

PODNIKOVÁ NORMA ENERGETIKY

ČEZ Distribuce, E.ON CZ, E.ON Distribuce, PREdistribuce, ČEPS, ZSE	Parametry kvality elektrické energie – Část 4: Poklesy a krátká přerušení napětí	PNE 33 3430-4
		3.vydání
<p>Odsouhlasení normy</p> <p>Konečný návrh 3. vydání 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., E.ON Česká republika, a.s. a.s., ZSE Bratislava, a.s.</p> <p>Tato norma stanoví podmínky hodnocení poklesů a krátkých přerušení napětí v elektrizační soustavě.</p> <p>Tato norma platí pro připojování a provozování elektrických zařízení z hlediska vlivu na elektrizační soustavu 50 Hz.</p> <p>Nahrazení předchozích norem</p> <p>Touto normou se nahrazuje PNE 33 3430-4:2006.</p> <p>Změny proti předchozí normě</p> <p>V předmluvě byly doplněny nové citované normy. V souladu s IEC/TR 61000-3-15 byly do kapitoly 2 doplněny definice týkající se rozptýlené výroby a ostrovního provozu. Do kapitoly 4 byl přidán nový článek uvádějící příklad poruchy v distribuční soustavě vysokého napětí s novým obrázkem 3. Šíření poklesů napětí je nyní v článku 4.5. Směrné hodnoty podle ČSN EN 50160 dříve uvedené v kapitole 6 byly přesunuty do nového článku 4.6. V nové kapitole 6 je nyní řešena odolnost zařízení odběrů elektrické energie, v které jsou nyní kompatibilní úrovně, rozlišování odolnosti zařízení a instalace. Dále jsou uvedeny zkoušky odolnosti zařízení podle normy ČSN EN 61000-4-34 prováděné zkušebními úrovněmi podle tříd elektromagnetického prostředí a podle zde uvedených tabulek a obrázků. V nové kapitole 7 je řešena odolnost systémů rozptýlené výroby elektrické energie, v které jsou uvedeny požadavky na zkoušky odolnosti zdrojů rozptýlené výroby proti ostrovnímu provozu a proti poklesům i přerušením napětí. Dále jsou uvedeny zkušební obvody, jejich sestava pro zkoušky odolnosti, zkušební postup a kritéria vyhovění/nevyhovění zkoušce. V kapitole 8 byly doplněny informace o změnách, ke kterým dochází v souvislosti s revizí normy IEC 61000-4-30:2008.</p>		
Ruší: PNE 33 3430-4 z roku 2006	Účinnost od: 2012-01-01	

Předmluva

Citované normy

- ČSN IEC 50(161) (33 4201) Mezinárodní elektrotechnický slovník – Kapitola 161: Elektromagnetická kompatibilita (idt IEC 50(161):1990)
- STN IEC 60050-161 Mezinárodní elektrotechnický slovník. Kapitola 161: Elektromagnetická kompatibilita
- ČSN CLC/TS 61836 Solární fotovoltaické energetické systémy – Termíny, definice a značky
- ČSN 33 3431-2-8 Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – Část 2-8: Prostředí – Krátkodobé poklesy a krátká přerušení napětí ve veřejných napájecích sítích s výsledky statistického měření
- ČSN EN 50160 ed.3 Charakteristiky napětí elektrické energie dodávané z veřejných distribučních sítí
- STN EN 50160 Charakteristiky napätia elektrickej energie dodávanej z verejnej distribučnej siete
- ČSN EN 50438 Požadavky na paralelní připojení mikrogenerátorů s veřejnými distribučními sítěmi nízkého napětí
- ČSN EN 60146-1-1 Polovodičové měniče – Všeobecné požadavky a měniče se síťovou komutací – Část 1-1: Stanovení základních požadavků
- ČSN EN 60909 Zkratové proudy v trojfázových střídavých soustavách
- STN EN 60909-0 Skratové prúdy v trojfázových striedavých sústavách – Časť 0: Výpočet prúdov
- STN EN 60909-3 Skratové prúdy v trojfázových striedavých sústavách – Časť 3: Prúdy počas dvoch samostatných súčasných skratov medzi vodičom a zemou a čiastočné skratové prúdy tečúce cez zem
- 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
- STN EN 61000-2-2 Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – Časť 2-2: Prostredie. Kompatibilné úrovne nízkofrekvenčných rušení šírených 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
- STN EN 61000-2-4 Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – Časť 2-4: Prostredie. Úrovne kompatibility nízkofrekvenčných rušení šírených vedením v priemyselných podnikoch
- 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
- STN EN 61000-2-12 Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – Časť 2-12: Prostredie. Úrovne kompatibility pre nízkofrekvenčné rušenie šírené vedením a signalizáciu vo verejných rozvodných sieťach stredného napätia
- IEC/TR 61000-3-15 Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – Část 3 15: Meze – Určování požadavků na nízkofrekvenční elektromagnetickou odolnost a emisi pro systémy rozptýlené výroby v distribučních soustavách nízkého napětí (připravuje se)
- ČSN EN 61000-4-30 Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – Část 4-30: Zkušební a měřicí technika – Metody měření kvality energie
- STN EN 61000-4-30 Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – Časť 4-30: Metódy skúšania a merania. Metódy merania kvality napájania
- ČSN EN 61800-3 Systémy elektrických výkonových pohonů s nastavitelnou rychlostí – Část 3: Požadavky EMC a specifické zkušební metody
- STN EN 61800-3 Systémy elektrických výkonových pohonov s nastaviteľnou rýchlosťou. Časť 3: Požiadavky na elektromagnetickú kompatibilitu (EMC) a špecifické skúšobné metódy
- ČSN EN 62116 Postup zkoušky opatření zabraňujících ostrovnímu provozu provozovatelem elektrizační soustavy připojených fotovoltaických střídačů
- STN EN 62116 Skúšobný postup preventívnych opatrení pre ostrovy funkčne prepojených fotovoltických striedačov
- ČSN 33 0050-604 Mezinárodní elektrotechnický slovník – Kapitola 604: Výroba, přenos a rozvod elektrické energie – Provoz

STN 33 0050-604 Medzinárodný elektrotechnický slovník – Kapitola 604: Výroba, prenos a rozvod elektrickej energie. Prevádzka

ČSN EN 61000-4-11 ed.2 (33 3432) Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – Část 4-11: Zkušební a měřicí technika – Krátkodobé poklesy napětí, krátká přerušení a pomalé změny napětí – Zkoušky odolnosti

STN EN 61000-4-11 Elektromagnetická kompatibilita (EMC). Časť 4-11: Metódy skúšania a merania. Skúšky odolnosti proti krátkodobým poklesom napätia, krátkym prerušeniam a kolísaniam napätia

ČSN EN 61000-4-34 (33 3432) Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – Část 4-34: Zkušební a měřicí technika – Krátkodobé poklesy napětí, krátká přerušení a pomalé změny napětí – Zkoušky odolnosti pro zařízení se vstupním fázovým proudem větším než 16 A

STN EN 61000-4-34 Elektromagnetická kompatibilita (EMC). Časť 4-34: Metódy skúšania a merania. Skúška odolnosti proti krátkodobým poklesom napätia, krátkym prerušeniam a kolísaniu napätia zariadení so vstupným fázovým prúdom väčším ako 16 A

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

PNE 33 3430-7 Charakteristiky napětí elektrické energie ve veřejné distribuční síti

Vysvětlivky k textu normy

V textu této normy je uvedeno množství nových ustanovení podle připravované technické zprávy IEC/TR 61000-3-15 a nové normy EN 62116. Tyto dokumenty budou nepostradatelným podkladem pro odborníky provozovatelů distribučních soustav zejména při dohadování opatření zabraňujících ostrovnímu provozu systémů rozptýlené výroby. Vzhledem k tomu, že uvedená technická zpráva se nebude zavádět do ČSN překladem, budou muset uvedení odborníci pracovat s touto technickou zprávou v originále. Pro usnadnění této práce jsou všechny důležité vztahy, značky a zkratky v této normě převzaty ve shodě s originálem IEC/TR 61000-3-15. Pouze v doprovodném textu jsou uváděny české verze následujících zkratk: EHV - zvn, HV - vvn, MV - vn a LV – nn.

Vypracování normy

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

Pracovník ONS odvětví energetiky: Ing. Jaroslav Bárta

Obsah

	Strana
1	Předmět normy 5
2	Definice 5
3	Všeobecně 8
3.1	Příčiny poklesů napětí a krátkých přerušení napětí 10
3.2	Účinky poklesů napětí a krátkých přerušení napětí 10
4	Poruchy v distribuční soustavě 10
4.1	Příčiny poruch 10
4.2	Charakter poruch 11
4.3	Opětovné zapínání (OZ) 11
4.4	Příklad poruchy v distribuční soustavě vysokého napětí 11
4.5	Šíření poklesů napětí 12
4.6	Směrné hodnoty podle ČSN EN 50160 13
5	Poklesy napětí způsobené zákazníky 14
5.1	Poklesy napětí způsobené zapínáním odběrů 14
5.2	Komutační poklesy 15
6	Odolnost zařízení odběrů elektrické energie 16
6.1	Kompatibilní úrovně 16
6.2	Rozlišování odolnosti zařízení a instalace 17
6.3	Zkoušky odolnosti zařízení podle normy ČSN EN 61000-4-34 18
6.3.1	Třídy elektromagnetického prostředí 18
6.3.2	Krátkodobé poklesy a krátká přerušení napětí – zkušební úrovně 19
6.3.3	Krátkodobé pomalé změny napětí – zkušební úrovně 20
7	Odolnost systémů rozptýlené výroby elektrické energie 21
7.1	Krátkodobé poklesy napětí a krátká přerušení napětí 22
7.2	Zkoušky odolnosti zdrojů rozptýlené výroby proti ostrovnímu provozu a poklesům i přerušením napětí 23
7.2.1	Zkušební obvody pro zkoušky odolnosti 23
7.2.2	Zkušební sestava pro zkoušku odolnosti 24
7.2.3	Zkušební postup 25
8	Měření a vyhodnocování poklesů a přerušení napětí 26
8.1	Krátkodobé poklesy napětí 27
8.1.1	Metoda měření 27
8.1.2	Detekce a vyhodnocení krátkodobého poklesu napětí 27
8.1.3	Nejistota měření a měřicí rozsah 28
8.2	Přerušení napětí 28
8.2.1	Metoda měření 28
8.2.2	Vyhodnocení přerušení napětí 28
8.2.3	Nejistota měření a měřicí rozsah 29
8.3	Definice podle národní přílohy NA druhého vydání ČSN EN 61000-4-30 29
9	Statistická měření 29
9.1	Doporučení pro statistická měření krátkodobých zvýšení a poklesů napětí 29

1 Předmět normy

Tato část PNE se týká charakteristik poklesů a krátkých přerušení napětí v distribučních soustavách. Dále se týká omezování jejich vlivu na funkční spolehlivost zařízení zákazníků, dodavatele elektrické energie i systémů rozptýlené výroby.

Předmětem této normy je vytvoření všeobecného vztahu pro vyhodnocování odolnosti elektrických a elektronických zařízení vystavených krátkodobým poklesům napětí a krátkým přerušením napětí.

S ohledem na charakter poklesů a krátkých přerušení napětí nejsou předmětem tohoto dílu PNE mezní hodnoty za účelem určení dovolené emise poklesů a krátkých přerušení napětí.

S ohledem na protichůdný charakter detekce ostrovního provozu systémů rozptýlené výroby a detekce poklesů a krátkých přerušení napětí je v této normě tomuto věnována pozornost.

2 Definice

Pro účely této části PNE se používají následující definice týkající se krátkých poklesů napětí, krátkých přerušení napětí a ostrovního provozu (viz též ČSN IEC 50(161).

elektromagnetická kompatibilita; EMC (zkratka) (*elektromagnetic compatibility (EMC abbreviation)*) schopnost zařízení nebo systému fungovat vyhovujícím způsobem ve svém elektromagnetickém prostředí bez vytváření nepřijatelného elektromagnetického rušení pro cokoli v tomto prostředí

POZNÁMKA 1 Elektromagnetická kompatibilita je taková podmínka elektromagnetického prostředí, aby pro každý jev byla úroveň emise rušení dostatečně nízká a úroveň odolnosti dostatečně vysoká tak, aby přístroj, zařízení a systém pracoval podle určení.

POZNÁMKA 2 Elektromagnetické kompatibility je dosaženo jen jsou-li úrovně emise a odolnosti kontrolovány tak, aby úrovně odolnosti přístrojů, zařízení a systémů nebyly překročeny v jakémkoliv místě úrovni rušení, která je v tomto místě výslednicí kumulativních emisí ze všech zdrojů za působení ostatních faktorů jako jsou impedance obvodu. Podle dohody se kompatibility dosáhne je-li pravděpodobnost odchylky od určené funkce dostatečně nízká. Viz 61000-2-1 kapitola 4.

POZNÁMKA 3 Kde to kontext vyžaduje, může se kompatibilita vztahovat k jednotlivému rušení nebo k třídě rušení.

POZNÁMKA 4 Elektromagnetická kompatibilita je termín používaný také k popsání oblasti studie nepříznivých elektromagnetických účinků, kterým jsou přístroje, zařízení a systémy vystaveny navzájem nebo od elektromagnetických jevů.

