

ZAVISNOST TRŽIŠTA ELEKTRIČNE ENERGIJE OD INFORMACIONIH SISTEMA

DEPENDENCE OF THE ELECTRICITY MARKET ON INFORMATION SYSTEMS

Dunja GRUJIĆ, Elektrodistribucija Srbije, Republika Srbija
Miloš KUZMAN, Udruženje za pravo energetike Srbije, Republika Srbija

KRATAK SADRŽAJ

Zakonska regulativa Republike Srbije omogućila je otvaranje i razvoj tržišta električne energije, kao i delovanje novih korisnika distributivnog sistema i učesnika na tržištu, među kojima su i kupci-proizvođači, agregatori i skladišta. Operator distributivnog sistema električne energije dužan je da omogući pristup distributivnom sistemu korisnicima sistema na nediskriminatornoj osnovi, da održava ažurnu bazu podataka o korisnicima sistema, kao i da obezbedi poverljivost komercijalno osetljivih informacija. Takođe, dužan je da prikuplja i objavljuje podatke i informacije neophodne za praćenje i administriranje tržišta električne energije, da očitava merne uređaje korisnika sistema svakog meseca i obezbedi korisnicima sistema pristup podacima o njihovoj potrošnji električne energije. Kako bi ispunio sve svoje zakonske obaveze operator distributivnog sistema, kao i gotovo svaki drugi učesnik na tržištu, oslanja se na informacione sisteme koje koristi za unos, čuvanje i obradu podataka o korisnicima sistema i to kako ličnih podataka korisnika sistema, njihovim zahtevima, molbama i prigovorima, tako i tehničkih podataka npr. o njihovim priključcima, mernim uređajima, potrošnji i proizvodnji. Sve učestaliji napadi na informacione sisteme u poslednje vreme ne zaobilaze ni operatore distributivnog sistema, što pokazuje koliko je važna bezbednost softvera i hardvera i njihovo redovno održavanje. U okviru ovog rada biće izneti izazovi po tržište električne energije usled problema sa informacionim sistemima, kao i mogućnosti za njihovo prevazilaženje kako bi što manje posledica imali po tržište električne energije.

Ključne reči: tržište električne energije, korisnik sistema, operator distributivnog sistema, informacioni sistem

ABSTRACT

The legislation of the Republic of Serbia enabled the opening and development of the electricity market, as well as the operation of new distribution system users and market participants like prosumers, aggregators and storages. Distribution system operator is obliged to provide distribution system access to system users on a non-discriminatory basis, to maintain an up-to-date database of system users, as well as to ensure the confidentiality of commercially sensitive information. It is also obliged to collect and publish data and information necessary for monitoring and administering the electricity market, to read data from meters of system users every month, and to provide system users with access to data on their electricity consumption. In order to fulfil all its legal obligations, the distribution system operator, like almost every other electricity market participant, relies on information systems to enter, store and process data about system users, including personal data of system users, their requests and objections, as well as technical data, e.g. about their connections, meters, consumption and production. The increasingly frequent attacks on information systems have not bypassed the distribution system operators either, which shows the importance of software and hardware security and their regular maintenance. In this paper, challenges for the electricity market due to problems with information systems will be analysed, as well as opportunities for overcoming them in order to have as few consequences to the electricity market as possible.

Key words: electricity market, system user, distribution system operator, information system

1. UVOD

Ljudi su oduvek imali potrebu za unapređenjem kvaliteta svog života. S početkom prvih oblika trgovine razvila se i potreba za računanjem. U Kini je u tu svrhu izmišljen abakus pre više od 2.000 godina. [1] Daljim razvojem znanja i veština čoveka razvijani su novi sistemi koji su podržavali potrebe ljudi. Od abakusa, koji se može smatrati prvom pretečom današnjih mašina, do današnjeg dana, razvijane su različite mašine koje za cilj imaju olakšanje manuelnih poslova (npr. mašine za pranje veša, obradu drveta) ili omogućavanje komunikacije i upravljanja procesima (npr. kompjuteri, roboti, telefonske veze, internet), pa sve do razvoja veštačke inteligencije koja na osnovu raspoloživih ljudskih iskustava i znanja samostalno može donositi zaključke. [2]

Svaki razvoj, pored mnoštva pozitivnih, ima i negativne posledice. Npr. upotreba fosilnih goriva za proizvodnju toplotne i električne energije, kao i goriva u automobilskoj industriji, dovela je do značajnog zagađenja životne sredine, promene ekosistema i globalnog zagrevanja. U nameri da se navedeni efekti smanje, poslednjih godina intenzivno se sprovodi energetska tranzicija sa tradicionalnih fosilnih goriva na obnovljive izvore energije. Kako bi postojeći elektroenergetski sistem bio u mogućnosti da prihvati promene, a i da bi se što više korisnika sistema motivisalo da postanu aktivni učesnici tranzicije, razvijeno je i tržište električne energije koje sa sobom nosi izazove u smislu prilagođavanja postojećih tehničkih i poslovnih informacionih sistema (u daljem tekstu: IS) novonastalim uslovima, kao i neophodnosti nadogradnje IS kako bi bili podrška tranziciji i tržištu električne energije.

U okviru ovog rada razmatran je značaj IS, uključujući i veštačku inteligenciju, za energetska tranziciju i rad tržišta električne energije. Takođe, izvršena je procena zavisnosti od IS. Navedeno je posebno važno u svetlu učestalih hakerskih napada na računarske mreže i IS širom sveta, pa i u Republici Srbiji. Analizirani su mogući rizici, kao i potencijalne posledice ovakvih napada kako na operatora distributivnog sistema, tako i na korisnike sistema, odnosno učesnike na tržištu.

2. ENERGETSKA TRANZICIJA U REPUBLICI SRBIJI

Poslednjih godina iz gotovog celog sveta dolaze zabrinjavajuće vesti o intenzivnom zagađenju životne sredine, pre svega vazduha, vode i zemlje, kao i značajnom globalnom zagrevanju. Ni Republika Srbija ne predstavlja izuzetak o čemu svedoče brojne analize koje se vrše po ovim pitanjima. Kako bi se negativne posledice smanjile u energetske sektoru sprovodi se energetska tranzicija.

