

Dr. sc. Srđan Žutobradić  
Hrvatska energetska regulatorna agencija, Zagreb  
[szutobradi@hera.hr](mailto:szutobradi@hera.hr)

Mr. sc. Željko Rajić  
Hrvatska energetska regulatorna agencija, Zagreb  
[zraji@hera.hr](mailto:zraji@hera.hr)

Mr. sc. Lahorko Wagmann  
Hrvatska energetska regulatorna agencija, Zagreb  
[lwagmann@hera.hr](mailto:lwagmann@hera.hr)

Hrvoje Miličić  
Hrvatska energetska regulatorna agencija, Zagreb  
[hmilicic@hera.hr](mailto:hmilicic@hera.hr)

## ANALIZA PROBLEMATIKE GUBITAKA ELEKTRIČNE ENERGIJE U DISTRIBUCIJSKIM MREŽAMA ČLANICA EU

### SAŽETAK

U ovom referatu dana je analiza rezultata i podataka ERGEG-ovog izvješća tretmana gubitaka u zemljama članicama Europske unije. Analiza je upotpunjena podacima o gubicima električne energije u hrvatskoj distribucijskoj mreži. Time je omogućena procjena razine i tretmana gubitaka električne energije u Hrvatskoj u usporedbi sa zemljama članicama EU. Kao zaključak, daju se prijedlozi nekih poboljšanja u pristupu tretmana gubitaka električne energije u Hrvatskoj.

**Ključne riječi:** gubici električne energije, tretman gubitaka, distributivne mreže

## ANALYSIS OF POWER LOSSES ISSUES IN DISTRIBUTION NETWORKS IN EU MEMBER STATES

### SUMMARY

In this article the analysis of the results and data of the ERGEG's report regarding the treatment of losses in the EU countries is given. The analysis is complemented with the data of distribution losses in Croatia. This allows the estimation and the treatment of network losses in Croatia to be compared with the EU countries. As the conclusion, the proposal of some improvements in the treatment of network losses in Croatia is given.

**Key words:** power losses, treatment of losses, distribution networks

### 1. UVOD

Gubici električne energije u prijenosnim i distribucijskim mrežama (u daljnjem tekstu: gubici) predstavljaju znatan udio u ukupnim gubicima u elektroenergetskom sustavu. Smanjenje gubitaka predstavlja značajan doprinos ciljevima Europske unije (EU) vezanim uz povećanje energetske učinkovitosti elektroenergetskog sektora. Posebno treba ukazati na zahtjev Europske komisije (EK) upućen 2006. godine Europskom udruženju regulatora za električnu energiju i plin (engl. *European Regulatory Group for Electricity and Gas* - ERGEG) o potrebi analize problematike tretmana gubitaka. Kao prvi korak, u svrhu ustanovljavanja sadašnjeg stanja, ERGEG je napravio analizu nacionalne prakse i iskustava članica EU u pogledu tretmana gubitaka koja pokriva sljedeće aspekte [1]:

- a) Definiciju gubitaka; Zajednička definicija gubitaka potrebna je zbog usporedbe gubitaka na razini EU. Iako tehnički gubici čine najveći dio ukupnih gubitaka, budući da ne postoji zajednička definicija gubitaka na razini EU, u pojedinim zemljama netehnički gubici, kao što su krađa električne energije i neizmjerena potrošnja električne energije, također su uključeni u izračun gubitaka.
- b) Metode proračuna gubitaka; Gubitke u prijenosu i distribuciji u većini slučajeva nije moguće izmjeriti, već ih je potrebno izračunati. Mjerenje gubitaka bilo bi moguće samo kod kontinuiranog mjerenja ukupne potrošnje i proizvodnje električne energije, što u distributivnim mrežama nije slučaj. Budući da se gubici računaju, usporedba gubitaka mora sadržavati i pregled različitih metoda proračuna gubitaka u zemljama EU. Također je važno ustanoviti do kojih naponskih razina je moguće gubitke izmjeriti.
- c) Načine nabave energije za pokrivanje gubitaka; Direktiva 2003/54/EC obvezuje operatore mreža, ukoliko im je zakonski dodijeljena ta uloga, da nabavljaju energiju za pokrivanje gubitaka na razvidan, nediskriminirajući i tržišno orijentiran način. Umjesto operatora mreže, energiju za pokrivanje gubitaka mogu nabavljati i opskrbljivači. U tom slučaju nema potrebe za posebnim sustavom nabave energije za pokrivanje gubitaka.
- d) Razmatranje troškova gubitaka u tarifnom sustavu; U mnogim zemljama članicama EU, u tarifama za korištenje mreže, komponenta gubitaka posebno se iskazuje. U pojedinim zemljama gubici su uključeni u zajedničke tarife za korištenje mreže.
- e) Regulatorne poticaje za smanjenje gubitaka; U EU energetska efikasnost postaje sve važnija tema. Zbog toga je preporuka da se operatori mreža potiču u smanjivanju gubitaka. U tom smislu postoje različiti pristupi poticanja koje je potrebno usporediti.

