

Ivan Dizdar
HEP Operator distribucijskog sustava d.o.o.
ivan.dizdar@hep.hr

Ivan Špoljar
HEP Operator distribucijskog sustava d.o.o.
ivan.spoljar@hep.hr

Ivica Hadjina
HEP Operator distribucijskog sustava d.o.o.
ivica.hadjina@hep.hr

SUSTAV ZA AUTOMATSKI NADZOR MJERENJA S NAPREDNIM BROJILIMA

SAŽETAK

Referat opisuje mogućnosti primjene funkcija i mjernih podataka očitanih iz naprednih brojila za nadzor ispravnosti i kvalitete obračunskog mjerenja. Mogućnosti naprednih brojila su posebno značajne za nadzor mjernih mjesta u poluizravnom i neizravnom spoju budući da su takva mjerna mjesta radi većeg broja ugrađenih mjernih uređaja i opreme (mjerni transformatori, osigurači naponskih grana) podložnija nastajanju kvarova. Kako su mjerna mjesta najvećih potrošača upravo u neizravnom spoju (potrošači na srednjem naponu) i poluizravnom spoju (potrošači na niskom naponu sa priključnom snagom preko 50kW) od izuzetnog značaja je što brže otkrivanje kvara ili neke druge nepravilnosti na mjernom mjestu poput neovlaštene potrošnje.

Ključne riječi: napredna brojila, nadzor mjerenja, tehničke validacije, AMR

AUTOMATED CONTROL SYSTEM FOR SMART METER MEASUREMENTS

SUMMARY

The paper describes the possibilities of using functions and metering results from smart meters for monitoring the accuracy and quality of billing relevant metering results. The capabilities of smart meters are especially important for the monitoring of measuring points in the semi-direct and indirect connection, because that types of measuring points are more susceptible to malfunctions due to the larger number of installed devices and equipment (measuring transformers, fuses of voltage branches). The measuring points of the largest consumers are in the indirect connection (medium voltage consumers) and the semi direct connection (low voltage consumers with maximum demand over 50kW), and it is of very important to detect faults or other irregularities at the measuring point, such as unauthorized consumption, as quickly as possible.

Key words: smart meters, measurment monitiring, technical validations, AMR

1. UVOD

Mjerna mjesta u neizravnom i poluizravnom spoju ugrađena su kod najvećih potrošača. Pored samog brojila kao glavnog mjernog uređaja sadrže i strujne transformatore (poluizravni spoj), strujne i naponske transformatore (neizravni spoj) te ostale uređaje i opremu poput komunikatora, osigurača naponskih grana, priključne mjerne redne stezaljke i odvodnika prenapona. Veći broj uređaja i komponenti te znatno složenije ožičenje u odnosu na izravna mjerna mjesta povećavaju mogućnost nastanka kvarova koji za posljedicu imaju neispravno mjerenje ili potpuni prestanak mjerenja potrošnje ili proizvodnje električne energije. Ranije dok su upotrebi bile starije generacije brojila ovakvi kvarovi su se otkrivali jedino detaljnom periodičkom kontrolom mjernog mjesta na terenu ili kroz izvanredne kontrole pokrenute temeljem većih odstupanja izmjerenih vrijednosti energije u odnosu na prethodna razdoblja. Pojavom modernijih elektroničkih brojila te uvođenjem brojila u sustav daljinskog očitavanja (AMR) pojavile su se i nove mogućnosti detekcije kvarova na mjernim mjestima bez izlaska na teren. Kod prvih generacija daljinski očitavanih brojila prikupljale su se ostale neobračunske mjerene veličine poput faznih napona i protoka energije u negativnom smjeru prilikom redovitog mjesečnog očitavanja te bi se iz kreiranih izvještaja detektirali kvarovi i nepravilnosti. Novijim generacijama brojila pojavilo se sve više mogućnosti za detekciju kvarova, a uvođenjem kvalitetnijih i jeftinijih komunikacijskih kanala (GPRS, UMTS, LTE) pojavila se mogućnost dnevnog prikupljanja podataka. Tijekom 2018. godine uvedeni su novi AMR-sustavi čime se u potpunosti automatiziralo prikupljanje mjernih podataka te se otvorila mogućnost uspostave sustava za automatski nadzor i alarmiranje u slučaju kvarova na mjernim mjestima.

