

# Měření kvality napětí a elektrických energií v nn i vn distribučních sítích

Ladislav POSPÍCHAL, Jiří BABKA, Karel HODER, Antonín KUBEŠ

## 1. Popis měřicího přístroje MEG38

Současný rozvoj elektroniky a technologie umožňuje realizaci měření kvality napětí, záznam elektrických veličin a měření elektrické energie jedním přenosným PQ monitorem MEG38, splňujícím požadavky bezpečnosti vyjádřené kategorií přepětí CAT IV, bezpečnostní třídou II a EMC průmyslového prostředí.

Při měření kvality napětí splňuje požadavky na měřicí přístroj třídy S s měřením všech desetiperiodových intervalů bez přerušování a bez mezer, vyhodnocením harmonických složek napětí a proudů a skupin meziharmonických napětí do řádu 125, záznamem průběhů  $U_{rms1/2}$  a  $I_{rms1/2}$  měřených napětí i proudů včetně osciloskopického záznamu. Tím umožňuje nejen standardem [1] předepsané statistické hodnocení kvality napětí a proudu, ale analýzu všech jednorázových dějů v síti pro identifikaci a vyhodnocení provozních poruch. Činné, jalové a deformační složky výkonů jsou vyhodnocovány ve frekvenční doméně ze všech harmonických složek napětí a proudů. Měřené energie jsou zaznamenávány v souladu se standardem [2] v šestici registrů pro každou fázi i souhrnný vývod.

Přenosný měřicí přístroj MEG38 se vyrábí ve dvou provedeních. Měřicí jednotka MEG38/M, viz [3], spolu s jednofázovým zdrojem nezajištěného napájení MEG38/Z je levnější a rozměrově menší alternativou. Je určena pro provozní měření, která nevyžadují měření a vyhodnocování krátkých událostí při poklesech nebo přerušování napájecího napětí. Kompaktní provedení MEG38/C obsahuje v jednom mechanickém celku i trojfázo-

vý zdroj zajištěného napájení s rozsahem napájecího napětí od 90 V do 460 V, ochranami proti přepětí a nadproudům.

Obě provedení přístroje MEG38 mají 4 napěťové a 4 proudové vstupy, jsou vodotěsná IP65 a jsou navržena podle požadavků kategorie přepětí CAT IV pro  $U_{jm}$  do 300 V. Jsou určena k bezpečnému měření na nn straně distribučních transformačních stanic včetně navazujících nn sítí. Měří i v sekundárních měřicích obvodech vn a vvn sítí.

K měření proudů v nn sítích jsou připraveny ohebné senzory AMOSm s elektronicky přepínanými rozsahy jmenovitých proudů 10 A, 30 A, 100 A, 300 A a 1 000 A. Pro měření proudů v sekundárních měřicích proudových obvodech vn sítí jsou určeny klešťové transformátory MT-ChA s elektronicky přepínaným jmenovitým proudem 1 A a 5 A, které lze použít i pro bezpečné měření v živých nn obvodech. Klešťové transformátory MT-ChA se vyrábějí s přesností 2,5 % ljm a přesností 0,5 % ljm. Měřicí přístroj MEG38 s příslušenstvím má izolační povrch, přičemž měřicí jednotky v obou provedeních jsou opatřeny polyuretanovými prvky zvyšujícími jejich odolnost proti mechanickým rázům.

## 2. Přesnost měření MEG38

Pozn.

Úplné údaje jsou uvedeny v kalibračním listu ČMI č. 6011-KL-K0448-12 na stránkách [www.e-mega.cz](http://www.e-mega.cz)  
 $U_1$  – napětí 1. harmonické