Nakon ustanovljavanja sadašnjeg stanja u pogledu tretmana gubitaka i nacionalne prakse o navedenim aspektima gubitaka u zemljama EU, u drugom koraku, ERGEG će izdati smjernice dobre prakse u tretmanu gubitaka. U tom smislu, te u kontekstu procesa pristupanja Republike Hrvatske EU, potrebno je ERGEG-ovu analizu upotpuniti podacima o gubicima električne energije u hrvatskoj distribucijskoj mreži, kako bi se omogućila procjena razine i tretmana gubitaka električne energije u Hrvatskoj u usporedbi sa zemljama članicama EU. Hrvatska energetska regulatorna agencija, koja je za sada član ERGEG-a u svojstvu promatrača, vrlo brzo će biti u obvezi slijediti EU praksu procjene, izvještavanja i tretmana gubitaka u skladu s ERGEG-ovim smjernicama.

## 2. OPĆENITO O GUBICIMA

Gubici rezultiraju znatnim troškovima. U mnogim državama gubici u prijenosnoj i distribucijskoj mreži poprimaju iznose između 10% – 15% ukupno proizvedene električne energije. Nastale troškove snose kupci električne energije. Gubici imaju izravan utjecaj na okoliš, jer za njihovo pokriće treba angažirati dodatne proizvodne objekte koji u pravilu pridonose onečišćenju atmosfere, a troškove snosi čitavo društvo. Prema tome, regulatorni tretman gubitaka treba imati u vidu oba aspekta – s jedne strane zaštitu interesa kupaca električne energije, a s druge strane, promociju ukupne energetske učinkovitosti elektroenergetskog sustava, uključujući i distribucijsku mrežu.

Regulatorni pristup u mnogim državama podrazumijeva poticaje operatorima mreža za održavanje gubitaka na unaprijed definiranoj (prihvatljivoj) razini. Dakako, pristup se može temeljiti i na kaznama za prevelike gubitke, što se u konačnici svodi na isto. Takav pristup temelji se na činjenici da operatori mreža mogu, barem u jednom dijelu, utjecati na razinu gubitaka (kvalitetna koncepcija mreže, dobre investicijske odluke, sprječavanje neovlaštene potrošnje).

S druge strane, postoje određeni vanjski čimbenici na koje operatori nemaju utjecaja. Kao primjer može se navesti gustoća konzuma odnosno opterećenje mreže koje izravno utječe na značajke mreže, te pripadajuće (tehničke) gubitke.

Gubici se mogu karakterizirati na više načina, ovisno o njihovom uzroku. Najčešće, oni se dijele na tehničke (fizikalne) i netehničke (komercijalne) gubitke.

Netehnički gubici rezultat su preuzete (potrošene) električne energije koja zbog određenih razloga nije obračunata (neovlaštena potrošnja, neregistrirana potrošnja, problemi koji proizlaze iz načina obračuna električne energije)

Poseban problem kod gubitaka je (ne)mogućnost njihovog određivanja mjerenjima. Dok je u prijenosnim mrežama u pravilu moguće provoditi kontinuirana mjerenja po pojedinim dijelovima mreže, u distributivnim mrežama to obično nije slučaj. Raspoloživi mjerni podaci obično sadrže u sebi određenu nesigurnost.

### 3. DEFINICIJA GUBITAKA

Općenito se pod pojmom gubitaka podrazumijeva razlika između iznosa električne energije koja je ušla u elektroenergetski sustav i izmjerenog iznosa električne energije predane kupcima.

Sa stanovišta operatora mreže, gubici su neizbježan trošak prijenosa električne energije kroz prijenosnu i distributivnu mrežu koji uzrokuje dodatno opterećenje elektroenergetskog sustava.

Kako bi se olakšala analiza i ispravno razmotrili različiti uzroci fenomena gubitaka moguće ih je podijeliti na tehničke i netehničke gubitke, slika 1.

Tehnički gubici u komponentama elektroenergetskog sustava mogu se podijeliti na gubitke ovisne o naponu i gubitke ovisne o struji, [2], [3], [4]. Gubici ovisni o naponu, odnosno stalni gubici, posljedica su održavanja elektroenergetskog sustava u stanju stalne pogonske pripravnosti za opskrbu kupaca električnom energijom. Ovdje pripadaju gubici u jezgrama transformatora, dielektrički gubici kabela i kondenzatorskih baterija. Gubici ovisni o struji posljedica su protjecanja struje kroz komponente elektroenergetskog sustava i ovisni su o stupnju korištenja mreže, tj. o količini prenesene energije, odnosno ovisni su o kvadratu struje. Kao rezultat spomenute činjenice, gubici u prijenosnim mrežama manji su od onih u distribucijskim, slika 1. Dodatno, tehnički gubici ovise o duljini i presjeku vodiča. Tehničke gubitke u prijenosu moguće je mnogo točnije odrediti od onih distribuciji.

S druge strane, netehnički gubici sadrže električnu energiju koja je isporučena kupcima ali nije naplaćena. Uglavnom su uzrokovani vlastitom potrošnjom operatora, krađom, neizmjerenom potrošnjom (javna rasvjeta) te pogreškama u mjerenju, naplati i obradi podataka o očitanjima. Također su prisutne i pogreške proizašle iz vremenskog pomaka između očitavanja brojila i obračuna električne energije. Netehnički gubici zovu se još i komercijalnim gubicima budući da se njihovi troškovi socijaliziraju, umjesto da ih izravno naplaćuju operatori mreže i opskrbljivači.

