseke, vodne snage (korištene u malim i velikim hidroelektranama), biomasa, deponijski plin, kanalski plin i bioplin. U tome pod biomasom treba razumijevati: biološki

razgradivi dio proizvoda, otpada i preostalih tvari iz poljoprivrede (uključivo biljne i životinjske tvari) i šumarstva te s njima povezanih industrija, kao i biološki razgradive dijelove industrijskog, komunalnog i kućanskog otpada.

Ogrjevno drvo možemo koristiti na obnovljiv način (kao i drugu biomasu), samo ako je godišnja potrošnja tog oblika energije manja ili jednaka godišnjem prirastu njegove mase.

Kažimo na kraju još i o pogrešnom poimanju primarnih izvora energije pri (osobito novinarskom) spominjanju vodikove energetske tehnologije i tehnologije gorivnih ćelija, kao nekonvencionalnih ili obnovljivih izvora energije. Tu se ne radi o *novim*, dopunskim primarnim izvorima energije, nego samo o drugačijem načinu korištenja *postojećih* primarnih izvora energije. Vodika nema u prirodi i za njegovu proizvodnju treba uložiti više energije nego što će on dati prilikom njegova iskorištenja. Vodik se dobiva preobrazbom iz prirodnog plina (uz emisiju ugljikova dioksida) ili (energetski znatno nepovoljnije) elektrolizom iz vode. Svijet se priprema za nestašicu goriva zasnovanih na nafti, koja se danas gotovo isključivo primjenjuju za pogon prometnih sredstava, i stoga razmatra mogućnost primjene vodikove energetske tehnologije. Kao zamjenu za naftu i kao način da se na mjestu iskorištavanja vodika ne opterećuje okoliš emisijom ugljikova dioksida.

Primjenom gorivnih ćelija (ne *gorivih*, jer u njima nema gorenja, nego *gorivnih*, jer su zasnovane na korištenju goriva) ostvaruje se, učinkovita i za okoliš neutralna, preobrazba energije sadržane u vodik u električnu energiju i u toplinu, neposredno, kemijskim putem bez sagorijevanja goriva. Ta tehnologija, danas je sve rasprostranjenija pri disperziranoj proizvodnji energije u razvijenijim europskim zemljama, dakle lokalnoj proizvodnji na razini jednog kućanstva, obrta ili ustanove. Koristi se i za pogon automobila, danas ponajprije radi smanjenja zagađenja okoliša u gradskom prijevozu; otpadni rezultat procesa u gorivnim ćelijama je voda.

### Opća svojstva nekonvencionalnih izvora energije

Početno razumijevamo da, pri kvantificiranju i kvalificiranju svojstava nekonvencionalnih izvora, za referentna uzimamo općenito znana stanja pojedinog svojstva konvencionalnih izvora (ugljena, sirove nafte, prirodnog plina, vodnih snaga u velikim hidroelektranama i fisijskog nuklearnog goriva), pa u odnosu na to atribuiramo nekonvencionalne izvore. Drukčije, nemamo mjeru za izricanje tih atributa. Ukupnu ocjenu nije lako dati, jer bi se to svodilo na *zbrajanje krušaka i jabuka* i jer što vrijedi tu – ne vrijedi tamo, što je ovako danas – onako je sutra.

Može se pokazati da nekonvencionalni izvori imaju podjednako poželjnih i nepoželjnih svojstava, promatrani općenito, kao cjelina (vidi tablicu 2). Među poželjnima ima osobito naglašanih, kao i među nepoželjnim, pa to lako odvede optimiste u brzopleto oduševljenje, pesimiste u apriornu odbojnost, a realiste na prenaglašenu suzdržanost prema nekonvencionalnim izvorima. Dakako, nije inače jednaka, a pogotovo ne na svakom mjestu, u svako vrijeme i u svakoj prilici, težinska vrijednost pojedinog svojstva, pa su sintetički zaključci kompleksni i podložni brojnim utjecajnim parametrima. Pretjerivanja su ovdje gotovo normalna: za optimiste to su neiscrpni – besplatni – apsolutno čisti izvori, a pesimisti govore: njihova je (iskoristiva) veličina zanemariva – financijski su nesavladivi – predstavljaju (doduše najčešće prikriveno) veliko opterećenje okoliša.

U nešto daljoj budućnosti, moguće su prilike u kojima će neki novi način korištenja nekonvencionalnim izvorima, ili čak neki novi izvor, toliko napredovati u svome razvoju da će to predstavljati bitni preokret u odnosu na sadašnje stanje i sagledavanje. Ili će cijena konvencionalnih izvora toliko porasti da će primjena nekonvencionalnih izvora postati konkurentna konvencionalnim.

Vrlo velik potencijal energije, *pravedno* raspoređen po površini Zemlje, obnovljiv – to su glavna dobra svojstva Sunčeva zračenja na Zemlji, zajedničkog ishodišta svih danas masovnije korištenih nekonvencionalnih izvora energije (osim geotermalnih izvora). Korištenju Sunčeva zračenja svojstveno je da ne izaziva troškove pridobivanja, nema troškova transporta izvornog oblika od mjesta njegova zahvaćanja do mjesta transformacije u koristan oblik, mala je ili nikakva emisija štetnih tvari na mjestu transformacije u koristan oblik, a ono je i većinom CO<sub>2</sub>-neutralno.

Najvažnija praktično-provedbena prednost pri korištenju nekonvencionalnih izvora je – prema mišljenju ovog autora – *mogućnost posvemašnje diversificirane primjene, donekle čak samogradnje uređaja i održavanja u vlastitoj režiji*, što omogućuje aktiviranje osobnog potencijala (koji će radi neprestanog skraćivanja radnog vremena postajati sve veći) oko osobne, ali i društvene – tvarne, mjerljive, novčane – koristi, dijelom bez iskazivih troškova. Nasuprot prepuštanju potrošnji energije (korištenjem sve besmislenije snažnog automobila, glisera, raznih zapravo nepotrebnih a energetski rastrošnih pomagala), aktiviramo čovjeka na strani njezine proizvodnje (slogan, primjeren recimo našoj jadranskoj obali: »Bolje kolektor, nego gliser!«). Uzorna društva to uspijevaju potaknuti, djelujući materijalnim, ali istodobno i nematerijalnim poticajima.

Nepoželjna općenita svojstva nekonvencionalnih izvora su: mala površinska gustoća, djelomice nemogućnost transporta i uskladištenja, a najčešće i korištenja u izvornom obliku, velika oscilacija prirodnog dotoka, ponekad veliko zauzimanje prostora na mjestu transformacije u koristan oblik, nepovoljan stupanj djelovanja pri tome, najčešće maleno trajanje godišnjeg iskorištenja instalirane snage postrojenja za transformaciju, time nužnost akumuliranja energije ili ostvarenja rezerve u konvencionalnom energetskom sustavu (što vodi djelomičnom udvostručenju kapaciteta i slabijem iskorištenju konvencionalnog sustava, te manje bogate zemlje moraju paziti da *nesmotreno ne postanu još siromašnije*) i djelomice nemogućnost kogeneracije.

Pojedini nekonvencionalni oblik ima neka opća svojstva izražena potpuno, neka moguće slabije, a neka svojstva može imati izražena suprotno od općeg. Povoljno je ako, u pojedinom primjeru, izostane neko općenito nepoželjno svojstvo.

Pogleda li se danas aktualne oblike nekonvencionalnih izvora energije (male hidroelektrane, aktivno toplinsko korištenje Sunčevim zračenjem, fotonaponsko korištenje Sunčevim zračenjem, vjetar, toplina okoline, biomasa i otpad, geotermalna energija), kod svakog postoje odstupanja od općenitih svojstava, u smjeru poboljšanja ili pogoršanja. Ipak, gotovo svi aktualni izvori imaju podjednak broj poželjnih i nepoželjnih svojstava, stoga su i postali aktualni.

Malu prednost pred drugim nekonvencionalnim izvorima imaju *toplina okoline, biomasa i otpad te geotermalna energija*, zahvaljujući stanovitoj inverziji stanja svojih svojstava u odnosu na opće stanje pojedinog svojstva. Praktički: glavne su im mane ne tako veliki potencijal i ne osobito ravnomjerna površinska distribucija. Visoka oscilacija prirodnog dotoka biomase, donekle i otpada, sanira se mogućnošću uskladištenja, što za većinu nekonvencionalnih oblika nije moguće. Podjednako – u sredini – stoje: *male HE i toplinsko korištenje Sunčevim zračenjem. Vjetar i fotonaponsko korištenje Sunčevim zračenjem*, zauzimaju mjesto nešto iza prvospomenutih izvora, te na tom svemu treba zasnivati opredjeljenja o prioritetu.

Svijet donekle, a hrvatska javnost osobito, prihvaća ili odbija nekonvencionalne izvore gotovo suprotnim slijedom prioriteta. Najviše se okreće Suncu i vjetru. Pitajući se zašto je tomu tako, ovaj autor ne može a da ne pomisli: u čitav lanac korištenja primjerice biomasom i otpadom (koji su izvori dobili najvišu ocjenu u našem pregledu) treba ulagati mnogo rada, upornog, tijekom svake godine, bez prestanka. A postrojenje za korištenje Sunčevim zračenjem ili

vjetroelektiranu treba samo dobiti, kupiti, a onda to postrojenje funkcionira *samo-od-sebe* godinama – recimo. Treba samo pravodobno očitati brojilo. U posve proizvodno zupuštenoj Hrvatskoj, orijentiranoj prvenstveno na laku trgovačku zaradu (*kruha-bez-motike*) – to se čini najprikladnijim, i gotovo jedinim, objašnjenjem.

Tablica 2. Opća i pojedinačna svojstva nekonvencionalnih izvora energije

Svojstvo	Općenito stanje	Male hidroelektrane	Kolektorsko toplinsko korištenje Sunčevim zračenjem	Fotonaponsko korištenje Sunčevim zračenjem	Vjetar	Korištenje unutarnje topline okoline toplinskom crpkom	Biomasa i otpad	Geotermalna energija
Potencijal	velik	↔	X	X	X	X	/	↔
Obnovljivost	da	X	X	X	X	X	X	X
Površinska distribucija	ravnomjerna	↔	X	X	↔	X	/	↔
Površinska gustoća	mala	↔	X	X	X	X	X	↔
Mogućnost izvornog transporta	ne postoji	X	X	X	X	X	↔	X
Mogućnost izvornog uskladištenja	ne postoji	X	X	X	X	X	↔	X
Korištenje u prirodnom obliku	nemoguće	X	X	X	X	X	X	↔
Oscilacija prirodnog dotoka	velika	X	X	X	X	↔	X	↔
Trošak pridobivanja izvornog oblika	ne postoji	X	X	X	X	↔	↔	X
Trošak izvornog transporta	ne postoji	X	X	X	X	X	↔	X
Zauzim. prostora na mjestu transform.	veliko	↔	/	X	/	↔	↔	↔
Emisija na mjestu transformacije	ne postoji	X	X	X	/	X	↔	X
CO <sub>2</sub> -neutralnost, kumulativna	da	X	X	↔	X	X	X	X
Stupanj djelovanja pri transformaciji	malen	↔	↔	X	/	↔	/	X
Trajanje korištenja instalirane snage	malo	X	X	X	X	↔	↔	↔
<b>Rezerva ili akumulacija</b>	<b>nužna</b>	X	X	X	X	↔	↔	↔
Mogućnost kogeneracije	nije moguća	X	X	X	X	X	↔	↔
Energijski omjer	malen	↔	↔	X	/	↔	/	/
Mogućnost diversifikacije	da	X	X	X	X	X	X	X

■ = poželjno stanje svojstva

X = pojedinačno stanje svojstva jednako općem

/ = pojedinačno stanje svojstva slabije izraženo

↔ = pojedinačno stanje svojstva suprotno općem

Razmotrimo pojedinačna svojstva danas komercijalno dostupnih nekonvencionalnih izvora energije, te istaknimo poželjna i nepoželjna svojstva kod korištenja pojedinim oblicima energije.

### Potencijal nekonvencionalnih/obnovljivih izvora

Općenito, nekonvencionalni izvori imaju velik potencijal, što je poželjno svojstvo. Ipak, male hidroelektrane te izvori geotermalne energije predstavljaju ograničeni potencijal (kojeg naprosto nema na znatnom dijelu ogromnih prostranstava globusa), a ogrjevno drvo i biomasa predstavljaju nešto veći ali ipak znatno manji potencijal od energije Sunčeva zračenja. Sagledavanja svjetskih potencijala glavnih obnovljivih izvora iznose se u tablici 3.

Tablica 3. Potencijal nekih obnovljivih izvora energije u svijetu (TPES = ukupna sadašnja svjetska potrošnja primarne energije)

Izvor	Procjena svjetskog potencijala
Sunčevo zračenje	Ukupno dozračeno oko 10 000 puta TPES, ali iskoristivo = ?
Biomasa	Energetski iskoristivo oko 2-3 puta TPES
Vjetar	Teoretski iskoristivo oko 33 posto TPES
Vodne snage (velike i male HE)	Tehnički iskoristivo oko 25 posto TPES
Geotermalna energija	Oko tri posto TPES, korištenjem na sadašnji način

Izvor: VDEW, Udruga njemačke elektroprivrede

Na površinu Hrvatske godišnje dostruji sa Sunca približno 500 puta energije kolika je današnja hrvatska ukupna godišnja potrošnja primarne energije.

### Obnovljivost

Obnovljivost pojedinog izvora energije najlakše pojмимо ako kažemo da je obnovljivi izvor onaj čiji se prosječni dotok svake godine ponavlja, bez smanjenja – barem za ljudsko poimanje vremena. U usporedbi s ljudskim vijekom, nekonvencionalni izvori su obnovljivi – svake godine ponovno dostruji sa Sunca onoliko energije koliko je dostrujalo prethodne godine. Geotermalnoj energiji izvor su energetske procesi u Zemljinoj nutrini koji će prema ljudskom poimanju vremena trajati *do sudnjeg dana*, dakle praktički do u nedoglednu budućnost. Obnovljivost biomase je uvjetna: moramo neprekidno obnavljati prostor pod biomasom barem toliko da godišnji prinos bude jednak godišnjem iskorištenju.

Obnovljivost, neiscrpivost, *ključno* je svojstvo svih danas aktualnih nekonvencionalnih izvora energije. Naime, za sve konvencionalne oblike energije (fosilna i nuklearna goriva), izuzev energije vodnih snaga korištene u velikim hidroelektranama, svojstveno je to da su neobnovljivi, iscrpivi, njihovim iskorištavanjem nepovratno trošimo rezerve koje su na Zemlji ograničene.

Različite su prognoze u pogledu trajanja tih rezerva uz sadašnju godišnju potrošnju, ali kao red veličine možemo uzeti da će rezerve nafte, plina i urana trajati još pedesetak godina a rezerve ugljena još dvjestotinjak godina. Ističemo: uz sadašnju godišnju potrošnju i sadašnji način njihova iskorištavanja. Kako je godišnja potrošnja iz godine u godinu sve veća, takva je prognoza trajanja tih rezerva nerealno duga, osim ako se ne uzme u obzir (a) povećanje učinkovitosti korištenja pojedinog oblika energije i (b) bitnija nova otkrivanja još danas neotkrivenih nalazišta, ali to se čini nedovoljno vjerojatnim.

## **Površinska raspodjela**

Sunčevo zračenje *pravednije* je raspoređeno po Zemlji od ma kojeg drugog primarnog izvora energije. Dakako, manje ga je u Stockholmu, više u Kairu, a u našim geografskim širinama negdje između toga. Štoviše, manje razvijenim dijelovima svijeta je čak dostupnije, jer se uz manju gustoću stanovništva nalaze u predjelima povoljnije izloženima Suncu. Znatno manja ali ipak primjereno je ujednačena površinska distribucija za biomasu i otpad. Biomase ima gotovo svugdje gdje se trajnije nastanjuju ljudi, a otpada ima svugdje gdje ima aktivnosti ljudi - a tu je potrebna i energija. Nema ga tamo gdje nema ikakve ljudske aktivnosti, no tamo nema niti potrebe za energijom.