Pro veličiny  $f$ ,  $U_{nesym}$ ,  $U_{harm}$ ,  $U_{mharm}$  platí ve všech 3 zkušebních stavech

| Veličina                            | Měřicí rozsah   | Chyba   |
|-------------------------------------|---|---|
| $f$ – frekvence                     | 42,5 Hz až 57,5 Hz  | 1 mHz   |
| $U$ – napětí                        | 20 % $U_{jm}$ až 140 % $U_{jm}$   | 0,1 % $U_{jm}$  |
| $U_{nesym}$ – nesymetrie $U$        | 1 % až 5 %  | 0,1 %   |
| $U_{harm}$ – napětí harmonické      | 0,4 % $U_1$ až 8,0 % $U_1$  | 5 % $U_{harm}$ při $U_{harm} \geq 1\%$ $U_{jm}$<br>0,05 % $U_{jm}$ při $U_{harm} < 1\%$ $U_{jm}$    |
| $U_{mharm}$ – napětí meziharmonické | 0,6 % $U_1$ až 6,0 % $U_1$  | 5 % $U_{mharm}$ při $U_{mharm} \geq 1\%$ $U_{jm}$<br>0,05 % $U_{jm}$ při $U_{mharm} < 1\%$ $U_{jm}$ |
| $P_{st}$ – flikr                    | 0,20 až 10,0 1 až 4 000 změn/min  | 5 % $P_{st}$  |
| $U_{rms1/2}$ – napětí události      | 10 % $U_{jm}$ až 140 % $U_{jm}$<br>$t = 100$ ms, $t = 10$ s   | 0,5 % $U_{jm}$<br>20 ms   |
| $I$ – proudy (ne snímač)            | 5 % $I_{jm}$ až 120 % $I_{jm}$<br>$I_{jm} = 10$ A, 30 A, 100 A, 300 A, 1 000 A  | 0,1 % z rozsahu   |
| $I_{harm}$ – proud harmonický       | 1 % $I_{harm}$ až 64 % $I_{harm}$<br>$I_{jm} = 10$ A, 30 A, 100 A, 300 A, 1 000 A   | 5 % $I_{harm}$ při $I_{harm} \geq 3\%$ $I_{jm}$<br>0,15 % $I_{jm}$ při $I_{harm} < 3\%$ $I_{jm}$    |
| $P$ – činný výkon                   | $U = U_{jm}$ , $\varphi = 0^\circ$ , $I = 5\%$ až 120 % $I_{jm}$<br>$U = U_{jm}$ , $I = I_{jm}$ , $\varphi [^\circ] = 0,45, 135, 180, 225, 315$<br>$I_{jm} = 10$ A, 30 A, 100 A, 300 A, 1 000 A     | 0,2 % $P_{jm}$  |
| $Q$ – jalový výkon                  | $U = U_{jm}$ , $\varphi = 90^\circ$<br>$I = 5\%$ až 120 % $I_{jm}$<br>$U = U_{jm}$ , $I = I_{jm}$ , $\varphi [^\circ] = 45, 90, 135, 225, 270, 315$<br>$I_{jm} = 10$ A, 30 A, 100 A, 300 A, 1 000 A | 0,2 % $Q_{jm}$  |

## 3. Příklady provozních měření

V **tab. 1a** a **tab1b** jsou obsaženy výsledky statistického vyhodnocení závazných parametrů týdenního měření kvality napětí dle standardu [1]. Týdenní měření se uskutečnilo od 9h20m dne 15. 6. 2012 do 22. 6. 2012 na hladině nn v předávacím místě s připojeným katrem. Z tabulkového vyhodnocení bylo vyloučeno (flagováno) cca 3,4 %, tj. 34 změřených desetiminutových intervalů, v nichž se vyskytly události na napětí. S výjimkou flikru byly všechny stanovené veličiny, tj. nesymetrie, kmítočet, fázová napětí, činitel harmonického zkreslení napětí do 40. harmonické – THDu a velikosti jednotlivých harmonických napětí do řádu 25 včetně, pro všechny tři fáze v tolerancích požadovaných standardem.

Flikr  $P_{st}$  byl po 46,09 % z flagováním upravené měřené doby, tj. ve 37 hodnocených dvouhodinových intervalech pod dovolenou hodnotou 1,0 a ve 44 hodnocených dvouhodinových intervalech byl vyšší než 1,0. Podle normy je flikr  $P_{st}$  1,0 dovolen v maximálně 5 % z 81 dvouhodinových hodnocených intervalů, tj. ve čtyřech.

