

ČEZ Distribuce, E.ON ČR, E.ON distribuce, PRE distribuce, ZSE, ČEPS	CHARAKTERISTIKY NAPĚTÍ ELEKTRICKÉ ENERGIE VE VEŘEJNÉ DISTRIBUČNÍ SÍTI	PNE 33 3430-7 3.vydání
<p>Tato norma udává hlavní charakteristiky napětí ve veřejných distribučních sítích nízkého a vysokého napětí podle ČSN EN 50160, v místech připojení uživatelů z veřejných distribučních sítí nízkého a vysokého napětí a to včetně jejich mezí.</p> <p>Dále obsahuje pokyny pro její používání podle CLC/TR 50422 z r. 2003 a popis vlastností analyzátorů kvality elektřiny, způsobů měření a vyhodnocování jednotlivých charakteristik podle ČSN EN 61000-4-30.</p> <p>Odsouhlasení normy</p> <p>Konečný návrh podnikové normy energetiky pro rozvod elektrické energie odsouhlasily tyto organizace: ČEPS, a.s., ČEZ Distribuce, a.s., E.ON Česká republika, s.r.o., E.ON Distribuce, a.s., PRE distribuce, a.s. a ZSE Bratislava, a.s.</p> <p>Předmluva</p> <p>Citované normy a doporučení</p> <p>[1] ČSN EN 50065-1: Signalizace v sítích nízkého napětí v kmitočtovém rozsahu od 3 do 148,5 kHz. Část 1: Všeobecné požadavky, kmitočtová pásma a elektromagnetické rušení.</p> <p>[2] IEC TR 61000-3-1</p> <p>[3] ČSN EN 61000-6-1 Elektromagnetická kompatibilita (EMC)– Všeobecná norma týkající se odolnosti – Část 1: Prostory obytné, obchodní a lehkého průmyslu</p> <p>[4] ČSN EN 81000-6-2 Elektromagnetická kompatibilita (EMC)– Všeobecná norma týkající se odolnosti – Část 2: Průmyslové prostředí</p> <p>[5] ČSN 33 0120 Normalizovaná napětí IEC</p> <p>[6] ČSN 33 0121 Elektrotechnické předpisy – Jmenovitá napětí veřejných distribučních sítí nn</p> <p>ČSN EN 61000-2-2 Elektromagnetická kompatibilita (EMC) Část 2: Prostředí Oddíl 2: Kompatibilní úroveň pro nízkofrekvenční rušení šířené vedením a signály ve veřejných rozvodných sítích nízkého napětí</p> <p>[7] ČSN IEC 50(161): 1990 Mezinárodní elektrotechnický slovník. Kapitola 161: Elektromagnetická kompatibilita (idt IEC 50(161) Chapter 161)</p> <p>[8] ČSN EN 50160 (33 0122): Charakteristiky napětí elektrické energie dodávané z veřejné distribuční sítě</p> <p>[9] ČSN EN 61000-4-7: Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – část 4: Zkušební a měřicí techniky – Oddíl 7: Všeobecná směrnice o měření a měřicích přístrojích harmonických a meziharmonických pro rozvodné sítě a zařízení připojovaná do nich</p> <p>[10] ČSN EN 61000-4-15 Elektromagnetická kompatibilita (EMC)- Část 4: Zkušební a měřicí technika – oddíl 15 Měřič blikání – Specifikace funkce a dimenzování</p>		
Nahrazuje:	PNE 33 3430-7 z 1.3.2005	Účinnost od : 2008-01-01

[11] ČSN EN 61000-4-30 Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – Část 4-30: Zkušební a měřicí technika – Metody měření kvality energie

[12] UNIPED 91 EN 50.02. Voltage dips and shorts interruptions in public medium voltage electricity supply systems (Krátkodobé poklesy a krátká přerušení napětí v elektrizačních soustavách vysokého napětí)

[13] CLC/TR 50422 Guide for the application of the European Standard EN 50160

(Pokyny pro využívání normy EN 50 160)

[14] PNE 33 3430-0 Výpočetní hodnocení zpětných vlivů odběratelů distribučních soustav

[15] PNE 33 3430-1 Parametry kvality elektrické energie. Část 1: Harmonické

[16] PNE 33 3430-2 Parametry kvality elektrické energie, Část 2: Kolísání napětí

[17] PNE 33 3430-3 Parametry kvality elektrické energie. Část 3: Nesymetrie napětí

[18] PNE 33 3430-4 Parametry kvality elektrické energie. Část 4: Poklesy a krátká přerušení napětí

[19] PNE 33 3430-5 Parametry kvality elektrické energie. Část 5: Přejížděná přepětí – impulsní rušení

[20] PNE 33 3430-6 Omezení zpětných vlivů na zařízení hromadného dálkového ovládání

[21] Pravidla provozování distribučních soustav (PPDS)

Zpracovatelé: Ing. Karel Procházka, CSc., EGC- EnerGoConsult, s.r.o. Č. Budějovice,

Ing. Václav Vyskočil, CSc., Brno

Pracovník ONS odvětví energetiky Ing. Jaroslav Bárta, ÚJV Řež, a.s. divize
Energoprojekt Praha

OBSAH

1	VŠEOBECNĚ.....	5
1.1	<i>Rozsah platnosti</i>	5
1.2	<i>Předmět normy</i>	5
2	DEFINICE.....	6
3	NÍZKONAPĚŤOVÉ NAPÁJECÍ CHARAKTERISTIKY.....	9
3.1	<i>Kmitočet sítě</i>	9
3.2	<i>Velikost napájecího napětí</i>	9
3.3	<i>Odchyšky napájecího napětí</i>	9
3.3.1	<i>Požadavky</i>	9
3.3.2	<i>Zkušební metoda</i>	10
3.4	<i>Rychlé změny napětí</i>	10
3.4.1	<i>Velikost rychlých změn napětí</i>	10
3.4.2	<i>Míra vjemu flikru</i>	10
3.5	<i>Krátkodobé poklesy napájecího napětí</i>	10
3.6	<i>Krátkodobá přerušení napájecího napětí</i>	11
3.7	<i>Dlouhodobá přerušení napájecího napětí</i>	11
3.8	<i>Dočasná přepětí o síťovém kmitočtu mezi živými vodiči a zemí</i>	11
3.9	<i>Přechodná přepětí mezi živými vodiči a zemí</i>	11
3.10	<i>Nesymetrie napájecího napětí</i>	12
3.11	<i>Harmonická napětí</i>	12
3.12	<i>Meziharmonická napětí</i>	13
3.13	<i>Úrovně napětí signálů v napájecím napětí</i>	14
4	VYSOKONAPĚŤOVÉ NAPÁJECÍ CHARAKTERISTIKY.....	15
4.1	<i>Kmitočet sítě</i>	15
4.2	<i>Velikost napájecího napětí</i>	15
4.3	<i>Odchyšky napájecího napětí</i>	15
4.4	<i>Rychlé změny napětí</i>	15
4.4.1	<i>Velikost rychlých změn napětí</i>	15
4.4.2	<i>Míra vjemu flikru</i>	15
4.5	<i>Krátkodobé poklesy napájecího napětí</i>	16
4.6	<i>Krátkodobá přerušení napájecího napětí</i>	16
4.7	<i>Dlouhodobá přerušení napájecího napětí</i>	16
4.8	<i>Dočasná přepětí o síťovém kmitočtu mezi živými vodiči a zemí</i>	16
4.9	<i>Přechodná přepětí mezi živými vodiči a zemí</i>	17
4.10	<i>Nesymetrie napájecího napětí</i>	17
4.11	<i>Harmonická napětí</i>	17
4.12	<i>Meziharmonická napětí</i>	18
4.13	<i>Napětí signálů v napájecím napětí</i>	18
	PŘÍLOHA A (INFORMATIVNÍ) ZVLÁŠTNÍ CHARAKTER ELEKTRICKÉ ENERGIE.....	20
	PŘÍLOHA B POKYNY PRO POUŽÍVÁNÍ EVROPSKÉ NORMY EN 50160 (CLC/TR 50422).....	22
1	VŠEOBECNÉ INFORMACE.....	25
1.1	<i>Všeobecně</i>	25
1.2	<i>Pozadí definice charakteristik napětí</i>	25
2	APLIKACE EVROPSKÉ NORMY EN 50160.....	25
2.1	<i>Úvod</i>	25
2.2	<i>Náplň evropské normy</i>	25
2.3	<i>Termíny a definice</i>	27
2.4	<i>Skupiny charakteristik napětí</i>	29
2.4.1	<i>Informativní hodnoty</i>	29
2.4.2	<i>Terminologie u napětí</i>	30
3	POPIS HLAVNÍCH CHARAKTERISTIK NAPĚTÍ.....	30
3.1	<i>Kmitočet sítě</i>	30
3.2	<i>Velikost napájecího napětí</i>	30
3.3	<i>Odchyšky napájecího napětí</i>	31
3.4	<i>Rychlé změny napětí</i>	31
3.4.1	<i>Velikost rychlých změn napětí</i>	31
3.4.2	<i>Míra vjemu flikru</i>	31
3.4.3	<i>Poklesy napájecího napětí</i>	32

3.5	<i>Krátkodobá a dlouhodobá přerušení napájecího napětí</i>	34
3.6	<i>Dočasná přepětí (o kmitočtu sítě) mezi živými vodiči a zemí</i>	35
3.6.1	<i>Distribuční sítě nn</i>	35
3.6.2	<i>Distribuční sítě vn</i>	35
3.7	<i>Přechodná přepětí mezi živými vodiči a zemí</i>	36
3.7.1	<i>Distribuční sítě nn</i>	36
3.7.2	<i>Distribuční sítě vn</i>	37
3.8	<i>Nesymetrie napájecího napětí</i>	38
3.9	<i>Harmonická napětí</i>	38
3.10	<i>Meziharmonická napětí</i>	39
3.11	<i>Napětí signálů v napájecím napětí</i>	39
4	ODKAZY PŘÍLOHY B	39
	PŘÍLOHA C (NORMATIVNÍ) POKYNY PRO MĚŘENÍ CHARAKTERISTIK NAPĚTÍ	41
1	VŠEOBECNĚ	43
1.1	<i>Třídy funkce měření</i>	43
2	ROZSAH OVLIVŇUJÍCÍCH VELIČIN A REALIZACE OVĚŘOVÁNÍ	43
2.1	<i>Rozsah ovlivňujících veličin</i>	43
2.2	<i>Přístrojové transformátory</i>	45
2.3	<i>Koncepce označování</i>	45
3	SPECIFIKACE ZPŮSOBU MĚŘENÍ A URČENÍ SHODY S NORMOU	45
3.1	<i>Kmitočet sítě</i>	46
3.1.1	<i>Vyhodnocení měření</i>	46
3.2	<i>Velikost napájecího napětí</i>	46
3.2.1	<i>Vyhodnocení měření</i>	46
3.3	<i>Rychlé změny napětí: flickr</i>	46
3.3.1	<i>Vyhodnocení měření</i>	46
3.4	<i>Poklesy napětí</i>	47
3.5	<i>Krátkodobá a dlouhodobá přerušení napájecího napětí</i>	48
3.5.1	<i>Vyhodnocení měření</i>	48
3.6	<i>Krátkodobé zvýšení napětí</i>	49
3.6.1	<i>Vyhodnocení měření</i>	49
3.7	<i>Nesymetrie napájecího napětí</i>	49
3.7.1	<i>Vyhodnocení měření</i>	50
3.8	<i>Harmonická napětí</i>	50
3.8.1	<i>Vyhodnocení měření</i>	50
3.9	<i>Meziharmonická napětí</i>	50
3.10	<i>Úrovně napětí signálů v napájecím napětí</i>	50
4	DOPORUČENÍ K CERTIFIKACI ANALYZÁTORŮ KVALITY NAPĚTÍ	52

1 VŠEOBECNĚ

1.1 Rozsah platnosti

Tato norma popisuje a udává hlavní charakteristiky napětí v místech připojení uživatelů z veřejných distribučních sítí nízkého a vysokého napětí podle ČSN EN 50160. Udává meze nebo hodnoty charakteristik napětí, jaké může za normálních provozních podmínek očekávat kterýkoliv uživatel, nepopisuje průměrný stav veřejné distribuční sítě.

POZNÁMKA: Definici nízkého a vysokého napětí uvádí článek 1.3.9 a 1.3.10.

Norma se nevztahuje na mimořádné provozní podmínky, zahrnující následující:

- dočasné zapojení sítě umožňující napájení uživatelů za podmínek vyvolaných poruchou, nebo během údržbových a výstavbových prací nebo s cílem minimalizace rozsahu a trvání ztráty napájení,
- V případě, že instalace nebo zařízení uživatele nevyhovuje příslušným normám nebo technickým připojovacím podmínkám pro uživatele, vydaným buď veřejnou správou nebo provozovatelem distribuční soustavy (PDS) zahrnujícím meze pro rušení šířená po vedeních.

POZNÁMKA: Zařízení uživatele může zahrnovat jak odběry, tak i zdroje.

- Ve výjimečných situacích na které nemá dodavatel elektřiny vliv, zahrnujících
 - mimořádné povětrnostní podmínky a další přírodní katastrofy
 - cizí zavinění
 - nařízení úřadů
 - průmyslovou činnost (stávky v rámci zákona)
 - vyšší moc
 - nedostatek výkonu zaviněný vnějšími okolnostmi

Charakteristiky napětí udané v této normě nejsou určeny jako hladiny elektromagnetické kompatibility (EMC) ani pro uživatele jako meze rušení šířených po veřejných distribučních sítích.

Charakteristiky napětí udané v této normě nejsou rovněž určeny pro přímé užití při definování požadavků ve výrobních normách.,

POZNÁMKA: Činnost zařízení může být narušena, jestliže je vystaveno podmínkám napájení, které nejsou stanoveny ve výrobní normě.

Tato norma může být celá nebo její části nahrazeny smlouvou mezi jednotlivým uživatelem a provozovatelem distribuční sítě .

U nových připojovaných zařízení doporučujeme ve smyslu ČSN EN 61000-6-1 a ČSN EN 61000-6-2 vyžadovat od žadatele o připojení též údaje o EMC odolnosti projektovaného zařízení, především proti krátkodobým poklesům napětí a proti krátkodobým výpadkům, aby se tak předešlo nereálným očekáváním a stížnostem na kvalitu napájecího napětí.

1.2 Předmět normy

Předmětem této normy je definování a popis charakteristik napájecího napětí

- kmitočtu
- velikosti
- tvaru vlny

- symetrie třífázových napětí

Tyto charakteristiky za normálního provozu napájecího systému kolísají vlivem změn zatížení, rušení vyvolaným určitým zařízením a výskytem poruch, které jsou většinou způsobeny vnějšími vlivy.

Charakteristiky se mění v čase náhodně ve vztahu k libovolnému místu napájení a náhodně pro každé místo napájení ve vztahu k danému časovému okamžiku.

Vzhledem k této proměnlivosti mohou být očekávané hladiny charakteristik překročeny v malém počtu případech.

Některé z těchto jevů ovlivňujících napětí jsou obzvláště nepředvídatelné, což ztěžuje udání závazných hodnot pro odpovídající charakteristiky. Hodnoty udané v této normě pro tyto charakteristiky, jako jsou např. poklesy a přerušení napětí je proto zapotřebí podle toho interpretovat.

2 DEFINICE

Pro účely této normy jsou použity následující definice.

2.1 uživatel sítě subjekt, který je napájen z distribuční sítě nebo ji napájí

2.2 Provozovatel distribuční sítě odpovědný za provoz, zajišťující údržbu a když je nutné i rozvoj distribuční sítě v dané oblasti a za zajištění dlouhodobé schopnosti sítě vyhovět přiměřeným požadavkům na distribuci elektřiny.

2.3 dodavatel (supplier): smluvní strana, která poskytuje elektrickou energii prostřednictvím veřejné distribuční sítě,

2.4 předávací místo; odběrné místo (supply- terminals): bod připojení zařízení uživatele k veřejné distribuční síti

POZNÁMKA: Tento bod se může lišit například od bodu měření elektrické energie nebo společného napájecího bodu.

2.5 napájecí napětí (supply voltage): efektivní hodnota napětí v dané době v předávacím místě, měřená po dobu daného intervalu

2.6 jmenovité napětí sítě (U_n) (nominal voltage of a system (U_n)): napětí, podle kterého je síť navržena nebo označena a k němuž se vztahují některé provozní charakteristiky

2.7 dohodnuté napájecí napětí (U_c) (declared supply voltage (U_c)): dohodnutým napájecím napětím (U_c) je normálně jmenovité napětí soustavy (U_n). Je-li na základě dohody mezi dodavatelem a uživatelem přivedeno do předávacího místa napětí odlišné od jmenovitého napětí, pak toto napětí je nazýváno dohodnuté napájecí napětí (U_c)

POZNÁMKA: V dalším textu se používá jednotně pojem „jmenovité napětí“. V případě smluvní dohody o dohodnutém napájecím napětí rozumí se místo „jmenovitého napětí“ napětí dohodnuté.

2.8 efektivní hodnota obnovená každou půlperiodou $U_{rms(1/2)}$, (*r.m.s. voltage refreshed each half-cycle, $U_{rms(1/2)}$*) je efektivní hodnota napětí měřená po dobu 1 periody začínající v okamžiku průchodu základní složky nulou a obnovená každou půlperiodou

2.9 dohodnuté vstupní napětí, U_{din} (declared input voltage, U_{din}): hodnota získaná z dohodnutého napájecího napětí prostřednictvím převodu převodníku

2.10 nízké napětí (zkratka nn) (low-voltage (abbreviation lv)): pro účely této normy napětí, používané pro dodávku elektrické energie, jehož jmenovitá efektivní hodnota nepřevyšuje 1 kV

2.11 vysoké napětí (zkratka vn) (medium-voltage (abbreviation mv)): pro účely této normy napětí, používané pro dodávku elektrické energie, jehož jmenovitá efektivní hodnota leží mezi 1 kV a 35 kV

2.12 normální provozní podmínky (normal operating condition): provozní stav distribuční soustavy, která splňuje požadavky na zatížení, spínání v soustavě a odstraňování poruch automaticky

ochrannými systémy, bez výskytu mimořádných stavů způsobených vnějšími vlivy nebo závažnými událostmi

2.13 rušení šířené vedením (conducted disturbance): elektromagnetický jev šířící se po vodičích vedení distribuční sítě. V některých případech se elektromagnetický jev šíří přes vinutí transformátoru a tudíž mezi sítěmi různých napěťových úrovní. Tato rušení mohou zhoršovat funkci přístrojů zařízení nebo systémů nebo mohou způsobit jejich poškození.

2.14 kmitočet napájecího napětí (frequency of the supply voltage): kmitočet opakování základní vlny napájecího napětí měřený po dobu daného časového intervalu

2.15 změna napětí (voltage variation): nárůst nebo pokles efektivní hodnoty napětí obvykle způsobený změnou celkového zatížení distribuční sítě nebo její části

2.16 rychlá změna napětí (rapid voltage change): jednotlivá rychlá změna efektivní hodnoty napětí mezi dvěma nebo více po sobě následujícími úrovněmi napětí, které trvají určitou, avšak nestanovenou dobu.

2.17 kolísání napětí (voltage fluctuation): řada změn napětí nebo cyklická změna obálky napětí (IEV 161-08-05)

2.18 flickr (flicker): vjem nestálosti zrakového vnímání vyvolaný světelným podnětem, jehož jas nebo spektrální rozložení kolísá v čase (IEV 161-08-13)

POZNÁMKA 1: Kolísání napětí s četností změn odpovídajících kmitočtu 0,1 až 25 Hz způsobuje změnu jasu svítidel, které mohou způsobovat zrakový vjem nazývaný flickr. Nad určitou prahovou hodnotou se stává flickr nepříjemný. Nepříjemnost vzrůstá velmi rychle s amplitudou kolísání. Při určitém kmitočtu opakování mohou být nepříjemné již velmi malé amplitudy.

POZNÁMKA 2: Český výraz flickr je rovnocenný s českým výrazem blikání (viz ČSN IEC 50(161), čl. 161-08-13) intenzita nepříjemnosti flickru definovaná měřicí metodou flickru UIE-IEC a vyhodnocená následujícími veličinami:

2.19 míra vjemu flickru (flicker severity): intenzita nepříjemnosti flickru definovaná měřicí metodou flickru UIE-IEC a vyhodnocená následujícími veličinami:

krátkodobá míra vjemu flickru P_{st} (short term flicker severity) je měřena po dobu deset minut,

dlouhodobá míra vjemu flickru P_{lt} (long term flicker severity) je vypočítána z posloupnosti dvanácti hodnot P_{st} po dobu dvouhodinového intervalu použitím následujícího vztahu:

$$P_{lt} = \sqrt[3]{\sum_{i=1}^{12} \frac{P_{sti}^3}{12}}$$

2.20 krátkodobý pokles napětí (supply voltage dip): náhlý pokles napájecího napětí pod prahovou hodnotu mezi 90 % a 5 % dohodnutého napětí (U_c), po kterém následuje obnovení napětí během krátkého časového intervalu. Konvenční doba trvání krátkodobého poklesu napětí je mezi 10 ms a 3 minutami. Hloubka krátkodobého poklesu napětí je definována jako rozdíl mezi minimální efektivní hodnotou napětí v průběhu krátkodobého poklesu a dohodnutým napětím. Změny napětí, které nesnižují napájecí napětí na méně než 90 % dohodnutého napětí se nepovažují za krátkodobé poklesy napětí.