U novembru 2020. godine Republika Srbija je na Samitu o Zapadnom Balkanu potpisala Sofijsku deklaraciju o Zelenoj agendi za Zapadni Balkan [3] u okviru inicijative Berlinskog procesa i obavezala se da će zajedno sa Evropskom unijom raditi na ostvarivanju cilja postizanja ugljenične neutralnosti kontinenta do 2050. godine.

U 2021. godini Republika Srbija donela je set propisa iz oblasti energetike među kojima su izmene i dopune Zakona o energetici [4], Zakon o korišćenju obnovljivih izvora energije [5] i Zakon o energetske efikasnosti i racionalnoj upotrebi energije [6]. Nakon toga doneta je i Uredba o uslovima isporuke i snabdevanja električnom energijom [7]. Takođe, 2023. godine usvojen je i Integrisani nacionalni energetska i klimatski plan Republike Srbije za period do 2030. godine sa projekcijama do 2050. godine [8] sa osnovnih pet nacionalnih ciljeva a to su: dekarbonizacija (emisija gasova sa efektom staklene bašte, obnovljivi izvori energije), energetska efikasnost, energetska sigurnost, unutrašnje energetska tržište i istraživanje, inovacije i konkurentnost.

Izmenama propisa i donošenjem novih, kao i Integrisanog nacionalnog energetske i klimatske plana, Republika Srbija se u značajnom meri harmonizovala sa Trećim energetske paketom zakonodavstva Evropske Unije [9], kao i paketom Evropske unije Čista energija za sve Evropljane [10]. Predviđen je cilj da udeo obnovljivih izvora energije bude najmanje 33,6% bruto finalne potrošnje u 2030. godini, kao i dalji razvoj tržišta kroz spajanje sa susednim tržištima i ubrzanje digitalizacije. Takođe, planirano je olakšavanje uslova i podsticaji za priključenje i rad objekata za proizvodnju električne iz obnovljivih izvora i skladištenje električne energije, stimulacije za različite vidove udruživanja (zajednice obnovljivih izvora, energetske zadruge), unapređenje i proširenje elektroenergetske infrastrukture, razvoj tržišta pomoćnih usluga i korisnika sistema koji svojim aktivnostima mogu doprineti većoj fleksibilnosti sistema. Pored toga, stimulisaće se i poboljšanje energetske efikasnosti sa ciljem smanjenja potrošnje električne energije i manjeg zagađenja životne sredine. Planirana je i liberalizacija i povećanje konkurentnosti energetske tržišta. [4, 5, 6, 8]

Kako bi sve planirano bilo moguće sprovesti neophodno je učešće svakog pojedinca, edukacija i promena svesti o značaju planiranog cilja, kao i jačanje energetske sektora i ulaganja kako u elektroenergetski sistem i njegovu fleksibilnost, tako i u sredstva za podsticaje razvoja proizvodnje iz obnovljivih izvora, kao i podsticanja razvoja tržišta električne energije.

3. TRŽIŠTE ELEKTRIČNE ENERGIJE

Tržište električne energije, kao i svako drugo tržište, počiva na principima ponude i potražnje. Kako je električna energija specifična vrsta robe uspostavljena su pravila rada tržišta električne energije. [11] Učesnici na tržištu električne energije su proizvođač, snabdevač, snabdevač na veliko, krajnji kupac, operator prenosnog, distributivnog, odnosno zatvorenog distributivnog sistema, operator tržišta, nominovani operator tržišta, kupac-proizvođač, skladištar i agregator. Potrebno je istaći i neke specijalne vrste krajnjih kupaca kao što su npr. punionice električnih vozila. Učesnici na tržištu električne energije su ujedno i korisnici elektroenergetskog sistema (prenosnog, distributivnog, odnosno zatvorenog distributivnog sistema). [4]

Razlikuju se sledeće vrste tržišta električne energije:

- bilateralno – na kom se energija kupuje i prodaje direktno između učesnika na tržištu na osnovu zaključenog ugovora o snabdevanju,
- balansno – na kom operator prenosnog sistema kupuje i prodaje električnu energiju od učesnika na tržištu u cilju balansiranja i obezbeđivanja sigurnog rada sistema,
- organizovano – funkcioniše po principu berze, dan unapred i unutar dana. [4]

Kao što je navedeno u prethodnom poglavlju ovog rada, u cilju sprovođenja energetske tranzicije promoviše se i unapređuje koncept svih učesnika na tržištu, kao i samog tržišta. Za sprovođenje energetske tranzicije, kao i za funkcionisanje i dalji razvoj tržišta električne energije i učesnika na tržištu neophodno je, između ostalog, razviti IS za vođenje baza podataka, proračune tokova snaga, planiranje, upravljanje sistemima i daljinsku komunikaciju. Takođe, potrebno je automatizovati i digitalizovati različite procese. U nastavku rada biće opisan elektroenergetski sistem Republike Srbije, a potom prava i obaveze kako operatora sistema, tako i ostalih učesnika na tržištu, u cilju sagledavanja neophodnosti i raznovrsnosti potrebnih IS.

4. ELEKTROENERGETSKI SISTEM REPUBLIKE SRBIJE

Elektroenergetski sistem Republike Srbije sastoji se od prenosnog, distributivnog i zatvorenih distributivnih sistema. Operator prenosnog, odnosno distributivnog sistema obavlja delatnost prenosa, odnosno distribucije električne energije i upravljanja prenosnim, odnosno distributivnim sistemom. Prenosni, odnosno distributivni sistem je sačinjen od prenosne, odnosno distributivne elektroenergetske mreže (transformatorske stanice, razvodna postrojenja, vodovi), centara upravljanja sistemom (dispečerski centri), telekomunikacione infrastrukture neophodne za upravljanje sistemom i IS i upravljačkog sistema neophodnog za funkcionisanje prenosnog, odnosno distributivnog sistema.

