

Vztah mezi mimořádnými stavy na vn hladině a parametry kvality

Drahomír PERNICA

1. Úvod

Článek se zabývá vztahem mezi mimořádnými (poruchovými) stavy na hladině vn a projevem těchto stavů do charakteristik napětí dodávané elektrické energie (parametry kvality). Blíže jsou rozebrány naměřené výsledky ze sledovaného úseku distribuční sítě, kde byly osazeny v rámci projektu MPO FR-TI1/075 „Aplikovaný výzkum a vývoj systémů dálkového měření kvality dodávky elektrické energie“ indikátory poruchových stavů, monitory kvality napětí a univerzální monitory. Monitory kvality byla sledována strana vvn, vn i nn a indikátory poruchových stavů byly rozmístěny podél vn vedení. Podrobné analýze je podroben týden 4.3. až 11.3.2011, ve kterém vznikly dvě zajímavé události.

2. Mimořádné (poruchové) stavy na vn hladině

Mezi mimořádné (poruchové) stavy na vn hladině patří: zkrat, přetížení, nadpětí, podpětí, podfrekvence, nadfrekvence, nesoúměrnost proudu a napětí, zemní spojení, zpětný tok výkonu, ztráta buzení, ložiskové proudy, kývání synchronního stroje, samobuzení generátoru. Ze všech jmenovaných poruch jsou nejčastěji zastoupeny (80-90 případů) zkraty. Tab.1 uvádí relativní pravděpodobnost výskytu různých druhů zkratů na napěťové hladině.

Tab.1. Pravděpodobnost výskytu zkratů

Druh zkratu	Relativní pravděpodobnost výskytu [%]		
	vn	110 kV	220 kV
Trojfázový	5	0,4	0,9
Dvoufázový	10	4,8	0,6
Dvoufázový zemní	20	3,8	5,4
Jednofázový	65	91,0	93,1

Podle typu provozování vn soustav je možné rozdělit síť na izolované, kompenzované a odporově uzemněné. Izolované vn sítě se používají pro sítě malého rozsahu. Při jednofázové zemní poruše vzrůstá poruchový kapacitní proud, který vyvolává komplikace při přerušovaném zemním spojení. Většina venkovních vn sítí v ČR je provozována jako sítě kompenzované. Poruchový kapacitní proud při jednofázové zemní poruše je kompenzován induktivním proudem tlumivky, dochází ke zhášení oblouku a je možný provoz. Při jednofázové zemní poruše v sítích izolovaných a kompenzovaných hovoříme o zemním spojení. Odporově uzemněné sítě se používají pro kabelové sítě. Při jednofázové zemní poruše vzniká zemní zkrat, který se musí vypnout.

3. Normativní odkazy

Charakteristikami napětí dodávané elektrické energie se zabývá norma ČSN EN 50160, která v únoru 2011 vyšla v edici 3. Popisem parametrů a funkcí zkušební a měřicí techniky a metodami měření kvality energie se zabývá norma ČSN EN 61000-4-30. Norma ČSN EN 61000-4-7 popisuje požadavky na měření harmonických a meziharmonických a norma IEC

MĚŘENÍ ELEKTRICKÉ ENERGIE

61000-4-15 stanovuje požadavky na měření flikru. Ze všech citovaných norem a z mnoha dalších čerpají Pravidla provozování distribučních soustav (PPDS), kterými se jednotliví dodavatelé elektrické energie řídí.

Důležitým pojmem pro hodnocení charakteristik napětí dodávané elektrické energie jsou mimořádné provozní podmínky, kterými se rozumí: dočasné uspořádání napájení, nevyhovující instalace nebo zařízení uživatele a výjimečné situace jako např. mimořádné povětrnostní podmínky a další přírodní katastrofy, cizí zavinění, nařízení úřadů, průmyslová činnost, vyšší moc, nedostatek výkonu. Nově v souvislosti s rozvojem solárních zdrojů by měl být do mimořádných provozních podmínek zahrnut i přebytek výkonu.

Dalším důležitým pojmem, se kterým se pracuje dále, je flagging koncept (61400-4-30) nebo označený údaj (50160). Význam označování údajů je v zabránění započtení jedné události do více vyhodnocovaných parametrů (pokles a změna frekvence).

