

# Vizija mogućnosti energetskeg razvoja, međusobnih odnosa i utjecaja u Hrvatskoj za razdoblje do 2050. godine

G. Granić et al.

PRETHODNO PRIOPĆENJE

**U radu je razmotrena vizija mogućnosti energetskeg razvoja, međusobnih odnosa i utjecaja u Hrvatskoj za razdoblje do 2050. godine. Analiza je napravljena na kvalitativnoj razini i obuhvaća energetska tržišta, energetske učinkovitost, konvencionalne i obnovljive izvore energije. Na kraju su navedene preporuke za daljnji razvoj energetskeg sustava.**

**Autori se zalažu za novi koncept razvojne platforme, koja se temelji na energetskeg učinkovitosti, novim tehnologijama i obnovljivim izvorima energije. Hrvatska ima sve resurse za realizaciju istoga. Nova razvojna platforma je ujedno i mogućnost razvoja znanosti i gospodarstva.**

*Ključne riječi:* energetika, vizija 2050., energetskeg učinkovitost, nove tehnologije

## 1. UVOD

Pred Hrvatskom je u neposrednoj budućnosti velika društvena, politička, gospodarska i ukupna promjena. Od 1. srpnja 2013. godine Hrvatska će postati članica Europske unije, harmonizirana s njezinom pravnom stečevinom.

Pred EU, kao i cijelom međunarodnom zajednicom, je povijesni izazov očuvanja klime i mijenjanja odnosa u gospodarenju prirodnim resursima, zaštiti okoliša, tehnološkom razvoju i gospodarenju energijom. To se odnosi na sve segmente društva uključujući i svakog građanina i svako kućanstvo.

Današnja koncentracija CO<sub>2</sub> u atmosferi već je na pragu ekološki prihvatljive granice, a očekuje se porast broja stanovništva, porasta osobnog i javnog standarda, a kao posljedica toga i porast potrošnje energije. Posebno će biti ugrožene nerazvijene i otočne zemlje koje su osjetljive na porast razine mora, eroziju obala i učestale oluje do kojih dolazi zbog klimatskih promjena. Odgovor na to očito može biti samo promjena ponašanja čovjeka prema okolišu. Promjena odnosa prije svega znači promjenu vrijednosnog sustava, utvrđivanje nove razvojne platforme, ali i preraspodjele u strukturi troškova energije u korist zaštite okoliša i korištenja čistih tehnologija.

U konceptu sadašnje razvojne platforme energetike, koja se više-manje provodi u svim razvijenim zemljama, poduzimanje mjera za zaštitu okoliša, korištenje čistih tehnologija i povećanje energetske učinkovitosti definirano je kao dodatni napor koji se ostvaruje mjerama prisile (zakonskim obvezama) i financijskim potporama. EU je postavila ciljeve za razdoblje do 2020. godine: smanjenje emisije stakleničkih plinova za 20 posto, povećanje udjela korištenja obnovljivih izvora

energije na 20 posto i povećanje energetske učinkovitosti za 20 posto. To je i jedino moguće rješenje u situaciji kada je vladajuća razvojna filozofija „minimum troškova i maksimum profita“, a cijenu plaćaju okoliš i resursi. Nova razvojna platforma treba objektivizirati cijenu očuvanja klime i okoliša te je ugraditi u realne ekonomske odnose, a zakonodavnu prisilu i poticaje koristiti samo za ubrzavanje pojedinih procesa, a ne kao temeljni mehanizam promjena vrijednosnog odnosa prema okolišu. Bez uključivanja svih zemalja, naročito SAD-a i velikih zemalja ubrzanog razvoja kao što su Kina i Indija, neophodno smanjenje antropogenih emisija stakleničkih plinova na globalnoj razini neće biti moguće.

Međunarodna zajednica je još uvijek bez globalnog dogovora o smanjenju emisija stakleničkih plinova do prihvatljive razine, kako bi se ublažio porast globalne prosječne temperature do kraja stoljeća (za maksimalno +2 °C). Razvijene zemlje počele su se pripremati za prilagodbu toj situaciji ulažući velika sredstva u razvoj novih tehnologija za proizvodnju energije iz obnovljivih izvora. Na Konferenciji stranaka Konvencije o promjeni klime (UNFCCC), održanoj u Cancunu (Meksiko) u prosincu 2010. godine, dogovoreno je da će razvijene zemlje osnovati fond iz kojeg će se zemljama u razvoju omogućiti ispunjenje ciljeva smanjenja emisija stakleničkih plinova kroz transfer najnovijih tehnologija za proizvodnju energije iz obnovljivih izvora. S odlukom da se ide u „brzi start“ ovog fonda s desetak milijardi USD-a, konačni cilj je osiguranje sredstava u visini od 100 milijardi USD godišnje do 2020. godine. Jasno je da se radi o značajnim sredstvima koja će se investirati u nerazvijene, ali to istovremeno znači još nekoliko puta više sredstava za razvoj novih tehnologija i proizvodnju

opreme u razvijenim zemljama, posebice u zemljama brzog razvoja (Kina, Indija, J. Koreja ...).

Prema procjenama Međunarodnog tijela za klimatske promjene (IPCC), potrebno smanjenje antropogenih emisija stakleničkih plinova razvijenih zemalja je od 25-40 posto do 2020. u odnosu na emisiju iz 1990. godinu, dok bi do 2050. bilo potrebno smanjiti ukupne globalne emisije stakleničkih plinova za najmanje 50 posto, a razvijene zemlje bi trebale smanjiti emisije za 80-95 posto (*European Climate Foundation: Roadmap 2050 a Practical Guide to a Prosperous, Low-carbon Europe, 2010*). Smanjenje antropogene emisije stakleničkih plinova od najmanje 50 posto na globalnoj razini do 2050. godine je preduvjet za ostvarenje optimističnog scenarija IPCC-a, u kojem se predviđa stabilizacija koncentracije stakleničkih plinova na 450 ppm i porast prosječne temperature za oko 2 °C do 2100. u odnosu na 2000. godinu. Ukoliko ne dođe do smanjenja emisija koncentracija stakleničkih plinova bi se mogla povećati na 1 000 ppm, a temperatura za čak 6 °C do 2100. godine, što može imati nesagledive posljedice na klimu.

Sada je važan trenutak da se izgradi vladajuća filozofija za ostvarivanje ciljeva očuvanja klime i zaštite okoliša. Svi odnosi u energetici su međusobno povezani i nije moguće graditi paralelne programe bez jednoznačne poveznice. Jednoznačna poveznica je cijena energije, koja uključuje sve elemente troškova proizvodnje, prijenosa, distribucije i opskrbe te realne troškove zaštite okoliša i klime, a koja sama pokreće gospodarski interes za razvoj s novom filozofijom gospodarenja energijom i primjene novih tehnologija.

Radikalno smanjenje emisija CO<sub>2</sub> i drugih stakleničkih plinova za 50 posto do čak 95 posto u energetskom sektoru u cijelosti mijenja sve sastavnice energetskog razvoja u tehnološkom nizu od proizvodnje energenata, transformacija u poželjne oblike energije, transporta/prijenosa, distribucije, upravljanja, uređaja i trošila, potreba kupaca i njihovog gospodarenja energijom.

Nova razvojna platforma treba osigurati preduvjete za očekivani gospodarski rast te povećanje javnog i osobnog standarda uz zadovoljenje uvjeta očuvanja okoliša i klime. Tehnološki razvoj je u cijelom razdoblju nosiva komponenta nove razvojne platforme, jer sadašnja tehnološka razina ne omogućava ostvarivanje postavljenih ciljeva očuvanja klime uz sigurnu opskrbu kupca energijom.

Od nove se razvojne platforme, osim očuvanja klime i okoliša te sigurne opskrbe, očekuje i stvaranje dodane vrijednosti u gospodarstvu Hrvatske kroz tehnološki razvoj i participaciju domaće industrije i usluga. Pojedini aspekti razvojne platforme komentirat će se s aspekta doprinosa i utjecaja na:

- gospodarski razvoj
- očuvanje klime i okoliša
- tehnološki razvoj
- povećanje energetske učinkovitosti
- korištenje obnovljivih izvora
- promjene i doprinos pametnih mreža
- troškove
- sigurnost opskrbe

Hrvatska će, kao članica Europske unije i međunarodne zajednice, vjerojatno imati obvezu smanjenja emisije stakleničkih plinova do 2050. godine za najmanje 50 posto u odnosu na referentnu godinu. Za Hrvatsku je važno da to bude njezin izbor i njezino temeljno opredjeljenje. Ostvarivanje ovakvog cilja je moguće postavljanjem nove razvojne strategije Hrvatske koja će ekonomski realnije valorizirati zaštitu okoliša i klimatske promjene i stvoriti pretpostavke za tehnološki i industrijski razvoj, povećanje energetske učinkovitosti u svim gospodarskim aktivnostima, podizanje javnog i osobnog standarda, korištenje obnovljivih izvora energije i tehnologija koje smanjuju nepovoljan utjecaj na okoliš, razvoj prometa, poljoprivrede i turizma.