2. USPOSTVA SUSTAVA NADZORA MJERNIH MJESTA

2.1. Opremanje mjernih mjesta naprednim brojlama i IP komunikatorima

Preduvjet za izvedbu kvalitetnog nadzora mjernih mjesta je opremanje mjernih mjesta naprednim brojlama te komunikatorima sa IP protokolom (GPRS/UMTS/LTE). U tu svrhu poduzete su sljedeće akcije:

Napravljen popis je mjerenih veličina koje se mogu iskoristiti za nadzor ispravnosti mjerenja te prema njima tipizacija za sva nova brojila koja se nabavljaju za ugradnju na poluizravna i neizravna mjerna mjesta. Definiran standardan skup i format mjernih podataka prema kojem brojila moraju biti parametrisana. Brojila moraju imati:

- mjerenje radne energije u dva smjera
- mjerenje jalove energije u 4 kvadranta
- mjerenje radne energije po fazama u u dva smjera
- mjerenje struje po fazama
- mjerenje napona po fazama
- mjerenje nesimetrije struja po fazama
- mjerenje nesimetrije napona po fazama
- mjerenje $\cos \Phi$ ukupno i po fazama
- Snimanje pogonskih događaja poput vremena prekida i povratka napajanja, prenapona i podnapona po fazama.
- Snimanje 15-minutnih krivulja kumulativa radne i jalove energije
- Snimanje 15-minutnih krivulja faznih napona, faznih struja i nulte struje

2.2. Standardizacija parametara brojila

Usporedno definiranjem uvjeta koje moraju zadovoljiti nova brojila napravljena je analiza svih tipova brojila i varijanti firmwarea u brojilima koji su već u upotrebi u mreži te su prema tehničkim mogućnostima brojila određeni:

- Tipovi brojila koji će se i dalje koristiti
- Tipovi brojila koji će se prioritarno mijenjati
- Tipovi brojila koji se koristiti do isteka roka ovjere i više se neće vraćati u mrežu

Za svaki tip brojila i varijantu firmwarea koji se će se i dalje koristiti napravljena je standardna shema parametara kako bi se dobio maksimalan moguć skup mjernih podataka koji će se koristiti za nadzor mjernog mjesta i kako bi se ujednačio format podataka prema novim brojilima.

Napravljen je plan kontrole svih mjernih mjesta u neizravnom i poluizravnom spoju u kojem je za svako mjesto određeno postupanje koje može biti:

- Zamjena brojila
- Parametriranje brojila upisivanjem standardne sheme parametara
- Zamjena i parametiranje brojila nisu potrebni – uređaji odgovaraju standardiziranim zahtjevima

Pored zamjene brojila predviđena je zamjena svih GSM komunikatora komunikatorima sa IP protokolom (GPRS/UMTS/LTE). Prioritet kontrola, zamjena brojila i parametriranja brojila je stavljen na mjerna mjesta u neizravnom spoju što je obavljeno tijekom 2018. i 2019. godine.

Kao pomoć pri kontrolama mjernih mjesta i izvršenju parametriranja brojila instaliran je poslužitelj sa uslužnim aplikacijama proizvođača svih brojila koja se koriste te je su na poslužitelj postavljene nove parametarske datoteke i upute za provedbu parametriranja. Aplikacije na također poslužitelju omogućuju nadzor komunikacije prema brojilima te kontrolu vektorskog dijagrama na brojilu.

