

Tomislav Baričević
Energetski institut Hrvoje Požar
tbaricevic@eihp.hr

Minea Skok
Energetski institut Hrvoje Požar
mskok@eihp.hr

PRIJEDLOG UNAPREĐENJA METODOLOGIJE ODREĐIVANJA GUBITAKA ELEKTRIČNE ENERGIJE I PREGLED TEHNIČKIH I NETEHNIČKIH GUBITAKA U DISTRIBUCIJSKOJ MREŽI HEP ODS-A

SAŽETAK

U referatu su opisana moguća unapređenja metodologije određivanja energetske bilance (nabave i prodaje električne energije) i gubitaka električne energije u distribucijskoj mreži HEP ODS-a. Polazište je korekcija prodaje električne energije, koja je osobito značajna za kupce kategorije kućanstvo s polugodišnjim obračunskim razdobljem i svodi se na prijedlog zamjene sadašnjih jednakih predviđenih mjesečnih potrošnji (akontacija) procijenjenim (izračunatim) iznosima stvarnih mjesečnih potrošnji. Rezultat je bitno vjerodostojnija procjena mjesečnih vrijednosti, kao i ukupnih godišnjih gubitaka, čiji je pregled dan po distribucijskim područjima HEP ODS-a, uključujući tehničke gubitke po elementima mreže i netehničke gubitke podijeljene na procijenjene pogreške mjerenja i neovlaštenu potrošnju električne energije.

Ključne riječi: godišnji i mjesečni gubitci energije, tehnički i netehnički gubitci, unapređenje metodologije

RECOMMENDATIONS FOR IMPROVEMENT OF METHODOLOGY FOR DETERMINATION OF ENERGY LOSSES AND OVERVIEW OF TECHNICAL AND NON-TECHNICAL LOSSES IN HEP DSO DISTRIBUTION NETWORK

SUMMARY

The paper presents possible improvements of the methodology for determination of energy balance (input and sales of electricity) and energy losses in HEP DSO distribution network. The starting point is correction of electricity sales, which is especially significant for household customers with half-yearly billing period and proposes replacement of current equal projected monthly consumptions (advance payments) with estimated (calculated) amounts of actual monthly consumptions. The result is significantly more credible estimate of the monthly values as well as total yearly losses, whose overview including technical losses by network elements and non-technical losses divided to estimated metering errors and unauthorised electricity consumption is presented by HEP DSO distribution areas.

Key words: yearly and monthly energy losses, technical and non-technical losses, methodology improvement

1. UNAPRIJEĐENA METODOLOGIJA ODREĐIVANJA GUBITAKA ELEKTRIČNE ENERGIJE

Prema postojećoj praksi provođenja obračuna potrošnje, energija koja je ušla u distribucijsku mrežu i otprilike 60% prodaje električne energije kupcima obračunava se mjesečno na temelju mjerenja. No, za preostalih 40% prodaje električne energije, što obuhvaća veliku većinu kupaca kategorije kućanstvo, obračun se temelji na predviđenim mjesečnim potrošnjama, koje su sukladno članku 66. Općih uvjeta za korištenje mreže i opskrbu električnom energijom [1] jednake za svaki mjesec unutar obračunskog razdoblja, što izravno utječe na netočno određivanje iznosa kako ukupnih tako i netehničkih gubitaka u distribucijskom sustavu. Tako određeni gubici uopće ne odražavaju stvarno stanje na mjesečnoj razini, a zbog prenošenja dijela gubitaka iz jedne kalendarske godine u drugu unose i veliku sustavnu pogrešku u određivanje gubitaka na godišnjoj razini. To izravno utječe na postupak planiranja i troškove nabave energije za gubitke HEP ODS-a, a posredno i na troškove vezane uz obračun odstupanja opskrbljivača na tržištu električne energije, što je detaljno opisano u [2]. U referatu su ukratko predstavljeni rezultati studije gubitaka električne energije [3] u pogledu unapređenja metodologije određivanja ukupnih gubitaka i obračuna potrošnje kupaca kategorije kućanstvo s polugodišnjim obračunskim razdobljem te određivanja tehničkih gubitaka po elementima distribucijske mreže i netehničkih gubitaka podijeljenih na procijenjene pogreške mjerenja i neovlaštenu potrošnju električne energije.

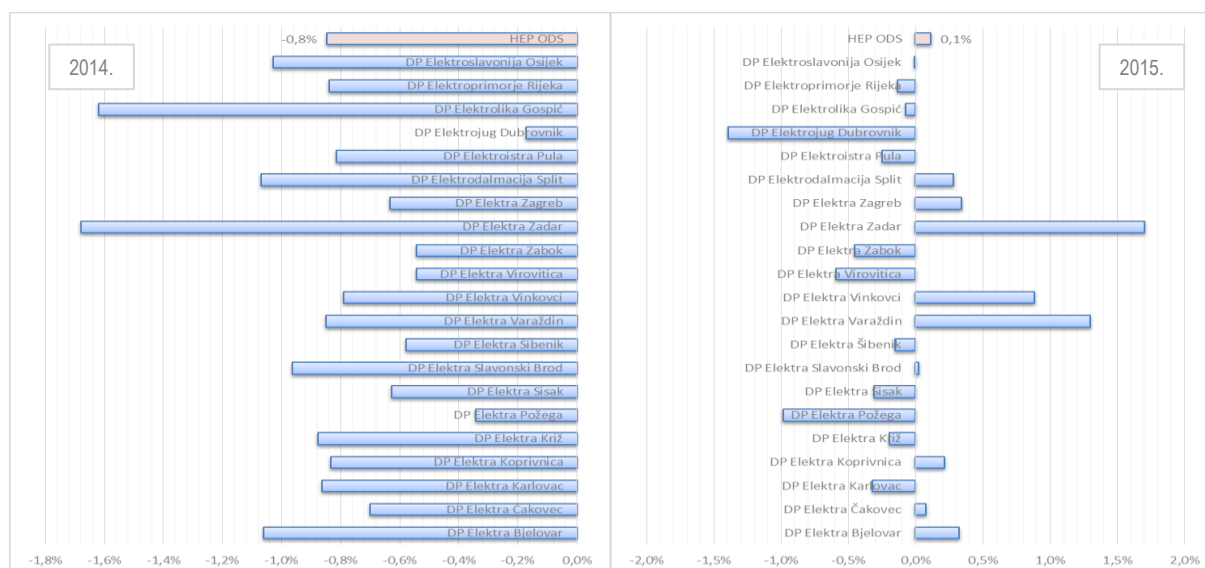
1.1. Korekcija godišnje i mjesečne potrošnje i gubitaka električne energije

Procjena korekcije mjesečne potrošnje, odnosno gubitaka električne energije, provedena je za sve kategorije kupaca, ovisno o obračunskom razdoblju (mjesečno ili polugodišnje) temeljem (1) bilanci nabave i prodaje električne energije (PEE tablice) po tarifnim modelima, distribucijskim područjima i mjesecima i (2) mjesečnih izvještaja razlike po obračunu kupaca kategorije kućanstvo, za koje je tijekom promatranog mjeseca izvršen (polugodišnji) obračun potrošnje električne energije, koji uključuju: (a) potrošnju određenu temeljem mjesečnog (samo)očitanja, (b) predviđenu mjesečnu (akontiranu) potrošnju, (c) razliku po obračunu i (d) tekuće mjesečne korekcije.

