

ČEZ DISTRIBUCE, E.ON CZ, E.ON DISTRIBUCE, PRE, ČEPS, ZSE	PARAMETRY KVALITY ELEKTRICKÉ ENERGIE – ČÁST 2: KOLÍSÁNÍ NAPĚTÍ	PNE 33 3430-2
		3.vydání
<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 ČR, s.r.o, E.ON Distribuce, a.s., PRE distribuce, a.s. a ZSE, a.s.</p> <p>Tato norma stanoví mezní hodnoty, výpočty a způsoby měření kolísání napětí.</p> <p>Tato norma platí pro připojování a provozování elektrických zařízení z hlediska vlivu na elektrizační soustavu 50 Hz.</p> <p>Tato norma neplatí pro spotřebiče pro domácnost, pro které platí norma ČSN EN 61000-3-3.</p> <p>Změny proti předchozí normě</p> <p>Definice týkající se kolísání napětí byly opraveny a doplněny o vysvětlující obrázky podle revidované ČSN EN 61000-3-3. Protože ve veřejných distribučních soustavách se třídy elektromagnetického prostředí nerozlišují, byly místo kapitoly 3 týkající se úrovně kolísání napětí, uvedeny samostatné kapitoly pro kompatibilní a plánovací úrovně obdobně jako v PNE 33 3430-1. V rámci kapitoly pro plánovací úrovně jsou nyní uvedena měření a vyhodnocování úrovně kolísání napětí v distribuční soustavě. Superpozice kolísání napětí byla přesunuta do kapitoly 7 Sumační zákon. Meze kolísání napětí emitovaných zařízeními připojovanými do soustavy nízkého napětí jsou nyní v kapitole 5 a příslušné zkoušky, měření a vyhodnocování zařízení nízkého napětí v kapitole 6 jsou doplněny obrázky referenční sítě a vývojový diagram znázorňující postupy vyhodnocení. V kapitole 8, týkající se připojování do soustavy vn, je doplněn příklad vyšetřované distribuční soustavy vysokého napětí pro rozdělení příspěvků, příklady souhrnných příspěvků flikru uvažujících koeficienty přenosu a vývojový diagram postupu vyhodnocování. V kapitole 9, týkající se připojování do soustav vvn a zvn, je nový postup podle celkového dostupného výkonu pomocí první a druhé aproximace doplněné vysvětlujícími obrázky.</p>		
Nahrazuje: PNE 33 3430-2 z roku 2004	Účinnost od: 2010-01-01	

Předmluva

Citované normy

ČSN IEC 50(161) (33 4201) Mezinárodní elektrotechnický slovník – Kapitola 161: Elektromagnetická kompatibilita (idt IEC 50(161):1990)

ČSN EN 50160 Ed2 Charakteristiky napětí elektrické energie dodávané z veřejné distribuční soustavy (idt EN 50160:2008)

ČSN EN 61000-2-2 Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – Část 2-2: Prostředí – Kompatibilní úrovně pro nízkofrekvenční rušení šířené vedením a signály v rozvodných sítích nízkého napětí

ČSN EN 61000-2-4 Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – Část 2-4: Prostředí – Kompatibilní úrovně pro nízkofrekvenční rušení šířené vedením v průmyslových závodech

ČSN EN 61000-2-12 Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – Část 2-12: Prostředí – Kompatibilní úrovně pro nízkofrekvenční rušení šířené vedením a signály v rozvodných sítích vysokého napětí

ČSN EN 61000-3-3 Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – Část 3-3: Meze – Omezování změn napětí, kolísání napětí a flikru v rozvodných sítích nízkého napětí pro zařízení se jmenovitým fázovým proudem ≤ 16 A, které není předmětem podmíněného připojení

IEC/TR 61000-3-7 Ed 2 Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – Část 3-7: Meze – Určování mezí emise kolísání napětí pro připojování instalací do soustav vn, vvn a zvn (do ČSN nezavedena)

ČSN EN 61000-3-11 Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – Část 3-11: Meze – Omezování změn napětí, kolísání napětí a flikru v rozvodných sítích nízkého napětí - Zařízení se jmenovitým proudem ≤ 75 A, které je předmětem podmíněného připojení

ČSN EN 61000-4-15 Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – Část 4: Zkušební a měřicí technika – Oddíl 15: Měřič blikání – Specifikace funkce a dimenzování

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

ČSN 33 0050-604 Mezinárodní elektrotechnický slovník – Kapitola 604: Výroba, přenos a rozvod elektrické energie – Provoz

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

PNE 33 3430-7 Charakteristiky napětí elektrické energie dodávané z veřejné distribuční soustavy

Vypracování normy

Zpracovatel: Ing. Jaroslav Šmíd, CSc. – NELKO TANVALD, IČ-63136791

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

Obsah

	Strana
1	Předmět normy..... 4
2	Definice 4
3	Kompatibilní úrovně 6
3.1	Kolísání napětí jako charakteristický parametr napětí distribuční soustavy 7
4	Plánovací úrovně 7
4.1	Měření a vyhodnocování úrovně kolísání napětí v distribučních soustavách 8
4.1.1	Místo vyhodnocení 8
4.1.2	Určení relativní změny napětí „ d “ 8
4.1.3	Vyhodnocení míry vjemu flikru 9
4.1.4	Úrovně emise 9
4.1.5	Zkratový výkon nebo impedance..... 10
5	Meze kolísání napětí emitovaných zařízeními připojovanými do soustavy nízkého napětí 10
5.1	Požadavky na zařízení 10
5.2	Meze ověřované akreditovanou zkušebnou 11
5.3	Meze ověřované provozovatelem distribuční soustavy 12
6	Postupy zkoušky, měření a vyhodnocování zařízení nízkého napětí 12
6.1	Postupy zkoušky a měření 12
6.1.1	Zkušební impedance Z_{test} 12
6.1.2	Zkouška zařízení s impedancí Z_{test} 13
6.1.3	Vyhodnocení s impedancí Z_{ref} 13
6.2	Vyhodnocení a prohlášení výrobce o maximální přípustné impedanci distribuční soustavy 14
6.2.1	Porovnání hodnot emise s hodnotami mezí za účelem prohlášení shody s ČSN EN 61000-3-3 14
6.2.2	Výpočet maximální přípustné impedance distribuční soustavy 14
6.3	Vyhodnocení a prohlášení výrobce o minimální přípustné schopnosti dodávky proudu 15
7	Sumační zákon 16
8	Meze emise kolísání napětí způsobených instalacemi připojovanými do soustavy vn (MV) 17
8.1	Etapa 1: zjednodušené vyhodnocení emise kolísání napětí 17
8.2	Etapa 2: meze emise vztažené ke skutečným charakteristikám distribuční soustavy 18
8.2.1	Souhrnné emise určené k rozdělení mezi uživatele distribuční soustavy 18
8.3	Etapa 3: připojování za mimořádných okolností 20
8.4	Vývojový diagram postupu vyhodnocování 20
9	Meze emise harmonických způsobených instalacemi připojovanými do soustav vvn (HV)..... 22
9.1	Etapa 1: zjednodušené vyhodnocení emise harmonických 22
9.2	Etapa 2: meze emise vztažené ke skutečným charakteristikám distribuční soustavy 22
9.2.1	Určení celkového dostupného výkonu 22
9.3	Etapa 3: připojování za mimořádných okolností 24
10	Rychlé změny napětí 24
10.1	Analýza hodnocení 24
10.2	Kompatibilní úroveň 25
10.3	Plánovací úrovně 25
10.4	Meze emise 26
10.5	Postup vyhodnocování vyhovění plánovacím úrovním a mezím emise 26

1 Předmět normy

Tato část PNE se týká charakteristik kolísání napětí a rychlých změn napětí v distribučních soustavách nn, vn, vvn a zvn. Dále se týká omezování jejich vlivu na funkční spolehlivost zařízení uživatele distribuční soustavy i provozovatele distribuční soustavy.

Předmětem tohoto dílu PNE je vytvoření všeobecného podkladu pro vyhodnocování a omezování kolísání napětí. V souladu s harmonizovanou normou ČSN IEC 61000-2-2 jsou mezní hodnoty harmonických odvozeny od kompatibilních úrovní a plánovacích úrovní podle zprávy IEC/TR 61000-3-7 Ed 2. Účelem je určení dovolené emise kolísání napětí jednotlivými zařízeními nebo instalacemi uživatelů distribuční soustavy se berou v úvahu další parametry soustavy, jako např. charakteristika impedance soustavy.

Předmětem tohoto dílu PNE nejsou výpočty charakteristik impedancí distribuční i průmyslové soustavy.

2 Definice

Pro účely této části PNE se používají následující definice (viz též ČSN IEC 50(161)).

(elektromagnetická) kompatibilní úroveň

předeepsaná úroveň elektromagnetického rušení použitá jako referenční úroveň pro koordinaci stanovení mezí emise a odolnosti

POZNÁMKY

- Podle dohody je kompatibilní úroveň volena tak, aby byla jen malá pravděpodobnost, že bude překročena skutečnou úrovní rušení. Elektromagnetické kompatibility je však dosaženo jen jsou-li úrovně emise a odolnosti uzpůsobeny tak, že v každém místě je úroveň rušení vyplývající z úhrnných emisí menší než úroveň odolnosti pro každý přístroj, zařízení a systém umístěný ve stejném místě. (viz ČSN IEC 50(161) ZMĚNA A1, čl. 161-O3-10).
- Kompatibilní úroveň může být časově nebo místně závislá.

plánovací úroveň

úroveň konkrétního rušení v konkrétním prostředí, přijatá jako referenční hodnota určená pro stanovení mezí emisí od velkých zátěží a instalací, za účelem koordinace těchto mezí se všemi mezemi přijatými pro zařízení, která jsou určena k připojení do distribuční soustavy

POZNÁMKY

- Plánovací úroveň je specifická pro místo připojení a je přijata těmi, kteří jsou odpovědní za plánování a provoz distribuční soustavy v příslušné oblasti.

kolísání napětí

řada změn efektivní hodnoty napětí vyhodnocená jako jediná hodnota pro každou z postupně následujících půlperiod mezi průchody nulou napětí zdroje

flikr

pocit nestálého zrakového vnímání vyvolaný světelným podnětem, jehož jas nebo spektrální rozložení kolísá v čase

POZNÁMKA Kromě termínu flikr se používá také termín blikání (viz ČSN IEC 50(161) ZMĚNA A1, čl. 161-O8-13).

flikrmetr

přístroj určený pro měření jakékoliv veličiny týkající se flikru

POZNÁMKA Kromě termínu flikrmetr se používá také termín měřič blikání (viz ČSN IEC 50(161) ZMĚNA A1, čl. 161-O8-14).

krátkodobá míra vjemu flikru P_{st}

nepříznivý vjem flikru vyhodnocený po krátkou dobu (v minutách); $P_{st} = 1$ je konvenční práh dráždivosti

POZNÁMKA P_{st} je bezrozměrná hodnota.

dlouhodobá míra vjemu flikru P_{lt}

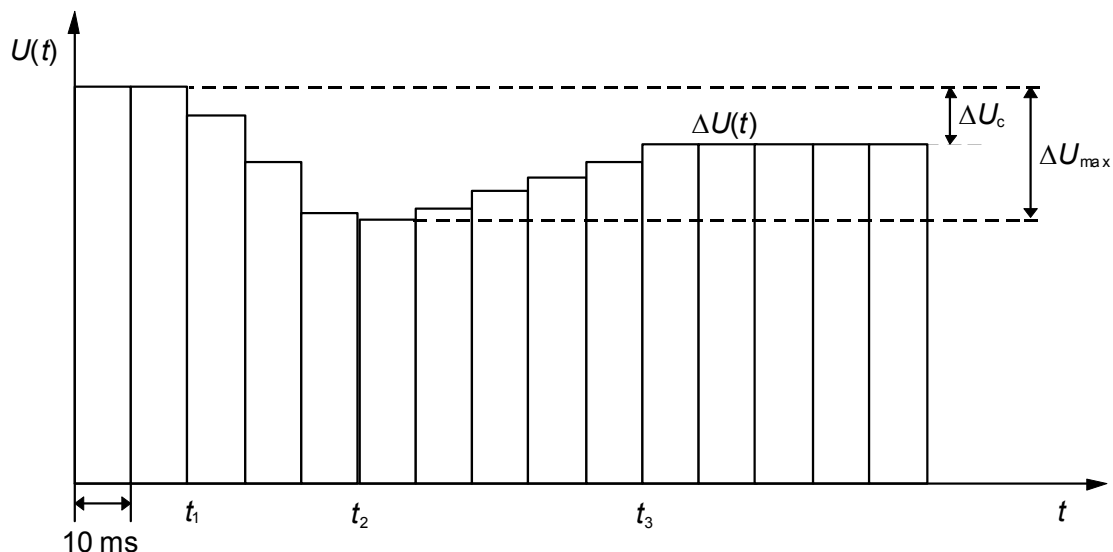
nepříznivý vjem flikru vyhodnocený po dlouhou dobu (několik hodin) s využitím po sobě následujících hodnot P_{st}

doba vjemu flikru t_f

hodnota s rozměrem času, která popisuje vjem flikru charakteristiky změny napětí (viz ČSN EN 61000-3-3 článek 3.10)

tvár efektivní hodnoty napětí $U(t)$

časová funkce efektivní hodnoty napětí vyhodnocená jako jednotlivá hodnota pro každou po sobě následující půlperiodu mezi průchody nulou napětí zdroje (viz obrázek 1)