3. USPOSTVA AUTOMATSKOG SUSTAVA TEHNIČKIH VALIDACIJA

3.1. Opis izvedbe tehničkih validacija na AMR sustavima

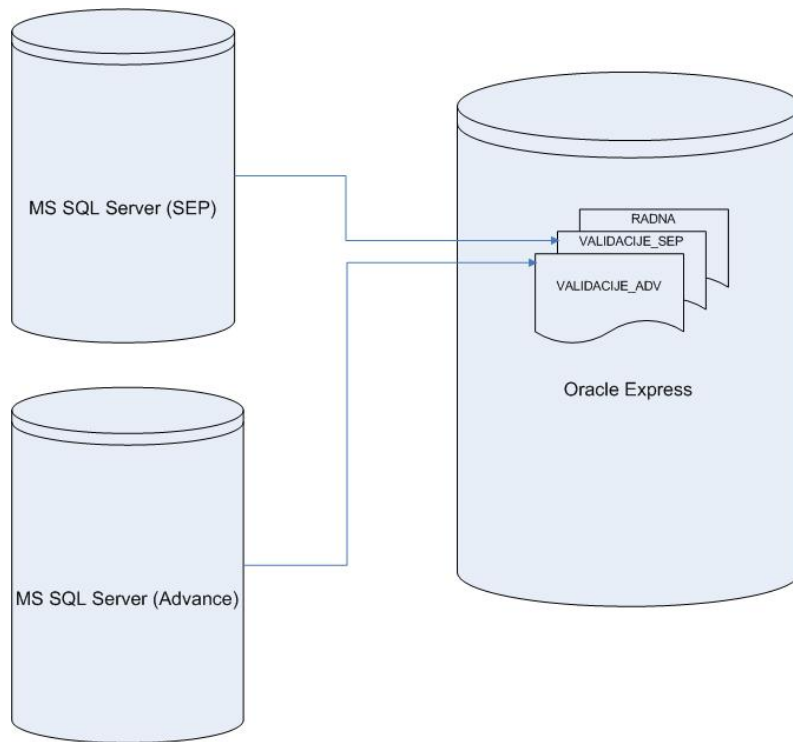
Paralelno sa opremanjem i kontrolama mjernih mjesta pokrenuta je izrada sustava automatskog validiranja mjernih podataka korištenih za nadzor mjernih mjesta u neizravnom i poluizravnom spoju. AMR sustavi su podešeni i pripremljeni za prihvatanje mjernih podataka korištenih za tehničke validacije, a za sva brojila očitavana po IP protokolu podešeno je satno prikupljanje podataka. Skup izvještaja koji se kreiraju u svrhu provjera eventualnih nepravilnosti na brojilima i mjernim rezultatima se zajedničkim imenom nazivaju tehničke validacije.

Projektom je bilo obuhvaćeno:

- prikupljanje i dohvatanje (kopiranje) mjernih podataka iz baza podataka AMR sustava (SEP i Advance) u Oracle Express bazu (u sheme VALIDACIJE_SEP i VALIDACIJE_ADV)
- kopiranje podataka iz gore navedenih pojedinačnih shema u radnu shemu i njihova daljnja obrada (uparivanje sa Billing podacima i daljnje izvršenje obrada nad tim podacima)
- automatsko slanje obrađenih podataka mail-om na adrese korisnika koji su po pojedinom DP-u zaduženi za analizu izvještaja

Proces kreće od prikupljanja podataka sa AMR baza podataka u za njih namijenjene tablice na strani MS SQL Server-a, zasebno na SEP i Advance bazama i njihovo daljnje kopiranje u Oracle Express bazu u sheme koje su za njih pripremljene.

Ovaj korak je bilo nužno napraviti kako se bi se izbjegla mogućnost povrede pravila GDPR-a i eventualno curenje korisničkih informacija iz HEP-ovih informacijskih sustava. Iz tog razloga su izrađene sheme „VALIDACIJE_ADV“ i „VALIDACIJE_SEP“ koje sadrže samo tablice u koje se podaci kopiraju i nemaju nikakva prava prema ostalim sustavima i bazama podataka unutar HEP mreže.



