

Marin Bošković dipl. ing. el.
HEP-Operator distribucijskog sustava d.o.o.
marin.boskovic@hep.hr

Mario Špoljarić dipl. ing.
HEP-Operator distribucijskog sustava d.o.o.
mario.spoljaric@hep.hr

Markus Medić mag. oec.
HEP-Operator distribucijskog sustava d.o.o.
markus.medic@hep.hr

Igor Žarkić, mag. ing. el.
HEP-Operator distribucijskog sustava d.o.o.
igor.zarkic@hep.hr

Marko Mamić, mag. ing. el.
HEP-Operator distribucijskog sustava d.o.o.
marko.mamic@hep.hr

RAZMJENA PODATAKA IZMEĐU OPERATORA DISTRIBUCIJSKOG SUSTAVA I KORISNIKA MJERNIH PODATAKA

SAŽETAK

U ovom radu analiziran je postojeći model razmjene podataka između operatora distribucijskog sustava i korisnika mjernih podataka u Hrvatskoj, s naglaskom na ključne aspekte poput organizacije sustava, tehnologija koje se koriste te izazova u osiguravanju učinkovitosti i sigurnosti razmjene podataka. U drugom dijelu rada detaljno su predstavljeni standardi koji se primjenjuju u Europskoj uniji, poput CIM-a, EDIFACT-a i EBIX-a, te njihova uloga u unaprjeđenju učinkovitosti razmjene podataka i povećanju transparentnosti na tržištu električne energije. Zaključno, rad razmatra nužnost prilagodbe razmjene podataka novim tržišnim sudionicima, poput energetske zajednice, aktivnih kupaca i agregatora, koji svojim sudjelovanjem mijenjaju postojeće modele upravljanja i distribucije energije. Predložena su rješenja koja uključuju digitalizaciju procesa, širu primjenu standarda, integraciju naprednih brojlara te prilagodbu sustava za podršku fleksibilnim tržišnim modelima. Ove prilagodbe ključne su za uspješnu energetske tranzicije i učinkovito upravljanje elektroenergetskim sustavom.

Ključne riječi: tržište električne energije, digitalizacija, standardi razmjene podataka, korisnici mjernih podataka

DATA EXCHANGE BETWEEN THE DISTRIBUTION SYSTEM OPERATOR AND METERING DATA USERS

SUMMARY

This paper analyzes the existing data exchange model between the distribution system operator and metering data users in Croatia, with a focus on key aspects such as system organization, applied technologies, and challenges in ensuring the efficiency and security of data exchange. The second part of the paper provides a detailed overview of the standards applied in the European Union, such as CIM, EDIFACT, and EBIX, and their role in improving data exchange efficiency and increasing transparency in the electricity market. Finally, the paper examines the necessity of adapting data exchange processes to new market participants, such as energy communities, active consumers, and aggregators, who are reshaping existing energy management and distribution models. Proposed solutions include process digitalization, broader application of standards, integration of advanced metering infrastructure, and system adjustments to support flexible market models. These adaptations are crucial for a successful energy transition and the efficient management of the power system.

Key words: electricity market, digitalization, data exchange standards, metering data users

1. UVOD

Razmjena podataka između ODS-a i korisnika mjernih podataka postala je ključna komponenta u modernim energetske sustavima. S povećanjem udjela obnovljivih izvora energije i potreba za većom fleksibilnošću mreže, točna i pravovremena razmjena podataka igra ključnu ulogu u osiguravanju stabilnosti i učinkovitosti distribucijskih mreža.

U kontekstu energetske tranzicije, sve veći broj distribuiranih izvora energije, električnih vozila i pametnih mreža stvara potrebu za dinamičnim i prilagodljivim sustavima upravljanja podacima. ODS-ovi više nisu samo pasivni upravitelji infrastrukturu, već aktivni sudionici u optimizaciji energetske tokova. Time se povećava potreba za dvosmjernom komunikacijom između ODS-a i krajnjih korisnika, agregatora te drugih sudionika na tržištu.

Podaci prikupljeni iz mjernih uređaja postaju ključni resurs za donošenje odluka u realnom vremenu. Osim toga, omogućuju bolje planiranje kapaciteta, identifikaciju gubitaka u mreži, kao i optimizaciju potrošnje energije na strani korisnika. U tom kontekstu, razvoj pametnih brojila i naprednih sustava za upravljanje podacima predstavlja temelj za učinkovitije korištenje resursa i povećanje pouzdanosti elektroenergetskog sustava.

