

ČEZ, E.ON CZ, E.ON distribuce, PREdistribuce, a.s. ČEPS	Parametry kvality elektrické energie – Část 2: Kolísání napětí	PNE 33 3430-2
		4.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., PRE Distribuce, a.s., E.ON distribuce, a.s. a E.ON Česká republika, a.s</p> <p>Tato norma stanoví mezní hodnoty, výpočty a způsoby měření kolísání napětí a souvisejících změn 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 zkoušky odolnosti spotřebičů nízkého napětí vystavených kolísání napětí, pro které platí norma ČSN EN 61000-4-14.</p> <p>Nahrazení předchozích norem</p> <p>Touto normou se nahrazuje PNE 33 3430-2:2009.</p> <p>Změny proti předchozí normě</p> <p>Definice týkající se kolísání napětí byly opraveny a doplněny o termíny a definice týkající se charakteristik změn napětí podle revidované ČSN EN 61000-3-3 ed. 3. Při provádění zkoušek kolísání napětí a flikru je správné definování stavů těchto charakteristik povinné pro dosažení konzistentních výsledků. V souvislosti s tím byl uveden nový obrázek 1 místo původních obrázků 1 a 2. V kapitole 4 byly opraveny články 4.1.1 až 4.1.3, byly vypuštěny články 4.1.5 až 4.1.5.3 a byly doplněny nové články 4.2 až 4.5 týkající se základních stavů, ustálených stavů a charakteristik změn napětí včetně dvou nových obrázků 3 a 4. Ostatní obrázky byly přečíslovány. Ve shodě s revidovanou ČSN EN 61000-3-3 ed. 3 byl opraven text kapitoly 5 včetně nových článků 5.1 až 5.4. Název kapitoly 6 byl upřesněn podle ustanovení této kapitoly týkající se zkoušení podmíněného připojení a prokázání shody s normou ČSN EN 61000-3-11.</p>		
Ruší: PNE 33 3430-2 z roku 2009	Účinnost od: 2015-01-01	

Předmluva

Citované normy

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

ČSN CLC/TS 61836 Solární fotovoltaické energetické systémy – Termíny, definice a značky

ČSN EN 50160 ed.3 Charakteristiky napětí elektrické energie dodávané z veřejných distribučních sítí

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

kofrekvenčních rušení šířených vedením a signalizácie vo verejných rozvodných sieťach nízkeho napätia

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 61000-4-14 Elektromagnetická kompatibilita (EMC) - Část 4-14: Zkušební a měřicí technika - Kolísání napětí – Zkouška odolnosti

ČSN EN 61000-4-15 Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – Část 4: Zkušební a měřicí technika – Oddíl 15: Flikrmetr – 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 a zdrojů 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

Pracovníci Komise pro technickou normalizaci při ČSRES: Ing. Pavel Kraják a Ing. Jaroslav Bárta

Obsah

	Strana
1	Předmět normy..... 4
2	Termíny a definice..... 4
3	Kompatibilní úrovně 7
3.1	Kolísání napětí jako charakteristický parametr napětí distribuční soustavy..... 8
4	Plánovací úrovně a určování změn napětí, kolísání napětí a flikru 8
4.1	Měření a vyhodnocování úrovně kolísání napětí v distribučních soustavách 9
4.1.1	Určení relativní změny napětí, $d(t)$ 9
4.1.2	Určení hodnoty krátkodobé míry vjemu flikru, P_{st} 9
4.1.3	Určení dlouhodobé míry vjemu flikru P_{lt} 10
4.1.4	Úrovně emise 11
4.2	Rozlišování základních stavů 11
4.3	Napětí ustáleného stavu a charakteristiky změny napětí 12
5	Meze kolísání napětí emitovaných zařízeními připojovanými do soustavy nízkého napětí 13
5.1	Podmínky zkoušky zařízení nízkého napětí 14
5.2	Doba sledování 15
5.3	Referenční impedance 15
5.4	Požadavky podmíněného připojení 16
6	Zkoušky podmíněného připojení podle ČSN EN 61000-3-11 16
6.1	Postupy zkoušky a měření 16
6.1.1	Zkušební impedance Z_{test} 16
6.1.2	Zkouška zařízení s impedancí Z_{test} 17
6.1.3	Vyhodnocení s impedancí Z_{ref} 17
6.2	Vyhodnocení a prohlášení výrobce o maximální přípustné impedanci distribuční soustavy 18
6.3	Vyhodnocení a prohlášení výrobce o minimální přípustné schopnosti dodávky proudu 18
7	Sumační zákon 20
8	Meze emise kolísání napětí způsobených instalacemi připojovanými do soustavy vn (MV) 20
8.1	Etapa 1: zjednodušené vyhodnocení emise kolísání napětí..... 20
8.2	Etapa 2: meze emise vztažené ke skutečným charakteristikám distribuční soustavy 21
8.2.1	Souhrnné emise určené k rozdělení mezi uživatele distribuční soustavy 21
8.3	Etapa 3: připojování za mimořádných okolností 23
8.4	Vývojový diagram postupu vyhodnocování 23
9	Meze emise harmonických způsobených instalacemi připojovanými do soustav vvn (HV) 25
9.1	Etapa 1: zjednodušené vyhodnocení emise harmonických..... 25
9.2	Etapa 2: meze emise vztažené ke skutečným charakteristikám distribuční soustavy 25
9.2.1	Určení celkového dostupného výkonu 25
9.3	Etapa 3: připojování za mimořádných okolností 27
10	Rychlé změny napětí..... 27
10.1	Analýza hodnocení..... 27
10.2	Kompatibilní úroveň 28
10.3	Plánovací úrovně 28
10.4	Meze emise..... 29
10.5	Postup vyhodnocování vyhovění plánovacím úrovním a mezím emise 29

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 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, přičemž se berou v úvahu další parametry soustavy, jako např. charakteristika impedance soustavy.

Zařízení, které při zkoušení s referenční impedancí Z_{ref} podle 5.3 této normy nevyhovuje mezím podle kapitoly 5 a které proto nemůže být prohlášeno za vyhovující, se může znovu zkoušet nebo vyhodnotit za účelem prokázání shody s ČSN EN 61000-3-11 (viz kapitola 6 této normy). Tato norma platí pro zařízení se jmenovitým vstupním fázovým proudem ≤ 75 A, které je předmětem podmíněného připojení.

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

2 Termíny a definice

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

(elektromagnetická) kompatibilní úroveň

předepsaná 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 úroveň 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

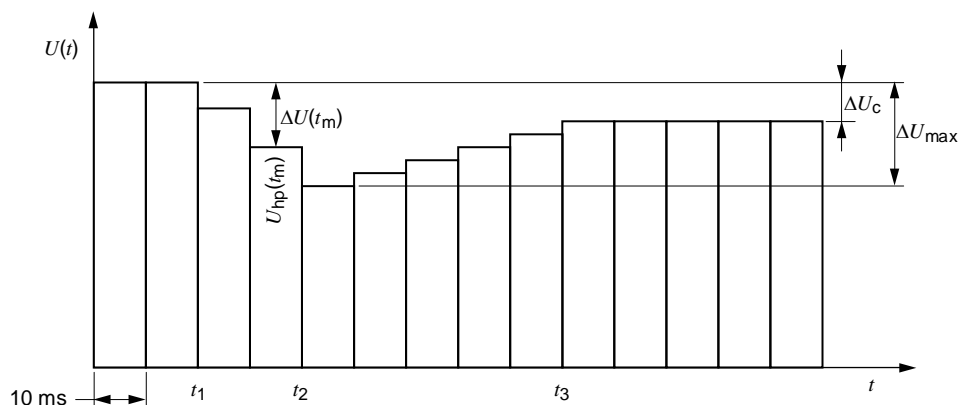
flikr (*flicker*)

pocit nestálého zrakového vnímání vyvolaný světelným podnětem, jehož jas nebo spektrální rozložení kolísá v čase (viz IEC 60050-161:1990, 161-08-13)

půlperiodová efektivní hodnota napětí (*half period r.m.s. value of the voltage*)

U_{hp}

efektivní hodnota napětí síťového napájecího napětí, určená po dobu poloviny periody mezi po sobě jdoucími průchody napětí základního kmitočtu nulovou hodnotou



POZNÁMKA Doba čela $T_f = t_2 - t_1$

Doba týlu $T_t = t_3 - t_2$,

Obrázek 1 – Příklad vyhodnocení půlperiodových efektivních hodnot $U_{hp}(t)$ u změny napětí

charakteristika změny napětí (voltage change characteristic)

$d(t)$

časová funkce změny efektivní hodnoty napětí vyhodnocená jako jediná hodnota pro každou z postupně následujících půlperiod mezi průchody nulou napětí zdroje s výjimkou dob časových intervalů, v kterých je napětí v ustáleném stavu alespoň 1 s

