

Anton Marušić, dipl. ing. el.
HEP d.d.
anton.marusic@hep.hr

Ivan Palac, mag. ing. el.
HEP d.d.
ivan.palac@hep.hr

DINAMIČKI OBRAČUN NADOMJESNIH KRIVULJA OPTEREĆENJA

SAŽETAK

Model obračuna nadomjesnih krivulja opterećenja po kategorijama kupaca i tarifnim modelima kod kupaca gdje se ne očitava opteretna krivulja je predefiniran, te je daleko od realnog. Modelom obračuna prikazanim u ovom radu izračun bi težio bliže realnom za dati mjesec. Obradili bi način stvaranja nadomjesnih opteretnih krivulja te predstavili novi način obračuna krivulja za kupce kod kojih se ne mjeri krivulja opterećenja. Prema mjerenim podacima za kućanstvo uzrokovani podatci na tipiziranim kupcima stvorili bi jedinstvene krivulje opterećenja, te iz obračunskih podataka izradili nadomjesne opteretne krivulje. Jednim dijelom očitani drugim određeni zamjenskim krivuljama podatci bi bili analizirani kroz bazu podataka i obrađivali bi se kroz algoritam koji bi određivao konačne alokacije za sve kategorije potrošnje kod kojih nije očitana opteretna krivulja. Ovim načinom stvaranja zamjenskih opteretnih krivulja stvara se precizniji obračun kupaca kod kojih nije očitana opteretna krivulja te se time smanjuje krivo terećenje tržišnih igrača.

Ključne riječi: dinamičke nadomjesne krivulje opterećenja, obračun, očitavanje, algoritam za obračun nadomjesnih krivulja opterećenja

DYNAMIC CALCULATION OF LOAD PROFILES

SUMMARY

The calculation model of the substitution load curves by customer categories and tariff models in non-readable load curves is predefined by and is not like a real. In this paper is shown calculation model with better approximation for month curves. Review of generating curves for this moment and present of idea for new way of calculating the curves for buyers without of measuring curve. Measured data for households caused by data on type customers will create unique curves of circumvention, and outbound billing curves from billing data. One part read by other specific curve curves, the data would be analyzed through the database and processed through an algorithm that would determine the final allocations for all consumption categories for which the load curve was not read. This way of creating alternate load curves creates a more accurate customer calculation in which the overhead curve is not readily reduced, thus reducing the wrongfulness of market players.

Key words: dynamic load profiles, calculation, reading, algorithm for calculating the load profiles

1. Uvod

Otvaranjem tržišta električne energije u Republici Hrvatskoj Operator distribucijskog sustava ima nove zadaće prilikom obračuna električne energije i očitavanja mjernih uređaja. Zakonom o tržištu električne energije (NN 22/13, 95/15, 102/15) propisane su sljedeće zadaće operatoru distribucijskog sustava:

- Tajnost poslovnih podataka od drugih energetske subjekata i kupaca
- Dostavljanje obračunskih podataka o preuzetoj električnoj energiji od povlaštenih proizvođača
- Dostavljanje obračunskih podataka opskrbljivačima
- Osigurati pravovremeno i točno sve podatke

2. Tržište električne energije

Približavanje Hrvatske Europskoj Uniji kroz pristupne pregovore i pristupanje u punopravno članstvo 1.7.2013. godine doneslo je niz izmjena na tržištu električne energije i promjenu dotadašnjeg tržišnog modela u kojem je cijeli energetski sustav bio praktički u okviru jedne vertikalno organizirane kompanije. Najznačajnije promjene koje su uslijedile na tržištu električne energije:

- Jasno razgraničenje između tržišnih djelatnosti (proizvodnja električne energije i opskrba kupaca) i reguliranih djelatnosti (upravljanje distribucijskom i prijenosnom mrežom).
- Obveza operatora mreže da omogući pristup mreži trećim stranama
- Ukidanje prepreka koje opskrbljivačima otežavaju uvoz ili proizvodnju energije – otvaranje tržišta na strani opskrbe
- Postupno ukidanje svih ograničenja koja su kupcima bila nametnuta kod promjene opskrbljivača
- Uvođenje neovisnih regulatora koji će nadzirati elektroenergetski sektor.
- (HERA – Hrvatska energetska regulatorna agencija i HROTE – Hrvatski operator tržišta električne energije)

