

**VŠB - Technická univerzita Ostrava**  
**Fakulta elektrotechniky a informatiky**  
**Katedra kybernetiky a biomedicínského inženýrství**

**Vyhodnocení dat z elektroměrů s možností  
měření parametrů kvality**

**Evaluation of Data from Meters with the  
Possibility of Measuring Quality Parameters**

**2013**

**Martin Morávek**

VŠB – Technická univerzita Ostrava  
Fakulta elektrotechniky a informatiky  
Katedra kybernetiky a biomedicínského inženýrství

## Zadání bakalářské práce

---

Student:	Martin Morávek
Studijní program:	B2649 Elektrotechnika
Studijní obor:	2601R004 Měřicí a řídicí technika
Téma:	Vyhodnocení dat z elektroměrů s možností měření parametrů kvality Evaluation of Data from Meters with the possibility of Measuring Quality parameters

Zásady vypracování:

Cílem práce je vytvoření redukovaného datového souboru pro vyhodnocení informací o kvalitě elektriny ze souborů získaných z elektroměrů s možností měření kvality elektriny. Vyhodnocení dat bude provedeno dle normy ČSN EN 50160.

Zadání:

1. Definování parametrů kvality dle ČSN EN 50160 ed.3.
2. Uvedení požadavků na měření parametrů kvality dle ČSN EN 61000-4-30 ed.2.
3. Na základě informací výrobců, uvedení možností měření parametrů kvality alespoň tři elektroměrů.
4. Návrh načtení a vyhodnocení dat z elektroměrů pro snazší orientaci v informacích o kvalitě elektriny dle ČSN EN50160 ed.3 a případných dalších parametrech.
5. Uvedení manuálu k Vaší aplikaci a příložením aplikací.
6. Zhodnocení dosažených výsledků.

Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] ČSN EN 50160 ed.3. (330122) *Charakteristiky napětí elektrické energie dodávané z veřejných distribučních sítí*. CENELEC. překlad: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011, 32s
- [2] ČSN EN 61000-4-30 ed.2. (333432) *Elektromagnetická kompatibilita (EMC) - Část 4-30: Zkušební a měřicí technika – Metody měření kvality energie.*, převzatá EN, překlad úvodní strany: NELKO Tanvald a Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009, 40 s.
- [3] Firemní dokumentace k vybraným elektroměrům (např. ITRON SL7000, L+G ZMQ, SCHRACK LZQJ, ...)

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Richard Velička, Ph.D.**

Datum zadání: 16.11.2012

Datum odevzdání: 07.05.2013



---

doc. Ing. Jiří Koziorek, Ph.D.  
*vedoucí katedry*



---

prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.  
*děkan fakulty*

# Prohlášení studenta

---

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci na téma: „Vyhodnocení dat z elektroměrů s možností měření parametrů kvality“ vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce. Uvedl jsem všechny literární prameny, publikace a další zdroje, ze kterých jsem čerpal. Tyto jsou uvedeny v seznamu použité literatury a zdrojů.

Jako autor této bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvoření této práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a/nebo majetkových a jsem si plně vědom následků porušení Zákona o právu autorském, a právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (Autorský zákon) č.121/2000 Sb. Oddíl 3: Bezúplatné zákonné licence. §31 Citace.

V Ostravě dne : 7. 5. 2013

Podpis : 

# Poděkování

---

Chtěl bych zde poděkovat zejména vedoucímu Bakalářské práce ing. Richardu Veličkovi, Ph.D. za ochotu a pomoc při shánění podkladů a fundovanou radu při řešení všech problémů během zpracovávání této práce. V neposlední řadě bych mu také rád poděkoval za drahé rady týkající se struktury bakalářské práce a vyhodnocujícího programu, díky nimž jsem se mnohému naučil.

## Abstrakt

---

Tématem bakalářské práce je získání redukovaného souboru dat se shodnou vypovídací hodnotou, vytvořeného z dat načtených z elektroměru s možností měření kvality elektrické energie, dodávané do předávacího místa připojeného v místní rozvodné síti. S ohledem na uvažované použití je věnována pozornost zejména velikosti napájecího napětí ( $U_C$ ) v jednotlivých fázích, kmitočtu napájecího napětí, harmonická napětí jsou hodnocena pomocí činitele celkového harmonického zkreslení THD, meziharmonickým napětím, rychlé změně napětí, přerušení napájení, poklesu napětí ( $U_C < 90 \% U_n$ ), případně jeho trvání, přechodnému přerušení (OZ do 5 sec), přechodnému přepětí, kolísání napětí, dočasnému zvýšení napětí o síťovém kmitočtu ( $U_C > 110 \% U_n$ ) případně jeho trvání, nesymetrii napětí a změně napětí.

## Abstract

---

The theme of this work is to obtain a reduced data file created from retrieved data from electrometer with the possibility of measurement of the electricity quality. The obtained reduced data file has identical informative value. The measurement point is located to the delivery place connected to the local grid. With regard to the intended application, there is dedicated particular attention to the power voltage ( $U_C$ ) in each phase, frequency, supply voltage, assessed using the harmonic voltages the total harmonic distortion factor THD, voltage interharmonics, quick change voltage, power interruption, voltage drop ( $U_C < 90 \% U_n$ ) or its duration, temporary interruption (turn on again, to 5 sec.), transitional overvoltage, voltage fluctuations, a temporary voltage increasing in given frequency ( $U_C > 110 \% U_n$ ) or its duration, voltage asymmetry and voltage variation.

## Klíčová slova

---

Kvalita elektrické energie; Měření frekvence; Měření napětí; Měření proudu; Měření výkonu; Vyhodnocení kvality elektrické energie;

## Key Words

---

The quality of electricity; frequency Measurement; voltage measurement; measurement of current; active power Measurement; evaluation of the quality of electric energy;

# Seznam použitých symbolů a zkratek

---

CD	– Optické datové záznamové médium.
CE	– Standardní Evropský certifikát.
ČMI	– Český metrologický institut.
ČSN EN	– Česká norma implementující Evropskou normu.
DLMS	– Asociace uživatelů
DLMS/COSEM	– Řada norem poskytující normalizační rámec pro měření a zpracování naměřených hodnot.
DO	– Dálkové ovládání.
DS	– Distribuční síť rozvodu elektrické energie.
ELM	– Elektroměr.
EMC	– Elektromagnetická kompatibilita.
HDO	– Hromadné dálkové ovládání.
I	– Proud. ( Ampér, A )
IEC	– Evropská norma.
IR-port	– Infračervený komunikační port ( Vstup / Výstup )
$I_{\text{harm}}$	– Harmonická i neharmonická složka proudu.
$I_n, I_{\text{jm}}$	– Jmenovitý proud elektrického obvodu.
L1	– Označení fáze 1
L2	– Označení fáze 2
L3	– Označení fáze 3
LO	– Výstupní linka.
MOSFET	– Technologie výroby polovodičových spínacích prvků.
OBIS	– Viz.: 4.3.
Obr.	– Číslovaný obrázek.
OZ	– Opětné zapnutí - Automatický proces pokusu o obnovení dodávky elektrické energie po vypnutí přívodu elektrické energie pomocí ochrany způsobeném poruchou.
P	– Činný elektrický výkon. ( Watt, W )
PPDS	– Pravidla pro provozování distribučních soustav.
PQ	– Kvalita energie. (Power quality)
$P_{\text{celk}}$	– Celkový činný výkon zaznamenaný elektrometrem.
$P_{\text{QI}} - P_{\text{QIV}}$	– Činný výkon z prvního až čtvrtého kvadrantu charakteristiky zdánlivého výkonu.
$P_{\text{lt}}$	– Dlouhodobá míra vjemu flikru $P_{\text{lt}}$ . (long term flicker severity $P_{\text{lt}}$ ) ( - )
$P_{\text{st}}$	– Krátkodobá míra vjemu flikru $P_{\text{st}}$ . (short term flicker severity $P_{\text{st}}$ ) ( - )
Q	– Jalový elektrický výkon. ( Voltampér reaktanční, var )
$Q_{\text{QI}} - Q_{\text{QIV}}$	– Jalový výkon prvního až čtvrtého kvadrantu charakteristiky zdánlivého výkonu.
RS 232, RS 485	– Standardy pro sériovou komunikační linku.
S	– Zdánlivý elektrický výkon ( Voltampér, VA )
SuperCap	– Superkapacitor, zařízení na principu kondenzátoru vhodné ke skladování elektrické energie, elektrického napětí malých hodnot jednotky Voltů.
THD	– Harmonické zkreslení napájecího napětí.

Tab.	– Číslovaná tabulka.
Třída A, Třída B, Třída S	– Třídy funkce přesnosti elektroměrů.
U	– Napětí. ( Volt, V )
$U_{LXhY}$	– Y-tá harmonická složka ( 2 ... 40 ) v X-té napájecí ( 1 ... 3 ) fázi. ( V )
$U_c$	– Napájecí napětí. ( V )
$U_{harm}$	– Harmonické nebo neharmonické napětí.
$U_{max}$	– Maximální úroveň napětí. ( V )
$U_{min}$	– Minimální úroveň napětí. ( V )
$U_n, U_{jm}$	– Jmenovité napětí distribuční sítě. ( V )
$U_{rms (1/2)}$	– Střední hodnota napětí měřená v průběhu jedné poloviny sinusového průběhu napětí.
VERSACOM	– Elektronický komunikační systém.
VSI	– Velmi krátké přerušení
W	– Elektrická práce. ( kilowatthodina, 1 kWh = 3,6 MJ )
VDEW	– Technologie výroby zobrazovače s tekutými krystaly.
$X_Y$	– Označení vztahující se k fázi/nulovému vodiči/... $Y \in \{ 1, 2, 3, N, \dots \}$
cca	– Přibližně.
č.dod.	– Dodávka činné elektrické energie.
č.odb.	– Odběr činné elektrické energie.
dd.mm.rrrr	– Datum ve formátu den ( 01 ... 31 ), měsíc ( 01 ... 12 ) a rok (1900 ... 9999 ).
du / dt	– Časová změna napětí.
ed.	– Edice vydání příslušného předpisu.
$f_{max}$	– Maximální úroveň frekvence.
$f_{min}$	– Minimální úroveň frekvence.
$f_n$	– Jmenovitá frekvence. ( Herz, Hz )
$f_o$	– Frekvence generátoru v ostrovním režimu. ( Hz )
$f_s$	– Síťová frekvence propojené sítě. ( Hz )
h	– Řád harmonické složky napětí.
hh:mm:ss	– Čas ve formátu hodina ( 00...23 ), minuta ( 00...59 ) a sekunda ( 00...59 ) .
imp./kWh, imp./kvarh	– Počet impulsů na jednotku činného nebo zdánlivého výkonu.
k	– Kompatibilní úroveň harmonické složky napětí.
nn	– Nízké napětí.
s	– Sekunda. ( s )
syst.	– Systém.
$\text{š} \times \text{v} \times \text{h}$	– Poměr šířky, výšky a hloubky přístroje.
vn	– Vysoké napětí.
.xls	– Formát dat zpracovávaných programem MS Excel.
$\Delta f$	– Chyba měření frekvence napětí.
" 'Seznam'!B25"	– Adresa datové buňky na listu "Seznam", ve sloupci "B" a na "25." řádku.
" 'Redukovaný_záznam_X' "	– Šablona názvu Listu, kde X = Přepětí, Podpětí, Přerušení atd.
##, #ELM#	– Část názvu vyhodnocujícího souboru, případně podadresář elektroměru.
°C	– Stupně Celsia, jednotka teploty.

# Obsah

Zadání	
Prohlášení studenta	
Abstrakt a klíčová slova	
Seznam použitých symbolů a zkratk	I
1 Úvod	2
2 Parametry kvality elektrické energie	3
2.1 Charakteristiky napětí elektřiny dodávané z DS	3
2.1.1 Kmitočet sítě	4
2.1.2 Napájecí napětí	4
2.1.3 Rychlá změna napětí	4
2.1.4 Pokles napětí	5
2.1.5 Nesymetrie napájecího napětí	5
2.1.6 Harmonická napětí	5
2.1.7 Meziharmonická napětí	5
2.1.8 Úrovně napětí signálů v napájecím napětí	6
2.1.9 Krátkodobá přerušování napájení (Short Interruption do 3 minut)	6
2.1.10 Dlouhodobá přerušování napájení (Long Interruption ~ nad 3 minuty)	6
2.1.11 Dočasná přepětí o síťovém kmitočtu	7
2.1.12 Přechnodná přepětí mezi živými vodiči a zemí	7
2.2 Požadavky na měření parametrů kvality dle ČSN EN 61000-4-30 ed.2	7
2.3 Podklady pro posouzení stížností na kvalitu napětí	8
2.4 Tabulky	9
3 Výběr elektroměru	12
3.1 Třídy funkce měření	12
3.2 Specifikace elektroměrů	13
3.3 OBIS kódy	18
4 Zpracování parametrů elektřiny ve formátu ~.xls	19
4.1 "Seznam" listů se vstupními daty	19
4.2 Způsob vyhodnocení naměřených parametrů	19
5. Snímky zobrazení dat v programu	23
6. Shrnutí dosažených výsledků práce	30
Seznam použité literatury a zdrojů	31
Příloha A Manuál k použití aplikace na zpracování naměřených dat hodnotících kvalitu elektrické energie	32
A.1. Vložení kopií vstupních dat do zpracujícího sešitu	32
A.2. Specifikace vstupů	33
A.3. Specifikace výstupů	33
A.4. Správné a chybné zadání požadovaných hodnot	34
A.5. Export zpracovaných dat pro archivaci	34
A.6. Tisk výstupního protokolu	34
Příloha B	CD

Obsahuje: tento text ( MOR029/MOR029Bc.pdf ).  
Návod k obsluze vyhodnocujícího programu ( MOR029/PřílohaA.pdf ).  
Programy pro každý elektroměr ( MOR029/##/Prot.ELM\_##.xls) bez dat,  
případně s daty laboratorními \_##.LD.pdf nebo vyhovujícími \_##.OK.pdf ).



# 1 Úvod

Tato práce řeší algoritmizaci zpracování výsledků měření napěťových parametrů elektroměry s možností měření parametrů kvality elektrické energie. Jejím výsledkem bude unifikovaný automatický protokol prezentující data získaná měřením pomocí různých elektroměrů v předávacím místě lokální distribuční sítě.

Účelem prezentace je prokázání plnění parametrů buď dohodnutých nebo požadovaných příslušnými normami upravujícími rozsah hodnot parametrů elektrické energie v předávacím místě, jež jsou brány v potaz při fakturaci za dodanou energii dle smluvních vztahů. V případě překročení stanovených hodnot budou vytvořeny tabulky zachycující kdy, ve které napájecí fázi, na jak dlouho a jakým způsobem byly překročeny stanovené případně dohodnuté limity.

Smyslem těchto tabulek je řádová redukce množství archivovaných dat, jelikož desítky procent položek 10 minutových průměrných hodnot napětí naměřených z každého předávacího místa, které splňují limity stanovené v normě je možno vyřadit z dlouhodobé archivace, což s sebou nese nezanedbatelný ekonomický efekt.