Současně s měřením kvality napětí byly

**Tab. 1a.** Vyhodnocení závažných parametrů kvality napětí bez harmonických

| M                |                         | Data                   | Kvalita        | Záznamník      | Události    |
|------------------|-------------------------|------------------------|----------------|----------------|-------------|
| Souhrn Výpis     |                         |                        |                |                |             |
| Zobrazit         |                         |                        |                |                |             |
| Doba zpracování  | 15.6.2012 9:20:00       | 22.6.2012 9:20:00      |                |                |             |
| Délka měření     | EN 50160                | Skutečnost             |                |                |             |
| Interval záznamu | týden                   | 7d. 0:10:00 (1009 vz.) |                |                |             |
| Nesymetrie       | 10 minut                | 10 minut               |                |                |             |
| Frekvence        | x< 2,0 % / 95,0 %       | 100,00 % OK            | 100,00 % OK    | 100,00 % OK    | 100,00 % OK |
| Frekvence        | 49,5 <x< 50,5 / 99,5 %  | 100,00 % OK            | 100,00 % OK    | 100,00 % OK    | 100,00 % OK |
| Frekvence        | 47,0 <x< 52,0 / 100,0 % | 100,00 % OK            | 100,00 % OK    | 100,00 % OK    | 100,00 % OK |
|                  |                         | 3,37% (34 vz.)         | 3,27% (33 vz.) | 3,37% (34 vz.) |             |
| Napětí           | 85% <x< 110% / 100%     | 100,00 % OK            | 100,00 % OK    | 100,00 % OK    | 100,00 % OK |
| Napětí           | 90,0% <x< 110,0% / 95%  | 100,00 % OK            | 100,00 % OK    | 100,00 % OK    | 100,00 % OK |
| Flikr            | x< 1,0 / 95%            | 46,09 % OK             | 46,09 % OK     | 46,09 % OK     | 46,09 % OK  |
| THD              | x< 8,0% / 95%           | 100,00 % OK            | 100,00 % OK    | 100,00 % OK    | 100,00 % OK |

měřeny průběhy fázových napětí, fázových proudů a výkonů. Za naprogramovaný 15 s dlouhý interval záznamu, v němž bez přerušení a bez mezer bylo vždy změřeno všech 75 desetip-

**Tab. 1b.** Vyhodnocení harmonických napětí

|                |                  |             |             |             |
|----------------|------------------|-------------|-------------|-------------|
| 2.harmonická   | x< 2,0% / 95%    | 100,00 % OK | 100,00 % OK | 100,00 % OK |
| 3.harmonická   | x< 5,0% / 95%    | 100,00 % OK | 100,00 % OK | 100,00 % OK |
| 4.harmonická   | x< 1,0% / 95%    | 100,00 % OK | 100,00 % OK | 100,00 % OK |
| 5.harmonická   | x< 6,0% / 95%    | 100,00 % OK | 100,00 % OK | 100,00 % OK |
| 6.harmonická   | x< 0,5% / 95%    | 100,00 % OK | 100,00 % OK | 100,00 % OK |
| 7.harmonická   | x< 5,0% / 95%    | 100,00 % OK | 100,00 % OK | 100,00 % OK |
| 8.harmonická   | x< 0,5% / 95%    | 100,00 % OK | 100,00 % OK | 100,00 % OK |
| 9.harmonická   | x< 1,5% / 95%    | 100,00 % OK | 100,00 % OK | 100,00 % OK |
| 10.harmonická  | x< 0,5% / 95%    | 100,00 % OK | 100,00 % OK | 100,00 % OK |
| 11.harmonická  | x< 3,5% / 95%    | 100,00 % OK | 100,00 % OK | 100,00 % OK |
| 12.harmonická  | x< 0,5% / 95%    | 100,00 % OK | 100,00 % OK | 100,00 % OK |
| 13.harmonická  | x< 3,0% / 95%    | 100,00 % OK | 100,00 % OK | 100,00 % OK |
| 14.harmonická  | x< 0,5% / 95%    | 100,00 % OK | 100,00 % OK | 100,00 % OK |
| 15.harmonická  | x< 0,5% / 95%    | 100,00 % OK | 100,00 % OK | 100,00 % OK |
| 16.harmonická  | x< 0,5% / 95%    | 100,00 % OK | 100,00 % OK | 100,00 % OK |
| 17.harmonická  | x< 2,0% / 95%    | 100,00 % OK | 100,00 % OK | 100,00 % OK |
| 18.harmonická  | x< 0,5% / 95%    | 100,00 % OK | 100,00 % OK | 100,00 % OK |
| 19.harmonická  | x< 1,5% / 95%    | 100,00 % OK | 100,00 % OK | 100,00 % OK |
| 20.harmonická  | x< 0,5% / 95%    | 100,00 % OK | 100,00 % OK | 100,00 % OK |
| 21.harmonická  | x< 0,5% / 95%    | 100,00 % OK | 100,00 % OK | 100,00 % OK |
| 22.harmonická  | x< 0,5% / 95%    | 100,00 % OK | 100,00 % OK | 100,00 % OK |
| 23.harmonická  | x< 1,5% / 95%    | 100,00 % OK | 100,00 % OK | 100,00 % OK |
| 24.harmonická  | x< 0,5% / 95%    | 100,00 % OK | 100,00 % OK | 100,00 % OK |
| 25.harmonická  | x< 1,5% / 95%    | 100,00 % OK | 100,00 % OK | 100,00 % OK |
| HDO 283,0 [Hz] | x< 9,0 / 99% dne | 100,0 % OK  | 100,0 % OK  | 100,0 % OK  |