Slika 1 Shema izvedbe tehničkog rješenja obrade podataka za tehničke validacije

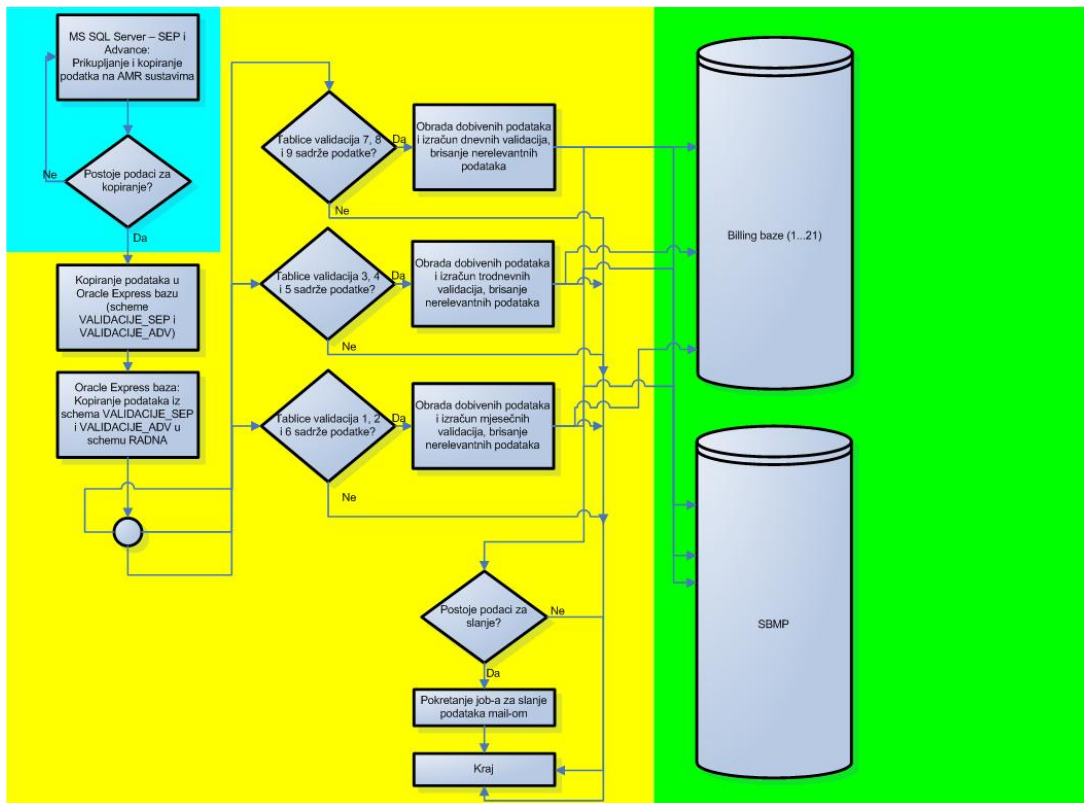
Nakon što podaci sjednu u tablice počinje njihovo kopiranje u shemu „RADNA“ i njihova daljnja obrada, kopiranje matičnih podataka (adrese, konstante, naziv kupca, ees snaga, ...) i izračun samih validacija. Shema „RADNA“ ima pristup svim Billing bazama i Samostalnoj bazi mjernih podataka, to je realizirano preko DB link-ova. Naknadno se nakon procesa izračuna validacija po svim tablicama tehničkih validacija obrišu podaci mjernih mjesta koja nisu pala validacije te su potom podaci spremni za slanje.

Validacije se odrađuju na dnevnoj, trodnevnoj i mjesečnoj bazi, ovisno o kojoj validaciji se radi. Dogovoreno je da se validacije „Fatalne greške brojila“, „Nesimetrije napona, podnapona i prenapona“ i „Odnos neutralne struje i faznih struja kod poluizravnog i neizravnog mjerenja“ izvršavaju na dnevnoj bazi, tj. jednom dnevno.

Validacije „Nesimetrija potrošnje po fazama i potrošnja 0 po fazama kod potrošača“, „Protok u negativnom smjeru po nekoj od faza, a nije proizvođač“, „Nesimetrija proizvodnje po fazama i proizvodnja 0 po fazama kod proizvođača“ se izvršavaju svaka tri dana, dok se validacije „Podstruje brojila/mjernih transformatora“, „Nadstruje brojila/mjernih transformatora“ i „Razlika potrošnje u registrima energija po fazama i registara ukupne energije“ izvršavaju jednom mjesečno.

U Oracle Express bazi su izrađeni tzv. job-ovi (automatski schedul-irane procedure) koji se pokreću jednom dnevno, svaka 3 dana i jednom mjesečno koji okidaju procedure slanja dobivenih podataka mail-om na mail adrese korisnika po DP-ima.