Některá vyhodnocení naměřených parametrů je díky aktuálnímu stavu rozvoje techniky již v současnosti možno provádět přímo v digitálním elektroměru, protože rozdíl mezi výkonem procesoru potřebným pro měření, zobrazení naměřených hodnot a jejich záznam je již srovnatelný s výpočetním výkonem potřebným pro provádění vlastního vyhodnocení. Přitom cenový rozdíl mezi potřebným hardwarovým vybavením měřícího přístroje a cenou lidské práce potřebné pro provádění sběru naměřených dat a jejich manuálnímu vyhodnocování se postupně posouvá směrem k automatickému provádění těchto činností.

Ve druhé kapitole jsou vyjmenovány požadavky specifikované především v normách ČSN EN 50 160 ed.3 (33 0122) Charakteristiky napětí dodávaných z veřejných distribučních sítí, jež byla zavedena v únoru 2011 [1], a v ČSN EN 61000-4-30 ed.2 (33 3432) Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – Část 4-30: Zkušební a měřicí technika – Metody měření kvality energie ze září 2009 [2], a v dalších souvisejících předpisech [3] [4].

Třetí kapitola je věnována výběru vyhovujícího přístroje = elektroměru s možností měření parametrů kvality elektrické energie, který bude schopen změřit a zaznamenat požadované parametry pro posouzení kvality dodávané elektrické energie. Obsahuje zobrazení uvažovaných přístrojů a jejich parametry zveřejněné výrobcem.

Čtvrtá kapitola obsahuje seznam vybraných parametrů dle nichž může být posuzována situace v předávacím místě, kde má být instalován daný elektroměr, a způsob interpretace naměřených hodnot vyhodnocujícím programem.

Pátá kapitola obsahuje snímky obrazovek vyhodnocujícího programu a komentáře popisující zobrazované informace, případně požadované úkony obsluhy.

Šestá kapitola obsahuje závěrečné zhodnocení Bakalářské práce a posouzení do jaké míry se podařilo naplnit očekávané cíle s pomocí prostředků, jež byly doporučeny a zvoleny.

„Příloha A“ obsahuje návod k použití programu pro zpracování naměřených hodnot vybraných parametrů kvality elektrické energie a popis formátu výstupu z programu.

„Příloha B“ je tvořena datovým nosičem CD, na němž je uložen tento text bakalářské práce a manuál k obsluze tohoto programu z Přílohy A ve formátu .pdf, dále programy pro zpracování naměřených hodnot získaných z elektroměrů ve formátu .xls .

## 2 Parametry kvality elektrické energie

Kvalita elektrické energie se odvíjí především od kvality napětí, jež je definována charakteristikami časového průběhu velikosti okamžitého napětí v daném bodě energetické Distribuční Sítě, které jsou porovnávány s mezními případně informativními velikostmi referenčních technických parametrů.

### 2.1 Charakteristiky napětí elektřiny dodávané z DS

Jednotlivé charakteristiky napětí elektrické energie, které popisují její kvalitu při dodávkách z veřejné Distribuční Sítě, vycházejí z normy ČSN EN 50 160 [1] v platném znění, jež stanovuje pro sítě nn a vn limity zejména pro následující parametry:

- a) kmitočet sítě
- b) velikost napájecího napětí
- c) odchylky napájecího napětí
- d) rychlé změny napětí
  - velikost rychlých změn napětí
  - míra vjemu flikru
- e) krátkodobé poklesy napájecího napětí
- f) nesymetrie napájecího napětí
- g) harmonická napětí
- h) meziharmonická napětí
- i) úrovně napětí signálů v napájecím napětí
- j) krátkodobá přerušení napájecího napětí
- k) dlouhodobá přerušení napájecího napětí
- l) dočasná přepětí o síťovém kmitočtu mezi živými vodiči a zemí
- m) přechodná přepětí mezi živými vodiči a zemí.

Pro charakteristiky a) až i) platí pro odběrná místa z DS s napětíovou úrovní nn a vn:

- zaručované hodnoty
- měřicí intervaly
- doby pozorování
- mezní pravděpodobnosti splnění stanovených limitů dle ČSN EN 50 160.

Pro charakteristiky j) až m) uvádí ČSN EN 50 160 pouze informativní hodnoty.

Podrobnosti k metodám měření jednotlivých charakteristik jsou obsaženy dále v textu. Údaje o požadovaných vlastnostech přístrojů obsahuje část 6 přílohy 3 PPDS: Kvalita elektřiny v DS a způsoby jejího zjišťování a hodnocení. [3]

Podrobnosti k doporučenému členění napětíových poklesů, krátkodobých přerušení napájení a jejich trvání i přerušení napájení s trváním nad 3 minuty obsahuje Příloha 2 PPDS „Metodika určování spolehlivosti dodávky elektřiny a prvků distribučních sítí a přenosové soustavy“. [4]

## 2.1.1 Kmitočet sítě

Jmenovitý kmitočet napájecího napětí u nás je 50 Hz. Za normálních provozních podmínek musí být střední hodnota kmitočtu základní harmonické měřená v intervalu 10 s v následujících mezích:

- u systémů se synchronním připojením k propojenému systému:

50 Hz  $\pm$  1 % (tj. 49,5 Hz .. 50,5 Hz) během 99,5 % roku;

50 Hz  $\pm$  4 % / - 6 % (tj. 47 Hz .. 52 Hz) po 100 % času;

- u systémů bez synchronního připojení k propojenému systému (tj. ostrovní napájecí syst.):

50 Hz  $\pm$  2 % (tj. 49 Hz .. 51 Hz) během 95 % týdne;

50 Hz  $\pm$  15 % (tj. 42,5 Hz .. 57,5 Hz) po 100 % času.

Monitorování obvykle provádí příslušný provozovatel oblasti. Mimo ostrovní napájecí systémy nebo poruchové stavy nebývá kmitočet v rámci distribuční sítě kriticky sledován. Předpokládá se, že frekvence sítě je regulována na straně výroby energie především ze strany velkých zdrojů a že na menších a mikrozdrojích jsou instalovány příslušné ochrany.

## 2.1.2 Napájecí napětí

Za normálních provozních podmínek, kromě období s přerušením, odchylka napájecího napětí nemá přesáhnout  $\pm$  10 % (+ 6% / -10 %) jmenovitého napětí  $U_n$ .

V případech, kdy elektrické napájení v sítích není připojeno k přenosovým sítím nebo pro speciální dálkově ovládané uživatele, nemají odchylky napájecího napětí přesáhnout + 10 % / -15 %  $U_n$ . Uživatelé sítě mají být o těchto podmínkách informováni.

## 2.1.3 Rychlá změna napětí

jednotlivá rychlá změna efektivní hodnoty napětí mezi dvěma nebo více po sobě následujícími úrovněmi napětí, které trvají určitou, avšak nestanovenou dobu

Rychlá změna napětí je podrobněji definována v EN 61000-3-3.

### 2.1.3.1 Velikost rychlých změn napětí

Rychlé změny napájecího napětí jsou většinou způsobeny buď změnami zátěže v instalacích uživatelů, spínáním v sítích nebo poruchami.

Když napětí během změny překročí pokles napětí a/nebo práh přepětí, událost je klasifikována jako pokles napětí a/nebo dočasné zvýšení napětí lépe než rychlá změna napětí.

### 2.1.3.2 Míra vjemu flikru

intenzita nepříjemnosti flikru definovaná následujícími veličinami:

- krátkodobá míra vjemu flikru  $P_{st}$  (Short Term Flicker Severity –  $P_{st}$ ) je měřena po dobu deseti minut,

- dlouhodobá míra vjemu flikru  $P_{lt}$  (Long Term Flicker Severity –  $P_{lt}$ ) je vypočítána z posloupnosti 12 hodnot  $P_{st}$  po dobu dvouhodinového intervalu použitím následujícího vztahu:

$$P_{lt} = \sqrt[3]{\sum_{i=1}^{12} \frac{P_{st}^3}{12}} \quad (1)$$

Kde:  $P_{lt}$  – je dlouhodobá míra vjemu flikru, která se vypočte jako třetí odmocnina z průměrné hodnoty dvanácti třetích mocnin krátkodobých měř vjemu flikru  $P_{st}$ . Za normálních provozních podmínek musí být po 95 % času, v libovolném týdenním období, dlouhodobá míra vjemu flikru  $P_{lt} \leq 1$ .

## 2 Parametry kvality elektrické energie

Reakce na flickr je subjektivní a může se měnit v závislosti na příčině flickru a na délce doby, po kterou se vyskytuje. V některých případech způsobuje  $P_{fl} = 1$  obtíže, zatímco v jiných vyšší hladina  $P_{fl}$  obtíže nevyvolává.

### 2.1.4 Pokles napětí

dočasný pokles napájecího napětí v napájecím bodě distribuční soustavy pod prahovou danou počáteční hodnotu.

Použití: pro potřeby této normy je počáteční prahová hodnota rovna 90 % dohodnutého napětí.

Obvykle je pokles spojován s výskytem a ukončením zkratového proudu nebo jiného zvýšení extrémního proudu v soustavě nebo připojených instalacích.

Pro účely této normy [1] je pokles napětí jev, jehož úroveň je stanovena jak napětím, tak dobou trvání.

Prahové hodnoty krátkodobého poklesu napětí se typicky rovnají 85 % až 90 % stálého referenčního napětí pro statistické přehledy, aplikace odstraňování poruch a 70 % pro smluvní aplikace.

### 2.1.5 Nesymetrie napájecího napětí

Za normálních provozních podmínek musí být v libovolném týdenním období 95 % desetiminutových středních efektivních hodnot zpětné složky (základní) napájecího napětí v rozsahu 0 až 2 % sousledné složky.

V některých oblastech, v nichž jsou instalace odběratelů částečně připojeny jednofázově nebo dvoufázově se vyskytují v odběrných místech nesymetrie až do 3 %.

V této evropské normě jsou uvedeny hodnoty pouze pro zpětnou složku, protože tato složka je rozhodující pro možné rušení spotřebičů připojených do sítě.

### 2.1.6 Harmonická napětí

Za normálních provozních podmínek musí být v libovolném týdenním období 95 % desetiminutových středních efektivních hodnot napětí každé harmonické menší nebo rovné hodnotě uvedené v tabulkách *Tab.3.* a *Tab.4.* U jednotlivých harmonických mohou rezonance způsobit napětí vyšší.

Mimoto celkový činitel harmonického zkreslení THD napájecího napětí (zahrnující všechny harmonické až do řádu 40) musí být menší nebo roven 8 %.

$$THD = \sqrt{\sum_{h=2}^{40} (u_h)^2} \approx \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{40} (u_h)^2}}{u_n} \cdot 100 \quad (\%) \quad (2)$$

Omezení do řádu 40 je dohodnuté.

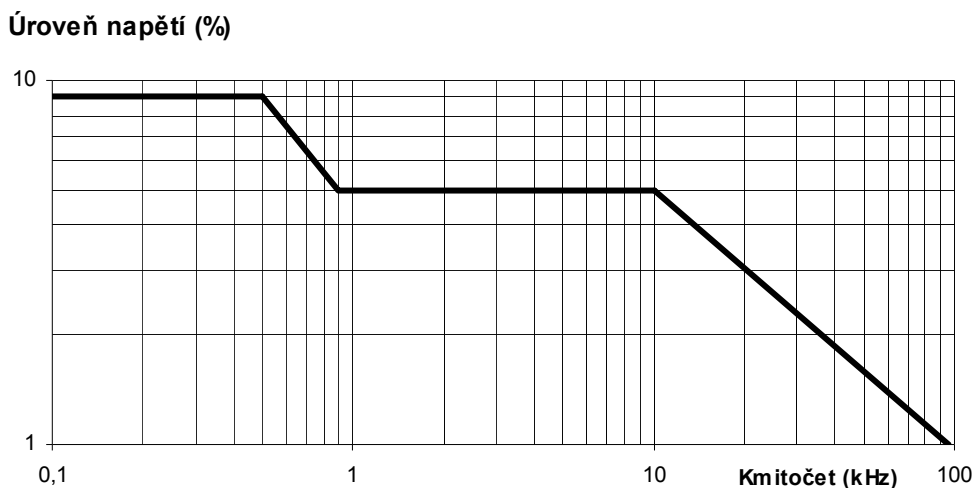
### 2.1.7 Meziharmonická napětí

je sinusové napětí s kmitočtem nerovnjícím se celistvým násobkům základního kmitočtu síťového napětí.

Současně se mohou objevit meziharmonická napětí s blízkými přilehlými kmitočty a vytvářet tak široké kmitočtové spektrum.

## 2.1.8 Úrovně napětí signálů v napájecím napětí

V některých zemích provozovatelé distribučních sítí využívají veřejnou distribuční síť k přenosu informací. Střední hodnota napětí signálu měřeného po dobu tří sekund musí být v 99 % dne menší nebo rovna hodnotám daným na *Obr. 1*.



*Obr. 1. Úrovně napětí na kmitočtech signálů v procentech  $U_N$  ve veřejných distribučních sítích nn.*

V instalacích odběratelů se mohou používat pro přenosy informací po vedení nosné signály s kmitočtovým rozsahem od 95 kHz do 148,5 kHz. I když použití veřejné distribuční sítě pro přenos signálů mezi uživateli není dovoleno, musí se ve veřejné distribuční síti brát v úvahu výskyt napětí na těchto kmitočtech až do hodnoty 1,4 V (efektivní hodnota). Vzhledem k možnosti vzájemného ovlivňování sousedících sdělovacích zařízení bude uživatel muset použít ochranná opatření nebo vhodnou imunitu své instalace proti vlivu těchto signálů.

V případech PLC se používají v některých sítích také kmitočty nad 148,5 kHz.

## 2.1.9 Krátkodobá přerušení napájení

**(Short Interruption ~ do 3 minut)**

U vícefázových soustav nastane v případě poklesu napětí pod 5 % referenčního napětí ve všech fázích (jinak se to považuje za pokles).

Obvykle jsou přerušení způsobena provozem spínacích zařízení a ochran.

V některých zemích je termín Velmi krátké přerušení (VSI) nebo přechodné přerušení používán pro klasifikaci přerušení s dobou trvání od 1 s do 5 s. Za taková přerušení se považují OZ.

## 2.1.10 Dlouhodobá přerušení napájení

**(Long Interruption ~ nad 3 minuty)**

Poruchová i vynucená přerušení napájení jsou nepředvídatelnou, z velké části náhodnou událostí. Tyto události je potřeba sledovat zejména z důvodu určení případné hmotné a právní odpovědnosti za možné škody jimi způsobené.

### 2.1.11 Dočasná přepětí o síťovém kmitočtu

dočasné zvýšení napětí mezi živými vodiči a zemí (efektivní hodnota) v bodě soustavy elektrického napájení, nad daným počátečním prahem.

Použití: pro potřeby této normy je práh dočasného zvýšení napětí roven  $110 \% U_n$ .

Pro účely této normy je dočasné zvýšení napětí vyhodnocováno podle úrovně napětí a doby, po kterou je nad daným počátečním prahem.

Dočasná zvýšení napětí mají původ obvykle ve spínacích operacích nebo zkratech. Podle uspořádání uzlu mohou zemní zkraty také způsobit zvýšení přepětí mezi zdravými fázemi a nulovým vodičem.

Ve vícefázových systémech krátkodobé zvýšení napětí začíná, když napětí  $U_{rms(1/2)}$  jednoho nebo více kanálů je nad prahovou hodnotou krátkodobého zvýšení a končí, když napětí  $U_{rms(1/2)}$  se na všech měřených kanálech rovná nebo je pod prahovou hodnotou krátkodobého zvýšení napětí mínus napětí hystereze.

