

Drugo regionalno savjetovanje
INDUSTRIJSKA ENERGETIKA I
ZAŠTITA ŽIVOTNE SREDINE
Društvo energetičara Srbije
Zlatibor, Srbija 2010

TAKSONOMSKA I TERMINOLOŠKA INOVACIJA
POJMOVA VEZANIH ZA ENERGIJSKU EFIKASNOST

Aleksandar Knežević, Mašinski fakultet Sarajevo, Bosna i Hercegovina
Sandra Martinović, Mašinski fakultet Sarajevo, Bosna i Hercegovina

UVOD

Povećanje energijske efikasnosti je sigurno najbolji način za suzbijanje klimatskih promjena. Investicije u energijsku efikasnost se brže vraćaju nego investicije u gradnju novih postrojenja. U životnom ciklusu proizvoda i usluga ulaganja u energijsku efikasnost imaju čak manji karbonski otisak nego obnovljivi izvori energije. Sve to opravdava podsticanje povećanja energijske efikasnosti. Ali i pored svih poduzetih mjera na suzbijanju emisije stakleničkih gasova, ova emisija raste po najnepovoljnijim scenarijima IPCC-a [10] i drugih međunarodnih organizacija. Cilj ovog rada je da se – kroz određenu analizu – ukaže na mjesta gdje treba djelovati da bi se, uz pomoć povećanja energijske efikasnosti, došlo do smanjivanja emisije stakleničkih gasova. U tom cilju bilo je potrebno predložiti nešto drugačiju klasifikaciju pojmova energijske efikasnosti, kao i pojasniti, odnosno uvesti nove termine.

1. ŠTA JE TO ENERGIJSKA EFIKASNOST

Jedinstvena definicija energijske efikasnosti¹ ne postoji. Čak IPPC direktiva [32] zahtijeva energijsku efikasnost postrojenja, ali ne daje njenu definiciju. U najširem smislu se pod energijskom efikasnošću smatra proces smanjivanja potrošnje energije uz zadovoljavanje istih

¹ Na području nekadašnjeg SH/HS jezika se koristi termin energetska efikasnost. U više radova, A. Knežević je ukazao da je to nepravilno korišten termin (energetika je privredna grana, a energija je roba na tržištu, o čijoj efikasnosti korištenja je riječ . Engl. Energy efficiency treba prevesti sa Energijska efikasnost.

potreba. Ovako povećana energijska efikasnost oslobađa određene količine energije na tržištu za potrebe budućih potrošača, pa se ona posmatra i kao novi izvor energije, te se ovako dobijena energija popularno naziva *negadžuli* [2]. Ipak, ukoliko se analizira literatura, mogu se uočiti tri grupe definicija energijske efikasnosti. Prva grupa definiše energijsku efikasnost kao odnos energije koja je izašla u vidu korisive energije iz tehničkog sistema za konverziju i energije koja je ušla u sistem. Drugu grupu čine definicije gdje se energijska efikasnost definiše kao odnos funkcije (usluge) sistema i ulazne energije u sistem. U tom slučaju je i dimenzija jednaka odnosu dimenzija usluge i ulazne energije. Treću grupu čine definicije, gdje se postavlja pitanje i koja je funkcija sistema koji koristi energiju.

U prvoj grupi mogu se naći definicije poput: Efikasnost energijske konverzije je odnos između korisnog izlaza uređaja za konverziju i ulaza u energijskim jedinicama (koristan izlaz može biti električna energija, mehanički rad, toplota) [11]; količina energije izašla iz sistema podjeljena sa količinom energije koja je ušla u sistem u cilju dobivanja energije u pogodnoj formi [14]; mjera poređenja proizvedene i utrošene energije [20]; pokazatelj konverzije energije iz jednog oblika u drugi [21]; smanjenje energijskih gubitaka (primjer je energijski efikasna sijalica koja sa znatno manjim utroškom energije proizvede istu količinu energije kao klasična sijalica sa efikasnošću od 75%) [28].

U obimnom djelu, sa velikim bojem autora, Energy Management Handbook [3], termin energijska efikasnost se koristi samo uopšteno, kao proces racionalnijeg korištenja energije. Ali koriste se termini efikasnost kotla, efikasnost motora, te efikasnost sistema (veći broj tehničkih uređaja), kao i efikasnost područja (veći broj izvora energije i veći broj potrošača energije), ili uopšteno efikasnost mehaničke opreme, pri čemu ih definišu kao odnos izlazne i ulazne energije. Razlikuje se bruto i neto efikasnost. Neto se odnosi na osnovno postrojenje (na primjer kotao), a bruto obuhvata i potrošnju energije pomoćnih uređaja. Koristi se i termin efikasnost sagorijevanja, što nije isto što i efikasnost ložišta, jer se ovdje posmatraju samo gubici u procesu sagorijevanja (toplota ispusnih gasova), ali ne i drugi gubici. U svakom slučaju, pod efikasnošću ovdje se podrazumjeva efikasnost energijskog tehničkog sistema.