Otvaranjem tržišta električne energije promijenila se i uloga operatora distribucijskog sustava koji je tradicionalno bio koncipiran kao pasivna mreže unutar centralizirane strukture čija je osnovna funkcija distribucija električne energije iz nacionalne prijenosne mreže visokog napona do krajnjih korisnika na srednjem i niskom naponu. Operator je i dalje odgovoran za kvalitetu isporučene električne energije svim krajnjim kupcima i jamac je sigurne opskrbe električnom energijom. U nadležnosti Operatora distribucijskog sustava su vođenje, održavanje, izgradnja i razvoj distribucijske mreže te osiguravanje dugoročne sposobnosti mreže da zadovolji buduće zahtjeve za pristupom mreži. Osim ovih nadležnosti Operator distribucijskog sustava mora se prilagođavati novim tržišnim izazovima u vidu sve većeg broja proizvođača na mreži distribucije te uspostavljanja složenog sustava dvosmjernog prijenosa energije. Operator distribucijskog sustava ima sve značajniju ulogu na otvorenom tržištu električne energije i s pravom se može nazvati nepristranim osloncem tržišta električne energije. Osigurava funkcioniranje sustava, vodi evidenciju matičnih podataka o korisnicima mreže i mjernim mjestima, prikuplja i provjerava mjerne podatke te se brine o pravovremenoj dostavi podataka ostalim sudionicima na tržištu električne energije.

3. Izračun ostvarenja članova bilančnih grupa

Da bi funkcionirao sustav otvorenog tržišta električne energije potrebno je na mjesečnoj razini izračunati ostvarenje članova bilančnih grupa te do 16. u tekućem mjesecu dostaviti podatke operatoru tržišta električne energije (HROTE). Temeljem dostavljenih podataka iz operatora distribucijskog sustava HROTE vrši usporedbu planiranih i ostvarenih količina članova bilančnih grupa te iste dostavlja Operatoru prijenosnog sustava (HOPS) koji izdaje račune za energiju uravnoteženja sustava članovima/voditeljima bilančnih grupa. Najveći izazov pri izračunu ostvarenja predstavlja akontacijski sustav naplate električne energije za kupce kategorije kućanstvo uz primjenu linearnih akontacijskih rata.

Postupak izračuna ostvarenja kreće od ulaznih količina električne energije u distribucijski sustav na mjesečnoj razini, a sastoji se od preuzetih količina električne energije iz prijenosne mreže te proizvodnje na mreži distribucije koja trenutno čini oko 7% ukupne ulazne količine. Od ukupne ulazne količine električne energije odbijaju se procijenjeni gubici te izmjerene količine električne energije na mjernim mjestima s odgovarajućom mjernom opremom (intervalna brojila) gdje se očitavanja vrše od prvog do prvog

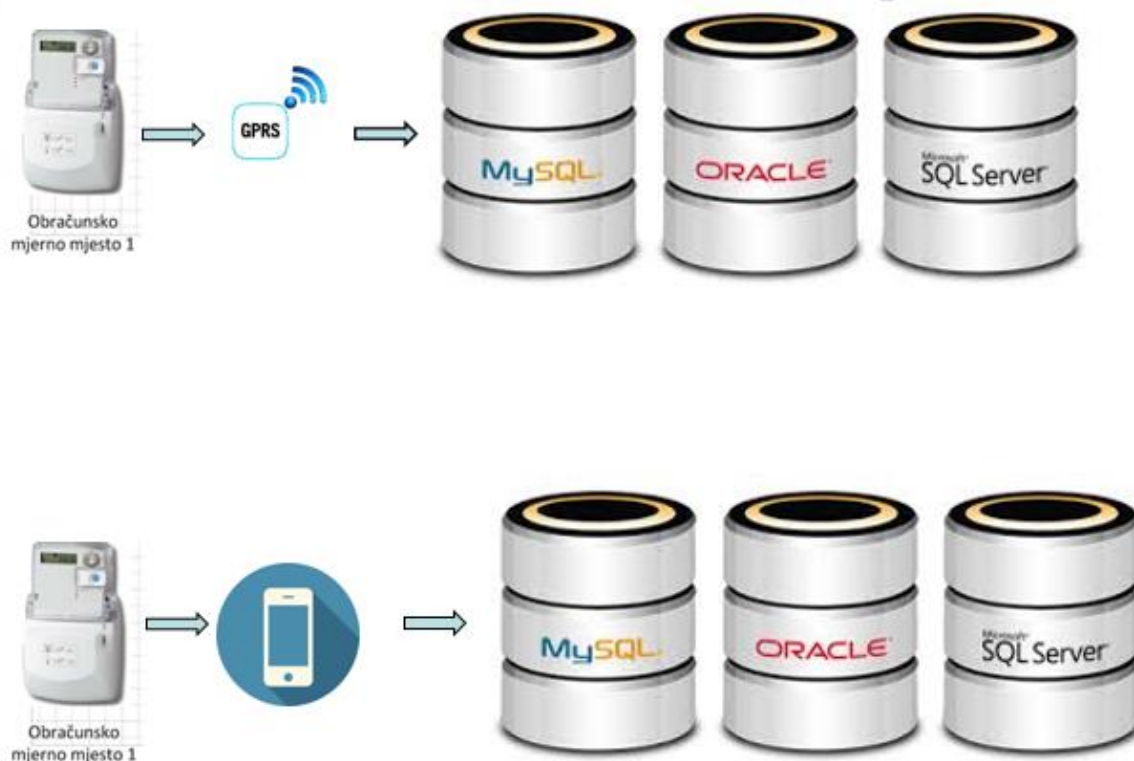
dana u mjesecu. Nakon toga se odbija dio električne energije sintetičkim postupkom. Riječ je o obračunskim mjernim mjestima na kojima imamo mjesečna očitavanja električne energije ali razdoblja očitavanja nisu između prvog i idućeg prvog u mjesecu (mjerna mjesta kategorije poduzetništvo na kojima nemamo intervalna brojala mjerna mjesta ispod 20kW te kupci kategorije kućanstvo s odobrenjem za samoočitavanje). Kod ovih kupaca imamo npr. prvo očitavanje 25. mjesecu i očitavanje 27. idućeg mjeseca, a u sintetičkom postupku potrošnja se svodi točno na mjesečnu razinu.