Ovaj korak je riješen pomoću UTL_SMTP sistemskih baznih procedura koje omogućuju direktno slanje mail-a i privitaka korisnicima iz same baze, bez potrebe za angažiranjem vanjskih servisa (Exchange servera i sl.).



Slika 2. Dijagram toka procesa tehničkih validacija

3.2. Mjerni rezultati korišteni u tehničkim validacijama i opisi algoritama

Mjerni rezultati korišteni pri izradi validacija su:

- Kumulativni radne energije po fazama u pozitivnom i negativnom smjeru: *GRID: A+_L1_T0, GRID: A+_L2_T0, GRID: A+_L3_T0, GRID: A-_L1_T0, GRID: A-_L2_T0, GRID: A-_L3_T0*
- Struje po fazama iz krivulje: *LP: I1, LP: I2 LP: I3*
- Nulta struja iz krivulje: *LP: In*
- Naponi po fazama iz krivulje: *LP: U1, LP: U2 LP: U3*
- Registar fatalne greške: *INFO: FF*
- Maksimalne snage u pozitivnom i negativnom smjeru: *P+_T1, P+_T2, P-_T1, P-_T2*

Implementirane su sljedeće validacije:

- Nesimetrija potrošnje po fazama i potrošnja 0 po fazama kod potrošača
- Nesimetrija proizvodnje po fazama i proizvodnja 0 po fazama kod proizvođača
- Protok energije u negativnom smjeru po nekoj od faza, a mjerno mjesto nije proizvođač
- Nesimetrija napona, podnapona, prenapona
- Odnos neutralne struje i faznih struja
- Nadstruje brojila i strujnih mjernih transformatora
- Podstruje brojila i strujnih mjernih transformatora
- Fatalna greška brojila (FF)

Validacije se automatski ovisno o prioritetu odrađuju na dnevnoj, tjednoj i mjesečnoj bazi. Generirani popis mjernih mjesta koja su pala neku od validacija automatski se šalje na e-mail osobama zaduženim za održavanje mjernih mjesta u poluizravnom i neizravnom spoju na daljnje postupanje.

3.2.1 Nesimetrija potrošnje po fazama i potrošnja 0 po fazama kod potrošača

- **Primjena:**

Nesimetrija potrošnje može ukazati na različite nepravilnosti pri mjerenju. Poseban slučaj nesimetrije je potrošak 0 po jednoj ili više faza.

Moguća detekcija:

- Kvar - izgaranje mjernog transformatora ili osigurača naponske grane, prekid naponske grane
- Neovlaštena potrošnja – namjerno premoštenje strujne grane ili prekid naponske grane
- Neispravan spoj (ne odgovaraju strujne grane naponskima, krivo usmjerene strujne grane)

Moguća lažna detekcija:

- Stvarna nesimetrija koju uzrokuje sam potrošač svojim trošilima.

- Ulazni parametri iz AMR sustava očitani iz brojila:

- $A+_L1$ – kumulativ energije u pozitivnom smjeru faze 1
- $A+_L2$ – kumulativ energije u pozitivnom smjeru faze 2
- $A+_L3$ – kumulativ energije u pozitivnom smjeru faze 3

- Kriterij validiranja:

U zadanom periodu validiranja izračunaju se potrošci po svakoj fazi te se uspoređuju sa ukupnim potroškom. Ukoliko je udio potroška bilo koje faze u ukupnoj potrošnji manji od zadane vrijednosti mjerno mjesto pada validaciju i potrebna je kontrola.

3.2.2 Nesimetrija proizvodnje po fazama i proizvodnja 0 po fazama kod proizvođača

- **Primjena:**

Nesimetrija proizvodnje može ukazati na različite nepravilnosti pri mjerenju. Poseban slučaj nesimetrije je proizvodnja 0 po jednoj ili više faza.