U drugoj grupi su definicije vezane za osiguranje funkcije nekog tehničkog sistema, kao na primjer upotreba manje energije da se postigne isti zadatak kao što su rasvjeta ili grijanje zgrade [12]; korištenje manje energije da se postigne ista funkcija [13]; metode i tehnologije koje reduciraju količinu utrošene energije potrebne za određeni rad ili održavanje da kuća bude topla sa manjim utroškom energije [15]; termin koji pokazuje koliko je energije potrebno za postizanje datog cilja, na primjer osiguranje sličnog (ili boljeg) nivoa usluge sa manjom potrošnjom energije po jedinici posmatranog poboljšanja [18]; odnos korisnog izlaza usluge industrijske opreme, na primjer prevoz izražen u putnik x kilometar, po jedinici utrošene energije ($p \times km / L$) [22], reduciranje količine energije za datu uslugu ili nivo aktivnosti da se proizvede isti nivo krajnje usluge – poboljšanje energijske efikasnosti se postiže u prvom redu korištenjem tehnološki napredne opreme [23]; energijska efikasnost utiče na ponašanje, radne metode i proizvodne tehnike da se utroši manje energije za isti iznos proizvodnje [24], energijska efikasnost je praksa reduciranja količine upotrebene energije bez reduciranja krajnjeg benefita na bazi te energije – može se kategorizirati po broju načina koji uključuju end-use efficiency i end-to-end efficiency [25]; odnosi se na programe čiji je cilj redukcija korištene energije/električne energije opreme ili sistema za obavljanje iste usluge [27]; energijska efikasnost se odnosi na aktivnosti ili proizvode koji su realizovani sa datom količinom energije, na primjer količina čelika u tonama koja je proizvedena sa određenom količinom MWh električne energije [29]; odnosi se na proizvode ili sisteme koji koriste manje energije nego konvencionalni proizvodi ili sistemi – energijska efikasnost štedi

energiju, štedi novac, i pomaže u zaštiti okoline reducirajući potražnju energije [16]; reducira energiju ili zahtjeve za snabdjevanje bez redukcije end-use benefita [19].

U drugu grupu se može uvrstiti i BAT dokument za energijsku efikasnost [4]. Po ovom BAT-u definisanje energijske efikasnosti je složen zadatak. Nije je moguće predstaviti na način da zadovolji sve zainteresirane. Mada se taj termin koristi on još nije jasno definisan. A kada je definisan zavisi od koncepta u okviru koga se posmatra. Glavni razlog je što se ciljevi različito definišu, a i granice sistema u okviru kojih se stvar posmatra. Moguće ju je definisati u okviru određenih podistema, ali nastaju problemi kada se posmatra kompleksno industrijsko postrojenje. Postavlja se i pitanje da li se ona odnosi na primarnu ili sekundarnu energiju. Treba razlikovati energijsku efikasnost na makro nivou (npr. država) i mikronivou (npr. industrijsko postrojenje). Saglasno IPPC direktivi energijska efikasnost se odnosi na postrojenje, a ne proizvod, tj. ne uzima se u obzir životni ciklus proizvoda. Nadalje, treba razlikovati energijsku efikasnost lokacije i energijsku efikasnost postrojenja, jer energijska efikasnost lokacije nije zbir energijske efikasnosti svih postrojenja na toj lokaciji. Energijska efikasnost treba da se odredi za određeni period. To mora da bude duži period – mjeseci, godina [4].

Saglasno Direktivi o štednji energije [9], BAT energijsku efikasnost definiše kao odnos outputa (učinak, usluga, roba ili energija), i inputa u obliku energije. BAT energijsku efikasnost definiše i kao količinu utrošene energije po jedinici proizvoda ili po jedinici sirovina, napominjući da se ovaj odnos naziva i specifična potrošnja energije [4]. U ovu grupu definicija spadao bi i termin energijska usluga. To je koristiv energijski izlaz uređaja za snabdjevanje energijom, na primjer mehanički rad, transport, grijanje i hlađenje, primjena pumpanja ventilacije ili stvaranja vakuuma, osvjetljenje, procesiranje podataka, telekomunikacije, televizija itd [31].

Treća grupa definicija se rijetko pojavljuje u literaturi; ona se ne odnosi samo na tehničke uređaje koji vrše konverziju energije ili pružaju određenu uslugu, nego i na ljudsko ponašanje, tj. ne posmatraju se samo specifični gubici energije u prostoru, nego i koliko i kako često ljudi koriste uslugu grijanja ili hlađenja, bilo da štede energiju, bilo da iz zdravstvenih razloga intenzivnije griju prostor [17].