Vjetra, prikladnog za energetske korištenje, nema posvuda, a i ostali nekonvencionalni oblici energije nisu ravnomjerno raspoređeni po globusu.

## **Površinska gustoća**

Mala površinska gustoća energije, najveća je mana nekonvencionalnih izvora. Površinska gustoća mala je za Sunčevo zračenje, još manja za biomasu i otpad, te nešto veća za vjetar (tamo gdje ga uopće ima raspoloživog za energetske korištenje), jedino je kod malih HE i kod toplih izvora površinska gustoća primjereno visoka.

Prosječno, energija koja godišnje sa Sunca dopre do svakog četvornog metra na našoj geografskoj širini je prosječno 1 200 do 1 400 kilovatsati u kontinentalnom dijelu i 1 400 do 1 600 kilovatsati u primorskom dijelu. Ako se na tom četvornom metru uzgoji pšenica, slama će imati energetske sadržaj od oko dva kilovatsata. Bušotina nafte koja na jednom mjestu daje godišnje 100 000 tona sirove nafte, predstavlja izvor od preko 1 400 milijuna kilovatsati, dakle reda veličine milijun puta veći od osunčanog četvornog metra tla ili sedam stotina milijuna puta veći od slame, ako bi se uzgojila na tom četvornom metru.

## **Mogućnost izvornog transporta, uskladištenja i izravnog korištenja**

Općenito, izvorno se ne daju transportirati mnogi nekonvencionalni oblici energije, kao niti uskladištiti u izvornom obliku. Moraju se trošiti na mjestu i u ritmu svoga nastanka (što se ne mora slagati s mjestom i ritmom potražnje energije). Jedino ogrjevno drvo te biomasa i otpad daju se transportirati na razumno veliku udaljenost (jer bi prevelika udaljenost tražila više energije za transport od energetske sadržaja tvari koja se prevozi, te bi to bilo nerazumno; ispala bi *skuplja pita od tepsije*) a svakako se daju uskladištiti i koristiti u ritmu potreba.

Mogućnost finalnog korištenja u prirodnom obliku postoji samo kod ogrjevnog drveta i geotermalne energije. Svi drugi primarni oblici nekonvencionalne energije moraju se privesti uređaju za transformaciju u oblik prikladniji za finalno korištenje. Ogrjevno drvo daje se koristiti u štednjaku, peći za zagrijavanje prostora ili sanitarne vode – pa onda traži samo prostor za uskladištenje.

## **Troškovi pridobivanja, transporta i uskladištenja**

Neposredno iskorištavanje Sunčeva zračenja, vjetra, vodnih snaga i toplih izvora ne traži nikakve tekuće troškove pridobivanja iz prirode (kao što postoji značajan trošak eksploatacije ugljenokopa ili na naftno/plinskim bušotinama), niti trošak transporta prirodnog oblika, jer je dakako transport nemoguć. Potrebno je samo uređaje za transformaciju oblika energije



izložiti djelovanju prirodnog energetskog dotoka, a troškovi se svode na održavanje tih uređaja u ispravnom stanju.

Kod ogrjevnog drveta te biomase i otpada javljaju se ti troškovi, primjerice trošak sječe drvne mase, trošak pošumljavanja i uzgoja šume, te trošak transporta od mjesta sječe do mjesta uskladištenja i korištenja energijom drveta. Jednako je s ostalom biomasom, no tu može izostati trošak uzgoja ako se uzgoj odvija neovisno od eventualnog energetskog korištenja. Primjerice, slama nastaje kao rezultat poljoprivredne proizvodnje pšenice pa će ili strunuti ili biti energetski iskorištena (osim drugih načina korištenja). Kod otpada izostaje opet trošak uzgoja, ali ostaje trošak transporta i uskladištenja.

Istaknimo: taj trošak ne smijemo promatrati samo novčano, nego i energetski, jer je te aktivnosti nemoguće izvesti bez utroška energije (pri pridobivanju, preradi i transportu) što umanjuje energetsku efikasnost čitavog procesa ili bi ga čak dovelo u pitanje, ako bi se radilo o neprihvatljivo velikim utrošcima energije.

### **Oscilacija prirodnog dotoka**

Druga velika mana je prirodna nestalnost snage većine nekonvencionalnih izvora (dnevna: dan-noć, godišnja: ljeto-zima) s visokim stupnjem slučajnih odstupanja od prosječne veličine. Nemogućnost akumuliranja (uskladištenja) većine nekonvencionalnih izvora u prirodnom obliku i nepoklapanje njihove prirodne raspoloživosti s potražnjom onemogućuje samostalnu sigurnu opskrbu energijom iz takva izvora. Bez rezerve u konvencionalnom energetskom sustavu ili bez uređaja za akumuliranje potrebnog oblika energije.

Jedino geotermalna energija ne poznaje oscilaciju, ravnomjerno dotječe iz svog izvora. Oscilacija dotoka ogrjevnog drveta donekle je smanjena (nije dostupno samo pri jako nepovoljnim vremenskim uvjetima) no uzevši u obzir i mogućnost njegova uskladištenja, dade se donekle kompenzirati. Ostala biomasa sazrijeva praktički trenutno i onda se to ponavlja tek – u pravilu – za godinu dana. Vjetar ima oscilaciju od nula »do preko sto posto«, jer pri olujnom vjetru mora se obustaviti korištenje vjetrogeneratora, kao i pri vrlo malim brzinama vjetra. Kako je snaga vjetrene turbine proporcionalna brzini vjetra na treću potenciju, to i mala promjena brzine predstavlja znatniju promjenu snage. Udvostručenje brzine vjetra vodi uosmerostručenju snage! Sunčevo zračenje isto predstavlja izvor s oscilacijom od nula do 100 posto, jer ga noću uopće nema a naše potrebe postoje i noću. Najjače je ljeti a naše potrebe su najveće zimi. Male HE također znaju biti na takvim vodotocima, koji u određenim prilikama znaju posve presušiti.

### **Zauzimanje prostora**

Uspostavom postrojenja za transformaciju velikih snaga, velike zauzete površine na mjestu instalacije tih uređaja mogu predstavljati i predstavljaju veliko opterećenje okoliša, u najmanju ruku: estetsko. Oduzima se prostor za drugu upotrebu, djeluje se na klimu užeg područja, osiromašuje tlo.

Zauzimanje prostora na mjestu preobrazbe primarnog oblika energije u prikladniji oblik za finalno korištenje veliko je pri korištenju svih nekonvencionalnih oblika kod kojih je površinska gustoća mala i kod kojih je stupanj djelovanja pri toj transformaciji nizak. Stupanj djelovanja transformacije Sunčeva zračenja u električnu energiju je veoma nizak što, uz malu gustoću, traži velike površine za zahvaćanje dovoljnih količina primarne energije za poželjnu količinu korisne energije (jer se u nju pretvori samo mali dio uložene energije). Kod korištenja malih HE i vjetra to zauzimanje prostora je znatno manje, a donekle je smanjeno i kod kolektorskog korištenja Sunčevim zračenjem. Ogrjevno drvo te biomasa i otpad traže nešto više prostora od onoga

kojeg bi tražila konvencionalna termoelektrana jednake snage, uz nešto veći skladišni prostor. Geotermalna energija, ako se koristi neposredno za zagrijavanje, troši najmanje prostora – jednostavno se *cijev zabije u tlo* i razvede po kućama ili drugim objektima.

### Opterećenje okoliša

Kod raspoređene primjene i kada je ta primjena u manjoj mjeri, mogu se postići smanjena opterećenja okoliša ili tog opterećenja praktički nema na mjestu transformacije pojedinog nekonvencionalnog izvora energije u iskoristiviji oblik (*izravna emisija*), npr. vjetro-generatorom namjesto dizel-generatorom, ili (svakako) izvorom geotermalne vode umjesto gradskom toplanom, te solarnim kolektorom namjesto kućnog centralnog grijanja na fosilno gorivo ili fotonaponskim ćelijama za proizvodnju električne energije. Korištenje vjetrom izaziva buku i čini pokretnu enervantnu sjenu na tlu i objektima u blizini za sunčana vremena, a sagorijevanje ogrjevnog drveta te biomase i otpada izaziva emisiju plinova eventualno manje štetnih od konvencionalnih goriva jer praktički nema sumpora (kao u ugljenu ili nafti). Emisija kod korištenja otpadom može biti opasna ako se prethodno iz otpada (osobito smeća) ne izdvoje evidentno štetni sastojci.

Na mjestima pridobivanja, proizvodnje i transporta materijala za izradu tih postrojenja (čelik, cement, aluminij, staklo, plastika, specijalni materijali), na način svojstven tim proizvodnjama, zagađuje se okoliš. Kako je tih materijala potrebno u velikim količinama, spoznaja o tome opterećenju okoliša ne smije izostati.

Dakle, promatra li se čitav energijski lanac, od pridobivanja prirodnog oblika energije, preko transporta i njegove pripreme za korištenje, kao i energije potrebne za izradu i transport opreme i materijala za izgradnju postrojenja za transformaciju i njihova zbrinjavanja nakon korištenja (*neizravna emisija*) dolazi se do pojma ukupne emisije, a ona nije za sve nekonvencionalne izvore povoljna, tablica 4.

Tablica 4. Ukupna emisija klimatski štetnih plinova<sup>1</sup> iz elektrana (CO<sub>2</sub>-ekvivalent, gram/kWh)

Tip elektrana	Izravna emisija	Neizravna emisija	Ukupna emisija
Velike hidroelektrane	3,5-40	10-20	13,5-55
Male hidroelektrane	3,5-35	15-20	18,5-55
Vjetroelektrana 600 kW	0	40	40
Vjetroelektrana 1,5 MW	0	50	50
Elektrana na biomasu 700 kW	13	50	63
Elektrana na biomasu 11,5 MW	18	45	63
Velika fotonaponska elektrana	0	180	180
Mala fotonaponska elektrana	0	220	220
Konv. termoelektrane na plin	340	80	420
Konv. termoelektrane na kam. ugljen	820	100	920

Izvor: VEÖ-Journal 3/2004

Dodajmo podatak iz knjige D. Feretić i dr.: *Elektrane i okoliš*, da ukupna emisija iz nuklearne elektrane iznosi 27 do 44 grama CO<sub>2</sub>-ekvivalenta/kWh.

<sup>1</sup> Tu se klimatski štetnim plinovima razumijevaju oni sankcionirani Kyoto-protoklom o zaštiti klime (dakle, ponajprije ugljikov dioksid i metan, ali i neki drugi plinovi, primjerice sumporov heksafluorid, koji izazivaju pojačanje efekta staklenika). Kako njihov utjecaj u efektu staklenika nije jednak, njihovi se pojedinačni udjeli preračunavaju u djelovanja jednakovrijedno ugljikovu dioksidu i zbrojena količina iskazuje tzv. CO<sub>2</sub>-ekvivalentom.

Iako se brzopleto govori o apsolutnoj CO<sub>2</sub>-neutralnosti svih nekonvencionalnih oblika, najčešće se misli na tu neutralnost prilikom transformacije nekonvencionalnog oblika u iskoristiviji oblik (izravna emisija) i tada je takvo gledanje točno. Međutim ako se ima na umu proizvodnja cementa, čelika, stakla i raznih drugih potrebnih materijala za izgradnju fotoćelija a u stanovitoj mjeri i kolektora, onda izlazi da je primjena Sunčeva zračenja «kvazi-CO<sub>2</sub>-neutralna». Ukupna emisija fotonaponskih elektrana je polovina ukupne emisije plinskih termoelektrana. Bitno je CO<sub>2</sub>-neutralnija primjena nuklearne energije u današnjim nuklearnim elektranama!

U tom pogledu dobro stoje biomase, jer njihovo korištenje ne zahtijeva izgradnju prostorno velikih postrojenja (nisu bitno veća od termoenergetskih postrojenja na konvencionalna goriva), a tijekom izgaranja emitiraju toliko CO<sub>2</sub> ako su utrošili iz atmosfere fotosintezom prilikom svoga razvoja. Izgaranje plinova koji sadrže metan, povoljnije je od njihova eventualna ispuštanja u atmosferu, jer je metan mnogostuko staklenički štetniji od ugljikova dioksida.

## Stupanj djelovanja

Stupanj djelovanja pri transformaciji u koristan oblik općenito je malen, manji nego li kod konvencionalnih oblika energije, tablica 5. Osobito je to naglašeno pri fotonaponskom korištenju Sunčeva zračenja kod kojeg je stupanj djelovanja samo 6 do 16 posto, prosječno dakle desetak posto. Time, za jedan kilovatsat dobiven iz sunčanih ćelija treba izložiti toliko površine da bude osunčana s okruglo deset kilovatsati.

Tablica 5. Stupanj djelovanja nekih postrojenja i uređaja za transformaciju primarnog oblika energije

Postrojenje	Stupanj djelovanja
Starije parne termoelektrane	33 % i manje
Novije parne termoelektrane	oko 40 %
Plinsko-turbinske elektrane	oko 40 %
Plinsko-parna termoelektrana	oko 60 %
Kogeneracijska elektrana	do 85 %
Velika hidroelektrana	do 95 %
Sunčani kolektor, jednostavni	oko 45 %
Fotonaponska ćelija – amorfna	do 6 %
Fotonaponska ćelija – multikristalna	11-14 %
Fotonaponska ćelija – monokristalna	12-16 %
Geotermalne elektrane, električno korištenje	oko 15 %

Izvor: [www.strom.de](http://www.strom.de)

Stupanj djelovanja veći je kod malih HE, toplinskog korištenja Sunčevim zračenjem kolektorima i neposrednog toplinskog ili kogeneracijskog iskorištavanja geotermalne energije. Relativno povoljan stupanj djelovanja ostvaruje se kod korištenja ogrjevnim drvetom, biomasom i otpadom, no ipak niži nego li kod konvencionalnih termoenergetskih postrojenja jer se ovdje radi o manjim instaliranim snagama, nižim parametrima pogonske pare i nešto slabijoj pripremi goriva nego kod konvencionalnih modernih postrojenja.

## Trajanje iskorištenja instalirane snage

Trajanje iskorištenja instalirane snage, dakle omjer godišnje proizvedene energije i instalirane snage, maleno je kod svih izvora čije su prirodne oscilacije velike, jer su samo mali dio godišnjeg vremena u punom pogonu. Dostupan primjer iz Njemačke iznesen je u tablici 6.

Tu valja istaknuti razliku korištenja elektranama na stalne izvore energije (nuklearne elektrane i elektrane na fosilna goriva) koje se koriste prvenstveno prema njihovoj proizvodnoj cijeni i rasporedu potražnje električne energije (jeftinije najviše, a skuplje manje – ali bi se one mogle koristiti i znatno više od toga) te elektrana na nestalne izvore energije (vodne snage, Sunce i vjetar) koje se koriste upravo maksimalno moguće, onoliko koliko omogućuje prirodni dotok energije i više se niti ne mogu koristiti.

Tablica 6. Trajanje iskorištenja instalirane snage elektrana u Njemačkoj (sati/godišnje)

Tip elektrane	2001. godine	2004. godine
Nuklearne elektrane	7 250	7 670
Elektrane na mrki ugljen	7 240	7 320
Elektrane na kameni ugljen	4 500	4 460
Elektrane na prirodni plin	2 100	2 730
Vjetroelektrane	1 330	1 600
Protočne i akumulacijske hidroelektrane		4 430
Crpno-akumulacijske hidroelektrane		1 070
Protočne hidroelektrane	5 620	
Crpno-akumul. i akumulacijske hidroelektrane	980	
Termoelektrane na loživo ulje	250	

Izvor: [www.strom.de](http://www.strom.de)

Zapažamo da je iskorištenje instalirane snage protočnih hidroelektrana približno polovina ukupnog godišnjeg trajanja (godina traje 8 760 sati!), akumulacijskih hidroelektrana oko osminu godine, a vjetroelektrana u Njemačkoj *samo* između petine i šestine godine.

Dodajmo da fotonaponsko korištenje Sunčevim zračenjem u Austriji ostvaruje godišnje trajanje iskorištenja instalirane snage od oko 500 sati.