Prahovou hodnotu krátkodobého zvýšení napětí a napětí hystereze stanoví uživatel podle použití. (U dlouhých vedení může napájecí napětí nabývat hodnot až  $+11 \% / -20 \% U_n$ .)

### 2.1.12 Přejídná přepětí mezi živými vodiči a zemí.

oscilační nebo neoscilační krátkodobé přepětí, obvykle silně tlumené a s trváním několika milisekund nebo kratším

Přejídná přepětí jsou obvykle vyvolána atmosférickým přepětím, spínáním nebo činnostmi pojistek. Doba čela přejídného přepětí se může měnit od méně než mikrosekundy až do několika milisekund.

## 2.2 Požadavky na měření parametrů kvality

Tato část IEC 61000-4 definuje metody měření a vyhodnocení výsledků pro parametry kvality energie ve střídavých napájecích sítích 50/60 Hz.

Metody měření jsou popsány pro každý důležitý typ parametru a jsou formulovány tak, aby umožnily získání spolehlivých, opakovatelných a porovnatelných výsledků bez ohledu na použitý vyhovující přístroj a bez ohledu na jeho podmínky prostředí. Tato norma předkládá metody měření pro měření v místě instalace.

Měření parametrů pokryté touto normou je omezeno na ty jevy, které se mohou v napájecí síti šířit vedením. Zahrnutý jsou příslušné parametry napětí a/nebo proudu.

Parametry kvality energie uvažované v této normě jsou síťový kmitočet, velikost napájecího napětí, flickr, krátkodobé poklesy a krátkodobá zvýšení napájecího napětí, přerušení napětí, přejídná napětí, nesymetrie napájecího napětí, harmonické a meziharmonické napětí a proudu, síťové signály na napájecím napětí a rychlé změny napětí. V závislosti na účelu měření se mohou měřit všechny jevy podle tohoto seznamu nebo jeho podsouboru. [2]

#### Změny proti předchozí normě

Tato norma obsahuje následující významné technické změny proti předchozí normě:

- přizpůsobení, vyjasnění a úpravu měřících metod pro třídy A a B;
- byla doplněna nová kategorie pro monitorovací přístroje, třída S;

Třída S je určena pro bezsporné měření s lepšími parametry než třída B, které určuje výrobce. Parametry nemusí splňovat všechna kritéria třídy A.

- pro přístroje dává vodítko nová příloha C.

### **2.3 Podklady pro posouzení stížností na kvalitu napětí**

Oprávněnost stížností na kvalitu napětí týkající se základních parametrů kvality, tj. na dlouhodobě trvající odchylky napětí a/nebo časté přerušování dodávky, se ověřuje běžnými provozními měřidly nebo záznamovými měřidly. U stížností na přerušení dodávky po vyřazení událostí dle záznamů v evidenci poruch a přerušení dodávky při plánovaných pracích a záznamů o provozních manipulacích, jež vede provozovatel DS, je s výhodou možno použít elektroměry se záznamem parametrů kvality dodávané elektrické energie.

Po vyhodnocení naměřených údajů a jejich porovnání s dovolenými mezemi podle platných norem, popř. dle smlouvy o připojení, lze vyvrátit nebo potvrdit opodstatněnost stížností. V případě stížností je měření pořízené přístrojem Třídy S považováno za neprůkazné a pro ověření oprávněnosti je nutné použít měřicí přístroj Třídy A, jehož nákladnost je řádově vyšší. Srovnání měřících Tříd elektroměrů A a S je uvedeno v části 3.1 Třídy funkce měření v následujícím textu.

2.4 Tabulky

## 2.4 Tabulky

Tab.1. Některé hodnoty OBIS kódů pro sledované parametry dle IEC 62056.

Asymetrie ( % )	1-1:152.5	
Časy hodin ( dd.mm.rrrr hh:mm:ss ) :	0-0:1.0.0	
Činný výkon ( kW ) $P_{Celk} = P_{QI} + P_{QIV} - P_{QII} - P_{QIII}$ :	1-1:16.5.0	
EDIS stav profilu 2 :	0-0:96.240.12	
Frekvence ( Hz ) :	1-1:14.5.0	
Jalový výkon ( kvar ) $Q = Q_{QI} + Q_{QII} - Q_{QIII} - Q_{QIV}$ :	1-1:131.5.0	
Stav ( 1 / 0 ) :	1-1:99.98.152	
Činitelé harmonického zkreslení ( % ) :		
THDu <sub>L1</sub> (%) = 1-1:140.5	THDu <sub>L2</sub> (V) = 1-1:141.5	THDu <sub>L3</sub> (V) = 1-1.142.5
Fázová napětí o jmenovité frekvenci:		
$U_{L1}$ (V) = 1-1:32.7.0	$U_{L2}$ (V) = 1-1:52.7.0	$U_{L3}$ (V) = 1-1:72.7.0
Jednotlivé harmonické složky napětí v jednotlivých fázích:		
$U_{L1h2}$ (V) = 1-1:32.5.2	$U_{L2h2}$ (V) = 1-1:52.5.2	$U_{L3h2}$ (V) = 1-1:72.5.2
$U_{L1h3}$ (V) = 1-1:32.5.3	$U_{L2h3}$ (V) = 1-1:52.5.3	$U_{L3h3}$ (V) = 1-1:72.5.3
...	...	...
$U_{L1h40}$ (V) = 1-1:32.5.40	$U_{L2h40}$ (V) = 1-1:52.5.40	$U_{L3h40}$ (V) = 1-1:72.5.40
Proud v jednotlivých fázích (A):		
$I_{L1}$ (A) = 1-1.31.5.0	$I_{L2}$ (A) = 1-1.51.5.0	$I_{L3}$ (A) = 1-1.71.5.0
Proud nulovým vodičem (A):		$I_N$ (A) = 1-1:91.7.0

Tab.2. Měřené veličiny pro napěťové charakteristiky v sítích nn.

Veličina	Označení	Jednotka	Interval měření
Napětí	$U_{L1}$	V	10 min.
	$U_{L2}$	V	10 min.
	$U_{L3}$	V	10 min.
Krátkodobý flickr	$Pst_{L1}$	-	10 min.
	$Pst_{L2}$	-	10 min.
	$Pst_{L3}$	-	10 min.
Dlouhodobý flickr	$Plt_{L1}$	-	2 hodiny
	$Plt_{L2}$	-	2 hodiny
	$Plt_{L3}$	-	2 hodiny
Harmonické zkreslení napětí	THDu <sub>L1</sub>	%	10 min.
	THDu <sub>L2</sub>	%	10 min.
	THDu <sub>L3</sub>	%	10 min.
Harmonická napětí	$u_{h1L1}, u_{h1L2}, u_{h1L3}$	V	10 min.
	$u_{h2L1}, u_{h2L2}, u_{h2L3}$	V	
	$u_{h3L1}, u_{h3L2}, u_{h3L3}$	V	
	...	V	
	$u_{hnL1}, u_{hnL2}, u_{hnL3}$	V	
Krátkodobé poklesy, zvýšení a přerušení napětí	$du_{L1}$	V	$U_{rms(1/2)}$
	$du_{L2}$	V	$U_{rms(1/2)}$
	$du_{L3}$	V	$U_{rms(1/2)}$



2.4 Tabulky

Tab.3.Vyhodnocení charakteristik napětí v sítích nn dle ČSN EN 50 160 ed.3. [1]

Veličina	Ozn.	Jedn.	Interval měření	Statistická úroveň	Interval hodnocení	Norm. mez	Zaznam. hodnota	Splňuje
Napětí	U	V	10 min	min.95 %	1 týden	-10 %	x	ANO/NE
				max.95 %	1 týden	+6 %	x	ANO/NE
				min.100 %	1 týden	-15 %	x	ANO/NE
				max.100 %	1 týden	+10 %	x	ANO/NE
Napětí (dlouhá ved.)	U	V	10 min	min.100 %	1 týden	-20 %	x	ANO/NE
				max.100 %	1 týden	+11 %	x	ANO/NE
Krátkodobý flikr	Pst	-	10 min	max.95 %	1 týden	-	-	-
Dlouhodobý flikr	Plt	-	2 hod.	max.95 %	1 týden	1	x	ANO/NE
Harmonická napětí	uh	%	10 min	max.95 %	1 týden	8 %	x	ANO/NE
Při THDu > 50 % hodnoty dovolené pro dané měřicí místo, pak se archivují i velikosti harmonických překračujících 30 % jejich dovolené hodnoty.								
	u <sub>h2</sub>	%	10 min	max 95 %	1 týden	2 %	x > 0,6 %	ANO/NE
	u <sub>h3</sub>					5 %	x > 1,5 %	ANO/NE
	u <sub>h4</sub>					1 %	x > 0,3 %	ANO/NE
	u <sub>h5</sub>					6 %	x > 1,8 %	ANO/NE
	u <sub>h6</sub>					0,5 %	x > 0,15 %	ANO/NE
	u <sub>h7</sub>					5 %	x > 0,15 %	ANO/NE
	u <sub>h8</sub>					0,5 %	x > 0,15 %	ANO/NE
	u <sub>h9</sub>					1,5 %	x > 0,45 %	ANO/NE
	u <sub>h10</sub>					0,5 %	x > 0,15 %	ANO/NE
	u <sub>h11</sub>					3,5 %	x > 1,05 %	ANO/NE
	u <sub>h12</sub>					0,5 %	x > 0,15 %	ANO/NE
	u <sub>h13</sub>					3 %	x > 0,9 %	ANO/NE
	u <sub>h14</sub>					0,5 %	x > 0,15 %	ANO/NE
	u <sub>h15</sub>					0,5 %	x > 0,15 %	ANO/NE
	u <sub>h16</sub>					0,5 %	x > 0,15 %	ANO/NE
	u <sub>h17</sub>					2 %	x > 0,6 %	ANO/NE
	u <sub>h18</sub>					0,5 %	x > 0,15 %	ANO/NE
	u <sub>h19</sub>					1,5 %	x > 0,45 %	ANO/NE
	u <sub>h20</sub>					0,5 %	x > 0,15 %	ANO/NE
	u <sub>h21</sub>					0,5 %	x > 0,15 %	ANO/NE
	u <sub>h22</sub>					0,5 %	x > 0,15 %	ANO/NE
	u <sub>h23</sub>					1,5 %	x > 0,45 %	ANO/NE
	u <sub>h24</sub>					0,5 %	x > 0,15 %	ANO/NE
	u <sub>h25</sub>					1,5 %	x > 0,45 %	ANO/NE
Napěťová nesymetrie	u <sub>u</sub>					%	10 min	max. 95 %
Krátkodobé poklesy napětí								
			du / dt	V, s	-	1 rok	viz. 1.	
Krátkodobé zvýšení napětí								
			du / dt	V, s	-	1 rok	viz. 2.	
Přerušení napájecího napětí								
				V, s	-	1 rok	viz. 3.	

1. Vyhodnocení krátkodobých poklesů napětí podle Tab.10. kapitola 5.1.1.PPDS Příloha 3[3]
2. Vyhodnocení krátkodobých zvýšení napětí podle Tab.12. kapitola 5.2.2 PPDS Příloha 3[3]
3. Vyhodnocení krátkodobých přerušení napětí podle Tab.11. kapitola 5.1.1.PPDS Příloha 3[3]

2.4 Tabulky

Tab.4. Kompatibilní úrovně pro jednotlivá harmonická napětí v sítích nízkého napětí (efektivní hodnoty v procentech základní složky ČSN EN 61000-2-2 ed.2 [8])

Liché harmonické, které nejsou násobkem třetí harmonické		Liché harmonické, které jsou násobkem třetí harmonické <sup>a</sup>		Sudé harmonické	
Řád harmonické h	Napětí harmonické % Un	Řád harmonické h	Napětí harmonické % Un	Řád harmonické h	Napětí harmonické % Un
5	6	3	5	2	2
7	5	9	1,5	4	1
11	3,5	15	0,4	6	0,5
13	3	21	0,3	8	0,5
17 ≤ h ≤ 49	2,27 × (17 / h) - 0,27	21 ≤ h ≤ 45	0,2	10 ≤ h ≤ 50	2,5 / h + 0,25

<sup>a</sup> Úrovně uvedené pro liché harmonické, které jsou násobkem třetí harmonické se aplikují na harmonické nulové složky. V trojfázové síti bez středního vodiče nebo bez zátěže zapojené mezi fáze a zem, mohou být hodnoty třetí a deváté harmonické, v závislosti na nesymetrii sítě, tedy mnohem nižší než kompatibilní úrovně.

Pokud se jedná o velmi krátkodobé účinky, jsou kompatibilní úrovně pro jednotlivé složky napětí hodnoty uvedené v tabulce Tab.4. násobené činitelem  $k$ , kde  $k$  se vypočte dle vzorce (3):

$$k = 1,3 + \frac{0,7}{45} \cdot (h - 5) \quad (3)$$

Tab.5. Rozsah ovlivňujících veličin (vstupních signálů) pro třídu funkce B

Ovlivňující veličiny	Rozsah změn
Kmitočet	42,5 Hz ÷ 57,5 Hz pro síť 50 Hz
Velikost napětí (ustálený stav)	0 % ÷ 150 % U <sub>din</sub>
Nesymetrie	0 % ÷ 5 %
Harmonické (THD)	Dvojnásobek hodnot v IEC 61000-2-4, třída 3
Meziharmonické (na jakémkoliv kmitočtu)	Dvojnásobek hodnot v IEC 61000-2-4, třída 3
Signální napětí v síti	0 % ÷ 9 % U <sub>din</sub>

## 3 Výběr elektroměru

### 3.1 Třídy funkce měření

U Elektroměrů jsou v normě [2] definovány Třídy funkce měření, které určují požadovanou přesnost parametrů, jíž musí být přístroj schopen při měření zajistit, patří-li do dané třídy.

#### 3.1.1 Třída funkce A

Tato třída funkce se použije pokud jsou nutná přesná měření, například pro smluvní aplikace, ověřování shody s normami, odstranění pochybností, atd. Jakákoliv měření parametru prováděná dvěma různými přístroji vyhovujícími požadavkům třídy A budou, pokud se měří stejné signály, vytvářet srovnatelné výsledky v mezích specifikované nejistoty.

Pro zajištění srovnatelných výsledků vyžaduje přístroj třídy funkce A charakteristiku šířky pásma a vzorkovací frekvenci dostatečnou pro specifikovanou nejistotu každého parametru.

#### 3.1.2 Třída funkce B

Tato třída funkce se může použít pro statistické přehledy, aplikace odstraňování poruch a ostatní aplikace pokud se nepožaduje nízká nejistota.

Pro každou třídu funkce je v části 6.1 normy [2] specifikován rozsah ovlivňujících faktorů, který se musí dodržet. Uživatelé musí vybrat třídu funkce měření s ohledem na situaci každého případu aplikace.

Měřicí přístroj může mít různé třídy funkce pro různé parametry.

Výrobce přístroje by měl stanovit ovlivňující veličiny, které nejsou výslovně dány a které mohou zhoršit funkci přístroje. Výsledný parametr měření  $\Delta f$  musí být v rozsahu výrobcem specifikované nejistoty pokud všechny ostatní parametry jsou v rozsahu změn ovlivňujících veličin a při podmínkách daných v *Tab.3*.

