

Mjerni slogovi obračunskih mjernih mjesta kupaca električne energije

Domanović, Leo

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:200:103006>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-14**

Repository / Repozitorij:

[Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek](#)



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA I
INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA**

Stručni studij

**Mjerni slogovi obračunskih mjernih mjesta kupaca
električne energije**

Završni rad

Leo Domanović

Osijek, 2022.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. OBRAČUNSKA MJERNA MJESTA	2
2.1. Definicija obračunskog mjernog mjesta.....	2
2.2. Vrste obračunskih mjernih mjesta.....	3
2.3. Broj obračunskog mjernog mjesta.....	3
2.4. Procjena mjerne nesigurnosti obračunskog mjernog mjesta	5
2.6. Nadzor i kontrola obračunskog mjernog mjesta	6
3. MJERNI SLOGOVI.....	9
3.1. Tehnički zahtjevi	9
3.2. Popis mjernih slogova	10
4. MJERILA I MJERNA OPREMA	14
4.1. Električno brojilo.....	14
4.2. Mjerni transformator.....	16
4.3. Uklopni sat.....	19
4.4. Mjerna oprema.....	20
4.4.1. Mjerni ormari	20
4.4.2. Ostala mjerna oprema.....	22
4.5. AMR sustav.....	23
5. ZAKLJUČAK	24
LITERATURA.....	25
SAŽETAK.....	27
ABSTRACT	28
ŽIVOTOPIS	29

1. UVOD

Zadana tema ovoga završnog rada su mjerni slogovi obračunskih mjernih mjesta kupaca električne energije. Cilj rada je prikazati, definirati i objasniti obračunska mjerna mjesta i mjerne slogove koji se na njima nalaze. Mjerni slogovi označavaju skupinu mjerila i druge mjerne opreme pomoću koje se mjere svi parametri električne energije na obračunskom mjernom mjestu. To su brojila, mjerni transformatori, tarifna oprema, mjerni ormari, i slično, koji će biti posebno navedeni. Najprije će biti opisano obračunsko mjerno mjesto, njegova definicija, sve vrste obračunskih mjernih mjesta, broj obračunskog mjernog mjesta, pravna regulativa, procjena mjerne nesigurnosti obračunskog mjernog mjesta i nadzor i kontrola obračunskog mjernog mjesta. Zatim će biti opisani mjerni slogovi, tehnički zahtjevi i popis mjernih slogova. Potom će biti teorijski opisana mjerila i mjerna oprema. U Republici Hrvatskoj imamo HEP ODS d.o.o. koji je distributer, HEP Elektra d.o.o. koji je opskrbljivač javnih usluga i HEP Opskrba koji je tržišni opskrbljivač.

2. OBRAČUNSKA MJERNA MJESTA

Obračunsko mjerno mjesto (OMM) je mjesto na kojemu se preuzima ili isporučuju električna energija u mrežu, na kojem se pomoću mjerila i druge opreme mjere parametri električne energije radi obračuna ili kompenzacije.

2.1. Definicija obračunskog mjernog mjesta

Prema Općim uvjetima za korištenje mreže i opskrbu električnom energijom (NN 104/2020) [1], OMM je „mjesto u mreži na kojem se pomoću brojila i ostale mjerne opreme mjere parametri električne energije radi obračuna, a koje je u pravilu mjesto isporuke električne energije.“

Isti opći uvjeti (NN 104/2020) isto navode da se OMM treba nalaziti na mjestu gdje se isporučuje električna energija, ali u nekim slučajevima ako postoje tehničke ili druge prepreke, OMM se može nalaziti i na nekom drugom mjestu u mreži ili postrojenju, instalacijama korisnika, a u skladu s pravilima operatora sustava i ugovorom o korištenju mreže. Proizvođaču ili kupcu s proizvodnim postrojenjima mora se na zahtjev omogućiti ugradnja OMM-a za jednu ili više proizvodnih jedinica [1].

Prema Općim uvjetima za korištenje mreže i opskrbu električnom energijom (NN 104/2020), kupac ili proizvođač za priključeno OMM plaća naknadu za korištenje distribucijske i prijenosne mreže [1].

Vlasništvo mjerne opreme kod OMM-a je kod operatora distribucijskog sustava te mora biti pristupačno i smješteno blizu priključenja na mrežu.

Osim fizičkih postoje i virtualni OMM-ovi.

„Virtualno ili zamišljeno obračunsko mjerno mjesto ima obračunske mjerne veličine i njihove vremenske oznake dobivene matematičkim operacijama iz obračunskih mjernih veličina dva ili više stvarnih fizičkih obračunskih mjernih mjesta.“ [2]

2.2. Vrste obračunskih mjernih mjesta

„Obračunska mjerna mjesta krajnjih kupaca ili kupaca s proizvodnim postrojenjem se s obzirom na mjesto isporuke električne energije dijele na obračunska mjerna mjesta na:

- visokom naponu (VN),
- srednjem naponu (SS),
- niskom naponu (NN).“ (Opći uvjeti za korištenje mreže i opskrbu električnom energijom, NN 104/2020)

OMM-ovi se razvrstavaju u kategoriju kućanstava i kategoriju poduzetništva.

Kućanstva kupuju električnu energiju za vlastitu potrošnju u kućanstvu, ali bez komercijalnih ili profesionalnih djelatnosti. Poduzetništva ne kupuju električnu energiju za vlastito kućanstvo [1].

2.3. Broj obračunskog mjernog mjesta

Svako OMM ima svoj broj koji se sustavno definira. HEP ima desetoznamenasti broj OMM-a koji sadrži:

Broj obračunskog mjernog mjesta od 10 znamenki može se formirati:

- „Obračunsko mjerno mjesto od 8 znamenka prvo se dodaje prefiks odgovarajućeg distribucijskog područja (npr. stari broj obračunskog mjernog mjesta 87654321 formira se u novi broj OMM 0887654321 za DP Osijek)
- Obračunsko mjerno mjesto od 7 znamenka prvo se dodaje prefiks odgovarajućeg distribucijskog područja i jedna nula (0) (npr. stari broj obračunskog mjernog mjesta 7654321 formira se u novi broj OMM 0807654321 za DP Osijek)
- Obračunsko mjerno mjesto od 6 znamenka prvo se dodaje prefiks odgovarajućeg distribucijskog područja i dvije nule (00) (npr. stari broj obračunskog mjernog mjesta 654321 formira se u novi broj OMM 0800654321 za DP Osijek)“ [3]

Formiranje broja obračunskih mjernih mjesta vrši se prefiksima od 10 znamenka:

- Distribucijsko područje u Zagrebu 01
- Distribucijsko područje u Zaboku 02
- Distribucijsko područje u Varaždinu 03
- Distribucijsko područje u Čakovcu 04
- Distribucijsko područje u Koprivnici 05
- Distribucijsko područje u Bjelovaru 06
- Distribucijsko područje u Križu 07
- Distribucijsko područje u Osijeku 08
- Distribucijsko područje u Vinkovcima 09
- Distribucijsko područje u Slavonskom brodu 10
- Distribucijsko područje u Puli 11
- Distribucijsko područje u Rijeci 12
- Distribucijsko područje u Splitu 13
- Distribucijsko područje u Zadru 14
- Distribucijsko područje u Šibeniku 15
- Distribucijsko područje u Dubrovniku 16
- Distribucijsko područje u Karlovcu 17
- Distribucijsko područje u Sisku 18
- Distribucijsko područje u Gospiću 19
- Distribucijsko područje u Virovitici 20
- Distribucijsko područje u Požegi 21 [3]

2.4. Procjena mjerne nesigurnosti obračunskog mjernog mjesta

Mjerna nesigurnost je izraz statističke disperzije vrijednosti pripisanih izmjerenoj veličini. Sva su mjerenja podložna nesigurnosti i rezultat mjerenja je potpun samo ako je popraćen indikacijom pridružene nesigurnosti, poput standardne devijacije. Prema međunarodnoj konvenciji, ta nesigurnost ima vjerojatnu osnovu i odražava nepotpuno znanje o količinskoj vrijednosti. To je negativan parametar. Mjerna nesigurnost često se izražava kao standardna devijacija distribucije vjerojatnosti razine znanja o mogućim vrijednostima koje se mogu pripisati mjerenoj veličini. Relativna nesigurnost je mjerna nesigurnost u odnosu na veličinu određenog pojedinačnog izbora za vrijednost mjerene veličine, kada taj izbor nije nula. Ovaj pojedinačni izbor obično se naziva izmjerena vrijednost, koja može biti optimalna u nekom dobro definiranom smislu (npr. srednja vrijednost, medijan). Dakle, relativna mjerna nesigurnost je mjerna nesigurnost podijeljena s apsolutnom vrijednošću mjerene veličine, kada je mjerena veličina različita od nule.

Mjerna nesigurnost je neumanjivana bez obzira na to koliko instrumenti postali točni ili precizni, a može biti posljedica osjetljivosti mjerača, točnosti umjeravanja, pomaka zbog turbulencija u okolišu i manipulacije snimljenim podacima [4].

Općenito postoje dvije vrste nesigurnosti u mjerenju inženjerskih varijabli: slučajna nesigurnost i sustavna nesigurnost. Slučajna nesigurnost bilježi slučajne varijacije u mjerenjima, dok sustavna nesigurnost kvantificira netočnosti svojstvene sustavu [4]. Na primjer, instrumenti s konačnom preciznošću ili mjerenja izvedena u ograničenom rasponu (ne otkrivaju fizičke varijacije) dovode do slučajnih pogrešaka; budući da neuspjeh u obzir svih faktora kojima se može upravljati ili pomaka instrumenata dovodi do sustavnih pogrešaka.

Iz izmjerene vrijednosti $\{M\}$, standardne mjerne nesigurnosti $\{u\}$ i mjernom jedinicom $[M]$ dobivamo cjelovit mjerni rezultat. [6]:

$$M = \{M \pm u\} [M]$$

Standardna mjerna nesigurnost je vjerojatnost da je stvarna vrijednost mjerene veličine u rasponu vrijednosti $\{M \pm u\}$ iznosi oko 67%

Proširena mjerna nesigurnost ($k \cdot u$):

- $k = 2$; postotak vjerojatnosti iznosi oko 95%
- $k = 3$; postotak vjerojatnosti iznosi oko 99%

Da bi se dobila procjena mjerne nesigurnosti ovisan je broj komponenata koje su u procesu obračunskog mjerenja električne energije.[5]:

Izraz za procjenu maksimalne mjerne nesigurnosti obračunskog mjernog mjesta:

$$G_{Ti} = \sqrt{\sum_{j=1}^m G_j^2} \quad (1)$$

G_{Ti} označava ukupnu graničnu pogrešku uslijed utjecaja svih m utjecajnih veličina

$$u_i = \frac{G_{Ti}}{\sqrt{3}} \quad (2)$$

u_i označava maksimalnu mjernu nesigurnost pojedine komponente obračunskog mjernog mjesta

$$u = \sqrt{\sum_{i=1}^n u_i^2} \quad (3)$$

u označava maksimalnu mjernu nesigurnost obračunskog mjernog mjesta, sastavljenu od n komponenti [5].

2.6. Nadzor i kontrola obračunskog mjernog mjesta

Da bi se održala funkcionalnost i kakvoća elemenata, kao i opća valjanost mjerenja obračunskih mjernih mjesta, potrebno je provesti analizu prikupljenih obračunskih mjernih mjesta, analizu izvješća o dojava poremećaja i drugih raspoloživih mjerenja. Rezultat praćenja obračunskog mjerenja iskazuje se validacijom obračunskog mjerenja prikupljenih s obračunskih mjernih mjesta u AMR sustavu, minimalno jednom u obračunskom razdoblju.

Redoviti nadzor i održavanje svih pojedinačnih elemenata obračunskih mjernih mjesta, a time i obračunskih mjernih mjesta kao cjeline, obavlja se kroz preglede, revizije i remonte, u skladu s rokovima i sadržajem utvrđenim općim aktima. Nadzor funkcionalnosti i kakvoće elemenata kao i ukupne valjanosti mjerenja obračunskih mjernih mjesta potrebno je provoditi svakodnevno analizom prikupljenih obračunskih mjernih podataka, analizom prijave kvarova i drugih mjernih podataka obračunskih mjernih mjesta. Rezultat nadzora obračunskog mjerenja izražava se validacijom podataka obračunskog mjerenja prikupljenih s obračunskih mjernih točaka [6].

U svrhu nadzora i kontrole OMM-a vodi se i razna dokumentacija [6]:

- strujne sheme i priključne planove svih sekundarnih krugova naponskih mjernih transformatora,
- strujne sheme i priključne planove mjernih sekundarnih krugova strujnih mjernih transformatora, umjernice naponskih mjernih transformatora,
- umjernice strujnih mjernih transformatora,
- umjernice brojila, izvješće o rezultatima mjerenja padova napona u mjernim sekundarnim krugovima naponskih transformatora,
- izvješće o provjeri valjanosti tehničkih svojstava zaštitnih sklopki sekundarnih krugova naponskih mjernih transformatora,
- izvješće o mjerenju i/ili izračunu tereta strujnih i naponskih mjernih transformatora
- izvješće o ispitivanju uređaja obračunskog mjernog mjesta prije prvog puštanja u pogon,
- izvješće o ispitivanju uređaja obračunskog mjernog mjesta nakon zahvata koji bi mogli utjecati na kakvoću mjerenja,
- zapisnik o plombiranju, zajednički potpisan od odgovorne osobe nadležnog odjela za mjerenje i kupca iiii proizvođača.

Redovnu kontrolu OMM-a u neizravnom spoju koji je u pogonu poželjno je obavljati jedanput godišnje, ispitnim uređajima i vizualno.