Za ogrjevno drvo, biomasu i otpad te geotermalnu energiju iskorištenje bi se približavalo iskorištenju konvencionalnih termoelektrana. Geotermalna energija daje se koristiti posve u ritmu potražnje. Dakle, ljeti se *grije okolni zrak*, ukoliko je izgrađena geotermalna toplana ili geotermalna termoelektrana-toplana, a nema ljetne korisne potrošnje topline.

### Nužnost rezerve ili akumulacije

Za sve oblike čije je trajanje iskorištenja malo (Sunčevo zračenje, vjetar, mali vodotoci) mora se osigurati akumulacija energije, pa je onda koristiti iz akumulatora ako je dotok malen ili posve izostao a potražnja postoji. To jedino praktički dolazi u obzir kod toplinskog korištenja Sunčevim zračenjem (akumulator je dobro toplinski izoliran bojler) ili kod akumulacije neznatne količine električne energije koja se može akumulirati u električnom akumulatoru kod fotonaponskog korištenja Sunčevim zračenjem. Veća količina električne energije ne može se ekonomično akumulirati u (danas raspoloživim) akumulatorima jer bi oni bili ogromnih masa i preskupi, tako da se praktički kod svih drugih obnovljivih izvora poseže za elektroenergetskim sustavom kao rezervnim rješenjem ili dizel-generatorom s rezervoarom goriva dovoljna sadržaja.

To je *najznačajnije nepoželjno svojstvo* malih hidroelektrana, te korištenja Sunčeva zračenja i vjetra! Kako je električna mreža svuda prisutna, to je najjednostavnije posegnuti za njom kao rezervom. Nijemci uzimaju da je potrebna snaga konvencionalnih elektrana za rezervu vjetroelektranama 0,85 do 0,95 MW po svakom megavatu u vjetroelektranama. To naglašeno poskupljuje čitav energetski sustav na dva načina: (a) investicijski, jer praktično vodi udvostručenju kapaciteta na nacionalnoj razini u dijelu vjetroelektrana i (b) jer

poskupljuje proizvodnju u konvencionalnom dijelu sustava zato što je on donekle podiskorišten, nije angažiran kada vjetra ima a mora ostati u vrtnji. Raste i udjel regulacijskih elektrana u konvencionalnom sustavu, koje su neprekidno u vrtnji, jer moraju biti spremne za trenutno reagiranje, što opet poskupljuje prosječnu cijenu proizvodnje konvencionalnih elektrana.

Ogrjevno drvo, biomasa i otpad, kao ni geotermalna energija, ne traže takvu rezervu.

### Mogućnost kogeneracije

Suvremeni energetske pogled zalaže se za primjenu kogeneracije – dakle spojene proizvodnju toplinske i električne energije, što je više moguće, jer se time postiže veće iskorištenje primarnog oblika energije. Nužno hlađenje elektrane nije ostvareno zagrijavanjem okoline, nego se ta toplina vodi toplinskim potrošačima. Postoji i posebna direktiva Europske Unije koja to promiče (Direktiva 2004/8/EC o promicanju kogeneracije na temelju potrošnje korisne topline na unutarnjem tržištu energijom), a dalji razvoj energetike Europske Unije usmjeravan je naglašeno u tom smjeru. Kogeneracija je moguća samo kod nekonvencionalnih izvora upotrijebljenih kao gorivo u termoelektrama-toplanama (ogrjevno drvo, biomasa i otpad), ili ako se geotermalna energija koristi za pogon takve elektrane, dakle mora se raditi o vrlo vrućem izvoru (kakvih ima na Islandu).

### Povrat energije

Ima li se na umu energija uložena za proizvodnju opreme, a ne samo novac potreban za opremu koja se treba ugraditi za korištenje nekonvencionalnim izvorima, onda izlazi da pojedini izvor mora neprekidno raditi čak i nekoliko godina, da bi tek tada postao neto-proizvođač energije. Jer treba proizvesti cement, čelik, staklo, aluminij i razne druge – ponekad vrlo osobite – materijale u čiju proizvodnju treba uložiti energiju. A kako za pojedine oblike energije treba mnogo takvog materijala (primjerice: temelji i nosači fotočelija i kolektora, same fotočelije i kolektori, visoki betonski ili čelični stupovi vjetrogeneratora) tako se energija za njihovu izradu, transport, građevinske radove i montažu ne smije zanemariti. Neki moraju čak nekoliko godina raditi da bi *vratili* energiju uloženu pri njihovoj proizvodnji (od pridobivanja sirovine do montaže). Tek nakon toga, pozitivno sudjeluju u energetskej bilanci.

Tablica 7. *Energijski omjer različitih tipova elektrana*

Tip elektrane	Energijski omjer	Uložena energija (%)
Hidroelektrana	43-205	0,5-2,3
Nuklearna elektrana PWR, centrifugalno obogaćivanje goriva	46-59	1,7-2,3
Nuklearna elektrana PWR, difuzijsko obogaćivanje goriva	15-21	4,2-9,5
Termoelektrana na ugljen	7-34	2,9-14
Termoelektrana na prirodni plin	6-26	3,8-20
Sunčana elektrana, toplinsko-električna pretvorba	10,6	9,4
Sunčana fotonaponska elektrana	3,7-12	8-27
Vjetroelektrana	6-80	1,3-16,7

Izvor: *Energy Analysis of Power Systems, UIC/Australija, 2006.*

Energijski omjer („*žetveni faktor*“, kako Nijemci nazivaju taj pojam) je omjer energije koja se dobije iz pojedinog izvora tijekom cjelokupnog životnog vijeka postrojenja za transformaciju spram energije koja je uložena u dobavu, transport i pripremu primarnog oblika energije te

uložena u cjelokupnu izgradnju i zbrinjavanje postrojenja za transformaciju, tablica 7. U uloženu energiju ne uračunava se energetska sadržaj primarnog oblika energije, koja se transformira. Uložena energija može se iskazati kao postotni omjer uložene energije i dobivene energije tijekom životna vijeka postrojenja za transformaciju, dakle to je postotna recipročna vrijednost energijskog omjera.

### Trajanje energetske amortizacije

Još jedan iskaz može biti zanimljiv, u vezi s prethodno rečenim, tablica 8. Riječ je o takozvanom trajanju energetske amortizacije; to je vrijeme potrebno da proteče pri korištenju pojedinog tipa elektrane da se *vraća* energija prethodno uložena za izradu opreme i gradnju postrojenja te naknadno uložena energija za njegovu razgradnju, na kraju vijeka trajanja. Tek nakon isteka tog vremena, elektrana počne biti neto-proizvođač energije. U tablici 8. nije obuhvaćena energija potrebna za pridobivanje, transport i pripremu goriva, za one elektrane koje koriste gorivo (ugljen, plin, nuklearno gorivo). Ako bi se i ta energija uzela u obzir, trajanje energetske amortizacije za te elektrane bi se približno udvostručilo.

Tablica 8. Trajanje energetske amortizacije

Tip energetske postrojenja	Energ. amortizacija
Plinsko-parna termoelektrana na plin	oko 1 mjesec
Nuklearna elektrana (PWR)	oko 3 mjeseca
Termoelektrana na mrki ugljen	oko 3 mjeseca
Termoelektrana na kameni ugljen	oko 4 mjeseca
Hidroelektrana, velika	oko 14 mjeseci
Vjetroelektrana	7-16 mjeseci
Hidroelektrana, mala	24-36 mjeseci
Fotonaponsko–amorfne ćelije	20-35 mjeseci
Fotonaponsko–multikristalne ćelije	35-60 mjeseci
Fotonaponsko–monokristalne ćelije	45-70 mjeseci

Izvor: [www.energie-fakten.de/14.11.2007](http://www.energie-fakten.de/14.11.2007)

Vidimo da u prvoj grupi elektrana dolazi do energetske amortizacije u trajanju znatno manjem od godinu dana, da kod vjetroelektrana to znade iznositi preko godinu dana, a kod sunčanih fotonaponskih elektrana od godinu i pol do čak šest godina! Ovisi o tehnološkoj zgotovljenosti sunčanih ćelija koje se primjenjuju: amorfni kristali su najjeftiniji, ostvaruju najmanji stupanj djelovanja pri transformaciji energije Sunčeva zračenja u električnu energiju (oko 6 posto), ali traže i najmanje energije za njihovu izradu. Najbolje su monokristalne ćelije (stupanj djelovanja do 16 posto), ali su najskuplje i traže najviše energije pri svojoj proizvodnji.

### Mogućnost diversifikacije

Jedno od najznačajnijih praktičnih dobrih svojstava nekonvencionalnih oblika energije je mogućnost posvemašnje diversificirane primjene, dakle gotovo neovisno od bilo kakva *velikog sustava* opskrbe energijom. Praktički, svi izvori nekonvencionalne energije – dakako ako se raspoloživi na promatranom mjestu – mogu se koristiti *u malome*, u vlastitoj režiji, djelomice ili potpuno u samogradnji – time se trošak rada kod instaliranja, pogona i održavanja praktički dade izbjeći ili barem prikriti (»radim za sebe, u slobodno vrijeme – dakle besplatno«).

Svatko zna za te mogućnosti: npr. za zagrijavanje vode Sunčevim zračenjem (od zagrijavanja u tamnim plastičnim posudama do primjene kolektora) ili ložišta/ognjišta za loženje biomasom

(npr. ogrjevnim drvom). Vlastito održavanje pri korištenju omogućuje aktiviranje prikrivenih vlastitih potencijala bez opterećenja iskazivim troškovima. To je praktički nemoguće kod primjene konvencionalnih izvora energije.

Svim nekonvencionalnim izvorima, dakle, svojstveno je i njihovo moguće posve izdvojeno korištenje, bez ovisnosti o kakvom velikom sustavu i bez njegova opterećivanja. Bilo umreženog sustava (elektroenergetska i plinska mreža, mreža centralizirane proizvodnje topline) – bilo sustava za distribuciju i opskrbu fosilnim gorivima (ugljenom, naftnim derivatima, tekućim naftnim plinom). Npr. moguće je pripremati hranu, sanitarnu toplu vodu i grijati se korištenjem drvene mase pridobivene u dovoljnim količinama uz mjesto življenja.

Slično je moguće ostvariti korištenje malog vodotoka, vjetra, biomase i otpada pa čak i geotermalne energije na kakvoj povoljnoj lokaciji, te manjih količina električne energije iz solarnog uređaja s akumulatorom. Dakako, u tome prednjači toplinsko iskorištavanje Sunčeva zračenja kolektorom, jer je tu moguća i jeftina izravna akumulacija topline dobro toplinski izoliranim bojlerom.

### Troškovi izgradnje i pogona

Kritični dijelovi mnogih pretvarača nekonvencionalne energije u koristan oblik pripadaju visokoj tehnologiji, u najmanju ruku to su složeni uređaji za regulaciju i automatiku pogona jer bez njih su efekti znatno manji. To uređaje čini ovisnijim od uvoza, složenijim i skupljim, te osjetljivijim na održavanje.

Sve to čini nekonvencionalnu energiju zapravo skupom: uz jeftino ili čak besplatno »gorivo« – relativno velika, skupa i složena postrojenja. Radi veličine tih postrojenja i izloženosti okolini, izražen je i problem njihova elementarnog održavanja: čistoća, podmazivanje, otklanjanje kvarova, zaštita od korozije i slično, ako se hoće ostvariti poželjna životna dob i trajna učinkovitost pojedinog uređaja za prihvrat i transformaciju nekonvencionalnog oblika energije. A, opet, radi potrebe rezerve u konvencionalnom sustavu (za većinu nekonvencionalnih izvora) taj konvencionalni sustav je manje iskorišten, pa je time njegova proizvodnja skuplja.

Troškovi pogona i održavanja postoje kod svih izvora. Neki se mogu ne iskazati, ako su radovi izvedeni u vlastitoj režiji, ali oni teoretski postoje.

*Tablica 9. Troškovi nekih izvora električne energije*

Tip izvora	Veličina (MW)	Investicijski troškovi (€/kW)	Troškovi pogona (€/kWh)
Hidroelektrane (mali pad)	5	900-1 000	0,02-0,03
Kombi-elektrane	40	550-850	0,04-0,06
Kogeneracija	5	800-850	0,05-0,06
Vjetroelektrane (na kopnu)	15	900-1 300	0,04-0,09
Vjetroelektrane (na moru)	100	1 500-2 000	0,05-0,12
Gorivne stanice	5	1100-1600	0,08-0,10
Fotonaponski sustavi	5	6 000-10 000	0,75-1,00

*Izvor: Utjecaj vjetroelektrane na naponske i strujne prilike u elektroenergetskoj mreži, Energetski institut «Hrvoje Požar», Zagreb, veljača 2003*

Investicijski troškovi i troškovi pogona nekih postrojenja nekih izvora električne energije

prikazani su tablicom 9.

Uzmemo li da je vrlo uprosječen trošak investicija za termoelektranu na ugljen zaokruženo oko 1 000 €/kW, izlazi da vjetroelektrane (ako su izvedene na moru) znaju koštati i dvostruko više, a fotonaponske elektrane čak deseterostruko više od toga.

Troškovi pogona tih elektrana kreću se za vjetroelektrane od 4 -12 eurocenta/kWh, a za fotonaponske elektrane od 75 eurocenta do 1 euro po kilovatsatu. Uzmemo li da je prosječna proizvodna cijena konvencionalnih elektrana na europskoj elektroenergetskoj tržnici polovinom 2007. godine oko 5 eurocenta/kWh, vidimo da cijena proizvodnje iz vjetroelektrana može biti dvostruko veća od prosječne proizvodne cijene a iz fotonaponskih elektrana čak 20 puta veća! Dakako, taj omjer smanjivati će se kako će rasti prosječna proizvodna cijena iz konvencionalnih elektrana a padati investicijski troškovi i rasti učinkovitost elektrana na nekonvencionalne oblike energije.

Otkupne cijene električne energije iz takvih izvora moraju biti poticajno visoke, inače za sada ne bi došla u obzir njihova izgradnja i korištenje. U tablici 12. navode se otkupne cijene iz nekonvencionalnih izvora električne energije, kako su uređena zakonom ili uredbama u pojedinim zemljama.

Kako se namiruju sredstva potrebna za isplatu elektranama koje koriste nekonvencionalne izvore? U većini zemalja svi kupci električne energije, a ponegdje i kupci drugih oblika energije, plaćaju određenu naknadu po svakoj kupljenoj jedinici energije koja naknada se koristi isključivo za isplatu poticane proizvodnje u elektranama na nekonvencionalne izvore. Vidi tablicu 11.

### **Djelovanje primjene nekonvencionalnih izvora na smanjenje uvozne ovisnosti i zapošljavanje**

To se dvije teme o kojima rado raspravljaju zagovornici što veće primjene nekonvencionalnih izvora energije. Kako su primarni nekonvencionalni oblici *a priori* domaći izvori, to se doista za njihov udjel u ukupnoj opskrbi energijom smanjuje uvozna ovisnost, dakako energetski deficitarnih zemalja. Ili, inverzno govoreći: za toliko povećava se sigurnost dobave energije, ne postoji rizik nesigurnosti i cijene uvoza. (Razlikovati treba tako shvaćanu sigurnost dobave od tekuće pouzdanosti dobave energije iz stanovitog nekonvencionalnog izvora; u tom pogledu svi izvori nestalne energije manje su pouzdani od izvora stalne energije!)

Međutim, na uvoznju ovisnost pri dobavi postrojenja za transformaciju nekonvencionalnih izvora, treba oprezno gledati. Domaći (hrvatski) proizvod, ukoliko je uopće raspoloživ, bit će manje učinkovit od najboljih uvoznih alternativa, bit će najčešće skuplji (jer se proizvodi u malenim serijama), najčešće neće biti podržan privlačnim kreditnim aranžmanom niti potican državnim subvencijama; sve to vodit će potencijalne investitore na ozbiljno razmatranje uvoza kod odlučivanja. Te će se često dogoditi da se odluče za uvožno rješenje. Dakako, uvožno rješenje je neminovno za one komponente ili sustave koji još nisu niti raspoloživi na domaćem tržištu.