Operator zatvorenog distributivnog sistema ima licencu za distribuciju i upravljanje zatvorenim distributivnim sistemom preko koga se distribuira električna energija na geografski ograničenoj industrijskoj zoni, trgovačkoj zoni i zoni zajedničkih usluga ukoliko je poslovanje ili proizvodni proces korisnika tog sistema iz specifičnih i sigurnosnih razloga povezan. Ukoliko vlasnik zatvorenog distributivnog sistema nije zainteresovan da vodi zatvoreni distributivni sistem, on taj posao može poveriti teritorijalno nadležnom operatoru distributivnog sistema. [4]

Operatori sistema, između ostalog, imaju obavezu da korisnicima sistema omoguće pristup sistemu na objektivan, transparentan i nediskriminatoran način, obezbede zaštitu i poverljivost ličnih i komercijalno osetljivih podataka, prikupljaju podatke neophodne po pitanju transparentnosti, kao i za rad tržišta električne energije, održavaju i razvijaju sistem, nabave električnu energiju za nadoknadu gubitaka po tržišnim principima, preduzimaju mere za smanjenje gubitaka, utvrde tehnološke uslove za priključenje objekata korisnika sistema, proveravaju usaglašenost objekata korisnika sistema sa tehničkim zahtevima [12, 13], unapređuju energetske efikasnost. Takođe, dužni su da održavaju merne uređaje ispravnim, kontrolišu merna mesta, očitavaju merne uređaje svih korisnika sistema svakog meseca, vrše obračun pristupa sistemu, održavaju ažurnom bazu podataka korisnika sistema, kao i da formiraju organizacionu celinu za vođenje evidencije i odgovaranje na prigovore korisnika sistema.

Operatori sistema planiraju rad sistema kojim upravljaju, donose planove razvoja i investicija a sve u cilju sigurnog, bezbednog i pouzdanog rada sistema, poboljšanja tehničkog i komercijalnog kvaliteta, sigurnosti snabdevanja, efikasnog upravljanja sistemom, smanjenja gubitaka, nediskriminatornog i transparentnog pristupa korisnicima sistema i omogućavanja priključenja novih korisnika sistema bez velikih investicija u sistem. [4]

Kako bi imali finansijska sredstva da ispune sve svoje obaveze operatori sistema donosi odluke o ceni pristupa sistemu, vršenja nestandardnih usluga, kao i troškovima priključenja [4].

4.1 Korisnici elektroenergetskog sistema

Na kraju 2022. godine bilo je priključeno ukupno 3.761.153 mernih mesta krajnjih kupaca [14] i njihov broj se konstantno povećava. Nakon donošenja regulative pomenute u poglavlju dva, intenziviralo se priključenje objekata

za proizvodnju električne energije te je na distributivni elektroenergetski sistem do kraja 2023. godine priključeno ukupno 389 proizvođača, od čega 169 na energiju sunca i vetra [15] i 2.611 kupac-proizvođač sa proizvodnim objektima na energiju sunca [16]. U bliskoj budućnosti očekuje se priključenje prvih skladišta i punionica električnih vozila, kao i početak rada prvih agregatora. Pored navedenog i potrebe krajnjih kupaca za električnom energijom se menjaju kroz, na primer, uvođenje energetski efikasnijih upravljivih industrijskih mašina.

Navedeni novi korisnici sistema, i promene u ponašanju postojećih, uglavnom doprinose ciljevima energetske tranzicije ali mogu imati štetne posledice po elektroenergetski sistem u smislu otežanog upravljanja sistemom, regulacije napona i frekvencije, zagušenja, promene tokova snaga, povećanja gubitaka ili potrebama za značajnim investicijama u sistem u cilju integracije novih korisnika.

Iz do sada navedenih dužnosti i obaveza može se zaključiti da je operator sistema žila kucavica elektroenergetskog sistema i integrator svih aktivnosti učesnika na tržištu električne energije. Takođe, može se primetiti koliko je podrška raznovrsnih IS samom operatoru sistema neophodna i to od sistema za vođenje evidencija do sofisticiranih IS za proračune tokova snaga ili planiranje rada sistema. Razvoj IS i upravljačkih sistema predstavlja i zakonsku obavezu operatora sistema. [4]

Kako bi se kompleksnost procesa operatora sistema opisala biće dat opis životnog puta jednog mernog mesta korisnika sistema. Pored toga, biće dat pregled nekih od potrebnih IS za funkcionisanje tržišta, kao i korisnika sistema, odnosno učesnika na tržištu električne energije. Opisace se i potrebni IS za ispunjenje različitih obaveza i dužnosti po pitanju rada sistema, upravljanja sistemom i ispunjenja različitih tržišnih mehanizama.

5. PROCESI VEZANI ZA KORISNIKE SISTEMA I UČESNIKE NA TRŽIŠTU

5.1. Odobrenje za priključenje

Korisnik sistema se najpre obraća operatoru sistema za odobrenje za priključenje na elektroenergetski sistem. Tom prilikom, između ostalog, dostavlja svoje matične podatke i informacije o planiranoj godišnjoj potrošnji, odnosno proizvodnji. Operator sistema proverava uslove za priključenje tako što proračunava uticaj novog korisnika sistema, između ostalog, na naponske prilike u mreži, na elemente sistema, kao i na druge korisnike sistema. Naročito su kompleksne provere za proizvođače (proverava se npr. ispunjenost kriterijuma dozvoljenog strujnog opterećenja elemenata distributivne mreže, snage kratkog spoja i flikera [12]), kupce-proizvođače, kao i skladišta.

Odobrenje za priključenje objekta na distributivni sistem, između ostalog, sadrži mesto, način i tehničke uslove priključenja, odobrenu snagu i način merenja energije. Odobrenje važi dve godine, uz mogućnost produženja za dve godine. Operator sistema je dužan da vodi evidencije izdatih odobrenja sa pratećim detaljima naročito imajući u vidu da svako korišćenje električne energije suprotno uslovima iz odobrenja izaziva obustavu isporuke, odnosno preuzimanja električne energije, a korišćenje električne energije bez odobrenja predstavlja njenu neovlašćenu potrošnju. [4, 7, 12]

Za izdavanje odobrenja za priključenje neophodno je poznavati topologiju mreže, potom složenim proračunima dobiti tokove snaga sa implementiranim novim korisnikom sistema, a nakon toga proceniti njegov uticaj i ispunjenost uslova za priključenje. Za opisano potrebno je pre svega snimanje mreže, formiranje modela mreže i vršenje opisanih proračuna i analiza. Za sprovođenje pomenutih procesa, kao i vođenja evidencije, neophodno je korišćenje složenih IS. Operator distributivnog sistema i pored IS ima značajno opterećenje na ovom polju usled velikog broja zahteva korisnika sistema. Bez IS poslovanje operatora bi bilo gotovo nemoguće.