POZNÁMKA: IEV 161-08-20 předpokládá, že přerušení napětí se vyskytne pokud velikost napětí je menší než 1 % jmenovitého napětí. Avšak měřit přesně napětí pod 1 % jmenovitého napětí je obtížné. Proto tato norma doporučuje prahovou hodnotu pro spodní mez poklesu napětí i mez pro přerušení napájecího napětí 5 % dohodnutého (jmenovitého) napětí) U_c .

2.21 přerušení napájecího napětí (interruption of supply voltage): stav, při kterém je napětí v předávacím místě menší než 5 % dohodnutého napětí U_c . Přerušení napájecího napětí mohou být tříděna na:

plánovaná -předem dohodnutá (prearranged), při kterých jsou uživatelé elektrické energie předem informováni, umožňující provádění plánovaných prací na distribuční síti nebo

náhodná (accidental), způsobená trvalými nebo přechodnými poruchami většinou spojenými s vnějšími vlivy, poruchami zařízení nebo rušením. Poruchová přerušení se třídí na:

- **dlouhodobá přerušení** (long interruption) (delší než tři minuty) způsobená trvalou poruchou,
- **krátkodobá přerušení** (short interruption) (do tří minut) způsobená přechodnou poruchou

vynucená (kterými se předchází ohrožení životů nebo škodám -z důvodů uvedených v energetickém zákoně)

POZNÁMKA1: Účinek předem dohodnutých přerušení mohou uživatelé vhodnými opatřeními minimalizovat.

POZNÁMKA2: Poruchová i vynucená přerušení napájení jsou nepředvídatelnou, z velké části náhodnou událostí.

2.22 dočasné přepětí o síťovém kmitočtu (temporary power frequency overvoltage): přepětí v daném místě, které má relativně dlouhou dobu trvání

POZNÁMKA: Dočasná přepětí mají původ obvykle ve spínacích operacích nebo zkratech (např. náhlá snížení zatížení, jednofázové poruchy a nelinearity)

2.23 přechodné přepětí (transient overvoltage): krátkodobé oscilační nebo neoscilační přepětí obvykle silně tlumené a s dobou trvání několik milisekund nebo méně.

POZNÁMKA: Přechodná přepětí jsou obvykle způsobena bleskem, spínáním nebo působením pojistek. Doba čela je od méně než jedné mikrosekundy až do několika milisekund.

2.24 harmonické napětí (harmonic voltage): sinusové napětí s kmitočtem rovným celistvému násobku základního kmitočtu napájecího napětí. Harmonická napětí lze hodnotit:

- jednotlivě jejich relativní amplitudou (u_h) vztaženou k napětí základní harmonické U_1 , kde h je řád harmonické,
- souhrnně, například pomocí činitele celkového harmonického zkreslení THD, který se počítá pomocí následujícího vztahu:

$$THD = \sqrt{\sum_{h=2}^{40} (u_h)^2}$$

POZNÁMKA: Harmonické napájecího napětí jsou způsobeny hlavně nelineárními zatíženími uživatelů připojenými do všech napěťových úrovní sítě. Harmonické proudy tekoucí impedancí sítě způsobují harmonická napětí. Harmonické proudy i impedance sítě a tudíž i harmonická napětí v odběrných místech se v průběhu času mění.

2.25 meziharmonické napětí (interharmonic voltage): sinusové napětí s kmitočtem ležícím mezi harmonickými, tzn. kmitočet není celistvým násobkem základního kmitočtu síťového napětí.

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

2.26 nesymetrie napětí (voltage unbalance): stav trojfázové sítě, při kterém efektivní hodnoty sdružených napětí nebo fázové úhly mezi po sobě jdoucími sdruženými napětími nejsou stejné.

Míra nesouměrnosti je obvykle vyjádřena jako poměr zpětné a nulové složky k sousledné složce.

POZNÁMKA 1: V ČSN EN50160 je jako nesymetrie napětí uvažována pouze vztahu k trojfázovému systému a pouze ke zpětné složce napětí.

POZNÁMKA 2: Přiměřeně přesné výsledky pro úroveň nesymetrie, obvykle počítané jako poměr zpětné a sousledné složky poskytuje několik aproximací, např.:

$$\text{Nesymetrie napětí} = \sqrt{\frac{6x(U_{12}^2 + U_{23}^2 + U_{31}^2)}{(U_{12} + U_{23} + U_{31})^2} - 2}$$

kde U_{12} , U_{23} a U_{31} jsou tři sdružená napětí.

2.27 napětí signálů (mains signaling voltage): signál superponovaný na napájecí napětí za účelem přenosu informací po veřejné distribuční síti a do objektů uživatele. Ve veřejné distribuční síti lze rozlišovat tři typy signálů:

- **signály hromadného dálkového ovládní** (ripple control signals): superponované signály sinusových napětí v rozsahu kmitočtů od 110 do 3000 Hz,
- **nosné signály po vedeních** (power-line-carrier signals): signály sinusových napětí v rozsahu kmitočtů od 3 kHz do 148,5 kHz,
- **signály sítových značek** (mains marking signals): superponované krátkodobé napěťové změny (přechodové jevy) ve vybraných bodech křivky napájecího napětí.

2.29 elektromagnetická kompatibilita (EMC): Schopnost zařízení nebo systému fungovat vyhovujícím způsobem ve svém elektromagnetickém prostředí, aniž by samo vyvolávalo nepřipustné elektromagnetické rušení pro cokoliv v tomto prostředí

3 NÍZKONAPĚŤOVÉ NAPÁJECÍ CHARAKTERISTIKY

3.1 Kmitočet sítě

Jmenovitý kmitočet napájecího napětí 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 ... 50,5 Hz)	během 99,5 % roku
50 Hz + 4 %/-6%	(tj. 47...52 Hz)	po 100 % času

u systémů bez synchronního připojení k propojenému systému (tj. ostrovní napájecí systémy)

50 Hz \pm 2 %	(tj. 49...51Hz)	během 95 % týdne
50 Hz \pm 15 %	(tj. 42,5...57,5 Hz)	po 100 % času

3.2 Velikost napájecího napětí

Normalizované jmenovité napětí U_n pro veřejnou síť nízkého napětí je

- pro čtyřvodičové trojfázové soustavy:

$$U_n = 230 \text{ V .mezi fází a uzlem}$$

POZNÁMKA: V soustavách nízkého napětí je dohodnuté a jmenovité napětí stejné

3.3 Odchytky napájecího napětí

3.3.1 Požadavky

Odchytky napětí nemá přesáhnout $\pm 10 \%$.

Situace vyplývají z poruch nebo přerušení napětí, okolnosti mimo přiměřenou kontrolu provozovatelů jsou z toho vyloučeny.

POZNÁMKA 1: Z celkových zkušeností vyplývá, že trvalé odchytky napětí větší než $\pm 10 \%$ po delší dobu jsou extrémně nepravděpodobné, ačkoli mohou být teoreticky v rozmezí statistických mezí 4.3.2. Protože podle příslušných norem pro zařízení a instalace a aplikací IEC 60038 jsou spotřebiče pro konečného zákazníka obvykle navrženy na odchytku napětí v předávacím místě $\pm 10 \%$ jmenovitého napětí sítě, které jsou dostačující pro naprostou většinu podmínek pro dodávku elektrické energie. Očekává se, že je buď technicky nebo ekonomicky proveditelné, aby všeobecně byly elektrické spotřebiče schopné pracovat s v rámci odchylek napětí širším než $\pm 10 \%$. Je-li v jednotlivých případe

doloženo, že velikost napájecího napětí se může odchýlit mimo tento limit po dlouhou dobu, mají se provést doplňující měření ve spolupráci s provozovatelem sítě v závislosti na posouzení rizika. Stejně se postupuje v případech, kdy dané spotřebiče vykazují zvýšenou citlivost na odchylky napětí.

POZNÁMKA 2: V případech napájení vzdálených oblastí, napájených dlouhými vedeními nn může někdy být napětí v rozsahu $U_n + 11\% / -20\%$. Uživatelé by o tom měli být informováni.

Za dlouhá vedení nn se považují části venkovních vedení nn, vzdálenější od napájecí transformovny více než 1 km.

3.3.2 Zkušební metoda

Za normálních provozních podmínek,

- musí být během každého týdne 95 % průměrných efektivních hodnot napájecího napětí v měřicích intervalech 10 minut v rozsahu $U_n \pm 10\%$.
- všechny průměrné efektivní hodnoty napájecího napětí v měřicích intervalech 10 minut musí být v rozsahu $U_n + 10\% / -15\%$.

3.4 Rychlé změny napětí

3.4.1 Velikost rychlých změn napětí

Rychlá změna napájecího napětí je většinou způsobena změnami zatížení v zařízeních uživatelů sítě nebo spínáním v síti..

Za normálních provozních podmínek rychlé změny napětí obecně nepřekračují 5 % U_n , za určitých okolností se však mohou vyskytnout několikrát denně rychlé změny napětí až do 10 % U_n .

POZNÁMKA: Záporná změna napětí, která vyvolá snížení napětí pod 90 % U_n se považuje za pokles napětí (viz 2.5).

3.4.2 Míra vjemu flikru

Za normálních provozních podmínek musí být po 95 % času, v libovolném týdenním období, dlouhodobá míra vjemu flikru $P_{ft} \leq 1$.

Pro uživatele připojené na dlouhá vedení nn musí být dlouhodobá míra flikru $P_{ft} \leq 1,5$.

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

3.5 Krátkodobé poklesy napájecího napětí

Krátkodobé poklesy jsou obecně způsobeny poruchami v instalacích uživatelů nebo ve veřejné distribuční síti. Jsou to nepředvídatelné, převážně náhodné jevy. Jejich četnost výskytu za rok se značně mění podle typu napájecí sítě a místa sledování. Mimoto může být jejich rozložení během roku velmi nepravidelné.

Směrné hodnoty:

Za normálních provozních podmínek může být očekávaný počet krátkodobých poklesů napětí během roku od několika desítek až do jednoho tisíce. Většina krátkodobých poklesů napětí má dobu trvání kratší než 1 sekundu a zbytkové napětí větší než 40 %. Občas se však mohou vyskytnout krátkodobé poklesy napětí s větší hloubkou a delší dobou trvání. V některých oblastech se mohou velmi často vyskytovat krátkodobé poklesy napětí se zbytkovým napětím mezi 85 % až 90 % U_n jako následek spínání zatížení u uživatelů.

3.6 Krátkodobá přerušení napájecího napětí

Směrné hodnoty:

Za normálních provozních podmínek je roční výskyt krátkodobých přerušení napájecího napětí v rozsahu od několika desítek až do několika stovek. Přibližně 70 % krátkodobých přerušení může mít dobu trvání do 1 sekundy.

POZNÁMKA: V některých dokumentech se vychází z toho, že krátkodobá přerušení trvají do jedné minuty. V distribučních sítích české energetiky se však pro vyloučení dlouhodobých přerušení napětí používá řízené přerušení dodávky na tři minuty.

3.7 Dlouhodobá přerušení napájecího napětí

Náhodná přerušení napětí jsou obvykle způsobena vnějšími událostmi nebo vlivy, kterým PDS nemůže předcházet. Pro roční četnost a doby trvání dlouhodobých přerušení není možné udát typické hodnoty. To je způsobeno velkými rozdíly v uspořádání a struktuře elektrických sítí a rovněž nepředvídatelnými důsledky činnosti třetích stran a počasí .

Směrné hodnoty:

Za normálních provozních podmínek může být roční četnost přerušení napětí delších než tři minuty menší než 10, avšak v závislosti na oblasti může dosahovat až 50.

Pro předem dohodnutá, **plánovaná přerušení** se směrné hodnoty neuvádějí, protože tato přerušení se ohlašují v předstihu.

3.8 Dočasná přepětí o síťovém kmitočtu mezi živými vodiči a zemí

Dočasná přepětí o síťovém kmitočtu se obecně objevují během poruch ve veřejné distribuční síti nebo v instalaci uživatele sítě a zmizí jakmile je porucha odstraněna. Za těchto okolností mohou tato přepětí dosáhnout sdruženého napětí (až do max. 440 V v sítích 230/400 V) v důsledku posunu uzlového bodu třífázového systému, skutečná hodnota závisí na stupni nesouměrnosti zátěže a zbývající impedancí mezi vodičem s poruchou a zemí.

Trvání je omezeno časem ochrany a vypínače na straně vn potřebným pro vypnutí poruchy, typicky ne déle než 5 s.

Za určitých okolností může porucha na straně vn transformátoru způsobit dočasné přepětí na straně nn, po dobu trvání průtoku poruchového proudu. Takováto přepětí obecně nepřekračují 1,5 kV_{ef}.

3.9 Přechodná přepětí mezi živými vodiči a zemí

Přechodná přepětí na předacích místech obecně nepřekračují 6 kV špičkových, náhodně se však vyskytují i hodnoty vyšší. Doby čela přepětí jsou velmi různé – od milisekund až po méně než mikrosekundu.

POZNÁMKA 1: Doba čela může zahrnovat široký rozsah od milisekund po méně než mikrosekundu. Nicméně z fyzikálních důvodů přechodná přepětí s dlouhou dobou trvání mají mnohem nižší amplitudy. Proto náhodný výskyt vysokých amplitud a dlouhé doby čela je velmi nepravděpodobný.

POZNÁMKA 2: Energie přechodných přepětí se značně mění podle jejich původu. Indukované přepětí způsobené bleskem má obvykle vyšší vrcholovou hodnotu, ale nižší energii, než přepětí způsobené spínáním. Je to způsobeno obvykle delší dobou trvání takovýchto spínacích přepětí. Ochranné prvky proti přepětí v instalaci

uživatelé se musí volit tak, aby respektovaly vyšší požadavky na energii při spínacích přepětích. Tím budou pokryta indukovaná přepětí vyvolaná jak blesky tak i spínacími manipulacemi.

POZNÁMKA 3- Instalace nn a spotřebiče konečných uživatelů jsou navrženy na výdržná přechodná přepětí podle EN 60664-1, která odpovídají výdržným přechodným přepětím v naprosté většině situací. Je-li to nutné, mají se v závislosti na skutečné situaci umístit přepětěvé ochrany podle IEC 60364-4-44 a IEC 60364-5-53. Tím budou pokryta indukovaná přepětí vyvolaná jak blesky tak i spínacími manipulacemi.

3.10 Nesymetrie napájecího napětí

Za normálních provozních podmínek musí být v libovolném týdenním období 95 % desetiminutových středních efektivních hodnot zpětné složky (základní) v rozsahu 0 až 2 % sousledné složky (základní) napájecího napětí. U uživatelů z dlouhých vedení nn (viz POZNÁMKA 2 v čl. 3.3.1) musí být v libovolném týdenním období 95 % desetiminutových středních efektivních hodnot zpětné složky napájecího napětí v rozsahu 0 až 3 % sousledné složky.

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

3.11 Harmonická napětí

Za normálních provozních podmínek musí být v libovolném týdenním období 95 % desetiminutových středních efektivních hodnot napětí každé harmonické menší nebo rovno hodnotě uvedené v tabulce 1. U jednotlivých harmonických mohou rezonance způsobit napětí vyšší.

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

POZNÁMKA: Omezení do řádu 40 je dohodnuté.

Tabulka 1 – Úrovně jednotlivých harmonických napětí v předávacím místě v procentech U_n pro řády harmonických až do 25

liché harmonické ne násobky 3		liché harmonické násobky 3		sudé harmonické	
řád harmonické n	harmonické napětí %	řád harmonické n	harmonické napětí %	řád harmonické n	harmonické napětí %
5	6	3	5	2	2
7	5	9	1,5	4	1
11	3,5	15	0,5	6...24	0,5
13	3	21	0,5		
17	2				
19	1,5				
23	1,5				
25	1,5				

POZNÁMKA: Úrovně pro harmonické vyšších řádů než 25 se neuvádějí, jelikož jsou obvykle malé, avšak vlivem rezonančních jevů obtížně předvídatelné.

Tabulka 1a – Úrovně jednotlivých harmonických napětí v předávacím místě dlouhých vedení nn v procentech U_n pro řády harmonických až do 25

liché harmonické ne násobky 3		liché harmonické násobky 3		sudé harmonické	
řád harmonické n	harmonické napětí %	řád harmonické n	harmonické napětí %	řád harmonické n	harmonické napětí %
5	7,5	3	6,25	2	2,5
7	6,25	9	1,9	4	1,5
11	4,4	15	0,6	6...24	0,75
13	3,75	21	0,6		
17	2,5				
19	1,9				
23	1,9				
25	1,9				

3.12 Meziharmonická napětí

S rozvojem používání měničů kmitočtu a podobných zařízení hladina meziharmonických narůstá. Hodnoty se podle EN 50160 v současné době studují a získávají se další zkušenosti.

V určitých případech způsobují meziharmonické i nízkých úrovní flickr (viz článek 2.4.2) nebo rušení v systémech hromadného dálkového ovládání.

POZNÁMKA1: V PNE 33 3430-0 a 33 3430-6 se uvádí přípustná hladina meziharmonických 0,2 %.

POZNÁMKA2: ČSN IEC 61000-2-2 (pro sítě nn) uvádí hladiny sub- a meziharmonických podle následující tabulky:

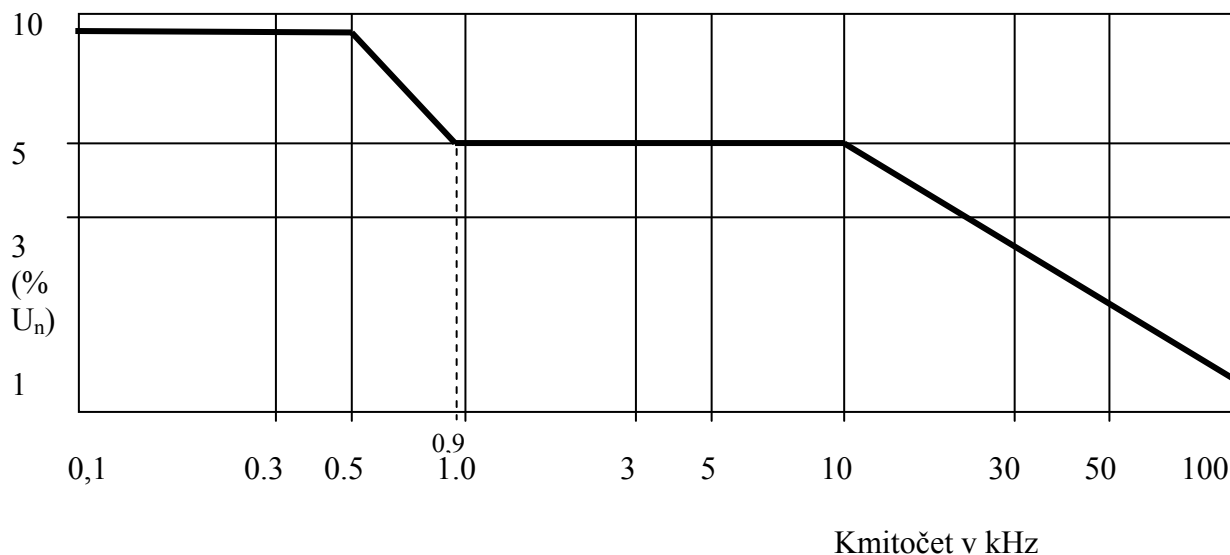
Řád meziharmonické	U_m	Řád meziharmonické	U_m
$m \leq 0,2$	*	$0,72 < m \leq 0,76$ a $1,24 < m \leq 1,28$	0,22
$0,2 < m \leq 0,6$	0,50	$0,76 < m \leq 0,88$ a $1,12 < m \leq 1,24$	0,18
$0,6 < m \leq 0,64$ a $1,36 < m \leq 1,40$	0,44	$0,88 < m \leq 0,92$ a $1,08 < m \leq 1,12$	0,23
$0,64 < m \leq 0,68$ a $1,32 < m \leq 1,36$	0,35	$0,92 < m \leq 0,96$ a $1,04 < m \leq 1,08$	0,35
$0,68 < m \leq 0,72$ a $1,28 < m \leq 1,32$	0,28	$0,96 < m \leq 1,04$ a $1,4 < m \leq 1,80$	0,60

*) Pro řád meziharmonické nižší než 0,2 jsou hladiny kompatibility určeny požadavky flickru. Míra vjemu flickru může být vypočtena podle IEC 61000-3-7 užitím činitele tvaru pro periodické a sinusové kolísání napětí. Konservativní hodnoty činitele jsou 0,8 pro $0,04 < m \leq 0,2$ a 0,4 pro $m \leq 0,04$.