[IEV 161-01-07, modifikováno]

společný napájecí bod PCC (zkratka) (*point of common coupling PCC (abbreviation)*)

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

[IEV 161-07-15 modifikováno]

napájecí bod uvnitř závodu; IPC (*in-plant point of coupling;*)

napájecí bod uvnitř vyšetřované sítě nebo instalace, elektricky nejbližší ke konkrétní zátěži, ve kterém jsou nebo mohou být připojeny jiné zátěže

POZNÁMKA IPC je obvykle bod, pro který je třeba elektromagnetickou kompatibilitu posuzovat

zkratový výkon (*short-circuit power*)

S_{sc} (S_{sc})

hodnota trojfázového zkratového výkonu vypočtená ze jmenovitého síťového sdruženého napětí $U_{nominal}$ a impedance distribuční soustavy Z v bodu PCC:

$$S_{sc} = U_{nominal}^2 / Z$$

kde Z je impedance distribuční soustavy na síťovém kmitočtu

rezervovaný příkon (*agreed power*)

hodnota vstupního zdánlivého výkonu rušivé instalace, na které se zákazník a provozovatel distribuční soustavy dohodnou; v případě několika bodů připojení se mohou definovat různé hodnoty pro každý bod připojení

zákazník, partner (*customer*)

osoba, společnost nebo organizace, která provozuje instalaci připojenou k distribuční soustavě nebo které provozovatel distribuční soustavy dá právo připojit instalaci k distribuční soustavě

POZNÁMKA Pro účely této normy se rozlišuje význam českých překladů anglického termínu *customer* následovně: **zákazník**, ve smyslu **zatížení v užívání zákazníka** (*customer-owned load*) a **partner** ve smyslu **výroby el. energie ve vlastnictví partnera** (*customer-owned generation*).

napájecí napětí (*supply voltage*): efektivní hodnota napětí v dané době v předávacím místě, měřená po dobu daného intervalu (viz ČSN EN 50160 ed. 3, článek 3.21)

jmenovité napětí, U_n (*nominal voltage, U_n*)

napětí, na které je distribuční soustava navržena nebo identifikována

dohodnuté napájecí napětí, U_c (*declared supply voltage, U_c*)

dohodnuté napájecí napětí U_c je normálně jmenovité napětí U_n ; pokud se podle smlouvy o připojení či smlouvy o sdružených službách dodávky aplikuje napětí lišící se od jmenovitého napětí, pak toto napětí je dohodnuté napájecí napětí U_c

POZNÁMKA Pokud se v dalších ustanoveních této normy mluví o dohodnutých podmínkách rozumí se tím podmínky, které jsou ve shodě s podmínkami připojení (Vyhl. ERÚ č.51/2006 Sb).

dohodnuté vstupní napětí, U_{din} (*declared input voltage, U_{din}*)

hodnota získaná z dohodnutého napájecího napětí prostřednictvím převodu převodníku

efektivní hodnota obnovená každou půlperiodou, $U_{rms(1/2)}$ (*r.m.s. voltage refreshed each half-cycle, $U_{rms(1/2)}$*)

efektivní hodnota napětí měřená po dobu 1 periody začínající v okamžiku průchodu základní složky nulou a obnovená každou půlperiodou

POZNÁMKA 1 Tato technika je nezávislá pro každý kanál a bude produkovat efektivní hodnoty v po sobě následujících dobách na různých kanálech vícefázových distribučních soustav.

POZNÁMKA 2 Tato hodnota se používá jenom pro detekci krátkodobých poklesů, krátkodobých zvýšení a přerušení napětí.

kladná odchylka (*overdeviation*)

rozdíl mezi měřenou hodnotou a jmenovitou hodnotou parametru jen pokud je měřená hodnota parametru větší než jmenovitá hodnota

záporná odchylka (*underdeviation*)

absolutní hodnota rozdílu mezi měřenou hodnotou a jmenovitou hodnotou parametru pokud hodnota parametru je menší než jmenovitá hodnota

krátkodobý pokles napětí (*voltage dip*)

náhlý pokles napětí v konkrétním bodu elektrické napájecí soustavy pod specifikovanou prahovou hodnotu krátkodobého poklesu, po kterém následuje obnovení napětí nebo přerušení napětí během krátkého časového intervalu

[ČSN EN 61000-4-34]

POZNÁMKA 1 Krátkodobý pokles napětí se typicky přidružuje k výskytu a ukončení zkratu nebo jiného krajního zvětšení proudu systému nebo instalací k němu připojených.

POZNÁMKA 2 Krátkodobý pokles napětí je dvojrozměrné elektromagnetické rušení jehož úroveň je určena jak napětím tak i dobou (trvání).

prahová hodnota krátkodobého poklesu napětí (*dip threshold*)

velikost napětí specifikovaná pro účely detekování začátku a konce krátkodobého poklesu napětí

rychlá změna napětí (*rapid voltage change*)

jednotlivá rychlá změna efektivní hodnoty napětí mezi dvěma po sobě následujícími úrovněmi, které trvají určitou, avšak nestanovenou dobu

krátké přerušení (*short interruption*)

náhlý pokles napětí ve všech fázích v konkrétním bodu elektrické napájecí soustavy pod specifikovanou prahovou hodnotou přerušení, po kterém následuje obnovení napětí během krátkého časového intervalu

POZNÁMKA Krátká přerušení se typicky přidružují k činnostem vypínače v souvislosti s výskytem a ukončením zkratů v systému nebo v instalacích k němu připojených.

přerušeni napájení (*supply interruption*)

stav, při kterém je napětí v předávacím místě menší než 5 % dohodnutého napětí U_c ; přerušeni napájení může být tříděno na:

- **předem dohodnuté** (*prearranged*) jsou-li spotřebitelé elektrické energie předem informováni tak, aby se umožnilo provedení plánovaných prací v distribuční soustavě;
- **poruchové** (*accidental*) způsobené trvalými nebo přechodnými poruchami většinou vázanými na poruchy zařízení nebo rušení; poruchové přerušeni je tříděno na:
 - **dlouhodobé přerušeni** (*long interruption*) (delší než tři minuty) způsobené trvalou poruchou,
 - **krátkodobé přerušeni** (*short interruption*) (do tří minut) způsobené přechodnou poruchou.

POZNÁMKA 1 Účinek předem dohodnutých přerušeni mohou zákazníci minimalizovat zavedením dohodnutých opatření.

POZNÁMKA 2 Poruchová přerušeni dodávky jsou nepředvídatelnou, z velké části náhodnou událostí.

normální provozní podmínky (*normal operating condition*)

podmínky distribuční soustavy, které splňují požadavek zatížení, spínání soustavy a odstraňování poruch automatickými ochrannými systémy bez mimořádných podmínek způsobených vnějšími vlivy nebo závažnými událostmi

POZNÁMKA Uvedená definice je kompatibilní s definicemi v technických normách. Není však zcela kompatibilní s definicemi v legislativních dokumentech, možná vhodnější by byla specifikace „bezporuchový provozní stav“ - kdy provozovatel distribuční soustavy (PDS) plní všechny podmínky a povinnosti spojené s licencovanými činnostmi, plní všechny smluvně dohodnuté podmínky kvantitativní a kvalitativní vůči všem konečným zákazníkům za smluvně potvrzených standardů a služeb.

napáječ (*feeder*)

napájecí vedení zajišťující dodávku napájecího napětí do předávacího místa

rozptýlená výroba (DG) (*dispersed generation (DG)*)

výroba elektrické energie rozmanitými zdroji, které jsou připojeny do distribuční soustavy

[IEV 617-04-09 modifikován]

zdroj rozptýlené výroby (*dispersed generation power source*)

generátor elektřiny a střídač pro její přeměnu do formy vhodné pro připojení do distribuční soustavy

provozovatel elektrizační soustavy (*electrical utility*)

organizace odpovědná za instalaci, provoz, údržbu a správu všech nebo některých částí elektrizačních soustav výroby, přenosu a distribuce elektrické energie

[ČSN CLC/TS 61836, 3.3.23]

EUT (*EUT*)

zkoušené zařízení; EUT označuje zařízení střídače (obrázek 10) nebo ochrany proti ostrovnímu provozu (obrázek 9), na kterém se tyto zkoušky provádějí

střídač (*inverter*)

měníč elektrické energie, který mění stejnosměrný elektrický proud na jednofázový nebo vícefázové střídavé proudy

[IEV 151-13-46]

proudový střídač (*current source inverter*)

střídač fungující jako vnucený zdroj proudu

napětíový střídač (*voltage source inverter*)

střídač fungující jako vnucený zdroj napětí

ostrov (*island*)

stav, ve kterém část sítě provozovatele elektrizační soustavy obsahující zatížení a výroby elektrické energie pokračuje v provozu izolovaně od zbytku sítě

POZNÁMKA 1 Vyráběná elektrická energie a zatížení v ostrovu může být libovolnou kombinací vlastnictví zákazníka energie a provozovatele elektrizační soustavy.

[IEC/TR 61000-3-15]

úmyslný ostrov (*intentional island*)

ostrov, který je záměrně vytvořen, obvykle pro obnovení či zachování výroby el. energie v části sítě provozovatele elektrizační soustavy postižené poruchou,

POZNÁMKA 2 Úmyslný ostrov zahrnuje dohodu mezi provozovatelem řízení elektrizační soustavy a operátory vlastníka generace v ostrovu.

neúmyslný ostrov (*unintentional island*)

ostrov, ve kterém výroba elektřiny uvnitř ostrovu, u které se předpokládalo vypnutí, pokračuje v provozu

ostrovní provoz (*islanding operation*)

režim provozu určený pro provozování ostrovu

POZNÁMKA Ostrovní provoz zahrnuje požadavky na zachování kmitočtu, napětí, záložního výkonu a okamžitého činného a jalového výkonu.

doba ostrovního provozu, t_R (*Run-on Time, t_R*)

doba, po kterou existuje stav neúmyslného ostrovu; doba ostrovního provozu je definována jako interval mezi rozpojením spínače S1 (obrázek 10) a okamžikem zániku výstupního proudu EUT.

[EN 62116]

střídač nevytvářející ostrovní provoz (*non-islanding Inverter*)

střídač, který přestane napájet distribuční soustavu, jejíž napětí a/nebo kmitočet není ve shodě s jmenovitými provozními specifikacemi

činitel jakosti, Q_f (*Quality Factor, Q_f*)

míra stability rezonance zkušební zátěže ostrovního provozu.

POZNÁMKA V paralelním rezonančním obvodu zátěže a sítě elektrizační soustavy.

$$Q_f = R \sqrt{\frac{C}{L}}$$

kde

Q_f je činitel kvality

R rezistance činné zátěže

C kapacita jalové zátěže

L indukčnost jalové zátěže

[EN 62116]

vypínací odchylka (*trip*)

odchylka kmitočtu nebo napětí určená pro vypnutí ostrovního provozu

3 Všeobecně

Krátkodobé poklesy a krátká přerušení napětí jsou nepředvídatelné, převážně náhodné události jejichž původ je v elektrických poruchových stavech distribuční soustavy nebo velkých instalací. Tyto se nejlépe popisují statistickými metodami.

Krátkodobý pokles napětí je dvojrozměrný rušivý jev, poněvadž úroveň rušení stoupá v závislosti jak na hloubce poklesu tak i na době jeho trvání.

Hloubka poklesu napětí závisí na blízkosti vyšetřovaného bodu k bodu distribuční soustavy, ve kterém se vyskytne zkrat a na reakci ochranných a řídicích systémů použitých v předmětném konkrétním distribuční soustavě. V tomto bodu se napětí zhroutí téměř k nule tak, že hloubka poklesu se blíží 100 %. V případě ostatních událostí s příčinnou souvislostí, jako jsou kolísání velkých odběrů zátěží, budou hloubky poklesů menší.

Krátkodobý pokles napětí může trvat méně než desetinu sekundy vyskytne-li se tato událost v přenosové soustavě a je odstraněna velmi rychlými jisticími systémy nebo je-li použit systém samočinného opětného zapínání. Ovlivňuje-li poruchový stav nižší úroveň napětí a je-li odstraněn určitým systémem ochrany, pak může trvat až několik sekund. Většina krátkodobých poklesů napětí trvá mezi polovinou periody a 1 000 ms.

Určitý počet krátkodobých poklesů napětí je závažných jen je-li odolnost daného přístroje po dobu trvání poklesu nedostatečná nebo uvažuje-li se, zda daný proces nepotřebuje zvláštní úroveň odolnosti.

U konkrétního vedení se zahrnuje určitý počet krátkodobých poklesů napětí vytvářených poruchovými stavy na jiných vedeních ve stejné distribuční soustavě a krátkodobých poklesů napětí přicházejících z nadřazené soustavy. Ve venkovských oblastech napájených venkovními vedeními může počet krátkodobých poklesů napětí dosáhnout několika stovek za rok v závislosti na konkrétním počtu úderů blesku a na meteorologických podmínkách oblasti. V kabelových distribučních soustavách poslední informace naznačují, že individuální zákazník elektřiny připojený na nízké napětí může být vystaven krátkodobým poklesům napětí o četnosti asi od deseti až do sta za rok, v závislosti na místních podmínkách.

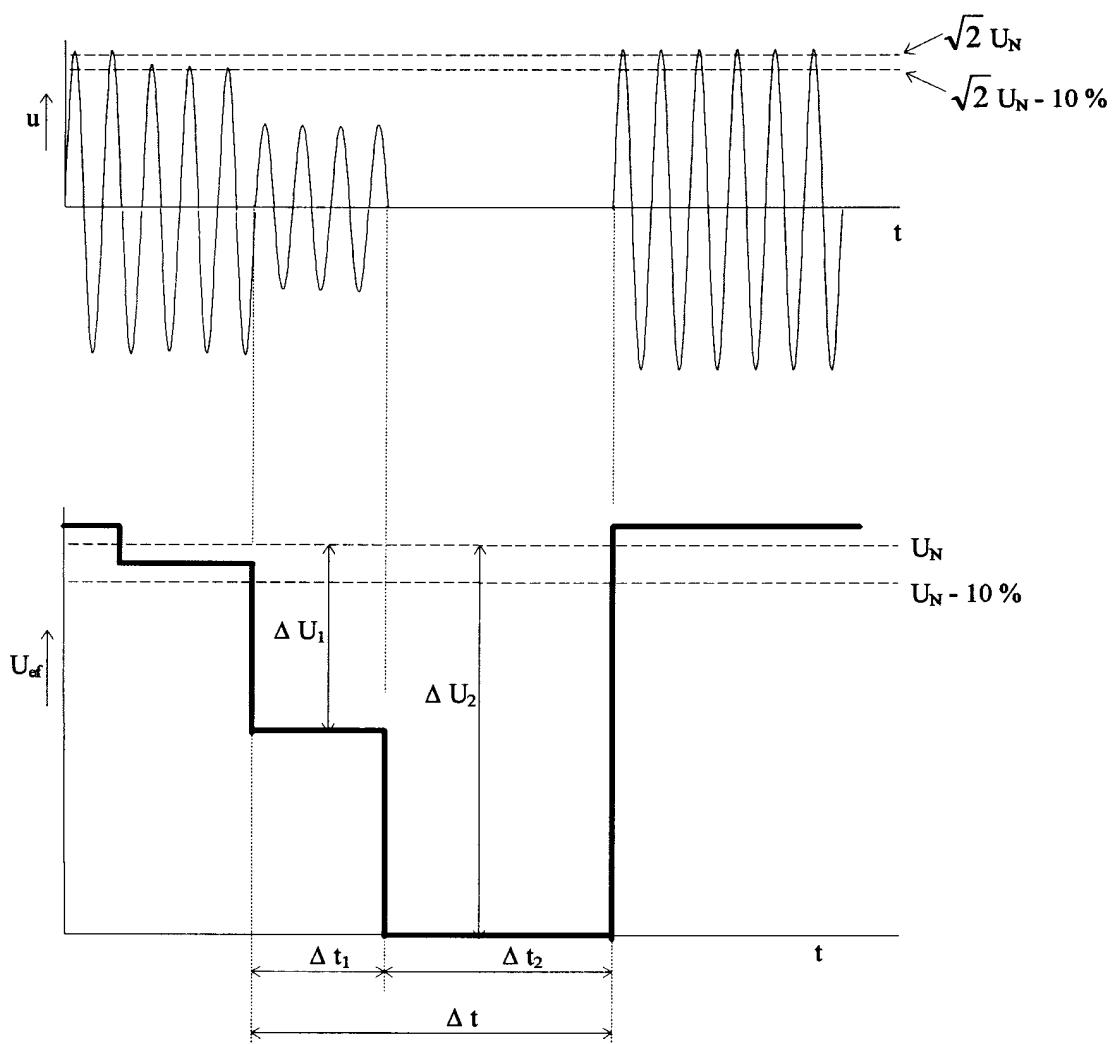
Krátká přerušení napájení mohou trvat až do 180 s podle typu opětného zapínání nebo přenosového systému použitého u venkovních sítí. Krátká přerušení napájení jsou často předcházena krátkodobými poklesy napětí (viz také ČSN 33 3431-2-8).