**Tab. 2.** Vyhodnocení provozních parametrů funkce záznamník

| Doba zpracování: 15.6.2012 9:13:30 - 22.6.2012 9:24:45 |           |           |                   |           |           |                              |           |          |           |           |           |           |
|--|-----------|-----------|-------------------|-----------|-----------|------------------------------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Napětí [V]</b>                                      |           |           | <b>Proudy [A]</b> |           |           | <b>Energie [kWh] [kVarh]</b> |           |          |           |           |           |           |
| Průměr   | L1        | L2        | L3                | Průměr    | L1        | L2                           | L3        | EP+      | L1        | L2        | L3        | Σ         |
| 236,0  | 236,5     | 236,8     | 236,8             | 25,3      | 26,2      | 26,0                         | 26,0      | 273390   | 279173    | 267365    | 819977    |           |
| Max  | 242,8     | 242,9     | 243,7             | Max       | 66,5      | 68,0                         | 67,9      | EP-      | 54,31     | 174,44    | 55,38     | 284,13    |
| 16.6.2012  | 16.6.2012 | 16.6.2012 | 16.6.2012         | 21.6.2012 | 21.6.2012 | 21.6.2012                    | 21.6.2012 | EQC/EP+  | 0,02      | 0,69      | 0,19      | 0,90      |
| 4:19:00  | 4:20:30   | 4:20:30   | 4:20:30           | 15:28:15  | 15:28:15  | 15:28:15                     | 15:28:15  | EQL/EP+  | 636190    | 660389    | 662236    | 1958677   |
| Min  | 224,0     | 225,1     | 225,3             | Min       | 0,0       | 0,3                          | 0,1       | EQC/EP-  | 0,19      | 41,15     | 0,20      | 41,54     |
| 18.6.2012  | 16.6.2012 | 16.6.2012 | 16.6.2012         | 17.6.2012 | 16.6.2012 | 15.6.2012                    | 15.6.2012 | EQL/EP-  | 1,18      | 91,76     | 1,28      | 94,23     |
| 9:34:15  | 11:06:00  | 11:06:00  | 11:06:00          | 1:02:45   | 2:42:45   | 22:06:45                     | 22:06:45  | EP+      | 2181,40   | 2194,70   | 2186,40   | 6562,50   |
|  |           |           |                   |           |           |                              |           | Max 1/4h | 21.6.2012 | 21.6.2012 | 21.6.2012 | 21.6.2012 |
|  |           |           |                   |           |           |                              |           | 10:30:00 | 10:30:00  | 10:30:00  | 10:30:00  |           |
|  |           |           |                   |           |           |                              |           | EP-      | 0,19      | 0,91      | 0,19      | 1,26      |
|  |           |           |                   |           |           |                              |           | Max 1/4h | 21.6.2012 | 21.6.2012 | 21.6.2012 | 21.6.2012 |
|  |           |           |                   |           |           |                              |           | 10:30:00 | 10:30:00  | 10:30:00  | 10:30:00  |           |

**I prům [%]**

**I max [%]**

riodových (0,2 s) měřicích intervalů, byly vyhodnoceny právě efektivní hodnoty tří měřených fázových napětí a proudů. Z celkem 7 x 24 x 60 x 4 = 40 320 čtvrtminutových hodnot naměřených za 1 týden byla vyhodnocena maxima i minima napětí a proudů jednotlivých fází s časem jejich výskytu.