Regulatorni okviri i standardi igraju važnu ulogu u oblikovanju pravila za razmjenu podataka. Europska unija, kroz različite direktive i uredbe, postavlja visoke zahtjeve za sigurnost, privatnost i interoperabilnost podataka. Uvođenje Provedbene uredbe Komisije (EU) 2023/1162 dodatno naglašava važnost usklađenosti s tehničkim i operativnim zahtjevima za prijenos podataka unutar EU-a [1].

Osim tehničkih izazova, razmjena podataka suočava se i s pitanjima vezanim uz zaštitu privatnosti korisnika, sigurnost informacijskih sustava te potrebu za standardizacijom formata podataka i komunikacijskih protokola. Učinkovito upravljanje tim izazovima ključno je za osiguravanje transparentnosti, pouzdanosti i sigurnosti distribucijskih sustava u digitalnom dobu.

Ovaj rad daje pregled postojećih modela razmjene podataka, analizira regulatorni okvir, tehnološke izazove te predlaže smjernice za budući razvoj sustava razmjene podataka u Hrvatskoj i Europskoj uniji.

2. ANALIZA POSTOJEĆEG MODELA RAZMJENE PODATAKA U HRVATSKOJ

U ovom radu analiziran je postojeći model razmjene podataka između operatora distribucijskog sustava i korisnika mjernih podataka u Hrvatskoj, s naglaskom na ključne aspekte poput organizacije sustava, tehnologija koje se koriste te izazova u osiguravanju učinkovitosti i sigurnosti razmjene podataka. Prikazan je način funkcioniranja sustava temeljenog na centraliziranom prikupljanju i distribuciji podataka, uz analizu izazova povezanih s točnošću, pouzdanošću i dostupnošću podataka korisnicima. Također su istaknuti problemi povezani s prilagodbom postojećeg sustava sve većim zahtjevima digitalizacije i transparentnosti u radu s podacima.

Razmjena podataka između HEP – Operatora distribucijskog sustava d.o.o. (ODS) i tržišnih sudionika provodi se putem standardiziranih TXT datoteka. Ovi formati omogućuju strukturiranu i sigurnu razmjenu informacija, osiguravajući usklađenost s propisanim pravilima i procedurama.

2.1 Struktura procesa razmjene podataka

Proces razmjene podataka uključuje različite vrste zahtjeva i poruka [2]:

- **Zahtjevi za promjenu opskrbljivača (ZAH_P), raskid (ZAH_R) i odustajanje od zahtjeva (ZAH_X):** Ovi zahtjevi reguliraju promjene ugovora s opskrbljivačima električne energije.
- **Zahtjevi za promjenu modela obračuna (ZAH_1 i ZAH_2):** Omogućuju promjenu načina obračuna potrošnje.
- **Zahtjevi za stjecanje statusa samoočitača (ZAH_S):** Kupci mogu preuzeti odgovornost za očitavanje svojih brojila.
- **Zahtjevi za promjenu otkupljivača (OTK_O), raskid (OTK_Q) i odustajanje od zahtjeva (OTK_Y):** Ovi zahtjevi pokrivaju promjene ugovora o otkupu električne energije.

- **Zahtjevi za stjecanje statusa korisnika postrojenja za samoopskrbu (OTK_Z):** Ovi zahtjevi omogućavaju opskrbljivačima podnošenje zahtjeva za stjecanje statusa korisnika postrojenja za samoopskrbu za svaki OMM koji zadovoljava propisane uvjete.
- **Zahtjevi za obustavu isporuke električne energije (ZOMM_I), ponovnu uspostavu električne energije (ZOMM_U) i odustajanje od obustave isporuke električne energije (ZOMM_O):** Putem ovih zahtjeva opskrbljivači od ODS-a mogu tražiti obustavu isporuke električne energije, ponovnu uspostavu električne energije ili odustajanje od obustave isporuke električne energije za svaki OMM na njihovoj opskrbi [3].
- **Zahtjevi za promjenu modela razdjela potrošnje (ZAH_A (opći model), ZAH_B (sezonski model) i ZAH_C (linearni model)):** Ovi zahtjevi omogućavaju opskrbljivačima podnošenje zahtjeva za promjenu modela razdjela potrošnja u A (Opći model), B (Sezonski model) ili C (Linearni model) [4].

