

Kompaktní monitor MEG70

Ladislav Pospíchal, Karel Hoder, Zdeněk Kružík, MEGa –
Měřicí Energetické Aparáty, a. s.,
Jiří Babka, MiComp, s. r. o.

Úvod

Kompaktní monitor MEG70 je navržen pro vybudování, popř. modernizaci systému měření v provozovaných rozváděčích nn. Měří napětí, proud, výkony a energie a registruje události na napětí. Vyznačuje se snadnou montáží a nenáročnou kompletací systému místního nebo dálkového měření. S použitím funkce čtyřkvadrantového elektroměru třídy A se šesti registry realizovanou v monitoru MEG70 lze efektivně měřit dělení energií ve společné nn instalaci pro jednotlivé provozní celky. Pomocí monitoru MEG70 je také možné hodnotit soudobost odběru a úbytky



Obr. 1. Kompaktní monitor MEG70 instalovaný na vodiči nn

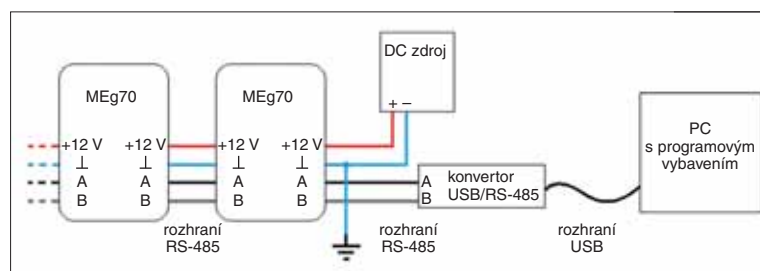
nízkého napětí. Události na napětí, tj. poklesy, zvýšení a přerušování napětí, tento monitor měří a vyhodnocuje podle standardních postupů třídy S normy ČSN EN 61000-4-30 ed. 2 a normy ČSN EN 50160 ed. 3. Monitor registruje i události na proudtech.

Kompaktní monitor MEG70 je jednofázový měřicí přístroj s kontaktním mechanismem pro měření napětí a ohebným snímačem pro měření proudu, viz obr. 1. Jeho konstrukce je předmětem přihlášky užitného vzoru PUV 2011 – 24953. Při instalaci monitoru MEG70 na všechny tři fáze vývodu nn poskytuje uživatelský software vedle výsledků měření v jednofázové soustavě i výsledky měření v třífázové soustavě. Přístroj je vybaven datovou pamětí, do které jsou zaznamenávány naměřené údaje. Při záznamu průměrných, maximálních a minimálních hodnot napětí a proudu, průměrných hodnot činných a jalových výkonů i energií v jednodominutovém intervalu postačí paměť monitoru na dobu 52 dnů. Poté se mohou nejstarší údaje mazat. Monitor MEG70 lze bez nároků na paměť použít i k přímému (online) měření napětí, proudu a výkonů s periodou opakování po 1 s nebo delší. Vizualizace měřených i zaznamenaných dat je možná prostřednictvím sériového rozhraní RS-485 na po-

čítači s operačním systémem Windows. S použitím zmíněného sériového rozhraní s protokolem Modbus lze data přenést do energetických řídicích systémů buď lokální nebo dálkovou GPRS komunikací, např. pomocí jednotky RTU MEG202.2.

Kompaktní monitor MEG70 je navržen jako bezpečný přístroj kategorie měření CAT IV pro fázové napětí do 300 V a je možné jej

- **Činný výkon P**, čtyřkvadrantové měření nejistota měření $P^{1)}$: 0,5 % z měřené hodnoty + 0,5 % P_{jm} pro $I_{jm} = 30 A_{stř}$, 0,5 % z měřené hodnoty + 0,2 % P_{jm} pro $I_{jm} = 100, 300, 1\ 000 A_{stř}$, měřicí rozsah P : $U = 5$ až 120 % U_{jm} , $I = 5$ až 120 % I_{jm} , $\cos \Phi \geq 0,5$.
- **Jalový výkon Q**, čtyřkvadrantové měření nejistota měření $Q^{1)}$: 0,5 % z měřené hod-