Nakon ishodovanja odobrenja za priključenje korisnik sistema ima niz obaveza, između ostalog regulisanje pristupa sistemu, balansne odgovornosti i pitanja snabdevanja. [4]

5.2. Pristup sistemu

Pristup sistemu uređuje se za svako merno mesto korisnika sistema ugovorom koji zaključuju korisnik sistema i operator sistema. Ugovor o pristupu definiše međusobne odnose i način obračuna i plaćanja pristupa sistemu. Operator sistema na osnovu raspoloživih informacija o korisniku (njegovih matičnih podataka i podataka o mernim mestima) formira ugovor o pristupu, a sredstva obezbeđenja plaćanja na osnovu prethodnih obračuna pristupa sistemu, odnosno obračuna pristupa na osnovu planskih vrednosti potrošnje za nova merna mesta. [4, 12]

Za vođenje registra korisnika sistema sa matičnim podacima, formiranje ugovora o pristupu sistemu, kao i proračun sredstava finansijskog obezbeđenja plaćanja pristupa sistemu, operatoru sistema neophodan je IS, naročito imajući u vidu više od 3,7 miliona mernih mesta korisnika sistema.

5.3. Balansna odgovornost

Balansnu odgovornost reguliše korisnik sistema zaključenjem ugovora sa operatorom prenosnog sistema čime postaje balansno odgovorna strana ili prenosnom balansne odgovornosti na drugu balansno odgovornu stranu. Balansno odgovorne strane imaju evidenciju o svim mernim mestima koji su u okviru balansne grupe i njihovoj planiranoj isporuci, odnosno preuzimanju iz sistema na satnom nivou. Operator prenosnog sistema u obavezi je da vodi registar balansne odgovornosti kako bi se u svakom trenutku znalo koji korisnik sistema je u kojoj balansnoj grupi. [4, 11]

Balansno odgovorne strane dostavljaju operatoru prenosnog sistema danas za sutra planske satne vrednosti preuzimanja, odnosno isporuke u sistem. Za opisane potrebe, moraju raspolagati IS za planiranje rada balansne grupe na satnom nivou što je naročito kompleksno za varijabilne izvore energije kao što su sunce i vetar. Realizovane vrednosti isporuke, odnosno preuzimanja električne energije za balansne grupe pripremaju operatori sistema na osnovu izmerenih satnih vrednosti, odnosno na osnovu profila potrošnje koji predstavljaju tipičan dijagram potrošnje za određeni tip korisnika sistema. Proračun je složen i zasniva se na proračunu dnevnog i satnog utroška električne energije na osnovu unapred definisanih profila. [4, 12] Na osnovu planskih i realizovanih vrednosti isporuke, odnosno preuzimanja električne energije za sve članove balansne grupe zbirno, operator prenosnog sistema obračuna odstupanje balansne grupe od inicijalno prijavljenog plana i trošak debalansa za balansno odgovornu stranu. [11]

Operator prenosnog sistema obavezno raspolaze IS za prijem planskih i realizovanih vrednosti na satnom nivou, IS za proračun odstupanja i troškova debalansa, kao i IS za nabavku balansne energije. S obzirom na to da je evropskom regulativnom predviđeno da se intervali za balansno tržište skrate sa satnog na petnaestominutni nivo potreba za IS je sve veća. [10, 11]

5.4. Snabdevanje

Korisnici sistema zaključuju ugovore o snabdevanju, odnosno otkupu električne energije. U slučaju ugovora o potpunom snabdevanju korisnik sistema se obraća izabranom snabdevaču, zaključuje ugovor o potpunom snabdevanju, a snabdevač ima obavezu regulisanja pristupa sistemu i balansne odgovornosti za predmetno merno mesto korisnika sistema. Korisnici sistema koji nemaju ugovore o potpunom snabdevanju mogu zaključivati ugovore o snabdevanju sa više snabdevača u istom obračunskom periodu ali za tačno određene količine (ugovor sa unapred određenim količinama), pri čemu samostalno regulišu pristup sistemu i balansnu odgovornost. [4]

Snabdevač prilikom zaključenja ugovora o snabdevanju, između ostalog, prikuplja dokumentaciju kojom korisnik dokazuje vlasništvo, odnosno pravo korišćenja, nad objektom za koji zaključuje ugovor o snabdevanju, matične podatke korisnika sistema i njegovu planiranu potrošnju, odnosno proizvodnju. Ugovorom o snabdevanju definišu se uslovi snabdevanja, cene i period snabdevanja. [4, 7] Pored navedenog, snabdevači kupuju električnu energiju (npr. od proizvođača ili na organizovanom tržištu) kako bi imali električnu energiju koju će prodati kupcima koje snabdevaju. Kako bi snabdevači optimalno planirali nabavku električne energije, sprovođili ih uspešno, vodili ažurne evidencije korisnika sistema koje snabdevaju i njihovih mernih mesta i ugovora i izdavali račune za električnu energiju neophodni su im IS. Bez njih opisani procesi bili bi neefikasni, bespotrebno skupi, sa velikom mogućnošću greške, tj. u slučaju snabdevača koji snabdevaju veliki broj korisnika sistema gotovo nemogući.

Korisnici sistema mogu kupovati i prodavati električnu energiju na organizovanom tržištu. Na takvom tržištu jako je važno da postoji IS kojim će se pratiti ponuda, omogućiti kupovina i prodaja električne energije, sigurno plaćanje i pouzdana isporuka predmetne energije. Takođe, potrebno je pratiti istorijske cene, kao i predviđati cene u budućnosti.