Proces promjene opskrbljivača, kao i prethodno navedeni procesi, sastoji se od nekoliko ključnih koraka [5]:

1. **Podnošenje zahtjeva (ZAH_P):** Kupac ili novi opskrbljivač podnosi zahtjev za promjenu opskrbljivača putem standardizirane poruke. Ova poruka sadrži podatke o korisniku, mjestu, postojećem i novom opskrbljivaču te planiranom datumu promjene.
2. **Validacija zahtjeva:** ODS provodi provjeru ispravnosti i potpunosti dostavljenih podataka. Ako su podaci neispravni, zahtjev se odbacuje, a korisnik se obavještava o potrebnim ispravcima.
3. **Potvrda ili odbijanje zahtjeva:** Nakon uspješne validacije, ODS potvrđuje zahtjev i obavještava sve relevantne sudionike, uključujući postojećeg i novog opskrbljivača. U slučaju odbijanja, dostavlja se objašnjenje s razlozima odbijanja.
4. **Prijenos podataka:** ODS prenosi podatke o potrošnji i relevantne tehničke informacije novom opskrbljivaču kako bi se osigurala kontinuitet opskrbe.
5. **Završna potvrda:** Nakon uspješne promjene, ODS šalje završnu potvrdu svim uključenim stranama, čime se proces formalno zaključuje.
6. **Odustajanje od zahtjeva (ZAH_X):** Ako korisnik odluči odustati od procesa promjene prije završetka, podnosi zahtjev za odustajanje, koji ODS obrađuje prema definiranim procedurama.

Prosječno vrijeme potrebno za promjenu opskrbljivača od zaprimanja urednog zahtjeva do slanja potvrde o usklađenosti podataka u 2024. godini iznosilo je 0,56 dana. Ukupan broj zahtjeva za promjenu opskrbljivača u 2024. godini iznosio je 29.478, dok je broj provedenih promjena opskrbljivača iznosio 28.010.

2.2 Načela i pravila razmjene podataka

U tablici I. prikazani su ključni aspekti razmjene podataka između operatora distribucijskog sustava (ODS) i korisnika mjernih podataka, s posebnim naglaskom na tehničke, sigurnosne i regulatorne zahtjeve. Cilj razmjene podataka je osigurati učinkovitost, sigurnost i transparentnost procesa, što je ključno za optimalno funkcioniranje suvremenog energetskeg tržišta. Digitalizacija i optimizacija procesa zahtijevaju jasno definirane procedure i standarde, stoga su prikazane kategorije i pripadajući opisi od velike važnosti za postizanje kvalitetne komunikacije između sudionika tržišta.

Tablica I. Ključni aspekti razmjene podataka između distribucijskog operatora i korisnika mjernih podataka

Kategorija	Opis
Standardizirani formati poruka	Razmjena podataka temelji se na unaprijed definiranim formatima TXT datoteka kako bi se osigurala usklađenost s tehničkim i operativnim zahtjevima. Standardizacija omogućuje lakšu obradu podataka, smanjuje mogućnost pogrešaka i olakšava integraciju s drugim sustavima.
Rokovi za dostavu zahtjeva	Precizno definirani rokovi ključni su za pravovremenu obradu zahtjeva. Ovi rokovi ovise o vrsti zahtjeva (npr. promjena opskrbljivača, raskid ugovora) i osiguravaju kontinuitet opskrbe energijom bez nepotrebnih kašnjenja.
Validacija podataka	Svi zahtjevi podliježu strogoj validaciji kako bi se provjerila točnost i cjelovitost dostavljenih informacija. Validacija uključuje provjeru identifikacijskih podataka korisnika, tehničkih parametara mjernog mjesta i usklađenosti s regulatornim zahtjevima.
Transparentnost i sljedivost	Svaki korak u procesu razmjene podataka dokumentira se i prati, čime se osigurava potpuna sljedivost. Ova praksa omogućuje brzo prepoznavanje i rješavanje problema, povećava povjerenje korisnika i regulatornih tijela.
Sigurnost podataka	Osiguranje sigurnosti podataka je od ključne važnosti, uključujući zaštitu od neovlaštenog pristupa, gubitka podataka i kibernetičkih prijetnji. Primjenjuju se enkripcija, kontrola pristupa i sigurnosni protokoli kako bi se osigurala povjerljivost i integritet podataka.
Pravna usklađenost	Razmjena podataka provodi se u skladu s važećim zakonodavstvom, uključujući Opću uredbu o zaštiti podataka (GDPR) i relevantne energetske propise EU-a. Ova usklađenost osigurava zaštitu prava korisnika i pravnu sigurnost svih sudionika.
Efikasnost i optimizacija procesa	Kontinuirano se provodi analiza i optimizacija postojećih procedura kako bi se povećala učinkovitost procesa razmjene podataka. To uključuje upotrebu automatiziranih sustava, smanjenje administrativnog opterećenja i uvođenje novih tehnologija.