POZNÁMKA 1 Podrobná informace o vyhodnocení charakteristiky změny napětí a o definici ustáleném stavu viz příloha C a ČSN EN 61000-4-15:2010.

charakteristiky půlperiodové efektivní hodnoty (half period r.m.s. value characteristics)

$U_{hp}(t)$

charakteristiky závislosti půlperiodové efektivní hodnoty na čase určené z po sobě jdoucích hodnot U_{hp}

POZNÁMKA Další vysvětlení viz ČSN EN 61000-4-15 příloha B.

charakteristiky poměrné půlperiodové efektivní hodnoty (relative half period r.m.s. value characteristics)

$d_{hp}(t)$

charakteristiky závislosti půlperiodové efektivní hodnoty na čase vyjádřené jako poměrná hodnota vztažená ke jmenovitému napětí U_n

$$d_{hp}(t) = U_{hp}(t)/U_n$$

maximální změna ustáleného stavu napětí během doby sledování (maximum steady state voltage change during an observation period)

d_c

nejvyšší absolutní hodnota ze všech hodnot $d_{c,i}$ zjištěných v průběhu doby sledování:

$$d_c = \max_i (|d_{c,i}|)$$

POZNÁMKA 1 Podrobná informace o výpočtu d_c viz ČSN EN 61000-4-15:2010.

změna ustáleného stavu napětí (steady state voltage change)

$d_{c,i}$

hodnota rozdílu mezi hodnotami dvou po sobě jdoucích ustálených stavů, obvykle vyjádřená jako procentní hodnota napětí U_n , tj. $d_{end,i-1} - d_{start,i}$

POZNÁMKA 1 Polarita změny(změn) v podmínce(podmínkách) ustáleného stavu se musí indikovat. Jak vyplývá z výše uvedeného vzorce, pokud napětí klesne v průběhu charakteristiky změny, výsledná hodnota $d_{c,i}$ bude kladná. Pokud napětí se zvýší v průběhu charakteristiky změny, bude výsledná hodnota $d_{c,i}$ záporná.

maximální změna napětí během charakteristiky změny napětí (maximum voltage change during a voltage change characteristic)

$d_{\max,i}$

hodnota maximálního rozdílu mezi podmínkou posledního ustáleného stavu $d_{\text{end},i-1}$ a následujícími hodnotami $d_{\text{hp}}(t)$, zjištěnými v průběhu charakteristiky změny napětí, obvykle vyjádřená jako procentní hodnota napětí U_n

$$d_{\max,i} = \max (d_{\text{end},i-1} - d_{\text{hp}}(t))$$

POZNÁMKA 1 Vyhodnocení $d_{\max,i}$ končí, jakmile je dosažena podmínka nového ustáleného stavu nebo na konci doby sledování. Polarita změny(změn) se musí indikovat. Jak vyplývá z výše uvedeného vzorce, je-li maximální odchylka napětí sledovaná během snížení napětí proti $d_{\text{end},i-1}$ bude hodnota výsledné $d_{\max,i}$ kladná. Pokud je maximální odchylka napětí pozorovaná během zvýšení napětí s ohledem na předchozí $d_{\text{end},i-1}$ bude hodnota výsledné $d_{\text{end},i-1}$ záporná.

maximální absolutní hodnota změny napětí během doby sledování (*maximum absolute voltage change during an observation period*)

 d_{\max}

nejvyšší absolutní hodnota ze všech hodnot $d_{\max,i}$ zjištěných v průběhu doby sledování

$$d_{\max} = \max_i (d_{\max,i})$$

 T_{\max}

maximální doba trvání, po kterou odchylka napětí $d(t)$ během doby sledování překračuje mez pro d_c

POZNÁMKA 1 Během charakteristiky změny napětí doba trvání T_{\max} se hromadí, dokud nenastane podmínka nového ustáleného stavu.

POZNÁMKA 2 Vyhodnocení mezní hodnoty T_{\max} v této normě je obecně určeno k vyhodnocování zapínacího proudu vzorku zkoušeného zařízení. Proto, jakmile je podmínky nového ustáleného stavu dosaženo, vyhodnocování T_{\max} se ukončí. Pokud dojde k nové změně napětí, která překračuje mez pro d_c , zahájí se nové vyhodnocování T_{\max} . Maximální doba, při které $d(t)$ překročí mez pro d_c při jakémkoliv z jednotlivých vyhodnocení T_{\max} během doby sledování, se použije pro srovnání s mezí T_{\max} , a při zkoušce se uvádí.

jmenovité zkušební napětí (*nominal test voltage*)

 U_n

jmenovité zkušební napětí pro výpočet procentních hodnot pro různé přímo měřené parametry

POZNÁMKA 1 Pokud během doby sledování nedojde k podmínce ustáleného stavu, pro výpočet d_{\max} a T_{\max} se použije U_n .

POZNÁMKA 2 U_n se nemusí nutně rovnat jmenovitému napětí veřejné napájecí soustavy.

 P_{st}

krátkodobý nepříznivý vjem flikru

POZNÁMKA 1 Pokud není specifikováno jinak, doba vyhodnocení P_{st} je 10 minut. Pro účely přehledů a studií kvality energie se mohou použít jiné časové intervaly a je třeba je definovat indexem. Například jednodominutový interval by měl být zapsán jako $P_{\text{st},1\text{min}}$.

 P_{lt}

dlouhodobý nepříznivý vjem flikru

$$P_{\text{lt}} = \sqrt[3]{\frac{\sum_{i=1}^N P_{\text{st},i}^3}{N}}$$

kde $P_{\text{st},i}$ ($i = 1, 2, 3, \dots$) jsou po sobě jdoucí odečty krátkodobého nepříznivého vjemu flikru P_{st}

POZNÁMKA 1 Pokud není specifikováno jinak P_{lt} se vypočte po diskrétní dobu P_{long} . Pokaždé, když doba P_{long} uplynula, se spustí nový výpočet P_{lt} .

referenční impedance, Z_{ref}

dohodnutá impedance specifikovaná v článku 6.4 normy ČSN EN 61000-3-3 s hodnotou podle IEC 60725, která je používána při výpočtu a měření přímo měřených parametrů a hodnot P_{st} a P_{lt} u zkoušeného zařízení

POZNÁMKA Rezistivní a reaktivní složky Z_{ref} jsou uvedeny v legendě obrázku 5 a obrázku 6 pro zkoušení podmíněného připojení.

flikrmetr (*flickermeter*)

přístroj navržený pro měření jakékoliv veličiny týkající se flikru

POZNÁMKA 1 Normálně se měří P_{st} a P_{It} , a může zahrnovat také další přímo měřené parametry.

doba vjemu flikru, (flicker impression time)

t_f

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

činitel tvaru (shape factor)

F

hodnota odvozená z typu kolísání napětí, jako je stupňové, dvoustupňové a lineárně stoupající

POZNÁMKA 1 Činitel tvaru je hlavně potřeba, pokud je analytická metoda použita k výpočtu P_{st} .

bod rozhraní (interface point)

rozhraní mezi veřejnou napájecí soustavou a instalací uživatele

podmíněné připojení (conditional connection)

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 mezí 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 skříní 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 (point of common coupling)

PCC

Nejbližší místo veřejné sítě, ze kterého je odběrné místo zákazníka napájeno a ke kterému jsou připojeni, nebo ke kterému mohou být připojeni další zákazníci

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 úroveň 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 instalaci 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_{lt} v soustavách nn a vn jsou uvedeny v následující tabulce 1.

Tabulka 1 - Kompatibilní úrovně

	Kompatibilní úroveň
P_{st}	1,0
P_{lt}	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 a určování změn napětí, kolísání napětí a flikru

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 tabulce 2 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 2.

Tabulka 2 - Plánovací úrovně

	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 při zkouškách emise v distribučních soustavách a při zkouškách emise

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.

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.

4.1.1 Určení relativní změny napětí, $d(t)$

Základem pro vyhodnocení flikru je charakteristika změny napětí na svorkách zkoušeného zařízení, což je rozdíl $\Delta U_{hp}(t)$ jakýchkoliv dvou po sobě následujících hodnot fázového napětí $U_{hp}(t_1)$ a $U_{hp}(t_2)$:

$$\Delta U_{hp}(t) = U_{hp}(t_1) - U_{hp}(t_2) \quad (1)$$

POZNÁMKA 1 Příslušné definice v kapitole 3 jsou převzaty z ČSN EN 61000-4-15, příloha C.