Dosljedno tome, tako je i s domaćim zapošljavanjem. Ono bi se povećavalo kada bi se povećavala domaća proizvodnja komponenata ili sustava za opskrbu energijom iz nekonvencionalnih izvora, a pogotovo kada bi se ostvarivao značajniji izvozni udjel u njihovim isporukama. Dakle, trebalo bi se raditi o učinkovitosti podjednakoj inozemnim uzorima, cijenama razmjernim uvoznoj konkurenciji te o kreditnoj i poreznoj podršci kakvu eventualno uživa konkurencija... Inače, teško je govoriti o nekakvom direktno primjenjivom iskustvu neke uzorne zemlje u kojoj je došlo do vrlo velikog zapošljavanja u branši nekonvencionalnih izvora, koje zapošljavanje se mjeri desetinama tisuća radnika, ali –



propušta se uočiti – i o godišnjim isporukama koje se mjere tisućama megavata.

### **Direktiva Europske Unije o obnovljivim izvorima energije**

Direktiva Europske Unije 2001/77/EC o poticanju proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora na unutarnjem tržištu električne energije, kako se punim nazivom zove direktiva iz naslova, stupila je na snagu 27. listopada 2001. godine. U prvoj rečenici stoji da je svrha te direktive porast udjela obnovljivih izvora u proizvodnji električne energije na unutarnjem tržištu električne energije; tu se pod *unutarnjim* tržištem razumijeva tržište Europske Unije.

U smislu Direktive, pod obnovljivim izvorima smatraju se: obnovljivi nefosilni izvori, dakle vjetar, Sunce, toplina Zemlje, energija valova te plime i oseke, vodne snage, biomasa, deponijski plin, kanalski plin i bioplin. U tome pod biomasom treba razumijevati: biološki razgradivi dio proizvoda, otpadaka i preostalih tvari iz poljoprivrede (uključivo biljne i životinjske tvari) i šumarstva te s njima povezanih industrija, kao i biološki razgradivi dijelovi industrijskog i kućanskog otpada. Istaknimo: Direktiva obuhvaća sve obnovljive izvore, dakle i sve vodne snage iskorištene u proizvodnji električne energije, a ne samo u malim hidroelektranama, *kao što se često pogrešno tumači*.

Direktiva se mora provesti sukladno obvezama koje je Europska Unija prihvatila zaključujući protokol Ujedinjenih naroda o klimatskim promjenama iz Kyota.

S Direktivom su se morala uskladiti nacionalna zakonodavstva do 27. listopada 2003. godine, kako je u doba donošenja Direktive bilo 15 danas već *starih* članica Europske Unije, odnosilo se to na njih.

Nacionalni ciljevi koji se imaju ostvariti do 2010. godine su povećanje udjela obnovljivih izvora u potrošnji ukupne energije na 12 posto (stanje pred donošenje Direktive je oko 6 posto), te osobito udjela u *domaćoj brutopotrošnji* (ne domaćoj proizvodnji, kako se često pogrešno tumači!) električne energije od 22,1 posto (u 1997. godini: 13,9 posto), na razini cijele Europske Unije. Dakle, treba u manje od deset godina praktički udvostručiti postotne udjele korištenja obnovljivim izvorima. Kako je zatečeno stanje u pojedinim zemljama-članicama EU vrlo različito, to je ukupna zadaća različito pridonijela pojedinim članicama, sukladno njihovom zatečenom stanju, prirodnim okolnostima, objektivnim mogućnostima i rasporedu obveza prema protokolu iz Kyota.

U međuvremenu, nakon prijema *novih* 10 članica u sastav Europske Unije, došlo je do dopuna zahtjeva te Direktive, koje dopune se odnose na te nove članice, a globalni ciljevi neznatno su izmijenjeni. Polazi se od prosječnog udjela obnovljivih izvora u 1997. godini u 25 zemalja članica od 12,9 posto u brutopotrošnji električne energije a zadani cilj je da taj udjel 2010. godine bude 21 posto, tablica 10.

Konačno, krajem 2006. godine, Direktiva je još jednom dopunjena, za Bugarsku i Rumunjsku, te je polazna veličina za EU-27 korigirana na 13,2 posto (1997) a ciljna veličina ostala je 21 posto (2010).

Zadaće su vrlo raznolike, od Portugala koji praktički ne mora bitnije povećati udjel obnovljivih izvora, do Ujedinjenog Kraljevstva (koje treba ostvariti povećanje udjela s 1,7 na 10 posto) ili Belgije (koja treba ostvariti povećanje udjela s 1,1 na 6 posto). Vidimo da su postojeći udjeli najveći u Austriji (70 posto) i Švedskoj (okruglo 49 posto). Obje zemlje daju opasku – u okviru Direktive – da se udjel zatečene i ciljane hidroelektrične proizvodnje mora sagledavati u

višegodišnjem nizu, uzevši u obzir hidrološke i klimatske prilike baš u promatranoj godini. Švedska ističe da u vlažnoj godini njezine hidroelektrane mogu proizvesti 78 TWh a u sušnoj samo 51 TWh.

Tablica 10. Povećanje udjela obnovljivih izvora u brutopotrošnji električne energije prema Direktivi 2001/77/EC i dopunama te Direktive za nove zemlje

Zemlja	Udjel obn. izvora 1997 (%)	Udjel obn. izvora 2010 (%)
<i>Stare članice</i>		
Austrija	70,0	78,1
Belgija	1,1	6,0
Danska	8,7	29,0
Finska	24,7	31,5
Francuska	15,0	21,0
Grčka	8,6	20,1
Irska	3,6	13,2
Italija	16,0	25,0
Luksemburg	2,1	5,7
Nizozemska	3,5	9,0
Njemačka	4,5	12,5
Portugal	38,5	39,0
Španjolska	19,9	29,4
Švedska	49,1	60,0
Ujedinjeno Kraljevstvo	1,7	10,0
Ukupno EU-15	13,9	22,1
<i>Nove članice</i>		
Cipar	0,05	6,0
Češka	3,8	8,0
Estonija	0,2	5,1
Mađarska	0,7	3,6
Malta	0,0	5,0
Letonija (Latvija)	42,4	49,3
Litva	3,3	7,0
Poljska	1,6	7,5
Slovačka	17,9	31,0
Slovenija	29,9	33,6
Ukupno EU-25	12,9	21,0
Bugarska	6	11
Rumunjska	28	33
Sveukupno EU-27	13,2	21

Hrvatska je prema udjelu hidroenergije odmah iza Austrije, Švedske i Letonije; 1997. godine ostvarila je udjel korištenja vodnim snagama u ukupnoj potrošnji energije od 6 posto (kada se tome doda i ogrjevno drvo onda je taj udjel bio 11 posto)<sup>2</sup>, a udjel hidroelektrana u ukupnoj proizvodnji električne energije od 60 posto (a u ukupnoj brutopotrošnji električne energije – što bi bila mjera za primjenu Direktive – taj je udjel bio 41 posto, radi relativno velikog uvoza). Varijacija proizvodnje samo u posljednjih desetak godina iz nepromijenjenog hidroelektranskog parka u Hrvatskoj bila je između 7,2 TWh (1996) i 4,3 TWh (1993).

<sup>2</sup> Tu je energija vodnih snaga u ukupnu potrošnju uračunata s faktorom konverzije 3,6 PJ/TWh, što je norma za europske usporedbe.

U nastavku, Direktiva govori o potpori koju države članice – netržišno – smiju davati proizvođačima električne energije radi postizanja nacionalnog cilja, te da ta potpora treba trajati najmanje sedam godina, kako bi se takvim proizvođačima pružila sigurnost u ulaganju. Države članice morale su do 27. listopada 2003. godine uvesti izdavanje jamstva neovisne institucije, o porijeklu električne energije proizvedene iz obnovljivih izvora (takav certifikat dobile su HEP-ove hidroelektrane).

Iz odredbi Direktive koje govore o dobitku što bi trebao imati elektroenergetski sustav iz činjenice da je elektrana koja koristi obnovljivi izvor priključena eventualno izravno na niskonaponsku mrežu, te da time ne angažira prijenosnu mrežu, proizlazi bitno nepoznavanje elektroenergetskoga sustava. Nedovoljan je utjecaj tehnologa i tehničara, a prevelik pravnik i ekonomista, u pisanju takvih direktiva! Elektrana na obnovljivi izvor angažira i prijenosnu mrežu i elektrane preostalog sustava, bez obzira na naponsku razinu priključka. Naime, što u slučaju da je izostao dotok obnovljivog izvora (vjetar, Sunce) ili je on smanjen (vodne snage) ili je pak elektrana na obnovljivi izvor (na biomasu ili toplinu Zemlje) u kvaru?! Takozvane *usluge sustava* (održavanje frekvencije i napona, vođenje sustava i ponovna uspostava napajanja nakon poremećaja) struje po povezanoj mreži, te se u mnogim zemljama troškovi usluga sustava obračunavaju i na ukupnu vlastitu proizvodnju neovisno o tome da li je ijedan kilovatsat preuzet iz mreže, dovoljno je da je vlastita elektrana povezana na elektroenergetski sustav.

Radi primjera: u njemačkoj prijenosnoj mreži (koja je krajem 2006. godine imala preko 20 600 megavata u vjetroelektranama, najviše u svijetu, ali uglavnom na sjeveru) nužne su hitne dogradnje. U njemačkom elektroenergetskom sustavu bitno je porastao udjel konvencionalnih regulacijskih elektrana kako bi potražnju uskladili s neravnomjernom proizvodnjom vjetrorenih elektrana; snaga vjetroelektrane ovisi o trećoj potenciji brzine vjetra, dakle ako se brzina vjetra smanji dvostruko – snaga vjetroelektrane padne na osminu, što moraju trenutno sanirati regulacijske elektrane, neprekidno u vrtnji.

Na jedan megavat inсталirane snage u vjetroelektranama treba u njemačkim prilikama držati 0,85-0,95 megavata rezerve u drugim (konvencionalnim) elektranama. Dakle vjetroelektrana štedi gorivo ali traži za sebe praktički još jednu takvu elektranu podjednake snage u konvencionalnom sustavu, pri čemu će stupanj iskorištenja konvencionalnih elektrana biti umanjen (dakle poskupjet će njihova proizvodnja), jer će biti neopterećene u razdobljima kada ima vjetra. Sve to je njemačka stvarnost, a ne nagađanje!

### **Naknade za poticanje korištenja nekonvencionalnim izvorima**

Provedba Direktive traži mnogo novca! Primjerice, u Njemačkoj je za poticanje obnovljivih izvora prikupljeno u 1998. godini oko 300 milijuna eura, u 2003. godini oko dvije milijarde eura, u 2005. godini oko 2,4 milijarde eura, a za 2010. godinu predviđa se opterećenje kupaca za tu svrhu od ukupno oko 7,3 milijarde eura. Time se mjesečni račun za električnu energiju njemačkog tročlanog kućanstva s godišnjom potrošnjom 3 500 kWh električne energije kretao kako slijedi iz tablice 11.

Dodatak za obnovljive izvore u Njemačkoj porastao je u tih sedam godina sedam puta (!), uz povećanje ukupnih mjesečnih troškova za električnu energiju u istom razdoblju od devet posto.

Tablica 11. Mjesečni račun za električnu energiju u Njemačkoj za tročlana kućanstva s godišnjom potrošnjom 3 500 kWh (euro/mjes)

Opis	1998	2000	2002	2004	2005
Porez na dodanu vrijednost	6,90	5,60	6,48	7,24	7,51
Dodatak za koncesiju	5,22	5,22	5,22	5,22	5,22
Zaštita spojenog procesa	0	0,38	0,76	0,85	0,93
Dodatak za obnovljive izvore	0,23	0,58	1,02	1,58	1,64
Porez na el. energiju ( <i>eko-porez</i> )	0	3,73	5,22	5,97	5,97
Proizvodnja, prijenos i distribucija	37,60	25,15	28,29	31,52	33,16
Ukupno	49,95	40,66	46,99	52,38	54,43

Izvor: [www.strom.de](http://www.strom.de)

Navedimo i činjenicu da od 1. srpnja 2007. godine i svi hrvatski kupci električne energije plaćaju i naknadu za poticanje korištenja obnovljivim izvorima energije i kogeneracije. Detalje vidjeti u tablici 15. i njezinu komentar.

### Otkupne cijene električne energije iz obnovljivih izvora

Europske države, pogotovo petnaestorica članova *stare* Europske Unije, desetak posljednjih godina ili u nešto kraćem razdoblju, uvele su tzv. poticajne cijene za otkup električne energije proizvedene iz obnovljivih izvora energije, točnije iz nekonvencionalnih izvora, jer proizvodnju u velikim hidroelektranama ne potiču takvom cijenom. (Trebalo bi točnije dakle govoriti o cijenama iz nekonvencionalnih izvora, ali se uvriježilo zakonodavno govorenje o obnovljivim izvorima, pak i ovaj autor čini tome ustupak.) Granica između malih i velikih hidroelektrana je u pravilu 10 MW instalirane snage, tako je prihvaćeno i u hrvatskome zakonodavnom gledanju. Poticajne cijene trebale bi sanirati objektivno višu cijenu proizvodnje u nekonvencionalnom elektranama spram objektivno niže proizvodne cijene u konvencionalnim elektranama. U tablici 12. iznosi se pregled tih cijena za neke europske države, uz opasku da je Hrvatska prikazana prema Tarifnom sustavu za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije iz 2007. godine (i uz kurs 1 euro = 7,35 kuna).

Tablica 12. Otkupne cijene električne energije iz nekonvencionalnih izvora energije u nekim europskim zemljama (eurocent/kWh), stanje 2005-2006

Država	Male HE	Vjetro-elektreane	Elektreane na biomasu	Elektreane na bioplin	Fotonapon. elektreane	Geoterm. elektreane
Austrija	3,8-6,3	7,8	10,2-16	3-16	47-60	7
Danska	-	7,2	8	8	15,3-30,5	6,9
Estonija	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2
Francuska	5,5-7,6	8,2	4,9-6,1	4,5-14	30-55	12-15
Njemačka	6,7-9,7	8,4	3,8-21,2	6,5-21,2	40,6-56,8	7,2-15
Grčka	7,3-8,5	7,3-8,5	7,3-8,5	7,3-8,5	40-50	7,3-8,5
Mađarska	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4
Irska	7,2	5,7-5,9	7,2	7-7,2	-	-
Italija	-	-	-	-	44,5-49	-
Nizozemska	14,7	12,7	12-14,7	7,1-14,7	14,7	-
Portugal	7,5	7,4	11	10,2	31-45	-
Slovačka	6,1	7,4	7,2-8	6,6	21,2	9,3
<b>Hrvatska</b>	<b>5,8-9,5</b>	<b>8,8</b>	<b>11,4-16,4</b>	<b>4,9-16,4</b>	<b>28,8-46,6</b>	<b>17,3</b>

Izvor: D. Ognjan, Z. Stanić i Ž. Tomšić: *Analiza poticajnih mjera za gradnju i korištenje obnovljivih izvora električne energije. 8. savjetovanje HRO CIGRE, Cavtat, 4.- 8. studenoga 2007*

Široke granice u kojima stoje cijene u toj tablici razlog su kondenzirana prikaza. Niže cijene odnose se na veće jedinice (veću instaliranu snagu) a više cijene na manje jedinice, također – u primjerima nekih zemalja – više cijene jamče se stanoviti broj godina (najmanje deset, u prosjeku 12, a ponegdje i 20) pogona a nešto niže cijene ili tržišno postignute cijene za preostalo razdoblje korištenja.

Prema otkupnim cijenama električne energije iz obnovljivih izvora, bitno odskaku fotonaponske elektrane (koje koriste sunčane ćelije za preobrazbu energije Sunčeva zračenja u električnu energiju, ta »elektrana« može biti i sunčani panel u kakvom domaćinstvu) – otkupna cijena je između 15 i 60 eurocenta/kWh. Dakle gornja granica otkupa je oko 4,5 kuna/kWh (a prosječna *prodajna* cijena električne energije za kućanstva je u Hrvatskoj 0,56 kuna/kWh, bez PDV, a po prilici – polovina od toga bila bi prosječna *proizvodna* cijena električne energije u Hrvatskoj)!