Ova načela i pravila doprinose razvoju pouzdane, učinkovite i sigurne razmjene podataka, što je ključan element za stabilnost i budući razvoj distribucijskog sustava električne energije te cjelokupnog energetskog tržišta.

Razmjena podataka između operatora distribucijskog sustava i korisnika podataka odvija se prema jasno definiranim tehničkim specifikacijama. Podatkovne datoteke moraju sadržavati propisana zaglavlja, slogove i specifične oznake, što osigurava kompatibilnost i preciznost prijenosa informacija. Proces razmjene djelomično su automatizirani kako bi se povećala učinkovitost i smanjio rizik od pogrešaka uzrokovanih ljudskim faktorom. Tijekom prijenosa primjenjuju se napredni sigurnosni protokoli koji štite integritet i povjerljivost podataka.

Ključni izazovi u procesu razmjene podataka između operatora i korisnika mjernih podataka uključuju usklađivanje različitih informacijsko-tehnoloških platformi i sustava (interoperabilnost) kako bi se omogućila nesmetana razmjena informacija među svim sudionicima tržišta. Također, važno je osigurati skalabilnost sustava, odnosno sposobnost učinkovitog upravljanja rastućim količinama podataka bez smanjenja performansi. Sigurnosni izazovi, poput povećane potrebe za zaštitom sustava od kibernetičkih napada i neovlaštenog pristupa, zahtijevaju kontinuirano unapređenje sigurnosnih rješenja.

Za daljnji razvoj i optimizaciju procesa razmjene podataka potrebno je provesti implementaciju međunarodnih standarda kao što su CIM (Common Information Model) [6] i EDIFACT (Electronic Data Interchange for Administration, Commerce and Transport) [7], koji će olakšati integraciju i interoperabilnost sustava. Također je preporučljivo modernizirati postojeću IT infrastrukturu korištenjem naprednih tehnologija što će rezultirati bržom, sigurnijom i pouzdanijom razmjenom podataka. Kontinuirana edukacija i stručno usavršavanje zaposlenika o novim tehnologijama i sigurnosnim protokolima ključni su elementi za povećanje učinkovitosti i sigurnosti cijelog procesa razmjene podataka.

3. STANDARDI RAZMJENE PODATAKA U EUROPSKOJ UNIJI

U drugom dijelu rada detaljno su predstavljene standardi koji se primjenjuju u Europskoj uniji, poput CIM-a, EDIFACT-a i EBIX-a, te njihova uloga u unaprjeđenju učinkovitosti razmjene podataka i povećanju transparentnosti na tržištu električne energije. Naglasak je stavljen na potrebu prilagodbe hrvatskog sustava međunarodnim standardima kako bi se zadovoljile rastuće potrebe korisnika. Uz to, analizirane su tehničke prednosti uvođenja standardiziranih protokola u hrvatski sustav razmjene podataka.

3.1. CIM (Common Information Model)

Common Information Model (CIM) ili zajednički informacijski model predstavlja međunarodni standard koji je razvila Međunarodna elektrotehnička komisija (IEC), posebice unutar standarda IEC 61970 i IEC 61968. Ovaj standard pruža okvir za sveobuhvatno i strukturirano modeliranje elektroenergetskih sustava na apstraktnoj razini, omogućujući standardizirani opis objekata, njihovih međusobnih odnosa te procesa koji se odvijaju unutar elektroenergetskih mreža.

Cilj implementacije CIM-a je omogućiti interoperabilnost između različitih IT sustava i aplikacija u sektoru elektroenergetike, prvenstveno između sustava za upravljanje energijom (EMS – Energy Management System) i sustava za upravljanje distribucijom (DMS – Distribution Management System). Korištenjem CIM-a, elektroenergetski operatori mogu integrirati različita IT rješenja na način koji jamči dosljednost i koherentnost podataka, neovisno o specifičnim softverskim ili hardverskim platformama koje koriste pojedini sustavi.