Analitički postupak se koristi za ostvarenje kupaca kategorije kućanstvo koji su u akontacijskom sustavu naplate električne energije (više od 90 % svih kupaca kategorije kućanstvo). Ovim postupkom od ukupne ulazne količine električne energije odbijaju se gubici, izmjerene količine i električna energija dobivena sintetičkim postupkom da bi se dobila količina električne energije kupaca u akontiranom sustavu naplate.

4. Dostavljanje mjernih podataka opskrbljivačima i operatoru prijenosnog sustava

Nakon izdvajanja opskrbe djelatnosti izvan Operatora distribucijskog sustava u studenom 2016. godine došlo je do još jedne bitne promjene na tržištu električne energije u Republici Hrvatskoj – uvođenje jedinstvenog računa za sve kupce osim kupaca na srednjem naponu. Nova regulativa značila je osim dostavljanja mjernih podataka opskrbljivačima i prilagodbu poslovnog sustava na izdavanje skupnih računa opskrbljivačima za korištenje prijenosne i distribucijske mreže svih njihovih kupaca po količini potrošene električne energije u pojedinom tarifnom modelu. Tako je Operator distribucijskog sustava u obvezi ispostavljanja računa za korištenje mreže opskrbljivačima do 15. u mjesecu za prethodni mjesec. Osim obveze dostavljanja mjernih podataka opskrbljivačima, Operator distribucijskog sustava je obavezan dostaviti i objedinjenje mjerne podatke po pojedinom tarifnom modelu za sve svoje kupce Operatoru prijenosnog sustava (HOPS) do 10. u mjesecu za prethodni mjesec. Ovi podaci su podloga za ispostavljanje računa OPS-a prema Operatoru distribucijskog sustava za korištenje prijenosne mreže koju Operator distribucijskog sustava naplaćuje od opskrbljivača.

Sučelje za razmjenu podataka Operator distribucijskog sustava koristi i za slanje poruka opskrbljivačima vezano za promjene na obračunskim mjernim mjestima njihovih kupaca. Dostavljaju se promjene u matičnim podacima, obavijesti o prijepisima korisnika mreže, ispravaka obračuna i novim količinama, a sučelje se koristi i za zaprimanje zahtjeva i razmjenu podataka vezano za obustave isporuke električne energije na mjernim mjestima kupaca.



Slika 1. Način prikupljanja podataka u bazu podataka

5. Obračun nadomjesnih krivulja opterećenja (NKO)

Nadomjesne krivulje opterećenja (NKO) definirane su za sljedeće karakteristične skupine kupaca:

- Poduzetništvo P1
- Poduzetništvo P2
- Poduzetništvo – javna rasvjeta JR0
- Kućanstvo K0

Operator distribucijskog sustava na temelju prikupljenih povijesnih podataka za svaku kalendarsku godinu te za svaku karakterističnu skupinu kupaca (P1, P2, JR0 i K0) definira NKO na normiranu godišnju potrošnju od 1000kWh.