Vlastita potrošnja operatora mreže obično je povezana s potrošnjom u poslovnim zgradama ali, također i s energijom za hlađenje transformatora i pogon upravljačkih sustava.

Neovlaštena potrošnja električne energije odnosi se na neovlaštene intervencije na brojilima i ilegalne priključke. Vrlo je teško ustanoviti točan iznos takvih gubitaka budući da vjerojatno njihov najveći dio prolazi neotkriveno.

Neizmjerena potrošnja najčešće je povezana s javnom rasvjetom. Iz praktičnih razloga, takva vrsta potrošnje često se računa iz instalirane snage rasvjetnih tijela i procijenjenog ili poznatog trajanja opterećenja. Takav postupak proračuna može često biti netočan.

Pogreške u mjerenju, naplati i obradi podataka o očitanjima odnose se na ostatak netehničkih gubitaka.

Gubici	Tehnički gubici	Gubici u prijenosu	Gubici u prijenosu i distribuciji	Fizikalni gubici
	Ne-tehnički gubici	Gubici u distribuciji	Komercijalni gubici	Vlastita potrošnja operatora mreže
				Neovlaštena potrošnja
				Neizmjerena potrošnja (javna rasvjeta)
			Ostalo (pogreške u mjerenju, obračunu i naplati)	

Slika 1. Podjela gubitaka

Različiti uzroci gubitaka dovode do različitih definicija sastavnica gubitaka u zemljama članicama EU što značajno otežava međusobnu usporedbu razine gubitaka, tablica I.

Zbog usporedivosti rezultata sastavnice gubitaka podijeljene su u pet kategorija:

- Tehnički gubici;
- Vlastita potrošnja operatora mreže;
- Neovlaštena potrošnja;
- Neizmjerena potrošnja;
- Ostalo (pogreške u mjerenju, obračunu i naplati).

Sve razmatrane zemlje u obzir uzimaju tehničke gubitke. S druge strane, u pogledu netehničkih gubitaka pokazuje se zamjetna heterogenost u definicijama sastavnica gubitaka, tablica I.

Tablica I. Sastavnice gubitaka

Država	Tehnički gubici	Vlastita potrošnja	Neovlaštena potrošnja	Neizmjerena potrošnja	Ostalo	Napomena
Austrija	+	+	+			
Češka	+	+	+	+	+	
Finska	+				+	Pogreške mjerenja*
Francuska	+	+	+		+	Javna rasvjeta djelomično sudjeluje
Grčka	+		+			Istražit će se skriveni gubici
Mađarska	+		+		+	Uključeni komercijalni gubici
Italija	+		+		+	Pogreške mjerenja*
Norveška	+				+	Pogreške mjerenja*
Poljska	+		+		+	Pogreške mjerenja*
Portugal	+		+		+	Pogreške mjerenja*
Rumunjska	+		+		+	Javna rasvjeta djelomično sudjeluje
Slovačka	+		+		+	Pogreške mjerenja*
Španjolska	+	+	+		+	
Švedska	+		+		+	Pogreške mjerenja*
Velika Britanija	+		+			

\* u nekim državama se posebno uzimaju u obzir gubici zbog pogrešaka u mjerenjima

#### 4. METODE PRORAČUNA GUBITAKA

U većini država tehnički gubici se računaju ex-post, po naponskim razinama. Metoda proračuna ovisi o dostupnosti mjernih podataka. Na naponskim razinama gdje svako mjerno mjesto ima kontinuirano mjerenje (intervalna brojila), gubici se računaju satno, temeljem očitavanja nabavljene i predane električne energije. Na žalost, to je obično moguće samo u visokonaponskim mrežama.

U sredjonaponskim, a pogotovo niskonaponskim mrežama većina mjernih mjesta je opremljena klasičnim mjernim uređajima koji se periodično očitavaju. U takvim slučajevima tehnički gubici u vodovima i transformatorima mogu se računati pomoću različitih matematičkih metoda [2], [3], [4].

Tablica II. Metode određivanja gubitaka

Država	Način određivanja gubitaka			Obveze vezane za ugradnju mjernih uređaja	
	Ex-ante proračuni	Ex-post proračuni	Mjerenja	Obveze kupaca	Napomene
Austrija	Da			Ne	
Češka		Da	Da	Ne	
Danska		Da	Da		Satna mjerenje za VN i SN kupce
Finska		Da	Da	Da	Nadomjesne krivulje opterećenja Proračun po naponskim razinama
Francuska		Da		Da	Osim za kupce manje snage od 36 kVA
Grčka		Da		Ne	Satna mjerenje za VN i SN kupce, do kraja 2011. 95 % kupca s inteligentnim brojilima
Mađarska		Da		Da	
Italija	Da	Da		Da	
Norveška		Da			
Poljska	Da			Ne	
Portugal	Da	Da	Da	Da	Nadomjesne krivulje opterećenja
Rumunjska	Da	Da			
Slovačka		Da	Da		Mjerenja po svim naponskim razinama
Španjolska	Da	Da		Ne	
Švedska		Da		Ne	Satna mjerenja za slučaj opterećenja iznad 63 A. Nadomjesne krivulje opterećenja za male kupce
Velika Britanija	Da	Da		Da	Kupci s 30 min. mjerenjem te bez 30 min. mjerenja