Pokud jde o kompatibilní úroveň, hlavním požadavkem v případě krátkodobých poklesů napětí je umožnění koordinace úrovní odolnosti. Kompatibilní úroveň by měla, pro reflektování úrovně rušení, být vyjádřena dvojnásobným způsobem. Pro umožnění tohoto přístupu nejsou zatím k dispozici dostatečná data.

Mimoto v případě krátkých přerušení nebo závažnějších krátkodobých poklesů napětí, není pro odolnost elektrického zařízení, v užším slova smyslu, vhodná koncepce. To proto, že žádný elektrický přístroj nemůže nekonečně pracovat podle určení není-li energií napájen. Odolnost proti těmto rušením je proto záležitostí buď rychlého obnovení dodávky energie z náhradního zdroje nebo uspořádáním zařízení a k němu přidruženého procesu, aby se adaptovaly na krátké přerušení nebo zmenšení dodávky energie určeným způsobem, často s bezpečností a omezením poškození jako hlavními cíli.

Krátké přerušení napětí může být považováno za pokles napětí s hloubkou 100%.

Hloubka poklesu napětí je definována jako rozdíl mezi napětím během poklesu napětí a jmenovitým napětím (viz obrázek 1). Hloubka se vyjadřuje v procentech jmenovitého napětí.



Obrázek 1 – Znázornění poklesu a přerušení napětí

Pokles napětí, jehož hloubka je konstantní během jeho trvání, může být charakterizován dvěma hodnotami, hloubkou ΔU a trváním Δt .

Některý pokles složitějšího tvaru může být charakterizován více páry hodnot (ΔU , Δt). Takové poklesy komplexního tvaru jsou však poměrně vzácné a pro praktické účely mohou být charakterizovány jejich maximální hloubkou a celkovým trváním.

Změny napětí, které nezmenšují napětí v bodu, který se vyšetřuje, na méně než 90% jmenovitého napětí, nejsou považovány za poklesy napětí. Tyto změny jsou v oblasti odchylek napětí (způsobenými stupňovitými změnami zatížení) a v oblasti kolísání napětí (viz PNE 33 3430-2), způsobeného rychlými a opakujícími se změnami zatížení (viz první změna napětí v obrázku 1).

POZNÁMKA K pochopení je podstatné, že určitému počtu poklesů napětí se v distribuční soustavě nevyhneme a že pro většinu zařízení je běžné akceptovat riziko omezeného počtu nesprávného fungování způsobeného tímto typem rušení.

Dva parametry ΔU a Δt , hloubka a trvání, nemohou být v distribuční soustavě prakticky omezovány pasivními prvky (filtry). Jedinou možností je překlenutí poklesů a krátkých přerušení napětí z náhradního zdroje.

Pro danou distribuční soustavu může být, jako její charakteristická vlastnost, stanovena četnost výskytu poklesů napětí s hloubkami a trváním obsaženými v daném intervalu. Hloubky však nejsou nutně stejné ve všech třech fázích.

3.1 Příčiny poklesů napětí a krátkých přerušení napětí

Poklesy a krátká přerušení napětí mohou být způsobeny spínacími operacemi při nichž jsou zapínány velké odběry nebo zkratovými poruchami a následnou funkcí ochran (např. opětovného zapínání (viz kapitola 4). Tyto poruchy mohou pocházet z zákaznických soustav, z veřejných distribučních soustav nebo mohou být způsobeny atmosférickými vlivy.

Poklesy napětí jsou také způsobeny změnami jalového a činného proudu odebíraného zátěžemi připojenými k distribuční soustavě a tak způsobujícími změny úbytku napětí na impedanci sítě. V určitých případech mohou být poklesy napětí způsobeny změnami zkratového výkonu, způsobenými změnami ve skladbě generátorů nebo změnami v konfiguraci distribuční soustavy.

3.2 Účinky poklesů napětí a krátkých přerušení napětí

Poklesy napětí a krátká přerušení napětí mohou rušit zařízení připojená do distribuční soustavy. Typy nepříznivých vlivů, které mohou být způsobeny poklesem nebo krátkým přerušením napětí jsou:

- zhášení výbojek;
- narušení funkce regulačních přístrojů;
- změny rychlosti nebo zastavování motorů;
- vypínání stykačů;
- výpočetní chyby počítačů a ztráta dat v paměti;
- chybná funkce měřících přístrojů vybavených elektronikou;
- ztráta synchronního chodu synchronních motorů a generátorů;
- komutační chyby tyristorových můstků pracujících ve střídačovém režimu.

4 Poruchy v distribuční soustavě

Poruchy v distribuční soustavě jsou hlavní příčinou krátkých přerušení napětí a tím i dodávky energie. Ve velké většině případů poruchy mají za následek průtok zkratového proudu, který musí být eliminován vypnutím části distribuční soustavy ohrožené poruchou. Pro rychlé obnovení dodávky energie jsou někdy (dle uspořádání distribuční soustavy) používány ochrany s opětovným zapínáním.

4.1 Příčiny poruch

Příčiny poruch jsou obvykle rozlišovány na externí a interní. V prvním případě se jedná o atmosférické a náhodné příčiny nezávislé na stavu distribuční soustavy. V druhém případě se jedná například o poruchy souvisící s ukončením životnosti některého zařízení.

Externí příčiny jsou následující:

- podmínky počasí (bouřka, blesk, mlha, sníh, mráz atd.), které ovlivňují zejména venkovní vedení;

- náhodné příčiny: dotyk s cizími částmi (větve stromů, ptáci atd.), kolize vozidel se sloupy vedení, narušení kabelů při výkopech atd.;
- přenos poruchy ze síťového systému nadřazeného nebo podřazeného předmětné distribuční soustavě (např. distribuční soustava vn může být ovlivněna poruchou vzniklou v distribuční soustavě nn, ale platí to i naopak).

Interní příčiny jsou následující:

- průraz izolace zařízení (izolátory vedení, kabely, transformátory, vypínače atd.), přičemž napěťové namáhání způsobující poruchu bylo v rozsahu projektované izolační pevnosti zařízení;
- chybná funkce ochran;
- chybná manipulace obsluhy distribuční soustavy.

4.2 Charakter poruch

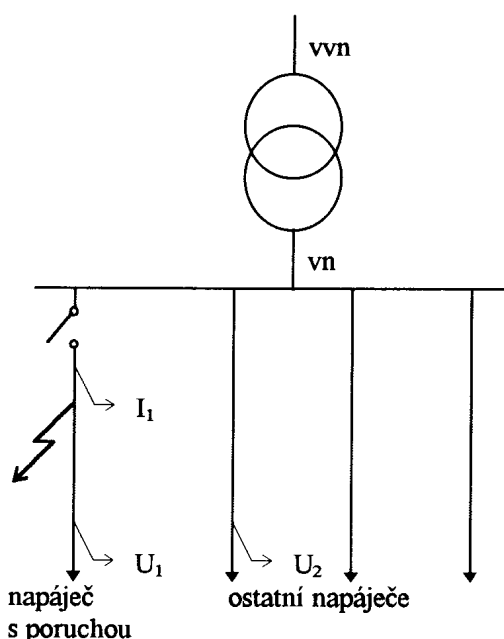
Charakter poruch je důležitý pro zajišťování provozu distribuční soustavy. Porucha může být přechodná, která je buď samozhášecí nebo nezpůsobující poškození zařízení (přeskok podél řetězce izolátorů při atmosférickém přepětí). Při takovéto poruše zařízení může být po krátké době uvedeno znovu do provozu. Naproti tomu při trvalé poruše musí být porušené zařízení buď opraveno nebo nahrazeno.

Podle způsobu průtoku poruchového proudu se rozlišuje: zemní spojení, dvoufázový zkrat a třífázový zkrat.

4.3 Opětovné zapínání (OZ)

Nejčastější příčinou poklesů a krátkých přerušení napětí je porucha a následná funkce systému opětovného zapínání, který chrání venkovní vedení proti škodám vznikajících přeskoky na izolátorech.

Příklad funkce OZ v distribuční soustavě vysokého napětí je uveden na obrázku 2.



Obrázek 2 – Příklad funkce OZ v distribuční soustavě vysokého napětí

Dojde-li k poruše na napájecím vedení číslo 1 potom u zákazníka připojeného na toto vedení dojde ke krátkodobému přerušení napětí (doba trvání řádově desítky sekund). U zákazníka, který je připojen na jiné vedení (např. vedení číslo 2 na obrázku 2) dojde k poklesu napětí. Stejně poklesne napětí na vysokonapěťových sběrnicích v rozvodně (viz obrázek 3).

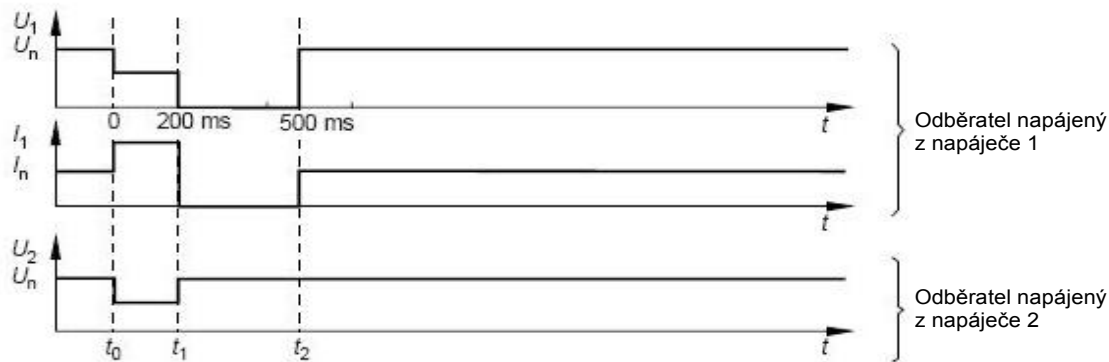
4.4 Příklad poruchy v distribuční soustavě vysokého napětí

Obrázek 3 znázorňuje krátkodobé poklesy a krátkodobá přerušení napětí způsobená poruchou na vn napáječi. Jsou znázorněny tři případy:

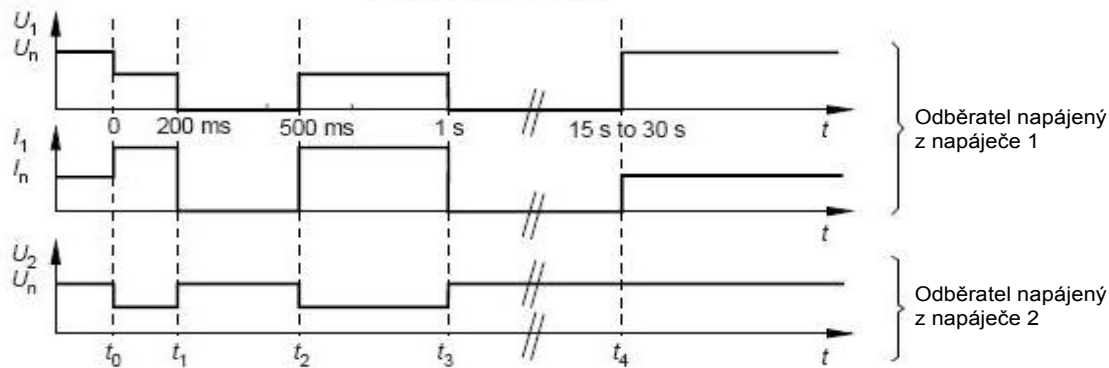
- přechodná porucha, u které dojde k jejímu pominutí během první funkce OZ

- delší porucha, která během první funkce OZ přetrvává, avšak dojde k jejímu pominutí během druhé (prodloužené) funkce OZ
- trvalá porucha, která přetrvává po dokončení úplného sledu funkcí OZ

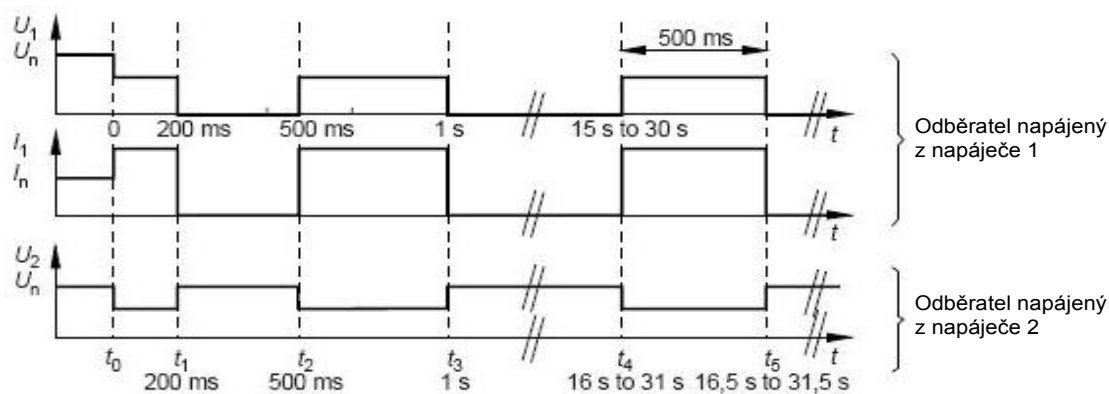
V každém případě krátkodobé poklesy a krátkodobá přerušení napětí jsou znázorněny tak, jak se jeví dvěma zákazníkům. Jednomu na stejném napáječi jako porucha, avšak od ní směrem k napájení a druhému zákazníkovi na jiném napáječi ze stejné sběrnice. (Znázorněné doby jsou jen pro informaci. Skutečné doby závisí na nastaveních u konkrétní síti.)



