

Monitorování poklesů a přerušení napětí v síti nízkého napětí

Jan Drápela

Katedra elektrických měření, FEI, VŠB – Technická Univerzita Ostrava
17. listopadu 15, 708 33, Ostrava-Poruba
Jan.Drapela@vsb.cz

Abstrakt. Příspěvek se zabývá kvalitou elektrické energie, zaměřenou na poklesy a přerušení napětí. Obsahuje stručnou charakteristiku poklesů a přerušení napětí, experimentální měření přístrojem MEPRE v síti nízkého napětí a několik způsobů vyhodnocování naměřených dat - pomocí DISDIP tabulky, pomocí histogramů, vynášením do ITIC křivek a pomocí SARFI-X indexu. Obsahuje taky rozdělení poklesů podle počtu postižených fází. Naměřená data jsou porovnána s očekávanými úrovněmi uvedenými v normě ČSN EN 50 160.

Klíčová slova: Kvalita elektrické energie, poklesy a přerušení napětí, ČSN EN 50 160, DISDIP tabulka, ITIC křivka, SARFI – X Index

1 Úvod

Elektrická energie je výrobek široké spotřeby, podléhající stejným nárokům na kvalitu jako jiné výrobky. Cestou ke konečnému spotřebiteli (odběrateli) se kvalita elektrické energie mění, ve většině případů se zhoršuje.

Kvalitu elektrické energie (PQ) neovlivňuje pouze proces jejího přenosu a distribuce, ale v převážné míře ji ovlivňují samotní odběratelé. V posledním období značně narůstá počet spotřebičů, které způsobují rušení v distribučních sítích a tím i zhoršení parametrů kvality napětí (harmonické, kolísání a poklesy napětí). Změny struktury spotřeby jsou způsobeny především rozšířením zařízení informačních technologií (IT) a energeticky úsporných spotřebitelských zařízení. Důsledkem je zhoršení PQ, což nepříznivě ovlivňuje jiná zařízení (zejména citlivá zařízení IT) a ovlivňuje i provoz distribučních sítí (zvýšené ztráty, větší poklesy napětí, větší zatížení středního vodiče), což v řadě případů vede k novým postupům při návrhu distribučních sítí.

Nový energetický zákon postupně liberalizuje trh s el. energií tak, že od roku 2006 by měl být tento trh liberalizován úplně. Tento fakt výrazně ovlivní i pohled na dodávanou PQ, která se postupně stane jedním z dominantních faktorů, na základě kterých se bude zákazník rozhodovat při volbě dodavatele elektrické energie.

2 Poklesy a přerušení napětí

Napěťový pokles je dvou rozměrná elektromagnetická porucha, která je určená dvěma úrovněmi - velikosti napětí (většinou udávané v procentech efektivní hodnoty

jmenovitého napětí) a délkou (trváním) poklesu. Napět'ový pokles nazýváme snížení napětí na hodnotu pod 90 % U_N . Hodnota napět'ového poklesu je určena nejmenším poměrným napětím (změřená hodnota vztažená k jmenovité hodnotě napětí) v době poklesu napětí. Pokud napětí poklesne pod 1% jmenovité hodnoty nazýváme to přerušeni napětí.

Pro některé odběratele elektrické energie může mít i velmi malý a krátký pokles napětí stejné ekonomické dopady jako dlouhodobé přerušeni dodávky el. energie. Jedná se zejména o odběratele s těmito výrobní procesy:

- nepřetržitá výroba (papírenský průmysl)
- vícestupňová dávková výroby (polovodičový průmysl)
- zpracování dat (obchody s akciemi)

Poklesy a krátká přerušeni napětí mohou být způsobeny spínacími operacemi při nichž jsou zapínány velké odběry nebo zkratovými poruchami a následnou funkcí ochran (např. opětovného zapínání OZ). Tyto poruchy mohou pocházet z odběratelských sítí, z veřejných rozvodných sítí nebo mohou být způsobeny atmosférickými vlivy.

3 Experimentální měření

Měření probíhalo ve VŠB – TU Ostrava na hladině napětí nn 230 V, v období od 1.2.2002 do 1.2.2003, jednalo se tedy o 1 rok měřicí kampaně. Měřicí přístroj MEPRE byl připojen k rozváděči 1rt8 v místnosti E123, napájeného z transformátoru TR608. Měření probíhalo u všech tří fází.