Obr. 2. Zapojení kompaktního monitoru MEG70 v rozváděči nn

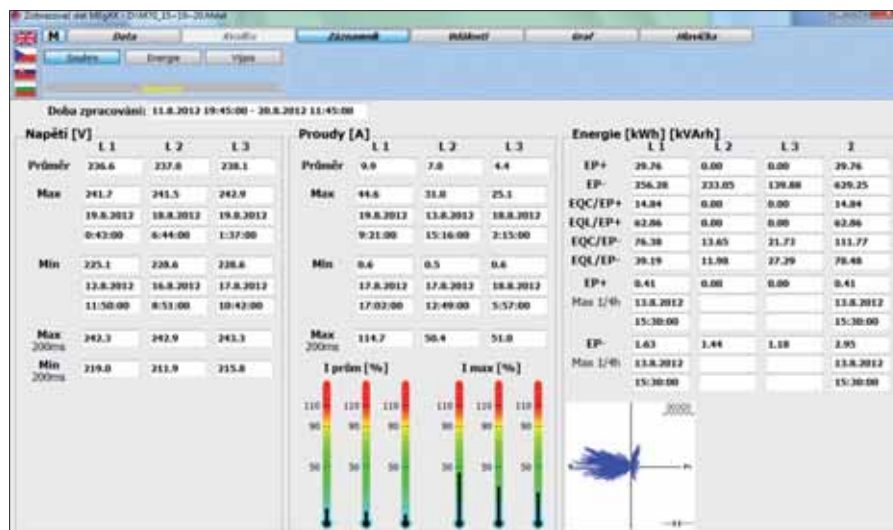
instalovat do nn skříní přímo bez jinak nutných ochranných prvků.

Základní technické parametry kompaktního monitoru MEG70

Měřené veličiny:

- **Napětí U**, kategorie měření CAT IV, přímé měření, $U_{jm} = 230 V_{stř}$ nejistota měření U : 0,1 % z měřené hodnoty + 0,1 % U_{jm} , měřicí rozsah U : 5 až 150 % U_{jm} .
- **Proud I**, kategorie měření CAT IV, přímé měření, $I_{jm} = 30, 100, 300, 1\ 000 A_{stř}$ nejistota měření $I^{1)}$: 0,2 % z měřené hodnoty + 0,2 % I_{jm} , měřicí rozsah I : 5 až 120 % I_{jm} .

- **Činný výkon P**, čtyřkvadrantové měření nejistota měření $P^{1)}$: 0,5 % z měřené hodnoty + 0,5 % P_{jm} pro $I_{jm} = 30 A_{stř}$, 0,5 % z měřené hodnoty + 0,2 % P_{jm} pro $I_{jm} = 100, 300, 1\ 000 A_{stř}$, měřicí rozsah P : $U = 5$ až 120 % U_{jm} , $I = 5$ až 120 % I_{jm} , $\cos \Phi \leq 0,87$.
 - Události na napětí: třída S podle ČSN EN 61000-4-30 ed. 2.
 - Činná energie EP, podle TPM 2440-08 ČMI (ČSN EN 50470) nejistota měření $EP^{1)}$: třída A pro $I_{jm} = 100 A_{stř}, 300 A_{stř}, 1\ 000 A_{stř}$.
 - Jalová energie EQ, podle TPM 2440-08 ČMI (ČSN EN 62053-23) nejistota měření $EQ^{1)}$: třída přesnosti 2 pro $I_{jm} = 100 A_{stř}, 300 A_{stř}, 1\ 000 A_{stř}$.
- ¹⁾ Vodič s měřeným proudem je uchycen v háku.



Obr. 3. Vyhodnocení měření tří monitorů MEG70 na vývodu nn

Pracovní podmínky:

- Pracovní teplota: -25 až 60 °C.
- Frekvence měřených veličin: 47,4 až 52,9 Hz.
- Napájení: 9 až 16 V_{ss}/40 mA.
- Stupeň krytí: IP20, s výjimkou měřicího hrotu.