Obrázek 1 – Tvar kolísání napětí

charakteristika změny napětí $\Delta U(t)$

časová funkce efektivní hodnoty změny napětí vyhodnocená jako jednotlivá hodnota pro každou po sobě následující půlperiodu mezi průchody nulou napětí zdroje mezi časovými intervaly, v nichž napětí je v ustáleném stavu alespoň 1 s (viz obrázek 2)

maximální změna napětí ΔU_{\max}

rozdíl mezi maximální a minimální efektivní hodnotou charakteristiky změny napětí

změna ustáleného stavu napětí ΔU_c

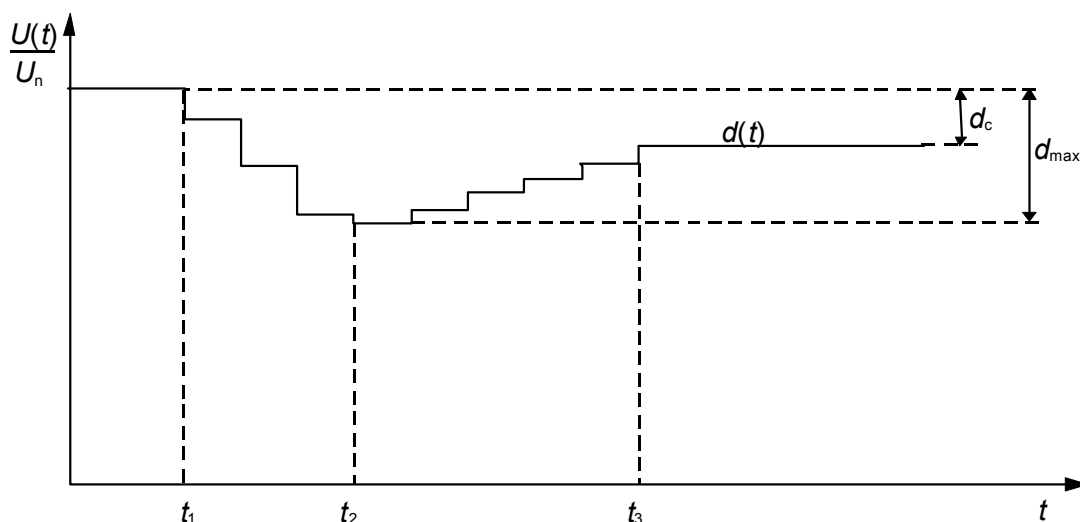
rozdíl mezi dvěma sousedními ustálenými stavy oddělenými od sebe alespoň jednou charakteristikou změny napětí

POZNÁMKA Definice změn napětí se týkají absolutních hodnot fázových napětí. Poměry těchto hodnot a hodnoty jmenovitého fázového napětí (U_n) referenční sítě jsou nazývány a označeny následovně:

- charakteristika relativní změny napětí: $d(t)$;
- maximální relativní změna napětí: d_{\max} ;
- relativní změna ustáleného stavu napětí: d_c .

Tyto relativní změny napětí jsou vysvětleny příkladem na obrázku 2.

Určení relativní změny napětí „ d “ viz 4.1.2



Obrázek 2 – Charakteristika relativní změny napětí

referenční impedance, Z_{ref}

dohodnutá impedance specifikovaná v ČSN EN 61000-3-3 s hodnotou podle IEC 60725, která je používána při výpočtu a měření relativní změny napětí d a hodnot P_{st} a P_{it}

POZNÁMKA Rezistivní a reaktivní složky Z_{ref} jsou uvedeny na obrázku 4.

bod rozhraní

rozhraní mezi veřejnou distribuční soustavou a instalací uživatele distribuční soustavy

podmíněné připojení

připojení zařízení vyžadující, aby napájení uživatele v bodu rozhraní mělo impedanci menší než je referenční impedance Z_{ref} tak, aby emise zařízení vyhověla mezím podle této části

POZNÁMKA Splnění mezi změn napětí není jedinou podmínkou pro připojení; může být také nutné vyhovět mezím emise pro jiné jevy jako jsou harmonické.

schopnost dodávky proudu

fázový proud, který může být uživatelem distribuční soustavy spojitě odebrán v bodu rozhraní bez překročení stanoveného příkonu provozu uplatněného provozovatelem distribuční soustavy při návrhu jeho distribuční soustavy (viz ČSN EN 61000-3-11 čl. 3.4)

POZNÁMKA V praxi schopnost dodávky proudu je jmenovitá hodnota pojistky v přípojkové domovní skříni nebo nastavení nadproudové ochrany vypínače obvodu v bodu rozhraní. V případech, kde provozovatel distribuční soustavy uvede schopnost dodávky ve voltampérech, může se fázový proud pro jednofázová napájení odvodit dělením voltampérů fázovým napětím uvedeným provozovatelem distribuční soustavy a pro třífázová napájení dělením $\sqrt{3}$ násobným sdruženým napětím uvedeným provozovatelem distribuční soustavy.

kvalita dodávky elektrické energie

vyhodnocené odchylky technických parametrů dodávané elektrické energie nebo z celkového zásobování od hodnot určených (dohodnutých nebo obecných) - viz ČSN 33 0050-604, čl. 604-01-05

společný napájecí bod, PCC (zkratka)

bod veřejné distribuční soustavy, elektricky nejbližší ke konkrétní zátěži, ve kterém jsou nebo mohou být připojeny jiné zátěže

3 Kompatibilní úrovně

Kompatibilní úrovně jsou určitá dohodnutá rozhraní mezi úrovněmi odolnosti a mezemi emise. Kompatibilní úrovně jsou stanoveny v normách ČSN EN 61000-2-2, ČSN EN 61000-2-4 a ČSN EN 61000-2-12.

Kompatibilní úrovně jsou tříděny podle prostředí, které je určeno specifickými charakteristikami objektu uživatele distribuční soustavy (jeho interní síť a skladba zatížení) a charakteristickými parametry napětí dostupnými v odběrném místě.

Úkolem norem EMC je stanovení kompatibilních úrovní pro třídy prostředí. Tyto třídy prostředí zároveň s příslušnými kompatibilními úrovněmi jsou uvedeny v ČSN EN 61000-2-4:

- Třída 1: Tato třída se týká chráněných napájení a má kompatibilní úrovně nižší než úrovně pro veřejné distribuční soustavy. To se týká zařízení velmi citlivého na rušení v distribuční soustavě, například přístrojového vybavení technologických laboratoří, některých automatizačních a ochranných zařízení, některých počítačů atd.
- Třída 2: Kompatibilní úrovně této třídy jsou identické s úrovněmi pro veřejné distribuční soustavy podle ČSN IEC 61000-2-2; proto v této třídě průmyslového prostředí mohou být navrhovány prvky pro použití ve veřejných distribučních soustavách.
- Třída 3: Tato třída se týká jenom bodů v průmyslovém prostředí. Tato třída má pro některé jevy rušení vyšší kompatibilní úrovně než třída 2.

POZNÁMKA Napájení velmi rušících zatížení, jako jsou obloukové pece a velké měniče, které jsou obvykle napájeny z vyčleněných sběrnic, mají často úrovně rušení přesahující třídu 3 (drsné prostředí). V takových zvláštních situacích by měly být kompatibilní úrovně odsouhlasovány.

Kompatibilní úroveň by měla v rámci její definice odrážet skutečné podmínky v distribučních soustavách. S ohledem na to, že kompatibilní úroveň je základem pro perspektivní aktivity energetických společností, měla by také odrážet perspektivu distribuční soustavy alespoň do blízké budoucnosti.

Z dnešního hlediska mohou být kompatibilní úrovně splněny při respektování:

- efektivní koordinace emise a odolnosti, při použití vhodných mezí emise a požadavků na odolnost zařízení a instalací uživatele distribuční soustavy;
- možností napájení z místa s vyšším zkratovým výkonem.

Kompatibilní úrovně mohou být překročeny s 5 % pravděpodobností jak v čase tak i s ohledem na lokalitu distribuční soustavy, zatímco charakteristické parametry napětí mohou být překročeny po 5 % stanovené doby sledování, přitom se však toto překročení týká všech odběrných míst v soustavě. Toto vysvětluje proč některé hodnoty charakteristických parametrů podle EN 50160 jsou větší než kompatibilní úrovně. Toto je vyvoláno realitou různých struktur a charakteristik evropských distribučních soustav.

Podle IEC/TR 61000-3-7 a EN 61000-2-12 hodnoty kompatibilních úrovní kolísání napětí pro míry vjemu flikru P_{st} a P_{ft} v soustavách nn a vn jsou uvedeny v následující tabulce.

	Kompatibilní úroveň
P_{st}	1,0
P_{ft}	0,8

POZNÁMKA Norma stanovující kompatibilní úrovně kolísání napětí v soustavách vvn zatím žádná nevyšla.

3.1 Kolísání napětí jako charakteristický parametr napětí distribuční soustavy

Charakteristické parametry napětí podle normy EN 50160 jsou uvedeny v PNE 33 3430-7. Charakteristické parametry týkající se kolísání napětí jsou uváděny pod názvem rychlé změny napájecího napětí.

V distribučních soustavách vn rychlé změny napětí všeobecně nepřekračují 4 % U_N , za určitých okolností se však mohou několikrát denně vyskytnout změny až do 6 % U_N . Přitom změna napětí, která vyvolá snížení napětí pod 90 % U_N se považuje za pokles napětí (viz PNE 33 3430-4).

Dále se zde uvádí, že za normálních provozních podmínek musí být po 95 % času, v libovolném týdenním období, dlouhodobá míra vjemu flikru menší nebo rovna jedné.

4 Plánovací úrovně

Plánovací úrovně kolísání napětí si určí provozovatel distribuční soustavy pro účely vyhodnocování úrovně emise rušení ze zařízení všech uživatelů distribuční soustavy v dané distribuční soustavě. Tato úroveň je považována za interní záměr provozovatele distribuční soustavy týkající se kvality energie. Plánovací úrovně by měly být stejné nebo nižší než kompatibilní úrovně. Tyto plánovací úrovně budou v následujících kapitolách této normy použity při stanovení připojovacích podmínek rušících odběrů. S ohledem na strukturu distribuční soustavy a ostatních odběrů se mohou plánovací úrovně případ od případu lišit a proto v následující tabulce jsou uvedeny jen orientační hodnoty.

Podle IEC/TR 61000-3-7 jsou orientační hodnoty plánovací úrovně pro míry vjemu flikru P_{st} a P_{lt} v distribučních soustavách vn a vvn uvedeny v následující tabulce.

	Plánovací úrovně	
	vn	vvn
P_{st}	0,9	0,8
P_{lt}	0,7	0,6

POZNÁMKA Orientační hodnoty plánovací úrovně pro míry vjemu flikru v distribučních soustavách nn žádná norma neuvádí a jejich stanovení je plně v kompetenci provozovatele distribuční soustavy.

4.1 Měření a vyhodnocování úrovně kolísání napětí v distribučních soustavách

Kolísání napětí se měří pomocí flikrmetru podle normy ČSN EN 61000-4-15 při dohodnutých nejhorších provozních podmínkách, včetně dohodnutého mimořádného provozu. Při porovnávání skutečné úrovně kolísání napětí a plánovacích úrovní by měl být minimální čas měření jeden týden včetně soboty a neděle.