## 2. Tržišta energije

Nakon implementacije Trećeg paketa direktiva EU u hrvatsko zakonodavstvo postojat će zakonodavna i institucionalna infrastruktura koja će omogućiti razvoj otvorenog tržišta energije. Kakva će biti dinamika razvoja otvorenog tržišta energije te u kakvoj je svezi razvoj tržišta energije, klimatske promjene, poticanje korištenja obnovljivih izvora energije i energetske učinkovitosti, trebalo bi razriješiti pri postavljanju nove razvojne platforme.

Policije sudionika na tržištu energije su različite:

- Kupac želi sigurnu opskrbu po razumnoj cijeni, mogućnost izbora, raspoloživost tehnologija i zadovoljenje zakonskih propisa
- Energetski subjekt želi depolitizaciju sustava cijena, dostupnost infrastrukture, učinkovitu regulaciju i dugoročnu viziju svih procesa
- Država ima obvezu provođenja politike očuvanja klime i okoliša, donošenja zakona i drugih propisa, te obvezu očuvanja sigurnosti opskrbe

Sigurnost opskrbe energijom se može definirati kao sposobnost isporuke neophodnih količina energije potrebnih za životne potrebe i zaštitu stanovništva, za funkcioniranje nužne infrastrukture i javnih usluga, rada institucija i gospodarskih subjekata kojima to zahtijevaju tehnološki procesi ili su dio sustava sigurnosti opskrbe te sposobnost osiguranja strateških i operativnih rezervi energenata potrebnih za održavanje nacionalne pripravnosti i obrane u slučaju ozbiljnih poremećaja i izvanrednih situacija. Izvorni razlozi za krize i poremećaje nisu bitni s aspekta sigurnosti opskrbe, već su bitne posljedice za stanovništvo i gospodarske subjekte.

S aspekta sigurnosti bitne su transportna/prijenosna i distribucijska infrastruktura te povezanost s važnim transportnim pravcima. Ukupno investicijsko okruženje i realni ekonomski odnosi su važna pretpostavka sigurnosti, jer je interes za ulaganje vezan s realnom mogućnosti povrata sredstava i ostvarivanja prihvatljivog profita.

U području nafte i naftnih derivata Europska komisija je uspostavila sustav držanja tzv. obveznih zaliha nafte i naftnih derivata koji se zasniva na čuvanju zaliha nafte i naftnih derivata u visini 90-dnevne potrošnje svake države članice, pa tako i Hrvatske.

## 2.1. Električna energija

Premda je od početka reforme energetskog sektora usvajanjem prvog paketa energetskih zakona prošlo već deset godina, funkcionalno tržište električne energije još nije uspostavljeno. Formalno je tržište u potpunosti otvoreno, ali ni u proizvodnji niti u opskrbi nema dovoljnog broja sudionika koji bi omogućio tržišnu utakmicu. Postojeći, isključivo bilateralan mehanizam trgovanja električnom energijom neadekvatan je za razvoj tržišta i transparentno određivanje cijene električne energije, čemu doprinosi i dominacija jednog proizvođača na tržištu.

Ni Europska unija još nema jedinstvenog tržišta električne energije, ali je međusobna integracija nacionalnih tržišta sve veća. Pored razvijenih regionalnih burzi kao što je nordijski Nord Pool, sve je veći trend tržišnog povezivanja (eng. market coupling) nacionalnih burzi u regionalna tržišta. Model omogućava postojanje nacionalnih burzi električne energije te njihovo operativno povezivanje u dnevnom trgovanju. Na taj se način ostvaruju efekti zajedničkog regionalnog tržišta, veća likvidnost i harmonizacija cijena uz očuvanje nacionalnih nadležnosti operatora tržišta. Uklanja se i potreba potpune zakonodavne harmonizacije među državama s povezanim tržištima što olakšava proces integracije tržišta. Tržišnim povezivanjem sa zemljama u regiji moguće je bitno utjecati i na razvoj hrvatskog tržišta električne energije, s pozitivnim efektima kako na proizvođače, tako i na opskrbljivače i krajnje kupce.

Za početni razvoj tržišta električne energije nakon implementacije trećeg paketa direktiva EU, od posebne važnosti će biti depolitizacija politike cijena i transparentnost funkcioniranja institucija, stanje tržišta električne energije u okruženju prema kojima gravitira Hrvatska, interesi za izgradnju novih postrojenja i povezanost prijenosne mreže s okruženjem. U daljnjoj fazi na razvoj tržišta utjecat će politika očuvanja klime i obveze koje Hrvatska treba provesti, povećanje korištenja obnovljivih izvora energije, razvoj mogućnosti pametnih mreža i upravljanja, te razvoj tehnologije u svim segmentima tehnološkog razvoja od proizvodnje, prijenosa, distribucije i potrošnje električne energije. Naravno u svim fazama razvoja tržišta električne energije, važna komponenta je razvoj Hrvatske, javni i osobni standard građana.

Burzovno trgovanje danas postaje dominantan mehanizam određivanja veleprodajnih cijena električne energije, na koje se referiraju i izvanburzovne transakcije, uključujući i bilateralnu trgovinu. Zbog veličine hrvatskog tržišta glavni problem za funkcioniranje burze je osiguranje likvidnosti. Povećanje broja sudionika i volumena trgovanja može se ostvariti kroz određivanje minimalnog udjela koji proizvođači moraju ponuditi na burzi. Takva mjera može biti privremena dok se na tržištu ne pojavi veći broj sudionika i poveća njegova likvidnost te se obvezni udio može postupno smanjivati. Sve europske burze električne energije razvijaju i dugoročnu trgovinu električnom energijom i/ili njenim financijskim izvedenicama omogućavajući sudionicima upravljanje rizikom u srednjoročnom razdoblju.

Ako se i pretpostavi da će se u cijelosti ostvariti intencije iz Trećeg paketa direktiva koje se odnose na tržište električne energije, razigranost, transparentnost, učinkovito i neovisno funkcioniranje institucija predviđene Trećim paketom, postavlja se pitanje čime će se trgovati, koliko će se trgovati, te naravno po kojoj cijeni će se trgovati uvažavajući procese na tržištu i obveze iz programa očuvanja klime. Bitno je uočiti da su određeni procesi međusobno suprotstavljeni. Posebno je ideji razvoja otvorenog tržišta električne energije suprotstavljena ideja sve većeg udjela obnovljivih izvora energije po načelu poticanja te proizvodnje. Ekstremno se može zamisliti situacija da je sva proizvodnja iz obnovljivih izvora i sva poticana, što isključuje tržište kao opciju razvoja. Iz ovog proizlazi jednostavni zaključak da je za održivi razvoj tržišta električne energije od važnosti da obnovljivi izvori budu normalni sudionici tržišta bez poticaja, ali da cijena električne energije uključuje realne troškove očuvanja klime i okoliša.

Na razvoj tržišta električne energije utjecat će gospodarski razvoj, povećanje javnog i osobnog standarda građana (rast potrošnje električne energije), tehnološki razvoj kroz povećanje broja uređaja i automatizaciju proizvodnje u industriji i uslužnom sektoru, povećanje energetske učinkovitosti u svim segmentima, posebno u zgradarstvu, te povećanje učinkovitosti kroz tehnološki razvoj. U konačnosti može se procijeniti da je mogući minimalni volumen tržišta električne energije netoplianska potrošnja električne energije u kućanstvima i gospodarstvu.

Daljnji utjecaj na razinu tržišta električne energije imat će tehnološki razvoj pametnih mreža, u dimenziji upravljanja i povećanja učinkovitosti, te mogućnosti integriranja proizvodnje električne energije kod kupca iz obnovljivih izvora i kogeneracija, gorivih čelija ili novih tehnoloških rješenja. Mogući razvoj u tom pravcu, ako bude ekonomski podržan u realnim cijenama, imat će utjecaj na koncipiranje distributivne i prijenosne mreže, kao i razine proizvodnje električne energije za tržište.

Iskustva pokazuju da je liberalizacija tržišta električne energije povećala problem sigurnosti opskrbe, koji još nije riješen u cijeloj Europi. Burzovno određivanje cijena na kratkoročnoj osnovi stvara nesigurnosti i povećava rizike dugoročnih ulaganja u proizvodne kapacitete. Integracija OIE također doprinosi smanjenju broja radnih sati konvencionalnih izvora i time smanjuje njihovu kompetitivnost, a s druge strane zbog intermitentnosti i varijabilnosti proizvodnje povećava potrebu za rezervom. Posljedica je smanjenje investicija u proizvodne kapitalno intenzivne tehnologije čime se smanjuje rezerva u sustavu i ugrožava sigurnost opskrbe. Centralizirano planiranje novih proizvodnih postrojenja, u okviru zadovoljavanja potreba za rezervom u sustavu, nužan je preduvjet sigurnosti opskrbe, te treba ostati u ovlasti regulatora. Pored plaćanja proizvođačima za proizvedenu energiju, u mnogim je europskim zemljama uveden mehanizam plaćanja snage ili raspoloživosti na dugoročnoj osnovi čime se smanjuju rizici i potiču ulaganja u nove proizvodne kapacitete.

## 2.2. Plin

Nakon implementacije Trećeg paketa direktiva EU stvara se prostor za daljnji rast i razvoj tržišta plina. U sektoru kućanstva započeta je plinifikacija do sada neplinificiranih županija, u gospodarstvu i javnom sektoru prostor za plinifikaciju je zamjena energenta i naravno novi projekti. Broj kupaca plina će dugoročno rasti. Generalno se može ocijeniti da će gospodarski rast, povećanje javnog i osobnog standarda imati za posljedicu povećanje potrošnje plina.