Metodologija korekcije godišnje i mjesečne potrošnje i gubitaka električne energije se provodi u četiri koraka (bojama je označena veza s dijagramima na slikama 2, 3 i 4):

- **KORAK 0 – Ulazni podaci.** Gubici električne energije jednaki su fakturnim gubiticima. Na godišnjoj razini odgovaraju godišnjoj vrijednosti u bilanci nabave i prodaje električne energije. Gubici na mjesečnoj razini nemaju uporište u fizikalnoj prirodi tehničkih i netehničkih gubitaka električne energije, već ovisno o provođenju obračuna prodaje mogu varirati u velikom opsegu oko vrijednosti na godišnjoj razini, od negativnih vrijednosti do više od dvostruke vrijednosti na godišnjoj razini.
- **KORAK 1 – Korekcija potrošnje kupaca s mjesečnim obračunskim razdobljem.** Rezultat su korigirane vrijednosti mjesečne potrošnje električne energije kupaca kategorije poduzetništvo, javna rasvjeta i kućanstvo s mjesečnim obračunskim razdobljem.
- **KORAK 2 – Korekcija jednakih predviđenih mjesečnih potrošnji (akontacija) simuliranjem stvarnih iznosa mjesečnih potrošnji kupaca kategorije kućanstvo s polugodišnjim obračunskim razdobljem.** Rezultat su korigirane nelinearne vrijednosti predviđenih mjesečnih potrošnji električne energije kupaca kategorije kućanstvo s polugodišnjim obračunskim razdobljem i korigirane vrijednosti gubitaka električne energije temeljem nelinearnih vrijednosti predviđenih mjesečnih potrošnji. Ovaj korak obuhvaća najveći dio ukupne korekcije na godišnjoj i mjesečnoj razini.
- **KORAK 3 – Korekcija razlika po obračunu kupaca kategorije kućanstvo s polugodišnjim obračunskim razdobljem i tekućih mjesečnih korekcija prodaje kupcima kategorije kućanstvo.** Rezultat su vrijednosti prodaje električne energije svim kategorijama kupaca i vrijednosti gubitaka električne energije korigirane na kalendarski mjesec. Dobiveni iznosi gubitaka ispravljani na kalendarski mjesec i njihov zbroj na godišnjoj razini su (u manjoj mjeri) dodatno korigirane u odnosu na Korak 2 te vrlo dobro odražavaju fizikalnu prirodu tehničkih i netehničkih gubitaka električne energije i daju očekivane odnose mjesečnih gubitaka ovisno o mjesečnim vrijednostima nabave električne energije. Gubici električne energije na godišnjoj razini su (u manjoj mjeri) dodatno korigirani u smislu smanjenja iznosa potrošnje koji nije fakturiran putem predviđenih (akontiranih) mjesečnih potrošnji (povećanje gubitaka) ili je unaprijed fakturiran (smanjenje gubitaka).
- **KORAK 4 – Posebne korekcije uočenih neuobičajeno velikih ispravki obračuna.** Korekcije 1 – 3 obuhvaćaju „redovne“ postupke očitavanja brojila i obračuna potrošnje električne energije, koji rezultiraju uobičajenim računima za pojedinog kupca. No, kako je riječ o složenom postupku i velikom broju obračuna, povremeno se pojavljuju pogreške koje rezultiraju neuobičajeno velikim (pozitivnim ili negativnim) vrijednostima korekcije računa, svrstanim u Koraku 4.

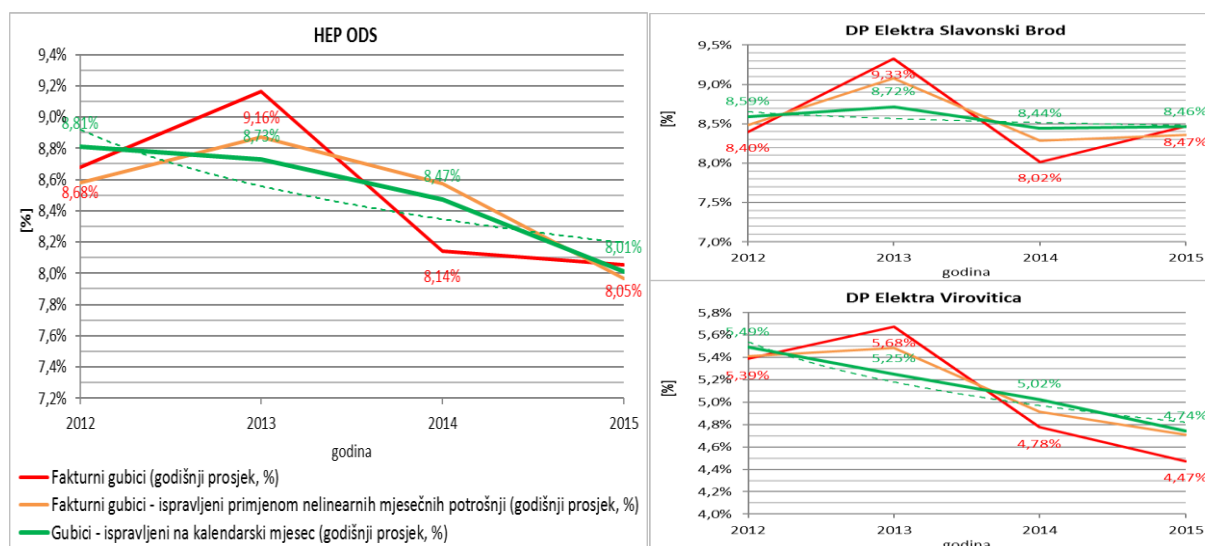
Korekcije potrošnje električne energije mogu značajno varirati i iznosom i smjerom (Slika 1). Za 2014. godinu korekcija potrošnje kućanstava je bila negativna i iznosila -0,8% na razini HEP ODS-a, s varijacijama od -0,2% do -1,7% po distribucijskim područjima. Vrijednosti korekcije su značajnije varirale 2015. godine, od negativne vrijednosti -1,4% za Elektrojug Dubrovnik do pozitivne vrijednosti 1,7% za Elektru Zadar, s prosjekom na razini HEP ODS-a 0,1%.