Případ přechodné poruchy



Případ delší poruchy



Případ trvalé poruchy

t_0 Okamžik výskytu poruchy
 t_0 až t_1 Doba detekce poruchy
 t_1 až t_2 Doba výpadku napáječe s poruchou

Obrázek 3 – Průběhy napětí a proudu při funkci OZ

4.5 Šíření poklesů napětí

Poklesy napětí způsobené poruchou se přenášejí do ostatní distribuční soustavy jako redukováné poklesy napětí. Krátká přerušení napětí napáječe s poruchou se přenášejí jen do distribuční soustavy tohoto napáječe.

S ohledem na odlišný charakter útlumu poklesů napětí rozlišuje se jejich přenos přes transformátory a jejich šíření v jednotlivých napěťových úrovních.

Transformátor vn/nn, porucha na nn straně

Poruchy v distribuční soustavě nn mají jen malý vliv na poklesy napětí na vn straně. Je-li např. S_k zkratový výkon a X_k odpovídající reaktance vn distribuční soustavy, potom pokles napětí na vn straně bude

$$\frac{\Delta U}{U} = \frac{X_k}{X_k + X_T} = \frac{1}{1 + \frac{X_T}{X_k}} = \frac{1}{1 + \frac{u_k S_k}{S_T}} \quad (1)$$

kde

S_T je výkon transformátoru

X_T reaktance transformátoru

u_k napětí nakrátko transformátoru.

Například zkrat v nn distribuční soustavě se transformátorem 22/0,4 kV, 1000 kVA přenáší do vn o zkratovém výkonu 200 MVA jako pokles napětí řádově 10 %. Proto se většinou přenos poklesů napětí transformátorem do vn může zanedbat.

Transformátor vvn/vn, porucha na vn straně

Výpočet poklesů napětí se může provést opět z rovnice (1). Orientační hodnoty jsou uvedeny v tabulce 1.

Tato tabulka ukazuje, že poklesy napětí se transformátory vvn/vn přenášejí ve větší míře než u transformátorů vn/nn. Stávají se případy, kdy je narušena funkce zařízení připojeného do vn distribuční soustavy při poruše, která byla v jiné distribuční soustavě vn.

Tabulka 1 – Poklesy napětí $\Delta U/U$ na primáru transformátoru vvn/vn při zkratu na sekundáru

Zkratový výkon vvn:	500 MVA	1000 MVA	2000 MVA
$S_T = 25$ MVA, $u_k = 11$ %:	31 %	18,5 %	10,2 %
$S_T = 40$ MVA, $u_k = 11$ %:	42 %	26,6 %	15,4 %

Přenos poklesů z primáru do sekundáru transformátorů

Krátké přerušení napětí na primáru má za následek krátké přerušení napětí na sekundáru. Přenos tvaru a rozložení poklesů napětí závisí na zapojení transformátoru a na charakteru poruchy.

Šíření poklesů napětí v distribuční soustavě vn

Způsob šíření poklesů napětí v síti vn vyplývá z obrázku 3. Krátká přerušení napětí napáječe s poruchou se přenášejí do ostatní sítě jako poklesy napětí.

Šíření poklesů napětí v distribuční soustavě vvn

Je-li rozvodna vvn napájena dvěma nebo více vedeními jsou přerušení napětí na jejich sběrnicích vzácná. Je-li napájena jedním vedením pak každá porucha na tomto vedení má za následek přerušení napětí. Poklesy napětí v distribučních soustavách vvn a zvn se šíří do vzdáleností stovek kilometrů.

4.6 Směrné hodnoty podle ČSN EN 50160

Podle druhého vydání této normy krátkodobý pokles napětí je pokles napájecího napětí pod prahovou hodnotu mezi 90 % a 5 % dohodnutého napětí, po kterém následuje obnovení napětí během krátkého časového intervalu. Za normálních provozních podmínek může být očekávaný počet krátkodobých poklesů napětí během roku od několika desítek až do jednoho tisíce. Většina krátkodobých poklesů napětí má dobu trvání menší než 1 sekundu a zbytkové napětí větší než 40 %. Občas se však mohou vyskytnout krátkodobé poklesy napětí s větší hloubkou a dobou trvání. V některých oblastech se podle této normy mohou velmi často vyskytovat krátkodobé poklesy napětí se zbytkovým napětím mezi 85 % až 90 % U_n jako následek spínání zatížení u uživatelů.

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

5 Poklesy napětí způsobené zákazníky

5.1 Poklesy napětí způsobené zapínáním odběrů

Poklesy napětí jsou způsobeny změnami jalového a činného proudu odebíraného připojenými zátěžemi a tak způsobujícími změny úbytku napětí na impedanci distribuční soustavy (viz obrázek 4).

S narůstajícím množstvím přítomných odběrů se s ohledem na klesající poměr příkonu odběru a zkratového výkonu napětí stává všeobecně ustálenější.

Individuální změny nebo emise změn napětí je třeba omezit takovým způsobem, aby ustálený stav provozního napětí U_c zůstal pro správnou funkci všech spotřebičů připojených k bodu IPC nebo PCC uvnitř dohodnutého pásma napětí (viz obrázek 5).

Relativně velká dynamická změna ΔI způsobující ΔU_c , která je následkem připojení nebo odpojení relativně velké zátěže nebo velké změny impedance zátěže, doprovázející rozběh motoru nebo provoz obloukové pece, dokonce i uvnitř dohodnutého pásma napětí, je považována za rušivý jev.

V následujících článcích je uvažována tato relativní změna napětí.

5.1.1 Příklady zátěží způsobujících relativně velké změny napětí

Typické příklady jsou:

- provoz obloukových pecí;
- provoz svářeček;
- rozběhy motorů;
- spínání kondenzátorů.

Obrázek 5 znázorňuje, jak by rozběhy motorů mohly změnit provozní napětí. Rozběhy několika motorů mohou být reprezentovány stejným vztahem vektorového součtu individuálních rozběhových proudů.

5.1.2 Určení dynamické nebo relativní změny napětí způsobené jednotlivou zátěží v bodu připojení

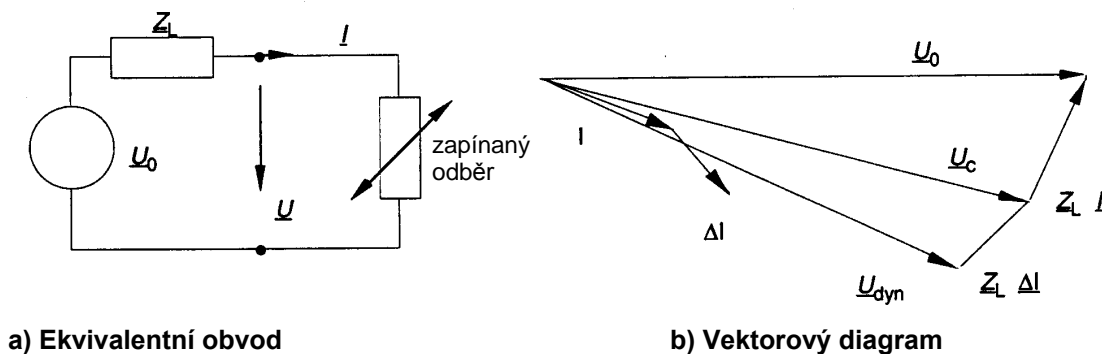
Jednoduché určení relativní změny napětí může být provedeno následovně:

Je-li impedance soustavy ve složkovém tvaru

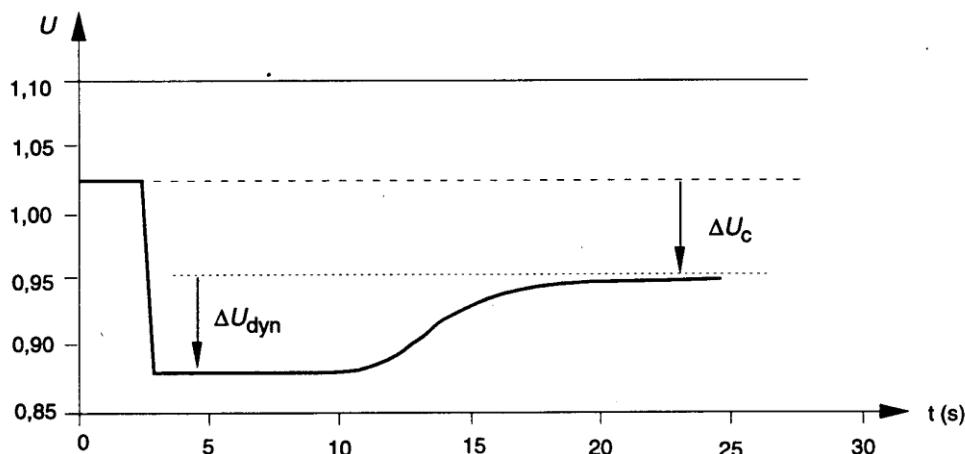
$$\underline{Z}_L = R_L + j X_L \quad (2)$$

Potom přibližný vztah pro úbytek napětí vyvolaný dynamickou změnou zátěže (složky změny proudu ΔI_p a ΔI_q) bude:

$$\Delta U_{\text{dyn}} \approx \Delta I_p R_L + \Delta I_q X_L \quad (3)$$



Obrázek 4 – Ustálený stav a dynamické změny napětí



ΔU_c : ustálený stav změny napětí

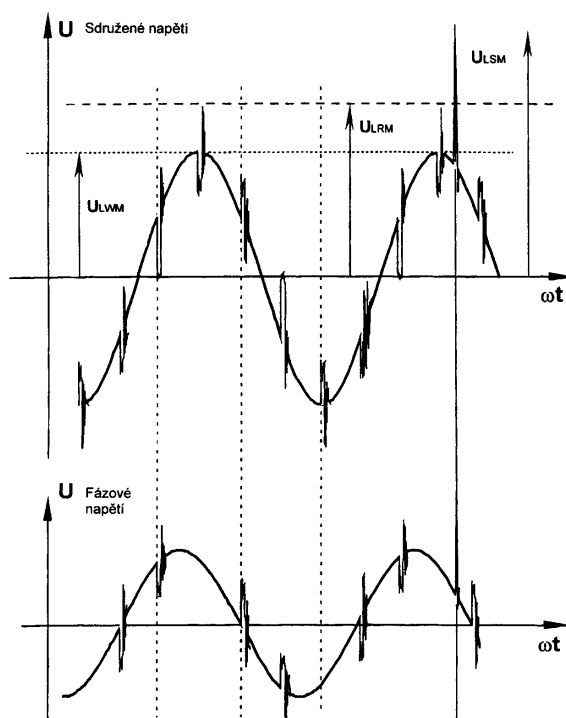
ΔU_{dyn} : dynamická změna napětí

Obrázek 5 – Ustálený stav a dynamické změny napětí

5.2 Komutační poklesy

Komutační poklesy jsou způsobeny mezifázovými zkraty, které se objevují na svorkách tyristorového měniče. Toto se vyskytne, když proud je komutován z jedné napájecí fáze do další. Velikost komutačního poklesu pozorovaného kdekoliv v distribuční soustavě závisí na poměru napájecí impedance a oddělovací reaktance v tyristorovém měniči.

Analýza komutačních poklesů předpokládá širší rozsah kmitočtů, než normální harmonická analýza. Jejich charakteristiky v časové oblasti způsobují účinky, které nemohou být postihnuty jednoduchou harmonickou analýzou. Proto jsou analyzovány v časové oblasti při použití osciloskopu.



POZNÁMKA Typický rozsah poměrných hodnot je uveden jen pro porovnání.

Obrázek předpokládá, že mezi svorkami řízeného pohonu a měničem není žádná impedance.

Opakující se přechodné jevy

(U_{LRM} / U_{LWM}) : 1,25 až 1,50, v závislosti na návrhu omezení při respektování di/dt .

Neopakující se přechodné jevy

(U_{LSM} / U_{LWM}) : 1,80 až 2,50, v závislosti na přídatných ochranných prostředcích.

Obrázek 6 – Typický tvar vlny komutačních poklesů -
Rozlišení od neopakujícího se přechodného jevu

Toto doporučení neplatí pro výkonové měniče se strukturou, o které je známo, že komutační poklesy nevytváří nebo jsou o zanedbatelné amplitudě.

POZNÁMKA 1 Například nepřímý měnič s napětovým střídačem a aktivním vstupním měničem vybavený oddělovacím filtrem navrženým pro útlum účinků spínacího kmitočtu neprodukuje komutační poklesy. Jednoduchý diodový usměrňovač produkuje komutační poklesy zanedbatelné amplitudy. Hlavním praktickým případem, kdy emise komutačních poklesů by měla být zvažována je případ tyristorových měničů (komutovaných sítí).

Shoda s doporučeními týkajícími se komutačních poklesů nevyklučuje potřebu ověření shody s požadavky na harmonické. Podle ČSN EN 61800-3 by pro řízené pohony hloubka hlavního poklesu v bodu PC (PCC nebo IPC) měla být omezena podle tabulky 2, za předpokladu, že impedance distribuční soustavy je čistá reaktance:

$$Z = \omega \cdot L \quad \text{a má hodnotu 1,5 \% (vztaženou ke jmenovitému výkonu řízeného pohonu).}$$

POZNÁMKA 2 Při instalování řízeného pohonu se impedance prakticky definuje ze zkratového výkonu v bodu PC.

Tabulka 2 – Maximální dovolená hloubka komutačních poklesů v bodu PC

	První prostředí	Druhé prostředí
Maximální hloubka poklesu	20 % Třída C podle ČSN EN 60146-1-1 nebo ve shodě s požadavky místního dodavatele energie	40 % Třída B podle ČSN EN 60146-1-1 nebo dohoda s uživatelem

POZNÁMKA 3 Toto pravidlo se nemůže použít v případech, kde může být očekávána rezonance díky kondenzátorům nebo dlouhým kabelům:

POZNÁMKA 4 V případě určitých distribučních soustav může být požadováno zvláštní posouzení (například interní distribuční soustavy v nemocnicích). V takovýchto případech by měly být podmínky stanoveny uživatelem.

Shoda může být určena výpočtem, simulací nebo měřením.