Korištenje plina je vezano za proizvodnju električne energije i topline, a u kućanstvima za sve toplinske potrebe. Potrebe plina ovisit će o nekoliko utjecajnih faktora, koji će poticati ili demotivirati potrošnju plina, a njihov utjecaj će se vremenom mijenjati. Karakteristika plina da ima manje emisije CO<sub>2</sub> od najčešće korištenih naftnih derivata, imat će u prvoj fazi poticajnu ulogu u projektima zamjene uređaja i opreme koja koristi derivate nafte za uređaje i opremu koja koristi plin.

Provedba politike radikalnog smanjenja emisija CO<sub>2</sub> i drugih stakleničkih plinova, kroz povećanje energetske učinkovitosti u zgradarstvu, opremi i uređajima koji koriste plin, imat će za posljedicu smanjenja specifične potrošnje plina po jedinici stambenog i poslovnog prostora. U scenarijima najvećeg smanjenja emisija CO<sub>2</sub>, moguće je da će djelomično ili potpuno prestati potrošnja plina kod krajnjih kupaca, a umjesto toga plin će se koristiti za proizvodnju topline ili rashladne energije u centraliziranim jedinicama ili za proizvodnju električne energije, naravno uz izdvajanje i skladištenje CO<sub>2</sub>.

Ovo ukazuje da će se s vremenom mijenjati tržište plina te da će provedba programa očuvanja klime imati značajni utjecaj na volumen tržišta plina.

## 2.3. Toplinska energija

Tržište toplinske energije je lokalno tržište energije te prema dosadašnjem iskustvu u Hrvatskoj svaki projekt razvoja toplinskog sustava predstavlja slučaj za sebe. Usljed dosadašnjeg političkog arbitriranja o cijeni toplinske energije cijeli sektor je u nezadovoljavajućoj ekonomsko-financijskoj situaciji sa slabim kapacitetima za razvoj.

Na sustave daljinskog grijanja priključeno je oko 10 posto svih kućanstava većinom u kontinentalnom dijelu Republike Hrvatske te oko 12 posto ukupne energije utrošene za grijanje kućanstava i pripremu potrošne tople vode dolazi iz sustava daljinskog grijanja. Toplinska energija se u sustavima daljinskog grijanja u Republici Hrvatskoj proizvodi većinom iz fosilnih goriva (tekuće i plinsko gorivo) dok je udio obnovljivih izvora zanemariv.

Tržište toplinske energije unutar postojećih toplinskih sustava danas ne postoji, jer nema konkurencije u proizvodnji topline.

Povećanje učinkovitosti u zgradarstvu imat će za posljedicu smanjenje potrebne energije za grijanje i hlađenje stambenih i poslovnih prostora, ali otvara mogućnost korištenja toplinske energije u hlađenju, koja se do sada nije koristila. S druge strane radikalno smanjenje emisija CO<sub>2</sub> može izazvati povećanje udjela

grijanja i hlađenja primjenom sustava daljinskog grijanja, jer će se smanjiti upotreba uređaja koji koriste direktan proces izgaranja kod krajnjih kupaca.

Sustave daljinskog grijanja u Republici Hrvatskoj potrebno je razvijati u smjeru povećanja energetske učinkovitosti, pouzdanosti i sigurnosti opskrbe, primjene suvremenih tehnologija i povećanja udjela obnovljivih izvora. Navedeno uključuje opcije kao što su kogeneracijska proizvodnja, postrojenja na biomasu, korištenje predizoliranih cijevi, poboljšanje regulacije sustava daljinskog grijanja na svim razinama, uključujući i upravljanje potrošnjom. Svim navedenim posredno se ostvaruje i pozitivan utjecaj na okoliš.

## 2.4. Derivati nafte

Specifičnost tržišta naftnih derivata u odnosu na ostale sektore u energetici očituje se ponajviše u relativno visokoj konkurenciji koja u velikoj mjeri proizlazi iz različitih mogućnosti transporta derivata. Opskrba nije vezana za „mrežu“ kao što je to kod prirodnog plina, električne ili toplinske energije.

Kao što je to slučaj u većini zemalja, i u Hrvatskoj derivati nafte zauzimaju vrlo veliki udio (gotovo 50 posto) u ukupnoj neposrednoj potrošnji energije, a procjenjuje se da će taj udio ostati značajan i u slijedećih 20-tak godina, jer se ne mogu očekivati drastične promjene u kratkom vremenu.

Gospodarski razvoj pretpostavlja rast javnog i osobnog standarda, što uključuje i rast broja automobila. Promatrajući s aspekta potrošnje derivata nafte, rast broja automobila ne znači dugoročno povećanje potrošnje derivata nafte jer će se koristiti druga pogonska goriva i to s vremenom sve više. U prilog tome također govori i tehnološki razvoj vozila koji pozitivno utječe na smanjenje potrošnje goriva po prijednom kilometru.

Za postizanje ciljeva radikalnog smanjenja emisija stakleničkih plinova, korištenje derivata nafte morat će biti usmjereno na velike proizvodne procese, bilo industrijske ili za proizvodnju električne energije, gdje postoji (ili će postojati) tehnički moguć i ekonomski isplativ način hvatanja i trajnog skladištenja CO<sub>2</sub>. To će rezultirati velikim promjenama na tržištu naftnih derivata jer će u tom smislu derivati nafte dijelom konkurirati plinu, ako cijene derivata nafte budu konkurentne.

Dugoročno tržište derivata nafte je opadajuće tržište, a brzina promjena ovisit će o spomenutim utjecajnim faktorima.

## 2.5. Ukapljeni naftni plin

Ukapljeni naftni plin (UNP) se kao energent koristi za podmirivanje toplinskih potreba te kao pogonsko gorivo u sektoru prometa. U skladu s time, možemo reći da se radi o dva odvojena tržišta koja su međusobno usko povezana i to posebno kada je u pitanju cijena UNP-a, ali istovremeno i tržištima na koja utječu potpuno različiti čimbenici. Tako je tržište autoplina (UNP koji se koristi u prometu) izrazito ovisno o cijenama motornih goriva, dok je razvoj tržišta UNP-a koji se koristi za grijanje u izrazitoj ovisnosti o razvoju mreže prirodnog plina te cijenama ekstra lakog loživog ulja.

U Hrvatskoj su u posljednjih 10-tak godina uočeni značajni pomaci u razvoju tržišta UNP-a koji se očituju u kontinuiranom povećanju potrošnje, kako u sektoru prometa, tako i u sektoru usluga te kućanstvima. To je prije svega posljedica liberalizacije cijene UNP-a koja sada ovisi o kretanju cijena na tržištu Mediterana, što je dovelo do povećanja konkurencije na tržištu UNP-a, a time i do razvoja infrastrukture neophodne za značajniji porast broja korisnika tog energenta.

S obzirom da UNP ne doprinosi u značajnijoj mjeri niti očuvanju okoliša, a niti energetske učinkovitosti, njegovo korištenje se u većini europskih zemalja ne subvencionira. U skladu s time, nije za očekivati daljnje značajno povećanje udjela tog energenta u ukupnoj potrošnji energije.

### 3. Potrošnja i energetska učinkovitost

Energetska učinkovitost bi trebala biti temeljna komponenta dugoročne energetske strategije i strategije očuvanja klime i okoliša. Za njeno povećanje moguće je koristiti mjere:

- prisile, zakonodavne mjere kojima se obvezuju investitori, proizvođači na ciljanu razinu energetske učinkovitosti
- tehnološkog razvoja u cijelom rasponu od materijala, uređaja, projektiranja i izvedbe
- poticaja za ubrzanje procesa
- realne ekonomije koje će stimulirati učinkovito ponašanje

Energetska učinkovitost je u uskoj vezi s osobnim i javnim standardom svake zemlje i pojedinca, stila života, kao i klimatskih prilika. Iskustva pokazuju da za ocjenu i percepciju što je učinkovito ne postoje opća mjerila, pa nije realno očekivati da će se izgraditi uniformirani sustav vrijednosti o učinkovitosti svake ljudske potrebe. Iz tog je razloga za dostizanje ciljeva energetske učinkovitosti potrebno je uspostaviti sustav realnih cijena energije, u kombinaciji s mjerama zakonodavne prisile i financijskog poticaja.

#### 3.1. Zgradarstvo

Učestalost donošenja novih strateških planova i direktiva u cijeloj Europskoj uniji s ciljem smanjenja energetske potrošnje, jasno govori da je reakcija u području zgradarstva, kao najvećeg pojedinačnog potrošača energije nužna i neodgodiva. S jedne strane traži se smanjenje energetske potrošnje za 20 posto do 2020. godine, a s druge strane postavljanje konkretnih ciljeva za energetske obnovu i gradnju zgrada gotovo nultom energetske potrošnje. Također se upozorava na nedovoljno korištenje obnovljivih i alternativnih energetske sustava u zgradama i traži se njihovo obavezno razmatranje pri gradnji i rekonstrukciji. Jedini način ostvarenja preuzetih ciljeva smanjenja energetske potrošnje u Republici Hrvatskoj je integralni i sustavni pristup energetske obnovi postojećih zgrada uz značajno povećanje broja gotovo nul-energetskih zgrada. Sustavni i integralni pristup energetske obnovi zgrada direktno utječe na povećanje standarda života u zgradama, pokretanje ulaganja u građevinskom sektoru i gospodarski razvoj, poticanje industrija i zapošljavanje,

a sveukupno doprinosi smanjenju potrošnje energije, zaštiti okoliša i većoj konkurentnosti cijele nacionalne ekonomije.