Kada se govori o efikasnost korištenja energije, u literaturi se pojavljuju još dva termina «efficacy» i «effectiveness». U Priručniku [3] se koristi termin «efficacy». Napominje se da se taj termin koristi samo kod rasvjete i definiše odnos lumena po vatu utrošene energije kod rasvjetnih tijela. Znači, za razliku od definicije kod starih energijskih uređaja gdje je efikasnost (kao odnos izlazne i ulazne energije) bezdimenzionalni broj, ovaj vid efikasnosti je dimenzionalan broj i ima poseban naziv. Pod efektivnosti se podrazumjeva bezdimenzionalni odnos finalne upotrebene energije i energije iz iscrpivog izvora energije [16].

U literaturi se pojavljuju i drugi termini koji opisuju efikasnost korištenja energije – najčešće energijska intenzivnost. To je mjera potrebne količine energije po jedinici aktivnosti. Primjer: potrošnja energije po jedinici površine prostora koji se grije, putnik-kilometar i tona-kilometar kod prevoza, fizička veličina proizvodnje ili dobit [30]. Očito je da je energijska intenzivnost recipročna vrijednost energijske efikasnosti za slučaj da se energijska efikasnost definiše na način koji je obrađen ovdje u okviru naznačene druge grupe.

BAT [4] uvodi i pojmove Faktor energijske intenzivnosti i Indeks energijske efikasnosti. Ovi pojmovi se koriste u cilju benchmarkinga između nekog postrojenja (preduzeća) i referentnog postrojenja istog proizvodnog tipa. Faktor energijske intenzivnosti se definiše kao odnos

razlike energije koja je ušla i napustila postrojenje ili lokaciju i proizvedenog proizvoda (dimenzija, na primjer GJ/t). Indeks energijske efikasnosti je odnos energijske intenzivnosti referentnog postrojenja i datog postrojenja.

Može se zaključiti: ne postoje jedinstvene definicije pojma energijska efikasnost. Uopšteno ovaj termin se koristi za opis procesa postizanja ciljeva uz manji utrošak energije. Kod nekih autora to je odnos koristive energije koja je napustila tehnički sistem i raspoložive energije koja je ušla u sistem. Kod drugih autora to je odnos koristi koja je postignuta korištenjem energije (zagrijan prostor, pređen put vozilom). U oba slučaja sa energijska efikasnost odnosi na inženjerski pristup i metode – samo u jednom nađenom slučaju se govori o energijskoj efikasnosti i u funkciji ponašanja ljudi.

2. REBOUND EFEKAT

Jedno od objašnjenja zašto, i pored poduzetih mjera da se smanji potrošnja energije, to ne uspijeva je tzv. Rebound efekat [1]. Rebound efekat se može definisati kao razlika između predviđenih i stvarnih ušteda energije prilikom provođenja mjera u cilju poboljšanja energijske efikasnosti. Također se može definisati i kao tendencija za većom potrošnjom energije koja je uzrokovana poboljšanjima u energijskoj efikasnosti, kao posljedica smanjenja ranijih troškova vezanih za nabavku energije. Izražava se na sljedeći način [7]:

$$RE = \frac{\text{očekivana ušteda} - \text{stvarna ušteda}}{\text{očekivana ušteda}} \times 100 \%$$

Rebound efekat se može posmatrati u vremenskim okvirima (kratkoročno, srednje i dugoročno), kao i u sistemskim okvirima (domaćinstvo, firma, sektor, državna ekonomija). Rebound efekat može biti direktan, indirektan i makroekonomski [1].

Direktan efekat: korisnik je odabrao da koristi intenzivnije određeno trošilo energije, umjesto da realizira uštedu novca od štete energije. Npr., osoba koja koristi energijski efikasnije grijno tijelo će odabrati da zagrijava prostoriju intenzivnije, ili osoba koja koristi energijski efikasniji automobil će odabrati da vozi više.

Indirektan efekat: korisnik će odabrati da uštedeni novac potroši na kupnju drugih trošila koji koriste isti izvor energije. Npr., osoba koja uštedi novac na računu za električnu energiju zahvaljujući upotrebi efikasnijeg klima uređaja će taj novac uložiti u kupovinu drugih električnih uređaja.

Makroekonomski: smanjenje potrebe za određenim izvorom energije vodi ka nižoj cijeni tog izvora, što vodi ka tome da su nova trošila energije ekonomski isplativija. Npr., pojava energijski efikasnih, ali društveno nepotrebnih uređaja na tržištu, kao što su vrtno solarne svjetiljke. Iako su energijski efikasne, one ne doprinose ukupnoj uštedi energije, jer je za njihovu proizvodnju potrebno uložiti energiju (i to najčešće neobnovljivu), a da njih nema na tržištu vlasnik vrta ne bi razvodio kablove i koristio električnu energiju za nepotrebno osvjetljavanje. Uz utrošak energije za proizvodnju dolazi i do emisije stakleničkih plinova u atmosferu, tako da umjesto smanjenja emisije stakleničkih gasova u atmosferu i uštede u energiji, dolazi do povećanog korištenja energije i povećanja emisije CO₂. Ovo je najteži aspekt rebound efekta za predviđanje i mjerenje.

