

# Porovnání měření monitory MEg40 v DTS

Ladislav POSPÍCHAL

## Úvod

V distribučních transformačních stanicích (DTS) s transformací elektrické energie z hladiny vn na hladinu nn se pro měření na sekundární straně instalují univerzální monitory MEg40 [1]. Monitory MEg40 měří fázové i sdružené napětí, fázové proudy, činné i jalové výkony a ve čtyřech kvadrantech pro každou fázi samostatně elektrickou energii. Dle normy ČSN EN 50160 registrují události na napětí, tj. přerušování, poklesy a zvýšení napětí spolu s proudy při událostech.

V nově budovaných distribučních trafostanicích a trafostanicích s instalovanými funkčními přístrojovými transformátory proudu (PTP) se používá základní provedení monitoru MEg40/5 A nebo MEg40/1 A.

Pro montáž v provozovaných DTS nevybavených proudovými transformátory je k dispozici provedení monitoru MEg40/S1/G [2] s proudovými transformátory MEgMT s děleným jádrem o jmenovitých proudech 200 A, 400 A, 600 A, 900 A. Sekundární jmenovitý proud je 20 mA a rozsah odporu břemene je do 100 Ω. Provedení MEg40/S1/G se po vypnutí DTS instaluje bez mechanických úprav, navíc se snižují ztráty nejen v primárním silovém obvodu, ale i v obvodu sekundárním. Nově jsou k dispozici celozizolační proudové transformátory s děleným jádrem PTD v měřicí kategorii CAT IV.

Při potřebě instalace měření v DTS bez přerušování dodávky elektrické energie se instaluje pracovním postupem KS 9 pod napětím [3] provedení monitoru MEg40/S3 [4] s ohebnými proudovými senzory AMOSm se jmenovitými hodnotami 250 A, 500 A, 1000 A a 2000 A. Instalace provedení MEg40/S3 trvá nejkratší dobu, avšak použité snímače AMOSm umožňují připojení pouze monitoru MEg40/S3.

Cílem porovnání je zjištění shody výsledků dlouhodobého měření všemi třemi provedeními univerzálních monitorů MEg40/5 A, MEg40/S1/G a MEg40/S3 instalovaných ve stejné distribuční stanici. Nejedná se tedy o kontrolu přesnosti měření. Ta je pro referenční signály za referenčních podmínek doložena kalibračními listy Českého metrologického institutu. Rovněž jsou ověřeny změny vlastností monitorů a příslušenství při změnách pracovních podmínek. Přesto má prokázání shody nebo případných systematických rozdílů, plynoucích nejen z různých principů měření proudů a konstrukčních provedení senzorů, význam pro posouzení konzistence naměřených dat při tisících instalacích v distribuci PRE, a. s., a ČEZ, a. s., a jejich následném databázovém zpracování.

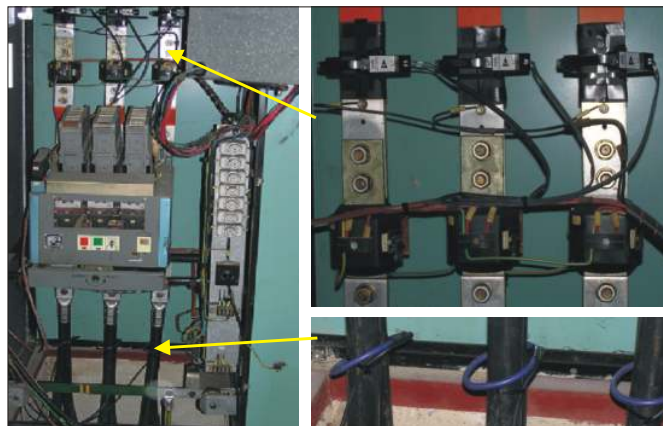
## 1. Popis místa měření

Porovnání měření se uskutečnilo v rámci projektu MPO FR-TI1/075 „Aplikovaný výzkum a vývoj systémů dálkového měření kvality dodávky elektrické energie“, kde na základě dohody o spolupráci s ČEZ, a. s., byla instalována měřicí a komunikační zařízení v DTS Boženy Němcové ve Cvikově. V dané DTS jsou provozovány dva transformátory T1 a T2 o výkonu 630 kVA s čepováním na třetí poloze.

V roce 2009 zde byl na nn vývod transformátoru T1 instalován univerzální monitor MEg40/5 A v. č. 8264 připojený k přístrojovým transformátorům proudů 1000 A/5 A. Dne 27. 10. 2010 byla v rámci projektu na nn vývod transformátoru T1 instalována

provedení monitorů MEg40/S1/G v.č. 18 203 s proudovými transformátory MEgMT/900 A a provedení MEg40/S3 v.č. 17 786 s ohebnými snímači AMOSm/1000 A. Instalace snímačů je vidět na obr. 1.