Novi integralni pristup projektiranju i gradnji te obnovi naših zgrada zahtjeva jako inženjersko multidisciplinarno znanje i razmatranje zgrade kao složenog organizma, te usku suradnju svih struka koje sudjeluju u procesu od projektiranja do gradnje. Obveze EU direktive o energetskim svojstvima zgrada EPBDII u zakonodavni okvir uvode strože zahtjeve vezane za energetska svojstva zgrada i korištenje alternativnih i obnovljivih energetske sustava u zgradama. Energetska certifikacija zgrada kao i nacionalni akcijski planovi za povećanje broja zgrada gotovo nul energetske potrošnje trebali bi zakonski usmjeriti gradnju u višim energetskim razredima te potaknuti energetske obnovu postojećeg sektora zgrada.

Obnova postojećih zgrada treba biti usmjerena na postizanje niskoenergetskog standarda i energetskog razreda A (<25 kWh/m<sup>2</sup>) i A+ (< 15 kWh/m<sup>2</sup>), uz obaveznu integraciju alternativnih i obnovljivih energetske sustava. Detaljnim akcijskim planovima za energetske obnovu zgrada treba usmjeriti obnovu na postupno i sustavno energetske saniranje postojećeg sektora zgrada u periodu do 2050. godine, a osnovni kriterij vrednovanja rezultata treba biti smanjenje emisija CO<sub>2</sub> u okoliš.

U Republici Hrvatskoj je u 2010. godini evidentirano ukupno 149,38 milijuna m<sup>2</sup> korisne površine stambenih zgrada. Ukupna kvadratura nestambenih zgrada procijenjena je na oko 43,38 milijuna m<sup>2</sup> korisne površine. Od toga je oko 9,58 milijuna m<sup>2</sup> korisne površine zgrada javne namjene, ili oko 22 posto ukupne površine nestambenih zgrada, ili oko 5 posto ukupne površine zgrada. Uz pretpostavku da se svake godine obnovi 3% površine zgrada, odnosno oko 5 milijuna m<sup>2</sup> te da se specifična godišnja potrošnja toplinske energije za grijanje smanji sa prosječnih 200-250 kWh/m<sup>2</sup> na 25-50 kWh/m<sup>2</sup>, uz doprinos gradnje 10 posto novih zgrada godišnje u gotovo nul energetskom standardu, i strožu zakonsku regulativu, ostvarile bi se uštede finalne energije u 2020. od oko 20,60 PJ, čime bi se približili nacionalnom cilju od 22,76 PJ energetske ušteda u 2020. godini.

U skladu s time, akcijski planovi moraju uključiti detaljnu razradu financijskih mehanizama poticanja i biti usmjereni na:

- daljnji razvoj regulative i poticanje izgradnje novih zgrada s gotovo nultom potrošnjom energije
- sustavnu energetske obnovu postojećeg fonda zgrada

Provedba ovih ciljeva zahtijeva investiciju od nekoliko milijardi kuna godišnje, a nudi iznimno velik potencijal ne samo za uštede energije nego za zapošljavanje i pokretanje čitave nacionalne ekonomije.

#### 3.2. Promet

Glavninu potrošnje energije u europskom prometnom sektoru danas čine naftni derivati, čije se rezerve uz postojeće trendove potrošnje prema najnovijim istraživanjima procjenjuju na 40 godina. Unatoč značajnim tehnološkim poboljšanjima motora s

unutrašnjim izgaranjem, izgaranjem naftnih derivata se oslobađaju velike količine ugljikovog dioksida i drugih onečišćujućih tvari. Ukupne emisije ugljikovog dioksida iz prometnog sektora su porasle za 24 posto u razdoblju od 1990. do 2008. godine, čineći time udio od 19,5 posto u ukupnim emisijama stakleničkih plinova na području EU-a.

Cilj Europske unije je ukupno smanjenje emisija CO<sub>2</sub> između 80 i 95 posto do 2050. godine, u odnosu na referentnu 1990. godinu. Od kratkoročni ciljeva, EU do 2013. godine zahtjeva od svih proizvođača novih osobnih automobila, prisutnih na EU tržištu, plasman vozila čije emisije ne prelaze 130 g CO<sub>2</sub>/km, dok su očekivanja do 2020. godine znatno radikalnija te iznose 95 g CO<sub>2</sub>/km, uz današnji prosjek od 150 g CO<sub>2</sub>/km. Na području EU27 zemalja članica, trenutno je na snazi 1 805 aktivnih mjera koje imaju za cilj osigurati održivost prometnog sustava

Prema najnovijem izvještaju Europske komisije s početka 2011. godine, alternativna goriva posjeduju potencijal da postupno u potpunosti zamjene fosilna goriva do 2050. godine, Buduće energetske potrebe prometnog sektora mogle bi se u potpunosti zadovoljiti kombinacijom električne energije/vodika i biogoriva (kao glavne alternative naftnim derivatima), sintetičkih goriva (kao tehnološkog mosta između fosilnih goriva i biogoriva), stlačenog prirodnog plina/bioplina (SPP-a) te ukapljenog naftnog plina (UNP-a) kao dodatnog alternativnog goriva.

Prometni sektor jedan je od najbrže rastućih gospodarskih grana u Republici Hrvatskoj. U posljednjih deset godine ostvaren je rast registriranih automobila od 5 posto godišnje, s tim da je kriza u posljednjih nekoliko godina usporila rast. S druge strane, udio GDP-a prometnog sektora u ukupnom nacionalnom GDP-u iznosi 10 posto. Podaci o prosječno 336 osobnih automobila na 1 000 stanovnika u Hrvatskoj, u odnosu na prosječnih 480 u EU27, ukazuju na veliki potencijal za daljnji rast tržišta (do 2020 godine očekuje se preko 2 milijuna osobnih automobila u odnosu na današnjih 1,5 milijuna). Sektor prometa ujedno je i najznačajniji potrošač energije (preko 30 posto u strukturi finalne potrošnje). U budućnosti se očekuje daljnji rast automobila i prijedanih kilometara, ali i rast energetske učinkovitosti. Cestovni promet sudjeluje s 89 posto u ukupnom utrošku energije u prometu, pri čemu se preko 95 posto energije utrošene u prometu uglavnom pokriva iz uvoznih naftnih derivata. Za sada postoji samo nacrt 2. Nacionalnog akcijskog plana za povećanje energetske učinkovitosti predloženo na usvajanje 22. mjere financijskog, fiskalnog, organizacijskog, pravnog, edukacijskog i infrastrukturnog karaktera.

Elektro mobilnost je jedan od najučinkovitijih i ekološki najprihvatljivijih individualnih prometnih oblika. Električna vozila troše znatno manje energije u usporedbi s istovjetnim vozilima koja koriste fosilna goriva (~12 kWh/100km naspram ~60 kWh/100km). Ukoliko se utrošku energije u samom vozilu pridruži i energija potrebna za proizvodnju i distribuciju, vozila na električni pogon su dvostruko učinkovitija od najučinkovitijih vozila koja koriste fosilna goriva dok su im emisije stakleničkog plina CO<sub>2</sub> dvostruko manje, uz

tipičnu mješavinu energenata korištenih u proizvodnji električne energije.

Treba napomenuti i budući strateški značaj baterija za električna vozila. Njihova cijena je zasad visoka, no masovnim korištenjem električnih vozila baterije će dobiti ulogu kakvu danas imaju pojedini energenti. Bude li tehnološko-organizacijski razvoj električnih vozila išao u tom smjeru, prvi put će se pojaviti mogućnost značajnog skladištenja električne energije, što je posebno pogodno kod korištenja OIE kao što su vjeter i Sunce. To će otvoriti mogućnost i potrebu razvoja "pametnih" mreža punionica i novog planiranja urbanih elektroenergetskih sustava, za što se već razvijaju programi.

### 3.3. Industrija

Energetska učinkovitost u industriji dugoročno je vezana za tehnološki razvoj i dinamiku obnove proizvodnih kapaciteta. Otvorenost tržišta i konkurencija, te tehnološki razvoj utjecat će pozitivno na kontinuirani rast energetske učinkovitosti u industriji. Posebno se mogu očekivati sve veće potrebe za električnom energijom zbog trendova razvoja tržišta za industrijske proizvode te zbog većeg udjela automatizacije pa i robotizacije procesa.