Efektivní hodnoty $U_{hp}(t_1)$, $U_{hp}(t_2)$ se musí změřit nebo vypočítat. Odvozují-li se efektivní hodnoty z oscilografem sejmutého 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_{2p} a ΔI_q činné a jalové složky změny proudu ΔI , potom:

$$\Delta I = \Delta I_p - j\Delta I_q = I(t_1) - I(t_2) \quad (2)$$

POZNÁMKA 2 I_q je kladné pro indukční proudy a záporné pro kapacitní proudy.

POZNÁMKA 3 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, s přihlédnutím k fázovým úhlům základních složek proudů..

POZNÁMKA 4 Pro jednofázové a symetrické trojfázové zařízení se může, za předpokladu kladného X (indukčního), změna napětí přibližně určit ze vztahu:

$$\Delta U_{hp} = |\Delta I_p R + \Delta I_q X| \quad (3)$$

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 1).

Relativní změna napětí je dána vztahem:

$$d = \Delta U_{hp} / U_n \quad (4)$$

Vyhodnocování $d_{max,i}$ končí, jakmile nastane nový rovnovážný stav nebo na konci doby sledování. Polarita změny (změny), může být uvedena následujícím způsobem: je-li maximální odchylka napětí sledována při snížení napětí vzhledem k předchozí $d_{end,i}$ výsledná hodnota $d_{max,i}$ je kladná; je-li maximální odchylka napětí sledována při zvýšení napětí vzhledem k předchozí $d_{end,i}$ výsledná hodnota $d_{max,i}$ je záporná.

4.1.2 Určení hodnoty krátkodobé míry vjemu flikru, P_{st}

Tabulka 3 znázorňuje alternativní metody vyhodnocování P_{st} způsobené různými typy kolísání napětí, v každém případě je přípustné přímé měření (flikrmetrem):

Tabulka 3 – Metoda určování

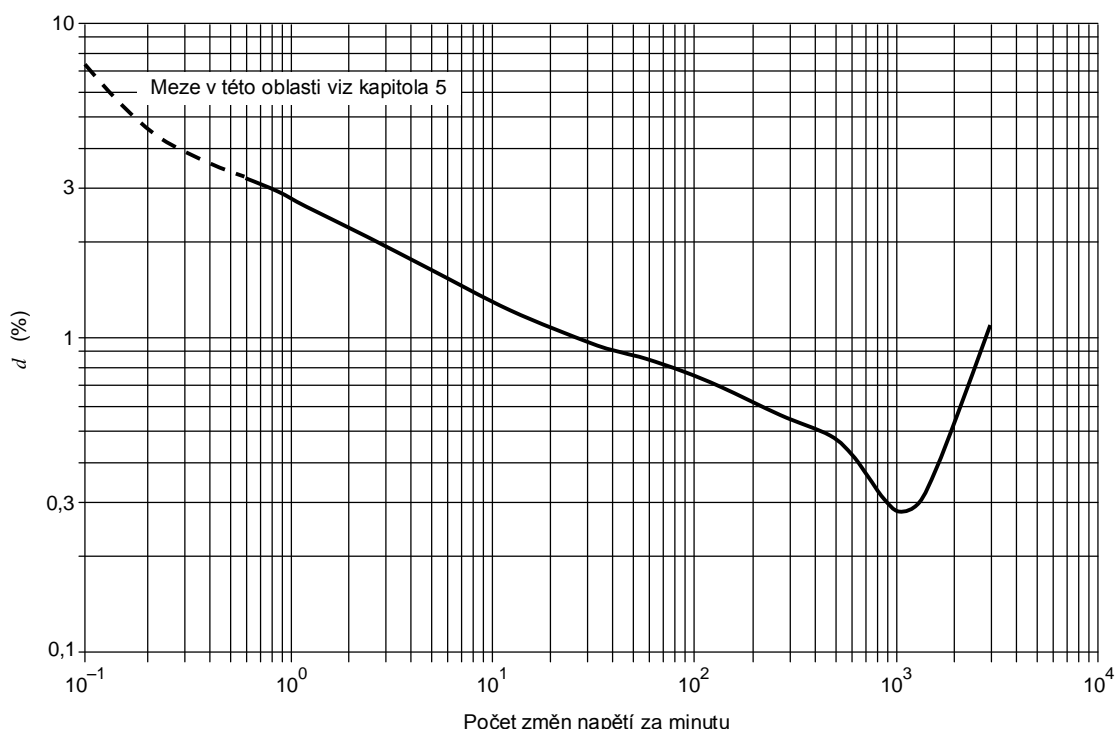
Typy kolísání napětí	Metoda vyhodnocení P_{st}
Všechna kolísání napětí (vyhodnocení v reálném čase)	Flikrmetr
Všechna kolísání napětí, přičemž $U(t)$ je známo	Simulování
Charakteristiky změny napětí podle obrázků 3 až 5 s četností výskytu menší než jednou za sekundu	Analyticky
Pravoúhlá změna napětí se stejnými intervaly	Použije se křivka $P_{st} = 1$ podle obrázku 2

Všechny typy kolísání napětí se mohou vyhodnotit přímým měřením použitím flikrmetru, který vyhovuje specifikacím uvedeným v ČSN EN 61000-4-15 a který je připojen podle popisu v této normě. Toto je referenční metoda pro aplikaci mezi.

V případě, že je znám tvar vlny relativní změny napětí $d(t)$, potom se P_{st} může vyhodnotit počítačovým simulováním nebo analytickou metodou podle článku 4.2.4 příslušné ČSN EN 61000-3-3 ed.3.

Analytická metoda by se neměla používat, jestliže časový interval mezi koncem jedné napěťové změny a začátkem následující napěťové změny je menší než 1 s. Tato podmínka je uvedena v článku 4.2.4 normy PNE 33 3430-0 ed. 5. V této normě je uveden podrobný výpočet emise flikru a změn napětí. V článku 4.3.1 normy PNE 33 3430-0 ed. 5 jsou pak v tabulce 2 uvedeny směrné hodnoty pro jednoho zákazníka $P_{st} = 0,6$; $P_{It} = 0,4$; $d/d_{lim} = 0,03/0,04$ pro posouzení flikru a změny napětí. Ze směrných hodnot vychází posuzovací schéma pro změny napětí a flikr uvedené na obrázku 8 normy PNE 33 3430-0.

V případě pravoúhlých změn napětí o stejné amplitudě d , oddělených od sebe stejnými časovými intervaly, se může pro konkrétní četnost opakování použít k odvození amplitudy odpovídající $P_{st} = 1$ křivka na obrázku 2; tato amplituda se nazývá d_{lim} . Hodnota P_{st} odpovídající změně napětí d je pak dána vztahem $P_{st} = d/d_{lim}$.



POZNÁMKA Číselná tabulka odpovídající obrázku 2 viz IEC/TR 61000-3-7:2008.

Obrázek 2 – Křivka pro $P_{st} = 1$ pro pravidelné pravoúhlé změny napětí

4.1.3 Určení dlouhodobé míry vjemu flikru P_{It}

Dlouhodobá míra vjemu flikru P_{It} musí být aplikována s hodnotou $N = 12$ (viz 4.3 v normě ČSN EN 61000-3-3).

Určení hodnoty P_{It} je všeobecně nutné pro zařízení, které je v provozu déle než 30 minut.

4.1.4 Úrovně emise

Meze kolísání napětí emitovaných zařízeními připojovanými do soustavy nízkého napětí jsou v kapitole 5.

Koordinace emise flikru v distribučních soustavách vyšších napětí, 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 flikru 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_{Iii} by neměla s pravděpodobností 95 % překročit mez emise E_{PIii} .

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 úrovní emise vyšetřované instalace. Zkratový výkon nebo impedance se používá dvěma odlišnými způsoby:

4.1.5.1 Zkratový výkon nebo impedance pro předběžné vyhodnocení úrovní emise

Pro umožnění předběžného vyhodnocování úrovní 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 úrovní emise

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

4.2 Rozlišování základních stavů

Přímo měřené parametry (viz definice v kapitole 3) nejsou povinnou součástí funkce flikrometru, jak je definován v ČSN EN 61000-4-15:2010, měly by však být posouzeny za účelem dodržení shody s mezemi specifikovanými v kapitole 5 této normy. Pro rozdílný výklad vyplývající z dřívějšího vydání této normy byly přímo měřené parametry v druhém vydání ČSN EN 61000-4-15:2010 upřesněny, tak aby vyhodnocení pomocí flikrometru ve shodě s ČSN EN 61000-4-15:2010 přineslo konzistentní výsledky.

Při provádění zkoušky kolísání napětí a flikru se rozlišují dva základní stavy, což jsou jednak doby, kdy napětí zůstává v ustáleném stavu a kromě toho jsou to doby, kdy se vyskytují změny napětí. Správné definování těchto stavů je povinné pro dosažení konzistentních výsledků zkoušky.