Ze čtvrtminutových hodnot týdenního měření byly vypočteny průměrné týdenní hodnoty.

V části Energie jsou také vyhodnocena 1/4h maxima odebrané a dodané činné energie trojfázového vývodu spolu s časem výskytu (tab. 2).

V tab. 3 jsou pro dobu 6 dnů tj. od 16. 6. 2012 do 22. 6. 2012 vyhodnoceny hodnoty činných a jalových energií v šesti registrech pro každou fázi a v šesti registrech součtu (vývodu).

Činná energie odebraná všemi třemi fázemi EP+ je 657 658 kWh.

Činná energie dodaná všemi třemi fázemi do sítě EP- je 251,77 kWh.

Jalová energie kapacitního charakteru při odběru činné energie EQC/EP+ je 0,73 kVarh.

Jalová energie induktivního charakteru při odběru činné energie EQL/EP+ je 1 558 189,1 kVarh.

Jalová energie kapacitního charakteru při dodávce činné energie do sítě EQC/EP- je 36,72 kVarh.

Jalová energie induktivního charakteru při dodávce činné energie do sítě EQL/EP- je 83,41 kVarh.

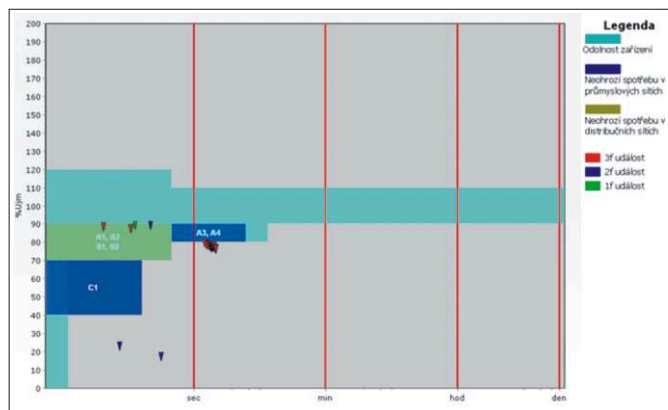
**Tab. 3.** Vyhodnocení měření energie

| Energie 16.6.2012 0:00:01 - 22.6.2012 0:00:01 |        |        |        |         |
|---|--------|--------|--------|---------|
|   | L 1    | L 2    | L 3    | Σ       |
| EP+ [kW.h]                                    | 219285 | 223936 | 214462 | 657658  |
| EP- [kW.h]                                    | 48,16  | 154,49 | 49,12  | 251,77  |
| EQC/EP+ [kVar.h]                              | 0,02   | 0,57   | 0,14   | 0,73    |
| EQL/EP+ [kVar.h]                              | 506108 | 525387 | 526761 | 1558189 |
| EQC/EP- [kVar.h]                              | 0,18   | 36,36  | 0,18   | 36,72   |
| EQL/EP- [kVar.h]                              | 1,05   | 81,22  | 1,14   | 83,41   |

Za týdenní dobu měření bylo celkem zaznamenáno 38 poklesů napětí, viz tab. 4. Z toho čtyři poklesy měly zbytkové napětí v intervalu od 80 % U<sub>jm</sub> do 90 % U<sub>jm</sub> a dobu trvání od 10 ms do 200 ms. Třicet dva poklesů mělo zbytkové napětí v rozmezí od

70 % U<sub>jm</sub> do 80 % U<sub>jm</sub> a dobu trvání od 1,0 s do 5,0 s. Dva poklesy měly zbytkové napětí menší než 40 % U<sub>jm</sub> a dobu trvání od 10 ms do 200 ms. Přepětí a přerušení napětí v průběhu týdenního měření nastaly.