Výrobce musí označit metodu, počet a dobu trvání agregace časových intervalů.

Výrobce musí specifikovat metodu určení 10 minutových intervalů.

Výrobce musí vyznačit postup použitý pro měření kmitočtu.

Změřit se musí efektivní hodnota napájecího napětí v časovém intervalu specifikovaném výrobcem.

Výrobce musí specifikovat nejistotu  $\Delta U$  v rozsahu podmínek ovlivňující popsaných v *Tab.3*. V žádném případě nejistota měření  $\Delta U$  nesmí překročit  $\pm 0,5 \% U_{din}$ .

Výrobce musí specifikovat postup agregace měření napětí a jsou přípustné intervaly agregace konfigurované uživatelem.

Pro měření flikru nejsou ve třídě B specifikovány žádné požadavky.

### 3.1.3 Třída funkce S

Tato třída funkce je zpřesněním třídy B při zachování nižších nároků na výrobu i cenu přístroje a liší se od třídy A zejména následujícími parametry:

	Třída A:	Třída S:
Chyby měření kmitočtu napětí:	10 mHz.	50 mHz.
Chyby měření efektivních hodnot napětí:	0,1 % $U_n$	0,5 % $U_n$
Chyby měření nesymetrie třífázového napětí:	0,15 % $U_n$	0,3 % $U_n$
Chyby měření harmonických a meziharmonických v napětí:	5 % $U_{harm}$ při $U_{harm} \geq 1 \% U_n$ 0,05 % $U_{harm}$ při $U_{harm} < 1 \% U_n$	10 % $U_{harm}$ při $U_{harm} \geq 3 \% U_n$ 0,3 % $U_{harm}$ při $U_{harm} < 3 \% U_n$
Chyby měření flikru $P_{st}$ :	5 % z $P_{st}$	10 % z $P_{st}$
Chyby měření zbytkového napětí $U_{rms1/2}$ a doby trvání události na napětí:	0,2 % 20 ms	1 % 20 ms
Chyby měření efektivních hodnot proudů:	0,1 % z cel.rozs.	1 % z celého rozsahu
Chyby měření harmonických v proudech:	5 % $I_{harm}$ při $I_{harm} \geq 3 \% I_n$ 0,15 % $I_{harm}$ při $I_{harm} < 3 \% I_n$	5 % $I_{harm}$ při $I_{harm} \geq 10 \% I_n$ 0,5 % $I_{harm}$ při $I_{harm} < 10 \% I_n$

Jmenovité hodnoty:  $U_n = U_{jm} = 230 \text{ V}$ ,  $I_n = I_{jm} = 10 \text{ A}$ .

## 3.2 Specifikace elektroměrů

Elektroměry musí umět měřit napětí v dostatečné frekvenci vzorkování tj. minimálně  $2 \times$  během jedné periody nevyšší harmonické frekvence a to ve všech fázích. Tomu odpovídá frekvence jednotlivých měření  $50 \cdot 40 \cdot 2 \cdot 3 =$  minimálně 1200 vzorků (1,2 kS/s) za sekundu, od čehož se odvíjí potřebná vzorkovací frekvence procesoru použitého v elektroměru. Takto vysoké frekvence vzorkování jsou potřebné pro přístroje třídy A. V praxi jsou potřeby na frekvenci vzorkování a tím i taktovací frekvenci procesoru často nižší (asi 4,0 kHz).

Pro zpracování všech potřebných dat je třeba zajistit jejich přenos z měřicího/předávacího místa ke zpracování [9]. Výhodou proto je buď možnost uložení dostatečného počtu naměřených údajů přímo v přístroji a/nebo přenos dat po vhodném komunikačním médiu. (Např.: telefonní linka, GSM modul, datová sběrnice atd.)

Vzhledem k velkému množství parametrů definovaných normou ČSN EN 50 160 je důležité, aby zvolený elektroměr byl schopen průběžně měřit, vyhodnocovat a ukládat všechny vybrané parametry podle konkrétních požadavků. Standardem pro ukládání naměřených hodnot je v současnosti jejich záznam se značením OBIS kódem společně s údajem o jednotném synchronizovaném měřícím čase v rámci DS.

### 3.2.1 Elektroměr ACE SL7000



Obr. 6. Elektroměr ACE SL7000 Actaris

Výrobce: Itron

Počet fází: 3

Počet kvadrantů(A+ č.odb./A- č.dod.): 4

Počet tarifů: 8

Reálný čas

Kalendář akcí

Záznam manipulace s elektroměrem: Ano

Optické rozhraní

RS – sériové rozhraní: 232, 485

Měřené veličiny

Napětí: 3×57,7/100V až po 3×240/415V  
automatické nastavení

Přímý proud  $I_n = 5A$ ;  $I_{max} = 120A$

Převodový proud  $I_n = 1A$ ;  $I_{max} = 10A$

Typy připojení Přímé měření 4 drátové připojení,  
plně pracující na 3 drátovém připojení bez  
nulového vodiče

Převodové měření 3 a 4 vodičové nastavitelné  
připojení.

Přesnost

Přímé měření Třída přesnosti 1

Převodové měření Třída přesnosti 0,2s až do  
třídy 0,5s

Měření jalové energie Třída přesnosti 1 nebo 2

Frekvence 50 / 60Hz

Provozní teplota -40°C až do +70°C

Protokoly

Plná podpora s IEC 62052, IEC 62053 a podpora CE standardů (mechanické, klimatické, elektrické, elektromechanické, metrologické)

Komunikace

IR-port(IEC 61107), na vyžádání lze dodat port RS232C a RS485

DLMS-Cosem protokol (IEC 62056).

### 3.2.2 Elektroměr SCHRACK LZQJ-XC1



Výrobce : EMH

- alternativně se 4 řádkovým alfanumerickým displejem
- možnost dálkového odečtu
- možnost dálkové konfigurace
- synchronizace DCF77
- odečet okamžitých hodnot elektrických veličin
- s optickým rozhraním
- s mechanickými tlačítky
- s pamětí průběhu zatížení
- schváleno v ČMI - TCM221/04-4001

Displej, ovládání

- VDEW – Display rozměry: 84 x 24 mm
- Mechanické tlačítko oblast dat: výška 8 mm
- Optický senzor oblast registrů: výška 6 mm

Hodiny reálného času

- Nastavitelné pomocí DO – nebo elektrickým rozhraním
- Přesnost +/-5 ppm
- Rezerva chodu se SuperCap 150 hodin
- Rezerva chodu s baterií ( lithium ) > 20 let
- Synchronizace přijímač DCF 77

Obr.7. Elektroměr SCHRACK LZQJ

#### Tarifní část

- Měření energie 32 registrů + 8 beztarifních s 15 předhodnotami
- Měření maxima 32 registrů s 15 předhodnotami
- Měřicí perioda 1, 5, 10, 15, 30, 60 minut ( konfigurovatelná )
- Paměť profilu zátěže ( konfigurovatelná ) 1..32 kanálů
- při  $t_m = 15$  min 317 dní při jednom kanále
- Forma tarifu zákaznický konfigurovatelný
- Doba zálohování dat > 10 let

#### Měřicí část

- Napětí ( -20 %, +15 % ) 3x230/400V 3x63/110V 3x58/100V 3x110V 3x100V 3x400V
- Proud 5||1 A, 5 A, 1 A, 5 (60) A, 10 (60) A, 10 (100) A
- Další napětí / proudy na vyžádání
- Frekvence 50 Hz, 45...65Hz
- Přesnost měření ( standard ) činná energie KI 1 IEC/ČSN EN 62053-21 jalová energie KI 2 IEC/ČSN EN 62053-23
- Přesnost měření ( volitelná ) činná energie KI 0,5S IEC/ČSN EN 62053-22 jalová energie 1 %
- Konstanta elektroměru ( LED ) 10.000 imp./kWh (imp./kvarh) parametrizovatelná, standard: VDEW

### 3 Výběr elektroměru

#### Přijímač HDO

- Nastavitelný pomocí DO – nebo elektrickým rozhraním
- Telegramy HDO všechny běžné a VERSACOM
- Frekvence, napětí nastavitelné
- Výstupy 8 kanálů

#### Rozhraní

- Výstup dat, konfigurace podle IEC/ČSN EN 62056 – 21  
LO ( 20mA – dvoudrát ) nebo RS 232, RS 485

#### Rozsah teplot

- Provozní / mezní: - 25..+55 °C / -40..+70 °C
- Skladovací: -40..+70 °C

#### Vstupy

- 7 řídicích vstupů bezpotenciálové
- 1 řídicí SO například pro přijímač DCF 77

#### Výstupní kontakty

- Pro různé spínací stavy  
např. Impulzy energie, měř.  
perioda, stav tarifu, zákaznické  
kontakty apod.  
relé
  - Světlovodné rozhraní
- |  |                |        |
|--|----------------|--------|
| max. 7 x SO nebo MOSFET nebo 2 x relé a<br>5× SO nebo MOSFET |                |        |
| SO   | max 27 VDC     | 27 mA  |
| MOSFET ( SO )  | max 250 VAC/DC | 100 mA |
|  | max 250 VAC/DC | 100 mA |
| připojení světelného boxu LTR                                |                |        |

#### Záloha napájení

- Přemostění při výpadku 500 ms

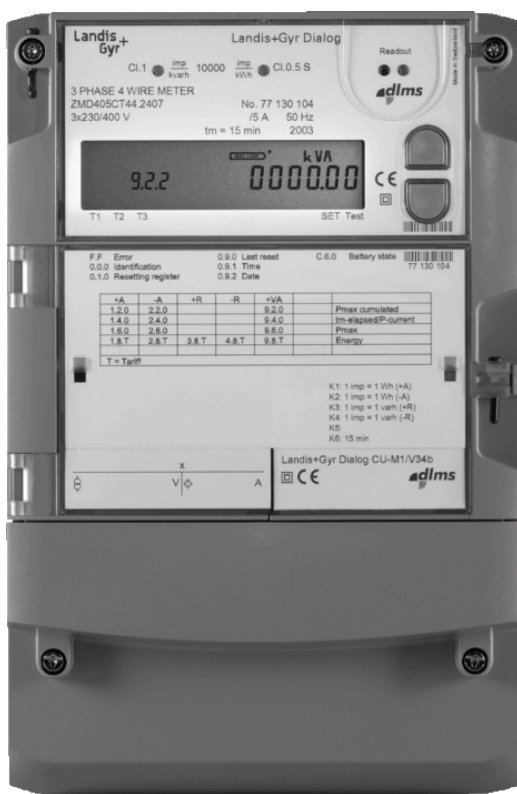
#### Vlastní spotřeba

- Napěťové obvody < 2 VA / fázi
- Proudové obvody < 2,5 VA / fázi ( přímo )  
< 0,5 VA / fázi ( elektroměr s měniči )

#### Mechanické údaje

- Rozměry skříňky cca 178 × 327 × 59,4 ( š × v × h ) mm
- Hmotnost 1,35 kg
- Krytí Třída ochrany II
- Materiál skříňky Polykarbonát

### 3.2.3 Elektroměr Landis+Gyr ZMD400



Obr.8. Elektroměr řady Landis+Gyr ZMD 400.

ZxD400AT/CT

Obecné parametry :

Napětí

Jmenovité napětí  $U_n$  ZMD400xT

3 x 58/100 V 69/120 V

3 x 110/190 V 133/230 V

3 x 220/380 V až 240/415 V

rozšířený pracovní rozsah napětí

3 x 58/100, 240/415 V

rozsah napětí 80 až 115 %

frekvence

Jmenovitá frekvence  $f_n$  50 nebo 60 Hz

tolerance  $\pm 2\%$

IEC specifické údaje

proud

Jmenovitý proud  $I_n$  1, 2, 5, 5 || 1

Maximální proud  $I_{max}$

měřící 1 2, 10

měřící 2 4A

měřící 5 || 1 6A

měřící 5 200 %  $I_n$  nebo 400 %  $I_n$

tepelné 1, 2, 5 || 1 12

tepelné 5 12 A nebo 24 A

Zkratový proud  $0,5 \text{ s} + 20 \times I_{max}$

Chování Měřidla

Rozběhový proud ZxD405xT podle IEC  $0,1\% I_n$

typický  $0,07\% I_n$

5 || 1 jako 1 A metr

MID-specifické údaje

Proud (třídy B a C)

Jmenovitý proud  $I_n$  1,0 A, 2,0 A, 5,0 A

Minimální proud  $I_{min}$  0,01 A, 0,02 A, 0,05 A

Přechodný proud  $I_{tr}$  0,05 A, 0,1 A, 0,25 A

Maximální proud  $I_{max}$  2,0 A, 4 A, 10 A nebo 20 A



### 3.3 OBIS kódy

Asociace uživatelů DLMS vyvinula a podporuje řadu norem IEC 62056 DLMS/COSEM dle IEC T13, jež poskytují konzistentní normalizační rámec pro inteligentní měření a zpracování naměřených hodnot. Podstatou tohoto rámce je použití objektově orientovaného datového modelu, nezávislého na komunikačním médiu, jenž umožňuje spolupráci koncových zařízení.

Pro usnadnění měření v kontextu „chytrých sítí“ bylo nutno zavést standardy k odstraňující překážky na trhu s elektřinou usnadňující zavádění potřebných technologií s minimalizací nezbytných nákladů.

Vzhledem k historickému vývoji existují některé proprietární technologie, které vznikly před návrhem tohoto standardu. Tyto technologie využívají vlastní datový model, jenž vytváří konflikt se standardizovaným rámcem a může být překážkou pro konzistenci norem.

Některé navrhované technologie se sdělovacími prostředky závislými na specifikaci nižší vrstvy mohou být snadno začleněny do rámce IEC 62056.

Datový model popisuje, jaká data musí být obsažena pro různé případy použití. Jako příklad je možno uvést smlouvy se zákazníky, odečet zúčtovacích dat, konfigurace tarifních plánů, řízení dodávek, monitorování kvality elektrické energie, zpracování událostí, poskytování informací spotřebiteli apod. Případy použití jsou totožné nebo velmi podobné na všech trzích. Vytváření různých modelů pro obdobné případy použití nevede ke zvýšení přidané hodnoty, ale naopak ztěžuje vzájemnou spolupráci.

Datový model dle IEC 62056 COSEM[10] obsahuje standardní model pro vytváření rozšíření o nové požadavky. Od prvního vydání normy již do ní byly úspěšně přidány další prvky podporující inteligentní měření v aplikacích „chytrých sítí“ při zachování plné zpětné kompatibility.

## 4 Zpracování parametrů elektřiny ve formátu ~.xls

### 4 Zpracování parametrů elektřiny ve formátu ~.xls

V této práci je posuzováno zejména napětí a to zejména z pohledu 10 minutových průměrů, přepětí, podpětí v jednotlivých fázích, napěťové nesymetrie a přerušování napájení, tj. poklesu napětí pod minimální hodnotu ve všech třech fázích v průběhu sledovaného týdne.

#### 4.1 "Seznam" listů se vstupními daty

Jednotlivé listy vložené do vyhodnocujícího sešitu jsou registrovány na listu "Seznam". Soupis jednotlivých parametrů, jejichž přítomnost je vyhodnocována programem, je uložen na listu "Parametry". Tyto parametry je možno pomocí jednoduchých přepínačů zahrnout (1) do výstupního protokolu a do redukovaných seznamů výjimek na samostatných listech nebo vyloučit (0) z dalšího zpracování.