4.1.1 Místo vyhodnocení

Místo vyhodnocení je bod, ve kterém jsou úrovně emise flikru dané instalace uživatele distribuční soustavy posuzovány za účelem prokázání shody s mezemi emise. Je to také bod uvnitř vyšetřované distribuční soustavy, ve kterém jsou definovány plánovací úrovně. Tento bod místa vyhodnocení může být buď bod připojení nebo společný napájecí bod (PCC) rušivé instalace nebo jakýkoliv jiný bod specifikovaný provozovatelem nebo vlastníkem soustavy. V závislosti na struktuře a charakteristikách systému dané instalace uživatele distribuční soustavy se může specifikovat více než jedno místo vyhodnocení; v tomto případě by se vyhodnocení mělo provést při respektování charakteristik systému a dohodnutých příkonů aplikovaných v různých místech vyhodnocení.

4.1.2 Určení relativní změny napětí „d“

Základem pro vyhodnocení flikru je tvar kolísání napětí na svorkách zkoušeného zařízení, což je rozdíl ΔU jakýchkoliv dvou po sobě následujících hodnot fázového napětí $U(t_1)$ a $U(t_2)$:

$$\Delta U = U(t_1) - U(t_2)$$

Efektivní hodnoty $U(t_1)$ a $U(t_2)$ se musí změřit nebo vypočítat. Odvozují-li se efektivní hodnoty z oscilogramem sejmутého tvaru vlny, mělo by se brát v úvahu možné zkreslení tvaru vlny. Změna napětí ΔU je způsobena změnou úbytku napětí na komplexní referenční impedanci Z při změně komplexní hodnoty základní složky proudu ΔI zkoušeného zařízení. Jsou-li ΔI_p a ΔI_q činné a jalové složky změny proudu ΔI potom:

$$\Delta I = \Delta I_p - j \cdot \Delta I_q = I(t_1) - I(t_2)$$

POZNÁMKA 1 I_q je kladné pro induktivní proudy a záporné pro kapacitní proudy.

POZNÁMKA 2 Jestliže harmonické zkreslení proudů $I(t_1)$ a $I(t_2)$ je menší než 10 %, mohou se použít jejich celkové efektivní hodnoty místo efektivních hodnot jejich základních složek.

POZNÁMKA 3 Pro jednofázové a symetrické trojfázové zařízení se může, za předpokladu kladného X (induktivního), změna napětí přibližně určit ze vztahu:

$$\Delta U = |\Delta I_p \cdot R + \Delta I_q \cdot X|$$

kde

ΔI_p a ΔI_q jsou činná a jalová složka změny proudu ΔI ;

R a X jsou složky komplexní referenční impedance Z (viz obrázek 4).

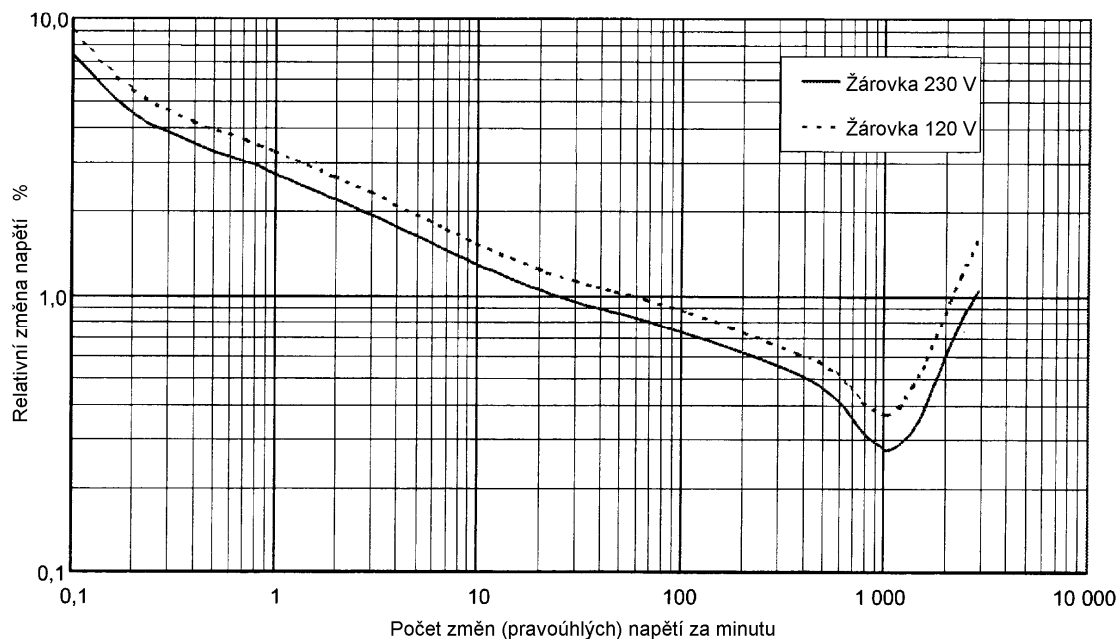
Relativní změna napětí je dána vztahem:

$$„d“ = \Delta U / U_n$$

4.1.3 Vyhodnocení míry vjemu flickru

Kolísání napětí v distribučních soustavách nízkého napětí mohou způsobit flickr. Míra vjemu flickru se měří podle ČSN IEC 61000-4-15 a určuje podle ČSN IEC 61000-3-3. Míra vjemu flickru se vypočte s ohledem na krátkodobé i dlouhodobé účinky.

Krátkodobá míra vjemu flickru označená P_{st} se určí po dobu 10minutové periody. Obrázek 3 uvádí prahovou křivku přípustného flickru pro normalizovanou žárovku, vycházející z pravoúhlých změn napětí různých četností. Tato křivka odpovídá $P_{st} = 1$.



Obrázek 3 – Flicker – Křivka stejné míry vjemu ($P_{st} = 1$) pro pravoúhlé změny napětí v distribučních soustavách nízkého napětí

Mezinárodně předepsaný flickrmetr (viz ČSN IEC 61000-4-15) zajišťuje měření dvou veličin charakterizujících míru vjemu flickru: P_{st} (index „st“ odkazuje na anglický termín „short term = krátkodobý“: jedna hodnota se získává po dobu každých 10 min) a P_{lt} (index „lt“ odkazuje na anglický termín „long term = dlouhodobý“: jedna hodnota se získává po dobu každých 2 h). Flicker jako parametr kvality energie se obvykle vyjadřuje pomocí P_{st} a/nebo P_{lt} přičemž P_{lt} se typicky odvozuje ze dvanácti po sobě jdoucích skupin hodnot P_{st} .

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

Úrovně emise flickru se vyhodnocují v místě vyhodnocení (POE) dané instalace uživatele distribuční soustavy (viz 4.1.1), které je na úrovních napětí v kontextu této normy a odkazované technické zprávy IEC/TR 61000-3-7 dále označovaných nn (LV), vn (MV), vvn (HV) nebo zv (EHV). Mělo by se však pamatovat na to, že základem mezi je možný pocit nestálého zrakového vnímání vyvolaného světelným podnětem, jehož jas nebo spektrální rozložení kolísá s kolísáním nízkého napětí (LV) u uživatele distribuční soustavy, kde jsou svítidla. Proto při vyhodnocování nepříznivého vlivu emise flickru by se měl brát v úvahu útlum mezi nn (LV), vn (MV), vvn (HV) nebo zv (EHV).

4.1.4 Úrovně emise

Koordinace emise flickru v distribučních soustavách, doporučená v této normě, vychází z individuálních úrovní emise odvozených z plánovacích úrovní. Proto stejné ukazatele je třeba aplikovat při vyhodnocování aktuálních měření jak při porovnávání s mezemi emise tak i při porovnávání s plánovacími úrovněmi, jak je to popsáno v následujícím textu.

Pro porovnání skutečné emise flickru s mezí přidělenou konkrétnímu uživateli distribuční soustavy se může použít jeden nebo více z následujících ukazatelů. Více než jeden ukazatel může být potřebný pro určení vlivu vyšších úrovní emise přípustných pro krátkodobá působení, jaká jsou při skupinách impulzů nebo při podmínkách rozběhu.

- týdenní hodnota P_{sti} by neměla s pravděpodobností 95 % překročit mez emise E_{Psti} ;
- týdenní hodnota P_{sti} může s pravděpodobností 99 % překročit mez emise E_{Psti} násobenou činitelem (například: 1-1,5) specifikovaným provozovatelem nebo vlastníkem v závislosti na charakteristikách soustavy a jejího zatížení;
- týdenní hodnota P_{lti} by neměla s pravděpodobností 95 % překročit mez emise E_{Plti} .

Při porovnávání úrovně emise flikru způsobené instalací uživatele distribuční soustavy s mezemi emise by minimální doba měření měla být jeden týden. Při určování emise za specifických podmínek by však potřebná doba měření mohla být kratší. Takováto kratší doba by měla reprezentovat očekávané provozní operace po delší dobu vyhodnocování (tj. týden). V každém případě doba měření musí být dostatečná pro sejmутí nejvyšší úrovně emise flikru, jejíž výskyt se očekává. Pokud úroveň flikru je převážně způsobena jedním velkým zařízením pak tato doba vyhodnocování by měla být dostatečná pro sejmутí alespoň dvou úplných provozních cyklů tohoto zařízení. Pokud úroveň flikru je způsobena součtem působení několika zařízení pak tato doba vyhodnocování by měla být alespoň jednu pracovní směnu.

4.1.5 Zkratový výkon nebo impedance

Informace o zkratovém výkonu nebo impedanci je žádoucí jak pro provozovatele nebo vlastníka distribuční soustavy pro určování mezí emise tak i pro uživatele distribuční soustavy při vyhodnocování úrovně emise vyšetřované instalace. Zkratový výkon nebo impedance se používá dvěma odlišnými způsoby:

4.1.5.1 Zkratový výkon nebo impedance pro předběžné vyhodnocení úrovně emise

Pro umožnění předběžného vyhodnocování úrovně emise flikru zejména velkých instalací s kolísajícími odběry proudu, se zkratový výkon nebo impedance v místě vyhodnocení může získat simulací při různých podmínkách systému (včetně budoucích podmínek). Důležité je také zjištění informace o fázovém úhlu, kolísající složka instalace může vznikat různými kombinacemi činného a jalového výkonu.

4.1.5.2 Zkratový výkon nebo impedance pro vyhodnocení aktuálních úrovně emise

Při určování aktuálních úrovně emise z dané rušivé instalace se skutečná impedance může měřit nebo vypočítat za účelem použití zároveň s ostatními měřenými parametry při určování skutečných úrovně emise.

4.1.5.3 Všeobecné pokyny pro určování zkratového výkonu a impedance soustavy

Je důležité počítat s tím, že impedance soustavy se může s časem značně měnit a může být kmitočtově závislá. Při určování úrovně emise flikru by se měla brát v úvahu impedance distribuční soustavy i při podmínkách odlišných od normálních a při podmínkách abnormálních pokud tyto situace mohou trvat po specifikovanou dobu, např. více než 5% doby odpovídající statistickému průměru. Měly by se také zahrnout známé nebo předvídatelné změny soustavy. Podrobnosti o proměnnosti zkratového výkonu a impedance soustavy při určování úrovně kolísání napětí jsou uvedeny v příloze E.3 technické zprávy IEC/TR 61000-3-7.

5 Meze kolísání napětí emitovaných zařízeními připojovanými do soustavy nízkého napětí

Omezováním kolísání napětí a flikru v distribučních soustavách nízkého napětí se zabývá norma ČSN EN 61000-3-11. Tato norma se přednostně týká elektrického a elektronického zařízení se jmenovitým vstupním proudem od 16 A do 75 A včetně, které je určeno k připojení do veřejných distribučních soustav nízkého napětí, jejichž jmenovitá fázová napětí jsou mezi 220 V a 250 V při 50 Hz a které je předmětem podmíněného připojení. Tato norma se však také týká zařízení v rozsahu platnosti ČSN EN 61000-3-3, které nesplňuje meze je-li zkoušeno nebo vyhodnocováno s referenční impedancí Z_{ref} a je proto předmětem podmíněného připojení. Zařízení, které splňuje požadavky ČSN EN 61000-3-3, nespádá do této PNE. Zkoušky zařízení provedené podle normy ČSN EN 61000-3-11 jsou typové zkoušky.