V zobrazení na obr. 1, vyjadřující závažnost jednotlivých poklesů napětí pro spotřebiče zapojené v elektricky blízkém okolí měřeného bodu distribuční nn sítě, je vidět, že celkem třicet čtyři poklesů se nachází mimo hranice povolené pro průmyslové sítě. Třicet dva poklesů se zbytkovými napětími v pásmu 70 % U<sub>jm</sub> až 80 % U<sub>jm</sub> a dva hluboké poklesy se zbytkovým napětím menším než 40 % U<sub>jm</sub> by v distribuční nn síti mohly narušit funkce připojených spotřebičů.

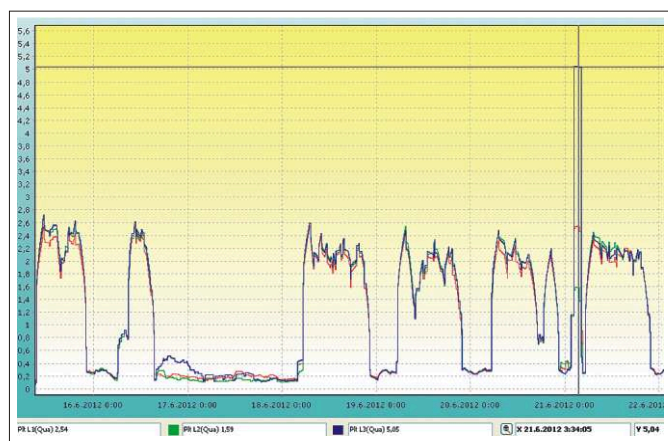


Obr. 1. Hodnocení závažnosti událostí pro spotřebiče v nn síti



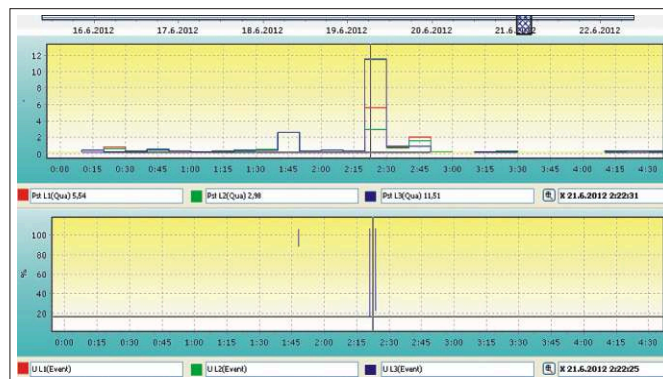
Obr. 2. Detail záznamu napětí a proudů spolu se záznamem proudového impulsu

V časovém detailu na obr. 2 je na časové ose prvního grafu vynesena průběh 15 s záznamu průměrného napětí první fáze  $U_{L1\text{prám}}(REC)$  a průměrná 10 min hodnota kvality napětí  $U_{L1\text{prám}}(Qua)$ . Ve druhém grafu na obr. 2 je vynesena 15 s záznam proudu a proudový impuls  $I_{rms1/2}$  s maximem 162,30 A a dobou trvání cca 3 s. V důsledku proudového impulsu vznikl na napájecím nn vedení úbytek napětí vyjádřený poklesem napětí  $U_{rms1/2}$  ze 102 %  $U_{jm}$  na 78,77 %  $U_{jm}$ , viz třetí graf na obr. 2. Je zřejmé, že 3 s dlouhý pokles napětí  $U_{rms1/2}$  vyvolal snížení průměrného 15s napětí o cca 6 %.