Úrovně napětí pro meziharmonické jsou rovny úrovním napětí uvedeným v tabulce 1 pro nejbližší vyšší sudou harmonickou.

3.13 Úrovně napětí signálů v napájecím napětí

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 rovná hodnotám daným v obrázku 1.



Obrázek 1 – Úrovně napětí na kmitočtech signálů v procentech U_n ve veřejných distribučních sítích

POZNÁMKA: V instalacích uživatelů se mohou používat pro přenosy informací po vedeních 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 nn brát v úvahu výskyt napětí na těchto kmitočtech až do hodnoty $1,4 V_{ef}$. Vzhledem k možnosti vzájemného ovlivňování sousedících sdělovacích zařízení může být nutné, aby uživatel sítě provedl ochranná opatření nebo zajistil vhodnou imunitu své instalace proti vlivu těchto signálů.

4 VYSOKONAPĚŤOVÉ NAPÁJECÍ CHARAKTERISTIKY

Uživatelům, jejichž požadavky překračují přenosové možnosti sítě nn, je napájení zpravidla zajištěna dohodnutým napájecím napětím vyšším než 1 kV. Tato norma se vztahuje na takovéto napájení elektřinou až do dohodnutého napětí 35 kV včetně.

POZNÁMKA: Uživatelé sítě mohou být napájeni takovýmto napětím také pro zajištění zvláštních požadavků nebo pro zmírnění rušení způsobeného jejich zařízení a šířeného vedením.

4.1 Kmitočet sítě

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

u systémů se synchronním připojením k propojenému systému

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

50 Hz + 4 %/-6 % (tj. 47...52 Hz) během 100 % času

u systémů bez synchronního připojení k propojenému systému (tj. ostrovní napájecí systémy)

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

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

4.2 Velikost napájecího napětí

Velikost napájecího napětí je dána dohodnutým napájecím napětím U_c .

4.3 Odchyłky napájecího napětí

Za normálních provozních podmínek, s vyloučením přerušení napájení, musí být během každého týdne 95 % průměrných efektivních hodnot napájecího napětí v měřicích intervalech 10 minut v rozsahu $U_c \pm 10\%$.

4.4 Rychlé změny napětí

4.4.1 Velikost rychlých změn napětí

Rychlé změny napájecího napětí jsou zejména způsobeny změnami zatížení v instalacích uživatelů sítě nebo spínáním v síti.

Za normálních provozních podmínek rychlé změny napětí všeobecně nepřekračují 4 % U_c , za určitých okolností se však mohou několikrát denně vyskytnout změny až do 6 % U_c .

4.4.2 Míra vjemu flikru

Za normálních provozních podmínek musí být po 95 % času, v libovolném týdenním období, dlouhodobá míra vjemu flikru $P_{it} \leq 1$.

4.5 Krátkodobé poklesy napájecího napětí

Krátkodobé poklesy jsou obecně způsobeny zkraty v zařízení uživatele sítě nebo ve veřejné distribuční síti. Jejich četnost výskytu za rok se značně mění podle typu napájecí sítě a bodu sledování. Mimoto může být jejich rozložení během roku velmi nepravidelné.

Směrné hodnoty:

Za normálních provozních podmínek může být očekávaný počet krátkodobých poklesů napětí během roku od několika desítek až do jednoho tisíce. Většina krátkodobých poklesů napětí má dobu trvání kratší než 1 sekunda a hloubku poklesu menší než 60 %. Mohou se však občas vyskytnout krátkodobé poklesy napětí s větší hloubkou a dobou trvání. V některých oblastech se mohou velmi často vyskytovat krátkodobé poklesy napětí s hloubkou poklesu mezi 10 % a 15 % U_c jako následek spínání zatížení u uživatelů sítě.

4.6 Krátkodobá přerušení napájecího napětí

Směrné hodnoty:

Za normálních provozních podmínek je roční výskyt krátkodobých přerušení napájecího napětí v rozsahu od několika desítek až do několika stovek. Přibližně 70 % krátkodobých přerušení bývá kratší než 1 sekunda.

POZNÁMKA: V některých dokumentech se vychází z toho, že krátkodobá přerušení trvají do jedné minuty. V distribučních sítích české energetiky se však pro vyloučení dlouhodobých přerušení napětí používá řízené přerušení dodávky na tři minuty.

4.7 Dlouhodobá přerušení napájecího napětí

Náhodná přerušení napětí jsou obvykle způsobena vnějšími událostmi nebo vlivy, kterým provozovatel distribuční sítě nemůže předcházet. Pro roční četnost a doby trvání dlouhodobých přerušení není možné udat typické hodnoty. To je způsobeno velkými rozdíly v uspořádání a struktuře elektrických sítí a rovněž nepředvídatelnými dopady činnosti třetích stran a počasí..

Směrné hodnoty:

Za normálních provozních podmínek může být roční četnost přerušení napětí delších než tři minuty menší než 10, avšak v závislosti na oblasti může dosahovat až 50.

Pro **dohodnutá přerušení** (plánovaná) se směrné hodnoty neuvádějí, protože tato přerušení se ohlašují v předstihu.

4.8 Dočasná přepětí o síťovém kmitočtu mezi živými vodiči a zemí

Dočasné přepětí síťového kmitočtu se obecně objevuje během zemních poruch ve veřejné distribuční síti nebo v zařízení uživatele sítě a zmizí jakmile je porucha odstraněna. Očekávané hodnoty takovýchto přepětí závisí na způsobu uzemnění sítě. V sítích s uzlem účinně uzemněným nebo

uzemněným přes impedanci, přepětí všeobecně nepřekročí $1,7 U_c$. V soustavách izolovaných nebo uzemněných rezonančně, přepětí všeobecně nepřekročí $2,0 U_c$. Způsob uzemnění uzlu sítě sdělí distributor.

4.9 Přejídná přepětí mezi živými vodiči a zemí

Přejídná přepětí v rozvodných sítích vn jsou způsobena spínáním nebo bleskem buď přímo nebo indukci. Spínací přepětí mají obecně nižší vrcholovou hodnotu než atmosférická přepětí, mohou však mít kratší dobu čela a/nebo delší dobu trvání.

POZNÁMKA: Koordinace izolace u uživatele sítě musí být v souladu s koordinací izolace u PDS.

4.10 Nesymetrie napájecího napětí

Za normálních provozních podmínek musí být v libovolném týdenním období 95 % desetiminutových středních efektivních hodnot zpětné složky napájecího napětí v rozsahu 0 až 2 % sousledné složky. V některých oblastech se vyskytují nesymetrie až do 3 %.

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

4.11 Harmonická napětí

Za normálních provozních podmínek musí být v libovolném týdenním období 95 % desetiminutových středních efektivních hodnot každého jednotlivého harmonického napětí menší nebo rovno hodnotě uvedené v tabulce 2. U jednotlivých harmonických mohou rezonance způsobit napětí vyšší.

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

POZNÁMKA: Omezení do řádu 40 je dohodnuté.

Tabulka 2 – Hodnoty jednotlivých harmonických napětí v předávacím místě v procentech U_n pro řády harmonických až do 25

liché harmonické ne násobky 3		liché harmonické násobky 3		sudé harmonické	
řád harmonické n	harmonické napětí %	řád harmonické n	harmonické napětí %	řád harmonické n	harmonické napětí %
5	6	3	5 *)	2	2
7	5	9	1,5	4	1
11	3,5	15	0,5	6...24	0,5
13	3	21	0,5		
17	2				
19	1,5				
23	1,5				
25	1,5				

*) V závislosti na druhu sítě mohou být hodnoty třetí harmonické podstatně nižší

POZNÁMKA: Hodnoty pro harmonické vyšších řádů než 25 se neuvádějí, jelikož jsou obvykle malé, avšak vlivem rezonančních účinků obtížně předvídatelné.

4.12 Meziharmonická napětí

S rozvojem měničů kmitočtu a podobných zařízení hladina meziharmonických narůstá. Hodnoty se podle EN 50160 v současné době studují a získávají se další zkušenosti.

POZNÁMKA1: V PNE 33 3430-0 a 33 3430-6 se uvádí přípustná hladina meziharmonických 0,2 %.

POZNÁMKA2: IEC 61000-2-12 (pro sítě vn) uvádí hladiny sub- a meziharmonických podle následující tabulky):

Řád meziharmonické	U_m	Řád meziharmonické	U_m
$m \leq 0,2$	POZNÁMKAa)	$0,72 < m \leq 0,76$ a $1,24 < m \leq 1,28$	0,22
$0,2 < m \leq 0,6$	0,50	$0,76 < m \leq 0,88$ a $1,12 < m \leq 1,24$	0,18
$0,6 < m \leq 0,64$ a $1,36 < m \leq 1,40$	0,44	$0,88 < m \leq 0,92$ a $1,08 < m \leq 1,12$	0,23
$0,64 < m \leq 0,68$ a $1,32 < m \leq 1,36$	0,35	$0,92 < m \leq 0,96$ a $1,04 < m \leq 1,08$	0,35
$0,68 < m \leq 0,72$ a $1,28 < m \leq 1,32$	0,28	$0,96 < m \leq 1,04$ a $1,4 < m \leq 1,840$	0,60

POZNÁMKA :Pro řád meziharmonické nižší než 0,2 jsou přípustné úrovně určeny požadavky flickru. Míra vjemu flickru může být vypočtena podle IEC 61000-3-7 užitím činitele tvaru pro periodické a sinusové kolísání napětí. Konservativní hodnoty činitele jsou 0,8 pro $0,04 < m \leq 0,2$ a 0,4 pro $m \leq 0,04$.

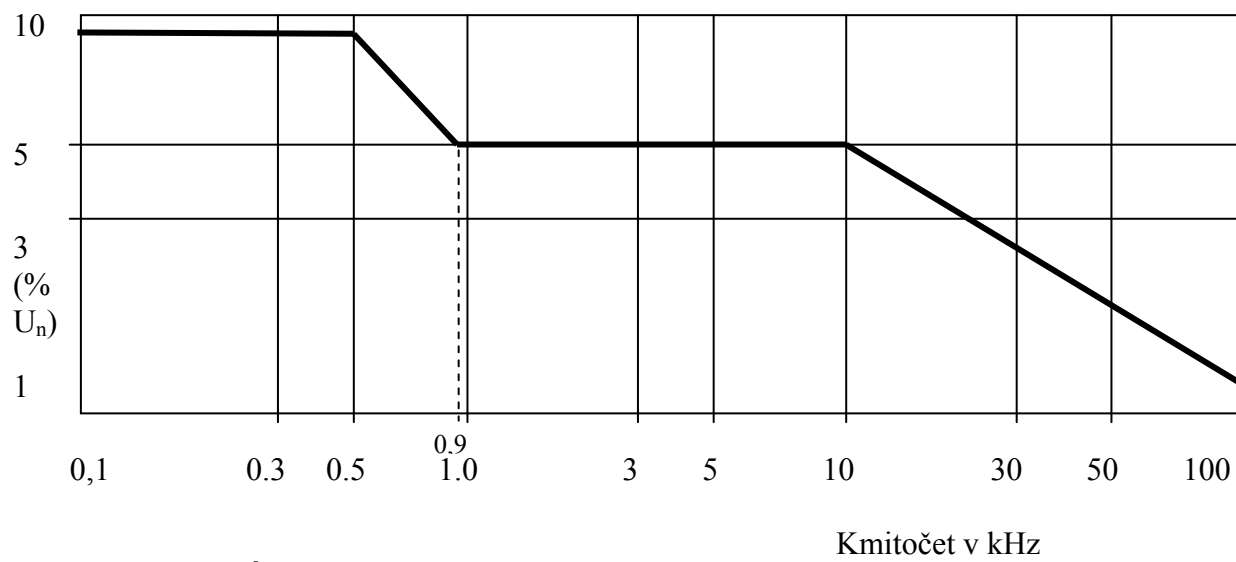
Přípustné úrovně pro meziharmonické jsou rovny hodnotám uvedeným v tabulce 2 pro nejbližší vyšší sudou harmonickou.

V určitých případech způsobují meziharmonické i nízkých úrovní flickr (viz článek 3.4.2) nebo interference v systémech hromadného dálkového ovládání.

4.13 Napětí signálů v napájecím napětí

Provozovatelé DS mohou využívat veřejnou distribuční síť k přenosu informací. Střední hodnota napětí signálu měřeného po dobu tří sekund musí být po dobu 99 % dne menší nebo rovná hodnotám daným v obrázku 2. Pro kmitočty od 9 kHz do 95 kHz se hodnoty připravují.

POZNÁMKA: Předpokládá se, že uživatelům sítě nebude dovoleno používat veřejné distribuční sítě vn pro přenos signálů.



Obrázek 2 – Úroveň napětí na kmitočtech signálů v procentech U_n ve veřejných distribučních sítích

PŘÍLOHA A (INFORMATIVNÍ) ZVLÁŠTNÍ CHARAKTER ELEKTRICKÉ ENERGIE

Elektřina je forma energie, která je výslovně mnohostranná a upravitelná. Je využívána po přeměně v různé jiné formy energie: teplo, světlo, mechanickou energii a v mnoho elektromagnetických, elektronických, akustických a vizuálních forem, které jsou základem moderních telekomunikací, informační technologie a zábavy.

Elektřina, tak jak je dodávána uživatelům, má různé charakteristiky, které jsou proměnné a které mohou mít vliv na užitečnost elektrické energie pro uživatele. Tato norma popisuje charakteristiky elektřiny termíny pro střídavé napětí. S ohledem na užití elektřiny je žádoucí, aby napájecí napětí bylo střídavé s konstantním kmitočtem, s dokonale sinusovým průběhem vlny a s konstantní amplitudou. V praxi však existuje mnoho faktorů, které způsobují odchylky. Na rozdíl od normálních výrobků je její užívání jeden z hlavních faktorů, které vyvolávají změny „charakteristik“.

Tok energie do spotřebičů uživatele má za následek elektrické proudy, které jsou více méně úměrné velikosti požadovaného příkonu uživatele. Tyto proudy protékají vodiči rozvodné sítě a vytvářejí na nich úbytky napětí. Velikost napětí dodávaného jednotlivému uživateli je v jakémkoliv okamžiku funkcí souhrnných úbytků napětí na všech částech sítě, kterými je uživateli uskutečněna dodávka energie a je určena jak individuálním požadavkem příkonu, tak i současnými požadavky příkonu ostatních uživatelů. Jelikož odběr/dodávka každého uživatele se neustále mění a další proměnnost je ve stupni současnosti odběrů různých uživatelů, je napájecí napětí také proměnné. Z tohoto důvodu tato norma pojednává o charakteristikách napětí vyjádřených statistickým nebo pravděpodobnostním způsobem. Je v ekonomickém zájmu uživatele, aby se norma o dodávce spíše týkala normálně očekávaných podmínek než vzácných možností jako je neobvyklý stupeň soudobosti odběrů různých spotřebičů nebo různých uživatelů.

Elektřina přichází k uživateli přes soustavu zařízení výroby, přenosu a distribuce. Každá část této soustavy podléhá poškození a poruchám způsobeným elektrickým, mechanickým a chemickým namáháním, jejichž původ je v různých příčinách zahrnujících extrémní počasí, obyčejné opotřebení, stárnutí a působení lidských činností, ptáků, zvířat atd. Takové poškození může narušit nebo i přerušit dodávku jednomu nebo mnoha uživatelům.

Udržení konstantního kmitočtu vyžaduje dostatečný výkon výroby, který se přizpůsobuje okamžitému současnému celkovému odběru. Jelikož jak výkon výroby tak i odběr jsou náchylné se měnit nespojitě, zejména v případě poruch ve výrobě, přenosu nebo distribuci, je zde vždy riziko nepřízpusobením, které má za následek nárůst nebo pokles kmitočtu. Toto riziko se snižuje propojením mnoha sítí do jedné velké propojené soustavy, jejíž výkon výroby je dostatečně velký ve srovnání se změnami, které se mohou vyskytnout.

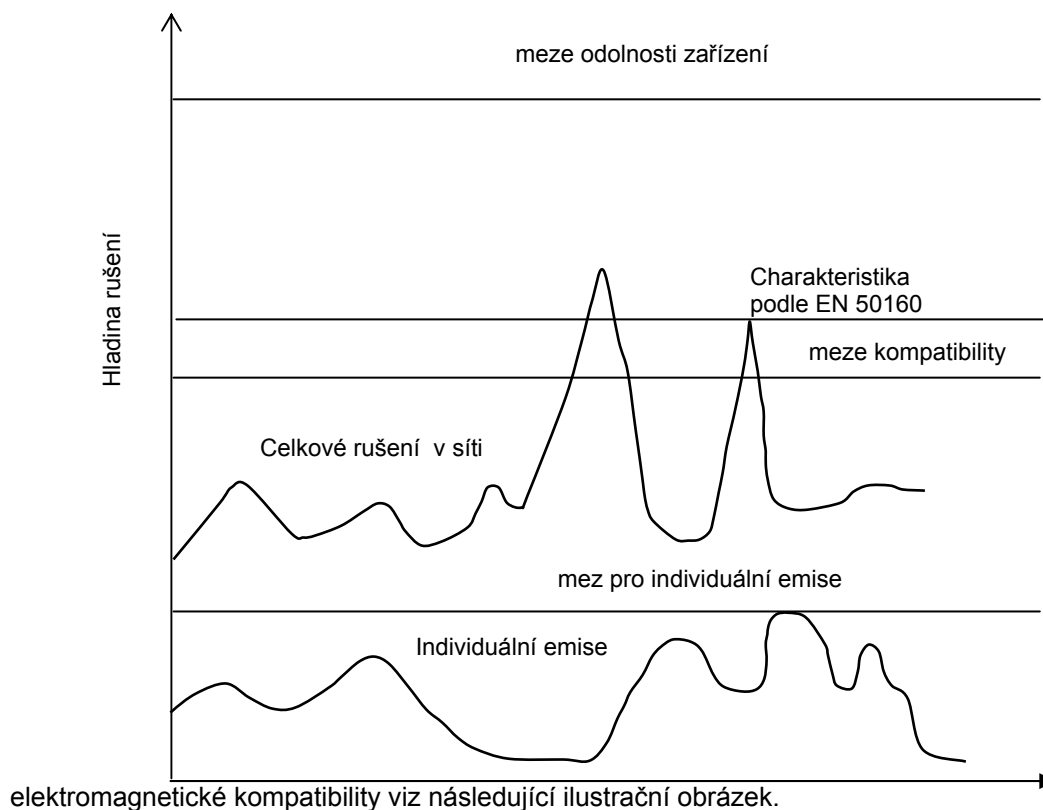
Jsou však jiné charakteristiky, které mohou mít rušivý nebo škodlivý účinek na zařízení uživatelů nebo dokonce i na uživatele samotné. Některé z těchto rušivých charakteristik mají původ v nevyhnutelných přechodových jevech v samotné rozvodné síti jako následek poruch nebo spínání nebo atmosférických jevů (blesk). Jiné jsou však výsledkem použití elektrické energie, které přímo mění tvar vlny napětí, injektující na něm určité vzorky nebo přidávající signální napětí. Současně s používáním zařízení s těmito účinky, přibývá také zařízení, která jsou citlivá na rušení.

Tam, kde je to možné definuje tato norma běžně očekávané změny parametrů napětí. V jiných případech poskytuje pokud možno nejlepší kvantitativní označení toho, co lze očekávat.

Jelikož v různých oblastech je značná rozmanitost struktur distribučních sítí způsobená rozdíly v hustotě zatížení, rozptylu obyvatel, místní topografií atd., bude mnoho uživatelů mít zkušenost s podstatně menšími změnami charakteristik napětí než jsou hodnoty uvedené v této normě.

S ohledem na charakteristické vlastnosti elektrické energie je její kvalita narušována spíše jejím uživatelem než jejím výrobcem nebo dodavatelem. V těchto případech je uživatel hlavním partnerem dodavatele při snaze udržování kvality elektrické energie.

Je třeba poznamenat, že této otázce se věnují jiné normy již publikované nebo připravované: Normy pro emise určují přípustné úrovně elektromagnetického rušení generované zařízením uživatele. Normy odolnosti proti rušení stanovují úrovně rušení, které by zařízení mělo být schopné snášet bez nežádoucího poškození nebo ztráty funkce. Další soubor norem pro elektromagnetické kompatibilní úrovně slouží koordinaci a vzájemným souvislostem norem emise a odolnosti s cílem dosažení



I když tato norma má zřejmou návaznost na kompatibilní úrovně, je důležité poznamenat, že se týká napěťových charakteristik elektrické energie. Není tedy normou pro kompatibilní úrovně. Mělo by být zvláště zdůrazněno, že funkce zařízení může být zhoršena, jestliže toto zařízení je vystaveno podmínkám dodávky horším než je stanoveno v předmetové normě uvedeného zařízení i když charakteristiky dodávky elektrické energie odpovídají této normě.