5.5. Priključenje na sistem

Pre priključenja na sistem proverava se ispunjenost tehničkih uslova priključenja, kao i pitanja snabdevanja, balansne odgovornosti i pristupa sistemu. Provera tehničkih uslova za npr. proizvođače i skladišta je kompleksna, pri čemu se, između ostalog, i pre priključenja i u toku probnog rada, vrše ispitivanja opreme, relejne zaštite i rada korisnika. Nakon ispunjenja svih uslova objekat korisnika sistema može biti priključen na elektroenergetski sistem pri čemu mu se dodeljuje evidencioni broj sa matičnim podacima o vlasniku objekta, faktičkom korisniku električne energije, snabdevaču, balansno odgovornoj strani, mernom uređaju, tački priključenja i napojnoj transformatorskoj stanici.

Opisana evidencija se vodi i za sva postojeća merna mesta. Prilikom promene tehničkih uslova izdaje se novo odobrenje za priključenje. Sve promene koje nisu posledica promene tehničkih uslova na mernom mestu korisnik, koji ima ugovor o potpunom snabdevanju, prijavljuje svom snabdevaču (npr. promena korisnika ili namene potrošnje) koji obaveštava operatora sistema.

Imajući u vidu broj korisnika sistema i njihovih podataka, i snabdevač i operator moraju imati ažurne baze u pouzdanom IS koji pored evidencije lako dostupnih i trajno sačuvanih podataka, ima mogućnost obrade istih i

njihove razmene između operatora i snabdevača. Takođe, operator mora raspolagati IS za potrebe provere tehničkih uslova priključenja.

5.6 Očitavanje mernih uređaja

Obračunski period za električnu energiju u Republici Srbiji je po pravilu kalendarski mesec. [17] Operator distributivnog sistema do 12. dana svakog meseca vrši očitavanje mernih uređaja koji ispunjavaju propisane metrološke zahteve ili utvrđenih profila potrošnje [12] za sve korisnike sistema, a do 15. dana podatke o očitavanju i obračunatim vrednostima dostavlja korisnicima sistema sa kojima ima zaključen ugovor o pristupu sistemu. [4] S obzirom na to operator sistema sve merne uređaje (više od 3.700.000) očitava svakog meseca. Manje od 5% ukupnog broja mernih uređaja su napredni i očitavaju se daljinskom komunikacijom. [14, 18] Svi ostali očitavaju se fizičkim pristupom mernom uređaju pri čemu se očitana stanja upisuju na liste, odnosno mobilne telefone i psione i prepisuju, odnosno automatski prebacuju u baze podataka operatora sistema.

Kako bi se stekla slika o količini podataka potrebno je imati u vidu da se prikupljaju podaci o potrošnji u višoj i nižoj tarifi za aktivnu i reaktivnu električnu energiju i maksimalno angažovanu snagu. Za široku potrošnju i javno osvetljenje prikupljaju se podaci o aktivnoj električnoj energiji, a za ostale kategorije i aktivnoj i reaktivnoj energiji i snazi. [18] Dakle, to je više od 10 miliona podataka svakog meseca nad kojima se mora izvršiti obračun. Stoga je neophodno postojanje IS za evidenciju gde će se voditi svi matični podaci o mernim mestima, korisnicima sistema, a potom i informacije o matičnim i tehničkim karakteristikama brojila. Takođe, mora biti razvijen IS za daljinsko očitavanje brojila, telekomunikacioni sistemi, IS za prikupljanje podataka, proveru, obradu i potvrđivanje njihove ispravnosti.

5.7 Aktivnosti operatora sistema i snabdevača prilikom obračuna pristupa sistemu, odnosno obračuna električne energije

Nakon potvrđivanja očitanih podataka oni se obrađuju i vrši se proračun potrošnje, odnosno proizvodnje i razmena podataka sa snabdevačima i ostalim korisnicima sistema. Na osnovu predmetnih podataka vrši se obračun pristupa sistemu. Podaci se dostavljaju i korisnicima sa kojima operator ima zaključene ugovore o pristupu sistemu, kao i operatoru prenosnog sistema za potrebe balansnog tržišta, kako je opisano u poglavlju 5.3.

Snabdevači na osnovu predmetnih podataka vrše obračun za korisnike sistema koje snabdevaju, izdaju im račune, prate zaduženja, valute plaćanja i dugovanja, odnosno potraživanja korisnika. Obračun za krajnje kupce se vrši samo za smer isporuke iz mreže, međutim za kupce-proizvođače se vrši i za smer preuzimanja i za smer isporuke po principu neto merenja, odnosno neto obračuna, što je značajno komplikovanije. [4, 5]

Za pomenute aktivnosti operatora sistema i snabdevača potreban je IS, a sve je značajniji što je veći broj mernih mesta korisnika sistema kojima distribuiraju električnu energiju, odnosno koje snabdevaju.

5.8 Aktivnosti operatora sistema na mernom mestu korisnika sistema

Period roka overe mernih uređaja je dvanaest godina, a i toku overe može doći do kvara na brojilu ili sumnje u njegovu ispravnost. S obzirom na to merni uređaji se moraju ciklično menjati na terenu. Kako bi evidencije bile ispravne i ažurne poželjno je razviti IS. One bi podrazumevale, između ostalog, vezu između mernog uređaja koji je skinut i koji je postavljen, njihovog serijskog broja, tehničkih parametara, očitanih stanja, plombi, datuma zamene i mernog mesta korisnika sistema.

Pored toga, operator sistema je u obavezi da vrši kontrolu mernih mesta po pravilu jednom u šest meseci. Dakle, oko 7,2 miliona kontrola mernih mesta godišnje. Može se zaključiti da je tačna evidencija kontrola i samog sprovođenja kontrola neophodna te je i za to, usled masovnosti i važnosti postupka kontrole poželjno razviti IS.