Rebound efekt se može kretati od 0% do 100%. Veličina rebound efekta pokazuje u kojoj mjeri su sprovedene mjere u cilju poboljšanja energijske efikasnosti ispunile planirana očekivanja i dale željene rezultate [1]. Rebound efekt se pojavljuje kada pojedinci ili firme investiraju novac, ušteden zahvaljujući provedbi mjera za energijsku efikasnost u neke druge aktivnosti koje vode ka povećanju potrošnje. Primjer: tvornica koja uštedi novac kao rezultat sprovođenja mjera energijske efikasnosti će investirati taj novac u gradnju nove tvornice, što će rezultirati povećanjem potrošnje energije i povećanjem emisije CO₂. Dakle, u određenim okolnostima, rebound efekt može pretvoriti povećanje efikasnosti u povećanje potrošnje i povećanje emisije CO₂. Međutim, ovakvi slučajevi su se uglavnom pojavljivali u nekim zemljama u razvoju, ili na određenim novim tržištima, kao što je bilo tržište uglja sredinom 19. st., ili tržište električnom energijom početkom 20. st. Danas, za razvijena tržišta, generalno je prihvaćeno postojanje rebound efekata, ali je on ograničen. Rebound efekt ovisi o mnogim varijablama, kao što su specifični izvor, specifični uređaj, koliko su razvijeni tržište i ekonomija.

Tabela 1. Odnos između vrste uređaja i rebound efekta

Specifični potrošač energije	Rebound efekt (%)
Elektronička oprema	0% - 40%
Kućanski aparati (bijela tehnika)	0%
Uređaji za grijanje/hlađenje	0% - 50%
Automobilska industrija	10% - 30%

Poznavanje veličine rebound efekta je neophodno da bi se dobili realni rezultati postignute energijske efikasnosti. Rebound efekt je kompleksna tema i pojava koja se ne smije ignorirati. Studije pokazuju da je ključni faktor koji utiče na pojavu i veličinu rebound efekta svijest potrošača, koja je u velikoj mjeri uslovljena socijalno – kulturološkim faktorima. Bitno je saznanje, da pored tehnološkog razvoja na energijsku efikasnost, odnosno rebound efekt, utiču i sasvim drugi faktori kao što su političko uređenje, model ekonomskog razvoja, tradicija, kultura i društvene norme.

3. PRIJEDLOG NOVELACIJE TAKSONOMIJE

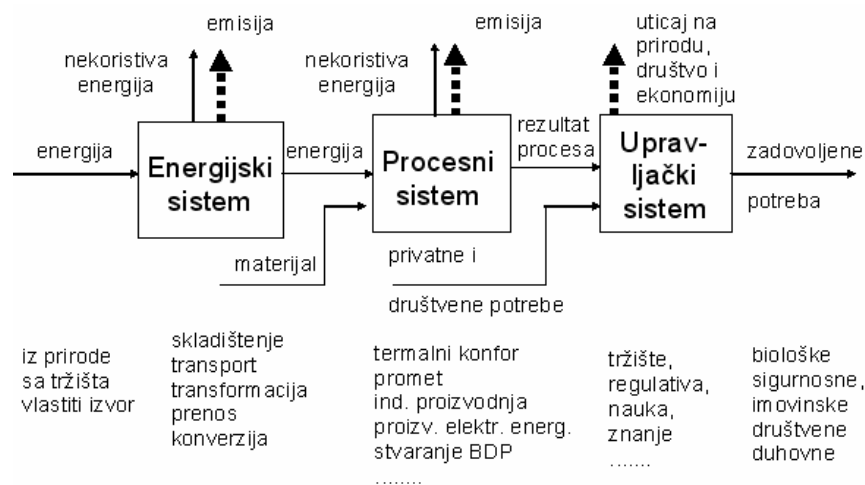
Sušтина taksonomije koja se predlaže je praćenje toka energije od ulaska u proizvodni sistem ili sistem korištenja, kroz tri sistema (sl. 1):

1. energijski sistem,
2. procesni sistem i
3. upravljački sistem.

Energijski sistem je tehnički sistem gdje su i ulaz i izlaz energija. Na ulazu je energija iz prirode (primarna) ili sa tržišta (sekundarna) - zavisno od vrste upravljačkog sistema, a na izlazu je koristiva energija (sekundarna energija za tržište ili oblik energije potreban za funkcionisanje procesnog sistema). U samom energijskom sistemu se može obaviti jedan ili više energijskih procesa, od ukupno pet: (i) skladištenje (zadržavanje nosioca energije određeno vrijeme), (ii) transport (premještanje nosioca energije sa jedne lokacije na drugu), (iii) transformacija (promjena potencijala određenog vida energije), (iv) prenos (sa jednog nosioca energije na drugi, na primjer sa dimnih plinova na vodu) i (v) konverzija (prelazak energije iz jednog oblika u drugi, na primjer hemijska energija veze u toplotnu) [8].