Kontrola treba obuhvatiti sljedeće provjere [15]:

- na brojilu provjeriti ovjerene plombe DZM-a,
- provjeriti plombe isporučitelja,
- provjeriti sekundarne stezaljke mjernih vodova strujnih i naponsko mjernih transformatora,
- provjeriti sekundarne napone i sekundarne struje sa mjernim instrumentom,
- provjeriti razred točnosti uređajem višeg razreda točnosti.

Na slici 2.2. prikazan je ispitni uređaj PWS 2.3 (r.t. 0,2)



Slika 1.2. ispitni uređaj PWS 2.3 [15]

3. MJERNI SLOGOVI

Mjerni slogovi mogu se definirati kao funkcionalni skupovi mjerila i ostale mjerne opreme kojima se mjere parametri električne energije na obračunskom mjernom mjestu [6]. Ovaj skup mjerne opreme ovisi o vrsti mjernog sloga.

Kod tehničkih zahtjeva mjernih mjesta kupaca postoji više različitih mjernih slogova ovisno naponskoj razini i priključnoj snazi iz elektroenergetskog sustava (EES) [6].

3.1. Tehnički zahtjevi

U nastavku su navedeni Tehnički zahtjevi za mjerna mjesta kupaca koji su u nadležnosti HEP-ODS-a, a njih ima pet.

1. Obračunska mjerna mjesta za neizravna mjerenje potrošnje kupaca na srednjem naponu (SN),
2. Obračunska mjerna mjesta za poluizravna mjerenje potrošnje kupaca na niskom naponu (NN) priključna snaga preko 50 kW,
3. Obračunska mjerna mjesta za izravna mjerenja potrošnje kupaca na niskom naponu (NN) priključna snaga iznad 30 do uključivo 50 kW,
4. Obračunska mjerna mjesta za trofazna izravna mjerenja potrošnje kupaca na niskom naponu s ograničenjem snage,
5. Obračunska mjerna mjesta za jednofazna izravna mjerenja potrošnje kupaca na niskom naponu s ograničenjem snage.

Tehnički zahtjevi za mjerna mjesta proizvođača koji su u nadležnosti HEP-ODS-a su:

1. Obračunsko mjerno mjesto za neizravna mjerenja proizvodnje / vlastite potrošnje proizvođača na SN,
2. Obračunsko mjerno mjesto za poluizravna mjerenja proizvodnje / vlastite potrošnje proizvođača na NN,
3. Obračunsko mjerno mjesto za izravna trofazna mjerenja proizvodnje / vlastite potrošnje proizvođača na NN,

4. Obračunsko mjerno mjesto za izravna jednofazna mjerenja proizvodnje / vlastite potrošnje proizvođača na NN

U nadležnosti Hrvatskog operatera prijenosnog sustava (HOPS-a) su [6]:

1. Obračunsko mjerno mjesto interkonekcije naponskih razina 110, 220 i 400 kV,
2. Obračunsko mjerno mjesto kupaca na naponskoj razini $U_n \geq 110$ kV,
3. Obračunsko mjerno mjesto proizvođača na naponskoj razini $U_n \geq$ kV,
4. Obračunsko mjerno mjesto Hrvatskih željeznica na naponskoj razini $U_n \geq 110$ kV
5. Obračunsko mjerno mjesto na sučelju HEP - Operatorom distribucijskog sustava d. o. o., na naponskoj razini 35(30) kV iii 110 kV,
6. Pomoćno obračunsko mjerno mjesto
 - a) na niženaponskoj strani TP 400/x kV i TP 220/x kV,
 - b) na vodovima između prijenosnih područja naponske razine $U_n \geq 110$ kV.

3.2. Popis mjernih slogova

Tablica 3.1. prikazuje mjernu opremu na svim mjernim mjestima mjernih slogova u nadležnosti HEP-ODS-a.

VRSTA OPREME	Slog 1	Slog 2	Slog 3	Slog 4	Slog 5	Slog 6	Slog 7	Slog 8	Slog 9
KOLIČINA									
Univerzalno intervalno kombi komunikacijsko brojilo	1	2	0	0	0	1	1	0	1
Komunikacijski modul u brojilu ili samostalan komunikacijski uređaj	1	1	1	1-po potrebi	1- po potrebi	1	1	1	1
SM transformator	3	3	0	0	0	3	3	0	0
Naponski mjerni transformator	3	0	0	0	0	0	0	0	0

SN osigurač naponskog mjernog transformatora	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Priključno mjerna kutija s automatskim osiguračima naponskih mjernih vodova	1	1	0	0	0	0	1	0	0
Automatski osigurači naponskih mjernih vodova u SN mjernom polju	3	0	0	0	0	3	0	0	0
Odvodnik prenapona za zaštitu brojila i komunikacijskog uređaja	3	3	3	3	1	3	3	3	3
Odvodnik prenapona za zaštitu komunikacijske linije (nije potreban u slučaju bežične komunikacije)	1	1	1	0	0	1	1	1	1
Mjerni ormar za smještaj opreme pod rednim brojevima 1, 2, 6, 8 i 9	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Tropolna osigurač-rastavna sklopka u priključno mjernom ormaru s mogućnošću plombiranja	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Osigurač za zaštitu odvodnika prenapona – po potrebi	0	0	0	0	0	0	3	0	0
Odvodnik prenapona za zaštitu komunikacijske linije (nije potreban u slučaju bežične komunikacije)	1	1	0	0	0	1	1	1	1

Priključno mjerni ormar za smještaj opreme pod rednim brojevima 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 i 8	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Intervalno kombi komunikacijsko brojilo	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Priključno mjerni ormar za smještaj opreme pod rednim brojevima 1, 2, 3, 4 i 5	0	0	1	0	0	0	0	1	1
Kombi komunikacijsko brojilo (poduzetništvo - P)	0	0	0	1	1	0	0	1	0
Komunikacijsko brojilo (kućanstvo - K)	0	0	0	1	1	0	0	0	0
MTU prijammnik s osiguračem (ako postoji sustav MTU u distribucijskoj mreži i želi se koristiti, a nije ugrađen u brojilo)	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Ograničavalo snage u brojilu s tipkalom za deblokadu u razdjelnici kupca	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Ograničavalo strujnog opterećenja u razdjelnici kupca	0	0	0	3	1	0	0	0	0
Priključno mjerni ormar za smještaj opreme pod rednim brojevima 1a ili 1b, 2, 3, 4 i 5	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Jednopolna osigurač-rastavna sklopka s mogućnošću plombiranja	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Naponski mjerni transformator sa SN osiguračem	0	0	0	0	0	3	0	0	0

Mjerni ormar za smještaj opreme pod rednim brojevima 1, 2, 5, 7 i 8	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Priključno mjerna kutija s automatskim osiguračima naponskih grana	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Četveropolni prekidač	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Četveropolna osigurač-rastavna sklopka s mogućnošću plombiranja	0	0	0	0	0	0	1	2	2
Priključno mjerni ormar za smještaj opreme pod rednim brojevima 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 i 9.	0	0	0	0	0	0	1	0	0

