

# PRAVILNA USKLAĐENOST MJERNE OPREME KAO OSNOVNI PREDUVJET ZA TOČNOST OBRAČUNSKOG MJERENJA

**Kristijan Jurilj, mag. ing. el.**

HEP ODS d.o.o., Elektroprimorje Rijeka

## UVOD

- Mjerenje električne energije je osnovno i najraširenije mjerenje i ono je najbrojnije mjerilo od svih mjerila koja podliježu zakonskom mjeriteljstvu; u Hrvatskoj ih ima **blizu 2,5 milijuna!**
- Svaka pogreška mjerenja u sustavu opskrbe el. energijom krajnjih kupaca ili događaj vezan uz njih pomnožen sa ovom ogromnom brojkom daje vrtoglave iznose.
- Stoga rad obrađuje iskustva iz prakse i utjecaj mjernih transformatora na ukupno izmjerenu isporučenu električnu energiju krajnjem kupcu električne energije,
- Skrenuta je pozornost na nedostatke i uobičajene greške u radu mjerne opreme poput:
  - mjernih transformatora na srednjem ili niskom naponu i
  - brojila električne energije,
  - Mjerni vodovi

## Mjerni transformatori

- Osnovna namjena mjernih transformatora je sniziti vrijednosti napona i struja na iznose prikladne mjerenju, a s ciljem kako bi se povećao opseg obračunskih mjerenja,
- Mjerni transformatori se kao i energetske, sastoje od feromagnetne jezgre, te primarnog i sekundarnog namota,
- Uz uobičajene najvažnije pojmove kod mjernih transformatora jedan od njih je **Granična snaga** je ona prividna snaga u VA koju naponski mjerni transformator može trajno davati kod nazivnog napona, a da se ne premaši dozvoljeno povišenje temperature. **Važnost ovog pojma biti će spomenuta u nastavku**

## Mjerni transformatori

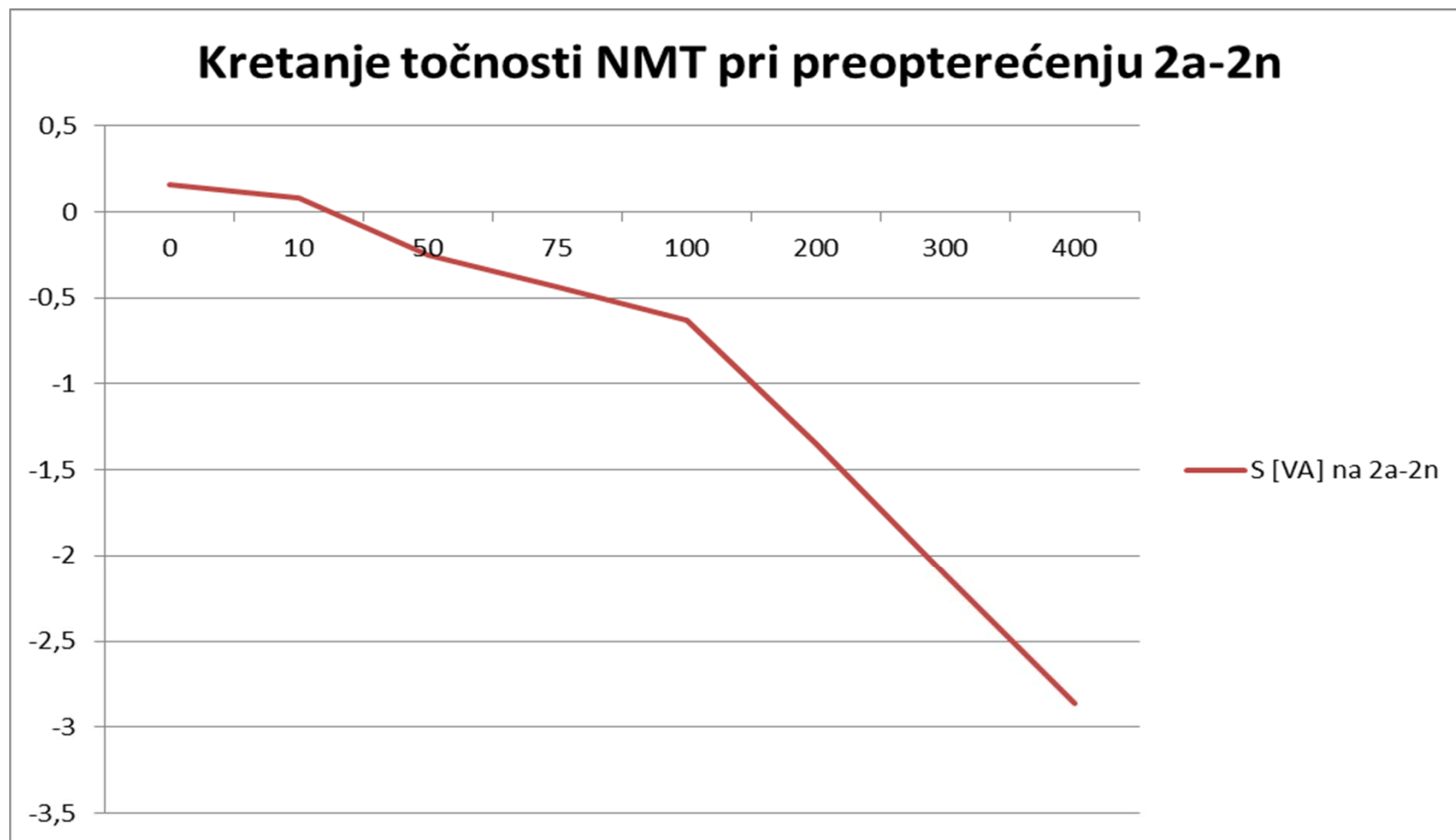
- jedan od velikih čimbenika koji imaju utjecaj na gubitke koji se stvaraju operatoru distribucijskog sustava je i neusklađenost mjernih transformatora i mjernih vodova na obračunskim mjernim mjestima,
- Riječ je o preopterećenosti i/ili podopterećenosti strujnih mjernih transformatora, strujni mjerni transformatori neodgovarajućeg razreda točnosti, itd,