Konstrukční údaje:

- Rozměry celkem: 97,5 × 44 × 50,5 mm.
- Rozměry háku: 46,5 × 43 × 24 mm.
- Hmotnost: 135 g.
- Max./min. průměr měřeného vodiče: 28/7 mm.
- Max. průřez trojúhel. profilu: 240 mm².
- Průměr smyčky ohebného snímače: 55 mm.
- Průměr vodičů svorkovnice: 0,8 až 1,0 mm.
- Max. délka komunik. vodičů: 30 m.
- Sériové rozhraní: RS-485 – 115 kbit/s, protokol Modbus

Popis konstrukce a instalace

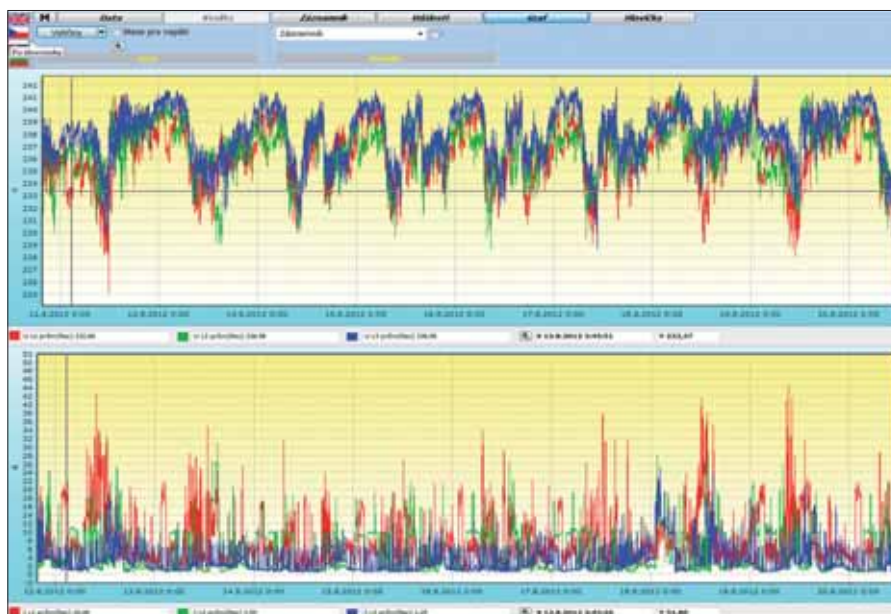
Kompaktní monitor MEg70 zahrnuje měřící přístroj pro přímé měření elektrických veličin, záznamník s datovou pamětí pro záznam časových průběhů i statistik a galvanicky oddělenou komunikaci RS-485, s jejíž pomocí lze na místě naměřené údaje vizualizovat.

Tělo monitoru obsahuje vedle elektronické části propojenou levou a pravou čtyřpólovou pružinovou svorkovnicí se dvěma napájecími a dvěma komunikačními kontakty. To umožňuje řetězit jednotlivé monitory v rozváděči. V zadní části monitoru navazuje na tělo hák, proti kterému je spolu s přítlačným dílem vysouván vyměnitelný kontaktní hrot. Ten je spojen s bezpečnou zdířkou. Nad kontaktním mechanismem je uložen ohebný snímač proudu, jenž se zasouvá do objímky se západkou. Na přední straně těla monitoru je šipka ukazující kladný směr měřeného proudu. Při dodání trojice monitorů pro měření na jednom vývodu jsou barvou šipky (černá, hnědá a šedá) rozlišeny monitory pro měření na fázi L1, L2 a L3.

Při instalaci kompaktního monitoru MEg70 na neizolovanou i izolovanou část fázového vodiče vypnutého rozváděče nn se nejprve vyhnutím západky uvolní volný konec ohebného snímače proudu z objímky. Poté se podle případné tloušťky izolace našroubuje do přítlačného dílu výměnný kontaktní hrot. Pro vodiče s průřezem do 35 mm² se doporučuje použít hrot výšky 3 mm.