Takođe, određeni broj korisnika neovlašćeno koristi električnu energiju što predstavlja opasnost za elemente mreže i sam sistem, kao i za ostale korisnike sistema. Analizama opterećenja elemenata mreže, praćenjem tokova snaga i kontrolnim merenjima mogu se utvrditi gubici električne energije, a potom i tačke u sistemu sa povećanim gubicima. U tim tačkama, nakon analize podataka o istorijskoj potrošnji korisnika, vrši se kontrola mernih mesta korisnika na osnovu koje se može utvrditi neovlašćena potrošnja električne energije. U tom slučaju korisnik se isključuje sa mreže pri čemu mu se izdaje račun za neovlašćeno korišćenje električne energije, kao i krivična prijava. Za proračun gubitaka i pronalaženje potencijalnih mesta neovlašćene potrošnje neophodne su složene analize koje su gotovo nezamislive bez IS. Takođe, potrebno je u IS voditi evidenciju neovlašćenih korisnika kako bi se pratila njihova zaduženja, tok sudskog procesa, kao i ponašanje nakon utvrđivanja neovlašćene potrošnje kako bi operator imao blagovremene informacije i mogućnost za primerenu reakciju (npr. ponovno utvrđivanje neovlašćene potrošnje u slučaju priključenja bez odobrenja).

5.9 Pristup podacima o sopstvenoj potrošnji

Operator sistema je dužan da korisniku na njegov zahtev učini dostupnim podatke o njegovoj sopstvenoj potrošnji za dve godine unazad na satnom nivou. [19] Ukoliko postoji mereni profil korisniku se dostavljaju izmereni satni podaci [18], a ukoliko ne postoje korisniku se dostavljaju satni podaci izračunati prema profilu potrošnje. [12] Potrebno je imati u vidu da se samo za jedno merno mesto na godišnjem nivou dostavlja 8.760 podataka. U slučaju izmerenih podataka potreban je i IS za prikupljanje podataka sa mernog uređaja, komunikacioni sistemi, kao i IS za popunjavanje neočitanih ili nedostupnih podataka, dok je u slučaju proračuna po profilima potrošnje, zbog obimnosti i složenosti algoritma, potreban IS koji to radi.

5.10 Utvrđivanje liste malih kupaca

Operator sistema ima obavezu utvrđivanja liste malih kupaca. Mali kupci električne energije su krajnji kupci (pravna lica i preduzetnici) koji imaju manje od 50 zaposlenih, ukupan godišnji prihod u iznosu do 10 miliona evra u dinarskoj protivvrednosti, čiji su svi objekti priključeni na distributivni sistem električne energije napona nižeg od 1 kV i čija je potrošnja električne energije u prethodnoj kalendarskoj godini do 30.000 kWh. [4] Dakle, operator distributivnog sistema svake godine analizira sva merna mesta na kojima korisnici nisu fizička lica. Uparivanjem mernih mesta po PIB operator računa godišnju potrošnju po krajnjem kupcu. Uz pretpostavku da su samo na mernim mestima iz kategorije „široka potrošnja“ grupa „domaćinstvo“ korisnici domaćinstva, ukupan broj mernih mesta koje treba analizirati je 427.939 prema podacima s kraja 2022. godine. [14] Da bi se ovaj proces uspešno sproveo neophodno je da postoji ažurna baza podataka, sa evidentiranim faktičkim korisnicima sistema, a takođe i da budu uneti svi tačni, ispravni podaci. Uparivanje svih mernih mesta se vrši po PIB pomoću IS zbog obimnosti i brojnosti podataka.

Svi kupci koji po PIB ispunjavaju uslove za malog kupca stiču pravo da ih snabdeva regulisani garantovani snabdevač po cenama koje su značajno niže od tržišnih. [4, 14] Operator obaveštava sve krajnje kupce koji ispunjavaju uslove pisanim putem pri čemu je potrebno pripremiti više desetina hiljada obaveštenja za šta je neophodan IS.

5.11 Prigovori korisnika sistema

Snabdevač i operator sistema su dužni da razviju posebnu organizacionu jedinicu za prijem i vođenje evidencije prigovora korisnika. Rok za odgovor na prigovor je osam dana. S obzirom na broj prigovora koji se mogu primiti telefonom, elektronskom poštom ili uživo neophodno je razviti IS koji to može podržati kako bi se korisnicima blagovremeno i na najbolji mogući način odgovorilo.

5.12 Garancije porekla

Proizvođači iz obnovljivih izvora energije imaju mogućnost posedovanja garancije porekla za proizvedenu električnu energiju koje traju najduže do jedne godine. Operator prenosnog sistema izdaje garancije proizvođaču koji ih može preneti snabdevaču. Neophodno je da i operator prenosnog sistema i proizvođač i snabdevač vode evidencije o izdatim garancijama porekla, na koju količinu električne energije se odnose kao i da li je iskorišćena ili ne. Najpouzdaniji način je putem IS što je naročito važno u svetlu ozelenjavanja privrede kada je potražnja za garancijama porekla sve veća, te je i evidencija sve kompleksnija. [4, 5]

6. UPRAVLJANJE ELEKTROENERGETSKI SISTEMOM

Kako bi elektroenergetski sistem funkcionisao, odnosno kako bi se obezbedila sigurnost snabdevanja i pouzdanost elektroenergetskog sistema, neophodno je da operator sistema savesno sprovodi sve zakonom propisane aktivnosti, kao i prepoznate dobre inženjerske prakse.

Priključenjem sve većeg broja proizvođača i kupaca-proizvođača, naročito onih koji proizvode električnu energiju iz obnovljivih varijabilnih izvora, upravljanje sistemom je sve kompleksnije, posebno u svetlu promenjenih potreba za električnom energijom, razvoja privrede, kao i unapređenja energetske efikasnosti. Sve je teže pratiti tokove snaga, a javljaju se i periodi preopterećenja elemenata sistema i zagušenja u mreži, kao i viškovi električne energije u pojedinim delovima mreže u određenim delovima dana, odnosno godine. S obzirom na navedeno poslednjih godina, kao potpora energetske tranziciji, razvija se i tržište pomoćnih usluga.