Moguća detekcija:

- Kvar - izgaranje mjernog transformatora ili osigurača naponske grane, prekid naponske grane
- Neispravan spoj (ne odgovaraju strujne grane naponskima, krivo usmjerene strujne grane)

Moguća lažna detekcija:

- Stvarna nesimetrija koju uzrokuje sam proizvođač svojom opremom

- Ulazni parametri iz AMR sustava očitani iz brojila:

- A_L1 – kumulativ energije u negativnom smjeru faze 1
- A_L2 – kumulativ energije u negativnom smjeru faze 2
- A_L3 – kumulativ energije u negativnom smjeru faze 3

- Kriterij validiranja:

U zadanom periodu validiranja izračuna se predana energija u mrežu po svakoj fazi te se uspoređuju sa ukupno predanom energijom. Ukoliko je udio energije bilo koje faze u ukupnoj energiji manji od zadane vrijednosti mjerno mjesto pada validaciju i potrebna je kontrola.

3.2.3 Protok u negativnom smjeru po nekoj od faza, a nije proizvođač

- **Primjena:**

U slučaju da je izmjeren protok energije u negativnom smjeru po bilo kojoj fazi, a na mjernom mjestu nije evidentiran proizvođač moguće su sljedeće nepravilnosti:

- Neispravni mjerni uređaji (velika kutna greška mjernog transformatora u režimu kada je kut blizu 90°)
- Neispravan spoj (ne odgovaraju strujne grane naponskima, krivo usmjerene strujne grane)
- Neovlaštena proizvodnja

Moguća lažna detekcija:

- Motorni pogoni pri kočenju (liftovi, kamenoklesarski strojevi)

- Ulazni parametri iz matičnih podataka:

- K – konstanta
- Proizvođač (Da/Ne)

- Ulazni parametri - AMR sustav

- A_L1 – kumulativ energije faze 1 u negativnom smjeru
- A_L2 – kumulativ energije faze 2 u negativnom smjeru
- A_L3 – kumulativ energije faze 3 u negativnom smjeru

- Kriterij validiranja:

U zadanom periodu validiranja izračuna se energija po svakoj fazi u zabilježena u registrima za negativan protok energije. Ukoliko je po bilo kojoj fazi pojavi registrirana energija mjerno mjesto pada validaciju i potrebna je kontrola. Ukoliko se kontrolom utvrdi ispravnost mjernog mjesta potrebno je postaviti granicu tolerancije količine registrirane energije u negativnom smjeru kako bi se izbjegla lažna detekcija.

3.2.4 Nesimetrija napona, podnapon i prenapon

- **Primjena:**

Nesimetrija napona može ukazivati na loše naponske prilike u mreži, a isto tako može biti i indikator neispravnog mjerenja. U slučaju velikog odstupanja ili je jedan ili više napona 0 radi se o neispravnom mjerenju

Moguća detekcija:

- Loše naponske prilike u mreži
 - Preopterećenje priključka
 - Neispravan naponski transformator
 - Neispravan osigurač naponske grane ili loš spoj u naponskoj grani.
- Ulazni parametri iz matičnih podataka:
 - U_m – napon mjerenja
 - $U\%$ - dozvoljeno odstupanje u %
 - $\Delta U\%$ - dozvoljena nesimetrija u %
 - Ulazni parametri iz AMR sustava – očitani iz brojila
 - U_1 – napon faze 1
 - U_2 – napon faze 2
 - U_3 – napon faze 3
 - Kriteriji validiranja

Ako je $U_m = 0,4\text{kV}$

 - Ako je bilo koji napon u promatranom razdoblju $U_1, U_2, U_3 > 230 \cdot (1 + U\%/100)$ → Označi kao prenapon
 - Ako je bilo koji napon u promatranom razdoblju $U_1, U_2, U_3 < 230 \cdot (1 - U\%/100)$ → Označi kao podnapon
 - Ako je bilo koja razlika napona sa istom vremenskom oznakom u promatranom razdoblju $|U_1 - U_2|, |U_1 - U_3|, |U_2 - U_3|, > 230 \cdot \Delta U\%/100$ → Označi kao nesimetriju

Ako je $U_m > 0,4\text{kV}$

 - Ako je bilo koji napon u promatranom razdoblju $U_1, U_2, U_3 > 57,73 \cdot (1 + U\%/100)$ → Označi kao prenapon
 - Ako je bilo koji napon u promatranom razdoblju $U_1, U_2, U_3 < 57,73 \cdot (1 - U\%/100)$ → Označi kao podnapon
 - Ako je bilo koja razlika modula napona sa istom vremenskom oznakom u promatranom razdoblju $|U_1 - U_2|, |U_1 - U_3|, |U_2 - U_3|, > 57,73 \cdot \Delta U\%/100$ → Označi kao nesimetriju

Ako je bilo koji od navedenih kriterija validiranja zadovoljen mjerno mjesto pada validaciju i potrebna je kontrola na terenu.