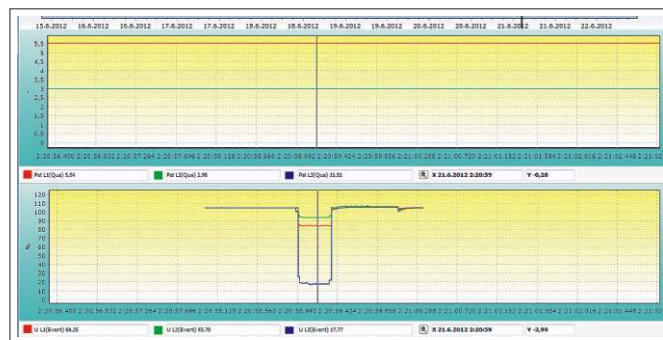
Obr. 3. Záznam týdenního průběhu flikru  $P_{lt}$

Průběhy koeficientů flikru  $P_{lt}$  všech tří fází jsou na obr. 3. Při dvousměnném provozu v pracovních dnech se hodnota flikru  $P_{lt}$  pohybuje od 2,0 do 2,5 a více než dvojnásobně překračuje dovolený limit. V sobotu pracuje pouze dopolední směna a v neděli se nepracuje. V době, kdy katr nepracuje, je v místě měření flikr od 0,2 do 0,3.



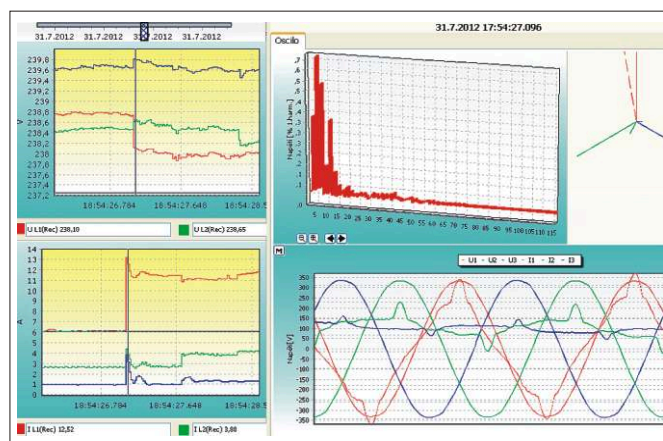
Obr. 4. Souhrnný záznam flikru  $P_{st}$  a hlubokých poklesů napětí

Dne 21. 6. 2012 ve 2h 25m došlo k jednorázovému zvýšení flikru. Na obr. 4 je vynesena průběh krátkodobého koeficientu flikru  $P_{st}$ , který dosáhl hodnoty až 11,51.



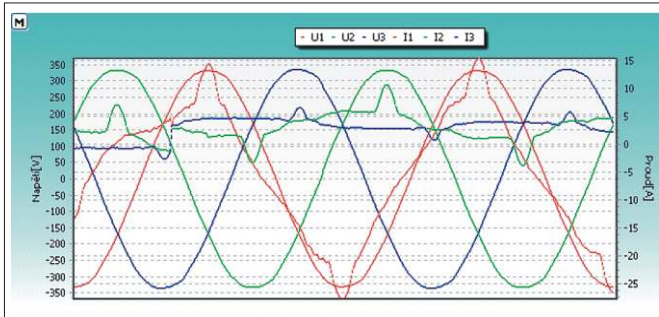
Obr. 5. Detail záznamu prvního hlubokého poklesu napětí fáze L3

Jeho příčinou byly dva hluboké poklesy napětí fáze L3. První nastal ve 2h 20m 58s, trval 0,36 s a zbytkové napětí postřížené fáze L3 bylo 13,79 %  $U_{jm}$ . Druhý hluboký pokles napětí na-



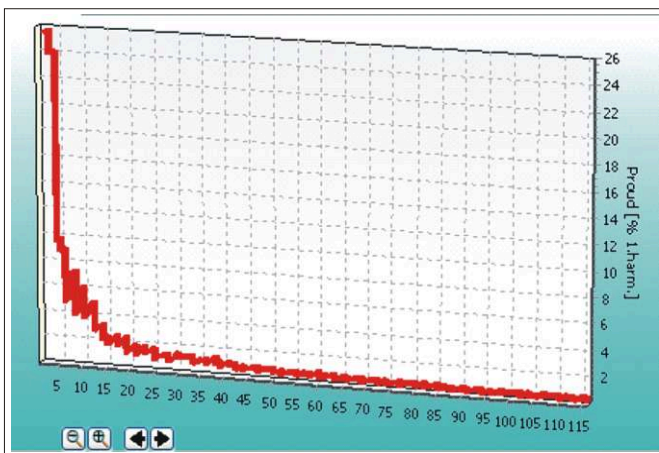
Obr. 6. Souhrnné vyhodnocení zapnutí klimatizace