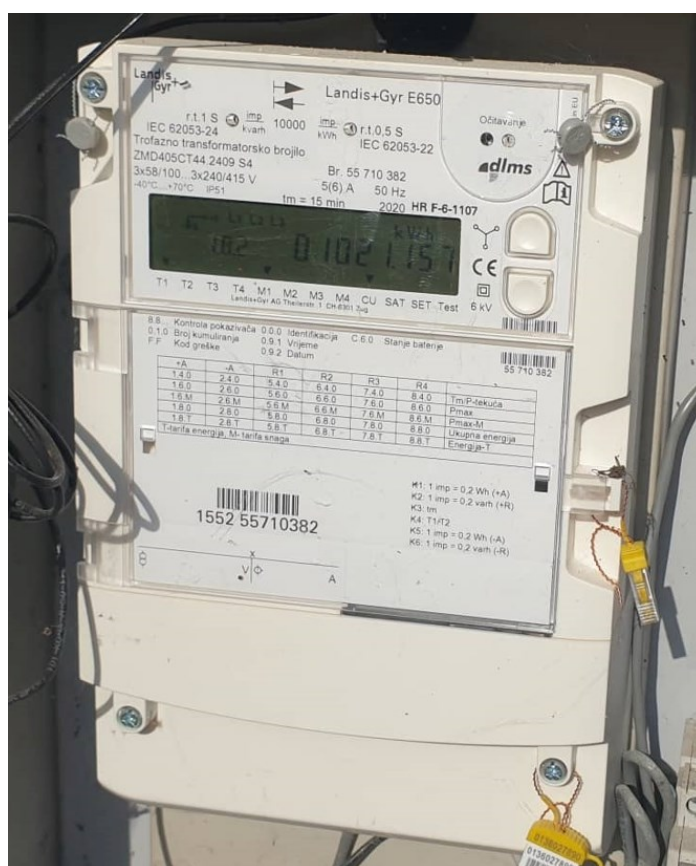
Tablica 3.1. mjerna oprema na svim mjernim mjestima mjernih slogova u nadležnosti HEP-ODS-a. [15]

4. MJERILA I MJERNA OPREMA

Mjerila uključuju mjerila električne energije, mjerne transformatore i uklopne satove koji moraju imati tipno odobrenje i važeću ovjeru.

4.1. Električno brojilo

Električna brojila su jedna od najvažnijih mjerila. Brojila se koriste za mjerenje i registriranje električne energije u nekom razdoblju koja je predana potrošaču. Radi svoje zadaće spadaju među posebnim mjernim instrumentima zbog velikog broja potrošača.



Slika 2.1. Digitalno električno brojilo

Električna brojila potrebna su za registriranje potrošene energije unutar prihvatljivog stupnja točnosti. Svaka značajna greška u registriranoj energiji može predstavljati gubitak za opskrbljivača električne energije ili za prekomjerno plaćanje potrošaču. Točnost je općenito propisana statutom za mjernu točku na kojoj je brojilo ugrađeno. Zakonske odredbe mogu također specificirati postupak koji treba slijediti u slučaju osporavanja točnosti.

Brojila električne energije mogu se klasificirati prema raznim vrstama [8]:

- Ovisno o izvedbi, imamo elektromehanička (indukcijska) brojila i elektronička (digitalna) brojila
- Prema vrsti energije koju mjere mogu biti brojila radne (djelatne) energije i brojila jalove energije
- Prema broju faza mogu biti jednofazna brojila i trofazna brojila
- Prema broju tarifa: jednotarifna, dvotarifna i višetarifna
- Prema načinu priključka: izravni, poluizravni (preko strujnog transformatora) i neizravni (preko strujnog i naponskog transformatora).

Univerzalno intervalno kombi komunikacijsko brojilo je trofazno brojilo i koristi se u mjernom slogu 1 i 2 za kupce te može imati neizravno i poluizravno mjerenje. Nema mogućnost ograničenja snage, a nazivni napon u V je 3x58 i 3x230/400. Nazivna struja u A je 5(6), 5(10), 1(1,2) i 1(2). Ima mogućnost mjerenja djelatne snage i jalove snage, a razred točnosti je 0.5S A, (0,5S) A, 1R. Mjerenje smjera je dvosmjerno A i R (4 kvadranta). Ima mogućnost mjerenja vršne snage i pohranjivanja krivulje opterećenja [5].

Intervalno kombi komunikacijsko brojilo je trofazno brojilo bez ograničenja snage. Koristi se za izravno mjerenje u mjernom slogu 3 za kućanstva. Nazivni napon u V je 3x234/400 a nazivna struja (A) je 5-100(120). Ima mogućnost mjerenja djelatne energije i jalove energije, a razred točnosti je 1 A, 2 R. Mjerenje smjera energije je A jednosmjerno, R dvosmjerno (2 kvadranta). Ima mogućnost mjerenja vršne snage i pohranjivanja krivulje opterećenja [5].

Kombi komunikacijsko brojilo za poduzetništvo je trofazno brojilo koje ima mogućnost ograničenja snage. Koristi se za izravna mjerenja u mjernom slogu 4. Nazivni napon u V je 3x230/40, a nazivna struja (A) 5-60. Ima mogućnost mjerenja djelatne i jalove energije, razred točnosti je 1 A, 2 R. Mjerenje smjera energije je A jednosmjerno, R dvosmjerno (2 kvadranta). Može mjeriti vršnu snagu, a ne može pohranjivati krivulje opterećenja [5].

Kombi komunikacijsko brojilo za poduzetništvo je jednofazno brojilo koje ima mogućnost ograničenja snage. Koristi se za izravna mjerenja u mjernom slogu 5. Nazivni napon u V je 230, a nazivna struja u A je 5-60. Moguće je mjerenje djelatne i jalove snage. Razred točnosti je 1 A, 2 R. Mjerenje smjera energije je A jednosmjerno, R dvosmjerno (2 kvadranta). Može mjeriti vršnu snagu, a ne može pohranjivati krivulje opterećenja [5].

Komunikacijsko brojilo koje se koristi u mjernom slogu 4 za kućanstva je izravno trofazno i ima mogućnost ograničenja snage. Nazivni napon u V je $3 \times 230/400$, a nazivna struja u V je 5-60. Može mjeriti djelatnu energiju, ali ne može mjeriti jalovu energiju. Razred točnosti je 2A, a mjerenje smjera energije je A jednosmjerno. Može mjeriti vršnu snagu, ali ne može pohranjivati krivulje opterećenja [5].

Komunikacijsko brojilo koje se koristi u mjernom slogu 5 je izravno jednofazno brojilo koje ima mogućnost ograničenja snage. Nazivni napon u V je 230, a nazivna struja je 5-60. Može mjeriti djelatnu energiju, ali ne može mjeriti jalovu energiju. Razred točnosti je 2 A, mjerenje smjera energije je A jednosmjerno. Može mjeriti vršnu snagu, ali ne može pohranjivati krivulje opterećenja [5].