Slika 1 Korekcija potrošnje kućanstava za 2014. i 2015. godinu (relativno u odnosu na prodaju kupcima kategorije kućanstvo na godišnjoj razini)

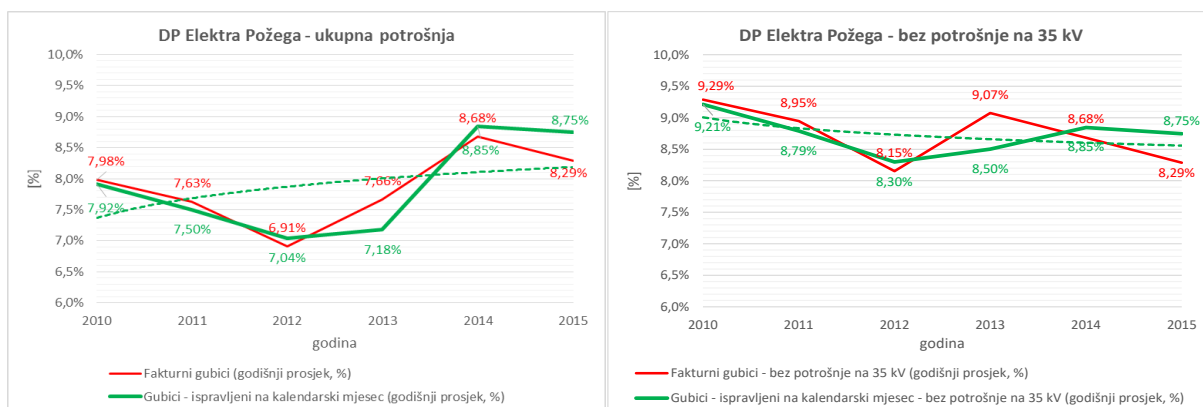
1.2. Gubitci električne energije na godišnjoj razini

Iz prikaza korekcije gubitaka električne energije HEP ODS-a na godišnjoj razini (Slika 2) vidljivo je kako se postiže bitno smanjenje nepravilnosti krivulje gubitaka u odnosu na fakturne gubitke. To posebno vrijedi primjerice za Elektru Slavonski Brod, radi očitavanja svih kupaca kategorije kućanstvo tijekom jednog mjeseca u polugodišnjem obračunskom razdoblju, odnosno za Elektru Virovitica, radi malenih ukupnih gubitaka i stoga minimiziranog utjecaja netehničkih gubitaka.



Slika 2 Gubitci električne energije godišnjoj razini u razdoblju od 2012. do 2015. godine

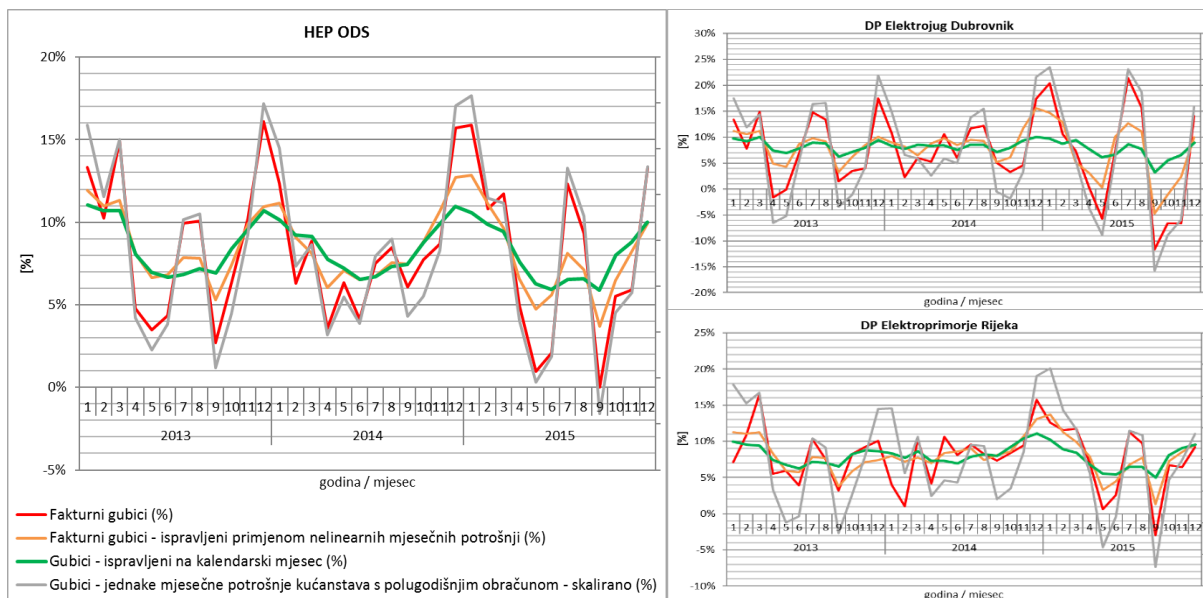
Prilikom određivanja relativnih gubitaka vrlo je bitno koristiti istu referentnu vrijednost. Razlika je dobro vidljiva na sljedećoj slici, koja prikazuje ukupne gubitke Elektre Požega. Vidljiv je utjecaj jednog kupca na 35 kV, koji je 2014. godine postao kupac HOPS-a na 110 kV, ali je do tada bio uključen u prodaju (a onda i nabavu) Elektre Požega. Uzme li se u obzir ukupna prodaja, vidljiv je diskontinuitet i rastući trend relativnih gubitaka (dijagram lijevo). No, realniji opadajući trend gubitaka dobiva se ako se tijekom cijelog razdoblja promatranja izostavi potrošnja na 35 kV (dijagram desno).



Slika 3 Usporedba gubitaka Elektre Požega sa i bez uzimanja u obzir potrošnje na 35 kV

1.3. Gubitci električne energije na mjesečnoj razini

Opisana metodologija omogućava značajno unapređenje procjene gubitaka na mjesečnoj razini (Slika 4). Za razliku od **krivulje koja odgovara fakturnim gubitcima** (crvena), **krivulja gubitaka ispravljenih na kalendarski mjesec** (zelena) odražava prirodu tehničkih i netehničkih gubitaka električne energije u pogledu ovisnosti o potrošnji (opterećenju sustava). Uz opisanu korekciju mjesečne potrošnje, odnosno gubitaka električne energije, provedena je i projekcija očekivanih vrijednosti obračuna temeljem simulacije jednakih predviđenih mjesečnih potrošnji električne energije unutar promatranog polugodišnjeg obračunskog razdoblja (siva krivulja). Analiza upućuje na povećanje sustavne pogreške obračuna i određivanja gubitaka električne energije, odnosno povećanje do sada zabilježenih ekstrema u smislu većih i brojnijih negativnih vrijednosti i izrazito visokih pozitivnih vrijednosti mjesečnih gubitaka, što je vidljivo na primjeru Elektroprimorja Rijeka, u kojem su do 2015. godine primjenjivane različite vrijednosti predviđene mjesečne potrošnje temeljem posebno razrađene kategorizacije kupaca. Primjena jednakih predviđenih mjesečnih potrošnji kupaca kategorije kućanstvo s polugodišnjim obračunskim razdobljem dovodi do većih odstupanja, sličnih primjeru Elektrodalmacije Split, odnosno analizi na razini HEP ODS-a. Promatrano po distribucijskim područjima, pojave negativnih iznosa mjesečnih gubitaka su najčešće u četiri dalmatinska distribucijska područja (Zadar, Šibenik, Split i Dubrovnik), a najmanje vjerojatne na području Elektre Koprivnica, Elektre Križ i Elektre Zabok.