Mezi bezpečnou zdířkou monitoru a měřený fázový vodič se zapojí ohmmetr. Ve vhodném místě se na fázový vodič nasune hák monitoru a otáčením přítlačného dílu s hrotem se vytvoří kontakt s měřeným fázovým vodičem, stoupání šroubu přítlačného dílu je 1,5 mm/1 otáčku. K připojení napětí lze místo hrotu rovněž použít měřicí šňůru zapojenou do bezpečné zdířky. Nakonec se po obepnutí měřeného fázového vodiče ohebný snímač měřící proud vodičem zasune zpět do objímky.

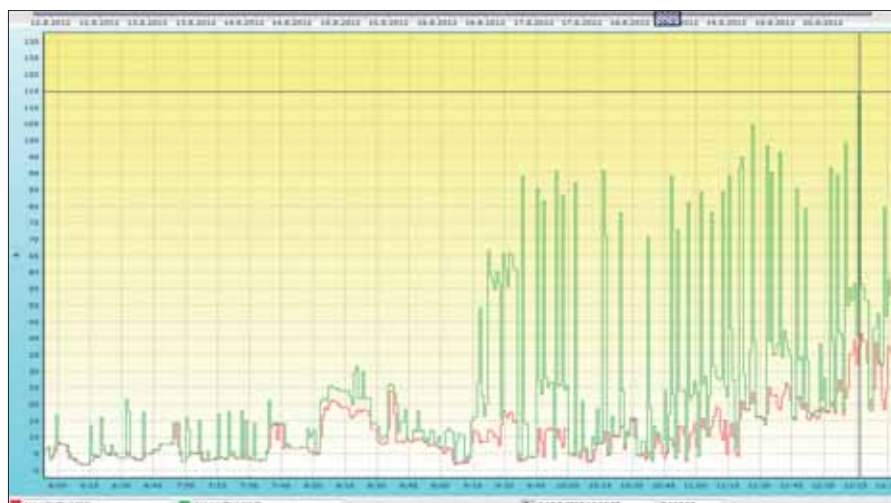
Při instalaci více monitorů MEg70 v jedné skříni se čtyřpólové svorkovnice monito-



Obr. 4. Časový záznam fázových napětí a proudů



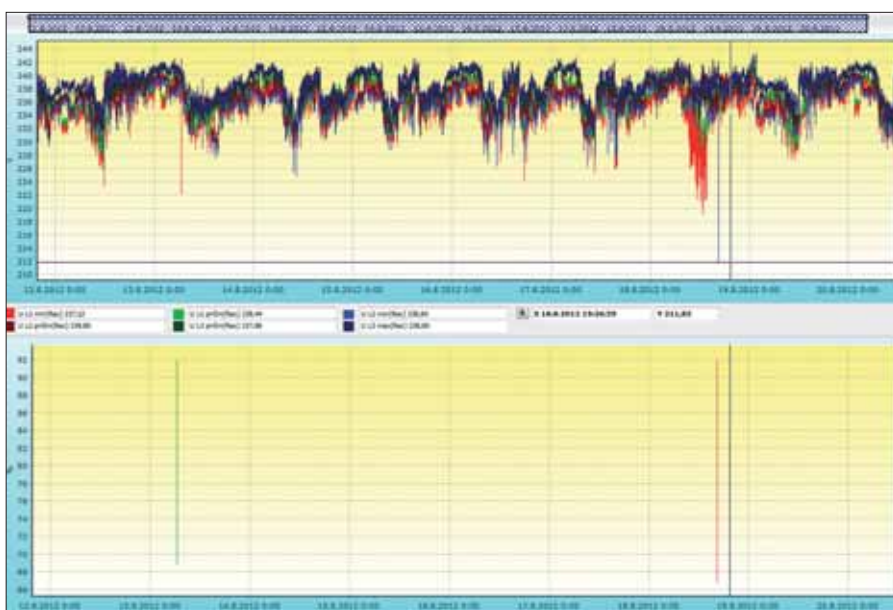
Obr. 5. Detail průběhu průměrného a 200ms maximálního i minimálního napětí fáze L1