Přístroj MEPRE je třífázový měřicí přístroj s mikroprocesorem a vlastní pamětí. Měření ve všech fázích se uskutečňuje 8-kanálovým 12-ti bitovým A/D převodníkem s vzorkovací frekvencí 2,5 kHz.

U přístroje MEPRE se nastavuje jedna poklesová hladina a jedna hladina zvýšení. Zadané hodnoty se zadávají přímo ve voltech, tedy pro napětí sítě $U_N = 230$ V činí hladina zvýšení napětí $U_{max} = 253$ V a hladina snížení napětí $U_{min} = 207$ V (± 10 % U_N).

4 Vyhodnocování poklesů a přerušeni napětí

4.1 Vyhodnocování poklesů a přerušeni napětí pomocí DISDIP tabulky

Pro vyhodnocování poklesů a přerušeni napětí navrhla UNIPEDA (International Union of Producers and Distributor of Electric Energy) tzv. Disdip tabulku. Po dané měřené místo jednotlivé buňky tabulky ukazují počty napět'ových poklesů o odpovídající hloubce a trvání v závislosti na měřicím období, které obvykle činí jeden rok.

Tabulka 1. Disdip tabulka pro vyhodnocování poklesů napětí.

L1/L2/L3	20≤t<100	100≤t<500	0,5≤t<1	1≤t<3	3≤t<20	20≤t<60	60≤t<180
% Un	ms	ms	s	s	s	s	s
90>u≥85	3 / 0 / 4	19 / 20 / 22	2 / 3 / 4	1 / 1 / 0	0 / 0 / 0	0 / 0 / 0	0 / 0 / 0
85>u≥70	3 / 3 / 1	23 / 21 / 17	1 / 0 / 0	0 / 0 / 0	0 / 0 / 0	0 / 0 / 0	0 / 0 / 0
70>u≥40	1 / 0 / 0	2 / 5 / 7	0 / 0 / 0	0 / 0 / 0	0 / 0 / 0	0 / 0 / 0	0 / 0 / 0
40>u≥1	0 / 0 / 0	1 / 1 / 1	0 / 0 / 0	0 / 0 / 0	0 / 0 / 0	0 / 0 / 0	0 / 0 / 0
1>u≥0	0 / 0 / 0	0 / 0 / 0	0 / 0 / 0	0 / 0 / 0	0 / 0 / 0	0 / 0 / 0	0 / 0 / 0

Celkem bylo změřeno: 56 událostí ve fázi L1

54 událostí ve fázi L2

56 událostí ve fázi L3

Poznámka: Směrné hodnoty poklesů napětí norma ČSN 50 160 uvádí od několika desítek po jen tisíc za rok.

Procentuální výskyt poklesů napětí podle postižených fází:

1 – fázový pokles 49 %

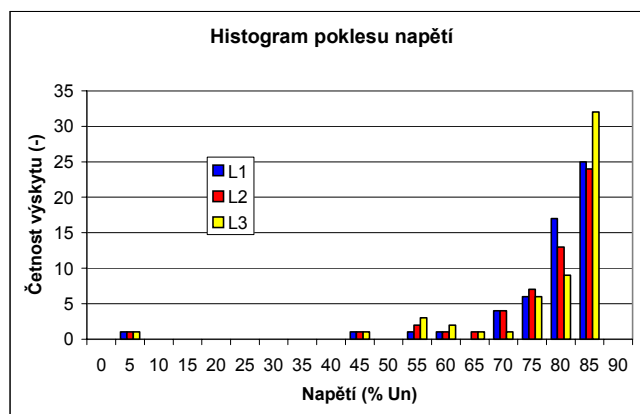
2 – fázový pokles 30 %

3 – fázový pokles 21 %

4.2 Vyhodnocování pomocí histogramů

Dvou rozměrný histogram graficky zobrazuje třídy stejné délky s různou četností. Výšky sloupců jsou tedy úměrné frekvenci výskytu jevu v daném intervalu.