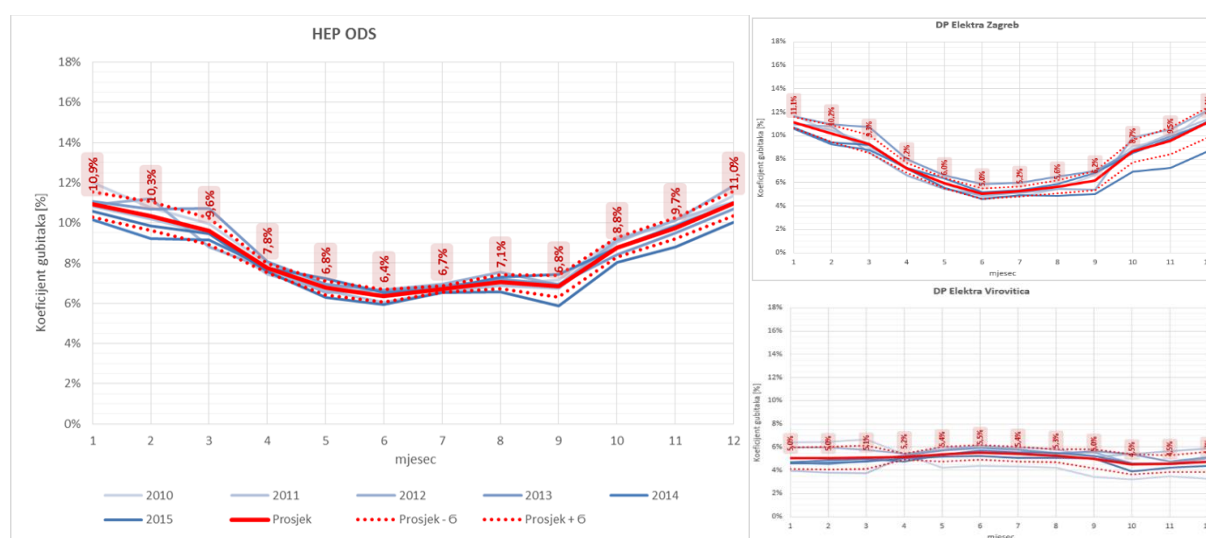


Slika 4 Gubitci po mjesecima u razdoblju od 2013. do 2015. godine

Provedena korekcija mjesečne potrošnje električne energije kupaca kategorije kućanstvo pokazuje da polugodišnji model obračuna kupaca kategorije kućanstvo dovodi do značajnog odstupanja prodaje od procjene stvarne potrošnje. S druge strane, vidljivo je da već samo uvođenje različitih predviđenih (akontiranih) mjesečnih potrošnji, bez posebnog naglaska na očitavanje što većeg udjela potrošnje oko kraja/početka kalendarskog mjeseca omogućava vrlo dobru korekciju potrošnje, odnosno

gubitaka električne energije. Pritom je važan primjer Elektroistre Pula i Elektroprimorja Rijeka te Elektrojuga Dubrovnik. Prva dva distribucijska područja su kupcima kategorije kućanstvo s polugodišnjim obračunskim razdobljem pridjeljivala različite predviđene mjesečne potrošnje, ovisno o tipu kućanstva. Vrlo dobro poklapanje krivulja prodaje i procijenjene potrošnje pokazuje da je takav model moguće primijeniti. Relativno dobro poklapanje istih dviju krivulja, unatoč jednakim predviđenim mjesečnim potrošnjama, primjetno u slučaju Elektrojuga Dubrovnik, posljedica je značajnog udjela mjesečnog obračunskog razdoblja (samoočitana brojila).

Opisanom metodom korekcije potrošnje i gubitaka električne energije omogućeno je određivanje gubitaka na mjesečnoj razini. Krivulja mjesečnih koeficijenata gubitaka (omjera gubitaka u [kWh] i nabave (ulaza) električne energije u distribucijsku mrežu u [kWh]), prikazana na Slici 4, odražava prirodu tehničkih i netehničkih gubitaka električne energije. Na razini HEP ODS-a mjesečni koeficijenti gubitaka su između 6,4% u lipnju i 11% u prosincu. Krivulje mjesečnih koeficijenata gubitaka po distribucijskim područjima su različite, ovisno o krivulji opterećenja (energije) i vrsti gubitaka. Primjerice, u distribucijskim područjima s malim ukupnim gubitcima (Elektra Virovitica, Elektra Koprivnica, Elektra Čakovec, Elektroistra Pula) mjesečni koeficijenti vrlo malo variraju, dok su kod onih s većim ukupnim gubitcima više vrijednosti mjesečnih koeficijenata zabilježene tijekom zime. Takav oblik krivulje gubitaka upućuje na značajni udio neovlaštene potrošnje



Slika 5 Mjesečni koeficijenti gubitaka električne energije

Rezultat opisane metodologije korekcije potrošnje, odnosno gubitaka električne energije su procjene godišnjih gubitaka i mjesečni koeficijenti gubitaka po distribucijskim područjima. Metodologiju je moguće dodatno unaprijediti uvrštavanjem (1) sustavne obrade „tekuće mjesečne korekcije poduzetništva“ i (2) dosljednom korekcijom svih neuobičajeno velikih ispravki obračuna (posebne korekcije). Na taj način bi bile iscrpljene sve mogućnosti obrade na ovoj razini detalja ulaznih podataka (mjesečne agregirane vrijednosti prodaje električne energije).

Daljnje unapređenje točnosti procjene gubitaka zahtijeva razvoj nove metodologije temeljene na korekciji mjesečne potrošnje električne energije na razini pojedinog mjernog mjesta, odnosno obračuna potrošnje električne energije. Osim uvođenja naprednih brojila i daljinskog očitavanja potrošnje električne energije, provedena analiza upućuje na sljedeće zaključke u pogledu mogućnosti pružanja povoljne, a istovremeno i dovoljno kvalitetne mjerne usluge za kupce s malom potrošnjom električne energije za koje je upitna potreba i opravdanost (skore) ugradnje naprednih brojila:

- Model različitih predviđenih mjesečnih potrošnji (akontacija) je vrlo dobro rješenje, koje je moguće primijeniti u postojećem sustavu obračuna HEP ODS-a;
- Samoočitavanje brojila s mjesečnim obračunskim razdobljem dobar je model u priobalju, jer je povoljniji za kupce sa značajnijim razlikama u mjesečnim potrošnjama, posebno ako su povezane s prihodima u turističkoj djelatnosti.
- Samoočitavanje brojila, kao povoljniju alternativu ugradnji naprednih brojila i učestalijem očitavanju od strane HEP ODS-a, trebalo bi dodatno poticati, kako bi svim kupcima bilo u interesu uključiti se u taj model očitavanja potrošnje.
- Nema zapreke uvođenju sustava koji uključuje sinergiju oba modela (različite akontacije i samoočitavanje mjesečne potrošnje).

- S vremenom bi se, sukladno praksi primjerice u Sloveniji, Austriji ili Njemačkoj, umjesto polugodišnjeg obračuna moglo uvesti godišnji (ili čak dvogodišnji) redovni obračun, uz izvanredne provjere provođenja samoočitavanja potrošnje.

Izbor slične povoljne mjerne usluge trebali bi imati svi kupci s malom potrošnjom, neovisno pripadaju li kategoriji kućanstva ili poduzetništva, jer stalni dio mjesečnog računa za električnu energiju vezan uz mjernu uslugu ne bi trebao činiti značajniji dio ukupnog računa. Cijena takve usluge trebala bi biti troškovno reflektivna, pri čemu dodatnu mogućnost racionalizacije predstavljaju različiti načini dostave računa (poštom, e-račun, email, preuzimanje sa sučelja HEP ODS-a,...).