Jedním z nejdůležitějších parametrů změn napětí, se kterými se setkávají zákazníci připojení na rozhraní mezi veřejnou napájecí soustavou nízkého napětí a uživatelskou instalací zařízení, je změna ustáleného stavu napětí. Tento parametr je nyní definován a vysvětlen pomocí charakteristiky změny napětí což je časová funkce změny efektivní hodnoty napětí. Vyhodnocuje se jako jediná hodnota pro každou z postupně následujících půlperiod mezi průchody nulou napětí s výjimkou dob časových intervalů, v kterých je napětí v ustáleném stavu alespoň 1 sekundu.

4.3 Napětí ustáleného stavu a charakteristiky změny napětí

Podmínka ustáleného stavu nastane pokud půlperiodová efektivní hodnota napětí U_{hp} zůstane v pásmu specifikované tolerance $\pm 0,2\%$ minimálně po 100 půlperiod základního kmitočtu (50 Hz).

Na začátku zkoušky se musí použít průměrná efektivní hodnota napětí, měřená v průběhu poslední vteřiny předcházející dobu sledování při zkoušce, jako výchozí referenční hodnota pro výpočty d_c a $d_{hp}(t)$, jakož i pro účely měření d_{max} a $d(t)$. V případě, že při dané zkoušce nebyla vytvořena podmínka ustáleného stavu, parametr d_c se musí uvést nulový.

Jak měření během zkoušky postupuje a podmínka ustáleného stavu je splněna a přetrvává, určí se klouzající jednovteřinová průměrná hodnota U_{hp_avg} z hodnot U_{hp} , tedy pro výpočet U_{hp_avg} se použije posledních 100 hodnot U_{hp} . Tato hodnota U_{hp_avg} se následně použije k určení, zda podmínka ustáleného stavu pokračuje a tato hodnota je také doporučením pro určení d_c , d_{max} a T_{max} v případě, že dojde ke změně napětí.

Pro určení podmínky nového ustáleného stavu $d_{c,i}$ po výskytu změny napětí, se použije první hodnota $d_{start,i} = d_{hp}(t = t_{start})$. Okolo této hodnoty se určí toleranční pásmo $\pm 0,002 U_n$ ($\pm 0,2\% U_n$). Předpokládá se, že k podmínce ustáleného stavu došlo, pokud $U_{hp}(t)$ neopustí toleranční pásmo po dobu 100 po sobě jdoucích půlperiod základního kmitočtu.

POZNÁMKA Použití parametru U_{hp_avg} zabraňuje, aby velmi pomalu se měnící síťové napětí spouštělo vyhodnocení d_c nebo d_{max} při minimalizaci odchylek až do 0,4 % U_n (+ 0,2% a - 0,2%) mezi dvěma měřicími přístroji.

Podmínka ustáleného stavu končí, pokud další hodnota $U_{hp}(t = t_x)$ překračuje pásmo tolerance: $d_{hp}(t = t_x) > d_{hp_avg} + 0,002$ nebo $d_{hp}(t = t_x) < d_{hp_avg} - 0,002$.

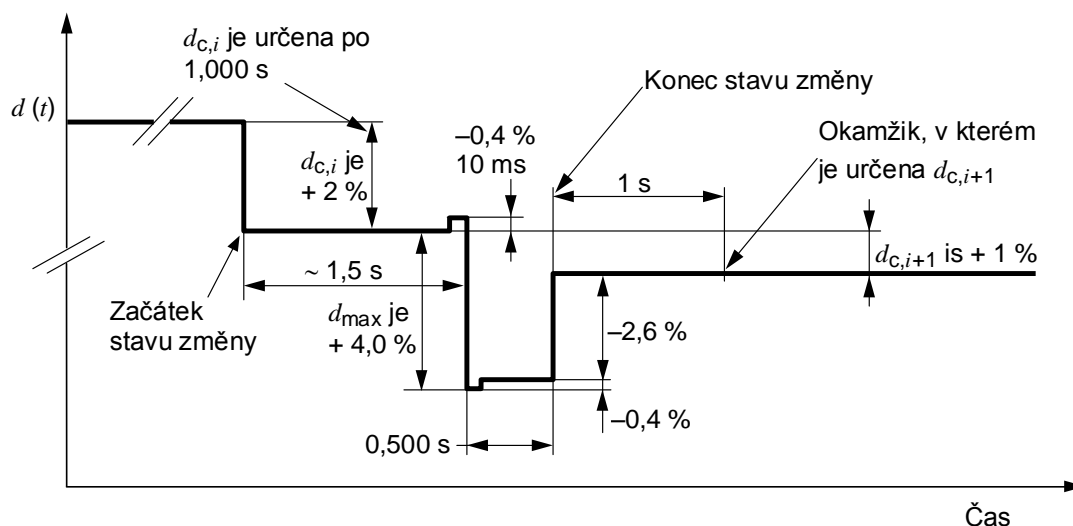
Poslední hodnota v rámci tolerančního pásma se označuje jako $d_{end,i} = d_{hp}(t = t_{x-1})$. Hodnota $d_{hp}(t = t_x)$ se použije jako počáteční hodnota pro určení podmínky dalšího ustáleného stavu $d_{c,i+1} = d_{start,i+1}$.

Pokud některá hodnota $d_{hp}(t > t_x)$ nevyhoví tolerančnímu pásmu před požadovanými 100 půlperiodami pro vytvoření ustáleného stavu, použije se toto nové U_{hp} jako počáteční hodnota pro určení podmínky dalšího ustáleného stavu $d_{c,i+1}$. Tato nová podmínka ustáleného stavu přináší možnost určení okamžitého U_{hp_avg} .

4.4 Obrazový popis přímo měřených parametrů d_c , $d(t)$, d_{max} a T_{max}

Přímo měřené parametry d_c , d_{max} a T_{max} , se porovnávají s mezními hodnotami specifikovanými v kapitole 5. Příklady jsou určeny k pomoci uživateli této normy v pochopení toho, jak se posuzují přímo naměřené hodnoty parametrů a takto porovnávají s mezemi.

Obrázky popisují zkušební specifikace pro $d_c - d_{max} - t_{d(t)} > 3,3\%$. Tato zobrazení byla převzata z ČSN EN 61000-4-15:2010. Parametru $t_{d(t)} > 3,3\%$ bylo v této normě dáno označení T_{max} .

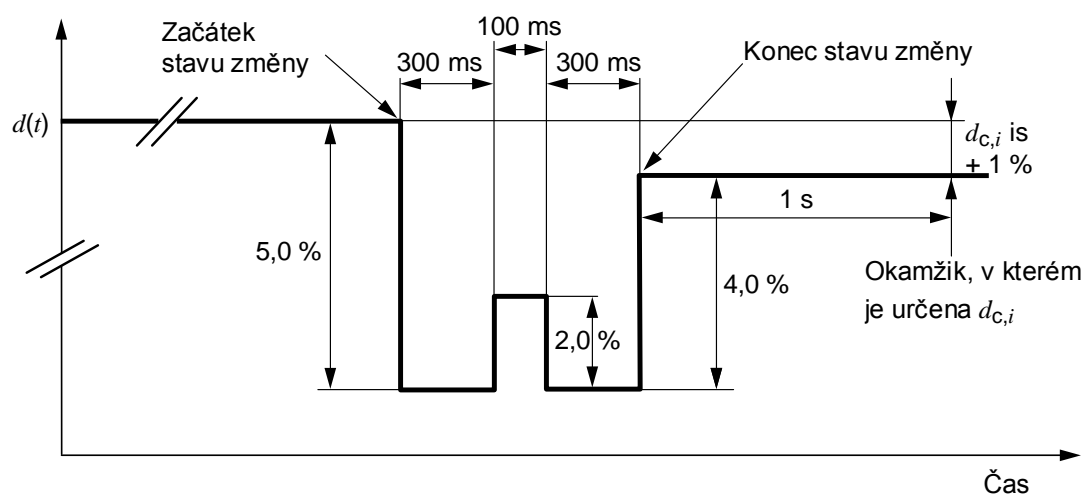


Zobrazený příklad $d_c = 2,00 \%$ (max. 1,00 % a 2,00 %)

$d_{max} = 4,00 \%$,

$t_{d(t)} > 3,3 \%$ = 500 ms

Obrázek 3 – Zkušební specifikace pro $d_c - d_{max} - t_{d(t)} > 3,3 \%$



Zobrazený příklad $d_c = 2,00 \%$ (max. 1,00 % a 2,00 %)

$d_{max} = 4,00 \%$,

$t_{d(t)} > 3,3 \%$ = 500 ms

Obrázek 4 – Zkušební specifikace pro $d_c - d_{max} - t_{d(t)} > 3,3 \%$

5 Meze kolísání napětí emitovaných zařízeními připojovanými do soustavy nízkého napětí

Meze musí být aplikovatelné na kolísání napětí a flickr na napájecích svorkách zkoušeného zařízení, měřené nebo vypočtené podle kapitoly 4 při zkušebních podmínkách popsanych v článku 5.1 a v příloze A normy ČSN EN 61000-3-3. Zkoušky provedené za účelem prokázání shody s těmito mezemi podle normy ČSN EN 61000-3-3 ed. 3 jsou považovány za typové zkoušky.