Jsou-li k dispozici samostatné záznamy o velikostech jednotlivých harmonických napětí, je jejich zpracování možno zvlášť nastavit na samostatném Listu "Harmonické".

#### 4.2 Způsob vyhodnocení naměřených parametrů

Základní nastavení pro zpracovávání naměřených dat je předvoleno na základě dostupných údajů z norem [1] [2] a souvisejících dokumentů [3] [4], týkajících se kvality dodávané elektrické energie, která je nejčastěji posuzována podle kvality jejího napětí v předávacím místě rozvodné sítě. Rozhodující je nejen frekvence a velikost okamžité a efektivní hodnoty napětí, ale i velikost a průběh jejich změn.

V programu je možno upravit přednastavené limity vyhodnocování jednotlivých parametrů, jak po stránce normou stanovených rozsahů pro síťový nebo ostrovní způsob připojení odběrného místa ke zdroji elektrické energie ("Seznam!B25"), tak také nastavit si na listu "Seznam" v buňkách "E17" a "E18" vlastní kontrolní limity pro případ smluvního ošetření rozsahu standardního pásma hodnot, jež není potřeba archivovat. (Je přednastaveno: + 4 % / - 6 %  $U_n$ , jak bylo dohodnuto v rámci Pravidel pro provozování distribučních soustav [4]. ),

Data, která jsou vyhodnocena jako splňující požadované limity lze tedy vyloučit z dalšího uchovávání a po zkopírování dat, která je pro porušení určených nebo dohodnutých limitů hodnot parametrů kvality elektrické energie nutno nadále archivovat, původní recyklovat.

Po vyhodnocení naměřených hodnot zvolených parametrů je vytvořen protokol pro každý elektroměr a pro každý týden v roce obsahující zprávu o plnění stanovených hodnot parametrů dodávané elektrické energie. V případě, že je ve zprávě vyhodnocen určitý časový úsek jako sporný, jsou data prokazující naměřený průběh zkopírována a uložena do samostatného listu dle typu události, jako jsou: "Redukovaný\_záznam\_Přepětí", "Redukovaný\_záznam\_Podpětí", "Redukovaný\_záznam\_Přerušování", apod.

"Protokol" je po zpracování vyexportován do samostatného sešitu spolu s listy typu "Redukovaný\_záznam\_..." vybraných řádků z importovaných listů obsahujících naměřená data, jejichž hodnoty jsou mimo požadované rozsahy a jsou vyhodnoceny, jako nesplňující stanovené požadavky na kvalitu dodávané elektrické energie.

V případě strukturovaného způsobu ukládání jednotlivých týdenních protokolů, např.: pro každý elektroměr nebo měřící místo je ve složce pro příslušný rok vytvořena podsložka obsahující jednotlivé týdenní protokoly, z nichž je poměrně snadno možné následně, v případě potřeby, vytvořit záznam o kvalitě elektrické energie dodávané v průběhu celého roku.

## 4 Zpracování parametrů elektřiny ve formátu ~.xls

V ideálním případě bude výsledkem zpracování jediný záznam v protokolu potvrzující, že: „Všechny ověřované parametry požadované normou ČSN EN 50 160 / sjednané ve smlouvě o dodávce elektrické energie naměřené v předávacím místě: ..., elektroměrem: ... byly v průběhu kontrolovaného týdne: ... splněny.“ Čímž dojde k výrazné úspoře požadovaného paměťového prostoru potřebného k úschově naměřených dat.

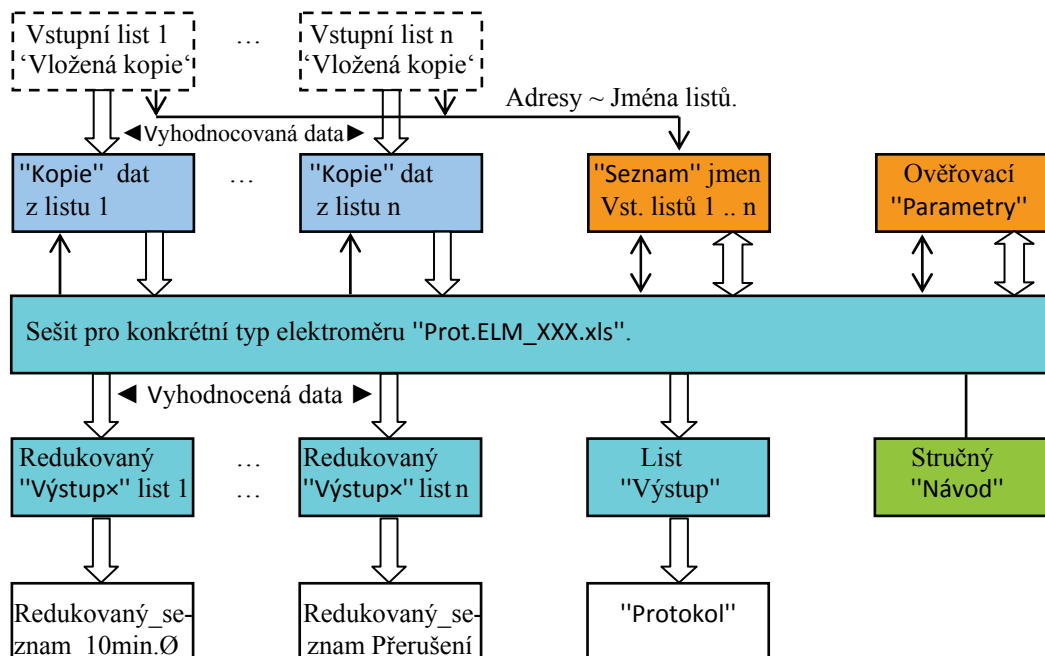
V reálném případě dojde alespoň k podstatné redukci objemu dat, která je potřeba archivovat, což je z ekonomického hlediska nezanedbatelné. Pro archivaci jednoho týdne desetiminutových průměrů z jednoho měřicího místa se jedná o 1008 řádků záznamů, týkajících se průměrných hodnot zjištěných pro desetiminutové měřicí intervaly.

Přitom platná norma ČSN EN 50 160 ed.3 [1] v části 4.2.2 předpokládá, že za normálních provozních podmínek, kromě období s přerušením, odchylka napájecího napětí nemá přesáhnout  $\pm 10\%$  jmenovitého napětí  $U_n$  nebo pro speciální dálkově ovládané uživatele nemají odchylky napájecího napětí přesáhnout  $+10\%/-15\%$   $U_n$ . V případech, kdy elektrické napájení distribuční síť není připojeno k přenosovým sítím jsou limity napětí a frekvence volnější, jelikož menší změna odebíraného výkonu absolutně se projeví relativně větší změnou celkového výkonu přenášeného od zdroje ke spotřebiči.

Uživatelé sítě mají být o těchto podmínkách informováni. Za vyhovující je považován stav, kdy je 95 % měřených intervalů v požadovaném rozmezí  $U_n \pm 10\%$ . Po vyřazení těchto údajů z další archivace je možno minimálně 20× snížit objem ukládaných dat.

Za týden je měřeno  $6 \cdot 24 \cdot 7 = 1008$  10 minutových intervalů.

### 4.2.1 Blokové schéma datových a řídicích toků hodnotící aplikací



Obr.1. Schéma datových a řídicích toků jednotlivými Listy sešitu pro daný typ elektroměru.

## 4 Zpracování parametrů elektřiny ve formátu ~.xls

### 4.3 Příprava naměřených dat do formátu „Vstupní list“

Algoritmus sešitu MS Excel, kterým je prováděno vlastní vyhodnocení, předpokládá, že vstupní hodnoty jsou uloženy ve formátu, jenž je schopen zpracovat. Z některých elektroměrů lze získat naměřené hodnoty přímo ve formátu .xls (např.: elektroměr fy. Landis+Gyr).

U dalšího typu elektroměru (SCHRACK LZQJ-XC) je k exportu naměřených hodnot použit specifický formát .tab, jenž je nutné nejprve převést do očekávaného formátu .xls.

Vzhledem k omezeným schopnostem použité verze programu MS Excel z balíku MS Office 2003, je převod mezi formáty .tab a .doc prováděn pomocí programu Calc z balíku Apache Open Office 3 [11], jenž je volně dostupný na webu.

Vlastní převod je prováděn následujícím postupem:

- Klikem pravým tlačítkem myši na soubor typu "...\_DenikUdalosti.tab" je otevřeno submenu:
- Přes volbu "Otevřít" nebo "Otevřít v programu ►"
- a dále volbu "OpenOffice.org Calc" případně "Procházet..."
- v adresáři "OpenOffice.org 3", podadresáři "program" výběrem souboru "scalc.exe"
- dojde k otevření nabídky pro "Import textu", pomocí níž je možno zadat následující filtry<sup>1</sup> :
  - "Znaková sada" [Východní evropa (Windows-1250/WinLatin-2)]
  - "Jazyk" [Slovensky]
  - "Od řádku" [1]
  - "Odděleno pomocí"  Čárka
  - Jiný" [ (\*) ]
  - Sloučit oddělovače"
  - "Oddělovač textu" [ " ]

Po kontrole čitelnosti textu v části "Pole" potvrdit pomocí klávesy Enter ~ [OK].

- Otevřený soubor s naměřenými daty v programu "OpenOffice.org Calc" lze uložit
- přes menu "Soubor"
  - a jeho položku "Uložit jako ... Ctrl+Shift+S" pod shodným názvem
  - s příponou .xls "Uložit jako typ: " [Microsoft Excel 97/2000/XP(.xls)(\*.xls)]
  - a potvrdit stiskem tlačítka "Uložit".

Program "OpenOffice.org Calc" je možno po provedení převodu dat ukončit.

Poklepáním na nově vzniklý sešit s příponou ".xls" bude otevřen v přiřazeném programu. (např.: MS Excel) a po otevření sešitu pro elektroměr LZQJ lze vložit kopii listu do něj.

Například seznam P.211 obsahuje výpis registru kvality napětí C.86.1 viz.: *Tab.6.*, seznam P.210 obsahuje průchod činného výkonu elektroměrem. Seznam P.200, pak zaznamenává události typu napěťová nesymetrie. V seznamu P.98 je zaznamenáno, kdy došlo k zapnutí a kdy k vypnutí ~ výpadku napájecího napětí na přívodu elektroměru LZQJ.

---

<sup>1</sup> Poznámka: Volby k filtrování vstupních dat:

- Položka" ~ vybraná Položka filtru / neuvedené položky nejsou vybrány
- [Hodnota položky] nastavená „Hodnota položky“ { [(\*)] ~ text v závorkách}

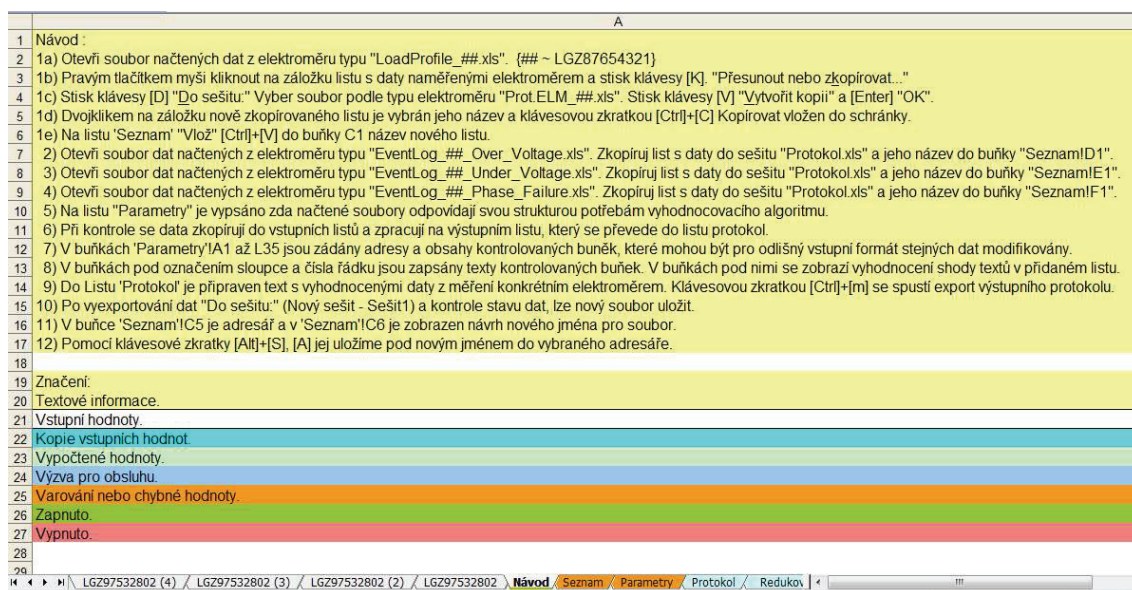
## 4 Zpracování parametrů elektřiny ve formátu ~.xls

Tab.6. Registr C.86.1 kvality napětí elektroměru LZQJ.

Formát kodu C.86.1 :	{ 1 2 3 4 5 6 7 8 }		
1- neobsazeno			
2- neobsazeno	Hodnota	Význam	
3- napětí THD	1	$THD_{uL1} > THD_{u, max}$	
	2	$THD_{uL2} > THD_{u, max}$	
	4	$THD_{uL3} > THD_{u, max}$	
4- krátkodobá intenzita flikru	1	$Flikr P_{st,L1} > Flikr P_{st,max}$	
	2	$Flikr P_{st,L2} > Flikr P_{st,max}$	
	4	$Flikr P_{st,L3} > Flikr P_{st,max}$	
5- Napětí L3	1	napětí	$L3 < U_{min1}$
	2	napětí	$L3 < U_{max1}$
	4	napětí	$L3 < U_{min2}$
	8	napětí	$L3 < U_{max2}$
6- Napětí L2	1	napětí	$L2 < U_{min1}$
	2	napětí	$L2 < U_{max1}$
	4	napětí	$L2 < U_{min2}$
	8	napětí	$L2 < U_{max2}$
7- Napětí L1	1	napětí	$L1 < U_{min1}$
	2	napětí	$L1 < U_{max1}$
	4	napětí	$L1 < U_{min2}$
	8	napětí	$L1 < U_{max2}$
8- Frekvence sítě	1	frekvence sítě	$f < f_{min1}$
	2	frekvence sítě	$f > f_{max1}$
	4	frekvence sítě	$f < f_{min2}$
	8	frekvence sítě	$f > f_{max2}$

5. Snímky zobrazení dat v programu

## 5. Snímky zobrazení dat v programu



Obr.2. List "Návod".

List "Návod" na Obr.2. obsahuje stručný postup použití sešitu určeného ke zpracování dat z daného elektroměru. Je předpokládáno, že při čtení tohoto listu je již otevřen vyhodnocovací sešit pro příslušný typ elektroměru a klávesovou zkratkou [Alt]+[Tab] je možné se přepínat mezi příslušnými okny jednotlivých aplikací.

Bod 1) je rozčleněn na podbody 1a) ... 1e), přičemž se předpokládá obdobný postup i u bodů 2), 3) a 4) s uvedením odlišné cílové buňky pro registraci vložené kopie listu v posledním podbodě \_e).