5.1 Požadavky na zařízení

Je-li zařízení ve shodě s požadavky ČSN EN 61000-3-3 a proto není předmětem podmíněného připojení, může to výrobce prohlásit v dokumentaci, kterou poskytuje uživatelům před koupí zařízení.

Není-li zařízení při zkoušce nebo vyhodnocení s referenční impedancí Z_{ref} ve shodě s mezemi podle ČSN EN 61000-3-3, je pak předmětem podmíněného připojení a výrobce musí buď:

- určit maximální dovolenou impedanci distribuční soustavy Z_{max} v bodu rozhraní napájení uživatele distribuční soustavy podle 6.2, uvést Z_{max} v návodu pro použití zařízení a poučit uživatele o tom, že toto zařízení je

na základě konzultace s provozovatelem distribuční soustavy, pokud to je požadováno, určeno k připojení jen tehdy, je-li impedance napájení menší nebo rovna Z_{max} , nebo

- b) zkoušet zařízení podle 6.3 a prohlásit v návodu pro zařízení, že toto zařízení je určeno pro použití jenom v objektech napájených z distribuční soustavy o jmenovitém napětí 400/230 V se schopností dodávky fázového proudu ≥ 100 A a poučit uživatele o tom, že na základě konzultace s provozovatelem distribuční soustavy, pokud to je požadováno, je pro zařízení schopnost dodávky proudu v bodu rozhraní dostatečná.

Zařízení musí být zřetelně označeno upozorněním, že je vhodné pro použití jenom v objektech se schopností dodávky fázového proudu rovné nebo větší než 100 A.

POZNÁMKA 1 V případě alternativy a), může provozovatel distribuční soustavy nařídít omezení připojení a použití zařízení jestliže skutečná impedance distribuční soustavy Z_{act} v bodu rozhraní objektu uživatele distribuční soustavy překračuje Z_{max} .

POZNÁMKA 2 Pro alternativy a) a b), jestliže schopnost dodávky proudu a/nebo skutečná impedance distribuční soustavy Z_{act} byla deklarována nebo měřena uživatelem, se může tato informace použít pro určení vhodnosti zařízení bez doporučení provozovatele distribuční soustavy.

5.2 Meze ověřované akreditovanou zkušebnou

Omezování rušivého vlivu flikru je požadováno evropskou směrnicí EMC 2004/108/ES a z ní odvozenou českou legislativou (zákon č. 616/2006 Sb.). Oblast působnosti této směrnice se dělí na posuzování shody zařízení a posuzování shody pevných instalací. V prvním případě na základě požadavku výrobce zařízení provede zkoušky kolísání napětí a flikru akreditovaná zkušební laboratoř. V druhém případě provede provozovatel distribuční soustavy ověření shody pevné instalace podle článku 5.3.

Meze musí být aplikovatelné na kolísání napětí a flikr na napájecích svorkách zkoušeného zařízení, měřené nebo vyhodnocené podle kapitoly 4 při podmínkách zkoušky popsaných v kapitole 6. Zkoušky provedené za účelem prokázání shody s mezemi jsou považovány za zkoušky typové.

Použijí se následující meze:

- hodnota krátkodobé míry vjemu flikru, P_{st} nesmí být větší než 1,0;
- hodnota dlouhodobé míry vjemu flikru, P_{it} nesmí být větší než 0,65;
- hodnota $d(t)$ během změny napětí nesmí být větší než 3,3 % po dobu více než 500 ms;
- relativní ustálená změna napětí d_c nesmí být větší než 3,3 %;
- maximální relativní změna napětí d_{max} nesmí být větší než:
 - a) 4 % bez dodatečných podmínek;
 - b) 6 % pro zařízení s:
 - ručním spínáním, nebo
 - automatickým spínáním častějším než dvakrát za den, které má zpožděné opětné zapnutí (zpoždění není kratší než několik desítek sekund) nebo
 - ručním opětným zapnutím po přerušení dodávky energie.

POZNÁMKA Cyklovací kmitočet bude dále omezen mezemi P_{st} a P_{it} . Například: d_{max} o velikosti 6 % vytvářející pravouhlé změny napětí charakteristicky dvakrát za hodinu způsobí P_{it} o velikosti asi 0,65.

c) 7 % pro zařízení, které

- je při použití ručně obsluhováno (například: vysoušeče vlasů, vysavače, kuchyňské strojky jako jsou mixéry, zahradní zařízení jako jsou sekačky, přenosná nářadí jako jsou elektrické vrtačky); nebo
- je zapínáno automaticky nebo je určeno k ručnímu zapínání, ne častěji než dvakrát za den, které má zpožděné opětné zapnutí (zpoždění není kratší než několik desítek sekund) nebo opětné zapnutí po přerušení dodávky energie.

V případě zařízení zahrnujícího vícenásobné zátěže, použijí se meze b) a c) pokud se jedná o zpožděné nebo ruční opětné zapnutí po přerušení dodávky energie; pro všechna zařízení s automatickým spínáním, které je spouštěno bezprostředně po obnovení dodávky energie po přerušení její dodávky, se musí použít meze a); pro všechna zařízení s ručním spínáním, se musí použít meze b) nebo c), v závislosti na četnosti spínání.

Požadavky P_{st} a P_{it} se nesmí používat na změny napětí způsobené ručním spínáním.

Meze se nesmí používat na nouzové spínání nebo nouzové operace.

5.3 Meze ověřované provozovatelem distribuční soustavy

Provozovatel distribuční soustavy provede ověření shody pevné instalace (zařízení nebo sestava několika druhů přístrojů, případně prostředků, jež jsou zkompletovány, instalovány a určeny k trvalému používání na předem daném místě). Ověření shody se provede kontrolou splnění prohlášení výrobce podle článků 6.2 až 6.3 a měřením úrovně kolísání napětí a flikru podle článku 4.1.

Použijí se limity podle PNE 333430-0:

- hodnota krátkodobé míry vjemu flikru, P_{st} nesmí být větší než 0,6;
- hodnota dlouhodobé míry vjemu flikru, P_{lt} nesmí být větší než 0,4;
- relativní změna napětí d nesmí být větší než 3 %;
- maximální relativní změna napětí d_{max} nesmí být větší než 4 %.

6 Postupy zkoušky, měření a vyhodnocování zařízení nízkého napětí

Přehled znázorňující postupy zkoušky a vyhodnocování používané při určování zda zařízení může být připojeno je uveden na obrázku 5.

Při výpočtech popsaných v následujících člancích se musí používat moduly komplexních impedancí.

Za účelem vyhodnocení zařízení a určení maximální dovolené impedance distribuční soustavy při typové zkoušce jsou nutné některé pomocné veličiny. Tyto pomocné veličiny byly opatřeny indexy pro usnadnění jejich použití v rovnicích a při výpočtech; viz tabulka 1.

Tabulka 1 - Indexy a jejich použití

Index	Reprezentující	Použití
sys	Systém	Z_{sys} je modul impedance distribuční soustavy, do které může být zařízení připojeno tak, aby vyhovělo konkrétní mezi. Číslo za indexem vyznačuje konkrétní výpočet.
ref	Vztah	Z_{ref} je referenční impedance.
act	Skutečný	Z_{act} je modul skutečné impedance distribuční soustavy, která je v bodu rozhraní.
max	Maximum	Z_{max} je modul maximální hodnoty impedance distribuční soustavy, v kterém zařízení vyhovuje všem mezím podle této normy.
test	Zkoušku nebo měření	Z_{test} je modul impedance zkušební obvodu, v kterém je zkouška emise provedena a $d_{c\ test}$, $d_{max\ test}$, $P_{st\ test}$ a $P_{lt\ test}$ jsou měřené hodnoty.

6.1 Postupy zkoušky a měření

Pro zařízení se jmenovitým proudem ≤ 16 A se musí používat zkušební podmínky specifikované v příloze A normy IEC 61000-3-3.

6.1.1 Zkušební impedance Z_{test}

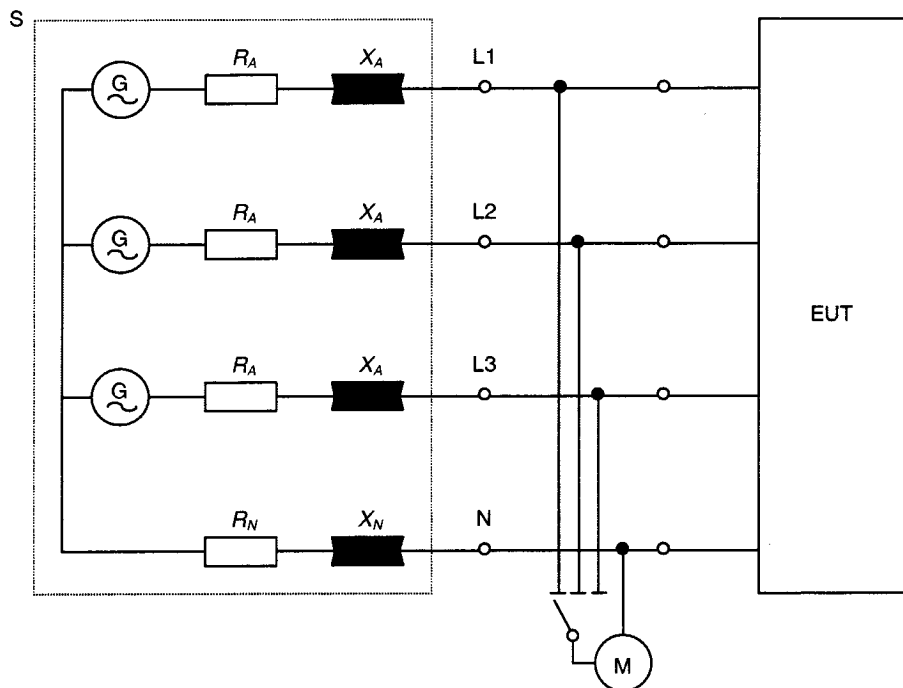
Zkušební impedance Z_{test} může být nižší než Z_{ref} , zvláště pro zařízení se jmenovitým proudem > 16 A. Pro nalezení optimální zkušební impedance musí být splněny následující dvě podmínky.

- zaprvé úbytek napětí ΔU , způsobený zařízením, musí být v rozsahu 3 % až 5 % napájecího napětí při zkoušce;
- zadruhé, poměr indukční a rezistanční složky Z_{test} vyjádřený zlomkem X_{test} / R_{test} musí být v rozsahu 0,5 až 0,75 (tj. musí být podobný poměru těchto složek pro Z_{ref}).

POZNÁMKA Podmínka 3 % až 5 % zajišťuje, aby relativní změny proudu zařízení v reálné situaci distribuční soustavy byly blízké těm při zkoušce.

6.1.2 Zkouška zařízení s impedancí Z_{test}

Zkouška musí být provedena se zkušebním obvodem specifikovaným na obrázku 4, s tou výjimkou, že impedance Z_{ref} je nahrazena impedancí Z_{test} . Musí se měřit čtyři hodnoty $d_{\text{c test}}$, $d_{\text{max test}}$, $P_{\text{st test}}$ a $P_{\text{lt test}}$. Definice d_{c} , d_{max} , P_{st} , P_{lt} jsou uvedeny v kapitole 2.



EUT zkoušené zařízení

M měřicí zařízení

G zdroj napětí.

S napájecí zdroj skládající se z generátoru napájecího napětí G a zkušební impedance Z, simulující parametry napájecí distribuční soustavy v předpokládaném místě připojení s následujícími prvky, které zahrnují impedanci generátoru:

Pro zkoušení podle 6.1 a 6.2 při použití Z_{ref}

$$R_A = 0,24 \, \Omega; \quad X_A = j 0,15 \, \Omega \text{ při } 50 \text{ Hz};$$

$$R_N = 0,16 \, \Omega; \quad X_N = j 0,10 \, \Omega \text{ při } 50 \text{ Hz};$$

jinak hodnoty Z_{test} musí být ve shodě s 6.1.1.

Pro zkoušení podle 6.3 při použití Z_{test}

$$R_A = 0,15 \, \Omega; \quad X_A = j 0,15 \, \Omega;$$

$$R_N = 0,10 \, \Omega; \quad X_N = j 0,10 \, \Omega;$$

Není-li impedance zdroje dobře definována viz 6.2 normy IEC 61000-3-3.