Za određivanje gubitaka ovisnih o struji potrebno je znati dijagram opterećenja svake komponente mreže. U stvarnosti je to nemoguće stoga su razvijene metode približnog proračuna gubitaka energije u komponentama mreže koje se dijele na determinističke i stohastičke. Determinističke metode mogu se podijeliti na metode koje koriste ekvivalentno trajanje maksimalnih gubitaka snage ( $\tau$ -metode), metode zasnovane na srednjoj vrijednosti kvadrata struje, metoda ekvivalentnog otpora itd. [5].

Ulazni parametri se prilagođavaju za svaku regulacijsku godinu. Kao što je rečeno takav pristup uvjetuje određenu nesigurnost u točnost rezultata. Gotovo sve razmatrane države naknadno proračunavaju gubitke (ex-post proračuni), tablica II. Time se omogućava barem računsko razdvajanje

tehničkih od ne-tehničkih gubitaka. Također je zanimljivo da u pojedinim državama postoje obaveze kupaca vezane za mjerne uređaje. Što se tiče mjerenja gubitaka u distribucijskoj mreži (po elementima mreže), ona su relativno rijetko zastupljena.

## 5. RAZINA GUBITAKA

U razmatranim zemljama prisutne su značajne razlike u prosječnoj razini gubitaka, tablica III. Razlozi takvom stanju su višestruki:

- Ukoliko je ODS nadležan i za visokonaponsku mrežu, prosječni udio gubitaka (%) bit će niži u odnosu na situaciju kada je ODS nadležan samo za srednji i niski napon;
- Način određivanja gubitaka nije isti u svim državama;
- Ukoliko se relativni gubici odnose na predanu energiju (prodaja), bit će nešto veći nego ako se odnose na nabavljenu energiju;
- Razina neovlaštene potrošnje može značajno varirati između pojedinih država.

Tablica III. Prosječna razina gubitaka (ovisno o zemlji, podaci se odnose na 2006. ili na 2005. godinu)

Država	Prosječni gubici (%)	Osnovica	Napomena
Austrija	4.5	prodaja	5.5 – 8.5 %, ovisno o području
Češka	7.0	prodaja	
Finska	4.7	nabava	prosječna vrijednost, ovisi o području
Francuska	5.0	prodaja	
Grčka	6.8	nabava	SN – 3.2 %
Mađarska	9.2	nabava	
Norveška	5.0	nabava	prosječna vrijednost, ovisi o području
Poljska	11.8	nabava	
Portugal	6.4	nabava	
Rumunjska	13.5	prodaja	
Slovačka	8.3	prodaja	7.5 – 9.0 %, ovisno o području
Španjolska	7.1	nabava	
Švedska	2.3	nabava	
Velika Britanija	< 6.0	nabava	

Radi usporedbe, u tablici IV. su dani podaci o gubicima električne energije u nekim državama čije su regulatorne agencije članice udruge ERRRA. Navedene države većinom ne pripadaju EU.

Tablica IV. Prosječna razina gubitaka u članicama udruge ERRRA

Država	Prosječni gubici (%)	
	2007.	2008.
Albanija	35.4	32.7
Armenija	14.3	13.9
Bosna i Hercegovina	14.2	14.3
Estonija	8.3	7.8
Hrvatska	9.8	7.2
Kosovo	35.0	37.4
Litva	9.0	7.7
Moldova	15.0	14.5
Mongolija	14.8	13.9
Srbija	14.2	14.5

Razina gubitaka u tim državama je značajno veća nego u većini država EU, s time što je u dvije države ekstremno visoka, dakako zbog netehničkih gubitaka.

## 6. NABAVA ENERGIJE ZA POKRIVANJE GUBITAKA

Direktiva 2003/54/EC obavezuje operatore mreža, ukoliko im je zakonski dodijeljena ta uloga, da nabavljaju energiju za pokrivanje gubitaka, na razvidan, nediskriminirajući i tržišno orijentiran način.

Umjesto operatora mreže, energiju za pokrivanje gubitaka mogu nabavljati i opskrbljivači. U tom slučaju nema potrebe za posebnim sustavom nabave energije za pokrivanje gubitaka.

Postoje dvije glavne mogućnosti nabave energije za pokrivanje gubitaka, tablica V.:

- a) Ukoliko je operator mreže odgovoran za nabavu energije za pokrivanje gubitaka, energija se može nabavljati putem:
  - o burze električne energije – PEX (engl. *Power EXchange*) (dan unaprijed ili dugoročnijim ugovorima);
  - o bilateralnih ugovora – OTC (engl. *Over the Counter*);
  - o aukcija/tendera (proizvođači ili trgovci podnose ponude).