5.2.1 Odolnost proti komutačním poklesům

Škodlivý účinek komutačních poklesů na ostatních elektronicky řízených spotřebičích může být mnohem větší než ten, který by byl zjištěn analýzou jejich příspěvku k celkovému harmonickému zkreslení v kmitočtové oblasti. Proto je nutná analýza komutačních poklesů v časové oblasti. Povšimněte si, že namáhání způsobené harmonickými a komutačními poklesy nepříznivě ovlivňuje elektronické řízení a některé výkonové přístroje (například odlehčovací obvody). Jelikož chybná funkce elektronického řízení nastane okamžitě a odlehčovací obvody mají krátkou tepelnou časovou konstantu, neměla by doba trvání zkoušky, pokud se provádí, překročit za ustálených podmínek 1 hodinu.

Některé praktické případy, při kterých by odolnost proti komutačním poklesům měla být zvažena, jsou:

- tam, kde funkce je ovlivněna mžikově, například účinkem obvodů elektronické synchronizace, u kterých jako reference je vzat průchod napětí nulou;
- tepelné přetížení, například přetížení obvodů odlehčovacích obvodů ve výkonovém měniči;
- přepětí na L-C obvodech, například na vysokofrekvenčních filtrech.

6 Odolnost zařízení odběrů elektrické energie

6.1 Kompatibilní úroveň

Je možné provést statistické vyhodnocení průměrného počtu zemních spojení na 100 km vedení za rok pro každou napětovou úroveň, avšak takto odhadnuté hodnoty je nutno aplikovat se zvláštní opatrností, jelikož velmi závisí na místních podmínkách.

Přibližné vodítko podle dřívější ČSN IEC 1000-2-2 již v novém revidovaném vydání ČSN EN 61000-2-2 uvedeno není a odkazuje se zde na IEC TR 61000-2-8, která byla zavedena v ČSN 33 3431-2-8.

Hlavním požadavkem pro kompatibilní úroveň v průmyslovém prostředí je umožnění koordinování úrovní odolnosti. Kompatibilní úroveň by se však měla vyjádřit dvojrozměrným způsobem, aby se odrazila úroveň rušení. Pro umožnění tohoto způsobu zatím nejsou k dispozici postačující data.

Zejména v případě krátkých přerušení, avšak také pro větší krátkodobé poklesy napětí, odolnost elektrického zařízení není, v užším smyslu slova, vhodná koncepce. To proto, že žádný elektrický přístroj nemůže pracovat podle určení není-li energií napájen. Odolnost proti těmto rušením je proto záležitostí buď rychlého obnovení

dodávky energie z náhradního zdroje nebo výběru konfigurace distribučního systému a k němu příslušného řídicího a ochranného zařízení tak, aby vlastní technologický proces zákazníka se přizpůsobil krátkým přerušením nebo zmenšením napětí dodávané elektrické energie. Toto je komplexní záležitost, která má jak technické tak i ekonomické aspekty a je nad rámec této normy.

Hodnoty popisující krátkodobé poklesy a krátká přerušení napětí pro třídu 3 se mohou podle ČSN EN 61000-2-4 stanovit při respektování následujícího:

- mohou se převzít hodnoty úrovně rušení v bodech PCC průmyslového závodu, je však třeba pamatovat na to, že tyto hodnoty se mohou značně měnit s typem napájecího systému, velmi vysokým napětím nebo vysokým napětím přes venkovní vedení nebo kabely, například samostatným obvodem nebo zdvojenými obvody, a s umístěním například v oblasti vystavené a náchylné úderům blesku;
- přítomnost vnitrozávodní elektrárny může krátkodobé poklesy a krátká přerušení napětí zmenšit;
- měl by se brát v úvahu příspěvek průmyslového závodu ke krátkodobým poklesům a krátkým přerušením napětí; například, v důsledku nepříznivých poruchových stavů mohou být velká snížení napětí způsobena současným opětným zapínáním několika asynchronních motorů v příslušném závodě;
- hodnoty krátkých přerušení napětí pro třídu 3 bodů IPC se týkají průmyslových závodů napájených jen jedním napájecím vedením.

6.2 Rozlišování odolnosti zařízení a instalace

Krátkodobé poklesy napětí byly pro veřejné distribuční soustavy charakteristické již v dřívějších dobách. V posledních letech však jejich rušivé vlivy narůstají a způsobují nárůst obtíží a někdy i značné ekonomické ztráty. Důvodem je vyšší citlivost na krátkodobé poklesy napětí některých moderních spotřebičů způsobená jejich jiným návrhem nebo charakteristikami řízení. Narůstá proto potřeba připravenosti na tento jev mezi dodavateli a uživateli elektřiny a rovněž výrobci elektrických zařízení.

Tato připravenost musí obsahovat všechny zmíněné závěry, zahrnující údaje o hodnotách napětí, sledovaných dobách trvání, četnostech výskytů a proměnnosti těchto četností, přičemž důležitá je i nejistota, která z toho vzniká. Účinek poklesů na zařízení se musí sledovat s konkrétním ohledem na konkrétní charakteristiky hloubka-doba trvání poklesů, které jsou kritické a uživatel musí zjistit možné souvislosti zhoršení funkce nebo provozní výpadek zařízení. Ve světle těchto souvislostí by instalace měla být již během etapy plánování navržena pro minimalizování ztrát způsobených poklesy napětí.

Normální přístup k elektromagnetické kompatibilitě předpokládá koordinování mezi jak emisí tak i odolností proti rušením. Zvláštností omezování poklesů a přerušení napětí je skutečnost, že omezování emisí je prakticky nemožné.

Z hlediska připojování zařízení je třeba rozlišovat zda se jedná o připojení do instalace, které provádí v rámci dodávky zařízení odborník nebo zda se jedná o zařízení volně dostupné na trhu, u kterého se musí počítat s neodborným připojením.

Jelikož první typ je obvykle částí velké instalace, je příležitost pro konzultace a spolupráci mezi hlavními účastníky: uživatelem, výrobcem nebo dodavatelem zařízení a dodavatelem elektřiny, přičemž se předpokládá i účast odborníka provádějícího instalaci. V některých místech a v některých zemích se předpokládá, že dodavatel elektřiny poskytne základní informace o úrovni a očekávané četnosti poklesů napětí ve sledovaném místě.

Uživatel po konzultaci se všemi účastníky pak určí možné účinky poklesů napětí učiní ekonomicky realizovatelné rozhodnutí týkající se uplatněných ochranných opatření.

Druhý typ zařízení, který může být charakterizován jako spotřební zboží, u kterého se předpokládá, že bude mít dostatečnou odolnost proti poklesům napětí.

Meze emise a odolnosti se nemohou stanovit nezávisle na sobě. Je zřejmé, že emise se tím účinněji kontrolují čím méně jsou požadavky na odolnost zařízení restriktivní. Obdobně, je-li zařízení vysoce odolné, je menší potřeba pro přísné meze emise rušení.

Je proto požadována úzká koordinace mezi mezemi převzatými pro emisí a pro odolnost. Toto je zásadní funkce kompatibilních úrovní specifikovaných v normách ČSN EN 61000-2-2 a ČSN EN 61000-2-12.

Pokud jde o kompatibilní úrovně, hlavním požadavkem v případě krátkodobých poklesů napětí je umožnění koordinace úrovní odolnosti. Kompatibilní úroveň by měla, pro reflektování úrovně rušení, být vyjádřena dvojnásobným způsobem. Pro umožnění tohoto přístupu nejsou zatím k dispozici dostatečná data.

Mimo to v případě krátkých přerušení nebo závažnějších krátkodobých poklesů napětí, není pro odolnost elektrického zařízení, v užším slova smyslu, vhodná koncepce. To proto, že žádný elektrický přístroj nemůže nekontinuálně pracovat podle určení není-li energii napájen. Odolnost proti těmto rušením je proto záležitostí buď rych-

lého obnovení dodávky energie z náhradního zdroje nebo uspořádáním zařízení a k němu přidruženého procesu, aby se adaptovaly na krátké přerušení nebo zmenšení dodávky energie určeným způsobem, často s bezpečností a omezením poškození jako hlavními cíli.

Metody zkoušky odolnosti a rozsah preferovaných zkušebních úrovní krátkodobých poklesů a krátkých přerušení napětí pro elektrická a elektronická zařízení připojovaná do distribučních soustav nízkého napětí definuje norma ČSN EN 61000-4-11 týkající se elektrických a elektronických zařízení jejichž vstupní fázový proud není větší než 16 A. Zkoušky odolnosti pro zařízení se vstupním fázovým proudem větším než 16 A se provádějí podle normy ČSN EN 61000-4-34.

6.3 Zkoušky odolnosti zařízení podle normy ČSN EN 61000-4-34

Elektrické a elektronické zařízení může být ovlivňováno krátkodobými poklesy napětí, krátkými přerušeními a pomalými změnami napětí distribuční soustavy

Poklesy napětí a krátká přerušení napětí jsou způsobena poruchami v síti, zejména zkraty (viz také ČSN 33 3431-2-8) v instalacích nebo náhlými velkými změnami zatížení. V určitých případech se mohou vyskytnout dva nebo více po sobě následujících krátkodobých poklesů nebo přerušení. Pomalé změny napětí jsou způsobeny spojitě proměnnými zátěžemi připojenými do distribuční soustavy.

Krátkodobé poklesy napětí na svorkách zařízení jsou ovlivněny zapojeními transformátoru mezi místem poruchy v napájecí síti a bodem připojení zařízení. Zapojení transformátoru ovlivní napěťové i fázové poměry krátkodobého poklesu napětí, ke kterému dojde na zařízení.

Tyto jevy jsou náhodného charakteru a mohou být pro účely laboratorního simulování minimálně charakterizovány hodnotami odchylky od jmenovitého napětí a dobou trvání.

Následně jsou v normě ČSN EN 61000-4-34 specifikovány různé typy zkoušek pro simulování účinků náhlých změn napětí. Tyto zkoušky jsou určeny k použití jen v konkrétních a oprávněných případech, za jejichž vymezení zodpovídá specifikace výrobku nebo výrobkové komise.

Výrobkové komise jsou odpovědné za výběr, který z jevů uvažovaných v této normě je vhodný a odpovídají za rozhodnutí o aplikovatelnosti zkoušky.

6.3.1 Třídy elektromagnetického prostředí

Z normy IEC 61000-2-4 jsou přehledně uvedeny následující třídy elektromagnetického prostředí.

- **Třída 1**

Tato třída se týká chráněných napájení a má kompatibilní úroveň nižší než úroveň pro veřejné distribuční soustavy. To se týká použití zařízení velmi citlivého na rušení v napájecí síti, například přístrojového vybavení laboratoří, některých automatizačních a ochranných zařízení, některých počítačů atd.

POZNÁMKA Prostředí třídy 1 normálně zahrnují zařízení, které vyžaduje ochranu takovými prostředky jako je nepřerušitelné napájení (UPS), filtry nebo potlačení rázových impulzů.

- **Třída 2**

Tato třída se všeobecně týká společných napájecích bodů (PCC¹ pro spotřebitelské sítě) a napájecích bodů uvnitř závodu (IPC²) obvykle v průmyslovém prostředí. Kompatibilní úroveň této třídy jsou identické s úrovní pro veřejné distribuční soustavy; proto v této třídě průmyslového prostředí mohou být použity prvky navržené pro napájení z veřejných rozvodných sítí.

- **Třída 3**

Tato třída se týká jenom bodů IPC v průmyslových prostředích. Tato třída má pro některé jevy rušení vyšší kompatibilní úroveň než třída 2. Tato třída by se měla například uvažovat, když je splněna jakákoliv z následujících podmínek:

- převážná část zatížení je napájena přes měniče;
- jsou provozovány svářečky;

¹ POZNÁMKA Zkratka PCC je anglickou zkratkou „points of common coupling“ (společné napájecí body).

² POZNÁMKA Zkratka IPC je anglickou zkratkou "in-plant points of common coupling " (společné napájecí body uvnitř závodu).

- velké motory jsou často rozbíhány;
- zatížení se rychle mění.

POZNÁMKA 1 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 úroveň dohodnuty mezi zákazníkem a provozovatelem distribuční soustavy.

POZNÁMKA 2 Třída aplikovatelná pro nové průmyslové závody a pro rozšíření stávajících závodů by se měla týkat typu zařízení a uvažovaného procesu.

6.3.2 Krátkodobé poklesy a krátká přerušení napětí – zkušební úrovně

Jako základ pro stanovení zkušebních úrovní napětí se v normě ČSN EN 61000-4-34 používá jmenovité napětí zařízení (U_T).

Pokud zařízení má určený rozsah jmenovitých napětí, musí se použít následující:

- není-li rozsah jmenovitých napětí větší než 20 % stanoveného nejnižšího napětí určeného rozsahu jmenovitých napětí, může se jako základ pro specifikaci zkušební úrovně (U_T) stanovit jedno napětí z tohoto rozsahu;
- ve všech ostatních případech se musí zkušební postup aplikovat jak na dolní tak i na horní stanovené mezní napětí napěťového rozsahu;
- výběr zkušebních úrovní a dob trvání musí brát v úvahu informace uvedené v ČSN 33 3431-2-8.

Změna mezi U_T a změnou hodnotou napětí je náhlá. Jestliže není odpovědnou výrobkovou komisí specifikováno jinak musí fázový úhel začátku a konce krátkodobých poklesů a přerušení napětí být 0° (tj. průchod napětí nulou do kladných hodnot ve fázi s poklesem). Použijí se následující úrovně zkušebních napětí (v % U_T): 0 %, 40 %, 70 % a 80 %, což odpovídá zbytkovým napětím krátkodobých poklesů a krátkých přerušení napětí 0 %, 40 %, 70 % a 80 %.

Preferované zkušební úrovně a doby trvání pro krátkodobé poklesy napětí jsou uvedeny v tabulce 3 a příklad je znázorněn na obrázku 7.

Preferované zkušební úrovně a doby trvání pro krátká přerušení jsou uvedeny v tabulce 4.

Preferované zkušební úrovně a doby trvání uvedené v tabulkách 3 a 4 berou v úvahu informace uvedené v ČSN 33 3431-2-8.

Tabulka 3 – Přednostní zkušební úrovně a doby trvání pro krátkodobé poklesy napětí

Třída ^a	Zkušební úrovně a doby trvání pro krátkodobé poklesy napětí (t_s) (50 Hz/60 Hz)				
Třída 1	Případ od případu podle požadavků zařízení				
Třída 2	0 % během ½ periody	0 % během 1 periody	70 % během 25/30 ^c period		
Třída 3	0 % během ½ periody	0 % během 1 periody	40 % během 10/12 ^c period	70 % během 25/30 ^c period	80 % během 250/300 ^c period
Třída X ^b	X	X	X	X	X
^a	Třídy podle IEC 61000-2-4.				
^b	Určeno k definování výrobkovou komisí. U zařízení připojeného přímo nebo nepřímo k veřejné síti úrovně nesmí být méně přísné než pro třídu 2.				
^c	„25/30 period“ znamená „25 period pro zkoušku 50 Hz“ a „30 period pro zkoušku 60 Hz“, „10/12 period“ znamená „10 period pro zkoušku 50 Hz“ a „12 period pro zkoušku 60 Hz“ a „250/300 period“ znamená „250 period pro zkoušku 50 Hz“ a „300 period pro zkoušku 60 Hz“.				