Obrázek 4 – Referenční síť pro jednofázová a trojfázová napájení odvozená z trojfázové čtyřvodičové napájecí distribuční soustavy

6.1.3 Vyhodnocení s impedancí Z_{ref}

Jestliže Z_{test} není stejná jako Z_{ref} , musí se naměřené hodnoty přepočítat podle následujících vzorců:

$$d_c = d_{\text{c test}} \cdot \frac{Z_{\text{ref}}}{Z_{\text{test}}}$$

$$d_{\max} = d_{\max \text{ test}} \cdot \frac{Z_{\text{ref}}}{Z_{\text{test}}}$$

$$P_{\text{st}} = P_{\text{st test}} \cdot \frac{Z_{\text{ref}}}{Z_{\text{test}}}$$

$$P_{\text{lt}} = P_{\text{lt test}} \cdot \frac{Z_{\text{ref}}}{Z_{\text{test}}}$$

Hodnoty d_c , d_{\max} , P_{st} , P_{lt} jsou obdobné jako ty, které bychom obdrželi při měření s použitím Z_{ref} jako podmínek ustanovených pro Z_{test} v 6.1.1 zajišťujících, že moduly hodnot Z_{test} a Z_{ref} jsou přibližně „ve fázi“ a že měřené napětí, hodnoty P_{st} a P_{lt} se mohou konvertovat na ekvivalentní hodnoty s rozumnou přesností jejich násobením poměrem $\frac{Z_{\text{ref}}}{Z_{\text{test}}}$.

Za předpokladu, že podmínky pro d_c a d_{\max} jsou s impedancí Z_{test} splněny, $d(t)$ se považuje za vyhovující.

6.2 Vyhodnocení a prohlášení výrobce o maximální přípustné impedanci distribuční soustavy

Ve výpočtech popsaných v následujících článcích se musí použít moduly hodnot komplexních impedancí.

6.2.1 Porovnání hodnot emise s hodnotami mezí za účelem prohlášení shody s ČSN EN 61000-3-3

Jestliže jsou všechny hodnoty vypočtené podle článku 6.1.3, nebo měřené podle ČSN EN 61000-3-3, menší nebo rovné mezím podle článku 5.2, výrobce může prohlásit, že „výrobek vyhovuje technickým požadavkům ČSN EN 61000-3-3“. Není-li zařízení při zkoušce nebo vyhodnocení s referenční impedancí Z_{ref} ve shodě s mezemi podle ČSN EN 61000-3-3, je pak předmětem podmíněného připojení podle kapitoly 5 této normy.

6.2.2 Výpočet maximální přípustné impedance distribuční soustavy

Následující postup vyhodnocení se musí použít jestliže emise zařízení nemohou být ve shodě s technickými požadavky IEC 61000-3-3 a proto zařízení nemůže být výrobcem prohlášeno ve shodě podle 6.2.1. V takovém případě se zařízení musí připojit jen k napájecí soustavě s impedancí nižší než Z_{ref} .

Při výpočtu níže uvedené impedance distribuční soustavy Z_{sys} podle následujících rovnic se musí použít hodnoty d_c , d_{\max} , P_{st} a P_{lt} vypočtené podle 6.1.3.

Pro ruční spínání:

$$Z_{\text{sys1}} = Z_{\text{ref}} \cdot \frac{(\text{Mez } d_{\max} \text{ pro EUT podle kapitoly 5})}{d_{\max}}$$

$$Z_{\text{sys2}} = Z_{\text{ref}} \cdot \frac{3,3\%}{d_c}$$

$$Z_{\text{sys3}} = Z_{\text{ref}} \cdot \left(\frac{1}{P_{\text{st}}} \right)^{\frac{3}{2}}$$

$$Z_{\text{sys4}} = Z_{\text{ref}} \cdot \left(\frac{0,65}{P_{\text{lt}}} \right)^{\frac{3}{2}}$$

Minimální hodnota ze čtyř vypočtených hodnot Z_{sys} je maximální přípustná impedance distribuční soustavy Z_{max} , kterou výrobce může určit podle článku 5.1.

Při vyšetřování změn napětí způsobených ručním spínáním požaduje se výpočet jen Z_{sys1} a Z_{sys2} ; Z_{max} je minimum z těchto dvou hodnot.

Za předpokladu, že podmínky pro d_c a d_{\max} jsou s impedancí Z_{test} splněny, $d(t)$ musí být považováno za vyhovující.

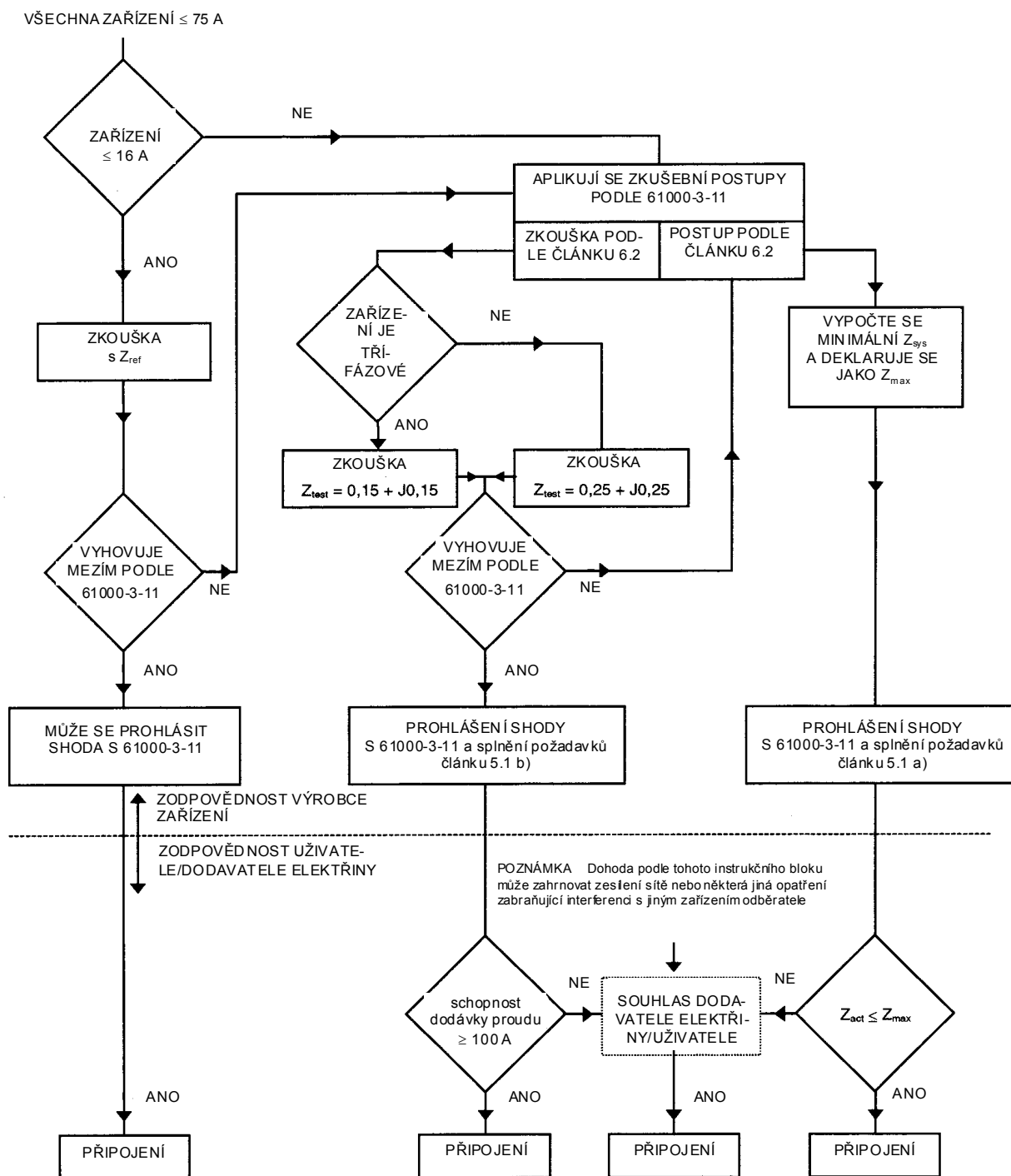
6.3 Vyhodnocení a prohlášení výrobce o minimální přípustné schopnosti dodávky proudu

Pro jednofázové zařízení určené k připojení do veřejných distribučních soustav nízkého napětí o jmenovitém fázovém napětí 230 V pomocí jednofázové nebo třífázové přípojky, jejíž schopnost dodávky fázového proudu je ≥ 100 A, se musí zkušební impedance Z_{test} formulovat v komplexním tvaru $0,25 + j 0,25 \Omega$; viz obrázek 4.

Pro trojfázové zařízení určené k připojení do veřejných distribučních soustav nízkého napětí o jmenovitém sdruženém napětí 400 V pomocí trojfázové přípojky, jejíž schopnost dodávky fázového proudu je ≥ 100 A, se musí zkušební impedance Z_{test} formulovat v komplexním tvaru $0,15 + j 0,15 \Omega$ pro každý fázový vodič a $0,1 + j 0,1 \Omega$ pro nulový vodič; viz obrázek 4.

Zařízení zkoušené se zkušebními impedancemi specifikovanými v předcházejících odstavcích musí vyhovovat mezím uvedeným v kapitole 5.

Výrobce musí prohlásit minimální schopnost dodávky proudu podle požadavku 5.1 b).



Obrázek 5 – Vývojový diagram znázorňující postupy vyhodnocení a zkoušky vedoucí k připojení zařízení do soustavy nízkého napětí

7 Sumační zákon

Bylo zjištěno, že spojování účinků kolísání napětí od různých instalací vyjádřených individuálními mírami vjemu flikru P_{sti} může být vyjádřeno následovně:

$$P_{st} = \sqrt[\alpha]{\sum_i P_{sti}^\alpha} \quad (2)$$

kde

P_{st} je velikost výsledné úrovně krátkodobé míry vjemu flikru pro uvažovanou agregaci (spojování několika po sobě následujících hodnot daného parametru, přičemž každá z nich je určena ve stejném časovém intervalu, za účelem získání hodnoty reprezentující delší časový interval; viz ČSN EN 61000-4-30) zdrojů flikru (pravděpodobnostní hodnota);

P_{sti} je velikost různých zdrojů flikru nebo úrovní emise určených ke spojování;

α je exponent, který závisí na různých faktorech diskutovaných níže.

POZNÁMKA Stejná rovnice se může použít i pro dlouhodobou míru vjemu flikru P_{lt} .

Běžně se používá hodnota $\alpha = 3$ („kubický sumační zákon“) již delší dobu běžně používaná pro sčítání P_{st} (nebo P_{lt}) za předpokladu, že se nevyskytla dodatečná informace opravňující použití jiné hodnoty.

$$P_{st} = \sqrt[3]{\sum_i P_{sti}^3} \quad (3)$$

$$P_{lt} = \sqrt[3]{\sum_i P_{lti}^3} \quad (4)$$

Dřívější studie skupin obloukových pecí ukázaly, že hodnota exponentu α závisí na charakteristikách hlavního zdroje kolísání. Všeobecně se exponent zmenšuje se zvětšováním pravděpodobnosti nárůstů současných kolísání a při výskytu dodatečné informace opravňující použití jiné hodnoty je možno se řídit následujícími doporučeními:

- $\alpha = 4$: by se mělo použít pro sčítání flikru pokud současná kolísání jsou velmi nepravděpodobná (např. specifické ovládače zařízení jsou instalovány tak, aby současným kolísáním zabránily).
- $\alpha = 3$: by se mělo použít pro většinu typů zdrojů flikru, kde riziko současných změn napětí je malé. Pro běžná použití se tato kategorie doporučuje.
- $\alpha = 2$: by se mělo použít, kde současná kolísání jsou pravděpodobná (např. současné tavby na obloukových pecích).
- $\alpha = 1$: by se mělo použít pokud je vysoká četnost současných změn napětí (např. současné rozběhy motorů).

8 Meze emise kolísání napětí způsobených instalacemi připojovanými do soustavy vn (MV)

Tato část normy se týká elektrických a elektronických zařízení, která se připojují do soustavy vysokého napětí. Tato část normy se týká průmyslových zařízení, která se připojují do elektrických soustav uživatele distribuční soustavy připojených ve společném napájecím bodu do soustavy vysokého napětí.