PŘÍLOHA B POKYNY PRO POUŽÍVÁNÍ EVROPSKÉ NORMY EN 50160 (CLC/TR 50422)

Předmluva

Tuto Technickou zprávu připravil technický výbor CENELEC BTTF 68-6 a dokončila TC 8X/WG1 na základě dřívějšího aplikačního návodu, zpracovaného skupinou expertů UNIPEDÉ NORMCOMP „Charakteristiky elektřiny a elektromagnetická kompatibilita“ [1].

Text návrhu byl podroben formálnímu hlasování a CENELEC jej schválil 2003-11-01 jako CLC/TR 50422

POZNÁMKA: Vzhledem ke změnám některých při revizi EN 50160 v r. 2006 jsou v této příloze provedeny úpravy, zajišťující soulad s novým zněním EN 50160.

1	VŠEOBECNĚ	5
1.1	<i>Rozsah platnosti</i>	5
1.2	<i>Předmět normy</i>	5
2	DEFINICE	6
3	NÍZKONAPĚŤOVÉ NAPÁJECÍ CHARAKTERISTIKY	9
3.1	<i>Kmitočet sítě</i>	9
3.2	<i>Velikost napájecího napětí</i>	9
3.3	<i>Odchyšky napájecího napětí</i>	9
3.3.1	<i>Požadavky</i>	9
3.3.2	<i>Zkušební metoda</i>	10
3.4	<i>Rychlé změny napětí</i>	10
3.4.1	<i>Velikost rychlých změn napětí</i>	10
3.4.2	<i>Míra vjemu flikru</i>	10
3.5	<i>Krátkodobé poklesy napájecího napětí</i>	10
3.6	<i>Krátkodobá přerušení napájecího napětí</i>	11
3.7	<i>Dlouhodobá přerušení napájecího napětí</i>	11
3.8	<i>Dočasná přepětí o síťovém kmitočtu mezi živými vodiči a zemí</i>	11
3.9	<i>Přechodná přepětí mezi živými vodiči a zemí</i>	11
3.10	<i>Nesymetrie napájecího napětí</i>	12
3.11	<i>Harmonická napětí</i>	12
3.12	<i>Meziharmonická napětí</i>	13
3.13	<i>Úrovně napětí signálů v napájecím napětí</i>	14
4	VYSOKONAPĚŤOVÉ NAPÁJECÍ CHARAKTERISTIKY	15
4.1	<i>Kmitočet sítě</i>	15
4.2	<i>Velikost napájecího napětí</i>	15
4.3	<i>Odchyšky napájecího napětí</i>	15
4.4	<i>Rychlé změny napětí</i>	15
4.4.1	<i>Velikost rychlých změn napětí</i>	15
4.4.2	<i>Míra vjemu flikru</i>	15
4.5	<i>Krátkodobé poklesy napájecího napětí</i>	16
4.6	<i>Krátkodobá přerušení napájecího napětí</i>	16
4.7	<i>Dlouhodobá přerušení napájecího napětí</i>	16
4.8	<i>Dočasná přepětí o síťovém kmitočtu mezi živými vodiči a zemí</i>	16
4.9	<i>Přechodná přepětí mezi živými vodiči a zemí</i>	17
4.10	<i>Nesymetrie napájecího napětí</i>	17
4.11	<i>Harmonická napětí</i>	17
4.12	<i>Meziharmonická napětí</i>	18
4.13	<i>Napětí signálů v napájecím napětí</i>	18
	PŘÍLOHA A (INFORMATIVNÍ) ZVLÁŠTNÍ CHARAKTER ELEKTRICKÉ ENERGIE	20
	PŘÍLOHA B POKYNY PRO POUŽÍVÁNÍ EVROPSKÉ NORMY EN 50160 (CLC/TR 50422)	22
1	VŠEOBECNÉ INFORMACE	25
1.1	<i>Všeobecně</i>	25
1.2	<i>Pozadí definice charakteristik napětí</i>	25
2	APLIKACE EVROPSKÉ NORMY EN 50160	25
2.1	<i>Úvod</i>	25
2.2	<i>Náplň evropské normy</i>	25
2.3	<i>Termíny a definice</i>	27
2.4	<i>Skupiny charakteristik napětí</i>	29
2.4.1	<i>Informativní hodnoty</i>	29
2.4.2	<i>Terminologie u napětí</i>	30
3	POPIS HLAVNÍCH CHARAKTERISTIK NAPĚTÍ	30
3.1	<i>Kmitočet sítě</i>	30
3.2	<i>Velikost napájecího napětí</i>	30
3.3	<i>Odchyšky napájecího napětí</i>	31
3.4	<i>Rychlé změny napětí</i>	31
3.4.1	<i>Velikost rychlých změn napětí</i>	31
3.4.2	<i>Míra vjemu flikru</i>	31
3.4.3	<i>Poklesy napájecího napětí</i>	32
3.5	<i>Krátkodobá a dlouhodobá přerušení napájecího napětí</i>	34
3.6	<i>Dočasná přepětí (o kmitočtu sítě) mezi živými vodiči a zemí</i>	35

3.6.1	Distribuční sítě nn	35
3.6.2	Distribuční sítě vn	35
3.7	Přechodná přepětí mezi živými vodiči a zemí	36
3.7.1	Distribuční síť nn	36
3.7.2	Distribuční síť vn	37
3.8	Nesymetrie napájecího napětí	38
3.9	Harmonická napětí	38
3.10	Meziharmonická napětí	39
3.11	Napětí signálů v napájecím napětí	39
4	ODKAZY PŘÍLOHY B	39
PŘÍLOHA C (NORMATIVNÍ) POKYNY PRO MĚŘENÍ CHARAKTERISTIK NAPĚTÍ.....		
1	VŠEOBECNĚ	43
1.1	Třídy funkce měření	43
2	ROZSAH OVLIVŇUJÍCÍCH VELIČIN A REALIZACE OVĚŘOVÁNÍ	43
2.1	Rozsah ovlivňujících veličin	43
2.2	Přístrojové transformátory	45
2.3	Koncepce označování	45
3	SPECIFIKACE ZPŮSOBU MĚŘENÍ A URČENÍ SHODY S NORMOU.....	45
3.1	Kmitočet sítě.....	46
3.1.1	Vyhodnocení měření.....	46
3.2	Velikost napájecího napětí	46
3.2.1	Vyhodnocení měření.....	46
3.3	Rychlé změny napětí: flickr.....	46
3.3.1	Vyhodnocení měření.....	46
3.4	Poklesy napětí.....	47
3.5	Krátkodobá a dlouhodobá přerušení napájecího napětí	48
3.5.1	Vyhodnocení měření.....	48
3.6	Krátkodobé zvýšení napětí.....	49
3.6.1	Vyhodnocení měření.....	49
3.7	Nesymetrie napájecího napětí	49
3.7.1	Vyhodnocení měření.....	50
3.8	Harmonická napětí	50
3.8.1	Vyhodnocení měření.....	50
3.9	Meziharmonická napětí.....	50
3.10	Úrovně napětí signálů v napájecím napětí	50
4	DOPORUČENÍ K CERTIFIKACI ANALYZÁTORŮ KVALITY NAPĚTÍ.....	52

1 VŠEOBECNÉ INFORMACE

1.1 Všeobecně

Tuto Technickou zprávu připravil technický výbor CENELEC BTTF 68-6 a dokončila TC 8X/WG1 na základě dřívějšího aplikačního návodu, zpracovaného skupinou expertů UNIPEDÉ NORMCOMP „Charakteristiky elektřiny a elektromagnetická kompatibilita“ [1].

Tento pokyn se zaměřuje na zajištění všech základních informací a výkladů k normě EN 50160 Charakteristiky napětí elektrické energie dodávané z veřejné distribuční sítě [2].

Za nezbytné se považovalo mít podrobná doporučení také pro vyhodnocování charakteristik napětí, neboť norma EN je velmi stručná a stanoví pouze základní principy. Následně bylo rozhodnuto, vypracovat pokyn, který by uváděl doplňující informace a vysvětloval normu.

1.2 Pozadí definice charakteristik napětí

Od samého vzniku asociace rozhodly členské státy Evropského společenství o vytvoření širokého ekonomického prostoru bez bariér pro mezinárodní obchod.

K tomuto účelu byla vydána řada směrnic, aby se odstranily rozdíly v legislativě členských států EU, které by mohly ovlivnit volnou výměnu zboží a služeb.

Jednou ze směrnic je Směrnice 85/374 Odpovědnost za škody způsobené vadami výrobků [3]. Tato směrnice v článku 2 stanoví, že elektřina se musí považovat za „výrobek“. Proto musí být nezbytně definovány podstatné charakteristiky dodávané elektřiny.

CENELEC stanovil úkol vypracovat normu na základě dokumentu DISNORM 12 [4] UNIPEDÉ. Zamýšlelo se specifikovat různé aspekty, které se výhradně vztahují na následující charakteristiky dodávané elektřiny: **kmitočet, velikost, tvar vlny a symetrii** třífázových napětí.

Pro tento úkol založil CENELEC výbor BTT 68-6 za účasti zástupců většiny členů CENELEC. EN 50160 byla vypracována tímto týmem a řádně ratifikována CENELEC.

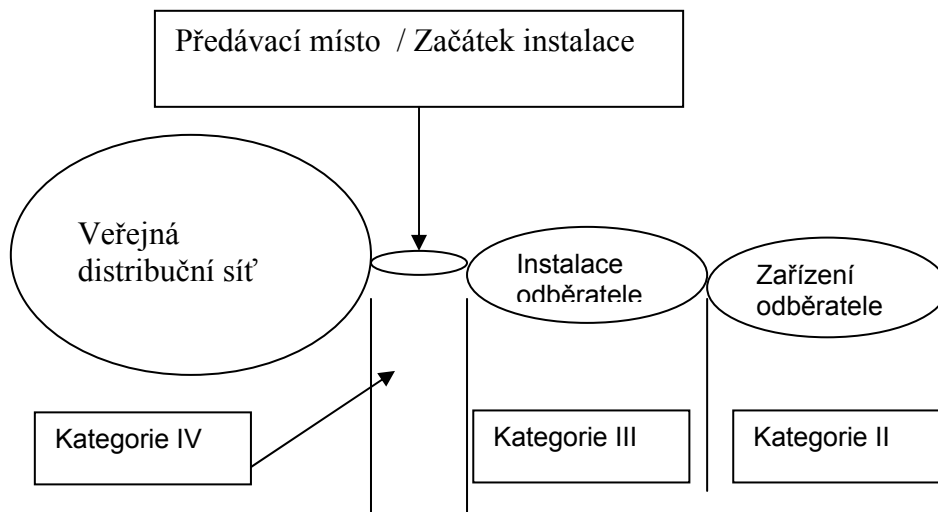
2 APLIKACE EVROPSKÉ NORMY EN 50160

2.1 Úvod

Norma EN 50160 byla koncipována s uvážením požadavků na přiměřené podmínky pro provoz zařízení uživatelů a současně s přihlédnutím k ekonomicky únosnému nárůstu nákladů na zařízení dodavatelů elektřiny. To vytváří rovnováhu přiřazovaných nákladů na straně napájecí sítě pro vytvoření příznivějšího prostředí pro používání zařízení, připojeného k veřejné distribuční síti, které hradí všichni uživatelé a náklady na dosažení imunity zařízení vůči prostředí, v němž má být používáno a které by správně mělo být vytvořeno uživatelem, pořizujícím zřízení.

2.2 Náplň evropské normy

Je třeba poznamenat, že náplň této normy se omezuje na dodávku elektřiny v napájecích bodech a netýká se systému napájení nebo instalací nebo zařízení uživatele. Diagram na obrázku 1 zobrazuje bod definovaný v EN 50160 jako „předávací místa“ a také vztah mezi požadavky na impulsní odolnost předávacích míst, instalací uživatele a jeho elektrickým zařízením. Upozorňuje se také na příslušné kategorie odolnosti vůči impulsnímu napětí pro každou oblast. Je třeba také zdůraznit, že předávací místa, na které se odkazují jak norma, tak tento aplikační návod a počátek instalace, na které se odkazují norma IEC 60664-1 Koordinace izolace pro zařízení v soustavách nn [5] a IEC 60364-4-44 Elektrické instalace v budovách – Část 4:Bezpečnost, Oddíl 44: Ochrana před přepětím (HD 364-4-443) [6] jsou jedním a týmž bodem.



Obrázek 1 – Umístění předávacích míst

Jelikož se norma zabývá pouze charakteristikami napětí v daných bodech veřejných distribučních sítích, nezabývá se přímo charakteristikami sítí, jako jsou zkraty. Je jasné, že přesto charakteristiky sítě budou mít vliv na velikost mnohých jevů popisovaných v normě.

Norma se používá pouze za **normálních provozních podmínek** napájecí sítě. **To zahrnuje** také správné působení ochrany v případě poruchy v síti (přetavení pojistky, působení jističe apod.); provoz zatížení odsouhlaseného mezi uživatelem a provozovatelem distribuční sítě (viz 2.3 níže) a změn konfigurace sítě.

Dodává-li se energie distribučními sítěmi z malých soukromých generátorů, je důležité udržet úroveň rušení v přijatelných mezích. V tomto smyslu je soukromá výroba ve stejném postavení, jako instalace jiných uživatelů a proto má splňovat příslušné normy emisí a dohodnuté limity, týkající se napájecího napětí. Napětí dodávané generátorem jako takové musí splňovat požadavky EN 50160.

Norma vyjmenovává některé specifické případy mimořádných podmínek, které jsou mimo rámec řízení provozovatele distribuční sítě a které mohou způsobit, že jedna nebo více charakteristik vybočí z daných hodnot. Na tyto podmínky se EN 50160 nevztahuje. Následující tabulka uvádí mimořádné podmínky a uvádí příklady.

Tabulka 1 – Nevyčerpávající seznam mimořádných podmínek a příklady

Mimořádné podmínky	Příklad použití
Extrémní povětrnostní podmínky a jiné živelné pohromy	Bouřky o extrémní prudkosti, sesuvy půdy, zemětřesení, laviny, povodně
Zásahy třetí strany	Sabotáže, vandalismus
Zásahy veřejných institucí	Opatření vlády týkající se veřejné bezpečnosti
Průmyslová činnost	Přerušování práce, stávka
Vyšší moc	Rozsáhlá neštěstí
Nedostatek energie vyplývající z vnějších vlivů	Omezení výroby nebo vypnutí přenosových vedení

Mimořádné povětrnostní podmínky jsou například podmínky, při nichž jsou výrazně překročeny legálně vyžadované projektové podmínky síťového zařízení. Dalším příkladem mohou být podmínky, které provozovateli distribuční sítě nedovolí provádět údržbu nebo opravy jako jsou povětrnostní podmínky o mimořádné síle nebo doby trvání (dlouhotrvající sněhová bouře, záplavy, sesuvy půdy, extrémně silný vítr, apod.).

Norma se také nevztahuje na situace, které provozovateli distribuční sítě nedovolí provádět nezbytné úpravy (změny) napájecí soustavy z důvodů opatření vlády nebo veřejných institucí.

Jako příklad podmínek, na které se norma nevztahuje lze uvést stav, kdy část napájecí sítě je mimo provoz buď v důsledku poruchy rozsáhlého dopadu nebo z důvodů nutnosti provádět údržbové nebo stavební práce. Za těchto okolností se snaha udržet napájení všech, nebo co nejvíce uživatelů i za cenu určitých narušení jedné nebo více charakteristik napětí se všeobecně přijímá jako výhodnější, než úplné přerušování napájení.

Protože veřejné distribuční sítě jsou neúmyslnou průchozí cestou pro elektromagnetické rušení emitované zařízením v instalaci uživatele, je nutné, aby tyto emise byly v přijatelných mezích. Tyto limity jsou buď stanoveny příslušnými výrobovými normami nebo předepsány u konkrétních instalací veřejnými úřady nebo provozovatelem distribuční soustavy. Splnění těchto limitů u instalací a zařízení uživatelů je nezbytným předpokladem k udržení charakteristik napětí v předávacích bodech v hodnotách daných EN 50160. Stejný princip se týká všech připojení k napájecí síti, včetně připojené soukromé výroby elektřiny.

Norma umožňuje, aby se požadavky normy neuplatňovaly u uživatele, který s provozovatelem distribuční sítě (dodavatelem) uzavře speciální kontrakt. V tomto případě jsou hodnoty charakteristik napětí předmětem vzájemné dohody mezi uživatelem a provozovatelem distribuční sítě.

Takovýto kontrakt se však vyskytuje spíše u uživatelů s relativně velkým odběrem, pravděpodobně napájeným ze sítě vn. Může se to také vyskytnout v řídkce osídlených oblastech nebo obtížně přístupném terénu, jako jsou horské oblasti, kde náklady na napájení jsou vysoké. V těchto oblastech by uživatel mohl souhlasit s nižší cenou při napájení, které zcela neodpovídá parametrům podle EN 50160.

EN 50160 je výrobová norma, uvádějící charakteristiky napětí, které je možno očekávat v předávacích bodech ve veřejných sítích nn a vn. Tato norma nepopisuje průměrný stav v distribučních sítích, ale maximální hodnoty nebo odchylky charakteristik napětí za normálních provozních podmínek, které může očekávat uživatel ve svých předávacích bodech v libovolném místě sítě.

Účelem této normy není stanovit specifické požadavky na elektrické zařízení nebo na impedanci sítě.

Ačkoli norma se zabývá některými jevy o nichž pojednává soubor norem EN 61000, popisuje pouze možné odchylky těchto jevů v předávacích místech veřejné elektrické sítě.

Dané charakteristiky napětí definují podmínky v předávacích místech. Je třeba dbát o zajištění koordinace mezi charakteristikami napájecího napětí, všemi změnami napětí v instalaci a požadavky zařízení v instalaci. V případě jakéhokoliv nesouladu mezi charakteristikami napájení a požadavky zařízení, je nutno prošetřit možnost buď zvýšení odolnosti zařízení nebo zlepšení kvality napájecího napětí, poskytovaného provozovatelem distribuční sítě.

EN 50160 podrobně popisuje charakteristiky vlny napětí v předávacím místě, ale podrobně nepopisuje, jak tyto charakteristiky měřit. Specifické metody, které popisují jak měřit napětí a další parametry kvality energie lze najít v IEC 61000-4-30 Zkušební a měřicí technika – Metody měření kvality energie [7].

2.3 Termíny a definice

Považuje se za vhodné, aby tento dokument obsahoval doplňující vysvětlivky k některým termínům definovaným v EN 50160.

1.3.2 dodavatel (supplier)

Tento termín vyžaduje objasnění v souvislosti s otevřením trhu s energií. V době vzniku EN 50160 byl termín „dodavatel“ často používán k označení organizace odpovědné za všechny funkce, týkající se distribuční sítě – provoz veřejné distribuční sítě, způsob měření elektrické energie a prodej energie odběrateli. V současné době se obvykle těmito třemi funkcemi zabývají samostatné obchodní podniky,

například Provozovatel Distribuční Sítě (PDS), Provozovatel měření a Dodavatel Energie .. Proto tento dokument bude používat termín PDS ve všech případech kde byl dříve je uveden dodavatel..

1.3.1 uživatel (user)

Termín odběratel byl definován v EN 50160 jako „Zákazník kupující elektrickou energii od dodavatele“. Jak bylo podrobně uvedeno, funkce organizace popsané termínem „dodavatel“ se změnila v souvislosti s otevřením trhu s energií, je v tomto dokumentu namísto termínu „dodavatel“ používán termín „Provozovatel Distribuční Sítě“. V tomto pojetí se na termín „uživatel“ má nahlížet, jako na konečného uživatele elektřiny v elektrické instalaci, připojené k předávacímu místu distribuční sítě, jelikož odběratel může nakupovat elektřinu od jiné třetí strany.