2. PROCJENA UDJELA TEHNIČKIH GUBITAKA I NEOVLAŠTENI PREUZETI ELEKTRIČNE ENERGIJE

Vjerodostojna analiza gubitaka električne energije zahtijeva razlučivanje tehničkih i netehničkih gubitaka. Tehničke gubitke se u pravilu određuje proračunima po elementima distribucijske mreže, od vodova 110 kV, preko transformatora 110/SN, vodova 35(30) kV, transformatora 35(30)/10(20) kV, vodova 10(20) kV, transformatora 10(20)/0,4 kV do mreže niskog napona, priključaka te brojila i mjerne opreme, a netehnički gubici predstavljaju razliku ukupnih i tehničkih gubitaka. Detaljniji opis određivanja tehničkih gubitaka po pojedinim elementima distribucijske mreže dan je u [4], a u nastavku je dan pregled glavnih rezultata i procjena netehničkih gubitaka po distribucijskim područjima HEP ODS-a.

Budući da je svakoj procjeni gubitaka svojstvena određena razina (ne)točnosti, sve su procjene gubitaka izražene kao relativna vrijednost u odnosu na energiju distribuiranu promatranom razinom (elementom) distribucijske mreže te je provedena korekcija procjene gubitaka na distribuiranu energiju prema energetske bilanci. Stoga je za vjerodostojnu analizu i procjenu gubitaka električne energije nužna kvalitetna energetska bilanca, koja vjerodostojno odražava tokove energije po naponskim razinama distribucijske mreže, uključujući sljedeća preuzimanja, odnosno predaje električne energije: (1) nabavu s mreže prijenosa i drugih distribucijskih mreža, (2) nabavu od elektrana priključenih na distribucijsku mrežu, (3) prodaju u mrežu prijenosa i druge distribucijske mreže, (4) prodaju krajnjim kupcima i (5) gubitke električne energije. To znači da je u postojeći sustav bilance nabave i prodaje električne energije potrebno uvesti sljedeća unapređenja:

- U bilanci nabave i prodaje „Nabava sa mreže prijenosa“ je zapravo razlika energije koja je ušla u distribucijsku mrežu iz mreže prijenosa i energije predane iz distribucijske mreže u mrežu prijenosa, odnosno neto nabava sa mreže prijenosa. Radi dosljednosti s ostalim ulazima u distribucijsku mrežu, potrebno je odvojeno na satnoj razini pratiti iznos energije koja iz prijenosne mreže ulazi u mrežu HEP ODS-a i iznos energije koja se iz mreže HEP ODS-a prodaje u prijenosnu mrežu.
- Podatke o nabavi od elektrana priključenih na distribucijsku mrežu potrebno je pratiti vjerodostojnije i po naponskim razinama (35 kV, 30 kV, 20 kV, 10 kV, 0,4 kV).
- Podatke o prodaji na 35(30) kV potrebno je vjerodostojnije pratiti i točno razlučiti od prodaje na 10(20) kV.
- Bilo bi korisno u bilanci prikazati i korekcije mjerenja prodaje kupcima na niskom naponu prema zaključcima u prethodnom poglavlju.
- Bilo bi korisno gubitke električne energije razložiti na procjenu tehničkih gubitaka, pogreški mjerenja i neovlaštenog preuzimanja električne energije.

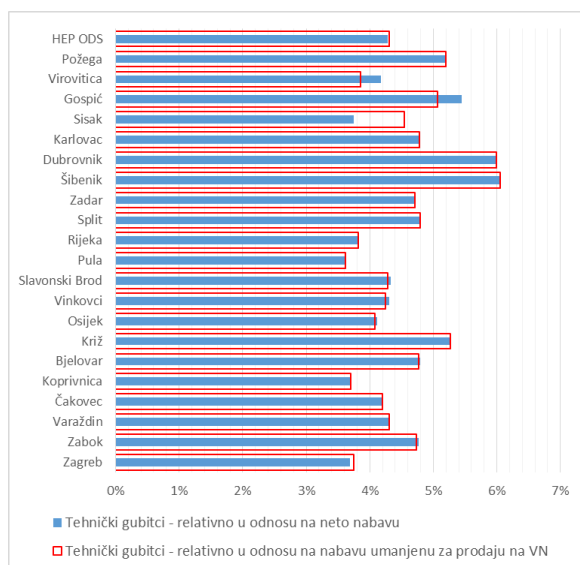
Razlika ukupnih gubitaka električne energije i tehničkih gubitaka odgovara netehničkim gubiticima. Općenito promatrano, netehnički gubici obuhvaćaju korekcije mjerenja prodaje krajnjim kupcima na niskom naponu, pogreške mjerenja i neovlaštenu potrošnju. Korekcija mjerenja prodaje krajnjim kupcima na niskom naponu objašnjena je u prošlom poglavlju, a pogreške mjerenja procijenjene su samo za komponentu promjene točnosti mjerenja elektromehaničkih brojila temeljem analiza i testiranja provedenih u HEP ODS-u.

U nastavku je dan pregled tehničkih i netehničkih gubitaka te pokazatelja njihova praćenja po distribucijskim područjima i ukupno na razini HEP ODS-a. Uobičajeno korišteni način praćenja gubitaka temeljen na bilanci nabave i prodaje električne energije obuhvaća sljedeće sastavnice gubitaka: (1) ukupni gubici prema bilanci nabave i prodaje - relativno u odnosu na neto nabavu, (2) tehnički gubici - relativno u odnosu na neto nabavu, (3) netehnički gubici prema bilanci nabave i prodaje - relativno u odnosu na neto nabavu, s procjenom pogrešaka mjerenja i neovlaštene potrošnje i (4) udio tehničkih i netehničkih gubitaka (s procjenom udjela pogrešaka mjerenja i neovlaštene potrošnje) u ukupnim gubiticima prema bilanci nabave i prodaje.

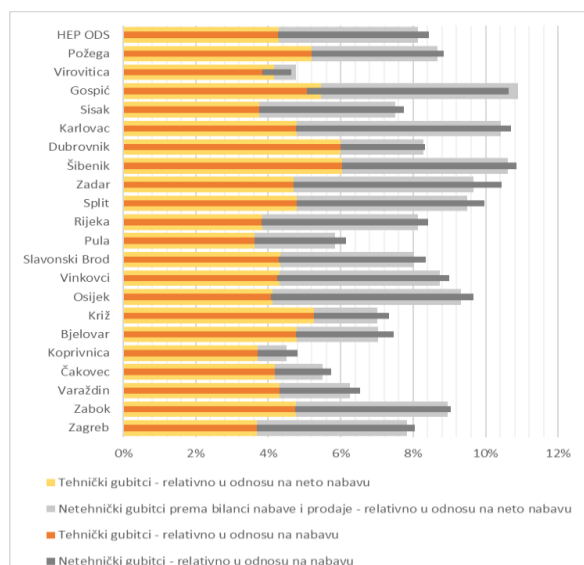
Predloženi novi način praćenja gubitaka u netehničke gubitke uključuje korekcije mjerenja prodaje na niskom naponu i sve promatra relativno u odnosu na ukupnu nabavu (ulaz u distribucijsku mrežu) te obuhvaća sljedeće sastavnice: (1) ukupni gubitci - relativno u odnosu na nabavu, (2) tehnički gubitci - relativno u odnosu na nabavu, (3) korekcija mjerenja prodaje na NN - relativno u odnosu na nabavu, (4) netehnički gubitci - relativno u odnosu na nabavu, s procjenom pogrešaka mjerenja i neovlaštene potrošnje i (5) udio tehničkih i netehničkih gubitaka (s procjenom udjela pogrešaka mjerenja i neovlaštene potrošnje) u ukupnim gubitcima.