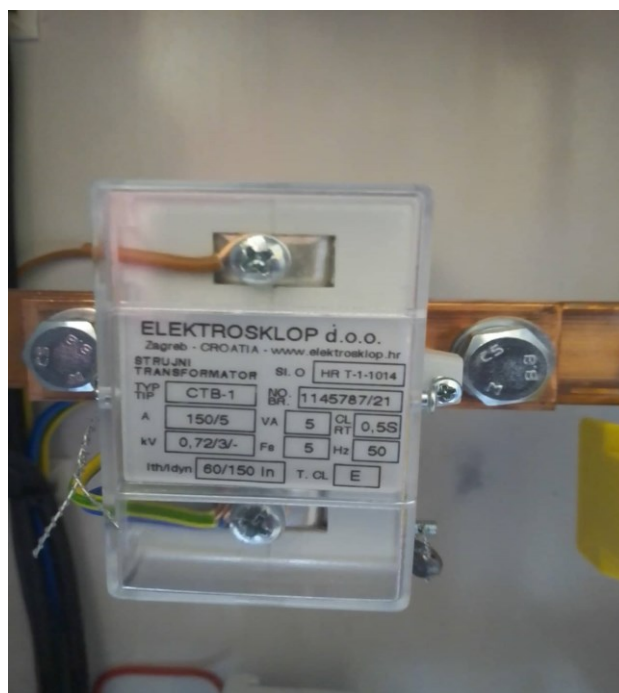
4.2. Mjerni transformator

Neizravna i poluizravna OMM imaju strujni i naponski mjerni transformator. Mjesto gdje se priključuje mjerni transformator zove se obračunska mjerna točka.

Ako je postrojenje na otvorenom, mjerni transformator se postavlja na metalne nosače kako bi bio sigurno postavljen povišeno od tla. Ako se radi o plinom izoliranom postrojenju, mjerni transformator se nalazi u plinom izoliranom zatvorenom sustavu. U postrojenjima nazivmen snage 35(30) kV, mjerne transformatore trebalo bi postaviti što bliže energetsom transformatoru, ali to može biti i u ogradnim čelijama ili sklopnim blokovima. Pri tom ta ćelija odnosno skupni blok postaje OMM [6].

Strujni transformator

Strujni transformator prikladno je projektiran mjerni transformator u kojemu je tijekom normalnog rada sekundarna struja gotovo proporcionalna primarnoj struji, a njezina se faza razlikuje od faze primarne struje za kut koji je blizu nule u slučaju pravilnog spajanja terminala. Strujni transformatori koriste se za mjerenje struja s visokim vrijednostima, koje se ne mogu mjeriti izravnim uključivanjem brojila zbog prekoračenja njihovih mjernih područja. Još jedna prednost mjernih transformatora je galvanska izolacija mjernih instrumenata od mjernog kruga koji je pod visokim naponom [9].



Slika 4.2. Strujni mjerni transformator

Osnovne značajke strujnog mjernog transformatora prikazane su na slici u nastavku.

Značajke	Oznaka	Iznos
Nazivni napon	U_n (kV)	35; 20; 10; 0,69
Maksimalni napon	U_m (kV)	38; 24; 12; 0,72
Nazivna primarna struja ^{*1}	I_{pr} (A)	Pravilnik o MT
Nazivna sekundarna struja	I_{sn} (A)	5; 1
Razred točnosti	kl. (r.t)	0.5S; 0.2S(>25 GWh/god)
Prošireni mjerni opseg ^{*2}	ext.(%)	120; 150; 200
Nazivna trajna termička struja	I_{cth} (A)	$1,2 \times I_n$ (1.5 ; 2)
Nazivna kratkotrajna termička struja	$I_{th}/I_n \times I_n$ (A)	Izračun po I_{th} i I_n
Faktor sigurnosti	F_s	5
Nazivna snaga ^{*3}	S_n (VA)	maksimalno 15

Tablica 4.3. Osnovne značajke strujnih mjernih transformatora [5]

„Ovisno o najvećoj očekivanoj struji prema priključnoj snazi iz EES potrebno je odabrati prošireni mjerni opseg (120%, 150% i 200%). Uobičajeno se koriste strujni mjerni transformatori s proširenim mjernim opsegom ext.(%) 120. Ako karakter potrošnje ili proizvodnje to opravdava treba koristiti strujne mjerne transformatore s ext.(%) 150 ili 200. Treba voditi računa da maksimalna struja brojila odgovara proširenom mjernom opsegu strujnog mjernog transformatora.“ [10]

Naponski transformator

Naponski transformatori koriste se za pretvaranje visokog napona u normalizirani niski naponski krug napajanja za mjerne instrumente, brojila, mjerače energije itd. Indukcijski naponski transformatori obično se grade kao jednofazni. U trofaznim sustavima takvi se transformatori kombiniraju u odgovarajući sustav ili se koriste trofazni transformatori. Ovisno o broju sekundarnih namota, naponski induktivni transformatori mogu imati jedan sekundarni namot ili više sekundarnih namota. Ovisno o namjeni, naponski transformatori dijele se na: naponske transformatore za mjerenja, predviđene za napajanje instrumenata, naponske transformatore za sigurnost, naponske transformatore za mjerenja i zaštitu [9].

„Kod neizravnog obračunskog mjerenja koriste se jednopolno izolirani naponski mjerni transformatori za nazivne napone mreže 35 (30), 20 i 10 kV. Za nazivne napone 10 i 20 kV moguće je koristiti naponske mjerne transformatore s prespojivim sekundarnim namotima.“ [10]



Slika 4.4. Naponski mjerni transformator [11]

Osnovne značajke naponskog mjernog transformatora prikazane su na slici u nastavku.

Karakteristike	Oznaka	Iznos
Nazivna frekvencija	f_n (Hz)	50
Maksimalni primarni napon	U_m (kV)	38; 24; 12
Nazivni primarni napon	U_{pn} (kV)	(35; 20; 10(20); 10)/1,73
Nazivni faktor napon/trajanje	V_f	1.9 / 8h
Nazivni sekundarni napon	U_{sn} (V)	100/1,73
Razred točnosti mjernog namota	kl. (r.t.)	0.5; 0.2 (> 25 GWh/god)
Granična termička snaga	(VA)	200
Nazivna snaga *1	(VA)	maksimalno 15

Slika 4.5. Osnovne značajke naponskog mjernog transformatora [5]

Za napajanje mjernih instrumenata koriste se mjerni naponski transformatori koje karakterizira visoka točnost transformacija pri primarnim naponima blizu nazivnih. Prilikom odabira naponskih mjernih transformatora, osim određivanja vrste i tipa transformatora, potrebno je utvrditi i prilagoditi sljedeće aspekte [10].