Procesni sistem je, takođe, tehnički sistem, gdje se obavljaju različiti procesi (industrijska proizvodnja, promet, stvaranje termalnog konfora u zatvorenom prostoru), gdje je ulaz

energija sa potrebnim parametrima, a izlaz obavljena funkcija (proizvod – procesirani materijal, izvršen prevoz nekoga ili nečega, postignuta temperatura u zatvorenom prostoru). Energija koja napušta procesni sistem je nekoristiva energija, odnosno ona ostaje utjelovljena u proizvodu.



Sl.1. Taksonomija procesa korištenja energije

Upravljački sistem je sistem koji koristi rezultat procesnog sistema. Njegovo funkcionisanje se bazira na regulaciji tržišta (stimulansi i destimulansi), moralu i kulturi, razvoju nauke i primjeni znanja, itd. Izlaz iz ovog sistema je zadovoljnije privatnih i društvenih potreba. Najčešće klasificirane potrebe po Maslowu se mogu izraziti kao: fiziološke, sigurnosne, imovinske, socijalne i duhovne [5], [6]. Pored upravljanja samim rezultatom (ostvaren konfor za određeni broj ljudi, izvršen koristan transport određenog broja ljudi ili robe do cilja, stvoren društveni proizvod kroz regulirano tržište), ovaj sistem ujedno upravlja i sa energijskim i procesnim sistemom. Tako su energijski i procesni sistem ujedno podsistemi upravljačkog sistema. Nadalje, jasno je da su prva dva sistema tehno-ekonomski sistemi, dok je treći sistem društveni, poslovni sistem. Prva dva sistema imaju emisije u okolinu i njegovi okolinski uticaji se regulišu u okviru tehnika zaštite okoline. Upravljački sistem istovremeno djeluje na prirodu, društvo i ekonomiju i ovi uticaji se regulišu postulatima održivog razvoja.

3.1. Predloženi termini

Predloženi termini se oslanjaju na praksu. U okviru tehničkih sistema, često se koristi izraz efikasnost uređaja (kotla, ložišta), što se i ovdje prihvata. To je bezdimenzionalni broj i pokazuje odnos izlazne korisive i ulazne energije u energijski sistem. Za posmatrane slučajeve, ovaj izraz je konkretno:

- stanovanje: odnos energije koja se putem razvoda isporuči stambenom prostoru u odnosu na količinu energije koja uđe u kotlovnicu ili individualno ložište; kreće se oko 0,8,
- prevoz: to bi bila efikasnost motora u automobilu; iznosi oko 0,4, ali se podatak samo o efikasnosti motora u praksi ne koristi,
- industrija: količina energije koja se isporuči procesnom sistemu u odnosu na količinu energije koju je pogon industrijske energetike nabavio na tržištu; može biti reda veličine 0,8.

- proizvodnja električne energije: odnos količine koriste energije koja napušta kotao u obliku pregrijane pare pod pritiskom u odnosu na energiju fosilnog goriva i energiju utrošenu kroz pomoćne uređaje (doprema uglja, ventilatori, električni odvajači praha); ova vrijednost je reda veličina 0,85, takođe se u praksi ne prati (ovdje slučajno izlazni proizvod procesnog sistema, ima dimenziju energije),
- država: odnos sekundarnih oblika energije koju energijski sektor preda sektoru industrije, poljoprivrede, stanovanja i drugim sektorima, u odnosu na količinu primarne energije – može biti korigovano sa iznosima uvoza/izvoza; ova vrijednost je u državi reda veličine 0,6.

U okviru procesnih sistema primjenjuju se najčešće indikatori potrošnje energije po jedinici proizvoda ili funkcije. Tako:

- stanovanje: potrošnja energije po jedinici stambene površine koja se grije godišnje (npr. 100 kWh/m² a);
- prevoz: potrošnja energije po jedinici puta (ovaj izraz za razliku od slučaja stanovanja) uključuje i korisnost motora (na primjer 6 L/100 km – u ovom slučaju litar (L) je jedinica za energiju);
- industrija: potrošnja energije po t proizvoda, na pr. 40 MJ/t;
- proizvodnja električne energije: specifična potrošnja fosilnih goriva (t/MWh proizvedene električne energije – i u ovom slučaju kao i u slučaju prevoza u praksi se koristi jedan podatak koji u sebi sadrži i efikasnost energijskog sistema i efikasnost procesnog sistema);
- država: potrošnja energije po jedinici GDP² (na primjer za BiH za 2008. godinu 0,78 teo/000 (2000.)\$³).

U okviru upravljačkih sistema mjere efikasnosti se odnose na to koje potrebe i u kakvom intenzitetu se zadovoljavaju. Jer, nije cilj zagrijati određenu površinu stana, nego stvoriti ugođaj / konfor, određenom broju ljudi. Nije cilj niska specifična potrošnja energije u motornom vozilu, nego prevesti nekoga ili nešto da bi se postigao određeni cilj, itd. Jasno je da je, sveobuhvatno posmatrajući, veći efekat korištenja energije ukoliko na određenoj površini stana živi više ljudi, ukoliko je veća popunjenost vozila i potreban put kraći. Tako su pokazatelji efikasnosti upravljačkih sistema (Sl. 2):

- stanovanje: prosječna stambena površina po stanovniku, odnosno što bi bilo pravilnije broj stanovnika na određenoj stambenoj površini (npr. 4 stanovnika na 100 m²),
- prevoz – broj putnika po vozilu i km puta
- industrija – postignuta cijena proizvoda na tržištu
- proizvodnja električne energije: mnogobrojna mjerila dobrobiti razvoja i kvaliteta života
- država: željeni GDP (najbolje ppp) ili HDI⁴.