V případě potřeby lze dle bodů 5) ... 8) upravit zadávané hodnoty tak, aby bylo možno data automaticky vyhodnotit.

Bod 9) upozorňuje, že je potřeba vytvořit nový sešit pro uložení výsledků v navrhovaném adresáři pod jménem zobrazeným v buňce " 'Seznam!C6 " dle bodů 10) ... 12) je potřeba nakonec vyexportovat listy s vyhodnocenými zkrácenými seznamy naměřených údajů.

Po odstranění případně automaticky vygenerovaných listů "List1" ... "List3" je ještě důležité výsledky práce uložit (Soubor/Uložit [Ctrl+S]).

Na řádcích 22 až 29 je uveden vzorník barevných pozadí jednotlivých buněk a přiřazeného významu ke konkrétnímu odstínu pozadí.

Pro obsluhu jsou na zadávacích listech vstupní buňky zásadně s bílým podkladem a černým ohraničením a to buď jednotlivě nebo po skupinách spolu svým účelem buněk úzce souvisejících, např.: definujících jeden sloupec vstupních hodnot.

### 5. Snímky zobrazení dat v programu

	A	B	C	D	E	F
1	Typ vstupního souboru :		LoadProfile_##	EventLog_## Over Voltage	EventLog_## Under Voltage	EventLog_## Phase Failure
2	Jméno Listu ze souboru ## :		LGZ97532802	LGZ97532802 (3)	LGZ97532802 (2)	LGZ97532802 (4)
3	Pořadové číslo/týden :		24		Prefix nového jména souboru	Protokol
4	Rok :		2011		Kořenový adresář :	C:/Dokuments/ELM
5	Adresář pro data za rok :		C:/Dokuments/ELM/ČEZ/LGZ97532802/2011/		Zákazník :	ČEZ
6	Nový název souboru :		Protokol_24_MM.xls		Elektroměr :	LGZ97532802
7	Neobsahuje všechny desetiminutové průměry z týdne		1. záznam asi nezačíná v pondělí v 00:00:00		1008. záznam asi nezačíná v neděli ve 23:50:00	
8	Vložený list z LoadProfile_##	obsahuje 40 řádků záznamů ve 2 skupinách.				
9	Vložený list z EL_##_O_V	obsahuje 8 záznamů o událostech.				
10	Vložený list z EL_##_U_V	obsahuje 32 záznamů o událostech.				
11	Vložený list z EL_##_P_F	obsahuje 31 záznamů o událostech.				
12						
13	Limity napětí :	Hodnoty :	Jenotky :	Pásmo upozornění :		
14	Napětí efektivní $U_n$ :	230,0	(V)	Horní mez uživatel. pásma :	4,0	(%)
15	Přepětí <sub>v</sub> + 11% $U_n$ :	255,3	(V)	Dolní mez uživatel. pásma :	-6,0	(%)
16	Přepětí + 10% $U_n$ :	253,0	(V)	Uživatelské pásmo max. :	239,2	(V)
17	Přepětí + 6% $U_n$ :	243,8	(V)	Uživatelské pásmo min. :	216,2	(V)
18	Podpětí - 10% $U_n$ :	207,0	(V)	Nesymetrie < 2% $U_n$ :	4,6	(V)
19	Podpětí - 15% $U_n$ :	195,5	(V)			
20	Podpětí <sub>v</sub> - 20% $U_n$ :	184,0	(V)			
21	Přerušení 5% $U_n$ :	11,5	(V)			
22						
23	Limit THD :	8,0	(%)			
24	Frekvence :	50,0	(Hz)			
25	Tolerance frekvence 0/1 :	0	0' ±1% $f_n$ / '1' ±2% $f_n$			
26	Min. frekvence :	49,5	(Hz)			
27	Max. frekvence :	50,5	(Hz)			
28	Min. přípustná frekvence :	47	(Hz)			
29	Max. přípustná frekvence :	52	(Hz)			
30						
31						
32						
33						

Obr.3. List "Seznam".

List "Seznam" obsahuje na 2. řádku ve sloupcích "C" až "F" názvy vložených kopií listů s načtenými daty z elektroměru.

Na řádcích "3" až "6" jsou údaje týkající se uložení sešitu, do nějž budou vyexportovány výsledky získané zpracováním naměřených údajů. V buňce "C3" je odhadované číslo týdne, které je možno zapsáním čísla do buňky "D3" změnit. Ve sloupci "F3" až "F6" jsou volitelné části jména vytvářeného souboru a adresářové struktury.

V 7. řádku se mohou objevit upozornění na zjištěné problémy s rozsahem časů při načtení dat z nově vloženého listu typu "LoadProfile\_##.xls".

Na řádcích "8" až "11" je zobrazen popis načtených dat týkající se zejména objemu a případně struktury načtených dat.

V buňkách "B14", "E14" a "E15" jsou přednastaveny základní parametry měřeného napětí a to jmenovité napětí a rozsah odchylek 10 minutových průměrných hodnot od jmenovitého napětí, které není potřeba archivovat.

V buňkách "B23", "B24" a "B25" jsou ještě přednastaveny postupně maximální limit parametru THD, jmenovitá frekvence napětí a dva stupně tolerance změn hodnoty frekvence měřeného napětí, které není potřeba ukládat dlouhodobě.

V buňkách "B15" až "B21", "E16" až "E18" a "B26" až "B29" jsou vypočteny absolutní hodnoty efektivního napětí a frekvencí pro jednotlivé limitní úrovně.

5. Snímky zobrazení dat v programu

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1	LoadProfile_#x.xls										
2	V listu VstupLP je desetinných průměrů :										
3	Celkem bude vyhodnocováno sloupců :										
4	Vyhodnocovat buňky sloupce (1/0) :										
5											
6	Sloupec	A	B	C	D	E	J	P	Q	R	
7	Rádek	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
8	OBIS	0-0.1.0.0	0-0.96.240.12	1-1.32.5.0 [V]	1-1.52.5.0 [V]	1-1.72.5.0 [V]	1-1.14.5.0 [Hz]	1-0.32.7.126 [V]	1-0.52.7.126 [V]	1-0.72.7.126 [V]	
9	Obsah	Clock (tm2=10 min)	EDIS stav profilu 2	Voltage L1	Voltage L2	Voltage L3	Mains frequency	THD voltage L1	THD voltage L2	THD voltage L3	
10	Překlad	Interval (10minut)	EDIS stav profilu 2	Napětí L1	Napětí L2	Napětí L3	Frekvence	THD napětí L1	THD napětí L2	THD napětí L3	
11		Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje	
12	EventLog_#_Over_Voltage.xls										
13	V listu VstupU+ je zaznamenáno události typu přepětí :										
14	Celkem bude vyhodnocováno sloupců :										
15	Vyhodnocovat buňky sloupce (1/0) :										
16											
17	Sloupec	A	B	C	D	E	F				
18	Rádek	2	2	2	2	2	2				
19	OBIS	0-0.1.0.0	1-1.99.98.152	1-1.99.98.152	1-1.32.7.0 [V]	1-1.52.7.0 [V]	1-1.72.7.0 [V]				
20	Obsah	Clock	State	Event duration	Voltage L1	Voltage L2	Voltage L3				
21	Překlad	Hodiny	Stav	Délka události	Napětí L1	Napětí L2	Napětí L3	Maximum 3 voltage L1			
22		Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje			
23	EventLog_#_Under_Voltage.xls										
24	V listu VstupU- je zaznamenáno události typu podpětí :										
25	Celkem bude vyhodnocováno sloupců :										
26	Vyhodnocovat buňky sloupce (1/0) :										
27											
28	Sloupec	A	B	C	D	E	F	K			
29	Rádek	2	2	2	2	2	2	2			
30	OBIS	0-0.1.0.0	1-1.99.98.152	1-1.99.98.152	1-1.32.7.0 [V]	1-1.52.7.0 [V]	1-1.72.7.0 [V]	1-1.32.23.0 [V]			
31	Obsah	Clock	State	Event duration	Voltage L1	Voltage L2	Voltage L3	Minimum 3 voltage L1			
32	Překlad	Hodiny	Stav	Délka události	Napětí L1	Napětí L2	Napětí L3	Min napětí fáze			
33		Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje			
34	EventLog_#_Phase_Failure.xls										
35	V listu VstupF je zaznamenáno události typu chyba fáze :										
36	Celkem bude vyhodnocováno sloupců :										
37	Vyhodnocovat buňky sloupce (1/0) :										
38											
39	Sloupec	A	B	C	D	E	F				
40	Rádek	2	2	2	2	2	2				
41	OBIS	0-0.1.0.0	1-1.99.98.158	1-1.99.98.158	1-1.32.7.0 [V]	1-1.52.7.0 [V]	1-1.72.7.0 [V]				
42	Obsah	Clock	State	Event duration	Voltage L1	Voltage L2	Voltage L3				
43	Překlad	Hodiny	Stav	Délka události	Napětí L1	Napětí L2	Napětí L3				
44		Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje				
45											
46											

Obr.4. List "Parametry".

Listu "Parametry" je využíváno pro kontrolu a vyhledávání sloupců s parametry, které mají být ověřovány vůči přednastaveným rozsahům hodnot.

V řádcích "5", "16", "27" a "38" jsou vyznačeny sloupce, o řádek níže je číslo řádku porovnávané hodnoty, na dalším je OBIS kód sloupce parametrů, dále porovnávaný obsah buňky, překlad a nakonec údaj, zda byl příslušný sloupec nelezen podle kontextu v uvedené hlavičce.

V řádcích nad ("4", "15", "26", "37") jsou umístěny přepínače umožňující vyřazení vybraného sloupce z dalšího průchodu vyhodnocovacím algoritmem. ( Viz.: "H15" a "H26" )

Počet skupin odpovídá počtu vstupních listů importovaných a následně zaregistrovaných na listu "Seznam" vyhodnocujícího sešitu.

V buňkách "B2", "B13", "B24" a "B35" je zadán počet řádků, o který začínají hodnoty níže, než je kontrolovaná buňka v hlavičce sloupce.



### 5. Snímky zobrazení dat v programu

The screenshot displays two windows from a software application. The top window shows a settings table with callout boxes explaining the 'MM' (Measurement Method) settings. The bottom window shows a data table with a red header 'NEMĚŘENO A NEVYHODNOCOVÁNO' indicating that certain data points were not measured or evaluated.

Row	MM	Value	Unit	Notes
2	0 0			
3	0 0			
4	1 1			
5	0 1	2,00%	$U_{h2}$	x
6	0 0			
7	0 0			
8	1 1			
9	0 0			
10	1 1			
11	0 1			
12	0 1			
13	0 1			
14	0 1			
15	0 1			
16	0 1			
17	0 1			
18	0 1			
19	0 1			
20	0 1			
21	0 1			
22	0 1			
23	0 1			
24	0 1			
25	0 1			
26	0 1			

Row	MM	Value	Unit	Notes
2	0 0			
3	0 0			
4	1 1			
5	0 1	2,00%	$U_{h2}$	x
6	0 1	5,00%	$U_{h3}$	x
7	0 0	1,00%	$U_{h4}$	
8	0 1	6,00%	$U_{h5}$	x
9	0 0	0,50%	$U_{h6}$	
10	0 1	5,00%	$U_{h7}$	x
11	0 0	0,50%	$U_{h8}$	
12	0 1	1,50%	$U_{h9}$	x
13	0 0	0,50%	$U_{h10}$	
14	0 0	3,50%	$U_{h11}$	x
15	0 0	0,50%	$U_{h12}$	
16	0 1	3,00%	$U_{h13}$	x
17	0 0	0,50%	$U_{h14}$	
18	0 0	0,50%	$U_{h15}$	
19	0 0	0,50%	$U_{h16}$	
20	0 1	2,00%	$U_{h17}$	x
21	0 0	0,50%	$U_{h18}$	
22	0 1	1,50%	$U_{h19}$	x
23	0 0	0,50%	$U_{h20}$	
24	0 0	0,50%	$U_{h21}$	
25	0 0			
26	0 0			

Obr.5. List "Harmonické".

List "Harmonické" je možno využít k výběru, které harmonické budou vyhodnocujícím algoritmem ověřovány.

Nastavením buněk "C2" až "C4" je možno zvolit vyhodnocování všech/lichých/vybraných harmonických případně lze ve sloupcích "B5" až "B24" a "I5" až "I23" nastavit i vyhodnocování jednotlivé harmonické složky.

Po zvolení kterékoliv skupinové volby je logickou funkcí "NEBO" nastaveno vyhodnocování konkrétní harmonické složky, jak je vidět v buňkách "C5" až "C24" a "J5" až "J23". Výběr složky napětí ke kontrole je barevně zvýrazněn.

Pokud daný elektroměr údaje neposkytuje, je v buňce "H2" uveden červený text "NĚMĚŘENO A NEVYHODNOCOVÁNO".