8.1 Etapa 1: zjednodušené vyhodnocení emise kolísání napětí

Význam etapy 1 je v jednoduchosti rozhodování o připojování malého počtu malých odběrů emitujících kolísání napětí.

Kolísání napětí instalace se může akceptovat bez dalšího vyšetřování pokud poměr změn zdánlivého příkonu ΔS a zkratového výkonu soustavy S_{sc} vyjádřený v procentech je v mezích podle následující tabulky.

Tabulka 2 – Meze relativních změn příkonu jako funkce počtu změn r za minutu

r min^{-1}	$K=(\Delta S / S_{sc})_{\max}$ %
$r > 200$	0,1
$10 \leq r \leq 200$	0,2
$r < 10$	0,4

8.2 Etapa 2: meze emise vztažené ke skutečným charakteristikám distribuční soustavy

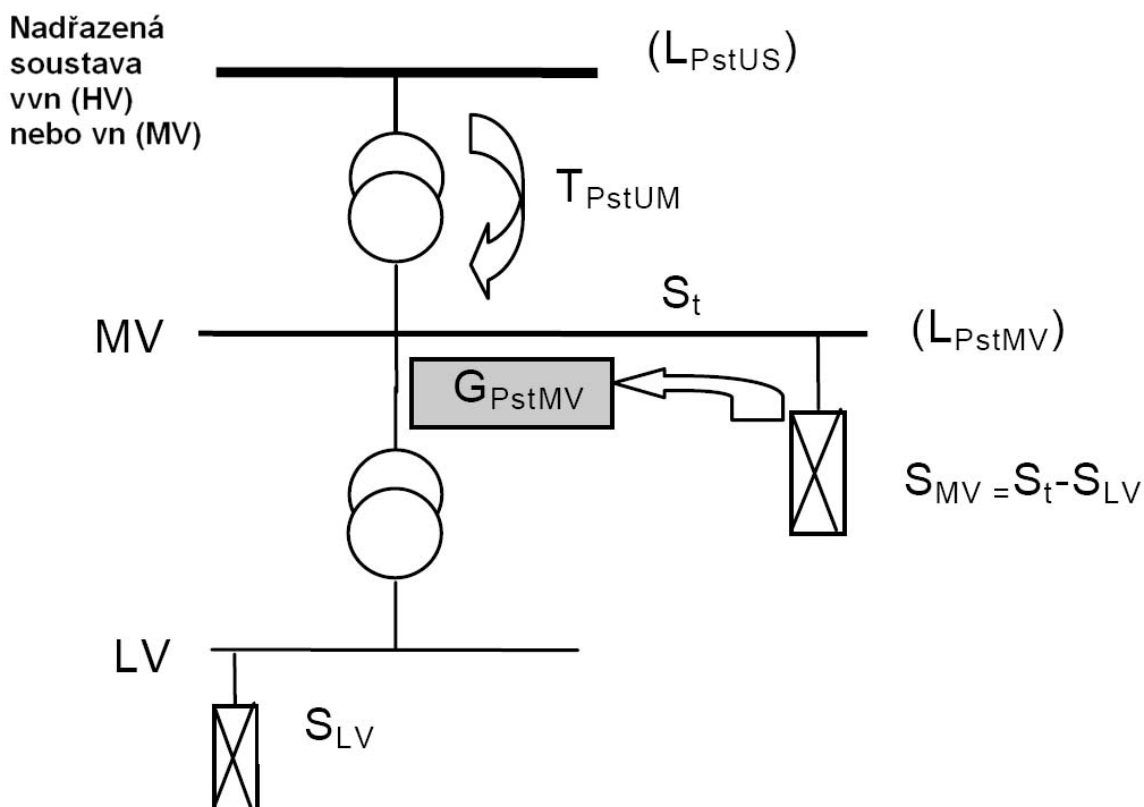
V této etapě je příslušná plánovací úroveň rozdělena pro každého uživatele distribuční soustavy podle jeho podílu příkonu, který odebírá ze soustavy. Toto zajišťuje, aby celková emise do dané soustavy nezpůsobila překročení plánovacích úrovní.

Níže uvedený přístup předpokládá šíření rušivého flikru v distribuční soustavě podle jednoduchých zákonitostí.

- Přístup je založen na sumačním zákonu uvedeném v kapitole 7.
- Hodnoty flikru se budou přenášet směrem od zdroje s útlumem (koeficient přenosu menší než 1, např. 0,8).
- S ohledem na zkratové výkony je možno příspěvky z nižší do vyšší napěťové úrovně považovat za zanedbatelné.

8.2.1 Souhrnné emise určené k rozdělení mezi uživatele distribuční soustavy

Uvažujme typickou distribuční soustavu znázorněnou na obrázku 6 za cílem stanovení mezí emise v distribuční soustavě vn (MV).



Legenda k obrázku a k následujícímu textu:

- MV vyšetřovaná soustava vn (*Medium Voltage*)
- LV vyšetřovaná soustava nn (*LowVoltage*)
- US nadřazená soustava (*Upstream System*)
- S_t schopnosti dodávky výkonu
- S dohodnutý příkon
- L_{Pst} úroveň krátkodobé míry vjemu flikru
- G_{Pst} souhrnný příspěvek ke krátkodobé míře vjemu flikru

Obrázek 6 – Příklad vyšetřované distribuční soustavy vysokého napětí pro rozdělení příspěvků

Nejprve je nutné aplikování sumačního zákona (rovnice 2) pro určení souhrnného příspěvku všech zdrojů flikru přítomných v konkrétní distribuční soustavě vysokého napětí MV. Flikr v této distribuční soustavě je výsledkem kombinování úrovně flikru přicházejícího z nadřazené soustavy (je třeba poznamenat, že nadřazená soustava může být vvn nebo vn soustava, pro kterou přechodné plánovací úrovně byly stanoveny předem) a úrovně flikru, které jsou následkem všech kolísajících napětí instalací připojených k vyšetřované soustavě MV. Tato úroveň flikru by neměla překročit plánovanou úroveň ve vyšetřované soustavě MV (viz obrázek 6), danou vztahem:

$$L_{PstMV}^{\alpha} = \sqrt[\alpha]{G_{PstMV}^{\alpha} + T_{PstUM}^{\alpha} \cdot L_{PstUS}^{\alpha}} \quad (5)$$

kde

- G_{PstMV} je maximální souhrnný příspěvek k úrovni flickru přicházející od úhrnu MV instalací, které mohou být napájeny ze sběrnice MV;
- L_{PstMV} je plánovací úroveň pro flickr (P_{st} nebo P_{It} podle kapitoly 4) v soustavě MV;
- L_{PstUS} je plánovací úroveň pro flickr v nadřazené soustavě (protože mohou být potřeba různé plánovací úrovně pro úrovně přechodných napětí mezi vn a vvn-zvn, byla jako obecný termín použita plánovací úroveň nadřazené soustavy);
- T_{PstUM} je koeficient přenosu flickru (P_{st} nebo P_{It}) z nadřazené soustavy do vyšetřované soustavy MV (může se určit simulací nebo měřením podle přílohy B technické zprávy IEC/TR 61000-3-7).
- α je sumační exponent, který se obvykle rovná 3 (viz kapitola 7).

Algebraickou úpravou rovnice 5 souhrnný příspěvek flickru, který se může přidělit úhrnu MV instalací napájených z vyšetřované soustavy MV, je dán vztahem:

$$G_{PstMV} = \sqrt[\alpha]{L_{PstMV}^{\alpha} - T_{PstUM}^{\alpha} \cdot L_{PstUS}^{\alpha}} \quad (6)$$

8.2.1.1 Příklady souhrnných příspěvků flickru uvažujících koeficienty přenosu

Při použití orientační hodnoty plánovací úrovně podle tabulky v kapitole 4 a koeficientu přenosu flickru mezi HV a MV o hodnotě 0,9 (podle tabulky B.1 v technické zprávě IEC/TR 61000-3-7B.1), bude souhrnný příspěvek flickru všech instalací MV:

$$G_{PstMV} = \sqrt[3]{L_{PstMV}^3 - T_{PstUM}^3 \cdot L_{PstUS}^3} = \sqrt[3]{0,90^3 - 0,9^3 \cdot 0,8^3} = 0,71$$

Obdobně na úrovni nízkého napětí LV při použití orientační hodnoty plánovací úrovně např. $P_{st} = 1$ a koeficientu přenosu flickru mezi MV a LV o hodnotě 1,0, bude souhrnný příspěvek flickru všech instalací LV:

$$G_{PstLV} = \sqrt[3]{L_{PstLV}^3 - T_{PstULM}^3 \cdot L_{PstMV}^3} = \sqrt[3]{1,0^3 - 1,0^3 \cdot 0,9^3} = 0,65$$

8.2.1.2 Individuální meze emise

Každému uživateli distribuční soustavy bude povolen jen zlomek souhrnných mezí emise G_{PstMV} . Přiměřeným přístupem je použití podílu dohodnutého příkonu S_i a schopnosti dodávky výkonu S_t do soustavy MV. Takovéto kritérium je ve vztahu ke skutečnosti, že dovolený příkon uživatele distribuční soustavy je často spojen s podílem na investičních nákladech soustavy.

Při použití rovnic 3 a 4 sumačního zákona budou individuální meze emise

$$E_{Psti} = G_{PstMV} \sqrt[\alpha]{\frac{S_i}{(S_t - S_{LV})}} \quad (7)$$

$$E_{PIti} = G_{PItMV} \sqrt[\alpha]{\frac{S_i}{(S_t - S_{LV})}} \quad (8)$$

kde

- E_{Psti} a E_{PIti} jsou meze emise flickru instalace i přímo napájené z MV;
- G_{PstMV} jsou maximální souhrnné příspěvky k úrovním flickru přicházející od úhrnu MV instalací, které mohou být napájeny z vyšetřované soustavy MV dané rovnicí (6);
- $S_i = P_i // \cos \varphi_i$ je dohodnutý příkon instalace uživatele distribuční soustavy i, nebo jmenovitý výkon v MVA vyšetřované rušivé instalace (buď zátěží nebo generátorů);
- S_t je schopnosti dodávky výkonu do vyšetřované soustavy včetně opatření pro budoucí nárůst zátěží. S_t by mohla také zahrnovat příspěvek z rozptýlených generátorů, je však třeba požadovat podrobné určení jejich účinného příspěvku ke zkratovému výkonu;

- S_{LV} je celkový výkon nízkonapěťových instalací napájených z vyšetřované soustavy včetně opatření pro budoucí nárůst zátěží;
- α je sumační exponent.

POZNÁMKA Rozptýlené generátory však mohou být také zdrojem kolísání napětí a je s tím třeba počítat.

V některých místech se může stát, že stávající úroveň flikru je vyšší než normální podíl stávající instalace. V takovém případě se mez emise pro jakoukoliv novou instalaci zmenší nebo by se mohla zvětšit schopnost absorpce harmonických.

U uživatelů distribuční soustavy, kteří mají nízký dohodnutý příkon může výše uvedený postup vycházet s nereálně nízkými mezemi. Meze emise se pak stanoví podle tabulky 3.

Tabulka 3 – Minimální meze emise

E_{Pst}	E_{Pit}
0,35	0,25

8.3 Etapa 3: připojování za mimořádných okolností

Za některých okolností může provozovatel distribuční soustavy připustit rušivou instalaci emitující kolísání napětí nad základními mezemi dovolenými v etapě 2. To je zejména případ, kdy meze etapy 2 jsou odvozeny při použití typických avšak opatrných charakteristik distribuční soustavy. Následující faktory mohou dovolit využít rezervu soustavy pro umožnění vyšších mezí emise, například:

- Některé instalace nevytvářejí výraznější flikr, protože neobsahují velká zařízení. Proto schopnost dodávky výkonu ze soustavy nemusí být v některých dobách využita.
- Sumační zákon může být v některých případech příliš konzervativní; například některé instalace emitující kolísání napětí nemusí pracovat současně. Může se stát, že některé instalace se nikdy neprovozují současně s ohledem na omezení soustavy a zátěže.
- V některých případech se mohou definovat vyšší plánovací úrovně po novém přiřazení plánovacích úrovní mezi vn a vvn pro počítání s místními jevy jako je zvláštní efekt útlumu nebo absence rušivých instalací na určité úrovni napětí.
- V některých případech rušivé instalace mohou v normálních konfiguracích soustavy být ve shodě s jejími mezemi emise, zatímco při náhodou zhoršených konfiguracích soustavy (např. pokud blízký generátor je mimo provoz) se meze etapy 2 náhodně překračují.