- priključni sustav transformatora,
- nazivni primarni napon,
- nazivni sekundarni napon,
- nazivnu klasu snage i točnosti.

Izbor nazivne snage transformatora i njegove klase točnosti od velike je važnosti pri odabiru transformatora za mjerne sustave. Nazivna snaga transformatora ovisi uglavnom o zbroju nazivnih snaga uređaja i uređaja spojenih na sekundarni namot. Kako bi transformator radio unutar potrebne klase točnosti, sekundarno opterećenje transformatora ne smije biti niže od 25% nazivnog opterećenja i ne smije prelaziti nazivno opterećenje. Napon transformatori koji se koriste za opskrbu zaštitnih sustava trebali bi biti karakterizirani odgovarajućom točnošću transformacija napona u stanju kvara gdje se javljaju iskrivljeni valni oblici [9].

4.3. Uklopni sat

Pravilnik o mjeriteljskim i tehničkim zahtjevima za mjerila vremena za periodično registriranje srednje vrijednosti vršne električne energije, DZM, NN 11/06 kaže da je uklopni sat „mjerilo vremena, odnosno „mehanički, elektromehanički i elektronički satni uređaji koji se mogu namjestiti za uklapanje ili isklapanje krugova po unaprijed zadanom programu preklapanja.“ [13]

„Sinkrono mjerilo vremena je mjerilo vremena kod kojega kao glavna vremenska osnova služi mrežna frekvencija. Kvarcno mjerilo vremena je mjerilo vremena kod kojega kao glavna vremenska osnova služi kvarcni oscilator. Ispitivanje tipa mjerila vremena obavlja se prema normi IEC 1038, odnosno odgovarajućoj hrvatskoj normi i odredbama Pravilnika. [13]

Osim uklopnog sata, kao tarifni uređaji u brojilu nalaze se MTU modul u brojilu i MTU uređaj uz brojilo te zajednički MTU uređaj u zajedničkom ormaru

4.4. Mjerna oprema

Mjerna oprema za mjerenje kakvoće električne energije potrebno je da sadržava sve za mjerenje parametara kakvoće električne energije uz najmanju moguću ukupnu nesigurnost kod mjerenja stvarnih veličina. Da bi se procijenila kvaliteta električne energije mogu se koristiti ograničene funkcije mjerenja kakvoće električne energije koje su implementirane u brojila.

4.4.1. Mjerni ormari

Ovo je oprema koja se uglavnom koristi pri mjerenjima i bilježenja volumena električne energije koja se koristi u nekom vremenskom razdoblju. Mjerni ormari sadrže brojne električne komponente poput glavnog prekidača, osigurača brojila, pa čak i prekidača. Mjerni ormari brojila odgovaraju širokom rasponu instalacija, poput stanica za punjenje i telekomunikacija. Električne kutije za brojila uvijek treba postaviti tako da im se lako može pristupiti, osobito na vanjskim bočnim stijenkama [14].

Mjerni ormari obično su izrađena od krute plastike ili metala poput čelika, nehrđajućeg čelika ili aluminija. Čelični ormari mogu biti obojeni ili pocinčani. Oprema za masovnu proizvodnju općenito će imati prilagođeno kućište, ali standardizirana kućišta izrađuju se za prilagođenu ili malu proizvodnju opreme. Za plastična kućišta ABS se koristi za unutarnje primjene koje nisu u teškim okruženjima. Kutije od polikarbonata, ojačane staklom i stakloplastike koriste se tamo gdje su potrebni jači ormari, a mogu dodatno imati i brtvu koja isključuje prašinu i vlagu.

Metalni ormari mogu zadovoljiti zahtjeve vodljivosti za električno sigurnosno lijepljenje i zaštitu zatvorene opreme od elektromagnetskih smetnji. Nemetalna kućišta mogu zahtijevati dodatne korake ugradnje kako bi se osiguralo pravilno spajanje metalnih vodova.

Ovdje je pregled vrsta električnih kutija za brojila koje možete koristiti:

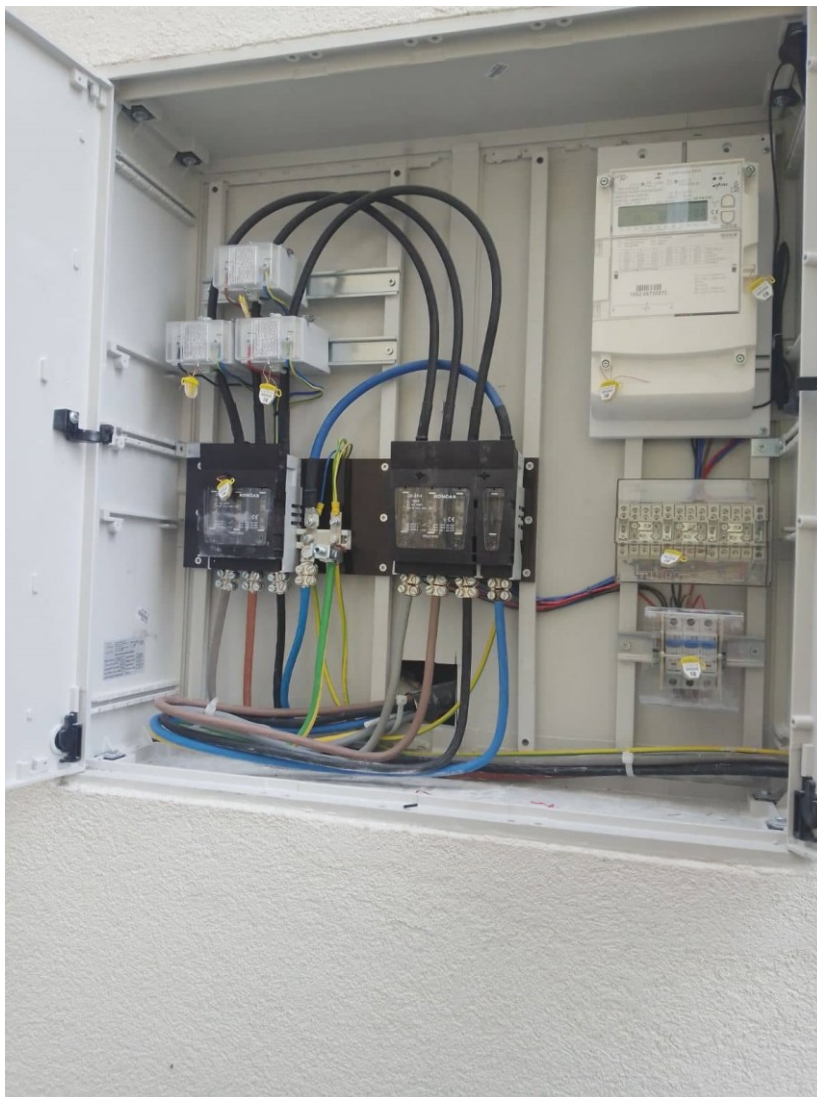
Prema namijeni mjerne ormare možemo podijeliti na [10]:

- a) priključne-mjerne ormare koji sadrže i primarnu priključnu opremu,
- b) mjerne ormare

Prema izvedbi mjerne ormare možemo podijeliti na [10]:

- a) ugradne ormare (u zid),
- b) nadgradne ormare (na zid),
- c) slobodnostojeće (u zemlji),
- d) samostojće montažne ormare (na podu u objektu).