4. Naměřené výsledky

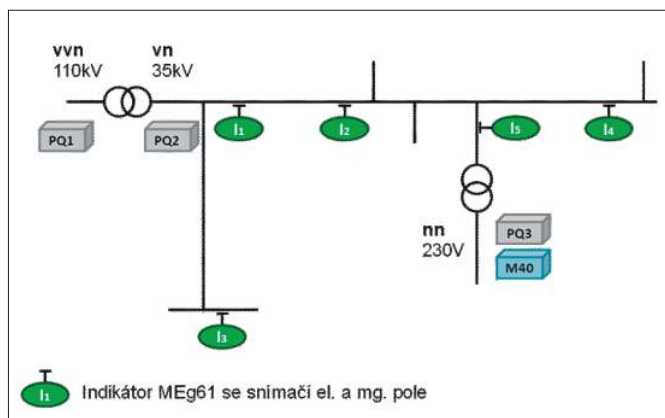
Obr. 1 ukazuje schéma části měřené sítě. Monitory kvality (PQ) byly umístěny v rozvodně na hladině 110 kV (PQ1) a 35kV (PQ2) a další monitor byl umístěn na hladině 230 V (PQ3). Na hladině nn byl také umístěn monitor pro sledování napětí, proudů, výkonů a událostí MEG40. Podél vn vedení bylo rozmístěno 5 indikátorů poruchových stavů typu MEG61.

V prvním kroku (**tab. 2**) vyhodnocení jsou zobrazeny průměrné desetiminutové hodnoty napětí a proudů. Z nich je vidět odpovídající charakter napětí na všech sledovaných napěťových hladinách i to, že dále uvedené události se do průměrných hodnot nepromítly negativně.

V dalších **tabulkách (3,4)** jsou porovnány 95% hodnoty napětí a THD a v **tab.5** hodnoty flikru Plt pro 100 % vzorků. U všech těchto vyhodnocení byl uplatněn koncept označování dat a data ovlivněná událostmi byla z vyhodnocení vyjmuta. U flikru PQ1 na hladině 110 kV ve fázi L3 je vidět podstatné zvýšení hodnoty, které bylo způsobeno událostmi.

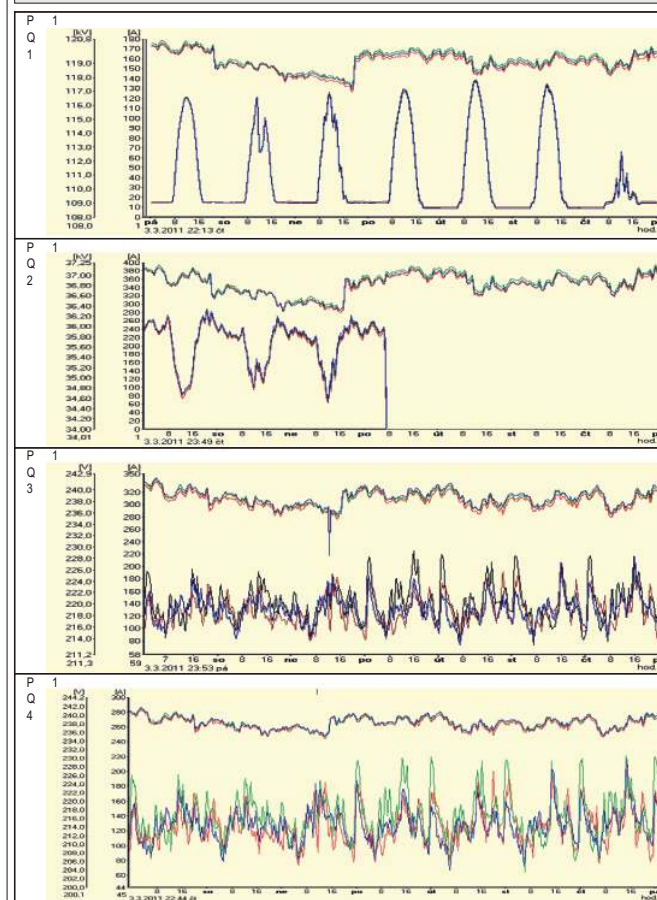
V **tab. 6** jsou uvedeny hodnoty flikru Pst (10min) ve vztahu s 200ms minimálními hodnotami (minimální hodnota za 10 min). Jsou označeny dvě události Ud1 a Ud2. Zde je vidět, že událost Ud1 se týkala jiné části sítě a Ud2 byla událost ve sledované části sítě. Prvotní informace o události Ud2 pochází z indikátorů poruchových stavů.