Primjenom zajedničkog informacijskog modela postiže se visoka razina standardizacije u opisu podataka, čime se značajno smanjuje kompleksnost integracije različitih sustava. Ovo pojednostavljuje komunikaciju među različitim sustavima te povećava učinkovitost razmjene i prijenosa podataka. Također, standardizacija kroz CIM omogućuje analitičke aktivnosti koje doprinose optimizaciji upravljanja mrežom, efikasnijem korištenju resursa te poboljšanju operativne stabilnosti elektroenergetskog sustava.

Dodatno, jedna od ključnih značajki CIM-a je njegova fleksibilnost i skalabilnost, što znači da se model može lako prilagoditi i proširiti ovisno o specifičnim zahtjevima pojedinih operatora distribucijskog sustava ili elektroenergetskih poduzeća. Ova prilagodljivost omogućuje primjenu CIM-a u različitim kontekstima i na različitim razinama složenosti sustava, od lokalnih distribucijskih mreža do velikih prijenosnih sustava.

Stoga, korištenje CIM-a ne samo da olakšava integraciju raznih sustava, već pruža i temelj za kontinuirano unapređenje funkcionalnosti elektroenergetskih mreža, uz istovremeno olakšavanje regulatornih i tehničkih prilagodbi novim zahtjevima tržišta električne energije.

3.2. EDIFACT (Electronic Data Interchange for Administration, Commerce, and Transport)

EDIFACT (Electronic Data Interchange for Administration, Commerce, and Transport) međunarodni je standard razvijen od strane Radne skupine Ujedinjenih naroda za olakšavanje trgovine (United Nations Centre for Trade Facilitation and Electronic Business - UN/CEFACT). Cilj ovog standarda je omogućiti jednostavnu, brzu i učinkovitu elektroničku razmjenu poslovnih informacija između organizacija različitih industrijskih sektora diljem svijeta. EDIFACT pritom definira jasnu strukturu i sintaksu koja se koristi za prijenos standardiziranih elektroničkih poruka.

Posebno značajnu primjenu EDIFACT nalazi unutar energetskega sektora, gdje je važno osigurati pouzdan i brz protok podataka među različitim sudionicima tržišta. Primjenom EDIFACT standarda omogućava se jednostavniji prijenos podataka o potrošnji električne energije. To uključuje razmjenu informacija kao što su očitavanja mjernih uređaja, podatke o obračunu energije te informacije potrebne za bilanciranje elektroenergetskog sustava. Takva standardizirana razmjena osigurava veću transparentnost i preciznost podataka.

Osim same razmjene podataka, korištenjem EDIFACT-a energetske tvrtke, operatori sustava i regulatorna tijela mogu značajno automatizirati poslovne procese. Automatizacijom komunikacije između različitih sustava smanjuje se potreba za ručnim unosom podataka, čime se istodobno eliminiraju pogreške nastale ljudskim faktorom te se ubrzava ukupna obrada informacija. Kao rezultat toga, poboljšava se operativna učinkovitost, smanjuju se troškovi poslovanja, a istovremeno se povećava kvaliteta pruženih usluga.

Korištenje EDIFACT standarda donosi višestruke prednosti, a među najznačajnijima su njegova međunarodna prihvaćenost i široka rasprostranjenost. Zbog visoke razine standardizacije, EDIFACT omogućava kompatibilnost i jednostavnu integraciju informacijskih sustava ne samo unutar energetskog sektora, već i među različitim industrijskim sektorima. Zahvaljujući tome, EDIFACT predstavlja fleksibilno rješenje za elektroničku razmjenu podataka, čime se olakšava prekogranična suradnja i međunarodno poslovanje.

Kako bi se bolje razumjela struktura EDIFACT poruka, najčešće se koristi model slojeva. Na vrhu tog modela nalaze se aplikacijske razine, koje definiraju poslovne scenarije razmjene podataka, dok su ispod toga razine zadužene za strukturiranje poruka, segmentiranje podataka te sintaksu i format poruka. Ovakav hijerarhijski pristup osigurava jasnoću u komunikaciji i omogućuje učinkovitu implementaciju u različitim informacijskim sustavima.