Čest slučaj je korištenje nekoliko nabrojanih mogućnosti, na primjer spoja burze i bilateralnih dugoročnijih ugovora uz zaštitu od rizika. Prosječne troškovi gubitaka odobrava regulator i koristi ih u određivanju tarifnih stavaka. Odstupanje uzrokovano gubicima u obračunu energije uravnoteženja obično se tretira kao i ostala odstupanja. Takva mogućnost koristi se u mnogim državama članicama EU, kao što su: Austrija, Češka, Danska, Finska, Francuska, Njemačka, Mađarska, Luksemburg, Poljska, Norveška, Slovačka i Švedska.

- b) Ukoliko je opskrbljivač mreže odgovoran za nabavu energije za pokrivanje gubitaka, potrebnu energiju u sustav fizički isporučuje sam opskrbljivač. Svaki opskrbljivač u određenom vremenskom periodu sustavu isporučuje energiju za pokrivanje gubitaka u omjeru potrošnje njegovih kupaca za taj period. Procijenjeni gubici imaju istu cijenu kao i ostala energija. Gubici se tretiraju kao bilo koje drugo odstupanje u obračunu energije uravnoteženja. Odstupanje se računa kao razlika između planirane vrijednosti i ostvarenja energije za pokrivanje gubitaka. Takva mogućnost koristi se u Grčkoj, Italiji i Portugalu.

Tablica V. Načini nabave energije za pokrivanje gubitaka u nekim zemljama članicama EU

Zemlja	Tko je odgovoran	Kako se nabavlja	Tarife
Finska	Operator mreže	PEX ili bilateralni ugovori	Naplaćuje se kroz tarife za korištenje mreže
Francuska			
Norveška		Godišnji tenderi Posebne bilančne grupe	Naplaćuje se kroz posebne tarife
Švedska			
Češka			
Austrija	Isporučuje ju opskrbljivač		Nema tarifa za gubitke
Portugal			

## 7. GUBICI I TARIFNI SUSTAVI

U mnogim državama poput Francuske, Švedske, Norveške, Finske i Češke gdje su operatori odgovorni za pokriće gubitaka, ne postoje posebne tarife za gubitke, što znači da su troškovi pokrića gubitaka uključeni u tarife za korištenje mreže, tablica VI.

S druge strane, u Austriji, gdje su operatori također nadležni za pokriće gubitaka, postoje posebne tarife za vrednovanje gubitaka. Kupci primjenom tih tarifa snose troškove gubitaka, odvojeno od troškova korištenja mreže. Te tarife određuje austrijska regulatorna agencija, temeljem računskog postupka koji uzima u obzir temeljnu i vršnu komponentu u pokriću gubitaka. Tarife se razlikuju ovisno o naponskim razinama i mrežnim područjima.

U Portugalu se koristi model pokrića gubitaka bitno različit od drugih europskih država. Opskrbljivači su dužni osigurati energiju za pokriće gubitaka, i to u fizičkom smislu. Zato ne postoje posebne tarife za gubitke. Opskrbljivači osiguravaju potrebnu energiju za pokriće gubitaka ovisno o potrošnji svojih kupaca, uz primjenu posebnih "profila gubitaka" koje predlaže operator, a odobrava portugalska regulatorna agencija.

Tablica VI. Gubici i tarifni sustavi

Država	Troškovi gubitaka uključeni u tarifni sustav za distribuciju	Posebna komponenta u tarifnom sustavu za pokriće gubitaka
Austrija	da	da
Češka	da	ne
Finska	da	ne
Francuska	da	ne
Grčka	ne	ne
Mađarska	da	da
Italija	ne	ne
Norveška	da	da
Poljska	da	da
Portugal	ne	ne
Rumunjska	da	ne
Slovačka	da	da
Španjolska*	ne	ne
Švedska	da	ne
Velika Britanija	ne	ne

Što se tiče regulatornih poticajnih mehanizama za smanjenje gubitaka, postoje različiti pristupi:

- bez posebnih poticajnih mehanizama,
- poticajna regulacija, gdje su poticaji za smanjivanje gubitaka isti kao i poticaji za smanjivanje ostalih troškova,
- ograničavanje iznosa gubitaka (u %) na određeni iznos,
- primjena poticajne regulacije koja omogućava financijsku stimulaciju (ili penalizaciju) za slučaj da se gubici smanje ispod određene vrijednosti (ili povećaju iznad nje)