Sada se mogu uvesti termini efikasnosti korištenja energije, kako se to predlaže u okviru ovog rada, prateći tok energije i ulaze i izlaze u energijskim, procesnim i upravljačkim sistemima (Sl. 3):

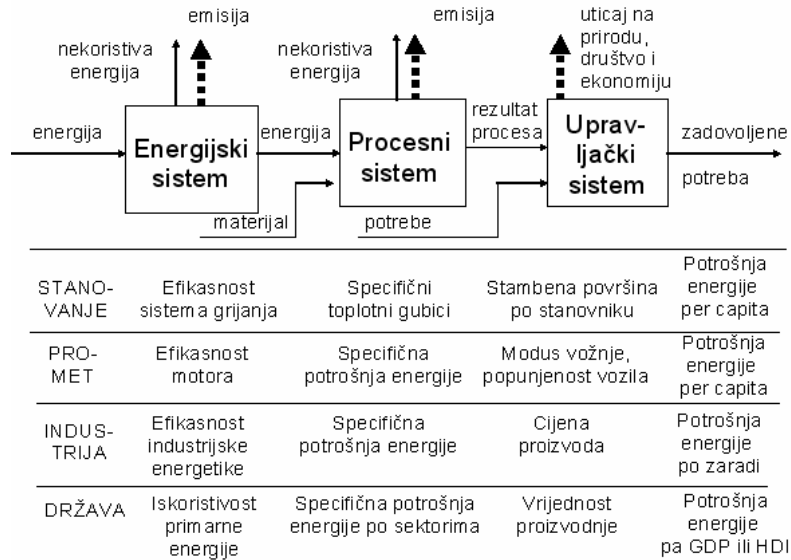
- na nivou energijskog sistema: *efikasnost konverzije energije uređaja*: odnos izlazne koriste i ulazne energije u energijski sistem

² GDP – Gross domestic Product (Bruto domaći proizvod)

³ tona ekvivalentne nafte po 1000 US\$ vrijednosti iz 2000. godine

⁴ HDI – Human Development Index

- na nivou energijskog i procesnog sistema zajedno: *energijska efikanost*: odnos rezultata izlaza i energije koja je ušla u energijski sistem i
- na nivou sva tri sistema (energijski, procesni i upravljački): *energijska efektivnost* - odnos veličine zadovoljenih potreba ili društvenih ciljeva i količine energije koja je ušla u tehnički sistem.



Sl. 2. Standardni pokazatelji efikasnosti korištenja energije u nekim sektorima korištenja

Jasno je i kako se može odrediti (izračunati) pojedina veličina. Energijska efikasnost je jednaka odnosu efikasnosti uređaja za konverziju i specifične potrošnje energije (ukoliko se podatak o specifičnoj potrošnji energije odnosi samo na procesni sistem, kao što je to slučaj kod stanovanja) ili je jednaka recipročnoj vrijednosti specifične potrošnje energije, ukoliko se ova potrošnja odnosi na oba sistema – i energijski i procesni (kao što je to slučaj kod prevoza).

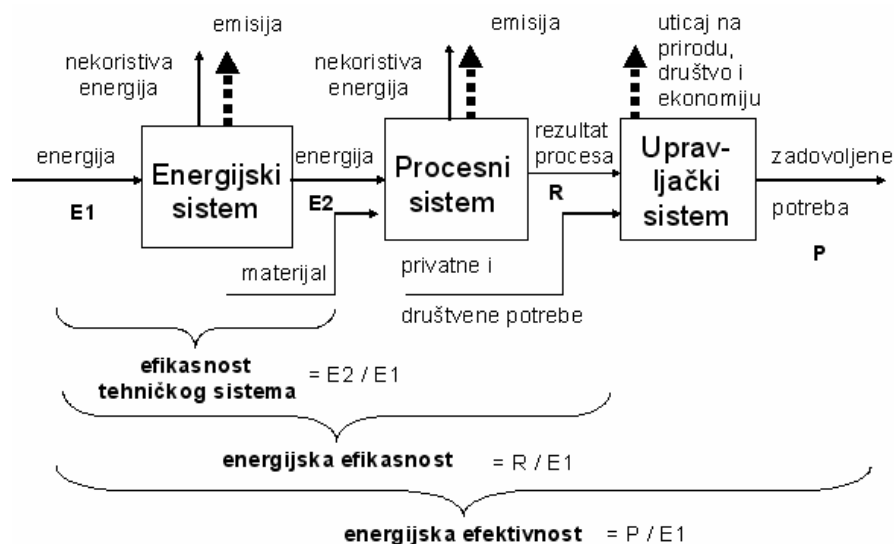
Energijska efektivnost je jednaka umnošku energijske efikasnosti i pokazatelja o zadovoljavanju potreba zahvaljujući funkcionisanju procesnog sistema. Lako je pokazati da najveća mogućnost racionalnog korištenja energije upravo leži u upravljačkom sistemu. Na primjer, manja je energijska efektivnost u oblasti stanovanja za slučaj specifične potrošnje energije od 100 kWh/m^2 a i specifičnoj stambenoj površini od 50 m^2 po stanovniku, nego za slučaj specifične potrošnje energije od 200 kWh/m^2 a i specifičnoj stambenoj površini od 20 m^2 po stanovniku. Isto tako lako je dokazati da se povećava racionalnost korištenja energije, ukoliko je veća popunjenost motornog vozila i ukoliko je kraće rastojanje između stana i radnog mjesta. Isto tako veća je efektivnost korištenja energije ukoliko država reguliše tržište tako da se povećava vrijednost proizvodnje, pri čemu društveni proizvod raste sporije nego potrošnja energije. Znači energijska efikasnost je mjera inženjerske štednje energije, a energijska efektivnost je mjera društvenog gospodarenja energijom.