stal ve 2h 23m 32s, měl dobu trvání 0,10 s a zbytkové napětí 23,04 %  $U_{jm}$ . Proudy  $I_{rms1/2}$  na měřeném místě nevykazují zvýšení. Z těchto skutečností lze říci, že se jednalo o jednopólové zkraty, které nenastaly na odběrném místě s katrem. Detail záznamu prvního hlubokého poklesu je na **obr. 5**.



**Obr. 7.** Oscilografický záznam průběhů napětí a proudů

Detail průběhu tří fázových napětí a tří fázových proudů z měření dne 31. 7. 2012 odběru budovy při zapnutí klimatizace je uveden na **obr. 6**. V tomto obrázku je vidět harmonická analýza fázových napětí do řádu 125. Je zde rovněž vidět osciloskopický záznam fázových napětí a proudů v okamžiku připnutí klimatizace v 17h 54m 27,096s.



**Obr. 8.** Harmonická analýza proudu fáze L1

Záznam deformovaných průběhů napětí a proudů v okamžiku zapnutí klimatizace je na **obr. 7**. Harmonická analýza fázových proudů v uvedených okamžicích je na **obr. 8**. Z ní je vidět, že

harmonické proudy řádu vyššího než 50 lze v daném místě měření prakticky zanedbat.

## 4. Závěr

Měřicí přístroje skupiny MEG38 představují novou generaci přenosných měřicích přístrojů určenou k měření v distribučních energetických sítích, která navazuje na praxi ověřené PQ monitory MEG3x, vyráběné od r. 2005. Přístroje MEG38 staví na zkušenostech s výrobou měřicích přístrojů a přináší nejen statisticky orientované funkce hodnocení kvality napětí požadované standardy, ale na základě zkušeností provozu stovek PQ monitorů v uplynulém období obsahují i funkce potřebné pro řešení konkrétních provozních problémů. Umožňují záznam a analýzu všech závažných i jednorázových stavů v distribučních sítích. Přístroje MEG38 jsou připravovány pro připojení signálu GPS, dálkovou GPRS komunikaci a zapojení do místních i dálkových měřicích sítí. Mají dostatečný výpočetní výkon pro další rozšiřování vyhodnocovacích funkcí i případnou aktualizaci standardizovaných měřicích metod. Obsluha a vyhodnocování změřených dat navazuje na provozně ověřené a optimalizované postupy. Nejen tím je zajištěna kontinuita provádění měřicích kampaní. Rovněž systémové zpracování datových souborů v prostředí WebDatOr akceptuje i datové soubory přístrojů MEG38.

## Literatura:

- [1] ČSN EN 50160 ed.3 Charakteristiky napětí elektrické energie dodávané z veřejných distribučních sítí, únor 2011.
- [2] ČSN EN 62053-23 Statické elektroměry pro jalovou energii, prosinec 2003.
- [3] Přenosná souprava PQ monitoru MEG38, edice 03/2012, [www.e-mega.cz](http://www.e-mega.cz)

**Doc. Ing. Ladislav Pospíchal, CSc.**, má dlouhodobé zkušenosti s realizací vývoje a zajištění výroby slaboproudých zařízení a systémů v energetice. Analyzuje provozní požadavky a na jejich základě definuje požadavky na nové měřicí přístroje.

**Ing. Karel Hoder** – navrhuje analogové a zdrojové části měřicích přístrojů. Vedl nejvýznamnější vývojové týmy z oblasti měřicí techniky. Je autorem řady patentů a původních řešení.

**Ing. Jiří Babka ml.** – v r. 2002 absolvoval ČVUT. Navrhuje číslíkové části přístrojů a komunikačních jednotek. Pracuje jak na řídicích, tak i uživatelsky orientovaných SW produktech.

**Antonín Kubeš** – tvoří vyšší uživatelsky orientované vrstvy SW produktů. Při jejich návrzích s výhodou uplatňuje svoje provozní zkušenosti.