Električna energija iz ostalih obnovljivih izvora, dobavljala se po cijenama između 3 i 16 eurocenta/kWh, dakle i do tri puta skuplje od tekuće cijene temeljne energije na europskom elektroenergetskom tržištu. Prikazane otkupne cijene iz obnovljivih izvora donesene su uglavnom u vrijeme kada je na europskom elektroenergetskom tržištu cijena temeljne energije bila oko 4-5 eurocenta/kWh, prije godinu-dvije (2005-2006). Dakako, može se očekivati je rast europske burzovne cijene u predstojećem razdoblju, jer će potražnja rasti a mogućnosti isporuke opadati, no to može voditi i korekciji otkupnih cijena iz obnovljivih izvora.

#### **Usporedba prilika u Hrvatskoj i Austriji spram korištenja elektrana na nekonvencionalne izvore energije**

Austrija je 2001. godine imala oko 1 000 MW ukupne instalirane snage elektrana u malim hidroelektranama i još oko 100 MW u elektranama na ostale nekonvencionalne izvore. U samo četiri godine, dakle do kraja 2005. godine, instalirana snaga elektrana na ostale nekonvencionalne izvore je upetnaestorostručena (narasla je na više od 1 500 MW)! Male hidroelektrane narasle su na oko 1150 MW, zahvaljujući izgradnji novih malih HE i revitalizaciji dijela postojećih malih HE. Proizlazi da je većina isplativijih malih HE izgrađena u razdoblju prije 2001. godine.

To je nevjerojatni četverogodišnji rast, očigledno cjelokupna austrijska javnost i država u cjelini najozbiljnije shvaćaju zadaću što ju je pred Austriju stavljena Direktivom EU-a o obnovljivim izvorima energije: da poveća udjel svih obnovljivih izvora (dakle, uključivo i velike hidroelektrane) u brutopotrošnji električne energije sa 70 posto, ostvarenih u 1997. godini, na 78,1 posto u 2010. godini.

Najveći rast instalacije *nije* u vjetroelektranama; njihova je instalirana snaga povećana s oko 66 MW (2001) na oko 962 MW (2005), ostvareno je povećanje instalacije od oko 15 puta. Veći rast ostvarile su elektrane na biogene izvore (otpad, biomasu, tekuće biogorivo, bioplin, te kanalski i deponijski plin): s oko 25 MW (2001), njihova je instalacija porasla na oko 532 MW (2005), ostvareno je povećanje od preko 20 puta! Fotonaponski sustavi imaju neznatni udjel u tome, ali je ostvareno povećanje u njih najveće: 27 puta, s 1,1 MW (2001) porasla je njihova instalacija na 29,7 MW (2005). Godine 2005. bilo je u korištenju preko 3 300 fotonaponskih sustava u Austriji. Dvije geotermalne elektrane imaju ukupnu snagu 0,9 MW

(2005).

Podatke o proizvodnji elektrana na obnovljive izvore imamo za razdoblje 2002-2006, dakle godinu dana pomaknuto prema podacima o instaliranoj snazi. Ipak, moguće je donositi zaključke. Proizvodnja malih hidroelektrana u cijelom tom razdoblju bila je *najveća* među svim nekonvencionalnim izvorima, iznosi oko 3,5 TWh/god, ravnomjerna je – osim u 2003. godini, koja je bila naglašenije sušna. Po prilici, proizvodnja malih HE čini 10 posto proizvodnje velikih HE u Austriji (u velikim HE proizvodi se oko 32-40 TWh/god).

Sve preostale elektrane na nekonvencionalne izvore u 2005. godini proizvele su nešto manje od malih HE, premda im je instalacija bila jedan i pol puta veća! To je prvi glavni zaključak iz austrijskog primjera: orijentacija na male HE je privlačna, osobito na austrijskoj gorovito-planinskoj topografiji. U Austriji je 2005. godine bilo u pogonu oko 2 400 malih HE (dakle snage do i uključivo 10 MW)!

Drugi, za nas još ozbiljniji zaključak iz austrijskog primjera je: premda su vjetroelektrane u Austriji imale 2005. godine instalaciju dva puta veću od instalacije elektrana na biogena goriva, ipak je u elektranama na biogena goriva proizvedeno jednako energije kao i u vjetroelektranama. Dakle, ostvareno je dva puta veće iskorištenje instalirane snage u elektranama na biogena goriva od iskorištenja vjetroelektrana. Inače, podjednak je broj vjetroelektrana (2005) i tih drugih elektrana u Austriji: preko 600 jedinica u svakoj skupini.

Pogledajmo najprije kakve su poticajne cijene u Austriji i Hrvatskoj te zaključimo jesu li hrvatske cijene dobro postavljene, tablica 13. U toj tablici navedene su granične cijene, najviša i najniža, stoga što u tarifnim sustavima cijene za pojedine tipove postrojenja ovise o instaliranoj snazi agregata (niža snaga – nešto viša cijena) a – za male HE – i o godišnjoj proizvodnji (opet manja proizvodnja – nešto viša cijena).

Tablica 13. Otkupne cijene električne energije iz postrojenja na obnovljive izvore (kn/kWh)

Tip postrojenja	Hrvatska 2007.		Austrija 2007.	
	najviša	najniža	najviša	najniža
Sunčane elektrane	3,40	2,10	3,38	2,21
Male hidroelektrane	0,69	0,42	0,46	0,23
Vjetroelektrane	0,65	0,64	0,55	0,55
Elektrane na šumsko-poljoprivrednu biomasu	1,20	1,04	1,15	0,82
Elektrane na industrijsku biomasu	0,95	0,83	1,15	0,82
Geotermalne elektrane	1,26	1,26	0,54	0,54
Elektrane na biopljin	1,20	1,04	1,25	0,83
Elektrane na otpad	1,20	1,04	0,86	0,49
Elektrane na tekuća biogoriva	0,36	0,36	0,92	0,44
Elektrane na deponijski i kanalski plin	0,36	0,36	0,44	0,30
Elektrane na ostale obnovljive izvore	0,60	0,50	-	-

Primijenjeni tečaj za preračun austrijskih izvornih podataka: 1 euro = 7,35 kuna

Ponajprije, hrvatske su otkupne cijene postavljene u prosjeku nešto više od austrijskih. Na to možemo gledati s dva stajališta: (a) dobro je što su u nas nešto više – intenzivniji poticaj će biti ulagačima da se što više otvore takvom investiranju, ali i (b) ne bi li našem ukupnom društvenom bogatstvu bile primjerenije nešto niže otkupne cijene!? Primjerice, u Austriji je početkom 2007. godine bila prosječna prodajna cijena električne energije za kućanstva 10,50 eurocenta/kWh, a u Hrvatskoj 7,60 eurocenta/kWh (oba podatka su bez poreza i naknada). Industrijska prosječna cijena u Austriji bila je 7,86 a u Hrvatskoj 5,97 eurocenta/kWh. Proizlazi da su otkupne cijene električne energije iz elektrana na obnovljive izvore u Hrvatskoj komotno mogle biti tridesetak posto niže u Hrvatskoj nego li u Austriji, pa

kada dostignemo austrijsku cijenu isporuke električne energije – tada izjednačimo i otkupne cijene za elektrane na obnovljive izvore s austrijskim.

Male HE imaju za 50-80 posto veću cijenu u nas nego li u Austriji, to je dobro – značajnije se potiče njihovo korištenje u nas no u Austriji. Vjetroelektrane imaju u nas oko 18 posto veću cijenu od austrijske; *posve nepotrebno i neopravdano* – najmanje bi ih trebalo favorizirati jer ostvaruju najniže iskorištenje instalirane snage i time traže najveću rezervu u konvencionalnom elektroenergetskom sustavu. Elektrane na biomasu imaju praktički podjednake cijene u Hrvatskoj i u Austriji, nikako nije dobro – najbolje se iskorištava njihova instalirana snaga i ne traže ikakvu rezervu u konvencionalnom elektroenergetskom sustavu, jer mogu skladištiti svoje gorivo i angažirati se sukladno potrebama sustava. Ako je neka skupina trebala dobiti naglašenije višu cijenu u nas od austrijske – to je ta skupina; odnosi se na sve biogene izvore. Tekuća biogoriva nisu favorizirana i ne treba ih uopće favorizirati za proizvodnju električne energije, njihovu potrošnju opravdanije je usmjeravati na prometna sredstva (traktore, automobile).

Još je jedna bitna razlika između hrvatskog i austrijskog sustava otkupnih cijena. U nas postoji odredba prema kojoj će se – sukladno kretanju cijena na malo, dakle inflaciji – povećavati otkupne cijene iz obnovljivih izvora energije. To je suprotno kretanju tih cijena u Austriji; tamo očigledno smatraju da će iz godine u godinu dolaziti do sve učinkovitijih i ekonomičnijih elektrana na obnovljive izvore, te otkupne cijene – u pravilu – lagano prigušuju, tablica 14. Naš pristup, pored toga što nije dobro utemeljen (bazira se na kretanju cijena na malo, a trebao bi se bazirati na kretanju cijena električne energije) nije niti unutar sebe koherentan – istodobno je trebalo istim indeksom porasta korigirati i naknade što ih kupci plaćaju za poticanje proizvodnje iz obnovljivih izvora, jer će u kratkom vremenu doći do debalansa priljeva i odljeva sredstava za poticanje.

Tablica 14. Kretanje najviših otkupnih cijena u Austriji (eurocent/kWh)

Tip postrojenja	2005.	2006.	2007.
Sunčane elektrane	60,00	49,00	46,00
Male hidroelektrane	6,25	6,25	6,25
Vjetroelektrane	7,80	7,65	7,55
Elektrane na biomasu	16,00	15,70	15,65
Geotermalne elektrane	7,00	7,40	7,30
Elektrane na bioplin	16,50	17,00	16,95
Elektrane na otpad	12,00	11,78	11,74
Elektrane na tekuća biogoriva	13,00	13,00	12,50
Elektrane na deponijski i kanalski plin	6,00	6,00	5,95

Izvor: [www.e-control.at](http://www.e-control.at)

Comment [Kd1]: Poravnati stupce s brojevima, decimalama

Inače, ta naknada što je od 1. srpnja 2007. godine plaćaju svi kupci električne energije za poticanje proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora i kogeneracije u Hrvatskoj (bez obzira na naponsku razinu preuzimanja električne energije) prikazana je tablicom 15. Naknada puni fond koji se prazni plaćanjem preuzete energije iz pojedinog obnovljivog izvora po zajamčenoj otkupnoj cijeni i plaćanjem energije uravnoteženja elektroenergetskog sustava zbog prebačaja ili podbačaja ostvarene proizvodnje elektrana na obnovljive izvore u odnosu na planiranu proizvodnju tih elektrana.

Tablica 15. Naknada za poticanje proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora i kogeneracije, bez PDV, plaćaju je svi kupci u Hrvatskoj (kn/kWh)

Godina	Naknada
--------	---------

2007.	0,0089
2008.	0,0198
2009.	0,0271
2010.	0,0350

U Austriji je ta naknada uređena na složeniji način, ovisi o naponskoj razini priključka kupca. Naknada za obnovljive izvore energije bila je 2006. godine na niskonaponskoj mrežnoj razini od 0,464 eurocenta/kWh (dakle oko 0,035 kn/kWh, kao što će biti naša naknada u 2010. godini, no bez obzira na naponsku razinu priključka), ali smanjuje se što je naponska razina preuzimanja električne energije viša. Naknada za kogenerativnu proizvodnju iznosila je 0,07 eurocenta/kWh (dakle, još i 0,005 kn/kWh), služi plaćanju povećanih troškova proizvodnje u spojenom procesu i koristi ga sva kogenerativna proizvodnja u Austriji.

Kod nas je uređeno da javne termoelektrane-toplane ne koriste taj poticaj, nego samo kogeneracija za vlastitu opskrbu toplinom. Pogrešno je što se poticanje kogeneracije ne proteže i na javne termoelektrane-toplane; električni dio njihove proizvodnje odvija se pri sniženom stupnju djelovanja u odnosu na konvencionalne termoelektrane, međutim povoljno ukupno iskorištenje goriva ostvaruje se istodobnom proizvodnjom topline. Stoga su mnoge europske zemlje, pa tako i Austrija, uvele naknadu za poticanje *svih* kogeneracija (a ne samo onih koje služe vlastitoj opskrbi toplinom) koju plaćaju *svi* kupci električne energije, jer je u nacionalnom interesu ukupna štednja goriva!

No, vratimo se naknadi za obnovljive izvore i kogeneraciju u Austriji i prikazimo njezino kretanje u posljednjih nekoliko godina, tablica 16.

*Tablica 16. Naknada za obnovljive izvore energije i kogeneraciju u Austriji*

Opis	2005.	2006.	2007.-2009.
	cent/kWh	cent/kWh	euro/god.
Za male hidroelektrane	0,002	0	-
Za sve ostale eko-izvore:			
-kupci na visokom naponu ≤110 kV	0,189	0,325	15 000
-kupci na SN-strani transformatora VN/SN	0,222	0,382	15 000
-kupci na mreži srednjeg napona			3 300
-kupci na NN-strani transformatora SN/NN	0,231	0,398	300
-kupci na mreži niskog napona	0,270	0,464	15
Za kogeneraciju	0,130	0,070	-

Izvor: [www.e-control.at](http://www.e-control.at)

Kao što se vidi iz tablice 16, naknade za obnovljive izvore i kogeneraciju iskazivane po kilovatsatu zamijenjene su od 1. siječnja 2007. godine jedinstvenim jednokratnim godišnjim paušalom koji za kupce na niskonaponskoj razini iznosi 15 eura. Austrijanci tu naknadu nazivaju *paušalom po brojilu*. Ako se podijeli iznos godišnjeg paušala za niskonaponsku razinu priključka od 1 500 eurocenta s prosječnom godišnjom potrošnjom kućanstva od otprilike 3 000 kWh, dobije se prosječna naknada od 0,5 centa/kWh, dakle nešto veća od one koja je vrijedila 2006. godine.

### **Korištenje obnovljivim izvorima u svijetu**

Nije moguće iskazati svjetsko korištenje nekonvencionalnim izvorima energije iz dva razloga. Prvi je taj što svjetska statistika ne razlikuje velike i male hidroelektrane (nego iskazuje ukupno korištenje vodnim snagama), a drugi jer nema univerzalnog svjetskog pogleda na nekonvencionalne izvore: ono što je u civiliziranom svijetu nekonvencionalno (biomasa i



otpad) u nedovoljno razvijenu svijetu je praktički jedini izvor energije, dakle za njih to su konvencionalni izvori. Stoga možemo u svjetskoj statistici jedino promatrati kretanje korištenja obnovljivim i obnovljivim izvorima energije. Tu dolazimo do jednostavnog a vrlo znakovitog, zabrinjavajućeg pogleda, tablica 17.

U svijetu je 2004. godine korišteno 13,2 posto obnovljivih izvora energije, a 1973. godine taj udio je bio 13,1 posto u ukupnoj potrošnji primarne energije. Dakle, općenito, za trideset godina nije došlo do *ikakva pomaka* u svjetskom korištenju obnovljivim izvorima! Usprkos naglašenim nastojanjima. Što se dogodilo?

Dogodilo se zapravo to da su razvijene zemlje bitno uzdignule korištenje vodnim snagama, Suncem, vjetrom, toplinom okoline, biomasom, otpadom i geotermalnom energijom, ali praktično za isto toliko su nerazvijene zemlje napustile korištenje biomasom i otpadom te prešle na korištenje konvencionalnim izvorima energije. Time je svjetski saldo tih suprotnih nastojanja na području obnovljivih izvora energije praktički nula.