3.2. Napomene

Efikasnost uređaja energijskog sistema ne obuhvata samo efikasnost glavnog uređaja (na primjer kotla) nego obuhvata i potrošnju pomoćnih uređaja (ventilatori, prečistač gasova), tj. predstavlja neto vrijednost efikasnosti. Isto tako ne predstavlja nominalnu ili oprimalnu

vrijednost nego prosječnu godišnju vrijednost koja zavisi, u velikoj mjeri, od obima potrošnje energije u odnosu na radnu ili optimalnu tačku.

Može se učiniti da nije uvijek moguće razdvojiti energijski i procesni sistem. Na primjer u rotacionoj peći se istovremeno vrše energijske operacije (pretvaranje energije iz nosioca energije u toplotnu energiju i pečenje klinkera). U takvom slučaju energijski sistem podrazumjeva samo transport energije do rotacione peći (efikasnost jednaka ili blizu 100 %), a sama rotaciona peć zajedno sa gorionikom se smatra procesnim sistemom.



Sl. 3. Definicije efikasnosti korištenja energije

Mogući su slučajevi da se energija iz energijskog sistema grana u više procesnih sistema. Tada se računa odvojeno energijska efikasnost svakog procesnog sistema, ali je moguće izračunati i njihovu zajedničku efikasnost. Treba znati da optimalna zajednička energijska efikasnost nije zbir optimalnih vrijednosti energijske efikasnosti svakog procesnog sistema pojedinačno.

Mada je rečeno da je energija koja napušta procesni sistem nekoristiva, moguć je ipak slučaj da se dio energije iz procesnog sistema koristi (naravno na znatno nižem energijskom nivou). Taj efekat se pripisuje procesnom sistemu, tj. time se povećava energijska efikasnost procesnog sistema. Na primjer kod ko-generacije energije energijski proces je pretvaranje energije fosilnih goriva u toplotnu energiju u obliku vodene pare. U procesnom dijelu se proizvodi električna energija (ovaj proizvod je slučajno u obliku energije). Nekoristiva energija se, uz smanjivanje energijske efikasnosti proizvodnje električne energije, može iskoristiti za zagrijavanje prostora ili vode, čime se povećava energijska efikasnost procesnog sistema. U tom slučaju se specifična potrošnja energije u procesnom sistemu posmatra kao kao odnos razlike energije koja je ušla i koja je izašla iz sistema, i proizvedene količine energije. Isto tako se energijska efikasnost proizvodnje električne energije definiše kao odnos proizvedene količine električne energije i razlike ulazne energije u energijski sistem i izlazne energije iz procesnog sistema.

Osnovni cilj uvođenja ovakve taksonomije je ukazivanje na veličinu potencijala za racionalizaciju potrošnje energije. Nije teško utvrditi da su najmanji potencijali povećanja efikasnosti potrošnje energije na nivou energijskih sistema, nešto su veći na nivou procesnih

sistema, a da su daleko najveći na nivou upravljačkih sistema. U stvari bez intenzivnog djelovanja na nivou upravljačkih sistema nije moguće održivo smanjivanje potrošnje energije.