## 8. STANJE U HRVATSKOJ

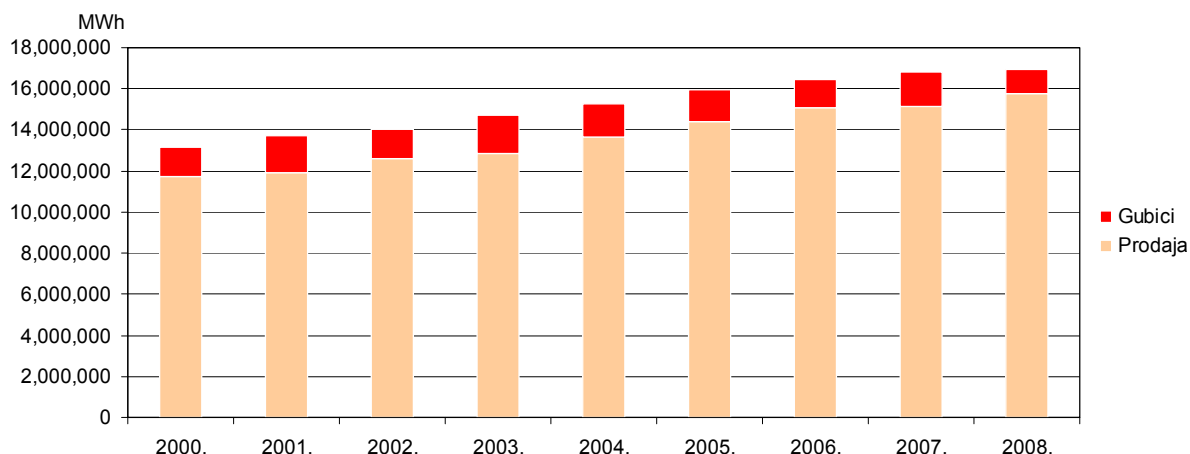
Iz podataka o nabavi i prodaji električne energije za HEP-ODS te pripadajućim gubicima u distribuciji za razdoblje od 2000. do 2007. godine (svedenih na nabavljenu energiju), tablica VII., vidljivo je da je prosječni godišnji porast nabave električne energije u razdoblju od 2000. do 2008. godine iznosio 3,25%, dok je prosječni godišnji porast prodaje električne energije u istom razdoblju iznosio 3,76%.

Tablica VII. Nabava, prodaja i gubici električne energije u distribuciji za razdoblje od 2000. do 2008. godine

	2000.	2001.	2002.	2003.	2004.	2005.	2006.	2007.	2008.
<b>Nabava [MWh]</b>	13.134.517	13.733.749	14.022.105	14.716.967	15.283.422	15.942.418	16.423.360	16.810.707	16.958.369
<b>Prodaja [MWh]</b>	11.711.508	11.901.006	12.615.248	12.853.301	13.630.932	14.371.921	15.058.532	15.157.620	15.735.459
<b>Gubici [MWh]</b>	1.423.009	1.832.743	1.406.857	1.883.666	1.652.490	1.570.497	1.364.827	1.653.087	1.222.909
<b>Gubici [%]</b>	10,83	13,34	10,03	12,80	10,81	9,85	8,31	9,83	7,21

Izvor: Izvješća HEP-ODS-a

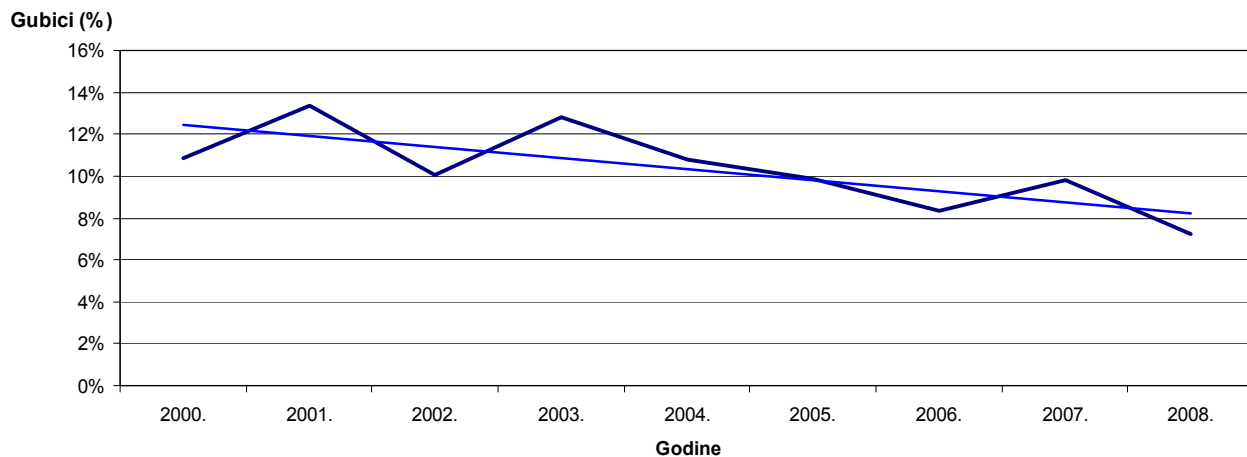
Gubici za 2008. godinu iznosili su 7,21%, što predstavlja pad u odnosu na 2007. godinu, kada su gubici iznosili 9,83%, slika 2. Prosječni gubici tijekom razdoblja od 2000. do 2007. godine iznosili su 10,34%, slika 2.



Slika 2. Nabava odnosno zbroj prodaje i gubitaka električne energije u distribuciji za razdoblje od 2000. do 2008. godine

Tijekom godina iznosi gubitaka značajno variraju, od minimalne iskazane vrijednosti 7,21% za 2006. godinu, do 13,34% za 2001. godinu, slika 3. Ove varijacije su u velikoj mjeri rezultat činjenice da se gubici u Hrvatskoj ne određuju isključivo na temelju očitanih mjernih podataka. Prodaja električne energije prati se pomoću mjesečnih računa/rata a iz tih podataka određuju se gubici. To je naročito nepovoljno kod određivanja potrošnje električne energije iz mjesečnih akontacijskih rata kod kupaca s dvotarifnim mjerenjem. Također je prisutan problem s odstupanjem obračunske godine od kalendarske.