Tablica 17. Udjeli oblika u primarnoj potrošnji energije u svijetu (%)

Oblik primarne energije	1973.	2004.
Nafta	45,0	34,3
Ugljen	24,8	25,1
Prirodni plin	16,2	20,9
Nuklearno gorivo	0,9	6,5
<i>Neobnovljivi izvori</i>	<b>86,9</b>	<b>86,8</b>
Sagoriva biomasa i otpad	11,2	10,6
Vodne snage	1,8	2,2
Geotermalna energija, Sunce, vjetar, toplina okoline	0,1	0,4
<i>Obnovljivi izvori</i>	<b>13,1</b>	<b>13,2</b>
Sveukupno (obnovljivi+neobnovljivi izvori)	100	100
<b>Sveukupno (Mtoe)<sup>3</sup></b>	<b>6 035</b>	<b>1 1059</b>

Izvor: IEA-Key World Energy Statistics, 2006

Takvo kretanje u svijetu – na žalost – sagledava se i za neposredno predstojeće razdoblje. Velika je odgovornost najrazvijenijih svjetskih zemalja da pomognu razvoj trećeg svijeta na način da se tamo uznastoji nastaviti korištenje obnovljivim izvorima, ali na primjeren, učinkovit, suvremen način.

### Korištenje obnovljivim izvorima energije u Europskoj Uniji

U posljednjih desetak godina uvećan je udio korištenja obnovljivim izvorima (ne toliko koliko – rekli bismo: nedovoljno realistično – priželjkuju *zeleni*): biomasom i otpadom, vodnim snagama, geotermalnom energijom, energijom vjetra i Sunčevom energijom; s pet posto (1993) porastao je na 6,3 posto (2004), tablica 18. To je dvostruko manje od udjela obnovljivih izvora u svijetu. Protumačeno je neposredno prije zašto je tako (u najmanje razvijenim zemljama korištenje obnovljivim izvorima praktično je i ukupno korištenje energijom!).

Vidljiv je najveći udio biomase i otpada u primarnim izvorima; 2004. godine imale su udio od 2/3 u svim obnovljivim izvorima u Europskoj Uniji. Istaknimo: tu je riječ o ukupnom korištenju tih izvora, ne o njihovu korištenju za pretvorbu u električnu energiju! Biomasa i otpad naglašeno se koriste za pretvorbu u toplinu. Slijedeći obnovljivi izvor su vodne snage (korištene u velikim i

<sup>3</sup> Ukupna proizvodnja tu je iskazana megatonama ekvivalentne nafte (Mtoe). Relacija spram drugih jedinica za iskazivanje energije je: 1 Mtoe = 41,87 PJ = 11,63 TWh.

malim hidroelektranama) s udjelom od oko 1/4 u obnovljivim izvorima. Preostatak čine: geotermalna energija, vjetar, Sunčeva energija i ostali obnovljivi izvori; zajedno približno 1/10 u obnovljivim izvorima.

Tablica 18. Udjeli oblika u primarnoj potrošnji energije u EU-25 (%)

Oblik primarne energije	1993.	2004.
Nafta i derivati nafte	39,4	37,3
Ugljen i kruta goriva	23,4	17,9
Prirodni plin	18,3	24,0
Nuklearno gorivo	13,9	14,5
<i>Neobnovljivi izvori</i>	<i>95,0</i>	<i>93,7</i>
Biomasa i otpad	3,1	4,1
Vodne snage	1,7	1,5
Geotermalna energija	0,2	0,3
Vjetar	0,01	0,3
Sunčeva energija	0,01	0,04
Ostali obnovljivi izvori	0,02	0,02
<i>Obnovljivi izvori</i>	<i>5,0</i>	<i>6,3</i>
Sveukupno (obnovljivi+neobnovljivi izvori)	100	100
<b>Sveukupno (Mtoe)</b>	<b>1 547</b>	<b>1 744</b>

Izvor: Eurostat, 19. 2. 2007

Razmotrimo pobliže proizvodnju elektrana na obnovljive izvore energije u EU-25, tablica 19, čija se proizvodnja treba povećati s udjela od 12,9 posto (1997) na 21 posto (u 2010. godini) ukupne brutopotrošnje električne energije u svim članicama EU-25, prema Direktivi EU o obnovljivim izvorima energije.

Tablica 19. Udjeli brutoproizvodnje elektrana na obnovljive izvore energije u EU-25 (TWh)

Vrsta elektrane	1993.	2004.
Hidroelektrane	322,35	337,19
Vjetroelektrane	2,36	58,52
Elektrane na biomasu	19,78	67,90
Geotermalne elektrane	3,67	5,52
Sunčane i ostale elektrane	0,21	0,43
<b>Ukupno (TWh)</b>	<b>348,37</b>	<b>469,57</b>

Izvor: Eurostat, 19. 2. 2007

Ostvarena brutoproizvodnja u Europskoj Uniji, svih elektrana na obnovljive izvore u 2004. godini bila je 470 TWh. Gotovo 3/4 (točno: 71,8 posto) proizvodnje tih elektrana ostvareno je u velikim i malim hidroelektranama, 2004. godine. Preostala proizvodnja ostvaruje se: u elektranama na biomasu (14,4 posto), vjetroelektranama (12,5 posto), geotermalnim elektranama (1,2 posto) i neznatnim udjelom (0,1 posto) u ostalim elektranama na obnovljive izvore (primjerice u sunčanim elektranama). U tome, rast proizvodnje u vjetroelektranama najveći je: udio njihove proizvodnje u ukupnoj proizvodnji elektrana na obnovljive izvore u 1993. godini bio je 0,7 posto.

Ostvareni udio proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije u 2004. godini od 470 TWh spram ostvarene brutopotrošnje električne energije u toj godini od 2 982 TWh, je dakle 15,8 posto. To je još vrlo daleko od spomenutog cilja iz Direktive EU-a za 2010. godinu (21

postu), doduše 2004. godine preostalo je još šest godina do 2010. Međutim, ima zemalja koje su 2004. godine proizvodile u elektranama na obnovljive izvore neznatnu količinu električne energije (od 0 do 1 TWh: Cipar, Estonija, Litva, Luksemburg, Malta, ili 2 do 3 TWh: Belgija, Češka), tako da će vrlo teško biti ostvaren cilj za Europsku Uniju u cjelini do zadanog roka.

### **Pregled korištenja nekonvencionalnim izvorima po zemljama Europske Unije**

Raspolažemo tim, ne do kraja potpunim, pregledom za 2005. i 2004. godinu (tablica 20); tu nema podataka o toplinskom izravnom kolektorskom korištenju Sunčevim zračenjem te o korištenju unutarnjom toplinskom energijom okoline. Ta oba korištenja nisu zanemariva u Europskoj Uniji, ali njihovo mjerenje je praktički neizvedivo.

Podaci u tablici 20. dijele se na udio biomase, komunalnog smeća i bioplina u primarnoj potrošnji energije, te na proizvodnju biodizelskog goriva i proizvodnju električne energije različitih tipova elektrana na nekonvencionalne izvore, što smo nazvali proizvodnjom transformiranih oblika energije jer je riječ o transformaciji primarnih oblika energije na iskazane načine. Pri tome, ne raspolaže se s proizvodnjom fotonaponskih ćelija nego samo njihovom vršnom instaliranom snagom (i to ukupnom: kako onih fotonaponskih ćelija priključenih na električnu mrežu – tako i onih korištenih odvojeno od te mreže).

U proizvodnji transformiranih oblika energije opet manjka proizvodnja topline u biogenim i geotermalnim elektranama-toplanama ili toplanama. Energija biomase iskorištena je na iskazanu proizvodnju biodizela i električne energije, te na proizvodnju topline. Energija komunalnog smeća prerađuje se u elektranama ili u elektranama-toplanama odnosno toplanama. Energija bioplina opet je iskorištena dijelom za iskazanu proizvodnju električne energije, a dijelom za proizvodnju topline.

Najviše korištenje biogenim gorivima ostvareno je u Francuskoj, Njemačkoj, Švedskoj i Finskoj. Za Švedsku i Finsku to je apsolutno razumljivo, jer raspolažu ogromnim količinama drvne mase, a Francuska i Njemačka među najvećim su zemljama u Europskoj Uniji a imaju i dugogodišnju tradiciju korištenju tim gorivima. Apsolutno najveće ukupno je korištenje biomasom, a po desetak posto od potrošnje biomase otpada na smeće i bioplin. Rekordna potrošnja biomase i komunalnog smeća je u Francuskoj a rekordna potrošnja bioplina je u Njemačkoj.

Polovina ukupne proizvodnje biodizela Europske Unije ostvarena je u Njemačkoj. Slijedi Francuska i Italija. Proizvodnja biodizela poticana je Direktivom EU-a o promicanju korištenja biogorivom te ostalim obnovljivim gorivima u transportu 2003/30/EC; do 2010. godine treba ostvariti udjel biodizela u ukupnoj potrošnji dizelskog goriva od 5,75 posto.

U proizvodnji elektrana na nekonvencionalne izvore energije opet apsolutno prednjači Njemačka, jedino su ispred nje Finska i Švedska po proizvodnji elektrana na biomasu, te Italija po proizvodnji u malim hidroelektranama, pa opet Italija, Francuska, Portugal i Austrija po proizvodnji u geotermalnim elektranama. Njemačka je apsolutni svjetski rekorder u proizvodnji vjetroelektrana, ali vrlo blizu je i Španjolska (koja je ostvarila oko 4/5 njemačke proizvodnje u 2005. godini!). U te dvije zemlje praktički se proizvodi 40 posto svjetske proizvodnje vjetroelektrana.

Fotonaponsko korištenje Sunčevim zračenjem za barem red veličine do čak dva reda veličine viša je u Njemačkoj od svih drugih zemalja Europske Unije i nezaustavljivo raste. Ukupna snaga krajem 2005. godine prešla je 1 500 vršnih megavata (to je snaga fotonaponskih ćelija pri njihovoj najjačoj osunčanosti) u Njemačkoj, dok se u drugim zemljama to kreće ispod 10 MW,

osim Španjolske, Nizozemske, Italije, Francuske, Luksemburga, koje svaka imaju po nekoliko desetaka megavata (od 52 do 23 MW).

Najveći rast u samo jednogodišnjem razdoblju (2005. spram 2004. godine) ostvaren je u proizvodnji biodizela (64,7 posto), fotonaponskom korištenju Sunčeva zračenja (56,2 posto), vjetroelektranama (17 posto) i elektranama na biomasu (16,1 posto). U korištenju primarnim oblicima nekonvencionalne energije najveći rast u Europskoj Uniji ostvaren je u korištenju bioplinom (11,2 posto).

### Primjer Njemačke

Na početku istaknimo: Njemačka je 2005. godine uz brutopotrošnju električne energije od 563,5 TWh ostvarila proizvodnju u elektranama na obnovljive izvore od 67,8 TWh, dakle ostvarila je udjel tih izvora u brutopotrošnji od 12 posto. Prema Direktivi EU o obnovljivim izvorima, zadana zadaća Njemačkoj je da do 2010. godine ostvari taj udjel od 12,5 posto. Podsjetimo i na to da je udjel obnovljivih izvora u brutopotrošnji električne energije 1997. godine u Njemačkoj bio samo 4,5 posto. Njemačka, zahvaljujući svome bogatstvu ali i upornim nastojanjem oko zadana cilja, taj će cilj ostvariti ranije od zadana roka.

Ističemo ponajprije bogatstvo Njemačke i istodobno nastojanje da se ono najsvrhovitije usmjerava. Njemačka je ostvarila bruto domaći proizvod 2004. godine od 2 207 milijarda eura! To je apsolutno najveći BDP među svim zemljama EU-27. Sve zajedno, te su godine one ostvarile BDP od 10530 milijarda eura; njemački udio u tome je dakle oko 21 posto (podaci Eurostata).

Investicije u postrojenja za korištenje obnovljivim izvorima energije (u finalnom obliku električne energije, topline i biogoriva za prometna sredstva) u Njemačkoj u razdoblju 2003. - 2007. godine kretale su se (milijarde eura):

Godina	2003.	2004.	2005.	2006.	2007.
Investicije (milijarda €)	6	7	10	11,6	12

U 2006. godini ostvarene investicije od 11,6 milijarde eura (to je preko trećine ukupnog bruto domaćeg proizvoda Hrvatske!), usmjerene su bile na: toplinsko i fotoelektrično korištenje Sunčevom energijom (5,2 milijarde eura), biogenom energijom (2,9 milijarda), energijom vjetra (2,9 milijarda), geotermalnom energijom (0,6 milijarda) i energijom vodnih snaga (0,1 milijarda).

Za otkup električne energije proizvedene u elektranama na obnovljive izvore prikupljeno je iz naknada u cijeni električne energije u 2005. godini oko 2,4 milijarde eura.

Krajem 2006. godine postoji ukupno 1,3 milijuna sunčanih kolektorskih i fotonaponskih sustava u Njemačkoj, a prirast koji je ostvaren samo u 2006. godini iznosi 220 tisuća takvih novih postrojenja! Sunčana termička postrojenja u Njemačkoj koriste se za pripremu tople vode i dopunu zagrijavanju stanova, a i u mnogim javnim primjenama, primjerice za zagrijavanje kupališnih bazena. Zaokruženo govoreći, u njemačkoj solarnoj branši zaposleno je bilo 50 000 radnika u 2006. godini (dakako, znatan je dio tih radnika zaposlen na izvoznim solarnim proizvodima koje Njemačka plasira u inozemstvo!).

U 2006. godini ostvaren je nevjerojatan *skok* u korištenju bioplinom za proizvodnju električne energije u Njemačkoj; dok je 2005. godine proizvedeno u takvim elektranama 5,5 TWh, u 2006. godini proizvedeno je takvim elektranama nevjerojatnih 18,6 TWh (to je više od brutopotrošnje električne energije u Hrvatskoj u toj godini)! Korištenje ukupnom biomasom (u toplinske svrhe, za električne preobrazbu i za proizvodnju biodizela) inspirirano je u

Njemačkoj ponajprije enormnom rastom cijena na svjetskom tržištu nafte i prirodnog plina. Preusmjerenjem biomase na energetske korištenje počinju već voditi brigu o ugrožavanju proizvodnje hrane i tekstilnog prirodnog materijala,

Primjena toplinskih crpki za korištenje unutarnje toplinske energije okoline u Njemačkoj naglo raste. Krajem 2006. godine imali su oko 28 tisuća takvih postrojenja u pogonu, a to je bilo 70 posto više nego u 2005. godini! Njihova takva moderna postrojenja, trošeći električnu energiju, daju četiri puta više toplinske energije na svome izlazu. Ukupno su proizveli tim postrojenjima oko 2 TWh topline u 2006. godini. Od kraja 2003. godine u pogonu je i prva geotermalna elektrana-toplana Neustadt-Glewe, koja ima električnu snagu 230 kW a isporučuje i toplinu. (Zapazimo, znakovito je: Nijemci na sve strane govore o toj elektrani zapravo zanemarive snage, za njemačke prilike – smatraju i naoko sitne doprinose jednako vrijednim za isticanje, jer znaju da je zbroj pojedinačno malenih doprinosa zapravo ono što se na nekom području jedino može – ali neizostavno i mora – postići.)

Njemačka nije bogata vodnim snagama. Nekoliko godina stabilizirala se proizvodnja hidroelektrana, te je 2006. godine u njima proizvedeno 21,5 TWh ili samo 3,5 posto brutopotrošnje električne energije. Imaju instalirano oko 4 700 MW u čak 7 500 hidroelektrana, dakle imaju mnogo malih HE u korištenju (prosječna snaga jedne elektrane je 625 kW!). Cijene potencijal za dogradnju još oko 2 000 MW. Ipak, i u hidroelektričnoj branši ostvaruju izvozni udio od 80 posto u ukupno oko 1,3 milijarde eura prometa u 2006. godini.

Nijemci, koji imaju najrazvijeniju primjenu vjetroelektrana u svijetu, naglašeno su izloženi problematici koja proizlazi iz potrebe sve većeg angažiranja konvencionalnih regulacijskih elektrana i rezerve, nedovoljne izgrađenosti prijenosne mreže u široj okolini vjetroelektranskih parkova, te – zapravo – smanjenja sigurnosti opskrbe svojih kupaca-potrošača.