Obr. 6. Detail průběhu průměrného a 200ms maximálního proudu fáze L1



Obr. 7. Fázové proudy vývodu nn v místě měření



Obr. 8. Záznam poklesů napětí

rů propojí podle obr. 2 čtveřicí vodičů s žilami o průměru 0,8 až 1,0 mm (např. kabel TBVFS 4x 0,56C). Záporný napájecí vodič \perp se spojí se zemí rozváděče nn, proti níž se měří fázová napětí. Následně se vodiče ze svorek +12 V a \perp monitorů přivedou na napájecí zdroj a vodiče A, B sériového rozhraní RS-485 se přivedou na navazující komunikační nebo vizualizační zařízení.

K napájení monitoru MEg70 se použije DC zdroj 12 V. Jeden monitor má spotřebu do 40 mA. Monitory MEg70 jsou kalibrovány při napájení zdrojem MEg70/KZ, umožňujícím napájet až devět monitorů. K napájení většího počtu těchto monitorů se doporučuje použít zdroj Lambda DSP30-12 s výstupním proudem až 2,1 A. Jednotka MEg70/KZ obsahuje také konvertor sériového protokolu RS-485 (vodiče a, b svorkovnice) na protokol USB, takže lze i prostřednictvím běžného PC s rozhraním USB na místě parametrizovat přístroje a vyčítat naměřené údaje. Pro dálkovou komunikaci prostřednictvím GPRS se doporučuje použít jednotku MEg202.2 napájenou zdrojem zajištěného napětí MEg106.

Po instalaci a propojení monitorů MEg70 se zapne napájení a pomocí programu Merci se na místě instalace zkontroluje technologická komunikace s jednotlivými přístroji a nastaví se jejich parametry. Po zapnutí rozváděče nn se prostřednictvím funkce on-line měření programu ověří správné měření napětí a proudů, včetně směru toku proudů. Popis a použití programu Merci, který zajišťuje obsluhu i kompaktních monitorů MEg70, jsou uvedeny na <http://www.e-mega.cz>.

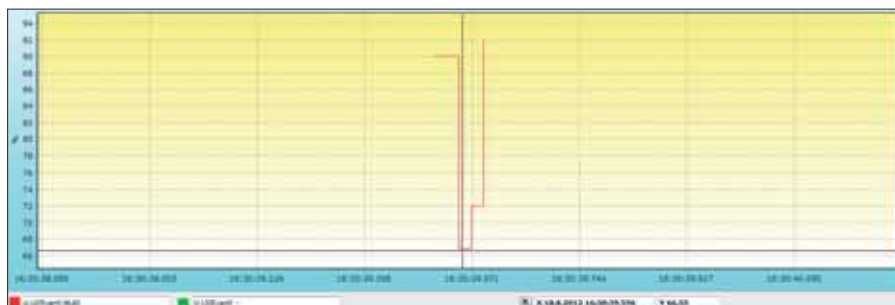
Příklad měření

Základní vyhodnocení záznamu naměřených údajů od 19 h 45 min dne 11. srpna 2012 do 11 h 45 min dne 20. srpna 2012 je na obr. 3. Hodnoty byly zaznamenávány v jednodominutových intervalech třemi monitory MEg70, z jejichž dat uživatelský program sestavil měření v třífázové soustavě.