Pomoćne usluge su usluge koje korisnici sistema pružaju operatorima sistema npr. proizvođači smanjuju svoju proizvodnju, skladišta isporučuju električnu energiju ili agregatori upravljaju članovima svoje grupe na osnovu naloga operatora. Za sve navedeno potrebno je da operator sistema prepozna potrebu, potom da izda nalog korisniku sistema, a nakon toga da isprati reakciju korisnika sistema. Nalozi mogu biti „ručni“ npr. elektronskom poštom ili telefonom, ali mogu biti i automatski gde se sistemski šalje nalog npr. elektrani da poveća ili smanji proizvodnju. Na osnovu reakcije korisnika sistema operator sistema će platiti korisniku za učinjenu aktivnost. Za

sprovedenje opisanih aktivnosti u praksi, pored IS kojima će se izdavati nalozi, potrebni su i IS kojima će biti prepoznata potreba za nekom pomoćnom uslugom, a potom i IS da se detektuje koji korisnik na najadekvatniji način (po pitanju rešenja problema u sistemu koji je prepoznat, brzine, promene plana rada predmetnog korisnika i troškova) može pružiti pomoćnu uslugu.

Da bi navedeno bilo ostvarivo u svakodnevnom radu u cilju što lakšeg upravljanja sistemom, neophodno je da operator sistema zna s kojim elementima elektroenergetskog sistema raspolaže (npr. vodovi, stubovi, trafostanice) i na kojim lokacijama. S obzirom na to potrebna mu je pouzdana baza podataka sa evidencijom svih elemenata sistema, njihovim tehničkim karakteristikama, godinom proizvodnje, dostupnim kapacitetima i prostornim rasporedom. Takođe, potrebno je da raspolaže i modelom mreže i opterećenjem sistema, kao i tačnim lokacijama korisnika sistema sa podacima o njihovim odobrenim i angažovanim kapacitetima i napojnim tačkama.

Pored navedenog, potrebno je snimanje tokova snaga u realnom vremenu, kao i stanja pojedinih elemenata mreže posebnim IS. Pomoću njih dispečerski centri koji upravljaju elektroenergetskim sistemom imaju mogućnost da automatski prepoznaju kvarove u elektroenergetskom sistemu i precizno ih lociraju u cilju što brže reakcije. Takođe, oni će biti automatski upozoreni na poremećaje u naponu i frekvenciji. Pored toga, mogu daljinski upravljati i prekidačima, rastavljačima i ostalom opremom i na taj način lakše i brže rešavati probleme u mreži bez dodatnog angažovanja ljudskih resursa i opreme. Navedeno može doprineti i boljem održavanju elemenata sistema jer se unapred može videti koji su elementi podopterećeni i preopterećeni, pa se tako može na vreme reagovati zamenom, promenom kapaciteta i na taj način uticati na životni vek opreme, kao i na smanjenje gubitaka. Lako je zaključiti da se bez pouzdanih kompleksnih IS navedeno ne može rešiti, a pozitivni efekti su mnogobrojni.

Pored navedenog, promena sa niže na višu tarifu ili uključivanje javnog osvetljenja se dešava daljinski puštanjem signala iz dispečerskog centra. Takođe, obustave isporuke, odnosno preuzimanja električne energije se mogu vršiti daljinski za napredne merne sisteme. Ovo je izuzetno važno, naročito u situacijama gde je potrebno izvršiti obustavu a korisnik to ne dozvoljava što je itekako čest slučaj.

Agregatori kao poseban korisnik sistema moraju imati razvijene IS za praćenje rada članova svoje agregatorske grupe kao i planirati njihov rad ili prikupljati i obrađivati njihove planove rada. Takođe, potrebno je da oni imaju IS kojima će primati naloge, obrađivati ih izdavati naloge članovima agregatorske grupe i pratiti njihovu realizaciju. [20]

7. POSLEDICE NEFUNKCIONISANJA INFORMACIONIH SISTEMA

Rizici koje sa sobom nosi nefunkcionisanje IS su problemi u svim ranije opisanim procesima, između ostalog, nemogućnost očitavanja mernih uređaja, obračuna pristupa sistemu, izdavanja računa od strane snabdevača, praćenja dugovanja i potraživanja za građane i privredu, upravljanja sistemom, otežana regulacija napona i praćenje tokova snaga. Takođe, funkcionisanje berze bi bilo ugroženo bez adekvatnog IS, kao i balansno tržište. Pored toga, matični podaci korisnika sistema i učesnika na tržištu bi bili nedostupni a često i nebezbedni što je veoma rizično posebno u svetlu zaštite podataka o ličnosti. Postoji realna bojazan da se nefunkcionisanjem IS može desiti veći broj ispada i prekida u napajanju, kao i nemogućnost ispravnog merenja električne energije ili upravljanja i praćenja rada sistema. Sve navedeno vodi ka kolapsu sistema i značajnim negativnim posledicama koje nedostatak IS ili napad na njih sa sobom nosi kako po operatora sistema, tako i po druge korisnike sistema odnosno svakog pojedinca.

Nameće se pitanje kako su ljudi bili redovno napajani električnom energijom i pre razvoja modernih IS i baza podataka. Odgovor, iako se sastoji od više elemenata, je vrlo jednostavan. Ranije je manje korisnika sistema bilo priključeno na elektroenergetski sistem i svi su bili uglavnom potrošači električne energije, tokovi snaga su bili lako predvidivi, elementi sistema su često bili predimenzionisani, prekidi u isporuci su trajali duže, obaveze operatora su bile manje, i na kraju zahtevi korisnika su bili jednostavniji.

8. ZAKLJUČAK

Iz svega ranije iznetog može se videti kompleksnost elektroenergetskog sistema, tržišta električne energije i svih izazova koje sa sobom nosi energetska tranzicija. U tom procesu, s obzirom na obimnost i značaj neophodna je sveobuhvatna podrška IS i to od najjednostavnijih funkcionalnosti kao što je prijem prigovora, preko obračuna i isplate plata zaposlenima, do najkompleksnijih proračuna. Razvijaju se novi i unapređuju postojeći IS. Takođe, sve češće se koristi veštačka inteligencija naročito u oblasti upravljanja sistemom što će u narednom periodu gotovo sigurno tek dobiti na značaju.