„U Tehničkim uvjetima katalogizirane su sve moguće vrste mjernih ormara preko gornjih oznaka za namjenu i izvedbu, kao na primjer: A1 ugradni PMO u vanjski zid objekta, ogradni zid i slično, za npr. individualne stambene objekte, A3 slobodnostojeći PMO na granici javne i privatne površine, za npr. individualne poslovne objekte, B2 nadgradni MO na vanjskom ili unutarnjem zidu razdjelne TS SN/NN, za npr. neizravna i poluizravna OMM“ [10].



Slika 4.6. Primjer mjernog ormara

4.4.2. Ostala mjerna oprema

Ostala mjerna oprema su vodovi, priključnice, osigurači, uređaji za upravljanje tarifama, komunikacijski uređaji, uređaji za registriranje srednje snage i sumarnih obračunskih veličina i sl [6].

Za zaštitu uređaja od strujnog preopterećenja koriste se glavni osigurači koji se smještaju u osigurač rastavnu sklopku koja ima mogućnost plombiranja u priključno mjernom ormaru kod poluizravnih i izravnih OMM-ova. Kod izravnog mjerjenog OMM potrebno je minimalno 16 A pa sve do 100A za NVO izvedbu, odnosno prema priključnoj snazi u priključno mjernom ormaru poluizravnog OMM-a. Koriste se i SN osigurači koji služe za zaštitu naponskog mjernog transformatora [5].

„Za zaštitu sekundarnih energetske krugova kod neizravnog i poluizravnog OMM-a koriste se:

- a) automatski osigurači za zaštitu naponskih mjernih vodova:
 - Smještaj u PMK-14 karakteristike B6 A (neizravno i poluizravno OMM)
 - Smještaj u SN mjernom polju na početku naponskih mjernih vodova karakteristike B16 A (neizravno OMM)
 - Smještaj u NN razvodu na početku naponskih mjernih vodova karakteristike B16 A (poluizravno OMM sa mjernim ormarom)
- b) Osigurači za zaštitu odvodnika prenapona (poluizravno OMM):
 - Kada je propuštena struja glavnog osigurača veća od slijedne struje koja može biti ugašena u odvodniku prenapona
 - Karakteristike prema vrsti odvodnika prenapona
 - Poštivanje selektivnosti prema glavnom osiguraču.“ [5].

„Zaštitni uređaji komunikacijskih krugova su automatski osigurači za zaštitu vanjskog komunikacijskog uređaja ili MTU prijemnika karakteristike B6 A.“ [5].

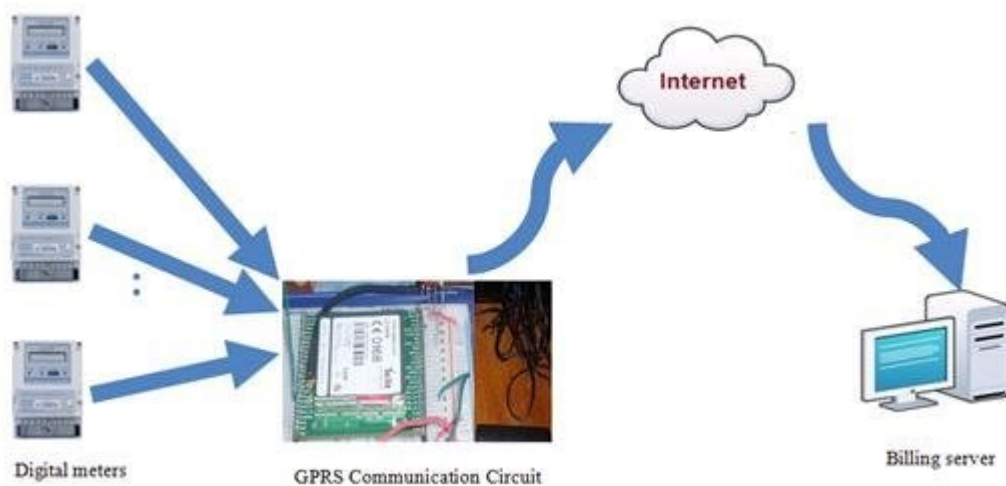
4.5. AMR sustav

Automatsko očitavanje brojila (AMR) je tehnologija koja se koristi za automatsko prikupljanje statusa, dijagnostike i podataka o potrošnji s uređaja za mjerenje plina, struje ili vode. AMR zatim prenosi te podatke u središnju bazu podataka zbog analize, naplate i rješavanju problema.

AMR tehnologije uključuju ručne, mobilne i mrežne tehnologije temeljene na telefonskim platformama (žičnim i bežičnim), radiofrekvencijskim (RF) ili prijenosu putem električne mreže.

S obzirom na dohvaćanje mjernih podataka AMR sustav se može podijeliti u dvije skupine :

- pokretne (engl. walk-by, drive-by) sustave
- fiksne sustave [17].



Slika 4.6. Arhitektura AMR sustava [16]

5. ZAKLJUČAK

Za preuzimanje ili isporuku električne energije u mrežu koristi se obračunsko mjerno mjesto, primopredaja električne energije se vrši na OMM. Mjerni slog u obračunskom mjernom mjestu može se definirati kao funkcionalni skupovi mjerila i ostale opreme potrebne za zakonsko mjerenje parametara električne energije na obračunskom mjernom mjestu.

Postoji pet različitih mjernih slogova na obračunskim mjernim mjestima u nadležnosti distributera za područje Republike Hrvatske HEP-ODS.

Mjerni slogovi, ovisno o potrebi, mogu sadržavati sljedeću mjernu opremu: komunikacijsko brojilo, nisko naponske, srednje naponske i visoko naponske mjerne transformatore (strujni i/ili naponski, osigurač naponskog mjernog transformatora, priključno-mjernu kutiju, osigurač naponskih mjernih vodova, odvodnike prenapona i mjerni ormar.

Brojila električne energije se koriste pri mjerenju i registriranju električne energije u nekom razdoblju koja je predana potrošaču. Radi svoje zadaće spadaju među obračunske zakonske mjerne instrumente. Mogu se podijeliti, prema izvedbi, prema vrsti energije koju mjere, prema broju faza, prema broju tarifa, prema načinu priključka.

Svako obračunsko mjerno mjesto mora imati strujni i naponski mjerni transformator. Mjesto gdje se priključuje mjerni transformator zove se obračunska mjerna točka.

Prema prikupljenim informacijama HEP je od 2018. godine sve do danas ugradio preko 360,000 takozvanih pametnih brojila preko kojih se daljinsko očitavaju potrebni podaci.