3.2.5 Odnos neutralne struje i faznih struja

- **Primjena:**

Neutralna struja je vektorski zbroj faznih struja i ukazuje na nesimetriju. Povećana vrijednost neutralne struje može biti indikator kvara ili neispravnog spoja posebno kod mjerenja na srednjem naponu gdje ne postoji nulti vodič.

Moguća detekcija:

- Kvar – neispravan mjerni transformator
- Neovlaštena potrošnja – namjerno premoštenje strujne grane ili prekid naponske grane
- Neispravan spoj (krivo usmjerene strujne grane)

Moguća lažna detekcija:

- Stvarna nesimetrija koju uzrokuje sam potrošač svojim trošilima.

- Ulazni parametri iz AMR sustava očitani iz brojila:

- I_1 – struja faze 1
- I_2 – struja faze 2
- I_3 – napon faze 3
- I_n nulta struja

- Kriterij validiranja:

Uspoređuje se nulta struja sa faznim strujama. Ukoliko je postotak nu

3.2.6 Nadstruje brojila/mjernih transformatora

- **Primjena:**

Nadstruja brojila ukazuje na preopterećenje brojila i strujnih transformatora te mjerenje izvan klase točnosti. Ukoliko mjerna oprema odgovara EES radi se o prekoračenju snage na koje treba reagirati. Ukoliko mjerna oprema ne odgovara EES potrebna je rekonstrukcija mjernog mjesta u skladu sa EES.

- Ulazni parametri iz matičnih podataka:

- U_m - napon mjerenja
- I_{bmax} – maksimalna struja iz tipa brojila

- Ulazni parametri iz AMR sustava:

- P_{+_T1}
- P_{+_T2}
- P_{-_T1}
- P_{-_T2}

- Kriteriji validiranja

Ako je $U_m > 0,4\text{kV}$ i $I_{b\max} < \text{Max}(P_{+_T1}, P_{+_T2}, P_{-_T1}, P_{-_T1})/3 \times 0,5773 \times 0,95$

ili

Ako je $U_m=0,4\text{kV}$ i $I_{b\max} < \text{Max}(P_{+_T1}, P_{+_T2}, P_{-_T1}, P_{-_T1})/3 \times 0,23 \times 0,95$

Mjerno mjesto pada validaciju te je potrebno usklađenje mjernih transformatora prema opterećenju ili ograničenje vršne snage.

3.2.7 Podstruje brojila/mjernih transformatora

- **Primjena:**

Podstruje brojila ukazuju na režim rada mjernih transformatora u kojem je povećana greška mjerenja. U slučajevima duljeg rada u režimu podopterećenja potrebna je privremena zamjena strujnih transformatora kako bi se osiguralo točno mjerenje.

- Ulazni parametri iz matičnih podataka:

- U_m - napon mjerenja
- $I_{b\max}$ – maksimalna struja iz tipa brojila

- Ulazni parametri iz AMR sustava:

- P_{+_T1}
- P_{+_T2}
- P_{-_T1}
- P_{-_T2}

- Kriteriji validacije

Ako je $U_m > 0,4\text{kV}$ i $I_{\max} = \text{Max}(P_{+_T1}, P_{+_T2}, P_{-_T1}, P_{-_T1})/3 \times 0,5773 \times 0,95$

ili

Ako je $U_m=0,4\text{kV}$ i $I_{\max} = \text{Max}(P_{+_T1}, P_{+_T2}, P_{-_T1}, P_{-_T1})/3 \times 0,23 \times 0,95$

Mjerno mjesto pada validaciju te je potrebno usklađenje mjernih transformatora prema opterećenju privremenom zamjenom mjernih transformatora ili ugradnja mjernih transformatora sa većom točnošću pri manjim opterećenjima (razred točnosti 0,5s ili bolji).