1.3.13 rychlá změna napětí (rapid voltage change)

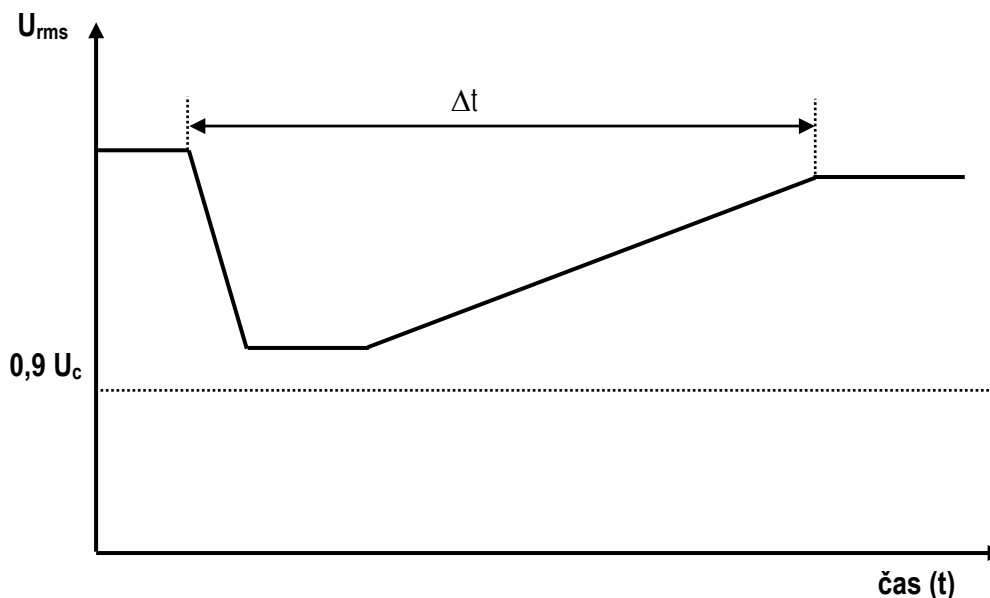
Rychlá změna napětí je rychlá změna efektivní hodnoty napětí mezi dvěma po sobě následujícími ustálenými stavy. Charakteristickými parametry je rozdíl mezi ustálenou hodnotou po změně a počáteční ustálenou hodnotou a dále doba trvání přechodu mezi oběma stavy. V tomto smyslu se napětí považuje, že je v ustáleném stavu, jestliže zůstává v daných mezích alespoň 1s. Viz IEC 61000-4-30 Zkušební a měřicí technika – Metody měření kvality energie, článek A.4.

Rychlé změny napětí mohou být způsobeny náhlým zvýšením nebo snížením zatížení, někdy spojeným s vypínáním poruchy. Jestliže jsou způsobeny rozběhovým proudem motoru, rychlá změna napětí začíná obvykle strmým poklesem, následovaným postupným zotavováním napětí a končí na hodnotě, která je menší než hodnota napětí před spuštěním motoru (Obrázek 2).

Čelo může být krátké jen 10 ms, naopak zotavení může trvat řadu period napájecího napětí. Doba Δt , po níž lze tuto charakteristiku pozorovat, závisí na specifických okolnostech, neboť může být ovlivněna faktory, jako je velikost motoru, impedance napájecí sítě a metoda spouštění motoru.

Jestliže během rychlé změny poklesne napětí pod úroveň $0,9 U_c$, ve smyslu EN 50160 je to nutné považovat za krátkodobý pokles napětí.

POZNÁMKA Tento obrázek slouží pouze pro objasnění, proto osa y (U_m) na tomto obrázku začíná nad nulou a osa x (čas) závisí na velikosti proudu motoru a impedance sítě.



Obrázek 2 – Rychlá změna napětí vyvolaná spuštěním motoru

1.3.17 krátkodobý pokles napájecího napětí (supply voltage dip)

Následující vysvětlení je převzato z definic uvedených v IEC 61000-2-8 Elektromagnetická kompatibilita(EMC) – Část 2-8: Prostředí – Krátkodobé poklesy napětí a rychlá přerušení ve veřejných elektrických napájecích sítích s výsledky statistického měření [8] a v IEC 61000-4-30:

Krátkodobý pokles napájecího napětí (dip):

Náhlé snížení napětí v určitém bodě elektrické napájecí sítě pod specifikovaný práh krátkodobého poklesu napětí (dip), následované jeho zotavením po krátkém intervalu.

POZNÁMKA 1 Typický krátkodobý pokles napětí (dip) je spojen se vznikem a ukončením zkratu nebo jiného extrémního zvýšení proudu v síti nebo v připojené instalaci.

POZNÁMKA 2 Krátkodobý pokles napětí(dip) je elektromagnetická porucha charakterizovaná dvěma rozměry, úrovní napětí a časem (trváním).

POZNÁMKA 3 V některých částech světa je krátkodobý pokles napětí – „dip“ nazýván jako „sag“. Tyto dva termíny se považují za zaměnitelné, nicméně norma [IEC 61000-4-30] používá termín „dip“ napětí.

2.4 Skupiny charakteristik napětí

EN 50.160 používá charakteristiky pro:

- frekvenci
- velikosti
- tvar vlny
- symetrii třífázových napětí

Všeobecně se volí období pozorování jeden týden, protože je to nejkratší interval k získání reprezentativních a reprodukovatelných výsledků měření.

Limity jsou stanoveny tak, že musí být splněny po určitou část pozorovací doby udanou v procentech, např. po 95% kteréhokoliv jednotýdenního období. V případě odchylek napájecího napětí a síťového kmitočtu jsou stanoveny další limity období pozorování, během nich střední naměřené hodnoty musí vyhovět po 100 % doby, kromě situací, způsobených poruchami nebo přerušením napětí.

Pro jevy, u kterých jsou limity stanoveny pouze pro 95 % pozorovacího období zůstane tedy relativně malá možnost vybočení z těchto limitů. Zásadní nahodilost faktorů, které se při tom uplatňují, vylučuje možnost přiměřeně určit meze, v nichž se taková vybočení mohou očekávat.

Vzhledem k náhodnosti takovýchto jevů nebyly pro zbytek času stanoveny žádné limity. Zkušenost ukazuje, že četnost, s níž se vybočení mimo 95% limity vyskytuje se s velikostí těchto vybočení velmi rychle snižuje.

Meziharmonické byly zařazeny přesto, že se neuvádějí ani informativní údaje o mezních hodnotách. Příslušné limity budou stanoveny, jakmile to umožní další poznatky.

2.4.1 Informativní hodnoty

Některé charakteristiky napětí jsou svojí podstatou co do místa a času vzniku natolik nepředvídatelné a proměnlivé co do místa a času, že je u nich možné stanovit pouze informativní hodnoty tak, aby odběrateli poskytly hrubý názor na jejich velikost, kterou může očekávat.

Charakteristiky, kterých se to týká jsou:

- poklesy napětí (dipy);
- dlouhá přerušení;
- krátká přerušení;
- dočasná a přechodná přepětí.

2.4.2 Terminologie u napětí

V EN 50160 se používá těchto pojmů u napětí:

- napájecí napětí;
- jmenovité napětí U_n ;
- dohodnuté napětí U_c .

K vyloučení případných nedorozumění by mělo pomoci následující vysvětlení.

Napájecí napětí

Efektivní hodnota napětí vyskytující se v předávacím místě v danou dobu. Tato hodnota se může mezi jednotlivými předávacími místy lišit. Kromě toho, z důvodu úbytku napětí v instalaci odběratele, může být napětí v místech elektrické instalace zřetelně nižší, než v předávacích místech.

Pro měření se někdy může jako referenční hodnota používat skutečná hodnota napájecího napětí.

Jmenovité napětí (U_n) a Dohodnuté napětí (U_c)

Limity napětí nebo hodnoty uvedené v EN 50160 v procentech vycházejí ze jmenovitého napětí u charakteristik nízkého napájecího napětí (nn) a z dohodnutého napájecího napětí u charakteristik vysokého napájecího napětí (vn).

Skutečná efektivní hodnota napájecího napětí se obvykle liší od jmenovité hodnoty. Normalizované hodnoty jmenovitých napětí nn uvádí HD 472.S1 Jmenovitá napětí veřejných distribučních sítí nízkého napětí [9].

Sítě vn se někdy provozují napětím, které se liší od jmenovitého napětí. Je to například proto, aby se průměrné napájecí napětí nn bylo v mezích daných pro napájecí napětí.

V sítích nn se dohodnuté napětí obvykle rovná jmenovitému ($U_c = U_n$). Proto odkazuje-li EN 50160 na jmenovitá nebo dohodnutá napětí, je třeba je chápat jako totožné.

3 POPIS HLAVNÍCH CHARAKTERISTIK NAPĚTÍ

3.1 Kmitočet sítě

EN 50160 stanoví, že jmenovitá hodnota kmitočtu je 50 Hz. Jelikož kmitočet v napájecí síti závisí na vzájemném působení mezi generátory a zatížením a rozsah odchylek klesá s rostoucím poměrem mezi výkonem generátorů a kolísáním zatížení, norma rozlišuje mezi systémy synchronně propojenými s okolními systémy a slabými izolovanými systémy, které se například typicky vyskytují na některých ostrovech.

Za normálních provozních podmínek v propojených sítích má být možné udržovat kmitočet ve velmi úzkém pásmu, proto EN 50160 specifikuje rozsah 50 Hz ± 1 % pro 99,5 % roku. Pro zbývajících 0,5 % roku je stanoven rozsah 50 Hz -6 % až $+4$ %, tento rozšířený rozsah je nezbytný pro řídké případy, kdy dochází k náhlému výpadku velkého rozsahu výroby.

U sítí s ostrovním provozem je nutné mít vzhledem k nižšímu poměru mezi výrobou a spotřebou širší provozní rozsah, proto EN 50160 udává rozsah 50 Hz ± 2 % pro 95 % týdne. Pro zbývajících 5 % týdne je stanoven rozsah 50 Hz ± 15 %, tento rozšířený rozsah je nutný pro řídké případy náhlé ztráty velkého objemu výroby nebo spínání velkého objemu zatížení. Při určitých poruchových stavech se mohou odpojit části propojeného systému a pokračovat v provozu jako „ostrovní“ síť.

Ve skutečnosti statistická analýza vyžaduje definici základního měření, které má být provedeno stanovením průměrné hodnoty kmitočtu během po sobě jdoucích 10sekundových intervalů.

Shoda s uvedenými limity se vyhodnotí za období sledování jeden rok (v ostrovních soustavách za týden včetně soboty a neděle) statistickou analýzou za sled 10sekundových měření.

3.2 Velikost napájecího napětí

Velikost napájecího napětí odpovídá:

- u sítí nn jmenovitému napětí, jak je uvedeno v článku 2.2 EN 50160;

- u sítí vn dohodnutému napětí, jak je uvedeno v článku 3.2 EN 50160.

3.3 Odchytky napájecího napětí

V sítích nn se obecně neužívá řízení napětí. Sítě jsou navrženy na statistickém základě s respektováním skutečnosti, že provozovatel sítě má omezené možnosti ovlivňovat připojování nových zatížení u uživatelů a obecně vůbec neřídí využívání těchto zatížení.

Sítě vn typicky využívají on-line přepínače odboček pod zatížením, umístěné na straně napětí vvn transformátorů vvn/vn. Činnost přepínače odboček vede ke změnám napětí o několik procent. Z důvodů stability se přepnutí přepínače odboček úmyslně zpožďuje zpočátku o několika minut, u dalších přepnutí o zlomky minut.

Odchytky napájecího napětí plynou z nezávislého zapínání a vypínání doslova stovek nebo tisíců (jde-li o sítě) spotřebičů v každé síti a jsou charakterizovány denními, týdenními a sezónními cykly.

Při stanovení velikosti napájecího napětí má měření probíhat po relativně dlouhé období, aby se vyloučily okamžité vlivy na měření, způsobené spínáním jednotlivých zatížení (například rozběh motoru, záběrový proud) a poruchy.

Z těchto důvodů se pro charakterizování těchto pomalých odchylek s pomalými cyklickými změnami používá 10minutová efektivní hodnota. Krátce trvající odchytky mimo tyto meze se charakterizují jako krátké poklesy napětí nebo překročení napětí.

V IEC 61000-2-8 jsou uvedeny příklady možných účinků způsobených snížením napětí.

3.4 Rychlé změny napětí

3.4.1 Velikost rychlých změn napětí

Typické rychlé změny napětí jsou často důsledkem spínání zatížení a nepřesahují velikost +5 % nebo - 5 % jmenovitého nebo dohodnutého napětí. Toto omezení je možné proto, že připojování zatížení, která mohou vyvolávat rychlé změny napětí obvykle podléhá směrnicím. Nicméně za určitých podmínek se mohou občas vyskytovat vyšší hodnoty až do 10 %. Tyto vyšší hodnoty mohou nastat například ve venkovských oblastech na koncích dlouhých vedení pro napájení zemědělských usedlostí, kde se používají velké motory (ventilátory, čerpadla, kompresory apod.).

EN 50160 uvádí, že za normálních provozních podmínek rychlá změna napětí v sítích nn obvykle nepřesáhne 5 % U_c , avšak za určitých okolností se mohou několikrát za den vyskytnout krátkodobé změny do 10 % U_c . Naproti tomu u vn sítí za normálních provozních podmínek nepřesahují rychlé změny napětí 4 % U_c , avšak za určitých okolností se mohou vyskytnout několikrát za den krátkodobé změny až do 6 % U_c . Důvodem pro užší rozsah u sítí vn je, že pro připojení zatížení do sítí vn se uplatňují přísnější omezení, než u sítí nn. Vyplývá to z většího počtu odběratelů, ovlivňovaných událostmi v síti vn.

3.4.2 Míra vjemu flikru

Flikr je jev, který působí na vizuální vnímání člověka změnami světelného toku světelných zdrojů, vyvolanými rychlým kolísáním napětí, jimiž jsou napájeny. V tomto případě kolísání napětí spočívá ze sledu rychlých změn napětí, následovaných dostatečně těsně po sobě tak, že stimulují odezvu oka v mozku, definovanou jako flikr.

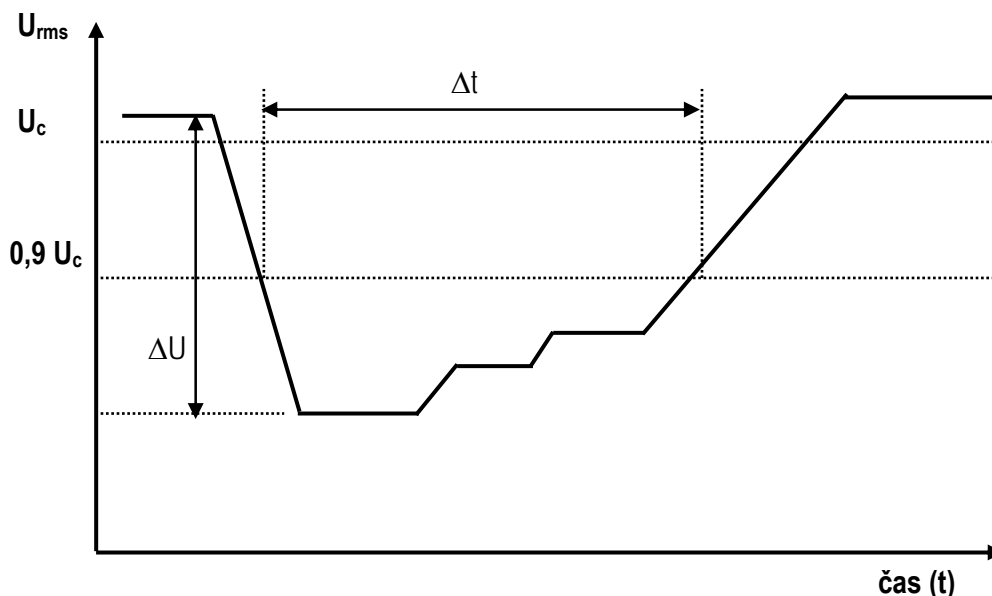
Obtěžování, způsobované flikrem je funkcí jak intenzity vnímání, tak trvání vystavení, proto se závažnost flikru popisuje dvěma parametry: krátkodobou mírou vjemu P_{st} (měřenou po 10 minutách) a dlouhodobou mírou vjemu P_{it} (měřenou po 120 minutách).

Limit je stanoven pouze pro parametr dlouhodobá míra vjemu flikru P_{it} (95% percentil), neboť se pro popis napájecího napětí považuje za důležitější.

Udržení úrovně flikru na nebo pod hladinami, specifikovanými v EN 50160 vyžaduje, aby zařízení splňovalo příslušné emisní limity. Rušení způsobovaná některým zařízením vzniká proudem generovaným zařízením, protékajícím impedancí sítě. Úroveň rušení je funkcí jak velikosti proudu, tak impedance. Emisní limity pro takové zařízení se stanoví na základě vztažné impedance sítě, jak je uvedeno v IEC 60725 Uvažování vztažných impedancí, používaných pro stanovení charakteristik rušení spotřebičů pro domácnosti a podobných elektrických zařízení [10].

3.4.3 Poklesy napájecího napětí

Pokles napájecího napětí je náhlé snížení efektivního napětí pod 90 % jeho dohodnuté hodnoty, následované návratem na hodnotu nad 90 % dohodnuté hodnoty napětí za dobu od 10 ms do 180 s. Obrázek 3 ukazuje zjednodušený tvar poklesu napětí tak, aby vyjádřil základní parametry, kterými je jev charakterizován: hloubka (ΔU) a trvání (Δt). Tato definice poklesu napětí je konvenční, odvozená z praktických zkušeností. Podrobnější popis poklesu napětí je v IEC 61000-2-8, metod měření v IEC 6100-4-30.



Obrázek 3 - Zjednodušený tvar poklesu napětí

Hloubka poklesu (ΔU)

Požadavky praktického měření vyžadují, aby se úroveň napětí, registrovaná během poklesu napětí vztahovala k referenčnímu napětí, typicky vůči jmenovitému napětí nebo dohodnutému napětí, spíše než ke skutečnému napájecímu napětí na začátku poklesu. Tím se zajistí, že snížení napájecího napětí na 0 V odpovídá snížení o 100 %.

Podle IEC 61000-2-8 je moderní pohled na popis hloubky poklesu napětí je takový, že se uvádí zbytkové napětí, tj. minimální hodnota napětí zaznamenaná během poklesu, jako % nebo poměrná hodnota (p.u.) referenčního napětí. Tudíž hloubka poklesu napětí je rozdílem mezi referenčním napětím a zbytkovým napětím.

Pokles napětí se definuje jako jedna událost, bez ohledu na průběh a počet postižených fází. Je to proto, že většina průmyslových a komerčních odběratelů má v současné době třífázové napájení, tyto instalace však obsahují často jednofázová zařízení, která jsou citlivá na poklesy napětí.

Vícefázová událost se považuje za jednu událost, jestliže se události v jednotlivých fázích časově překrývají.

Je také nutno rozlišovat mezi poklesem napětí a přerušením (stav bez napájecího napětí). Je skutečností, že krátká přerušení trvající méně než 180 s se mohou také považovat za 100 % pokles napětí a to by mohlo při klasifikaci vést ke zmatku. EN 50160 přijala (v době svého vzniku) konvenční práh 1 % dohodnutého napětí (hloubka poklesu 99 %). Jestliže úroveň napájecího napětí klesne pod 1 % U_c je jev považován za krátké přerušení, jinak je klasifikován jako pokles napětí.

Příčiny a účinky poklesů napětí jsou uvedeny ve zprávě UNIPED [11].

Indikativní hodnota „očekávaného počtu poklesů napětí za rok může být od několika desítek do jednoho tisíce“ vychází z hodnot uvedených v tabulce 2, která je převzata z níže uvedené zprávy UNIPEDe.

POZNÁMKA 1: Zpráva UNIPEDe [11] byla uveřejněna v r. 1991 a třídění podle časových mezí i podle hladin odráží přístupy dohodnuté před vznikem EN 50160.

POZNÁMKA2: Ve shodě s definicí 1.3.19 základní části této normy na rozdíl od výše uvedené definice se za mez pro přerušení napětí považuje 5 % dohodnutého napětí. Pro archivaci výsledků i hodnocení sledování poklesů/převýšení napětí v distribučních sítích se proto použije třídění podle TAB. C4 v části 3.4 normativní Přílohy C.

Trvání poklesu napětí (Δt)

Podle IEC 61000430-4-30 je trvání poklesu napětí definováno jako časový interval mezi okamžikem, kdy napětí poklesne pod prahovou hodnotu do okamžiku, kdy je napětí rovno nebo vyšší než prahová hodnota plus případné hysterezní napětí. Hystereze je okrajová hodnota prahových hodnot používaná při měření, aby se zamezilo kmitání naměřených hodnot, když se měřený parametr pohybuje kolem prahové úrovně.

Dolní hranice trvání je přirozeně 10 ms (půl periody 50 Hz) proto, že je to minimální doba, za níž lze stanovit efektivní hodnotu. Horní hranice trvání je 180 s tak, aby zahrnula účinky spínání zatížení a činnosti přepínače odboček transformátoru v napájené síti nebo v instalaci odběratele.

3.4.3.1 Přehled UNIPEDe

Skupina expertů DISDIP provedla koordinovanou měřicí kampaň po období tří roků v devíti zemích s různými klimatickými podmínkami a konfiguracemi sítí, aby poskytla lepší znalosti o poklesech napětí v evropských sítích vn.