Razliku sadašnjeg i novog načina određivanja relativnih gubitaka u pogledu iskazivanja prema neto nabavi, odnosno ukupnoj nabavi, prikazuje na primjeru tehničkih gubitaka Slika 6. Na primjeru Elektrolike Gospić vidljiv je utjecaj proizvodnje elektrana na distribucijskoj mreži, koja se vraća u prijenosnu mrežu, a na primjeru Elektre Virovitica utjecaj razmjene energije između distribucijskih područja. Riječ je o tokovima energije koji se općenito odnose za razmjene sa susjednim elektroenergetskim mrežama (distribucijskim ili prijenosnim), koji doprinose tehničkim gubitcima, ali se u bilanci nabave i prodaje promatraju kao neto razlika ulaza i izlaza iz distribucijske mreže. Suprotan efekt, odnosno povećanje relativnih gubitaka, ima potrošnja „na granici“¹ promatrane distribucijske mreže. Energija koja odgovara takvoj potrošnji u biti ne teče promatranom distribucijskom mrežom te potpuno zanemarivo doprinosi njenim gubitcima. Stoga je, radi usporedivosti iznosa relativnih gubitaka različitih distribucijskih mreža, iznose energije koja odgovara potrošnji na granici promatrane distribucijske mreže potrebno oduzeti od (neto) nabave u odnosu na koju se iskazuju relativni gubitci. Takav efekt vidljiv je na primjeru Elektre Sisak, koja ima relativno značajnu potrošnju na 110 kV (ostala distribucijska područja u pravilu nemaju potrošnju na 110 kV ili je zanemariva).

Druga razlika sadašnjeg i novog načina prikaza gubitaka je u tretiranju korekcije prodaje kupcima (prvenstveno kategorije kućanstvo) na niskom naponu. Bilanca nabave i prodaje korekciju ne prepoznaje, dok ju novi način prikaza gubitaka uključuje u netehničke gubitke. Utjecaj na iznos relativnih gubitaka prikazuje Slika 7. Kako je prodaja kupcima kategorije kućanstvo 2014. godine u svim distribucijskim područjima bila precijenjena, netehnički gubitci su veći od iznosa prema bilanci nabave i prodaje (upravo za iznos korekcije prodaje kupcima na niskom naponu).



Slika 6 Utjecaj razmjene sa susjednim elektroenergetskim mrežama i potrošnje na granici distribucijske mreže (potrošnja na 110 kV) na prikaz tehničkih gubitaka relativno u odnosu na nabavu



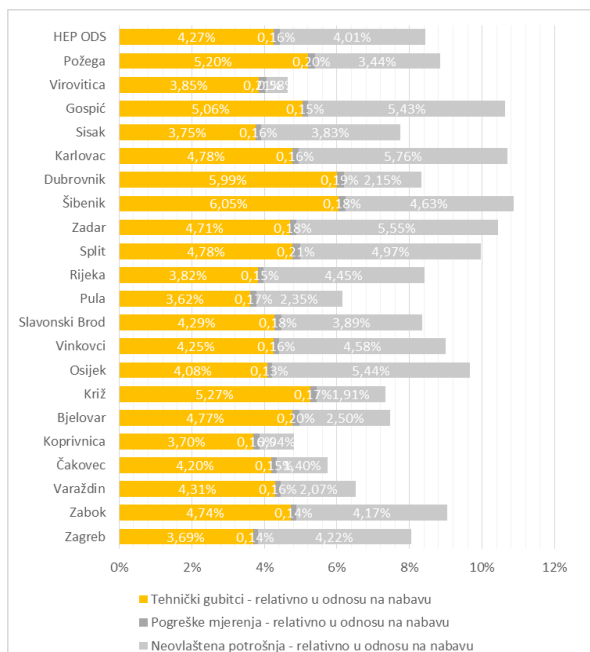
Slika 7 Usporedba tehničkih i netehničkih gubitaka prema sadašnjem i novom načinu prikaza

U nastavku je dan pregled gubitaka električne energije prema novom načinu praćenja, u odnosu na nabavu. Slika 8 prikazuju ukupne relativne gubitke podijeljene na tehničke i netehničke, a Slika 9 strukturu gubitaka s tehničkim gubitcima razloženim na neovisne i ovisne o opterećenju. Na razini HEP ODS-a tehnički gubitci čine 51% ukupnih gubitaka, a razdioba tehnički gubitci neovisni o opterećenju /

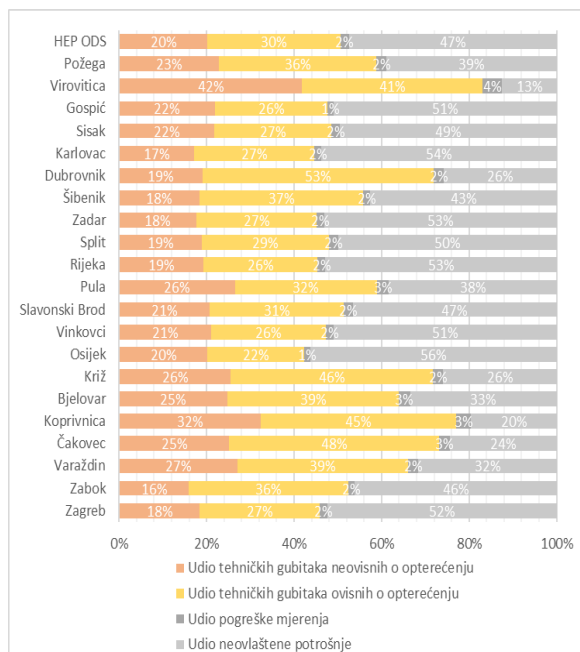
¹ Može se odnositi na cijelu distribucijsku mrežu ili jedan dio (distribucijsko područje), koji je predmet analize gubitaka. Definicija potrošnje „na granici“ ovisi o definiciji granice distribucijske mreže. U Hrvatskoj to može biti potrošnja na 110 kV i 35(30) kV u blizini TS 110/35 kV u vlasništvu HOPS-a.

tehnički gubici ovisni o opterećenju / pogreške mjerenja / neovlaštena potrošnja iznosi otprilike 20:31:2:47.

Prikazani tehnički gubici relativno u odnosu na nabavu električne energije i udjeli tehničkih gubitaka neovisnih o opterećenju su veličine koje se ne mijenjaju značajno u kratkoročnom razdoblju (uz pretpostavku relativno malih promjena u strukturi mreže uslijed investicija i relativno malih promjena opterećenja) te se mogu koristiti za prognozu tehničkih gubitaka u budućim razdobljima (mjesecima i godinama), odnosno određivanje gubitaka u proteklim razdobljima (mjesecima i godinama). Razlika ukupnih gubitaka i tako procijenjenih tehničkih gubitaka su netehnički gubici.