ZAKLJUČAK

Cilj rada je uspostava takve taksonomije i terminologije u oblasti energijske efikasnosti koji bi ukazali na prave puteve djelovanja u cilju povećanja racionalnosti korištenja energije. Korištenje energije se sagledava kroz tokove energije, materijala i aktivnosti - od prirode (ili tržišta) do mjesta zadovoljavanja potreba kroz tri sistema koji se nazivaju (i) energijski, (ii) procesni i (iii) upravljački. U energijskom sistemu dolazi do konverzije energije iz raspoloživog oblika u oblik potreban za odvijanje procesa. U procesnom sistemu se energija koristi za izvođenje željenog procesa. Izlaz iz ovog sistema je proizvod ili usluga, te energija napušta ovaj sistem kao nekoristiva ili utjelovljena u proizvodu. U upravljačkom sistemu se regulišu način i intenzitet zadovoljavanja ljudskih potreba. Saglasno ovoj podjeli uvedeni su termini koji se odnose na korištenje energije. Efikasnost energijskog sistema se izražava efikasnošću tehničkog uređaja (ložišta, motora...), efikasnost i energijskog i procesnog sistema zajedno – energijska efikasnost, a za efikasnost sva tri sistema zajedno uvodi se termin energijska efektivnost. Tako energijska efikasnost predstavlja mjeru efikasnosti razvoja i korištenja tehnike, a energijska efektivnost odražava efikasnost cijelog društva u korištenju energije. U radu se model posebno objašnjava na četiri primjera: stanovanje, promet, industrijska proizvodnja i korištenje energije u državi ili teritorijalnoj zajednici.

LITERATURA

1. Martinović, S, Knežević, A.: Rebound effect as a measure of energy efficiency), Technics Technologies Education Management, prihvaćeno za objavljivanje 10.6.2010)
2. Anne Grete Holmsgaard: Danish action plan for energy conservation - why, who and how, Bruxelles 24th 2006, http://www.europarl.europa.eu/webnp/webdav/site/myjahiasite/shared/Archives/EP/Lists%20with%20data/Energy_01_2006/Mrs%20Holmsgaard%20MP%20Denmark.pdf (juni 2010)
3. Steve Doty and Wayne C. Turner: Energy management handbook, seventh edition, The Fairmont Press, Inc, Lilburn USA, 2009
4. Draft Documents on Energy Efficiency Technics (BAT), April 2006
5. http://en.wikipedia.org/wiki/Maslow's_hierarchy_of_needs (juni 2010)
6. <http://www.fdungan.com/loner1.gif> (juni 2010).
7. Madlene Rand Alcott B.: Energy rebound and economic growth: A review of the main issues and research needs, Proceedings of the 5th International Biennial Workshop "Advances in Energy Studies – Perspectives into Energy Future", 12-16 Sep 2006, Porto Venere, Italy, 2007
8. Prašović, S. i dr.: Energetska efikasnost i održivi razvoj, Inovacioni centar Mašinskog fakulteta u Beogradu, Beograd 2009.
9. Energy Saving Direkive 93/76/EEC
10. Raupach et al., *PNAS*, 2007 (updated)
11. http://en.wikipedia.org/wiki/Energy_Efficiency (maj 2010.)
12. www.smith.edu/physplant/greenteam/glossary.php (maj 2010.)
13. <http://www.accentenergy.com/Energy101/Glossary.aspx> (maj 2010.)
14. <http://matse1.mse.uiuc.edu/energy/glos.html> (maj 2010.)
15. <http://activerain.com/blogsview/931587/Green-Real-Estate-Glossary> (maj 2010.)
16. www.epa.gov/grnpower/pubs/glossary.htm (maj 2010.)
17. www.travelsmart.gov.au/teachers/teachers7.html (maj 2010.)
18. www.cn.ca/en/corporate-citizenship-safety-glossary.htm (maj 2010.)

19. <http://liheap.ncat.org/iutil2.htm> (maj 2010.)
20. http://highered.mcgraw-hill.com/sites/0070294267/student_view0/glossary_e-1.html (maj 2010.)
21. www.meridiansolar.com/education/glossary.php (maj 2010.)
22. www.natsource.com/markets/index.asp (maj 2010.)
23. <http://fsd.monash.edu.au/environmental-sustainability/climate-change-glossary-key-terms> (maj 2010.)
24. http://eng.gruppohera.it/group/hera_ondemand/glossary/27E.html (maj 2010.)
25. <http://my.epri.com/portal/server.pt?open=512&mode=2&objID=302> (maj 2010.)
26. <http://www.coadingeering.com/book/SECTION-12-61-ENERGY-EFFECTIVENESS-FACTOR.pdf> (maj 2010.)
27. <http://www.energy.ca.gov/glossary/glossary-e.html> (maj 2010.)
28. <http://www.edfenergy.com/products-services/large-business/understanding-energy/energy-glossary.shtml#> (maj 2010.)
29. http://www1.energy.gov/ba/pba/intensityindicators/efficiency_intensity.html (maj 2010.)
30. <http://www.centreforenergy.com/Glossary.asp?#69> (maj 2010.)
31. http://www.uniseo.org/implementation_3.htm (maj 2010.)
32. Directive 2008/1/EC of the European Parliament and of the Council of 15 January 2008 concerning integrated pollution prevention and control, http://europa.eu/legislation_summaries/environment/waste_management/128045_en.htm
33. Wangensteen, I.: Power system economics in the Nordic electricity market, Oslo 2008