Pro fázová napětí i proudy jsou vyhodnoceny průměrné minutové hodnoty a maximální a minimální 200ms hodnoty v minutovém intervalu s časem jejich výskytu. Protože monitory MEg70 měří napětí podle požadavků normy ČSN EN 50160, tj. nepřetržitě v desetiperiodových (200 ms) intervalech, jsou v základním vyhodnocení zahrnuty i jejich extrémní hodnoty, které se v průběhu celého měření vyskytly. V grafickém vyjádření je u proudů černou úsečkou zobrazeno průměrné a maximální proudové zatížení vývodu nn. V posledním oddíle jsou vyneseny složky činných a jalových energií za celou dobu měření. Záznam průběhů průměrných minutových fázových napětí a proudů je na obr. 4. Je zde vidět snižování fázových nn napětí při denním zatížení sítě. Dále lze z průběhů fázových proudů vyčíst zvýšenou spotřebu proudu ve víkendových dnech oproti pracovním dnům v měřené venkovní nn síti. Na obr. 5 jsou vyneseny záznamy průměrných minutových a minimálních i maximálních 200ms hodnot napětí v každé minutě pro první fázi v době od 6 h 00 min do 12 h 30 min v sobotu 18. srpna 2012. Jsou zde zaznamenány až 12V poklesy napětí.

Na obr. 7 jsou podobně zobrazeny průměrné minutové hodnoty proudů a desetiperiodová maxima proudů první fáze. Zatímco průměrné hodnoty proudů se pohybovaly od jednotek ampérů do 20 A, maxima proudů přesahovala 100 A. Podobně lze vizualizovat průběhy P, Q a účinníku. Obr. 7 ukazuje rozdílná proudová zatížení jednotlivých fází vývodu nn. Je zde patrná značná rozdílnost fázových odběrů (ve 12 h 18 min je to $I_{L1} = 41,4$ A, $I_{L2} = 1,14$ A, $I_{L3} = 3,10$ A). Měřený vývod nn je zatěžován především jednofázovými spotřebiči, které jsou vesměs připojeny na fázi L1. Na základě dlouhodobého měření by měly být reorganizovány připojované spotřeby.

Události na napětí jsou významnou složkou kvality napětí. Podle normy se rozlišují poklesy napětí, zvýšení napětí a přerušování napětí. Za dobu měření byly registrovány dva



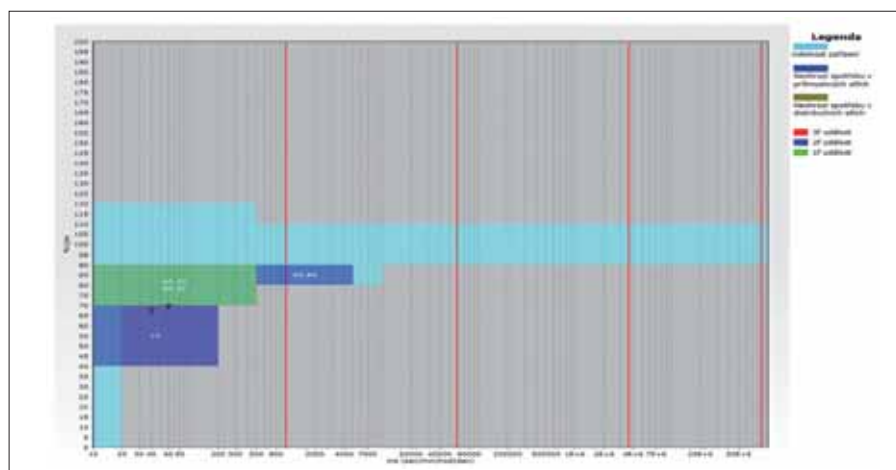
Obr. 9. Detail záznamu druhého poklesu napětí



Obr. 10. Průběhy průměrných a minimálních fázových napětí při zkratu

Tabulka naměřených hodnot

Datum	$U_{L1 \text{ oka}} \text{ (V)}$	$U_{L1 \text{ min}} \text{ (V)}$	$U_{L1 \text{ prům}} \text{ (V)}$	$U_{L1 \text{ max}} \text{ (V)}$	$I_{L1 \text{ oka}} \text{ (V)}$
11. 8. 2012 19:45:00	237,46	237,14	237,44	238,26	3,878 26
11. 8. 2012 19:46:00	237,24	235,28	237,24	237,88	2,860 87
11. 8. 2012 19:47:00	236,80	236,50	236,92	237,30	2,886 96
11. 8. 2012 19:48:00	236,30	235,90	236,90	237,58	6,191 30



Obr. 11. Záznam poklesů napětí v grafu standardizované odolnosti spotřebičů

poklesy napětí, kdy napětí alespoň jedné fáze pokleslo po dobu delší než 20 ms pod 90 % U_{jm} , viz obr. 8. První pokles nastal 13. srpna 2012 v 6 h 32 min 10,28 s a druhý 18. srpna 2012 v 16 h 30 min 39,55 s.