Udio industrije u ukupnoj potrošnji energije u Hrvatskoj je oko 20 posto. U ovom sektoru se dugoročno bilježi najveći pad potrošnje energije, što je rezultat kako tehnološkog napretka (poboljšane energetske učinkovitosti) tako i smanjenog opsega proizvodnje. Potonje je rezultat osjetljivosti industrije na krizna zbivanja, no uzimajući u obzir dinamičnost konjunktturnih industrijskih grana i izravan utjecaj energetike na ekonomičnost poslovanja, izvjestan je sve veći značaj povećanja energetske učinkovitosti u industriji. Također, u porastu će biti i korištenje obnovljivih izvora energije, što se prvenstveno odnosi na korištenje biomase, bioplina i ostataka, prvenstveno u drvnoj, prehrambenoj te u industrijama vezanima za poljoprivredu. Uvođenje kogeneracijskih postrojenja visoke učinkovitosti osobito je pogodno za industrije s odgovarajućim balansom potreba za toplinskom i električnom energijom, te se uz kombinaciju poticaja, rastućih koristi i veću ponudu opreme može očekivati porast korištenja kogeneracije. Značajnu ulogu će imati i sveobuhvatne sustavne mjere, kao što su dobrovoljni sporazumi, sheme energetske pregleda, umrežavanja, specifični programi za industriju i sl.

Rast cijena energije, kako električne tako i drugih energenata, te razvoj naknada za emisije u okoliš, značit će bitne ekonomske poticaje u nastojanjima da se smanji potrošnja energije i emisije, dakle upravo u povećanju učinkovitosti i korištenju obnovljivih izvora u industriji. Za dobro pripremljene projekte s jasno iskazanim potencijalima industriji stoje na raspolaganju brojne mogućnosti olakšanog financiranja, no uvjet za korištenje toga su zdravo poslovanje i jasne razvojne perspektive.

Sam razvoj korištenja obnovljivih izvora energije pruža industriji mogućnost razvoja opreme za njih. Hrvatska industrija je sposobna sudjelovati u ponudi opreme za korištenje biomase, bioplina i biogoriva, Sunčeve

energije, vjetera i drugih obnovljivih izvora, te se ovdje pruža određena strateška razvojna prilika. Tu su i postojeće i potencijalne mogućnosti proizvodnje konvencionalne energetske opreme. To je potrebno uzeti u obzir u promišljanju nacionalne energetske politike.

### 3.4. Usluge

U uslužnom sektoru prisutno je nekoliko paralelnih procesa: povećanje energetske učinkovitosti, povećanje kapaciteta, povećanje energetske potrošnje grijanja i hlađenja te povećanje broja električnih trošila. U energetske smislu sektor usluga je rastući s obzirom na dugogodišnje trendove bržeg porasta potrošnje energije, koji je tek posljednjih godina usporen.

U ovom sektoru treba promatrati komercijalne usluge i javni sektor. Komercijalne usluge u ukupnoj potrošnji energije u Hrvatskoj sudjeluju, uz varijacije, s oko 12 posto, dok javni sektor troši otprilike upola manje energije. Najznačajniji čimbenik u komercijalnim uslugama je turizam, dok su u javnom sektoru to zdravstvene ustanove, školske ustanove i slične. Obzirom na svoju prirodu, u energetske pogledu se ovi sektori u najvećoj mjeri poklapaju sa sektorom zgradarstva, no postoje i brojni drugi načini korištenja energije (u obradi namirnica, procesima pranja itd.) te odgovarajuće mjere vezane za njih. Ove dvije grupe sektora usluga prema svojoj prirodi zahtijevaju različiti pristup - kod komercijalnih usluga se identificiraju zainteresirani vlasnici objekata, dok je kod javnog sektora bitan programski pristup od strane tijela države te lokalne uprave i samouprave. Upravo zbog takvog pristupa je javni sektor u mnogo čemu bio predvodnik u aktivnostima energetske učinkovitosti. Programske aktivnosti su u proteklom razdoblju bile usmjerene na izgradnju kapaciteta za gospodarenje energijom te na mjere s niskim troškovima provedbe, kao što su obrazovni i informativni projekti. Iz toga su proizašle bitne energetske i ekonomske uštede, što je kvalitetna smjernica i za mjere u sektoru komercijalnih usluga te u zgradarstvu općenito. Pokrenute su i regionalne energetske agencije koje su se brzo uključile u lokalne energetske aktivnosti, najčešće vezane za ove sektore.

Sektor usluga nadalje pruža dobru priliku za razvoj tržišta energetske usluga, koje su u Hrvatskoj nedovoljno prisutne, a njihovo pružanje ima dokazane energetske i ekonomske rezultate. Preduvjet za takav razvoj je odgovarajuća regulativa koja bi uklonila dosadašnje barijere provedbi ovakvih projekata, a za koju postoje EU smjernice.

Svakako, sektor usluga je područje dinamičnog razvoja korištenja energije kod kojeg se mogu očekivati daljnje visoke stope rasta u razdoblju nakon ekonomske krize. Komercijalne usluge će biti sve značajniji dio gospodarstva općenito te će biti stimulirane na povećanje racionalnog korištenja energije. U javnom sektoru će jačati aktivnosti državnih tijela i lokalnih zajednica, za što se može očekivati porast vezan za ulazak u EU.

### 3.5. Upravljanje u energetici – pametne mreže

Upravljanje potrošnjom putem pametnih mreža predstavlja novu mogućnost u povećanju energetske učinkovitosti. Razvoj informacijske i komunikacijske

tehnologije otvara velike mogućnosti u razvoju tržišta energije i poduzetništva u energetici, povećanju energetske učinkovitosti, optimiranju korištenja uređaja i trošila na razini svakog kućanstva, promjeni koncepta razvoja energetske infrastrukture, smanjivanju troškova i još mnogo drugih funkcija i poslovnih aktivnosti.

Važno je istaknuti da upravljanje u energetici – pametne mreže nisu nova proizvodnja energije, već informacijsko-komunikacijska rješenje koja doprinose boljem korištenju svih resursa, komotnijem korištenju uređaja i trošila, energetske učinkovitosti i nižim troškovima za kupce energije.

Već sada postoje projekti energetske neovisnosti zgrada, kvartova i manjih gradova, u kojima bi se kroz mjere energetske učinkovitosti i korištenje obnovljivih izvora osigurala energetska neovisnost. Pitanja koja se nameću o budućnosti nezavisnih kupaca energije, neovisno o veličini, vezana su na dosegnutu tehnološku razinu, cijene, mogući obuhvat ovakvog oblika upravljanja u energetici i povezanost s javnim mrežama. Hoće li razvoj takvog koncepta opskrbe kućanstava, zgrada, kvartova i manjih gradova značajno utjecati na smanjenje potrebne izgradnje javnih mreža, prije svega električne mreže, ili će se mreže razvijati kao da te opcije i nema, kao nužna rezerva, pokazat će daljnja istraživanja.

## 4. Konvencionalni izvori

Pod konvencionalnim izvorima smatraju se fosilna goriva: nafta, plin i ugljen te nuklearna energija, koji su bili dominantni u energetske opskrbi do otvaranja pitanja klimatskih promjena. Kod fosilnih goriva je prisutno pitanje iscrpljivosti rezervi, a nakon otvaranja problema klimatskih promjena i doprinosa fosilnih goriva tome, pitanje daljnjeg korištenja fosilnih goriva bez emisije CO<sub>2</sub> i drugih stakleničkih plinova. To je svako najveći tehnološki izazov, a stanje tehnološkog razvoja u proizvodnji električne energije iz konvencionalnih izvora je ohrabrujuće i realno se može očekivati komercijalna proizvodnja postrojenja za izdvajanje i skladištenje CO<sub>2</sub>. Ostaje otvoreno pitanje do koje će se razine i obuhvata ono moći primjenjivati, odnosno treba uzeti u obzir da je upitno hoće li biti tehnološki moguće i ekonomski opravdano izdvajati i skladištiti CO<sub>2</sub> kod malih potrošača, kućanstvima i gospodarstvu.

Kod nuklearnih elektrana dominantan je problem sigurnosti, od incidenata do problema zbrinjavanja visokoradioaktivnog otpada. Priželjkivani tehnološki razvoj fuzijskog reaktora nije ostvaren i prenesen je na daljnju budućnost, pa usprkos svim drugim tehnološkim unapređenjima i novim generacijama fisionih reaktora, postoje rezerve prema opciji korištenja nuklearne energije. S druge strane mogući doprinos nuklearnih elektrana smanjenju emisija CO<sub>2</sub> i drugih stakleničkih plinova je poželjan i potreban.

### 4.1. Nafta

Nafta i derivati nafte sudjeluju u ukupnoj potrošnji energije u Hrvatskoj s udjelom od preko 40 posto. Iz navedenog proizlazi važnost nafte kao primarnog izvora energije u zadovoljenju ukupnih potreba za energijom, ali isto tako i njegov značajan utjecaj na okoliš uslijed

emisija koje nastaju izgaranjem derivata nafte. Nafta je najveći generator promjena cijena energije iz opravdanih ili špekulativnih razloga. Ograničenost rezervi i proizvodnje i rast potražnje čine naftu najkritičnijim energentom u ekonomskom i strateškom smislu.

Zbog velike zastupljenosti ovog energenta u ukupnoj potrošnji energije, kako u Hrvatskoj tako i u svijetu, eliminiranje štetnih emisija koje nastaju izgaranjem derivata nafte predstavljat će jedan od najvećih izazova u postizanju zadanih ciljeva vezanih za zaštitu okoliša i očuvanje klime.