U slučaju napada na IS mogu biti ugroženi kako korisnici sistema i sigurnost snabdevanja tako i lični podaci korisnika sistema, podaci o lokacijama njihovih objekata i navikama što može biti višestruko opasno. Upravo zbog toga pažnju treba usmeriti na zaštitu IS od neželjenih aktivnosti kako bi sistem mogao da radi što je moguće bolje na opštu korist operatora sistema, učesnika na tržištu, kao i procesa energetske tranzicije.

LITERATURA

- [1] Samoly K, „The History of the Abacus“, Ohio Journal of School Mathematics, Number 65, 2012, 58-66
- [2] Rico D., Sayani H., Field R., “History of Computers, Electronic Commerce and Agile Methods”, Advances in Computers, Vol. 73, ISSN: 0065-2458/DOI: 10.1016/S0065-2458(08)00401-4
- [3] Deklaracija iz Sofije o Zelenoj agendi za zapadni Balkan, dostupno na: <https://www.pregovarackagrupa27.gov.rs/wp-content/uploads/2021/06/Deklaracija-iz-Sofije-o-Zelenoj-agendi-za-Zapadni-Balkan-SRP.pdf>, [pristupljeno 13.03.2024]
- [4] Zakon o energetici ("Sl. glasnik RS", br. 145/2014, 95/2018 - dr. zakon i 40/2021)
- [5] Zakon o korišćenju obnovljivih izvora energije ("Službeni glasnik RS", br. 40/21 i 35/2023)
- [6] Zakon o energetskej efikasnosti i racionalnoj upotrebi energije ("Službeni glasnik RS", broj 40 od 22. aprila 2021.)
- [7] Uredba o uslovima isporuke i snabdevanja električnom energijom ("Sl. glasnik RS", br. 84/2023)
- [8] Integrisani nacionalni energetski i klimatski plan Republike Srbije za period do 2030. godine sa projekcijama do 2050. godine, dostupno na: https://www.mre.gov.rs/extfile/sr/1138/009_Integrated%20NECP%20of%20Serbia_13062023_SR.pdf, [pristupljeno 13.03.2024]
- [9] Treći energetskej paket, dostupno na: https://energy.ec.europa.eu/topics/markets-and-consumers/market-legislation/third-energy-package_en, [pristupljeno 13.03.2024]
- [10] Četvrti energetskej paket, Čista energija za sve Evropljane, dostupno na: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?qid=1519658156703&uri=CELEX:52016DC0860\(01\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?qid=1519658156703&uri=CELEX:52016DC0860(01)), [pristupljeno 13.03.2024]
- [11] Pravila o radu tržišta električne energije, novembar 2022. godine, dostupno na: <https://ems.rs/wp-content/uploads/2022/12/Pravila-o-radu-trzista-elektricn-1.pdf>, [pristupljeno 13.03.2024]
- [12] Pravila o radu distributivnog sistema, dostupno na: https://www.aers.rs/FILES/AktiAERS/AERSDajeSaglasnost/2017-07-19_Pravila%20o%20radu%20ED-ODS%20EPS%20distr.pdf, [pristupljeno 13.03.2024]
- [13] Pravila o radu prenosnog sistema, dostupno na: [https://www.aers.rs/Files/AktiAERS/AERSDajeSaglasnost/Pravila%20o%20radu%20prenosnog%20sistema%20EE%20\(GEN_NAZIV\).pdf](https://www.aers.rs/Files/AktiAERS/AERSDajeSaglasnost/Pravila%20o%20radu%20prenosnog%20sistema%20EE%20(GEN_NAZIV).pdf), [pristupljeno 13.03.2024]
- [14] Godišnji izveštaj AERS za 2022. godinu, dostupno na: <https://www.aers.rs/Files/Izvestaji/Godisnji/Izvestaj%20Agencije%202022.pdf>, [pristupljeno 13.03.2024]
- [15] Registar proizvođača priključenih na distributivni sistem, dostupno na: http://edbnabavke.edb.rs/registar_kupaca/ELEKTRANE/ELEKTRANE.pdf, [pristupljeno 13.03.2024]
- [16] Registar kupaca-proizvođača, Elektrodistribucija Srbije, dostupno na: http://edbnabavke.edb.rs/registar_kupaca/DOMACINSTVA/DOMACINSTVA.pdf, http://edbnabavke.edb.rs/registar_kupaca/STAMBENA_ZAJEDNICA/STAMBENA_ZAJEDNICA.pdf, http://edbnabavke.edb.rs/registar_kupaca/OSTALI_KP/OSTALI_KP.pdf, [pristupljeno 13.03.2024]
- [17] Metodologija za određivanje cena pristupa sistemu za distribuciju električne energije („Službeni glasnik RS“, broj 105/12), dostupno na: <http://aers.rs/FILES/Metodologije/2012-10-31%20Metodologija%20distribucija%20EE%20SG%20105-12.pdf>, [pristupljeno 13.03.2024]
- [18] Funkcionalni zahtevi i tehničke specifikacije AMI/MDM sistema, sveska 1, Tehničke specifikacije brojala električne energije i komunikacionih uređaja, verzija 4.0, Usvojeno na Stručnom savetu EPS Distribucije, Beograd, 07.02.2019. godine, dostupno na: https://elektrodistribucija.rs/interni_standardi/pravila/Specifikacija_verzija%204.0_Sveska_1_Usvojeno_na_TSS_EPSD_07022019_objaviti.pdf, [pristupljeno 13.03.2024]
- [19] Odluka o postupku ostvarivanja prava krajnjeg kupca na pristup podacima o sopstvenoj potrošnji električne energije i prirodnog gasa, dostupno na: <https://www.aers.rs/FILES/Odluke/TrzisteEnergije/2016-07-28%20Ostvarivanje%20Prava%20kupca%20na%20podatke%20GAS%20i%20EE.pdf>, [pristupljeno 13.03.2024]
- [20] D. Grujić, M. Kuzman, ULOGA AGREGATORA U RAZVOJU TRŽIŠTA ELEKTRIČNE ENERGIJE, Electric Power Industry Journal, Vol. 1 (2023) No. 1, Article 2 (p. 15–29), doi: <https://doi.org/10.18485/epij.2023.1.1.2>