Preferované zkušební úrovně v tabulce 3 jsou přiměřeně přísné a jsou reprezentativní pro mnoho reálných ve světě se vyskytujících krátkodobých poklesů napětí, nejsou však zamýšleny jako záruka odolnosti proti všem krátkodobým poklesům napětí. Ve výrobních komisích se mohou uvažovat nepříznivější krátkodobé poklesy napětí, například zkušební úroveň 0 % po dobu 1 s a symetrické trojfázové krátkodobé poklesy napětí.

Úrovně a doby trvání se musí uvést ve specifikaci výrobku. Zkušební úroveň 0 % odpovídá úplnému přerušení napájecího napětí. V praxi se může za úplné přerušení považovat úroveň zkušebního napětí od 0 % do 20 % jmenovitého napětí.

Kratší doby trvání uvedené v tabulce 3, konkrétně půl periody, by měly být zkoušeny pro ujištění, že zkoušené zařízení (EUT) pracuje v mezích funkce určené pro toto zařízení.

Při sestavování funkčních kritérií pro rušení s dobou trvání 0,5 periody pro výrobky se síťovým transformátorem by výrobkové komise měly zvýšenou pozornost věnovat účinkům, které mohou být následkem zapínacích proudů. U takovýchto výrobků tyto proudy mohou dosahovat 10 až 40 násobků jmenovitého proudu, vzhledem k nasycení jádra transformátoru magnetickým tokem po krátkodobém poklesu napětí.

Tabulka 4 – Přednostní zkušební úrovně a doby trvání pro krátká přerušení napětí

Třída ^a	Zkušební úrovně a doby trvání pro krátká přerušení napětí (t_s) (50 Hz/60 Hz)
Třída 1	Případ od případu podle požadavků zařízení
Třída 2	0 % během 250/300 ^c period
Třída 3	0 % během 250/300 ^c period
Třída X ^b	X
^a	Třídy podle IEC 61000-2-4.
^b	Určeno k definování výrobkovou komisí. U zařízení připojeného přímo nebo nepřímo k veřejné síti úrovně nesmí být méně přísné než pro třídu 2.
^c	„250/300 period“ znamená „250 period pro zkoušku 50 Hz“ a „300 period pro zkoušku 60 Hz.“

6.3.3 Krátkodobé pomalé změny napětí – zkušební úrovně

Tato zkouška bere ohled na definovaný přechod mezi jmenovitým napětím U_T a změněným napětím.

POZNÁMKA Ke změně napětí dochází po krátkou dobu a může se vyskytnout vlivem změny zatížení.

Přednostní doby trvání změn napětí a doba, po kterou je zmenšené napětí udržováno neměnné jsou uvedeny v tabulce 5. Rychlost změny napětí by měla být konstantní, napětí však může být měněno po krocích. Kroky by měly být v okamžicích průchodu sinusovky napětí nulou a neměly by být větší než 10 % U_T . Kroky menší než 1 % U_T jsou považovány za konstantní rychlost změny napětí.

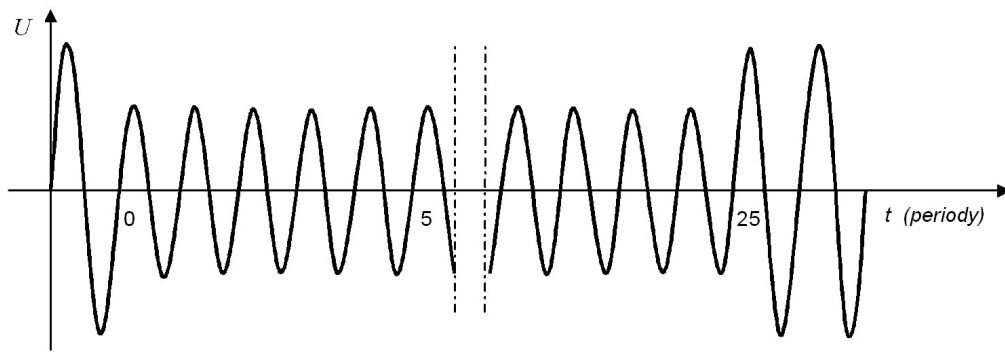
Tabulka 5 – Časové hodnoty krátkodobých pomalých změn síťového napětí

Zkušební úroveň napětí	Doba klesání napětí (t_d)	Doba sníženého napětí (t_s)	Doba nárůstu napětí (t_i) (50 Hz/60 Hz)
70 %	strmý přechod	1 periodu	25/30 ^b period
X ^a	X ^a	X ^a	X ^a
^a	Určeno k definování výrobkovou komisí.		
^b	„25/30 period“ znamená „25 period pro zkoušku 50 Hz“ a „30 period pro zkoušku 60 Hz“.		

Tento průběh je typickým průběhem rozběhu motoru s dobou rychlého poklesu napětí t_d a dobou pomalého nárůstu napětí t_i .

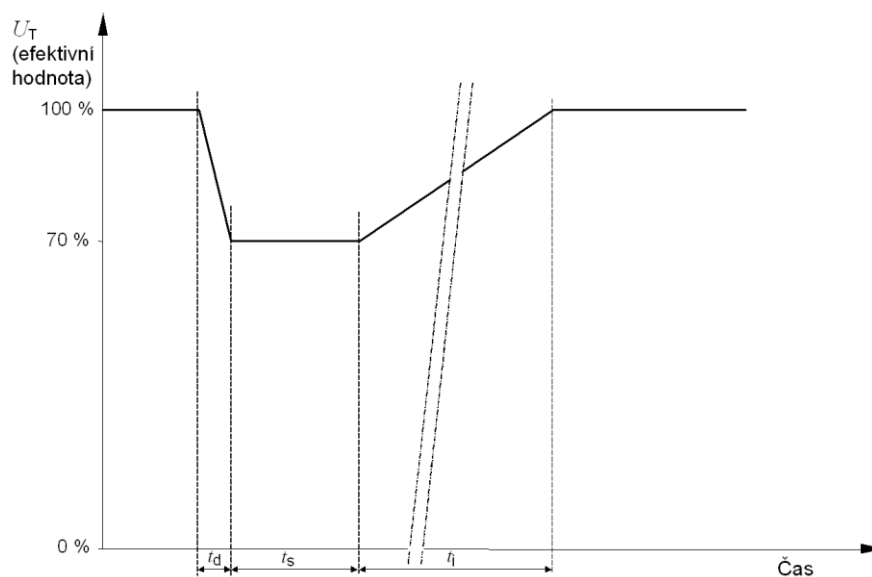
Obrázek 7 je uveden pro znázornění rozdílu průběhu krátkodobého poklesu napětí od krátkodobé pomalé změny napětí pro stejnou hloubku poklesu.

Obrázek 8 znázorňuje průběh efektivní hodnoty pro krátkodobou pomalou změnu napětí jako funkci času. V odůvodněných případech mohou být použity jiné hodnoty, přičemž musí být specifikovány výrobkovou komisí.



POZNÁMKA Napětí poklesne na 70 % po dobu 25 period. Skoková změna v okamžiku průchodu nulou.

Obrázek 7 – Krátkodobý pokles napětí – Průběh sinusovky krátkodobého poklesu napětí na 70 %



Obrázek 8 – Krátkodobá pomalá změna napětí

7 Odolnost systémů rozptýlené výroby elektrické energie

Vhodné a použitelné požadavky týkající se odolnosti a postupy zkoušek jsou zásadní pro zajištění spolehlivé a kompatibilní činnosti zařízení připojených do distribučních soustav s generátory rozptýlené výroby.

Minimální požadavky by měly brát v úvahu chování generátoru při poruchách distribučních soustav s přihlédnutím k technologii generátorů a k schopnostem soustav.

Krátkodobé poklesy napětí a krátká přerušení napětí jsou obecně považovány za nejzávažnější a častá narušení kvality elektrické energie v důsledku jejich vlivu na zařízení zákazníků.

Stávající normy upřesňující požadavky na zabránění ostrovního provozu mohou ve skutečnosti potlačovat vůbec možnosti provozu zařízení zdrojů rozptýlené výroby.

Z tohoto důvodu se doporučuje, aby specifikace zabránění ostrovního provozu byly lépe koordinovány tak, aby velmi krátké poklesy napětí a krátká přerušení napětí trvajících 1 až 5 cyklů bylo možno překlenout bez odpojení zdrojů rozptýlené výroby.

Pro zajištění provozu zařízení zdrojů rozptýlené výroby se navrhuje následující kritéria překlenutí uvedených nebezpečných stavů:

- A: zdroj rozptýlené výroby i nadále funguje, jak bylo zamýšleno ve stanoveném pracovním rozsahu
- B: zdroj zastaví výrobu (odpojení), ale zotaví se bez vnějšího zásahu

- C: zdroj zastaví výrobu (odpojení), vnější zásah je nezbytný, pokud je specifikován
- D: zdroj je poškozen, neodstranitelná ztráta funkce

7.1 Krátkodobé poklesy napětí a krátká přerušení napětí

Stávající normy pro zkoušení odolnosti před krátkými poklesy a přerušeními napětí se soustřeďují především na ověření minimálních požadavků na odolnost zařízení a instalací zákazníků energie podle kapitoly 6.

Nicméně pro zdroje rozptýlené výroby by požadavky na odolnost měly být koordinovány s požadavky na ochranu před maximálním vypínacím časem při daném poklesu napětí. Požadavky na tuto ochranu definované provozovatelem distribuční soustavy mají předcházet ostrovnímu provozu a zajistit správnou funkci ochrany před zkratem.

Od střídače se zpravidla požaduje, aby odpojil v případě poruchy napětí. Níže uvedená tabulka 6 uvádí napěťová okna, ve kterých mohou střídače pokračovat v dodávce energie v různých zemích (viz IEC/TR 61000-3-15). Poslední sloupec ukazuje dobu, ve které je vyžadováno odpojení.

Tabulka 6 Požadavky na ochranu před poklesem napětí zajišťované střídačem solárního zdroje

Země	Maximální napětí V	Minimální napětí V	Čas odpojení
Rakousko	253 V	195 V	0.2 s
Belgie	253 V	< 195 V	0.2 s až do 1.5 s (< 10 kW)
Dánsko	U >265 V U >253 V	U <207 V	0.2 s 40 s 10 s
Finsko	> 244 V	207 V	30-60s > 244 V ; 0.05 s při 253 V
Francie	264 V	195 V	0.1 s
Německo	253 V	195 V	0.2 s
Řecko	264 V	184 V	0.5 s
Itálie	264 V	184 V	0.1 s při 264 V; 0.15 s při 184 V
Korea	264 V	194 V	0.16 - 2 s
Nizozemsko	244 V	207 V	0.1 s
Norsko	253 V	< 207 V	60 s > 253 V ; 0.2 s při 276 V
Portugalsko	264 V	195 V	0.1 – 1 s
Španělsko	253 V	195 V	0.5 s
Švédsko	> 244 V	< 207 V	60 s > 244 V ; 0.2 s při 276 V
Švýcarsko	264 V	195 V	0,2 s
Spojené království	253 V	207 V	okamžitě
Austrálie	270 V	200 V	2 s

Zakázané oblasti charakteristické tolerance napětí se v různých zemích značně liší. Bez ohledu na různé odchylky, jakmile zdroje jsou odpojeny, neměly by být při opětovném zapnutí poškozeny. Jinými slovy jednotka zdroje se musí před opětovným zapnutím vypnout a pak by se měla znovu co nejdříve připojit.

Bylo zjištěno, že nastává nedefinovaný stav, minimálně 100 ms (Francie), ve kterém nedochází k žádnému zvláštnímu chování, které by jednotka zdroje měla dodržovat. Jinými slovy, mohou být některá zařízení, která pokračují v dodávce energie po několik cyklů, zatímco ostatní výrobci mohou rozhodnout, že zařízení se musí během cyklu vypnout.

Obdobné údaje pro ČR jsou uvedeny v příloze normy ČSN EN 50438.

	Maximální napětí V	Minimální napětí V	Čas odpojení
ČR	230 V + 15 %	230 V - 15 %	0,2 s

7.2 Zkoušky odolnosti zdrojů rozptýlené výroby proti ostrovnímu provozu a poklesům i přerušením napětí

Zkoušky odolnosti jednotek zdrojů rozptýlené výroby před poklesy napětí a krátkými přerušeními napětí jsou navrženy s ohledem na zajištění požadavků na ochranu funkce těchto jednotek. Při provádění zkoušek ve zkušební výrobce střídače se musí v rámci zkušební sestavy provést simulace distribuční soustavy znázorněná na obrázcích 9 a 10. Simulování veřejné distribuční soustavy je pak naprogramováno včetně krátkodobých poklesů napětí a krátkých přerušení napětí. Kromě toho by se měl také zkoušet vliv impedance soustavy na funkci zdroje rozptýlené výroby, což znamená, že střídač by měl být schopen provozu bez problémů za různých impedancích soustavy. Na impedanci soustavy závisí hloubka poklesů napětí a tím i větší pravděpodobnost chybné detekce ostrovního provozu. Pokud k tomu dojde současně u několika fotovoltaických zdrojů při poruše a opakované funkci automatického opětovného zapínání může to mít za následek vážné ohrožení stability soustavy.