Platí následující meze:

- hodnota P_{st} nesmí být větší než 1,0;
- hodnota P_{lt} nesmí být větší než 0,65;

- T_{\max} hodnota doby akumulování $d(t)$ s odchylkou nepřevyšující 3,3 % v průběhu jedné změny napětí na svorkách zkoušeného zařízení EUT, nesmí být větší než 500 ms;
- maximální relativní změna ustáleného stavu napětí d_c nesmí překročit 3,3 %;
- maximální relativní změna napětí d_{\max} nesmí překročit:
 - a) 4 % bez dalších podmínek;
 - b) 6 % pro zařízení, které je:
 - ručně spínáno, nebo
 - spínáno automaticky častěji než dvakrát za den a má také buď zpožděné opětné zapnutí (zpoždění není kratší než několik desítek sekund) nebo ruční opětné zapnutí po přerušení síťového napájení.

POZNÁMKA Kmitočet cyklování je dále omezen mezemi P_{st} a P_{lt} . Například: d_{\max} o velikosti 6 % způsobující charakteristiku pravoúhlé změny napětí dvakrát za hodinu dává P_{lt} o velikosti asi 0,65.

- c) 7 % pro zařízení, které je:
 - obsluhováno pokud je v použití (například: vysoušeče vlasů, vysavače, kuchyňské strojky jako jsou mixéry, zahradní stroje jako jsou sekačky trávníků, přenosné nářadí jako jsou elektrické vrtačky), nebo
 - zapínáno automaticky nebo určeno k ručnímu zapínání ne častěji než dvakrát za den a má také buď zpožděné opětné zapnutí (zpoždění není kratší než několik desítek sekund) nebo ruční opětné zapnutí po přerušení síťového napájení.

V případě zařízení, které má několik samostatně řízených obvodů podle 6.6 normy ČSN EN 61000-3-3, se musí aplikovat meze b) a c) jen následuje-li po přerušení síťového napájení zpožděné nebo ruční opětné zapnutí; na všechna zařízení s automatickým spínáním, která jsou zapnuta ihned po obnovení napájení na konci přerušení síťového napájení, se musí aplikovat meze a); na všechna zařízení s ručním spínáním se musí aplikovat meze b) nebo c) v závislosti na četnosti spínání.

Požadavky na P_{st} a P_{lt} se nesmí aplikovat na změny napětí způsobené ručním spínáním.

Meze se nesmí aplikovat na změny napětí v souvislosti s nouzovým spínáním a nouzovými přerušeními.

5.1 Podmínky zkoušky zařízení nízkého napětí

Zkoušky se nemusí provádět na zařízení, které pravděpodobně nebude produkovat značná kolísání napětí nebo flickr. Pokud je provádění zkoušek považováno za nutné, musí zařízení splňovat všechny meze stanovené v kapitole 5, pokud pro konkrétní typ zařízení nejsou zvláštní výjimky.

Může být nutné určit, ověřením schématu obvodu a specifikací zařízení a krátkou funkční zkouškou, zda by mohlo dojít k vytváření závažného kolísání napětí.

Při změnách napětí způsobených ručním spínáním je zařízení považováno za vyhovující bez dalšího zkoušení, jestliže maximální efektivní hodnota vstupního proudu (včetně nárazového proudu), vyhodnocená po každou 10 ms půlperiodu mezi průchody nulou, nepřekračuje 20 A a napájecí proud po odeznění nárazového proudu je uvnitř pásma kolísání o velikosti 1,5 A.

Jsou-li použity měřicí metody maximální relativní změny napětí d_{\max} způsobené ručním spínáním, pak se musí měřit podle přílohy B normy ČSN EN 61000-3-3.

Zkoušky k prokázání, zda zařízení vyhovuje mezím, se musí provést s použitím zkušební obvodu podle obrázku 5.

Zkušební obvod obsahuje:

- zkušební napájecí napětí;
- referenční impedanci;
- zkoušené zařízení;
- flikrmetr, pokud je nutný (viz ČSN EN 61000-4-15:2010).

Relativní změna napětí $d_{hp}(t)$ se může měřit přímo nebo odvozením z efektivní hodnoty proudu, jak je to popsáno v článku 4.1. Pro určení hodnoty P_{st} zkoušeného zařízení se musí použít jedna z metod popsaných v tabulce 3 článku 4.1.2. V případě pochybnosti se musí P_{st} měřit flikrmetrem s použitím referenční metody.

POZNÁMKA Je-li zkoušeno vícefázové symetrické zařízení, je přípustné měřit jenom jedno ze tří fázových napětí.

5.2 Doba sledování

Doba sledování T_p při určování hodnot flikru měřením flikru, simulováním flikru nebo analytickou metodou, musí být:

- pro P_{st} , $T_p = 10$ min;
- pro P_{lt} , $T_p = 2$ hod.

Doba sledování musí zahrnovat tu část celého provozního cyklu, v kterém zkoušené zařízení způsobuje nejnepríznivější sled změn napětí.

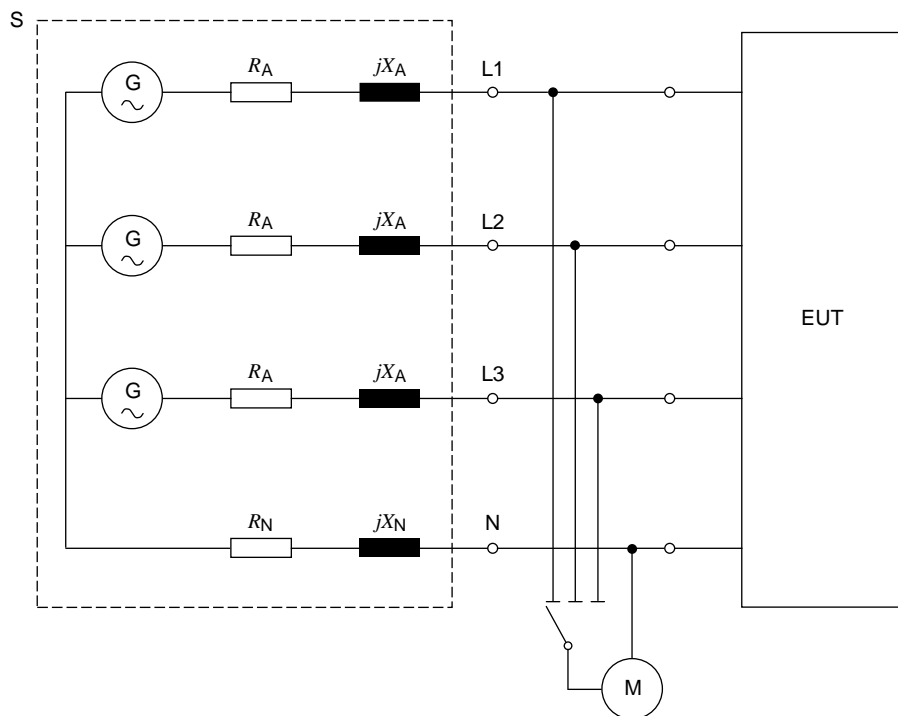
Při určování P_{st} se provozní cyklus musí spojitě opakovat, pokud není stanoveno jinak v příloze A normy ČSN EN 61000-3-3. Je-li zkoušeno zařízení, které se automaticky zastavuje na konci provozního cyklu trvajícím méně než je doba sledování, musí být minimální doba potřebná k opětovnému rozběhu zařízení zahrnuta do této doby sledování.

Při určování P_{lt} , je-li zkoušeno zařízení s provozním cyklem, který není normálně používán spojitě a je kratší než 2 hodiny.

5.3 Referenční impedance

Dohodnutou impedancí používanou při výpočtu a měření přímo měřených parametrů a hodnot P_{st} a P_{lt} u zkoušeného zařízení je referenční impedance Z_{ref} v souladu s IEC/TR 60725.

Hodnoty impedance různých prvků jsou uvedeny v legendě obrázku 5.



Legenda

- G zdroj napětí
 EUT zkoušené zařízení
 M měřicí zařízení
 S napájecí zdroj složený z generátoru napájecího napětí G a referenční impedance Z s následujícími složkami:
- $R_A = 0,24 \Omega$ $jX_A = 0,15 \Omega$ při 50 Hz
 $R_N = 0,16 \Omega$ $jX_N = 0,10 \Omega$ při 50 Hz

Obrázek 5 – Referenční síť pro jednofázová a trojfázová napájení odvozená z trojfázového, čtyřvodičového napájení

5.4 Požadavky podmíněného připojení

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 uživateli před koupí zařízení.