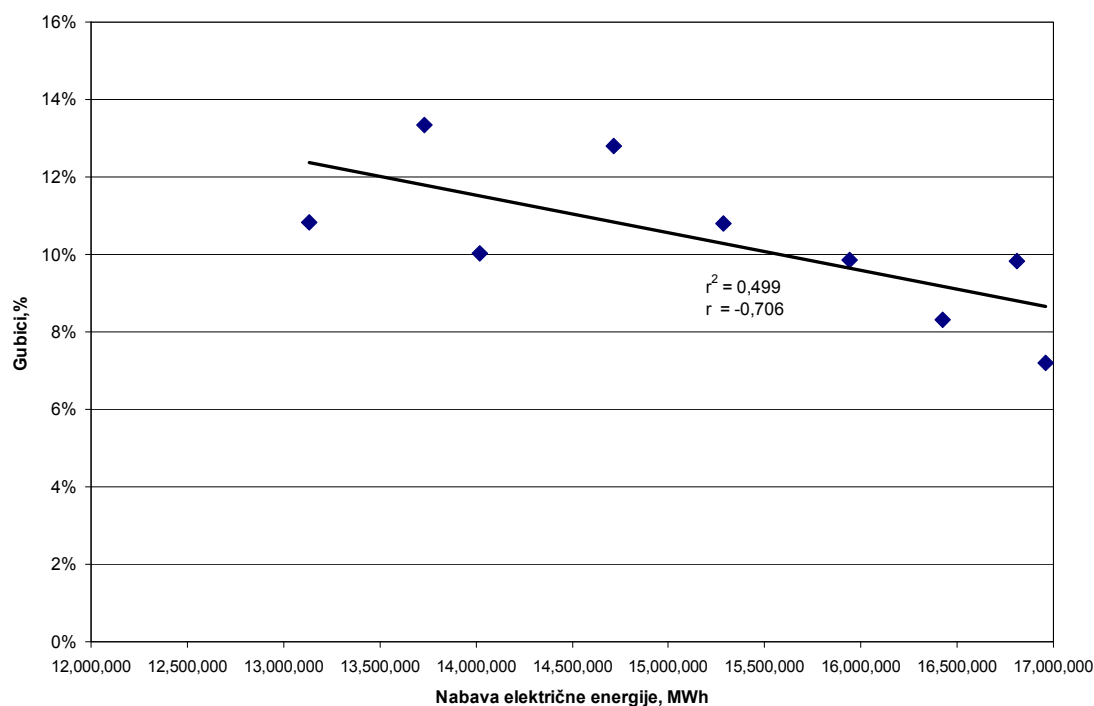
Posljedica akontacijskog sustava obračuna potrošnje za kupce iz kategorije kućanstva je da na kraju kalendarske godine uvijek postoji dio potrošnje koji nije fakturiran putem akontacija pa se iskazuje gubitak električne energije u bilanci za tu godinu (povećanje gubitaka) ili je unaprijed fakturiran dio buduće potrošnje (smanjenje gubitaka). U opisanoj situaciji je povoljna okolnost da se ta dva efekta donekle poništavaju [6].



Slika 3. Varijacija razine gubitaka u razdoblju od 2000. do 2008. godine

Faktor korelacije između iznosa gubitaka i nabavljenog iznosa električne energije je negativan, slika 4., što je pokazatelj da su tehnički gubici u ukupno iskazanim gubicima slabo zastupljeni.