Přehled byl prováděn na 126 místech při standardizovaných podmínkách měření a kritériích vyhodnocování pro maximální dobu trvání poklesu 60 s tak, aby se co nejvíce zahrnuly zřídka se vyskytující dlouhá trvání poklesů. Měření se prováděla na přípojnicích vn distribučních transformátorů v různých místech s cílem zajistit, aby výsledky bylo možno považovat za reprezentativní pro veřejné nn distribuční sítě.

Získané výsledky sumarizuje tabulka 2. Každá buňka tabulky představuje kombinaci výsledků ze všech lokalit a udává počet událostí, náležejících k odpovídajícím třídám hloubky a trvání, jež je možno očekávat že se vyskytnou za rok a s pravděpodobností 95 % nebude překročen. Je třeba poznamenat, že podle výše uvedených kritérií se údaje v posledním řádku se mají považovat za přerušení napětí a nikoliv za poklesy napětí.

Hodnoty v buňkách, zaregistrované během jednoho roku ve všech lokalitách měření se třídily od nejnižší po nejvyšší hodnotu. Tabulka 2 uvádí samostatně pro každou buňku hodnotu, která se překročí jen v 5% lokalit. Jelikož každá buňka se počítá nezávisle na jiných, 95% hodnota každé buňky se může týkat jiných lokalit. To značí, že součet hodnot za všechny buňky v řádku nebo ve sloupci nedává přesně 95% hodnot celého přehledu za hloubku a trvání. Skutečných 95% hodnot hloubky nebo trvání nebo hloubky a trvání je normálně menší, než odpovídající součet, který lze počítat z řádků nebo sloupců tabulky 2.

Tabulka 2 - Přehled UNIPEDe charakteristik poklesů napětí: četnost výskytu za rok, jež nebude překročena s pravděpodobností 95 %

Hloubka (% jmenovitého napětí)		Trvání (d) ²⁾					
		(ms)	(ms)	(s)	(s)	(s)	(s)
Od	do méně než	10 < 100	100 < 500	0,5 < 1	1 < 3	3 < 20	20 < 60
10	30 ¹⁾	111	68	12	6	1	0
30	60	13	38	5	1	0	0
60	99	12	20	4	2	1	0
99	100	1	12	16	3	3	4

¹⁾ UNPEDE DISDIP rozhodl pro příští přehled rozdělit tuto třídu do dvou tříd: 10-15 a 15-30

²⁾ Pro dobu trvání poklesu (d) rozsah každého sloupce byl stanoven takto: $t_1 < d \leq t_2$, kde t_1 je první hodnota a t_2 je následující hodnota.

Jak ukázaly výsledky měření UNPEDE, většina poklesů napětí má trvání kratší než 1s (článek 2.5.EN 50160).

Hloubku a trvání poklesů napětí lze získat měřením efektivní hodnoty napětí v každé polovině periody mezi dvěma průchody napětí nulou.

Ačkoliv přehled UNPEDE uvádí přesnější představu o tom, co lze očekávat pokud jde o poklesy napětí, rozvodné společnosti mohou obvykle poskytovat kvantitativní informace o situaci v konkrétních oblastech sítě podle vlastních zkušeností. Nicméně někdy jsou žádoucí konkrétnější informace o četnosti a závažnosti poklesů, zejména když odběratel provozuje technologické procesy, které jsou citlivé na poruchy napájení. Takové případy nebo případy stížností odběratelů vyžadují podrobnější prošetření.

3.5 Krátkodobá a dlouhodobá přerušení napájecího napětí

Pokud jde o trvání přerušení napájecího napětí, UNPEDE DISDIP a Publikace IEC 61000-2-1 Elektromagnetická kompatibilita (EMC), Část 2: Prostředí, Oddíl 1: Popis prostředí – Elektromagnetické prostředí pro nízkofrekvenční rušení šířené vedením a signály ve veřejných rozvodných sítích [12] berou za horní hranici trvání 1 minutu, která se vztahuje jen na krátká přerušení.

EN 50160 rozděluje přerušení napětí na:

- krátkodobá přerušení napájení (trvání ≤ 3 min)
- dlouhodobá přerušení napájení (trvání > 3 min).

Tato klasifikace bere v úvahu charakteristiky používaných systémů ochrany a automatického opětovného zapínání v sítích.

Ve venkovních sítích vn se po vypnutí zkratu vypínačem postiženého vedení obvykle provádí rychlé automatické opětovné zapnutí (OZ).

Časové zpoždění mezi vypnutím a opětovným zapnutím závisí na místních podmínkách. Odběrateli s citlivým zařízením se proto doporučuje, aby si u provozovatele distribuční sítě (DNO) vyžádal podrobné informace. Doby zpoždění mohou být v rozsahu od 300 ms do několika sekund nebo dokonce minut.

Jestliže bylo OZ úspěšné a zkrat byl eliminován, jsou odběratelé napájení daným vedením postižení poklesem napětí, jehož trvání je součtem časového zpoždění ochrany a vypínací doby vypínače (asi 100 ms až 500 ms) následované přerušením až do opětovného zapnutí vypínače. Další vedení napájená ze stejné přípojnice, jako vedení s poruchou, budou vystavena poklesu napětí s dobou trvání rovnající se vypínací době vypínače a hloubkou, závislejší na impedanci sítě (závislosti na vzdálenosti) mezi místem zkratu a přípojnici rozvodny. Časové zpoždění mezi vypnutím vypínače a opětovným zapnutím se často nazývá „přestávka OZ“, přestávka OZ se může měnit od minima 1 s do asi 60 s¹. Pro exaktní časový údaj, který se používá v určité konkrétní oblasti se uživateli doporučuje, aby se obrátil na provozovatele distribuční sítě.

Jestliže OZ nebylo úspěšné a po zapnutí zkrat nadále trvá, na postiženém vedení i na ostatních vedeních napájených ze stejných přípojníc nastane další pokles napětí a vypínač zkrat znovu vypne. Jestliže je vedení opatřeno vypínačem s několikanásobným OZ, odběratel napájený z tohoto vedení bude vystaven dalšímu krátkému přerušení, po kterém následuje obnovení napájení nebo konečné vypnutí vypínače, podle toho, zda porucha samovolně zmizí, nebo trvá dále. Tam, kde se

¹ V praxi našich provozovatelů distribučních soustav se v sítích vn a 110 kV užívá přestávka rychlého OZ 0,3 u trojpólového až 0,7 s u jednopólového OZ.

vícenásobný OZ nepoužívá, vypínač vypne a již znovu nezapne, za těchto podmínek odběratel napájený z postiženého vedení bude vystaven dlouhému přerušení až do doby odstranění poruchy a nového zapnutí vypínače.

V tomto posledním případě bude napájení přerušeno až do vymezení úseku vedení s poruchou a úsek bude odpojen a izolován, aby se mohl zrevidovat a opravit. Je-li k dispozici náhradní napájení, lze je uvést do provozu buď ručně nebo automaticky. U sítí s automatickým spínáním, zpoždění je obvykle v mezích mezi 30 s a 3 minutami.

Musí se zdůraznit, že tato technologie se používá pro zajištění nejvyšší možné kontinuity napájení a pro minimalizaci počtu odběratelů, postižených dlouhým přerušením způsobeným trvalou poruchou. V důsledku toho odběratelé připojení ke zdravým vedením mohou být vystaveni několika poklesům napětí navíc.

Pokud jde o poruchy kabelových podzemních sítí, je velmi malá pravděpodobnost že nějaká porucha po vypnutí vypínače zhasne samovolně, takže automatické opětné zapínání se v kabelových sítích nepoužívá.

Odběratelé napájení nízkým napětím jsou vystaveni jevům v sítích vn, k nimž jsou jejich napájecí sítě připojeny a jevům, které vznikají v jejich konkrétních a přilehlých sítích nn.

Ochrany a metody obnovování napájení se považují za základní rys „normálního provozu“ napájecí sítě a to vysvětluje, proč trvání krátkého přerušení bylo zvýšeno na tři minuty a opouští se předchozí trvání jedné minuty.

3.6 Dočasná přepětí (o kmitočtu sítě) mezi živými vodiči a zemí

Poruchy v síti vn mohou být důsledkem dočasných přepětí o kmitočtu sítě mezi živými vodiči a zemí v síti nn. Trvání a velikost těchto přepětí bude záviset na okolnostech poruchy, zejména na zemní impedanci sítě vn.

3.6.1 Distribuční sítě nn

Většina veřejných distribučních sítí nn se provozuje s účinně uzemněným uzlem. Proto nastane-li zemní spojení v síti vn, které zvýší zemní potenciál v blízkosti sítě nn, může se v síti nn vytvořit přepětí mezi fázovými a uzemněnými vodiči. Trvání je omezeno časem ochrany vn a vypínačem, který odpojí poruchu, obvykle do 5 s. Velikost přepětí je všeobecně omezena na 1,5 kV r.m.s., tato hodnota závisí na zemní impedanci nn sítě a na velikosti proudu zemního spojení v síti vn.

3.6.2 Distribuční sítě vn

Události, které způsobují dočasná přepětí v sítích vn jsou hlavně dvojího druhu:

- jednopólové zemní spojení
- ferorezonance.

3.6.2.1 Přepětí způsobená jednopólovými zemními zkraty

V sítích vn s izolovaným nebo přes impedanci uzemněným nulovým bodem může tento typ zkratů vyvolat na zdravých fázích dočasná přepětí mezi živými vodiči a zemí. Přepětí trvá nejméně po dobu zkratu (od zlomků sekundy až po několik hodin). Velikost přepětí je obecně pod 200 % jmenovitého napětí fáze proti zemi, to je $\sqrt{3} \times U$, kde U může být do $1,1 \times U_N$, je-li napětí rovno maximální velikosti rozsahu dovoleného pro vn.

3.6.2.2 Přepětí způsobená ferorezonancí

Ferorezonance je jev spojený se syčením magnetických jader. Vznikající přepětí nemají kmitočet sítě a jsou charakterizované silným zkreslením subharmonickými a harmonickými složkami napětí, obecně od několika Hz do 150 Hz. Ferorezonance je řídce se vyskytující jev, srovnávaný s jednopólovými zemními zkraty. V praxi tento druh přepětí v sítích vn mohou zapříčinit:

- rozpojené vodiče
- uzemněné přístrojové transformátory napětí v sítích vn s izolovaným nulovým bodem.

Rozpojené vodiče

Situace, při níž jsou jeden nebo dva vodiče rozpojené (působení pojistky, přerušení vodičů, atd.) a zůstanou pod napětím od primární strany transformátoru vn/nn při nízkém zatížení transformátoru.

Maximální přepětí fáze proti zemi bývá 250 – 300 % jmenovitého napětí, tvar vlny je zkreslený harmonickými (až do 150 Hz). Tato přepětí vznikají jen na vývodu s rozpojením.

Uzemněné transformátory napětí v sítích vn s izolovaným nulovým bodem

Přepětí na vodičích proti zemi se objevují působením ferorezonance, jsou-li vybuzeny náhlými změnami stavu sítě například při vypínání poruchy, spínacích operacích apod.

Maximální přepětí dosahují 180 – 250 % jmenovitého napětí, tvar vlny je zkreslen subharmonickými a harmonickými (od několika Hz do 150 Hz), přepětí se neprojeví na napětí mezi fázemi.

3.7 Přechodná přepětí mezi živými vodiči a zemí

Přechodná přepětí mají velmi různé charakteristiky a lze je třídit s ohledem na: amplitudu, četnost výskytu, trvání, hlavní složku frekvence přepětí, míru změny napětí a obsah energie. V následujících článcích je uveden krátký popis přechodných přepětí, která se vyskytují v distribučních sítích nn a vn, utříděných podle trvání.

Energetický obsah přechodného přepětí se značně mění v závislosti na jejich původu. Indukovaná přepětí způsobená úderem blesku mají obvykle větší amplitudu, ale nižší energetický obsah než přepětí způsobená spínáním, protože trvají obecně déle než atmosférická přepětí.

Odlišně od jiných jevů, jsou přechodná přepětí obvykle nižší v zásuvkách instalací, než ve veřejné distribuční síti.

To vysvětluje, proč v požadavcích na instalace nn, např. v IEC 60364-4-44 (HD 384-4-443) a v základních bezpečnostních požadavcích, zejména řady IEC 60364 jsou kategorie, použitelné pro zařízení v instalacích založeny na nižších hodnotách. U zařízení na vstupu do instalace se používají stejné hodnoty, jako uvádí EN 50160.

3.7.1 Distribuční síť nn

Vrcholová hodnota přechodných přepětí ve veřejných sítích obvykle nepřekračuje 6 kV, ale mohou se vyskytnout i hodnoty vyšší. Obecně se zařízení ve veřejných sítích specifikuje a volí na tomto základě.

Nicméně je třeba poznamenat, že zařízení pro použití v pevných instalacích odběratelů a spotřebiče mají nižší požadavky na odolnost podle HD 384-4-443, vycházející z příslušné kategorie přepětí podle jejich zamýšleného použití.

Doba náběhu impulsu je v širokém rozsahu od milisekund do mnohem méně než mikrosekunda. Jsou-li instalovány ochrany před přepětím, pak mají být zvoleny s uvážením vyššího energetického obsahu, spojeného se spínacími přepětími.

3.7.1.1 Dlouho trvající přepětí (> 100 μ s)

Příčinou přepětí je hlavně-

- působení omezujících pojistek (všeobecně: amplituda do 1 – 2 kV, tvar vlny unipolární, vysoký obsah energie);
- spínání kondenzátorů pro kompenzaci účinníku (všeobecně: amplituda do 2 až 3násobku vrcholové hodnoty jmenovitého napětí, tvar vlny: oscilační s kmitočtem v rozsahu od zlomku Hz po několik kHz, vysoký obsah energie);
- přenos přechodných přepětí ze strany vn na nn transformátorů elektromagnetickou vazbou (všeobecně: amplituda do 1 kV, tvar vlny: oscilační s kmitočtem v rozsahu od zlomku Hz po několik desítek kHz).

3.7.1.2 Středně dlouho trvající přepětí (od 1 μ s do 100 μ s)

Příčina těchto přepětí souvisí hlavně s bleskovou činností, typické příklady jsou uvedeny níže:

- Přímé úder blesku do vodičů vedení nn (neočekávané impulsy: amplituda: do 20 kV, tvar vlny: unipolární, vysoká hladina energie)
- Indukce od úderů blesku do vodičů blízkých vedení nn. Obecně amplituda nepřekročí 6 kV, ale může být až do 20 kV, tvar vlny je typicky unipolární a někdy unipolární oscilační.

- Odporová vazba; spojená s bleskovými proudy do země, protékajícími společným uzemněním sítě. Obecně amplituda nepřekračuje 10 kV, tvar vlny má vysoký obsah energie, tvar vlny je typicky unipolární nebo někdy unipolární oscilační.
- Přenos rázů způsobených přímými úderem blesku z vn na nn kapacitní vazbou. Jestliže je ráz vyvolán přímým úderem blesku do vedení vn, může to naopak vést k rychlému poklesu napětí, způsobeného působením bleskojistky s jiskřištěm při likvidaci poruchy. Amplituda přepětí v síti nn obecně nepřesáhne 6 kV, typicky má unipolární nebo někdy oscilační tvar vlny)
- Opětné zápaly, spojené se spínáním v síti nn mohou rezonovat s přirozenou frekvencí místní sítě. Amplituda přepětí může být do několiknásobku jmenovitého napětí. Tvar vlny je typicky oscilační a složitý s kmitočtem v rozsahu od desítek kHz do 1 MHz.
- Činnost vypínačů s velmi krátkou dobou hoření oblouku $< 2 \mu\text{s}$. Amplituda je typicky do několiknásobku jmenovitého napětí. Tvar vlny je oscilační s kmitočtem v rozsahu od několika desítek kHz do 1 MHz.
- Činnost spínacích zařízení v instalaci odběratele. Tato přepětí mají obecně nízký obsah energie a rychle se se vzdáleností tlumí. Typicky nepřesáhnou 2,5 kV.

3.7.1.3 Krátce trvající přepětí ($< 1 \mu\text{s}$)

Jejich příčinou je hlavně:

- Místní spínání malých indukčních proudů a malých indukčností (amplituda obecně do 1 – 2 kV, oscilační tvar vlny s kmitočtem od několika MHz do několika desítek MHz).
- Rychlé přechodné jevy způsobené spínáním v síti nn spínači se vzduchovou dráhou (relé a stykače), vyvolávajícím postupné přerušování a opětné zápaly (skupiny impulsů, jeden impuls - čelo asi 5 ns, trvání asi 50 ns).

3.7.2 Distribuční síť vn

3.7.2.1 Dlouho trvající přepětí ($> 100 \mu\text{s}$)

Tato přepětí jsou způsobena hlavně spínáním (vypínáním indukčních zatížení s nebo bez vnucené nuly proudu, vypínáním nebo zapínáním kompenzačních kondenzátorů s nebo bez opětných zápalů na vedeních vn, atd.), zkraty, obloukovými zemními zkraty, přechodnými přepětími, přenesenými elektromagnetickou vazbou ze strany vvn na vn transformátoru.

V některých bodech sítě se amplituda těchto přepětí omezuje ochrannou hladinou jiskřišť nebo svodičů přepětí, požadovaných pro koordinaci izolace (amplituda obecně do 3 – 5násobku vrcholové hodnoty napětí mezi fází a zemí, tvar vlny oscilační s kmitočtem od několika stovek Hz do několika stovek kHz).

3.7.2.2 Středně dlouho trvající přepětí (od $1 \mu\text{s}$ do $100 \mu\text{s}$)

Příčinou je hlavně:

- Indukce do vodičů vedení vn od blízkých úderů blesku a poměrně vzácně od přímých úderů blesku do vodičů vedení vn. Podél vedení je maximální amplituda přepětí omezena přeskoky na vzdušných vzdálenostech vedení; ve stanicích vvn/vn a dále na transformátorech vn/nn je omezena ochrannými opatřeními, například ochrannými jiskřišti a/nebo svodiči.
- Spínací manipulace se sklonem k opětným zápalům, například vakuovými vypínači (amplituda závislá na ochranných hladinách zajišťovaných koordinací izolace: obecně do 8 – 10násobku vrcholové hodnoty jmenovitého napětí, oscilační tvar vlny s kmitočtem několika MHz).

Většina přepětí jsou přepětí typu indukovaných přepětí, amplituda závisí na přeskokovém napětí a ochranné hladině, kterou zajišťuje koordinace izolace, tvar vlny unipolární, někdy oscilační, strmost v rozsahu 1 – 50 μs , doba týlu asi 100 μs , vysoký obsah energie.

3.7.2.3 Krátce trávající přepětí (< 1 μ s)

Příčina většinou souvisí se spínáním zapouzdřených zařízení, izolovaných plynem (GIS), které používají například SF₆. Amplituda přepětí je obecně až do několikanásobku vrcholové hodnoty jmenovitého napětí. Tvar vlny je oscilační s kmitočtem nad 1 MHz.

3.8 Nesymetrie napájecího napětí

Nesymetrie třífázového napájecího napětí spočívá ve ztrátě symetrie vektorů fázového napětí (velikost a/nebo úhel), vyvolané obvykle nesymetrií zatížení.

Prakticky nesymetrie u_u napájecího napětí je definovaná zpětnou složkou U_i , vyjádřenou v poměrné hodnotě nebo v % sousledné složky U_d ($u_u = U_i/U_d$).

Za normálních podmínek provozu musí být během kteréhokoliv týdenního období 95 % 10minutových středních efektivních hodnot nulové složky napájecího napětí v rozsahu od 0 do 2 % sousledné složky. V některých oblastech s velkým podílem jednofázových nebo dvoufázových přípojek odběratelů dosahuje nesymetrie v trojfázových předávacích místech až do 3 %.

Velmi krátkodobý účinek nesymetrie není obecně zajímavý, proto se mohou připustit prodlevy mezi základním měřením.

EN 50160 uvádí pouze hodnoty zpětné složky, protože tato složka je často nejdůležitější při posuzování možnosti rušení přístroji připojenými do sítě. Uváděné hodnoty jsou vhodné pro střednědobé nebo dlouhodobé účinky (například tepelné účinky) a rovnají se úrovním kompatibility, uvedeným v příslušné mezinárodní normě.

3.9 Harmonická napětí

Všeobecný přístup EN 50160 je vyjádřit všechny charakteristiky napětí ve vztahu k jmenovitému napětí nebo k dohodnutému napětí. Nicméně pro měřicí přístroje je typické je odkazovat se při měření harmonických na hodnotu základního napětí v době měření. Tedy ačkoliv EN 50160 definuje harmonická napětí ve vztahu k napětí základní harmonické (článek 1.3.21), udává hodnoty nn (tabulka 1) ve vztahu k jmenovitému napětí a hodnoty vn (tabulka 2) ve vztahu k dohodnutému napětí (články 2.11 a 3.11 EN 50160).