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

- určit maximální dovolenou impedanci sítě Z_{max} v bodu rozhraní napájení odběratele podle 6.2, uvést Z_{max} v návodu pro použití zařízení a poučit uživatele o tom, že toto zařízení je na základě konzultace s dodavatelem elektřiny, pokud to je požadováno, určeno k připojení jen tehdy, je-li impedance napájení menší nebo rovna Z_{max} , nebo
- zkoušet zařízení podle 6.3 a prohlásit v návodu pro zařízení, že toto zařízení je určeno pro použití jenom v objektech napájených z distribuční sítě o jmenovitém napětí 400/230 V se schopností dodávky fázového proudu ≥ 100 A a poučit uživatele o tom, že na základě konzultace s dodavatelem elektřiny, 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.

6 Zkoušky podmíněného připojení podle ČSN EN 61000-3-11

Přehled znázorňující postupy zkoušky a vyhodnocování používané při určování, zda zařízení může být připojeno je uvedeno formou vývojového diagramu na obrázku 7.

Při výpočtech popsaných v následujících článcích 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 4.

Tabulka 4 - 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 zkušebního 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 ČSN EN 61000-3-3.

6.1.1 Zkušební impedance Z_{test}

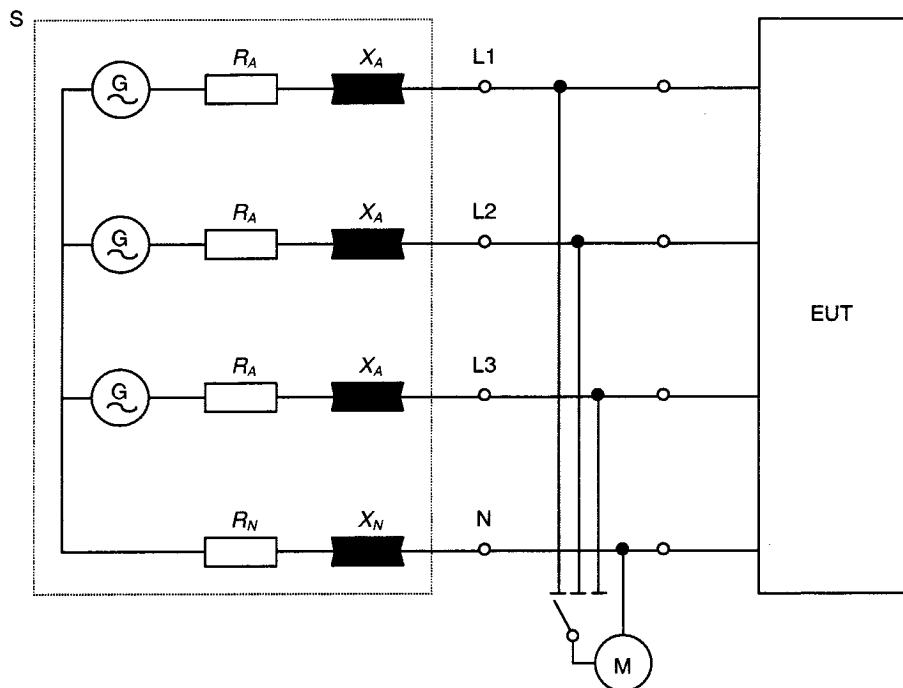
Zkušební impedance Z_{test} může být nižší než Z_{ref} , zvláště pro zařízení se jmenovitým proudem > 16 A. Pro nalezení optimální zkušební impedance musí být splněny následující dvě podmínky.

- zaprvé úbytek napětí ΔU , způsobený zařízením, musí být v rozsahu 3 % až 5 % napájecího napětí při zkoušce;
- zadruhé, poměr induktivní 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.



Legenda

EUT zkoušené zařízení

M měřicí zařízení

G zdroj napětí.

S napájecí zdroj skládající se z generátoru napájecího napětí G a zkušební impedancí 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}

$R_A = 0,24 \Omega$; $X_A = j 0,15 \Omega$ při 50 Hz;

$R_N = 0,16 \Omega$; $X_N = j 0,10 \Omega$ při 50 Hz;

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

Pro zkoušení podle 6.3 při použití Z_{test}

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

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

Obrázek 6 – Referenční síť napájení pro zkoušení podmíněného připojení

6.1.3 Vyhodnocení s impedancí Z_{ref}

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

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

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

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

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

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 (viz ČSN EN 61000-3-11).

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 ČSN EN 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:

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

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

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

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

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

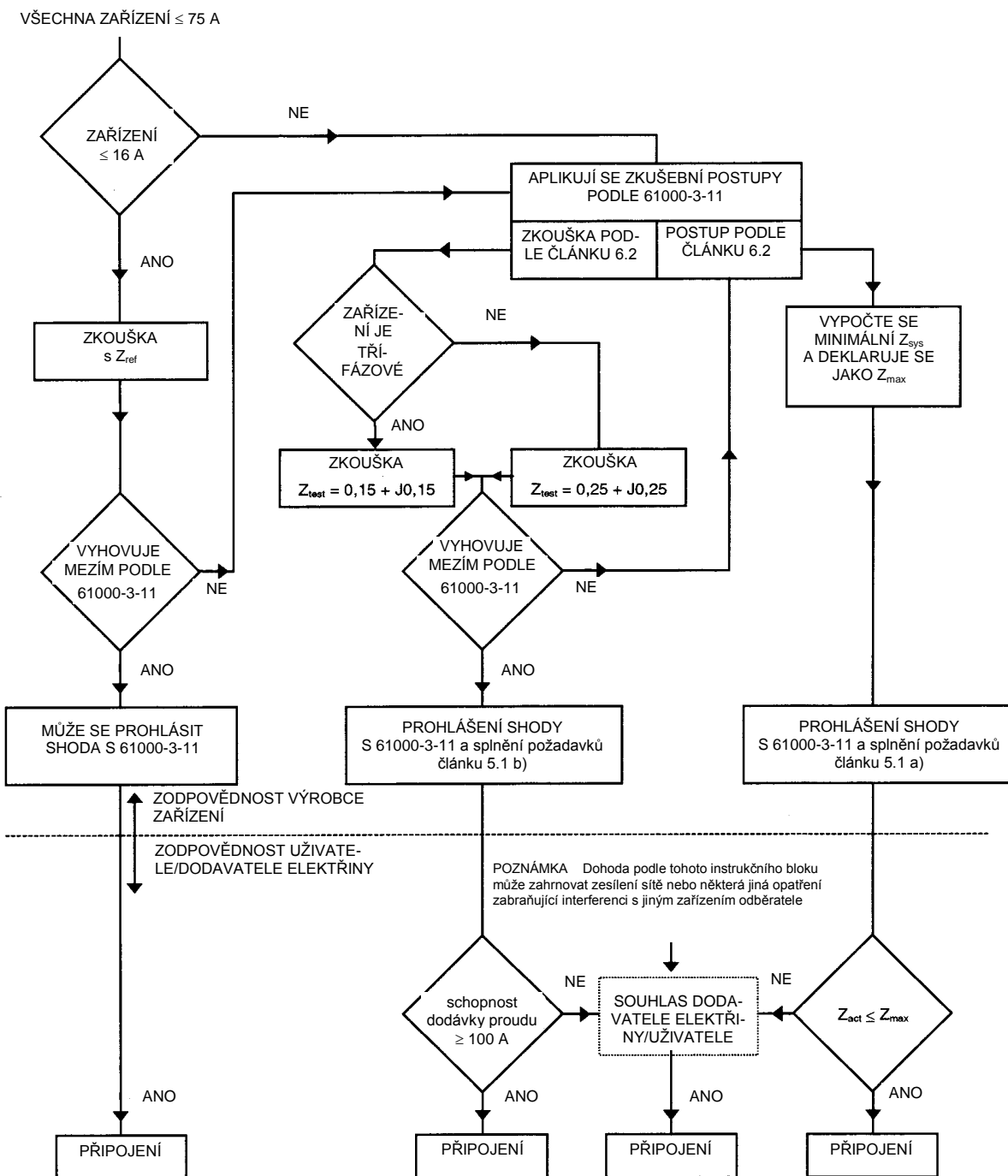
Pro jednofázové zařízení určené k připojení do veřejných distribučních soustav nízkého napětí o jmenovitém fázovém napětí 230 V pomocí jednofázové nebo třífázové přípojky, jejíž schopnost dodávky fázového proudu je ≥ 100 A, se musí zkušební impedance Z_{test} formulovat v komplexním tvaru $0,25 + j 0,25 \Omega$; viz obrázek 6.