Razvoj njemačkih vjetroelektrana doista je impresivan: krajem 2006. godine u svijetu je bilo instalirano oko 75 000 MW u vjetroelektranama, a Nijemci sudjeluju s 20 622 MW ili 27 posto u svjetskoj instalaciji. U toj godini u 18685 vjetroelektrana Njemačke proizvedeno je 30,5 TWh ili 5,6 posto brutopotrošnje električne energije. Razvoj instalirane snage krajem godine i godišnje proizvodnje vjetroelektrana Njemačke u posljednjih desetak godina impresivan je:

Godina	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Snaga (MW)	1090	1523	2035	2833	4380	6054	8675	11849	14494	16469	18428	20622
Proizv. (GWh)	1710	2082	3035	4594	5524	9351	10455	15852	18864	25272	26410	30500

Smatraju da je u vjetrenoj branši Njemačke krajem 2006. godine bilo zaposleno 73 800 radnika, opet znatnim dijelom na isporuci izvoznih vjetroelektranskih projekata (te godine izvozni udio je bio čak 71 posto u ukupnoj veličini 3,5 milijarde eura, za planiranje, isporuku opreme, gradnju, nadzor pogona, financijske pakete, izobrazbu kadrova kupaca).

Istaknimo u komentaru doista impresivne vjetrore orijentacije Njemačke ponovo da su: (a) Nijemci dovoljno bogati da barem donekle prigušuju svoju uvoznju energetska ovisnost gradnjom ogromnog vjetroelektranskog parka, ali (b) da su dovoljno bogati da uz to primjereno dograđuju park konvencionalnih elektrana i prijenosnu mrežu, te (c) da je zatečeni udio obnovljivih izvora u Njemačkoj bio 1997. godine doista vrlo nizak i (d) da su se nametnuli na svjetskom vjetroelektranskom tržištu te im je jako stalo da potiču vjetroelektransku gradnju svuda u svijetu jer time zapošljavaju sve veći broj svojih radnika. Te druge zemlje moraju to vidjeti i ne ići nerazumno u vjetrore programe, neovisno o tome koliko je to primjereno ponajprije njihovim mogućnostima a i potrebama.

## Strategija energetskog razvitka Hrvatske i obnovljivi izvori

U Strategiji energetskog razvitka Hrvatske predviđaju se scenariji za tri moguća razvitka energetike:

- scenarij S1 = konvencionalne tehnologije i bez aktivnih mjera države
- scenarij S2 = nove tehnologije i aktivne mjere države
- scenarij S3 = izrazito ekološki scenarij.

Prikažimo tablicom 21. ukupnu potrošnju energije, ukupnu potrošnju obnovljivih izvora te udio obnovljivih izvora u ukupnoj potrošnji energije, za pojedine scenarije razvitka.

Tablica 21. *Obnovljivi izvori energije prema Strategiji energetskog razvitka Hrvatske (PJ)<sup>4</sup>*

Oblik prirodne energije	2000.	2030.-S1	2030.-S2	2030.-S3
Geotermalna energija	0	5,0	5,0	5,2
Vjetar	0	2,7	4,9	8,4
Sunčeva energija	0	9,2	23,2	35,1
Biomasa	13,9	27,2	34,6	45,7
Vodne snage	23,7	28,8	30,4	29,5
Biodizel	0	5,2	8,7	12,2
Ukupno obnovljivi izvori	37,6	78,1	106,8	136,1
Ukupna potrošnja energije	332	642	599	569
<b>Udio obnovljivih izvora (%)</b>	<b>11,3</b>	<b>12,2</b>	<b>17,8</b>	<b>23,9</b>

Zakruženo govoreći: razvitak po scenariju S1 praktički vodi gotovo udvostručenju ukupne potrošnje energije, u razdoblju od 30 godina. Scenariji S2 i S3 vode stanovitom prigušivanju ukupne potrošnje.

Vidljivo je kako razvitak po scenariju S1 predstavlja praktički zadržavanje zatečena udjela obnovljivih izvora iz 2000. godine u 2030. godini, te kako zapravo jedino razvoju prema scenariju S3 znači dostizanje nešto veće razine korištenja obnovljivim izvorima u 2030. godini (23,9 posto) od razine kakvu su zemlje Europske Unije predvidjele dostignuti 2020. godine (20 posto), prema njihovu recentnom opredjeljenju (Vijeće Europske Unije, ožujak 2007).

Uvozna ovisnost, nažalost ali neizbježno, po svim razvojnom scenarijima će rasti. Sa sadašnje oko 50-postotne uvozne ovisnosti, narast će čak na 3/4 (prema scenariju S1) odnosno na 2/3 (prema scenariju S3); tablica 22.

Tablica 22. *Udio uvoza u ukupnoj potrošnji energije u Hrvatskoj (%)*

Scenarij	2000.	2010.	2020.	2030.
Scenarij S1	49	64	74	78
Scenarij S2	49	62	70	72
Scenarij S3	49	61	65	65

Kratki komentar svakog obnovljivog oblika energije, u odnosu na njegovu ulogu prema Strategiji energetskog razvitka Hrvatske, iznosi se u nastavku.

<sup>4</sup> Tu su energije iskazane petadžulima. Relacija spram drugih jedinica za iskazivanje energije je: 1 PJ = 0,2778 TWh = 0,02388 Mtoe (megatona ekvivalentne nafte).

Ponajprije, proizvodnja iz *vodnih snaga* (dakle u hidroelektranama) preračunata je u tablici 21. koeficijentom konverzije 3,6 PJ/TWh, sukladno europskom pristupu u energetske bilancama. Za razliku od Strategije koja računa s ~10 PJ/TWh dakle računa primarnu energiju vodnih snaga iz proizvedene električne energije kao da se radi o termoelektrani s prosječnim iskorištenjem goriva, čime dolazi do nešto većeg udjela obnovljivih izvora i nešto veće ukupne potrošnje primarne energije nego što proizlazi iz pregleda u tablici 21. Ali takvo je europsko bilanciranje i mi se trebamo što prije s tim uskladiti! U Strategiji je ocijenjeno realnim granično iskorištenje još oko 3 TWh iz novih malih<sup>5</sup> i velikih hidroelektrana. To je oko 10 PJ, a prema svim razvojnim scenarijima predviđa se od 3 PJ (S1) do oko 7 PJ (S2); očigledno namjera je do 2030. godine iskoristiti približno 50 posto preostalog hidropotencijala. Možda premalo! Pogotovo uzme li se u obzir da hidroelektrane možemo apsolutno realizirati 100-postotnim angažmanom građevinske i opremske domaće operative.

Uz procijenjen potencijal *geotermalne energije* u strategiji od oko toplinskih 800 MW i godišnje 100-postotno iskorištenje (8 760 sati/god), taj potencijal predstavlja energiju od oko 7 TWh ili 25 PJ, predviđa se dakle iskorištenje oko 20 posto potencijala u svim scenarijima. Nije nerealno, ali u to treba rezolutno ići, no ne samo na način korištenja toplom vodom u toplicama! Jer takvo, pasivno korištenje geotermalnom energijom ne predstavlja zapravo zadovoljenje elementarnih energetske potrebe. Ukupne potrebe će se ili uvećati za takav angažman geotermalne energije ili se neće niti iskazati kao potrebe ako do takva angažmana ne dođe! Toplice su ipak, složiti ćemo se, nedovoljno primjerene našem ukupnom bogatstvu da bismo tvrdili kako bez njihove dalje dogradnje ne možemo.

Razvoj po scenariju S1 predstavljao bi doseganje granice danas utvrđenog potencijala *vjetroelektrana* (400 MW/800 GWh) u 2030. godini. Točnije govoreći, uz današnje regulacijske sposobnosti našeg konvencionalnog elektroenergetskog sustava utvrđena je maksimalna dopustiva ukupna snaga vjetroelektrana od 360 MW. Drugi scenariji predviđaju udvostručenje (S2) odnosno učetverostručenje (S3) tog potencijala; da li je to moguće? Prema S3 to bi značilo izgradnju preko 1 500 vjetroturbina 50-metarskih tornjeva, sličnih onima na Pagu ili kod Šibenika (850 odnosno 800 kW)! Ili, duž jadranske obalne crte, povučene ravno (na otocima, uredbom je nadležnog ministarstva zabranjena gradnja vjetroelektrana), na *svakih 300 metara* zračne linije postavljanje jedne slične vjetroturbine!? Dakako, to je samo slikoviti prikaz; u stvarnoj izvedbi radit će se dijelom o vjetroturbinama veće snage od one na Pagu a gradit će se u skupinama (*vjetroelektranskim parkovima*) a ne pojedinačno. Međutim, svejedno – da li je prostorno realno ostvariva takva gradnja?

Uz korištenje *energijom Sunčeva zračenja*: prema scenariju S3 predviđeno je 2030. godine dosegnuti 35,1 PJ, uz koeficijent 3,6 PJ/TWh to predstavlja oko 10 TWh. Uz prosječnu emisiju Sunčeva zračenja od 1 400 kWh/m<sup>2</sup>, pri toplinskom kolektorskom korištenju, potrebna površina kolektora je 10×10<sup>9</sup> kWh podijeljeno s 1,4×10<sup>3</sup> kWh, dakle 7 milijuna kolektora jedinične površine 1 m<sup>2</sup>. Ukupno treba instalirati dakle oko pet takvih kolektora po prosječnom hrvatskom kućanstvu; kućanstava ima 1,5 milijun u Hrvatskoj (ugrađenih, dakako, dijelom doista po kućanstvima, a dijelom u industriji i ostalim djelatnostima – hotelima, bolnicama, ustanovama...). Možda realno, ali uz kontinuirane napore koji su danas potpuno izostali! U Rovinju imamo iz luke vidljivih barem 500 televizijskih paraboličnih antena za satelitski prijem, a vidljivog kolektora niti jednoga! Planiranom plinifikacijom duž Jadrana zauvijek će izostati ugradnja kolektora a tu ugradnju bi svakako trebalo potaknuti, prije plinifikacije.

<sup>5</sup> Potencijalne male HE na 700 razmatranih lokacija mogu dostići ukupnu snagu od 177 MW i prosječnu godišnju proizvodnju od 570 GWh, dakle po prosječnoj lokaciji 250 kW/800 MWh.

Uz korištenje *biomasom*: ništa ne poduzimamo da uzdržimo korištenje ogrjevnim drvetom barem na zatečenoj razini (od 1990. na ovamo imamo zapravo blagi ali uporni pad toga korištenja) i nedovoljno se trudimo da, prema najnižem scenariju S1, korištenje biomasom praktički udvostručimo do 2030. godine. Nesmotrenom plinifikacijom možemo još i dalje umanjiti korištenje ogrjevnim drvetom, pak ćemo se u primjerice Lici grijati na plin, a primjerice za Vinkovce ćemo tvrditi da treba uvesti korištenje slamom, jer da je to *ekološki privlačno*. (Da se u nas ne dogodi isto što smo utvrdili da se događa u *velikom svijetu!*)

Da li je realno određeno korištenje *biodizelom*? Po najnižem scenariju S1 u 2030. godini to je 5,2 PJ, uz ~40 GJ/toni dizelskog goriva to znači godišnju proizvodnju od 130 tisuća tona takvog goriva (a prema scenariju S3 čak 2,35 puta više od toga). Prema scenariju S1, uz godišnji prinos od oko 2,5 tone uljane repice po hektaru i 40 posto sadržaja ulja izlazi da bismo trebali uljanom repicom zaposjesti površinu od 130 tisuća hektara; nešto veću površinu od ukupne površine Baranje. To bi predstavljalo oko 87 posto neobrađenih površina (oko 150 tisuća hektara) u Hrvatskoj ili oko 8,7 posto ukupnih površina svih hrvatskih oranica i vrtova (oko 1 500 tisuća hektara). Sadašnja zaposjednutost uljanom repicom je oko 10 tisuća hektara, repica služi u uljarama uglavnom za proizvodnju jestivog ulja. Prije rata, uzgoj uljane repice bio je na oko 20 tisuća hektara. Ali, u to naglašeno treba ići jer, prema Direktivi EU-a o promicanju korištenja biogorivom u transportu 2003/30/EC, do 2010. godine treba ostvariti udjel biodizela u ukupnoj potrošnji dizelskog goriva od 5,75 posto. Za Hrvatsku to bi značilo godišnje oko 60 tisuća tona biodizela – bilo uvezenih bilo vlastito proizvedenih, a naglašen trebao bi biti interes poljoprivrede!

Ostvarivanjem pojedinih razvojnih scenarija postigli bi se 2030. godine udjeli obnovljivih izvora u ukupnoj primarnoj energetske potrošnji kako je prikazano tablicom 23.

*Tablica 23. Obnovljivi izvori energije prema Strategiji energetskog razvitka Hrvatske iz 2002. godine u postocima ukupne primarne energetske potrošnje (%)*

Oblik energije	2000.	2030. - S1	2030. - S2	2030. - S3
Geotermalna	0	0,8	0,8	0,9
Vjetar	0	0,4	0,8	1,5
Sunčeva	0	1,4	3,9	6,2
Biomasa	4,2	4,2	5,8	8,0
Vodne snage	7,1	4,5	5,1	5,2
Biodizel	0	0,8	1,4	2,1
Ukupno obnovljivi izvori	11,3	12,1	17,8	23,9

Zaključimo: Scenarij S1 (*konvencionalne tehnologije i bez aktivnih mjera države*); vodi udjelu obnovljivih izvora u 2030. godini kakav je ostvaren u 2000. godini. Nakon pristupa Europskoj Uniji to neće biti moguće! Da smo 2004. godine pristupili Uniji vjerojatno bi nam zadaća bila da do 2010. godine podignemo taj udjel na ~15 posto. Scenarij S2 (*nove tehnologije i aktivne mjere države*); vodi nešto većem udjelu u 2030. godini od onoga kakav bi se očekivao u nas 20 godina ranije (2010. godine)! Scenarij S3 (*izrazito ekološki scenarij*); samo nas on vodi potencijalnom ispunjenju zahtjeva Europske Unije!

Istaknimo, na kraju, i to da ćemo takvu zadaću razumno ostvariti samo uz što aktivniji udjel domaće pameti, industrije i poljoprivrede, što će voditi porastu zapošljavanja a smanjenju uvoza. Dakle, primjerice, ne uz vjetroagregate kupljene u inozemstvu ili proizvodnju biodizela iz uvezena kukuruza ili uvezene uljane repice!



## Hrvatska i nekonvencionalni izvori energije, zaključni komentar

Barem jednako značajno kao poticanje korištenja nekonvencionalnim izvorima, ovaj autor smatra otvorenost javnosti i energetske struke prema *korištenju ugljenom* u Hrvatskoj (dakako i prema *korištenju nuklearnom energijom* i prema *što učinkovitijem korištenju svekolike energije*).

Prema Strategiji energetske razvitka Hrvatske, udjel ugljena predviđa se da poraste sa sadašnjih nekoliko postotaka na 11-15 posto u 2030. godini u bilanci ukupne energije, ovisno o razvojnom scenariju. Do te se godine u svijetu ne sagledava lom porasta korištenja ugljenom. Godine 2004. ostvaren je udjel ugljena u zemljama EU-25 od 18 posto. Da li je dobro odmjereno da mi postignemo udjel ugljena manji od onog koji je su te zemlje (imale one vlastitog ugljena ili ne, bile one turističke zemlje ili ne) ostvarile 25 godina ranije? Pretjerano izlaganje uvoznom plinu apsolutno je narazborito!

Sadašnje poznate svjetske rezerve ugljena svojim energetske sadržajem čine oko 2/3 ukupnih rezerva fosilnih goriva, a sadašnja svjetska potrošnja ugljena čini samo 1/3 godišnje potrošnje fosilnih goriva, pa će nestašica ugljena nastupiti znatno kasnije od nestašice ostalih fosilnih goriva.

Ugljen je *najpravednije* raspoređen po Zemljinoj površini; tri najveća svjetska izvoznika ugljena: Australija, Sjeverna Amerika i Južna Afrika pripadaju međusobno udaljenim i praktički neovisnim geostrateškim područjima. Oko 1/3 svjetske trgovine ugljenom predstavlja uvoz u zemlje Europske Unije, pa je Europa fizičkim i poslovnim prometnim ustrojstvom bitno *okrenuta* ugljenu.

Cijena ugljena od svjetske energetske krize najstabilnija je među fosilnim gorivima. U doba zenita cijena (1985), kada je plin bio 8,5 puta skuplji nego u 1973. godini, nafta je bila oko 7,5 puta skuplja, a ugljen nešto manje od tri puta.