Porovnání výsledků měření je provedeno za období od 27. 10. do 21. 12. 2010, tj. za 55 dnů.



Obr. 1. NN skříně s instalovanými proudovými senzory

## 2. Porovnání změřených dat

Předmětem hodnocení jsou rozdíly mezi výsledky měření uvedených provedení monitoru MEg40, které byly vyhodnoceny základním uživatelským programem. Jsou to průměry a extrémní hodnoty časových řad dat za celou dobu měření, změřených v pětiminutových intervalech. Podle naprogramování vyhodnotily monitory MEg40 v každém pětiminutovém intervalu průměrnou hodnotu a požadované extrémní hodnoty ze základních změřených hodnot za 10 period, standard ČSN EN 50160. Z přibližně 1500 změřených desetiperiodových hodnot se za 5 minut vyhodnotí průměr a extrémní hodnoty, z těch se pak ve vyšším SW stanoví 15minutové průměry a extrémní. Porovnání je vztaženo ke změřeným výsledkům trvale instalovaného provedení MEg40/5 A.

### 2.1 Porovnání měření napětí

Měřicí řetězec napětí je u všech tří provedení MEg40 shodný a ve výsledcích se uplatní rozdíly výrobního nastavení přístrojů, rozdíly z důvodu nesynchronního intervalu měření a případné další rozdíly. Synchronizace interních hodin monitorů MEg40 byla zajištěna fázovým závěsem na kmitočet sítě. Porovnána byla průměrná napětí za celou dobu měření a maximální a minimální hodnoty pětiminutových a desetiperiodových (0,2 s)

Tab. 1. Rozdíly v měření napětí

Rozdíl	MEg40/5A-MEg40/S1/G			MEg40/5A-MEg40/S3		
	L1	L2	L3	L1	L2	L3
Napětí [V]						
Průměr	-0,5	-0,6	-0,6	-0,6	-0,8	-0,7
5min Maximum	-0,4	-0,7	-0,6	-0,5	-0,9	-0,7
5min Minimum	-0,6	-0,7	-0,6	-0,6	-0,9	-0,7
0,2s Maximum	-0,6	-0,5	-0,5	-0,7	-0,7	-0,7
0,2s Minimum	-1,2	-0,7	-0,6	0,1	-0,7	-0,7

PROUD	L 1 [A]	L 2 [A]	L 3 [A]	Vývod [A]
Průměr (T zprac.)	119	136	127	383
5 min Maximum	241	338	277	805
Kdy	19.12.2010 13:21:44	16.12.2010 15:51:44	23.11.2010 15:41:14	16.12.2010 15:36:44
1/4 hod maximum	224	331	271	799
Kdy	23.11.2010 16:01:14	16.12.2010 15:56:44	14.12.2010 16:06:44	16.12.2010 15:46:44
0,2 sec Maximum	278	359	296	
Kdy	28.11.2010 13:16:14	16.12.2010 15:51:44	14.12.2010 16:06:44	

Obr. 2. Tabulka změřených proudů, monitor MEG40/5A, PTP 1000A/5A

napětí. Rozdíly v porovnávaných hodnotách napětí jsou uvedeny v **tab. 1**.

Rozdíly vyhodnocených napětí se pohybují od 0,05 %  $U_{jm}$  do 0,52 %  $U_{jm}$ , přičemž větší rozdíly v souladu s očekáváním jsou při kratších intervalech. Je zde vidět jednostranné a prakticky shodné posunutí cca o 0,6 V u nově instalovaných provedení MEG40/S1/G a MEG40/S3 vůči dříve instalovanému provedení MEG40/5A.

## 2.2 Porovnání měření proudů

Při měření proudů se na výsledné hodnotě projeví nejen chyba měření přístroje, ale i proudového senzoru. Příklad vyhodnocení proudů transformátoru T1 provedením monitoru MEG40/5A je v **obr. 2**. Při měření proudů mají pro praxi význam průměrné hodnoty a maxima (0,2 s, 5 min a 1/4 hod.), přičemž desetiperiodová (0,2 s) maxima monitor MEG40 vyhodnocuje pouze pro fázové proudy. Vyhodnocení rozdílů měřených hodnot je uvedeno v **tab. 2**.