Pro třífázové 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 6.

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

Výrobce musí prohlásit minimální schopnost dodávky proudu podle požadavku článku 5.4.

Údaje výrobců (o přístrojích) sice posouzení připojitelnosti ulehčují, neodstraňují ale jeho nezbytnost. Proto je třeba posoudit změny napětí jak co do jejich velikosti, tak i co do účinků flikru podle posuzovacího schématu uvedeného v článku 4.3.1 normy PNE 33 3430-0. Viz také odkazy na tuto normu v článku 4.1.2



Obrázek 7 – 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 5 – 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

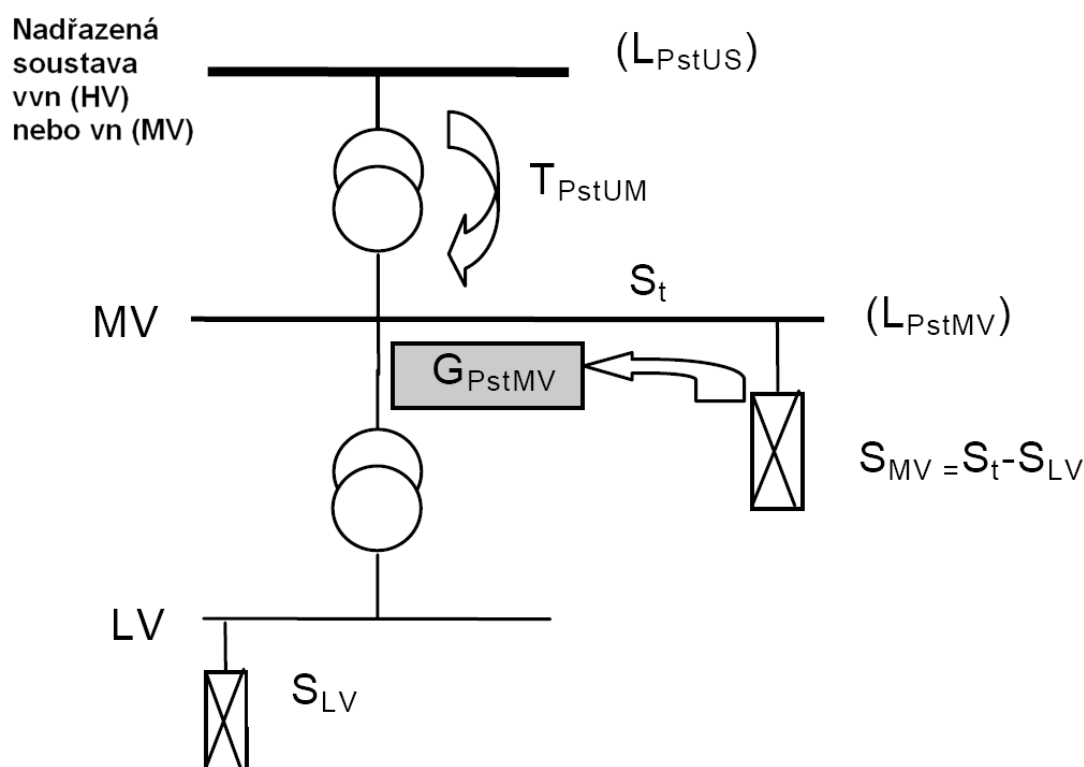
V této etapě je příslušná plánovací úroveň rozdělena pro každého uživatele distribuční soustavy podle jeho podílu příkonu, který odebírá ze soustavy. Toto zajišťuje, aby celková emise do dané soustavy nezpůsobila překročení plánovacích úrovní.

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 8 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 8 – 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 flikru přicházející od úhrnu MV instalací, které mohou být napájeny ze sběrnice MV;
- L_{PstMV} je plánovací úroveň pro flikr (P_{st} nebo P_{It} podle kapitoly 4) v soustavě MV;
- L_{PstUS} je plánovací úroveň pro flikr 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 flikru (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 flikru, 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 flikru uvažujících koeficienty přenosu

Při použití orientační hodnoty plánovací úrovně podle tabulky 2 a koeficientu přenosu flikru mezi HV a MV o hodnotě 0,9 (podle tabulky B.1 v technické zprávě IEC/TR 61000-3-7B.1), bude souhrnný příspěvek flikru 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 flikru mezi MV a LV o hodnotě 1,0, bude souhrnný příspěvek flikru 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 flikru instalace i přímo napájené z MV;
- G_{PstMV} jsou maximální souhrnné příspěvky k úrovním flikru 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_i je schopnosti dodávky výkonu do vyšetřované soustavy včetně opatření pro budoucí nárůst zátěží. S_i 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 6.

Tabulka 6 – Minimální meze emise

E_{Pst}	E_{Plt}
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.

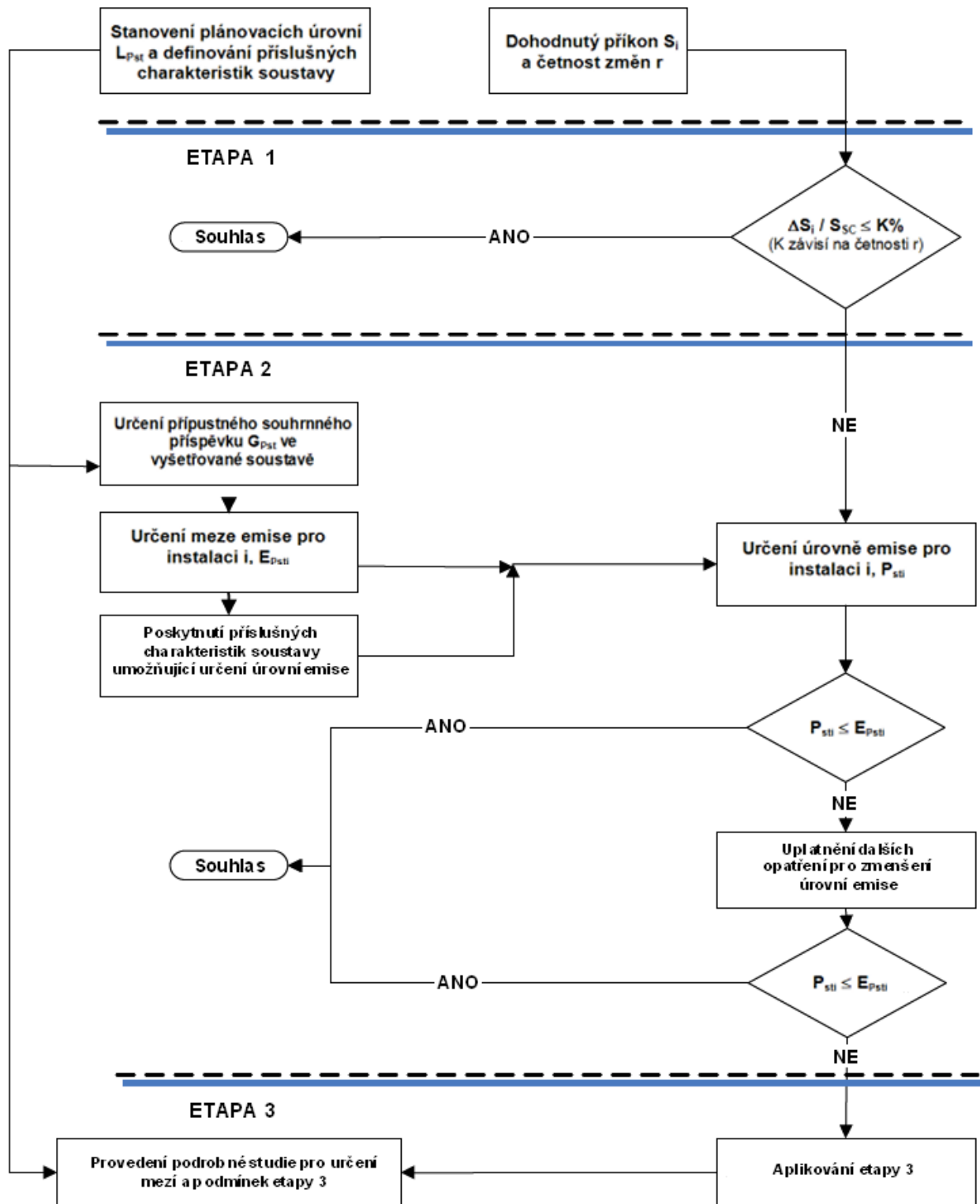
Ve všech těchto případech může provozovatel nebo vlastník soustavy rozhodnout o přidělení vyšších mezí emise v rámci etapy 3. Vždy se však musí provést pečlivá studie připojení při respektování předcházejícího flikru a očekávaného příspěvku od vyšetřované instalace při různých možných provozních podmínkách. 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 9 uvádí přehled postupu vyhodnocování. Postup vyhodnocování je aplikovatelný jak pro míru vjemu flikru P_{st} tak i P_{lt} . Četnost změn r na obrázku je počet změn r za minutu podle tabulky 6 v etapě 1.