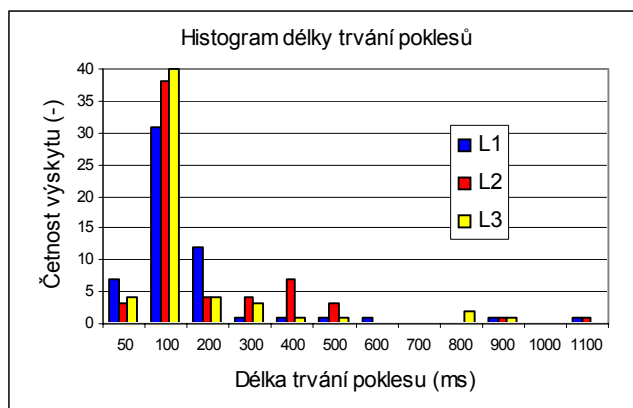
Na obr. 1. je uveden histogram poklesů napětí pro jednotlivé fáze L1, L2, L3. Je zde vidět, že četnost výskytů poklesů napětí je nejčastější v rozmezí 85 - 90 % U_N , tzn. těsně pod povolenou toleranci $\pm 10\% U_N$.



Obr. 1. Histogram poklesů napětí.

Poznámka: Norma ČSN 50 160 uvádí, že většina krátkodobých poklesů napětí má hloubku poklesu menší než 60 % (tzn. že většina krátkodobých poklesů napětí není menší než 40% U_N).

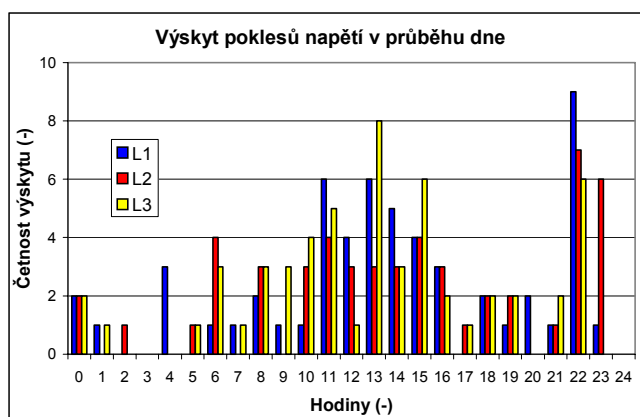
Obr. 2. ukazuje četnost výskytu poklesů napětí v závislosti na délce trvání poklesů. Nejčastější poklesy trvají od 100 do 200 ms a to ve všech třech měřených fázích.



Obr. 2. Histogram délky trvání poklesů.

Poznámka: Norma ČSN 50 160 uvádí, že většina krátkodobých poklesů napětí má dobu trvání menší než 1 sekundu.

Obr. 3. ukazuje výskyt poklesů napětí v časovém rámci jednoho dne. Na vodorovnou osu jsou vyneseny hodinové intervaly dne, na svislé ose je uvedena četnost výskytu.



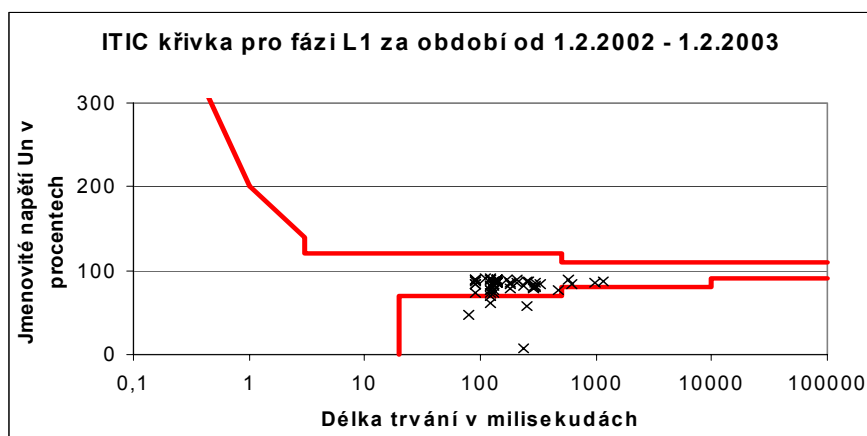
Obr. 3. Histogram výskytu poklesů napětí během dne.

Jak je vidět z obr. č. 3 poklesy napětí úzce souvisí s lidskou činností. Četnost výskytu poklesů a přerušení napětí je úměrná dennímu diagramu zatížení. Tato četnost má 3

špičky. První špička nastává kolem šesté hodiny, druhá je mezi 13 -14 hodinou a třetí špička nastává po 22 hodině. Na tuto třetí špičku má zřejmě vliv signál HDO, resp. spínání velkého množství spotřebičů signálem HDO.