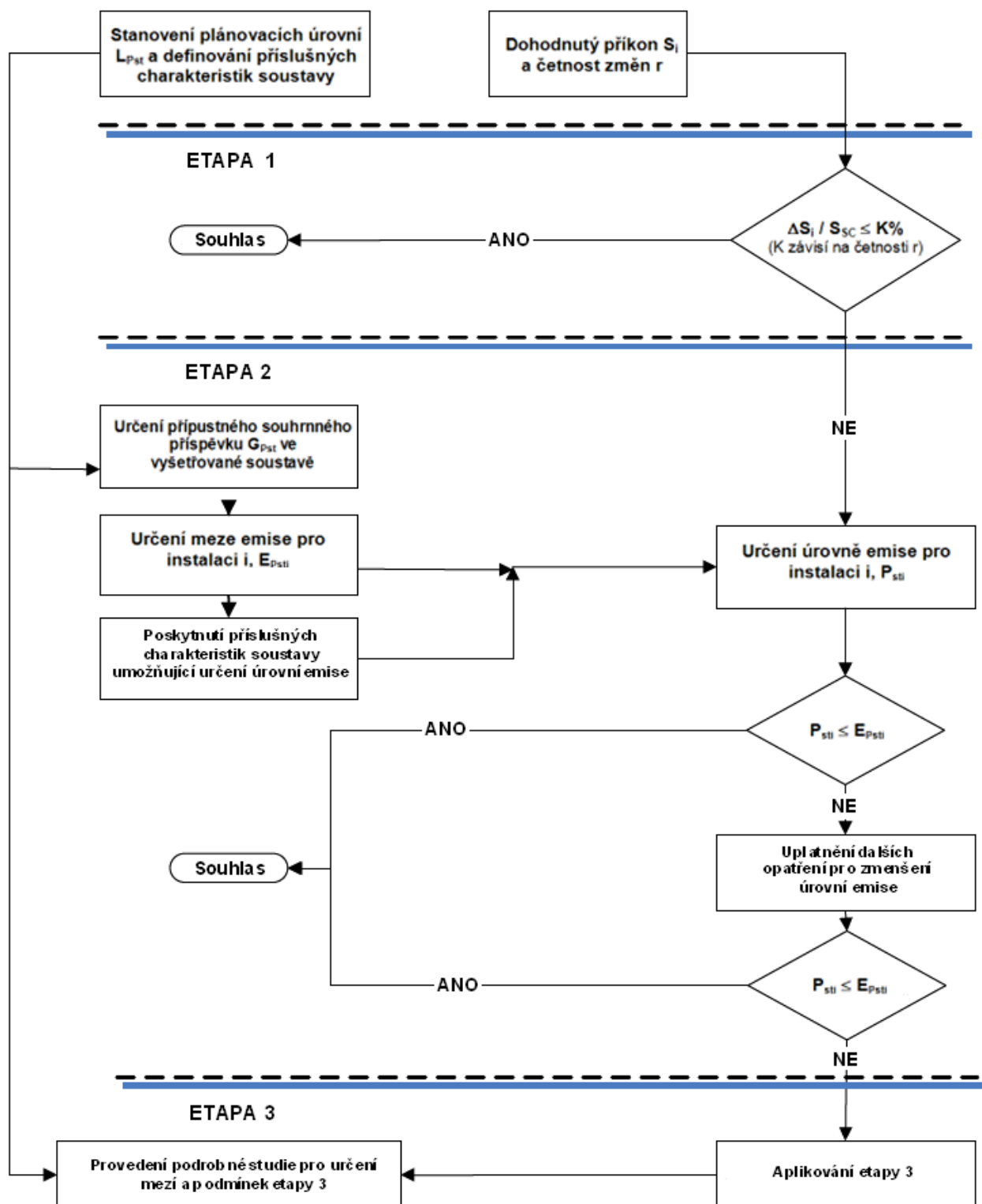
Ve všech těchto případech může provozovatel nebo vlastník soustavy rozhodnout o přidělení vyšších mezí emise v rámci etapy 3. Vždy se však musí provést pečlivá studie připojení při respektování předcházejícího flikru a očekávaného příspěvku od vyšetřované instalace při různých možných provozních podmínkách. Přípustnost vyšších mezí emise bude poskytnuta uživateli distribuční soustavy jen podmíněčně a omezení může specifikovat přímo provozovatel nebo vlastník distribuční soustavy:

8.4 Vývojový diagram postupu vyhodnocování

Obrázek 7 uvádí přehled postupu vyhodnocování. Postup vyhodnocování je aplikovatelný jak pro míru vjemu flikru P_{st} tak i P_{it} . Četnost změn r na obrázku je počet změn r za minutu podle tabulky 2 v etapě 1.

PROVOZOVATEL DISTRIBUČNÍ SOUSTAVY

ODBĚRATEL



Obrázek 7 – Vývojový diagram postupu vyhodnocování v distribuční soustavě vn

9 Meze emise harmonických způsobených instalacemi připojovanými do soustav vvn (HV)

9.1 Etapa 1: zjednodušené vyhodnocení emise harmonických

Pro připojování do soustav vvn v etapě 1 se mohou použít stejná kritéria jako v článku 8.1.

9.2 Etapa 2: meze emise vztažené ke skutečným charakteristikám distribuční soustavy

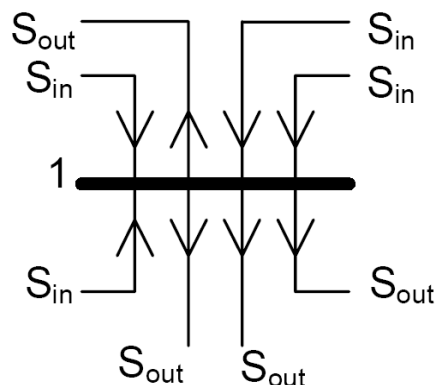
Přístup je obdobný jako pro vn instalace (viz 8.2). Avšak v konkrétním případě vvn instalací způsobujících kolísání napětí by podíl souhrnné úrovně flikru určený k rozdělení mezi každého uživatele měl být založen na celkovém dostupném výkonu pro všechny instalace vvn a ne na celkové schopnosti dodávky výkonu soustavy. Je to způsobeno tím, že příspěvek vn a nn instalací způsobujících kolísání napětí na úroveň flikru se může zanedbat a proto při určování možných emisí flikru v soustavách vvn se instalace vn a nn nemusí zahrnovat do celkové schopnosti dodávky výkonu.

9.2.1 Určení celkového dostupného výkonu

Je-li S_i zdánlivý výkon instalace i a S_{iHV} (S_{iEHV}) celkový dostupný výkon pro uživatele distribuční soustavy v místě vyhodnocení soustavy vvn (HV), pak poměr S_i/S_{iHV} (S_i/S_{iEHV}) je základní veličina pro určení mezí emise podle postupu v etapě 2.

9.2.1.1 První aproximace

Určení celkového dostupného výkonu S_t v soustavách vvn je mnohem složitější než v případě soustavy vn. Pokud se vyšetřuje případ instalace průmyslového uživatele distribuční soustavy připojovaného v dané soustavě vvn jako první základní informace je předpověď toků výkonu beroucí v úvahu rozvoj soustavy v budoucnu.



Obrázek 8 – Určení S_t v jednoduché soustavě vvn

Celkový dostupný výkon se určí jednoduše:

$$S_t = \sum S_{out} \quad (9)$$

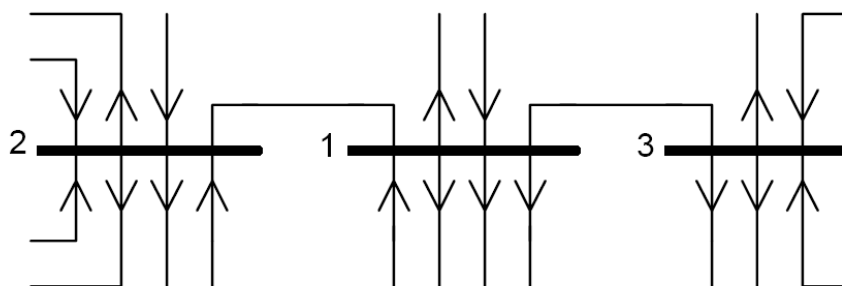
kde

- S_t (v MVA) je aproximace celkového příkonu všech instalací, u kterých meze emise je třeba přidělit v předvídatelné budoucnosti. V tomto případě to je součet výkonů odtékajících z vyšetřované sběrnice;
- S_{out} (v MVA) je výkon odtékající z vyšetřované sběrnice vvn (zvn) (včetně rezervy pro budoucí nárůst zátěže);
- S_{in} (v MVA) je výkon přitékající do vyšetřované sběrnice.

Tato první aproximace S_t je konzervativní a pokud vede k nerealistickým mezím emise doporučuje se následující druhá aproximace.

9.2.1.2 Druhá aproximace

Pokud v nejbližším okolí vyšetřované rozvodny je důležitá instalace způsobující kolísání napětí doporučuje se následující postup.



Obrázek 9 – Určení S_t v mřížové soustavě vvn a zvn

Označme vyšetřovaný uzel "1" a obdobně "2", "3", atd. ostatní uzly umístěné v okolí vyšetřovaného uzlu, pak hodnoty dostupného výkonu S_{tHV1} , S_{tHV2} , S_{tHV3} , . . . se vypočtou podle rovnice (9) přičemž se ignoruje výkon S_{out} tekoucí mezi těmito uzly.

Na síťovém kmitočtu se vypočtou koeficienty vlivu K_{2-1} , K_{3-1} , . . . (koeficient vlivu K_{n-m} je změna napětí, která je způsobena v uzlu m pokud jednotková změna napětí je aplikována v uzlu n; výpočet K_{n-m} obvykle vyžaduje počítačový program).

Alternativní přístup je založen na aplikování zátěže (nebo trojfázového zkratu přes určitou impedanci) na sběrnici n při zaznamenání napětí na sběrnících m a n. Koeficienty vlivu se pak mohou definovat mezi sběrnici m a n jako $K_{n-m} = (U_m - U_m^0) / (U_n - U_n^0)$, kde U_m a U_n jsou napětí na sběrnících m a n přičemž zátěž je aplikována na sběrnici n a U_m^0 i U_n^0 jsou odpovídající napětí bez aplikování zátěže.

Preciznější metoda, založená na typické analýze dat a technik zkratu, je uvedena v příloze F technické zprávy IEC/TR 61000-3-7.

Při této druhé aproximaci se rovnice (9) nahradí rovnicí

$$S_{tHV} = S_{tHV1} + (K_{2-1})^\alpha S_{tHV2} + (K_{3-1})^\alpha S_{tHV3} + \dots$$

s přidáním dalších členů $(K_{n-m})^\alpha S_{tHVn}$ (obvykle se použije $\alpha=3$) pokud zůstávají významné ve srovnání s S_{tHV1} . Obvykle je přípustné ukončit přičítání pokud změny S_{tHV} jsou menší než 10%. Obdobný postup výpočtu je možné aplikovat pro S_{tEHV} .

9.2.1.3 Individuální meze emise

Při počítání s doporučeným sumačním zákonem (rovnice (3) a (4)) individuální meze emise (E_{Psti} a E_{Piti}) jsou pak dány rovnicemi (10) až (13) při použití $\alpha=3$:

$$E_{Psti} = G_{PstHV} \sqrt[\alpha]{\frac{S_i}{S_{tHV}}} \quad (10)$$

$$E_{Psti} = G_{PstEHV} \sqrt[\alpha]{\frac{S_i}{S_{tEHV}}} \quad (11)$$

$$E_{Piti} = G_{PitHV} \sqrt[\alpha]{\frac{S_i}{S_{tHV}}} \quad (12)$$

$$E_{Piti} = G_{PitEHV} \sqrt[\alpha]{\frac{S_i}{S_{tEHV}}} \quad (13)$$

kde

E_{Psti} a E_{Piti} jsou meze emise flikru pro instalaci i;

$G_{PstHV(EHV)}$ nebo $G_{PitHV(EHV)}$ je maximální souhrnný příspěvek k úrovním flikru (P_{st} nebo P_{it}) všech kolísajících instalací, které se mohou připojit k příslušné soustavě vvn (HV) (viz níže uvedená rovnice 14);

$S_i = P_i / \cos\varphi_i$ je dohodnutý zdánlivý příkon instalace i

S_{tHV} nebo S_{tEHV} je část schopnosti dodávky výkonu příslušné soustavy vvn (HV), která je vyčleněna pro příslušné instalace (rovnice 9).