r.br.	maksimalna opterećenost SMT	broj OMM	udio u ukupnom broju	broj OMM	udio u ukupnom broju	broj OMM	udio u ukupnom broju
	[%]	[kom]	[%]	[kom]	[%]	[kom]	[%]
		2013. godina		2014. godina		2015. godina	
1.	0-10	92	9,2%	78	7,8%	26	2,6%
2.	10-25	197	19,7%	132	13,2%	119	11,9%
3.	25-50	355	35,5%	360	36,0%	368	36,8%
4.	50-100	311	31,1%	384	38,4%	396	39,6%
5.	100-120	45	4,5%	46	4,6%	39	3,9%

## Mjerni transformatori

- Jedna od bitni karakteristika naponskih mjernih transformatora je *granična snaga* koju naponski mjerni transformator može trajno davati kod nazivnog napona, a da se ne premaši dozvoljeno povišenje temperature.
- Ova karakteristika je izrazito bitna u slučajevima kada se koriste naponski mjerni transformatori sa dva namota (ne gledajući tercijar) od kojih je jedan sekundarni namot za obračunska mjerenja, a drugi sekundarni namot se daje na raspolaganje korisniku za interne potrebe npr. praćenja kvalitete
- Testiranje naponskog mjernog transformatora obavljeno u ovlaštenom laboratoriju pokazalo je da se može utjecati na preko jednog sekundarnog namota na drugi, pri čemu ga s deklarirane pogreške od +/- 0,5% dovedemo na pogrešku -2,94 %, što je prikazano na sljedećoj slici

## Mjerni transformatori



## Mjerni transformatori

- Opterećivanjem drugog namota na naponskom mjernom transformatoru preko deklarirane nazivne snage do maksimalne granične snage dokazano je da možemo utjecati na točnost obračunskog mjerenja čime se operatoru sustava mogu znatno povećati gubici.
- Prema postupku povećavanja tereta na drugom sekundarnom namotu, prvi sekundarni namot koji je deklariran r.t.=0,5 (prema normi) pokazao je netočnost, a koraci povećanja snage na drugom sekundarnom namotu sa pogreškom na prvom sekundarnom namotu

(1a-1n)	(1a-1n)	(1a-1n)	(2a-2n)
$\delta$ (min)	p(%)	S [VA]	S [VA]
1,8	0,16	2,5	0
0,5	0,08	2,5	10
- 4,3	-0,25	2,5	50
- 7,3	-0,44	2,5	75
- 10,3	-0,63	2,5	100
- 22,7	-1,35	2,5	200
- 34,4	-2,11	2,5	300
- 46,0	-2,86	2,5	400

mjesec	Egub	Eizm
	kWh	kWh
1	11.146	378.572
2	9.600	326.064
3	9.581	325.430
4	8.419	285.952
5	9.550	324.354
6	10.982	373.002
7	12.245	415.918
8	11.044	375.100
9	10.299	349.813
10	9.539	323.978
11	9.568	324.988
12	9.803	332.974
<b>Ukupno</b>	<b>121.777</b>	<b>4.136.144</b>