Tab. 2. Rozdíly v měření proudů

Rozdíl	MEG40/5A, PTP - MEG40/S1,				MEG40/5A, PTP - MEG40/S3,			
	L1	L2	L3	Vývod	L1	L2	L3	Vývod
Proud [A]								
Průměr	1	1	1	4	-1	-2	-1	-3
5min Maximum	1	1	2	4	-3	-5	-2	-11
1/4hod Maximum	1	2	2	4	-2	-5	-3	-11
0,2s Maximum	4	2	-1	-	-4	-5	-4	-

Z uvedených rozdílů proudů je vidět větší shoda mezi hodno-

tami změřenými provedeními MEG40/5A a MEG40/S1/G s feromagnetickými transformátory než mezi hodnotami změřenými provedeními MEG40/5A a MEG40/S3 s různými principy převodu. Přesto rozdíly vyjádřené v procentech z měřených hodnot se pohybovaly od 0,7 % do 1,4 % a rozdíly vztažené ke jmenovité hodnotě jsou od 0,1 %  $I_{jm}$  do 0,4 %  $I_{jm}$ .

## 2.3 Porovnání měření činných a jalových výkonů

Porovnání měření činných a jalových výkonů vyšlo ze základního vyhodnocení, jehož příklad pro provedení MEG40/5A je uveden na **obr. 3**.

Výsledky porovnání činných výkonů jsou v **tab. 3** a výkonů jalo-

Tab. 3. Rozdíly v měření činných výkonů

Rozdíl	MEG40/5A, PTP - MEG40/S1,				MEG40/5A, PTP - MEG40/S3,			
	L1	L2	L3	Vývod	L1	L2	L3	Vývod
Činný výkon [kW]								
Průměr	0,1	0,2	0,1	0,4	-0,2	-0,3	-0,3	-0,8
5min Maximum	0,2	0,2	0,2	0,6	-0,8	-1,3	-1,0	-2,8
1/4hod Maximum	0,2	0,2	0,2	0,6	-0,5	-1,3	-0,9	-2,7

Tab. 4. Rozdíly v měření jalových výkonů

Rozdíl	MEG40/5A, PTP - MEG40/S1,				MEG40/5A, PTP - MEG40/S3,			
	L1	L2	L3	Vývod	L1	L2	L3	Vývod
Jalový výkon								
Průměr	0,2	0,2	0,1	0,4	-0,3	-0,5	-0,4	-1,3
5min Maximum	0,2	0,3	0,0	0,4	-0,7	-0,7	-0,8	-2,0
1/4hod Maximum	0,2	0,3	0,0	0,3	-0,7	-0,7	-0,7	-2,0

ČINNÝ VÝKON	L 1 [kW]	L 2 [kW]	L 3 [kW]	Vývod [kW]
Průměr (T zprac.)	26,8	31,5	28,7	87,0
5 min Maximum	56,3	78,6	64,1	186,2
Kdy	19.12.2010 13:21:44	16.12.2010 15:51:44	14.12.2010 16:06:44	16.12.2010 15:36:44
1/4 hod maximum	51,5	76,9	63,2	184,8
Kdy	13.11.2010 13:46:14	16.12.2010 15:56:44	14.12.2010 16:06:44	16.12.2010 15:46:44
JALOVÝ VÝKON	L 1 [kVA]	L 2 [kVA]	L 3 [kVA]	Vývod [kVA]
Průměr (T zprac.)	8,3	6,6	8,9	23,7
5 min Maximum	15,7	12,4	15,1	43,2
Kdy	8.12.2010 6:55:05	8.12.2010 6:55:05	8.12.2010 6:55:05	8.12.2010 6:55:05
1/4 hod maximum	14,7	11,4	14,2	40,2
Kdy	8.12.2010 7:00:05	8.12.2010 7:00:05	8.12.2010 7:00:05	8.12.2010 7:00:05

Obr. 3. Tabulka změřených výkonů, monitor MEG40/5A, PTP 1000A/5A

# MĚŘENÍ ELEKTRICKÉ ENERGIE

vých v **tab. 4**. Porovnávány byly průměrné hodnoty, 5 min maxima a ¼hodinová maxima.

Rozdíly v měření činných výkonů vztažené k měřeným hodnotám se pohybují od 0,33 % do 1,5 % a vztažené ke jmenovité hodnotě jsou do 0,4 %  $P_{jm}$ .

Porovnání změřených hodnot jalového výkonu je výrazně ovlivněno účinnkem, který se u transformátoru T1 nachází v rozmezí od 0,95 do 1,0. To odpovídá fázovému posuvu do 15°, přičemž měření jalového výkonu je kalibrováno pro interval od 30° do 150°.

Rozdíly v měření jalových výkonů vyjádřené v % ze změřených hodnot nabývají velikostí až 4,7 %, přičemž u provedení s různými typy snímačů jsou rozdíly až pětinasobné než u provedení se stejným typem snímačů.

Důvodem je rozdíl ve fázových chybách převodu proudu na měřnosnou veličinu u měřicích transformátorů a fázových chybách ohebných snímačů na principu Rogowski magnetický potenciometr. Rozdíl je zvláště patrný při malých hodnotách měřeného proudu.