3.3. EBIX (European Forum for Energy Business Information Exchange)

EBIX (European Forum for Energy Business Information Exchange) [8] predstavlja stručnu europsku organizaciju usmjerenu na stvaranje, razvoj i implementaciju jedinstvenih standarda za učinkovitu razmjenu poslovnih informacija unutar energetskog sektora. Djelovanje ove organizacije ključno je za osiguranje interoperabilnosti među različitim tržišnim sudionicima, kao što su opskrbljivači električnom energijom, operatori prijenosnih i distribucijskih sustava, trgovci energijom i ostale relevantne strane uključene u tržište električne energije.

Kroz kontinuirani rad na harmonizaciji poslovnih procesa i optimizaciji komunikacije između sudionika tržišta, EBIX definira standarde za razmjenu ključnih podataka i informacija. Ti standardi obuhvaćaju niz važnih poslovnih procesa poput postupaka za promjenu opskrbljivača električne energije, prijenosa podataka o potrošnji energije između tržišnih sudionika te cjelovitog upravljanja mjernim podacima u svrhu preciznijeg obračuna i efikasnijeg upravljanja energijom.

Jedna od temeljnih uloga EBIX-a odnosi se na potporu prekograničnoj trgovini energijom u okviru Europske unije. Organizacija kroz svoje standarde pojednostavljuje i ubrzava protok relevantnih informacija između operatora sustava i tržišnih sudionika različitih zemalja članica EU-a. Time se osigurava glatka i pouzdana komunikacija, koja omogućava brže i efikasnije odvijanje energetskih transakcija te znatno smanjuje rizik od pogrešaka i nesporazuma.

Implementacijom standarda koje definira EBIX postiže se znatno povećanje transparentnosti tržišta električne energije. Transparentnost je rezultat jasno definirane i standardizirane razmjene podataka koja omogućuje svim sudionicima jednake uvjete pristupa informacijama, čime se poboljšava povjerenje između tržišnih aktera i potiče pravednije tržišno natjecanje.

EBIX-ovi standardi, zahvaljujući precizno definiranim protokolima za razmjenu podataka, omogućavaju znatno poboljšanje operativne učinkovitosti. To se odražava u bržem procesuiranju i nižoj razini administrativnih troškova, što dodatno doprinosi konkurentnosti tržišta i omogućava pružateljima energetskih usluga da se fokusiraju na poboljšanje kvalitete usluga i razvoj inovativnih energetskih rješenja.

3.4. Provedbena uredba Komisije (EU) 2023/1162

Provedbena uredba Komisije (EU) 2023/1162 predstavlja važan regulatorni okvir kojim se definiraju tehnički zahtjevi za interoperabilnost i razmjenu podataka na tržištu električne energije unutar Europske unije. Primarni cilj uredbe je standardizacija i usklađivanje procesa razmjene podataka među različitim tržišnim sudionicima, što rezultira povećanom učinkovitošću i transparentnošću tržišta.

U svrhu postizanja interoperabilnosti sustava, uredba propisuje detaljne tehničke specifikacije koje omogućavaju nesmetanu kompatibilnost informacijskih sustava operatora distribucijskih mreža, opskrbljivača električnom energijom, operatora prijenosnog sustava, agregatora i ostalih relevantnih tržišnih aktera. Navedene specifikacije osiguravaju da različiti IT sustavi mogu učinkovito komunicirati i razmjenjivati podatke bez poteškoća ili gubitka informacija.

Ključni aspekt uredbe je definiranje standardiziranih formata za prijenos podataka. Korištenjem jedinstvenih, prethodno definiranih formata, osigurava se konzistentnost i kvaliteta podataka, što pojednostavljuje i ubrzava proces razmjene informacija među različitim platformama i tržišnim sudionicima diljem EU-a.

Dodatno, Uredba (EU) 2023/1162 uspostavlja minimalne sigurnosne protokole koji su nužni za zaštitu integriteta podataka i privatnosti korisnika. Navedeni protokoli obuhvaćaju mjere kao što su obvezna primjena enkripcije podataka, autentifikacija korisnika te rigorozno upravljanje pristupima, kako bi se spriječila neovlaštena upotreba ili kompromitiranje osjetljivih informacija.

Transparentnost i dostupnost podataka također su istaknuti kao ključni elementi uredbe. Propisano je da svi relevantni podaci moraju biti dostupni ovlaštenim korisnicima na jasan, transparentan i siguran način, čime se jača povjerenje tržišnih sudionika i potiče učinkovita tržišna interakcija.