U okviru završnog rada može se očekivati da će s povećanjem potrošnje električne energije i povećanjem broja malih proizvođača energije utjecati na provedbu daljeg razvoja navedenih mjernih uređaja i uvođenja većeg broja tarifa za potrošače.

LITERATURA

- [1] Opći uvjeti za korištenje mreže i opskrbu električnom energijom, NN 104/2020
- [2] Lipošćak, Z. (2013). Mjerna pravila HEP ODS-a. Dostupno na: https://www.ho-cired.hr/images/SEMINARI/2013_mrezna_pravila/Tema_6_1.pdf [1.9.20201.]
- [3] HEP (n.d.) Što je broj obračunskog mjernog mjesta (OMM)? Dostupno na: <https://www.hep.hr/elektra/kupci/cesta-pitanja/sto-je-broj-obracunskog-mjernog-mjesta-omm/1588> [1.9.20201.]
- [4] Dai, W., Cremaschi, S., Subramanib, H. J., & Gao, H. (2017). Estimation of Data Uncertainty in the Absence of Repetition Experiments. In Computer Aided Chemical Engineering (Vol. 40, pp. 313-318). Elsevier.
- [5] Trupinić, K. (2011). Tehnički zahtjevi na mjerna mjesta kupaca. Dostupno na: https://www.ho-cired.hr/images/SEMINARI/Tehnicky_zah_tjevi_2011/SO6-T2.pdf [1.9.20201.]
- [6] HOPS (2015). Tehnička pravila za obračunska mjerna mjesta Hrvatskog operatora prijenosnog sustava d.o.o. Dostupno na: https://www.hops.hr/pagefile/9x7qxO0uDqIwsAfz08zybV/ostalipropisi/Odluka_Uprave_HO_PS_d.o.o._br._92.4.15_s_privitkom.pdf [1.9.20201.]
- [7] Karavidović, D. (2011). Tehnički zahtjevi na mjerna mjesta proizvođača. Dostupno na: https://www.ho-cired.hr/images/SEMINARI/Tehnicky_zah_tjevi_2011/SO6-T3.pdf
- [8] Bego, V. (2003). . Mjerenja u elektrotehnici“, 9. dopunjeno izdanje. Zagreb: Graphis
- [9] 911electronic (n.d.) Measuring and Instrument Transformers. [online] Dostupno na: <https://911electronic.com/measuring-instrument-transformers/> [1.9.20201.]
- [10] Trupinić, K. i Fabris, V. (2012). Tehnički uvjeti na obračunska mjerna mjesta u nadležnosti HEP -ODS-a. Hrvatski ogranak međunarodne elektrodistribucijske konferencije: 3(9)
- [11] Elektrosklop (n.d.). Strujni mjerni transformatori natičnog tipa bez primarnog namota. Dostupna: <http://www.elektrosklop.hr/strujni-transformatori-naticnog-tipa-bez-primarnog-namota/> [1.9.20201.]
- [12] Elektrosklop (n.d.). Naponski transformatori. Dostupno na: <http://www.elektrosklop.hr/naponski-transformatori/> [1.9.20201.]

- [13] Pravilnik o mjeriteljskim i tehničkim zahtjevima za mjerila vremena za periodično registriranje srednje vrijednosti vršne električne energije, DZM (NN br. 11/06)
- [14] E-Abel (2021). 2 Types of Electrical Meter Boxes. Dostupno na: <https://www.eabel.com/2-types-of-electrical-meter-boxes/> [1.9.20201.]
- [15] Jurilj, K. i Tripunić, K. (2011). Puštanje u pogon, nadzor i kontrola mjernog mjesta. Dostupno na: https://www.ho-cired.hr/images/SEMINARI/Tehnicki_zahitjevi_2011/SO6-T4.pdf [1.9.20201.]
- [16] Smart AMR Meter Reading Systems for Water, Gas & Electricity. Dostupno na: <https://smartertechnologies.com/smart-amr-meter-reading-systems-for-water-gas-electricity/#Chapter1>

SAŽETAK

Mjerni slog u obračunskom mjernom mjestu može se definirati kao funkcionalni skupovi mjerila i ostale mjerne opreme kojima se mjere parametri električne energije na obračunskom mjernom mjestu. Mjerni slogovi, ovisno o potrebi, obično sadrže sljedeću mjernu opremu: komunikacijsko brojilo, mjerni transformator (strujni i/ili naponski, osigurač naponskog mjernog transformatora, priključno-mjernu kutiju, osigurač naponskih mjernih vodova, odvodnike prenapona i mjerni ormar. Obračunsko mjerno mjesto je mjesto preuzimanja ili isporuke električne energije u mreži, na kojem se pomoću mjerila i druge opreme mjere parametri električne energije radi obračuna ili kompenzacije. Brojila se koriste za mjerenje i registriranje električne energije u nekom razdoblju koja je predana potrošaču. Radi svoje zadaće spadaju među posebnim mjernim instrumentima zbog velikog broja potrošača električne energije. Postoje razne vrste, prema izvedbi, prema vrsti energije koju mjere, prema broju faza, prema broju tarifa, prema načinu priključka. Svako obračunsko mjerno mjesto mora imati strujni i naponski mjerni transformator. Mjesto gdje se priključuje mjerni transformator zove se obračunska mjerna točka. Uklopni sat je mehanički, elektromehanički i elektronički satni uređaj koji se može namjestiti za uklapanje ili isklapanje krugova po unaprijed zadanom programu preklapanja. Ove sve komponente stavljaju se u mjerne ormare.

Ključne riječi: mjerni slog, obračunsko mjerno mjesto, električno brojilo, mjerni transformator, mjerni ormar

ABSTRACT

The metering set in the billing metering point can be defined as functional sets of meters and other metering equipment that measure the parameters of electricity at the billing metering point. Measuring sets, depending on the need, usually contain the following measuring equipment: communication meter, measuring transformer (current and / or voltage, voltage measuring transformer fuse, connection-measuring box, voltage measuring line fuse, surge arresters and measuring cabinet. place of taking over or delivery of electricity in the network, where the parameters of electricity are measured with the help of meters and other equipment for calculation or compensation. instruments due to the large number of electricity consumers. There are different types, according to performance, according to the type of energy they measure, according to the number of phases, according to the number of tariffs, according to the connection method. the transformer is called the billing metering point . The timer is a mechanical, electromechanical and electronic clock device that can be set to switch circuits on or off according to a predefined switching program. All these components are placed in measuring cabinets.

Keywords: metering set, billing metering point, electric meter, measuring transformer, measuring cabinet

ŽIVOTOPIS

Leo Domanović rođen je 2. kolovoza 1998. godine u Požegi, Republika Hrvatska. U Požegi završava Osnovnu školu „Dobriše Cesarića“, potom srednju Tehničku školu u Požegi. Po završetku srednje škole upisuje Stručni studij Elektroenergetike na Fakultetu elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija u Osijeku.