Kada se kritički govori o zanemarivanju korištenja obnovljivim izvorima za proizvodnju električne energije u nas nameće se potreba upozorenja na jednu *trajnu zabludu*: često se uspoređuju naše prilike shvaćane odvojeno od velikih hidroelektrana s prilikama u Europi, ali tamo uključujući i velike hidroelektrane.

Ako se obavi korektna usporedba, onda mi danas koristimo obnovljive izvore (dakle, danas, praktično, samo u velikim hidroelektranama, neznatno u malim HE i ostalim elektranama na nekonvencionalne izvore) prosječnim godišnjim udjelom od 40 posto u brutopotrošnji električne energije, a EU-25 samo oko 16 posto.

I ne manje važno: mi smo ostvarili bruto domaći proizvod od oko 5 500 eura/stanovniku (po podacima HGK) a zemlje Europske Unije u cjelini ostvaruju 21 500 eura/stanovniku (po podacima Eurostat) u 2004. godini. Mogućnosti EU-25 da izdvaja sredstva za poticanje obnovljivih izvora u proizvodnji električne energije su oko četiri puta veće (shvaćene po stanovniku), a potrebe za takvo poticanje su jedno 2,5 puta veće (40 posto udjela obnovljivih izvora u nas, spram oko 16 posto udjela u EU-25), dakle – *vrlo slikovito govoreći* – zemlje EU-25 su barem 10 puta (4×2,5) više od nas objektivno motivirane i materijalno potpomognute za bolje korištenje obnovljivim izvorima od nas.

Nije primjereno našim stvarno zatečenim potrebama i zatečenim našim materijalnim mogućnostima favoriziranje korištenja nekonvencionalnim izvorima energije *po svaku cijenu*. **Naglašenijim poticanjem trebalo bi to favorizirati samo u razborito izabranim segmentima**, primjerice: toplinsko korištenje Sunčevim zračenjem masovnim korištenjem

kolektora u priobalnom pojasu. Ili: ogrjevnog drveta u šumskim područjima, kao i biomase, biodizela, bioplina i otpada te geotermalne energije, jer njihov potencijal danas dijelom zapravo propada, a njihovo korištenje jedino doista umanjuje potrebnu izgradnju u konvencionalnom energetsom sustavu (k tome, ogrjevno drvo i geotermalna energija mogu se finalno koristiti, bez prethodne transformacije prirodnog oblika energije).

Radi razumijevanja zalaganja o mogućim projektima za široku javnost, nekoliko primjera.

- Početkom svake školske godine, distribuiranje letka upućenog svim učiteljima u osnovnim školama, kojim ih se upućuje da u okviru nastave o prirodi, pouče učenike osnovnoj priči o energiji (na tom letku je naravno iznesena ta priča; za njezin sadržaj trebalo bi raspisati natječaj i pomno izabrati najbolje rješenje). Uporna *energetska edukacija* je uvijek raspoloživa a ne pretjerano rastrošna mjera, za kojom bi trebalo posezati od vrtića i osnovne škole – do odraslih u proizvodnji, uslugama, upravi, domaćinstvima i javnim medijima. Nevjerojatno je koliko je *površnosti i elementarnog energetskeg neznanja* prisutno u najčešće dobronamjernim ali neutemeljenim javnim zalaganjima u energetsom sektoru.
- Sve potrošačke šaltere u svim distribucijskim jedinicama HEP-a opskrbiti obveznim policama na kojima su izloženi slogovi letaka o energiji, efikasnom korištenju energije i o nekonvencionalnim izvorima, koji su pomno sadržajno fundirani i atraktivno vizualno oblikovani, u jednom ustaljenom logotipu, te kontinuirano osvježavani novim i dopunskim izdanjima. Isto činiti i na internetskim stranicama HEP-a.
- Korisnike državnog proračuna i energetske tvrtke trebalo bi obvezati na učinkovito korištenje energijom u vlastitom poslovanju, kako bi se osiguralo *najšire emitiranje poruka o energetskeg suzdržljivosti vlastitim primjerom* (primjerice: korištenje štedljivim sijalicama, nerastrošno korištenje suzdržljivo izabranim automobilima, favoriziranje korištenja javnim prijevozom, posvemašnje korištenje informatičkom tehnologijom za komuniciranje uz izbjegavanje putovanja ili korištenje kvalitetnom toplinskom izolacijom zgrada).
- Osigurati bi trebalo u svakoj priobalnoj općini jedan besplatni komplet potrebne opreme, besplatnu izradu projekta, te davanje savjeta i nadzora pri montaži, koju bi dobrovoljno izvelo jedno kućanstvo, ugrađujući kolektorski sustav za zagrijavanje sanitarne tople vode korištenjem Sunčeva zračenja. Naći prikladan način izbora tog domaćinstva, između dobrovoljno prijavljenih interesenata; to provući kroz narednih pet godina (dakle svake godine pokriti petinu općina). *Ovaj autor smatra ključnom masovno kolektorsko korištenje Sunca u Dalmaciji, prije nego što tamo dođe do plinifikacije*. Naprosto, donijeti propis po kojem nije u dopušten plinski priključak kućanstva i ustanove ukoliko nije uvedena kolektorska priprema sanitarne tople vode! Svaka općina morala bi donijeti odluku o eventualnoj zabrani primjene kolektora u povijesno zaštićenim urbanim mjesnim cjelinama i na takvim pojedinačnim objektima. U *Solunu/Grčka* kolektori su (u vidu skromne crno obojene stare limene bačve) instalirani i u potleušicama na rubu grada, koje se od tog kolektora razlikuju samo po načinu korištenja starih limenih bačvi: za kolektor su iskorištene cjelovito, a za zidove i krovove kućica moraju se prethodno razrezivati i izravnati. Koliko je danas kolektora u *Solinu/Hrvatska*?
- Poticati Vladu Republike Hrvatske da propiše *minimalnu energetskeg učinkovitost* koju moraju postizati proizvodi koji koriste energiju ako se namjeravaju staviti na tržište u Hrvatskoj. Nije dovoljna oznaka energetskeg učinkovitosti, za čije stavljanje je uvedena obveza u 2007. godini.
- Poticanje *recikliranja* (staklo, papir, aluminij, bijeli lim, umjetne mase) i *višekratnog*

*korištenja materijalom* (primjerice naglašeniji povratak na korištenje staklenom ambalažom za pića i mlijeko), kao jedne od mjera efikasnijeg korištenja energijom i smanjenja emisije štetnih tvari. Poput uspješno uvedenog prikupljanja staklenih i plastičnih boca, početkom 2007. godine.

- Naprosto bi neke *društvene obveze ili olakšice trebalo povezati s dohodovnom energetsom učinkovitošću* subjekta tih obveza ili olakšica.
- Zbog snažnog razvojnog favoriziranja plina, treba se čuvati da *plinifikacijom nesmotreno ne istisnemo ogrjevno drvo* (udio ogrjevnog drveta od 5,9 posto (1990) opao je na 4,0 posto (2005) u primarnoj energetske bilanci) u malim mjestima Gorskog kotara, Like i drugim tradicionalno šumskim područjima, u kojima je korištenje ogrjevnim drvetom danas etablirano. U takvim područjima bi trebalo uščuvati korištenje ogrjevnim drvetom: poticati modernizaciju zagrijavanja, atraktivniju pripremu ogrjevnog drveta (npr. briketiranje) i bolju organizaciju njegove distribucije.
- Na svim područjima obnove nakon ratnih razaranja nastalo je stotinjak tisuća stanova u stanju elementarne građevinske obnovljenosti koja se zgotovljava – u pravilu – na isti način: bez završne obrade fasade, to bi dobro došla posvemašnja akcija oko poticanja završne obrade takvih fasada sa zahtjevnom toplinskom izolacijom. Naprosto je prilika da se, bez velika odgađanja, donese Vladino rješenje prema kojemu se *stimulira povećana toplinska izolacija pri obnovi zgrada nakon ratne razorenosti*, jer bi se time postigao ukupni državni interes.

U vezi s promicanjem korištenja nekonvencionalnim izvorima energije u nas, korisno bi bilo provesti multidisciplinarno istraživanje o razlozima našeg potpuno neefikasnog ostvarivanja bilo čega. Još bolje: o načinu kakva iznimno uspješnog i efektnog ostvarenja društvenog nastojanja u nas (autor bi volio da može iznijeti primjer čega takvog).

Ovaj autor smatra da su našem mentalitetu primjereni uporno ponavljani, malobrojni po vrstama a na što širem frontu provođeni, dobro i ciljano izabrani, razumljivi i jednostavni, praktični primjeri efikasnog korištenja energijom i korištenja nekonvencionalnim/obnovljivim izvorima. Kao najvažnija u promociji izdvaja se *potreba formiranja javnog stava o prestižu takvih primjera* (jer jedino time ovaj autor može protumačiti doista ogroman zamah primjene satelitskih TV-prijemnika ili – možda još bolji primjer – mobitela u nas).

#### Literatura:

- [1] H. Požar: *Izvori energije*, SNL-Zagreb, 1980.
- [2] D. Krpan-Lisica: *Osnove energetike*, HINUS-Zagreb, 2001.
- [3] B. Udovičić: *Energetski sustavi u globalizaciji i slobodnom tržištu*, Kigen-Zagreb, 2004
- [4] D. Feretić, Ž. Tomšić, D. Škanata, N. Čavlina, D. Subašić: *Elektrane i okoliš*, Sveučilište u Zagrebu, 2000.
- [5] V. Knapp i P. Kulišić: *Novi izvori energije*, Školska knjiga-Zagreb, 1985.
- [6] *Key World Energy Statistics 2006*, IEA ([www.iea.org](http://www.iea.org))

- [7] EURELECTRIC ([www.eurelectric.org](http://www.eurelectric.org))
- [8] Eurostat ([epp.eurostat.ec.europa.eu](http://epp.eurostat.ec.europa.eu))
- [9] *Energija u Hrvatskoj 2005.*, Ministarstvo gospodarstva, rada i poduzetništva i Energetski institut Hrvoje Požar-Zagreb, 2006
- [10] *Strategija energetskeg razvitka Republike Hrvatske* (NN 38/02)
- [11] [www.e-control.at](http://www.e-control.at)
- [12] [www.strom.de](http://www.strom.de)
- [13] [www.energie-fakten.de/14.11.2007](http://www.energie-fakten.de/14.11.2007)
- [14] [www.german-renewable-energy.com](http://www.german-renewable-energy.com)
- [15] *Utjecaj vjetroelektrane na naponske i strujne prilike u elektroenergetskoj mreži*, Energetski institut Hrvoje Požar-Zagreb, veljača 2003
- [16] Hohe Kapazitätsauslastung im deutschen Strommarkt, [www.strom.de/14.11.2006](http://www.strom.de/14.11.2006)
- [17] M. Kalea: *Električna energija*, Kigen-Zagreb, 2007.
- [18] M. Kalea: *Neka ograničenja pri primjeni nekonvencionalnih izvora energije*, Savjetovanje EIS 2007, Šibenik, 3-4.5.2007
- [19] R.Goić: *Trenutačna situacija i perspektive razvoja vjetroelektrana u Hrvatskoj*. *Elektroenergetika* 2/2004
- [20] *Energy Analysis of Power Systems*, UIC/Australija, 2006. [www.uic.com.au/29.5.2007](http://www.uic.com.au/29.5.2007)
- [21] *Uredba o minimalnom udjelu električne energije proizvedene iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije čija se proizvodnja potiče* (NN 33/07)
- [22] *Uredba o naknadama za poticanje proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije* (NN 33/07)
- [23] *Tarifni sustav za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije* (NN 33/07)
- [24] Kriterij za određivanje kandidata za dobivanje prethodnih elektroenergetskih suglasnosti za priključenje vjetroelektrana na prijenosnu i distribucijsku mrežu (Internetske stranice HEP-OPS)
- [25] [ec.europa.eu/16.11.2007](http://ec.europa.eu/16.11.2007)

**Tablica 20. Nekonvencionalni izvori energije u EU-25, 2005. godine**

(Izvor: ec.europa.eu/16.11.2007)

Država	Primarna potrošnja				Proizvodnja transformiranih oblika							Snaga
	Biomasa (Mtoe)	Smeće (Mtoe)	Bioplin (Mtoe)	Ukupno (Mtoe)	Biodizel (1000 t)	Elektrane na biomasu (TWh)	Elektrane na smeće (TWh)	Elektrane na bioplin (TWh)	Male hidro-elektrane (TWh)	Vjetro-elektrane (TWh)	Geoterm. elektrane (TWh)	Fotonap . čelije (MW)
Njemačka	7,861	0,605	1,594	10,060	1669	5,400	2,050	5,564	8,485	26,500	0,001	1537
Francuska	9,669	0,920	0,209	10,798	492	1,774	1,630	0,460	6,700	0,986	0,095	33
Švedska	7,937	0,295	0,030	8,262	1	6,874	0,524	0,053	3,474	0,870	-	4,2
Finska	6,608	0,066	0,027	6,701	-	10,183	0,187	0,022	1,240	0,167	-	4,0
Poljska	4,299	0,001	0,051	4,351	100	1,344	-	0,175	1,035	0,131	-	0,3
Španjolska	4,176	0,188	0,319	4,683	73	1,596	0,898	0,879	3,814	20,706	-	52
Austrija	3,807	0,057	0,045	3,909	85	1,930	0,100	0,058	3,999	1,325	0,002	24
Portugal	2,715	0,103	0,010	2,828	1	1,350	0,296	0,034	0,280	1,725	0,071	3,3
Češka	1,480	0,056	0,056	1,592	133	0,560	0,011	0,161	1,071	0,021	-	0,5
Letonija	1,394	0,224	-	1,618	5	-	-	-	0,066	0,046	-	0,01
Danska	1,264	0,685	0,092	2,041	71	1,897	1,405	0,274	-	6,609	-	2,8
Nizozemska	1,142	0,669	0,140	1,951	-	3,586	1,006	0,286	-	2,067	-	51
Mađarska	1,112	0,033	0,004	1,149	-	0,678	0,026	0,025	0,029	0,013	-	0,2
Italija	1,005	0,751	0,377	2,133	396	2,337	1,310	1,313	9,895	2,338	5,022	38
Grčka	0,957	-	0,036	0,993	3	-	-	0,179	0,327	1,337	-	5,4
Litva	0,736	-	-	0,736	7	0,001	0,001	-	0,062	0,002	-	0,01
Uj.Kraljevstvo	0,719	0,460	1,600	2,779	51	3,388	0,964	4,690	0,467	2,908	-	11
Estonija	0,597	-	-	0,597	7	-	-	-	0,025	0,023	-	0,01
Belgija	0,528	0,187	0,074	0,789	1	1,085	0,205	0,237	0,173	0,180	-	1,7
Slovenija	0,467	-	0,007	0,474	8	0,082	-	0,032	0,379	-	-	0,2
Slovačka	0,398	0,033	0,006	0,437	78	0,033	0,015	0,002	0,250	0,010	-	0,1
Irska	0,217	-	0,035	0,252	-	0,008	-	0,122	0,058	1,116	-	0,3
Luksemburg	0,015	0,013	0,007	0,035	-	-	0,032	0,027	0,075	0,052	-	23
Malta	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
Cipar	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	0,8
<b>Ukupno 2005</b>	<b>58,873</b>	<b>5,346</b>	<b>4,719</b>	<b>68,938</b>	<b>3184</b>	<b>44,106</b>	<b>10,660</b>	<b>14,593</b>	<b>41,904</b>	<b>69,132</b>	<b>5,191</b>	<b>1793</b>
<b>Ukupno 2004</b>	<b>55,587</b>	<b>5,144</b>	<b>4,243</b>	<b>64,974</b>	<b>1933</b>	<b>37,996</b>	<b>9,992</b>	<b>12,820</b>	<b>43,404</b>	<b>59,091</b>	<b>5,242</b>	<b>1148</b>
Rast 05/04 (%)	5,9	3,9	11,2	6,1	64,7	16,1	6,7	13,8	-3,5	17,0	-1,0	56,2