V **tabulce 7** jsou vidět průběhy proudů a napětí při vzniku Ud2, při jejím průběhu a na konci při obnovení dodávky.

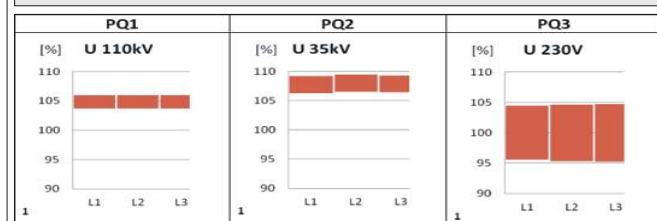


Obr. 1. Schéma části měřené sítě

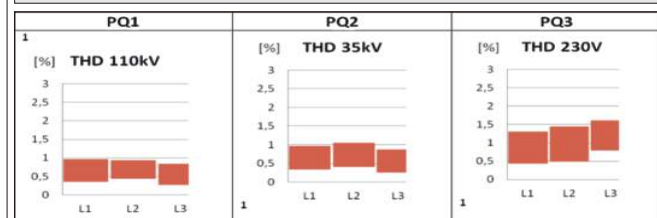
Tab. 2. Průměrná napětí a proudy



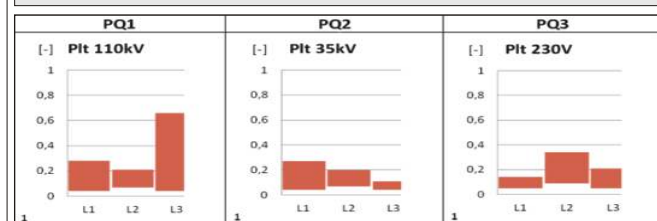
Tab. 3. Napětí 95%



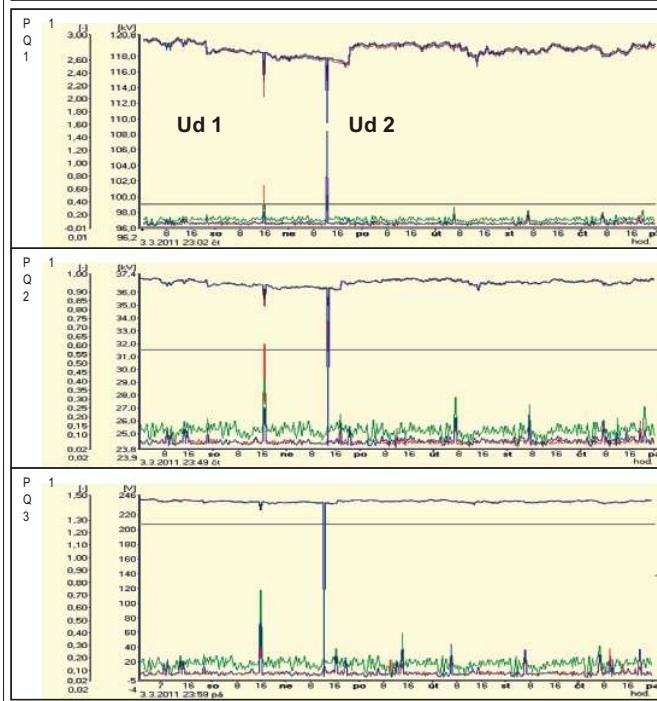
Tab. 4. THD 95%



Tab. 5. Flikr Plt 100%



Tab. 6. Flicker Pst a minimální 200ms hodnoty napětí



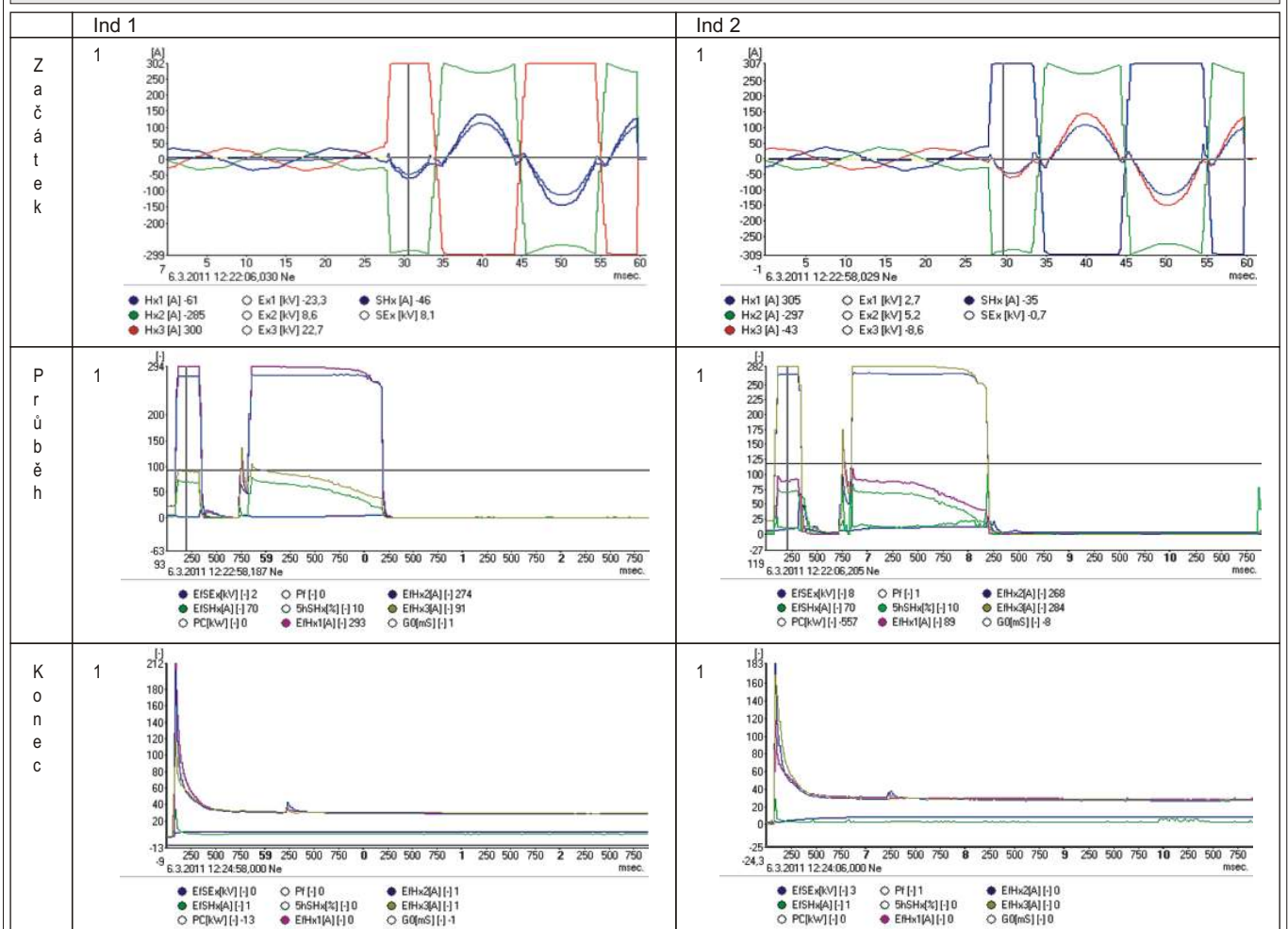
Z měření na daných místech za delší časové období vyplývá, že počet událostí ve vn sítích může dosahovat desítek až stovek za rok a ne všechny mohou být ošetřeny konceptem označování. V takovém případě pak některé hodnoty charakteristických veličin (např. flicker) mohou dosahovat limitních hodnot.

Při měření flickru je definována třída A, kde se měří v rozsahu 0,2 až 10 Pst, a třída S s rozsahem 0,4 až 4 Pst. V okamžiku vzniku mimořádné události dosahují hodnoty Pst hraničních hodnot rozsahu. V takovém případě pak budou přístroje s různě definovaným rozsahem vykazovat odlišné hodnoty. V případě využití maximálních dovolených tolerancí napětí $\pm 10\%$ je na hladině 230 V při pravoúhlé změně a 39 změnách/min dosaženo hodnoty Pst=18,1. V tomto případě pracují mimo rozsah přístroje třídy Ai S.