To se odchyluje od obecného postupu (také se uvádí v některých normách), kterým se mají vyjadřovat složky harmonických napětí procentním podílem k základní složce napětí.

To je třeba si uvědomit proto, že mnohé přístroje pro měření harmonických vyjadřují výsledky měření ve vztahu k základní harmonické složce, zejména ty, které měří činitel harmonického zkreslení (THD). Toto může se může provést použitím přepočítávacího koeficientu pro všechna měření harmonických, vyjádřených jako procento základní před porovnáváním těchto výsledků s hodnotami v EN 50160 (tabulka 1 a 2). V praxi to však nepovede k významným odchylkám, neboť přepočítávací koeficient bude blízký jedničce.

Hodnoty harmonických se z praktických důvodů specifikují pouze do 25. řádu, neboť u vyšších řádů jsou hodnoty natolik malé, že se nepovažuje za nutné je měřit a protože je obtížné udat hodnoty, které by odpovídaly všem sítím.

POZNÁMKA 1 U harmonických do 17tého řádu jsou hodnoty v tabulce 1 EN 50160 stejné jako úrovně kompatibility, uvedené v příslušné mezinárodní normě.

POZNÁMKA 2 Udržování harmonických úrovní na nebo pod hladinami uvedenými v EN 50160 vyžaduje, aby zařízení splňovalo dané emisní limity. Rušení vyvolané některým zařízením vzniká proudem generovaným zařízením, který protéká impedancí sítě. Úroveň rušení je funkcí velikosti jak proudu, tak impedance. Emisní limity pro toto zařízení jsou stanoveny na základě referenční impedance sítě, jak je uvedeno v IEC 60725 [10].

Pro sítě vn se udávají stejné hodnoty harmonických jako pro nn sítě, i když očekávané hodnoty jsou obvykle nižší než 80 % hodnot v sítích nn. Je to proto, že v sítích vn existuje vyšší riziko resonancí, rozmanitosti zatížení a někdy téměř aritmetické superposice harmonických se stejným fázovým úhlem, zejména u harmonických nízkého řádu.

Za normálních provozních podmínek během kteréhokoliv týdenního období musí být 95% středních 10minutových hodnot každého jednotlivého harmonického napětí nižší nebo rovno hodnotě uvedené v tabulce 1 EN 50160.

EN 50160 uvádí, že v případě síťových rezonancí se mohou vyskytnout vyšší hodnoty jednotlivých harmonických. Obvykle účinky těchto rezonancí jsou závažnější v sítích vn než v sítích nn. Nejvyšší rezonanční napětí se vyskytne při nízkém zatížení. Hodnota nějaké harmonické nízkého řádu způsobená síťovou rezonancí může být až dvojnásobkem hodnoty u této sítě bez rezonance.

Celkové harmonické zkreslení (THD) napájecího napětí (zahrnující všechny harmonické až do řádu 40) musí být nižší nebo rovno 8 %. Omezení do řádu 40 bylo přijato dohodou v mnoha zemích.

3.10 Meziharmonická napětí

Meziharmonické o kmitočtech blízko základního kmitočtu i při nízkých hladinách vyvolávají flickr (viz 2.4.2 EN 50160). V některých případech mohou meziharmonické působit rušení HDO.

Z hlediska normalizace se meziharmonické považují za dosud ve stadiu zkoumání a shromažďování poznatků, avšak specifikace měřících přístrojů prakticky odpovídá tomu, co se používá pro harmonické.

3.11 Napětí signálů v napájecím napětí

Pokud jde o přenosy signálů veřejnou distribuční sítí je třeba rozlišovat:

- systémy HDO (rozsah kmitočtů od 100 Hz do 3 kHz)
- komunikační systémy s nosnými signály (rozsah kmitočtů od 3 kHz do 148,5 kHz).

Úrovně napětí, uváděné v EN 50160 vycházejí z těchto zásad:

- Rozsah 100 Hz až 900 Hz: Hodnoty jsou podle tzv. „Meister-křivky“, která definuje maximální dovolené napětí HDO v sítích nn. Skládá se z horizontální části pro nízké kmitočty s maximální úrovní 20 V, následuje klesající část od 500 Hz podle vztahu $10\,000/f$ (f v Hz). Meister-křivku lze také nalézt v EN 61000-2-2 Elektromagnetická kompatibilita (EMC). Část 2: Prostředí. Díl 2: Kompatibilní úrovně pro nízkofrekvenční rušení šířené vedením a signály v rozvodných sítích nízkého napětí [13].
- Rozsah 900 Hz až 3 kHz: hodnota 5 % U_n se shoduje s maximální úrovní ovládacích napětí podle EN 61000-2-2: 1993 pro rozsah kmitočtů od 500 Hz do 2 kHz.
- Rozsah 3 kHz až 148,5 kHz: Hodnoty jsou definovány podle EN 50065-1 Signalizace v sítích nn v kmitočtovém rozsahu 3 kHz až 148,5 kHz – Část 1: Všeobecné požadavky, kmitočtová pásma a elektromagnetická rušení [14] a jsou vzhledem k metodě měření dvojnásobné.

Úrovně v rozsahu kmitočtů 100 Hz až 9 kHz. jsou pro sítě nn i vn shodné; pro kmitočty nad 9 kHz se úrovně pro sítě vn v EN 50160 neuvádějí pro nedostatek zkušeností a možný další vývoj.

Hodnoty uvedené v EN 50160 pro komunikační systémy s nosnými signály (MCES) provozované při kmitočtech > 3 kHz vychází z maximálního vysílacího výstupního výkonu podle EN 50065-1, s poznámkou, že tyto hladiny vyjadřují, co je změřeno měřicím přístrojem o vnitřní impedanci rovné impedanci přenosového vedení, takže skutečné hladiny na vedení jsou dvojnásobné.

Limity signálních napětí podle EN 50065-1 se musí dodržovat tak, aby se zamezilo rušení některých výrobků, zejména audiopřijímačů.

4 ODKAZY PŘÍLOHY B

- [1] UNIPEDÉ – NORMCOMP, Electricity Product Characteristic and Electromagnetic Compability (*Charakteristiky elektřiny jako výrobku a elektromagnetická kompatibilita*)
- [2] EN 50160: 1994 Voltage characteristics of electricity supplied by public distribution systems (in the meantime version as of 1999) (*Charakteristiky napětí elektrické energie dodávané z veřejné distribuční sítě – v upravené verzi z r. 1999*)

- [3] Council Directive 85/374 on the approximation of the laws of the Member States relating to liability for defective products, Official Journal of 07.08.1985
(*Směrnice rady 85/374 o přibližování zákonů členských zemí EU týkajících se odpovědnosti za vady výrobků*)
- [4] UNIPED DE DISNORM 12, September 1989, Definitions of the Physical Characteristics of Electrical Energy Supplied by Low and Medium Voltage Public Systems
(*Návrh normy UNIPED DE 12 Definice fyzikálních charakteristik elektřiny dodávané veřejnými distribučními sítěmi nn a vn*)
- [5] IEC 60664-1:2000 Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests
(*Koordinace izolace pro zařízení v soustavách nn – Část 1: Principy, požadavky a zkoušky*)
- [6] IEC 60364-4-44:2001 Electrical installations of buildings – Part 4: Protection for Safety – Chapter 44: Protection against overvoltages
(*Elektrické instalace v budovách – Část 4: Bezpečnost – Oddíl 44: Ochrana před přepětím*)
- [7] IEC 61000-4-30:2003 Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-30: Testing and measurement techniques – Power quality measurement methods
(*Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – Část 4-30: Zkušební a měřicí technika – Metody měření kvality energie*)
- [8] IEC 61000-2-8:2002 Technical Report, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2-8: Environment – Voltage dips and short interruptions on public electric power supply systems with statistical measurement result
(*Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – Část 2-8: Prostředí – Krátkodobé poklesy napětí a rychlá přerušení ve veřejných elektrických napájecích sítích s výsledky statistického měření*)
- [9] IEC 60038:1983 + A1:1994, IEC standard voltages / HD 472 S1:1988 +A1:1995, Nominal voltages for low voltages public electricity supply systems
(*Jmenovitá napětí IEC/Jmenovitá napětí ve veřejných sítích nn*)
- [10] IEC/TR3 60725:1981, Consideration on reference impedances for use in determining the disturbance characteristics of household appliances and similar electrical equipment
(*Uvažování vztažných impedancí pro stanovení charakteristik rušení u zařízení pro domácnosti a podobných elektrických zařízení*)
- [11] UNIPED DE Report 91 en 50.02, Voltage Dips and Short Interruptions in Electricity Supply Systems
(*Poklesy napětí a krátká přerušení napětí v napájecích sítích*)
- [12] IEC 61000-2-1:1990 Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2: Environment – Section 1: Description of the environment – Electromagnetic environments for low frequency conducted disturbances and signalling in public power supply systems
(*Elektromagnetická kompatibilita (EMC), Část 2: Prostředí, Oddíl 1: Popis prostředí – Elektromagnetické prostředí pro nízkofrekvenční rušení šířené vedením a signály ve veřejných rozvodných sítích*)
- [13] IEC 61000-2-2:1990/EN 61000-2-2:2002 Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2: Environment – Section 2: Compatibility levels for low-frequency conducted disturbances and signalling in public power supply systems
(*Elektromagnetická kompatibilita (EMC) Část 2: Prostředí Oddíl 2: Kompatibilní úrovně pro nízkofrekvenční rušení šířené vedením a signály ve veřejných rozvodných sítích nízkého napětí*)
- [14] EN 50065-1:2000 Signalling on low-voltage electrical installations in the frequency range 3 kHz to 148,5 kHz – Part 1: General requirements, frequency bands and electromagnetic disturbances
(*Signalizace v sítích nn v kmitočtovém rozsahu 3 kHz až 148,5 kHz – Část 1: Všeobecné požadavky, kmitočtová pásma a elektromagnetická rušení*)
- [15] UNIPED DE Application Guide to the European Standard EN 50160 on „Voltage characteristics of Electricity Supplied by Public Distribution Systems, 1995
(*Průvodce pro používání Evropského standardu EN 50160 Charakteristiky napětí elektřiny, dodávané veřejnými distribučními sítěmi*)

PŘÍLOHA C (NORMATIVNÍ) POKYNY PRO MĚŘENÍ CHARAKTERISTIK NAPĚTÍ

Tato příloha vychází z ČSN EN 61000-4-30 [11]. Jejím účelem je přispět ke sjednocení přístupu provozovatelů distribučních soustav (PDS) k měření a hodnocení charakteristik tam, kde je uživatelům ponechána volba a kde by různé přístupy mohly omezovat jednotný pohled na dosahovanou úroveň kvality elektřiny, vyvolávat nejasnosti při jednání s odběrateli a uplatňování charakteristik napětí ve smlouvách mezi PDS a jejich zákazníky.

OBSAH

PŘÍLOHA C (NORMATIVNÍ) POKYNY PRO MĚŘENÍ CHARAKTERISTIK NAPĚTÍ.....	41
1 VŠEOBECNĚ.....	43
1.1 Třídy funkce měření	43
2 ROZSAH OVLIVŇUJÍCÍCH VELIČIN A REALIZACE OVĚŘOVÁNÍ	43
2.1 Rozsah ovlivňujících veličin	43
2.2 Přístrojové transformátory.....	45
2.3 Koncepce označování.....	45
3 SPECIFIKACE ZPŮSOBU MĚŘENÍ A URČENÍ SHODY S NORMOU	45
3.1 Kmitočet sítě	46
3.1.1 Vyhodnocení měření.....	46
3.2 Velikost napájecího napětí.....	46
3.2.1 Vyhodnocení měření.....	46
3.3 Rychlé změny napětí: flickr.....	46
3.3.1 Vyhodnocení měření.....	46
3.4 Poklesy napětí.....	47
3.5 Krátkodobá a dlouhodobá přerušení napájecího napětí.....	48
3.5.1 Vyhodnocení měření.....	48
3.6 Krátkodobé zvýšení napětí.....	49
3.6.1 Vyhodnocení měření.....	49
3.7 Nesymetrie napájecího napětí	49
3.7.1 Vyhodnocení měření.....	50
3.8 Harmonická napětí	50
3.8.1 Vyhodnocení měření.....	50
3.9 Meziharmonická napětí.....	50
3.10 Úrovně napětí signálů v napájecím napětí.....	50

1 VŠEOBECNĚ

1.1 Třídy funkce měření

Pro každý měřený parametr, definovaný v části 2.2 a 3.2 jsou definovány zří třídy funkce měření.

– Třída funkce A

Tato třída funkce se použije pokud jsou nutná přesná měření, například pro měření v předacích místech mezi přenosovou a distribuční soustavou, smluvní aplikace, ověřování shody s normami, odstranění pochybností, atd. Jakákoliv měření parametru prováděná dvěma různými přístroji vyhovujícím 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.

– Třída funkce S

Přístroje užívající postupy třídy S poskytují užitečné a porovnatelné informace pro statistické aplikace a přehledy, obecně jsou lacinější, než přístroje užívající postupy pro třídu A.

POZNÁMKA 1: Agregace měření v časovém intervalu se může lišit od třídy A pro harmonické a meziharmonické tím, že hodnoty jednotlivých cyklů 10 period mohou být přerušeny až 1 s mezerami (udá výrobce).

POZNÁMKA 2: Nejistota času nesmí překročit ± 10 s za 24 hodin.

– Třída funkce B

Tato třída funkce se může použít pro kvalitativní statistické přehledy, odstraňování poruch a ostatní použití, pokud se nepožaduje nízká nejistota. Je určena k zabránění vyřazování mnoha existujících přístrojů.

2 ROZSAH OVLIVŇUJÍCÍCH VELIČIN A REALIZACE OVĚŘOVÁNÍ

Pro každou třídu funkce je specifikován rozsah ovlivňujících faktorů, který se musí dodržet. Způsob, jakým se ověřují vlastnosti přístrojů pro měření je uveden v části 6.2 [11]. Uvedené požadavky je zapotřebí uplatňovat při výběru přístrojů ať již pro jejich zakoupení, či jednání s organizací o zabezpečení měření kvality elektřiny .

2.1 Rozsah ovlivňujících veličin

Měření specifických charakteristik může být nepříznivě ovlivněno rušivými vlivy ovlivňujících veličin na vstup elektrického signálu, například měření nesymetrie napájecího napětí může být nepříznivě ovlivněno pokud je tvar vlny napětí současně vystaven rušení harmonickými.

Tabulka C1 - Souhrn požadavků na neurčitost výsledků měření pro jednotlivé třídy funkcí , měřicí rozsahy i rozsahy ovlivňujících veličin jsou v následující tabulce

(SBM=specifikováno výrobcem, N/R=není požadováno, N/A=nepoužitelné)
Tato tabulka je pouze shrnující. Skutečné požadavky jsou v příslušných částech.

Část a parametr	Třída	Měřicí metoda	neurčitost	Rozsah měření(1)	Rozsah ovlivňujících veličin(2)	Způsob agregace
5.1 kmitočet	A	Viz 5.1.1	±10 mHz	42.5~57.5 Hz, 51~69 Hz	42.5~57.5 Hz, 51~69 Hz	N/R
	S	SBM	±100 mHz	42.5~57.5 Hz, 51~ 69 Hz	42.5~57.5 Hz, 51~69 Hz	N/R
	B	SBM	SBM	42.5~57.5 Hz, 51~69 Hz	42.5~57.5 Hz, 51~69 Hz	N/R
5.2 velikost napájecího napětí	A	Viz 5.2.1	±0.1% U _{din}	10%~150% U _{din}	10%~200% U _{din}	Viz 4.5
	S	Viz 5.2.1	±1% U _{din}	20%~120% U _{din}	10%~150% U _{din}	Viz 4.5
	B	r.m.s., SBM	±1% U _{din}	SBM	10%~150% U _{din}	SBM
5.3 Flickr	A	Viz 5.3.1 a IEC61000- 4-15	Viz 5.3.2 and 61000-4-15	0,1~10,0 Pst	0~20 Pst	Viz 61000-4-15
	S	Viz 5.3.1	Viz 5.3.2	SBM	SBM	Viz 61000-4-15
	B	N/R	N/R	N/R	N/R	N/R
5.4 poklesy a přepětí	A	Urms(1/2)	±0.2% U _{din}	N/A	N/A	N/A
	S	Urms(1/2) – viz 5.4.1 Note 3	±1% U _{din}	N/A	N/A	N/A
	B	Urms(1/2) - SBM – viz 5.4.1 Note 3	±1% U _{din}	N/A	N/A	N/A
5.5 přerušení	A	Stejně jako 5.4	Pouze trvání	N/A	N/A	N/A
	S	Stejně jako 5.4	Pouze trvání	N/A	N/A	N/A
	B	Stejně jako 5.4	Pouze trvání	N/A	N/A	N/A
5.7 nesymetrie	A	Symetrické složky: u ₂ a u ₀	±0,15% rdg Viz 5.7.2	1~5% u ₂ 1~5% u ₀	0~5% u ₂ 0~5% u ₀	Viz 4.5
	S	SBM	±0,15% rdg Viz 5.7.2	1~5% u ₂	0~5% u ₂	Viz 4.5
	B	SBM	SBM	SBM	SBM	SBM
5.8 harmonická napětí	A	Viz 5.8 a IEC61000-4-7	Viz 5.8 a IEC61000-4-7 Třída II	10% ~ 200% Třída 3 of IEC 61000-2-4	200% Třída 3 IEC 61000-2-4	Viz 4.5
	S	Viz 5.8	Viz 5.8 200% IEC 61000-4-7 Třída II	10% ~ 100% Třída 3 IEC 61000-2-4	200% Třída 3 IEC 61000-2-4	Viz 4.5
	B	SBM	SBM	SBM	200% Třída 3 IEC 61000-2-4	SBM
5.9 meziharmonická napětí	A	Viz 5.8 a IEC61000-4-7	Viz 5.8 a IEC61000-4-7 Třída II	10% ~ 200% Třída 3 IEC 61000-2-4	200% Třída 3 IEC 61000-2-4	Viz 4.5
	S	Viz 5.8	SBM	10% ~ 100% Třída 3 IEC 61000-2-4	200% Třída 3 IEC 61000-2-4	Viz 4.5
	B	SBM	SBM	SBM	200% Třída 3 IEC 61000-2-4	SBM
5.10 napětí signálů	A	Viz 5.10.1	Viz 5.10.2	1% ~ 9% U _{din}	0% ~ 9% U _{din}	N/R
	S	SBM	N/R	SBM	0% ~ 9% U _{din}	N/R
	B	SBM	N/R	SBM	0% ~ 9% U _{din}	N/R
5.12 záporné/kladné odchylky	A	Viz 5.12.1	Viz 5.2	Viz 5.2	N/A	Viz 4.5
	S	N/R	N/R	N/R	N/A	N/R
	B	N/R	N/R	N/R	N/A	N/R
Přechodná napětí IEC61180	A	N/R	N/R	N/R	6 kV pk(3)	N/A
	S	N/R	N/R	N/R	N/R	N/A
	B	N/R	N/R	N/R	N/R	N/A
Rychlá přepětí IEC61180	A	N/R	N/R	N/R	4 kV pk(3)	N/A
	S	N/R	N/R	N/R	N/R	N/A
	B	N/R	N/R	N/R	N/R	N/A

(1) Přístroj musí splňovat požadavky na neurčitost pro signály v měřicím rozsahu.

(2) Přístroj musí snášet signály v rozsahu ovlivňujících veličin bez změny měření nebo dalších parametrů v rámci požadované neurčitosti a bez poškození přístroje. Přístroj může indikovat překročení měřicího rozsahu až do meze pro ovlivňující veličiny (s výjimkou přechodných přepětí a rychlých jevů).

2.2 Přístrojové transformátory

Měřicí přístroje mohou být v závislosti na požadavcích na měření a vybavení měřicího místa připojeny buď mezi fázemi nebo fázemi a středním vodičem.

Pokud jsou měřicí přístroje připojeny přes měřicí transformátory, zapojení napětí na měřicí soupravě musí být obrazem napětí dodávaného distributorem (napětí fáze-fáze, nebo fáze – střední vodič).

Pokud je např. s ohledem na náklady měřeno na sekundárních svorkách distribučního transformátoru, charakteristiky napětí nejsou přesně stejné, jako na primární straně. Interpretace výsledků je pak choulostivá, nicméně může být dohodnuta mezi PDS a zákazníkem.

Přístrojové měřicí transformátory napětí využitě při měření musí odpovídat požadavkům ČSN EN 60 044-2. Jednofázové kapacitní transformátory napětí mohou být použity pro měření napěťových charakteristik s výjimkou měření harmonických a meziharmonických napětí.

Pro měření v třídě A je zapotřebí připojit měřicí soupravu k měřicímu transformátoru s dovolenou chybou $\leq 0,5 \%$, jehož skutečné zatížení přitom nepřekračuje jmenovitou zátěž a činitel zvýšení napětí odpovídá druhu sítě (způsobu zemnění uzlu).