5. Snímky zobrazení dat v programu

	A	B	C	D	E
1	Protokol o měření kvality energie.	Protokol_23_MM.xls			
2	Přístroj :	LGZ97532802			
3	Datum vypracování protokolu :	06.05.2013 05:43:58			
4	Začátek protokolovaného období :	08.06.2011 09:41:16			
5	Konec protokolovaného období :	09.06.2011 10:20:00			
6	Zákazník :	LGZ97532802			
7	Rok :	23			
8					
9	Parametr \ vyhovuje z x (%) týdne \ ve fázi :	L1	L2	L3	
10	Limitní hodnoty napájecího napětí :	2,98	2,98	2,98	
11	Maximální přípustné odchylky napětí :	2,98	2,98	2,98	
12	Maxima na konci dlouhého vedení :	2,98	2,98	2,98	
13	Harmonická napětí, překročení limitu (%týdne)	100,00	100,00	100,00	
14	Krátkodobý flíkr :	Neměřeno.	Neměřeno.	Neměřeno.	
15	Dlouhodobý flíkr :	Neměřeno.	Neměřeno.	Neměřeno.	
16					
17	Mezi časy : 08.06.2011 10:14:19 a 09.06.2011 09:52:34 bylo zaznamenáno 4 události typu přepětí, zredukováno na : 4.				
18	Fáze :	L1	L2	L3	
19	Nejdelší přepětí nastalo :	08.06.2011 10:14:19	08.06.2011 10:14:19	08.06.2011 10:14:19	
20	Nejdelší přepětí trvalo (d hh:mm:ss) :	0 00:00:09	0 00:00:09	0 00:00:09	
21	Nejdelší přepětí skončilo :	08.06.2011 10:14:28	08.06.2011 10:14:28	08.06.2011 10:14:28	
22	Maximální přepětí nastalo :	09.06.2011 09:50:27	09.06.2011 09:50:27	09.06.2011 09:50:27	
23	Maximální přepětí trvalo (d hh:mm:ss) :	0 00:00:02	0 00:00:02	0 00:00:02	
24	Maximální přepětí skončilo :	9 09:50:29	9 09:50:29	9 09:50:29	
25	Velikost max. přepětí (V) :	14.09.1900 00:00:00	13.09.1900 20:38:24	13.09.1900 21:07:12	
26	Celkový čas přepětí (d hh:mm:ss) :	00.01.1900 00:00:24	00.01.1900 00:00:24	00.01.1900 00:00:24	
27	Počet výskytů přepětí :	4	4	4	
28	Mezi časy : 09.05.2011 10:52:51 a 09.06.2011 10:06:04 bylo zaznamenáno 32 událostí typu podpětí, zredukováno na : 15				
29	Fáze :	L1	L2	L3	
30	Nejdelší podpětí nastalo :	26.05.2011 16:03:15	26.05.2011 16:03:15	26.05.2011 16:03:15	
31	Nejdelší podpětí trvalo (d hh:mm:ss) :	0 00:00:01	0 00:00:01	0 00:00:01	
32	Nejdelší podpětí skončilo :	26.05.2011 16:03:16	26.05.2011 16:03:16	26.05.2011 16:03:16	
33	Celkový čas podpětí (d hh:mm:ss) :	0 01:55:18	0 01:55:18	0 01:55:18	
34	Počet výskytů podpětí :	15	15	15	
35	Mezi časy : 09.05.2011 10:52:51 a 09.06.2011 10:06:04 bylo vyhodnoceno 17 událostí typu podpětí na dlouhém vedení :				
36	Fáze :	L1	L2	L3	
37	Nejkratší podpětí nastalo :	08.06.2011 13:51:17	08.06.2011 13:51:17	08.06.2011 13:51:17	
38	Nejkratší podpětí trvalo (d hh:mm:ss) :	0 00:00:00	0 00:00:00	0 00:00:00	
39	Nejkratší podpětí skončilo :	08.06.2011 13:51:17	08.06.2011 13:51:17	08.06.2011 13:51:17	
40	Nejdelší podpětí nastalo :	26.05.2011 16:03:15	26.05.2011 16:03:15	26.05.2011 16:03:15	
41	Nejdelší podpětí trvalo (d hh:mm:ss) :	0 00:00:01	0 00:00:01	0 00:00:01	
42	Nejdelší podpětí skončilo :	26.05.2011 16:03:16	26.05.2011 16:03:16	26.05.2011 16:03:16	
43	Celkový čas podpětí (d hh:mm:ss) :	0 00:00:02	0 00:00:02	0 00:00:02	
44	Počet výskytů podpětí :	9	9	9	
45	Mezi časy : 04.05.2011 13:34:15 a 09.06.2011 09:39:47 bylo zaznamenáno 32 událostí typu přerušení napájení, => 21 :				
46	Nejkratší přerušení nastalo :		09.06.2011 09:39:44		
47	Nejkratší přerušení trvalo (d hh:mm:ss) :		0 00:00:04		
48	Nejkratší přerušení skončilo :		09.06.2011 09:39:48		
49	Nejdelší přerušení nastalo :		09.05.2011 10:56:16		
50	Nejdelší přerušení trvalo (d hh:mm:ss) :		0 03:09:51		
51	Nejdelší přerušení skončilo :		09.05.2011 14:06:07		
52	Celkový čas přerušení (d hh:mm:ss) :		0 09:21:47		
53	Počet výskytů přerušení :		17		
54	Mezi časy :	08.06.2011 09:41:16	a	09.06.2011 10:20:00	
55	je vybráno 17 záznamů z 33 načtených 10minutových měřicích intervalů s hodnotami mimo zadaný rozsah.				
56	Během 95% týdeních 10minutových měřicích intervalů má být $U_L$ v rozmezí ( $U_n < -10\%$ , $+6\%$ ) .				
57	Fáze :	L1	L2	L3	
58	Vyhovuje (%) z týdne (1008 záznamů) :	2,98	2,98	2,98	
59	Vyhovuje (%) z platných záznamů :	90,91	90,91	90,91	
60	Během 100% 10minutových měřicích intervalů musí být $U_L \in (U_n < -15\%$ , $+10\%$ )				
61	Fáze :	L1	L2	L3	
62	Vyhovuje (%) z týdne (1008 záznamů) :	2,98	2,98	2,98	
63	Vyhovuje (%) z platných záznamů :	90,91	90,91	90,91	
64	Během 100% 10minutových měřicích intervalů musí být $U_L$ i na konci dlouhého vedení v rozmezí ( $U_n < -20\%$ , $+11\%$ ) .				
65	Fáze :	L1	L2	L3	
66	Vyhovuje (%) z týdne (1008 záznamů) :	2,98	2,98	2,98	
67	Vyhovuje (%) z platných záznamů :	90,91	90,91	90,91	
68	THDuLx 10minutových měřicích intervalů má hodnotu $< 8\%$ .				
69	Fáze :	L1	L2	L3	
70	Vyhovuje (%) z týdne (1008 záznamů) :	2,98	2,98	2,98	
71	Vyhovuje (%) z platných záznamů :	90,91	90,91	90,91	
72					
73					

Obr.6. List "Výstup".

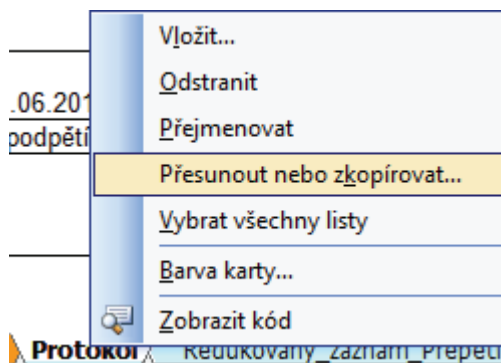
List "Výstup" obsahuje barevně vyznačené buňky, jejichž barva signalizuje obsluze programu účel a obsah příslušné buňky.

5. Snímky zobrazení dat v programu

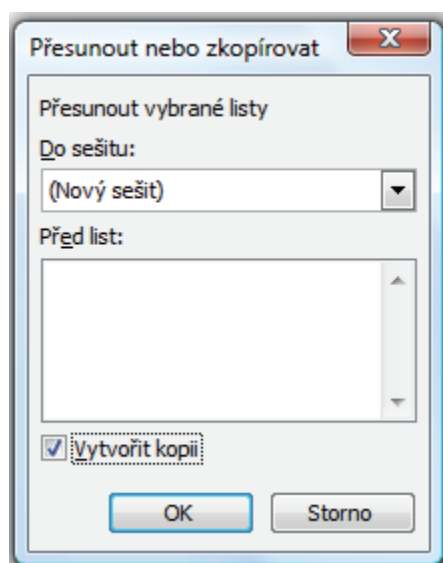
	A	B	C	D	E
1	Protokol o měření kvality energie.	Protokol_24_MM.xls			
2	Přístroj :	LGZ97532802			
3	Datum vypracování protokolu :	05.05.2013 18:20:30			
4	Začátek protokolovaného období :	13.06.2011 00:00:00			
5	Konec protokolovaného období :	19.06.2011 23:50:00			
6	Zákazník :	LGZ97532802			
7	Rok :	24			
8					
9	Parametr \ vyhovuje z x (%) týdně \ ve fázi :	L1	L2	L3	
10	Limitní hodnoty napájecího napětí :	99,80	99,80	99,80	
11	Maximální přípustné odchylky napětí :	99,90	99,90	99,90	
12	Maxima na konci dlouhého vedení :	100,00	100,00	100,00	
13	Harmonická napětí, překročení limitu (%týdně)	100,00	100,00	100,00	
14	Krátkodobý flikr :	Neměřeno.	Neměřeno.	Neměřeno.	
15	Dlouhodobý flikr :	Neměřeno.	Neměřeno.	Neměřeno.	
16					
17	Mezi časy : 09.06.2011 09:50:27 a 10.06.2011 09:30:3 bylo zaznamenáno 5 událostí typu přepětí, zredukováno na : 5.				
18	Fáze :	L1	L2	L3	
19	Nejdelší přepětí nastalo :	08.06.2011 10:14:19	08.06.2011 10:14:19	08.06.2011 10:14:19	
20	Nejdelší přepětí trvalo (d hh:mm:ss) :	0 00:00:09	0 00:00:09	0 00:00:09	
21	Nejdelší přepětí skončilo :	08.06.2011 10:14:28	08.06.2011 10:14:28	08.06.2011 10:14:28	
22	Maximální přepětí nastalo :	09.06.2011 09:50:27	09.06.2011 09:50:27	09.06.2011 09:50:27	
23	Maximální přepětí trvalo (d hh:mm:ss) :	0 00:00:02	0 00:00:02	0 00:00:02	
24	Maximální přepětí skončilo :	9 09:50:29	9 09:50:29	9 09:50:29	
25	Velikost max. přepětí (V) :	14.09.1900 00:00:00	13.09.1900 20:38:24	13.09.1900 21:07:12	
26	Celkový čas přepětí (d hh:mm:ss) :	00.01.1900 00:00:22	00.01.1900 00:00:22	00.01.1900 00:00:22	
27	Počet výskytů přepětí :	5	5	5	
28	Mezi časy : 25.05.2011 11:05:05 a 14.06.2011 08:39:11 bylo zaznamenáno 22 událostí typu podpětí, zredukováno na : 13				
29	Fáze :	L1	L2	L3	
30	Nejdelší podpětí nastalo :	26.05.2011 16:03:15	26.05.2011 16:03:15	26.05.2011 16:03:15	
31	Nejdelší podpětí trvalo (d hh:mm:ss) :	0 00:00:01	0 00:00:01	0 00:00:01	
32	Nejdelší podpětí skončilo :	26.05.2011 16:03:16	26.05.2011 16:03:16	26.05.2011 16:03:16	
33	Celkový čas podpětí (d hh:mm:ss) :	0 00:00:58	0 00:00:58	0 00:00:58	
34	Počet výskytů podpětí :	13	13	13	
35	Mezi časy : 25.05.2011 11:05:05 a 14.06.2011 08:39:11 bylo vyhodnoceno 10 událostí typu podpětí na dlouhém vedení :				
36	Fáze :	L1	L2	L3	
37	Nejkratší podpětí nastalo :	13.06.2011 14:06:48	13.06.2011 14:06:48	13.06.2011 14:06:48	
38	Nejkratší podpětí trvalo (d hh:mm:ss) :	0 00:00:00	0 00:00:00	0 00:00:00	
39	Nejkratší podpětí skončilo :	13.06.2011 14:06:48	13.06.2011 14:06:48	13.06.2011 14:06:48	
40	Nejdelší podpětí nastalo :	26.05.2011 16:03:15	26.05.2011 16:03:15	26.05.2011 16:03:15	
41	Nejdelší podpětí trvalo (d hh:mm:ss) :	0 00:00:01	0 00:00:01	0 00:00:01	
42	Nejdelší podpětí skončilo :	26.05.2011 16:03:16	26.05.2011 16:03:16	26.05.2011 16:03:16	
43	Celkový čas podpětí (d hh:mm:ss) :	0 00:00:02	0 00:00:02	0 00:00:02	
44	Počet výskytů podpětí :	6	6	6	
45	Mezi časy : 26.04.2011 07:58:42 a 14.06.2011 08:39:10 bylo zaznamenáno 31 událostí typu přerušení napájení, => 19 :				
46	Nejkratší přerušení nastalo :		14.06.2011 08:39:07		
47	Nejkratší přerušení trvalo (d hh:mm:ss) :		0 00:00:04		
48	Nejkratší přerušení skončilo :		14.06.2011 08:39:11		
49	Nejdelší přerušení nastalo :		08.06.2011 10:38:04		
50	Nejdelší přerušení trvalo (d hh:mm:ss) :		0 00:00:04		
51	Nejdelší přerušení skončilo :		08.06.2011 10:38:08		
52	Celkový čas přerušení (d hh:mm:ss) :		0 00:00:40		
53	Počet výskytů přerušení :		10		
54					
55	Je vybráno 12 záznamů z 1008 platných načtených 10minutových měřicích intervalů s hodnotami mimo zadaný rozsah.				
56	Během 95% týdních 10minutových měřicích intervalů má být $U_L$ v rozmezí ( $U_n < -10\%$ , $+6\%$ ) .				
57	Fáze :	L1	L2	L3	
58	Vyhovuje (%) z týdne (1008 záznamů) :	99,80	99,80	99,80	
59	Vyhovuje (%) z platných záznamů :	99,80	99,80	99,80	
60	Během 100% 10minutových měřicích intervalů musí být : $U_L \in (U_n < -15\%$ , $+10\%$ )				
61	Fáze :	L1	L2	L3	
62	Vyhovuje (%) z týdne (1008 záznamů) :	99,90	99,90	99,90	
63	Vyhovuje (%) z platných záznamů :	99,90	99,90	99,90	
64	Během 100% 10minutových měřicích intervalů musí být $U_L$ i na konci dlouhého vedení v rozmezí ( $U_n < -20\%$ , $+11\%$ ) .				
65	Fáze :	L1	L2	L3	
66	Vyhovuje (%) z týdne (1008 záznamů) :	100,00	100,00	100,00	
67	Vyhovuje (%) z platných záznamů :	100,00	100,00	100,00	
68	THDu <sub>Lx</sub> 10minutových měřicích intervalů má hodnotu < 8% .				
69	Fáze :	L1	L2	L3	
70	Vyhovuje (%) z týdne (1008 záznamů) :	100,00	100,00	100,00	
71	Vyhovuje (%) z platných záznamů :	100,00	100,00	100,00	
72					
73					

Obr.7. Takto může List "Výstup" vypadat při „normálním“ provozu.

## 5. Snímky zobrazení dat v programu



Obr.8. Podmenu na záložce Listu "Protokol".



Obr.9. Okno "Přesunout nebo zkopírovat...".

Listy s Výstupy z programu vyexportujeme, obdobně jako jsme vkládali listy se vstupními daty do samostatného souboru, jehož jméno může být zkopírováno [Ctrl]+[C] z buňky "Výstup!B1". Pomocí podmenu na záložce Listu "Výstup" přes volbu "Přesunout nebo zkopírovat...", v poli "Do sešitu:", vložíme jméno (Nový sešit: [Ctrl]+[V]). Přes volbu "Vytvořit kopii" se list otevře v novém souboru, který bude uložen samostatně do adresáře pro daný elektroměr ("Výstup!B2"). Data z listu "Výstup" jsou využitelná při rozhodování o potřebnosti zásahů do stávajícího stavu sítě.

Listy "KopieLP", "KopieU+", "KopieU-", ... obsahují vybraná data určená ke kontrole z vložených listů s naměřenými daty podle informací z listů "Seznam" a "Parametry".

V listech "VýstupU+", "VýstupU-", "VýstupU0" atd. jsou uloženy záznamy prokazující kdy a jakým způsobem došlo k překročení mezní hodnoty pro Přepětí, Podpětí, Přerušení dodávky, ... elektrické energie v předávacím místě osazeném konkrétním elektroměrem.

List "Protokol" bude obsahovat data z listu "Výstup" volitelně bez barevného zvýraznění, která jsou určena pro monochromatický tisk a další zpracování v sešitu daného elektroměru shrnujícího parametry kvality za celý kalendářní rok, využíváje při tom zaprotokolovaných dat za jednotlivé týdny.

## 6. Shrnutí dosažených výsledků práce

Cílem práce bylo provést redukci obrovských objemů dat generovaných elektroměry s možnostmi měření parametrů kvality elektrické energie, která je definována v ČSN 50 160 v aktuální verzi. Kdy každých deset minut v každém měřicím předávacím místě je vytvořen jeden záznam o průměrných 10 minutových hodnotách parametrů napájecího napětí v každé fázi přírodního vedení. Zároveň je výše uvedenou normou určeno rozmezí hodnot měřených parametrů považovaných ze běžný provozní stav, který představuje podstatnou část jejich objemu, kterou není potřeba dlouhodobě uchovávat, což s sebou nese nezanedbatelný ekonomický efekt.