Tab. 8. Měření rychlých napěťových změn při událostech Ud1 a Ud2

Událost	Změna [%]	PQ1 n změn			PQ2 n změn			PQ3 n změn			
		L1	L2	L3	L1	L2	L3	L1	L2	L3	
Ud 1	3	2	1	0	0	1	0	0	0	1	1
	2,5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	1,5	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0
	1	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0
Ud2	3	0	0	4	7	2	12	22	24	24	24
	2,5	0	0	0	1	1	0	2	2	1	1
	1,5	0	1	2	6	3	1	25	2	9	9
	1	4	1	4	3	9	10	26	7	3	3

Tab. 7. Záznam události Ud2 v indikátorech



MĚŘENÍ ELEKTRICKÉ ENERGIE

V průběhu událostí je možné také měřit rychlé napěťové změny. Specifikace měření rychlých napěťových změn je nejednoznačná, a proto i monitory PQ použité na měření vycházejí z definice uvedené v PPDS. Ve sledovaných událostech Ud1 a Ud2 jsou pak rychlé změny zastoupeny tak, jak uvádí **tab. 8**.

5. Závěr

V článku jsou uvedeny výsledky získané z naměřených dat v Experimentální datové síti ČEZ Distribuce a.s., kde probíhá měření na části sítě vn. Vyhodnocení dat se zabývá týdenním obdobím od 4.3. do 11.3.2011 se zaměřením na vznik mimořádných (poruchových) událostí a jejich vlivem na charakteristiky napětí dodávané elektrické energie. V uvedeném období byly zachyceny dvě události Ud1 a Ud2. Událost Ud2 byla dvoufázový zkrat na hladině vn s následným OZ a na hladině vvn již nebyla zachycena konceptem označování. Z tohoto důvodu jsou pak ve vyhodnocení flikru vyšší hodnoty než na ostatních napěťových hladinách. Událost Ud1 měla pravděpodobně podobný charakter jako událost Ud2, avšak proběhla v jiné části sítě. Tím došlo k přenosu události z hladiny vvn na další hladiny vn a nn.

Aby byly z hodnocení kvality vyjmuty také poruchové provozní stavy, které se neprojeví vznikem události na napětí, tj. vybočením z tolerančního pásu, bylo by účinné uplatnit v duchu konceptu označování i informaci o poruchách ze systému SCADA a systému archivace dat poruchových stavů.

Použití zdroje informací

[1] Bičovská B., Gavlas J., Krejčí P., Santarius P. (VŠB-TU Ostrava), Vašenka P. (SME, a.s.): Trendy změn vybraných

parametrů kvality v distribučních sítích SME, a.s., CIRED 2003, CIRED 2004, CIRED 2005

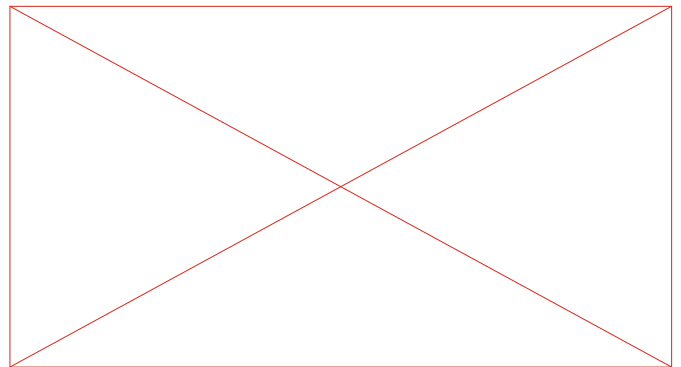
[2] Vyskočil, V., Černý, P., Pospíchal, L., Hejpetr, Z., Portych, V.: Poklesy a přerušení napětí ve veřejných distribučních sítích, CIRED 2005, 2006

[3] Pospíchal, L. (MEgA Měřicí Energetické Aparáty, s.r.o.): Záznam projevů systémové poruchy na hladině nn, CIRED 2006

[4] Haluzík, E., Toman, P.: Ochrany a jištění energetických zařízení, skriptá VUT Brno

[5] <http://www.eru.cz/>

Ing. Drahomír Pernica – pracuje ve společnosti Měřicí energetické aparáty a.s. Brno. Zabývá se vývojem, výrobou a SW vybavením zařízení v oblasti sledování elektrických veličin a kvality dodávek el. energie a indikátory poruchových stavů.



MEgA

Měřicí
Energetické
Aparáty