3.2.8 fatalna greška brojila

- **Primjena:**

Ukazuje na nepravilan rad brojila. Postoje greške koje su popravljive (zamjena baterije, podešavanje sata) i nepopravljive koje zahtijevaju zamjenu brojila.

- Ulazni parametri iz matičnih podataka:

- Tip brojila
- Popis grešaka prema tipovima brojila – dodatna tablica

- Ulazni parametri iz AMR sustava

- FF – registar fatalne greške

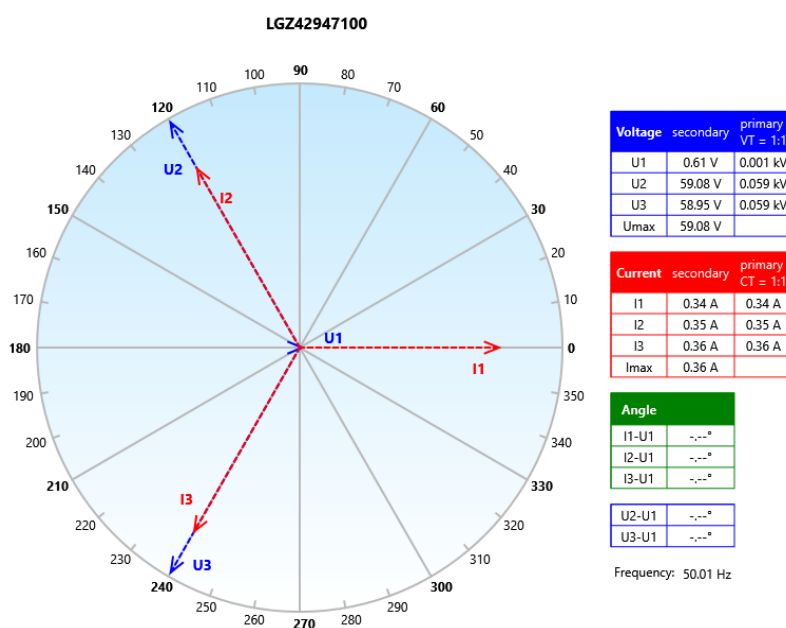
- Kriteriji validiranja

Ukoliko je stanje $FF \neq 00000000$ tip greške se iščitava iz dokumentacije proizvođača brojila te je ovisno o detektiranoj grešci potrebno zamijeniti brojilo ili ga parametriranjem dovesti u ispravno stanje.

4. PRIMJER IZVJEŠĆA TEHNIČKE VALIDACIJE

Tablica1. Primjer izvješća validacije „Nesimetrije napone podnapon prenapon“

OMM	STATUS OMM	TVORNIČKI BROJ	BROJILO TIP	BROJILO MAX STRUJA	NAPON MJERENJA	EES SNAGA [kW]	KONSTANTA	U1	U2	U3	OPIS KVARA
0171231286	U	40973968	ZMD405CT44.2409.S3	6	0,4	170	60	2,69	235,77	235,13	PODNAPON
0138524662	U	42947100	ZMD405CT44.2407.S3	6	20	4300	4800	0,64	59,08	59,25	PODNAPON
0181550531	U	51324736	ZMD405CT44.2409.S3	6	0,4	11,04	10	242,34	241,33	49,02	PODNAPON



Slika 3. Vektorski dijagram mjernog mjesta koje je palo validaciju

U tablici jedan prikazan je primjer izvješća mjernih mjesta koja su pala validaciju nesimetrije napona, podnapona i prenapona, a na slici 1 prikazan je vektorski dijagram jednog mjernog mjesta. Na terenu je utvrđeno pregaranje osigurača naponske grane te je kvar saniran.

5. ZAKLJUČAK

Automatske tehničke validacije uspostavljene su u drugoj polovici 2019. i odmah su se pokazale izuzetno korisnima. Najčešći kvar koji nastaje na mjernim mjestima u poluizravnom i neizravnom spoju, nestanak jednog napona radi pregaranja osigurača ili mjernog transformatora, sada se detektira u roku 24 sata čime se smanjuju gubici i preciznije procjenjuje neizmjerena energije prilikom obračuna. Isto tako i ostale greške koje zahtijevaju što bržu intervenciju poput fatalne greške brojila.