Určení souhrnného příspěvku (G_{PstHV} nebo E_{HV}) a rozdělení plánovacích úrovní mezi různé části soustavy vvn vyžaduje prostudování vyhodnocování účinků různých kolísajících instalací při respektování vývoje konfigurace soustavy, založení zátěží a očekávaný procentní podíl kolísajících instalací. V každém případě příspěvek kombinovaného flikru přiděleného kolísajícím instalacím vvn by měl být takový, aby vyhověl plánovacím úrovním L_{PstHV} při respektování přenosového koeficientu ze zvn do vvn ($T_{PstEHV-HV}$) podle rovnice (14).

$$\sqrt[3]{G_{PstHV}^{\alpha} + T_{PstEHV-HV}^{\alpha} G_{PstEHV}^{\alpha}} \leq L_{PstHV} \quad (14)$$

V některých místech se může stát, že stávající úroveň flikru je vyšší než normální podíl stávající instalace. V takovém případě se mez emise pro jakoukoliv novou instalaci zmenší nebo by se mohla zvětšit schopnost potlačení kolísání napětí.

U uživatelů distribuční soustavy, kteří mají nízký dohodnutý příkon může výše uvedený postup vycházet s nereálně nízkými mezemi. Meze emise se pak stanoví podle tabulky 5.

Tabulka 5 – Minimální meze emise

E_{Psti}	E_{Plti}
0,35	0,25

9.3 Etapa 3: připojování za mimořádných okolností

V soustavě vvn se postupuje obdobně jako v článku 8.3.

10 Rychlé změny napětí

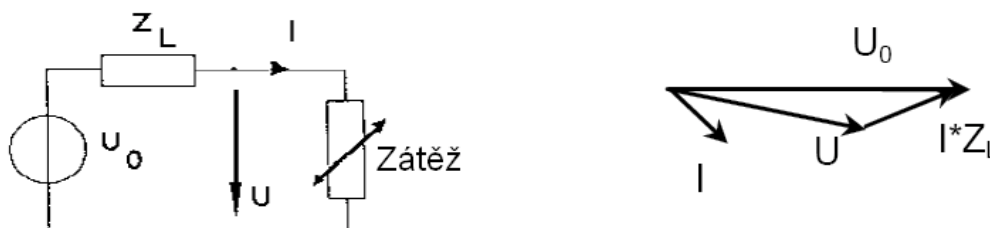
10.1 Analýza hodnocení

Narušování zrakového vnímání vyvolané flikrem je nejčastějším důvodem omezování změn a kolísání napětí způsobených kolísáním odběrů instalací. S ohledem na zařízení citlivá na rychlé změny napětí je však třeba, aby provozovatelé distribučních soustav udržovali velikost těchto změn v mezích a uživatelé distribuční soustavy tyto změny nezpůsobovali i když z hlediska flikru mezím jejich instalace vyhovují. V tomto kontextu rychlé změny napětí se považují za změny efektivní hodnoty napětí základního síťového kmitočtu trvajících několik period.

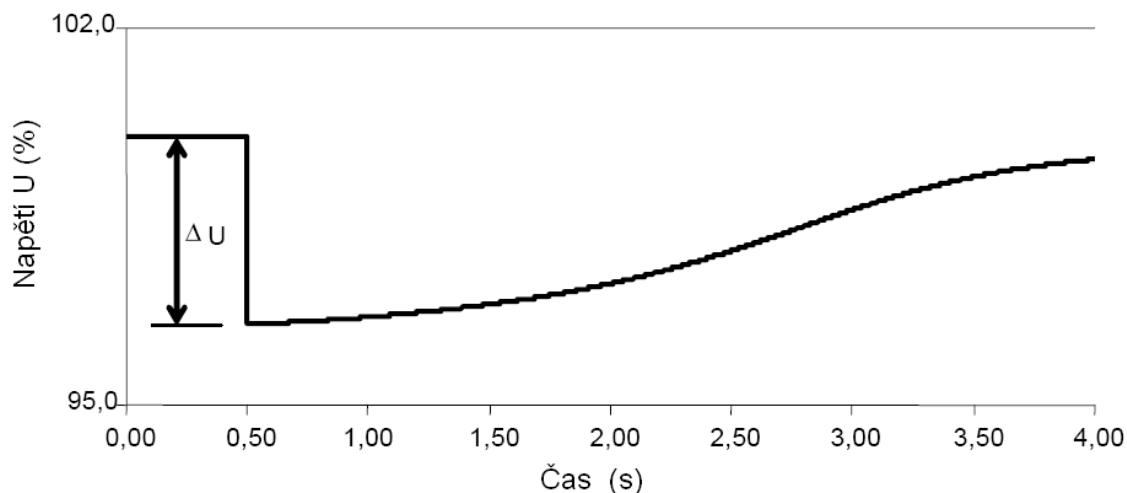
Jednoduché hodnocení relativní rychlé změny napětí je možno provádět podle následujících rovnic a obrázků:

$$I = I_p - jI_q \quad (15)$$

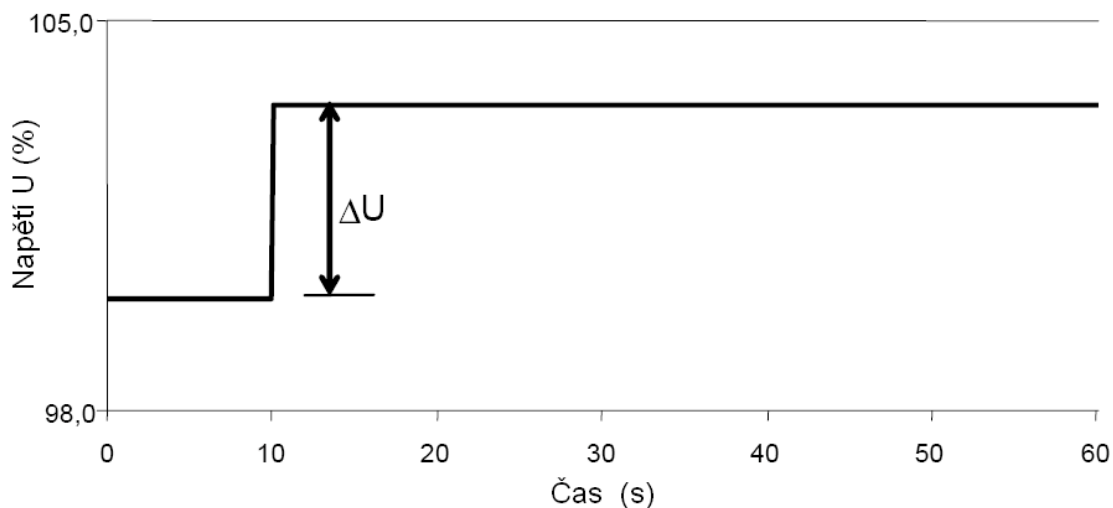
$$Z_L = R_L + jX_L \quad (16)$$



Obrázek 10 – Ekvivalentní obvod a vektorový diagram pro jednoduché hodnocení



Obrázek 11 – Příklad rychlé změny napětí při rozběhu motoru



Obrázek 12 – Příklad rychlé změny napětí při zapnutí kondenzátoru

Pro jednofázové a symetrické trojfázové zátěže

$$\Delta U = \Delta I_p \cdot R_L + \Delta I_q \cdot X_L \quad (17)$$

10.2 Kompatibilní úroveň

Za normálních okolností jsou hodnoty rychlých změn napětí omezeny na 3 % jmenovitého napájecího napětí. Občas se však mohou ve veřejné distribuční soustavě vyskytnout skokové změny napětí překračující 3 %.

POZNÁMKA Podle současné praxe hodnota 3 % odpovídá běžným rychlým změnám napětí, které se mohou vyskytnout dvakrát za hodinu.

Současný výskyt rychlých změn napětí je prakticky s velmi malou pravděpodobností. Z tohoto důvodu není třeba aplikovat sumační zákon. Pro malou četnost výskytu není třeba statistické vyhodnocování.

10.3 Plánovací úrovně

Tyto úrovně napětí se mohou použít při určování mezí emise rychlých změn napětí. Plánovací úrovně specifikuje provozovatel distribuční soustavy na všech napěťových úrovních jako interní ukazatele kvality provozovatele

distribuční soustavy, které může na žádost poskytnout individuálním uživatelům distribuční soustavy. Jedná se o indikativní hodnoty, které se případ od případu liší v závislosti na struktuře a okolnostech distribuční soustavy.

Plánovací úrovně v soustavě vn se odvozují z kompatibilní úrovně. V soustavě vvn se odvozují podle stávajících zkušeností s výskytem v soustavě vvn a podle potřeby rozlišení rozpětí mezi soustavami vn a vvn pro účely celkové koordinace EMC.

V tabulce 6 jsou uvedeny indikativní plánovací úrovně pro rychlé změny napětí $\Delta U/U_N$. Tyto indikativní plánovací úrovně závisí na četnosti výskytu, přičemž málo četné změny zde pokryty nejsou i když v některých soustavách mohou mít význam.

Tabulka 6 – Indikativní plánovací úrovně pro rychlé změny napětí

Počet změn n	$\Delta U/U_N$ %	
	vn	vvn
$n \leq 10$ za hodinu	3	2,5

POZNÁMKA 1 V soustavách vvn přípustné změny napětí jsou v širokém rozsahu s ohledem na rozsah napěťových úrovní (např. od 35 kV do 500 kV).

POZNÁMKA 2 Při mimořádných podmínkách soustavy mohou být přípustné vyšší hodnoty.

POZNÁMKA 3 Přípustné změny napětí $\Delta U/U_N$ (%) a počet změn v dané době by se měl stanovit tak, aby počet změn velikosti $\Delta U/U_N$ nepřekročil počet specifikovaný v celkové době odpovídající četnosti (např. ne více než 4 změny o velikosti 6% jsou dovoleny v soustavě vn během jakékoliv jedné doby 24 hodin).

10.4 Meze emise

Doporučená koordinace je založena na odvození individuálních úrovní emise z plánovacích úrovní tak, aby se udržela celková elektromagnetická kompatibilita (EMC). Protože indikativní plánovací úrovně jsou definovány na základě počtu výskytů specifických rychlých změn napětí přípustných během specifické doby, musí být meze emise pro individuální instalace případ od případu definovány provozovatelem soustavy při respektování konkrétního provozu a možného nepříznivého vlivu každé instalace, která může způsobovat rychlé změny napětí ve vyšetřované distribuční soustavě. Souhrnný účinek všech instalací by neměl mít za následek rychlé změny napětí překračující plánovací úrovně stanované provozovatelem nebo vlastníkem distribuční soustavy.

POZNÁMKA Může být nutné koordinovat emise flikru z instalací ve vn a vvn v závislosti na specifických systémech a umístěních vyšetřovaných instalací.

10.5 Postup vyhodnocování vyhovění plánovacím úrovním a mezím emise

Pro rychlé změny napětí žádná normalizovaná metoda neexistuje. Proto se doporučuje postup založený na změřených změnách efektivní hodnoty (ve smyslu ČSN EN 61000-4-30 efektivní hodnota je druhá odmocnina aritmetické střední hodnoty druhých mocnin okamžitých hodnot veličiny po dobu specifikovaného časového intervalu) napětí odpovídající jen složce síťového kmitočtu s přechodnými jevy odstraněnými. V praxi to znamená, že pro vyloučení nežádoucího vyhlazování efektivní hodnoty změny napětí základního kmitočtu, by se měl použít nejkratší možný více cyklový měřicí časový interval (ve smyslu ČSN EN 61000-4-30 základní měřicí časový interval pro velikost parametru napětí v napájecí distribuční soustavě 50 Hz musí být 10 cyklů).

Minimální doba měření je jeden týden. Celková doba monitorování by měla zahrnovat minimální doby měření očekávaných maximálních rychlých změn napětí.