PROVOZOVATEL DISTRIBUČNÍ SOUSTAVY

ODBĚRATEL



Obrázek 9 – 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 vztahené ke skutečným charakteristikám distribuční soustavy

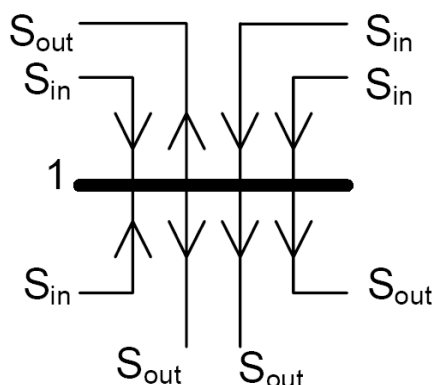
Přístup je obdobný jako pro vn instalace (viz 8.2). Avšak v konkrétním případě vvn instalací způsobujících kolísání napětí by podíl souhrnné úrovně flikru určený k rozdělení mezi každého uživatele měl být založen na celkovém dostupném výkonu pro všechny instalace vvn a ne na celkové schopnosti dodávky 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 10 – Určení S_t v jednoduché soustavě vvn

Celkový dostupný výkon se určí jednoduše:

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

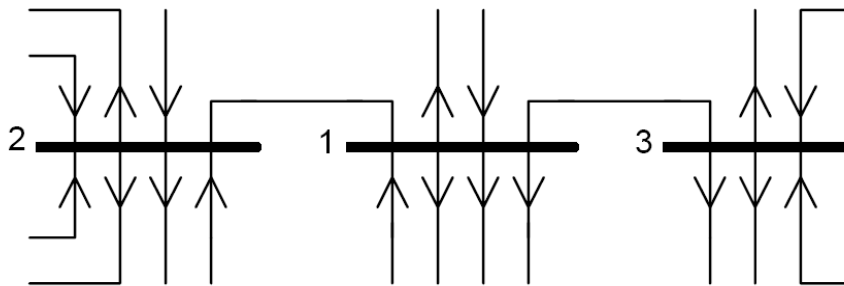
kde

- 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 11 – 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 sběrnicích m a n. Koeficienty vlivu se pak mohou definovat mezi sběrnicemi 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 sběrnicích 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_{Plti}) jsou pak dány rovnicemi (10) až (13) při použití $\alpha=3$:

$$E_{Psti} = G_{PstHV} \sqrt[3]{\frac{S_i}{S_{tHV}}} \quad (10)$$

$$E_{Psti} = G_{PstEHV} \sqrt[3]{\frac{S_i}{S_{tEHV}}} \quad (11)$$

$$E_{Plti} = G_{PltHV} \sqrt[3]{\frac{S_i}{S_{tHV}}} \quad (12)$$

$$E_{Plti} = G_{PltEHV} \sqrt[3]{\frac{S_i}{S_{tEHV}}} \quad (13)$$

kde

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

$G_{PstHV(EHV)}$ nebo $G_{PltHV(EHV)}$ je maximální souhrnný příspěvek k úrovním flikru (P_{st} nebo P_{lt}) 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).

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

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 7.

Tabulka 7 – 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

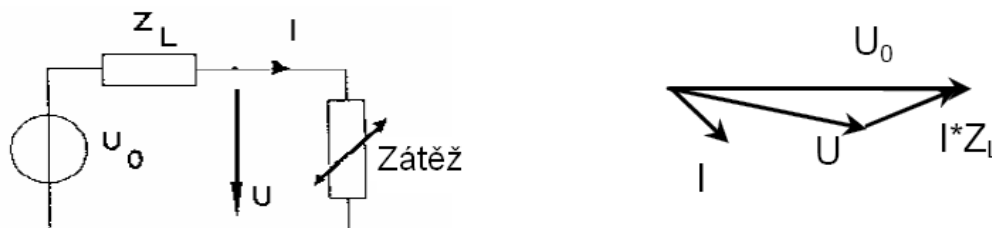
10.1 Analýza hodnocení

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 mezím flikru jejich instalace vyhovují. V tomto kontextu rychlé změny napětí se považují za změny efektivní hodnoty napětí základního síťového kmitočtu trvajících několik period.

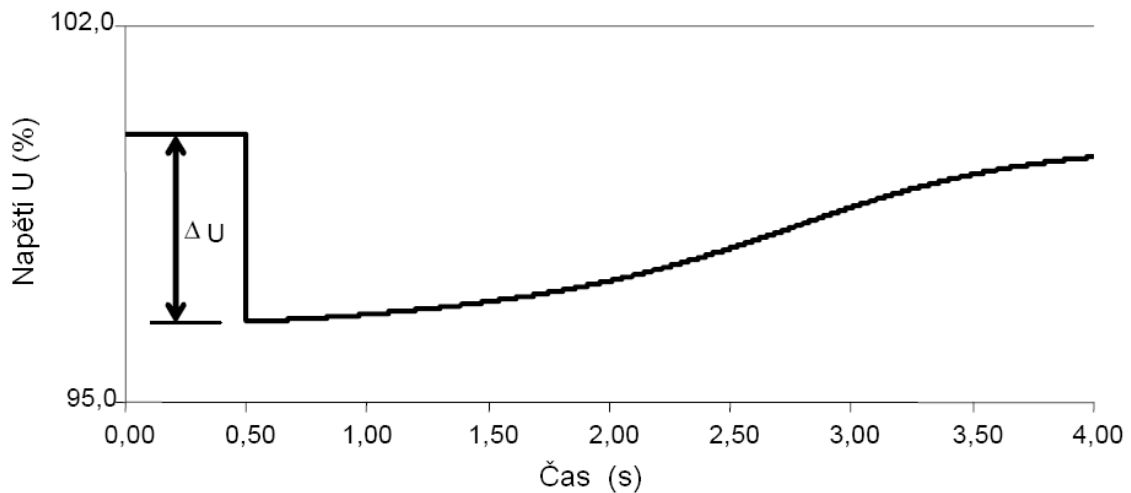
Jednoduché hodnocení relativní rychlé změny napětí je možno provádět podle následujících rovnic a obrázků:

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

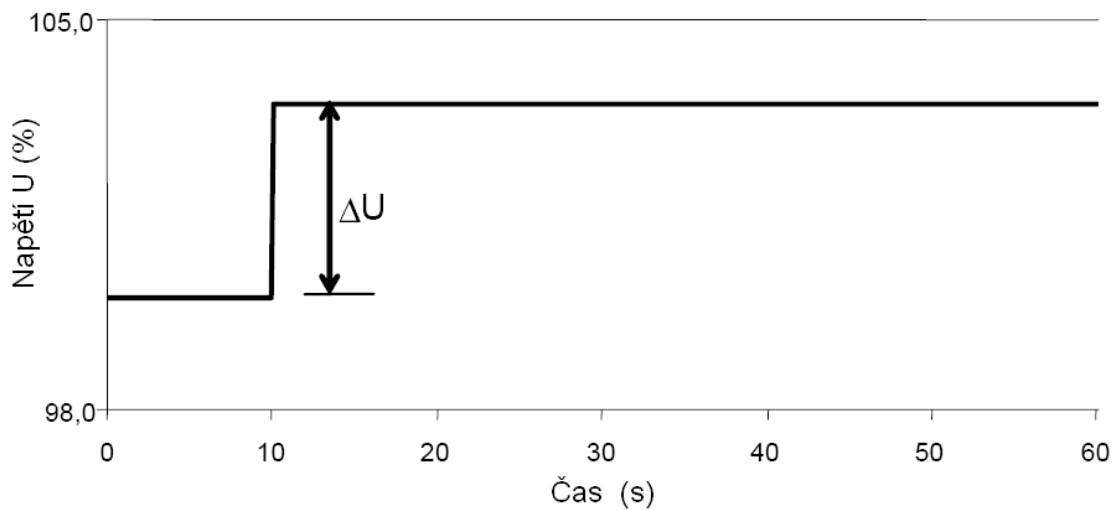
$$Z_L = R_L + jX_L \quad (16)$$



Obrázek 12 – Ekvivalentní obvod a vektorový diagram pro jednoduché hodnocení



Obrázek 13 – Příklad rychlé změny napětí při rozběhu motoru



Obrázek 14 – Příklad rychlé změny napětí při zapnutí kondenzátoru

Pro jednofázové a symetrické trojfázové zátěže

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

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 8 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 8 – 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 stanovené 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.