4.3 Vyhodnocování do ITIC křivky

ITIC křivka slouží jako srovnávací test pro citlivost zařízení, jako jsou zařízení IT. Není určena pro široký okruh zařízení jako pohony s řízenou rychlostí, pro stejnosměrná zařízení, relé a stykače. Plné čáry představují závislost maximálního a minimálního přípustného napětí (s ohledem na bezchybnou funkci zařízení) na čase. Plocha vymezená těmito dvěma čarami definuje „bezpečnou oblast“ pro chod zařízení, oblast mimo tuto vymezenou plochu nazýváme „nebezpečná oblast“. Protože poklesy napětí mají zejména negativní vliv na zařízení IT (tedy na 1- fázové zařízení), a jak bylo uvedeno výše 49 % poklesů tvoří pokles 1 – fázový, je vhodné vynášet naměřené hodnoty do ITIC křivek pro jednotlivé fáze zvlášť. Obr. 4. ukazuje ITIC křivku pro fázi L1.



Obr. 4. Vynesení naměřených poklesů do křivky ITIC pro fázi L1.

Většina naměřených poklesů leží uvnitř křivky - tedy v bezpečné oblasti a podle výrobců by neměly mít negativní vliv na zařízení IT. Jak je vidět z obr. 4., pro zařízení IT nejsou všechny poklesy napětí nebezpečné. Za jeden rok leží z 56 událostí ve fázi L1 mimo tyto křivky pouze 4 hodnoty. Pro posouzení negativních účinků na takto citlivá zařízení jako jsou např. počítače tedy stačí věnovat pozornost jen těm poklesům, které leží mimo vymezenou oblast.

4.4 SARFI – X index

SARFI-X index je počet nebo poměr napětíových poklesů pod napětíovou úrovní, kde X je prahová úroveň napětí (např. 90, 80, 70, 50, 10 % U_N), s trváním mezi 0,5

periody a 60 s. Obdobně se definuje taky SARFI – ITIC index. Jedná se o počet nebo poměr událostí vykreslených pod nižší křivkou v ITIC křivce – viz. obr. 5. V tabulce 2. je příklad SARFI indexů pro fázi L1.

Tabulka 2. SARFI indexy pro fázi L1.

Index	Počet událostí za rok	Události za 30 dní
SARFI-90	56	4,6
SARFI-80	19	1,56
SARFI-70	5	0,41
SARFI-50	2	0,16
SARFI – ITIC	4	0,33

5 Závěr

Na základě předchozí kapitoly se dá stanovit tento závěr: měřená síť je z hlediska poklesů a přerušení napětí velmi kvalitní, neboť vyhovuje normě ČSN EN 50160. Dokazuje to nejen nízký počet naměřených událostí (L1=56, L2=54, L3=56), ale také struktura poklesů (většina poklesů leží jen těsně pod dovolenou hranicí 90 % U_N – viz. kap. 4.2. obr. 1. Toto tvrzení dokládá také vynesení hodnot do ITIC křivky (obr. 4.), kde pouze 4 hodnoty za rok nesplňují limity předepsané výrobcem IT.

I když původce poklesu není jen tak jednoduché určit, to, že obr. 3. velmi připomíná denní diagram zatížení dokazuje, že za poklesy napětí není jen proces přenosu a distribuce elektrické energie, ale že jej také ovlivňují samotní odběratelé svou činností.

Tento příspěvek je součástí projektu FRVŠ 434501.

Reference

1. ČSN EN 50160. Charakteristiky napětí elektrické energie dodávané z veřejné distribuční sítě. 2000
2. Epri. PQ Commentary – The Power Quality Implications of Conservation Voltage, 2001
3. IEEE P1564. Voltage Sag Indices – Draft 2. November 2001

Annotation.

This paper deals with monitoring and analyze of electric power quality in low voltage network centered on voltage dips and interruptions. It describes experimental monitoring using MEPRE device and several method of analyze – using DISDIP table, histograms, ITIC Curve and SARFI – X Index. Measuring data was compared with estimated level mentioned on CSN EN 50 160 technical standard.