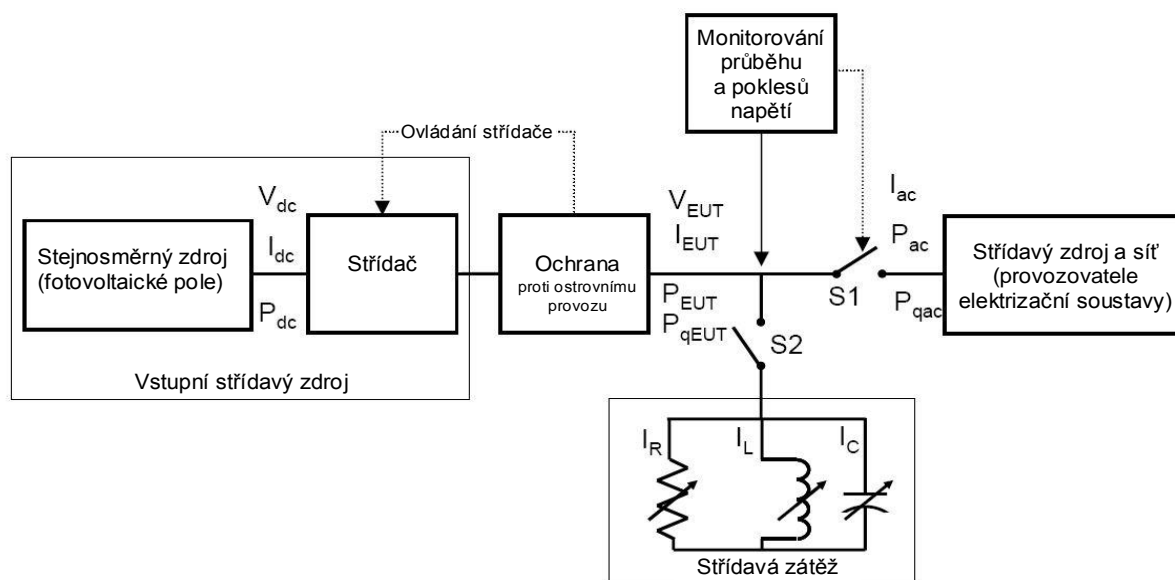
Kromě poklesů napětí na střídavé straně bude také nutné měnit stejnosměrné napětí na vstupu střídače. V konkrétním případě fotovoltaického zdroje se doporučuje simulátor fotovoltaického pole (nebo solárního panelu). Zkoušky by se měly provádět při různých provozních podmínkách zkoušeného zařízení, při různých výkonových úrovních, jako je simulace provozu solárních systémů během bouřky nebo slunečného dne. Informace o systému měření všech uvedených parametrů při zkoušce podle EN 62116 jsou uvedeny v následujících částech.

7.2.1 Zkušební obvody pro zkoušky odolnosti

Norma EN 62116 stanoví postup zkoušení opatření použitých k vyhodnocení funkce prevence ostrovního provozu střídačů fotovoltaických systémů připojených do sítě provozovatele elektrizační soustavy. Podle členění detekce ostrovního provozu do zkušební sestavy lze rozlišit dva případy.

7.2.1.1 Zkušební obvod pro zkoušku nezávislé ochrany proti ostrovnímu provozu

Existují případy, kdy zkoušeným zařízením je ochrana proti ostrovnímu provozu oddělená od střídače. V takových případech se použije zkušební obvod podle obrázku 9.



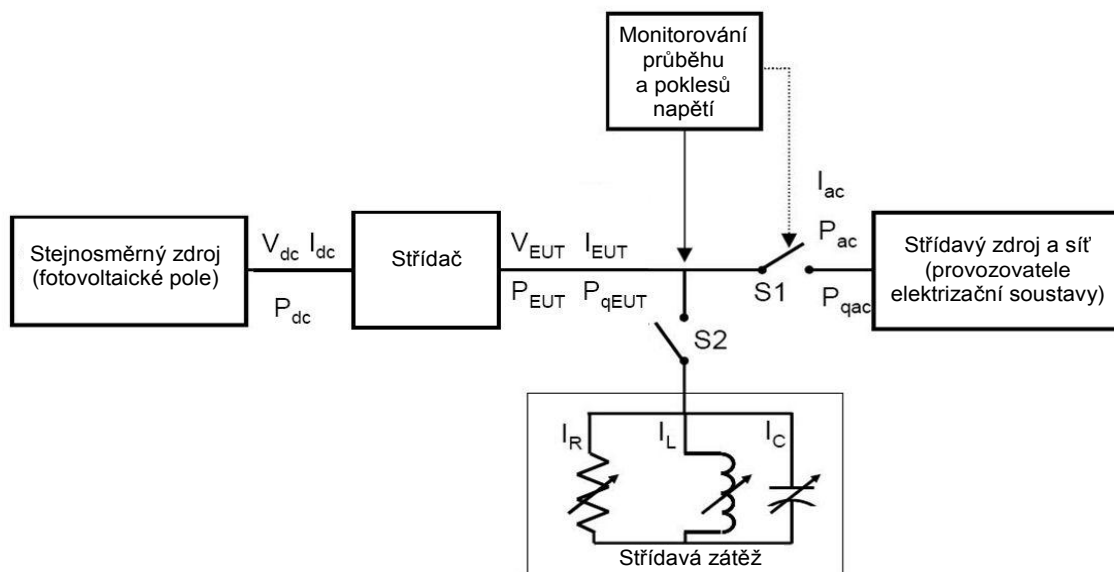
Obrázek 9 – Zkušební obvod detekování funkce ostrovního provozu nezávislou ochranou

Zkušební sestava se skládá ze vstupního střídavého zdroje (simulátor stejnosměrného zdroje a střídač), simulátoru střídavého zdroje (síť provozovatele elektrizační soustavy) a střídavé zátěže.

Tento postup zkoušky stanoví metodu vyhodnocení zařízení detekce ostrovního provozu nezávislou ochranou. Stejně jako v dále uvedeném zkušebním postupu pro detekci samotným střídačem se při zkoušce využije rezonanční obvod, který je v rovnováze s výstupem PV sestav. Vzhledem k tomu, že v tomto případě zkoušené zařízení nemá schopnost své vlastní funkce jako samostatný zdroj, musí se použít zvláštní střídavý zdroj poskytující výkon na výstupu zkoušeného zařízení směrem k přepínači S1, jak je znázorněno na obrázku 9.

Tento střídavý zdroj musí být schopen poskytovat jmenovitý výkon daný jmenovitým výkonem zkoušeného zařízení. Pokud zkoušené zařízení ovlivňuje charakteristiku funkce detekce ostrovního provozu tím, že řídí napájecí zdroj, pak zkušební sestava musí zahrnovat odpovídající funkčnost střídavého zdroje a spojení mezi zdrojem a EUT.

7.2.1.2 Zkušební obvod pro zkoušku ochrany detekováním ostrovního provozu střídačem



Obrázek 10 – Zkušební obvod detekování funkce ostrovního provozu ve střídači

7.2.2 Zkušební sestava pro zkoušku odolnosti

7.2.2.1 Měřicí přístroje

Měření průběhu napětí poklesů napětí se provádí pomocí přístroje s pamětovou funkcí, například pamětovým nebo digitálním osciloskopem nebo vysokorychlostním systémem sběru dat. Průběh tvaru vlny napětí se musí zaznamenat od začátku zkoušky ostrovního provozu až do okamžiku, kdy zkoušené zařízení (EUT) přestane napájet ostrov.

U vícefázového EUT se musí zaznamenat proudy každé fáze, fázová i sdružená napětí a činné i jalové výkony po celou dobu trvání zkoušky. Použijí se anti-aliasing filtry a vzorkovací kmitočty vhodné pro měření kmitočtu základní složky. Doporučuje se vzorkovací kmitočet 10 kHz nebo vyšší. Minimální přesnost měření musí být 1% nebo méně. Měření proudu, činného výkonu, a jalového výkonu protékajícího přes spínač S1 musí podat dostatečné informace o základní složce (50 Hz) použité k určení podmínek vyvážení obvodu.

7.2.2.2 Zdroj napájení stejnosměrným proudem (DC)

Jako zdroj DC napájení PV palem se použije simulátor (přednostně). Pokud EUT může pracovat v režimu propojeném se sítí provozovatele elektrizační soustavy použije se napájení z akumulátoru. DC zdroj musí poskytovat napětí a proud nezbytný pro splnění požadavků zkoušky popsanych v článku 7.2.3.

Tento zdroj by měl poskytovat nastavitelný proud a napětí k nastavení požadovaného zkratového proudu a napětí naprázdno, při kombinování s rezistancí do série a paralelně.

7.2.2.3 Střídavý (AC) napájecí zdroj

Může se použít síť provozovatele elektrizační soustavy či jiný napájecí zdroj, pokud splňuje specifikované podmínky:

Napětí	jmenovitý $\pm 2,0\%$
THD napětí	$<2,5\%$
Kmitočet	jmenovitý $\pm 0,1$ Hz
Úhel fázového posunu	$120^\circ \pm 1,5^\circ$

7.2.2.4 AC zátěž

Na AC straně EUT proměnná rezistance, kapacita, indukčnost připojená paralelně jako zátěž mezi EUT a napájecím AC zdrojem.

Všechny AC zátěže musí být dimenzovány a nastavitelné na všechny zkušební podmínky. Rovnice pro výpočet činitele kvality Q_f jsou založeny na ideální paralelním RLC obvodu. Z tohoto důvodu ve zkušebním obvodu by měly být použity neindukční rezistory, nízkoztrátové tlumivky (vysoké Q_f) a kondenzátory s nízkou sériovou rezistancí a induktancí.

7.2.3 Zkušební postup

Následující zkouška je určena pro EUT skládající se z jednofázového nebo třífázového střídače. Zkouška používá zátěž RLC rezonující na jmenovitém kmitočtu EUT (50 Hz) a dimenzované podle výstupního výkonu EUT. U třífázového EUT zátěž musí být symetrická a spínač S1 musí rozpojovat všechny fáze současně. Tato zkouška se provádí s EUT za podmínek podle tabulky 7, kde jsou napájecí napětí a hodnoty uvedeny jako procenta jmenovitých výstupních údajů EUT.

Nastavení parametrů vypínací odchytky kmitočtu a napětí (velikost a časování) zkoušeného zařízení (EUT), mohou ovlivnit měřenou dobu ostrovního provozu. Absolvování této zkoušky ověří, zda jednotka bude poskytovat odpovídající ochranu před ostrovním provozem při zkoušených nastaveních stejně jako při přísnějších nastaveních (např. EUT, které vyhoví zkoušce s nastavením vypínací odchytky kmitočtu na $\pm 1,5$ Hz jmenovitého kmitočtu by měl také vypnout do maximální měřené doby ostrovního provozu při nastavení, řekněme $\pm 0,5$ Hz). Naopak, pokud jsou upraveny tak, aby nastavení bylo vně uvedeného zkoušeného rozsahu, mohou se doby ostrovního provozu EUT prodloužit. Nastavení vypínací odchytky kmitočtu s tolerancí $\pm 1,5$ Hz kolem jmenovitého kmitočtu a nastavení vypínací odchytky napětí $\pm 15\%$ kolem jmenovitého napětí by mělo být dostatečně široké, aby řešilo většinu požadavků provozovatele elektrizační soustavy. Je třeba poznamenat, že pokud se rozsah nastavení vypínacích odchylek parametrů rozšíří, mohou být nutná více agresivní aktivní opatření proti ostrovnímu provozu, která by mohla negativně ovlivnit kvalitu energie.

Tabulka 7 Podmínky zkoušky

Podmínka	Výstupní výkon EUT P_{EUT}	Výstupní výkon EUT ³⁾	Nastavení vypínání zkoušeným zařízením EUT ⁴⁾
A	Maximum ¹⁾	>90 % MPPT ⁵⁾ rozsahu vstupního napětí	Nastavení vypínacích odchylek napětí a kmitočtu podle národních norem.
B	50-60 % maxima	50 % MPPT rozsahu vstupního napětí	Nastavení vypínacích odchylek napětí a kmitočtu podle národních norem.
C	25-33 % ²⁾ maxima	<10 % jmenovitého MPPT rozsahu vstupního napětí	Nastavení vypínacích odchylek napětí a kmitočtu podle národních norem.

1) Podmínky maximálního výstupního výkonu EUT by se mělo dosáhnout použitím maximálního přípustného vstupního výkonu. Skutečný výstupní výkon může překračovat jmenovitý údaj výstupu.

2) Nebo minimální přípustná úroveň na výstupu EUT, pokud je větší než 33%.

3) Na základě jmenovitého vstupního rozsahu EUT. Například pokud rozsah je mezi X volty a Y volty, 90 % rozsahu $=X+0,9*(Y-X)$. Y nesmí překročit $0,8*$ maximálního systémového napětí EUT (tj. maximálního dovoleného napětí naprázdno PV pole). V každém případě by se EUT nemělo provozovat mimo rozsah dovoleného vstupního napětí.

4) Nastavení velikosti vypínacích odchylek napětí a kmitočtu a nastavení vypínacího času, při kterých bude jednotka zkoušena, by měly brát v úvahu národní normy (například ČSN EN 50438).

5) MPPT (Maximum Power Point Tracking) je strategie řízení PV pole používaná k maximalizování výstupu systému při převládajících podmínkách.

Postup zkoušky je podle následujících kroků:

- Určí se výstupní výkon EUT označený P_{EUT} , podle tabulky 7. Podmínky A, B, a C se mohou zkoušet v libovolném pořadí.
- Nastavením vstupního zdroje DC, provozuje se EUT na nastaveném P_{EUT} , a měří se výstupní jalový výkon EUT P_{qEUT} následovně. Provozovatelem elektrizační soustavy rozpojený spínač S1 by se měl zapnout. Bez žádné připojené místní zátěže (to znamená, že S2 je rozpojen a zátěž RLC je odpojena), a při EUT připojeném k síti provozovatele elektrizační soustavy (S1 zapnut) se zapne EUT a provozuje se při výstupu určeném krokem a). Měří se základní kmitočet (50 Hz), činný a jalový výkon P_{ac} a P_{qac} . Jalový výkon P_{qac} měřený v tomto kroku je následujícími kroci označen P_{qEUT} .

- c) Vypne se EUT a rozpojí se S1.
- d) RLC obvod se nastaví tak, aby měl činitel kvality alespoň $Q_f = 1,0 \pm 0,053$.
- e) Zapnutím S2 se k EUT připojí zátěž RLC konfigurovaná podle kroku d). Zapne se S1 a EUT s ujištěním zda výstupní výkon je jak byl určen v kroku a). Podle potřeby se nastaví R, L a C pro zajištění základní (50 Hz) složky proudu I_{ac} protékajícího spínačem S1 s tolerancí ± 2 % jmenovitého proudu EUT v každé fázi a v ustáleném stavu.
- f) Zkouška se zahájí rozpojením S1 (simulování odpojení sítě provozovatele elektrizační soustavy). Doba ostrovního provozu t_R se zaznamená jako čas mezi okamžikem rozpojení S1 a okamžikem, ve kterém výstupní proud EUT klesne a zůstává pod úrovní 2% jeho jmenovitého proudu.

V EN 62116 jsou uvedeny další kroky při různých nastaveních zátěže podle zkušebních podmínek. V těchto krocích se zkouška vždy znovu provede a zaznamená se doba ostrovního provozu.