S obzirom da se oko 70 posto derivata nafte troši u sektoru prometa i samim time navedeni sektor ima značajan utjecaj u ukupnim emisijama CO<sub>2</sub>, biti će potrebne radikalne promjene u prometnom sektoru i to sa stanovišta korištenog energenta. Naime, za postizanje značajnog smanjenja emisije CO<sub>2</sub>, naftne derivate korištene u prometu će morati zamijeniti „čista“ energija, bilo da je to električna energija, energija vodika ili dr. U tom slučaju, upotreba nafte odnosno naftnih derivata biti će orijentirana na korištenje u industriji te za proizvodnju električne energije, čija će potrošnja značajno porasti. To će rezultirati značajnim korištenjem CCS tehnologije koja fosilna goriva, smatrana „prljavom“ energijom, pretvara u „čistu“. Navedeno će, osim značajnih promjena u auto industriji rezultirati i preokretom u naftnoj industriji, a posebno rafinerijskom sektoru, koja će se morati prilagoditi potpuno novim zahtjevima tržišta.

#### 4.2. Plin

Prirodni plin sudjeluju u ukupnoj i finalnoj potrošnji energije u Hrvatskoj sa udjelom od oko 25 posto. S razvojem plinskog transportnog i distributivnog sustava na novim područjima, možemo u kraćem roku očekivati porast udjela prirodnog plina kako u finalnoj potrošnji (na distributivnom nivou) i u ukupnoj potrošnji za proizvodnju električne energije (gdje će u najvećoj mjeri zamijeniti tekuća goriva).

Procjenjuje se da su rezerve nekonvencionalnog plina jednake konvencionalnima, što će zadržati cijenu plina na nižim razinama nego što je predviđano prije porasta potrošnje nekonvencionalnog plina u Americi. Stoga se očekuje da će plin u kraćem periodu imati značajniju ulogu u najvećoj mjeri u proizvodnji električne energije (visokoučinkoviti CCGT sustavi sa stupnjem djelovanja od oko 60 posto). U scenarijima sa izrazitim smanjenjem emisija CO<sub>2</sub> očekuje se smanjenje potrošnje plina u 2050. godini do 15 posto u odnosu na današnju potrošnju. U kućanstvima i uslužnom sektoru potrošnja plina će se zbog povećane učinkovitosti kako uređaja, tako i objekata smanjivati, dok se očekuje jednaka potrošnja u industrijskom sektoru. U finalnoj potrošnji očekuje se povećanje udjela plinskih toplinskih crpki za grijanje i hlađenje te CHP u većim zgradama.

Uz sve svoje poznate kvalitete u situaciji kada se mnoge zemlje dvoume oko nuklearnog programa, u korištenju ugljena čekaju komercijalnu primjenu postrojenja za izdvajanje i skladištenje CO<sub>2</sub>, prirodni plin dobiva dodatnu dimenziju korištenja, zbog manjih emisija CO<sub>2</sub>, brže izgradnje i standardizacije opreme te u elektranama

za uravnoteženje proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora.

U dugoročnom razdoblju potrebe za plinom imat će razdoblje rasta, stagnacije, a vjerojatno i pada. Jednako tako u prvoj fazi rast će broj korisnika, a zatim će se smanjivati jer će se prestajati koristiti kod krajnjih kupaca, a više koristiti u većim postrojenjima za proizvodnju električne energije i topline. To se može donekle promijeniti ako se ostvari tehnološki napredak korištenja plina bez izgaranja ili eventualno mogućnost skladištenja CO<sub>2</sub> kod malih kupaca plina ako bude tehnološki moguće i ekonomski opravdano.

Za ostvarenje značajne uloga plina u budućnosti potrebno je osigurati sigurnu dobavu u smislu snažnijeg međusobnog povezivanja zemalja, izgradnje transportnih plinovoda i LNG terminala, te skladišta plina.

#### 4.3. Ugljen

U ukupnoj potrošnji energije u Hrvatskoj ugljen zauzima oko 7 posto, pri čemu se to u potpunosti odnosi na količine iz uvoza budući je domaća proizvodnja ugljena prestala 1999. godine. Ugljen se uglavnom koristi za proizvodnju električne energije i u industriji. Unatoč visokim emisijama CO<sub>2</sub> koje nastaju prilikom izgaranja ugljena, osnovne prednosti ugljena su cijena (niža i stabilnija cijena u usporedbi s cijenom nafte i prirodnog plina), raspoložive količine te sigurnost opskrbe (lokalno i na svjetskom tržištu).

Kao i druga fosilna goriva, ugljen će na globalnoj razini i dalje imati značajnu ulogu u zadovoljenju potreba za energijom upravo zbog njegove cjenovne konkurentnosti u odnosu na ostale oblike energije, ali i njegovih relativno velikih geoloških rezervi. Naravno, u kontekstu postavljenih ciljeva vezanih za smanjenje emisije stakleničkih plinova, korištenje ugljena zahtijevati će upotrebu CCS tehnologije za koju se pretpostavlja da će do 2030. godine cijenom postati konkurentna emisijskim dozvolama, odnosno da će cijena zbrinjavanja jedne tone CO<sub>2</sub> biti niža od cijene jedne emisijske dozvole za tonu CO<sub>2</sub>, što će omogućiti realizaciju ovakvih projekata.

#### 4.4. Nuklearna energija

Nedavna događanja u Fukushima (Japan) su dodatno opteretila percepciju javnosti prema nuklearnoj tehnologiji, pa i u zemljama koje već imaju iskustva u tome. Njemačka je vlada tako odlučila prijevremeno zatvoriti sve svoje nuklearke do 2022. godine. To će značajno utjecati na energetska politiku u svijetu, a osobito u Europi. Prije svega to može imati za posljedicu i značajnije povećanje cijene električne energije na europskom tržištu.

Današnji komercijalni reaktori velikom većinom pripadaju II. generaciji reaktora. Trenutno su u izgradnji reaktori III. generacije, a već su se počeli graditi i prvi reaktori III.+ generacije (npr. u Finskoj - treći reaktor u NE Olkiluoto je tipa EPR, u Kini - AP1000 i EPR). Već se ozbiljno radi i na reaktorima IV. generacije (SCWR, VHTR, MSR, GFR, SFR, LFR) za koje se smatra da predstavljaju budućnost nuklearne energetike, a prvi takvi reaktori bi mogli biti izgrađeni oko 2030. godine.

Trenutne rezerve nuklearnog goriva prema procjenama IAEA se kreću oko 5,4 milijuna tona urana



što bi trebalo biti dovoljno za oko 90 godina korištenja u konvencionalnim reaktorima. Ovisno o cijeni urana tj. ovisno ponajviše o samoj cijeni električne energije, ove rezerve se mogu i višestruko povećati.

Republika Hrvatska ima iskustvo u izgradnji NE Krško i spada u skupinu zemalja koje se koriste nuklearnom energijom u energetske svrhe. U trenutno važećoj Strategiji energetskega razvoja Republike Hrvatske ističe se da je primjena nuklearne energije razvojna prilika energetskega sektora i gospodarstva, u prvom redu kao stabilan proizvođač električne energije, a zatim i kao mjera s najvećim potencijalom smanjenja emisija stakleničkih plinova. U strategiji također stoji da Republika Hrvatska pokreće hrvatski nuklearni energetskega program te da se donošenje odluke o izgradnji nuklearne elektrane očekuje najkasnije u 2012. godini.

Kako je izgradnja nuklearne elektrane prilično velika investicija, osobito za manje zemlje poput Hrvatske, u svijetu se dosta pozornosti usmjerava prema reaktorima male (< 300 MW) i srednje snage (300-700 MW). Prema podacima IAEA-e za 2010. godinu, u svijetu je u izgradnji 4 reaktora male snage i 9 reaktora srednje snage (od ukupno njih 67). Ovakvi reaktori mogu nuklearnu energiju učiniti pristupačnom i mnogim zemljama u razvoju s malom elektroenergetskom mrežom, nedovoljnom infrastrukturom ili ograničenim ulagačkim mogućnostima. Reaktori male i srednje snage posebno su zanimljivi za kogeneraciju te mnoge buduće napredne toplinske procese. Pogodni su i za primjenu u udaljenim i izoliranim područjima te omogućuju više fleksibilnosti u planiranju povećanja proizvodnih kapaciteta. Naravno, specifični troškovi su veći nego kod velikih reaktora, ali su ukupna ulaganja manja.

Radi se i na istraživanjima fuzijskih reaktora, ali to je još uvijek u eksperimentalnoj fazi. Službeno se je prešlo s dizajna na konstrukcijsku fazu. Prema najnovijem planu, prva plazma bi se trebala postići u studenom 2019. godine, dok bi pogon ITER reaktora snage 500 MW mogao započeti od ožujka 2027. godine.

## 5. Obnovljivi izvori

Obnovljivi izvori su već danas značajan izvor energije pa se može u cijelosti izostaviti termin dopunski izvor, kako se najčešće u stručnoj javnosti nazivao. Tehnološki razvoj s jedne strane i sustav poticaja s druge strane ostvario je povoljnu klimu za izgradnju postrojenja koja koriste obnovljive izvore, pa je u pojedinim segmentima u posljednjom razdoblju to sektor u energetici koji se najbrže razvija. Pokazalo se da je u početnoj fazi jednako važno ulagati u razvoj tehnologija kao i u razvoj tržišta, koje je kod obnovljivih izvora stvarano s garantiranim otkupom proizvodnje i cijenama koje su osiguravale povrat uložene kapitala i solidan profit.