Slika 8 Gubici relativno u odnosu na nabavu
- novi način praćenja gubitaka

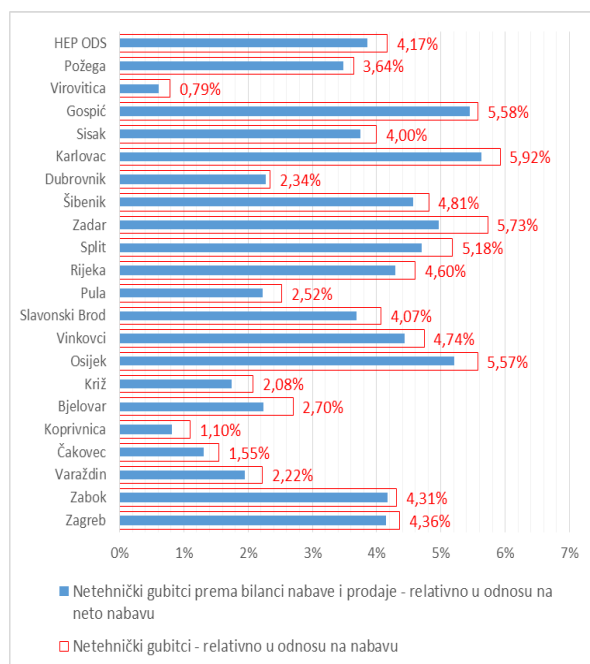


Slika 9 Struktura gubitaka - novi način praćenja
gubitaka

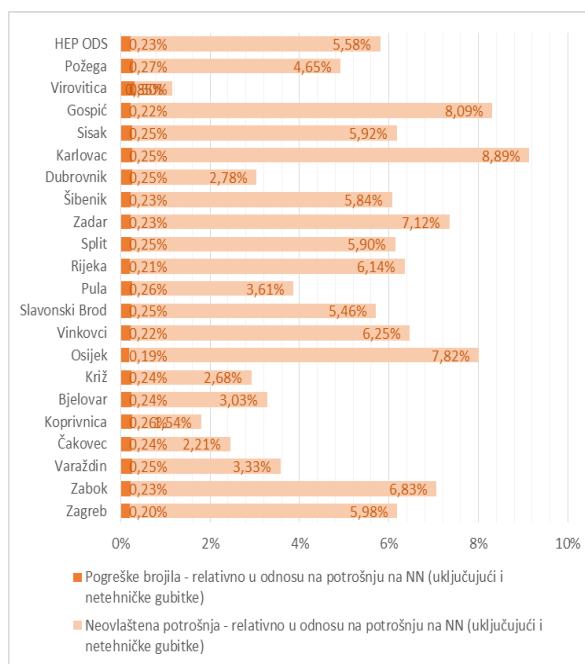
Netehničke gubitke prikazuje Slika 10. Na razini HEP ODS-a prema bilanci nabave i prodaje u odnosu na neto nabavu iznose 3,86%, a iskazani na novi način, s uključenom korekcijom prodaje kupcima na niskom naponu relativno prema ukupnoj nabavi iznose 4,17%.

U okviru netehničkih gubitaka procijenjen je doprinos pogreški mjerenja elektromehaničkih brojlara, koje se kreće od 0,13% do 0,21%, s prosjekom na razini HEP ODS-a 0,16%. Većinu ostalih netehničkih gubitaka predstavlja neovlaštena potrošnja, koja je jedina sastavnica gubitaka čiji iznos značajno ovisi o metodi iskazivanja gubitaka. Prosječno na razini HEP ODS-a neovlaštena potrošnja iznosi 4,01% nabave prema predloženom novom načinu iskazivanja, s uključenom korekcijom prodaje kupcima na niskom naponu, odnosno 3,69% neto nabave prema bilanci nabave i prodaje. Razlike neovlaštene potrošnje između distribucijskih područja su vrlo velike. Najmanja je na području Elektro Virovitica (0,58% nabave prema predloženom novom načinu iskazivanja, odnosno 0,38% neto nabave prema bilanci nabave i prodaje) i Elektro Koprivnica (0,94%, odnosno 0,65%). U sljedeću grupu, s neovlaštenom potrošnjom oko granično prihvatljivih 2% nabave spadaju područja Elektra Čakovec (1,40%), Križ (1,91%), Varaždin (2,07%), Dubrovnik (2,15%), Pula (2,35%) i Bjelovar (2,50%). U ostalim distribucijskim područjima netehnički su gubici značajni problem.

Budući da većinu netehničkih gubitaka čini neovlaštena potrošnja na niskom naponu, korisno ih je iskazati relativno o odnosu na potrošnju na niskom naponu, u koju su uključeni i sami netehnički gubici. Tako iskazani netehnički gubici na razini HEP ODS-a, s uključenom korekcijom prodaje kupcima na niskom naponu relativno prema ukupnoj nabavi, iznose 5,81%, od čega su pogreške mjerenja elektromehaničkih brojlara procijenjene na 0,23%, a ostatak od 5,58% se većim dijelom odnosi na neovlaštenu potrošnju električne energije (Slika 11).

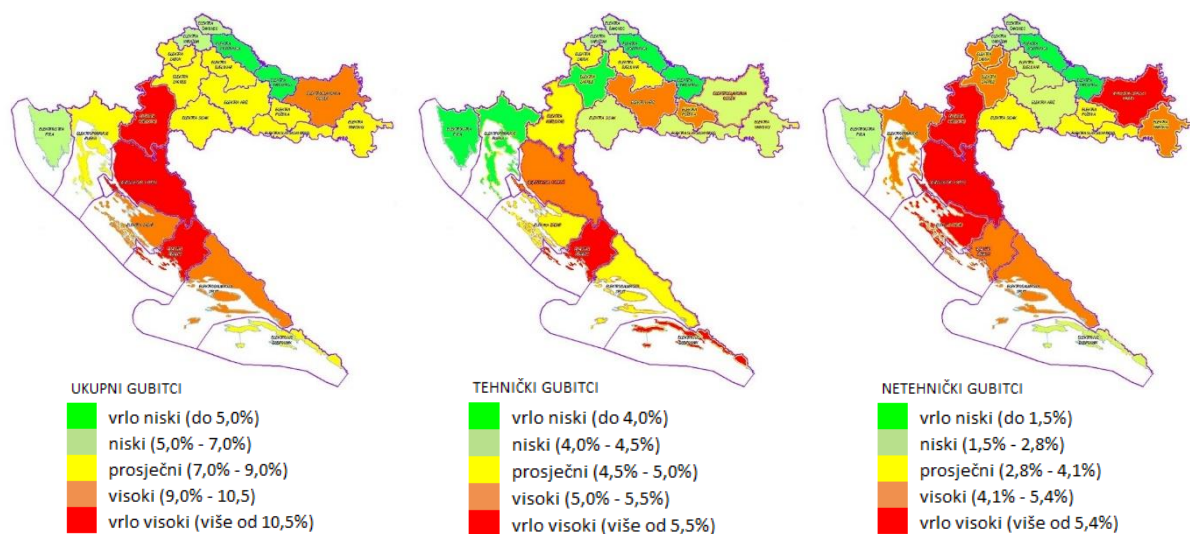


Slika 10 Netehnički gubitci relativno u odnosu na nabavu



Slika 11 Netehnički gubitci relativno u odnosu na potrošnju na NN (uključujući i netehničke gubitke)

Pregled gubitaka električne energije 2014. godine (ukupnih, tehničkih i netehničkih) geografski po distribucijskim područjima HEP ODS-a prikazuje Slika 12. Tehnički su gubitci viši u distribucijskim područjima s dugačkim 35 kV vodovima i sekundarnom mrežom srednjeg napona u pogonu pretežno na 10 kV, što je detaljnije analizirano u referatu [4].