Pro měřicí funkce třídy B lze pro měření využít i měřicí transformátory s horší třídou přesnosti, při vyhodnocení měření a interpretaci výsledků je zapotřebí brát v úvahu jejich možné ovlivnění.

2.3 Koncepce označování

Během krátkodobého poklesu napětí, krátkodobého zvýšení napětí nebo přerušení napětí mohl by algoritmus měření pro ostatní parametry (například měření kmitočtu) vytvářet nespolehlivou hodnotu. Koncepce označování příznakem proto vylučuje počítání jednotlivé události v různých parametrech více než jednou (například počítání jednotlivého krátkodobého poklesu napětí jak jako krátkodobého poklesu napětí, tak i jako změny kmitočtu) a označuje, že agregovaná hodnota by mohla být nespolehlivá.

Označování se spouští jenom krátkodobými poklesy napětí, krátkodobými zvýšeními napětí a přerušeními napětí.

Protože detekce krátkodobých poklesů napětí a krátkodobých zvýšení napětí je závislá na prahové hodnotě, doporučuje se jednotně používat tyto hodnoty:

- mez pro označení poklesů 85% jmenovitého napětí
- mez pro označení krátkodobých zvýšení napětí 115 %.

Koncepce označování se používá pro třídu funkce měření A během měření síťového kmitočtu, velikosti napětí, flikru, nesymetrie napájecího napětí, harmonických napětí, meziharmonických napětí, signálů v síti a měření kladných a záporných odchylek parametrů.

Pokud během daného časového intervalu je jakákoliv hodnota označena, agregovaná hodnota zahrnující tuto hodnotu musí být také označena. Označená hodnota se musí uložit a zahrnout také do postupu agregace, například je-li během daného časového intervalu jakákoliv hodnota označena musí být agregovaná hodnota, která zahrnuje tuto hodnotu, také označena a uložena.

3 SPECIFIKACE ZPŮSOBU MĚŘENÍ A URČENÍ SHODY S NORMOU

Základní pevné časové intervaly užitě v různých způsobech měření jsou tyto:

- pro síťovou frekvenci: 10 s
- pro velikost napětí, flikru, nesymetrii: 10 minut
- pro harmonické/meziharmonické: 10 minut
- pro signály po vedení: 3 s

3.1 Kmitočtová síť

Při měření se určuje střední hodnota v pevných intervalech 10 s, doba pozorování je minimálně jeden týden v pevných krocích po 10 s, měřicí intervaly se nesmí překrývat.

3.1.1 Vyhodnocení měření

Měřicí intervaly se rozdělí podle následujících kritérií:

N je počet 10 s intervalů během kterých je napájecí napětí uvnitř $\pm 15\%$ jmenovité hodnoty²:

N_1 frekvence se liší o více než 0,5 Hz od jmenovité hodnoty a napájecí napětí je v intervalu $\pm 15\%$ jmenovité hodnoty:

N_2 frekvence se liší o více než $\pm 2/3$ Hz od jmenovité hodnoty a napájecí napětí je v intervalu $\pm 15\%$ jmenovité hodnoty:

Požadavky normy jsou splněny když:

$$N_1/N \leq 0,5\% \quad \text{a současně}$$

$$N_2 = 0$$

3.2 Velikost napájecího napětí

Přístroj musí měřit efektivní hodnotu napětí v časovém intervalu 10 cyklů, z patnácti těchto následujících hodnot se určí hodnota pro časový interval 3 s a z těch se složí efektivní hodnota pro interval 10 minut. Intervaly 10 minut jsou vázány na absolutní čas, ne již na celý počet hodnot pro 10 cyklů.

3.2.1 Vyhodnocení měření

Pro určení shody s normou se pro napájecí napětí stanoví:

- $N = 1008$ počet 10-minutových vzorků při době pozorování jeden týden
- $N_{\text{přízn}}$ počet 10-minutových intervalů označených příznakem (intervaly s poklesy nebo zvýšením napětí mimo meze $\pm 15\%$):
- N_1 počet platných – neoznačených 10-minutových intervalů s napětím nevyhovujícím čl. 2.2, 2.3 a 3.2 a 3.3 této normy.

Shoda s normou je dána pokud:

$$\frac{N_1 + N_{\text{přízn}}}{N} \leq 5\%$$

3.3 Rychlé změny napětí: flikr

Přístroj musí měřit hodnoty P_{st} (10 min) i P_{lt} (2 hod) a odpovídat [3].

3.3.1 Vyhodnocení měření

- doba pozorování jeden týden v pevných krocích po 10 minutách,
- určení počtu všech hodnot P_{st} (krátkodobá míra vjemu flikru měřená v 10 minutových intervalech),
- určení platných hodnot P_{st} vyloučením těch hodnot, které se vztahují k 10 minutovým intervalům, během kterých je napájecí napětí vně rozsahu jmenovité hodnoty $\pm 15\%$ a/nebo se projeví napěťové poklesy/zvýšení $\geq 15\%$ jmenovité hodnoty napětí,
- vyhodnocení P_{lt} (dlouhodobá míra vjemu flikru) na základě 12 následujících platných hodnot P_{st} .

Z těchto hodnot se určí:

- počet hodnocených P_{lt} ³: $N_{P_{\text{lt}}} = 84$

² Střední aritmetická hodnota v časovém intervalu 10 minut

- počtu P_{It} větších než 1: $N1_{P_{It}}$

Požadavky normy jsou splněny, když:

$$N1_{P_{It}}/N_{P_{It}} \leq 5 \%$$

Pro předací místa z přenosové soustavy a odběry v sítích 110 kV se určí dále:

- počet hodnocených P_{St} : $N_{P_{St}} = 1008$
- počet P_{St} větších než dovolená mezní hodnota: $N1_{P_{St}}$

Požadavky normy jsou splněny, když:

$$N1_{P_{St}}/N_{P_{St}} \leq 5 \%$$

3.4 Poklesy napětí

Poklesy napětí patří mezi charakteristiky napětí, pro které jsou k dispozici pouze indikativní hodnoty stanovené v rámci prací UNIPEDÉ [12]. Orientační hodnoty poklesů napětí podle přehledu UNIPEDÉ jsou v Tabulce 2 v Příloze B.

Vzhledem k jejich významu pro choulostivé odběratele je jejich sledování a vyhodnocování doporučeno v Příloze 2 Pravidel provozování distribučních soustav [21]. Pro toto sledování a vyhodnocování platí:

Základem měření krátkodobého poklesu i krátkodobého zvýšení napětí musí být $U_{rms(1/2)}$ na každém měřicím kanálu⁴. Doba posuzování je minimálně jeden rok.

Krátkodobý pokles napětí začíná, když napětí $U_{rms(1/2)}$ jednoho nebo více kanálů je pod prahovou hodnotu krátkodobého poklesu napětí a končí, když napětí $U_{rms(1/2)}$ na všech měřicích kanálech se rovná nebo je větší než prahová hodnota plus napětí hystereze.

Pro zatřídění zjištěných hodnot se použije tabulka C2.

Trvání poklesu t odpovídá času, po který bylo napětí menší než 90 % jmenovitého (dohodnutého) napětí. Nij je zjištěná četnost poklesů pro určité zbytkové napětí a jeho trvání, která není překročena v 95 % sledovaných v příslušném napěťovém pásmu.

Poznámka 1: Tabulka C4 pro třídění krátkodobých poklesů napětí se liší od původní tabulky pro třídění napěťových poklesů UNIPEDÉ, je upravená podle ČSN IEC 61000-4-30 [11]. Místo poklesů napětí se vyhodnocuje zbytkové napětí a pro přerušení napájecího napětí se uvažuje mez 5 % U_n . Řádek se zbytkovým napětím 85 až 90 % uvádíme pro srovnávací účely, pro označování měřicích intervalů poklesy napětí se použije mez – 15 % z jmenovité hodnoty.

Poznámka 2: Tento přístup k poklesům napětí podle [11] lépe vyjadřuje vliv na zařízení v síti, poklesy napětí jsou vhodnější pro stanovení flikru.

Poznámka 3: Hystereze se typicky rovná 2 % U_n .

V posledním sloupci je doplněno trvání poklesů od 1 do 3 minut, aby navazovalo na události, u kterých je hodnoceno přerušení dodávky, pro které je stanovena mez 3 minuty.

³ V tomto případě se z hodnocení vylučují intervaly označené při krátkodobých poklesech nebo zvýšeních napětí; jsou jako nevyhovující započteny u velikosti napájecího napětí.

⁴ Bližší podrobnosti obsahuje [11].

Tabulka C2 Třídění napětových poklesů

Zbytkové U_{ret} [%] Trvání (t)	10 ms ≤ t < 100 ms	100 ms ≤ t < 200 ms	200 ms ≤ t < 500 ms	500 ms ≤ t < 1 s	1 s ≤ t < 3s	3 s ≤ t < 20 s	20 s ≤ t < 1 min	1 min ≤ t < 3 min
85 ≤ d < 90	N ₁₁	N ₂₁	N ₃₁	N ₄₁	N ₅₁	N ₆₁	N ₇₁	N ₈₁
70 ≤ d < 85	N ₁₂	N ₂₂	N ₃₂	N ₄₂	N ₅₂	N ₆₂	N ₇₂	N ₈₂
40 ≤ d < 70	N ₁₃	N ₂₃	N ₃₃	N ₄₃	N ₅₃	N ₆₃	N ₇₃	N ₈₃
5 ≤ d < 40	N ₁₄	N ₂₄	N ₃₄	N ₄₄	N ₅₄	N ₆₄	N ₇₄	N ₈₄
d < 5	N ₁₅	N ₂₅	N ₃₅	N ₄₅	N ₅₅	N ₆₅	N ₇₆	N ₈₆

POZNÁMKA 1.: Interval zbytkového napětí 85 až 90 % se překrývá s pásmem dovolených 95 % průměrných efektivních hodnot napájecího napětí v měřicích intervalech 10 minut. Přesto považujeme údaje pro toto pásmo za důležité vzhledem k pracovnímu rozsahu stykačů, relé apod.

POZNÁMKA 2: Podle výsledků sledování bude počet tříd příp. zvýšen.

POZNÁMKA 3 Řádek se zbytkovým napětím < 5 % U_{ret} je určen pro napětové poklesy, při kterých pod 5 % U_{ret} kleslo napětí v jedné nebo dvou fázích a není tedy splněna podmínka pro vyhodnocení události jako přerušení napětí.

3.5 Krátkodobá a dlouhodobá přerušení napájecího napětí

– V jednofázových systémech přerušení napětí začíná, když napětí $U_{rms}(1/2)$ klesne pod prahovou hodnotu přerušení napětí a končí, když napětí $U_{rms}(1/2)$ se rovná nebo je větší než prahová hodnota přerušení napětí plus hystereze.

– Ve vícefázových systémech přerušení napětí začíná, když napětí $U_{rms}(1/2)$ všech kanálů klesne pod prahovou hodnotu přerušení napětí a končí, když napětí $U_{rms}(1/2)$ na jakémkoliv kanálu se rovná nebo je větší než prahová hodnota přerušení napětí plus hystereze.

Prahovou hodnotu přerušení napětí a napětí hystereze stanoví uživatel podle použití. Prahová hodnota přerušení napětí nesmí být nastavena pod nejistotu měření zbytkového napětí plus hodnota hystereze. Hystereze se typicky rovná 2 % U_{din} . Prahová hodnota přerušení napětí může být například nastavena na 5 % U_{din} .

3.5.1 Vyhodnocení měření

Interval měření minimálně jeden rok.

Orientační hodnoty jsou uvedeny v části 2.6 a 2.7 pro distribuční sítě nn, resp. 3.6a 3.7 pro sítě vn.

Zjištěné hodnoty jsou tříděny podle mezí v tabulce C3.

Tabulka C3 Třídění přerušení napětí

Trvání přerušení	trvání < 1s	3 min ≥ trvání ≥ 1s	trvání > 3 min
Počet přerušení	N ₁	N ₂	N ₃

Vyhodnocení N_1 , N_2 a N_3 se může týkat pouze jednotlivých událostí, ale též určení „ekvivalentního přerušení“ jako kombinace řady následujících událostí nebo zanedbáním přerušení kratších než prahová hodnota.

POZNÁMKA: Odlišně proti [11] jsou stanoveny meze ve druhém a třetím sloupci, důvodem je docílení souladu s ČSN EN 50160, která dlouhé přerušení dodávky vymezuje trváním delším než 3 minuty

3.6 Krátkodobé zvýšení napětí

3.6.1 Vyhodnocení měření

Krátkodobé zvýšení napětí je charakterizováno dvojicí dat, maximální velikostí krátkodobého zvýšení a dobou trvání

Prahová hodnota pro krátkodobé zvýšení napětí je 115 % U_{din} , napětí hystereze je 2 %.

– maximální velikost krátkodobého zvýšení napětí je největší změřená hodnota $U_{\text{rms}}(1/2)$ na jakémkoliv kanálu během doby krátkodobého zvýšení napětí; Krátkodobé zvýšení napětí začíná, když napětí $U_{\text{rms}}(1/2)$ jednoho nebo více kanálů (fází) je nad prahovou hodnotou krátkodobého zvýšení a končí, když napětí $U_{\text{rms}}(1/2)$ se na všech měřených kanálech (fázích) rovná nebo je pod prahovou hodnotou krátkodobého zvýšení napětí minus napětí hystereze.

– doba trvání krátkodobého zvýšení napětí je časový rozdíl mezi začátkem a koncem krátkodobého zvýšení napětí.

Pro třídění naměřených hodnot se používá tabulka C4. Velikost přepětí je definována jako poměr mezi maximální hodnotou v průběhu přepětí a jmenovitým (dohodnutým) napětím, vyjádřený v % jmenovitého (dohodnutého) napětí.

Tabulka C4 Třídění krátkodobého zvýšení napětí

Přepětí / trvání (t)	t < 1 s	1 s ≤ t < 1 min	t ≥ 1 min
115 < velikost ≤ 120 %	N ₁₁	N ₂₁	N ₃₁
120 < velikost ≤ 140 %	N ₁₂	N ₂₂	N ₃₂
140 < velikost ≤ 160 %	N ₁₃	N ₂₃	N ₃₃
160 < velikost ≤ 200 %	N ₁₄	N ₂₄	N ₃₄
velikost > 200 %	N ₁₅	N ₂₅	N ₃₅

3.7 Nesymetrie napájecího napětí

Nesymetrie napájecího napětí se pro třídu funkce A vyhodnocuje s použitím metody symetrických složek. Při podmínkách nesymetrie je kromě sousledné složky přítomna alespoň jedna z následujících složek: zpětná složka u_2 a/nebo nulová složka u_0 .

Základní složka efektivní hodnoty signálu vstupního napětí se měří v časovém intervalu 10-cyklů, pro agregaci platí část 3 této Přílohy C.

POZNÁMKA Účinek harmonických se minimalizuje s použitím filtru nebo s použitím algoritmu DFT.

Zpětná složka u_2 se vyhodnocuje následujícím poměrem vyjádřeným v procentech:

$$u_2 = \frac{\text{zpětná složka}}{\text{sousledná složka}} * 100 \% \quad (1)$$

Pro 3-fázové systémy se toto může psát (s $U_{ij \text{ fund}}$ = základní napětí od fáze i k fázi j):

$$u_2 = \sqrt{\frac{1 - \sqrt{3 - 6\beta}}{1 + \sqrt{3 - 6\beta}}} * 100 \% \quad \text{kde } \beta = \frac{U_{12 \text{ fund}}^4 + U_{23 \text{ fund}}^4 + U_{31 \text{ fund}}^4}{(U_{12 \text{ fund}}^2 + U_{23 \text{ fund}}^2 + U_{31 \text{ fund}}^2)^2} \quad (2)$$

Nulová složka u_0 se vyhodnocuje velikostí následujícího poměru vyjádřeného v procentech:

$$u_0 = \frac{\text{nulová složka}}{\text{sousledná složka}} * 100 \% \quad (3)$$

- **Pro třídu funkce B** musí výrobce specifikovat algoritmus a metody použité pro výpočet nesymetrie.

Doba pozorování minimálně jeden týden v krocích 10 minut podle zásad pro časovou agregaci.

3.7.1 Vyhodnocení měření

- Z celkového počtu vzorků týdenního období $N=1008$ se určí počet:
- intervalů, ve kterých došlo k poklesu, zvýšení nebo přerušení napájecího napětí N_2
- intervalů, ve kterých nesymetrie 10 minutového měření překročí 2 %: N_1

Požadavky normy jsou splněny, když:

$$N_1/N+N_2 \leq 5 \%$$

3.8 Harmonická napětí

Podle zásad uvedených v [9] se určí hodnoty 10-min hodnoty pro trvání měření minimálně jeden týden.

Interval měření: doba posuzování minimálně jeden týden.

3.8.1 Vyhodnocení měření

- určení počtu platných 10 minutových intervalů během kterých celkové harmonické zkreslení napětí THD je menší nebo rovno 8 %: N_{THD}
- určení počtu platných 10 minutových intervalů během kterých jednotlivá harmonická napětí vyhovují mezím v Tabulce 1 pro napětí sítě nn, resp. Tabulce 2 pro napětí sítě vn: N_h v základní části této normy
- určení a označení intervalů, ve kterých došlo k poklesu, zvýšení nebo přerušení napájecího napětí N_2
- určení a označení intervalů, ve kterých hodnota celkového harmonického zkreslení 10 minutového intervalu měření překročí mez 8 % : N_{1THD}
- určení a označení intervalů, ve kterých některé harmonické napětí 10 minutového intervalu měření překročí meze Tabulky 1 pro napětí sítě nn, resp. meze Tabulky 2 pro sítě vn : N_{1h}

Požadavky normy jsou splněny, když:

$$N_{1THD}/(N+N_{2THD}) \leq 5 \% \text{ a současně}$$

$$N_{1h}/(N+N_{2h}) \leq 5 \%$$

3.9 Meziharmonická napětí

Pokud se měření týká meziharmonické se specifickou frekvencí, požadavky na měření a vyhodnocení jsou shodné s požadavky pro harmonické.

Pokud je frekvenční rozsah neznámý a široký, je zapotřebí frekvenční rozsah rozdělit do několika pásem.

Tento jev se studuje (viz též články 2.12 a 3.12).

3.10 Úrovně napětí signálů v napájecím napětí

Napětí síťových signálů na napájecím napětí

Interval měření: doba posuzování minimálně jeden den .

Vyhodnocení shody s normou:

- určení počtu platných (neoznačených příznakem) 3 s intervalů: N

- určení počtu intervalů označených příznakem: N2
- určení počtu platných 3 s intervalů, během kterých průměrná hodnota napětí signálů překročí křivku na obr.1 pro síť nn a obr.2 pro síť vn: N1,
- Meze pro shodu s normou:
- Požadavky normy jsou splněny, jestliže:
$$N1/N+N2 \leq 5 \%$$

4 DOPORUČENÍ K CERTIFIKACI ANALYZÁTORŮ KVALITY NAPĚTÍ.

Jako minimum má certifikát obsahovat:

1. Rozsah U_{din} a frekvencí, ke kterým se certifikát vztahuje
2. soupis všech parametrů kvality podle [11] a prohlášení, která třída metody měření je pro jednotlivé parametry certifikována
3. úplný seznam příslušenství a/nebo zvláštního vybavení, které jsou požadovány pro platnost certifikátu
4. název a kontakty na organizaci, která vydala certifikát
5. výrobce přístroje na který se certifikát vztahuje
6. přesný rozsah modelové řady pro které certifikát platí
7. vydání standardu 61000-4-30, který byl užít pro certifikaci včetně všech oprav.

Příklad obsahu certifikátu podle 61000 -4-30

Certifikační pracoviště: YYY Laboratoř, a.s., město, země

Výrobce: XXX Měřicí přístroje, s.r.o., město, země

Model číslo: ZZZ-1 Analyzátor kvality napětí

Použitý standard: IEC 61000-4-30 Edition 2

Tento certifikát se vztahuje na hodnoty U_{din} mezi 100 V a 230 V při 50 Hz

Přístroj vyhovuje následujícím metodám měření podle IEC 61000-4-30 Edition 2:

Kmitočet sítě - třída A

Velikost napájecího napětí- třída B

Flikr – nevyhovuje žádné třídě

Poklesy a zvýšení napájecího napětí – třída S

Přerušení – třída A

Nesymetrie – třída B

Harmonická napětí – nevyhovuje žádné třídě

Meziharmonická napětí - nevyhovuje žádné třídě

Napětí Signálů v napájecím napětí - nevyhovuje žádné třídě

Záporné a kladné odchylky . třída A

Pro platnost certifikátu musí být přístroj vybaven : option GPC-010, firmware 8.1.0 nebo vyšší.