Pred obnovljivim izvorima energije je u tehnološkom i ekonomskom smislu nekoliko izazova. Odlučujuće za razvoj tog sektora je prihvaćanje i implementacija politika međunarodne zajednice u očuvanju klime s realnim implikacijama na razinu cijene energije. Uključivanje realnih troškova očuvanja klime i okoliša u cijenu energije, dovodi obnovljive u ravnopravni tržišni odnos s ostalim izvorima, što će biti presudno za razvoj tržišta energije, posebno električne energije. Vjerojatno

će to ubrzati tehnološki razvoj i dati novu dimenziju korištenja obnovljivi izvora energije.

### 5.1. Vjetar

Tijekom 2010. godine u Europi je izgrađeno 9,9 GW novih vjetroelektrana da bi ukupno instalirani kapacitet vjetroelektrana u Europi dosegao 86,3 GW. Promatrano u petogodišnjem povratnom razdoblju, vjetroelektrane predstavljaju u ovome času najdinamičnije tržište obnovljivih izvora energije. Očekivanja industrije su da će se kapacitet vjetroelektrana u Europi do 2020. g. utrostručiti, odnosno doseći 230 GW što je vrlo blizu očekivanja za vjetar izrečenih u Nacionalnim akcijskim planovima 27 zemalja članica EU (213 GW ukupno). Ukoliko se ovi planovi realiziraju bit će potreban investicijski volumen od oko 200 milijardi EUR te će u 2020. godini vjetroelektrane pokriti oko 15,7 posto potreba EU za električnom energijom.

Treba reći da razmišljanja i planovi industrije vjetra idu i dalje te je nedavno i usvojen cilj za 2050: 735 GW vjetroelektrana u Europi (onshore i offshore) te udio od 50 posto u pokrivanju potreba za električnom energijom. Ovakvo visoki udio zahtjeva, pak potpuno restrukturiranje energetike uz nova tehnička rješenja i metode upravljanja sustavom, kao i radikalna postignuća u području energetske učinkovitosti. Uz navedeno, tražit će se i nova tehnološka rješenja u području same vjetroenergetike, prvenstveno u smislu povećanja jedinične snage vjetroagregata (prema 10-20 MW-tnim jedinicama), poboljšanja proizvodnosti vjetroagregata kroz integralnu tehničku optimizaciju, razvoj offshore tehnologije i tehnologije za lokacije s niskim vjetropotencijalom, unaprijeđenje integracije u infrastrukturni sustav i dr.

U Hrvatskoj su vjetroelektrane u posljednjih dvije-tri godine u snažnom fokusu potencijalnih investitora što je rezultiralo velikim brojem prijavljenih projekata u Registru projekata OIE pri MINGORP-u. No, ukupna realizacija od 89 MW do kraja 2010. je, u usporedbi s drugim europskim zemljama sličnih potencijala, skromna. S druge strane, Hrvatski elektroenergetski sustav je relativno mali, pa to predstavlja limitirajući faktor, puno prije nego raspoloživost vjetropotencijala ili prostora. U ovome času Strategija energetskega razvitka Republike Hrvatske predviđa 1200 MW u 2020. godini i doprinos od oko 11% u podmirivanju bruto neposredne potrošnje električne energije u toj godini. Ovaj je cilj ostvariv uz provedbu mjera koje imaju za cilj lakšu integraciju vjetroelektrana, prvenstveno povećanja regulacijskih kapaciteta u sustavu, uvođenje prognoze proizvodnje iz vjetroelektrana, dispatchiranja vjetroelektrana i dr. Strategija okvirno definira i cilj za 2030. godinu od 2000 MW vjetroelektrana. Ostvarivanje ciljeva radikalnog smanjenja emisija iz energetskega sektora, potaknut će daljnje povećanje vjetroelektrana i iza 2020. godine.

### 5.2. Sunce

Osnovni razlog malog korištenja sunčeve energije u postrojenjima za proizvodnju toplinske ili električne energije je bio u visokoj cijeni uređaja i relativnoj niskoj cijeni ostalih oblika energije. Relativno visoki poticaji za

proizvodnju električne energije iz sunčevih elektrana (fotonaponskih sustava) su u novije vrijeme pokrenuli značajniji interes za ugradnju ovakvih sustava, dok će masovniji razvoj korištenja sunčevih toplinskih kolektora pratiti razvoj poticaja i regulative. Povećana primjena ovakvih sustava, dovela je do povećanja kapaciteta proizvodnje, te do značajnijeg ulaganja u tehnološki razvoj, što je pak snizilo cijene opreme, te su ove tehnologije iz dana u dan sve prihvatljivije za korištenje, a takav trend se očekuje i u budućnosti. Sintagma decentralizirane energetike, kao i zahtjevi europskih direktiva o nul-energetskim zgradama uvelike pogoduje korištenju sunčanih sustava, kako za proizvodnju električne energije, tako i za proizvodnju toplinske, te u budućnosti i za hlađenje. U tome smislu, zgrade će se iz potrošača energije transformirati u proizvođača energije te je realno očekivati daljnje korištenje ovakvih sustava u zgradama.

Padom cijene fotonaponskih sustava, posebice fotonaponskih modula kao najskupljeg dijela sustava, kao i daljnjim porastom cijene električne energije, na povoljnim geografskim lokacijama u bliskoj budućnosti može se očekivati izjednačenje proizvodne cijene električne energije iz fotonaponskih sustava s tržišnom cijenom električne energije. Nakon što se to dogodi, za očekivati je značajnije povećanje instaliranih kapaciteta velikih Sunčevih elektrana snaga preko 10-ak MW. Fotonaponske sustave u zgradama će ipak biti potrebno dodatno poticati i u budućnosti. Nadalje, radi sezonskih resursa, povećanim korištenjem fotonaponskih sustava biti će neophodno korištenje i sustava za pohranu energije, posebice vodika.

Cijena sunčevih toplinskih sustava ne bi trebala značajno padati u budućnosti, ali bi se njihova primjena trebala povećati u prvome redu radi povećanja cijena energije, te zbog eventualnog nedostatka ostalih resursa. U tome smislu, može se očekivati da će praktički svaka obiteljska kuća, te veći broj stambenih zgrada koristiti ovu tehnologiju za pripremu potrošne tople vode i podršku grijanju. Korištenje se očekuje i u javnom sektoru, posebice za objekte koji se koriste tijekom cijele godine (bolnice, domovi umirovljenika), te u hotelskom sektoru, gdje se ovakvi sustavi tradicionalno koriste.

### 5.3. Hidroenergija

Hidroelektrane se koriste već više od stotinu godina i može se konstatirati da se kod tih postrojenja radi o primjeni zrelih i pouzdanih tehnologija koje doprinose sigurnosti opskrbe električnom energijom te kod kojih su moguća daljnja, ali ipak ne toliko značajna tehnološka unapređenja. Time se dolazi do zaključka da je osnovna zapreka daljnjem bitnijem povećanom iskorištenju hidropotencijala prvenstveno vezana uz zaštitu okoliša, a ne uz razvoj novih tehnologija. Iako kod hidroelektrana u pogonu praktički nema štetnih emisija te se na taj način doprinosi smanjenju onečišćenja atmosfere, njihov utjecaj na prirodu i okoliš može biti relativno velik, jer izgradnja hidroelektrana u većini slučajeva predstavlja značajne zahvate u prostoru, naročito ako iziskuje izgradnju akumulacijskih jezera većih površina. Potrebno je naglasiti da je u Republici Hrvatskoj većina povoljnih lokacija za ovakve objekte već iskorištena, a

njihova izgradnja u budućnosti će biti prilično otežana, ako se uzmu u obzir sve restriktivnija ograničenja zaštite prirode i okoliša.

Međutim, suvremena shvaćanja gospodarskog razvoja nalažu integralni pristup vodnim resursima, što upućuje na realizaciju aktivnosti vezanih uz vodne resurse (zaštita od štetnog djelovanja voda, stvaranje uvjeta za povećanje proizvodnje zdrave hrane navodnjavanjem, odvodnjom i ribogojstvom, razvoj infrastrukture izgradnjom vodovodne mreže i prometnih građevina, poboljšavanje uvjeta za izletništvo, sport, rekreaciju i turizam,...) uz načelo višenamjenskog korištenja, pa se u budućnosti sve više može očekivati realizacija projekata na vodotocima kroz višenamjenske objekte, pri čemu je u većini slučajeva nezaobilazna i moguća proizvodnja električne energije. Interesantna je i mogućnost izgradnje malih hidroelektrana koje mogu ostvariti velik gospodarski impuls u ruralnim i nerazvijenim područjima, i to na način da osiguravaju električnu energiju za manje proizvodne pogone na lokacijama gdje ne postoji razvedena elektroenergetska mreža odnosno gdje bi realizacija pristupa mreži bi bila preskupa.

### 5.4. Biomasa

Tradicija korištenja drva u Hrvatskoj je velika i još danas 50 posto kućanstava koristi drvo za grijanje, na klasičan način i s malim stupnjem korisnosti. Korištenje modernih proizvoda je u začetku, iako je proizvodnja peleta već značajna. Nova generacija projekata korištenja biomase u proizvodnji električne energije i topline na temelju suvremene tehnologije je u realizaciji.