Tuto prvotní myšlenku se podařilo realizovat poměrně zdařile realizovat. U zkušebního vzorku dat průměrných hodnot desetiminutových intervalů pořízeného v laboratoři se povedlo objem snížit asi desetkrát. U dat pořízených z reálného měření lze očekávat výsledky mnohem lepší, především s přihlédnutím k poměrům úrovní rušení například vypínáním či přepětím v laboratoři a v reálném provozu atd.

Během zpracovávání naměřených dat byl ověřen způsob vytváření projektu tzv. „Od cíle“, jenž je dán vnitřní logikou tabulkového procesoru. Obsah konkrétní buňky je vždy zjišťován až na základě již známých údajů uložených v ostatních buňkách aktuálního sešitu, čemuž bylo potřeba přizpůsobit syntaxi a logiku adresace jednotlivých datových oblastí.

S tímto také souvisí přístup ke grafické prezentaci vypočtených výsledků, který je přímo závislý na hodnotách vypočtených parametrů konkrétních buněk, což jistým způsobem znesnadňuje možnost ovlivnit parametry grafické prezentace prostředky tabulkového procesoru. Zároveň je poměrně náročné převést člověkem intuitivně pochopitelnou specifikaci datového formátu na konkrétní algoritmus, jenž je schopen provést tuto operaci automaticky v počítači.

Vyhodnocením naměřených hodnot, jež se nenacházely v požadovaném rozmezí a jejich zkopírováním do nových seznamů naměřených hodnot a vyhotovením protokolu o provedení tohoto vyhodnocování dochází ke vzniku dalších dat, která je potřeba archivovat. Náklady na archivování takto nově vygenerovaných záznamů jsou však řádově nižší, než náklady na archivování dat vzniklých záznamem naměřených hodnot bez tohoto vyhodnocení.

Regulární výrazy, na nichž je principiálně postavena celá struktura vyhodnocujícího sešitu totiž umožňují vytvářet kratší zdrojový soubor programu, ale za cenu pracnějších estetických úprav později. Počátečním směrem řešení bylo vytvořit systém pro redukci objemu naměřených dat, kdy nebyla vzata v úvahu možnost měnit „na poslední chvíli“ způsob konečné prezentace získaných výsledků.

Jako nejschůdnější řešení bylo vyhodnoceno přidání dolní řady listů do modelu datových toků znázorněného na Obr.1. Tato řada je vlastně ‘zákazníkem definované výstupní rozhraní‘.

Díky této práci bylo ověřeno, že před definitivním potvrzením objednávky je důležité mít podrobně a v písemné formě definováno zadání cíle, jenž má být dosažen. Představy o významu obecně definovaného zadání mezi realizátorem a zadavatelem mohou vést až k nespokojenosti zákazníka s konečným výsledkem.

## Seznam použité literatury a zdrojů

- [1] Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a zkušebnictví. ČSN EN 50 160 ed.3.: Charakteristiky elektrické energie dodávané z veřejných distribučních sítí. Ing. Jaroslav Bárta - Ing. Vincent Csirik, [online].: , 2011. . . 8 590963 874678.
- [2] Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a zkušebnictví. ČSN EN 61000-4-30 ed.2.: Zkušební a měřicí technika - Metody měření kvality energie. ed.2. [online]. Praha: , 2009, 8 590963 840543
- [3] Provozovatelé Distribučních Soustav, Pravidla pro provozování distribučních soustav příloha 3 kvalita napětí v distribuční soustavě, způsoby jejího zjišťování a hodnocení, [online], 2011, ppds-2011\_2011\_11.pdf
- [4] Provozovatelé Distribučních Soustav, Pravidla pro provozování distribučních soustav, ČEZ Distribuce, a.s., E.ON Distribuce, a.s., PRE Distribuce a.s., [online], 2008, ppds\_2009ČEZ.pdf
- [5] ACTARIS SAS. Návod k obsluze k elektroměru ACE SL7000, ACTARIS SAS [online]. , 2003,
- [6] Siemens Metering AG. Uživatelská příručka Kombinovaný elektroměr pro činnou a jalovou energii L+G ZMD, [online]: , únor 2000,. H 71 0200 0017 de/cz
- [7] SCHRACK ENERGIETECHNIK s.r.o. SR. Pridavne funkcie elektromerov LZQJ , [online]. 2005, Dokumentation\_P200-Sk.doc
- [8] Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a zkušebnictví. ČSN EN 61000-2-2: Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – Část 2-2 ed.2.: Prostředí – Kompatibilní úroveň pro nízkofrekvenční rušení šířené vedením a signály ve veřejných rozvodných sítích nízkého napětí, [online]. Praha: , 2002
- [9] ČVUT v Brně Marek Šenk, Bakalářská práce: Měření kvality elektrické energie, [online], MěřeníKvalityElektrickéEnergieBc.pdf, 2010
- [10] Sdružení DLMS/COSEM čítá přes 70 výrobců, jejichž více než 295 zařízení již bylo schváleno . Jejich aktuální seznam lze nalézt na:  
<http://www.dlms.com/conformance/listofcompliantequipment/index.html>
- [11] Volně dostupný kancelářský balík Apache OpenOffice 3.4.1 dostupný na stránkách <http://www.openoffice.org/download/> včetně mnoha dalších rozšíření od ostatních uživatelů.

## **Příloha A Manuál k použití aplikace na zpracování naměřených dat hodnotících kvalitu elektrické energie**

### **A.1. Vložení kopií vstupních dat do zpracujícího sešitu**

Po otevření souboru tabulkového procesoru pro příslušný typ elektroměr je vybrána záložka "Návod" obsahující stručnou nápovědu, jak postupovat při importu dat ze souborů načtených z elektroměru. A po otevření si souboru s načtenými daty z příslušného typu elektroměru, jsou nakopírovány listy s daty do sešitu provádějícího zpracování dat získaných z příslušného typu elektroměru.

Dle postupu popsaného na záložce "Návod" je třeba zaregistrovat nově vložené listy na list "Seznam", kde je ihned po vložení signalizována zpracovatelnost vložených dat sešitem. Mezi zadávanými údaji jsou i informace použité pro generování jména souboru s výsledky zpracování naměřených parametrů kvality elektrické energie "Seznam!C5" složeného z údajů v buňkách "Seznam!C2", "Seznam!C3" a "Seznam!C4" i informace potřebné k vytvoření adresářové struktury vhodné pro další zpracování naměřených dat "Seznam!F6" a "Seznam!C2". V buňce "Seznam!A9" se může objevit na oranžovém podkladě informace tom, že algoritmus kontroly detekoval podezření na neúplnost načtených dat. V buňce "Seznam!C9" může být zobrazena informace o tom, že datový soubor nemá na prvním řádku správný datum a čas začátku prvního desetiminutového intervalu odpovídající pondělku 00:00:00. A oznámení v buňce "Seznam!E9" říká, že nebyl detekován správný začátek posledního desetiminutového intervalu v průběhu týdne jako neděle 23:50:00.

Pokud je signalizována chyba ve struktuře dat, pak je možné na listu "Parametry" změnit adresy sloupců, kde jsou uložena požadovaná data, případně požadavek vypnout.

Sešit podle vložených údajů na listech "Parametry" a "Seznam" si nakopíruje potřebná vstupní data do listů označených "Kopie...". Na těchto listech dojde ke kontrole naměřených hodnot podle rozsahů definovaných v normách případně ve smlouvě mezi dodavatelem a odběratelem elektrické energie :

"Seznam!B17" ~ jmenovité napětí sítě a pod ním normou stanovené úrovně napětí "Seznam!B18" až "Seznam!B21", smluvně stanovená horní "Seznam!E17" a dolní "Seznam!E18" mez vyhovující úrovně napětí, a v následujících buňkách přepočtené hodnoty ve Voltech, dále je v buňce na listu "Seznam!B24" ~ jmenovitá frekvence sítě a přepínač "1/0" pro pásmo její tolerance "Seznam!B25"

Na listu "Výstup" je barevně zvýrazněn protokol vyhodnocující naměřená data podle zadaných mezních hodnot. Pokud je celé období vyhodnoceno jako vyhovující, pak je vytvořen pouze stručný záznam o této skutečnosti.

Pokud některé parametry nevyhovují požadavkům, které jsou předem určeny, pak jsou na listu "Protokol" shromážděny největší odchylky od požadovaných hodnot a délky jejich trvání a na listech "Redukovaný\_záznam\_X" jsou zkopírovány naměřené údaje, týkající se událostí porušujících stanovené limity. Jejich počet i délka překročení povolených mezí, pak je také zaznamenána do "Protokolu".

Po načtení naměřených hodnot by mělo průběžně dojít k vytvoření listu "Protokol" o provedeném vyhodnocení parametrů kvality dodávané elektrické energie v předávacím místě osazeném zvoleným typem elektroměru a jeho uložení do určeného datového prostoru.

Po úspěšném ověření vytvořeného souboru s protokolem, již není nadále nutno uchovávat původní data získaná z měřicího přístroje. Pro archivaci je nyní připraven sešit Protokolu s podstatně zredukovaným objemem relevantních dat uložených na samostatných listech podle důvodu jejich zaznamenání.

Na základě Protokolů za jednotlivé týdny roku je možno následně sestavit zprávu potvrzující splnění všech požadavků na kvalitu dodávek elektrické energie v průběhu celého kalendářního roku.

Poznámka k vyhodnocování událostí typu přerušení:

Jako přerušení je vyhodnocen pokles napětí ve všech fázích pod 5 %  $U_n$  . Přerušení nejsou uváděna mezi poklesy napětí.

Událost není považována za přerušení, pokud kterékoliv zbytkové fázové napětí je větší než 5 %  $U_n$  . Pak se jedná pouze o pokles napětí.

## A.2. Specifikace vstupů

Vstup dat pro zpracování v jednotlivých souborech je definován vždy pro daný typ elektroměru, k němuž je potřeba použít příslušný sešit pro zpracování naměřených hodnot přizpůsobený výrobcem, případně provozovatelem specifikovanému formátu, který je použit pro uložení naměřených hodnot.

Pokud se formát u konkrétního elektroměru liší od přednastaveného formátu, pak je možno opravit na listu "Parametry" pozici hlaviček sloupců buněk v nakopírovaném vstupním listu obsahujících požadovaná data.

Je vycházeno z předpokladu, že u většiny přístrojů je v praxi použit shodný výstupní formát vyhodnocovaných dat, který často vychází z továrního nastavení jednotlivých přístrojů. Také se předpokládá existence praxí ověřených formátů zpracování dat na jednotlivých pracovištích, k jejichž změně lze přistoupit hlavně v dobře zdůvodněných případech.

## A.3. Specifikace výstupů

Výsledkem zpracování naměřených hodnot je nový sešit s listem "Výstup" a podle specifikace typu elektroměru také například listy "Redukovaný\_záznam\_Přepětí", "Redukovaný\_záznam\_Podpětí", "Redukovaný\_záznam\_Přerušení" a podobně se záznamem o naměřených hodnotách překračujících limity nastavené dle norem nebo smluvních vztahů.

Na listech "Protokol", "Redukovaný\_seznam\_Přepětí", "Redukovaný\_seznam\_Podpětí", "Redukovaný\_seznam\_Přerušení" a "Redukovaný\_záznam\_10min.Ø" se během zpracování uloží data, příslušející k vyjmenovaným událostem.



## A.4. Správné a chybné zadání požadovaných hodnot

Správné nebo chybné zadání požadovaných hodnot jednotlivých zadávacích buněk ve vyhodnocovacím sešitu je částečně kontrolováno a obsluha je o předpokládaných chybách informována barevně zvýrazněnými hodnotami vybraných polí příslušného nastavovaného listu.

Např.: Obr.3. buňky "A7" , "C7" a "E7" , Obr.5. List "Harmonické" buňka "H2", Obr.6. List "Výstup" buňky "C4", "C5", "B10" až "D15", "A17", "A30", "A41", "A52", "A62" a "A63", "B66" až "D66" , "B69" až "D69" , "B72" až "D72" a "B75" až "D75" .

## A.5. Export zpracovaných dat pro archivaci

Po zpracování naměřených hodnot z elektroměru se předpokládá uložení sešitu s výstupním protokolem a listy s naměřenými výjimkami z vyhovujícího stavu do samostatného adresáře pro konkrétní elektroměr a konkrétní rok. V tomto adresáři je možné následně provést vyhodnocení parametrů kvality dodávané elektrické energie za celý kalendářní rok, jak je u některých parametrů požadováno v příslušných normách.

Po vyexportování vybraných listů do Nového sešitu, je tento uložen nejlépe do navrženého adresného prostoru pod vygenerovaným jménem. Použití jednotného způsobu označování získaných dat zvyšuje naděje na systematické využití takto uchovávaných údajů.

Pro export dat bylo v sešitu pro elektroměr připraveno makro spustitelné klávesovou zkratkou [Ctrl]+[M]. Pokud jsou makra zakázána, tak lze vybrané listy exportovat ručně :

Po kliknutí pravým tlačítkem myši na ouško záložky každého exportovaného listu počínaje posledním = "Redukovaný\_záznam\_10min.Ø", se otevře kontextová nabídka s volbou "Přesunout nebo zkopírovat" (klávesová zkratka [Alt]+[K])<sup>□</sup>. Po zobrazení okna této nabídky v roletě "Do sešitu"([Alt]+[D]), výběrem položky "(Nový sešit)", zatržení volby "Vytvořit kopii" ([Alt]+[k]) a potvrzením [OK] ([Enter]) je vytvořen "Sešit1" s tímto listem. Při problémech s čitelností dat se přepne zpět ([Alt]+[Tab]), vybere celou stránku ([Ctrl]+[A], [Ctrl]+[C]) a vloží do nového listu ([Alt]+[Tab]) obsah buněk ([Ctrl]+[Home], [Alt]+[A], [T], [Y], [Enter]).

Podobně na předchozích vyhodnocených listech "Redukovaný\_seznam\_Přerušení", "Redukovaný\_seznam\_Podpětí", "Redukovaný\_seznam\_Přepětí" a listu "Protokol" s tím, že je kopírován "Do sešitu" ([Alt]+[D]) : "Sešit1". Po obnovení obsahu buněk každého listu ([Alt]+[Tab], [Ctrl]+[A], [Ctrl]+[C], [Alt]+[Tab], [Ctrl]+[Home], [Alt]+[A], [T], [Y], [Enter]), je po kliknutí na buňku "Protokol!B1" je vybrán celý její obsah přes "Řádek vzorců" a zkopírován ([Ctrl]+[C]) do schránky. Na závěr je tento nový sešit uložen ([Ctrl]+[S]) do vybraného adresáře a při tom se použije "Jméno souboru : " ([Alt]+[S], [Ctrl]+[V])

## A.6. Tisk výstupního protokolu

Pro tisk na monochromatické tiskárně je vytvořen list "Protokol", který je kopií hodnot z listu "Výstup" bez barevného zvýraznění.

Podle potřeby lze dále tisknout vyplněné listy typu "Redukovaný\_záznam\_X" , na nichž jsou naměřené parametry dokumentující překročení stanovených limitních hodnot.

---

<sup>□</sup> [Alt]+[K] = stisknuto současně levý Alt a klávesa K (bez Shift)