Prema metodologiji izrade NKO za danu godinu i provedenim studijama, NKO se definira na karakterističnom uzorku kupaca, te iz prikupljenih podataka se izrađuje NKO. Dakle NKO je jednom definiran i ne može ga promijeniti nikakav meteorološki, društveni, politički ili neki drugi čimbenik.

6. Dinamički obračun nadomjesnih krivulja opterećenja (DNKO)

a. Rješenje putem algoritma za obradu podataka iz baze

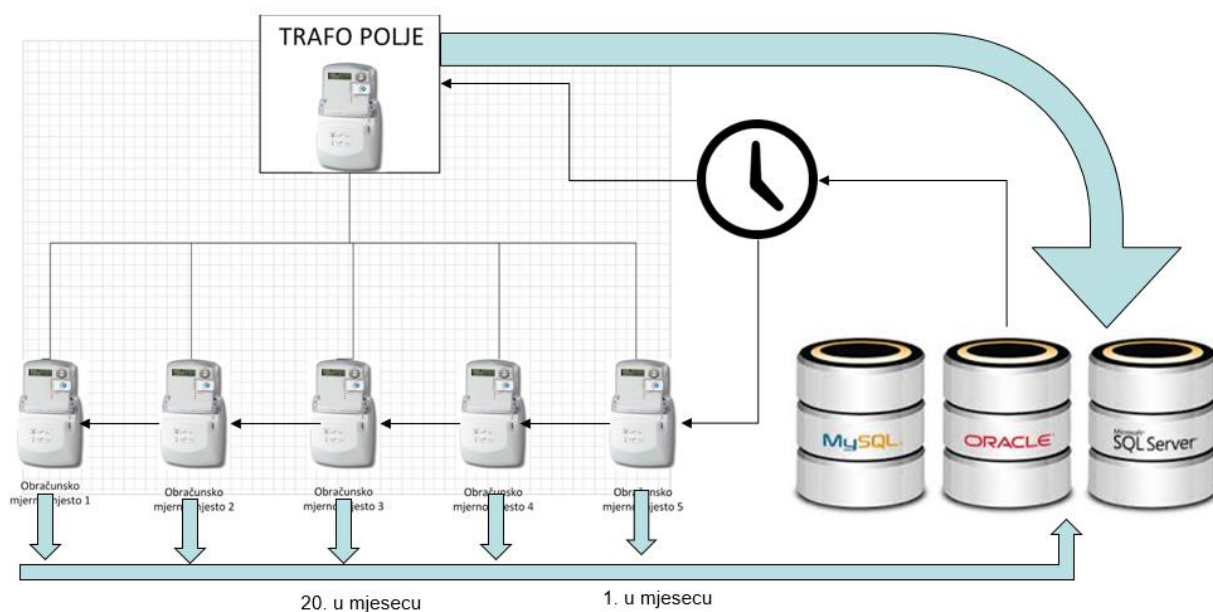
Napredna brojila (digitalna brojila) s podešenim mjerenjem krivulje opterećenja karakteristične skupine kupaca za sada svoja očitavanja krivulje opterećenja koriste samo jednom godišnje, te se iz istih dobivaju NKO. S toga podatci prikupljeni u bazu podataka (AMR) na mjernim mjestima karakterističnih skupina kupaca (P1, P2, JR0 i K0) jednom godišnje (ili možda rjeđe) služe za izradu NKO.

Ako podatci za krivulje postoje svaki mjesec u bazi podataka te ih je moguće obrađivati po razno raznim kriterijima, pa tako i svaki mjesec izvući krivulje opterećenja karakterističnih skupina kupaca i svesti ih na jedinične potrošnje od 1000kWh. Ovime bi stvarali dinamičke nadomjesne krivulje opterećenja (DNKO). Proces koji se radi jednom godišnje bi se obavljao svaki mjesec.

b. Model algoritma za obradu podataka

Model za obradu podataka i stvaranje dinamičkih nadomjesnih krivulja opterećenja, sastoji se od baze podataka uzrokovanih kupaca, koja bi se iz godine u godinu proširivala, te time povećavali obim zahvaćenih mjernih mjesta za uzrokovanje.