Z teorie i měření na kalibrátoru platí, že při malých hodnotách měřených proudů je větší fázový posuv na transformátorech než na ohebných snímačích. Hodnoty změřené měřicími řetězci zahrnujícími přístrojové transformátory se sice navzájem budou více shodovat než hodnoty změřené řetězcem s přístrojovými transformátory a řetězcem s ohebnými snímači, nicméně to nemusí znamenat, že měřicí řetězec s ohebnými snímači je méně přesný.

## 2.4 Porovnání měření energií

Řídicí program (FW) verze 5.04 monitoru MEg40 měří energie ve čtyřech kvadrantech, přičemž v každé fázi má šestici registrů: činná energie, jalová induktivní energie a jalová kapacitní energie – při dodávce i při odběru. Za účelem porovnání však bylo naprogramováno měření pouze v šestici registrů za celý vývod, viz **tab. 4**.

	P+	QL/P+	QC/P+	P-	QL/P-	QC/P-
Value	00114911	031305,0	0000,000	0000,000	0000,000	0000,000
Unit	kWh	kVArh	kVArh	kWh	kVArh	kVArh

27.10.2010 17:00:00 - 21.12.2010 17:00:00

**Obr. 4.** Tabulka změřených energií, monitor MEg40/5A, PTP 1000A/5A

V měřeném místě se vyskytovala pouze dodávka činné a jalové induktivní energie. Jejich rozdíly za celou dobu měření jsou uvedeny v **tab. 5**.

Rozdíly v měření činné energie vyjádřené v procentech z měřené hodnoty jsou 0,499 % a -0,833 %. Rozdíly v měření jalo-

**Tab. 5.** Rozdíly v měření energií

Rozdíl	MEg40/5A, PTP - MEg40/S1,	MEg40/5A, PTP - MEg40/S3,
Dodávka činné	574 kWh	-957 kWh
Dodávka jalové	530,6 kVArh	-1703,8 kVArh

vé energie z výše popsaného důvodu různých fázových posuvů při malých proudech a účinnku blízcímu se 1,0 jsou 1,7 % a -5,44 %.

## 3. Závěry

Porovnání rozdílů dat změřených všemi třemi provedeními monitorů MEg40 prokázalo, že naměřená data nejsou v analyzovaném místě měření závislá na provedení monitoru MEg40, kterým byla změřena a mohou být dobře využívána pro následná souhrnná zpracování. Jejich použitím nevzniknou významné systematické rozdíly.

Omezením předloženého příspěvku je hodnocení jediného místa měření. Bylo by účelné rozšířit porovnání na více míst, která by se lišila jak velikostí, tak dynamikou zatížení.

## Literatura

- [1] Univerzální monitor MEg40, uživatelská příručka, MEgA, www.e-mega.cz
- [2] Univerzální monitor MEg40/S1/G, uživatelská příručka, MEgA, www.e-mega.cz
- [3] Práce pod napětím, Integrovaná střední škola Sokolnice, www.iss-sokolnice.cz
- [4] Univerzální monitor MEg40/S3, uživatelská příručka, MEgA, www.e-mega.cz

**Ladislav Pospíchal** – xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xxxxxxxx  
xx xxxxxx xxxxxx xxxx xxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxx  
xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxx

## Výstavba elektrických sítí v SRN

Berlínská společnost „50Hz přenos“ hodlá investovat 1,5 mld. euro na výstavbu sítí pro připojení větrných elektráren v příbrežních vodách, kde je dnes instalováno téměř 15 000 MW výkonu a počítá se se zvýšením tohoto výkonu na více než 34 000 MW v roce 2020. Tento investiční program je v souladu se studií DENA II. O výstavbě elektrických sítí. Problémem je ovšem postoj obyvatelstva, kterému se budování sítí nelíbí.

Dnes provozuje uvedená společnost ve východním Německu 6815 km vedení 380 kV, 2867 km 220 kV a 72 km kabelových vedení.  
*Energie & Management č. 1-2/2011, s. 33*

## Miniagregát WÄSTAS

Fa EPS vyvinula agregát se vzduchem chlazeným motorem Honda, který může dávat výkon až 3 kW<sub>e</sub>. Odpadové teplo motoru a chladicího vzduchu, který cirkuluje v uzavřené skříni, se pomocí výměníku využívá pro vytápění a ohřev užitkové vody. Tepelný výkon je 8 – 17 kW<sub>t</sub>, celková účinnost podle certifikátu 95 %. Při samostatném provozu startuje agregát pomocí baterie, která současně slouží k akumulaci. Při provozu letmém agregát startuje také s pomocí baterie, pak se ale synchronizuje se sítí. Zatím se prodalo asi 30 kusů, tedy méně, než výrobce očekával. Cena je ovšem 12 000 eur.

*Energie & Management č. 1-2/2011, s. 28*