7.2.4 Kritéria vyhovění/nehovnění zkoušce

EUT je považováno ve shodě s požadavky na ochranu proti ostrovnímu provozu, pokud každá zaznamenaná doba ostrovního provozu ve zkušebním postupu podle článku 7.2.3 splňuje požadavky národních norem a/nebo provozních pravidel pro distribuční soustavy.

8 Měření a vyhodnocování poklesů a přerušení napětí

V této kapitole jsou uvedena ustanovení normy ČSN EN 61000-4-30. V roce 2008 byla IEC 61000-4-30 revidována a druhé vydání této normy přejímá soustava ČSN jako anglickou verzi dokumentu EN 61000-4-30:2009. V následujících článcích jsou informace o změnách, ke kterým dochází v souvislosti s uvedenou revizí normy.

Zásadní změnou, kterou zavádí druhé vydání uvedené normy, jsou nové definice tříd metod měření. Pro každý měřený parametr jsou definovány tři třídy (A, S a B). Pro každou třídu jsou zahrnuty metody měření a příslušné požadavky na funkci.

– Třída A

Tato třída se použije, pokud jsou nutná přesná měření, například pro aplikace ve smluvních vztazích, ověřování shody s normami atd. Jakákoliv měření parametru prováděná dvěma různými přístroji vyhovujícími požadavkům třídy A budou, pokud se měří stejné signály, vytvářet srovnatelné výsledky v mezích specifikované nejistoty pro tento parametr.

– Třída S

Tato třída se použije pro statistické aplikace jako jsou přehledy nebo vyhodnocení kvality energie, možná s omezeným podsouborem parametrů. Ačkoliv tato třída používá ekvivalentní intervaly měření jako třída A, požadavky na zpracování podle třídy S jsou nižší.

– Třída B

Tato třída je definována k zabránění vyřazování mnoha stávajících měřících přístrojů, protože jsou zastaralé.

POZNÁMKA Metody třídy B se nedoporučují pro nové projekty. V budoucím vydání této normy bude třída B možná odstraněna.

Pro každou třídu je specifikován rozsah ovlivňujících faktorů, který se musí dodržet. Uživatelé musí vybrat třídu, kterou požadují na základě jejich aplikace(aplikací)..

POZNÁMKA 1 Výrobce měřícího přístroje by měl stanovit ovlivňující veličiny, které nejsou výslovně dány a které mohou zhoršit funkci přístroje.

POZNÁMKA 2 Přístroj může měřit některé nebo všechny parametry identifikované v této normě a přednostně se použije stejná třída pro všechny parametry.

POZNÁMKA 3 Výrobce přístroje by měl stanovit, které parametry se měří, která třída se použije pro každý parametr, rozsah U_{din} , pro který je každá třída splněna a všechny nutné požadavky a příslušenství (synchronizace, sondy, perioda kalibrace, rozsahy teplot atd.) pro splnění každé třídy.

8.1 Krátkodobé poklesy napětí

8.1.1 Metoda měření

– Třída A

Základním měřením U_{rms} krátkodobého poklesu a krátkodobého zvýšení napětí musí být měření hodnoty $U_{rms(1/2)}$ v každém měřicím kanálu.

Doba cyklu pro měření hodnoty $U_{rms(1/2)}$ závisí na kmitočtu. Kmitočet by se mohl určit z posledního měření síťového kmitočtu neoznačeného příznakem nebo jakoukoliv jinou metodou, která poskytuje nejistotu podle požadavků.

POZNÁMKA 1 Hodnota $U_{rms(1/2)}$ podle definice zahrnuje harmonické, meziharmonické, signály dálkového ovládání atd.

– Třída S

Základním měřením U_{rms} krátkodobého poklesu a krátkodobého zvýšení napětí musí být měření hodnoty $U_{rms(1/2)}$ v každém měřicím kanálu nebo $U_{rms(1)}$ v každém měřicím kanálu. Výrobce musí specifikovat, které měření se použije.

POZNÁMKA 2 Hodnota $U_{rms(1/2)}$ podle definice zahrnuje harmonické, meziharmonické, signály dálkového ovládání atd.

– Třída B

Výrobce musí specifikovat metodu použitou pro U_{rms} .

8.1.2 Detekce a vyhodnocení krátkodobého poklesu napětí

8.1.2.1 Detekce krátkodobého poklesu napětí

Prahová hodnota krátkodobého poklesu napětí je procentní hodnota buď U_{din} nebo klouzajícího referenčního napětí U_{sr} (vypočte se podle článku 8.4.4 normy ČSN EN 61000-4-30). Uživatel musí stanovit používané referenční napětí.

POZNÁMKA Klouzavé referenční napětí U_{sr} se všeobecně nepoužívá v sítích nízkého napětí. Další informace a rady viz IEC 61000-2-8.

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

Prahovou hodnotu krátkodobého poklesu napětí a hodnotu hystereze stanoví uživatel podle použití.

8.1.2.2 Vyhodnocení krátkodobého poklesu napětí

Krátkodobý pokles napětí je charakterizován dvojicí dat, buď zbytkovým napětím (U_{res}) a dobou trvání nebo hloubkou poklesu a dobou trvání:

- zbytkové napětí je nejnižší změřená hodnota U_{rms} na jakémkoliv kanálu během doby krátkodobého poklesu napětí;
- hloubka poklesu je rozdíl mezi referenčním napětím (buď U_{din} nebo U_{sr}) a zbytkovým napětím. Všeobecně se vyjadřuje jako procentní hodnota referenčního napětí;

Čas začátku krátkodobého poklesu napětí musí být čas označený ve shodě s časem začátku efektivní hodnoty U_{rms} kanálu, který je iniciován touto událostí a čas konce krátkodobého poklesu napětí musí být čas označený ve shodě s časem ukončení efektivní hodnoty U_{rms} , který ukončuje tuto událost, jak je definována prahovou hodnotou plus hystereze.

Doba trvání krátkodobého poklesu napětí je časový rozdíl mezi začátkem a koncem krátkodobého poklesu napětí.

POZNÁMKA 1 U vícefázových měření krátkodobého poklesu napětí se může doba trvání začít na jednom kanálu a ukončit na odlišném kanálu.

POZNÁMKA 2 Obálky krátkodobého poklesu napětí nemusí být nutně pravouhlé. Pro daný krátkodobý pokles napětí závisí změřená doba trvání na vybrané prahové hodnotě krátkodobého poklesu napětí. Tvar obálky se může určit s použitím několika prahových hodnot krátkodobého poklesu napětí v rozsahu prahových hodnot krátkodobého poklesu napětí a přerušení napětí.

POZNÁMKA 3 Hystereze se typicky rovná 2 % U_{din} .

POZNÁMKA 4 Prahové hodnoty krátkodobého poklesu napětí se typicky rovnají 85 % až 90 % stálého referenčního napětí pro aplikace odstraňování poruch nebo statistické přehledy.

POZNÁMKA 5 Zbytkové napětí je často užitečné pro konečného uživatele a může být preferováno, protože je vztaženo k nulovému napětí. Naproti tomu hloubka poklesu je často užitečná pro dodavatele elektřiny, zejména v sítích velmi vysokého napětí nebo v případech, kdy se použije klouzavé referenční napětí.

POZNÁMKA 6 Během krátkodobých poklesů napětí se může vyskytnout fázový posuv.

POZNÁMKA 7 Při průchodu prahovou hodnotou může být užitečné zaznamenat datum i čas.

8.1.3 Nejistota měření a měřicí rozsah

8.1.3.1 Nejistota měření zbytkového napětí a velikosti krátkodobého zvýšení napětí

– Třída A

Nejistota měření nesmí překročit $\pm 0,2$ % U_{din} .

– Třída S

Nejistota měření nesmí překročit $\pm 1,0$ % U_{din} .

– Třída B

Výrobce musí specifikovat nejistotu, která nesmí překročit $\pm 2,0$ % U_{din} .

8.1.3.2 Nejistota měření doby trvání

– Třída A

Nejistota měření doby trvání krátkodobého poklesu napětí nebo krátkodobého zvýšení napětí se rovná nejistotě určení zahájení krátkodobého poklesu napětí nebo krátkodobého zvýšení napětí (polovina periody) plus nejistota při určení ukončení krátkodobého poklesu napětí nebo krátkodobého zvýšení napětí (polovina periody).

– Třída S

Pokud se použije $U_{rms(1/2)}$, pak nejistota doby trvání krátkodobého poklesu napětí nebo krátkodobého zvýšení napětí se rovná nejistotě určení zahájení krátkodobého poklesu napětí nebo krátkodobého zvýšení napětí (polovina periody) plus nejistota při určení ukončení krátkodobého poklesu napětí nebo krátkodobého zvýšení napětí (polovina cyklu). Pokud se použije $U_{rms(1)}$, pak nejistota doby trvání krátkodobého poklesu napětí nebo krátkodobého zvýšení napětí se rovná nejistotě určení zahájení krátkodobého poklesu napětí nebo krátkodobého zvýšení napětí (jedna perioda) plus nejistota při určení ukončení krátkodobého poklesu napětí nebo krátkodobého zvýšení napětí (jedna perioda).

– Třída B

Výrobce musí specifikovat nejistotu měření doby trvání.

8.2 Přerušení napětí

8.2.1 Metoda měření

Základní měření přerušení napětí se musí pro každou třídu definovat podle 8.1.1.

8.2.2 Vyhodnocení přerušení napětí

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

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

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

Čas začátku přerušení napětí musí být čas označený ve shodě s časem začátku efektivní hodnoty U_{rms} kanálu, který inicioval tuto událost a čas konce přerušení napětí musí být čas označený ve shodě s časem ukončení efektivní hodnoty U_{rms} , která ukončuje tuto událost, jak je definována prahovou hodnotou plus hystereze.

Doba trvání přerušení napětí je časový rozdíl mezi začátkem a koncem přerušení napětí.

POZNÁMKA 1 Prahová hodnota přerušení napětí se může stanovit na 5 % nebo 10% U_{din} .

POZNÁMKA 2 IEC 161-08-20 předpokládá, že přerušení napětí se vyskytne pokud velikost napětí je menší než 1 % jmenovitého napětí. Přesné měření napětí pod 1 % jmenovitého napětí je však obtížné. Proto tato norma doporučuje, aby vhodné prahové hodnoty stanovil uživatel.

POZNÁMKA 3 Přerušení napětí jedné nebo více fází vícefázové distribuční soustavy se může považovat za přerušení napájení jednofázových zákazníků připojených k této síti i když by se toto nemělo klasifikovat jako přerušení ve vícefázovém měření..

8.2.3 Nejistota měření a měřicí rozsah

Nejistota měření doby trvání viz 8.1.3.2.

8.3 Definice podle národní přílohy NA druhého vydání ČSN EN 61000-4-30

zbytkové napětí (*residual voltage*)

U_{res} (U_{res})

minimální hodnota $U_{rms(1/2)}$ nebo $U_{rms(1)}$ zaznamenaná během krátkodobého poklesu nebo přerušení napětí

POZNÁMKA Zbytkové napětí se vyjadřuje jako hodnota ve voltech nebo jako procentní či poměrná hodnota U_{din} . $U_{rms(1/2)}$ se používá pro třídu A. Pro třídu S se může použít $U_{rms(1/2)}$ nebo $U_{rms(1)}$. Viz 8.1.1.

klouzavé referenční napětí (*sliding reference voltage*)

U_{sr} (U_{sr})

velikost napětí zprůměrovaná po dobu specifikovaného časového intervalu reprezentující napětí předcházející události typu změna napětí (např. krátkodobé poklesy a krátkodobá zvýšení napětí, rychlé změny napětí)

9 Statistická měření

Nejdůležitějším závěrem vyplývajícím z výsledků měření je zjištění, že krátkodobá zvýšení a poklesy napětí jsou realitou elektromagnetického prostředí. Mohou se očekávat v jakémkoliv místě a v jakékoliv době a v úrovních až do nuly a v dobách do i nad jednu sekundu. Kmitočet jejich výskytu a pravděpodobnost jsou značně proměnné jak místo od místa tak i jeden rok od druhého.

Je zřejmé, že značně vysoké roční četnosti výskytu poklesů jsou možné u venkovních distribučních soustav s ohledem na klimatické podmínky.

POZNÁMKA Uživatelé elektřiny napájení z místních podzemních kabelových distribučních soustav mohou však být nepříznivě ovlivněni poklesy napětí jejichž původ je v nadřazených soustavách převážně venkovních.

I když většina měření se provádí za rok je třeba si uvědomit, že v případě poruch, při kterých poklesy napětí jsou způsobeny zejména klimatickými podmínkami, jsou jejich charakteristiky proměnné i v mnohem delší době. Je běžné, že události jako blesk nebo větrná bouře mohou dosáhnout vrcholu nebezpečnosti v časových intervalech desítek let nebo i více.

To dává podnět k otázce kolik měřicích míst je nutno vybrat a po kolik roků je třeba měření provádět. Takováto komplexnost při výběru míst je třeba pro vyloučení nepříznivých vlivů na získané výsledky měření.

9.1 Doporučení pro statistická měření krátkodobých zvýšení a poklesů napětí

Níže uvedená doporučení jsou navržena jako společná základna pro statistická měření. Zatímco zde navržené parametry je možno považovat za počáteční etapu vytváření uceleného obrazu o měření krátkodobých poklesů

a přerušení napětí, při vytváření konkrétního přehledu je třeba zvážit zda uvedené hodnoty jsou pro konkrétní monitorované místo (místa) vhodné.

- a) Měření by se mělo v každém místě provést po dobu alespoň tři let.
- b) Monitorování by se mělo provést na vn sběrnicích rozvoden vvn/vn. Systémová zapojení určí zda se měření budou provádět mezi fázemi nebo mezi fází a zemí.
- c) Metody měření by měly být podle ČSN EN 61000-4-30.
- d) Prahové hodnoty by měly být pro začátek poklesu 90 %, pro konec poklesu 90 %+ hystereze a pro přerušení 5 %, vztahené k jmenovitému/dohodnutému napětí jako referenčnímu napětí. Zpráva o výsledcích by měla uvádět jak skutečné použité prahové hodnoty a/nebo úrovně hystereze tak i důvod pro vybrání těchto hodnot.
- e) Krátkodobé poklesy napětí a zvýšení by se měly rozřadit podle hloubky a doby trvání v souladu s tabulkou D4 a D2 z aktuální verze PNE 33 3430-7. Pokud se poklesy ve více než jedné fázi v čase překrývají měly by se považovat za jednotlivou událost.
- f) Měla by se uvést metoda pro seskupování do buněk tabulky – skutečný výskyt, maximální počet, průměrný počet atd.
- g) Měla by se uvést pravidla agregace událostí podle ČSN EN 61000-4-30, pokud jsou použita.