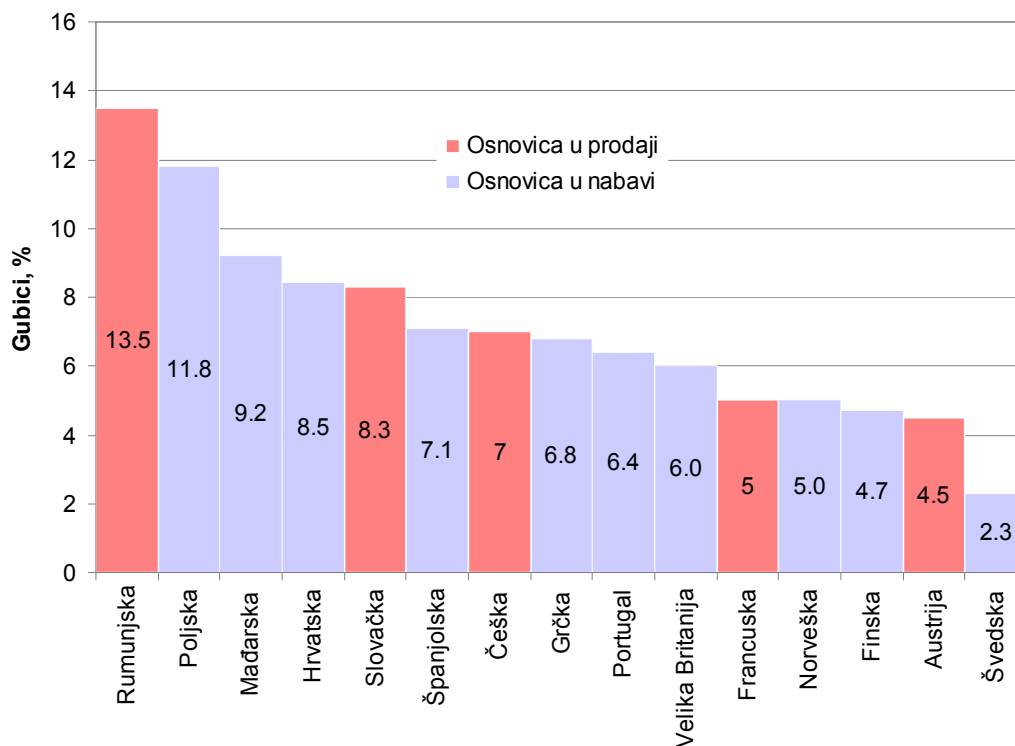




Slika 4. Ovisnost gubitaka o nabavi električne energije u razdoblju od 2000. do 2008. godine

Slika 5. daje usporedbu ostvarenih gubitaka u razmatranim državama EU, te u Hrvatskoj. Kako bi se izbjegle velike varijacije udjela gubitaka po godinama koje nastaju zbog korištene metodologije izračuna gubitaka u Hrvatskoj, kao mjerodavni pokazatelj uzet je prosjek gubitaka u posljednje tri godine (2006., 2007. i 2008.)

Kao što se vidi, Hrvatska se po visini gubitaka u distribuciji uklapa u tzv. tranzicijske države gdje su ostvareni gubici u granicama između 8 i 14 %.



Slika 5. Gubici u zemljama članicama EU u usporedbi s Hrvatskom

## 9. ZAKLJUČAK

U referatu su izloženi podaci o tretmanu gubitaka električne energije u više država članica EU, dobiveni u okviru istraživanja posebne radne skupine ERGEG-a. Temeljem analize navedenih podataka utvrđena je potreba harmonizacije pristupa gubicima u EU. Radi se o složenom procesu koji obuhvaća tehničke, ekonomske i pravne aspekte.

U spomenutom istraživanju istaknuta su određena pitanja koja zahtijevaju daljnju diskusiju i eventualno usklađivanje na europskoj razini. Pitanja se mogu sistematizirati u četiri grupe:

- a) Usklađena definicija gubitaka uključujući pitanje odnosa prema netehničkim gubicima;
- b) Načini unapređenja identifikacije gubitaka u distribucijskim mrežama, uključujući naponske razine;
- c) Prihvatljiva razina gubitaka, te određivanje sastavnica gubitaka koje je najlakše reducirati;
- d) Način nabave energije za pokriće gubitaka uključujući određivanje subjekta odgovornog za nabavu, te pitanja specijalnih tarifa za gubitke.

Osim toga, otvoreno je pitanje regulatornih poticajnih mehanizama za smanjivanje gubitaka. Aktivnosti ERGEG-a po ovim pitanjima su vrlo zanimljive i za rješavanje problematike gubitaka u elektroenergetskim mrežama u Hrvatskoj. Rješenja koja će ERGEG predložiti na razini EU trebat će primijeniti i u Hrvatskoj. Neovisno o aktivnostima ERGEG-a nužno je poraditi na rješavanju nekih otvorenih pitanja vezano za realno određivanje gubitaka u distribucijskoj mreži hrvatskog elektroenergetskog sustava. To se naročito odnosi na postojeći način izračuna gubitaka iz prodaje električne energije (tzv. određivanje kWh iz kn) koji dovodi do velikih (nerealnih) varijacija godišnjih gubitaka. Osim toga, potrebno je razviti jedinstvenu metodologiju izračuna tehničkih gubitaka, temeljem koje bi se odvojeno procijenili iznosi tehničkih i netehničkih gubitaka.

## LITERATURA

- [1] ERGEG, „Treatment of Losses by Network Operators“, ERGEG Position Paper for public consultation, Ref E08-ENM-04-03, 15 July 2008
- [2] E. Mihalek, L. Wagmann, T. Baričević, T. Gelo, K. Trupinić, „Gubici električne energije u distribucijskim mrežama“, pozvani referat, 4. Savjetovanje o elektrodistribucijskoj djelatnosti, Pula, 12.-15. svibanj 2002.
- [3] L. Wagmann, E. Mihalek, „Power and Energy Losses in Unbalanced LV Distribution Networks, IASTED International Conference“, Power and Energy Systems, Rhodes, Greece, 2001
- [4] L. Wagmann, S. Žutobradić, E. Mihalek, „Gubici električne energije i snage II dio“, Studija, EIHP, Zagreb, 2000.
- [5] N. Rajaković, D. Tasić, „Distributivne i industrijske mreže“, Drugo izdanje, Akademski misao, Beograd, 2008.
- [6] A. Pavić, K. Trupinić, „Osvrt na stanje gubitaka električne energije u distribucijskoj mreži“, časopis Energija, Zagreb, 02/2007.
- [7] ERRA Tariff/pricing Committee Meeting; January 26, 2010 Amman, Jordan