Slika 12 Gubitci električne energije po distribucijskim područjima HEP ODS-a 2014. godine (ukupni – tehnički – netehnički)

Većina distribucijskih područja ima blago opadajući trend gubitaka, osim distribucijska područja s: (1) izraženijim opadajućim trendom - Elektra Križ, Elektra Sisak, Elektra Vinkovci, Elektra Zabok i Elektrolika Gospić, (2) stabilnim gubitcima - Elektra Virovitica, Elektroistra Pula i Elektroslavonija Osijek te (3) rastućim trendom - Elektra Šibenik i Elektra Zadar. Razlog porasta gubitaka u slučaju Elektroslavonije Osijek, kao i izostanka opadanja relativno visokih gubitaka u slučaju Elektroslavonije Osijek, mogle bi biti u nabavi energije relativno značajno zastupljene elektrane priključene na distribucijsku mrežu.

3. ZAKLJUČAK

Obračun električne energije za veliku većinu kupaca kategorije kućanstvo (40% prodaje električne energije) temelji se na predviđenim mjesečnim potrošnjama, jednakim za svaki mjesec unutar obračunskog razdoblja, što izravno utječe na netočno određivanje potrošnje električne energije tih kupaca i sukladno tome iznosa gubitaka u distribucijskom sustavu na mjesečnoj i godišnjoj razini. Kako bi se HEP ODS-u omogućilo vjerodostojnije planiranje i smanjili troškovi nabave energije za gubitke, a posredno i troškovi vezani uz obračun odstupanja opskrbljivača na tržištu električne energije, u referatu je opisan prijedlog unapređenja metodologije određivanja gubitaka električne energije.

Prikazana procjena korekcije mjesečne potrošnje, odnosno gubitaka električne energije, temeljem (1) bilanci nabave i prodaje električne energije (PEE tablice) po tarifnim modelima, distribucijskim područjima i mjesecima i (2) mjesečnih izvještaja razlike po obračunu kupaca kategorije kućanstvo, koji su dio postojećeg sustavu praćenja obračuna potrošnje električne energije u HEP ODS-u, predstavljala bi značajno unapređenje vjerodostojnosti obračunskih podataka kupaca kategorije kućanstvo s polugodišnjim obračunskim razdobljem i gubitaka električne energije na mjesečnoj i godišnjoj razini.

Daljnje unapređenje točnosti procjene gubitaka zahtijeva razvoj nove metodologije temeljene na korekciji potrošnje električne energije na razini pojedinog mjernog mjesta, koja bi omogućila pružanja povoljne, a istovremeno i dovoljno kvalitetne mjerne usluge za kupce s malom potrošnjom električne energije za koje je upitna potreba i opravdanost (skore) ugradnje naprednih brojila. Model bi trebao uključivati sinergiju primjene (1) različitih predviđenih mjesečnih potrošnji (akontacija) unutar jednog polugodišnjeg obračunskog razdoblja (umjesto postojećih jednakih vrijednosti) i (2) poticanje samoočitanja brojila s mjesečnim obračunskim razdobljem kao povoljniju alternativu ugradnji naprednih brojila i učestalijem očitavanju od strane HEP ODS-a. Izbor takve povoljne mjerne usluge trebali bi imati svi kupci s malom potrošnjom, neovisno pripadaju li kategoriji kućanstva ili poduzetništva, čime bi se smanjio sadašnji relativno visoki udio mjerne usluge u mjesečnom računu za električnu energiju.

Za vjerodostojnu analizu i procjenu gubitaka električne energije nužna je kvalitetna energetska bilanca, koja vjerodostojno odražava tokove energije po naponskim razinama distribucijske mreže te je u postojeći sustav bilance nabave i prodaje električne energije potrebno uvesti sljedeća unapređenja: (1) odvojeno na satnoj razini pratiti iznos energije koja iz prijenosne mreže ulazi u mrežu HEP ODS-a i iznos energije koja se iz mreže HEP ODS-a predaje u prijenosnu mrežu, umjesto sadašnjeg praćenja neto preuzimanja iz prijenosne mreže, (2) pratiti podatke o nabavi od elektrana priključenih na distribucijsku mrežu po naponskim razinama (35 kV, 30 kV, 20 kV, 10 kV, 0,4 kV), (3) razlučiti podatke o prodaji na srednjem naponu po naponskim razinama (35(30) kV, 20 kV, 10 kV), (4) prikazati korekcije mjerenja prodaje kupcima na niskom naponu.

Prikazana unaprijeđena metodologija praćenja gubitaka električne energije posebno je značajna radi vjerodostojnosti i dosljednosti (1) praćenja gubitaka u distribucijskim mrežama (područjima) sa značajnim udjelom distribuirane proizvodnje i/ili razmjene energije sa susjednim mrežama (područjima) i (2) iznosa mjesečnih potrošnji kupaca kategorije kućanstvo s polugodišnjim obračunskim razdobljem.

Tehnički gubici relativno u odnosu na nabavu električne energije i udjeli tehničkih gubitaka neovisnih o opterećenju su veličine koje se ne mijenjaju značajno u kratkoročnom razdoblju te se mogu koristiti za prognozu, odnosno određivanje tehničkih gubitaka u budućim, odnosno proteklim razdobljima (mjesecima i godinama), a razliku do ukupnih gubitaka predstavljaju netehnički gubici.

4. LITERATURA

- [1] Opći uvjeti za korištenje mreže i opskrbu električnom energijom, NN 85/15
- [2] M. Skok, T. Baričević „Nadomjesne krivulje opterećenja karakterističnih skupina kupaca u regiji i njihova primjena na tržištu električne energije“, 6. (12.) savjetovanje HO CIRED, 13.-16. svibnja 2018., Opatija, Hrvatska
- [3] Stručna i znanstvena potpora u izradi metodologije za planiranje gubitaka električne energije i metodologije za izračun ostvarenja gubitaka te procjene tehničkih gubitaka i neovlašteno preuzete električne energije, EIHP za HEP – Operator distribucijskog sustava d.o.o., 2016.
- [4] T. Baričević, M. Skok, D. Vidović, V. Dudjak „Preporuke za planiranje distribucijske mreže temeljem analize tehničkih gubitaka električne energije u distribucijskoj mreži HEP ODS-a“, 6. (12.) savjetovanje HO CIRED, 13.-16. svibnja 2018., Opatija, Hrvatska