Implementacija ove uredbe na nacionalnoj razini zahtijeva značajnu prilagodbu postojećih informacijskih sustava i poslovnih procesa, što je slučaj i u Hrvatskoj. U tu svrhu potrebna je modernizacija postojeće infrastrukture za upravljanje podacima, uključujući nadogradnju sustava koji moraju zadovoljiti nove tehničke zahtjeve. Nacionalni propisi i operativne procedure moraju se uskladiti s novim europskim standardima, dok će obuka i edukacija osoblja biti ključni faktori u uspješnoj prilagodbi na nove regulatorne zahtjeve.

Kao rezultat provedbe Uredbe (EU) 2023/1162 očekuje se niz pozitivnih učinaka poput povećane interoperabilnosti među sustavima unutar Europske unije, znatno poboljšane sigurnosti i zaštite osobnih podataka, veće transparentnosti na tržištu te pojednostavljene prekogranične razmjene podataka, što će dugoročno doprinijeti učinkovitijem i integriranijem europskom tržištu električne energije.

4. SIGURNOST I PRIVATNOST PODATAKA

Sigurnost podataka predstavlja jedan od najvećih izazova u razmjeni podataka, osobito u kontekstu distribucijskih sustava. Zaštita mjernih podataka ključna je za očuvanje integriteta sustava, sprječavanje zlouporabe podataka te osiguravanje privatnosti korisnika.

Tehničke mjere zaštite uključuju različite tehnologije i metode koje su posebno dizajnirane za zaštitu podataka od neovlaštenog pristupa, izmjena ili gubitka. Enkripcija predstavlja temeljnu tehničku mjeru, pri čemu se primjenjuju napredni algoritmi za šifriranje podataka tijekom njihova prijenosa i pohrane. To osigurava da podaci ostaju nečitljivi osobama koje nemaju ovlašteni pristup. Također, autentifikacija korisnika, posebno korištenjem višefaktorske autentifikacije (MFA), omogućava učinkovitu provjeru identiteta korisnika prije nego što im se odobri pristup osjetljivim podacima. Kontrola pristupa, kao dodatna tehnička mjera, omogućuje implementaciju preciznog sustava upravljanja pristupom, osiguravajući da pristup imaju isključivo ovlašteni korisnici.

Upravljanje rizicima i zaštita od kibernetičkih prijetnji odnose se na procese identifikacije, procjene i upravljanja prijetnjama koje mogu ugroziti sigurnost podatkovne infrastrukture. Redovito provođenje procjene rizika nužno je za pravodobnu identifikaciju potencijalnih sigurnosnih propusta. Razvoj i implementacija plana odgovora na incidente omogućavaju brzo i učinkovito reagiranje u slučaju sigurnosnih incidenata. Za zaštitu od kibernetičkih napada koriste se napredna sigurnosna rješenja poput vatrozida, sustava za otkrivanje i prevenciju upada (IDS/IPS) te specijalizirani softver za otkrivanje zlonamjernih aktivnosti.

Sigurnosni certifikati i auditi imaju ključnu ulogu u potvrđivanju usklađenosti sustava s međunarodnim sigurnosnim standardima i regulativama. Sigurnosni certifikati poput ISO/IEC 27001 [9] pružaju okvir za uspostavljanje, implementaciju i održavanje sustava upravljanja informacijskom sigurnošću. Interni i eksterni auditi provode se redovito kako bi se osigurala potpuna usklađenost s najboljim praksama te regulatornim zahtjevima.

Zaštita privatnosti korisnika uključuje mjere koje osiguravaju da se osobni podaci prikupljaju, obrađuju i pohranjuju u skladu s propisima poput GDPR-a [10]. Anonimizacija i pseudonimizacija učinkovite su tehnike kojima se smanjuje rizik od identifikacije pojedinaca. Transparentnost u obradi podataka važna je za informiranje korisnika o načinu prikupljanja, korištenja i svrsi obrade njihovih podataka. Uz to, korisnicima se omogućuje ostvarivanje prava na pristup, ispravak i brisanje osobnih podataka.

5. IZAZOVI I BUDUĆI RAZVOJ

Izazovi u razmjeni podataka u distribucijskim sustavima obuhvaćaju interoperabilnost između različitih tehnologija i sustava, skalabilnost zbog povećanja broja uređaja i volumena podataka te potrebu za kontinuiranim prilagodbama sigurnosnih mjera u skladu s pravnim i regulatornim promjenama. Novi

sudionici na tržištu, poput energetske zajednice i agregatora, dodatno povećavaju složenost razmjene podataka zbog integracije distribuiranih izvora energije i potrebe za dinamičkim upravljanjem potrošnjom.