Na obr. 9 je detail záznamu druhého poklesu, zobrazeného podle metodiky ČSN EN 61000-4-30 ed. 2, který nastal ve fázi L2, měl

zbytkové napětí 66,83 % U_{jm} a dobu trvání 40 ms. Tento pokles byl zřejmě vyvolán zkratem na vedení nn odpojeným vláknovou pojistkou. Ta má při blízkém zkratu srovnatelně krátkou vypínací dobu. Při zkratu na vyšších napěťových hladinách by byl v důsledku transformace D/Y přenesen pokles napětí na více fázových nn napětích. Zkratový proud

nebyl zaznamenán v místě instalace monitorů MEg70. Z toho lze usoudit, že zkrat nastal mezi transformátorem vn/nn a místem měření. Projev poklesu napětí na průměrná minutová napětí a minimální 200ms napětí je na obr. 10.

Na průměrných minutových napětích se pokles na 66,83 % jmenovité hodnoty a dobou trvání 40 ms neprojevil a i na 200ms minimálním napětí pokleslo napětí fáze L2 z 236 V na 211,9 V. Podle 200ms napětí by se tedy mohlo zdát, že fázová napětí byla v toleranci.

Podle obr. 11, vyjadřujícího standardizovanou odolnost spotřebičů proti poklesům napětí, se analyzovaný pokles nachází na hranici odolnosti spotřebičů a mohl by způsobit dysfunkci spotřebičů.

Všechny změřené hodnoty a v monitoru MEg70 vyhodnocené statistiky jsou v textovém formátu k dispozici pro další zpracování. Příklad je uveden v tabulce, která obsahuje celkem 78 veličin.

Závěr

Kompaktní monitor MEg70, určený pro přímé (on-line) měření i záznamy statistik napětí, proudu, výkonů a účinníků, pro hodnocení vybraných parametrů kvality napětí (odchylky a události) a pro měření energie funkcí čtyřkvadrantový elektroměr se šesti registry, navazuje na rozšířený panelový univerzální monitor MEg40+. Monitor MEg70 má zcela novou konstrukci, umožňující snadnou a ekonomicky efektivní modernizaci měření v rozváděcích nn. Monitor MEg70 je orientován na rozvoj místních i dálkových měřicích a informačních sítí, a proto je vybaven sériovým rozhraním RS-485, jehož prostřednictvím jsou i vizualizovány naměřené hodnoty v pohodlném prostředí IT.

Kalibrační list Českého metrologického institutu č. 6011-KL-K0620-12 je spolu s podrobnými uživatelskými informacemi zveřejněn na stránkách <http://www.e-mega.cz>. Zde jsou také k dispozici cenové a další obchodní údaje.



Měřicí Energetické Aparáty, a.s.

Česká 390, 664 31 Česká, telefon: +420 545 214 988, e-mail: mega@e-mega.cz, www.e-mega.cz

Vývoj, výroba a prodej přístrojů a systému s dálkovou komunikací

- MEg35, MEg38 – kvalita napětí
- MEg40, MEg70 – energie a ztráty
- MEg61.4, MEg61.2 – poruchy vn sítí
- MEg202.2 – RTU s GPRS komunikací
- MEg201.2 – RTU s komunikací TCP/IP

Měření proudu bez rekonstrukce

- AMOS – ohebné snímače
- SMART PTD – transformátory s děleným jádrem
- Bezpečné měření – kategorie CAT IV



Indikátor zemních spojení s měřením U a napájením pomocí kapacitních děličů