Za početak u bazu bi se prikupljali podatci s mjernih mjesta koja su korištena kao uzorci za stvaranje sadašnjih nadomjesnih krivulja opterećenja, te bi se isti analizirali prvo jednom mjesečno, zatim jednom tjedno.



Slika 2. Model jednog trafo polja za simulaciju boljeg predviđanja opterećenih krivulja

Na slici 2. gdje je prikazan primjer modela na jednom trafo polju kao pilot projekt izračuna nadomjesnih krivulja opterećenja.

Pilot projektom na jednom ili više trafo polja koja bi se u potpunosti opremili brojilima s mogućnošću mjerenja opteretnih krivulja pokazale bi se dobre i loše strane dinamičkog obračuna nadmjesnih opteretnih krivulja.

Mjerenjem na sumi svih kupaca dobili bi podatak o ukupnoj ostvarenoj opteretnoj krivulji N kupaca. Iz mjerenih podataka s obračunskih mjernih mjesta kupaca s različitim karakteristikama dobili bi jedinične krivulje opterećenja, te iz istih bi se kroz bazu i pomoću algoritma dobivale nadmjesne krivulje opterećenja na obračunskim mjernim mjestima drugih kupaca.

Nadmjesne krivulje opterećenja bi nakon izračuna usporedili sa stvarnim mjernim podacima na obračunskim mjernim mjestima te utvrdili veličinu pogreške.

$$E_{TS} = E_{uk} + E_{gub}$$

$$E_{uk} = \sum_{i=1}^N E_i$$

Gdje je:

E_{TS} – krivulja izmjerena na TS

E_{gub} – krivulja gubitaka u mreži i TS (tehnički gubici)

E_{uk} – ukupna krivulja svih kupaca na jednoj TS

E_i – krivulja pojedinog kupca

N – broj kupaca na TS-u

Zbog nemogućnosti očitavanja svih N brojila očitamo M brojila gdje je $M < N$

$$E_{oč} = \sum_{i=1}^M E_i$$

$$E_{iNKO} = k * E_{iKO}$$

$$Error = E_{iNKO} - E_{iKO}$$

Prema koeficijentu k odnosa potrošnje kupca s izmjerenom krivuljom opterećenja E_i i kupca s nadmjesnom krivuljom opterećenja E_j dobivamo nadmjesnu krivulju opterećenja za neočitano mjerno mjesto koje kasnije provjeravamo sa stvarno izmjerenim podacima radi utvrđivanja greške.

Gdje je:

$E_{oč}$ – krivulja očitanih kupaca

E_i – krivulja kupca

E_{iNKO} – nadmjesna krivulja kupca

E_{iKO} – očitana krivulja kupca

$E_{iKOMjereno}$ – očitana krivulja kupca za kojeg je utvrđena nadmjesna krivulja opterećenja

$Error$ – greška na jednom mjernom mjestu u procjeni krivulje opterećenja

k – odnos potrošnje kupca s izmjerenom krivuljom opterećenja i onog s nadmjesnom krivuljom opterećenja

M – broj očitanih krivulja na TS-u

7. Zaključak

Zakonodavni okvir sve više štiti krajnje kupce/opskrbljivače i njihova prava te prisiljava operatora distribucijskog sustava na optimiziranje i prilagodbu poslovnih procesa novonastalim okolnostima. Posebna pozornost stoga se treba posvetiti kvaliteti i validaciji mjernih podataka jer se pogreške u ovom segmentu naplaćuju nemogućnošću obračuna i naplate isporučene električne energije i uz povećanje gubitaka. Za što bolju pripremljenost operatora distribucijskog sustava na tržištu električne energije potrebna je sinergija svih organizacijskih jedinica operatora distribucijskog sustava. Uvođenje naprednih tehnologija nameće se kao jedina mogućnost za rješavanje tržišnih i zakonodavnih zahtjeva koje smo opisali u svom radu.

Kao mladi stručnjaci skloni računalima i algoritamskim rješenjima kao alatima za pomoć u poslovanju sugeriramo na algoritamskom rješenju u poslovanju operatora distribucijskog sustava u svim segmentima

poslovanja. Software-ska rješenja s dobrim algoritmima koji koriste neuronske mreže i genetske algoritme nisu više budućnost nego sadašnjost, te ih kao odgovorni inženjeri moramo početi uvoditi u naše sustave poslovanja kako bi nam postali korisni alati.

8. LITERATURA

- [1] HEP Operator distribucijskog sustava, "Pravila primjene nadmojesnih krivulja opterećenja", siječanj 2018.