Digitalizacija procesa donosi značajne prednosti, uključujući automatizaciju procesa i naprednu analitiku koja omogućuje preciznije predviđanje potrošnje i učinkovitije upravljanje mrežom.

Integracija naprednih pametnih brojila poboljšava preciznost mjerenja, omogućuje korisnicima praćenje potrošnje u stvarnom vremenu i podržava fleksibilno određivanje cijena temeljeno na trenutnoj potražnji.

Prilagodba sustava novim tržišnim uvjetima zahtijeva razvoj fleksibilnog regulatornog okvira, standardizaciju međunarodnih protokola za razmjenu podataka te jačanje stručnih kapaciteta kroz edukaciju. Osim toga, poticanje istraživanja i razvoja novih tehnologija ključno je za kontinuirani napredak.

6. ZAKLJUČAK

Učinkovita i sigurna razmjena podataka između operatora distribucijskog sustava i korisnika ključna je za optimizaciju distribucijskih mreža, povećanje energetske učinkovitosti i podršku tranziciji prema održivom energetskom sustavu. Kontinuirano ulaganje u sigurnost, interoperabilnost i digitalizaciju, kao i suradnja svih dionika tržišta, bit će ključni čimbenici za budući razvoj.

U budućnosti, nužno je dodatno razvijati i implementirati napredne tehnologije te kontinuirano pratiti promjene regulatornih zahtjeva kako bi se osigurala potpuna usklađenost sustava s globalnim trendovima digitalne transformacije. Važno je također naglasiti potrebu za proaktivnim pristupom u identifikaciji potencijalnih prijetnji i stalnom unaprjeđenju sigurnosnih mjera. Fleksibilni regulatorni okviri koji podržavaju inovacije bez kompromitiranja sigurnosti i privatnosti predstavljaju neizostavan dio daljnjeg razvoja.

Suradnja među svim relevantnim dionicima, uključujući operatore sustava, regulatore, korisnike i pružatelje tehnoloških rješenja, ključna je za stvaranje integriranog pristupa upravljanju podacima. Kroz zajedničko djelovanje moguće je ostvariti sinergiju koja omogućuje učinkovitu prilagodbu tržišnim zahtjevima, povećanje transparentnosti te optimalno iskorištavanje energetske resursa. Takva suradnja također doprinosi većoj otpornosti i fleksibilnosti elektroenergetskog sustava, olakšavajući uspješno suočavanje s budućim izazovima u području energetike.

U konačnici, učinkovita razmjena podataka ne doprinosi samo boljoj optimizaciji distribucijskih mreža i unaprjeđenju korisničkih usluga, već također igra ključnu ulogu u postizanju ciljeva energetske tranzicije i održivog razvoja.

6. LITERATURA

- [1] Europska komisija, "Provedbena uredba Komisije (EU) 2023/1162 o tehničkim zahtjevima za interoperabilnost i razmjenu podataka na tržištu električne energije," 2023.
- [2] HEP-Operator distribucijskog sustava d.o.o., Format za razmjenu podataka (https://www.hep.hr/ods/UserDocsImages/dokumenti/opskrbljivaci/Jedinstveni%20racun/Ugovor_MO_NKM_ODS_Opskrbljivac_v_2.2..pdf)
- [3] Pravilnik o općim uvjetima za korištenje mreže i opskrbu električnom energijom (Narodne novine, br. 100/22, 134/24, 19/25)
- [4] Pravila primjene nadomjesnih krivulja opterećenja (HEP ODS, 7/2024)
- [5] Pravila o promjeni opskrbljivača i agregatora (Narodne novine, br. 84/22)
- [6] International Electrotechnical Commission. (2021). IEC 61970 - Energy management system application program interface (EMS-API) - Common Information Model (CIM). Geneva: IEC.
- [7] United Nations Economic Commission for Europe (UNECE). (2020). UN/EDIFACT - Electronic Data Interchange for Administration, Commerce and Transport. (<https://unece.org/trade/unecefact/unedifact>)
- [8] EBIX - European Forum for Energy Business Information Exchange. (2022). Standard Documentation. (<https://www.ebix.org/>)
- [9] ISO/IEC 27001, "Information Security Management Systems – Requirements," International Organization for Standardization, 2018.
- [10] GDPR, "Opća uredba o zaštiti podataka (EU) 2016/679," Europski parlament i Vijeće, 2016.