U budućnosti se može očekivati prije svega povećanje učinkovitosti u korištenju biomase, primjena razvijenijih tehnologija i proizvoda, te korištenje biomase za proizvodnju električne energije i topline. Vrednovanje ostataka iz održivog gospodarenja šumama kao energetske biomase, i otvaranje tržišta za njih, je posljednjih godina iniciralo niz energetske projekata. U kombinaciji s poticajima, ti se projekti mahom odnose na kogeneracijska postrojenja, među kojima su i veća povezana s lokalnim toplinarstvom. Korištenje ostataka iz drvne industrije također doprinosi razvoju u tom smjeru. Potencijal energetske biomase uvećanje raspoložive biomase na ovaj način otvara mogućnost za izgradnju bitnih elektroenergetskih kapaciteta praktički u baznom pogonu, uz uvjet da se osigura korištenje toplinske energije iz takvih kogeneracija. Također se za toplinarstvo preferira korištenje ovog energenta za proizvodnju toplinske energije. Takav razvoj nameće promišljeno održivo gospodarenje šumskom biomasom kao resursom.

Jednako je tako i s biomasom iz poljoprivrede, koja se do sada minimalno koristila za energetske potrebe, a u budućnosti se očekuje znatno povećanje.

Pitanje resursa za proizvodnju dovoljnih količina biomase za potrebe Hrvatske je pitanje održivosti koncepta i uravnoteženje s ostalim potencijalnim korisnicima prostora i sirovina, prije svega poljoprivrede, drvne industrije, građevinarstva i ostalih.

## 5.5. Bioplin

Proizvodnja i korištenje bioplina je već realnost u Hrvatskoj. Uvođenje statusa povlaštenog proizvođača električne energije potaknulo je niz projekata za kogeneracijska postrojenja na bioplin, te je tu situacija analogna onoj kod korištenja biomase. Transfer tehnologije i nova saznanja ovdje su ukazala na mogućnost korištenja vrlo širokog raspona sirovina za bioplin, te time i na potencijale koji još nisu u potpunosti sagledani. U skladu s time postoje realno veliki kapaciteti za proizvodnju, što se u prvom redu odnosi na korištenje postojećih raspoloživih ostataka iz stočarstva, peradarstva, poljoprivrede i prehrambene industrije, i na potrebe korištenja dodatnih poljoprivrednih površina za kulture potrebne za proizvodnju bioplina (kukuruz, sirak itd.).

No, koncept proizvodnje i korištenja bioplina treba proizaći iz koncepta razvoja poljoprivrede i stočarstva, kao dodana vrijednost optimalnom korištenju svih potencijala, a ne u sukobu s njima. Također, daljnji razvoj korištenja ovog obnovljivog energenta povlačit će potrebu usklađivanja s konceptima razvoja prehrambenih industrija, komunalnih gospodarstava, zbrinjavanja biološkog otpada i mnogih drugih područja.

## 5.6. Geotermalna energija

Geotermalna energija je u Republici Hrvatskoj nedovoljno iskorišten obnovljivi izvor energije, posebno s obzirom na razmjerno visoki potencijal u sjevernom dijelu Hrvatske. Geotermalna energija se u Hrvatskoj uglavnom koristi u balneološke svrhe u mnogobrojnim toplinama, a svega je nekoliko primjera njezina iskorištavanja u druge svrhe (staklenici, ribnjaci, grijanje prostora) te se intenzivnija primjena u energetske svrhe tek očekuje u narednim razdobljima.

Glavni razlog nedovoljnog iskorištavanja geotermalne energije leži u činjenici da do danas u Hrvatskoj nije provedeno sveobuhvatno istraživanje geotermalnog potencijala na perspektivnim lokacijama, te da nisu uklonjene postojeće proceduralne i zakonodavne prepreke koje usporavaju razvoj geotermalnih projekata.

Proizvodnja električne energije najinteresantniji je oblik iskorištavanja geotermalne energije zbog mogućnosti njezina iskorištenja tijekom cijele godine. Kako se danas geotermalna energija koristi i u industrijskim postrojenjima (sušenje papira, voća, povrća, ribe, drveta, vune, izlučivanje soli, destilacija vode, pasterizacija mlijeka...) upravo dostupna toplinska energija može biti odlučujući čimbenik u poticanju razvoja i gospodarskog napretka nekog područja. Povoljno locirani geotermalni resursi, u blizini naselja, sve se više koriste u centralnim toplinskim sustavima za grijanje i hlađenje poslovnih objekata ili centara, pa i čitavih naselja. Maksimalna učinkovitost iskorištenja toplinske energije postiže se kaskadnim korištenjem gdje se u nekoliko faza toplina predaje različitim korisnicima (elektrana, sušara, rashladno postrojenje, plastenik, ribnjak).

U novije vrijeme korištenje geotermalnih resursa se sve više izvodi kao zatvoreni i za zaštitu okoliša povoljniji koncept, tako što se s utisnom bušotinom kojom se voda

izvučena iz ležišta, po predaji svoje topline radnom mediju, vraća u ležište kako bi se ponovno zagrijala. Poticanjem korištenja geotermalne energije u Hrvatskoj, uz povoljan utjecaj na okoliš, povećao bi se udio korištenja obnovljivih izvora u ukupnoj potrošnji energije. Uz to, korištenje geotermalnih izvora energije doprinijelo bi povećanju sigurnosti opskrbe energijom hrvatskog tržišta, a s obzirom da je ona vezana uz domaće resurse, i smanjenju ovisnosti o uvoznjoj energiji i globalnim geopolitičkim zbivanjima.

## 6. Konstatacije i preporuke

1. Nova energetska politika traži novu razvojnu platformu do 2050. godine, a možda i za duže razdoblje, jer zbog ograničenja za očuvanje klime i okoliša, međusobnih utjecaja te zahtjeva za dugoročnu održivost, rješenja nije moguće osmisliti na dosadašnjoj platformi razmišljanjima o razvoju energetske sustava
2. Novu energetske politiku nije moguće kreirati i osmisliti zatvorenu u samu sebe, jer ona prožima sve segmente društva i treba se prepoznati u svim aktivnostima na nacionalnoj, regionalnoj i lokalnoj razini te u svim mjerama: zakonodavnim, razvojnim i poticajnim. Važan segment energetske politike je mobilizacija znanstvenog i industrijskog potencijala Hrvatske. Nova razvojna platforma je znanstvena i industrijska mogućnost Hrvatske pa je uspostava čvrste suradnje između Vlade, znanosti i gospodarstva nužan preduvjet za to.
3. Temeljna sastavnica nove energetske platforme je povećanje energetske učinkovitosti u svim segmentima tehnološkog lanca, od proizvodnje, transporta/prijenosa, distribucije do potrošnje energije te nove tehnologije i korištenje obnovljivih izvora
4. Dugoročno nije moguće dijeliti proizvodnju energije na tržišni i poticajni dio, već treba izgraditi jedinstveno tržište na realnim troškovima očuvanja klime i okoliša. Poticaje treba usmjeriti prvenstveno na povećanje energetske učinkovitosti, prioritarno u zgradarstvu.
5. U bliskoj budućnosti pa do 2030. godine doći će do povećanja cijene i troškova energije zbog uključivanja troškova zaštite klime i okoliša te razvoja i primjene novih tehnologija. Nakon tog razdoblja, rast troškova će se kompenzirati smanjenjem potreba za energijom zbog povećanja energetske učinkovitosti te efektima primjene novih tehnologija.
6. Rast cijena i troškova za energiju ostvario bi se i bez nove razvojne platforme, zbog ograničenosti fosilnih goriva i sve većih potreba za energijom. Razlika je u konačnom rezultatu jer nova platforma rezultira povećanjem energetske učinkovitosti i primjenom novih tehnologija i obnovljivih izvora energije, a postojeća platforma rezultira povećanjem ugroženost klime i okoliša.
7. Hrvatski resursi uz primjenu novih tehnologija omogućavaju uspostavu nove razvojne platforme, i njena realizacija je prije svega organizacijsko-institucionalno i ekonomsko, a manje energetske pitanje.

8. Za uspostavu nove razvojne platforme nužno je izraditi strateški dokument energetskeg razvoja do 2050. godine, s postavljenim ciljem smanjenja emisija staničnih plinova od najmanje 50 posto u odnosu na 1990. godinu.
9. Potrebno je izraditi akcijske planove na svim razinama vlasti, nacionalnoj, regionalnoj i lokalnoj te u svim segmentima društva, posebno znanosti i gospodarstvu.
10. Potrebno je uspostaviti institucionalni okvir za realizaciju nove razvojne platforme sa svim mjerama i aktivnostima.



Autor:

Dr. sc. **Goran Granić** i suradnici, Energetski institut Hrvoje Požar

### **Suradnici**

Damir Pešut,

Željko Jurić

Dražen Jakšić

Robert Bošnjak

Robert Fabek

Željka Hrs Borković

Dino Novosel

Vedran Krstulović

Laszlo Horvath

Andro Bačan

Sanja Živković

Biljana Kulišić

Mladen Zeljko

Hubert Bašić

Marko Karan

---

UDK : 629.97 : 339.1/.4 : 330.1 (497.5) "2012/2050"

629.97      energetika, energija, učinkovitost

339.1/.4    tržište, ponuda, potražnja

330.1      ekonomika, gospodarstvo

(497.5)    R. Hrvatska

"2012/2050"    razdoblje do 2050.g