## Mjerni transformatori





## Mjerni vodovi

- Kao nepisano pravilo u tehničkim uputama i u projektima koji obuhvaćaju rekonstrukcije postojećih mjerni mjesta ili nova mjerna mjesta, za naponske mjerne vodove definiraju se vodiči presjeka  $1,5 \text{ mm}^2$ , dok se za strujne mjerne vodove definiraju vodiči presjeka  $2,5 \text{ mm}^2$  ili  $4 \text{ mm}^2$ , ovisno o udaljenosti brojila od mjernog transformatora,
- Nigdje se ne sagledava današnji problem malog tereta, odnosno nedostatne opterećenosti mjernih transformatora uslijed povlačenja iz uporabe kombinacije elektromehaničkih brojila radne i jalove energije koji su bili dovoljan teret za mjerne transformatore,
- Današnja napredna brojila imaju deklariran teret od oko  $2W$  po fazi, što znači da samo brojilo i pri odabiru pravilne nazivne snage mjernog transformatora bez točnog izračuna presjeka mjernog voda može utjecati na povećanje gubitaka el. energije na određenom mjernom mjestu, a ne spominjući česti problem ugradnje mjernih transformatora nazivne snage višestruko veće nego što bi trebala biti za namot koji služi obračunskom mjerenju ( $15$  ili  $30 \text{ VA}$ )

## Usklađivanje mjerne opreme

- Proračun i provjera optimiziranosti strujnog mjernog kruga:

Potrošak priključnog kabela  $P_k$  iznosi:

$$P_k = I_n^2 \cdot 2 \cdot \rho \cdot l / A = \quad [\text{VA}]$$

Ukupni potrošak strujnog mjernog transformatora za mjerenje električne energije iznosi:

$$P_{uk} = P_{br} + P_k = \quad [\text{VA}]$$

- Ukupni potrošak  $P_{uk}$  je zadovoljavajući ukoliko je u granicama 25% do 100% nazivne snage strujnog mjernog transformatora (npr., 2,5 - 10VA), što znači da je strujni mjerni transformator opterećen teretom koji osigurava mjerenje u deklariranoj klasi točnosti. U protivnom je riječ o pogrešno konstrukcijski odabranom strujnom mjernom transformatoru ili u bi se slučaju zanemarivog odstupanja povećanjem/smanjenjem presjeka vodiča trebalo izvršiti korekciju tereta

## Usklađivanje mjerne opreme

- Proračun i provjera optimiziranosti pada napona na namotu koji se koristi za obračunsko mjerenje:
  - Kod naponskih mjernih transformatora također je potrebno napraviti kontrolu, ali na dopušteni pad napon gdje se proračunava pad napona naponskih mjernih vodova po formuli:

Pad napona naponskih mjernih krugova iznosi:

$$u\% = \frac{2 \cdot P \cdot l \cdot \rho}{U^2 \cdot A} \cdot 100 = [\%]$$

- Dakle, iz ovoga se može zaključiti da ukoliko je pad napona u naponskim mjernim krugovima za mjerenje električne energije manji od dopuštenog, ti naponski mjerni transformatori zadovoljavaju. U protivnom bi trebalo promjenom presjekom vodiča uskladiti pad napona.

## ZAKLJUČAK

- U referatu je iznesen samo dio činjenica bitnih za pravilno usklađivanje mjerne opreme koje je preduvjet za točnost obračunskog mjerenja,
- Želja je bila pokazati kako se:
  - preko neispravno usklađene mjerne opreme operatora distribucijskog sustava mogu povećati gubici el. energije,
  - može utjecati na točnost mjerenja omogućavajući korištenje preostalih sekundarnih namota za druge potrebe
- Operator sustava svakako treba razmisliti da li će kao i do sada velikodušno pristajati na ugradnju naponskih mjernih transformatora sa više sekundarnih namota u obračunska mjerenja od kojih će druge ustupati na korištenje ili će poduzeti sve mjere za smanjenje gubitaka el. energije

## PITANJA

- Koliko važnom smatrate, u smislu usklađenosti, ulogu tercijarnog namota naponskih mjernih transformatora, odnosno ulogu elementa koji se priključuje na otvoreni trokut?
  - Ovisno o tome što se spaja, svakako bilo kakav teret na tercijaru utječe na točnost, ali se jedino temeljem ispitivanja može odrediti točna pogreška. Zadnje vrijeme je sve više zahtjeva dolazi za korištenje tercijara u svrhu zaštite

## PITANJA

- Kakvo je Vaše stajalište prema mjernim transformatorima u strujno-naponskoj izvedbi (SMT i NMT u zajedničkom kućištu po fazi) s obzirom na dokazani negativni utjecaj drugog namota sekundara NMT na razred točnosti prvog namota sekundara NMT?
  - Dosadašnja iskustva koja smo imali su pozitivna, ali svakako je za razmisliti o međunamotnim utjecajima

# HVALA NA POZORNOSTI

